



Auswirkungen des Parallelbetriebs von Erdwärmesonden und Wasser-Wasser-Wärmepumpen

Dipl.-Ing. Stephan Klotzsch

Dresden, den 07.11.2017

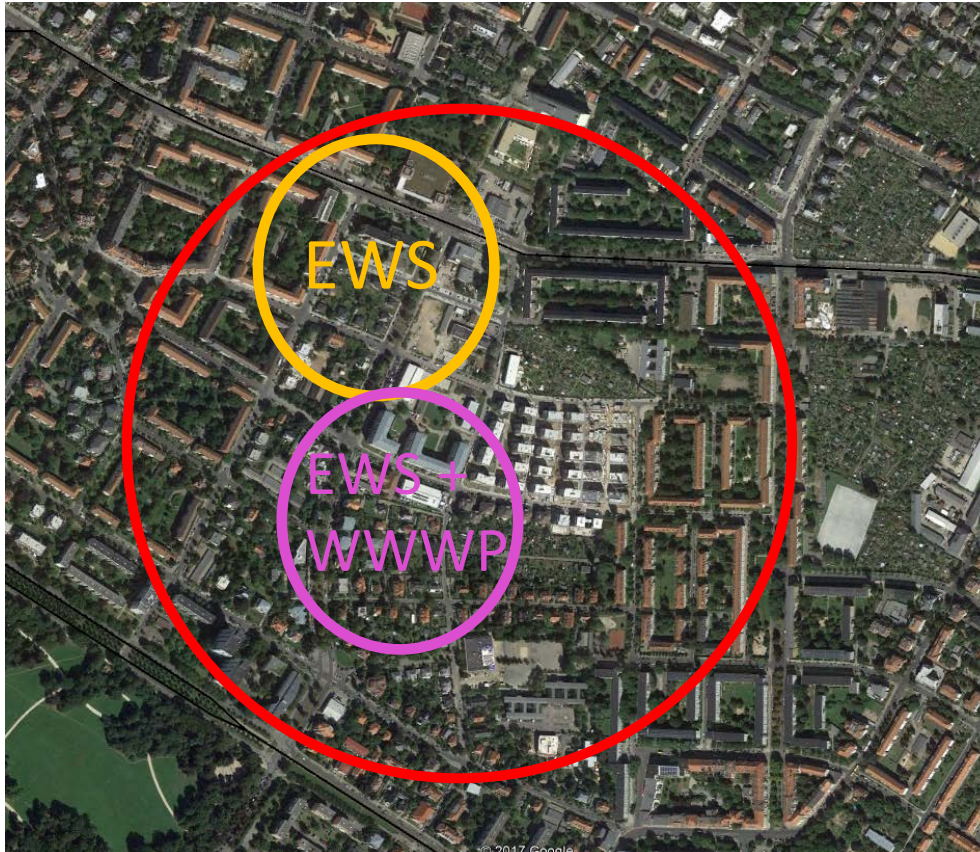


- 1) Veranlassung und Aufgabenstellung
- 2) Modellgebiet
- 3) Modell
- 4) Ergebnisse
- 5) Ausblick

- seit 2005 flächendeckende Grundwassertemperaturüberwachung in Dresden
- 2011 wurden >40 Anomalien gefunden (>14°C / <8°C)
- Kälteanomalien hauptsächlich durch oberflächennahe Geothermie verursacht
- Starke Zunahme der Anlagen >100 EWS-Anlagen/Jahr und >10 WWWP/Jahr (Stand 2011)



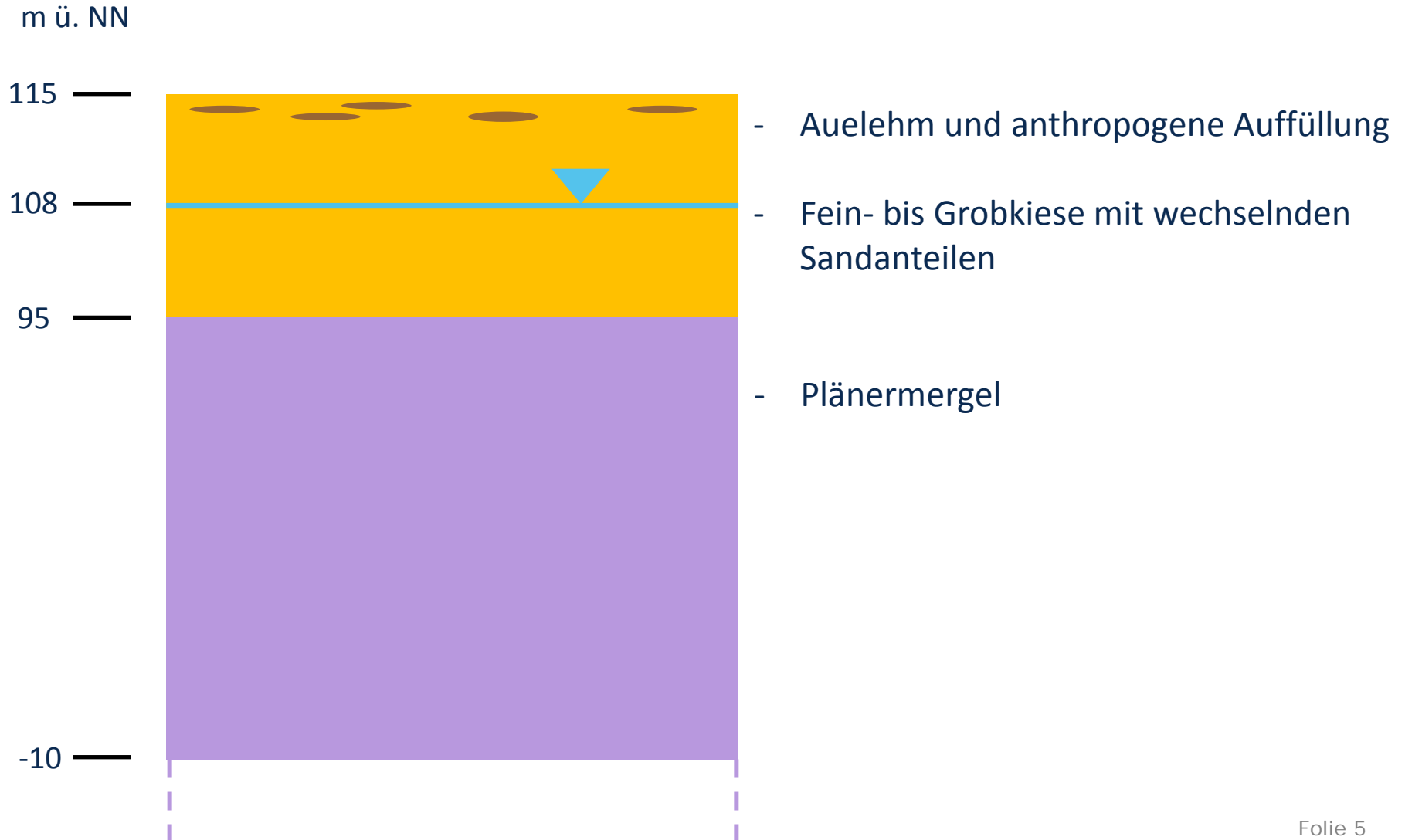
Bewertung der im langjährigen Mittel zu erwartenden Ausbreitung der Kältefahnen mit einem numerischen Wärmetransportmodell



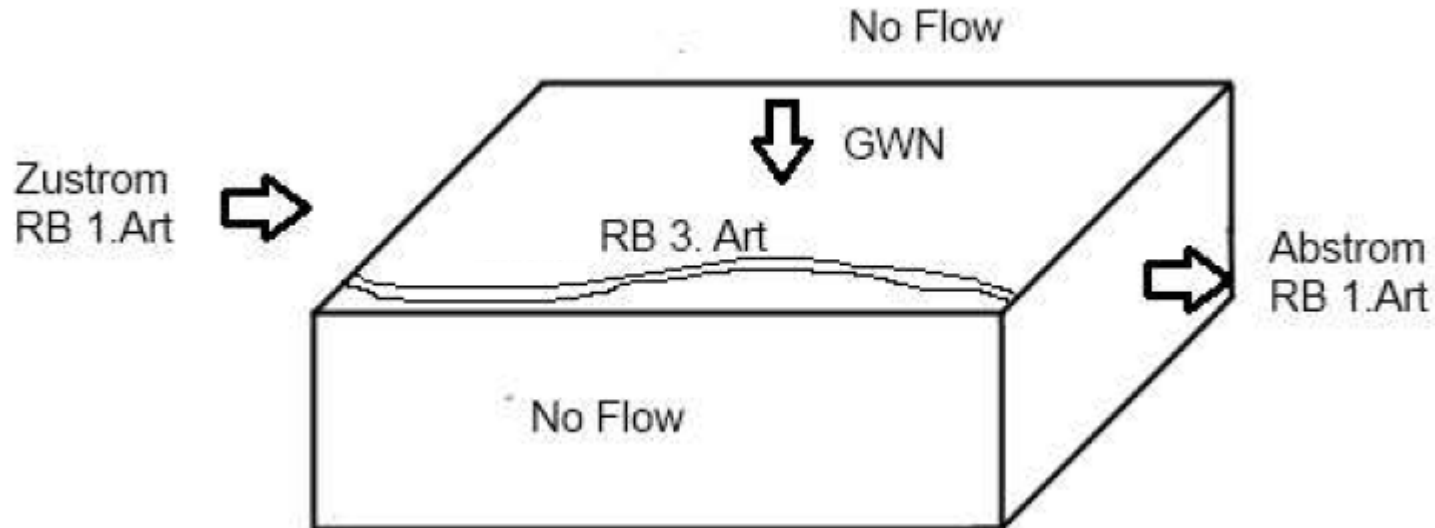
Quelle Satellitenbild: Google Earth

Anlagen im Modellgebiet:

- 9 WWWP
 - 20 bis 270 kW Heizleistung
 - maximalen tägliche Entnahmeraten von 20 bis 450 m³/d
- 14 EWS-Anlagen
 - 7.5 bis 34 kW Heizleistung
 - 2 bis 4 EWS pro Anlage
 - Sondenlängen bis 120 m

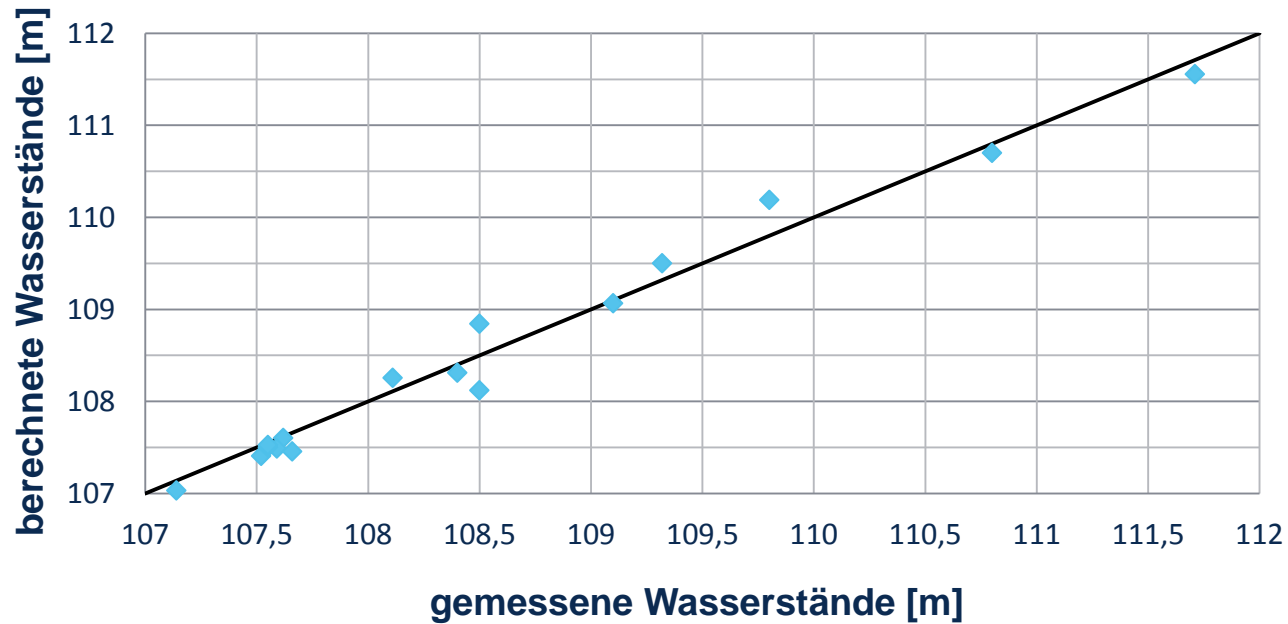


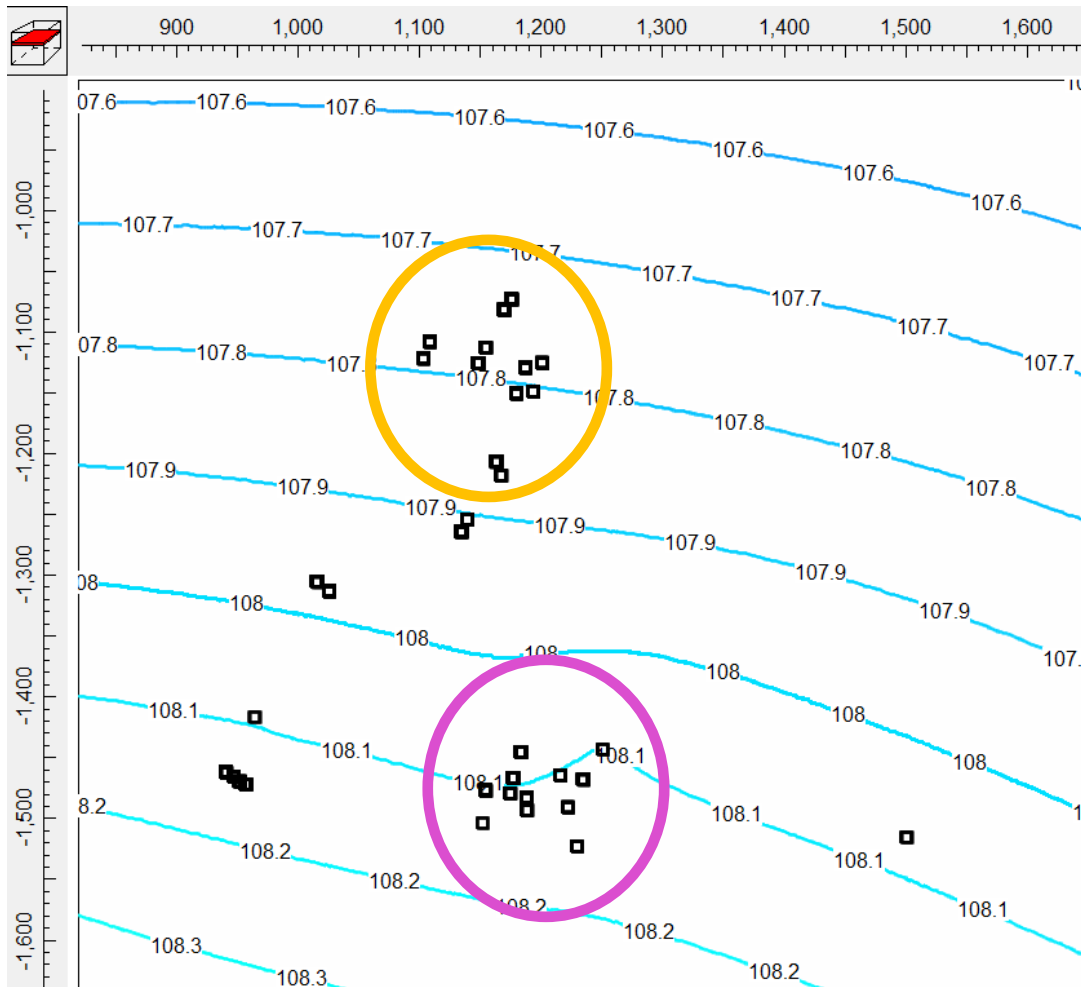
- Verwendung von MODFLOW
- Aufbau des hydraulischen Modells auf Basis des postulierten stationären Zustandes vom September 2011



→ mittlere Abweichung: 0.21 m

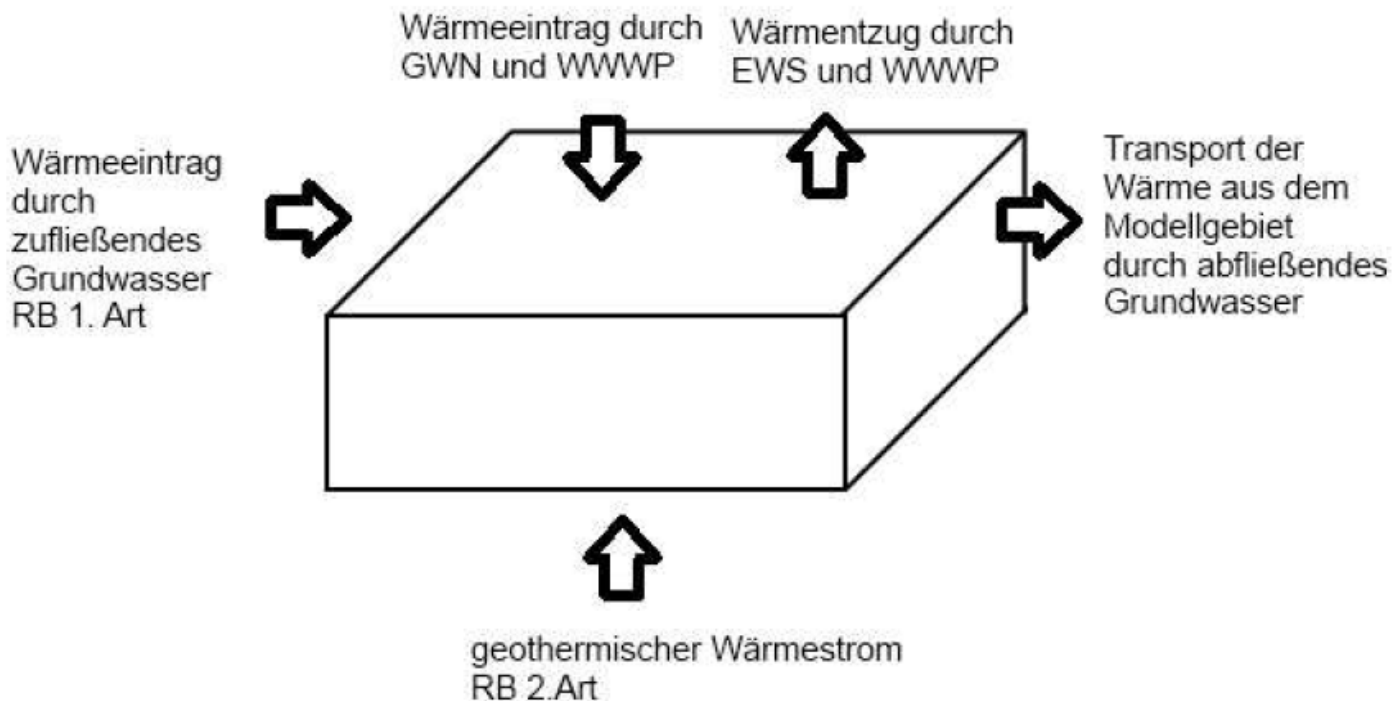
Vergleich gemessene und berechnete Wasserstände





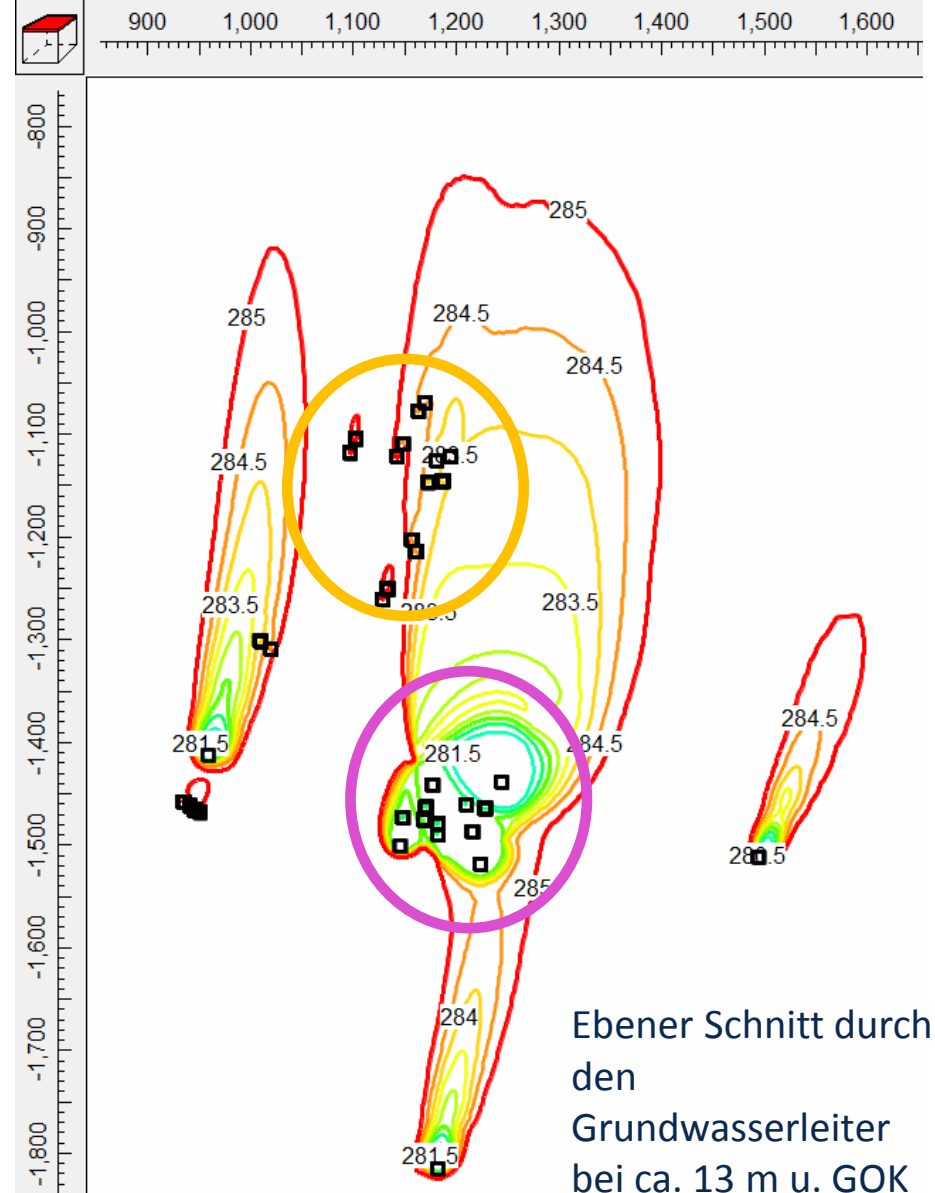
- Fließrichtung NNE
- Gradient ca. 0.001
- Abstandsgeschwindigkeit ca. 0.4 m/d

- Aufbau eines Wärmetransportmodells unter Verwendung von MT3DMS
- Festlegung der Grundwasserhintergrundtemperatur auf 12°C

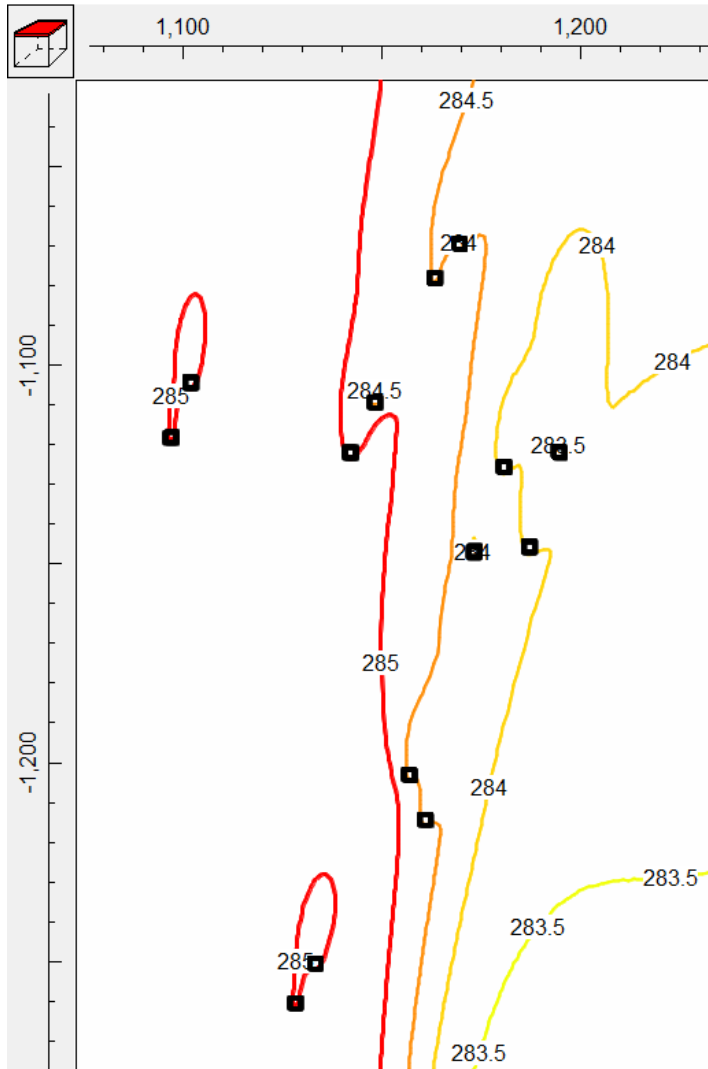


Ausbreitung der Kälteanomalien nach 10 Jahren im Grundwasserleiter

- Bestimmung der Ausbreitung
anhand
1K-Kriterium
- Zentrale Anomalie:
 - ca. 450 m lang
 - ca. 175 m breit



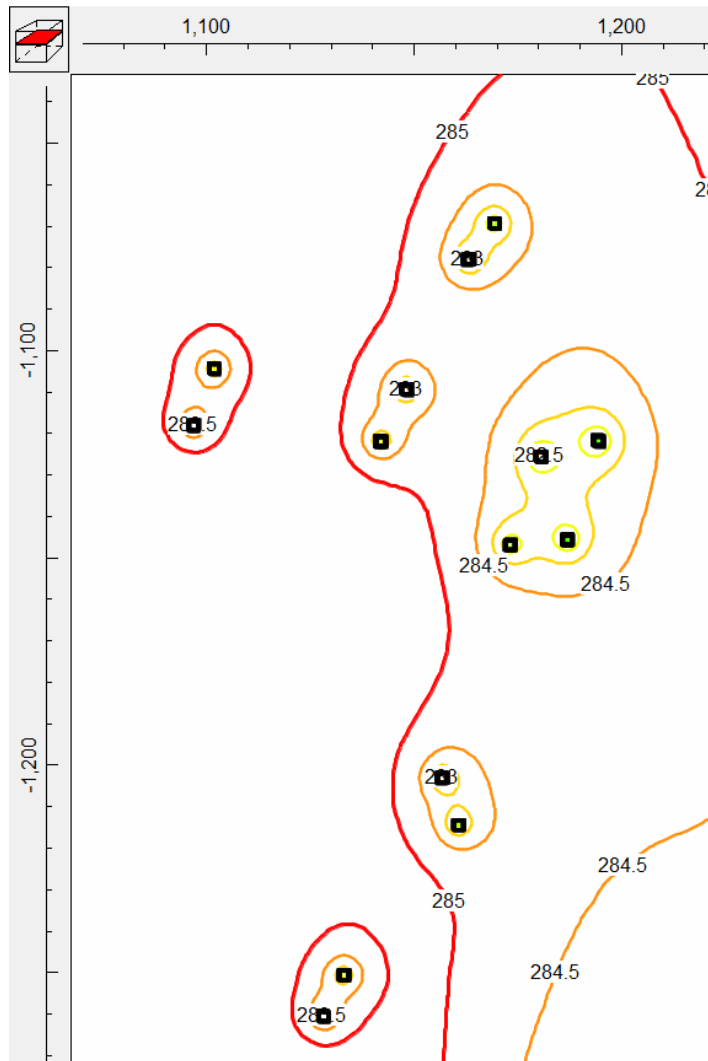
Ausbreitung der Kälteanomalien bei EWS-Betrieb



- hohe „Regenerationsleistung“ der natürlichen Grundwasserströmung
- keine signifikanten Temperaturanomalien im Grundwasserleiter ($\Delta T < 1 \text{ K}$)

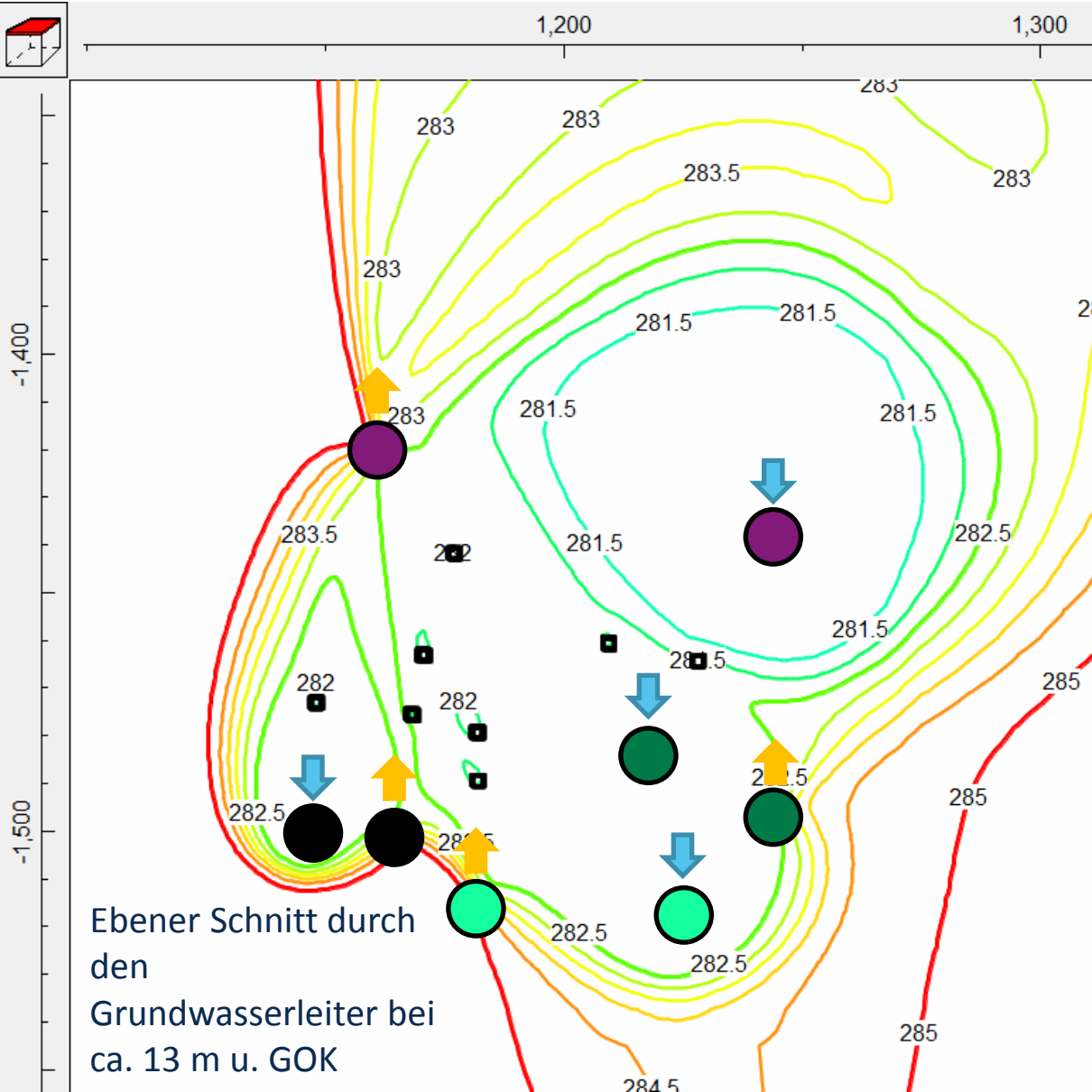
Ebener Schnitt durch den Grundwasserleiter bei ca. 13 m u. GOK

Ausbreitung der Kälteanomalien bei EWS-Betrieb



- Dominanz konduktiver Wärmetransportprozesse im Plänermergel
- Bildung elliptischer Kälteanomalien um EWS ($\Delta T < 1 \text{ K}$)
- Randbereiche der zentralen Anomalie haben auch Einfluss im Plänermergel

Ebener Schnitt durch den Grundwasserleiter bei ca. 30 m u. GOK

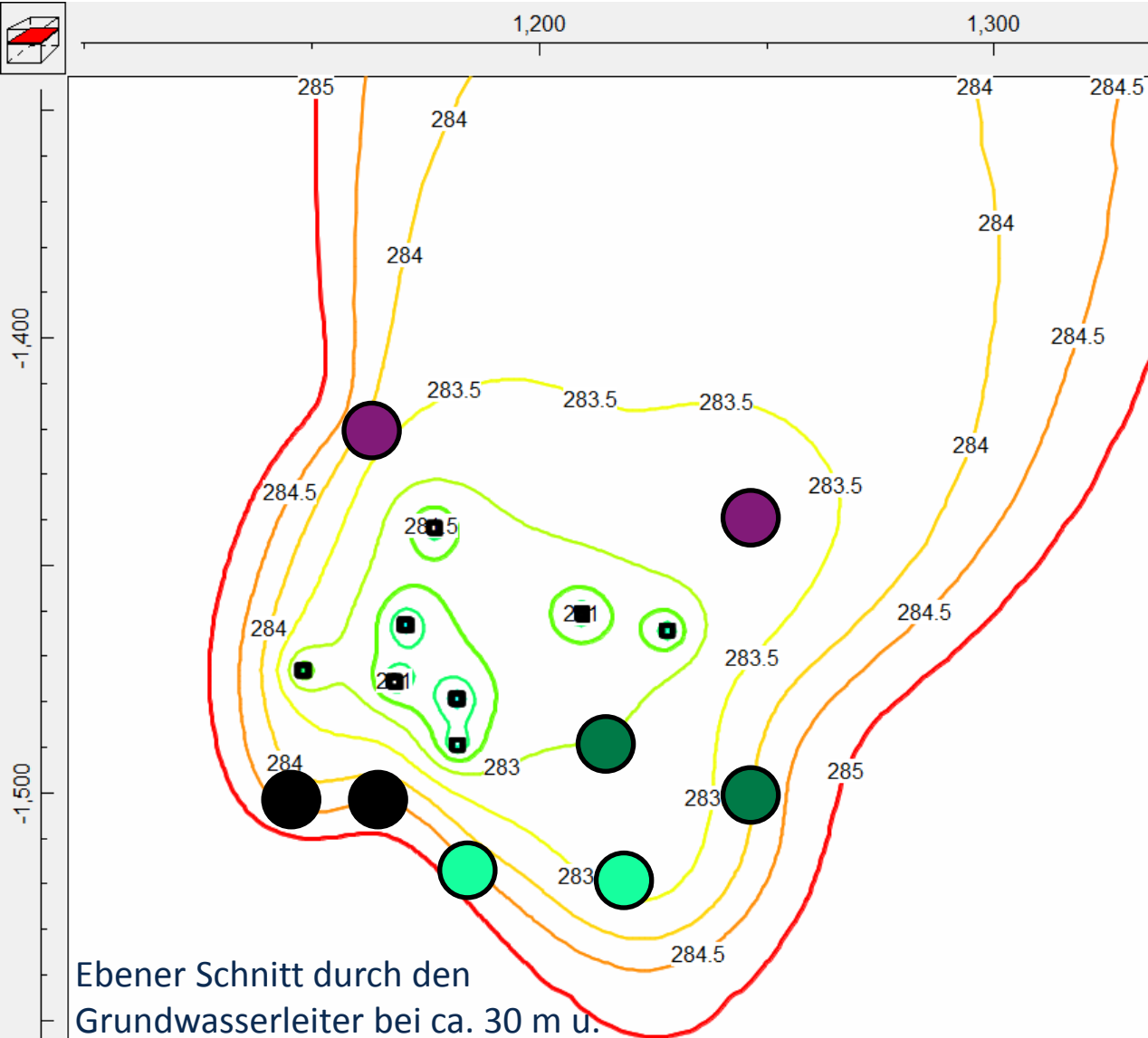


Ebener Schnitt durch
den
Grundwasserleiter bei
ca. 13 m u. GOK

Ausbreitung der Kälteanomalien bei Parallelbetrieb

- 4 WWWP-Anlagen
- 4 EWS-Anlagen mit jeweils 2 EWS

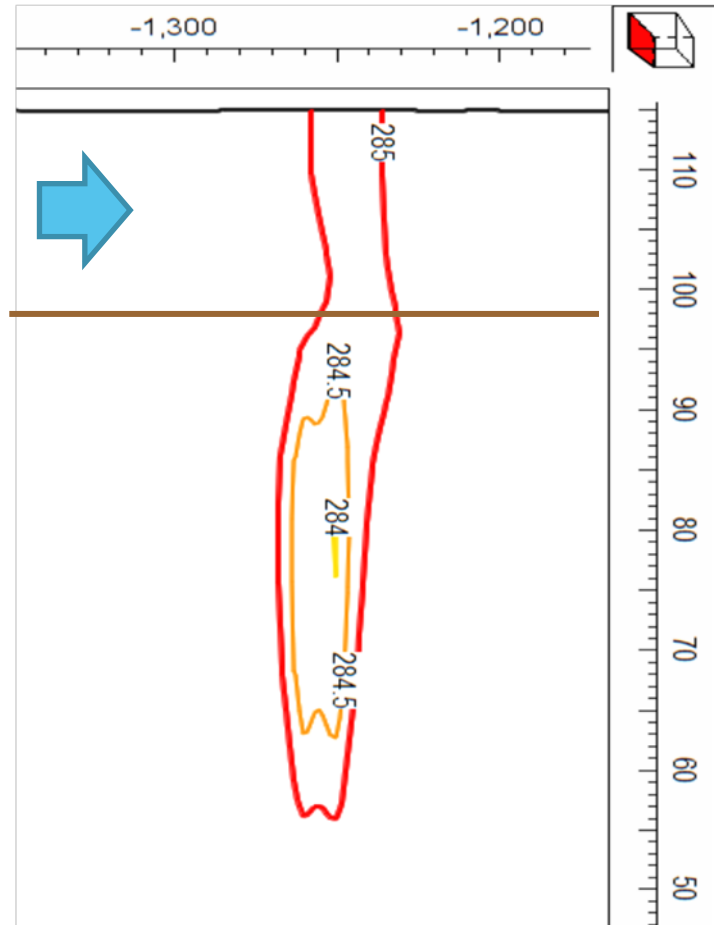
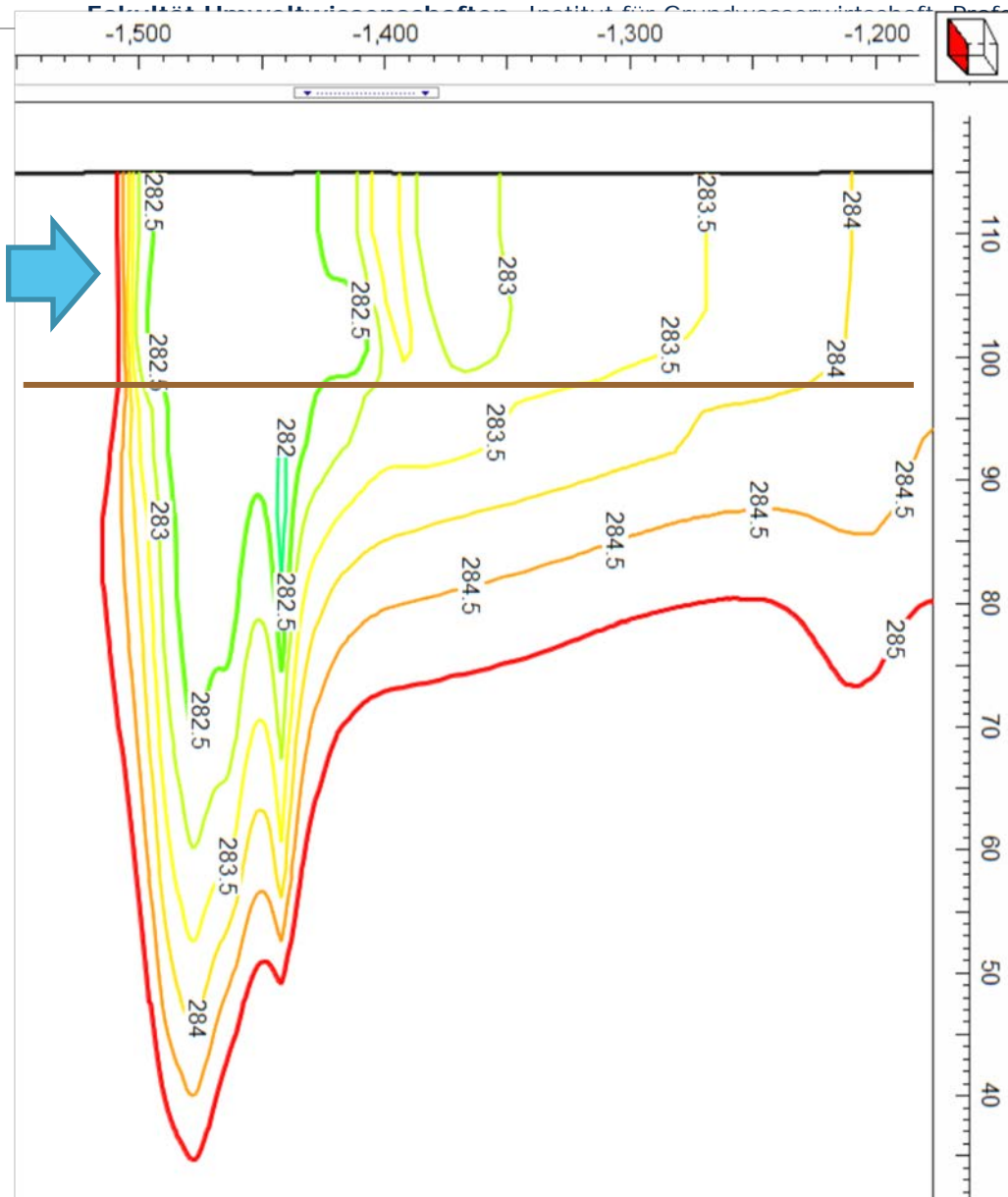
→ wahrscheinlich
erhebliche gegenseitige
Beeinflussung



Ausbreitung der Kälteanomalien bei Parallelbetrieb

→ die Kälteanomalie im Grundwasserleiter setzt sich auch im Plänermergel fort!

Ebener Schnitt durch den Grundwasserleiter bei ca. 30 m u. GOK



EWS-Betrieb:

- der advective Wärmetransport im Grundwasserleiter führt zu einer unmittelbaren Regeneration der Kälteanomalien
- Bildung schwach ausgeprägter Kälteanomalien im Plänermergel

Parallelbetrieb:

- advektiver Wärmetransport kann die Kälteanomalien der WWWP nicht regenerieren
- Kälteanomalien im Grundwasserleiter wirken „isolierend“ für den Plänermergel
- EWS begünstigen vertikale Ausbreitung der Kälteanomalien
- gegenseitige negative Beeinflussung wahrscheinlich

- Modell repräsentiert den Kenntnisstand von 2012
 - die Ausbildung einer großen Kälteanomalie durch den Parallelbetrieb von EWS und WWWP konnte plausibel modelltechnisch dargestellt werden

- eine Neubewertung ist jedoch erforderlich da:
 - das verwendete Wärmetransportmodell relevante Prozesse nicht abbilden kann (Wärmetransport durch ungesättigte Zone, Regelvorgänge der WWWP)
 - mittlerweile mehrere WWWP auf Grund ungeeigneter Grundwasserqualität außer Betrieb gegangen sind

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Die TU Dresden ist seit Januar 2003 validiert nach EMAS.
Im Dezember 2006, 2009, 2012 und 2015 wurde sie erfolgreich revalidiert.

Informationen unter www.tu-dresden.de/umwelt



300 JAHRE
NACHHALTIGKEIT
IN SACHSEN