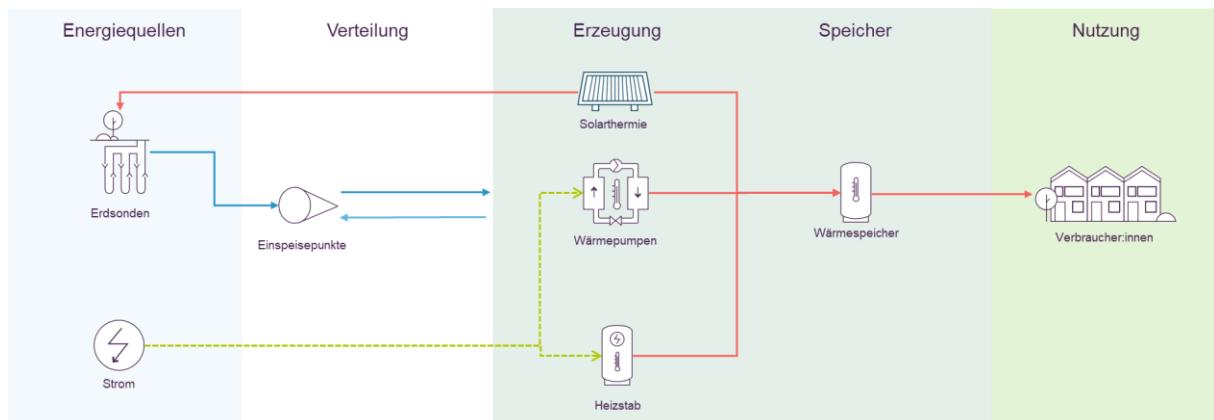




Machbarkeitsstudie im Rahmen der
BENE 2-Förderung

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes in der Weserberglandsiedlung



25.11.2025

Bearbeitung

M.Sc. Jakob Heilmann

Megawatt Ingenieurgesellschaft mbH

M.Sc. Emil Ollier

Megawatt Ingenieurgesellschaft mbH

M.Sc. Maren Henniges

Megawatt Ingenieurgesellschaft mbH

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	4
2. Einleitung	5
2.1. Projektgebiet	5
2.2. Zielsetzung	8
2.3. Vorhandene Berichte und Untersuchungen	8
3. IST-Analyse des Untersuchungsgebietes	9
3.1. Wasserschutzgebiet	10
4. Variantenuntersuchung	12
4.1. Potenzialermittlung erneuerbarer Energien und Abwärme	12
4.1.1.Oberflächennahe Geothermie	12
4.1.2.Grundwasserwärme	15
4.1.3.Solarthermie	17
4.1.4.Außenluft	19
4.1.5.Sonderfall: Fernwärme	19
4.2. Zusammenfassung Potenzialanalyse	20
4.3. Bewertung der Potenziale / Wahl der favorisierten Variante	20
5. SOLL-Analyse des Wärmenetzes	21
5.1. Festlegung der Planungsgrundlagen	21
5.2. Anordnung der Erdwärmesonden	24
5.3. Nahwärmenetz	30
5.4. Hausübergabestationen	38
5.5. Primärenergie- und CO₂-Einsparungen	43
6. Kostenrahmen	45
7. Pfad zur Treibhausgasneutralität	49
8. Übertragbarkeit der Ergebnisse auf das kliQ-Quartier	50
9. Maßnahmen zur Bürgereinbindung und Stärkung der Akzeptanz	53

1. Zusammenfassung

Gegenstand der vorliegenden Untersuchung ist die regenerative Wärmeversorgung der Weserberglandsiedlung. Die Weserberglandsiedlung ist ein Teil des kliQ-Quartiers in Berlin-Zehlendorf. Die Siedlung umfasst insgesamt 252 Einzelgrundstücke mit freistehenden Einfamilienhäusern, Doppelhaushälften und Reihenhäusern, welche aktuell vornehmlich mit Gas- oder Ölketten beheizt werden. Künftig soll die Wärmeversorgung leitungsgebunden über ein Nahwärmenetz realisiert werden.

In der vorliegenden Studie wurden verschiedene Potenziale und Versorgungsvarianten für eine regenerative Wärmeversorgung der Weserberglandsiedlung untersucht. Im Ergebnis wurde eine Versorgung mithilfe von Erdwärmesonden, welche ein kaltes Nahwärmenetz speisen und die Quelle für dezentrale Sole-Wasser-Wärmepumpen darstellen, aufgrund der guten Skalierbarkeit und des geringen Platzbedarfs als favorisiertes Versorgungskonzept identifiziert. In dieser Variante hat sich eine straßenweise Versorgung der Gebäude als vorteilhaft herausgestellt. Aus diesem Grund wurde in der SOLL-Analyse beispielhaft lediglich die Straße Eggepfad detaillierter untersucht.

Zur Deckung des Wärmebedarfs im Eggepfad von 281 MWh sind insgesamt neun Erdwärmesonden mit einer Tiefe von je 200 Metern vorgesehen. Die Erdsonden sollen im Straßenland errichtet werden und direkt an das kalte Nahwärmenetz angeschlossen werden. Die entzogene Erdwärme wird über ein „kaltes“ Nahwärmenetz an die angeschlossenen Gebäude verteilt und anschließend mittels dezentraler Sole-Wasser-Wärmepumpen in den Gebäuden auf das erforderliche Temperaturniveau zur Wärmeversorgung angehoben. Dabei werden in den einzelnen Gebäuden Umwälzpumpen installiert, sodass keine Technikzentrale für den Betrieb des Wärmenetzes erforderlich ist. Zur Bereitstellung der Spitzenlast sowie zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit werden in sämtlichen Gebäuden zusätzlich elektrische Heizstäbe installiert. Zusätzlich werden auf den Dächern Solarthermie-Anlagen errichtet, um Nutzwärme für die Gebäude und Regenerationswärme bereitzustellen. Im Rahmen der Vorplanung wurde die Vorzugsvariante detaillierter ausgearbeitet und die Umsetzbarkeit geprüft.

Die Investitionskosten betragen rund 1,19 Mio. EUR, wobei angenommen wird, dass eine Investitionskostenförderung von 0,46 Mio. EUR in Anspruch genommen werden kann. Die durchschnittlichen Wärmegestehungskosten über einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren betragen 26,2 ct/kWh unter Berücksichtigung der Investitionskostenförderung nach BEW.

Die Bewertung der Übertragbarkeit der betrachteten Variante zeigt, welche Faktoren die Umsetzung der Variante für andere Gebiete beeinflussen können. Zudem wird erläutert, wie auf veränderte Rahmenbedingungen reagiert werden kann.

Die Ergebnisse der Studie wurden im Rahmen einer öffentlichen Informationsveranstaltung und eines Webinars des Aktionskreises Energie vorgestellt.

2. Einleitung

2.1. Projektgebiet

Die Machbarkeitsstudie betrachtet den nördlichen Teil der Weserberglandsiedlung im Berliner Bezirk Steglitz-Zehlendorf. Die Weserberglandsiedlung ist ein Teilquartier des kliQ-Quartiers, welches sich rund um die U-Bahn-Station Onkel-Toms-Hütte erstreckt. Abbildung 1 zeigt die Lage des Projektgebiets im kliQ-Quartier.

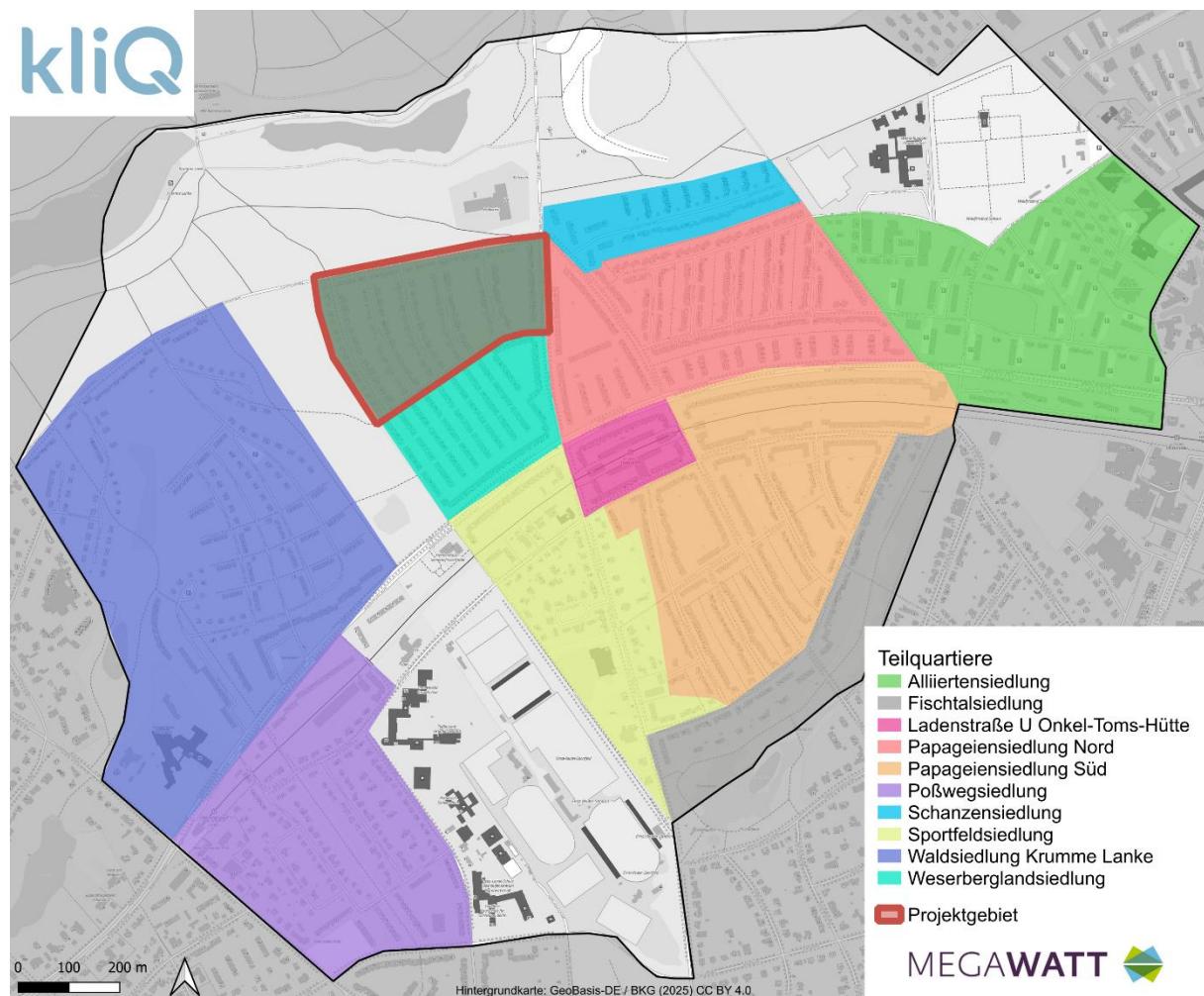


Abbildung 1: Lage des Projektgebiets im kliQ-Quartier

Das Projektgebiet umfasst sämtliche Straßen zwischen dem Quermatenweg, dem Ithweg, dem Eschershauser Weg und der Onkel-Tom-Straße. Innerhalb dieser begrenzenden öffentlichen Straßen liegen die vier Privatstraßen: Hilssteig, Süntelsteg, Eggepfad und Deisterpfad. Abbildung 2 zeigt die Gebäude im Projektgebiet.

Machbarkeitsstudie

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes
in der Weserberglandsiedlung



Abbildung 2: Luftbild des Projektgebiets

Grundstück Onkel-Toms-Hütte 172

Nördlich der Weserberglandsiedlung liegt der Reitverein Onkel-Toms-Hütte e.V., wo sich unter anderem einen großer Reitplatz befindet. Es wurde bereits Kontakt mit dem Grundstückseigentümer, dem Bezirksamt Steglitz-Zehlendorf, aufgenommen, um eine potenzielle Nutzung von Freiflächen für Wärmeerzeugungsanlagen zu prüfen. Dabei stellte sich jedoch heraus, dass der Prozess zur Genehmigung einer solchen Nutzung voraussichtlich langwierig sein wird. Da die kliQ-Berlin eG eine zeitnah umsetzbare Lösung anstrebt, wurden die Flächen des Reitvereins aus der Planung ausgeschlossen.

Machbarkeitsstudie

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes
in der Weserberglandsiedlung



Eggepfad

Ein besonderer Fokus liegt auf der Straße Eggepfad. In dieser Straße haben bereits 27 Eigentümer:innen Interesse an einem Netzanschluss bekundet.

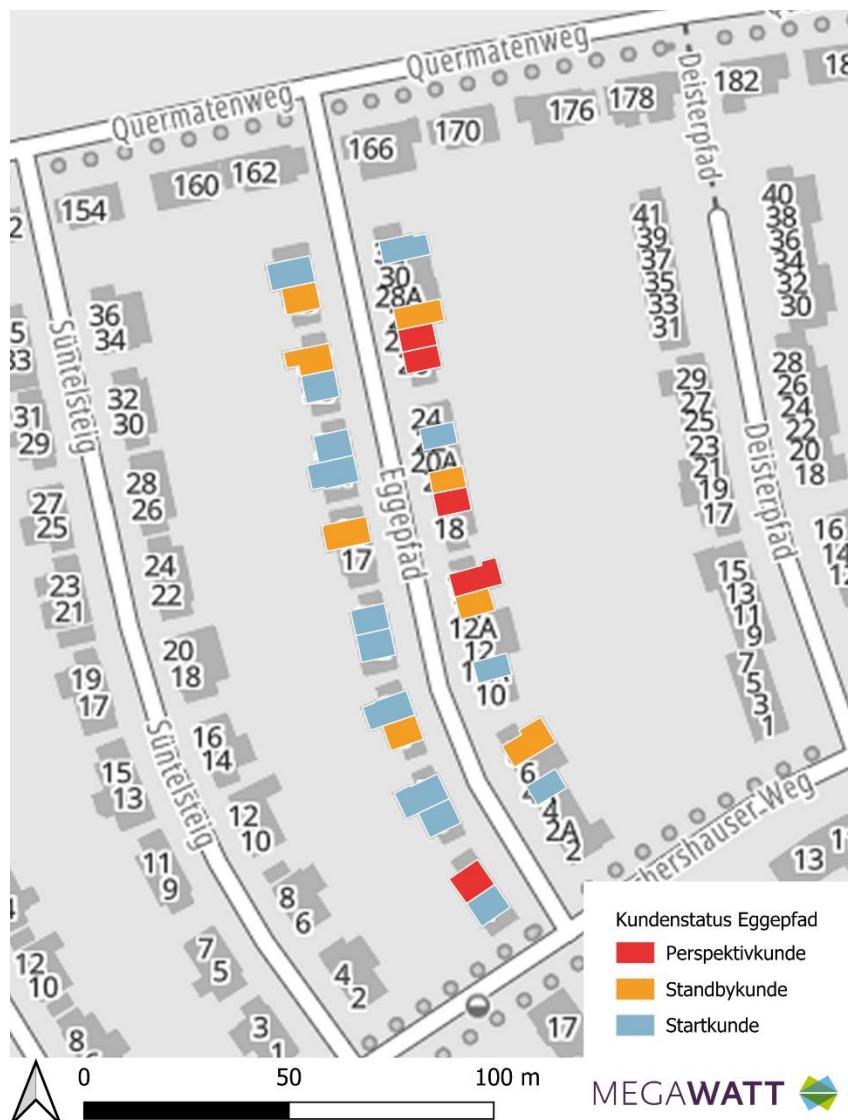


Abbildung 3: Gebäude mit Interessensbekundung im Eggepfad

2.2. Zielsetzung

KliQ-Energie eG verfolgt das Ziel, eine klimaneutrale und bezahlbare Wärmeversorgung für die Teilquartiere zu realisieren. Für die Weserberglandsiedlung wurden verschiedene technische Varianten der Wärmeversorgung hinsichtlich ihrer Machbarkeit, Genehmigungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit umfassend untersucht. Ein Variantenvergleich bewertet die ökologischen, ökonomischen und sozialen Auswirkungen, um eine bevorzugte Lösung zu identifizieren. Die favorisierte Variante wird in der SOLL-Analyse detaillierter untersucht. Zudem wird geprüft, inwieweit das gewählte Versorgungskonzept als Modell für weitere Siedlungen dienen kann. Die Studie schafft damit die Grundlage für eine nachhaltige und zukunftssichere Wärmeversorgung der Anwohner:innen des kliQ-Quartiers. Darüber hinaus soll die geplante Wärmeversorgung die Anforderungen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze erfüllen.

2.3. Vorhandene Berichte und Untersuchungen

Im Rahmen des von der Berliner Energieagentur erarbeiteten und 2023 veröffentlichten kfw-432-A und BENE geförderten energetischen Quartierskonzepts wurde bereits die technische Machbarkeit für Nahwärmenetze für das Quartier geklärt. Zudem liegen daraus bereits Energiezahlen zu Wärmebedarfen vor.

Zudem wurde vom Dezember 2024 bis November 2025 eine Machbarkeitsstudie zum Nahwärmenetz in der benachbarten Sprungschanzensiedlung durchgeführt. Die Sprungschanzensiedlung ist durch Reihenhäuser geprägt. Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass Erdsonden im Bürgersteig errichtet werden und die entzogene Wärme über ein kaltes Nahwärmenetz an die Reihenhäuser verteilt werden sollen. Dezentrale Wärmepumpen heben die Temperatur der Erdwärme auf die erforderliche Vorlauftemperatur. Die Regeneration des Erdreichs erfolgt mit PVT-Modulen oder Absorbermatten. Ein weiterer Schwerpunkt der Studie lag auf der Prüfung der Genehmigungsfähigkeit der Erdsonden sowie der Durchführung zweier Probebohrungen.

3. IST-Analyse des Untersuchungsgebietes

In der Weserberglandsiedlung befinden sich ausschließlich Wohngebäude. Insgesamt gibt es 252 Einzelgrundstücke mit Einfamilienhäusern (davon 16 freistehend, 142 Doppelhaushälften und 94 Reihenhäuser) im Projektgebiet.

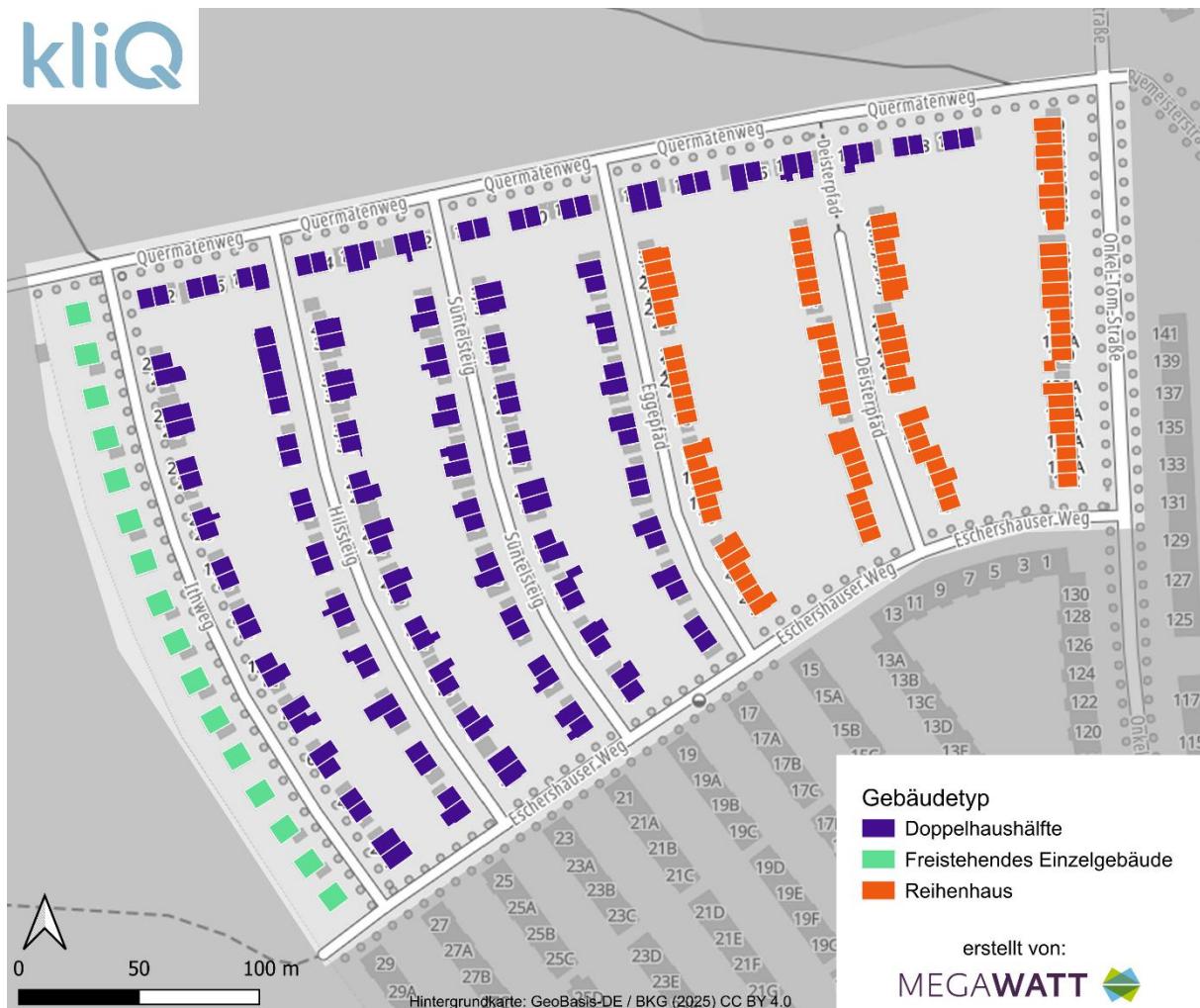


Abbildung 4: Gebäudetypen der Bestandsgebäude in der Weserberglandsiedlung

Die Gebäude wurden als GAGFAH Siedlung in einem Zug zwischen 1935 und 1936 erbaut und weisen einen teilsanierten Bauzustand auf. Es liegt kein Denkmalschutz für die Gebäude vor.

Machbarkeitsstudie

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes
in der Weserberglandsiedlung



Tabelle 1: Anforderungen und Eigenschaften Gebäude

Gebäude	Anzahl	Nutzungsart	Wärmebedarf	Temperatur VL/RL
Freistehendes Einfamilienhaus	16	Wohnen	386,5 MWh/a	k.A.
Doppelhaushälften	142	Wohnen	2.224,0 MWh/a	k.A.
Reihenhaus	94	Wohnen	1.240,9 MWh/a	k.A.
252			3.851,4 MWh/a	

Die Gebäude im Projektgebiet werden größtenteils dezentral durch Gaskessel versorgt. Vereinzelt werden auch dezentrale Ölkessel eingesetzt.

3.1. Wasserschutzgebiet

Über ein Teil der Weserberglandsiedlung erstreckt sich ein Wasserschutzgebiet der Schutzzone III aufgrund des 1957 erbauten Wasserwerks „Riemeisterfenn“. Abbildung 5 zeigt das Wasserschutzgebiet in der Weserberglandsiedlung.

Machbarkeitsstudie

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes
in der Weserberglandsiedlung

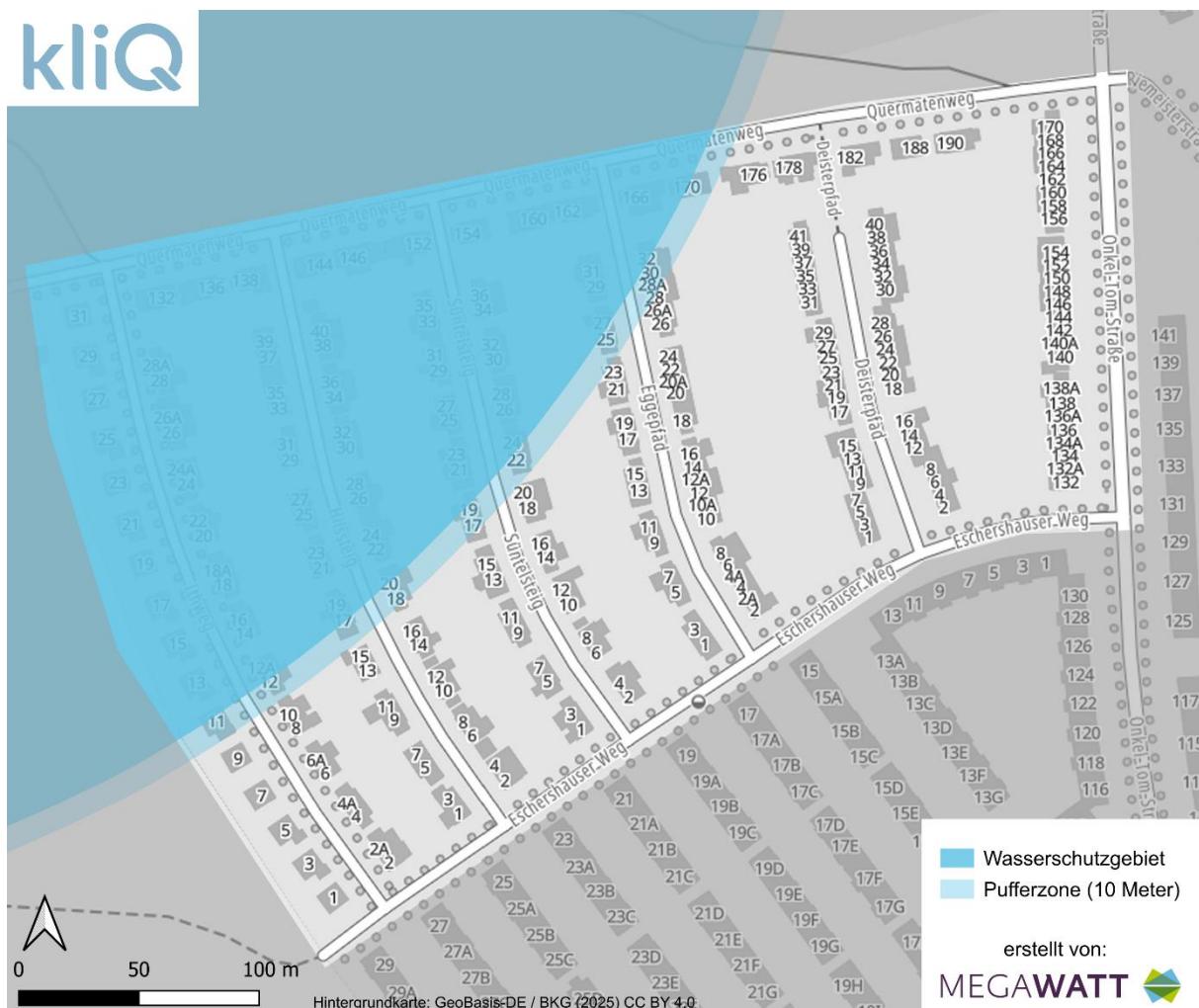


Abbildung 5: Wasserschutzgebiet und Pufferzone im Projektgebiet

Gemäß Stellungnahme der Wasserbehörde Berlin vom 30.09.2025 ergeben sich folgende Restriktionen für die Wärmerversorgung aufgrund des Wasserschutzgebiets:

- Erdwärmesonden und Nahwärmenetze mit thermischen Auswirkungen sind nicht zulässig.
- Erdwärmesonden und Nahwärmenetze mit Wärmeträgerflüssigkeit WGK1 sind nicht zulässig.
- Befinden sich Erdwärmeanlagen in unmittelbarer Nähe eines Wasserschutzgebiets, muss nachweislich ausgeschlossen werden, dass eine Temperaturfahne in das Schutzgebiet hineinwirkt. Für Erdwärmeanlagen mit einer Heizleistung von mehr als 30 kW ist daher ein Mindestabstand von 10 Metern zum Wasserschutzgebiet einzuhalten.

4. Variantenuntersuchung

4.1. Potenzialermittlung erneuerbarer Energien und Abwärme

4.1.1. Oberflächennahe Geothermie

Oberflächennahe Geothermie beschreibt die Nutzung der Wärme aus dem Untergrund bis zu einer Tiefe von 400 m. Dabei wird dem Boden Wärme auf niedrigem Temperaturniveau entzogen und mithilfe einer Wärmepumpe auf ein nutzbares Niveau angehoben. Am häufigsten kommen vertikale Erdsonden zum Einsatz, die als Doppel-U-Rohre ausgeführt sind und von einem Wasser-Frostschutz-Gemisch (Sole) durchströmt werden. Da die Temperatur im Erdreich gerade in tieferen Schichten im Jahresverlauf nahezu konstant ist und im Winter entsprechend über den tiefen Außentemperaturen liegt, erreichen Sole-Wasser-Wärmepumpen mit Erdsonden höhere Jahresarbeitszahlen von 3,5 bis 4,5.

Erdwärmesonden können die entzogene Wärme direkt in ein kaltes Netz einspeisen, über das die Wärme an dezentrale Wärmepumpen verteilt wird. Die Errichtung der Erdwärmesonden ist auch im Straßenland möglich. Dadurch werden keine zentralen Flächen benötigt, und durch die Mehrfachnutzung des Straßenraums wird Platz eingespart. Zudem ist kein zusammenhängendes Netz für die Weserberglandsiedlung erforderlich. Stattdessen ist eine straßenweise Errichtung einzelner Teilnetze möglich.

Genehmigungsfähigkeit

Ein Teil des Projektgebiets befindet sich im Wasserschutzgebiet, wie in 3.1 beschrieben. Im Wasserschutzgebiet inkl. einer Pufferzone von mind. 10 Metern dürfen keine Erdsonden errichtet werden.

Am 12. November 2025 wurde die bisherige Tiefenbegrenzung von 100 Metern für Erdwärmesonden in Berlin aufgehoben. Aus Gründen des Grundwasserschutzes wurde die maximale Bohrtiefe nun auf die Oberkante des Rupeltons begrenzt¹. Aus Abbildung 6 geht hervor, dass die Oberkante des Rupeltons im Projektgebiet bei einer Tiefe von 200 bis 220 Metern liegt. Für die vorliegende Machbarkeitsstudie wurde daher eine Tiefenbegrenzung von 200 Metern festgelegt.

Zusätzlich bestehen nach Angaben der Wasserbehörde Berlin Einschränkungen aufgrund von Versalzungen unterhalb der Holstein-Schichten. Daraus ergibt sich, dass mit konventionellen Bohrverfahren (offenes Spülverfahren) maximal 50 Meter in die Tiefe gebohrt werden darf - tiefere Bohrungen sind nur im Trockenbohrverfahren zulässig. Darüber hinaus ist eine „geologische Begleitung sowie automatisierte Überwachung und Dokumentation der Abdichtung aller Bohrungen erforderlich“ ist, wie in Abbildung 6 dargestellt.

¹ [SenMVKU: Berlin erweitert die Bohrtiefe in der Oberflächennahen Geothermie](#), zuletzt abgerufen am 18.11.2025

Machbarkeitsstudie

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes
in der Weserberglandsiedlung

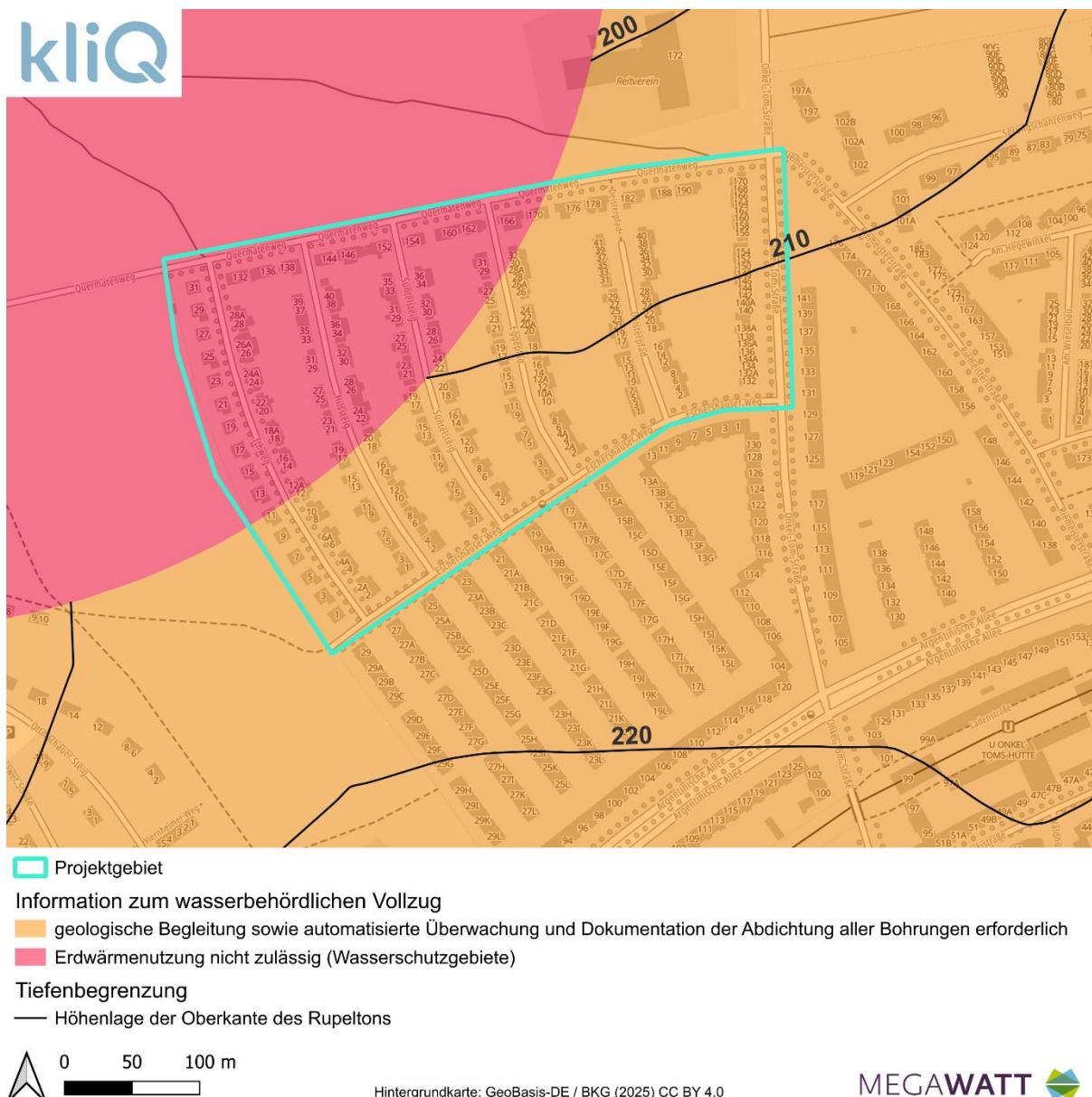


Abbildung 6: Genehmigungsfähigkeit und Tiefenbegrenzung von Erdsonden im Projektgebiet²

Potenzialermittlung

Für die Ermittlung des Potenzials wurde zunächst eine mittlere Wärmeleitfähigkeit von 2,25 W/m·K abgeschätzt. Die mittlere Wärmeleitfähigkeit beruht auf folgenden Annahmen:

² [Geoportal Berlin: Geologie Rupelton](#), zuletzt abgerufen am 18.11.2025

Machbarkeitsstudie

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes
in der Weserberglandsiedlung



Tabelle 2: Wärmeleitfähigkeiten des Erdreichs für unterschiedliche Tiefen

Tiefe	Wärmeleitfähigkeit [W/m·K]	Quelle
0 – 100 m	2,1	Geoportal Berlin ³
100 – 200 m	2,4	Typischer Rechenwert für Bodenart Sand, wassergesättigt gem. VDI 4640

Es wurde eine maximale Entzugsleistung von 31,2 W/m gemäß VDI 4640 mit folgenden Randbedingungen ermittelt:

- Vollbenutzungsstunden: 2.400
- $T_{WP\text{-Austritt}}$: -5 °C
- Anzahl Erdsonden: 5
- Mittlere Wärmeleitfähigkeit: 2,25 W/m·K

Für die Errichtung der Erdsonden stehen alle Straßenflächen außerhalb des Wasserschutzgebiets inkl. Pufferzone zur Verfügung, wie in Abbildung 7 dargestellt. Bei einem minimalen Sondenabstand von 6 Metern und einer einreihigen Verlegung der Erdwärmesonden in den Straßen können im Projektgebiet insgesamt 209 Erdsonden errichtet werden. Bei einer Sondentiefe von jeweils 200 Metern beläuft sich die Entzugsleistung damit auf rund 1.300 kW.

Das theoretisch verfügbare Wärmepotential an der Wärmepumpe lässt sich in Abhängigkeit des COP der Wärmepumpe durch folgende Beziehung ausdrücken:

$$\dot{Q}_{WP,\max} = \frac{\dot{Q}_{Erdwärme,max} \cdot COP}{(COP - 1)}$$

Es wird ein typischer COP von 4 für die Wärmepumpenanlagen angesetzt. Somit ergibt sich eine maximale Wärmepumpenleistung von 1.800 kW. Bei 2.400 Vollbenutzungsstunden erhält man eine theoretisch nutzbare Wärmemenge von ca. 4,2 GWh

³ [Geoportal Berlin: Bohrungen mit Annahme der spezifischen Wärmeleitfähigkeit bis 100 m](#), zuletzt abgerufen am 20.11.2025

Machbarkeitsstudie

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes
in der Weserberglandsiedlung

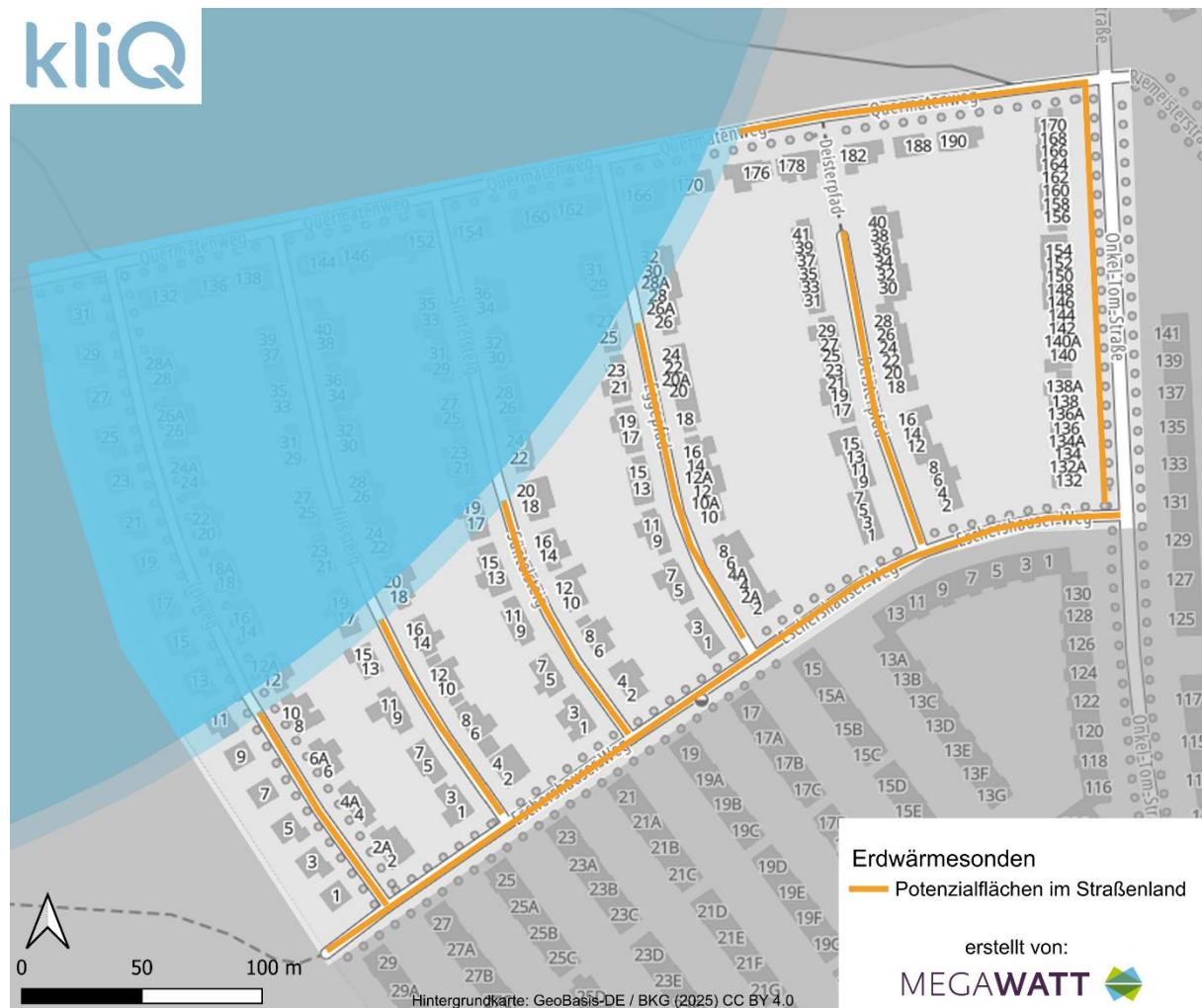


Abbildung 7: Potenzialflächen im Straßenland für die Errichtung von Erdwärmesonden

4.1.2. Grundwasserwärme

Bei der Nutzung von Grundwasserwärme wird das Grundwasser über Entnahmestellen gefördert und gibt Wärme über einen Wärmetauscher ab. Das Grundwasser kommt dabei chemisch nicht in Kontakt mit dem Heizkreislauf. Das abgekühlte Wasser wird über ein Versickerungsbrunnen wieder in den Grundwasserleiter zurückgeführt. Dabei gilt es zu beachten, dass das Wasser in Fließrichtung und in ausreichender Entfernung zurückgeführt wird, damit kein thermischer Kurzschluss entsteht.

Das Potenzial der Grundwasserwärme im Projektgebiet wurde vom Unternehmen Consulaqua untersucht (siehe Anhang). Dabei wurden zwei Varianten betrachtet:

- 4 Brunnen (2 Entnahmestellen und 2 Versickerungsbrunnen) mit einer Grundwasserförderung von 170 m³/h und einer Entzugsleistung von 800 kW
- 2 Brunnen (1 Entnahmestelle und 1 Versickerungsbrunnen) mit einer Grundwasserförderung von 100 m³/h und einer Entzugsleistung von 500 kW

Machbarkeitsstudie

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes
in der Weserberglandsiedlung



Der in Abbildung 8 dargestellte Lageplan zeigt die potenziellen Standorte der Entnahme- und Versickerungsbrunnen. Zwischen dem Eschershauser Weg 13 und 15 befindet sich ein Müllplatz mit einer Fläche von rund 100 m². Diese Fläche kommt als Standort der Brunnenanlage und Wasseraufbereitungsanlage infrage. Ob die Fläche für die Anlagen ausreicht, ist jedoch noch zu prüfen.

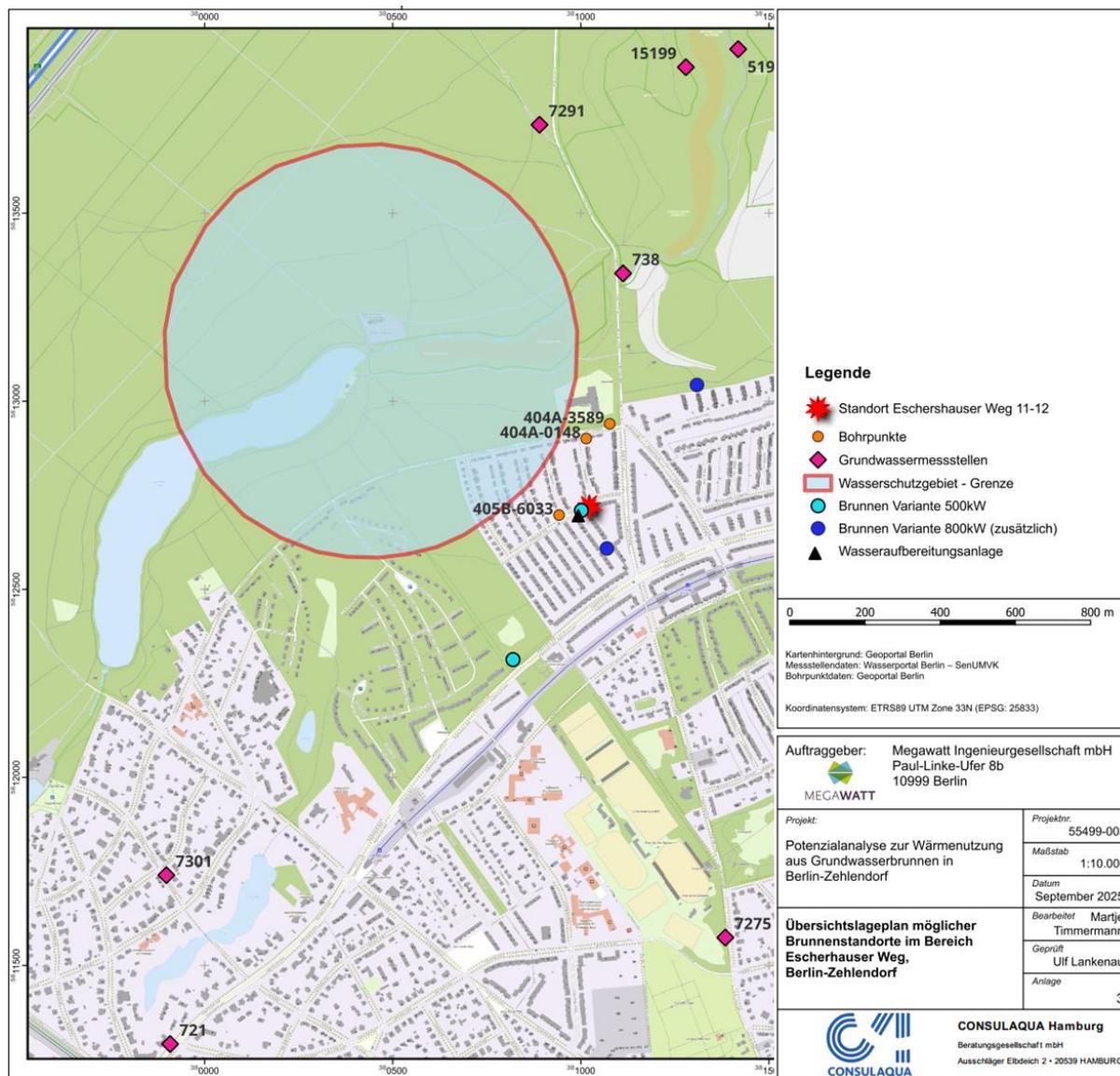


Abbildung 8: Lageplan möglicher Standorte der Entnahme- und Versickerungsbrunnen

Die Potenzialanalyse hat ergeben, dass das Grundwasser eine hohe Mangan- und Eisenkonzentration aufweist, wie in Abbildung 9 dargestellt. Für die thermische Nutzung des Wassers ist eine vorherige Aufbereitung notwendig, um Ablagerungen in der Wärmepumpe und im Versickerungsbrunnen durch die Oxidation von Eisen und Mangan zu vermeiden. Die Kostenschätzung dieser Wasseraufbereitung liegt bei 3,6 Mio. € (bei 800 kW Entzugsleistung) bzw. 2,7 Mio. € (bei 500 kW Entzugsleistung).

Machbarkeitsstudie

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes
in der Weserberglandsiedlung

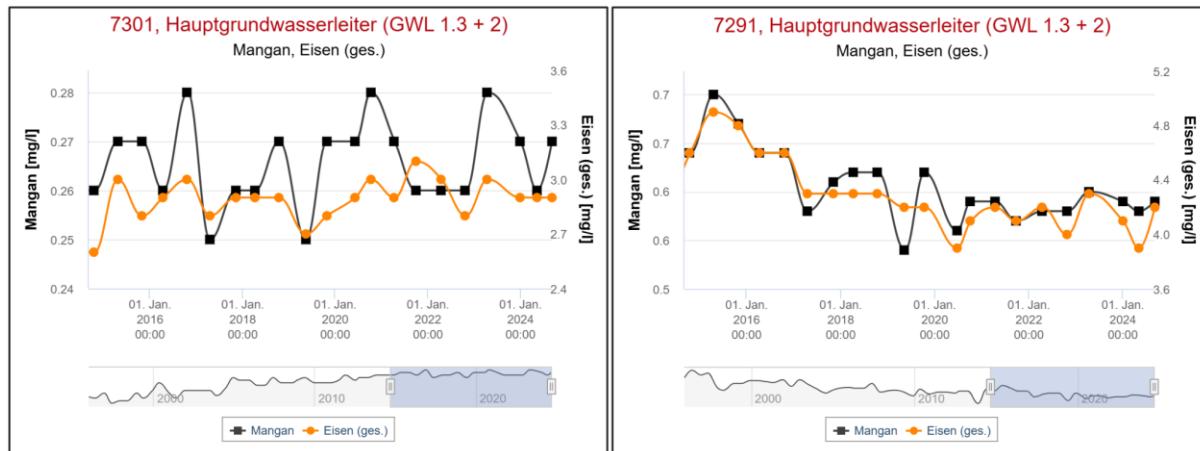


Abbildung 9: Mangan- und Eisengehalt für GWM 7301 (links) & GWM 7291 (rechts)

Die Ergebnisse der Potenzialanalyse basieren auf öffentlich verfügbaren Daten. Eine detaillierte Untersuchung (ggf. in Verbindung mit einer Probebohrung) kann diese Ergebnisse verifizieren. Dabei können mögliche Kosteneinsparungen identifiziert werden. Zudem sollte geprüft werden, ob die vorhandene Fläche am Eschershauser Weg für eine Brunnenanlage ausreicht.

4.1.3. Solarthermie

Bei der Solarthermie wird Sonnenenergie mit beispielsweise Flachkollektoren oder Vakuumröhrenkollektoren Sonnenenergie in Wärme umgewandelt. Aufgrund der seltenen zeitlichen Übereinstimmung zwischen Sonneneinstrahlung und Wärmeverbrauch eignet sich Solarthermie insbesondere für die Trinkwarmwasserbereitung oder zur Regeneration der Erdreichtemperatur.

Für das Potenzial der Solarthermie wurde die Eignung der Dachflächen im Projektgebiet untersucht. Abbildung 10 zeigt die Einstrahlungsverhältnisse der Weserberglandsiedlung. Es wird ersichtlich, dass einige Dachflächen für Solarthermie genutzt werden können. Aufgrund der Bewaldung sind jedoch auch einige Dächer nicht geeignet und nur wenige Dachflächen weisen sehr gute Einstrahlungsverhältnisse auf.

Machbarkeitsstudie

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes
in der Weserberglandsiedlung



Abbildung 10: Einstrahlungsverhältnisse im Projektgebiet gem. Energieatlas Berlin⁴

Dachflächen gelten als geeignet, wenn eine Modulfläche von mindestens 4 m^2 unter guten oder sehr guten Einstrahlungsverhältnissen installiert werden kann. Folgende Annahmen wurden für die Annahmen getroffen:

Tabelle 3: Berechnungsgrundlagen der Ermittlung des Solarthermie-Potenzials

Annahme	Quelle
Geeignete Dachfläche	8.930 m^2
Anteil Kollektorfläche	50 %
Spezifischer Ertrag	490 kWh/ m^2

Insgesamt ergibt sich eine potenzielle Wärmemenge von rund 2.190 MWh/a für das gesamte Projektgebiet.

⁴ [Energieatlas Berlin: Solarthermie Potenzial](#), zuletzt abgerufen am 20.11.2025

Machbarkeitsstudie

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes
in der Weserberglandsiedlung



4.1.4. Außenluft

Im Projektgebiet steht keine ausreichend große Fläche für eine Heizzentrale mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe zur Verfügung. Das Potenzial der Außenluft wird daher ausgeschlossen.

4.1.5. Sonderfall: Fernwärme

Neben lokal verfügbaren erneuerbaren Wärmequellen wurde auch die Errichtung eines Sekundärnetzes der Fernwärme untersucht. In diesem Fall würde der Fernwärmennetzbetreiber BEW die Wärme über eine Übergabestation bereitstellen, die das Sekundärnetz mit dem Fernwärmennetz verbindet. Abbildung 11 zeigt einen Lageplan dieser Variante.

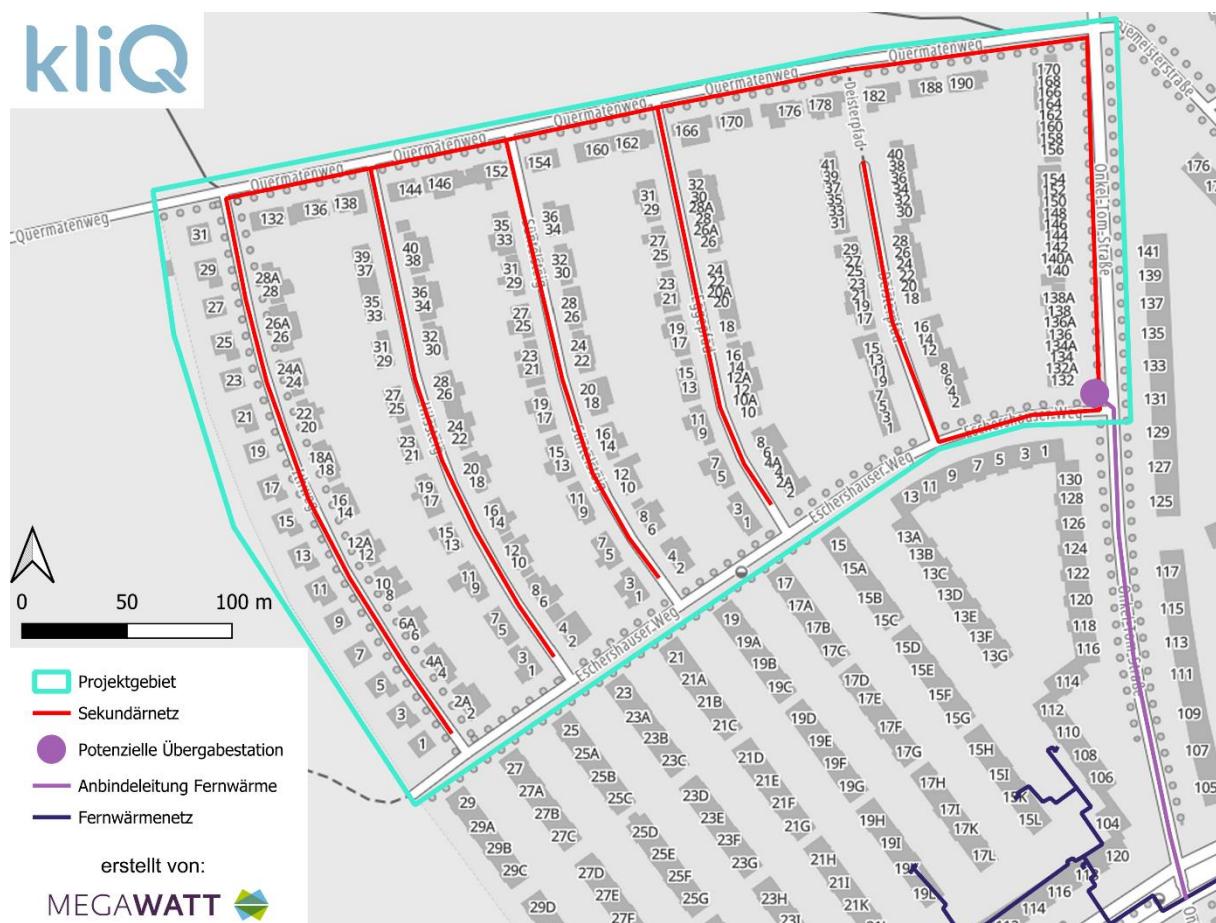


Abbildung 11: Lageplan des Sekundärnetzes der Fernwärme inkl. Übergabestation

Die Fernwärme wird derzeit überwiegend aus fossilem Erdgas erzeugt. Zudem können langfristig stabile Fernwärmepreise nicht garantiert werden. Aufgrund der im Vergleich zu den anderen Varianten schlechteren ökologischen Bilanz sowie der hohen Abhängigkeit vom Fernwärmennetzbetreiber wird diese Variante ausgeschlossen.

4.2. Zusammenfassung Potenzialanalyse

Folgende Tabelle 4 fasst die Ergebnisse der Potenzialanalyse zusammen:

Tabelle 4: Zusammenfassung der Potenzialermittlung

Erzeuger	Wärmequelle	theoretisch nutzbare Wärmemenge	Thermische Leistung (Quellleistung)	Anzahl	Standorte
Dezentrale Wärmepumpen	Erdwärmesonden	4,2 GWh (140 %)	1.300 kW	252 Wärmepumpen	Einzelgebäude
	Grundwasser-brunnen	2,5 GWh (80 %) ⁵	800 kW		
Solarthermie	Sonnenenergie	2,2 GWh (71 %)	2.500 kW	235 Anlagen	Dachflächen

4.3. Bewertung der Potenziale / Wahl der favorisierten Variante

Aufgrund der fehlenden Flächen für eine zentrale Wärmeerzeugung, kommen lediglich die folgenden Varianten infrage:

- Erdwärmesonden im Straßenland in Kombination mit einem kalten Netz und dezentralen Wärmepumpen
- Grundwasserbrunnen in Kombination mit einem kalten Netz und dezentralen Wärmepumpen

Da bei der Nutzung von Grundwasserwärme aufgrund der Wasseraufbereitung hohe Kosten zu erwarten sind, erweist sich die Variante mit Erdwärmesonden im Straßenland als wirtschaftlicher. Daher wurde die Variante der Erdwärmesonden in Kombination mit einem kalten Nahwärmenetz und dezentralen Wärmepumpe als favorisierte Variante ausgewählt. Die Variante wird im Folgenden detaillierter untersucht.

⁵ Die Potenzialanalyse der Grundwasserwärme wurde für eine angenommene Anschlussquote von 80 % durchgeführt. Das theoretische nutzbare Potenzial ist abhängig von der Anzahl der Bohrungen und kann darüber hinaus gehen.

5. SOLL-Analyse des Wärmenetzes

Wie in Abschnitt 4 beschrieben, wurde die Variante **Erdwärmesonden in Kombination mit einem kalten Nahwärmenetz und dezentralen Wärmepumpen** als favorisierte Variante festgelegt. Abbildung 12 zeigt das Schema der favorisierten Variante mit den dazugehörigen Systemkomponenten. Der elektrische Heizstab wird zu Bereitstellung der Spitzenlast sowie als redundanter Erzeuger im Heizsystem eingesetzt. Der Pufferspeicher dient dazu, Lastspitzen des Wärmebedarfs zu glätten und die Modulation der Wärmepumpe zu reduzieren. Weiterhin werden Flachkollektoren auf den verfügbaren Dachflächen (ca. 372 m²) im Projektgebiet vorgesehen. Die solare Wärme soll vorzugsweise zur Deckung des Wärmebedarfs der entsprechenden Gebäude genutzt werden. Überschüssige Wärme wird zur Regeneration der Erdwärmesonden in das Netz eingespeist.

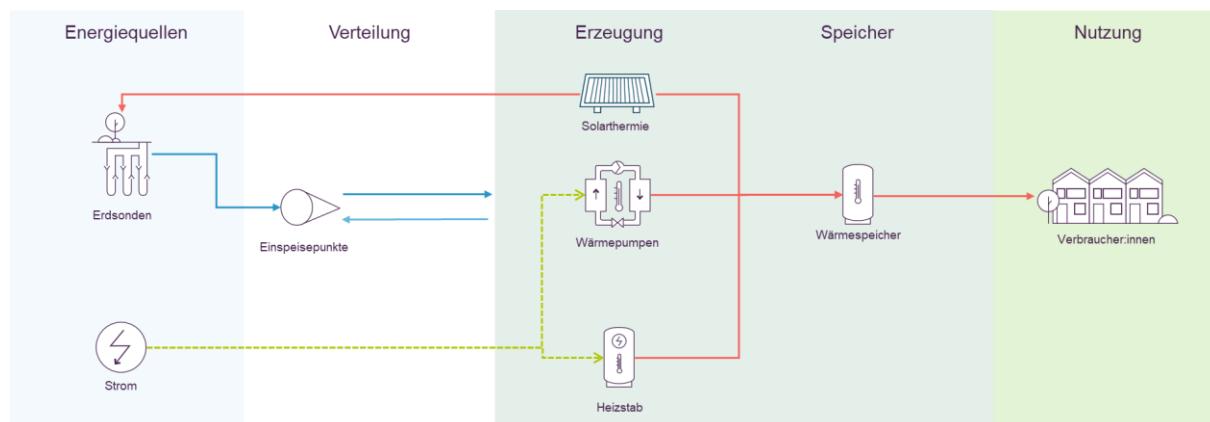


Abbildung 12: Schema der favorisierten Variante

5.1. Festlegung der Planungsgrundlagen

Wie in Abschnitt 4.1.1 beschrieben, eignet sich für diese Variante eine straßenweise Errichtung des kalten Nahwärmenetzes. Dies bedeutet, dass einzelne Teilnetze errichtet werden und kein verbundenes Nahwärmenetz für die gesamte Weserberglandsiedlung entsteht. Aus diesem Grund wird in dieser Studie das kalte Nahwärmenetz für den Eggepfad betrachtet. Eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf weitere Straßen im kliQ-Quartier wird qualitativ bewertet (vgl. Kapitel 8).

Wärmebedarfe

Im Eggepfad sollen alle Gebäude, die Start- oder Standby-Kunden sind und sich außerhalb des Wasserschutzgebiets befinden, in der ersten Ausbaustufe angeschlossen werden (vgl. Abbildung 19). Insgesamt sollen 19 Gebäude angeschlossen werden.

Für die Netzsimulation und Kostenschätzung wurden die Gebäude in Typengebäude unterteilt. Für jeden Gebäudetyp wurde jeweils ein Typengebäude mit höherem und eines mit geringerem Wärmebedarf berechnet. Die Wärmebedarfe dieser Typengebäude entsprechen dem Mittelwert der Gebäude mit überdurchschnittlichem bzw. unterdurchschnittlichem Bedarf. Die nachfolgende Tabelle 5 stellt die Wärmebedarfe (Heizwärme und Trinkwarmwasser) der

Machbarkeitsstudie

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes
in der Weserberglandsiedlung



Typengebäude sowie die entsprechende Anzahl der jeweiligen Typengebäude im Eggepfad dar. Der jährliche Gesamtwärmebedarf der Anschlussnehmer in der ersten Ausbaustufe beläuft sich auf **280,6 MWh/a**

Tabelle 5: Einteilung der anzuschließenden Gebäude in Typengebäude

Typengebäude	Wärmebedarf [kWh/a]	Anzahl Anschlussnehmer
Reihenhaus (gering)	11.400	5
Reihenhaus (hoch)	16.200	2
Doppelhaushälfte (gering)	13.600	7
Doppelhaushälfte (hoch)	19.200	5

Die folgende Abbildung 13 zeigt die Verteilung der Typengebäude im Eggepfad.

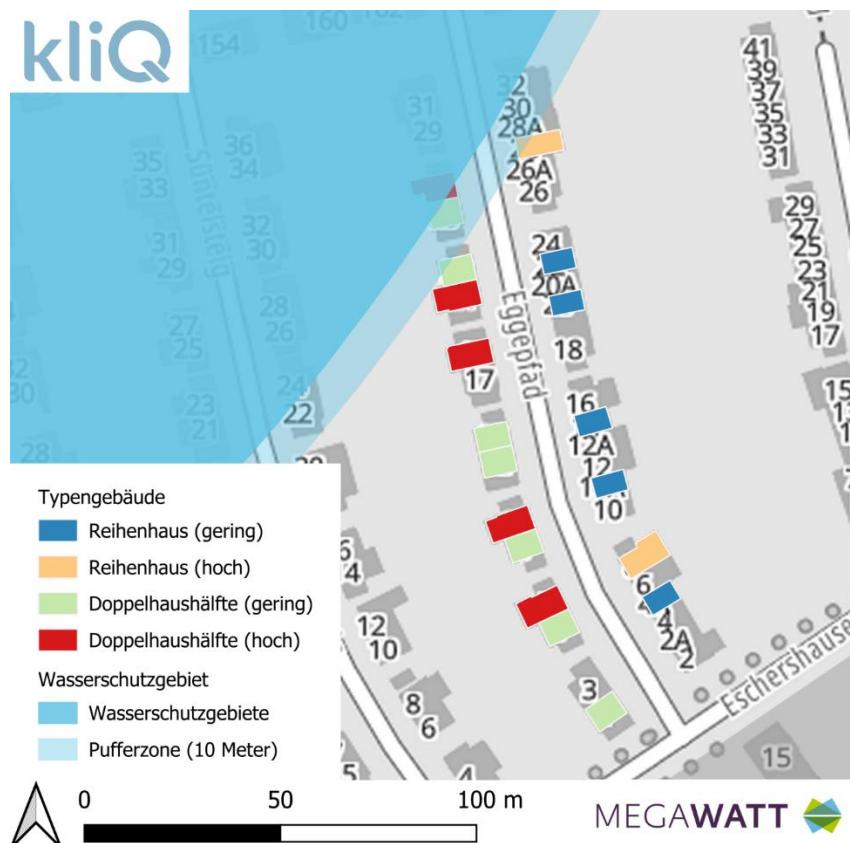


Abbildung 13: Verteilung der Typengebäude im Eggepfad

Bei sämtlichen Gebäuden im Eggepfad handelt es sich um reine Wohngebäude. Für die Auslegung der benötigten Erdwärmesonden sowie der direkt elektrischen Spitzenlasterzeugung wird ein Standardlastprofil für Wohngebäude zugrunde gelegt. Die

Machbarkeitsstudie

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes
in der Weserberglandsiedlung



Heizgrenztemperatur während der Heizperiode (Oktober bis April) wird mit 15 °C angenommen. In Abbildung 14 ist das resultierende Lastprofil der Abnehmer:innen im Netz dargestellt.

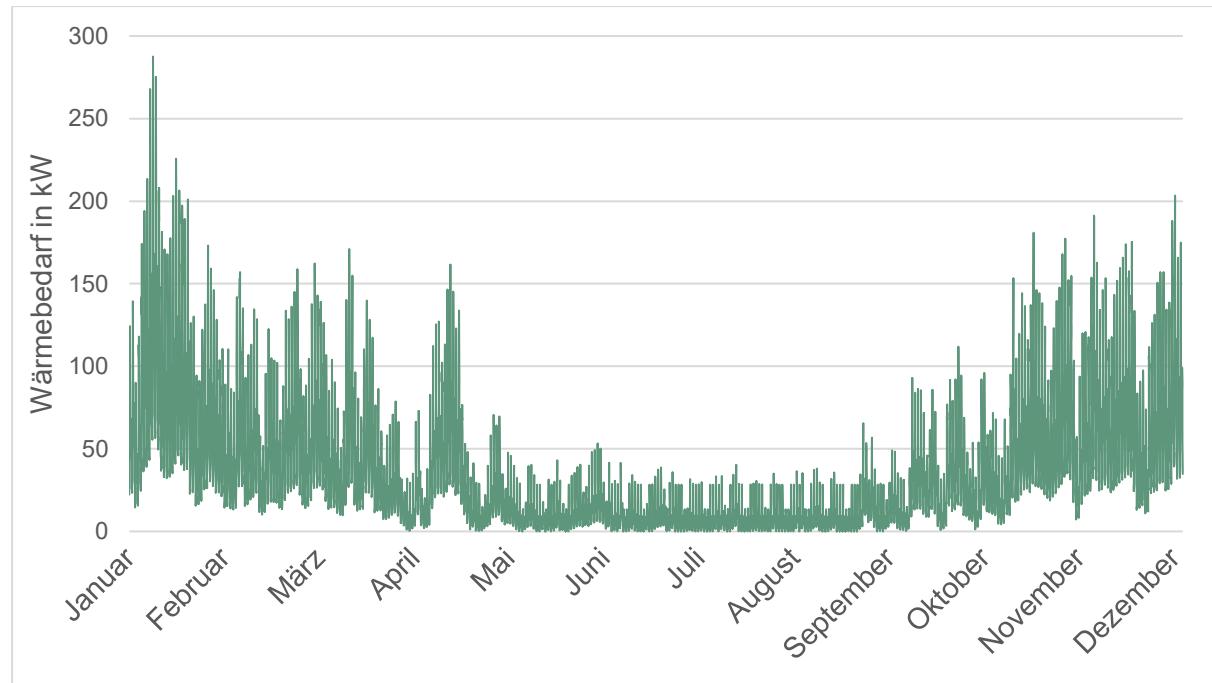
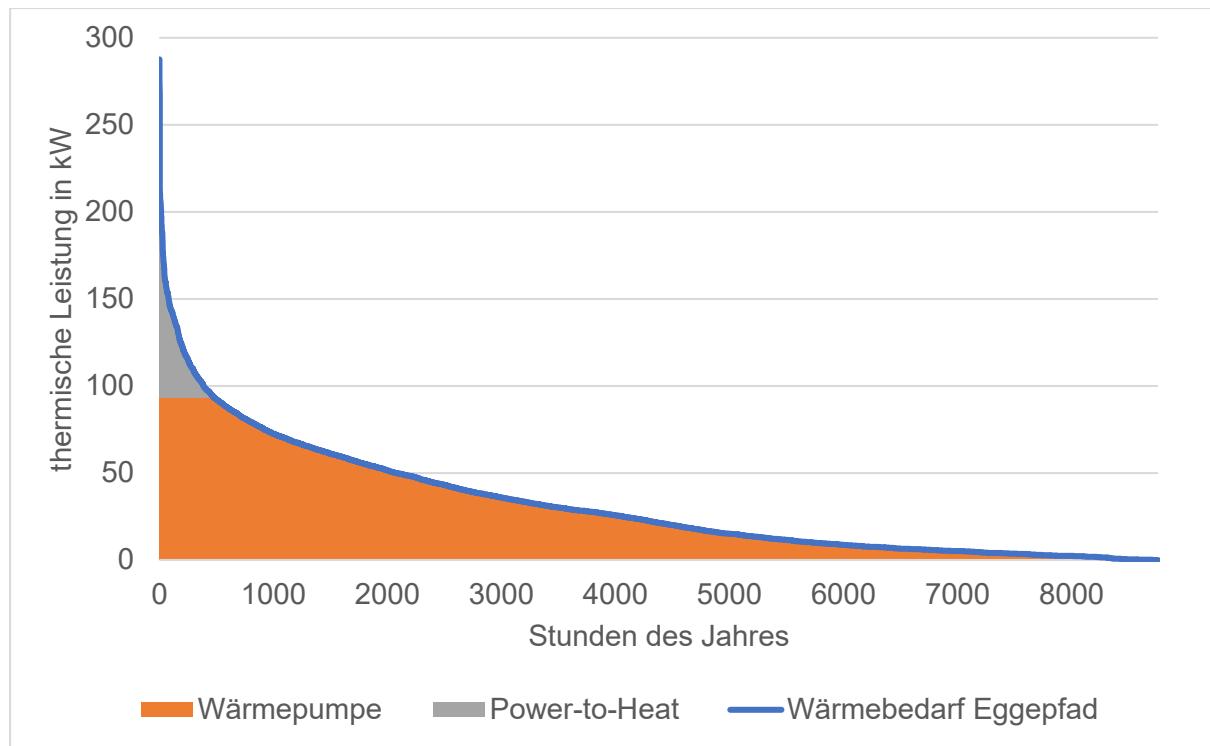


Abbildung 14: Lastprofil des Wärmebedarfs der Abnehmer:innen im Eggepfad

5.2. Anordnung der Erdwärmesonden

Wie bereits beschrieben, sollen Erdwärmesonden als Wärmequelle zur Speisung des „kalten“ Nahwärmenetzes im Eggepfad eingesetzt werden. Zur Versorgung der Abnehmer:innen im Netz werden dezentrale Sole-Wasser-Wärmepumpen in den einzelnen Gebäuden vorgesehen, welche das Temperaturniveau im Netz auf das zur Wärmeversorgung benötigte Temperaturniveau anheben.

Zur Auslegung der Erdwärmesonden wird zunächst die jährliche Wärmemenge, welche dem Erdreich entzogen werden soll, benötigt. Hierzu wird eine typische Leistungszahl (COP) der Wärmepumpenanlagen von 4 angenommen. Damit beträgt die Wärmemenge, welche aus dem Nahwärmenetz bezogen wird (Endenergie) etwa $\frac{3}{4}$ der Nutzwärmemenge, welche von den Wärmepumpen zur Verfügung gestellt wird. Zusätzlich wird ein Teil des Wärmebedarfs bzw. die Spitzenlast durch dezentrale elektrische Heizstäbe in den Gebäuden bereitgestellt. Dies hat den Hintergrund, dass die Wärmepumpenanlagen so ausgelegt werden, dass diese möglichst gleichmäßig betrieben werden können und nur selten modulieren müssen. Weiterhin ist die minimale Teillast der Wärmepumpen auf etwa 30 % der Nennlast begrenzt, weshalb eine zu hohe Nennleistung der Wärmepumpen (z.B. entsprechend der Spitzenlast) dazu führen würde, dass die Anlagen häufig im ineffizienten On/Off-Betrieb laufen. Der Spitzenlastanteil durch die dezentralen Power-to-Heat-Anlagen liegt annahmsweise bei typischen 5 % des jährlichen Wärmebedarfs. Damit beträgt die Wärmemenge, welche dem Erdreich entzogen werden soll, etwa **199 MWh/a**. Abbildung 15 stellt die geordnete Jahresdauerlinie für den Wärmebedarf der Abnehmer in der ersten Ausbaustufe im Eggepfad dar.

*Abbildung 15: Geordnete Jahresdauerlinie Eggepfad*

Auf den verfügbaren Dachflächen im Eggepfad sollen dezentrale Flachkollektoren installiert werden. Die Fläche der Solarthermieanlagen wurde so festgelegt, dass der resultierende Wärmeertrag in etwa dem jährlichen Wärmeentzug der Erdwärmesonden aus dem Erdreich entspricht. Damit kann eine langfristige Auskühlung des Erdreichs vermieden werden. Wenn Wärme aus den Flachkollektoren zur Verfügung steht, soll diese entsprechend dem aktuellen Wärmebedarf direkt zur Versorgung der Gebäude genutzt werden. Hierbei kann der zur Verfügung stehende solare Wärmeertrag entweder direkt in dem Heizkreis des entsprechenden Gebäudes genutzt werden oder über einen Wärmeübertrager an das Nahwärmenetz übergeben und dann durch andere Abnehmer:innen bezogen werden. Sofern zum Zeitpunkt des solaren Wärmeertrags kein bzw. ein geringerer Wärmebedarf besteht, wird die überschüssige Wärme zur Regeneration des Erdreichs genutzt. Die nachfolgende Abbildung 16 stellt den solaren Wärmeertrag sowie die Anteile, welche zur Regeneration des Erdreichs genutzt werden, dar.

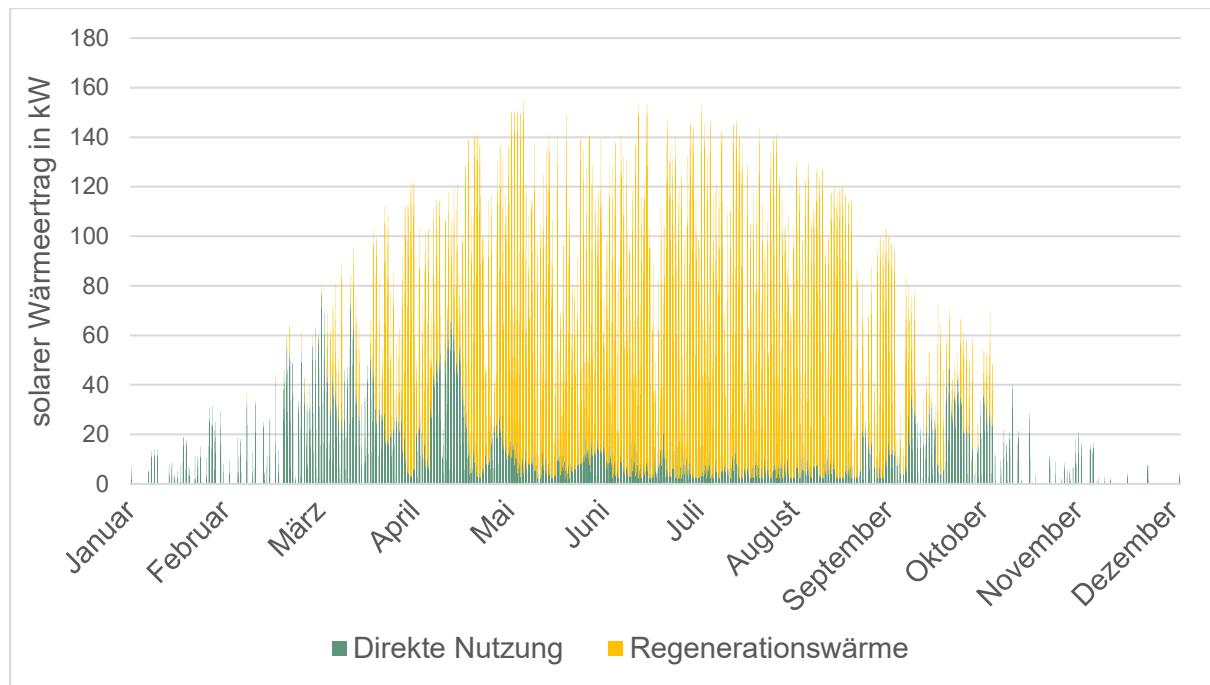


Abbildung 16: Solarer Wärmeertrag inkl. Regenerationswärme

Der solare Wärmeertrag wurde mit Hilfe des Simulationsprogramms EnergyPro für eine Kollektorfläche von 372 m² simuliert und beläuft sich auf etwa 162,6 MWh/a. Hierbei wurde angenommen, dass die verfügbare Dachfläche zu gleichen Teilen mit Ost- und West-Ausgerichteten Kollektoren belegt wird.

Ein Vergleich des Wärmebedarfs im Wärmenetz mit dem zur Verfügung stehenden solaren Wärmeertrag ergibt eine Wärmemenge zur direkten Nutzung in Höhe von etwa 41,6 MWh/a und eine Regenerationswärmemenge von etwa 121 MWh/a. Wird der solare Ertrag nun von der dem Erdreich entzogenen Wärmemenge subtrahiert, so folgt ein bilanzieller Netto-Wärmeentzug aus dem Erdreich in Höhe von etwa 36,4 MWh/a. Die folgende Abbildung 17 stellt jährlichen Verlauf des Wärmeentzugs sowie des Wärmeeintrags (Regeneration) aus bzw. in das Erdreich dar. Hierbei stellen negative Leistungen einen Wärmeentzug und positive Leistungen einen Wärmeeintrag dar. Es ist ersichtlich, dass der maximale Wärmeentzug aus dem Erdreich 70 kW_{th} (Endenergie) bzw. etwa 95 kW_{th} (Nutzwärme) beträgt. Die verbleibende Differenz zur Spitzenlast der Nutzwärme aus Abbildung 14 wird durch die dezentralen Power-to-Heat-Anlagen bereitgestellt.

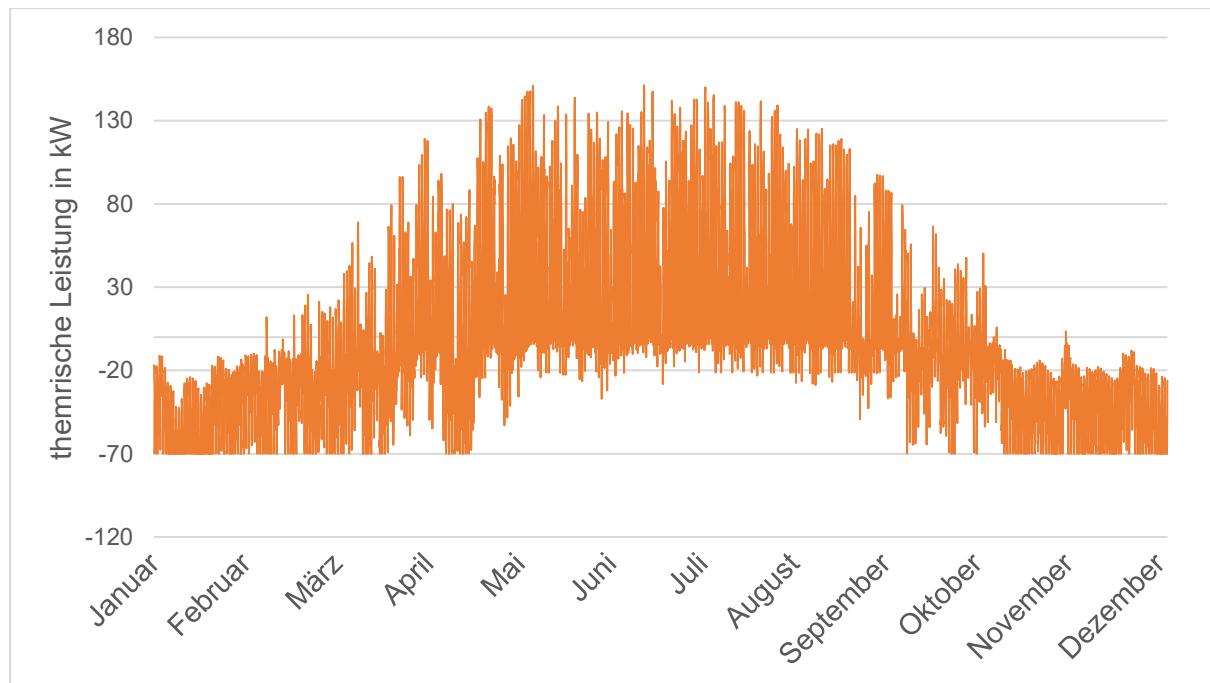


Abbildung 17: Wärmeentzug bzw. -eintrag in bzw. aus dem Erdreich

Mit dem Lastgang des Wärmeentzugs bzw. -eintrags kann nun die benötigte Anzahl an Sonden zur Speisung des „kalten“ Nahwärmenetzes ermittelt werden. Hierzu wird das Simulationsprogramm EED - Earth Energy Designer - verwendet. Der Verlauf der Fluid-Mitteltemperatur im Sondenfeld wird hierbei über 50 Jahre simuliert, um eine dauerhafte Auskühlung des Erdreichs auszuschließen. Die entsprechenden Simulationsparameter sind in der nachfolgenden Tabelle 6 dargelegt. Nach einer Pressemitteilung der Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt vom 12.11.2025 erweitert das Land Berlin die Bohrtiefenbegrenzung in der oberflächennahmen Geothermie auf eine maximale Bohrtiefe bis zur Oberkante des Rupeltons. Im betrachteten Projektgebiet liegt die Oberkante des Rupeltons in einer Tiefe von etwa 200 m (vgl. Abbildung 6). Aus diesen Grund wird zur Auslegung der Erwärmesonden ebenfalls eine Bohrtiefe von 200 m angenommen. Das Umwälzvolumen pro Bohrung wird nahe dem Umschlag von laminarer zu turbulenten Strömung gewählt, um den Wärmeübergang durch turbulente Strömung zu verbessern, während der benötigte Pumpenstrom möglichst gering gehalten wird.

Machbarkeitsstudie

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes
in der Weserberglandsiedlung



Tabelle 6: Simulationsparameter EED

Parameter	Wert
Sondentiefe	200 m
Sondenabstand	15 m
Sondenanzahl	9
Sondentyp	Doppel-U-Rohr
Wärmeleitfähigkeit	2,25 W/(mK)
Spez. Wärmekapazität (vol.)	2,5 MJ/(m ³ K)
Mittl. Temperatur an der Erdoberfläche	9 °C
Geotherm. Wärmefluss	0,7 W/m ²
Wärmeleitfähigkeit der Verfüllung	2 W/(mK)
Umwälzvolumen pro Bohrung	0,5 l/s
Wärmeträgerfluid	Monoethylenglykol (25 %)
Simulationsdauer	50 a

Im Ergebnis wurde ermittelt, dass 9 Erdwärmesonden mit jeweils 200 m Bohrtiefe, welche entlang einer Linie angeordnet sind, benötigt werden, um die Wärmebedarfe der Abnehmer:innen im Netz bereitzustellen. Die minimale Fluid-Mitteltemperaturen in den ersten 50 Jahren des Betriebs ergibt sich unter Berücksichtigung der Spitzenlast zu -0,84 °C und liegt damit oberhalb des zulässigen Grenzwertes von -1,5 °C. Der Verlauf der Fluid-Mitteltemperatur über 50 Jahre ist in Abbildung 18 dargestellt. Es wird ersichtlich, dass die Temperaturen über die Jahre annähernd konstant sind und somit eine dauerhafte Auskühlung des Erdreichs ausgeschlossen werden kann. Hierbei hat die dem Erdreich zugeführte Regenerationswärme in den Sommermonaten einen positiven Einfluss auf die Temperaturentwicklung und wirkt gemeinsam mit der natürlichen Regeneration einer langfristigen Auskühlung des Untergrundes effektiv entgegen.

Machbarkeitsstudie

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes
in der Weserberglandsiedlung

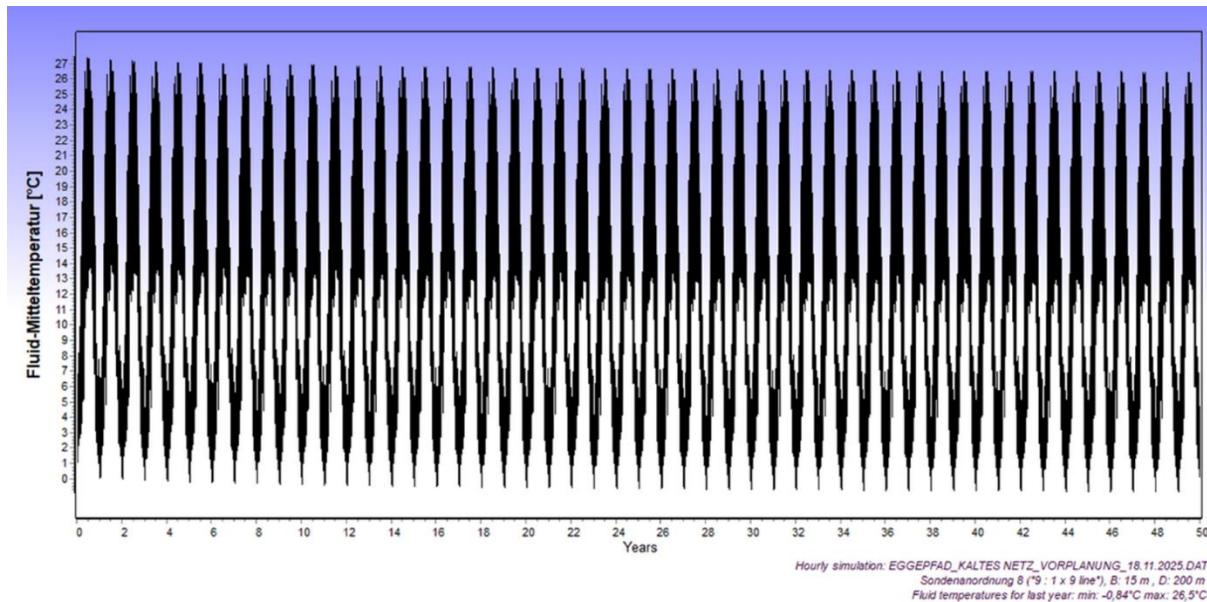


Abbildung 18: Simulationsergebnisse Fluid-Mitteltemperatur Erdwärmesonden

Mangels geeigneter alternativer Potenzialflächen sowie kurzen Anbindungs wegen sollen die benötigten Erdwärmesonden im Straßenkörper des Eggepfads eingebbracht werden. Dabei soll jede Erdsonde direkt an das Wärmenetz angeschlossen werden, welches ebenfalls im Straßenkörper verläuft. Um einen hydraulischen Abgleich herstellen zu können und damit eine unkontrollierte Auskühlung einzelner Sonden auszuschließen, sind am Kopf der Sonden jeweils Stellventile sowie ein Erdarmaturenschacht zur Bedienung vorgesehen. Die geplante Anordnung der Erdwärmesonden im Eggepfad ist in Abbildung 19 dargestellt.

Bezüglich der Genehmigungsfähigkeit der angedachten Sondenanordnung gab es am 17.11.2025 ein Gespräch mit der Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt. Hier gab es die Aussage, dass die geplante Sondenanordnung grundsätzlich genehmigungsfähig ist, sofern mindestens ein Abstand von 10 Metern zwischen den Bohrungen und ggf. bestehenden Erdwärmesonden eingehalten wird und eine dauerhafte Auskühlung des Untergrundes um mehr als 3 K vermieden wird. Im Hinblick auf den Mindestabstand zu bestehenden Anlagen sind keine Hemmnisse zur erwarten, da im Eggepfad aktuell keine bestehenden Erdwärmesonden zu verzeichnen sind. Eine dauerhafte Auskühlung um mehr als 3 K ist mit den Ergebnissen aus Abbildung 18 ebenfalls unwahrscheinlich. Diese Simulation sollte jedoch nochmals verifiziert werden, sobald reale Daten aus einer Probebohrung vorliegen.

Machbarkeitsstudie

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes
in der Weserberglandsiedlung

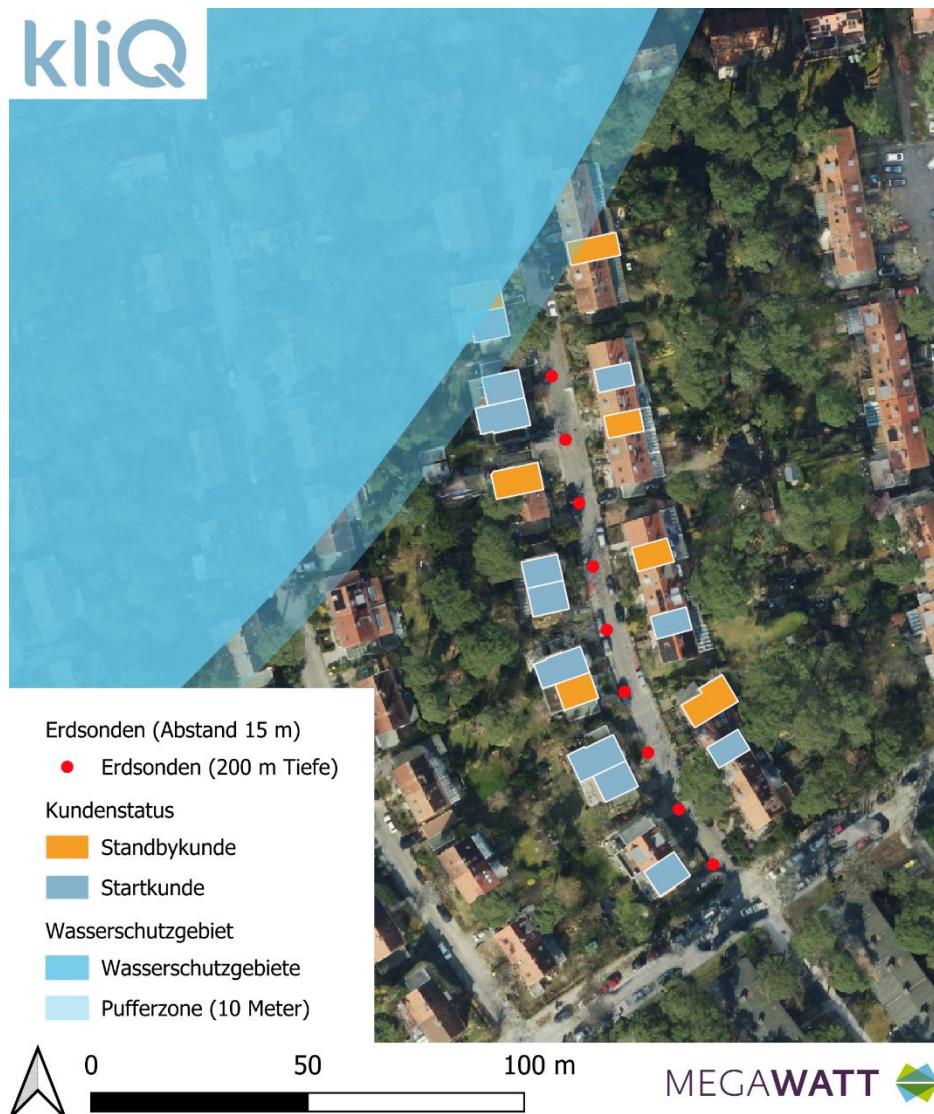


Abbildung 19: Darstellung der Sondenanordnung und Anschlussnehmer im Eggepfad

5.3. Nahwärmenetz

Wie bereits beschrieben, sollen die Abnehmer im Eggepfad vornehmlich über ein „kaltes“ Nahwärmenetz versorgt werden. In Abschnitt 5.2 wurde eine geeignete Anordnung der Erdwärmesonden hergeleitet, welche künftig das Nahwärmenetz speisen sollen. Die Erdwärmesonden werden einzeln, mit Hilfe von Stellventilen, direkt an das Nahwärmenetz angebunden. Folglich zirkuliert im Nahwärmenetz das Wärmeträgerfluid (Sole) aus den Sonden.

Über das Wärmenetz wird die Sole dann leitungsgebunden zu den jeweiligen Abnehmer:innen transportiert und dient dort als Wärmequelle für die dezentralen Sole-Wasser-Wärmepumpen, welche die Wärme der Sole auf ein zur Wärmeversorgung nutzbares Temperaturniveau anheben. Dabei wird die Sole im Netz abgekühlt. Die abgekühlte Sole wird anschließend

wieder in den Erdwärmesonden geführt und entnimmt beim Durchfließen dieser Wärme aus dem Erdreich auf, bevor sie wieder zu den Abnehmern im Netz transportiert wird.

Es wird eine Temperaturspreizung in den Erdwärmesonden bzw. im Netz von 3 K bei 6 °C im Vorlauf und 3 °C im Rücklauf angenommen. Die Temperaturdifferenz im Netz bestimmt den benötigten Massenstrom zur Bereitstellung der Wärmeleistung und ist damit ein signifikanter Einflussfaktor in der Netzdimensionierung.

Die Auslegung des Wärmenetzes wird mit der Netzsimulationssoftware STANET durchgeführt. Als Rohrleitungen sind ungedämmte PE-Rohre (Typ: PE 100 RC SDR 17) vorgesehen. Wie bereits erläutert, wird im Rahmen der vorliegenden Studie und Planung lediglich die erste Ausbaustufe mit 19 Abnehmern im Wärmenetz betrachtet. Die Hauptleitungen im Netz sollen jedoch auch für zukünftige Ausbaustufen bzw. Anschlussnehmer:innen im Netz ausgelegt werden, da eine nachträgliche Erweiterung der Netzkapazität sehr aufwändig und kostenintensiv ist. Aus diesem Grund wurden die Hauptleitungen im Netz so ausgelegt, dass die Möglichkeit besteht, jedes Gebäude im Eggepfad außerhalb des Wasserschutzgebietes anzuschließen. Da die mögliche Netzerweiterung in unbestimmter Zukunft liegt und eine dauerhafte Überdimensionierung des Wärmenetzes vermieden werden soll, wurde festgelegt, dass die Hauptleitungen im Wärmenetz für eine Wärmeleistung ausgelegt werden, die 80 % der aktuell gesamten Wärmeleistung (vgl. Tabelle 7) der Gebäude im Eggepfad außerhalb des Wasserschutzgebietes entspricht. Damit wird berücksichtigt, dass künftige energetische Sanierungen der Gebäude den Wärmebedarf verringern und sich ggf. nicht alle Gebäude an das Nahwärmenetz anschließen.

Abbildung 20 stellt die Ergebnisse der Netzsimulation grafisch dar. Die grün dargestellten Gebäude sind jene, welche in der ersten Ausbaustufe an das Nahwärmenetz angeschlossen werden, während die rot dargestellten Gebäude Anschlussnehmer sind, welche ggf. künftig an das Netz werden sollen.

Neben der Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf ist die geforderte Wärmeleistung im Netz ausschlaggebend für die Dimensionierung. Die Spitzenlast der Wohngebäude im Eggepfad wird aus dem jährlichen Wärmebedarf (vgl. Tabelle 5) und einer typischen Vollbenutzungsstundenzahl für Einfamilienhäuser in Höhe von 1.660 h/a bestimmt. Für die Wärmeleistung, welche durch das Netz bereitgestellt werden muss, wird die Leistungszahl der Wärmepumpe ($COP = 4$) und der Anteil der direkt elektrischen Spitzenlast (5 %) berücksichtigt. Damit ergeben sich die in Tabelle 7 dargestellten Spitzenlasten (Endenergie und Nutzenergie) für die angenommenen Typengebäude. Die Zuordnung der Typengebäude ist in Abbildung 13 dargestellt.

Machbarkeitsstudie

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes
in der Weserberglandsiedlung



Tabelle 7: Spitzenlasten der Typengebäude im Eggepfad

Typengebäude	Wärmebedarf in kWh/a	Spitzenlast in kW (Nutzenergie)	Spitzenlast in kW (Endenergie)
Reihenhaus (gering)	11.400	6,9	4,9
Reihenhaus (hoch)	16.200	9,8	6,9
Doppelhaushälfte (gering)	13.600	8,2	5,8
Doppelhaushälfte (hoch)	19.200	11,6	8,2

Die Spitzenlast im Wärmenetz (Endenergie) für die erste Ausbaustufe beläuft sich auf etwa 120 kW und für eine künftige Netzerweiterung mit 80 % des Gesamtwärmebedarfs auf etwa 180 kW.

Zur Dimensionierung der Rohrleitungen im Netz wurde eine maximale Fließgeschwindigkeit von 2 m/s sowie ein maximaler Rohreibungsvorlust von 150 Pa/m vorgegeben. Dieser Wert stellt einen wirtschaftlichen Kompromiss zwischen den benötigten Rohrdimensionen sowie dem resultierenden Pumpenstrom dar. Im Ergebnis liegen die Rohrdurchmesser im Netz zwischen DN 25 und DN 80. Die nachfolgende Tabelle 8 stellt die wichtigsten Ergebnisse der Netzsimulation zusammenfassend dar. Hierbei sind bereits die benötigten Rohrleitungen zur Anbindung der Erdwärmesonden an der Nahwärmenetz enthalten.

Machbarkeitsstudie

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes
in der Weserberglandsiedlung



Tabelle 8: Ergebnisse der Netzsimulation

Ergebnis	Wert
Trassenlänge	302,5 m
Leitungslänge (Gesamt)	605 m
Leitungslänge (DN 25)	25,3 m
Leitungslänge (DN 32)	236,6 m
Leitungslänge (DN 40)	169,4 m
Leitungslänge (DN 50)	96,2 m
Leitungslänge (DN 65)	86,2 m
Leitungslänge (DN 80)	17,2 m
Reibungsverluste (Gesamt)	0,9 bar
Wärmeverlust (Absolut)	0,4 kW
Wärmeverlust (Prozentual)	0,33 %
Anzahl Abnehmer	19
Spitzenlast im Netz (1. Ausbaustufe)	120 kW

Die nachfolgende Abbildung 20 stellt die Netztopologie sowie die farblich hinterlegten Rohrleitungsdimensionen für die erste Ausbaustufe dar.

Machbarkeitsstudie

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes
in der Weserberglandsiedlung

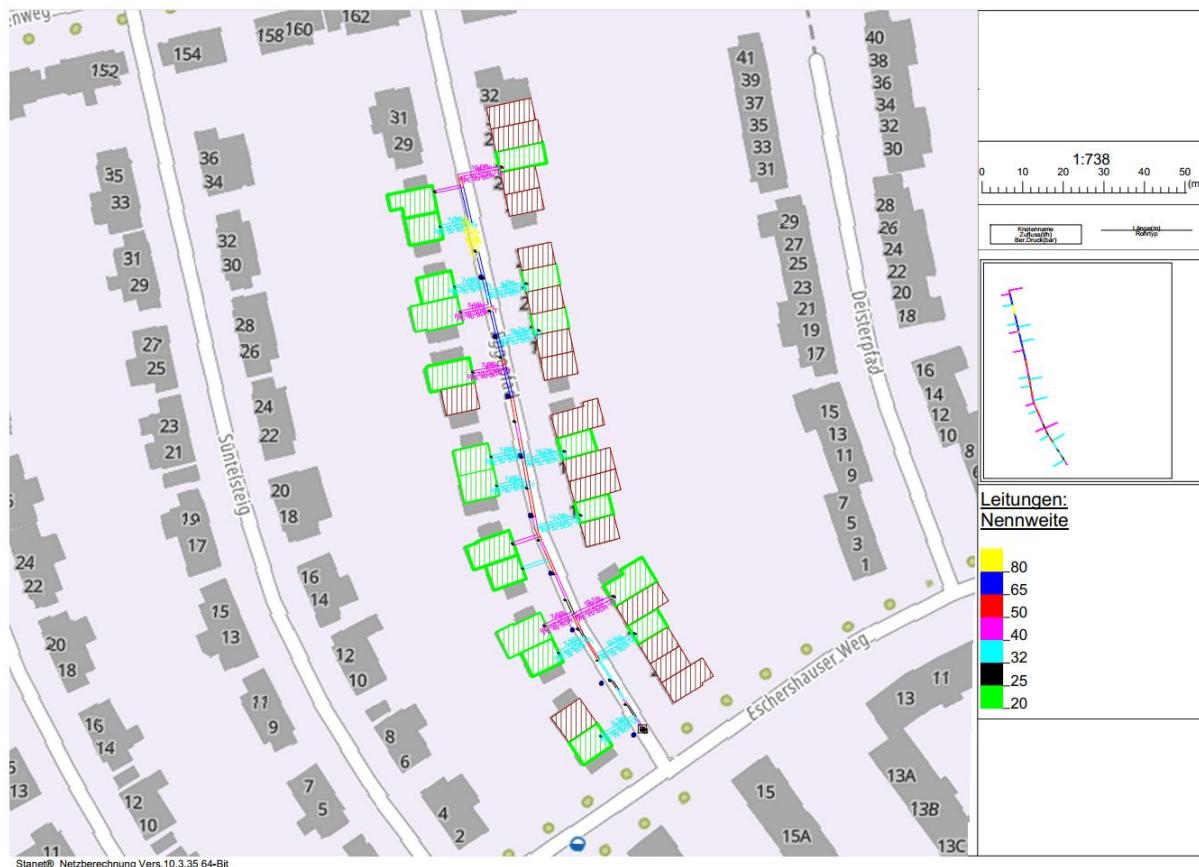


Abbildung 20: Ergebnisse Netzsimulation Eggepfad

Mit dem dargestellten Netzverlauf, den Dimensionen der jeweiligen Rohrleitungen im Netz und der in Abschnitt 5.2 erläuterten Anordnung der Erdwärmesonden muss nun geprüft werden, ob ausreichend Platz im Straßenkörper zur Verfügung steht, um die Erdwärmesonden und das Nahwärmenetz dort einzubringen. Bei der betrachteten Straße „Eggepfad“ handelt es sich um eine Privatstraße im Eigentum der Vonovia SE.

Die Straße hat eine Breite von etwa 7 m, wobei jeweils 0,9 m auf die beiden Gehwege entfallen. Folglich ergibt sich die Breite des Straßenkörpers zu 5,2 m. Innerhalb der Straße und der Gehwege sind bereits Bestandsleitungen verlegt. Bei der Festlegung eines möglichen Trassenkorridors müssen diese Leitungen sowie einzuhaltende Mindestabstände berücksichtigt werden. Die folgende Tabelle 9 stellt die Eigentümer der bestehenden Leitungen im Eggepfad dar.

Machbarkeitsstudie

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes
in der Weserberglandsiedlung



Tabelle 9: Eigentümer der Bestandsleitungen im Eggepfad

Bestandsleitung	Eigentümer
Strom (Niederspannung)	Stromnetz Berlin
Frischwasser	Berliner Wasserbetriebe
Gas	Netzgesellschaft Berlin-Brandenburg
Telekommunikation	Vodafone/Telekom
Abwasser	<i>Unbekannt</i>

Die Bestandspläne der Fremdleitungen wurden über das Online-Tool Leico der infrest – Infrastruktur eStrasse GmbH für das Projektgebiet angefragt und als PDF-Datei einzeln zur Verfügung gestellt. Im Bereich der Telekommunikationsleitungen gab es sowohl von Vodafone als auch von der Deutschen Telekom einen Bestandsplan, sodass unklar ist, welches der beiden Unternehmen als Betreiber auftritt. Zur bestehenden Abwasserleitung im Eggepfad konnten weder die Berliner Wasserbetriebe noch die Vonovia SE Auskunft geben. Zum jetzigen Zeitpunkt konnte der Eigentümer der Abwasserleitung sowie der Bestandsplan nicht ausfindig gemacht werden. Aus diesem Grund wurde nach einer Begutachtung der Lage der Schachtdeckel in der Straße die Annahme getroffen, dass die Abwasserleitung Mittig im Straßenkörper verläuft. Die Dimension der Steinzeug Abwasserleitung wurde auf Grundlage vergleichbarer Straßen zu DN 200 angenommen. Es handelt sich um eine drucklose Abwasserleitung.

Die erhaltenen Bestandspläne der Fremdleitungen sowie der angenommene Verlauf der Abwasserleitung wurden in eine georeferenzierte DWG-Datei konvertiert, um einen gemeinsamen Fremdleitungsplan im Eggepfad zu erzeugen (vgl. Abbildung 21).

Machbarkeitsstudie

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes
in der Weserberglandsiedlung

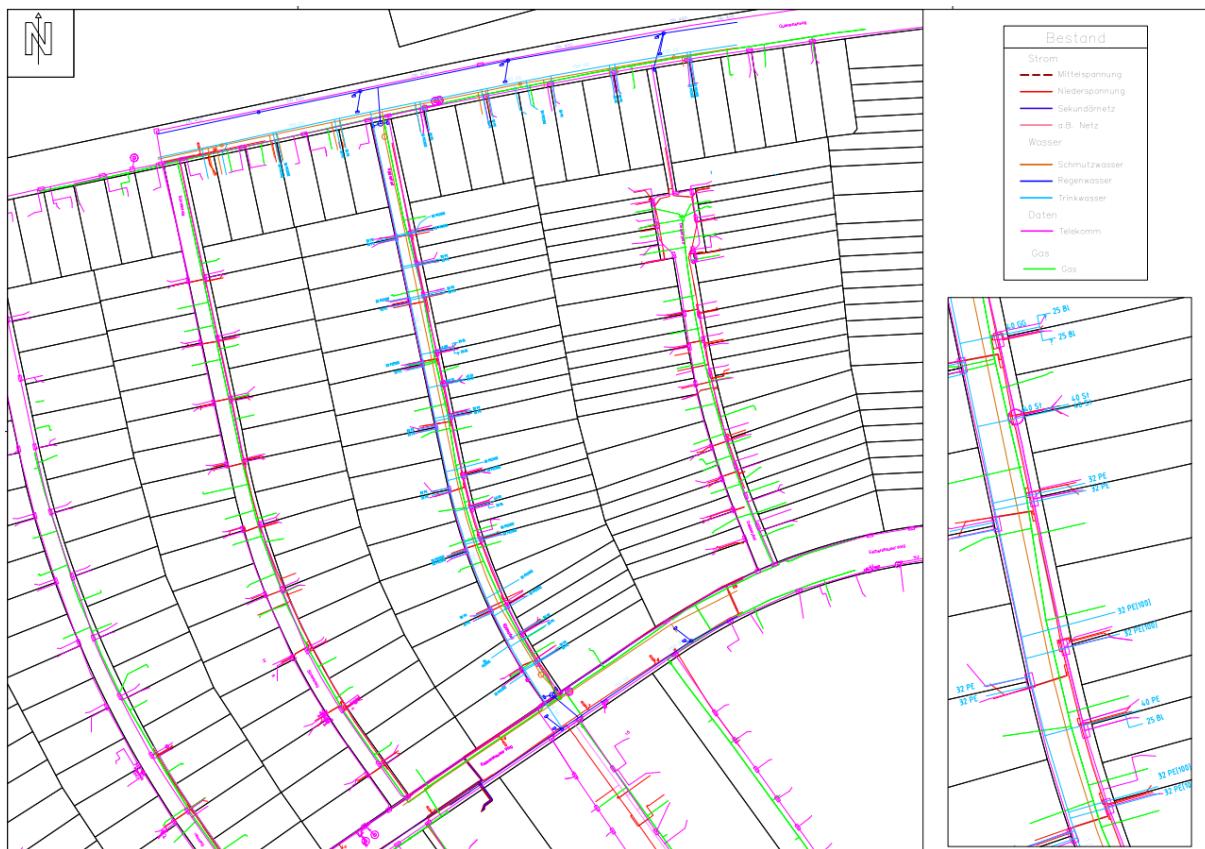


Abbildung 21: Fremdleitungsplan Eggepfad

Mit den erhaltenen Informationen zu den Bestandsleitungen kann ein maßstabsgetreuer Querschnitt des Straßenkörpers mit der Lage der Bestandsleitungen erzeugt werden. Während die horizontale Lage der Leitungen gut aus den erhaltenen Plänen abgelesen werden kann, liegen zum aktuellen Zeitpunkt keine Informationen über die vertikale Lage der Leitungen im Erdreich vor. Zur Bestimmung eines möglichen Trassenkorridors ist dies jedoch auch nicht erforderlich, da es sich bei den einzuhaltenden Mindestabständen um lichte horizontale Abstände handelt. Die Dimensionen der Leitungen sind mit Ausnahme der Abwasserleitung bekannt.

Der resultierende Straßenquerschnitt ist in Abbildung 22 dargestellt. Es ist ersichtlich, dass sich die linke Straßenseite des Eggepfads gut eignet, um hier sowohl die neun Erdwärmesonden als auch das Nahwärmenetz einzubringen. Für das Nahwärmenetz ist der maximale Leitungsquerschnitt (DN 80) mit 90 mm Rohraußendurchmesser dargestellt. Für die Erdwärmesonde wurde bereits maßstabsgetreu ein Bohrdurchmesser von 160 mm sowie ein Schacht zum Bedienen der Stellventile mit 40x60 cm berücksichtigt. Der Straßenkörper bietet ausreichend Platz, dass die Mindestabstände zu den relevanten Bestandsleitungen (Frischwasser und Abwasser) von 40 cm problemlos mit ausreichend Puffer eingehalten werden können. Für den lichten Abstand zwischen Erdwärmesonde und Nahwärmenetz wurden 50 cm gewählt, um einen störungsfreien Aushub des Rohrgrabens zu ermöglichen. Die Überdeckung der Rohrleitungen des Nahwärmenetzes im Straßenkörper beträgt 80 cm.

Machbarkeitsstudie

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes
in der Weserberglandsiedlung



Eggepfad

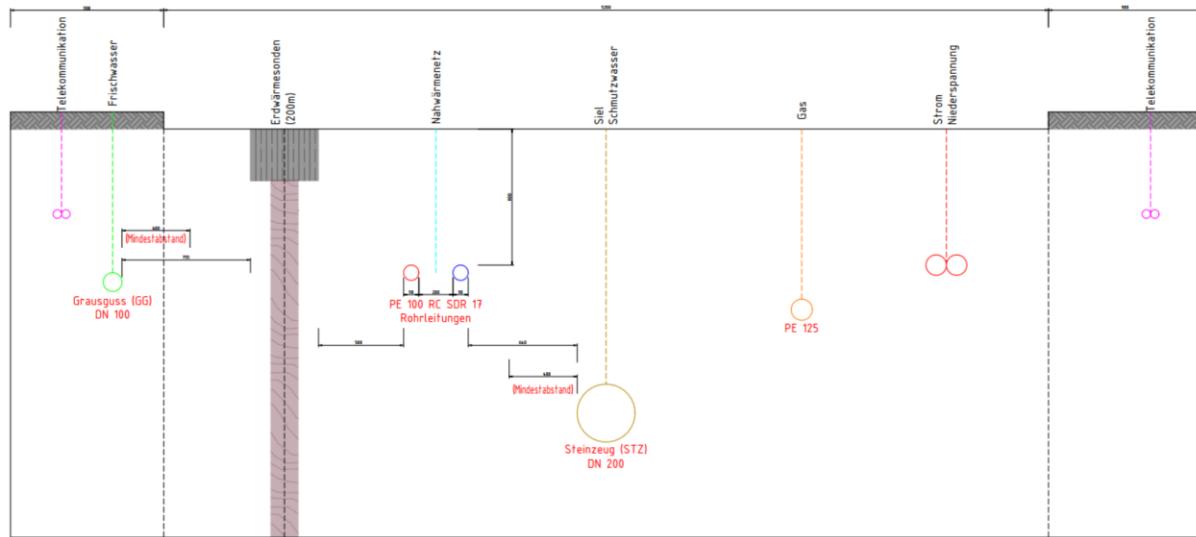


Abbildung 22: Straßenquerschnitt Eggepfad

Abbildung 23 stellt den Rohrgrabenquerschnitt für PE-Rohre dar. Für die größte Leitungsdimension DN 80 im Eggepfad beträgt die resultierende Rohrgrabentiefe mit 80 cm Überdeckung 99 cm. Damit wird voraussichtlich kein Verbau benötigt. Die Rohrgrabenbreite beläuft sich damit auf maximal 78 cm.

Machbarkeitsstudie

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes
in der Weserberglandsiedlung

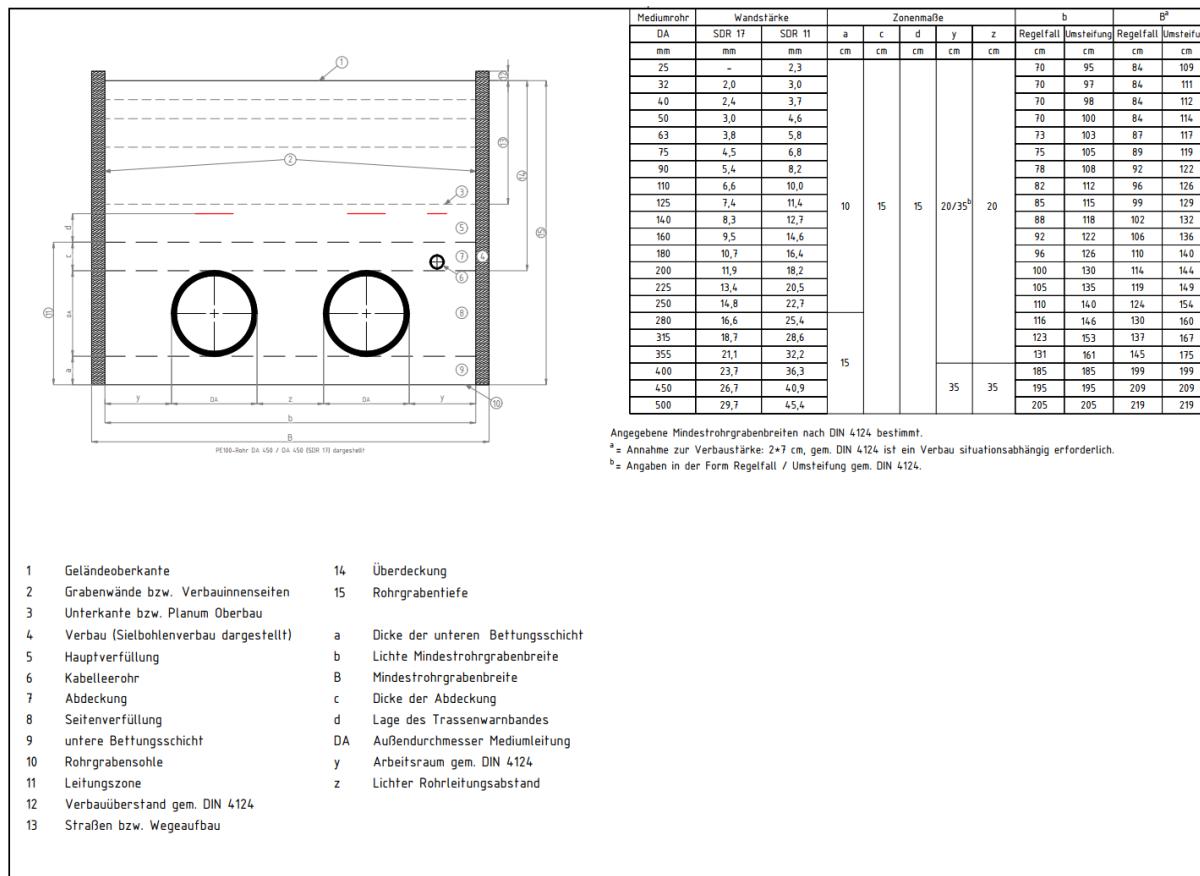


Abbildung 23: Rohrgrabenquerschnitt PE-Rohre

5.4. Hausübergabestationen

Als Übergabestation zwischen Wärmenetz und Wohngebäude wird eine direkte Übergabe aus dem Netz an die Sole-Wasser-Wärmepumpe vorgesehen. Das Wärmepumpenaggregat soll im Keller der jeweiligen Wohngebäude installiert werden. Die Hausanschlussleitungen des Wärmenetzes werden mittels Kernbohrung und adäquater Abdichtung in das Gebäude geführt. Hinter der Gebäudeeinführung sind Absperrkappen für Wartungs- und Havariefälle, Regelarmaturen bzw. Stellventile, ein Schmutzfänger, ein Wärmemengenzähler und ggf. Entlüftungs- bzw. Entleerungsventile vorgesehen. Die Hausanschlussleitung wird dann an den Flansch des Wärmepumpenaggregates angeschlossen. Hier ist bereits ein Membranausdehnungsgefäß sowie eine Sole-Umwälzpumpe integriert, welche die benötigte Menge an Sole aus dem Nahwärmenetz bezieht und durch den Verdampfer der Wärmepumpe leitet. Die abgekühlte Sole wird dann in den Rücklauf des Nahwärmenetzes geleitet. Die Umwälzpumpen, welche für die notwendige Zirkulation im Nahwärmenetz sorgen, sind also dezentral in den jeweiligen Gebäuden der Anschlussnehmer:innen untergebracht.

Die Vorlauftemperatur der Wärmepumpe auf der Senkenseite bzw. im Heizkreis der Gebäude beträgt 60 °C, um der Bildung von Legionellen vorzubeugen. Damit kann die Wärmepumpe

Machbarkeitsstudie

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes
in der Weserberglandsiedlung



zur Versorgung des Heizwärme- und Trinkwarmwasserbedarfs eingesetzt werden. Unterstützend zur Wärmepumpe und zur Bereitstellung der Spitzenlast, sind dezentrale Power-to-Heat-Anlagen im Heizsystem der Gebäude eingebunden. Zusätzlich wird in jedem Gebäude ein Pufferspeicher mit einem Volumen von 200 l vorgesehen. Durch den Speicher können auftretende Lastspitzen geglättet und ein effizienter Betrieb der Wärmepumpe gewährleistet werden. Die dezentralen Solarthermieanlagen werden über einen Wärmeübertrager an die Hausübergabestation angebunden. Zusätzlich wird eine Bypass-Leitung an der Wärmepumpe vorbei zum Heizkreis des entsprechenden Gebäudes vorgesehen. Hierdurch können sämtliche Nutzungsszenarien des solaren Wärmeertrags abgedeckt werden. Sofern die solare Wärme direkt genutzt werden soll, kann diese abhängig vom aktuellen Temperaturniveau direkt über die Bypass-Leitung an den Heizkreis des Gebäudes übergeben werden. Ist das Temperaturniveau der Solarthermie zu gering, kann die solare Wärme mithilfe der Wärmepumpe auf ein höheres Niveau gehoben werden. Wenn ein Wärmeüberschuss besteht, wird die solare Wärme an das Nahwärmenetz übergeben und kann dort von anderen Abnehmern genutzt oder zur Regeneration des Erdreichs eingesetzt werden.

Abbildung 24 stellt ein grundlegendes Funktionsschema der geplanten Hausübergabestation dar. Der Übergabepunkt vom Netz zu den Abnehmern ist durch die dargestellten Absperrkugelhähne unmittelbar hinter der Gebäudeeinführung gekennzeichnet und legt damit ebenfalls die Eigentumsgrenze fest.

Machbarkeitsstudie

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes
in der Weserberglandsiedlung

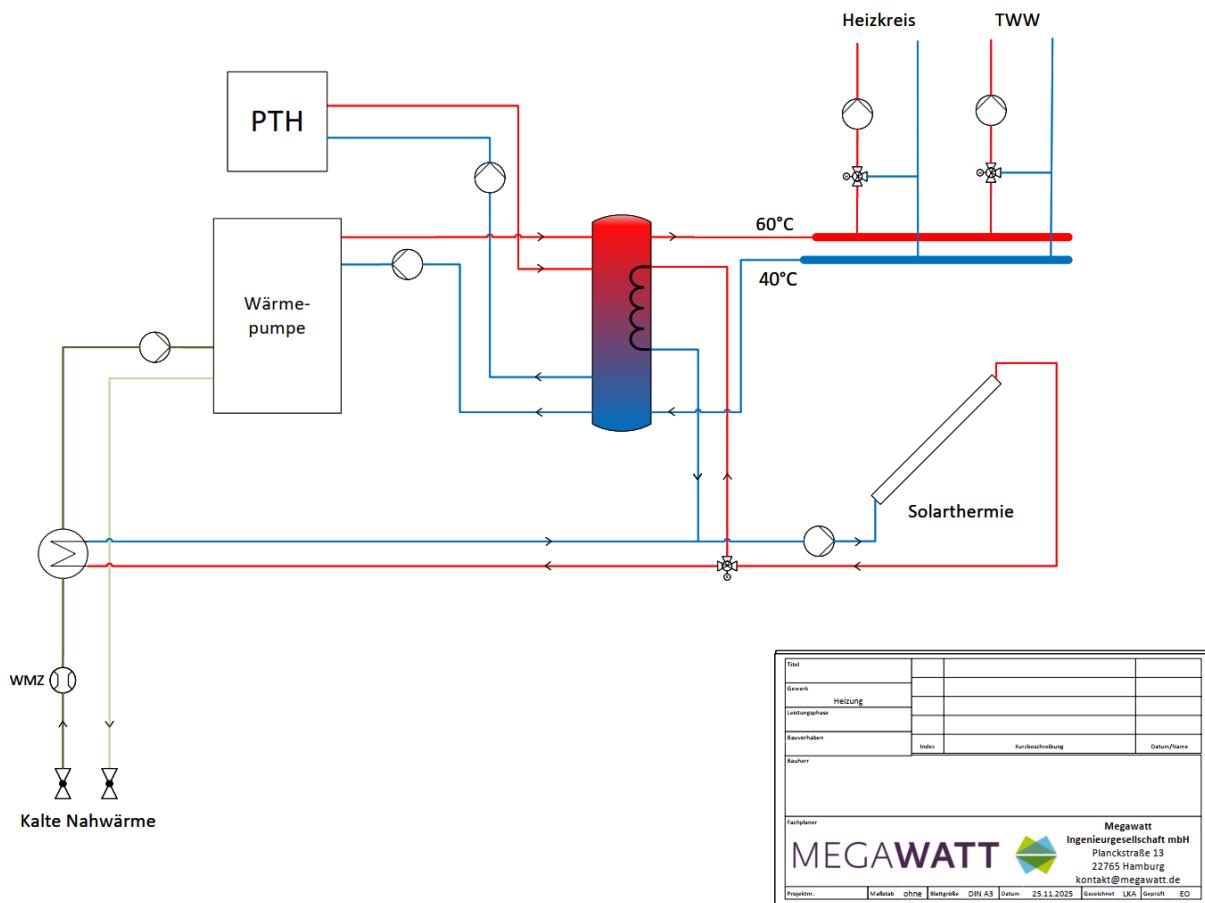


Abbildung 24: Grundlegendes Funktionsschema der Hausübergabestation

In der folgenden Tabelle 10 ist die benötigte Nennleistung der jeweiligen Wärmepumpenaggregate sowie der Power-to-Heat-Anlagen der Typengebäude im Eggepfad dargestellt. Die gesamte thermische Output-Leitung der Wärmepumpen im Eggepfad für die erste Ausbaustufe beträgt etwa 160 kW_{th}. Die Gesamtleitung der Power-to-Heat-Anlagen beläuft sich auf 187,3 kW_{th}.

Machbarkeitsstudie

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes
in der Weserberglandsiedlung



Tabelle 10: Dezentrale Erzeuger der Typengebäude

Typengebäude	Nennleistung Wärmepumpe in kW	Nennleistung Power-to- Heat in kW
Reihenhaus (gering)	6,5	7,6
Reihenhaus (hoch)	9,2	10,8
Doppelhaushälfte (gering)	7,7	9,1
Doppelhaushälfte (hoch)	10,9	12,8

Im Rahmen der Vorplanung wurden drei mögliche Wärmepumpenmodelle unterschiedlicher Hersteller identifiziert. Die nachfolgende Tabelle 11 stellt die relevanten technischen Daten dieser Wärmepumpenmodelle dar. Da Wärmepumpenhersteller ihre Geräte nur in bestimmten Leistungsstufen anbieten, kann es vorkommen, dass für verschiedene Typengebäude trotz unterschiedlichem Wärmebedarf dieselbe Wärmepumpenanlage vorgesehen wird.

Tabelle 11: Mögliche Wärmepumpenmodelle Hersteller 1

Typengebäude	Wärmeleistungsbereich in kW	Abmaße (BxHxT) in cm	SCOP (B0/W35)	Max. VL- Temperatur
Reihenhaus (gering)	1,7 – 8,6	68x106,6x75,2	5,2	65 °C
Reihenhaus (hoch)	2,0 – 13,5	68x106,6x75,2	5,2	65 °C
Doppelhaushälfte (gering)	1,7 – 8,6	68x106,6x75,2	5,2	65 °C
Doppelhaushälfte (hoch)	2,0 – 13,5	68x106,6x75,2	5,2	65°C

Machbarkeitsstudie

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes
in der Weserberglandsiedlung



Tabelle 12: Mögliche Wärmepumpenmodelle Hersteller 2

Typegebäude	Wärmeleistungsbereich in kW	Abmaße (BxHxT) in cm	SCOP (B0/W35)	Max. VL-Temperatur
Reihenhaus (gering)	2 – 8	60x118x60	5,5	71 °C
Reihenhaus (hoch)	3 – 12	60x118x60	5,5	71 °C
Doppelhaushälfte (gering)	2 – 8	60x118x60	5,5	71 °C
Doppelhaushälfte (hoch)	3 – 12	60x118x60	5,5	71 °C

Tabelle 13: Mögliche Wärmepumpenmodelle Hersteller 3

Typegebäude	Wärmeleistungsbereich in kW	Abmaße (BxHxT) in cm	SCOP (B0/W35)	Max. VL-Temperatur
Reihenhaus (gering)	1,7 – 8,6	68x97,5x60	4,8	65 °C
Reihenhaus (hoch)	2,4 – 11,4	68x97,5x60	4,8	65 °C
Doppelhaushälfte (gering)	1,7 – 8,6	68x97,5x60	4,8	65 °C
Doppelhaushälfte (hoch)	2,4 – 11,4	68x97,5x60	4,8	65 °C

Die Entscheidung, welches Wärmepumpenmodell gewählt werden soll, wird in den weiterführenden Planungsphasen getroffen. Hierbei sollte eine Konkretisierung des tatsächlichen Wärmebedarfs der Gebäude sowie eine Bewertung der Flächenverfügbarkeit in den Kellern der Gebäude durchgeführt werden. Die Marktrecherche hat jedoch gezeigt, dass es in dem benötigten Leistungsbereich der Wärmepumpe eine Vielzahl von Angeboten der Hersteller mit passenden Spezifikationen gibt. Weiterhin bieten einige Hersteller Komplettanlagen an, welche einen elektrischen Heizstab sowie einen kleinen Pufferspeicher bereits integriert haben. Diese Option erscheint im Hinblick auf eine Verringerung der Schnittstellen und damit auch des Regelungsaufwandes als sinnvoll und vorteilhaft. Weiterhin gilt es in der weiterführenden Planung die verfügbare Netzkapazität des Stromnetzes bzw. der Hausanschlüsse zu prüfen und ggf. entsprechende Maßnahmen zum Netzausbau zu treffen. Es ist von einem zusätzlichen elektrischen Leistungsbedarf in Höhe von etwa 230 kW_{el} für die Wärmeerzeuger in der ersten Ausbaustufe auszugehen. Die nachfolgende Tabelle stellt die elektrische Leistung der Wärmeerzeugung für die jeweiligen Typegebäude dar. Hierbei wird zunächst ein typischer COP von 4 für die Wärmepumpen angesetzt. Sobald ein konkretes Wärmepumpenmodell identifiziert wurde, sollte diese Annahme überprüft werden.

Tabelle 14: Elektrische Leistung der Wärmeerzeuger

Typengebäude	Elektrische Leistung in kW
Reihenhaus (gering)	9,3
Reihenhaus (hoch)	13,2
Doppelhaushälfte (gering)	11,0
Doppelhaushälfte (hoch)	15,5

5.5. Primärenergie- und CO₂-Einsparungen

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wird ein Vergleich der Primärenergie- und Treibhausganzbilanz zwischen dem Soll-Zustand und dem Ist-Zustand durchgeführt. Als Ist-Zustand wird dabei angenommen, dass 75 % der Gebäude mit einem Gaskessel und 25 % mit einem Ölheizkessel beheizt werden. Die der Berechnung zugrundeliegenden Faktoren sind der Tabelle 15 zu entnehmen.

Tabelle 15: Primärenergie- und Emissionsfaktoren

Energieträger	PEF	THG-Emissionsfaktor [g/kWh]
Heizöl	1,1	266
Erdgas	1,1	201
Strom – netzbezogen	1,8	107
Umweltwärme	0	0

In Abbildung 26 sind die Primärenergiefaktoren für den Soll-Zustand im Vergleich zum Ist-Zustand dargestellt. Abbildung 26 zeigt den Vergleich zwischen den beiden Zuständen für die spezifischen CO₂-Emissionen. Es ist deutlich zu sehen, dass der Soll-Zustand deutliche Primärenergieeinsparungen und CO₂-Einsparungen mit sich bringt.

Bei einem Gesamtwärmebedarf von ca. 281 MWh/a und einem Strombedarf von 85 MWh/a ergeben sich mit den angegebenen Emissionsfaktoren jährliche Einsparungen von etwa 44 t CO₂. Bei einer Dekarbonisierung des Strom-Mixes fallen die Einsparungen noch höher aus.

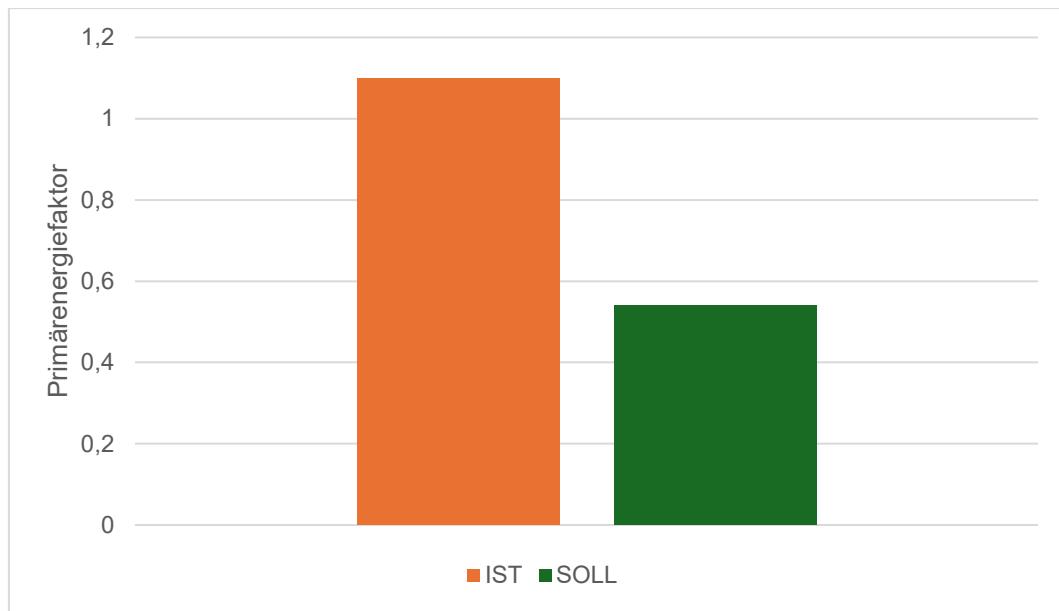


Abbildung 25: Primärenergiefaktor des Soll-Zustands im Vergleich zum Ist-Zustand

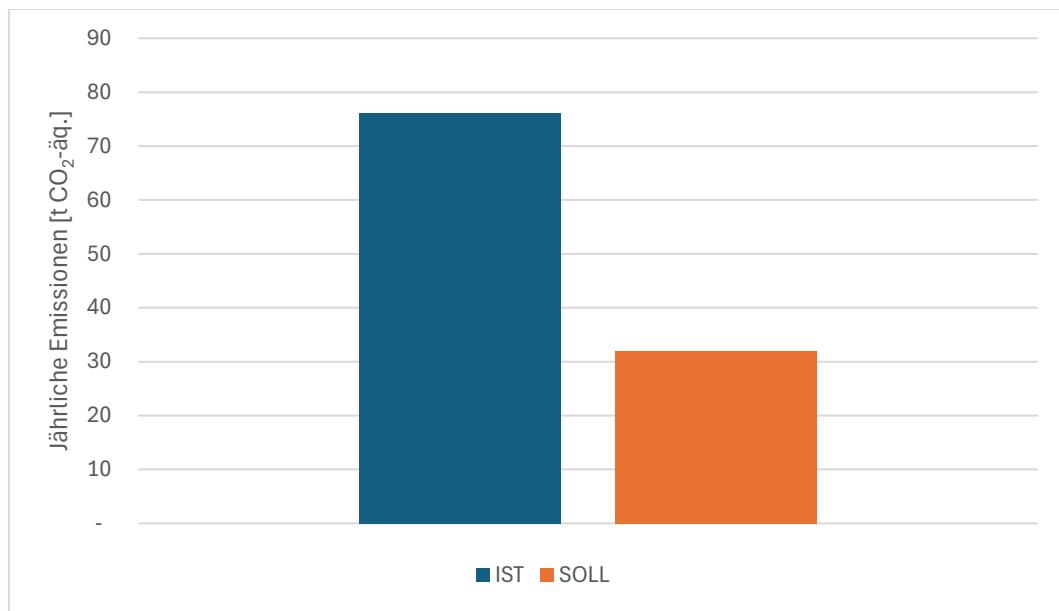


Abbildung 26: Treibhausgasemissionen des Soll-Zustands im Vergleich zum Ist-Zustand

6. Kostenrahmen

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung erfolgt anhand der VDI 2067. Dabei werden die jährlichen Kosten in drei Kostenarten untergliedert:

- Kapitalgebundene Kosten (Annuitäten der Investitionen)
- Betriebsgebundene Kosten (Wartung, Inspektion, Instandhaltung, Betrieb)
- Bedarfsgebundene Kosten (Brennstoff- und Stromkosten)

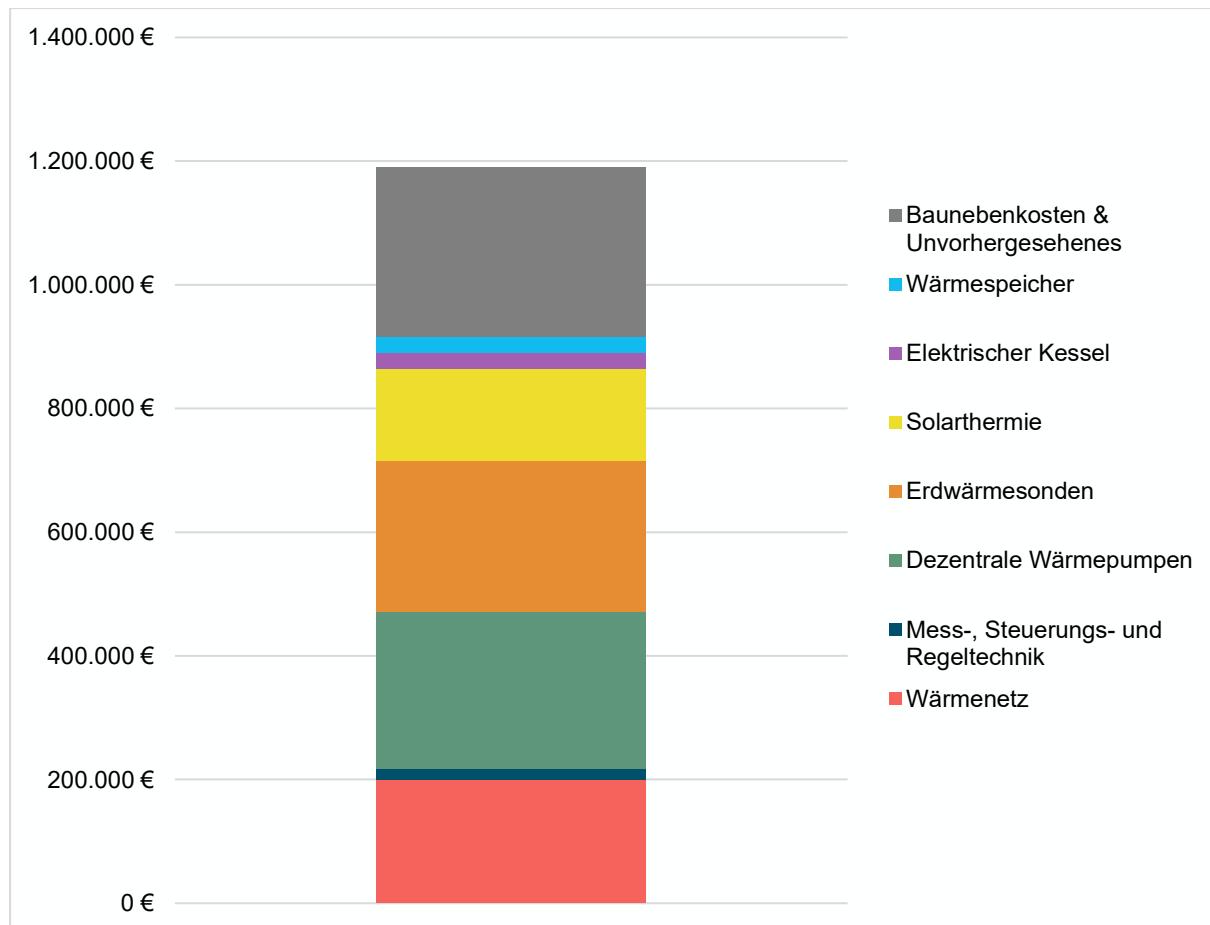
Sämtliche angegebene Kosten sind Netto-Kosten exklusive Mehrwertsteuer. Die ermittelten und nachfolgend dargestellten Annuitäten stellen einen Mittelwert über den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren dar. Als Zinssatz werden hierbei 2 % angesetzt.

Das Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsberechnung sind Wärmegestehungskosten. Es sind nur die Kosten enthalten, die unmittelbar für die Wärmeversorgung notwendig sind. Andere Kosten, wie beispielsweise für den Vertrieb oder eine Gewinnmarge sind noch nicht enthalten. Die Wärmegestehungskosten sind daher nicht mit einem Wärmepreis gleichzusetzen.

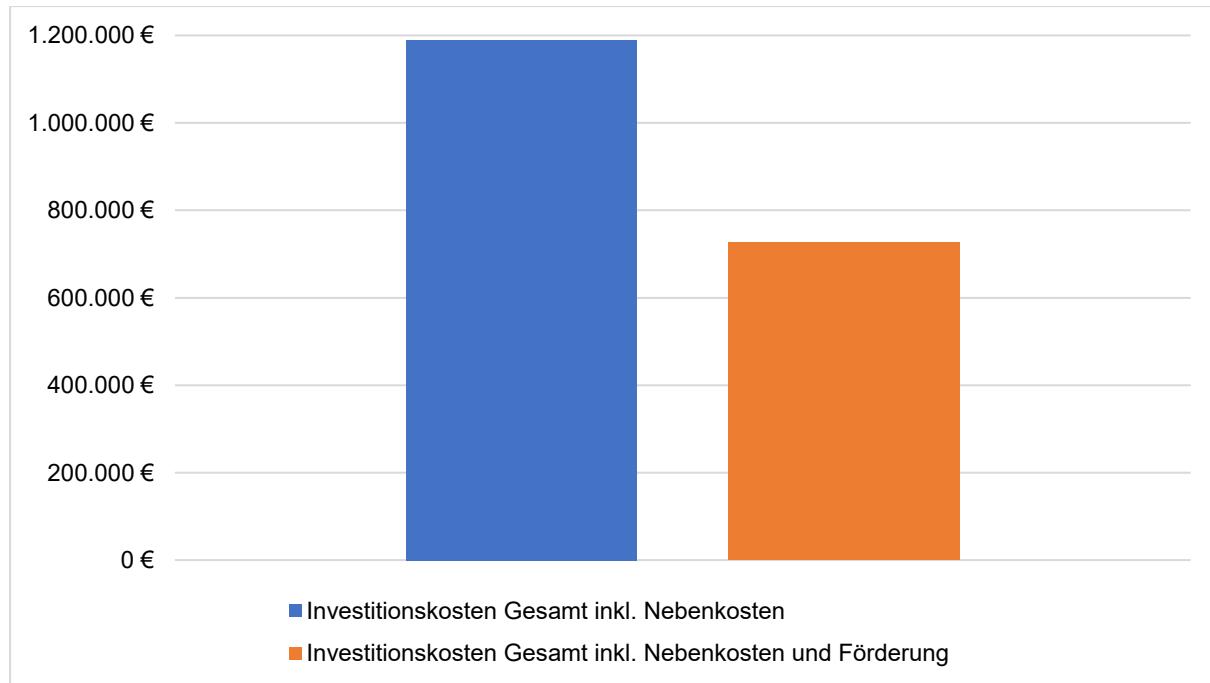
In Abbildung 27 sind die Investitionskosten nach Komponenten dargestellt. Die Investitionen wurden anhand von Kenn- und Erfahrungswerten sowie Richtpreisangeboten von Herstellern ermittelt. In Summe betragen die Investitionskosten 0,9 Mio. EUR. Für Baunebenkosten sowie Unvorhergesehenes werden zusätzliche Kosten in Höhe von 20 % und 10 % der Investitionskosten angenommen, so dass sich die Gesamtinvestitionen auf etwa 1,2 Mio. EUR belaufen. Die nachfolgende Tabelle 16 stellt die ermittelten Investitionskosten aufgeteilt entsprechend der Kostengruppen nach DIN 276 (2. Ebene) dar.

Tabelle 16: Kostenschätzung nach DIN 276 (2. Ebene)

Kostengruppe	Kosten
KG 420 - Wärmeerzeugungsanlagen	698.400,00 €
KG 480 - Gebäudeautomation	17.250,00 €
KG 550 – Technische Außenanlagen	199.550,00 €
Gesamt (exkl. Baunebenkosten & Unvorhergesehenes)	915.200,00 €
Baunebenkosten (10 %)	91.500 €
Unvorhergesehenes (20 %)	183.000 €
Gesamtkosten	1.189.700 €

*Abbildung 27: Investitionskosten*

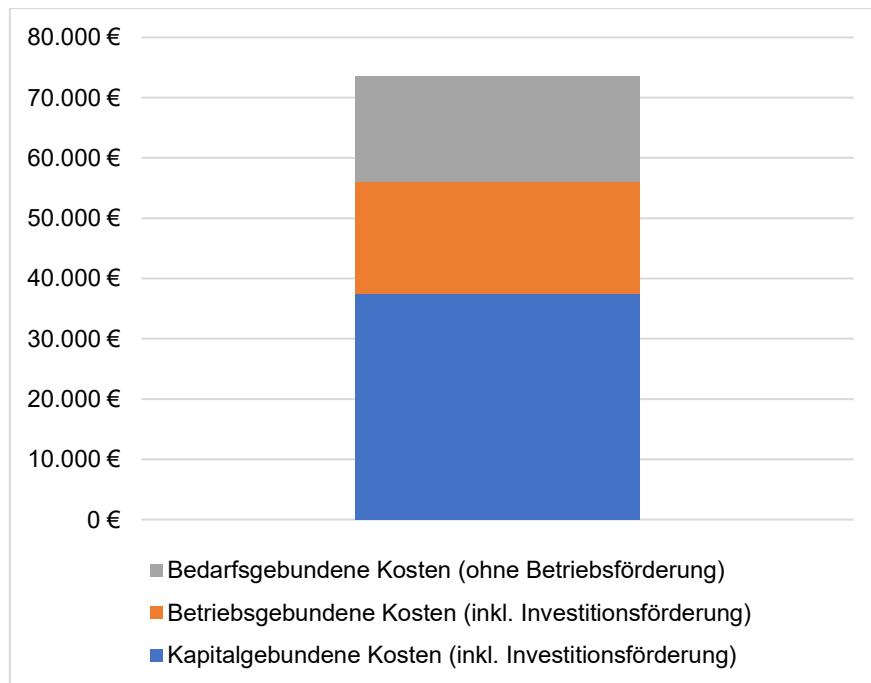
Es wird angenommen, dass für alle Komponenten, außer für die Power-to-Heat anlagen eine Investitionskostenförderung in Höhe von 40 % in Anspruch genommen werden kann. Die Investitionsförderung beläuft sich in Summe auf 460 TSD. EUR, was einer Förderquote von 39 % entspricht (vgl. Abbildung 28).

*Abbildung 28: Investitionskosten und -förderung*

Für die jährlichen betriebsgebundenen Kosten für Bedienung, Instandsetzung, Wartung und Inspektion werden die Kosten entsprechend der VDI 2067 je Komponente als prozentuale Anteile der Investitionskosten ermittelt.

Für die betriebsgebundenen Kosten wird ein durchschnittlicher Strompreis von 20,7 ct/kWh angesetzt über den Betrachtungszeitraum angesetzt.

Entsprechend der VDI 2067 werden aus den ermittelten Kosten Annuitäten berechnet. Dies Annuitäten der verschiedenen Kostenarten sind in Abbildung 29 dargestellt.

*Abbildung 29: Aufteilung der Jahresenergiekosten*

Werden die jährlichen Wärmegestehungskosten auf die verkaufte Wärmemenge von 281 MWh bezogen, ergeben sich spezifische Wärmegestehungskosten von 26,2 ct/kWh. Ohne Investitionskosten- und ohne Betriebskostenförderung würden sich Wärmegestehungskosten von 34,5 ct/kWh ergeben. Dies unterstreicht die Relevanz der Investitionskostenförderung für die Umsetzbarkeit des Projektes.

Das Projekt soll folgendermaßen finanziert werden:

- Förderung durch die „Bundesförderung Effiziente Wärmenetze“
- Finanzielle Beteiligung der Anschlussnehmer:innen über Hausanschlusskostenbeiträge
- Restfinanzierung über einen Kredit

Für die Zwischenfinanzierung bietet kliQ Mitgliederdarlehen an. Diese werden über eine Laufzeit von drei bis acht Jahren verzinst zurückgezahlt. Dadurch ist kliQ bereits vor der Auszahlung der Fördermittel zahlungsfähig.

7. Pfad zur Treibhausgasneutralität

Die in dieser Studie dargestellte Wärmeversorgung kann insgesamt als realisierbar beurteilt werden. Sowohl aus technischer als auch aus wirtschaftlicher Sicht ist ein derartiges Wärmenetz mit einem hohen Anteil erneuerbarer Wärme langfristig in der Lage, die Wärmeabnehmer verlässlich mit nachhaltiger Wärme zu versorgen.

Mit der Fertigstellung des Wärmenetzes wird die Wärmeerzeugung weitestgehend durch förderfähige Wärmeerzeugungsanlagen sichergestellt. Lediglich der Anteil an Netzstrombezug der direktelektrischen Wärmeerzeuger gilt dann noch nicht als erneuerbar. Um diesen Anteil vollständig durch PV-Strom zu ersetzen, ist perspektivisch der Zubau von Batteriespeichern notwendig. Diese Maßnahme erfolgt im Jahr 2045, so dass zwischen Fertigstellung des Wärmenetzes und 2045 keine Änderungen des Pfads zur Treibhausgasneutralität zu erwarten sind.

Tabelle 17: Pfad zur Treibhausgasneutralität

	Bestand	2030	2035	2040	2045
Anzahl Gebäude am Nahwärmenetz	19	19	19	19	19
Trassenlänge Nahwärmenetz inkl. Hausanschlussleitungen [m]	-	303	303	303	303
Temperaturniveau Nahwärmenetz [°C]	-	6/3	6/3	6/3	6/3
Wärmebedarf [MWh]	281	281	281	281	281
Anteil Wärmebedarf versorgt über EE & Abwärme [%]	0	95	95	95	95
Anteil Wärmebedarf versorgt über fossile E-Träger [%]	100	5	5	5	5

Der nächste Schritt zur Realisierung ist die Entwurfs- und Genehmigungsplanung, die im Rahmen des BEW Modul 1 läuft und im Dezember 2026 abgeschlossen werden soll. Im Anschluss erfolgt die Beantragung von Modul 2, um die ersten Netzabschnitte und Energiezentralen ab 2028 realisieren zu können.

Die Errichtung weiterer Erdsonden und der Anschluss zusätzlicher Gebäude erfolgt, wenn genügend Eigentümer:innen Interesse bekundet haben

8. Übertragbarkeit der Ergebnisse auf das kliQ-Quartier

Vor dem Hintergrund, dass künftig die gesamte Weserberglandsiedlung mir regenerativer Wärme versorgt werden soll, stellt sich die Frage, inwiefern die erarbeiteten Ergebnisse für den Eggepfad auf andere Straßen in der Weserberglandsiedlung bzw. im gesamten kliQ-Quartier übertragbar sind. Hierzu sind in Tabelle 18 die wesentlichen Einflussfaktoren auf die Übertragbarkeit der Ergebnisse sowie die entsprechenden Werte für den Eggepfad zusammengefasst. Nachfolgend soll qualitativ darauf eingegangen werden, welchen Einfluss eine Abweichung der einzelnen Einflussfaktoren von den Ergebnissen im Eggepfad hat. Nicht aufgeführt in der Tabelle ist die Sondentiefe, da im kliQ-Quartier nicht von einer grundlegend abweichenden Lage des Rupeltons auszugehen ist. Die Sondentiefe hat jedoch ebenfalls einen erheblichen Einfluss auf die benötigte Anzahl an Sonden. Je geringer die Sondentiefe, desto mehr Sonden werden zur Erschließung desselben Potenzials an thermischer Leistung bzw. Energie benötigt.

Tabelle 18: Einflussfaktoren auf die Übertragbarkeit der Ergebnisse

Parameter	Eggepfad
Wärmeliniendichte / Anschlussquote	~ 2 MWh/a
Wasserschutzgebiet	Außerhalb
Platzverfügbarkeit	~ 1,9 Meter
Flächenverfügbarkeit Regeneration	Dachflächen (~ 40 m ² /Sonde)

Nachfolgend soll kurz auf die Auswirkung einer Abweichung von den dargestellten Einflussparametern eingegangen werden.

Wärmeliniendichte

Die Wärmeliniendichte hat grundsätzlich Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes. Je höher die Wärmeliniendichte, desto wirtschaftlicher kann ein Wärmenetz betrieben werden.

Weiterhin hat die Wärmeliniendichte auch Einfluss auf die benötigte Anzahl an Sonden. Je höher die Wärmeliniendichte ist, desto mehr Sonden werden pro Trassenmeter des Netzes benötigt. Also bedarf es bei höherer Wärmeliniendichte und konstanter Netzlänge einer höheren Anzahl an Erdwärmesonden. Dies bedingt ebenfalls, dass ggf. eine abweichende Sondenanordnung gewählt werden muss. So ist es denkbar, dass bei einer hohen Wärmeliniendichte beispielsweise beidseitig Erdwärmesonden in den Straßenkörper eingebracht werden müssen, um den höheren Wärmebedarf decken zu können.

Wasserschutzgebiet

Sofern die betrachteten Gebiete, anders als der Eggepfad, im Wasserschutzgebiet liegen, so ist dort eine Einbringung von Erdwärmesonden nicht zulässig. Dies bedeutet, dass der Straßenkörper nicht als Potenzialfläche zur Einbringung von Erdwärmesonden dienen kann. Folglich müssen umliegende Potenzialflächen erschlossen werden. Die hat wiederum zur Folge, dass die Leitungslängen und die Rohrdimensionen steigen, wodurch Investitions- und Betriebskosten für das Wärmenetz steigen.

Weiterhin gilt die Auflage, dass innerhalb des Wasserschutzgebietes ausschließlich gedämmte Rohrleitungen verlegt werden dürfen, um einen Wärmeübertrag vom Wärmenetz in den Erdboden zu verhindern. Dies führt zu gesteigerten Material- und Verlege-/Installationskosten des Wärmenetzes.

Im Hinblick auf das Wärmeträgermedium dürfen lediglich nicht-wassergefährdende Stoffe eingesetzt werden. Die Wassergefährdung von Stoffen wird anhand der Wassergefährdungsklassen (WGK) eingestuft. Hierbei gilt folgende Einordnung:

- nwg: nicht wassergefährdend
- WGK I: schwach wassergefährdend
- WGK II: deutlich wassergefährdend
- WGK III: stark wassergefährdend

Nach aktuellem Kenntnisstand haben sämtliche Frostschutzmittel, welche für den Einsatz als Wärmeträgermedium im Wärmenetz infrage kommen würden, mindestens die Einstufung WGK I und sind damit nicht zulässig. So ist nach aktuellem Kenntnisstand ausschließlich der Einsatz von Wasser als Wärmeträgermedium im Wasserschutzgebiet zulässig.

Wasser eignet sich grundsätzlich hervorragend als Wärmeträgermedium in Wärmenetzen, da die spezifische Wärmekapazität von Wasser höher ist als von klassischen Wasser-Glykol-Gemischen. Für den Einsatz in „kalten“ Nahwärmenetzen ist reines Wasser als Wärmeträgermedium jedoch aufgrund des Gefrierpunktes bei 0 °C nur eingeschränkt zu empfehlen. Wasser hat die Eigenschaft, dass es sich beim Phasenwechsel von flüssig nach fest ausdehnt. Gefriert das Wasser also in den Rohrleitungen des Wärmenetzes, so platzen diese. Ein Betrieb des Wärmenetzes, in welchem Temperaturen unterhalb von 0 °C auftreten ist also zwingend zu vermeiden.

Es besteht somit die Notwendigkeit die Netztemperaturen für jeden Betriebsfall oberhalb von 0 °C zu halten. Hierzu gibt es zwei grundsätzliche Möglichkeiten:

1. Es kann eine höhere Anzahl an Erdwärmesonden vorgesehen werden, welche es ermöglicht, dass die Temperaturen im Wärmenetz stets oberhalb von 0 °C liegen.
2. Es werden zusätzliche Wärmeerzeuger im Netz vorgesehen, welche bei Bedarf in das Netz einspeisen und so die Netztemperaturen oberhalb von 0 °C halten.

Möglichkeit 1 hat einen erhöhten Flächenbedarf zur Einbringung von Erdwärmesonden sowie höhere Investitionskosten zur Folge.

Möglichkeit 2 benötigt ebenfalls zusätzliche Flächen zur Installation der Wärmeerzeuger. Zusätzlich führt die Einbindung weiterer Wärmeerzeuger in das System zu einem erhöhten

Regelungsaufwand. Folglich steigen auch hier die notwendigen Investitionen sowie ggf. die Betriebskosten.

Weiterhin bestünde die Möglichkeit die Strömungsgeschwindigkeit im Netz so hochgehalten werden, dass Temperaturen etwas unter 0 °C möglich wären. Dies würde jedoch durch höhere Druckverluste in einem erheblichen höheren Strombedarf für die Umwälzpumpen sowie zur Geräuschbildung, Druckstößen und weiteren Beeinträchtigungen führen. Damit wird von einer übermäßigen Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit abgeraten.

Platzverfügbarkeit Straße

Die Sonden sowie das Nahwärmenetz im Eggepfad sind im Straßenkörper verlegt. Wie im Rahmen des vorliegenden Berichts bereits erläutert, befinden sich innerhalb der Straßen jedoch auch Bestandsleitungen, zu welchen ein Mindestabstand eingehalten werden muss. Dies erfordert ausreichend Platzverfügbarkeit im Straßenkörper. Sofern die Verfügbarkeit freier Korridore signifikant geringer ist als im Eggepfad müssen alternative Optionen zur Reduktion des Platzbedarfs geprüft werden. So ist beispielsweise die Verlegung der Rohrleitungen des Wärmenetzes übereinander statt nebeneinander denkbar. Weiterhin können die Erdwärmesonden auch unterhalb des Wärmenetzes eingebracht werden, was wiederum den benötigten Platzbedarf verringert. Es gilt jedoch auch zu beachten, dass diese Optionen mit einer erschwerten Wartung und Instandhaltung einhergehen, was einen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzbetriebs haben kann.

Sofern die Sonden beispielsweise beidseitig in den Straßenkörper eingebracht werden müssen, aufgrund eines hohen Wärmebedarfs, so ist der benötigte Platz im Straßenkörper höher als im Eggepfad.

Flächenverfügbarkeit Regeneration

Durch Einbringung von Wärme in das Erdreich (Regeneration) kann der langfristigen Auskühlung des Untergrundes durch die Erdwärmesonden entgegengewirkt werden. Dies verringert wiederum die benötigte Anzahl an Sonden, da das Erdreich bis zu einem bestimmten Maße ebenfalls als eine Art Wärmespeicher genutzt werden kann. Folglich hat die verfügbare Dachfläche je Sonde im Netz, welche zur Installation von Solarthermieanlagen genutzt werden kann, Einfluss auf die benötigte Anzahl an Sonden und damit auch auf die Sondenanordnung. Je mehr Dachfläche für die Installation von Regenerationstechniken zur Verfügung steht bzw. je mehr Wärme in das Erdreich eingeführt wird, desto geringer ist die benötigte Anzahl an Sonden. Dieser Effekt ist jedoch durch die begrenzte Speicherkapazität des umliegenden Erdreichs sowie durch die Auflage, dass keine Erwärmung des Grundwassers zulässig ist, begrenzt.

Machbarkeitsstudie

Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes
in der Weserberglandsiedlung



9. Maßnahmen zur Bürgereinbindung und Stärkung der Akzeptanz

Die Ergebnisse der Machbarkeitsstudie wurde in zwei Veranstaltungen vorgestellt:

- Informationsveranstaltung der kliQ-Genossenschaft am 15.11.2025 im Emmaus-Gemeindesaal⁶
- Teilnahme am Webinar „Quartiersbezogene kalte Nahwärme in Berlin“ am 25.11.2025 vom Aktionskreis Energie

⁶ [kliQ-Berlin eG: Das Wärmenetz ist machbar, Frau Nachbar](#), zuletzt abgerufen am 21.11.2025

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage des Projektgebiets im kliQ-Quartier	5
Abbildung 2: Luftbild des Projektgebiets	6
Abbildung 3: Gebäude mit Interessensbekundung im Eggepfad	7
Abbildung 4: Gebäudetypen der Bestandsgebäude in der Weserberglandsiedlung	9
Abbildung 5: Wasserschutzgebiet und Pufferzone im Projektgebiet	11
Abbildung 6: Genehmigungsfähigkeit und Tiefenbegrenzung von Erdsonden im Projektgebiet 13	
Abbildung 7: Potenzialflächen im Straßenland für die Errichtung von Erdwärmesonden	15
Abbildung 8: Lageplan möglicher Standorte der Entnahme- und Versickerungsbrunnen	16
Abbildung 9: Mangan- und Eisengehalt für GWM 7301 (links) & GWM 7291 (rechts)	17
Abbildung 10: Einstrahlungsverhältnisse im Projektgebiet gem. Energieatlas Berlin	18
Abbildung 11: Lageplan des Sekundärnetzes der Fernwärme inkl. Übergabestation	19
Abbildung 12: Schema der favorisierten Variante	21
Abbildung 13: Verteilung der Typengebäude im Eggepfad	22
Abbildung 14: Lastprofil des Wärmebedarfs der Abnehmer:innen im Eggepfad	23
Abbildung 15: Geordnete Jahresdauerlinie Eggepfad	25
Abbildung 16: Solarer Wärmeertrag inkl. Regenerationswärme	26
Abbildung 17: Wärmeentzug bzw. -eintrag in bzw. aus dem Erdreich	27
Abbildung 18: Simulationsergebnisse Fluid-Mitteltemperatur Erdwärmesonden	29
Abbildung 19: Darstellung der Sondenanordnung und Anschlussnehmer im Eggepfad	30
Abbildung 20: Ergebnisse Netzsimulation Eggepfad	34
Abbildung 21: Beispiel Fremdleitungsplan Eggepfad	36
Abbildung 22: Straßenquerschnitt Eggepfad	37
Abbildung 23: Rohrgrabenquerschnitt PE-Rohre	38
Abbildung 24: Grundlegendes Funktionsschema der Hausübergabestation	40

Abbildung 25: Primärenergiefaktor des Soll-Zustands im Vergleich zum Ist-Zustand 44

Abbildung 26: Treibhausgasemissionen des Soll-Zustands im Vergleich zum Ist-Zustand
44

Abbildung : Investitionskosten 46

Abbildung : Investitionskosten und -förderung 47

Abbildung : Aufteilung der Jahresenergiekosten 48

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anforderungen und Eigenschaften Gebäude	9
Tabelle 2: Wärmeleitfähigkeiten des Erdreichs für unterschiedliche Tiefen	14
Tabelle 3: Berechnungsgrundlagen der Ermittlung des Solarthermie-Potenzials	18
Tabelle 4: Zusammenfassung der Potenzialermittlung	20
Tabelle 5: Einteilung der anzuschließenden Gebäude in Typengebäude	22
Tabelle 6: Simulationsparameter EED	28
Tabelle 7: Spitzenlasten der Typengebäude im Eggepfad	32
Tabelle 8: Ergebnisse der Netzsimulation	33
Tabelle 9: Eigentümer der Bestandsleitungen im Eggepfad	35
Tabelle 10: Dezentrale Erzeuger der Typengebäude	41
Tabelle 11: Mögliche Wärmepumpenmodelle Hersteller 1	41
Tabelle 12: Mögliche Wärmepumpenmodelle Hersteller 2	42
Tabelle 13: Mögliche Wärmepumpenmodelle Hersteller 3	42
Tabelle 14: Primärenergie- und Emissionsfaktoren	43
Tabelle 15: Kostenschätzung nach DIN 276 (2. Ebene)	45
Tabelle 16: Pfad zur Treibhausgasneutralität	49
Tabelle 17: Einflussfaktoren auf die Übertragbarkeit der Ergebnisse	50