3. Willicher Praxistage Geothermie

EZ:W
ENERGIEZENTRUM WILLICH

EnergieAgentur.NRW
klimaschutz made in nrw

EnergieAgentur.NRW
klimaschutz made in nrw

Erdwärmesonden-Testfeld
EZ:W

EZ:W
ENERGIEZENTRUM WILLICH

Monitoring von in Betrieb befindlichen Erdwärmesonden-Anlagen

Zitate aus WEs

„10. (….) In die Vor- und Rücklaufleitung zu der Rohrsonde sind Temperaturmesser einzubauen.“

"2.3.25 Durch den Erlaubnisinhaber ist ein Monitoring der Temperaturentwicklungen (im Grundwasser) aufzusetzen. Sollte im Rahmen der Beobachtung festgestellt
werden, dass erhebliche Differenzen zur Modellierung auftreten (+/- 2°C), ist der Betrieb der Sonden ggf. anzupassen.“

Unterschiedlicher Aufwand bei der Planung

- gering
- mittel
- hoch

Unterschiedlicher Aufwand bei der Planung

- **gering**
- **mittel**
- **hoch**

Beliebt in der Praxis – die Schätzung

- **Mittlere Entzugsleistung (Nordhalbkugel) :**

  50 W/m
- **Heizleistung 250 m² x 40 W/m² = 10 kW**
- **Sondenlänge 2 mal 99 m**

EnergieAgentur.NRW
klimaschutz made in nrw

Erdwärmesonden-Testfeld
EZ:W

EZ:W
ENERGIEZENTRUM WILLICH

Die Wärmepumpe als Monitoring-Instrument?

Erzeugte Wärme in kWh/Jahr

geteilt durch

Stromverbrauch in kWh/Jahr

=

Jahresarbeitszahl (JAZ)

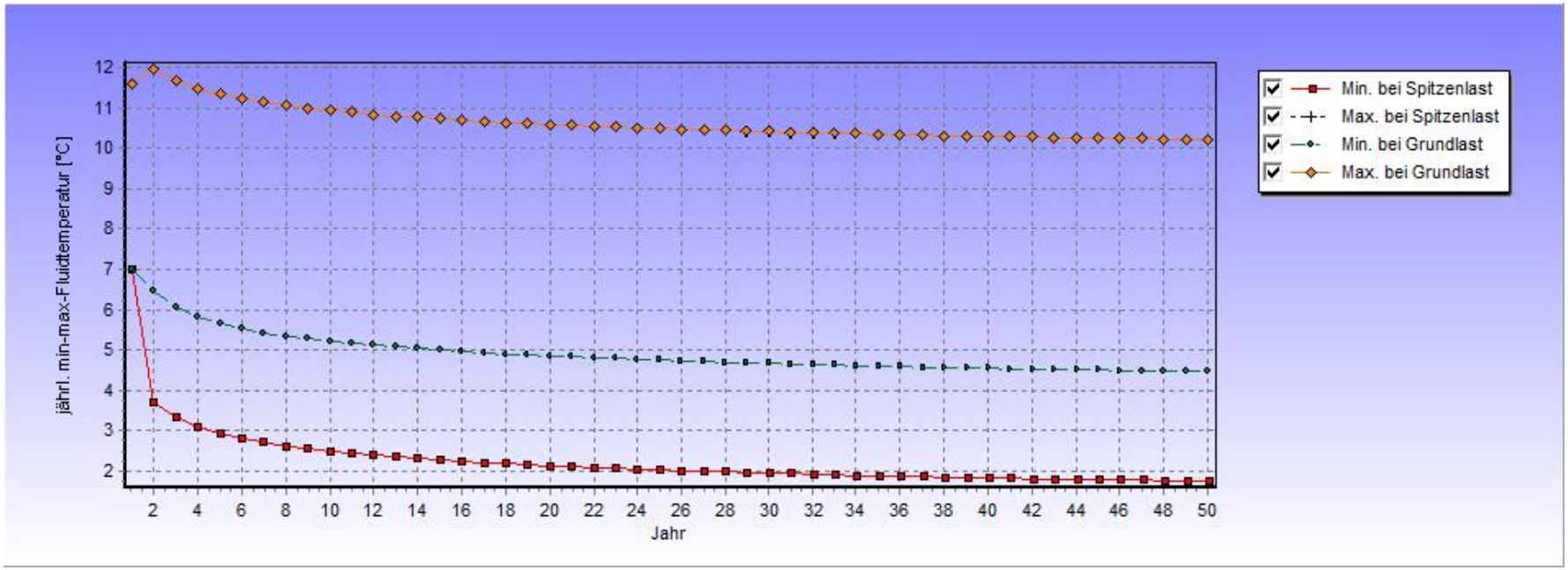
Unterschiedlicher Aufwand bei der Planung

- gering
- **mittel**
- hoch

Analytische Methoden

z.B. Earth Energy Designer (EED):

Mittlere Fluidtemperatur im Sondenfeld



Monitoring mit dem Energiezähler

- **Durchfluss**
- **Temperatur**

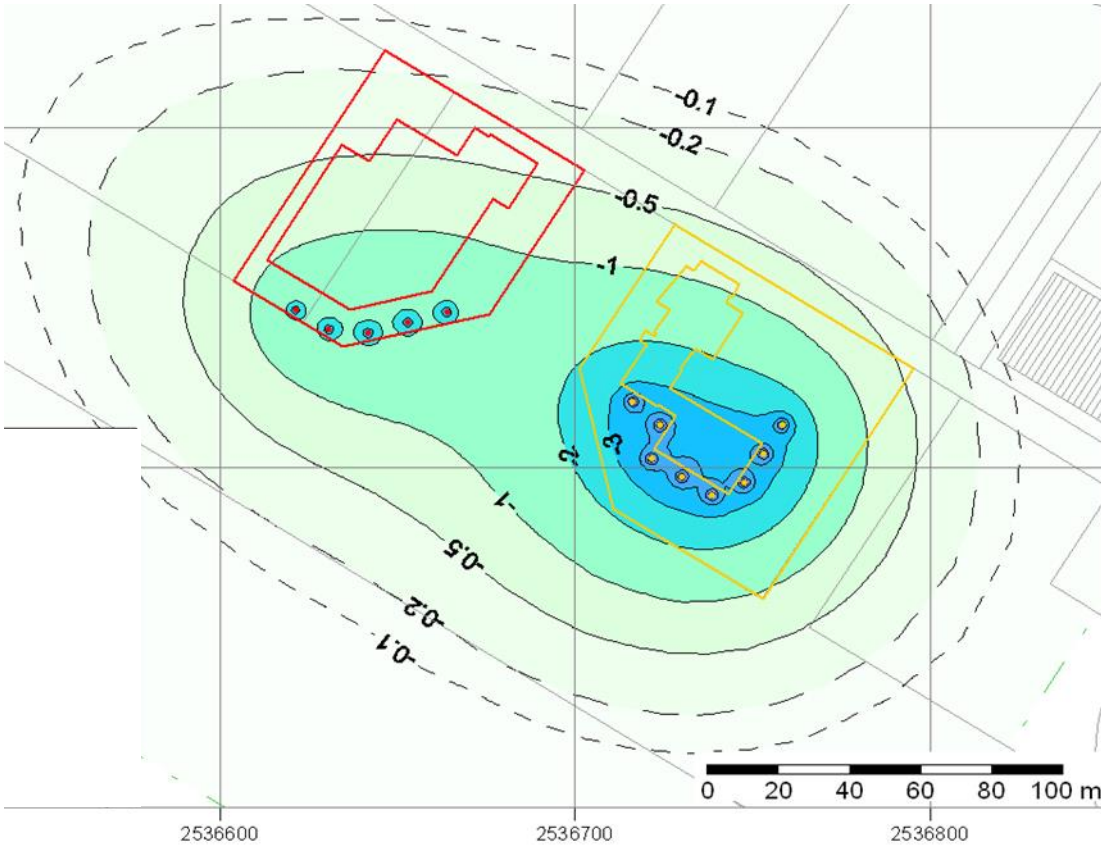
Unterschiedlicher Aufwand bei der Planung

- gering
- mittel
- **hoch**

Numerische Methoden

Simulation mit Finite-Elemente-Methode (z.B. FE-Flow)

- Temperaturentwicklung in Raum und Zeit
- Gesteinswärmeleitung = Konduktiver Transport
- Berücksichtigung der Grundwasserströmung = Konvektiver Transport
- konkurrierende Nutzungen
- Synergien (Heizen/Kühlen)



Beispiel-Projekt Anlage „Schule“

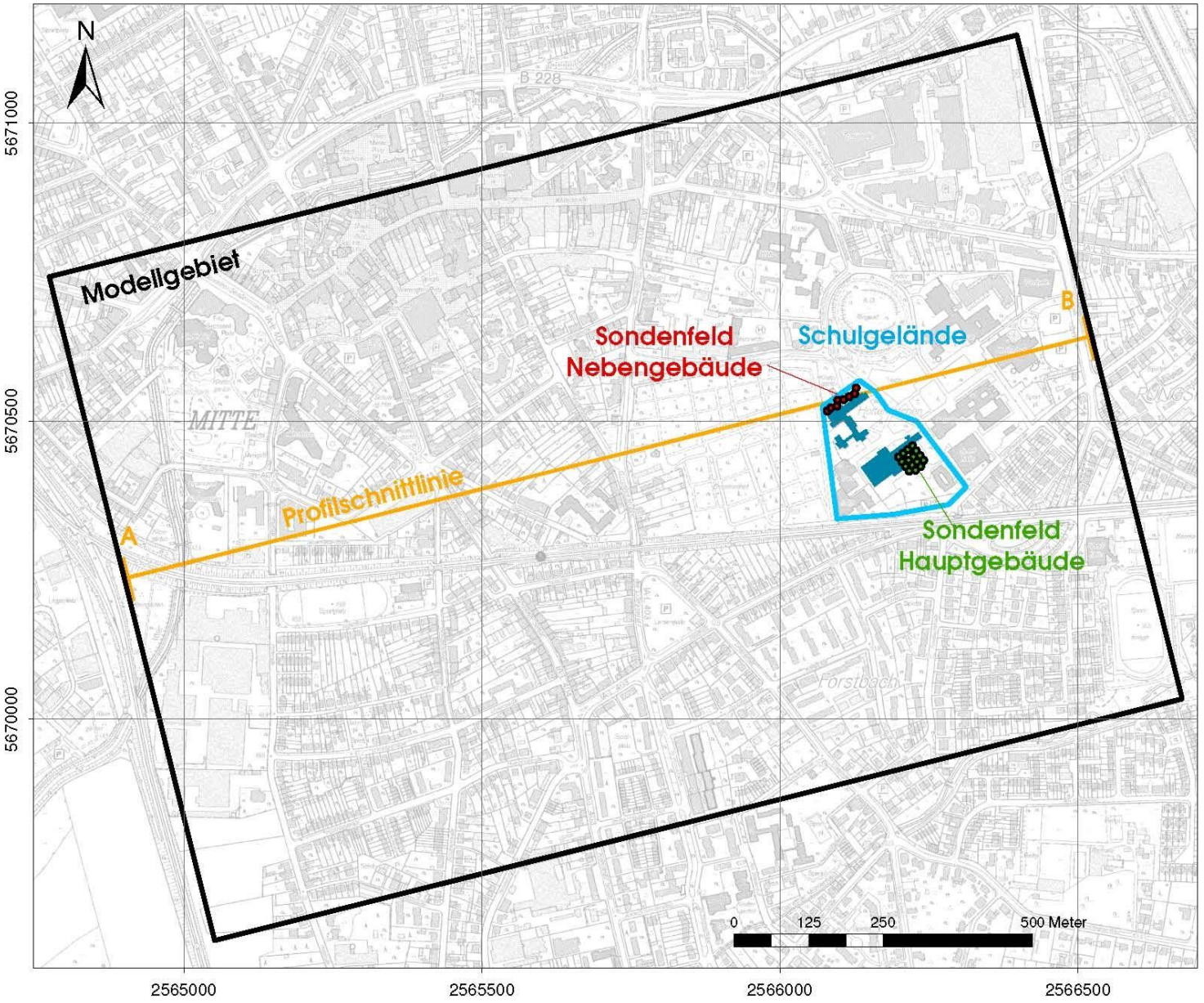
- **Standort rechtsrheinisch im Quartär/Tertiär und Devon**
- **Anlage mit Haupt- und Nebengebäude**

EnergieAgentur.NRW
klimaschutz made in nrw

Erdwärmesonden-Testfeld
EZ:W

Lageplan

EZ:W
Projekt Anlage „Schule“
ENERGIEZENTRUM WILLICH



Anlage „Schule“

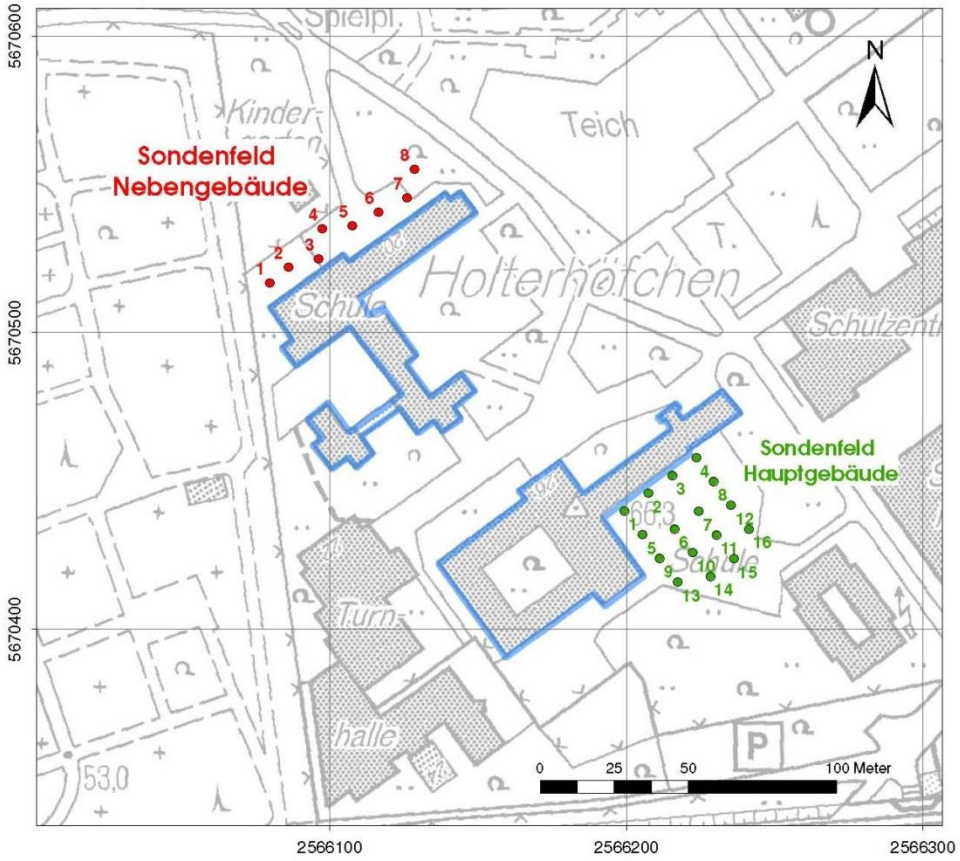
Entzugsarbeit Nebengebäude:

- **57 MWh pro Jahr**
- **über 8 Sonden mit 2.750 Betriebsstunden pro Jahr**

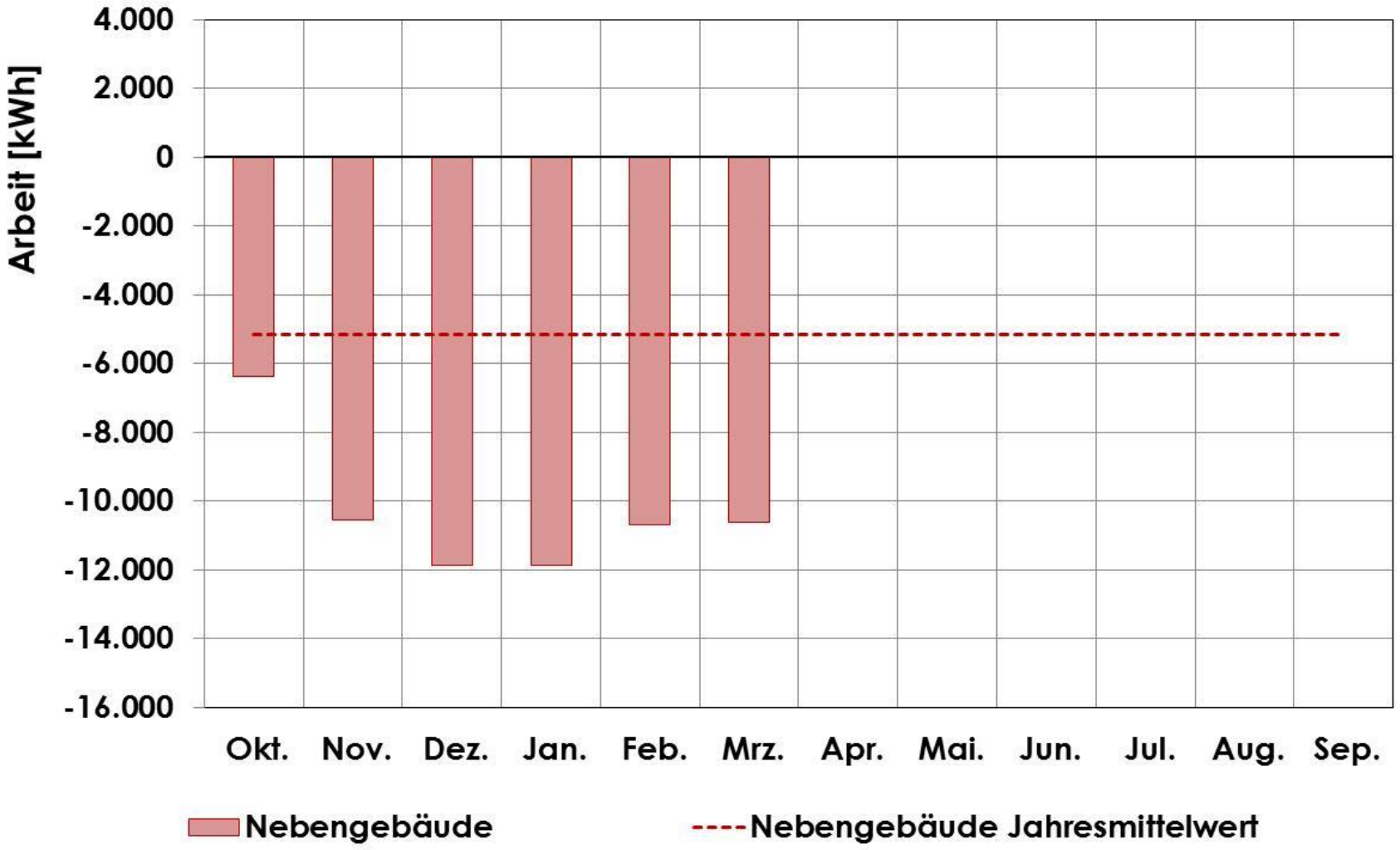
Entzugsarbeit Hauptgebäude:

- **147 MWh pro Jahr**
- **über 16 Sonden mit 3.000 Betriebsstunden pro Jahr**

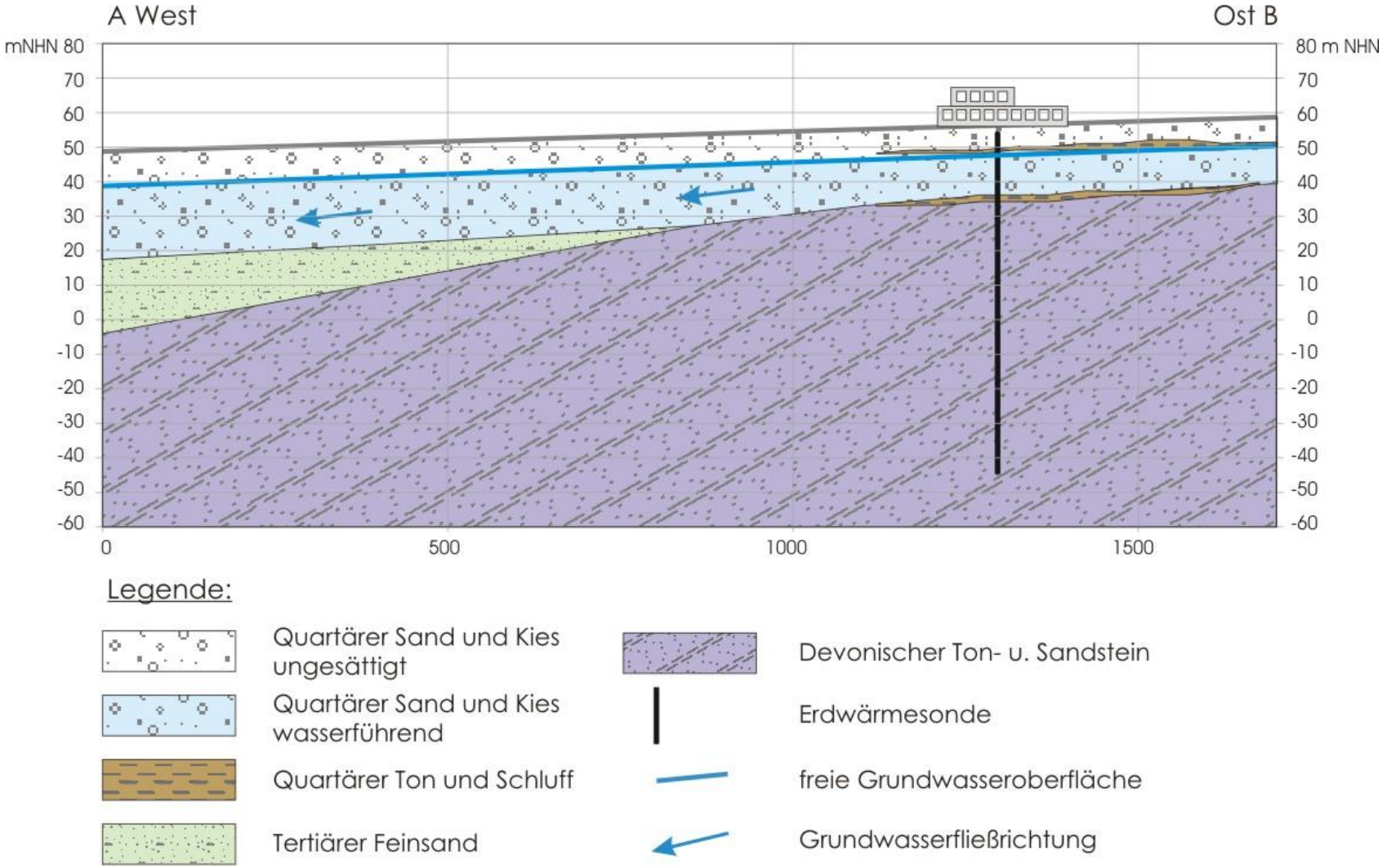
Alle Sonden sind rund 99 m tief und besitzen einen Abstand von ca. 10 m



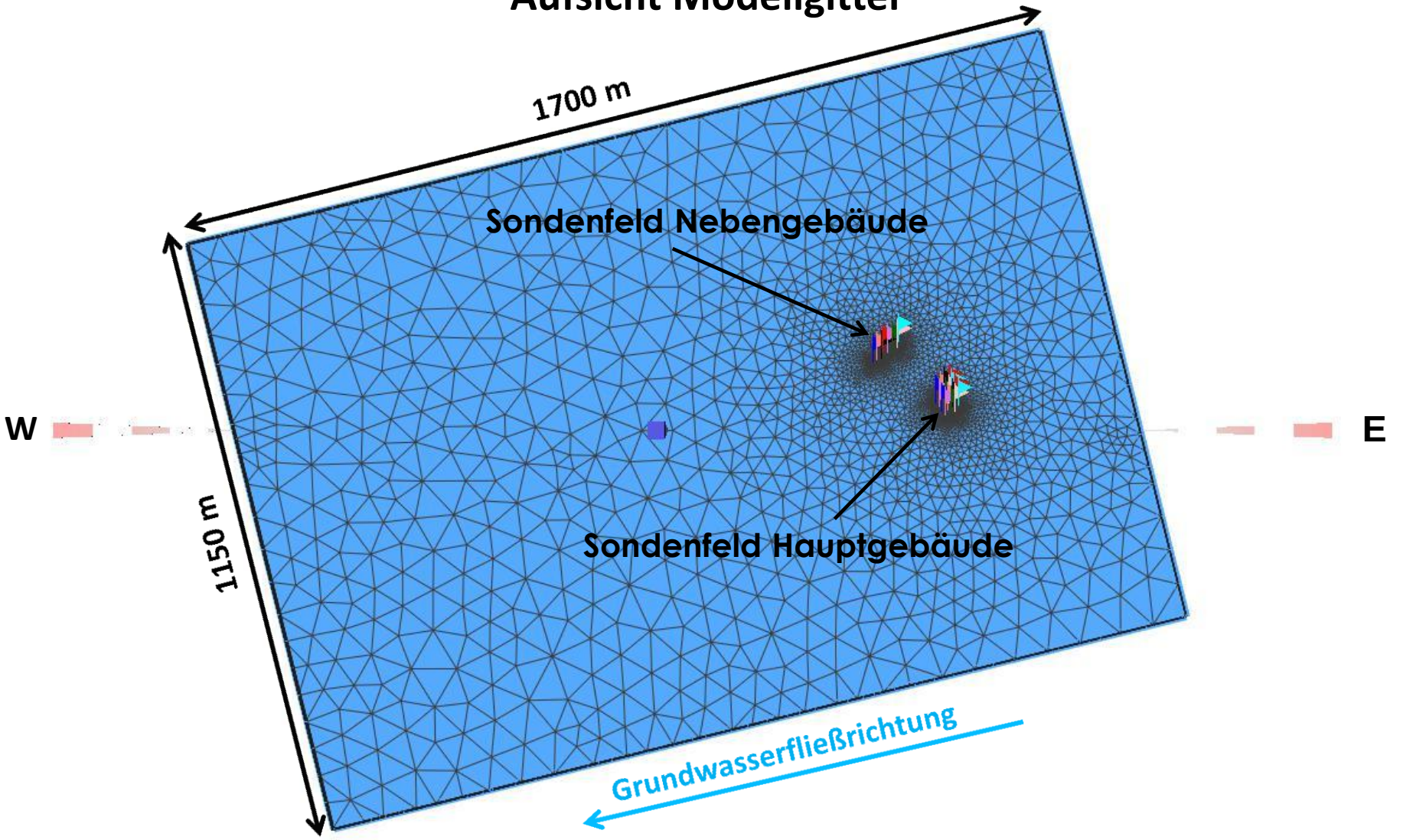
Wärmeentzugsarbeit im Winter - Anlage „Nebengebäude“



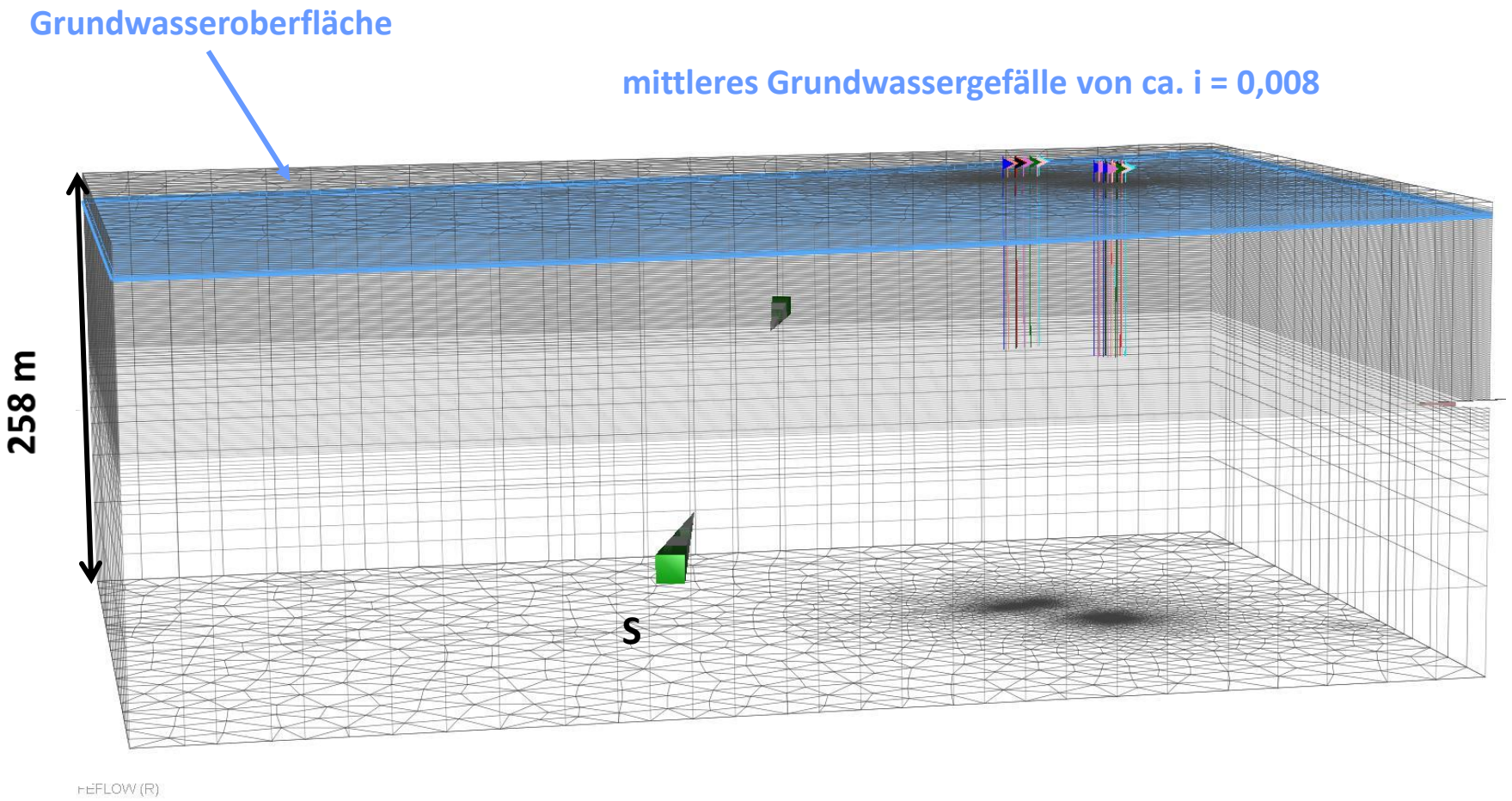
Profilschnitt West-Ost



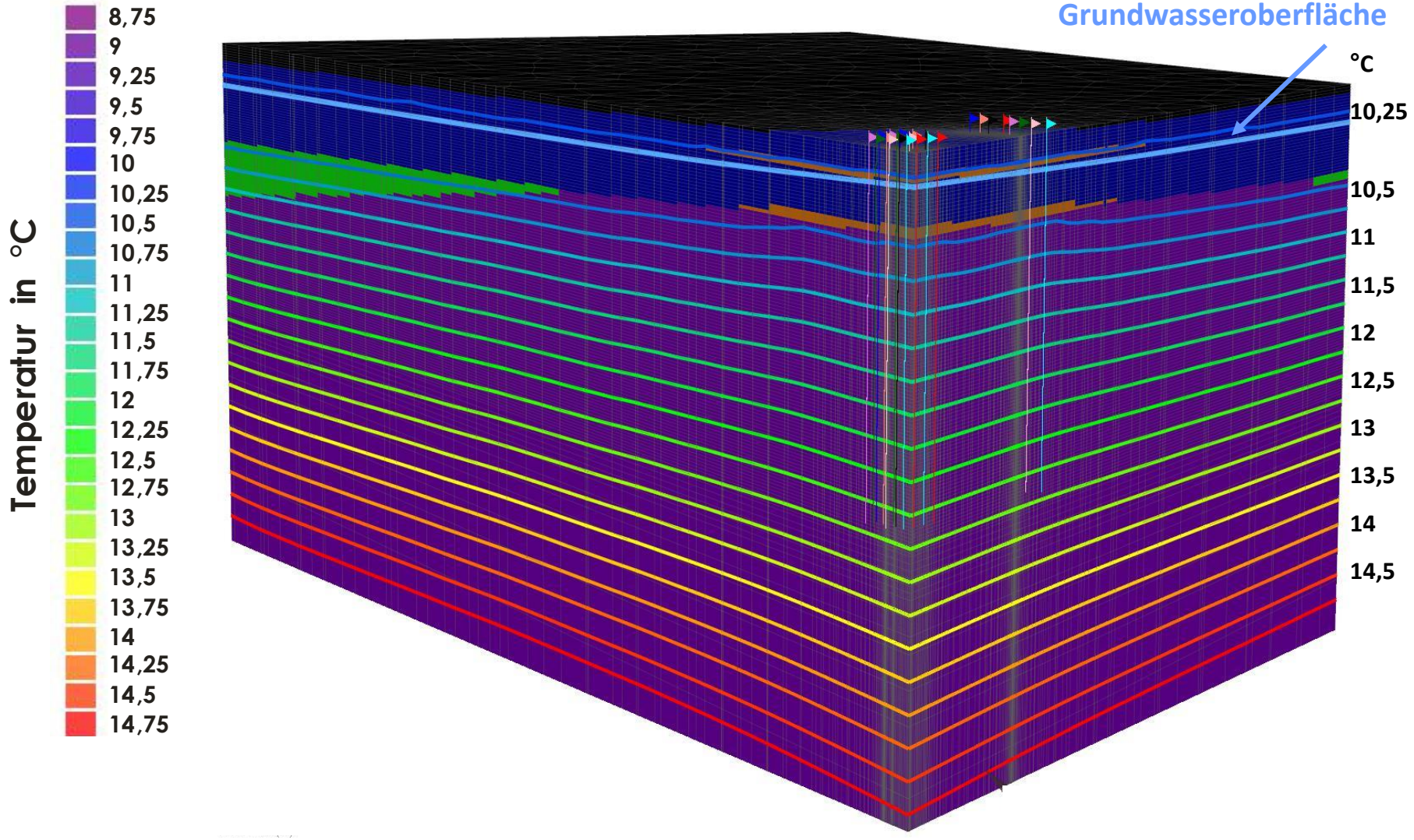
Aufsicht Modellgitter



Südansicht


Grundwasseroberfläche
mittleres Grundwassergefälle von ca. i = 0,008
258 m
S
FEFLOW (R)

Temperatur Isolinien in °C

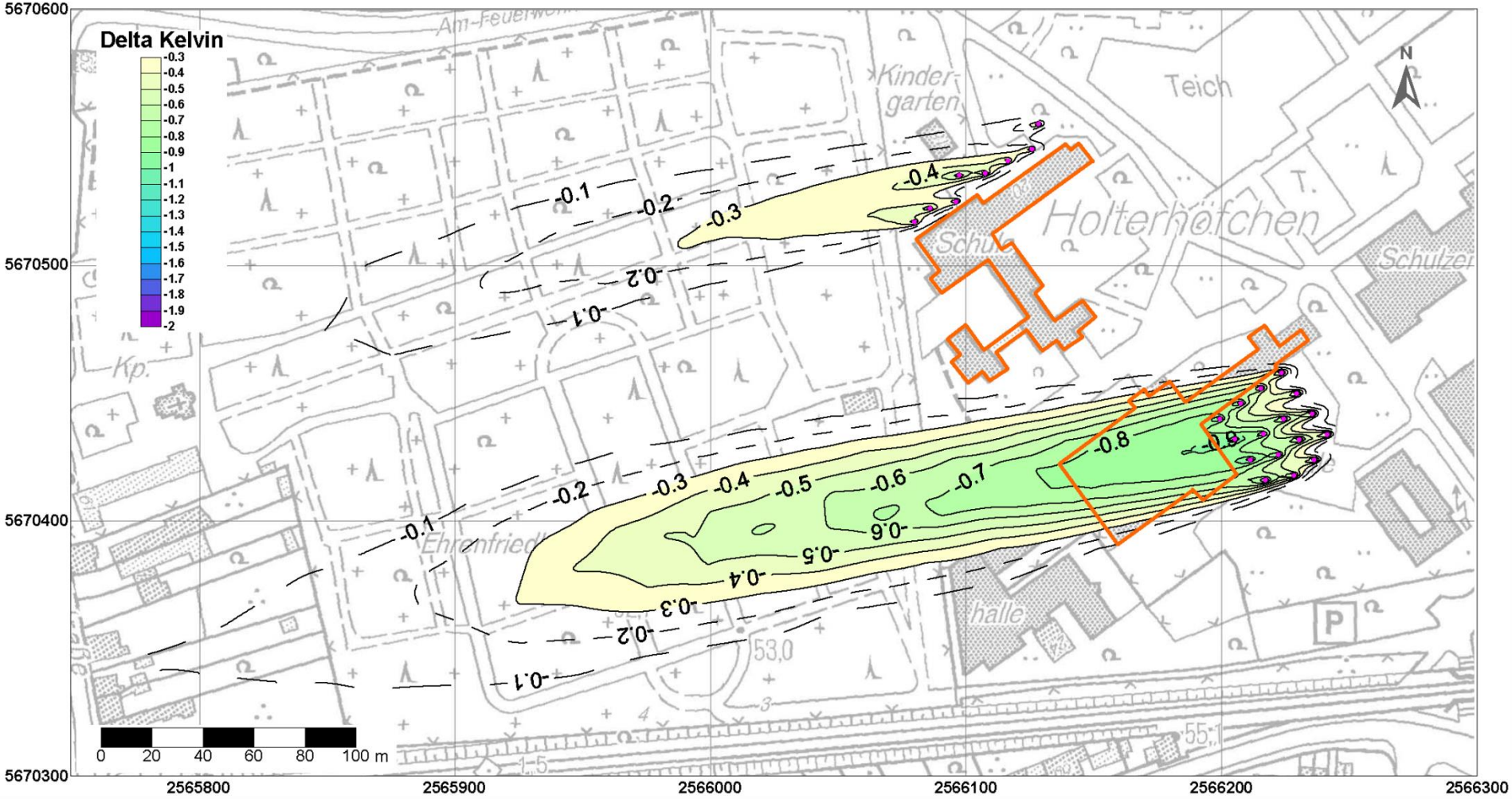


EnergieAgentur.NRW
klimaschutz made in nrw

Erdwärmesonden-Testfeld
EZ:W

EZ:W
Projekt Anlage „Schule“
ENERGIEZENTRUM WILLICH

Änderung der Untergrundtemperatur nach 50 Jahren im Quartär (gesättigt)

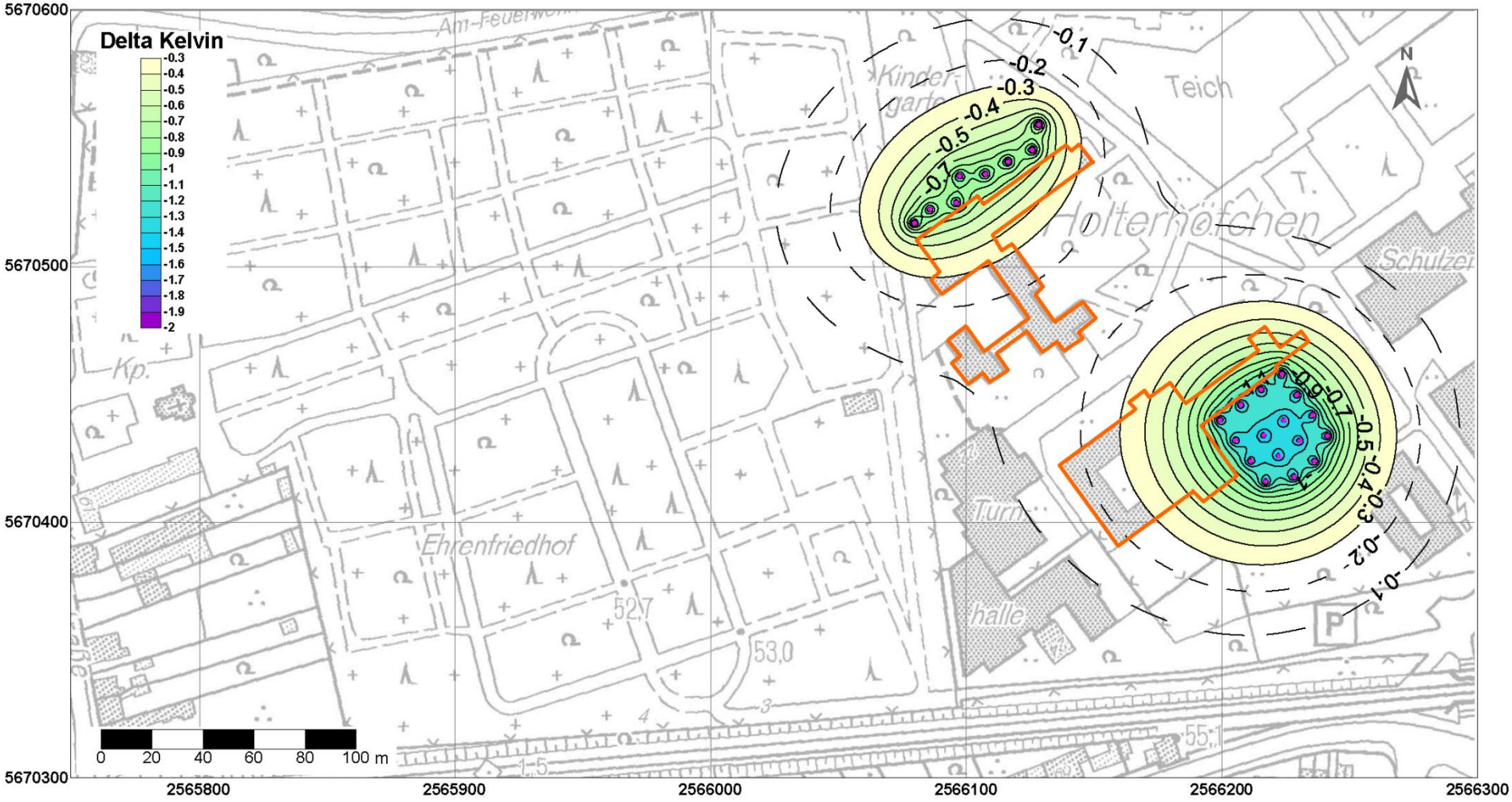


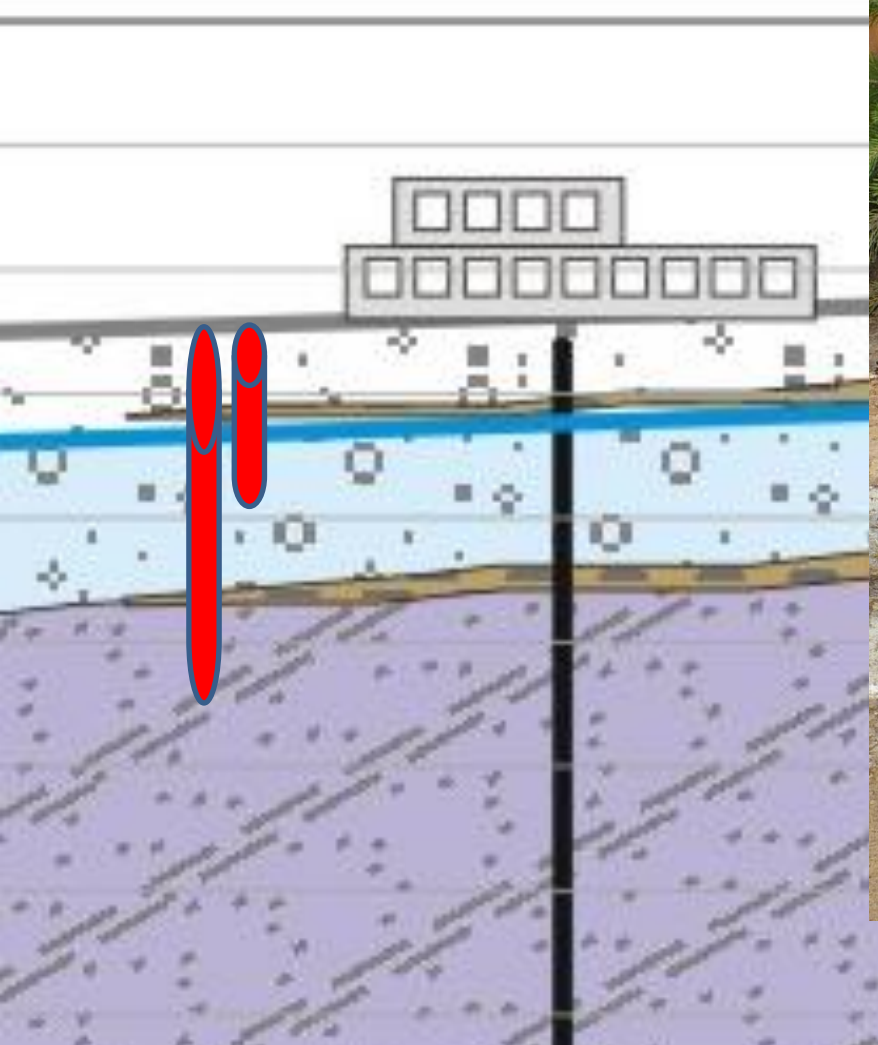
EnergieAgentur.NRW
klimaschutz made in nrw

Erdwärmesonden-Testfeld
EZ:W

EZ:W
Projekt Anlage „Schule“
ENERGIEZENTRUM WILLICH

Änderung der Untergrundtemperatur nach 50 Jahren im Devon

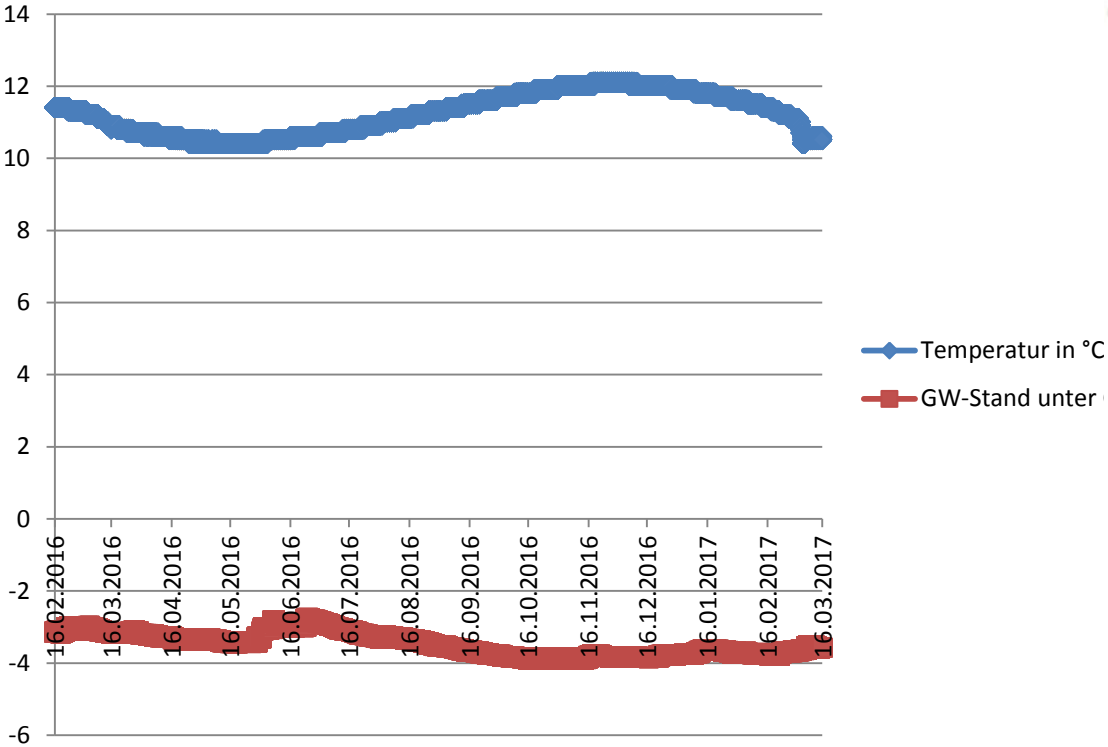




80 m
70
60
50
40
30
20
10
0

Messtechnik

Temperatur-Monitoring im Grundwasserleiter als Zeitreihe



- **Stationäres System; Installation mit konventioneller Brunnenbautechnik**

Entnahme von Grundwasser

- **Low-Flow Probenahme (Q ≤ 1 l/min)**
- **Durchflusszelle**
- **Temperatursonde**

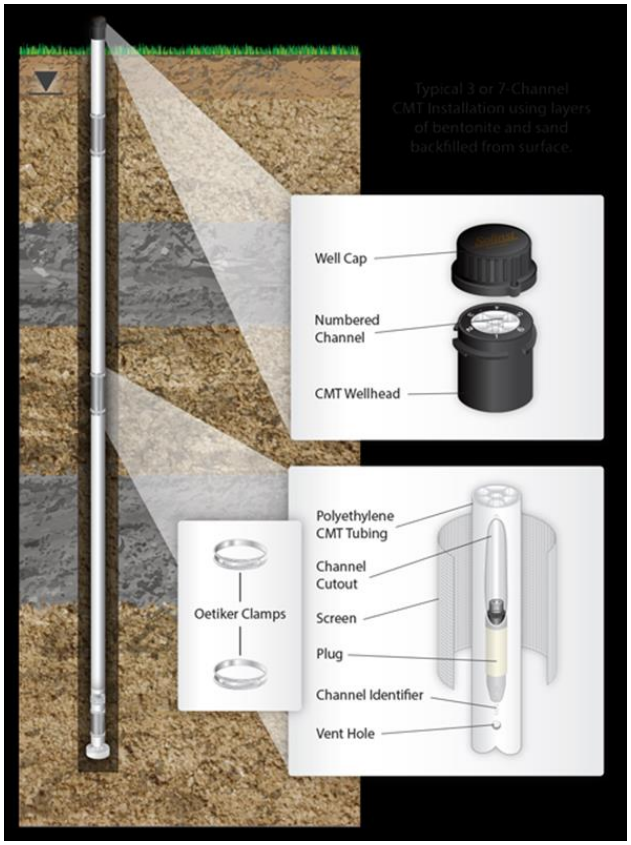
EnergieAgentur.NRW
klimaschutz made in nrw

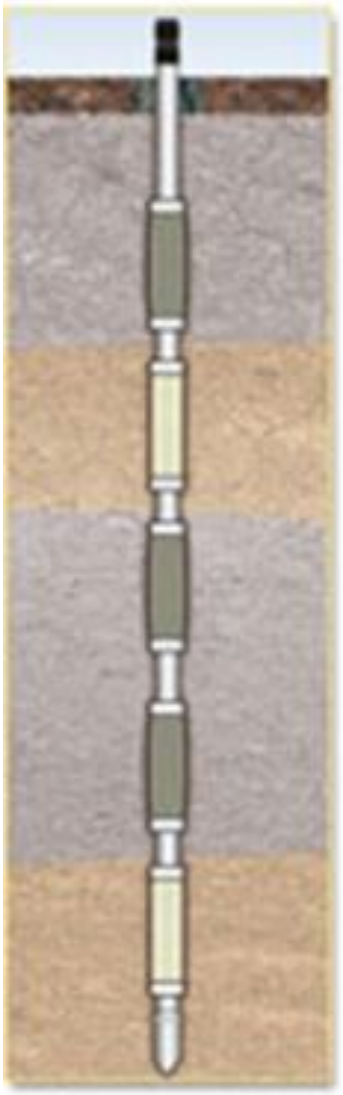
Erdwärmesonden-Testfeld
EZ:W

EZ:W
ENERGIEZENTRUM WILLICH

Messung Vor-Ort-Parameter

Mehrkanalmessstellen





- **Low-Flow Probenahme (Q ≤ 1 l/min) in verschiedenen Tiefen**
- **3- und 7-Kanalsystem bis zu 90 m Länge**
- **Bau vor Ort möglich**
- **Stationäres System; Installation mit Direct-Push oder konventioneller Brunnenbautechnik**

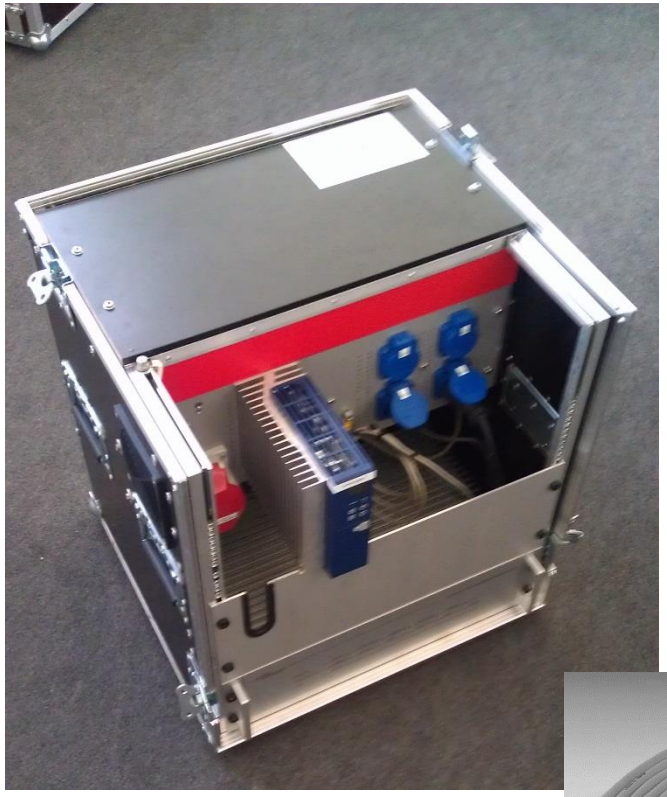
Wichtig

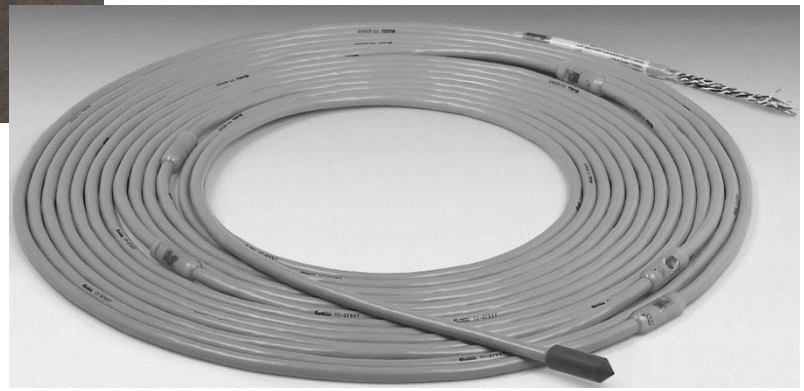
- Erst planen dann bohren!
- Monitoring beginnt im Heizungskeller
- Beim Grundwassermonitoring Ziel und Zeitrahmen definieren
- Planerischer Aufwand und Aufwand für das Monitoring sollten ausgewogen sein (Verhältnismäßigkeit)

EnergieAgentur.NRW
klimaschutz made in nrw

Erdwärmesonden-Testfeld
EZ:W

Geotechnik Lehr
Am Taubenbaum 25 a
61231 Bad Nauheim
info@geotechnik-lehr.de
www.geotechnik-lehr.de



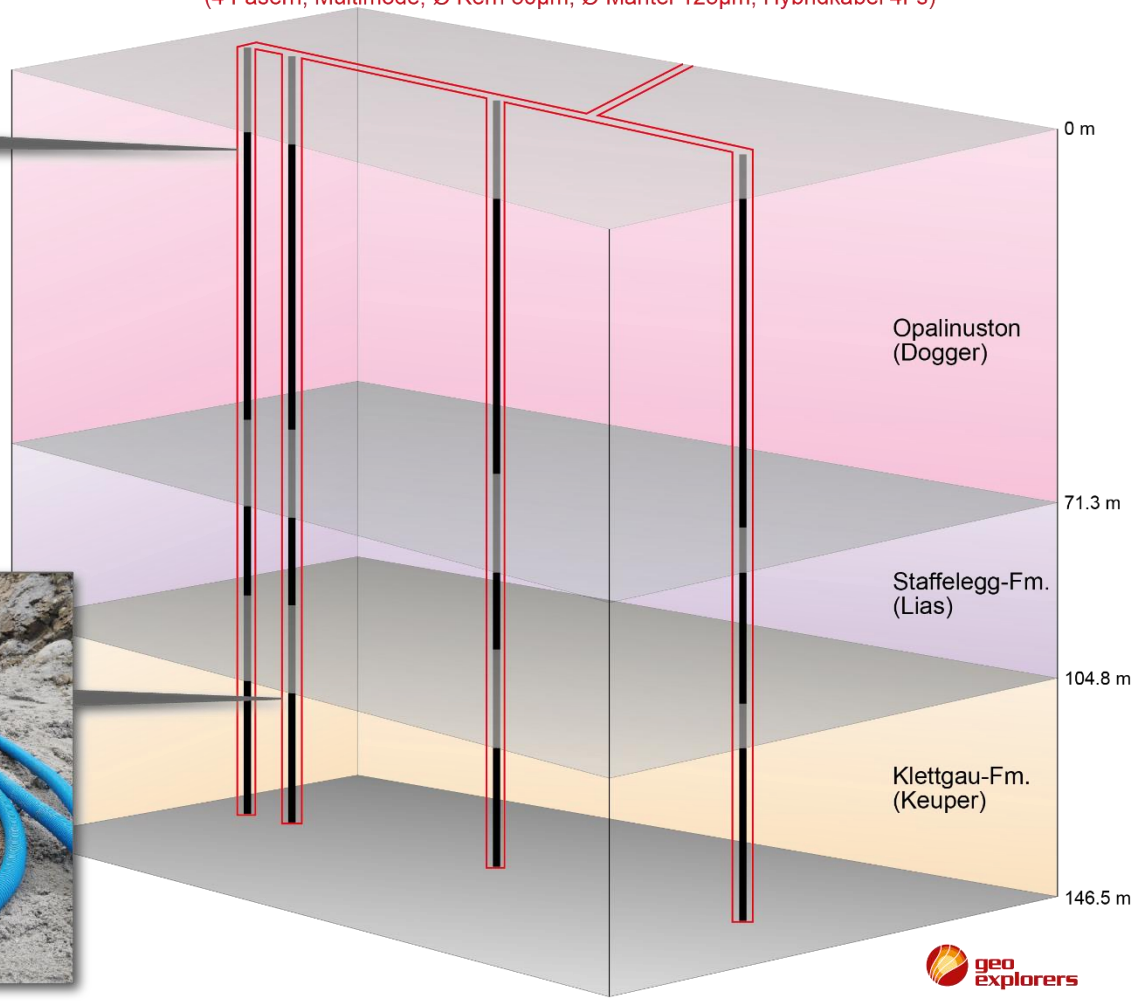


EnergieAgentur.NRW
klimaschutz made in nrw

Erdwärmesonden-Testfeld
EZ:W

Geotechnik Lehr
Am Taubenbaum 25 a
61231 Bad Nauheim
info@geotechnik-lehr.de
www.geotechnik-lehr.de

1300m langes Glasfaserkabel
(4 Fasern, Multimode, Ø Kern 50µm, Ø Mantel 125µm, Hybridkabel 4Fs)

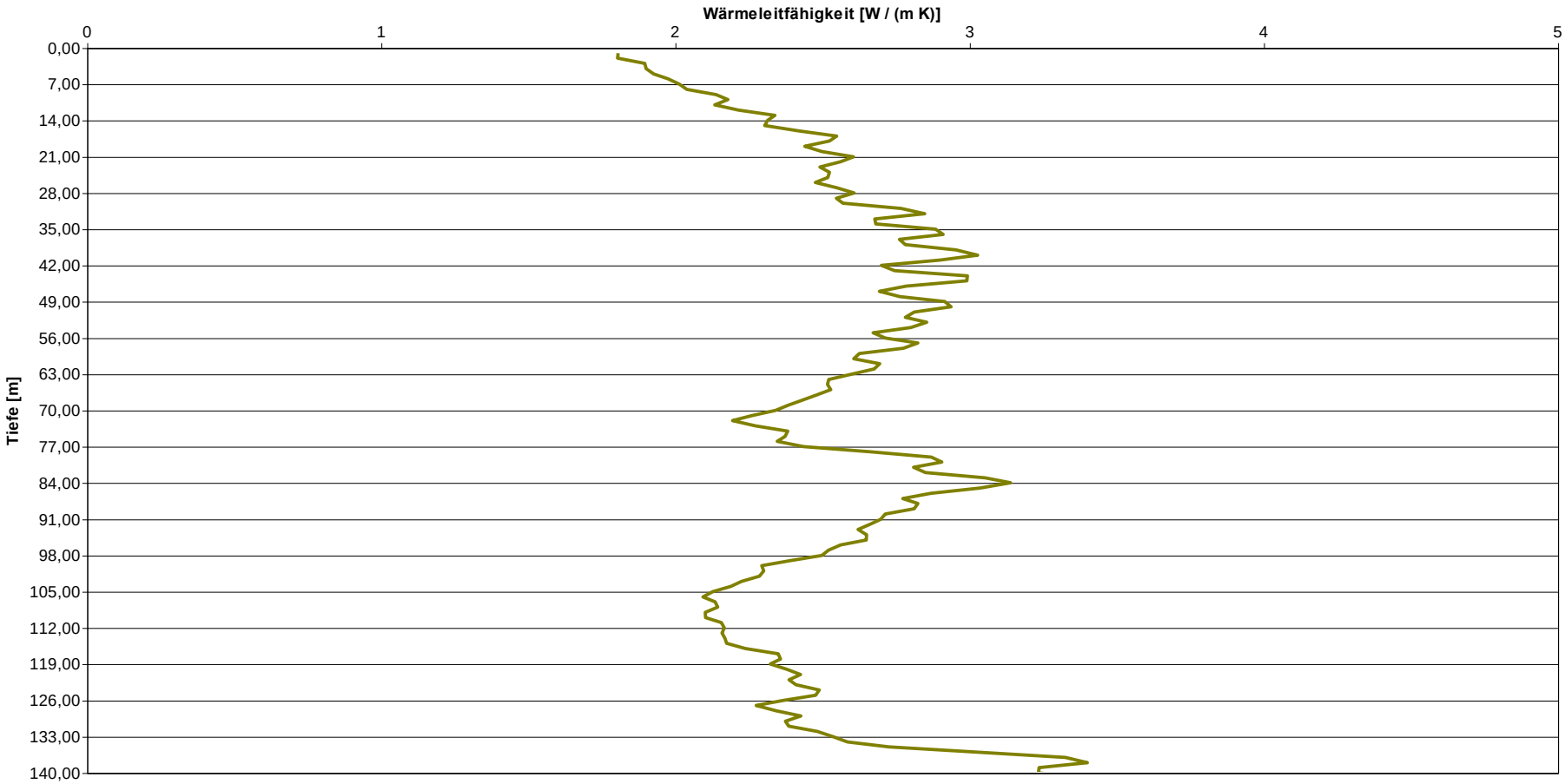


im Frühling 2016 Anschluss WP 2*24.5kW mit Freecooling

EnergieAgentur.NRW
klimaschutz made in nrw

Erdwärmesonden-Testfeld
EZ:W

Geotechnik Lehr
Am Taubenbaum 25 a
61231 Bad Nauheim
info@geotechnik-lehr.de
www.geotechnik-lehr.de

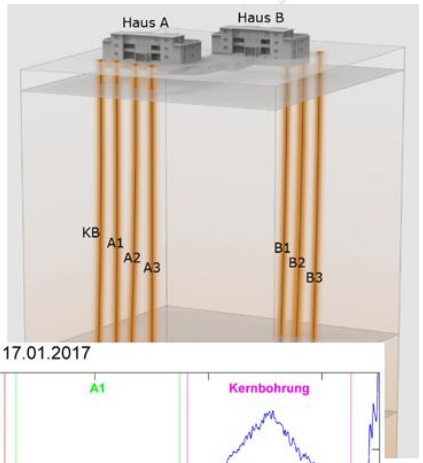


EnergieAgentur.NRW
klimaschutz made in nrw

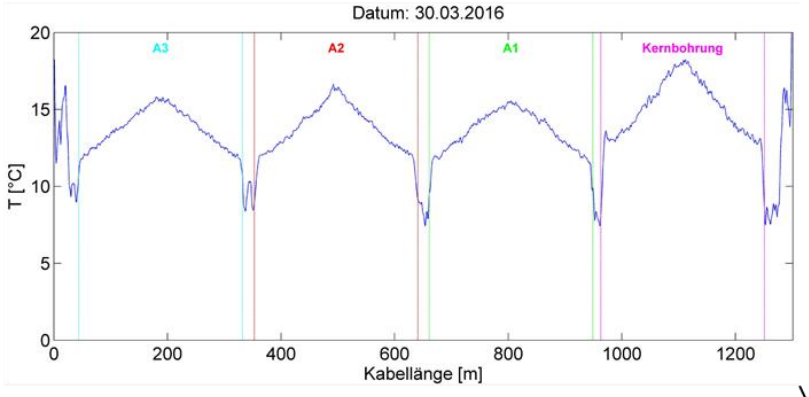
Erdwärmesonden-Testfeld
EZ:W

Geotechnik Lehr
Am Taubenbaum 25 a
61231 Bad Nauheim
info@geotechnik-lehr.de
www.geotechnik-lehr.de

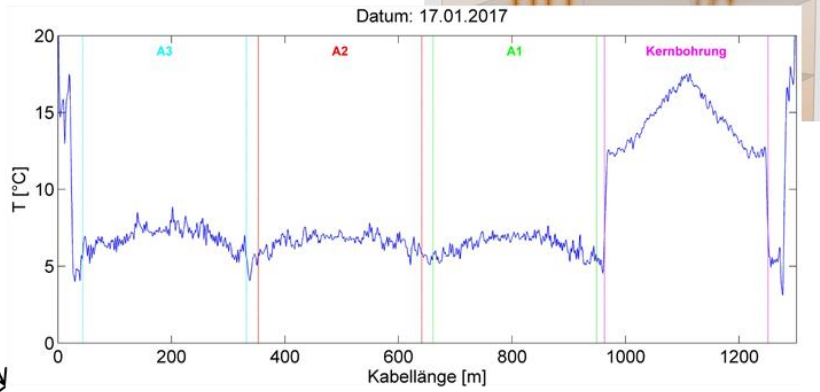
Temperaturen entlang Glasfaserkabel:



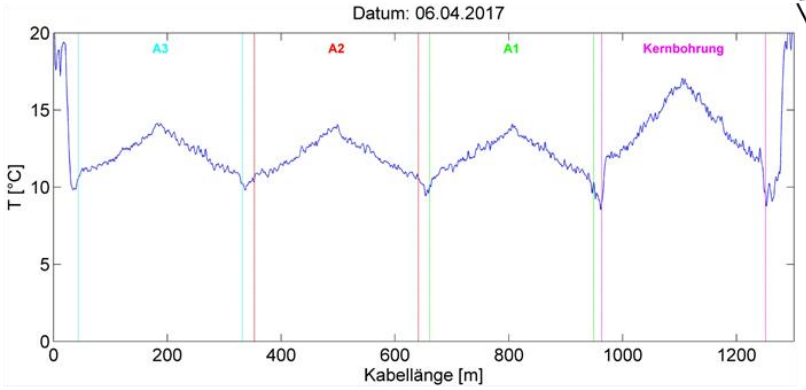
Frühjahr 2016 , Beginn Messungen



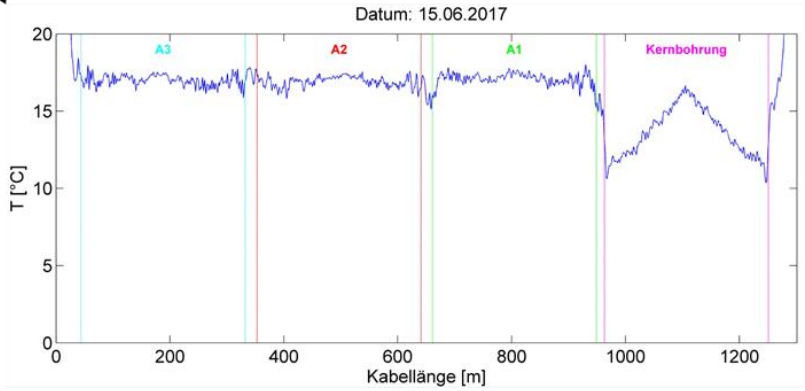
Winter 2017, max. Entzug



Frühjahr 2017, Erholung Untergrund



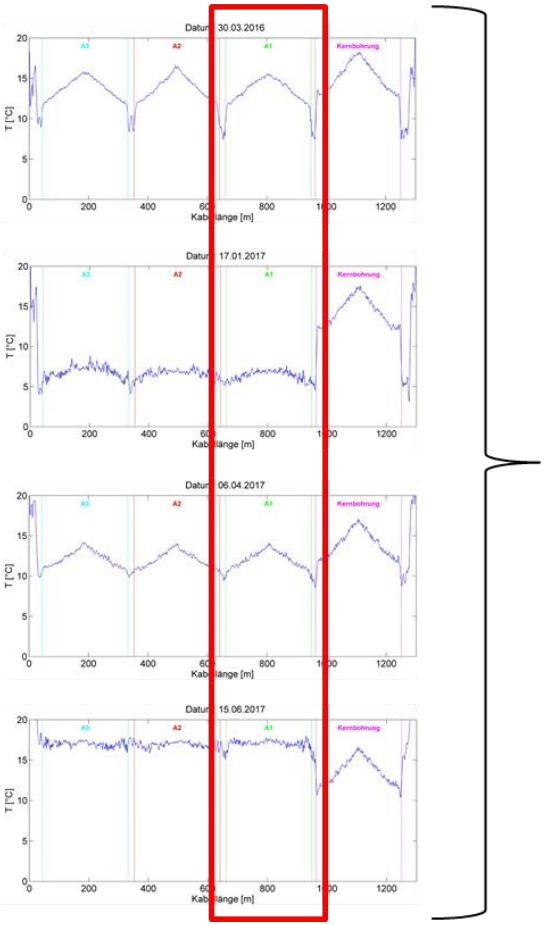
Sommer 2017, Regeneration

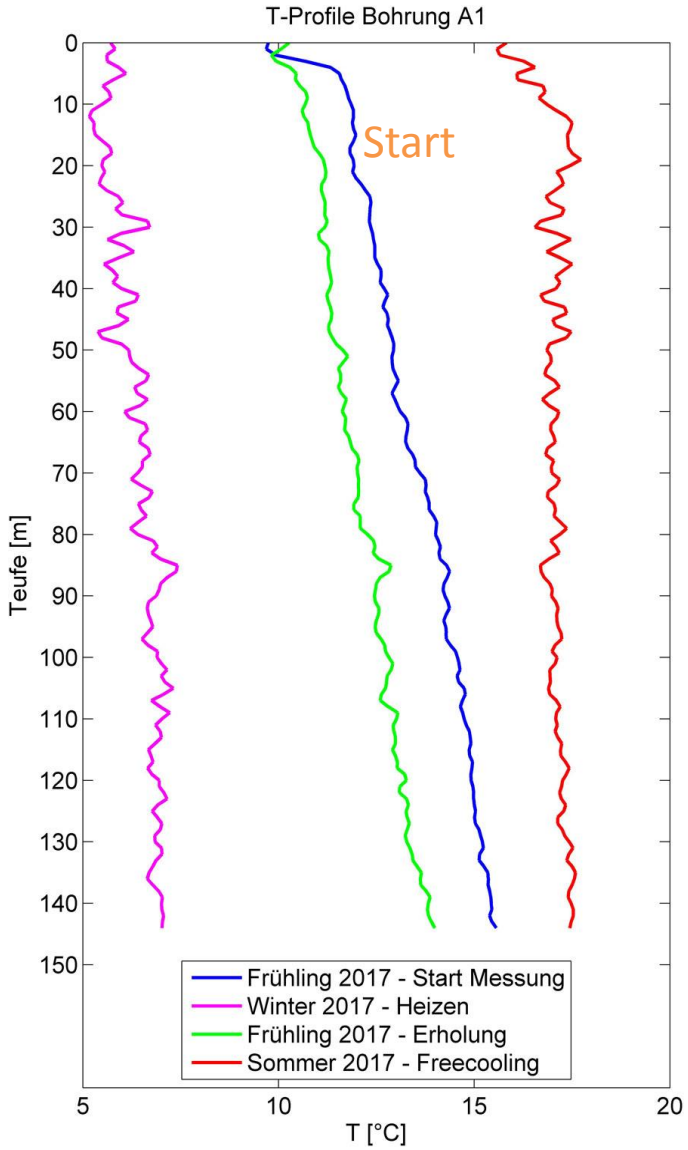


geo explorers

Geotechnik Lehr
Am Taubenbaum 25 a
61231 Bad Nauheim
info@geotechnik-lehr.de
www.geotechnik-lehr.de

Gleiche Daten dargestellt
als Temperatur-Tiefenprofil für A1





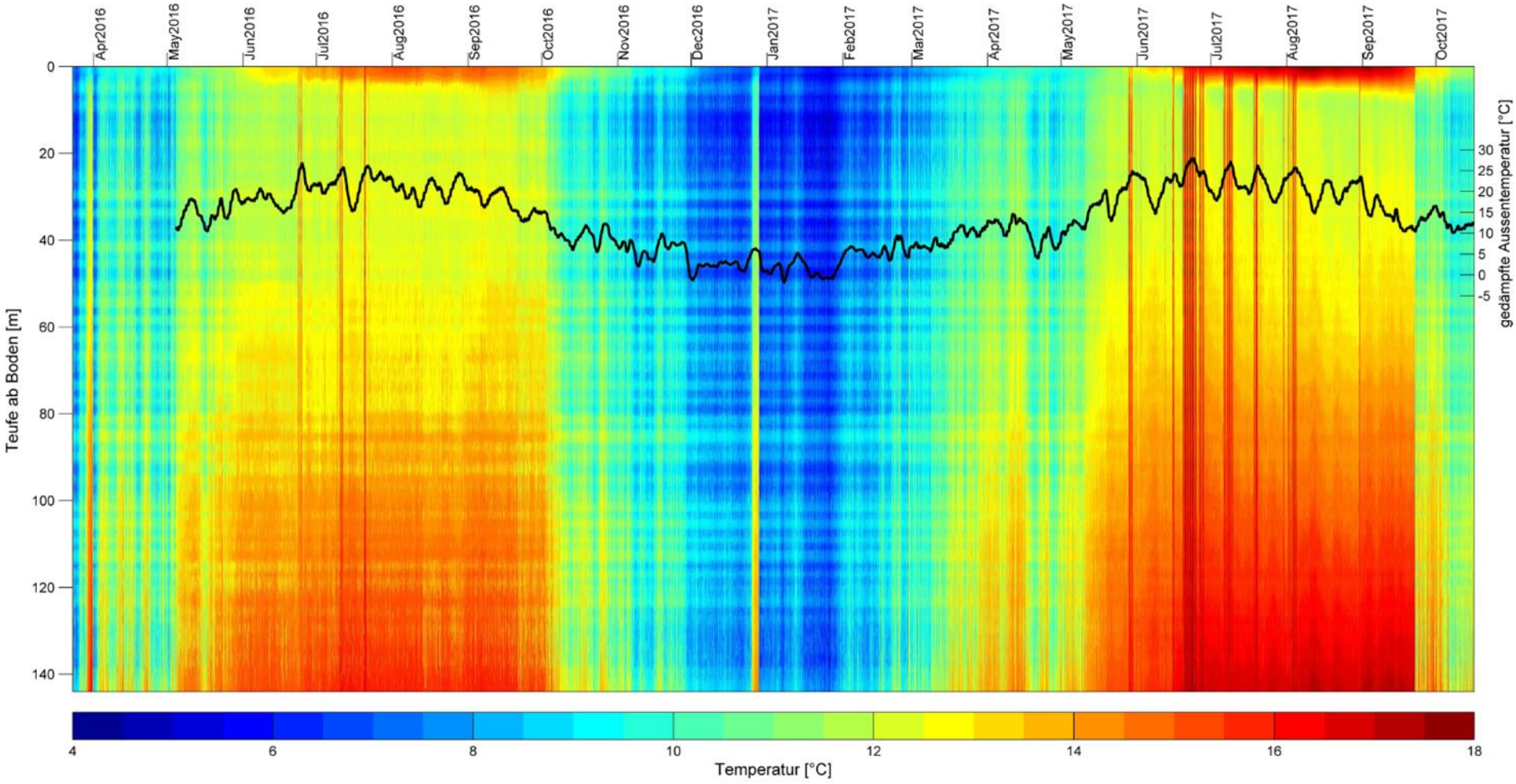
geo explorers

EnergieAgentur.NRW
klimaschutz made in nrw

Erdwärmesonden-Testfeld
EZ:W

Geotechnik Lehr
Am Taubenbaum 25 a
61231 Bad Nauheim
info@geotechnik-lehr.de
www.geotechnik-lehr.de

Temperaturentwicklung in der EWS-Bohrung A1 in Lausen



geo explorers

Präsentation Messtechnik

EZ:W
ERDWÄRMESONDEN TESTFELD