

Mitteltiefe Geothermie in Hamburg Wilhelmsburg

GeoTHERM 2024 - Offenburg | 01. März 2024

Carsten Hansen und Herbert Achilles für die Hamburg Energie Geothermie

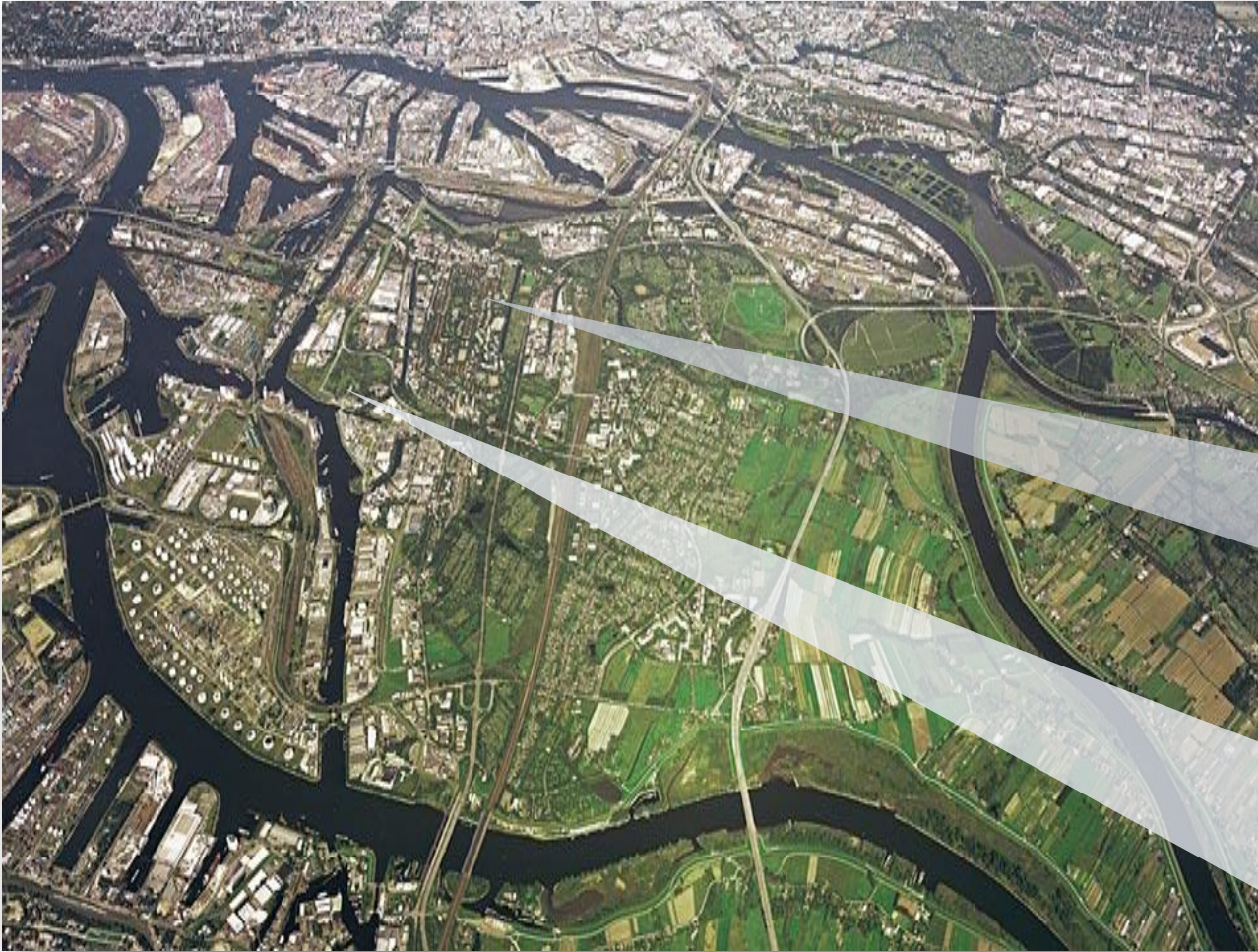
Thomas Thaufelder und Thomas-Tim Sävecke für die Hamburger Energiewerke GmbH



Das Geothermieprojekt: von der Idee bis zum Bohrstart



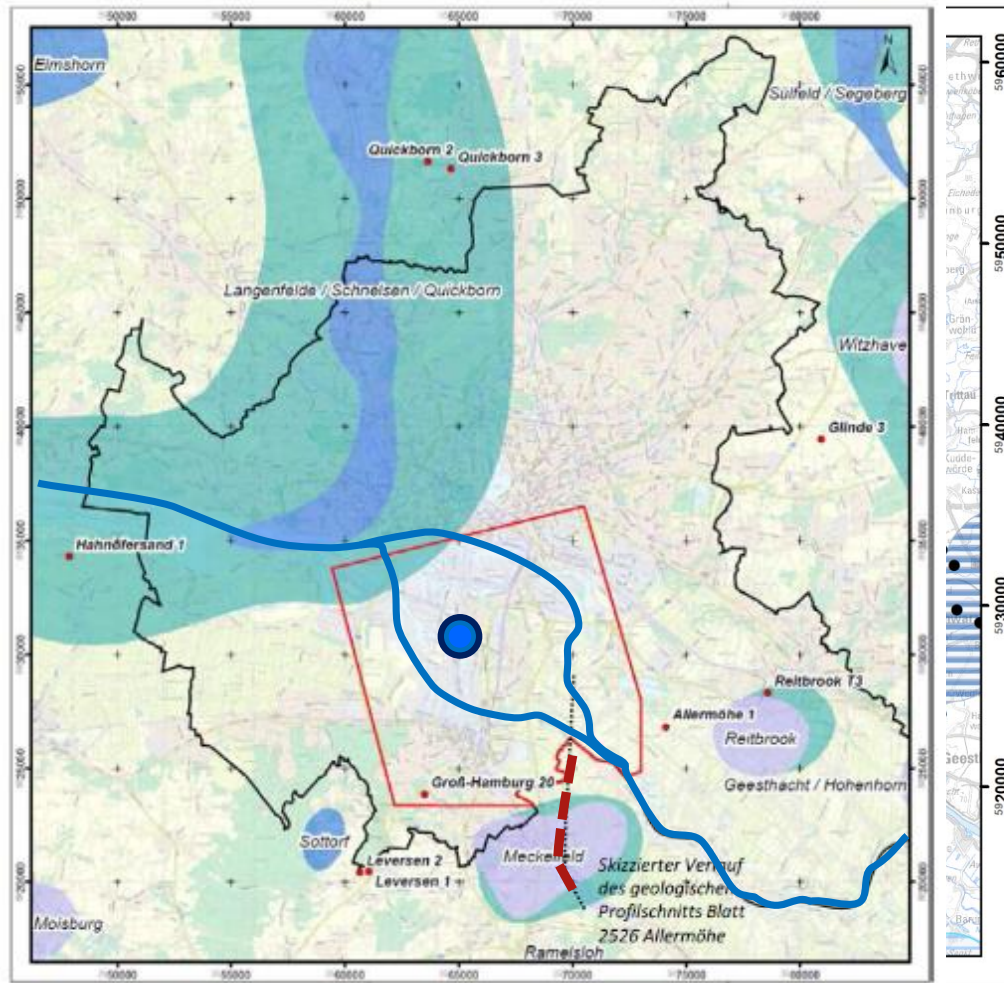
Geografische Lage | Standort Bohrplatz



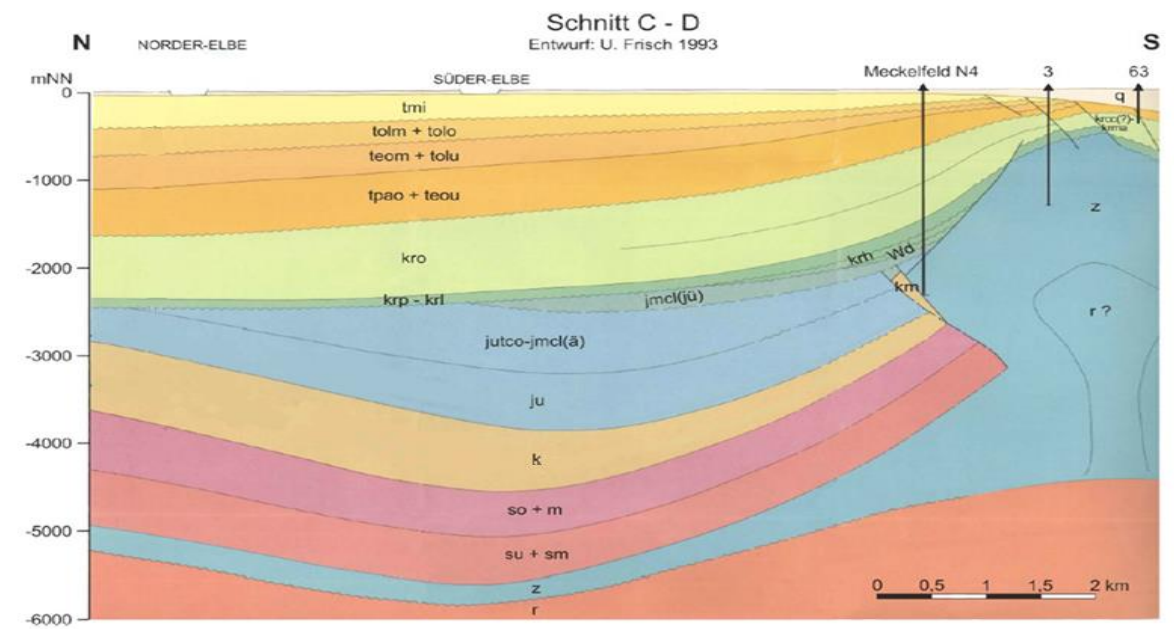
- Standort: im Gewerbegebiet des Hamburger Hafens (Alte Schleuse am Schlegelndeiich), keine direkten Anwohner
- Nah bei Neubaugebieten und neu zu entwickelnden Quartieren
- Nah beim Energiebunker, über den die Wärme verteilt werden soll



Der Untergrund unter Hamburg-Wilhelmsburg

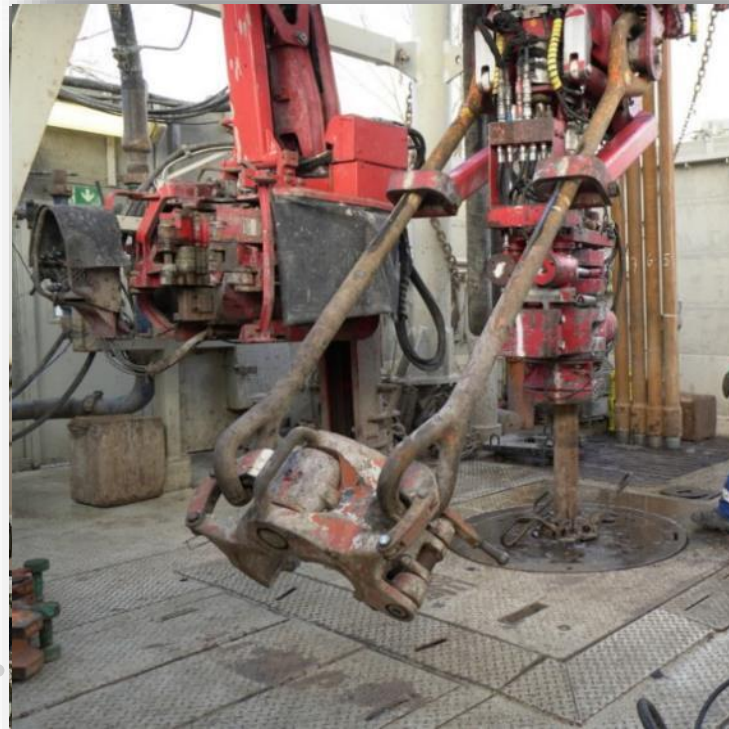


- Im Umfeld von Hamburg gibt es eine Vielzahl von Tiefbohrungen
- Alte Erdöl-/Erdgas-Bohrungen nahe der Salzstöcke



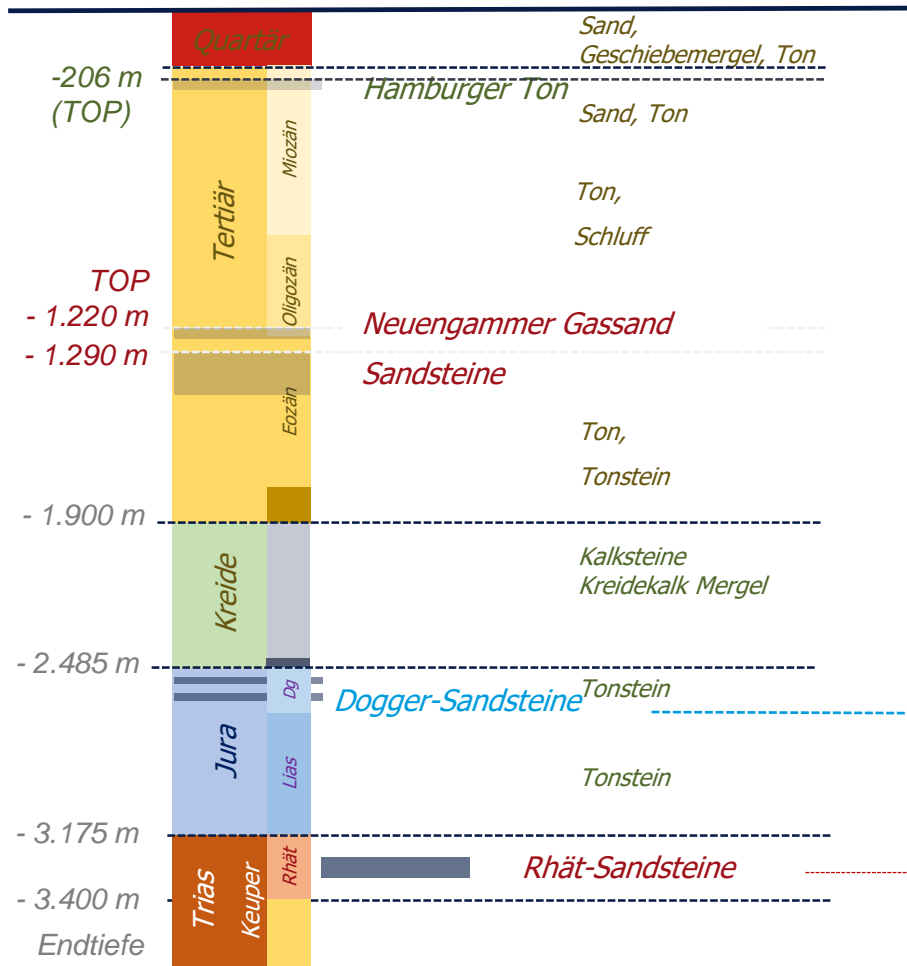
Erkundungsbohrung auf über 3.000 Meter

- Erfolgreiche, senkrechte **Bohrung auf über 3.000 Meter Tiefe**, Erkundung verschiedener Sandstein-Schichten
- **Kooperation mit der Wissenschaft:** Zentrales Ziel des Verbundvorhabens „**mesoTherm**“ ist die Charakterisierung geothermischer Potenziale im Norddeutschen Becken als Grundlage für eine Wärmewende.
 - wiss. Logging
 - VSP
 - Kernbohren



Erkenntnisse aus der Erkundungsbohrung zum Hamburger Untergrund

Vorprofil – „Plan“



Schichtenprofil entspricht den Annahmen

Neu: geothermisches Potenzial auf 1.300 Meter
Bohrkerne, hydraulische Tests

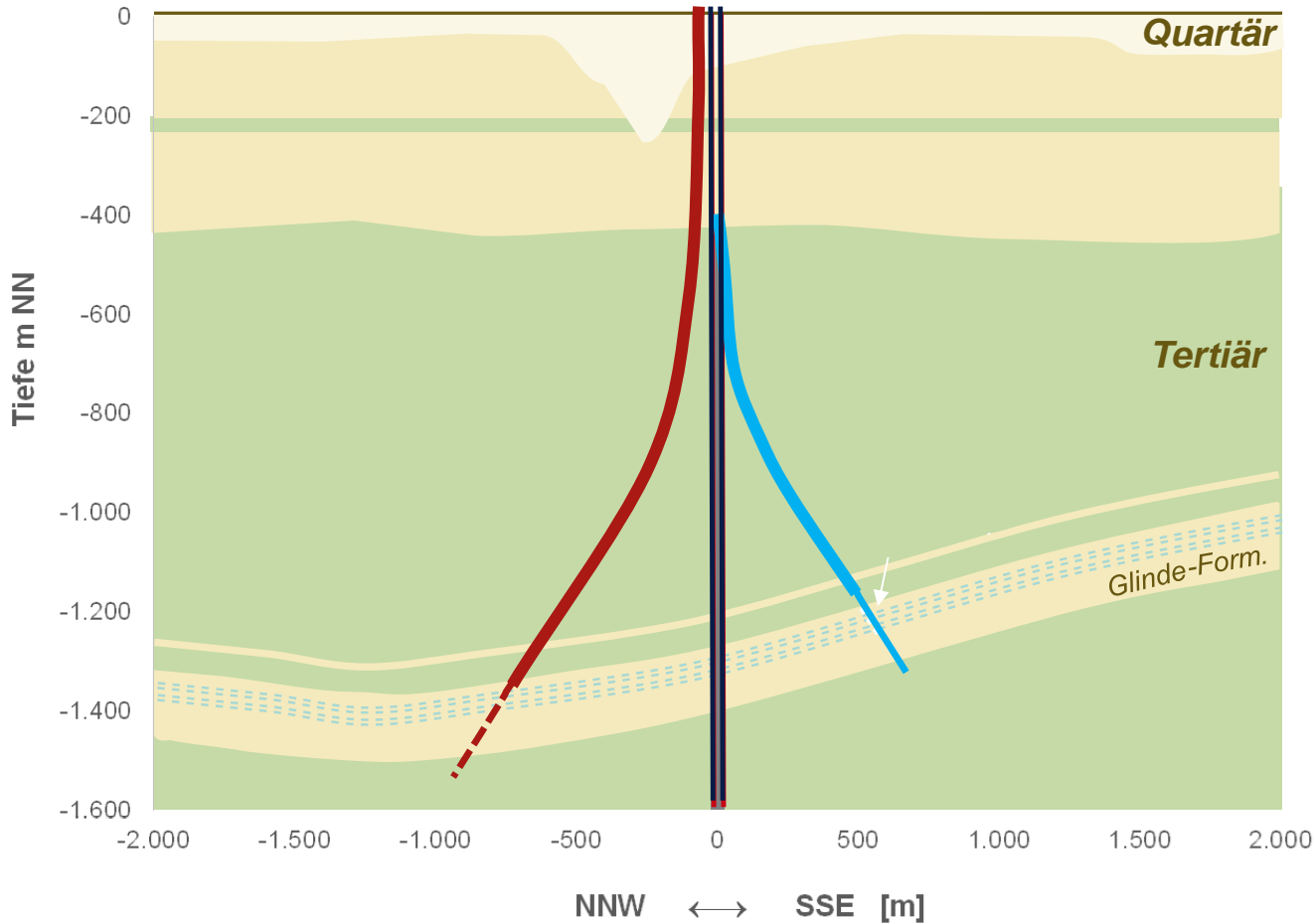
2,500 m b.g.

Abweichungen vom Vorprofil
Alle tiefen Sandsteinschichten sind nicht ausreichend mächtig und durchlässig für eine geothermische Thermalwasserförderung

Bohrung – Sidetrack – 2. Bohrung

HH-Wilhelmsburg

GT1



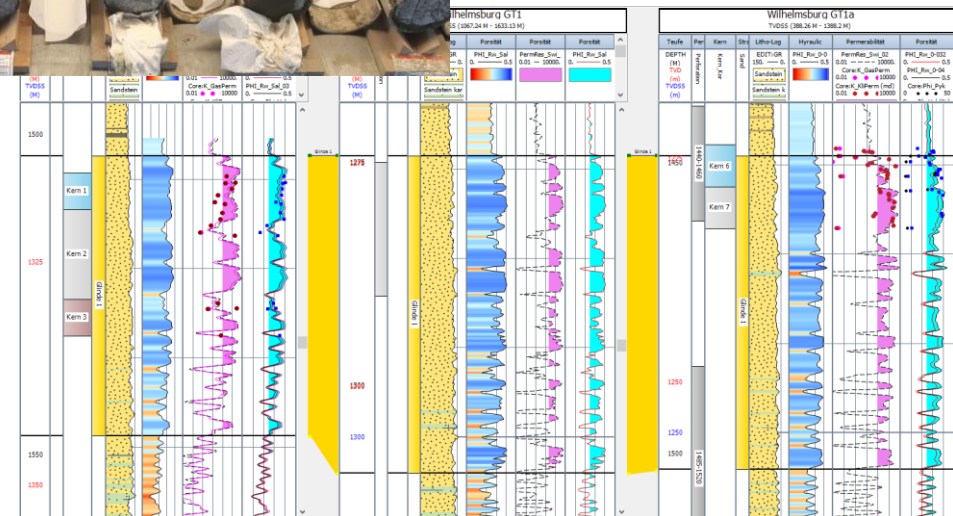
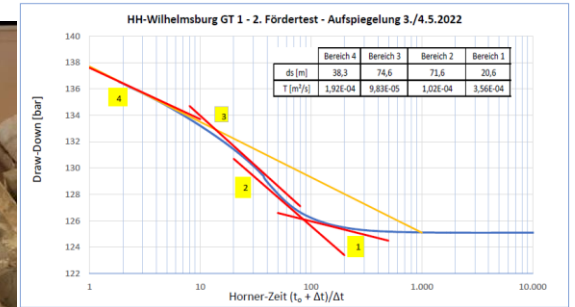
2022

- Ende Januar** **Beginn Bohrarbeiten GT1**
- Ende April** **Abschluss Kernen, Logging, „Entscheidung Mitteltief“**
- Anfang Mai** **Perforationen, Tests; Fündigkeit Glinde**
- Rückverfüllung der Bohrung; Vorbereitung Sidetrack**
- Mitte Mai** **12 1/4" Sidetrack erreicht**
TOP Glinde: 1.400 m MD; 1.200 TVD
- Ende Mai** **Einbau 9 5/8" Rohrtour, 8,5" Aufschluss „Glinde-Formation“**
Bohrkerne: ~42 m; Logging
Endteufe: 1.700 m MD; 1.363 m TVD
- Anfang Juni** **7" Verrohrung, Perforation, Test, Auswertung**
- Juni** **Entscheidung „GT2“**
- Juli** **Bohren GT2; Verrohrung TOP Glinde; August Aufschluss OH-Strecke in 8,5"**
- August** **Wartezeit bis zur Komplettierung**
- März 23**

Bohrung – Sidetrack – 2. Bohrung

- Logging und Bohrkerns liefern Daten über das Reservoir
- Bestimmung von Porositäten und Permeabilitäten an Bohrkernen
- Auswertung hydraulischer Tests (GT1, GT1a)
- Analyse der Formationswässer / Scaling-Potenzial
- Bestimmung von Korngrößen-Verteilungen
- Interpretation der Logging-Daten

Ziel: Ausbauplanung GT2



Brunnenentwicklung



Beginn Förderung
GT2 20.04.2023
 $Q < 50 \text{ m}^3/\text{h}$



GT2 21.04.2023
 $Q \sim 60 \text{ m}^3/\text{h}$

GT2 05.06.2023
 $Q \sim 140 \text{ m}^3/\text{h}$



Brunnenentwicklung

- Hohe Sandgehalte zu Beginn der Entnahme
- Sukzessive Steigerung der Förderrate im Zuge der Brunnenentwicklung
- Aufbau eines natürlichen Kornfilters
- Nachentsandung noch erforderlich

Testen der Förderbohrung



- Förderphasen GT2
- Ruhephasen



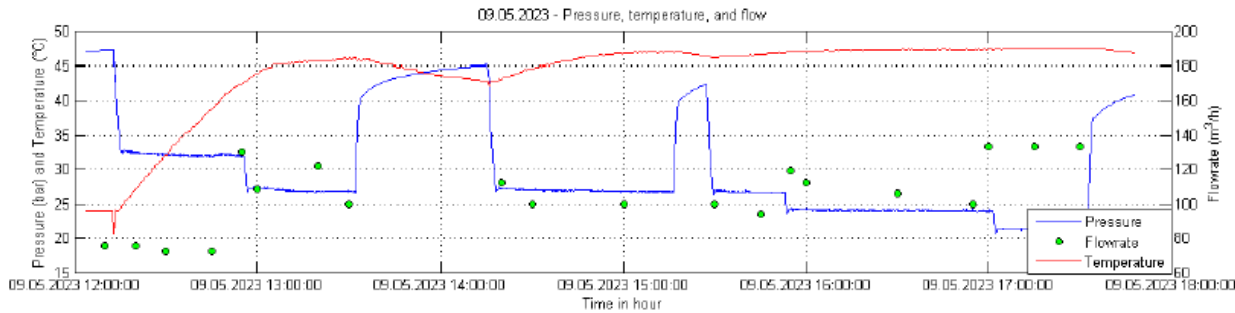
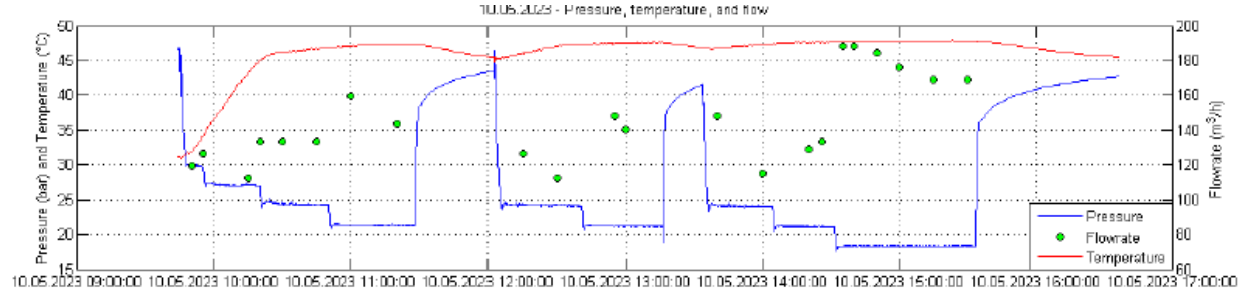
Testen der Förderbohrung



Testequipment



Testen der Förderbohrung



Beispiel 10.05.2023 und 09.05.2023

Entwicklung der Temperatur (rote Linie), des Drucks (blaue Linie) und der Förderraten (grüne Punkte)

48°C

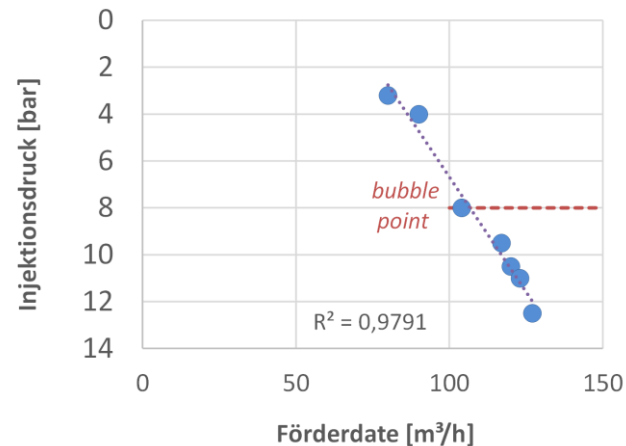
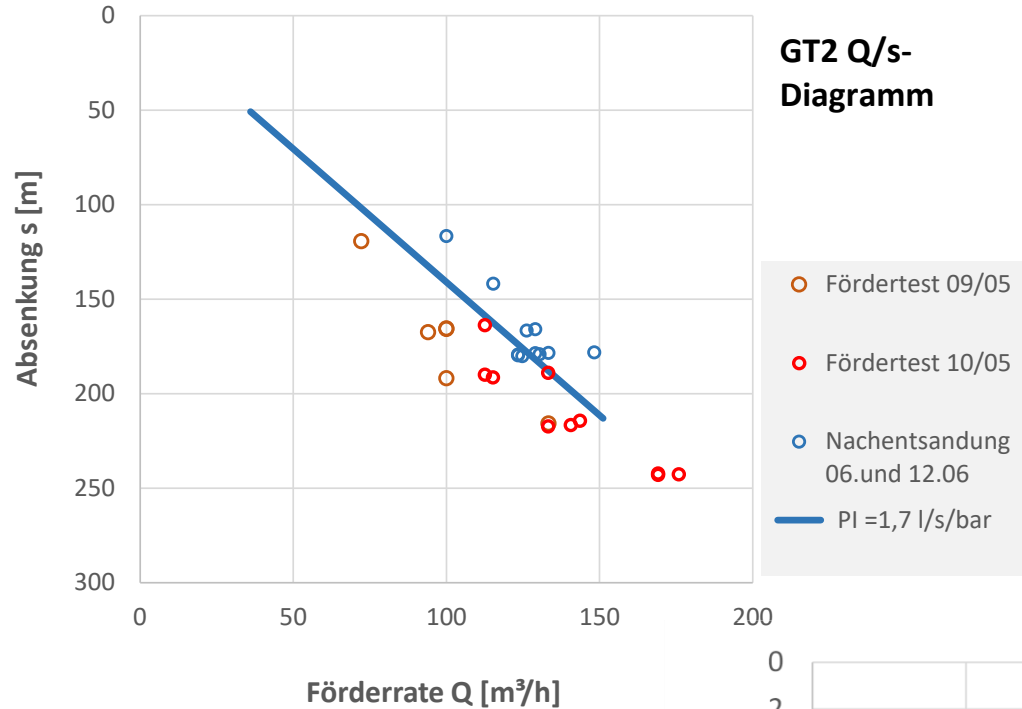
48°C

Hydraulische Tests

- Fördertests 20.04.23 – 12.06.2023
- Förderung mit Raten zwischen 40 und 180 m³/h bei stabiler Wasserspiegelabsenkung
- Temperatur: 48°C

Stabile
Druckniveaus in
Abhängigkeit von
der Förderrate

Testen der Förderbohrung



Hydraulische Tests

- Gut reproduzierbares hydraulisches Verhalten
- Verbesserung des Absenkverhaltens im Lauf des Tests
- Bestätigte Produktivität der Bohrung
- Kurzzeit-Injektionstests
- Reproduzierbarer Druckaufbau in der Injektionsbohrung

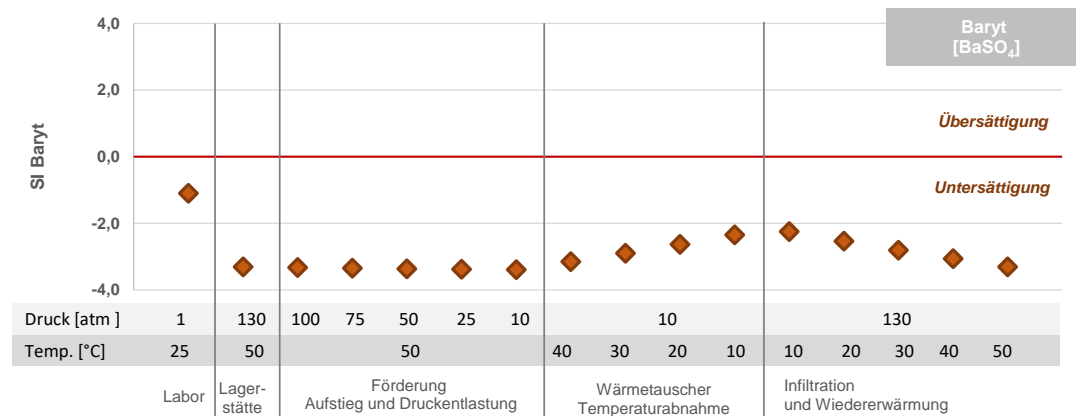
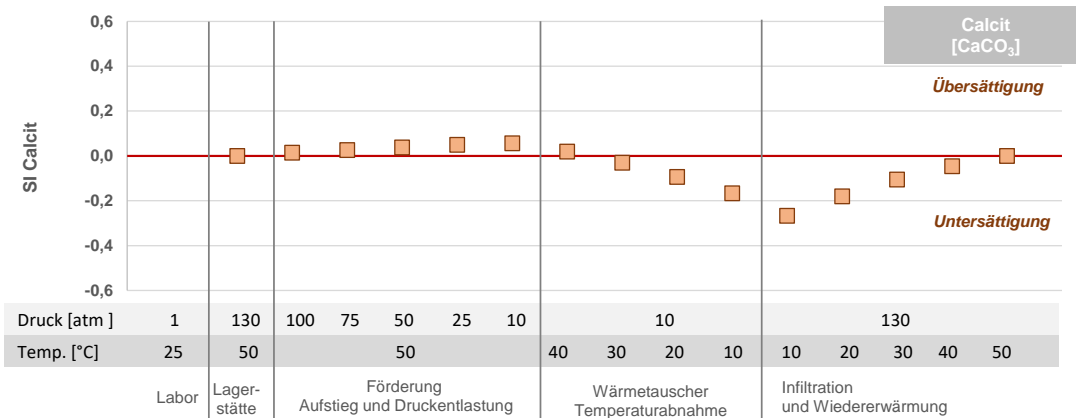
Das Thermalwasser



- Thermalwässer wurden bei den hydraulischen Tests beprobt
- Umfassende Analytik auf Haupt-, Neben- und Spureninhaltsstoffe
- Typische hoch salinare Wässer: Na-Cl-Typ
Chlorid: 135.000 mg/l
Natrium: 78.000 mg/l
- Eisenkonzentrationen ca. 20 mg/l

Probe		HeGeo GTW1a	GT1-I	GT2 Glinde
Probenahmedatum		08.06.2022	03.05.2022	09.05.2023
chemisch-physikalische Parameter				
spez. el. Leitfähigkeit (25°C) Labor	mS/cm	222	223	225
pH Wert Labor		6,6	6,3	5,91
Dichte (20°C)	g/cm³	1,1628	1,164	1,16412
Wärmeleitwert λ bei 25°C	mW/m*K			536,3
Wärmekapazität	kJ/(kg+K)			3,445
Hauptionen				
Natrium (Na+)	mg/l	79000	79400	78100
Kalium (K+)	mg/l	330	616	225
Calcium (Ca2+)	mg/l	3500	3310	5800
Magnesium (Mg2+)	mg/l	740	1110	1800
Ammonium (NH4+)	mg/l	183	186,8	135,4
Hydrogenkarbonat (HCO3-)	mg/l	43,4	112,8	40,03
Chlorid (Cl-)	mg/l	130000	135000	135000
Sulfat (SO42-)	mg/l	6,2	3,4	2,3
Spurenbestandteile				
Barium (Ba2+)	mg/l	15	11	17,1
Strontium (Sr2+)	mg/l	340	117	907
Eisen ges.	mg/l	1,8	4,55	22,7

Das Thermalwasser



Berechnung der Auswirkungen von Druck- und Temperaturbedingungen im Thermalwasserkreislauf – kommt es zu Ausfällungen?

- Kalk-Übersättigung durch Druckentlastung aber Untersättigung durch Abkühlung; kaltes Thermalwasser ist im Reservoir kalklösend → Verbesserung Abstrom
- Barium- und Strontiumsulfate durchgehend untersättigt → keine Ausfällung

Ausblick – Mitteltiefe Geothermie HH-Wilhelmsburg



Förderung aus einer Tiefe von: **über 1.300 Meter**



Alter der Gesteinsschicht: **45 Mio. Jahre**, Mächtigkeit der Sandsteinschicht: **ca. 130 Meter**



Thermalwasser-Temperatur: **48 °C**



Förderrate: **ca. 140 m³/h**



Geothermale Wärmeleistung: **ca. 6 MW**



Wärmepumpeneinsatz zur Temperaturerhöhung: **75 bis 85 Grad Celsius** (je nach Jahreszeit)



Rechnerische Anzahl versorgter Haushalte (Wärmepumpenprozess): **6.000**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Gefördert durch:
 Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Hamburger
Energiewerke