

# Genehmigungsverfahren und erste Betriebserfahrungen beim Geothermieprojekt Nettebad in Osnabrück



## Ausgangsplanung: Mitteltiefe Koaxialsonde am Nettebad

### Erdwärme fürs Nettebad

Stadtwerke stoßen mitteltiefes Geothermie-Projekt an

Osnabrück (oh) – Die Stadtwerke treiben Pläne zum Bau einer Erdwärmanlage am Nettebad voran. Mit einer sogenannten mitteltiefen Erdwärmesonde soll die natürliche Wärme im Boden angezapft und damit das Nettebad versorgt werden. Eine Machbarkeitsstudie gibt dem Vorhaben gute Bewertungspunkte.

„Unser Geothermie-Projekt an diesem Standort wäre das erste Vorhaben dieser Art in Nordwestdeutschland“, sagte der Stadtwerke-Vorstandsvorsitzende Manfred Hülsmann. Eine Umsetzung hätte nach seiner Aussage gleich mehrere Vorteile: „Wir können in einem frühen Stadium Erfahrungen mit dieser Technologie sammeln und haben mit dem Nettebad einen eigenen Wärmegroßabnehmer“. Ein weiterer zentraler Vorteil der Geothermienutzung sei, dass die Erdwärme unabhängig von Klima und Jahreszeiten jederzeit, emissionsfrei und CO<sub>2</sub>-frei verfügbar ist.

Nach den Vorstellungen der Stadtwerke soll direkt neben dem Nettebad eine Erdwärmesonde von knapp 20 cm Durchmesser in eine Tiefe von 850 m getrieben werden. Aus dieser Tiefe wird warmes Wasser nach oben gepumpt, über eine Wärmepumpe nutzbar gemacht und anschließend wieder abgekühlt zurück in den Untergrund gepumpt.

Die Stadtwerke führen derzeit die letzten Voruntersuchungen durch. Anschließend werden Angebote für die technische Ausrüstung eingeholt und die Bohrleistungen ausgeschrieben. „Gibt alles seinen normalen Gang, soll die Bohrung noch in diesem Jahr starten“, sagte Hülsmann.

Die Bohrung selber würde nach aktuellen technischen



Da bohren: Ein tiefes Loch soll entstehen werden, um Erdwärme fürs Nettebad zu nutzen. PR-Foto

Standards durchgeführt. „Dabei handelt es sich um ein geschlossenes ‚Rohr in Rohr‘-System, bei dem keine chemischen Substanzen Verwendung finden und auch kein Stoffaustausch mit dem Grundwasser oder dem Gestein stattfindet“, erläuterte Prof. Dr. Dieter Michalzik, Diplom-Geologe und Geschäftsführer der Firma Geo-Dienste aus Garbsen. Im Gegensatz zu oberflächennahen Erdwärmesonden kann aufgrund der höheren Temperaturen sogar auf die Beigabe von Frostschutzmitteln verzichtet werden, so dass in der Osnabrücker Sonde reines Wasser in einem geschlossenen Kreislauf zirkuliert. Dieses wird im äußeren Rohr nach unten geführt, erwärmt sich hierbei und wird dann durch das innere isolierte Rohr wieder nach oben gefördert. Dort wird die Wärme von einer Wärmepumpe auf das notwendige Temperaturniveau angehoben und in das

Wärmenetz des Nettebades eingespeist.

Prof. Dr. Michalzik: „Andersher Stelle stoßen wir ‚nur‘ bis zu einer Tiefe von 850 m vor. Im Untergrund sind keine Gelingsspannungen zu erwarten, die durch einen menschlichen Eingriff in Form einer Bohrung gelöst werden könnten.“ Außerdem kommen keine Techniken wie das sogenannte Fracking zum Einsatz, bei dem Druck auf die Gesteinsschichten ausgeübt wird oder Flüssigkeiten verpresst werden.

Insgesamt 850 Megawattstunden (MWh) Wärme soll die neue Erdwärmanlage am Nettebad jährlich liefern. Das entspricht dem Wärmebedarf von 100 modernen Einfamilienhäusern. Das energieintensive Freizeit- und Erlebnisbad wäre alleiniger und einziger Abnehmer. „Rund 66 t CO<sub>2</sub> können wir durch die umweltschonende Erdwärmenutzung einsparen“, betonte Manfred Hülsmann.

## Bohrbeginn: November 2011

### Startschuss für Geothermiebohrung am Nettebad

Stadtwerke Osnabrück beginnen erstes mitteltiefes Geothermie-Projekt in Deutschland

Osnabrück, 16.11.2011. Die Stadtwerke Osnabrück haben den Startschuss für die erste mitteltiefe Geothermiebohrung Deutschlands gegeben. Künftig wird das energieintensive Nettebad umweltschonend mit natürlicher Wärme aus dem Boden versorgt. Dafür wird der Bohrer in den kommenden Wochen in eine Tiefe von 820 Metern vordringen.

Leistung: ca. 100 kW über WP

Bohrtiefe: 870 m

Jährliche Betriebsstunden	8.760
Sondendurchsatz je Wärmepumpe [m <sup>3</sup> /h]	6,5
Spreizung [K]	5
Simulationszeitraum [a]	10
Wärmeträgerfluid	Wasser

## Bohrung Nettebad GT 1



## Solefund am Nettebad

21.03.12 | Tiefe Geothermie

### Solefund stellt Geothermieprojekt „auf den Kopf“



Füllen das bei der Geothermiebohrung am Nettebad gefundene Sole-Thermalwasser ab: (v.l.)  
Diplom-Geologe Prof. Dr. Dieter Michalzik und Stadtwerke-Vorstandsvorsitzender Manfred  
Hülsmann. Quelle: Stadtwerke Osnabrück

### Osnabrück schwimmt auf einer Sole-Welle

hin Osnabrück

stoffliche Verwertung der Sole bislang noch nicht umgesetzt

Osnabrück. Goldgräberstimmung bei den Stadtwerken: Die Geothermiebohrung am Nettebad ist auf halber Strecke auf warmes Salzwasser gestoßen. Stadtwerke-Chef Manfred Hülsmann schwärmte gestern von einem „doppelten Lottogewinn“ und „ungeahnten Möglichkeiten“. Bald könnte es heißen Wir kommen zum Glück aus Bad Osnabrück.

Neue OZ online 22.03.2012, 10:27

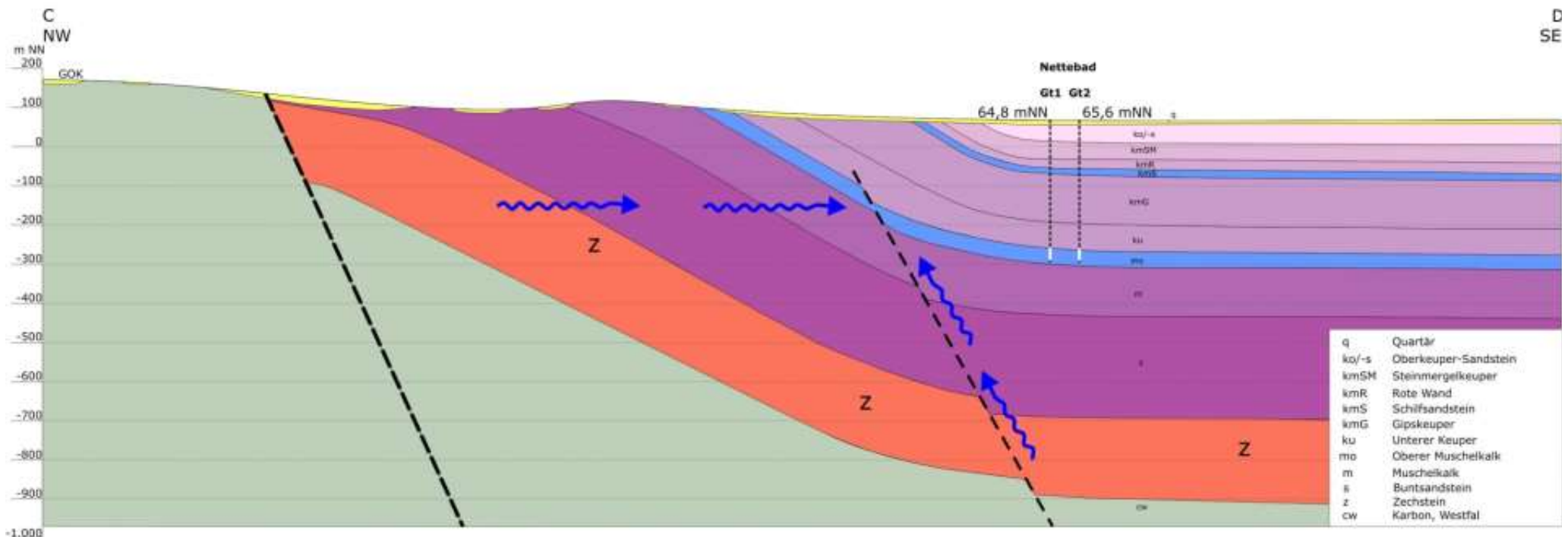
Aquifer: mo

Bohrtiefe: 360 m

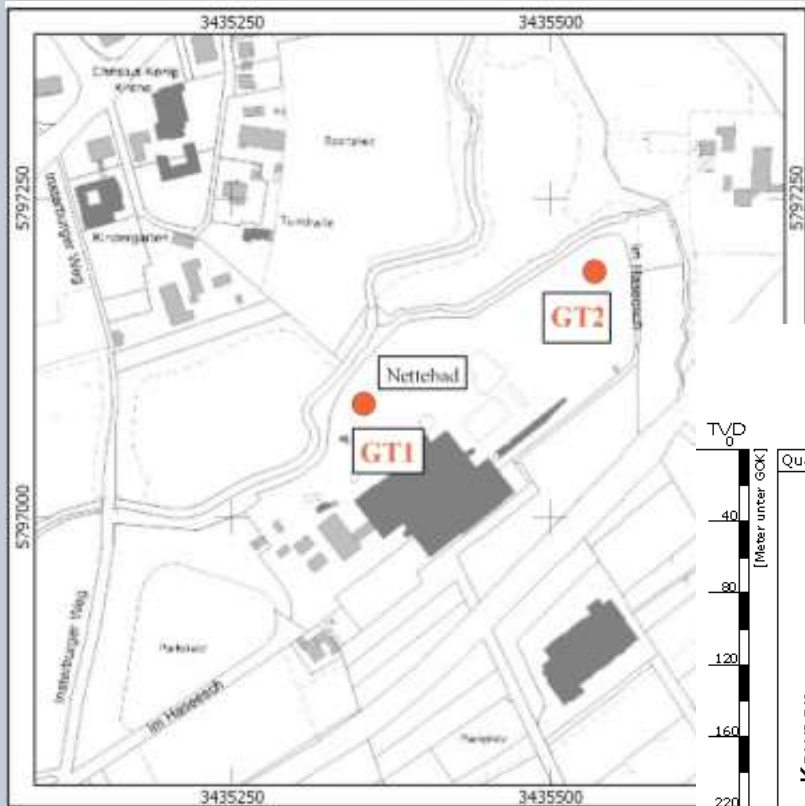
Temperatur: ca. 19 °C

NaCl-Gehalt: 2,5 %

## Geologisches Profil NW-SE: Herkunft der Sole

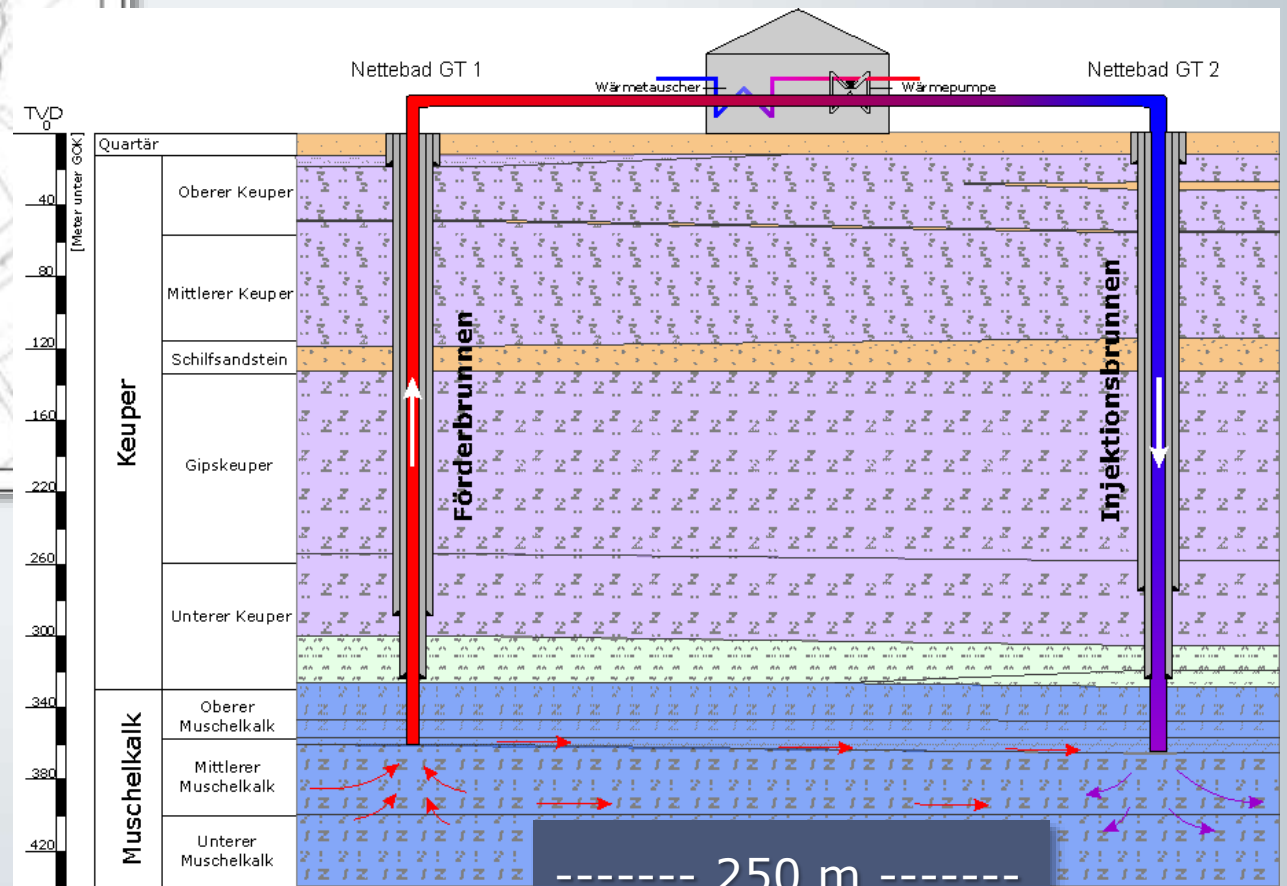


## Erweitertes Konzept: Hydrothermale Dublette



Förder-Temperatur: ca.  
19 °C

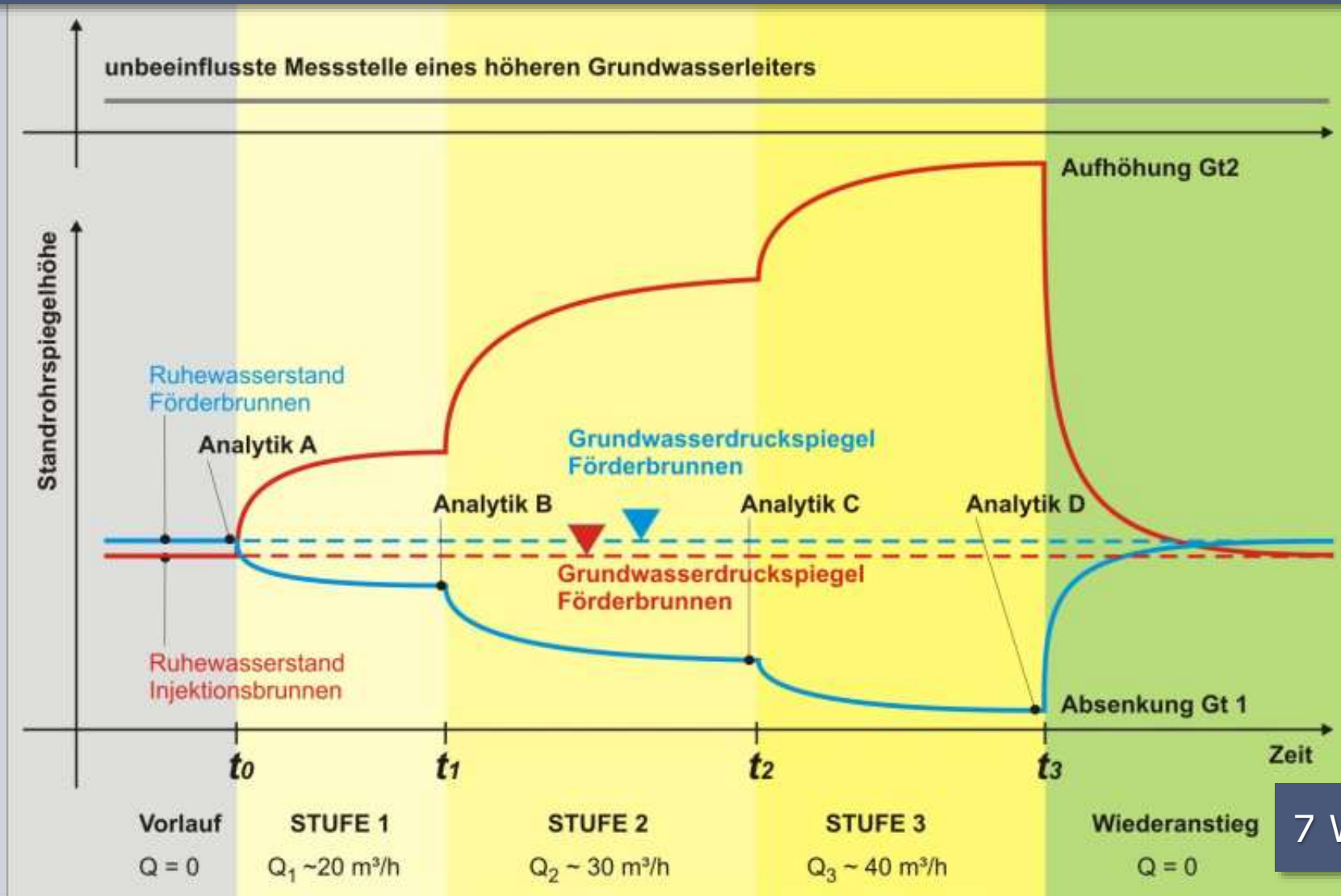
Einleittemperatur: ca.  
9 °C



## Bohrung Nettebad GT 2 & Zirkulationsversuch



## Zirkulationsversuch



7 Wochen



## Ergebnisse Pumpversuch

- In allen Pumpenphasen liegt die **Produktivität** des GT1 deutlich **über** der **Injektivität** des GT2
- **max. Kopfdruck** Injektion ca. 4 bar
- **Quasistationäre Beharrungszustände** (Betriebswasserstände, Temperaturen, Leitfähigkeit) innerhalb von 1h
- nur **lokale Druckspiegeländerung** im stark gespannten Grundwasserstockwerk des Muschelkalk
- **Grundwasserstandsänderungen** in den oberflächennahen Stockwerken **nicht beobachtet**

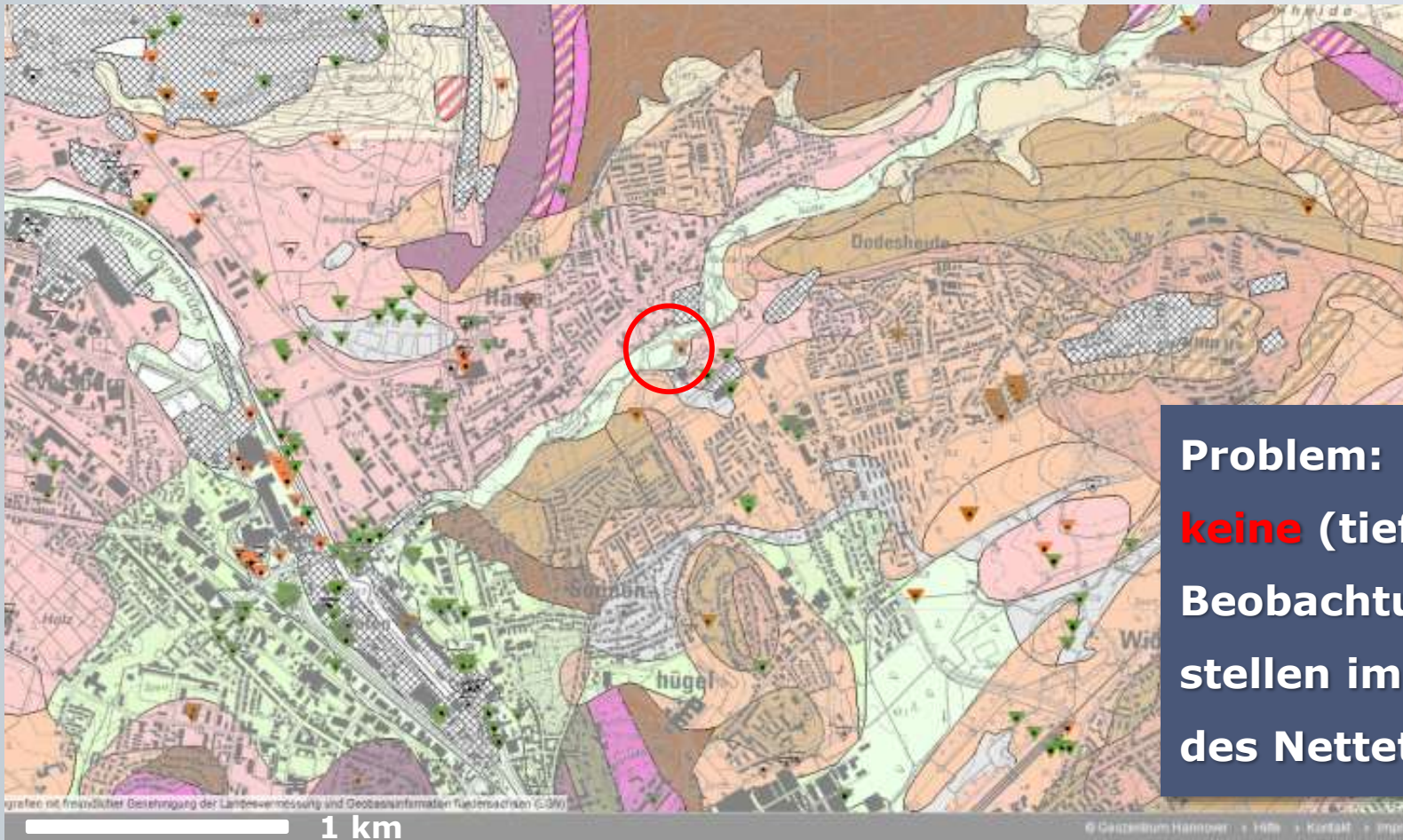
## Genehmigungsrechtlich erforderliche Angaben zum Antrag

durch Stadt Osnabrück (inkl. Stellungnahme des GLD) formuliert

- **Aussagen zu Grundwasserabsenkung und -aufhöhung** (im Muschelkalk)
- **Thermische Auswirkungen** im Grundwasserleiter
- **Hydrochemische Auswirkungen** (in Grundwasserleiter und Anlage)
- **Injektionsdruck** im Injektionsbrunnen
- **Beurteilung** anderweitiger **Nutzungsansprüche**/des **Gefährdungspotenzials** für andere Schutzgüter
- **Monitoringkonzept**

## Genehmigungsrechtlich erforderliche Angaben zum Antrag

Aussagen zu Grundwasserabsenkung und -aufhöhung (im Muschelkalk)



Problem:

**keine** (tiefen)

Beobachtungsmess-  
stellen im Muschelkalk  
des Nettetals

## Genehmigungsrechtlich erforderliche Angaben zum Antrag

### Aussagen zu Grundwasserabsenkung und -aufhöhung (im Muschelkalk)

- Reichweite der Druckspiegeländerungen (0,1 m-Isolinie) überschlägig aus Potenzialänderungen und daraus abgeleiteten Durchlässigkeitsbeiwerten ( $5 \times 10^{-4}$  m/s bis ca.  $5 \times 10^{-6}$  m/s)
  - Entnahmebrunnen bei 1.800 m
  - Injektionsbrunnen bei 480 m
- Während des umfangreichen Zirkulationsversuchs trotz der o.g. Reichweiten **keine hydraulischen Kurzschlüsse** zwischen Entnahme- und Injektionsbrunnen nachzuweisen

nur theoretisch

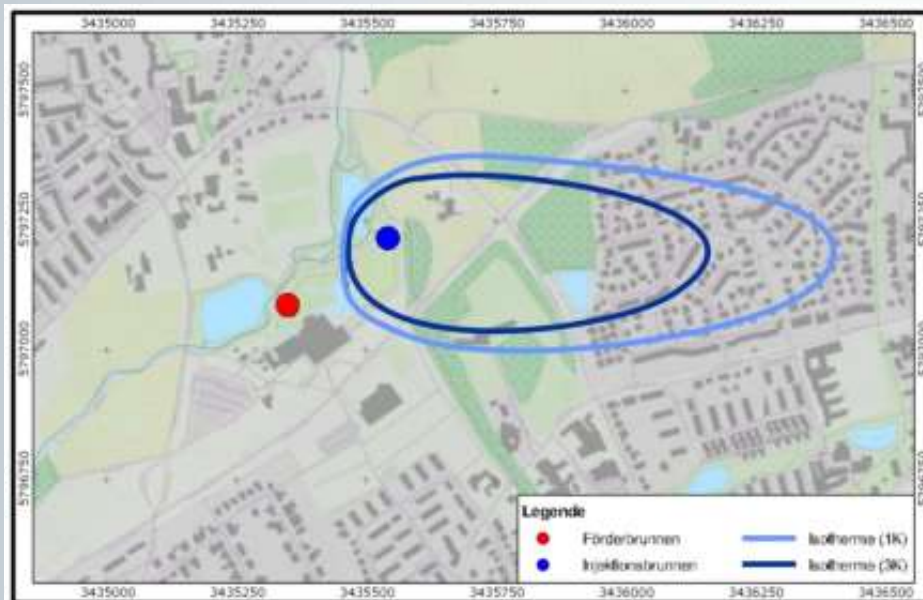
Dies ist v.a. auf das hinsichtlich seiner hydraulischen Durchlässigkeit inhomogen und anisotrope Kluftsystem (u.a. Öffnungsweite) zurückzuführen

## Genehmigungsrechtlich erforderliche Angaben zum Antrag

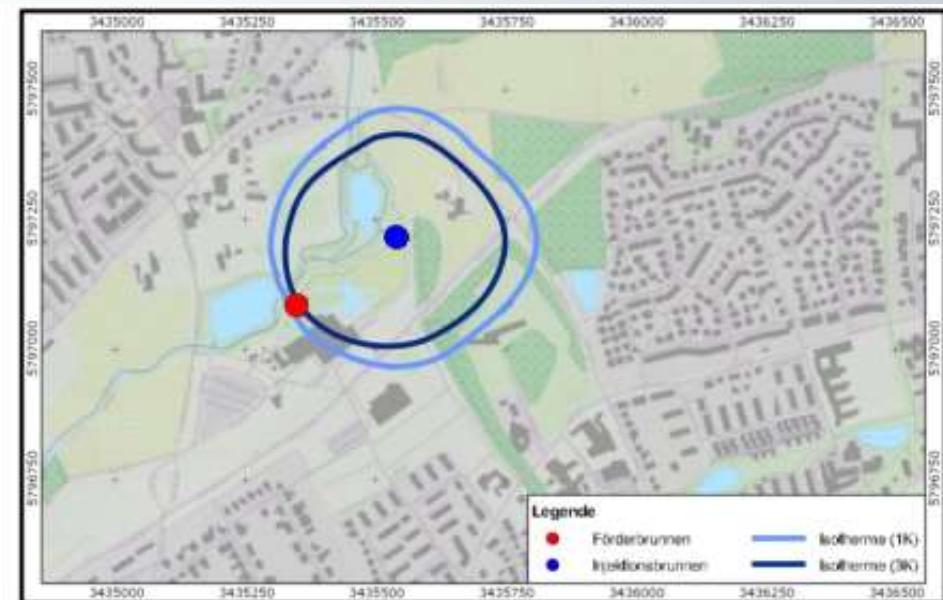
### Thermische Auswirkungen im Grundwasserleiter

- Zirkulationsrate von 40 m<sup>3</sup>/h
- Grundwassergefälle von ca. 0,10/100 m nach Osten
- Temperaturänderung von ca. 10 °K (von 19 °C auf 9 °C)

**GED/FEFLOW**



Abschätzung bei einem angenommenen kf-Wert von  $5 \times 10^{-4}$  m/s und einer Simulationszeit von 30a



Abschätzung bei einem angenommenen kf-Wert von  $5 \times 10^{-6}$  m/s und einer Simulationszeit von 30a

## Genehmigungsrechtlich erforderliche Angaben zum Antrag

### Hydrochemische Auswirkungen im Grundwasserleiter

- Thermodynamisch-hydrochemische Verhalten mittels PHREEQC (USGS) berechnet
- **im Zustand der Calcitsättigung** mit einer leichten Tendenz zur Übersättigung
- Wiedereinleitung des abgekühlten Wassers ergibt eine **geringfügige Calcitlösekapazität** von ca. 30 mg/l
- Die dadurch grundsätzlich mögliche Auflösung von Calcit im Untergrund kann sich u.E. praktisch nicht ungünstig auf den Betrieb der Anlage auswirken, und das umso weniger, als sich das Wasser wieder erwärmt und sich damit dem ursprünglichen Zustand wieder rasch annähert

## Genehmigungsrechtlich erforderliche Angaben zum Antrag

### Hydrochemische Auswirkungen in der Anlage

- Wasser weist typische Merkmale eines reduzierten Wassers auf: **erhöhte Konzentrationen an Eisen** (>5 mg/l), Mangan und Schwefelwasserstoff
- Wasser ist **im Zustand der Calcitsättigung** mit einer leichten Tendenz zur Übersättigung
- Um Eisen(III)-oxidhydrat-Ausfällung (**Verockerung**) durch Belüftung sowie CO<sub>2</sub>-Verluste und **Versinterung**seffekte zu **vermeiden** ist das gesamte System so zu betreiben, dass kein Gasaustausch mit der Atmosphäre stattfinden kann (d.h. stetig unter Druck fahren, druckdichte Leitungen)

## Genehmigungsrechtlich erforderliche Angaben zum Antrag

### Injektionsdruck im Injektionsbrunnen (Vermeidung von Fracs)

Dichte Sedimentgestein ( $\rho_{sed}$ ) Suprasalinar in Ndtsh. Becken	2,50	g/cm <sup>3</sup>
Erdbeschleunigung (g)	9,81	m/s <sup>2</sup>
Tiefe (D)	360	m
Lithostatischer Druck ( $S_v = \rho_{sed} * g * D$ )	8,8290	MPa
Dichte Fluid ( $\rho_f$ )	1,02	g/cm <sup>3</sup>
Hydrostatischer Druck ( $P_f = \rho_f * g * D$ )	3,6022	MPa
Poisson-Zahl $\nu$	0,25	dimensionslos
min. Horizontalspannung ( $S_h = S_v * [\nu / (1 - \nu)] + P_f * [1 - \nu / (1 - \nu)]$ )	5,3445	MPa
Horizontalspannungsgradient ( $S_h / D$ )	14,8458	MPa/km
eff. Horizontalspannung = min. Frackdruck ( $S_{hef} = S_h - P_f$ )	1,7423	MPa
$P_{max}$ zur Vermeidung von Fracs (90% $S_h - P_f$ )	1,2078	MPa

- Brunnenanlage im Regelbetrieb mit <4 bar Kopfdruck (Ergebnis aus Pumpversuch)
- **Ansteigen des Kopfdrucks** durch sich verringere Injektivität ist aufgrund des erhöhten Strombedarfs **nicht gewünscht**



## Beweissicherungskonzept

- **Brunnendublette:**

- Durchflussrate
- Betriebswasserstand im Entnahmebrunnen
- Kopfdruck im Injektionsbrunnen
- Vorlauftemperatur
- Rücklauftemperatur

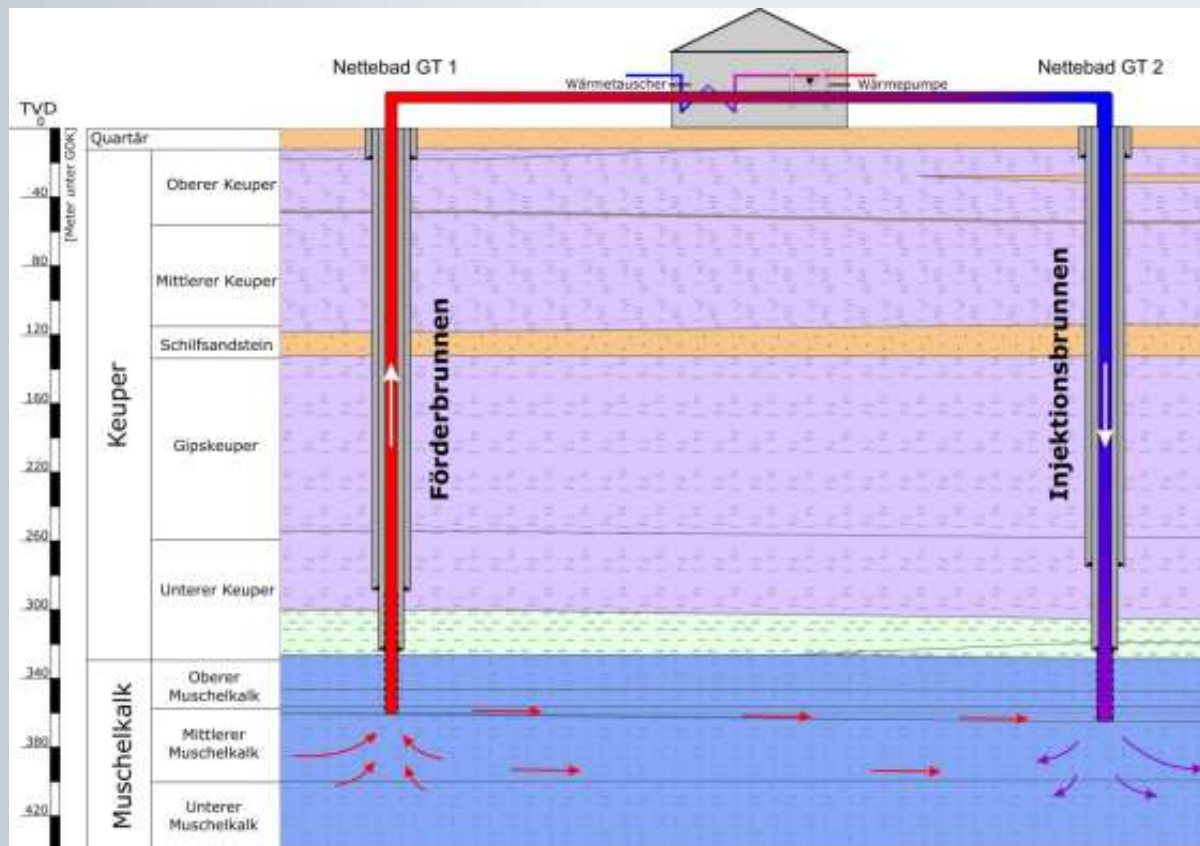
kontinuierlich

- Dichte der Sole
- Leitfähigkeit

monatlich

- Vollanalyse  
Beschaffenheit

viertel-  
jährlich



## Beweissicherungskonzept



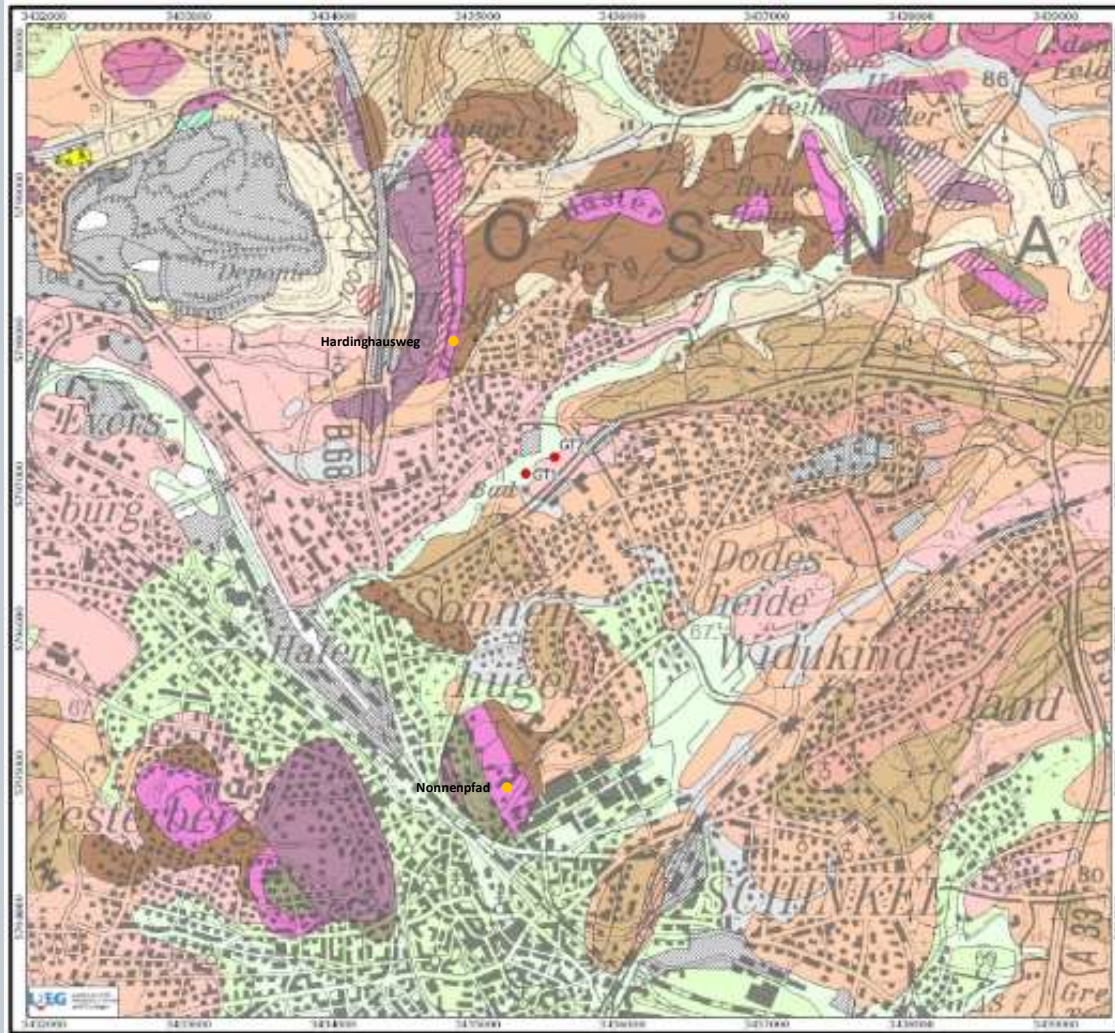
- **Beobachtungsmessstellen:**

Monatliche  
Grundwasserstandsmessungen in **4  
Festgesteins-/Lockergesteins-  
messstellen**  
(eine davon monatlich Leitfähigkeit)

Kontinuierliche  
Grundwasserstandsmessungen in **6  
flach verfilterten Messstellen** (eine  
davon monatlich Leitfähigkeit)

Kontinuierliche  
Grundwasserstandsmessungen und  
Fördermengenerfassung des  
„**Nettebrunnens**“

## Beweissicherungskonzept

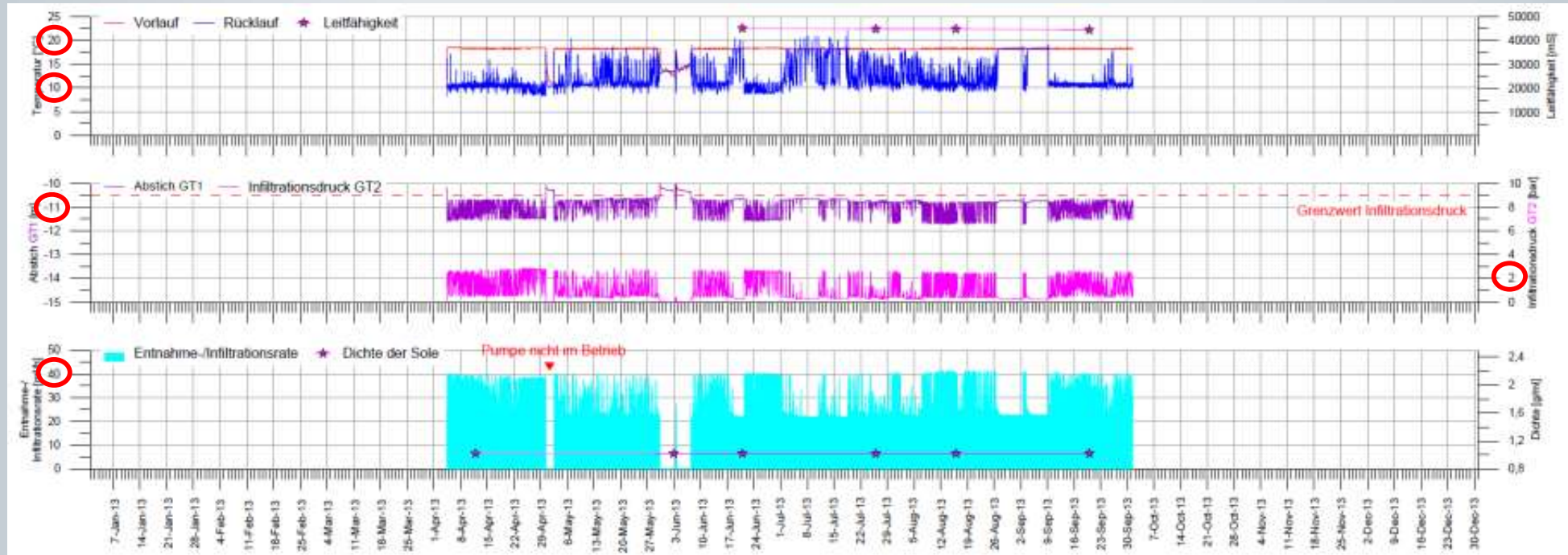


- **Beobachtungsmessstellen:**  
Kontinuierliche  
Grundwasserstandsmessungen in  
**2 im Muschelkalk verfilterten  
Messstellen**  
(Entfernung)

## Chronologie Geothermieprojekt Nettebad

- **Bohrungen GT 1:** November 2011 - Februar 2012  
**GT 2:** Februar 2012 - Mai 2012
- **Zirkulationsversuch:** August 2012 - Oktober 2012
- **Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis gestellt:** November 2012
- **Umsetzung der Beweis-sicherungsaufgaben:** Januar 2013 - Februar 2013
- **Wasserrechtliche Erlaubnis erteilt:** März 2013
- **Betrieb der Anlage seit:** März 2013

## Betriebs- und Bewegungsdaten

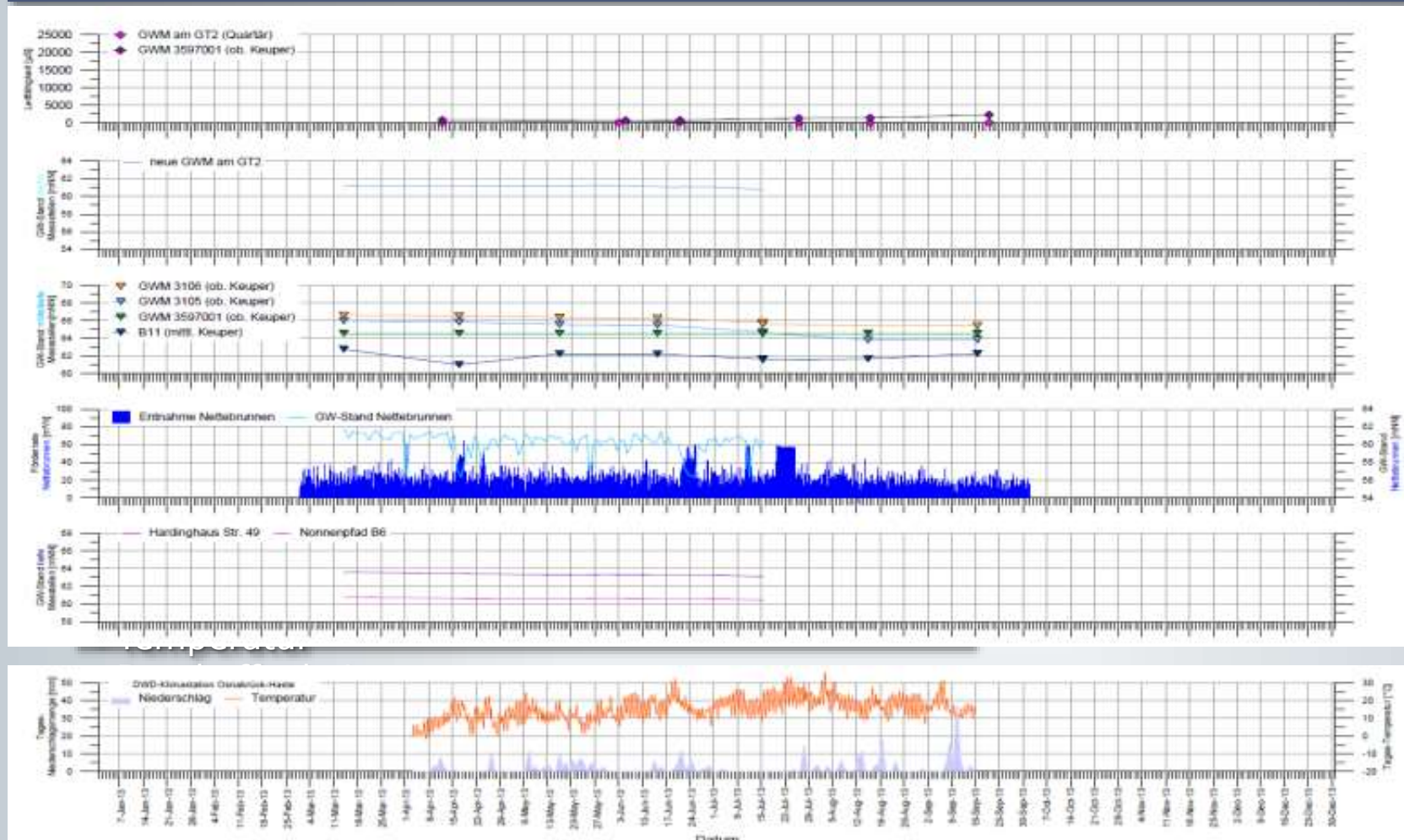


nach einem 1/2 Jahr:

- Absenkung
- Infiltrationsdruck
- Temperatur
- Beschaffenheit

**quasistationär**

## Betriebs- und Bewegungsdaten



**keine** nachteiligen Beeinträchtigungen in oberflächennahen GW-Stockwerken

## Wärmetauscher / Wärmepumpe



Installation des  
Wärmetauschers



Einbau von zwei  
Wärmepumpen

September 2012



## Wärmetauscher / Wärmepumpe

### Wärmetauscher:

Material: Edelstahl 1.4401; ggf. Austausch- bzw. höherer Wartungsbedarf

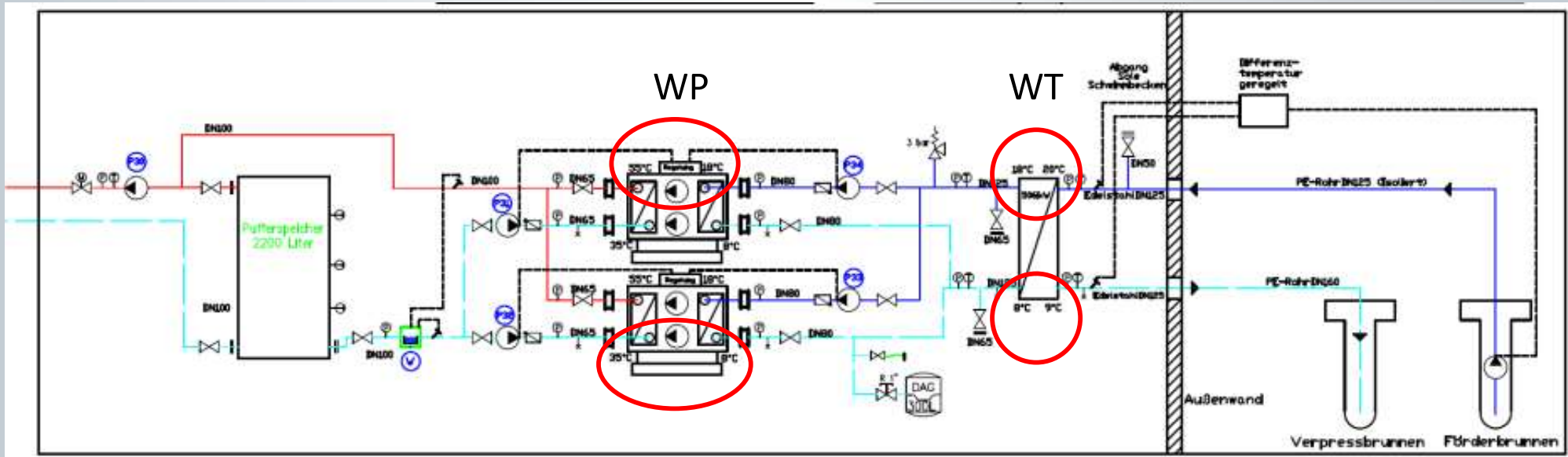
Gewicht: 1.245 kg

### Wärmepumpen:

Kälteleistung je WP: 253 kW

Heizleistung je WP: 333 kW

Geräte Leistungsaufnahme: 84 kW





## Erste Betriebserfahrungen

- derzeitige Wärmeleistung aus Geothermie:
  - März – August 1.228 MWh → ca. **204 MWh/mon.**
  - **Optimierungsbedarf** durch regeltechnische Maßnahmen  
Abstimmung der Bädertechnik und der Wärmepumpen, z.B.  
geringere Vorlauftemperatur (45 °C)  
(Abstimmung nimmt auf Grund der großen Anzahl regeltechnischer Vorgänge leider wesentlich mehr Zeit in Anspruch)

angestrebt:

- **4330 MWh/a** bei 6500 h
- **ca. 60 % Abdeckung des Wärmebedarfs im Nettebad**
- Ergänzend zur Wärmenutzung soll zukünftig auch die „kalte Seite“ des WP-Kreislaufs zur **Raumklimatisierung** genutzt werden  
(Kältelieferung)

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

