



# Tiefe Geothermie und Erdgasuntertagespeicherung - Ein Nutzungskonflikt?

**Dr. Johann-Gerhard Fritsche & Dr. Matthias Kracht, Hessisches Landesamt für  
Umwelt und Geologie  
Offenburg, 26. Februar 2010**



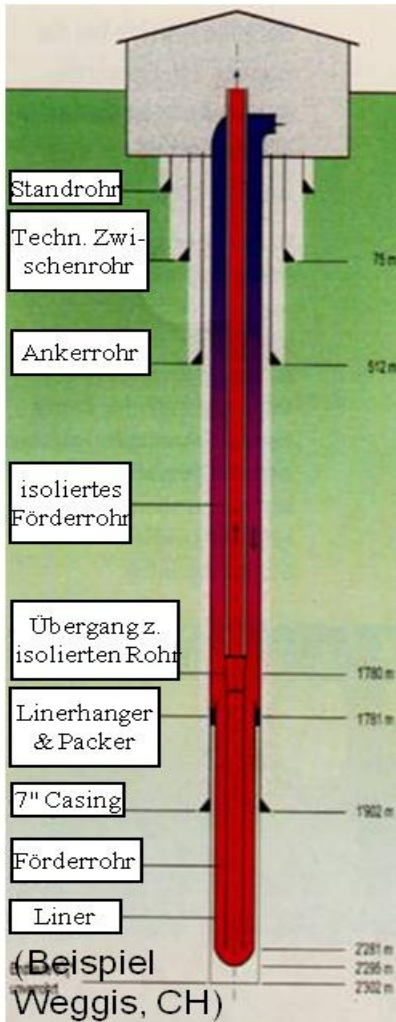


## Übersicht

- Potenzial in Hessen
- Geologische Situation im hessischen Oberrheingraben
- Nutzungskonflikte allgemein
- Erdgasuntertagespeicherung
- Untersuchungsprogramm

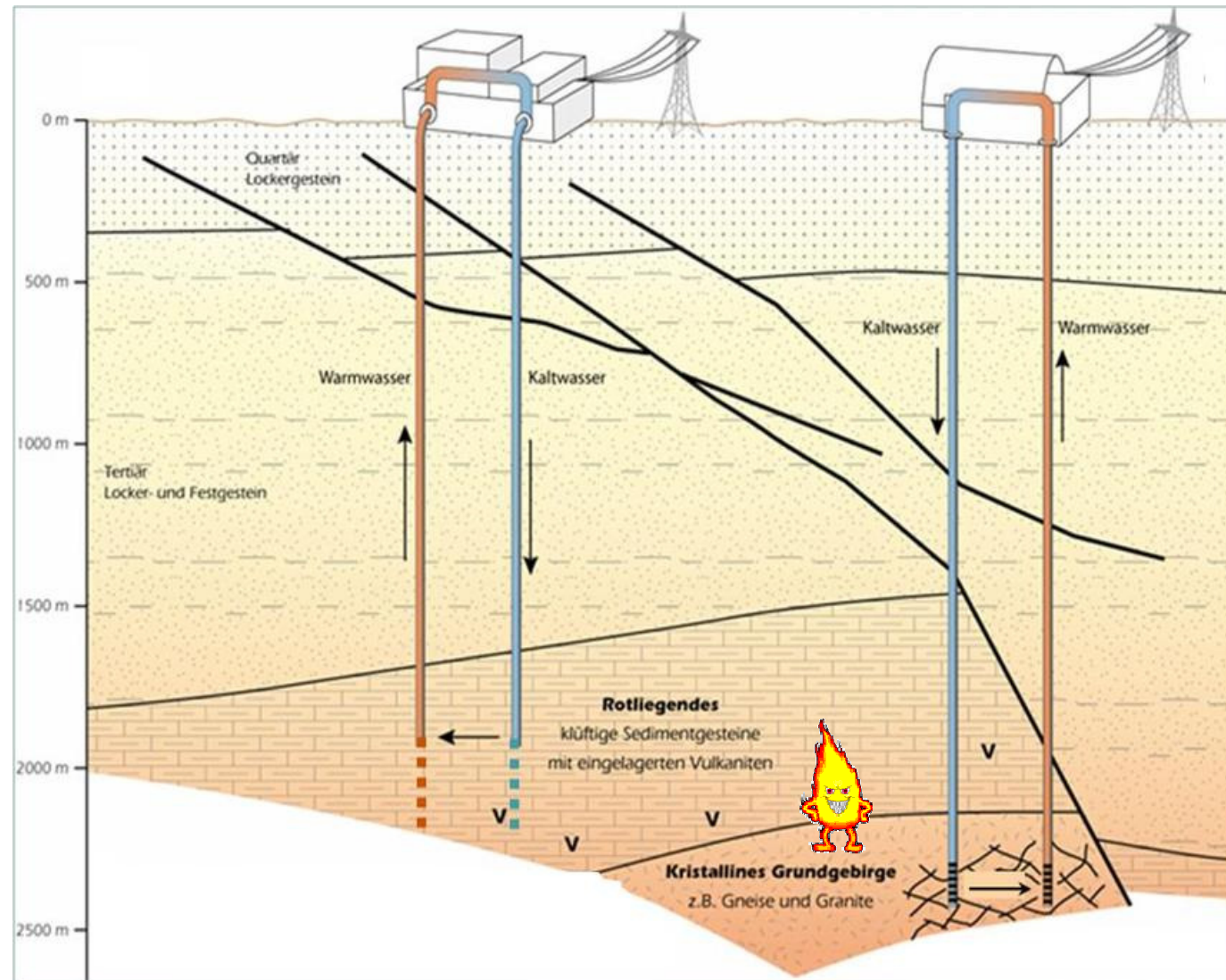
# Nutzungsarten

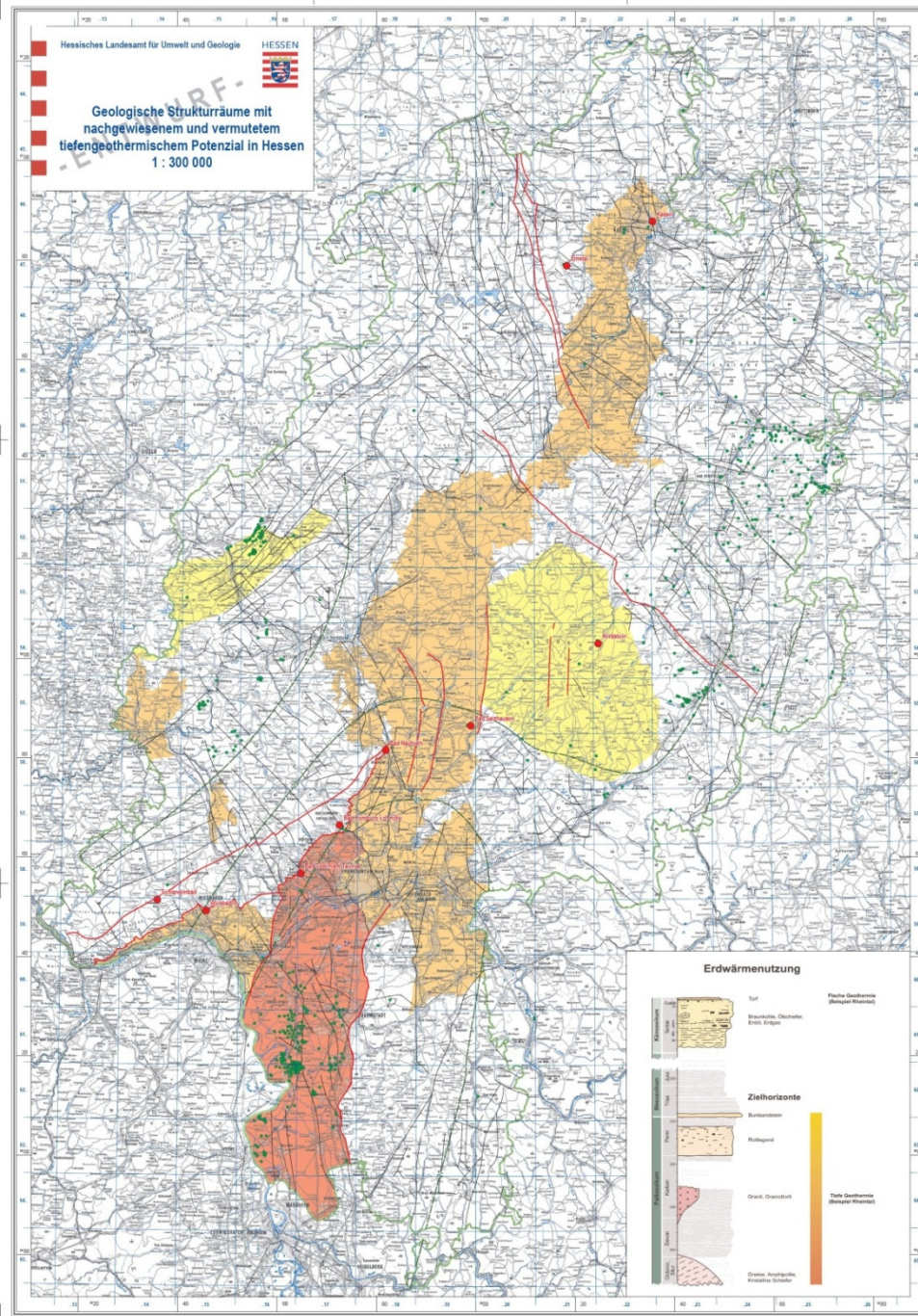
## Tiefe Erdwärmesonde



## Hydrothermale Nutzung

## Petrothermale Nutzung





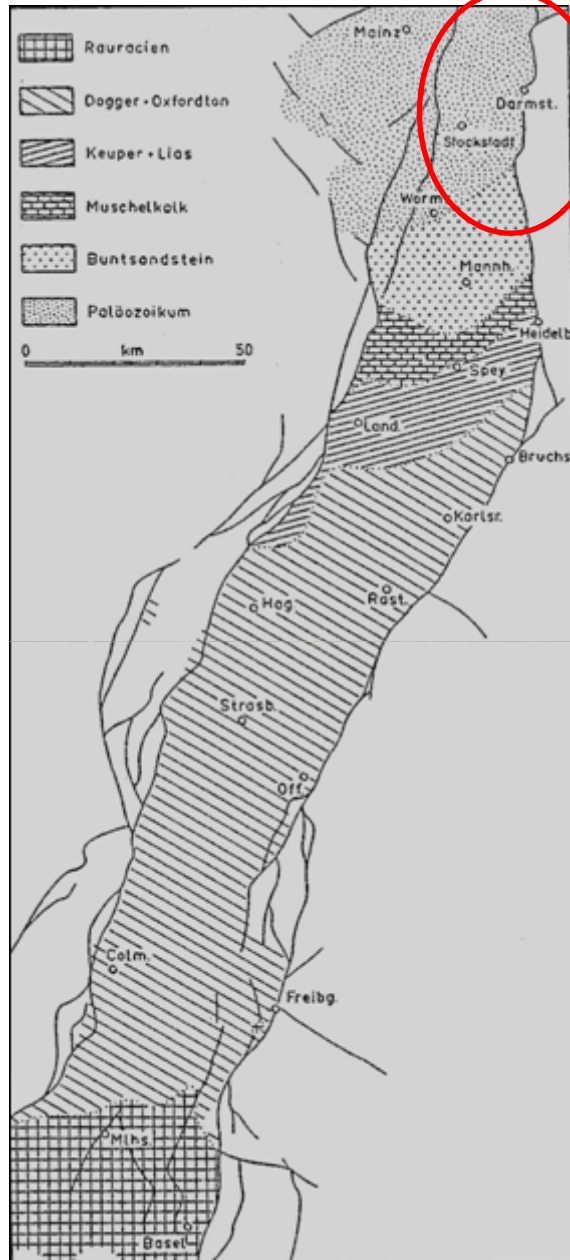
## Tiefengeothermisches Potenzial

**Roter Bereich:** Oberrheingraben, erhöhter geothermischer Gradient, Temperatur in 3000 m Tiefe ca. 130-150°C (durch Messwerte belegt)

**Orange und gelbe Bereiche:** Vermutlich erhöhter geothermischer Gradient, Temperatur in Thermalwasseraufstiegsgebieten in 3000 m Tiefe vermutlich 110-120°C (sehr wenig erkundet)

**Übriges Hessen:** Normaler geothermischer Gradient von 3°C Temperaturzunahme pro 100 m Tiefe, Temperatur in 3000 m Tiefe ca. 90-100°C

**Grüne Punkte:** Bohrungen > 400m



## Oberrheinigraben

Prätertiäre Oberfläche, Zielhorizonte

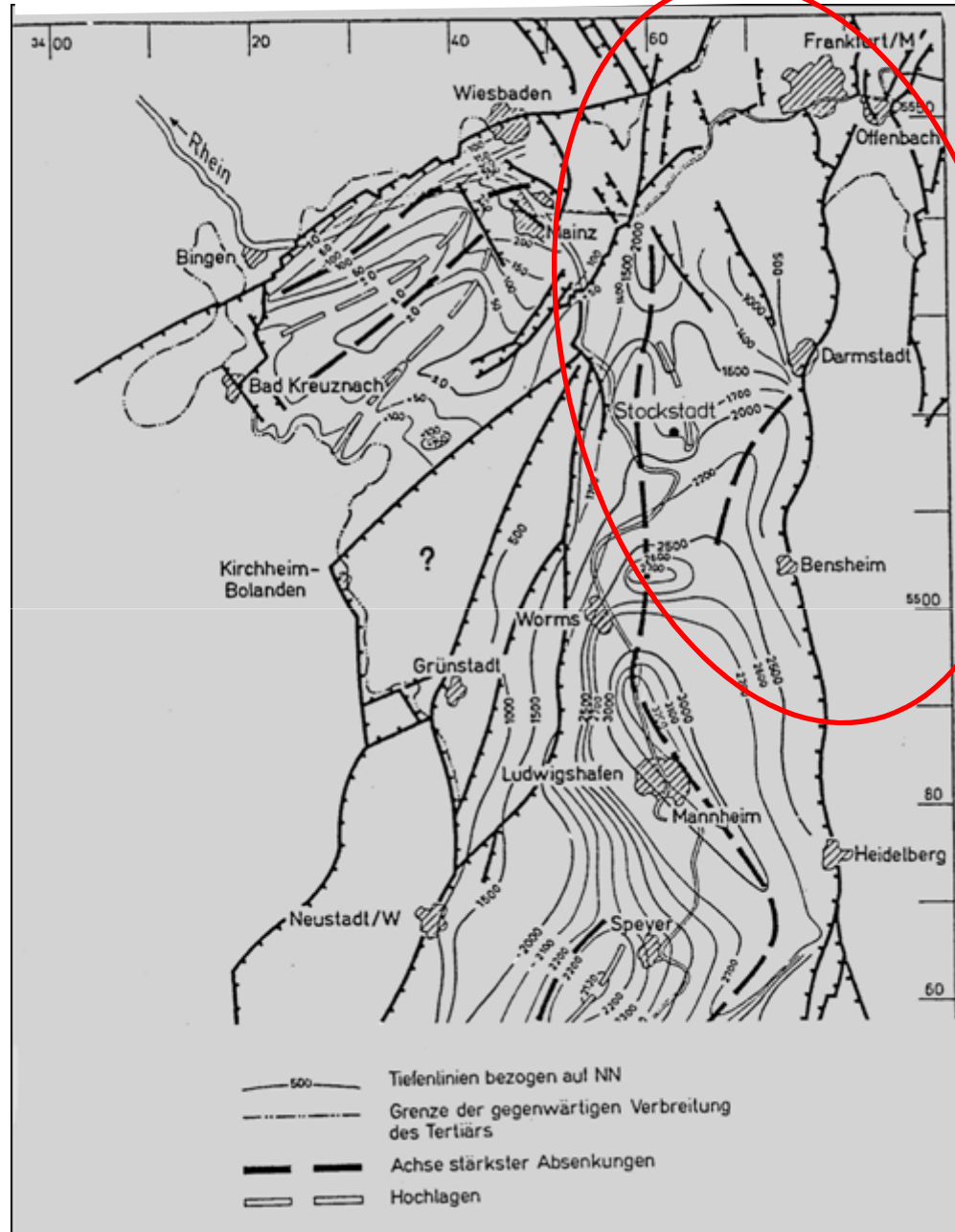
Transeuropäisches Rift-System (Rhône-Graben, Oberrheinigraben, Hessische Senke)

Extensionale Phase: Erste Absenkungen im Unter- bis Miozän, Verlagerung der Senkung im Oberoligozän in den **nördlichen Oberrheinigraben, dort im Miozän stärkste Senkung**

Ende Aquitan bis Ende Unterpliozän: Inaktive Grabenperiode

Phase mit dominierenden sinistralen Scherbewegungen: Oberpliozän bis heute, **offene Kluftsysteme in Störungsbereichen**

**Prätertiäre Oberfläche wird nach Norden hin älter**



**Bestandsaufnahme:  
verschiedene Strukturkarten**

**z.B. Tiefenlinien der  
Tertiärbasis/Oberfläche  
Zielhorizont Rotliegendes**

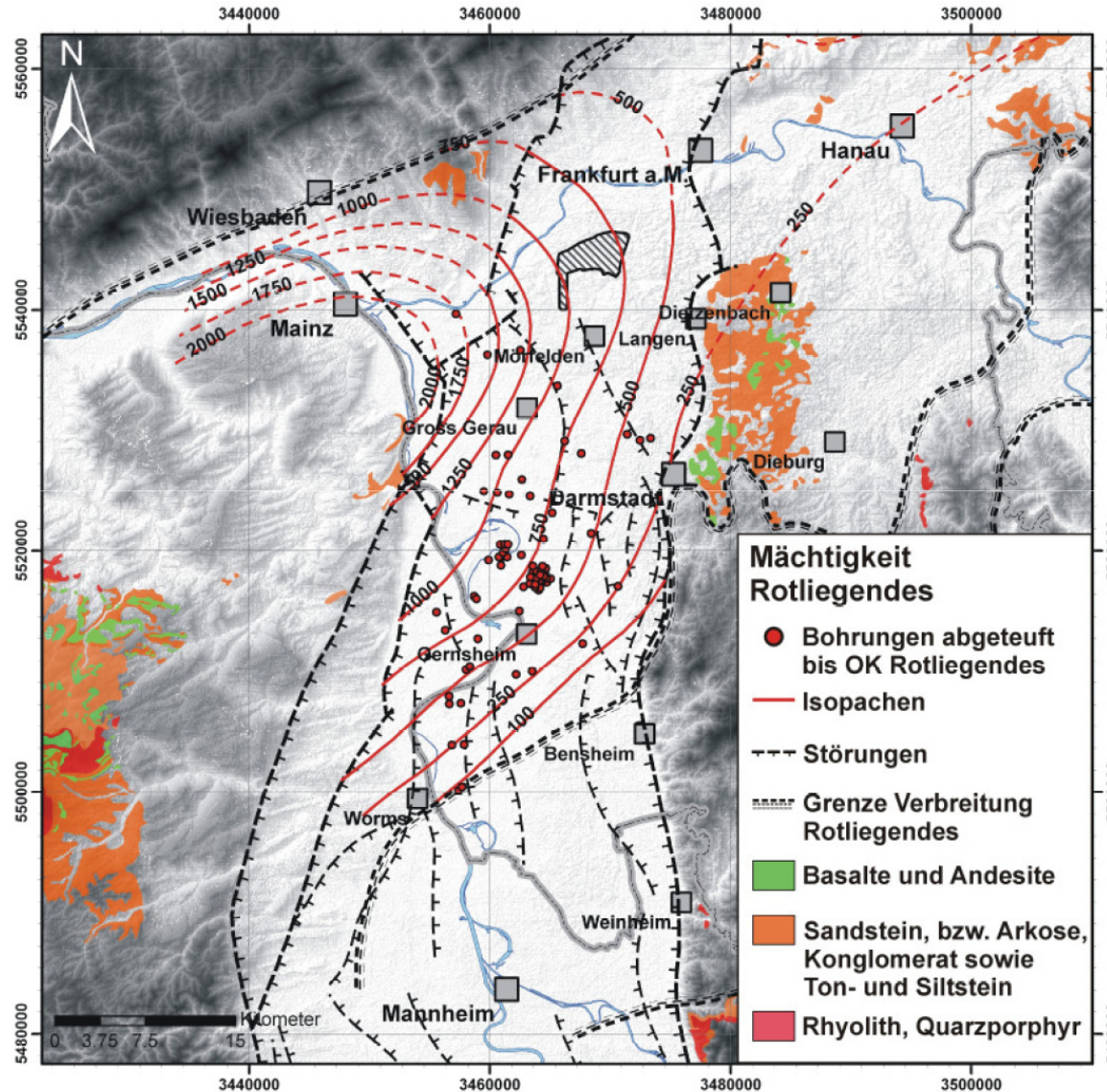
im nördlichen Oberrheingraben

bezogen auf NN

(aus DOEBL & Olbrecht, 1974)

- „Heidelberger Loch“: > 3000 m u. NN
- Rotliegendes im hessischen Anteil:  
1000 – 2500 m unter NN

F + E-Projekt „3 D-Modell der geothermischen Tiefenpotenziale von Hessen“ (HMUELV, TU Darmstadt, HLOG)

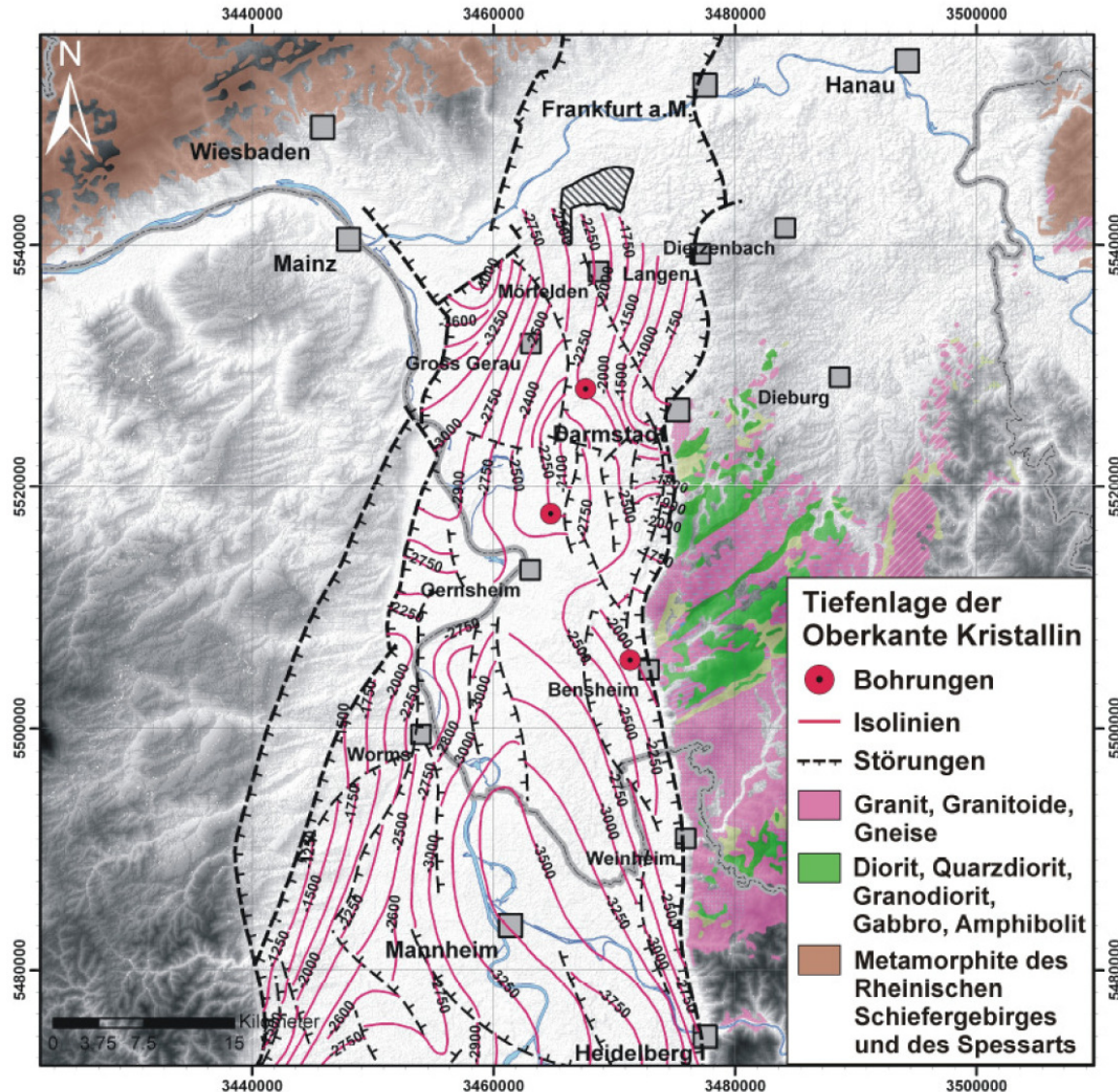


Rotliegendmächtigkeiten im nördlichen Oberrheingraben

- Zunahme nach NW
- Randfazies am S-Rand des Saar-Nahe-Trogs

Untersuchungen zum Geothermischen Tiefenpotenzial des Oberrheingrabens zwischen Frankfurt und Viernheim  
A. Buß, K. Bär, I. Sass (2008)

F + E-Projekt „3 D-Modell der geothermischen Tiefenpotenziale von Hessen“ (HMUELV, TU Darmstadt, HLOG)



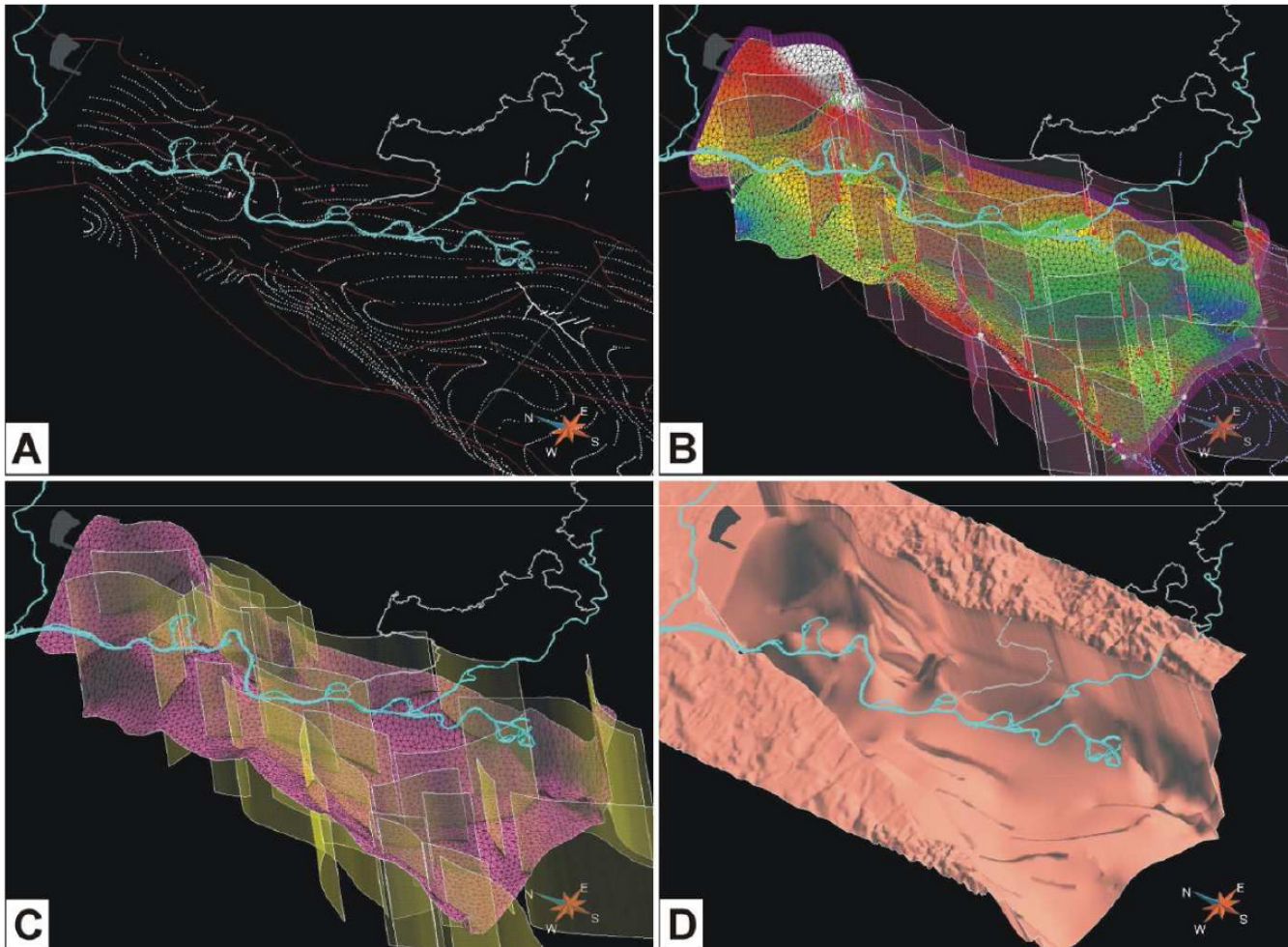
Tiefenlage der Oberkante des Kristallin im nördlichen Oberrheingraben

- Störungen oft mit Versatzbeträgen > 100 m
- Temperaturen in 2000 m Tiefe bis zu 120 °C
- Datenlage im nördlichsten Bereich unbefriedigend

Untersuchungen zum Geothermischen Tiefenpotenzial des Oberrheingrabens zwischen Frankfurt und Viernheim  
**A. Buß, K. Bär, I. Sass (2008)**



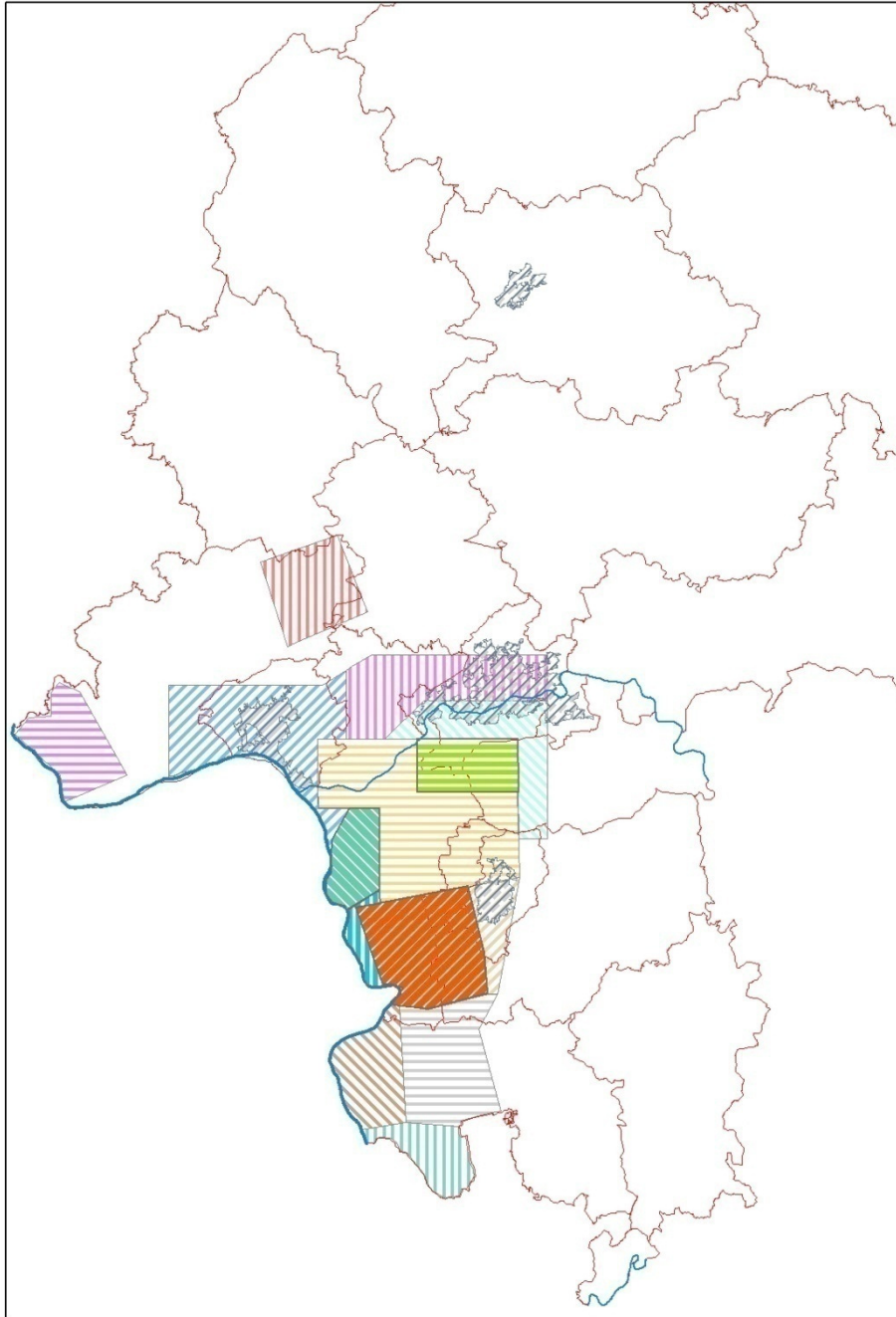
F + E-Projekt „3 D-Modell der geothermischen Tiefenpotenziale von Hessen“  
(HMUELV, TU Darmstadt, HLOG)



1. Geologisches 3 D-Modell mit GoCad
2. Attributierung geothermischer Parameter
3. Abschätzung des geothermischen Potenzials

**Abb. 4.9** Modellierungsschritte der Fläche Oberkante Kristallin, 5-fach überhöht. A) Bohrungenpunkte (violett), Punkte erweiterter Isolinienplan (weiß); B) Fläche nach erstem Interpolationsschritt nach der Flächenzerschneidung durch die grabeninternen Störungen; C) Fläche nach Abschluss der Interpolation; D) Interpolierte Fläche verschnitten mit Geländeoberkante.

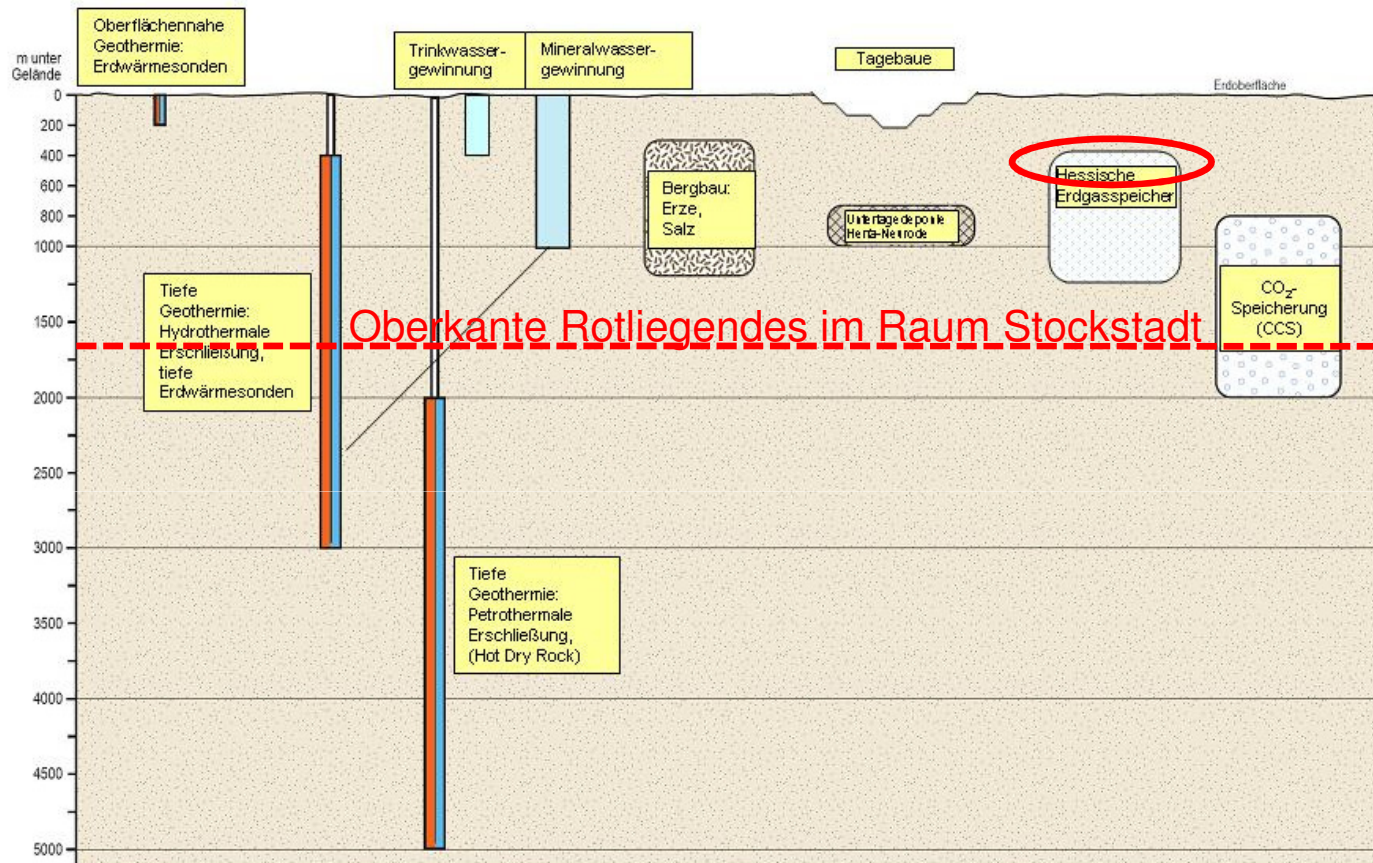
Aus Bär (2008): 3D-Modellierung des tiefegeothermischen Potenzials des nördlichen Oberrheingrabens und Untersuchung der geothermischen Eigenschaften des Rotliegend, Diplomarbeit unveröff., TU Darmstadt



Beantragte bzw. bewilligte  
Aufsuchungserlaubnisse, für  
Erdwärme gem. § 7 und 8  
BBergG,  
Stand: Juni 2009

- Hauptinteressensgebiet  
Oberrheingraben
- „Greenfield Exploration“ im  
Rheinischen Schiefergebirge

# Stellungnahme des HLUG zum Antrag auf Erlaubnis



- Allgemeine Prüfung aus geologischer Sicht, ob das Vorhaben mit dem geschilderten Arbeitsprogramm seine Ziele erfüllen kann und aussichtsreich ist.
- Prüfung der einzelnen Fachbereiche, ob Konflikte mit anderen Nutzungen des Untergrunds gegeben sein können → **Nutzungskonflikte**

# Nutzungskonflikte im Untergrund, Oberrheingraben

- Trinkwassergewinnung
- Mineralwassergewinnung (Nordrand)
- Oberflächennahe Rohstoffe
- Erdgasuntertagespeicherung
- Gebiet erhöhter Seismizität



### Ausschlussgebiete

wasserwirtschaftlich unzulässig

### Gebiete mit besonderen Nutzungskonflikten

Abbaugbiete oberflächennaher Lagerstätten (< 10 ha)

Abbaugbiete oberflächennaher Lagerstätten (> 10 ha)

wasserwirtschaftlich ungünstig erhöhte Anforderungen

Gebiet für Gasspeicher

Gebiete erhöhter Seismizität (Erdbebenzone 1 nach DIN 4194)

Gebiet für Gasspeicher, 1km-Buffer

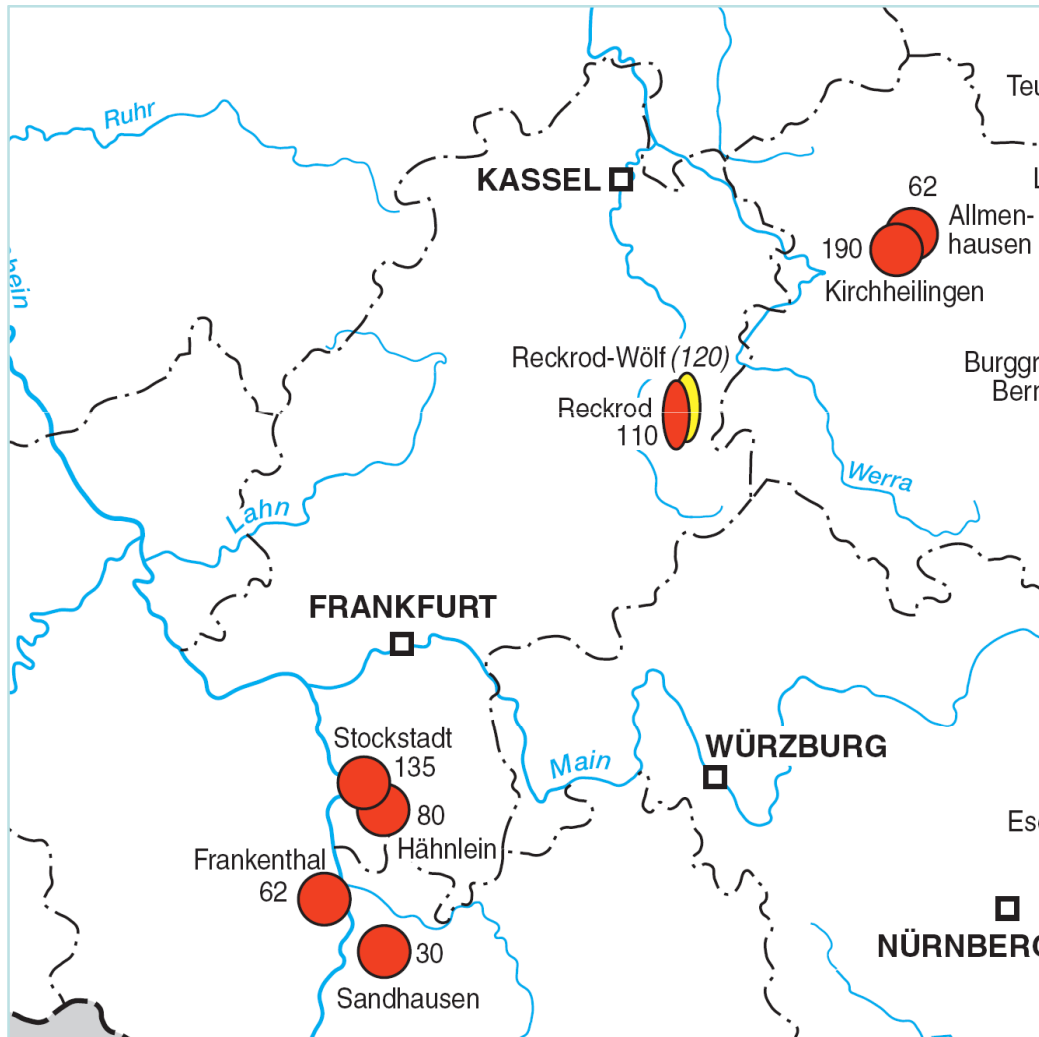
Abgrenzung des Werra-Salinars mit Bereichen untertägigen Abbaus von Kalisalz

Bebauung (Topographie)

### Gebiete ohne spezielle Nutzungskonflikte aus geowissenschaftlicher Sicht

# Erdgasspeicher in Hessen

(mit Angabe der max. Arbeitsgaskapazität [Mill. m<sup>3</sup>/V ])



- Porenspeicher Stockstadt und Hähnlein
- Kavernenspeicher Reckrod

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

## Geologie und Temperaturen im Bereich Stockstadt

Bis ... m Teufe	Stratigrafie, (Lithologie)	Temperatur (Teufe)
- 579,5	Quartär und Jungtertiär II	
- 709,5	Jungtertiär I	
- 1245,0	Obere Hydrobienschichten	<b>41,79 ° C (- 846 m)</b>
	<i>Störung</i>	
- 1315,0	Untere Hydrobienschichten	
- 1408,0	Corbículaschichten	
- 1510,0	Cerithienschichten	<b>105 ° C (- 1500 m)</b>
	<i>Störung</i>	
-1534,0	Septarienton	
- 1556,0	Pechelbronner Schichten	
- 1685,0	<b>(Ober-) Rotliegendes: Tonstein, sandig, braunrot</b>	
- 1925,0	<b>(Ober-) Rotliegendes: Tonstein, sandig, braunrot, mit zwischengeschalteten Konglomeraten</b>	
- 2050,0	<b>(Ober-) Rotliegendes: überwiegend Melaphyr</b>	
- 2244,0	<b>(Unter-) Rotliegendes: Tonstein, grau, braun, violettstichig, teilweise sandig und sandflaserig</b>	
- 2272,5	<b>Grundgebirge (Granodiorit), unregelmäßige Klüfte, Harnischflächen</b>	<b>140 ° C (Endteufe)</b>
	<b>Open hole-Test: 2250,3 bis ET: Kein Zufluss</b>	

Beispiel:

Bohrung im  
Erdölfeld  
Stockstadt

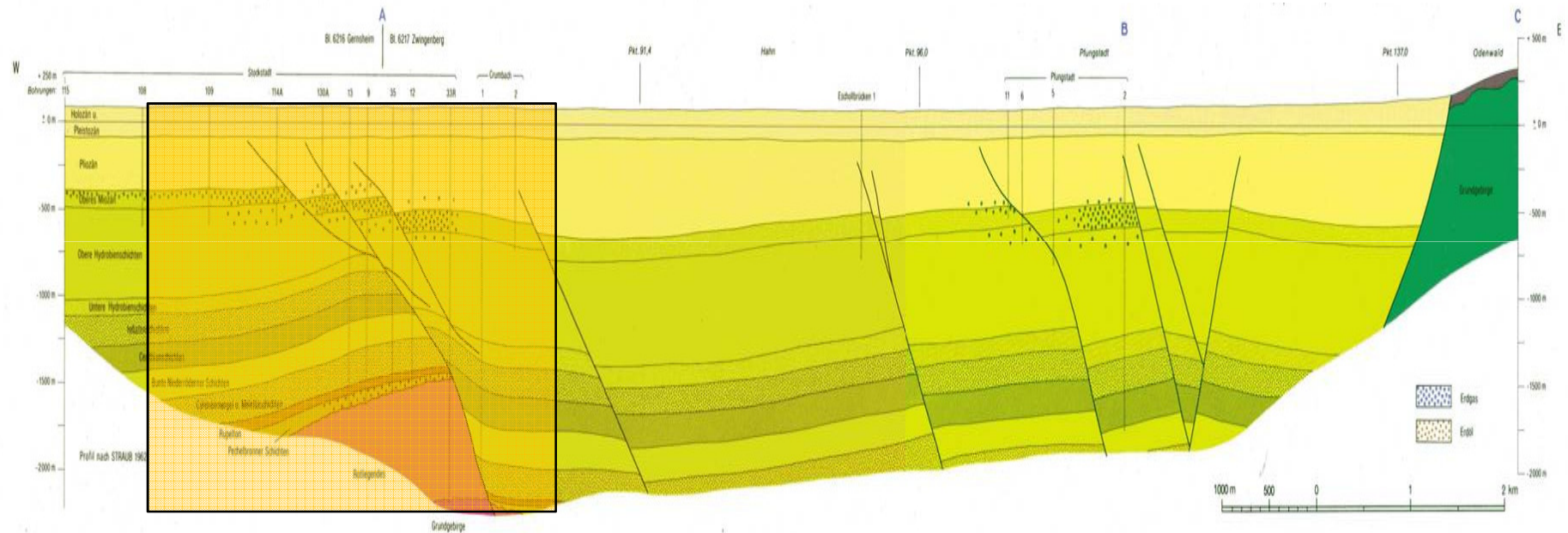
→ 4,9 ° C / 100 m

→ 9,7 ° C / 100 m

→ 4,5 ° C / 100 m

Kilometer

Geologischer W-E Schnitt durch den nördlichen Oberrheingraben zwischen Stockstadt und Odenwald



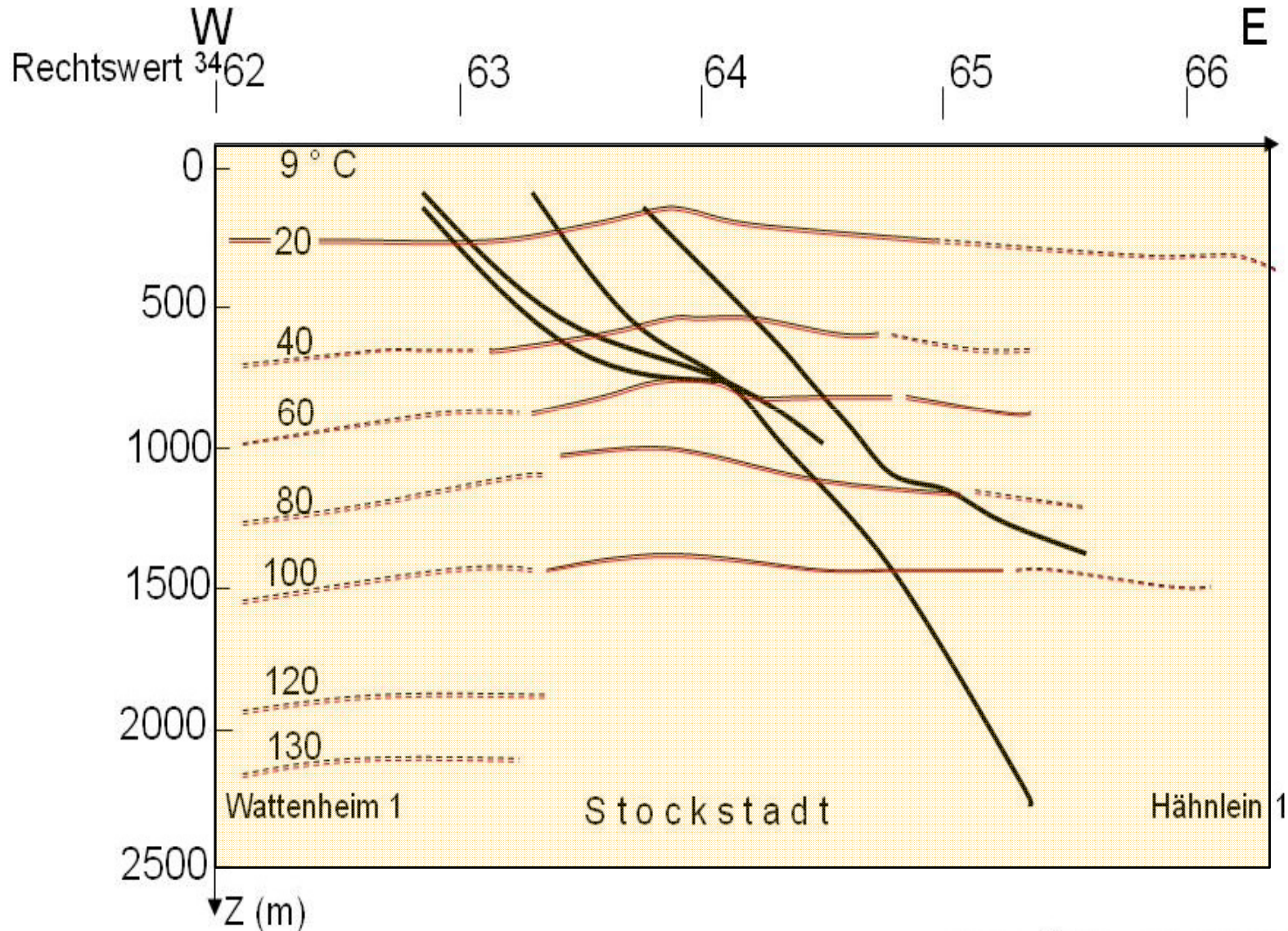
Alle Urheberrechte sind vorbehalten

Geol. Kto. Hessen 1:25.000 | Bl. 6217 Zwingenberg | Wiesbaden 1972

Im Vertrieb beim Hess. Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden

Nach STRAUB (1962) in GK 25, Bl. 6217 Zwingenberg, HLUG  
 Profil 2-fach überhöht

# Temperaturanomalien in Störungsbereichen



nach HÄNEL & ZOTH (1979)





Geothermie

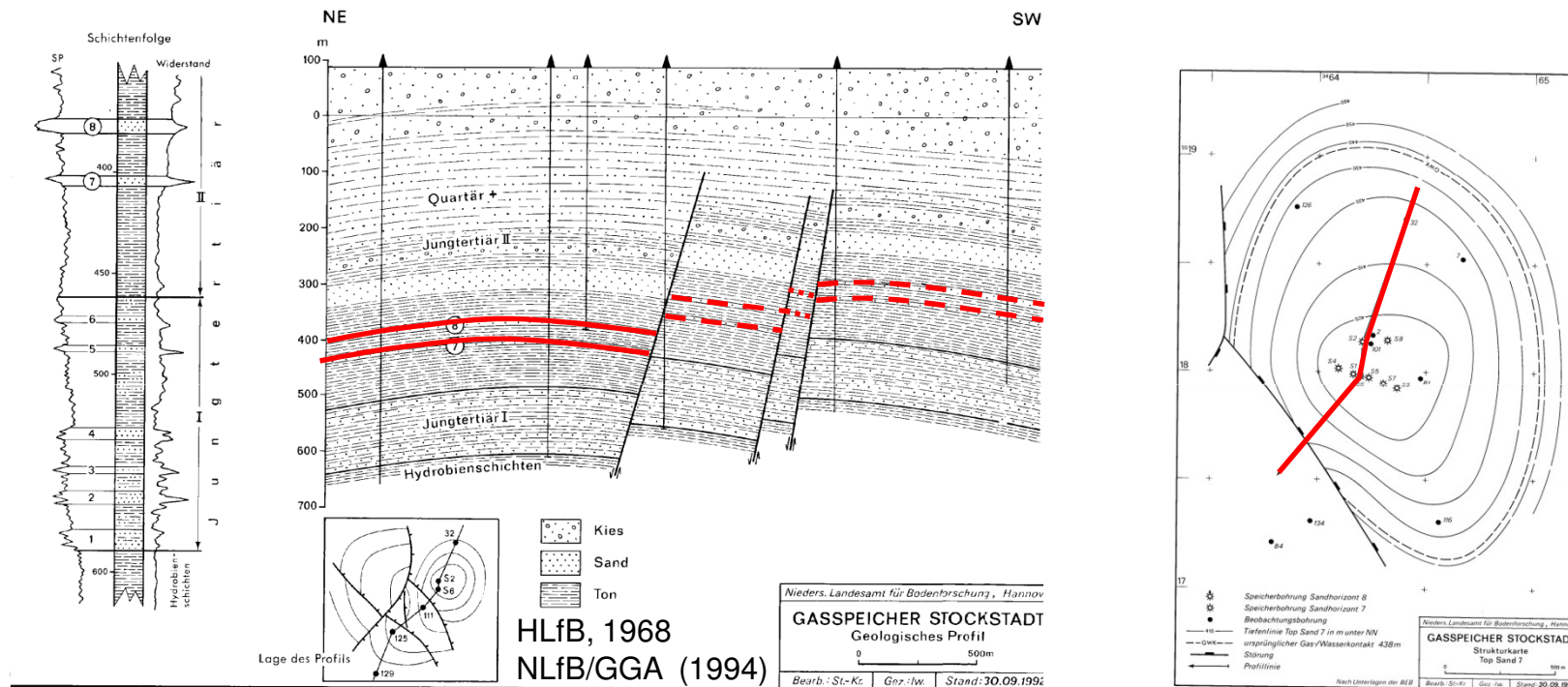
+ Speicher Stockstadt:

1. Schritt: 2-D-Seismik (2006)



**2. Schritt: Bohrung,  
Bohrbetriebsplan?**

# Porengasspeicher Stockstadt

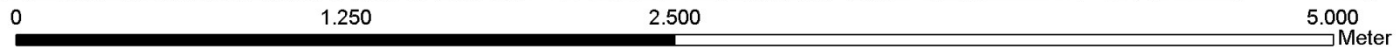
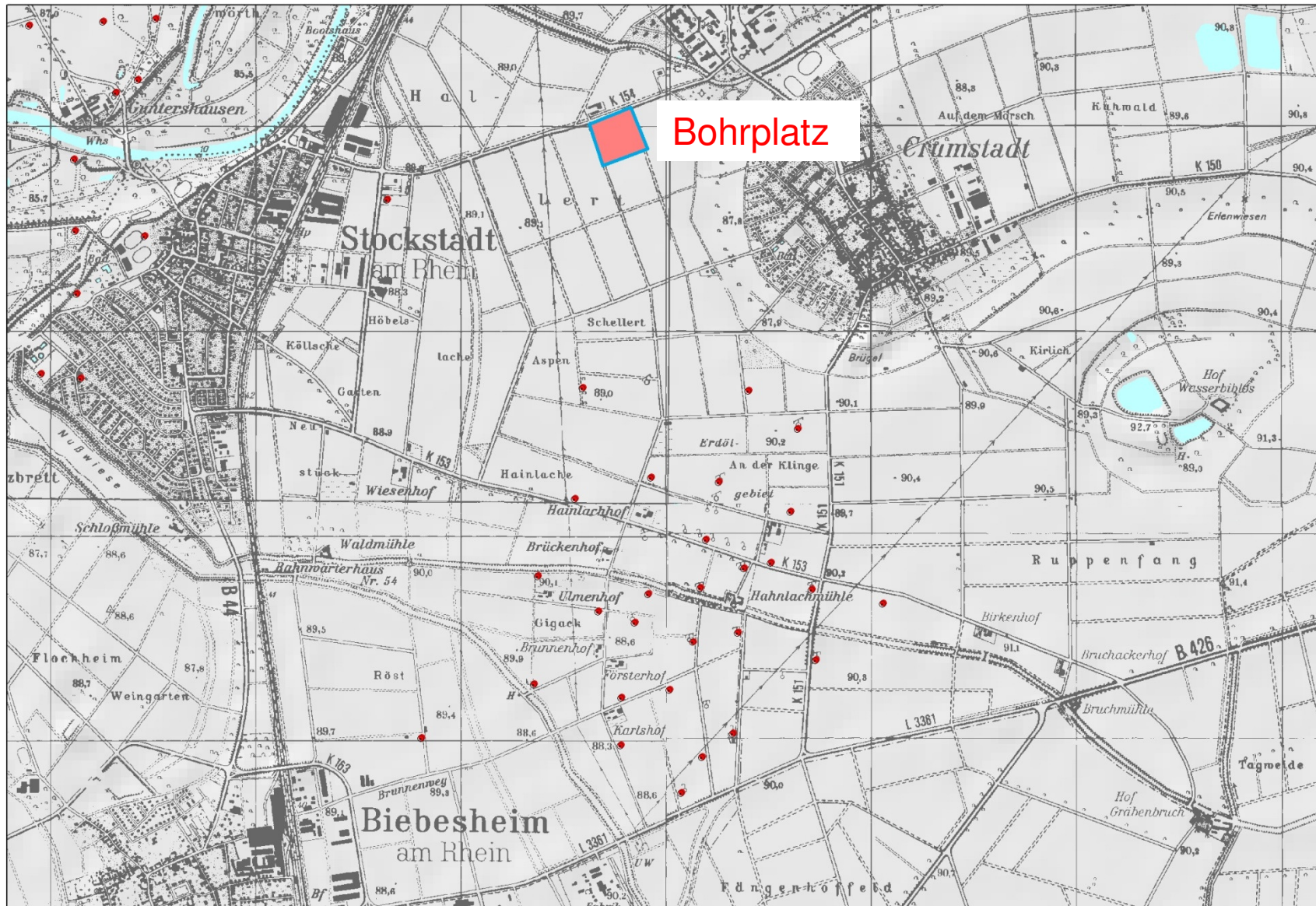


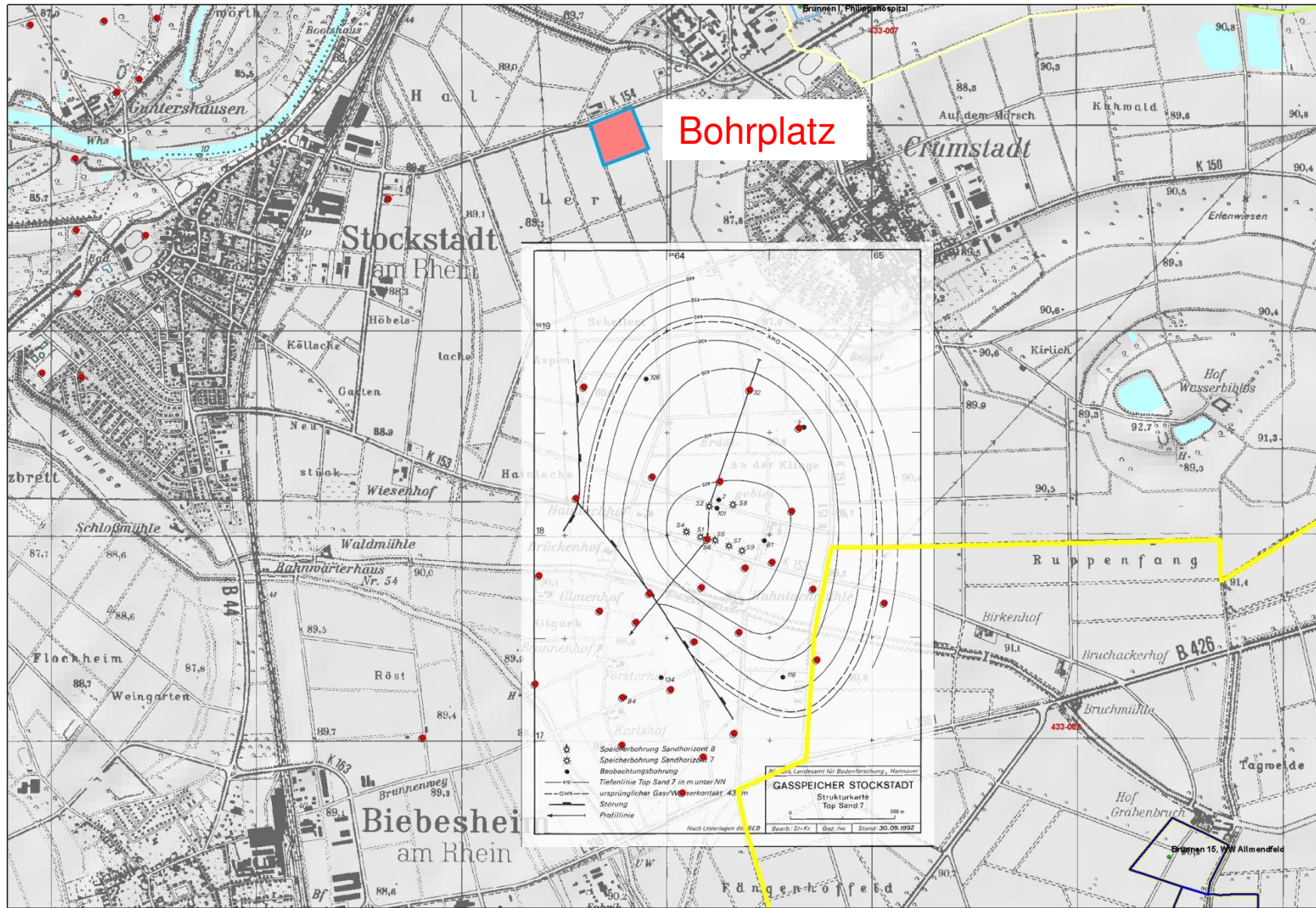
**Gasspeicher: NE-Scholle. NNW-SSE-streichende Antiklinale, am westlichen und südwestlichen Rand durch zwei N-S- bzw. NW-SE-orientierte Störungen begrenzt. Speicherhorizont: Jungtertiär II, Sandhorizonte 7 und 8, voneinander durch eine ca. 25 m mächtige Tonserie getrennt, ca. 400 m bzw. 360 m u. NN.**



## Daten des Speichers Stockstadt

- Speichervolumen 254.000.000 m<sup>3</sup>, davon 94 Mio. m<sup>3</sup> in Sand 7 und 160 Mio. m<sup>3</sup> in Sand 8
- Gaserfüllte Fläche bei 90 Mio. m<sup>3</sup> im Sand 7:  
1,9 km<sup>2</sup> bei 51 bar
- Arbeitsgas 125 Mio. m<sup>3</sup>, Kissengas 129 Mio. m<sup>3</sup>
- Maximaler Speicherdruck: 62 bar (Sand 7),  
57 bar (Sand 8) → ca. das 1,5-Fache des natürlichen Speicherdrucks
- 22 Betriebsbohrungen, davon 14 Speicherbohrungen
- 8 Beobachtungsbohrungen







## Forderungen des HLUG für Bohrbetriebsplan\* (1)

- Einbeziehen: 2D-Seismik der Geothermiefirma (2005)
- Geologisches 3-D-Modell: Detaillierte Situation in der engeren Umgebung des Jungtertiärs, Situation bis zum Zielhorizont Rotliegendes.
- Geologische Schnitte: Schichtlagerung, Störungen in N-S-Richtung zwischen Bohrgebiet und Speicher und W-E.
- Speicherverhalten: Darstellung während des Speicherbetriebs der letzten Jahre. Vergleich zum natürlichen Lagerstättendruck.
- Lagerstättentechnische Simulationsrechnungen: Klärung der Druckentwicklung, Druckausbreitung und der maximal gasführenden Flächen (Gas-Wasser-Kontakt) im Speicherbetrieb über mehrere Jahre.
- Auswirkungen des verdrängten Wassers bei Befüllung.

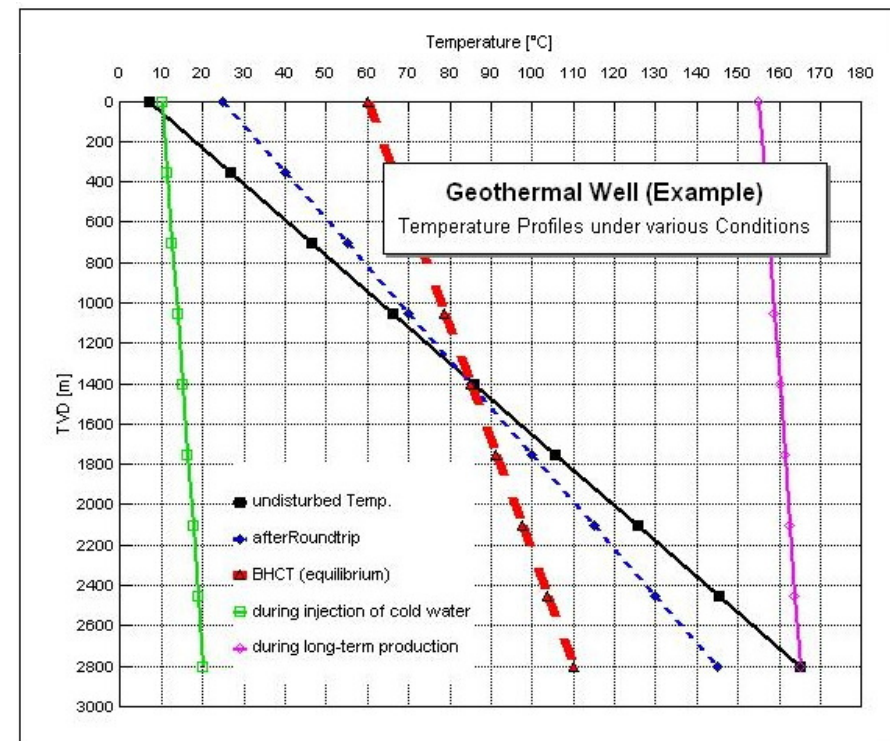
\*in Zusammenarbeit mit LBEG (KW-Verbund)

## ■ Forderungen des HLUG für Bohrbetriebsplan (2)

- • Bohrungen : Nachweis der technischen Dichtigkeit sämtlicher Bohrungen (Zementation der Überwachungsbohrungen, verfüllte und nichtverfüllte Bohrungen) der Umgebung.
- • Abteufen: Klärung, in welchem Betriebszustand des Erdgasspeichers (Füllungsgrad, Druck) eine Geothermiebohrung in der Umgebung stattfinden kann.
- • Technische Randbedingungen für das Abteufen: Bohrdurchmesser, Spülung, Schutzmaßnahmen /-verrohrung in den einzelnen Grundwasserstockwerken, Preventer etc., Komplettierung.
- • Stimulationsmaßnahmen: Mögliche Auswirkungen, maximale Drücke.
- • Induzierte Seismizität: Möglichkeit und mögliche Auswirkungen auf den Speicher

## Weitere empfohlene Untersuchungen

- Vergleich mit anderen Untertagespeichern
  - Stockstadt (Niederdruck-Speicher)
  - Hochdruck-Speicher, z.B. Norddeutschland, bayer. Molasse
- Vergleich Rohrbelastungen in Geothermie- und Speicherbohrungen
  - T-Einfluss (Elongation/Kontraktion)
  - P-Einfluss (ballooning)





# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

- **Erforderlich: Umfangreiche Detailuntersuchungen der geologischen Situation, des Speicherverhaltens und des technischen Zustandes sämtlicher Bohrungen in der Umgebung, um den Sicherheitsabstand zu ermitteln und damit die bergbauliche Sicherheit zu gewährleisten.**
  - ➔ **Erheblicher Mehraufwand**
  - ➔ **Nutzungskonflikte bereits in der Planungsphase ausreichend berücksichtigen (Machbarkeitsstudie)**