

GrubenwasserEnergie für das Energeticon (GrEEn) - Umsetzung und erste Betriebserfahrungen -



Ingenieurbüro Heitfeld-Schetelig GmbH,
Aachen

M. Heitfeld,

P. Rosner



Energeticon gGmbH
Alsdorf

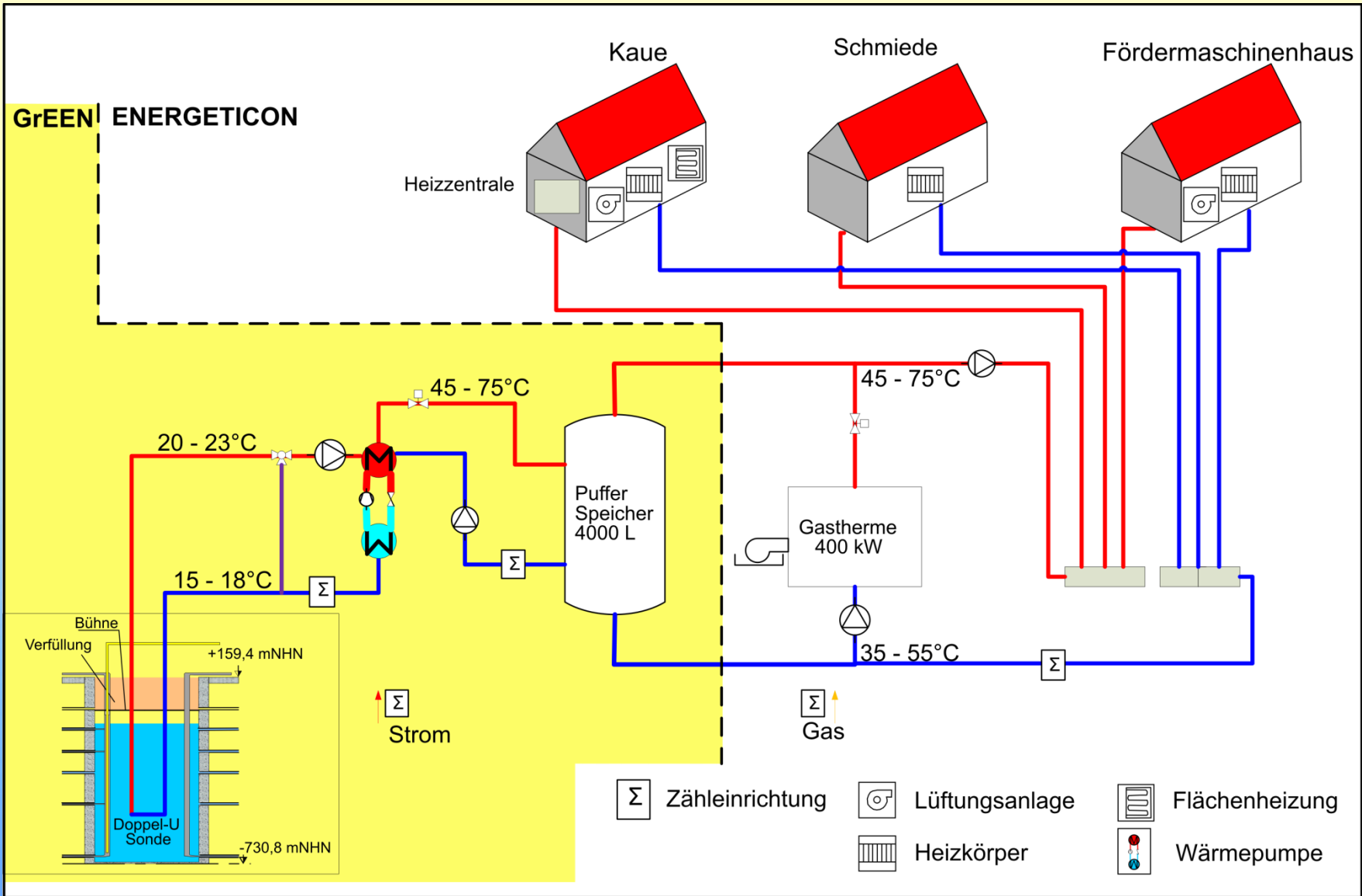
T. König



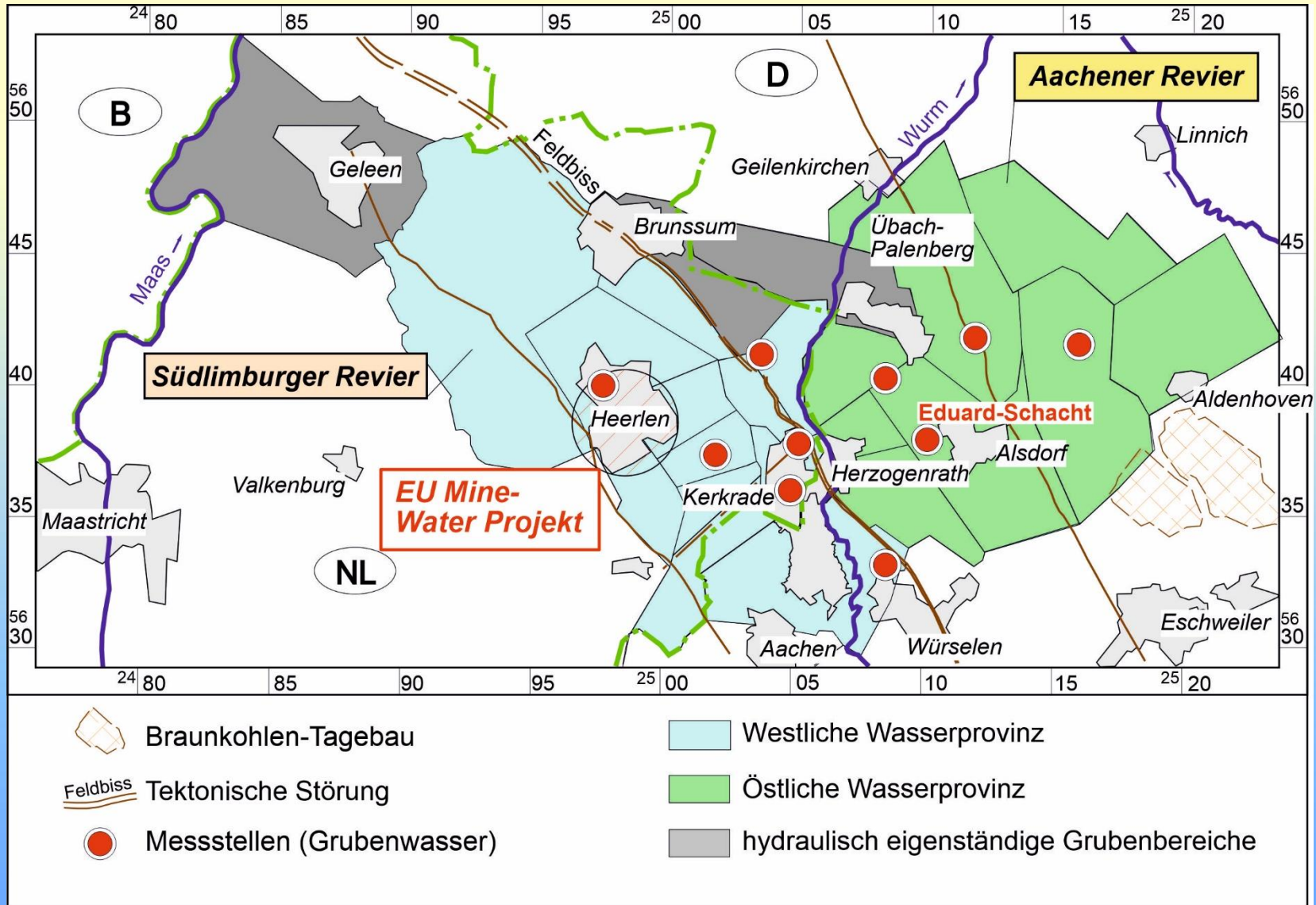
Der **Digital**
Geothermie
Kongress
2020

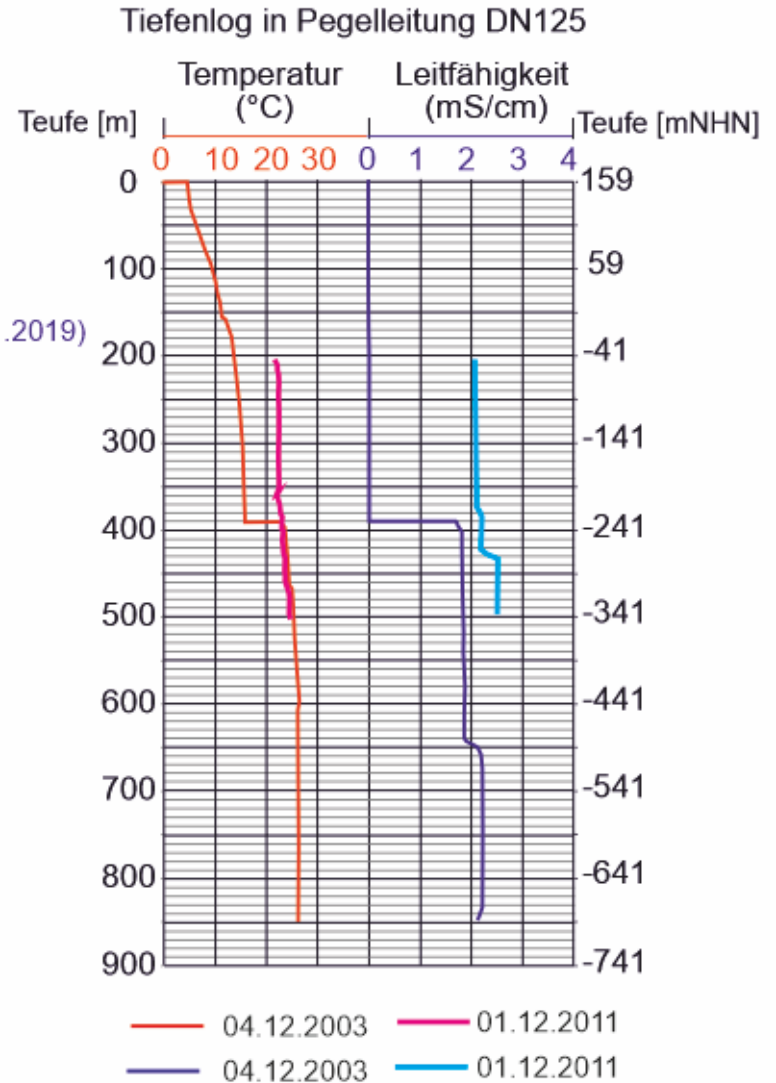
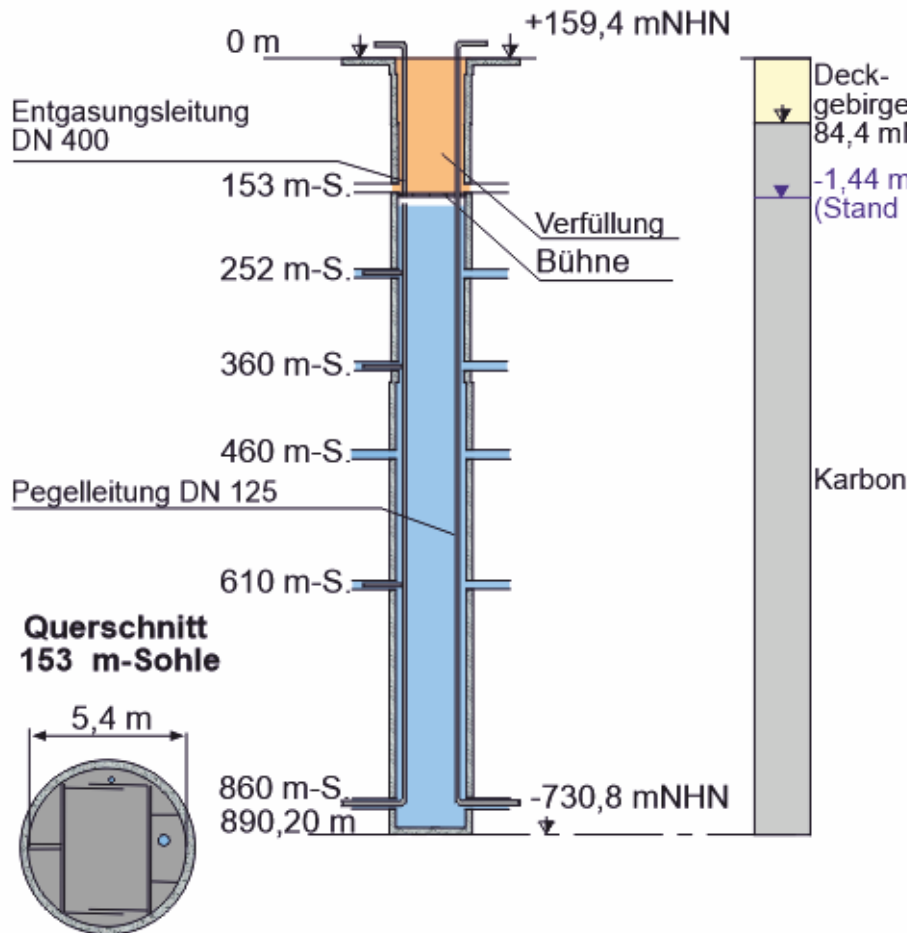
Der Digital – Geothermiekongress
09. bis 13. November 2020

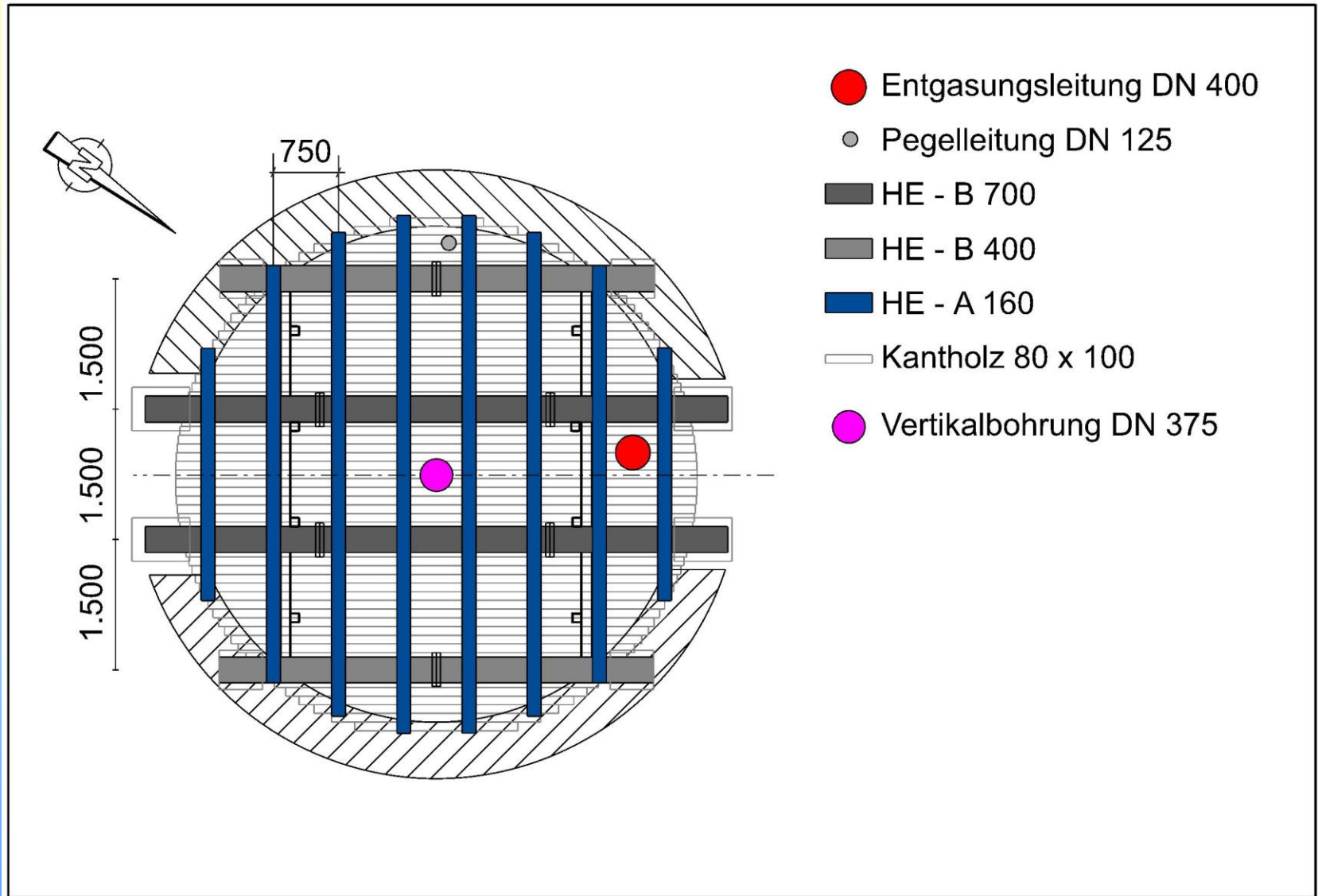
- 1. Zielsetzung Projekt GrEEen**
- 2. Aufbau Eduard-Schacht**
- 3. Ergebnisse Bohrarbeiten und Einbau der Erdwärmesonde**
- 4. Betriebsdaten Heizperiode 2018/2019**
- 5. Zwischenergebnisse Forschungsvorhaben**
- 6. Zusammenfassung**



Übersichtslageplan Aachener und Südlimburger Revier







- Zugang zum Schacht für die Erdwärmesonde über die Entgasungsleitung nicht möglich
- Herstellung neuer Bohrung durch die kohäsive Füllsäule (ca. 153 m)
- Bohransatzpunkt auf Schachtmittelpunkt
- Bohr- und Verrohrungsschema

Tiefe		Bohrung [mm]	Rohr [mm]	Bemerkung
von [m]	bis [m]			
0	1,5	508	406	Standrohr
1,5	151	375	-	Lufthebeverfahren bis OK Bühne
151	153	357	-	Fräsarbeiten zum Durchbohren der Bühne
0	173,5	-	298	bis ca. 5 m unter Standwasserniveau

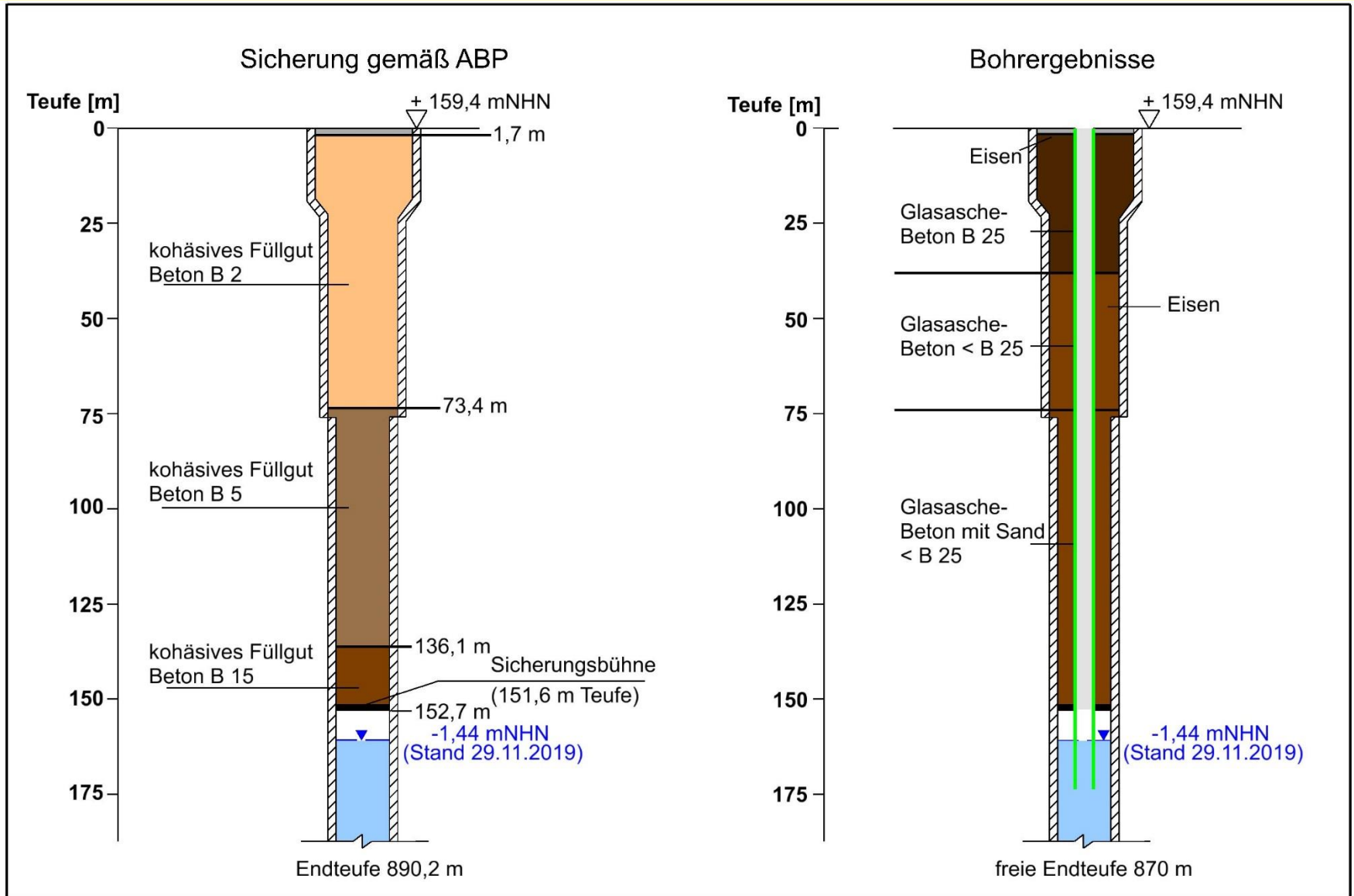


Lüfter mit
Lutte



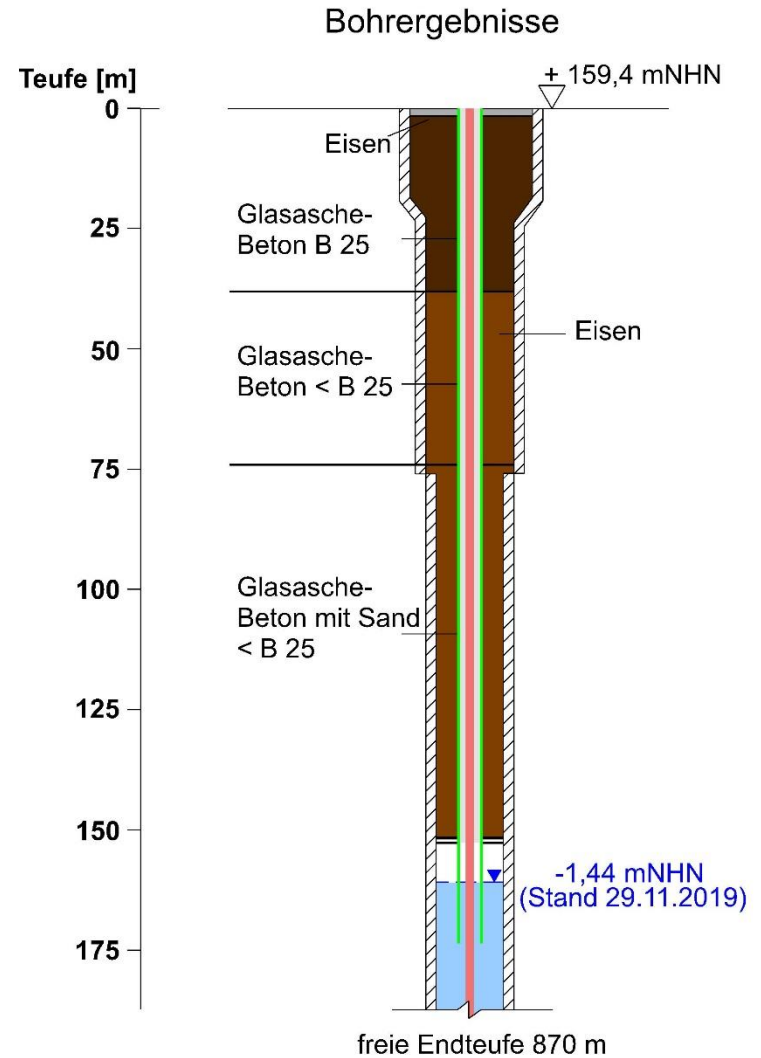
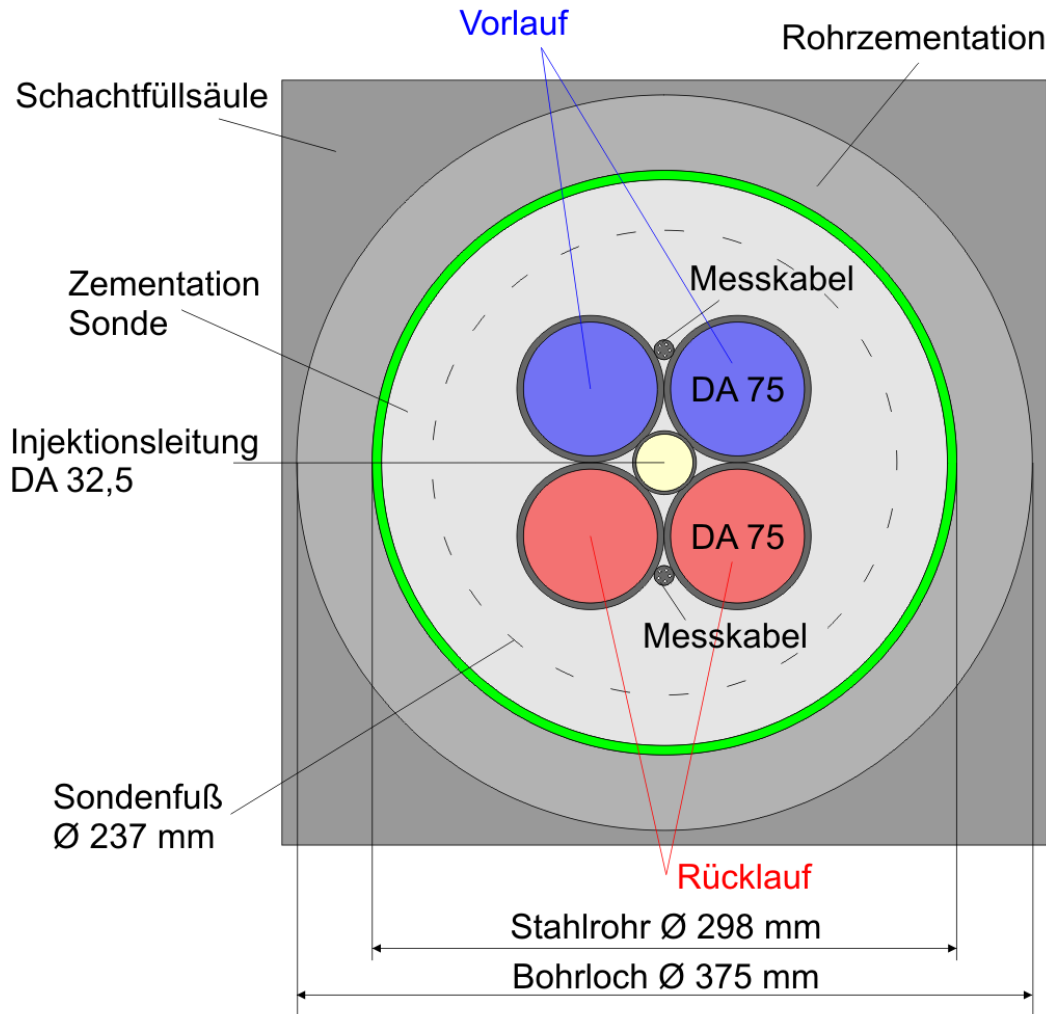
Gassper-
tool



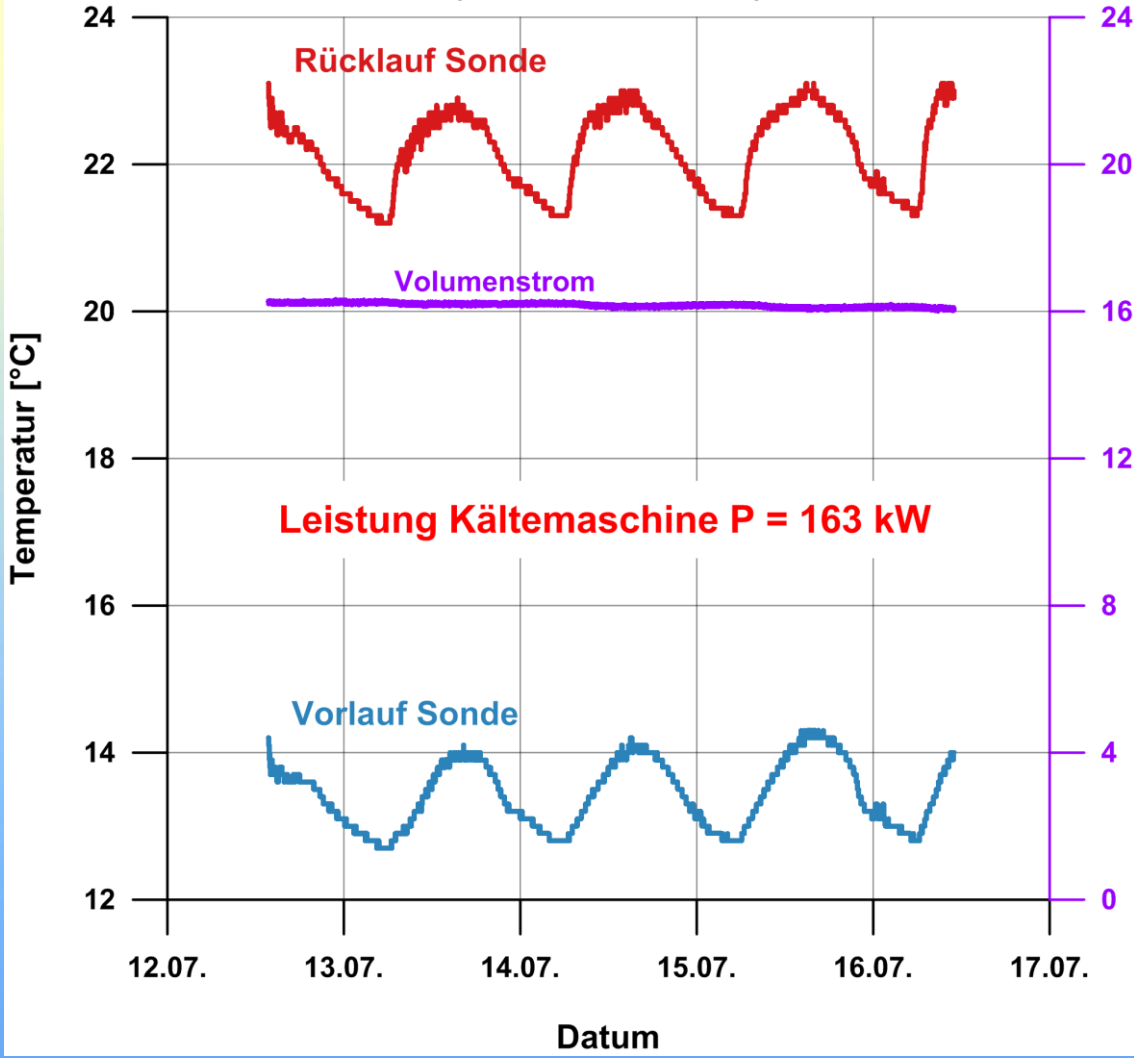


- **Sondentyp:** DA75 Doppel-U-Rohrsonde
- **Länge:** 860 m
- **Gewicht:** 5.200 kg (leer)
15.000 kg (gefüllt)
- **Verankerung:** Verpressung in Füllsäule
bis 150 m Teufe
(Stüwa Press F10)
- **T-Messung:** Glasfaser-Kabel,
Endlosschleife 1.720 m
auf „Kalt“- und „Warm“-Seite

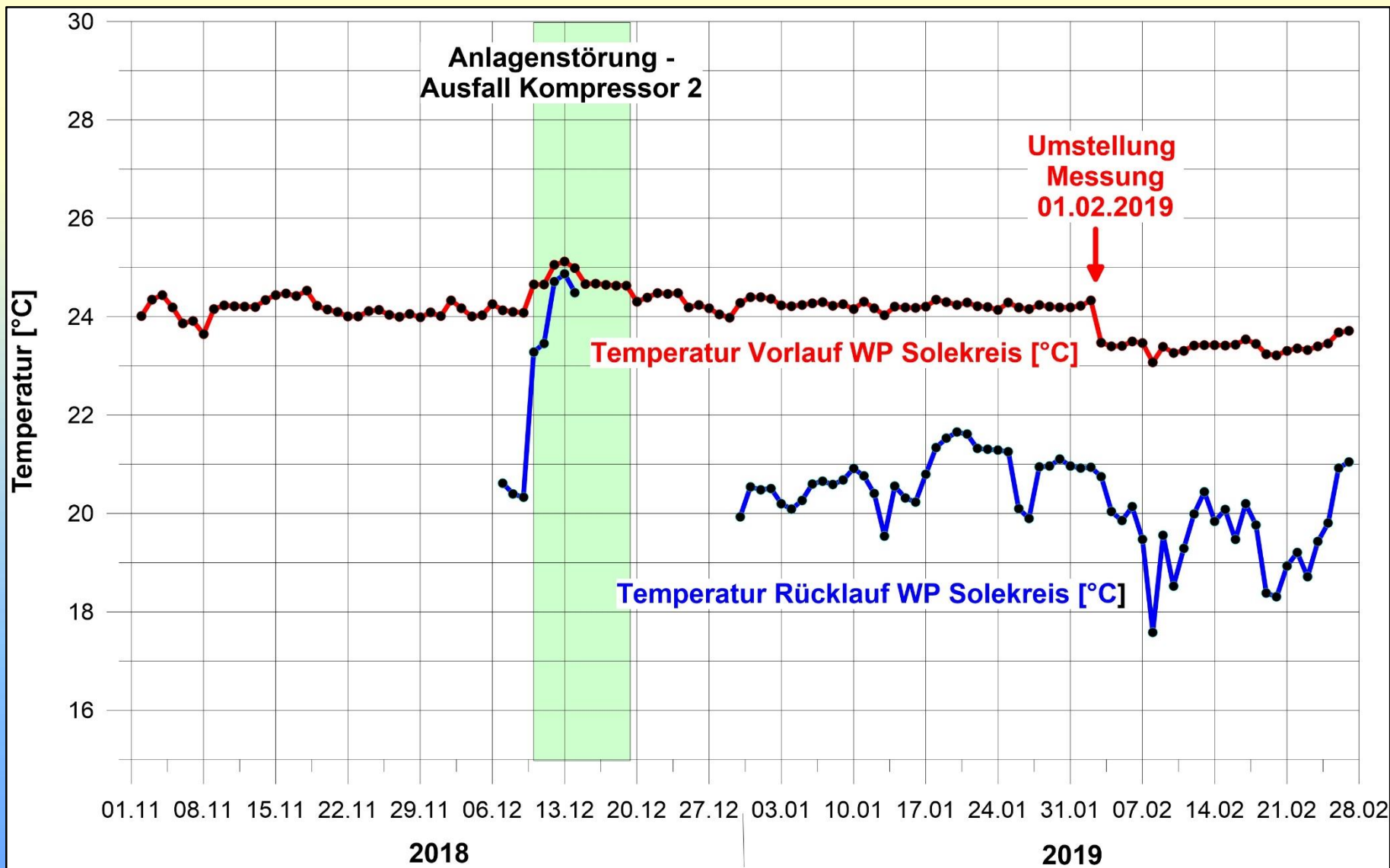


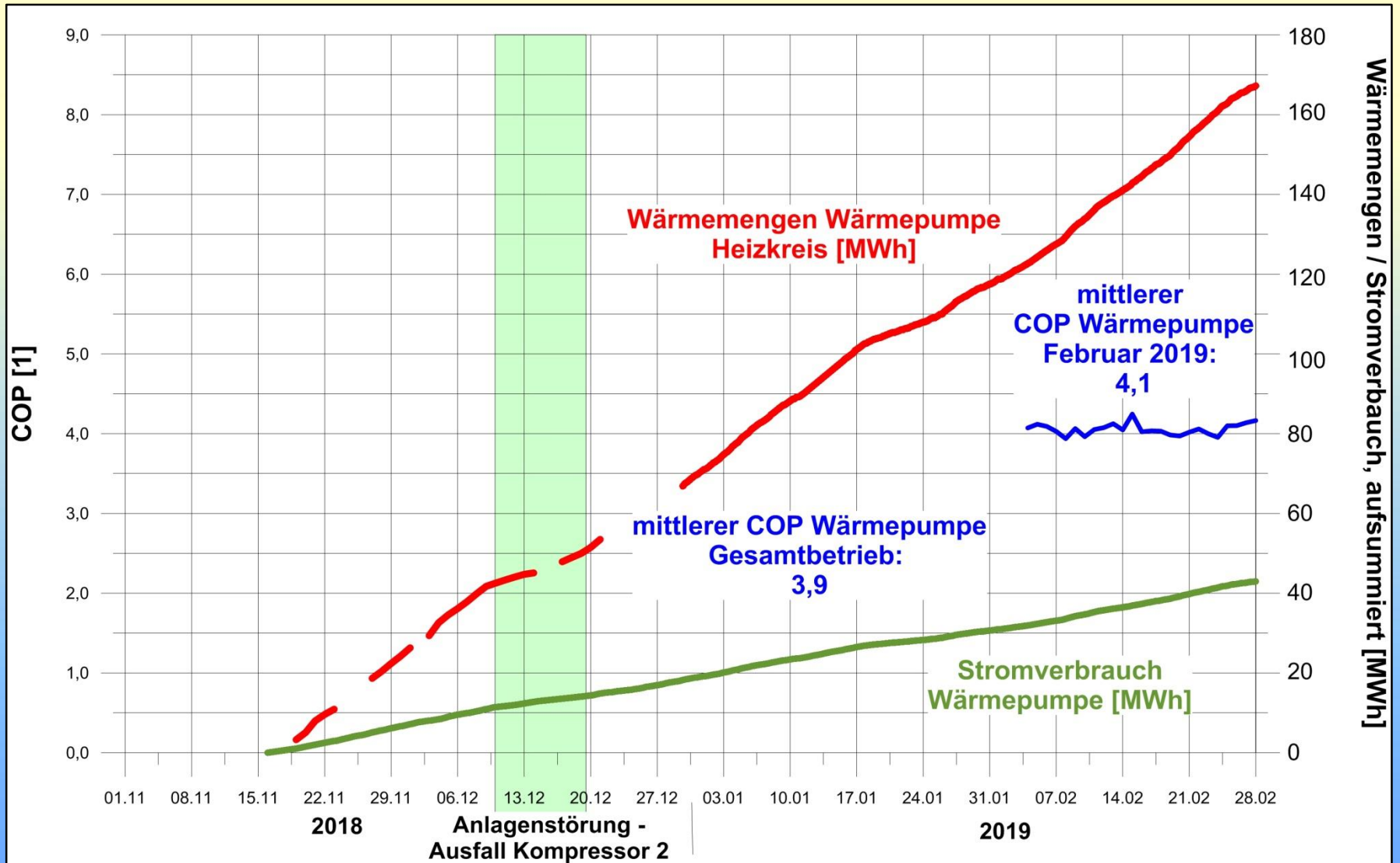


Thermal Response Test Energeticon (12.07. - 16.07.2018)

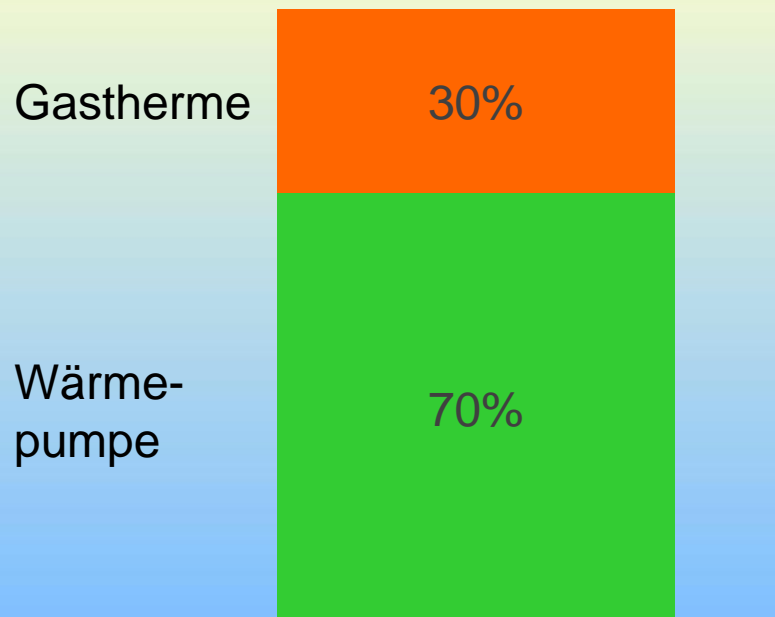


Vor- und Rücklauftemperaturen Wärmepumpe - Detail Solekreis





Der gesamte Wärmebedarf von 240 MWh* wurde gedeckt durch:



*(zwischen 16. Nov. 2018 und 28. Feb. 2019)

CO₂-Einsparung durch die Verwendung der Wärmepumpe:

ca. **35 %**

Wirtschaftlichkeit abhängig von:

- **Gastarif**
- **Stromtarif****

** (Stromverbrauch der Wärmepumpe: 43 MWh)

Quantifizierung der thermischen und hydrodynamischen Vorgänge bei der Nutzung des Erdwärmepotenzials von gefluteten Bergbauschächten.

Förderung durch die Stiftung „Forum Bergbau und Wasser“

Zielsetzung: Räumliche Erfassung der Temperaturentwicklung im Schacht:

- Auswertung der Betriebsdaten**
- Einbau von weiteren Glasfaserkabel (Pegelleitung)**
- Durchführung eines Strömungsversuches**
- Modellrechnungen zur Erfassung des thermischen Systems und der Strömungsverhältnisse in einem offenen Schacht**

Beispiel für den Zusammenhang zwischen DTS-Messung und Betriebsereignissen

- Wiederanstieg der DTS Temperaturen nach Ausschalten der Wärmepumpe
- Nach einer Woche ca. 1 °C wärmer

Temperatur nach Heizbetrieb

1 Tag nach Betriebsunterbrechung

2 Tage nach Betriebsunterbrechung

1 Woche nach Betriebsunterbrechung

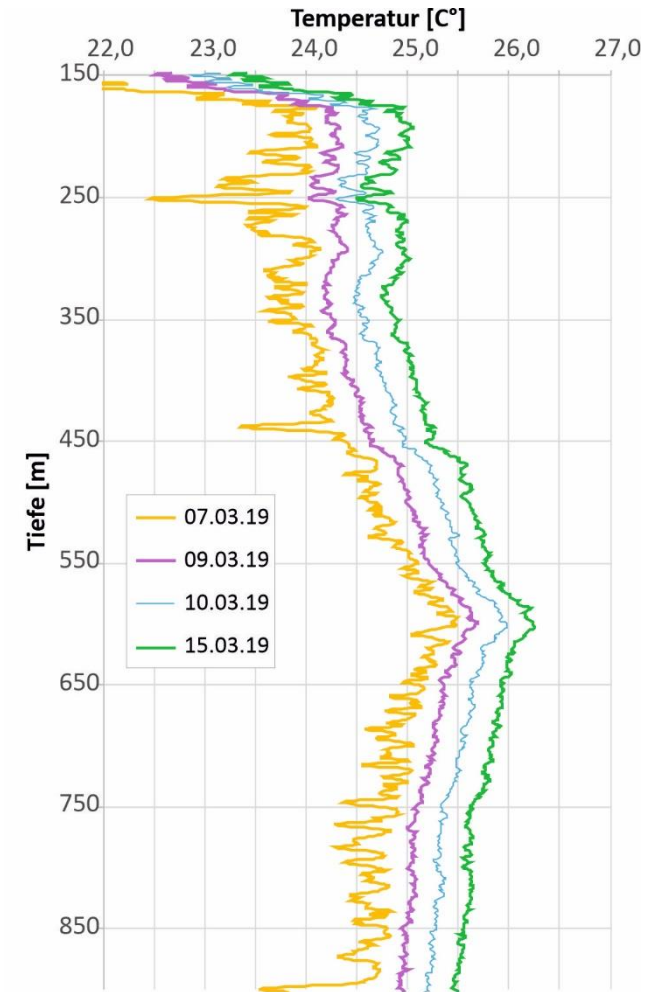
Temperaturanstieg

(gemittelt für 170m -900m) um:

0,39 °C nach einem Tag

0,69 °C nach zwei Tagen

0,97 °C nach einer Woche



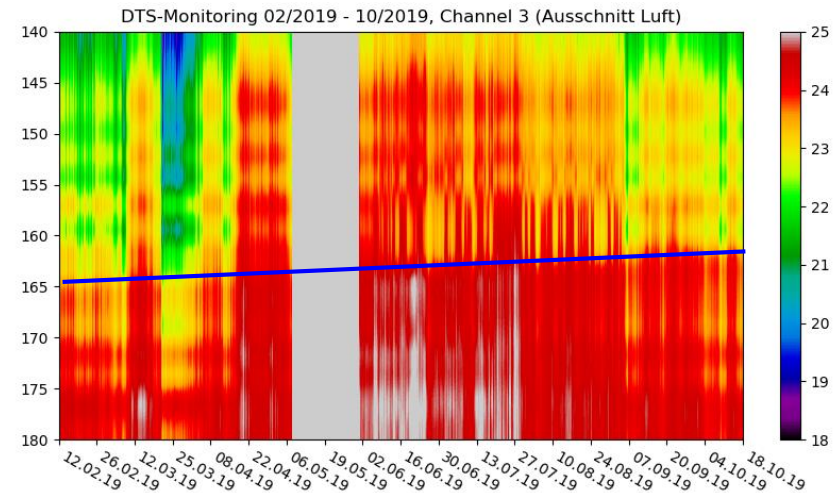
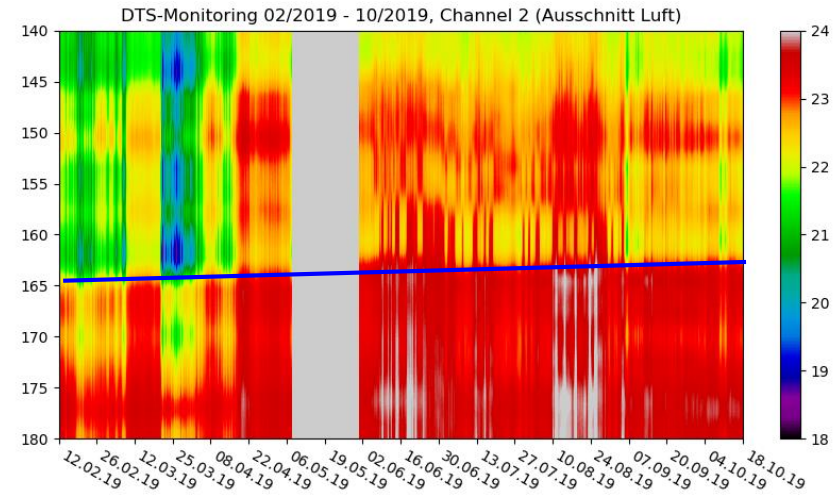
Bearbeitet durch Geophysica Beratungsgesellschaft mbH

Grubenwasseranstieg Tiefenbereich 140 m -180 m

Temperatursprung als Indikator für den
Grubenwasserpegel

Februar: ~ 164,7 m unter Sondenkopf
Oktober: ~ 162,3 m unter Sondenkopf

**ca. 2-2,5 m Anstieg in 8 Monaten
-> 3-3,8 m / Jahr**



Bearbeitet durch Geophysica Beratungsgesellschaft mbH

Sonde, Schacht und Schachtumgebung wurden in einem vereinfachten numerischen Modell abgebildet

Modellaufbau:

50 m x 50 m x 940 m

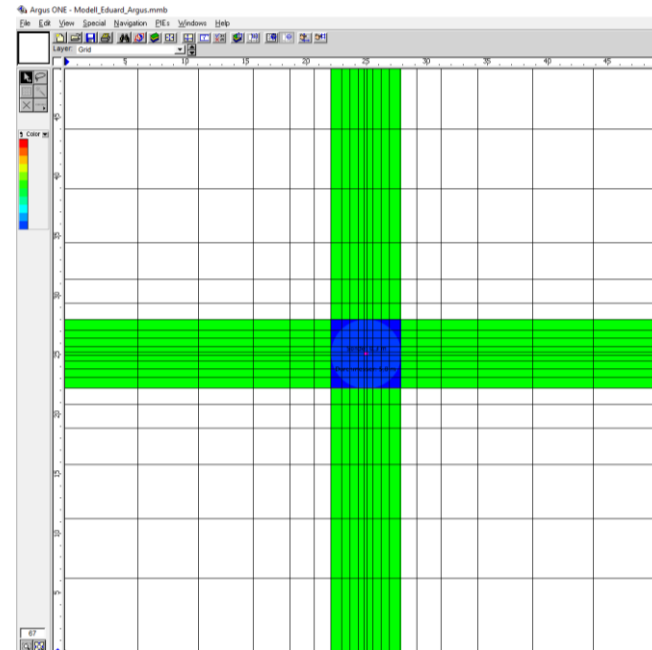
Schacht: 5,8 m Kantenlänge

Sondenzelle: 0,3 m Kantenlänge

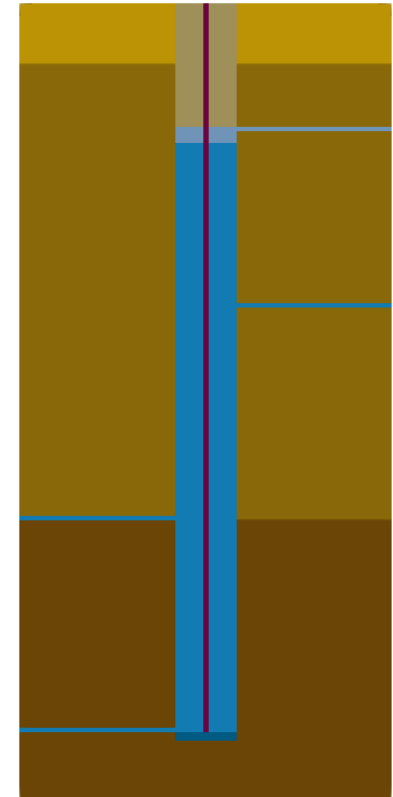
Kantenlänge x/y-Richtung: 0,3 – 6,14 m

Zellhöhe: 2 m

Sohlen als separate Modelleinheiten geöffnet nach Bergwerksplan

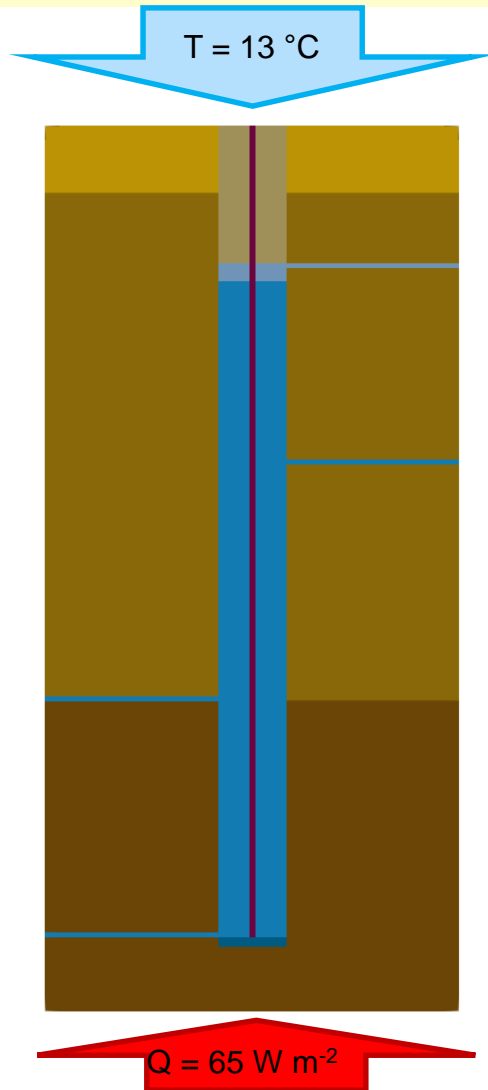


Aufsicht



West-Ost-Schnitt

Bearbeitet durch Geophysica Beratungsgesellschaft mbH

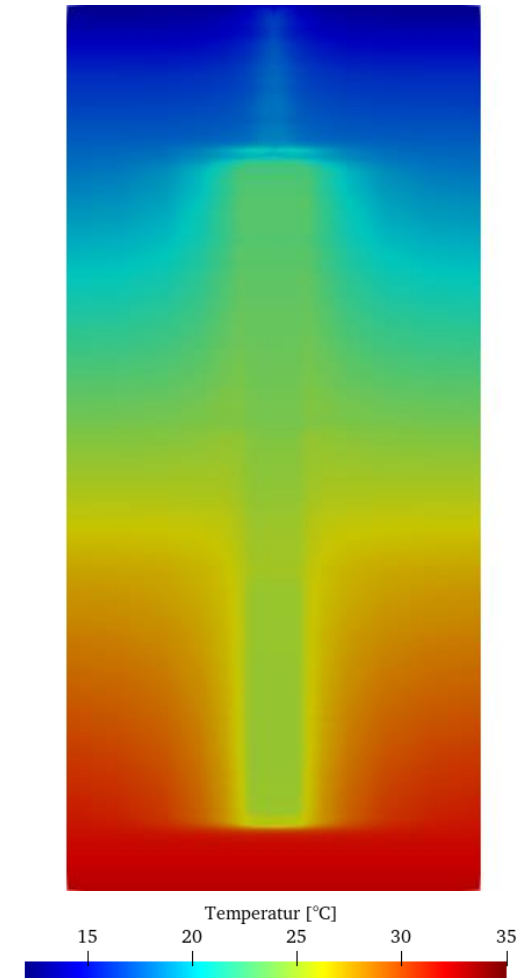


Konstante Rahmenbedingungen
 Temperatur an GOK: 13 °C
 Basaler Wärmestrom = 65 W m⁻²

Gebirge in drei Einheiten mit
 unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit

Modell Input-Daten für den Betrieb:
 Messdaten aus dem TRT-Monitoring
 Fluidtemperatur im Sondenvorlauf
 Durchflussrate

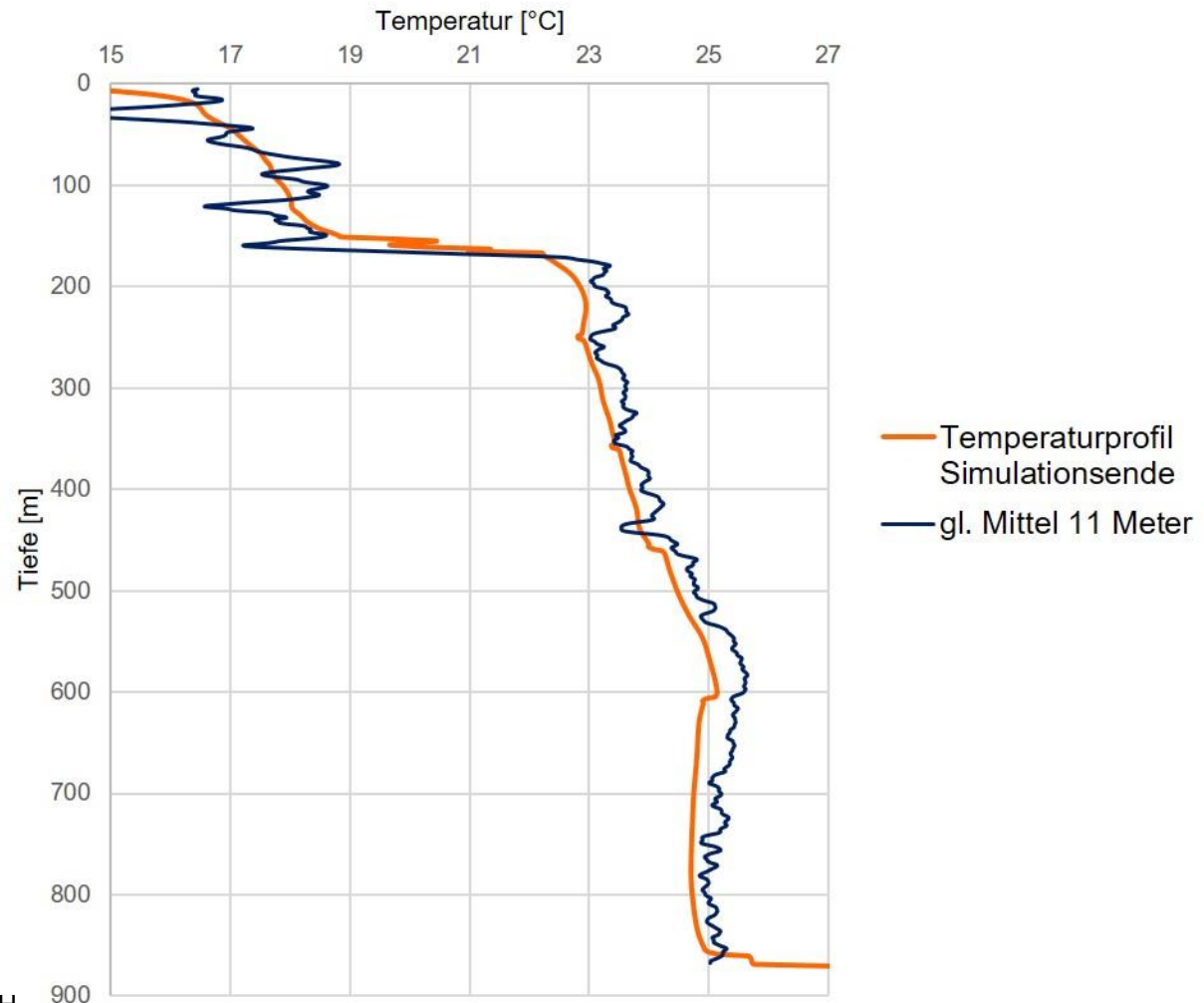
Temperaturprofil nach
 TRT-Simulation



Vergleich Ergebnis mit Zielgröße

Der simulierte Temperaturverlauf zeichnet den Tiefenverlauf der gemessenen Temperatur nach.

Das heißt, dass die Modellparametrisierung mit „scheinbaren“ Wärmeleitfähigkeiten die realen Bedingungen weitgehend reproduziert.



- **Mit Grubenwasser erfüllte Schächte bieten Vorteile für eine geothermische Nutzung (u.s. Temperaturniveau, Grubenwasserströmung, Wärmenachschub)**
- **Der Einbau der Erdwärmesonde in einem offenen Schacht ist technisch anspruchsvoll (u.a. Auftrieb)**
- **Grubenwassergeothermie kann einen Beitrag zur Grundlastversorgung liefern (keine Spitzenlast)**
- **Mit dem Modell SHEMAT können die realen Bedingungen (Messergebnisse) entsprechend reproduziert werden**