

Fachstellungnahme des LfULG zum „Zwischenbericht Teilgebiete gemäß § 13 StandAG“ der Bundesgesellschaft für Endlagerung vom 28.09.2020 – zur Betroffenheit des Freistaates Sachsen

Freiberg, 21.01.2021

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Abteilung 10 Geologie,
E-Mail: abt10.lfulg@smul.sachsen.de

Prüfergebnis

Die detaillierte fachliche Prüfung des „Zwischenberichts Teilgebiete gemäß § 13 StandAG“ ergab für das Gebiet des Freistaates Sachsen, dass von den ausgewiesenen 11 526 km² der Gebietskulisse der Teilgebiete ca. 6 155 km² die erforderlichen Kriterien nach StandAG nicht erfüllen und somit die Ausweisung dieser Flächen als Teilgebiet nicht nachvollziehbar ist. Dies resultiert insbesondere daraus, dass eine großflächige Ausweisung von Regionen als Teilgebiet erfolgte, in welchen andere Gesteine als die von der BGE definierten Wirtsgesteine kartiert, erbohrt oder aus geophysikalischen Daten ableitbar sind. So wurden sedimentäre Abfolgen, vulkanische und vulkano-sedimentäre Gesteine sowie niedriggradige Metamorphite großflächig als kristallines Wirtsgestein klassifiziert. Außerdem wurden Kalkstein, Schluffstein, Sandstein und Mergel dem Wirtsgestein Tongestein zugeordnet. Die in Sachsen von Teilgebieten betroffene Fläche würde sich durch Korrektur der fehlerhaft ausgewiesenen Bereiche von 62 % auf 29 % der Landesfläche reduzieren.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Teilgebiete	5
2.1	011_00TG_200_00IG_K-g_SPZ kristallines Wirtsgestein in der südlichen Phyllitzzone	5
2.2	009_00TG_194_00IG_K_g_SO kristallines Wirtsgestein im Grundgebirge der saxothuringischen Zone	6
2.3	008_01TG_204_01IG_T_f_kro Tongestein der Nordsudetischen Senke, Oberkreide	6
3	Wirtsgesteine	6
3.1	Kristallines Wirtsgestein	6
3.2	Wirtsgestein Tongestein.....	7
4	Ausschlusskriterien	7
5	Prüfergebnisse zur Anwendung der Ausschlusskriterien	8
6	Mindestanforderungen	13
7	Prüfergebnisse zur Anwendung der Mindestanforderungen	15
7.1	Nordsudetische Senke (Teilgebiet 008_01TG_204_01IG_T_f_kro)	15
7.2	Südliche Phyllitzzone (Teilgebiet 011_00TG_200_00IG_K-g_SPZ)	18
7.3	Lausitzer Granodioritkomplex und Meißener Pluton (Teilgebiet 009_00TG_194_00IG_K_g_SO)	18
7.4	Erzgebirge (Teilgebiet 009_00TG_194_00IG_K_g_SO)	18
7.5	Frankenberger Zwischengebirge (Teilgebiet 009_00TG_194_00IG_K_g_SO)	19
7.6	Granulitgebirge (Teilgebiet 009_00TG_194_00IG_K_g_SO)	19
7.7	Westerzgebirgische und vogtländische Granite (Teilgebiet 009_00TG_194_00IG_K_g_SO)	20
7.8	Nordwestsachsen (Teilgebiet 009_00TG_194_00IG_K_g_SO)	20
7.8.1	Gliederung des nordwestsächsischen Grundgebirges	20
7.8.2	Torgau-Doberlug-Einheit	20
7.8.3	Nordsächsischer Block.....	21
7.8.4	Delitzscher Pluton	22
7.8.5	Ostturingisch-Nordsächsische Einheit	22
7.8.6	Wurzen-Caldera	23
7.9	Görlitzer Schiefergebirge (Teilgebiet 009_00TG_194_00IG_K_g_SO)	25
7.10	Lausitzer Grauwacken-Einheit (Teilgebiet 009_00TG_194_00IG_K_g_SO)	26
7.11	Chemnitzbecken (Teilgebiet 009_00TG_194_00IG_K_g_SO)	27
8	Geowissenschaftliche Abwägungskriterien	28
8.1	Methodisches Vorgehen der BGE.....	28
8.2	Bewertung der Abwägungskriterien durch die BGE.....	30

8.2.1	009_00TG_194_00IG_K_g_SO kristallines Wirtsgestein im Grundgebirge der saxothuringischen Zone.....	30
8.2.2	011_00TG_200_00IG_K-g_SPZ kristallines Wirtsgestein in der südlichen Phyllitzone .	30
8.2.3	008_01TG_204_01IG_T_f_kro Tongestein der Nordsudetischen Senke, Oberkreide ..	30
9	Prüfergebnisse zur Anwendung der Abwägungskriterien.....	31
10	Synopsis der Prüfungsergebnisse.....	32
11	Quellen.....	35

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Übersicht repräsentativer Bohrungen ausgewählter regionalgeologischer Einheiten	41
--	-----------

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Teilgebiete in Sachsen.	5
Abbildung 2: Anwendung des Ausschlusskriteriums „aktive Störungszonen“.	9
Abbildung 3: Darstellung der dokumentierten Erdbeben­­tätigkeit im Großraum Vogtland.....	11
Abbildung 4: Anwendung des Ausschlusskriteriums Bergbau.	12
Abbildung 5: Übersicht über die an die BGE gelieferten Bohrungsdaten.	14
Abbildung 6: Regionalgeologische Einheiten.....	15
Abbildung 7: Ausschnitt aus der Geologischen Übersichtskarte 1: 400 000 (GK 400, 1995) im Bereich der Nordsudetischen Senke mit Sedimenten der Kreide.	17
Abbildung 8: Ausschnitt der kretazischen Ablagerungen in Bohrprofilen aus der Nordsudetischen Senke von Süd nach Nord.	17
Abbildung 9: Regionalgeologische Einheiten und Plutonite mit Kontakthöfen des saxothuringischen Grundgebirges in Nordwestsachsen nach GK 400 (1995) und der GK50 LKT (2016).	21
Abbildung 10: Prognostisches Normalprofil der Füllung der Wurz­en-Caldera.....	25
Abbildung 11: Bohrprofile aus dem Görlitzer Schiefergebirge, welche die verschuppte Lagerung paläozoischer Sedimente zeigen.	26
Abbildung 12: Nachweise der Wirtsgesteinsinformation „kristallines Wirtsgestein im Grundgebirge der saxothuringischen Zone“ innerhalb der regionalgeologischen Einheit Chemnitzbecken.	28
Abbildung 13: Darstellung des Prüfergebnisses.	33

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Belege für die Aktivität der von der BGE (2020a) nicht ausgeschlossenen Störungssegmente.....	9
Tabelle 2: Übersicht über die Abwägungskriterien und deren Bewertung für die drei sächsischen Teilgebiete (BGE, 2020f).....	29
Tabelle 3: Flächen der Teilgebiete und unplausiblerweise als Teilgebiete ausgewiesener Regionen.	34

1 Einleitung

Am 28.09.2020 hat die Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) ihren „Zwischenbericht Teilgebiete gemäß § 13 StandAG“ veröffentlicht (BGE, 2020a). Der Bericht stellt den Stand der Arbeiten der BGE zum Ende der Phase 1 des Standortauswahlverfahrens dar und zeigt auf, welche Gebiete in Deutschland nach Anwendung der im Standortauswahlgesetz (StandAG, 2017) definierten Kriterien und Anforderungen (Ausschlusskriterien nach § 22, Mindestanforderungen nach § 23; geowissenschaftliche Abwägungskriterien nach § 24 StandAG) bei der Endlagersuche ausgeschlossen werden können und welche im weiteren Verlauf näher untersucht werden. Insgesamt wurden von der BGE neunzig sogenannte Teilgebiete auf ca. 54 % der Fläche von Deutschland ausgewiesen, in denen nach Auswertung der zur Verfügung stehenden wissenschaftlichen Daten günstige geologische Voraussetzungen für die sichere Endlagerung hochradioaktiver Abfälle zu erwarten sind. Diese Gebiete dienen im weiteren Standortauswahlverfahren als Grundlage für die Auswahl von übermäßig zu erkundenden Standortregionen.

In Sachsen wurde eine Fläche von 11 526 km² in Teilgebieten ausgewiesen. Das entspricht einem Anteil an der Landesfläche von 62 %. Alle Landkreise und kreisfreien Städte sind betroffen. Die ausgewiesenen Flächen wurden drei Teilgebieten zugeordnet (Abb. 1). Auffällig ist dabei insbesondere ein umfangreiches, undifferenziert dargestelltes Teilgebiet, welches sich von Baden-Württemberg über Bayern und Thüringen bis nach Sachsen erstreckt (Teilgebiet 009_00TG_194_00IG_K_g_SO, Abb. 1).

Die Abteilung 10/Geologie des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) wurde mit E-Mail vom 29.09.2020 seitens des Referates 42/Bodenschutz, Altlasten, Geologie des Sächsischen Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (SMEKUL) dazu aufgefordert, eine fachliche Prüfung des Zwischenberichtes Teilgebiete hinsichtlich der sächsischen Betroffenheit durchzuführen. Bei der Prüfung sollen folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Sind die an die BGE übergebenen Datengrundlagen korrekt verwendet worden?
- Überprüfung der dargestellten Wirtsgesteinsverbreitung in Sachsen unter Berücksichtigung der von der BGE verwendeten Wirtsgesteinsdefinition.
- Sind die Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen gesetzeskonform angewendet worden? Gibt es an der Methodik der Anwendung der Kriterien fachliche Kritik, die sich auch auf die sächsische Gebietskulisse auswirken würde?
- Im o. g. umfangreichen Teilgebiet 009_00TG_194_00IG_K_g_SO wurden regionalgeologische Einheiten mit unterschiedlichen kristallinen Wirtsgesteinen (unterschiedliches Alter/Genese und damit verbunden unterschiedlichen Eigenschaften) zusammengefasst. Ist diese Herangehensweise mit Verwendung eines vereinheitlichten Referenzdatensatzes für Kristallingestein aus fachlicher Sicht gerechtfertigt oder damit die korrekte Anwendung der Abwägungskriterien auch in Phase 1 des Standortauswahlverfahrens fraglich?

Gegenstand der vorliegenden Stellungnahme ist es, eine detaillierte fachliche Einschätzung des Geologischen Dienstes des LfULG hinsichtlich der o. g. Punkte darzulegen.

2 Teilgebiete

2.1 011_00TG_200_00IG_K-g_SPZ kristallines Wirtsgestein in der südlichen Phyllitzzone

„Das Teilgebiet erstreckt sich entlang der Landesgrenze zwischen Sachsen-Anhalt und Sachsen bis in das Bundesland Brandenburg. Das Teilgebiet befindet sich im Grundgebirge der südlichen Phyllitzzone und weist Mächtigkeiten zwischen 210 m und 1 200 m auf. Die Oberfläche des Teilgebiets befindet sich in einer Teufenlage von 300 m bis 1 290 m unterhalb der Geländeoberkante“ (BGE, 2020a). In Sachsen nimmt das Teilgebiet eine Fläche von 122 km² ein (Abb. 1, rot). Das Teilgebiet umfasst in Sachsen kambrische Sedimente, welche der Doberlug-Torgau-Einheit der saxothuringischen Zone zugeordnet werden können. Das Verbreitungsgebiet des kristallinen Wirtsgesteins der südlichen Phyllitzzone reduziert sich deshalb in Sachsen auf die Plutone von Pretzsch und Prettin, welche randlich bis in den Freistaat hineinreichen.

Teilgebiete in Sachsen

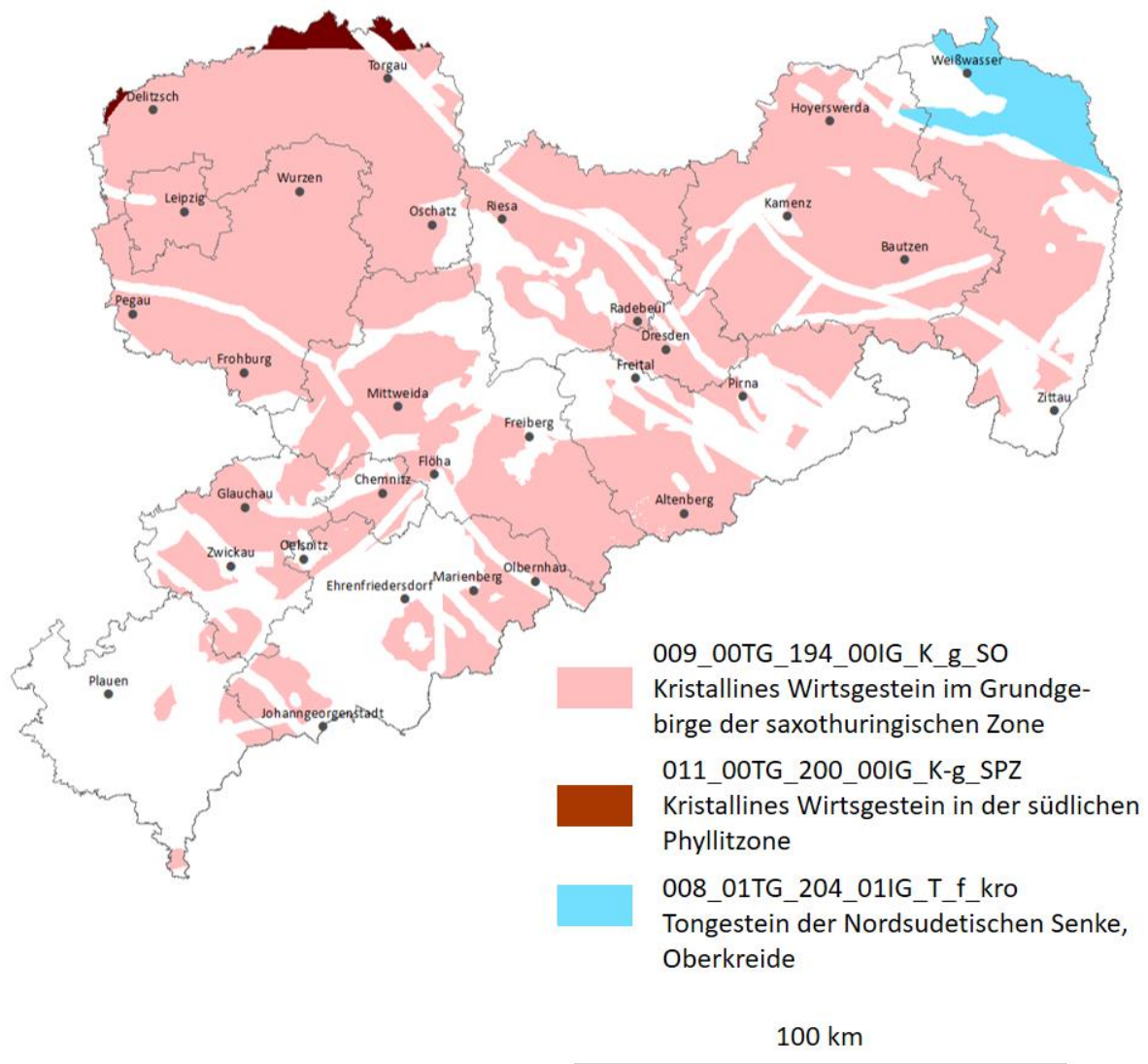


Abbildung 1: Teilgebiete in Sachsen.

2.2 009_00TG_194_00IG_K_g_SO kristallines Wirtsgestein im Grundgebirge der saxothuringischen Zone

„Das Teilgebiet erstreckt sich von Südwesten über Baden-Württemberg, Bayern, Thüringen, Sachsen-Anhalt, das südliche Brandenburg und große Teile Sachsens im Nordosten von Deutschland. Das Teilgebiet befindet sich im Grundgebirge der saxothuringischen Zone und weist Mächtigkeiten zwischen 200 m und 1 200 m auf. Die Oberfläche des Teilgebiets befindet sich in einer Teufenlage von 300 m bis 1 300 m unterhalb der Geländeoberkante“ (BGE, 2020a). In Sachsen nimmt das Teilgebiet eine Fläche von 10 951 km² ein (Abb. 1, rosa). Das Teilgebiet umfasst in Sachsen mehrere regionalgeologische Einheiten mit unterschiedlichem geologischem Aufbau: das Erzgebirge, das Chemnitzbecken, das Granulitgebirge, das Frankenberger Zwischengebirge, die westertgebirgischen und vogtländischen Granite, den Lausitzer Granodioritkomplex und Meißener Pluton, die Lausitzer Grauwacken-Einheit, das Görlitzer Schiefergebirge, die Ostthüringisch-Nordsächsische Einheit, den Nordsächsischen Block, die Wurzen-Caldera, den Delitzscher Pluton, die Torgau-Doberlug-Einheit. In diesen regionalgeologischen Einheiten treten sedimentäre, vulkanische, plutonische und metamorphe Gesteine auf. Der Metamorphosegrad schwankt von sehr schwach metamorph bis ultrahochmetamorph.

2.3 008_01TG_204_01IG_T_f_kro Tongestein der Nordsudetischen Senke, Oberkreide

„Das Teilgebiet liegt im Osten der Bundesländer Brandenburg und Sachsen. Das Teilgebiet bezieht sich auf die stratigraphische Einheit Oberkreide, welche das Wirtsgestein Tongestein enthält. Es hat eine maximale Mächtigkeit von 1 200 m. Die Basisfläche des Teilgebietes befindet sich in einer Teufenlage von 400 m bis 1 500 m unterhalb der Geländeoberkante“ (BGE, 2020a). Das Teilgebiet nimmt in Sachsen eine Fläche von 453 km² ein (Abb. 1, blau). Es umfasst sedimentäre Gesteine.

3 Wirtsgesteine

In Sachsen wurden kristallines Wirtsgestein und Tongestein ausgewiesen. Die BGE (2020a) verwendet für diese die folgenden Definitionen.

3.1 Kristallines Wirtsgestein

„Die BGE subsumiert unter kristallinen Wirtsgesteinen sowohl Plutonite, auch Tiefengesteine genannt, als auch hochgradig regionalmetamorphe Gesteine, welche günstige Eigenschaften für die Endlagerung von hochradioaktiven Abfällen erwarten lassen. Bei den Plutoniten handelt es sich um magmatische Gesteine, welche in Folge der Abkühlung von Magma in großer Tiefe durch langsame Kristallisation (Erstarrung, bei der die Minerale ihre Kristallform annehmen) entstehen. Auf Grund der langsamen Abkühlung kristallisiert das Magma fast vollständig aus. Die gebildeten Gesteine besitzen eine charakteristische vollkristalline Struktur, wobei die Kristalle der unterschiedlichen Mineralphasen meist mit bloßem Auge zu erkennen sind. Bekannte Beispiele plutonischer Gesteine sind Granite, Diorite und Gabbro. An die Erdoberfläche gelangen Plutonite durch spätere tektonische Hebungen und Abtragung der überlagernden Schichten durch Erosion.

Bei metamorphen Gesteinen handelt es sich um Gesteine, welche in Folge einer Metamorphose (Umwandlung) anderer Gesteine durch die Einwirkung erhöhter Drücke und Temperaturen entstehen. Dies geschieht durch unterschiedliche Prozesse wie beispielsweise regionale tektonische Vorgänge oder Aufdringen von Magma. Hochgradig regionalmetamorphe Gesteine sind relativ hohen Drücken und Temperaturen ausgesetzt gewesen. Es kommt zu Mineralumwandlungen (Entstehung neuer Mineralphasen), ohne dabei das Ausgangsgestein gänzlich aufzuschmelzen.

Vulkanite, gering bis mittelgradig regionalmetamorph beanspruchte Gesteine sowie Hochdruck- und Kontaktmetamorphite zählt die BGE nicht zu den kristallinen Wirtsgesteinen gemäß § 23 Abs. 1 S. 1 StandAG. Dies begründet sich darin, dass diese Gesteine die als günstig für die Endlagerung radioaktiver Abfälle geforderten Eigenschaften größtenteils nicht umfänglich erfüllen“ (BGE, 2020a).

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.

3.2 Wirtsgestein Tongestein

„Das Wirtsgestein Tongestein ist ein in der geologischen Vergangenheit durch Transport und Ablagerung von Tonmineralen, aber auch Mineralen wie Quarz, Karbonat u. a. entstandenes Sedimentgestein, dessen Korngrößen zu einem großen Teil kleiner als 0,002 mm sind. Die BGE subsumiert unter dem Wirtsgesteinsbegriff Tongestein sowohl plastische Tone als auch Tonsteine, welche diagenetisch verfestigt sind. Als Tongesteinsformation werden im Folgenden Gesteinsformationen bezeichnet, die überwiegend aus Tongesteinen bestehen, aber noch zusätzlich untergeordnet andere Gesteine wie z. B. Sandsteine oder Karbonatgesteine enthalten. Tongesteinsformationen werden somit nicht ausschließlich durch Tongesteine charakterisiert; eingeschlossen werden damit auch Ton-Mergel- und Mergel-Tongesteine als die tondominierten Vertreter aus der kontinuierlichen Reihe Kalkstein-Mergel-Tonstein. Nicht zu den endlagerrelevanten Tongesteinen zählen die Tonschiefer, bei denen es sich um metamorphe, nicht um sedimentäre Tonsteine handelt, die nicht die o. g. günstigen Eigenschaften besitzen“ (BGE, 2020a). Für die Prüfung des „Zwischenberichts Teilgebiete“ hat das LfULG Tonstein und Tonmergelstein als Wirtsgestein klassifiziert und Mergel, Kalkmergelstein und Kalkschluffstein als Nicht-Wirtsgestein klassifiziert.

4 Ausschlusskriterien

Ein Gebiet ist nicht als Endlagerstandort geeignet, wenn mindestens **eines** der Ausschlusskriterien nach § 22 StandAG in diesem Gebiet erfüllt ist. Die Ausschlusskriterien sind:

- großräumige Vertikalbewegungen von $> 1 \text{ mm / Jahr}$ oder $> 1 \text{ km / Millionen Jahre}$. Deutschlandweit wurden keine betroffenen Gebiete identifiziert.
- aktive Störungszonen, welche in den letzten 34 Millionen Jahren nachweislich oder mit hoher Wahrscheinlichkeit aktiv waren und Verwerfungen mit deutlichem Gesteinsversatz verursachten. Diese wurden mit einem beidseitigen Puffer von 1 km um die Störungsspur an der Geländeoberfläche ausgeschlossen.

Außerdem arbeitete die BGE mit tektonischen Großstrukturen, welche sich durch intensive tektonische Aktivität auszeichnen. Mit dem Begriff „tektonische Großstruktur“ beschreibt die BGE tektonische Systeme, welche nachweislich in den vergangenen 34 Millionen Jahren aktiv waren. Die definierten tektonischen Großstrukturen sind nicht als ausgeschlossene Gebiete zu verstehen, sondern vielmehr als Argumentationsgrundlage und Suchraum zur Ausweisung aktiver Störungszonen in Deutschland. Methodisch bedingt können in den tektonischen

Großstrukturen nicht ausgeschlossene Restflächen verbleiben, wenn die dargestellten Störungen einschließlich des Puffers von 1 km weit genug voneinander entfernt liegen.

- atektonische Vorgänge, die nicht auf seismische Aktivität zurückzuführen sind, aber zu ähnlichen Konsequenzen wie tektonische Störungen führen, wie Impaktereignisse, Karst oder Glazitektonik. Betroffene Gebiete wurden ausgeschlossen.
- bergbauliche Tätigkeit, durch welche das Gebirge so geschädigt wurde, dass negative Auswirkungen auf den Spannungszustand und die Permeabilität des Gebirges zu erwarten sind. Es wurden ausschließlich bergbauliche Tätigkeiten betrachtet, deren aufgefahrene Hohlräume den endlagerrelevanten Tiefenbereich von 300 m bis 1 500 m unter der Geländeoberkante verritzen. Betroffene Gebiete wurden ausgeschlossen.
- Bohrungen mit einer Teufe von > 275 m. Diese wurden mit einem Radius von 25 m um die Bohrfade ausgeschlossen.
- seismische Aktivität, wenn die örtliche seismische Gefährdung größer ist als in Erdbebenzone 1 nach DIN EN 1998-1/NA 2011-01. Betroffene Gebiete wurden ausgeschlossen.
- vulkanische Aktivität, wenn quartärer Vulkanismus vorliegt. Die Eruptionszentren wurden mit einem Ausschlussradius von 10 km versehen.
- Nachweis junger Grundwässer. Die bloße Existenz, also der Nachweis, von ^3H und/oder ^{14}C im Grundwasser führte zum Ausschluss.

Die Anwendung der Ausschlusskriterien ist in der untersetzenden Anlage des Zwischenberichts „Anwendung Ausschlusskriterien gemäß § 22 StandAG“ dargelegt (BGE, 2020b). Die im Zwischenbericht gelieferten Karten wurden georeferenziert und mit den an die BGE gelieferten Daten und Berichten abgeglichen.

5 Prüfergebnisse zur Anwendung der Ausschlusskriterien

In Sachsen wurden keine Gebiete ausgeschlossen auf Grund großräumiger Vertikalbewegungen, atektonischer Prozesse sowie durch Bergbau in Tagebauen.

Bohrungen mit einer Tiefe von mehr als 275 m wurden mit einem Radius von 25 m ausgeschlossen. Messstellen mit jungen Grundwasseraltern wurden punktuell ausgeschlossen. Beide sind auf der Übersichtskarte (Abb. 1) maßstabsbedingt nicht sichtbar.

Ein Datensatz mit 286 aktiven Störungssegmenten wurde der BGE vom LfULG geliefert (Sächsische Störungsdatenbank, 2020; Abb. 2 dunkelgrüne und blaue Linien). Diese Störungen wurden überwiegend mit einem beidseitigen Puffer von 1 km ausgeschlossen. Acht Störungssegmente wurden nicht berücksichtigt (Abb. 2, blaue Linien). Diese und die Nachweise für ihre tektonische Aktivität werden in Tabelle 1 aufgelistet. 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 Tieferenerstreckung bis in endlagerrelevante Teufen erreichen. Die Entscheidung der BGE, diese Störungen nicht zu berücksichtigen, ist nicht plausibel.

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.

Tabelle 1: Belege für die Aktivität der von der BGE (2020a) nicht ausgeschlossenen Störungssegmente.

Störung	Segment	Strukturtyp	Beleg	Quelle
Bautzen-Störung	1	endogen-tektonische Störung	rezente Erdbeben: 22.04.2013, 24.12.2018	Seismologie in Mitteldeutschland (2020)
Meissner-Massiv-SW- Rand-Störung	4	endogen-tektonische Störung	Kartierung spätkretazisch- neogenen Versatzes	Stanek (2016)
Meissner-Massiv-SW- Rand-Störung	5	endogen-tektonische Störung	Kartierung spätkretazisch- neogenen Versatzes	Stanek (2016)
Muskauer Faltenbogen	1	glazigen-tektonische Störung	quartäre Sedimente deformiert, Tiefenerstreckung 180- 210 m	Kupetz et al. (1989)
Nordsächsische Überschiebung	2	endogen-tektonische Störung	rezentes Erdbeben: 29.11.2013	Seismologie in Mitteldeutschland (2020)
Rietschen-Abbruch	1	endogen-tektonische Störung	geomorphologisch wirksam	Stanek et al. (2016)
Waldheim-Süd-Störung	1	endogen-tektonische Störung	geomorphologisch wirksam, junge Klüftzonen	Müller et al. (in prep.)
Waldheim-Nord- Störung	1	endogen-tektonische Störung	geomorphologisch wirksam, junge Klüftzonen	Müller et al. (in prep.)

Ausschlusskriterium „aktive Störungszonen“

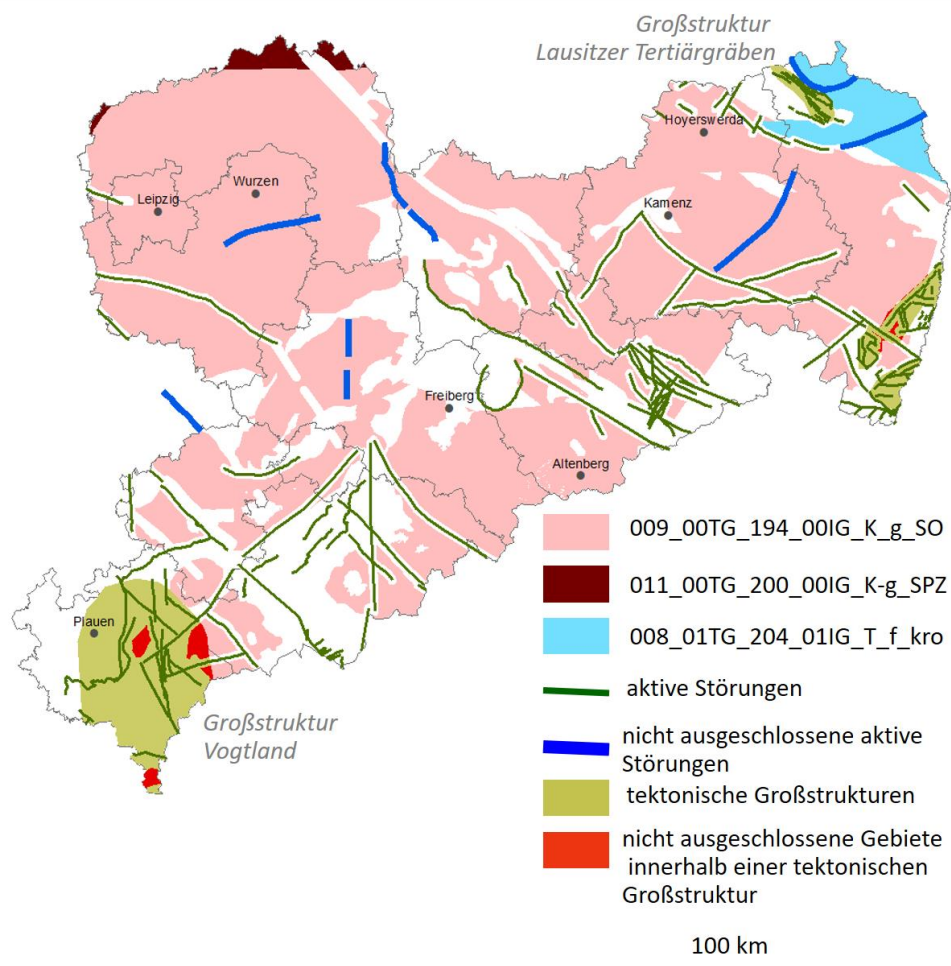


Abbildung 2: Anwendung des Ausschlusskriteriums „aktive Störungszonen“. Die aktiven Störungen, welche durch blaue Linien gekennzeichnet sind, wurden nicht ausgeschlossen. Außerdem wurden einige Bereiche innerhalb der tektonischen Großstrukturen nicht ausgeschlossen (rot).

Für die „Lausitzer Tertiärgräben“ ergab eine Rückfrage bei der BGE, dass die dunkelroten Flächen methodisch bedingt nicht ausgeschlossen wurden. Sie sind Relikte, da die BGE vom LfULG nur durch Tagebaue, Bohrungen bzw. geomorphologische Analyse verifizierte Störungen übermittelt bekommen hat. Es existieren weitere Störungen mit gleichartiger Aktivität. Im südlichen Teil der Lausitz können diese Störungen dem Eger-Riftsystem zugeordnet werden.

In der tektonischen Großstruktur „Vogtland“ wurden der Bergener Granit, der Fichtelgebirgsgranit und der Westteil des Eibenstocker Granits nicht ausgeschlossen. Hier gibt es jedoch klare Belege für die rezente tektonische Aktivität der Gebiete (Abb. 3). Das Vogtland ist durch Schwarmbeben gekennzeichnet, welche in regelmäßigen Abständen über 1000 Beben in wenigen Wochen umfassen. Korn et al. (2008) geben einen guten Überblick über die Verteilung der Erdbeben. Es existieren mehrere Erdbebenzentren, welche sich durch bestimmte Charakteristika auszeichnen. Eines dieser Zentren liegt im Bergener Granit, ein weiteres direkt angrenzend westlich davon (Abb. 3). Die Analyse der Erdbeben­tätigkeit im Raum Bergen offenbart, dass die Erdbeben in 6-10 km Tiefe stattfinden. Dies ist deutlich flacher als im restlichen zentralen Vogtland, wo die Erdbebenherde in 10-20 km Tiefe liegen. Momententensorlösungen im Bergener Granit, welche die Bewegung auf einer Störungsfläche während eines Erdbebens mathematisch repräsentieren, legen nahe, dass in kurzen Abständen von weniger als 10 Jahren wiederholt an den gleichen Orten Herdflächen innerhalb des Granits aktiviert werden. Das ist ein Beleg dafür, dass der Bergener Granit von aktiven Tiefenstörungen durchzogen wird. Gleiches gilt für den Fichtelgebirgsgranit. Rappsilber et al. (2020) interpretieren die seismologische Gesamtsituation als Beleg für eine Störungszone, welche sich mindestens bis Reichenbach i. V. nach Norden erstreckt. Auch im Westteil des Eibenstocker Granits sind Erdbeben registriert worden (Abb. 3). Eine Häufung von Erdbeben tritt am Westrand des Eibenstocker Granits auf. Diese Daten belegen die aktive Tektonik in diesem Granitpluton. Alle innerhalb der tektonischen Großstruktur „Vogtland“ gelegenen Teilgebietsflächen sind deshalb nicht als Standort für ein Endlager geeignet.

Vulkanisch aktive Gebiete in Sachsen liegen größtenteils innerhalb der Großstruktur Vogtland und wurden in diesem Bereich nach den Kriterien der BGE ausgeschlossen. Der alkalische Intraplattenvulkanismus in diesem Gebiet ist durch mehrere sehr kurzzeitige vulkanische Aktivitäten mit Ruhephasen von mehreren 10 000 bis 100 000 Jahren gekennzeichnet (Wagner et al., 2002; Hošek et al., 2019). Charakteristisch für solch einen Intraplattenvulkanismus ist insbesondere das Auftreten von phreatischen, durch Dampfexplosion entstandenen, und phreatomagmatischen, durch Kontakt von Magma und Wasser entstandenen, Maaren sowie Schlackenkegel-Vulkanen mit einem assoziierten Fluid- und Gasaufstieg. Als wesentliche Indikatoren zur räumlichen Abgrenzung dieser vulkanischen Aktivitäten sind demzufolge die derzeit bekannten quartären Vulkanstrukturen wie Maare und Schlackenkegel sowie aktive Aufstiegswege von vulkanischen Gasen (Mofetten) und Fluiden mit deutlicher Erdmantelsignatur heranzuziehen. Letztgenannte Signaturen in den rezent aufsteigenden Gasen und Fluiden, insbesondere die relevanten Helium-Isotopverhältnisse, belegen deutlich die vulkanische Aktivität in der Großstruktur Vogtland. Die Mobilität der Gase und Fluide führt außerhalb der bekannten Mofetten zu einer Stauung der Spannungsenergie in der Erdkruste, welche sich in Form von sehr häufig wiederkehrenden Schwarmbeben entlädt. Ausgehend von diesen Charakteristika haben nicht nur die Magmenaufstiegskanäle sondern auch die Aufstiegswege von Gasen und Fluiden mit Mantelsignatur die Integrität des Gebirges zerstört. Die Hypozentren der Schwarmbeben lokalisieren somit auch Fluidwegsamkeiten im Untergrund, welche sich in Richtung der Erdoberfläche entwickeln können. Vulkanische Aktivität in dieser Region im Laufe der nächsten 1 Million Jahre kann als sicher angenommen werden. Aktuelle Forschungen (Hrubcova et al., 2017) gehen davon aus, dass Mofetten Bereiche künftiger vulkanischer Aktivität anzeigen.

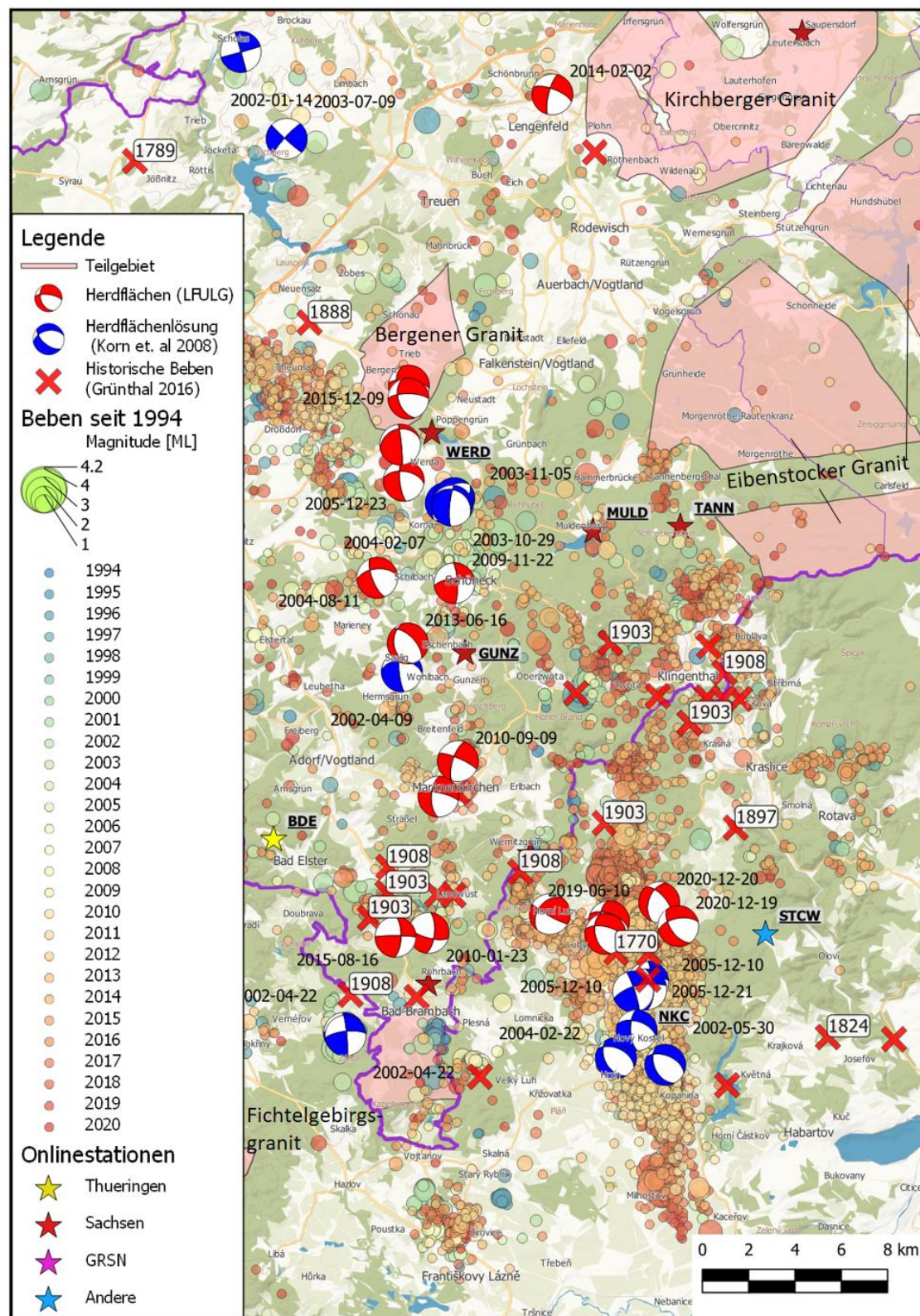


Abbildung 3: Darstellung der dokumentierten Erdbebenaktivität im Großraum Vogtland in Bezug zu den ausgewiesenen Teilgebieten. Es werden sowohl die historischen Erdbeben aufgeführt, als auch die instrumentell lokalisierten Beben der Gegenwart. Weiterhin wurden Herdflächenlösungen einbezogen, welche für ausgewählte Erdbeben den Bruchmechanismus darstellen. Es ist deutlich zu sehen, dass die Bruchmechanismen im Gebiet Novy Kostel und dem Vogtland sich ähneln. Es wird deutlich, dass die Schwarmgebiete über Jahrhunderte immer wieder aktiviert wurden und zum Teil direkt in den Teilgebieten liegen oder direkt daran angrenzen (Grundkarte: Maptiler, 2020).

Ausgeschlossene Bergbaugebiete

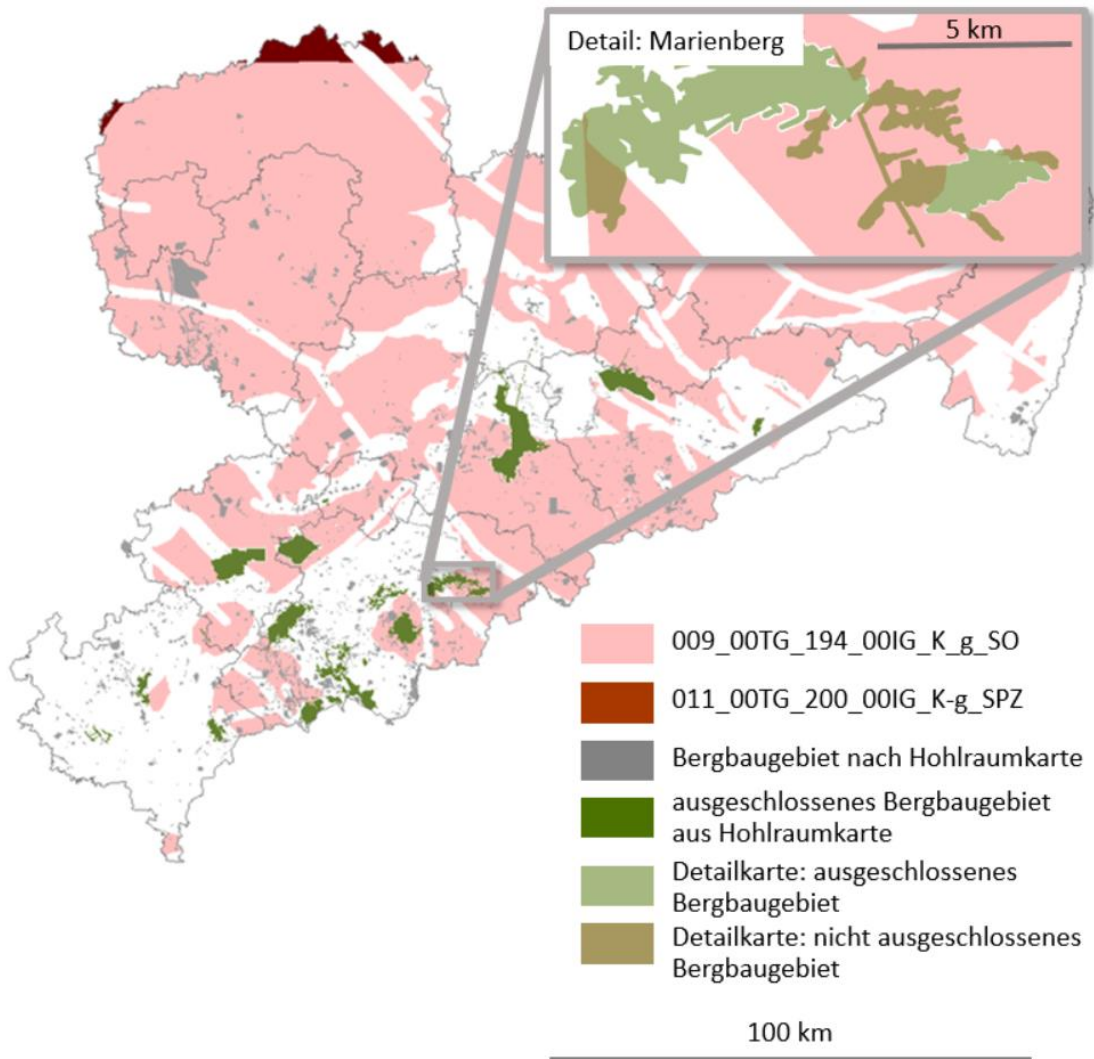


Abbildung 4: Anwendung des Ausschlusskriteriums Bergbau. Bergbaugebiete nach Sächsischer Hohlraumkarte (grau) und die darin enthaltenen Bergbaugebiete, auf welche Ausschlusskriterien der BGE angewendet wurden (grün). Einige der in der Hohlraumkarte enthaltenen Bergbaugebiete wurden nur teilweise ausgeschlossen (Beispiel Marienberg: Detailkarte).

Ein seismisch aktives Gebiet befindet sich an der Westgrenze von Sachsen östlich von Gera. Es wurde ausgeschlossen.

Die BGE hat mehrere Bergbaugebiete mit Tiefbauten ausgeschlossen. In Abb. 4 sind die Bergbaugebiete zu sehen, welche in der Sächsischen Hohlraumkarte (2017) enthalten sind (grau und grün) sowie die aus diesem Datensatz von der BGE zum Ausschluss verwendeten Bergbaugebiete (grün). Einige der in der Hohlraumkarte dargestellten Bergbaugebiete wurden nur teilweise ausgeschlossen wie z. B. Ehrenfriedersdorf und Marienberg (Abb. 4, Detailkarte). Dort wurden nur Regionen berücksichtigt, wo die Grubenbaue tiefer als 300 m sind. Grubenbaue mit geringerer Tiefenerstreckung blieben unberücksichtigt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das LfULG der BGE (2020b) bei der Anwendung der Ausschlusskriterien weitgehend folgen kann. Es wurden jedoch einige Bereiche innerhalb aktiver

Störungszonen und tektonischer Großstrukturen nicht berücksichtigt (Abb. 2). Darüber hinaus wird die Notwendigkeit gesehen, das Ausschlusskriterium „aktiver Vulkanismus“ zu überarbeiten.

6 Mindestanforderungen

Die Mindestanforderungen an ein Gebiet, welches für ein Endlager geeignet ist, sind in § 23 StandAG formuliert. Es müssen **alle** der folgenden Mindestanforderungen erfüllt sein:

1. Für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle kommen die Wirtsgesteine Steinsalz, Tongestein und Kristallingestein in Betracht.
2. Der Gebirgsbereich, der den einschlusswirksamen Gebirgsbereich aufnehmen soll, muss mindestens 100 m mächtig sein (beim kristallinen Wirtsgestein sind auch geringere Mächtigkeiten möglich).
3. Die Oberfläche eines einschlusswirksamen Gebirgsbereichs muss mindestens 300 m unter der Geländeoberfläche liegen.
4. Ein einschlusswirksamer Gebirgsbereich muss über eine Ausdehnung in der Fläche verfügen, die eine Realisierung des Endlagers ermöglicht. Für das Wirtsgestein Tongestein wird eine Fläche von 10 km² angenommen, für das kristalline Wirtsgestein eine Fläche von 6 km² (StandAG Auslegungshilfe, 2018).
5. Im einschlusswirksamen Gebirgsbereich muss die Gebirgsdurchlässigkeit weniger als 10⁻¹⁰ m/s betragen. Dieses Kriterium gilt nicht für Endlager mit Behälterkonzept in kristallinem Wirtsgestein.
6. Es dürfen keine Erkenntnisse oder Daten vorliegen, welche die Integrität des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs, insbesondere die Einhaltung der geowissenschaftlichen Mindestanforderungen zur Gebirgsdurchlässigkeit, Mächtigkeit und Ausdehnung des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs über einen Zeitraum von einer Million Jahren zweifelhaft erscheinen lassen.

Sofern für die Bewertung der Erfüllung einer Mindestanforderung notwendige Daten für ein Gebiet erst in einer späteren Phase des Standortauswahlverfahrens erhoben werden können, gilt die jeweilige Mindestanforderung bis zur Erhebung dieser Daten als erfüllt. Dies wurde für die Mindestanforderungen 5 und 6 angenommen. Bei der Prüfung der Mindestanforderungen wurden deshalb zwei Aspekte betrachtet:

- Ist ein Wirtsgestein mit mindestens 100 m Mächtigkeit in einer Tiefe von mehr als 300 m vorhanden? Das entspricht den Mindestanforderungen 1,2,3.
- Ist die Größe des Wirtsgesteinskomplexes größer als 6 km² in kristallinem Wirtsgestein und größer als 10 km² in Tongestein? Das entspricht der Mindestanforderung 4.

Übersicht über Bohrungen mit Endteufen > 300 m

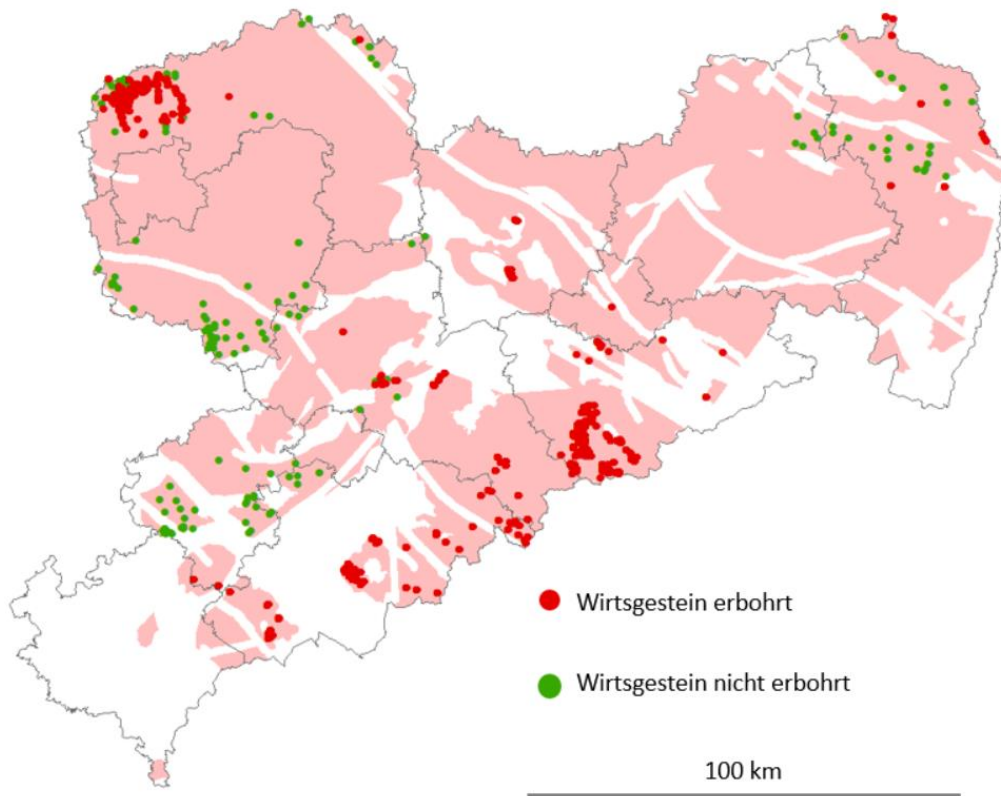


Abbildung 5: Übersicht über die an die BGE gelieferten Bohrungsdaten. Sachsen hat 3 957 Bohrungsdaten mit Endteufen > 300 m an die BGE geliefert, davon liegen 1 149 in einem Teilgebiet. Die Abbildung zeigt die ausgewiesenen Teilgebiete in rosa. Wurde Wirtsgestein erbohrt, ist die Bohrung rot dargestellt. Wurde Wirtsgestein nicht erbohrt, ist die Bohrung grün dargestellt.

Den größten Teil der Arbeit erforderte es zu prüfen, ob in den ausgewiesenen Teilgebieten überhaupt Wirtsgesteine im Sinne der von der BGE (2020a) verwendeten Definitionen vorhanden sind (Abb. 5). Dazu wurden die Teilgebiete in regionalgeologische Einheiten mit einem einheitlichen lithologischen und strukturellen Bau untergliedert (Abb. 6). Die Prüfung wurde einheitsweise durchgeführt. Neben den digitalen Bohrungsdaten und geologischen Karten, welche der BGE vorlagen, wurden zur Klärung von Detailfragen Originalschichtenverzeichnisse und unveröffentlichte Erkundungsdaten der Wismut GmbH recherchiert und miteinander abgeglichen.

Anlage 1 gibt einen Überblick über wichtige repräsentative digitale Bohrungsdaten aus ausgewählten regionalgeologischen Einheiten. Bohrungen, die in der Sächsischen Aufschlusssdatenbank (2020) digital vorliegen, wurden mit einem Feldtyp „Identnr.“ gekennzeichnet. Bohrungen, die in dem an die BGE gelieferten Datensatz vorhanden sind, wurden durch einen Feldtyp „AufID“ gekennzeichnet. Nicht digitale Bohrungsdaten sind in Anlage 1 nicht aufgeführt und im Text gekennzeichnet.

Zugehörigkeit der Teilgebiete zu regionalgeologischen Einheiten

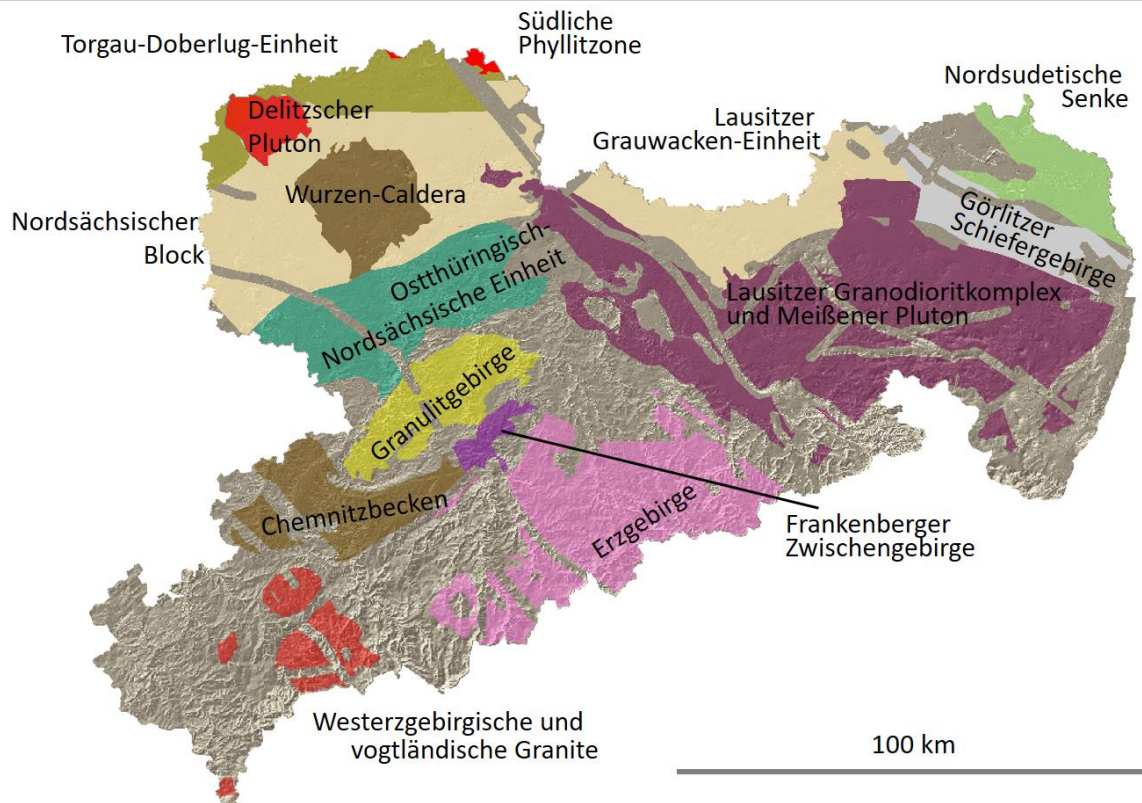


Abbildung 6: Regionalgeologische Einheiten. Die als Teilgebiete ausgewiesenen Regionen Sachsens sind entsprechend ihrer Zugehörigkeit zu regionalgeologischen Einheiten unterschiedlich farbig dargestellt.

7 Prüfergebnisse zur Anwendung der Mindestanforderungen

7.1 Nordsudetische Senke (Teilgebiet 008_01TG_204_01IG_T_f_kro)

In der Nordsudetischen Senke, auch Nordsudetische Kreidemulde genannt, treten in Sachsen bis in Tiefen von ca. 2 000 m sedimentäre Gesteine des Känozoikums, Mesozoikums und des Perms auf. Diese sind nicht metamorph überprägt. Innerhalb dieser Abfolge steht Oberkreide nördlich des Lausitzer Hauptabbruches an, welche von der BGE (2020a) als mögliche Wirtsgesteinsformation ausgewiesen wurde. Der Begriff Oberkreide ist die chronostratigraphische Bezeichnung für eine Epoche, welche Gesteine mit einem Alter von 66-100 Millionen Jahren bezeichnet, unabhängig von ihrer Lithologie, also den auftretenden Gesteinstypen. Die Oberkreide wird untergliedert in sechs Stufen (Cenomanium, Turonium, Coniacium, Santonium, Campanium, Maastrichtium), welche ebenfalls chronologische Kategorien sind, die das Alter der Sedimente, jedoch nicht ihre Lithologie beschreiben. Deshalb ist das Vorgehen der BGE (2020a) kritisch zu sehen, stratigraphische Einheiten als Teilgebiete auszuweisen, welche normalerweise eine Vielfalt an Gesteinen enthalten.

Dieses methodische Vorgehen der BGE (2020a) resultiert daraus, dass der BGE nicht deutschlandweit Informationen über die Verbreitung der Wirtsgesteine vorlagen. Deshalb hat sie zum Ausweisen der Teilgebiete stratigraphische Einheiten verwendet, von denen bekannt ist, dass sie in bestimmten Regionen die Mindestanforderungen erfüllen. Die Verbreitung in Sachsen wurde anhand der 100-m-Mächtigkeitlinie der Karte „lithologisch-paläogeographische Karte der DDR, Cenoman bis Maastricht“ (Musstow, 1976) entnommen. Um die Tiefenlage der Oberkreide in Sachsen abzuschätzen, wurde auf die Isolinien der Oberkreide-Basis und der Tertiär-Basis des Southern Permian Basin Atlas (Doornenbal und Stevenson, 2010) zurückgegriffen.

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.

Die kretazischen Einheiten der Nordsudetischen Senke wurden in einer Muldenstruktur abgelagert, sodass die Fazies der Sedimentgesteine sich vom Rand zum inneren der Struktur ändert. Im Norden Sachsens treten im Cenomanium, Turonium und Conacium am Nordschenkel der Kreidemulde Tonmergelsteine auf, welche die Mindestanforderungen erfüllen und bis zu 200 m Mächtigkeit erreichen (Bohrungen B1/2000 mit einer Endteufe von 1 586 m, B104/1963 mit einer Endteufe von 1 924 m, Abb. 7, 8).

Nach Süden und Osten gehen diese Gesteine in Mergel, kalkhaltige Schluffsteine und kalkhaltige Feinsandsteine über (Bohrung B100/1961 mit einer Endteufe von 1 434 m, B67/1959 mit einer Endteufe von 776 m, B1977/1966 mit einer Endteufe von 500 m, Abb. 7, 8). Nach der Definition von Füchtbauer (1959) entsprechen diese Gesteine nicht mehr der Tongesteinsdefinition der BGE (2020a), da sie weniger als 50 % Tonfraktion enthalten. Im Zentrum der Mulde treten demnach keine Wirtsgesteine im Sinne der Wirtsgesteinsdefinition der BGE (2020a) auf.

Ein sehr gut untersuchtes Bohrprofil der Oberkreide aus dem Südteil der Nordsudetischen Senke liegt aus der Bohrung B101/1961 mit einer Endteufe von 1 345 m vor (Abb. 8). Musstow (1968) hat an den kretazischen Gesteinen Karbonatgehaltsbestimmungen durchgeführt. In der Bohrung B101/1961 hat er an Ton- und Kalkmergelsteinen des Turonium 30 - 60 % CaCO_3 gemessen. Diese Probe entspricht der Wirtsgesteinsdefinition der BGE. In der Bohrung B72 (nicht digital vorhanden) wurden an Kalkmergelsteinen des Mittelturonium 60 - 80 % CaCO_3 gemessen. Das ist kein Wirtsgestein nach BGE (2020a). An Tonmergelsteinen im Oberturonium wurden 30 - 50 % CaCO_3 gemessen. Diese Probe entspricht der Wirtsgesteinsdefinition der BGE. Die jüngeren Ablagerungen (Coniacium und Santonium) wurden von Musstow (1968) als sandige Schluffsteine und Sandsteine charakterisiert und sind keine Wirtsgesteine. Göthel und Tröger (2003) ergänzen hierzu die kalkigen Sandsteine im oberen Drittel der Bohrung B101/1961. Im Mittel- und Oberturon treten hier Tonmergelsteine (Wirtsgesteine) mit einer Mächtigkeit von > 400 m auf, welche die Mindestanforderungen der BGE (2020a) erfüllen.

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).

Wirtsgesteinsvorkommen in der Nordsudetischen Senke

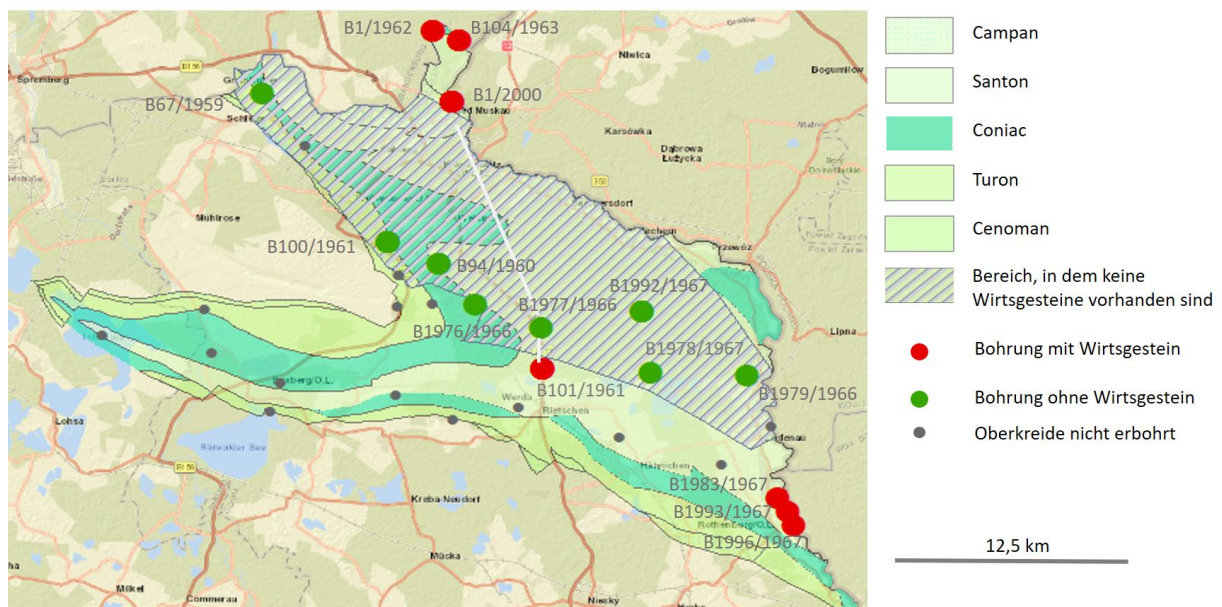


Abbildung 7: Ausschnitt aus der Geologischen Übersichtskarte 1: 400 000 (GK 400, 1995) im Bereich der Nordsudetischen Senke mit Sedimenten der Kreide. Zusätzlich eingetragen wurde das Vorkommen von Wirtsgestein in den Bohrungen. Die weiße Linie markiert den in Abb. 8 dargestellten Profilschnitt, die grau schattierte Fläche zeigt den Bereich des Beckeninneren, in dem keine Wirtsgesteine vorkommen, Hintergrundkarte von ESRI (2018).

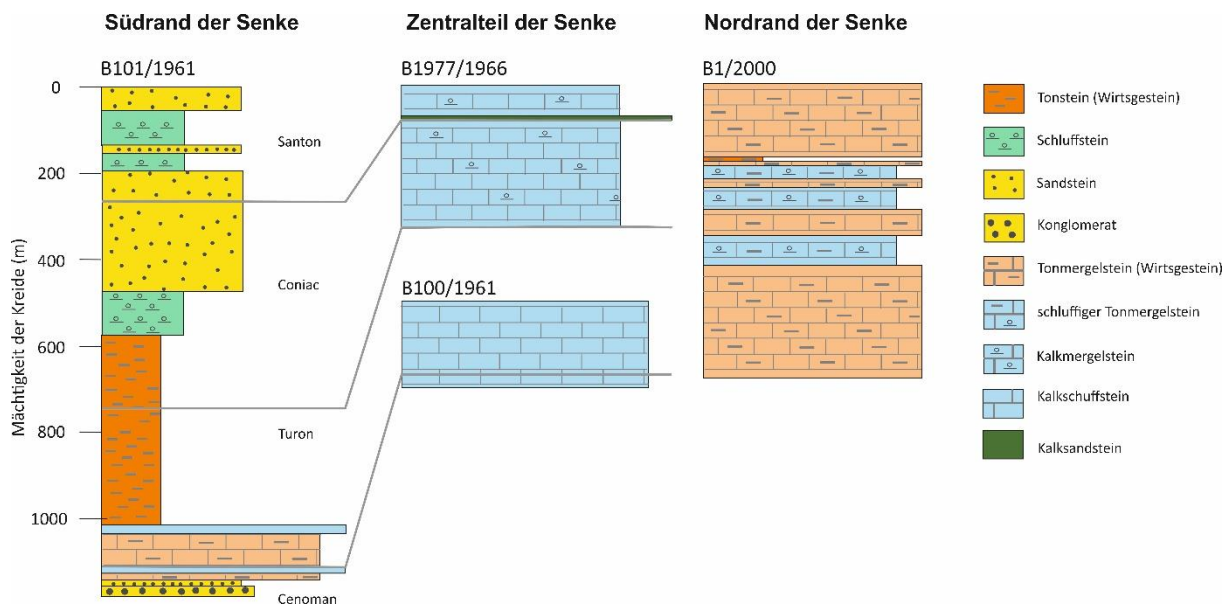


Abbildung 8: Ausschnitt der kretazischen Ablagerungen in Bohrprofilen aus der Nordsudetischen Senke von Süd nach Nord. Wirtsgesteine sind in rot und orange dargestellt. Eine mächtige Tonschicht tritt nur in der Bohrung 101/1961 auf. Im Zentrum der Senke sind die Ablagerungen karbonatisch, im Norden treten Tonmergelsteine auf (Musstov, 1968 für B101/1961; Sächsische Aufschlussdatenbank, 2020 für die anderen Bohrprofile) Die Lage der Bohrpunkte ist in Abb. 7 zu sehen.

7.2 Südliche Phyllitzone (Teilgebiet 011_00TG_200_00IG_K-g_SPZ)

Nach Bankwitz et al. (2001), Bachmann et al. (2008), und Bankwitz (2011) beinhaltet die Südliche Phyllitzone neoproterozoischen Schluffsteine der Rothstein-Formation mit einer erbohrten Mächtigkeit von 400 m und ordozivische Schluffsteine, sandige Schiefer, Quarzite, Vulkanite und Pyroklastite sowie Quarz-Sericit-Phyllite der Drehna-Gruppe mit einer geschätzten Mächtigkeit von ca. 1 000 m. Die Gesteine wurden während der variszischen Orogenese anchimetamorph bis grünschieferfaziell überprägt. Diese Gesteine stellen kein kristallines Wirtsgestein im Sinne der Wirtsgesteinsdefinition der BGE (2020a) dar.

Die südliche Phyllitzone wird nach Süden von der Herzberg-Störung begrenzt, an welche sich die saxothuringische Zone des Variszikums mit nicht metamorphen kambrischen Kalk-, Sand- und Schluffsteinen sowie Konglomeraten und Quarziten anschließt. Die Bohrungen bei Brehna B1478H/1985 mit einer Endteufe von 1 267 m und B1477H/1985 mit einer Endteufe von 1 224 m zeigen bis zur Bohrendteufe sedimentäre Einheiten des Kambriums mit eingeschalteten Vulkanitgängen aus dem Permokarbon und der Oberkreide. Diese werden von mindestens 100 m mächtigen karbonischen, mesozoischen und känozoischen Sedimenten überlagert (Bankwitz et al., 2001). Auch diese Gesteine sind keine Wirtsgesteine im Sinne der Wirtsgesteinsdefinition der BGE (2020a).

Da im Norden Sachsens ausschließlich kambrische Sedimente erbohrt sind, gibt es keine Hinweise, dass die südliche Phyllitzone bis nach Sachsen reicht. Die Grenzziehung 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.

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.

7.3 Lausitzer Granodioritkomplex und Meißener Pluton (Teilgebiet 009_00TG_194_00IG_K_g_SO)

Der gesamte südliche Teil der Lausitz wird vom Lausitzer Granodioritkomplex gebildet. Im nordwestlichen Teil der regionalen Einheit ist der Meißener Pluton zu finden, welcher aus verschiedenen Intrusivgesteinen wie Syenit, Monzodiorit und Granit besteht. Keine Bohrung in der Region durchteuft diese Gesteine, sodass davon ausgegangen werden muss, dass sie mindestens bis in die endlagerrelevante Tiefe von 1 500 m reichen.

Alle genannten Gesteine sind plutonische Gesteine und entsprechen der Definition der BGE (2020a) für kristallines Wirtsgestein. Der Ausweisung dieser regionalen Einheit als Teilgebiet kann deshalb gefolgt werden.

7.4 Erzgebirge (Teilgebiet 009_00TG_194_00IG_K_g_SO)

Das Erzgebirge besteht überwiegend aus metamorphen Gesteinen verschiedener Metamorphosegrade. Besonders erwähnenswert sind die Gneiskuppeln, welche von Schiefermänteln umgeben werden, sodass sich in der regionalen Verbreitung ein Wechsel hochgradig und mittelgradig metamorpher Gesteine ergibt. Im Norden und Westen des Erzgebirges stehen niedriggradig metamorphe Gesteine wie z. B. Phyllite an. In die metamorphen Gesteine des Erzgebirges sind plutonische Gesteine intrudiert. Lokal stehen diese Plutonite an der Erdoberfläche an. Sie wurden aber auch dort in Bohrungen nachgewiesen, wo an der Erdoberfläche metamorphe Gesteine auftreten. Zum

Teil ist der Hinweis auf Plutonite unter den metamorphen Gesteinen indirekt durch das Auftreten kontaktmetamorpher Gesteine gegeben. Die Bohrungsdaten deuten darauf hin, dass Plutonite unterhalb der Metamorphite großräumig verbreitet sind.

Der Ausweisung dieser regionalen Einheit als Teilgebiet kann deshalb gefolgt werden. Lediglich in einem schmalen NW-streichenden Streifen werden niedriggradig metamorphe Phyllite angetroffen. In diesem Bereich gibt es auch keine Hinweise auf unterirdisch vorhandene Plutone. Damit entspricht dieser Streifen nicht der Wirtsgesteinsdefinition der BGE (2020a).

7.5 Frankenberger Zwischengebirge (Teilgebiet 009_00TG_194_00IG_K_g_SO)

Nördlich des Erzgebirges befindet sich das Frankenberger Zwischengebirge, welches zum obersten Allochthon des Saxothuringikums gehört und aus potentiellen Wirtsgesteinen aufgebaut wird. In diesem Bereich liegen vier Bohrungen vor (B2309/1976 mit einer Endteufe von 404 m, B2310/1976 mit einer Endteufe von 691 m, B2305/1976 mit einer Endteufe von 750 m, B2304/1976 mit einer Endteufe von 339 m), welche den Zwischengebirgsgneis angetroffen haben. Die Mächtigkeit des angetroffenen Gneises schwankt von Bohrung zu Bohrung stark zwischen 220 m und 690 m. Auch die Tiefe des Tops der Einheit variiert stark von wenigen Metern unter Geländeoberfläche bis zu 315 m Tiefe. Die Basis der Einheit wurde in keinem Fall erbohrt.

Alle Bohrungen wurden in einem Umkreis von 3 km abgeteuft. Betrachtet man das unmittelbare Umfeld, fällt auf, dass der Zwischengebirgsgneis dort nicht mehr angetroffen wurde.

Stattdessen wird die Prasinit-Einheit (Meta-Diabas-Serie) in vergleichbaren Tiefen ca. 1 km weiter im NW angetroffen (Bohrungen B11/1968 mit einer Endteufe von 556 m, B2301/1975 mit einer Endteufe von 630 m, B2302/1976 mit einer Endteufe von 424 m, B2303/1975 mit einer Endteufe von 726 m, B2308/1975 mit einer Endteufe von 536 m). Aus den Originalschichtenverzeichnissen geht hervor, dass es sich um stark alterierte, zerklüftete Vulkanite handelt. Sie überlagern strukturell die Zwischengebirgsgneise, welche auf dem Schiefermantel des Granulitgebirges liegen. In den Bohrungen B2304/1975 mit einer Endteufe von 531 m und B2300/1975 mit einer Endteufe von 682 m wird unterhalb der Prasinit-Einheit der Schiefermantel erbohrt. Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass die Zwischengebirgsgneise zwischen Schiefermantel und Prasinit-Einheit auskeilen.

Auch in den östlichen Bohrungen B7/1968 mit einer Endteufe von 362 m, B12/1968 mit einer Endteufe von 461 m, B6/1968 mit einer Endteufe von 510 m und B11/1968 mit einer Endteufe von 556 m gibt es keine weiteren Hinweise auf Gesteine, welche dem Frankenberger Zwischengebirge zugeordnet werden können. Stattdessen werden hier klastische Sedimente vorgefunden. Diese Beobachtungen weisen auf eine lokal begrenzte und diskontinuierliche räumliche Verbreitung des Zwischengebirgsgneises hin.

Der Ausweisung dieser regionalen Einheit als Teilgebiet kann gefolgt werden, es ist aber zu erwarten, dass sich die Gesteinseinheit als oberstes Allochthon nicht in große Tiefen erstreckt und dass ihre laterale Ausdehnung begrenzt ist.

7.6 Granulitgebirge (Teilgebiet 009_00TG_194_00IG_K_g_SO)

Im Granulitgebirge dominieren hochmetamorphe Gesteine, die Granulite. Diese werden von einem Schiefermantel aus niedriggradig metamorphen Gesteinen umgeben. Bohrungsdaten zeigen, dass unterhalb des Schiefermantels ebenfalls Granulite anzutreffen sind. Seismische Daten deuten darauf hin, dass sich das Granulitgebirge bis in endlagerrelevante Tiefen von 1 500 m erstreckt.

Der Ausweisung dieser regionalen Einheit als Teilgebiet kann deshalb gefolgt werden.

7.7 Westerzgebirgische und vogtländische Granite (Teilgebiet 009_00TG_194_00IG_K_g_SO)

Im Bereich des Westerzgebirges und Vogtlands treten überwiegend niedriggradig metamorphe Gesteine auf, in welche Plutonite intrudiert sind. Die Plutonite gehören zum kristallinen Wirtsgestein, die niedriggradigen Metamorphite nicht.

Der Ausweisung der Plutone als Teilgebiete kann gefolgt werden.

7.8 Nordwestsachsen (Teilgebiet 009_00TG_194_00IG_K_g_SO)

7.8.1 Gliederung des nordwestsächsischen Grundgebirges

Der endlagerrelevante Bereich des Untergrundes in Nordwestsachsen besteht aus fünf regionalgeologischen Einheiten. Das saxothuringische Grundgebirge wird aufgebaut aus:

- der Torgau-Doberlug-Einheit,
- dem Nordsächsischen Block,
- der Ostthüringisch-Nordsächsischen Einheit.

Im Nordsächsischen Block ist die Wurzen-Caldera als permische Vulkan-Struktur mit einem Durchmesser von 30 km eingeschaltet. Diese wird aufgrund der hohen Mächtigkeit ihrer vulkano-sedimentären Füllung als regionalgeologische Einheit ausgewiesen. Der Delitzscher Pluton ist in die Gesteine der Doberlug-Torgau-Einheit und des Nordsächsischen Blockes intrudiert und wird deshalb, als separate regionalgeologische Einheit ausgehalten.

Die Torgau-Doberlug-Einheit wird vom Nordsächsischen Block durch die Torgau-Finsterwalde-Störung getrennt. Die Existenz der Störung und ihre Interpretation als Überschiebung wurde aus Bohrungen abgeleitet, in denen Sedimente verfaltet auftreten (Stanek, 2016).

Der Nordsächsische Block wird im Süden von der Ostthüringisch-Nordsächsischen Einheit durch die Nordsächsische Überschiebungszone getrennt, welche beide Einheiten entlang mehrerer Einzelstörungen versetzt. Ihre Existenz ist aus Bohrungen durch das Auftreten von Kataklasten (Stanek, 2016) sowie in wenigen Aufschlüssen (z.B. in der Nähe von Otterwisch) belegt. Außerdem wurde sie in den Berichten der Wismut GmbH (Kazakov et al., 1974; Olenin et al., 1979; Vinokurov et al., 1980; GK500, 1977) kartiert. Ordovizische Sedimente sind unmittelbar südlich des Plutons von Otterwisch aufgeschlossen, aber nicht kontaktmetamorph überprägt, was den Verlauf der Störungszone zwischen beiden Einheiten im Gelände belegt. Der Verlauf der Störungszone reicht somit weiter nach Süden, als in der GK 400 (1995) dargestellt, sodass der Pluton von Otterwisch noch der neoproterozoischen Einheit zugewiesen werden kann. Durch eine entsprechend dieser Daten korrigierte Grenzziehung in dieser Stellungnahme vergrößert sich der Bereich, in welchem kristallines Wirtsgestein erwartet werden kann, gegenüber der GK400 (1995).

Die Wurzen-Caldera wird von Abschiebungen (Röllig, 1969) innerhalb des Nordsächsischen Blocks begrenzt.

7.8.2 Torgau-Doberlug-Einheit

In der Torgau-Doberlug-Einheit treten kambrische Sedimente auf, welche aus Ton-, Silt- und Sandstein-Wechselfolgen mit Kalkstein und Dolomit oder aus Kalksteinen mit siliziklastischen Einschaltungen (Elicki, 1999) aufgebaut sind. Die Bohrungen bei Brehna B1478H/1985 mit einer Endteufe von 1267 m und B1477H/1985 mit einer Endteufe von 1224 m zeigen bis zur Bohrendteufe sedimentäre Einheiten des Kambriums mit eingeschalteten Vulkanitgängen aus dem Permokarbon und der Oberkreide. Vorkommen von kristallinem Wirtsgestein sind nicht bekannt.

7.8.3 Nordsächsischer Block

Dieser Bereich Nordwestsachsens besteht aus neoproterozoischen Sedimenten in welche Intrusivgesteine eingeschaltet sind.

Die Clanzschwitz-Formation wurde zwischen Calbitz und Clanzschwitz nördlich von Oschatz kartiert. Sie umfasst Grauwacken und Grauwackenschiefer mit ca. 5 % konglomeratischen Einschaltungen (Berger et al., 2008) und ist 300 m - 500 m mächtig. Die grauackendominierte Schichtenabfolge der Leipziger Gruppe erstreckt sich von Pegau bis Schildau über weite Teile Nordwestsachsens. Vorherrschend sind fein- bis mittelkörnige Grauwacken mit geringer Kornsortierung. Sie wechsellagern mit Bänken von Aleurolith und Argillit. Auch hier treten konglomeratische Lagen auf. Die Basis der neoproterozoischen Sedimente wird in den tiefsten Bohrungen B1519A/1983 mit einer Endteufe von 606 m und BW86/1979 mit einer Endteufe von 562 m nicht erreicht. Die Mächtigkeit der Abfolge ist unsicher, wird aber auf mehrere 1 000 m geschätzt (Berger et al., 2008). Die Relation von Clanzschwitz-Formation zu Leipziger Gruppe ist aufgrund der schlechten Aufschlussverhältnisse unklar.

Die neoproterozoischen Einheiten sind nur schwach geschiefert. Lokal wurden sie kontaktmetamorph in Hornfels und Knotengrauwacke umgewandelt.

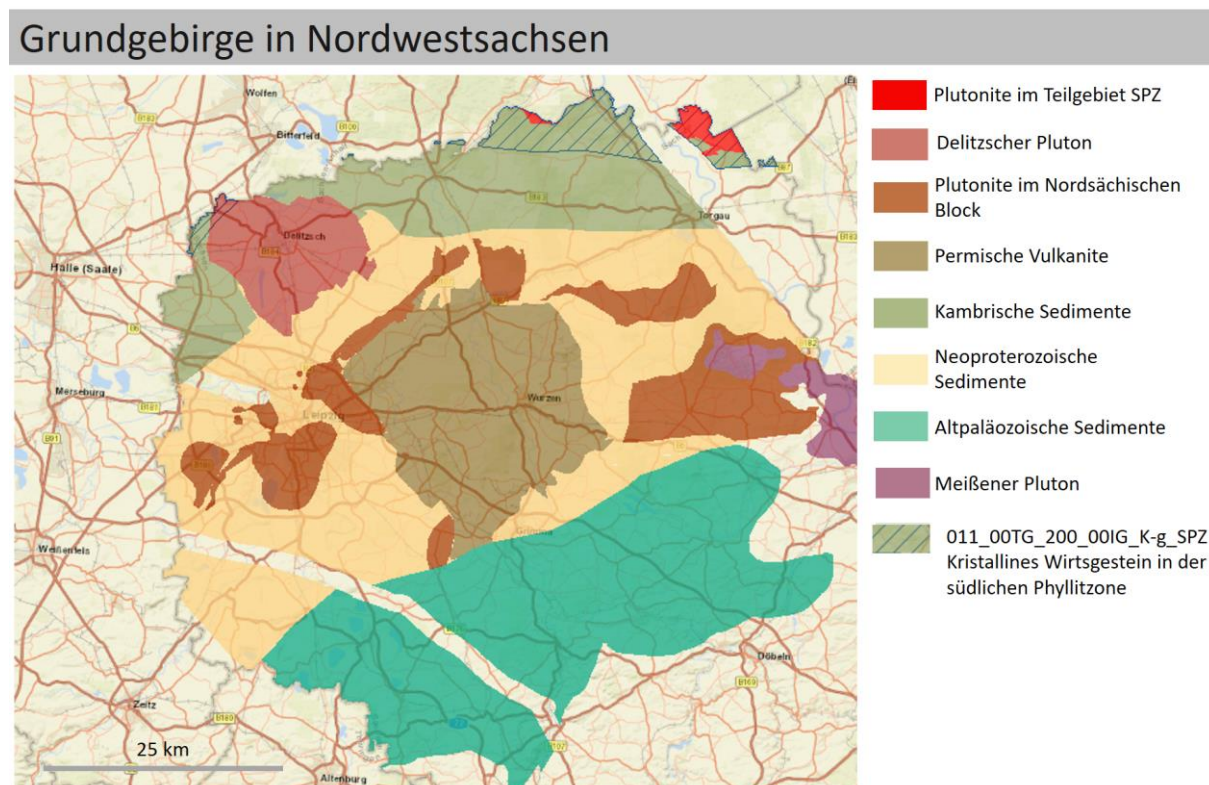


Abbildung 9: Regionalgeologische Einheiten und Plutonite mit Kontakthöfen des saxothuringischen Grundgebirges in Nordwestsachsen nach GK 400 (1995) und der GK50 LKT (2016), Grundkarte: ESRI (2018).

In die neoproterozoischen Einheiten intrudierten plutonische Gesteine der Granodioritmassive von Leipzig-Eilenburg, Schildau, Dahlen-Laas und Otterwisch (Linnemann et al., 2000). Die flächige Ausdehnung der Granodioritkomplexe beträgt für Leipzig-Eilenburg jeweils 60 km² (NW Rand des Nordwestsächsischen Beckens), 62 km² (NE Rand des Nordwestsächsischen Beckens) und 10 km² (südliches Stadtgebiet Leipzig), Schildau ca. 50 km², Dahlen-Laas ca. 110 km² und Otterwisch ca. 12 km². In Abb. 9 sind diese Plutonitkomplexe mit ihren Kontakthöfen nach GK400 (1995) und GK50 LKT (2016) dargestellt. In der Sächsischen Aufschlussesdatenbank (2020) gibt es mit der Bohrung

B1257/1984 mit einer Endteufe von 353 m ein Profil, in dem der Granit des Leipzig-Eilenburger Massivs bei 353 m ansteht. Die neoproterozoisch-frühkambrischen Plutonite erfüllen die Wirtsgesteinsdefinition der BGE (2020a). Außerhalb dieser Plutonite treten Sedimentgesteine auf, welche kein kristallines Wirtsgestein darstellen.

7.8.4 Delitzscher Pluton

Im äußersten NW des Freistaats Sachsen erstreckt sich auf einer Fläche von ca. 104 km² der spätpaläozoische Delitzscher Intrusivkomplex, welcher aus Diorit, Monzodiorit und Granodiorit aufgebaut ist (Röllig et al., 1995; Hammer, 1996; Anthes und Reischmann, 2001; Förster et al., 2008). Diese Intrusion grenzt im SE an die jungproterozoischen Grauwacken und im NW an die kambrischen Sedimentschichten der unter 7.8.2 beschriebenen Region. Die Profile der Bohrungen BW89H/1979 mit einer Endteufe von 448 m und B1119/1982 mit einer Endteufe von 495 m verdeutlichen, dass der Granodiorit von jüngeren permokarbonen vulkanischen (Andesit, Dazit, Rhyolith) und aplitischen Gangsystemen durchzogen wurde. In den benannten Bohrungen treten diese Gangsysteme im Wechsel von wenigen Metern bis zehner Metern im Granodiorit auf. Darüber hinaus durchschlagen diese Gangsysteme die umlagernden neoproterozoischen und jungpaläozoischen Sedimentite (z.B. B1139/1982 mit einer Endteufe von 327 m). Das Vorhandensein von Vulkanitgängen im Delitzscher Intrusivkomplex wird durch die Bohrung B1144/1982 mit einer Endteufe von 488 m (Delitzsch) belegt. Der Ausweisung dieser Einheit als Teilgebiet kann gefolgt werden.

7.8.5 Ostturingisch-Nordsächsische Einheit

Die Ostturingisch-Nordsächsische Einheit wird aus altpaläozoischen Sedimenten aufgebaut, welche das Grundgebirge bilden. Kambroordovizische Abfolgen umfassen Grauwacken und Sandsteine der Collmberg-Formation sowie Quarzite und geringmächtige Tonsteine (Pietzsch, 1962), welche nördlich von Oschatz anstehen (Linnemann et al., 2007; 2018). Zahlreiche Bohrungen in diesem Bereich belegen die thüringische Ausbildung der ordovizischen Phycoden- (Tremadoc) und der Gräfenenthal-Gruppe (Arenig) wie in Linnemann et al. (2007) und Berger (2008) beschrieben. Zwischen Bad Lausick und Oschatz werden die kambroordovizischen Sedimente durch vulkanosedimentäre und sedimentäre Einheiten des permokarbonen Nordwestsächsischen Becken überdeckt (Berger, 2008). Die Bohrung B213/1972 Grimma Ost mit einer Endteufe 152,2 m belegt die Existenz einer gehobenen Scholle kambroordovizischer quarzitischer Sandsteine im permokarbonen Nordwestsächsischen Becken.

Das Silur tritt in der thüringischen Fazies (Untere Graptolithenschiefer-Formation, Ockerkalk-Formation und Obere Graptolithenschiefer-Formation) im Raum Borna-Frohburg und im Raum Oschatz-Riesa-Lommatzsch auf (Freyer et al., 2008). Die Untere und Obere Graptolithenschiefer-Formationen bestehen aus Kieselschiefern mit Einschaltungen von Schwarzschiefer, während die Ockerkalk-Formation aus dünn- bis dickbankigem Kalkstein mit Einschaltungen von Tonstein und Kalkknotenschiefern besteht (Freyer et al., 2008). Aufschlüsse gibt es in Kleinragewitz, Rechau und Altmörsitz zwischen Oschatz und Riesa (GK25 Blatt 5041 Langenleuba, 1879), sowie in Kralapp und Koltzschen zwischen Colditz und Rochlitz (GK25 Blatt 5042 Rochlitz/ Geithain, 1896; GK25 Blatt 4943 Geringswalde, 1901).

Devonische Sedimentgesteine sind im Bereich um Borna beschrieben. Das Devon ist in Nordwestsachsen in Tiefbohrungen im Nordwestsächsischen Becken („Lastauer Vorkommen“ zwischen Colditz und Bad Lausick), sowie im Bereich der Bornaer Senke bei Alt-Mörsitz und Kohren-Sahlis belegt. Hauptsächlich bestehen das Unter- und Mitteldevon aus Tentakulitenkalken und Tentakulitenschiefern, während das Oberdevon aus Schalstein und Tonschiefer aufgebaut ist. Seltener finden sich im Oberdevon Einschaltungen toniger Kalksteine und Grauwacken (Berger et al., 2008). Vorkommen von Konglomerat und Quarz-Keratophyr lassen sich lokal bei Koltzschen und Lastau nachweisen (Leiteritz, 1957).

Das Unterkarbon schließt die altpaläozoische Sedimentabfolge der saxothuringischen Zone im variszisch gefalteten Grundgebirge ab. Ein Unterkarbonprofil ist nordwestlich von Alt-Mörsitz im Wyhratal beschrieben (Graupner, 1929) und belegt eine Wechsellagerung aus Tonschiefer und Grauwacke zu rußschieferartigem schwarzem Tonschiefer und Konglomerat.

In dieser regionalgeologischen Einheit treten keine Gesteine auf, welche die Wirtsgesteinsdefinition der BGE (2020a) erfüllen.

7.8.6 Wurzen-Caldera

Mit einer Größe von ca. 30 x 25 km umfasst die permische Wurzen-Caldera einen mächtigen Intracaldera-Pyroklastit, den Wurzen-Ignimbrit, Pyroxenquarzporphyr, welcher durch subvulkanische Gangsysteme aus Granitporphyr, Andesit und Rhyolith durchdrungen wird (Röllig, 1969; Repstock et al., 2018).

Ein Pyroklastit ist nach der Definition der International Union of Geological Sciences (IUGS) ein vermittelndes Gestein zwischen Vulkanit und Sedimentit, welches bei einer explosiven Förderung entsteht (Schmid, 1981; Le Bas und Streckeisen, 1991). Bei einer solchen vulkanischen Eruption wird festes bis halbfestes Material aus hochfluiden, heißen Magmen in hoch erhitzten Gasen ausgeworfen und anschließend sedimentiert (Maucher, 1960). Ein Ignimbrit ist ein Pyroklastit, dessen Kristall- und Gesteinsfragmente miteinander verschmolzen sind.

Subvulkanische Gesteine und Ganggesteine bilden sich, wenn ein Magma nahe der Erdoberfläche auskristallisiert, ohne an diese auszutreten. Die Grundmasse dieser Gesteine ist meist durch Korngrößen von 1 – 3 mm charakterisiert (Vinx, 2015). Diese werden nach IUGS Nomenklatur mit der Vorsilbe „Mikro“ und dem plutonischen Gesteinsbegriff benannt (Le Maitre et al., 2002). In Le Maitre et al. (2002) wird auch der Begriff „porphyr“ erklärt als: **„A general term applied to any igneous rock that contains phenocrysts in a fine-grained groundmass. It is often applied to rocks that contain two generations of the same mineral.“** Damit gilt diese Bezeichnung auch für subvulkanische Gesteine. Die pyroklastischen Ablagerungen in Nordwestsachsen werden von zahlreichen solcher subvulkanischen Gesteine durchsetzt.

Die extrem mächtigen Ablagerungen großer explosiver Glutwolkeneruptionen in der Wurzen-Caldera können in verschiedenen Fazien auftreten, von vitrophyrisch (glasig) und einsprenglingsarm zu devitrifiziert und einsprenglingsreich (Röllig, 1969). In letzter Faziesausbildung führt die Devitrifizierung (Entglasung) zur Bildung von Mikroporen (Hailing et al., 2009; Zheng et al., 2018), die Wegsamkeiten für Fluide schaffen. Der häufige Wechsel von einer reduzierten grünlichen Alteration (Propylitisierung) zu einer oxidierten rötlichen Fazies (Hämatitisierung) belegt die Wegsamkeit von Fluiden im Gestein. Bohrungen dokumentieren eine Mächtigkeit der pyroklastischen Einheiten bis zu 725 m für den Wurzen-Ignimbrit (B1517/1982 mit einer Endteufe 806 m und B1516/1982 mit einer Endteufe von 792 m, Bohrung Großsteinberg 1/2019, nicht digital vorhanden). Es kann eine Mächtigkeit von mindestens 1 000 m abgeschätzt werden, da der typische Basisbereich solcher Ignimbrit-Ablagerungen im Profiltiefsten dieser Bohrungen nicht erbohrt wurde. Im Liegenden des Wurzen-Ignimbrits sind basische bis intermediäre Laven nachgewiesen (B164/1973, nicht digital vorhanden), deren Mächtigkeit bis zu 300 m beträgt (Rommel, 2017; Weise, 2018). Unterhalb der Vulkanite können Wechselfolgen von siliziklastischen Basissedimenten mit eingeschalteten Pyroklastiten und Sedimentiten von 130 m nachgewiesen werden (B176/73, nicht digital vorhanden). Solche Abfolgen können Mächtigkeiten von 250 m erreichen (Walter, 2006). Ein prognostisches Normalprofil, welches die Informationen aus den verschiedenen Bohrungen synthetisiert, lässt eine Gesamtmächtigkeit der vulkano-sedimentären Gesteine von 1 450 m erwarten (Abb. 10).

Die im Datenbericht Teil 1 von 4 „Mindestanforderungen gemäß §23 StandAG und der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien gemäß §24 StandAG“ (BGE, 2020c) erwähnten „Granite“ und „Syenite“ der Wurzen-Formation sind Granitporphyre und Syenitporphyre subvulkanischer Porphyrstöcke. Diese Granitporphyre und Syenitporphyre bauen ein großräumiges und verzweigtes Dyke-Sill-System auf (Repstock et al., 2018). Dyke-Systeme von wenigen zehner Metern Breite sind sehr gut in den Steinbrüchen Trebsen, Wolfsberg bei Lüptitz, Ölschütz und Westbruch bei Brandis aufgeschlossen (Röllig, 1969; Repstock et al., 2018). Subvulkanische Bildungen, welche Eruptionsspalten zugeordnet werden können, stellen etwas mächtigere sich nach der Tiefe verjüngende geologische Körper dar, welche einem syngenetischen Störungsmuster folgend tiefgründig alteriert sind. Der Aufstieg der subvulkanischen Ganggesteine ging einher mit dem co-genetischen Aufstieg trachydazitischer Magmen (magma mingling), welche „entmischte“ Gänge entstehen ließen (Gläßer, 1983). Sills der Subvulkanite sind z.B. im Haselbruch bei Ammelshain zu betrachten (Repstock et al., 2018). Auch die Bohrung B1516/82 in Leipzig-Althen mit einer Endteufe 792 m belegt, dass der subvulkanische (Grano-) Syenitporphyr ab einer Teufe von 352 m das umliegende pyroklastische Gestein (Wurzen-Ignimbrit) überlagert.

Die Ignimbrite, Vulkanite und Sedimente der Caldera-Füllung stellen kein kristallines Wirtsgestein entsprechend der Wirtsgesteinsdefinition der BGE (2020a) dar. Die in diese Caldera-Füllung eingedrungenen Granitporphyre oder Mikrogranite und Syenitporphyre oder Mikrosyenite sind subvulkanischen Gesteine sowie Ganggesteine. Entsprechend der Wirtsgesteinsdefinition der BGE (2020a) stellen sie Wirtsgestein dar. Aufgrund ihrer zu erwartenden begrenzten räumlichen Ausdehnung im endlagerrelevanten Teufenbereich erfüllen sie jedoch nicht die Mindestanforderungen. Deshalb kann der Ausweisung der regionalgeologischen Einheit der Wurzen-Caldera als Teilgebiet nicht gefolgt werden.

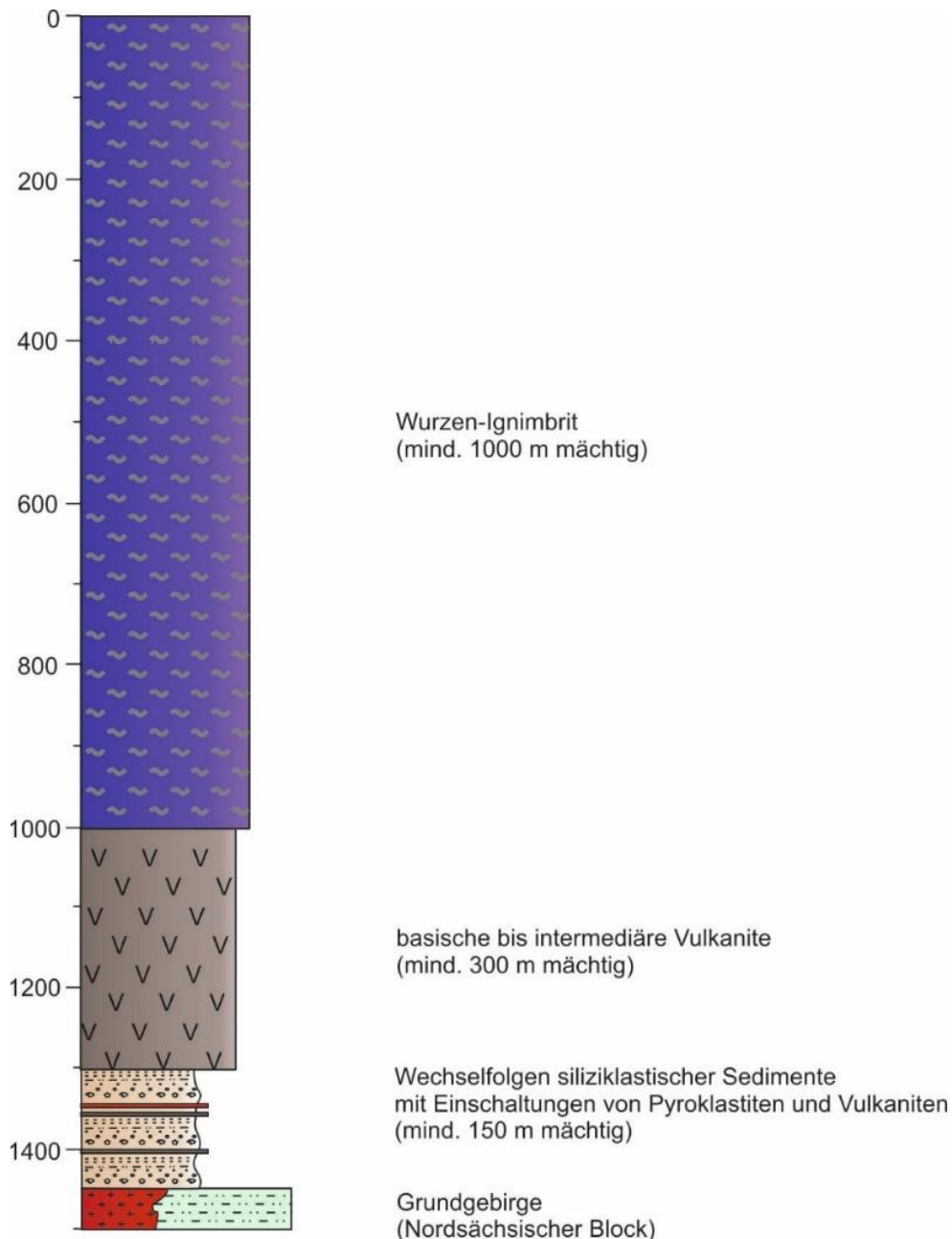


Abbildung 10: Prognostisches Normalprofil der Füllung der Wurzen-Caldera.

7.9 Görlitzer Schiefergebirge (Teilgebiet 009_00TG_194_00IG_K_g_SO)

Das Görlitzer Schiefergebirge besteht aus stark deformierten sedimentären Einheiten des Kambriums, Ordoviziums, Silurs, Devons und Unterkarbons mit eingeschalteten Vulkaniten. Diese Gesteine wurden grünschieferfaziell metamorph überprägt. Belegt sind verschuppte Einheiten des Paläozoikums bis in eine Tiefe von über 800 m in der Bohrung B10/1961 mit einer Endteufe von 809 m (Abb. 11). 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.

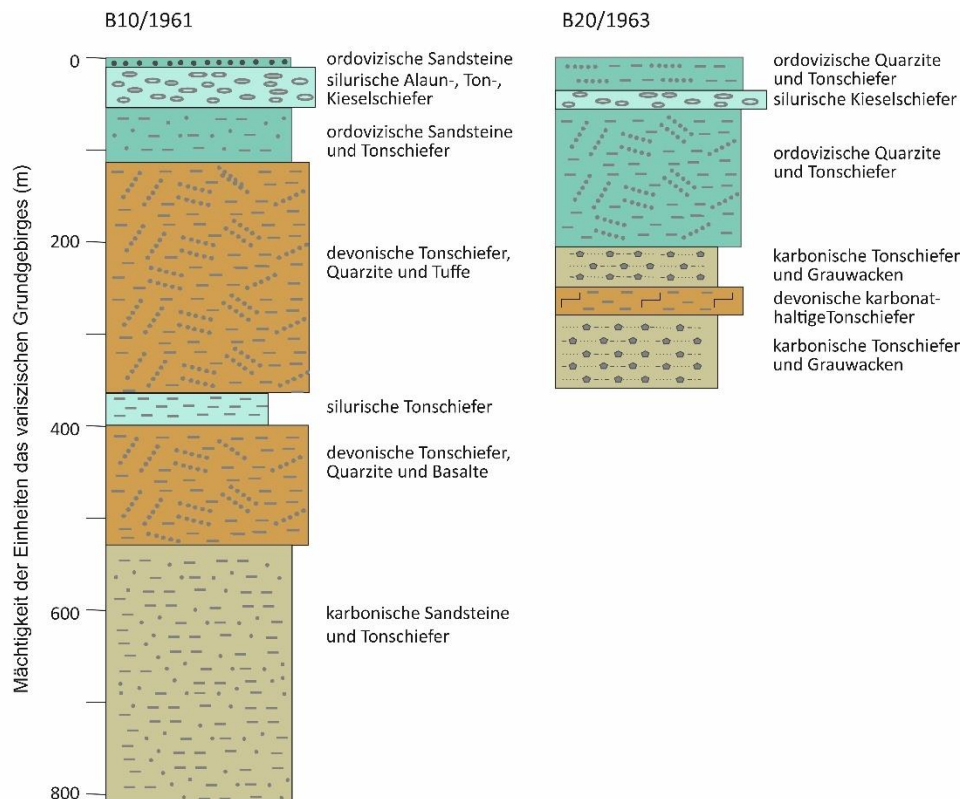


Abbildung 11: Bohrprofile aus dem Görlitzer Schiefergebirge, welche die verschuppte Lagerung paläozoischer Sedimente zeigen.

7.10 Lausitzer Grauwacken-Einheit (Teilgebiet 009_00TG_194_00IG_K_g_SO)

In der nördlichen Lausitz, nördlich des Granodioritkomplexes, kommen überwiegend neoproterozoische Grauwacken vor. Die Grenze beider Einheiten bildet ein NE-SW verlaufenden Lineament, welches sich von Ottendorf-Okrilla über Kamenz nach Knappenrode erstreckt (GK100 LJK, 1991).

Die Lausitzer Grauwacken-Einheit nimmt ein Gebiet von ca. 40 x 50 km ein. Sie besteht aus Abfolgen relativ monotoner Flysch-Ablagerungen, die als Turbidite (Trübestrome) entlang eines aktiven Kontinentalrandes bzw. kontinentalen Inselbogens abgelagert wurden (Kemnitz und Budzinski, 1991; Linnemann et al., 2000). Die Ablagerung fand vermutlich innerhalb eines relativ kurzen Zeitintervalls in einem einheitlichen Sedimentationsbecken statt (Linnemann et al., 1997; Kemnitz und Budzinski, 1994). Nach Kemnitz und Budzinski (1994) und Kemnitz (1998) zeigen die Sedimente, welche zur Lausitz-Gruppe zusammengefasst werden, in allen bekannten Aufschlüssen den gleichen lithofaziellen Charakter und repräsentieren typischerweise Wechsellagerungen von fein- bis mittelkörniger Grauwacke (50 - 85 %), Schluff- und Tonsteinen (5 - 15 %), in die gelegentlich geröllführende Lagen (Schuttströme; < 5 - 10 %) sowie lokal Kalksilikatlagen (0 - 1 %) eingeschaltet sind. Der Geröllbestand, welcher Aufschluss über das Liefergebiet der Grauwacken gibt, setzt sich aus u. a. Quarziten, Grauwacken, Tonsteinen, Vulkaniten und Granodioriten zusammen (Lobst, 1996). 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.

Die Grauwacken wurden schwach gefaltet und weisen oftmals einen weitspannigen, schwach vergenteten Faltenbau mit Großfaltenschenkeln von bis zu 500 m auf (Kemnitz und Budzinski, 1994). Die Gesamtmächtigkeit der Grauwackensequenz ist in Bohrungen nicht dokumentiert, wird in der Literatur jedoch einheitlich auf 2 - 3 km, lokal > 4 km geschätzt (Berger et al., 2008; Brause et al., 1997). Die Zuordnung der Lausitzer Grauwacke zu einem Teilgebiet im kristallinen Wirtsgestein kann nicht gefolgt werden, da es sich bei Grauwacken um klastische Sedimente handelt.

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.

7.11 Chemnitzbecken (Teilgebiet 009_00TG_194_00IG_K_g_SO)

Im Westen Sachsens befindet sich zwischen dem Erzgebirge und dem Granulitgebirge das Chemnitzbecken. Es beinhaltet klastische Sedimente, Pyroklastite und Vulkanite des Oberkarbons und des Rotliegend. Die Ablagerungen des Rotliegend werden nach Südwesten kontinuierlich mächtiger, bis sie im Raum Zwickau eine Mächtigkeit von ca. 1 000 m erreichen. Das Oberkarbon ist im Raum Zwickau-Oelsnitz unter dem Rotliegend erbohrt und tritt dort steinkohleführend auf. Die Mächtigkeit schwankt von 50 m - 300 m. Nordöstlich des Beckens von Zwickau ist kein Oberkarbon erbohrt, alle Bohrungen enden im Rotliegend. Im nordöstlichen Teil des Chemnitzbeckens treten oberkarbonische Schichten der Hainichen-Formation auf. Sie stellen grobklastische, spät bis post-variszische Schüttungen dar, die 270 m - 900 m mächtig werden können. Diese Gesteine gehören nach der Definition der BGE (2020a) nicht zum kristallinen Wirtsgestein.

In Bohrungen des Steinkohlereviers Lugau/Oelsnitz können die jungpaläozoischen Sedimente bis in ca. 1 000 m Tiefe nachgewiesen werden. An ihrer Basis treten Tonschiefer und Phyllite auf (Abb. 12), welche als Äquivalente der ordovizischen Phycoden- bis Frauenbach-Gruppe eingestuft werden (Mingram, 1995). Diese Gesteine wurden variszisch deformiert und niedriggradig metamorphisiert. Sie repräsentieren das metamorphe Grundgebirge des Chemnitzbeckens, das mit der Erzgebirgsnordrandzone korreliert werden kann. Lithologisch handelt es sich stets um Phyllite oder phyllitähnliche Schiefer die keine potenziellen Wirtsgesteine darstellen. Die maximal erbohrte Mächtigkeit der Phyllite liegt bei 335 m (Bohrungen SI/1872 mit einer Endteufe von 1200 m, SIII/1897 mit einer Endteufe von 1167 m, SI/1871 mit einer Endteufe von 881 m). Auf der Datenbasis der Explorationskampagnen der SDAG Wismut mit Bohrungen von mehr als 1000 Meter Teufe (B1/1950 mit einer Endteufe von 1 252 m und B Sau/1947 mit einer Endteufe von 1 242 m), kann die Mächtigkeit der Phyllite als hoch angenommen werden. Die Basis der Phyllitserie wurde in keiner Bohrung angetroffen. Die Ergebnisse der Erkundungskampagnen zeigen, dass das metamorphe Grundgebirge vorherrschend aus Phylliten aufgebaut wird (Vinicenko et al., 1974). Diese Ergebnisse stimmen gut überein mit 3D-Modellierungen in der Region (Steinborn, 2008) und mit tiefenseismischen Kampagnen (DEKORP, 1999). Seichte Granitvorkommen sind im Chemnitzbecken nicht bekannt (Tischendorf et al., 1965).

Bis in endlagerrelevante Tiefen ist unter dem Chemnitzbecken nicht mit dem Auftreten von kristallinem Wirtsgestein zu rechnen. Seismische Erkundungen, welche in der Region durchgeführt wurden, weisen ebenfalls darauf hin, dass in endlagerrelevanten Tiefen kein kristallines Wirtsgestein zu erwarten ist (DEKORP, 1999). Der Ausweisung dieser regionalen Einheit als Teilgebiet kann deshalb nicht gefolgt werden.

Grundgebirge in Bohrungsdaten des Chemnitzbeckens

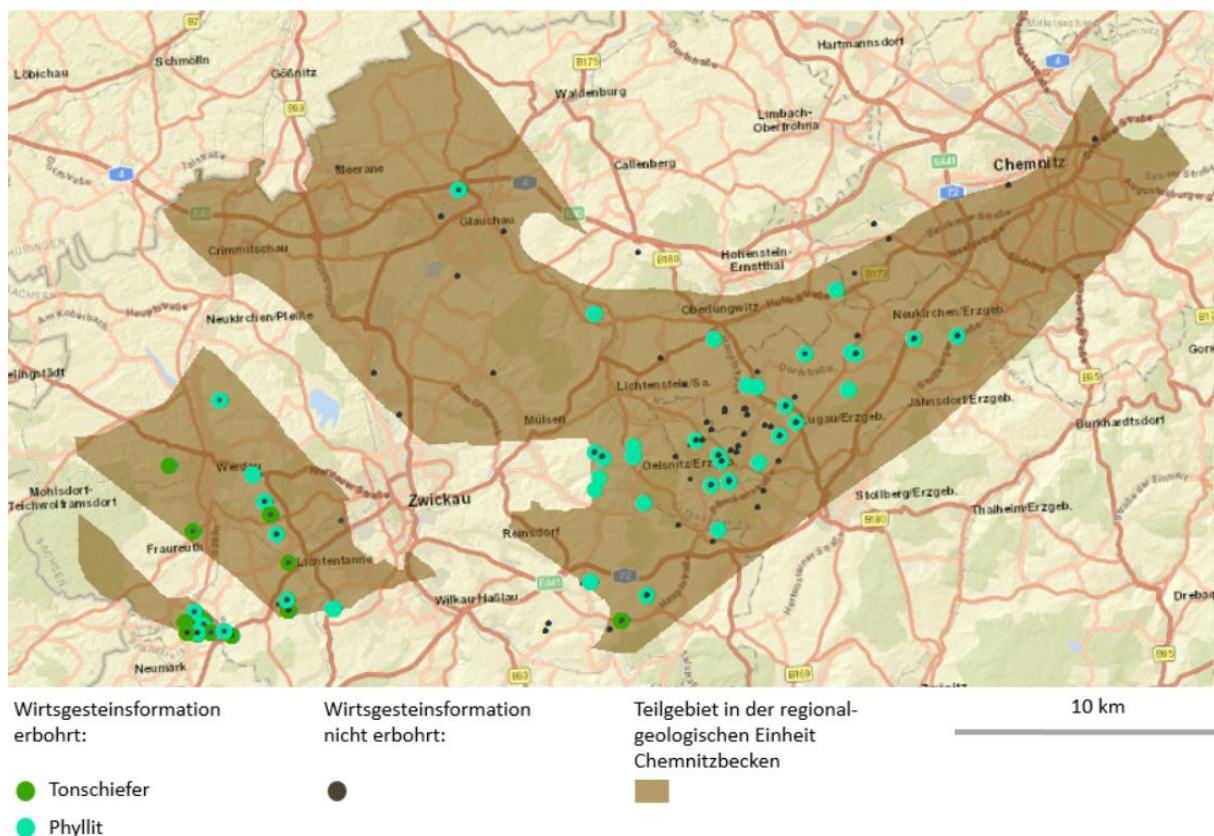


Abbildung 12: Nachweise der Wirtsgesteinsinformation „kristallines Wirtsgestein im Grundgebirge der saxothuringischen Zone“ innerhalb der regionalgeologischen Einheit Chemnitzbecken, Grundkarte: ESRI (2018).

8 Geowissenschaftliche Abwägungskriterien

8.1 Methodisches Vorgehen der BGE

Die Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien diente der BGE dazu, die nach Anwendung der Ausschlusskriterien und der Mindestanforderungen identifizierten Gebiete **„hinsichtlich ihrer Eignung als Endlagerstandort vergleichend bewerten zu können“** und zu beurteilen **„in welchen Gebieten eine für die Sicherheit des Endlagers günstige geologische Gesamtsituation vorliegt“**. Gemäß § 24 Abs. 1 StandAG ergibt sich die günstige geologische Gesamtsituation **„nach einer sicherheitsgerichteten Abwägung der Ergebnisse zu allen Abwägungskriterien“**. Als Bewertungsmaßstab dienen der BGE die in § 24 Abs. 3 bis 5 StandAG aufgeführten Kriterien, welche in den Anlagen 1 bis 11 zu § 24 StandAG beschrieben sind. Insgesamt wurden elf Kriterien mit deren dazugehörigen bewertungsrelevanten Eigenschaften, den Bewertungsgrößen bzw. Indikatoren der Kriterien sowie die jeweiligen Wertungsgruppen geprüft. Für die Bewertung der elf Kriterien wurden die Indikatoren entweder direkt auf Basis der von den Bundes- und Landesbehörden zur Verfügung gestellten Daten bewertet oder aus geologischen Daten abgeleitet. Im Zuge der Ermittlung von Teilgebieten konnten alle Gebiete in Deutschland in der notwendigen Tiefe mit den vorhandenen geologischen Daten bewertet werden. Dementsprechend ergaben sich keine **„Gebiete, die aufgrund nicht hinreichender geologischer Daten nicht eingeordnet werden können“** (§ 13 Abs. 2 StandAG).

Das methodische Vorgehen des komplexen Abwägungsverfahrens nach § 24 StandAG wird von der BGE ausführlich im Bericht „Teilgebiete und Anwendung geowissenschaftliche Abwägungskriterien

gemäß § 24 StandAG (Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete)“ dargestellt (BGE, 2020d). Im Folgenden soll lediglich auf die wesentlichen Aspekte eingegangen werden. Die BGE betont, dass die aufgeführte Methodik ausschließlich im Rahmen der Ermittlung von Teilgebieten genutzt wird.

Tabelle 2: Übersicht über die Abwägungskriterien und deren Bewertung für die drei sächsischen Teilgebiete (BGE, 2020f).

		009_00TG_194_00IG_K-g_SO	011_00TG_200_00IG_K-g_SPZ	008_01TG_204_01IG_T-f_kro
		Kristallines Wirtsgestein	Kristallines Wirtsgestein	Wirtsgestein Tongestein
1	Kriterium zur Bewertung des Transportes radioaktiver Stoffe durch Grundwasserbewegungen im einschlusswirksamen Gebirgsbereich	R günstig	R günstig	R günstig
2	Kriterium zur Bewertung der Konfiguration der Gesteinskörper	D günstig	D günstig	D günstig
3	Kriterium zur Bewertung der räumlichen Charakterisierbarkeit	R günstig	R günstig	D günstig
4	Kriterium zur Bewertung der langfristigen Stabilität der günstigen Verhältnisse	R günstig	R günstig	D günstig
5	Kriterium zur Bewertung der günstigen gebirgsmechanischen Eigenschaften	R günstig	R günstig	R nicht günstig
6	Kriterium zur Bewertung der Neigung zur Bildung von Fluidwegsamkeiten	R bedingt günstig	R bedingt günstig	R günstig
7	Kriterium zur Bewertung der Gasbildung	R günstig	R günstig	R günstig
8	Kriterium zur Bewertung der Temperaturverträglichkeit	R günstig	R günstig	R günstig
9	Kriterium zur Bewertung des Rückhaltevermögens im einschlusswirksamen Gebirgsbereich	R nicht günstig	R nicht günstig	R günstig
10	Kriterium zur Bewertung der hydrochemischen Verhältnisse	R günstig	R günstig	R günstig
11	Kriterium zur Bewertung des Schutzes des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs durch das Deckgebirge	D bedingt günstig	D bedingt günstig	D bedingt günstig

R = basierend auf Referenzdatensatz
D = basierend auf Daten

Entsprechend BGE (2020d) läuft der Bewertungsvorgang für jedes identifizierte Gebiet nach dem gleichen Schema mit Hilfe eines eigens für die Anwendung dieser Kriterien entwickelten Bewertungsmoduls ab. Bei diesem Modul handelt es sich um eine Datenbankanwendung mit graphischer Benutzeroberfläche, in welchem die Evaluierung für sämtliche bewertungsrelevanten Eigenschaften und Bewertungsgrößen bzw. Indikatoren durchgeführt und gespeichert werden. Die

Bewertung von Kriterien sowie die anschließende Gesamtbeurteilung für die Ausweisung als Teilgebiet erfolgte verbalargumentativ innerhalb des Bewertungsmoduls. Für jedes Gebiet wurde eine Geosynthese erstellt, welche die Grundlage für die im Anschluss an die Ermittlung der Teilgebiete erstmals durchzuführenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen bildet (§ 5 EndlSiUntV, 2020).

Für die Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien sind detaillierte gebietsspezifische Informationen notwendig, die der BGE zum jetzigen Zeitpunkt des Standortauswahlverfahrens jedoch nicht vollständig vorlagen. Die BGE behalf sich hierbei mit Referenzdatensätzen, welche aus Literaturwerten zusammengestellt wurden. Diese werden im Bericht „Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG Grundlagen“ detailliert erläutert (BGE, 2020e). Die BGE geht hierbei von einer **„tendenziell günstigen Annahme, im oberen Bereich der physikalisch möglichen Bandbreite“**, aus. Des Weiteren wird z. B. bei kristallinem Wirtsgestein trotz oftmaliger Klüftigkeit davon ausgegangen, dass es für den Bau eines Endlagers ausreichend große, undurchlässige Bereiche gibt. Bei Tongesteinen gilt die Annahme, dass diese weder gefaltet noch gestört sind. Je nach Gesteinsart wurden zwischen sieben und neun der definierten Abwägungskriterien mit Referenzdaten, also nicht mit tatsächlich vorhandenen Daten, bewertet.

8.2 Bewertung der Abwägungskriterien durch die BGE

Die Ergebnisse der Bewertungen für die drei auf sächsischem Gebiet ausgewiesenen Teilgebiete sind tabellarisch in Anlage 1a BGE (2020f) dargestellt (Tabelle 2). Im Nachfolgenden wird eine kurze Zusammenfassung der wesentlichen Punkte gegeben.

8.2.1 009_00TG_194_00IG_K_g_SO kristallines Wirtsgestein im Grundgebirge der saxothuringischen Zone

Die **„geologische Gesamtsituation“** des gesamten Gebietes wird als **„günstig“** angesehen. Neun der elf Kriterien wurden nach dem Referenzdatensatz Kristallingestein bewertet, davon sieben Kriterien mit **„günstig“** und zwei Kriterien mit **„nicht günstig“**. Eine individuelle Bewertung erfolgte für die Kriterien 2 (Konfiguration) und 11 (Deckgebirge). Das **„Kriterium zur Bewertung der Konfiguration der Gesteinskörper“** wurde als **„günstig“** eingeschätzt. Das **„Kriterium zur Bewertung des Schutzes des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs durch das Deckgebirge“** wurde **„bedingt günstig“** bewertet. Diese Bewertung erfolgte aus der bedingt günstigen Bewertung des Indikators **„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. Die Fläche des identifizierten Gebietes erscheint jedoch ausreichend groß, um einen einschlusswirksamen Gebirgsbereich in einem Teilbereich des Gebietes ohne beeinträchtigende strukturelle Komplikationen im Deckgebirge zu realisieren.“**

8.2.2 011_00TG_200_00IG_K-g_SPZ kristallines Wirtsgestein in der südlichen Phyllitzone

Dieses Teilgebiet wurde gleich bewertet wie das Teilgebiet 009_00TG_194_00IG_K_g_SO kristallines Wirtsgestein im Grundgebirge der saxothuringischen Zone.

8.2.3 008_01TG_204_01IG_T_f_kro Tongestein der Nordsudetischen Senke, Oberkreide

Die **„geologische Gesamtsituation“** dieses Gebietes wurde als **„günstig“** eingeschätzt. Sieben der elf Kriterien wurden nach dem Referenzdatensatz Tongestein bewertet. Sechs Kriterien wurden als **„günstig“** und ein Kriterium als **„nicht günstig“** beurteilt. Eine individuelle Bewertung erfolgte für die Kriterien 2 (Konfiguration), 3 (Charakterisierbarkeit), 4 (langfristige Stabilität) und 11 (Deckgebirge). Das **„Kriterium zur Bewertung der Konfiguration der Gesteinskörper“**, das **„Kriterium zur Bewertung der räumlichen Charakterisierbarkeit“** sowie das **„Kriterium zur Bewertung der langfristigen**

Stabilität der günstigen Verhältnisse“ wurden als „**günstig**“ angesehen. Das „**Kriterium zur Bewertung des Schutzes des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs durch das Deckgebirge**“ wurde als „**bedingt günstig**“ eingeschätzt. Diese Bewertung ergibt sich aus der bedingt günstigen Bewertung des Indikators „**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. Die Fläche des identifizierten Gebietes erscheint jedoch ausreichend groß, um einen einschlusswirksamen Gebirgsbereich in einem Teilbereich des Gebietes ohne beeinträchtigende strukturelle Komplikationen im Deckgebirge zu realisieren.**“

9 Prüfergebnisse zur Anwendung der Abwägungskriterien

Das von der BGE praktizierte methodische Vorgehen erscheint prinzipiell geeignet, um die in den Anlagen 1 bis 11 zu § 2 StandAG definierten Kriterien und Indikatoren zur Bewertung der einzelnen Teilgebiete anzuwenden. Ebenso wie die Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen werden auch die geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im weiteren Verlauf des Standortauswahlverfahrens wiederholt vom Vorhabenträger angewendet. Voraussetzung für eine sicherheitsrelevante Abwägung sowohl zwischen verschiedenen Indikatoren als auch zwischen unterschiedlichen geologischen Situationen sind reale qualitative und quantitative geologische Daten. Diese liegen der BGE zum jetzigen Zeitpunkt für viele Gebiete jedoch nicht vor, sodass sich die BGE bei nicht hinreichender Datenlage auf Referenzdatensätze stützt. Es fällt auf, dass die wissenschaftliche Qualität dieser Referenzdatensätze sehr inhomogen ist und sich die BGE oftmals auf allgemeingültige Literatur, u. a. geowissenschaftliche Grundlagenwerke (z. B. Okrusch und Matthes, 2009; Bahlburg und Breitzkreuz, 2017) beruft. Die vom LfULG gelieferten Daten wurden mitunter nicht bei der Bewertung einzelner Kriterien berücksichtigt. Es wäre beispielsweise möglich gewesen, für das „**Kriterium zur Bewertung der Konfiguration der Gesteinskörper**“ gebietskonkrete Informationen zur Gesteinsfazies aus den gelieferten Karten- und Bohrungsdaten zu erhalten. Die im Rahmen der Datenlieferung für die Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien (09/2019) von der BGE angeforderten Daten zu geomechanischen Kennwerten, hydrochemischen Eigenschaften der Tiefenwässer etc. wurden für das „**Kriterium zur Bewertung der günstigen gebirgsmechanischen Eigenschaften**“ sowie das „**Kriterium zur Bewertung der hydrochemischen Verhältnisse**“ ebenfalls nicht miteinbezogen. Hier liegt jedoch die Vermutung nahe, dass die Quantität der gelieferten Kennwerte zum jetzigen Zeitpunkt nicht ausreichend ist, um große Gebiete hinreichend zu charakterisieren. Die Verwendung von Referenzdatensätzen erscheint demnach für diesen ersten Verfahrensschritt praktikabel und unumgänglich zu sein. Jedoch birgt dieser Ansatz auch Risiken von Fehleinschätzungen:

- Referenzwerte werden flächendeckend auf sehr große Gebiete angewendet, die sich teilweise über mehrere Bundesländer erstrecken und sich aus mehreren regionalgeologischen Einheiten verschiedenster Gesteinstypen mit unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften zusammensetzen. Dadurch werden Abwägungskriterien nicht separat betrachtet, sondern „homogenisiert“, was der Vielfalt der auftretenden Gesteinstypen im saxothuringischen Grundgebirge (unterschiedliche Plutonite und Metamorphite verschiedener p-T-Bereiche) nicht gerecht wird. Ein Vergleich zwischen einzelnen Gebieten ist so nicht mehr möglich, was sich in der identischen Bewertung der Teilgebiete „011_00TG_200_00IG_K-g_SPZ kristallines Wirtsgestein in der südlichen Phyllitzone“ und „009_00TG_194_00IG_K_g_SO kristallines Wirtsgestein im Grundgebirge der saxothuringischen Zone“ widerspiegelt.
- Die BGE geht bei ihren Referenzdatensätzen von günstigen Bedingungen („Idealgestein“) aus, was zu einer Überschätzung von Gebieten führen kann. Die Anwendung der Abwägungskriterien hat im bisherigen Stadium der Standortsuche nicht dazu geführt, Bereiche innerhalb eines riesigen Gebietes aufzufinden, welche tatsächlich günstig oder ungünstig sind.

- Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die BGE darum bemüht ist, die geowissenschaftlichen Abwägungskriterien objektiv und vergleichbar anzuwenden sowie die Ergebnisse nachvollziehbar zu dokumentieren und zu veröffentlichen.
- Wo die schlechte Datenlage die Anwendung der Abwägungskriterien verhinderte, wurden auszuschließende Bereiche unter- und nicht überschätzt, um das Risiko eines zu frühen Ausschlusses potenziell geeigneter Standorte zu minimieren. Dadurch kommt es jedoch zur Ausweisung riesiger Teilgebiete, was aufgrund der geltenden Sicherungsvorschriften nach § 21 StandAG negative wirtschaftliche Folgen für die betroffenen Regionen mit sich bringt. Ziel sollte es deshalb sein, die Teilgebiete in regionalgeologische Einheiten zu untergliedern, um ihrem heterogenen Aufbau gerecht zu werden.

10 Synopsis der Prüfungsergebnisse

Im Zwischenbericht Teilgebiete der BGE (2020a) wurden 62 % der Fläche Sachsens in drei Teilgebieten ausgewiesen.

Im Lausitzer Granodioritkomplex und Meißener Pluton, Delitzscher Pluton, Erzgebirge, Granulitgebirge und Frankenger 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).

In der Nordsudetischen Senke erfüllen die Tongesteine und Tonmergelgesteine an den Rändern des Sedimentationsraumes die Wirtsgesteinsdefinition. Im Beckeninneren treten jedoch karbonatische und gröber klastische Gesteine auf, welche die Wirtsgesteinsdefinition der BGE (2020a) nicht erfüllen.

Außerdem wurde das Ausschlusskriterium „aktive Störungszonen“ unvollständig angewendet, sodass noch die Plutone innerhalb der tektonischen Großstruktur Vogtland, die über aktiven Störungen liegen, auszuschließen sind. Weiterhin wurden einige Segmente aktiver Störungen nicht ausgeschlossen. Darüber hinaus erscheint es notwendig, das Ausschlusskriterium „aktiver Vulkanismus“ auf Grundlage des wissenschaftsbasierten Arbeitens nach aktuellem Stand der Forschung zu überarbeiten.

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.

Synopsis der Prüfung des Zwischenberichts Teilgebiete

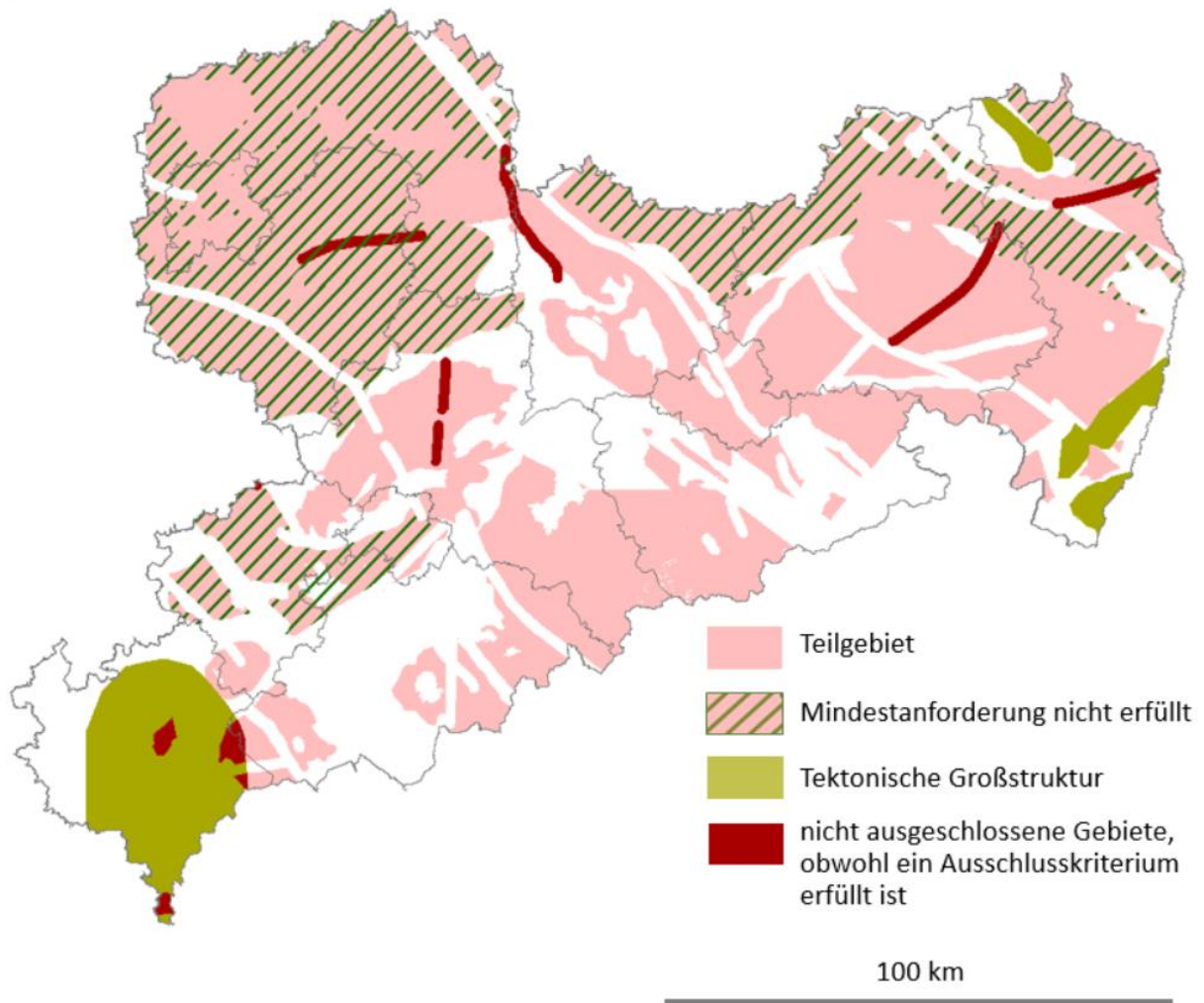


Abbildung 13: Darstellung des Prüfergebnisses. Teilgebiete (BGE, 2020a) in Sachsen (rosa); Gebiete, in denen keine Wirtsgesteine bekannt sind (grün schraffiert) und Gebiete, die trotz eines gültigen Ausschlusskriteriums nicht ausgeschlossen wurden (rot).

Tabelle 3: Flächen der Teilgebiete und unplausiblerweise als Teilgebiete ausgewiesener Regionen.

Teilgebiet	Fläche (km²)	unplausibel ausgewiesen	auszuschließen (km²)	Rest (km²)
011_00TG_200_00IG_K-g_SPZ Südliche Phyllitzzone	121,7			
		Phyllit/Sedimente	99,3	22,4
008_01TG_204_01IG_T_f_kro Nordsudetische Senke	453,2			
		Hohe Karbonatgehalte	238,0	215,2
009_00TG_194_00IG_K_g_SO Saxothuringisches Grundgebirge	10 951,0			
		tektonische Großstruktur	653,5	
		aktive Tektonik	279,9	
		Görlitzer Schiefergebirge	455,7	
		Chemnitzbecken	553,7	
		Lausitzer Grauwacken-Einheit	817,0	
		Phyllit	12,3	
		Wurzen-Caldera	516,9	
		Westthüringische-Nordsächsische Einheit	1 012,6	
		Torgau-Doberlug-Einheit	409,7	
		Sedimente im Nordsächsischen Block	1 106,9	4 927,6
Summe	11 525,9		6 155,5	5 370,4

Von den im Zwischenbericht in Sachsen als Teilgebiete ausgewiesenen 11 526 km² sind nach detaillierter fachlicher Prüfung ca. 6 155 km² als nicht plausibel einzustufen (Tabelle 3). Die in Sachsen von Teilgebieten betroffene Fläche würde sich durch Korrektur der fehlerhaft ausgewiesenen Bereiche von ca. 62 % auf 29 % der Landesfläche reduzieren.

11 Quellen

Anthes, G., Reischmann, T. (2001): Timing of granitoid magmatism in the eastern mid-German crystalline rise. *Journal of Geodynamics* 31/2, 119-143.

Bachmann, G.H., Ehling, B.-C., Eichner, R., Schwab, M. (2008): *Geologie von Sachsen-Anhalt*, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart, 689 S.

Bahlburg, H., Breitzkreuz, C. (2017): *Grundlagen der Geologie*. Springer Berlin Heidelberg, 5. Auflage.

Bankwitz, P. (2011): Drehna Gruppe.

https://litholex.bgr.de/pages/MainApp.aspx?sys_params=Nr8PDn_4fNCQfZiUX8sxJK3spxt12jQmruYiljvboR3Og3uFnHk4pUNow8tF-U27mILVWGcb1oBSOMunY3_tu7_GAHwc32zA, angesehen am 12.12.2020.

Bankwitz, P., Bankwitz, E., Kopp, J., Buschmann, B., Stratigraphische Kommission Deutschlands (2001): Südliche Phyllitzone im Abschnitt Bitterfeld-Doebern. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 234, 197-204.

Berger, H.-J. (2008): Ordovizium. In: Pälchen, W., Walter, H. (Hrsg.). *Geologie von Sachsen - Geologischer Bau und Entwicklungsgeschichte*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart, 91-101.

Berger, H.-J., Brause, H., Kurze, M., Freyer, G., Kramer, W. (2008): Devon. In: Pälchen, W., Walter, H. (Hrsg.). *Geologie von Sachsen - Geologischer Bau und Entwicklungsgeschichte*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart, 116-143.

BGE (2020a): Zwischenbericht Teilgebiete gemäß § 13 StandAG. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH,

https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Zwischenbericht_Teilgebiete/Zwischenbericht_Teilgebiete_barrierefrei.pdf, angesehen am 12.12.2020.

BGE (2020b): Anwendung Ausschlusskriterien gemäß § 22 StandAG (Untersetzende Unterlage des Zwischenberichts Teilgebiete). Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH, https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Zwischenbericht_Teilgebiete/Anwendung_Ausschlusskriterien_gemaess_22_StandAG_nicht_barrierefrei.pdf, angesehen am 12.12.2020.

BGE (2020c): Datenbericht Teil 1 von 4 - Mindestanforderungen gemäß § 23 StandAG und geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG (Untersetzende Unterlage des Zwischenberichts Teilgebiete). Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH, https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Zwischenbericht_Teilgebiete/Datenbericht_Teil_1_von_4_MA_und_geoWK_nicht_barrierefrei.pdf, angesehen am 12.12.2020.

BGE (2020d): 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_geoWK_nicht_barrierefrei.pdf (bge.de), angesehen am 12.12.2020.

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

[https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Methodensteckbriefe_fuer_Forum/20200506_2_Endfassung_Referenzdatensätze_zur_Anwendung_der_geowissenschaftlichen_Abwägungskriterien_im_Rahmen_von_§_13_StandAG_\(bge.de\)](https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Methodensteckbriefe_fuer_Forum/20200506_2_Endfassung_Referenzdatensätze_zur_Anwendung_der_geowissenschaftlichen_Abwägungskriterien_im_Rahmen_von_§_13_StandAG_(bge.de)), angesehen am 12.12.2020.

BGE (2020f): Anlage 1A (zum Fachbericht Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG), Ergebnisse der Bewertung: Teil A (Teilgebiete). Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH, https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Zwischenbericht_Teilgebiete/Anlage_1A_zum_Fachbericht_Teilgebiete_und_Anwendung_geoWK_nicht_barrierefrei.pdf, angesehen am 18.01.2020.

BGE (2020g): 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_Mindestanforderungen_gemaess_23_StandAG_nicht_barrierefrei.pdf, angesehen am 18.01.2020.

Brause H., Elicki E., Kemnitz H. (1997): Lausitzer Masse. In: Hoth, Berger, Mundt (red.): Stratigraphie von Deutschland II Ordo-vi-zium, Kambrium, Vendium, Riphäikum. Teil I: Thüringen, Sachsen, Ostbayern, Courier Forschungsinstitut Senckenberg, 200: 299–334.

DEKORP and Orogenic Processes Working Group (1999): Structure of the Saxonian Granulites: Geological and geophysical constraints on the exhumation of high-pressure/high-temperature rocks in the mid-European Variscan belt. *Tectonics* 18/5, 756-773.

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.

Elicki, O. (1999): Beitrag zur Lithofazies und zur Lithostratigraphie im Unterkambrium von Doberlug-Torgau. Freiburger Forschungsheft C 481, 107-119.

EndlSiUntV (2020): Verordnung über Anforderungen an die Durchführung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle (Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung - EndlSiUntV).

Eskola, P. (1915): On the relations between the chemical and mineralogical composition in the metamorphic rocks of the Orijarvi region. In: Suomen geologinen komissioni, Suomen geologinen toimikunta & Geologinen tutkimuslaitos (Hrsg.): Bulletin de la Commission Géologique de la Finlande, Ausgaben 39-44, 1-277. Bulletin de la Commission Géologique de la Finlande 40, Geologinen tutkimuslaitos.

ESRI (2018): ArcMap 10.5.1 Software, Hintergrundkarte.

Förster, H.-J., Tischendorf, W., Pälchen, W., Benek, R., Seltmann, R., Kramer, W. (2008): Spätvariszischer Magmatismus. In: Pälchen, W., Walter, H. (Hrsg.). *Geologie von Sachsen – Geologischer Bau und Entwicklungsgeschichte*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart, 257-296.

Freyer, G., Berger, H.-J., Leonhardt, D. (2008): Spätvariszischer Magmatismus. In: Pälchen, W., Walter, H. (Hrsg.). *Geologie von Sachsen – Geologischer Bau und Entwicklungsgeschichte*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart, 101-116.

Füchtbauer, H. (1959): Zur Nomenklatur der Sedimentgesteine. *Erdöl Kohle* 12/8, 605-613.

GK100 LJK (1991): Geologische Karte 1 : 100 000 Lausitz-Jizera-Karkonosze, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

GK25 Blatt 5041 Langenleuba (1879): Geologische Specialkarte des Königreichs Sachsen 1 : 25 000 Blatt Langenleuba, Sächsisches Finanzministerium.

GK25 Blatt 5042 Rochlitz-Geithain (1896): Geologische Specialkarte des Königreichs Sachsen 1 : 25 000 Blatt Rochlitz-Geithain, Sächsisches Finanzministerium.

GK25 Blatt 4943 Geringswalde (1901): Geologische Specialkarte des Königreichs Sachsen 1 : 25 000 Blatt Geringswalde-Ringethal, Sächsisches Finanzministerium.

GK50 LKT (2016): Lithofazieskarte Tertiär des Freistaates Sachsen 1 : 50 000, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

GK400 (1995): Geologische Übersichtskarte des Freistaates Sachsen 1 : 400 000, Karte ohne känozoische Überdeckung, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Bereich Boden und Geologie.

GK500 (1977): Geologische Karte 1 : 500 000 der Deutschen Demokratischen Republik, Wismut GmbH (unveröffentlicht, russisch).

Gläßer, W. (1983): Beitrag zur Petrologie und Vulkanologie der andesitoiden Vulkanite Nordwestsachsens. *Hall. Jahrb. Geowiss. Gotha* 8, 1-30.

Göthel, M. (2001): Das autochthone und allochthone Paläozoikum des „Görlitzer Schiefergebirges“ (Mitteleuropäische Varisziden, Deutschland). *Z. geol. Wiss.* 29/1-2, 55-73.

Göthel, M., Tröger, K.-A. (2003): Zur Oberkreide-Entwicklung der Nordsudetischen Kreidemulde, westlicher Teil (Lausitz, Deutschland). *Z. geol. Wiss.* 30: 369 – 383.

Graupner, A. (1929): Das phyllitische Kerngebiet des ostthüringer Hauptsattels. *Beiträge zur Geologie Thüringens*, 82-144.

Hailing, Z., Wie, H., Cheng, W., Yongjun, D., Jungshun, Q., Yong, X., Jie, L. (2009): Micropores from devitrification in volcanic rocks and their contribution to reservoirs. *Oil & Gas Geology* 30 /1, 47-52.

Hammer, J. (1996): Geochemie und Petrogenese der cadomischen und spätvariszischen Granitoide der Lausitz. *Freiberger Forsch.-Heft C* 463, 1-107.

Hošek, J., Valenta, J., Rapprich, V., Hroch, T., Turjaková, V., Tábořík, P., Pokorný, P. (2019): Nově identifikované pleistocenní maary v západních Čechách. *Zprávy o geologických výzkumech* 52, 63-70.

Hrubcová, P., Geissler, W. H., Bräuer, K., Vavryčuk, V., Tomek, Č., Kämpf, H. (2017): Active Magmatic Underplating in Western Eger Rift, Central Europe. *Tectonics*, 36/12, 2846-2862.

Kazakov, I. S., Miňajlov, V. V., Schenke, G., Laškov, B. P., Levčenko, A. S. (1974): Bericht über die geologischen Sucharbeiten auf dem Territorium Grimma-Oschatz, durchgeführt in den Jahren 1968-1974. SDAG Wismut, ZGB, Wismut GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr. 54259 (unveröffentlicht, russisch).

Kemnitz, H., (1998): Some remarks on the Neoproterozoic Lusatian greywackes, Germany, and their mafic intercalations. *Acta Universitatis Carolinae. Geologica* 42/3-4, 443-446.

Kemnitz, H., Budzinski, G. (1994): Die Grauwacken der Lausitz und ihre cadomische Prägung. *Abh. Staatl. Mus. Mineral. Geol. Dresden* 40, 37-98.

Kemnitz, H., Budzinski, G. (1991): Beitrag zur Lithostratigraphie und Genese der Lausitzer Grauwacken. Zeitschrift für geologische Wissenschaften 19/4, 449-457.

Kopp, J., Bankwitz, P., Koehler, R., anonymus (2001): Die Mitteldeutsche Kristallinzone zwischen Saale und Neiße; Teil I; Geologisches Erscheinungsbild und Magmatismus. Zeitschrift für geologische Wissenschaften, 29/1-2, 33-54.

Korn, M., Funke, S., Wendt, S. (2008): Seismicity and seismotectonics of West Saxony, Germany – New insights from recent seismicity observed with the saxonian seismic network. Stud. Geophys. Geod. 52, 479-492.

Kupetz, M., Schubert, G., Seifert, A., Wolf, L. (1989): Quartärbasis, pleistozäne Rinnen und Beispiele glazitektonischer Lagerungsstörungen im Niederlausitzer Braunkohlengbiet. Geoprofil, 1, 2-17.

Le Bas, M.J., Streckeisen, A.J. (1991): The IUGS systematics of igneous rocks. Journal of the Geological Society London 148, 825-833.

Leiteritz, H. (1957): Oberdevonkonglomerate am Nordwestrand des sächsischen Granulitgebirges. Abhandlungen der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Klasse für Chemie, Geologie und Biologie 5, 95 S.

Le Maitre, R. W., Streckeisen, A., Zanettin, B., Le Bas, M.J., Bonin, B., Bateman, G., Bellini, A., Dudek, A., Efremova, S., Keller, J., LaMeyre, J., Sabine, P.A., Schmid, R., Soerensen, H., Woolley, A.R. (2002): Igneous rocks, a classification and glossary of terms, Cambridge University Press, 252 S.

Linnemann, U., Pidal, A.P., Hofmann, M., Drost, K., Quesada, C., Gerdes, A., Marko, L., Gärtner, A., Zieger, J., Ulrich, J., Krause, R., Vickers-Rich, P., Horak, J. (2018): A ~565 Ma old glaciation of the Ediacarian of peri-Gondwana West Africa. International Journal of Earth Sciences 107, 885-911.

Linnemann, U., Gerdes, A., Drost, K., Buschmann, B. (2007): The continuum between Cadomian orogenesis and opening of the Rheic Ocean: Constraints from LA-ICPMS U-Pb-zircon dating and analysis of plate-tectonic setting (Saxo-Thuringian zone, northeastern Bohemian Massif, Germany). In: Linnemann, U., Nance, R.D., Kraft, P., Zulauf, G. (Hrsg.). The evolution of the Rheic Ocean: From Avalonia-Cadomian active margin to Alleghenian-Variscan Collision. Special Papers Geological Society of America 423, 61-96.

Linnemann, U., Gehmlich, M., Tichomirowa, M., Buschmann, B., Nasdala, L., Jonas, P., Lützner, H., Bombach, K. (2000): From Cadomian subduction to Early Permian rifting: the evolution of Saxo-Thuringia at the margin of Gondwana in the light of single zircon geochronology and basin development (Central European Variscides, Germany). In: Franke, W., Haak, V., Oncken, O., Tanner, D. (Hrsg.). Orogenic Processes: Quantification and Modelling in the Variscan Belt. Geological Society London Spec. Publ. 179, 131-153.

Linnemann, U., Gehmlich, M., Tichomirowa, M. (1997): Peri-Gondwanan terranes of the Saxo-Thuringian Zone (Central European Variscides, Germany). Terra Nostra 11, 73-77.

Lobst, R. (1996): Zum Geröllbestand des Konglomerat-Einschlusses im Granodiorit von Kindisch. Veröffentlichungen des Museums der Westlausitz 19, 19-25.

Maptiler (2020): <https://www.maptiler.com/>, angesehen am 15.01.2020.

Maucher, A. (1960): Der permische Vulkanismus in Südtirol und das Problem der Ignimbrite. Geologische Rundschau 49 /2, 487-497.

Mingram, B. (1995): Geochemische Signaturen der Metasedimente des erzgebirgischen Krustenstapels. Dissertation, Scientific Technical Report STR 9604 Gießen, 123 S.

Müller, F., Kroner, U., Buske, S., Hlousek, F. (in prep.): Geologische Anwendungen und Risiken im Tieferen Untergrund von Sachsen (ARTUS) - Teil 1: Nachweis und Analyse ausgewählter tektonischer Bruchstrukturen im Granulitgebirge und ihre potentielle neotektonische Gefährdung. Schriftenreihe des LfULG.

Musstov, R. (1968): Beitrag zur Stratigraphie und Paläogeographie der Oberkreide und des Albs in Ostbrandenburg und der östlichen Niederlausitz. Geol. Beih. 6, 1-71.

Musstow, R. (1976): Oberkreide: Cenoman bis Maastricht. 1:500000. Berlin: Zentrales Geologisches Institut. Lithologisch-paläogeographische Karte der DDR.

Okrusch, M., Matthes, S. (2009): Mineralogie : eine Einführung in die spezielle Mineralogie, Petrologie und Lagerstättenkunde. Springer Berlin Heidelberg, 8. Auflage.

Olenin, V. V., Kladov, V. A., Tumarov, H. I., Schenke, G., Laškov, B. P. (1979): Geologischer Bau und Perspektiven der Uranführung der Nordsächsischen Vulkanotektonischen Senke. SDAG Wismut, ZGB, Wismut GmbH, Inv.-Nr. U-4500 (unveröffentlicht, russisch).

Pietzsch, K. (1962): Geologie von Sachsen. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften Berlin, 870 S.

Rappsilber, I., Domigall, D., Buchholz, P., Flores, H., Funke, S., Korn, M., Lerbs, N., Sonnabend, L., Wendt, S., Hänel, F., Hellwig, O., Burghardt, T., van Laaten, M., Schönwald, D., Wegler, U., Krentz, O., Witthauer, B., Martin, J., Pustal, I., (2020): Erdbebenbeobachtung in Mitteldeutschland Dreijahresbericht 2016 – 2018. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

Repstock A., Breitzkreuz C., Lapp M., Schulz B. (2018): Voluminous and crystal-rich igneous rocks of the Permian Wurzen Volcanic System, northwest Saxony, Germany: Physical volcanology and geochemical characterization. International Journal of Earth Science 107, 1485-1513.

Röllig, G. (1969): Beiträge zur Petrogenese und Vulkanotektonik der Pyroxenquarzporphyre Nordwestsachsens. unveröff. Dissertation Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 164 S.

Röllig, G., Bräuer, H., Viehweg, M., Gruner, B., Karbadin, B., Wünsch, K., Haase, G. (1995). Alterstellung und petrogenetische Charakteristik der Plutonite im Gebiet des Zentralteils der Mitteldeutschen Schwelle. Z. angew. Geol. 36, 208-212.

Rommel, A. 2017: Lithostratigraphie, vulkanosedimentäre Faziesanalyse und Paläogeographie der unterpermischen Oschatz-Formation in Nordsachsen. Masterarbeit, TU Bergakademie Freiberg, unveröffentlicht, 113 S.

Sächsische Aufschlussdatenbank (2020): Digitale Sammlung von aufschluss- und Bohrungsdaten des Freistaates Sachsen, unveröffentlicht.

Sächsische Hohlraumkarte (2017): Karte „Gebiete mit unterirdischen Hohlräumen im Maßstab 1 : 25 000, Sächsisches Oberbergamt.

Sächsische Störungsdatenbank (2020): digitale Sammlung neubewerteter Störungen im Freistaat Sachsen, unveröffentlicht.

Schmid, R. (1981): Descriptive Nomenclature and classification of pyroclastic deposits and fragments - Recommendations of the IUGS subcommission on the systematics of igneous rocks. Geologische Rundschau 70/2, 794-799.

Seismologie in Mitteldeutschland (2020):

<https://antares.thueringen.de/cadenza/pages/selector/index.xhtml?jsessionid=B3F6BEEAB419BACF43EAF3E4FF2A3EBF>, angesehen am 15.01.2021.

StandAG (2017): Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle, Standortauswahlgesetz, StandAG

StandAG Auslegungshilfe (2018): Auslegungshilfe für die unbestimmten Rechtsbegriffe in den Ausnahmetatbeständen des § 21 Absatz 2 Satz 1 Nr. 1 - 5 StandAG

Stanek, K. (2016): Kenntnisstandsanalyse zum tektonischen Bau von Sachsen. Bericht zum Projekt, ARTUS-Tektonik, 7S., 4 Anlagen (unveröffentlicht).

Stanek, K., Dominguez-Gonzalez, L., Adreani, L., Bräutigam, B. (2016): Tektonische und geomorphologische 3D-Modellierung der tertiären Einheiten der sächsischen Lausitz. Schriftenreihe des LfULG, 19/2016.

Steinborn, H. (2008): 3D-Modellierung der strukturellen Entwicklung der Vorerzgebirgssenke im Raum der Altbergbaugebiete Zwickau und Lugau, Oelsnitz. Univ. Freiberg (Sachsen), 138 S.

Tischendorf, G., Wasternack, J., Bolduan, H., Bein, E. (1965): Zur Lage der Granitoberfläche im Erzgebirge und Vogtland mit Bemerkungen über ihre Bedeutung für die Verteilung der endogenen Lagerstätten. Zeitschrift für Angewandte Geologie 11/8, 410–423.

Vinichenko, P. V., Schuppan, W., Serov, B.S. (1974): Bericht über die Ergebnisse der Sucharbeiten im Erzgebirgsbecken 1973-1974. SDAG Wismut, ZGB, Wismut GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr. 54296 (unveröffentlicht)

Vinokurov, S. F., Reichardt, C., Wildner, G., Sevkunov, I. I., Tulenev, V. M. (1980): Ergebnisse der geologischen Sucharbeiten im Gebiet Pegau-Meuselwitz 1979. SDAG Wismut, ZGB, Wismut GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr. 54430 (unveröffentlicht, russisch).

Vinx, R. (2015): Gesteinsbestimmung im Gelände, Springer Berlin Heidelberg, 4. Auflage.

Wagner, G.A., Gögen, K., Jonckheere, R., Kämpf, H., Wagner, I., Woda, C. (2002): Dating of the Quaternary volcanoes (Koorní Hurka (Kammerbühl) und Zelezná Hurka (Eisenbühl), Czech Republic, by TL, ESR, alpha-recoil and fission track chronometry. Zeitschrift für geologische Wissenschaften 30/3, 191-200.

Walter, H. (2006). Das Rotliegend der Nordwestsächsischen Senke. Veröff. Museum Naturkunde Chemnitz 29, 157-176.

Weise, C. 2018: Untersuchungen des Rotliegend-Vulkanismus im Raum Altenburg. Masterarbeit, TU Bergakademie Freiberg, unveröffentlicht, 95 S.

Zheng, H., Sun, X., Wang, J., Zhu, D., Zhang, X. (2018): Devitrification pores and their contribution to volcanic reservoirs: A case study in the Hailar basin, NE China. Marine and Petroleum Geology 98, 718-732.

Anlage 1: Übersicht repräsentativer Bohrungen ausgewählter regionalgeologischer Einheiten

mit * gekennzeichnete Bohrungen kommen nur in Abbildungen vor

Regionale Einheit	Teil	Name	Endteufe (m)	Identnr. (Sächs. Aufschlussdatenbank)	AufID (BGE)
Nordsudetische Senke	Norden	B1/1962*	500	5479275,205717575,00B....1....962	790
		B1/2000	1586	5480338,305713425,95B....1....000	568
		B104/1963	1924	5480731,505717039,20B..104....963	567
	Mitte	B67/1959	776	5470010,355713929,36B...67....959	555
		B100/1961	1434	5476807,005705283,00B...100....961	666
		B94/1960*	421	5479601,405704015,30B...94....960	676
		B96/1961*	1363	5479256,605701684,80B...96....961	675
		B1976/1966*	510	5480338,305713425,95B.1976....966	568
		B1979/1966*	440	5496386,005697428,90B.1979....966	683
		B/1978/1967*	433	5491107,805697652,5B.1978....967	682
		B1977/1966	500	5485206,305700260,90B.1977....966	678
	Süden	B101/1961	1345	5485284,005697901,00B..101....961	679
		B1993/1967	439	5498591,305689519,70B.1993....967	734
		B1996/1967	527	5498891,405688720,00B.1996....967	736
		B1983/1967	425	5498060,905690327,10B.1983....1967	733
		B1992/1967	325	5490667,805701161,40B.1992....967	680
südliche Phyllitzone		B1477H/1985	1224	4519970,705711600,70B.1477H...985	338
		B1478H/1985	1267	4519180,405709489,60B.1478H...985	341
Frankenberger Zwischengebirge	Gneis	B2309/1976	404	363830,375644758,69B.2309....976	1062
		B2310/1976	691	364027,725644941,67B.2310....976	1063
		B2305/1976	750	363404,745644835,44B.2305....976	1058
		B2304/1976	339	363253,495644698,71B.2304....976	1056
	Prasinit	B11/1968	556	364415,795645613,88B....11....968	1067
	mit Gneis	B2301/1975	630	363021,175645200,76B.2301....975	1053
		B2302/1976	424	363162,895645346,62B.2302....976	1055
		B2303/1975	726	363300,315645492,78B.2303....975	1059
		B2308/1975	536	362855,135645595,45B.2308....975	1051
	Prasinit	B2304/1975	531	362918,885646355,40B.2304....975	1052
	ohne Gneis	B2300/1975	682	362543,855646092,20B.2300....975	1050
	paläozoische Sedimente	B7/1968	362	364480,375644708,31B....7....698	1068
		B12/1969	461	364314,005645093,59B....12....969	1067
		B6/1968	510	364349,375645447,18B....6....968	1065
		B11/1968	556	364415,795645613,88B....11....968	1067
NW-Sachsen	Torgau-Doberlug	B1478H/1985	1267	4519180,405709489,60B.1478H...985	341
	Einheit	B1477H/1985	1224	4519970,705711600,70B.1477H...985	339
	Nordsächsischer Block	B1519A/1983	606	4546765,305700650,30B1519A....983	642
		BW86/1979	562	4529222,405704698,00BW..86....979	633
		B1139/1982	327	4532756,205705948,90B.1139....982	619
	Granit	B1257/1984	353	4543289,905709475,30B.1257....984	523
	Delitzsch Granit	BW89H/1979	448	4533049,005709805,20BW..89H...979	433

Regionale Einheit	Teil	Name	Endteufe (m)	Identnr. (Sächs. Aufschlussedatenbank)	AufID (BGE)
		B1119/1982	495	4527854,305712495,40B.1119....982	460
		B1144/1982	488	4532953,805709446,20B.1144....982	476
	Ostthüringisch- Nordsächsische E.	B213/1972	152,2	4556936,005679807,00B..213.....972	-
	Wurzen-Caldera	B1517/1982	806	4536400,005690241,50B.1517....982	687
		B1516/1982	792	4538794,805693123,90B.1516....982	686
Görlitzer		B10/1961	809	5457159,505688267,50B...10....961	693
Schiefergebirge		B20/1963*	467	5455940,005699379,50B...20....963	651
Chemnitzbecken		SI/1872	1200	336217,555622907,89S....I....872	2000
		SIII/1897	1167	335894,135622779,91S..III....871	1994
		SI/1871	881	337512,345621030,06S....I....871	2003
		B1/1950	1252	4545217,665622260,56B....1950	1937
		B Sau/1947	1242	4543896,005621778,00B..Sau....947	