

MALEG – Der Einsatz von künstlicher Intelligenz zu Optimierung von Geothermiekraftwerken

Michael Trumpp, Lars Yström, Valentin Goldberg, Florian Eichinger, Johannes Amtmann, Daniel Winter, Joachim Koschikowski, Thomas Kohl, Fabian Nitschke

Projekt & Partner



Förderung:



Zeitraum: 2022 - 2025



Fördervolumen: 1 788000 €



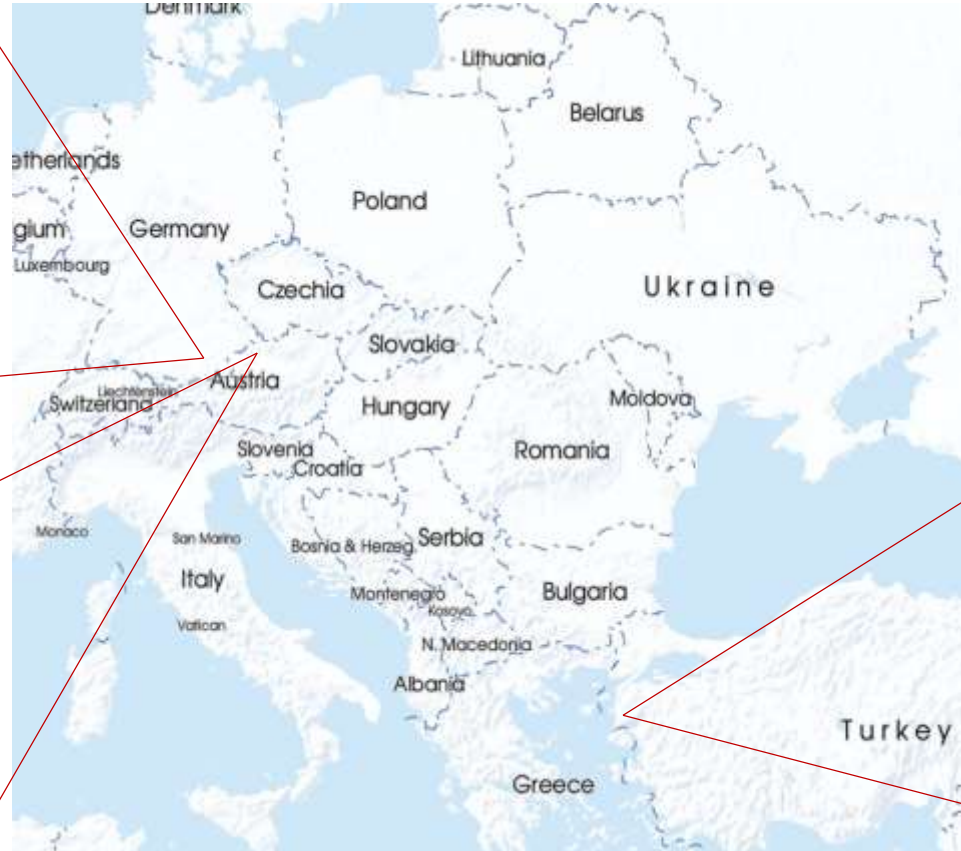
Assoziierte Partner und Standorte



Unterschleißheim

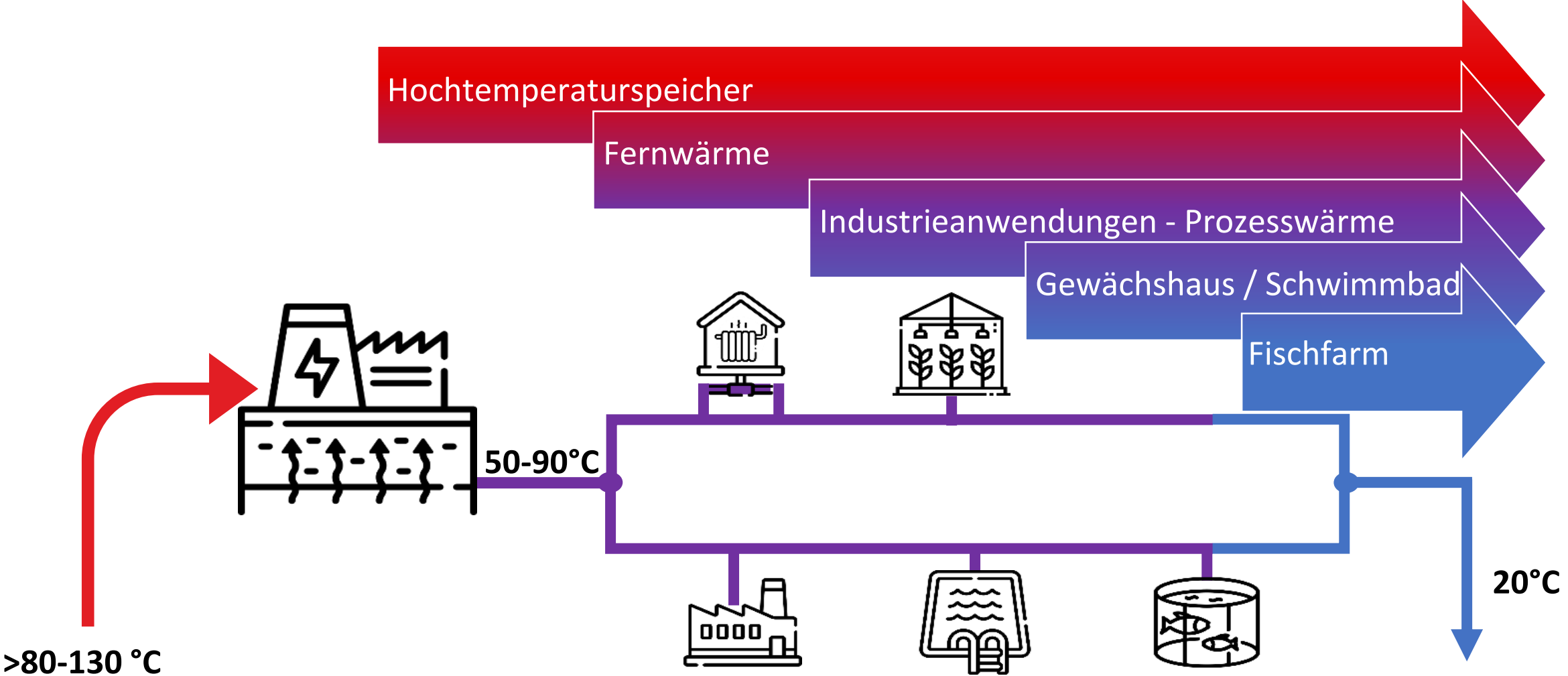


Haag am Hausruck



Gülpinar

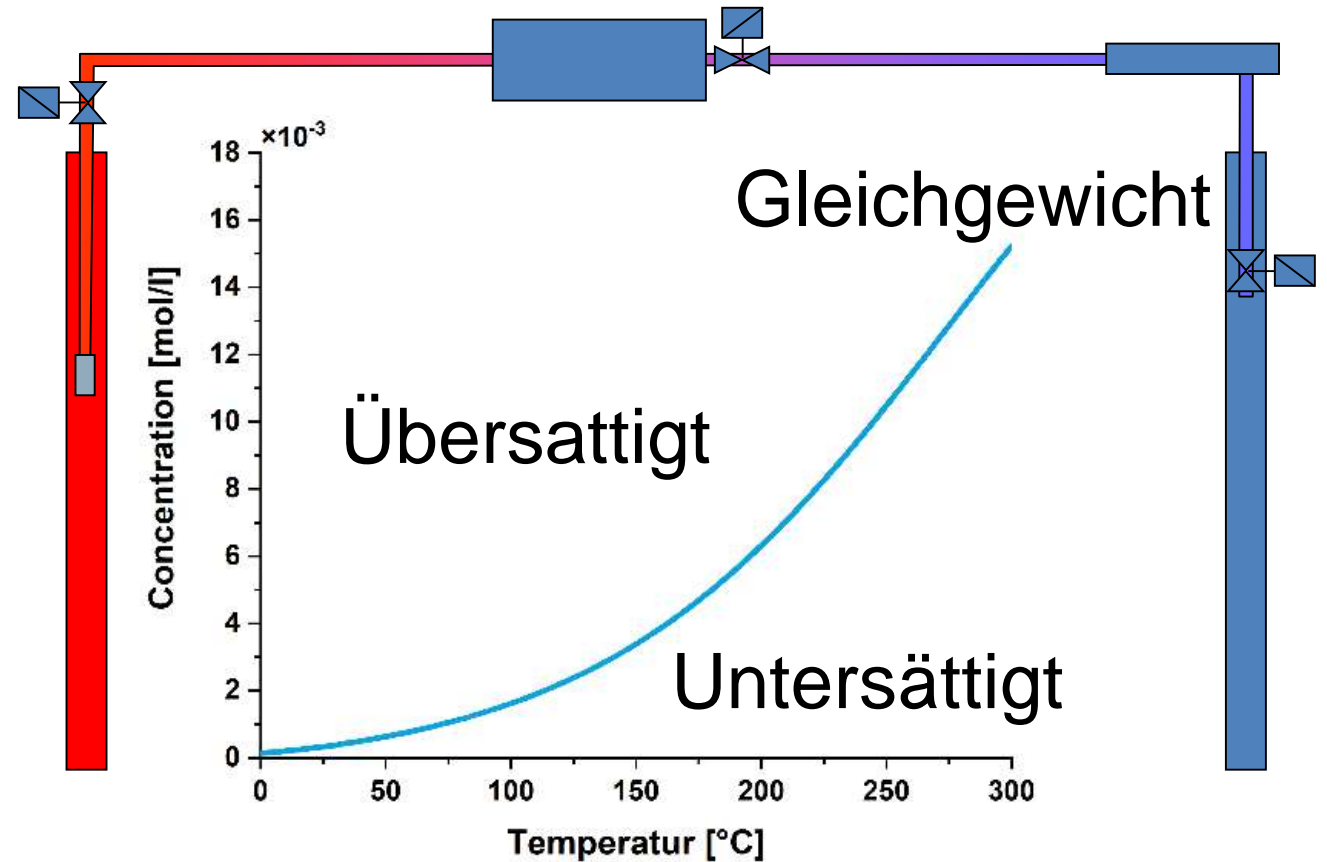
Effizienzsteigerung



Die Herausforderungen - Scaling

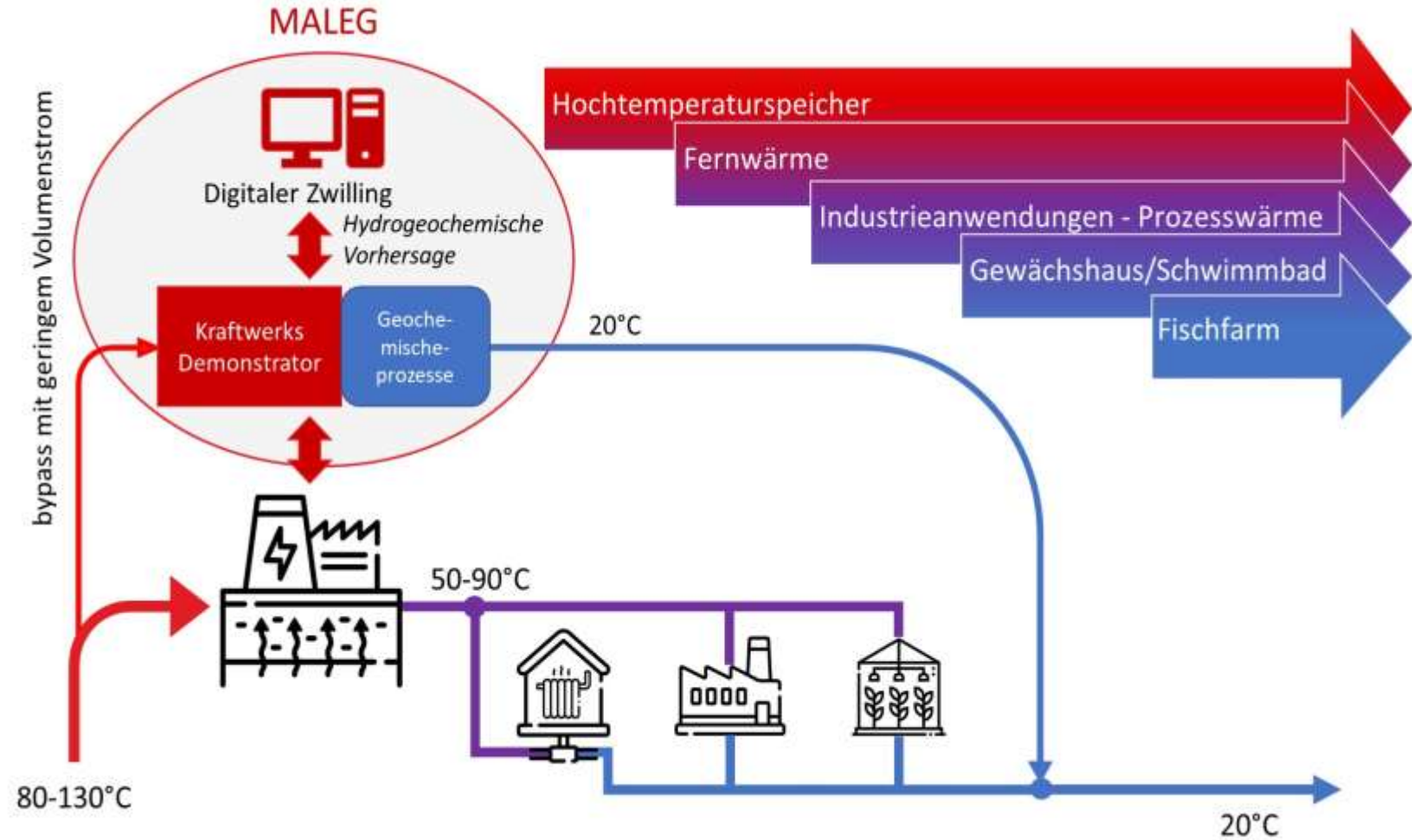
Löslichkeit wird beeinflusst von

1. Temperatur
2. Druck
3. pH-Wert
4. Salinität

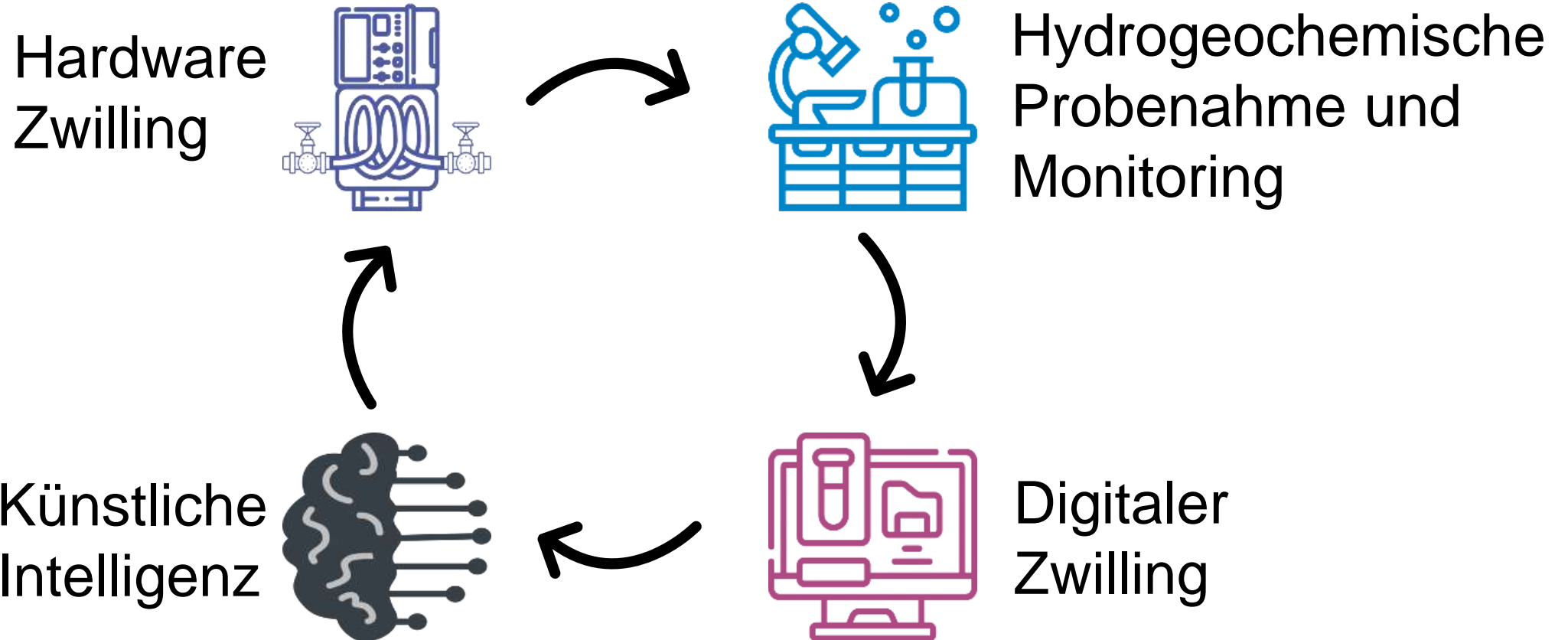


Das Konzept von MALEG

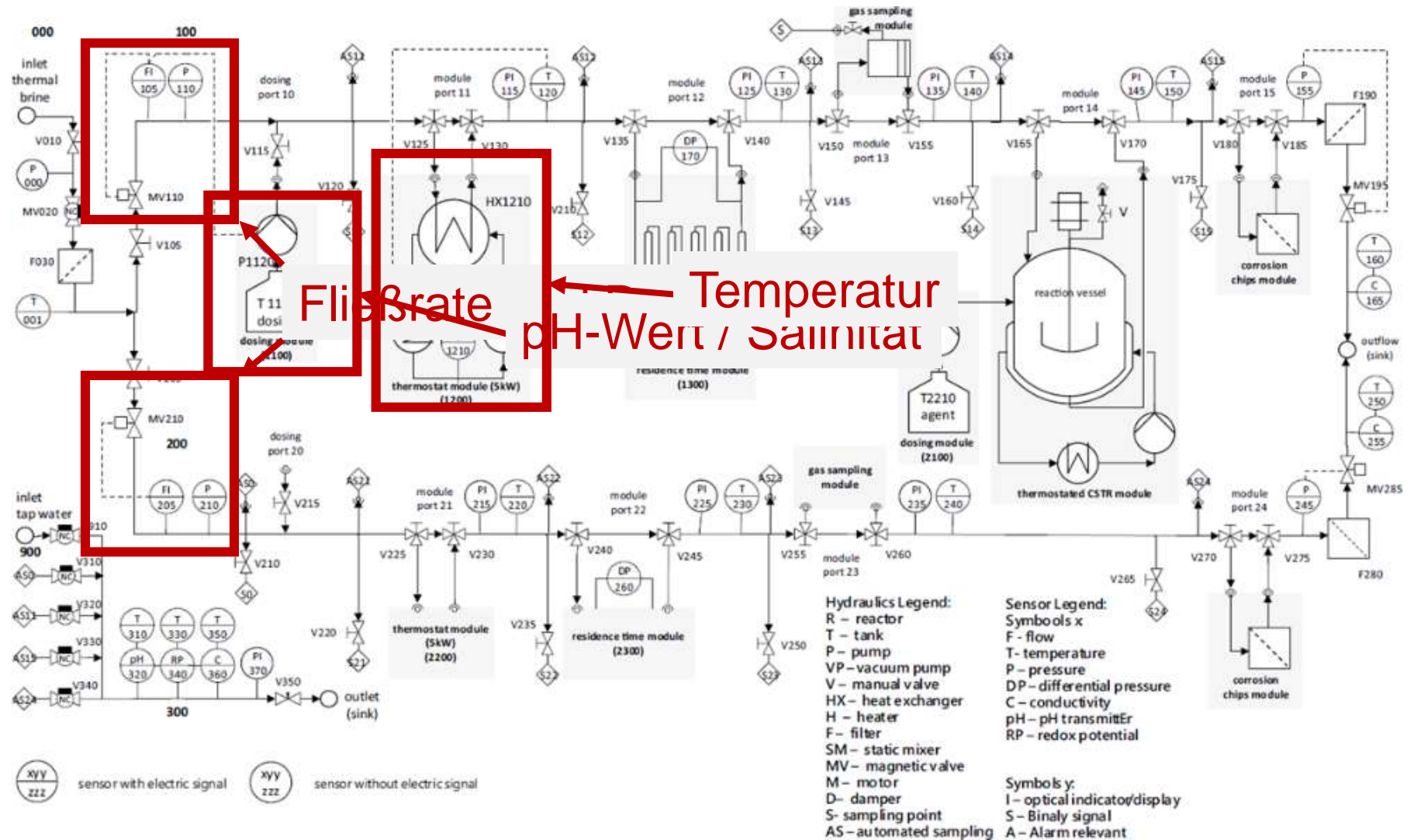
- Erhöhtes ΔT für Kaskadennutzung und verbesserte Wärmeeffizienz
- Evaluierung der geochemischen Rahmenbedingungen
- Trainieren einer künstlichen Intelligenz zur Kontrolle des Demonstrators



Die Idee

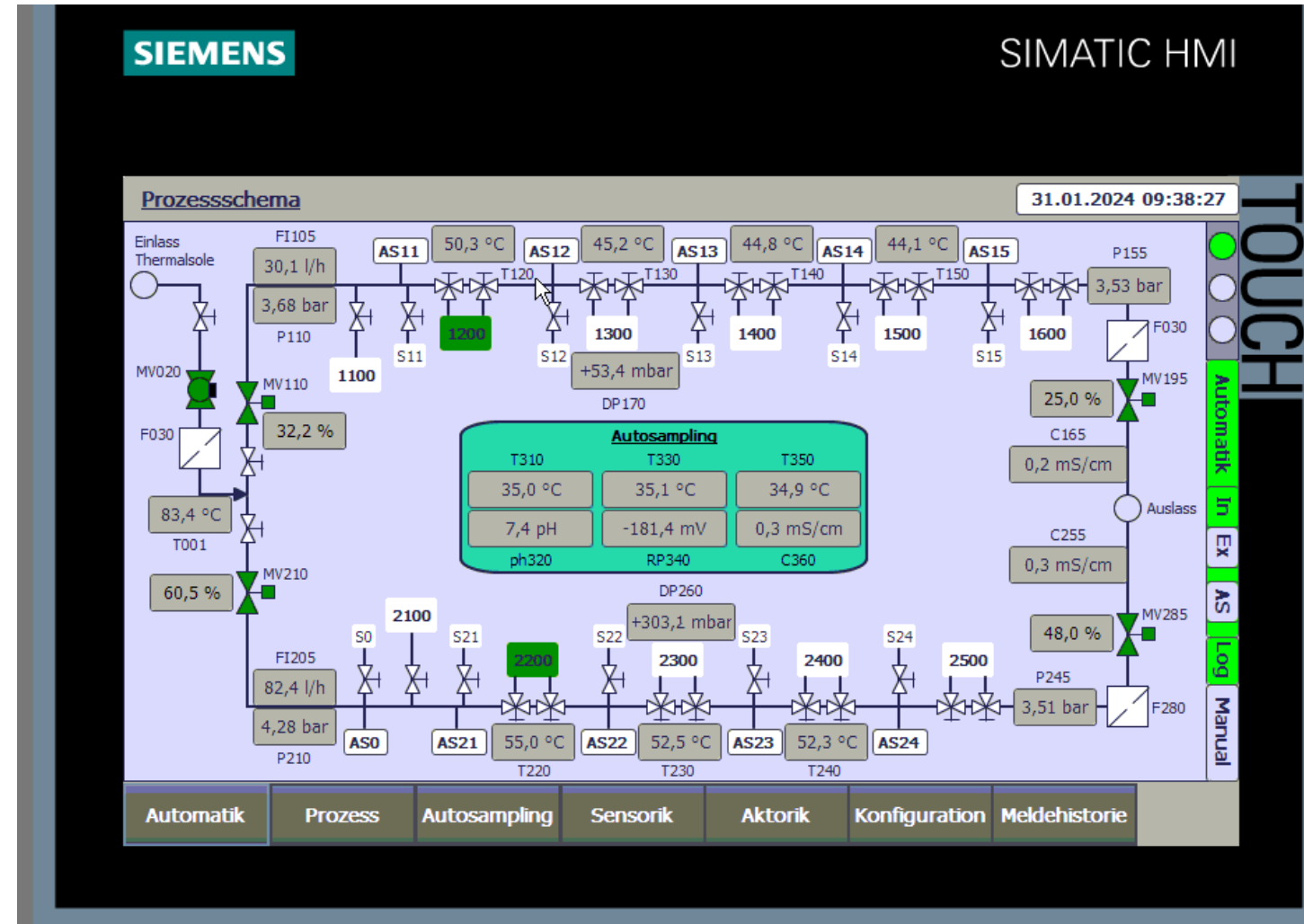


Hardware-Twin - Features



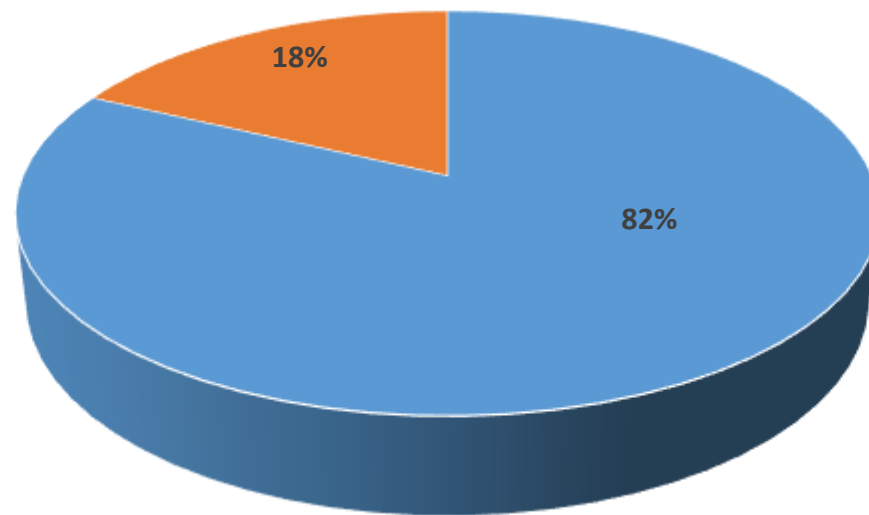
Hardware-Twin - Monitoring

- Digitale Aufzeichnung von über 30 verschiedener Sensoren
 - Regelmäßige hydrochemische Beprobung am Kraftwerk und Demonstrator
 - Ermittlung der geochemischen Randbedingungen für Entgasung und Ausfällungen durch gezielte Experimentreihen
- ➔ Vielseitiger und umfangreicher Datensatz für KI Training



Betriebsstunden – Haag am Hausruck

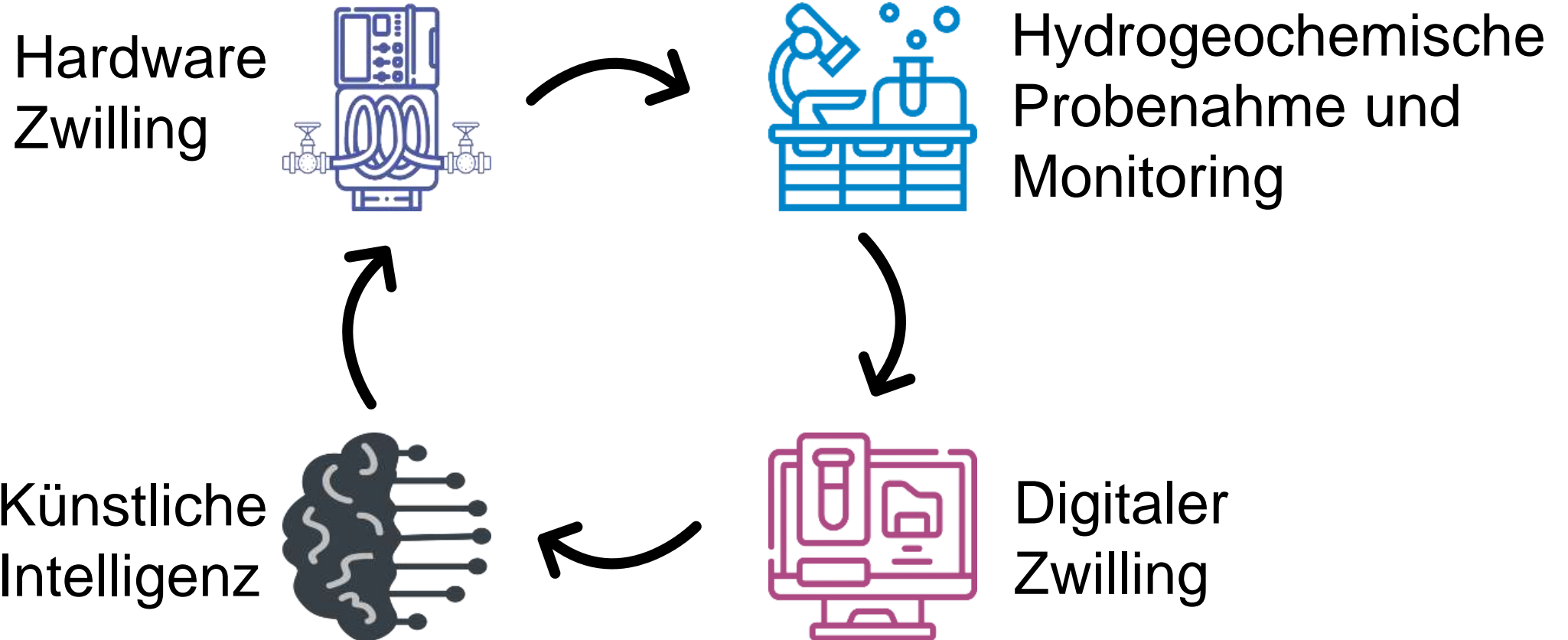
- Die Daten stammen aus dem Zeitraum zwischen dem 19. Januar und 30. Juli 2024



■ Operating hours ■ Downtime

Ausfallzeiten sind aus Software- und Hardwareproblemen zusammengesetzt

Die Idee



Digitaler Zwilling

Künstliche Intelligenz

- Vorhersage der Änderung der Wasserchemie anhand Ionenkonzentrationen oder Betriebsparameter (Temperatur, Druck, Durchfluss, pH-Wert)
- Steuerung des Demonstrators zur Prävention von kritischen Betriebskonditionen

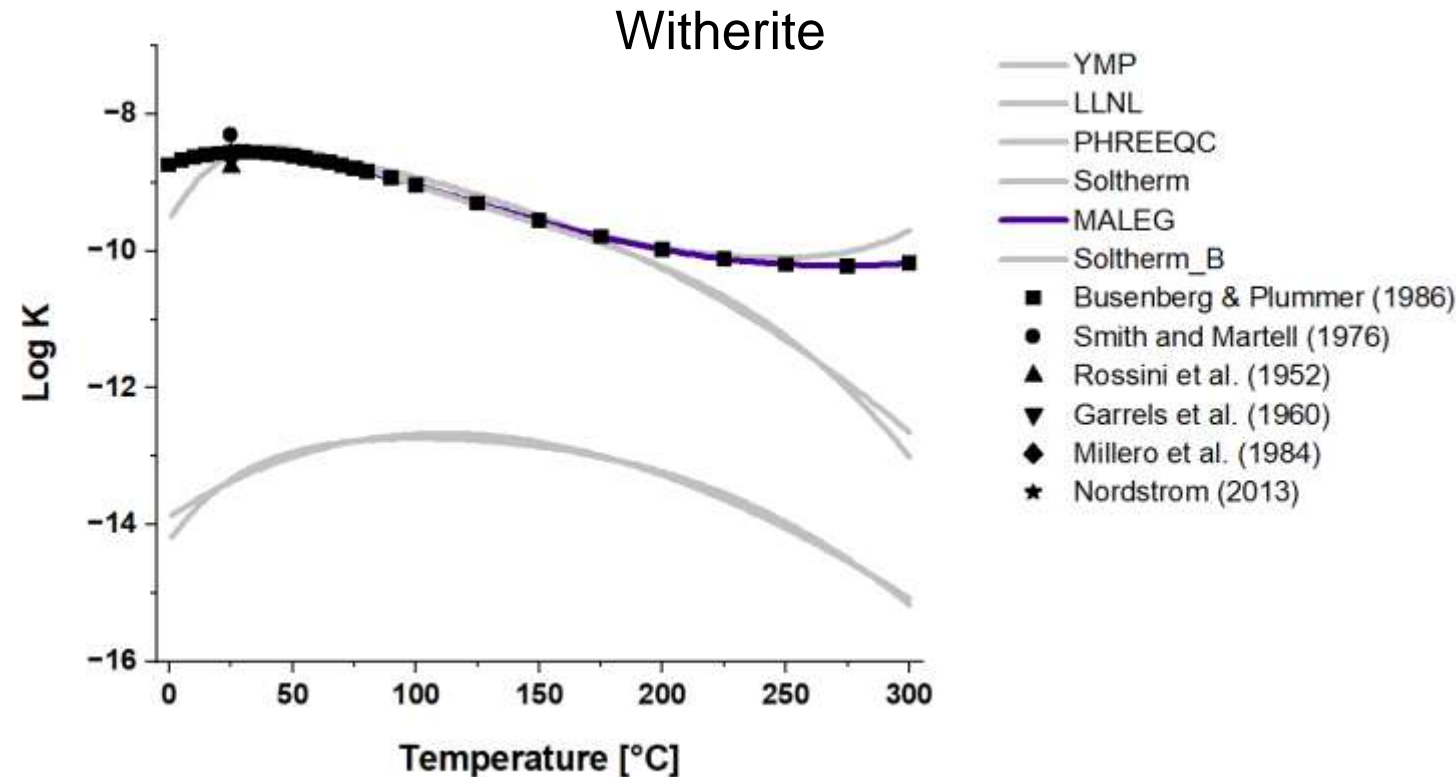
Deterministische Modelle

- Modellierung des Ausfällungspotentials und der Konzentrationen der gelösten Spezies
- Definition von Randbedingungen für die KI durch Abgleich mit KI Modell
- Basierend auf thermodynamischen Daten & Funktionen

Digitaler Zwilling

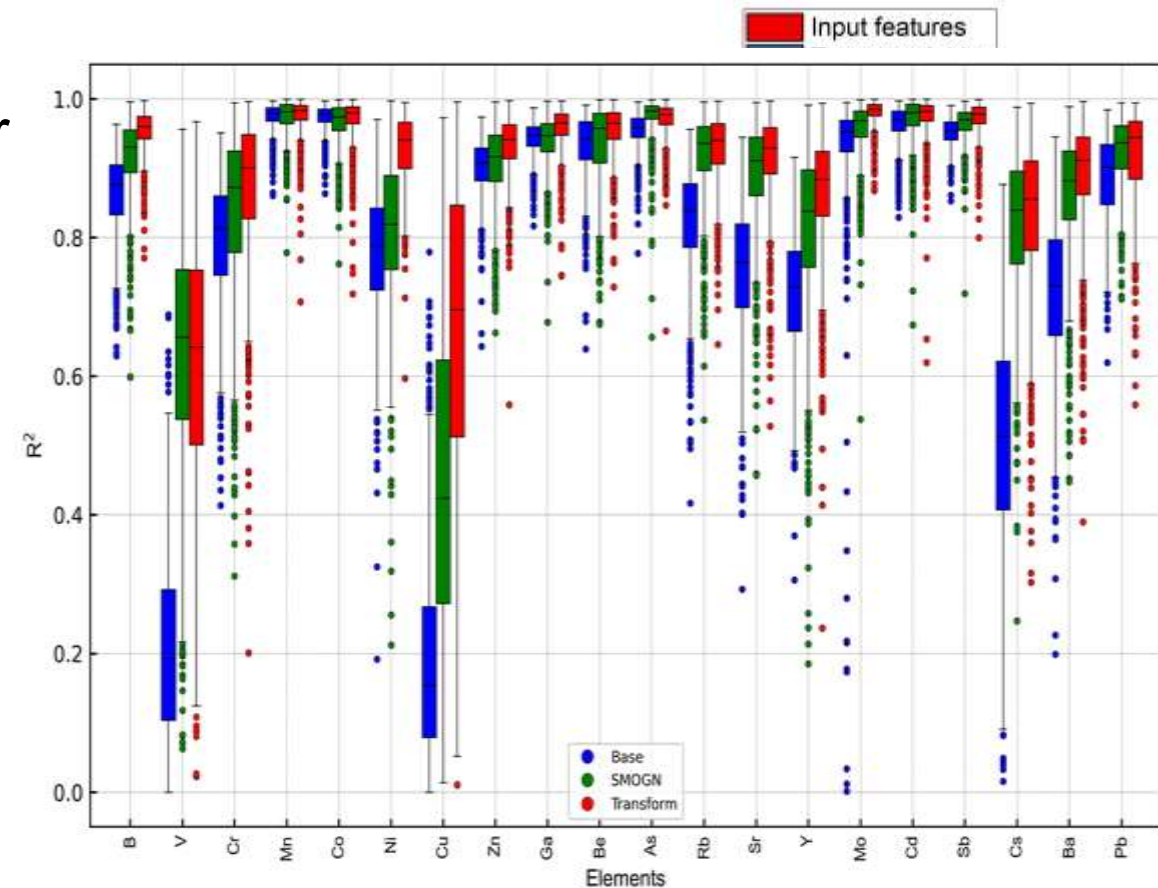
Thermodynamische Datenbanken

- Zusammentragen von aktueller und aussagekräftiger Literaturdaten
- Validierung der thermodynamischen Datenbanken durch Abgleich mit Literaturdaten
- Evaluieren der vorhanden Datenbanken
- Entwicklung der neuen MALEG Datenbank für PHREEQC



Maschinelles Lernen

- Neuronales Netz zur Vorhersage der Spurenelementkonzentration in geothermischen Fluiden auf Grundlage der Hauptelemente
- Neue Methoden zur Modellierung von Datensätzen mit geringem Datenvolumen und stark verzerrter Datenverteilung
- Optimierte Modellarchitektur für den Umgang mit extremen Ausreißern in den Daten



Summary

- Künstliche Intelligenz kombiniert mit etablierten Modellierungsmethoden zur Vorhersage der Wasserchemie über die Limitierungen von herkömmlichen Modellen hinaus
- Intensive Probenahme und Monitoring an einer mobilen Feldanlage, die alle relevanten geochemischen Prozesse eines Geothermiekraftwerkes emulieren kann
- Digitale und analoge Lösungen kombiniert zur Problemlösung an den unterschiedlichsten Standorten

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



✉ Michael.trumpp@kit.edu



✉ Fabian.Nitschke@kit.edu