Mitteltiefe Erdwärmesonde Heubach:

Ergebnisse der fachlichen Projektbegleitung durch das HLUG

Johann-Gerhard Fritsche und Projektteam:
Anne Kött, Matthias Kracht, Heinz-Dieter Nesbor, Thomas Reischmann
(Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, HLUG)

5. Norddeutsche Geothermietagung, Hannover, 17.10.2012

HESSEN

Vortragsinhalt

- Projektüberblick
- Überblick Geologie
- Überblick Technik
- Projektchronologie
- Geologische Untersuchungen
- Bohrlochgeophysik

HESSEN

Daten zum Objekt:

- **Standort Heubach bei Groß-Umstadt**
- **Produktion von Strahlungsheizungen und -kühlungen (Frenger Systemen BV GmbH)**
- **Fläche Produktion/Lager: ca. 6.000 m², Büro: ca. 1.400 m²**
- **Spezifischer Heizenergieverbrauch: 30 W/m²**
- **Heizsystem: Niedertemperatur-Deckenheizung**
- **Anforderungen:**

  - Wärmeleistung P_{th} = 140 kW, Vorlauftemperatur ca. 35 ˚C

  - Kühlleistung P_{th} = 45 kW, Vorlauftemperatur ca. 17 ˚C

➢ **1 mitteltiefe Erdwärmesonde ca. 800 m, Arbeitszahl > 5, Wasser als Wärmeträgermedium, Wärmeentnahme und Wärmespeicherung**

➢ **8 oberflächennahe Doppel-U-Sonden, ges. ca. 900 Sondenmeter, zum Wärmen und Kühlen**

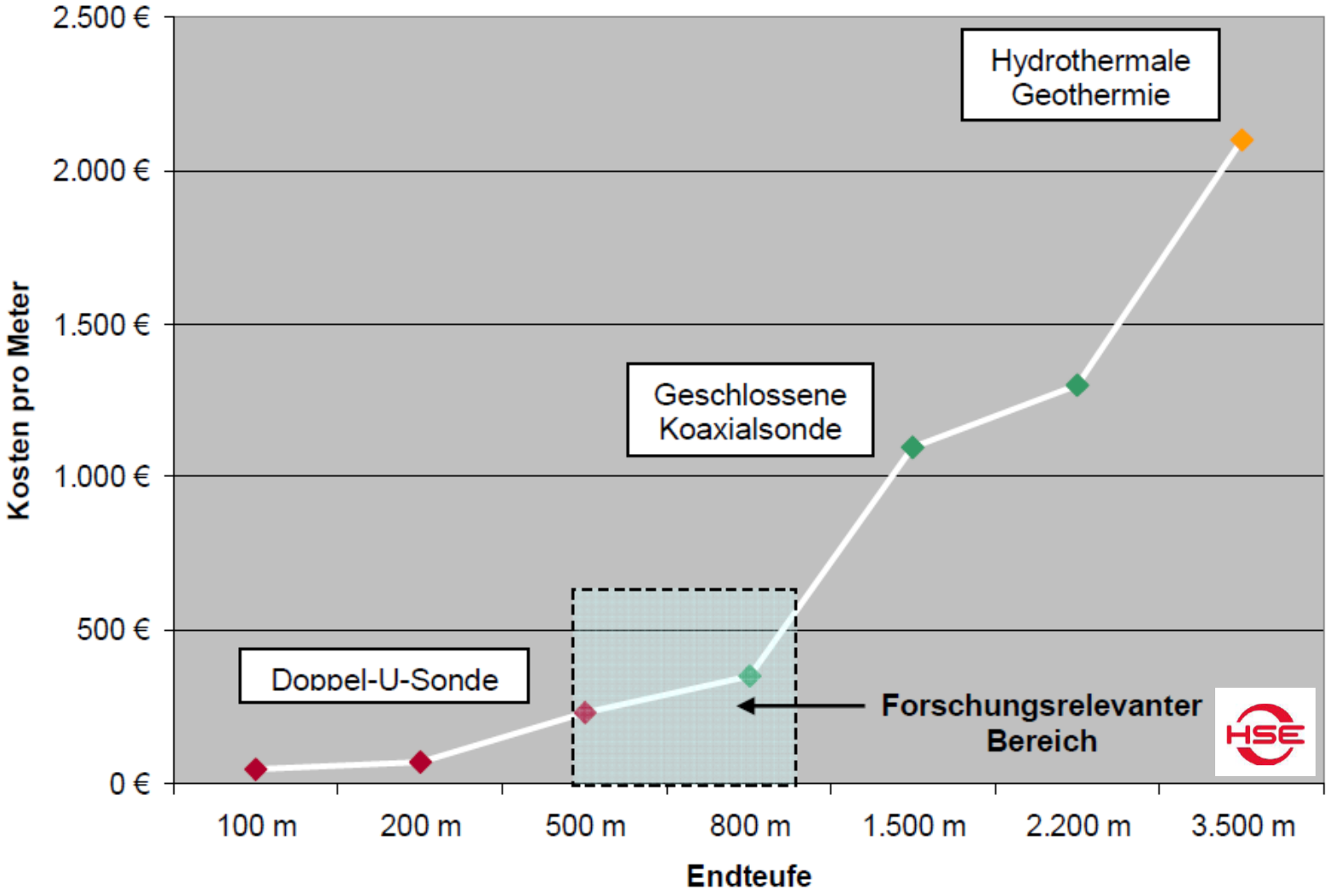
Projektkonsortium

- **Projektleitung:** HEAG Südhessische Energie AG (HSE)
- **Projektpartner:**
- Frenger Systemen BV –Heiz- und Kühltechnik GmbH ➔ Standort, Anwender und Multiplikator
- Viessmann Werke GmbH & Co KG ➔ Anwendung und Optimierung der Wärmepumpentechnik
- H. Anger‘s Söhne Bohr- und Brunnenbaugesellschaft mbH ➔ Anwendung und Optimierung Bohrtechnik
- **Wissenschaftliche Begleitung im Auftrag des HMUELV:**
- Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie ➔ Geologie, Hydrogeologie, geothermische Parameter
- Universität Kassel ➔ Messkonzept und CO_2-Bilanzierung

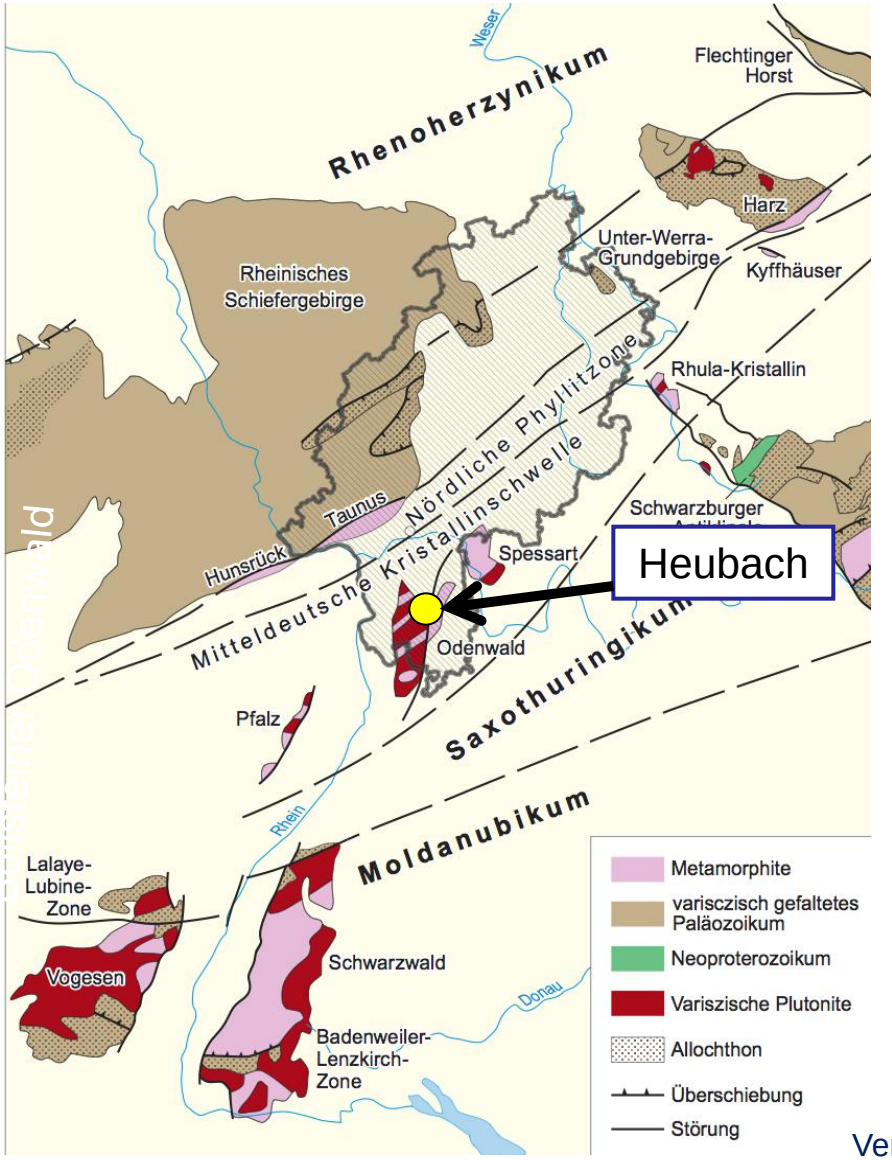
- **Förderung** durch das Hessische Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUELV), mit Mitteln aus dem Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE)

HESSEN

Grundgedanke: Kostenverminderung durch Einsatz eines „Brunnenbohrgeräts“



Lage und Geologischer Rahmen

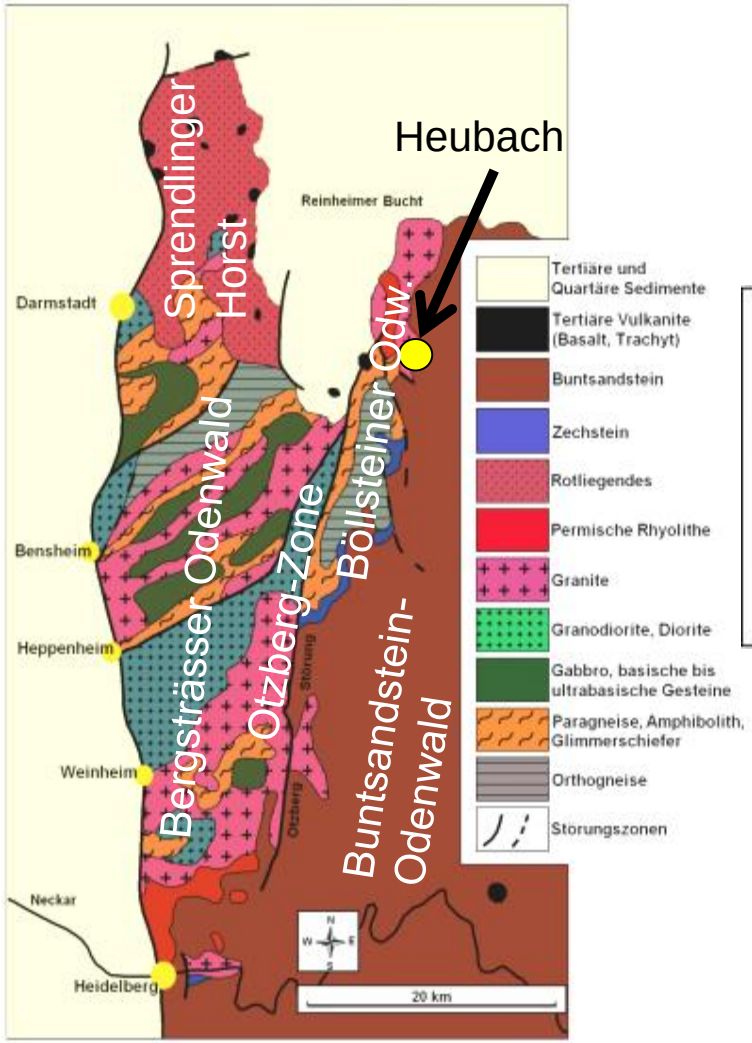


Gebirgsbildung vor ca. 330 Mio Jahren

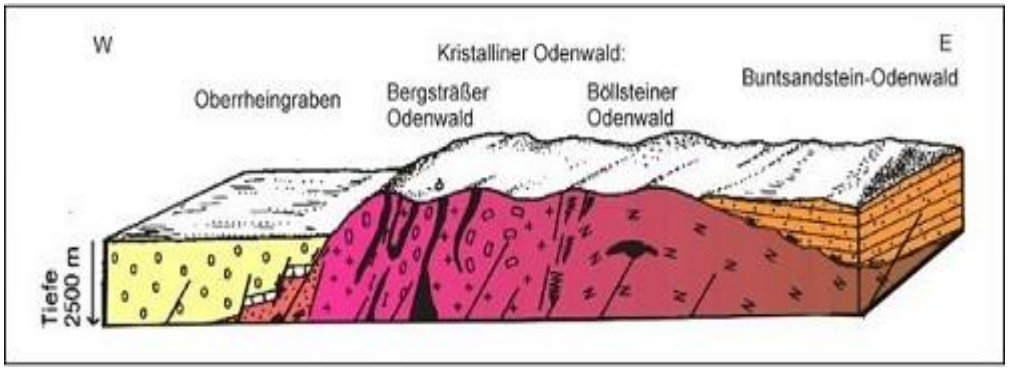
Verändert nach FRANKE (2000)

HESSEN

Lage und Geologischer Rahmen



u.a. nach NICKEL 1975; WILLNER, MASSONE und KROHE (1991); ALTENBERGER, OBERHÄNSLI, ADUSMALLI und RASOOL (1994); KROHE und WILLNER (1995).
www.mineralienatlas.de



West-Ost-Profil durch die Baueinheiten des Geo-Naturpark-Gebietes, verändert nach SCHMITT 1985 und www.geo-naturpark.net

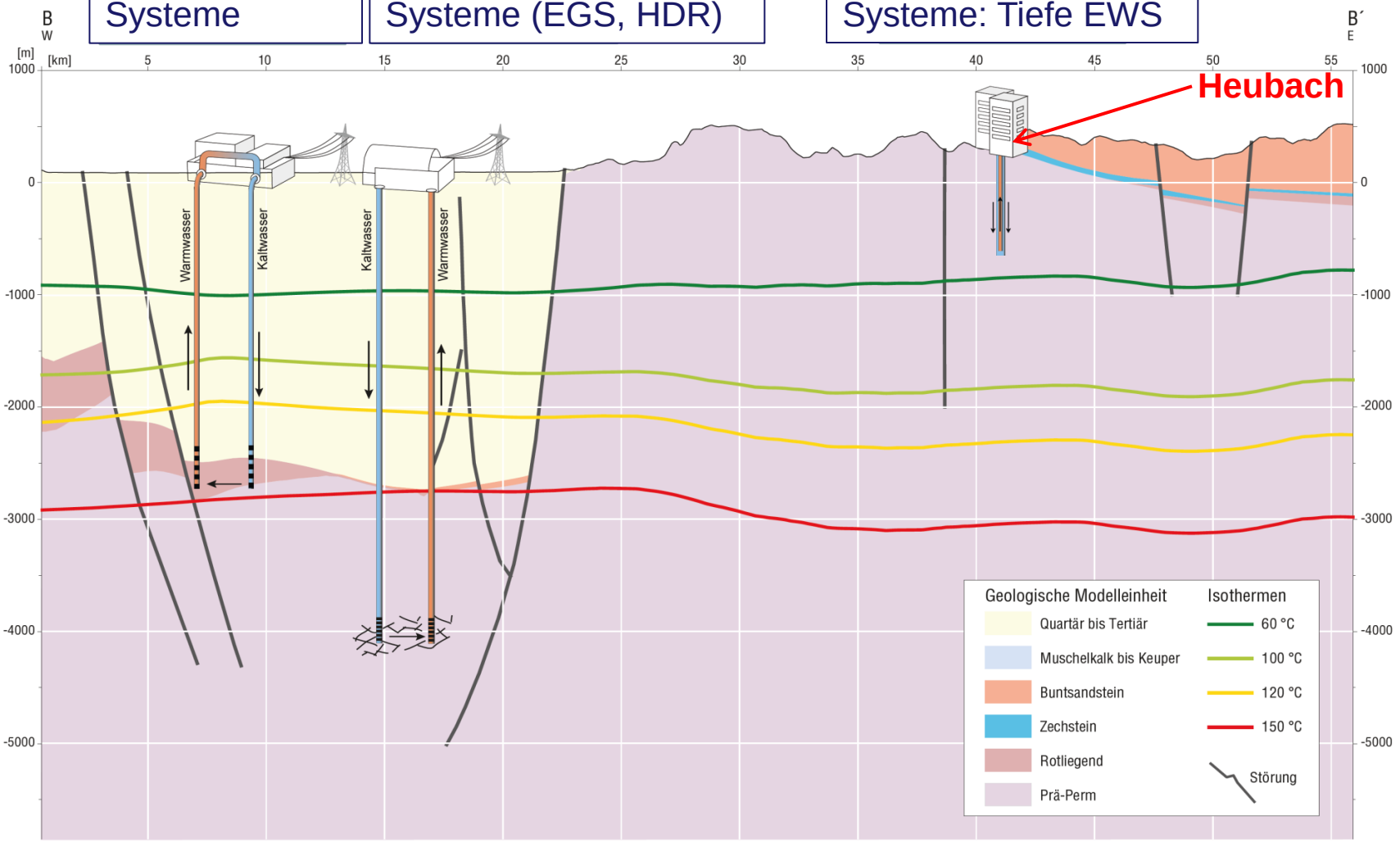
HESSEN

Geologischer Schnitt (aus „Hessen 3 D“) und Nutzungsformen der Tiefen Geothermie

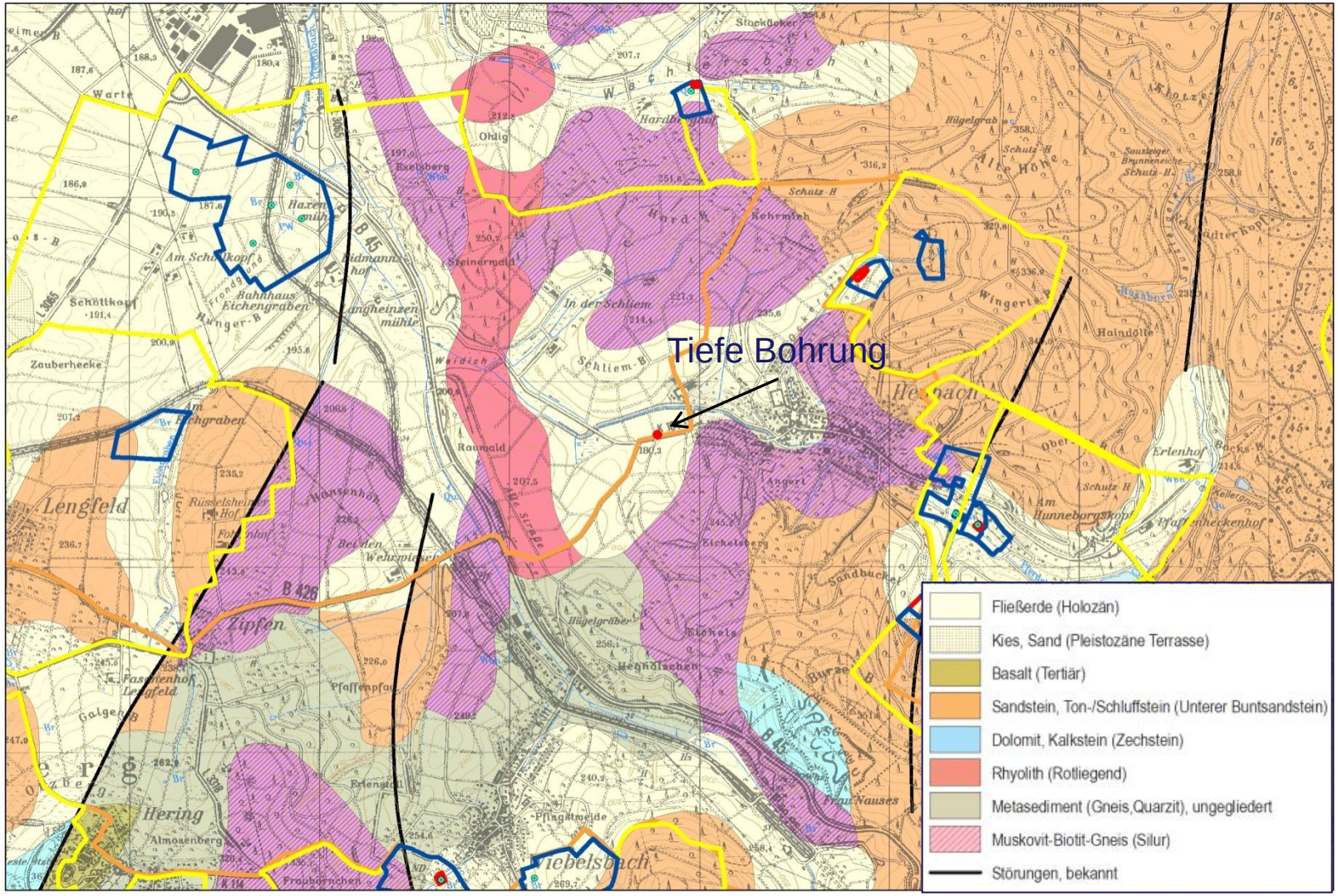
Hydrothermale Systeme

Petrothermale Systeme (EGS, HDR)

Geschlossene Systeme: Tiefe EWS



Geologische Übersicht (Ausschnitt aus GÜK 300)



HESSEN

Parameter zur Planung der tiefen Sonde
(Eingangsparameter: HLUG, Berechnung: Fa. TEWAG)

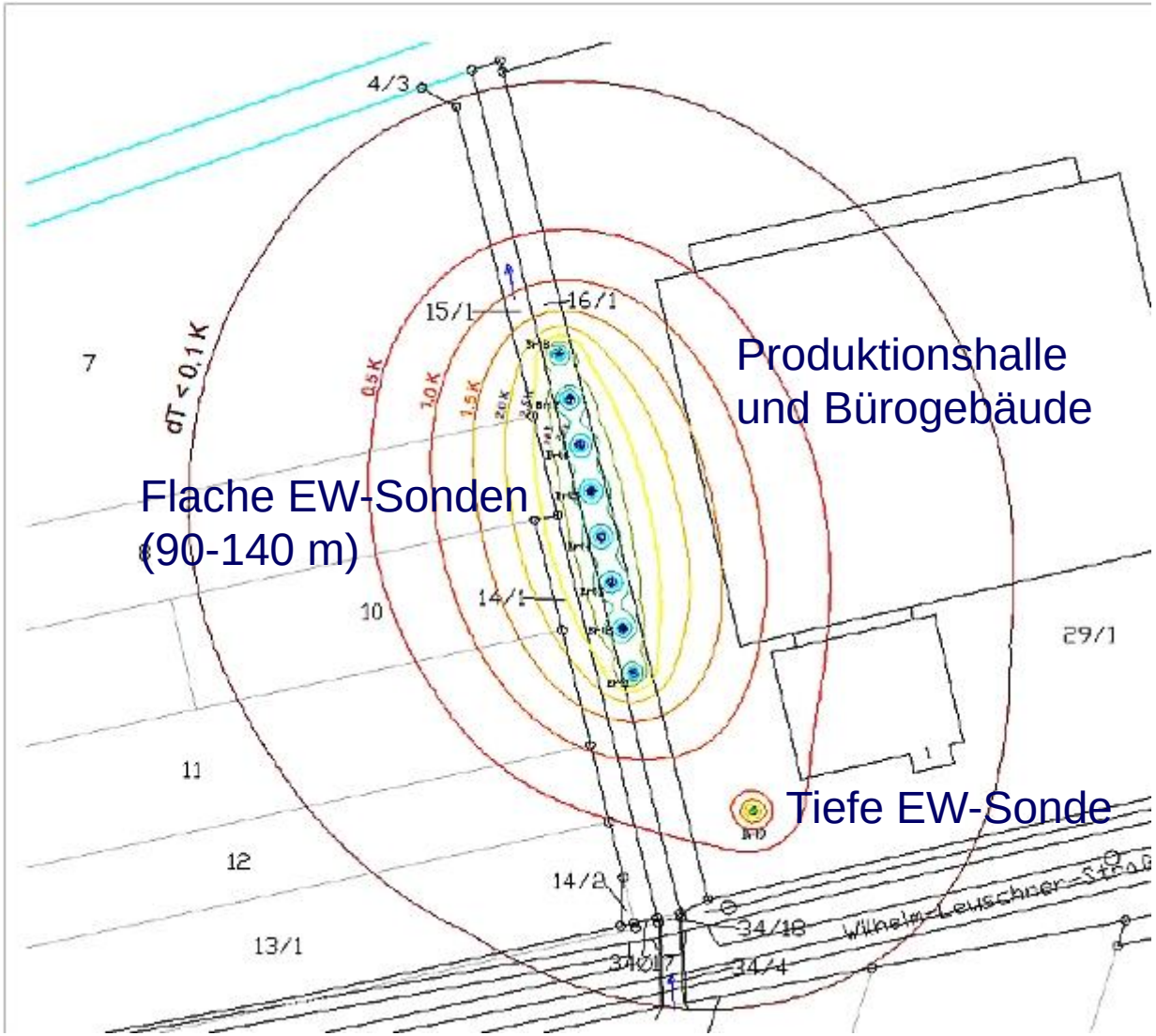
Parameter	Wert	Einheit
Wärmeleitfähigkeit	2,5	W / (m·K)
Wärmekapazität	2,3	MJ / (m³·K)
Temperatur an der Erdoberfläche	11	°C
Geothermischer Gradient	3,5	K / 100 m
Grundwasser - Filtergeschwindigkeit	0	m / s

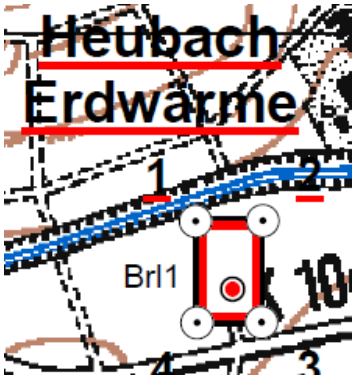
Sonde	Tiefe & Ausbauvariante	Befüllung	Max. Entzugs-leistung	Jährlicher Wärme-entzug	Max. Eintrags-leistung	Jährlicher Wärme-eintrag
FEWS	888 m, Doppel-U	Glykol 10-25%	41 kW	80 MWh/a	45 kW	20,5 MWh/a
TEWS	800 m, Variante 2	Wasser	61 kW	130 MWh/a	0 kW	0 MWh/a

HESSEN

Bewilligungsfeld zur Entnahme von Erdwärme:

Simulierte Temperaturausbreitung nach 15 Jahren (TEWAG)





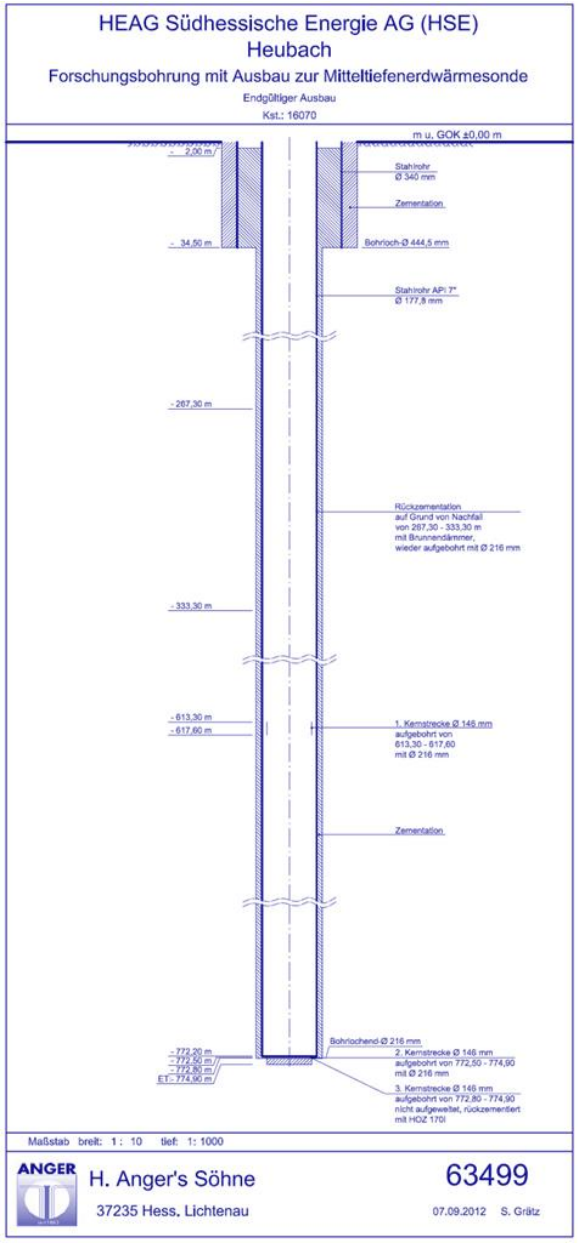
HESSEN

Eckdaten der Bohrung für die mitteltiefe EWS

- **Ansatzpunkt:** R 34 96 800, H 55 22 750,179 m ü. NN

- **Bohrdurchmesser:**
  -35 m: 444 mm – 17½“ (Meißel)
  -250 m: 305 mm – 12“ (Imlochhammerverfahren)
  -772,5 m: 216 mm - 8½“(Meißel, Lufthebeverfahren)
  davon Kernstrecken:
  - 613,3 bis 617,8 m (diamantimpägnierte Krone)
  - 772,5 bis 772,8 m (diamantbesetzte Krone, unverrohrtes Bohrloch)
  - 772,8 bis 774,9 m (diamantbesetzte Krone, verrohrtes Bohrloch)

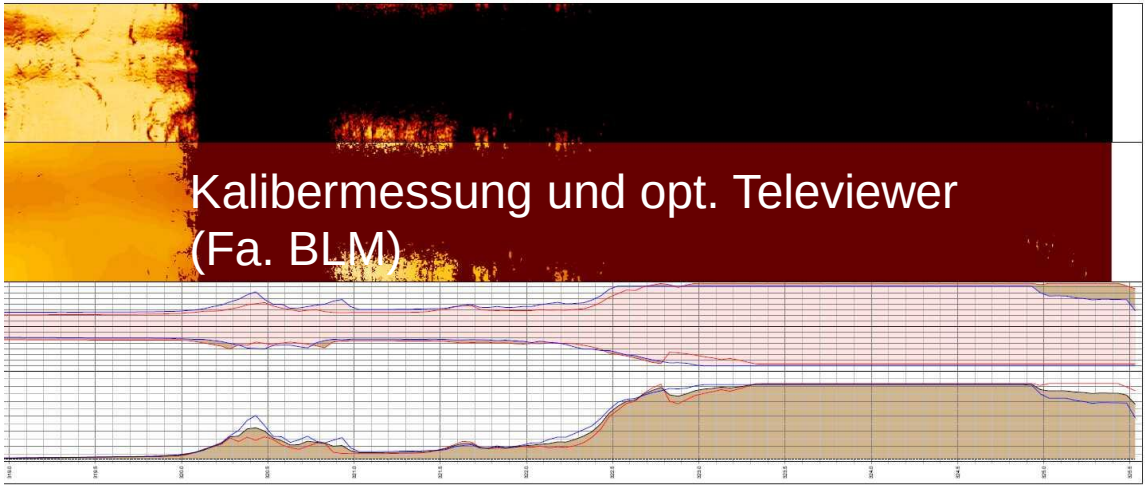
- **Komplettierung:**
  - bis 35,5 m Stahlrohr 340 mm, zementiert
  - bis 772,2 m API-Stahlrohr 7“ (177,8 mm)
  - bis ca. 769 m GfK-Steigrohr 3.46“(87,8 mm) bzw. 4.60“ (116,8 mm) an Rohrflanschen, PE-Gleitkufen, Glasfaserkabel, Messfühlerkette



HESSEN

Chronologie

- **Nov. 2011:** Erlaubnis Sonderbetriebsplan Tiefbohrung
- **15.12.2011:** Erteilung Bewilligungsfeld
- **22.12.2011:** Inbetriebnahme der Tiefbohrung durch Frau Min. Puttrich
- **12.01.2012:** Eigentlicher Beginn des Bohrens
- **26.01.2012:** Absetzen und Zementieren Stahl-Sperrohr bei 35 m
- **03.02.2012 bis 12.02.2012:** Bohrungsstillstand wegen starkem Frost
- **27./28.02.2012**: Umrüstung vom Imlochhammer- auf Lufthebeverfahren, Bohrlochgeophysik (HLUG) bis 251 m
- **15.03.2012:** Teufe der Bohrung 415 m, Nachfall aus Bereich 320-325 m (hydrothermal alterierte Zone), Kalibermessung und opt. Televiewer BLM



HESSEN

Chronologie (Fortsetzung)

- **29.03.2012:** Zementation des Nachfallbereichs
- **02.04.-04.04.2012:** Bohrlochgeophysik (LIAG) bis 320 m
- **11.04./12.04.2012:** Aufbohren des Zements und Weiterteufen
- **27./28.04.2012**: Kernen (613,3 bis 617,8 m)
- **15.05.2012:** Teufe 772,5 m, Gestängebruch
- **16.05.2012**: Bergung des Gestänges
- **21.05.2012:** 0,3 m Kernen (Kronenverschleiß)
- **29.-31.05.2012:** Umfangreiche Bohrlochgeophysik durch LIAG
- **04./05.06.2012**: Einbau 7“ Rohrtour
- **13./14.06.2012:** Zementation 7“ Rohrtour
- **20.06.2012:** Kernen von 772,8 bis 773,8 aus Rohrtour heraus
- **29.06.2012:** Kernen von 773,3 bis 774,9 m nach Umbau Bohrkopf
- **03.07.2012:** Zementation der untersten Kernstrecke
- **23./24.08.2012:** Einbau GfK-Steigrohr + Glasfaserkabel

HESSEN

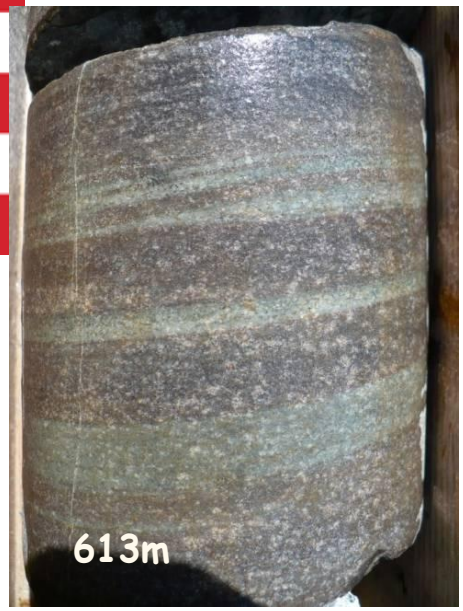
Spülbohrungen: Aufbereitung und Bohrungsaufnahme (HLUG)

Bohrklein (Cuttings) aus der Spülung

Säubern und Vorbereiten für weitere Analysen

Bohrkerne: Bohrungsaufnahme, eingehende Untersuchungen (HLUG)

Analyse der Strukturen

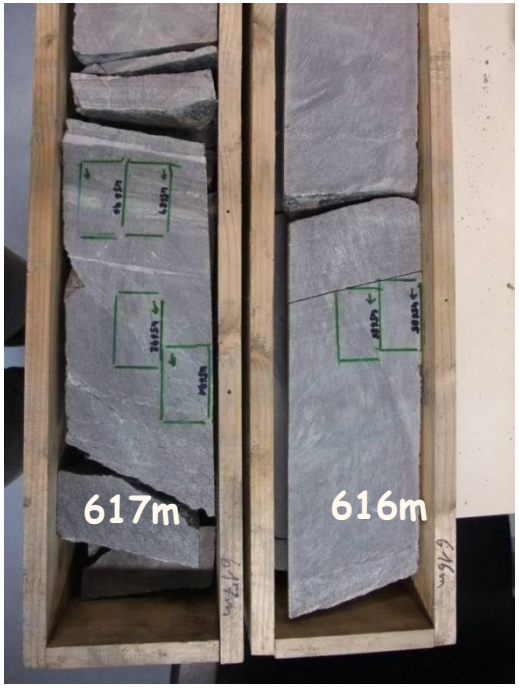


Quarz

Boudins

Klüfte

Petrographie, Dünnschliffe, Wärmeleitfähigkeit etc.

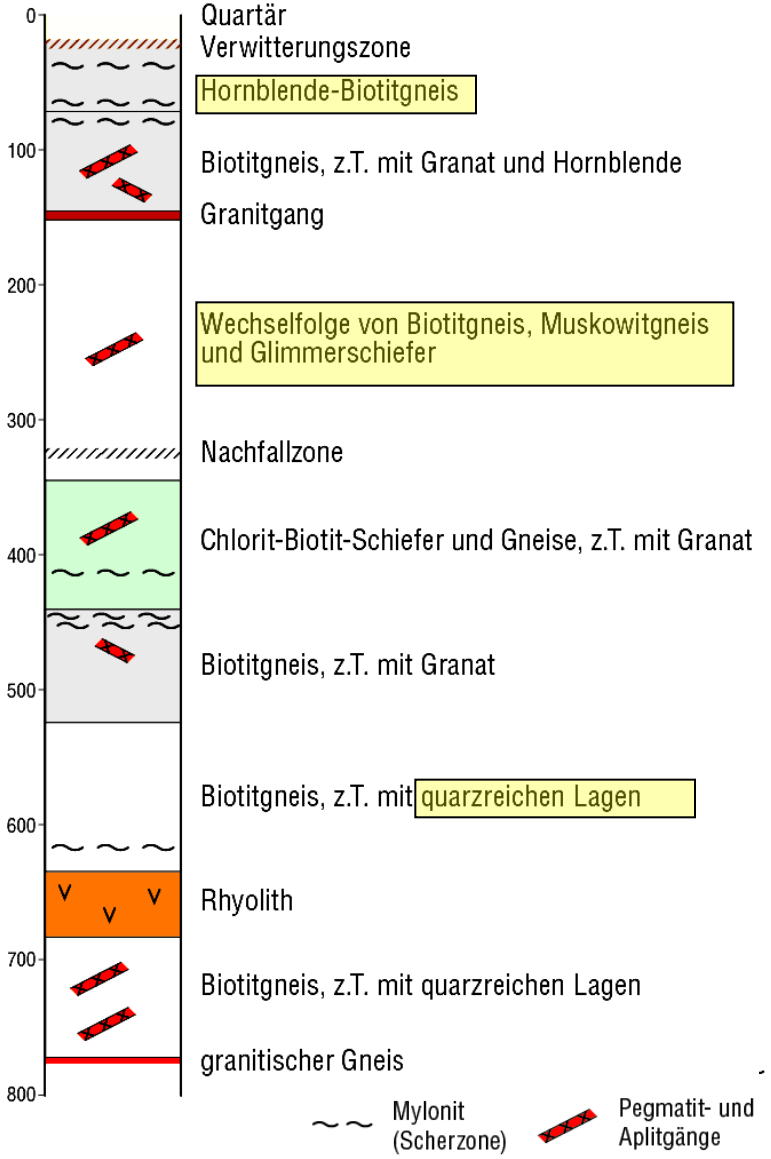


Proben für Dünnschliffe

Scherzone mit Granat

HESSEN

Dokumentation, makroskopische Aufnahme



HESSEN

HLUG: Strukturen, Petrologie, Durchlässigkeiten (PV), Wärmeleitfähigkeiten, Umgebungskartierung, Geophysik (Geoelektrik, Bohrlochmessungen)

Spezielle Untersuchungen:
Universität Potsdam: Petrologie

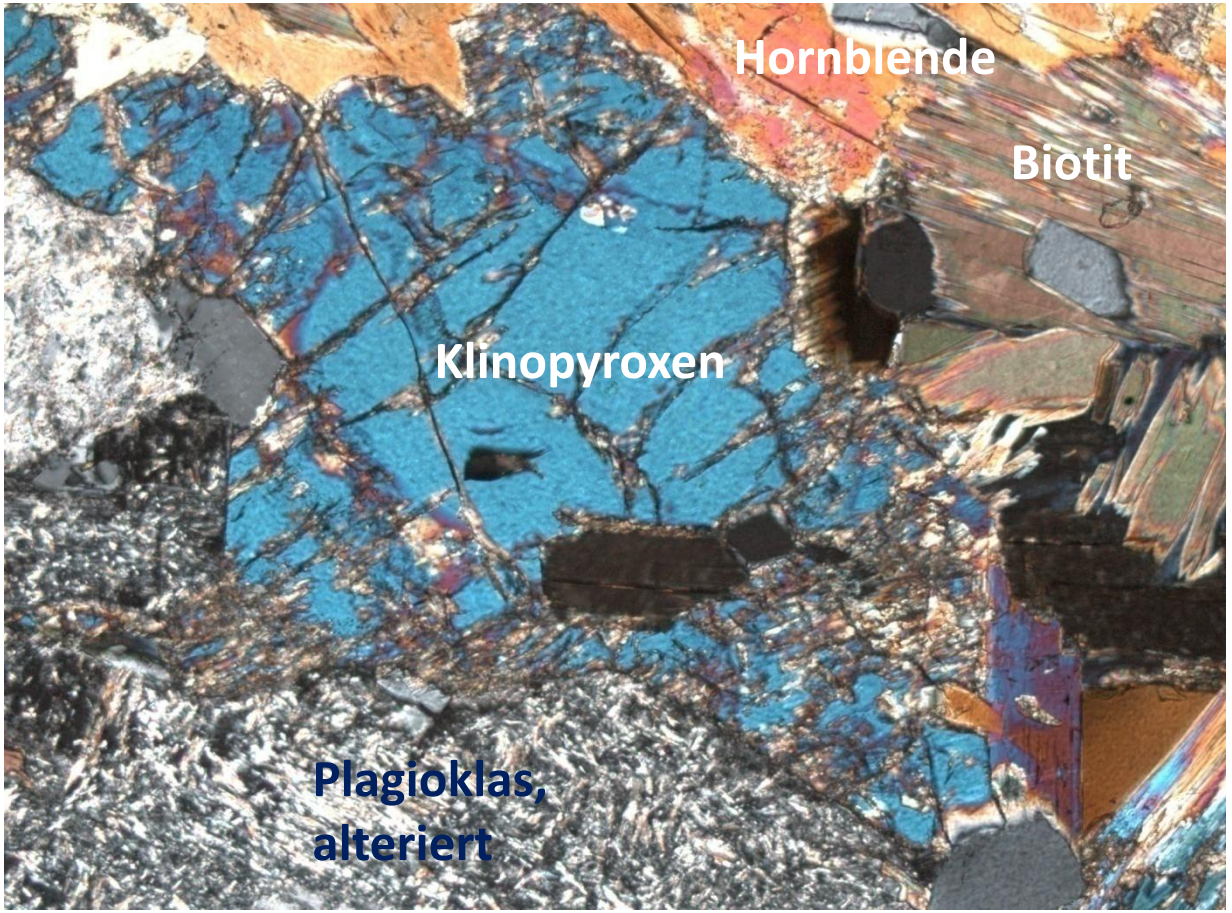
Universität Frankfurt: Geochronologie, Gefügeanalysen, Mikrostrukturen

Universität Darmstadt: Gesteinsphysikalische und geothermische Eigenschaften (Poroperm, Thermotriax)

LIAG Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik: Geophysikalische Bohrlochmessungen

HESSEN

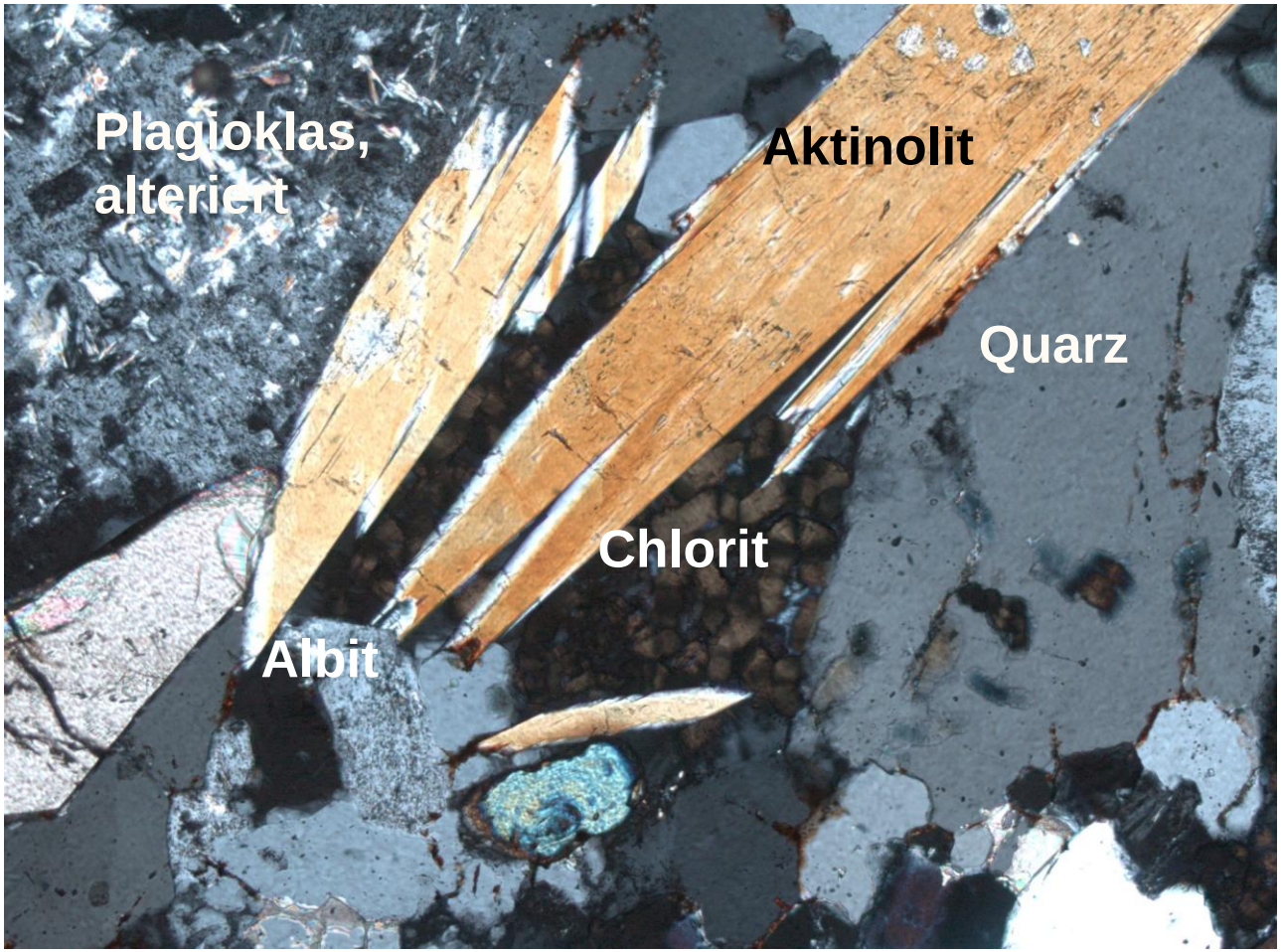
Beispiel: Petrologie, Metamorphosegeschichte



Reliktischer Klinopyroxen,
Bohrung Heubach, Probe 44475, Teufe: 34,80-35,0 m
Lange Bildseite 1,1mm; gekreuzte Polarisatoren

HESSEN

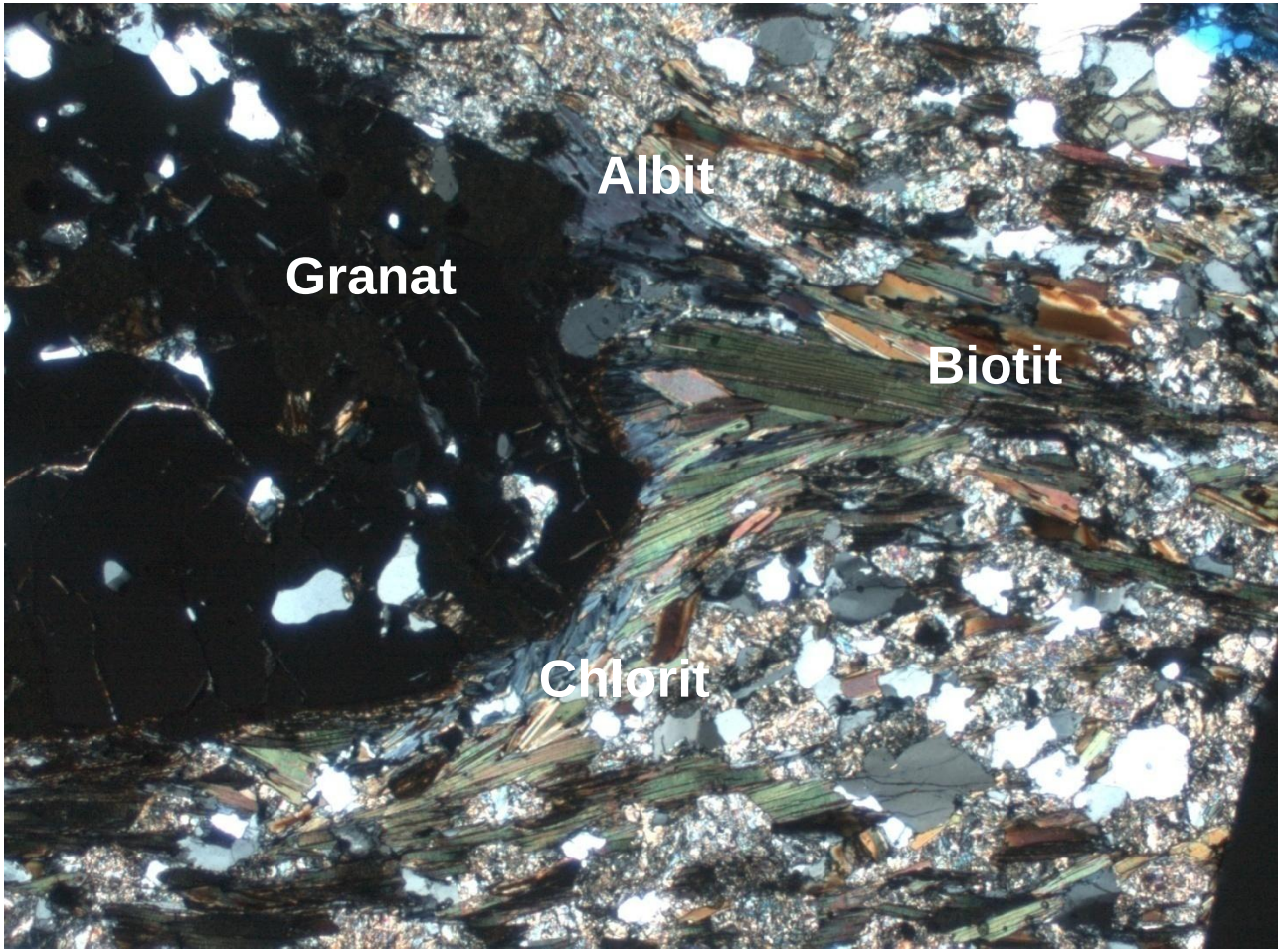
Petrologie



Idiomorpher Aktinolith mit Chlorit und Albit
(grünschiefer-fazielle Paragenese), Bohrung Heubach, Probe 44475, Teufe: 34,80-35,0 m, Lange Bildseite: 1,1mm ; gekreuzte Polarisatoren

HESSEN

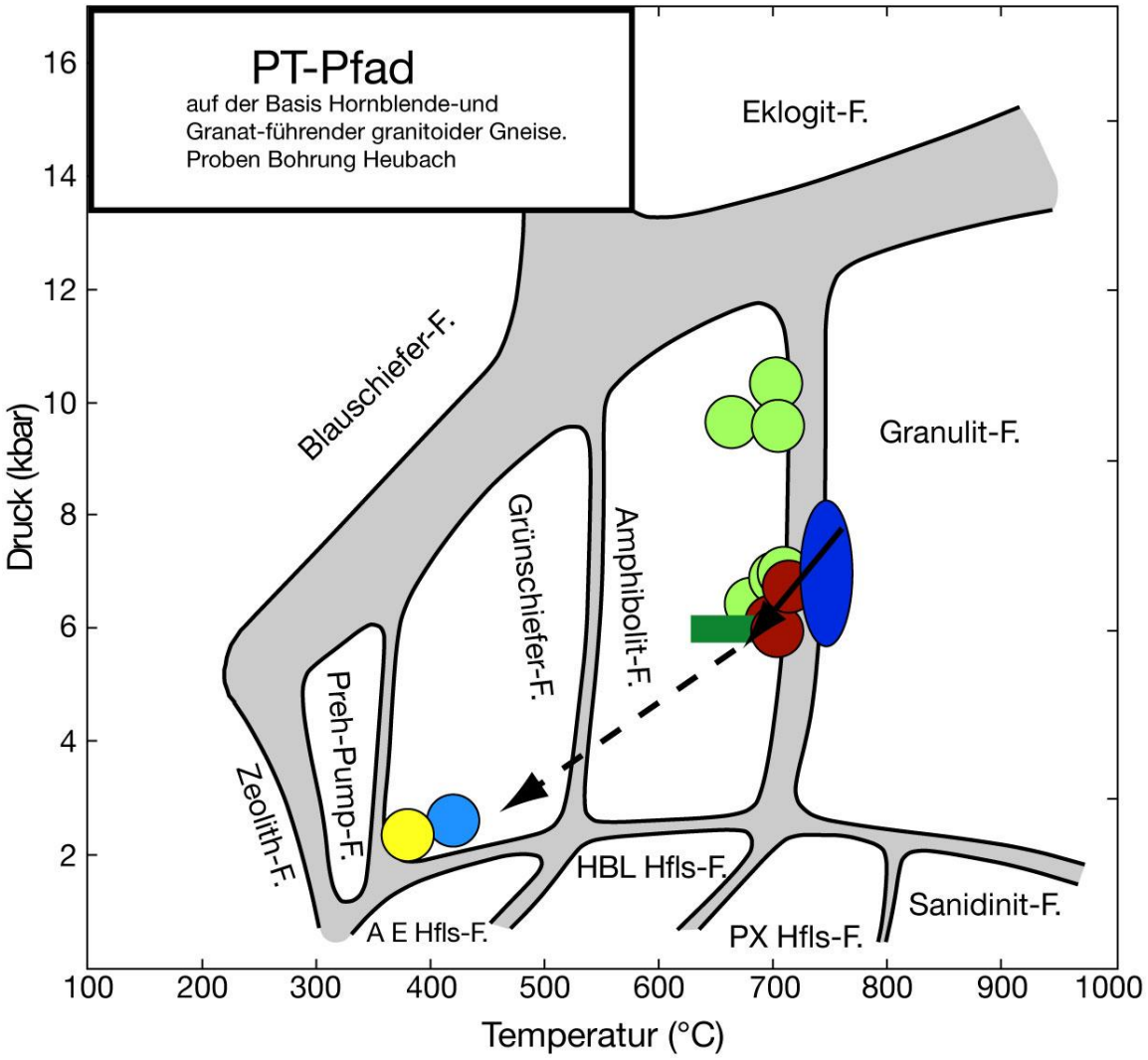
Petrologie: Metamorphosegeschichte

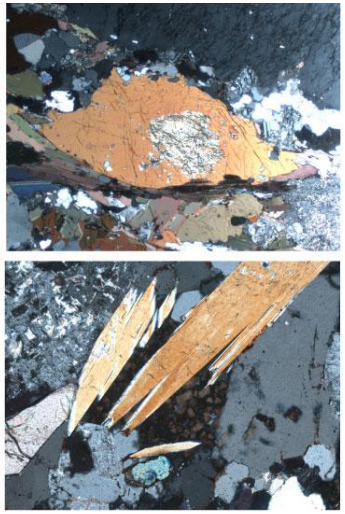


Im Druckschatten “alten” Granates wächst retrograd Albit und Chlorit (Grünschiefer-fazielle Paragenese), Bohrung Heubach, Probe 45317, Teufe: 83,90-m Lange Bildseite: 1,1mm ; gekreuzte Polarisatoren

HESSEN

Petrologie: Metamorphosegeschichte





Oben: Hornblende (Stadium II) umschliesst Klinopyroxen (Stad.I).
Unten: Hornblende (Stad.II) wird von idiomorphem Aktinolith (Stad. III) überwachsen

PT Berechnung
mittels
Al-Ti-in Hbl-Thermobarometrie

- Hornblende, "alt", xenomorph
- Idiomorphe retrograde Neubildungen

- **Chlorit-Albit-Aktinolith** Analysen
- **Hbl-Plag.Thermometrie Barometerie**, kombiniert mit **Al-in-Hbl-Barometrie**
- **Granat-Biotit-Thermometrie**
- Reliktischer Klinopyroxen (magmatisch,metamorph?)

U. Altenberger, Potsdam

HESSEN

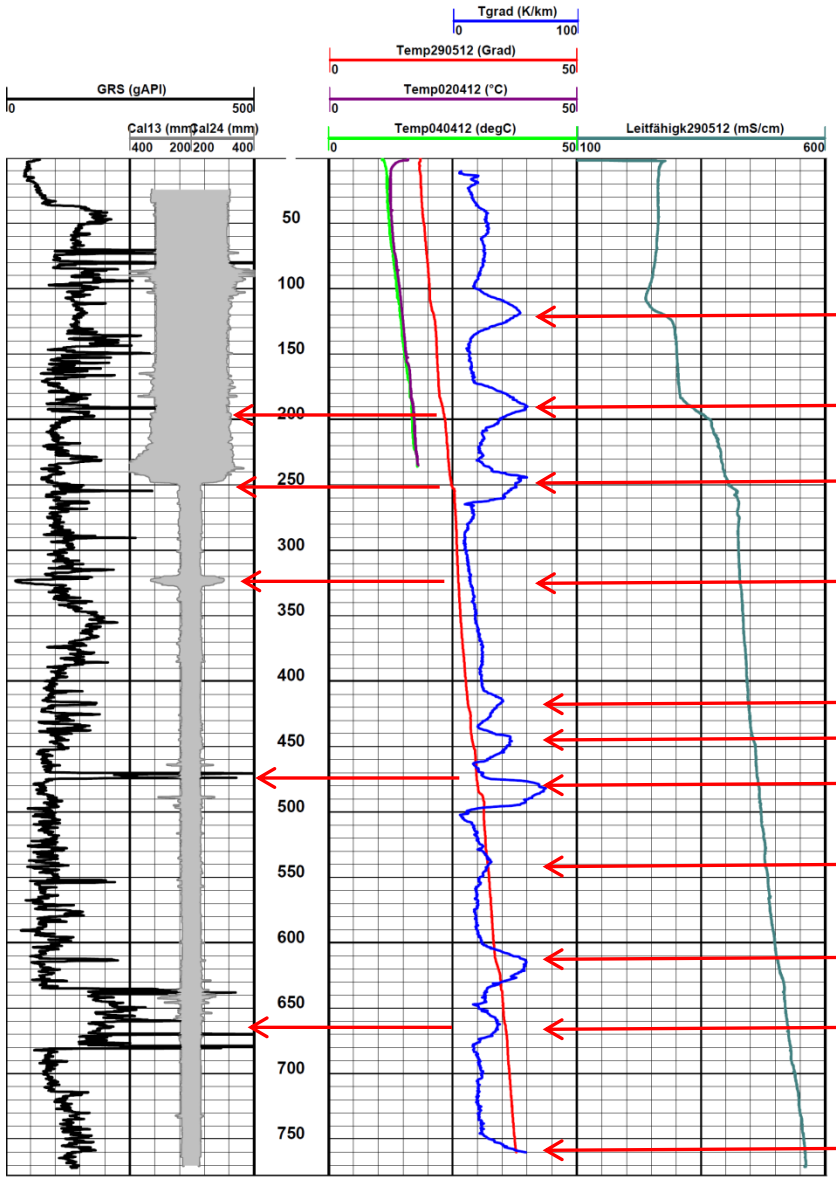
Erkenntnisse zur **Geologie** des Odenwaldes

- Erste tiefe Bohrung im kristallinen Grundgebirge in Hessen
- Nördlicher Böllsteiner Odenwald wird überwiegend aus Biotitgneisen magmatischen Ursprungs aufgebaut
- Komplexe metamorphe Geschichte: Obere Amphibolitfazies: T>700°C, P>6-10kbar (20-30km)
- Heraushebung: Scherzonen und Mylonite in der unteren Grünschieferfazies: T~350-400°C, P~2-3kbar (6-10km)
- Im Perm intrudierten Rhyolithe in das Grundgebirge
- Ausgangsgesteine unerwartet jung (360-380 Mio. a)
- Wesentliche weitere Untersuchungsergebnisse sind zu erwarten

HESSEN

Geophysikalische Bohrlochmessungen (WONIK, LIAG, 2012)

➔ Y-Ray-Log, Kaliber, Temperatur und Leitfähigkeit, Petrographie



Beobachtung an Spülproben

Pegmatite, 112m, 135 m, 148-152 m

191-193 m: Cuttings sehr fein, hydrothermal alteriert

240-241 m: Starke Rotfärbung, Kluftbeläge

321-326 m: Hydrothermal alteriert, Nachfallzone

416 m: Pegmatit, geringmächtig

432 m: Pegmatit

467-471 m: Aplit

539 m: Pegmatit

611 und 613 m: Aplit

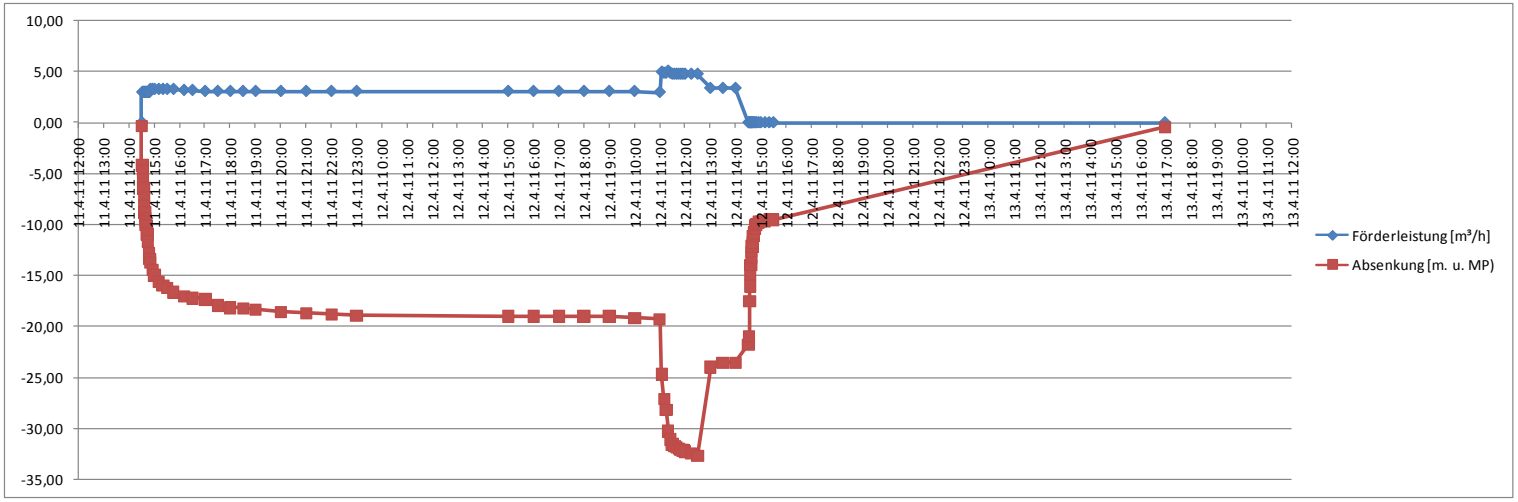
634-679m: Rhyolith

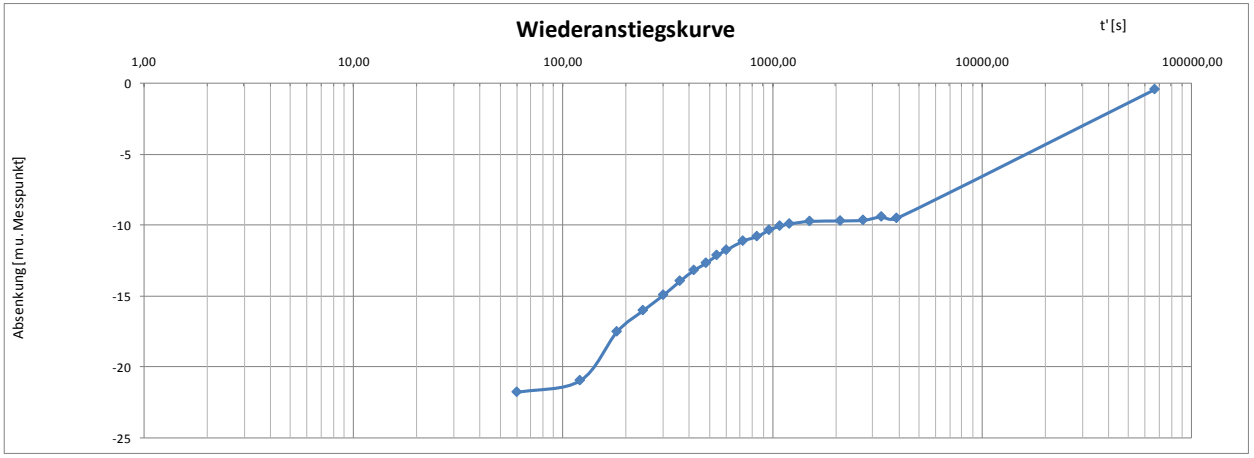
ab 762 m granitoider Gneis

HESSEN

Hydrogeologie:

Gebirgsdurchlässigkeit im oberen Bereich bis 90 m (Vorbohrung)

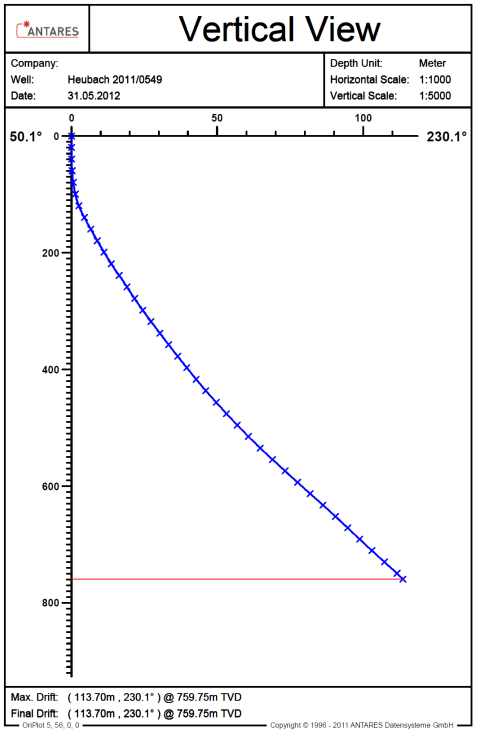




1,5 cm

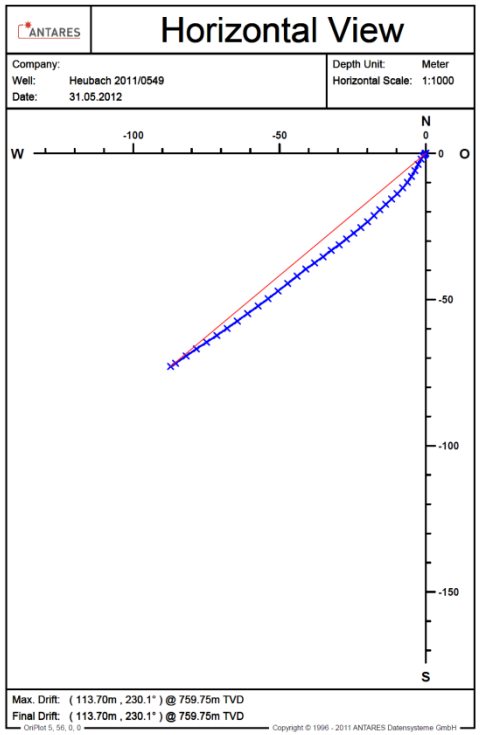
Transmissivität ermittelt aus dem Wiederanstieg: ca. 2,5 * 10^{-5} m^2/s.

Geophysikalische Bohrlochmessungen (WONIK, LIAG, 2012)



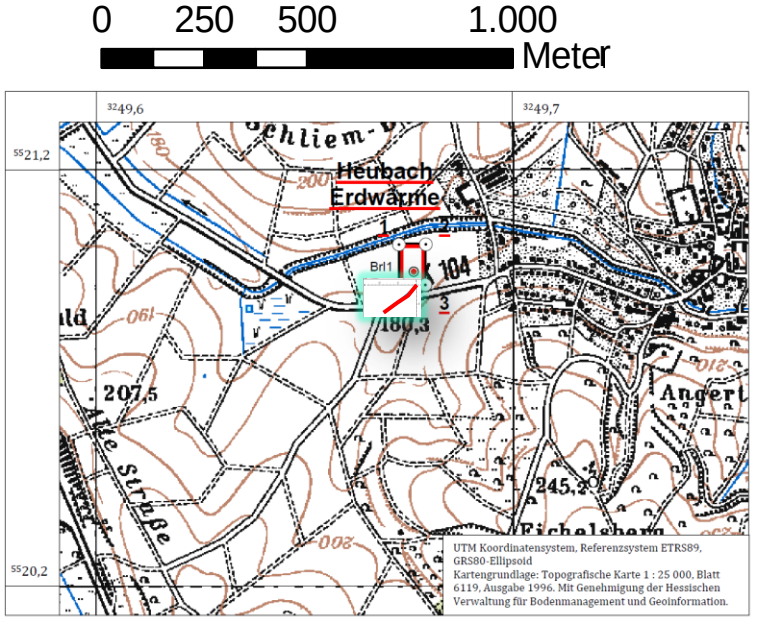
Bohrlochverlauf (mit akust. Televiewer):

- 100 m Abweichung nach SW, Schieferung fällt nach NE ein
- Bohrlochneigung: 12° ab ca. 560 m bis ET



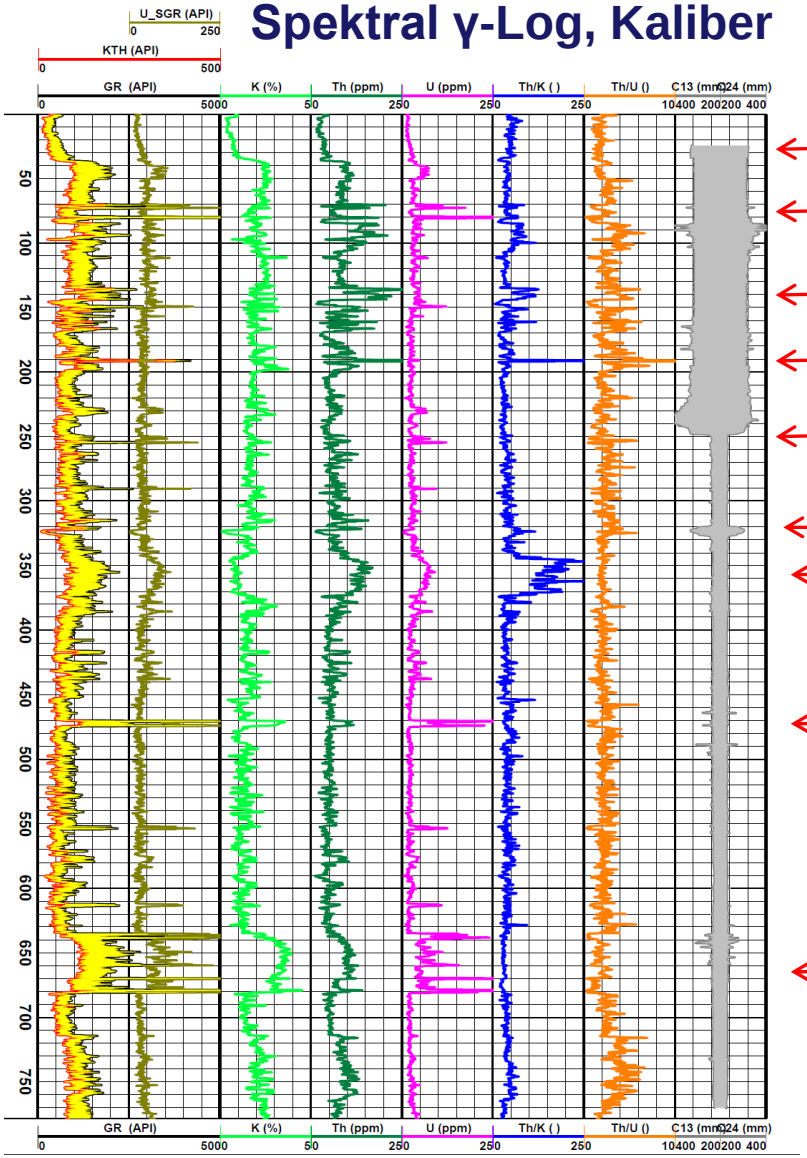
➔ Resultat:

- Bewilligungsfeld muss geändert werden



Geophysikalische Bohrlochmessungen (WONIK, LIAG, 2012)

Spektral γ-Log, Kaliber



Beobachtung an Spülproben

- 39-40 m: Mylonitischer Bereich
- 70 + 80 m: etwas Pegmatitanteil in Cuttings
- 150 m: Pegmatit
- 191-193 m: Cuttings sehr fein, hydrothermal alteriert
- 252 m - 257 m: Granitoider Gneis und Pegmatit
- 321-326 m: Hydrothermal alteriert, Nachfallzone
- 330-386 m: Chlorit-Biotit-Schiefer
- 467-471 m: Aplit
- 634-679 m: Rhyolith

Geophysikalische Bohrlochmessungen (WONIK, LIAG, 2012)

Weitere Messungen:

- Spektral-Gamma-Log
- Spezifischer Elektrischer Widerstand (Dual-Laterolog)
- Seismische Geschwindigkeit (VP-Log): Aufwendige Auswertung, aber Klüfte gut erkennbar
- Magnetische Suszeptibilität
- Dichte
- Chemische Elementbestimmung (C, O, Ca, Si, H, Fe)

➢ Auswertung erst in der Anfangsphase
➢ Untersuchung auf Cluster mit gleichen physikalischen Eigenschaften und Vergleich mit Petrologie und geothermischen Eigenschaften folgt

HESSEN

Fazit und wichtigste erste Ergebnisse

- Durchteufte Schichten: Quartär-Kristallin-Rotliegend-Kristallin
- Meist feinkörnige Biotitgneise
- Wichtige Erkenntnisse zur Metamorphosegeschichte des Böllsteiner Odenwalds
- Häufig Scherzonen, z.T. mineralogisch verändert, bohrungstechnisch problematisch, Pegmatite, Aplite, Rhyolithgang
- Wassertemperatur: ca. 38˚C bei Endteufe
- Geothermischer Gradient: ca. 3,7˚ C/100 m, erhöhte Wärmestromdichte (± 0,085 W/m²)
- Wasserzuläufe in Störungszonen, Pegmatiten, Apliten
- Wärmeleitfähigkeit bei ET (quarzitische Gneise): ca. 3,5-4 W/(m*K) (HLUG und IAG TU Da), im oberen Bereich (Hornblendegneise) 2,5-3 W/(m*k)
- Geothermische Parameter übertragbar auf ähnliche Gesteine, bessere Potenzialabschätzungen möglich. Datengewinn für petrothermale Projekte.
- Erkenntnisgewinn aus Bohrlochgeophysik sehr hoch, Aussagekraft und Anwendungsmöglichkeiten auf andere Kristallingebiete übertragbar, z.B. Kristallin im Oberrheingraben.
- Übertragbarkeit: Bei Grundwasserstockwerksgliederung Mehrkosten (Verrohrung).
- Weitere wichtige Erkenntnisse: Projektplanung, Projektstrukturierung, Zeitplanung, Kostenansatz, Verantwortlichkeiten
- Wichtig: Vergleich oberflächennahe EWS-Felder und tiefe EWS, mitteltiefe Dubletten, je nach geologischen Rahmenbedingungen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

…und vielen Dank an das Projektteam, an HEAG Südhessische Energie AG (HSE) und an das Hessische Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUELV)

http://www.hlug.de/start/geologie/erdwaerme-geothermie/tiefe-geothermie/projekte-erdwaermesonde-heubach

HESSEN

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie

hessen.de | Inhaltsverzeichnis | Impressum | Kontakt

Anmelden

Suchbegriff eingeben | Suche | erweiterte Suche

Startseite | Das HLUG | Messwerte | Downloads | Presse | Veranstaltungen | Vertrieb | Links

- Startseite
- Abfall
- Altlasten
- Boden
- Fachzentrum Klimawandel
- Geografische Informationssysteme
- Geologie
- Erdbeben
- Erdwärme / Geothermie
- Oberflächennahe Geothermie
- Tiefe Geothermie
- Genehmigungsverfahren, Hinweise zur Planung
- Geothermisches Potenzial: Projekt Hessen 3D
- Projekte: Erdwärmesonde Heubach
- Aktuelles
- Vortragsveranstaltungen
- Downloads und Links
- Geo-Info-Hessen
- Geologische Landesaufnahme
- Geotope
- Ingenieurgeologie
- Historie
- Hydrogeologie
- Rohstoffe
- Lärm
- Luft
- Nachhaltigkeit / Indikatoren
- Strahlenschutz
- Wasser

weitere Angebote des HLUG

Startseite › Geologie › Erdwärme / Geothermie › Tiefe Geothermie › Projekte: Erdwärmesonde Heubach › Aktuelles

Aktuelles

Die Informationen über den Stand und die wissenschaftlichen Arbeiten rund um die 800 m tiefe Geothermiebohrung Heubach werden in regelmäßigen Abständen aktualisiert.
Ansprechpartner: Dr. Johann-Gerhard Fritsche, Tel. 0611 - 6939 917 und Anne Kött, Tel. 0611 - 6939 734

MONTAG, 23.07.2021

Am Mittwoch, den 20.06. wurde von 772,8 bis 773,8 m gekernt. Dann konnte kein Bohrfortschritt mehr erzielt werden. Nach Ausbau und Begutachtung der Bohrkrone wurde festgestellt, dass der mangelnde Bohrfortschritt nicht auf Verschleiß der Krone, sondern eher auf Drehmoment, die Rotationsgeschwindigkeit des Gestänges und die Hakenlast zurückzuführen sein könnte. So wurde die Krone wiedereingebaut und ab 26.06. mit erhöhter Drehzahl weiter von 773,8 bis 774,5 m gekernt, bis wiederum kein Bohrfortschritt [illegible] und um das Gesamtprojekt nicht durch einen eventuellen, erneuten Gestängebruch zu gefährden, wurde auf ein weiteres Kernen verzichtet. Dies ist besonders schade, weil es sich bei den untersten Kernstücken um einen migmatischen Gneis handelt und nun leider nur sehr wenig Material für detaillierte gesteinsphysikalische und geochemische Untersuchungen zur [illegible] Am 02.07. wurde durch das HLUG ein Packertest eingebaut, um möglichen Zufluss im unteren, nicht verrohrten Teufenbereich anhand der Wiederanstiegskurve festzustellen. Der ermittelte Zufluss beläuft sich auf weniger als 0,1 Liter/Stunde. Trotzdem wurde das Bohrloch am 03.07. ab Unterkante Außenrohr bis zur Endteufe zementiert, um einen geschlossenen Kreislauf des Wärmeträgermediums zu garantieren. Am 04.07. wurde das Bohrgerät abgebaut und abtransportiert. Damit ist die Bohrung Heubach mit einer erreichten Endteufe von 774,9 m endgültig beendet.
Im Anschluss erfolgt(e) das Setzen des Schachtes und der Einbau des Sonden-Innenrohrs.

© HLUG
Kernabschnitt 774,2-774,5 m (zum Vergrößern Klicken)