



GTN

INGENIEURE & GEOLOGEN

# Tiefe Geothermieprojekte mit Großwärmepumpen im Norddeutschen Becken

Frank Kabus, Rafael Mathes

Hotspot Hannover – 13. Norddeutsche Geothermietagung  
13. Mai 2022

Komplexe  
Geothermische  
Lösungen  
aus einer Hand

# Geologische Grundlage

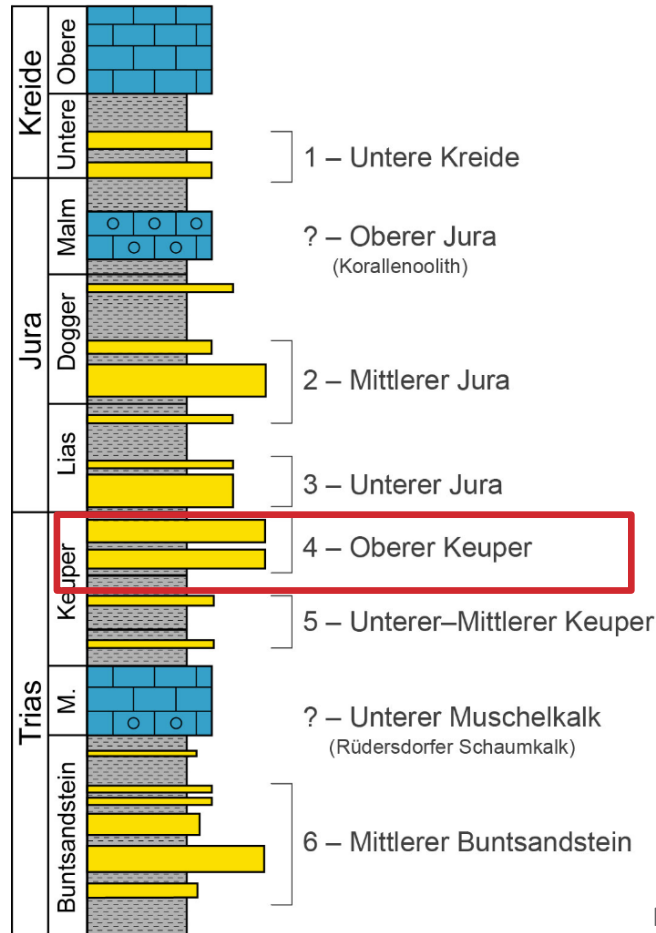


GTN

INGENIEURE & GEOLOGEN

## Mesozoische Reservoirre

### Mesozoische Hauptreservoirre



Franz et al. (2018)

- Mesozoische Reservoirre am relevantesten für geothermische Exploration im Norddeutschen Becken
- Hauptsächlich Sandsteinreservoirre
- Ober Keuper Komplex stellt das wichtigste Reservoir dar (z.B. in Waren, Neustadt-Glewe, Schwerin)

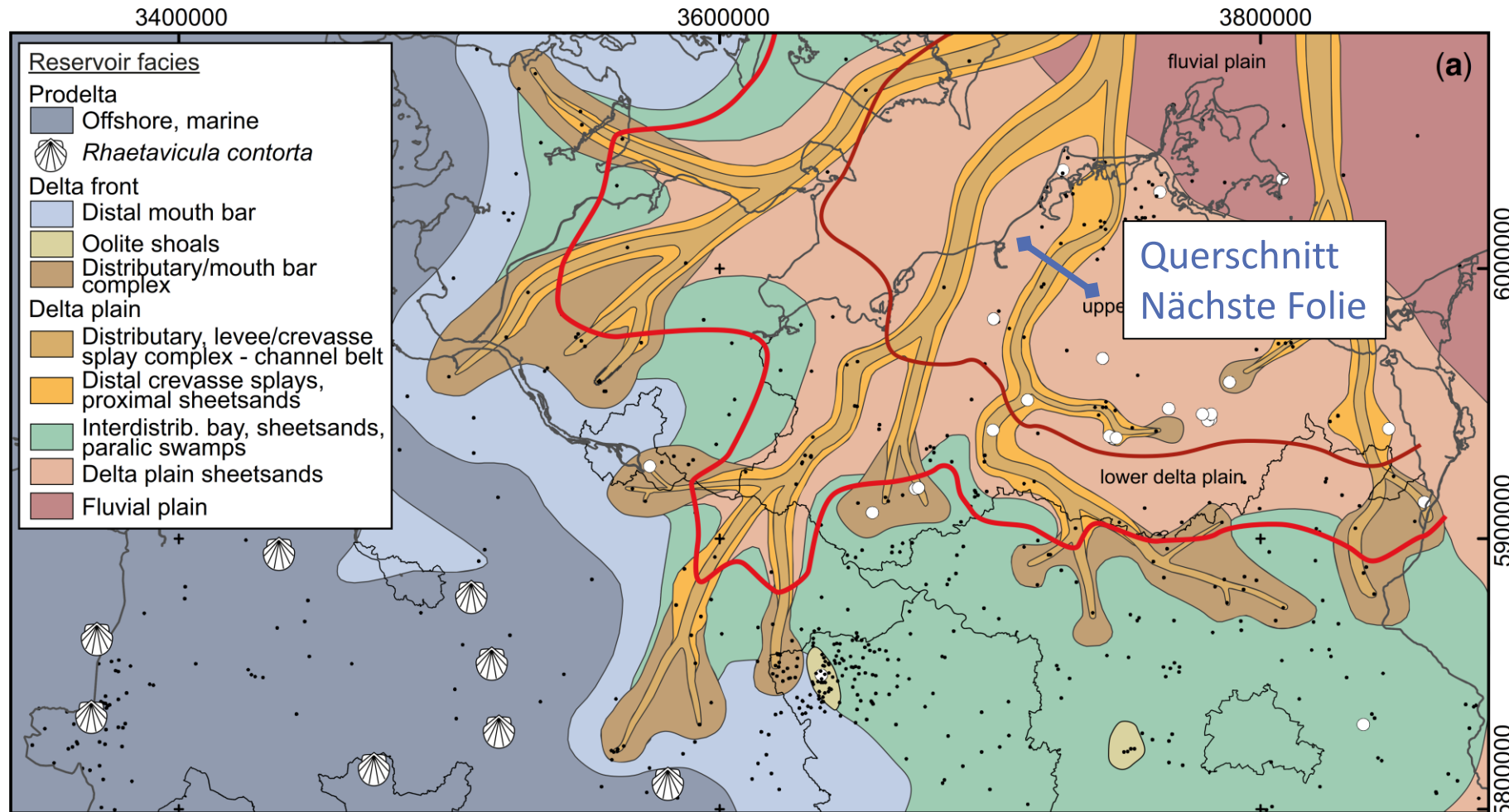
# Geologische Grundlage

## Oberrhät Deltasystem: Karte



GTN

INGENIEURE & GEOLOGEN



Franz et al. (2018)

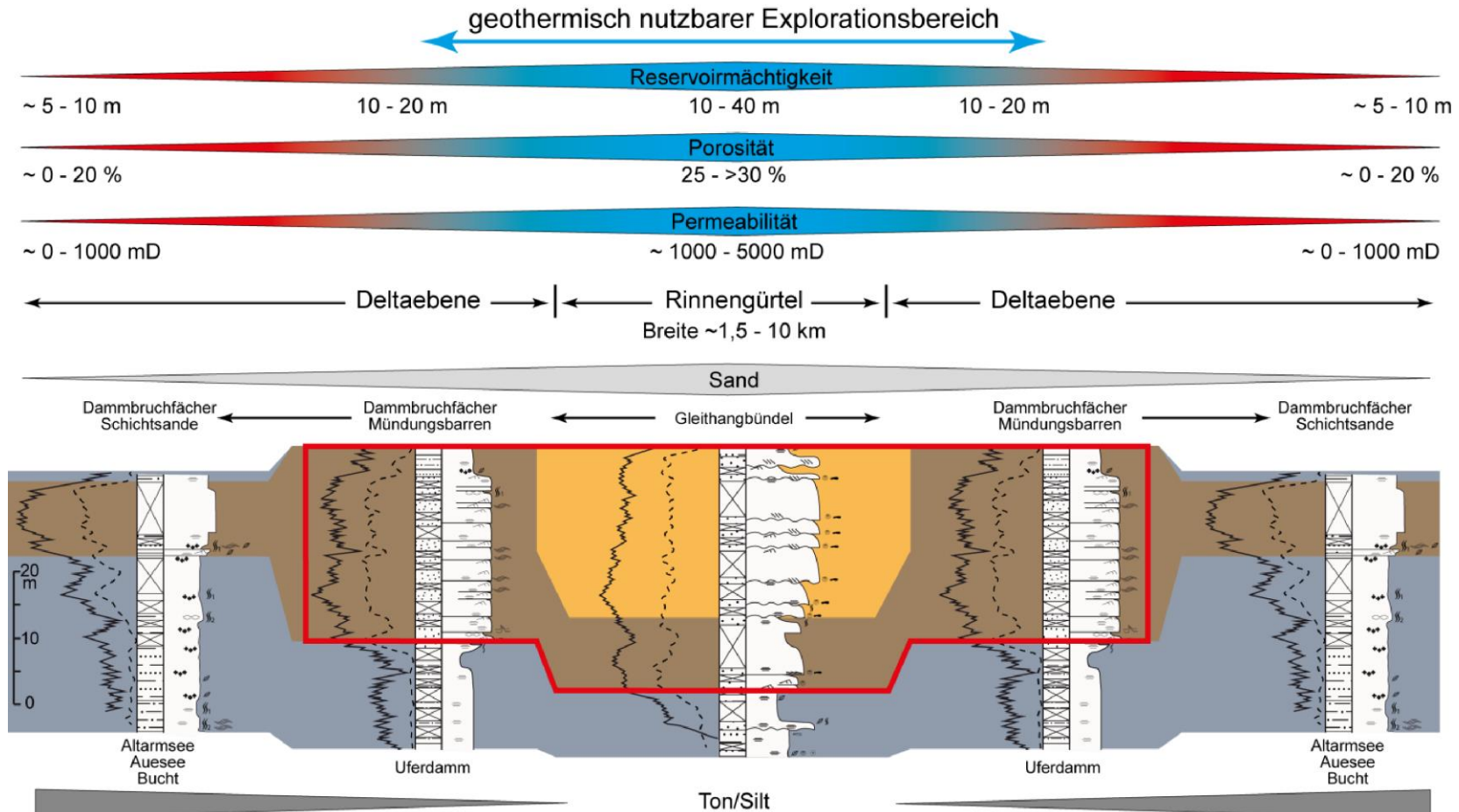
# Geologische Grundlage

## Oberrhät Deltasystem: Querschnitt



GTN

INGENIEURE & GEOLOGEN



Wolfgramm et al. (2018)

# Geologische Grundlage

## Volumenstrombereich

In Abhängigkeit von

- Mächtigkeit des Aquifers
- Porosität und Permeabilität
- Strömungsbildern in den Poren des Gesteins
- zulässigen Filterschlitzgeschwindigkeiten
- wachsender Pumpaufwand in Relation zur wachsenden geothermischen Heizleistung
- Mehrinvestitionen in die Bohrung für tieferen Einbau

sind Thermalwasservolumenströme von **50 m<sup>3</sup>/bis 150 m<sup>3</sup>/h** realistische Größenordnungen mit weiter Verbreitung.

# Geologische Grundlage



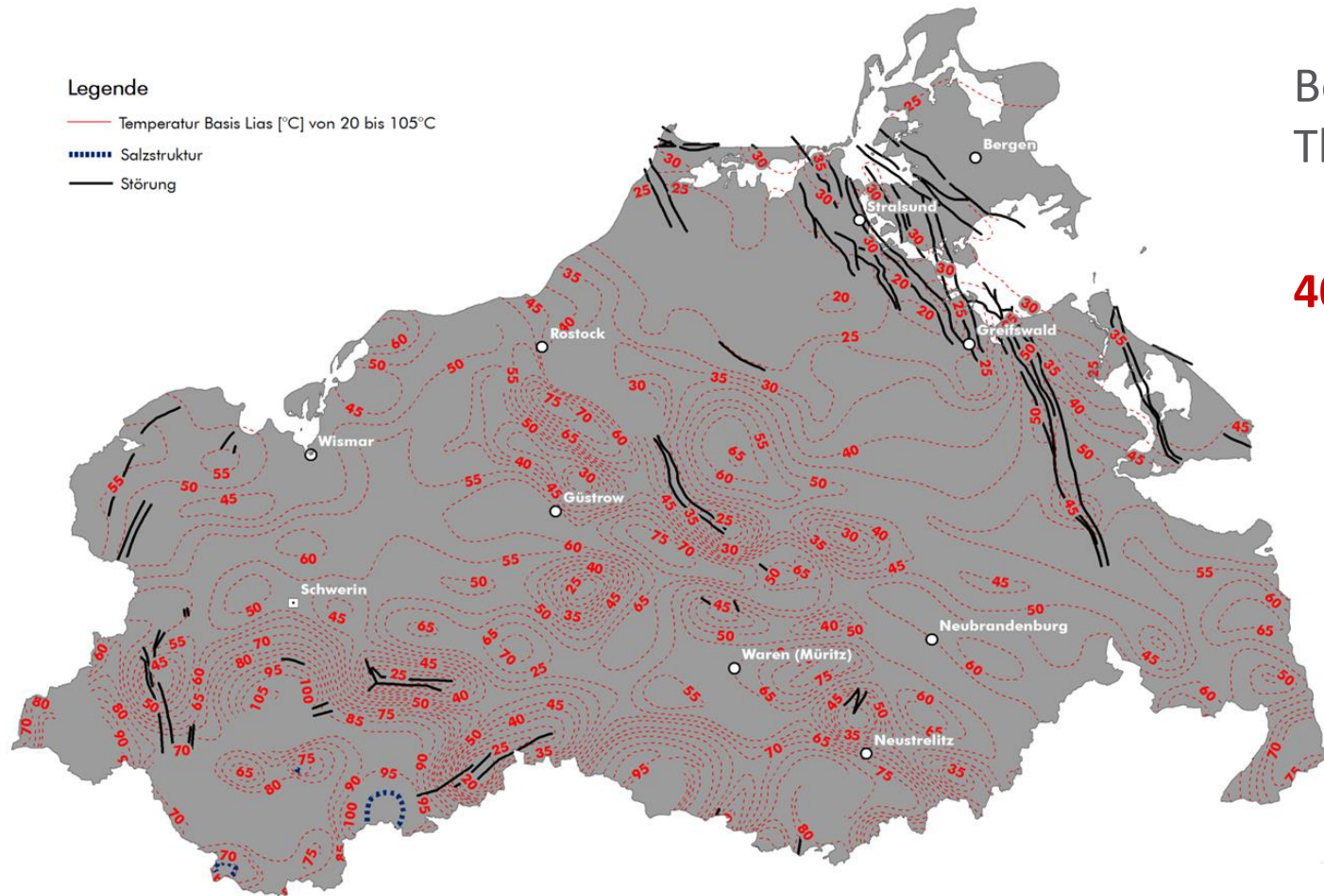
GTN

INGENIEURE & GEOLOGEN

## Oberrhät: Temperaturverteilung Mecklenburg-Vorpommern

### Legende

- Temperatur Basis Lias [°C] von 20 bis 105°C
- Salzstruktur
- Störung



Bereich der wahrscheinlichsten  
Thermalwassertemperaturen:

**40 °C ... 80 °C**

# Geologische Grundlage

## Wärmequelleistungen von Wärmepumpen

In Abhängigkeit von

- Thermalwasserstrom (50 m<sup>3</sup>/h bis 150 m<sup>3</sup>/h)
- Fördertemperatur (40 °C bis 80 °C)
- Heiznetzrücklauftemperatur (50 ... 65 °C)
- Auskühlung des Thermalwassers (hier: 20 °C)

sind Wärmequelleistungen für Wärmepumpen im Bereich von **1.000 kW bis 7.000 kW** zu erwarten.

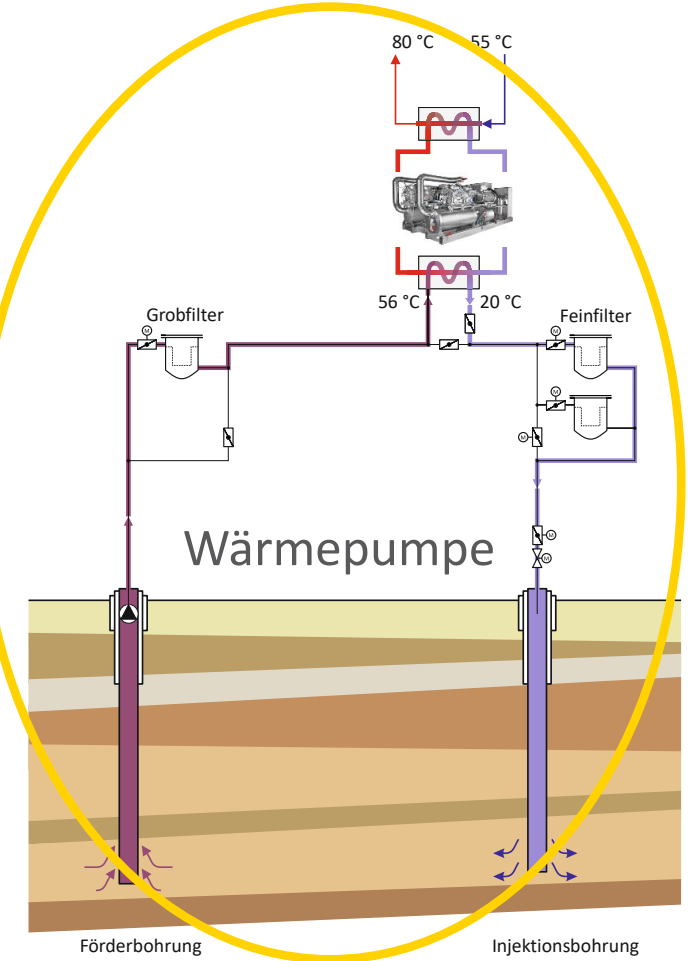
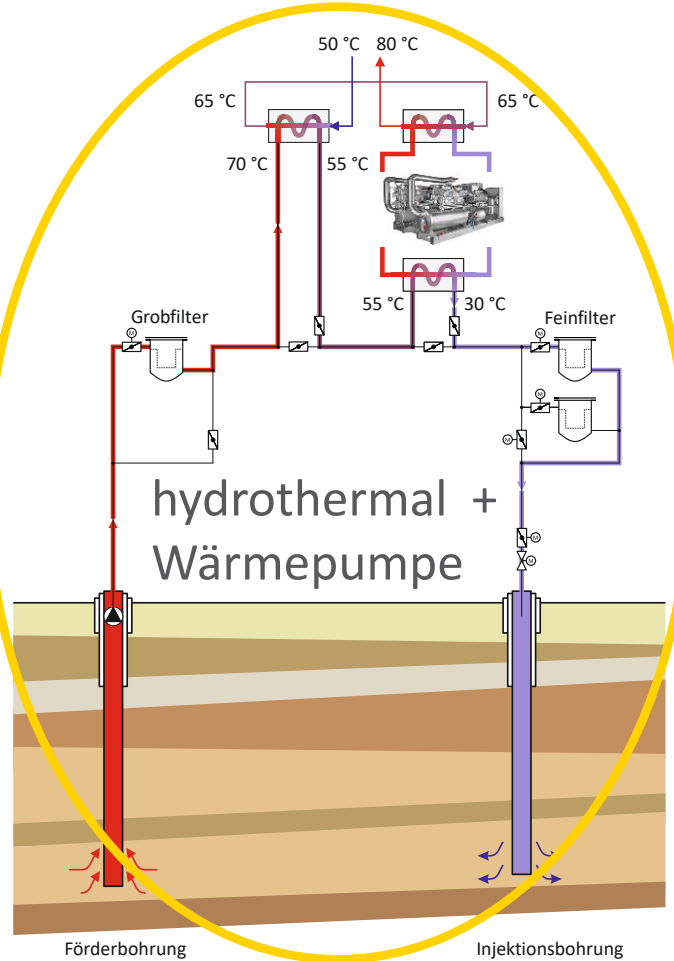
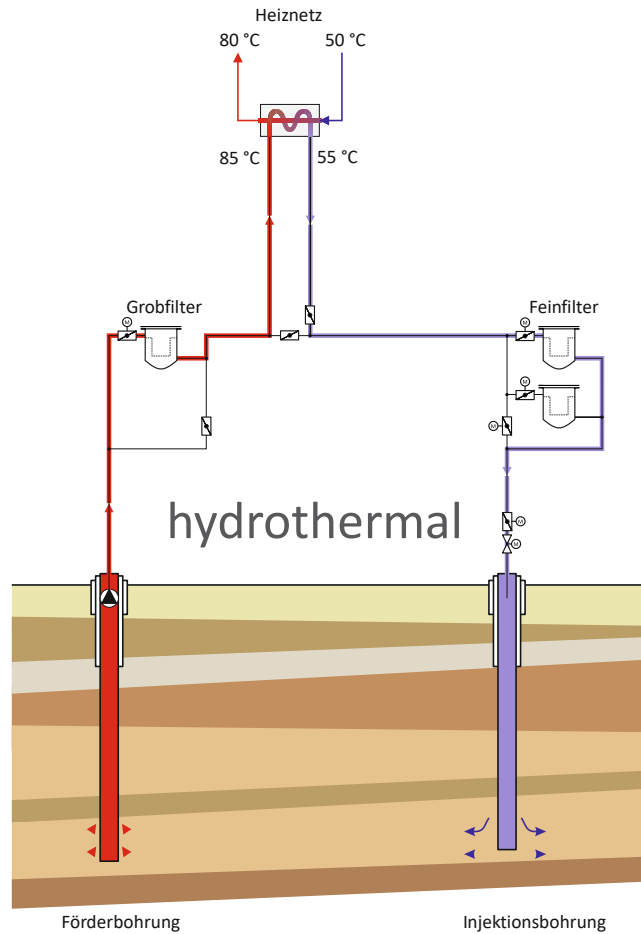
# Hydrogeothermale Technologie



GTN

INGENIEURE & GEOLOGEN

## An Temperatur angepasste technische Konzepte





# Thermalwasserkreislauf

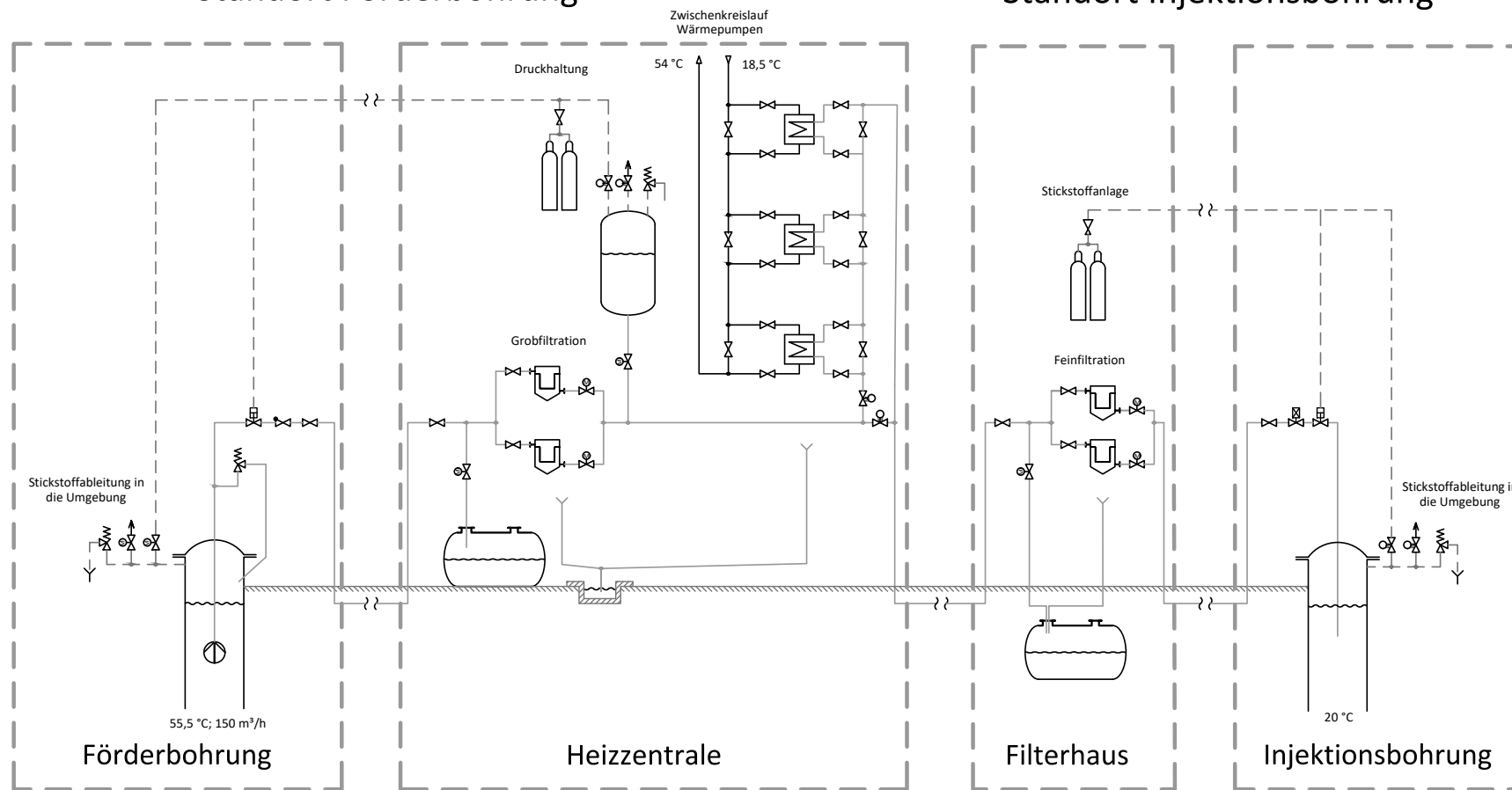


GTN

INGENIEURE & GEOLOGEN

## Standort Förderbohrung

## Standort Injektionsbohrung



# Thermalwasserkreislauf



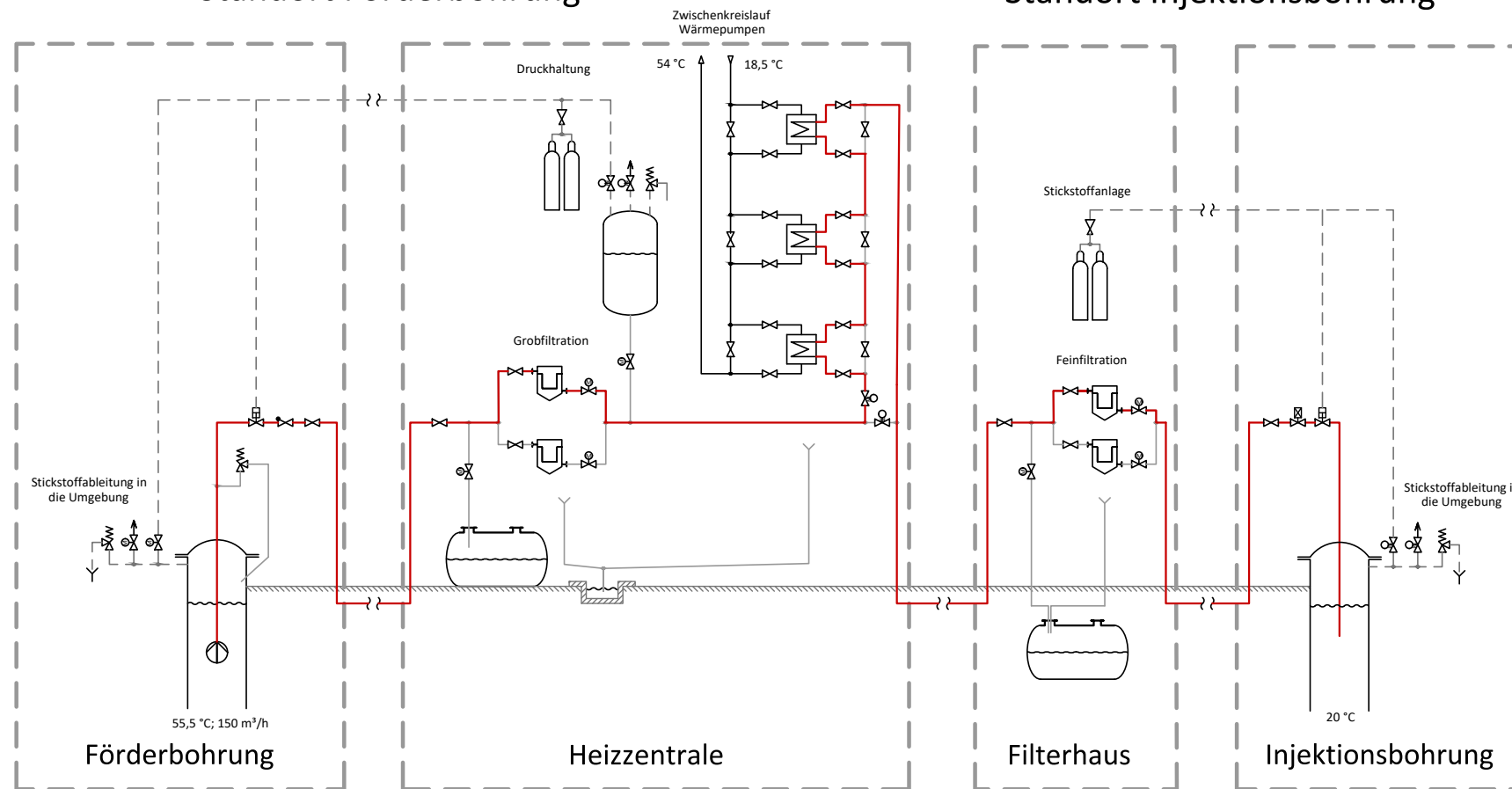
GTN

INGENIEURE & GEOLOGEN

## Funktion

### Standort Förderbohrung

### Standort Injektionsbohrung



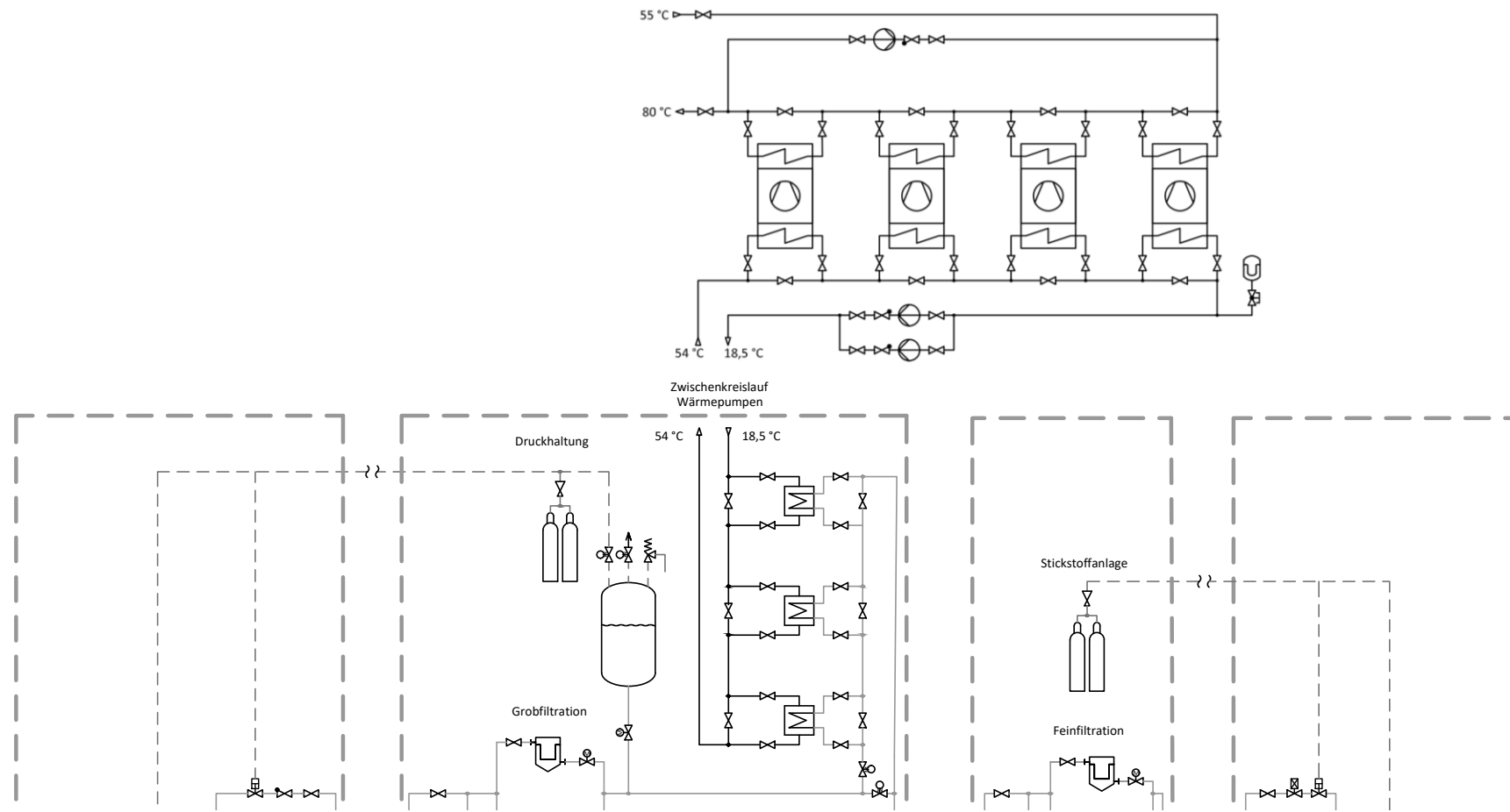
# Thermalwasserkreislauf

## Wärmepumpenkreislauf



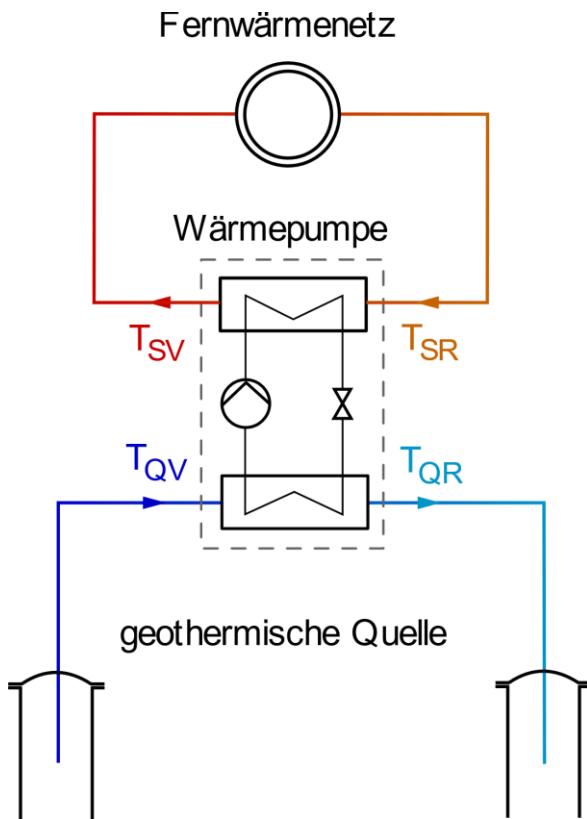
GTN

INGENIEURE & GEOLOGEN



# Wärmepumpen

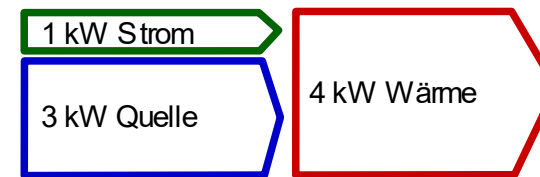
## Funktionsweise



- Leistungszahl

$$COP = \frac{\text{Wärmeleistung}}{\text{Antriebsleistung}}$$

- Beispiel COP = 4



- Leistungszahl idealer Prozess

$$COP_{Carnot} = \frac{T_{SV}}{T_{SV} - T_{QR}}$$

- Entscheidend ist die Temperaturdifferenz zwischen **Heiznetzvorlauf** und **Quellenrücklauf**



GTN

INGENIEURE & GEOLOGEN

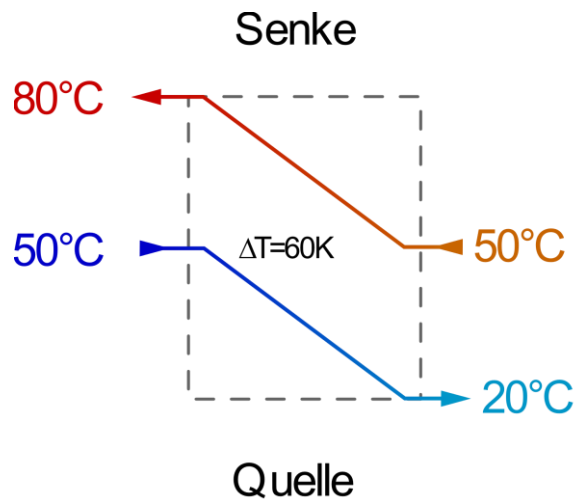
# Wärmepumpen



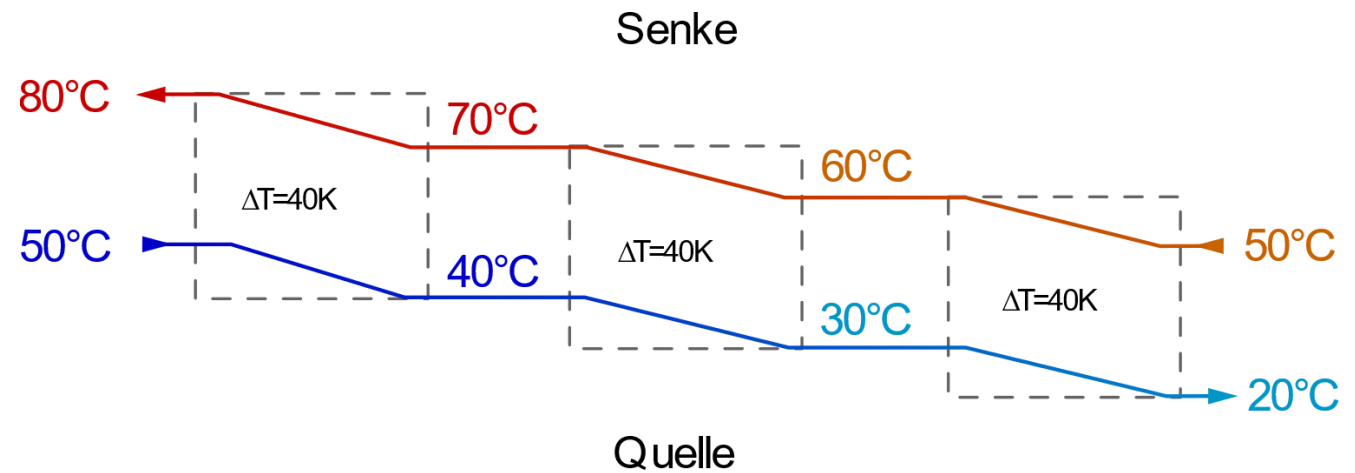
GTN

INGENIEURE & GEOLOGEN

## Effizienzsteigerung



$$COP_{Carnot} = \frac{(80 + 273,15) \text{ K}}{(80 - 20) \text{ K}} = 5,89$$



$$COP_{Carnot} = \left( \frac{(80 + 273,15) \text{ K}}{(80 - 40) \text{ K}} + \frac{(70 + 273,15) \text{ K}}{(70 - 30) \text{ K}} + \frac{(60 + 273,15) \text{ K}}{(60 - 20) \text{ K}} \right)$$
$$= (8,83 + 8,58 + 8,33) / 3 = 8,58$$

# Heiznetzverhalten

## Vor- und Rücklufttemperaturen



GTN

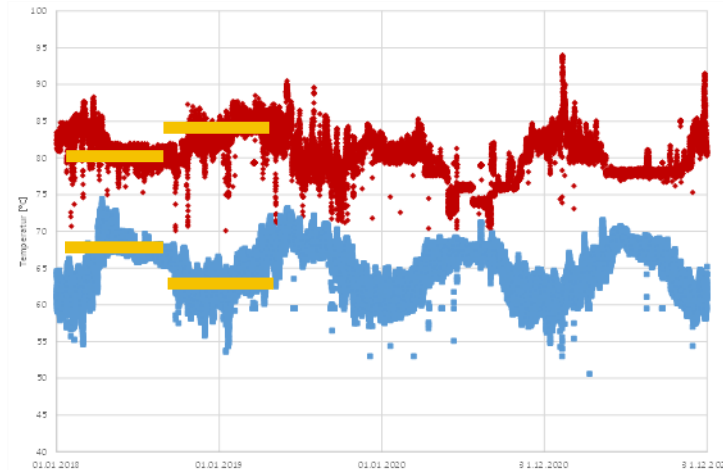
INGENIEURE & GEOLOGEN

groß (>> 50 MW)



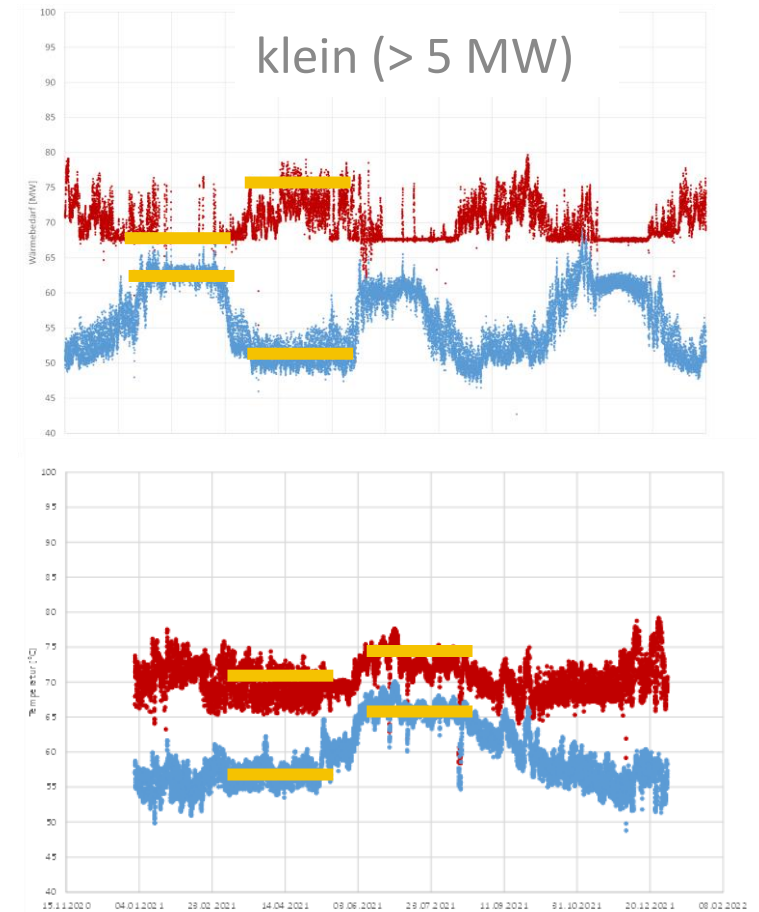
Schwerin

mittel (> 15 MW)



Beispiele weiterer Netze in Nordostdeutschland

klein (> 5 MW)



# Wärmepumpenanlage



GTN

INGENIEURE & GEOLOGEN

## COP-Verhalten



Quelle: div. Maschinenangebote,  
div. Kältemittel und Anlagenkonzepte

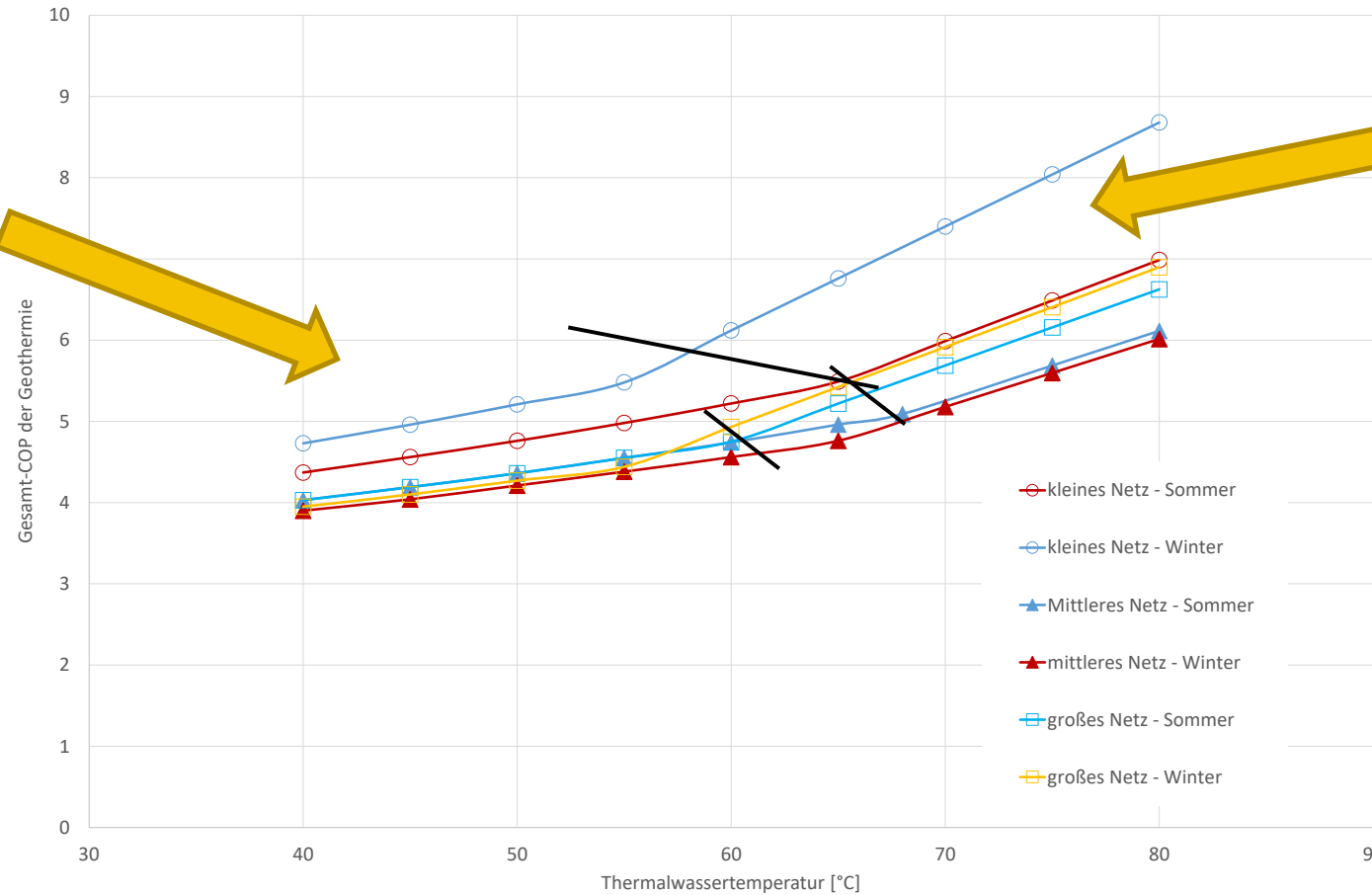
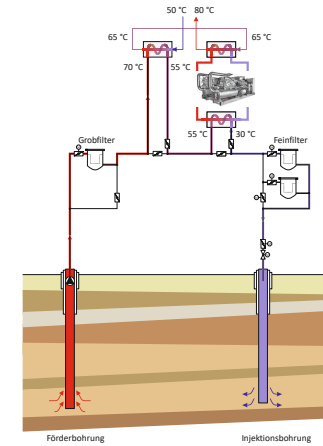
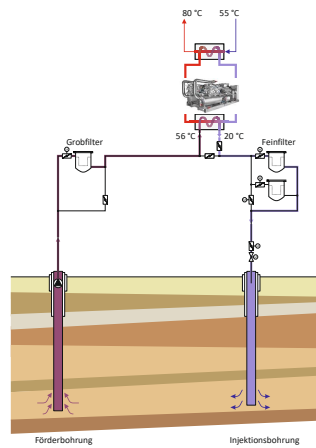
# Wärmepumpenverhalten

## Energetische Gesamt-Effizienz



GTN

INGENIEURE & GEOLOGEN





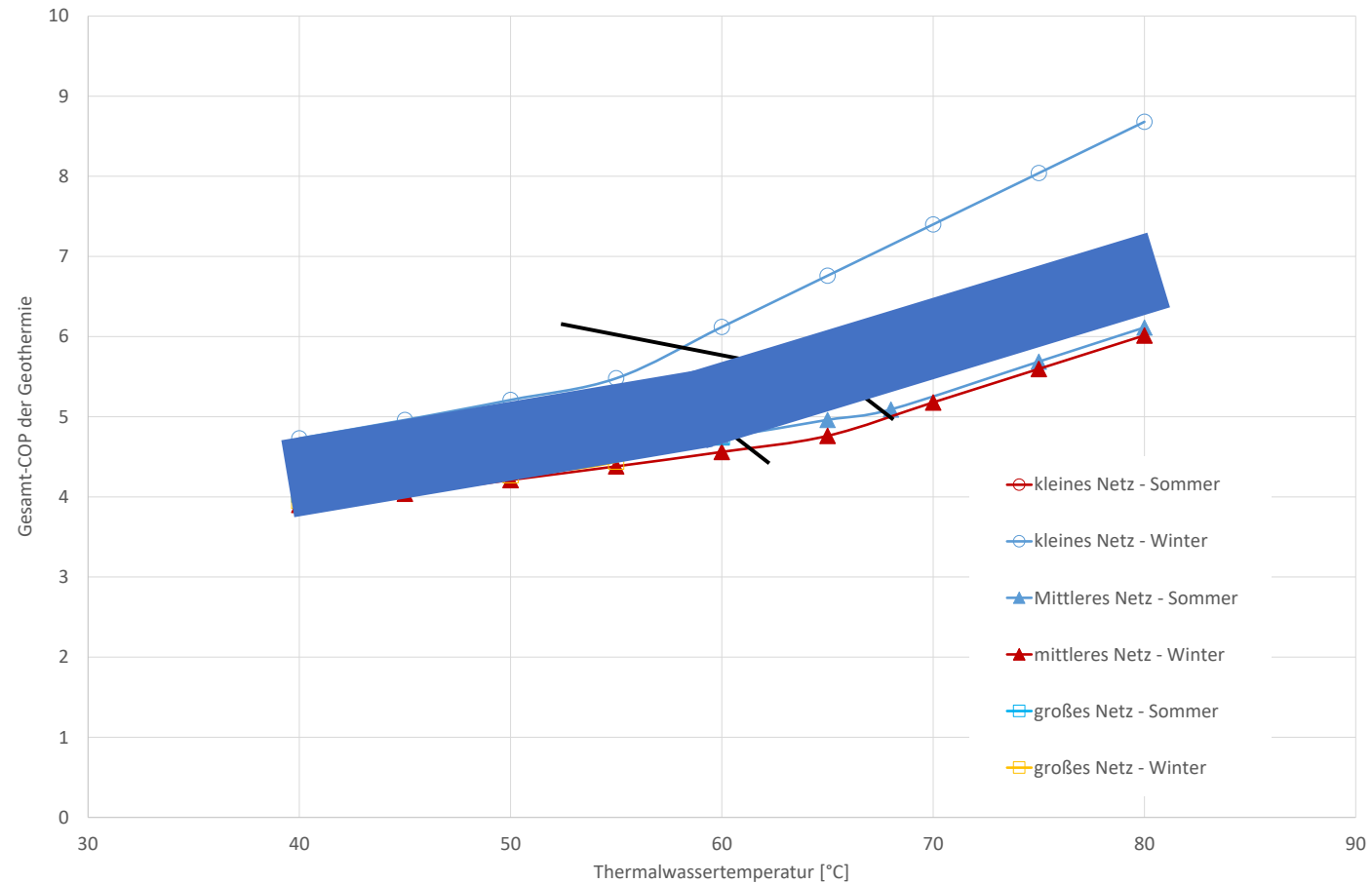
# Wärmepumpenverhalten

## Energetische Gesamt-Effizienz



GTN

INGENIEURE & GEOLOGEN



# Beispiel Schwerin

## Rahmenbedingungen

- Thermalwassertemperatur 55,5 °C
- Mineralisation 145 g/l
- Thermalwasserstrom 150 m<sup>3</sup>/h
- Heiznetzvorlauf 120 °C ... 80 °C
- Grundlast 80 °C
- Heiznetzrücklauf 55 °C ... 65 °C

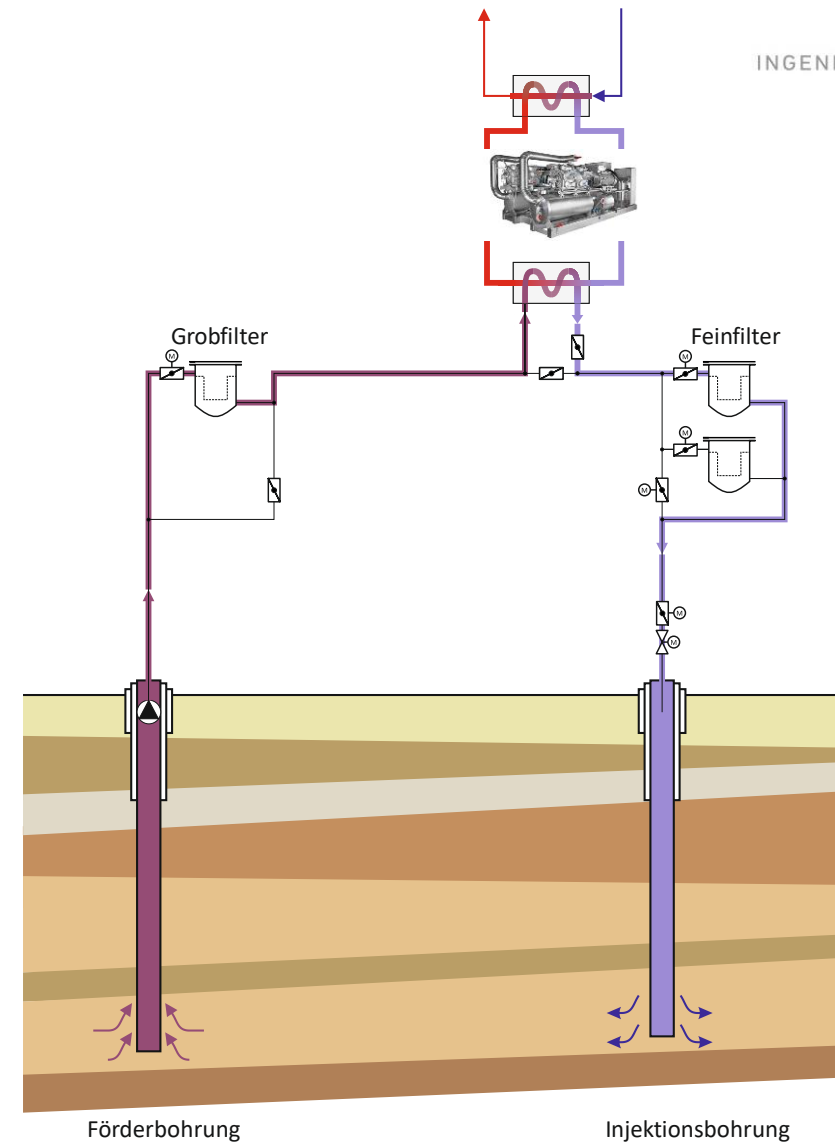
➔ Kein direkter Wärmeübergang möglich

➔ Wärmepumpeneinsatz (ca. 7 MW)



GTN

INGENIEURE & GEOLOGEN



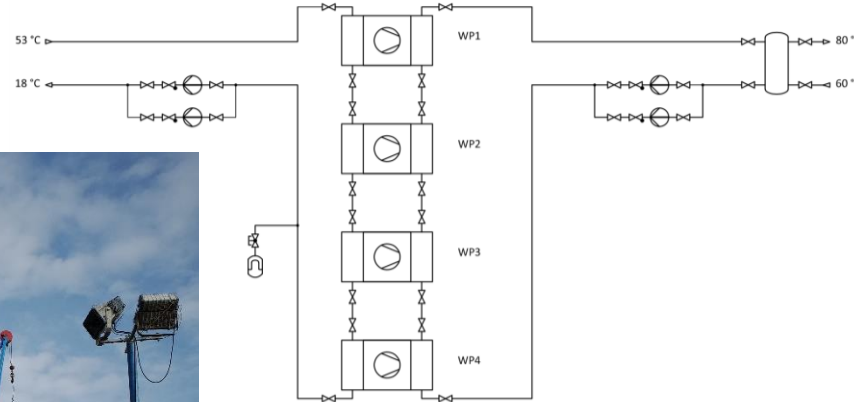
# Beispiel Schwerin

## Projektstatus – im Bau



GTN

INGENIEURE & GEOLOGEN



# Beispiel Schwerin



GTN

INGENIEURE & GEOLOGEN

## Ergebnisse

■ Wärmeleistung	6,9 MW
■ Thermalwassermenge	1,1 Mio. m <sup>3</sup>
■ geothermische Wärmelieferung	60 GWh/a
■ Stromeinsatz	15 GWh/a
■ Jahresarbeitszahl Wärmepumpe	4,2

# Beispiel Neubrandenburg



GTN

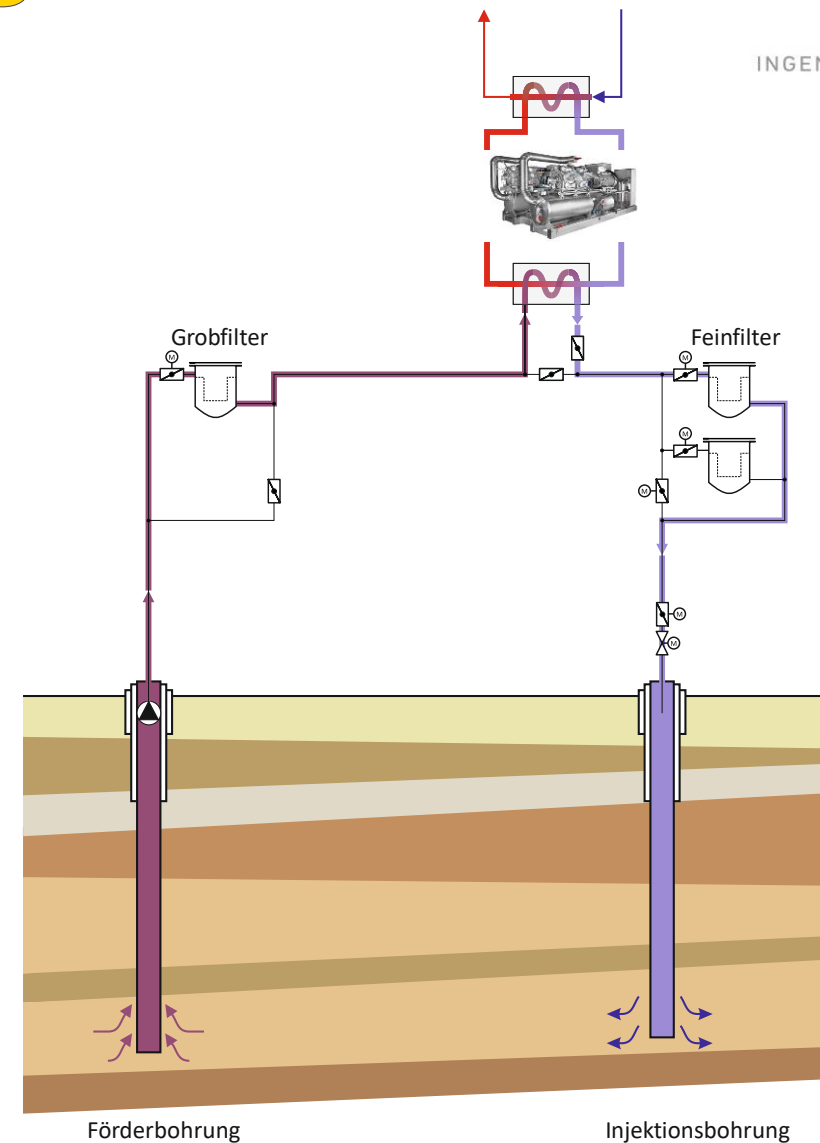
INGENIEURE & GEOLOGEN

## Rahmenbedingungen

- Thermalwassertemperatur 52 °C
- Mineralisation 100 g/l
- Thermalwasserstrom 100 m<sup>3</sup>/h
  
- HT-Heiznetzvorlauf Grundlast 130 °C ... 60 °C
- HT-Heiznetzrücklauf 90 °C
- HT-Heiznetzrücklauf 55 °C ... 65 °C
  
- NT-Heiznetzvorlauf Grundlast 80 °C ... 70 °C
- NT-Heiznetzrücklauf Grundlast 70 °C
- HT-Heiznetzrücklauf 55 °C ... 50 °C

➔ Kein direkter Wärmeübergang möglich

➔ Wärmepumpeneinsatz (ca. 3,5 MW)



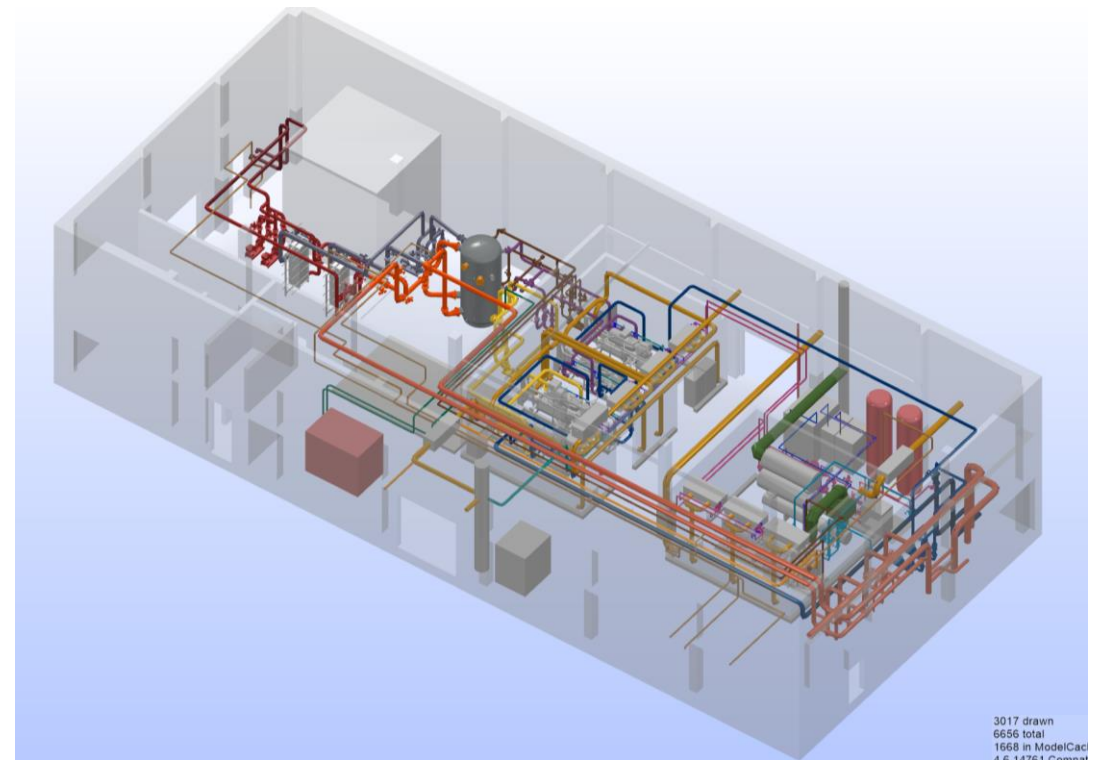
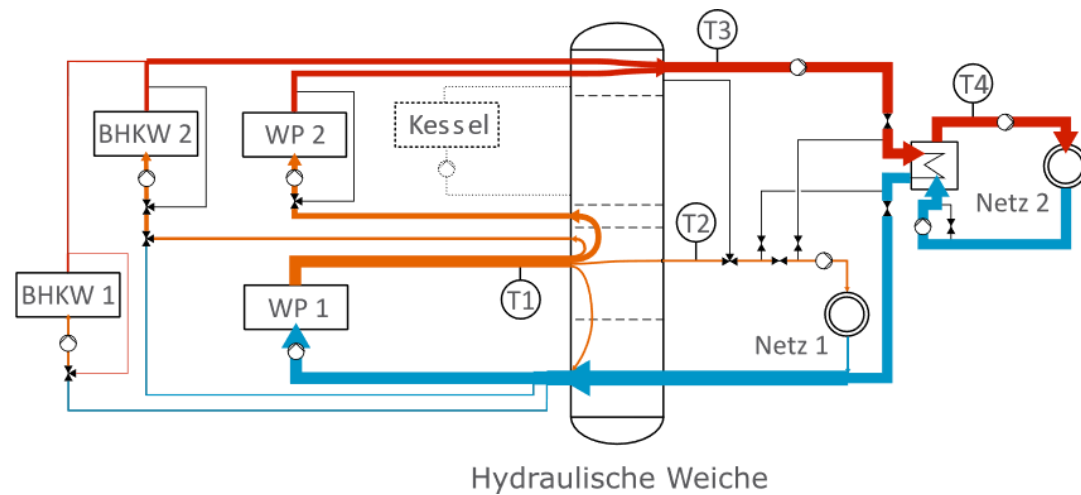
# Beispiel Neubrandenburg

Projektstatus – in Planung



GTN

INGENIEURE & GEOLOGEN



# Beispiel Neubrandenburg



GTN

INGENIEURE & GEOLOGEN

## Ergebnisse

■ Wärmeleistung	3,5 MW
■ Thermalwassermenge	0,86 Mio. m <sup>3</sup>
■ geothermische Wärmelieferung	31 GWh/a
■ Stromeinsatz	7,7 GWh/a
■ Jahresarbeitszahl Wärmepumpe	4,6

# Beispiel Prenzlau

## Rahmenbedingungen

- Thermalwassertemperatur 44 °C
- Mineralisation 88 g/l
- Thermalwasserstrom 130 m<sup>3</sup>/h
- Heiznetzvorlauf 85 °C ... 75 °C
- Grundlast 75 °C
- Heiznetzrücklauf 60 °C ... 70 °C

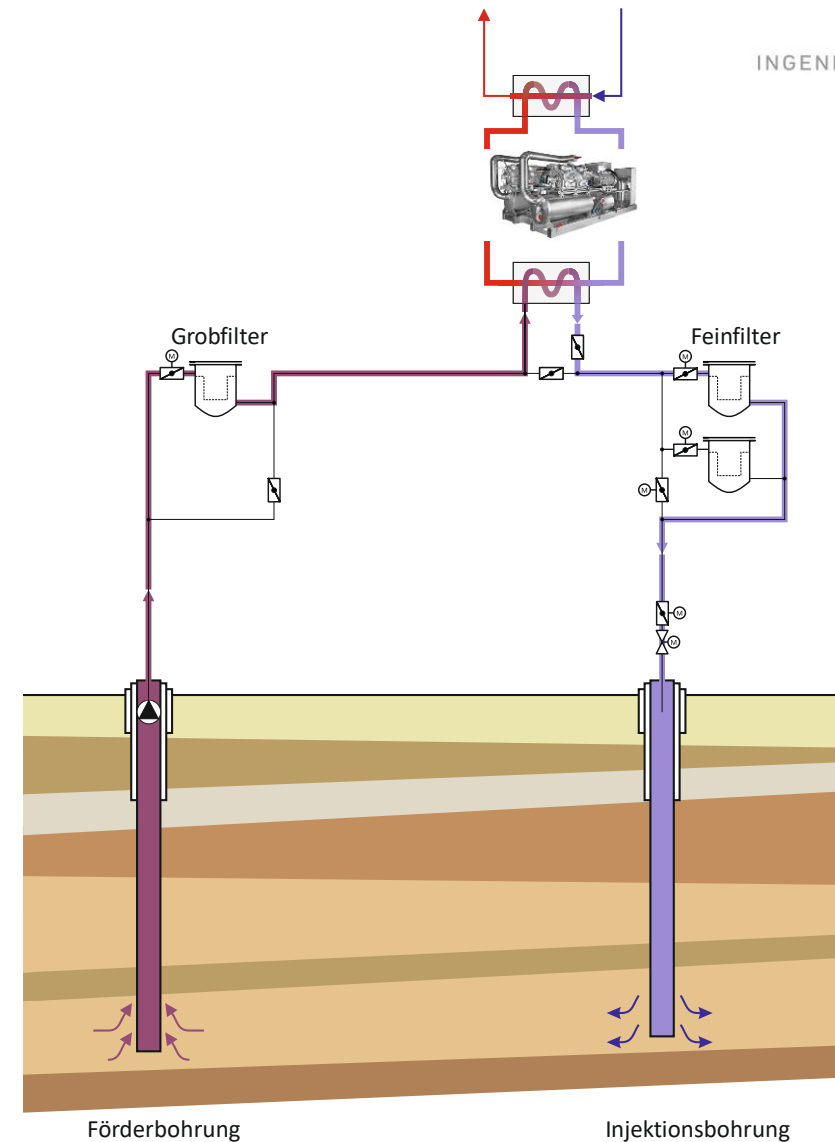
➔ Kein direkter Wärmeübergang möglich

➔ Wärmepumpeneinsatz (ca. 4,5 MW)



GTN

INGENIEURE & GEOLOGEN





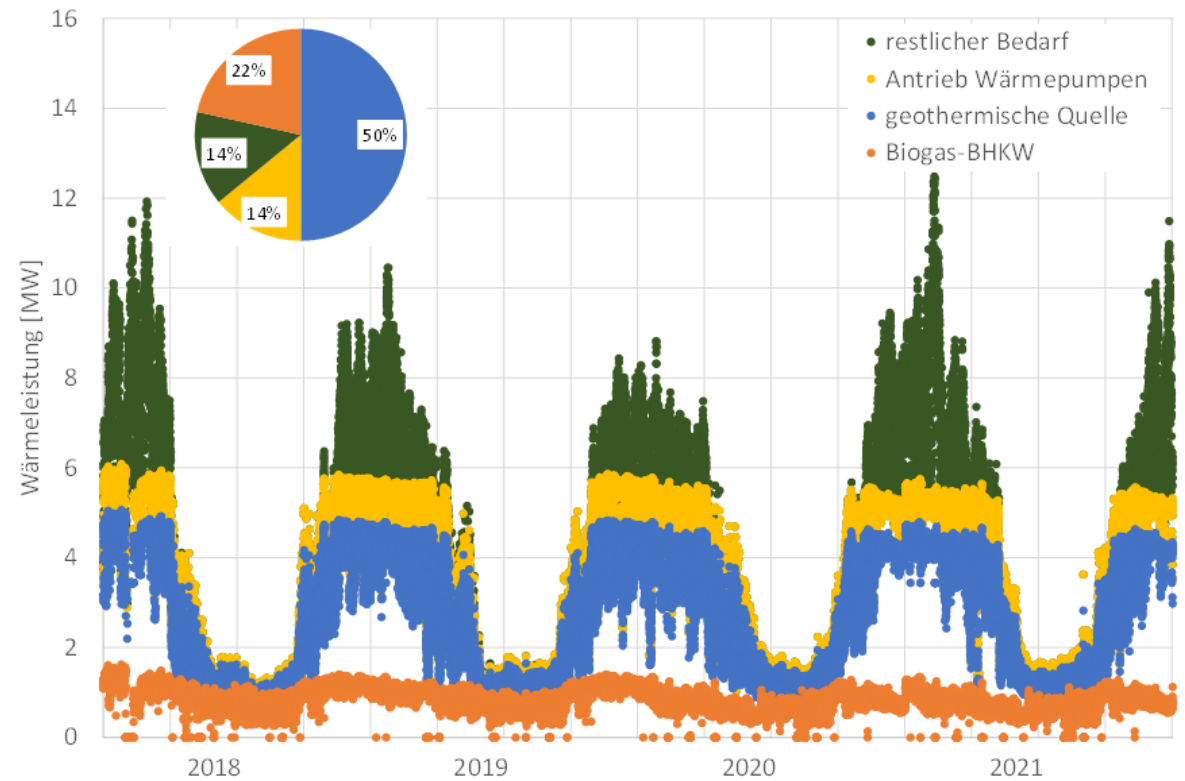
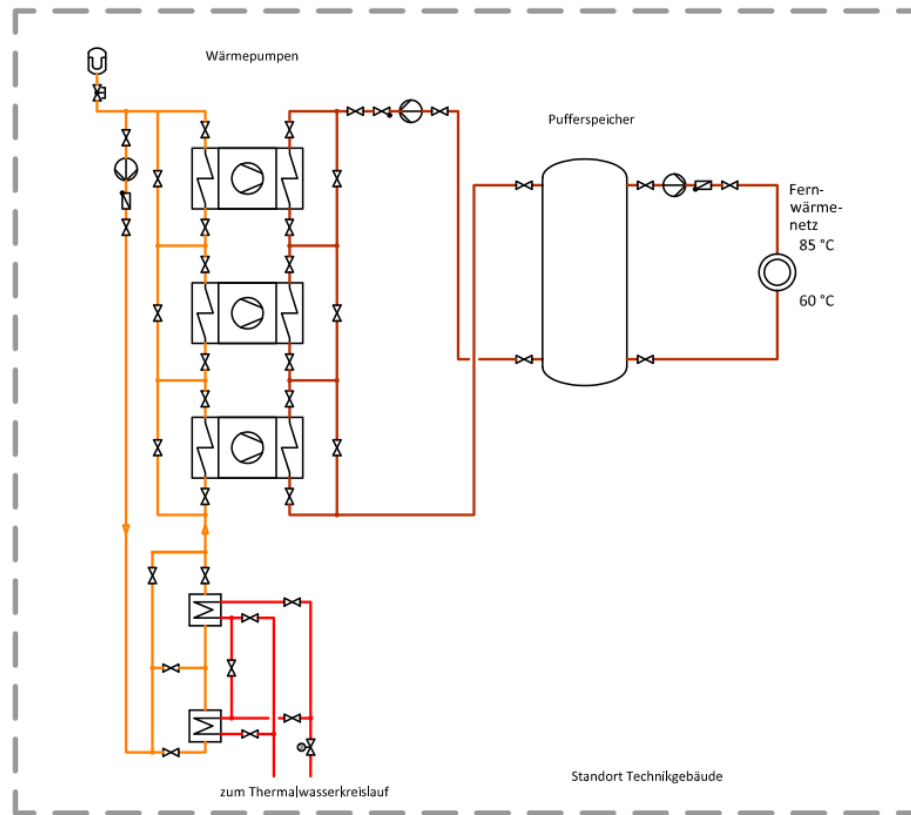
# Beispiel Prenzlau



GTN

INGENIEURE & GEOLOGEN

## Projektstatus – in der Konzepterarbeitung



# Beispiel Prenzlau



GTN

INGENIEURE & GEOLOGEN

## Ergebnisse

■ Wärmeleistung	4,5 MW
■ Thermalwassermenge	0,9 Mio. m <sup>3</sup>
■ geothermische Wärmelieferung	21,7 GWh/a
■ Stromeinsatz	5,4 GWh/a
■ Jahresarbeitszahl Wärmepumpe	4,5

[www.gtn-online.de](http://www.gtn-online.de)