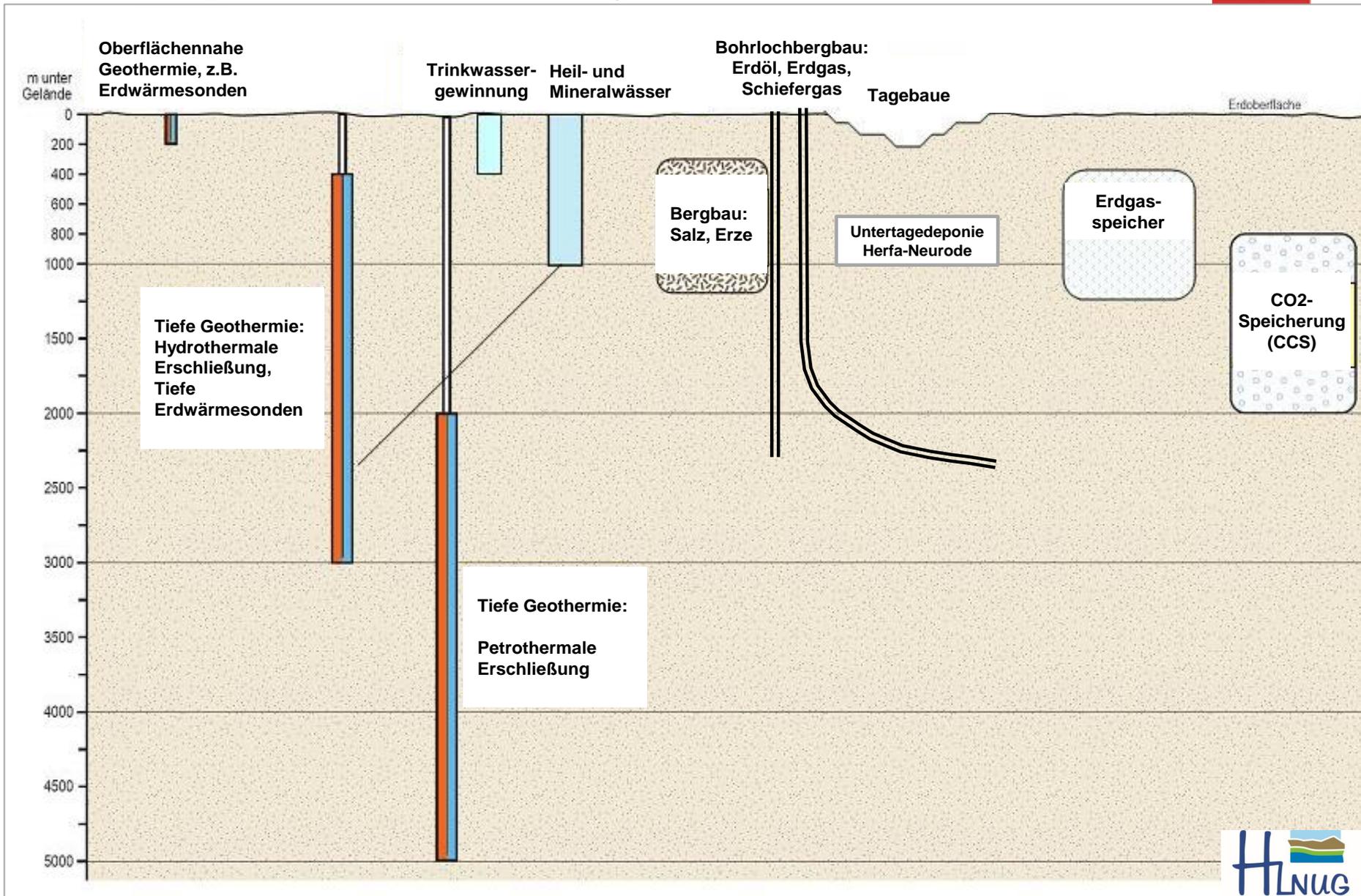


Überblick über Nutzungsarten des tiefen Untergrundes in Hessen

- Welche Nutzungsarten gibt es?
- Datengrundlagen zur Beurteilung
- Mögliche Nutzungskonflikte
- Beschreibung der einzelnen Nutzungsarten:
Wann, wo, wer, besondere Problematik

Dr. Johann-Gerhard Fritsche
Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
Fortbildung im Umweltsektor, Rauschholzhausen, 28.06.2016

Nutzungsarten im tiefen Untergrund Hessens



Mögliche Nutzungsarten im tiefen Untergrund allgemein

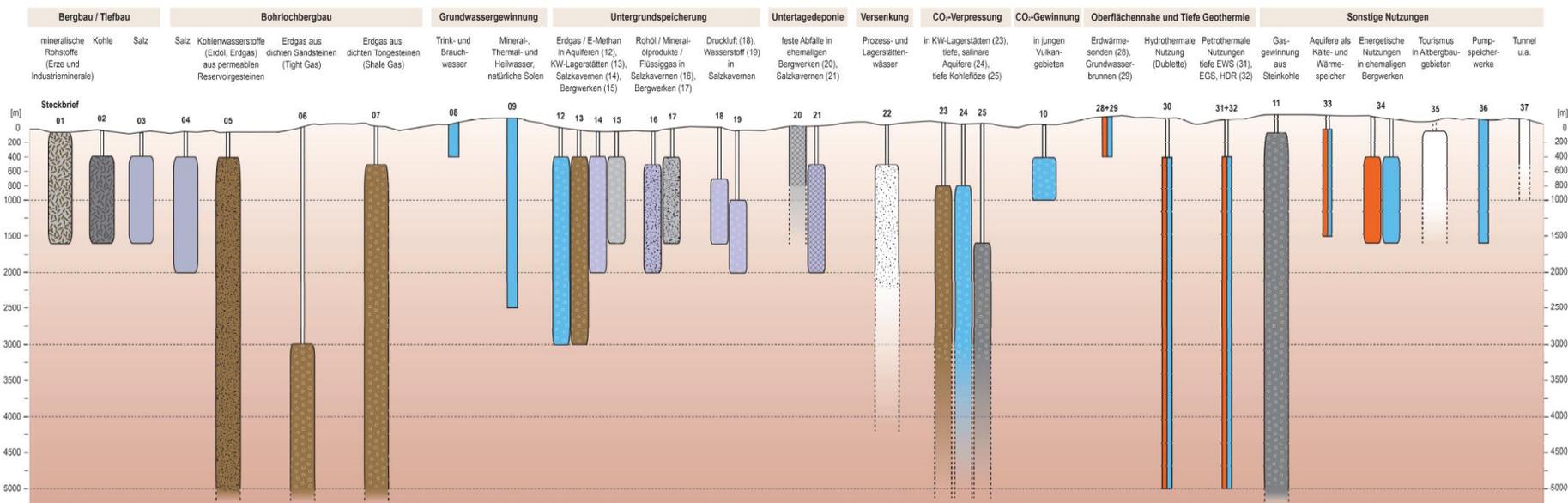
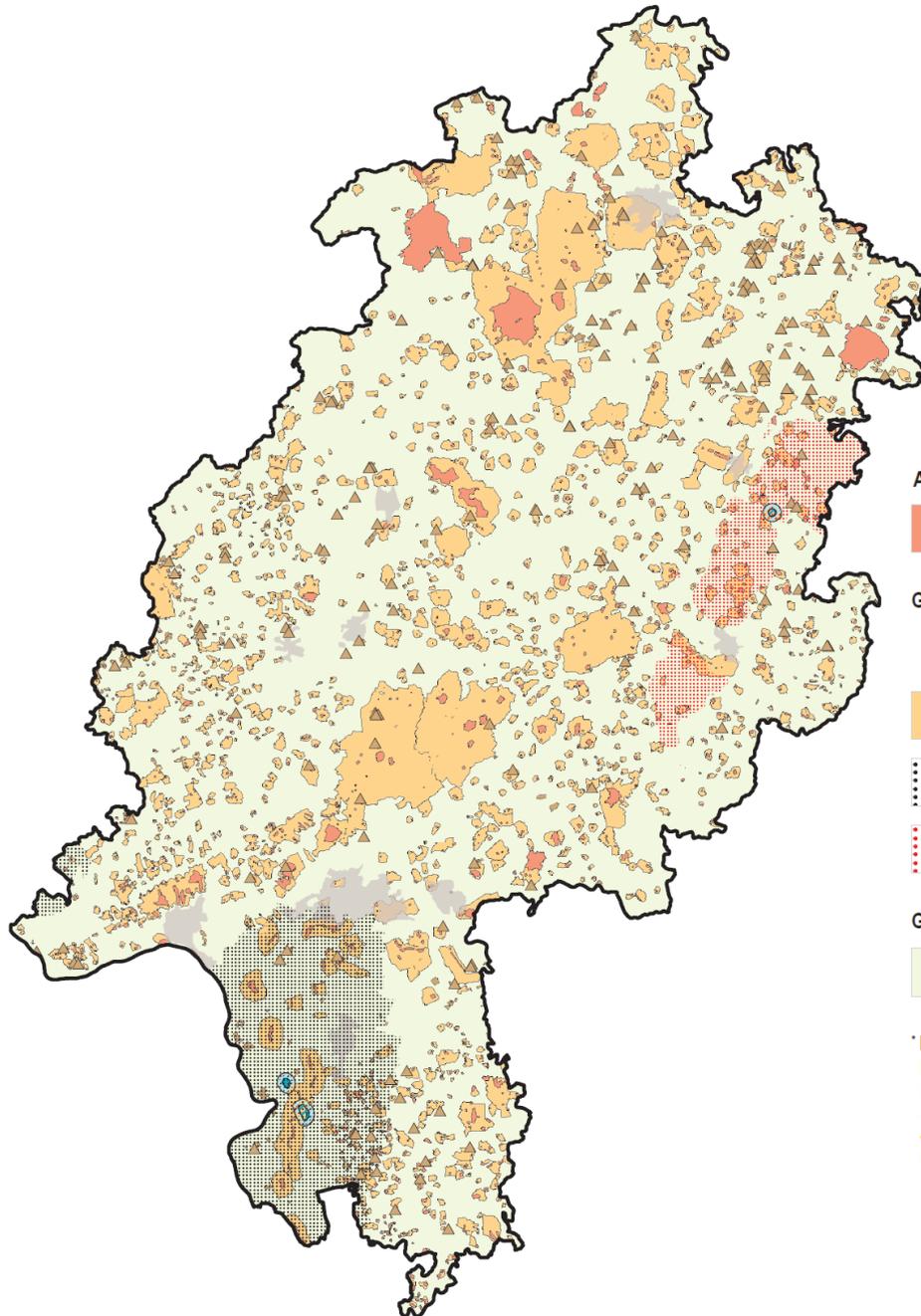


Abb. 2: Tiefenabhängigkeit unterirdischer Nutzungen in Deutschland.

Staatliche Geologische Dienste Deutschlands (2015)
 PERSONENKREIS „NUTZUNG TIEFERER UNTERGRUND“
 DER AD-HOC-ARBEITSGRUPPE GEOLOGIE

„Charakterisierung der Nutzungspotenziale des geologischen Untergrundes in Deutschland als Bewertungsgrundlage für unterirdische Raumnutzungen“



Ermittlung von Nutzungskonflikten für Projekte im tiefen Untergrund (Daten des HLNUG)

Ausschlußgebiete

 wasserwirtschaftlich unzulässig *

Gebiete mit besonderen Nutzungskonflikten

 Abbaugelände oberflächennaher Lagerstätten (< 10 ha)

 wasserwirtschaftlich ungünstig erhöhte Anforderungen

 Gebiete erhöhter Seismizität (Erdbebenzone 1 nach DIN 4194)

 Abgrenzung des Werra-Salinars mit Bereichen untertägigen Abbaus von Kalisalz

 Abbaugelände oberflächennaher Lagerstätten (> 10 ha)

 Gebiet für Gasspeicher

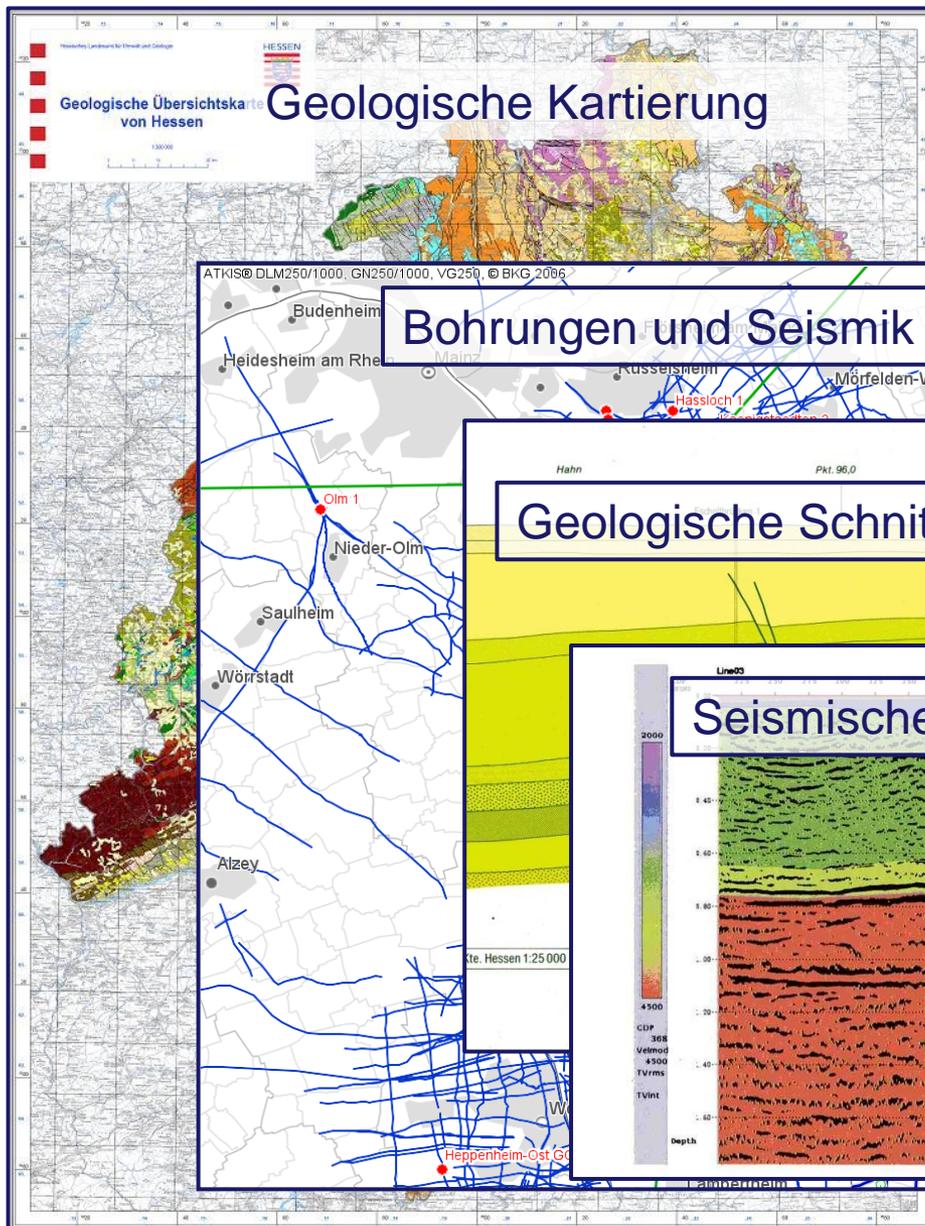
 Gebiet für Gasspeicher, 1km-Buffer

 Bebauung (Topographie)

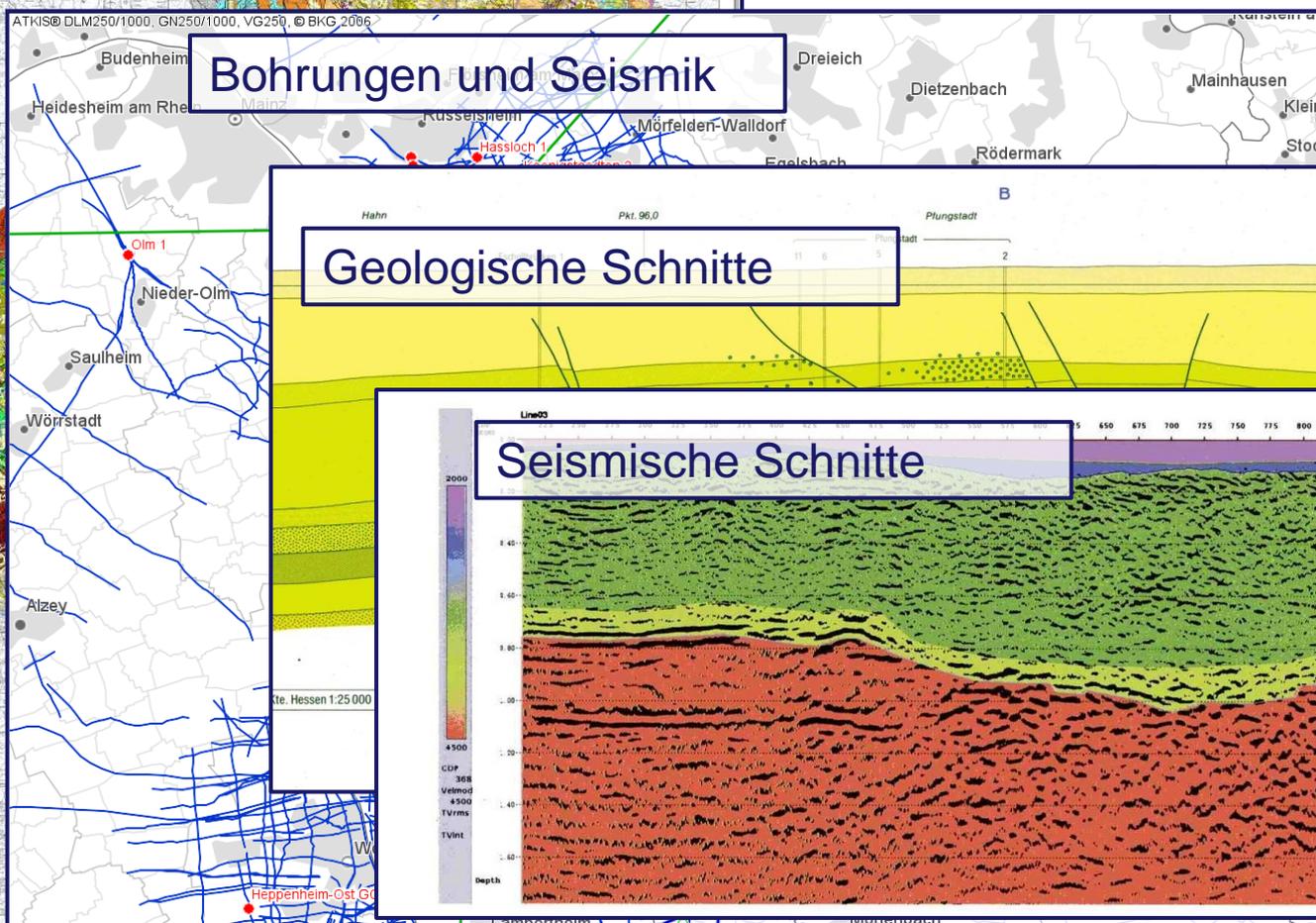
Gebiete ohne spezielle Nutzungskonflikte aus geowissenschaftlicher Sicht



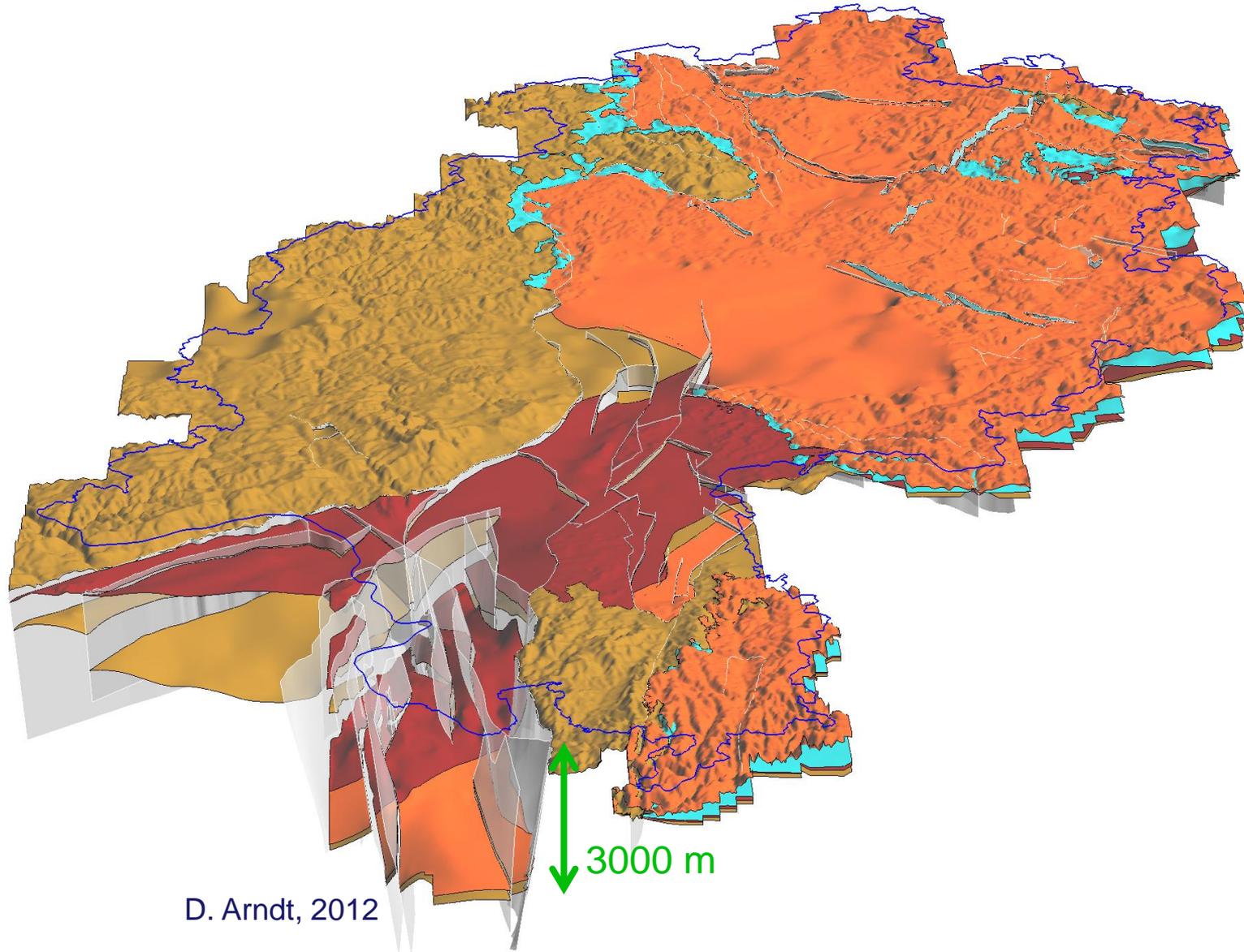
* Die dargestellten Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebietszonen entsprechen einer für diese Fragestellung interpretierten Form und stellen den Bearbeitungsstand des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG) dar. Es wird darauf hingewiesen, dass durch diese Interpretation einzelne Zonen nicht dargestellt werden. Somit stellen diese hier vorgelegten Abgrenzungen keine Übersicht der Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete dar. Eine solche Übersichtskarte kann im HLNUG gesondert angefordert werden. Die rechtsverbindlichen Unterlagen liegen bei den oberen Wasserbehörden in den jeweils zuständigen Regierungspräsidien.



Der Weg zu Informationen zum tiefen Untergrund



Resultat: Geologisches Strukturmodell von Hessen („Hessen 3 D“)



D. Arndt, 2012

1. Nutzungsart Tiefengeothermie

Hydrothermale Systeme

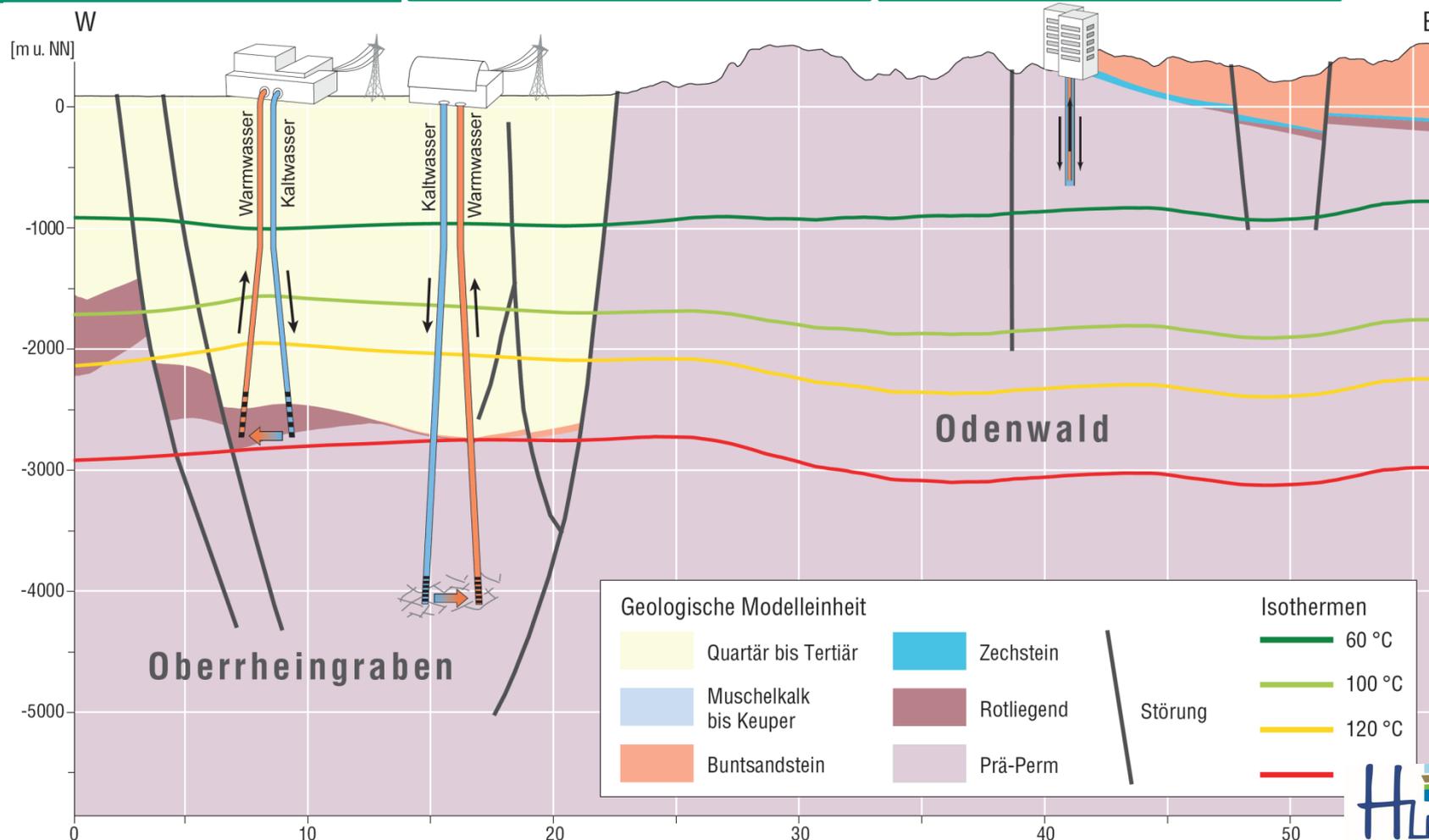
Direkte Wärmenutzung (Thermalwasser) aus klüftig-porösen oder zerütteten Gesteinsschichten zur Erzeugung von Wärme (> 20°C) oder Strom (>120°C) mittels Dublette

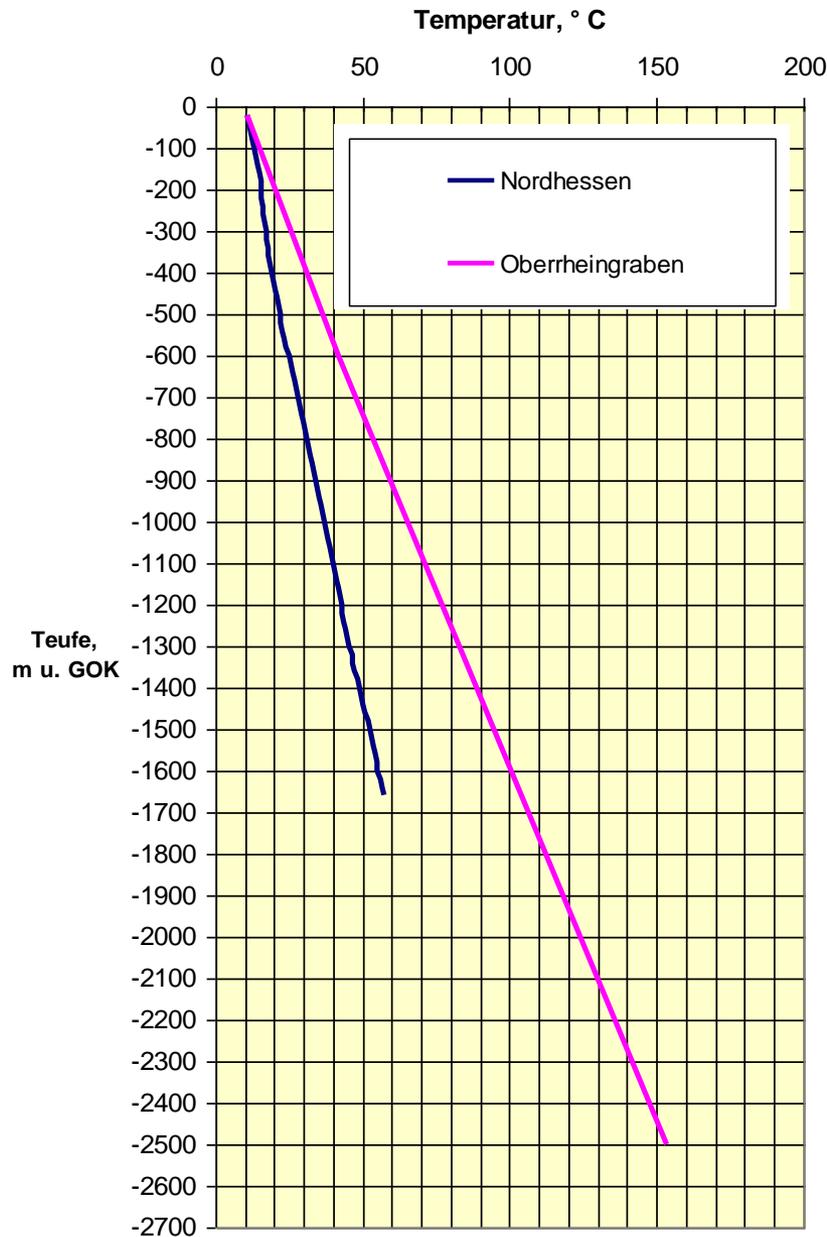
Petrothermale Systeme (HDR, EGS)

Wärme- und Stromerzeugung aus heißen, überwiegend trockenen Gesteinen über induzierten Wasserkreislauf mittels Dublette nach künstlicher Schaffung von Rissystemen

Tiefe Erdwärmesonden

Erzeugung von Wärme durch direkte Nutzung eines geschlossenen Kreislaufs in einer koaxialen tiefen Sonde





Faktoren, die die Produktivität bestimmen

1. Temperatur (T)

Zunahme zur Tiefe
(Geothermischer Gradient):

Nordhessen: ca. 3 °C/100 m

Oberrheingraben: bis 5,7 °C/100 m

2. Förderrate (Q)

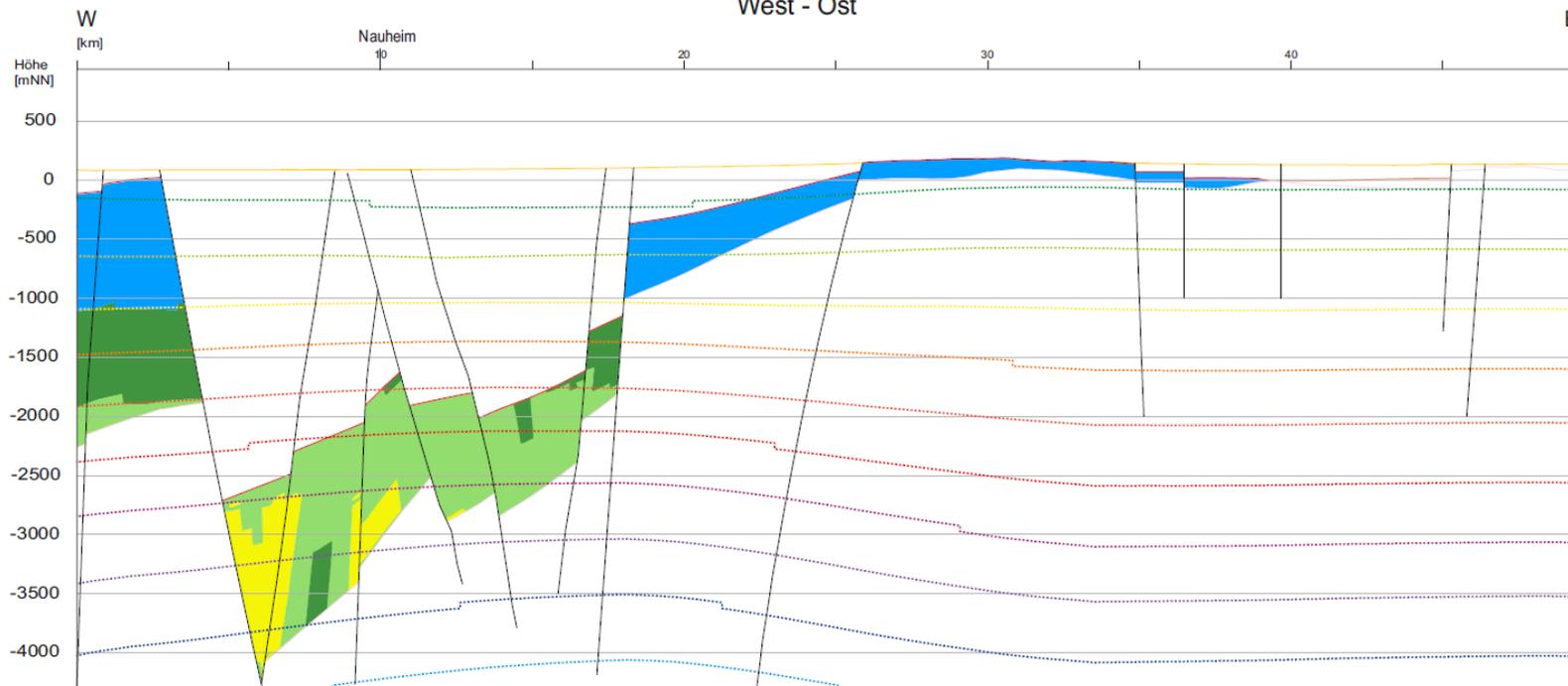
- von Durchlässigkeit des Untergrundes abhängig

→ 1. x 2. = Leistung (P):

$$P = \rho_F C_F Q (T_i - T_0)$$

Geothermisches Potenzial

Hydrothermales Potential - Hessen 3D: Schnitt C
West - Ost



Geologie

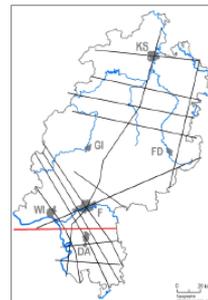
Temperatur

Hydrothermales Potenzial

Schnittverlauf im 3D-Modell

Überhöhung: 4x

- | | | | |
|-----------------------------|-------|-------|-------------|
| Top- Quartär und Tertiär | 20°C | 140°C | sehr gering |
| Top- Muschelkalk und Keuper | 40°C | 160°C | gering |
| Top- Buntsandstein | 60°C | 180°C | mittel |
| Top- Zechstein | 80°C | 200°C | hoch |
| Top- Rotliegend | 100°C | 220°C | sehr hoch |
| Top- Prä-Perm | 120°C | | |
| Störung | | | |



Besonderheiten bei tiefengeothermischen Nutzungen: Scaling

1. Wasserförderung: Lösung von Barium, Strontium, Calcium und Radium aus dem Reservoirgestein
 2. Ionen sind im gefördertem Wasser enthalten
 3. Druck- und Temperaturentlastung
 4. Radium geht mit Barium und Strontium Verbindungen ein.
- ➔ Erhöhte Konzentrationen von Ba und Sr im Wasser sind ein Indiz für die Möglichkeit der Bildung radioaktiver Scales
- Hohe CO_2 -Gehalte ➔ Anlagendrucke bis 30 bar notwendig, um CO_2 in Lösung zu halten.
 - Oft kann die Entgasung von N_2 nicht verhindert werden ➔ resultierende Zweiphasenströmung muss verfahrenstechnisch beherrscht werden.
 - Hohe SiO_2 -und Sulfat-Gehalte ➔ Risiko der Ausfällung von SiO_2 -Modifikationen bzw. Baryt/Cölestin.
 - Relativ hohe Schwermetallgehalte ➔ bei Erhöhung des Eh-Wertes (z. B. O_2 -Zutritt) Ausfällung von Hydroxiden und bei Erniedrigung Ausfällung von Sulfiden
- ➔ **Fazit : Druckhaltung und N_2 -Beaufschlagung der Bohrungen sind notwendig**

Projekte der Tiefengeothermie in Hessen: Stand 2016

- **Trebur (ÜWG):** 2D- und 3D-Seismik 2012, Bürgerbeteiligung DialogGeo 2012 und 2013, Infozentrum GEOlife, Homepage. Bohrpunkt bei Trebur ausgewählt, Bohrung ab Beginn 2016.
- **Wiesbaden (ESWE, Stadt):** 2D-Seismik 2010, 3D-Seismik 2012. Eignungsgebiet ausgewählt, weitere umfassende Untersuchungen bis 2016, u.a. Prüfung der Genehmigungsfähigkeit einer Tiefbohrung und Prüfung der Möglichkeiten zum Heilquellenschutz.
- **Heubach:** Mitteltiefe Erdwärmesonde (775 m) im Juni 2012 fertiggestellt, Inbetriebnahme Dez. 2012, sehr gute Betriebserfahrungen
- **Idstein, Lorch:** 2D-Seismik 2010 („Greenfield-Exploration“).
- **Darmstadt:** Projekt „Kristalliner Wärmespeicher“ der TU Da.
- **Südtaunus:** Projekt mit Ziel Metavulkanite in 3000 bis 4000 m. Erkundungsbohrung 420 m im Jahr 2015.

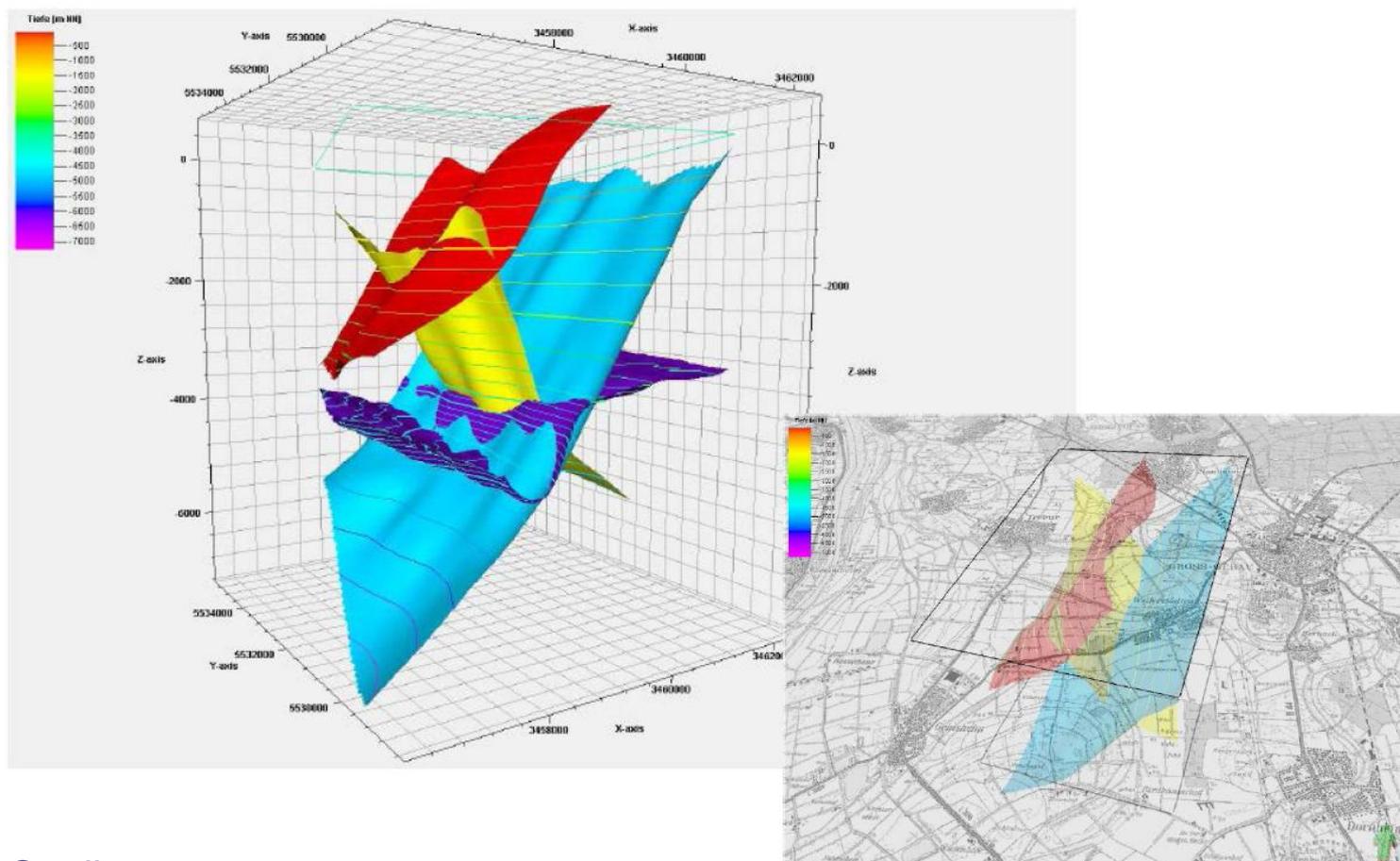


Geothermieprojekt der ÜWG in Trebur

Strukturgeologische Situation



Überlandwerk Groß-Gerau GmbH

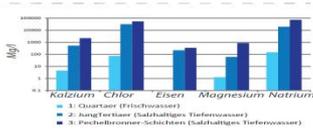
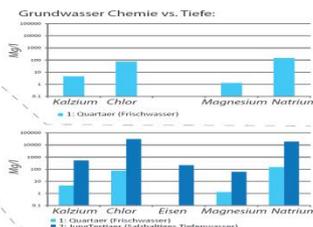
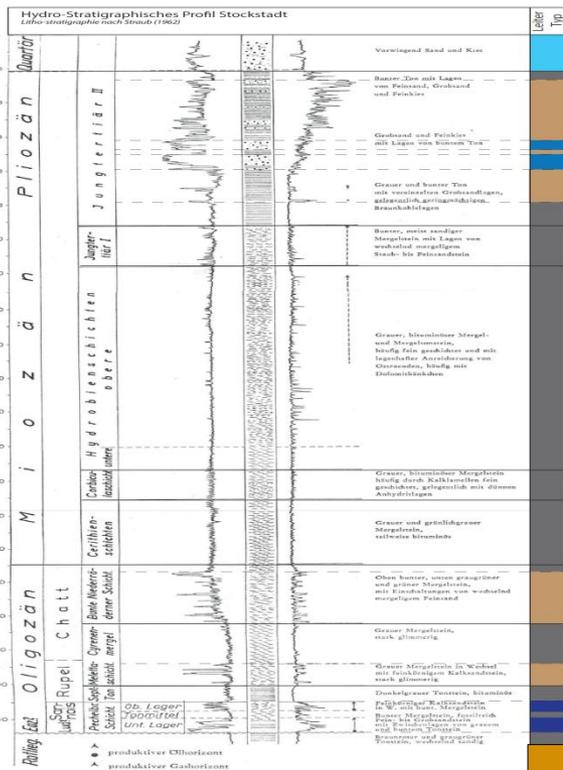


Quelle:

ÜWG | 9. Tiefengeothermieforum Darmstadt 2014 | 30.09.2014

Grundwasserschutz: Geologische und hydrogeologische Situation, Bohrungsausbau, Beispiel Trebur

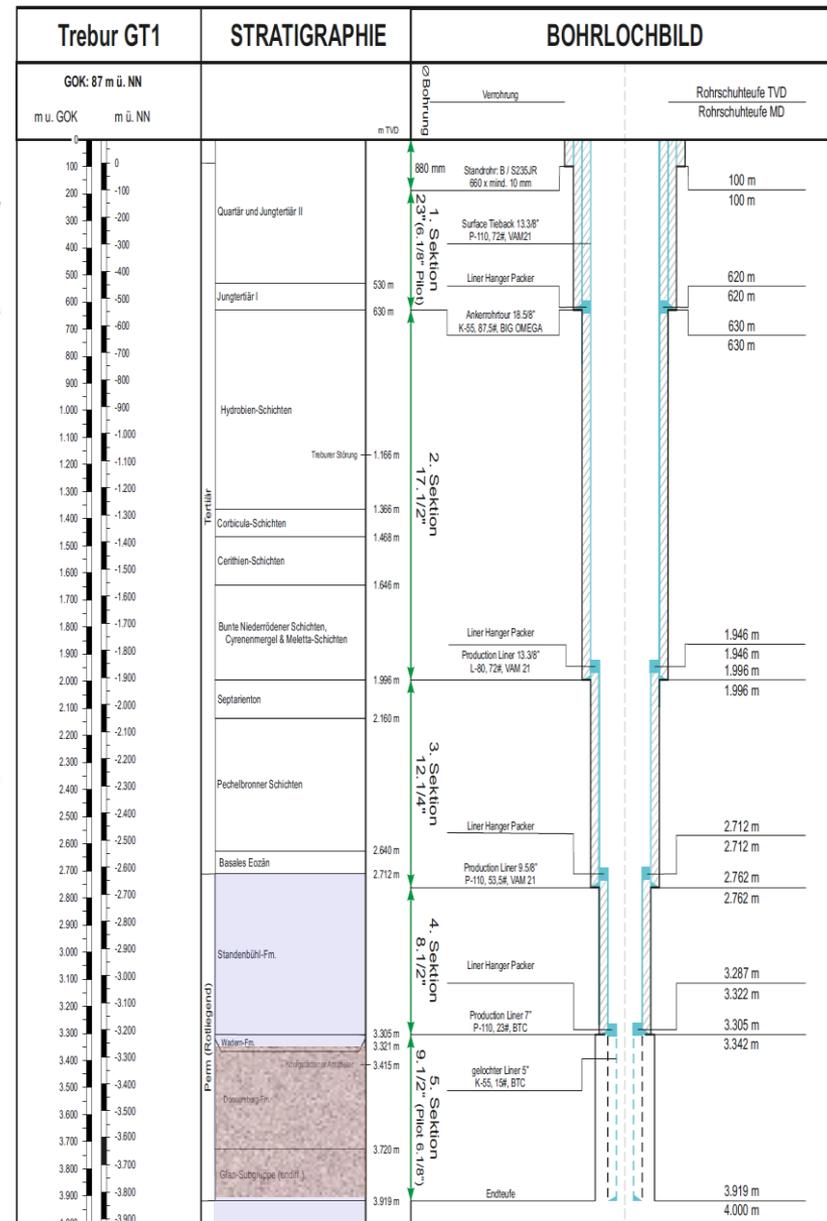
Hydrostratigraphie



1 2 3 Grundwasserleiter

2 Geringleiter

3 Nichtleiter

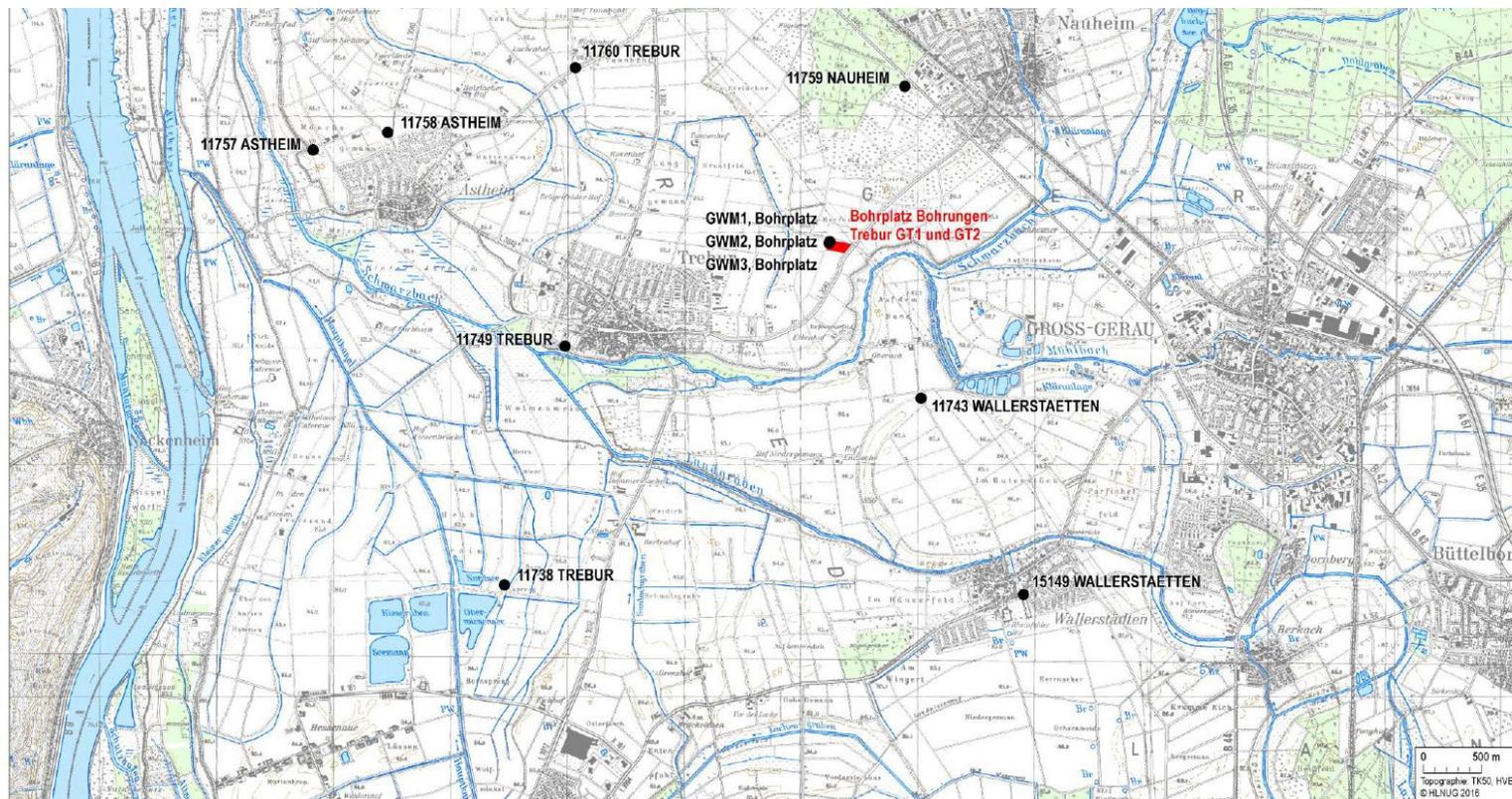


Grundwassermonitoring

- Stellungnahme HLNUG zum Hauptbetriebsplan (2014 und 2015):
„Für den Grundwasserschutz ist ein Grundwassermonitoring (Druck und Beschaffenheit) für die Zeit vor und während der Bohrungen und den Tests sowie einen späteren Betrieb vorzulegen, das in Abstimmung mit dem HLNUG aufgestellt werden sollte. Das HNLUG behält sich die Forderungen nach neuen Grundwassermessstellen (z. B. in den Grundwasserleitern der quartären und tertiären Schichten, die gering mineralisiertes Grundwasser führen) vor.“
- ➔ 3 neue Grundwassermessstellen (10, 50 und 100 m tief) wurden am Bohrplatz gebaut.
- ➔ Genaue Festlegung des Messrhythmus und der weiteren Messstellen (z.B. vom Landesgrundwasserdienst, Trinkwasser- und Beregnungsbrunnen) mit Beobachtung bereits vor Bohrbeginn Kontinuierliche Leitfähigkeits- und Temperaturmessung, in festgelegten Abständen Komplettanalysen.



Grundwassermonitoring Geothermiebohrungen Trebur

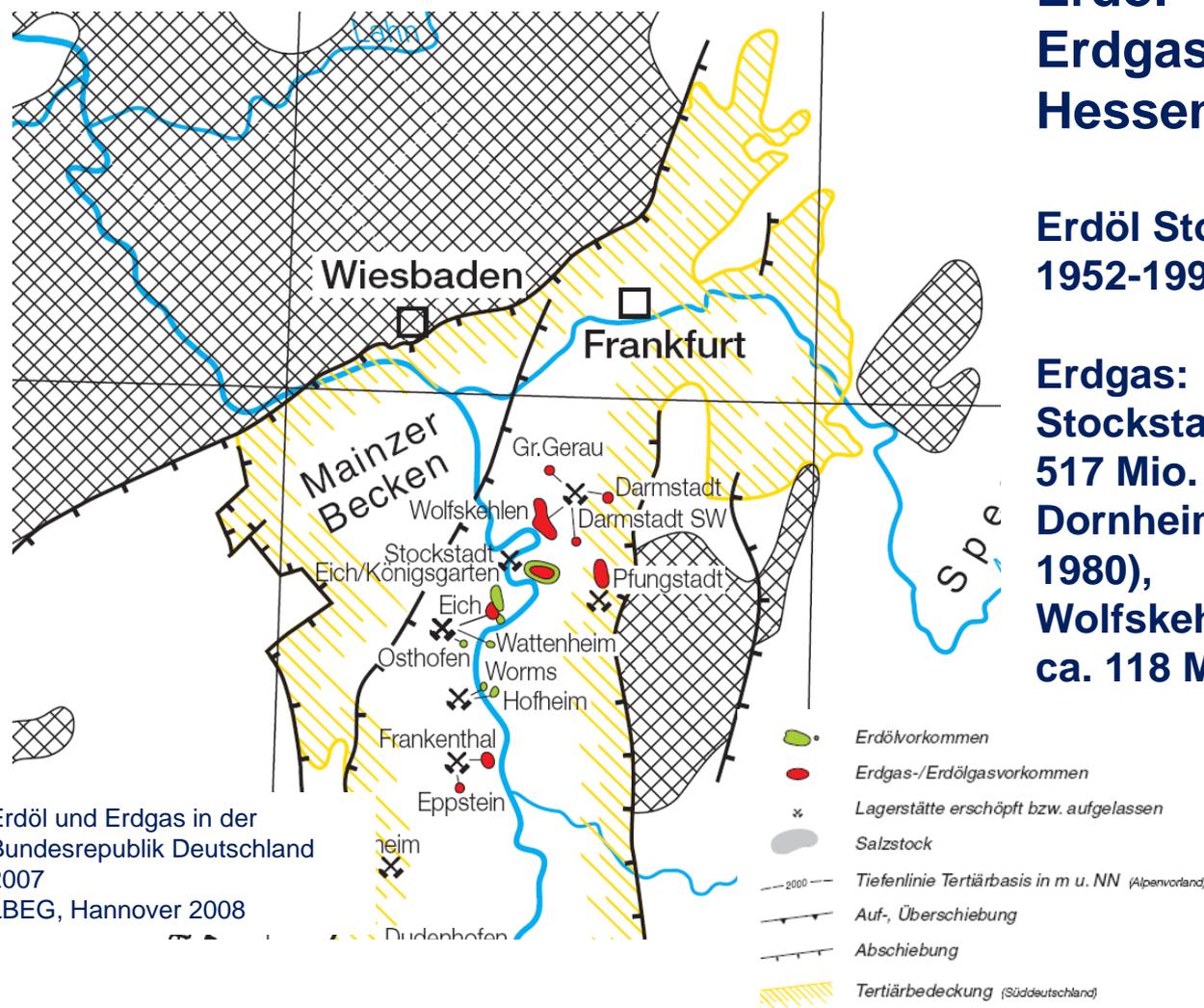


Amtl. Nr.	Bezeichnung	Probennahme* und Untersuchung durch							TK 25 Blatt-Nr.	R	H	Geländehöhe/ Meßpunkt (m über NN)	Sohltiefe m	Filteroberk ante	Filterunterk ante	Geologische Formation	Art d. Meßstelle	Bemerkungen Zeitreihe ab
		Mo	1/4	1/2	2	1,5 ⁷⁾	4,5 ⁷⁾	ÜWGeo										
11760	TREBUR							x	6016	3457068	5534419	87,1	9,5	7	9	Quartär, Pleistozän	Beobachtungsrohr	2011
11759	NAUHEIM			x				x	6016	3459891	5534259	87,92	19	6	10	Quartär, Pleistozän	Beobachtungsrohr	2012
11758	ASTHEIM			x				x	6016	3455460	5533860	85,27	7,5	4,5	6,5	Quartär, Pleistozän	Beobachtungsrohr	2003
11757	ASTHEIM			x				x	6016	3454820	5533710	85,85	5,5	3	5	Quartär, Pleistozän	Beobachtungsrohr	2003
11749	TREBUR			x				x	6016	3456979	5532019	85,31	11	4	5	Quartär, Pleistozän	Beobachtungsrohr	2011
11743	WALLERSTAETTEN			x				x	6016	3460030	5531570	87,16	8	4	8	Quartär, Pleistozän	Beobachtungsrohr	2008
11738	TREBUR			x				x	6016	3456460	5529950	83,95	34	31	34	Quartär, Pleistozän	Beobachtungsrohr	2003
15149	WALLERSTAETTEN			x				x	6016	3460907	5529877	86,79	7,2	4	7	Quartär, Pleistozän	Beobachtungsrohr	2004
GWM1	TREBUR	x						x	6016	3459243	5532907	87,4	9,5	2,9	9,5	Quartär, Pleistozän	Beobachtungsrohr	2015
GWM2	TREBUR	x						x	6016	3459247	5532919	87,62	112	102	105	Quartär, Pleistozän	Beobachtungsrohr	2015
GWM3	TREBUR	x						x	6016	3459248	5532921	87,6	41	36	40	Quartär, Pleistozän	Beobachtungsrohr	2015

2. Nutzungsart Bohrlochbergbau -

Konventionelle Kohlenwasserstoffe: Erdöl, Erdgas

Erdöl- und Erdgaslagerstätten in Hessen, Förderung



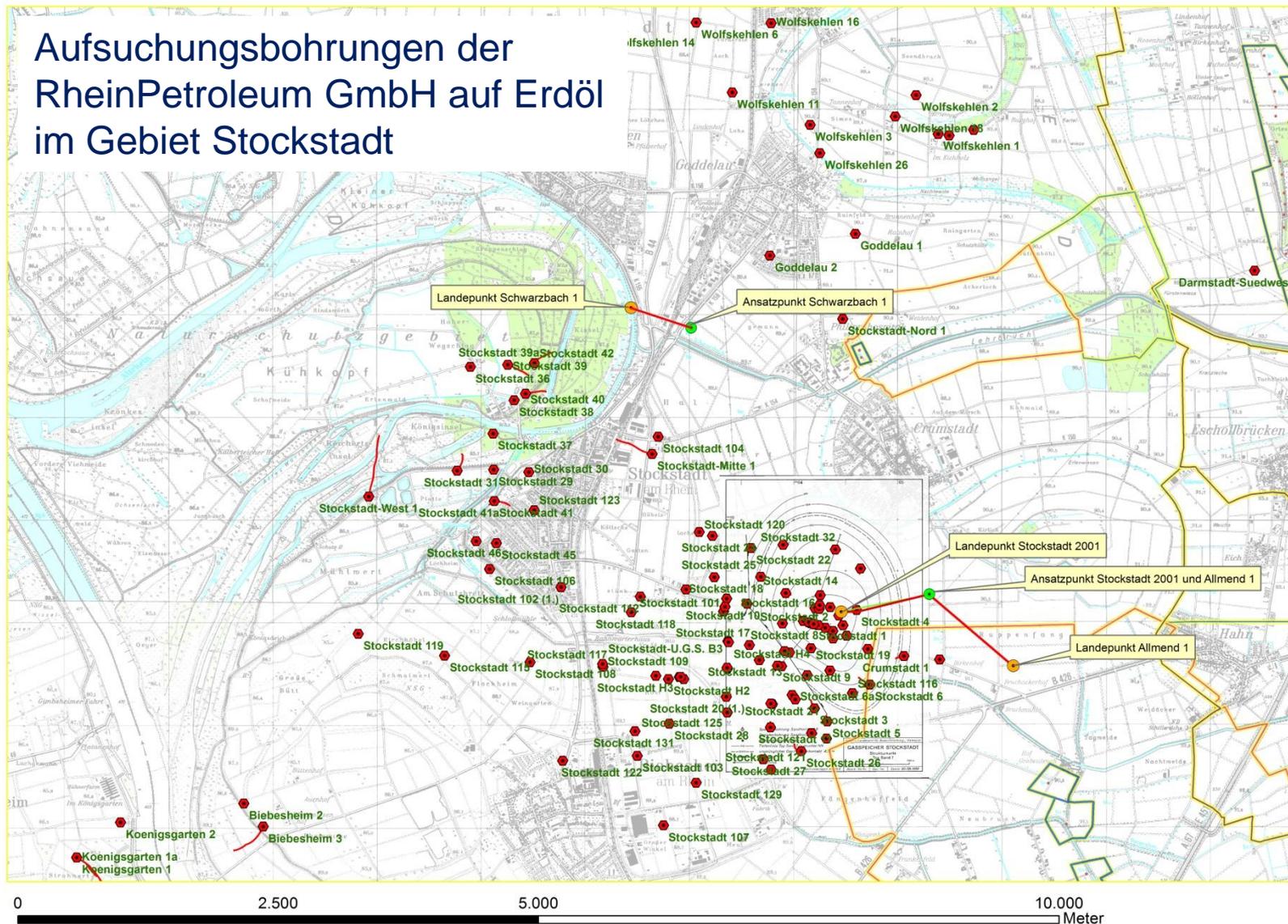
Erdöl Stockstadt:
1952-1992, ca.1 Mio. t

Erdgas:
Stockstadt:
517 Mio. m³ (1955-1979),
Dornheim: 199,4 Mio. m³ (1957-1980),
Wolfskehlen:
ca. 118 Mio. m³ (1955-1972)

Erdöl und Erdgas in der
Bundesrepublik Deutschland
2007
LBEG, Hannover 2008

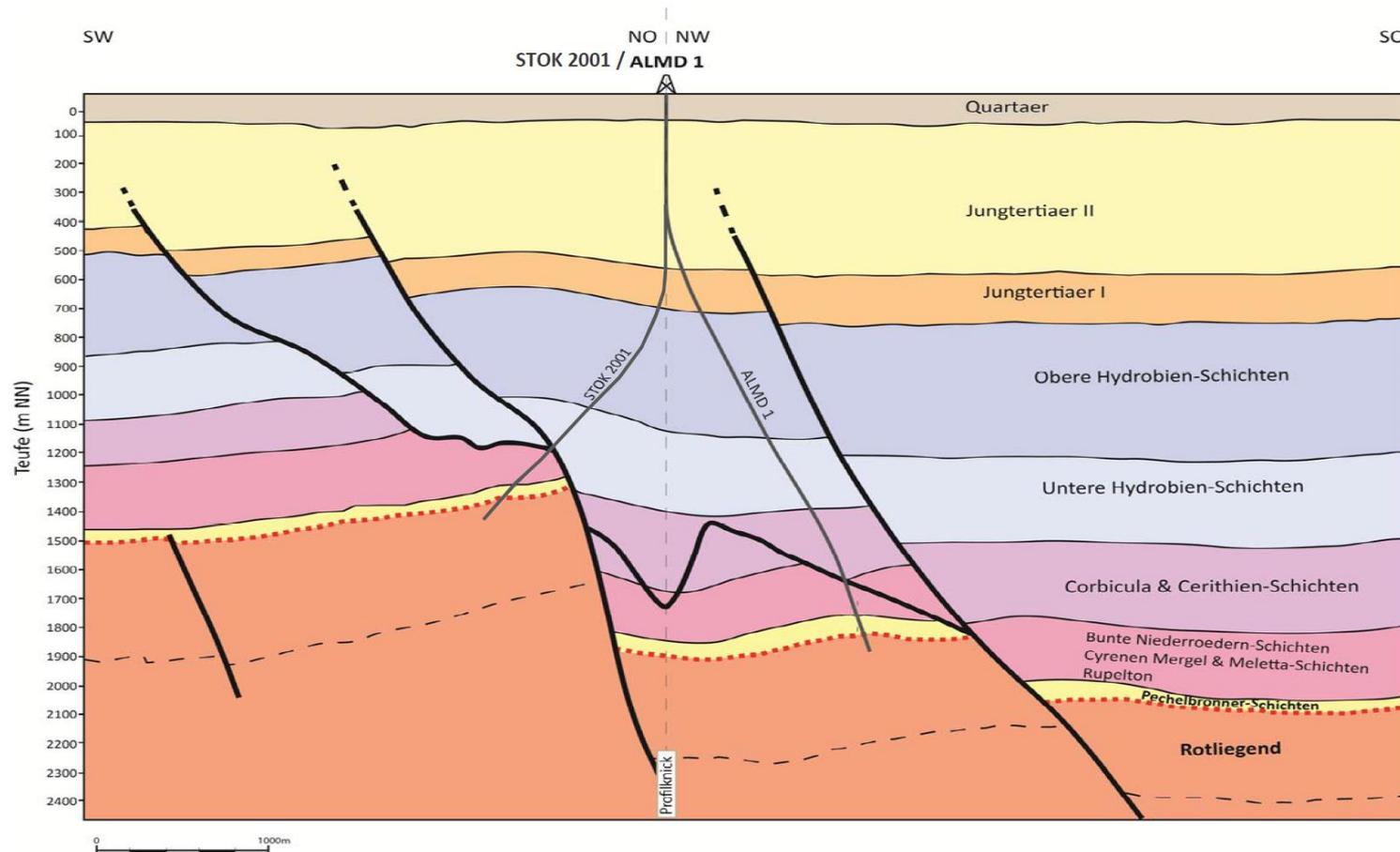
2. Nutzungsart Bohrlochbergbau

Aufsuchungsbohrungen der RheinPetroleum GmbH auf Erdöl im Gebiet Stockstadt



Aktivitäten der Rhein-Petroleum GmbH: Bohrungen Stockstadt 2001 und Allmend 1 (2014) und Schwarzbach 1 (2015)

Geologischer Schnitt mit Bohrspfad



Quelle: Vortrag Dr. Reinhold, 9. Hess. Tiefengeothermieforum 2014, Darmstadt

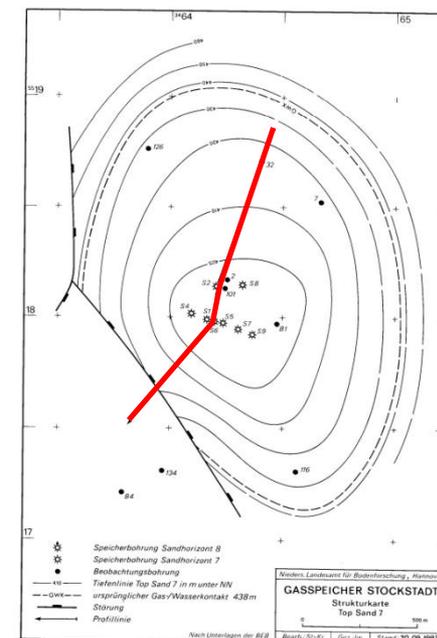
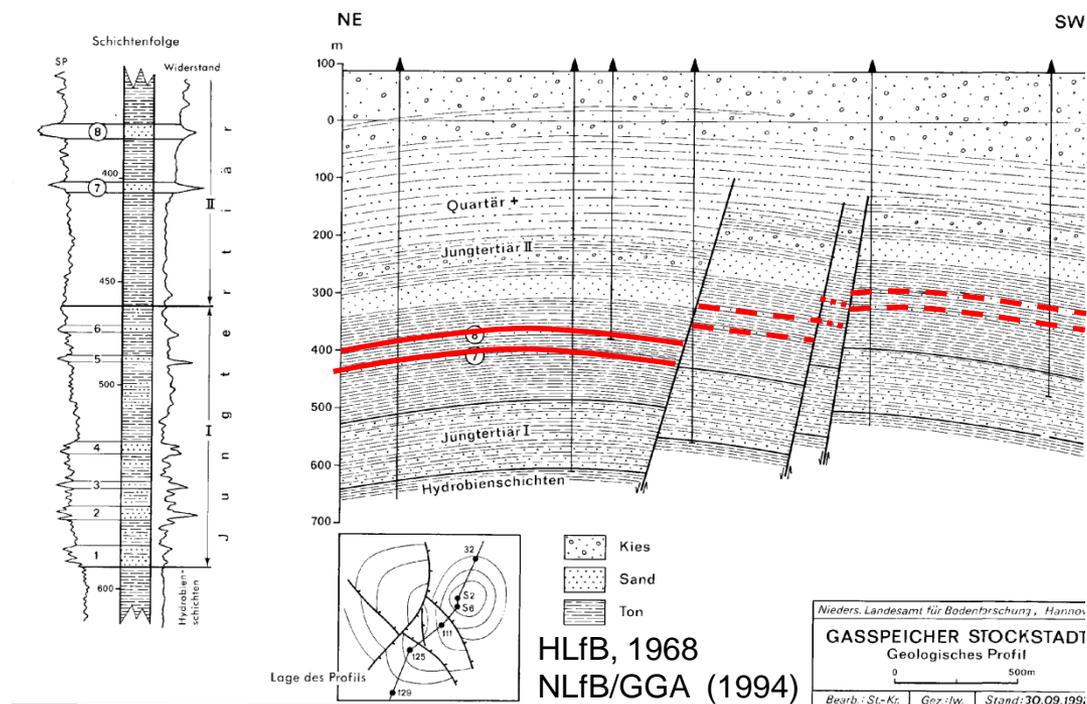


Rhein-Petroleum GmbH: Bohrung Schwarzbach 1 2015 fündig

- Probeförderung
- Felderschließung geplant

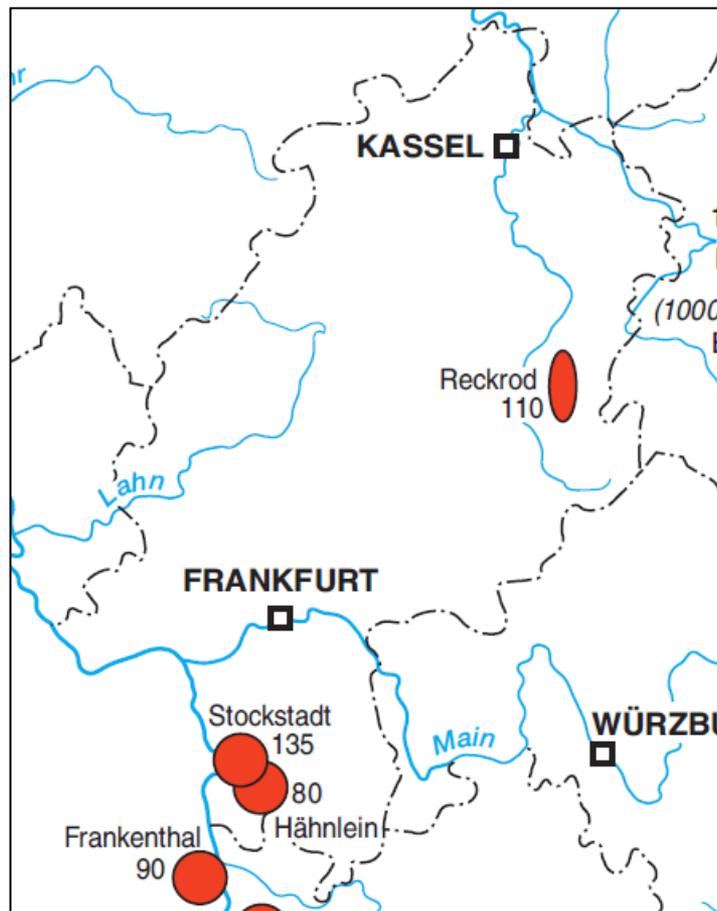
Erdgaslagerstätte und

3. Nutzungsart: Porengasspeicher Stockstadt



Gasspeicher: NE-Scholle. NNW-SSE-streichende Antiklinale, am westlichen und südwestlichen Rand durch zwei N-S- bzw. NW-SE-orientierte Störungen begrenzt. Speicherhorizont: Jungtertiär II, Sandhorizonte 7 und 8, voneinander durch eine ca. 25 m mächtige Tonserie getrennt, ca. 400 m bzw. 360 m u. NN.

3. Nutzungsart: Untertagespeicherung



Erdgas

Porenspeicher

● in Betrieb mit max. Arbeitsgas-
kapazität nach Endausbau [Mio. m³(V_n)]

● in Planung oder Bau mit voraussichtlicher
max. Arbeitsgaskapazität [Mio. m³(V_n)]

Kavernenspeicher

● in Betrieb

● in Planung oder Bau



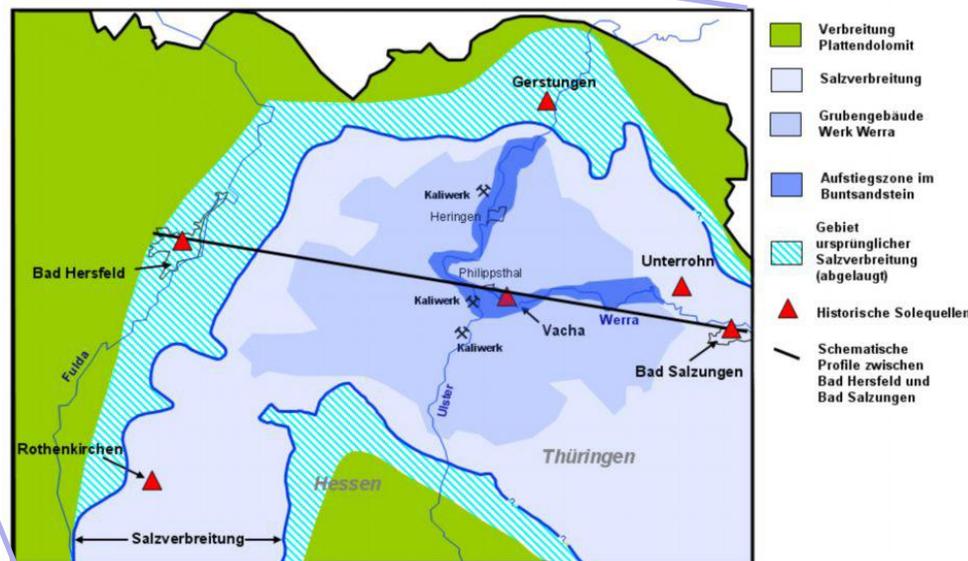
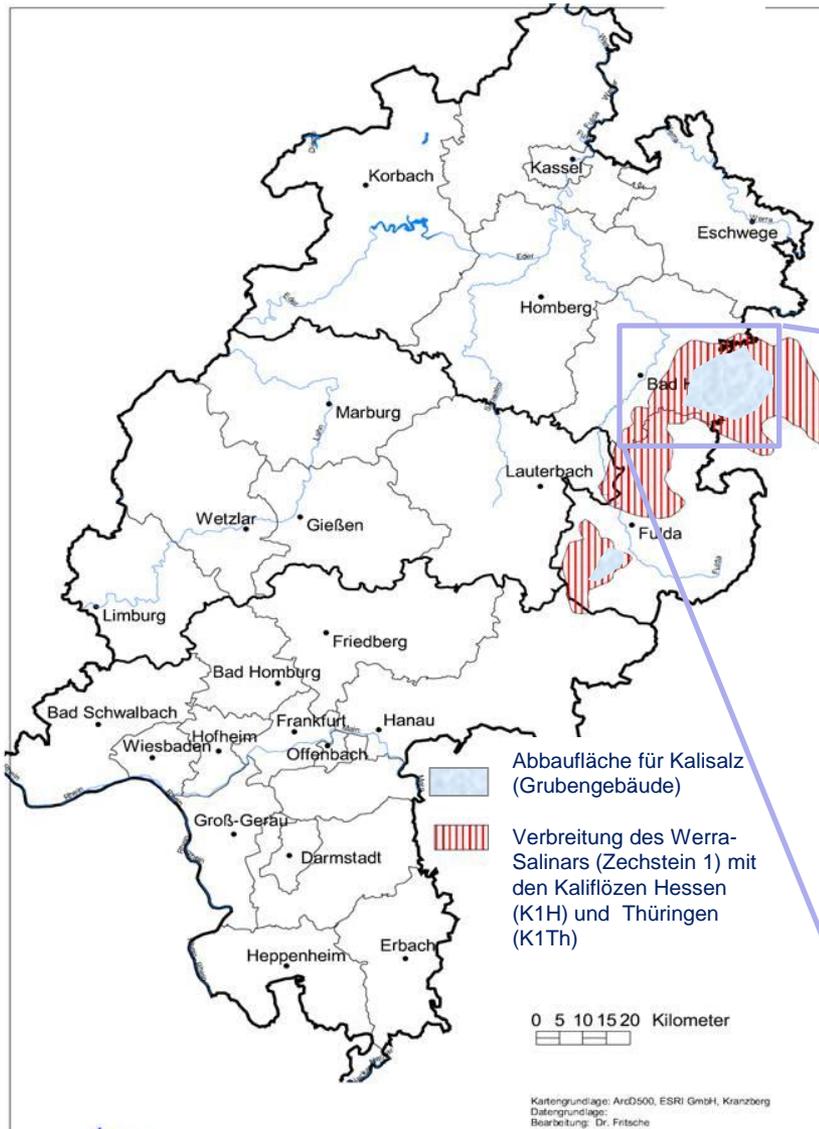
Erdgaskavernenspeicher Reckrod

(Quelle: Gas-Union)

4. Nutzungsart: Abbau von Kalisalz

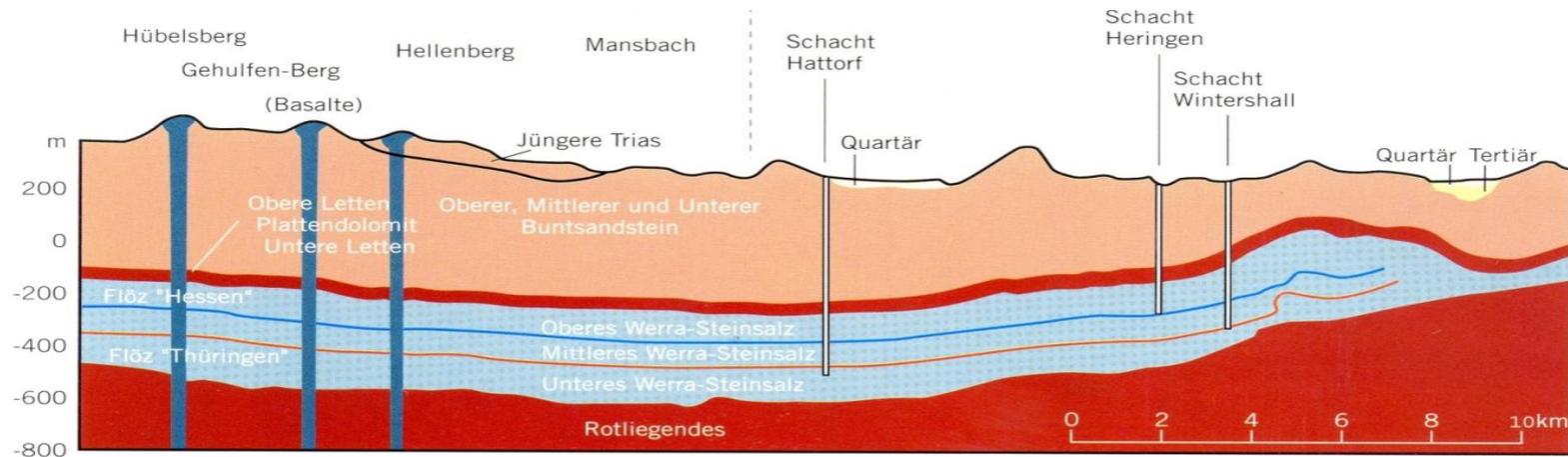
Werra-Fulda-Salzlagerstätte

Links: Übersicht zur Verbreitung des Werra-Salinars (Zechstein 1) mit den Kaliflözen Hessen (K1H) und Thüringen (K1Th)
 Die Salzlagerstätte wird im Süden durch den Fuldaer Graben getrennt. Im südlichen Teil baut das Werk Neuhoof-Ellers der K + S Aktiengesellschaft Rohsalze ab.



Oben: Grubengebäude (Abbaufäche für Kalisalze, mittelblau) des Werkes Werra der K + S Aktiengesellschaft, Fläche ca. 1000 km² (Quelle: K + S)

4. Nutzungsart: Abbau von Kalisalz



Geologischer Nord-Süd Schnitt durch das Werra-Kali-Gebiet östlich Bad Hersfeld (Quelle: K+S Aktiengesellschaft)

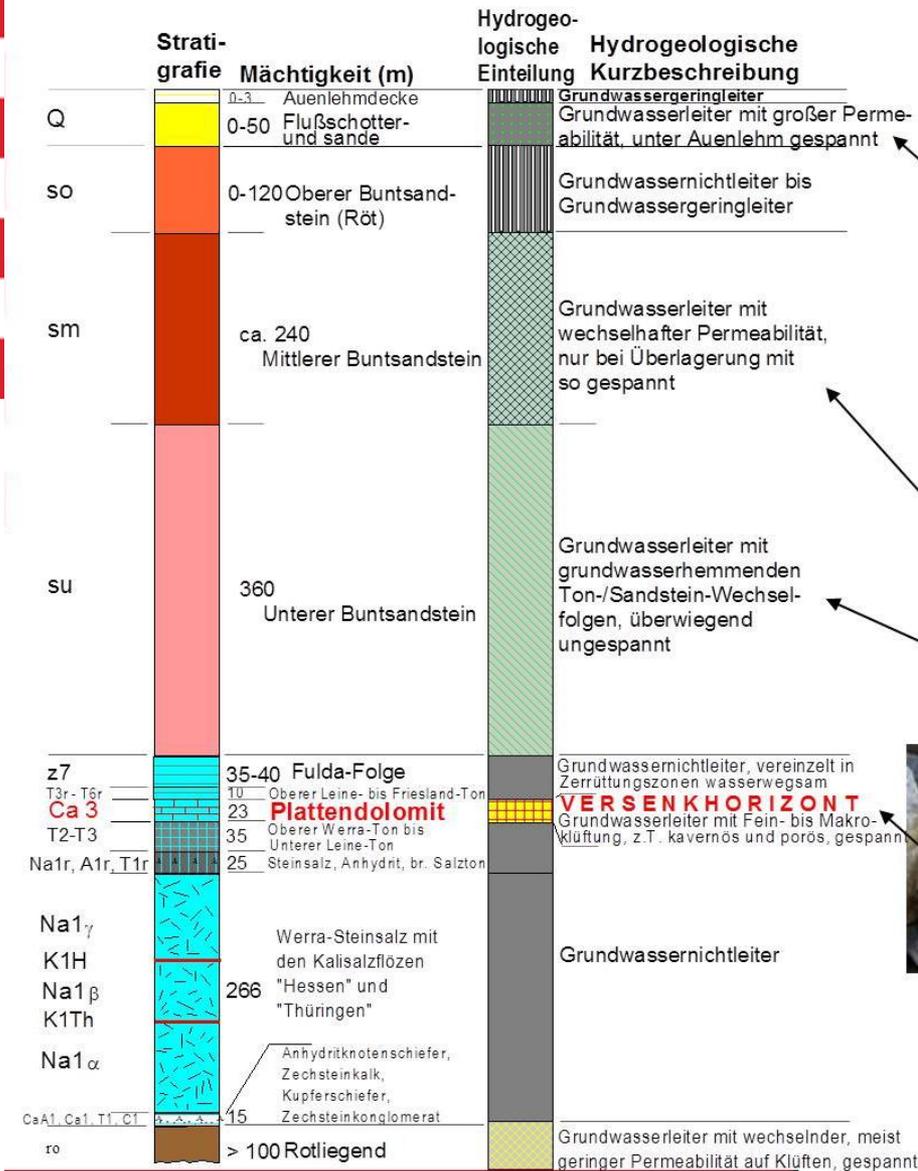


Feine Bänderung (tonige Lagen) im kalihaltigen Rohsalz, Flöz Hessen, Grube Neuhof



Halde Wintershall, Heringen/Werra

4. Nutzungsart: Kalisalz, Abwasserproblematik



Stratigraphie und Hydrostratigraphie im Fulda-Werra-Kaligebiet

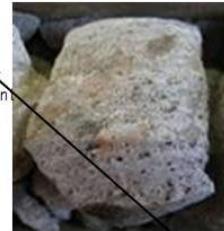
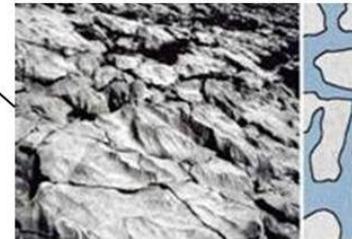
Porengrundwasserleiter



Kluftgrundwasserleiter



Karstgrundwasserleiter

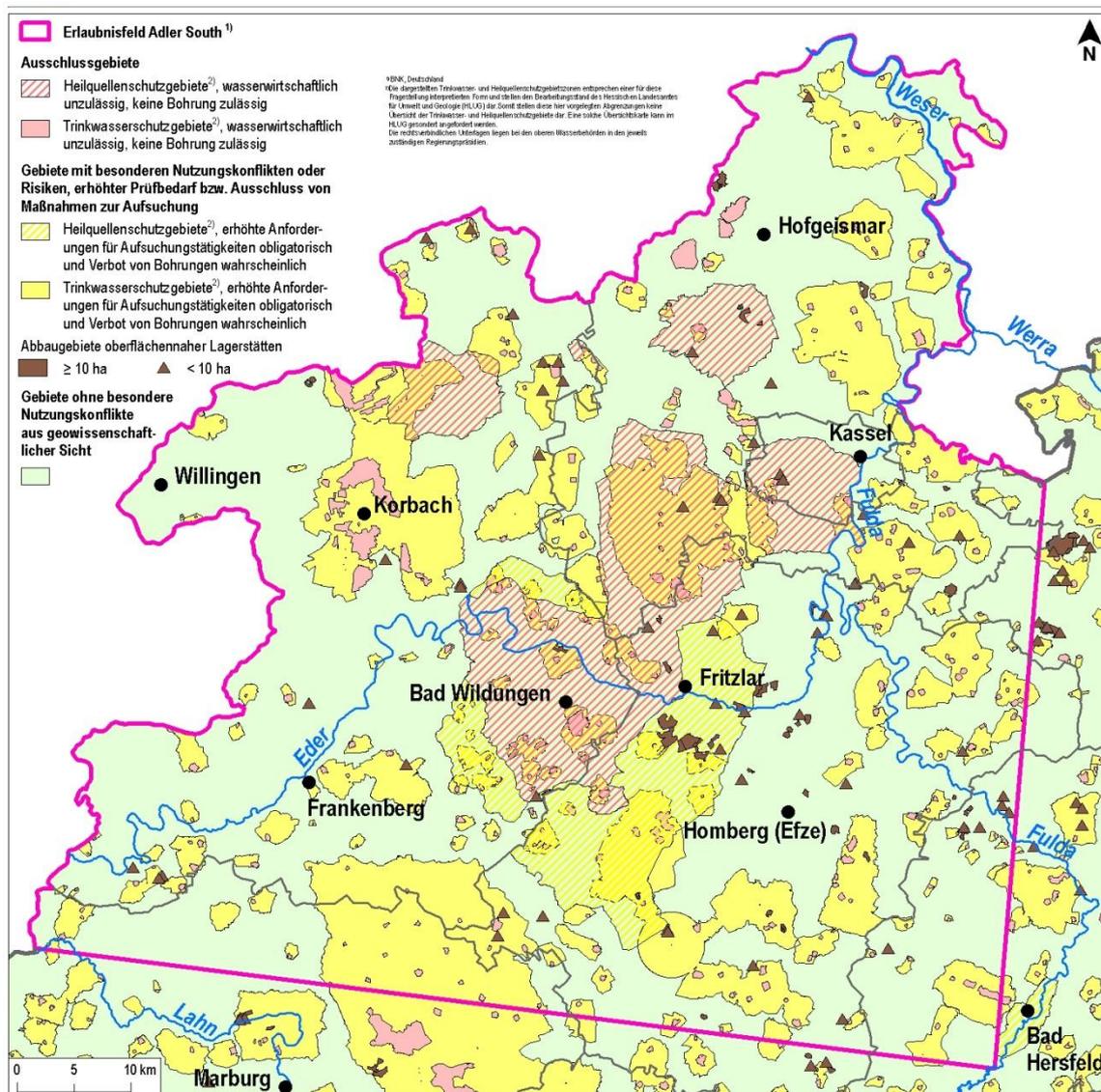


5. Nutzungsart: Untertagedeponie Herfa-Neurode für besonders überwachungsbedürftige Abfälle



Bildquelle: K+S Kali GmbH

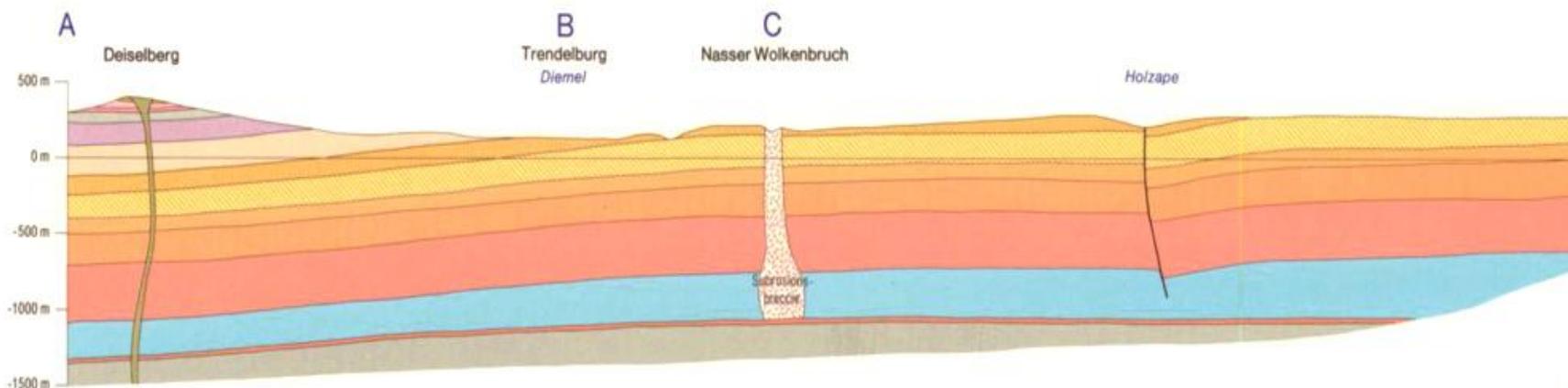
6. Nutzungsart: Schiefergas



Geologisches Gutachten des HLNUG 2013 zum Erlaubnisantrag der BNK auf Aufsuchung (inklusive Fracking) von Schiefergas im Feld Adler South

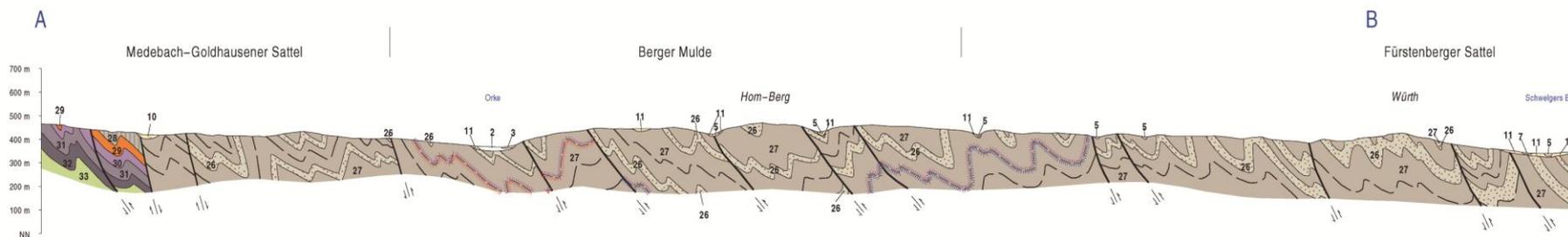
- Potenzialräume
- Nutzungskonflikte

Unterschiedliche geologische Situation in den Potenzialräumen



W-SE-Profil auf der Höhe Trendelburg-Reinhardshagen durch den Reinhardswald, den östlichen Teil des Reinhardswald-Zierenberg-Nethe-Schollenkomplexes.

Grau: gefaltetes Karbon



NW-SE-Profil (A-D) durch die Wittgensteiner Mulde: Gefaltete und gestörte Kulm-Tonsteine und Kulm-Grauwacken des Unterkarbons
 violett, orange: Unterkarbon (Liegende Alaunschiefer, Lydit, Kieselschiefer, kieselige Übergangsschichten)

Beispiel Flächenanalyse der Potenzialräume und konkurrierender Nutzungsansprüche

1. Geologie

Betrachtung des rohstoffgeologischen Potenzials:
Gasführung möglich?

Betrachtung des geologischen Risikos:
Barrieren vorhanden?
Seismizität?

→ 3-Stufen-Wertung

2. Nutzung

Für gesamtes Aufsuchungsfeld
und jeweilige Potenzialfläche

Wasserschutzgebiete (Trinkwasser- und Heilquellen-), **gesamt nach Überlagerung**

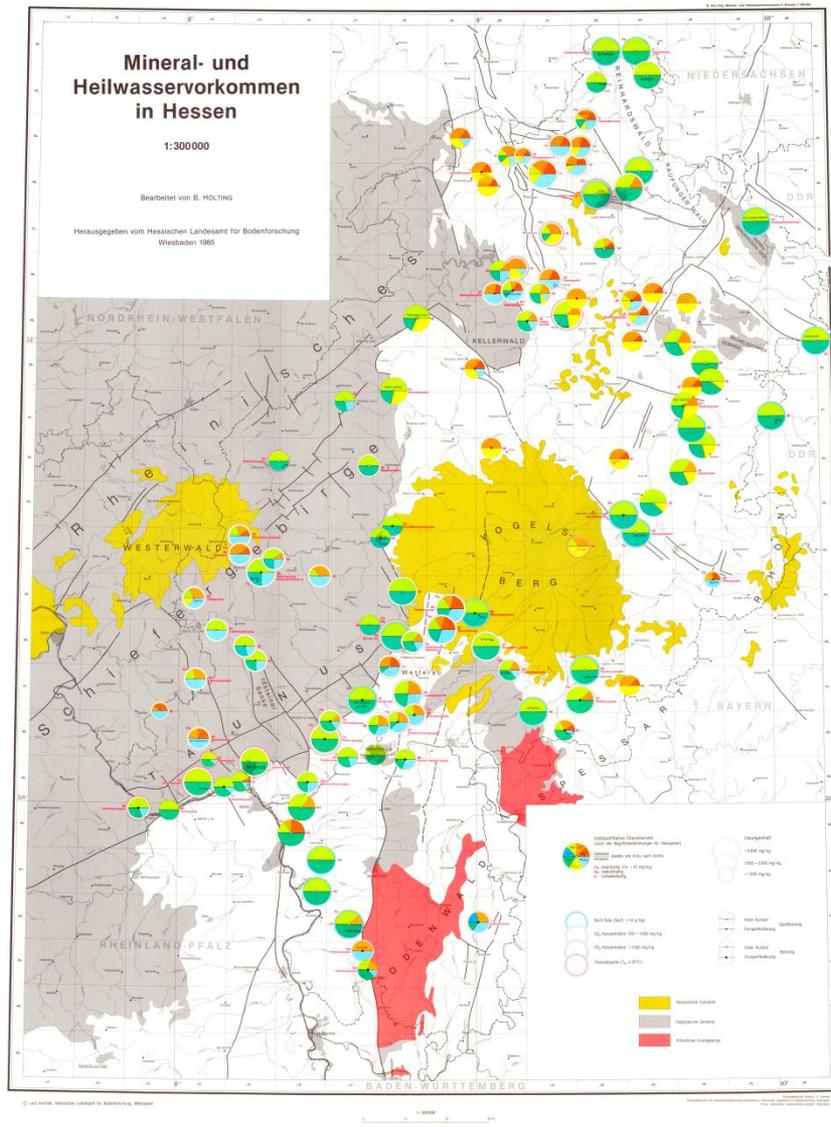
Festgesetzte Wasserschutzgebiete (Trinkwasser- und Heilqu.-),
Vorranggebiete Hochwasserschutz,
Siedlung und Industrie, Gewerbe sowie Bund; **gesamt nach Überlagerung**

Festgesetzte Wasserschutzgebiete (Trinkwasser- und Heilqu.-),
Vorranggebiete Hochwasserschutz,
Siedlung und Industrie, Gewerbe sowie Bund, Vorranggebiete Natur und Landschaft; Geo- und Nationalpark;
gesamt nach Überlagerung

Gutachten des HLNUG – Fazit und Kernaussagen

- Eventuelles Schiefergaspotenzial in Hessen und mögliche wirksame Barrierschichten in nur einem Potenzialraum (Reinhardswald-Zierenberg-Nethe-Schollenkomplex), der rund 16% des beantragten Feldes einnimmt.
 - Dieser Potenzialraum ist zu einem erheblichen Anteil mit Schutzgebieten und weiteren Gebieten öffentlichen Interesses belegt (64,77 %).
 - Die Überlagerung mit Schutzgebieten und vorhandenen oder geplanten Nutzungen reduziert dort die Gewinnbarkeit eines eventuell vorhandenen Gaspotenzials drastisch.
 - Sollten Aufsuchung und Gewinnung unkonventioneller KW-Lagerstätten mit Fracking überhaupt in Frage kommen, dann wäre der Erkundungsaufwand außerordentlich hoch, insbesondere hinsichtlich der Integrität des Deckgebirges (Barrieren, Grundwasserleiter, Störungen).
 - Außerdem Auftrag an die Uni Marburg (Prof. Böhm) für ein Rechtsgutachten
- ➔ Resultat: Antrag auf Erlaubnis durch Genehmigungsbehörde abgelehnt

7. Nutzungsart: Heil- und Mineralquellen



7. Weitere mögliche Nutzungsarten

- ▶ Untertage-Gasspeicherung aus Power-to-Gas: Methan, Wasserstoff (Kavernen, Porenspeicher)
- ▶ Druckluftspeicherung (Kavernen)
- ▶ CO₂-Speicherung, Studie des HLNUG

Kriterien:

- Grundsätzlich nicht geeignete Gesteine
- Wegen lithologischer Eigenschaften grundsätzlich als CO₂-Speichergestein geeignet
- Tiefenlage > 800 m
- Ausreichend mächtige Gesteinseinheiten im Hangenden, die als Deckgestein (Barriere) geeignet sind?
- Welche konkurrierende Nutzung besteht neben der CO₂-Speicherung?

➔ Die geologischen Voraussetzungen zur dauerhaften (d.h. möglichst länger als 10.000 Jahre) Speicherung von CO₂ werden in Hessen nur von tiefen Salzwasser führenden Grundwasserleitern (salinen Aquiferen) sowie entleerten Erdöl- und Erdgaslagerstätten erfüllt.

