

Anwendung von Geo- und Solarthermie

KoWa-Abschlusskonferenz am 22.3.2023

Vortrag von Dirk Mangold, Solites

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

kowa

...die Wärmewende im Quartier gestalten

Agenda

- Technische Einführung in Geothermie und Solarthermie
- Anwendungsbeispiele aus den Clustern
- Fazit und Empfehlungen

Solites - Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme im Steinbeis-Verbund

Solare Nahwärme
+ sais. Wärmesp.



Oberflächennahe
Geothermie



Simulation



Transfer

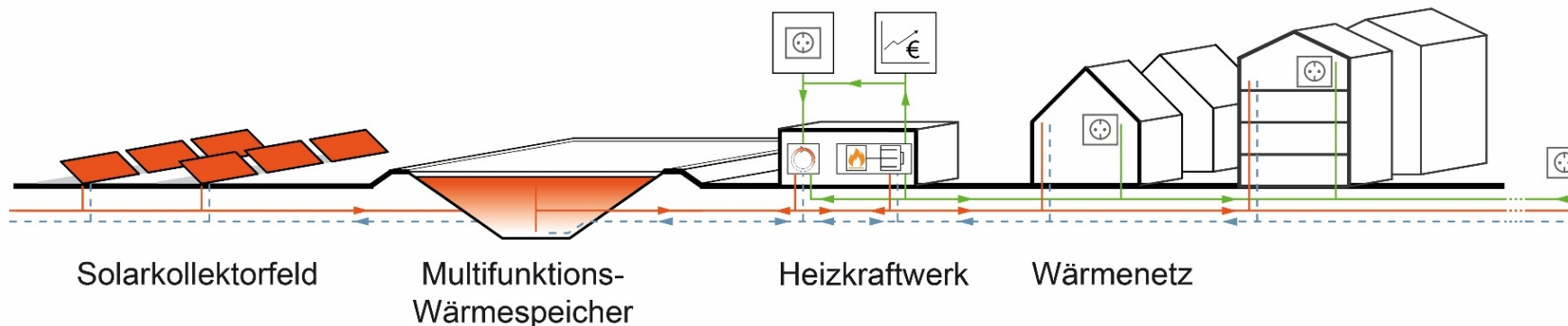


solare-waermetze.de

saisonalspeicher.de

scfw.de

Energieversorgungssysteme mit minimierten CO₂-Emissionen



Solarthermie: Kollektoren liefern Wärme



Stadt Greifswald, Vakuumröhrenkollektoren



Stadt Ludwigsburg, Flachkollektoren (Fotos: Bröer)

Solarthermieflächen: Ökologische Aufwertung



Randegg: Magerrasen-Biotop (Foto: Bröer)



Marstal, DK: Schafbeweidung (Foto: Erik Christensen)

Dachintegrierte Solarthermie-Anlage



Sanierung eines ehemaligen
Kasernengebäudes,
Crailsheim

Vorteile von Solarthermie in Wärmenetzen



iKWK-System Greifswald (18.732 m²) (Foto: Guido Bröer)

- Versorgungssicherheit durch lokale Energiequelle
- Lokale Wertschöpfung und Identifikation der Wärmekunden
- Stabile Wärmekosten zwischen 40 - 70 €/MWh, vor Förderung
- Verschiedene Betriebsmodelle: genossenschaftlich, Stadtwerke etc.
- Ökologische Aufwertung der Flächen
- Wärme saisonal speicherbar (solarer Deckungsanteil über 50%)

Marktstatus

Neue Anlagen

2021: 9.055 m² / 6,3 MW

2022: 33.879 m² / 23 MW

In Realisierung

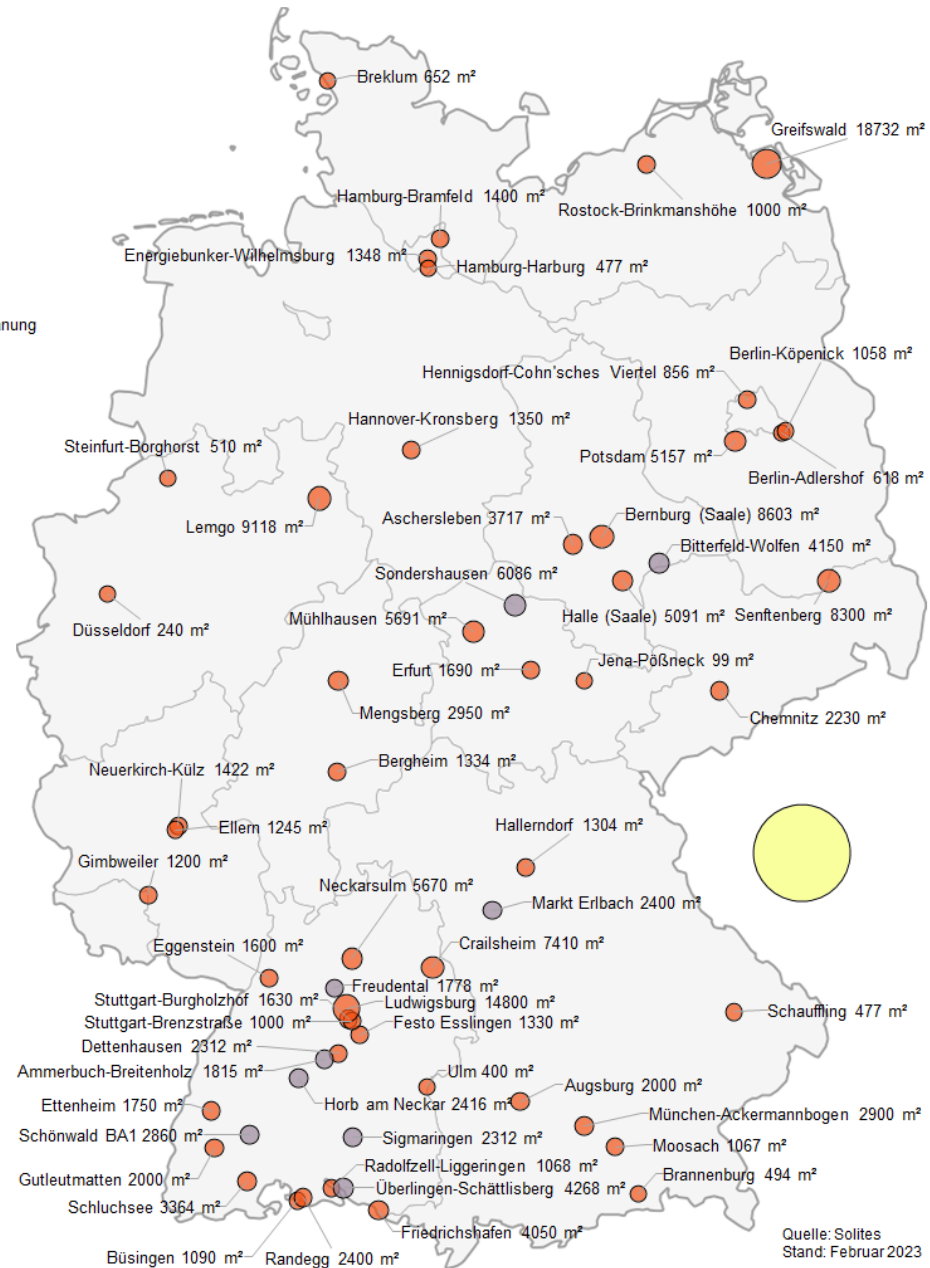
Bis 2024: 9 Anlagen

28.085 m² / 19 MW

In Vorbereitung:

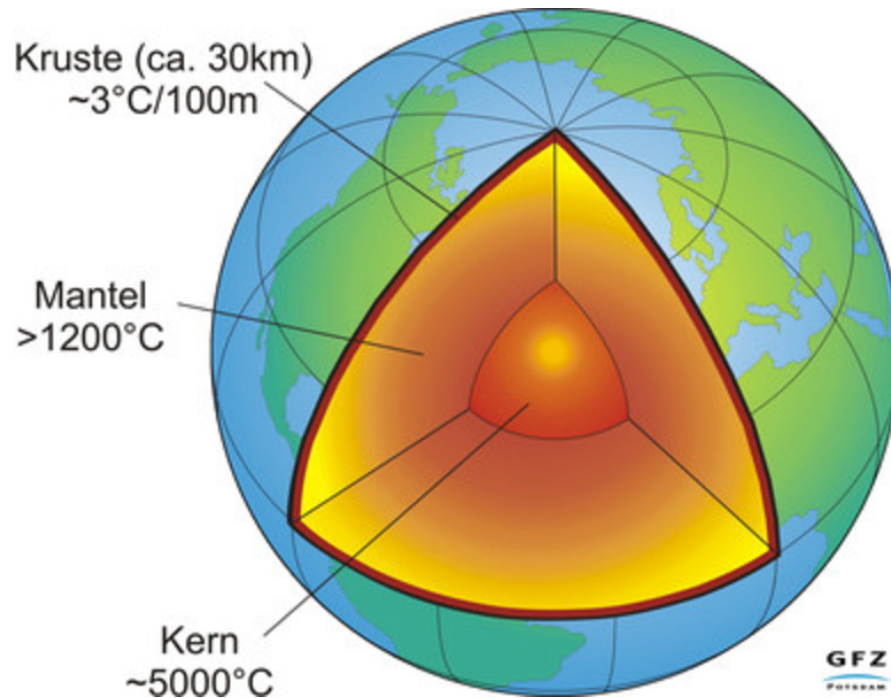
54 Anlagen
mit ca. 304.000 m² /
212 MW

-  in Betrieb
49 Anlagen
mit ca. 146204 m²
-  in Realisierung/Planung
9 Anlagen
mit ca. 28085 m²
-  in Vorbereitung
54 Anlagen
mit ca. 304550 m²



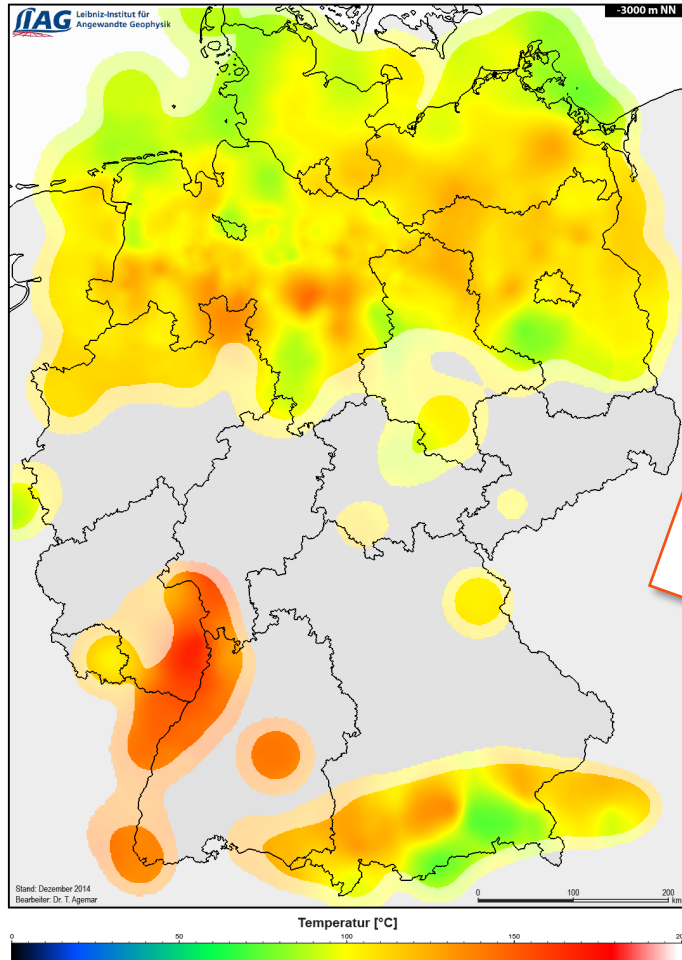
Quelle: Solites
Stand: Februar 2023

Ursprung der geothermischen Energie



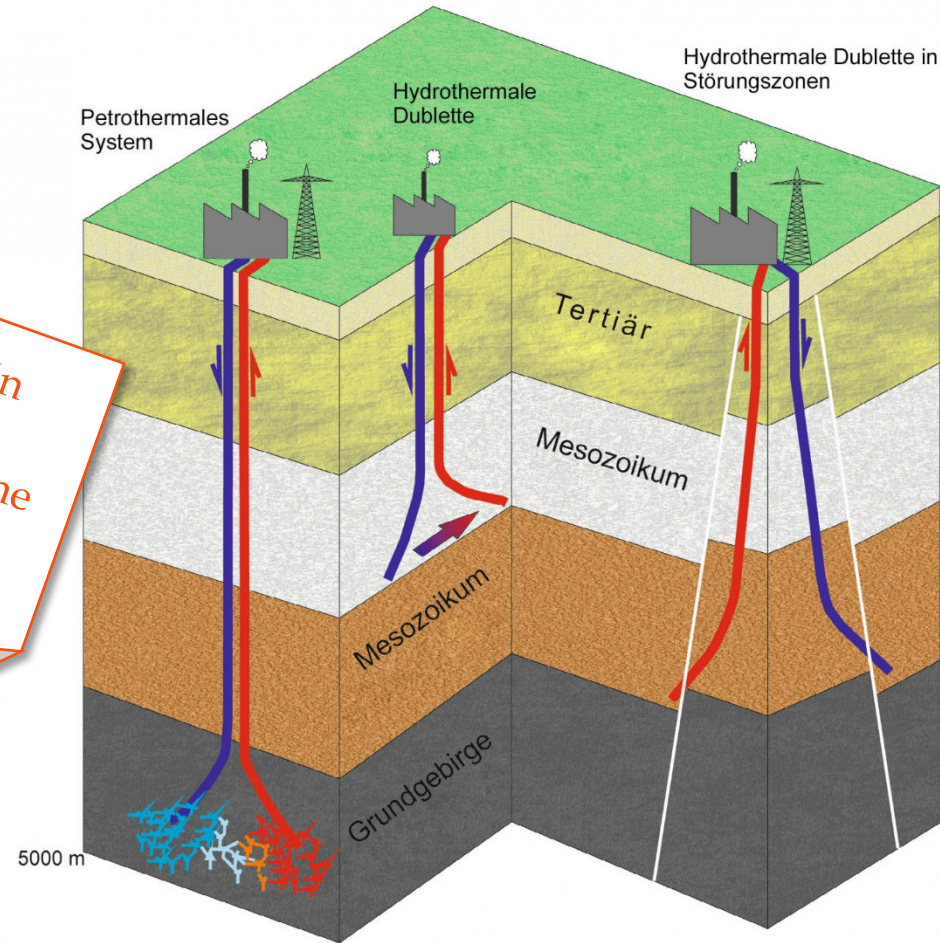
- Radioaktiver Zerfall ca. 70%
- Kristallisationswärme
- Gravitative Bindungsenergie
- Restwärme
- Durchschnittlicher Tiefengradient $3\text{ K} / 100\text{ m}$

Tiefe Geothermie für Wärmenetze (Bohrtiefe > 400 m)



Temperaturkarte in 3.000 m Tiefe (Quelle: LIAG)

42 Anlagen in Betrieb
350 MW Wärme
47 MW Strom



Tiefengeothermische Systeme (Quelle: LGRBwissen)

Oberflächennahe Geothermie (Bohrtiefe < 400 m)



Erdwärmesondenbohrung

- + Wärmepumpe
- + erneuerbarer Strom (vor allem im Winter)
- + Niedertemperatur-Heizung (wenn möglich)

Nutzungsmöglichkeiten Geothermie

- Es werden grundsätzlich zwei Nutzungsformen unterschieden:
Oberflächennahe Geothermie und **Tiefe Geothermie**
- Die (Tiefen-) Grenze liegt bei ca. 400 m. Sie ist jedoch reine Definitionssache.
- Die Einsatzmöglichkeiten unterscheiden sich:
 - Oberflächennahe Geothermie = Zumeist **Wärmeenergie** für Gebäude
 - Tiefe Geothermie = Abhängig von der Wärmeenergie entweder Erzeugung von elektrischem Strom (in Hochenthalpieregionen wie z.B. Island) und/oder Wärmeenergie (z.B. Einbindung in das Fernwärmenetz im Raum München)
- Für die Wärmeerzeugung mittels Oberflächennaher Geothermie ist aufgrund der relativ geringen Temperaturen im oberflächennahen Bereich eine Wärmepumpe notwendig.

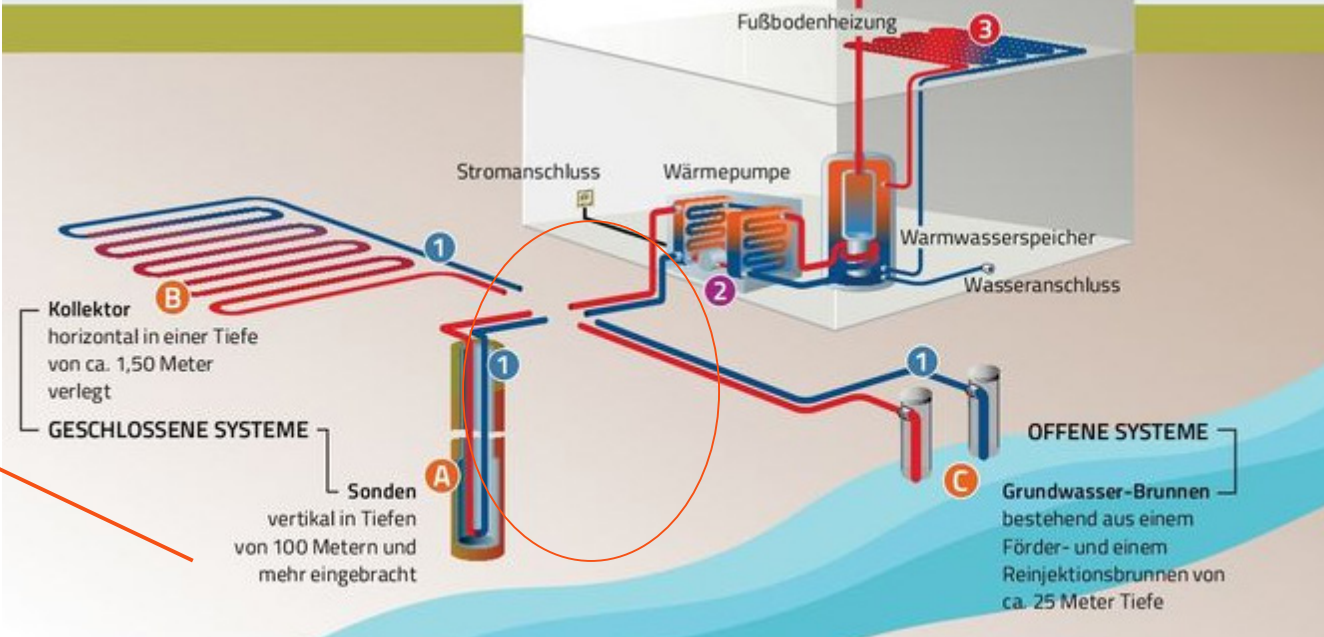
Oberflächennahe Geothermie – Technologien



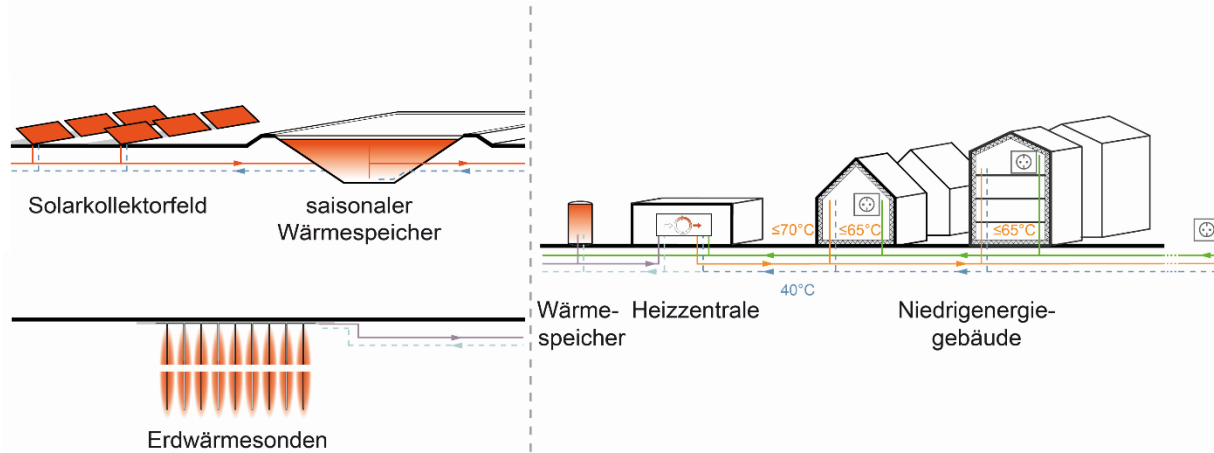
Erdwärme kann in geschlossenen Systemen mit Sonden **A** oder horizontalen Kollektoren **B** genutzt werden. Eine andere Möglichkeit ist der Einsatz von zwei Brunnen **C** als offenes System.



- 1 Das Wasser fließt durch die Sonden oder Kollektoren und wird dabei durch das Erdreich erwärmt. Brunnenanlagen pumpen Grundwasser zur Oberfläche und nutzen es direkt als Wärmequelle.
- 2 Die Wärme des Wärmeträgers wird an die Wärmepumpe übertragen. Durch Verdichtung des Kältemittels wird die Temperatur von ca. 10 Grad auf über 60 Grad angehoben.
- 3 Die Energie kann zur Raumheizung oder zur Erwärmung des Brauchwassers genutzt werden.



Energiekonzept „Killberg IV“ in Hechingen



- Neubausiedlung für rund 2.500 Menschen
- Netzwärmebedarf von 4 GWh/a (Prognose)
- 7.000 m² Solarthermie-Anlage (67 % der Wärme)
- 18.000 m³ Erdbecken-Wärmespeicher auf Erddeponie
- 40 Erdwärmesonden mit 180 m Tiefe + Wärmepumpe (28 % der Wärme)
- 95 % fossilfreie Wärmeerzeugung

Anwendungsbeispiele aus den Clustern

- Berlin Q1
- Anwendungsbeispiele aus den Clustern
- Abschließende Bewertung und Fazit

Geothermie-Potential

- Geologische Daten in Berlin: FIS Broker
- Analyse der geologischen Randbedingungen
- Analyse des (oberflächennahen) geothermischen Potentials
- Analyse der gesetzlichen Vorgaben: Wasserschutzgebiet

www.stadtentwicklung.berlin.de/geoinformation/fis-broker



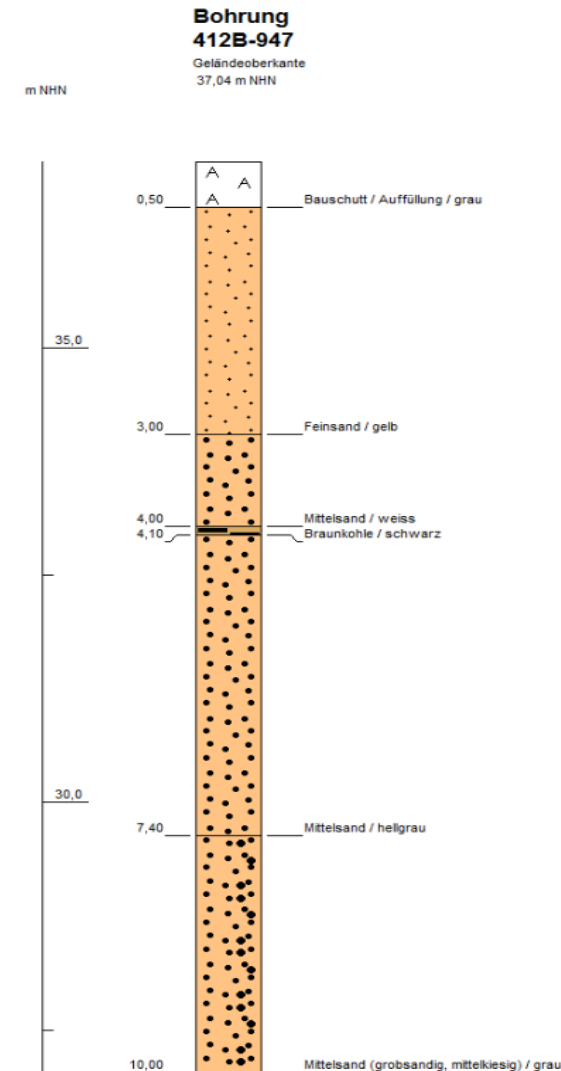
Geologische Randbedingungen

- Untergrundzusammensetzung?
- Feinsand, Mittelsand
- Grobkies, Braunkohle, kohlehaltige Sande
- Ab 40 m Tiefe sind Einschübe von Geschiebemergel und sandige Schluffe bis schluffige Tone zu erwarten



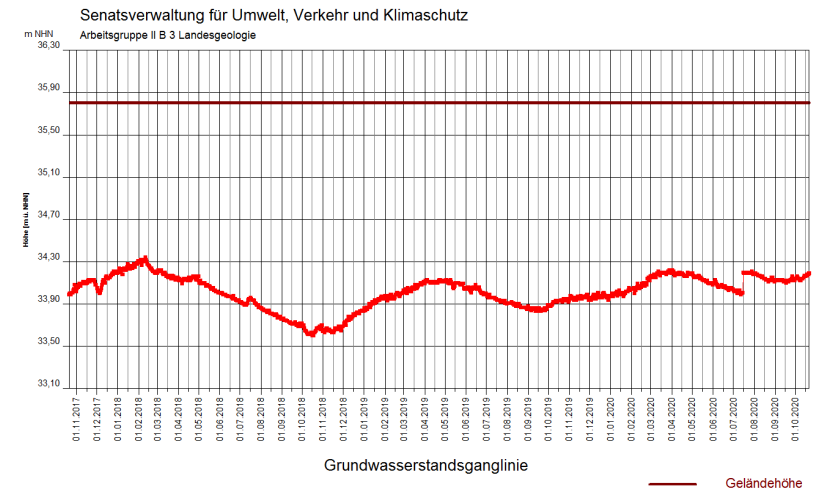
Bohrdaten aus FIS Broker; siehe:
<https://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp>

02.04.2023



Geologische Randbedingungen

- Grundwasser?
- Mittlere Grundwasserhöhe von 33 m
- Fließgeschwindigkeit moderat (0,4 bis 1 m/a)
- Flurabstand bei mittlerer Grundwasserhöhe ca. 2,6 m



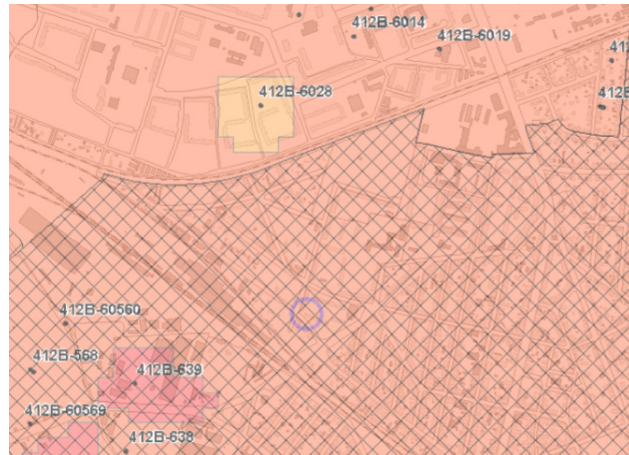
Messtellennummer: 5472 Datum der letzten Messung: 21.10.2020
Standort der Messstelle: Lichtenberg Grundwasserstand: 34,19 m NHN
Marie-Curie-Allee 88/90 / Delbrückstr., 10315 Berlin



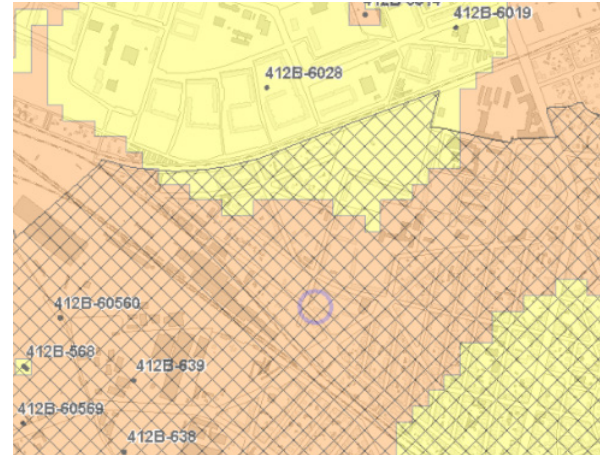
Grundwasserdaten aus FIS Broker; siehe:
<https://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp>

Geothermisches Potential

- Die die zu erwartenden spezifischen Entzugsleistungen sind befriedigend.

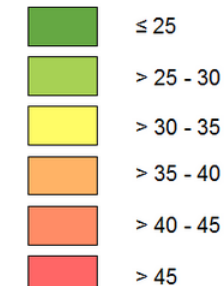


spezifische Entzugsleistung
bis 60 m, für 1800 h/a



spezifische Entzugsleistung
bis 60 m, für 2400 h/a

spezifische Entzugsleistung in W / m



verwendete Bohrung

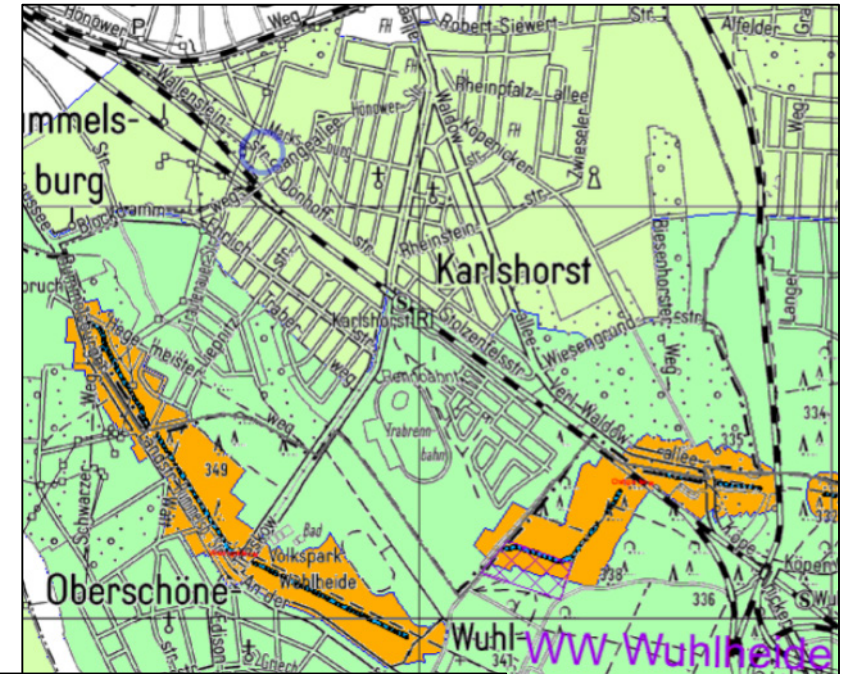
Erdwärmennutzung nicht erlaubt in Wasserschutzgebieten
(Details siehe Karte 2.11 im Umweltatlas Berlin)

Daten aus FIS Broker; siehe:

<https://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp>

Gesetzliche Vorgaben

- Wasserschutzgebiet?
- Zone III B
- Wasserschutzgebietsverordnung verbietet Bohrungen, sonstige Maßnahmen zur Erschließung von Grundwasser und Abgabe von Wärme sowie Nutzung der Erdwärme.



Schutzzonen	
	Zone I (Fassungsbereich mit Brunnengalerien)
	Zone II (engere Schutzzone)
	Zone III (nach Festsetzung durch Rechtsverordnung)
	Zone III A (nach Festsetzung durch Rechtsverordnung)
	Zone III B (nach Festsetzung durch Rechtsverordnung)
	Zone III (nach 46er Anordnung)
	Schutzgebietsgrenze in Brandenburg
	Betriebsgelände Wasserwerk

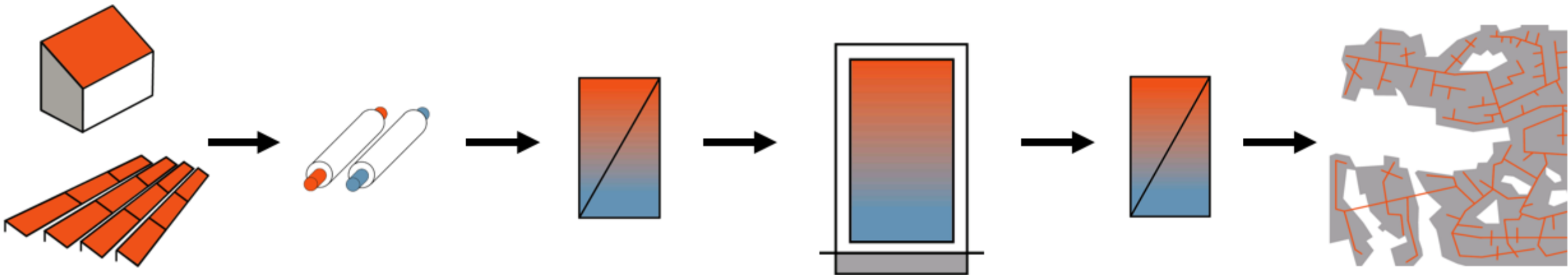
Daten aus FIS Broker; siehe:
<https://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp>

Für Solarthermie verfügbare Dachflächen

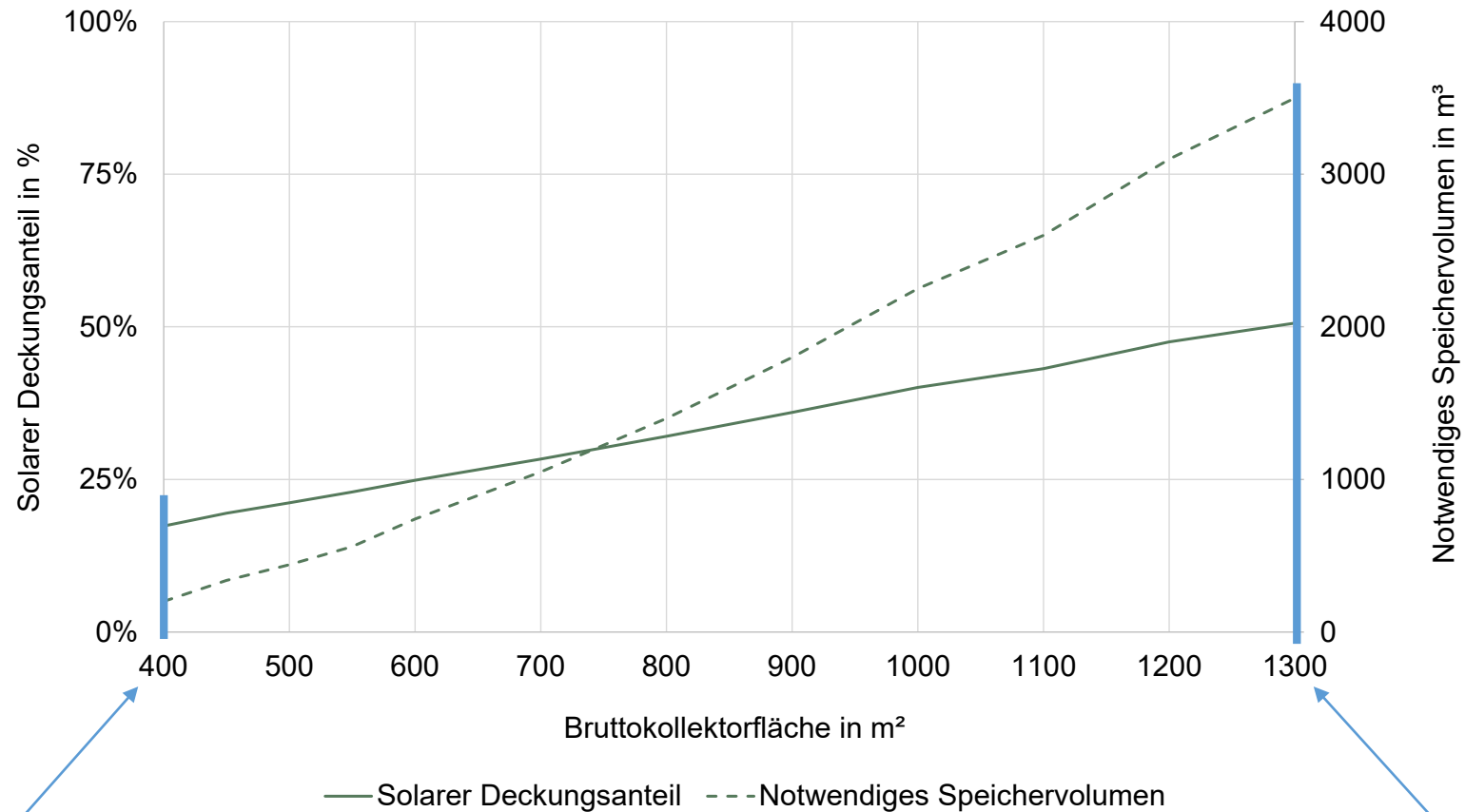
- Dachneigung von 36°
- Süd-/West-Richtung: Azimut von 20°
- Dachflächen in Süd/West-Richtung gesamt: rund 1475 m^2
 - Ilsestr. 4b: rund 560 m^2
 - Ilsestr. 6a: rund 315 m^2
 - Marksburgstr. 6: rund 600 m^2
- Annahme 10 % Abschlag für Dachfenster etc.
→ 1328 m^2 Dachfläche stehen zur Verfügung

Berechnung Solarthermie-Potential

- Berechnungstool Scenocalc Fernwärme (SCFW)
- Solarthermie:
 - Hochleistungsflachkollektor „Musterflachkollektor“
 - Neigung: 36°
 - Ausrichtung: 20°
 - Vorwämbetrieb
- Rohrleitungen:
 - Länge: 100 m
 - Innendurchmesser: rd. 124 mm
- Wärmespeicher drucklos
 - Max. Temperatur Wärmespeicher: 98 °C
- Temperaturdifferenz Wärmeübertrager jeweils: 3 K



Berechnung Solarthermie-Potential



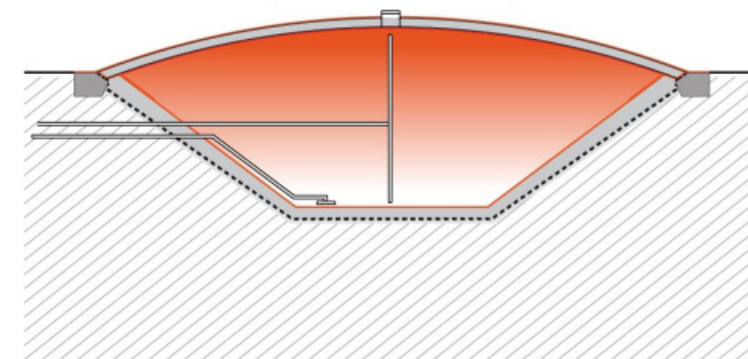
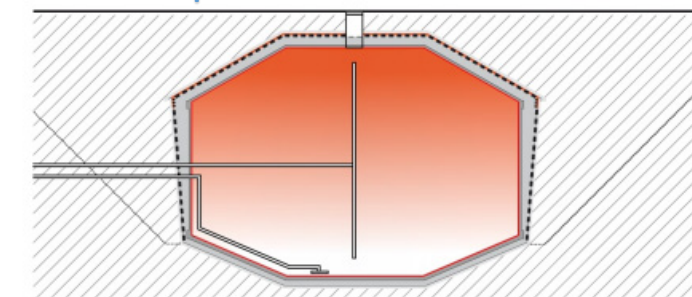
Deckung des Wärmebedarfs im Sommer mit kleiner Solarthermieanlage

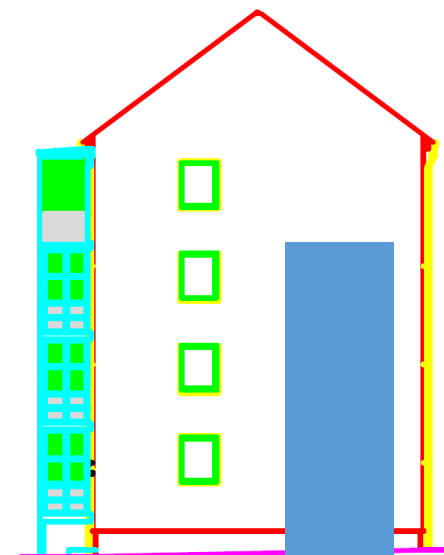
Nutzung der gesamten Fläche und damit hoher solarer Deckungsanteil

**Erdbecken-Wärmespeicher:**

Tiefe: 7m

Obere Maße: 29,3 x 29,3 m

Volumen: ~~3250~~ 4.225 m³**Unterirdischer Behälter-Wärmespeicher:**



Pufferspeicher:
Höhe: 9,3 m
Durchmesser: 3,7 m
Volumen pro Speicher: 100 m³

Pufferspeicher:

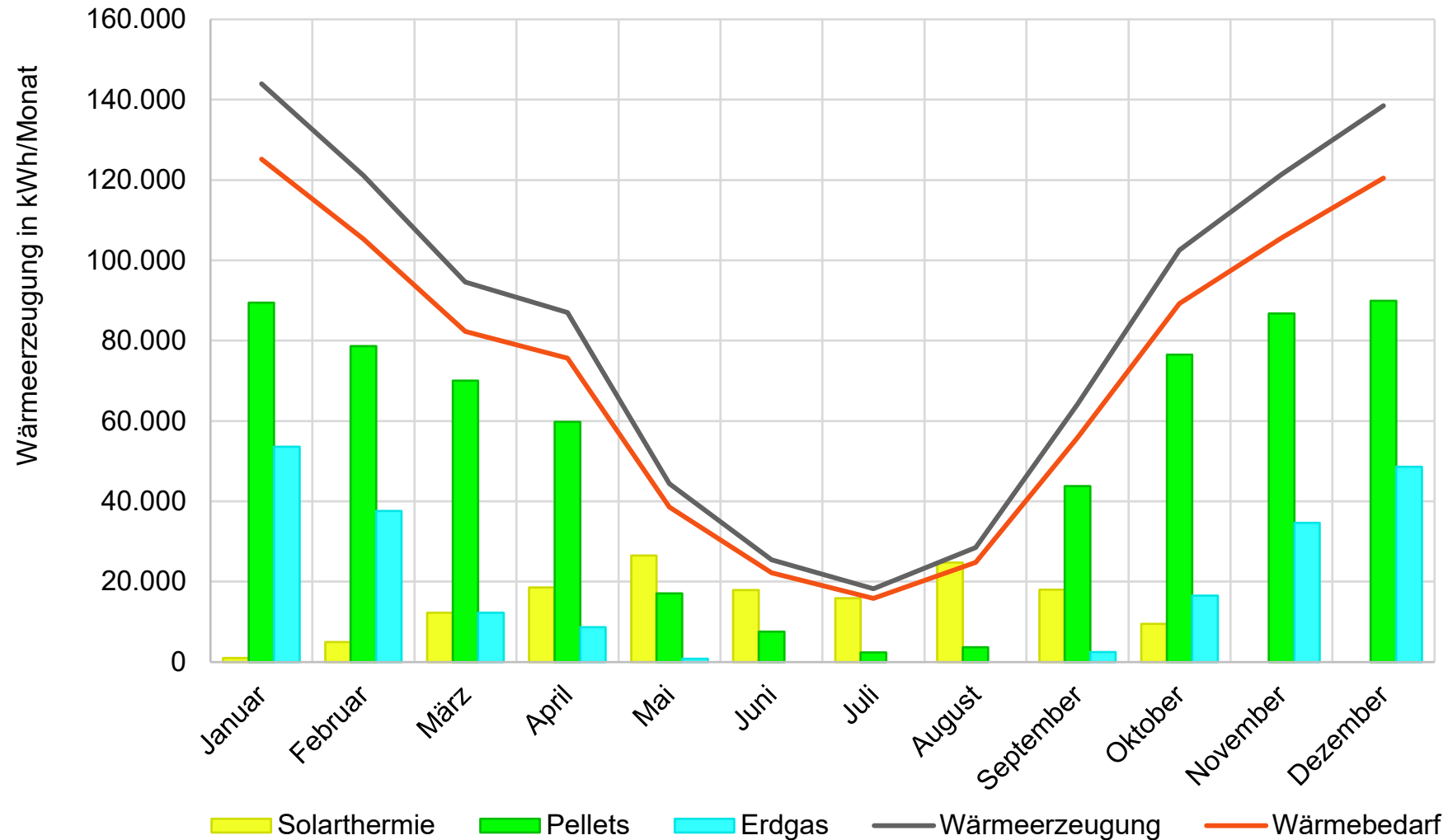
Höhe: 9,3 m

Durchmesser: 3,7 m

Volumen pro Speicher: 100 m³



Pfad 2b: Solarthermie + Holzpellets + Gas



Beispiel Cluster Saarlouis

Mögliche Flächen

- Entfernung zum Hauptanschlusspunkt ~ 1600 m (sowohl von den Flächen am Ford-Werk als auch von der Freifläche im Nordosten)
- Kaum Beeinflussung der dezentrale Einbindung der Fläche im Nordosten mit kürzer Anbindeleitung (~ 350 m) ($\sim 5\%$ Unterschied im Wärmeertrag)

→ Zentrale Einbindung am Hauptanschlusspunkt wird berechnet



Versorgungsgebiet Steinrausch, Saarlouis



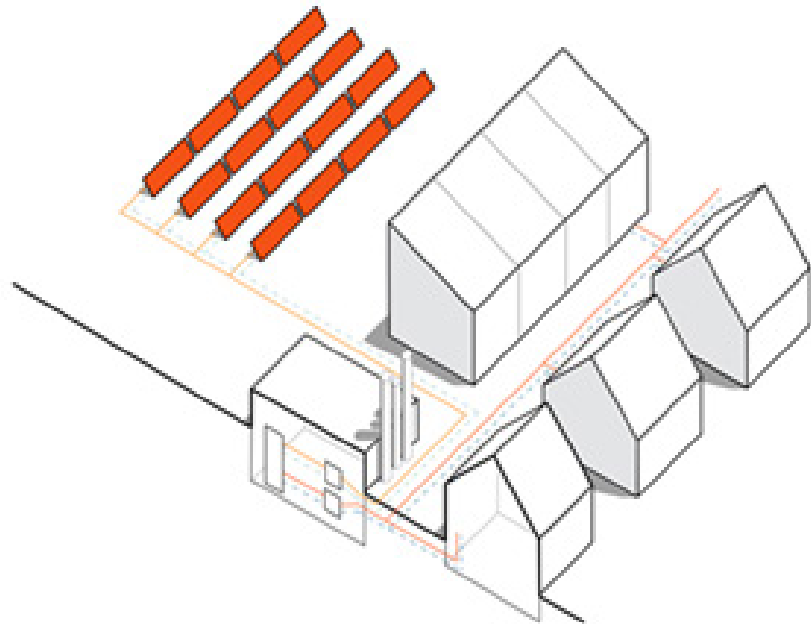
Mögliche Flächen für Solarthermie (Parkplätze Ford-Werke, Flächen nordöstlich)



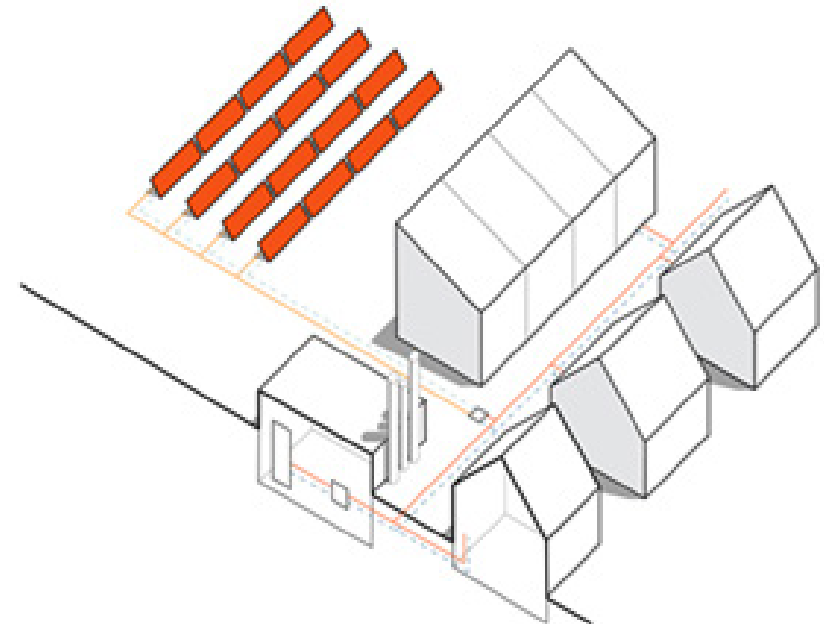
Hauptanschlusspunkt mit DN250

Rohrleitungen am Netzenode mit DN100

Zentrale oder dezentrale Einbindung von Solarthermie in Wärmenetze



zentral



dezentral

Fazit und Ausblick

- Unterschiedliche Randbedingungen erfordern unterschiedliche Lösungen
- Akteure mit unterschiedlichen Voraussetzungen bringen unterschiedliche Potentiale mit
- Flächenverfügbarkeit ist immer ein Thema
- Geologische und geothermische Datenverfügbarkeit notwendig
- Frühzeitige Einbindung wichtiger Akteure
- **Gespräch suchen für neue Lösungen!**
(bestehende Plansätze und bestehendes Wissen helfen nicht unbedingt für zukunftsweisende Konzepte)