

Bezahlbare Quartierswärme: Neue Ideen für Friedrichshain-Kreuzberg

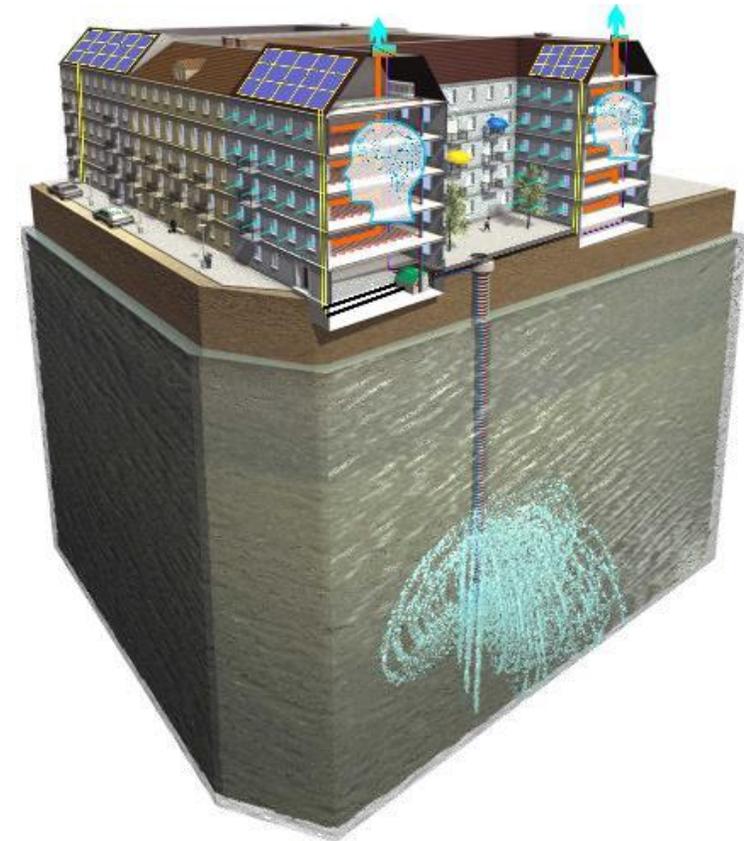
**Grundwasser als saisonaler Wärmespeicher
und
sinnvolle Handlungsoptionen unabhängig von GEG und kommunaler Wärmeplanung**

11. Juli 2023

e⁺Zeit Analytics

Sanierung mit geothermischer Wärmespeicherung

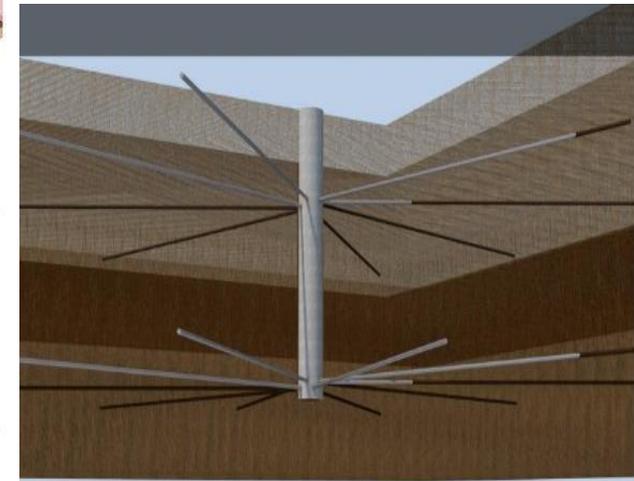
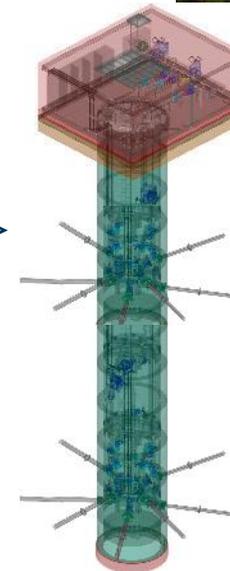
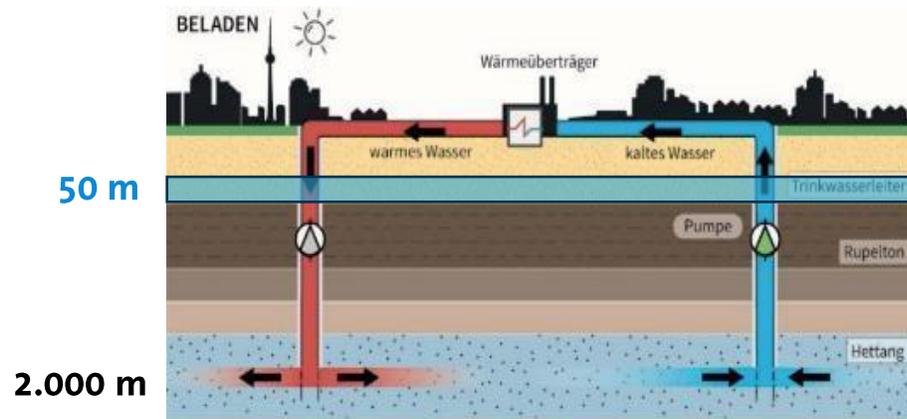
1. Dämmung & Fenstersanierung
2. Vernetzte Raumregelung & Systemtemperatur-Optimierung
3. Fensterventile und zentrale Abluftwärmerückgewinnung
4. Solarenergienutzung mit PV
5. Saisonale geothermische Wärmespeicherung



Tiefengeothermie und Grundwasserspeicher im MW-Leistungsbereich



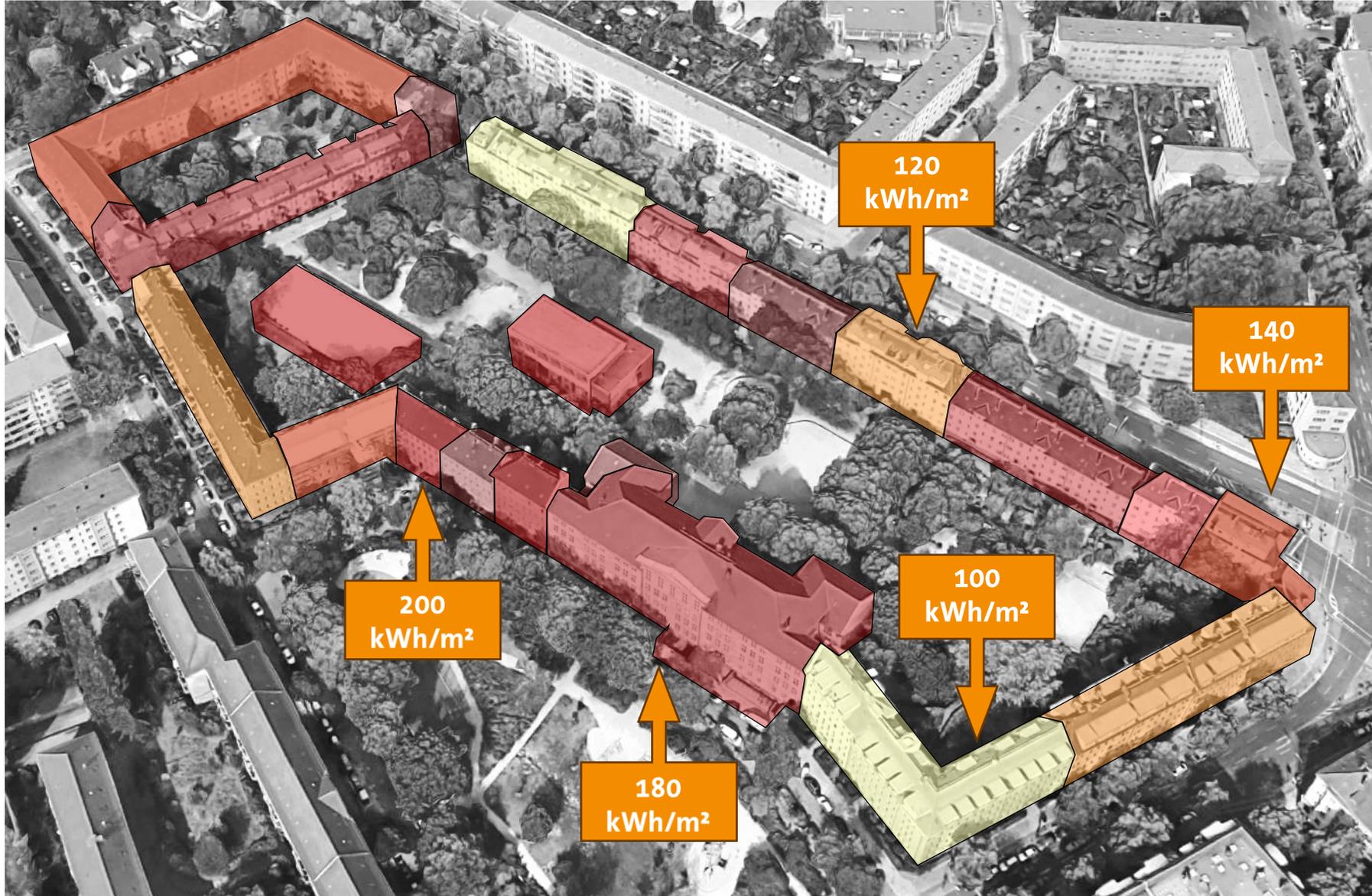
<https://www.geothermie-wilhelmsburg.de>



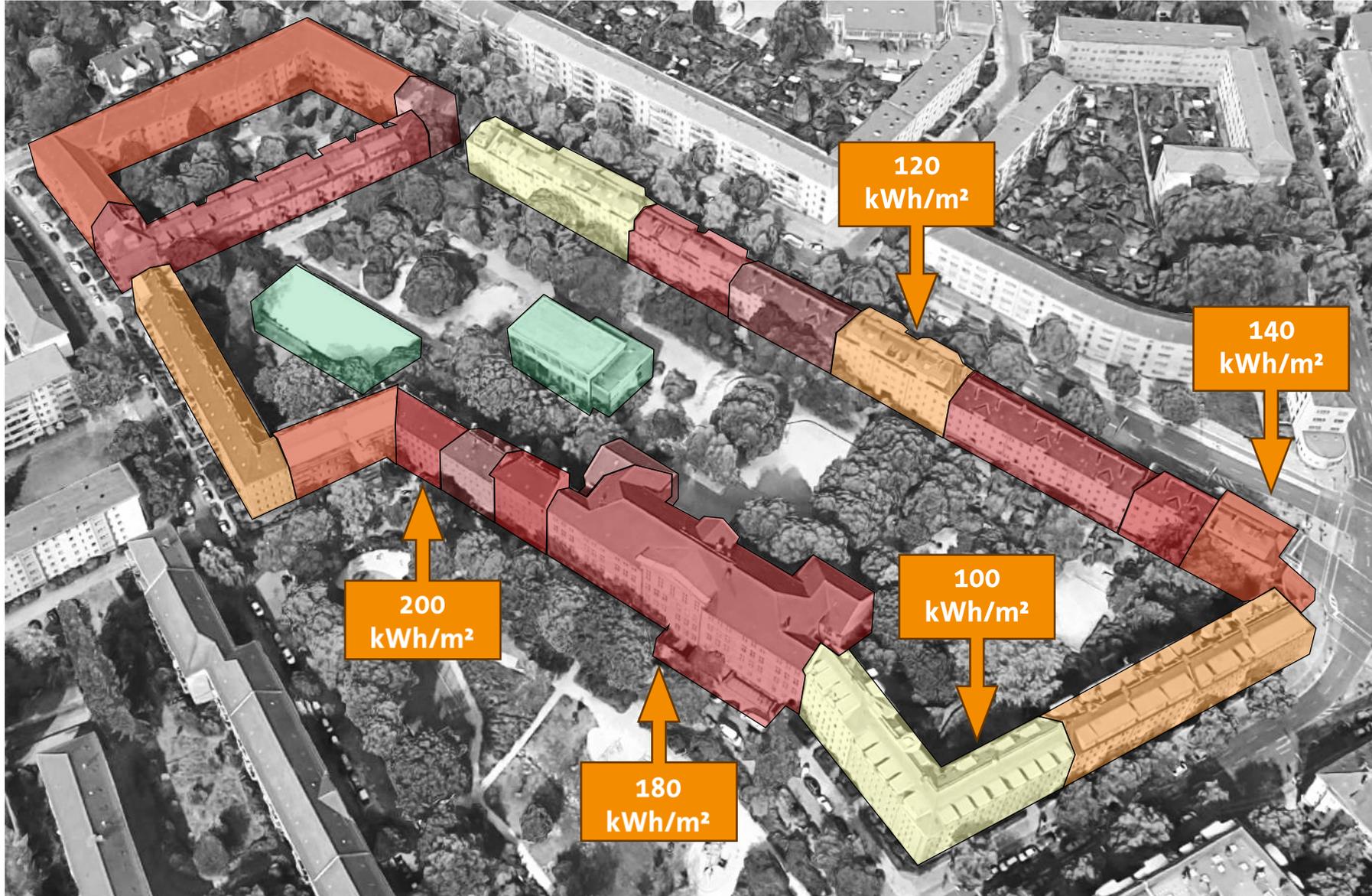
<https://pigadi.de/wp-content/uploads/downloads/vortraege-bbb2014/MConrad-Vertikalbrunnen-versus-Horizontalbrunnen.pdf>

https://pigadi.de/wp-content/uploads/downloads/BBB2021/Thomas-Daffner_Jörg-Heiduck_Betrieb,Wartung-und-Regenerierung-Horizontalfilterbrunnen.pdf

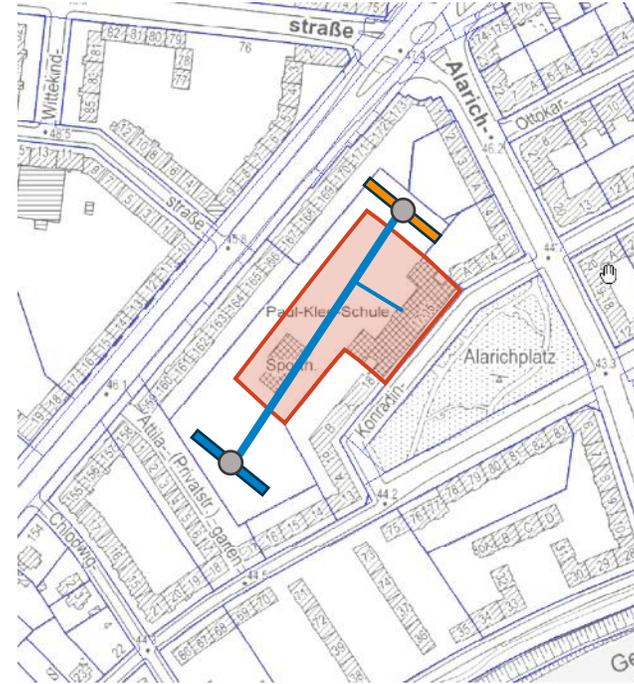
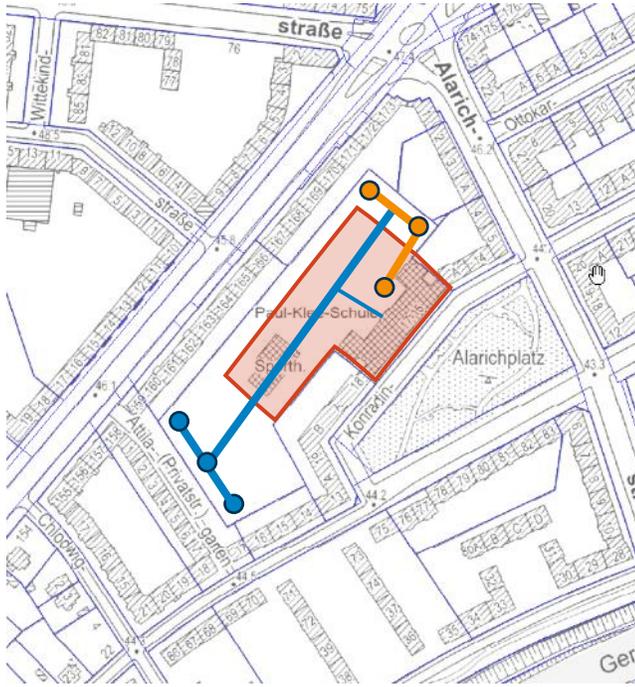
Die Schule im Quartier als Nukleus einer Zelle



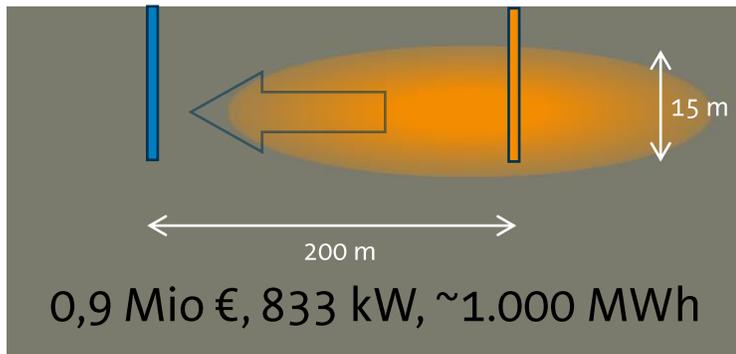
Die Schule im Quartier als Nukleus einer Zelle



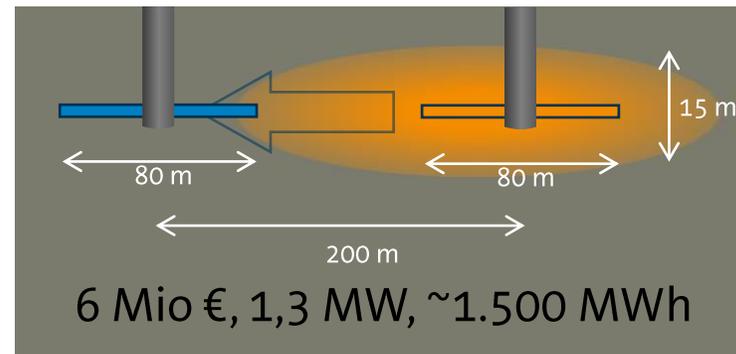
Aquiferspeicher-Ausbau im geringmächtigen GWL



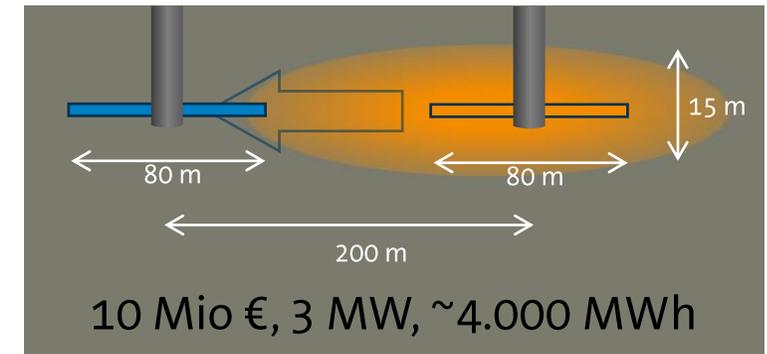
Ausbau für Quartierskonzept



Doubletten-Aquiferspeicher (ATES) mit 6 Vertikalfilterbrunnen

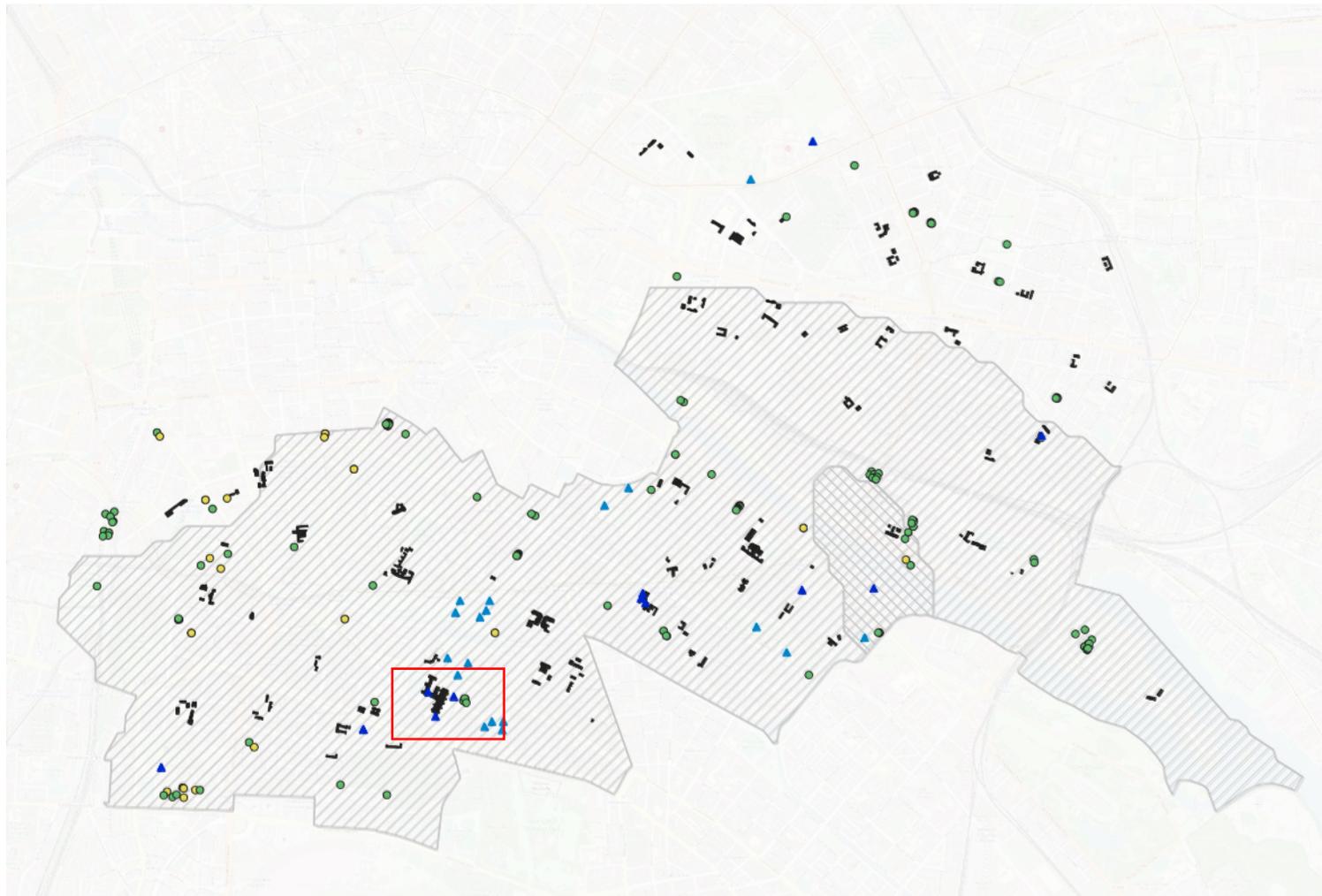


Doubletten-Aquiferspeicher (ATES) mit 2 Horizontalfilterbrunnen (2 Filter)



Doubletten-Aquiferspeicher (ATES) mit 2 Horizontalfilterbrunnen (8 Filter)

Oberflächennahe Geothermie in Friedrichshain-Kreuzberg



Layer

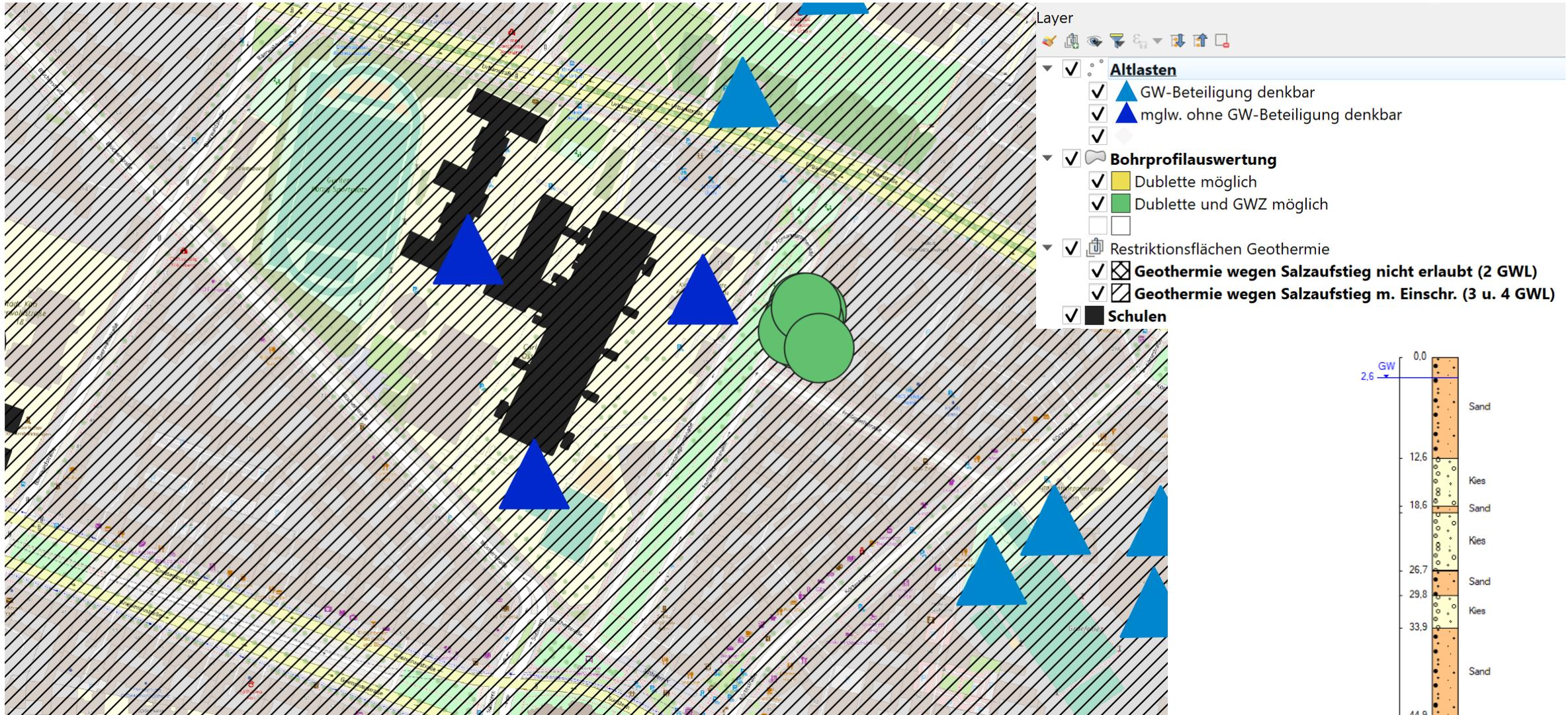
- Altlasten**
 - GW-Beteiligung denkbar
 - mglw. ohne GW-Beteiligung denkbar
- Bohrprofilauswertung**
 - Dublette möglich
 - Dublette und GWZ möglich
- Restriktionsflächen Geothermie**
 - Geothermie wegen Salzaufstieg nicht erlaubt (2 GWL)
 - Geothermie wegen Salzaufstieg m. Einschr. (3 u. 4 GWL)
- Schulen**
- Flurstücke**
 - Erdwärmenutzung mit Einschränkungen erlaubt in Bereichen mit erhöhten Salzkonzentrationen
 - Erdwärmenutzung nicht erlaubt in Bereichen mit erhöhten Salzkonzentrationen im Grundwasser
- OpenStreetMap**

Beispiel Carl von Ossietzky-Schule



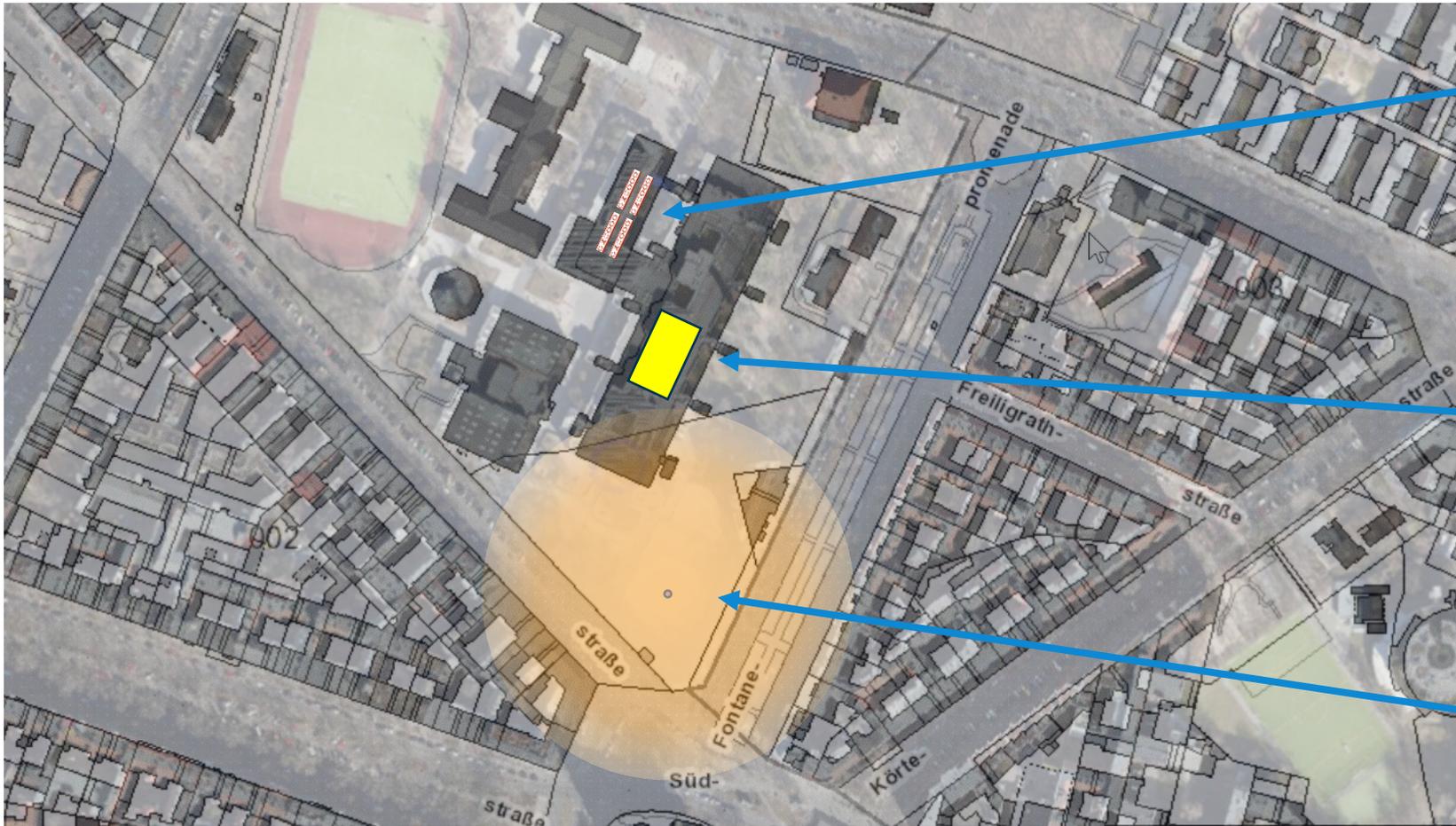
Quelle: Bilder © 2023 Google, Bilder © 2023 GeoBasis-DE/BKG, GeoContent, Maxar Technologies, Kartendaten © 2023 GeoBasis-DE/BKG (©2009)

Beispiel Carl von Ossietzky-Schule im Quartier



Beispiel Carl von Ossietzky-Schule

„Standardkonfiguration“

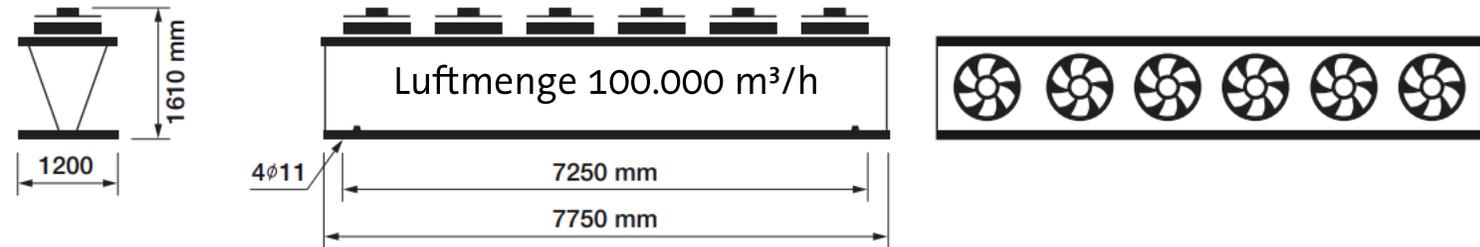


400.000 m³
Luftwärmetauscher
→ **4.400 MWh_{thermisch}**

1.700 m² PVT
→ **1.200 MWh_{thermisch}**

3 MW Speicher
→ **3.400 MWh_{thermisch}**

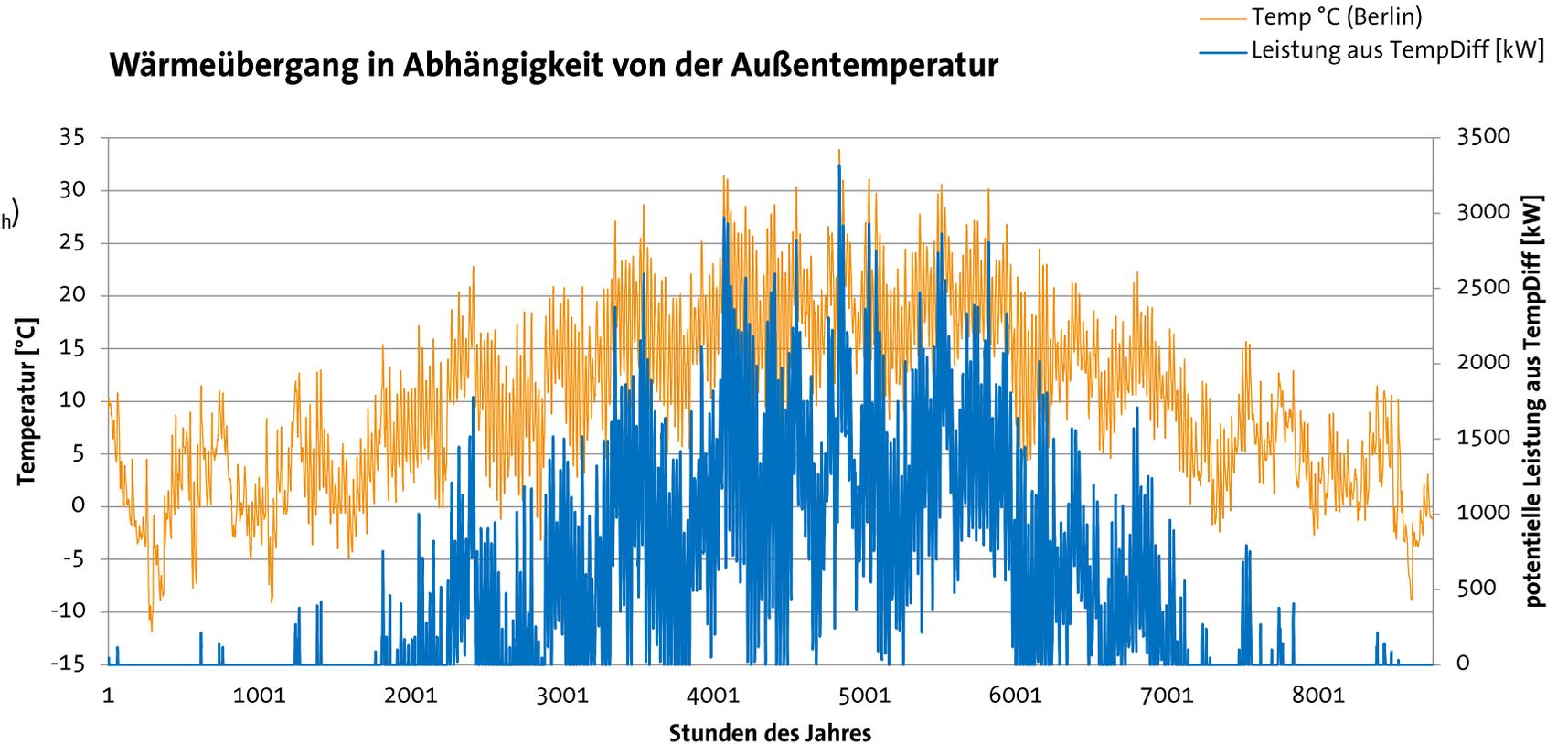
Luftwärmetauscher



4.400 MWh/a Wärmeertrag
bei 400.000 m³/h

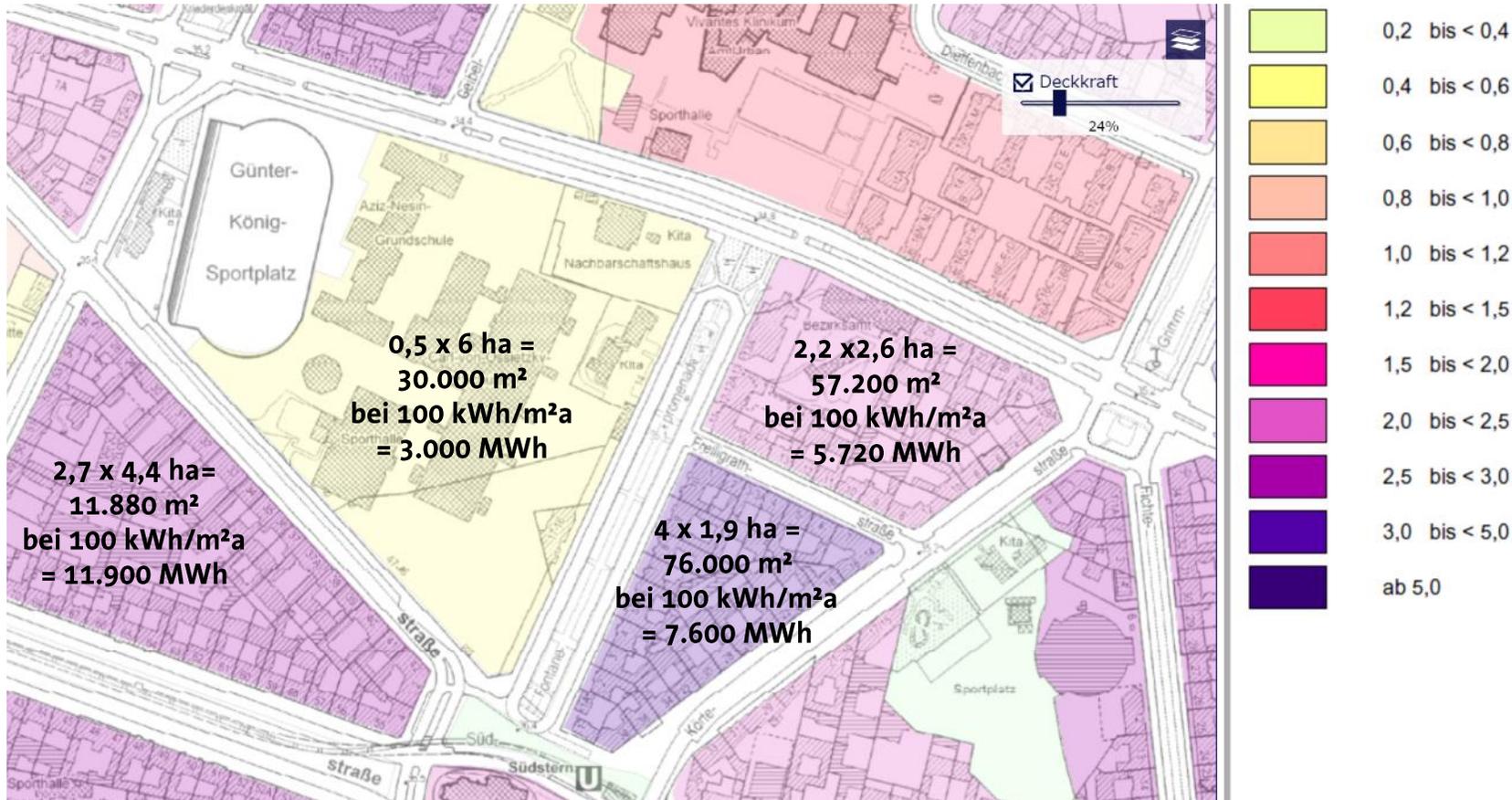
2% Lüfterstrom (19 kW x 4.500 Bh = 85 MWh_{elektrisch})

Wärmeübergang in Abhängigkeit von der Außentemperatur



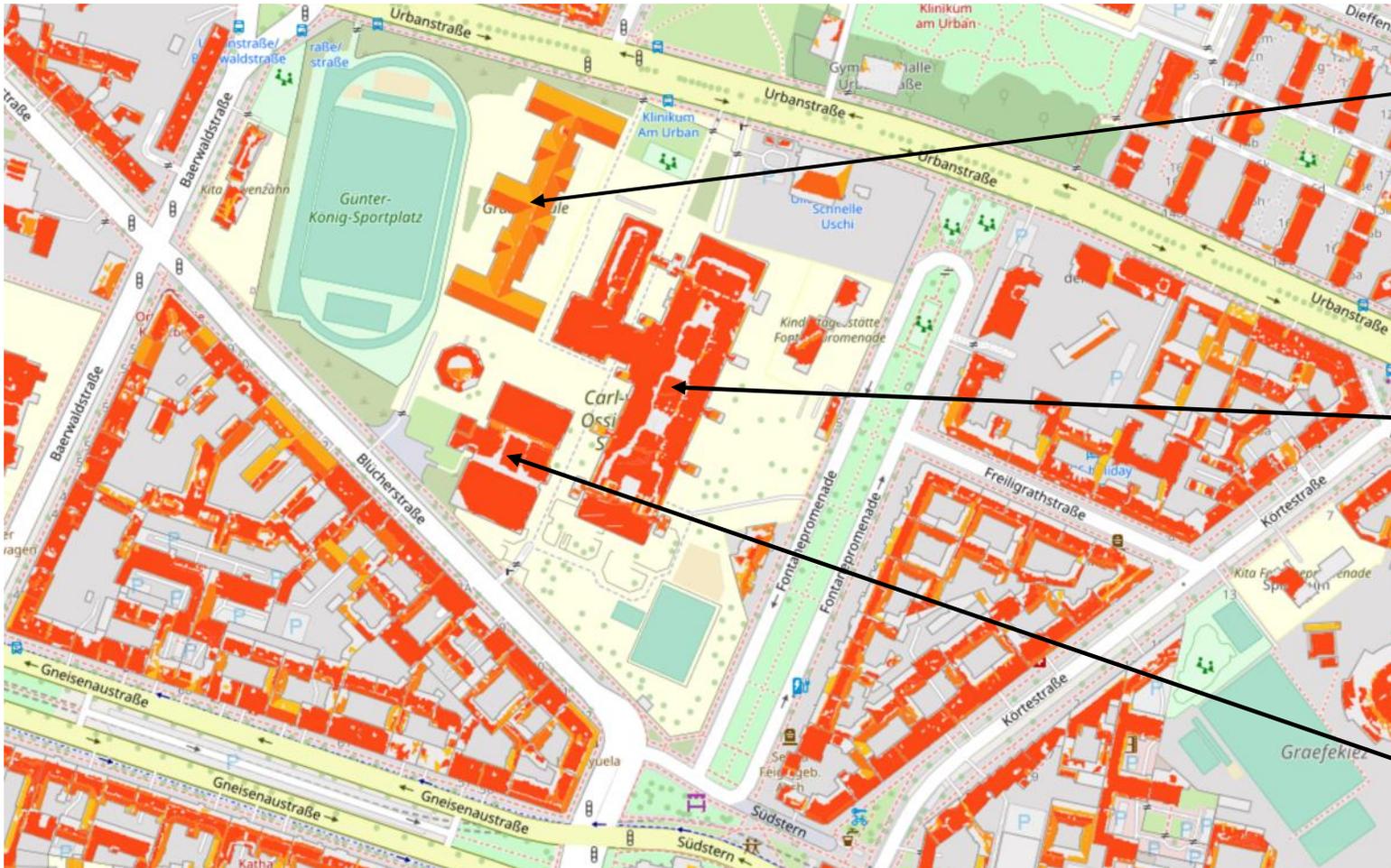
Beispiel Carl von Ossietzky-Schule im Quartier

Bedarfsabschätzung auf Basis der GFZ



PVT-Solarpotenzial-Vollausbau laut Energieatlas

3 Großgebäude-Solarwärmepotenzial 7.384 MWh

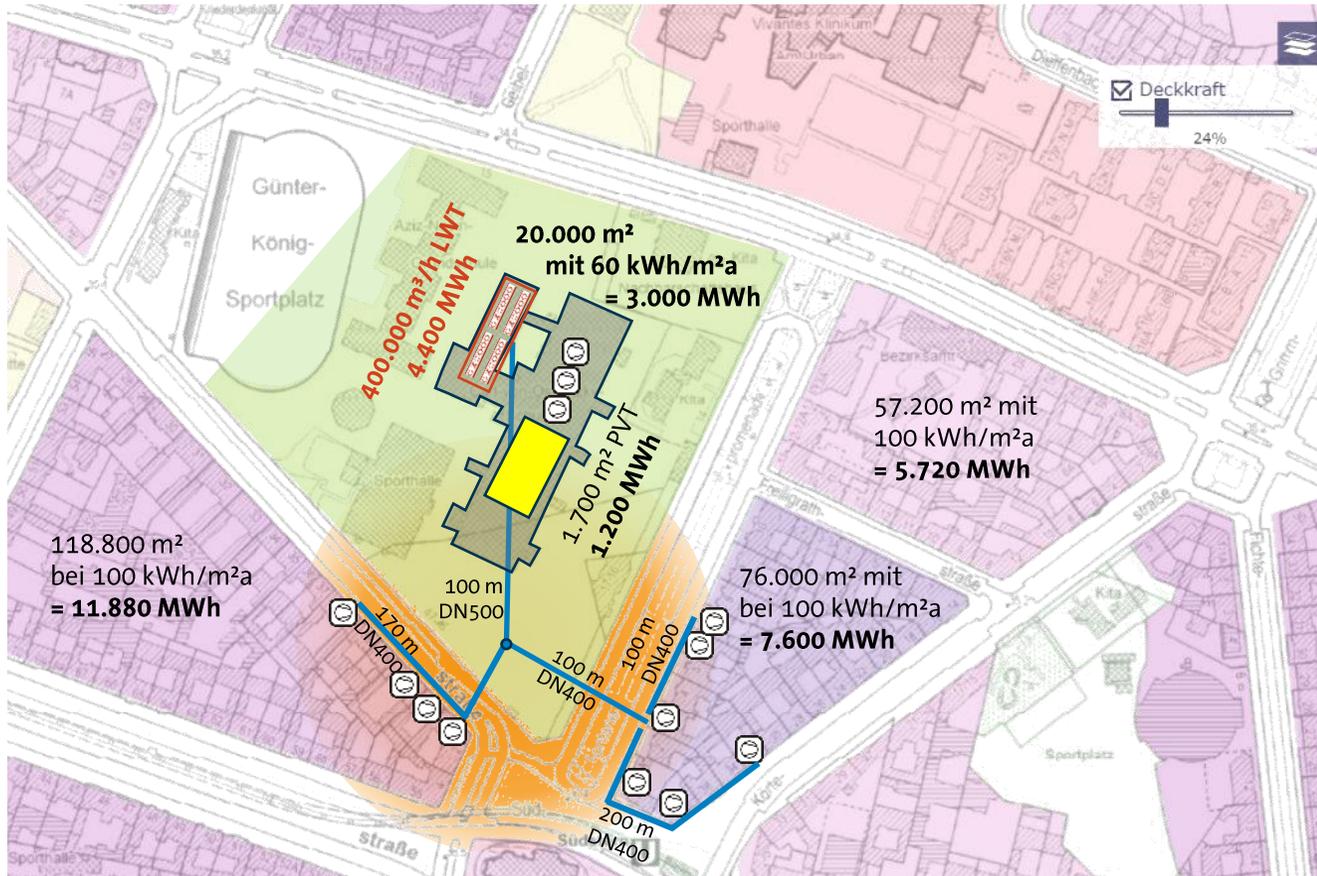


Solarthermisch Nutzwärme: 2.800 MWh/a
 Geeignete Brutto-Dachfläche: 4.670 m²

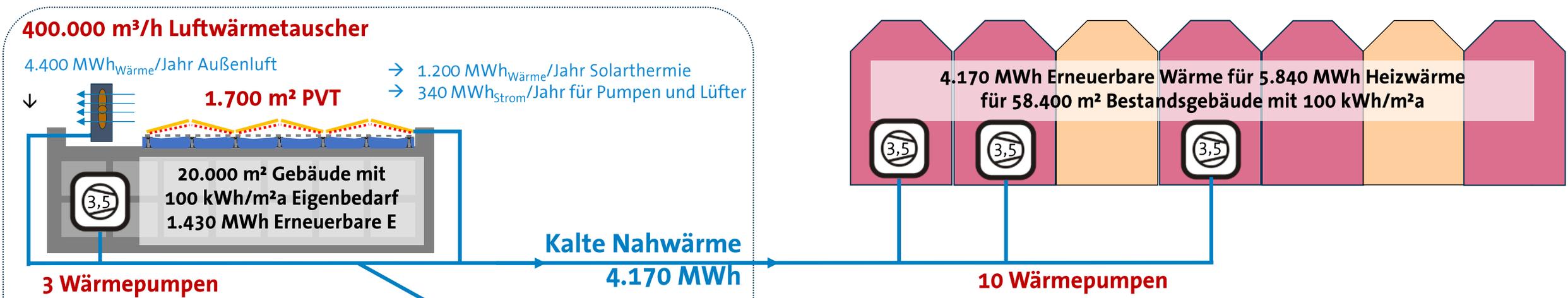
Solarthermisch Nutzwärme: 3.494 MWh/a
 Geeignete Brutto-Dachfläche: 5.330 m²

Solarthermisch Nutzwärme: 1.090 MWh/a
 Geeignete Brutto-Dachfläche: 1.610 m²

Beispiel Carl von Ossietzky-Schule im Quartier ohne Sanierung mit 100 kWh/m²a



100% Erneuerbare Wärme aus öffentlichen Liegenschaften im Bestand mit 100 kWh/m²a



Maßnahme	Investition
1.700 m ² PVT	1,3 Mio €
2.2 MW Luftwärmetauscher	0,3 Mio €
3 MW Aquiferspeicher	6,7 Mio €
700 Meter Kaltnetz	0,7 Mio €
13 Stück 300-kW-Wärmepumpen (AZ = 3,5)	2,4 Mio €
Investition gesamt	11,4 Mio €
Spezifische Kosten je Wohnfläche	145 € / m²

100% EE- „Wärmenetzknoten“ im Bestand

1.700 m² SOLINK PVT (340 kW _{elektr})	< 3,8 T€/kW _{Peak} >	→	340 MWh _{Strom} /Jahr	1,3 Mio€
100%. Eigenverbrauch für Lüfter, Speicherladung und Netzpumpen		→	- 340 MWh _{Strom}	
PVT-Solarthermieertrag (700 kWh/m ² a)		→	1.200 MWh _{Wärme} /Jahr	
2.200 kW Luftwärmetauscher (1 MWh/kW)	<150 €/kW, >	→	4.400 MWh _{Wärme} /Jahr	0,3 Mio€
Umweltwärme gesamt		→	5.600 MWh _{Wärme} /Jahr	
Heizenergie mit Wärmepumpe (Arbeitszahl = 3,5)		→	7.840 MWh_{Wärme}/Jahr	
Diese Wärmemenge reicht bei 100 kWh/m²a für 78.400 m ² Schul- und Wohnfläche mit 3.8 MW Heizleistung				

3 MW-Aquiferspeicher mit Horizontalfilter-Zirkulationsbrunnen (Speicherkapazität 3.400 MWh)				6,7 Mio€
700 m kaltes Netz (1.000 €/m) in Bestandsquartier mit 10 Mehrfamilienhäusern (VHs, SFl, HHs), Regelung				0,7 Mio€
13 x Wärmepumpen austausch gegen fossile Heizung in Schule und MFH <180T€/300 kW-Wärmepumpe / 600€/kW>				2,4 Mio€

Gesamtinvestition für 100% solare Energiegewinnung, saisonale Aquiferspeicherung und 10 Wärmepumpen **11,4 Mio€**

35-60% Förderung möglich

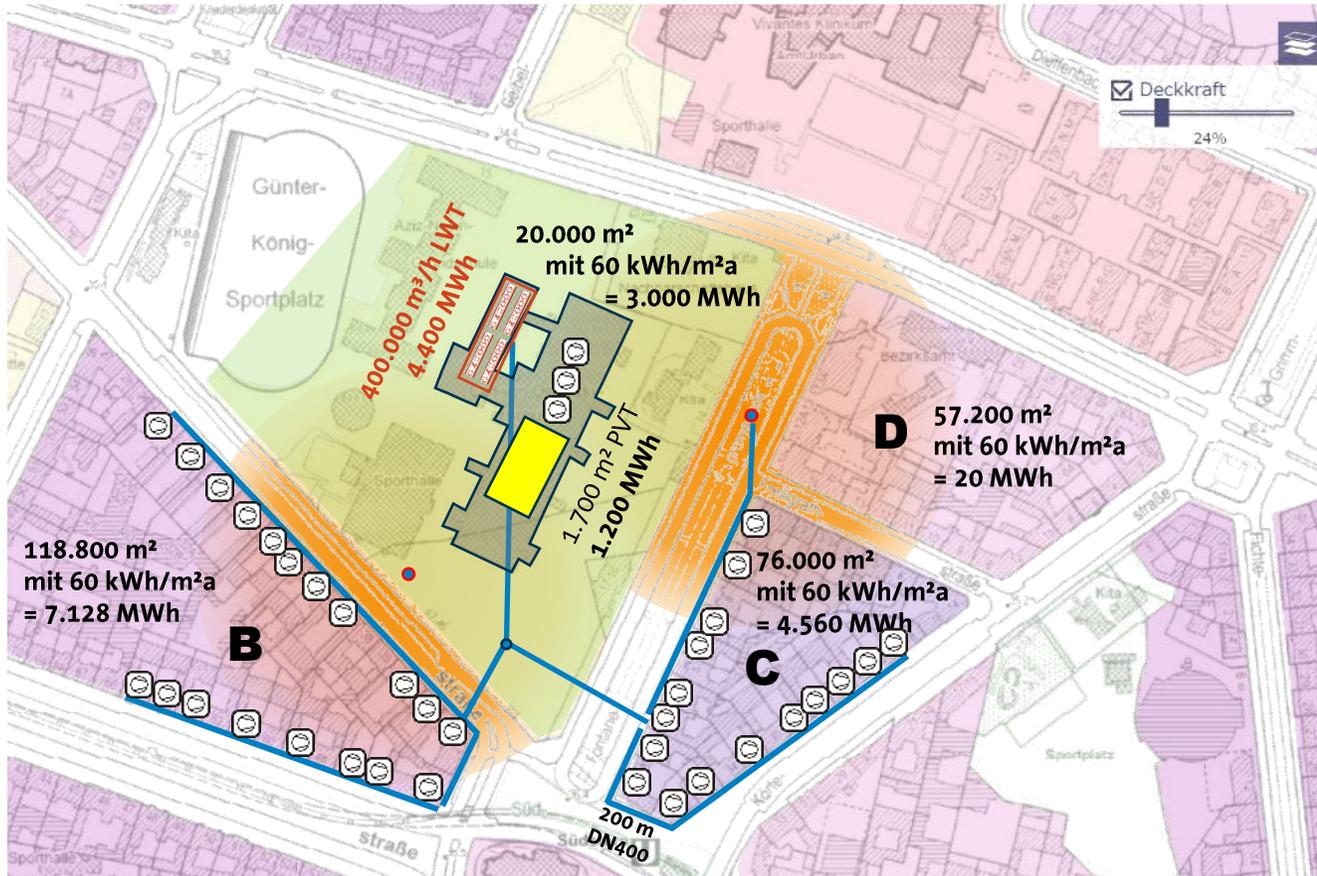
15,2 Mio€ Finanzdienst (11,4 Mio€, 3% Zins, 20 Jahre LZ) für 157 GWh_{therm} = 9,7 Ct/kWh + 8,6 Ct/kWh_{WP-Strom} + 0,12 Ct/kWh_{Wartung} = **18,4 Ct/kWh_{Heizwärme}**

Kein Eingriff in das Gebäude (außer Heizungstausch)*, keine Inanspruchnahme des Grundstücks, Kalkulation ohne Förderung

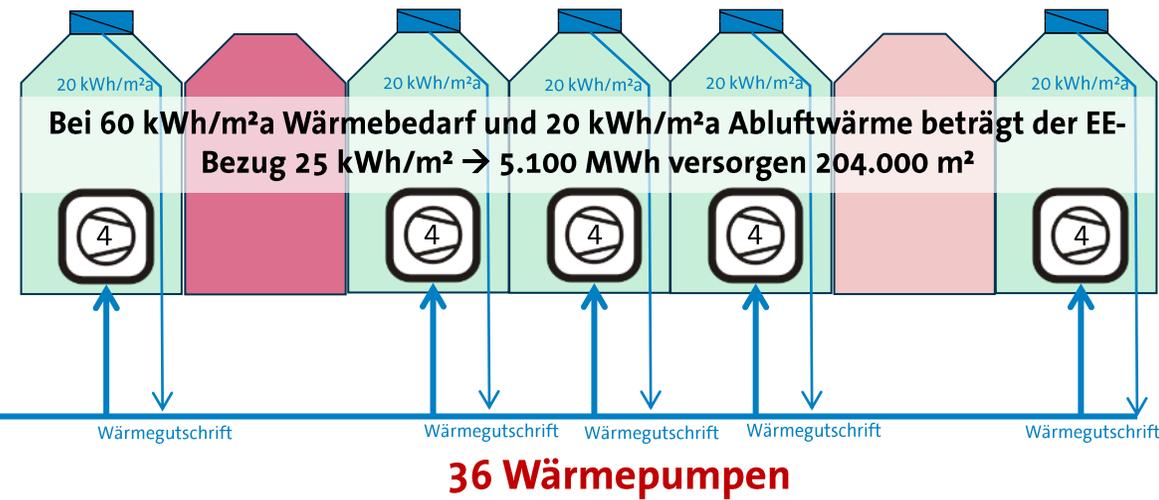
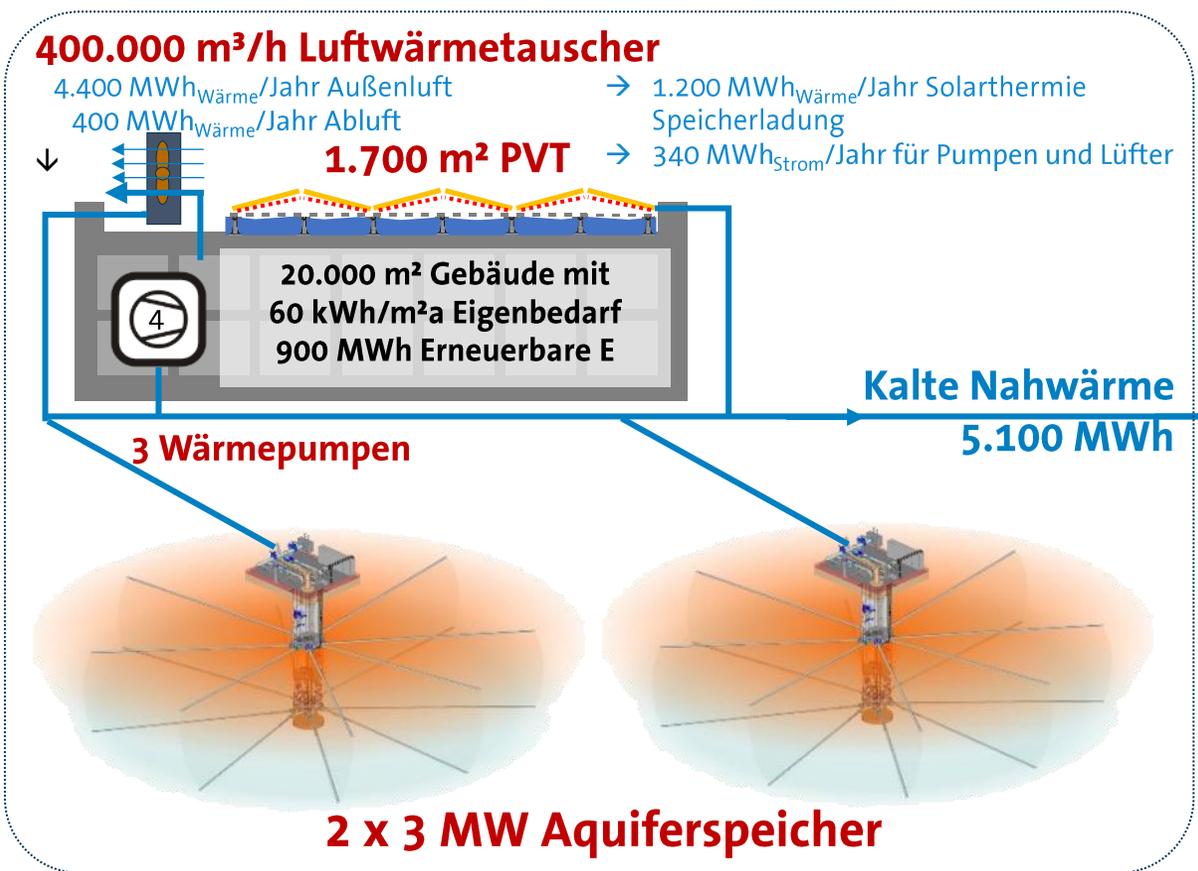
*hydraulischer Abgleich und Heizungsvorlauftemperaturen unter 60°C vorausgesetzt, ansonsten erhöht sich etwas der Wärmepreis

Beispiel Carl von Ossietzky-Schule im Quartier nach Sanierung auf 60 kWh/m²a und Abluftwärmenutzung

... erfordert zweiten 3 MW-Saisonalspeicher



100% Erneuerbare Wärme aus öffentlichen Liegenschaften nach Sanierung auf 60 kWh/m²a und Abluftwärmenutzung



Maßnahme	Investition
1.700 m ² PVT	1,3 Mio €
2.2 MW Luftwärmetauscher	0,3 Mio €
2 Stück 3 MW Aquiferspeicher	13,4 Mio €
1.500 Meter Kaltnetz	1,5 Mio €
39 Stück 170-kW-Wärmepumpen (AZ = 4)	3,9 Mio €
Investition gesamt	20,4 Mio €
Spezifische Kosten je BGF (zzgl. Sanierung)	91 € / m ²

100% EE- „Wärmenetzknoten“ im sanierten Bestand

1.700 m² SOLINK PVT (340 kW _{elektr})	< 3,8 T€/kW _{Peak} >	→	340 MWh _{Strom} /Jahr	1,3 Mio€
100%. Eigenverbrauch für Lüfter, Speicherladung und Netzpumpen		→	- 340 MWh _{Strom}	
PVT-Solarthermieertrag (700 kWh/m ² a)		→	1.200 MWh _{Wärme} /Jahr	
2.200 kW Luftwärmetauscher (1 MWh/kW)	<150 €/kW, >	→	4.400 MWh _{Wärme} /Jahr	0,3 Mio€
<u>Abluftwärme (20 kWh/m²a)</u>		→	<u>4.480 MWh_{Wärme}/Jahr</u>	---
				--- zzgl. Gebäudesanierung ---
Umweltwärme gesamt		→	10.080 MWh _{Wärme} /Jahr	
Heizenergie mit Wärmepumpe (Arbeitszahl = 4)		→	13.440 MWh_{Wärme}/Jahr	
Diese Wärmemenge reicht bei 60 kWh/m²a und Abluftwärmenutzung für 224.000 m ² Wohnfläche mit 6,7 MW Heizleistung				
2 Stück 3 MW-Aquiferspeicher mit Horizontalfilter-Zirkulationsbrunnen (Speicherkapazität 3.400 MWh)				13,4 Mio€
1.500 m kaltes Netz (1.000 €/m) in Bestandsquartier mit 30 Mehrfamilienhäusern (VHs, SFI, HHs), Regelung				1,5 Mio€
39 x Wärmepumpen austausch gegen fossile Heizung in Schule und MFH <100T€/170 kW-Wärmepumpe / 600€/kW>				3,9 Mio€
(150T in 20 Jahren/Brunnen) Gesamtinvestition für 100% solare Energiegewinnung, saisonale Aquiferspeicherung und 30 Wärmepumpen				20,4 Mio€

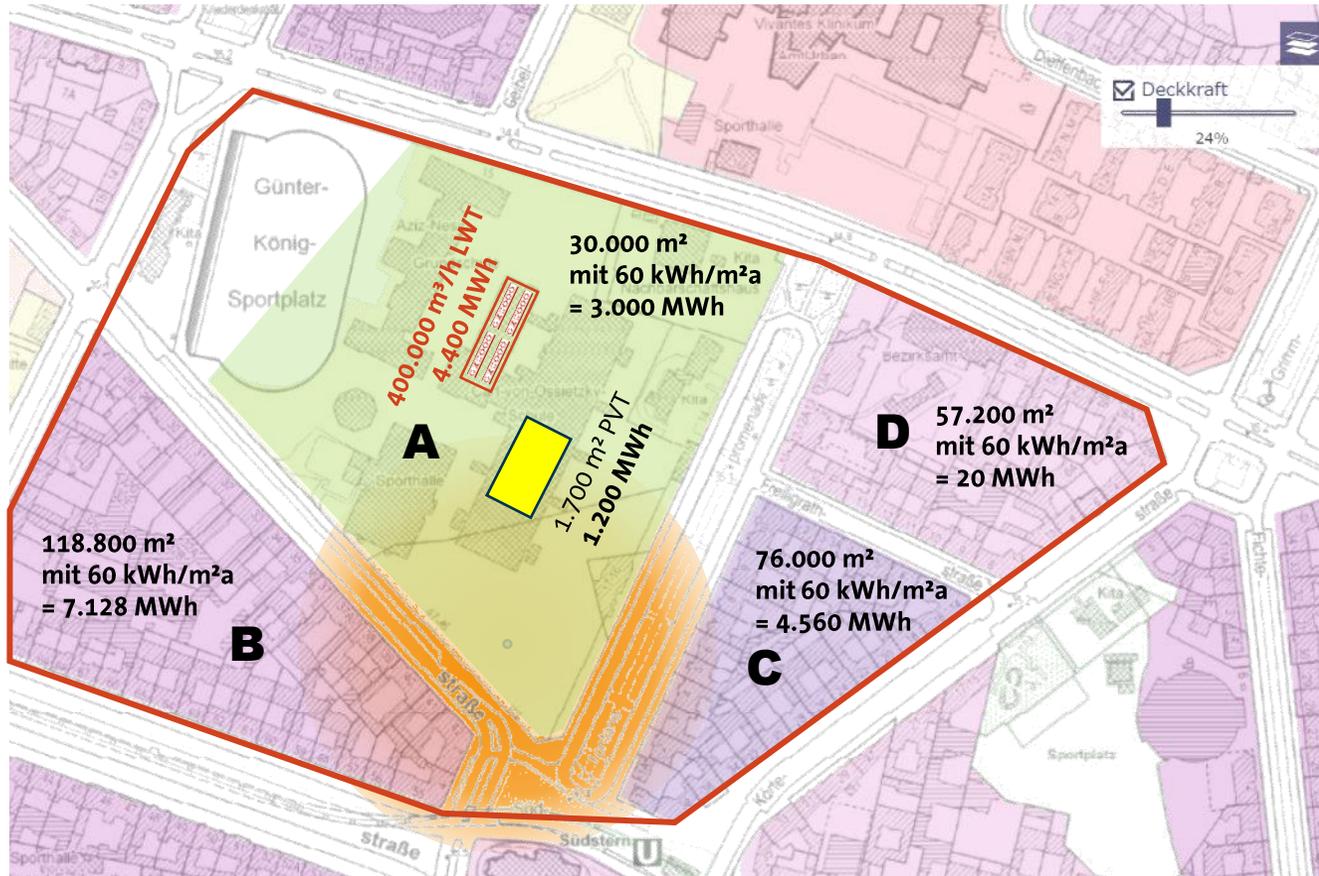
35-60% Förderung möglich

27,2 Mio€ Finanzdienst (11,6 Mio€ , 3% Zins, 20 Jahre LZ) für 269 GWh_{therm} = 10 Ct/kWh + 7,5 Ct/kWh_{WP-Strom} + 0,12 Ct/kWh_{Wartung} /kWh= **17,6 Ct/kWh_{Heizwärme}**

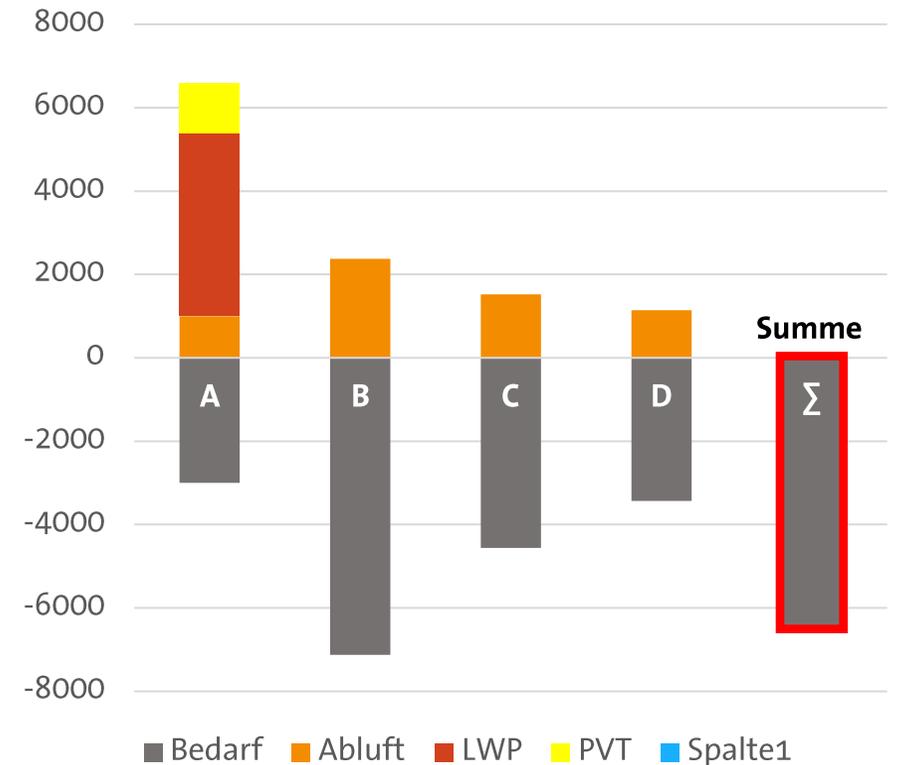
Sanierung des Gebäudes mit Abluftwärmenutzung, keine Inanspruchnahme des Grundstücks, Kalkulation ohne Förderung

Beispiel Carl von Ossietzky-Schule im Quartier nach Sanierung auf 60 kWh/m²a und Abluftwärmenutzung und EE-“Standardausbau“

... reicht nicht zur Vollversorgung der 4 Quartiere !

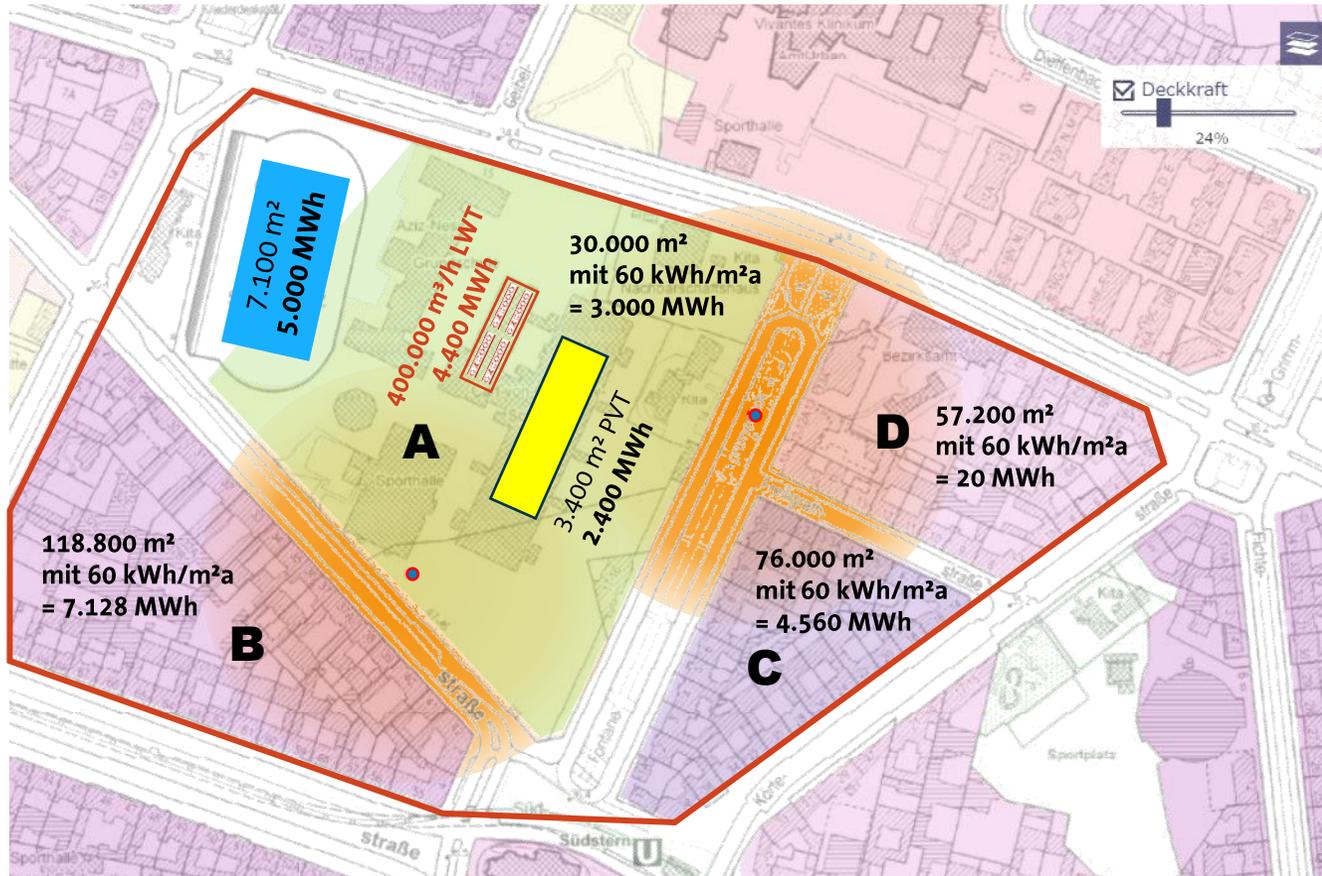


EE- Bilanz für alle Gebäude

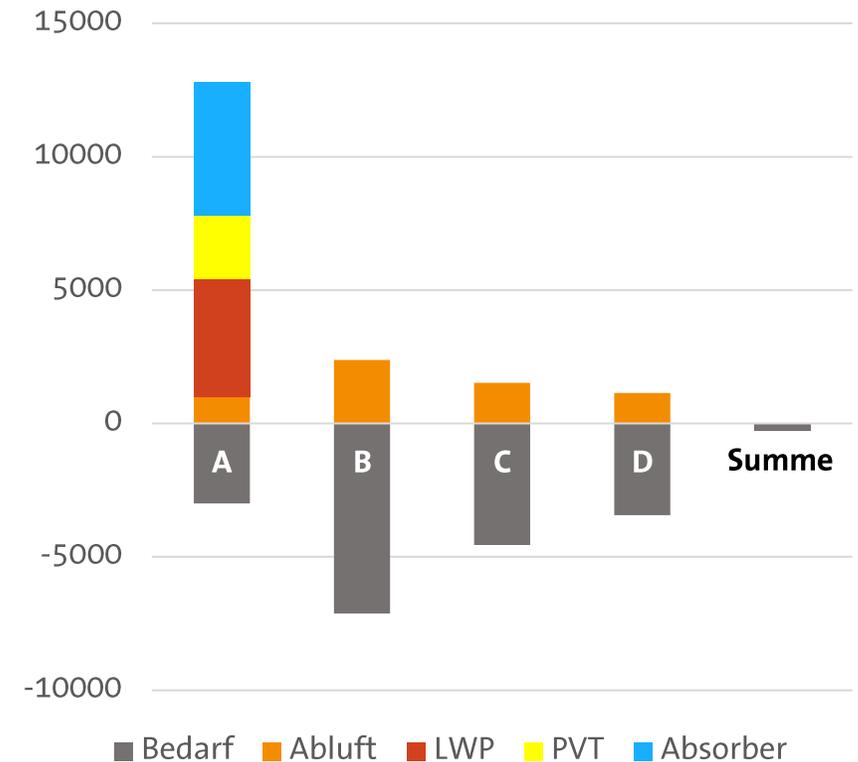


Beispiel Carl von Ossietzky-Schule im Quartier

nach Sanierung auf 60 kWh/m²a und Abluftwärmenutzung mit verstärktem EE-Ausbau

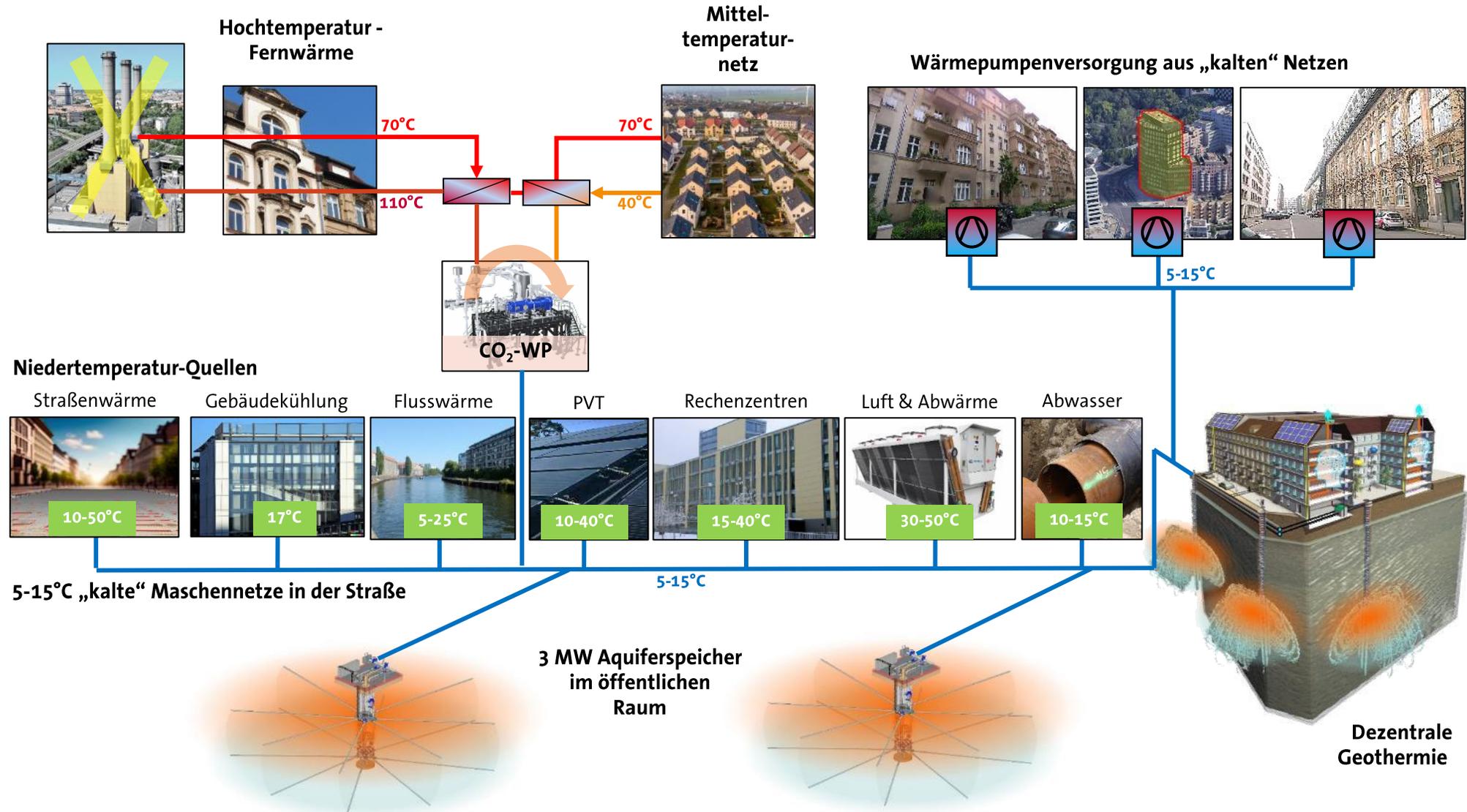


EE-Bilanz für alle Gebäude



Transformation der Wärme-/Kälteversorgung

Umweltwärmenutzung mit Aquiferspeicherung



Vielen Dank!

11.07.2023

Michael Viernickel | eZeit Ingenieure

Tel.: +49 152 5354 3576

mv@ezeit-ingenieure.eu

e⁺Zeit Analytics

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 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.

Alle Angaben, Kostenschätzungen und Kalkulationen ohne Gewähr.