

Optionen zur Nutzung mitteltiefer und tiefer Geothermie in der kommunalen Wärmewende Bremen

2. Treffen 2023-11-02



Geologische Voruntersuchungen
zur energetischen Nutzbarkeit von Erdwärme
für die Stadt Bremen



Geologie

Bremen liegt zentral in der Norddeutschen Senke (Becken)

Die hohe Sedimentmächtigkeit und die Graben- und Störungsstrukturen machen das Norddeutsche Becken zu der wichtigsten Lagerstätte geothermischer Nutzung in Deutschland.

Im Bremer Umland und Bremen selbst liegt die Sedimentmächtigkeit bei etwa 5000 m (Walter 1995)

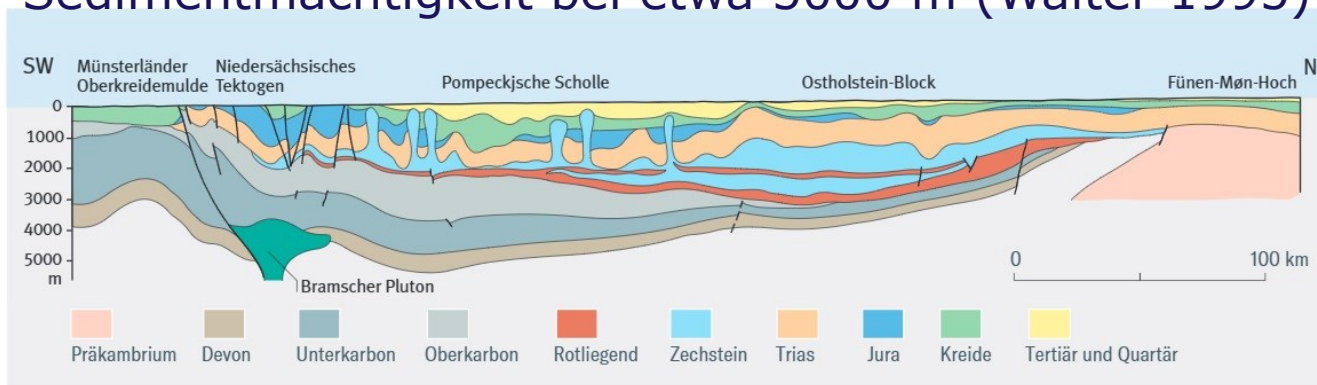
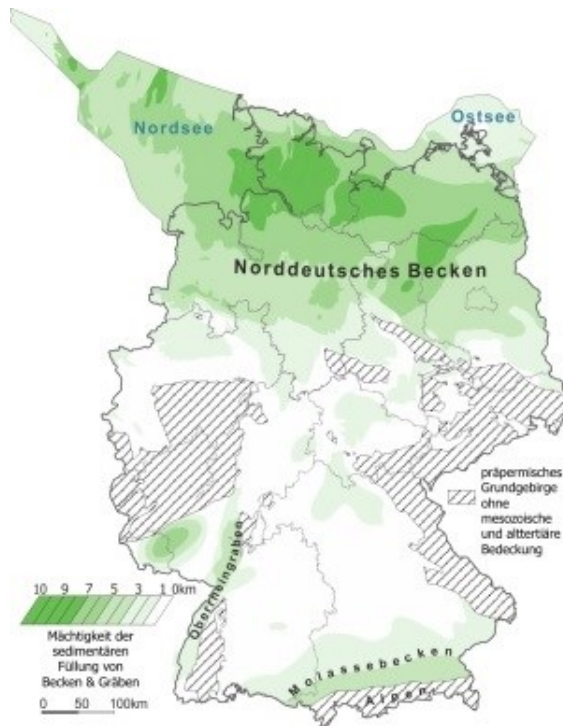


Abbildung 1: Schematisches Geologisches Profil durch die Norddeutsche Senke (nach Walter 1995)

Hydrothermale Potentiale



Neuere Modellen weisen auf eine höhere sedimentäre Bedeckung hin (TUNB, LBEG 2022)

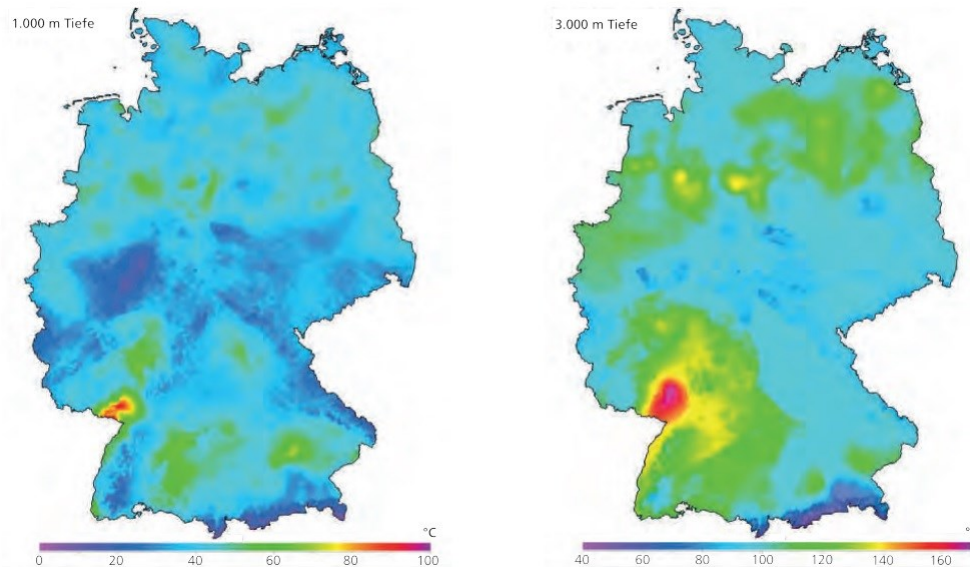
Die Zechsteinbasis erreicht eine Tiefe von etwa 5300 m unter Gelände.

Besonders die Mesozoischen Sandsteinhorizonte zeigen ein hohes hydro-geothermales Potential

Abbildung 2: Verbreitung und Sedimentmächtigkeit mesozoisch-känozoischer Becken und Grabenstrukturen in Deutschland (BGR)

Hydrothermale Potentiale

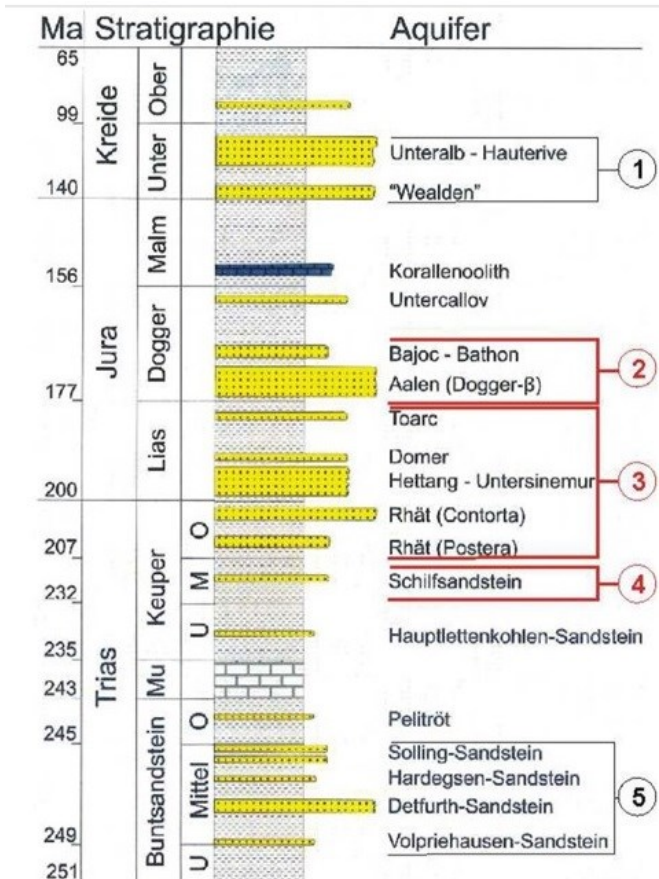
- Fläche des nutzbaren Aquifers: 135.000 km²
- Tiefe: 2.000 bis 6.000 m
- Temperatur: 55-165 °C
- Technisches Potenzial: 911 TWh/a (3,2 PJ/a)



- Offene hydrothermale Systeme: Förder- und Verpressbohrung
- Mitteltiefe und Tiefe Geothermie (1000 m-1500 m; > 1500 m)

Abbildung 4: Temperaturverteilung im Untergrund bei 1000 m unter GOK (links) und 3000 m unter GOK (rechts) GeotIS

Hydrothermale Potentiale



Die porösen Sandsteine enthalten ein hohes hydrogeothermales Potential.

Hierzu gehören:

Buntsandstein (5), der Schilfsandstein im Keuper (4)

Sandsteine des Rhät (3), des unteren und mittleren Jura (2; 3) und der Wealden Formation (1)

Abbildung 3: Schematischer Profilschnitt potentiell nutzbarer mesozoischer Sandsteinaquifere der Unterkreide (Wolfgramm et al. (2011); [1])

Temperaturverhalten im Untergrund

Teufe [m u. GOK]	Ø Temp. im Untergrund [°C]*	Temp.am Standort [°C] nach GeotIS	Ø Temp. nach GT (2004)
0			10
-400			-
-1000			45
-2000			77
-3000			108
-4000			123
-5000			144

* Durchschnittlicher geotl

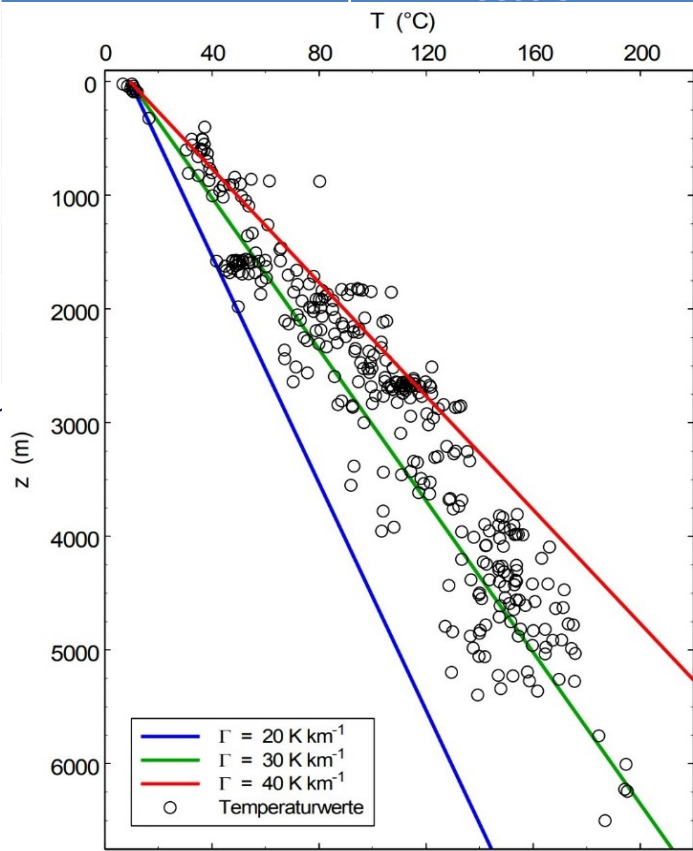


Abbildung 5 Temperatur-Tiefen-Profil für Bremen (durchgeführt von GGA 2003, GTN 2004)

Hydrothermale Potentiale

- Das Temperaturniveau muss für die geforderten Energiemenge ausreichend sein
- Die Durchlässigkeit des Sediments bzw. Sedimentgesteins muss ausreichen, um das Fluid direkt fördern zu können (Abgabepotential von 100 m³/h aus einem Nutzhorizont sollte möglich sein)
- Der Chemismus darf sich nicht nachteilig auf das System auswirken, so dass Ausfällungen auftreten
- Das Vorkommen sollte nicht erschöpfend sein, also eine gewisse laterale und vertikale Verbreitung haben
- Ein hydrothermales Reservoir sollte eine Mindestmächtigkeit von 20 m,
- eine Nutzporosität von > 20% und Permeabilitäten von mehr als 400 mD ($\sim 4 \cdot 10^{-7}$ m/s)
- sowie einen Feinkornanteil von < 10% und einen Zementanteil von < 4 % aufweisen
- (GTN 2004)

Potentiale der Salzstrukturen

Geothermal nutzbare Strukturen:

Mitteltiefe Geothermie

- Osterholz-Arsten
- Lilienthal
- Lesum (Nord)

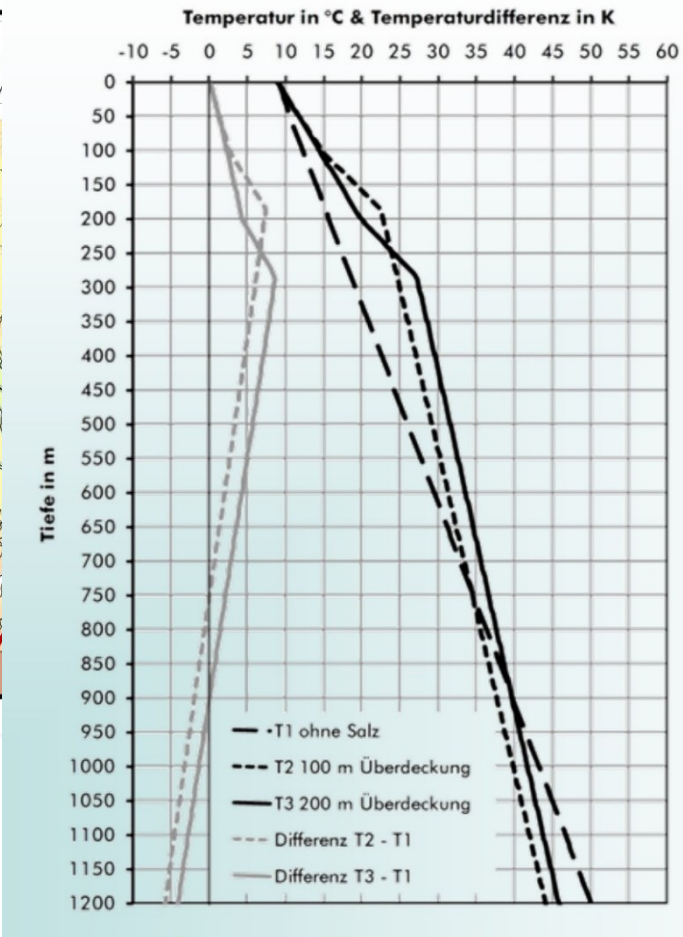
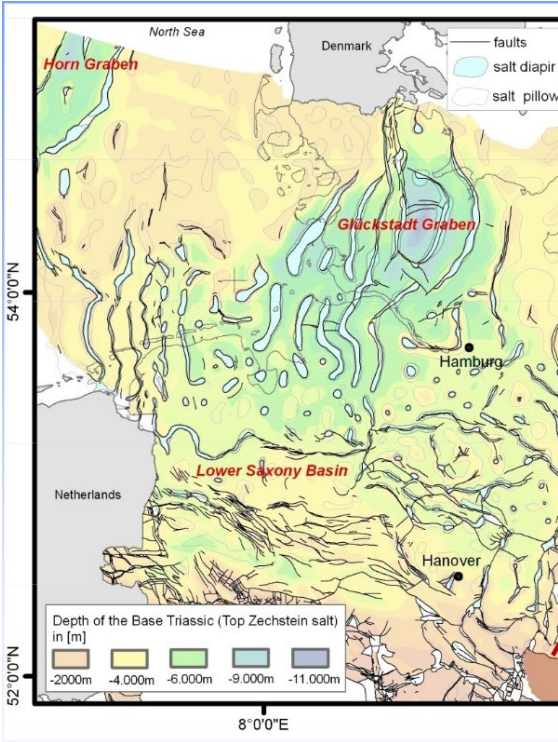
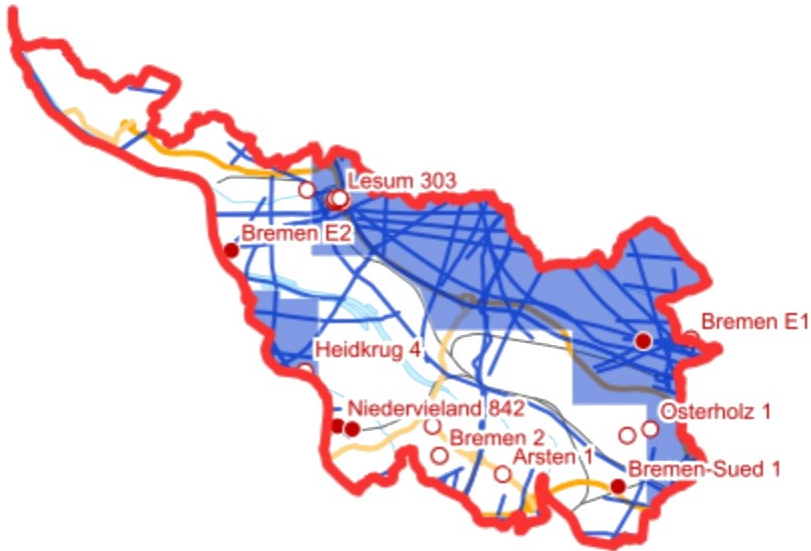


Abbildung 6 Temperaturprofil an einer Salzstockhochlage (Barthels et al. 2010)

Datengrundlage

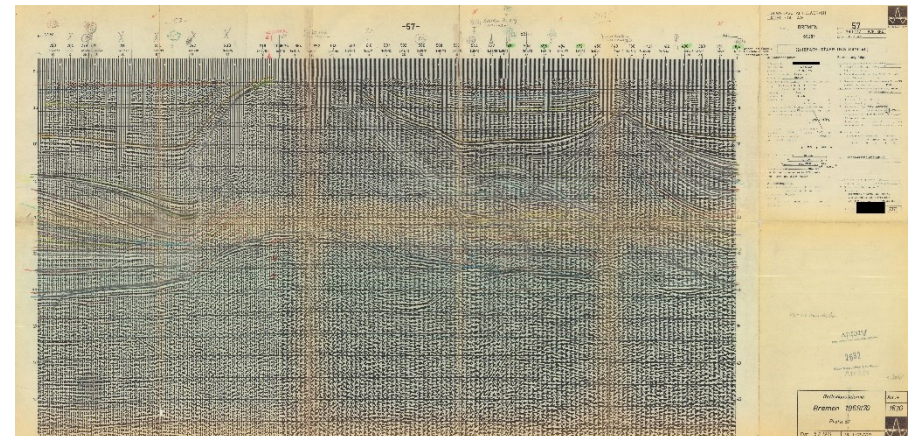


Salzstock Lesum

Teufe	Einheit
1,359.00	Zechstein
1,372.00	Zechstein
1,566.00	Zechstein
1,589.00	Zechstein
1,675.00	Zechstein
1,678.00	Zechstein
3,408.00	Zechstein
3,423.00	Zechstein
3,904.00	Zechstein
3,929.00	Zechstein
4,583.00	Zechstein
4,614.00	Zechstein
4,832.00	Zechstein
4,835.00	Basal-Anhydrit(z2)

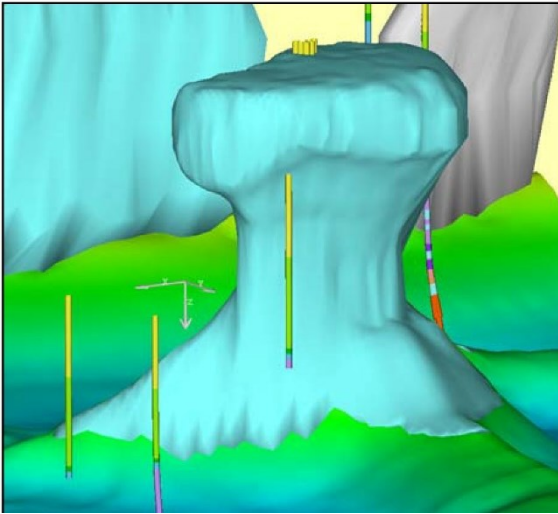
Teufe	Temperatur (°C)
2511	122.2
2511	99
4791	127.2
4791	114
4983	137.6
5054	139.8
5059	142
5059	126
5059	130
5224	147
5395	139.4
5395	132
5395	133
5395	134

Abbildung 6: Lage der 2 D-Seismik (Linien), 3D-Seismik (Flächen) und tiefen Bohrungen der Kohlenwasserstoffindustrie (GeotIS).

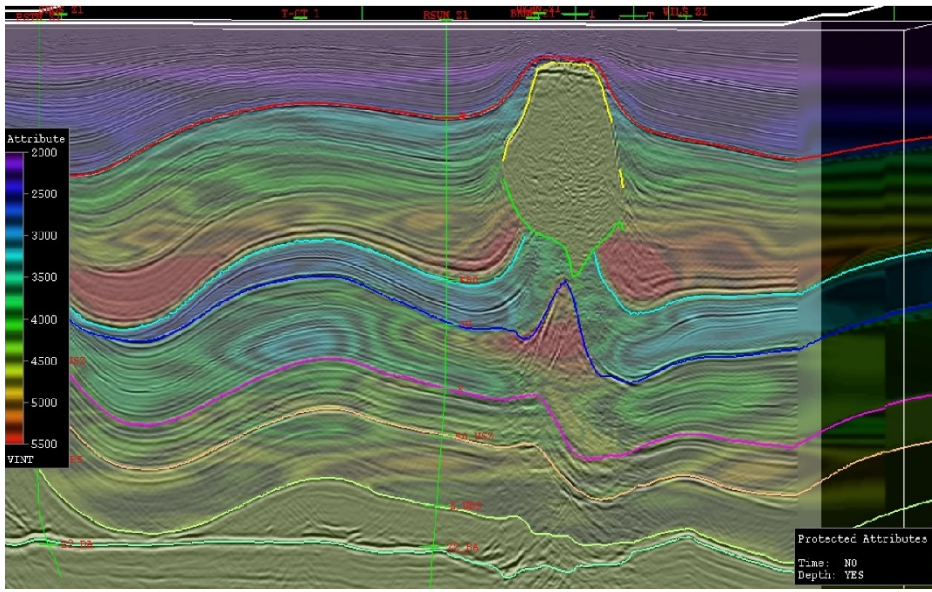


Datengrundlage

Salzstock Lilienthal



Abbildungen 7,8: Re-processing Data der Firma CGG Veritas für Exxon Mobile 2010



Erkundung der Horizonte

- Basis unter Kreide (Wealden)
- Basis mittlerer Jura (Dogger)
- Basis unterer Jura (Lias)
- Basis oberer Keuper (Rhät)
- Basis mittlerer Keuper (Schilfsandstein)
- Basis mittlerer Buntsandstein

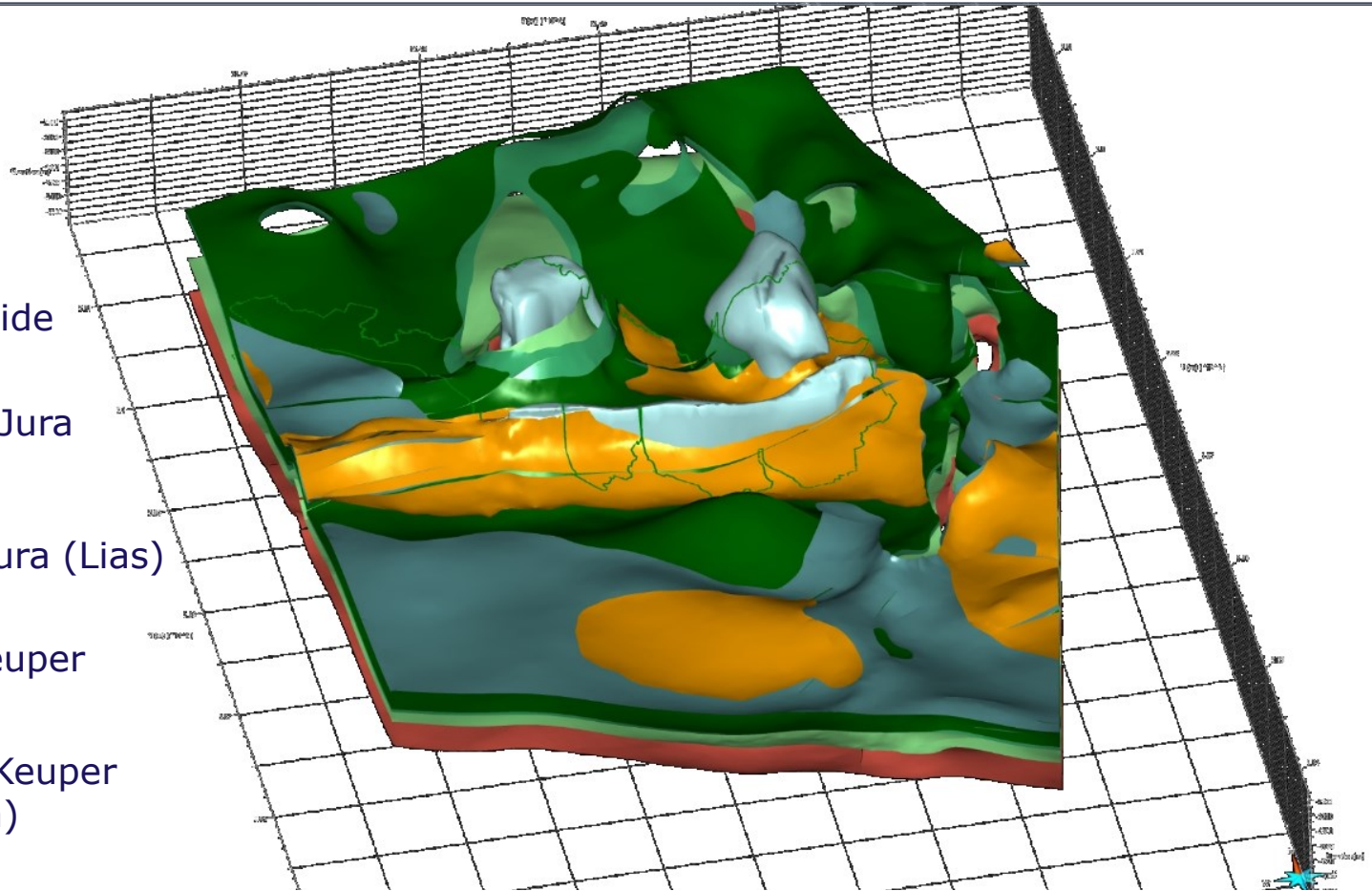


Abbildung 9: TUNB, LBEG 2022

Erkundung der Horizonte

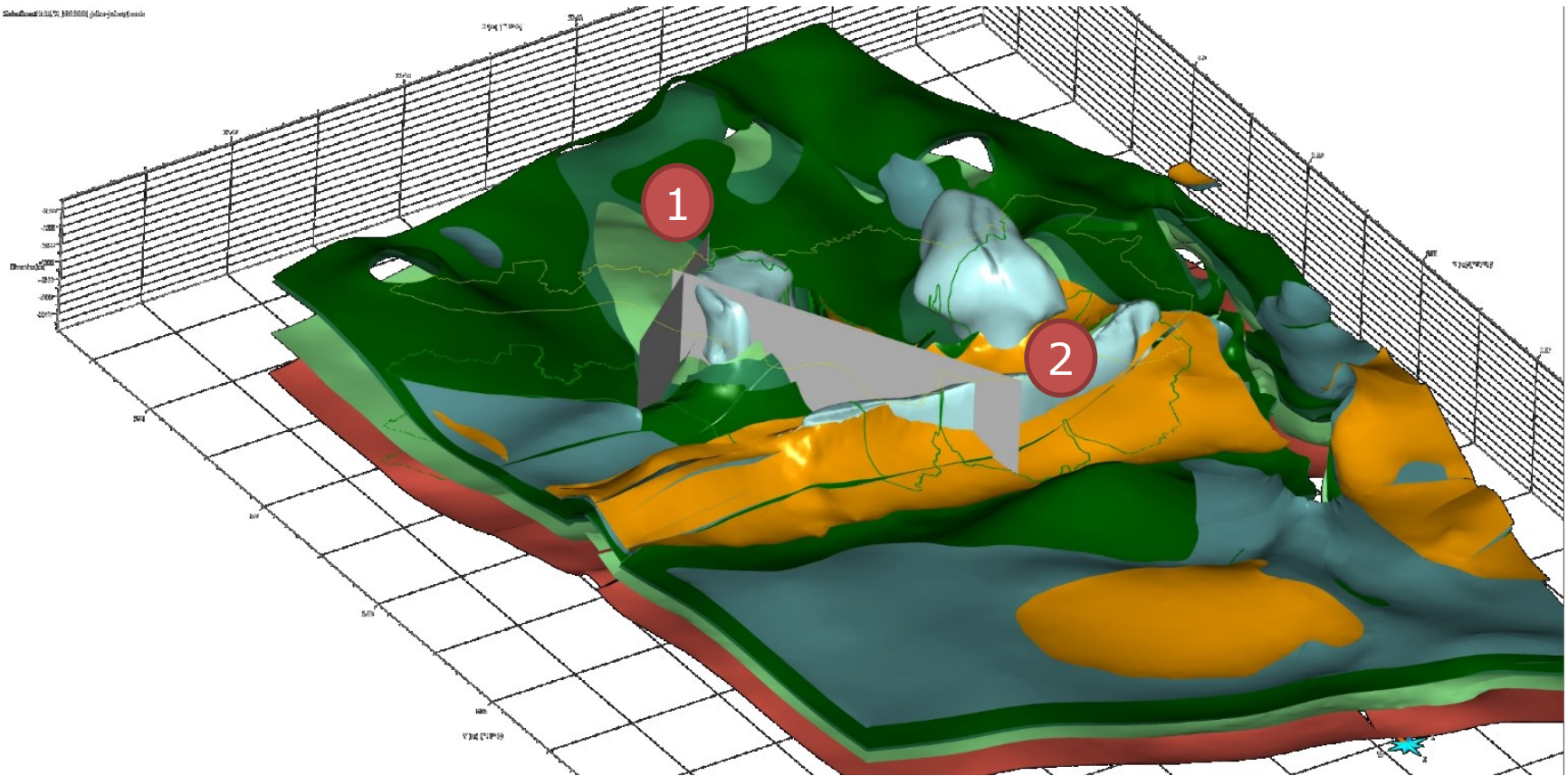
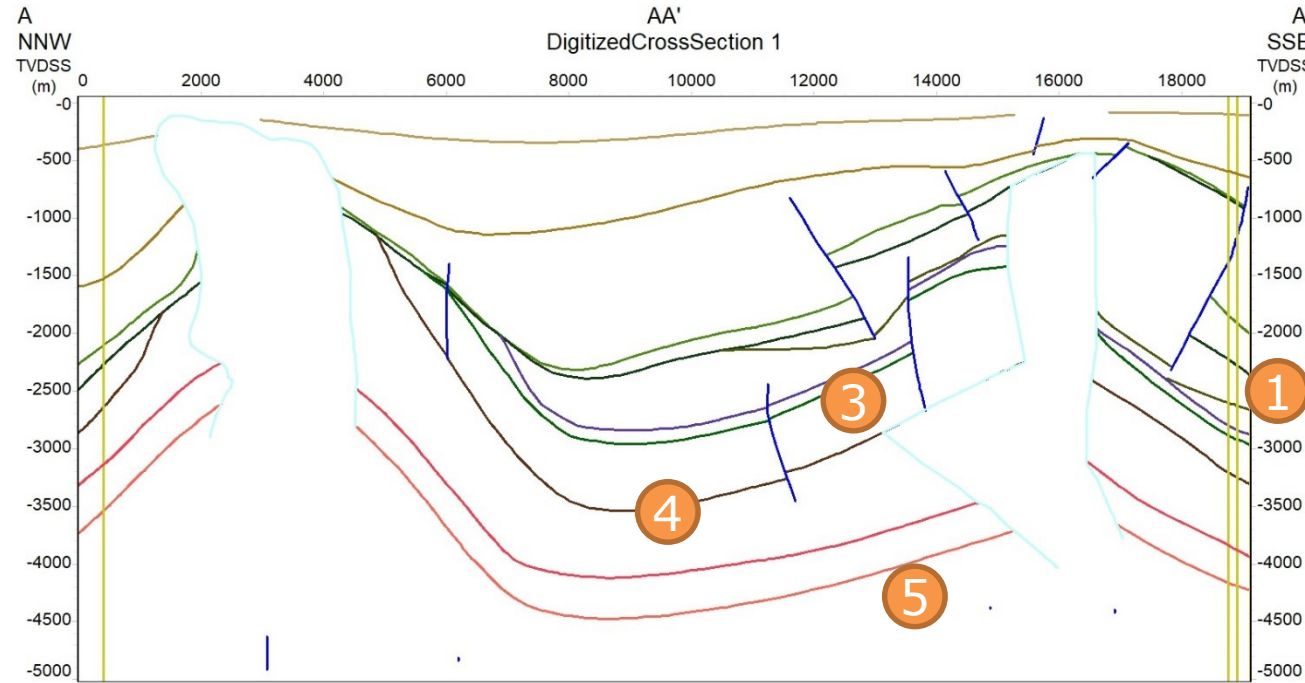
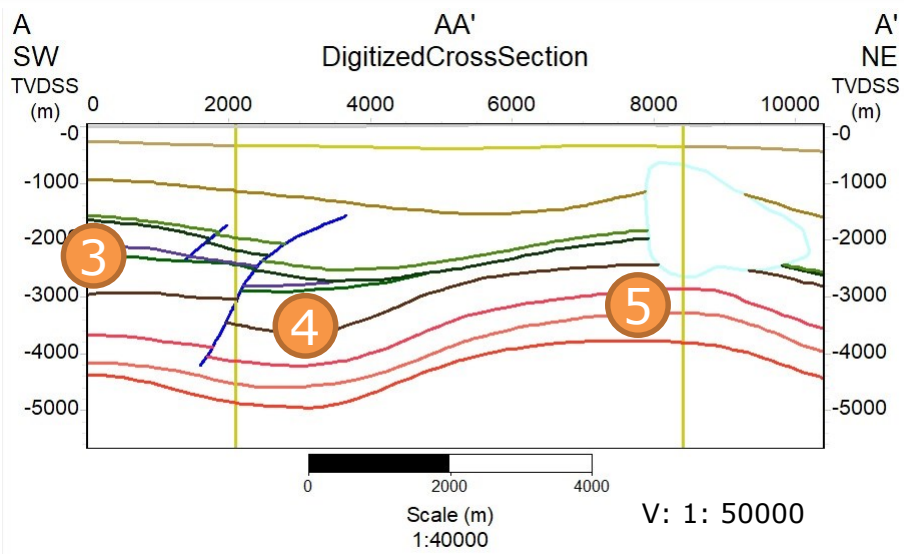
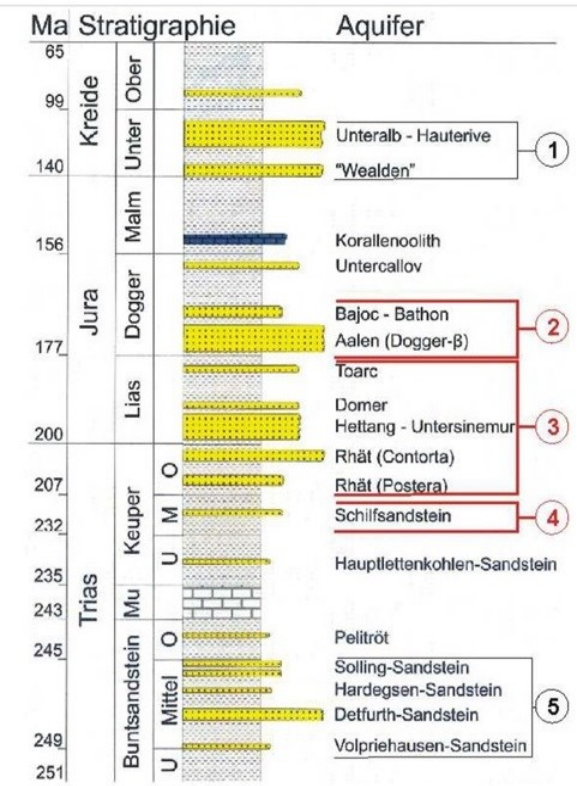


Abbildung 10: TUNB, LBEG 2022



H: 1: 10000 V: 1: 50000



① ②

Abbildung 11 a, b: Profile TUNB, LBEG 2022

Aktuelle Arbeiten

- **Auswertung tiefer Bohrungen**
 - Bohrlogs (Widerstand/Leitfähigkeit)
 - Petrographie (Feinkornanteil)
 - ⇒Ableiten von Kennwerten, wie Porositäten
- **Beschaffung fehlender Bohrprofile (LBEG)**
- **Neubewertung/Auswertung von Seismikprofilen um potentielle Horizonte einzugrenzen**

Geplante Schritte

