



EASyQuart

Workshop 06.09.2022

Projektergebnisse Erkundung und Monitoring

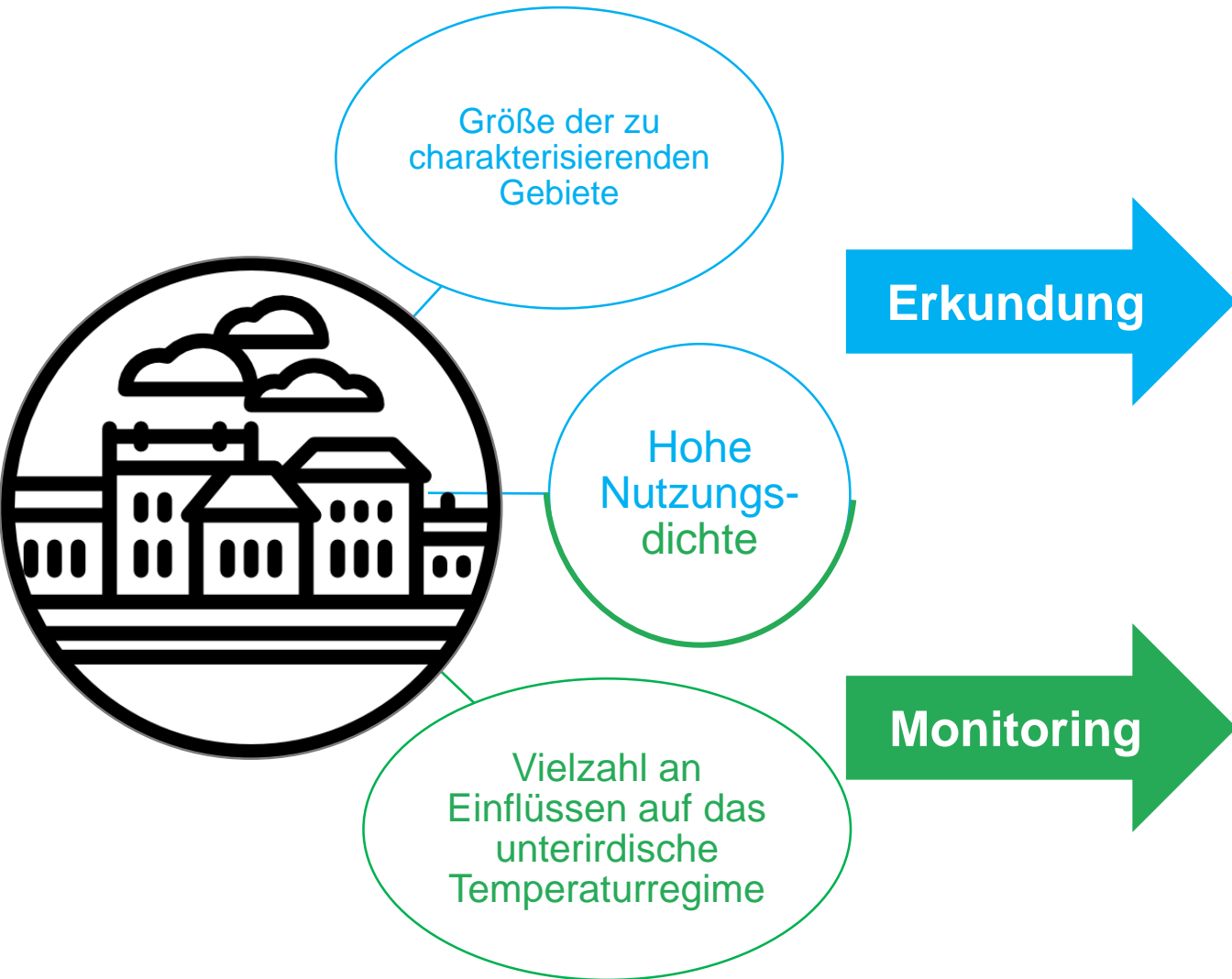
MSc. Nele Hastreiter und Prof. Dr. Thomas Vienken

Geothermische Erschließung auf Wohngebietskala: Besondere Anforderungen an **Erkundung** und **Monitoring**

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



- Erfassung von Variationen relevanter geothermischer Parameter
- Vermeidung gegenseitiger Beeinflussung von Anlagen
 - Entwicklung innovativer, ökonomischer Erkundungskonzepte zur flächenhaften Charakterisierung
- Quantifizierung von Einflüssen
- Repräsentativität gemessener Temperaturen
- Umsetzung von Umweltauflagen
 - Innovative (modellbasierte) und angepasste Monitoringkonzepte

Nicht trennbar!

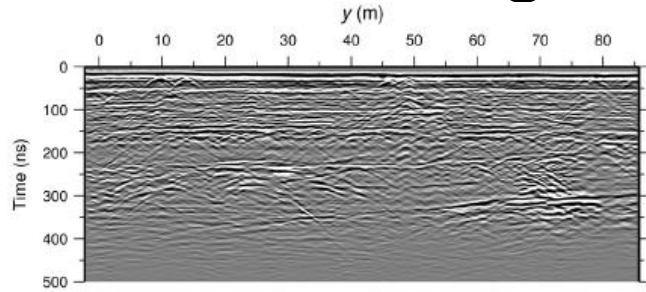
Ableiten von Erkundungsstrategien

Gefördert durch:

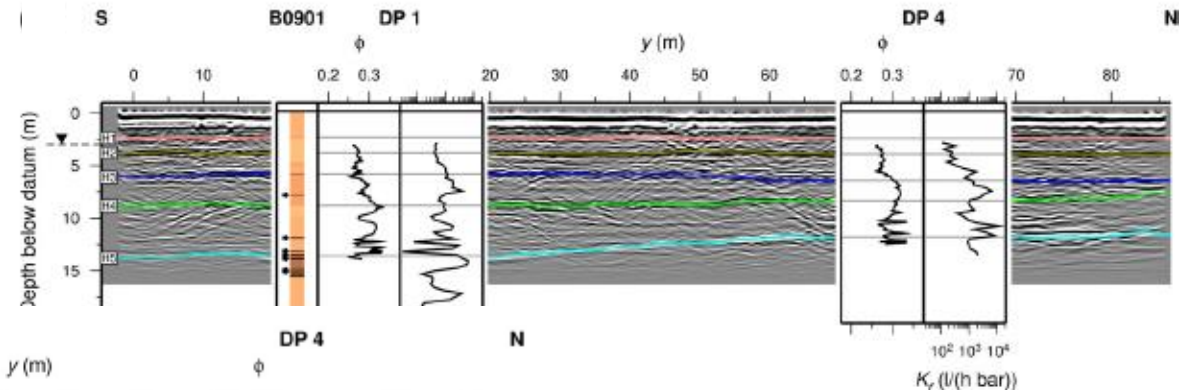


Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

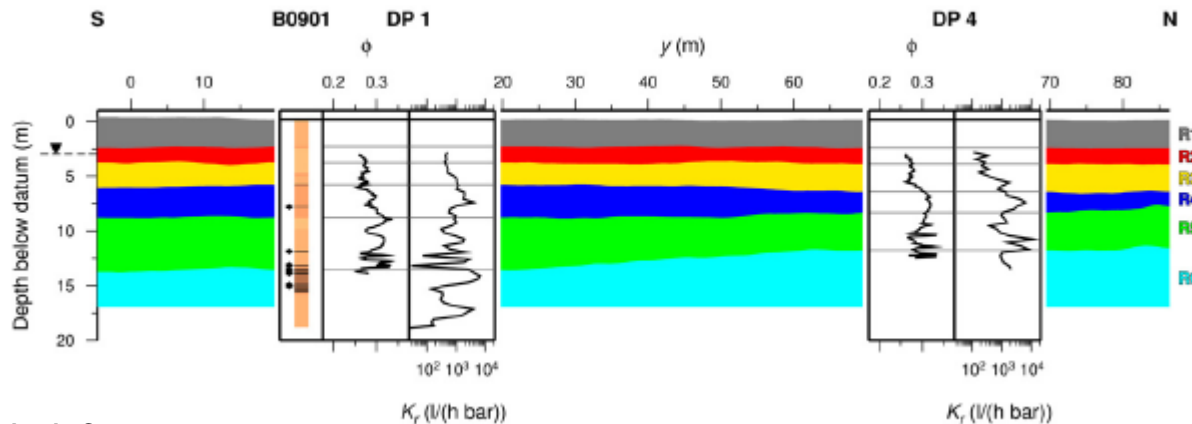
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



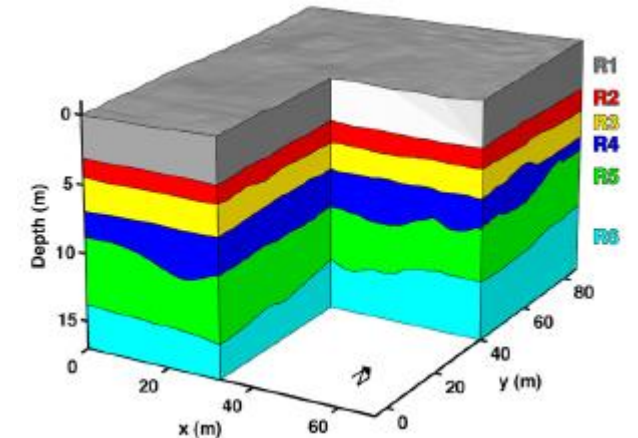
1) Abgrenzung hydrostratigrafischer Einheiten durch
Kopplung von geophysikalischen und vertikal
hochauflösenden Direct-Push Messungen sowie
Bohrungen



2) Parametrisierung der Schichten



3) Schlüsselfunktion zur
verlässlichen Modellierung
von Transportprozessen



Modified after: Schmelzbach, C.,
Tronicke, J., Dietrich, P., 2011. Three-
dimensional hydrostratigraphic
models from ground-penetrating
radar and direct-push data. Journal of
Hydrology, 398(3-4): 235-245.

Beispiel Direct-Push: In-situ Messungen mit dem Hydraulic Profiling Tool (HPT)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

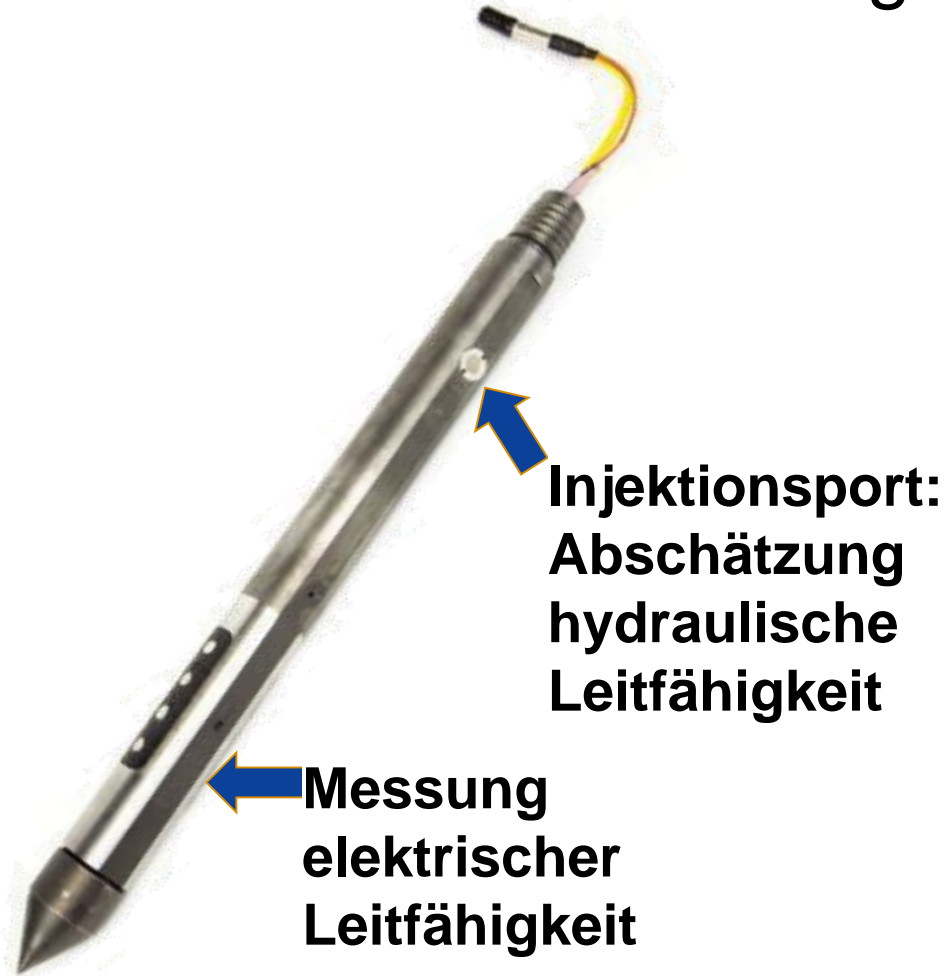


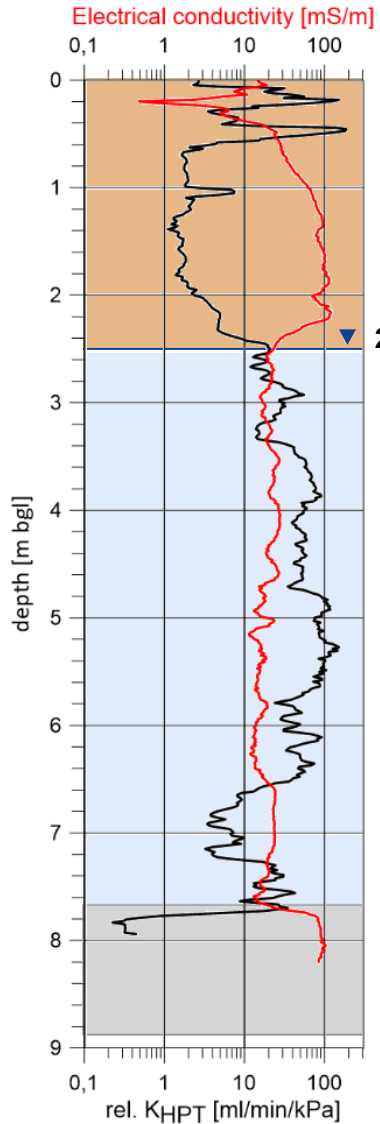
Foto: Geoprobe

Beispielhafte Einordnung von HPT-Ergebnissen

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



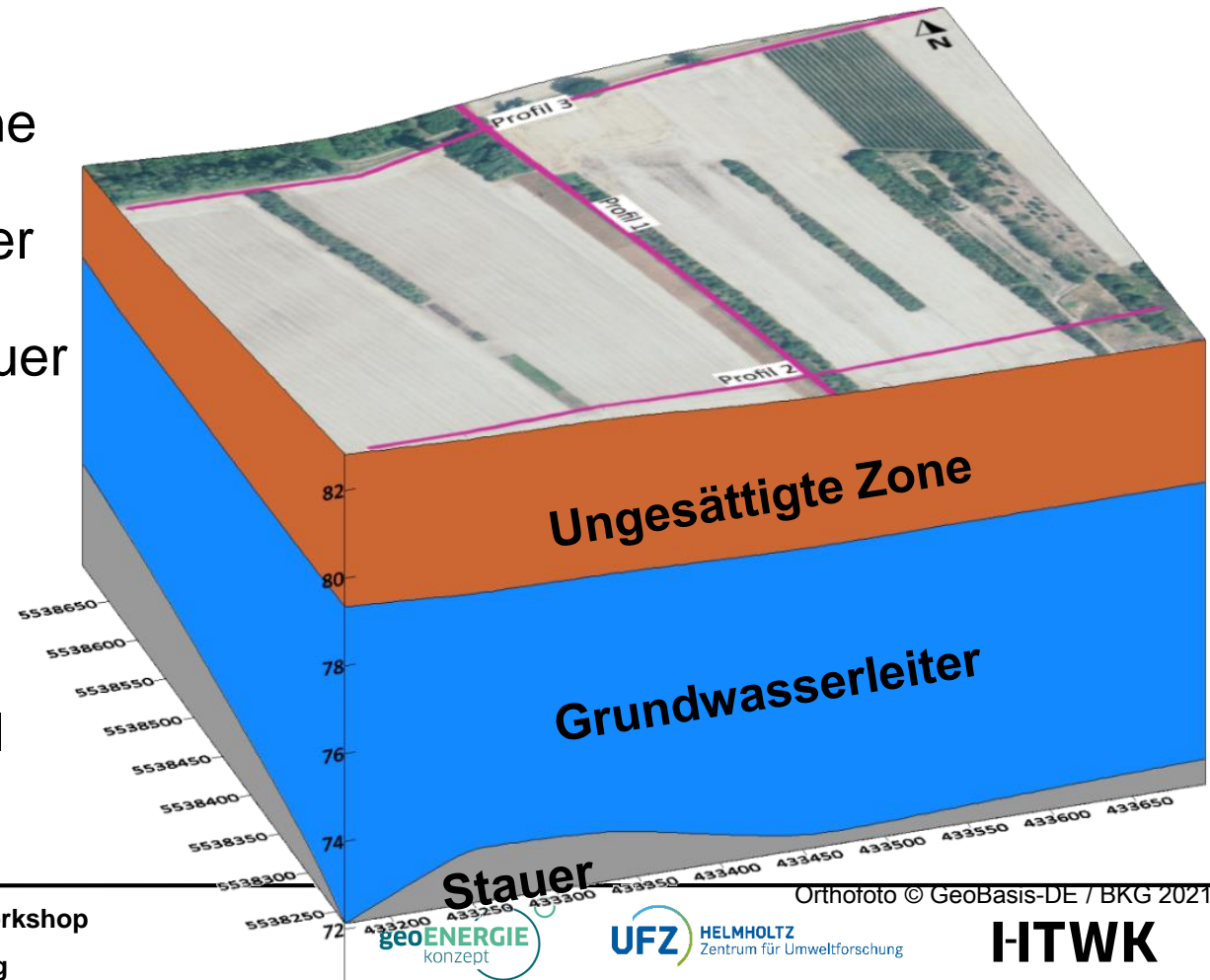
■ **Abgrenzung stauender Schichten**

■ **Grobe Gliederung:**

- Ungesättigte Zone
- Grundwasserleiter
- Grundwasserstauer



**Abgeleitetes
konzeptionelles Modell**

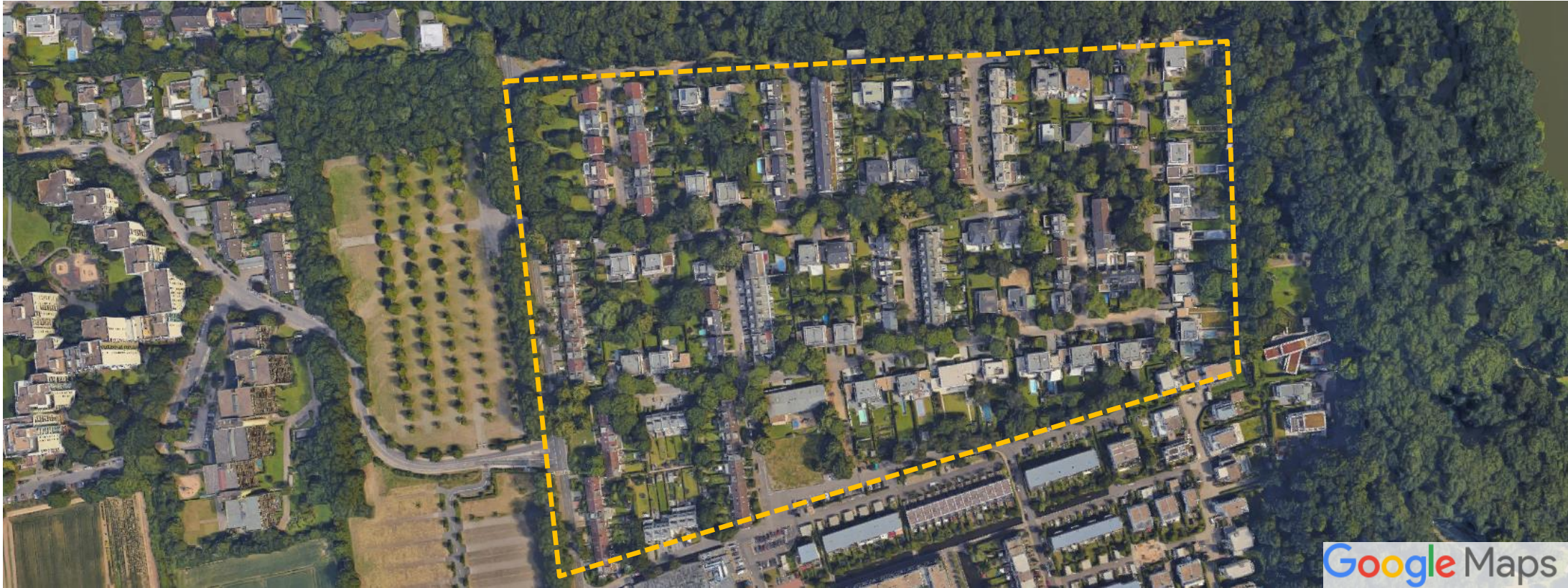


Grundwasser-Temperaturmonitoring Köln-Junkersdorf

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Anzahl geothermischer Anlagen	47 EWS-Systeme (+ 3 offene Systeme)
Anzahl Erdwärmesonden	303
Gesamte Installationslänge [m]	11.009
Gesamtwärmebedarf [kW]	506
Installationszeitraum	2010-2013

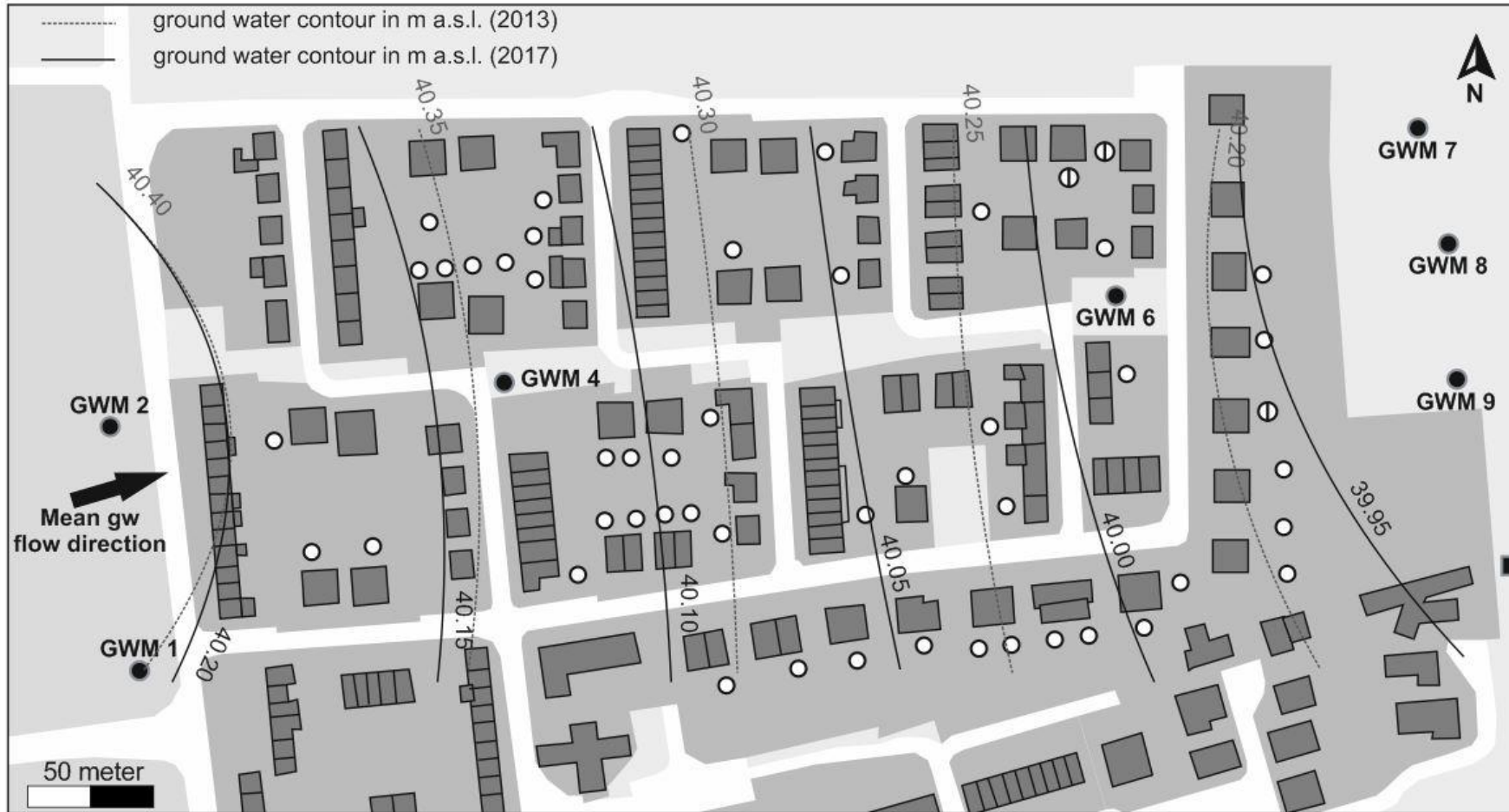
**Frage/Ziel: Ermittlung der Auswirkungen
der intensiven geothermischen Nutzung auf
die Boden- und Grundwassertemperatur**

Grundwasser-Temperaturmonitoring Köln-Junkersdorf

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Explanation: Street Public green space Partly sealed car park Property lots Building

approximate borehole heat exchanger location approximate location of open well system ground water temperature monitoring well location and name potential ground water temperature monitoring well location

Abb.: Vienken, T., Kreck, M., Dietrich, P., 2018. Monitoring the impact of intensive shallow geothermal energy use on groundwater temperatures in a residential neighborhood. Accepted article; Geothermal Energy.



35 x

Photo: Onset



11 x

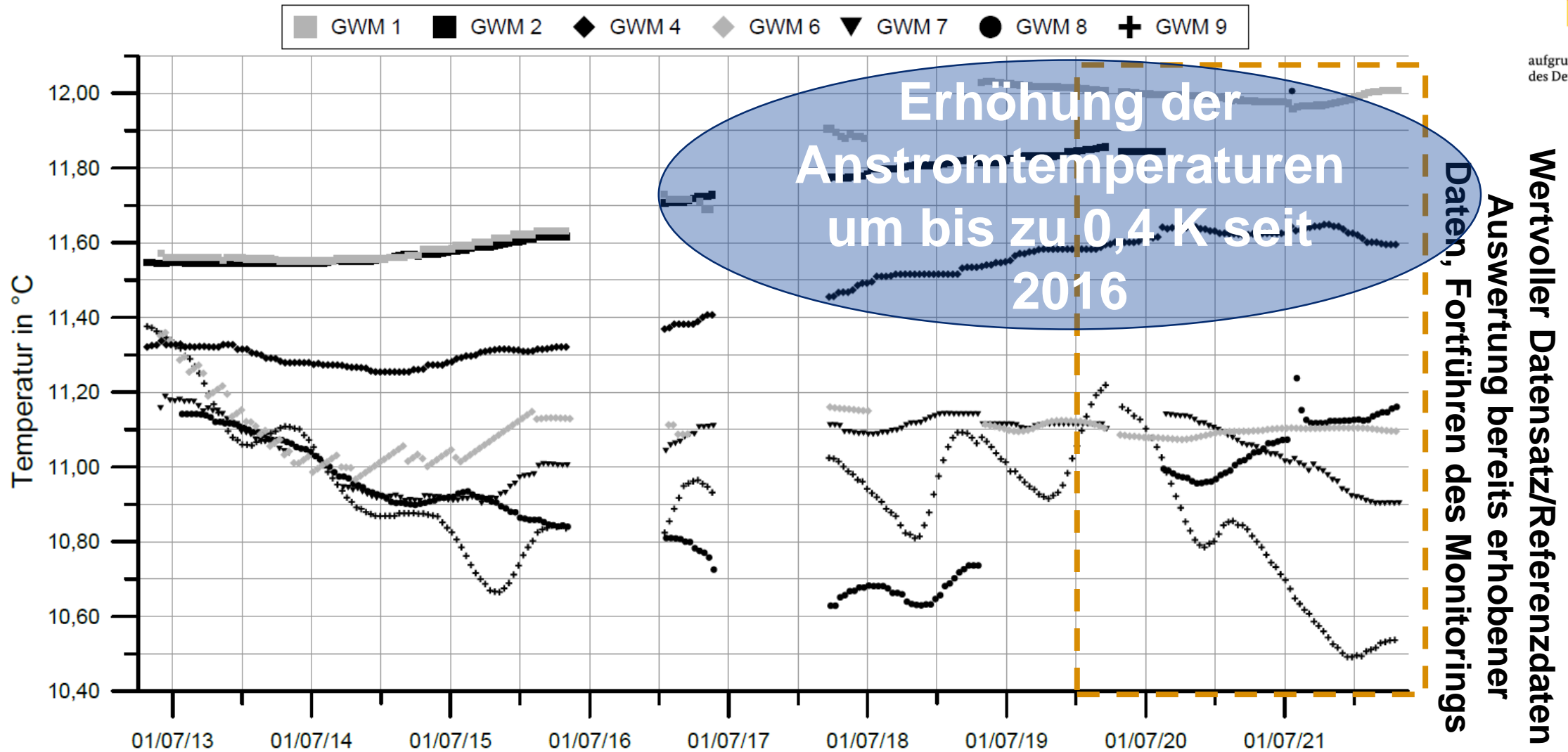
Photo: Solinst

Grundwasser-Temperaturmonitoring Köln-Junkersdorf

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Gemessene Grundwassertemperaturen (Bearbeitet nach Vienken et al. 2019, DOI: 10.1186/s40517-019-0123-x)

Untersuchungen zur Repräsentativität von gemessenen Grundwassertemperaturen

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inwieweit sind Grundwassertemperaturänderungen (insbesondere im urbanen Raum) zuverlässig nachweisbar und auf die Nutzung oberflächennaher Geothermie zurückzuführen?

- Untersuchungen von Einflüssen auf gemessene Grundwassertemperaturen
- Urbane Grundwasser-Wärmeinseln: Welchen Einfluss haben erhöhte Temperaturen im urbanen Raum auf Grundwassertemperaturen?
- Relevanz für die Umsetzung behördlicher Vorgaben

Workflow zur modellbasierten Ermittlung von Einflüssen auf Grundwasserwassertemperaturen im urbanen Raum am Beispiel Köln Junkersdorf: Fokus Überbauung

1. Definition eines repräsentativen Gebäudetyps für das Gebiet

- **Relativ hohe Grundstückspreise** → **beheizter Keller**
- **Nachträglich sanierte Bausubstanz aus den 1950ern Jahren** → **Mittlere Isolierung (0,81 W/(m²K))**

2. Bauphysikalische Simulation und Ermittlung von dynamischen Temperaturrandbedingungen

3. Grundwasser- und Wärmetransportmodell mit den neu definierten Randbedingungen ohne geothermische Nutzung des Untergrunds

Workflow zur modellbasierten Ermittlung von Einflüssen auf Grundwasserwassertemperaturen im urbanen Raum am Beispiel Köln Junkersdorf

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

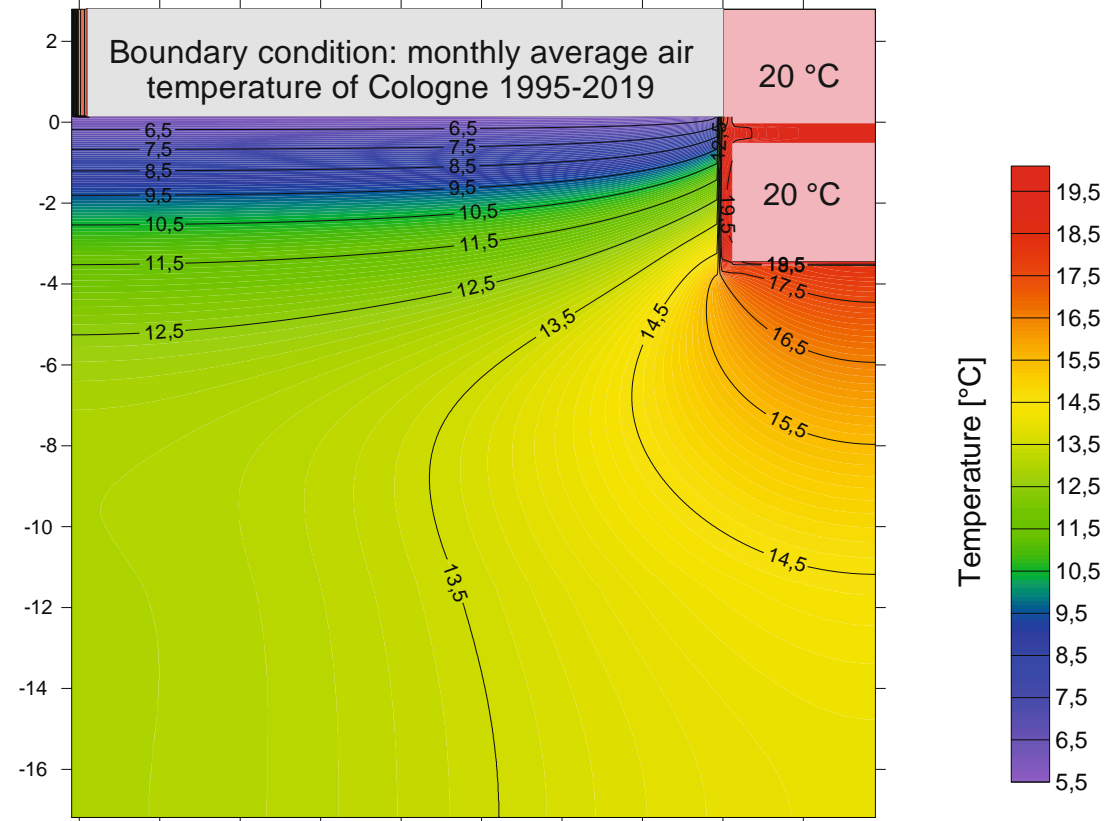
1. Definition eines repräsentativen Gebäudetyps für das Gebiet



2. Bauphysikalische Simulation und Ermittlung von dynamischen Temperaturrandbedingungen unter Gebäuden



3. Grundwasser- und Wärmetransportmodell mit den neu definierten Randbedingungen ohne geothermische Nutzung des Untergrunds



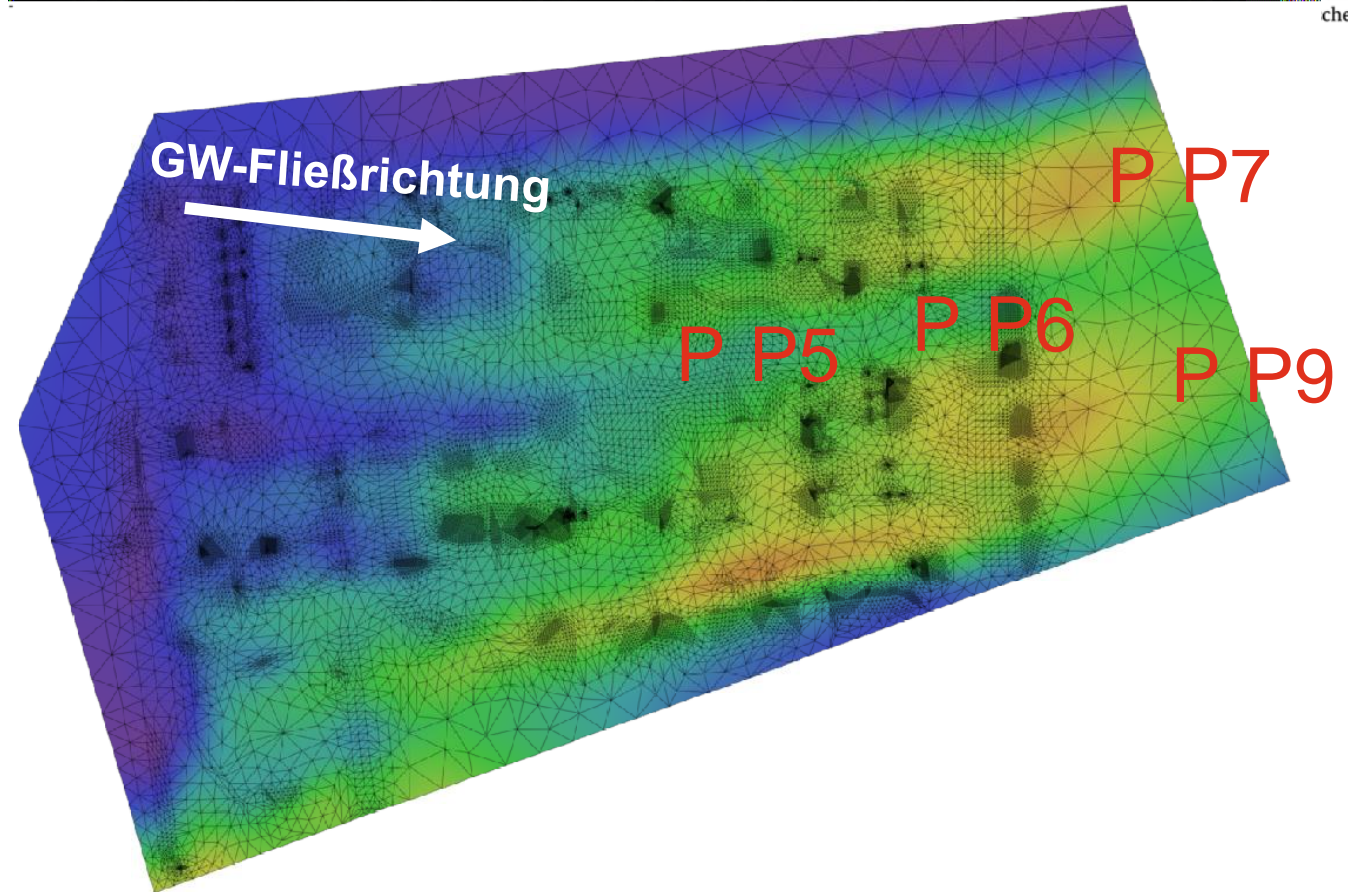
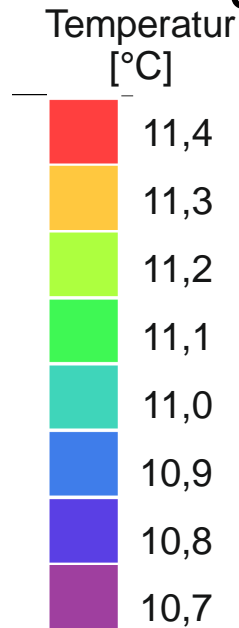
Ergebnis der bauphysikalischen Simulation für den ausgewählten Gebäudetyp

Workflow zur modellbasierten Ermittlung von Einflüssen auf Grundwasserwassertemperaturen im urbanen Raum am Beispiel Köln Junkersdorf

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Simulierte Temperaturverteilung nach 30 Jahren 24 m u GOK ohne geothermische Nutzung des Untergrunds

1. Definition eines repräsentativen Gebäudetyps für das Gebiet



2. Bauphysikalische Simulation und Ermittlung von dynamischen Temperaturrandbedingungen



3. Grundwasser- und Wärmetransportmodell mit den neu definierten Randbedingungen ohne geothermische Nutzung des Untergrunds

Workflow zur modellbasierten Ermittlung von Einflüssen auf Grundwasserwassertemperaturen im urbanen Raum am Beispiel Köln Junkersdorf

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

1. Definition eines repräsentativen Gebäudetyps für das Gebiet

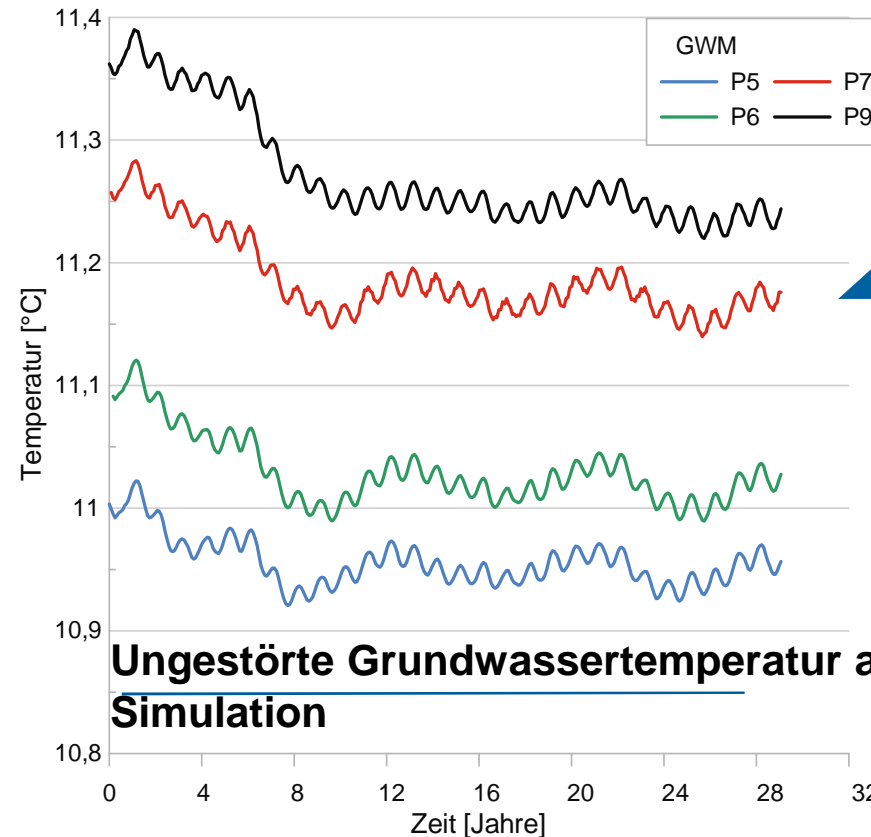


2. Bauphysikalische Simulation und Ermittlung von dynamischen Temperaturrandbedingungen



3. Grundwasser- und Wärmetransportmodell mit den neu definierten Randbedingungen ohne geothermische Nutzung des Untergrunds

Simulierte Temperaturverläufe nach 30 Jahren 24 m u GOK ohne geothermische Nutzung des Untergrunds



Ungestörte Grundwassertemperatur aus Simulation

➤ **In Folge der Überbauung ergeben sich Temperaturerhöhung um bis zu 0,4 K**

Testflächen zur Bestimmung der Beeinflussung von Untergrundtemperaturen durch Oberflächenbedeckungen

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



- Ausgestattet mit Temperaturmesstechnik in Tiefen zwischen 5 cm und 3 m
- Beginn der Messungen Juni 2021
- Echtzeitmonitoring online abrufbar

Luftbild Testflächen, Foto: M. Kreck

Echtzeitübertragung und webbasierte Visualisierung von Monitoringdaten mittels Grafana

Gefördert durch:

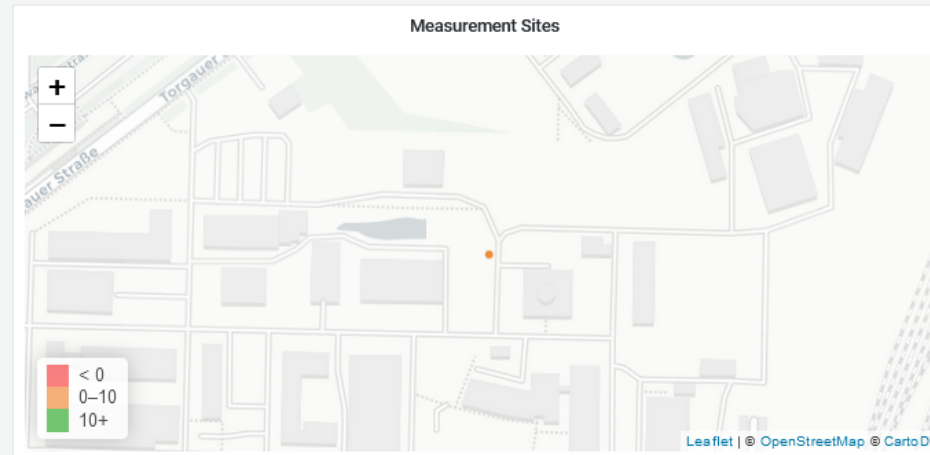


EASyQuart UFZ

Projektbeschreibung:

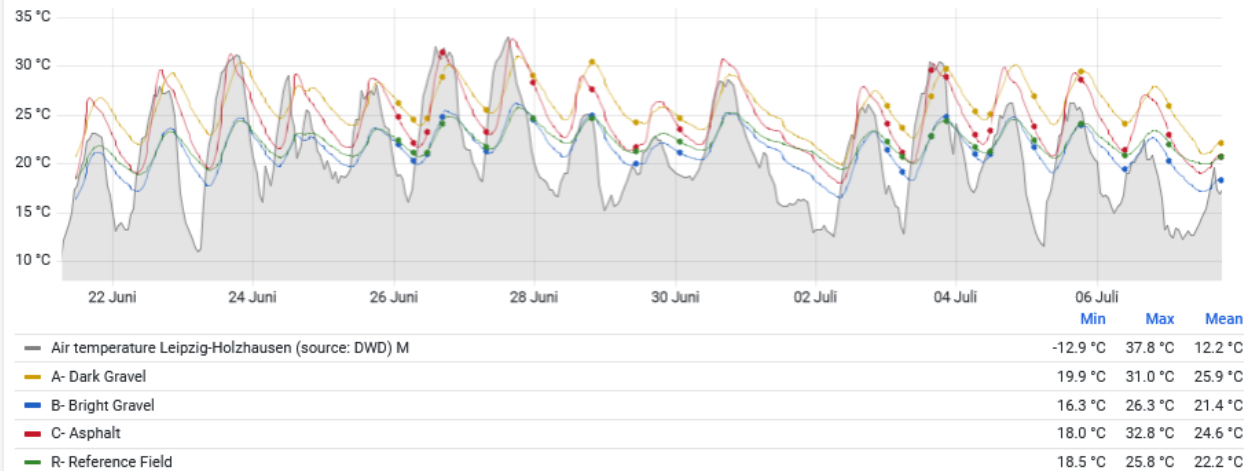
Text Text

- [EASyQuart at UFZ](#)

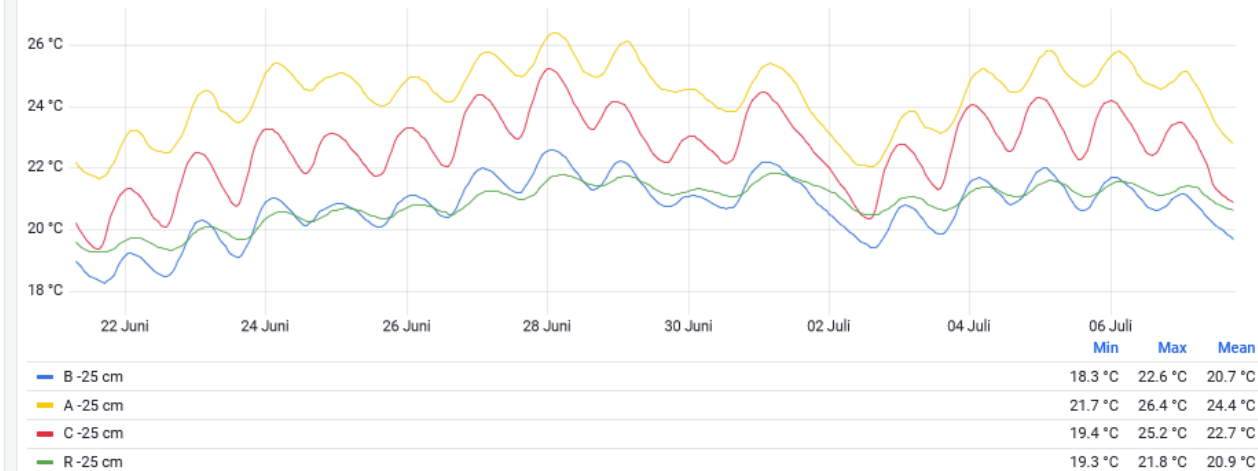


Events		
Turf laid on reference field	14.07.2021 11:06:03	Installation
fleece installed	15.07.2021 08:20:34	Installation
Tarmac installation	15.07.2021 11:17:35	Installation
Gravel installed at field A and B	23.07.2021 08:06:34	Installation
power failure	24.09.2021 09:24:25 - 06.10.2021 09:41:16	No Data
data transmission failed	12.11.2021 06:01:25 - 22.11.2021 12:46:21	No Data
data transmittance failed	08.11.2021 13:47:09 - 09.11.2021 17:18:17	No Data

Soil Temperature Mean value per Field -5 cm



Soil temperatures per field 25 cm bgl



Langzeitmonitoring und Messgerätevergleich am Standort Berlin

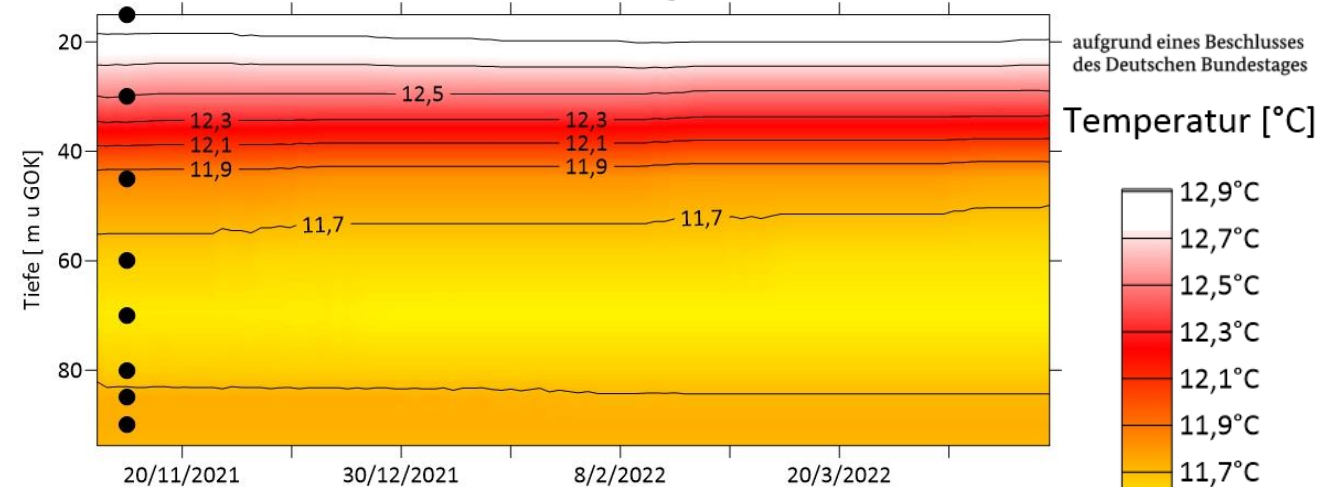
Gefördert durch:



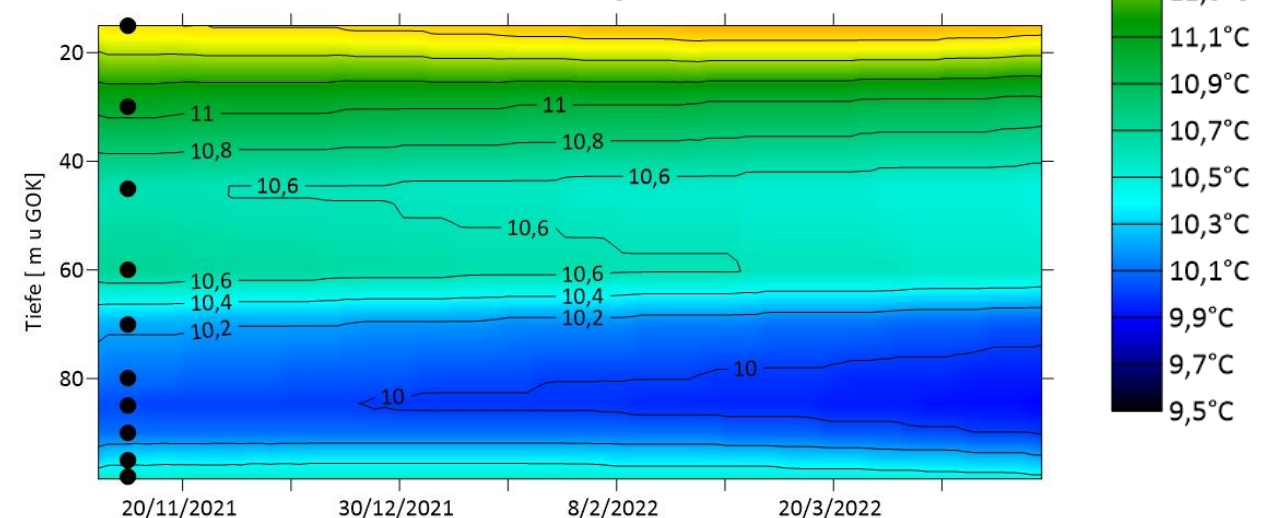
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

- Durch 19 Erdwärmesonden mit Geothermie beheizter und gekühlter Gebäudekomplex
- Grundwasserleiter zwischen 70 und 90 m u GOK, EWS ca. 99 m tief
- Temperaturmonitoring (Stichtagsmessungen) seit 2020 durch kontinuierliches Monitoring ergänzt
 - Installation von stündlich messenden Temperaturloggern (●)
- Größte Unterschiede zwischen An- und Abstrom im Bereich des GWL nachweisbar
 - **Kenntnis über hydrostratigrafische Einheiten von hoher Relevanz für angepasste Monitoringstrategien**

Temperaturentwicklung im Anstrom



Temperaturentwicklung im Abstrom



Langzeitmonitoring und **Messgerätevergleich** am Standort Berlin

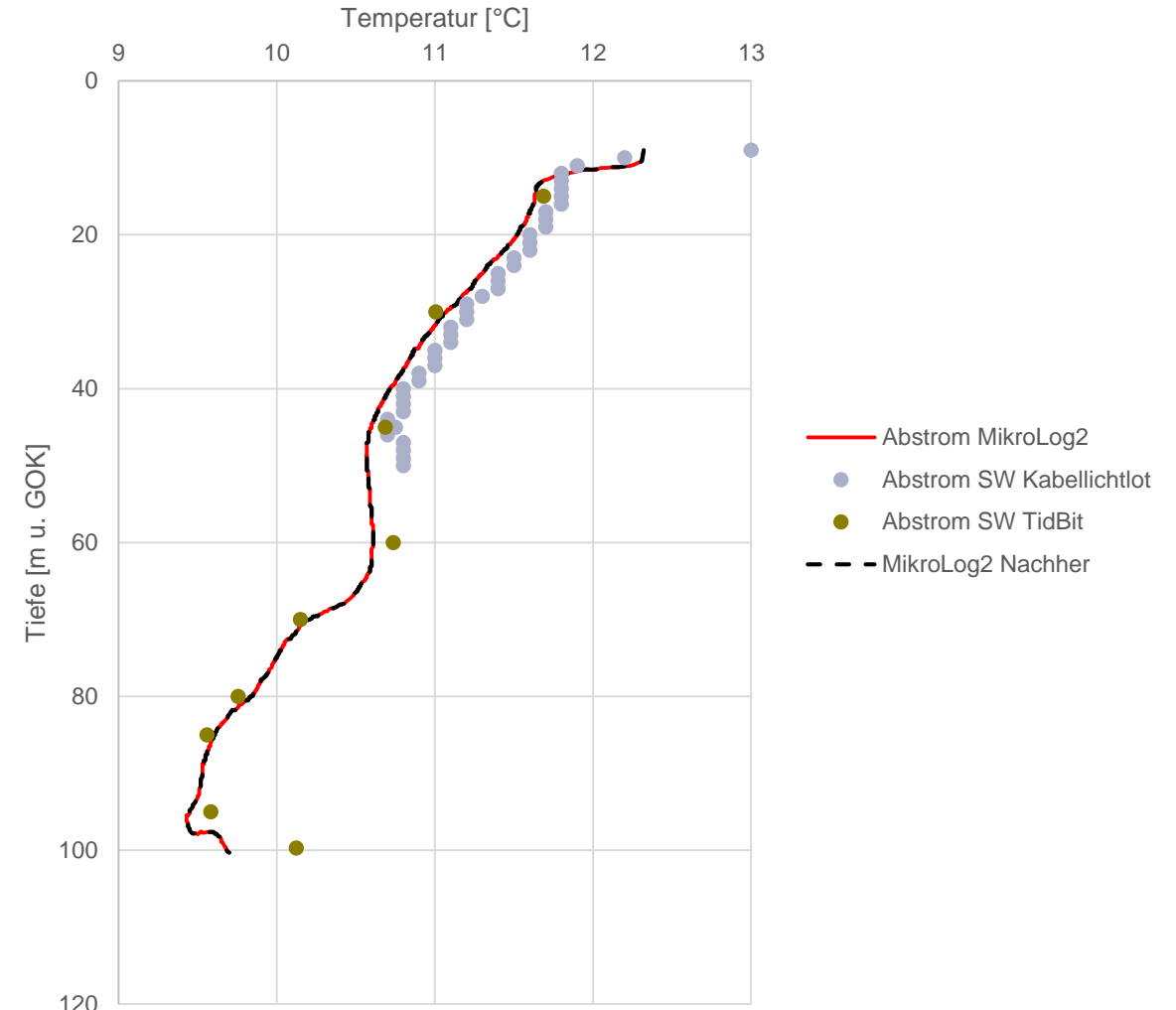
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

- Vergleich verschiedener Messtechnik am Stichtag:
 - Kabellichtlot mit Temperatursensor
 - Onset-TidBit Temperaturlogger in diskreten Tiefen
 - MikroLog2-Logger
 - Zudem Vorher-Nachher Messung zur Prüfung eventueller Störung der Temperaturschichtung
- Weder relevante Abweichungen zwischen gemessenen Temperaturen noch eine Störung der Temperaturschichtung nachweisbar!

Temperaturprofile Abstrom Stichtag 27.04.2022



Schlussfolgerungen

Erkundung

← **Nicht trennbar!** →

Monitoring

- Verfolgtes Erkundungskonzept: Quantifizierung der Variation relevanter geothermischer Parameter auf Quartiersskala durch Kopplung oberflächengeophysikalischer Messungen und Bohrungen/Sondierungen
- Grundlage verlässlicher Modellparametrisierung zur Planung von Betrieb und Monitoring

- Temperatur ist wesentlicher Monitoringparameter; daher sind Untersuchungen zur Repräsentativität gemessener Boden- und GW-Temperaturen von großer Bedeutung
 - Quantifizierung von anthropogenen (urbanen) Einflüssen auf Boden- und Grundwassertemperaturen und Berücksichtigung bei der geothermischen Nutzung
 - Monitoringkonzepte an Erkundungsergebnisse angepasst (Auswahl von Messlokationen, Zielhorizonten)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!