

Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie IEG

---

# Nutzung von Grubenwasser am Beispiel der Stadtwerke Bochum: Project Mark 51°7

DGK 2023, Stadtwerke - Workshop NRW „Kommunale und gewerbliche  
Wärmeversorgung mit Geothermie“

Essen, 19. Oktober 2023

**Dipl.-Ing. René Verhoeven**  
Speicher- und Untertagesysteme  
**Bergbaufolgenutzung (Leitung)**

**Fraunhofer IEG**  
Kockerellstraße 17 | 52062 Aachen | Germany  
+49 160 931492847; +49 234 33858220  
[rene.verhoeven@ieg.fraunhofer.de](mailto:rene.verhoeven@ieg.fraunhofer.de)  
[www.ieg.fraunhofer.de](http://www.ieg.fraunhofer.de)

# Projekt Mark 51°7 Bochum

## 5G Wärme- und Kältenetz mit Grubenwasser



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

**Interreg**   
North-West Europe  
**D2Grids**  
European Regional Development Fund

### 1. Areal

- 68 ha - Areal in Bochum-Laer
- 1859 - 1958: Zeche Dannenbaum
- 1963 - 2014: Opel AG Automobilherstellung
- 2015 - 2025: Mark 51°7, Industrie-, Technologie- und Wissenschaftscampus
- Gebäudefläche ca. 210.000 m<sup>2</sup>

### 2. 5G DHC

- Nationales Förderprogramm Wärmenetzsysteme 4.0
- 35% Invest
- Netze und Energiezentrale Ost (EZO)

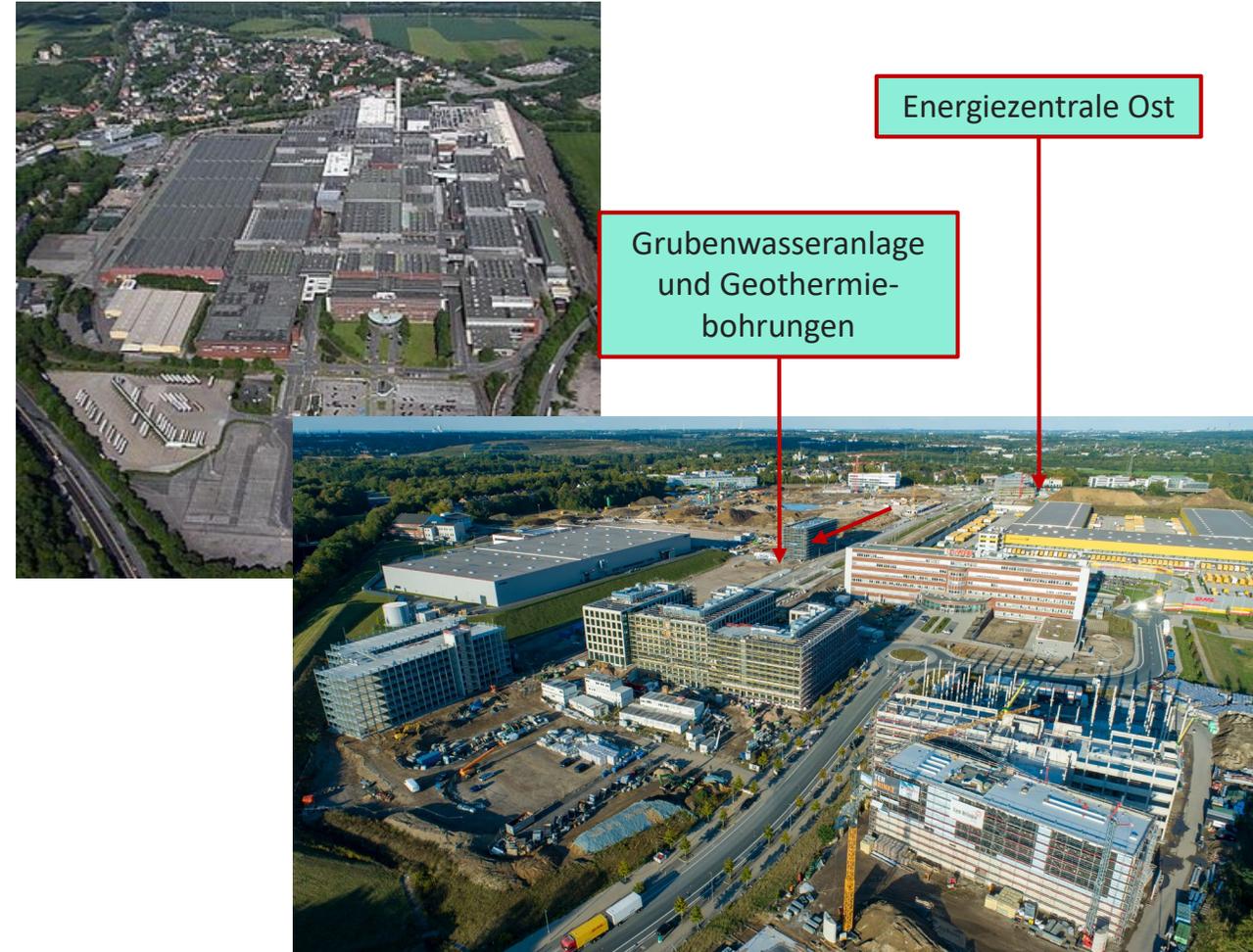


Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

### 3. Grubenwasser

- EU Förderprogramm Interreg D2Grids
- 60% Invest
- Grubenwasseranlage und Bohrungen
- Demonstrator Energiezentrale

**Interreg**   
North-West Europe  
**D2Grids**  
European Regional Development Fund



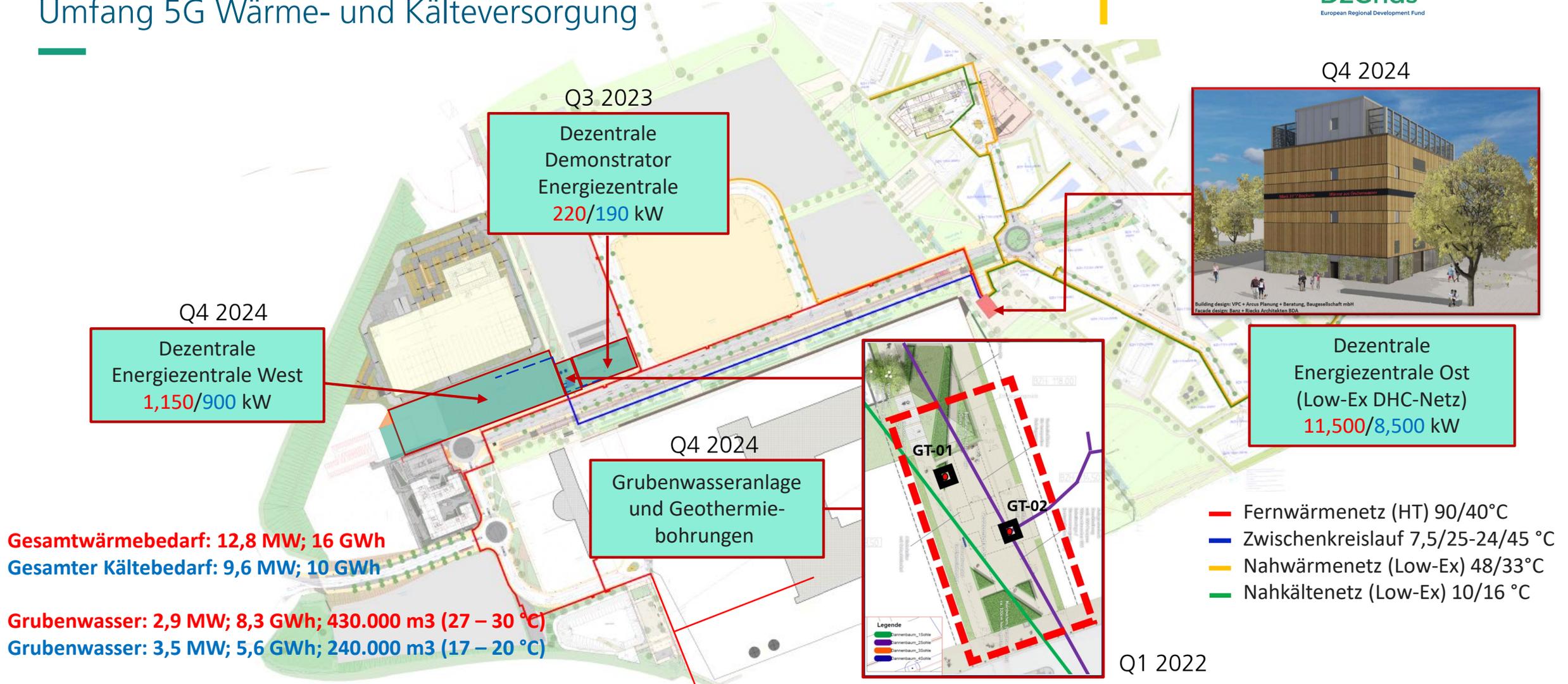
# Projekt Mark 51°7 Bochum

## Umfang 5G Wärme- und Kälteversorgung



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

**Interreg**   
North-West Europe  
**D2Grids**  
European Regional Development Fund

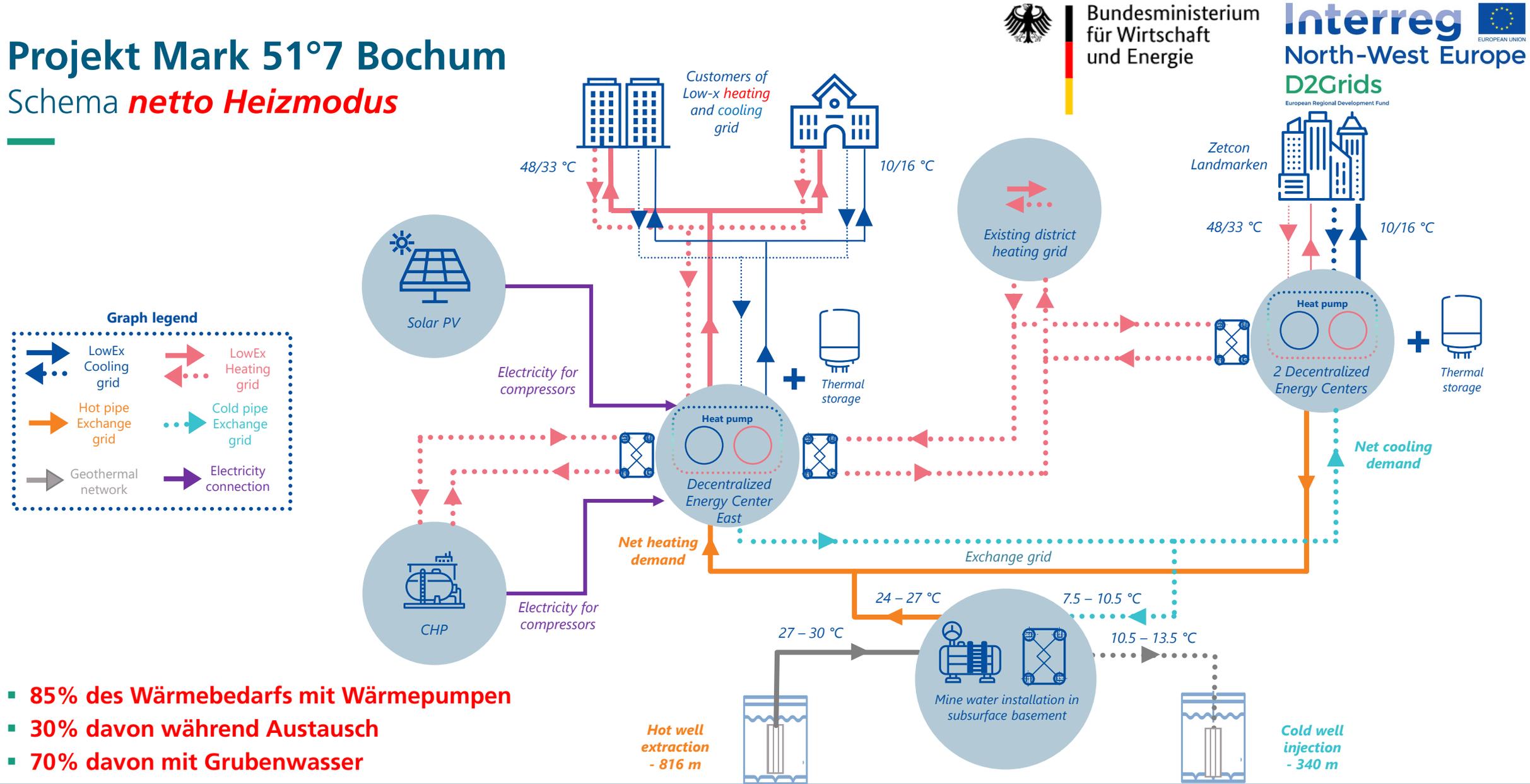


**Gesamtwärmebedarf: 12,8 MW; 16 GWh**  
**Gesamter Kältebedarf: 9,6 MW; 10 GWh**

**Grubenwasser: 2,9 MW; 8,3 GWh; 430.000 m<sup>3</sup> (27 – 30 °C)**  
**Grubenwasser: 3,5 MW; 5,6 GWh; 240.000 m<sup>3</sup> (17 – 20 °C)**

# Projekt Mark 51°7 Bochum

## Schema *netto Heizmodus*



- **85% des Wärmebedarfs mit Wärmepumpen**
- **30% davon während Austausch**
- **70% davon mit Grubenwasser**

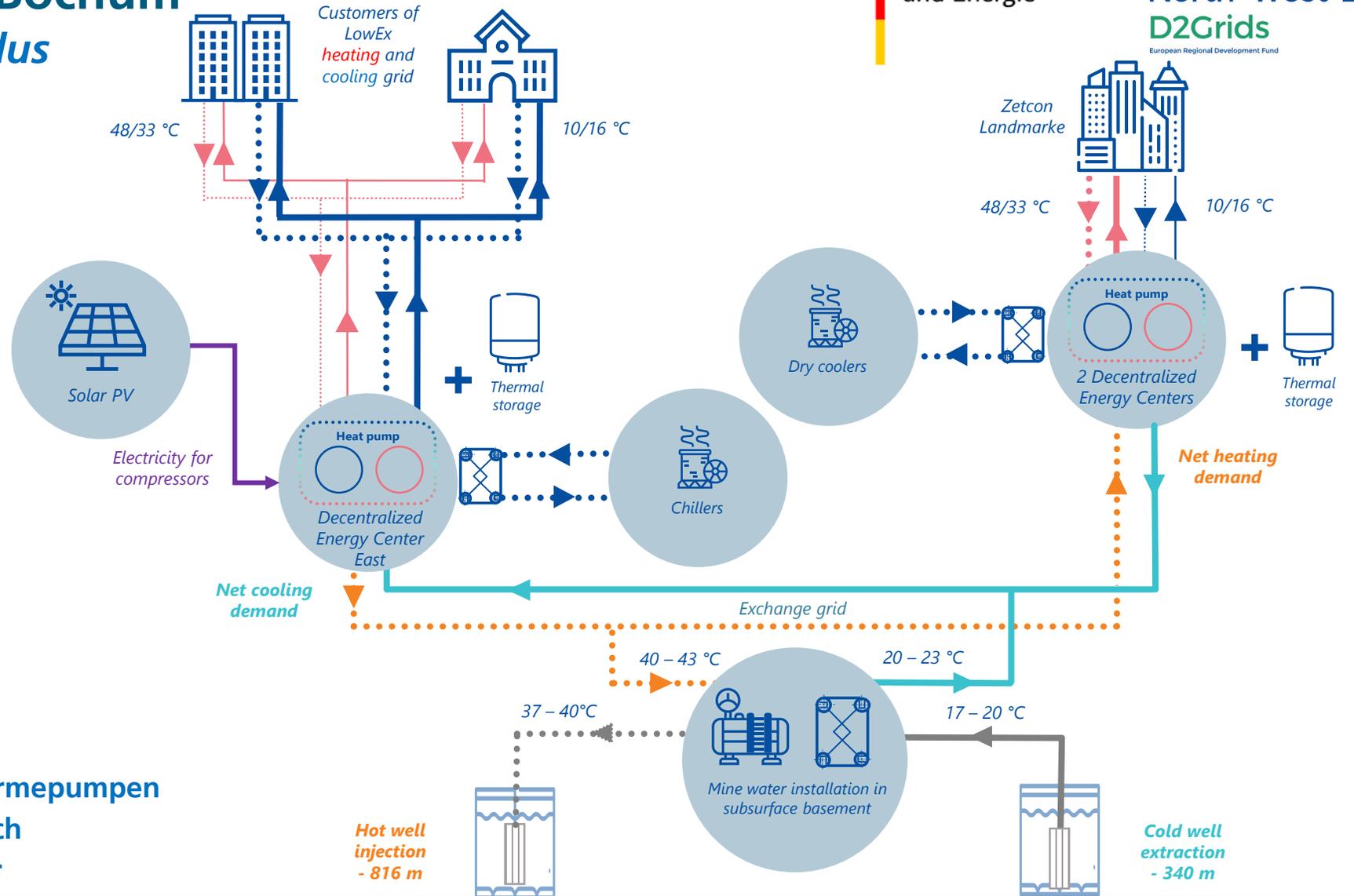
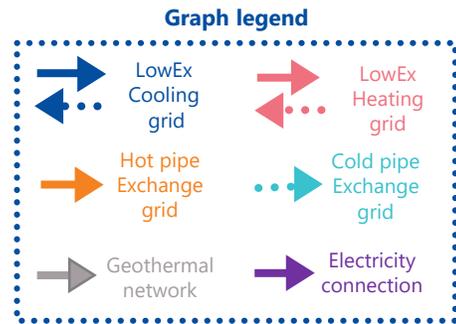
# Projekt Mark 51°7 Bochum

## Schema *netto Kühlmodus*



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

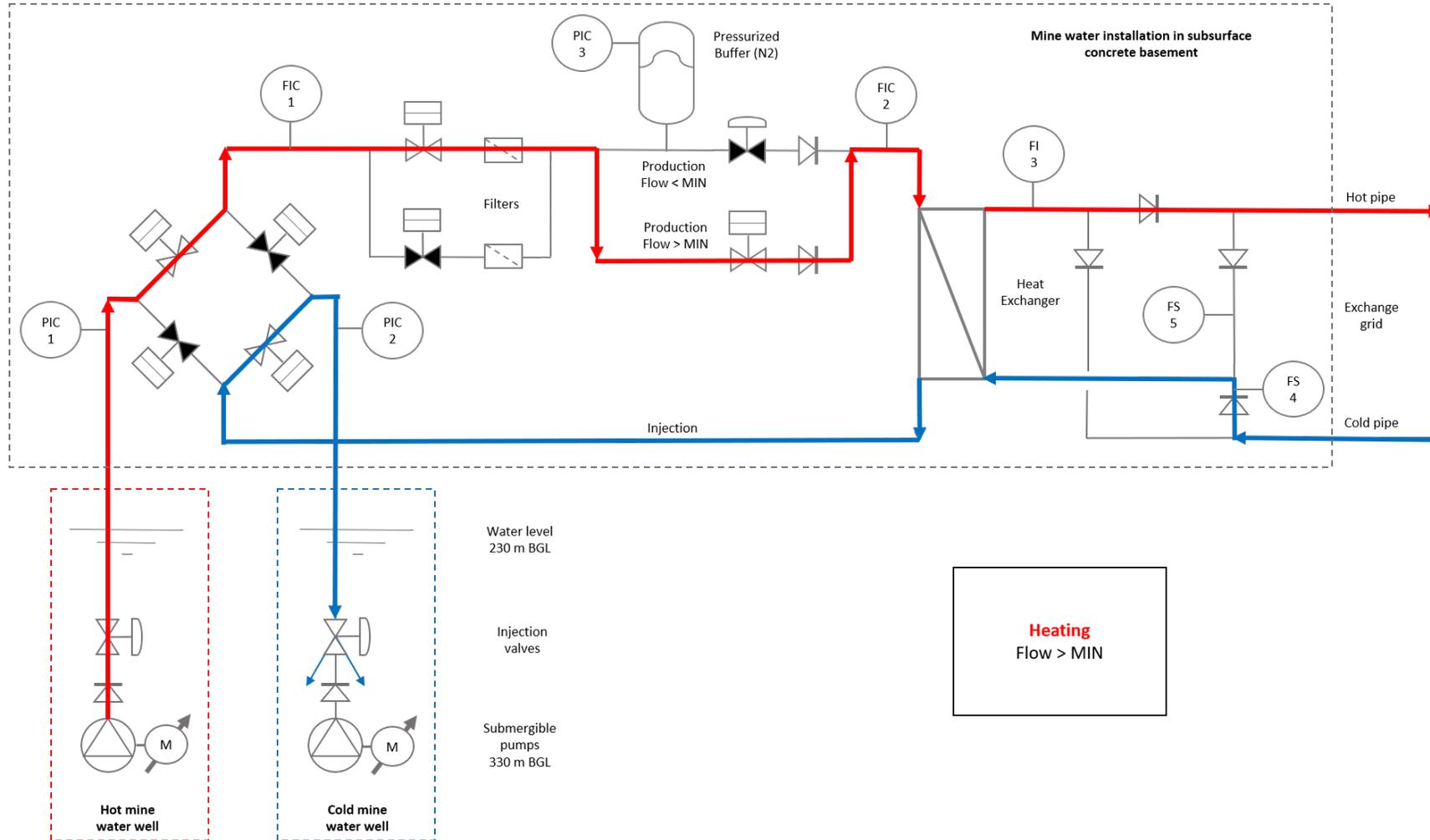
**Interreg**   
North-West Europe  
**D2Grids**  
European Regional Development Fund



- 85% des Kältebedarfs mit Wärmepumpen
- 30% davon während Austausch
- 70% davon mit Grubenwasser

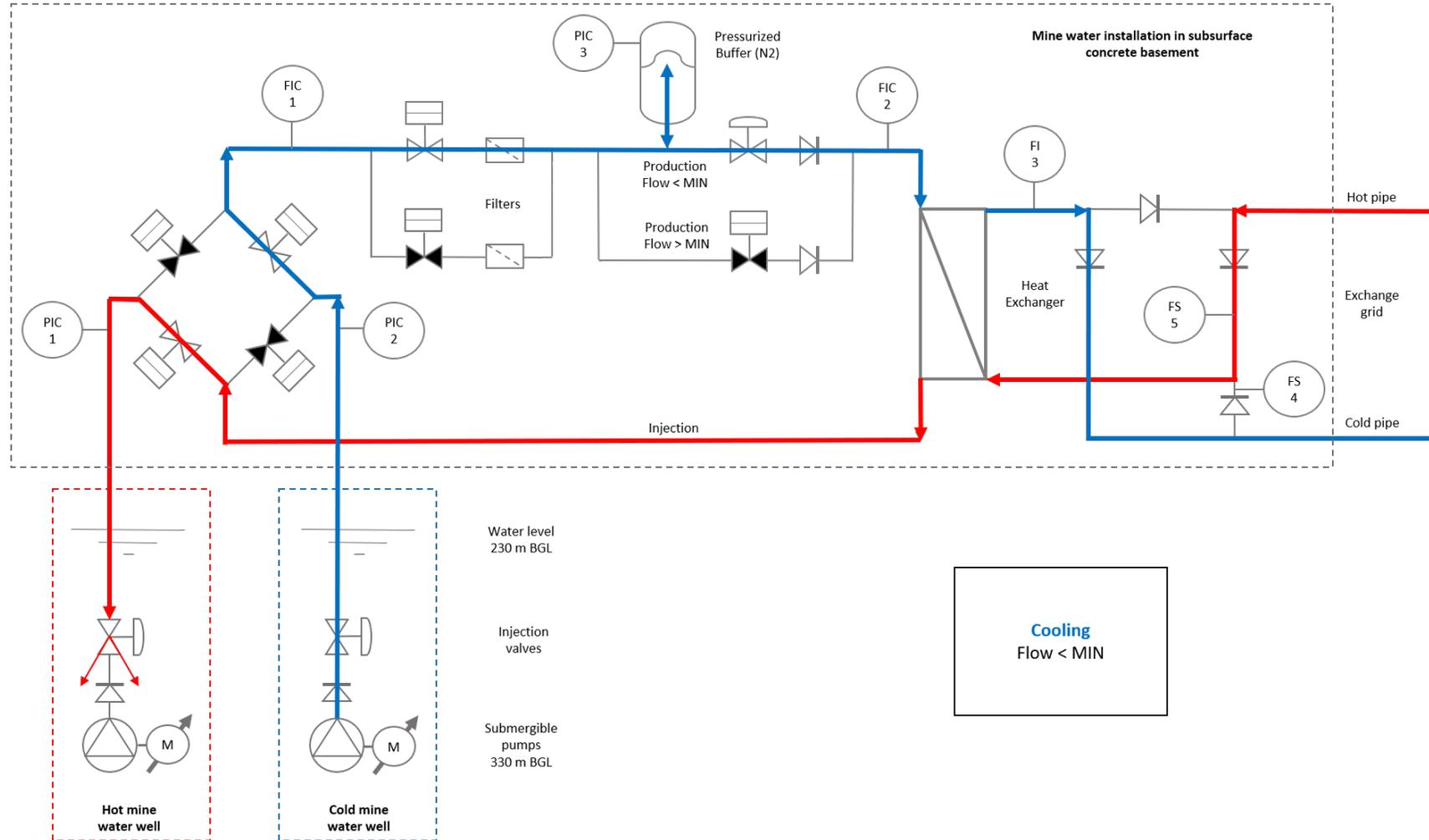
# Projekt Mark 51°7 Bochum

## Schema Grubenwasseranlage Heizmodus (Flow > MIN)



# Projekt Mark 51°7 Bochum

## Schema Grubenwasseranlage Kühlmodus (Flow < MIN)



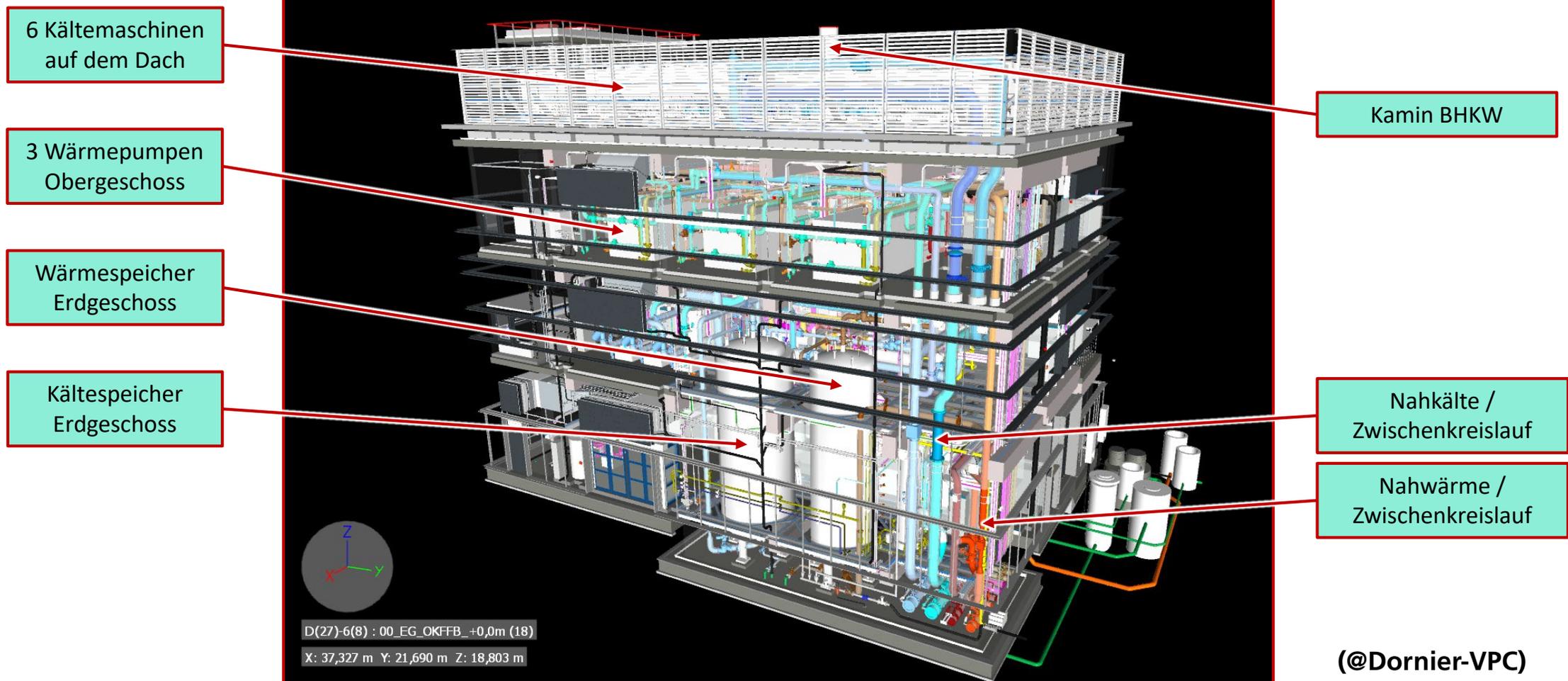
# Projekt Mark 51°7 Bochum

## 3-D Impression Energiezentrale Ost



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

**Interreg**   
North-West Europe  
**D2Grids**  
European Regional Development Fund



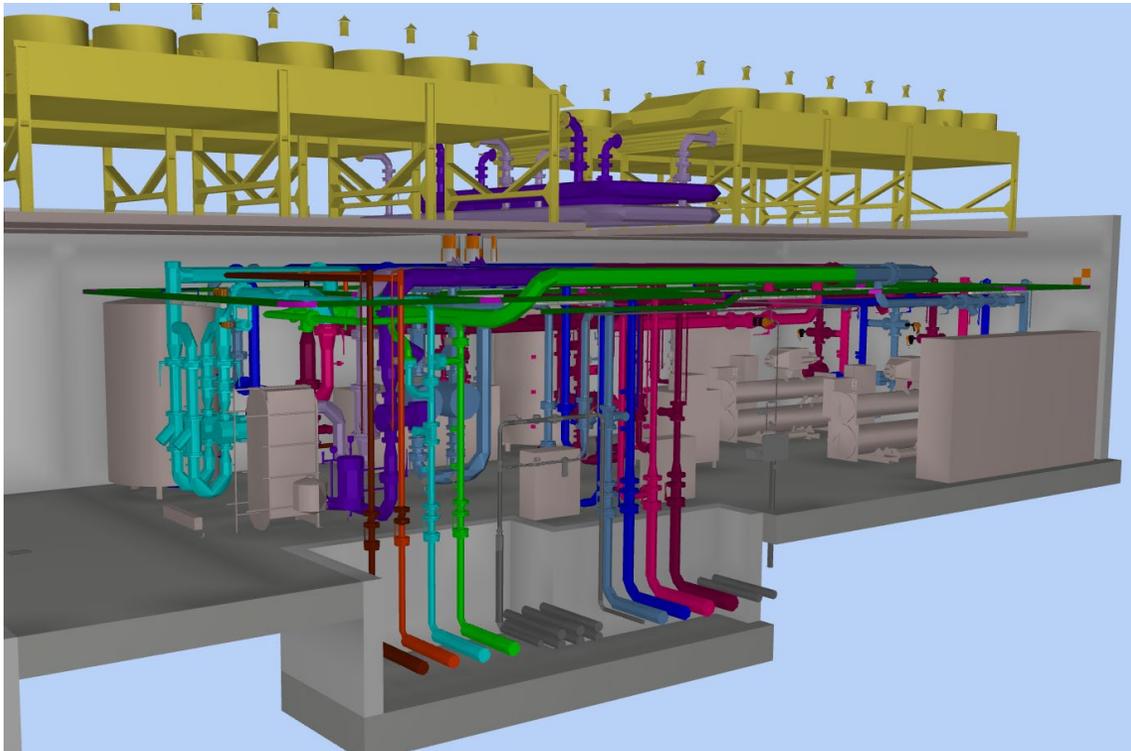
# Projekt Mark 51°7 Bochum

## 3-D Impression Energiezentralen West & Demonstrator

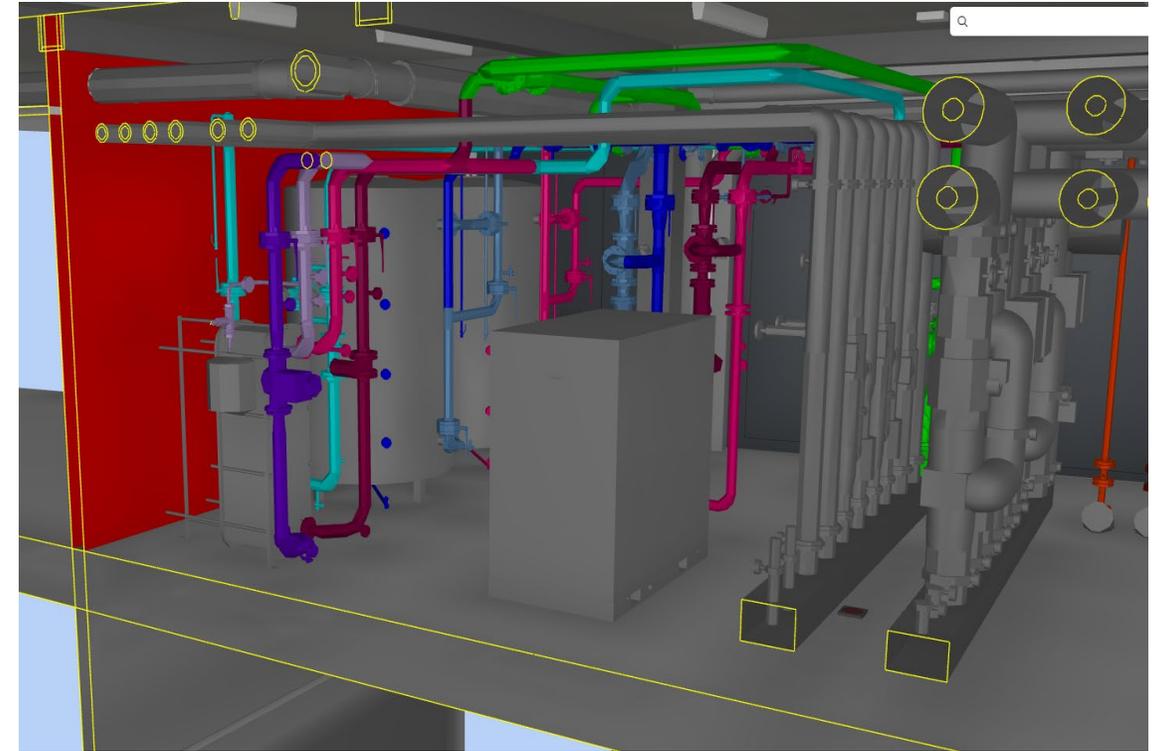


Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

**Interreg**   
North-West Europe  
**D2Grids**  
European Regional Development Fund



Dezentrale Energiezentrale West (@Volantis)



Dezentrale Energiezentrale Demonstrator (@Volantis)

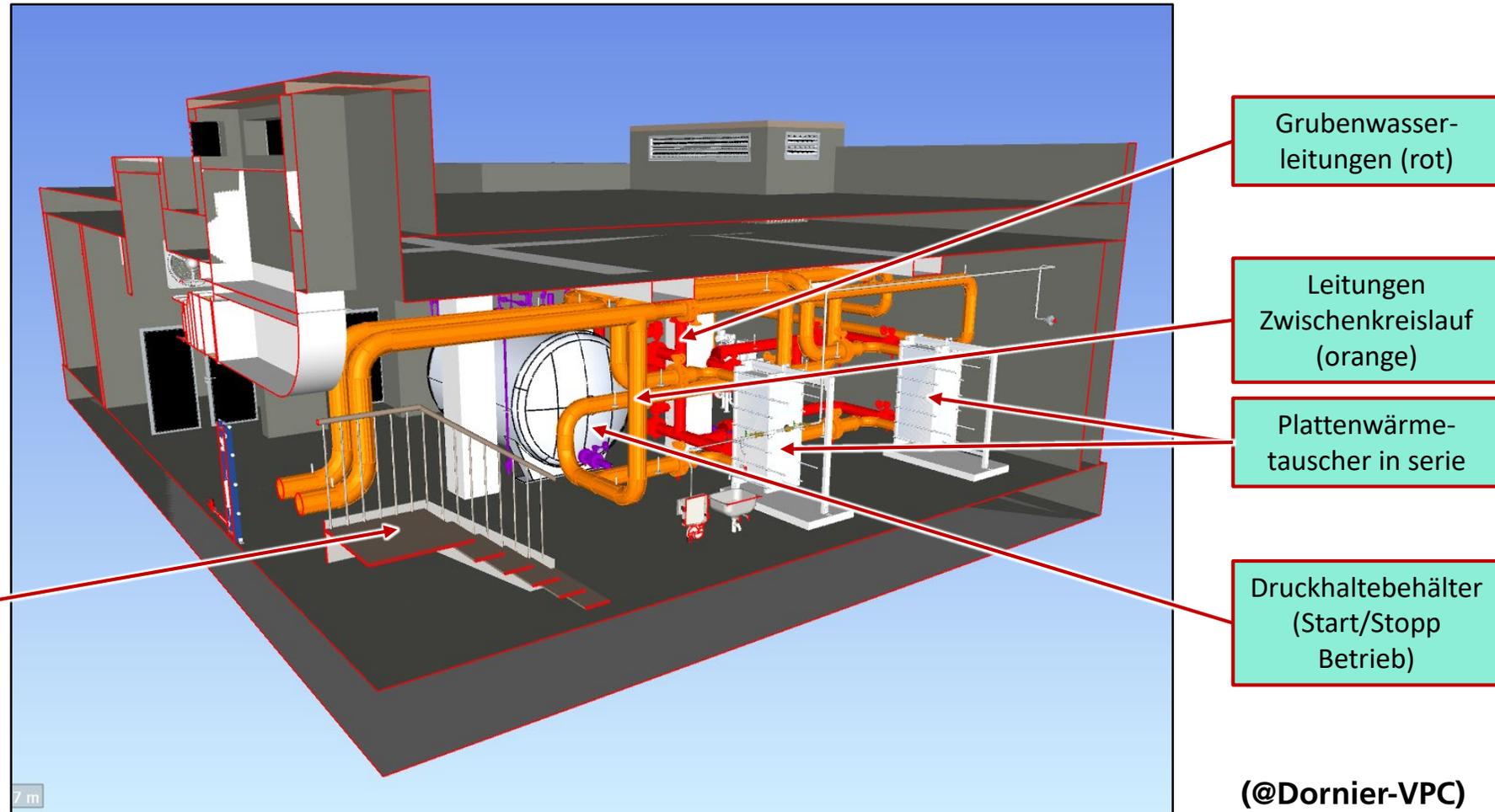
# Projekt Mark 51°7 Bochum

## 3-D Impression Grubenwasseranlage



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

**Interreg**   
North-West Europe  
**D2Grids**  
European Regional Development Fund



# Projekt Mark 51°7 Bochum

## Zugang Grubenwasser

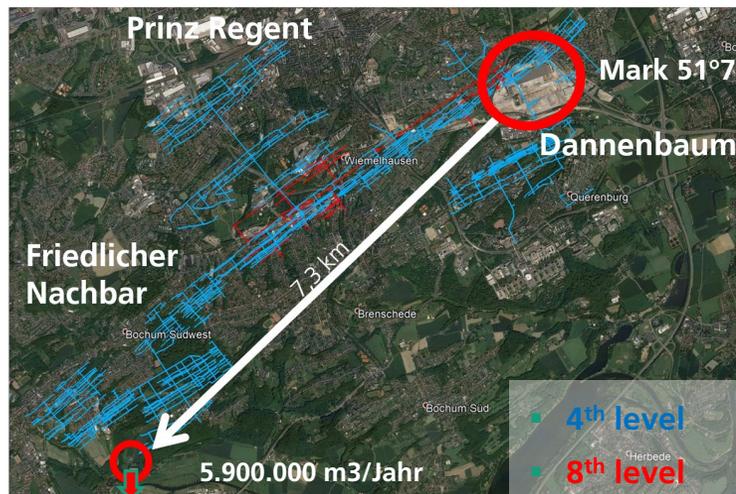


Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

**Interreg**   
North-West Europe  
**D2Grids**  
European Regional Development Fund

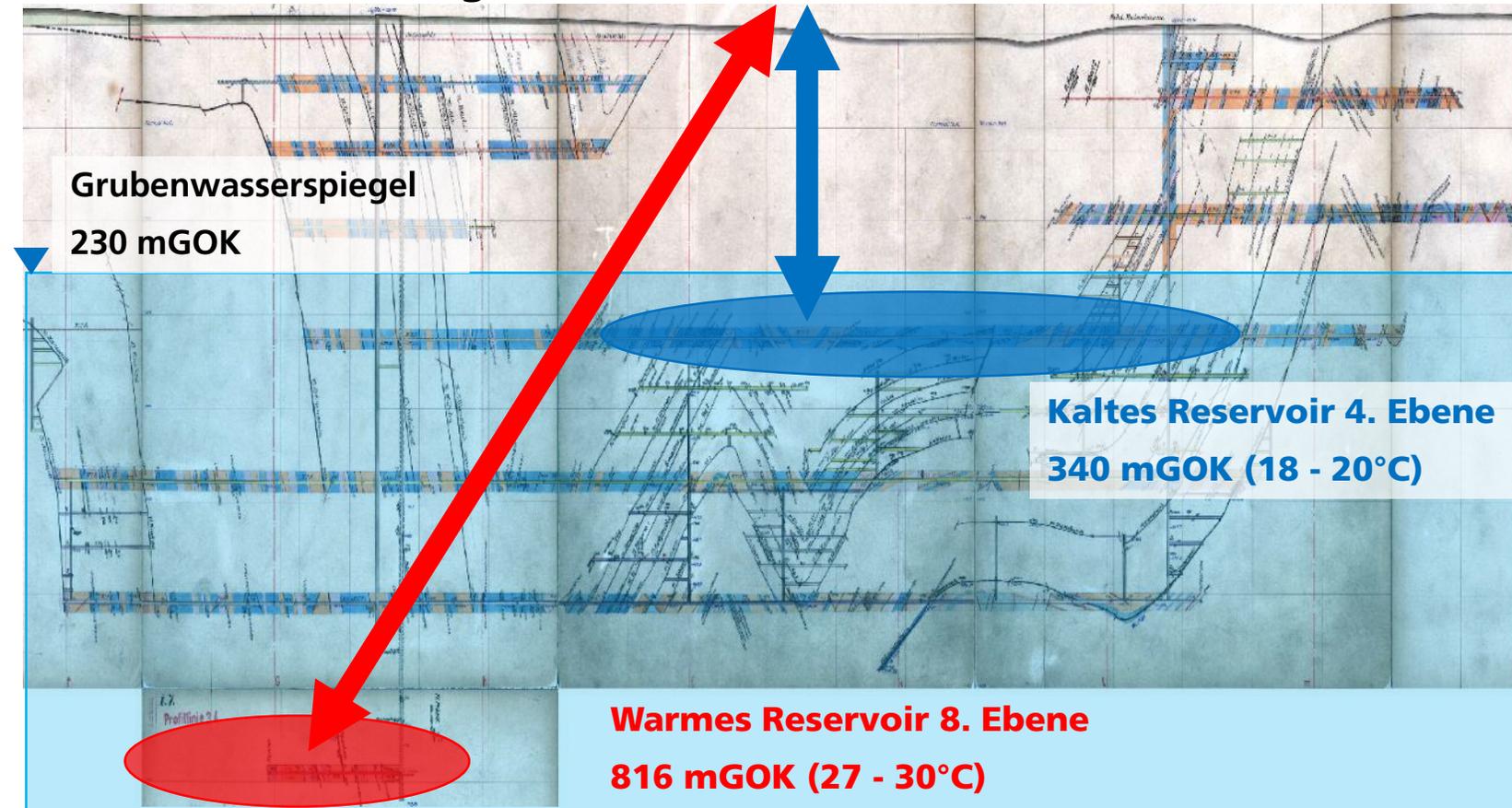
### Bohrkonzept:

- Gemeinsamer Bohrstandort
- Kalte Bohrung GT-2: Vertikal
- Warme Bohrung GT-1: Abgelenkt J-Type



Grubenwassereinleitung Ruhr Friedlicher Nachbar

### Schächte gefüllt



# Projekt Mark 51°7 Bochum

## Bohrungen, Pumpen und Injektionsventile

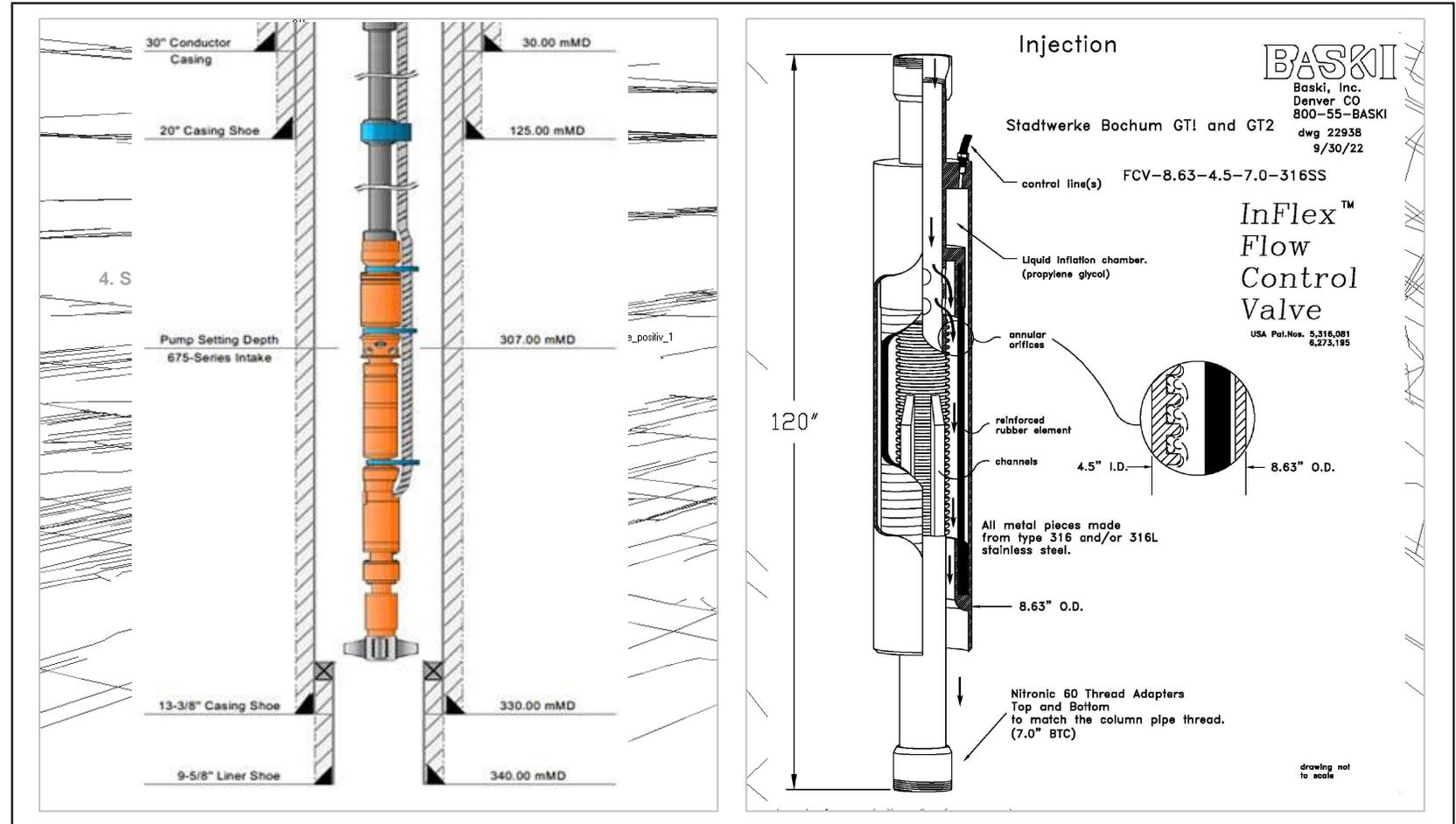


### 1. Dimensionen

- Produktionsgehäuse 13 3/8"
- Produktionsliner 9 5/8"
- Slotliner ca. 10 m vor Erreichen des Angriffspunktes Strecke
- Neigung GT-01 ca. 20°
- Pumpe OD 6,75" (- 307 mGOK). Gesamtmaß 7,29"
- 19 Stufen, Länge der Pumpe 17m
- Injektionsventil OD 8"
- Steigleitung 7"

### 2. Betrieb

- Bidirektional
- Kapazität +150 m<sup>3</sup>/h
- Min. Flow 30-40 m<sup>3</sup>/h
- Start/Stopp Pumpe max. 5/h
- Druckhaltepuffer (2 - 8 bar)
- Injektionsventil N2-Antrieb



# Projekt Mark 51°7 Bochum

## Bohrarbeiten & Pumptests



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

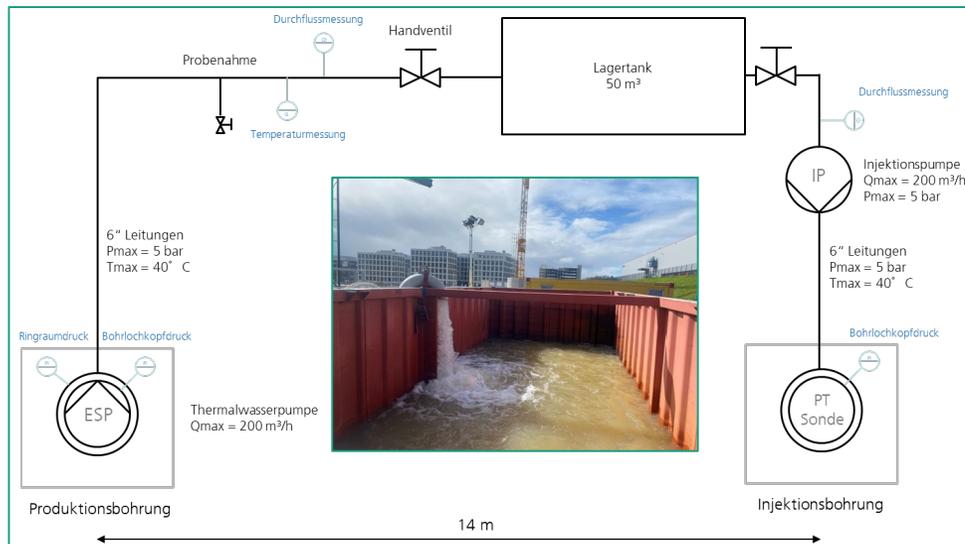
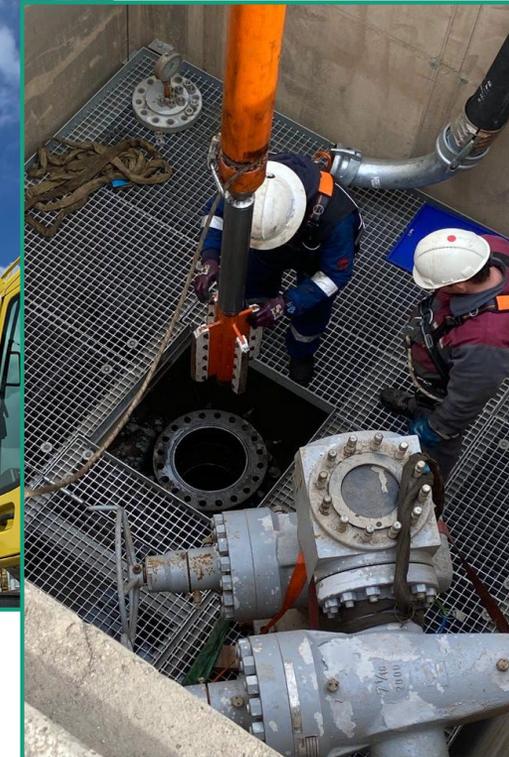
**Interreg**   
North-West Europe  
**D2Grids**  
European Regional Development Fund

### 1. Geothermie Bohrungen

- Erste Bohrung (GT-02) fertiggestellt am 28.01.2022
- Zweite Bohrung (GT-01) fertiggestellt am 09.03.2022

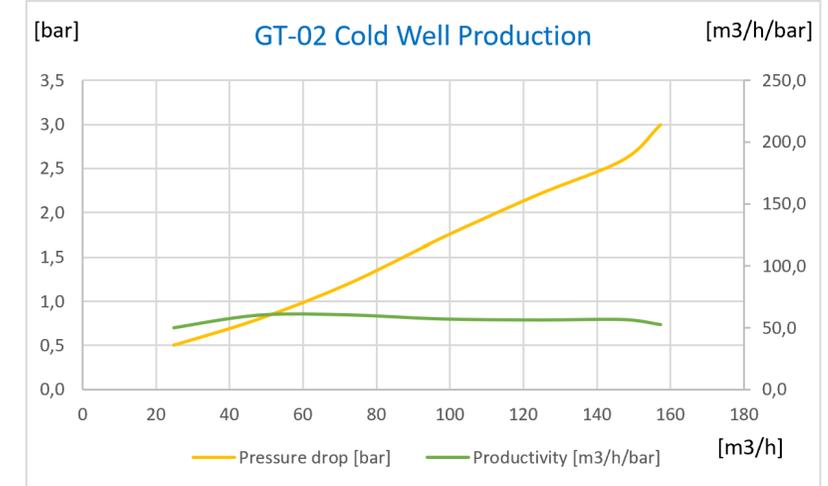
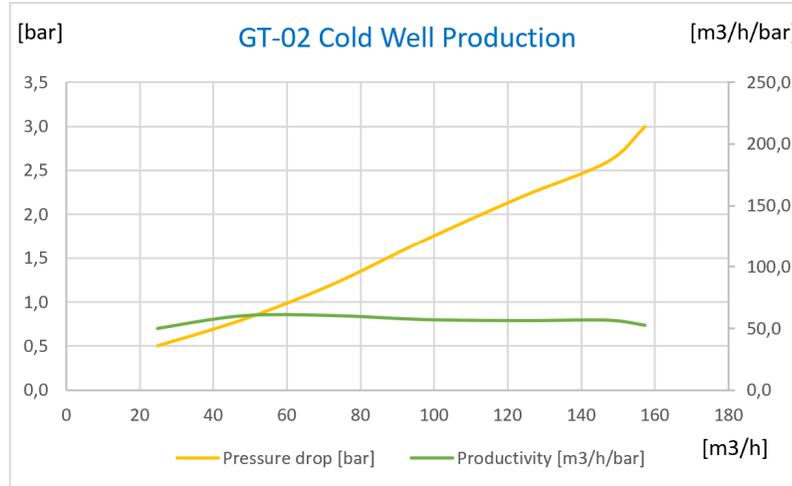
### 2. Pumptests

- Ausgeführt in März 2023
- Verzögert wegen Manko im Genehmigungsverfahren



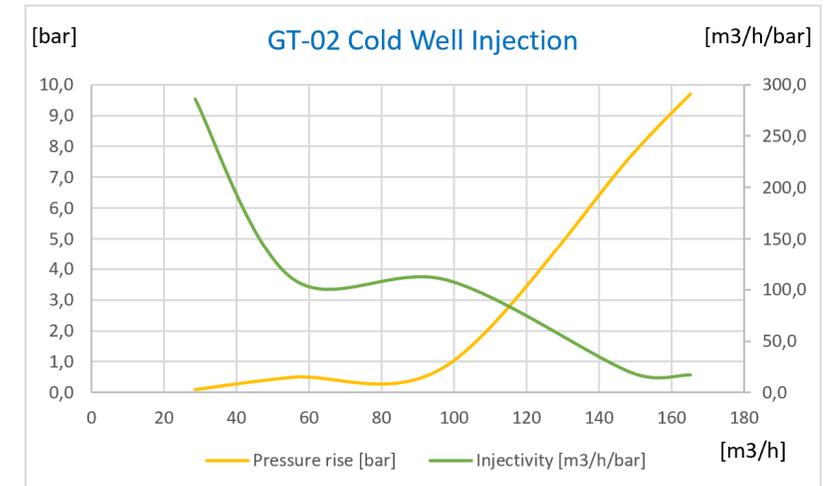
# Projekt Mark 51°7 Bochum

## Ergebnisse Pumptests



### Ergebnisse Pumptests (48 Stunden):

- *Hydraulische Kapazität + 150 m<sup>3</sup>/h*
- *Geringe Absenkung Wasserspiegel während Produktion*
- *Fast kein Anstieg Wasserspiegel bei Injektion warme Bohrung (GT-01)*
- *Starke Abweichung bei Injektion kalte Geothermiebohrung (GT-02)*
- *Warmes Grubenwasser 27,6 °C (Annahme: ≥ 30°C)*
- *Kaltes Grubenwasser 16,4 °C (Annahme: ≥ 18 °C)*

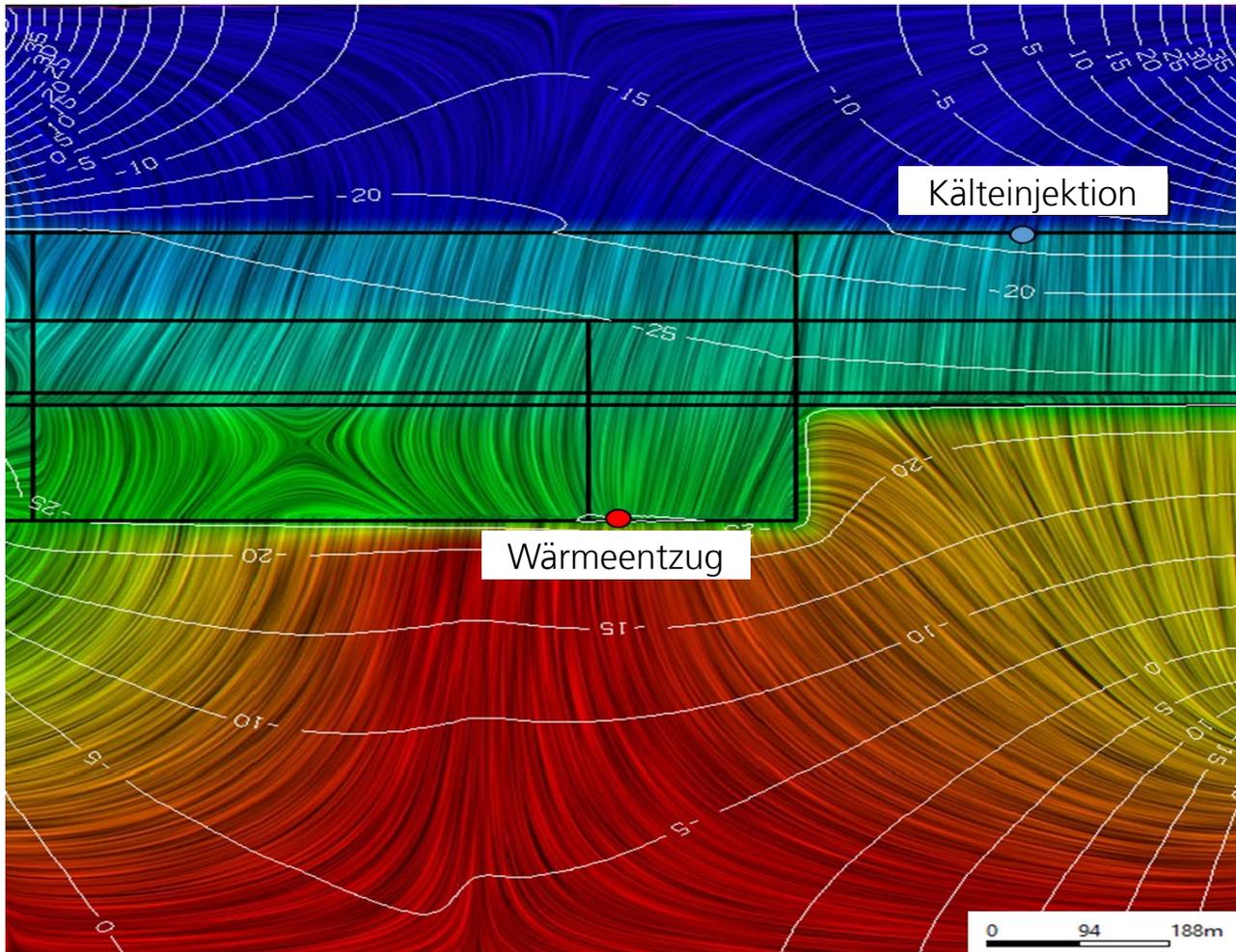


# Projekt Mark 51°7 Bochum

## Thermische hydraulische Modellierung



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie



### Schlussfolgerungen

- Kein direkter Kurzschluss zwischen Injektion und Entzug.
- Keine signifikante Versalzung der 4. Ebene und Entwässerung über reinjiziertes (salzhaltiges) Wasser aus der 8. Ebene.
- Entwässerungseffekt zur Ruhr, kühlt die Temperaturen im Vergleich zum natürlichen thermischen Gradienten deutlich ab.
- Der Erschöpfungseffekt aufgrund der Nettowärmeauskopplung senkt die Grubenwassertemperatur im Vergleich zur natürlichen Temperatur, insbesondere in der 8. Ebene.
- Der Erschöpfungseffekt wird durch die Regeneration im Sommer zu einem Großteil kompensiert (67%)
- Der Erschöpfungseffekt wird zudem durch die Anziehung von mehr geothermischer Wärme aus den tieferen Schichten kompensiert.

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

---

## Fragen?

**Dipl.-Ing. René Verhoeven**  
Speicher- und Untertagesysteme  
**Bergbaufolgenutzung (Leitung)**

**Fraunhofer IEG**

Kockerellstraße 17 | 52062 Aachen | Germany  
+49 160 931492847; +49 234 33858220  
[rene.verhoeven@ieg.fraunhofer.de](mailto:rene.verhoeven@ieg.fraunhofer.de)  
[www.ieg.fraunhofer.de](http://www.ieg.fraunhofer.de)