

M&P ENERGY GmbH

Grundwassernutzung als Wärmequelle



GREEN BUILDING FORMUM - Holzminden am 06.05.2025
Wasserwärmequellen aus Fluss, Grund- und Siedlungswasser

Engineering for a Better Tomorrow.

EXPERTISE

Rund 705 Expertinnen und Experten aus den Bereichen Umwelt, Wasser, Boden, Geotechnik, Bau und Entwicklung

DEUTSCHE INGENIEURQUALITÄT

Wir stehen für höchste Qualität, moderne Prozesse und persönliche Verbundenheit

IDENTITÄT

Nachhaltigkeit als Identität getreu unserem Motto:
„Engineering for a Better Tomorrow“



HERKUNFT

Familiengeführtes Unternehmen mit starken regionalen Gesellschaften an 31 Standorten deutschlandweit

IMPACT

Im Bereich der Entwicklungshilfe engagiert und seit 2020 zu 100% klimaneutral

ZUKUNFTSORIENTIERT MIT ESG

Unsere breite Aufstellung bietet den Komplet-Ansatz durch Abdeckung aller erforderlichen Spezialkompetenzen

Fachbereiche

UMWELT

- Natur- und Artenschutz
- Renaturierung
- Umweltplanung
- Erneuerbare Energien
- Klimaschutz & ESG Report

WASSER

- Grundwasser
- Oberflächenwasser
- Wasserbau und Hochwasserschutz
- Siedlungswasserwirtschaft

BODEN

- Altlastenbegutachtung
- Altlastensanierung
- Abfallmanagement
- Kampfmittel
- Geoinformation
- Bodenschutz

GEOTECHNIK

- Baugrunderkundung
- Geotechnische Planung
- Deponiestrategie- und Planung
- Altbergbau

BAU

- Sanierung
- Rückbau
- Gebäudeschadstoffe
- Brandschutz
- Immobilienmanagement

ENTWICKLUNG

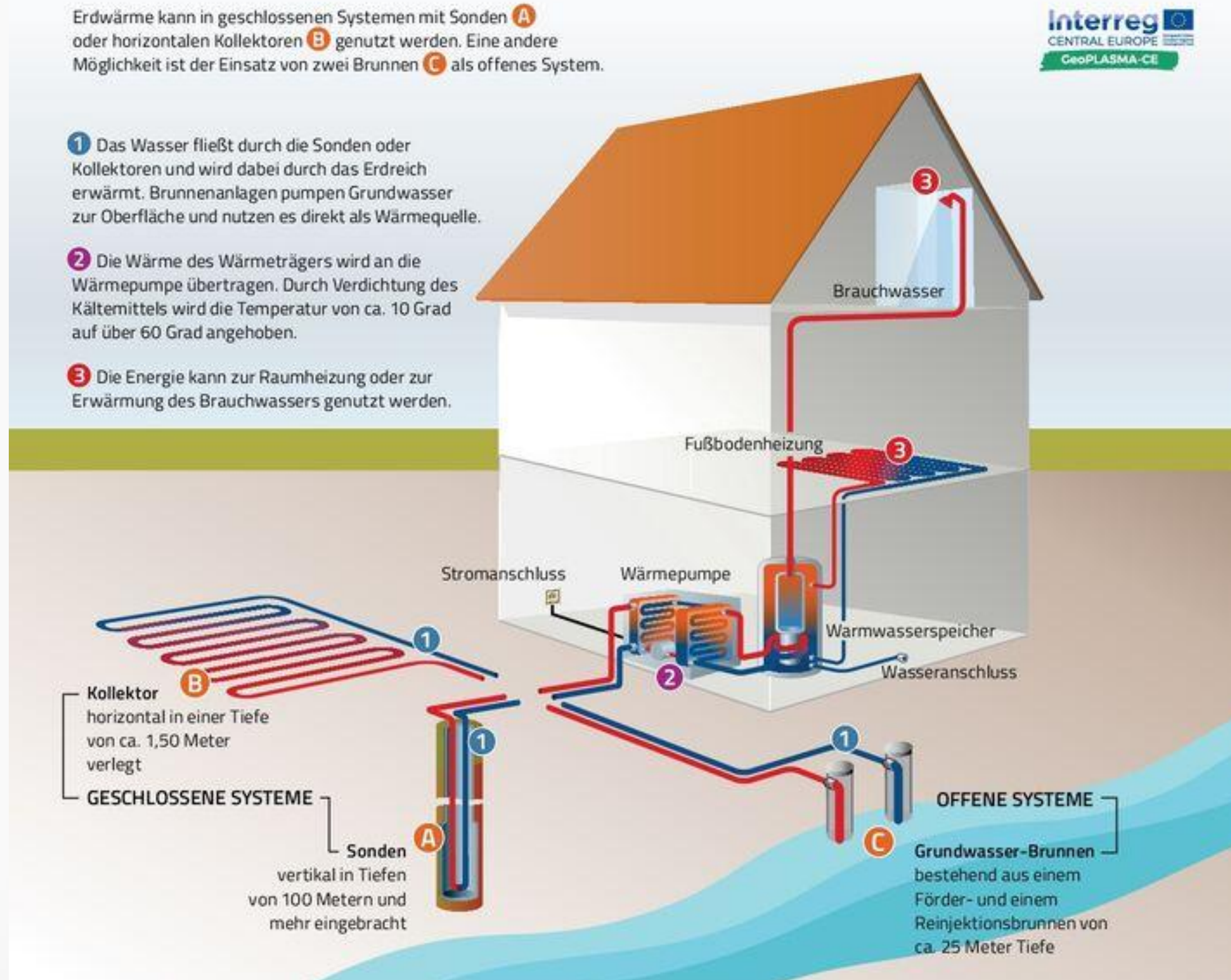
- Digitale Projekte
- Standortentwicklung
- Infrastruktur
- Mobilität
- Smart Cities
- Seminare & Weiterbildung



The background of the slide is a photograph of a rusty, weathered metal pipe or wellhead protruding from the ground. The pipe is dark brown with significant rust and is surrounded by dry, brown leaves and twigs. The background is a soft-focus view of green foliage.

Grundwassernutzung als Wärmequelle - eine Form von Geothermie

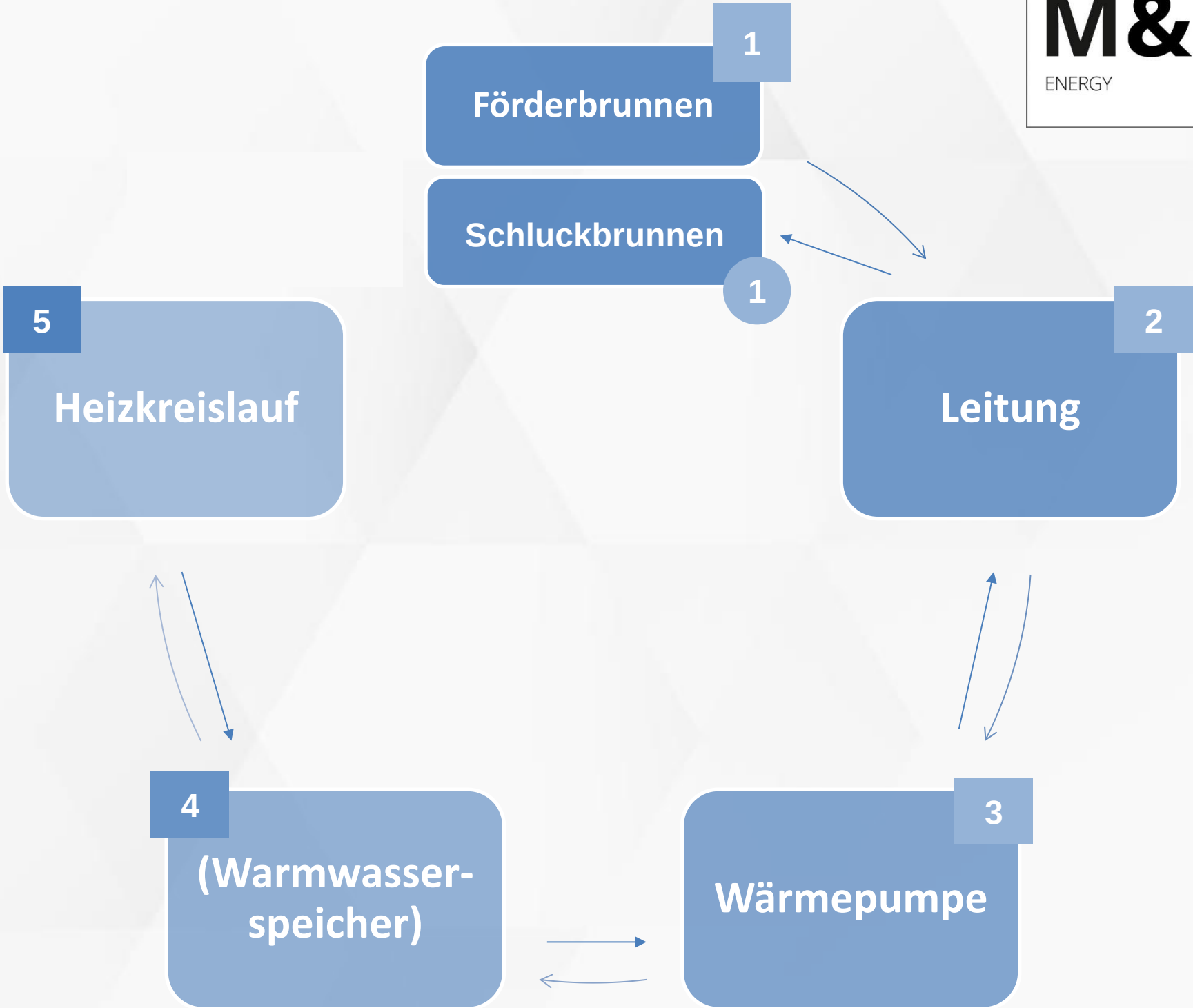
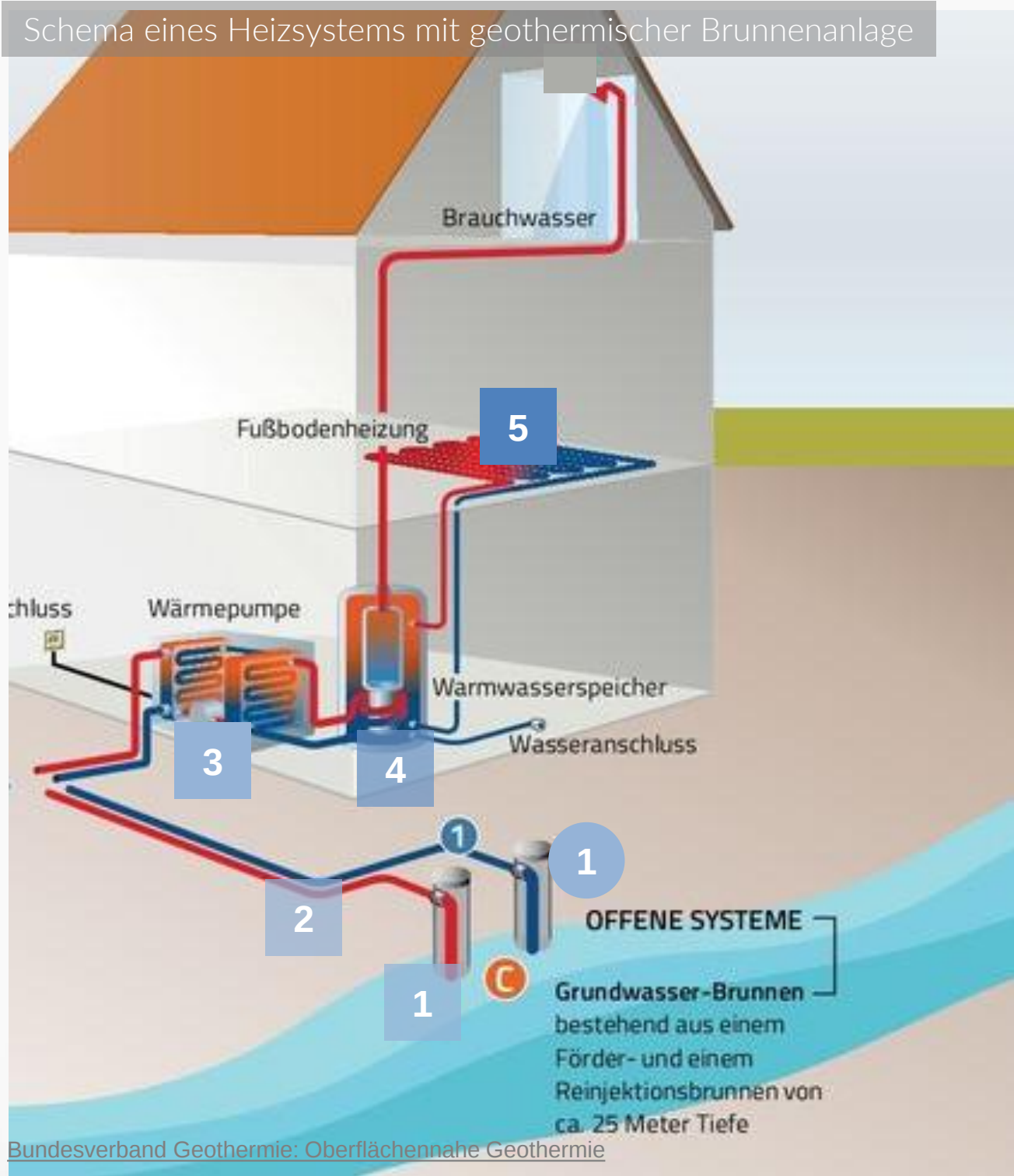
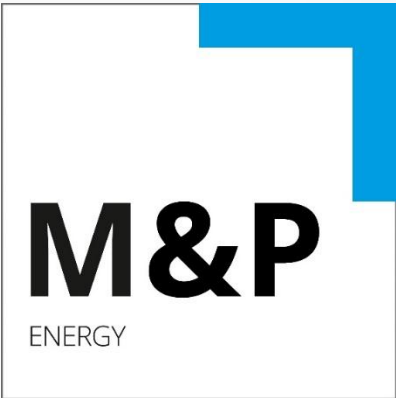
Geothermie - Einführung



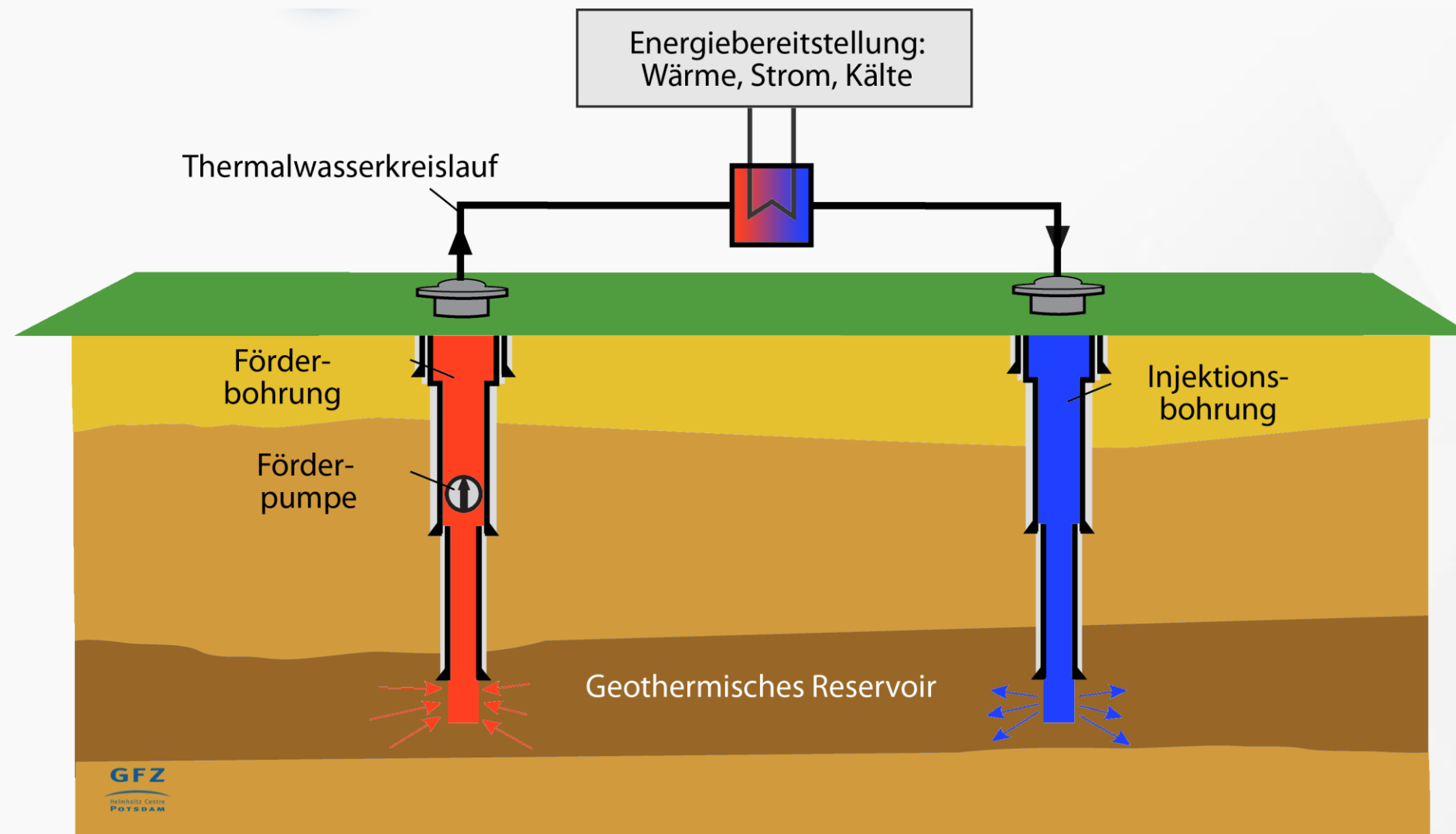
- Grenze zwischen oberflächennaher und Tiefengeothermie bei 400 m
- Oberflächennahe Geothermie meist bis 150 m Tiefe
- Mit zunehmender Tiefe nimmt Temperatur zu; etwa 3°C pro 100 m Tiefe
- ab 10-20 m herrschen ganzjährig konstante Temperaturen

1. Erdwärmekollektor
2. Erdwärmesonden
3. Brunnenanlage

Geothermisches Brunnensystem - Überblick



Geothermisches Brunnensystem - Überblick

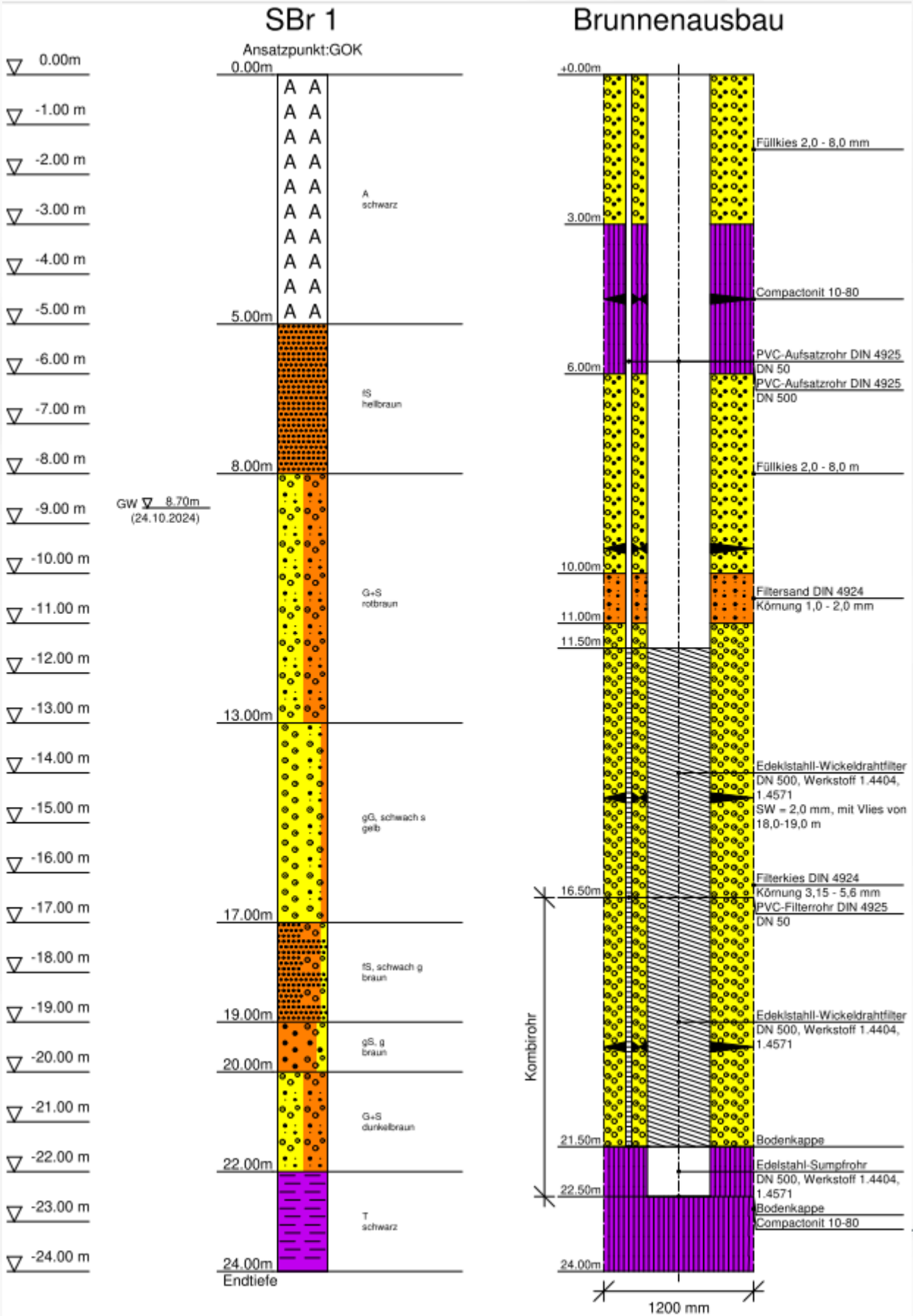
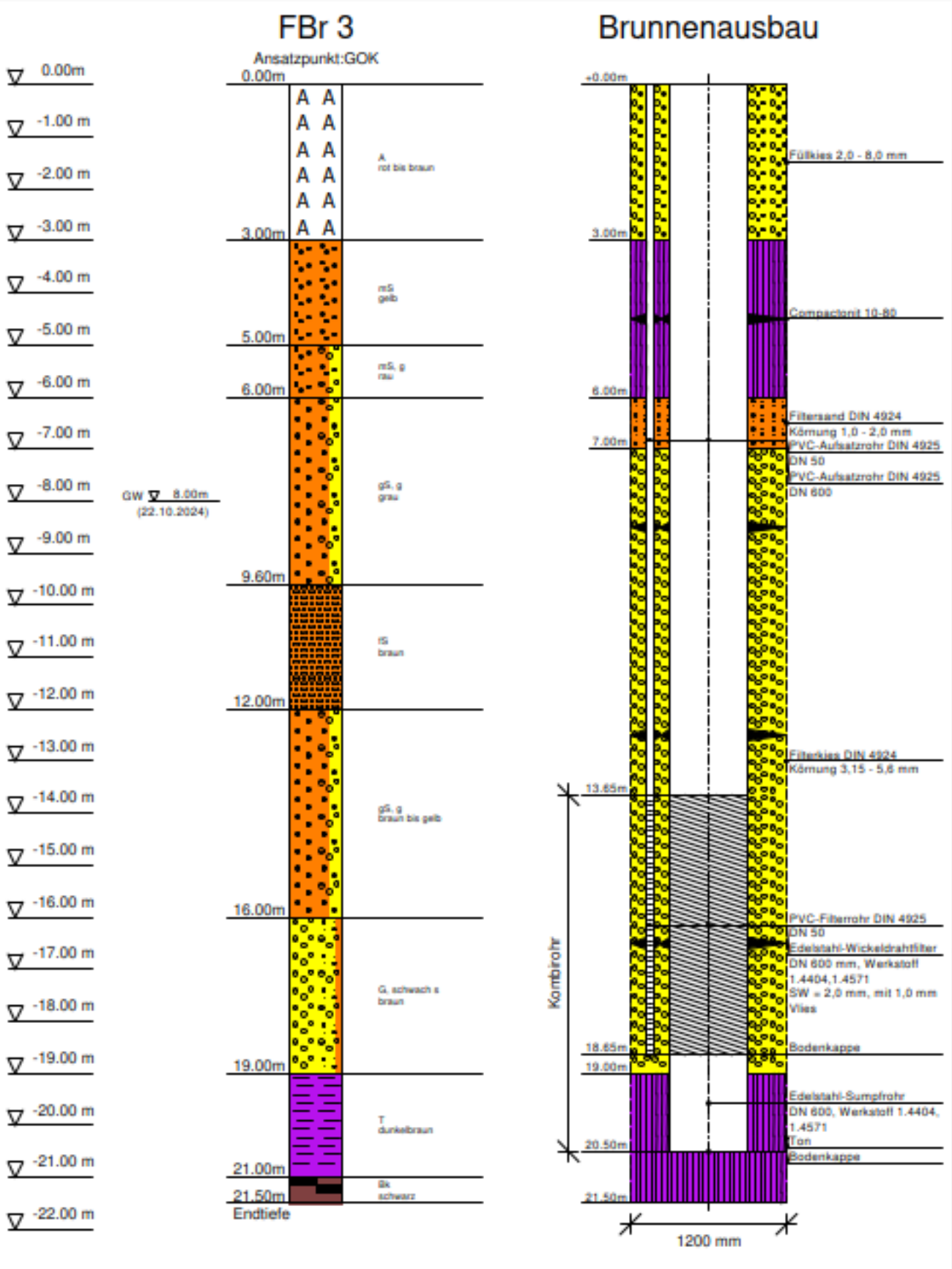


Schema eines geothermischen Brunnensystems

Geothermie: GFZ (gfz-potsdam.de)

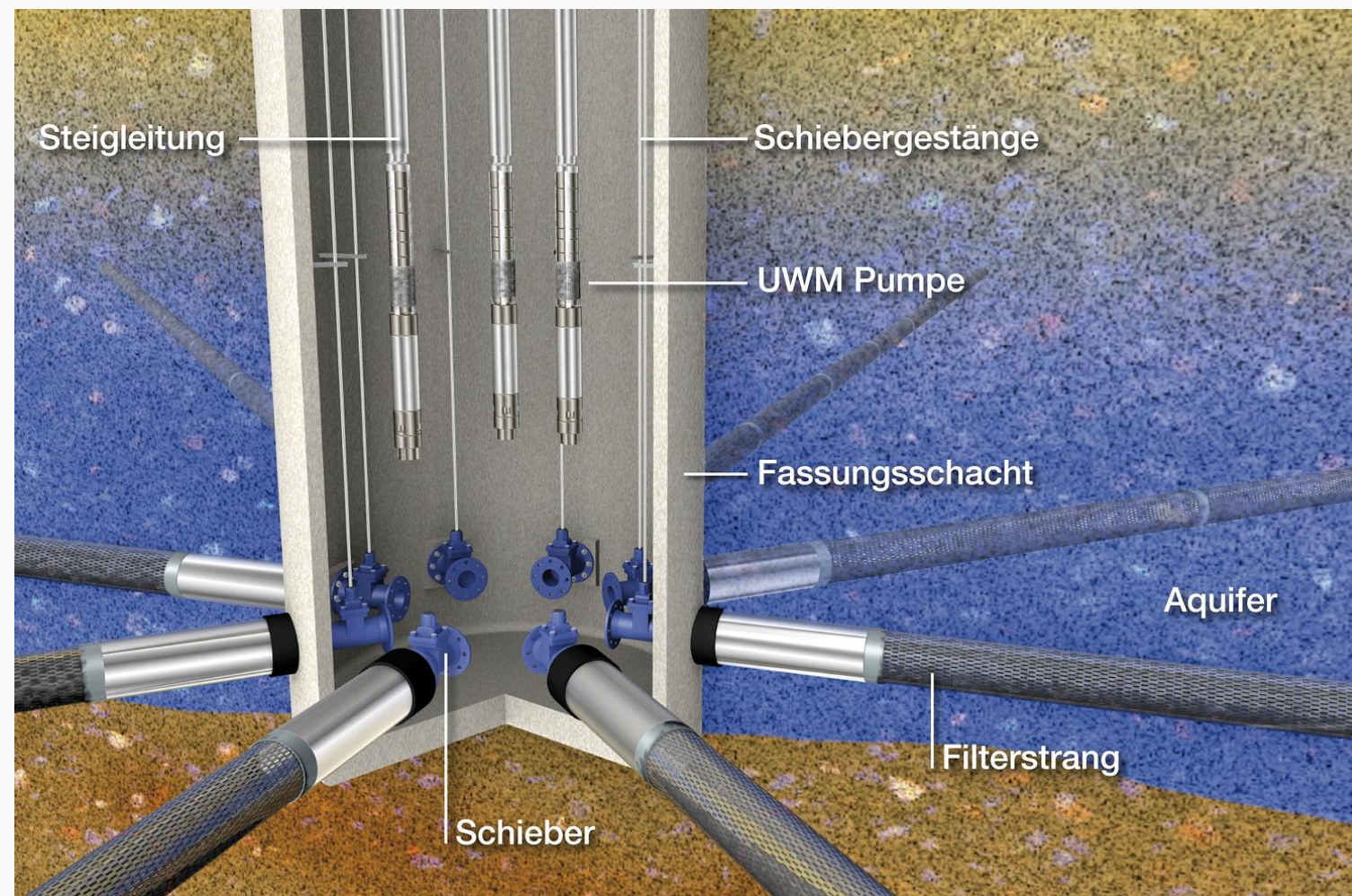
- Monovalenter Betrieb möglich, auch Spitzen können gut geleistet werden
- Hohe Energieeffizienz durch direkte Nutzung von Grundwasser als Wärmeträgermedium
- Effizientes Arbeiten der Wärmepumpe aufgrund konstanter Quelltemperatur der oberflächennahen Grundwasserströme (8-14 °C)
- Abhängig der Grundwasserqualität Brunnenertüchtigung im Betrieb notwendig

Geothermische Brunnenanlage - Vertikalfilterbrunnen

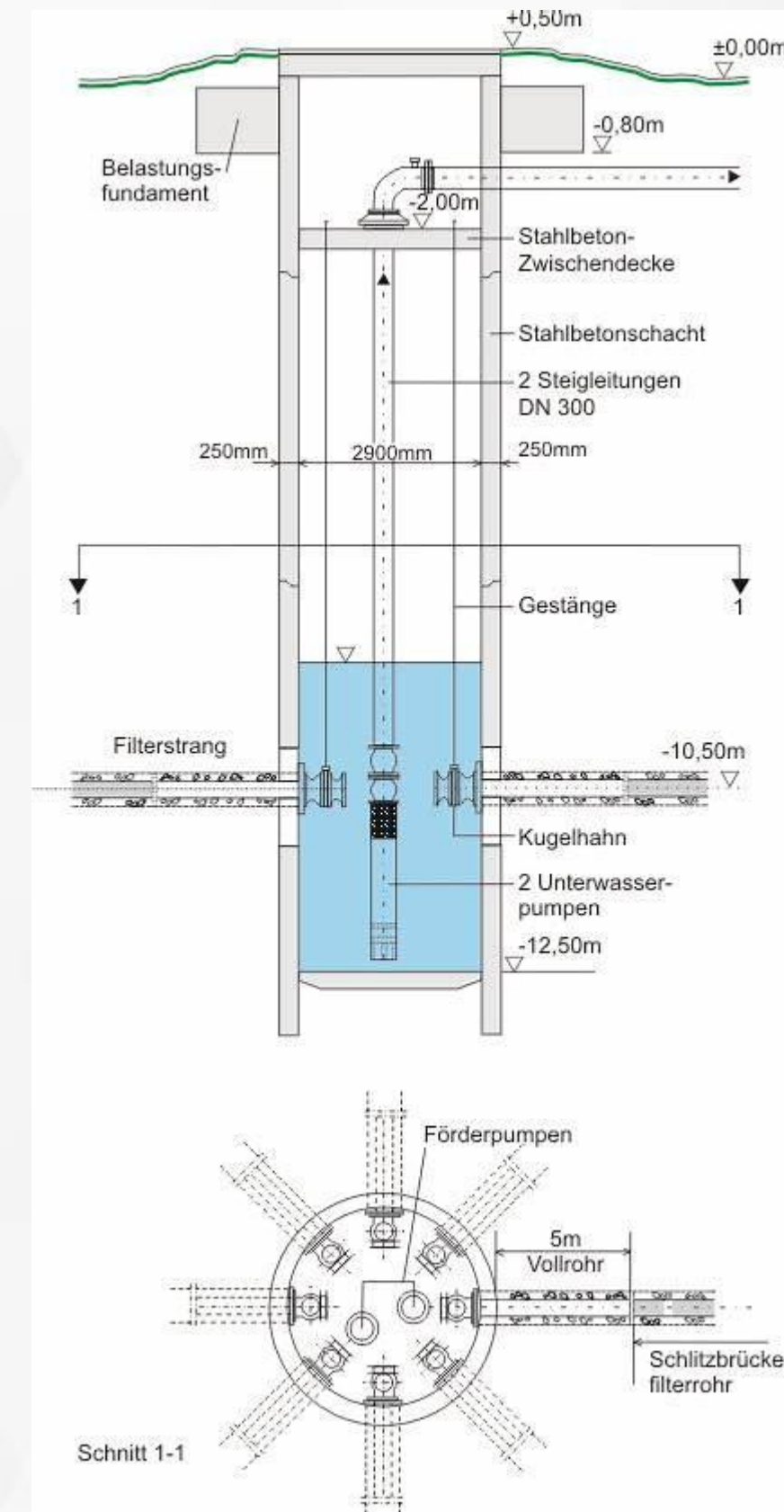


a Better Tomorrow

Geothermische Brunnenanlage - Horizontalfilterbrunnen



<https://pigadi.de/leistungsspektrum/horizontalfilterbrunnen-service/>

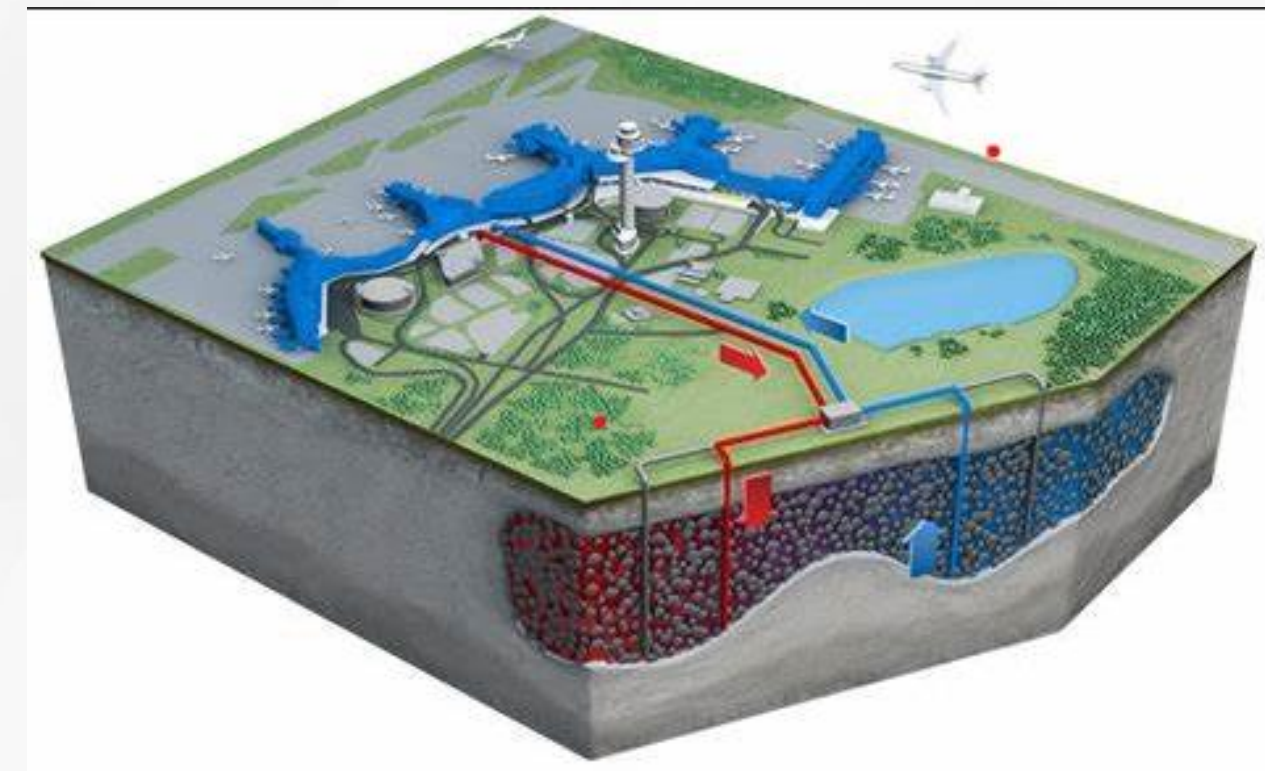
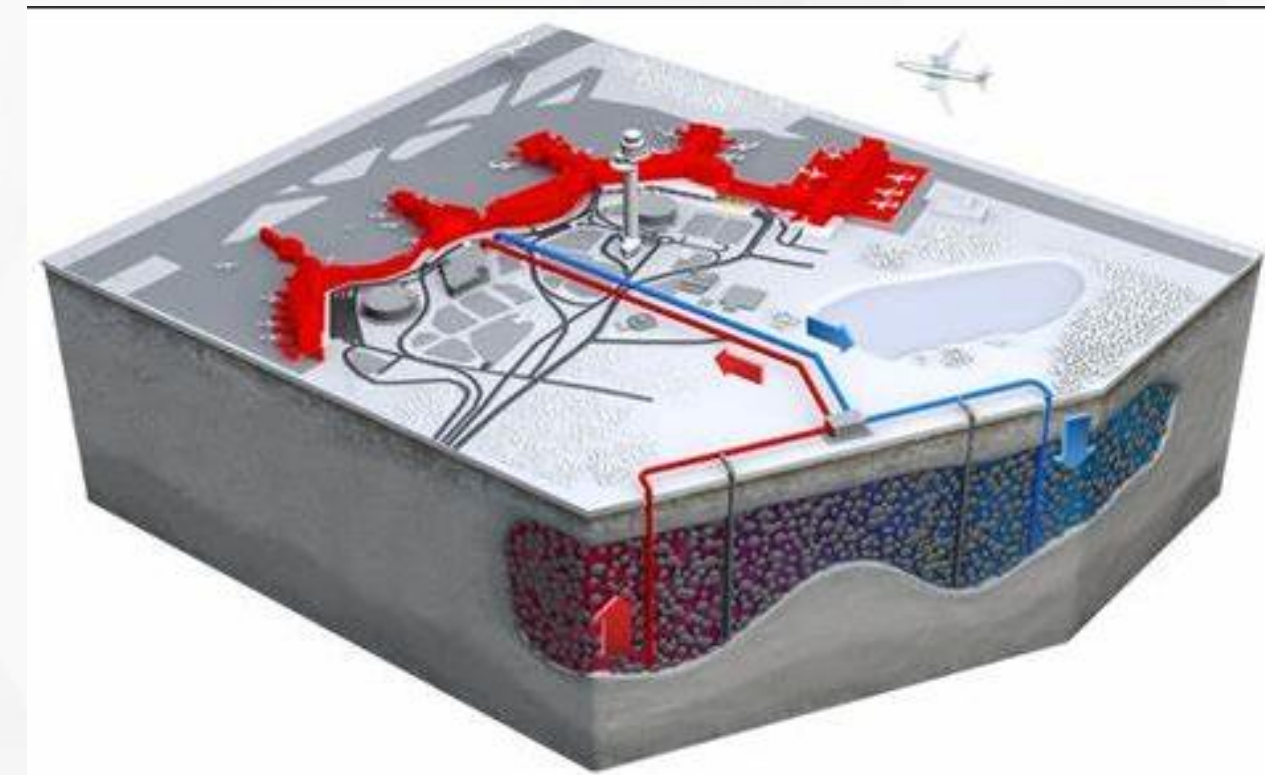


<https://www.wahnbach.de/trinkwasserversorgung/>

Engineering for a Better Tomorrow

Geothermische Brunnenanlage – ATES Wärmespeicher

- englisch: Aquifer thermal energy storage,
- deutsch: Aquifer-Wärmespeicher.
- Speicherung und Rückgewinnung von Wärmeenergie im Untergrund zur Heizung und Kühlung von Gebäude
- Entnahme und Einspeisung von Grundwasser aus Grundwasserleitern mittels Grundwasserbrunnen
- Saisonal Arbeitsweise: im Sommer Wärme vom Gebäude über Wärmetauscher an Grundwasser abgegeben, im Winter Fließrichtung umgekehrt: erwärmtes Grundwasser entnommen und zum Heizen genutzt



Vorteile und Herausforderungen

Bewirtschaftung Offene Geothermieranlage (Brunnen)

Vorteile

- Monovalenter Betrieb möglich, auch Spitzen können gut geleistet werden
- Hohe Energieeffizienz durch direkte Nutzung von Grundwasser als Wärmeträgermedium
- Vermeidung von Wärmetauscherverlusten im Untergrund
- Effizientes Arbeiten der Wärmepumpe aufgrund konstanter Quelltemperatur der oberflächennahen Grundwasserströme (8-14 °C)
- ➔ hohe Jahresarbeitszahlen
- Verhältnismäßig geringes Invest im Verhältnis



Bewirtschaftung Offene Geothermieranlage (Brunnen)

Herausforderungen

- Geothermische Brunnenanlagen sind sehr individuell für den Standort zu planen
- Abschätzung der Machbarkeit und Planung erfordert Fachkompetenz und Erfahrung

Hydraulik

- Grundwasser-Flurabstand des relevanten Grundwasserleiters
 - nicht zu tief wegen erhöhter Bau- und Betriebskosten
 - nicht zu flach um bei Hochwasserständen Probleme mit Infiltration zu bekommen
- hydraulische Durchlässigkeit (Pumpversuch)
- Mächtigkeit des Grundwasserleiters
- Hydraulisches Gefälle und Fließrichtung im Verhältnis zur verfügbaren Fläche
- Ausreichend Abstand zwischen Förder- und Schluckbrunnen notwendig zur Vermeidung der gegenseitigen thermischen Beeinflussung

Bewirtschaftung Offene Geothermieranlage (Brunnen)

Herausforderungen

- Geothermische Brunnenanlagen sind sehr individuell für den Standort zu planen
- Abschätzung der Machbarkeit und Planung erfordert Fachkompetenz und Erfahrung

Grundwasserqualität

- Qualität des angetroffenen Grundwassers, wegen Risiko von Verockerungen und Korrosion im Brunnen, Wärmetauscher und Rohrleitungen
- Entscheidende Parameter:
- Sauerstoff, Redoxpotential, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Gesamthärte, freie aggressive Kohlensäure, Eisen, Mangan, Chloride, Sulfide etc.

Bewirtschaftung Offene Geothermieranlage (Brunnen)

Herausforderungen

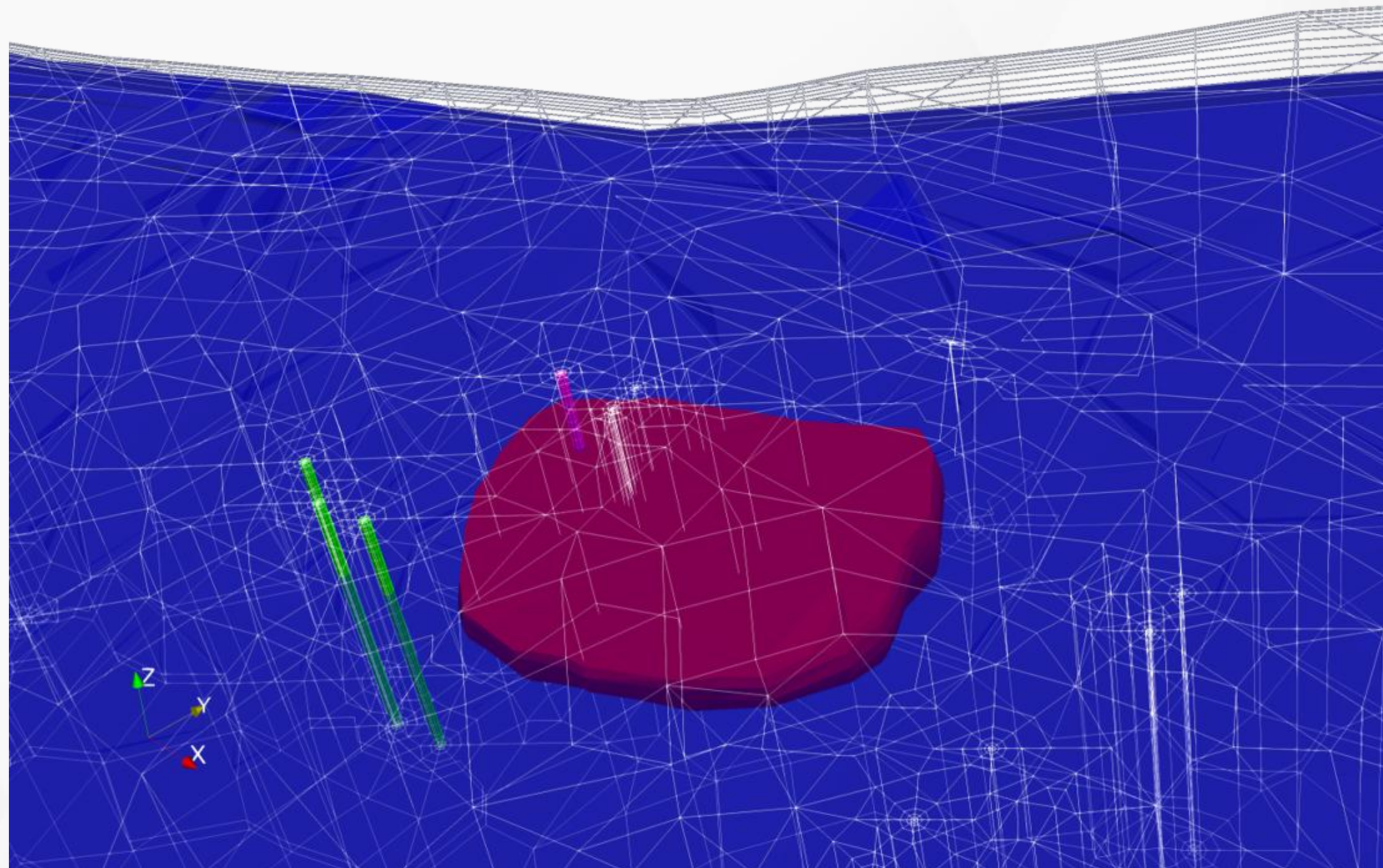


Für die standortspezifische Beratung und Planung der Anlage haben sich folgende Schritte bewährt:

- Potentialstudie
 - Machbarkeitsprüfung auf Grundlage von Recherchen zum Untergrund und dem Genehmigungsrahmen
 - Risikoanalyse mit Bewertung
 - Vordimensionierung zur Ersteinschätzung von Kosten
- Erstellung (eines) Versuchsbrunnens
 - Bestimmung des Standort kf Wertes (Durchlässigkeitsbeiwert) als sensible Auslegungsgröße
 - Schichtenansprache sowie Mächtigkeit Aquifer
 - Probenahme und chemische Analytik
- Grundwassermodellierung:
 - Optimierung bez. Brunnenanzahl –standorte und –tiefe
 - Erhöhte Wirtschaftlichkeit und gleichzeitig Reduktion Einflüsse auf die Umwelt zu reduzieren.

Geothermische Brunnenanlage – Thermohydrodynamische Modellierung

3D hydrothermische Grundwassermodellierung der thermischen Auswirkungen



Modellnetz (grau)

Entnahmebrunnen (grün)

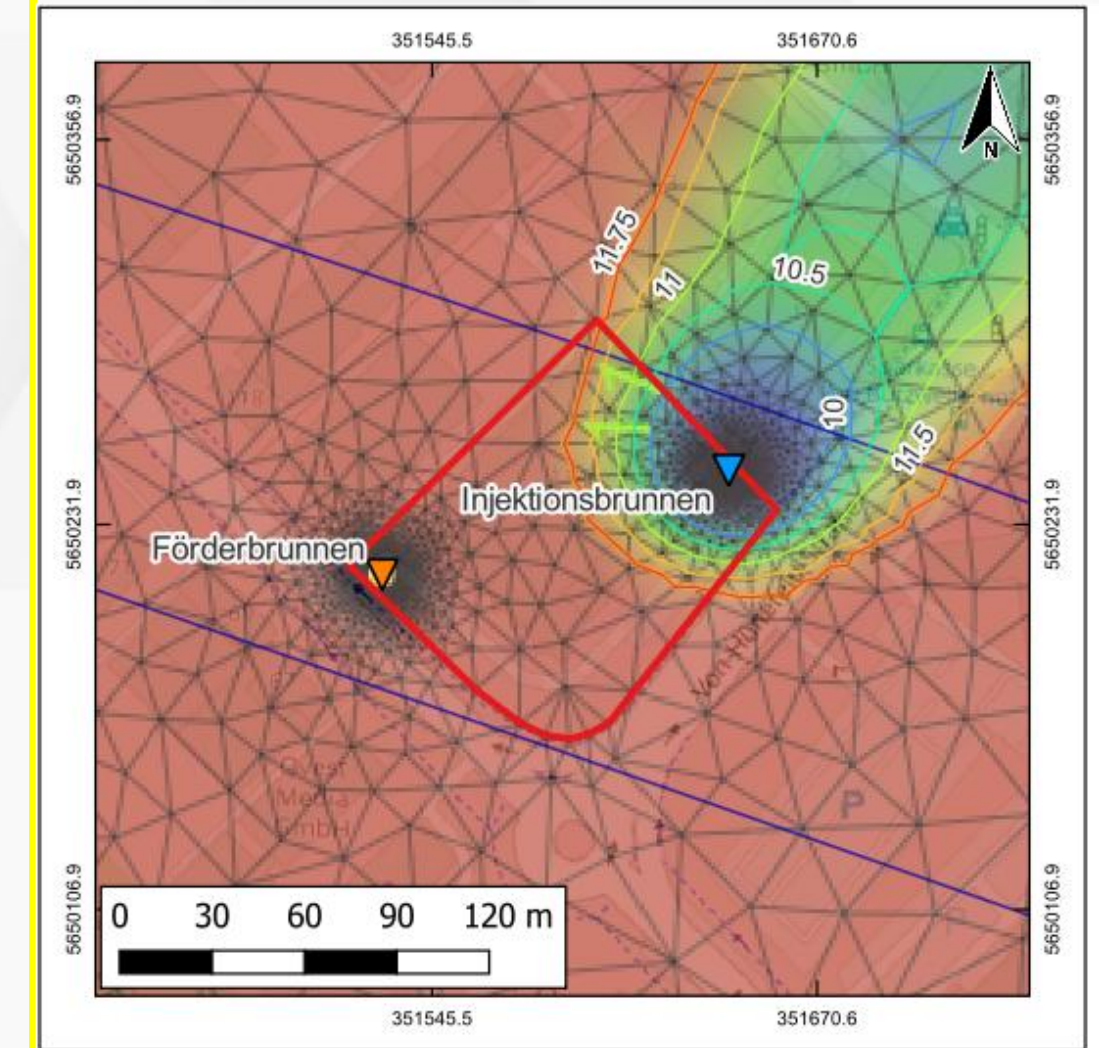
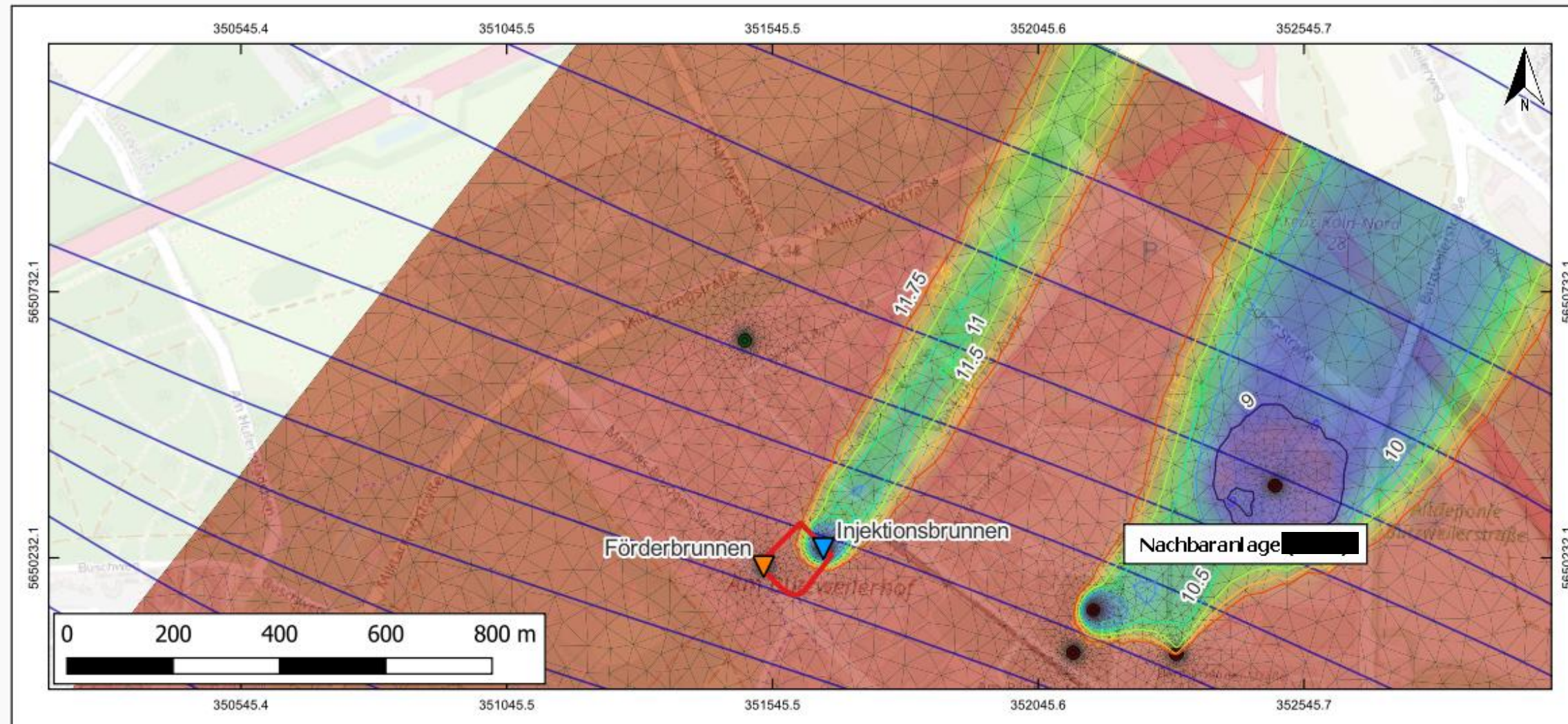
Rückgabebrunnen (pink)

Temperaturdifferenz > 1 K (rot)

Grundwasserspiegel (blau)

Machbarkeit – Offene Geothermieranlage (Brunnen)

FEFLOW-Ergebnisse - Heiz- & Kühlbetrieb

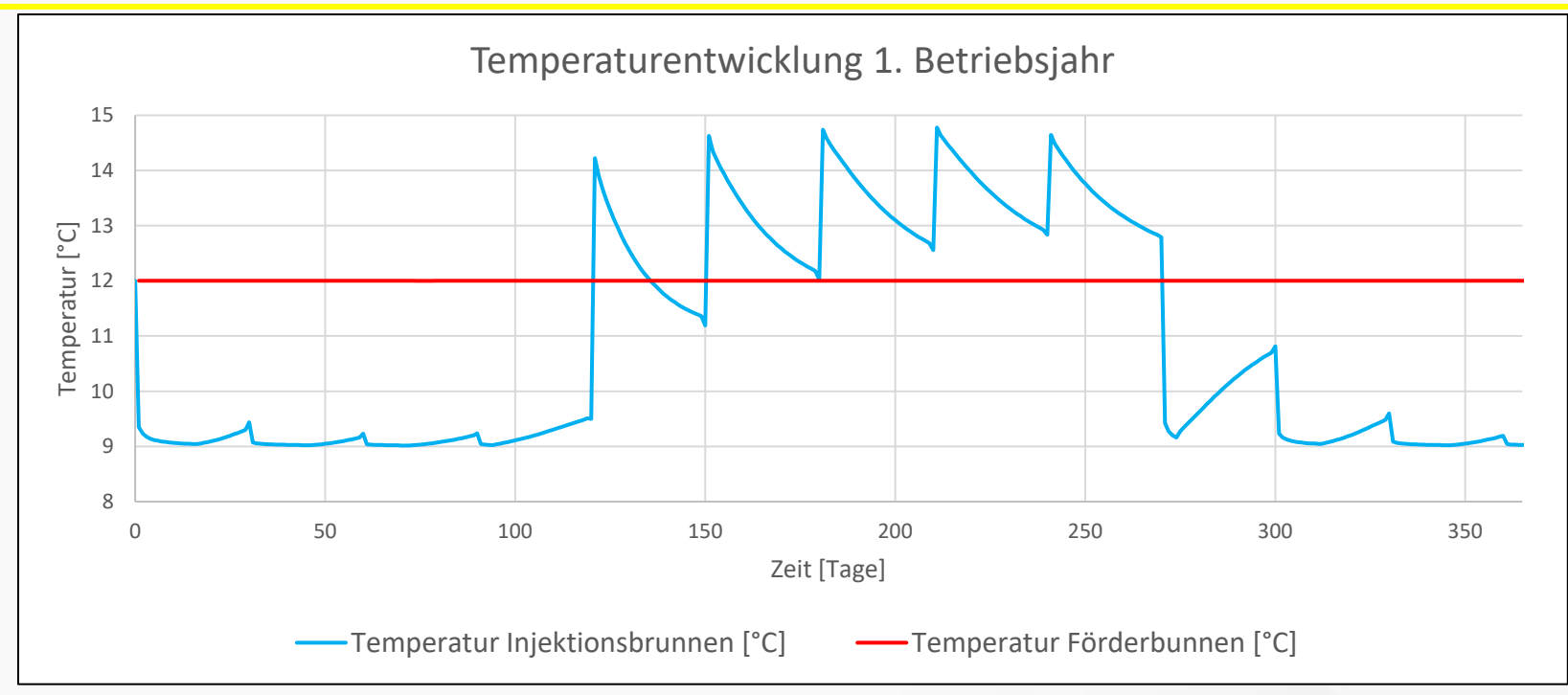


Temperaturausbreitung nach 20 Jahren

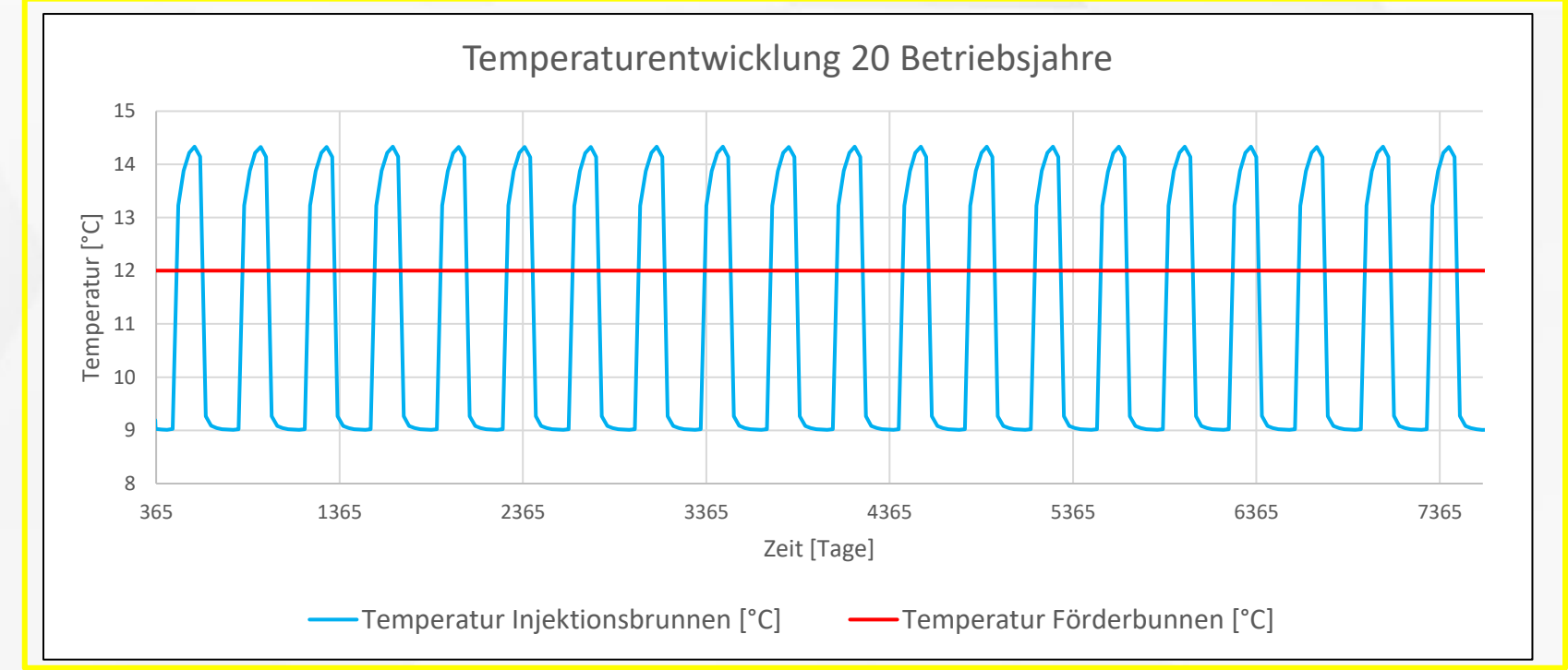
- Nach derzeitigem Kenntnisstand wird durch den Betrieb der Anlage keine benachbarte Anlage thermisch beeinflusst.
- Ein thermischer Kurzschluss zwischen Förder- und Injektionsbohrung findet nicht statt.

Machbarkeit – Offene Geothermieranlage (Brunnen)

FEFLOW-Ergebnisse - Heiz- & Kühlbetrieb



Temperaturentwicklung im 1. Betriebsjahr



Temperaturentwicklung in 20 Betriebsjahren

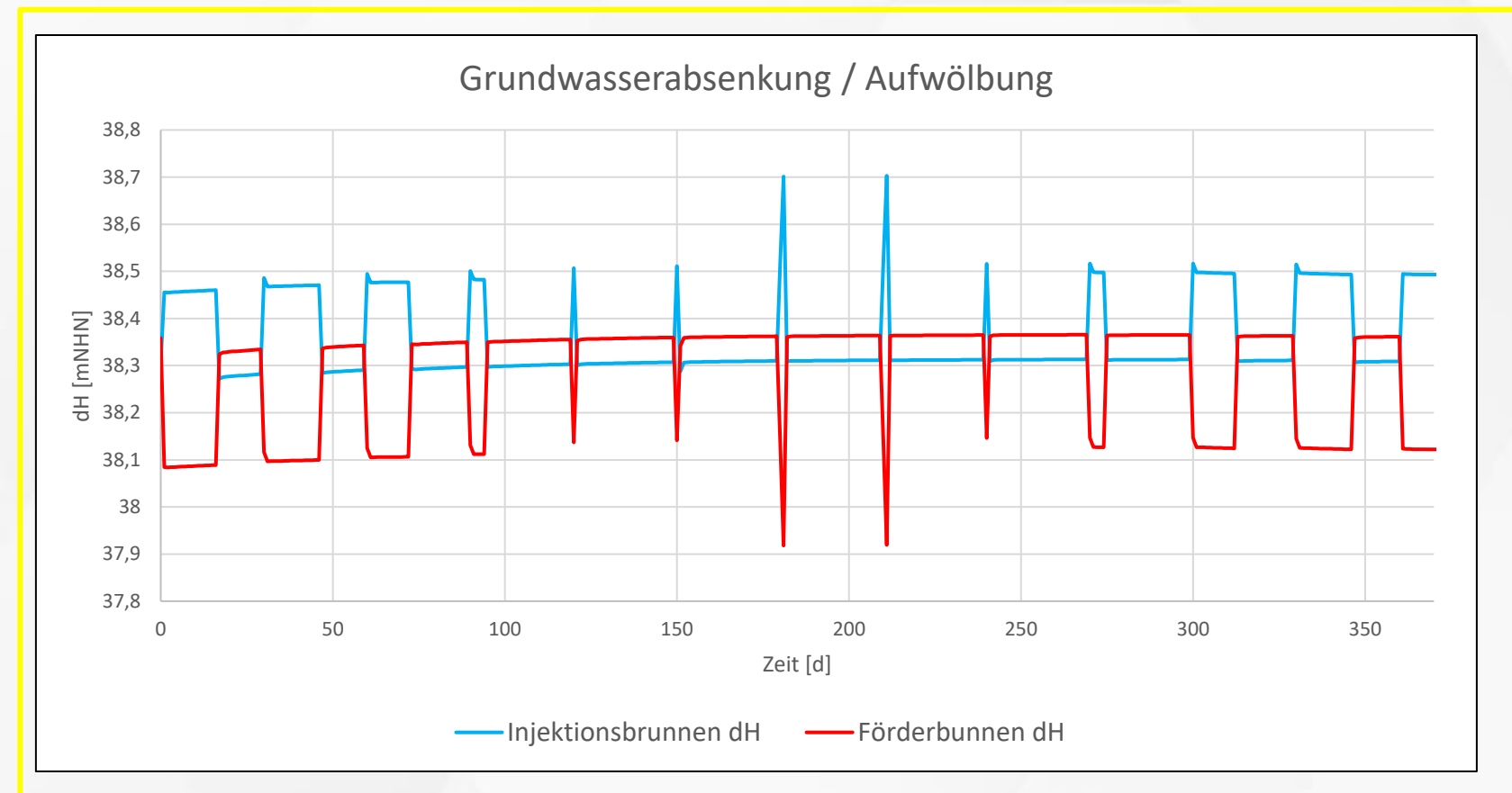
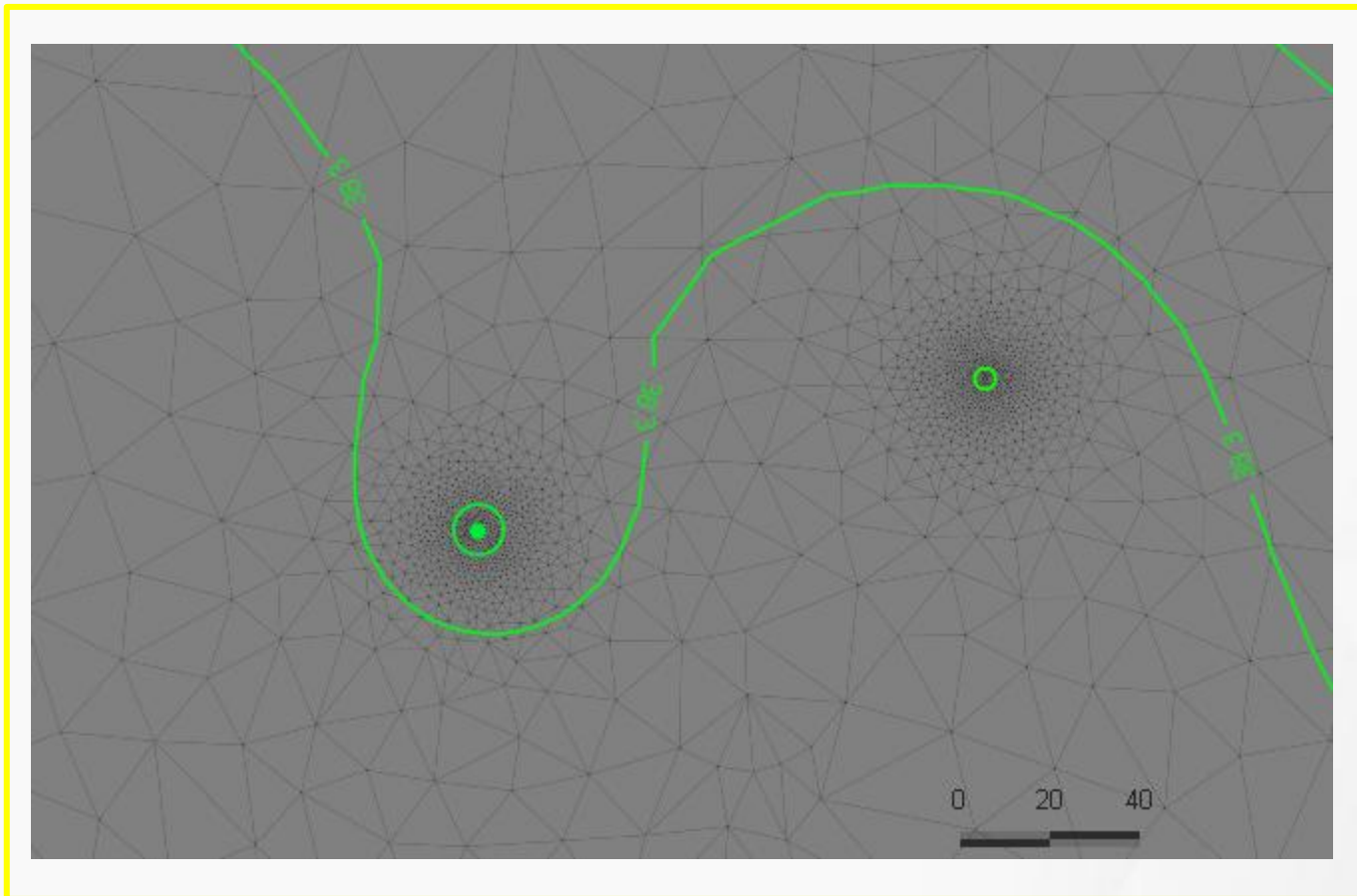
Temperaturniveau

- Förderbrunnen 12,0 (Start-Temperatur 12,0°C)
- Injektionsbrunnen 9,0 – 14,8 °C (+/- 3 K Spreizung)

➤ Genehmigungsrechtliche Grenztemperaturen werden eingehalten

Machbarkeit – Offene Geothermieranlage (Brunnen)

FEFLOW-Ergebnisse – Grundwasserabsenkung / Aufwölbung



Heizbetrieb (Förderrate 27,5 m³/h)

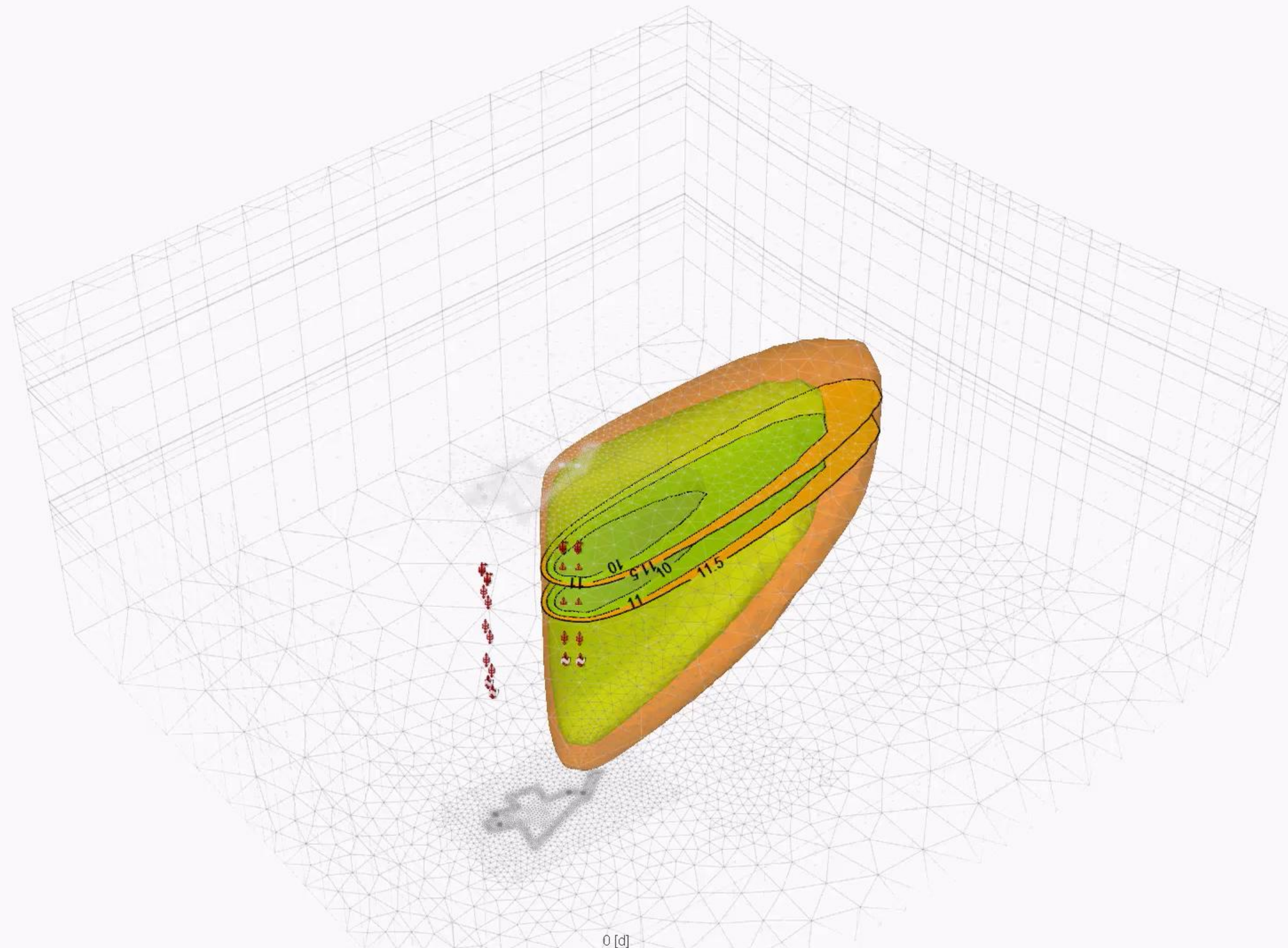
- GW-Absenkung (Förderbrunnen) max. -0,25 m
- GW-Aufwölbung (Injektionsbrunnen) max. +0,19 m

Kühlbetrieb (Förderrate 54,0 m³/h)

- GW-Absenkung (Förderbrunnen) max. -0,45 m
- GW-Aufwölbung (Injektionsbrunnen) max. +0,43 m

Geothermische Brunnenanlage – Thermohydrodynamische Modellierung

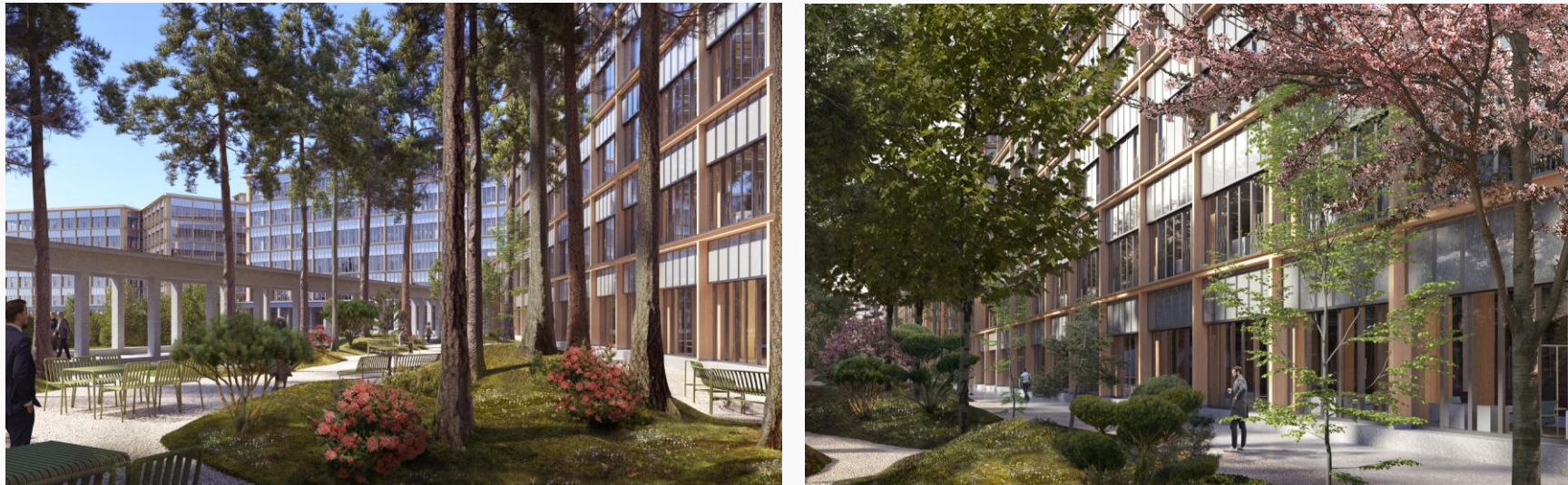
Temperature
[°C]
11.5
11
10
9



The background of the slide is a high-speed photograph of a water droplet hitting a surface, creating a crown-shaped splash with concentric ripples. The image is in shades of blue and white, with the water appearing clear and reflective.

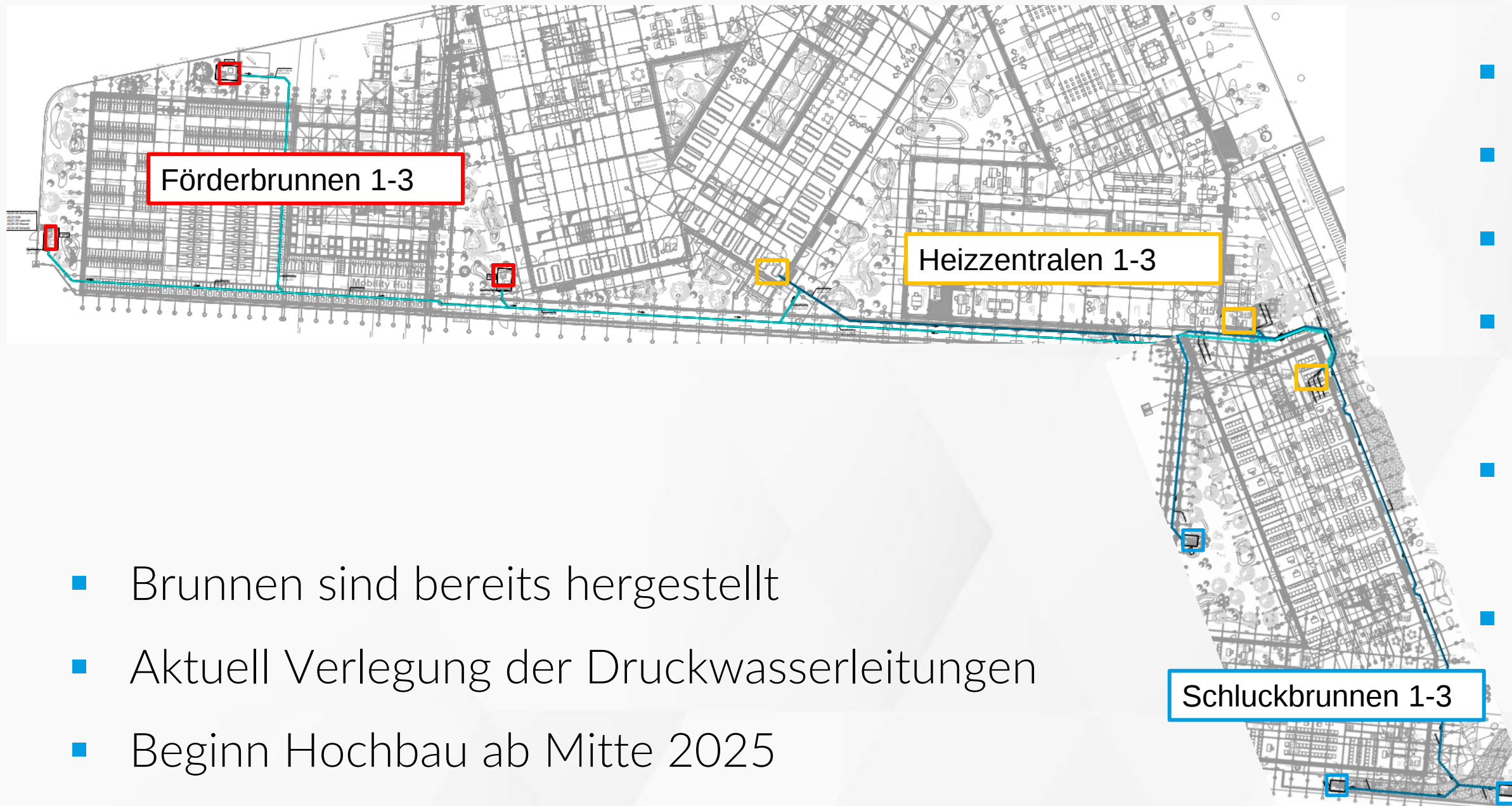
PRAXISBEISPIEL aus Köln

Friedrich und Karl, Köln - Brunnenanlage für Büroquartier



- „klimaschonendste Büroquartier Kölns“
49.500 m²
- Holzmodulbauweise
- Photovoltaikanlage, Ladepunkte, Eigenstromnutzung
- Serverabwärme
- 1.000 kW Heizleistung, 1.200 kW Kühlleistung
- Kaltes Nahwärmenetz mit Brunnenanlage (Heizen und Kühlen)
- 3 Bauabschnitte und ein Mobility Hub
- Herstellung der Brunnenanlage vor Beginn Hochbau

Friedrich und Karl, Köln - Brunnenanlage für Büroquartier



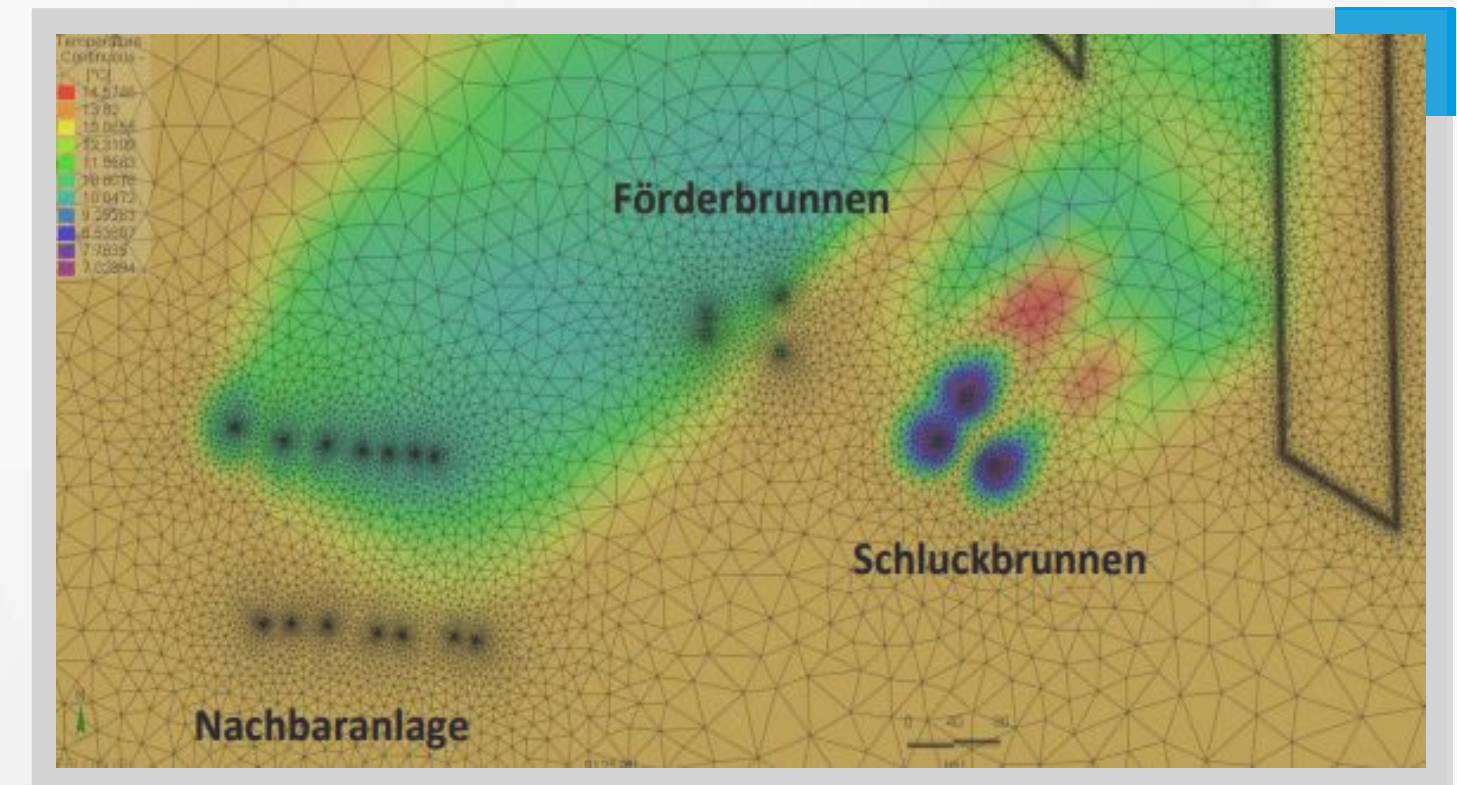
- Brunnen sind bereits hergestellt
- Aktuell Verlegung der Druckwasserleitungen
- Beginn Hochbau ab Mitte 2025

- 3 Förderbrunnen, 20 m tief
- 3 Schluckbrunnen, im GW-Abstrom
- Je Bauabschnitt eine separate Heizzentrale
- Druckwasser-Sammelleitung von den Förderbrunnen zu den Heizzentralen
- Druckwasser-Sammelleitung von den Heizzentralen zu den Schluckbrunnen
- Dadurch gemeinsame Versorgung der drei Heizzentralen durch alle drei Brunnen

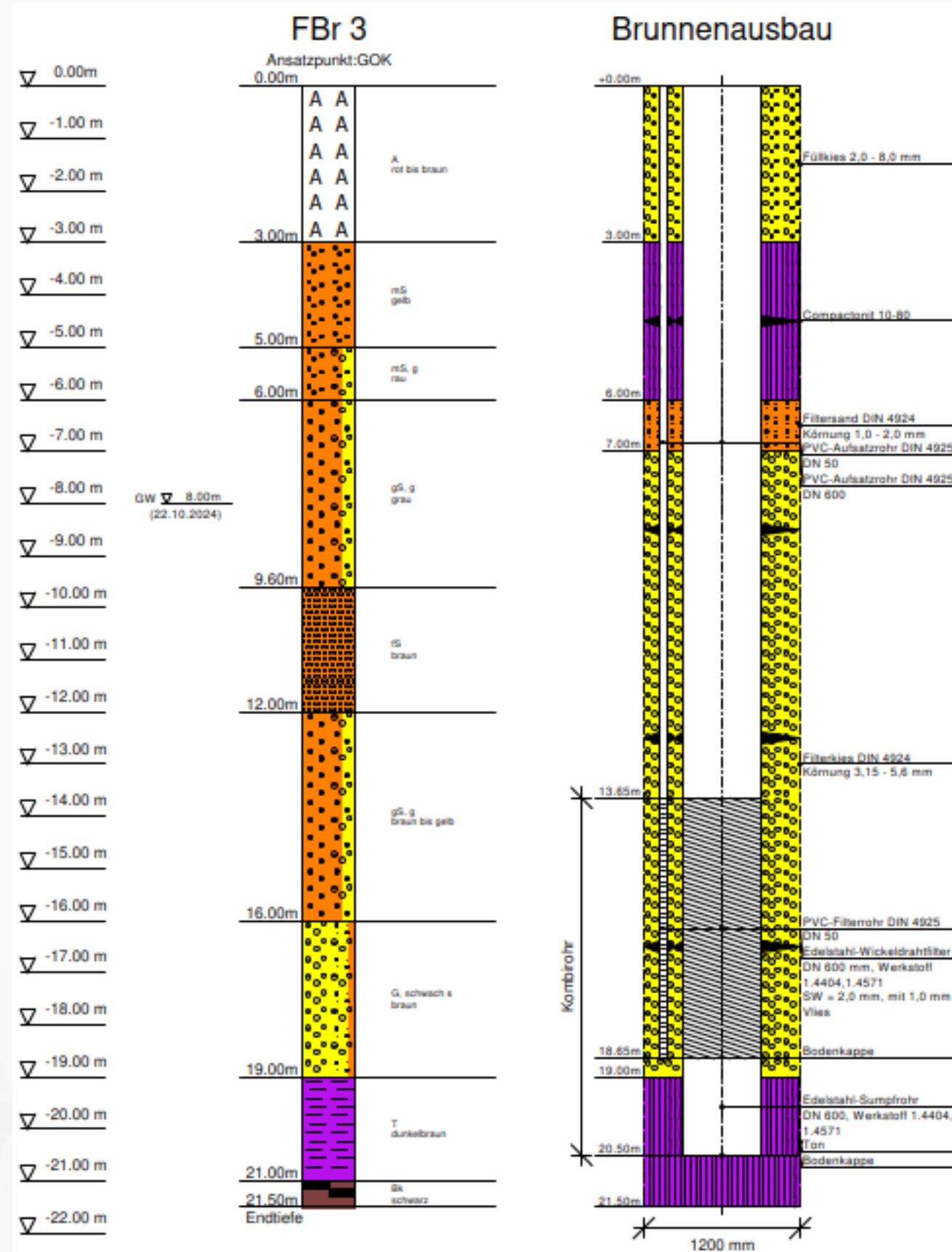
Friedrich und Karl, Köln - Brunnenanlage für Büroquartier

Herausforderungen

- Wasserrechtliche Genehmigung:
 - instationäre thermohydrodynamische Simulation des Anlagenbetriebes notwendig
 - Einbeziehung Rheinhochwasser sowie einer im Betrieb befindlichen benachbarten Brunnenanlage sowie
- Planerische Herausforderungen:
 - Gewährleistung der dauerhaften Anfahrbbarkeit der Brunnen
 - Enge Abstimmungen mit vielen weiteren Gewerken (TGA, Erschließung, Baugruben, Außenanlagen, Tragwerk)
 - Verlegung der Druckwasserleitungen tlw. unterhalb Fundamente



Friedrich und Karl, Köln - Impressionen Brunnenbau



Engineering for a Better Tomorrow

Friedrich und Karl, Köln

Impressionen Brunnenbau



Einbau Brunnenrohr mit Seilbagger



Brunnenrohre, Wickeldrahtfilter, Filterkies



Pumpversuch

Engineering for a Better Tomorrow

Friedrich und Karl, Köln

Impressionen Brunnenstuben



Brunnenstuben
außen...



und innen



Friedrich und Karl, Köln

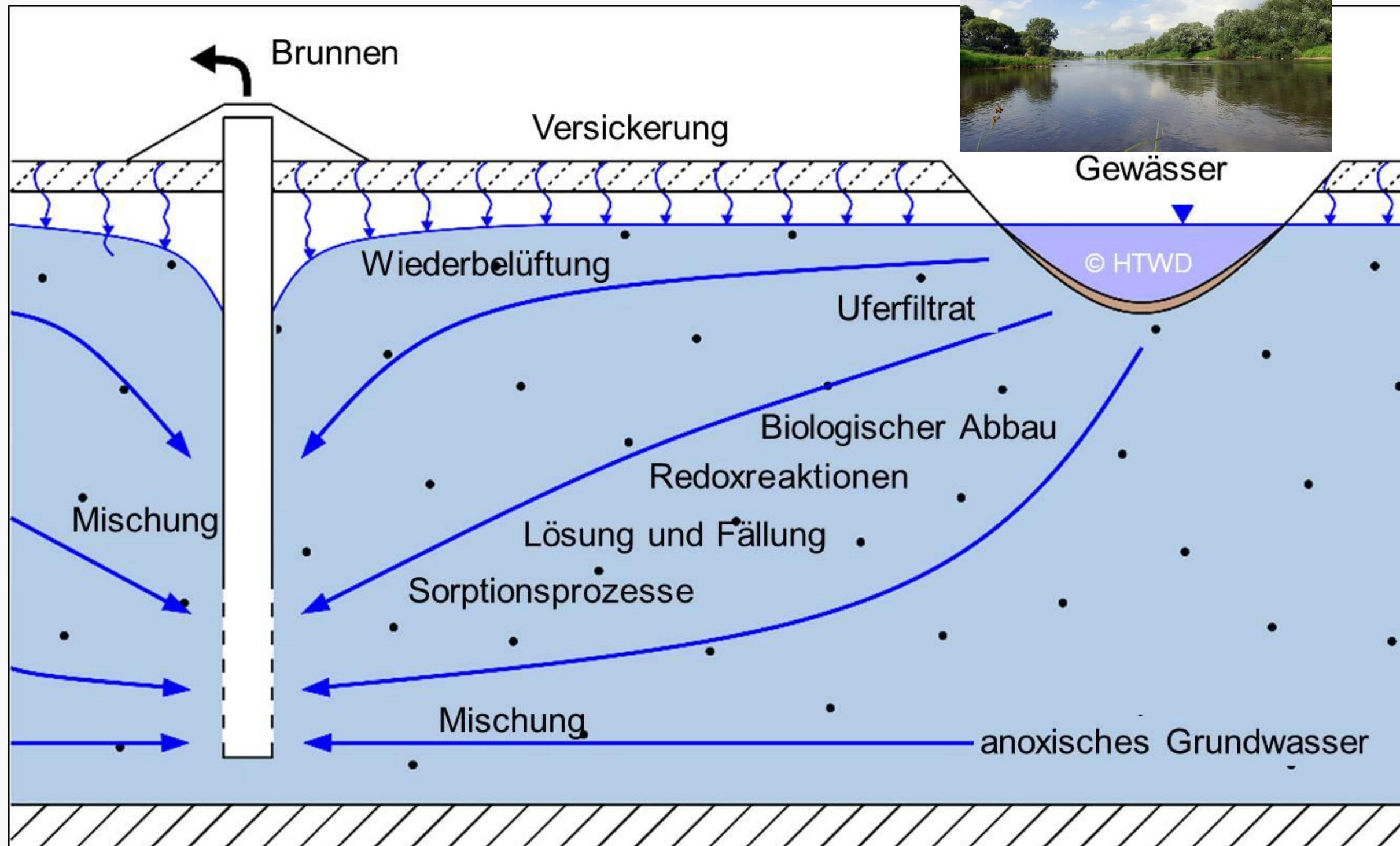
Impressionen Druckwasserleitungen



Uferfiltrat

Nutzung von Uferfiltrat (Brunnen)

Vorteile Uferfiltrat



Uferfiltrat ist Wasser, das aus oberirdischen Gewässern unmittelbar in den Grundwasserraum eingedrungen ist, ausgenommen durch Versinkung. DIN (1994)

Bewirtschaftung Offene Geothermieranlage (Brunnen)

Vorteile Uferfiltrat



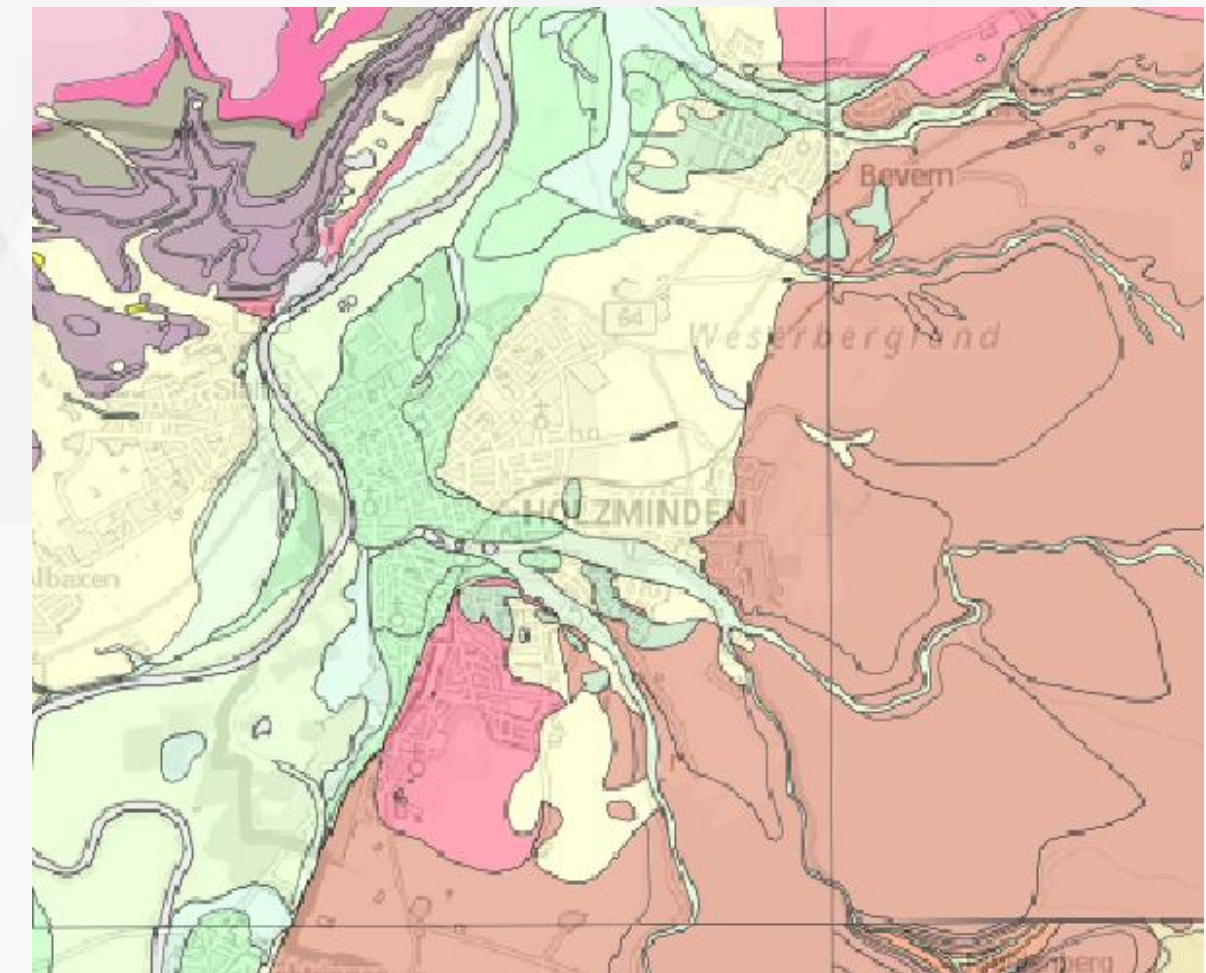
- Potentialgefälle vom Fluss zu den Brunnen durch Pumpvorgang
 - > nachströmen von Flusswasser durch den Grundwasserleiter zu den Brunnen
- Reinigungsprozesse des Flusswassers im Untergrund:
 - zurückhalten von Partikeln und pathogenen Keime, Abbau von organischen Stoffen, Herstellung des Gleichgewichtes der Temperatur und Konzentrationsausgleich anderer gelöster Bestandteile im Wasser
- Gegenüber dem Flusswasser eine gleichmäßigere Temperatur über das Jahr, wärmer im Winter und kälter im Sommer
- Keine Probleme mit Treibgut im Hochwasser
- „Einfacher“ Wasserrechtsantrag zur Genehmigung
- Ggf. kann durch Direkteinleitung auf Schluckbrunnen verzichtet werden
- Ausführliche Abklärungen zur Machbarkeit wie oben beschrieben nötig

Chancen für die Weserregion

Nutzung von Uferfiltrat (Brunnen)

Regionalgeologie

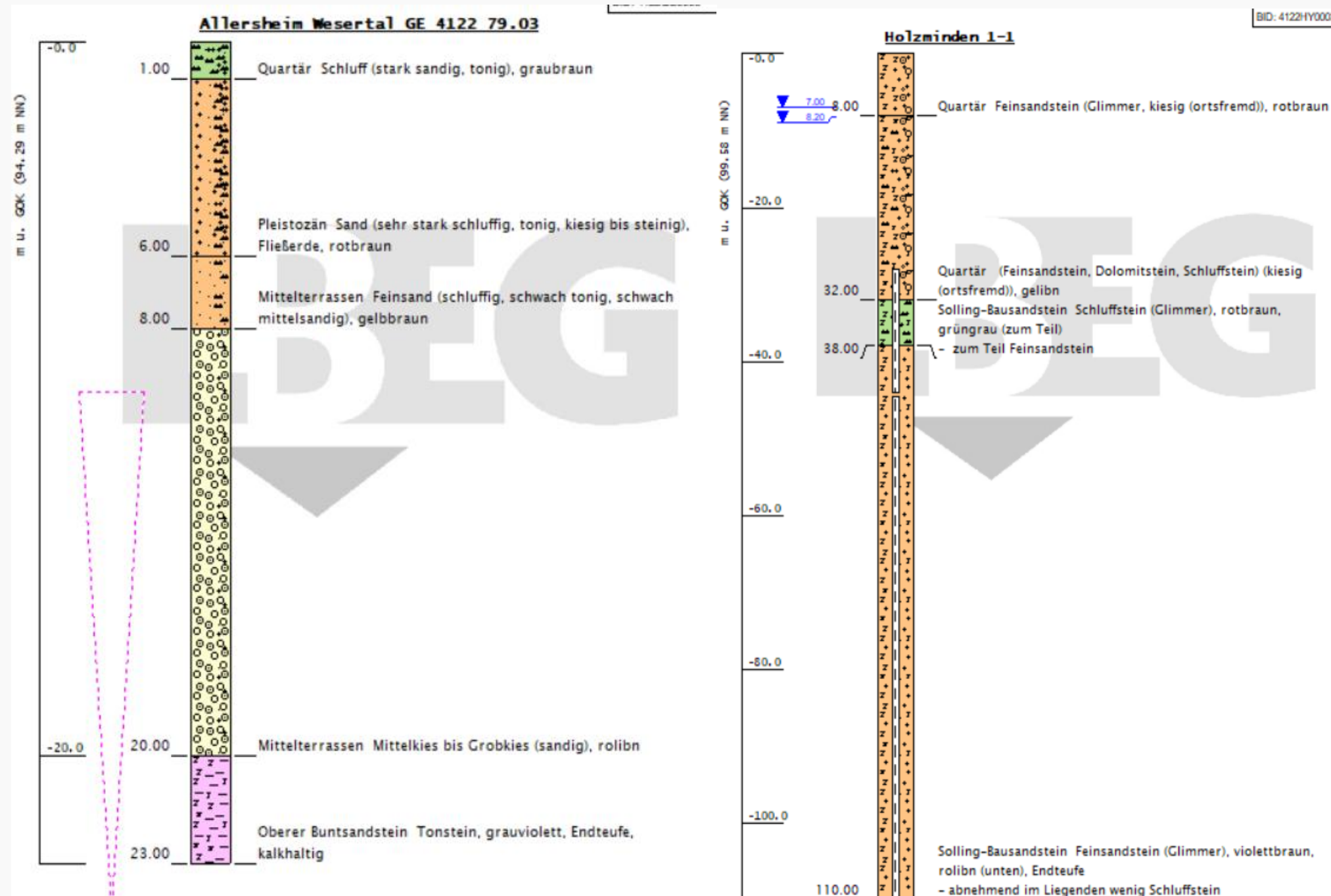
- Der Landkreis Holzminden liegt im Weser-Bergland.
- Den geologischen Untergrund bilden mesozoische Sedimentgesteine der Trias, sowie Jura und Oberkreide.
- Durch differenzierte Paläotektonik entstanden die heute strukturgeologisch komplexen Gräben und Höhenzüge.
- Oberflächennah stehen in flacheren Topografien eiszeitliche Ablagerungen an.
- Entlang des Flusslaufes der Weser sind Niederterrassensedimente abgelagert.
- ➔ Auch kiesige Akquifere!
- ➔ Dennoch: Eine kleinräumige Betrachtung ist erforderlich, da die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse lokal z. T. deutlich variieren.



<https://nibis.lbeg.de/cardomap3/> Geologische Karte GK25

Nutzung von Uferfiltrat (Brunnen)

Regionalgeologie



<https://nibis.lbeg.de/cardomap3/> Bohrung 4122GE0008 0,7 km nördlich von Holzminden.

<https://nibis.lbeg.de/cardomap3/> Bohrung 4122HY0003 in Holzminden.

- Oberflächennah stehen eiszeitliche Sande und Schluffe an sowie Kiese der Mittelterrassen an.
- Unterlagert werden diese von Ton- und Schluffsteinen und Sandsteinen der geologischen Einheit Buntsandstein.

Chancen für die Weserregion

Grundwassernutzung als Wärmequelle



- Die direkte Grundwassernutzung ist die effizienteste Form der oberflächennahen Geothermie
- Relativ geringe Investitionskosten im Verhältnis zur möglichen Wärmemenge
- Sehr gute Jahresarbeitszahlen der Wärmepumpen durch ganzjährige Vorlauftemperaturen von 8-14°C
- Die Standorteignung ist individuell zu bewerten:
 - Grundwasserdargebot, Flurabstand, etc.
 - Grundwasserchemismus kann zum Ausschluss oder erhöhten Betriebskosten führen
 - Bestehende Wasserrechte und Trinkwasserschutzgebiete können die Nutzung einschränken
 - Recherchen, Felduntersuchungen und Modellierungen sind nötig, um Planungssicherheit zu schaffen
- ➔ Es erfordert zusätzlich zur TGA eine Fachplanung sowie zusätzliche Projektzeit von ca. 6 Monaten für Planung und Genehmigung
- Monitoring und Wartungsaufwand verhältnismäßig hoch ggü. anderen Wärmepumpenquellen
- Mehraufwand lohnt mit zunehmender Anlagengröße

Kontakt

Sprechen Sie uns gerne an:



Dipl.-Ing. Marius Raabe
M&P ENERGY GmbH

marius.raabe@mup-group.com
0151 – 61 35 1955
0541 – 915 327 – 12

Hans-Böckler-Allee 9
30173 Hannover
Germany



PS: Wir suchen Kollegen!

Engineering for a Better Tomorrow



Engineering for a Better Tomorrow