

## **Gutachten zu den Fragen:**

**Entsprechen die Referenzdatensätze, die die BGE zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien teilweise eingesetzt hat, dem „state of the art“?**

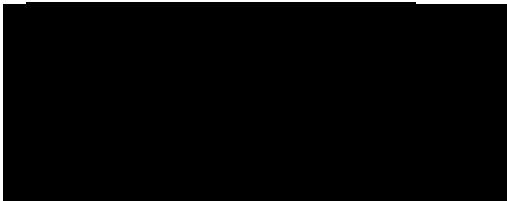
**Sind sie also in ihrer Fachlichkeit für die Aufgabe der Ermittlung von Teilgebieten angemessen und entsprechen sie dem Stand von Wissenschaft und Technik?**

Auftraggeber:

Nationales Begleitgremium Geschäftsstelle,  
Buchholzweg 8, 13627 Berlin

Gutachter:

Prof. Dr. Michael Kühn,  
Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ),



Potsdam, 10. Mai 2021

## **Zusammenfassung der Beurteilung der Referenzdatensätze**

Im Auftrag des Nationalen Begleitgremiums (NBG), das den Prozess der Endlagersuche für hochradioaktiven Müll unabhängig und vermittelnd begleitet, wurde die Fachlichkeit der sogenannten Referenzdatensätze überprüft. Diese dienen als wesentliche Grundlage zur Ermittlung der Teilgebiete der verschiedenen Wirtsgesteine in Phase I und Schritt 1 bei der Suche und Auswahl eines Standortes gemäß dem Standortauswahlgesetz (StandAG).

Die Begutachtung erfolgte anhand des von der Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) veröffentlichten „Zwischenbericht[s] Teilgebiete [...]“ und ausgewählten ergänzenden Unterlagen, insbesondere den „Referenzdatensätze[n] zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG“. Darüber hinaus fanden im April 2021 drei Besuche des Datenarchivs der BGE zur Einsichtnahme nicht publizierten Materials statt. Zu dieser Gelegenheit und im weiteren schriftlichen Austausch konnten auch Fragen mit Mitarbeiter\*innen der BGE erörtert werden.

Es steht ein einmaliger geologischer Datensatz für die Bundesrepublik Deutschland zur Verfügung, der allerdings noch nicht ausreichend ortspezifische gesteinsphysikalische Parameter beinhaltet. Daher stützt sich die Bewertung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien zum jetzigen Zeitpunkt im Verfahren im wesentlichen auf die sogenannten Referenzdatensätze. Diese wurden literaturbasiert zusammengestellt, aber sind noch nicht vollständig.

Die theoretische Bedeutung der Referenzdatensätze scheint zum jetzigen Zeitpunkt im Verfahren außerordentlich hoch zu sein, durch deren pauschalen Einsatz sind sie jedoch praktisch ohne Einfluss. Das hat zu sehr großen Teilgebieten geführt. Die Datendichte ist in Deutschland sehr unterschiedlich, allerdings wurde deren Verfügbarkeit nicht differenziert belegt. Eine regionalgeologische oder stratigrafische Differenzierung bei der Herleitung der Referenzdatensätze für die verschiedenen Gesteinstypen fehlt. Bei den Referenzdatensätzen handelt es sich lediglich um gesammelte Referenzen zu Datenpublikationen. Stattdessen müssten diese in eine Datenbank physikalischer, chemischer und geologischer Eigenschaften der Wirtsgesteine umgewandelt werden und eine umfassende quantitative Auswertung erfahren.

Daraus folgt, dass die bislang vorliegenden drei Referenzdatensätze im Ergebnis ausreichend sind, gleichwohl nicht als Stand der Wissenschaft und Technik bezeichnet werden können. Trotzdem war das Verfahren bis hierher (Phase I, Schritt 1) praktikabel und nachvollziehbar. In Zukunft wird indes ein anderer Umgang mit dem vorhandenen „Datens(ch)atz“ notwendig.

Es empfiehlt sich eine fachöffentliche Rezension der Referenzdatensätze, um die verfügbare Literaturlbasis zu prüfen, zu erweitern und zu vervollständigen und neue sowie differenzierte Referenzdatensätze für Steinsalz, Tongestein und Kristallingestein zu erstellen, die dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen. Zusätzlich sollte im nächsten Schritt (Phase I, Schritt 2) der erneute Durchlauf des Bewertungsmoduls der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien zur Ermittlung der Standortregionen mit den neuen Referenzdatensätzen erfolgen. In dem Rahmen müssen die Ergebnisse der Fachkonferenz Teilgebiete, die Stellungnahmen der Landesämter und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe sowie die Empfehlungen aller bislang durch das NBG in Auftrag gegebenen Gutachten Berücksichtigung finden.

## Summary of the assessment of the reference data sets

The technical nature of the so-called reference data sets was evaluated on behalf of the National Citizens' Oversight Committee (NBG), which accompanies the site selection process of a repository for highly radioactive waste in an independent and mediating manner. The reference data sets served as an essential basis for determining the sub-areas of the various host rocks in Phase I and Step 1 of the search and selection of a location in accordance with the site selection act (StandAG).

The assessment was carried out on the basis of the "Interim report sub-areas" published by the Federal Company for Radioactive Waste Disposal (BGE), and of selected additional documents, in particular the "Reference data sets for the application of the geoscientific weighting criteria within the framework of § 13 StandAG". In addition, three visits to the BGE data archive took place in April 2021 to inspect unpublished material. On this occasion and in further written exchange, questions could also be discussed with employees of the BGE.

A unique geological data set is available for the Federal Republic of Germany, but it does not yet contain sufficient site-specific rock-physical parameters. At the present time in the process the evaluation of the geoscientific weighting criteria is therefore essentially based on the so-called reference data sets. These have been compiled based on the literature, but are not yet comprehensive or complete.

The theoretical significance of the reference data sets seems to be extraordinarily high at this stage in the process, but their blanket use means that they have practically no influence. This has led to very large sub-areas. The density of data varies greatly in Germany, but their availability has not been differentiated. A regional geological or stratigraphical differentiation in the derivation of the reference data sets for the different rock types is missing. The reference data sets are merely collected references to data publications. Instead, these would need to be transformed into a database of physical, chemical and geological properties of the host rocks and undergo a comprehensive quantitative evaluation.

It follows that the three reference data sets available so far are sufficient in terms of results, but cannot be called 'state of the art'. Nevertheless, the procedure up to this point (Phase I, Step 1) has been practicable and comprehensible. In the future, however, a different way of handling the existing wealth of data will be necessary.

It is advisable to conduct an interactive public peer review of the reference data sets in order to check, expand and complete the available literature basis, and to create new and differentiated reference data sets for rock salt, claystone and crystalline rock, that correspond with the state of the art of science and technology. In addition, in the next step (Phase I, Step 2), the evaluation module of the geoscientific weighing criteria to determine the siting regions should be re-run with the new reference data sets. Within this framework, the results of the Conference on Sub-Areas, the statements of the state offices and the Federal Institute for Geosciences and Natural Resources, as well as the recommendations from all reviews so far commissioned by the NBG must be taken into account.

# 1. Hintergrund und Bezug zum Standortauswahlgesetz

„Mit dem Standortauswahlverfahren soll in einem partizipativen, wissenschaftsbasierten, transparenten, selbsthinterfragenden und lernenden Verfahren für die im Inland verursachten hochradioaktiven Abfälle ein Standort mit der bestmöglichen Sicherheit für eine Anlage zur Endlagerung [...] in der Bundesrepublik Deutschland ermittelt werden. Der Standort mit der bestmöglichen Sicherheit ist der Standort, der im Zuge eines vergleichenden Verfahrens [...] bestimmt wird und die bestmögliche Sicherheit für den dauerhaften Schutz von Mensch und Umwelt vor ionisierender Strahlung und sonstigen schädlichen Wirkungen dieser Abfälle für einen Zeitraum von einer Million Jahren gewährleistet“ (StandAG, § 1, Satz 2, [https://www.gesetze-im-internet.de/standag\\_2017/](https://www.gesetze-im-internet.de/standag_2017/)).

Die **Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE)** ist in diesem Rahmen zuständig für die **Ermittlung von Teilgebieten**, die günstige geologische Voraussetzungen für die sichere Endlagerung radioaktiver Abfälle erwarten lassen. Mit dem „Zwischenbericht Teilgebiete gemäß § 13 StandAG“ (BGE, 2020a) ist dies im Herbst 2020 erfolgt.

Das **Nationale Begleitgremium (NBG)** ist ein unabhängiges, pluralistisch zusammengesetztes Gremium, welches die Bandbreite der gesamten Gesellschaft widerspiegelt. Die Aufgabe des NBG ist gemäß des StandAG (§ 8, Satz 1) die vermittelnde und unabhängige Begleitung des Verfahrens, insbesondere mit Blick auf die Öffentlichkeitsbeteiligung. Da nicht alle vorhandenen geologischen Daten, die im Standortauswahlverfahren gesammelt und verwendet werden, für die Öffentlichkeit zugänglich sind, hat das NBG seine Möglichkeit genutzt eine Sachverständigengruppe zu beauftragen, um Daten einsehen und bewerten zu lassen, mit dem Ziel die Transparenz im Verfahren zu erhöhen. Aufgabe der Sachverständigen ist die **stichprobenartige Qualitätskontrolle** und die diesbezügliche **Information der Öffentlichkeit** vonseiten des NBG.

Die **Durchführung des Standortauswahlverfahrens** richtet sich nach dem StandAG. Die Ermittlung von Teilgebieten ist in § 13 beschrieben. In dieser Phase I (Schritt 1) sammelt die BGE vorhandene geologische Daten aus den einzelnen Bundesländern und wertet sie nach festgelegten Kriterien aus. Dazu gehören **Ausschlusskriterien** (StandAG § 22) wie z.B. die Erdbebengefahr, vulkanische Aktivität oder eine Schädigung des Untergrunds durch Bergbau. Zusätzlich müssen **Mindestanforderungen** (StandAG § 23) erfüllt sein. Danach sollen z.B. mindestens 300 Meter Gestein das Endlager von der Erdoberfläche trennen und die Gesteinsschicht, welche das Endlager aufnehmen soll, muss mindestens eine Dicke (Mächtigkeit) von 100 m aufweisen. Auf die so identifizierten Gebiete werden die **geowissenschaftlichen Abwägungskriterien** (StandAG § 24) angewendet, um die Teilgebiete auszuweisen. Die BGE hat die zugrunde liegenden Informationen im gleichnamigen Zwischenbericht gebündelt. **Teilgebiete** sind Gebiete, die in Deutschland **günstige geologische Voraussetzungen** für die **sichere Endlagerung** hochradioaktiver Abfälle in einem der drei Wirtsgesteine erwarten lassen. Potenzielle Wirtsgesteine sind in dem Rahmen Steinsalz, Tongestein und Kristallingestein (StandAG §1, Satz 3).

Das gesamte Standortauswahlverfahren gliedert sich in drei Phasen, in dem der **Suchraum immer weiter eingeengt** wird. In Phase I werden ausgehend vom gesamten Bundesgebiet (der sogenannten „weißen Landkarte“) Standortregionen ermittelt für die in Phase II erfolgende obertägige Erkundung. In Phase III folgt sodann die untertägige Erkundung und resultiert abschließend in einem Vorschlag für einen **Standort mit der bestmöglichen Sicherheit** für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle.

„Anhand geowissenschaftlicher Abwägungskriterien wird jeweils bewertet, ob in einem Gebiet eine günstige geologische Gesamtsituation vorliegt“ (StandAG § 24, Satz 1). Diese ergibt sich aus der sicherheitsgerichteten Anwendung von **elf Kriterien mit vierzig Indikatoren** und einer abschließenden, sogenannten **verbalargumentativen Bewertung** (BGE, 2020a). Die Kriterien beziehen sich auf den Grundwasserfluss, die Konfiguration der Gesteinskörper, deren räumliche Charakterisierbarkeit, Isolations- und Rückhaltevermögen und Temperaturverträglichkeit, die gebirgsmechanischen Voraussetzungen, der Bildung von Fluidwegsamkeiten oder Gas und die hydrochemischen Verhältnisse. **Zum jetzigen Zeitpunkt** im Verfahren **liegen** nach Aussage der BGE (2020a) **die notwendigen ortsspezifischen Daten** für eine so umfassende Bewertung **nicht** oder nicht in ausreichendem Maße **vor**. Hierbei gilt es zu berücksichtigen, dass **Datenerhebungen** durch die BGE erst ab der **zweiten Phase** des Standortauswahlverfahrens gesetzlich vorgesehen sind. Das ist der Zeitpunkt, zu dem ein wesentlicher **Anstieg der Datenquantität und -qualität** erfolgen wird. Damit wird auch eine **Zunahme der Aussagekraft der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien** erwartet, die im Laufe des Verfahrens viermal zur Anwendung kommen. Um zu verhindern, dass Gebiete aufgrund nicht hinreichender geologischer Daten nicht eingeordnet werden können, hat die BGE **Referenzdatensätze** für die **Wirtsgesteine Steinsalz, Tongestein und Kristallingestein** erstellt und für die geowissenschaftliche Abwägung herangezogen (BGE, 2020b).

Ein **Referenzdatensatz** kann folgendermaßen **definiert** werden: „Sammlung einer definierten Menge an Daten, auf die Bezug genommen werden kann und die einen Normalzustand beschreibt. Ein Referenzdatensatz dient zum statistischen Vergleich und zur Einordnung“ (EnArgus, 2021).

„Solange die entsprechenden Indikatoren nicht standortspezifisch erhoben sind, kann für die Abwägung das jeweilige Wirtsgestein als Indikator verwendet werden“ (StandAG, Anlage 1 zu § 24 Absatz 3). Die **Referenzdatensätze** nehmen zum jetzigen Zeitpunkt im Standortauswahlverfahren **theoretisch** eine **dominierende Rolle** bei der **Ermittlung der Teilgebiete** ein, weil je nach Wirtsgestein sieben bis neun der elf Kriterien darüber pauschal bewertet werden. Daher stellt das NBG nun die folgenden **Fragen**, die mit diesem Gutachten beantwortet werden:

- Entsprechen die **Referenzdatensätze**, die die BGE zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien teilweise eingesetzt hat, dem „**state of the art**“?
- Sind sie also in ihrer **Fachlichkeit** für die Aufgabe der Ermittlung von Teilgebieten angemessen und entsprechen sie dem **Stand von Wissenschaft und Technik**?

## 2. Vorgehensweise zur Begutachtung der Referenzdatensätze

Der Zwischenbericht Teilgebiete wurde von der BGE am 28. September 2020 zusammen mit einer Vielzahl ergänzender Unterlagen publiziert. Diese finden sich alle leicht zugänglich und zum größten Teil barrierefrei auf den Internetseiten der BGE

(<https://www.bge.de/de/endlagersuche/wesentliche-unterlagen/zwischenbericht-teilgebiete/>).

**Grundlage** des hier vorliegenden Gutachtens sind die vier folgenden **Publikationen**, zuzüglich von vier Anlagen, in denen die **Ergebnisse der Bewertung** der Teilgebiete sowie Literaturreferenzen enthalten sind:

- Zwischenbericht Teilgebiete gemäß § 13 StandAG (BGE, 2020a)
- Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG, Grundlagen (BGE, 2020b)
- Teilgebiete und Anwendung, Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG, Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete (BGE, 2020c)
- Arbeitshilfe zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG (BGE, 2020d)
- Anlage 1A (zum Fachbericht Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG), Ergebnisse der Bewertung: Teil A, Teilgebiete (BGE, 2020e)
- Anlage 1B (zum Fachbericht Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG), Ergebnisse der Bewertung: Teil B, Keine Teilgebiete (BGE, 2020f)
- Anlage 2A (zum Fachbericht Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG) Literaturreferenzen: Teil A, Teilgebiete (BGE, 2020g)
- Anlage 2B (zum Fachbericht Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG), Literaturreferenzen: Teil B, Keine Teilgebiete (BGE, 2020h)

Darüber hinaus erfolgten drei **Besuche des Datenarchivs der BGE**. Diese sind über die Rahmenvereinbarung mit dem NBG zur „Beauftragung eines Sachverständigen zur Sachverständigengruppe für Akteneinsichtnahme nach § 35 Geologiedatengesetz“ geregelt. Aufgrund der aktuellen Restriktionen durch die Pandemie, konnte ein Besuch vor Ort in Peine bei der BGE nicht stattfinden. Daher erfolgte nach einer Vorbesprechung am 16. April 2021 mit Mitarbeiter\*innen der BGE eine digitale Akteneinsicht vom 19.-21. April 2021 jeweils am Nachmittag für einige Stunden. Zu diesen Gelegenheiten und im weiteren schriftlichen Austausch konnten auch **Fragen mit Mitarbeiter\*innen der BGE erörtert** werden.

Die **Vorberichte zu den drei Referenzdatensätzen** Steinsalz, Tongestein und Kristallingestein, die in ihrer Endfassung in der Publikation „Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG, Grundlagen“ (BGE, 2020b) zusammengeführt wurden, **hat die BGE prüfen lassen**. Der Vorbericht für Salzgestein ist von der BGE datiert mit dem 8. Juni 2020. Das **Qualitätssicherungsverfahren (QS)** durch einen externen Anbieter war am 1. Juli 2020 abgeschlossen. Der Vorbericht für das Kristallingestein stand

am 28. Juli 2020 zur Verfügung, und das QS-Verfahren wurde am 5. August 2020 beendet. Der Vorbericht für Tongestein wurde von der BGE am 7. August 2020 fertiggestellt, und der Prüfbericht lag am 17. August 2020 vor. Alle drei Vorberichte wurden von der selben Arbeitsgemeinschaft und durch den gleichen Personenkreis begutachtet. Es handelt sich jeweils um **fachspezifische Stellungnahmen** in Tabellenform und nicht um formale oder juristische Prüfungen. Die BGE hat tabellarisch darüber Protokoll geführt, wie im Nachgang des Qualitätssicherungsverfahrens die Anmerkungen bearbeitet oder korrigiert wurden.

### 3. Erstellung und Verwendung der Datensätze durch die BGE

Die **Beschaffung** der erforderlichen **geologischen Daten** durch die BGE für die Anwendung der Kriterien gemäß §§ 22 bis 24 des StandAG erfolgte durch Datenlieferungen der zuständigen **Bundes- und Landesbehörden**. Insgesamt liegen so nun mehr als **1 Million Datensätze** in unterschiedlichsten Formen vor (Bücker, 2021). Hierbei gilt es zu unterscheiden zwischen Daten, die relevant sind bzgl. der a) **Ausschlusskriterien**, b) **Mindestanforderungen** oder c) **geowissenschaftlichen Abwägungskriterien**. Neue Daten werden erst in späteren Verfahrensschritten bei den obertägigen und untertägigen Erkundungen gewonnen. Die **Ausweisung der Teilgebiete** erfolgte also ausschließlich **basierend auf schon existierenden Daten**. Aber auch so handelt es sich um eine ausgesprochen umfangreiche Arbeit, die von der BGE mit der Erstellung des Zwischenberichts Teilgebiete (BGE, 2020a) durchgeführt wurde. Für die weiteren Schritte im Standortauswahlverfahren steht nun ein einmaliger **geologischer Datensatz** für die **Bundesrepublik Deutschland** zur Verfügung.

Trotz des insgesamt erheblichen Umfangs der gesammelten Daten, liegen **ortsspezifische Daten der Wirtsgesteine** im Detail nicht oder **nicht in ausreichender Quantität und Qualität** für alle Gebiete vor (BGE, 2020c). Daher stützte sich die **Bewertung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien** durch die BGE zum jetzigen Zeitpunkt im Verfahren im wesentlichen auf die sogenannten **Referenzdatensätze**. Die **Erstellung** der Referenzdatensätze erfolgte auf einer **literaturbasierten Beurteilung**. Dabei wurde beschlossen bei wenig, keinen oder nicht eindeutigen Daten grundsätzlich von **tendenziell günstigen Bedingungen der Wirtsgesteineigenschaften** mit Blick auf einen potenziellen Endlagerstandort auszugehen (BGE, 2020b). So sei gewährleistet, dass eine positive Bewertung der physikalischen Gesteineigenschaften basierend auf der Referenzdatensammlung erfolgt (BGE, 2020d). Weiterhin heißt es, dass diese Herangehensweise nicht automatisch zu einer Berücksichtigung als Teilgebiet führt, weil das verbalargumentativ erst mit Abschluss des Bewertungsprozesses erfolgt. Grundsätzlich wird beim Wirtsgestein Tongestein von ungestörten und nicht gefalteten Formationen ausgegangen. Für Kristallingestein wird erwartet, dass trotz seiner häufig vorhandenen Klüftung Bereiche geringerer Durchlässigkeit und ausreichender Größe immer vorhanden sind. Das Wirtsgestein Steinsalz schließlich wird als rein, ungestört und unverritzten angenommen (BGE, 2020b). Weiterhin wurden über Literaturrecherchen wissenschaftlich basierte Ergebnisse und allgemein anerkannte Erfahrungen über die Wirtsgesteine gesammelt.

Die **Referenzdatensätze beruhen auf einer Literaturrecherche**, die laut BGE durch 5-6 Personen durchgeführt wurde, wobei die BGE das erzielte Ergebnis selbst als begrenzt bewertet. Sämtliche Referenzen, die Grundlage für die Erstellung der Datensätze waren, sind nach Auskunft der BGE in der Literaturliste des Berichts „Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG“ (BGE, 2020b) aufgeführt. An der Stelle fällt allerdings auf, dass vor allem Berichte zu Rate gezogen werden aus deutschen Projekten im

Endlagerbereich bzw. auf Publikationen von Daten zurückgegriffen wird aus den betriebenen, europäischen Untertagelaboren zur Endlagerung (z.B. Schweiz, Frankreich, Belgien, Schweden und Finnland). Das Literaturverzeichnis im Bericht zu den Referenzdatensätzen (BGE, 2020b) weist insgesamt rund 250 Einträge auf, von denen nur etwa zwanzig Prozent begutachtete Publikationen in nationalen und internationalen Fachjournalen sind.

An dieser Stelle könnte ein **grundsätzlich unbefriedigender Stand der Wissenschaft** konstatiert werden oder aber, dass **vorhandene Literatur** bislang **noch nicht ausreichend berücksichtigt wird**. Eine stichprobenartige Literaturrecherche über die kommerzielle Literaturdatenbank SCOPUS (Referenzen und Kurzfassungen von fachgebutachteter Literatur in wissenschaftlichen Zeitschriften, Büchern und Tagungsberichten: <https://www.elsevier.com/de-de/solutions/scopus>) ergab mit dem Suchbegriff „Gesteinsdurchlässigkeit“ in Kombination jeweils mit den Worten „Ton“, „Salz“ oder „Kristallin“ und einer Reduktion auf ausschließlich geowissenschaftliche Veröffentlichungen 300 Einträge für Ton, 72 für Salz und 38 für Kristallin. Die Messung der Gesteinsdurchlässigkeit an schlecht durchlässigen Gesteinen wie den Wirtsgesteinen sind aufwendig und langwierig und vermutlich nicht in dem Maße verfügbar, wie jene an gut durchlässigen Reservoirgesteinen. So ergibt eine entsprechende Suche für „Sandsteine“ gleich 700 Einträge. Zumindest für Salz und Kristallin ist daraus eine grundsätzlich schlechtere Datenlage ersichtlich. Ein Vergleich für alle drei Wirtsgesteine der am besten zitierten zwanzig Einträge in der Literaturdatenbank mit der Referenzenliste der BGE macht aber deutlich, dass für alle drei Referenzdatensätze einschlägige Literatur z.T. noch keine Berücksichtigung gefunden hat. Auch das extern durchgeführte Qualitätssicherungsverfahren der Vorberichte der BGE zu den Referenzdatensätzen hat fehlende Literatur kritisiert und Ergänzungen angemahnt. Ein weiterer Kritikpunkt war auch, dass **Primärliteratur** offensichtlich an verschiedenen Stellen **nicht verwendet** wird. Das ergibt zum Beispiel auch die Stichprobe anhand der für das Kristallin wesentlichen Publikation von Clauser (1992), die im Bericht zu den Referenzdatensätzen aufgeführt ist (BGE, 2020b). In der Referenz findet sich als grafische Darstellung ein umfangreicher Datensatz (Clauser, 1992). Von den dort zitierten Referenzen finden sich aber keine im Literaturverzeichnis der BGE (2020b). Das bedeutet, dass die zugrunde liegenden **Daten nicht** als konkrete Einträge **im Referenzdatensatz** Kristallingestein **vorhanden** sein können.

Die Nachfrage bei der BGE ergab, dass **keine Tabellen oder Datenbanken** im Archiv existieren, in denen die publizierten und damit verfügbaren Parameter, welche die physikalischen, chemischen und geologischen Eigenschaften der Wirtsgesteine quantifizieren, zusammengefasst sind. Es gibt also keine Datensätze als solche. Es gibt lediglich die Tabellen einer Sammlung von Kenngrößen mit Aufzählungen einiger Beispieldaten im öffentlichen Teil des Berichts der BGE (2020b). Es handelt sich also laut Definition um **Referenzen zu Datenpublikationen** und nicht um Referenzdatensätze. Ein gutes Beispiel für eine Datenbank petrophysikalischer Gesteinseigenschaften inklusive Aus- und Bewertung international verfügbarer Messungen ist jene von Bär et al. (2020).

Die Anwendung der **geowissenschaftlichen Abwägungskriterien** stützen sich zum jetzigen Zeitpunkt im Verfahren sehr stark auf die **Referenzdatensätze**. Es erfolgt eine **pauschale Bewertung** von sieben der elf Kriterien bei den **Wirtsgesteinen** Tongestein und Salzgestein in flacher Lagerung mit den Referenzdatensätzen, und nur vier mit ortsbezogenen Daten. Bei Salzgestein in steiler Lagerung sind es acht Kriterien, und bei Kristallingestein sogar neun. Es sind



demnach ungefähr **60-80 % der Kriterien**, die basierend auf den Referenzdatensätzen eine pauschale Bewertung erfahrend haben.

Laut BGE werden **flächendeckende Daten mit einem hohen Detaillierungsgrad**, welche für die Bewertung aller identifizierten Gebiete durch die geowissenschaftlichen Abwägungskriterien benötigt werden, erst in einer **späteren Phase des Standortauswahlverfahrens** vorliegen (BGE, 2020d). Daher erfolgt die **Bewertung** zum jetzigen Zeitpunkt **generisch**, anhand der wirtsgesteinsspezifischen Referenzdatensätze, die mit durchweg **positiven gesteinsphysikalischen Eigenschaften** angenommen werden. Auf diese Weise wird die **Maxime** zu Grunde gelegt, dass eine in der Phase I und Schritt 1 des Standortauswahlverfahrens erfolgte **Bewertung** sich durch einen Informationsgewinn **in späteren Phasen nicht verbessert**, sondern nur beibehalten wird oder schlechter werden kann (BGE, 2020c). Die BGE nimmt sehr **günstige Gesteinseigenschaften** mit dem 75.-90. Perzentil an. Unter Perzentil versteht man eine **statistische Größe**, welche die Position eines Wertes mit anderen Werten eines Kollektivs vergleicht. Im Zwischenbericht Teilgebiete (BGE, 2020a) als auch in den zusätzlichen Unterlagen (BGE, 2020b-d) **fehlt** eine zugehörige **wissenschaftliche Auswertung** der vorhandenen Daten und die Darlegung, wie sich daraus die **Referenzdatensätze ableiten**. Das ist ansatzweise nur an einer einzigen Stelle bei den Durchlässigkeiten vom Steinsalz der Fall (BGE, 2020b, Seite 104).

Wie erwähnt **liegt die Gesamtheit der Zahlenwerte auch nicht vor**, so dass eine **statistische Auswertung** gar **nicht möglich** ist. Die quantitative Darstellung der physikalischen, chemischen und geologischen Eigenschaften der Wirtsgesteine z.B. in Form empirischer Verteilungsfunktionen würde die Möglichkeit eröffnen, die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer bestimmten Größe eines Gesteinsparameters abzuschätzen. Eine detaillierte Erläuterung des 75.-90. Perzentils und für welche Gesteinseigenschaft welcher Wert genau ermittelt wurde **fehlt im Zwischenbericht**. Ähnliche Kritik wurde im Rahmen des von der BGE extern beauftragten QS-Verfahrens auch schon geäußert: Es wurde die Harmonisierung der gesammelten Daten angeregt. Kritik war außerdem, dass die z.T. sehr optimistischen Annahmen nicht einheitlich gehandhabt wurden und nicht an allen Stellen nachvollziehbar waren. Es wurde auch der Hinweis gegeben das gesamte **Spektrum der Erwartungswerte** anzugeben.

Insgesamt lässt sich sagen, dass durch die **Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien**, zum größten Teil basierend auf den **Referenzdatensätzen** und damit **pauschal, keine wesentliche Eingrenzung der Fläche** der identifizierten Gebiete hin zu den Teilgebieten erfolgte. Die Anzahl der Gebiete wurde zwar von 181 auf 90 halbiert, aber in der Fläche handelt es sich nur um wenige Prozentpunkte. Im wesentlichen erfolgte die Reduzierung der Anzahl identifizierter Gebiete für das Wirtsgestein Steinsalz in steiler Lagerung, also für die Salzstöcke.

Im **Ergebnis der Betrachtung der Referenzdatensätze** kann folgendes festgehalten werden:

- Es steht ein einmaliger **geologischer Datensatz** für die Bundesrepublik Deutschland zur Verfügung, der allerdings in Quantität und Qualität noch nicht ausreichend ortsspezifische gesteinsphysikalische Parameter beinhaltet.
- Die **Bewertung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien** stützt sich zum jetzigen Zeitpunkt im Verfahren im wesentlichen auf die sogenannten Referenzdatensätze, deren Zusammenstellung literaturbasiert erfolgte. Für die Bewertung wurden pauschal tendenziell günstige Wirtsgesteinseigenschaften angenommen.

- Die **Literaturbasis** der Referenzdatensätze ist noch nicht vollständig.
- Die gesammelten **Referenzen zu Datenpublikationen** sollten in eine tatsächliche **Datenbank** physikalischer, chemischer und geologischer Eigenschaften der Wirtsgesteine umgewandelt werden und eine umfassende **quantitative Auswertung** erfahren.

#### 4. Diskussion der Fachlichkeit der Referenzdatensätze

Mit dem **Standortauswahlverfahren** soll ein Endlager für hochradioaktive Abfälle mit der bestmöglichen Sicherheit in einem vergleichenden Verfahren ermittelt werden. Dies soll darüber hinaus u.a. **transparent und wissenschaftsbasiert** stattfinden (StandAG, § 1, Satz 2). Die Transparenz war der Hauptgrund für das NBG das hier vorgelegte Gutachten in Auftrag zu geben, verbunden mit der Frage, ob die für die geowissenschaftliche Abwägung von der BGE eingesetzten Referenzdatensätze bei der Ausweisung der Teilgebiete dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen.

Nach Aussage der BGE (2020a) **liegen** zum jetzigen Zeitpunkt im Verfahren (Phase I, Schritt 1) die **notwendigen orts- und gesteinspezifischen Daten** für eine umfassende Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien **noch nicht vor**. Daher erfolgte eine nach dem jeweiligen **Wirtsgestein** pauschale **Bewertung** mit Hilfe der sogenannten **Referenzdatensätze**. Grundsätzlich positiv ist die bundesweit **einheitlich** durchgeführte **Anwendungsmethode** zu beurteilen.

Bislang wurden mit Blick auf den **Zwischenbericht Teilgebiete** (BGE, 2020a) vom NBG sieben Gutachten zur Beurteilung der Arbeit der BGE in Auftrag gegeben. Diese konstatieren alle, dass eine **einmalige, zusammenfassende, geologische Datengrundlage durch die BGE geschaffen** wurde, basierend auf den Datenlieferungen der zuständigen Behörden des Bundes und der Länder. Soweit ist demnach **im Verfahren alles unvoreingenommen, praktikabel, nachvollziehbar und fachlich vertretbar durchgeführt** worden, wobei es aber auch einige Kritikpunkte und resultierende Empfehlungen gibt (Rausch, 2020a,b; Füsseis, 2020; Bücken, 2021; Weber, 2021; Behrmann, 2021; Grötsch, 2021).

Wie dargelegt ist die **theoretische Bedeutung der Referenzdatensätze zum jetzigen Zeitpunkt im Verfahren außerordentlich hoch**. An dieser Stelle erscheint es aber insbesondere **problematisch**, dass eine **pauschale und grundsätzlich günstige Bewertung** ausschließlich auf Wirtsgesteinsbasis stattgefunden hat, aber innerhalb vom Steinsalz, Tongestein und Kristallingestein keine weitere Differenzierung durchgeführt wurde. Diese Tatsache hat vermutlich auch zur Folge, dass die Vorteile und Stärken des verbalargumentativen Verfahrens noch nicht vollständig genutzt werden konnten. Denn gerade zu Beginn eines solchen Verfahrens bringen die zusammenführenden formalisierten Ansätze ein hohes Maß an Flexibilität mit, in dem z.B. nicht quantifizierbare Sachverhalte besonders berücksichtigt werden können (Mönig et al., 2020). Die Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung (DAEF) bezweifelt in dem Rahmen, dass über die alleinige geowissenschaftliche Abwägung mit den **wenigen ortsspezifisch bewerteten Kriterien** ein belastbares Urteil gefällt werden kann, ob eine **günstige geologische Gesamtsituation** vorliegt (DAEF, 2020). Der Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) ist ebenfalls nicht von der Argumentation der BGE zu den Referenzdatensätzen überzeugt. In ihren Augen führt der pauschale Rückgriff auf die **Referenzdatensätze** tendenziell zu **vielen gleichartigen oder ähnlichen Abwägungsergebnissen**. Das hat zur Folge, dass geologisch durchaus unterschiedliche Gebiete als gleichwertig eingestuft werden (Voges, 2021).

Grundsätzlich hat die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) in ihrer Ausarbeitung eines „Konzepts zur generellen Vorgehensweise zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien“ (Beushausen et al., 2020) **Referenzdatensätze zur Verifizierung der verwendeten Datensätze bei der Datenaufbereitung vorgesehen**. Daraus resultiert auch die Kritik, dass die **pauschale Anwendung** auf alle identifizierten Gebiete ohne Berücksichtigung der ortsspezifischen Daten die erforderliche **Verfahrensgerechtigkeit ggf. nicht gewährleistet**. Im Sinne der Nachvollziehbarkeit des Verfahrens wird angeregt, die Entscheidung zur **Verwendung von Referenzdatensätzen zu überprüfen** und, wo immer möglich, **ortsspezifischen Daten den Vorrang zu geben** (Beushausen et al., 2020). Es wird außerdem empfohlen eine stärkere **Differenzierung** der regionalen und/oder stratigrafischen Gesteinsvorkommen bei der **Herleitung unterschiedlicher Referenzdatensätze für einen Gesteinstyp** zu berücksichtigen. So sollten z.B. tertiäre und pre-tertiäre Tone unbedingt unterschieden werden. Zudem fehlen Daten und Parameter zu Standorten und Tongesteinsformationen in Deutschland. Grundsätzlich kritisiert auch die BGR, dass bei der Darstellung der Referenzdatensätze eine **Bewertung und zusammenhängende Einschätzung der Literaturdaten** fehlt. (Beushausen et al., 2020).

Die Staatlichen Geologischen Dienste (SGD) von Berlin, Brandenburg, Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein bemängeln an den **Referenzdatensätzen**, dass diese **losgelöst von der Stratigraphie** und dem **Erdzeitalter** und der sehr unterschiedlichen **Lithologie** der jeweiligen Tongesteinsformationen für alle Tongesteine gleichermaßen und ohne weitere Differenzierung untereinander angewendet wurden. Diese **Vereinheitlichung** sehen sie als **nicht nachvollziehbar** an und daher wird sie als **nicht sachgerecht** eingestuft. Insbesondere ist für die tertiären Tongesteine zwingend ein eigener Referenzdatensatz erforderlich (SGD, 2021). Die Verwendung der Referenzdatensätze bewertet Jürgen Grötsch als vertretbar in der Phase I und Schritt 1. Jedoch können diese bei ortsspezifischen Betrachtungen nicht weiter so verwendet werden (Grötsch, 2021).

Zum Kristallingestein gibt es ebenfalls Kritik. Florian Füsseis hat in seinem Gutachten grundsätzlich angemerkt, dass die **Referenzdatensätze**, die eigentlich sehr hohen **wissenschaftlichen Ansprüchen** genügen müssen, basierend auf einer nicht vollständigen Literaturbasis hergeleitet wurden (Füsseis, 2020). Er schreibt weiter, dass dies unangemessen erscheint bei einem wissenschaftlichen Dokument mit dieser Bedeutung. Das steht im deutlichen Widerspruch zum angestrebten Ziel des wissenschaftlichen Arbeitens (Füsseis, 2020). Für die grundsätzliche Vorgehensweise bemängelt Jan Behrmann, dass auf Grundlage des Referenzdatensatzes für Kristallingestein eine **vergleichende Bewertung** verschiedener Teilgebiete **zum gegenwärtigen Zeitpunkt im Verfahren unmöglich** war. Eine geänderte Vorgehensweise sieht er als notwendig an für künftige Priorisierungen auf dem nationalen, regionalen und lokalen Maßstab, weil eine reine Bewertung aufbauend auf dem Referenzdatensatz nicht schlüssig erscheint (Behrmann, 2021). Eine Möglichkeit, die sich grundsätzlich bietet, wäre die Anlehnung an die „PetroPhysical Rock Database P3“ (Bär et al., 2020) die als ein Beispiel für eine neu aufzubauende **Datenbank** mit den **gesteinsspezifischen Eigenschaften** der **Wirtsgesteine** in Deutschland dienen könnte. Hierbei gilt es zu beachten, dass es nicht ausreichend ist Originaldaten nur zu sammeln, sondern diese auch nach Qualitäten sortiert und bewertet werden müssen. Es ist eine besondere Herausforderung Daten so zu bewerten, dass sie vergleichbar werden. Eine einfache Mittelwertbildung bei Daten lässt z.B. das Messverfahren an sich und die daraus resultierende Qualität unberücksichtigt.

Bei der Bearbeitung einiger Steinsalz-Teilgebiete in steiler Lagerung kommt Michael Weber zu dem Schluss, dass die Anwendung der verbalargumentativen Bewertung plausibel und fachlich nachvollziehbar ist (Weber, 2021). Er gibt aber zu bedenken, dass **im weiteren Verfahren mehr ortsspezifische Daten berücksichtigt** bzw. erhoben werden müssen, um den **Einfluss der pauschal verwendeten Referenzdatensätze zu reduzieren**. Das stärkt in dem Rahmen dann auch die verbalargumentative Betrachtung der Kriterien und Indikatoren für die Bewertung der Teilgebiete als entscheidenden Punkt bei der geowissenschaftlichen Abwägung. Für den nächsten Schritt regt er an, den **aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik zu überprüfen** (Weber, 2021).

Die **Datendichte** ist **in Deutschland** sehr **unterschiedlich**, diese müsste aber, auch mit Blick auf die geowissenschaftliche Abwägung, differenziert belegt werden, um die Notwendigkeit der pauschalen Anwendung der Referenzdatensätze deutlich zu machen. Die Herangehensweise steht auch im Widerspruch zu der Tatsache, dass keine Gebiete ausgewiesen wurden, in denen die Datenlage laut BGE nicht ausreichend ist (BGE, 2020a). **Zum aktuellen Zeitpunkt ist der generelle Einsatz der Referenzdatensätze praktisch ohne Einfluss** und hat lediglich sehr große Teilgebiete ohne weitere Differenzierung zur Folge. Da alle Gebiete eine unterschiedliche Datenausgangslage haben werden, sind möglichst umfangreiche Referenzdatensätze wesentlich, um die Gebiete angemessen vergleichen zu können. Für die Anwendung der geologischen Daten werden ebenfalls überarbeitete und verbesserte Ansätze benötigt. Bei der Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien könnte es z.B. sehr lehrreich sein, wenn die drei **Wirtsgesteine** bezüglich ihrer Indikatoren auch miteinander **im Vergleich** stehen würden. Das könnte für die zukünftigen Schritte im Standortauswahlverfahren von Vorteil sein.

Die **Diskussion** der **Fachlichkeit** der **Referenzdatensätze** lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- Durch die BGE wurde eine **einmalige, zusammenfassende, geologische Datengrundlage** geschaffen, und soweit ist im Verfahren alles unvoreingenommen, praktikabel, nachvollziehbar und fachlich vertretbar durchgeführt worden.
- Die **theoretische Bedeutung der Referenzdatensätze** ist zum jetzigen Zeitpunkt im Verfahren außerordentlich **hoch**, jedoch durch deren pauschalen Einsatz **praktisch ohne Einfluss**, und hat so zu sehr großen Teilgebieten geführt.
- Die Datendichte ist in Deutschland sehr unterschiedlich, aber deren Verfügbarkeit wurde nicht differenziert bzw. nachvollziehbar belegt. Stattdessen wurden die **Referenzdatensätze deutschlandweit pauschal** für die Wirtsgesteine **angewendet**.
- Sowohl eine Bewertung und zusammenhängende **Einschätzung der Literaturdaten**, als auch eine daraus **resultierende** regionalgeologische oder stratigrafische **Differenzierung** bei der Herleitung der **Referenzdatensätze** für die verschiedenen Gesteinstypen fehlt.
- Die Referenzdatensätze sollten basierend auf einer **wirtsgesteinsspezifischen Datenbank** auf den **aktuellen Stand der Wissenschaft** gebracht, und die generelle Datenlage kritisch beurteilt werden.

## 5. Bewertung der Referenzdatensätze

Das **Nationale Begleitgremium** (NBG) hat mit Blick auf das Standortauswahlverfahren die **Frage** gestellt, ob die von der Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) im Rahmen der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien eingesetzten **Referenzdatensätze** über eine angemessene **Fachlichkeit** verfügen und dem **Stand von Wissenschaft und Technik** entsprechen.

Die verwendeten sogenannten **Referenzdatensätze** sind **praktikabel** und in ihrer Fachlichkeit **nicht falsch**, aber auch noch **nicht angemessen**, um **Teilgebiete** im Standortauswahlverfahren nach dem Stand von Wissenschaft und Technik **auszuweisen**. Daher hat eine tatsächliche geowissenschaftliche Abwägung im Prozess der Endlagersuche bis zu diesem Zeitpunkt noch nicht in ausreichendem Maße stattgefunden.

Für die **Zukunft** wird ein **anderer Umgang** mit dem „**Datens(ch)atz**“ notwendig. Die bislang pauschale Betrachtung der Referenzdatensätze für die **Wirtsgesteine** Steinsalz, Tongestein und Kristallingestein muss **diverser** werden. So wurden die Teilgebiete beim Tongestein und beim flach lagernden Steinsalz nach stratigrafischen Einheiten ermittelt. Das eröffnet die Möglichkeit in der Art auch **Referenzdatensätze** zu **erstellen**. Die bislang vorliegenden drei Referenzdatensätze sind im Ergebnis ausreichend, können aber nicht als Stand der Wissenschaft und Technik bezeichnet werden, da u.a. deren Erstellung nur auf einer eingeschränkten Literaturbasis erfolgte.

Im kommenden Schritt II der Phase I sollte die **tatsächliche Datenlage** für **jedes Teilgebiet** bzgl. der elf Kriterien und vierzig Indikatoren der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien deutlich gemacht werden. Wenn **keine oder zu wenige ortsspezifische Daten** vorliegen, müssen die **Referenzdatensätze angewendet** werden, allerdings nicht pauschal. In der Zusammenfassung bedeutet dies:

- Die bislang vorliegenden drei **Referenzdatensätze** sind im Ergebnis **ausreichend**, aber können **nicht** als **Stand der Wissenschaft und Technik** bezeichnet werden.
- Das **Verfahren** war bis hierher (Phase I, Schritt 1) **praktikabel** und **nachvollziehbar**.
- In Zukunft wird ein anderer **Umgang** mit dem vorhandenen „**Datens(ch)atz**“ notwendig.

## 6. Empfehlungen für das Standortauswahlverfahren

Das **Standortauswahlverfahren** ist gemäß StandAG ein sehr gutes Suchverfahren, weil es eine Fehlerkultur beinhaltet. Es ist explizit ein **lernendes Verfahren**, was in jeder Phase, für jeden Schritt und zu jeder Zeit genutzt werden muss. Insofern ergeben sich aus dem hier vorgelegten Gutachten die folgenden **Empfehlungen** für die **nächsten Schritte**:

- Es wird eine **fachöffentliche Rezension** der **Referenzdatensätze** benötigt, um a) die verfügbare Literaturbasis zu prüfen, zu erweitern und zu vervollständigen und b) neue sowie differenzierte Referenzdatensätze für **Steinsalz, Tongestein und Kristallingestein** zu erstellen, die dem **Stand von Wissenschaft und Technik** entsprechen.
- Der erneute und ggf. mehrfache **Durchlauf des Bewertungsmoduls** der **geowissenschaftlichen Abwägungskriterien** zur Ermittlung der Standortregionen (Phase I, Schritt 2) ist notwendig mit den neuen Referenzdatensätzen und unter **Berücksichtigung** der Ergebnisse der **Fachkonferenz Teilgebiete**, der **Stellungnahmen** der Landesämter und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe sowie der Empfehlungen aus allen bislang durch das NBG in Auftrag gegebenen **Gutachten**.

## Literaturverzeichnis

- Bär K., Reinsch T., Bott J. (2020) The PetroPhysical Property Database (P3) – a global compilation of lab-measured rock properties. *Earth Syst. Sci. Data*, 12, 2485–2515, <https://doi.org/10.5194/essd-12-2485-2020>
- Behrmann J. (2021) Gutachten zur Sichtung des Zwischenberichts Teilgebiete und seiner untersetzenden Unterlagen sowie bei Bedarf eine Akteneinsicht bei der BGE. Betrachtung der verbalargumentativen Bewertung im Wirtsgestein Kristallin, konkret das Böhmisches Massiv (Kristallingestein; 0013\_00TG\_195\_00IG\_K\_g\_MO). Formulierung von Handlungsempfehlungen zu Art und Umfang für weitere und vertiefende Prüfungen und Bewertungen. Auftraggeber: Nationales Begleitgremium, Geschäftsstelle, Buchholzweg 8, 13627 Berlin, Deutschland (Stand 21. April 2021)
- Beushausen M., Bebiolka A., Kloke R., Kuhlmann G., Noack V., Reinold K., Röhling S., Sönke J. (2020) Konzept zur generellen Vorgehensweise zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien – Schritt 2. Abschlussbericht. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover (Stand 4.2.2020)
- BGE (2020a) Zwischenbericht Teilgebiete gemäß § 13 StandAG. Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH, Eschenstraße 55, 31224 Peine, Deutschland (Stand 28.9.2020)
- BGE (2020b) Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG, Grundlagen. Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH, Eschenstraße 55, 31224 Peine, Deutschland (Stand 1.9.2020)
- BGE (2020c) Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG, Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete. Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH, Eschenstraße 55, 31224 Peine, Deutschland (Stand 28.9.2020)
- BGE (2020d) Arbeitshilfe zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG. Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH, Eschenstraße 55, 31224 Peine, Deutschland (Stand 3.9.2020)
- BGE (2020e) Anlage 1A (zum Fachbericht Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG), Ergebnisse der Bewertung: Teil A, Teilgebiete. Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH, Eschenstraße 55, 31224 Peine, Deutschland (Stand 28.9.2020)
- BGE (2020f) Anlage 1B (zum Fachbericht Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG), Ergebnisse der Bewertung: Teil B, Keine Teilgebiete. Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH, Eschenstraße 55, 31224 Peine, Deutschland (Stand 28.9.2020)
- BGE (2020g) Anlage 2A (zum Fachbericht Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG) Literaturreferenzen: Teil A, Teilgebiete. Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH, Eschenstraße 55, 31224 Peine, Deutschland (Stand 22.9.2020)
- BGE (2020h) Anlage 2B (zum Fachbericht Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG), Literaturreferenzen: Teil B, Keine Teilgebiete. Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH, Eschenstraße 55, 31224 Peine, Deutschland (Stand 28.9.2020)
- Bücker C. (2021) Gutachten zur Verfügbarkeit geologischer Daten für die Öffentlichkeit und im Datenraum zum Stichtag 18.03.2021. Auftraggeber: Nationales Begleitgremium, Geschäftsstelle, Buchholzweg 8, 13627 Berlin, Deutschland (Stand 31. März 2021)
- Clauser C. (1992) Permeability of crystalline rocks. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, Bd. 73, S. 233-238. ISSN 0096-3941. DOI: 10.1029/91eo00190
- DAEF (2020) Schreiben der Deutschen Arbeitsgemeinschaft für Endlagerforschung an die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH zum Zwischenbericht Teilgebiete (Stand 16.10.2020)

- EnArgus (2021) EnArgus-Wiki Artikel: Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., OrbiTeam Software GmbH & Co. KG, Forschungszentrum Jülich GmbH, Ruhr-Universität Bochum, Technische Universität Darmstadt, Universität Stuttgart, ZEDO - Zentrum für Beratungssysteme in der Technik Dortmund e. V. (<https://www.enargus.de>, letzter Online Zugriff 5. Mai 2021)
- Fusseis F. (2020) Gutachten über die Ergebnisse der Akteneinsicht bei der BGE zur Anwendung der §§ 22-24 Standortauswahlgesetz für Standorte mit Wirtsgestein Kristallin. Auftraggeber: Nationales Begleitgremium, Geschäftsstelle, Buchholzweg 8, 13627 Berlin, Deutschland (Stand 8. Dezember 2020)
- Grötsch J. (2021) Gutachten zur Betrachtung der verbalargumentativen Bewertung im Wirtsgestein Ton, Norddeutsches Becken. Auftraggeber: Nationales Begleitgremium, Geschäftsstelle, Buchholzweg 8, 13627 Berlin, Deutschland (Stand 21. April 2021)
- Mönig J., Bertrams M., Bollingerfehr W., Fahland S., Frenzel B., Maßmann J., Müller-Hoeppe N., Reinhold K., Rübel A., Schubarth-Engelschall N., Simo E., Thiedau J., Weber J.R., Wolf J. (2020) Empfehlungen zur sicherheitsgerichteten Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien des StandAG. Gesellschaft für Anlagen-und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH, GRS-567, ISBN 978-3-947685-53-0
- Rausch R. (2020a) Gutachten zur Anwendung der §§ 22-24 Standortauswahlgesetz für die Standorte Gorleben und Waddekath (Wirtsgestein Steinsalz in steiler Lagerung) anhand von Akteneinsicht bei der Bundesgesellschaft für Endlagerung. Auftraggeber: Nationales Begleitgremium, Geschäftsstelle, Buchholzweg 8, 13627 Berlin, Deutschland (Stand 15. Oktober 2020)
- Rausch R. (2020b) Gutachten zur Anwendung der §§ 22-24 Standortauswahlgesetz für Standorte mit Wirtsgestein Tonstein anhand von Akteneinsicht bei der Bundesgesellschaft für Endlagerung. Auftraggeber: Nationales Begleitgremium, Geschäftsstelle, Buchholzweg 8, 13627 Berlin, Deutschland (Stand 9. Dezember 2020)
- SGD (2021) Fachliche Position der Staatlichen Geologischen Dienste von Berlin, Brandenburg, Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein zur Ausweisung des Teilgebietes „Tertiäres Tongestein“ im Zwischenbericht Teilgebiete der Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH vom 28.09.2020 (Stand 1.2.2021)
- Voges J. (2021) Die BGE hat vollständigen Zwischenbericht nachzuliefern - eine Fortsetzung der Fachkonferenz muss ihn diskutieren. Stellungnahme 1 zur Fachkonferenz Teilgebiete. Auftraggeber Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (Stand 4.1.2021)
- Weber, M.H. (2021) Gutachten zur Frage: Ist die verbalargumentative Bewertung der Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien (§ 24 StandAG) für das Wirtsgestein Salz in den Salzstöcken Gorleben und Waddekath plausibel und fachlich nachvollziehbar? Auftraggeber: Nationales Begleitgremium, Geschäftsstelle, Buchholzweg 8, 13627 Berlin, Deutschland (Stand 21. April 2021)