

# Geothermal-Response-Test und einjähriger Testbetrieb an einem mitteltiefen Erdwärmesondenspeicher

Ingo Sass, Matthias Krusemark, Lukas Seib, Claire Bossennec, Clemens Lehr



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



Graduate School of  
**Energy Science  
and Engineering**



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

FKZ: 03EE4030A

**ANGER**  
seit 1863

**Handke  
Brunnenbau**  
Die Spezialisten für  
Tiefenbohrungen  
\*Spezialbohrung \*Tiefenbohrung \*Tiefenbohrung  
\*Tiefenbohrung \*Tiefenbohrung

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

**STEP  
OILTOOLS**

**IAG** Leibniz-Institut für  
Angewandte Geophysik

**HLNUG**

Für eine lebenswerte Zukunft

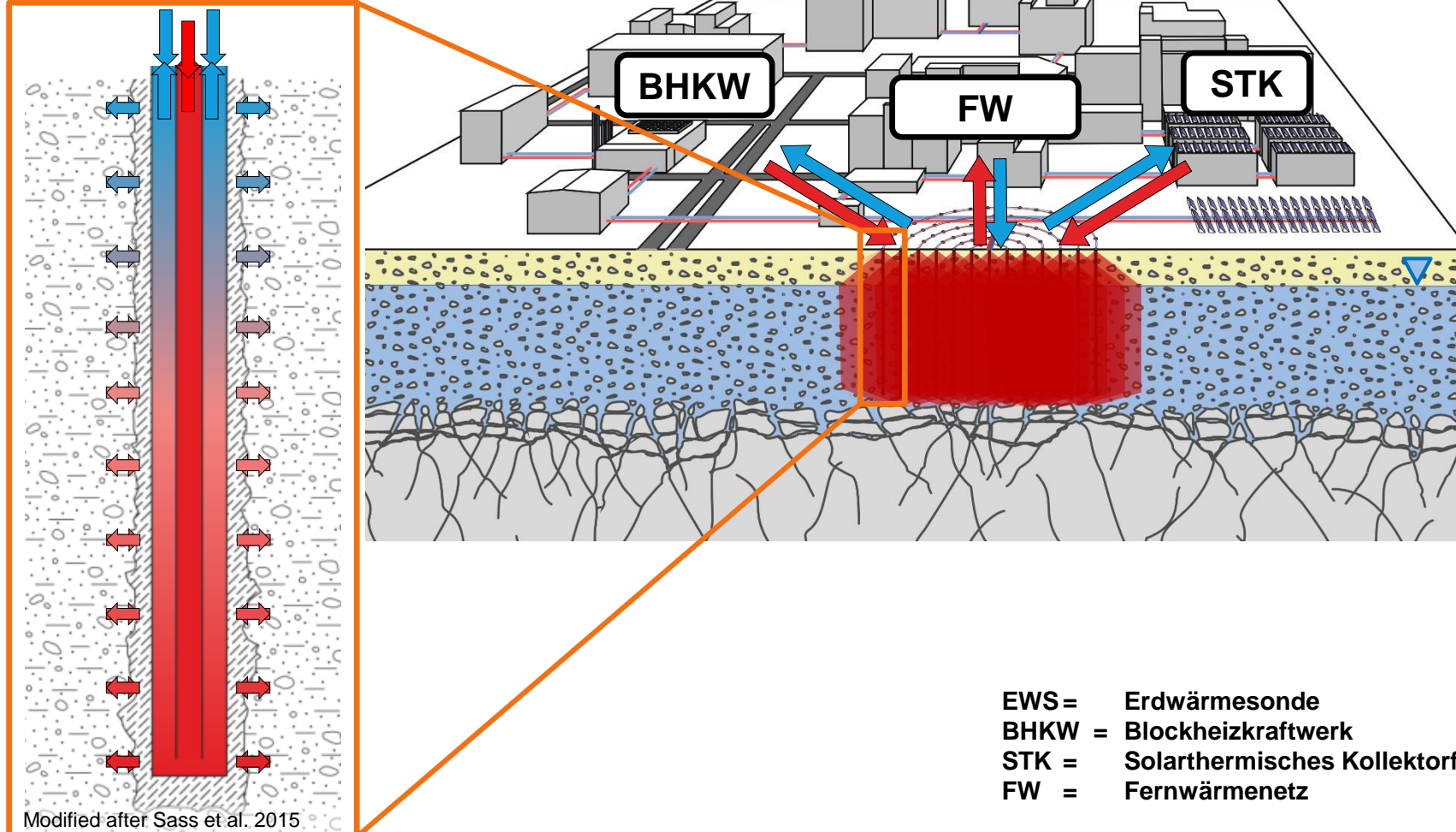
**LUNA**

**FRANK**

**HEIDELBERGCEMENT**

# Konzept – Erdwärmesondenspeicher

Sommerbetrieb  
Winterbetrieb



Modified after Sass et al. 2015

- EWS = Erdwärmesonde
- BHKW = Blockheizkraftwerk
- STK = Solarthermisches Kollektorfeld
- FW = Fernwärmenetz

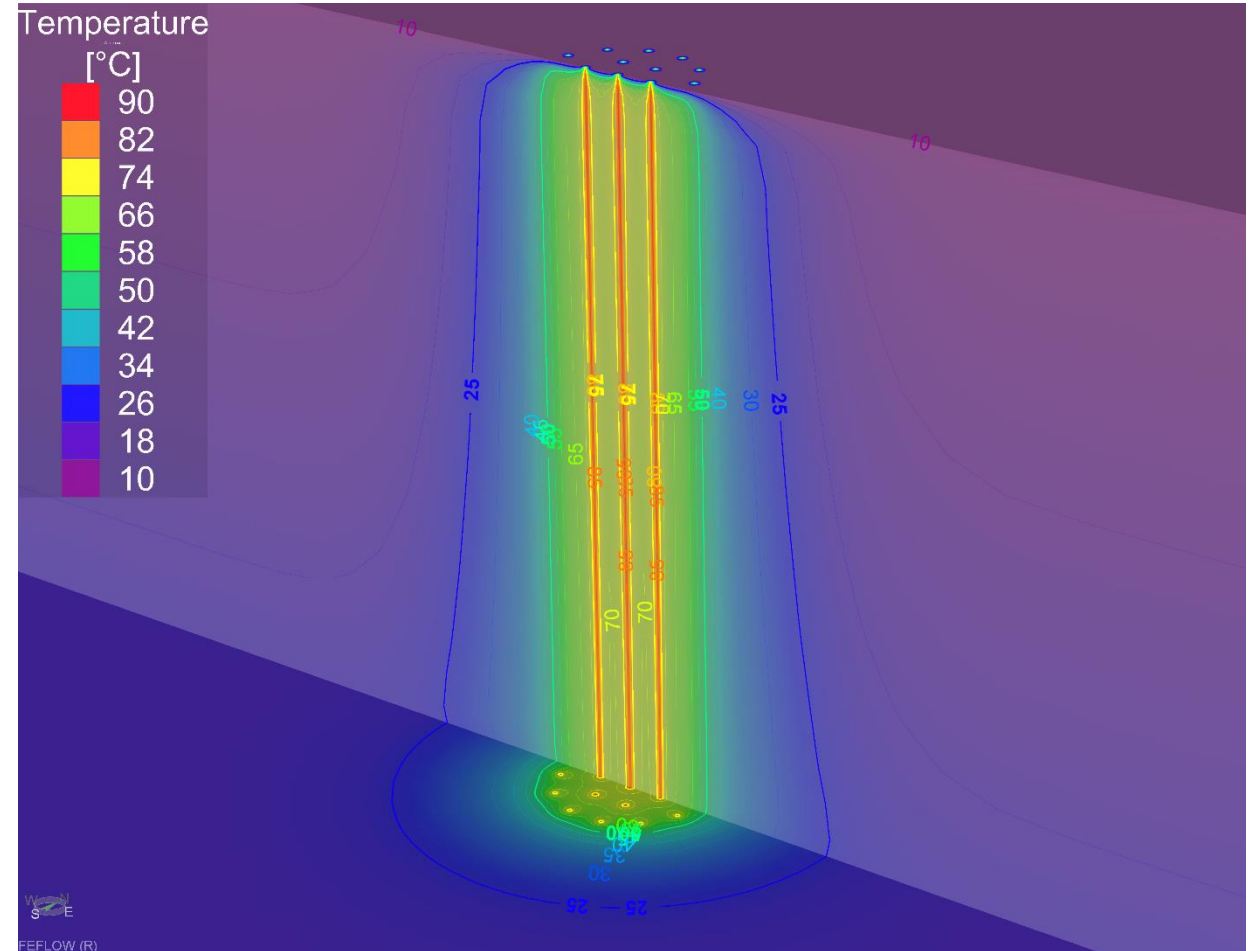
# Ergebnisse der theoretischen Vorstudien zu MD-BTES

- MD-BTES eignen sich für die saisonale Hochtemperatur-Wärmespeicherung ( $\leq 110$  °C)
- MD-BTES verringern die thermischen Auswirkungen auf oberflächennahe Grundwasserleiter erheblich
- MD-BTES sind kosteneffizient und können Treibhausgasemissionen erheblich reduzieren

## Forschungs- und Demonstrationsbedarf

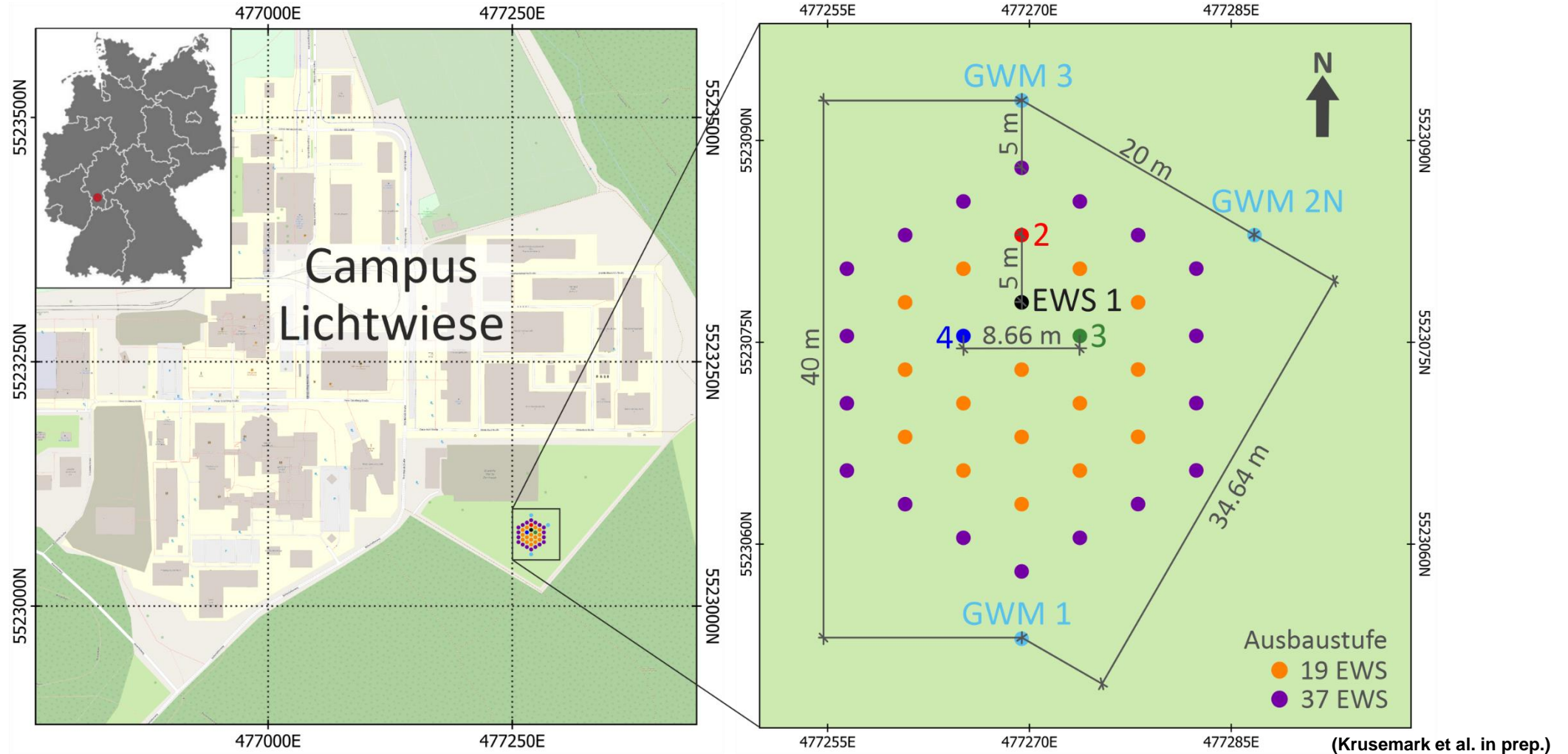
- Nachweis zur technischen Machbarkeit ist noch nicht erbracht
- Bemessungskennwerte sind im Experiment zu ermitteln

➔ **Forschungsprojekt SKEWS (Saisonal Kristalliner Erdwärmesondenspeicher)**



Numerisches Modell eines Erdwärmesondenspeichers

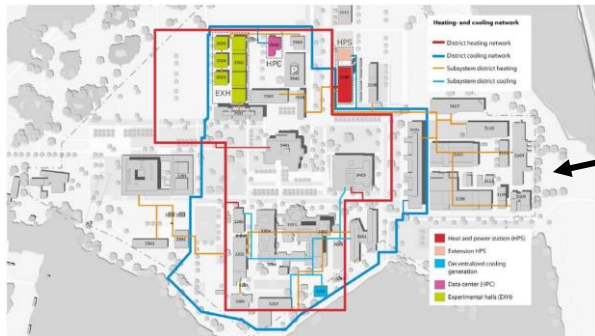
# SKEWS – Projektstandort am Campus Lichtwiese in Darmstadt



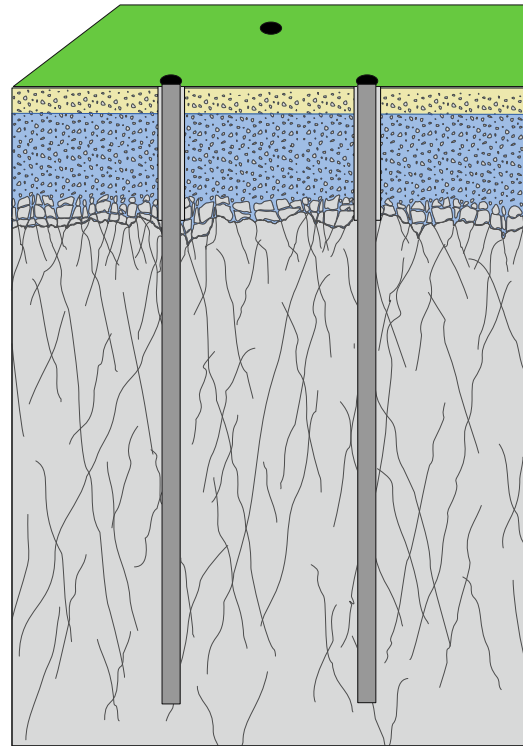
# SKEWS – Projektziele



Standort



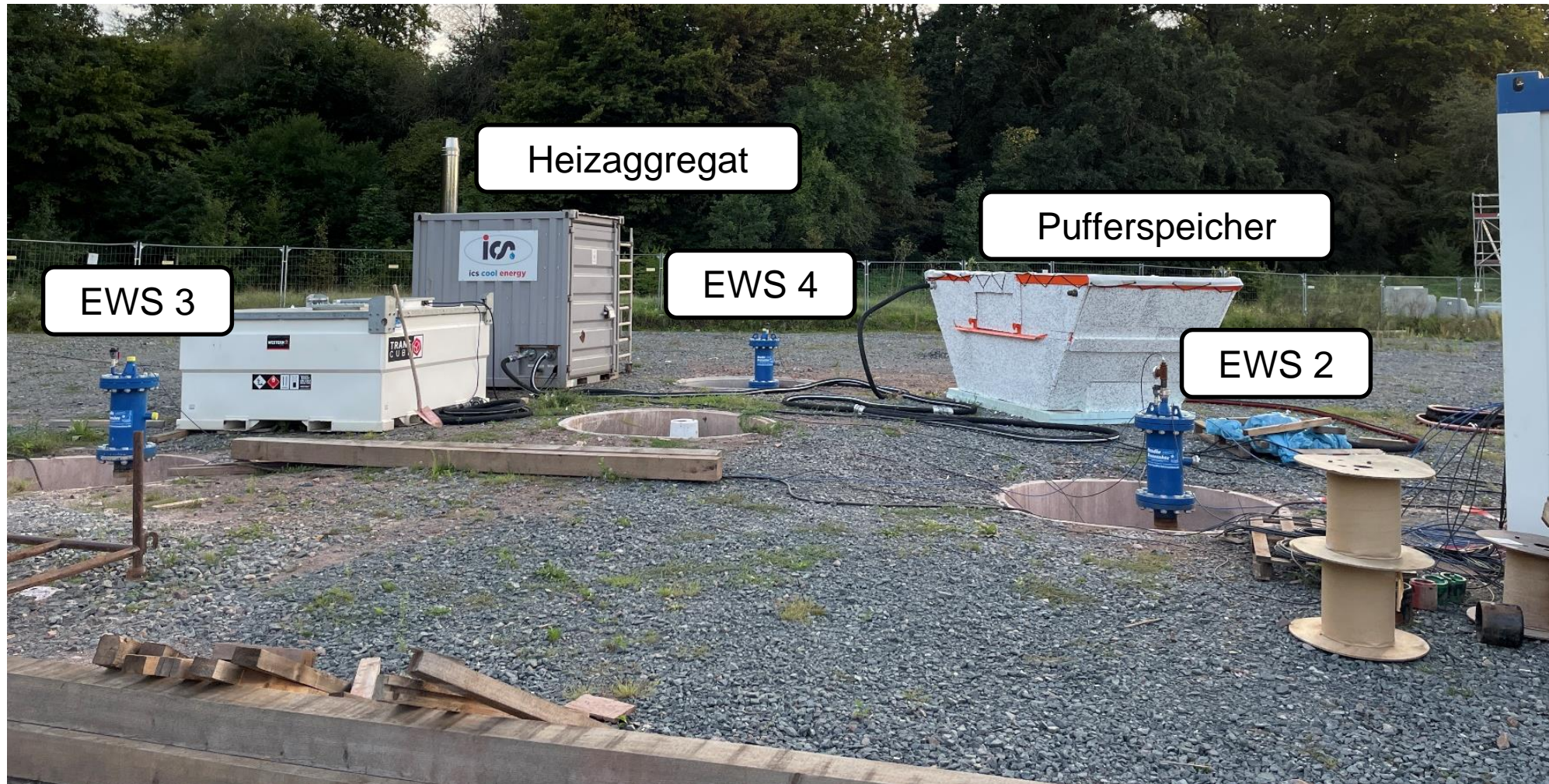
Fernwärmenetz



Mitteltiefe Erdwärmesonden

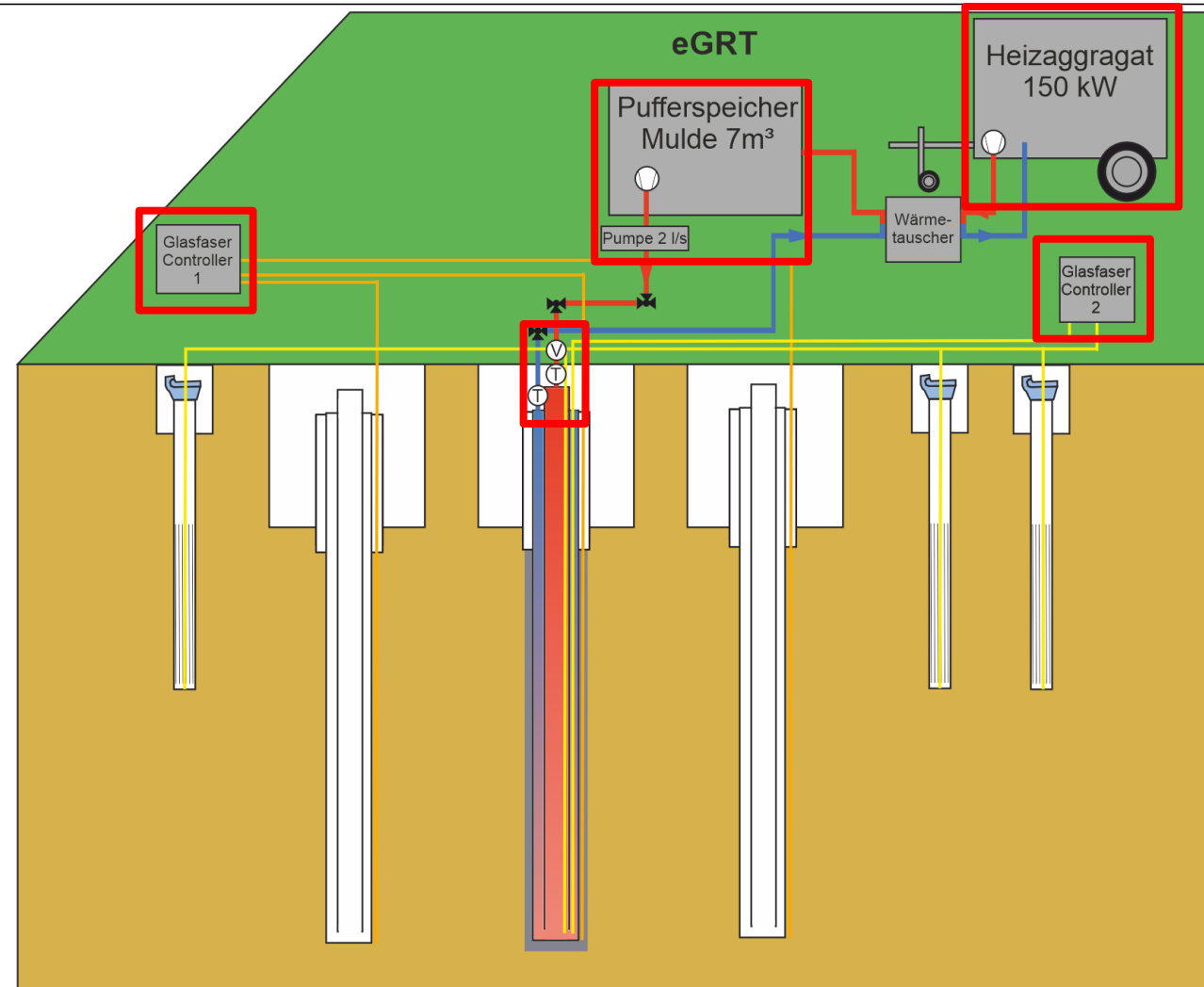
- **Bau eines mitteltiefen Erdwärmespeichers als Demonstrator im technischen Maßstab (drei 750 m tiefe EWS, axialer Bohrabstand 8,7 m)**
- **Experimentelle Charakterisierung des Betriebs von MD-BTES**
- **Validierung und Kalibrierung von numerischen Modellen anhand realer Messdaten**
- **Wirtschaftlichkeits- und Emissionsvorhersage für die Planung von hochskalierten Anlagen**
- **Evaluierung der Integration der MD-BTES in das Energiekonzept der TU Darmstadt**

# SKEWS – Versuchsaufbau



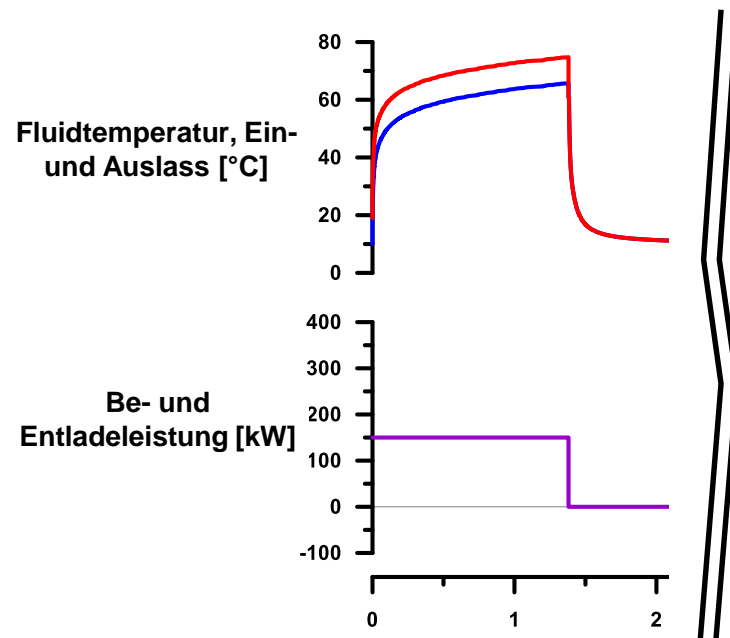
# Distributed Geothermal Response Test – ab September 2023

- Tiefenaufgelöste Bestimmung der thermischen Eigenschaften der Erdwärmesonde und des Gebirges
- Definierte Aufheizung einer Erdwärmesonde mit Warmwasser
- Temperatur Monitoring mit Glasfaserkabeln und Temperatursensoren
- Durchflussmessung am Sondenkopf



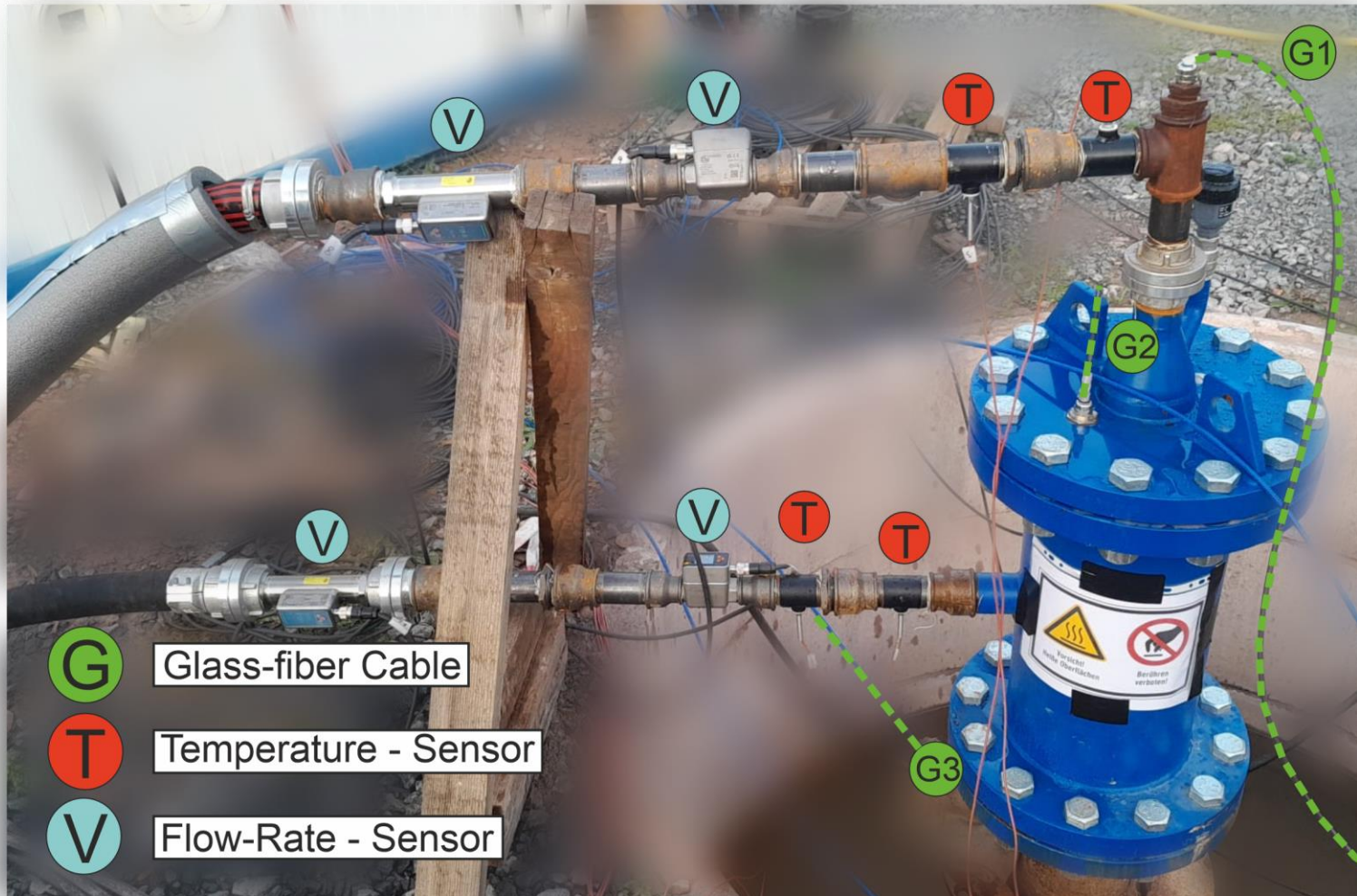
# Konzept dGRT

distributed Geothermal  
Response Test





# Versuchsaufbau EWS 2 für dGRT



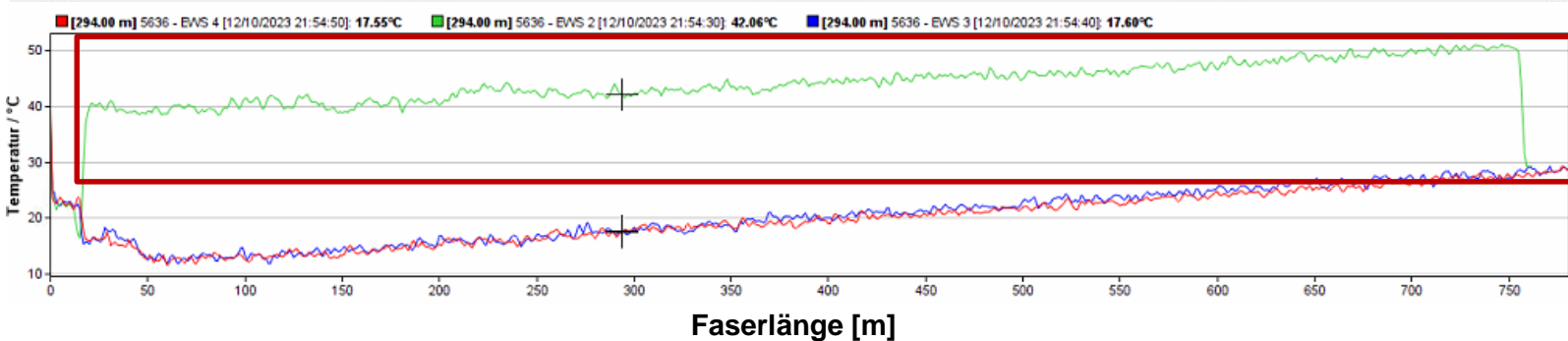
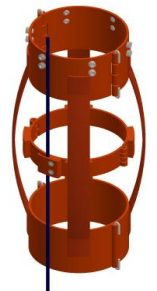
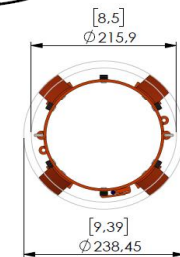
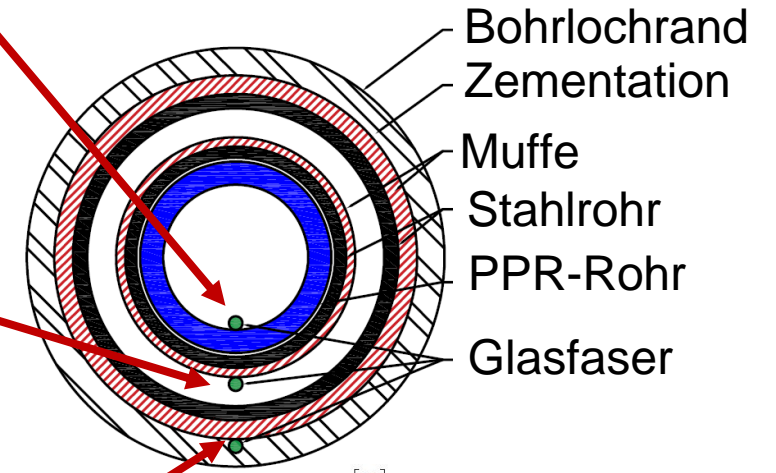
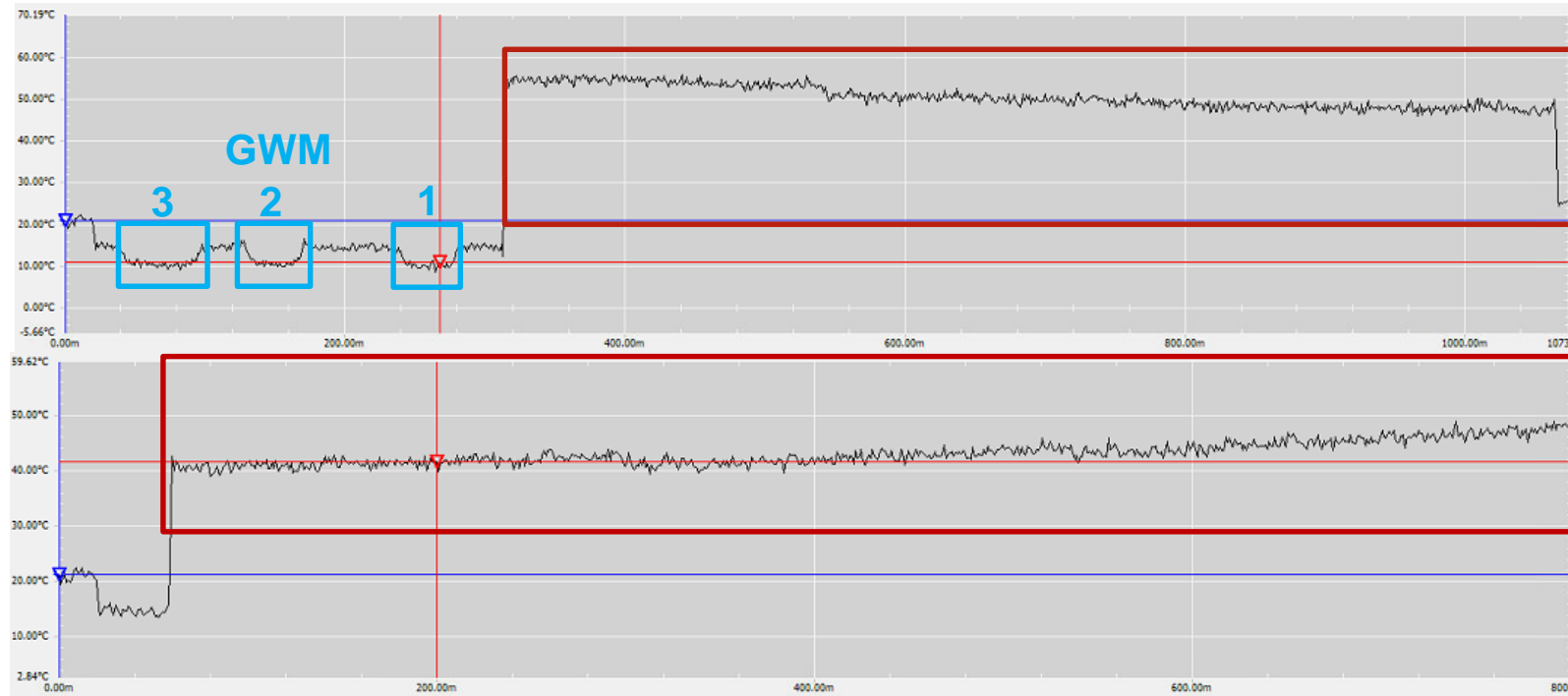
## Durchflusssensor



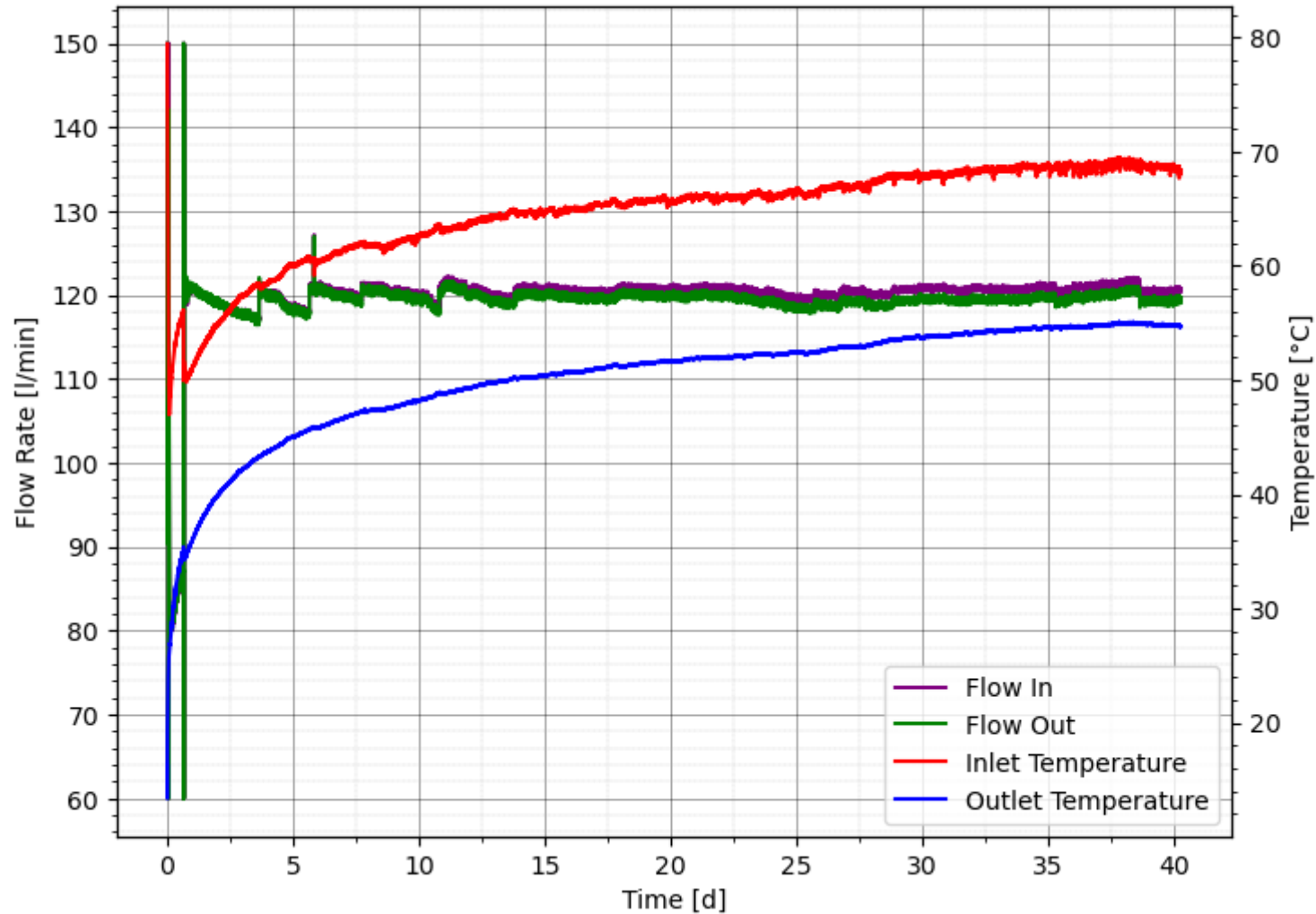
## Temperatursensor



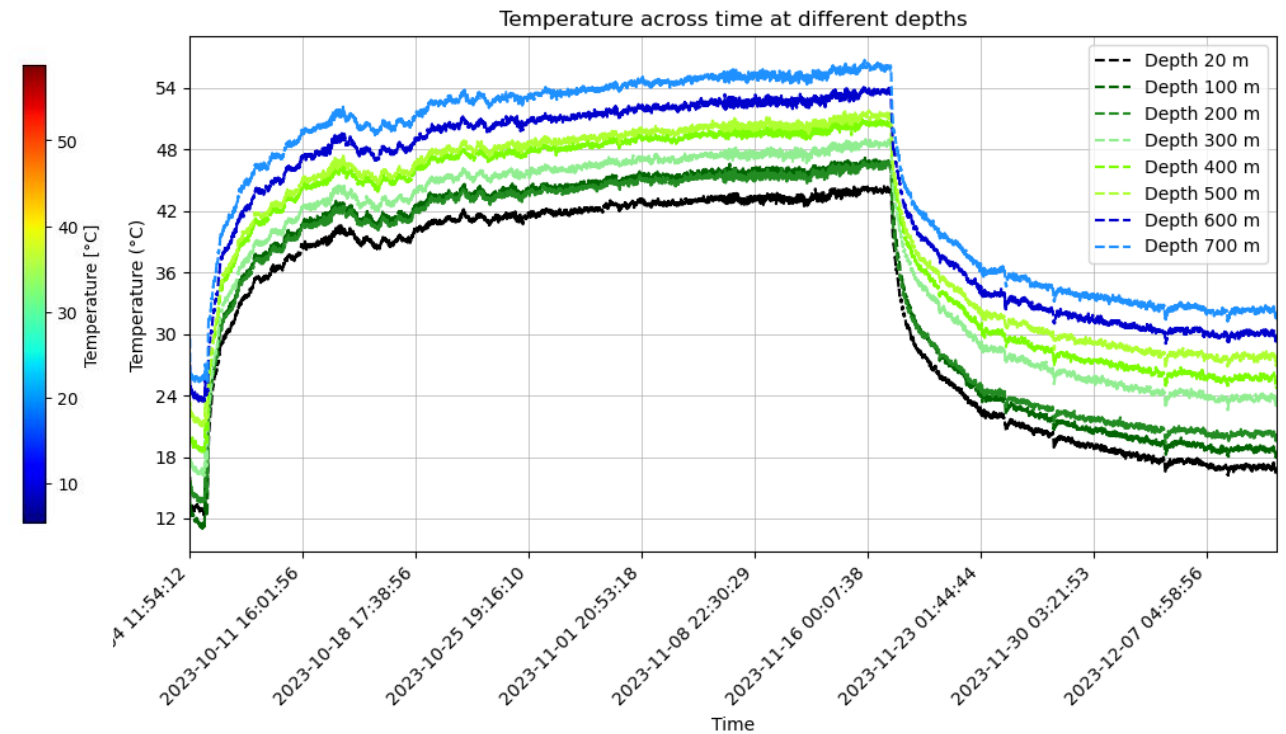
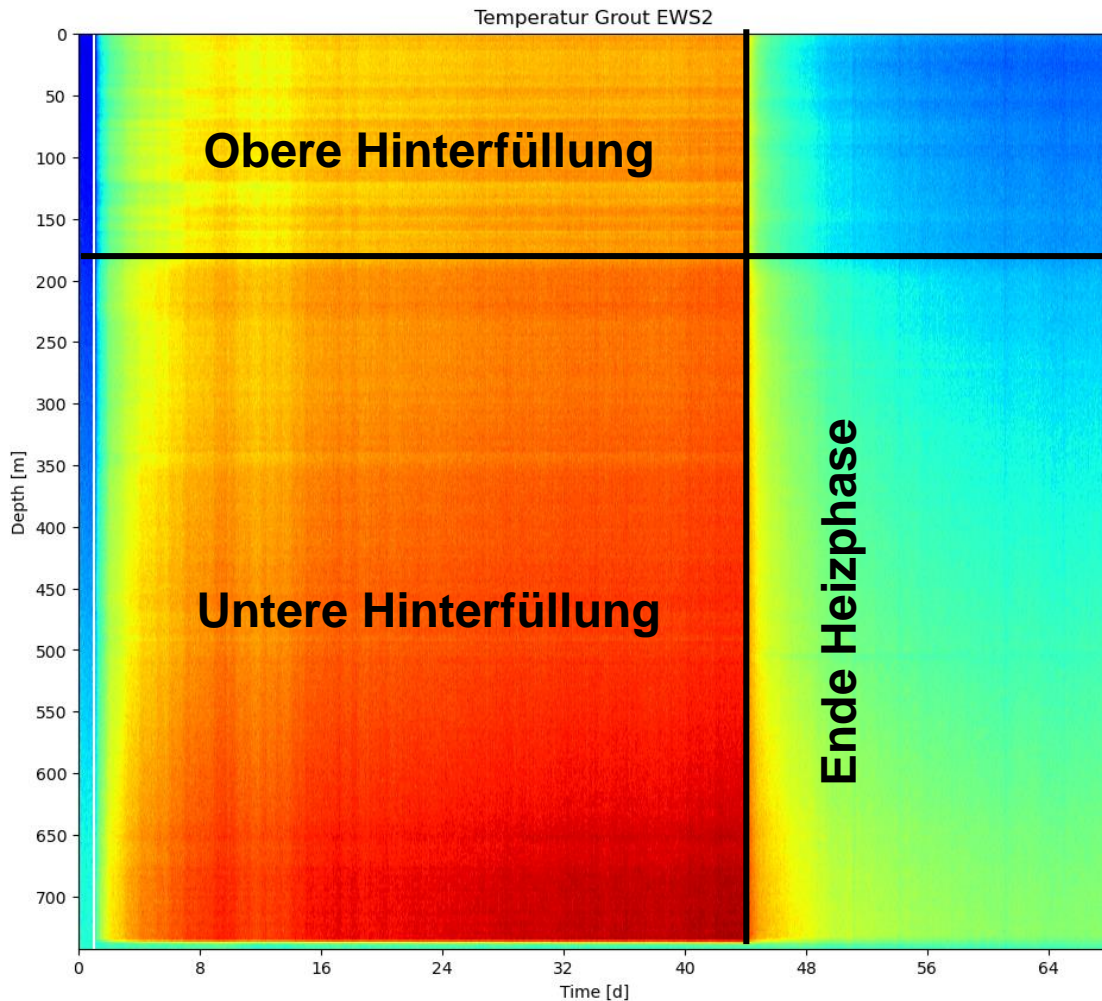
# Position Glasfasermessung



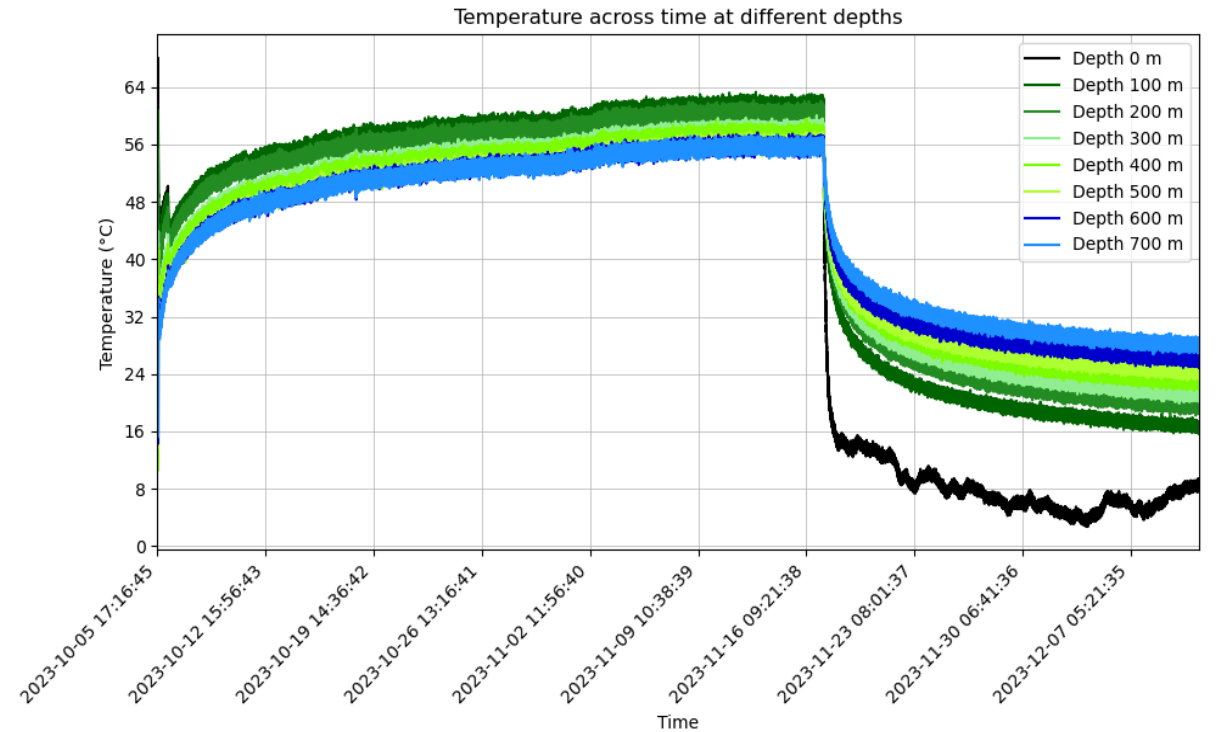
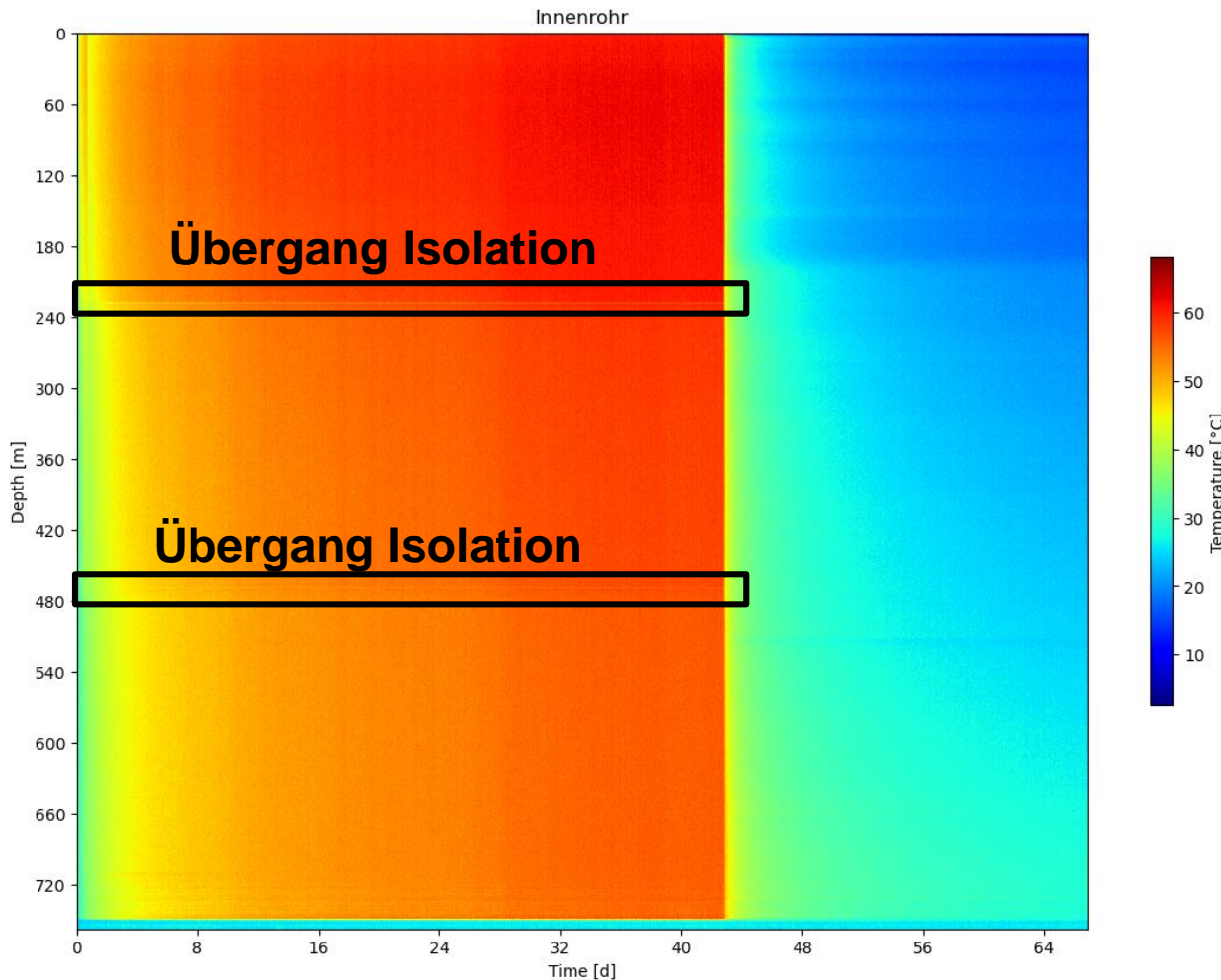
# Einlass- und Auslasstemperatur, Volumenstrom



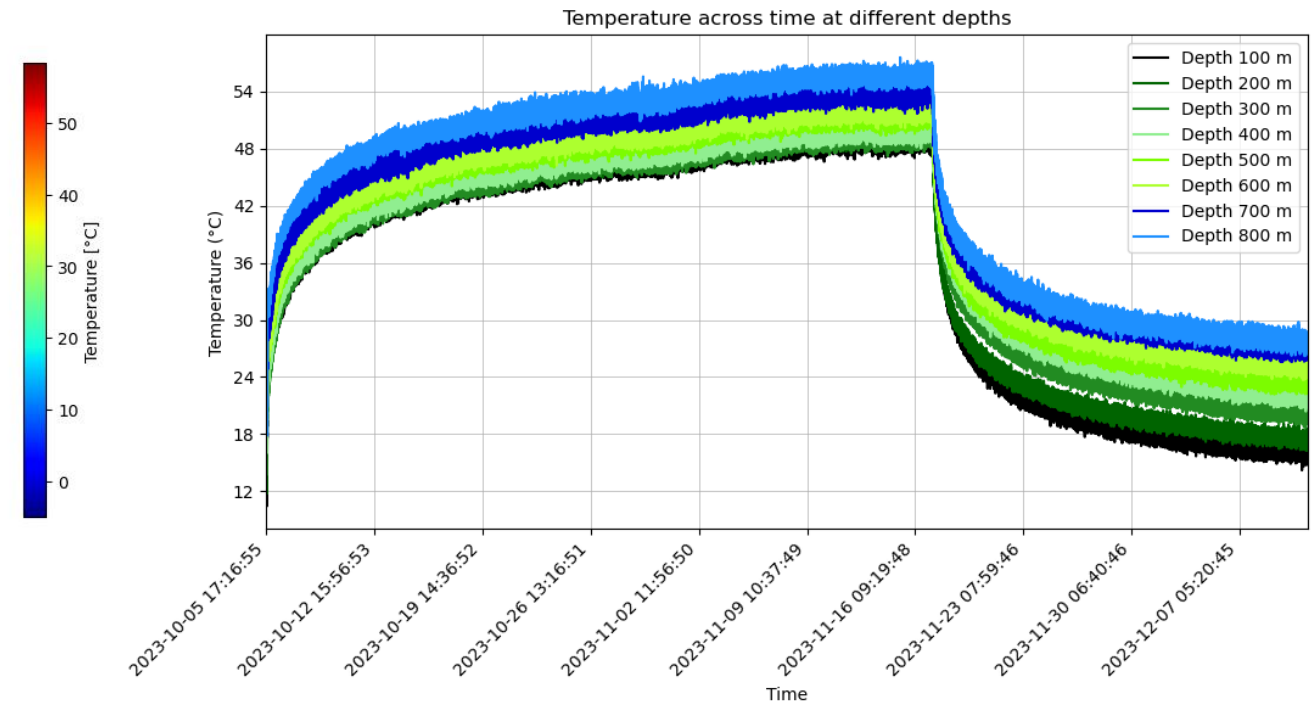
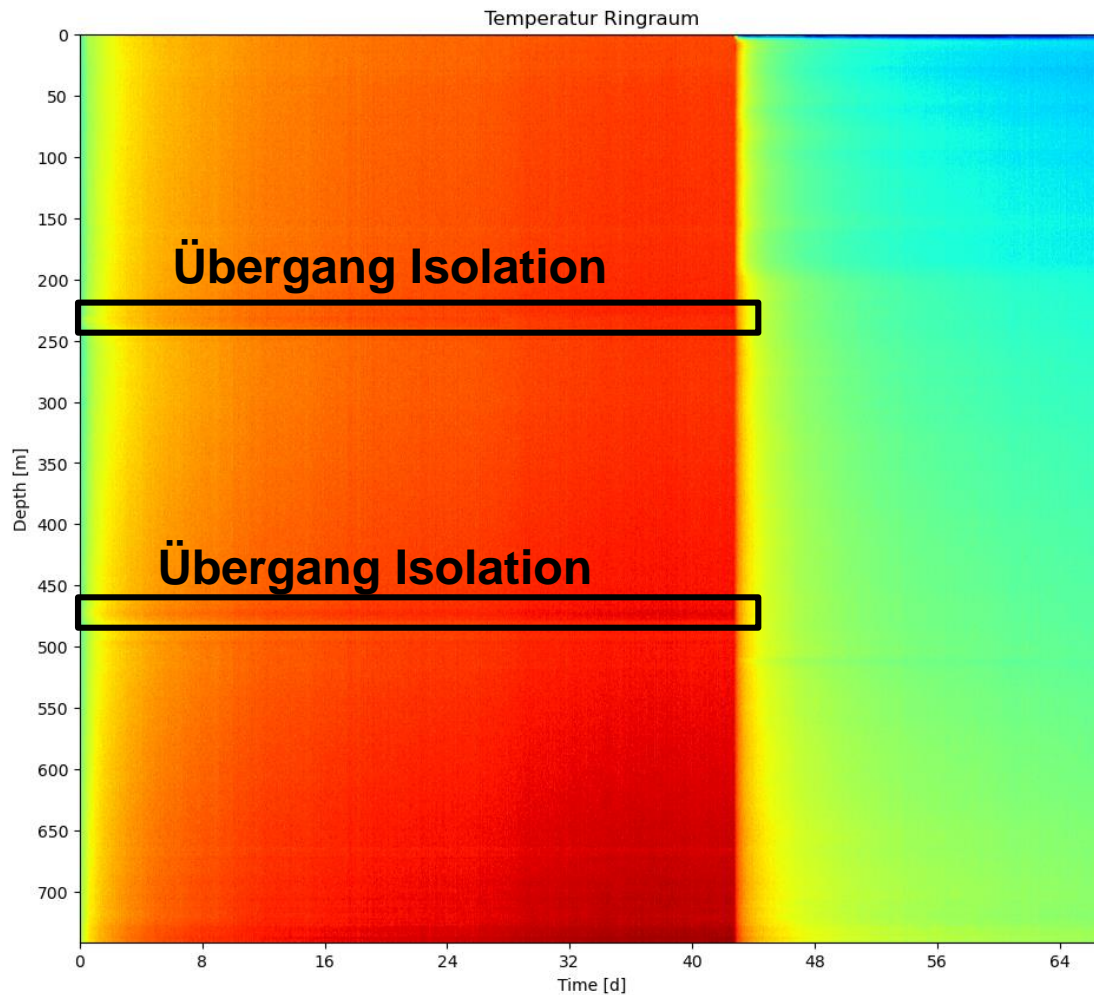
# Temperatur über die gesamte Laufzeit - Hinterfüllung



# Temperatur über die gesamte Laufzeit - Innenrohr



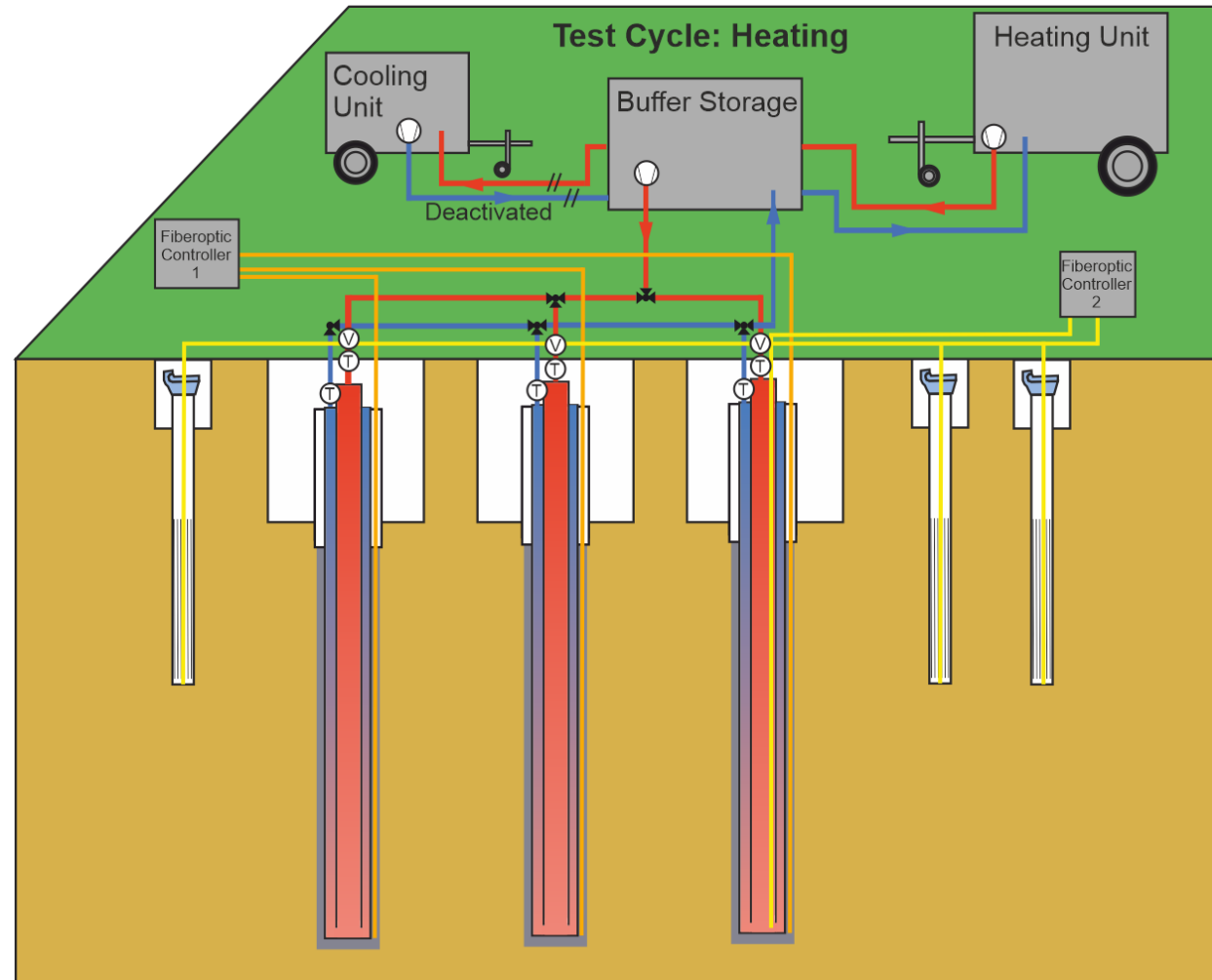
# Temperatur über die gesamte Laufzeit - Ringraum



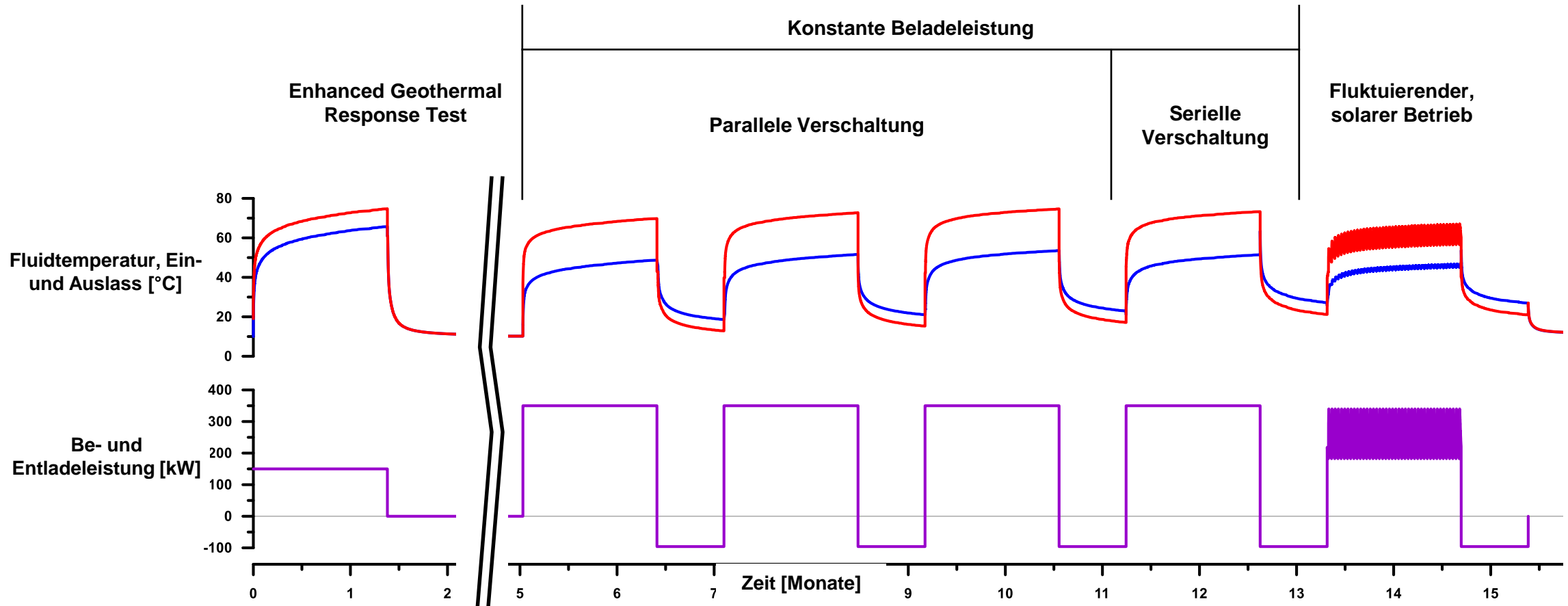
# Konzept für die Testphase: Beginn Februar 2024



- **Definierte Aufheizung des Speichers mit Heizaggregaten**
- **Temperaturmonitoring mit Glasfaserkabeln und Temperatursensoren in den Erdwärmesonden**
- **Temperaturmessung in den Grundwassermessstellen mit Temperaturloggern und Glasfaserkabel**
- **Durchflussmessung am Sondenkopf**



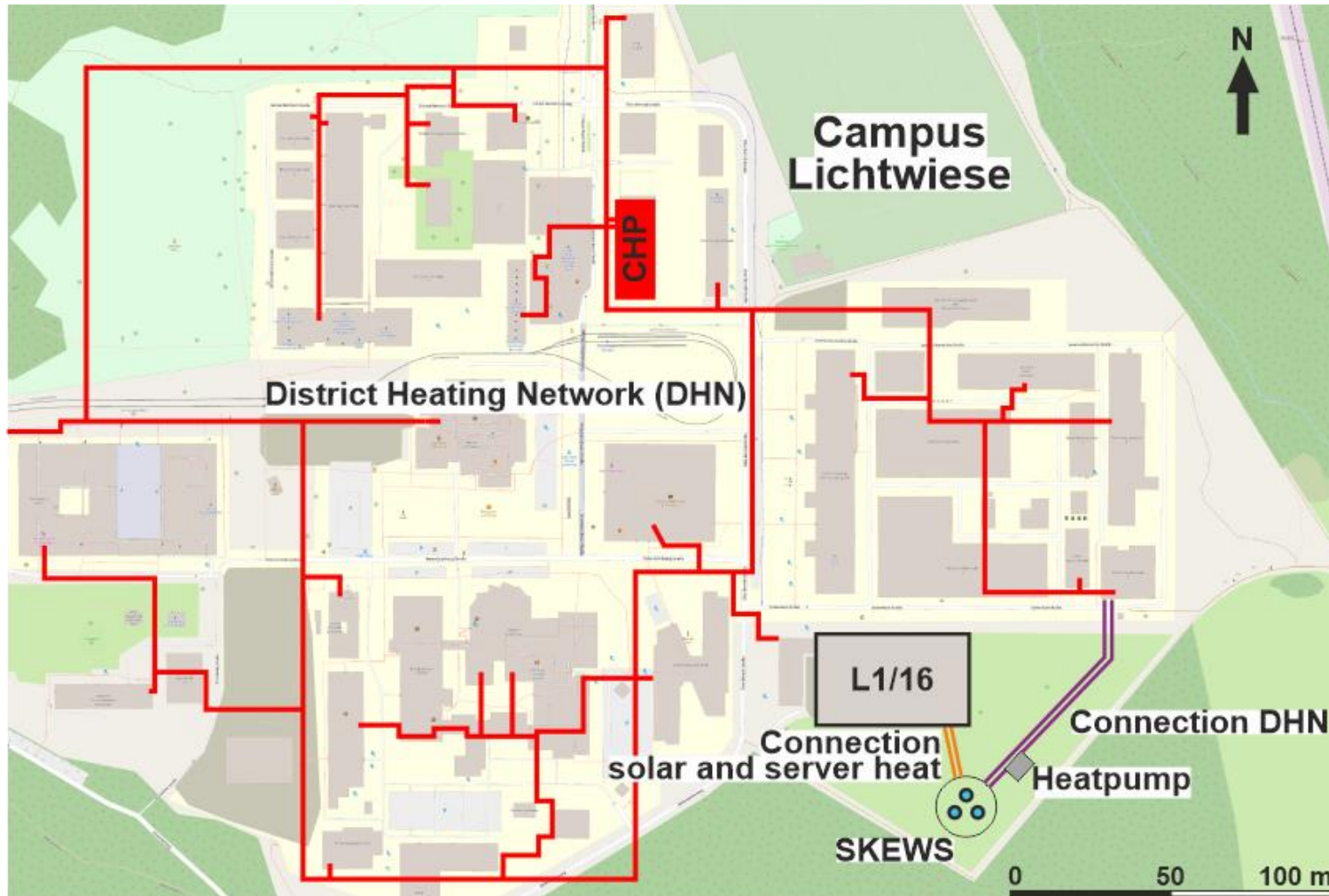
# Konzept für die Testphase





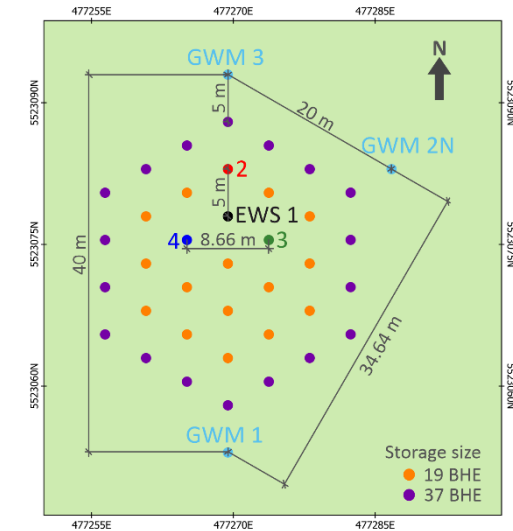
- **Mit dem errichteten mitteltiefen Erdwärmesondenspeicher SKEWS wird die saisonale Hochtemperatur-Wärmespeicherung am Campus Lichtwiese in Darmstadt demonstriert.**
- **Mittels des dGRT können die thermophysikalischen Eigenschaften der coaxialen Erdwärmesonde und des umliegenden Gesteins tiefenaufgelöst dargestellt werden.**
- **Für das gesamte Bohrloch wurde eine gemittelte Wärmeleitfähigkeit von ca.  $3 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$  festgestellt.**
- **Temperaturverluste durch den Einfluss des Grundwassers sowie thermische Brücken innerhalb der Sonde werden derzeit numerisch untersucht.**
- **Durch die drei Grundwassermesstellen können thermische, chemische und biologische Veränderungen über die gesamte Laufzeit der Testphase aufgezeichnet werden.**
- **Die einjährige Testphase soll Aufschluss über die realen Eigenschaften des Speichersystems geben und eine Datenbasis für die numerische Modellierung größerer Systeme liefern.**

# Nachnutzung der Anlage



(Sass et al. 2024)

- Nutzung als Demonstrator für weitere Experimente (Push-It, Eneff-Campus)
- Nutzung der 3 EWS, Anschluss CRA-Gebäude
- Ausbau des Speichers



(Krusemark et al. in prep.)

# Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!

## Förderung früherer und künftiger Forschung zu mitteltiefen Erdwärmesondenspeichern



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## Literatur

- Welsch B (2019): Technical, Economical and Environmental Assessment of Medium Deep Borehole Thermal Energy Storage Systems. Dissertation, TU Darmstadt
- Seib L., Frey M., Bossennec C., Krusemark M., Burschil T., Buness H., Weydt L., Sass, I. (2024): Assessment of a medium-deep borehole thermal energy storage site in the crystalline basement: a case study of the demo site Lichtwiese Campus, Darmstadt. Geothermics, 119
- Sass, I., Krusemark M., Seib L., Bossennec C., Pham T. H., Schedel M., Weydt L., Buness H., Homuth B. (2024): Medium-Deep Borehole Thermal Energy Storage (MD-BTES): from Exploration to District-Heating Grid Connection, Insights from SKEWS and PUSH-IT Projects. Stanford Geothermal Workshop, 12.-14.02.2024, Stanford, USA
- Krusemark M., Seib L., Ohagen M., Welsch B., Sass I. (in prep.): Influence of bore path deviations on the efficiency of a medium-depth geothermal storage system.