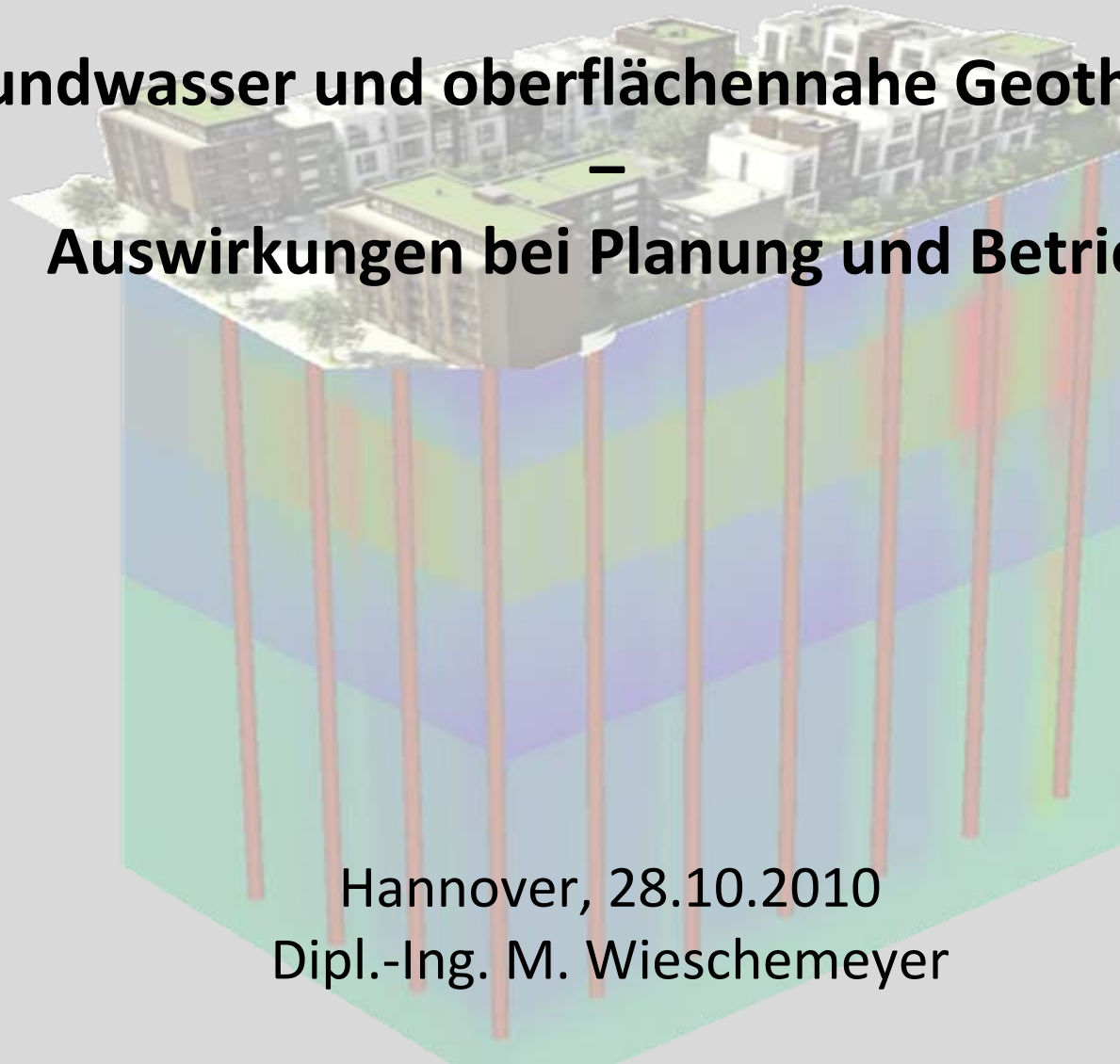


Grundwasser und oberflächennahe Geothermie – Auswirkungen bei Planung und Betrieb



Hannover, 28.10.2010
Dipl.-Ing. M. Wieschemeyer

Inhalt

- Grundlagen
- Grundwasserbewegung und Thermal Response Test
- Planungsbeispiele
- Auswirkungen eines EWS-Feldes auf den Aquifer
- Zusammenfassung

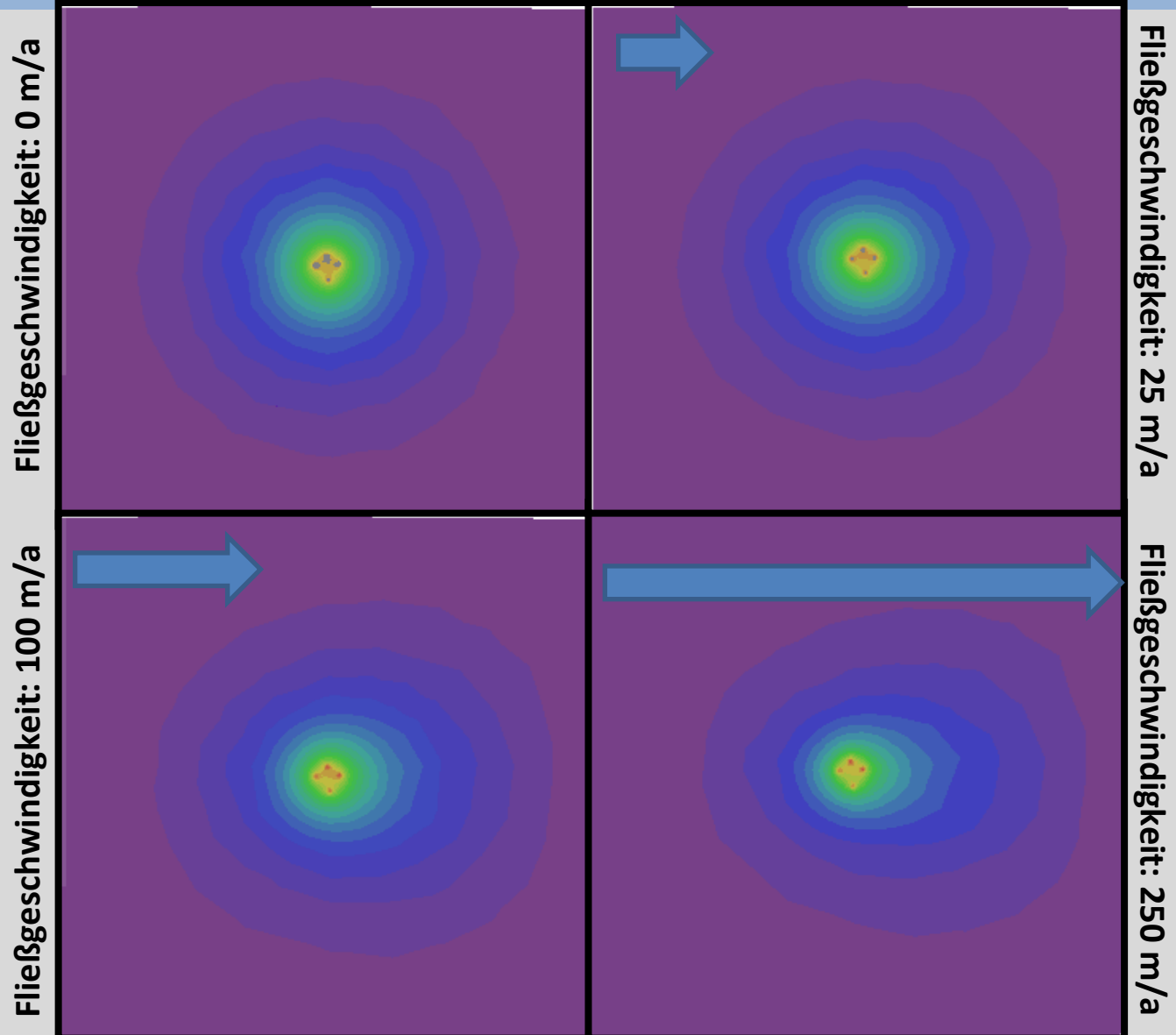
Grundlagen

Energiepotentiale im Aquifer

eff. Porosität	Abstandsgeschwindigkeit m/a	Delta Temp K	konvektiver Wärmefluss kWh/EWS*a (100 m x 6 m)	geothermischer Wärmefluss kWh/EWS a (6 m x 6 m)	Wärmekapazität kWh/EWS (100 x 6 x 6 m x 2,5 MJ/m³K)
0,2	0	5	0	25	12.500
0,2	1	5	700	25	12.500
0,2	5	5	3.500	25	12.500
0,2	10	5	7.000	25	12.500
0,2	25	5	18.000	25	12.500
0,2	50	5	35000	25	12500
0,2	100	5	70.000	25	12.500
0,2	250	5	180.000	25	12.500
0,2	500	5	350.000	25	12.500
0,2	1000	5	700.000	25	12.500

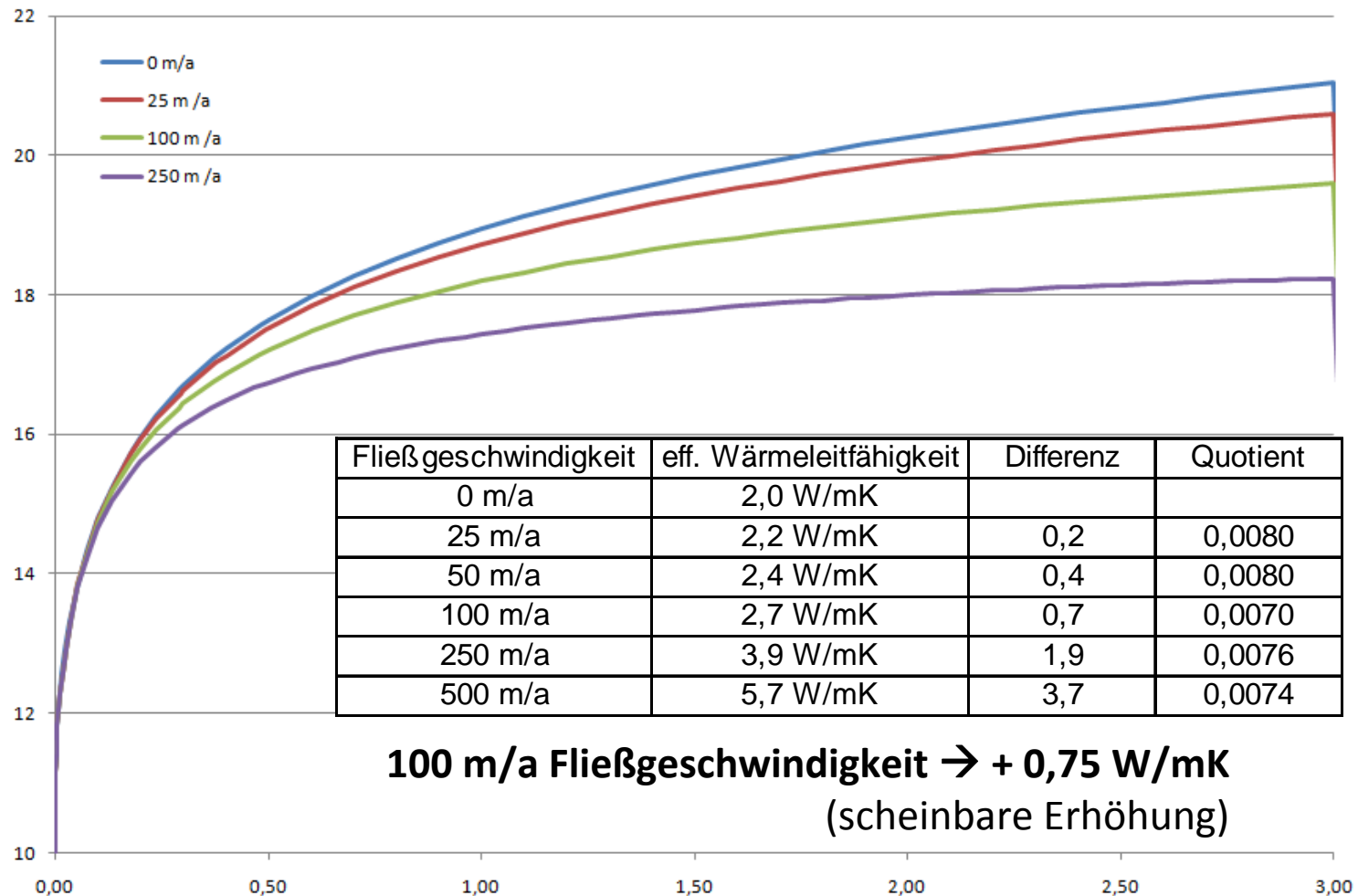
50 W/m \approx 10.000 kWh/a \approx 14 m/a Abstandsgeschwindigkeit
bezogen auf eine 100 m Sonde

Auswirkungen der Grundwasserbewegung auf den Geothermal Response Test



Auswertung der GW-Modell-Response-Test

Temperaturentwicklung

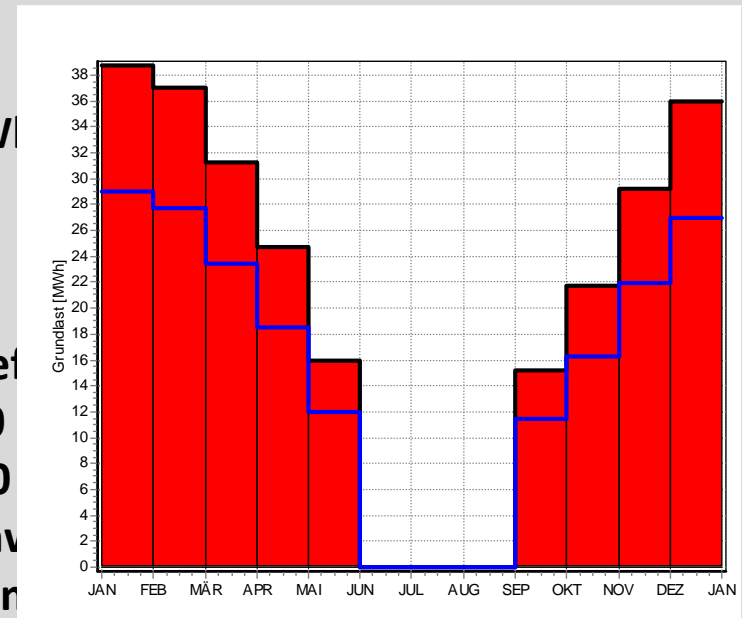


Planungsbeispiel I

Ziel: Bewertung der Auswirkungen einer zu hoch ausgewerteten Wärmeleitfähigkeit durch Grundwasserbewegung

Planungsbeispiel Heizen:

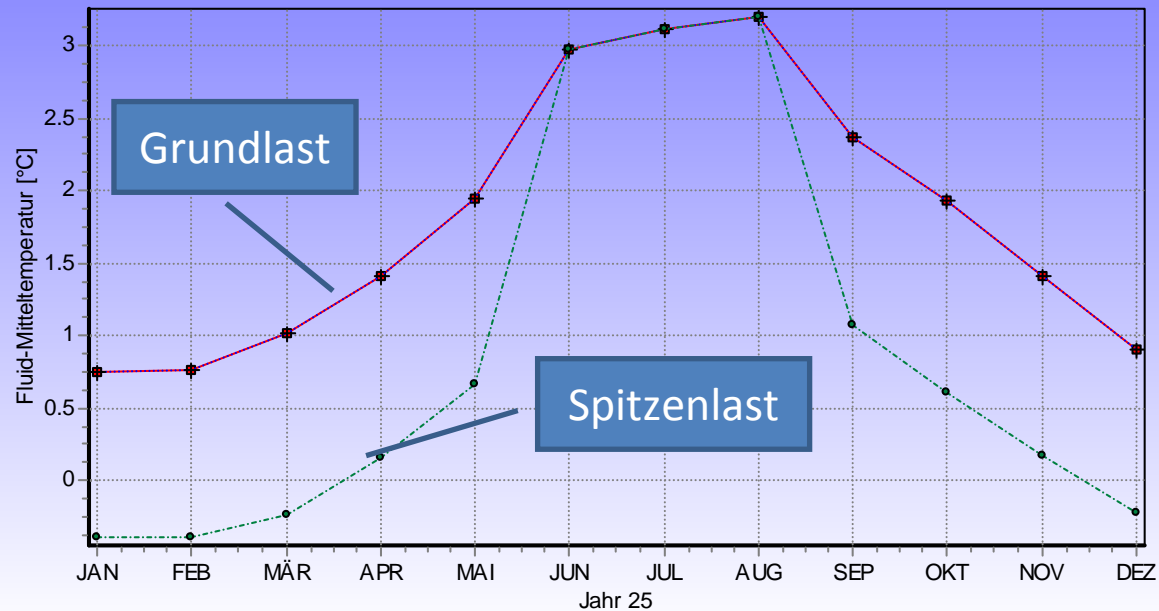
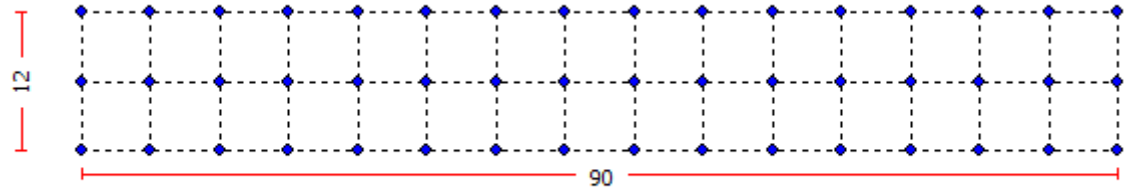
- Wärmebedarf: 250 MW
- COP: 4
- Abstand: 6 m
- Tiefe: max. 100 m
- geothermischer Wärmetransport
- Wärmekapazität: 2.500
- Wärmeleitfähigkeit: 2,0
- Grundwasserfließgeschwindigkeit: 0 m/a, 25 m/a bzw. 50 m/a



EED-Berechnungen mit einer Wärmeleitfähigkeit von 2,0 W/mK ($\hat{=} v_A=0$ m/a)

Berechnungsergebnisse:

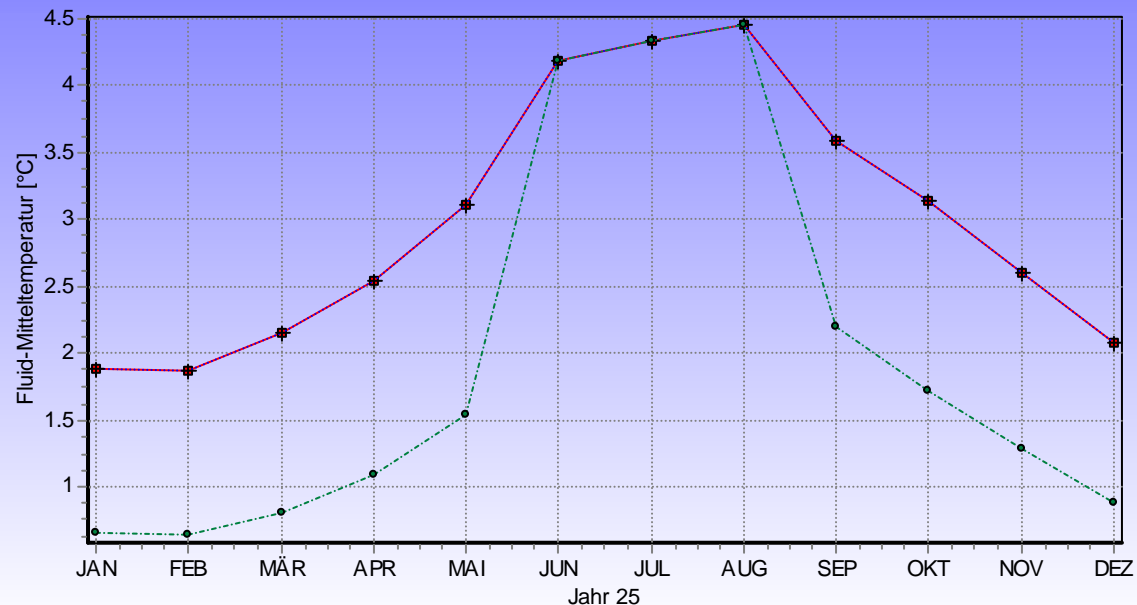
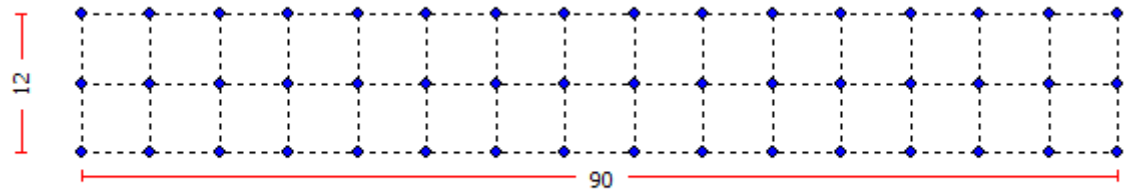
- Feld mit 48 EWS
- Temp. bei Spitzenlast im negativen Bereich (-0,5°C)



EED-Berechnungen mit einer Wärmeleitfähigkeit von $2,2 \text{ W/mK}$ ($\hat{=} v_A=25 \text{ m/a}$)

Berechnungsergebnisse:

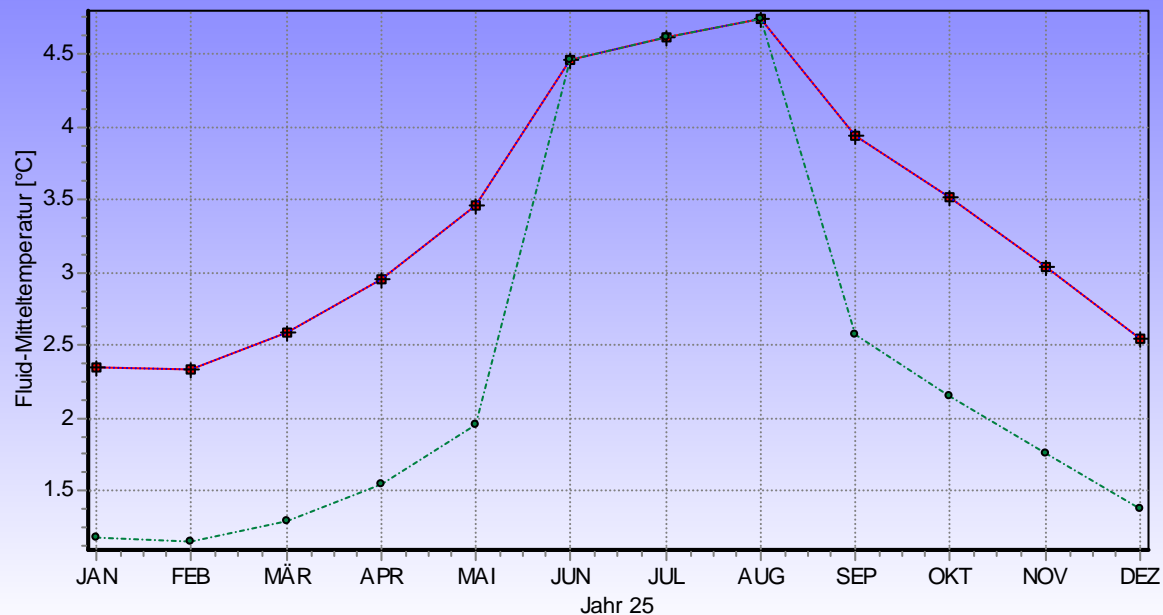
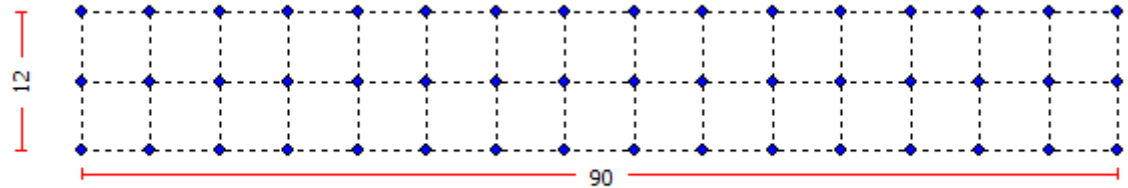
- Feld mit 48 EWS
- Temp. bei Spitzenlast im positiven Bereich ($0,6^\circ\text{C}$)



EED-Berechnungen mit einer Wärmeleitfähigkeit von $2,4 \text{ W/mK}$ ($\hat{=} v_A=50 \text{ m/a}$)

Berechnungsergebnisse:

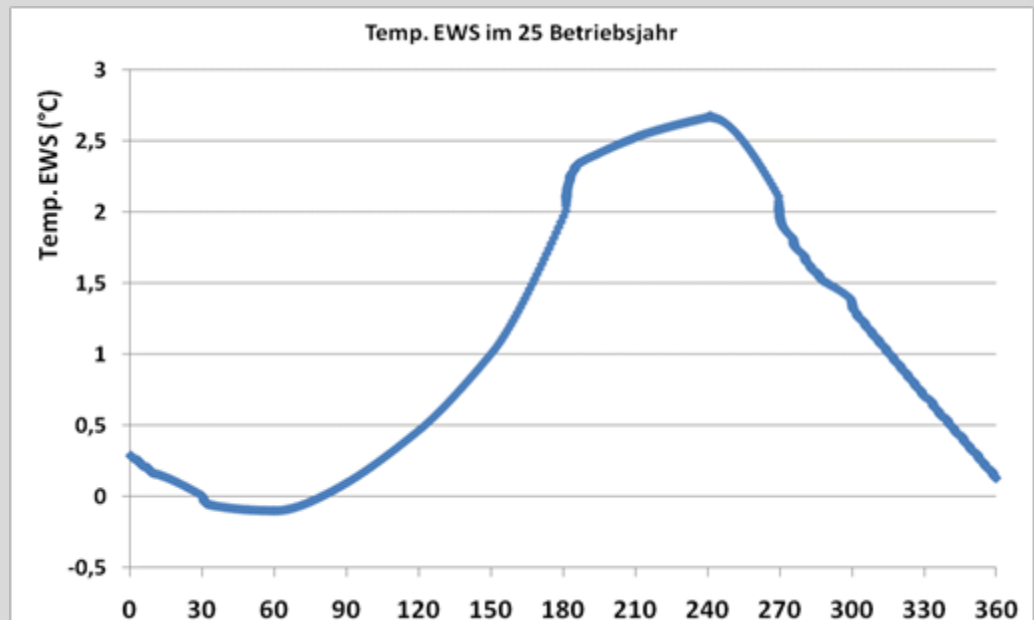
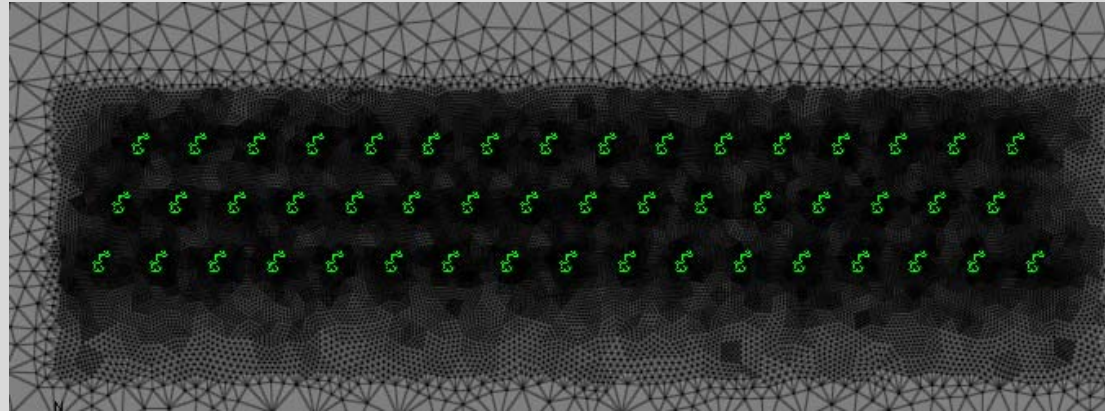
- Feld mit 48 EWS
- Temp. bei Spitzenlast im positiven Bereich ($1,1^\circ\text{C}$)



feflow-Berechnungen mit einer Wärmeleitfähigkeit von 2,0 W/mK ohne Grundwasserbewegung

Berechnungsergebnisse:

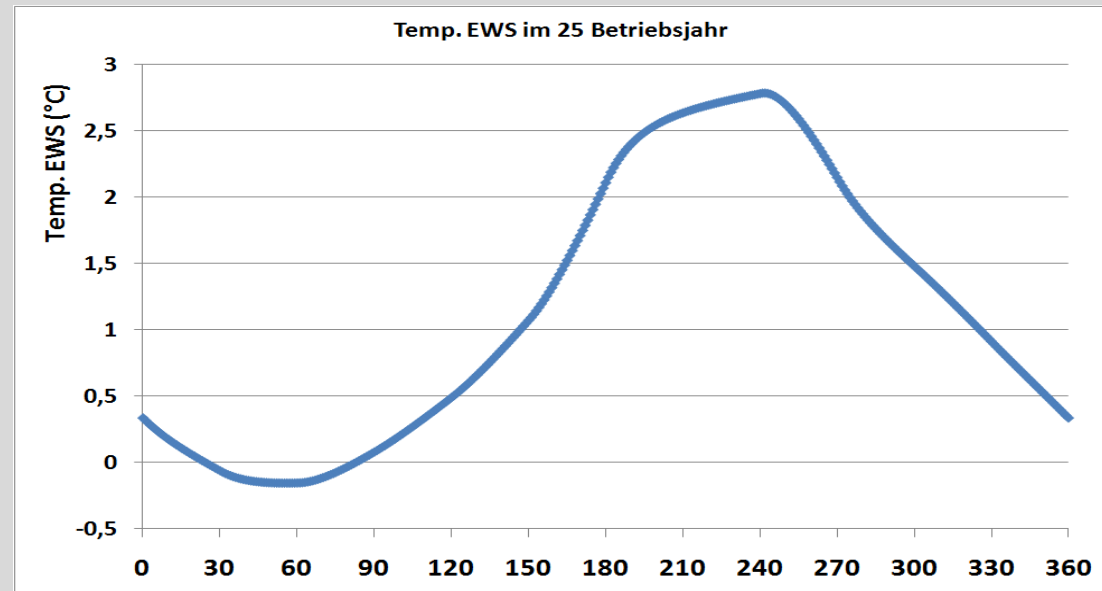
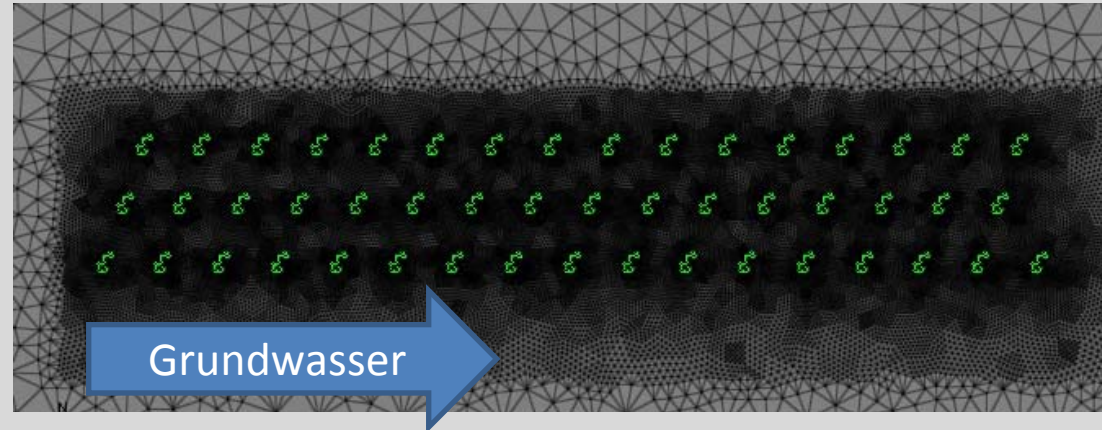
- Feld mit 49 EWS
- Temp. bei Spitzenlast im negativen Bereich ($-0,7^{\circ}\text{C}$)
- EED und feflow-Berechnungen stimmen weitestgehend überein



fe-flow-Berechnungen mit einer Wärmeleitfähigkeit von $2,0 \text{ W/mK}$ und Grundwasserbewegung 25 m/a (längs)

Berechnungsergebnisse:

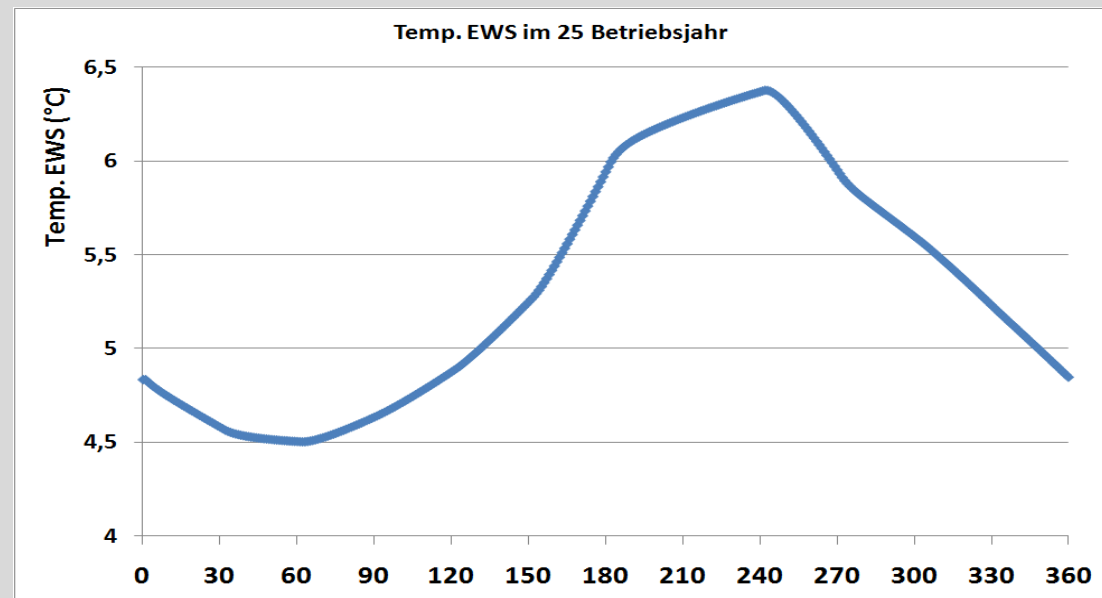
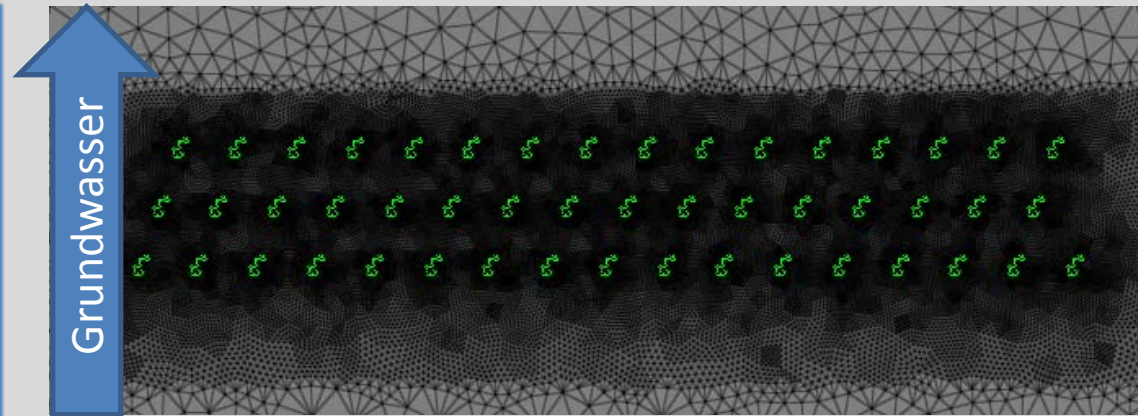
- Feld mit 49 EWS
- Temp. bei Spitzenlast im negativen Bereich ($-0,2^\circ\text{C}$)
- Temp. niedriger als mit EED
- Konvektiver Wärmetransport mit anströmenden GW geringer als berechneter Wärmetrans. mit EED
- Erhöhung um 3 EWS notwendig
- Ergebnis ist „schlechter“ als mit EED ($2,2 \text{ W/mK}$)



flow-Berechnungen mit einer Wärmeleitfähigkeit von $2,0 \text{ W/mK}$ mit Grundwasserbewegung 50m/a (quer)

Berechnungsergebnisse:

- Feld mit 49 EWS
- Temp. bei Spitzenlast im positiven Bereich ($4,5^\circ\text{C}$)
- Die GW-Bewegung führt zu einer Erhöhung der Temp. von $4,5 \text{ K}$ gegenüber EED (2W/mK)
- Reduzierung um 9 EWS möglich
- Ergebnis ist „viel besser“ als mit EED ($2,4 \text{ W/mK}$)



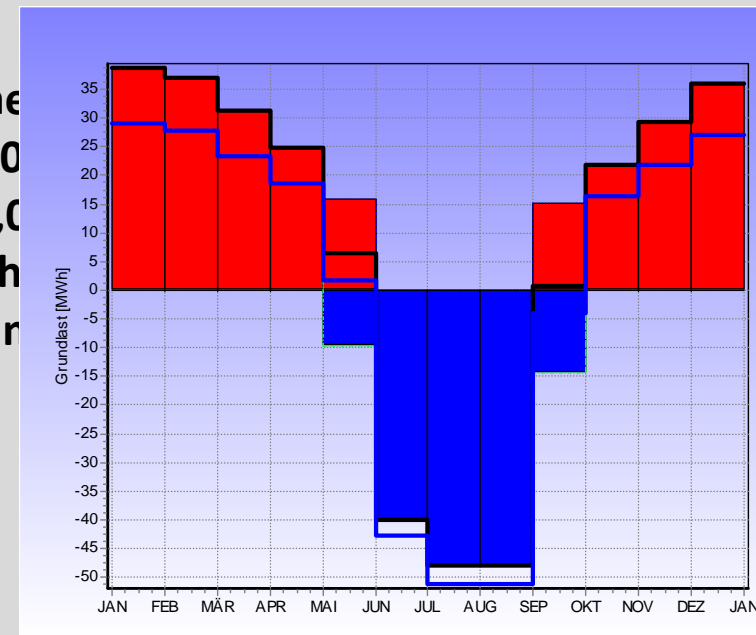
Zusammenfassung Planungsbeispiel Heizen

- Auswirkungen der Grundwasserbewegung sind groß
- Bei Ausrichtung des Sondenfeldes längs der GW-Fließrichtung ist eine Überschätzung der Entzugsleistung möglich
→ mehr EWS
- Bei Ausrichtung des Sondenfeldes quer zur GW-Fließrichtung ist eine Unterschätzung der Entzugsleistung möglich
→ weniger EWS
- Bestimmung der Fließgeschwindigkeit nur bedingt bzw. mit hohem Mehraufwand möglich
Erste Ansätze über:
 - eGRT (Abschätzung über Auskühlung)
 - Partikel Tracking im Bohrloch (aufwendig, teuer)
 - Abschätzung (mit hohen Unsicherheiten verbunden)
→ Forschung notwendig

Planungsbeispiel II

Planungsbeispiel Heizen & Kühlen:

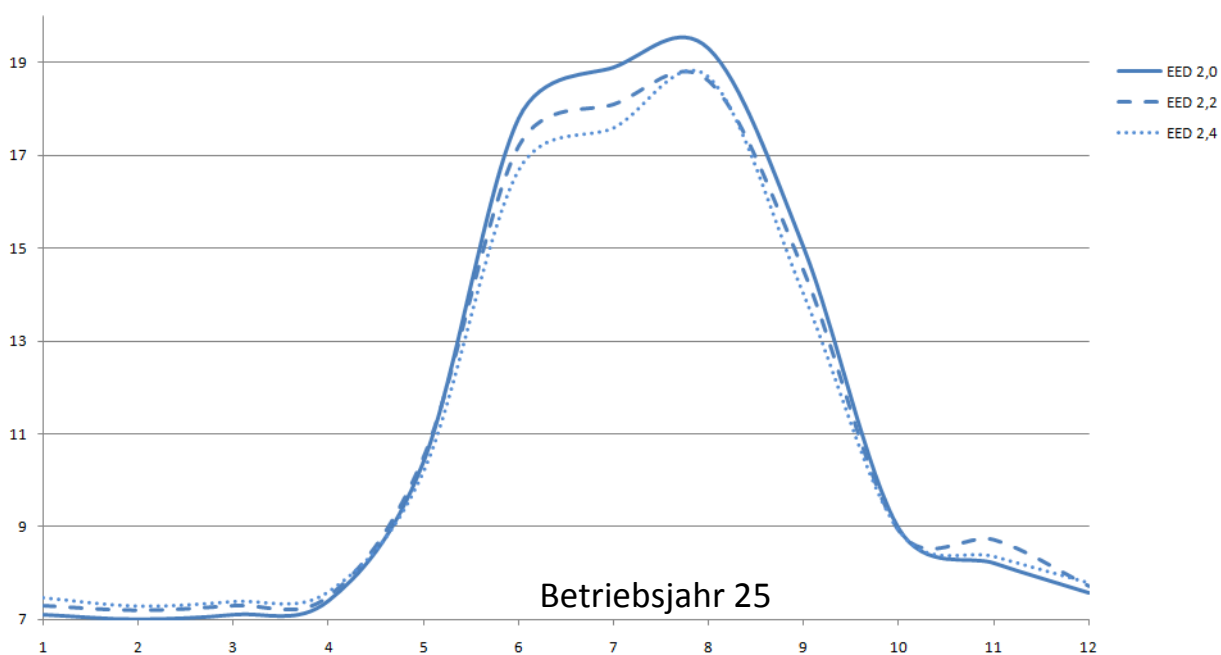
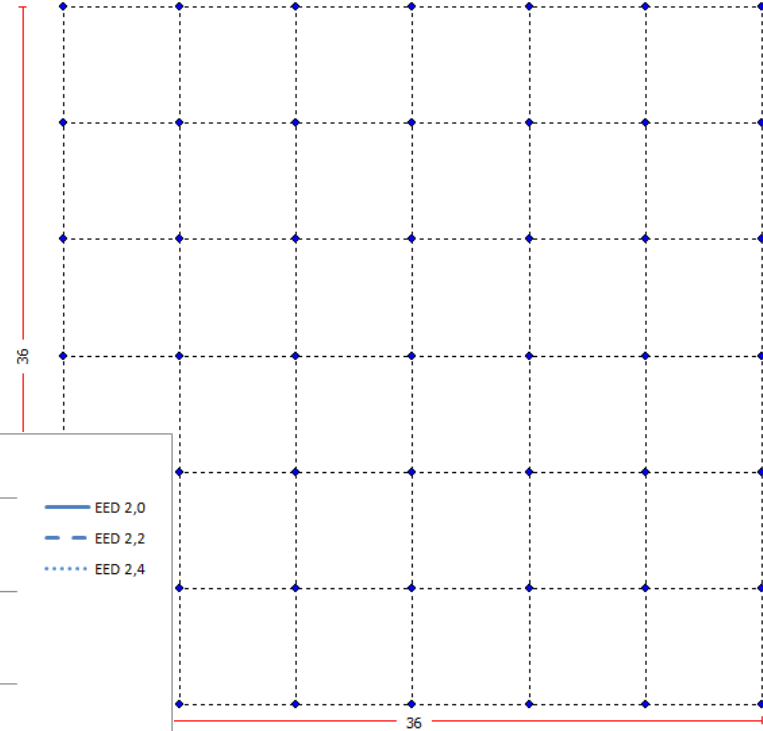
- Wärmebedarf: 250 MWh/a
- Kältebedarf: 160 MWh/a
- COP Heizen: 4
- COP Kühlen: 15
- Abstand: 6 m
- Tiefe: max. 100 m
- geothermischer Wärme
- Wärmekapazität: 2.500
- Wärmeleitfähigkeit: 2,0
- Grundwasserfließgesch
- 0 m/a, 25 m/a und 50 m/a



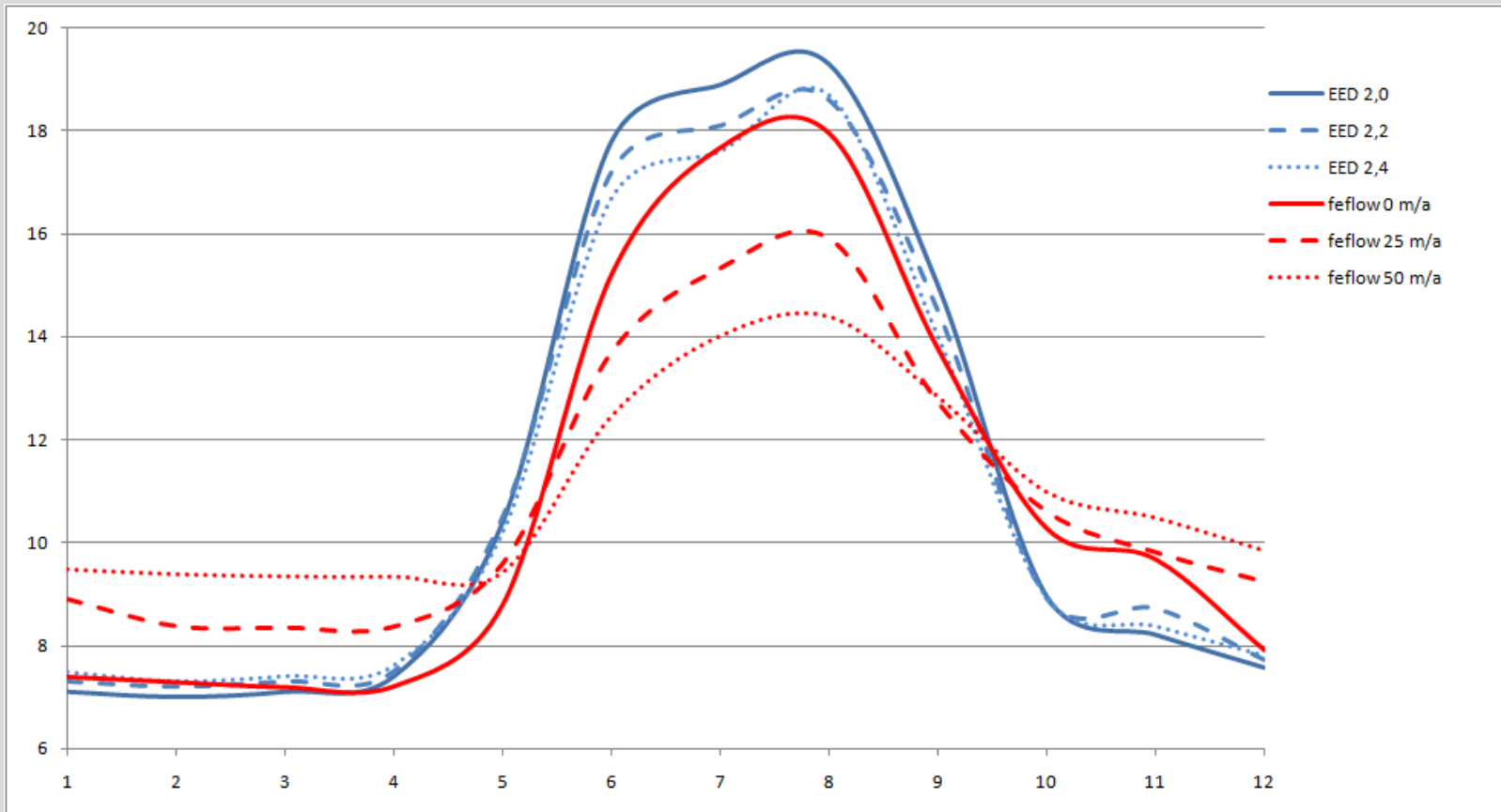
EED-Berechnungen mit unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeiten

Berechnungsergebnisse:

- Feld mit 49 EWS
- Freie Kühlung möglich
- Minimale Temp ca. 7°C

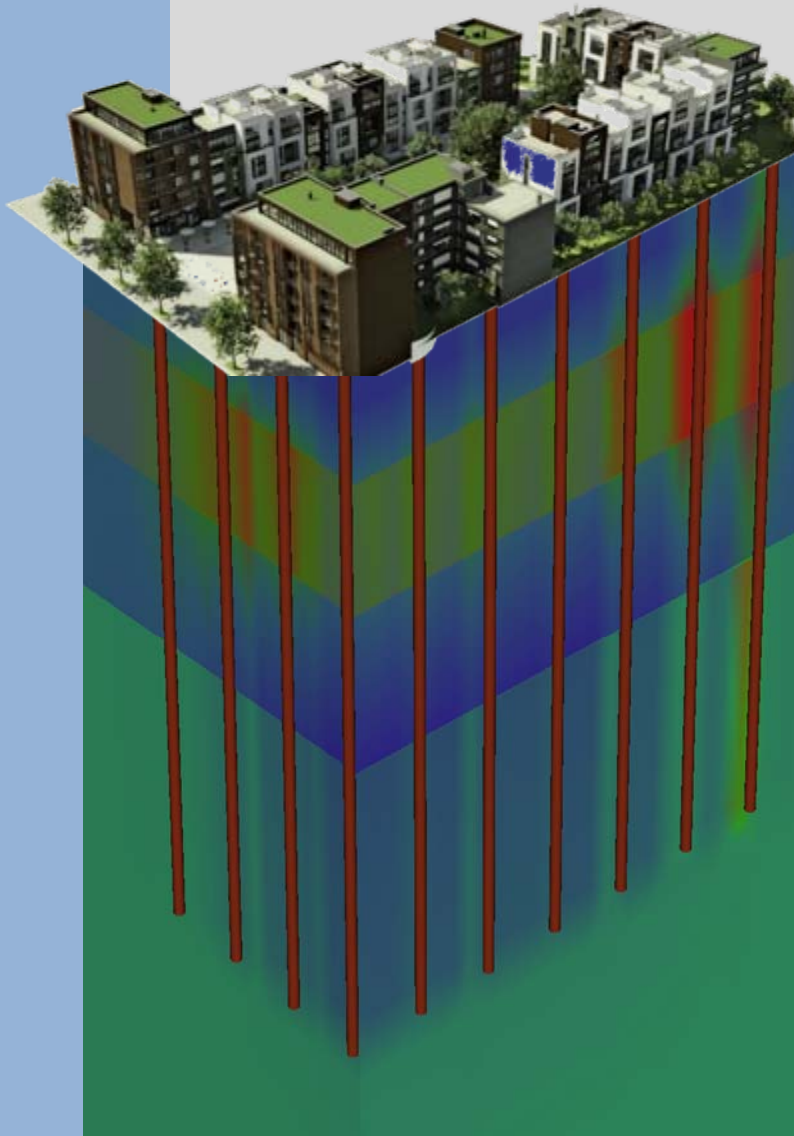


Vergleich EED und feflow



→ Grundwasserbewegung flacht die Temperaturamplitude ab

Auswirkungen auf den Grundwasserkörper

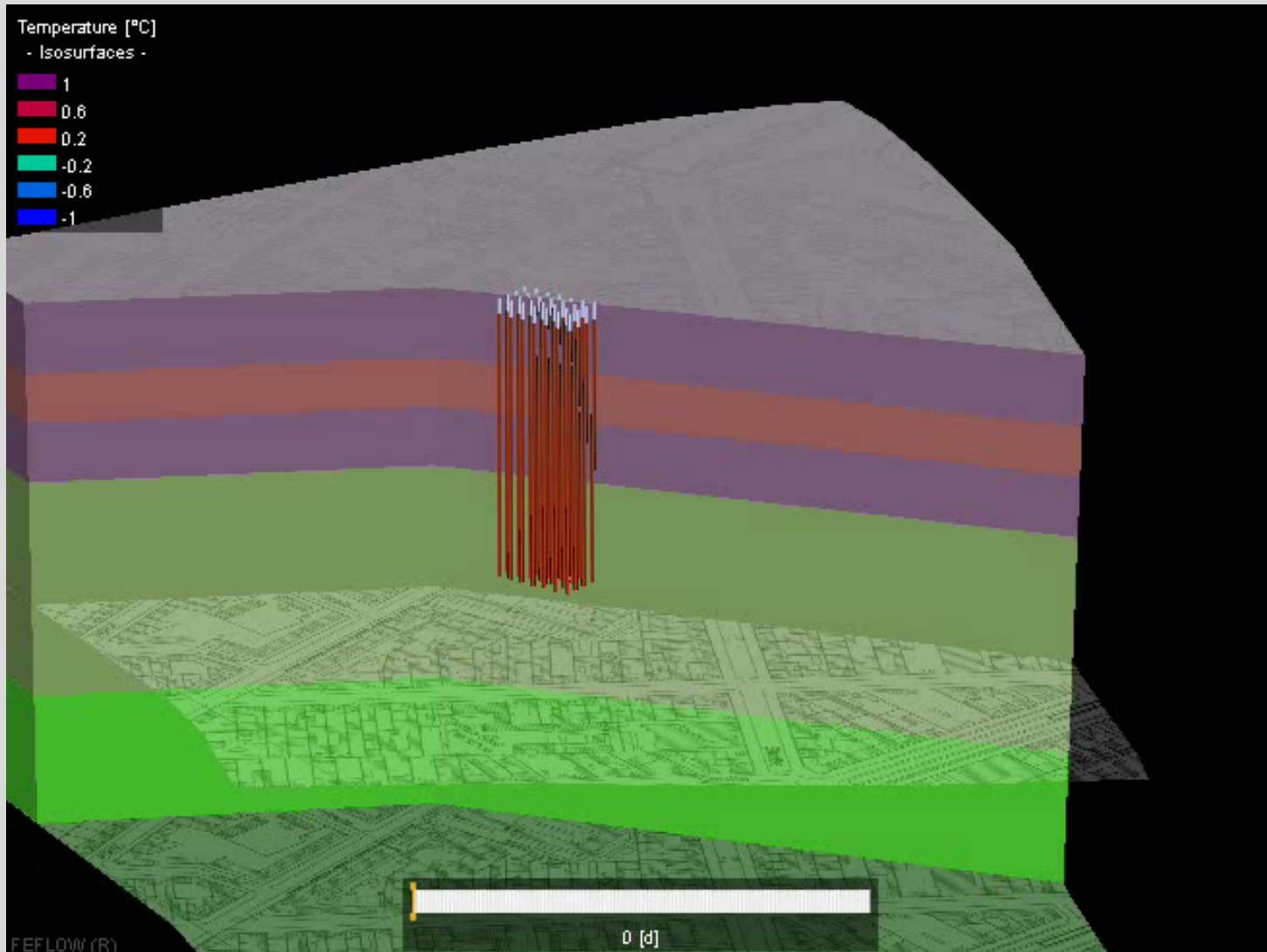


- Wohngebäudekomplex
- bivalente Anlage
- Geothermie zur Grundlastabdeckung und freien Kühlung
- Sondenanzahl: 28
- Anordnung: offenes Rechteck
- Wärmebedarf: 280 MWh/a
- Kältebedarf: 200 MWh/a

- Anforderung des Senates 1K Abweichung an der Grundstücksgrenze

- Nachweis mit Wärmetransportmodell

Auswirkungen auf den Grundwasserkörper



Zusammenfassung

- Die Auswirkungen der Grundwasserbewegung werden vielfach unterschätzt
- Analytische Berechnungen (z.B. EED) reichen teilweise nicht aus
- Mit numerischen Grundwassermodellen lassen sich häufig Kosten sparen
- Die Bewertung der Auswirkungen auf die Nachbargrundstücke gewinnt zunehmend an Bedeutung
- Es müssen Methoden zur Bestimmung der Grundwasserfließgeschwindigkeit entwickelt werden



Kontakt

M&P Geonova GmbH

M&P Geonova GmbH

Joachimstraße 1
30159 Hannover
Telefon: +49 (0) 5 11/12 35 59 - 70
Telefax: +49 (0) 5 11/12 35 59 - 55
hannover@mup-geonova.de

M&P Geonova GmbH

Westerbreite 7
49084 Osnabrück
Telefon: +49 (0)5 41/977 88 00
Telefax: +49 (0)5 41/977 88 01
osnabrueck@mup-geonova.de

M&P Geonova GmbH

Nordstraße 10
04416 Markkleeberg
Telefon: +49 (0) 3 41/24 34 121
Telefax: +49 (0) 3 41/24 34 122
leipzig@mup-geonova.de

