

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche
Räume | Hamburger Chaussee 25 | 24220 Flintbek

Geologischer Dienst

Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
(BGE)
- Standortauswahl -
Eschenstraße 55
31224 Peine

Ihr Zeichen:
Ihre Nachricht vom:
Mein Zeichen: LLUR 6
Meine Nachricht vom: /

vorab per email


@llur.landsh.de
Telefon: 04347/704
Telefax: 04347/704 

29.01.2021

Zwischenbericht Teilgebiete der BGE Stellungnahme des Geologischen Dienstes Schleswig-Holstein

Sehr geehrte Damen und Herren,

am 28.09.2020 wurde der Zwischenbericht „Teilgebiete“ veröffentlicht. Der Bericht und die untersetzenden Unterlagen wurden vom Geologischen Dienst (GD) des Landes Schleswig-Holstein einer ersten Plausibilitätsprüfung unterzogen. Hierbei wurde gleichzeitig ein Abgleich mit den gelieferten geologischen Daten und der einschlägigen Fachliteratur vorgenommen. Die Ergebnisse der Prüfung fasse ich in der vorliegenden Stellungnahme zusammen. Vorangestellt nehme ich zu den methodischen Ansätzen Stellung. Im Weiteren folgen Ausführungen zu den einzelnen Kriteriengruppen (Ausschlusskriterien, Mindestanforderungen und Abwägungskriterien), wobei letztere nach Wirtsgesteinen (Salz und Tonstein) differenziert betrachtet werden.

Ich behalte mir vor, zusätzliche Erkenntnisse, die sich im Zuge der anstehenden Fachdiskussionen ergeben, in weiteren Stellungnahmen zu adressieren.

Methodisches Vorgehen:

Zur Ausweisung von Gebieten, in denen potenzielles Wirtsgestein in einer Mächtigkeit von mindestens 100 m in einer Tiefe zwischen 300 m und 1500 m seitens der BGE angenommen wird („identifizierte Gebiete“), wurden die Verbreitungsgrenzen ausgewählter erdgeschichtlicher Formationen aus den 3D-Strukturmodellen des GD übernommen. Inwieweit diese Formationen, die Mindestkriterien tatsächlich erfüllen, lässt sich aus dem Modell nicht ableiten. Den Formationen wird daher seitens der BGE die Erfüllung der Mindestkriterien auf der Grundlage von Literaturdaten und einzelnen Referenzbohrungen pauschal zugeschrieben.

Dieses Vorgehen ist aus Sicht des GD für einen ersten Schritt zur Identifizierung von Gebieten mit Wirtsgesteinspotenzial methodisch nicht zu beanstanden. Es führt jedoch zu

einer starken Vereinfachung und letztlich zu einer sehr großen Kulisse „identifizierter Gebiete“, die im folgenden Arbeitsschritt mit Hilfe der sehr viel komplexeren Kriteriengruppe der Abwägungskriterien zu bewerten ist.

Bei der Anwendung der Abwägungskriterien wurden seitens der BGE ebenfalls vereinfachende Ansätze angewendet. So wurde bei der Mehrzahl der Kriterien auf Referenzdatensätze zurückgegriffen. Nur für wenige Kriterien wurden gebietsspezifische Daten verwendet. Die Verwendung von Referenzdatensätzen führt dazu, dass die identifizierten Gebiete hinsichtlich der überwiegenden Zahl der Kriterien gleich bewertet werden. Die in diesem Arbeitsschritt angestrebte Abwägung zwischen den einzelnen Gebieten und letztlich auch die Entscheidung, ob die Gebiete im Verfahren verbleiben, beruht daher nur auf den wenigen Kriterien.

Seitens des GD kann nicht prognostiziert werden, ob der Abwägungsprozess bei einer Berücksichtigung gebietsspezifischer Daten für eine größere Anzahl oder für alle Kriterien zu gleichen Ergebnissen geführt hätte. Die hierzu von der BGE vorlegten Methodenpapiere gehen auf diese Problematik nicht ein. Aus Sicht des GD sind hier konkretere Ausführungen erforderlich, die die Robustheit der Methodik belegen.

Die Einzelergebnisse der Abwägungskriterien für ein Teilgebiet werden nicht nach einer festen Bewertungsmatrix zu einem Gesamtergebnis zusammengefasst, sondern verbalargumentativ gewichtet. Dieses Vorgehen wird nicht grundsätzlich in Frage gestellt, zumal das Gesetz keine Vorgaben enthält und auch die ehemalige Endlagerkommission hierzu keine Vorschläge vorgelegt hatte. Jedoch sind die Maßstäbe, die dieser zusammenfassenden Bewertung zugrunde liegen, nicht ausreichend transparent, so dass eine Vergleichbarkeit zwischen den Teilgebieten erschwert wird. Der GD hält es für erforderlich, dass bestimmte Gewichtungsgründe wie zum Beispiel die Angabe „geringe Tiefe eines Salzstocktops“ quantifiziert werden und die verwendeten Wertespannen für „gering“ in Meter unter Gelände ausgedrückt werden.

Anwendung der Ausschlusskriterien:

- Aktive Störungen:
Gemäß § 22 StandAG ist ein Gebiet nicht als Endlagerstandort geeignet, wenn „aktive“ Störungszonen vorhanden sind, die das Endlagersystem und seine Barrieren beeinträchtigen können. Aktive Störungszonen sind definiert als Verwerfungen, an denen im Zeitraum Unteres Oligozän (Rupel) bis heute - das heißt innerhalb der letzten 34 Millionen Jahre - Bewegungen stattfanden.

Der im „Datenbericht Teil 4 MA und geoWK“ dargestellten Gesamtdatensatz der Störungslinien lässt erkennen, dass für Schleswig-Holstein hauptsächlich die Ausarbeitungen des Geotektonischen Atlas von NW-Deutschland (GTA) herangezogen wurden (Baldschuhn et al. 2001, bzw. das GTA-3D Modell: Rosenbaum et al. 2012). Es ist anzumerken, dass einige im GTA enthaltene Störungslinien fehlen (z.B. im Dachbereich der Strukturen Sterup und Büsum). Andererseits sind Störungslinien dargestellt, die den im Bericht angegebenen Quellen nicht zugeordnet werden können. Manche Literaturquellen scheinen nicht verwendet worden zu sein (z.B. Brückner-Röhling et al. 2002). Zur Erleichterung der Prüfung wäre eine Kennzeichnung der Störungslinien nach der Literaturquelle wünschenswert.

Bei der Klassifizierung der Störungen als „aktiv“ wurden die Störungslinien selektiert, die die Schichten des Unteren Oligozän (Rupel) bis Miozän versetzen. Diese Herangehensweise der BGE lässt sich nur in Gebieten durchführen, in denen Schichten dieser erdgeschichtlichen Zeitspanne vorhanden sind. Die Beschränkung der Klassifizierung zunächst auf diese Gebiete ist in einem ersten Schritt nicht zu beanstanden. Es ist jedoch festzuhalten, dass auch außerhalb des Verbreitungsgebietes oligozäner bis miozäner Schichten Störungen klassifiziert werden müssen, um ein vollständiges Bild „aktiver“ Störungen zu erhalten.

Es wird nicht deutlich, ob und wenn ja wo die im Bericht „Anwendung Ausschlusskriterien gemäß §22 StandAG“ beschriebene Überbrückung von kurzen Unterbrechungen der Störungslinien vorgenommen wurde. Nach Einschätzung des GD wurde dies nicht nach einheitlichen Kriterien durchgeführt und kann daher nicht nachvollzogen werden. Die im Bericht beschriebene Verbindung von Störungslinien wäre in einigen konkreten Fällen aus Sicht des GD fachlich vertretbar und sinnvoll (z.B. Gudow, Heide-Hemmingstedt, Siek-Sülfeld).

Anwendung der Mindestanforderungen:

Die Anwendung der Mindestanforderung führt im Ergebnis zu der Kulisse der sogenannten „identifizierten Gebiete“. In SH ergeben sich aus diesem Schritt große Bereiche mit den Wirtsgesteinsformationen Tongestein und Salz im endlagerrelevanten Tiefenbereich, der von der BGE zwischen 300 m und 1500 m festgelegt wurde.

Dabei wurde die Mindesttiefe von 300 m seitens der BGE pauschal angesetzt. Eine Vergrößerung der Mindesttiefe in Gebieten, in denen im Nachweiszeitraum von 1 Millionen Jahre mit eiszeitlich bedingter intensiver Erosion zu rechnen ist, erfolgte nicht. Aus Sicht des GD hätte die Anforderung an die minimale Tiefenlage für SH auf der Grundlage von Prognosen zukünftiger Eiszeiten differenzierter betrachtet werden müssen.

- Tonstein/Tongestein:

In Schleswig-Holstein wurden seitens der BGE Tongesteine des Unterjura, der Unterkreide sowie die Tonfolgen des Alttertiärs (genauer: Oberes Paläozän und Unteres Eozän) als potenzielle Wirtsgesteine identifiziert. Die Verbreitungsgebiete dieser ausgewählten Formationen sind in ihrer Abgrenzung plausibel und nachvollziehbar.

Lithologisch handelt es sich bei der Unterkreide im Bereich Schwarzenbek und Gudow (Gebiete 202_02IG_T_f_kru) jedoch überwiegend um Mergel- bis Mergelsteine, Tonmergelsteine und stellenweise mergelige Sandsteine. Tonsteinlagen können vereinzelt auftreten, besitzen jedoch nur eine geringe Mächtigkeit von wenigen Metern. Insofern ist hier nicht von der Erfüllung der Mindestkriterien auszugehen.

Die Bewertung der Tonfolgen des Alttertiärs als potenzielles Wirtsgestein wird kritisch gesehen, da es sich nicht um Tonstein sondern - auch in den endlagerrelevanten Tiefen - überwiegend um plastische oder nur teilverfestigte Tone handelt.

Die BGE legt die Wirtsgesteinsdefinition hier sehr weit aus. Sie verweist darauf, dass im Standortauswahlgesetz neben dem Begriff „Tonstein“ auch der umfassendere Begriff „Tongestein“ verwendet wird. Die Einbeziehung der tertiären Tonfolgen führt im norddeutschen Raum zur Ausweisung eines bundeslandübergreifenden, sehr großen identifizierten Gebietes (053_00IG_T_f_tpg), das auch im Rahmen der Abwägung nicht verkleinert und als Teilgebiet im Verfahren verbleibt (s. auch unter Abwägungskriterien).

- Salz in stratiformer Lagerung:

Nach der Begriffsbestimmung der BGE für das Wirtsgestein Steinsalz (BGE 2020a), werden „konkordant (d. h. flach, im Verbund) abgelagerte Steinsalzschnichten innerhalb einer salinaren Abfolge als stratiforme Steinsalzformation“ bezeichnet.

In Schleswig-Holstein finden sich stratiforme Salze in den Formationen des Zechsteins, des Röt („Rötsalinar“) und des Mittleren Keupers („Keupersalinar“). Innerhalb dieser Formationen werden von der BGE „identifizierte Gebiete“ ausgewiesen, die die Mindestanforderungen erfüllen. Die Gebiete bestehen aus mehreren Einzelflächen. Die Ausweisung dieser Gebiete kann vom GD nicht für alle Einzelflächen nachvollzogen werden:

Rötsalinar (Gebiet 191_02IG_S_f_so):

Im Bereich der südlichen Einzelflächen bei Mölln und Gudow liegt das Top des Unteren Rötsalinars zu tief, so dass innerhalb des endlagerrelevanten Betrachtungsbereichs bis 1500 m Tiefe eine Salzmächtigkeit von 100 m nur sehr lokal erreicht wird. Nach Norden hin nimmt die Mächtigkeit des Salinars ab. Aus den Schichtenverzeichnissen von Referenzbohrungen in der Region kann eine erforderliche Mindestmächtigkeit des Rötsalinars von 100 m oder größer nicht abgeleitet werden. Insofern kann ein Großteil der Einzelflächen des „identifizierten Gebietes“ nicht bestätigt werden,

Keupersalinar (Gebiete 189_01IG_S_f_km und 189_01IG_S_f_km):

Ein Abgleich dieser Gebiete mit dem von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) in zwei Studien (1998 und 2014) dargestellten Verbreitungsbereich des Keupersalinars zeigt, dass die Einzelflächen dieser Gebiete mit der Bezeichnung Bredgrund, Schleimündung, Gabelsflach/ Kieler Bucht sowie Plön und Segeberg außerhalb dieser Grenzen liegen. Es ist daher davon auszugehen, dass die Ablagerungen des Mittleren Keupers in diesen Bereichen meist als Ton- bis Tonmergelstein, Anhydrit und Gips in Wechsellagerung ausgebildet sind. Auch Referenzbohrungen im Nahbereich dieser Einzelflächen lassen nicht auf nennenswerte Salzmächtigkeiten innerhalb der Keuperfolge schließen. Insofern können die aufgeführten Einzelflächen der „identifizierten Gebiete“ nicht bestätigt werden.

Abwägungskriterien:

Mit Hilfe der Abwägungskriterien wurden seitens der BGE aus der Kulisse der „identifizierten Gebiete“ Gebiete mit „günstigen Eigenschaften“ ermittelt. Diese werden im Ergebnis als Teilgebiete ausgewiesen und verbleiben im Verfahren.

- Salz in steiler Lagerung:

Gemäß Begriffsdefinition der BGE (2020a) werden Salzstrukturen, bei denen die Deckgebirgsschichten infolge eines zunehmenden Salzaufstiegs durchbrochen wurden, als „Steinsalz in steiler Lagerung“ bezeichnet. Durch den Salzaufstieg (Halokinese) ist die ursprüngliche Lagerung der salinaren Abfolgen stark verändert. Dies kann vor allem bei Strukturen, an deren Aufbau neben dem endlagerrelevanten Steinsalz der Zechsteinformation auch Schichten der Rotliegendformation beteiligt sind (sogenannte Doppelsalinare), zu einem komplizierten internen Aufbau führen.

Für die Anwendung des Abwägungskriteriums „räumliche Charakterisierbarkeit“ wurde für Salz in steiler Lagerung seitens der BGE der interne Aufbau der Salzstrukturen berücksichtigt. Hierzu wurde auf die Ergebnisse des Projektes „INSPEE-DS“ der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) zurückgegriffen. Den Doppelsalinaren wird hierin je nach prognostiziertem Anteil und Lage der Zechsteinsalze ein Internbautyp 1, 2 oder 3 zugewiesen (vgl. Fleig & Röhling, 2019). Die BGE nimmt in ihrem Bericht zwar auf das Projekt Bezug, jedoch wird der Differenzierungsgrad der Typenklassifizierung für die Bewertung nicht übernommen. Stattdessen wird bei Auftreten von verschiedenen Internbautypen in einzelnen Abschnitten eines „identifizierten Gebietes“ dem gesamten Gebiet der günstigste Typ zugewiesen und das Gebiet im Abwägungsprozess entsprechend günstig bewertet. Dies erfolgte gemäß Bericht (BGE 2020b) „zur Vermeidung einer potentiellen Unterschätzung“.

Da es sich bei den Ergebnissen des BGR Projektes um eine aktuelle wissenschaftliche Expertise handelt, bei der alle vorhandenen Daten einbezogen wurden, kann nicht nachvollzogen werden, warum die Ergebnisse nicht vollständig übernommen wurden.

- Tongestein:

Die Anwendung der Abwägungskriterien hat in Hinblick auf das Verbreitungsgebiet tertiärer Tongesteine keine Eingrenzung der großen, zuvor identifizierten Gebietskulisse (053_00IG_T_f_tpg) erbracht. Dies ist insbesondere der Verwendung von Referenzdatensätzen für Tonsteine bei der Mehrzahl der Abwägungskriterien geschuldet. Die Verwendung von Referenzdatensätzen wird nicht grundsätzlich beanstandet, jedoch hätten für die tertiären Tone gesonderte Referenzdatensätze abgeleitet werden müssen, die sich von denen der verfestigten Tonsteine älterer Formationen unterscheiden.

Die tonigen Folgen des Tertiärs unterscheiden sich in Schleswig-Holstein sowohl sedimentologisch als auch hinsichtlich des Verfestigungsgrades von den Tonsteinen

älter er erdgeschichtlicher Formationen. Durch die im Tertiär noch andauernde Halokinese kam es an den Flanken der Salzstrukturen stellenweise zur Erosion der Deckschichten, was in den Tonfolgen der randlichen Tröge zu unterschiedlich mächtigen siltig/ sandigen Zwischenlagen geführt hat. Weiterhin ist besonders das Untereozän 1 durch Tuffitlagen gekennzeichnet.

Eine nicht abgeschlossene Durchsicht der Schichtenbeschreibungen belegt, dass mindestens bis in Teufen von 600 bis 700 m keine diagenetische Verfestigung der tertiären Tone angenommen werden kann. In vielen Landesteilen werden Tone – auch des Alttertiärs – noch in größeren Tiefen als 700 m als plastisch, weich oder mild/mäßig fest beschrieben. Dies hätte sich in der Abwägung als „ungünstig“ niederschlagen müssen.

Für Rückfragen stehe ich gerne zur Verfügung.

Mit freundlichem Gruß



Anlage: Literatur

Anlage zum Schreiben vom 29.01.2021

Literatur

Baldschuhn, R., Binot, F., Frisch, U. & Kockel, F. (2001): Geotektonischer Atlas von Nordwest-Deutschland und dem deutschen Nordsee-Sektor – Strukturen, Strukturentwicklung, Paläogeographie. – Geol. Jb., A 153, Hannover (BGR).

BGE 2020a: Begriffsbestimmung Wirtsgestein Steinsalz, Stand 11.06.2020.

BGE 2020a: Begriffsbestimmung Wirtsgestein Tonstein/ Tongestein, Stand 11.06.2020

BGE 2020b: Arbeitshilfe zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG. Stand 03.09.2020

Brückner-Röhling, S., Espig, M., Fischer, M., Fleig, S., Forsbach, H., Kockel, F., Krull, P., Stiewe, H. & Wirth, H. (2002): Standsicherheitsnachweise Nachbetriebsphase: Seismische Gefährdung - Teil 1: Strukturgeologie, BGR-Bericht, Stuttgart: Schweizerbart.

Frisch, U. & Kockel, F. (1998): Quantifizierung altkimmerischer Bewegungen in Nordwestdeutschland, Teil 2: Tektonik und Epirogenese im Keuper. – Unveröff. Bericht BGR, Archiv-Nr. 115 250: 1-38, 35 Anl., 1 Tab.; Hannover.

Fleig, S. & Röhling, S. (2019): InSpEE-DS: Errichtung von Salzkavernen zur Speicherung erneuerbarer Energien in Doppelsalinen und flachlagernden Salzen. [Online]: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Zugriff am: 20.01.2021. https://www.robeha.de/DE/Gemeinsames/Nachrichten/Veranstaltungen/2019/Hauskolloquium_2019_2020/Bilder/2019-11-26_01_g.html;jsessionid=091F6F48EB9FA03D1B87771E42BCD3FA.2_cid321?nn=1545784

Reinhold, K., Hammer, J. & Pusch, M. (2014): Verbreitung, Zusammensetzung und geologische Lagerungsverhältnisse flach lagernder Steinsalzfolgen in Deutschland, Zwischenbericht BGR, Archiv-Nr. 9Y2013030000: 1-111, Hannover.

Rosenbaum, S., Hese, F., Liebsch-Dörschner, T., Offermann, P., Rheinländer, J., Thomsen, C. (2012): Geologische Modelle der Deck- und Speichergesteine Schleswig-Holsteins. Schlussbericht des Teilvorhabens M6 im Rahmen des Verbundprojektes CO2-MoPa Modellierung und Parametrisierung von CO2-Speicherung in tiefen, salinen Speichergesteinen für Dimensionierungs- und Risikoanalysen; Vorhaben: Dimensionierung und Risikoanalysen bei der CO2-Speicherung - Sonderprogramm GEOTECHNOLOGIEN; 107 S., LLUR SH, Flintbek, Technische Informationsbibliothek Hannover.