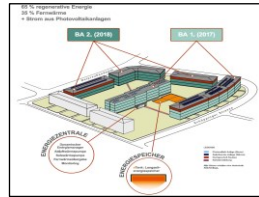


# Entwicklung von Nullemissions-Quartieren am Beispiel zellular wachsender, geothermisch gestützter kalter Netze

Taco Holthuizen | Michael Viernickel - eZeit Ingenieure

"Nullemissionen in Gebäuden und Quartieren"  
Berlin, 21. Februar 2023

# Woher wir kommen



DH bei Berlin

$Q_p = 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  (2002)

Gründung

eZeit Ingenieure

Raiffeisenbank  
Schweiz

EnergiePlus

Nahwärmenetz  
Wohnbebauung Berlin

$Q_p = 28 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  (2018)

„Das neue Gartenfeld“  
Stadtquartier Berlin

$Q_{WAT}$   
ökol./ökon.  
Bewertung

2002

2007

2009

2011

2012

2015

2016

2017

2018

2019

2020

2021

Bautec Berlin,  
EFH bei Berlin

EnergiePlus

Sanierung und Aufstockung  
Wohnbebauung Berlin

$Q_p = 24,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  (2008)

„Solwo Königspark“  
Königs Wusterhausen

Beratung  
Stadtwerke

**Konzepte & Planung  
für Stadtwerke**

**CO<sub>2</sub>-neutral, Grüne bezahlbare Energie**

- Optimierung Finanzierung
- Optimierung des Ressourceneinsatzes

- Senkung der Betriebskosten
- Sozialverträgliches Bauen & Wohnen
- Erfüllung Zielsetzung 2050

- Senkung Technikkosten
- Monitoring der Anlagentechnik

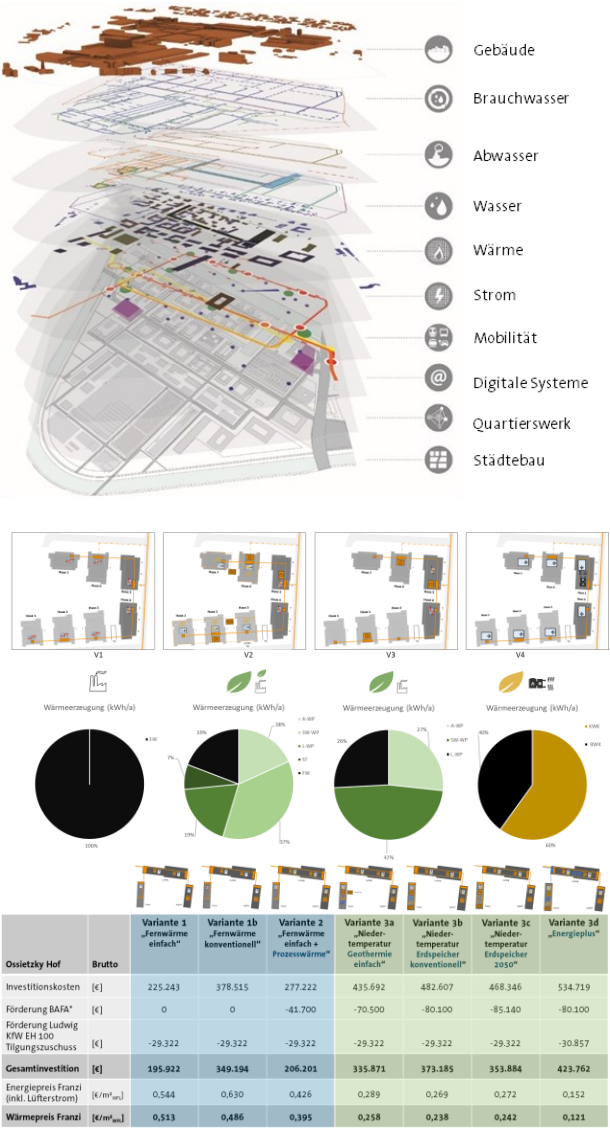
- CO<sub>2</sub>-neutrale Versorgung Wärme/Kälte/Strom
- Entwicklung von Betreibermodellen
- Ermittlung der Wertschöpfung von Gebäuden ( $Q_{WAT}$ )
- Integrierter Betrieb mit Betriebs-DOS (iB-DOS)

- Grundwasser basierte Geothermie mit Patententwicklungen
- Energieversorgungslösungen mit Geothermie, Solarenergie, Abwasserwärme, Fundamentspeicher, Wärmepumpen, BHKW, Wärmenetzen
- Monitoring und Regelungstool „EnergyNode“
- Quartierskonzepte und Contracting

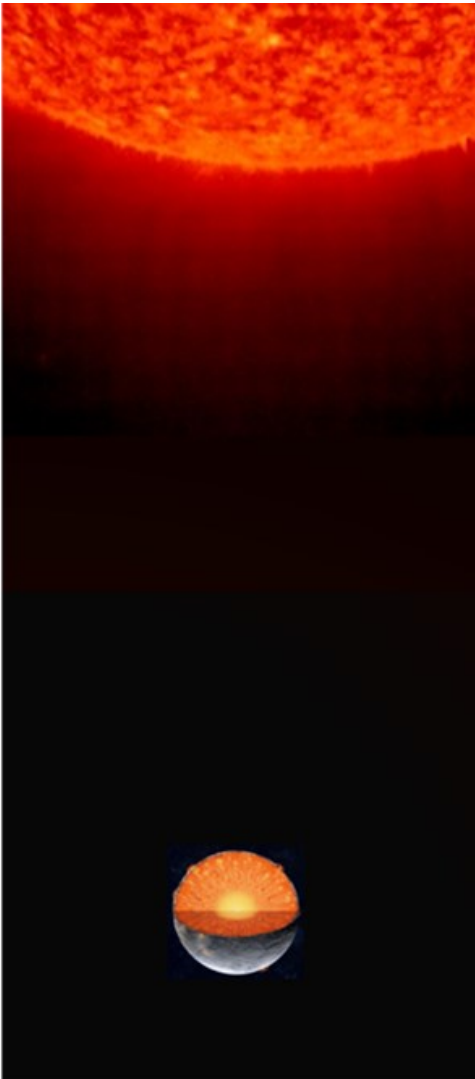


Quartier – Quelle - Betrieb

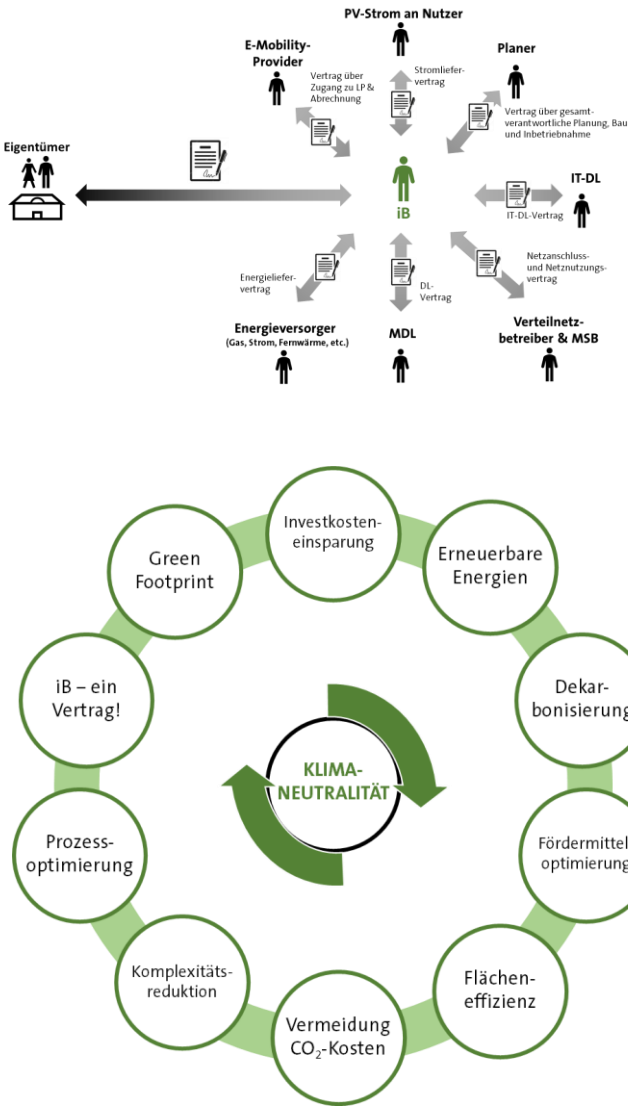
Q - Quartier



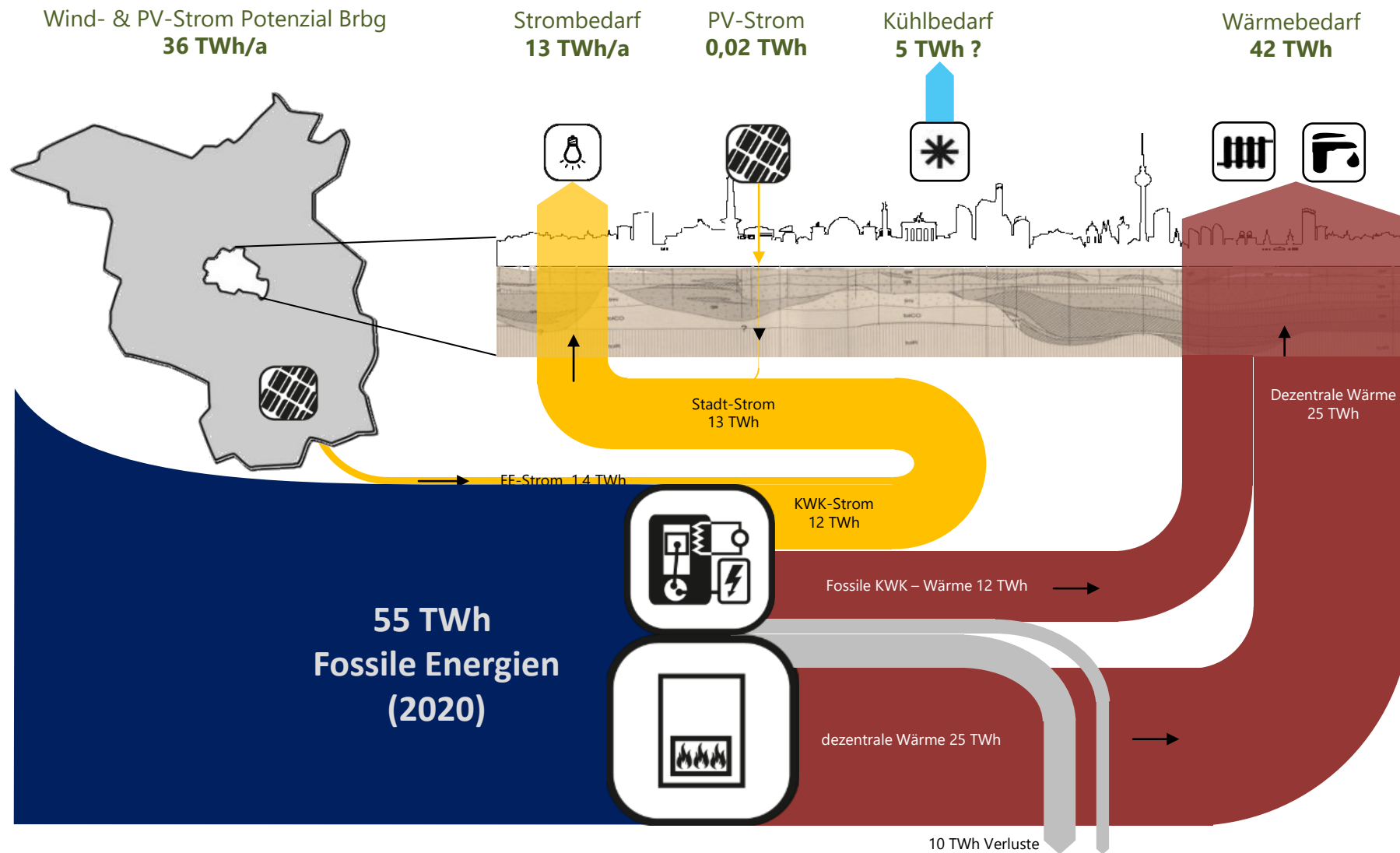
Q - Quelle



B - Betrieb



## Status 2020



[https://www.berlin.de/sen/uvk/\\_assets/klimaschutz/klimaschutz-in-der-umsetzung/waermewende-im-land-berlin/entwicklung-waermestrategie-land-berlin.pdf](https://www.berlin.de/sen/uvk/_assets/klimaschutz/klimaschutz-in-der-umsetzung/waermewende-im-land-berlin/entwicklung-waermestrategie-land-berlin.pdf)

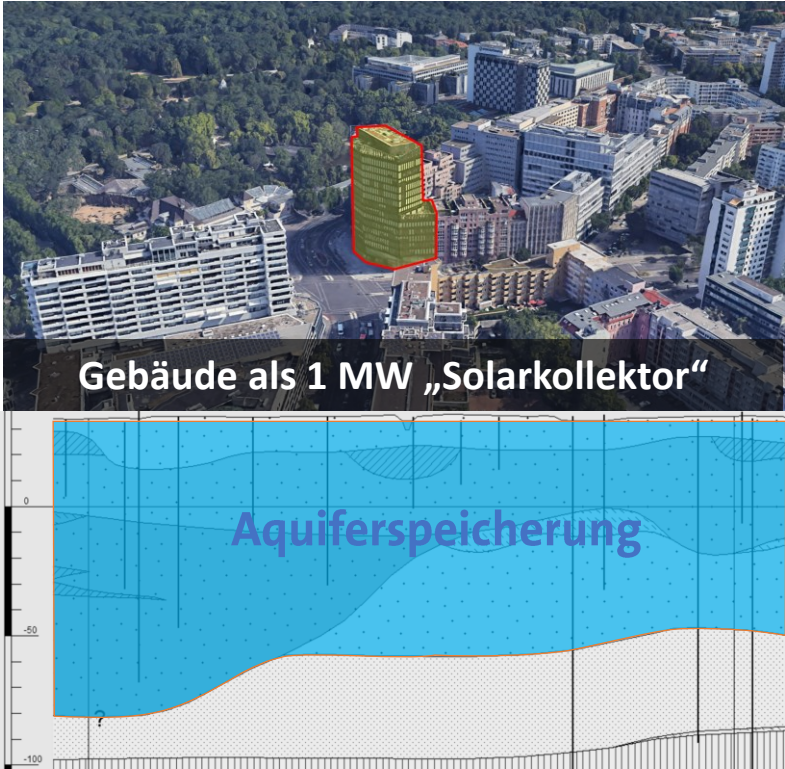


Realistisches BET Kohleausstiegsszenario (Versorgungsgebiet 1) ?

BET

Energie. Weiter denken

- Die Flächen für große solarthermische Anlagen inkl. notwendiger Saisonalspeicher sind nicht verfügbar ?
- ....
- Berlin verfügt über wenig industrielle Abwärme sowie nur geringe Geothermie-Potenziale ?



100 MW Fernwärme(verlust)leistung werden ganzjährig an Boden und Grundwasser abgegeben !

Rechenzentren  
1-70 MW

Kühlanlagen  
Prozessabwärme  
0,5-10 MW

Abwasser  
1-5 MW

Koaxialbrunnen  
& kalte Netze  
100 kW

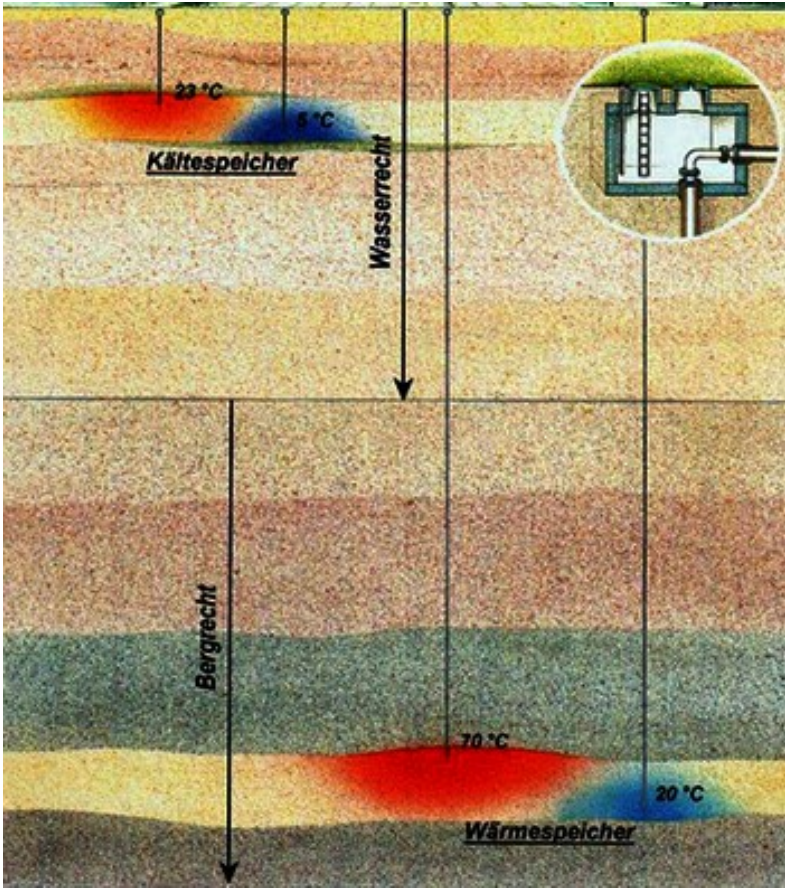
Grundwasser  
Aquiferspeicher  
1-4 MW

Thermalwasser  
Aquiferspeicher  
1-8 MW

# Aquiferspeicherung (mit Brunnen) im Grundwasser und Thermalwasser

Tabelle 1: Übersicht über Einsatzbereich, Speicherdauer, Speicherkapazität und Temperaturbereich ausgewählter Speichertechnologien [10]1, [11]2, [7]3, [12]4 (gelb = sensibel, orange = latent, rot = thermochemisch)

| Speichertechnologie    | Spezifische Speicherkapazität in kWh/m³ | Temperaturniveau in °C | Kosten⁴ in €/kWh | Speicher-dauer |      | Einsatz-bereich |      |
|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|------------------|----------------|------|-----------------|------|
|                        |                                         |                        |                  | Kurz           | Lang | Stat.           | Mob. |
| Erdsondenspeicher ³    |                                         |                        | 4                |                | x    | x               |      |
| Feststoffspeicher ³    |                                         |                        | 18               | x              | x    | x               |      |
| Behälterspeicher ³     |                                         |                        | 5                | x              | x    | x               |      |
| Kies-Wasser-Erdbecken³ |                                         |                        | 4                |                | x    | x               |      |
| Aquiferspeicher³       | 5-20°C                                  | 50-70°C                | 1                |                | x    | x               |      |
| Wasser/Eis¹            |                                         |                        | 150              | x              | x    | x               |      |
| Salzhydrate¹           |                                         |                        |                  | x              | x    | x               | x    |
| Paraffin¹              |                                         |                        |                  | x              | x    | x               | x    |
| Zeolith²               |                                         |                        | 75               | x              | x    | x               | x    |
| Silikagele²            |                                         |                        |                  | x              | x    | x               | x    |



Quelle: Kleinertz, B., Faber, T. & von Roon, S., 2019. Vergleich und Bewertung verschiedener Speicherkonzepte für Nahwärmenetze der 4. Generation, München: Wegatech Greenenergy GmbH, Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH.  
www.bdew.de/media/documents/2021-04-06\_Bericht\_Kurzstudie\_grüne\_Fernwärme\_Finalfassung.pdf

[7] Maier, Magnus: Großwärmespeicher - Zentraler Baustein einer flexiblen Strom- und Wärmeversorgung. Berlin: Agentur für Erneuerbare Energien e. V., 2017.  
[10] Sterner, Michael; Stadler, Ingo: Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH, 2014  
[11] Thermochemische Speicher in: BINE Informationsdienst. Eggenstein-Leopoldshafen: Fachinformationszentrum Karlsruhe GmbH, 2001  
[12] Runde, Paul; Meyer, Benedikt; Meiller, Martin; Meyer, Inge; Daschner, Robert; Jakuttis, Michael; Franke, Matthias; Binder, Samir; Hornung, Andreas: Speicher für die Energiewende. Sulzbach-Rosenberg: Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, 2013



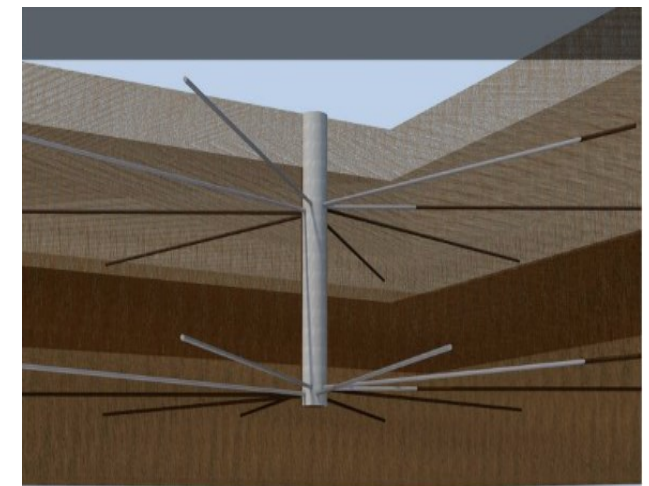
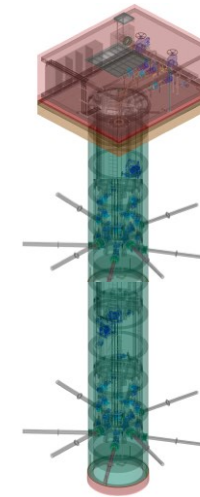
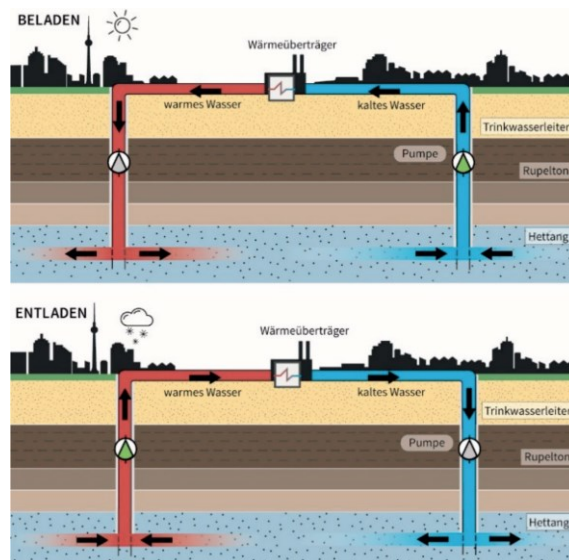
# Tiefengeothermie und Grundwasserspeicher im MW-Leistungsbereich



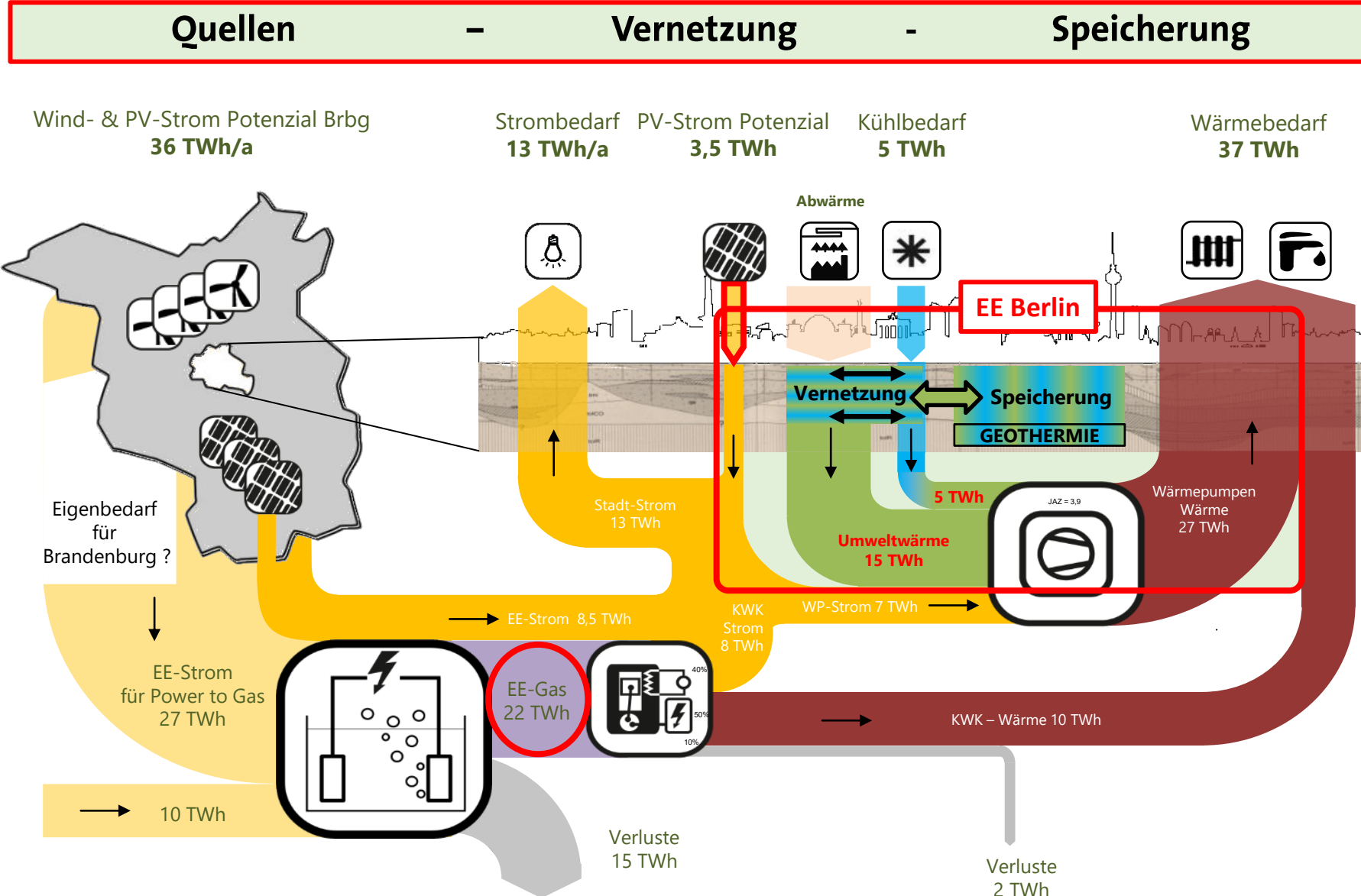
<https://www.geothermie-wilhelmsburg.de>



[www.dgfg.de/fileadmin/daten/dgfg/pdf/Grundwassertage/3.2\\_Dr.\\_Th.\\_Daffner\\_Horizontalfilterbrunnen.pdf](http://www.dgfg.de/fileadmin/daten/dgfg/pdf/Grundwassertage/3.2_Dr._Th._Daffner_Horizontalfilterbrunnen.pdf)

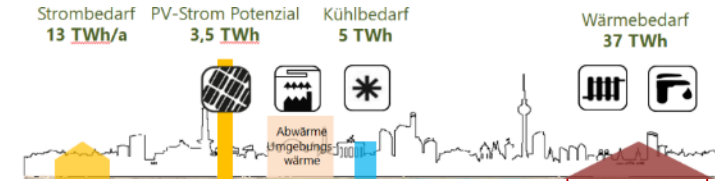


# Transformationsziel 100% Erneuerbare Energien aus Wind und PV





# 78% Einsparung durch Gebäudeeffizienzmaßnahmen



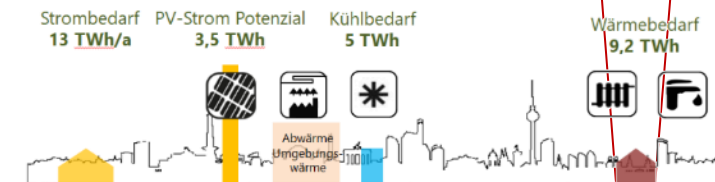
Einsparung  
durch  
Gebäude-  
Effizienz-  
Maßnahmen

42 TWh  
9,2 TWh

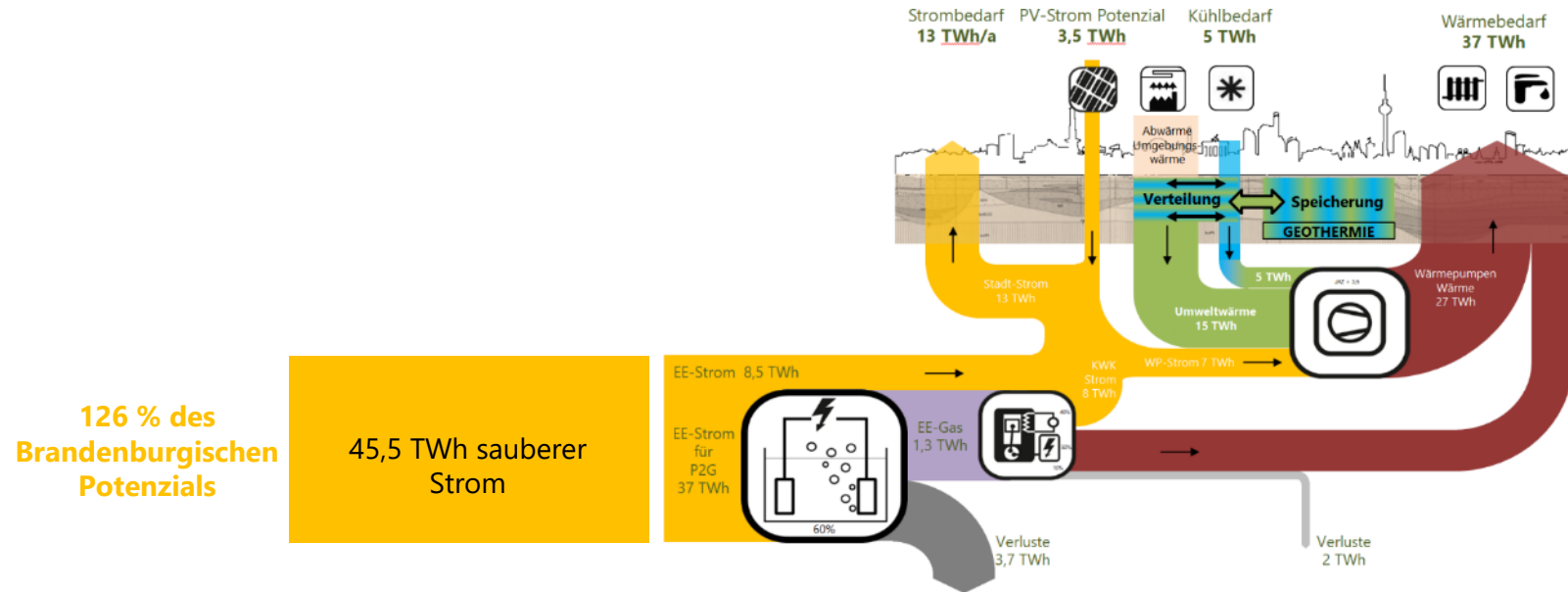
## Klimaneutrales Berlin 2050

### Ergebnisse der Machbarkeitsstudie

Um den spezifischen Beitrag des Berliner Gebäudesektors (Wohn- und Nichtwohn-Gebäude) zu den aktuellen Emissionen sowie deren Minderungspotenzial abschätzen zu können, wurde ein eigenes Gebäudemodell entwickelt. Es stützt sich auf gebäudescharfe Daten aus der Allgemeinen Liegenschaftskarte Berlins, einem 3-D-Modell der Gebäudehülle und blockweise verfügbaren Angaben aus der Zensusbefragung 2011 zur Energieversorgung der Gebäude. Den Modellrechnungen der Machbarkeitsstudie zufolge könnte der Wärmebedarf von 150 PJ (2010) um 78 % auf 33 PJ in 2050 gesenkt werden. Im Kapitel 3 (Szenarien) wird dargelegt, wie stark und über welchen Weg dieses Reduktionspotenzial unter realistischen Randbedingungen tatsächlich ausgeschöpft werden kann.

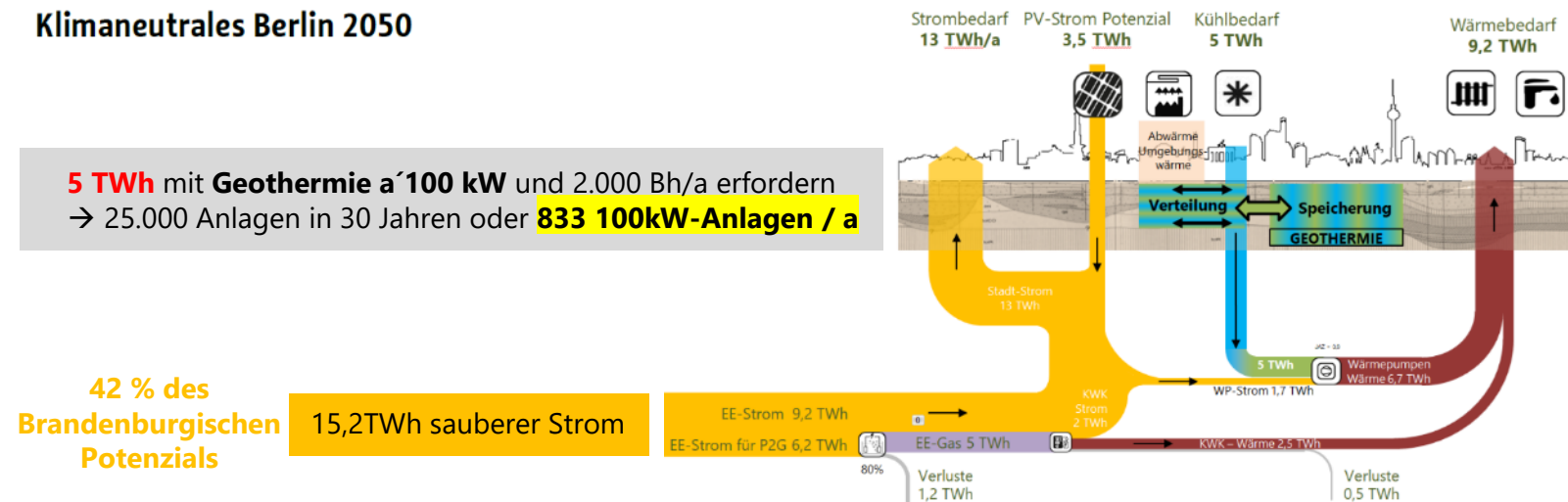


# Sanierung um 78% und 800 Geothermieranlagen > 100 kW jährlich bis 2050

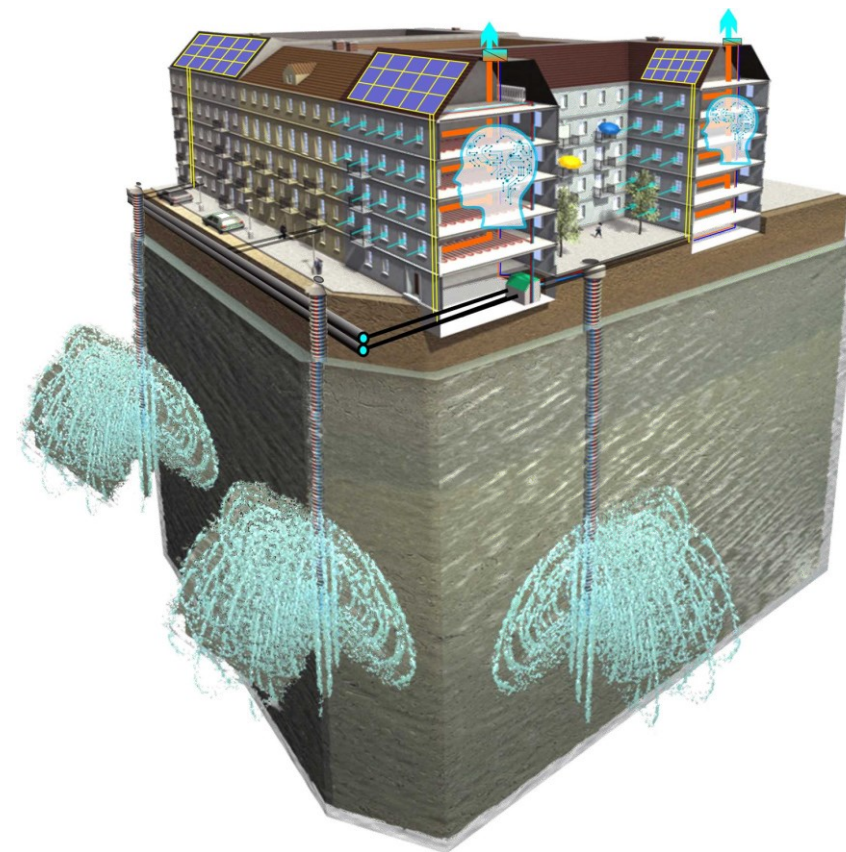
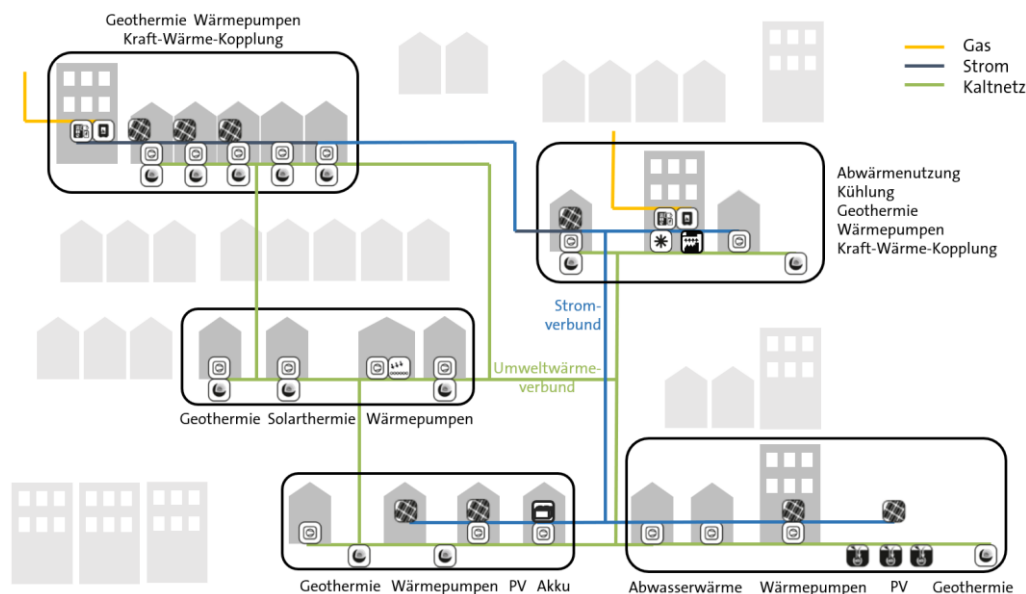


## Klimaneutrales Berlin 2050

**5 TWh** mit **Geothermie a´100 kW** und 2.000 Bh/a erfordern  
 → 25.000 Anlagen in 30 Jahren oder **833 100kW-Anlagen / a**



# Zellulare Sanierung mit geothermisch gestützten Umweltwärmenetzen



1. Dämmung & Fenstersanierung
2. Vernetzte Raumregelung & Systemtemperatur-Optimierung
3. Fensterventile und zentrale Abluftwärmerückgewinnung
4. Solarenergienutzung mit PV
5. Saisonale geothermische Wärmespeicherung
6. (zellulare) Vernetzung im Straßenland (5-20°C)
7. Saisonale Speicher im öffentlichen Raum und ganzheitliche Boden-/Gewässer-Bewirtschaftung



**Danke.**

Taco Holthuizen | Michael Viernickel - eZeit Ingenieure

[th@ezeit-ingenieure.eu](mailto:th@ezeit-ingenieure.eu)

+49 173 2159 973

[mv@ezeit-ingenieure.eu](mailto:mv@ezeit-ingenieure.eu)

+49 152 5354 3576

**"Nullemissionen in Gebäuden und Quartieren"**

**Berlin, 21. Februar 2023**

### **Hinweis:**

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

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