



e⁺Zeit Analytics

Saisonale Speicher für Heizung und Kühlung

Michael Viernickel – eZeit Analytics GmbH

e⁺Zeit Analytics

Woher kommt die Wärme ?

Umweltenergie

In dicht bebauten Städten ist
im Winter nicht genug Wärme vorhanden.

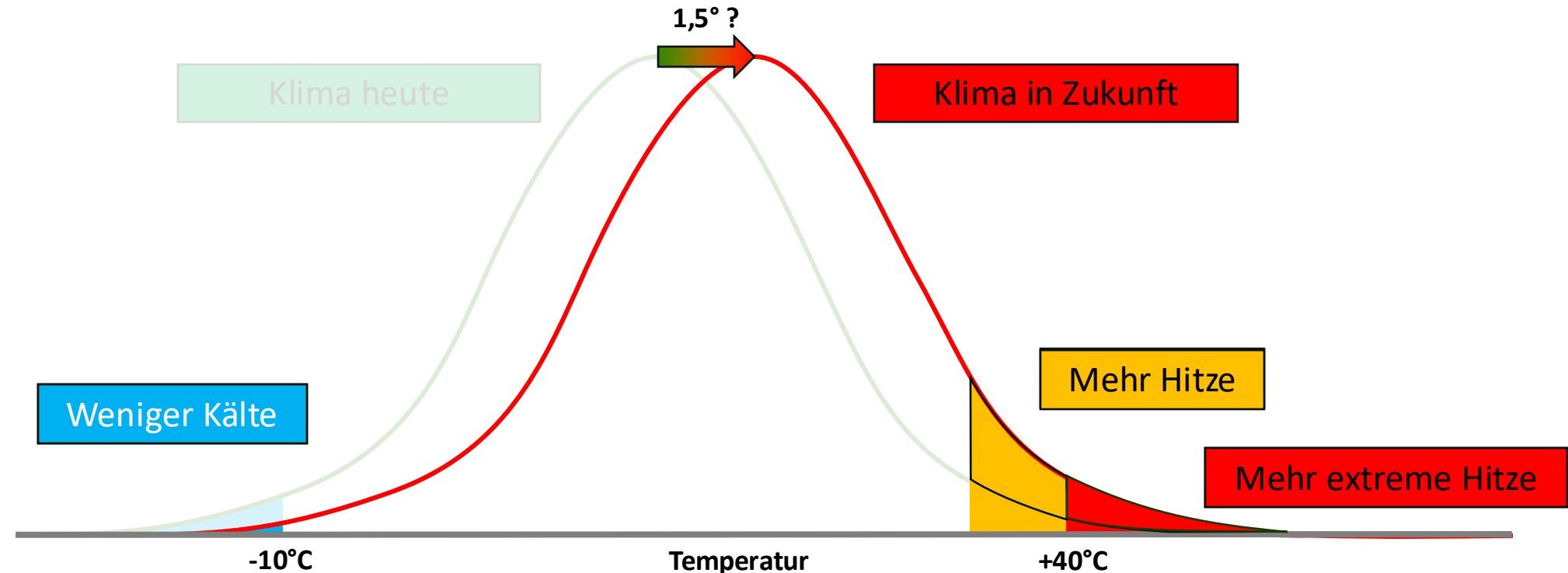


Wohin mit der Wärme ?

Sommerlicher Wärmeschutz

Hitze wird zunehmend zu einem gesundheitlichen, aber auch sozialen Problem

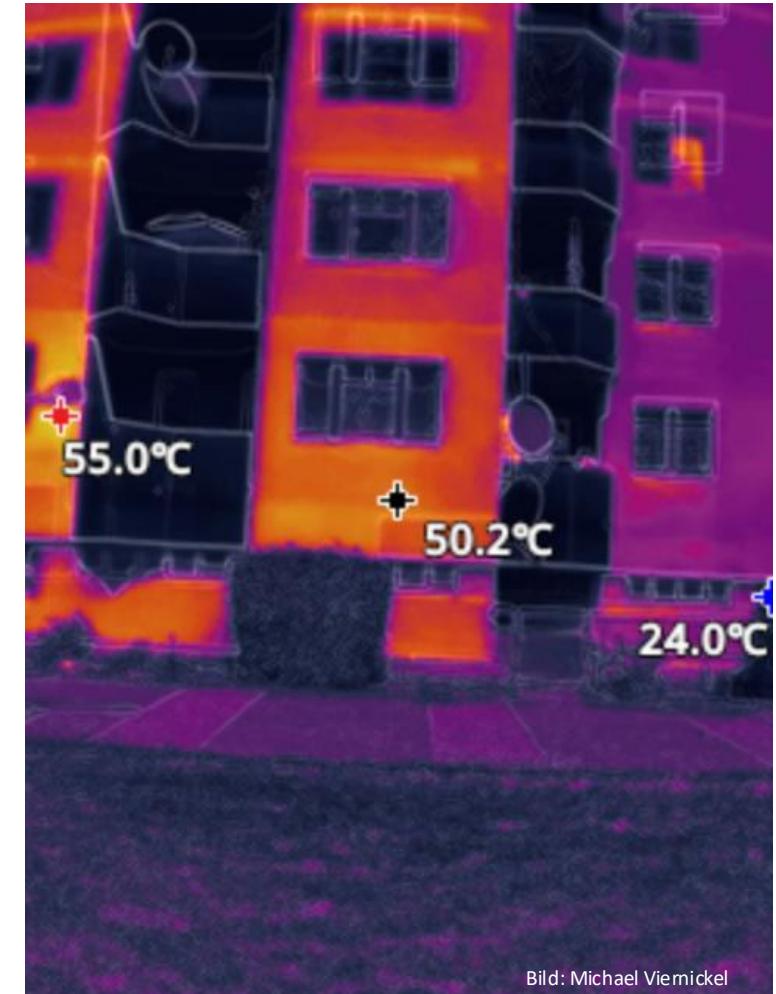
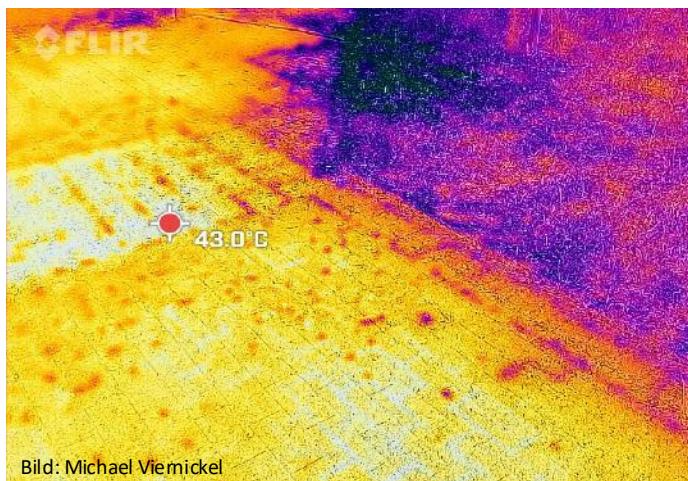
Im Sommer gibt es zu viel Wärme !



Temperaturen über 42°C im Juli 2025



Oberflächentemperaturen 40-50°C



Oberflächennahe Geothermie als saisonaler Speicher



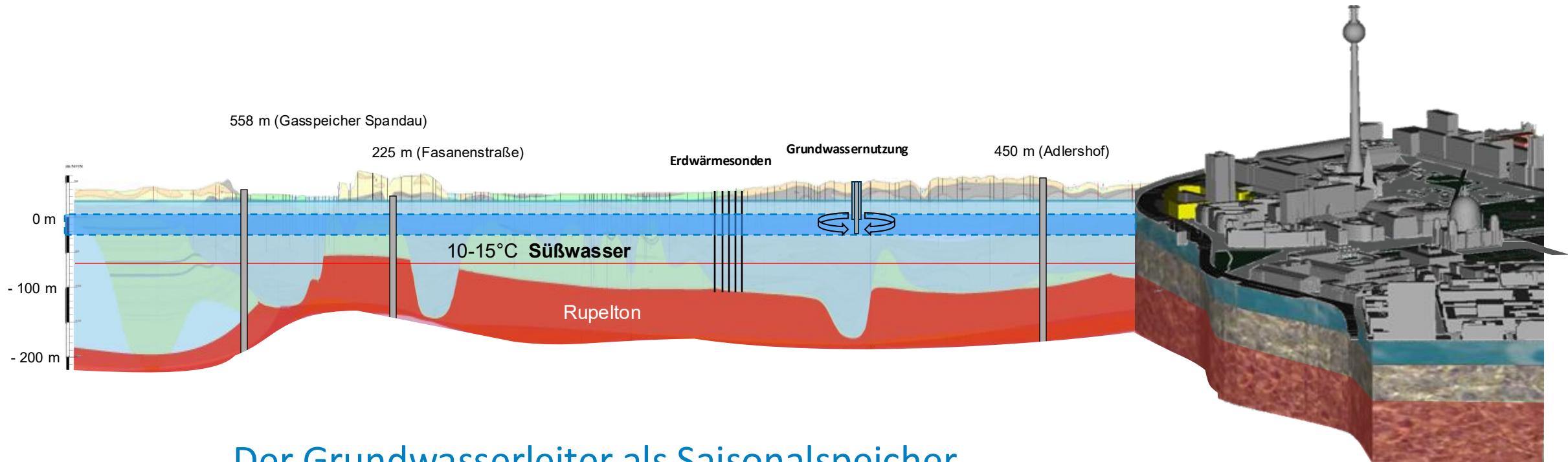
Wärmeentzug aus der Erde im Winter



Wärmeeintrag in die Erde im Sommer

Erdwärmesondenspeicher und Grundwasser-Aquiferspeicherung

ATES = Aquifer Thermal Energy Storage

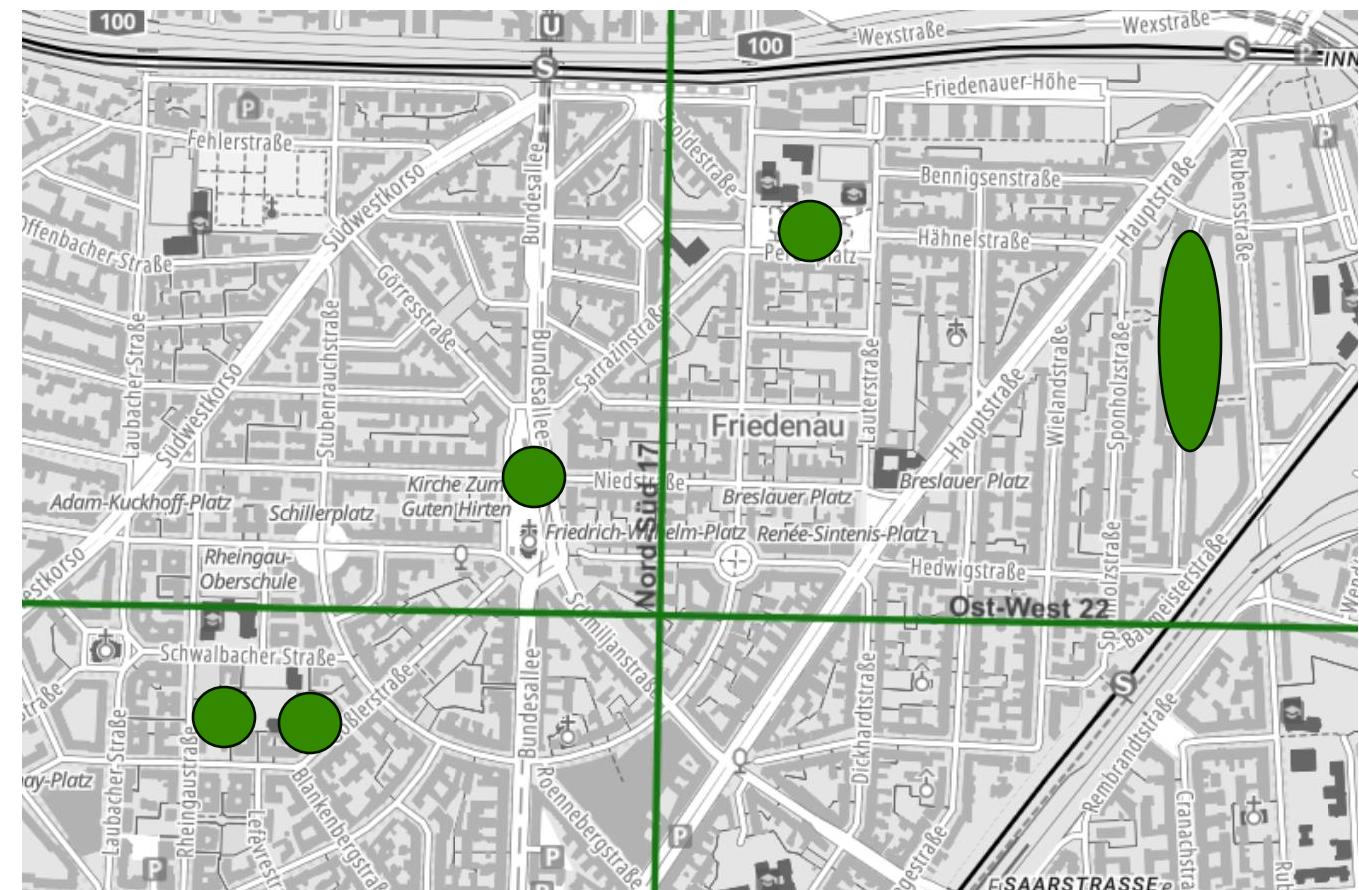
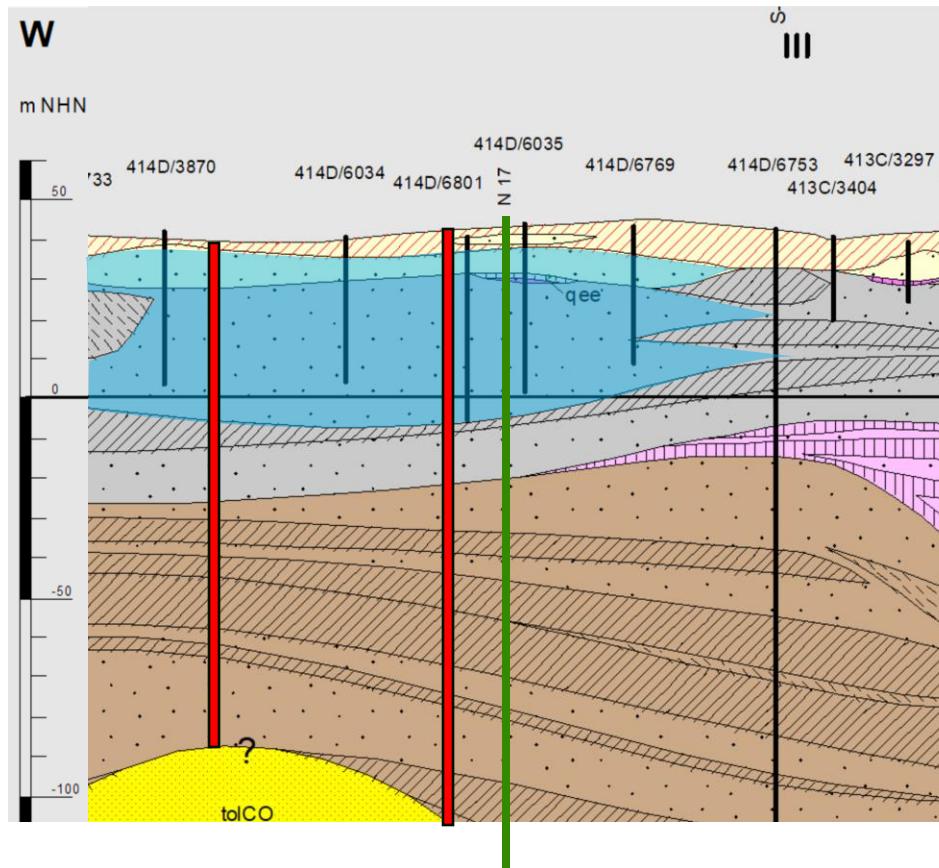


Der Grundwasserleiter als Saisonalspeicher

für Wärmepumpenheizung und Direktkühlung



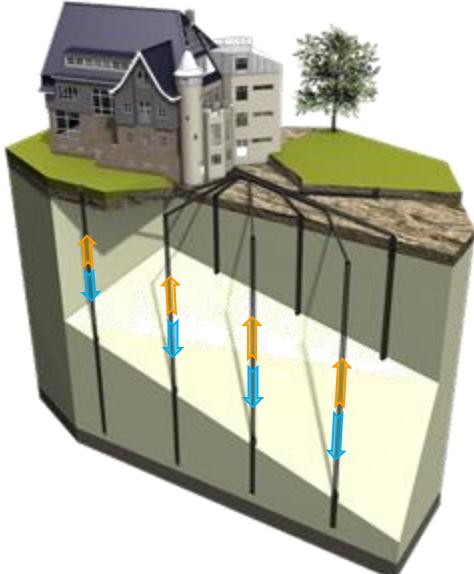
Speicherpotenzialflächen



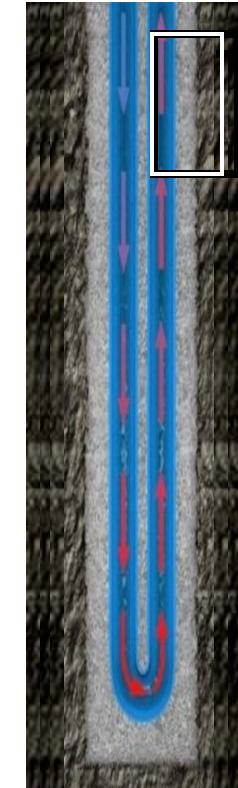
Systeme oberflächennaher Geothermie

Sondenfeld

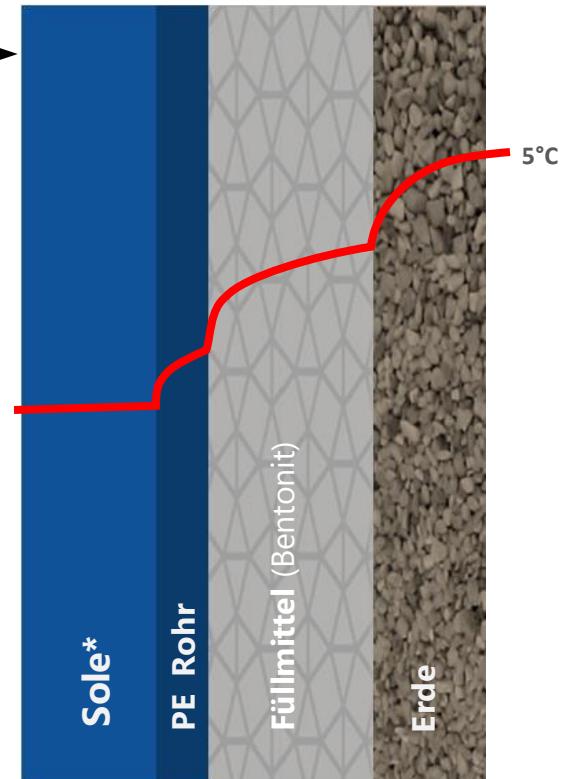
- Solezirkulation in geschlossenen U-Rohren
- Für alle Böden
- Niedrige Leistung pro Fläche (3-10 kW / Sonde bei 200m)



Erdsonde
Detailansicht



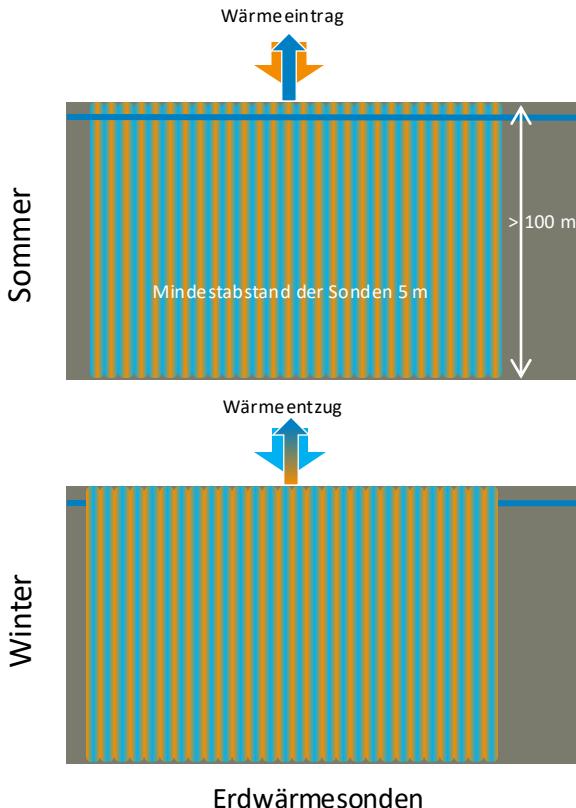
Temperaturgradient ~ 10 Kelvin
Sole - PE - Bentonit - Erde



* Sole = frostgeschützte Flüssigkeit

Geothermische Wärmespeichertechnologien

Erdwärmesondenspeicher



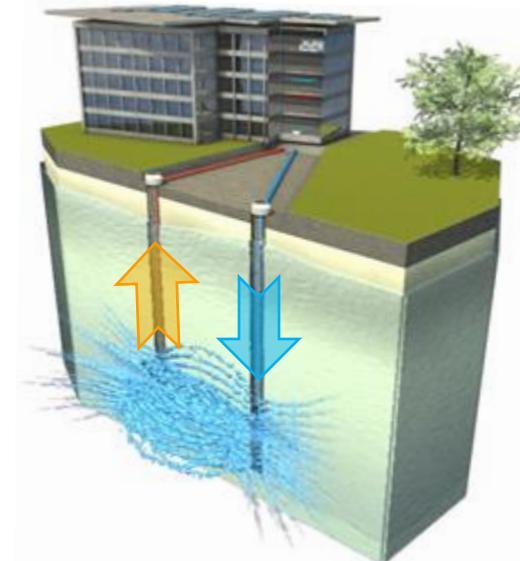
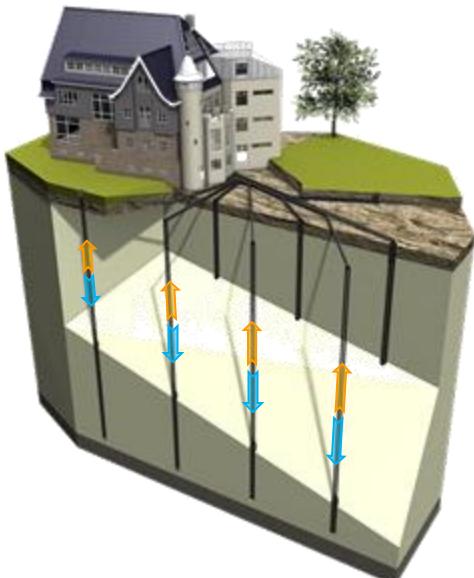
Systeme oberflächennaher Geothermie

Sondenfeld

- Solezirkulation in geschlossenen U-Rohren
- Für alle Böden
- Niedrige Leistung pro Fläche (3-10 kW / Sonde bei 200m)

Brunnen-Dublette

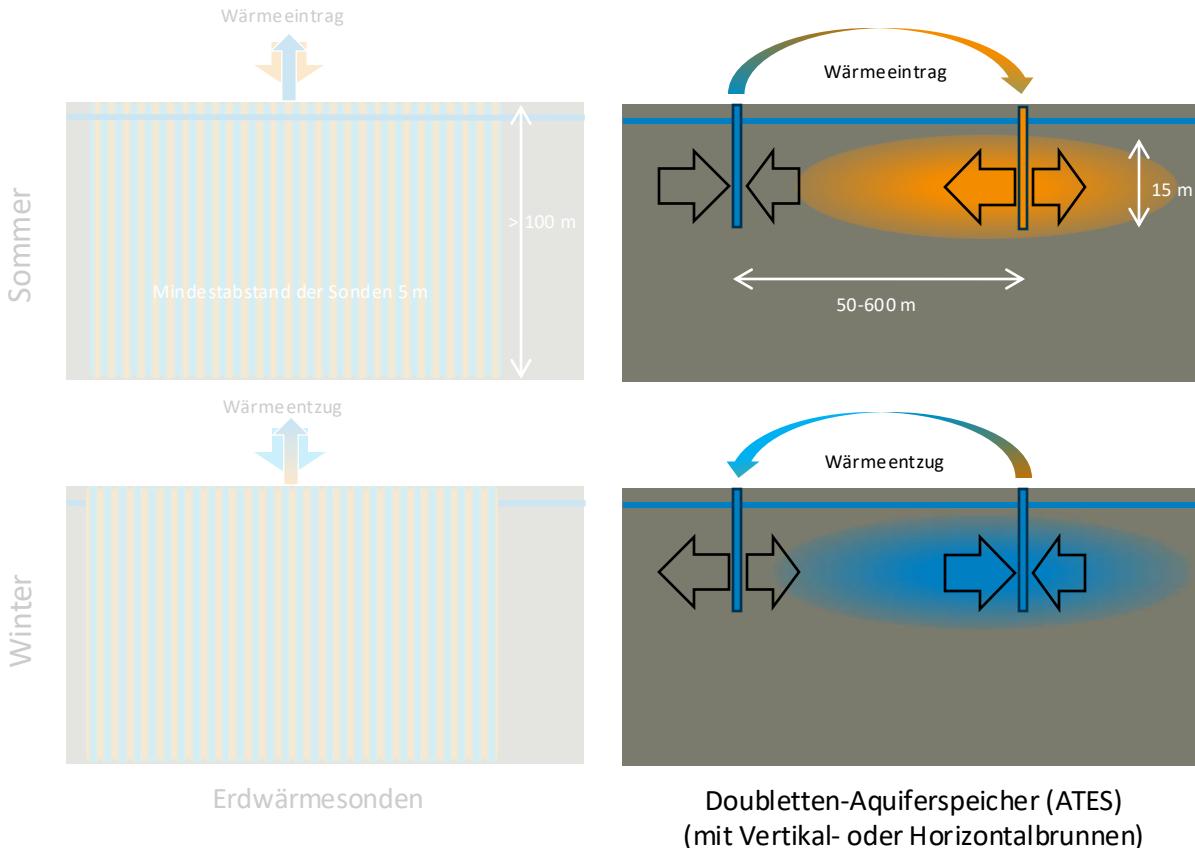
- Horizontale Zirkulation von Grundwasser
- Für Böden mit schmalem Grundwasserleiter
- Hohe Leistung pro Fläche (30 - > 300 kW / Dublette)



Geothermische Wärmespeichertechnologien

Brunnendoubletten (im Wechselbetrieb)

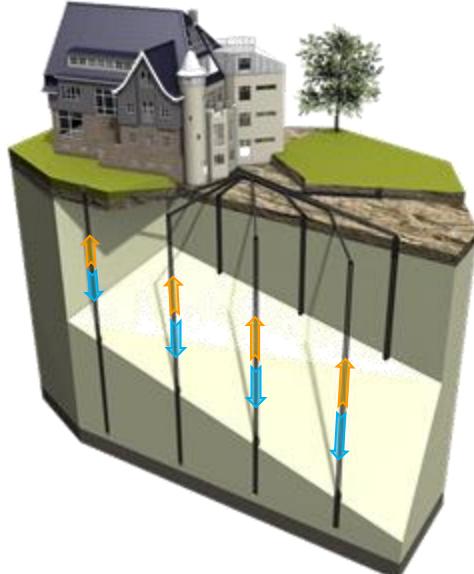
**Aquiferspeicherung ist ab 30 kW bis mehreren MW je Standort dezentral möglich,
und wurde in den Niederlanden mehr als 3.000-fach realisiert**



Systeme oberflächennaher Geothermie

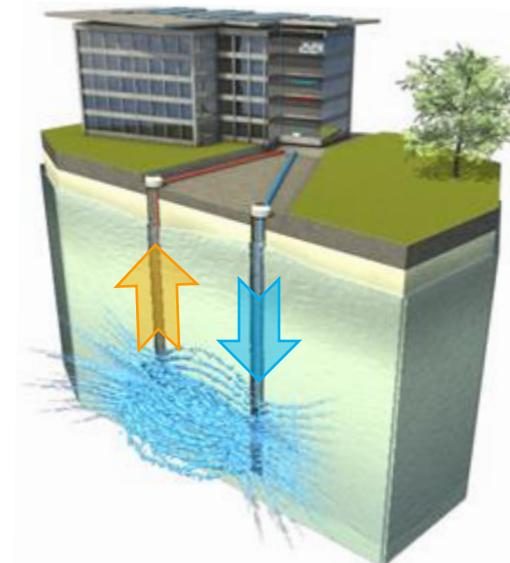
Sondenfeld

- Solezirkulation in geschlossenen U-Rohren
- Für alle Böden
- Niedrige Leistung pro Fläche (3-10 kW / Sonde bei 200m)



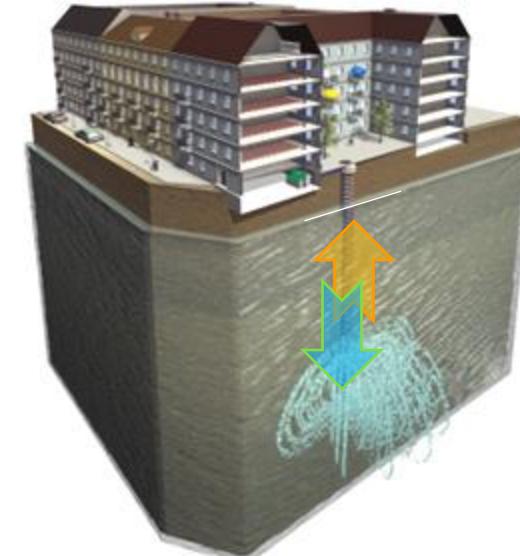
Brunnen-Dublette

- Horizontale Zirkulation von Grundwasser
- Für Böden mit schmalem Grundwasserleiter
- Hohe Leistung pro Fläche (30 - > 300 kW / Dublette)



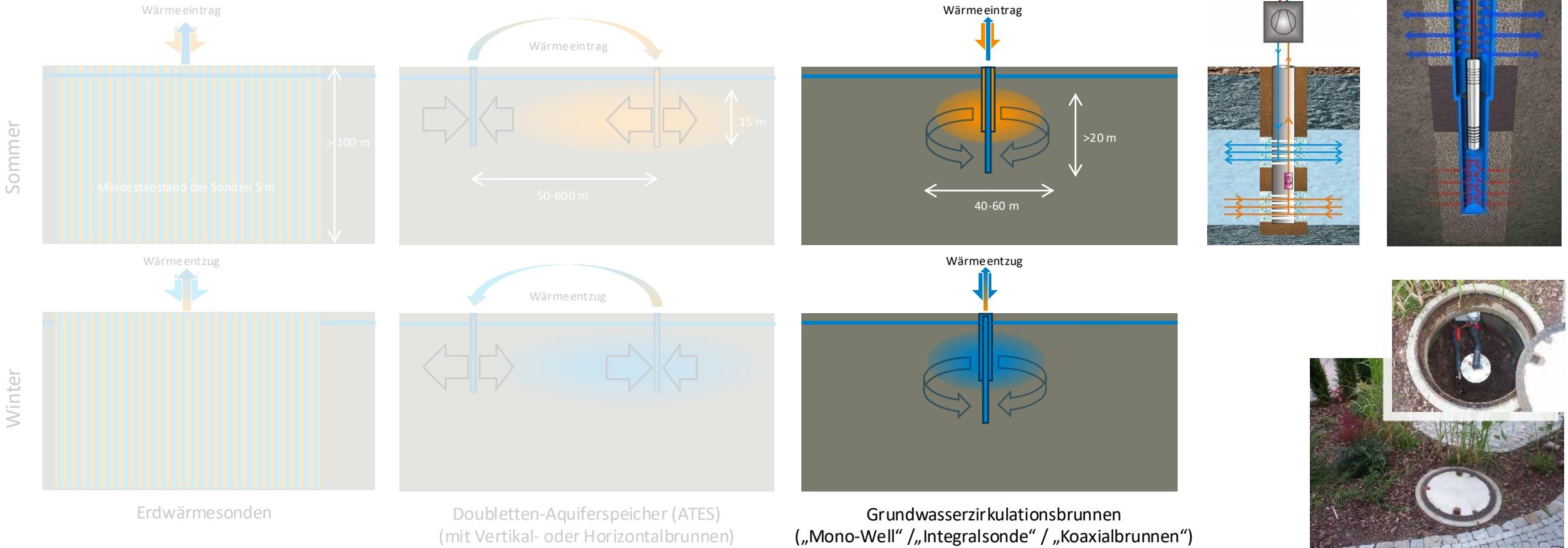
Grundwasserzirkulation

- Vertikale Zirkulation von Grundwasser
- Für Böden mit breitem Grundwasserleiter
- Sehr hohe Leistung pro Fläche (30 – 50 kW / GWZBr) (2-3 MW / HZBr)

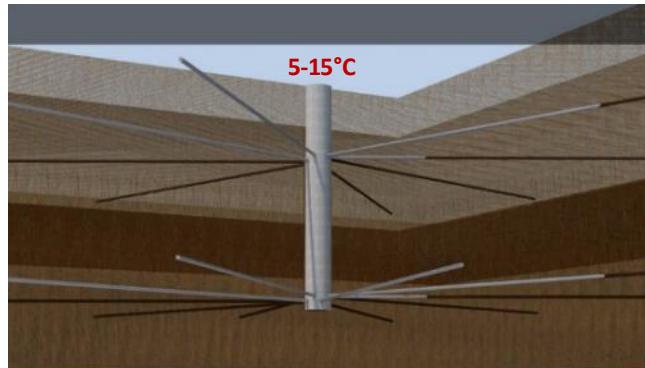
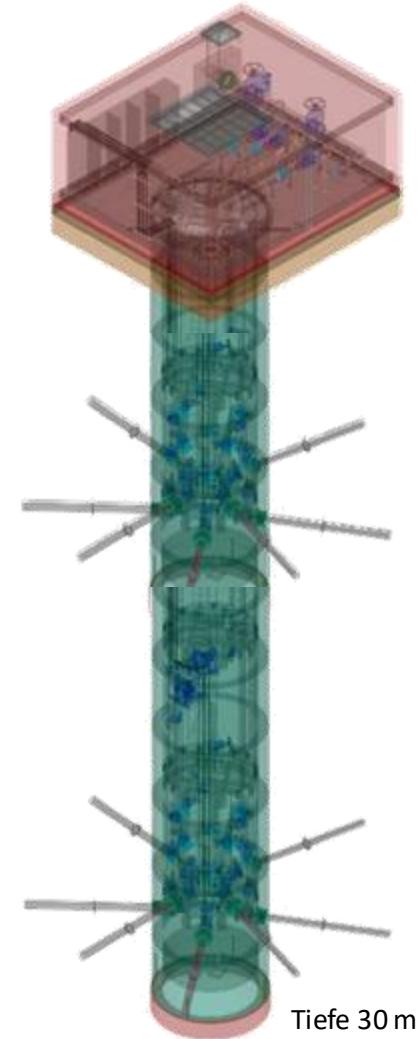


Geothermische Wärmespeichertechnologien

Horizontalfilterzirkulationsbrunnen (im Durchflussbetrieb)

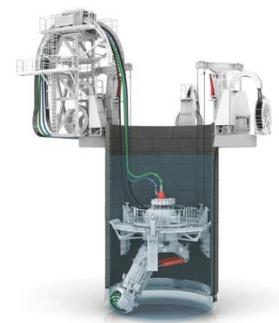


Horizontalfilterzirkulationsbrunnen als Aquiferspeicher



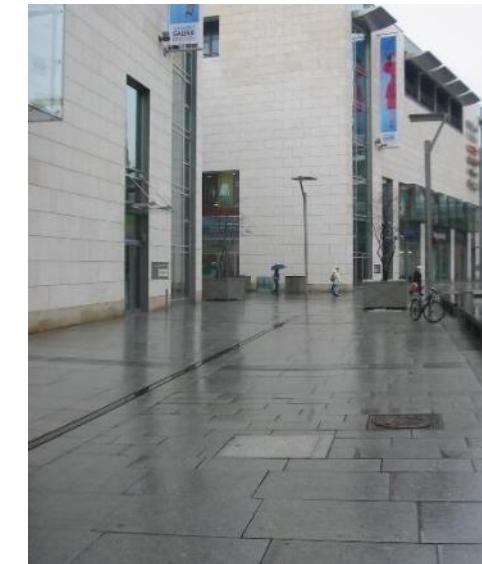
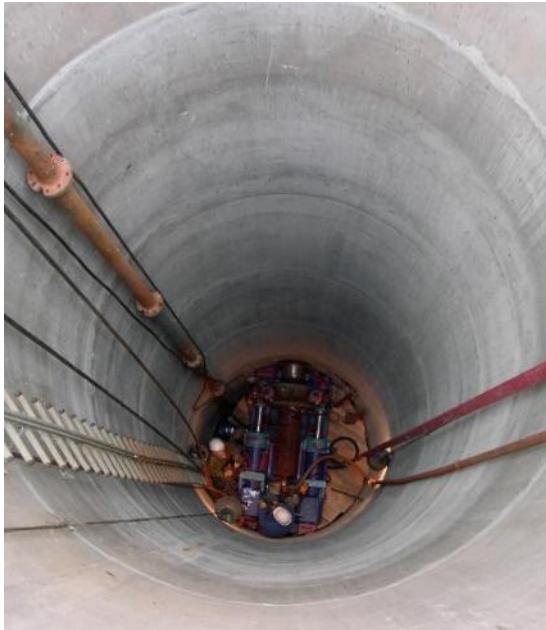
- Bewährte Technologie seit mehr als 100 Jahren
- Kein Fündigkeitsrisiko
- Heizen und Kühlen möglich
- Sanierungspotenzial für Altlasten

Bei der Horizontalfiltermontage im Senkschacht eines Horizontalfilterbrunnens in Hoyerswerda, Lachhammer, Paußnitz und Senftenberg für funnel & gate, Grundwasserniederhaltung und Trinkwasserfassung
Fotos: Dr. Thomas Daffner, UBV-Umweltbüro GmbH Vogtland, Berlin-Brandenburger Brunnentage 2016



VSM- Herrenknecht

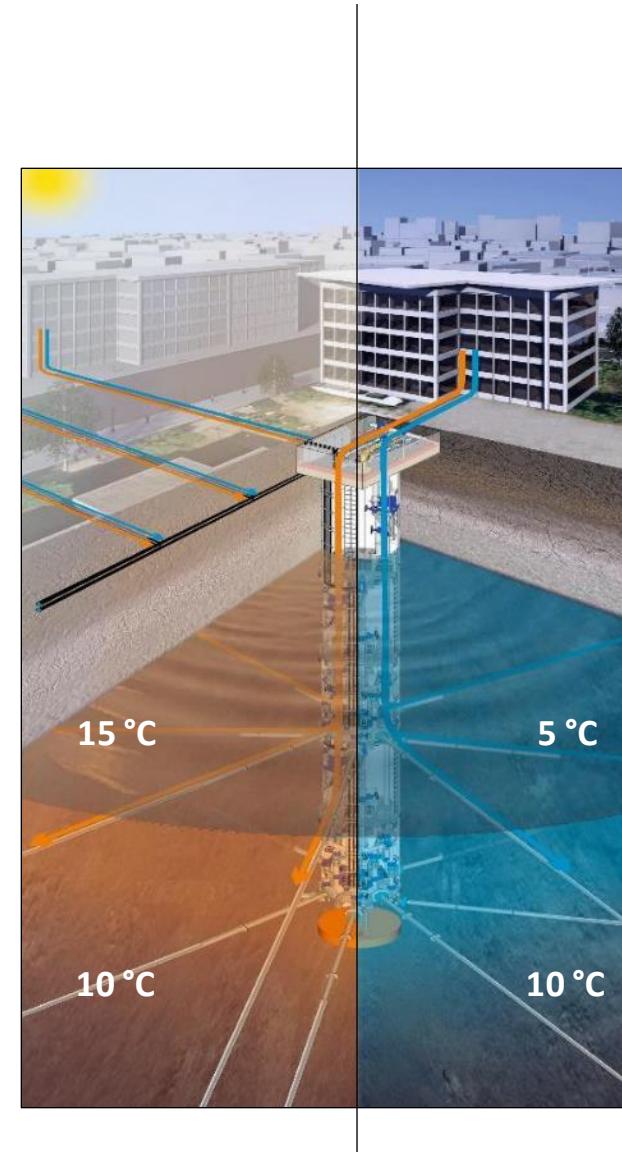
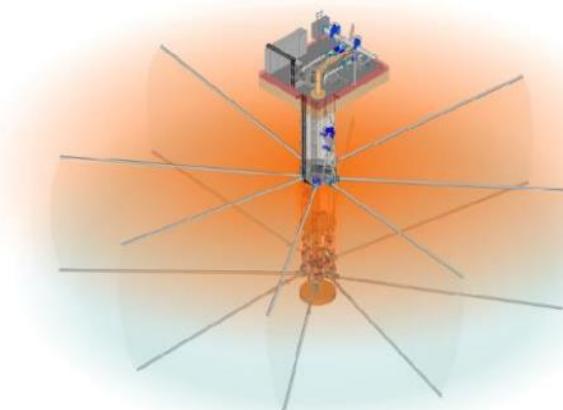
Horizontalfilterbrunnenbau in Dresdens Innenstadt



Aquiferspeicherung mit Horizontalfilter-Zirkulationsbrunnen

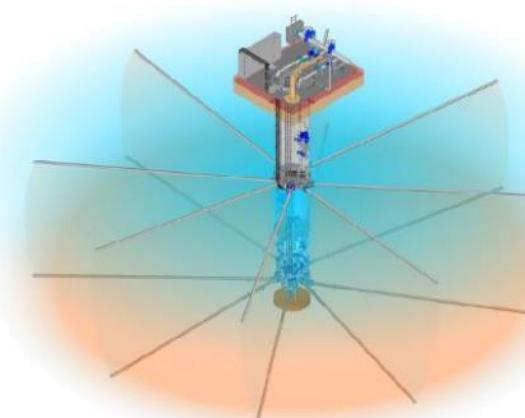
Sommer:

- Förderung von 10 °C Grundwasser von der Basis
- Erwärmung auf 15 °C
- **15 °C** Reinfiltration in der oberen Ebene



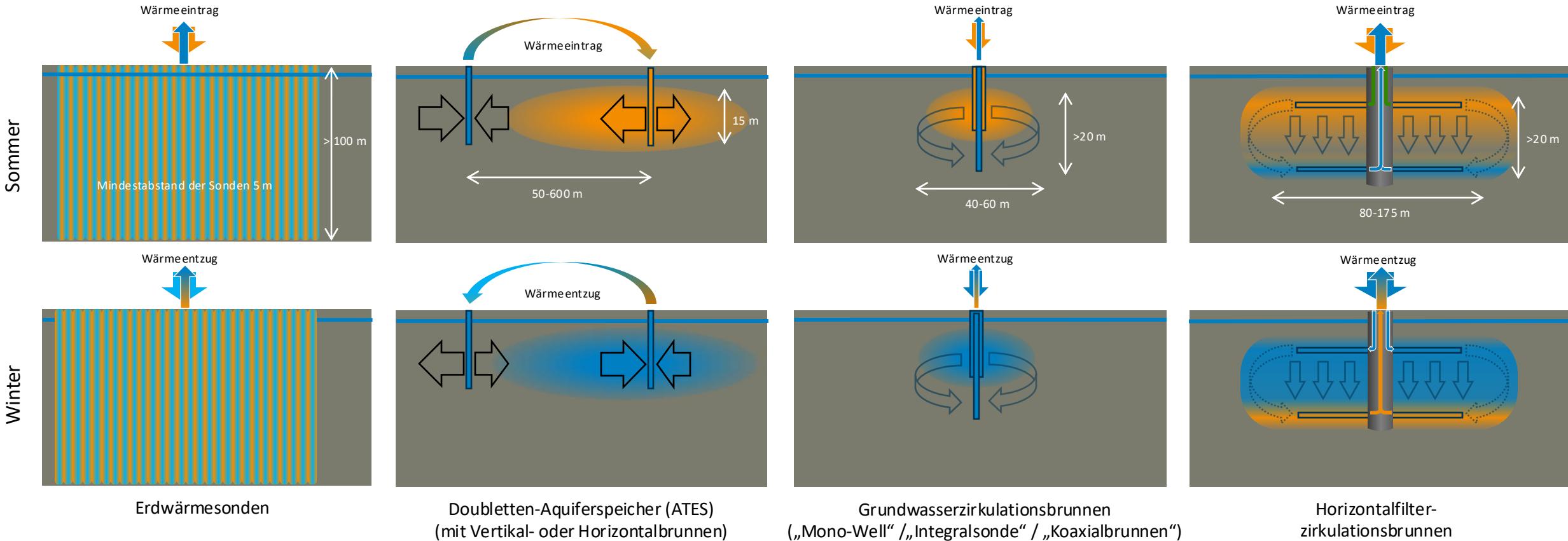
Winter:

- Förderung von 10 °C Grundwasser von der Basis
- Wärmeentzug bis auf 5 °C
- **5 °C** Reinfiltration in der oberen Ebene



Geothermische Wärmespeichertechnologien

Horizontalfilterzirkulationsbrunnen (im Durchflussbetrieb)



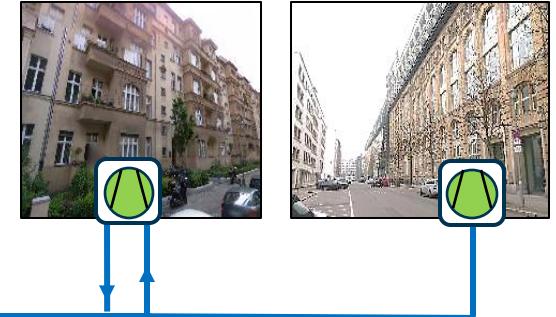
Umweltwärmequellen, saisonale Speicher und Vernetzung

Saisonale Speicherung sommerlicher Überschüsse
als Hitzefolgenanpassung
und Verteilung im Quartier mit kalten Netzen

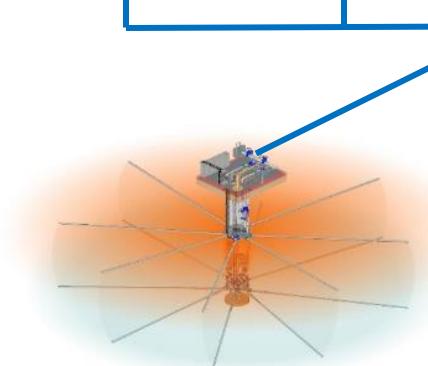
Solarerträge und Wärmepumpenversorgung aus „kalten“ Netzen



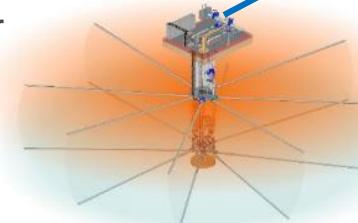
Optimierung der Gebäudehülle und Abluftwärmenutzung



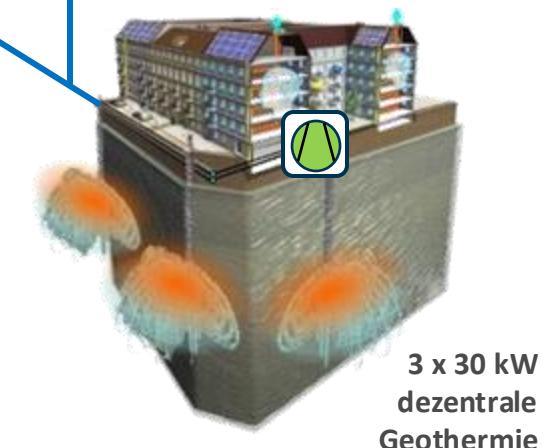
Niedertemperatur-Quellen



3 MW Aquiferspeicher
im öffentlichen
Raum

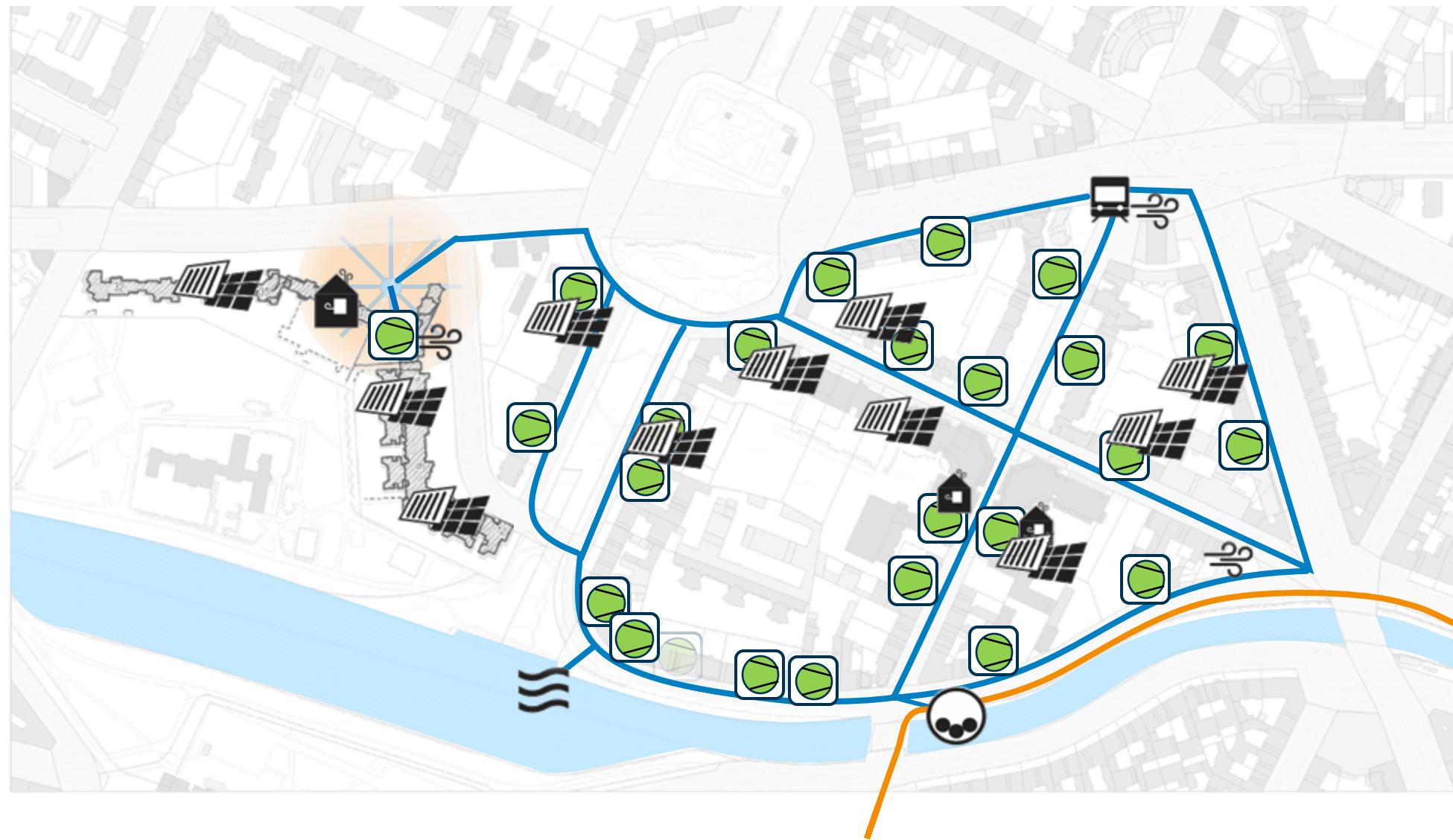


5 °C - 15 °C „kalte“ Maschennetze in der Straße



3 x 30 kW
dezentrale
Geothermie

Zellulare Quartiersentwicklung



Quartiersanalyse

Quellen – Senken (Wärmebedarf) – Speicherpotenzialflächen

Hydrogeologische Vorbetrachtung („Grundlagen und Machbarkeitsuntersuchung“)

Kostenindikation

mit vereinfachten und übertragbaren Annahmen und Konzepten

Bereits zu Beginn wichtig, weil richtungsweisend

Zellulare Quartiersentwicklung

(Interessenabfrage, Klärung der Verfügbarkeit von Potenzialflächen)

Förder Skizze

(BEW ?)



www.TaskForceQuartiere.de

Kontakt

Michael Viernickel
eZeit Analytics GmbH
Feurigstraße 54
10827 Berlin

Tel +49 152 5354 3576

Mail m.viernickel@ezeit-analytics.eu

<https://ezeit-analytics.eu/>

Unsere Schwerpunkte

- Beratung zu Energieversorgungskonzepten auf Basis erneuerbarer Energie
- Ökonomische und ökologische Bewertung von Gebäudeensembles, Quartieren und deren Energieversorgungssystemen
- Beratung zu integrierten Betreibermodellen
- Geothermie und Kalte Nahwärmenetze

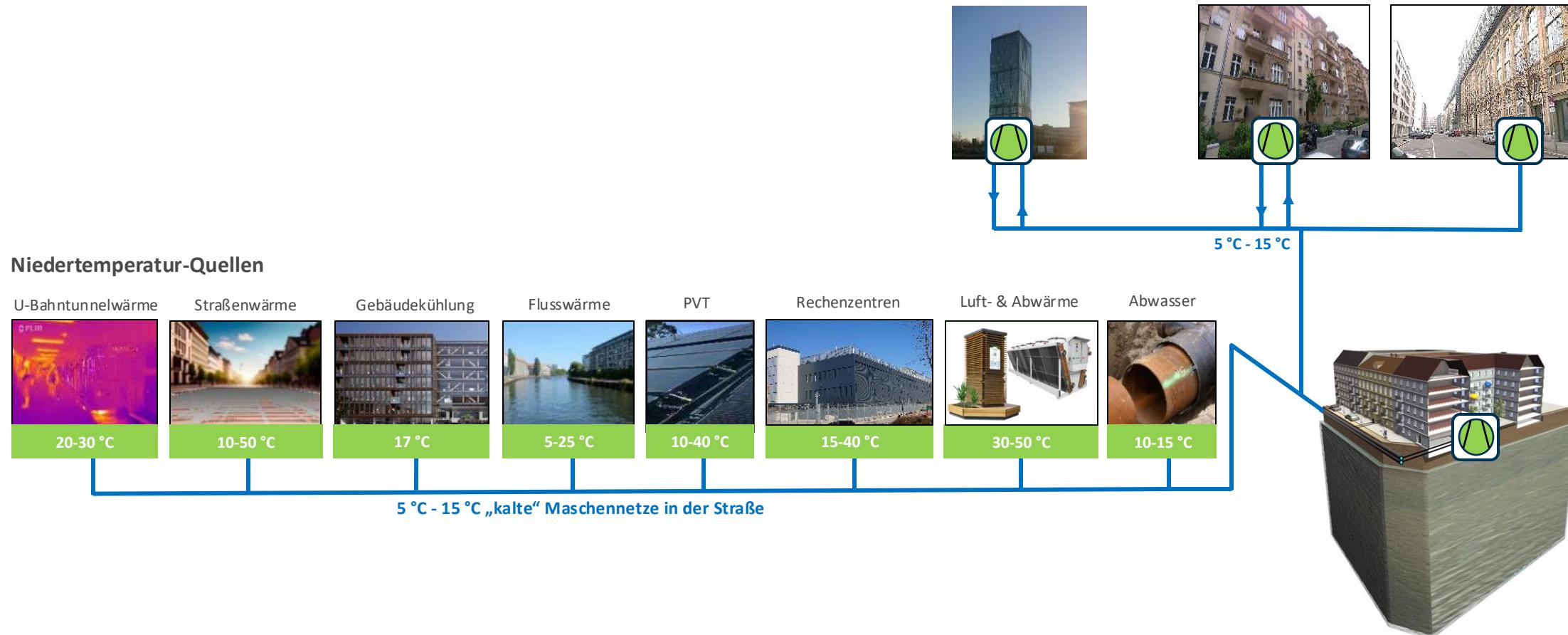
Alle durch eZeit Analytics GmbH erstellten Inhalte und Werke, insbesondere Texte, Berechnungen, Fotografien und Grafiken so weit nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet, sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, einschließlich der Vervielfältigung, Veröffentlichung, Bearbeitung und Übersetzung, bleiben vorbehalten, eZeit Analytics GmbH. Die Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und jeder Art der Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtes bedürfen der schriftlichen Zustimmung von eZeit Analytics GmbH.

Bilder, Textteile und andere Darstellungen dürfen nicht aus dem Kontext dieses Vortrages gerissen werden.

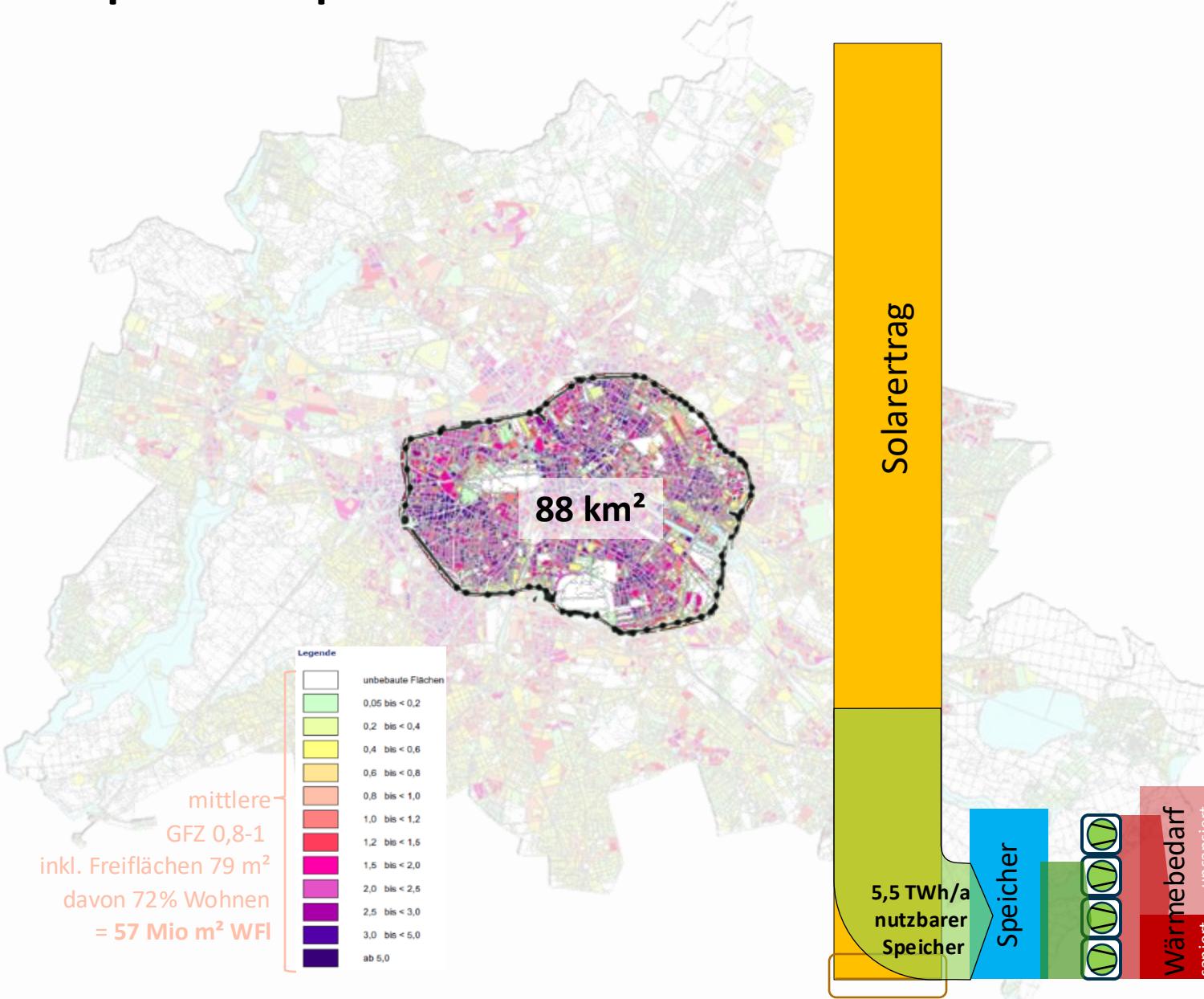
Umweltwärmequellen, saisonale Speicher und Vernetzung

mit 5GDHC-Umweltwärmenetzen („Fifth-Generation District Heating and Cooling“)

Solarerträge und Wärmepumpenversorgung aus „kalten“ Netzen



Speicherkapazität des Berliner Grundwasserleiters im Zentrum



Wärmebedarf (im S-Bahnring durchschnittliche GFZ=0,9)

→ bei 150 kWh/m²a = **8,6 TWh**
→ bei 50 kWh/m²a = **2,9 TWh**

Solarthermie-Ertrag (durchschnittlich 500 kWh/m²a zu ernten)

→ bei 500 kWh/m²a = **44,0 TWh**

Geothermie-Ertrag (durchschnittlich 500 Wh/m²a)

→ bei 500 Wh/m²a = **0,04 TWh**

10 K Temperaturänderung

(20 m Mächtigkeit, 60% Inanspruchnahme)

→ **Wärmekapazität = 8,0 TWh**

1.260 HZBr (Radius 150 m = 70.000 m², Anschlussleistung 3,78 GW)

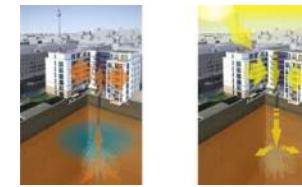
→ **Nutzbare Wärmekapazität = 5,5 TWh**

Wasser-Wasserwärmepumpen (Jahresarbeitszahl = 3,5)

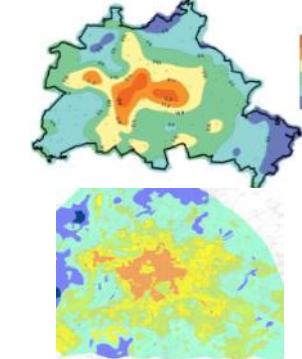
→ **Wärmepumpen liefern = 7,7 TWh**

Thermische Nutzung des Grundwassers mit Synergienutzen

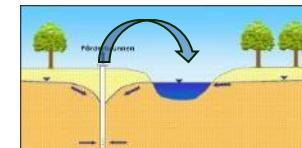
Verlustfreie saisonale Wärmespeicherung



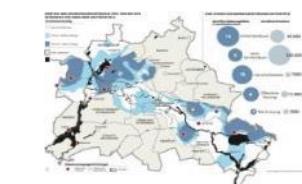
Abmilderung der urbanen Wärmeinsel (Grundwassererwärmung)



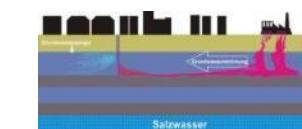
Kühlung ohne Erwärmung der Stadtatmosphäre



Regulierung der Flusswassertemperaturen



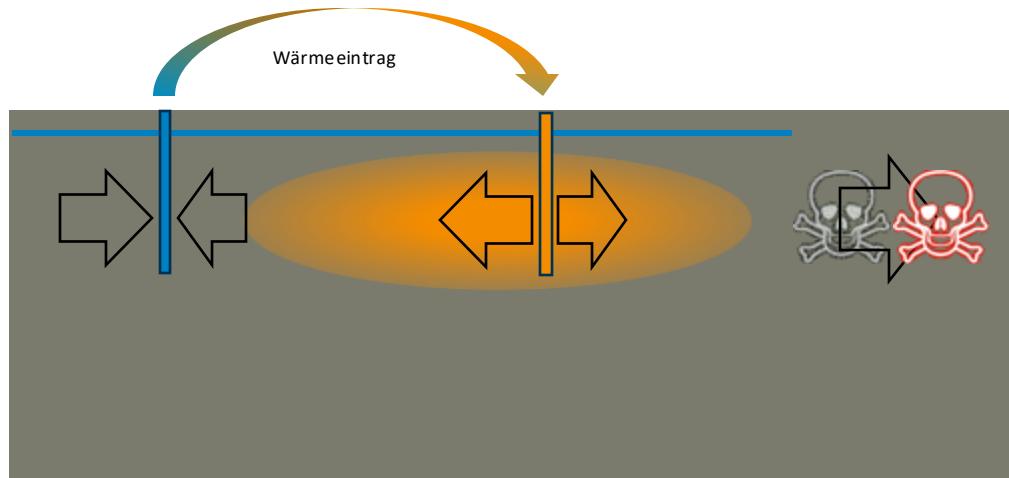
Siedlungsverträgliche Grundwasserstand-Steuerung



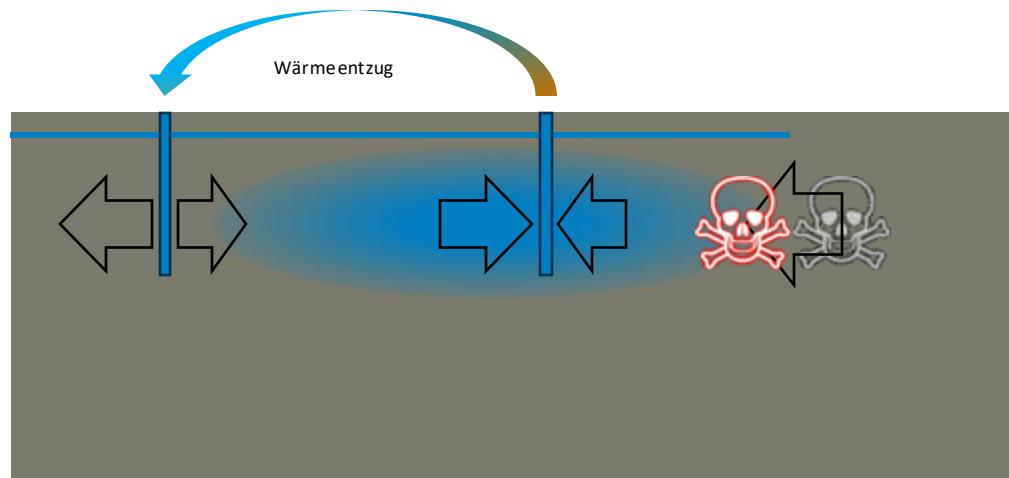
Grundwasserreinigung

Aquiferspeicher-Typologie im Grundwasser

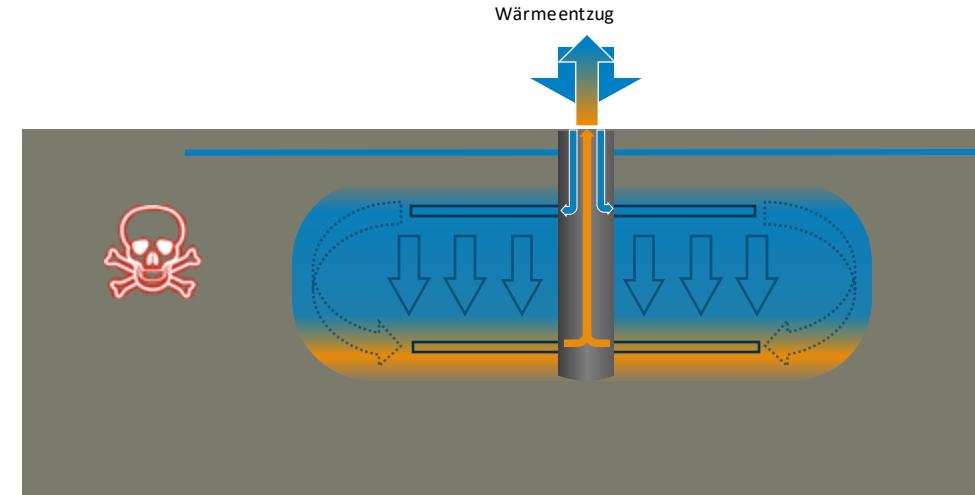
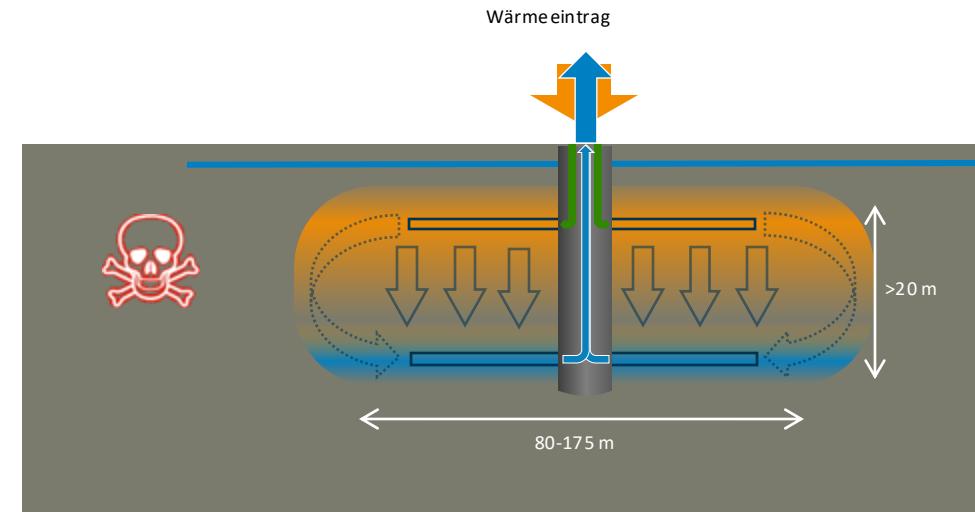
Sommer



Winter



Doubletten-Aquiferspeicher (ATES)
(mit Vertikal- oder Horizontalbrunnen)



Horizontalfilter-
zirkulationsbrunnen