



Eine Gesellschaft von  ENGIE

Beispiele für die Umsetzung von Geothermie-Projekten aus der Praxis

Dipl.-Geol. Rüdiger Grimm

Halle, 19.09.2023

- Die Firma wurde 2007 gegründet. Seit 2021 ist geoENERGIE Konzept ein Mitglied der ENGIE-Gruppe.
- Damit kann die Wertschöpfungskette weiter vervollständigt werden. Wir können Leistungen von der Erstberatung bis hin zum Contracting aus einer Hand anbieten.
- geoENERGIE Konzept entwickelt sich vom Planer („Planen.Testen.Überwachen.“) hin zum one-stop-shop für Erdwärme („Aus einer Hand“.).



Erdwärme. Planen. Testen. Überwachen.



Eine Gesellschaft von ENGIE

Erdwärme. Aus einer Hand.

The image is a composite graphic. At the top center, a single, large, vibrant green tree stands on a small, floating island of forest. Below this island, two hands are shown cupping the base of the island, suggesting support and care. The background is a gradient of green, with a darker green area at the bottom where the hands are. The overall theme is environmental stewardship and sustainable energy.

**Unsere Vision für 2025: Wir sind die Nummer Eins
für klimaneutrale Energielösungen**

Die Marktentwicklung bestätigt unsere Ausrichtung und Ziele

Nachhaltigkeit

82% aller Unternehmen wollen sich klimaneutral aufstellen (2021: 50%)

Wirtschaftlichkeit

Klimaneutrale Energielösungen erstmals auf breiter Front wirtschaftlich attraktiver als fossile



Unsere Vision für 2025: Wir sind die Nummer Eins

für klimaneutrale Energielösungen

Versorgungssicherheit

„Fossiler Versorgungsschock“ treibt Nachfrage nach grünen Lösungen

Gesetzliche Rahmenbedingungen

Klimaneutralität 2045, 65%-EE ab 2024 (tbc), kommunale WP, EU-Taxonomie, Gebäudestandards etc.

- Machbarkeitsstudien/Konzeptstudien
- Dimensionierung der Erdwärme-Sondenfelder (EED, EWS, PILESIM)
- Simulation des Untergrundverhaltens (FEFLOW, OGS)
- Geothermische Testarbeiten (TRT, T-Log, PGT)
- Informationssysteme (TARGEO)
- Genehmigungsanträge / Mithilfe bei der Vergabe
- Bauüberwachung / Monitoring laufender Anlagen (geoMo)
- Energielieferung Wärme&Kälte (geoContracting)



Geothermische Anlagenplanung

Bedeutung, Vorgehensweise





- **Geologiedatengesetz (GeolDG)**

alle Bohrungen sind 2 Wochen vor Beginn anzuzeigen
Mitteilung der Bohrergebnisse

- **Bundesberggesetz (BBergG)**

Erdwärme ist ein „bergfreier Bodenschatz“
Nutzung von Erdwärme in einem Grundstück
Anzeige von Bohrungen >100m

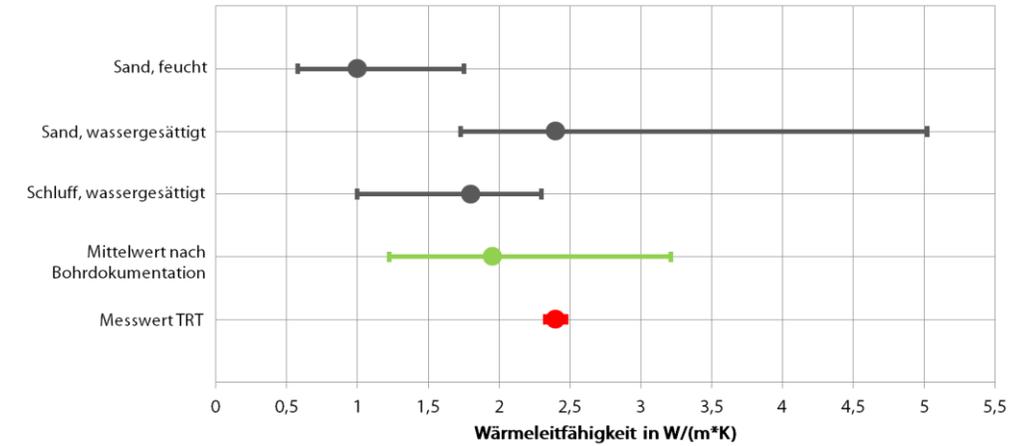
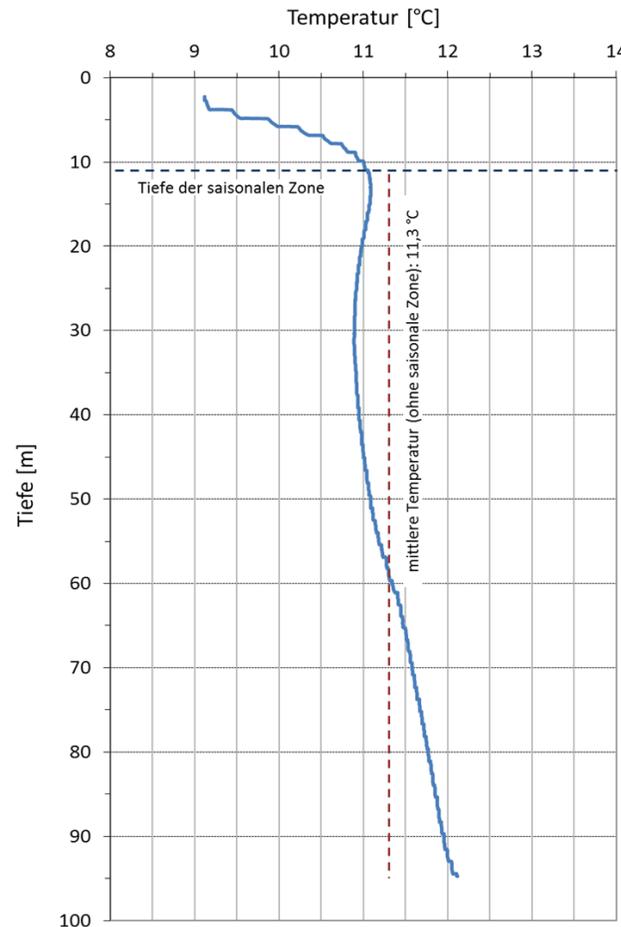
- **Wasserhaushaltsgesetz (WHG)**

Erdwärmesonden bedürfen grundsätzlich einer
wasserrechtlichen Erlaubnis

- **Standortaufsuchungsgesetz (StandAG)**

gilt für alle Bohrungen >100m

Geothermische Testarbeiten zur Bestimmung der standortabhängigen Untergrundeigenschaften



Ergebnisse des TRT

ungestörte Untergrundtemperatur	T_{mittel}	10,7 °C
effektive Wärmeleitfähigkeit	λ^*	2,4 W/m,K
thermischer Bohrlochwiderstand	R_b	0,08 K/W/m
Sondenlänge (berechnet aus TRT)	l_{TRT}	101 m

Planen – Dimensionieren Sondenfelder

- Dimensionierung von Erdwärmesondenfeldern mittels Fachsoftware
- Dimensionierung erfolgt unter Berücksichtigung geologischer Standortbedingungen und haustechnischen Vorgaben



Earth Energy Designer - EED
3.21 (Unicode)
798 configurations (0-797)

Daten- und Ergebnistabelle der letzten Simulation (2626 EED_DIMENSIONIERUNG_(MIT S...))

DATEN KURZFASSUNG	
Kosten	-
Anzahl Bohrungen	4
Tiefe der Erdwärmesonde	118 m
Erdwärmesondenlänge gesamt	472 m

EINGABEDATEN (PLANUNG)

UNTERGRUND

wärmeleitfähigkeit des Erdreichs	2,41 W/(m·K)
Spez. Wärmekapazität des Erdreichs	2,3 MJ/(m³·K)
Mittl. Temperatur d. Erdoberfläche	8,9 °C
Geothermischer Wärmefluss	0,06 W/m²

BOHRUNG UND ERDWÄRMESONDE

Sondenanordnung	22 (4 : 2 x 3 L-Configura
Tiefe der Erdwärmesonde	118 m
Wärmesonden	11 m
Doppel-U	11 m
Bohrer	40 mm
Bohrerdurchmesser	165,1 mm
Wandstärke	3,7 mm
Bohrerleitfähigkeit	0,42 W/(m·K)
Abstand d. U-Schenkel	75 mm
Wärmeleitfähigkeit der Verfüllung	2 W/(m·K)
Spez. Wärmekapazität der Verfüllung	0 (m·K)/W

BOHRUNGS- UND ERDWÄRMESONDENPARAMETER

Spez. Wärmekapazität	0,48 W/(m·K)
Spez. Wärmekapazität	3795 J/(kg·K)
Dichte	1052 kg/m³
Wärmeleitfähigkeit	0,0052 kg/(m·s)
Temperatur	-14 °C
Bohrerleitfähigkeit	0,59 1/s

Bohrungen und Erdwärmesonden

Erdwärmesonde

Sondentyp: Doppel-U

Sondenanordnung: 22 (4 : 2 x 3 L-configuration)

Tiefe: 118,0 m

Sondenabstand: 11,0 m

Bohrerdurchmesser: 165,100 mm

Bohrerwiderst. Rohr/Verfüllung: 0,0000 (m·K)/W

Wärmeleitfähigkeit der Verfüllung: 2,000 W/(m·K)

Umwälzvolumen pro Bohrung Q_b:
 für alle Bohrungen pro Bohrung: 0,590 l/s

Art der Anbindung (1=parallel): 2 Q_{bh}=Q=0,59 l/s

U-Rohr

Außendurchmesser: 40,000 mm

Wandstärke: 3,700 mm

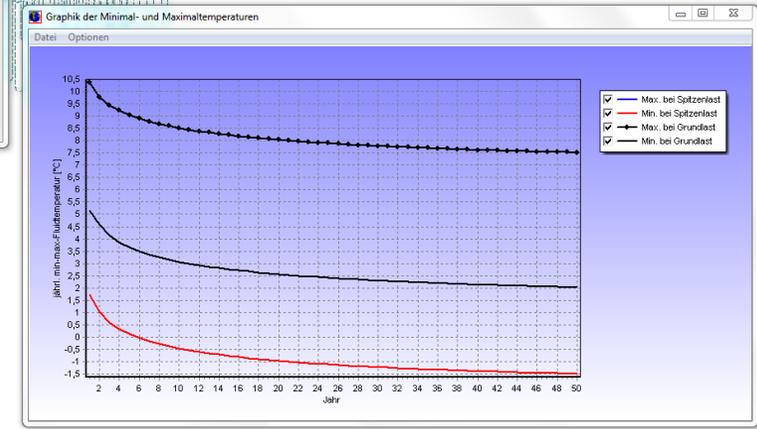
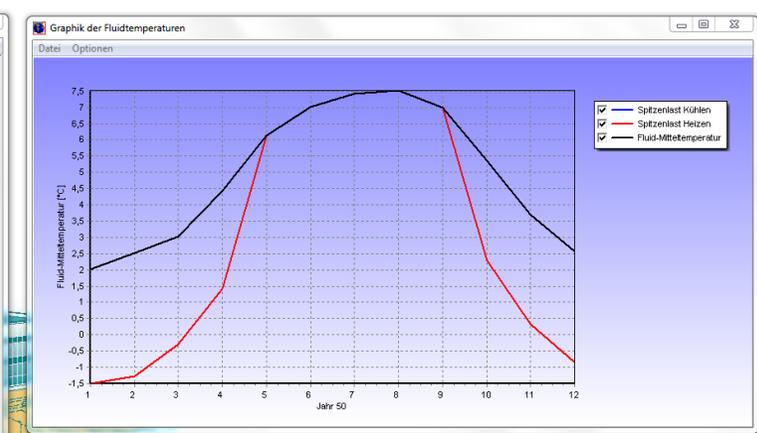
Wärmeleitfähigkeit: 0,420 W/(m·K)

U-Rohr-Mittenabstand: 75,000 mm

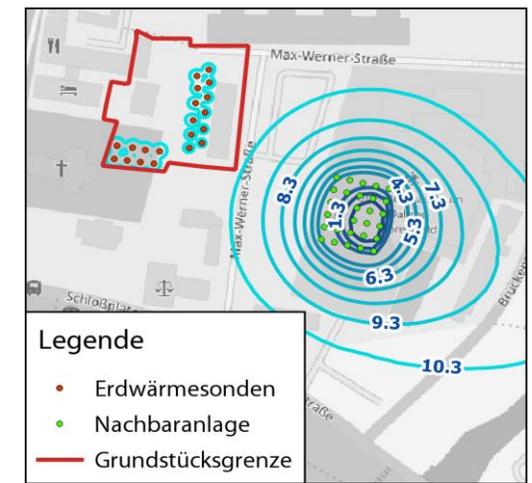
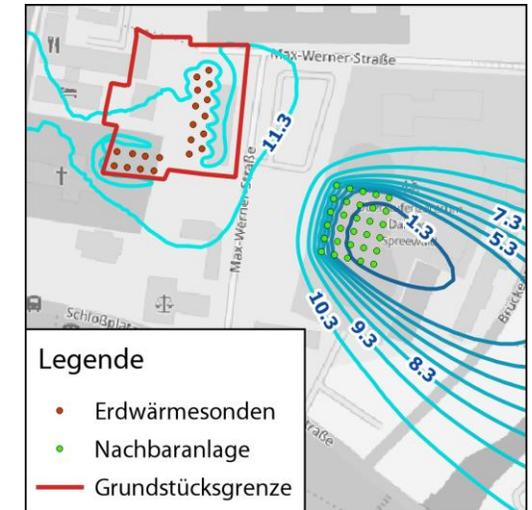
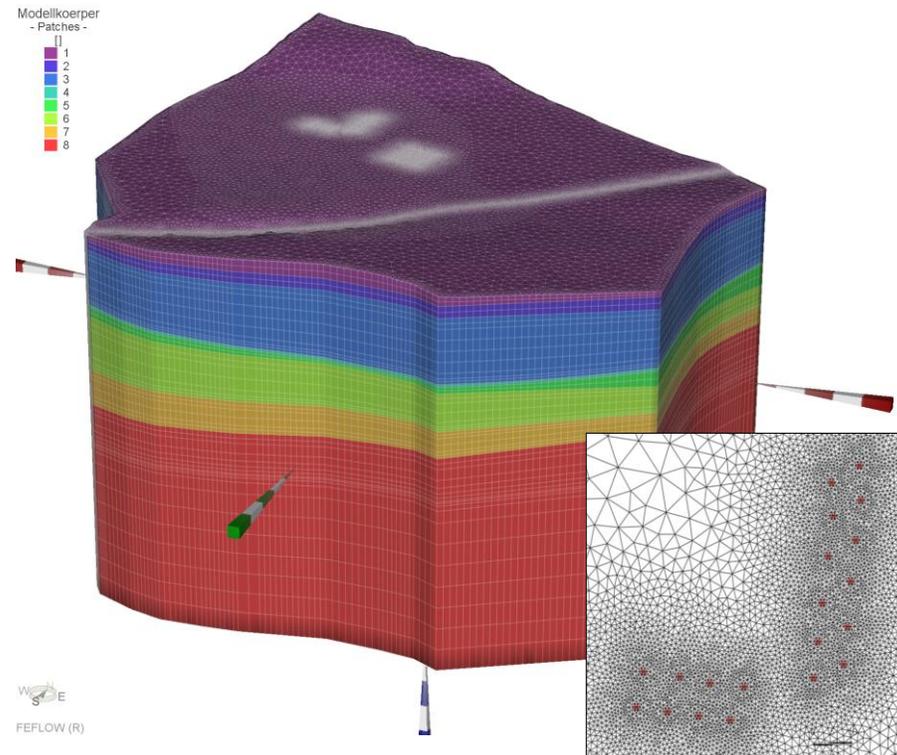
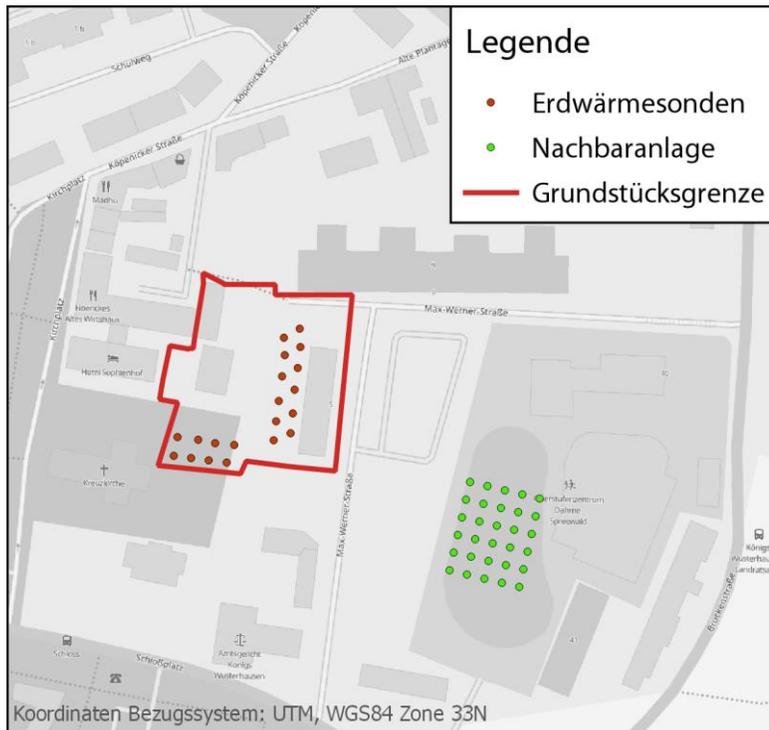
U-Rohr-Mittenabstand: 125,1 mm

56,569

In die Zwischenablage kopieren Übernehmen

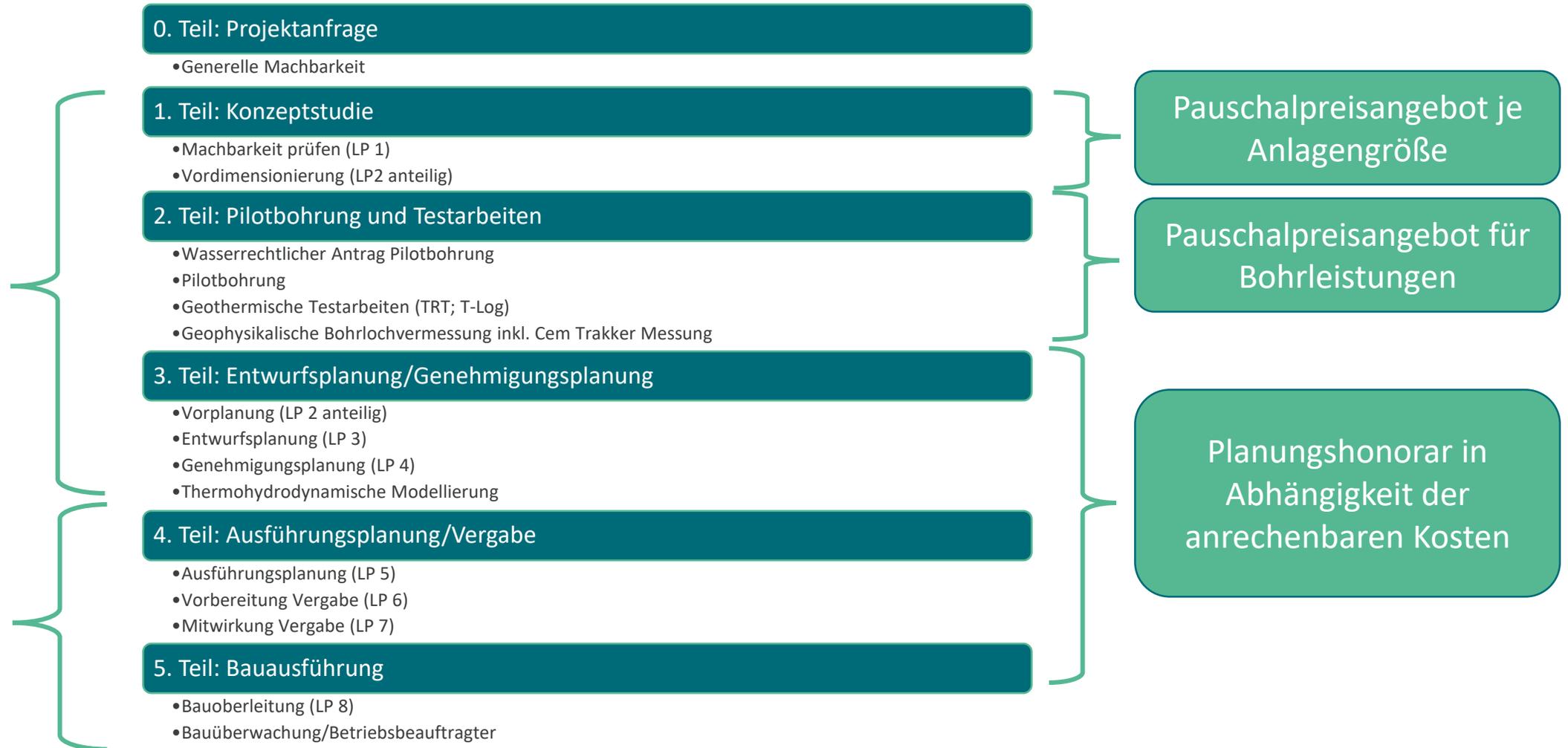


1. Dimensionierung/Design der Anlagen mittels Fachsoftware (meist EED – Earth Energy Designer)
2. Thermohydrodynamische Simulation mittels Finite Elemente zeigt den Einfluss auf die Nachbarschaft (meist FEFLOW, alternativ OpenGeoSys)



- Ausführung der notwendigen Arbeiten durch zertifizierte Bohrunternehmen
- Bauüberwachung und Qualitätskontrolle





52 Wochen Gesamtzeit von Projektbeginn bis Bauausführung

**Teil 1:
Konzeptstudie/Erstkal-
kulation**

- Prüfung Machbarkeit
- Variantenvorstellen
- Kostenschätzung

4

**Teil 3: Entwurfs-
und
Genehmigungsplan-
ung**

- Entwurfsplanung
- Genehmigungsplanung
- Thermohydrody-
namische Modellierung

8

**Teil 4:
Ausführungsplanun-
g/Vergabe
Bohrleistungen**

- Ausführungsplanung
- Einholung Angebote
Bohrunternehmen

8

**Teil 2: Pilotbohrung
und Testarbeiten**

- Antragsstellung
Pilotbohrung
- Genehmigungsver-
fahren Pilotbohrung
- Errichtung Pilotbohrung
(ca. 3 Tage)
- Thermal-Response
Test (3 Tage)

15

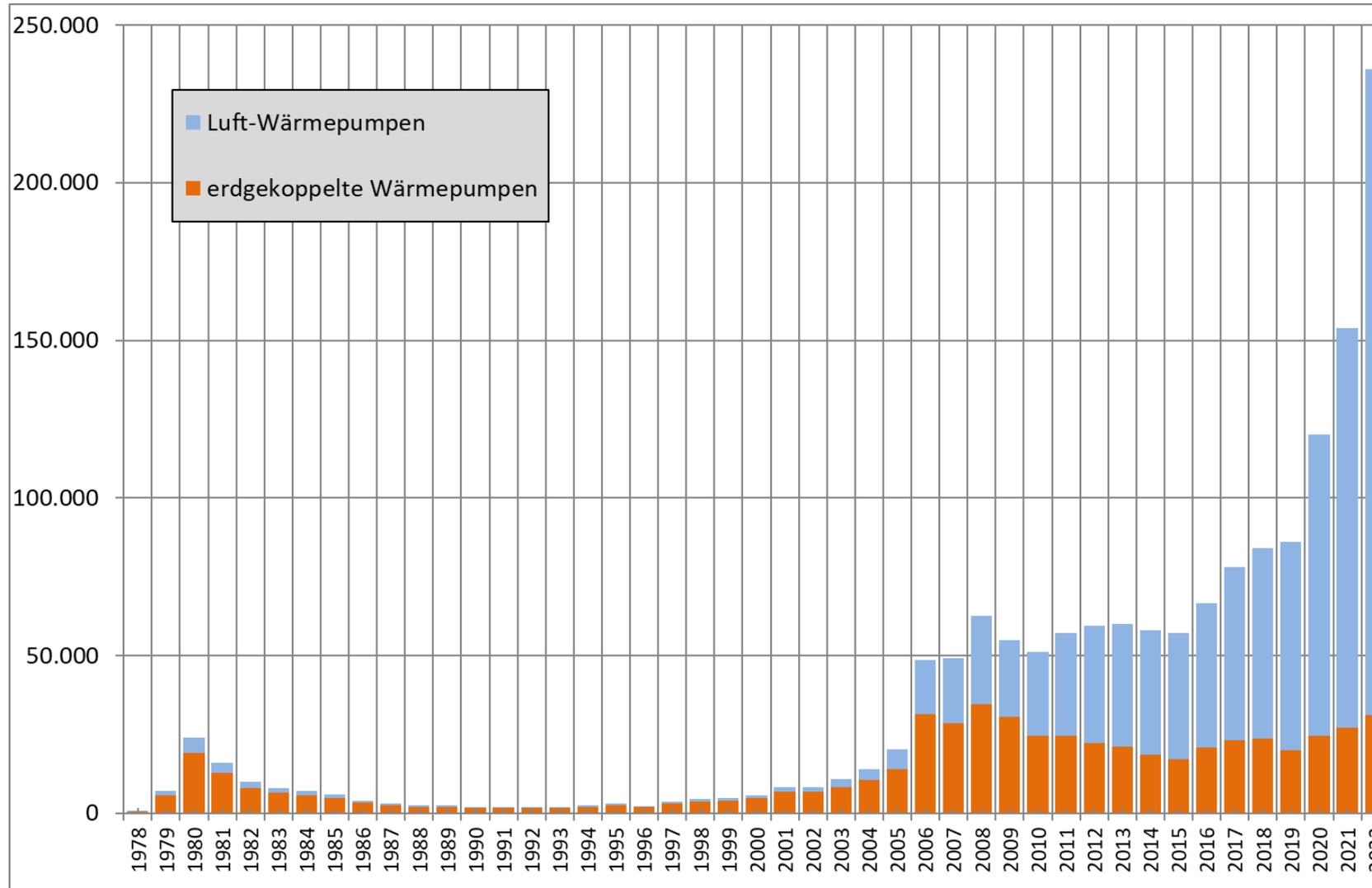
**Angebot
Contracting ENGIE
& Kunde**

**Teil 5:
Bauausführung
Geothermie**

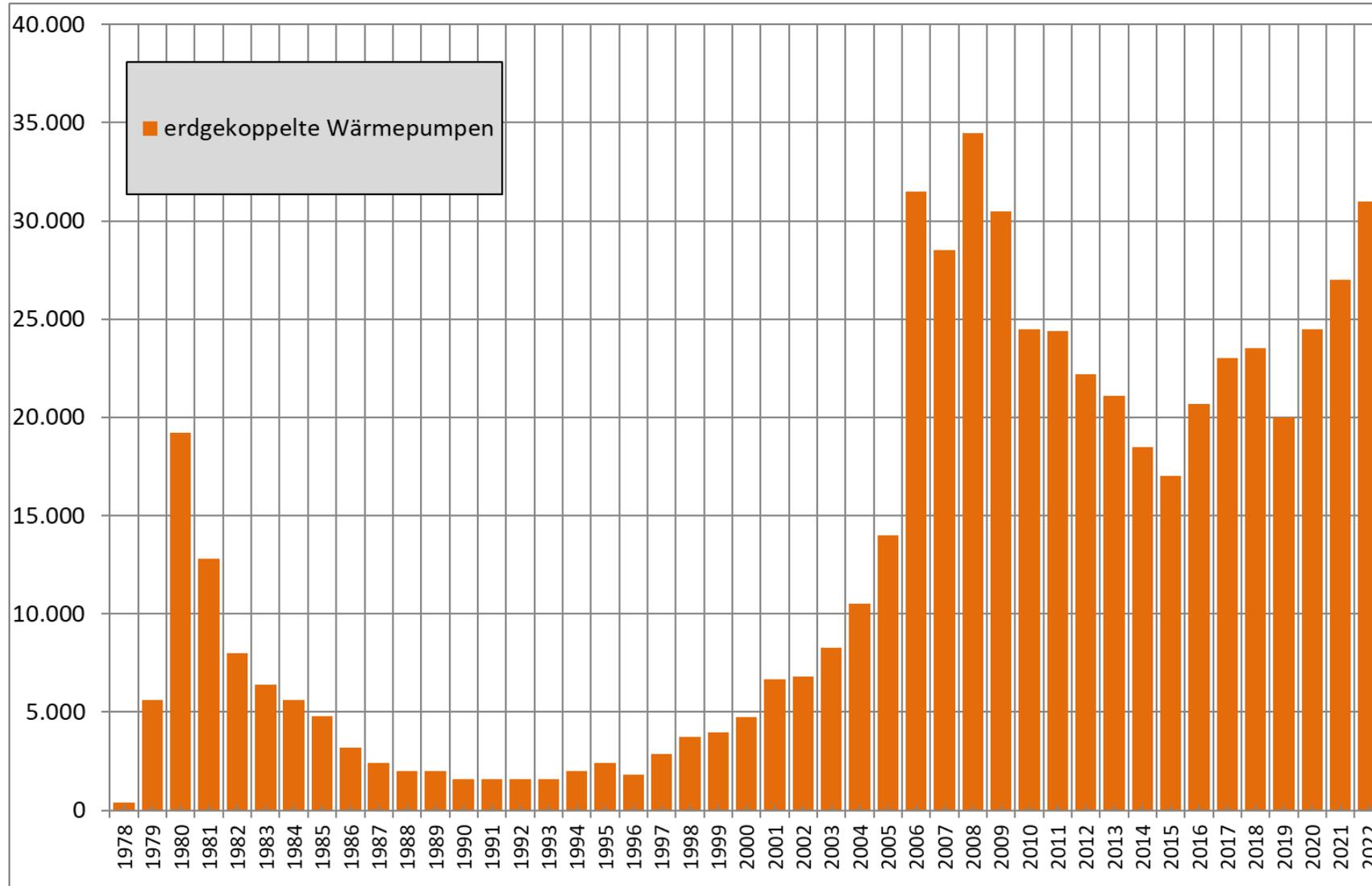
16

Wärmepumpenmarkt

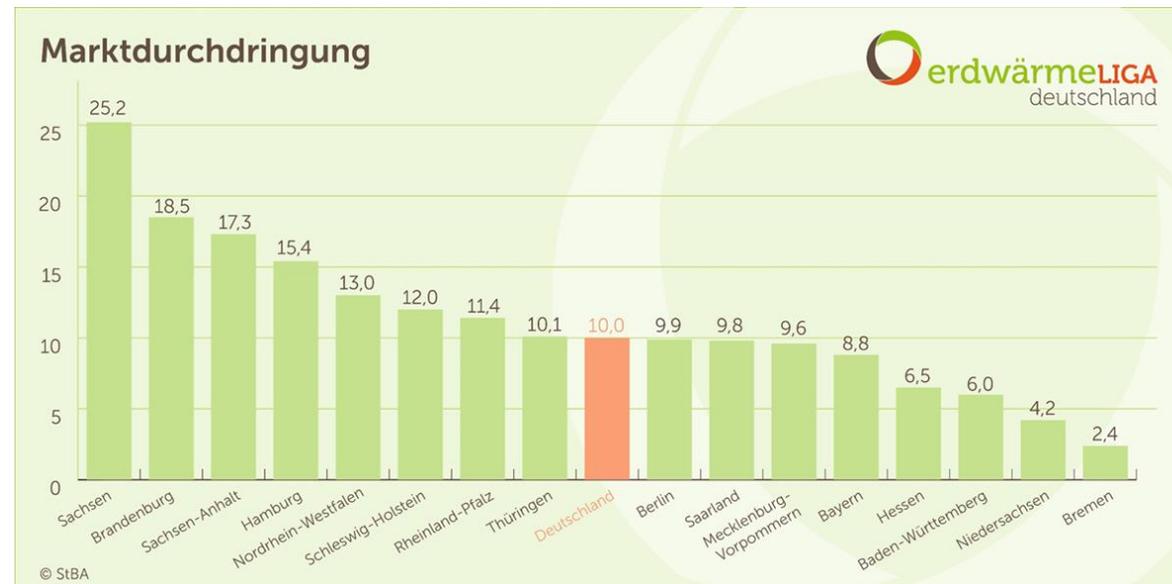
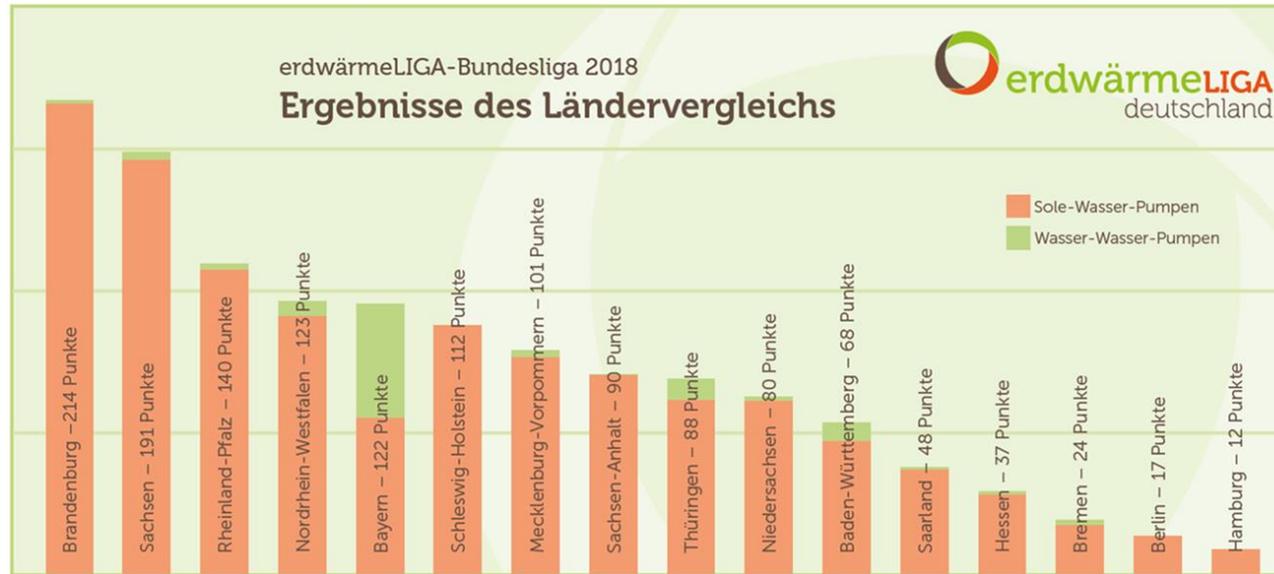
Wärmepumpenverkäufe Deutschland



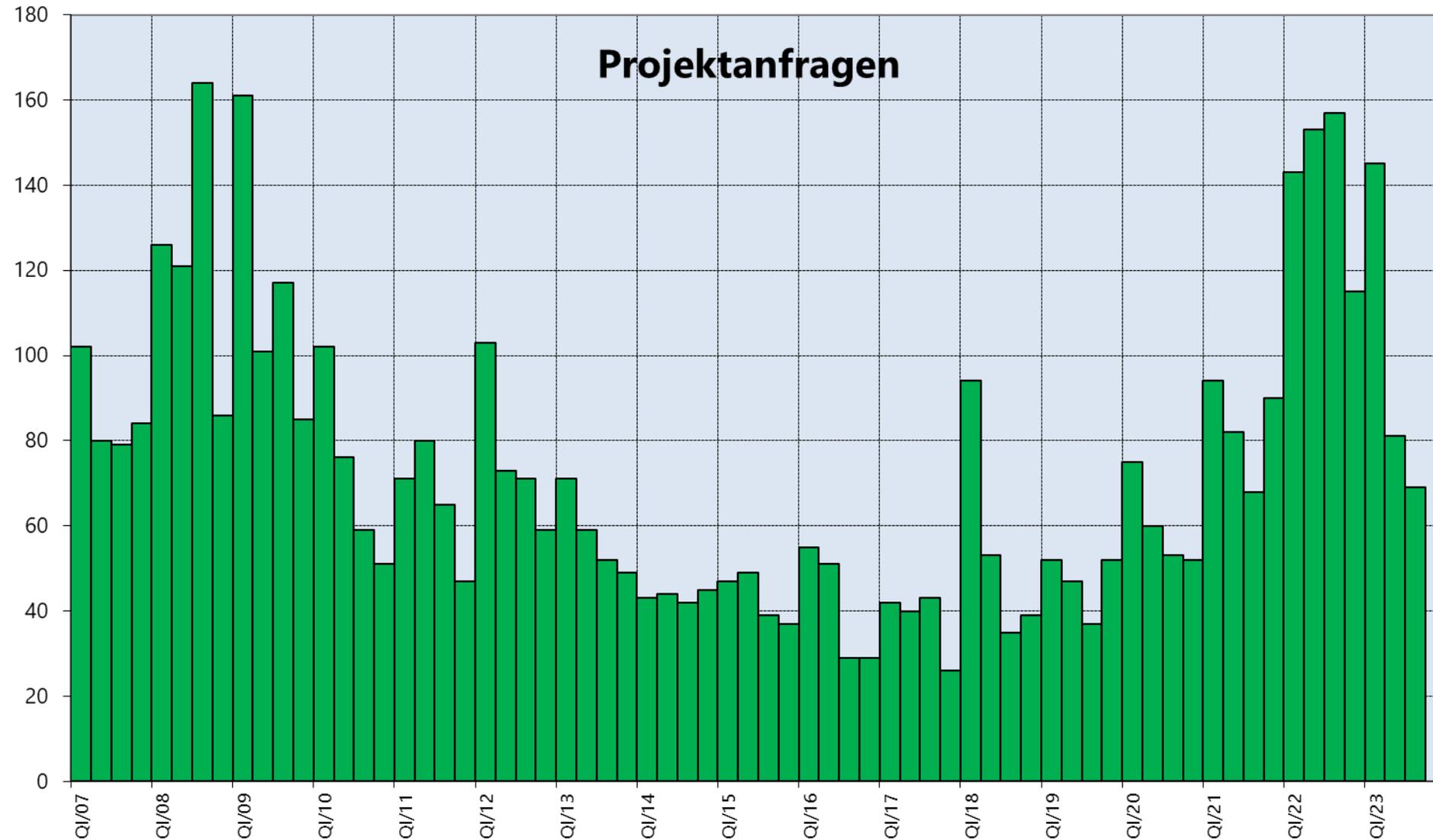
Erdgekoppelte Wärmepumpen Deutschland



Deutschland – starke regionale Unterschiede



Projektanfragen von heute sind die Projekte von morgen



- Diskussionen im Vorfeld des GEG hat für eine massive Verunsicherung beim Endkunden gesorgt
- **Massenmarkt EFH** ist zusammengebrochen (Bauzinsen, Kapazitäten, Preise, Abwarten GEG/Förderung)
- **Zielmarkt Wohnungsbau** befindet sich in einer dramatischen Krise
- Dem **Sanierungsbau** fehlen die Anreize
- **Kommunale Wärmeplanung** ist gut aber nur bedingt bindend
- **Dekarbonisierung der Netze** ist in der Anfangsphase

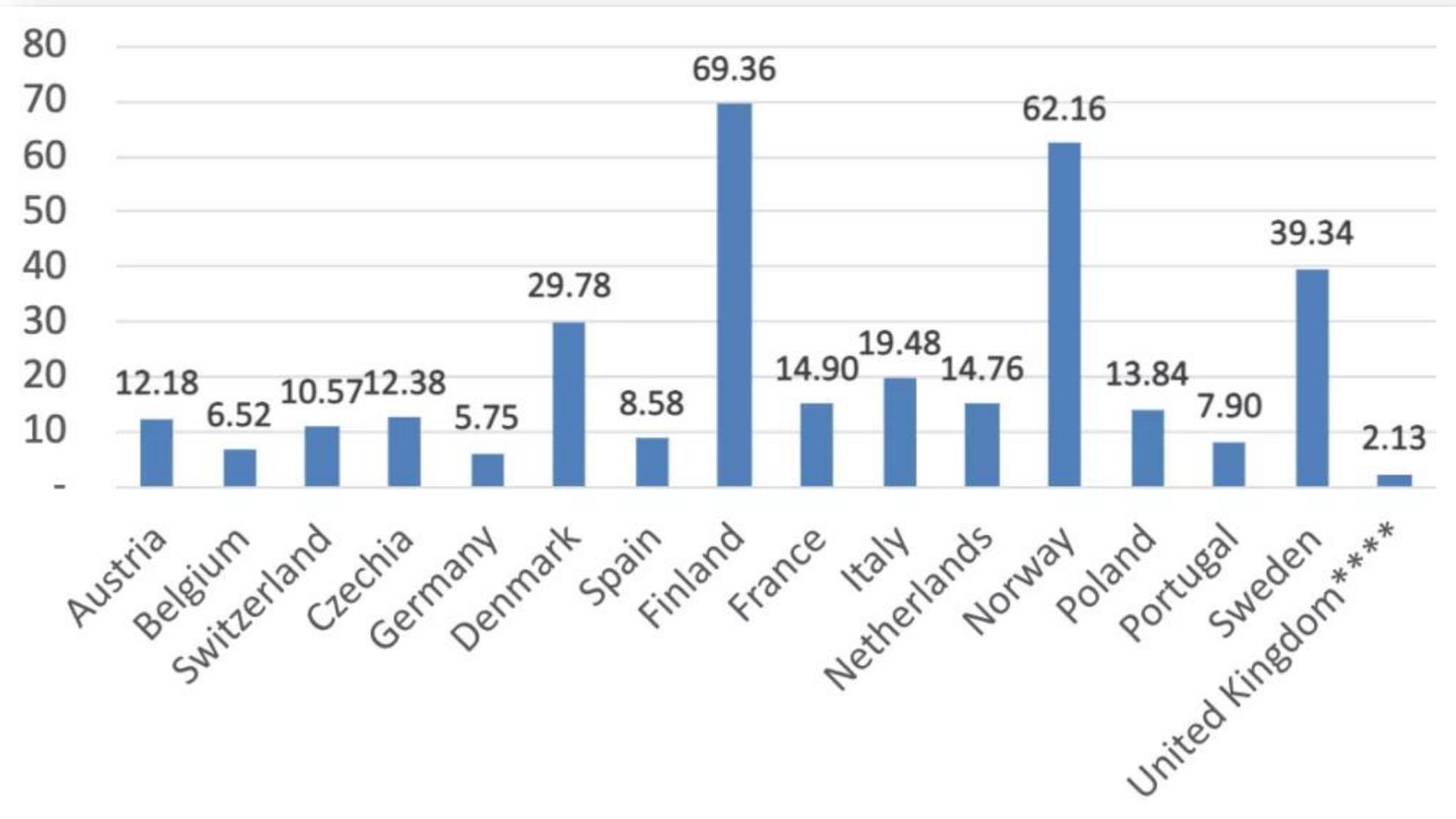
Internationaler Kontext

Andere Länder in Europa

Inflation Reduction Act

Wärmepumpe pro 1.000 Haushalte

Heat pumps sold per 1,000 households in 2022 per country (household numbers based on 2021 data)



Projektbeispiele

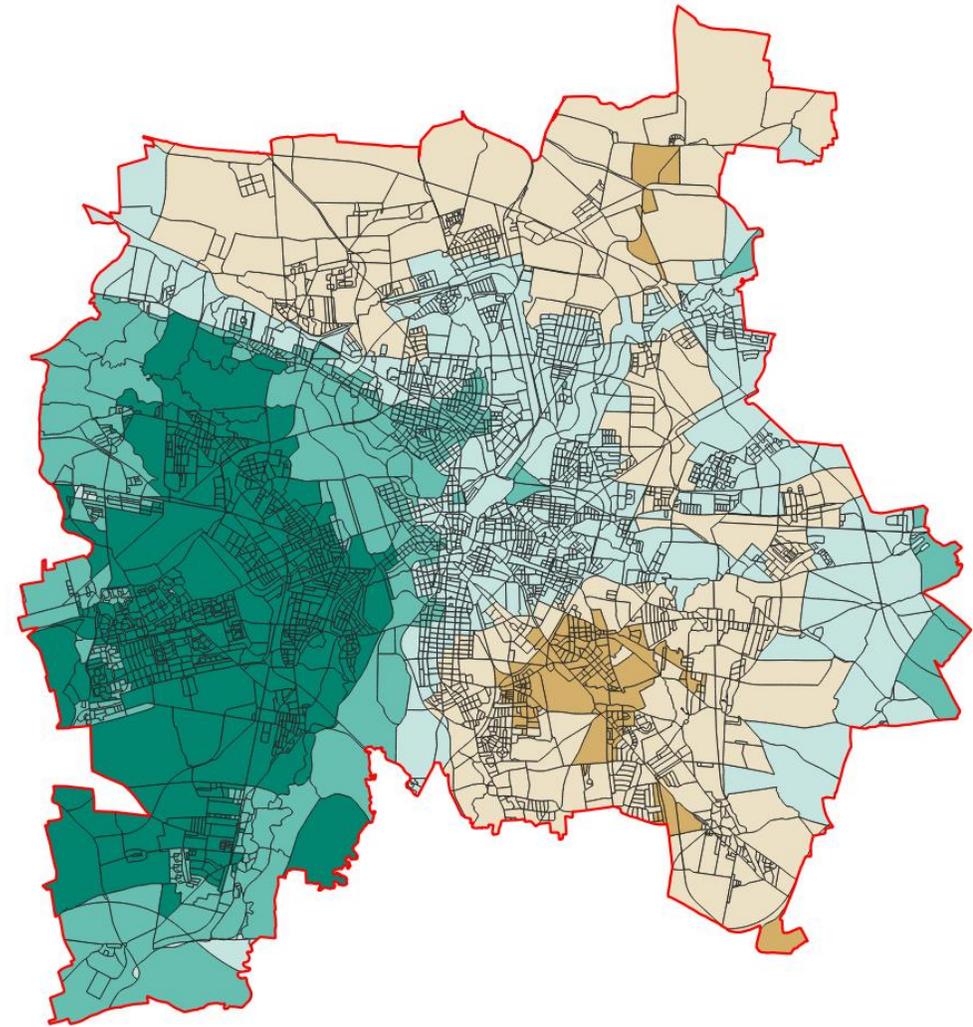
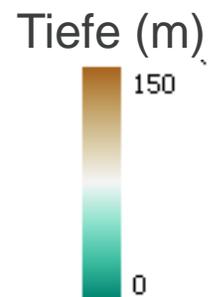
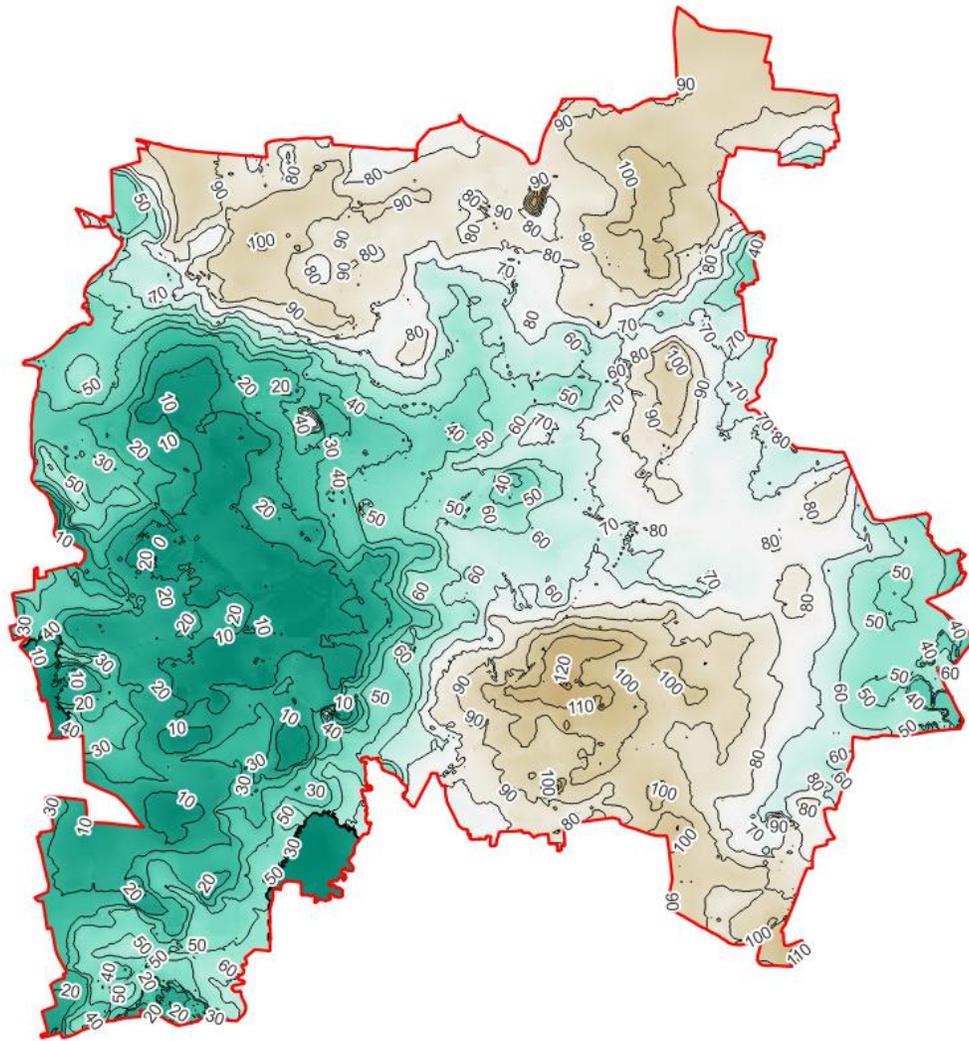
Praxisbeispiel Potenzialanalyse Stadtwerke

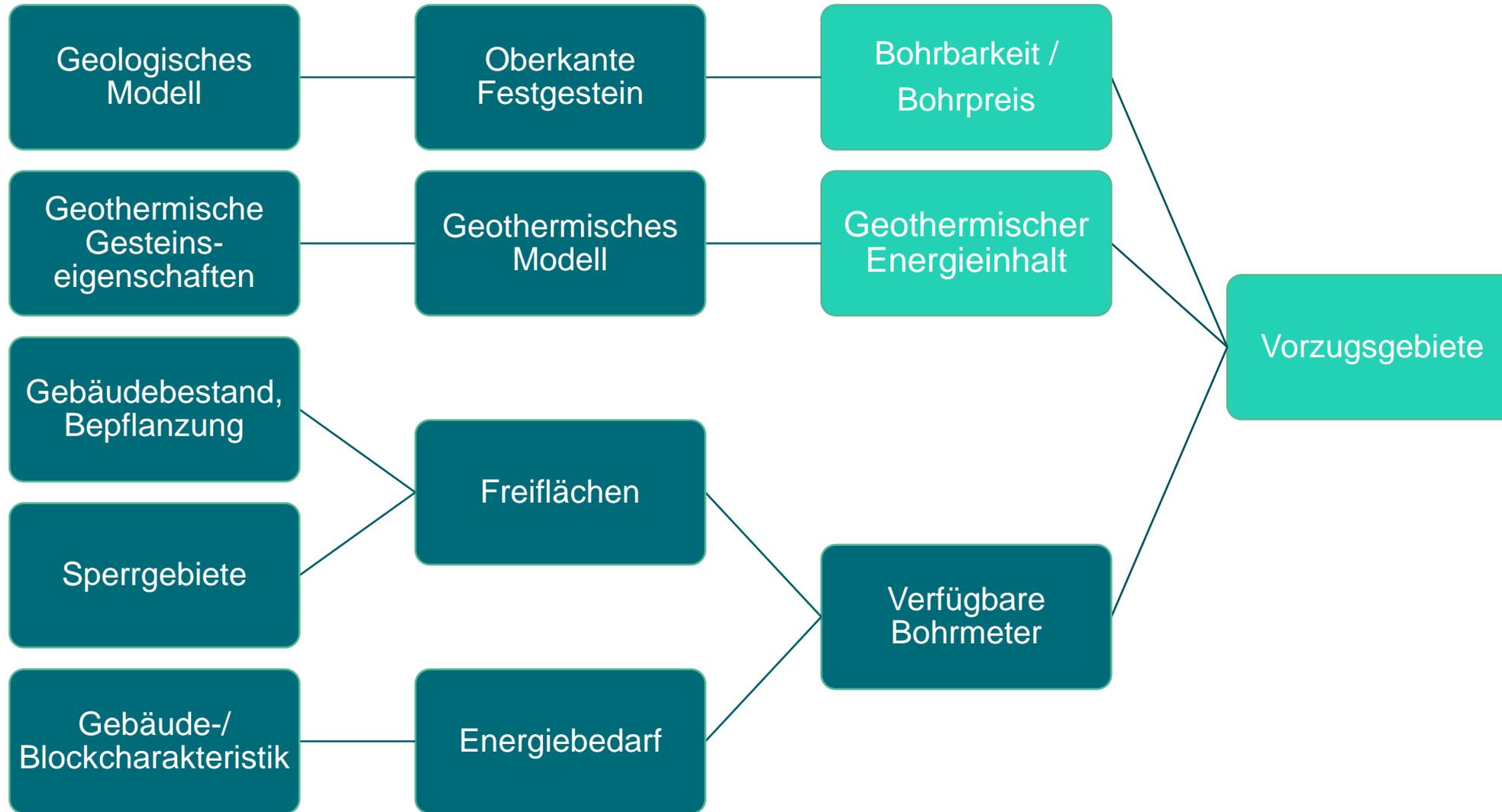
4119

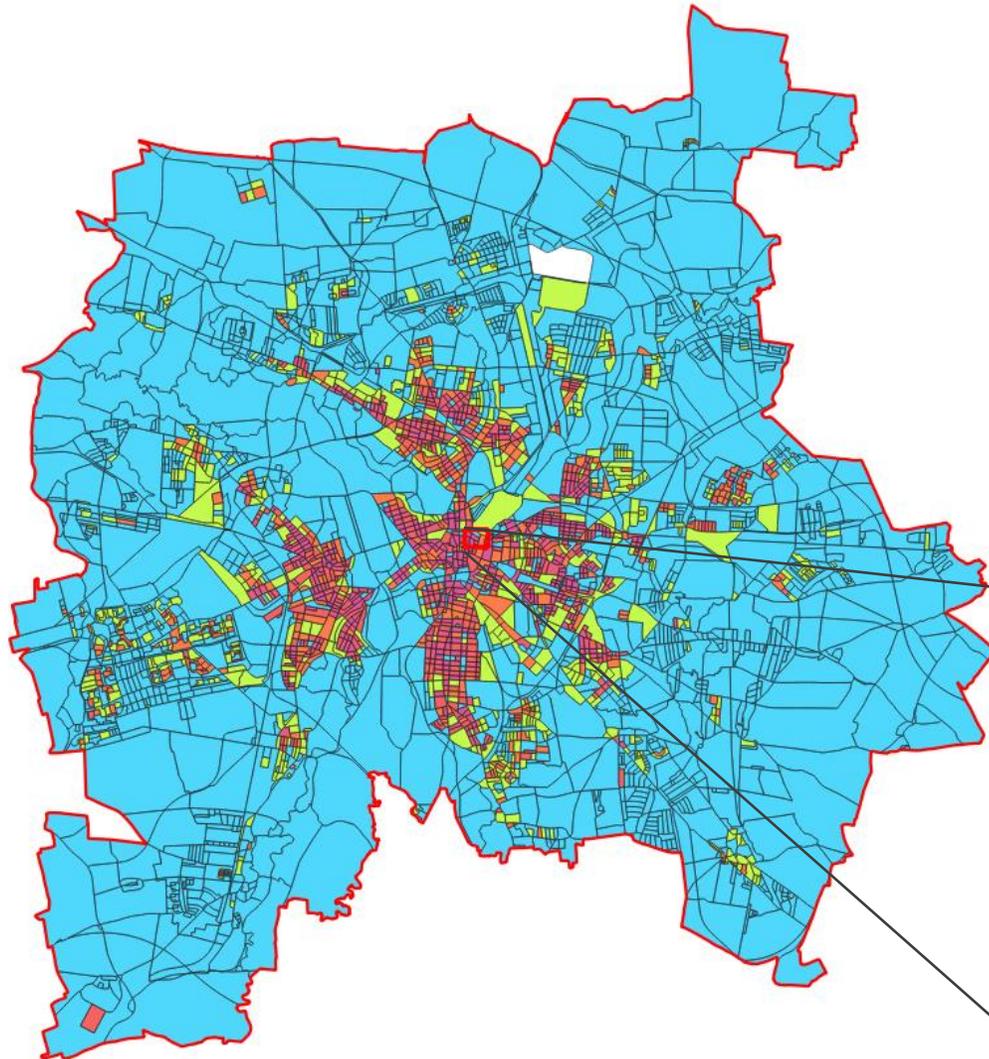
Stadtwerke Leipzig



Erdwärme.
Aus einer Hand.







Sondentiefe
(m)

- 0 - 100
- 100 - 200
- 200 - 300
- 300 - 400
- 400 - 500
- >500

Praxisbeispiel Nahwärmenetze

3611

Havelwerke I & II, Berlin



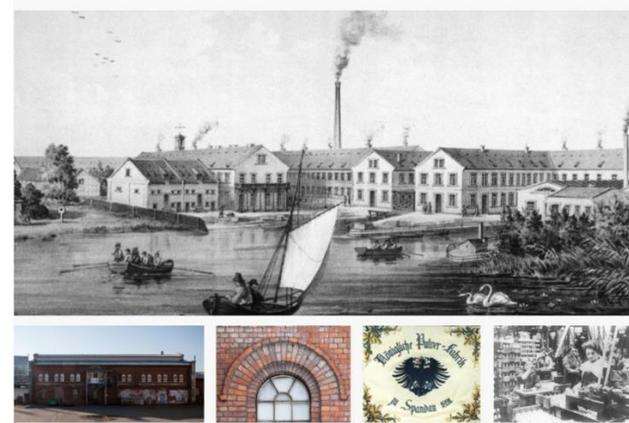
Historie

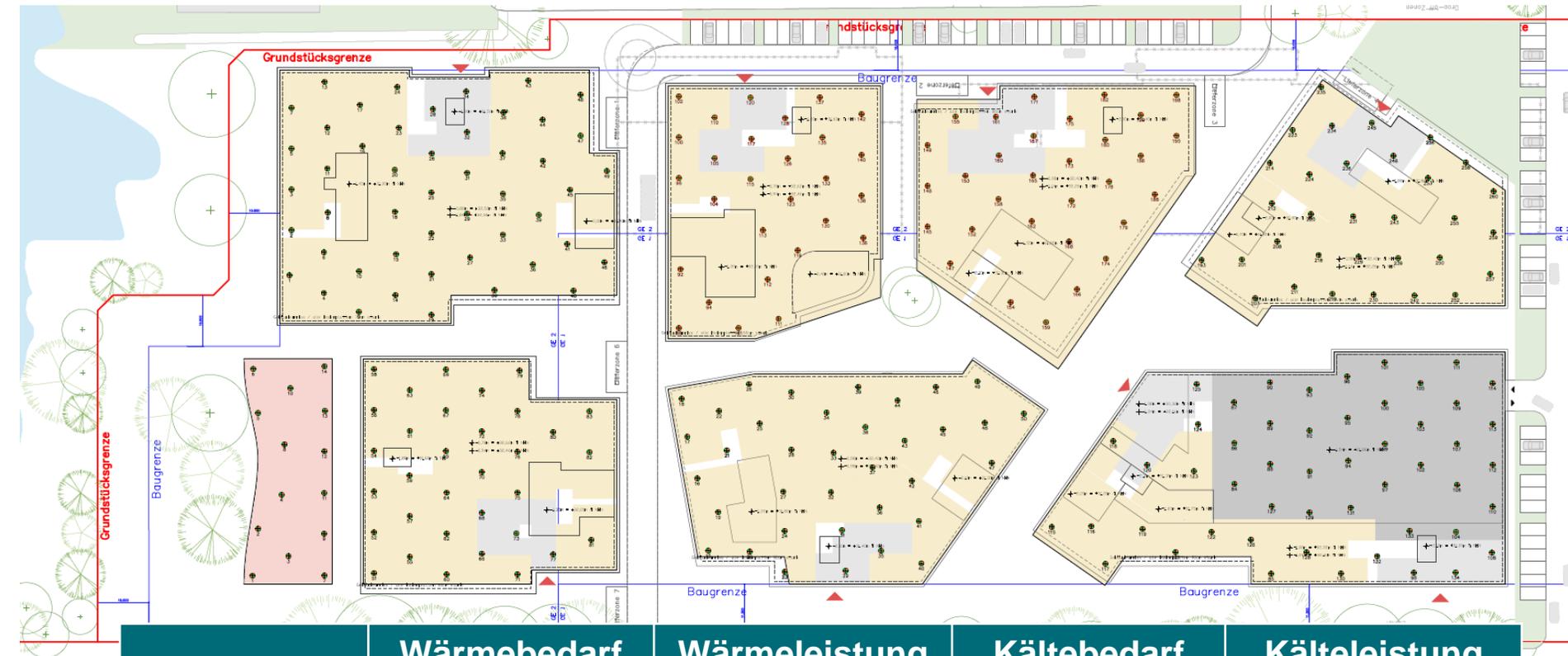
Standort einer ehemaligen preußischen Pulverfabrik bis zu Beginn des 20. Jahrhunderts

Zukunft

Entwicklung eines Gewerbequartiers mit Büros und Gewerbehallen für Handwerksmanufakturen

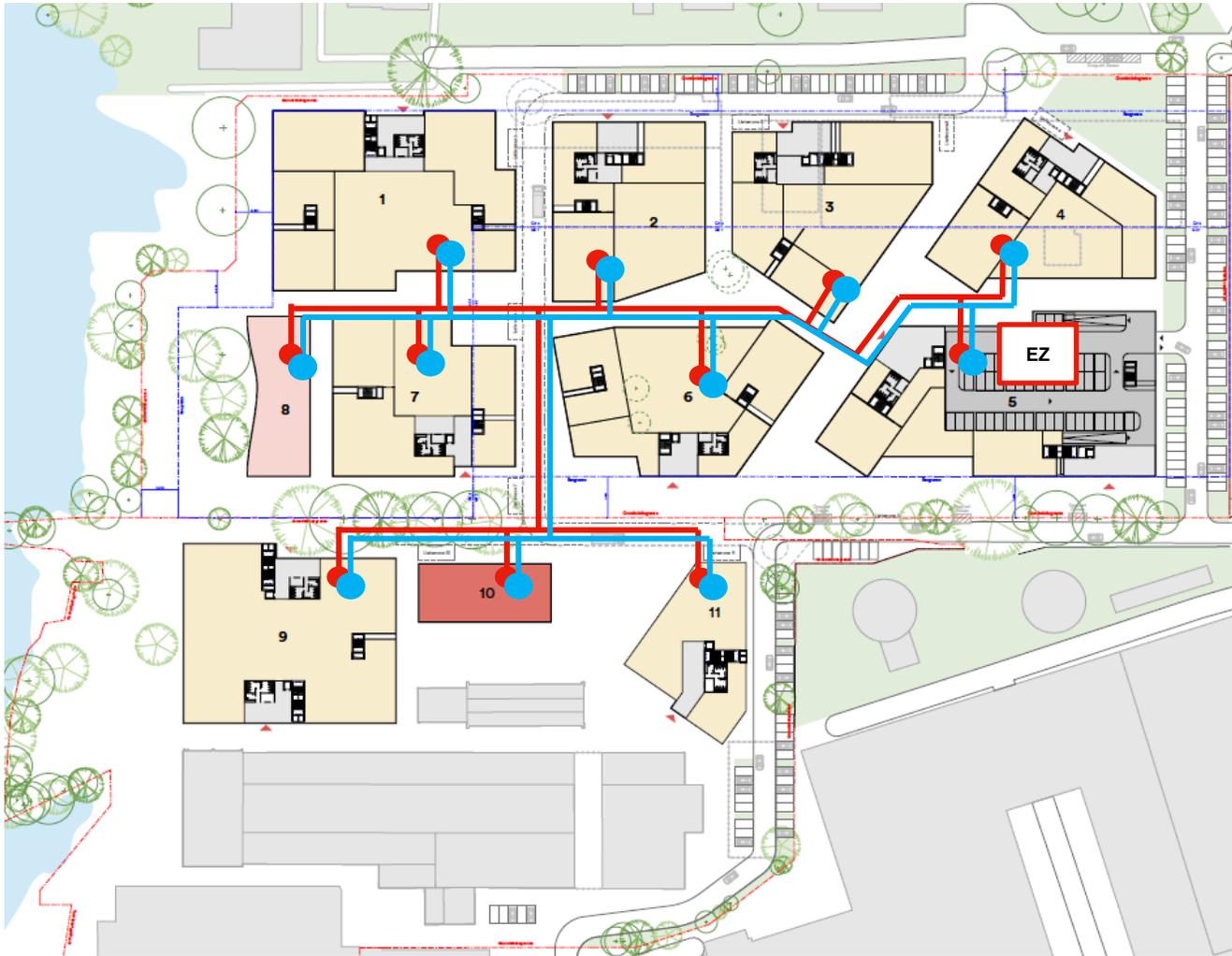
DIE HISTORIE DER HAVELWERKE





- Sondenanzahl insgesamt 260 Stück
- Anordnung unterhalb der Gebäude
- Einbindung in ein kaltes Nahwärmenetz
- Redundanz über separate Luftwärmepumpe (Heizen/Kühlen)

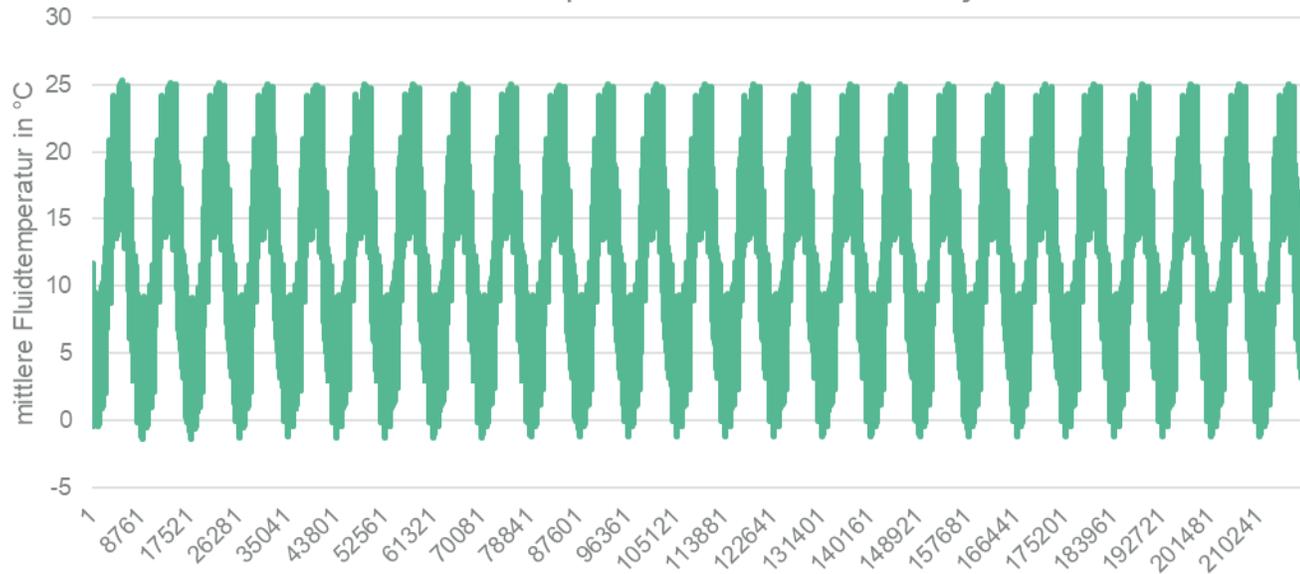
	Wärmebedarf [MWh/a]	Wärmeleistung [kW]	Kältebedarf [MWh/a]	Kälteleistung [kW]
HW I	460	430	300	210
HW II	2.240	1.630	1.960	1.080
Gesamt	2.700	2.060	2.260	1.290



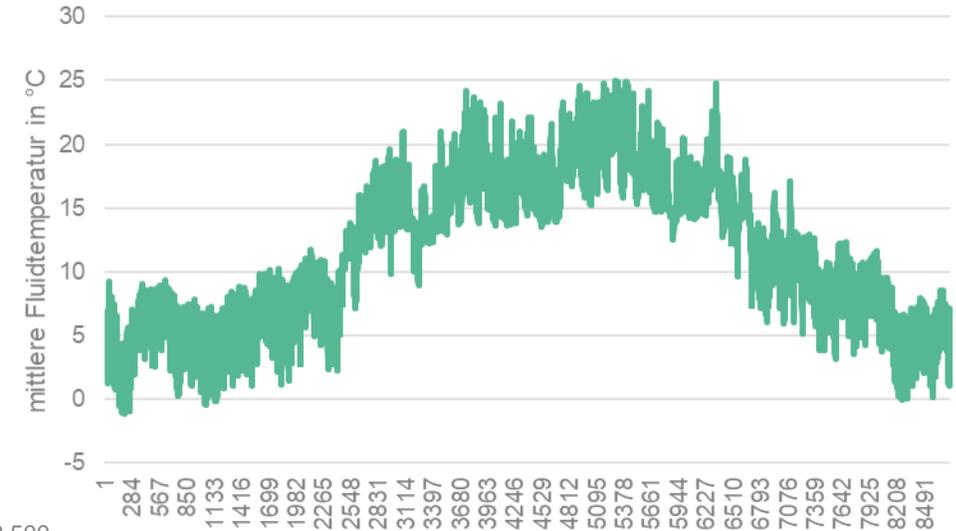
Kaltes Nahwärmenetz

- Je Gebäude eine Energiezentrale
- Sehr geringe Wärmeverluste im Vergleich zu Hochtemperatur-Netz
- Luft-Wasser-Wärmepumpe zur Spitzenlastabdeckung

mittlere Fluidtemperatur über 25 Betriebsjahre



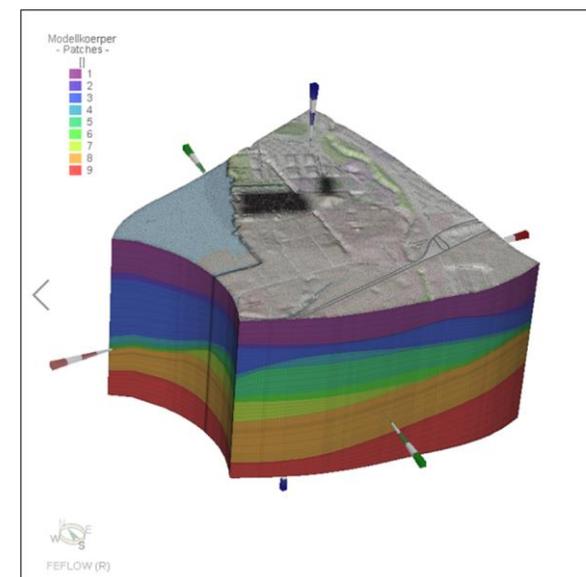
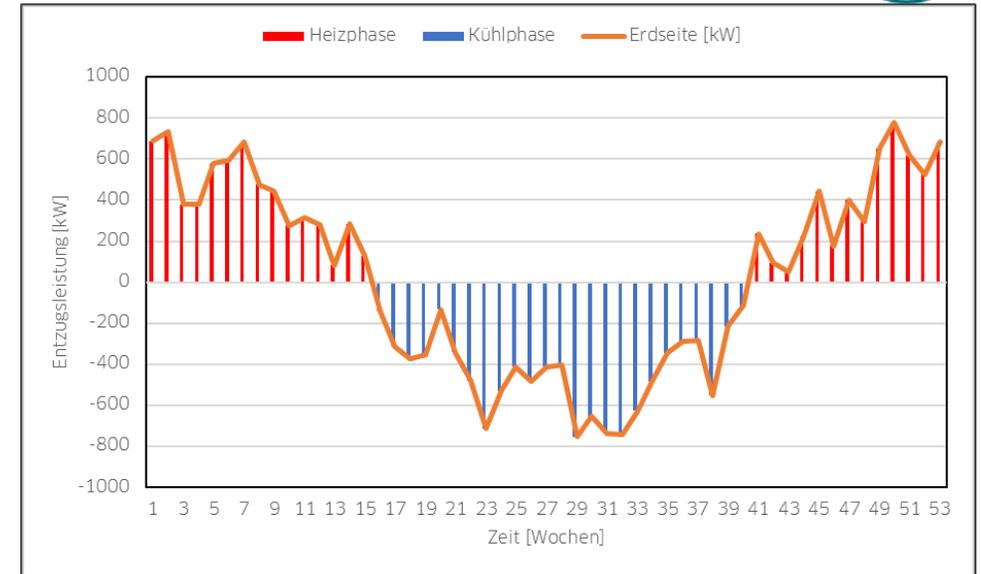
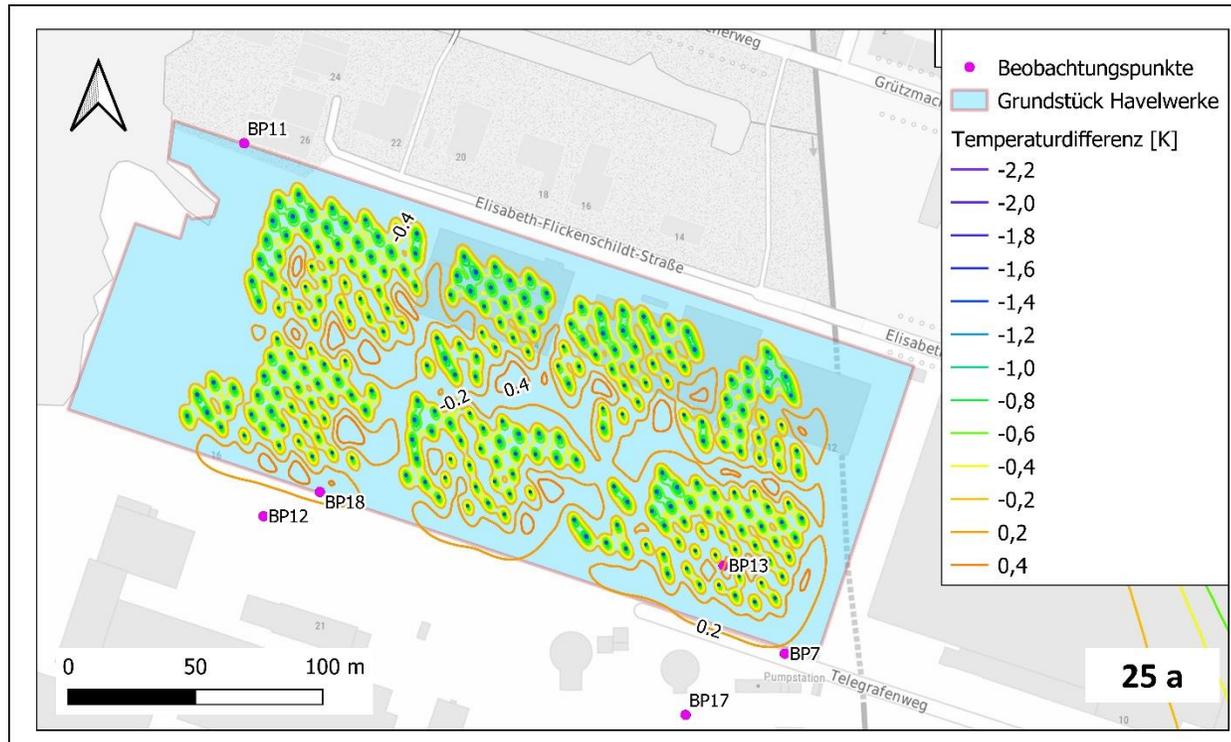
25. Betriebsjahr

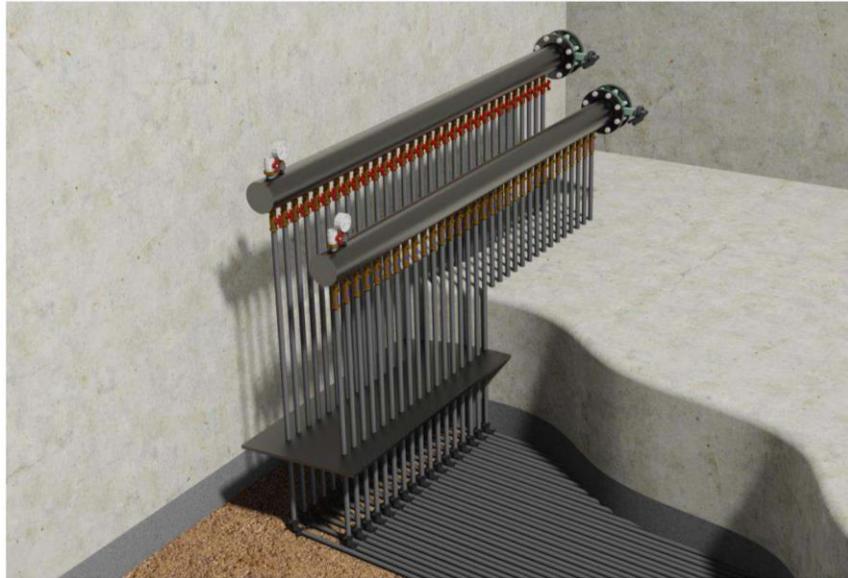


■ Wärmeeintrag
■ Wärmeentzug

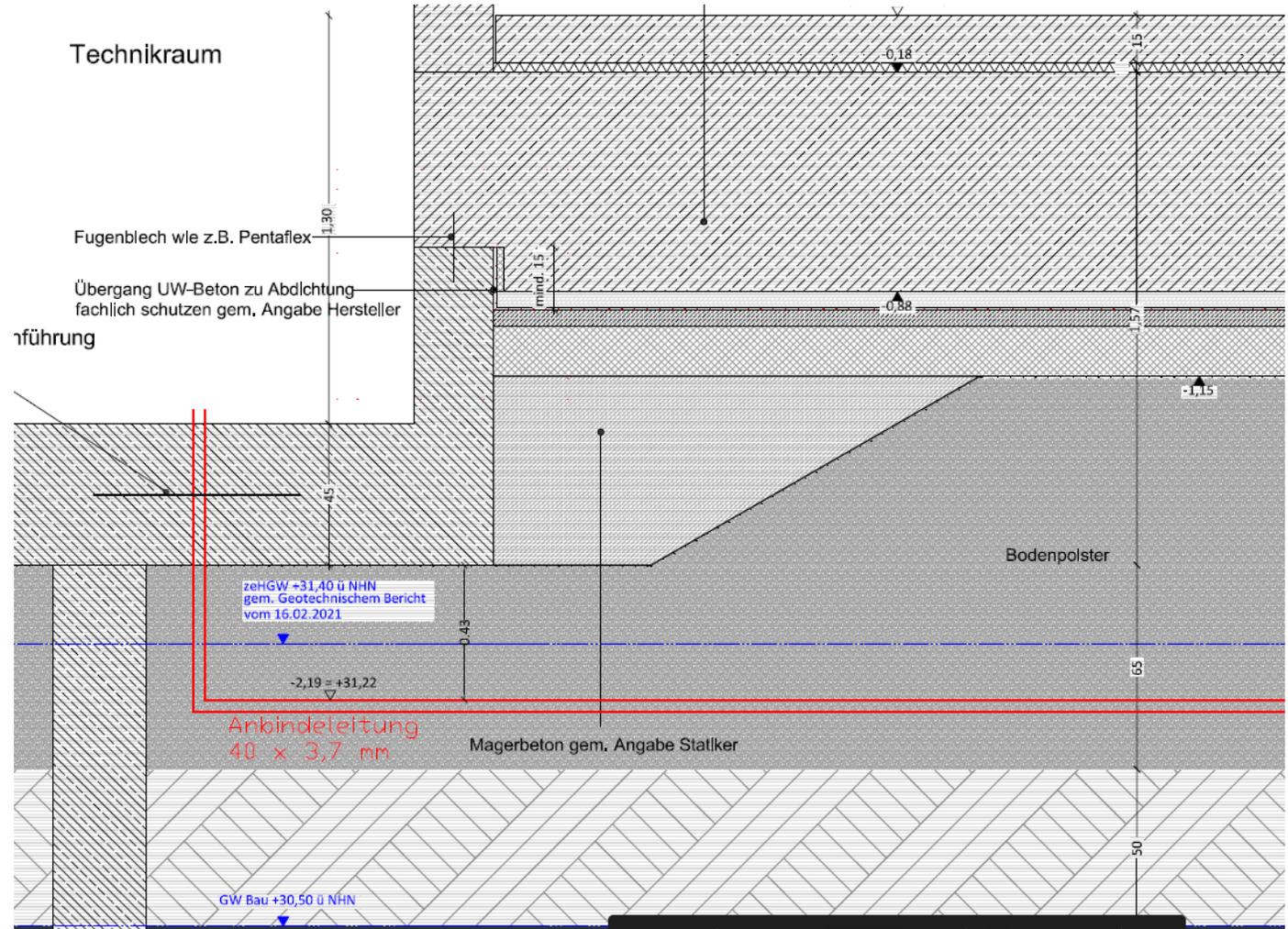
Havelwerke I & II, Berlin

- Ausgeglichene thermische Balance zwischen Wärmeentzug und Wärmeeintrag
- Berücksichtigung nachbarschaftlicher Anlagen bezüglich der thermischen Beeinflussung





Quelle: GRATEC GmbH



Erdwärme.
Aus einer Hand.

Praxisbeispiel Gewerbebau

0250

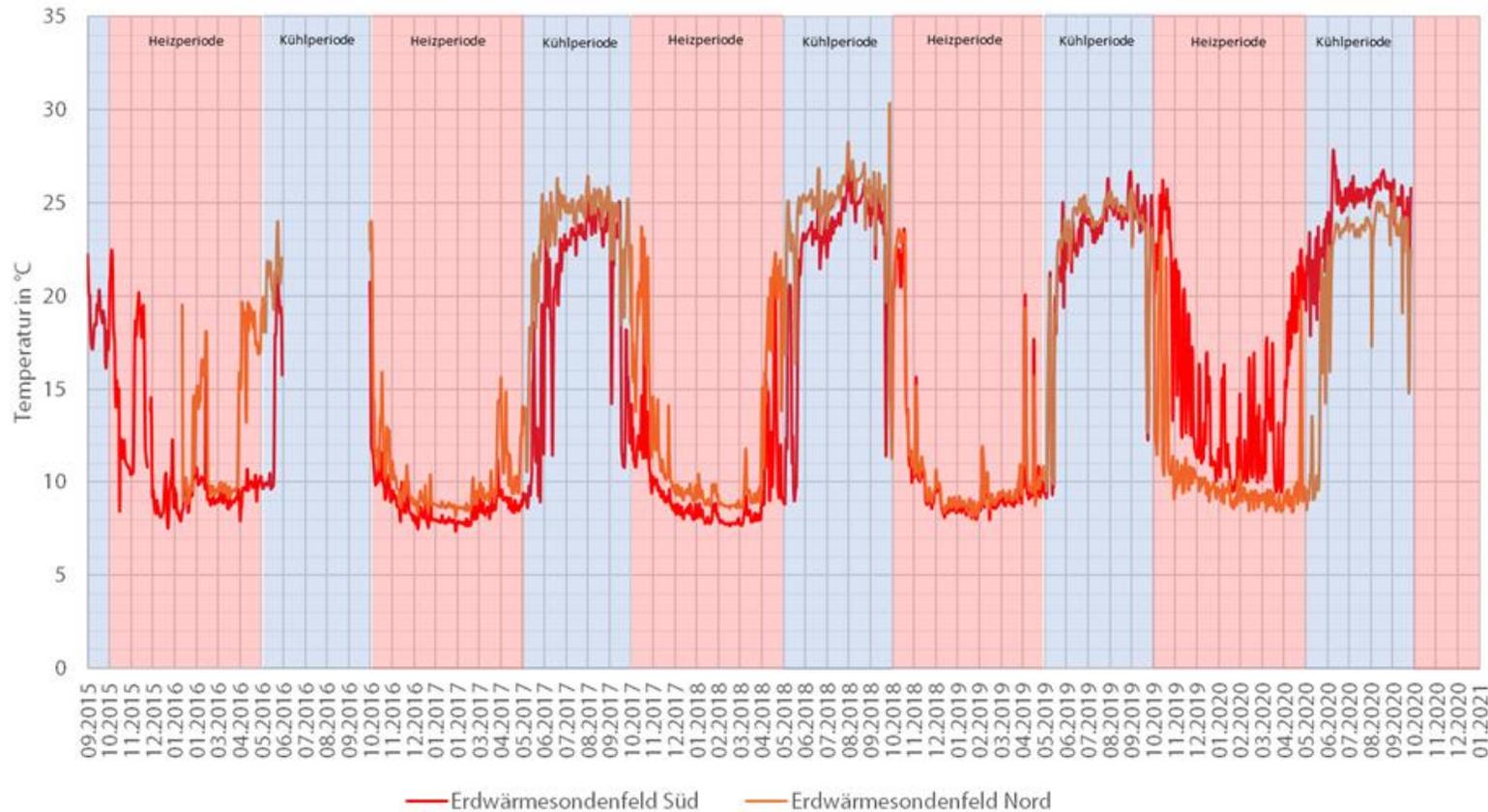
Lange Uhren Glashütte

A. LANGE & SÖHNE
GLASHÜTTE I/SA

Erdwärme.
Aus einer Hand.

0250 – Lange Uhren - Glashütte





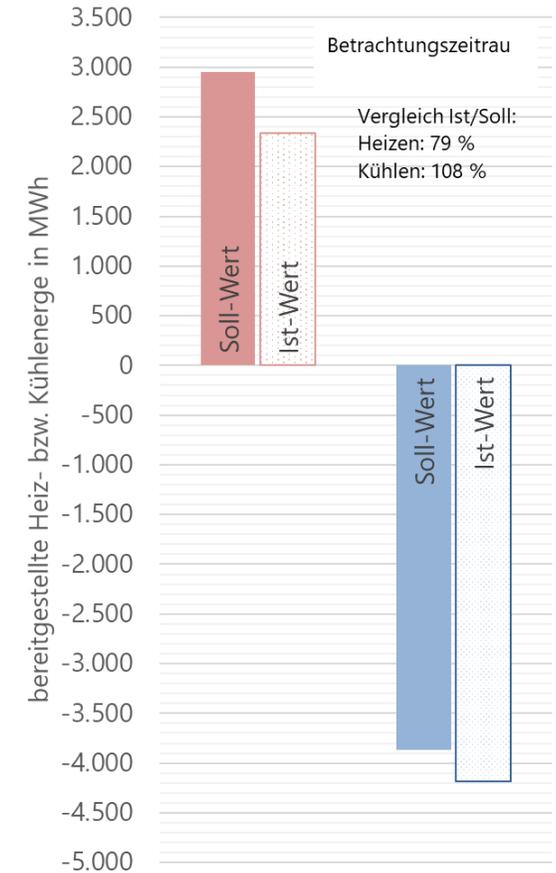
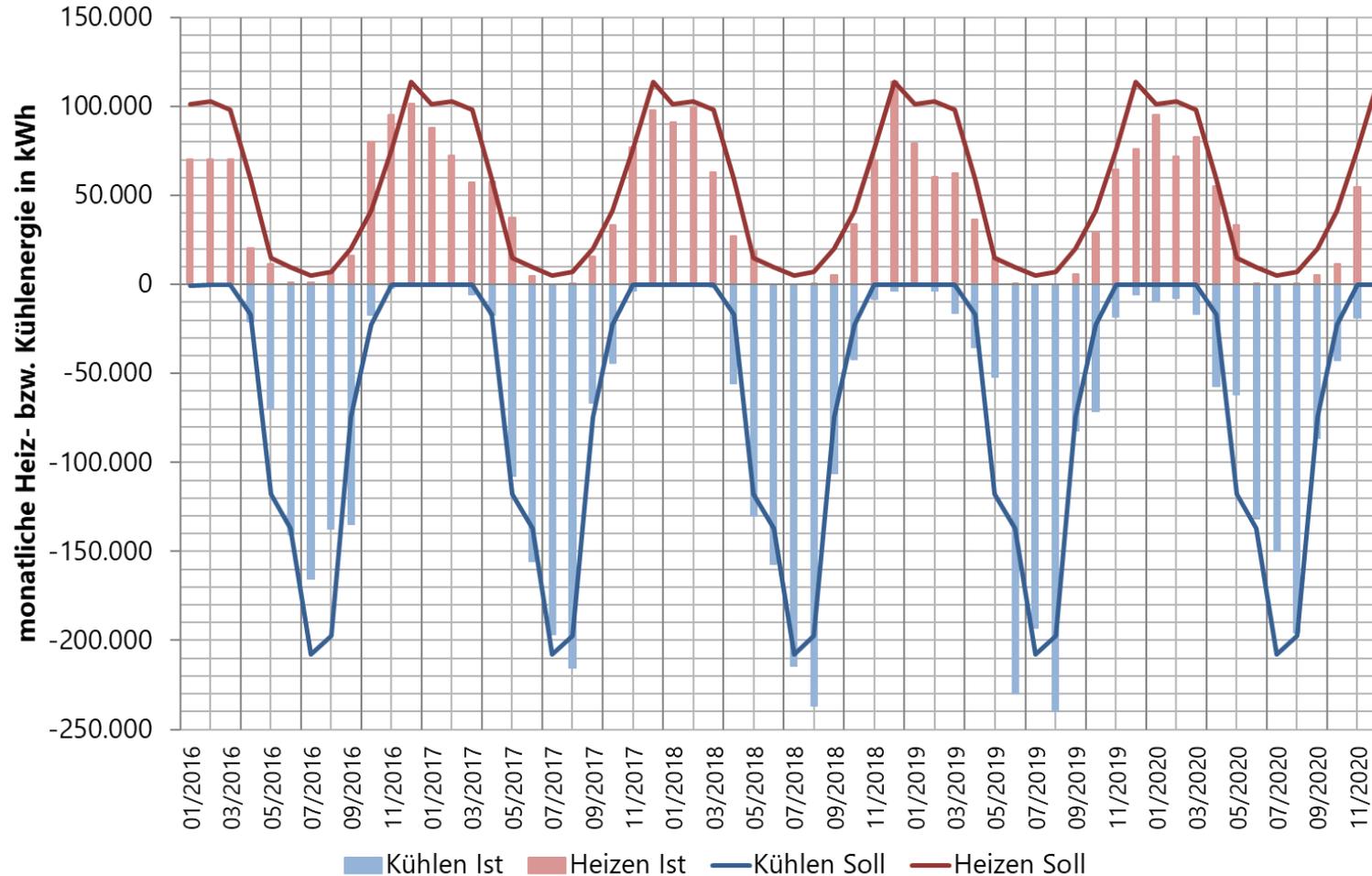
Aktuell (seit 2015)

- 53 x 120 m
- 650 MWh Heizen
- 774 MWh Kühlen

Geplant (2022)

- 30 x 150 m

SOLL/IST Wärme und Kälte (2016-2020)



Praxisbeispiel Energiepfähle

3569

Alexanderplatz Baufeld D3, 10178 Berlin





- 57 Stück Energiepfähle
- Heizen: 367 MWh/a
- Kühlen 260 MWh/a
- Geothermie nur sehr kleiner Anteil an gesamter Energiebereitstellung



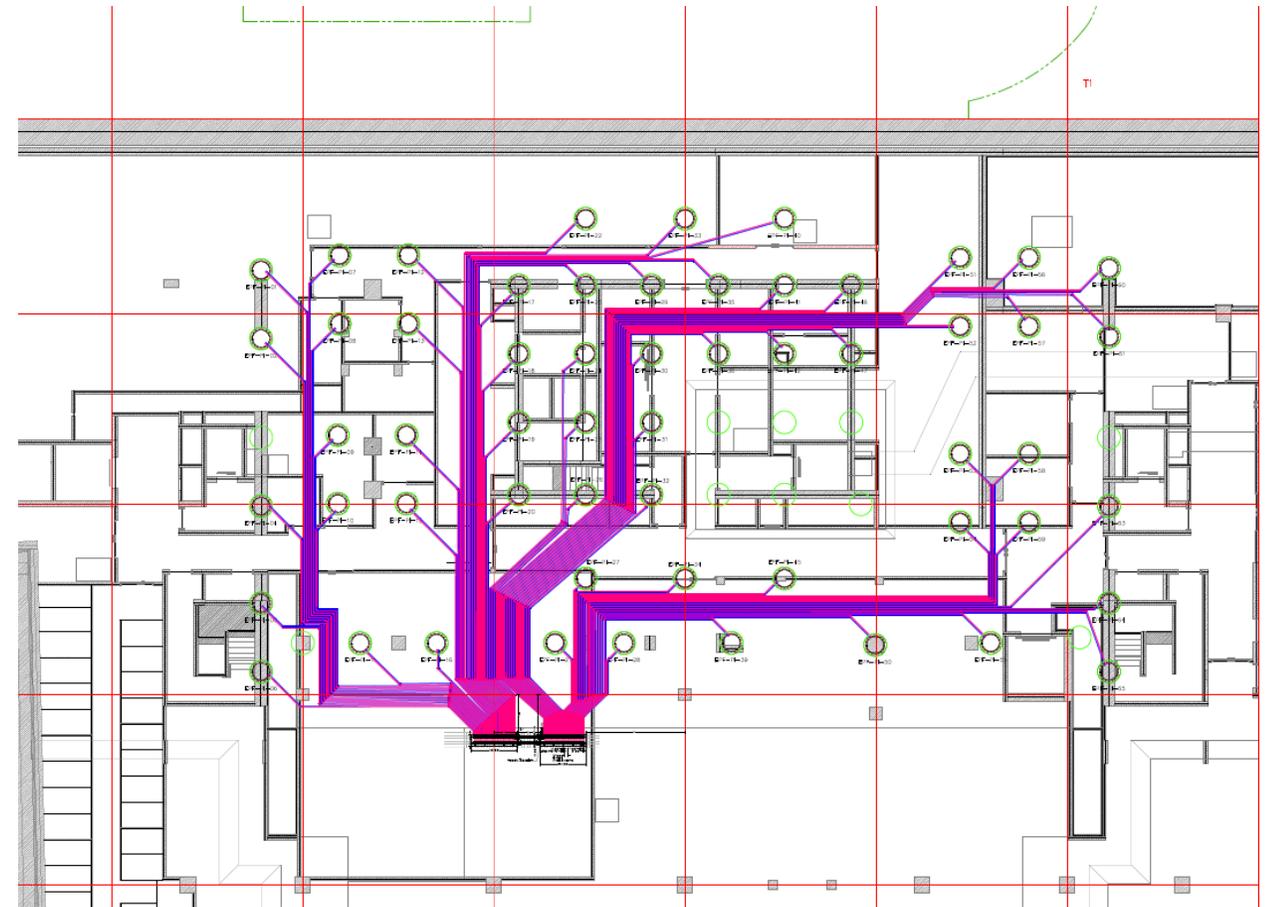
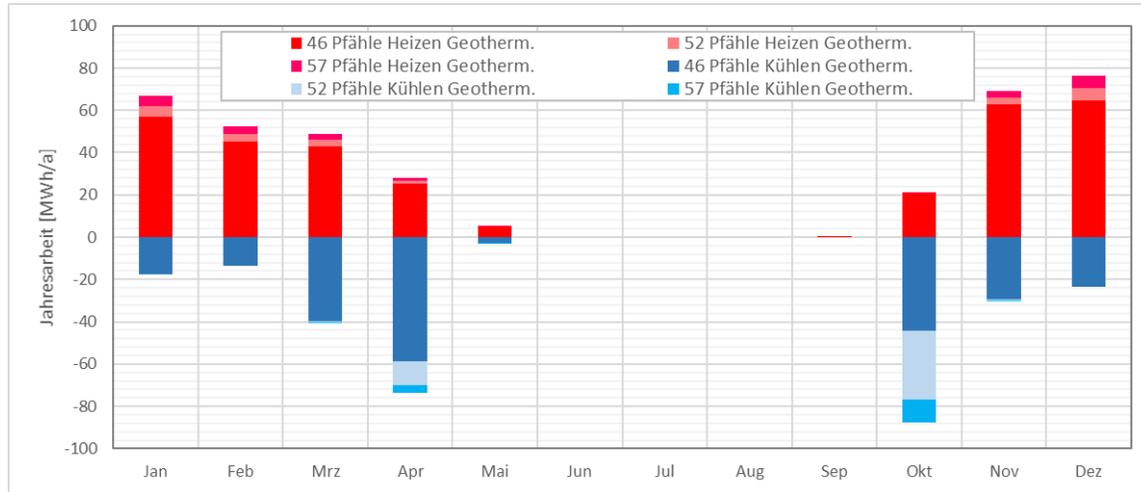
COVIVIO

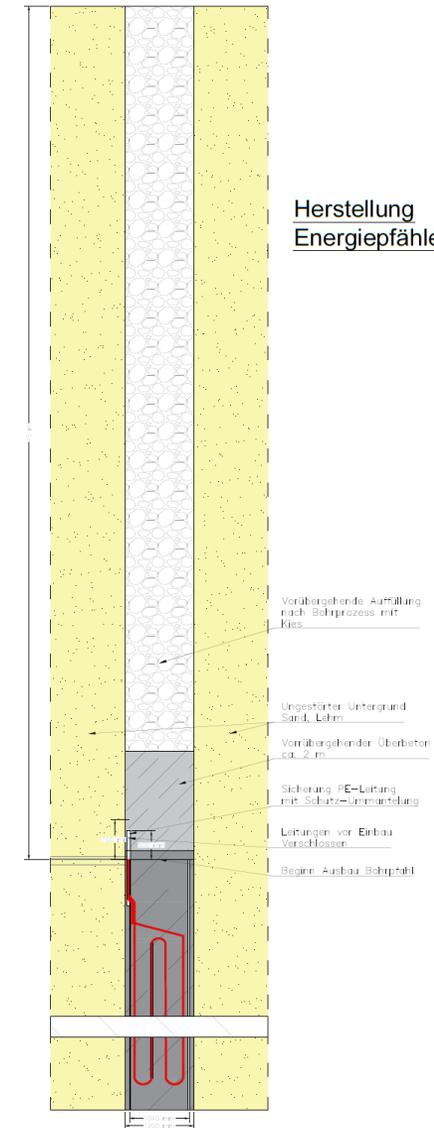
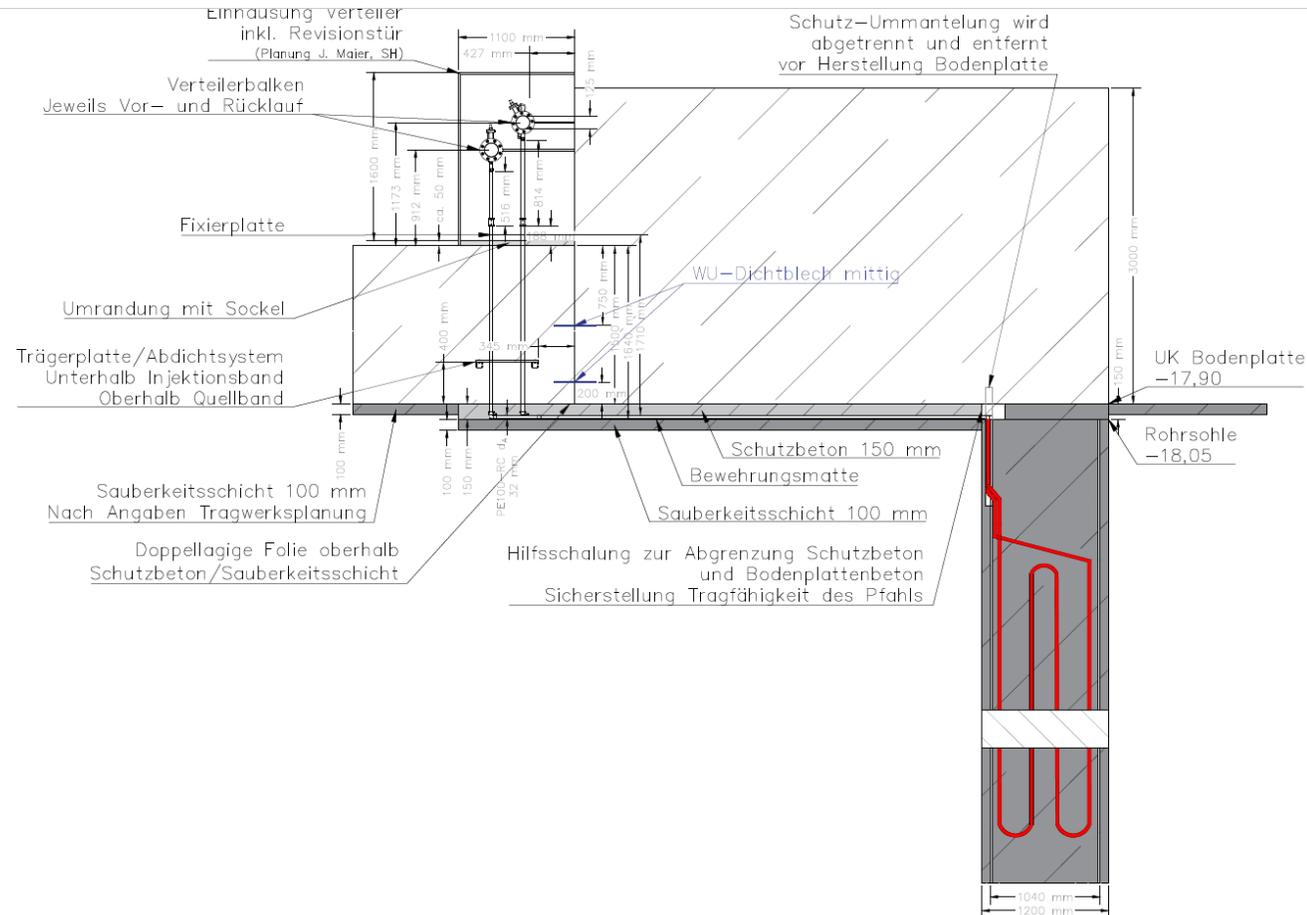
sauerbruch
hutton

e-on

 **Implenia**[®]

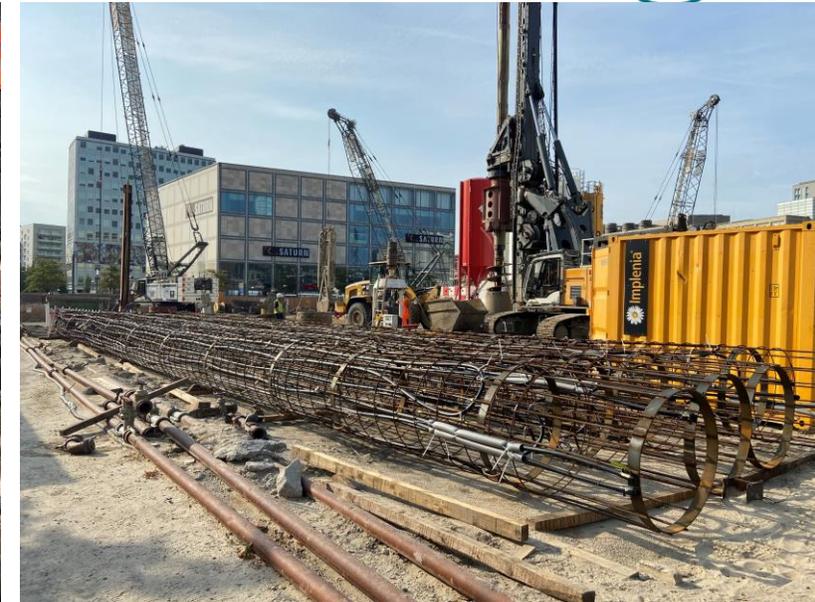
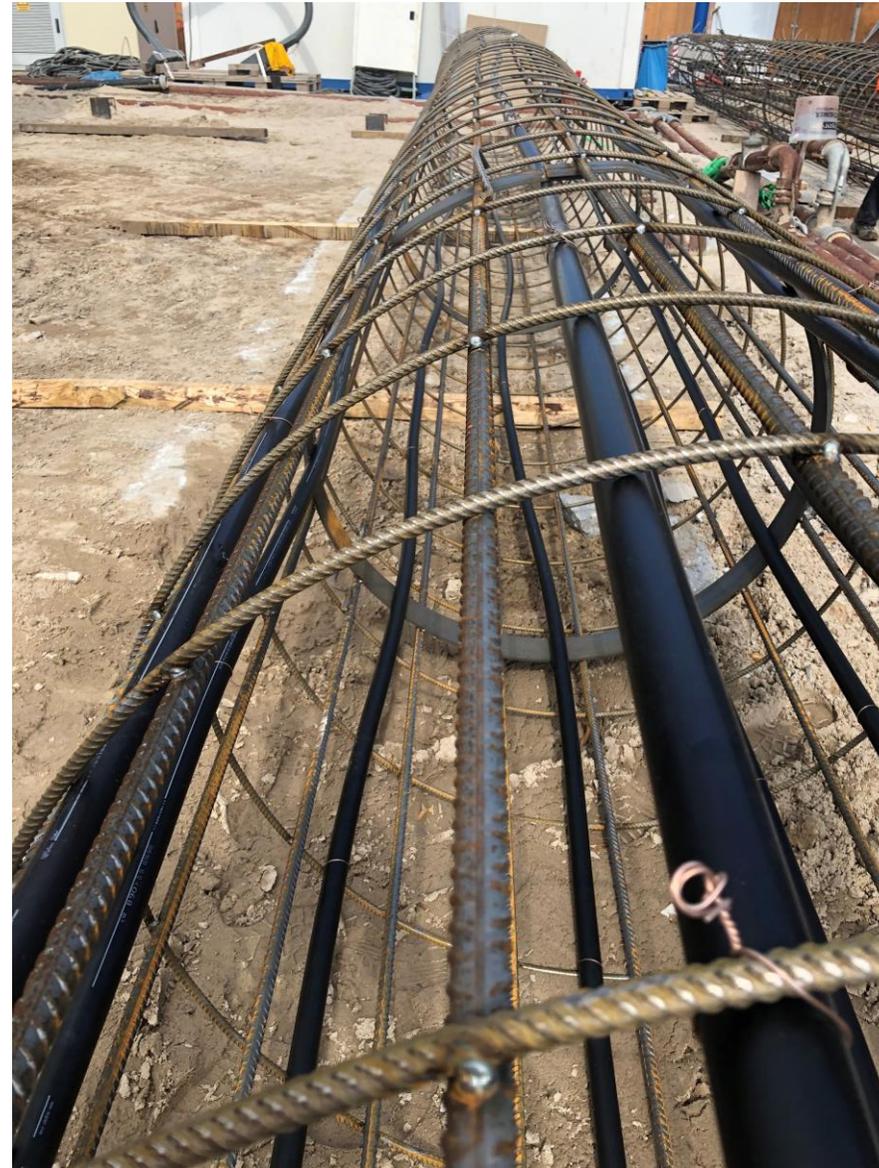
Erdwärme.
Aus einer Hand.





Herstellung Energiepfähle

Alexanderplatz D3, Berlin



Praxisbeispiel Leibniz-Institut für Länderkunde

3599

Neubau IfL in Leipzig



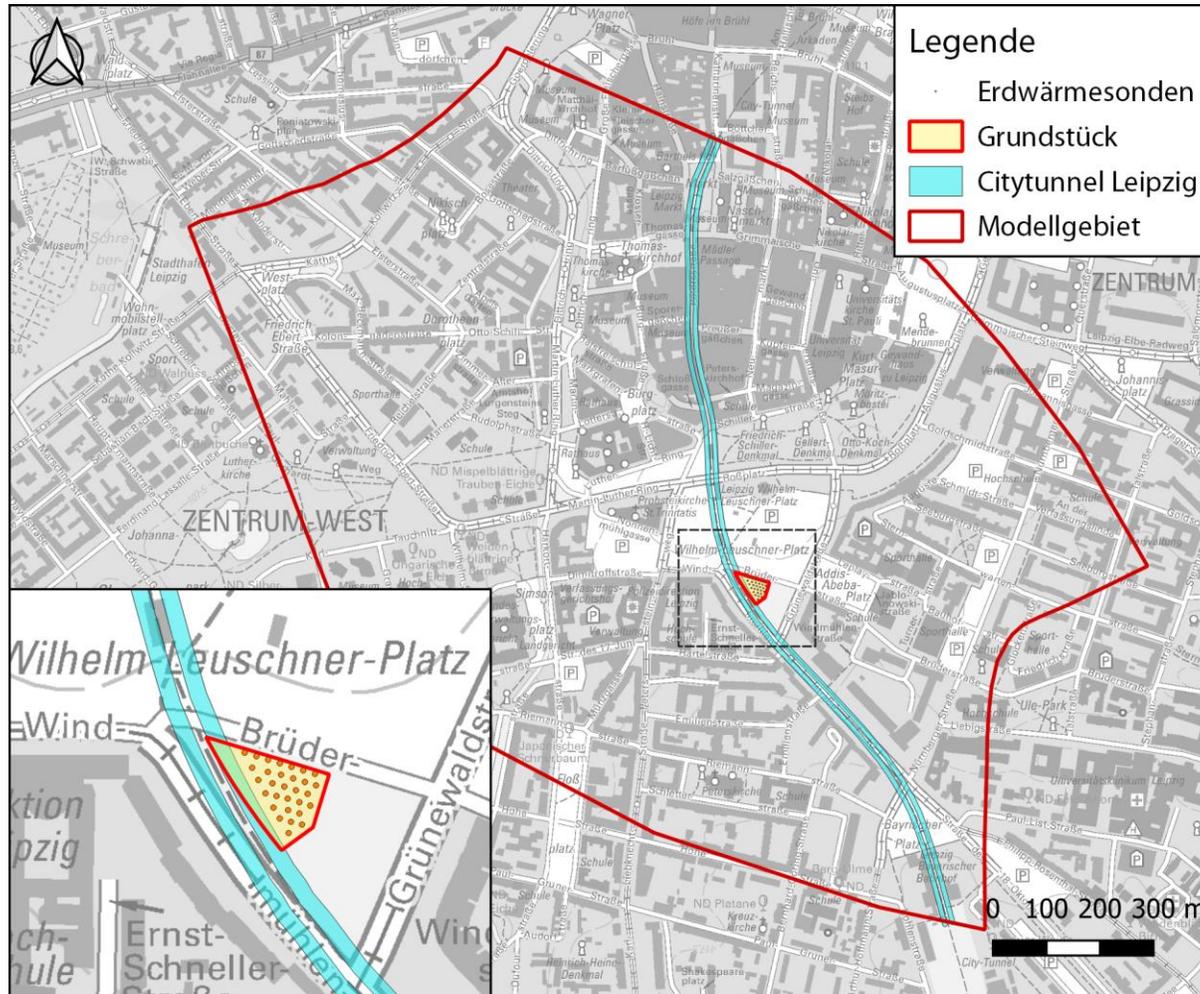
Erdwärme.
Aus einer Hand.

Neubau in zentraler Lage von Leipzig



Quelle: Henchion Reuter Architekten

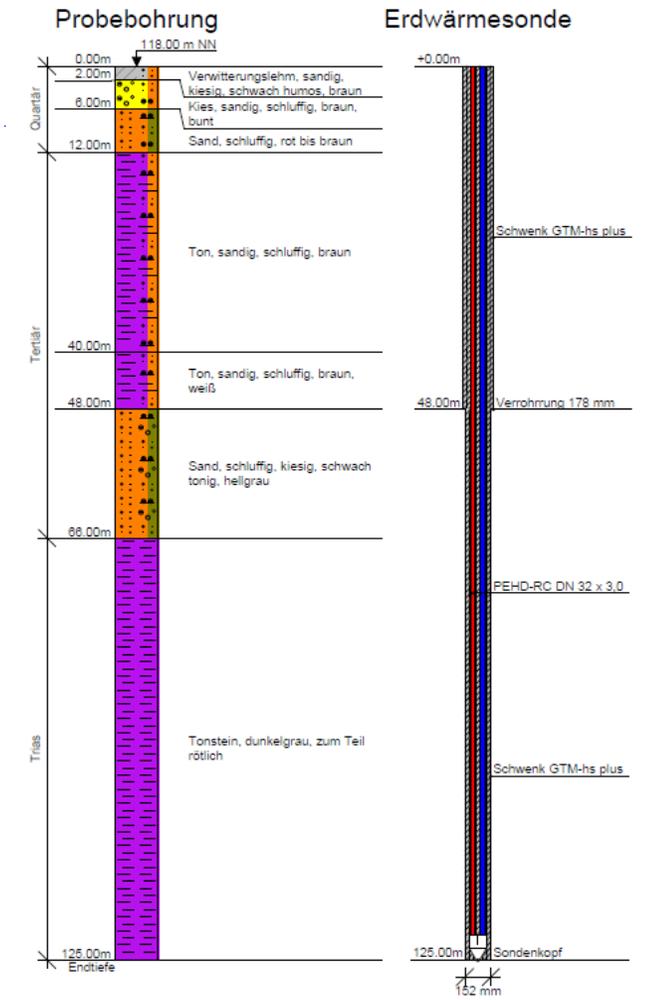
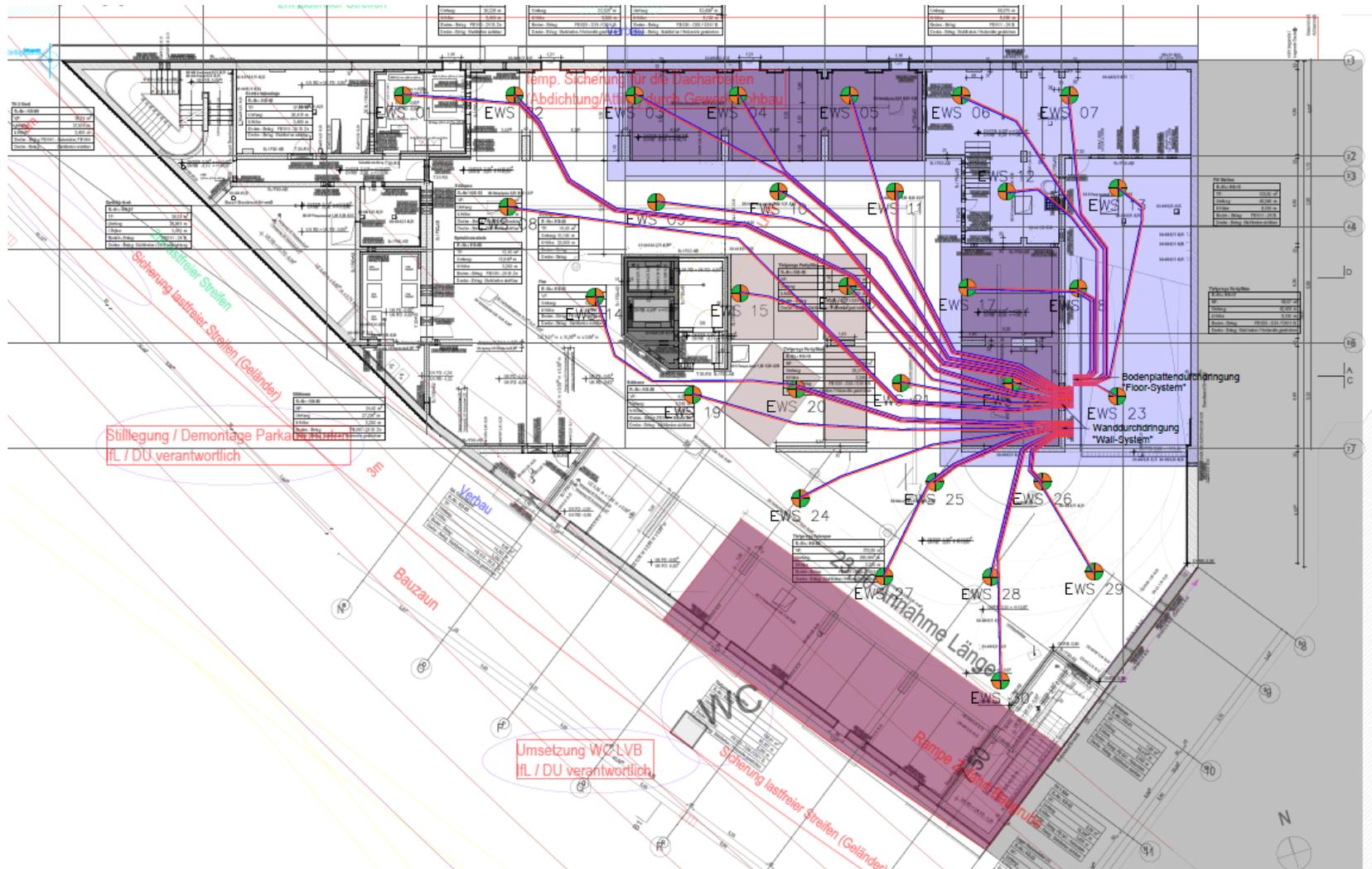




- Das Bauvorhaben grenzt unmittelbar an den Leipziger City Tunnel, Teile des Gebäudes liegen sogar oberhalb des Tunnels.
- Das geplante Erdwärmesondenfeld darf den Tunnel hinsichtlich des Baus und des Betriebs nicht negativ beeinflussen.



Pilotbohrung und Planung Erdwärmesondenfeld



Ergebnisse Dimensionierung Erdwärmesondenfeld

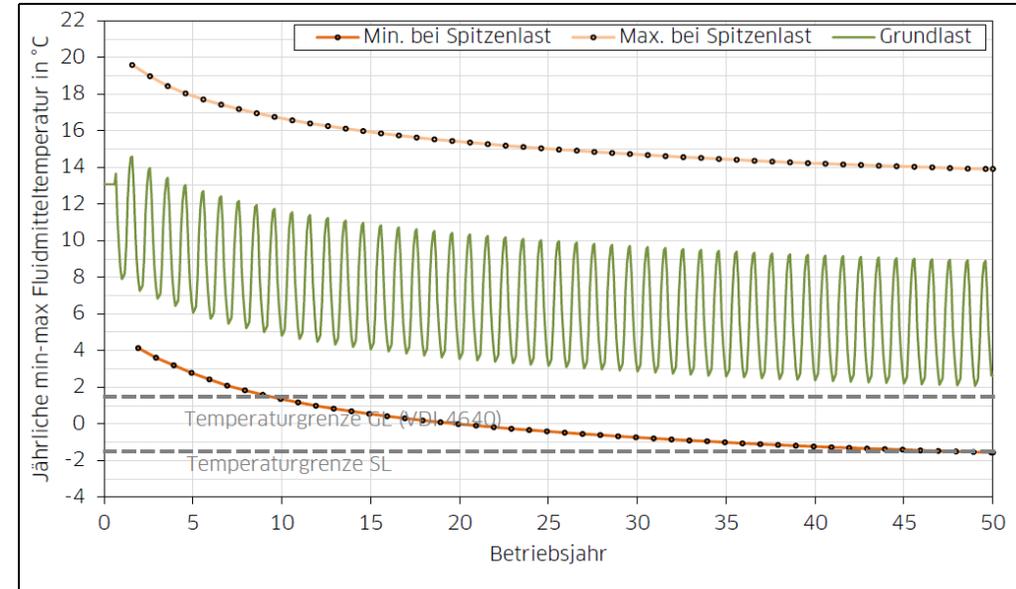
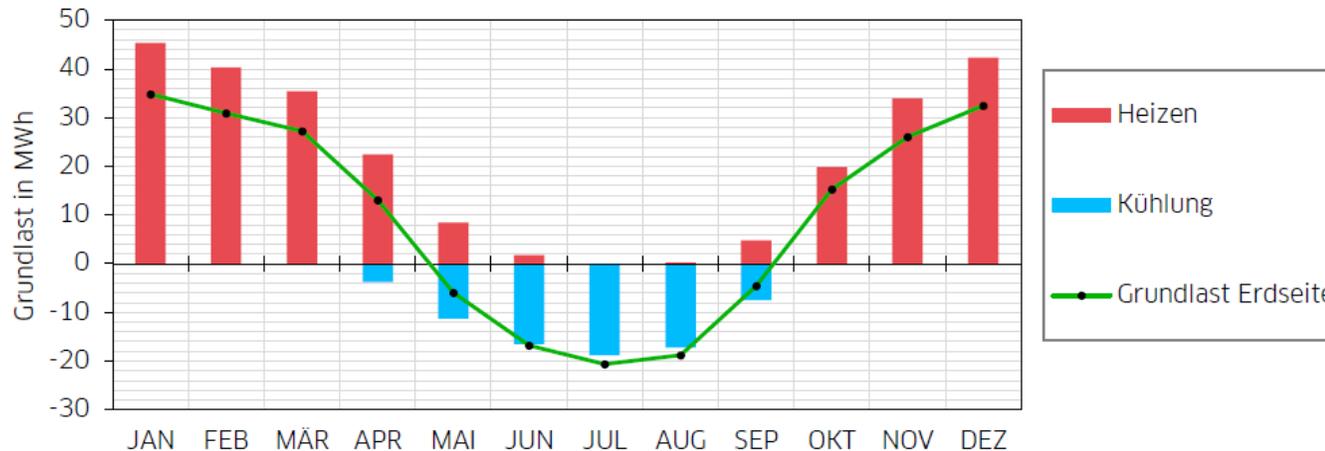
Wärmepumpe

Typ	Waterkotte IL EcoTouch 5235.5T
Verwendung	Heizen, Kühlen
Heizleistung	180 kW
Kühlleistung	passiv

Energiebedarf Gebäude

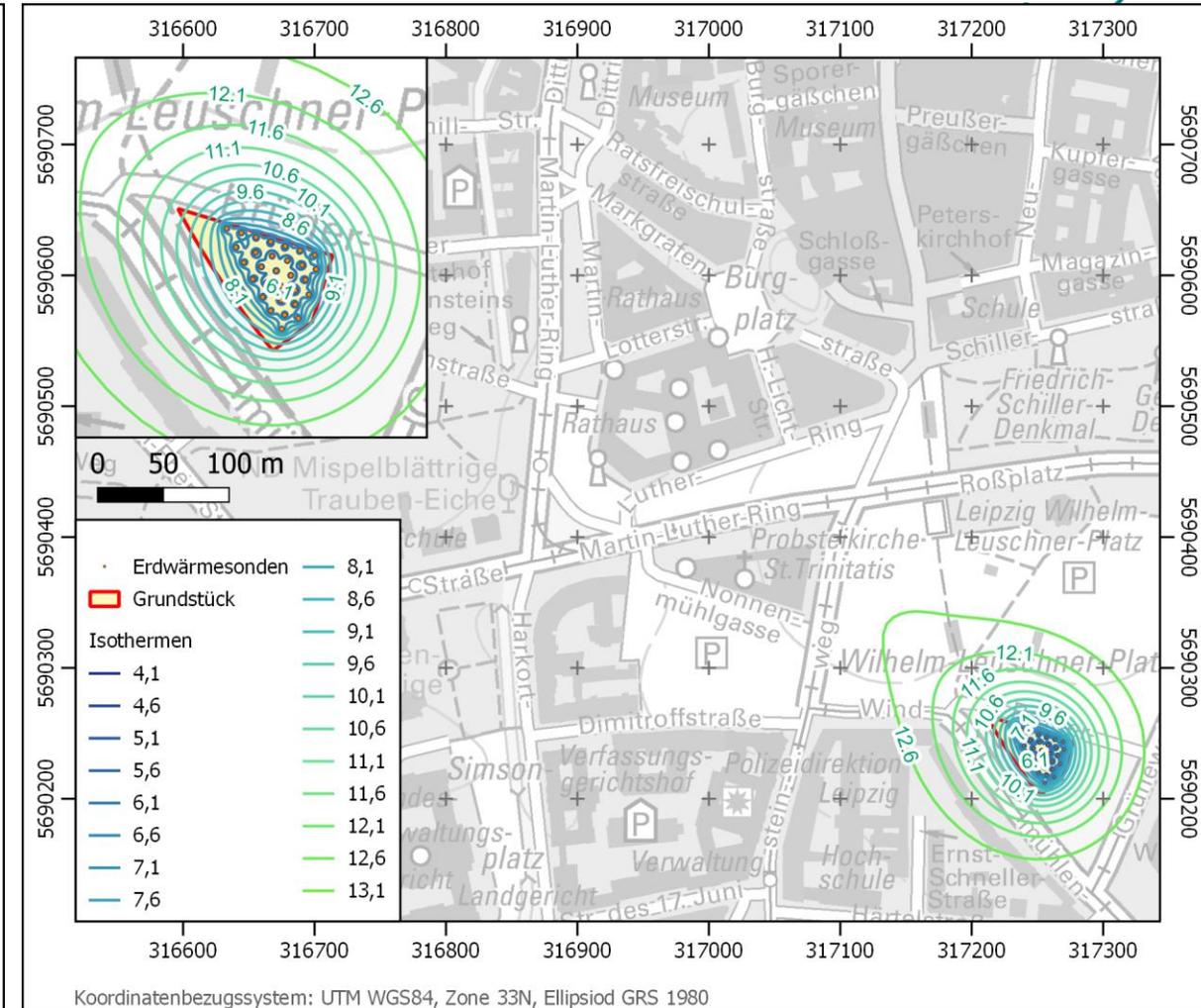
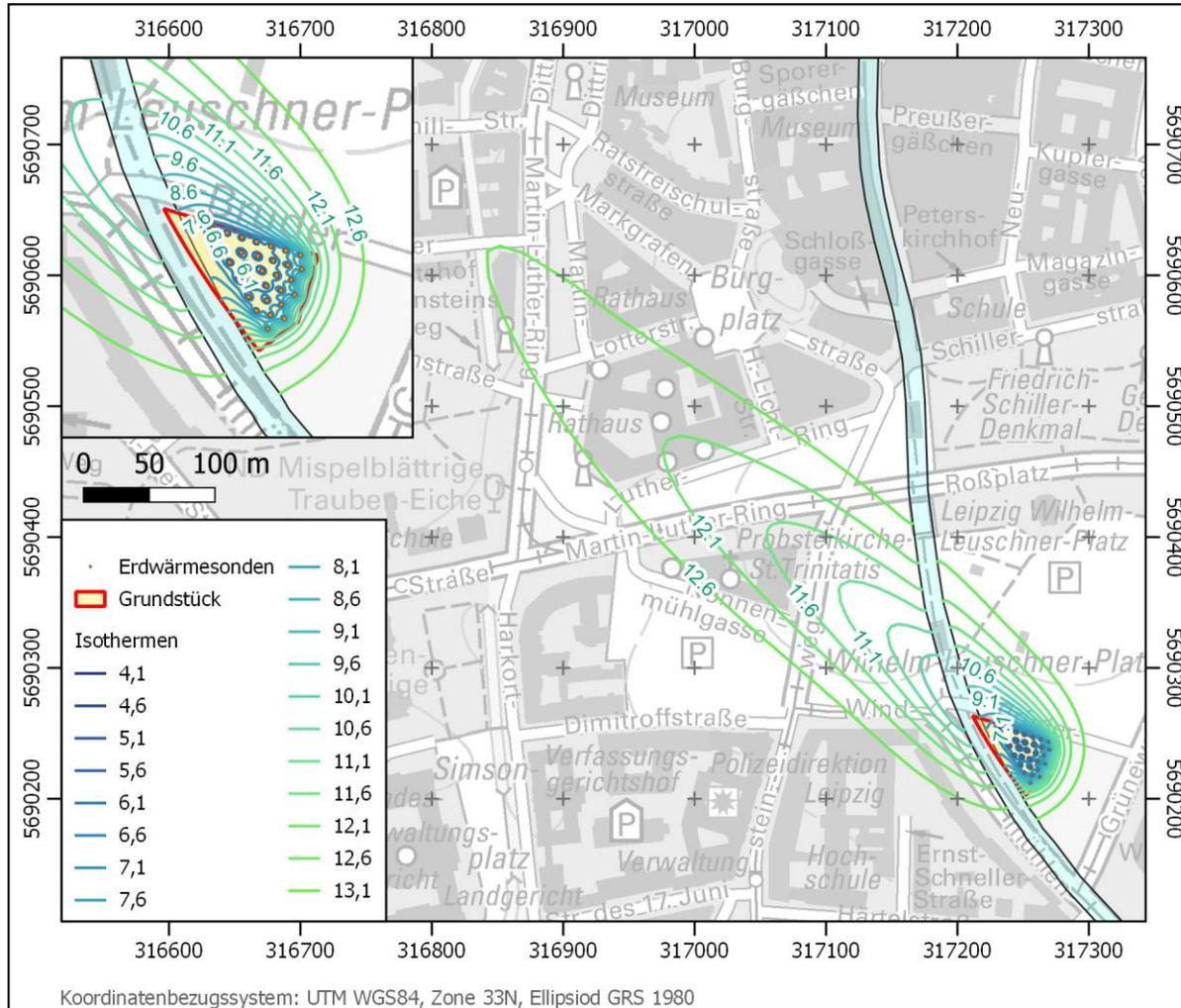
Heizleistung Gebäude: 140 kW; zusätzliche Wärmeerzeuger: Fernwärme

	Arbeit	Betriebsstunden	Jahresarbeitszahl
Heizen	255 MWh/a	1420 h/a	4,3
Warmwasser	- MWh/a		
Kühlen	75 MWh/a	625 h/a	Passiv (10)



- 30 Bohrungen á 125m
- Weitere Optimierung hinsichtlich Tiefe der EWS und Energetik (Heizen/Kühlen) möglich
- Keine ausgeglichene energetische Bilanz
 - Auskühlung des Untergrundes
 - Entwicklung einer Temperaturfahne

Thermische Beeinflussung auf den City Tunnel



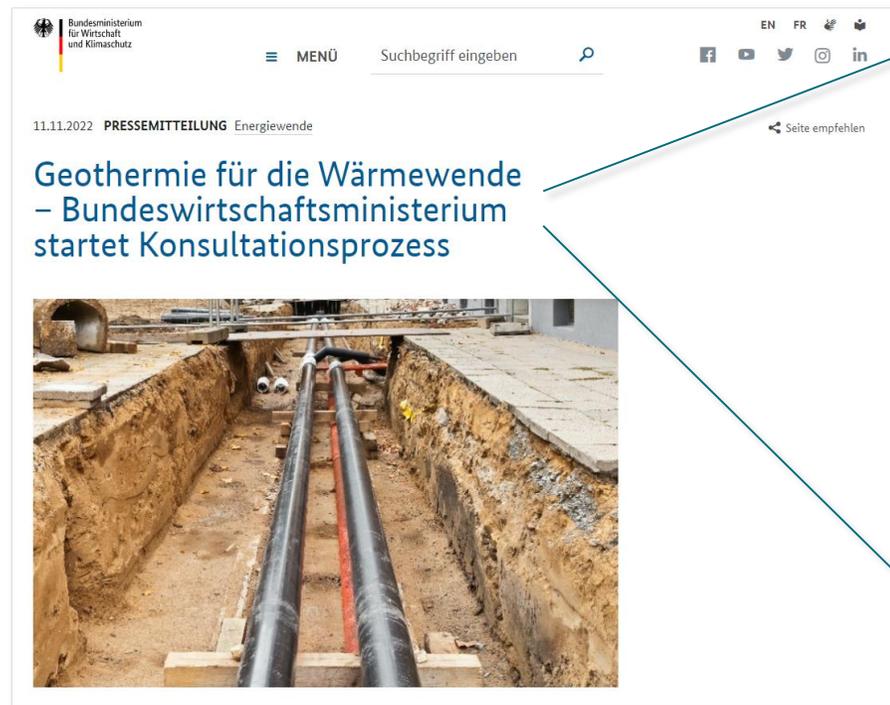
Ausbreitung der Temperaturfahne im 50. Betriebsjahr im oberen Grundwasserleiter und in der Tiefe des Erdwärmesondenfeldes

Forschungsprojekt “WärmeGut”

Flankierung des Erdwärmepumpen-Rollouts für die **Wärmewende** durch eine bundesweite, einheitliche Bereitstellung von **Geoinformationen** zur Oberflächennahen Geothermie in Deutschland

Eckpunkte für die Erdwärmekampagne der BR

Maßnahmen zur Erreichung der Ziele



Die acht im Eckpunktepapier enthaltenen Maßnahmen zur Erreichung des Ziels sind:

1. Austausch mit Akteuren – Dialogprozess zu notwendigen Maßnahmen
2. Datenkampagne – Systematische Bereitstellung vorhandener Daten, um die Grundlage für erfolgreiche Projekte zu ermöglichen.
3. Explorationskampagne – Vom Bund teilfinanzierte Exploration in Gebieten, die eine hohe Erfolgswahrscheinlichkeit für konkrete Projekte bieten.
4. Planungsbeschleunigung – Optimierungspotentiale in Genehmigungsverfahren identifizieren und heben.
5. Förderprogramme – Impulse für die Marktbereitung und Wettbewerbsfähigkeit geben.
6. Risikoabfederung – Prüfung von Risikoabsicherungsinstrumenten.
7. Fachkräftesicherung – Entwicklung von Strategien zur Nachwuchsgewinnung.
8. Akzeptanz – Informationsveranstaltungen und Akzeptanzprogramme sollten integraler Bestandteil eines jeden Projekts werden.

WärmeGut



Staatliche
Geologische
Dienste
Deutschlands

Gefördert durch:

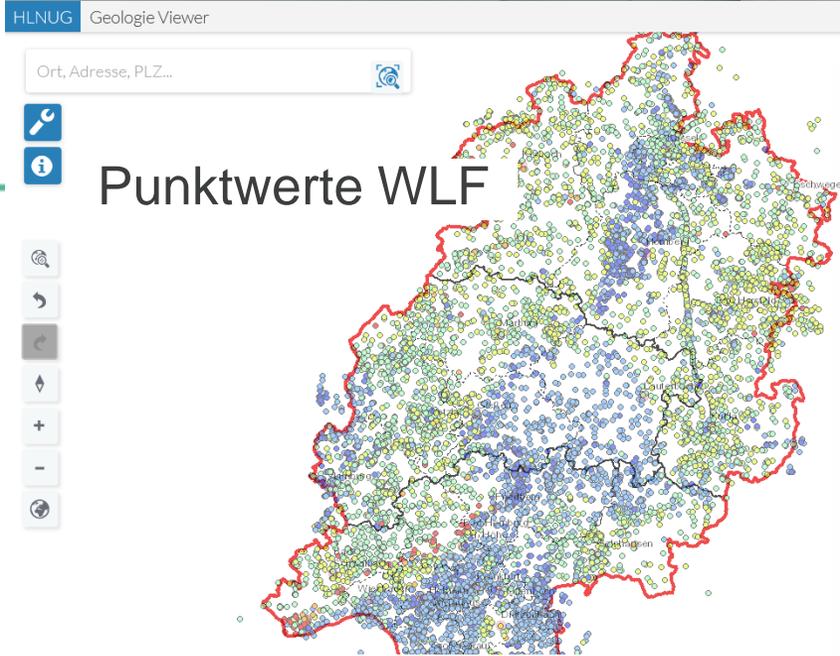


Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Eine Gesellschaft von 



Karteninhalt

Themenkarte auswählen

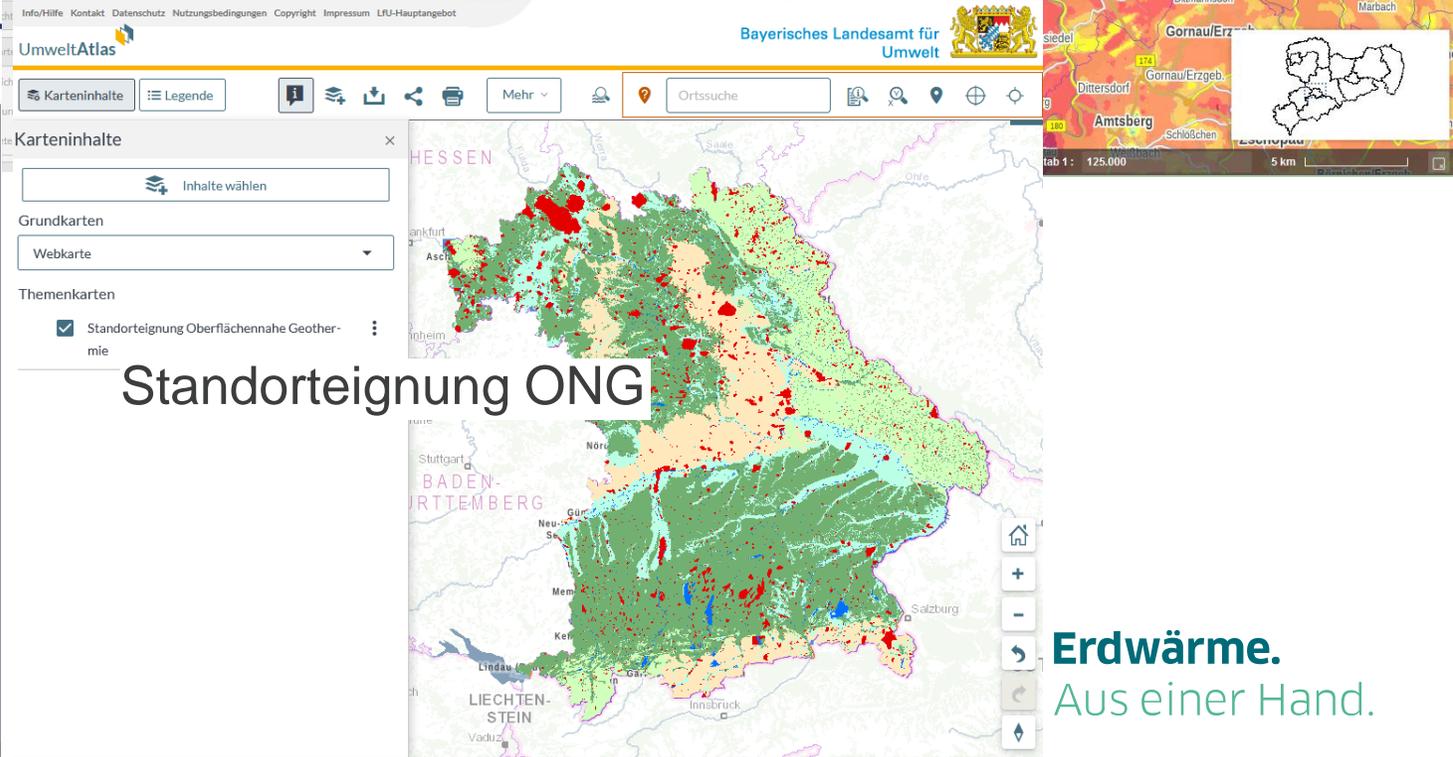
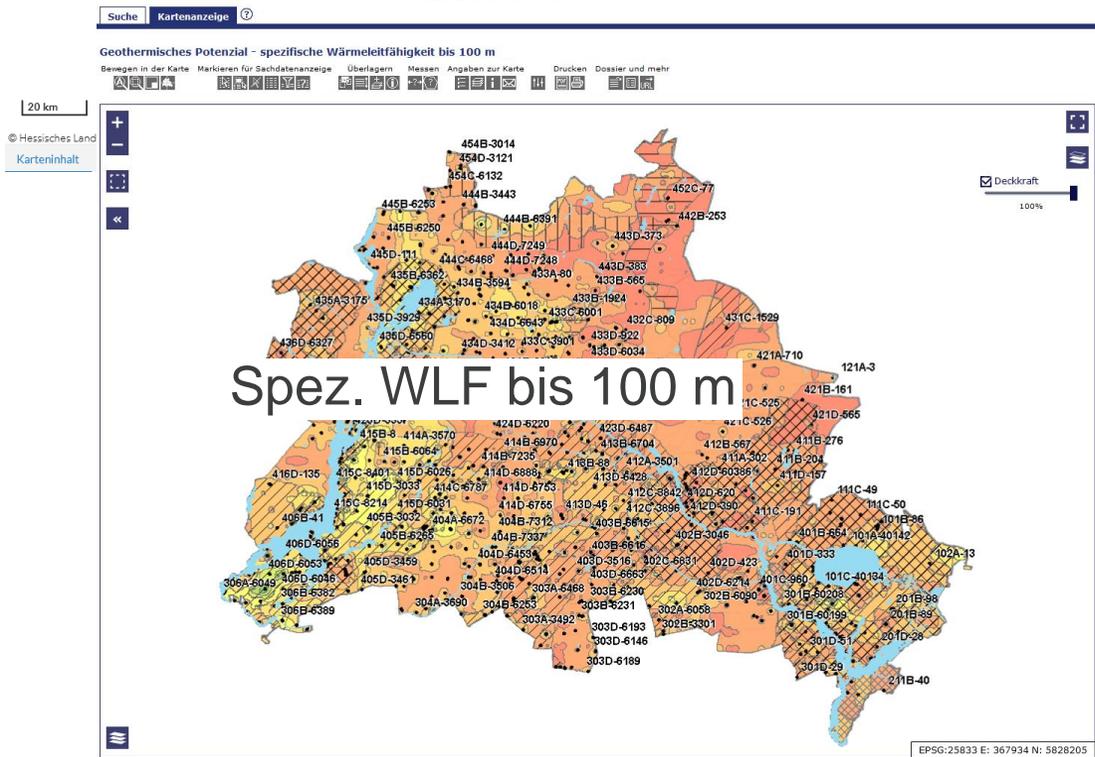
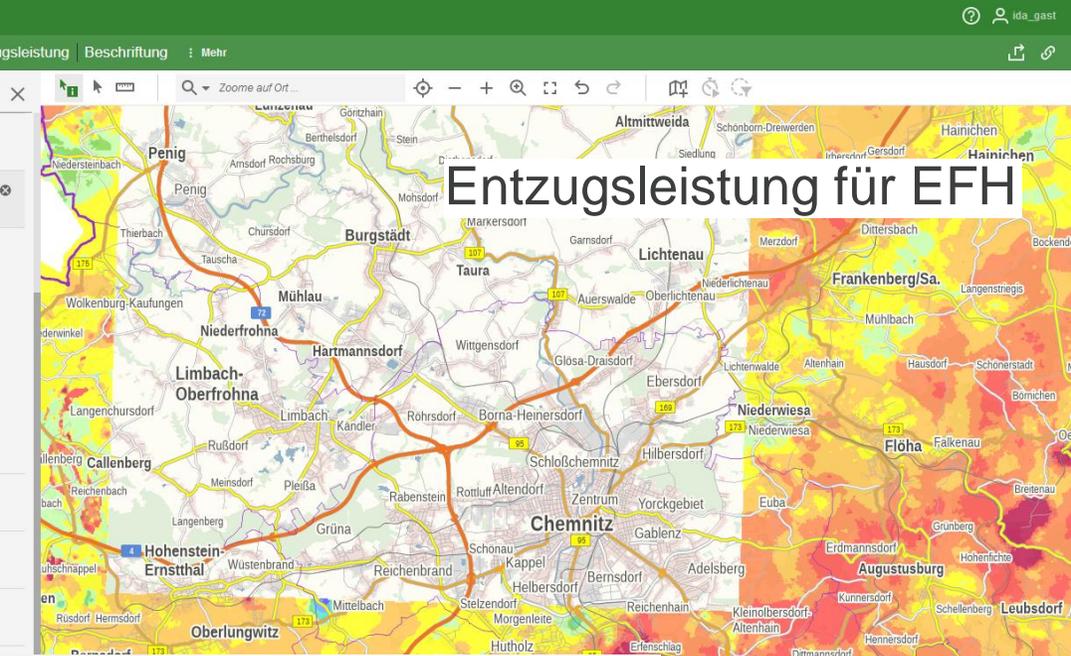
Grundkarten
Hintergrundkarte DTK

Themenkarten

- Bohrdatenportal
- Radon
- Geophysik
- Rohstoffe
- Geofahren
- Grundwasser
- Geothermie**
 - Oberflächennahe Geothermie
 - Wärmeleitfähigkeiten
 - Standortbeurteilung Erdwärme
 - Tiefe Geothermie
 - 3D-NORG
 - Geologische Karte 1:25.000

LEGENDE

- Entzugsleistung in Watt je m für 1800 h - bis 40 m Bohrtiefe
- Entzugsleistung in Watt je m für 1800 h - bis 70 m Bohrtiefe
- Entzugsleistung in Watt je m für 1800 h - bis 100 m Bohrtiefe**
 - Potential
 - < 40,0
 - 40,0 - 42,5
 - 42,6 - 45,0
 - 45,1 - 47,5
 - 47,6 - 50,0
 - 50,1 - 52,5
 - 52,6 - 55,0
 - 55,1 - 57,5
 - 57,6 - 60,0
 - > 60,0
- Entzugsleistung in Watt je m für 1800 h - bis 130 m Bohrtiefe
- Entzugsleistung in Watt je m für 2400 h - bis 40 m Bohrtiefe
- Entzugsleistung in Watt je m für 2400 h - bis 70 m Bohrtiefe





Eine Gesellschaft von  **ENGIE**

geoENERGIE Konzept GmbH

Alfred-Lange-Straße 15
09599 Freiberg

T +49 3731 798780
info@geoenergie-konzept.de

Erdwärme. Aus einer Hand.