

9. Norddeutsche Geothermietagung, Geozentrum Hannover, 03.05.2017

Oberflächennahe Geothermie zum effizienten Heizen und Kühlen im – *innerstädtischen* – Quartier: Betriebserfahrungen

Dr. Alexander Meeder, Geo-En GmbH, Berlin

- Wohnzeile mit 70 Wohneinheiten
- Nutzfläche: 8.700 qm
- Bauzeit: 2014 bis Ende 2015
- Ziel:
 - ✓ Energieeffizienzstandard: KfW55
 - ✓ Wärmekosten unter 5 Ct/kWh



Hybrid aus Geothermie und Kraft-Wärme-Kopplung am Beispiel einer Wohnanlage in Berlin

System

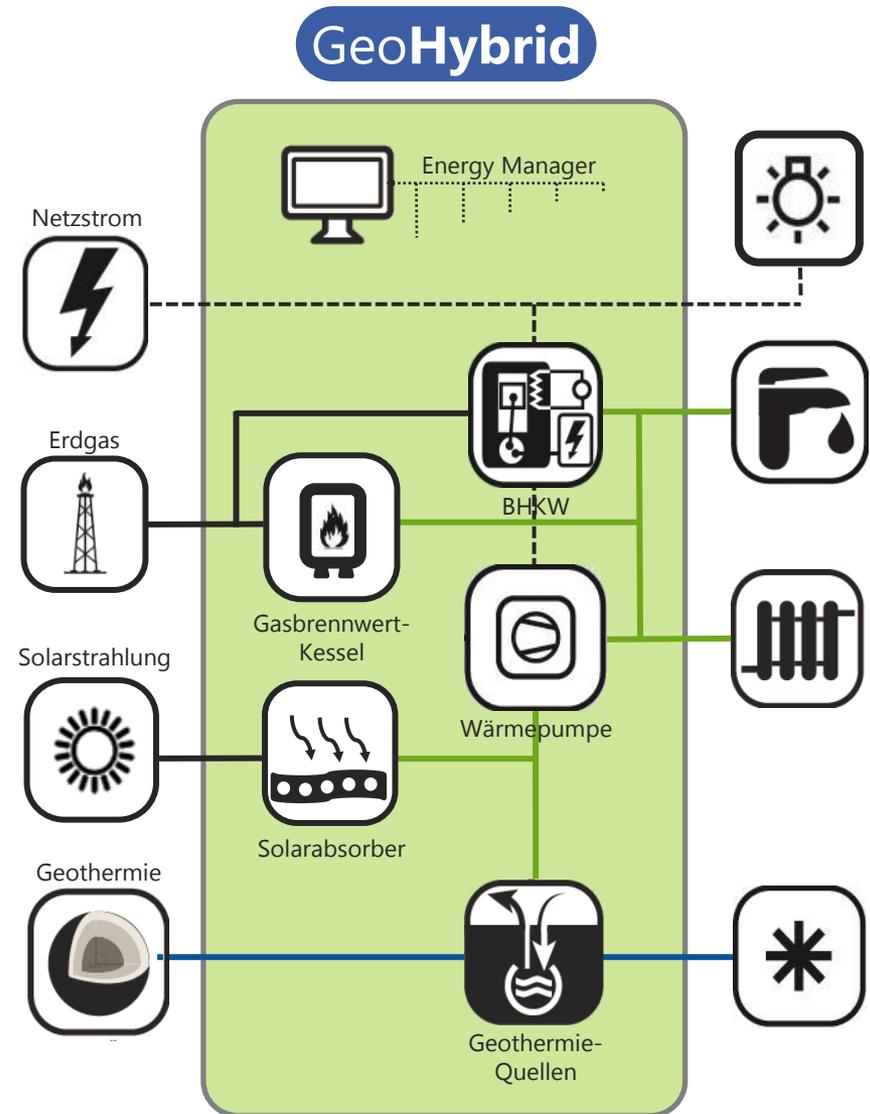
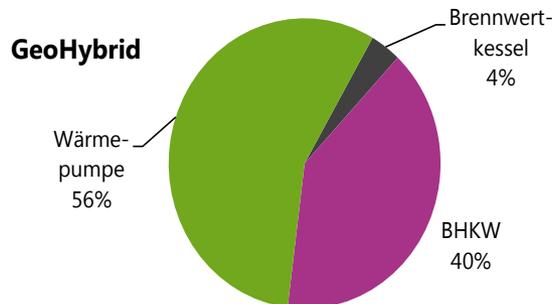
- Hybridlösung
 - 100 kW Wärmepumpe
 - 20 Erdwärmesonden
 - 33 kWel BHKW
 - 350 qm Solarabsorber



Vorzüge und Synergien

- Strom-Eigenerzeugung
- BHKW-Hochtemperaturwärme für Trinkwarmwasser (Vorerwärmung TWW mit Wärmepumpe)
- Regeneration Geothermie mittels Solarabsorbern

Wärmebereitstellung (Plan)



Geo-En gewinnt mit dem GeoHybrid-System in Berlin-Pankow den Wettbewerb „Klimaschutzpartner des Jahres 2016“

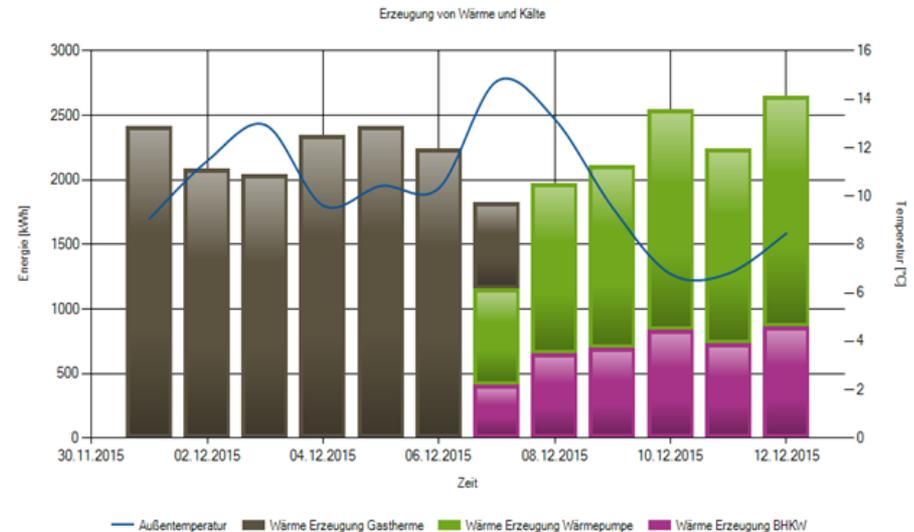


Obere Reihe von links

- **Andrea Joras**
Geschäftsführerin Berlin Partner
(Preisträger)
- **Christine Edmaier**
Präsidentin der Architektenkammer
Berlin
- **Christian Gaebler**
Staatssekretär für Verkehr und
Umwelt
(Preisträger)
- **Daniel Krüger**
Bezirksstadtrat Bezirk Schöneberg-
Tempelhof

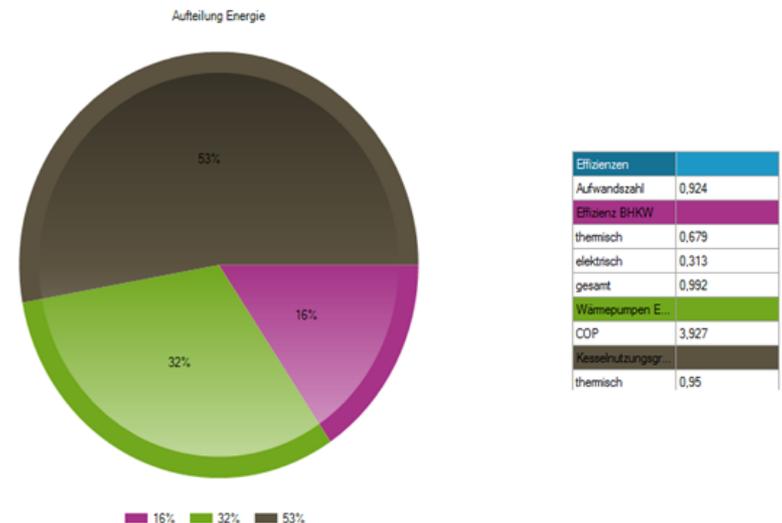
Energiebereitstellung der Wärme- und Kälteerzeugung

- Darstellung der bereitgestellten Wärmemengen pro Wandler (auf Tagesbasis)
- Übergang von 100% Gastherme Nutzung zu reinem Hybridbetrieb aus 1/3 BHKW und 2/3 WP



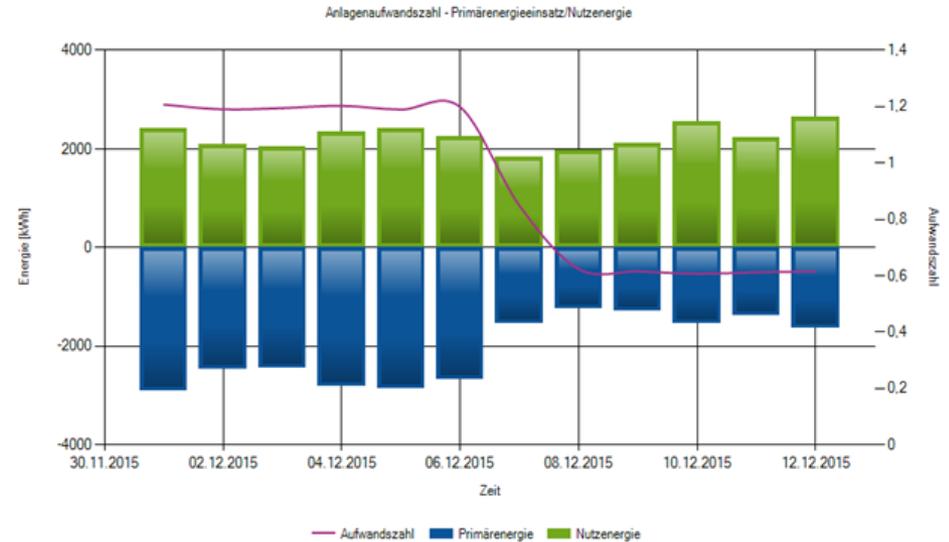
Aggregierte Energiebereitstellung und Kennzahlen

- Summarische Darstellung der Verteilung über den betrachteten Zeitraum (hier 12 Tage)
- Die Wärmepumpe erreicht mit Start einen COP von knapp 4 und das System Wärmepumpe + Sondenpumpe eine Arbeitszahl von 3,7



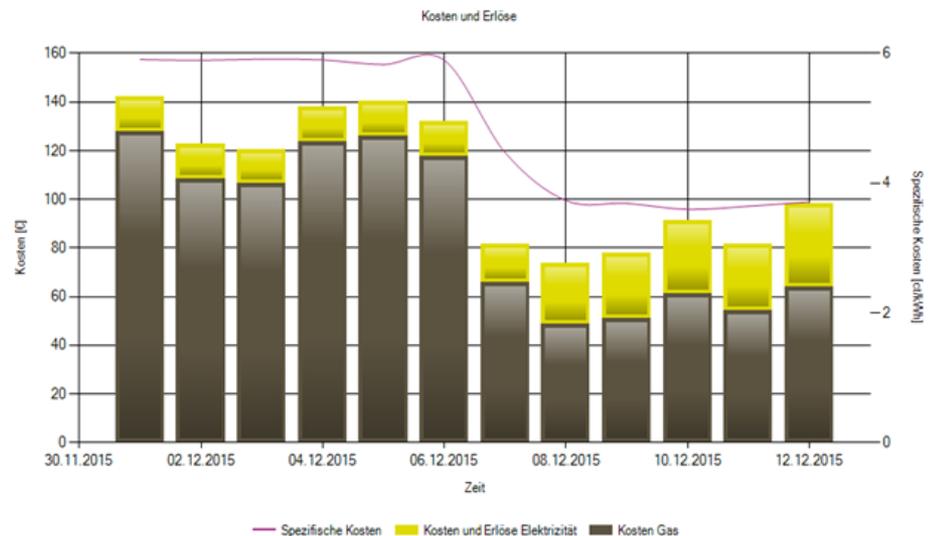
Anlagenaufwandszahl erzeugte Nutzenergie, verbrauchte Primärenergie

- Darstellung der eingesetzten Primärenergie (Gas und Strom) und daraus generierten Nutzenergie
- Die Aufwandszahl bildet das Verhältnis aus Nutz- und Primärenergie
- Mit Start des Hybridbetriebs halbiert sich die Aufwandszahl (von ca. 1,2 auf ca. 0,6)



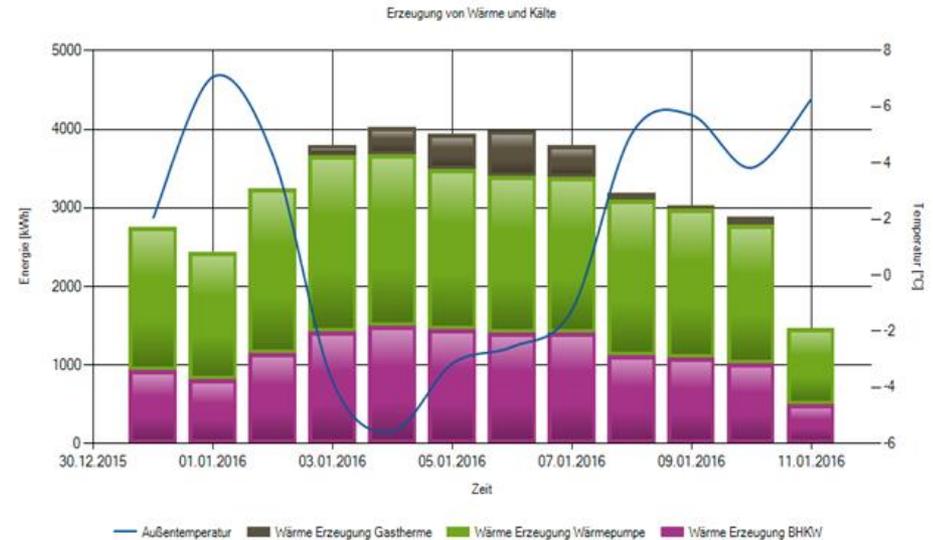
Kosten bzw. Erlöse

- Darstellung der Kosten (in EURO) für bezogenen Strom (Preisbasis Beispiel Berlin) und Gas (Preisbasis Beispiel Berlin)



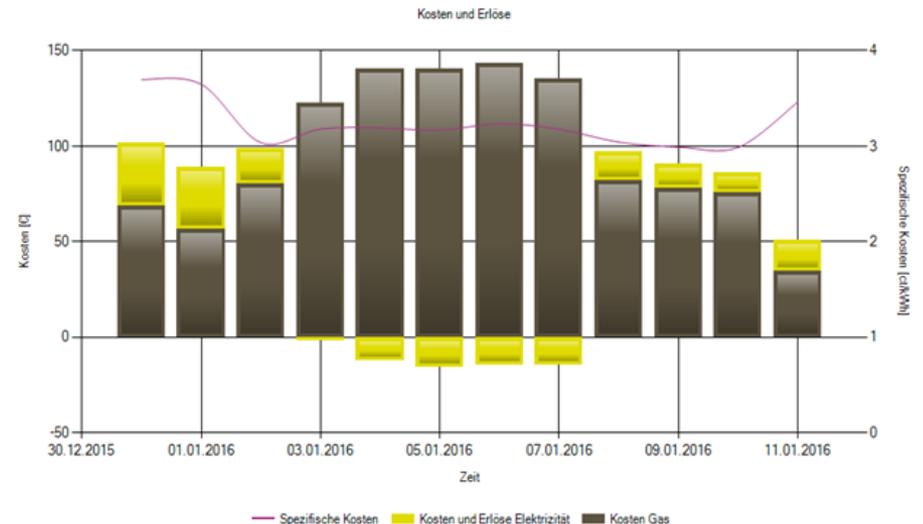
Energiebereitstellung der Wärme- und Kälteerzeugung

- Bei über den Tag gemittelten Temperaturen deutlich unter 0°C schaltet sich der Spitzenlastgaskessel zu BHKW und WP hinzu.
- Der Gaskessel entlastet indirekt die WP, das BHKW läuft auf Volllast.

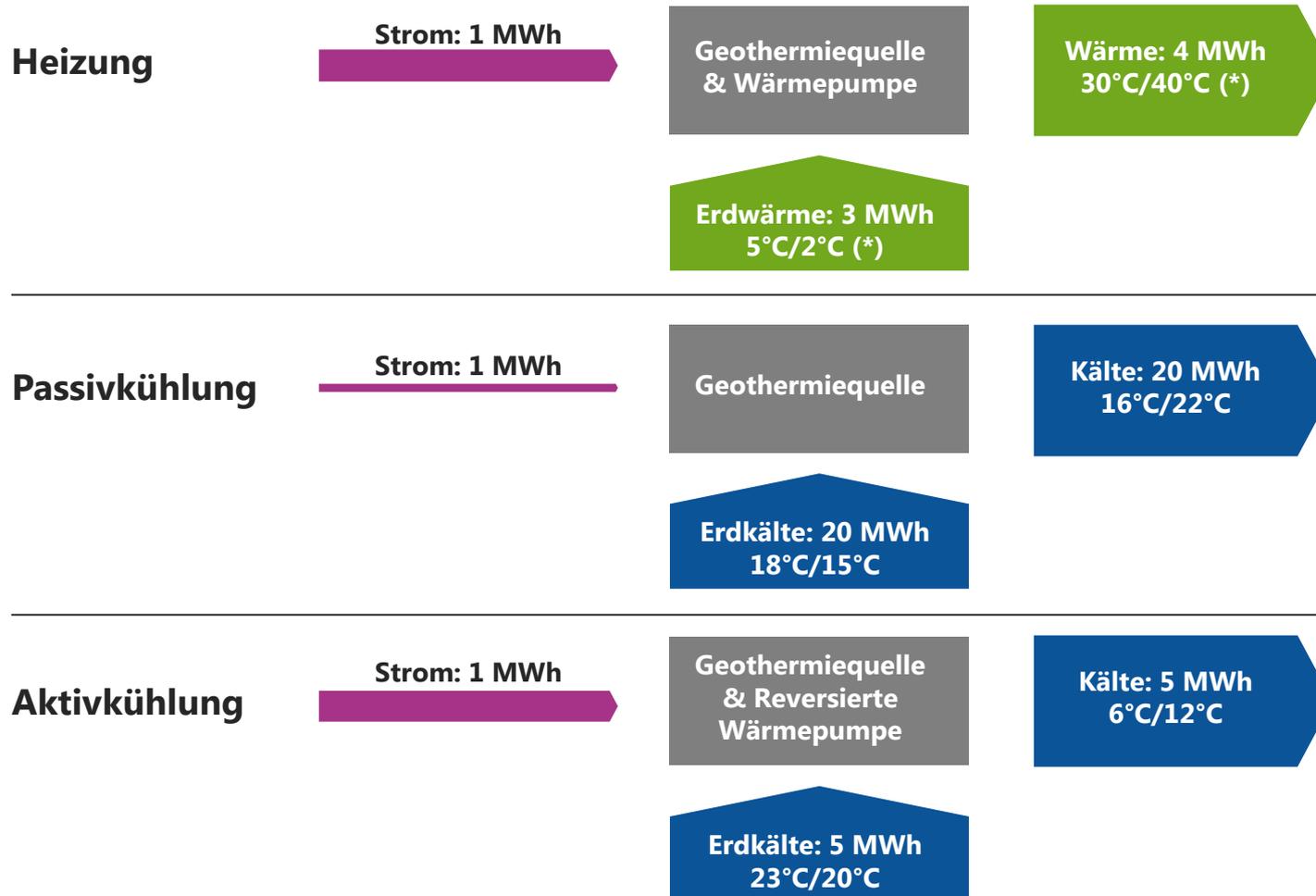


Kosten bzw. Erlöse

- Durch die Entlastung der WP entsteht BHKW-Strom Überkapazität, welche in das Netz eingespeist wird.
- Die niedrigsten spezifischen Wärmepreise entstehen bei Volllastung des Tandems WP und BHKW im Spitzenlastbetrieb.



Energieeffizienz geothermisches Heizen und Kühlen



* Vorlauf- bzw. Rücklauftemperaturen der Geothermiequellen bzw. des Nutzkreislaufs

Oberflächennahe Geothermie: Wärmequelle, Kältequelle, saisonaler Speicher

Winter (Heizmodus)

Erdsonde entzieht dem Erdboden Wärme, Wärmepumpe erhöht Temperatur auf Heizniveau ($> 35\text{ °C}$)



Sommer (Kühlmodus)

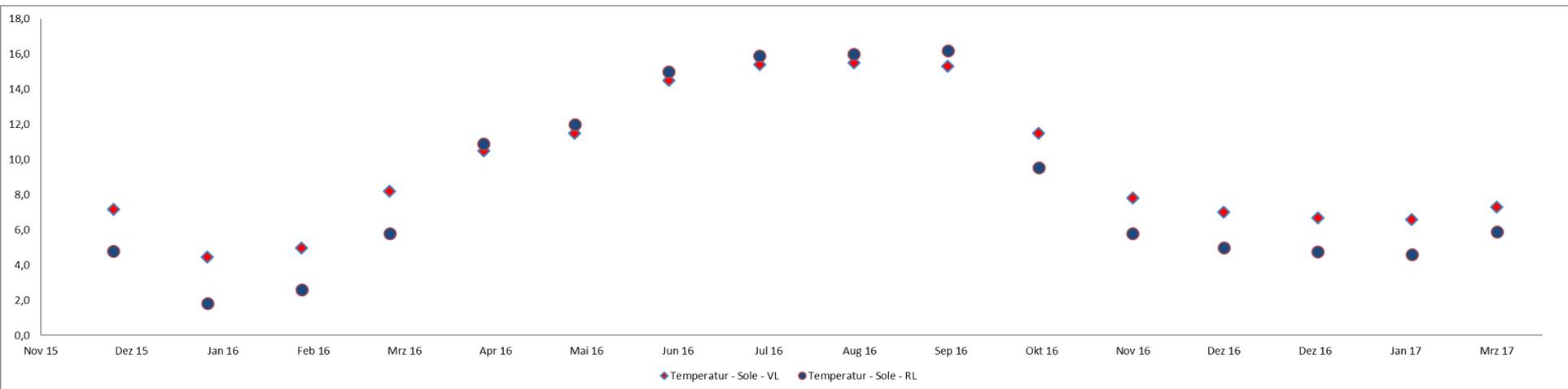
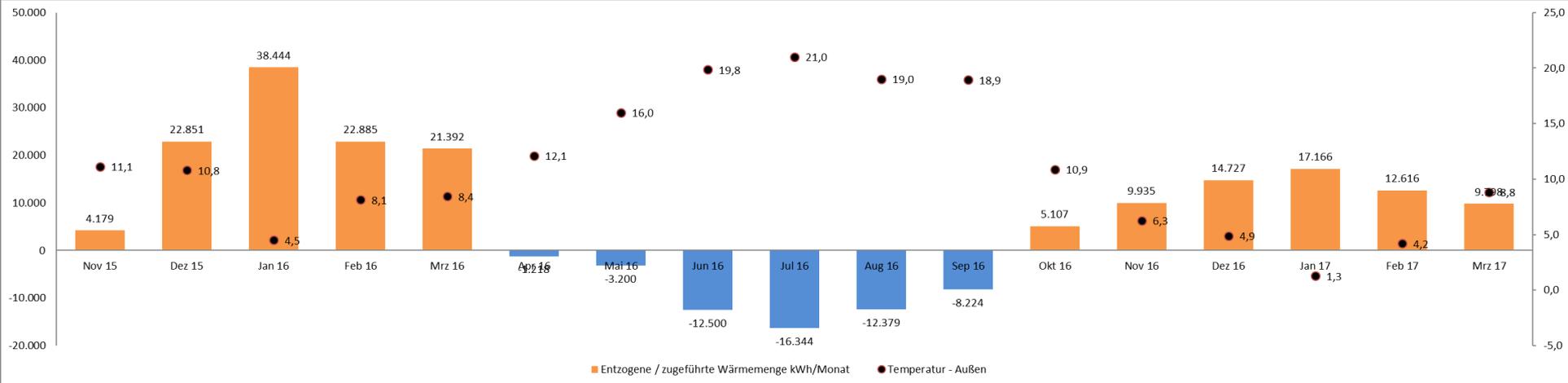
Wasser von Erdsonde wird direkt - ohne Wärmepumpe - zur Gebäudekühlung genutzt. \Rightarrow Wärme aus Gebäude und Umwelt wird in den Erdboden abgeführt



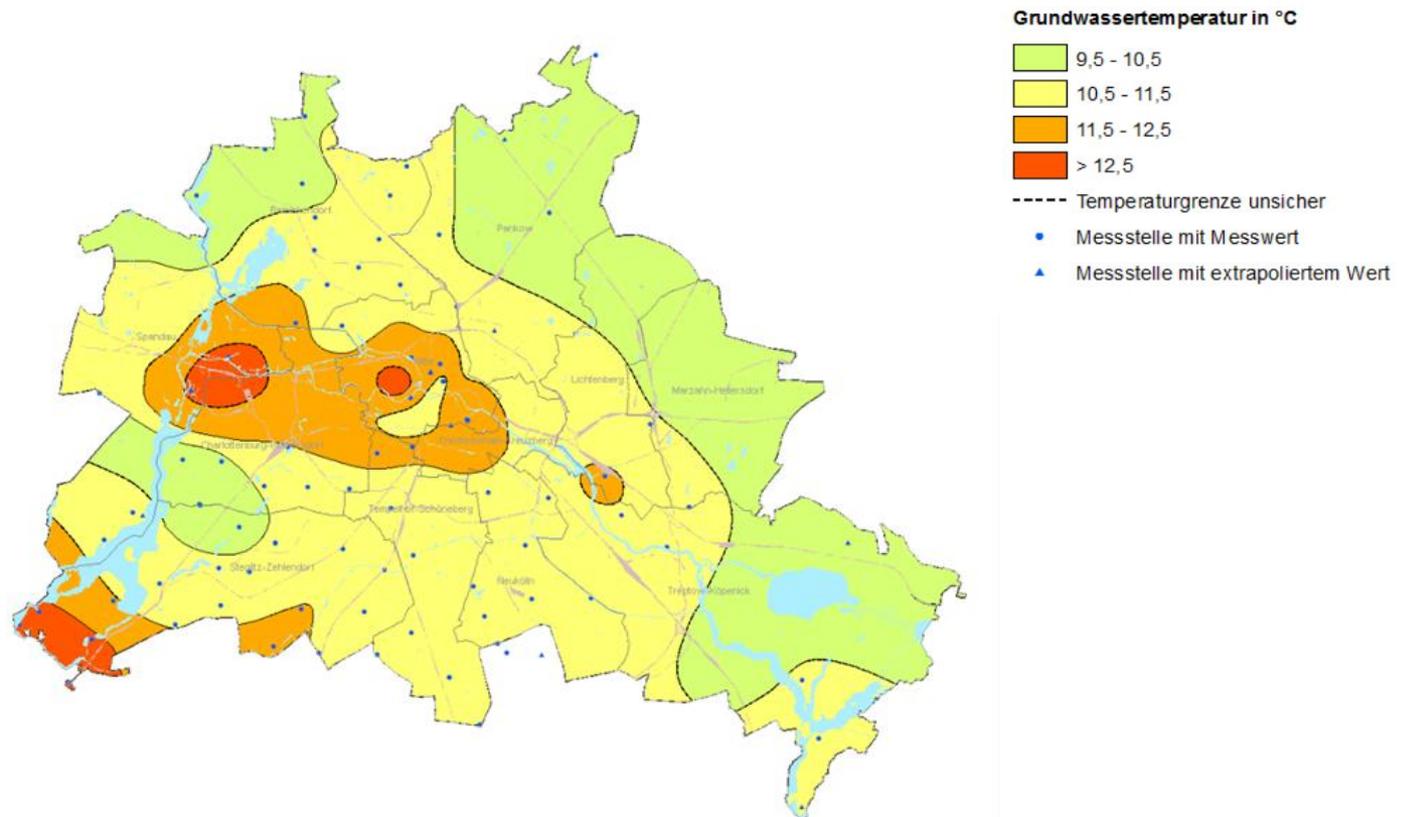
Alle Zahlen typische Werte für Berlin

Praxisbsp. zu Geo-Hybrid mit pass. Kühlung

Die Vorlauftemperaturen aus dem Erdwärmesondenfeld erreichen im Sommer Werte nahe der Grenze für eine effiziente passive Kühlung.



Berlin bildet eine urbane Wärmeinsel, welche die Einsatzmöglichkeiten von Erwärmesonden zur passiven Kühlung einschränkt.



Grundwassertemperatur in Berlin in 80m Tiefe unter GOK

Senatsverwaltung Berlin (2016)

Oberflächennahe Geothermie bietet geeignetere Technologien zur passiven Kühlung im Innerstädtischen

Sondenfeld

- Wasserzirkulation in geschlossenen U-Rohren
- Für alle Böden
- Niedrige Leistung pro Sonde

Speichersonde

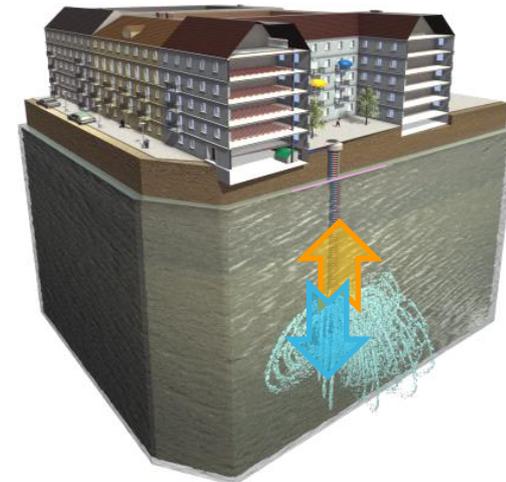
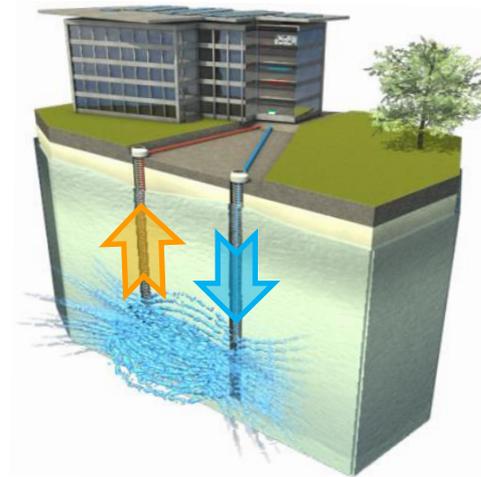
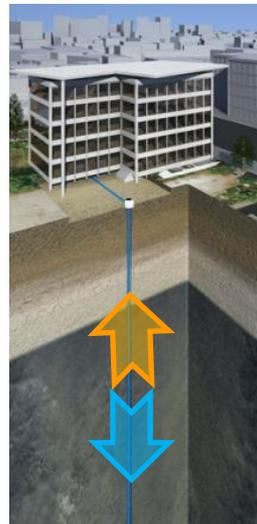
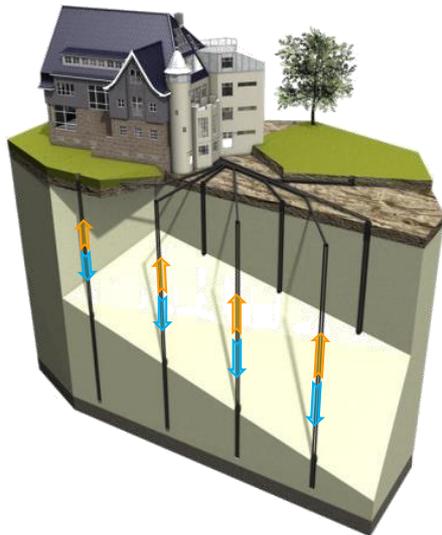
- Wasserzirkulation in coaxialen Rohren
- Für alle Böden
- Niedrige Leistung pro Sonde

Saug-Schluck-Brunnen

- Horizontale Zirkulation von Grundwasser
- Für Böden mit schmalen Grundwasserleiter
- Sehr hohe Leistung pro Brunnenpaar

Integralsonde

- Vertikale Zirkulation von Grundwasser
- Für Böden mit breitem Grundwasserleiter
- Sehr hohe Leistung pro Brunnen

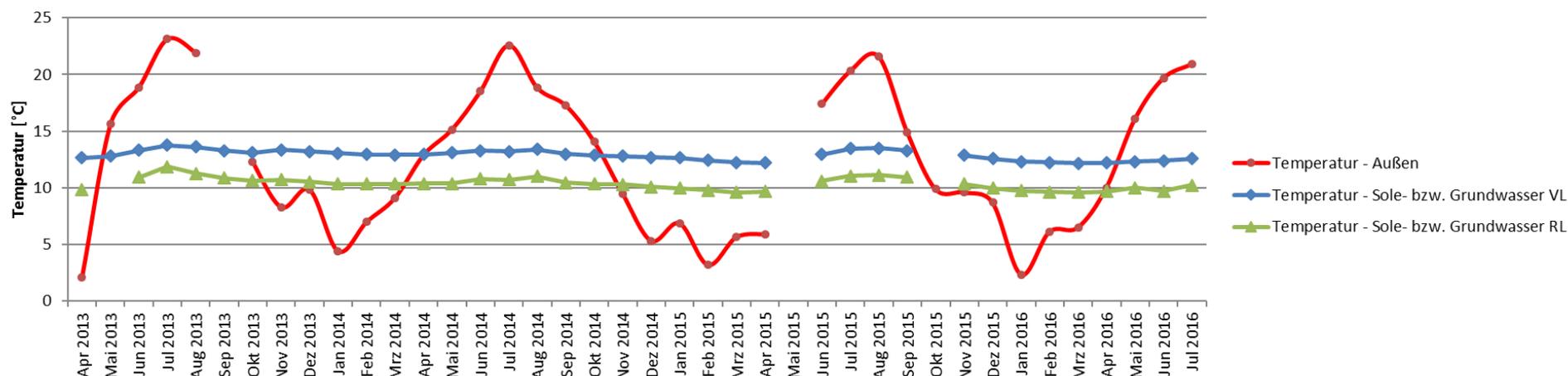


Patentiert durch Geo-En

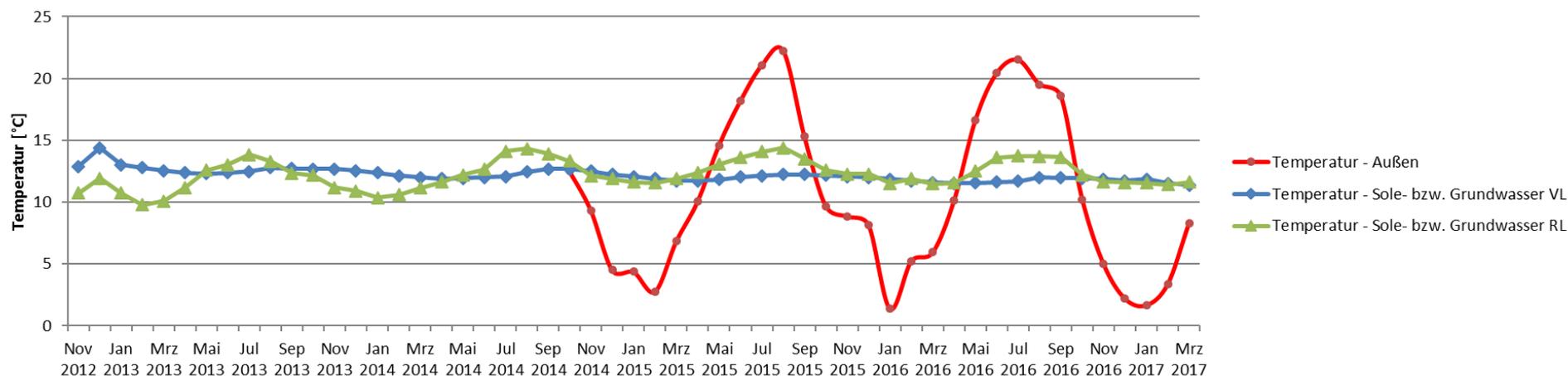
Offene Brunnensysteme zeigen im saisonalen Betrieb nur geringe Temperaturschwankungen

Zwei Praxisbeispiele zeigen die guten Voraussetzungen für passiven Kühlbetrieb - im Sommer ausreichend niedrige und ganzjährig stabilere Vorlauftemperaturen.

Dublettenanlage, nur Heizen

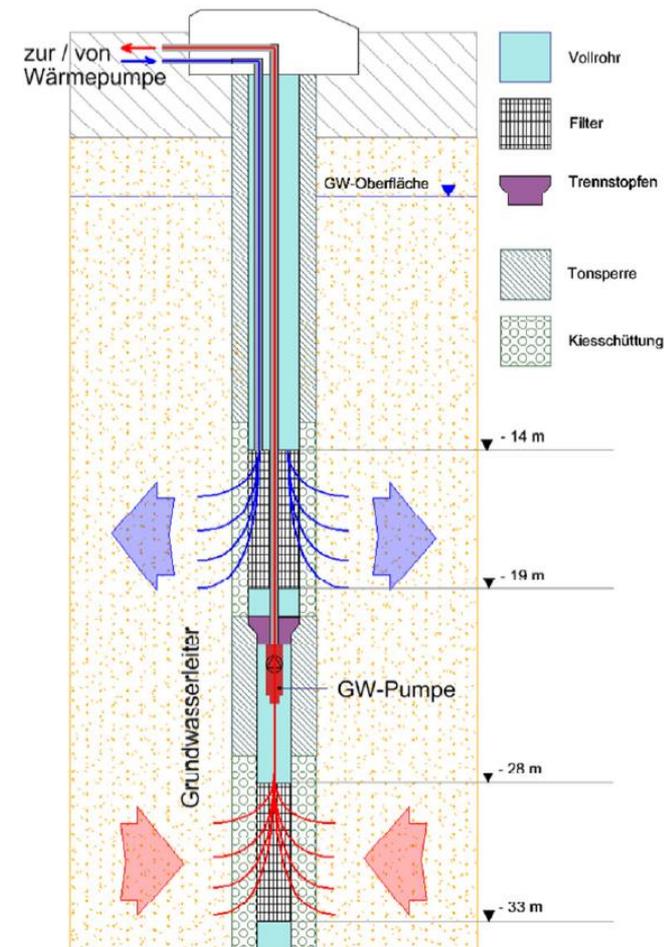


Integralsonde, Heizen + Kühlen



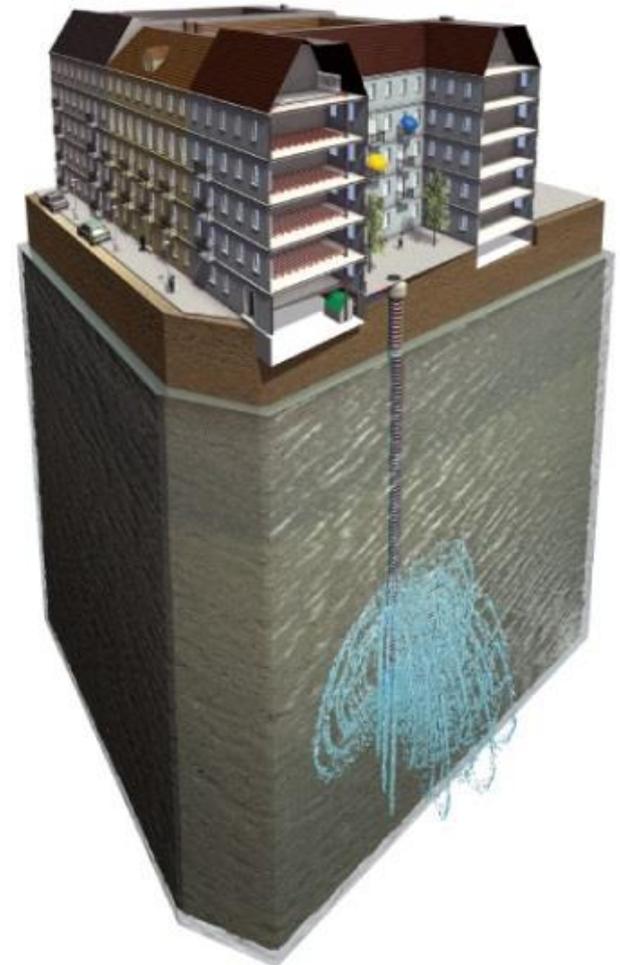
System Zirkulationsbrunnen

- Saug- und Schluckbrunnen vertikal übereinander in einem Bohrloch
- Wärme- und Kältespeicher in einem Grundwasserleiter
- Temperaturunterschied zwischen VL und RL ist 3K
- Nutzung passiver Kühlung im Sommer
- Trennung von VL und RL
- Injektion des Grundwassers durch die untere Filterstrecke (Vorlauf)
- Reinjektion durch die obere Filterstrecke
- Pumpraten bis zu 12 m³/h



Ziele:

- Wissenschaftliche Untersuchung von Grundwasserzirkulationsbrunnen (GZB) zur Nutzung oberflächennaher geothermischer Energie
- Beschreibung und Quantifizierung der Auswirkungen von Zirkulationsbrunnen auf Grundwasserleiter
- Optimierung der Kriterien zur Standortauswahl von GZB
- Entwicklung verlässlicher Prognoseinstrumente für Nutzer, Behörden und Investoren



Erste Projektergebnisse:

- Einsatz von GZB auch in Grundwässern mit Eisengehalten über 2 mg/L scheint möglich
 - Eisenausfällungen durch kurzen Sauerstoffeintrag können rückgelöst werden
 - Keine Vermischung der Redoxzonen an bisher untersuchten Standorten feststellbar
 - Intervallpumpen stellt mikrobiologisch und hydrochemisch günstigere Bedingungen dar
- Bisher sind keine negativen Auswirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit feststellbar

Projekt wird gefördert durch



Weitere Informationen unter
Integralsonde.de

geo^{en}



- Hybride Energieanlagen aus Geothermie, BHKW und Gaskessel zum Heizen im innerstädtischen Quartier erreichen Anlagenaufwandszahlen von unter 0,6 bei niedrigen Betriebskosten
- Passive Kühlung mit Erdwärmesonden oder Grundwasserbrunnen erreicht im Betrieb Effizienzen von deutlich über 20
- Die Vorlauftemperatur von EWS-Systemen kann in Einzelfällen im Hochsommer in Berlin für die Nutzung zur passiven Kühlung zu hoch werden
- Die Vorlauftemperatur von Integralsonden ist für die passive Wohn- oder Büroraumkühlung in Berlin deutlich niedriger und damit das System grundsätzlich für diese Anwendung geeigneter
- Geo-En prüft zusammen mit der TU im Rahmen eines vom BMU-geförderten Forschungsprojekt die Erweiterung der Einsatzmöglichkeiten von Grundwasserzirkulationsbrunnen

Geo-En Energy Technologies

- Gegründet 2007, Sitz in Berlin (Schöneberg)
- Team aus 25 Ingenieuren, Physikern, Geologen und Heizungsbauern
- Planung, Bau und Betrieb schlüsselfertiger Energiesysteme
- Spezialist für Hybridlösungen zur wirtschaftlichen und effizienten Nutzung von Erdwärme, Erdkälte und Umweltenergie
- Anbieter geothermischer Hochleistungsquellen (Integralsonde)
- Entwickler und Hersteller von Monitoring- & Steuerungssystemen für hybride Energieanlagen und thermische Speicher
- Betriebsführung (Instandhaltung, Wartung, Monitoring und Überwachung) von geothermischen Systemen und hybriden Energieanlagen



GeoSave 930 kW, Fürstenfeldbruck



GeoSave 60 kW, Berlin



GeoSave 450 kW, Hamburg



GeoHybrid 450 kW, Berlin



GeoPV 50 kW, Strausberg



GeoSave 380 kW, Braak



GeoSave 70 kW, Schwedt



GeoHybrid + Kaltnetz, 900 kW, Berlin