



# GEOHERMIE UND IHRE BEDEUTUNG AM BEISPIEL BERLIN

Dr. Marec Wedewardt

CHARMANT-Teilprojekt Umweltkommunikation des BUND Berlin e.V.

23. April 2024



# Grundfrage 1

- Welche Arten von geothermischen Nutzungen gibt es und welche Bedeutung haben sie für die Energiegewinnung im urbanen Raum in Berlin – unter Berücksichtigung einer Alternativenprüfung?
- Überblick Geothermie

# Geothermie – Hintergrundinformationen

- Geothermie (Erdwärme) ist die unterhalb der Erdoberfläche gespeicherte Wärmeenergie
- Je tiefer man in das Innere der Erde vordringt, desto wärmer wird es. In Mitteleuropa nimmt die Temperatur um etwa 3 °C pro 100 Meter Tiefe zu
- Aus dem Innern unseres Planeten steigt ein ständiger Strom von Energie an die Oberfläche. Die Erde strahlt täglich etwa viermal mehr Energie in den Weltraum ab, als wir Menschen derzeit an Energie verbrauchen

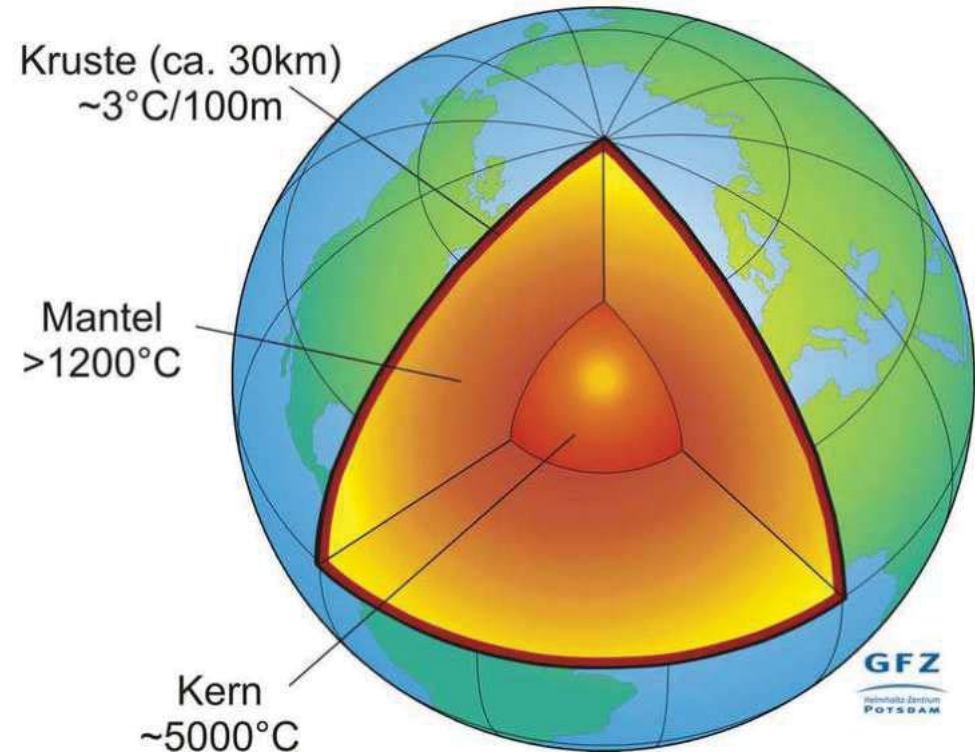
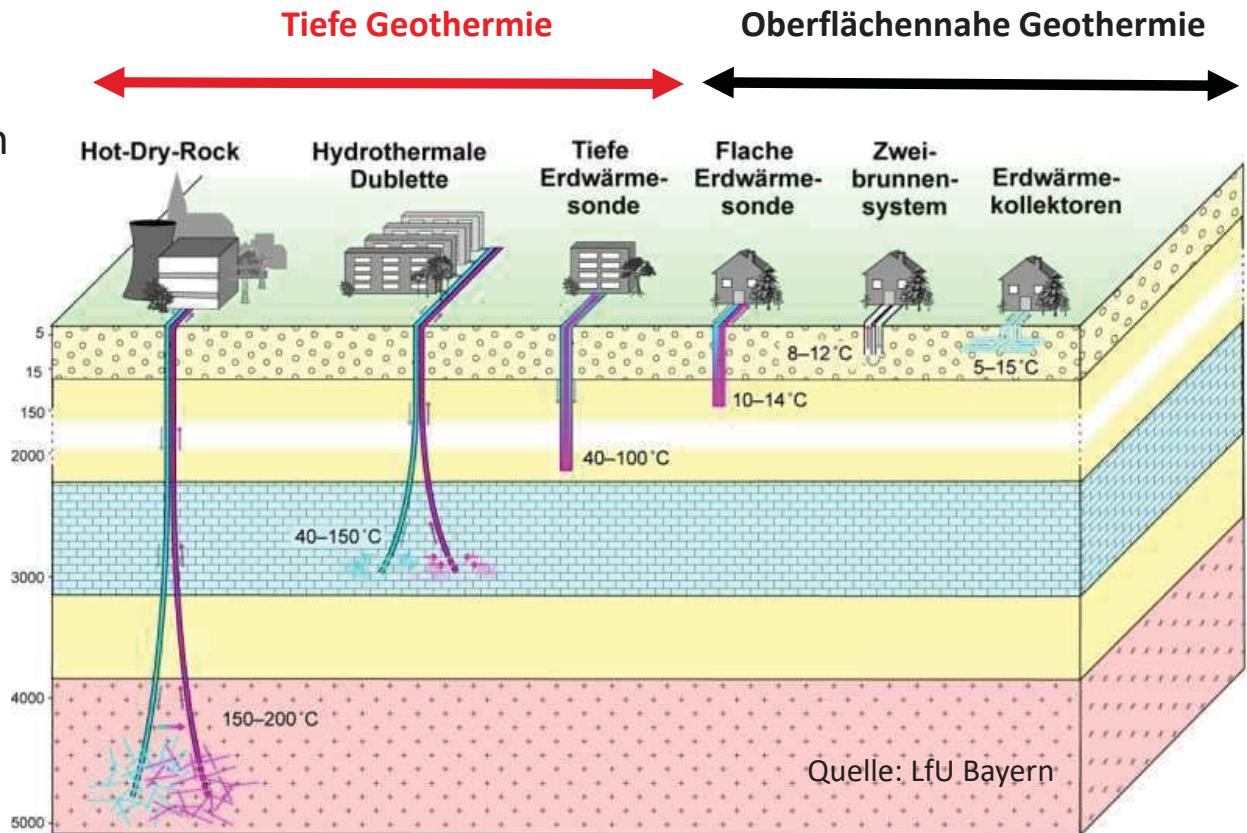


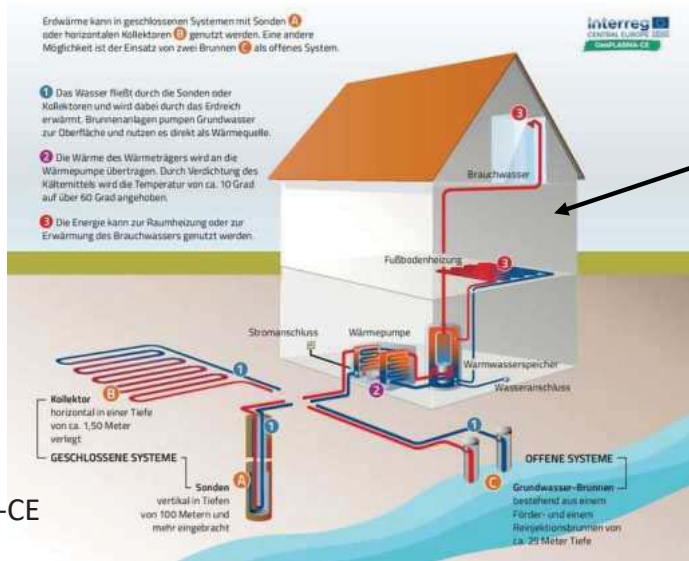
Abbildung: Geoforschungszentrum Potsdam

# Geothermie - Technologien

- Unterscheidung nach Teufenbereichen
- Oberflächennahe G.  
bis ca. 400 m Tiefe  
(bis ca. 25 °C)
- Mitteltiefe G.  
bis ca. 1.000 m (2.000 m) Tiefe  
(ca. 40 °C – 60 °C)
- Tiefe G.  
bis ca. 5.000 m (7.000 m) Tiefe  
(> 100 °C)



# Oberflächennahe Geothermie



Quelle: GeoPLASMA-CE

- Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren, -körbe
- Geothermische Brunnenanlagen
- Erdberührte Betonbauteile (u.a. Energieschlitzwände, pfähle)
- Oberflächennahe Aquiferspeicher
- Eisspeicher
- Kalte Nahwärmenetze

**Flache Geothermie (bis 400 m)**  
 Wärme aus gespeicherter Sonnenenergie und Wärmestrom aus der Tiefe; Bereitstellung von Wärme über Wärmetauscher für Heizung und Warmwasser; Wärme- und Kältespeicherung in Aquifern.

## Nutzungsformen der Geothermie

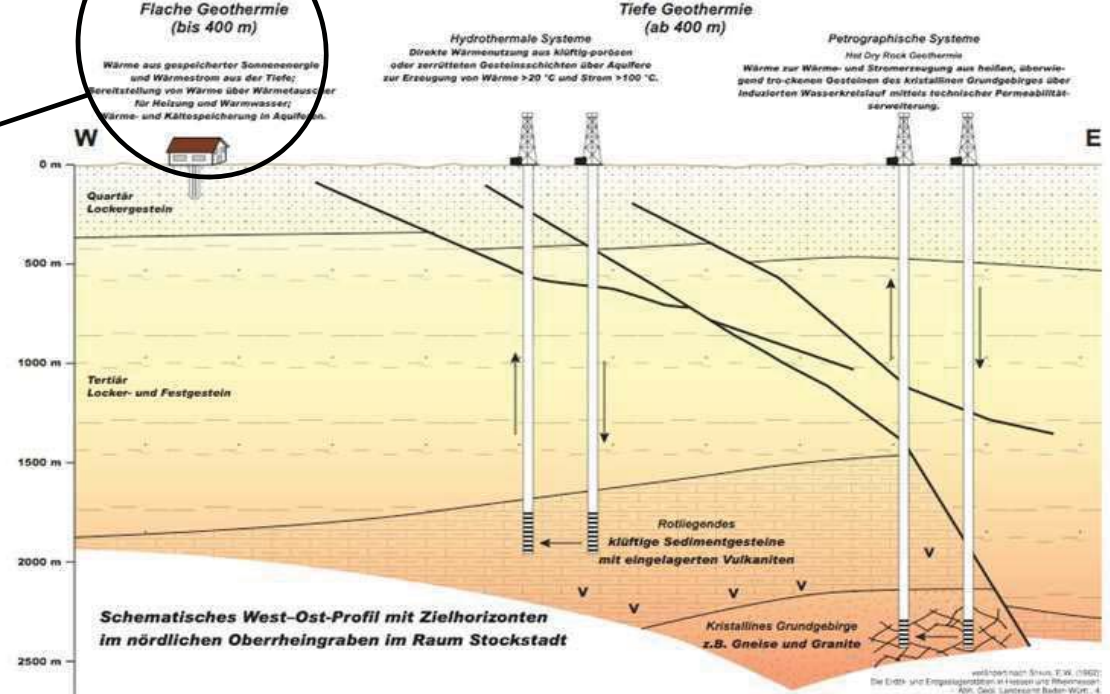
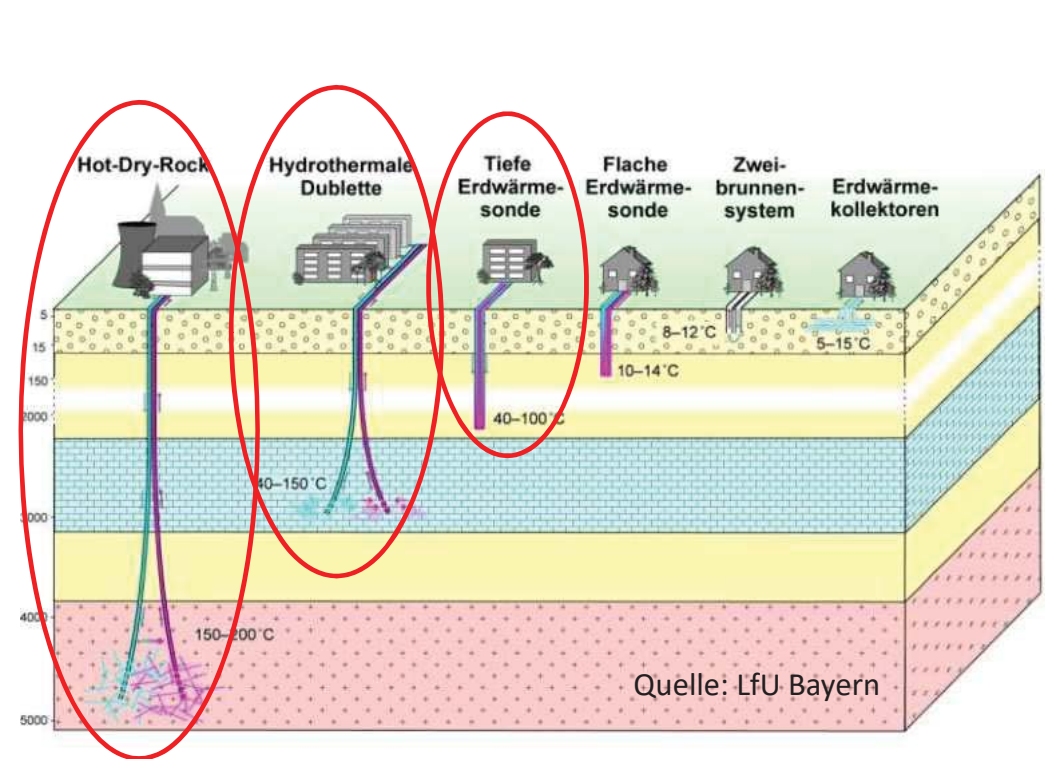


Abbildung: LBGR



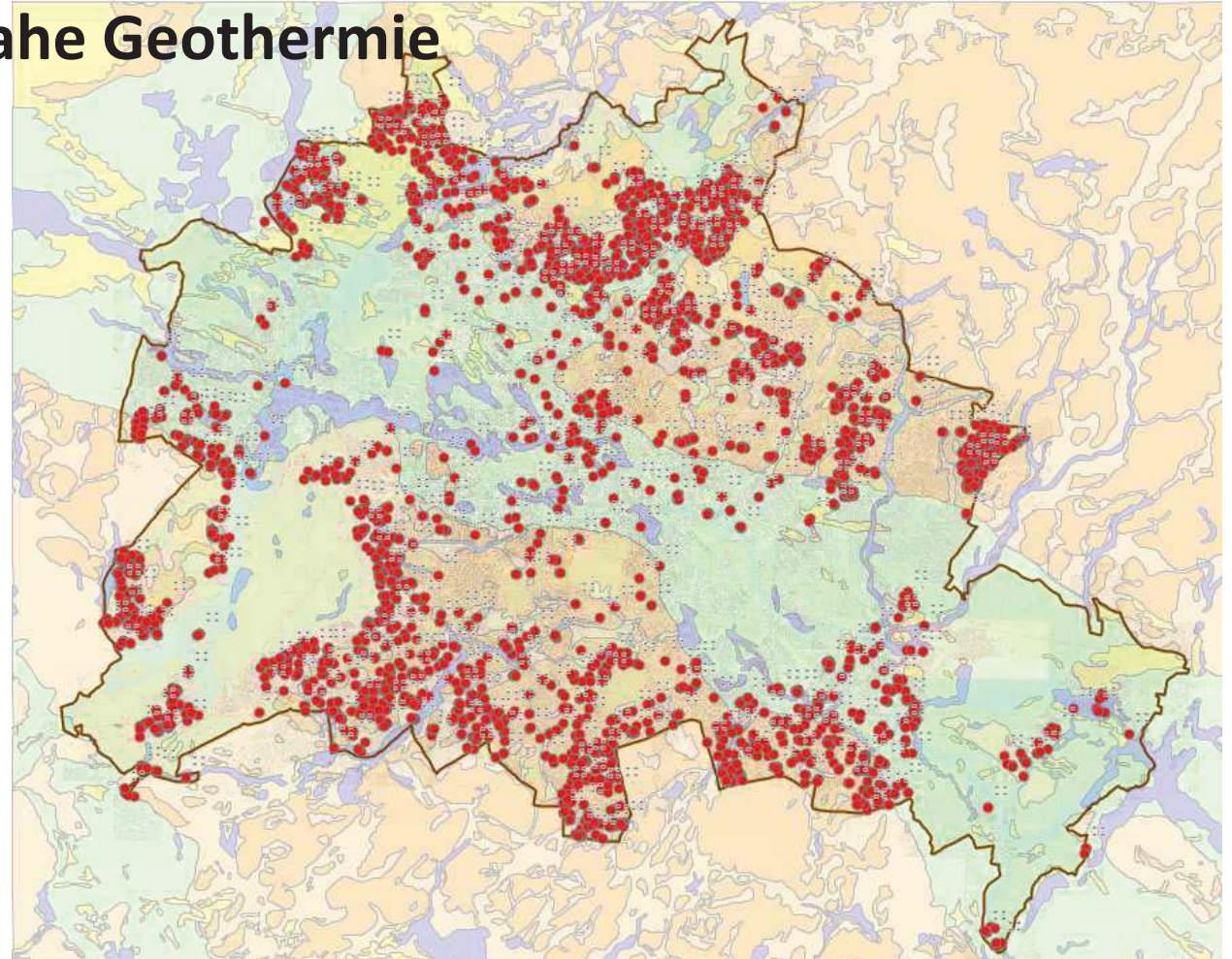
# Mitteltiefe und Tiefe Geothermie

- Mitteltiefe Geothermie  
[> 400 m bis 1.000 m Teufe]
- Aquiferspeicher
- Mitteltiefe Erdwärmesonde
  
- Tiefe Geothermie  
[> 1.000 m bis > 4.000 m Teufe]
- Hydrothermale Systeme
- Petrothermale Systeme
- Tiefe Erdwärmesonde



# Ist-Situation Oberflächennahe Geothermie

- Stark zunehmende Anlagendichte
- Steigende Anzahl Großanlagen  
[>> 50 kW]
- Verdichtung in eng bebauten  
(Innenstadt)Bereichen
- ca. 90 % Erdwärmesonden
- "Routine" bei Anlagen < 30 kW
- Preisdruck auf dem Geothermiemarkt
- Teil erneuerbarer Energien –  
relevanter Beitrag zur Wärmewende



Stand 03.2024: 10200 Erdwärmesonden, SenMVKU, Landesgeologie

# Herausforderungen Errichtung

- Platzbedarf – Abstände
- Bohrmaßnahmen - Infrastruktur, Denkmalschutz, Bestandsbauten
- Altlasten – Verschleppungen vertikal / horizontal
- Hydrogeologie (Stockwerksbau, Arteser)
- Geologie (Lösungen, Mineralumbildungen/Quellungen, Ausgasungen)
- Geotechnik (Hohlräume, Deponien)
- Technologie (Hinterfüllung, Bohrverfahren, Materialschäden)
- ....

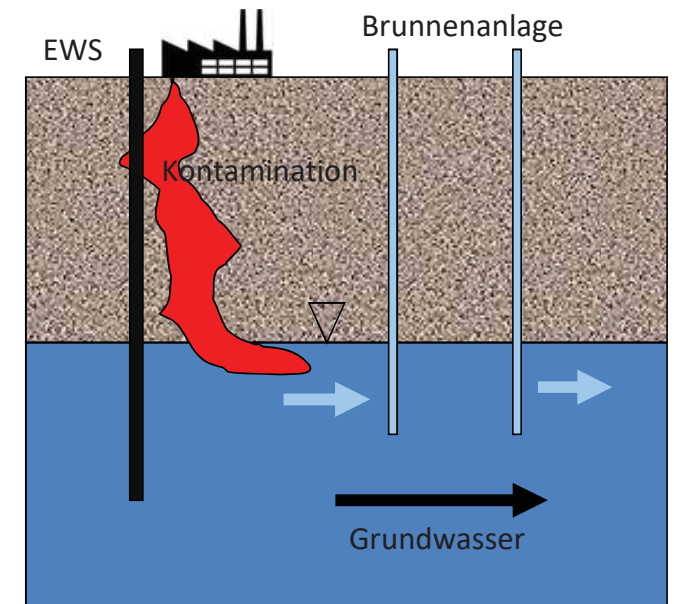


Abbildung: Dr. Wedewardt



# Herausforderungen Betrieb

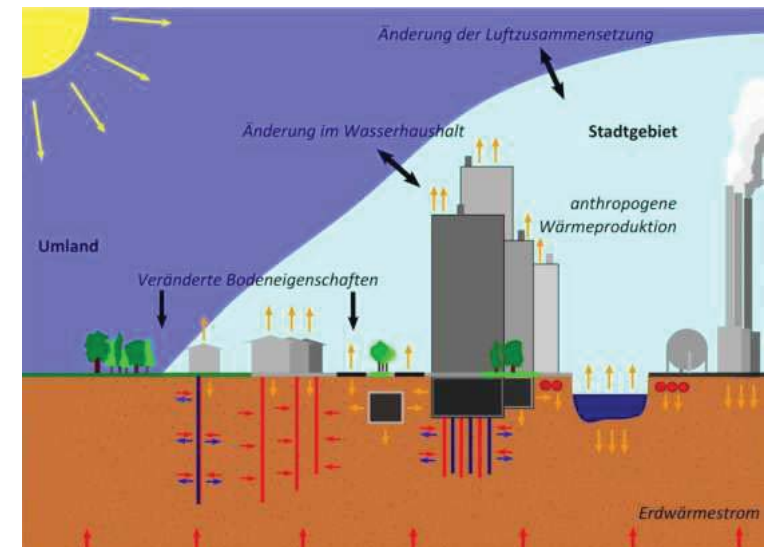
- **Temperaturveränderungen**

Thermische Auswirkungen

→ wasserrechtlicher Benutzungstatbestand

Beeinflussung von

- Grundwasser-Lebensgemeinschaften
- Ökosystemfunktionen
- Grundwasserqualität
- Fließgeschwindigkeit
  
- benachbarten Geothermieranlagen
- Hinterfüllungen
- Erdreich um die Bohrung durch Einfrieren



Schematische Darstellung der Ursachen für die Beeinflussung der Grundwassertemperatur; Quelle: SenUVK 2021

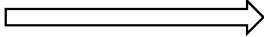
→ Trinkwassergewinnung

→ Übernutzung der Potenziale

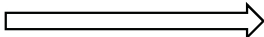
→ Undichtigkeit der Bohrung

→ Hebungen, Performance

# Wasserbehördliche Zulassung

- **Oberflächennahe G.**  Wasserbehörden

Wasserhaushaltsgesetz, Landeswassergesetz, Wasserschutzgebietsverordnungen, Geologiedatengesetz, Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz, Bundesnaturschutzgesetz, Bundes-Bodenschutzgesetz ....

- **Mitteltiefe-/Tiefe G.**  Landesbergbehörden

Bundesberggesetz im Einvernehmen mit den Wasserbehörden

# Wasserbehördliche Zulassung

## Wasserhaushaltsgesetz

### § 8 Erlaubnis

Abs. 1: Die Benutzung eines Gewässers bedarf der Erlaubnis ...

### § 9 Benutzungen

Abs. 1 Nr. 5: das Entnehmen, Zutagefördern, Zutageleiten und Ableiten von Grundwasser [z. B. Wasser-Wasser-Wärmepumpen]

Abs. 2 Nr. 2: Maßnahmen, die geeignet sind, dauernd oder in einem nicht nur unerheblichen Ausmaß schädliche Veränderungen der Wasserbeschaffenheit herbeizuführen [z. B. Erdwärmennutzungen]

### § 13 Inhalts- und Nebenbestimmungen

Abs. 1: ... sind auch nachträglich sowie auch zu dem Zweck zulässig, nachteilige Wirkungen für andere zu vermeiden oder auszugleichen.

Abs. 2 Nr. 3: ... die Bestellung verantwortlicher Betriebsbeauftragter vorschreiben,

# Wasserbehördliche Zulassung

## § 18 Widerruf der Erlaubnis

Abs. 1: Die Erlaubnis ist widerruflich.

## § 100 Aufgaben der Gewässeraufsicht

Abs. 1: ...die Gewässer sowie die Erfüllung der öffentlich-rechtlichen Verpflichtungen zu überwachen, ... Die zuständige Behörde ordnet nach pflichtgemäßem Ermessen Maßnahmen an, um Beeinträchtigungen des Wasserhaushalts zu vermeiden.

## §101 Befugnisse der Gewässeraufsicht

Abs. 1 Nr. 2: technische Ermittlungen und Prüfungen vorzunehmen,  
Nr. 3: zu verlangen, dass Auskünfte erteilt, Unterlagen vorgelegt ...

## § 103 Bußgeldvorschriften

Abs. 1 Nr. 20: Ordnungswidrig handelt, ..., entgegen §101 Abs. 2 ... eine Auskunft nicht, nicht richtig, nicht vollständig oder nicht rechtzeitig erteilt.



# Praxis (Auszug)

- Bohrgeräte: Anpassung an die örtlichen Gegebenheiten (Bohrhindernisse, Spülungsverluste, Arteser, Bohrlochabweichung, Subunternehmer – Zertifizierung)
- Bohrspülung – Spülungszusätze, Spülcontainer – Spülgrube
- Sondeneinbau
- Hinterfüllung: keine oder unvollständige, fehlerhafte Anmischung
- Hinterfüllleitung: Einbindung Außen, nicht am Sondenfuß, gar nicht
- Dokumentation: Ausbauzeichnung – Sondengewichte
- Anpassung der Planung an tatsächliche Geologie – zusätzliche Bohrmeter
- Bohransatzpunkte: Änderungen mitteilen
- Inbetriebnahme: Aushärtung der Hinterfüllung, Aufheizen des Estrichs
- Betrieb: Änderung Heiz- und Kühlbedarf, zusätzliche Verbraucher

# Praxis (Auszug)

## Auswertung von Praxisdaten

- Abweichung zwischen Planung und Betrieb
- Monitoringdaten werden unzureichend ermittelt/ausgewertet
- Steuerung der Anlagen

# Maßnahmen

- Regelwerke und Normen
- Wasserbehördliche Erlaubnisse

Großanlagen (>> 30 kW Heizleistung)

- GRT (Präzisierung der Untergrundkenntnisse )
- thermohydrodynamische Simulation (Auswirkungen des Betriebes auf das Grundwasser über 25 Jahre +)

Mögliche Auflagen (Auszug):

- Bestellung eines Betriebsbeauftragten
- Errichtung von Temperaturmessstellen
- Temperaturmessungen, Erfassung Betriebsdaten
- Min.- und Max. Temperaturen für die Benutzung des Grundwassers
- durchschnittliche jährliche Temperaturänderung
- Bewertungsbericht

# Maßnahmen

## Überwachung

- Bewertung der zur Antragstellung eingereichten Modellierung
  - Überwachung der Anlagenerrichtung (Qualitätssicherung)
  - Überwachung des Anlagenbetriebes
  - Vollzug bei Verstößen gegen Auflagen (z. B. Temperaturänderung - Anlagenregulierung)
- 
- Festlegung von Temperaturgrenzwerten
  - Heizen oder Heizen und Kühlen
- 
- Praxis → Herausforderung: mehrere Eigentümer, Eigentümerwechsel, Wartungsverträge, Verständnis der haustechnischen Steuerung, Energiecontracting, Betriebsbeauftragte ...



# Fazit

## Ist

- komplexe wasserwirtschaftliche Verhältnisse
- Vielzahl konkurrierender Grundwasserbenutzer

## Bedarf

- hochwertige Planung - Anpassung der Planung und Technik an das Projekt
- normgerechte Ausführung - Einhaltung der Qualitätsanforderungen
- Qualitätssicherung und Überwachung
- klare und einheitliche Vorgaben der Behörden
- ganzheitliche Energiekonzepte

## Ziel

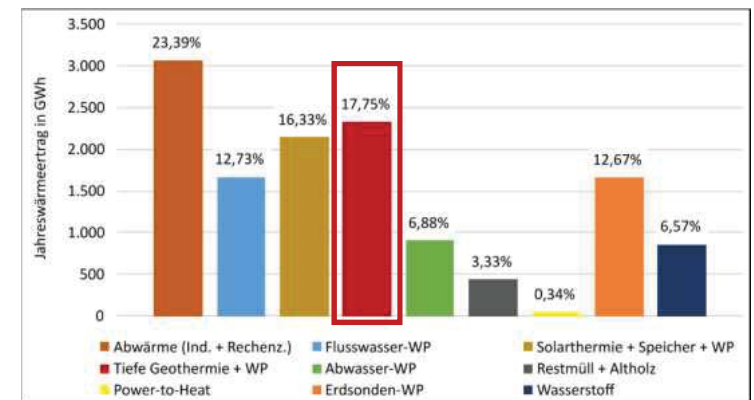
- dauerhafte Sicherstellung der Trinkwasserversorgung
- nachhaltiger Grundwasserschutz
- Vermeidung von Schadensfällen
- Schutz von Bauherrn und Bürgern
- Beitrag der Geothermie als grundlastfähige Energiequelle zum zukünftigen Energiemix

# Potenzialstudie klimaneutrale Wärmeversorgung Berlin 2035 – Fraunhofer-Institut – Oktober 2021 (Auszug)

- Ziel: Dekarbonisierung des Wärmesektors – 38 % der Emissionen (Jahr 2019)
- Größte Potenziale für erneuerbare Fernwärmeversorgung
  - Abwärme aus Industrieprozessen und Rechenzentren 23,4 % (der erzeugten Wärme)
  - Tiefe Geothermie 17,9 %
  - Solarthermie 16,3 %
  - Wärme aus Flusswasser 12,8 %
  - Oberflächennahe Geothermie 12,7 %
  - Abwasser 6,9 %
- Dezentrale Wärmeversorgung
  - Luft-WP 63 % - Erdwärmesonden-WP 24 % - Biomasse 6 % - Solarthermie 4 % - Wasserstoff 3 %

# Bedeutung der tiefen Geothermie für die Wärmewende in Berlin

- Hälfte des gesamten Berliner Energiebedarfs für Raumwärme und Warmwasser der Gebäude
- Davon zur Zeit über 90 % durch fossile Energieträger
- Somit zentrale Bedeutung der Wärmewende für Klimaneutralität
- Wichtiger Beitrag der tiefen Geothermie für die Grundlast der Berliner Fernwärme in unterschiedlichen Zukunftsszenarios



Fernwärme Berlin 2035, Szenario des Fraunhofer IEE

# Vorteile der tiefen Geothermie

- **Klimaneutral:** Die Wärmeproduktion aus Geothermie setzt kein CO<sub>2</sub> frei.
- **Grundlastfähig und versorgungssicher:** Einmal erschlossen, liefert Geothermie über Jahrzehnte zuverlässig und nachhaltig Wärme. Rund um die Uhr, unabhängig von Wind und Sonne.
- **Geringer Flächenbedarf:** Geothermische Anlagen haben im Betrieb einen sehr geringen Platzbedarf. Obertägige Anlagen können ins Stadtbild und sogar in Parkanlagen integriert werden.
- **Emissionsfrei:** Die Anlagen sind im Betrieb emissionsfrei (keine Lärm- und Abgasbelastung) und daher auch in dicht bebauten Gebieten einsetzbar, ohne Beeinträchtigung der Lebensqualität.
- **Einheimischer Energieträger:** Durch Geothermie wird die Wärmeversorgung unabhängig von Energieimporten.
- **Preisstabil:** Hohen Investitionen zu Beginn der Projekte stehen geringe Betriebskosten über die Betriebsdauer der Anlagen (mehrere Jahrzehnte) gegenüber.
- **Umweltschutz:** Durch die Nutzung von tiefen Wärmereservoirs sind bei fachgerechter Anwendung keine negativen Auswirkungen auf Ökosysteme und das oberflächennahe Grundwasser zu erwarten.



# Senatsbeschluss „Roadmap Tiefe Geothermie Berlin“ vom 25.07.2023

## Maßnahmen zur Reduzierung des Fündigkeitsrisikos

- Erkundung in weiten Teilen des Stadtgebiets mit 3D-seismischen Messungen
  - => Kenntnis der Tiefenlage der Nutzhorizonte
  - => Detaillierte Planungsgrundlage für Tiefbohrungen
- Durchführung von 12 Tiefbohrungen
  - => Flächendeckende Erkundung des tiefen geothermischen Potenzials für die Wärmewende
  - => Übernahme des Fündigkeitsrisikos und damit Beseitigung des zentralen Investitionshemmnisses

Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit



Senatsverwaltung  
für Mobilität, Verkehr,  
Klimaschutz und Umwelt

BERLIN





Charakterisierung, Bewertung und Management  
von urbanen Grundwasserleitern

Runder Tisch „Geothermische Nutzungen in Berlin“

# Umwelteffekte Geothermie – Wissensstand und offene Fragen

Dr. Maria Avramov, BUND Berlin

