



DEEP.KBB

Endlagersuche - Geologische Bewertung zur Ausweisung der Teilgebiete in den Landkreisen Friesland und Wittmund

PÉTER L. HORVÁTH
THERESE MANN

Ausschusssitzung Lk FRI & WTM
Jever | 18.11.2021

LANDKREIS FRIESLAND



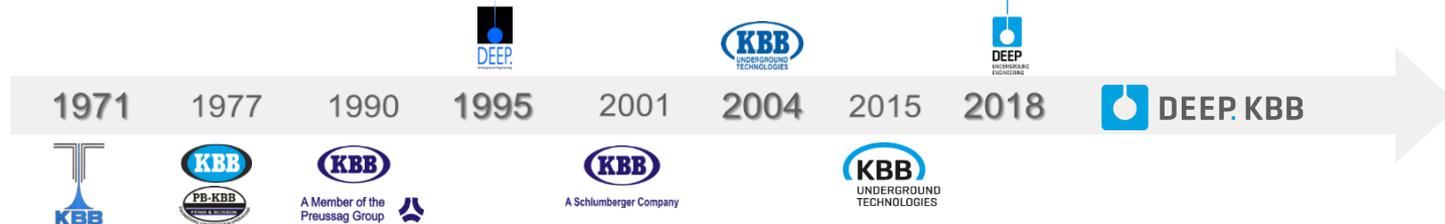
LANDKREIS
WITTMUND

- Kurzvorstellung Firma DEEP.KBB
- Ablauf des Standortauswahlverfahrens
- Vorstellung Teilgebiete in den Landkreisen Friesland und Wittmund
- Plausibilitätsprüfung Vorgehensweise BGE bei Ausweisung Teilgebiete
- Beantwortung spezielle Fragestellungen
- Ausblick auf weitere Schritte im Standortauswahlverfahren

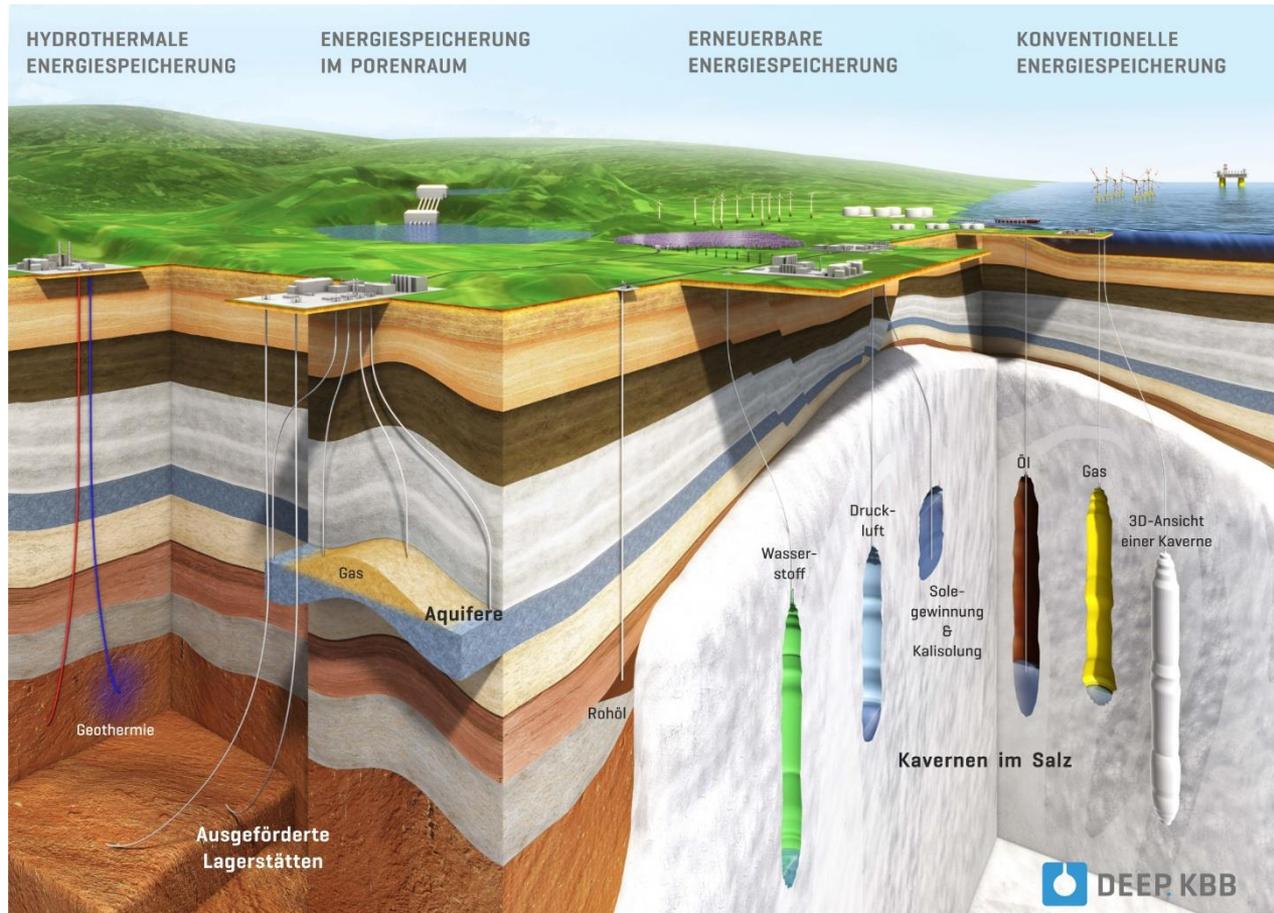


Status: 2021

- Ingenieurgesellschaft auf Untertagetechnik spezialisiert
- Weltweite Planung, Bau und Betrieb von Untertagespeichern
- Langjährige Erfahrungen in Solegewinnung, Gasspeicherung und Öllagerung

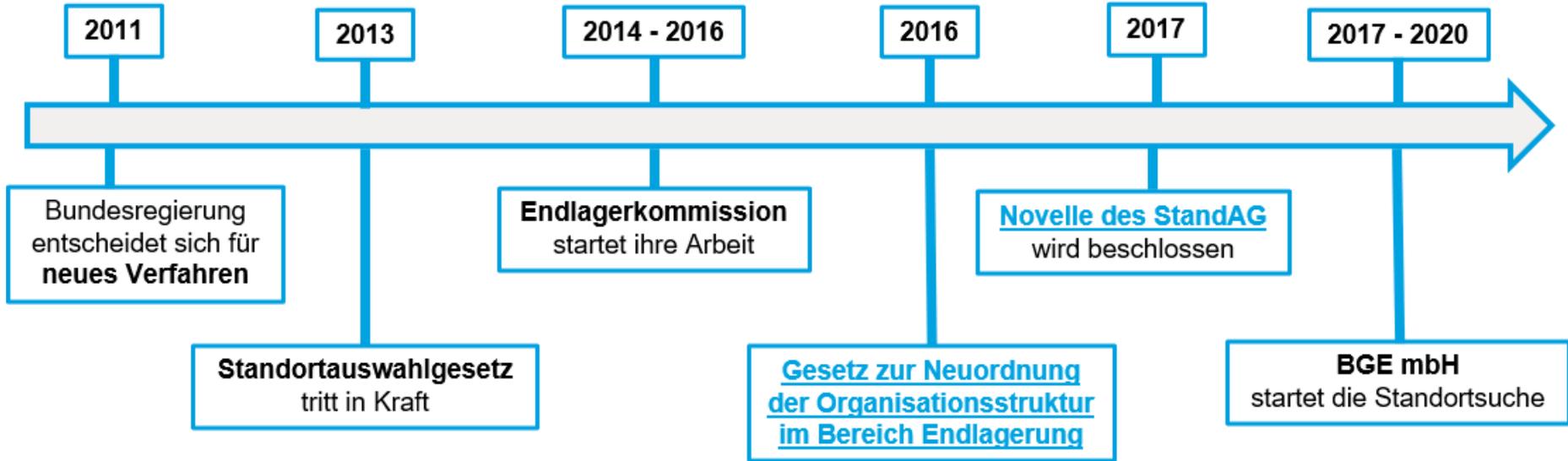


Kompetenzen im Bereich Untergrundspeicherung



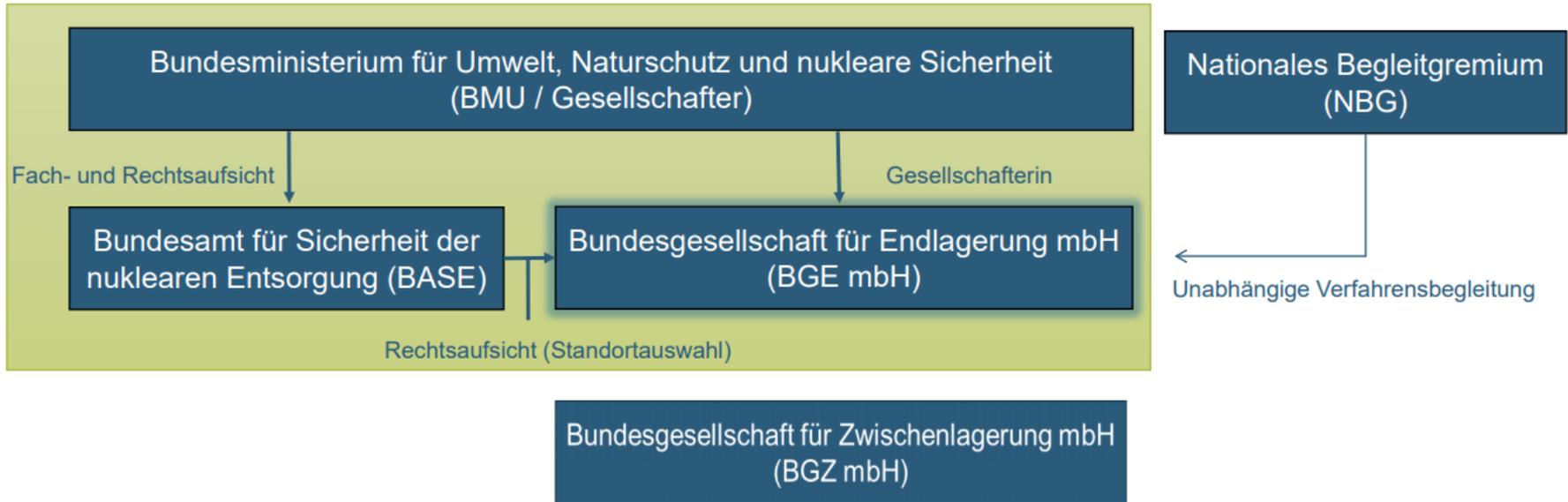
Standortauswahlverfahren

Historie



Standortauswahlverfahren

Verantwortlichkeiten und Akteure



Quelle: BGE

Standortauswahlverfahren Zeitstrahl



Quelle: BGE

Standortauswahlverfahren

Novelle StandAG 2017

- Nach Arbeiten der **Kommission „Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe“** 2016 durch Bundestag und Bundesrat beschlossen
- **Mehrphasige Suche** nach einem Standort
- Umfassende **Beteiligung der Öffentlichkeit**
- **Wissenschaftliche Ausschluss-, Mindest- und Abwägungskriterien** werden definiert
- **Lernendes Verfahren** was eine Revision von Entscheidungen ermöglicht
- **Rückholbarkeit** der eingelagerten Abfälle für längeren Zeitraum festlegt

Standortauswahlverfahren

Ausschlusskriterien



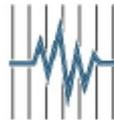
Großräumige
Vertikalbewegungen



Aktive Störungszonen



Einflüsse aus
gegenwärtiger oder früherer
bergbaulicher Tätigkeit



Seismische Aktivität



Vulkanische Aktivität



Grundwasseralter

Quelle: BGE

Standortauswahlverfahren

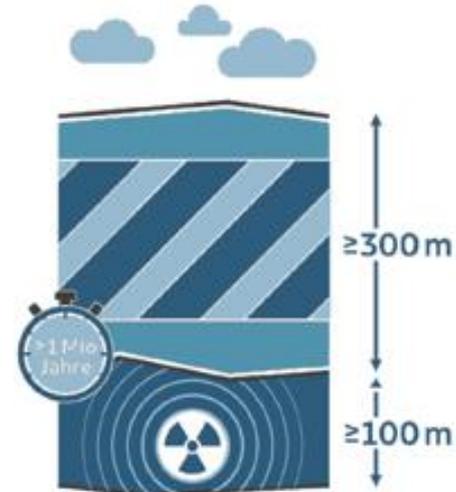
Mindestanforderungen - § 23 Abs. 5 StandAG

1. Geringe Gebirgsdurchlässigkeit von 10^{-10} m/s
2. Mächtigkeit von mind. 100 m*
3. Oberfläche des einschlusswirksamen Gebirges muss mindestens 300 m unter der Geländeoberfläche liegen
4. Geeignete Ausdehnung in Fläche
5. Erhalt der Barrierewirkung für 1 Millionen Jahre



Alle fünf Mindestanforderungen müssen erfüllt sein

* für Steinsalz in steiler Lagerung und Kristallin gelten besondere Anforderungen



Quelle: BGE

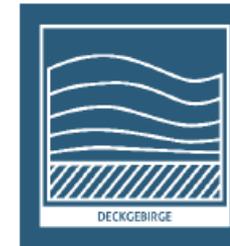
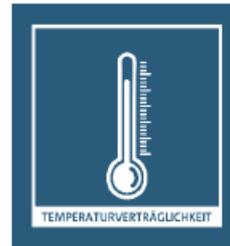
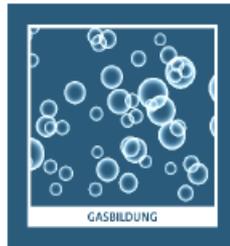


Quelle: BGE

Standortauswahlverfahren

Geowissenschaftliche Abwägungskriterien

Anlage 1 bis 11 (zu § 24) StandAG



Quelle: BGE

- 11 Kriterien mit insgesamt 40 Indikatoren sowie Wertungsgruppen

Standortauswahlverfahren

Zwischenbericht Teilgebiete - Anwendung des StandAG

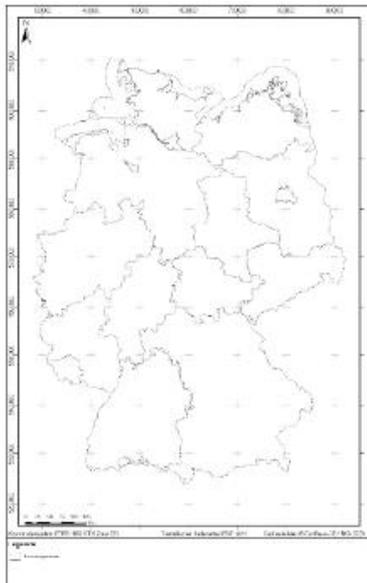
Weißer Landkarte

Anwendung
Ausschlusskriterien

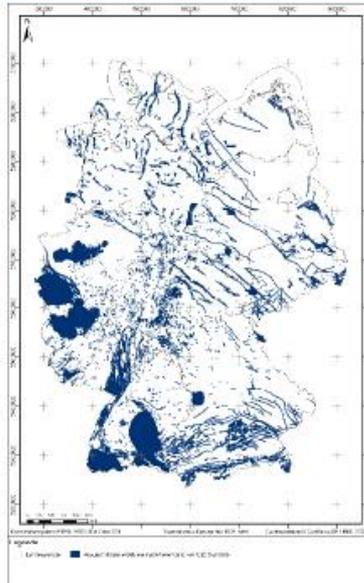
Anwendung
Mindestanforderungen

Geowissenschaftliche
Abwägung

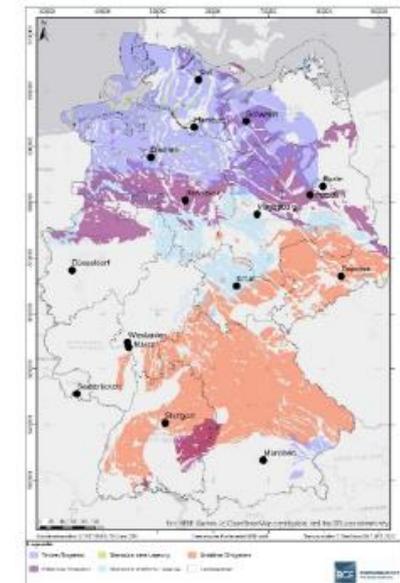
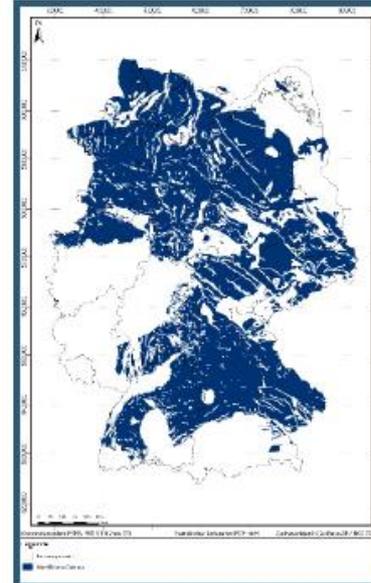
Ausgeschlossene Gebiete



Identifizierte Gebiete



Teilgebiete



Quelle: BGE

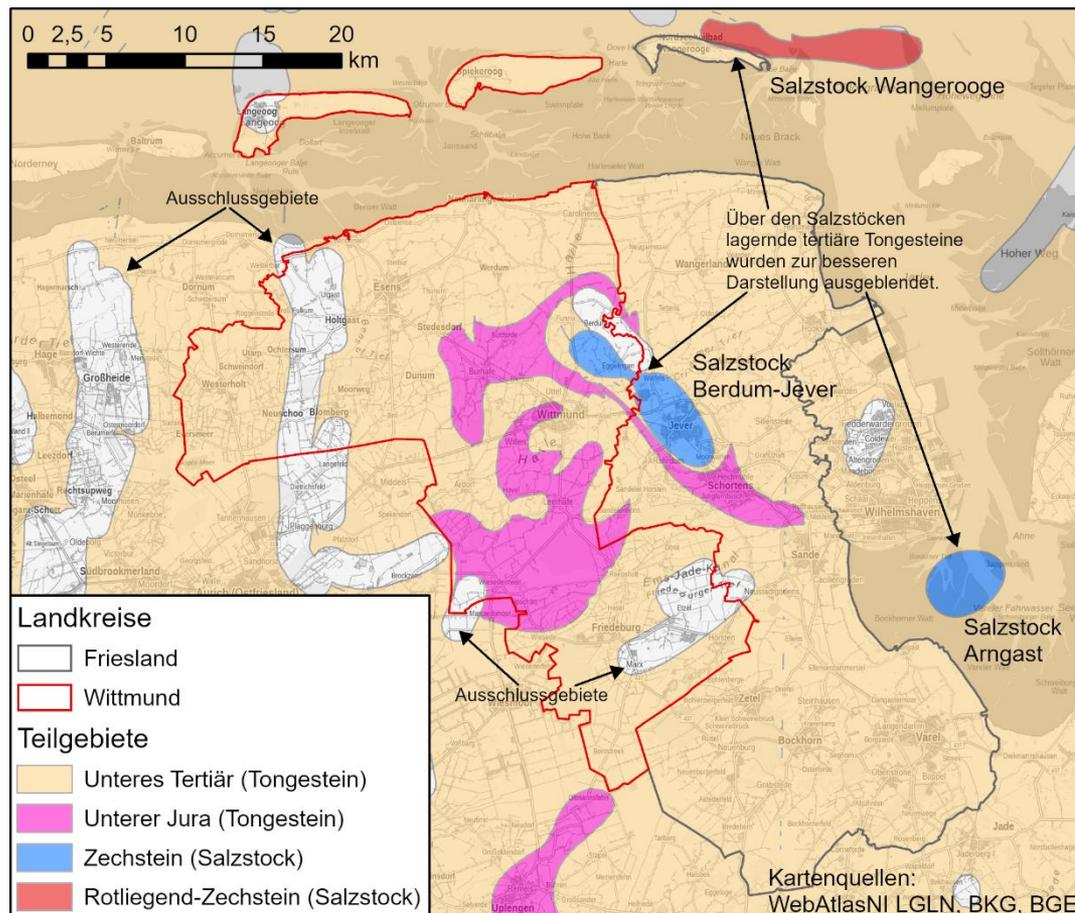
Wirtsgesteine

Kristallingestein / Steinsalz / Tongestein



Quelle: Nationales Begleitgremium

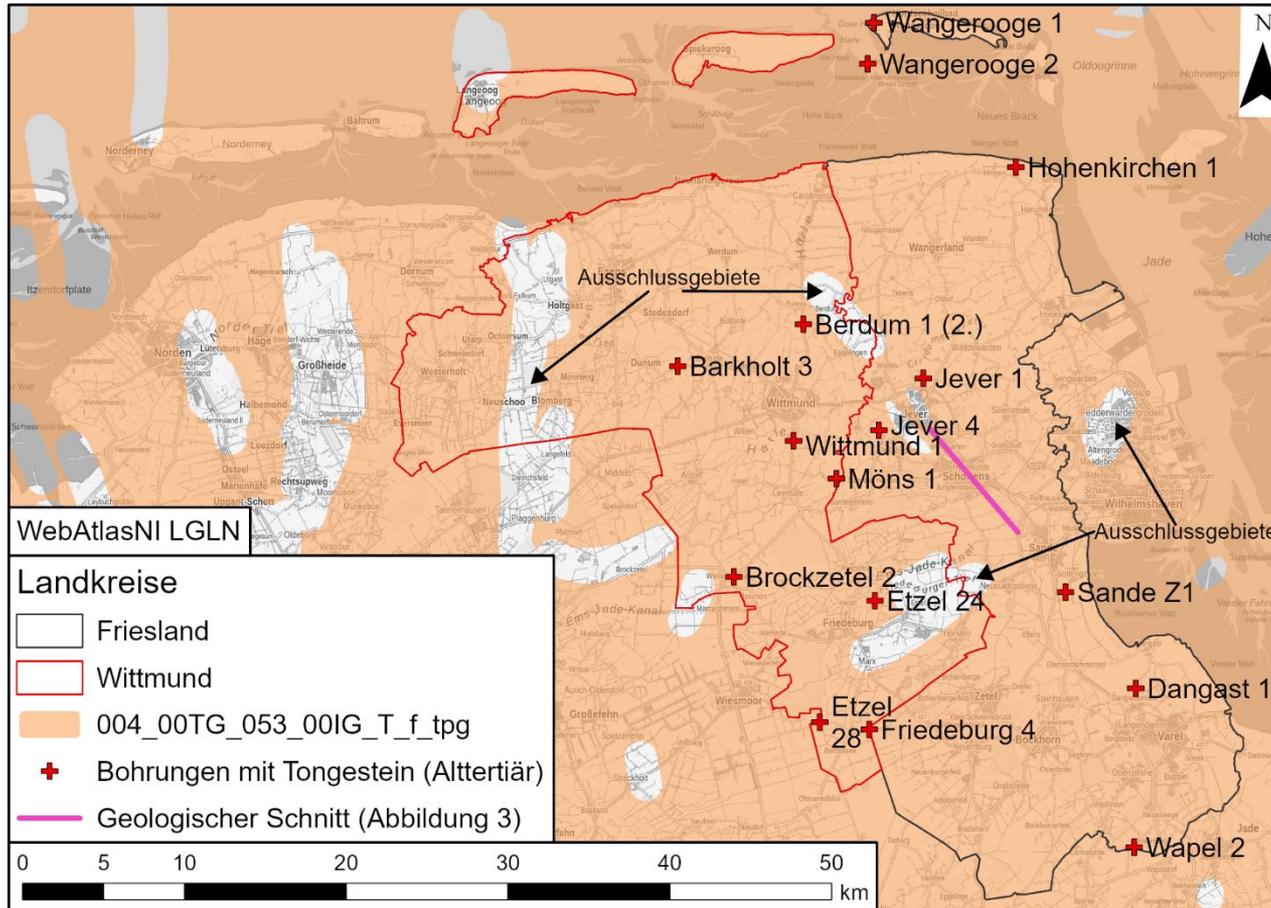
Überblick Teilgebiete in Landkreisen FRI & WTM



Teilgebiete	Fläche [km ²]
Unt. Tertiär (Tongestein)	1.178
Unt. Jura (Tongestein)	146
Salzstock Berdum-Jever	26
Salzstock Arngast	16
Salzstock Wangerooze	25

Quelle Teilgebiete: Shapefiles BGE

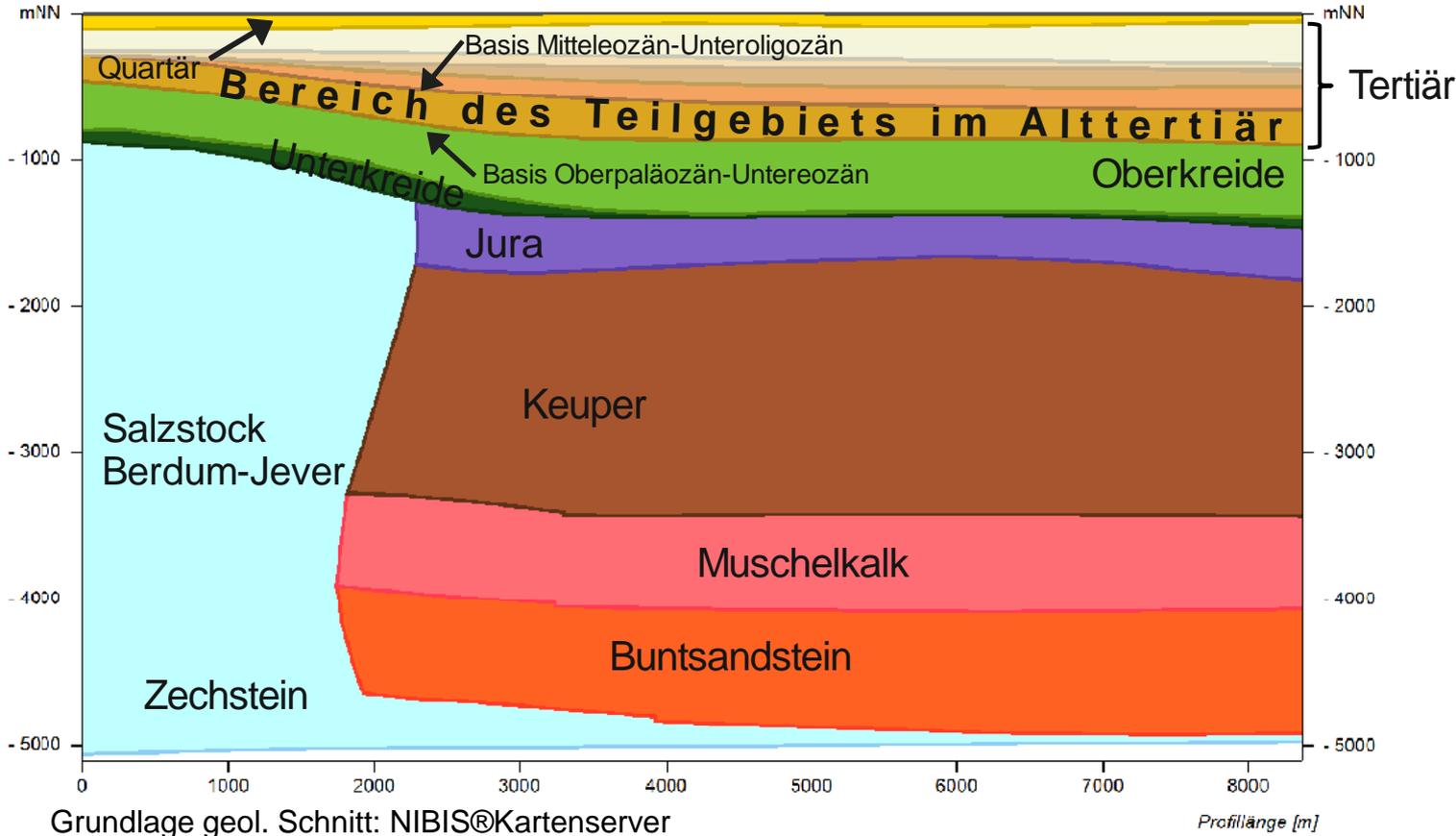
Teilgebiet Tertiäres Tongestein



- Wirtsgestein Tongestein
- Paläozän/Eozän (Alttertiär)
- Tonsteine, je nach Tiefenlage teilweise verfestigt bis fest, bereichsweise sandige Partien

Quelle Teilgebiete: Shapefiles BGE

Geologischer Schnitt (Verlauf siehe Folie 15)



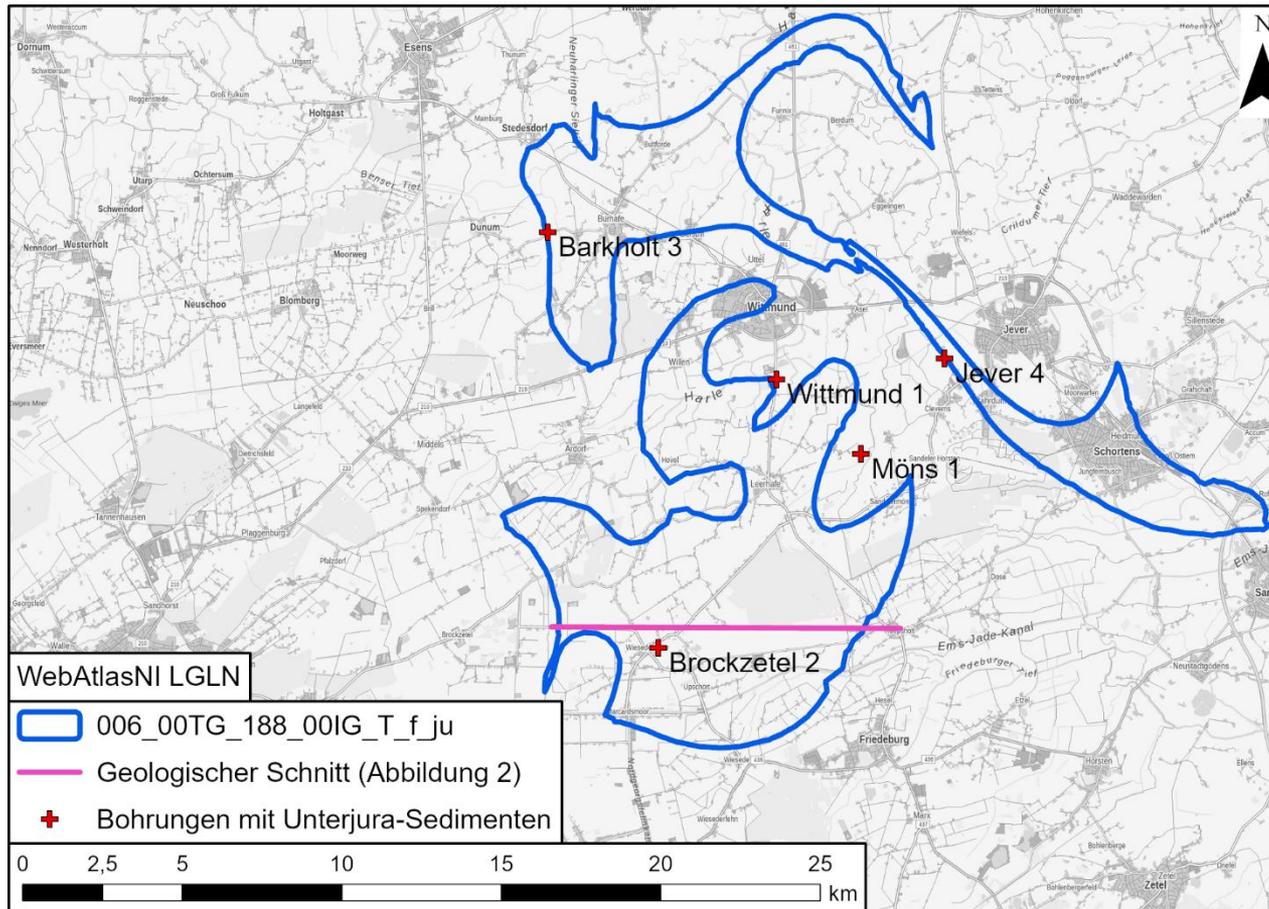
- Begrenzung Teilgebiet: Top und Basis der stratigraphischen Einheiten Oberpaläozän / Untereozän
- Tiefenlage: meist in ca. 500-900 m
- ab 900 m im Süden der Landkreise

Bohrungsname	Top Unteres Eozän [m u. GOK]	Top Paläozän [m u. GOK]	Basis Paläozän [m u. GOK]	Gesamtmächtigkeit [m]
Barkholt 3	643	888	932	289
Berdum 1 (2.)	437,75	684,7	693,7	255,95
Brockzetel 2	570	818	-	248
Dangast 1	532	-	813	281
Etzel 24	737	1.039	-	302
Etzel 28	727	998	-	271
Friedeburg 4	758	1046	-	278
Hohenkirchen 1	660	1051	-	391
Jever 1	330	570,4	-	240,4
Jever 4	648	940	-	292
Möns 1	584	814	824	240
Sande Z1	625	910	931	306
Wangerooge 1	1.050	1.378	-	328
Wangerooge 2	895	1.284	-	389
Wapel 2	562	906	932	370
Wittmund 1	545	803	-	258

- >160 Bohrungen durchteufen Teilgebiet
- 16 repräsentative Bohrungen verteilt über Lk FRI & WTM
- Mächtigkeit des Teilgebiets anhand Bohrungen meist >200 m
- Größte Tiefenlage des Teilgebiets im Bereich Insel Wangerooge

Grundlage Bohrungen: BGR Bohrpunktkarte

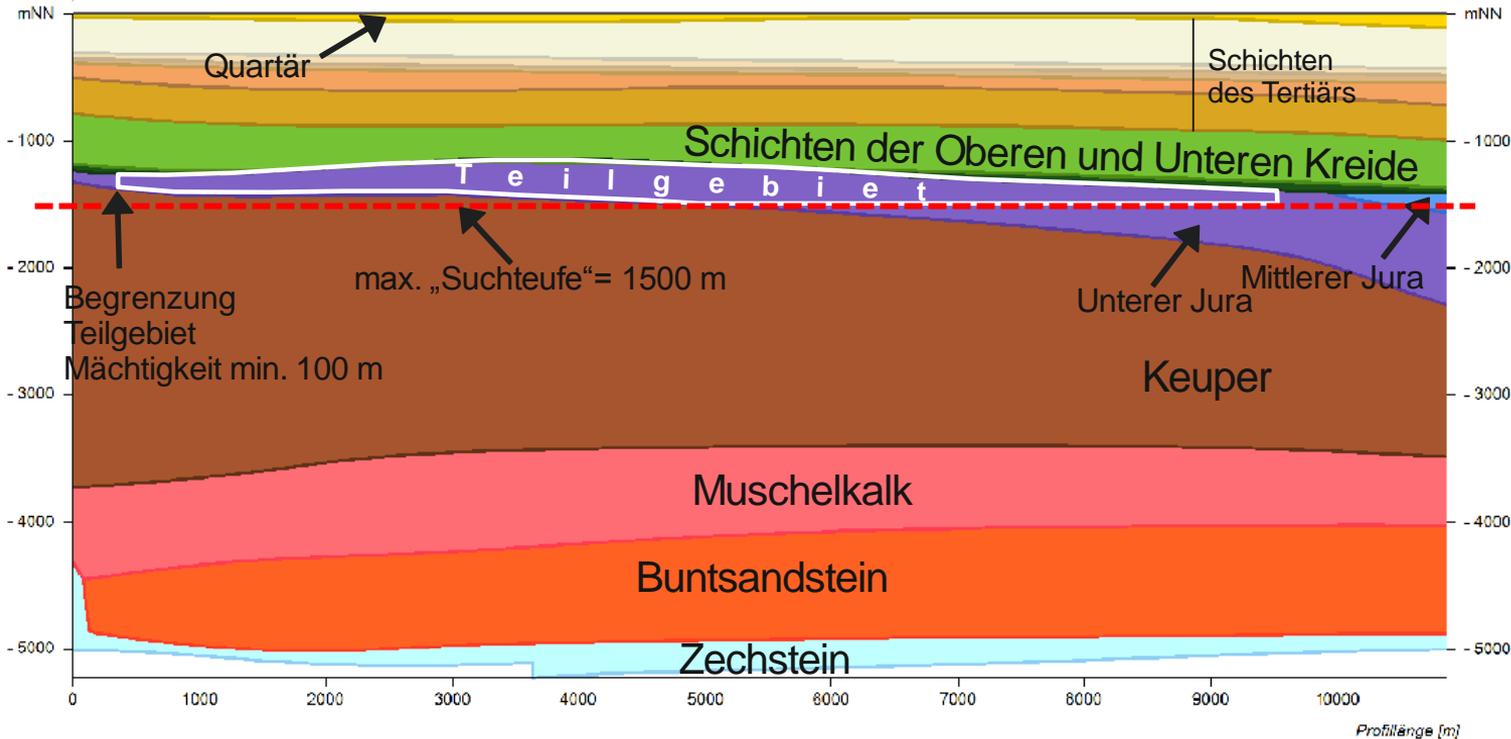
Teilgebiet Unterjura-Tongestein



- Wirtsgestein
Tongestein
- Stufen Hettangium,
Sinemurium,
Pliensbachium und
Toarcium
(Unterjura)
- Tonsteine und
Tonmergelsteine,
verfestigt bis fest

Quelle Teilgebiet: Shapefiles BGE

Geologischer Schnitt (Verlauf siehe Folie 18)



- Begrenzung Teilgebiet: Top und Basis der stratigraphischen Einheit Unterjura
- Tiefenlage: meist in ca. 1.150-1.500 m

Grundlage geol. Schnitt: NIBIS®Kartenserver

Bohrungsname	Top [m u. GOK]	Unterer Jura	Basis [m u. GOK]	Unterer Jura	Mächtigkeit Jura [m]	Unterer
Barkholt 3	1.359		1.413		54	
Brockzetel 2	1.208		1.404,5		196,5	
Jever 4	1.459		1.730		271	
Möns 1	1.218		1.287		69	
Wittmund 1	1.365		1.414		49	

- zwei der Bohrungen (Barkholt 3 und Brockzetel 2) durchörtern das Teilgebiet
- drei Bohrungen liegen an den Rändern bzw. außerhalb des Teilgebiets

Plausibilitätsprüfung zur Vorgehensweise BGE bei Ausweisung der Teilgebiete im Tongestein (Ausschlusskriterien nach § 22 StandAG)

- Aktive Störungszonen: Gebiete ausgeschlossen [somit: ✓]
- Einflüsse aus gegenwärtiger oder früherer bergbaulicher Tätigkeit: Kein Tagebau, kein Bergwerk, die Einfluss auf die Eignung eines potentiellen Endlagerbereichs haben könnten; um jeden Bohrfeld und Bohrendpunkt ein Sicherheitsabstand im Radius von 25 m angelegt [somit: ✓]

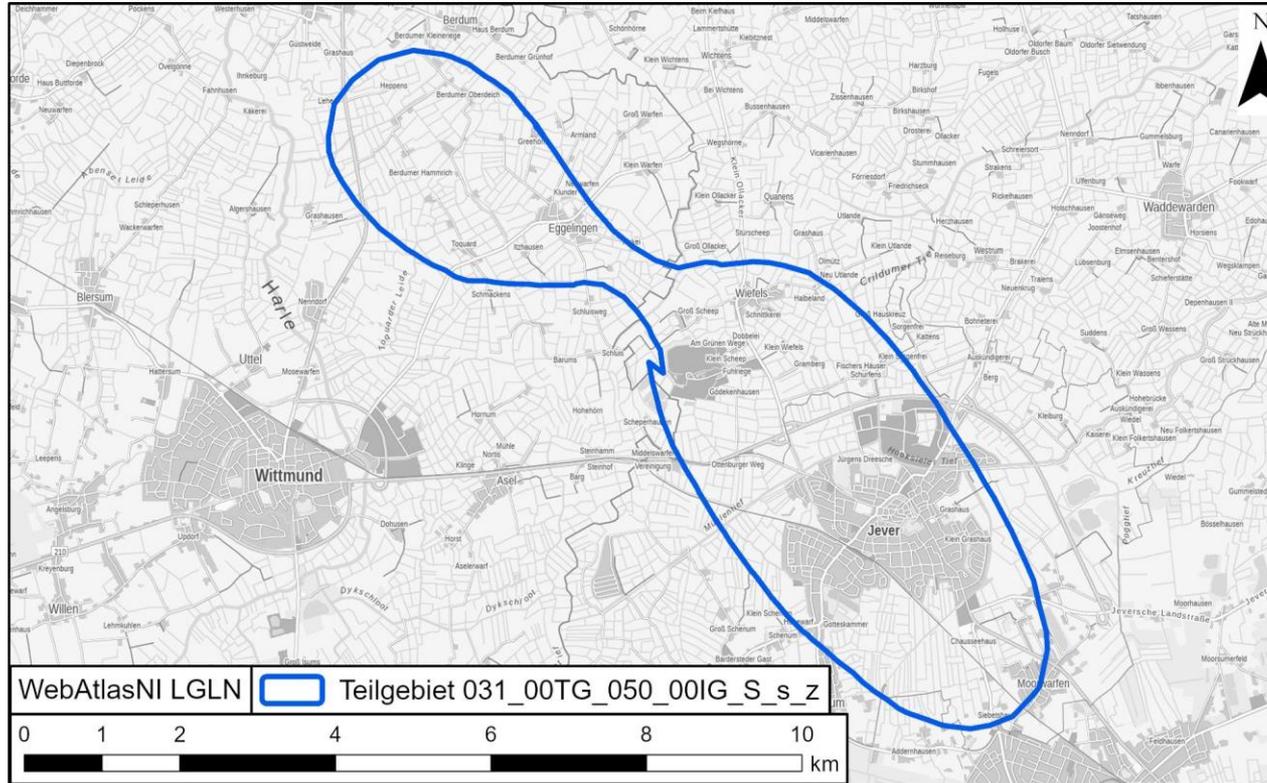
Plausibilitätsprüfung zur Vorgehensweise BGE bei Ausweisung Teilgebiete im Tongestein

(Geowissenschaftliche Abwägungskriterien nach § 24 StandAG)

- Individuelle Bewertung für die Kriterien 2 (Konfiguration der Gesteinskörper), 3 (räumliche Charakterisierbarkeit), 4 (langfristige Stabilität) und 11 (Deckgebirge) anhand vorliegender gebietsspezifischer Daten
- Referenzdatensatz Tongestein für Bewertung weiterer sieben Kriterien (1, 5 bis 10)
- Berücksichtigung der Stellungnahme des LBEG und der Anmerkungen der BGR sowie Fachlicher Einordnungen der BGE
- Methodik bei Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien erscheint soweit plausibel
- Referenzdatensatz enthält keine spezifischen Daten für tertiäre oder für unterjurassische Tongesteine, somit beruht Bewertung meist auf Annahmen

- flächendeckendes Vorkommen der Schichtenfolgen des Alttertiärs (Bereich Teilgebiet) durch dutzende Bohrungen belegt, Schichtenfolgen des Unterjuras nur in wenigen Bohrungen
- Bewertung der Teilgebiete beruht weitgehend auf Annahmen, die sich auf Modelldaten, Literaturangaben und Referenzdaten stützt
- für detailliertere Bewertung der Teilgebiete im Bereich der beiden Landkreise in Hinblick auf Eignung für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle reicht der Kenntnisstand nicht aus
- in der jetzigen Phase der Standortsuche kann eine „Nichteignung“ somit nicht attestiert werden
- Gebietsspezifische Daten zu tertiären und unterjurassischen Tongesteinen sind vonnöten

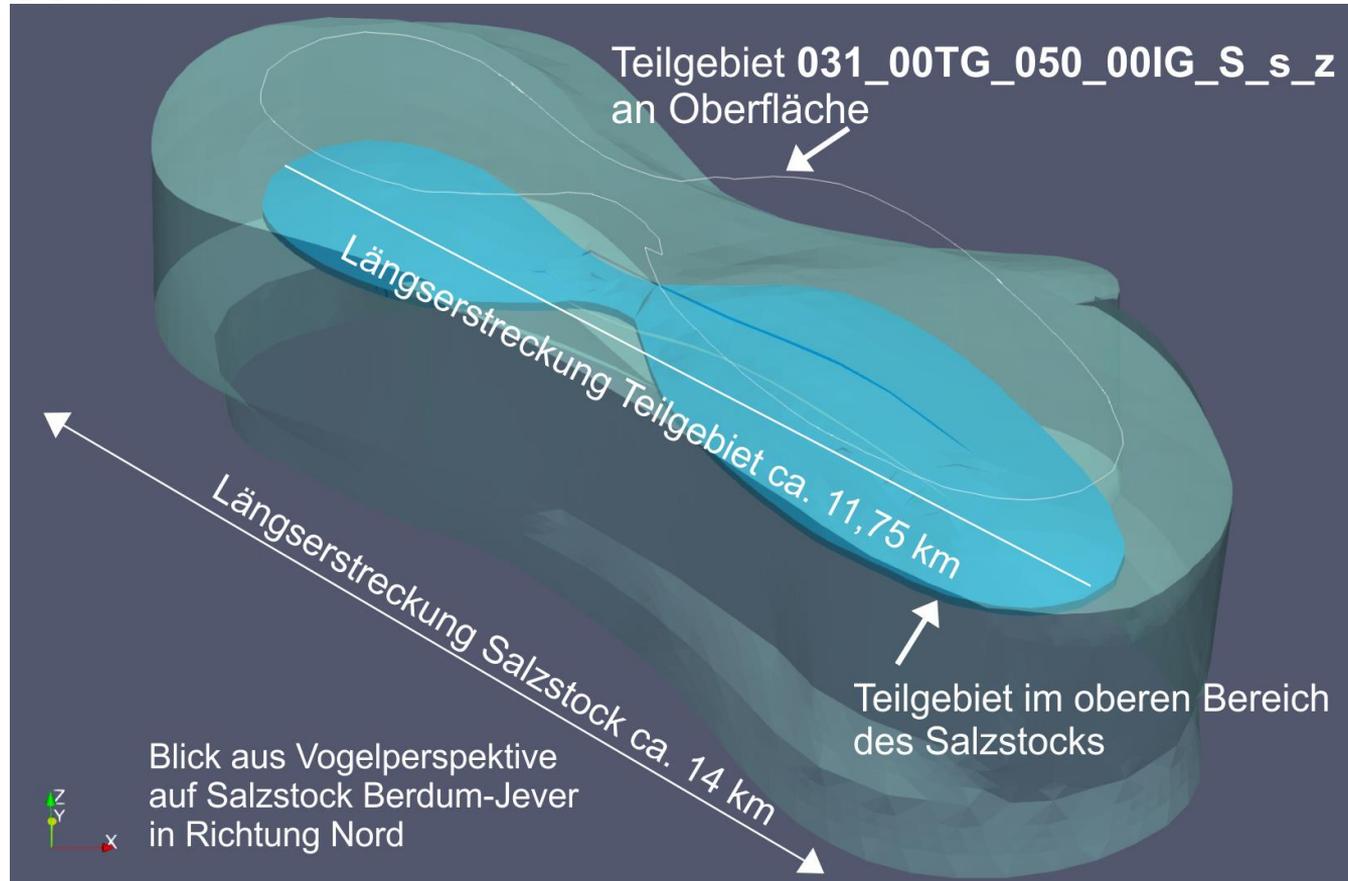
Teilgebiet im Salzstock Berdum-Jever (Steinsalz)



- Wirtsgestein
Steinsalz (steile Lagerung)
- Perm (Zechstein)
- Steinsalz bestehend überwiegend aus NaCl (Kochsalz) sowie teilweise Anhydrit, Tonstein, Kalisalz

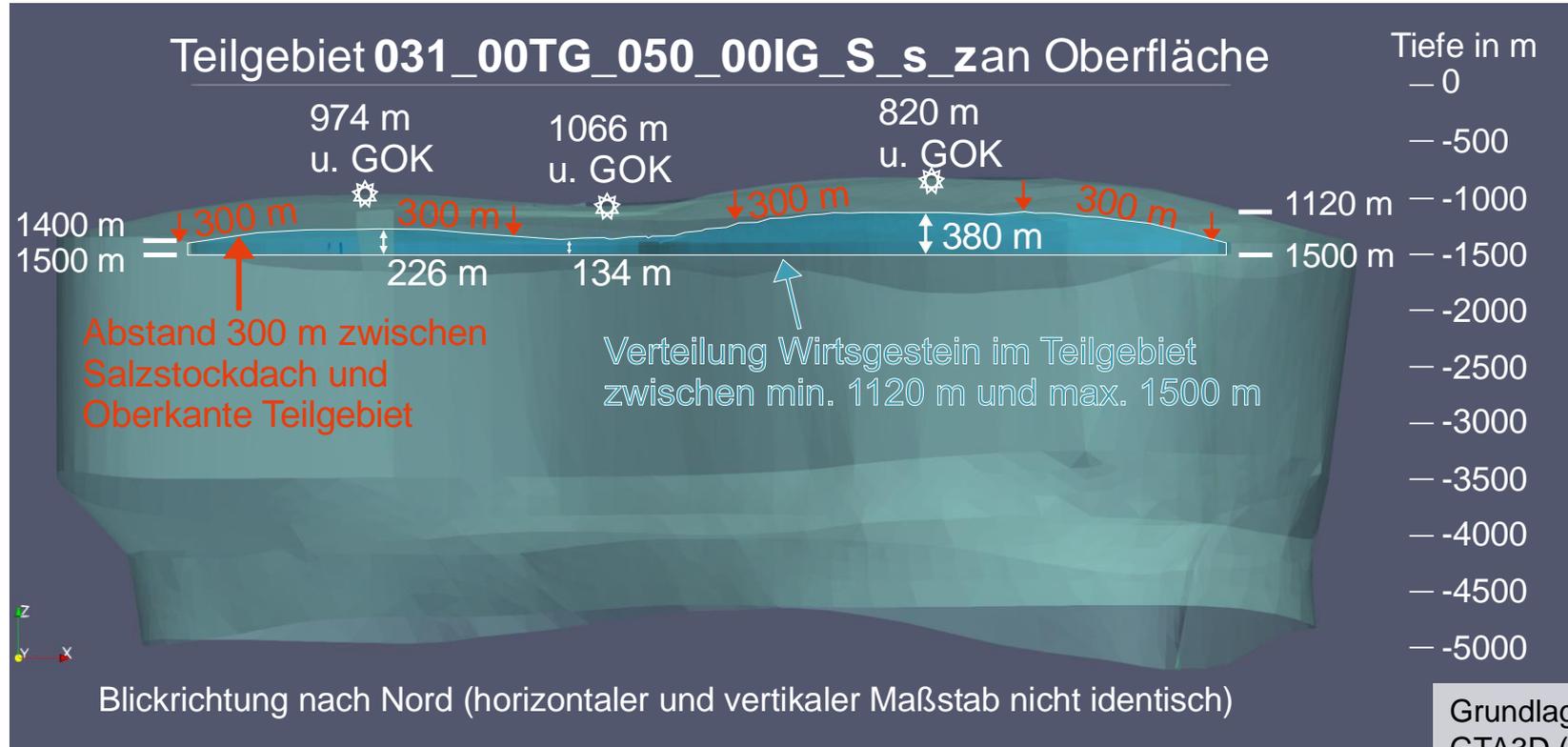
Quelle Teilgebiet: Shapefiles BGE

Perspektivische Darstellung Teilgebiet im Salzstock Berdum-Jever

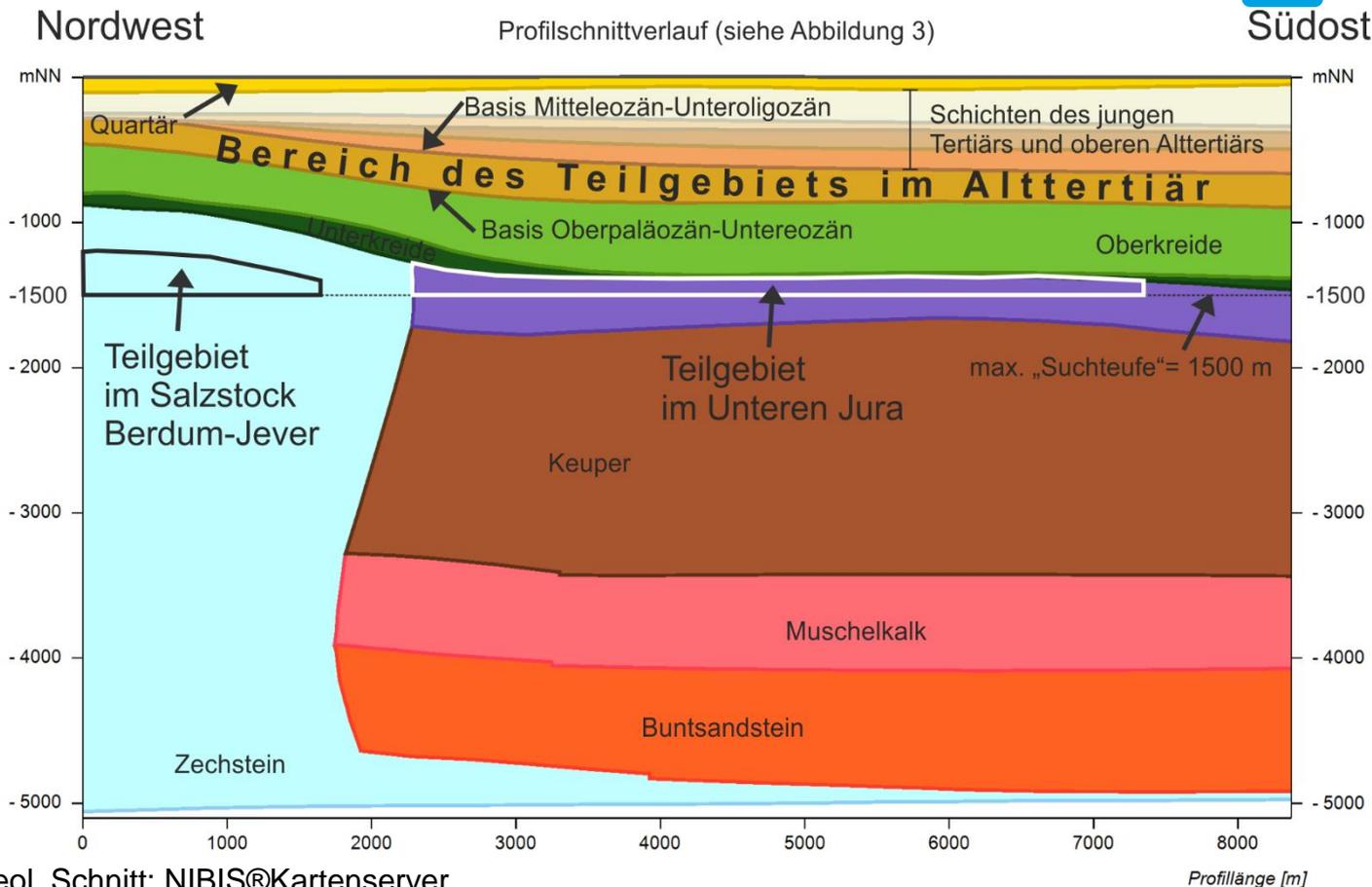


Grundlage:
GTA3D (LBEG)

Perspektivische Darstellung Teilgebiet im Salzstock Berdum-Jever



Drei Teilgebiete auf einem Blick (Schnitt in Folie 15)

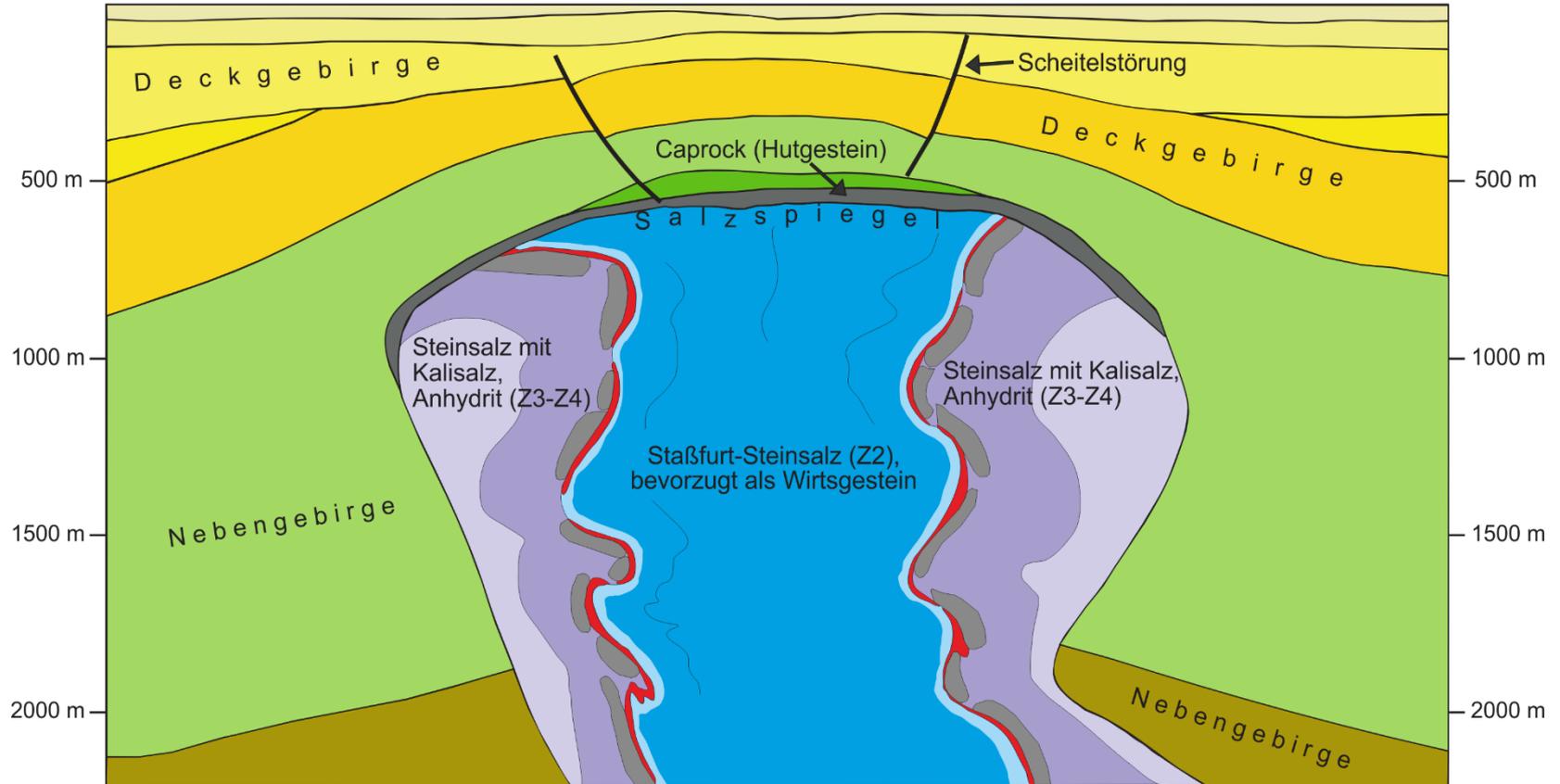


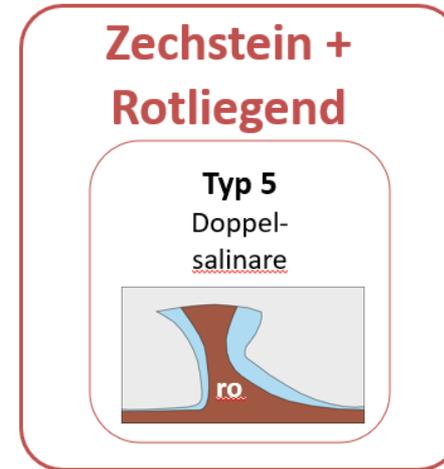
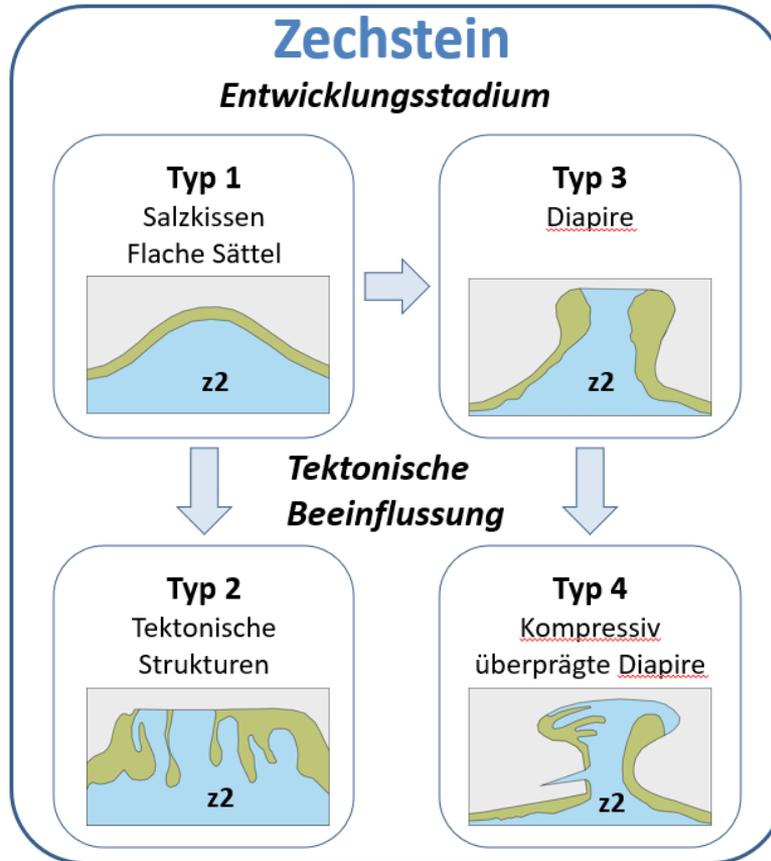
Grundlage geol. Schnitt: NIBIS®Kartenserver

Schematischer Aufbau Salzstock

Tiefe
in m u. GOK

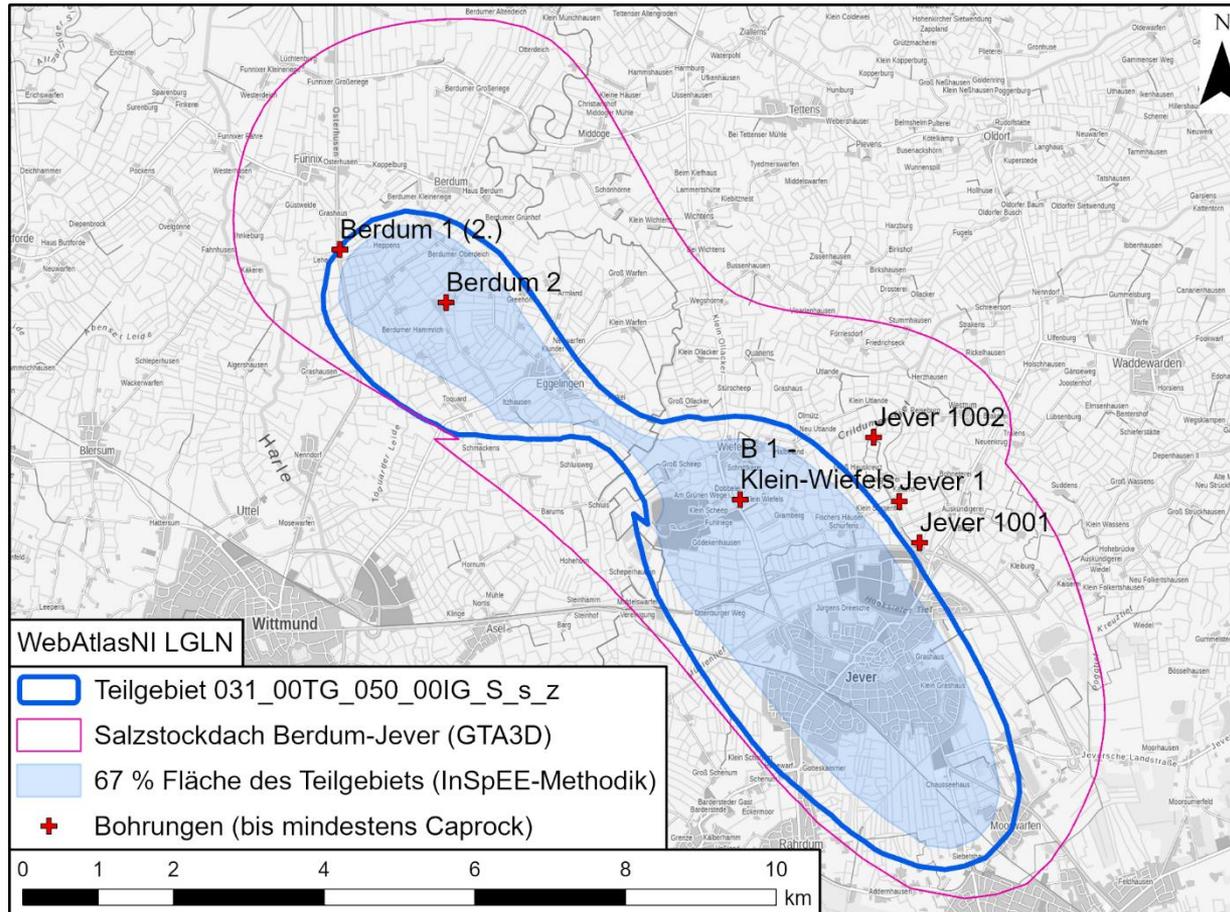
Tiefe
in m u. GOK





Nutzbarer Flächenanteil in %					
Tiefe [m u. NN]	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5
500	Mit der Tiefe zunehmend, max. 67	Mit der Tiefe zunehmend, max. 33	67	33	50
1000			67	33	50
1500			67	33	50
2000			67	33	50

Verkleinerung Teilgebiet nach Anwendung InSpEE-Methodik

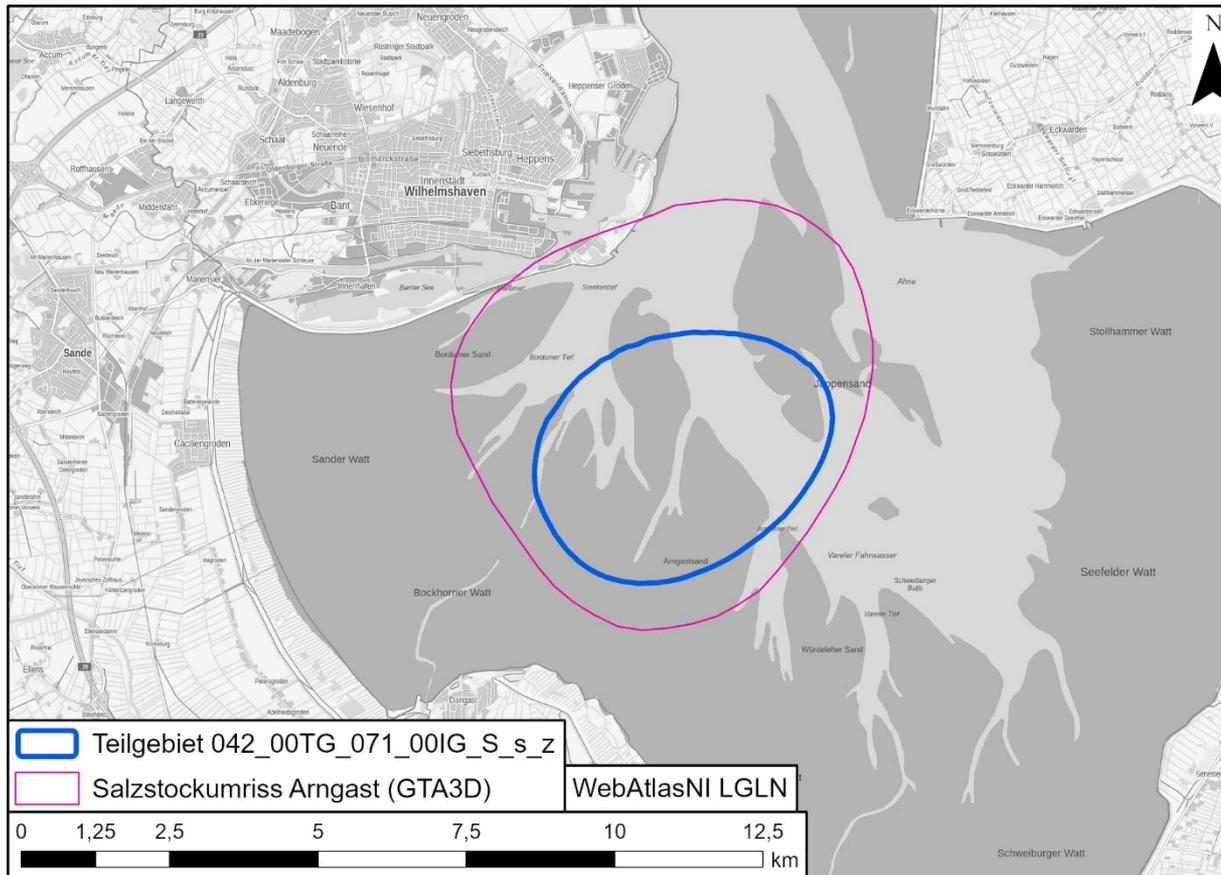


Bohrungen, die den Caprock erreicht haben

Bohrungsname	Top (Caprock) [m u. GOK]	Salzstock Basis Caprock (Salzspiegel) [m u. GOK]	Endteufe [m u. GOK]	Bohrung
B1 Klein Wiefels	936	942	1.600	
Berdum 1	1.034,8	Nicht erreicht	1.046	
Berdum 2	975,5	Nicht erreicht	991,3	
Jever 1	1.115,8	1.132	1.137,4	
Jever 1001	1.090	Keine Angabe	1.702	
Jever 1002	Schichtenverzeichnis nicht verfügbar		2.100	

- B1 Klein-Wiefels einzige Bohrung, die Teilgebiet durchörtert und Hinweise auf Vorkommen von Steinsalz in ausreichender Mächtigkeit liefert

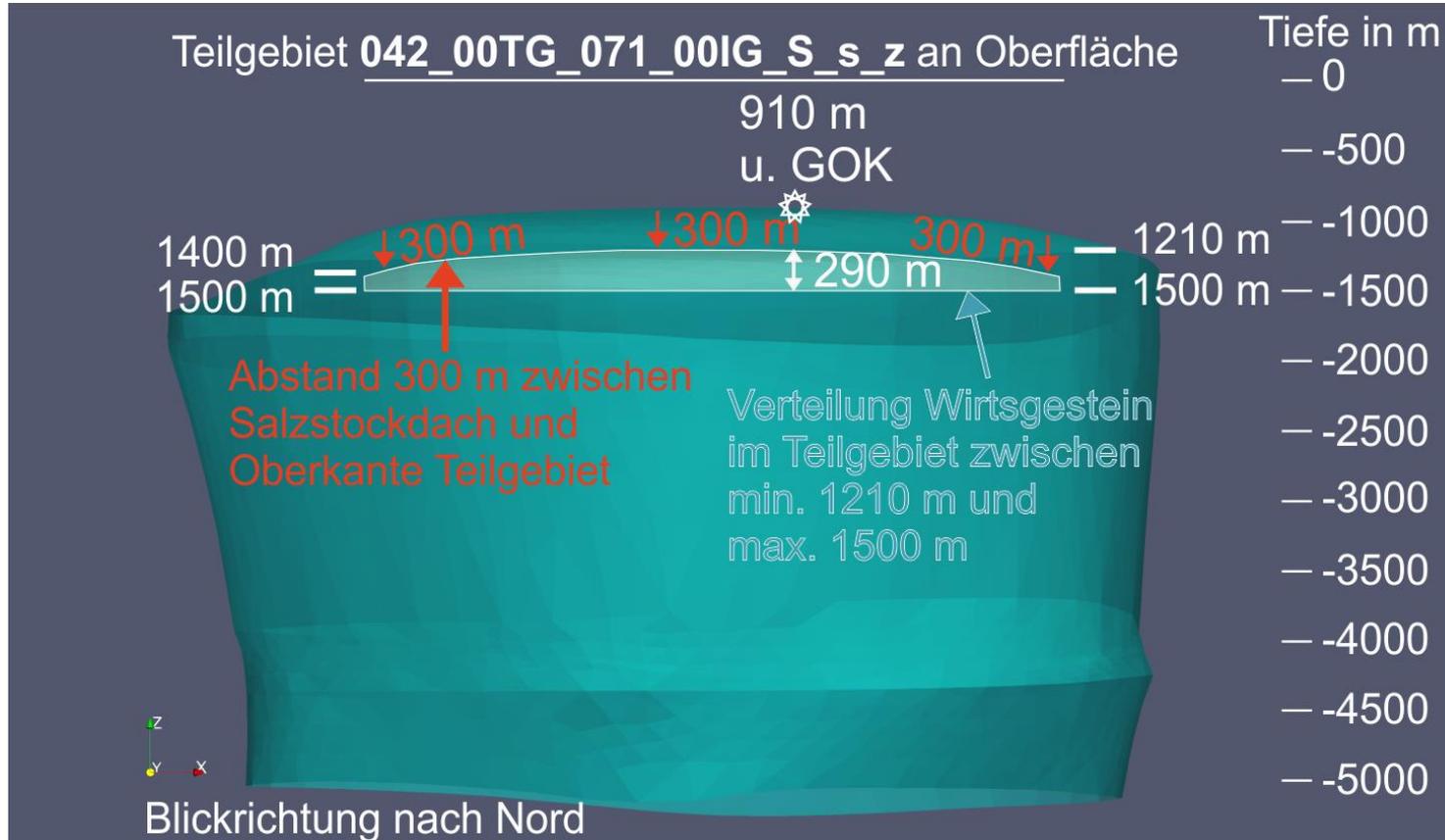
Teilgebiet im Salzstock Arngast (Steinsalz)



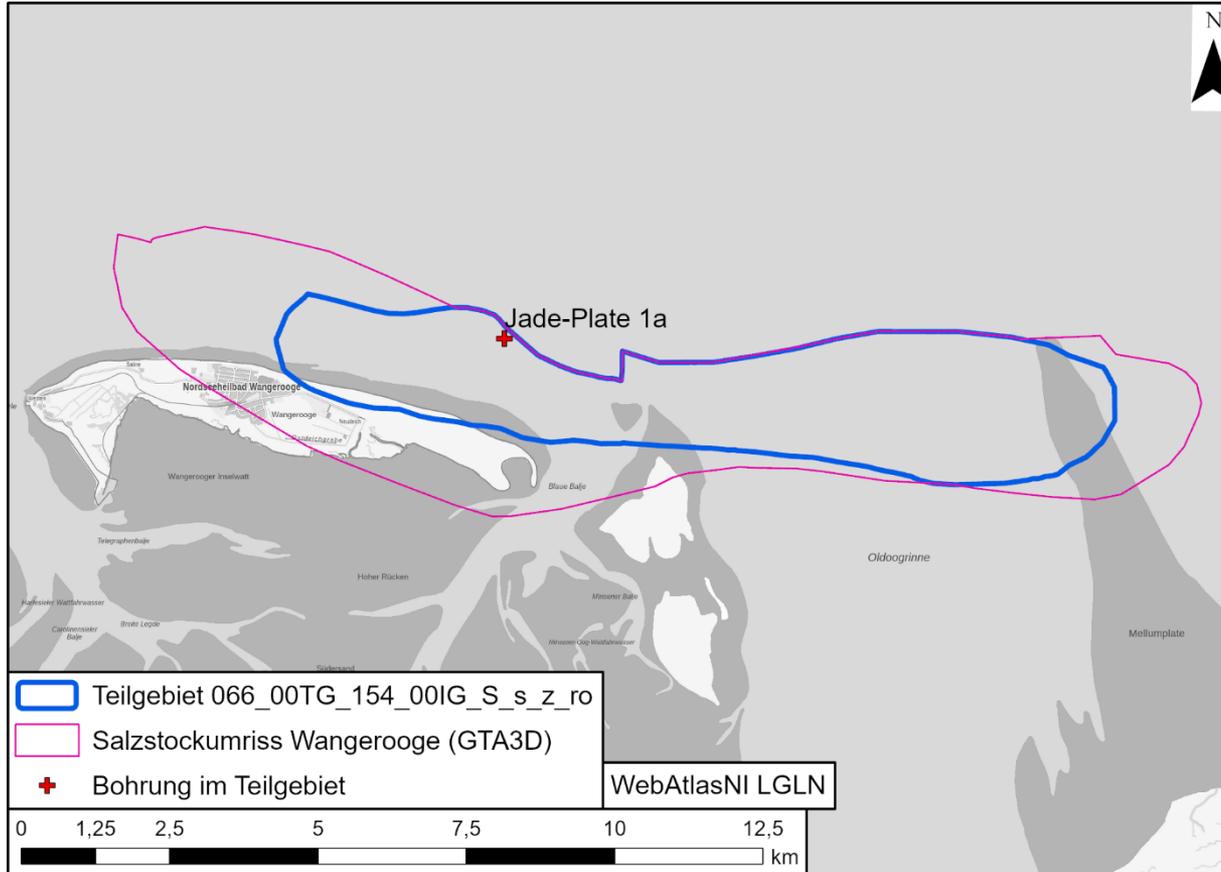
- Wirtsgestein Steinsalz (steile Lagerung)
- Perm (Zechstein)
- Steinsalz bestehend überwiegend aus NaCl (Kochsalz) sowie teilweise Anhydrit, Tonstein, Kalisalz

Quelle Teilgebiet: Shapefiles BGE

Perspektivische Darstellung Teilgebiet im Salzstock Arngast

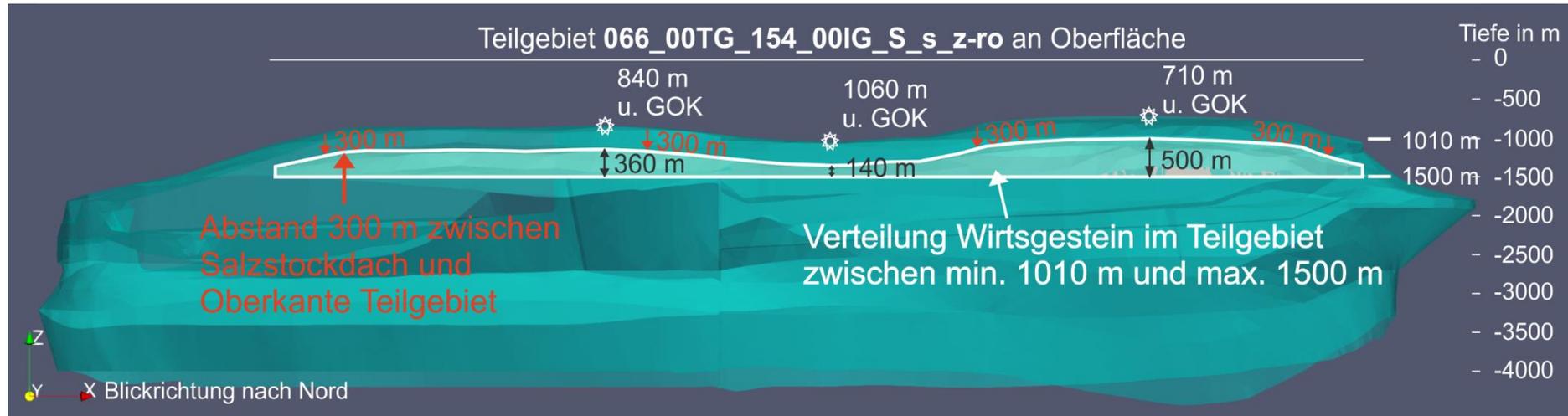


Teilgebiet im Salzstock Wangerooge (Steinsalz)



- Wirtsgestein Steinsalz (steile Lagerung)
- Perm (Rotliegend und Zechstein)
- Steinsalz bestehend überwiegend aus NaCl (Kochsalz), sowie siliziklastisch-karbonatischen Anteile

Perspektivische Darstellung Teilgebiet im Salzstock Wangerooze



Grundlage: GTA3D (LBEG)

Bohrung, die den Caprock erreicht hat

Bohrungsname	Top (Caprock) [m u. GOK]	Salzstock Basis Caprock (Salzspiegel) [m u. GOK]	Endteufe [m u. GOK]	Bohrung
Jade-Plate 1	924,7	994,7	2.488,43	

- Bohrung Jade-Plate 1 zeigt Wechsel von Zechsteinsalinar und Rotliegendesalinar

Plausibilitätsprüfung zur Vorgehensweise BGE bei Ausweisung Teilgebiete in den Salzstöcken (Ausschlusskriterien nach § 22 StandAG)

- Aktive Störungszonen: Identifizierte Störungen im Deckgebirge enden (soweit man weiß) im Caprock und setzen sich nicht bis ins Salz fort [somit: ✓]
- Atektonische Vorgänge: Subrosion im Bereich des Salzspiegels heute und in Zukunft eher unwahrscheinlich [somit: ✓]
- Einflüsse aus gegenwärtiger oder früherer bergbaulicher Tätigkeit: Kein Tagebau, kein Bergwerk oder Kavernen, die Einfluss auf die Eignung eines potentiellen Endlagerbereichs haben könnten; soweit vorhanden wurde um jeden Bohrfad und Bohrendpunkt ein Sicherheitsabstand im Radius von 25 m angelegt [somit: ✓]

Plausibilitätsprüfung zur Vorgehensweise BGE bei Ausweisung Teilgebiete in den Salzstöcken

(Geowissenschaftliche Abwägungskriterien nach § 24 StandAG)

- Individuelle Bewertung für die Kriterien 2 (Konfiguration der Gesteinskörper), 3 (räumliche Charakterisierbarkeit), und 11 (Deckgebirge) anhand vorliegender gebietsspezifischer Daten
- Referenzdatensatz Steinsalz (basierend soweit erkennbar fast ausschließlich auf Zechsteinsalinar) für Bewertung weiterer acht Kriterien (1, 4 bis 10)
- Berücksichtigung der Stellungnahme des LBEG und der Anmerkungen der BGR sowie Fachlicher Einordnungen der BGE
- Methodik bei Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien erscheint soweit plausibel
- Referenzdatensatz enthält keine Daten aus der Region der beiden Landkreise sowie keine Daten zum Rotliegendesalinar, somit beruht Bewertung meist auf Annahmen

Fazit Plausibilitätsprüfung für Teilgebiete in den Salzstöcken Berdum-Jever, Arngast, Wangerooge

- Insgesamt schlechter bis mäßiger Erkundungsgrad bei den Salzstöcken Berdum-Jever, Arngast und Wangerooge
- Geringer bis fehlender Kenntnisstand zum Internaufbau
- Kenntnisse zur Tiefenlage und Ausdehnung der Salzstöcke weitgehend nur anhand von geologischem 3D-Modell bekannt
- Geowissenschaftliche Abwägungskriterien überwiegend anhand von Referenzdaten zum Zechsteinsalinar, keine Daten zum Rotliegendesalinar
- Aufgrund des geringen Kenntnisstandes in der jetzigen Phase der Standortsuche kann eine „Nichteignung“ somit nicht attestiert werden
- Vor allem Kenntnisse zum Internbau und Daten zum Rotliegendesalinar sind vonnöten

Beantwortung spezielle Fragestellungen

Frage 1

„Kann man die großzügige Tonkulisse und die allgemeine, auf einem Referenzdatensatz basierende Annahmen für diese Tongebiete reduzieren? Sind Detaildaten vorhanden, die auf die einzelnen Teilgebiete in den Landkreisen Wittmund und Friesland anwendbar sind?“

- Vorhandene Daten (Bohrungen und 3D-Modell) belegen das nahezu flächendeckende Vorkommen der tertiären Tongesteine
- Tertiäre Tongesteine soweit bekannt nicht näher untersucht
- Keine Kenntnisse zur Endlagertauglichkeit
- Geringer Kenntnisstand lässt keine Aussagen zur Flächenreduktion und zur Nichteignung zu

Beantwortung spezielle Fragestellungen

Frage 2

„Der Referenzdatensatz Prätertiär und Tertiär sind weitestgehend gleich angewendet. Es ist keine Differenzierung erfolgt. Inwiefern erscheint dieses Vorgehen aus fachlicher Sicht plausibel?“

- Sowohl das LBEG als auch die BGR haben sich kritisch zur fehlenden Differenzierung bei der Anwendung der Referenzdatensätze geäußert
- Ggf. hätte die Anwendung unterschiedlicher Datensätzen bei einigen Kriterien und Indikatoren zu einer anderen Bewertung geführt
- In den kommenden Phasen der Standortauswahl sind differenzierte Datensätze unabdingbar

Beantwortung spezielle Fragestellungen

Frage 3

„Inwiefern können für die einzelnen Teilgebiete (aktive) Störungzonen identifiziert werden? Sofern aktive Störungzonen existieren - welchen Einfluss haben diese auf eine potentielle Eignung als Endlagerstätte?“

- Aktive Störungzonen stellen potentielle Wegsamkeiten für Wasser und Gase dar. Radionuklide könnten aus einem Endlager entweichen oder Wasser könnte in den Endlagerbereich eindringen. Es muss insgesamt von unberechenbaren Auswirkungen auf die Barriereeigenschaft des Wirtsgesteins ausgegangen werden.
- BGE hat anhand vorhandener Daten aktive Störungzonen in Landkreise FRI & WTM aus den Teilgebieten ausgeschlossen
- Datensätze aber unvollständig, weitere Störungen nur über Erkundungen

Frage 4

„Sind die Abstände zu Schutzgütern oberirdisch und unterirdisch dieselben? Zu welchem Zeitpunkt des Verfahrens sollte bestmöglich darauf eingegangen werden?“

- Hierzu dienen die planungswissenschaftlichen Abwägungskriterien im StandAG, die erstmals in Schritt 2 Phase I mit Ermittlung der Standortregionen für übertägige Erkundung und dann in jeder weiteren Phase
- StandAG gibt lediglich Abstände zu vorhandener bebauter Fläche von Wohngebieten und Mischgebieten vor. Weitere Abstände benennt sie nicht.
- Entscheidung für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle sollte in erster Hinsicht nach geologischen Kriterien fallen
- Nach Literaturangaben kein Nutzungskonflikt mit Schutzgütern im Untergrund zu erwarten

Frage 5

„Im Küstenraum, und insbesondere auch in den Marschgebieten ist eine marine Transgression – insbesondere mit Blick auf ein Betrachtungszeitraum von 1 Million Jahren – nicht auszuschließen. Inwiefern wäre durch die damit einhergehenden Prozesse ein Einfluss auf die für eine Endlagerstätte relevanten Eigenschaften der potentiellen Wirtsgesteine zu erwarten?“

- Kommende 1 Mio Jahre bringen 10 Warm- und Kaltzeiten
- Warmzeit: Überflutung, Sedimentation, Erhöhung Deckgebirge
- Kaltzeit: Gletscherüberdeckung, worst case Rinnenbildung bis -500 m NN
- Wassersäule bis max. 75 m erwartet (vor allem anthropogen), über Auflast nur geringe Spannungsänderung im Untergrund, ab >300 m Tiefe vernachlässigbar
- Keine Auswirkungen auf Barriereigenschaften erwartet

- Methodik der BGE zur Ausweisung der Teilgebiete im Abgleich mit StandAG kann nachvollzogen werden
- Anwendung der Ausschlusskriterien, Mindestanforderungen und geowissenschaftlichen Abwägungskriterien basiert überwiegend auf Literaturdaten, geologischem 3D-Modell und Referenzdaten
- Größe der Teilgebiete spiegelt im Wesentlichen aktuelle geologische Datenlage wider
- Tiefenlage, Ausbreitung und Mächtigkeit der Teilgebiete kann anhand der vorliegenden Daten bestätigt werden
- Auf Basis der vorliegenden Daten kann in jetziger Phase der Standortsuche für keines der fünf Teilgebiete in den Landkreisen Friesland und Wittmund eine Nichteignung attestiert werden

- Ergebnisse Zwischenbericht Teilgebiete in drei Fachkonferenzen von Februar bis August 2021 mit Öffentlichkeit diskutiert, Ergebnisse der Fachkonferenzen fließen in die weitere Standortauswahl ein
- repräsentative vorläufige Sicherheitsuntersuchungen für die in Frage kommenden Teilgebiete / auf Basis dieser Ergebnisse und erneuten Anwendung geowiss. Abwägungskrit. sowie der erstmaligen Anwendung planungswissenschaftlicher Abwägungskriterien macht die BGE Vorschläge, welche Standortregionen übertägig erkundet werden sollen / Prüfung BASE / Entscheidung Bundestag
- 2. Phase: Übertägige Erkundung (Bohrungen, Geophysik) / 3. Phase: Errichtung von Bergwerken an min. 2 Standorten / BASE schlägt bestmöglichen Standort vor / Bundestag entscheidet
- Beginn Bau Endlager voraussichtlich 2050

Endlagersuche - Geologische Bewertung zur Ausweisung der Teilgebiete in den Landkreisen Friesland und Wittmund



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

PÉTER LÁSZLÓ HORVÁTH

peter.horvath@deep-kbb.de

THERESE MANN

therese.mann@deep-kbb.de