

Technische Machbarkeit für einen Aquiferspeicher in Berlin-Mitte

Matthias Herrmann, Alexandra Mauerberger, Detlev Rettenmaier, Paul Fleuchaus, Fabian Eichelbaum, Michael Viernickel, Sven Katzenmeier, Thorsten Stoeck, Philipp Blum



Flughafen Arlanda (Stockholm)

- 1. Zirkulationsbrunnen**
- 2. Technische Machbarkeit**
- 3. Fazit und Ausblick**



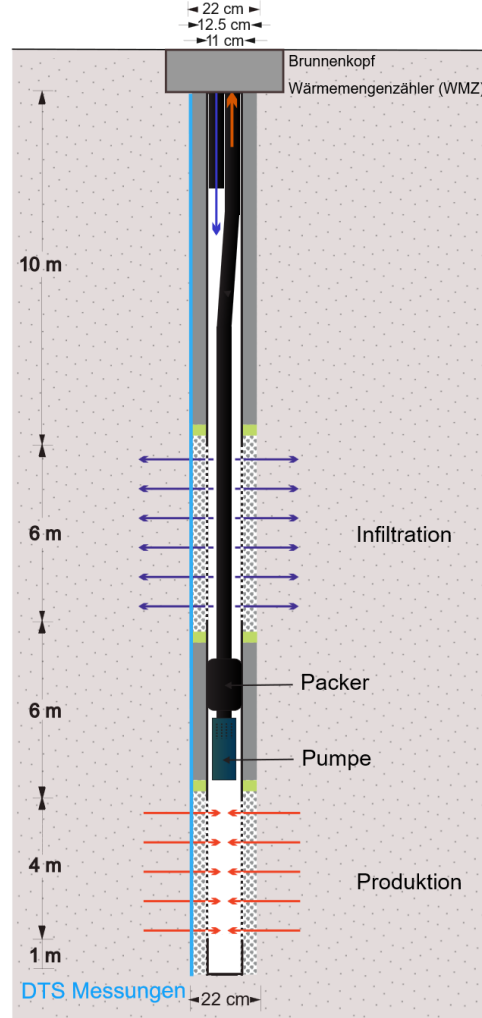
1. Zirkulationsbrunnen

Zirkulationsbrunnen in Berlin-Mitte

Start der Anlage im Juni 2024

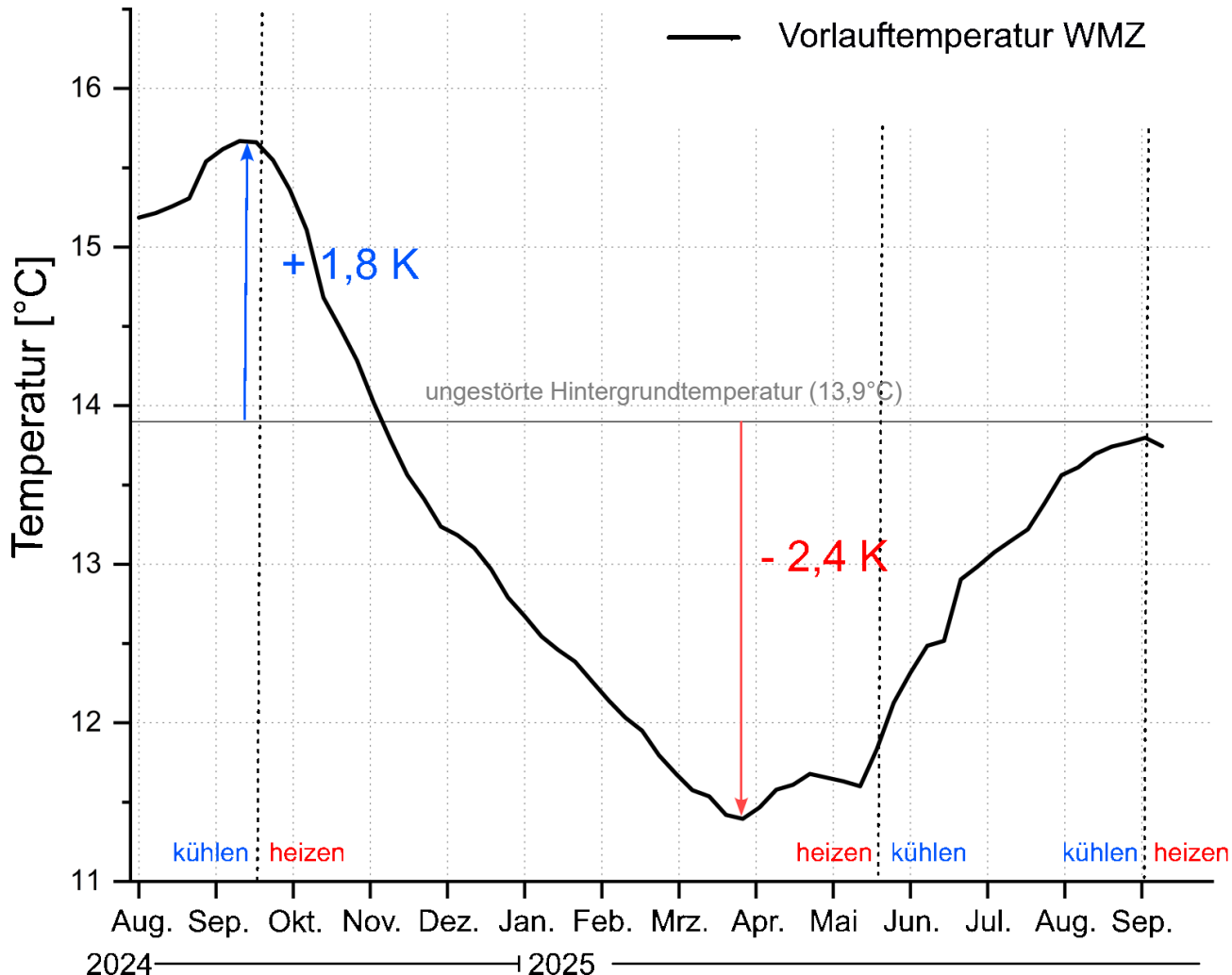


Grundwasserzirkulationsbrunnen (GWZB)



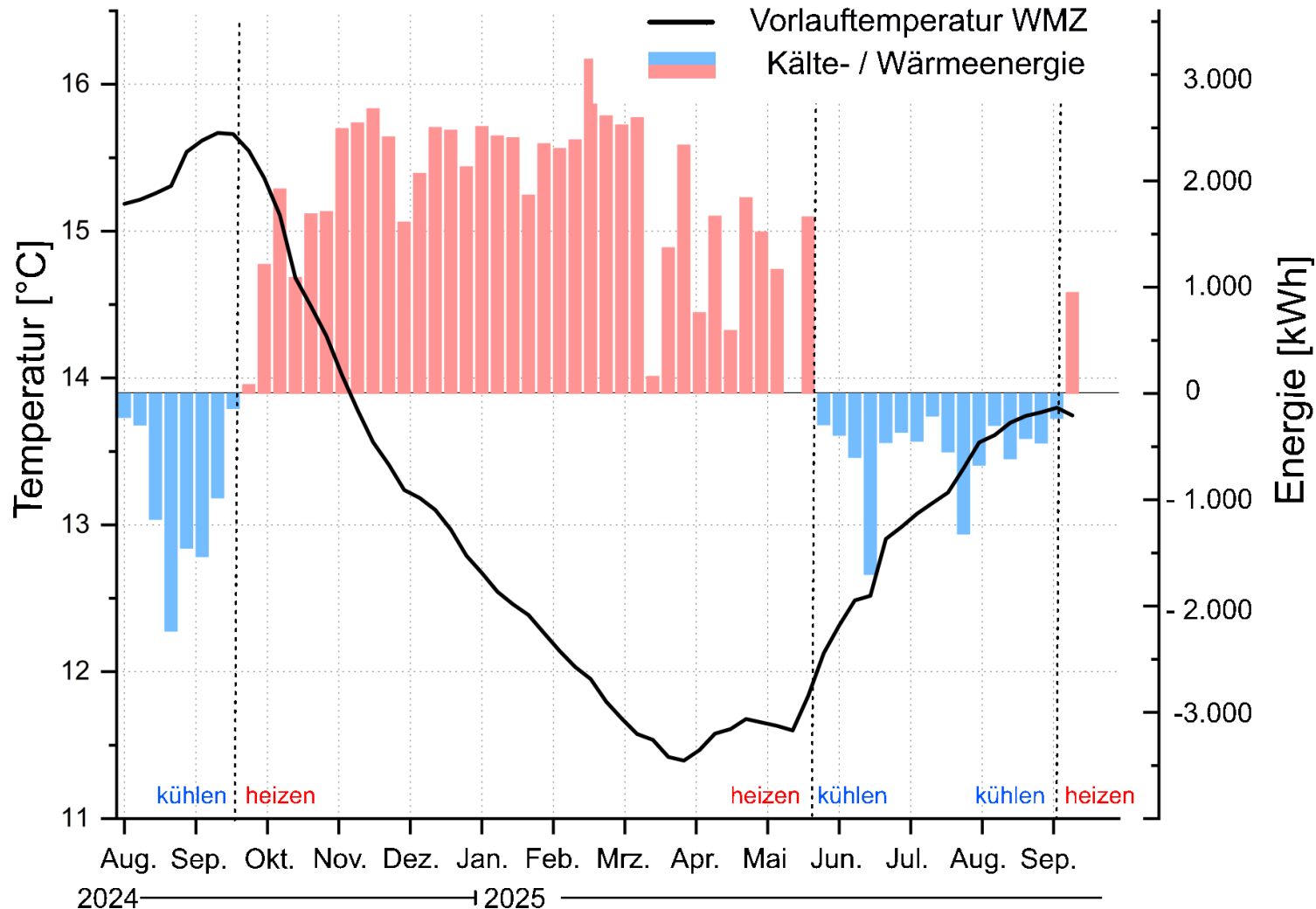
- Pumpraten von bis zu 4 L/s
 - Temperaturpreizung von bis zu 3 K
- **Heizen** und **Kühlen** des Gebäudes

Betriebsdaten nach dem ersten Jahr



- Beobachtungszeitraum **01.08.24 – 30.09.25**
→ Fehlende Betriebsdaten der ersten 1,5 Monate
- **Thermischer Kurzschluss innerhalb weniger Tage**
→ Abweichungen von Hintergrundtemperatur
→ Verringerung der Effizienz der Anlage, besonders während der Heizperiode
→ Zu Beginn der Heizperiode 2025 liegt das Temperaturniveau bereits unterhalb der Hintergrundtemperatur → weiteres Absenken der Vorlaufemperatur ist zu erwarten!

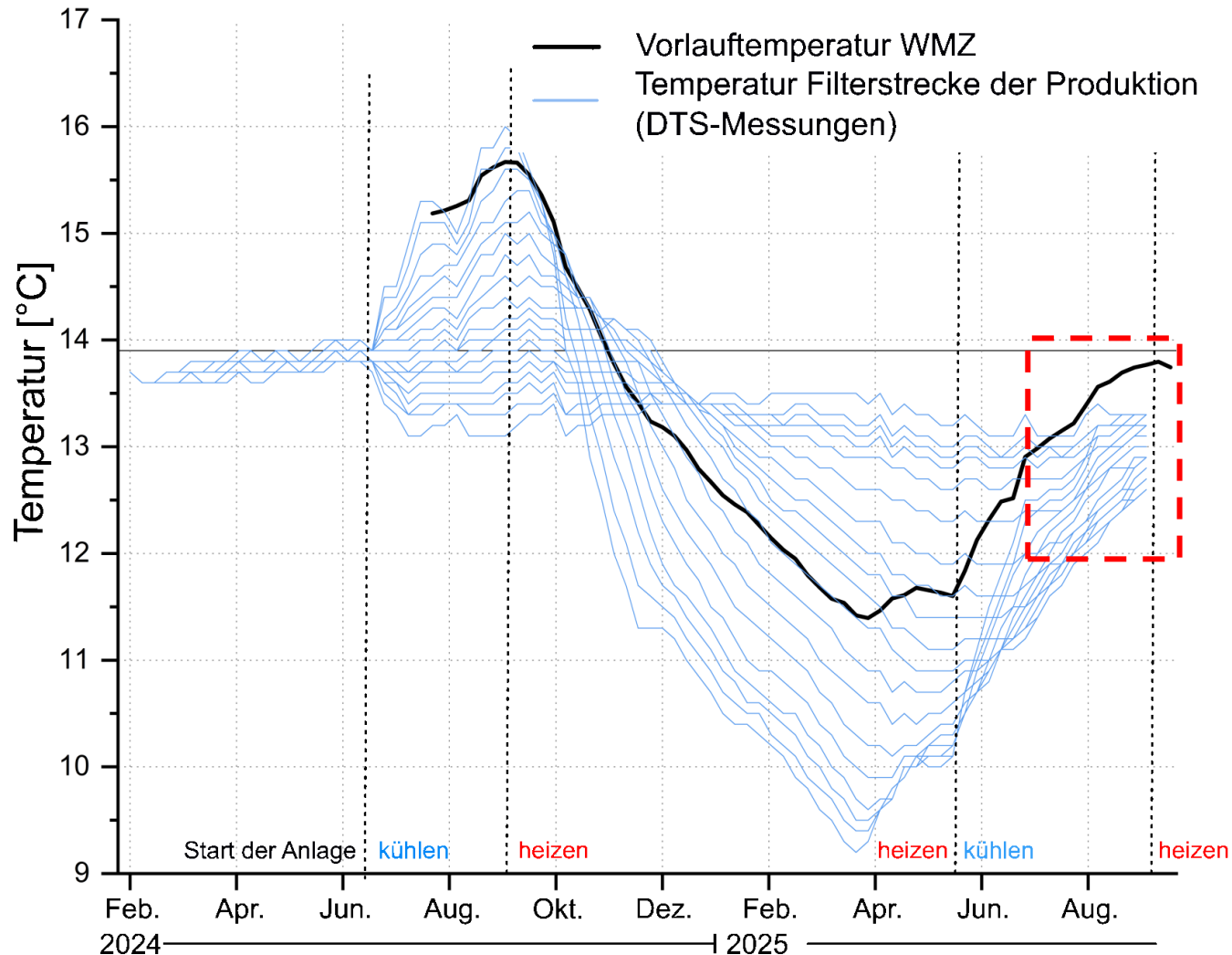
Energiebilanz nach dem ersten Jahr



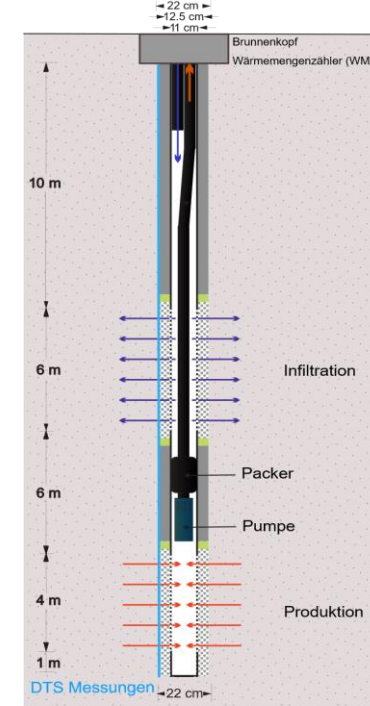
- **Wärmemenge: 70.000 kWh**
- **Kältemenge: 17.000 kWh**
- **Unausgeglichene Energiebilanz**
 - Führt zu erhöhtem Eintrag von Kälte in den Untergrund
 - Langfristig: weitere Absenkung des Temperaturniveaus
 - Weiterer Effizienzverlust während der **Heizperiode**
- **Ausgeglichene Energiebilanz steigert die Effizienz**

Vorlauftemperatur und DTS - Messungen

Energieverlust innerhalb des Brunnens speziell bei niedrigen Pumpraten



Grundwasserzirkulationsbrunnen (GWZB)



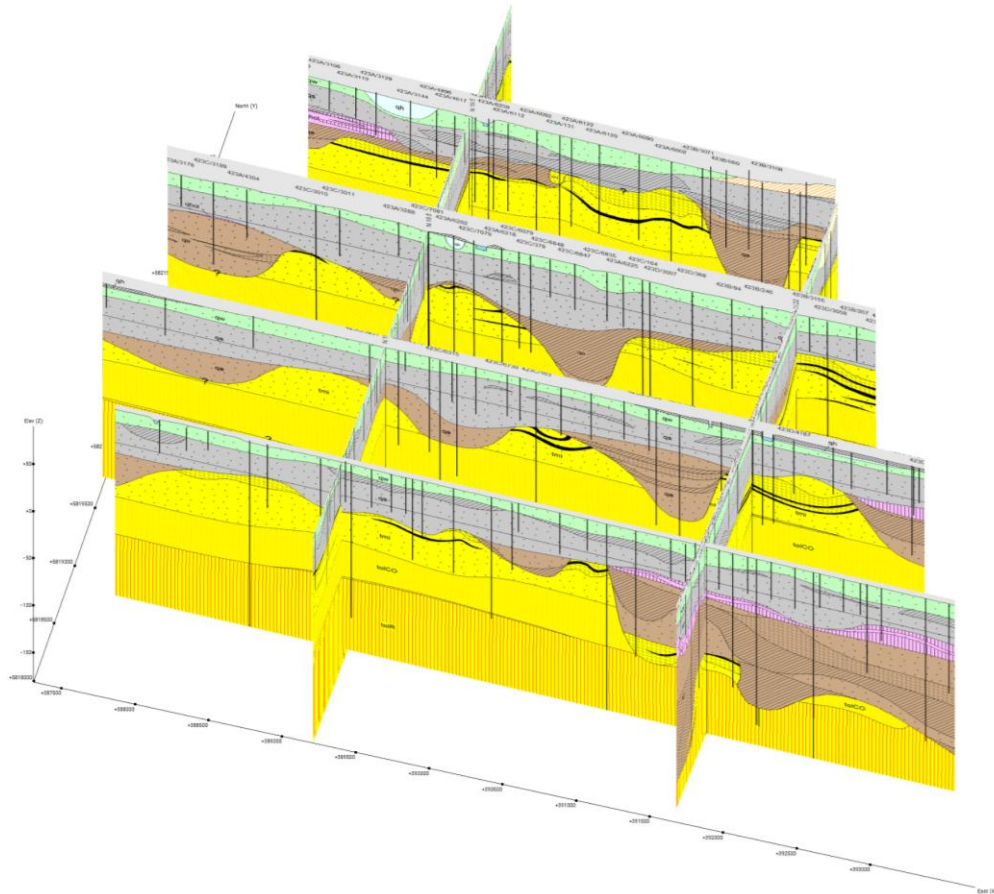
- **Temperaturniveau in der Filterstrecke niedriger als am WMZ**
- **Energieverlust innerhalb des Brunnens**
- **Berücksichtigung bei späterer Modellierung / Kalibrierung**



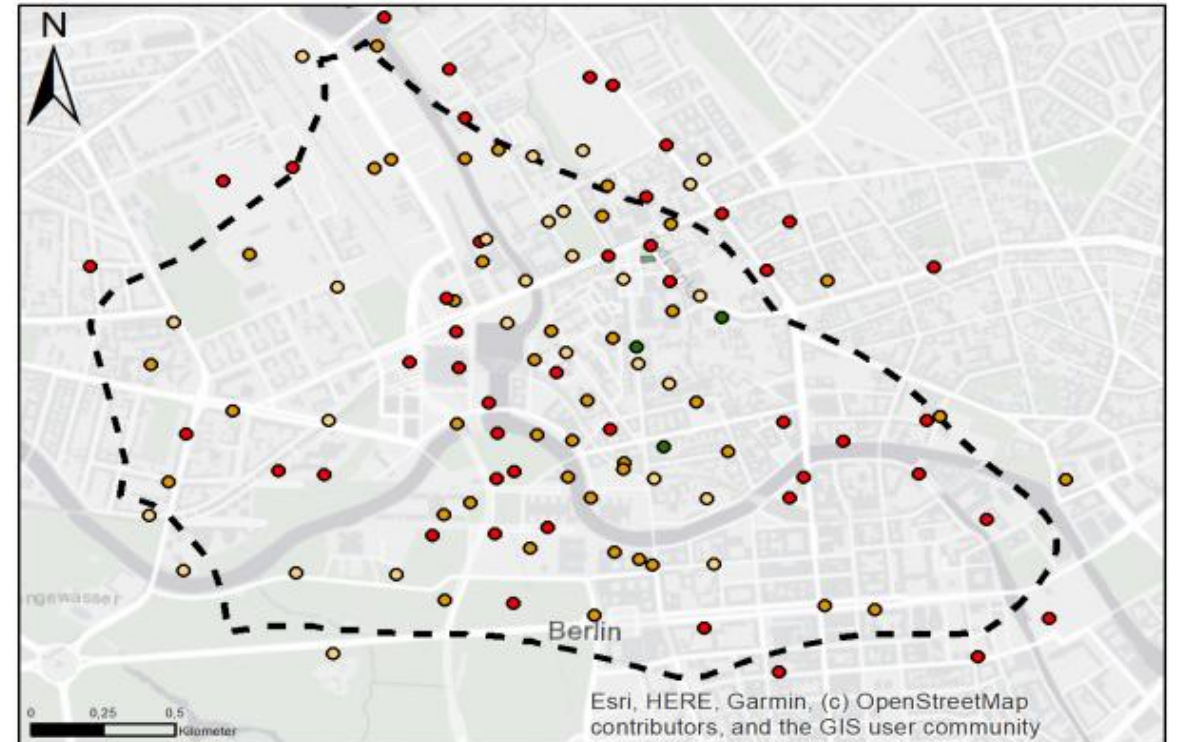
2. Technische Machbarkeit

3D-geologisches Untergrundmodell von Berlin-Mitte

Geologische Schnitte und Schichtenverzeichnisse als Datengrundlage



Geoportal Berlin (2023) (visualisiert in Leapfrog Geo)



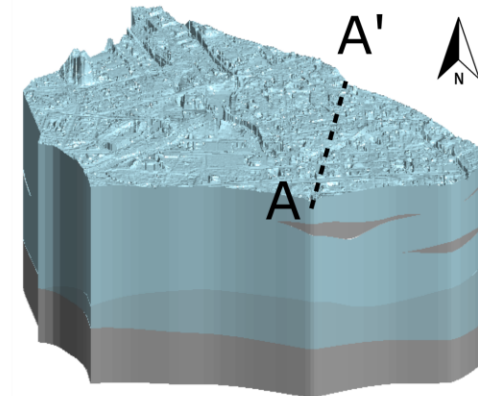
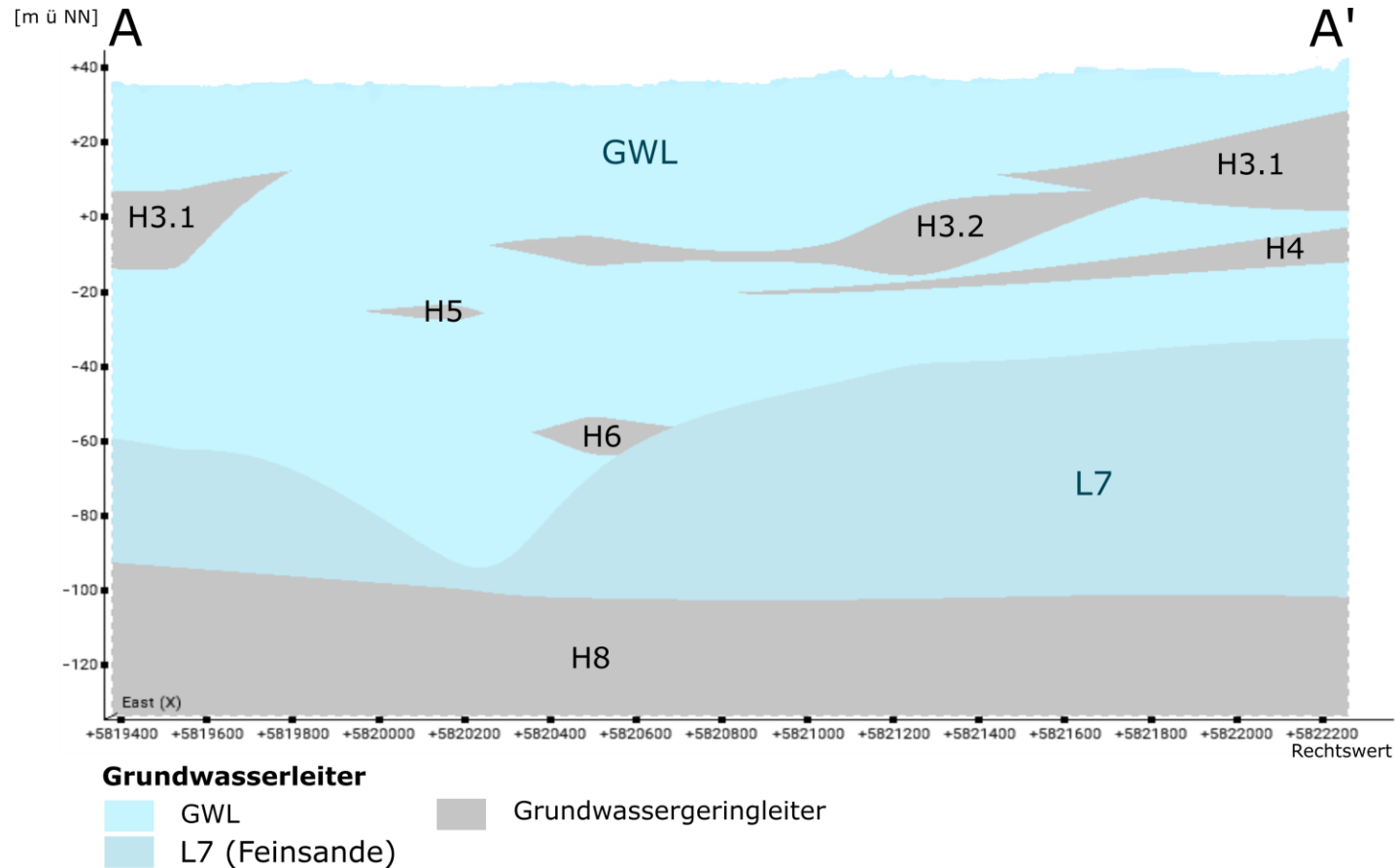
Modelgebiet

Bohrtiefe

- <10 m
- 10-30 m
- 30-60 m
- >60 m

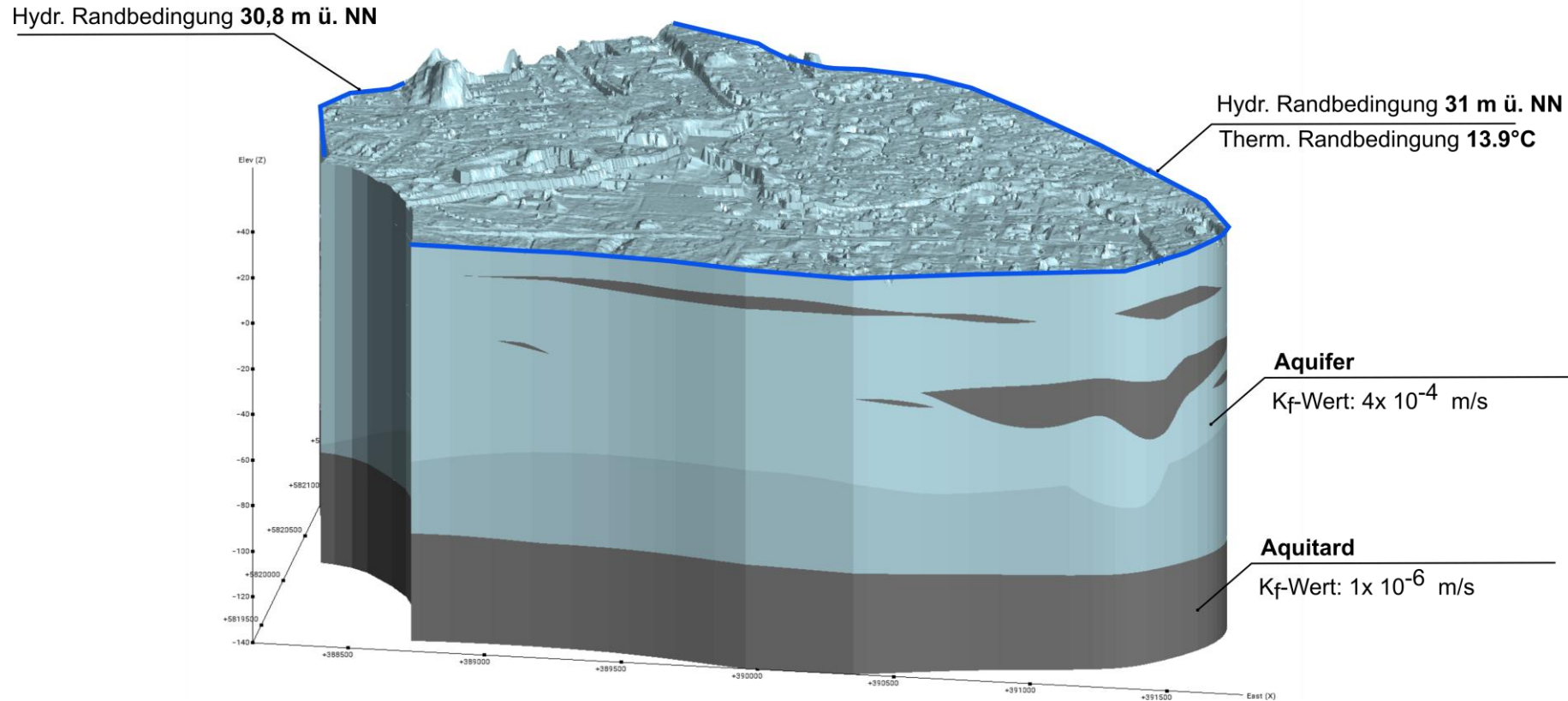
Geoportal Berlin (2023)

Hydrogeologisches Modell von Berlin-Mitte



Hydrogeologisches Konzeptmodell mit FEFLOW

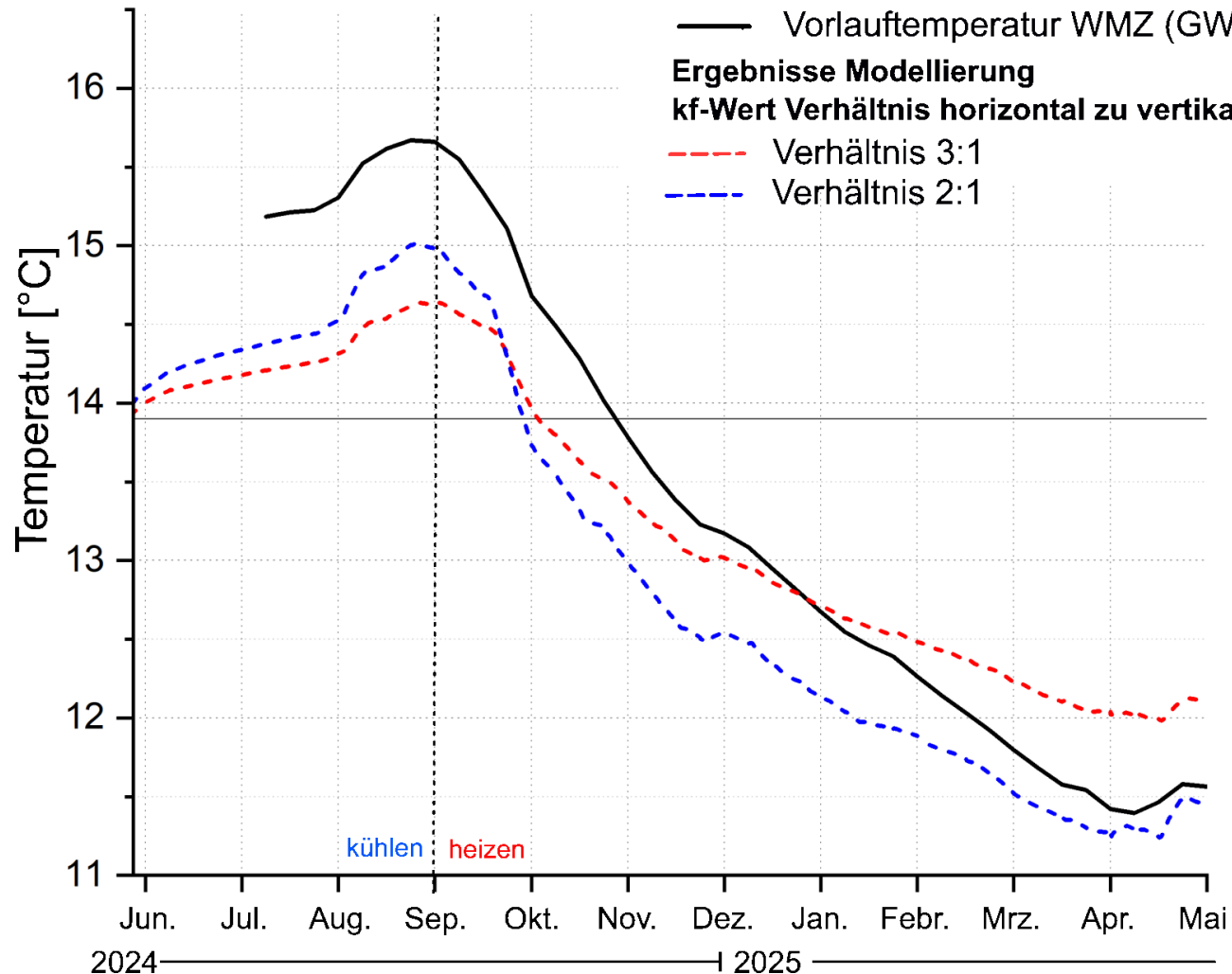
k_f -Wert-Verhältnis horizontal zu vertikal entscheidend für die vertikale Zirkulation im Brunnen



- Sehr niedriger hydraulischer Gradient von $6 \cdot 10^{-5}$
- Kaum Literaturdaten zum K_f -Wert Verhältnis horizontal zu vertikal

k_f -Wert-Verhältnis horizontal zu vertikal

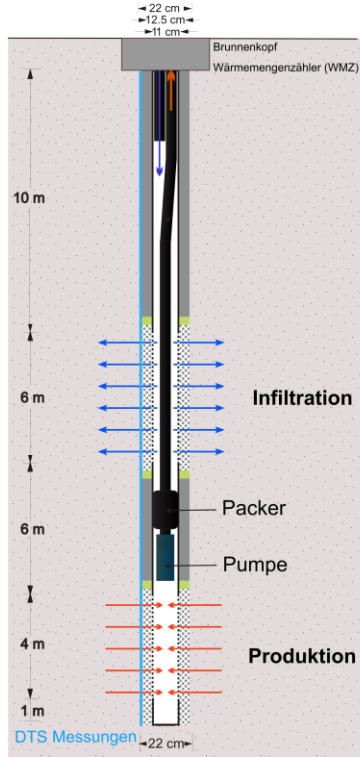
Kalibrierung anhand von Betriebsdaten des GWZB



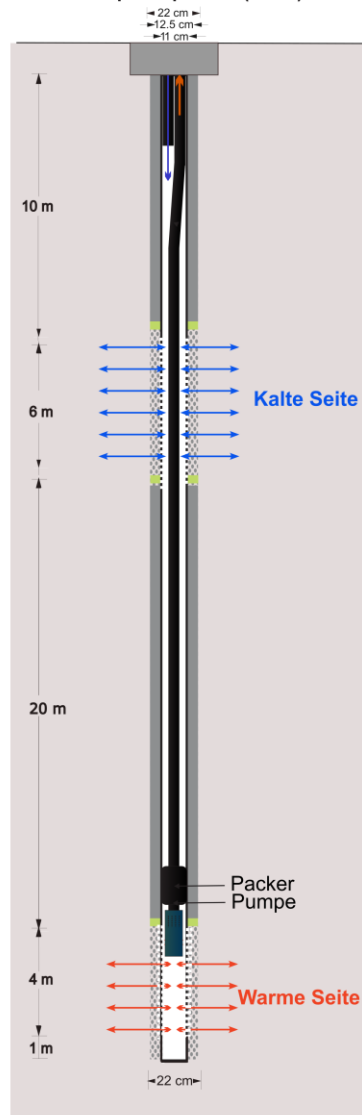
- Energieverlust innerhalb des Brunnens nicht in numerischer Modellierung darstellbar
- Für weitere Modellierung wurde ein k_f -Wert-Verhältnis **horizontal zu vertikal** von **3:1** verwendet

Brunnenkonfiguration für einen Aquiferspeicher

Grundwasserzirkulationsbrunnen (GWZB)



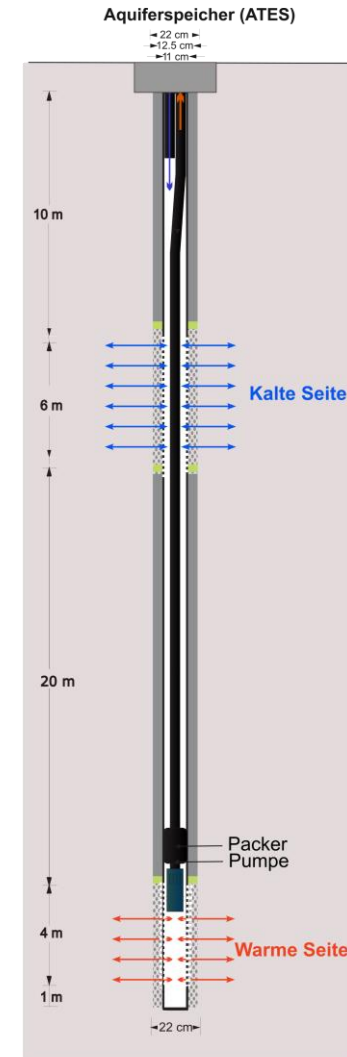
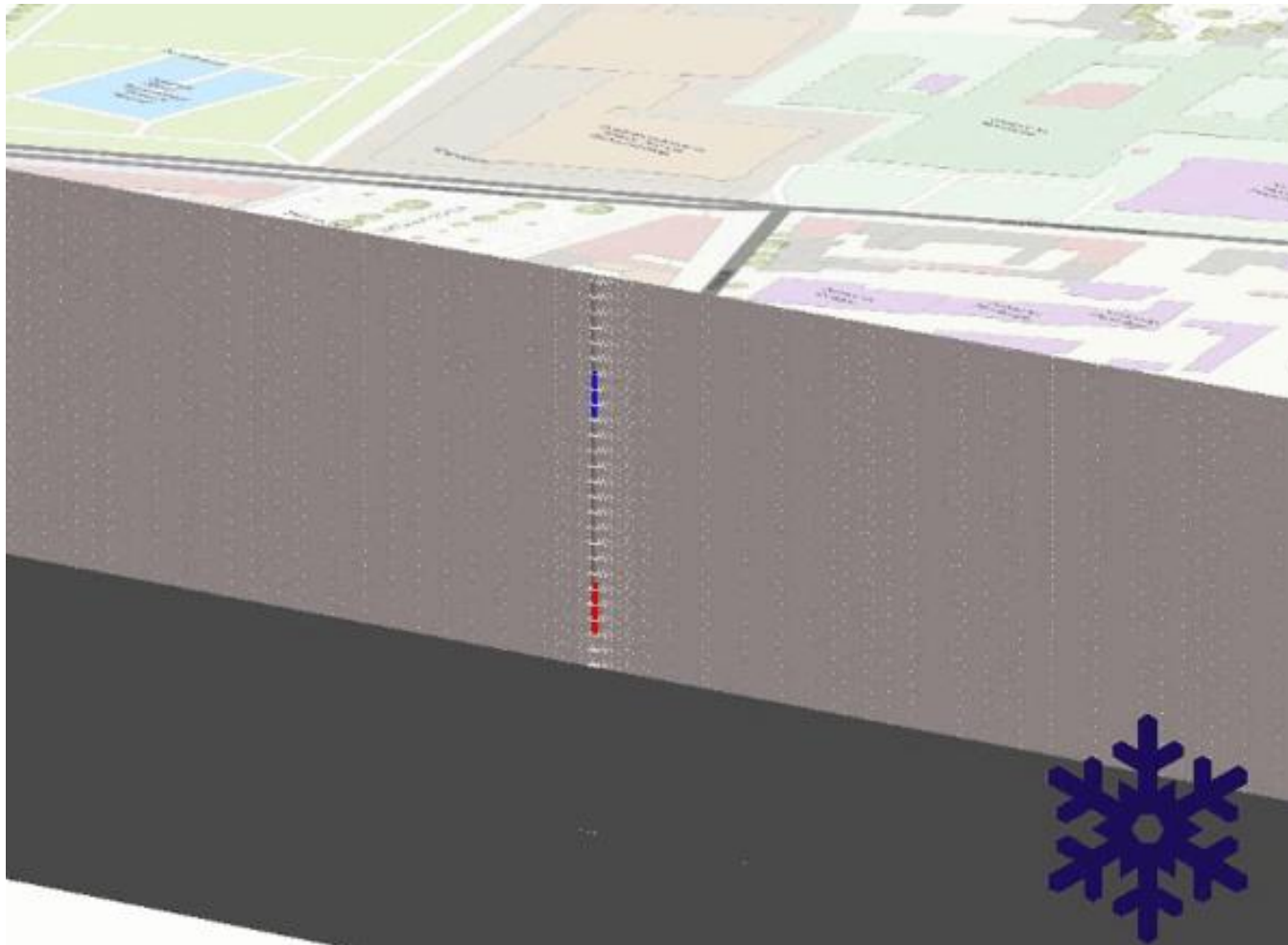
Aquiferspeicher (ATES)



- Saisonale Umkehr der Pumprichtung, um Speicherbetrieb zu ermöglichen
- Voraussetzung für eine technische Machbarkeit eines Aquiferspeichers
 - Vermeidung eines thermischen Kurzschlusses
 - Vergrößern des Abstands der beiden Filterstrecken
- **Ergebnisse haben gezeigt, dass ein Abstand von 20 Metern ausreicht, um einen thermischen Kurzschluss zu verhindern!**

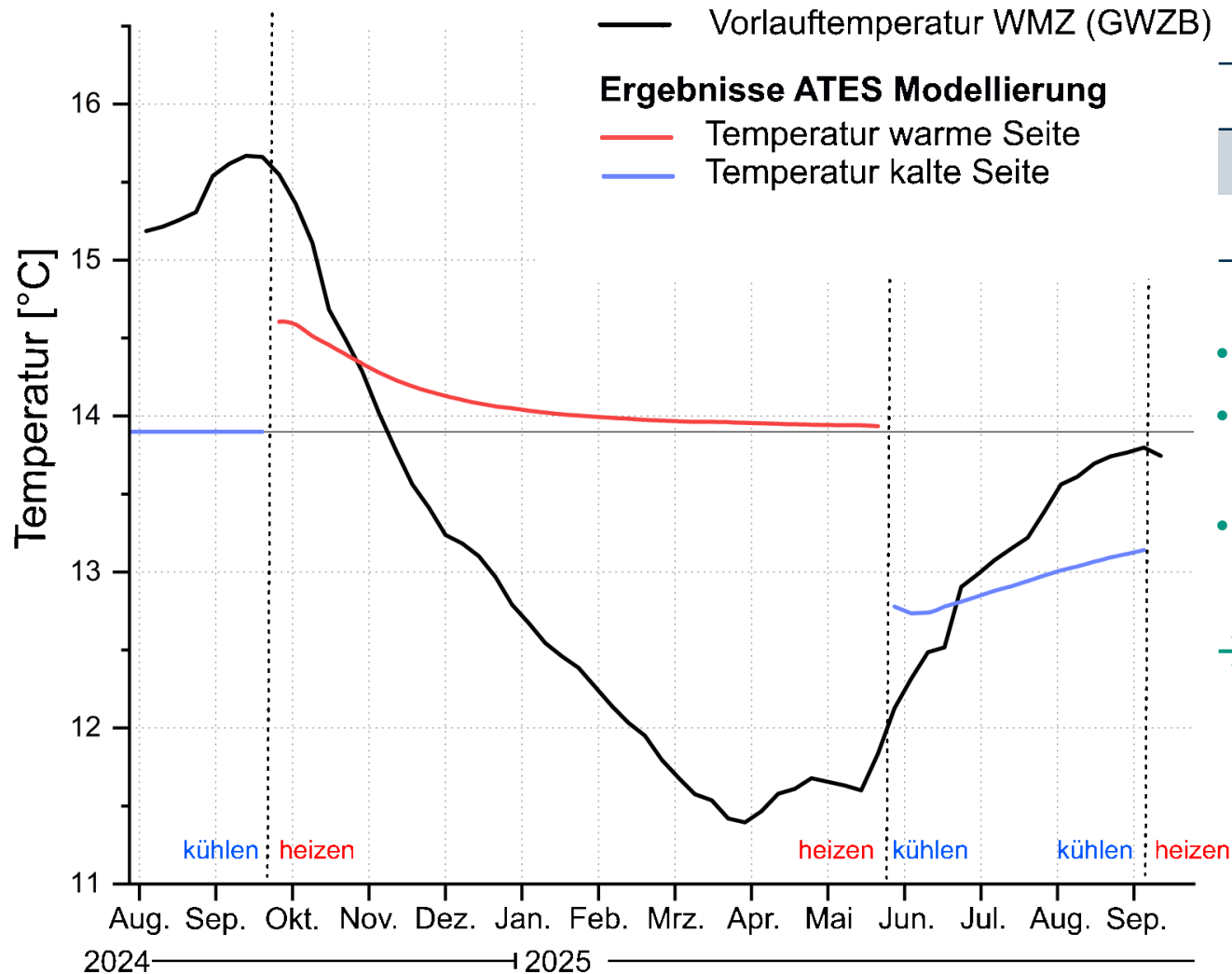
Modellierung des Aquiferspeichers

Kein thermischer Kurzschluss während des Betriebes



Aquiferspeicher vs Grundwasserzirkulationsbrunnen

ATES effizienter beim Heizen und Kühlen



Mittlere Temperatur [°C]	ATES	GWZB	ΔT [K]
Heizperiode	14.1	12.7	+ 1,4
Kühlperiode	12.9	13.9	- 1,0

- Kein thermischer Kurzschluss
 - Im **Heiz-** und **Kühl**betrieb bleibt das Temperaturniveau jeweils über bzw. unter der Hintergrundtemperatur
 - Niedriger Maximaltemperaturen im Vergleich zum GWZB
- ➔ **Technische Machbarkeit eines Aquiferspeichers ist gegeben!**



Fazit und Ausblick

Fazit

- Grundwasserzirkulationsbrunnen (GWZB) seit Juni 2024 in Betrieb.
- Thermischer Kurzschluss und eine unausgeglichene Energiebilanz führen zu niedrigeren Temperaturen im Untergrund → **verringerte Effizienz im Heizbetrieb!**
- Um einen Aquiferspeicher effizient umsetzen zu können muss ein thermischer Kurzschluss verhindert werden
 - **Optimaler Abstand zwischen den Filterstrecken wäre 20 Meter!**
- Aquiferspeicher ist effizienter im **Heiz-** und **Kühlbetrieb** als GWZB
- **Aquiferspeicher mit einem GWZB in Berlin-Mitte grundsätzlich technisch machbar!**

Ausblick



Mögliche Position von Brunnen

- Privater Raum
- Öffentlicher Raum

□ Standort DemoSpeicher



- Zu wenig Platz, vor allem im urbanen Raum
- Für eine breitere Anwendung müsste daher auch im öffentlichen Raum gebohrt werden (siehe Stadt Wien).
- Wie kann die Effizienz und Wirtschaftlichkeit von Aquiferspeichern und Grundwasserzirkulationsbrunnen erhöht werden?
- Steigerung der Temperaturdifferenz von **3 K** auf **6 K**



Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

Demo
Speicher

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!



Kontakt

Matthias Herrmann
matthias.herrmann@kit.edu