

KOMMUNALE WÄRME- UND KÄLTEPLANUNG NORDERSTEDT

Hamburg, 30.08.2024

Autor:innen: Hamburg Institut: Felix Landsberg, Marleen Greenberg, Judith Keßeler, Nico Jaeschke, Maja Overberg, Thies Paulsen, Moritz Metzler, Annalena Hoff, Justus Börms, Mathias Ammon, Philippa Kreis, Planenergi: Eva Wiechers

1	Einleitung	5
2	Kurzzusammenfassung	7
3	Kommunikation & Beteiligung	7
3.1	Öffentliche Beteiligung	7
3.2	Arbeitskreis & Handwerksgipfel	9
4	Bestandsanalyse	11
4.1	Erfassung und Beschreibung der Gemeindestruktur	11
4.1.1	Kartierung der Ortslagen	11
4.1.2	Darstellung der Siedlungsentwicklung in einer Karte	12
4.1.3	Hauptnutzungsart der Gebiete	13
4.1.4	Größe von Wohngebäuden	14
4.2	Erstellung einer Energie- und Treibhausgasbilanz für das Basisjahr 2021	16
4.2.1	Bilanzierung	16
4.2.2	Kennzahlen	18
4.2.3	Erneuerbare Stromerzeugung in Norderstedt	19
4.3	Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfes	20
4.3.1	Erstellung einer Wärmedichtekarte	20
4.3.2	Aggregation der Daten zum Gesamtwärmebedarf nach Gebäudenutzung ..	22
4.3.3	Kältebedarfe	23
4.4	Informationen zur aktuellen Versorgungsstruktur sowie Ermittlung der Beheizungsstruktur der Wohn- und Nichtwohngebäude	25
4.4.1	Karten-Darstellung bestehender und bereits geplanter Wärmenetze auf Straßenzugebene	25
4.4.2	Karten-Darstellung bestehender und bereits geplanter Gasnetze auf Straßenzugebene	26
4.4.3	Karten-Darstellung bestehender und bereits geplanter Heizzentralen und KWK-Anlagen	27
4.4.4	Karten-Darstellung Gebiete mit hohen Anteilen Wärmepumpen und Stromspeicherheizung	28
4.5	Zusammenfassung der Bestandsanalyse	29
5	Potenzialanalyse / Räumlich verortete und quantifizierte Potenziale	30
5.1	Gebäudeenergieeffizienz	30
5.1.1	Reduktion der spezifischen Wärmebedarfe durch Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz	30

5.1.2	Wärmebedarfe für 2030 und 2040 in Kartendarstellung.....	31
5.1.3	Berechnung der Energieeinsparung nach Sektoren bis 2030 und 2040	34
5.2	Erneuerbare Wärme- und Stromquellen	35
5.2.1	KWK Standorte	35
5.2.2	Biomasse	35
5.2.3	Abwärme	41
5.2.4	Geothermie	43
5.2.5	Oberflächengewässer	53
5.2.6	Aquathermie.....	56
5.2.7	Luftwärmepumpen	58
5.2.8	Solarthermie.....	61
5.2.9	Wasserstoffnutzung für den Raumwärmebedarf	64
5.2.10	Windkraft.....	65
5.2.11	Photovoltaik	66
5.3	Zusammenfassung Potenziale	67
6	Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios zur Wärmeversorgung 2040	69
6.1	Eignungsgebiete für Wärmenetze	69
6.1.1	Gebietssteckbriefe Wärmenetzausbaupotenzial	71
6.2	Potenzielle Sanierungsgebiete.....	94
6.2.1	Gebietssteckbriefe Sanierungsgebiete	95
6.3	Prüfgebiete für Wärmenetze	102
6.3.1	Gebietssteckbriefe Prüfbereiche Wärmenetaufbau	102
6.4	Szenarienrechnung	143
6.5	Entwicklung Gasversorgung 2030 & 2040	144
7	Wirtschaftlichkeit.....	148
7.1.1	Methodik.....	148
8	Wärmewendestrategie und Maßnahmenkatalog.....	164
9	MonitoringKonzept.....	205
9.1	Einführung Monitoring	205
9.2	Zentrale Aspekte des Monitoringkonzeptes	205
9.3	Ausgestaltung des Monitoringkonzeptes	206
10	Abbildungsverzeichnis	209
11	Tabellenverzeichnis	211
12	Literaturverzeichnis.....	212

1 EINLEITUNG

Ziel der Bundesregierung ist es, die Treibhausgas-Emissionen bis zum Jahr 2030 um mindestens 65 Prozent gegenüber dem Jahr 1990 zu senken (KSG). Bis 2045 soll als langfristiges Ziel die Treibhausgasneutralität verfolgt werden. Der Gebäudesektor trägt mit rund 15 Prozent zu Deutschlands Treibhausgasemissionen bei. Von derzeit 102 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalenten im Gebäudesektor (2023) müssen die Emissionen bis 2030 auf 67 Mio. t CO_{2eq} abgesenkt werden, das entspricht einer Reduktion um 34 Prozent (Umweltbundesamt, 2024).

Noch ambitioniertere Ziele gelten in Schleswig-Holstein: Dort soll nach Koalitionsvertrag Klimaneutralität (Netto-THG-Neutralität) schon im Jahr 2040 erreicht sein.

Damit Klimaschutz-Maßnahmen wirtschaftlich effizient sind und einen hohen Effekt hinsichtlich der Zielerreichung entfalten können, ist es vorteilhaft, nicht nur einzelne Gebäude mit den Maßnahmen zu adressieren, sondern gleich ganze Quartiere oder Städte. Um den Transformationsprozess im Bereich der Wärmeversorgung strategisch zu planen und umzusetzen, können Gemeinden dafür die kommunale Wärmeplanung nutzen.

Rechtsgrundlage der kommunalen Wärmeplanung ist in Schleswig-Holstein das Energiewende- und Klimaschutzgesetz (EWKG). Laut der Ende 2021 in Kraft getretenen Novellierung sind Ober- und Mittelzentren, Unterzentren mit Teilfunktion von Mittelzentren sowie Unterzentren und Stadtrandkerne 1. Ordnung zur Erstellung eines Wärmeplans verpflichtet.

Das „Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze“, kurz Wärmeplanungsgesetz (WPG), macht Wärmepläne seit Anfang 2024 auch bundesweit verpflichtend. Kommunen mit über 100.000 Einwohnern müssen demnach bis zum 30. Juni 2026 eine kommunale Wärmeplanung erstellen. Kommunen mit weniger als 100.000 Einwohnern haben zwei Jahre länger Zeit. Zeitgleich mit dem WPG wurde die Novelle des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) verabschiedet. Es regelt den Übergang zu einer Wärmeversorgung auf Basis von erneuerbaren Energien im Gebäudebereich mit konkreten Vorgaben.

Auch wenn beide Gesetze eng miteinander verknüpft sind und die zentralen Bausteine einer klimaneutralen Wärmeversorgung bilden, hat die Fertigstellung der kommunalen Wärmeplanung zunächst keine direkten Auswirkungen im Hinblick auf den Geltungsbereich des GEG. Erst die verbindliche Ausweisung von Wärme- oder Wasserstoffnetzgebieten löst in diesen Gebieten das GEG vorzeitig aus, so dass dort die Pflichten des GEG früher greifen und nicht erst ab den oben genannten Fristen des WPG (30.06.2026/2028).

Im Zentrum der kommunalen Wärmeplanung steht u. a. die Frage, welche Lösungskombinationen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis zum Jahr 2035 am kosteneffizientesten sind und – mindestens genauso relevant – mit welchen Maßnahmen dieser Zustand erreicht werden kann.

Die Transformation erfordert neben technischen Lösungen auch eine strategische Steuerung und eine Verzahnung verschiedener kommunaler Aufgabenfelder, beispielsweise die Stadtplanung und die Infrastrukturplanung. Vor dem Hintergrund der umfassenden Maßnahmen, die eines politischen Beschlusses und einer darauffolgenden Umsetzung bedürfen, ist nur eine strategisch organisierte Durchführung der kommunalen Wärmeplanung zielführend.

Die Stadt Norderstedt mit rund 83.000 Einwohnenden ist als Mittelzentrum im Landkreis Segeberg zur Durchführung einer kommunalen Wärmeplanung verpflichtet.

Die im Süden von Schleswig-Holstein gelegene Stadt Norderstedt gehört zum Ballungsraum Hamburgs und ist ein wichtiger Standort für (IT-) Industrie, Gewerbe und Dienstleistungen sowie Einzelhandel. Das Areal der Stadt bemisst insgesamt knapp 58 km². Die städtebauliche Entwicklung der Stadt soll mittelfristig vor allem entlang der in Nord-Süd-Richtung verlaufenden Siedlungsachse und zu Teilen in der Nachverdichtung bereits erschlossenen Bereichen stattfinden.

Die Stadt Norderstedt trägt einen Teil zur Erreichung der bundespolitischen Klimaziele bei, indem verschiedene Projekte und Maßnahmen umgesetzt werden. Um den Gebäudebestand in Richtung Klimaneutralität zu bewegen, gibt es u.a. ein kommunales Förderprogramm, um energetische Sanierungen finanziell anzureizen. In kommunalen Gebäuden konnte der Energiebedarf durch Wärmeschutz- und Energieeffizienzmaßnahmen ggü. 1990 um 44% gesenkt werden. Durch Einsatz von Ökostrom seit 2007 und die Kompensation der CO₂-Emissionen für die Bereitstellung der Wärme seitens der Stadtwerke Norderstedt besteht seit etlichen Jahren eine bilanzielle Klimaneutralität für die Liegenschaften. Im ISEK (Integriertes Stadtentwicklungskonzept Norderstedt 2030) wurden Studien wie z.B. das Energiekonzept für den Gebäudesektor aufgenommen und unter Berücksichtigung anderer Planungsziele in einem Plan zusammengefasst.

Mit der kommunalen Wärmeplanung Norderstedt werden nun die Schritte in Richtung einer zukünftig klimaneutralen Wärmeversorgung für die Stadt fundiert und ganzheitlich aufgezeigt. Die Vorgehensweise orientiert sich an den im Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein (EWKG SH) aufgezeigten Schritten. Die aktuellen Daten werden erhoben und ausgewertet, Potenziale für erneuerbare Wärmequellen identifiziert und darauf basierend das optimale Zielszenario aufgestellt. Der Maßnahmenkatalog zeigt auf, wie das Ziel erreicht werden kann und welche Maßnahmen Priorität haben. Für die Wärmeplanung wird dabei das gesamte Stadtgebiet flächendeckend betrachtet. Sowohl bereits bestehende Systeme, wie die (Fernwärme-) Infrastruktur als auch zukunftsrelevante Themen, wie das Gasnetz und innovative, zukunftssträchtige Technologien werden im Konzept einbezogen. Zudem gilt es, die Akteurslandschaft in Norderstedt zu berücksichtigen, die sich aus verschiedenen Stakeholdern (u.a. Stadt- und Kreisverwaltung, Stadtwerke Norderstedt, den politischen Gremien der Stadt Norderstedt, ggf. angrenzenden Städte, der angesiedelten Privatwirtschaft, lokale Interessensvertretungen) und aus der Öffentlichkeit zusammensetzt.

2 KURZZUSAMMENFASSUNG

Die wichtigsten Elemente dieses Wärmeplans sind im Folgenden zusammengefasst:

- Bei konsequenter Umsetzung aller Maßnahmen und Nutzung aller vorhandenen Potenziale scheint das Ziel der Treibhausgasneutralität im Wärmesektor möglich
 - **Wärmenetze** und **dezentrale** Lösungen müssen ergänzend eingesetzt werden
 - **Stadtwerke** und **Handwerk** müssen an diesem Punkt mit ihren jeweiligen Stärken zusammenarbeiten
- Dezentrale Potenziale sind durch zum Teil dichte Bebauung und geothermische Ausschlussbereiche nicht überall zu erschließen – Wärmenetze sind das Mittel der Wahl, um Wärmequellen und Wärmebedarfe zusammenzubringen
- **Zentrale Potenziale** müssen dort, wo die Nutzung nicht durch fachrechtliche Kriterien von Land oder Bund ausgeschlossen ist, **umfassend** erschlossen werden
- **Sanierungen** senken den Endenergiebedarf und verbessern die Wirtschaftlichkeit von EE-Erzeugungsoptionen
- Fokussierte **Unterstützung** von Sanierungsvorhaben durch die Verwaltung ist in den ausgewählten Bereichen mit hohem Sanierungspotenzial besonders sinnvoll
- **Wasserstoff** und andere **grüne Gase** (u.a. Biomethan) sind nur in Sonderfällen eine Option – durch geringe Verfügbarkeit und damit einhergehende Kosten scheinen sie für den Raumwärmebedarf in Norderstedt **keine Option**, die weitreichend Anwendung finden wird
- Die Wirtschaftlichkeit der Optionen mit EE-Wärme zu heizen, wird stark durch **Energiepreise** (Strom, Gas) und **Bundesfördermittel** beeinflusst – in Norderstedt muss die **Zugänglichkeit** zu Bundesförderprogrammen möglichst schnell und umfassend **unterstützt** werden, um z.B. den **Geschwindigkeitsbonus** nutzen zu können
- **Alle Beteiligten** werden für die Umsetzung gebraucht
 - **Austauschformate** auf Arbeitsebene und öffentliche Kommunikation müssen fortgeführt werden
- **Ideen** aus der Bevölkerung sollen wahrgenommen und unterstützt werden
 - Der Maßnahmenplan ist eine laufende Sammlung, die stetig **evaluiert** und ggf. **erweitert** werden muss

3 KOMMUNIKATION & BETEILIGUNG

Die vorliegende kommunale Wärmeplanung wurde in enger Kooperation der Stadt Norderstedt mit den Stadtwerken Norderstedt erstellt. Die wesentlich von der Wärmeplanung betroffenen Akteure wurden in drei Arbeitskreissitzungen eingebunden und lieferten wertvolle Beiträge zur Bestands- und Potenzialanalyse sowie zu den Maßnahmenvorschlägen. Hierzu fand außerdem ein Handwerksgipfel statt. Für die kontinuierliche Umsetzung der Wärmeplanung besteht allseits der Wunsch, die besagten Akteursnetzwerke weiter einzubinden. Die breite Öffentlichkeit wurde in zwei gut besuchten Veranstaltungen in der Norderstedter TriBühne zum Ziel und Sachstand der Wärmeplanung informiert.

3.1 Öffentliche Beteiligung

Die Termine für die Öffentlichkeit wurden an folgenden Tagen durchgeführt:

- 22.11.2023 Vorstellung des Entwurfs der Bestands- und Potenzialanalyse
- 29.05.2024 Vorstellung des Entwurfs der Szenarien und Maßnahmen

Eingeladen waren alle Interessierten Bürger:innen sowie die Presse. Dr. Christoph Magazowski, erster Stadtrat, und Nico Schellmann, Werkleiter der Stadtwerke Norderstedt, standen Rede und Antwort.

Die wesentlichen Inhalte der Diskussionen und Rückmeldungen werden im Folgenden zusammengefasst:

22.11.2023 Vorstellung des Entwurfs der Bestands- und Potenzialanalyse

- Großes Interesse an Preisen und Zusammensetzung der Fernwärme im IST-Zustand und zukünftige Prognosen
- Fragen zur Möglichkeit der finanziellen Beteiligung
- Diskussion zur Auswirkung des Wärmeplans auf die Auslösung der 65%-Regelung des GEG und Klarstellung, dass die 65%-Regelung nur in ausgewiesenen Bereichen (die sich nicht automatisch aus dem Wärmeplan ergeben) vorzeitig greift
- Diskussion zur Nutzbarkeit von Wasserstoff in den bestehenden Gasnetzen und Einordnung, dass Wasserstoff ein knapper und vermutlich teurer Energieträger sein wird
- Fragen, was man jetzt mit seinem Eigenheim tun sollte und Einordnung, dass in Bezug auf die Versorgungspotenziale die Ergebnisse des Wärmeplans abgewartet werden müssen – eine fachliche Prüfung und energetische Sanierung des Gebäudes aber in den meisten Fällen sinnvoll scheint
- Fragen zu Potenzialen wie Geothermie und Windkraft; welche Kosten und ggf. Umweltauswirkungen damit verbunden sein können – dies wird in der Regel im Einzelfall untersucht und im Rahmen einer Genehmigung detailliert geprüft
- Über die interaktiven Umfragen wurden folgende Rückmeldungen aufgenommen:
 - Wunschtechnologie ist in den meisten Fällen die Fernwärme
 - Hemmnisse sind aktuell neben den Kosten auch die Verfügbarkeit von Fernwärme
 - Für eine erfolgreiche Wärmewende braucht es vor allem Förderung und Unterstützung seitens der Kommune

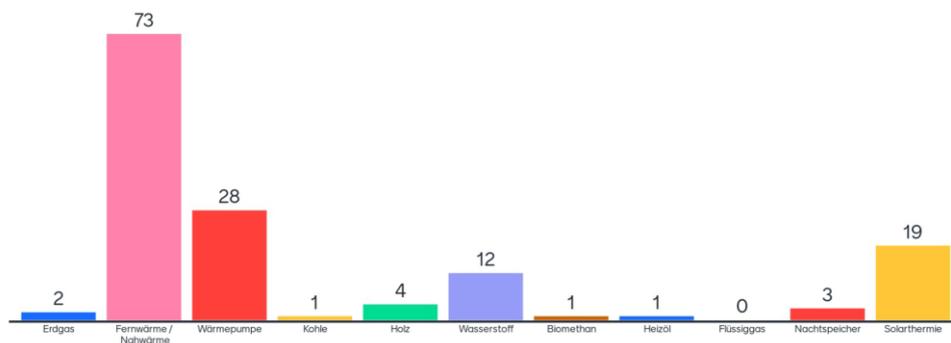


Abbildung 1: Auszug aus der interaktiven Umfrage des ersten öffentlichen Termins. Frage: *Mit welcher Technologie würden Sie gerne heizen* (Darstellung: Mentimeter)

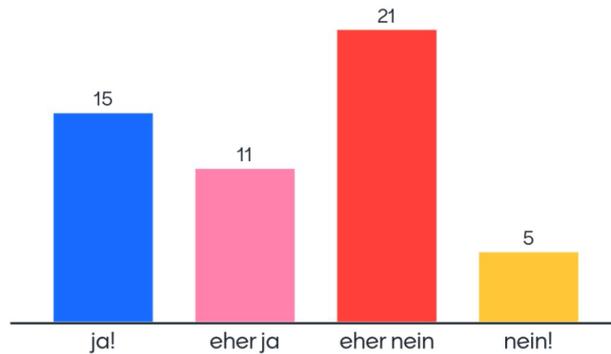


Abbildung 2: Auszug aus der interaktiven Umfrage des ersten öffentlichen Termins. Frage: *Ich weiß wen ich ansprechen kann bzw. was zu tun ist, wenn ich die Heizung tauschen will* (Darstellung: Menti-meter)

29.05.2024 Vorstellung des Entwurfs der Szenarien und Maßnahmen

- Rückfragen, wie die Gebietseinordnung erfolgt ist und Einordnung, dass die Auswahl der Gebiete unter der Zielsetzung Klimaneutralität 2040, Verfügbarkeit von Potenzialen und geringsten Kosten erfolgt ist
- Information der Stadtwerke, dass auch die Stromnetze an den steigenden Bedarf angepasst werden und dies Teil einer langfristigen Planung ist
- Diskussion zu den konkreten Schritten nach Fertigstellung der KWP – erste Ansprechperson können Energieeffizienzberater:innen sein, um das Gebäude zu begutachten und auf Fördermöglichkeiten hinzuweisen, auf Basis der Gebietseinteilungen kann geprüft werden welche Optionen der Wärmeversorgung (langfristig) zur Verfügung stehen und wie die Umsetzung gemeinsam mit dem Handwerk erfolgen kann
 - Klarstellung, dass die 65%-Regel des GEG erst nach einem zusätzlichen politischen Beschluss zur Ausweisung einzelner Gebiete vorzeitig ausgelöst wird und nicht mit Fertigstellung bzw. Beschluss des Wärmeplans
- Über die interaktiven Umfragen wurden folgende Rückmeldungen aufgenommen:
 - Die meisten Anwesenden sind für Informationen der KWP über die Zeitung zu erreichen
 - Viele Anwesende wissen nicht, wer anzusprechen bzw. was zu tun ist, wenn die Heizung getauscht werden muss
 - Aus der ersten Veranstaltung wurde u.a. neben dem großen Thema „Fernwärme“ auch Zuversicht gegenüber Lösungen mitgenommen - viele Anwesende waren beim ersten Termin aber auch nicht dabei
 - Die Anwesenden möchten sich gerne durch Wärmedämmung, den Einbau von Wärmepumpen, Nutzung von Fernwärme und Energiesparen in der Wärmewende einbringen

3.2 Arbeitskreis & Handwerksgipfel

Die Termine für den Arbeitskreis und Handwerksgipfel wurden an folgenden Terminen durchgeführt:

- 05.07.2023 Auftakttreffen
- 15.11.2023 Vorstellung des Entwurfs der Bestands- und Potenzialanalyse
- 24.04.2024 Vorstellung des Entwurfs der Szenarien und Maßnahmen
- 09.07.2024 Handwerksgipfel zum Maßnahmenplan

Eingeladen waren folgende Gruppen:

- Wohnungsunternehmen / Baugenossenschaften
- Handwerksvertretung
- Kommunale Unternehmen
- Verbraucherschutz
- Vereine / Verbände
- Wirtschaftsvertretung (Industrie/Großverbraucher) Landesinstitutionen

Die wesentlichen öffentlichen Inhalte der Diskussionen und Rückmeldungen werden im Folgenden zusammengefasst:

05.07.2023 Auftakttreffen

- Absprachen zu Datenbedarfen und Austauschformaten zwischen allen Beteiligten
- Abstimmung zu Zeitplan der Erstellung der Wärmeplanung und Abgleich von potenziellen konkreten Umsetzungen

15.11.2023 Vorstellung des Entwurfs der Bestands- und Potenzialanalyse

- Gemeinsame Diskussion zur Einordnung von EWKG (Landesebene in SH) und GEG / WPG auf Bundesebene und wie diese Vorgaben zusammenwirken und kommuniziert werden können
- Vertiefte Diskussion zur Nutzung von Potenzialen
- Diskussion zum zeitlichen Ablauf von Einzelmaßnahmen und Zusammenspiel zwischen Wärmeplanung und Maßnahmen am Einzelgebäude
- Austausch zu Vorlauftemperaturen und möglichen Lösungswegen

24.04.2024 Vorstellung des Entwurfs der Szenarien und Maßnahmen

- Absprache, zusätzlich einen Handwerksgipfel einzurichten, um mit dem Handwerk fokussiert Maßnahmen zu betrachten und mit Blick auf praktische Gegebenheiten nachzuschärfen
- Ideensammlung, über welche Maßnahmen die Kosten verringert werden könnten
- Diskussion zur Rolle von Wasserstoff im zukünftigen Gasnetz
- Absprache, wie Ziele erreicht werden können und welche Maßnahmenvorschläge besonders erfolgversprechend scheinen
- Gemeinsames Verständnis, dass es viele Ideen gibt, aber Rechtliches, wie u.a. Haftung, viele Ideen in der Praxis mindestens ausbremsen werden
- Absprache zur Datenübergabe, um die Ergebnisse der KWP möglichst gut in der Praxis nutzen zu können

09.07.2024 Handwerksgipfel zum Maßnahmenplan

- Zielsetzung: Maßnahmenplan fit für praktische Umsetzung machen
- Zusammenlegung und erweiterte Beschreibung von Maßnahmen
- Verfeinerung der Begrifflichkeiten im Maßnahmenplan

4 BESTANDSANALYSE

4.1 Erfassung und Beschreibung der Gemeindestruktur

4.1.1 Kartierung der Ortslagen

Die Stadt Norderstedt liegt im Süden Schleswig-Holsteins und auch im Süden des Landkreises Segeberg. Sie ist im Zentralörtlichen System als Mittelzentrum im Verdichtungsraum eingestuft, da sie zum Ballungsraum Hamburg gehört. (Landesregierung Schleswig-Holstein- Ministerium für Inneres, 2019)

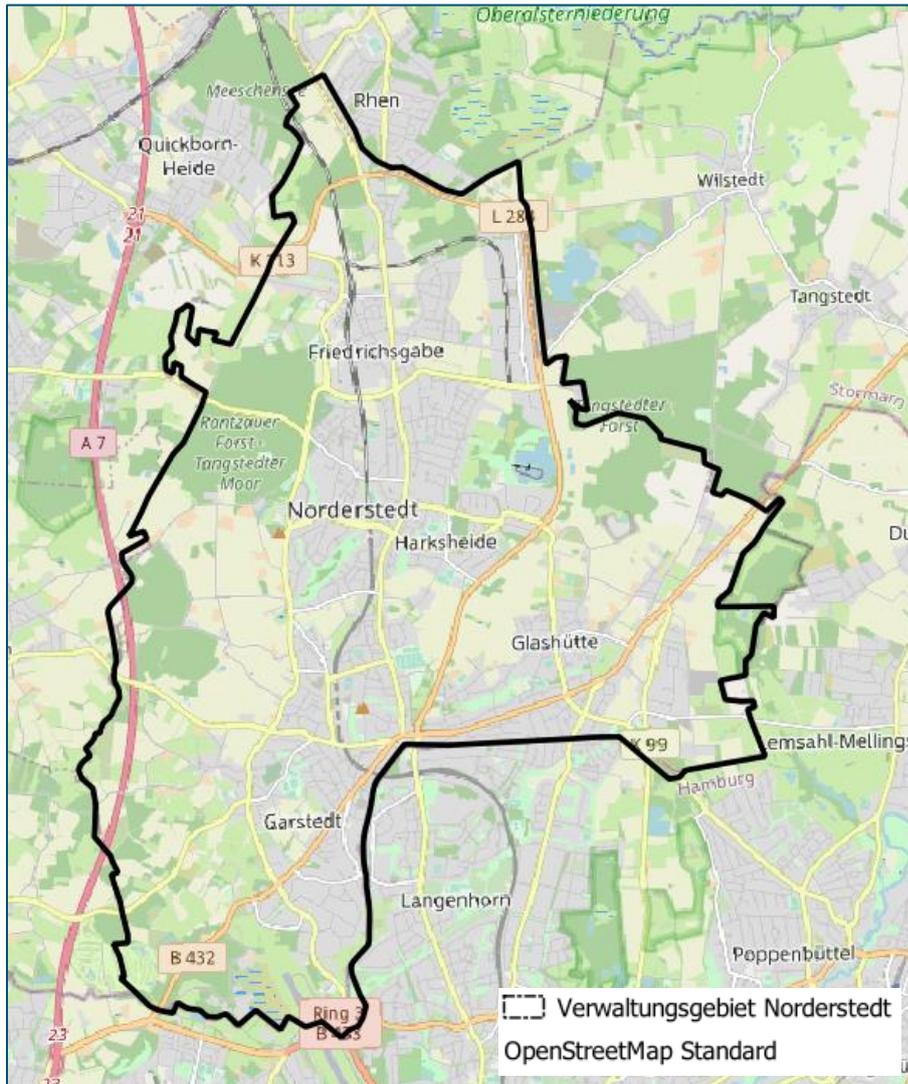


Abbildung 3: Ortslage Norderstedt
(Quelle: Eigene Darstellung mit Norderstedter Verwaltungsgebietsgrenze (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 2023) sowie einer Karte von OpenStreetMap, Lizenz nach openstreetmap.org/copyright)

Norderstedt ist mit etwa 83.000 Einwohnenden bezogen auf die Einwohnenden-Zahl die viertgrößte Stadt Schleswig-Holsteins. Sie ist aus vier Gemeinden hervorgegangen und besitzt kein historisches Stadtzentrum. Die vier Ursprungsgemeinden sind:

- Friedrichsgabe
- Harksheide
- Glashütte
- Garstedt

Die Stadt ist ein wichtiger Standort für (IT-) Industrie, Gewerbe und Dienstleistungen sowie Einzelhandel. Das Areal der Stadt bemisst insgesamt knapp 58 km². Die städtebauliche Entwicklung der Stadt soll mittelfristig vor allem entlang der in Nord-Süd-Richtung verlaufenden Siedlungsachse und zu Teilen in der Nachverdichtung bereits erschlossenen Bereichen stattfinden.

4.1.2 Darstellung der Siedlungsentwicklung in einer Karte

Abbildung 4 zeigt die bisherige Siedlungsentwicklung in Norderstedt mithilfe der vom Unternehmen Ecofys (Stadt Norderstedt, 2009) entwickelten Stadtraumtypen. Ergänzend sind Gebiete gekennzeichnet, die nach 2003 bis 2023 bebaut wurden.

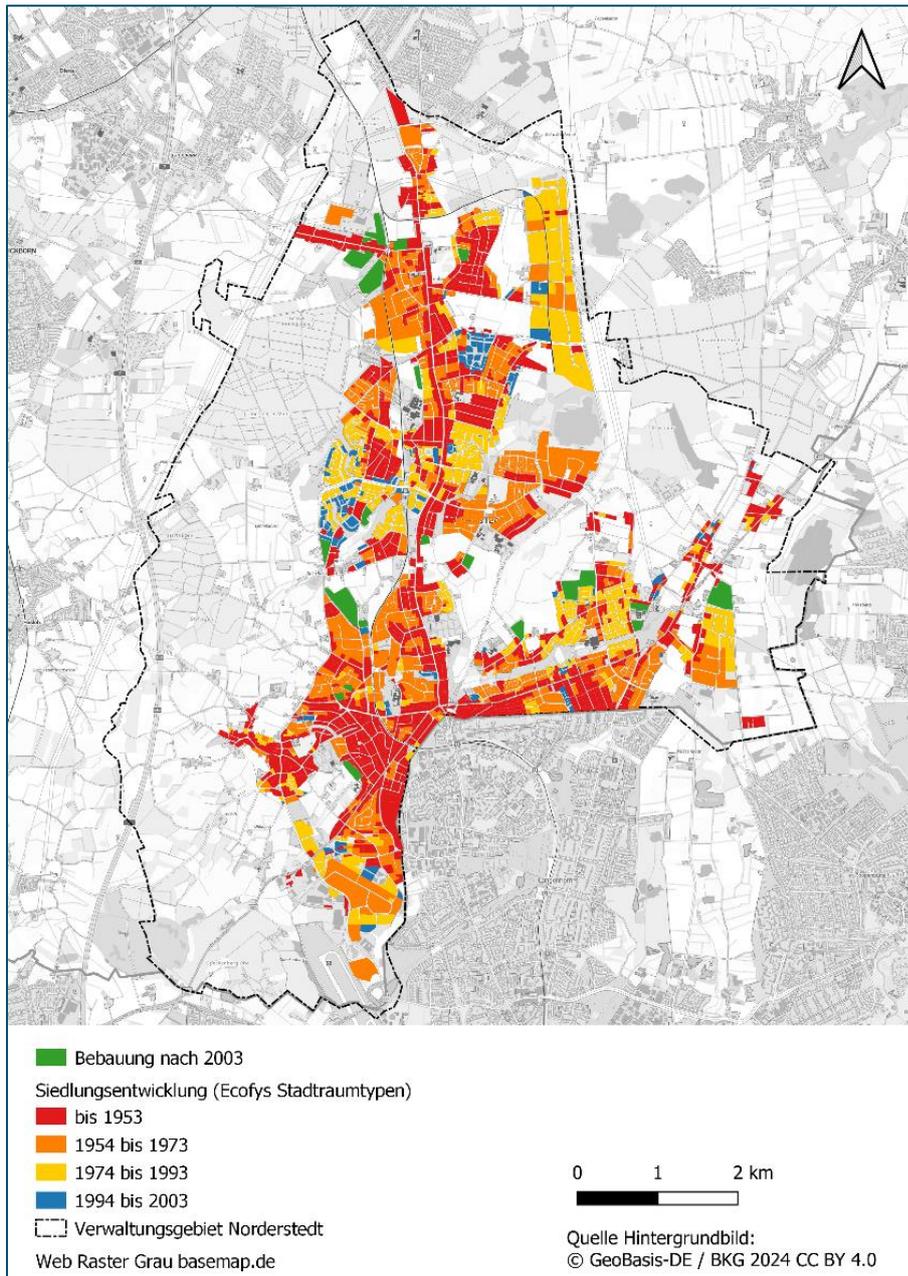


Abbildung 4: Siedlungsentwicklung in Norderstedt
 (Quelle: Eigene Darstellung basierend auf bereitgestellten Bebauungsplan-Daten der Stadt Norderstedt und Ecofys-Stadtraumtypen-Daten (Stadt Norderstedt, 2009), mit Verwaltungsgebietsgrenze (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 2023) sowie Hintergrundkarte von basemap.de, Lizenz nach <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

4.1.3 Hauptnutzungsart der Gebiete

Abbildung 5 zeigt durch die Darstellung der Gebietstypen, sprich mithilfe der öffentlich verfügbaren Informationen über die Nutzung der Flurstücke, die Wohnbebauung im Stadtgebiet, die Mischnutzung und die gewerbliche Nutzung vor allem entlang der Verkehrsachsen. Darüber hinaus findet gewerbliche Nutzung hauptsächlich in den Gewerbegebieten in Garstedt, Friedrichsgabe, Harksheide und Glashütte statt. Die Flächen besonderer funktionaler Prägung weisen unter anderem auf Kirchen, Schulen sowie andere öffentliche oder soziale Einrichtungen hin. In den Bereichen gemischter Nutzung finden sich in der Regel Gewerbeflächen, die u.a. aber auch zum Wohnen genutzt werden. Im Außenbereich fallen darunter z.B. Landwirtschaften oder Reithöfe auf denen gewohnt und gearbeitet wird.

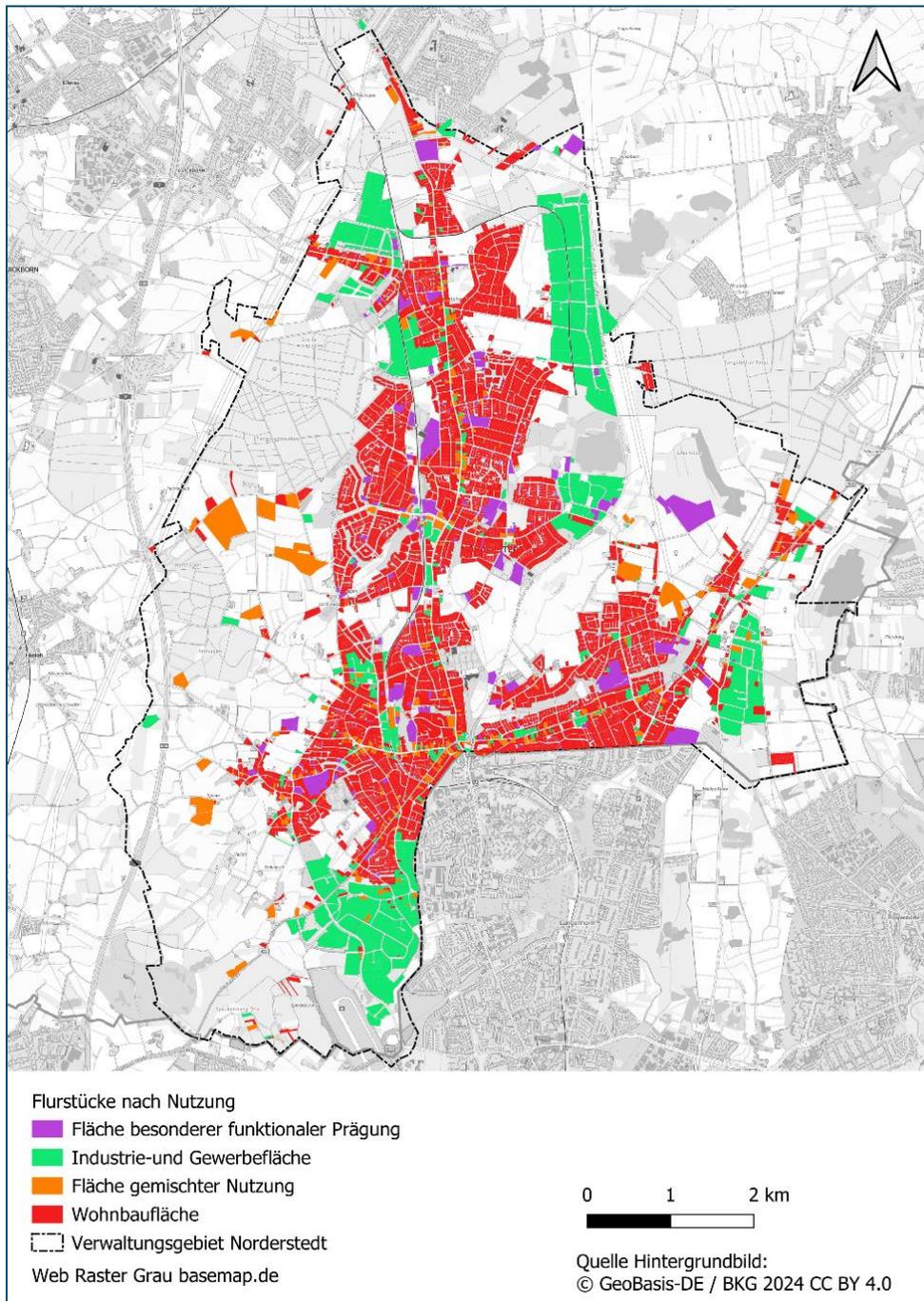


Abbildung 5: Flurstücke nach Nutzung
(Quelle: Eigene Darstellung basierend auf ALKIS-Daten bereitgestellt von der Stadt Norderstedt, mit Norderstedter Verwaltungsgebietsgrenze (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 2023) sowie Hintergrundkarte von basemap.de, Lizenz nach <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

4.1.4 Größe von Wohngebäuden

Die ermittelte beheizte Fläche in Wohngebäuden pro Kopf wird im 100x100m-Raster nach Zensusdaten (siehe Abbildung 6), (Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2020, 2011; Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 2023) dargestellt.

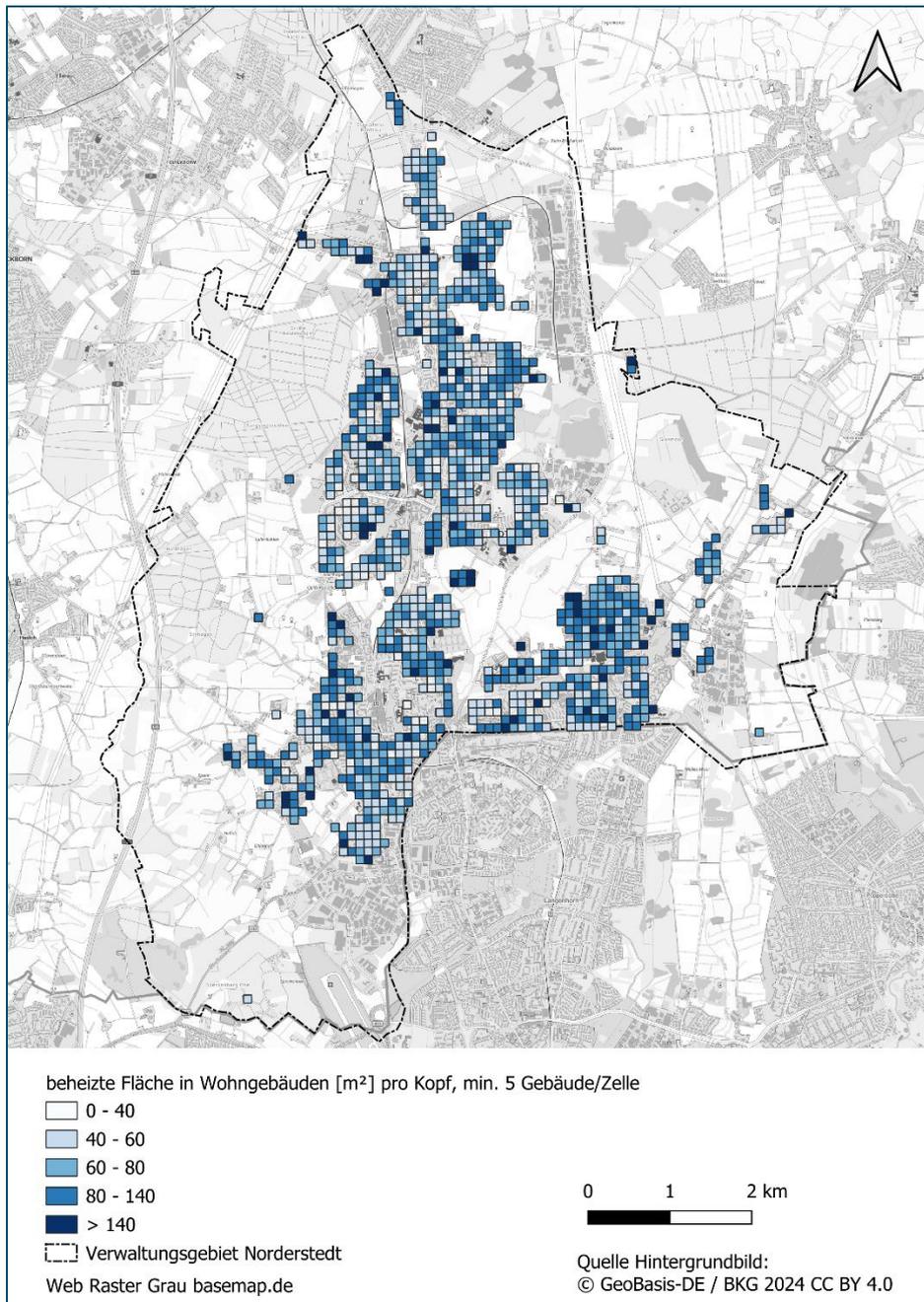


Abbildung 6: Beheizte Fläche in Wohngebäuden pro Kopf im 100x100m Raster (Quelle: Eigene Darstellung unter Verwendung des BKG-Hektar-Rasters und der Zensus-Bevölkerungsdaten (Zensus, 2011) mit Verwaltungsgebietsgrenze von Norderstedt (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 2023) sowie mit Hintergrundkarte von Hintergrundkarte von basemap.de, Lizenz nach <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

4.2 Erstellung einer Energie- und Treibhausgasbilanz für das Basisjahr 2021

4.2.1 Bilanzierung

Auf Basis der Verbrauchsdaten und mithilfe der Zuordnung zum jeweiligen Sektor wurden die Endenergieverbräuche aus 2021 aufgenommen.

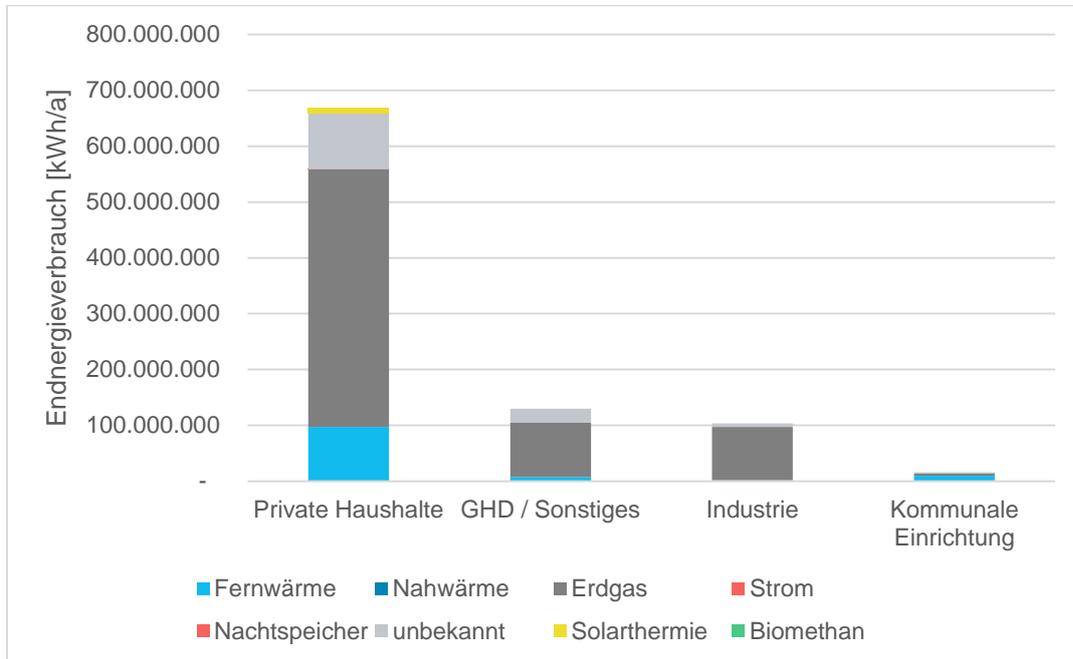


Abbildung 7: Endenergieverbrauch 2021 der einzelnen Sektoren aufgeteilt nach Energieträger

Den größten Anteil am Endenergieverbrauch hatten 2021 die privaten Haushalte, die zum überwiegenden Teil über Gas beheizt werden. 100 GWh wurden über die Wärmenetze der Stadtwerke geliefert. Im Bereich Industrie und Gewerbe dominiert Erdgas als Energieträger.

Auf Basis des Technikkataloges zur kommunalen Wärmeplanung aus dem Land Baden-Württemberg als Vorreiter-Bundesland der kommunalen Wärmeplanung wurden die Endenergiebedarfe in die jährlichen Emissionen in CO₂-Äquivalente inkl. Vorkette umgerechnet (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2023).

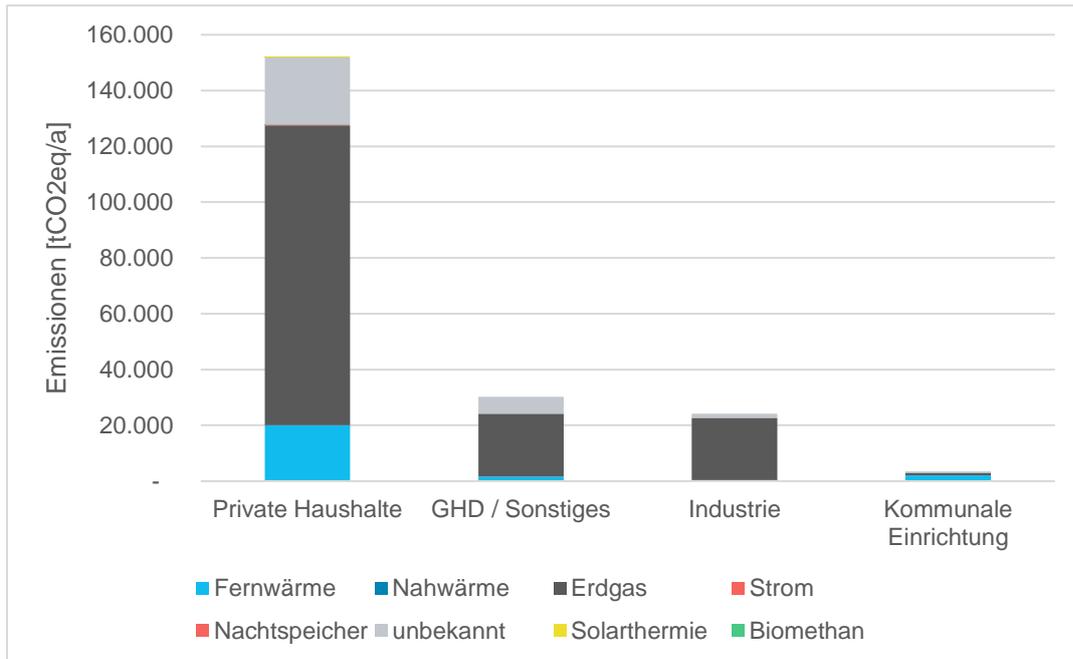


Abbildung 8: jährliche Emissionen in CO₂-Äquivalenten, aufgeteilt nach Sektor und Energieform

Die Verteilung der Emissionen ergibt ein sehr ähnliches Bild zu dem der Energieträger – die privaten Haushalte haben den größten Anteil und die Verbrennung von Erdgas führt zum größten Anteil an den Emissionen.

4.2.2 Kennzahlen

Endenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen der Haushalte und kommunalen Liegenschaften pro Kopf	<p>12,3 MWh / Kopf (Wärme – alle Sektoren) 2,7 t CO_{2eq} / Kopf (Wärme – alle Sektoren)</p> <p>8,2 MWh / Kopf (Wärme – Sektor Haushalte) 1,9 t CO_{2eq} / Kopf (Wärme – Sektor Haushalte)</p> <p>650 kWh / Kopf (Wärme – Sektor Kommunal) 0,1 t CO_{2eq} / Kopf (Wärme – Sektor Kommunal)</p>
Endenergiebedarf Wärme Wohngebäude pro Quadratmeter Wohnfläche	149 kWh/qm
Stromverbrauch zur Wärmeversorgung der Haushalte pro Kopf	6,2 kWh / Kopf
Endenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen in GHD und Industrie pro Kopf	<p>1.517 kWh / Kopf (Wärme – Sektor Industrie) 0,34 t CO_{2eq} / Kopf (Wärme – Sektor Industrie)</p>
Einsatz erneuerbarer Energien nach Energieträgern pro Kopf	<p>Solarthermie: 100 kWh/EW Biomethan: 61 kWh/EW</p>
Nutzung synthetischer Brennstoffe (PtX) pro Kopf	Bisher keine Nutzung bekannt
Stromverbrauch für die Wärmebereitstellung (Wärmepumpen, Direktstrom)	520 MWh/a
Fläche solarthermischer und PV-Anlagen pro Kopf	<p>Solarthermie: 22.000 qm Photovoltaik: 12.800 kWp ~70.600 qm</p>
Installierte KWK-Leistung pro Kopf (elektrisch und thermisch)	<p>Strom: 0,3 kW/Kopf Wärme: 0,45 kW/Kopf</p>
Installierte Speicherkapazität Strom	Strom: 1.926 kW
Anzahl der Hausanschlüsse in Gas- und Wärmenetzen	<ul style="list-style-type: none"> • Anzahl Hausanschlüsse Gas 17.853 Stück • Anzahl Hausanschlüsse Fernwärme 965 Stück
Länge der Transport- und Verteilleitungen in Gas- und Wärmenetzen	<ul style="list-style-type: none"> • Netzlänge Gasnetz: 635 km • Gesamtleitungslänge Fernwärme 82 km

4.2.3 Erneuerbare Stromerzeugung in Norderstedt

Über öffentliche und private Betreiber von Photovoltaikanlagen wird Strom erzeugt und teilweise in Batteriespeichern gespeichert. Die Datengrundlage für Norderstedt ist über das Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur einsehbar und ist nachfolgend zusammengefasst.

Zum 4. Oktober 2023 sind für Norderstedt 1482 Anlagen im Betrieb gelistet, die solare Strahlungsenergie zur Stromerzeugung nutzen. In Summe ist eine Nettoleistung von 12.843 kWp installiert. Die Speicherkapazität der 422 Batteriespeicheranlagen beträgt 1.926 kWh.

Insgesamt ist der Großteil der in Norderstedt installierten Photovoltaik- als auch die Speicheranlagen kleiner als 10 kW. Die Nettoleistung von über 90 % der Photovoltaikanlagen beträgt nicht mehr als 10 kW. Bei den Batteriespeichern weisen über 96 % der Batteriespeicher eine Nettoleistung von maximal 10 kW auf, siehe Diagramm 2. Daher lässt sich vermuten, dass die Anlagen in Norderstedt insbesondere im privaten Bereich installiert sind.

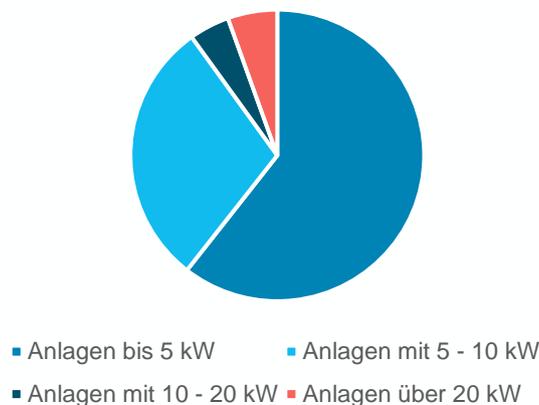


Diagramm 1: Photovoltaikanlagen in Norderstedt nach Anlagengröße in kW.

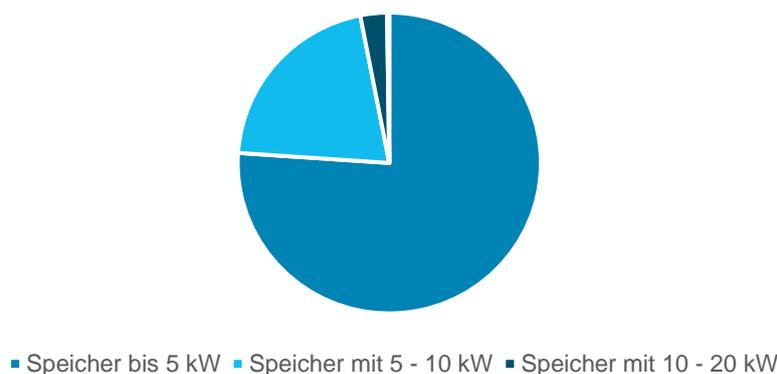


Diagramm 2: Batteriespeicher in Norderstedt nach Anlagengröße in kW.

4.3 Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfes

4.3.1 Erstellung einer Wärmedichtekarte

Auf der Basis von Verbrauchsdaten wurden durchschnittliche räumlich aufgelöste Wärmebedarfe ermittelt. Dabei wurde die Mitversorgung von Gebäuden durch andere Gebäude so weit wie möglich berücksichtigt und eine Abschätzung der Wärmebedarfe von Gebäuden, die nicht mit leitungsgebundenen Energieträgern versorgt werden, vorgenommen. Die ermittelten absoluten und spezifischen Wärmebedarfe sind witterungsbereinigt.

Aus datenschutzrechtlichen Gründen dürfen nur Rasterzellen gezeigt werden, die mindestens fünf beheizte Gebäude enthalten. Aus diesem Grund wirken die gezeigten absoluten Wärmebedarfe in Abbildung 9 lückenhaft. Erkennbar ist trotzdem, dass die Wärmebedarfsdichte, also der Wärmebedarf pro Hektar (gleich 100x100m) entlang der Siedlungsachsen Nord-Süd und Ost-West höher ist als in den Randbereichen. In dieser Darstellungsform sind die ggf. höheren Wärmebedarfe von größeren Gebäuden, wie sie beispielsweise für größere Unternehmen, Krankenhäuser, Schulzentren etc. typisch sind, unter Umständen nicht enthalten.

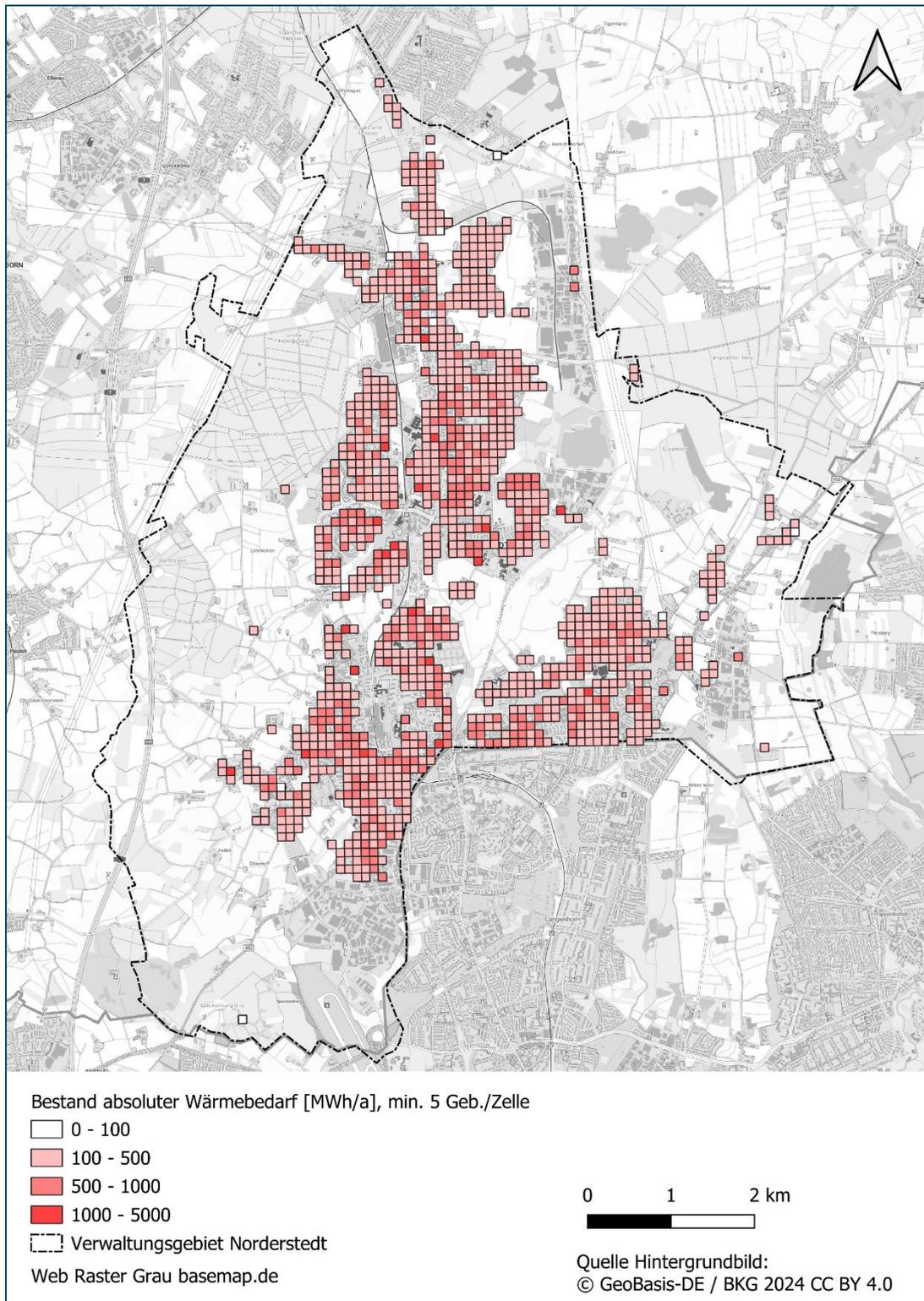


Abbildung 9: Absolute Wärmebedarfe im 100x100m-Raster
(Quelle: Eigene Darstellung unter Verwendung des BKG-Rasters mit Verwaltungsgebietsgrenze von Norderstedt (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 2023) sowie mit Hintergrundkarte von basemap.de, Lizenz nach <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Mithilfe der Flurstücke wurden Quartiere ermittelt, die mindestens 20 Gebäude zusammenfassen. Diese Quartiere haben sehr unterschiedliche Größen, so dass sich ihr absoluter Wärmebedarf nur bedingt sinnvoll vergleichen lässt. Vergleichen lässt sich zwischen den Quartieren allerdings der mittlere spezifische Wärmebedarf der Gebäude. Abbildung 10 zeigt den Median des spezifischen Wärmebedarfs pro Quartier.

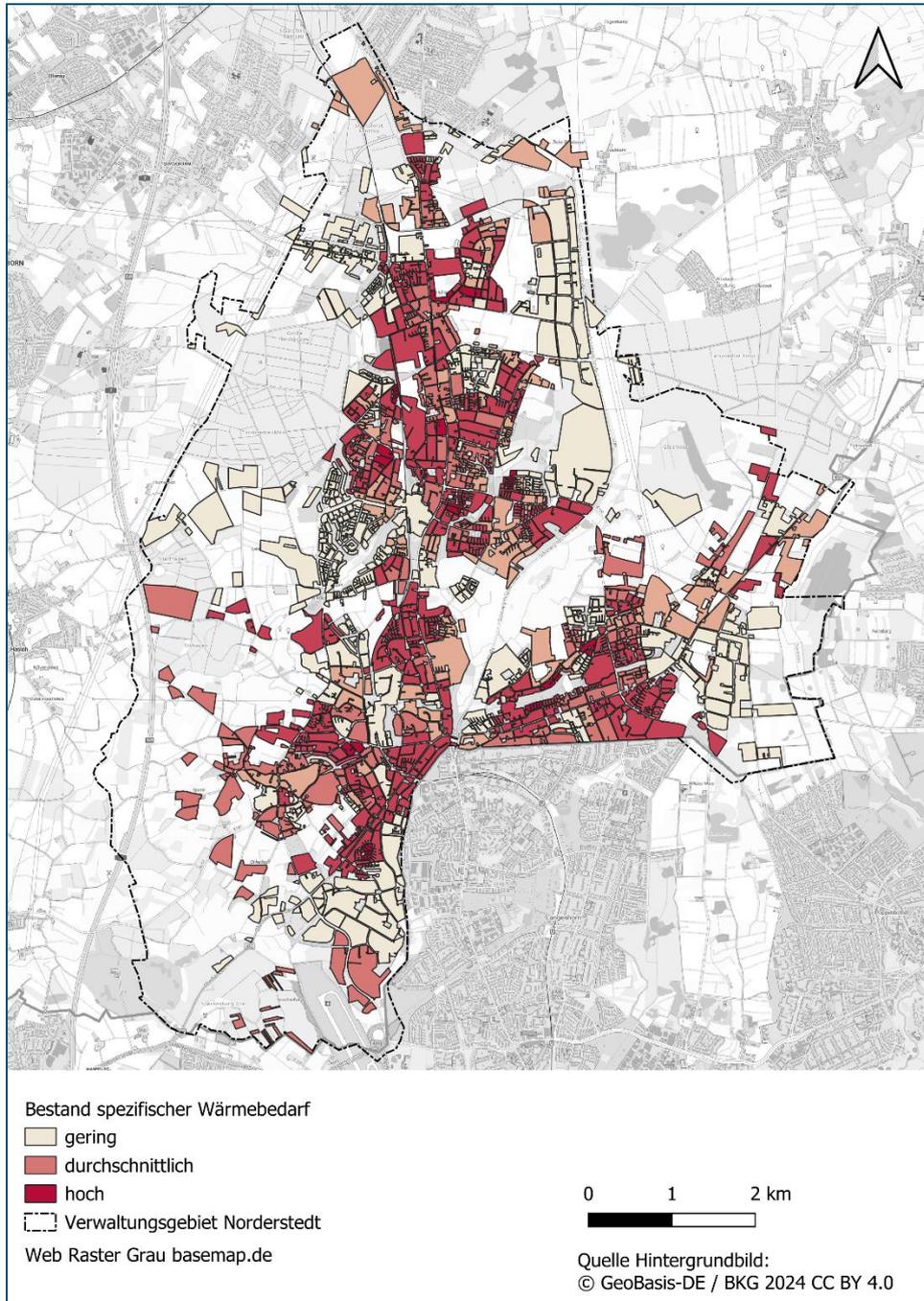


Abbildung 10: Einordnung der Quartiere nach spezifischem Wärmebedarf (basierend auf Medianwert) (Quelle: Eigene Darstellung mit Verwaltungsgebietsgrenze (2023) von Norderstedt sowie mit Hintergrundkarte von basemap.de, Lizenz nach <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

4.3.2 Aggregation der Daten zum Gesamtwärmebedarf nach Gebäudenutzung

Abbildung 11 zeigt den Gesamtwärmebedarf von Norderstedt differenziert nach Gebäudenutzung. Den größten Anteil am Wärmebedarf von rund 660 GWh/a haben die Wohngebäude, gefolgt von den gewerblich und industriell genutzten Gebäuden, die hier unter restliche Nicht-Wohngebäude zusammengefasst wurden. Dann folgen mit ca. 6% die öffentlichen Gebäude und mit ca. 1% die Gebäude mit Mischnutzung.

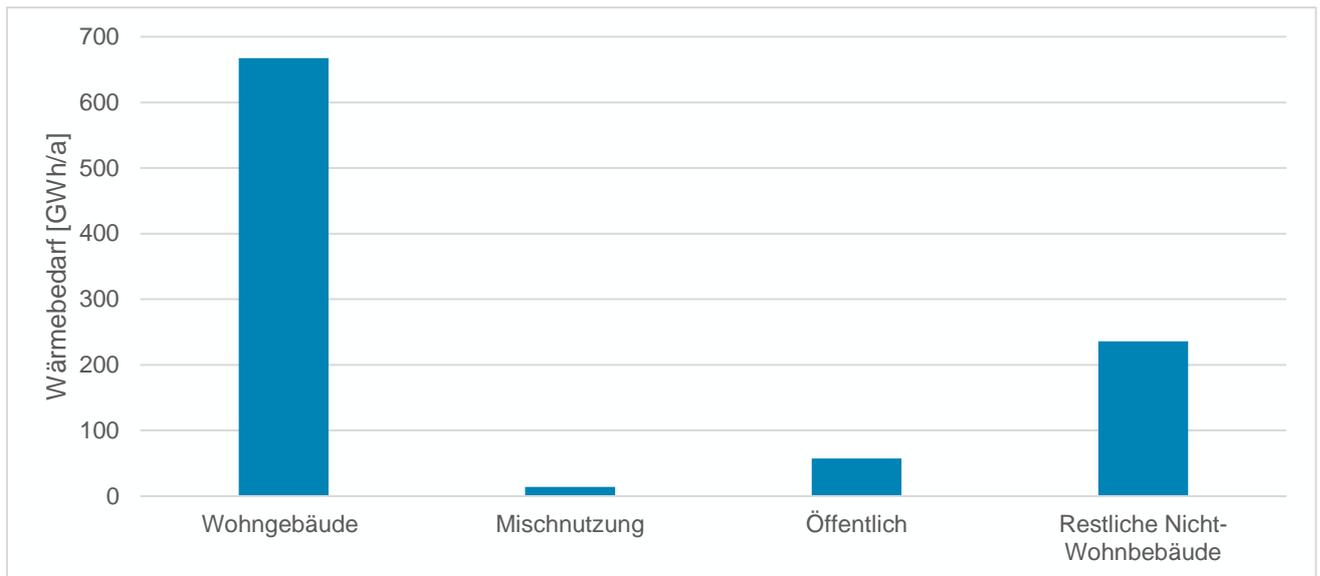


Abbildung 11: Aggregierter Wärmebedarf nach Gebäudenutzung
(Quelle: Eigene Darstellung)

4.3.3 Kältebedarfe

Zur Ermittlung des qualitativen Kältebedarfs in Norderstedt wurden die ortsansässigen Betriebe über die „Klassifikation der Wirtschaftszweige“ des Statistischen Bundesamts ermittelt und deren Kältebedarf per Luftbildanalyse in einem Geoinformationssystem bewertet. Die Analyse stützt sich auf die Anzahl und Größe der sichtbaren Ventilatoren der Betriebe. Die Visualisierung bietet eine Orientierung, inwiefern eine Fernkälte-Infrastruktur im jeweiligen Bereich sinnvoll sein könnte. Zudem gibt sie Aufschluss darüber, in welchen Unternehmen besonders große Mengen an Abwärme generiert werden, die potenziell für das Wärmenetz zur Verfügung stehen. Untersucht wurden solche Wirtschaftszweige, die eventuell oder mit hoher Wahrscheinlichkeit einen hohen Kältebedarf besitzen, beispielsweise die Lebensmittelverarbeitung. Wirtschaftszweige im tertiären Sektor wie Handel und Dienstleistungen wurden nicht berücksichtigt. Abbildung 12 zeigt, dass es größere Kältebedarfe in Norderstedt vor allem in Gewerbegebieten gibt.

- Größere industrielle / gewerbliche Kältebedarfe clustern sich in den in den Gewerbe- und Industriegebieten
- Dezentrale Kältebedarfe weisen auch auf mögliche niedrigkalorische Abwärme hin

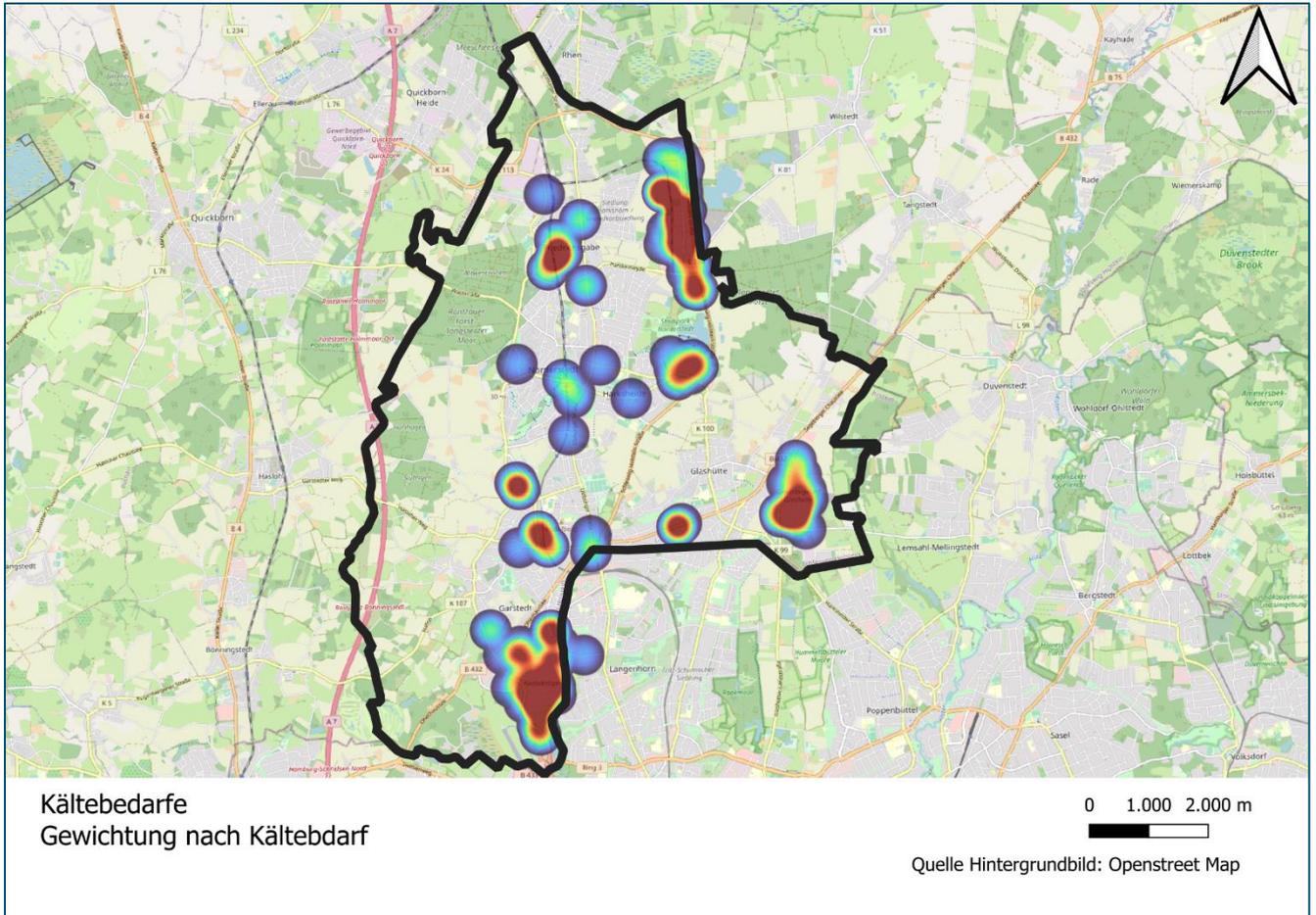


Abbildung 12: Kältebedarfe Norderstedt dargestellt als Heatmap (Quelle: Eigene Darstellung mit Verwaltungsgebietsgrenze (2023) von Norderstedt sowie einer Karte von OpenStreetMap, Lizenz nach openstreetmap.org/copyright)

4.4 Informationen zur aktuellen Versorgungsstruktur sowie Ermittlung der Heizungsstruktur der Wohn- und Nichtwohngebäude

4.4.1 Karten-Darstellung bestehender und bereits geplanter Wärmenetze auf Straßenebene

Abbildung 13 zeigt die bestehenden und geplanten Fernwärmenetze in Norderstedt. Das Fernwärmenetz reicht von Friedrichsgabe und Harksheide im Norden über Norderstedt Mitte, wo es sich nach Westen und Osten ausbreitet, bis nach Garstedt im Süden. In Glashütte gibt es einzelne Netze, die nicht mit dem Hauptnetz verbunden sind.

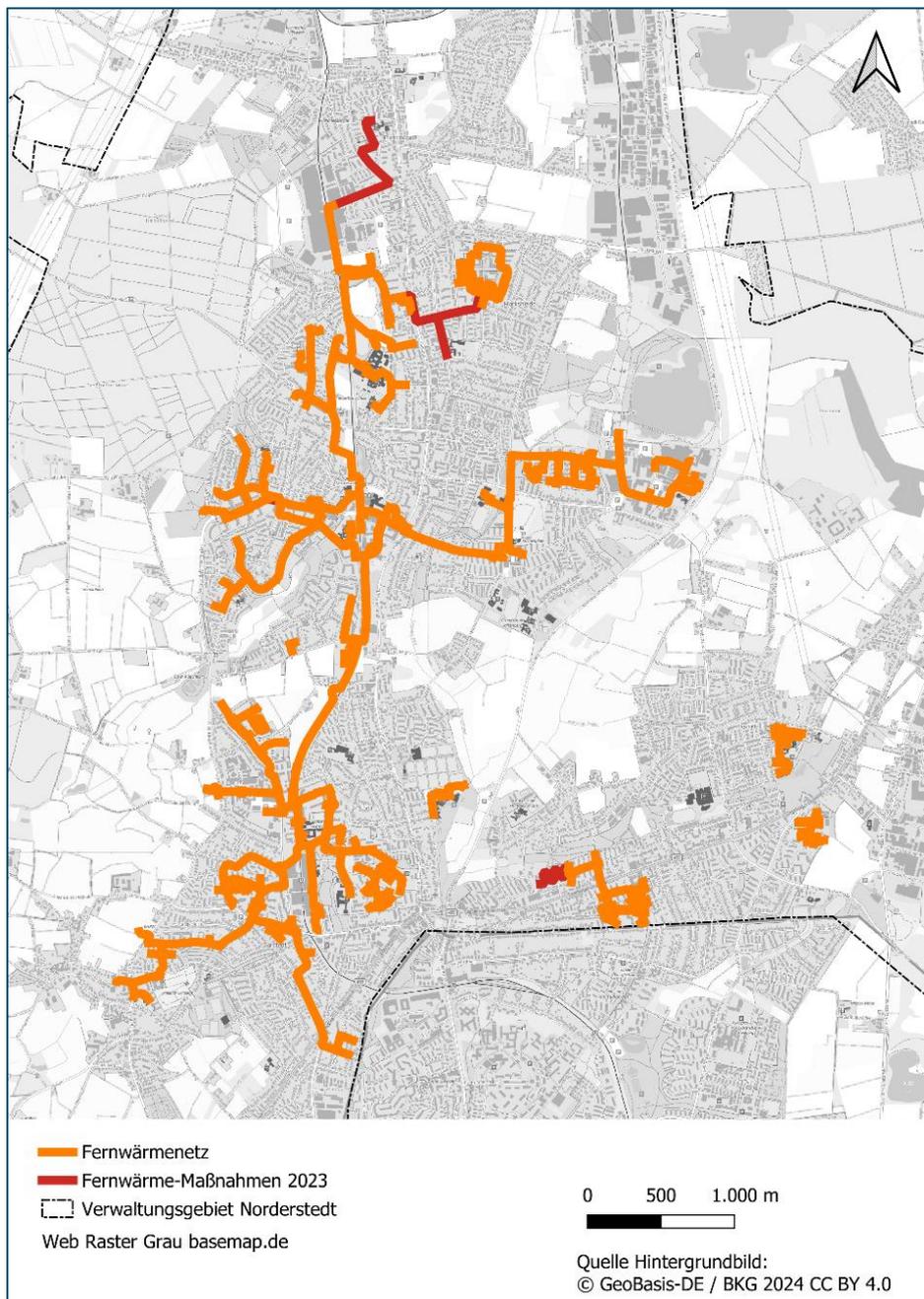


Abbildung 13: Bestehende und geplante Wärmenetze
 (Quelle: Eigene Darstellung mit Daten der Stadtwerke Norderstedt, mit Verwaltungsgebietsgrenze (2023) von Norderstedt sowie mit Hintergrundkarte von basemap.de, Lizenz nach <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

4.4.2 Karten-Darstellung bestehender und bereits geplanter Gasnetze auf Straßenzugebene

Eine Erweiterung des bestehenden Gasnetzes ist nicht geplant. Abbildung 14 zeigt die Hauptleitungen des bestehenden Gasnetzes, das sich über die gesamte besiedelte Fläche in Norderstedt erstreckt.

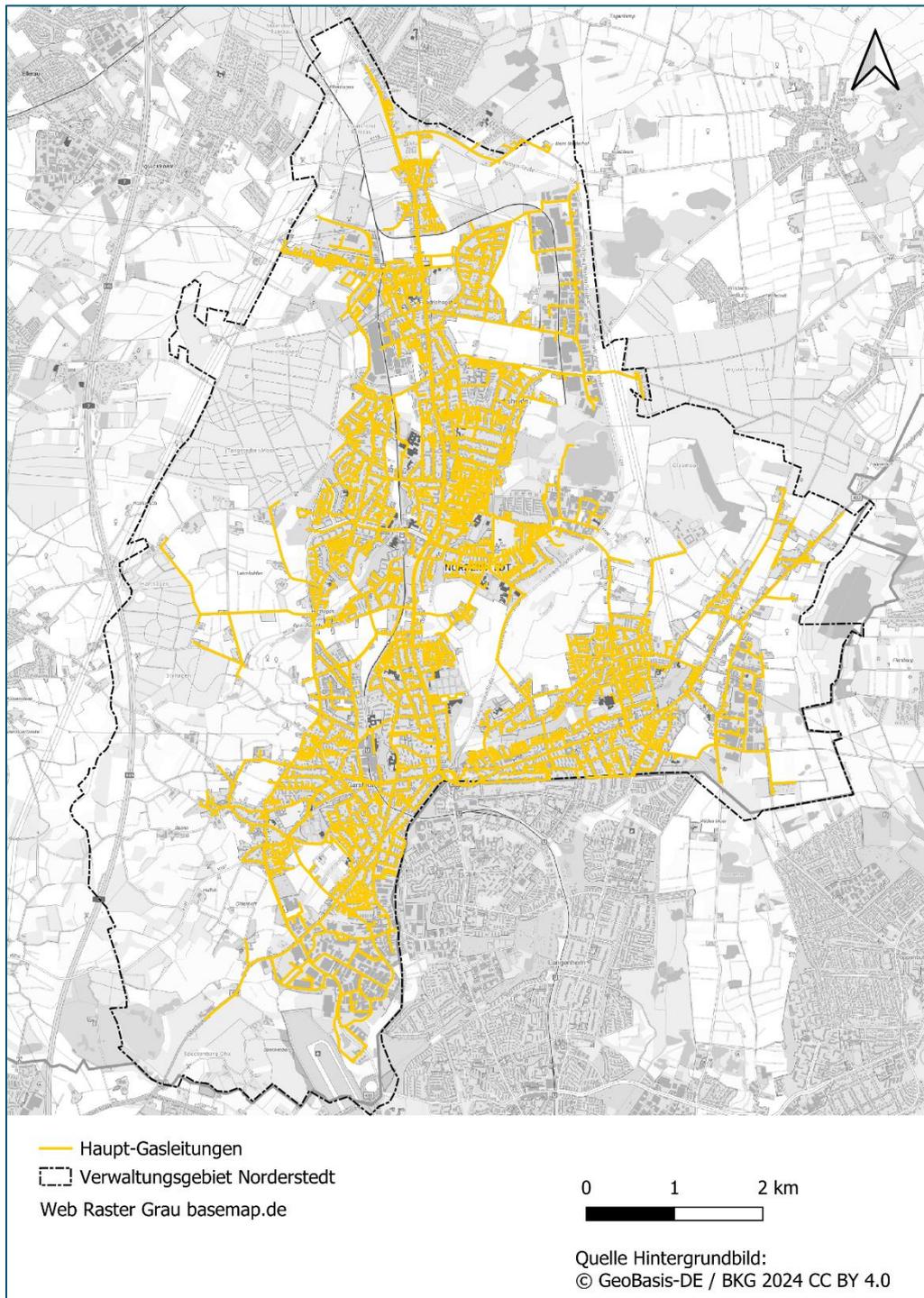


Abbildung 14: Bestehende Gasnetze
 (Quelle: Eigene Darstellung mit Daten der Stadtwerke Norderstedt, mit Verwaltungsgebietsgrenze (2023) sowie mit Hintergrundkarte von basemap.de, Lizenz nach <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

4.4.3 Karten-Darstellung bestehender und bereits geplanter Heizzentralen und KWK-Anlagen

Werden auch die Heizwerke von Schulen mitbetrachtet, sind Heizwerke und Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen) fast überall im Siedlungsgebiet von Norderstedt verteilt. Zurzeit sind keine weiteren Heizwerke und Blockheizkraftwerke (BHKW) geplant.

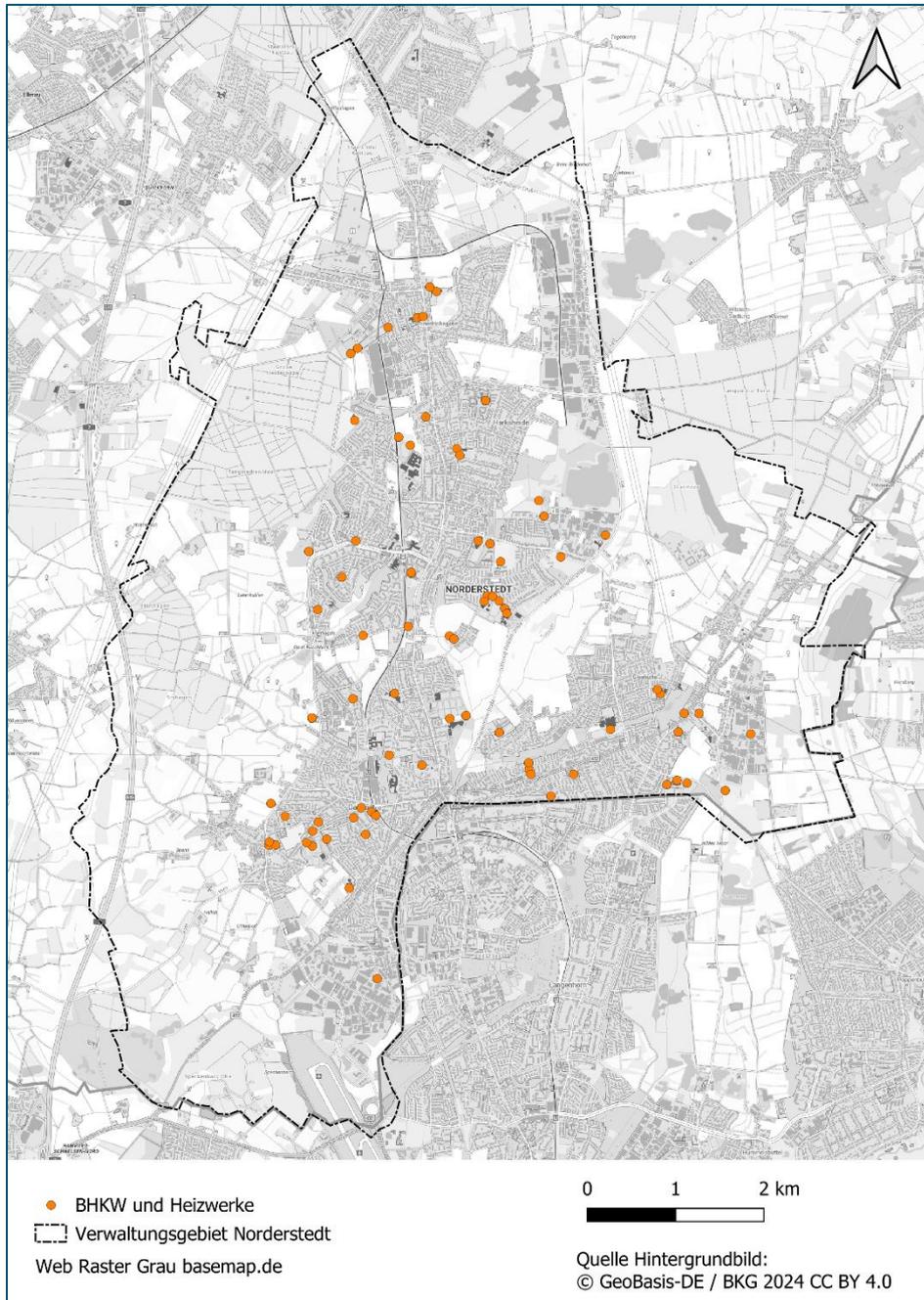


Abbildung 15: Bestehende Heizwerke und BHKWs
 (Quelle: Eigene Darstellung mit Daten der Stadtwerke Norderstedt und Verwaltungsgebietsgrenze (2023) sowie mit Hintergrundkarte von basemap.de, Lizenz nach <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

4.4.4 Karten-Darstellung Gebiete mit hohen Anteilen Wärmepumpen und Stromspeicherheizung

Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen sind vor allem in den äußeren Bereichen vorhanden (siehe Abbildung 16).

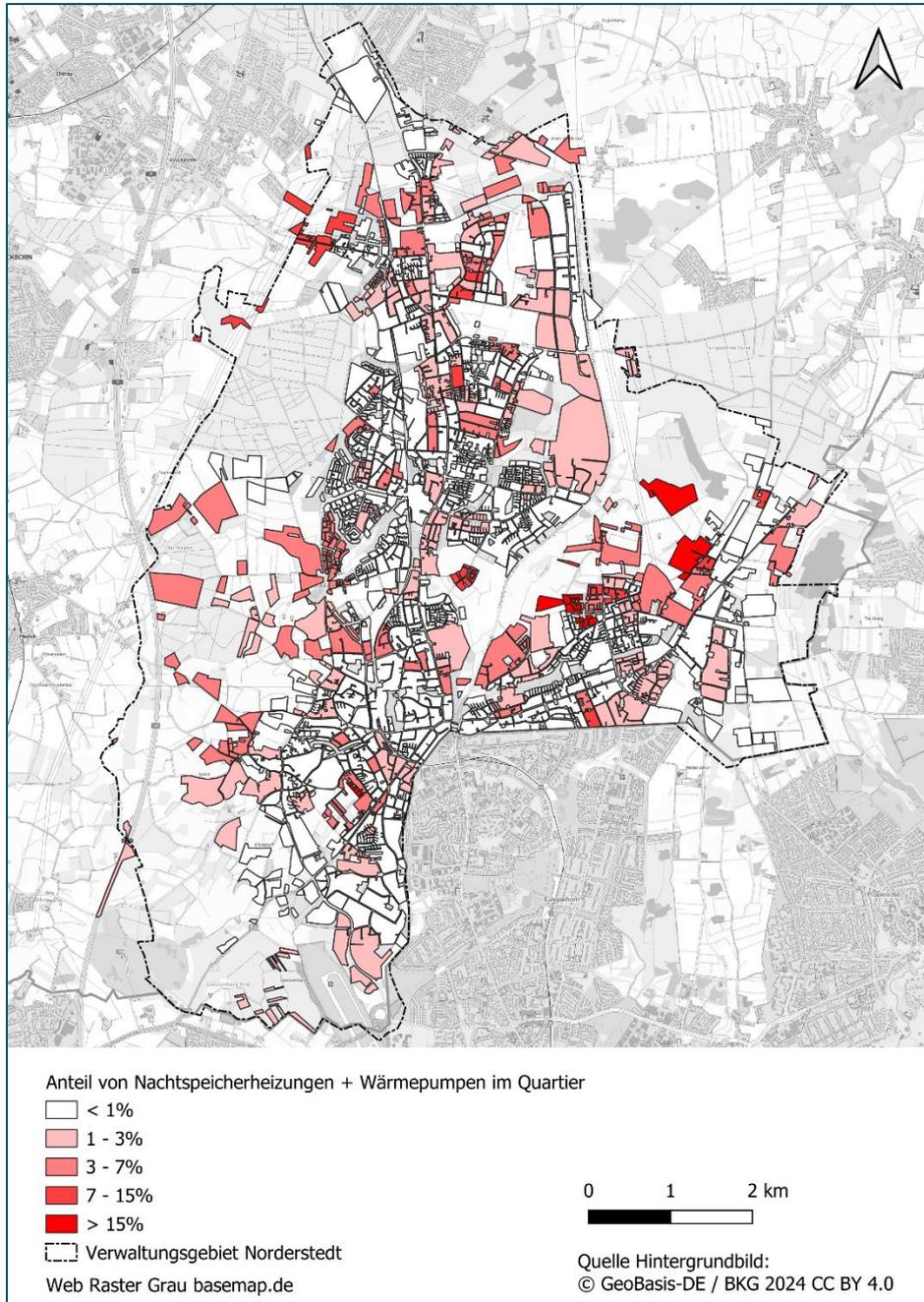


Abbildung 16: Anteile von Wärmepumpen und Stromspeicherheizungen
(Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Daten der Stadtwerke Norderstedt, mit Verwaltungsgebietsgrenze (2023) sowie mit Hintergrundkarte von basemap.de, Lizenz nach <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

4.5 Zusammenfassung der Bestandsanalyse

- Die **Bebauung** in Norderstedt hat sich vor allem entlang der Siedlungsachsen Nord-Süd entwickelt und besteht somit vor allem im Bereich dieser Achsen aus Gebäuden älterer Baualtersklassen – in den meisten Fällen ab 1950.
- Die **Gewerbe- und Industrienutzungen** finden sich vor allem in den Randbereichen des Gemeindegebiets.
- Der **Gebäudebestand** wird durch freistehende Einfamilienhäuser, Reihenhäuser und inselartig verdichtete Bebauung geprägt. In einigen Quartieren sind auch größere Mehrfamilienhäuser aufgenommen worden.
- Für die **Wärmeversorgung** der privaten Haushalte wurden für 2021 rund 682 GWh an Endenergieverbrauch (nicht witterungskorrigiert) bilanziert, die Emissionen in Höhe 155.000 t CO_{2äqu} (inkl. Vorkette) verursacht haben. Hauptenergieträger in der Versorgung war Erdgas mit einem Anteil von 67%. Im Sektor Gewerbe, Handel & Dienstleistung wurden 161 GWh verbraucht, die zu Emissionen in Höhe von 36.000 t in der Bilanz führen. Auch in diesem Sektor wurde der größte Anteil des Endenergieverbrauchs mit Erdgas gedeckt. In der Industrie wurden 126 GWh Endenergie verbraucht und 28.000t CO_{2äqu} (inkl. Vorkette) freigesetzt. Die Versorgung der Industrie erfolgte nahezu ausschließlich über Erdgas. Für die kommunalen Einrichtungen wurden 55 GWh und 10.000 t CO_{2äqu} (inkl. Vorkette) bilanziert.
- Auch wenn der Hauptenergieträger der Kommune immer noch Erdgas ist, werden bereits 117 GWh/a des Endenergieverbrauchs über die **Wärmenetze** gedeckt.

Im Rahmen der Bestandsanalyse wurde ein **räumliches Abbild des Wärmebedarfs** erstellt (Wärme-kataster), um grafisch darzustellen, in welchen Bereichen besonders hohe Wärmebedarfe ermittelt wurden.

- Vor allem die Bereiche entlang der großen Siedlungsachsen stechen in der Analyse mit einer hohen **Wärmedichte** heraus
- Der **Gesamtwärmebedarf** (witterungsbereinigt) summiert sich auf 1.033 GWh/a. Die spezifischen Verbräuche wurden auf der Quartiersebene untersucht und dargestellt. Im Mittel braucht es in Norderstedt 149 kWh, um einen Quadratmeter Wohnfläche zu beheizen.
- In einigen Quartieren konnten besonders hohe **Sanierungspotenziale** ermittelt werden.

Ein Großteil des Stadtgebiets bietet Potenzial, um von Erdgas auf die Wärmeversorgung über Wärmenetze, Wärmepumpen oder weitere erneuerbare Energien umzusteigen. Wo sich diese Potenziale finden lassen und wie viel Energie durch diese Potenziale in Norderstedt zur Verfügung steht, wird im folgenden Kapitel erarbeitet.

5 POTENZIALANALYSE / RÄUMLICH VERORTETE UND QUANTIFIZIERTE POTENZIALE

5.1 Gebäudeenergieeffizienz

5.1.1 Reduktion der spezifischen Wärmebedarfe durch Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz

Es wird davon ausgegangen, dass Norderstedt keine außergewöhnlichen Potentiale zur Senkung des Wärmebedarfs hat. Folglich werden die Potentiale, die agora-Energiewende für Deutschland ermittelt hat (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut, 2021), übernommen. Es handelt sich dabei um moderate Annahmen für Sanierungsrate und -tiefe, um ein möglichst realistisches Bild für die Bestandsgebäude in Zukunft zu entwickeln. Erfahrungsgemäß sinkt der Energieverbrauch durch Sanierungsmaßnahmen weniger als erwartet bzw. theoretisch möglich, weil die Einsparungen teilweise durch Komfortsteigerungen ausgeglichen werden.

Im Szenario ohne räumliche Differenzierung / Fokussierung, wird bis einschließlich 2030 eine Sanierungsrate von 1,5% und von 2031 bis 2040 eine Sanierungsrate von 1,75% unterstellt. Die Geschwindigkeit der Sanierungsaktivitäten wird auf Grund des Ausbaus an Sanierungskapazitäten im Handwerk und innovativer Konzepte (serielles Sanieren) zunehmen. Es wird von einer Sanierungstiefe von 50% ausgegangen.

Die Wärmebedarfe von Gebäuden in zukünftigen Neubaugebieten sind dabei nicht berücksichtigt, sondern werden in späteren Szenarienrechnungen integriert.

Unter diesen Annahmen sinkt der Wärmebedarf der Gebäude (ohne Industrie-Bedarfe) bis 2030 um 8% und bis 2040 um 16%. Es werden bis 2040 30% der Gebäude (teil-)saniert.

5.1.2 Wärmebedarfe für 2030 und 2040 in Kartendarstellung

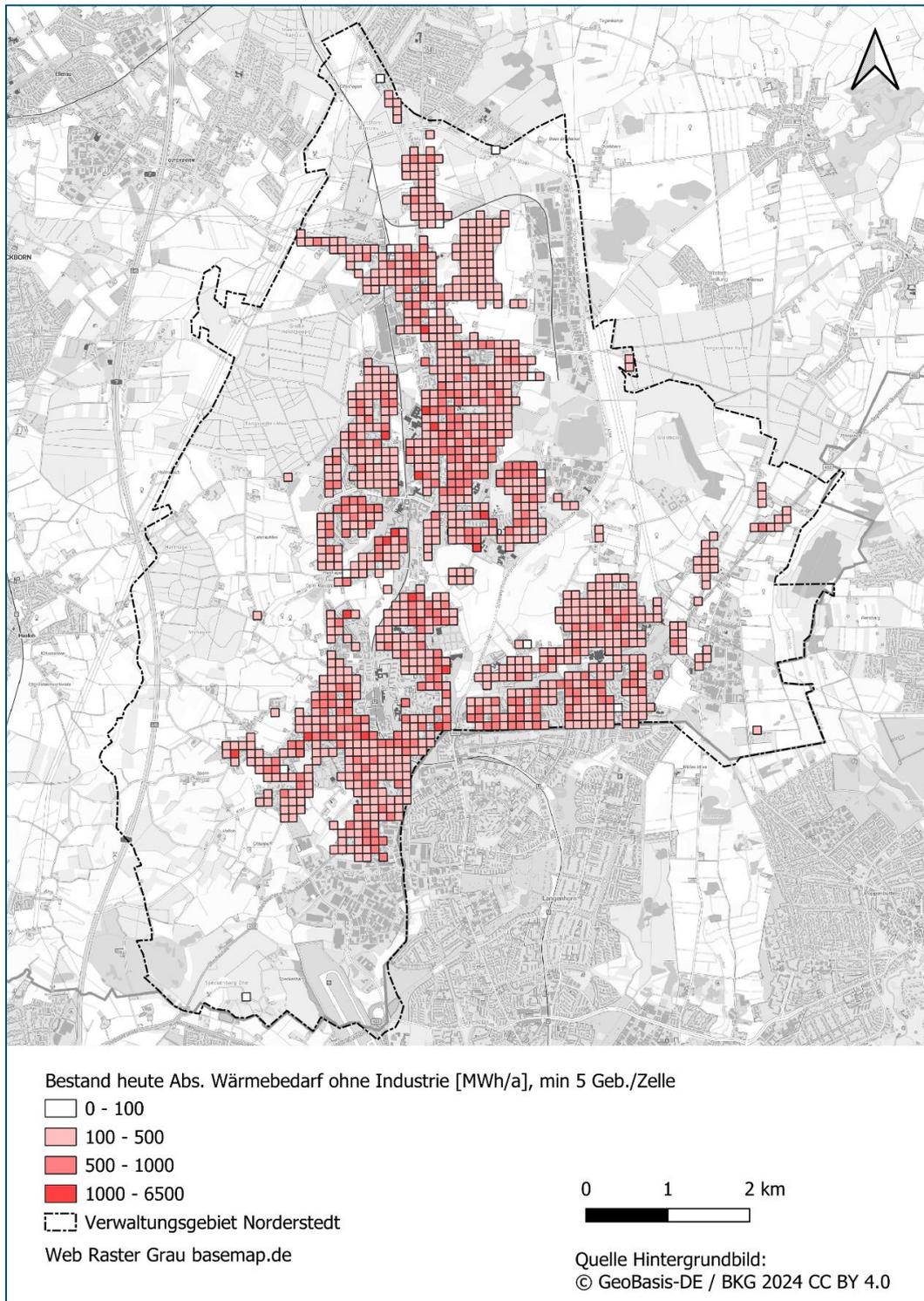


Abbildung 17: Bestand heute: Absoluter Wärmebedarf heute im 100x100m-Raster, ohne Industrie (Quelle: Eigene Darstellung unter Verwendung des BKG-Rasters (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 2023), mit Verwaltungsgebietsgrenze (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 2023))

sowie mit Hintergrundkarte von basemap.de, Lizenz nach <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

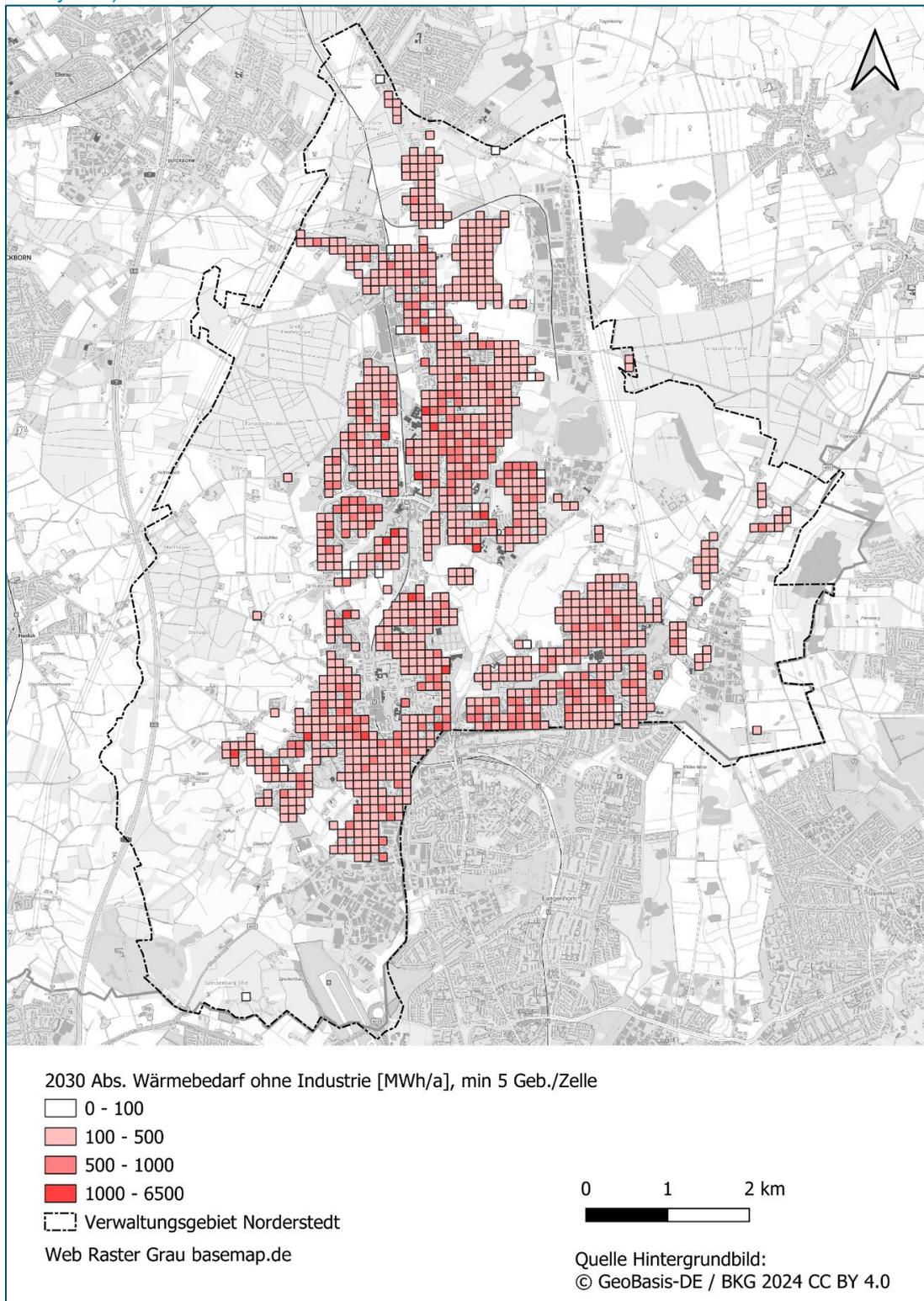


Abbildung 18: Szenario: Absoluter Wärmebedarf 2030 im 100x100m-Raster, ohne Industrie (Quelle: Eigene Darstellung unter Verwendung des BKG-Rasters (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 2023), mit Verwaltungsgebietsgrenze (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 2023))

sowie mit Hintergrundkarte von basemap.de, Lizenz nach <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

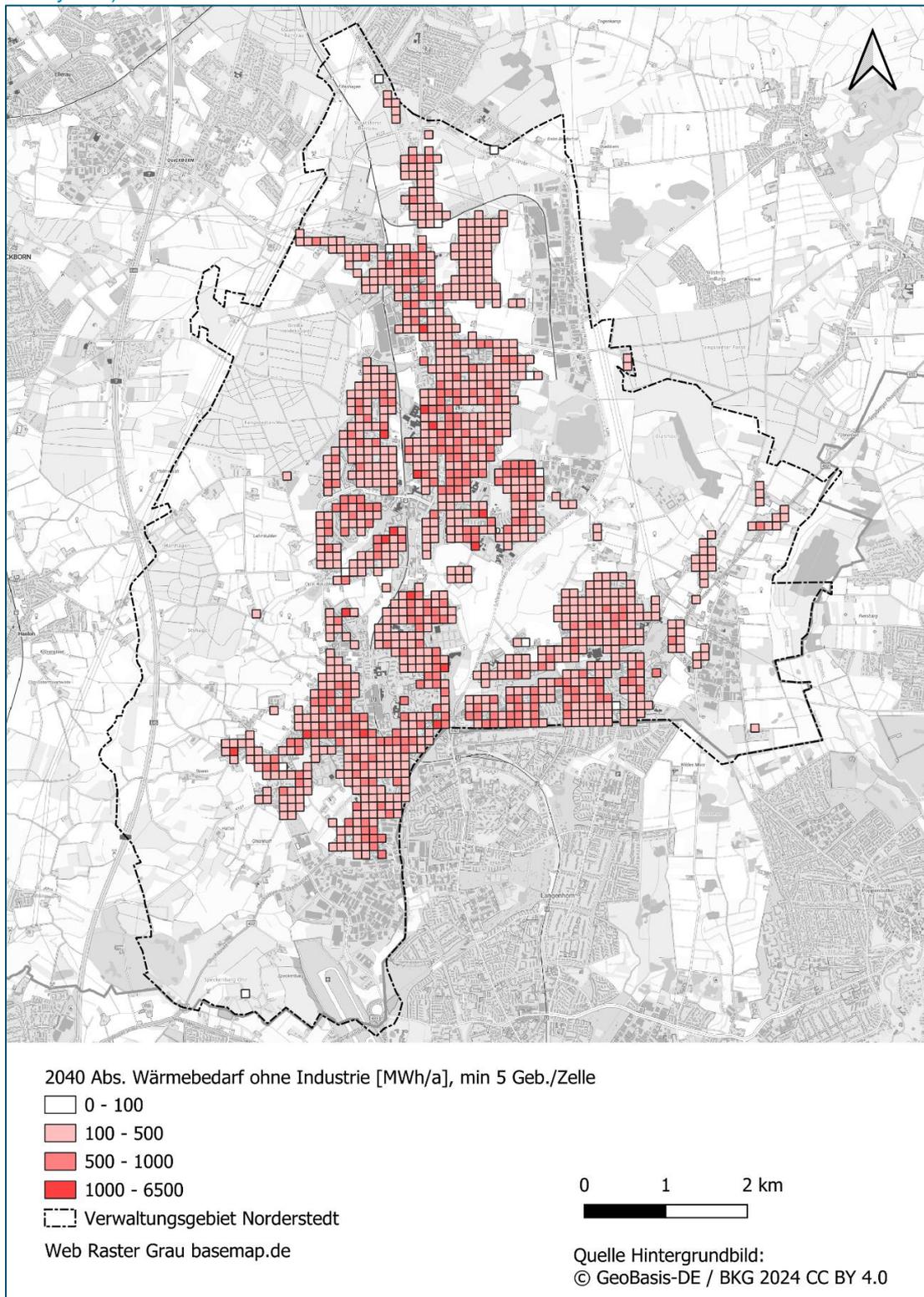


Abbildung 19: Szenario: Absoluter Wärmebedarf 2040 im 100x100m-Raster, ohne Industrie (Quelle: Eigene Darstellung unter Verwendung des BKG-Rasters (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 2023), mit Verwaltungsgebietsgrenze (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 2023) sowie mit Hintergrundkarte von basemap.de, Lizenz nach <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

5.1.3 Berechnung der Energieeinsparung nach Sektoren bis 2030 und 2040

Im Folgenden werden die Energieeinsparungen durch die Senkung des Wärmebedarfs pro Sektor dargestellt. Es wurden keine Annahmen für die Senkung des Wärmebedarfs in der Industrie vorgenommen, somit ergibt sich hier kein Einsparungspotential.

Tabelle 1: Absolute und prozentuale Energieeinsparungen von heute bis 2030

	Absolute Einsparung [MWh] von heute bis 2030	Prozentuale Einsparung von heute bis 2030
Gewerbe	-13,403	-5%
Mischnutzung	-433	-2%
Wohnen	-52,347	-8%
Öffentlich	-14,642	-26%
Insgesamt	-80,824	-8%

Tabelle 2: Absolute und prozentuale Energieeinsparungen von heute bis 2040

	Absolute Einsparung [MWh] von heute bis 2040	Prozentuale Einsparung von heute bis 2040
Gewerbe	-18,038	-7%
Mischnutzung	-3,654	-19%
Wohnen	-116,500	-18%
Öffentlich	-15,248	-27%
Insgesamt	-153,440	-15%

5.2 Erneuerbare Wärme- und Stromquellen

Darstellung und Bewertung lokal verfügbarer Potenziale zur CO₂-Reduktion der Wärme- und Stromerzeugung: Dies betrifft u.a. die Marktverfügbarkeit der Technologie, deren erschließbare Potenziale und ein Screening möglicher Einzugsgebiete. Folgende Technologien werden einbezogen:

- Biomasse
- Geothermie (Tiefe Geothermie, oberflächennahe Geothermie ca. 100 m tief, Erdkollektoren)
- Solarthermie (Freifläche und Dachfläche)
- Umweltwärme (Luft, Grundwasser, Abwasser, Oberflächengewässer)
- Abwärme
- Power-to-Heat
- Wärmespeicher
- Erneuerbare Stromtechnologien: PV (Freifläche und Dachfläche), Wasserkraft, Windkraft

5.2.1 KWK Standorte

Die Stadtwerke haben derzeit keine Pläne, neue Standorte für Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen zu entwickeln, weshalb dieses Potenzial momentan nicht weiter in Betracht gezogen wird.

5.2.2 Biomasse

Ein Großteil der verfügbaren Biomassedaten ist für das Land Schleswig-Holstein verfügbar, jedoch nicht für die Stadt Norderstedt oder für den Landkreis Segeberg. Deswegen wird mit den Daten aus Tabelle 3 der Flächen- und Einwohner:innenanteil der Stadt Norderstedt berechnet. Ziel ist, ein Potenzial auszuweisen, das nicht zwingend auf dem Gemeindegebiet erschlossen werden muss (wie u.a. Resthölzer), aber auch nicht den Rahmen des verfügbaren Potenzials auf Landesebene übertrifft und die vertretbaren Potenziale anderer Kommunen mindert.

Tabelle 3: Einwohner:innen und Fläche von Schleswig-Holstein und Norderstedt (Norderstedt, 2022)

	SH	Norderstedt
Einwohner:innen	2.922.005	83.372
Fläche (ha)	1.580.430	5.810

Der Einwohner:innenanteil in Norderstedt beträgt für SH demnach anteilig 2,85%. Das Technische Brennstoffpotenzial beschreibt den Energiegehalt der als Bioenergieträger aufbereiteten Biomasse. In Tabelle 4 wird das technische Brennstoffpotenzial in Schleswig-Holstein aufgeführt. Dieses wurde anteilig auf die Einwohnerzahlen im Kreis Segeberg und Norderstedt berechnet.

Tabelle 4: Technisches Brennstoffpotenzial von SH, Kreis Segeberg und Norderstedt in GWh (Agentur für Erneuerbare Energien, 2013)

	Bioenergie-Potenzial SH (GWh)	Bioenergie-Potenzial Segeberg (GWh)	Bioenergie-Potenzial Norderstedt (GWh)
Energiepflanzen	9.000	864	257
Forstwirtschaftliche Biomasse	2.528	243	72
Energetisch genutztes Waldholz	778	75	22
Waldrestholz	417	40	12
Ungenutzter Holzzuwachs	1.333	128	38
Industrieholzreste	389	37	11
Altholz	500	48	14
Biomethan	1.750	168	50

Stroh

Die Potenziale einer Strohverbrennung wurden auf Basis einer bundesweiten Studie des DBFZ erfasst. Auf Landkreisebene wurde untersucht, welches Potenzial zur Verfügung steht und abgeschichtet, welches Potenzial theoretisch, technisch und nachhaltig nutzbar ist. Das theoretische Potenzial bestimmt sich danach, wie viel Fläche für welche Fruchtarten genutzt wird und welches Korn-Stroh Verhältnis vorliegt. Beim technischen Potenzial wird einbezogen, dass die Bergung nur zu einem gewissen Grad möglich ist und Teile Strohmenge auch in der Tierhaltung genutzt werden. Bei der Angabe des nachhaltigen Potenzials wurde berücksichtigt, dass auch anderweitige stoffliche Nutzungen bestehen und der Boden in einer ausgeglichenen Bodenbilanz bewirtschaftet werden kann. Die Humusbilanz wurde jeweils mit einer statischen und einer dynamischen Methodik berechnet, weswegen die Potenziale mit einer unteren und oberen Grenze angegeben werden. Für die Auswertung wurde sich auf die folgenden umliegenden Landkreise beschränkt:

- Segeberg, Landkreis
 - Pinneberg, Landkreis
 - Steinburg, Landkreis
 - Neumünster, Kreisfreie Stadt
 - Stormarn, Landkreis
 - Rendsburg-Eckernförde, Landkreis

Das **nachhaltige** Potenzial im direkten Umkreis von Norderstedt beträgt 926-1.030 GWh/a. Die Gesamt Einwohner:innenanzahl der sechs aufgeführten Landkreise beträgt 1.334.792. Es leben also 6,25% der Einwohner:innen in Norderstedt. Aus dem Einwohneranteil von Norderstedt lässt sich ein Strohpotenzial von 58-64 GWh/a berechnen.

Vor einer Umsetzung ist zu prüfen welcher Anteil des Potenzials wirtschaftlich erschließbar ist und wo eine Verkaufsbereitschaft vorliegt, um das verfügbare Potenzial zu ermitteln.

Technisch ist zu beachten, dass auf Grund des Chloridgehalts Hochtemperaturkorrosion auftreten kann, wenn nicht entsprechend angepasste technische Maßnahmen ergriffen werden. Auf Grund der geringen volumetrischen Energiedichte muss im Detail geprüft werden, ob der nötige Anlieferverkehr umsetzbar ist und Akzeptanz in der Stadtgesellschaft findet.

Altholz

Bei Altholz handelt es sich um Holz, das bereits stofflich genutzt wurde. Die Nutzung im Energiesektor markiert das Ende des Nutzungsweges, nachdem das Holz beispielsweise schon im Bausektor oder als Verpackungsmaterial genutzt wurde. Ein Großteil des Altholzaufkommens wird bereits in Holzkraftwerken und Müllverbrennungsanlagen energetisch genutzt. Ein kleinerer Anteil wird auch stofflich weiter verwertet. Das **technische** Brennstoffpotenzial, das sich für Schleswig-Holstein mit 500 GWh/a beziffern lässt, ist mit starken Unsicherheiten behaftet, da in der hier zitierten Untersuchung Datenlücken auftraten und die Stoffströme sich nur schwer abschätzen lassen. **In Norderstedt liegt das heruntergerechnete technische Potenzial bei 14 GWh/a.**

Industrierestholz

Industrierestholz fällt bei der Bearbeitung von Waldholz als Nebenprodukt an. Es handelt sich dabei u.a. um Sägespäne / Sägemehl, Holzhackschnitzel und Rinde. Teilweise werden die Nebenprodukte direkt im Betrieb zur Wärme- oder Stromerzeugung genutzt, wie z.B. bei Betrieben in der Zellstoffindustrie, die einen hohen Wärmebedarf aufweisen. Zusätzlich wird mit rund 2/3 des Gesamtaufkommens ein großer Anteil des Industrierestholzes der stofflichen Nutzung zugeführt.

Die Abschätzung erfolgt im Energieatlas auf Basis von Kennzahlen zu den Anteilen der Reststoffe, die je nach Produktionsprozess unterschiedlich ausfallen. Das **technische** Brennstoffpotenzial für Schleswig-Holstein liegt bei 389 GWh/a und ist wie das Altholzpotezial mit großen Unsicherheiten behaftet (Agentur für Erneuerbare Energien, 2013). Zusätzlich ist zu beachten, dass Industrierestholz viel über die Grenzen der Bundesländer im- und exportiert wird.

Das auf die Einwohner:innenanzahl heruntergerechnete Potenzial von Industrierestholz in Norderstedt umfasst 11 GWh/a.

Forstwirtschaftliche Biomasse

Unter der forstwirtschaftlichen Biomasse wird das energetisch nutzbare Waldholz gefasst, das den Wäldern nachhaltig entnommen werden kann. Beim Waldrestholz handelt es sich um die Nebenprodukte der Holzernte im Wald. Vor allem Schlagabraum aus dem Ast- und Kronenbereich, der sich auf Grund der Größe nicht zur stofflichen Nutzung eignet, fällt unter diese Kategorie. Unter Abzug des bereits energetisch genutzten Potenzials beträgt das **technische** Brennstoffpotenzial: 417 GWh/a. Zusätzlich zum Waldrestholz kann auch bisher ungenutzter Holzuwachs verwendet werden. Der bisher ungenutzte Anteil ergibt sich aus der Biomasse, die jährlich nachwächst und bisher weder stofflich noch energetisch verwendet wird. Das Brennstoffpotenzial wird durch den Anteil gemildert, der als Totholz im Wald verbleibt, um den Nährstoffhaushalt und die Biodiversität des Ökosystems zu erhalten und einen Aufschlag, um eine nachhaltige Forstwirtschaft sicherzustellen. Holzuwachs auf Flächen in Naturschutzgebieten wird von der Nutzung ausgeklammert. Das **technische** Brennstoffpotenzial des ungenutzten Holzzuwachses wird in Schleswig-Holstein mit 1.333 GWh/a beziffert (Agentur für Erneuerbare Energien, 2013).

Insgesamt liegt das technische Brennstoffpotenzial der Forstwirtschaftlichen Biomasse in SH bei 2.528 GWh/a. **Daraus lässt sich das Potenzial von 72 GWh/a für Norderstedt herunterrechnen.**

Paludianbau

Unter Paludikultur ist die land- und forstwirtschaftliche Nutzung nasser Hoch-, und Niedermore zu verstehen. Meist werden dazu ehemals trockengelegte Moorflächen genutzt, die wiedervernässt werden. Durch die Aussaat bestimmter Saaten oder durch natürliche Wiederbesiedlung kann auf den Flächen schilfartige Biomasse wachsen und geerntet werden. Die Paludikultur eignet sich sehr gut, um Moorschutz und Biomasseproduktion bzw. landwirtschaftliche Nutzung zu vereinen, da die Biomasse aus dem Moor stofflich oder energetisch verwertet wird, während das Moor nass bleibt.

In Schleswig-Holstein sind 160.940 ha organische Böden vorhanden und weitere 132.550 ha sollen durch Wiedervernässungen hinzukommen (Greifswald Moor Centrum, 2023). Es wird zwischen Hochmoor, Niedermoor, Mudde, Anmoor und überdeckten Mooren unterschieden.

Im Kreis Segeberg umfasst ein rund 19,5 ha großes Naturschutzgebiet vier Moore: Das Katenmoor, Schapbrookermoor, Dewsbeekermoor und Schindermoor (NABU Schleswig-Holstein, kein Datum). Des Weiteren liegen auch das Hasenmoor und das Glasmoor im Kreis Segeberg.

In Norderstedt wurden auf Basis von Analysen auf Landesebene 153 ha identifiziert, die ohne spezielle naturschutzfachliche Einschränkungen auf Landesebene nutzbar wären.

Weitere Flächen unter Prüfauflagen wie in Landschaftsschutzgebieten oder Biosphärengebieten liegen auf einer Fläche von 33 ha.

Mit einem durchschnittlichen Energieertrag des Schilfs von ungefähr 25 MWh/ha*a lässt sich ein jährliches theoretisches Potenzial von 3,8 GWh (ohne weitere Prüfauflagen) – 4,6 GWh/a (unter Prüfauflagen) ableiten.

Biomethan

Zur Bestimmung des Biogaspotenzials in Norderstedt wird zur groben Abschätzung der Viehbestand auf Landesebene herangezogen werden. Die Anzahl an Tieren in Schleswig-Holstein ist bekannt und kann entsprechend mit der Bevölkerungszahl von Norderstedt anteilig berechnet werden (siehe Tabelle 5). Bei den ermittelten Werten handelt es sich um theoretische Werte – in Norderstedt selbst ist nur Schweinezucht in geringem Maße ansässig.

Tabelle 5: Anzahl Tiere in Schleswig-Holstein und Norderstedt (Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2019)

	SH	Norderstedt
Milchkuh	376.902	10.485
Schweine	1.406.200	40.077
Mastrind	638.335	18.192
Legehennen	1.270.240	36.202

Neben tierischen Exkrementen werden auch sogenannte Energiepflanzen in Biogasanlagen verwertet. Energiepflanzen umfassen landwirtschaftlich angepflanzte Stoffe, die zum Zweck der Strom-, Wärme- oder Biokraftstoffproduktion angebaut werden. Durch die Anpflanzung von ertragreichen Energiepflanzen kann das Bioenergie-Potenzial gesteigert werden. Der Energiepflanzenmix in Schleswig-Holstein besteht aus großen Mengen an Mais, Raps, Winterweizen und -gerste. Roggen, Feldgras und Zuckerrüben sind ebenfalls in geringerem Umfang vorhanden (Agentur für Erneuerbare Energien, 2013). In Tabelle 6 ist die Anbaufläche der einzelnen Energiepflanzen in Hektar und der Ertrag in t/ha dargestellt (Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2019). Die Daten ergeben sich aus den heruntergerechneten Werten von Schleswig-Holstein.

Tabelle 6: Anbaufläche und Ertrag von Energiepflanzen auf die Einwohner:innen von Norderstedt berechnet (Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2019)

	Winterweizen	Roggen	Wintergerste	Silomais	Feldgras, Grasanbau auf dem Ackerland	Winter-raps	Zuckerrüben
Anbaufläche in ha	4.876,20	847,41	2.071,46	5.073,07	1.212,63	1.874,58	276,76
Ertrag in t	1.238	532	167	6.441	343	203	688

Insgesamt stehen demnach 9.612 t Energiepflanzen auf einer Fläche von 18.868 Hektar für Norderstedt zur energetischen Nutzung zur Verfügung.

Bei deutschen Biogasanlagen variiert die Substratverteilung je nach Bundesland. In Schleswig-Holstein stammen **22%** des massebezogenen Substrats von Bio- und Grünabfällen (Daniel-Gromke, et al., 2017). In Nordrhein-Westfalen bspw. stammen dagegen nur 11% des Substrats von Bio- und Grünabfällen (Daniel-Gromke, et al., 2017). Das Restliche Substrat wird mit tierischen Exkrementen, aber hauptsächlich durch nachwachsende Rohstoffe wie Mais, Gras, Zuckerrüben oder Getreide gedeckt.

Um das Gesamtbiogaspotenzial von Norderstedt berechnen zu können, wird zunächst das energetische Gehalt des anfallenden Bio- und Grünabfalls berechnet. Dazu werden Faustzahlen herangezogen, um den Biogasertrag zu bestimmen. Für die Bioabfälle wird ein Ertrag von 92 Nm³ pro Tonne Festmasse verwendet (Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, kein Datum). Für die Grünabfälle wird ein Biogasertrag von 2.904 Nm³ Methan pro Hektar angenommen (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., kein Datum). Insgesamt fallen in Norderstedt 6400 Tonnen Bio- und Grünabfall pro Jahr an (Kapanina, 202). Zur Berechnung des daraus resultierenden Energiepotenzials wird für 1m³ Methan ein Energiegehalt von 9,97 kWh verwendet (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., kein Datum). **Das energetische Potenzial aus Norderstedts Bio- und Grünabfällen liegt nach dieser Berechnung bei ungefähr 6 GWh/a.**

In der derzeitigen Praxis beträgt der massebezogene Anteil an Bio- und Grünabfällen in Biogasanlagen 22% in Schleswig-Holstein. 12% werden durch tierische Exkremente gedeckt und der restliche Anteil des Substrateintrags aus Energiepflanzen gewonnen.

Zur Einordnung der notwendigen Anbauflächen für die Energiepflanzen und der Menge an Tieren, wird auf Basis des verfügbaren Grün- und Bioabfall Substrats wie folgt überschlagen:
Ausgehend davon, dass die Bio- und Grünabfälle als Basis dienen und 22% des massebezogenen Substratanteils ausmachen, lässt sich ableiten, dass die Gesamtsubstratmenge bei 29.091 t/a liegt. 12% dieser Masse ist aus tierischen Exkrementen zu beziehen, somit werden insgesamt 3.490 t/a benötigt. Um die Menge an Tieren und das Energiepotenzial zu bestimmen, wird sich auf die Menge und den Anteil an Gülle in Schleswig-Holstein pro Tierart (Milchkuh, Mastschwein, Mastrind und Legehennen) bezogen. Dafür können die nachstehenden Faustzahlen aus Tabelle 7 herangezogen werden. Der prozentuale Anteil der Tiere in Norderstedt wird so berechnet.

Tabelle 7: Biogasertrag Gülle/Mist von Tieren (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., kein Datum)

	Gülle/Festmist pro Tierplatz (TP) und Jahr	Einheit	Biogasertrag	
Milchkuh	17	m ³	289	Nm ³ Methan
Mastschwein	1,6	m ³	19	Nm ³ Methan
Mastrind	2,8	t	185	Nm ³ Methan
Legehennen	2	m ³	1,64	Nm ³ Methan

Nach diesem Vorgehen kann die Anzahl von 1.654 Tieren nach landestypischer Verteilung bestimmt werden, die die benötigte Substratmenge an Gülle und Mist in Norderstedt produzieren. Da laut Umweltbundesamt nur 30 % des anfallenden Wirtschaftsdüngers in Biogasanlagen verwendet werden, erhöht sich die Tieranzahl für die nötige Güllemenge auf 5515 Tiere (Umweltbundesamt, 2019).

Nach Abzug der tierischen Exkremente müssen noch 19.200 t/a durch Energiepflanzen gedeckt werden. Um den Ertrag und die Anbaufläche der Energiepflanzen zu bestimmen, werden die Verteilung der Anbaubiomasse (u.a. Mais und Getreide) und deren Ertragswerte für Schleswig-Holstein bestimmt.

Nach diesem Vorgehen müssten auf 567 Hektar Anbaubiomasse angebaut werden, um die restliche Substratmenge von 19.200 t/a zu decken. Durch die Energiepflanzen entsteht ein zusätzliches Energiepotenzial von 21 GWh/a. Das Gesamtenergiepotenzial durch Biogas liegt also in Norderstedt bei 29,86 GWh/a.

Wird eine andere Substratverteilung wie z.B. in NRW mit einem Anteil von 11 % Bio- und Grünabfall und 24 % tierische Exkremente angesetzt, würde bei gleichbleibender Masse von Bio- und Grünabfall das Gesamtenergiepotenzial 50 GWh/a betragen. Der Flächenverbrauch steigt durch diese Änderung ebenfalls auf 1.117 Hektar für Anbaupflanzen und auf 6.618 Tiere.

Kurzumtriebsplantagen

Auf Kurzumtriebsplantagen werden schnellwachsende Hölzer angebaut, die nach einigen Jahren geerntet und energetisch verwertet werden. Der Ernterhythmus kann je nach Anbausorte und Zyklusansatz zwischen zwei und 20 Jahren variieren. Die Flächeneffizienz ist deutlich geringer als bei der direkten Nutzung der Sonnenenergie durch Solaranlagen und benötigt daher bei gleicher Energiemenge viel mehr Fläche. Wie hoch das technische Potenzial ist, lässt sich im Rahmen dieser Studie nicht valide abschätzen, da für neue großflächige Projekte immer eine Abwägung zu anderen Bodennutzungen stattfinden muss und Dialoge mit den Landbesitzenden stattfinden müssen. Aufgrund der langsamen Umsetzungsgeschwindigkeit, des hohen Flächenbedarfs und der fehlenden Möglichkeit, eine Abschätzung zum Potenzial abzugeben, werden die Einsatzmöglichkeiten der Kurzumtriebsplantagen nicht weiter ausgeführt.

Zusammenfassung

Das Gesamtpotenzial von Bioenergie in Norderstedt ohne besondere Anforderungen an eine nachhaltige Nutzung ist in Abbildung 20 dargestellt. **Es ergibt sich ein Gesamtpotenzial von 186 GWh/a.**

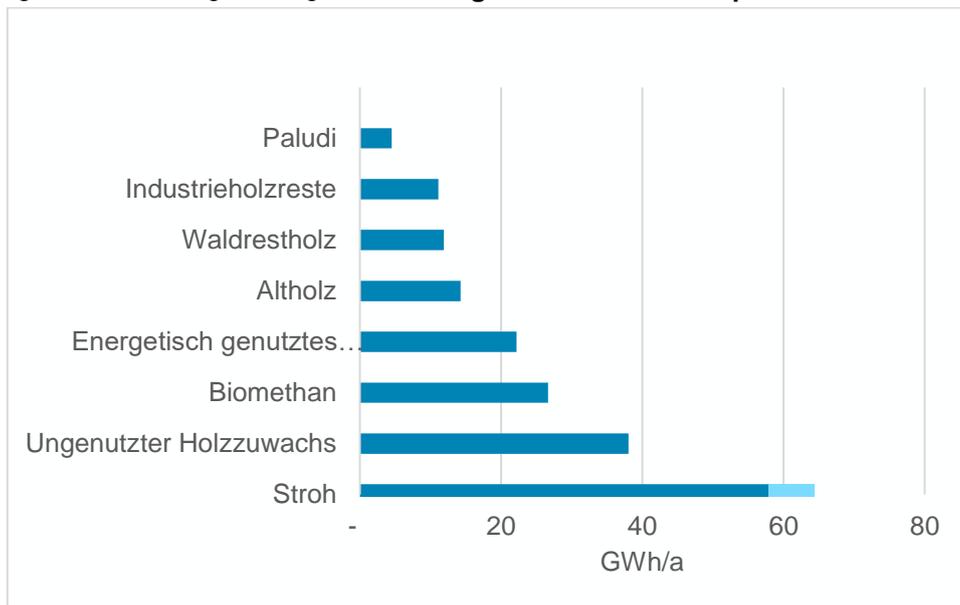


Abbildung 20: Das Vorhandene Bioenergiepotenzial von Norderstedt

5.2.2.1 Einordnung Biomassenutzung im Wärmesektor

Die energetische Nutzung von Biomasse steht in direkter Konkurrenz zum Nahrungsmittelanbau. Verschiedene Organisationen stufen die energetische Nutzung nicht länger als Klimaneutral ein. Die Deutsche Umwelthilfe, das Öko-Institut, der NABU sowie die Bundesregierung bevorzugen die stoffliche und mehrheitliche Nutzung von Biomasse gegenüber der energetischen Nutzung (Öko-Institut e.V., kein Datum; Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, 2023; Ober & Werner, 2023; Deutsche Umwelthilfe e.V., 2021). Diese wird nur empfohlen, wenn eine weitere stoffliche Nutzung nicht mehr möglich ist, oder für Rest- Abfallstoffe. Biomasse kann außerdem zur energetischen Nutzung eingesetzt werden, wenn die Nutzung von Alternativen bisher nicht möglich ist.

Die Deutsche Umwelthilfe formuliert außerdem genauere Positionen bei dem Einsatz verschiedener Stoffe zur Gewinnung von Bioenergie (Deutsche Umwelthilfe e.V., 2021):

- Der Anbau von Energiepflanzen (Mais, Raps etc.) für die Bioenergiegewinnung sollten vermieden werden. Flächen lieber für eine umweltverträgliche Nahrungsmittelerzeugung nutzen oder zur Installation von EE.
- Holz sollte stofflich genutzt werden und erst am Ende einer möglichst langen Produktnutzung verbrannt werden.
- Moore, naturnahe Wälder und Grünland sollten nicht für Bioenergie genutzt werden.
- Stroh sollte nicht verbrannt werden
- Bioabfälle sollen vergoren und dann kompostiert werden
- Wirtschaftsdünger sollte immer vergoren und dann kompostiert werden
- Klärschlamm sollte vergoren werden

Die Deutsche Umwelthilfe lehnt die energetische Nutzung von importiertem Holz (auch wenn es sich um Restholz handelt) ab. Eine stoffliche Nutzung von Industrierestholz ist immer zu bevorzugen. Am Ende des Produktlebenszyklus empfiehlt die DUH die energetische Nutzung (Deutsche Umwelthilfe e.V., 2021).

Nach der Einordnung der jeweiligen Stoffe durch die Umweltverbände, sind einige Potenziale zu vernachlässigen. Nur wenige pflanzliche Stoffe werden zur energetischen Nutzung empfohlen, diese sind in Abbildung 21 aufgeführt. Die durch die Umweltverbände empfohlenen Stoffe setzen sich aus den

tierischen Exkrementen, Altholz und Bio- und Grünabfall zusammen. Das Biogaspotenzial sinkt auf 6 GWh/a, da der Anbau von Energiepflanzen von den Umweltverbänden nicht empfohlen wird. **Insgesamt beträgt das Potenzial nach Einordnung der Umweltverbände 31 GWh/a.**

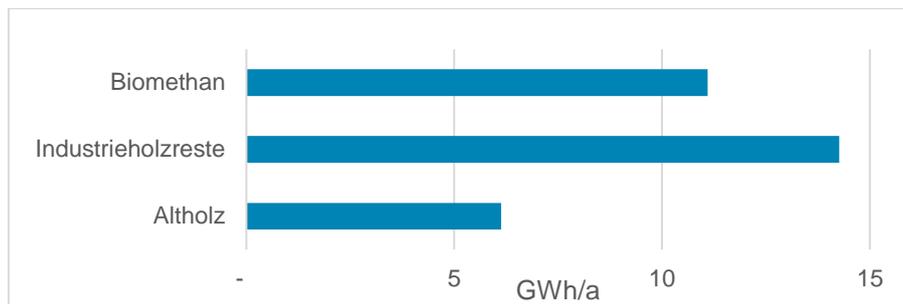


Abbildung 21: Bioenergie Potenzial nach der Einordnung verschiedener Verbände

5.2.3 Abwärme

5.2.3.1 Industrielle und gewerbliche Abwärme

Zur Nutzung von Abwärme wurden in Norderstedt 8 Betriebe identifiziert, die nach Branchendaten und Abwärmefaktoren ein theoretisches Potenzial in ausreichender Größenordnung aufweisen.

Eine Darstellung der Betriebe liegt der Auftraggeberin vor, ist aber nicht für die öffentliche Darstellung geeignet.

5.2.3.2 Abwärmenutzung von Rechenzentren

Für Rechenzentren gibt es bisher keine einheitliche Vorgabe zur Meldung der Verbräuche oder der genutzten Flächen. In den untersuchten Fällen wurden die Flächen entweder als Serverfläche des Rechenzentrums oder als Gebäudefläche angegeben. Zur Abschätzung des Potenzials werden daher leicht unterschiedliche Methodiken verwendet. Die Nutzflächen ließen sich zu Teilen aus OpenSource Branchendaten einsehen. (Data Center Map, 2023) (Data Center Journal, 2023) (Datacenter Journal, 2023) (Datacenter Journal, 2023)

Die Berücksichtigung des Rechenzentrums der Stadtwerke Norderstedt wurde außer Acht gelassen, da nach Angaben der Stadtwerke eine energetische Nutzung der Abwärme bereits erfolgt.

(Landesportal Schleswig Holstein, 2017)

- Fall 1: Auf Basis der Gebäudegröße aus OpenSource Branchendaten:
 - Von Gebäudegröße auf Nutzfläche geschlossen durch Multiplikation mit dem Faktor zur Bestimmung der IT Fläche (AIT) an Betriebsfläche und dem Faktor zur Bestimmung der Betriebsfläche an Gebäudefläche
 - Nutzfläche mit Faktor zur anteiligen Stromnutzung multipliziert
 - Stromnutzung mit Faktor zur anteiligen Wärmenutzung multipliziert
- Fall 2: Bei unterschiedlichen Daten folgte eine Überprüfung auf Basis von Standortdaten des Rechenzentrums:
 - Ermittlung der Grundfläche mit Luftbildanalysen. Aus der Analyse wurden die Gesamtfläche, sowie der Anteil des Gesamtgebäudes, der als Rechenzentrum genutzt wird und die Anzahl der Stockwerke bezogen.
 - Auf die Nutzfläche wurde aus der Grundfläche durch Multiplikation mit dem Faktor zur Bestimmung der IT Fläche (AIT) an Betriebsfläche und dem Faktor zur Bestimmung der Betriebsfläche an Gebäudefläche geschlossen
 - Nutzfläche mit Faktor zur anteiligen Stromnutzung multipliziert

- Stromnutzung mit Faktor zur anteiligen Wärmenutzung multipliziert

In diesem Fall wurde die Gebäudenutzfläche aus den Open Source Branchendaten ermittelt und die Anzahl der Stockwerke mittels Luftbildanalyse bestimmt. Auf Basis dieser Daten wurde dann durch die beschriebene Methodik auf das Abwärmepotenzial geschlossen.

- Faktor (n) zur Bestimmung der IT Fläche (AIT) an Gebäudefläche: 0,9 (eigene Annahme)
- Faktor zur Bestimmung der Abwärme am Strombedarf: 0,7 (AGFW, Bitkom, SDIA, 2020). Laut einer Anfrage beim Forschungsprojekt „bytes to heat“ ist in der Praxis der Schätzwert von 0,7 für überschlägige Berechnungen durchaus geeignet. Es ist darauf hinzuweisen, dass es in der Berechnung des Abwärmepotenzials eine hohe Varianz von Fall zu Fall gibt, was eine exakte Bestimmung des Faktors nicht möglich macht.
- Faktor zur Bestimmung der Betriebsfläche an Grundstücksfläche: 0,75
- Flächenbezogener IT-Strombedarf pro Jahr auf Basis des Gesamtstrombedarfs der Rechenzentren im Verhältnis zur IT-Fläche (AIT) (q): 0,476 [kWh/(m² a)] (Bitkom, 2021)
- Stromverbrauch der IT exkl. Kühlung pro Jahr: $P = AIT \cdot q$ [MWh/a]
- Potentielle Abwärmemenge pro Jahr: $Q = P \cdot n$ [MWh/a]
- Jahresdurchschnittliche Leistung des Stromverbrauchs: $P' = P \cdot (1a/8760h)$ [MW]
- Jahresdurchschnittliche Leistung der Abwärme: $Q' = Q \cdot (1a/8760h)$ [MW]
- Fläche nach Strombedarf: $A = P/q$ [m²]

Folgende Rechenzentren konnten durch die im Voraus beschriebene Methodik im Raum Norderstedt gefunden werden:

- akquinet data center competence GmbH (Datacenter Journal, 2023)
- Norderstedt stadtwerte RZ1 (Datacenter Journal, 2023)
- Wilhelm Tel RZ (DataCenetr Map, 2023)

Die Rechenzentren Wilhelm Tel (DataCenetr Map, 2023) und Norderstedt Stadtwerke (Datacenter Journal, 2023) teilen sich einen Standort, von dem die Nutzung der Abwärme bereits erfolgt. **Das Rechenzentrum des Betreibers Aquinet (Datacenter Journal, 2023) würde sich, laut den Berechnungen aus der vorher beschriebenen Methodik, für die Nutzung von einer Abwärmemenge von 22 GWh pro Jahr eignen.**

5.2.4 Geothermie

5.2.4.1 Oberflächennahe Geothermie

Das Potenzial der oberflächennahen Geothermie wurde nach Landesvorgaben / Leitfäden ermittelt. Demnach sind an 50 m Bohrtiefe jeweils 6 m Abstand zur Grundstücksgrenze und 6 m zur nächsten Bohrung einzuhalten, um thermische Beeinflussungen so weit wie möglich zu vermeiden. Sollten ungünstige Strömungsbedingungen im Untergrund herrschen, ist der Abstand in Fließrichtung entsprechend zu erhöhen. Die Abstände zu Gebäuden wurden mit einem Sicherheitsabstand von 2 m berücksichtigt. (Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR), 2011)

Für die Wärmeleitfähigkeiten wurden die Werte der landesweiten Untergrundanalyse aus Bohrdaten genutzt (LfU-SH, 2024). Die minimale Austrittstemperatur zur Berechnung der Wärmeentzugsmengen ist mit -3 °C angesetzt.

Unter den gegebenen Parametern können nach Ansatz der VDI 4640 bei 100 m Sondenlänge je Sonde je nach Wärmeleitfähigkeit an jedem untersuchten Bohrpunkt Energie in der Größenordnung 5 - 6 MWh/a dem Erdreich entzogen werden.

Die Ergebnisse bilden nur eine grobe Einordnung der Verfügbarkeit und Größenordnung ab. Mit steigender Anzahl der Sonden werden neben den Abschätzungen noch weitere spezifische Untersuchungen für Sondenfelder auf Basis der Sondenabstände und Bohrtiefen empfohlen. Bei größeren Projekten sollten zudem zu Beginn Geothermal Response Tests durchgeführt werden, um die Annahmen aus dem Untergrundmodell zu prüfen und ggf. rechtzeitig die Auslegung anzupassen.

Nach Analyse der Wasserschutzgebiete und Trinkwassergewinnungsgebiete sind keine generellen Einschränkungen bekannt.

Die Analyse der Eignung besteht aus einem Verschnitt zwischen den Bedarfsdaten und dem geothermischen Potenzial je Betrachtungsgebiet. Wenn durch den Einsatz einer Erdwärmepumpe mehr als 50% des Bedarfs gedeckt werden können, gilt ein Betrachtungsgebiet als bedingt geeignet. Unter 50% wird keine Eignung ausgewiesen. Übertrifft der Deckungsbeitrag der Erdwärmepumpe nach der Grobanalyse 100% des Bedarfs wird eine „gute Eignung“ ausgewiesen.

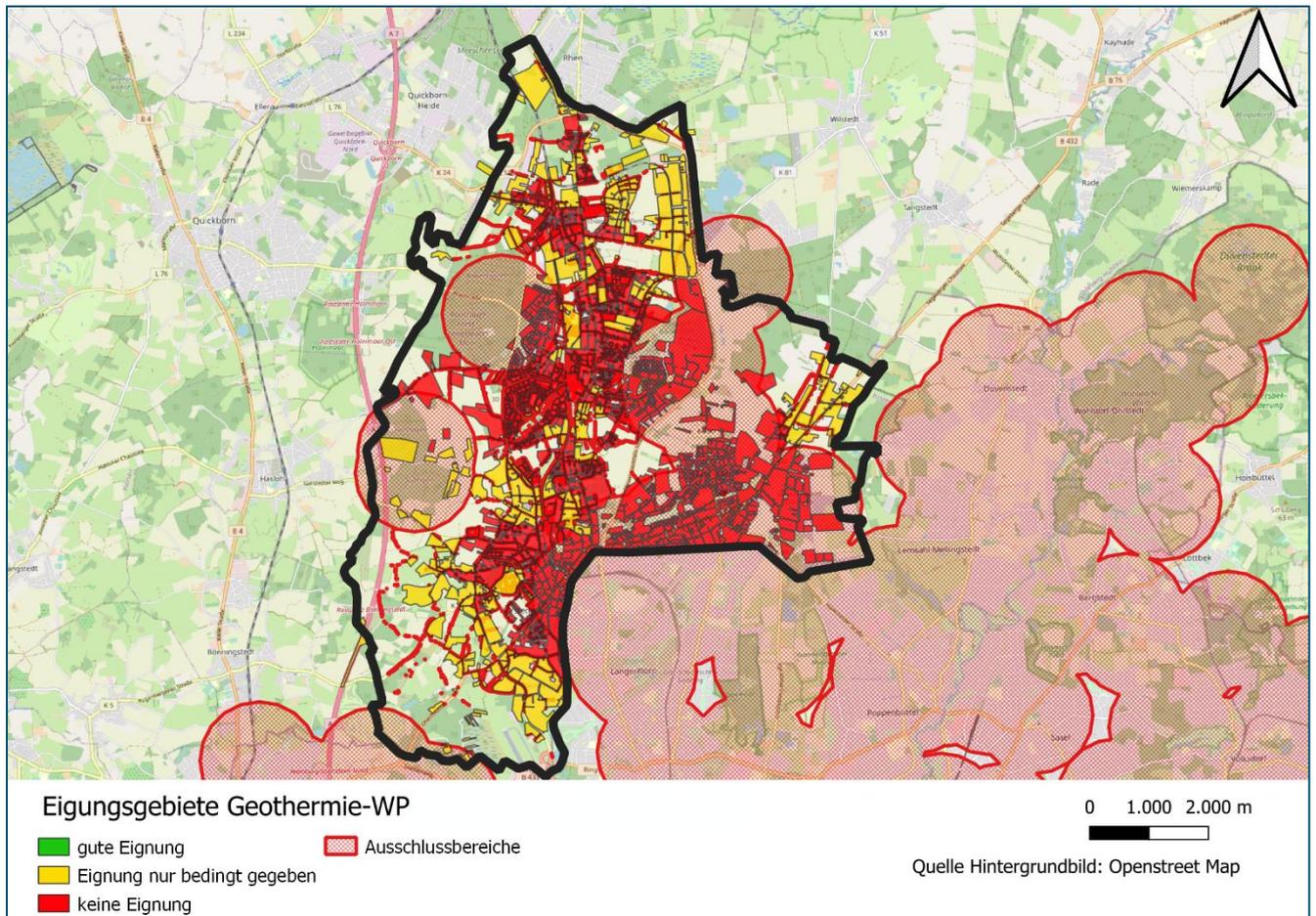


Abbildung 22: Eignung der oberflächennahen Geothermie auf Flurstücksebene (Median für jedes Quartier)
(Quelle: Eigene Darstellung, Hintergrundkarte von OpenStreetMap, Lizenz nach openstreetmap.org/copyright)

Unter Betrachtung der Flurstücksebene wird kein Quartier in Norderstedt als geeignet eingestuft. In Norderstedt scheinen die Potenziale in den meisten Quartieren nicht ausreichend, wenn nur die Potenziale auf dem Flurstück des jeweiligen Gebäudes zur Verfügung stehen.

Im zweiten Schritt wurden Bedarf und Potenzial auf Quartiersebene summiert. Dieser Fall bildet ein virtuelles Wärmenetz im Quartier ab, das es ermöglicht, ein geothermisches Potenzial unter größeren Freiflächen für eine gemeinsame Versorgung zu nutzen. So kann u.a. auch ein Gebäude mitversorgt werden, bei dem aufgrund der Bebauung oder des Zuschnitts keine Sonden Platz haben. Ein anschauliches Beispiel sind Doppelhaushälften in der Nähe einer Freifläche.

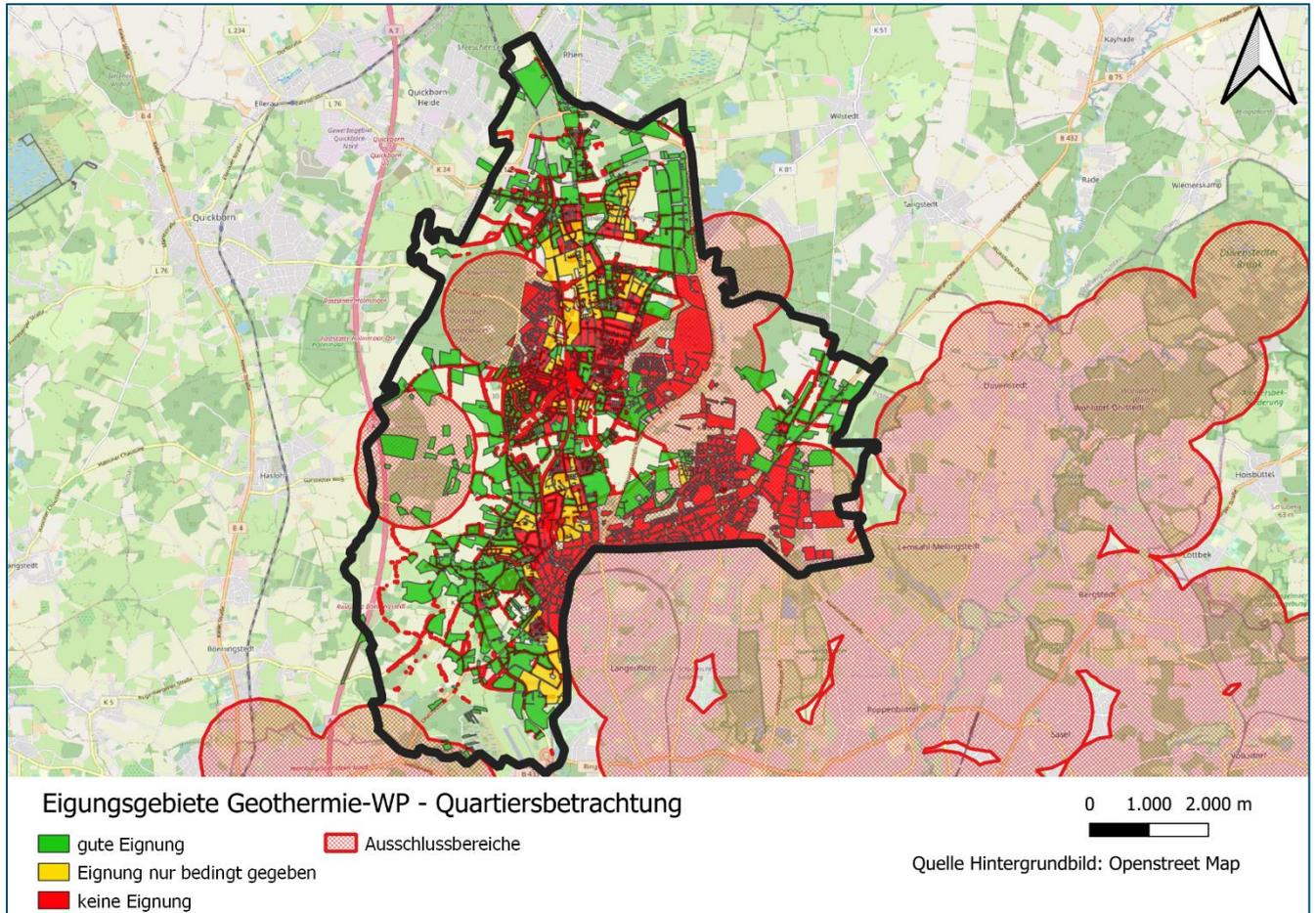


Abbildung 23: Eignung der oberflächennahen Geothermie auf Quartiersebene (Quelle: Eigene Darstellung, Hintergrundkarte von OpenStreetMap, Lizenz nach openstreetmap.org/copyright)

Unter Berücksichtigung einer potenziellen Versorgung über ein Wärmenetz für ein ganzes Quartier scheinen viele Bereiche und Quartiere deutlich besser geeignet, um die Versorgung über geothermische Potenziale zu decken. Nicht ausreichend bleibt das Potenzial in den Bereichen zwischen nordestert Mitte / Harksheide und im südlichen Teil von Glashütte. Gründe dafür sind neben den kleinen Flurstücken die Ausschlussbereiche auf Grund der Trinkwassergewinnung **Insgesamt könnten in diesen Quartieren über Geothermie-Wärmepumpen in Quartiersnetzen bis zu 370 GWh/a bzw. 37% des Bedarfs gedeckt werden.**

5.2.4.2 Mitteltiefe Geothermie

Im Tiefenabschnitt von 400 bis 1.000m spricht man von mitteltiefer Geothermie, in welchem ein Temperaturniveau von etwa 20 – 40°C vorgefunden werden kann. Die Wärme dieses Abschnittes kann über zwei Formen erschlossen werden. In einem geschlossenen System wird diese über Erdwärmesonden (Koaxialsonden) transportiert, in einem offenen System erfolgt dies über eine mitteltiefe hydrothermale Dublette. Beide Erschließungsvarianten bringen Vor- und Nachteile mit. Geschlossene Systeme gelten als risikoarm, jedoch kann mit einer Sonde im mitteltiefen Teilabschnitt nur ein Wärmebedarf von 20 – 200 kWh gedeckt werden. Mit mehreren Sonden kann auch ein größerer Bedarf gedeckt werden, welches aber mit höheren Kosten und Flächenbedarfen korreliert. Bei einem offenen mitteltiefen Dublettensystem können deutlich höhere Leistungsbereiche abgedeckt werden, die ebenfalls durch den Einsatz mehrerer Dubletten erhöht werden können. Die Bohrkosten dafür sind im Vergleich zu

Koaxialsonden moderat. Aufgrund des niedrigen Temperaturniveaus ist zur Nutzung der Wärme in einem Wärmenetz in den meisten Fällen eine Wärmepumpe zur Anhebung der Temperatur notwendig. Die Direktnutzung der geothermischen Wärme beginnt bei rund 60°C und ist daher, zur Integration in Wärmenetze, meist erst im Bereich der Tiefengeothermie umsetzbar. Mitteltiefe Geothermie bietet sich sehr zur Grundlastabdeckung an und ist besonders geeignet für Niedrigtemperatursysteme, die sich durch eine hohe Jahresstundenzahl charakterisieren (Thomsen, Liebsch-Dörschner, & Kirsch, 2011).

Für die Nutzung von mitteltiefer Geothermie ergeben sich aufgrund von Wasserschutzgebieten im Stadtgebiet Norderstedt Einschränkungen. Generell liegt das Stadtgebiet überwiegend im Bereich der Trinkwasserschutzgebiete und Trinkwassergewinnungsgebiete, in welchen auch mit genehmigungsrechtlichen Einschränkungen zu rechnen ist. Nur die Gewerbegebiet Glashütte und Nettelkrögen liegen außerhalb der Bereiche. Innerhalb dieser Bereiche ist die Nutzung von mitteltiefer Geothermie hinsichtlich der wasserrechtlichen Einschränkungen im Einzelfall zu klären und eine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich. Es besteht grundsätzlich die Möglichkeiten der parallelen Nutzung eines mitteltiefen Brunnens zur Wasser- und Wärmeversorgung. Werden offene Dublettsysteme eingesetzt, muss beachtet werden, dass die geförderte Reservoirflüssigkeit in der Regel als Sole charakterisiert wird (Thomsen, Liebsch-Dörschner, & Kirsch, 2011). Im Abgleich zu den Erkenntnissen der Nutzbarkeit der oberflächennahen Geothermie, wird deutlich wie wichtig es ist, an den Stellen, an denen die geothermischen Nutzung nicht durch Schutzgebiete ausgeschlossen ist, das Potenzial zentral zu erschließen und über Wärmenetze in die Bereiche zu verteilen, denen weniger Potenziale zur Verfügung stehen.

5.2.4.3 Tiefe Geothermie

Es stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung, um geothermische Energie zu nutzen. Die Wahl des Verfahrens hängt von den geologischen Gegebenheiten und den Anforderungen des Projekts ab und wird entsprechend der erschlossenen Tiefe unterschiedlich definiert. In Deutschland werden im Allgemeinen Verfahren der tiefen Geothermie (> 400 m Tiefe) von Verfahren der oberflächennahen Geothermie (< 400 m Tiefe) unterschieden. Der Tiefenbereich von 400 m bis etwa 1.000 m wird gelegentlich auch als "Mitteltiefe Geothermie" bezeichnet. Nutzungskonzepte für die Tiefengeothermie umfassen dabei sowohl offene Systeme (hydrothermale und petrothermale Systeme) als auch geschlossene Systeme (tiefe Erdwärmesonden). (Sandrock, Maaß, Weisleder, Westholm, & Schulz, 2020) Nach Thomsen & Liebsch-Dörschner (Thomsen & Dr. Liebsch-Dörschner, 2014, S. 5) bieten sich in Schleswig-Holstein aufgrund der vorhandenen geologischen Voraussetzungen hauptsächlich Systeme zur hydrothermalen Nutzung an. Hydrothermale Nutzung impliziert dabei eine Förderung und energetische Verwertung des Thermalwassers, das sich in großen Tiefen (> 1000 m) im Untergrund befindet. (Thomsen & Dr. Liebsch-Dörschner, 2014).

Die Potentialermittlung für die hydrothermale Nutzung erfolgt nach dem Berechnungsverfahren von Jochum et al. (Jochum, et al., 2017). Dafür werden die in Tabelle 8 aufgeführten pauschalen Annahmen sowie die in Tabelle 9 gezeigten, recherchierten Rahmenparameter verwendet, um die in Tabelle 9 visualisierten Abhängigkeiten zu ermitteln und eine Potentialabschätzung vorzunehmen.

Tabelle 8: Verwendete Annahmen nach Jochum et al. (Jochum, et al., 2017) zur Abschätzung des Wärmemengenpotenzials aus der Nutzung hydrothermaler Tiefengeometrie für die Wärmeversorgung der Stadt Norderstedt. Die in Klammern aufgeführten Werte wurden verwendet, um Sensitivitätsanalysen durchzuführen und einen entsprechenden Lösungsraum an abgeschätzten Potentialen aufzuspannen.

Annahmen	Wert	Einheit
Vollaststunden (VLH)	3000 (2000; 4000; 6000)	<i>h</i>
Spezifische Wärmekapazität des geförderten Thermalwassers	4000	$\frac{J}{kgK}$
(Re)Injektionstemperatur des abgekühlten Thermalwassers	65 (60; 70)	$^{\circ}C$
Pauschalzuschlag der mittels GeotIS ermittelten Untergrenze der Fördertemperatur des Thermalwassers	15	$^{\circ}C$
Vereinfacht angenommener Massenstrom für hydrothermale Nutzung im norddeutschen Becken	35	$\frac{kg}{s}$

Um eine praxisorientierte Abschätzung vorzunehmen, werden die in Tabelle 8 gezeigten Annahmen zum Teil einer Sensitivitätsanalyse unterzogen, um aufzuzeigen, von welchem Potenzialbereich auszugehen ist. Die variierten Annahmen sind dabei durch Zahlenwerte in Klammern kenntlich gemacht. Essenziell dabei ist die Tatsache, dass es sich nur um eine vereinfachte Abschätzung handelt und die tatsächlich zu erwartenden Energiemengen nur durch standortbezogene Probebohrungen verlässlich einzugrenzen sind. Der ermittelte Potentialbereich sollte demnach vor allem als Entscheidungshilfe dienen, die Wärmegewinnung durch tiefe Geothermie grundsätzlich in Betracht zu ziehen, oder vorweg auszuschließen.

Tabelle 9 listet die durch GeotIS (Agemar T. , et al., 2014) ermittelten Thermalwassertemperaturen im Untergrund auf. Um einen umfassenderen Eindruck zu vermitteln, sind dabei Werte für die Tiefen 1000, 1500, 2000, 2500 und 3000 m angegeben. Dabei ist jedoch zu beachten, dass nach (Thomsen & Dr. Liebsch-Dörschner, 2014, S. 7), die Wahrscheinlichkeit geeigneter Permeabilitäten der Nutzhorizonte im Allgemeinen auf Tiefen bis 2500 m beschränkt ist, lokal auch tiefer.

Tabelle 9: Maximalwerte der Thermalwassertemperaturen im tiefen Untergrund in einem Umkreis von 25km um Norderstedt: Ermittelt unter der Verwendung von GeotIS (Agemar T. , Alten, Kuder, Kühne, & Pester, 2010).

Rahmenparameter	Wert	Einheit
Thermalwassertemperatur in 1000m Tiefe	42 ± 3	$^{\circ}C$
Thermalwassertemperatur in 1500m Tiefe	56 ± 3	$^{\circ}C$
Thermalwassertemperatur in 2000m Tiefe	71 ± 4	$^{\circ}C$
Thermalwassertemperatur in 2500m Tiefe	87 ± 4	$^{\circ}C$
Thermalwassertemperatur in 3000m Tiefe	106 ± 5	$^{\circ}C$

Abbildung 24 zeigt eine beispielhafte Darstellung der Untergrundtemperaturen im Bereich Norderstedt und Umgebung. Die Werte in Tabelle 8 wurden auf Basis solcher Darstellungen ermittelt.

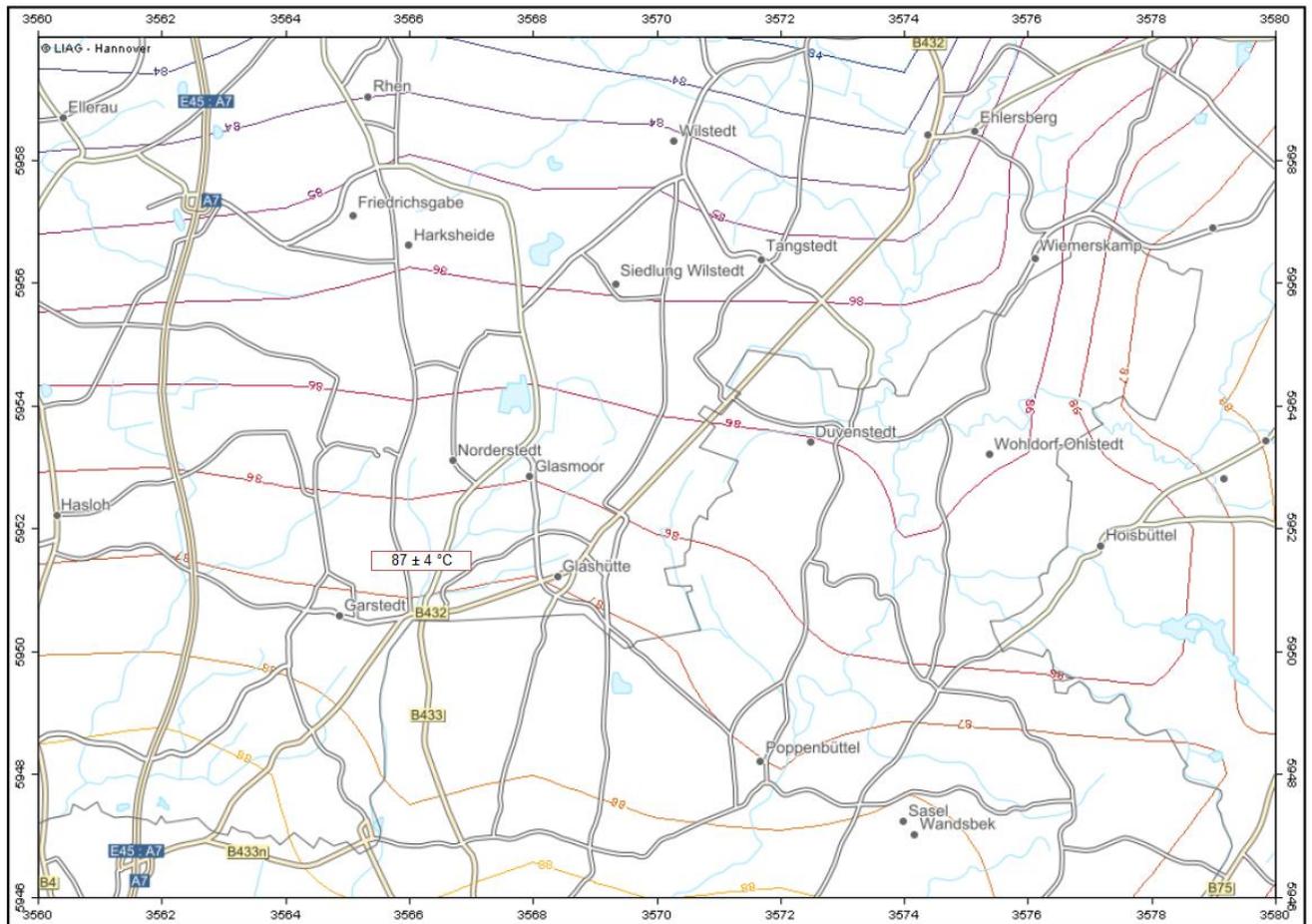


Abbildung 24: Beispielhafter Datenauszug aus GeotIS (Agemar T. , et al., 2014) für Norderstedt und Umgebung. Abgebildet ist ein Horizontalschnitt durch den Untergrund in 2500 m Tiefe. (© LIAG-Institut für Angewandte Geophysik, 2024)

Ausschlaggebend für eine erfolgreiche hydrothermale Nutzung ist das Vorhandensein geeigneter Nutzhorizonte. Abbildung 25 lässt auf Basis der geologischen Daten des Schleswig Holsteiner Landesamtes für Umwelt (Landesamt für Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (LfU), 2023) auf vielversprechende [Standorte](#) nordwestlich von Elmshorn (etwa 30km entfernt) nördlich von Kaltenkirchen (~15km entfernt), und östlich von Bargteheide (etwa 30km entfernt). Die potenziell in Frage kommenden Nutzhorizonte (Rhät-Sandstein in diesem Fall) sind als orangebraune Flächen dargestellt, während der rote Kreis einen entsprechenden Umkreisradius von ca. 30km wiedergibt. **Die hier vorgenommene Standortauswahl dient ausschließlich der groben Abschätzung eines denkbaren Potenzialbereiches und nicht einer tatsächlichen Standortempfehlung. Sollte die Umsetzung von Projekten der tiefen Geothermie angestrebt werden, wird dringend empfohlen, separate und umfassende, geologische Untergrundanalysen für eine geeignete Standortauswahl durchführen zu lassen und diese durch Probebohrungen abzusichern.**

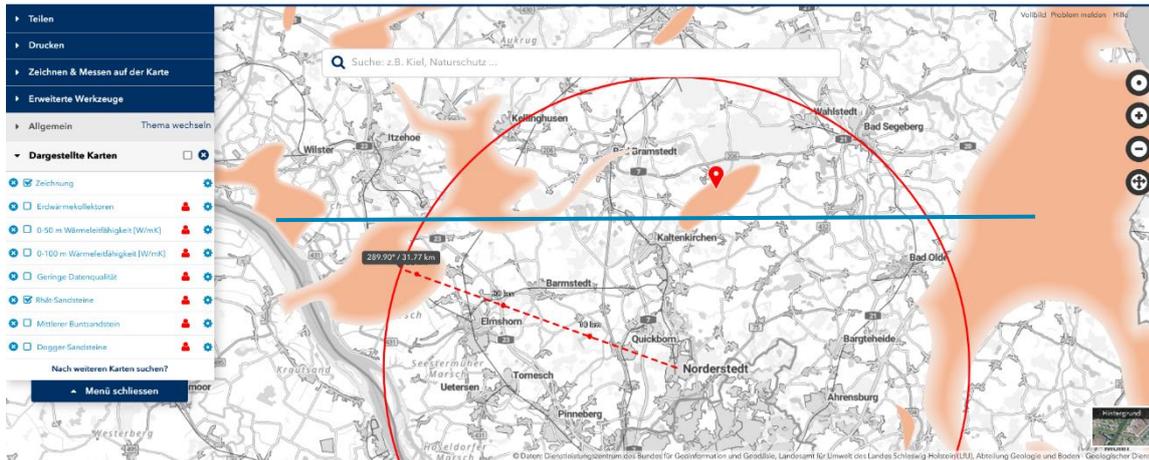


Abbildung 25: Für hydrothermale Tiefengeothermie geeignete Nutzhorizonte in einem Umkreis von 10 km um Norderstedt nach (Landesamt für Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (LfU), 2023). Hellbraune Flächen markieren die potenziell in Frage kommenden Rhät-Sandsteinhorizonte, Rotbraune Flächen mittlere Bundsandsteinhorizonte. Der rote Kreis zeigt den Umkreisradius von ca. 10km an. (Quelle: Web Map Service (WMS) Geologie - Geothermie von LfU-SH, Lizenz dl-de/by-2-0 nach <http://www.govdata.de/dl-de/by-2-0>)

Abbildung 25 macht deutlich, dass in der unmittelbaren Umgebung von Norderstedt keine geeigneten Nutzhorizonte vermutet werden. Erst ab Überbrückungslängen von etwa 15km (Kaltenkirchen) bzw. 30km (Elmshorn bzw. Bargteheide) kämen geeignete Standorte in Frage. Für eine mögliche Nutzung in Norderstedt bedeutete dies aller Voraussicht nach eine regionale Kooperation mit den Gemeinden vor Ort sowie entsprechenden Transportleitungen.

Abbildung 26 zeigt einen mit GeotIS (Agemar T., Alten, Kuder, Kühne, & Pester, 2010) angefertigten Vertikalschnitt durch den Untergrund entlang der in Abbildung 25 gezeigten blauen Linie. Die farbigen Flächen markieren dabei die unterschiedlichen Nutzhorizonte. Die herrschenden Untergrundtemperaturen sind als farbige Isolinien dargestellt. Die Entsprechenden Bohrtiefen sind am rechten und linken Rand des Ausschnitts in schwarz abgebildet. Ebenfalls in schwarz dargestellt sind bereits durchgeführte Bohrungen. Diese sind obertägig als Dreiecke ausgeführt, während der Bohrverlauf als vertikale schwarze Linie visualisiert ist.

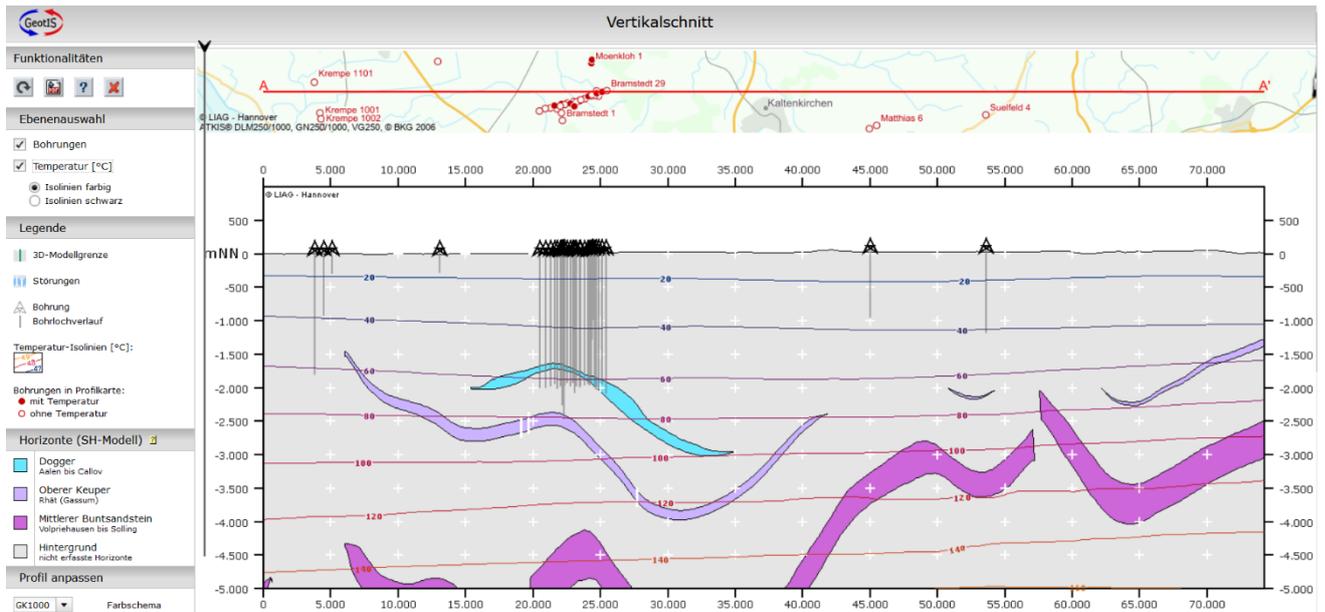


Abbildung 26: Mit aus GeotIS (Agemar T. , Alten, Kuder, Kühne, & Pester, 2010) erstellter Vertikalschnitt entlang der gedachten Verbindungslinie von Elmshorn über Kaltenkirchen bis nach Riefeld (Holstein). Dargestellt sind die Gesteinshorizonte als farbig markierte Flächen sowie die entsprechenden Untergrundtemperaturen als farbige Isolinien. Bereits durchgeführte Bohrungen sind als schwarze Dreiecke mit dazugehörigen vertikalen schwarzen Linien als Bohrverläufe dargestellt. Das Linienende gibt dabei die Bohrtiefe an, welche am rechten bzw. linken Rand als Tiefe in Metern abgetragen ist.

Die grafische Auswertung aus Abbildung 27 verdeutlicht, dass entlang der in Abbildung 25 gezogenen Linie verschiedene potenzielle Nutzhorizonte in Bohrtiefen von 2500 bis 3000m in Frage kommen und dass dabei mit Untergrundtemperaturen von etwa 80 bis 100°C zu rechnen sind.

Unter der Annahme, dass Überbrückungslängen von etwa 15 bis 30km einschließlich potenziell notwendiger regionaler Kooperationen in Frage kommen, visualisiert Abbildung 27 schließlich die, auf Grundlage der vorangegangenen Datenakquise, ermittelten Ergebnisse der Potentialanalyse für die zu erwartende Wärmemenge aus der Nutzung hydrothormaler Tiefengeothermie. Als Berechnungsgrundlage dient dabei die von Jochum et al. (Jochum, et al., 2017) entwickelte Methode. Auf der vertikalen Achse des Diagramms in Abbildung 27 ist dabei das berechnete Wärmepotential in GWh pro Jahr und Bohrdublette in Abhängigkeit der Thermalwassertemperatur aufgetragen, welche wiederum auf der horizontalen Achse in Grad Celsius aufgeführt ist. Die in Tabelle 9 aufgeführten Thermalwassertemperaturen oberhalb der (Re)Injektionstemperatur von 65°C sind als vertikale rote, bzw. orange Linien in Abhängigkeit ihrer Bohrtiefe dargestellt. Die unterschiedlich farblich markierten Linien symbolisieren die durchgeführten Sensitivitätsanalysen, sodass die abgeschätzten, bohrtiefenabhängigen Potentialbereiche als transparente rote Trapeze dargestellt werden können. Die schwarze Linie zeigt die ursprünglichen Ergebnisse der Berechnung nach Jochum et al. (Jochum, et al., 2017). Für die Ergebnisse der orangenen und roten Linie wurde die (Re)Injektionstemperatur um $\pm 5^\circ\text{C}$ variiert. Für die Ergebnisse der blauen Linien wurden die zu erwartenden Volllaststunden von ursprünglich 3000 auf jeweils 2000, 4000 und 6000 Volllaststunden pro Jahr geändert, wobei die (Re)Injektionstemperatur zu 65°C angenommen wurde.

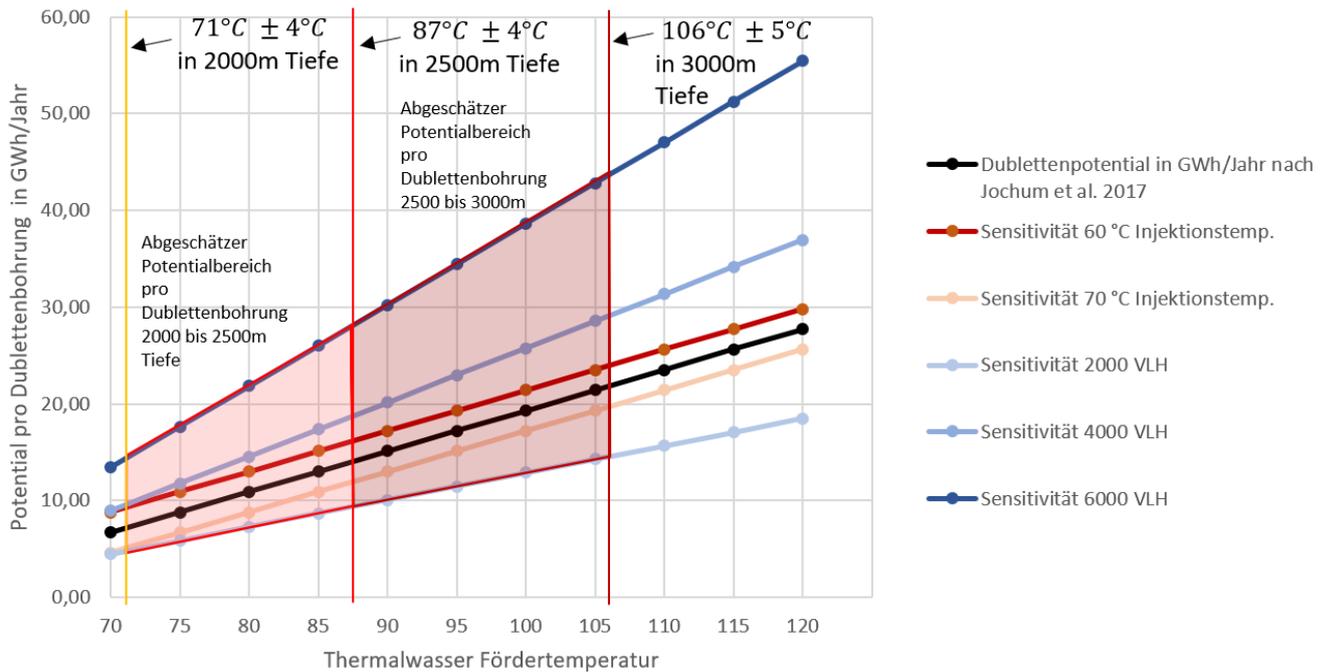


Abbildung 27 Ergebnisse der Abschätzung des Wärmemengenpotenzials aus der Nutzung hydrothermaler Tiefengeometrie für die Wärmeversorgung der Stadt Norderstedt.

Die folgenden, wesentlichen Beobachtungen gehen aus Abbildung 27 Ergebnisse der Abschätzung des Wärmemengenpotenzials aus der Nutzung hydrothermaler Tiefengeometrie für die Wärmeversorgung der Stadt Norderstedt. hervor:

1. Die Sensitivität der (Re)Injektionstemperatur ist mit etwa 0,4 GWh pro Jahr und Grad Celsius relativ gering
2. Der **Einfluss der Volllaststunden** hingegen ist multiplikativ und damit **verhältnismäßig groß**. Bei einer Verdopplung der Volllaststunden verdoppelt sich somit auch das Potential. Da die **Volllaststundenanzahl** der Nutzung hydrothermaler Tiefengeometrie in der Regel **nicht Angebotslimitiert** ist (Heumann & Ernst Huenges, 2017, S. 13) , (Bracke, et al., 2022, S. 22), (Seibt, Kabus, & Hoth, 24-29 April 2005, S. 4), (Janczik, 2014, S. 27) (das Thermalwasser kann potenziell ganzjährig gefördert werden), die Volllaststundenanzahl aber einen sehr großen Einfluss auf das nutzbare Wärmepotenzial sowie die entsprechenden spezifischen Wärmegestehungskosten, ist bei der **grundsätzlichen Entscheidungsfrage** ein **ganzheitliches Wärmeversorgungskonzept** zu berücksichtigen, um die ganzjährig verfügbare Wärme möglichst umfassend zu nutzen.
3. Bei einer Bohrtiefe von **2500m** und einer Thermalwassertemperatur von **87°C** ergibt sich ein ermittelter Potentialbereich von etwa **10 GWh bis etwa 28 GWh pro Jahr und Dublette**.
4. Bei einer Bohrtiefe von **3000m** und einer Thermalwassertemperatur von **106°C** ergibt sich ein ermittelter Potentialbereich von etwa **15 GWh bis etwa 45 GWh pro Jahr und Dublette**. Nach Thomsen & Liebsch-Dörschner (Thomsen & Dr. Liebsch-Dörschner, 2014, S. 7) sind die entsprechenden Permeabilitäten in diesen Tiefen jedoch oft zu gering, sodass für eine vereinfachte Potentialabschätzung i.d.R. nur bis tiefen von etwa 2500m sinnvoll ist.
5. **Die ermittelten Potentiale liegen verhältnismäßig weit auseinander**. Dies bestärkt nochmal den Hinweis, dass eine solche Potenzialabschätzung lediglich dazu dienen sollte tiefe Geothermie als Option grundsätzlich ein- oder auszuschließen. Konkrete und detaillierte Voruntersuchen inklusive eventueller Probebohrungen sind deshalb zu empfehlen.

Es lässt sich festhalten, dass ein Potential von 10 GWh bis etwa 28 GWh pro Jahr und Dublette mit einer Bohrtiefe von etwa 2500m in der Region um Kaltenkirchen die erfolgversprechendste Option erscheint. Sollte eine entsprechende Umsetzung in Erwägung gezogen werden, sind auf Grund der horizontalen Entfernung der Nutzhorizonte von 15 bis 30km entsprechende Verbundvorhaben notwendig. Wesentlich Faktor für die in Zukunft wirtschaftliche Nutzung hydrothermaler Tiefengeometrie ist dabei eine möglichst hoher Volllaststundenanzahl und damit eine ganzheitliche Systembetrachtung des Wärmeversorgungskonzeptes, ggf. auch gemeinsam mit den entsprechenden Verbundpartnern, da der Ausnutzungsgrad der ganzjährig zu Verfügung stehenden hydrothermalen Tiefengeothermie in der Regel abnahmelimitiert ist.

In ihrer Potenzialstudie von April 2022 identifizieren die GeoDienste GmbH einen, für tiefe Geothermie, in Frage kommenden Standort, innerhalb des Stadtgebietes von Norderstedt, in der Nähe des ARRIBA-Bades (GeoDienste GmbH, Schulz, & Michalzik, 2022, S. 69). Für diesen Standort wird eine notwendige Bohrtiefe von 3600m, eine potentielle Thermalwassertemperatur von 130°C sowie ein Volumenstrom von 15-30 L/s bei einer Wärmekapazität von 3,41 kJ/(kgK) (GeoDienste GmbH, Schulz, & Michalzik, 2022, S. 72) und einer Dichte von 1,09 kg/L (GeoDienste GmbH, Schulz, & Michalzik, 2022, S. 85) ermittelt. Anhand dieser Parameter sowie angenommener Rücklauftemperaturen von 50-70°C werden thermische Leistungspotentiale von 4,3 bis 8,6 kW pro Dublette errechnet (GeoDienste GmbH, Schulz, & Michalzik, 2022, S. 85).

Auf dieser Datengrundlage werden dann Simulationen mit der Software EnergyPro durchgeführt, um verschiedene Versorgungskonzepte zu untersuchen. Dabei werden jeweils zwei Tiefengeothermie-Dubletten mit einer Maximalleistung von 3,2kW, bei einer Fördertemperatur von 127°C und einer Rücklauftemperatur von 50 bzw 65°C angenommen (GeoDienste GmbH, Schulz, & Michalzik, 2022, S. 89-91; 97). Anhand dieser Annahmen werden als Ergebnis der Simulation unter anderem Volllaststunden für beide Dubletten von >4900 (GeoDienste GmbH, Schulz, & Michalzik, 2022, S. 94) bei Kopplung mit Hochtemperatur-Wärmepumpen und > 4750 (GeoDienste GmbH, Schulz, & Michalzik, 2022, S. 99) ohne Kopplung für die Nutzung der tiefen Geothermie ermittelt. **Damit ergibt sich ein energetisches Potenzial von mehr als 15 GWh/Jahr und Dublette bei einer Bohrtiefe von 3600m.**

Die in diesem Bericht und in der Potentialstudie der GeoDienste GmbH (GeoDienste GmbH, Schulz, & Michalzik, 2022) angestellten theoretischen Überlegungen zeigen, dass durchaus ein Potential für die Nutzung von tiefer Geothermie besteht. Allerdings zeigen Sie auch, dass viele Unsicherheiten im Bereich der zu erwartenden Fündigkeit, sowie der Ausnutzung potenzieller Anlagen besteht. Insbesondere die geologische Unsicherheit verbunden mit den hohen Erschließungskosten machen umfangreiche Voruntersuchungen und Probebohrungen notwendig. **Da aktuell weder Bund noch Länder das finanzielle Risiko im Bereich der nicht erfolgreichen Bohrtätigkeiten für die Nutzung von tiefer Geothermie abfedern, kann an dieser Stelle keine Empfehlung für eine entsprechende Exploration ausgesprochen werden. Es wird daher empfohlen, den Fokus auch auf die Nutzung anderer regenerativer Wärmequellen zu legen und u.a. Potenziale zu nutzen, die wie die mitteltiefe Geothermie weniger abhängig sind vom Fündigkeitsrisiko.**

5.2.5 Oberflächengewässer

Prinzipiell lassen sich Oberflächengewässer sehr gut thermisch nutzen, da sie eine gewisse Trägheit im Temperaturverlauf über das Jahr hinweg aufweisen und auch in den Wintermonaten Wärme liefern können. Hierzu ist eine Wärmepumpe erforderlich, welche die Umweltwärme auf das erforderliche Temperaturniveau anhebt.

Bei der Ausführung solcher Systeme werden zwei Varianten der Oberflächenwasser-Wärmepumpe unterschieden. In offenen Systemen wird dem Oberflächengewässer Wasser entnommen, das durch den Wärmetauscher geleitet wird. In geschlossenen Systemen befindet sich der Wärmetauscher direkt im Gewässer.

Das geschlossene System besteht aus einem Kollektor, der direkt im Gewässer eingebracht wird. Die Designmöglichkeiten eines solchen Wärmetauschers direkt im Gewässer sind vielfältig.¹ In dieser Konfiguration wird kein Wasser aus dem Gewässer entnommen. Es liegt dennoch eine Benutzung im Sinne von § 9 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) vor, da auch das „Einbringen von Stoffen in Gewässern“ eine Benutzung ist.² Die Genehmigung eines geschlossenen Systems kann herausfordernd sein, da es in Deutschland keine einheitliche Regelung weder auf Länder- noch auf Bundesebene gibt. Ein Nachteil ist, dass mit einer gesteigerten Verschmutzung des Wärmetauschkollektors gerechnet werden muss im Vergleich zu einem offenen System, denn eine Filterung des Wassers vor Durchströmung des Wärmetauschers im offenen Gewässer wird in der Regel nicht umgesetzt.

Das offene System ist baulich aufwendiger als das geschlossene System. Das Wasser wird in einer bestimmten Gewässertiefe entnommen, an Land in einen Wärmetauscher geleitet und wieder ins Gewässer eingeleitet. Es wird eine wasserrechtliche Erlaubnis nach § 9 WHG erforderlich. Auch hier besteht derzeit noch keine einheitliche Genehmigungspraxis.

Hinzu kommen jeweils auch erforderliche Genehmigungen nach Landeswassergesetzen. In Schleswig-Holstein bedürfen Anlagen in und an Gewässern einer Genehmigung.

In der Regel werden offene Systeme in höheren Leistungsbereichen gebaut und geschlossene Systeme eher in geringem Leistungsbereich. Direkt in Gewässer eingebrachte See- oder Fluss- bzw. Kanalwasserkollektoren werden bereits im niedrigen kW-Bereich eingesetzt, z. B. ab 14 kW.

In Norderstedt gibt es keine sehr großen Oberflächengewässer. Das größte Gewässer ist der Stadtparksee mit einer Gewässeroberfläche von ca. 228.000 m². Im Flächennutzungsplan sind insgesamt etwa 70 Gewässerflächen gekennzeichnet. Gleicht man deren Lage mit Schutzgebieten ab, so fallen sie nicht in Naturschutz-, FFH-, Vogelschutzgebiete oder Biosphärenreservate. Viele der Gewässerflächen sind jedoch als Biotop gekennzeichnet, diese werden bei der untenstehenden Potenzialangabe jedoch nicht ausgeschlossen. Nicht berücksichtigt ist bei der Betrachtung die Tatsache, dass einige der Gewässer möglicherweise nicht das ganze Jahr über gefüllt sind, sondern teilweise oder ganz austrocknen. Es wäre erforderlich, die im FNP als Gewässer ausgewiesenen Flächen dahingehend zu prüfen. Vor diesem Hintergrund werden sehr kleine Gewässerflächen von unter 500 m² nicht aufgeführt.

¹ Schwinghammer (2012): Thermische Nutzung von Oberflächengewässern. http://www.hydrology.uni-freiburg.de/abschluss/Schwinghammer_F_2012_MA.pdf

² U. a. Berger (2011): Wärmetauscher in oberirdischen Gewässern – Wasserwirtschaftliche Betrachtung. https://www.wwa-deg.bayern.de/service/veroeffentlichungen/doc/w_tauscher_gew.pdf

Tabelle 10: Potenziale für die thermische Nutzung von Oberflächengewässern in Norderstedt.

Wasserfläche	Anzahl Gewässer	Konfiguration	Theoretisches Potenzial ³
Ab 5.000 m ²	7	Entnahme und Wiedereinleitung (offenes System)	Gesamt: ca. 10 bis 21 GWh/a Davon: <ol style="list-style-type: none"> 1. Stadtparksee: ca. 8-17 GWh/a 2. Syltkuhlen: ca. 0,4-0,9 GWh/a 3. Nördlich vom Moorbekstadion: 0,3-0,7 GWh/a⁴ 4. Zeppelinstr./Ring 3 in Schleife der Bundesstraße oder ggf. Rückhaltebecken daneben: 0,3-0,6 GWh/a⁵ 5. Angelteich Niendorfer Str. (anliegend Gewerbegebiet): ca. 0,3-0,6 GWh/a 6. Rugenwedelsau beim Golf-Club (vsl. kein Wärmebedarf anliegend): ca. 0,3-0,6 GWh/a 7. Heidbergpark: ca. 0,2-0,5 GWh/a
500-5.000 m ²	42	Kollektor (geschlossenes System) ⁶	Gesamt ca. 9 GWh/a Durchschnittlich ca. 0,2 GWh/a

Das größte Potenzial birgt der Stadtparksee, der durch die Entnahme von Sand entstand. Während und nach der Sandentnahme wurden Teilflächen wieder verfüllt, u. a. wurden auch größere Mengen Bauschutt und Baustellenabfälle abgelagert. Es gibt keinen Zu- und Ablauf aus dem See. Heute wird der See als Freizeitanlage genutzt (Strandbad, Wasserskianlage) und grenzt an den Stadtpark Norderstedt an. Um den See herum befinden sich Grünflächen, südlich grenzt ein Gewerbegebiet an. Der See misst an der größten Stelle ca. 680 mal 590 Meter und hat eine mittlere Tiefe von 4,4 Meter. Die tiefste Stelle beträgt 10,5 Meter. Die Seeoberfläche beträgt etwa 228.000 m² und das Seevolumen 1,0 Mio. m³. Die Temperatur an der Wasseroberfläche (Tiefe 0 bis 5 Meter) schwankt im Jahresverlauf etwa zwischen 7-20°C, in einer Tiefe von 8 Meter liegt die Temperatur zwischen 7-16°C, wobei die Messung im Winter (z.B. Januar/Februar) hier fehlt.⁷

Ausgehend von den gegebenen Ausmessungen und dem Temperaturverlauf des Stadtparksees wird für diesen eine detaillierte Potenzialanalyse durchgeführt, um das technische Potenzial anzunähern. Hierfür werden folgende Annahmen getroffen:

- Die tägliche Entnahmemenge beträgt 0,1 % des Seevolumens, d.h. 1.003 m³/Tag;
- Die Differenz zwischen der Entnahme- und Wiedereinleittemperatur beträgt 3°C, d.h. das Seewasser wird um 3°C abgekühlt in den See wieder eingeleitet.

Das so ermittelte technische Potenzial beträgt etwa 1,9 GWh/a.

³ Geschätzt anhand Wasseroberfläche, tatsächlich realisierbares Potenzial weitaus geringer

⁴ Ggf. inzwischen trocken/Moor bzw. sumpftartig, wahrscheinlich für thermische Nutzung ungeeignet

⁵ vermutlich für thermische Nutzung ungeeignet

⁶ Kollektorfläche beträgt 60 % der Wasseroberfläche

⁷ KLS Gewässerschutz GmbH (2021): Stadtparksee Norderstedt. Gewässerökologisches Monitoringprogramm. https://www.norderstedt.de/media/custom/3224_3030_1.PDF?1623399506

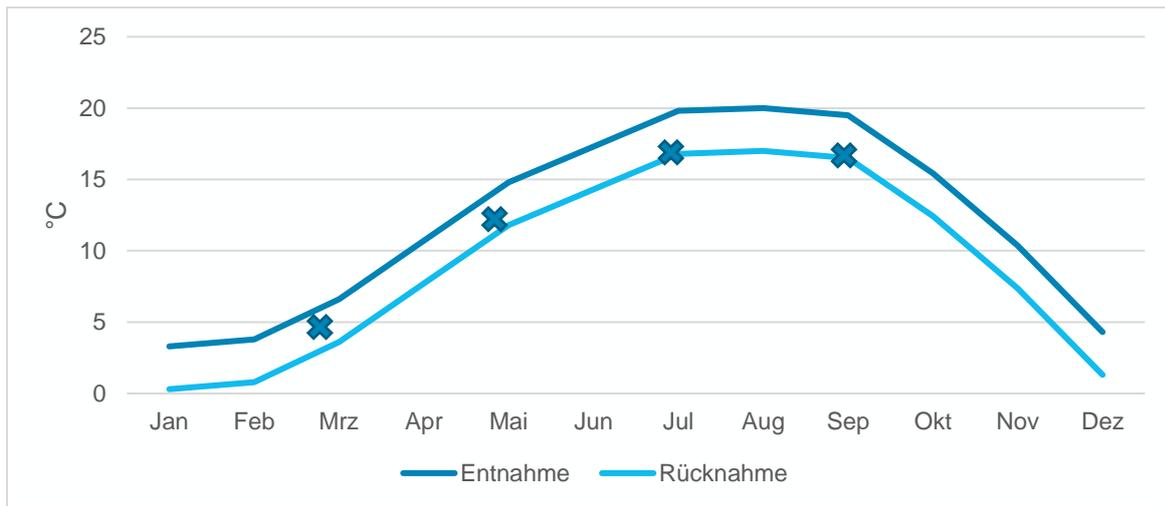


Abbildung 28: Wassertemperatur des Stadtparksees in 4 Metern Tiefe (Entnahme). Die mit einem Kreuz gekennzeichneten Werte sind gemessen, die restlichen Werte interpoliert bzw. anhand von umliegenden Gewässern geschätzt. Quelle der Messwerte: KLS Gewässerschutz GmbH (2021): Stadtparksee Norderstedt. Gewässerökologisches Monitoringprogramm.

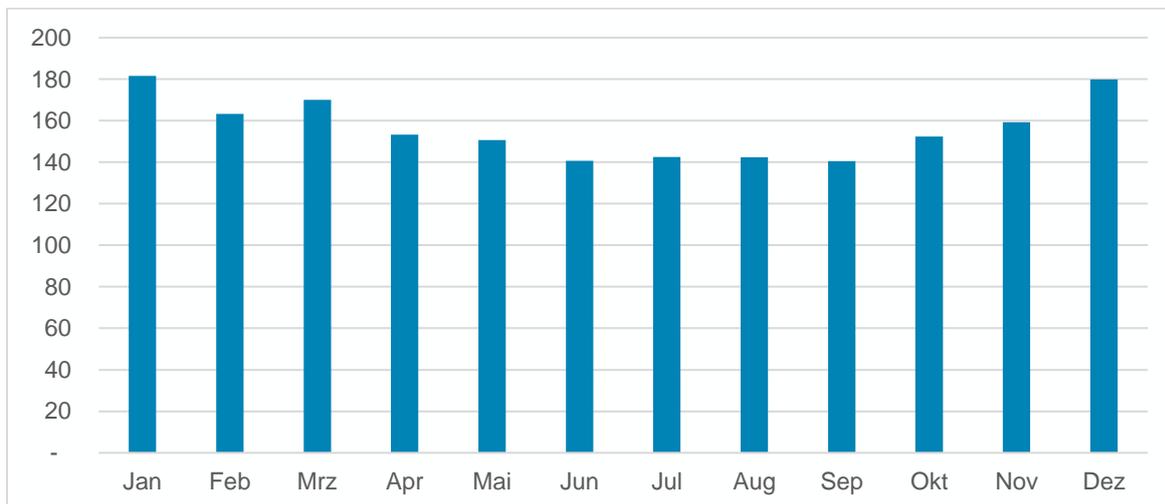


Abbildung 29: Möglicher Wärmeertrag bei der Realisierung einer Wärmepumpe am Stadtparksee.

Die thermische Nutzung mittels offenem System (Entnahme und Wiedereinleitung) des Stadtparksees sowie des Gewässers an den Syltkuhle, Zeppelinstr./Ring 3, dem Angelteich Niendorfer Str., an Rugenwedelsau beim Golf-Club und am Heidbergpark können bei Bedarf genauer geprüft werden. Viele kleinere Seen und Teiche könnten theoretisch mittels geschlossenem System (Seekollektor) erschlossen und nutzbar gemacht werden.

Insbesondere ist zu erörtern, inwiefern vor dem Hintergrund der Biotopkartierung Restriktionen für die thermische Nutzung der Gewässer bestehen. Zudem ist zu klären, welche maximalen Temperaturänderungen in den Gewässern entstehen dürfen (Abkühlung der Gewässer). Anders als beispielsweise in der Schweiz gelten in Deutschland hierfür keine allgemeinen Vorgaben, sondern ortsspezifische Regelungen.

Nach aktuellem Kenntnisstand ist das anliegende Potenzial des Stadtparksees nicht erschließbar, da es sich um eine Biotopfläche handelt, auf der u.a. Vögel, Amphibien, Muscheln und Armleuchteralgen vorkommen.

5.2.6 Aquathermie

Abwasser hat auch in der kalten Jahreszeit meistens Temperaturen zwischen 10-20 °C und bietet somit eine geeignete Wärmequelle für Wärmepumpen. Im Hinblick auf die Erschließung der Wärmequelle kann zwischen einer dezentralen Erschließung in Sielen – also vor der Abwasserreinigung im Klärwerk oder zentral auf dem Klärwerksgelände unterschieden werden. Grundsätzlich kann gereinigtem und ungereinigtem Abwasser Wärme entzogen werden. Um sicherzustellen, dass das Abwasser nicht direkt mit dem Wärmetauscher (Verdampfer) der Wärmepumpe in Kontakt kommt, wird ein zusätzlicher Abwasserwärmetauscher installiert. Die Wärme des Abwassers wird an ein Medium übertragen, welches über einen Kreislauf die Wärme zum Verdampfer der Wärmepumpe transportiert. Die Installation des Abwasserwärmetauschers findet entweder zentral in einem Becken des Klärwerks oder dezentral an oder in einem Siel statt. Diese Arten von Erschließungen führen zu unterschiedlichen Platz- und Abwasserbedingungen. Bei der Verwendung von Wasser als Wärmequelle sollten grundsätzlich der Verunreinigungsgrad und die Wasserqualität berücksichtigt werden. Probleme wie Korrosionsschäden, Ablagerungen und Rohrverschmutzung oder Biofilmbildung können auftreten, wenn der Wärmetauscher für Wasser nicht geeignet ist. Wenn diese Faktoren bei der Auswahl eines Wärmetauschers nicht berücksichtigt werden, kann dies zu einer schlechten Wärmeübertragung oder einem Ausfall des Wärmetauschers führen. Reinigungsmaßnahmen und Filtersysteme vor und im Wärmetauscher können dies ebenfalls verhindern.

Für eine wirtschaftliche Nutzung müssen minimale Abwassermengen an der Wärmeentnahmestelle verfügbar sein. Der Schweizer Leitfaden für Abwasserenergienutzung gibt einen Richtwert von mindestens 10 l/s für eine wirtschaftliche Nutzung an (René Buri, 2004). Das entspricht dem Minimalabfluss von etwa 5.000 Einwohnern.

Ein Vorteil der zentralen thermischen Verwertung am Klärwerk ist die höhere Verfügbarkeit des Abwassers. Durch die Verdichtung der Sammelleitungen nimmt die Abwassermenge mit abnehmender Distanz zum Klärwerk zu. Das nutzbare thermische Potenzial ist am Klärwerk daher i.d.R. größer als in einzelnen Sielen.

In der Stadt Norderstedt gibt es keine Kläranlage. Die gesamte Schmutzwassermenge von circa 5.000.000 m³/a wird je zur Hälfte dem Abwasserzweckverband Südholstein sowie der Hamburger Stadtentwässerung zur Klärung geleitet. Daher entfällt in Norderstedt die Möglichkeit, Wärme des Abwassers zentral in einem Klärwerk zu gewinnen.

Dezentral kann die Wärmenutzung des Abwassers jedoch potenziell durch die Integration von Wärmetauschern in Sielen und Pumpwerken der Stadt umgesetzt werden. Die Art des Wärmetauschers hängt davon ab, ob die Installation in einem Siel oder am Pumpwerk erfolgt. Zur Erschließung am Pumpwerk besteht zum Beispiel die Möglichkeit, einen Rohrbündel-Abwasserwärmetauscher einzusetzen. Dieser kann beispielsweise in einem Zulauf vor den Pumpen integriert werden, oder das Wasser kann über eine Bypass-Lösung zum Wärmetauscher geführt werden. Ein Medium zur Wärmeübertragung fließt in den Rohren, während das grob vorgeseibte Abwasser außerhalb fließt. Die Edelstahlrohre ermöglichen eine effektive Wärmeübertragung zwischen den beiden Medien.

Wie für das Pumpwerk, kann das Abwasser aus den Sielen ebenfalls über eine Bypass-Lösung zum Wärmetauscher geführt werden. Eine weitere Lösung besteht in der Integration von Kanalwärmetauschern, auch Rinnenwärmetauscher genannt, welche direkt in das Siel montiert werden. Um einen Wärmetauscher für die Siele der Stadt Norderstedt zu wählen, müssen Daten über die Tiefe sowie Art, Dimensionen und Lage der Leitungen abgerufen werden.

Auf Basis der Durchflussdaten der Stadtwerke an den Pumpwerken könnten am Mühlenweg bis zu 0,5 GWh/a genutzt werden und in Friedrichsgabe bis zu 1 GWh/a.

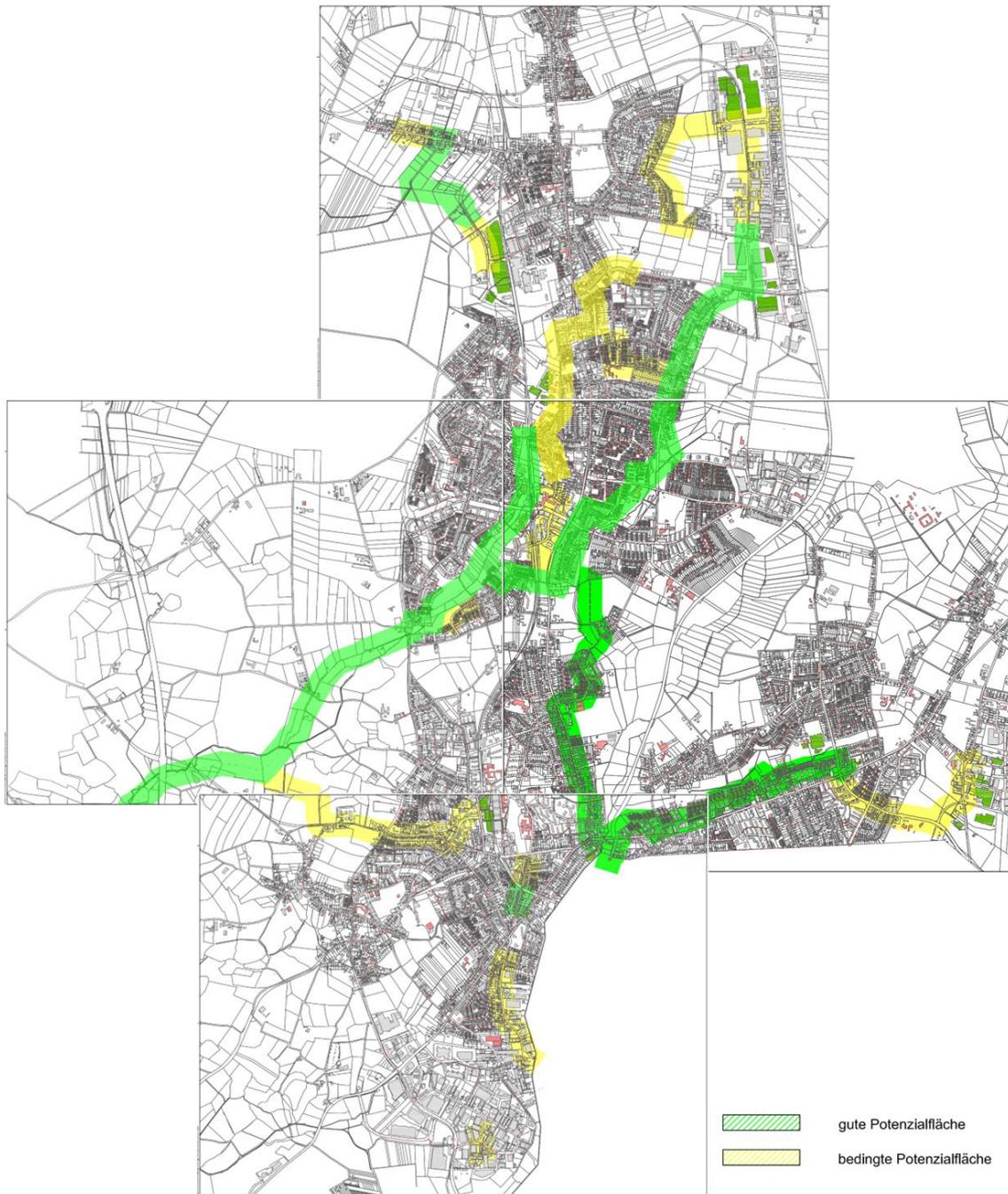


Abbildung 30: Potenzialflächen zur Abwassernutzung in Norderstedt (Quelle: Stadtwerke Norderstedt 2023)

Unabhängig von einer Systemlösung in den Sielen oder am Pumpwerk ist es notwendig, weitere Informationen über den Wasserdurchfluss und die Temperaturen in den untersuchten Abschnitten zu erfassen. Basierend auf diesen Informationen kann das Abwasserwärmepotenzial als Quelleistung für eine Wärmepumpe errechnet werden. Abhängig von der vorhandenen Temperatur und der Mindesttemperatur, die zurückgeführt werden muss, kann eine Temperaturspreizung (Abkühlung) bestimmt werden. Anhand dieser und dem vorhandenen Volumenstrom kann eine Entzugsleistung berechnet werden und das Potenzial der Abwasserwärme für Norderstedt abgeschätzt werden.

5.2.7 Luftwärmepumpen

Neben der Geothermie kann die Außenluft als Wärmequelle durch Wärmepumpen nutzbar gemacht werden. Luftwärmepumpen entziehen der Umgebungsluft Wärme auf Außenlufttemperaturniveau und „pumpen“ diese Wärmeenergie auf ein für die Gebäudebeheizung und/oder Trinkwarmwasserbereitstellung nutzbares Temperaturniveau.

Nachteilig an einer Wärmeversorgung mit Luftwärmepumpen sind die niedrigeren Außentemperaturen während der Heizperiode in den Wintermonaten, da bei einem größeren Temperaturunterschied zwischen Ausgangsniveau und gewünschter Heiztemperatur mehr elektrische Energie notwendig ist. Dadurch ist die Effizienz von Luftwärmepumpen an kalten Tagen vermindert. Luftwärmepumpen werden daher häufig in einem Bivalenzbetrieb mit einem weiteren Wärmeversorger, wie z.B. einem Gaskessel oder einem Heizstab eingesetzt. In einem derartigen Bivalenzbetrieb werden die Luftwärmepumpen bis zu einer Außentemperatur z.B. zwischen 5 - 0°C betrieben. An den wenigen kälteren Tagen im Jahr übernimmt der Zweitwärmeerzeuger. Insgesamt würde die Wärmeversorgung zu einem großen Teil durch den Einsatz der Luftwärmepumpen erfolgen (vgl. Günther et al. 2020).

Ferner bieten sich Wärmepumpen insbesondere bei niedrigen Ziel- bzw. Heiztemperaturen an, womit der Temperaturhub besonders gering ausfallen kann. Eine geringe Temperaturspreizung zwischen Quell- und Zieltemperatur wirkt sich positiv auf die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe aus und führt damit zu einem geringeren Stromverbrauch in der Wärmebereitstellung. Durch einen Abgleich der Heizkurve auf den Wärmepumpenbetrieb, also einen Abgleich der Heizungsvorlauftemperatur auf die Außentemperatur bzw. auf die Heizlast, kann die Effizienz der Wärmepumpe erhöht werden.

Der Erfolgsschlüssel beim Rollout von Wärmepumpen im Bestand ist die Abstimmung zwischen Vorlauftemperaturen und individuellen Heizlasten in den Räumen eines jeden Gebäudes. Durch Teilsanierungen bzw. den Austausch einzelner Elemente wie Fenster oder Türen kann die Heizlast und folglich auch die Vorlauftemperatur abgesenkt werden, um einen effizienten Betrieb der Wärmepumpe zu ermöglichen.

Da die Heizkörperflächen in alten Systemen meistens überdimensioniert sind, kann die Wärmepumpe mit geringeren Vorlauftemperaturen betrieben werden als das alte Kesselsystem. In Einzelfällen müssen einige kritische Heizkörper getauscht werden, die die erforderliche Heizlast nicht mehr liefern können. Ein Austausch oder Umstellung des gesamten Heizkörpersystems kann in der Regel aber vermieden werden (vgl. Günther et al. 2020). Wenn aus bestimmten Gründen wie u.a. Denkmalschutz keine (Teil-)Sanierung oder Umstellung der Heizkörper möglich ist, kann auf Hochtemperaturwärmepumpen zurückgegriffen werden, die auch Vorlauftemperaturen über 65 °C erreichen und damit wie konventionelle (fossile) Erzeuger im bestehenden Verteilsystem eingesetzt werden können.

Aus den Ergebnissen breit angelegter Feldtests von Wärmepumpen im Bestand lässt sich ableiten, dass es technisch wenig Begrenzungen für den Einsatz von Wärmepumpen im Bestand gibt. Auch in Gebäuden mit einem Heizenergieverbrauch von 140 kWh/m² (Baujahr 1981 unsaniert) konnte für die Luftwärmepumpe eine Jahresarbeitszahl von 2,7 ermittelt werden. Elektroheizstäbe werden oft als Leistungsreserven eingesetzt, die im Mittel in den betrachteten Praxisprojekten keinen relevanten Einfluss auf den Stromverbrauch hatten (<3 % bei Luft-WP; <1,2 % bei Sole-WP). Ein signifikanter Einsatz von Heizstäben fand in der Praxis nur statt, wenn das System falsch parametriert war oder der Einsatz im *Legionellenmodus* nötig war (vgl. Günther et al. 2020). Die Stromkosten, die durch den Einsatz des Heizstabs entstehen, wirken sich bei richtiger Parametrierung nur unwesentlich auf die jährlichen Kosten aus. Eine sorgfältige individuelle Planung des Systems ist auch hier der entscheidende Faktor, um die Heizkosten so gering wie möglich zu gestalten.

Der Abstand von Nachbargrundstücken zu Luftwärmepumpen in Schleswig-Holstein ist mit mindestens 2,3 m festgesetzt. Dabei muss die Luftwärmepumpe laut Bauordnung als gebäudeähnlich eingestuft werden.

Zur Gewährleistung des Immissionsschutzes wird die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm) gemäß Ziffer 6.1 herangezogen. In Bereichen, die als allgemeine Wohngebiete oder Kleinsiedlungen eingestuft sind, gelten bestimmte Lärmgrenzwerte, die tagsüber bei 55 dB(A) und nachts bei 40 dB(A) bezogen auf den Beurteilungspegel liegen. In reinen Wohngebieten sind diese Werte auf 50 dB(A) tagsüber und 35 dB(A) nachts reduziert. Für Kurgebiete sowie Krankenhäuser und Pflegeanstalten sind die niedrigsten Immissionsgrenzwerte vorgesehen, die tagsüber 45 dB(A) und nachts 35 dB(A) betragen. (Bundes-Immissionsschutzgesetz, 2017 Neufassung)

Die Einteilung der Gebiete gemäß den Bestimmungen der Baunutzungsverordnung bildet daher die Grundlage zur Bestimmung der erforderlichen Abstände, um die festgelegten Beurteilungspegel einzuhalten. Die Daten stammen aus einem Bericht der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz. Die Gliederung erfolgt nach „reinen Wohngebieten“ (WR), „im allgemeinen als Wohngebiet ausgeschrieben“ (WA) und „Mischgebiet/ urbanes Gebiet“ (MD/MU) (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, 2020).

Der Energiegehalt der Schallemissionen lässt sich über die Kennzahl „Schalleistungspegel“ beurteilen. Ein niedriger Schalleistungspegel bedeutet, dass die Luftwärmepumpe eine geringere Schallemission aufweist. Die genaue Beziehung zwischen den Schallemissionen und der erbrachten Leistung kann von verschiedenen Faktoren beeinflusst werden, einschließlich der Bauweise und Qualität der Luftwärmepumpe, der Installation, der Umgebungsbedingungen und der Art der Nutzung (Bundesverband Wärmepumpe e.V., 2023).

Die Abschätzung des Potenzials für die dezentrale Wärmeversorgung über Umgebungsluft-Wärmepumpen erfolgt über einen Vergleich der von einer fiktiven Wärmepumpe verursachten Schallemissionen mit den zulässigen Grenzwerten entsprechend. Hierzu wird der Wärmebedarf der Gebäude über öffentlich zugängliche Daten wie Baualtersklassen, Gebäudeart und Nutzung abgeschätzt. Die Leistung der potenziell eingesetzten Wärmepumpe wird entsprechend dieser Bedarfsabschätzung gewählt, wobei von 2000 Volllaststunden und 6 Sperrstunden pro Tag ausgegangen wird. Über Daten des Bundesverbands Wärme wird eine Korrelation zwischen Wärmepumpen-Leistung und Schallemissionen ermittelt. Über diese Korrelation können die Schallemissionen bestimmt werden. Der Standort der Wärmepumpe wird so gewählt, dass er den maximal möglichen Abstand zu Nachbargebäuden aufweist. Flächen zwischen zwei Gebäudewänden, wie z.B. in Gebäudenischen, werden hierbei ausgeschlossen, um eine Erhöhung des Schalleistungspegels durch Reflexion zu vermeiden. Von dem gewählten Standort der Wärmepumpe wird der dichteste Abstand zum am nächsten gelegenen Nachbargebäude berechnet und mit der Mindestanforderung verglichen. Wenn der gemessene Abstand größer ist als der geforderte Mindestabstand, dann wird das entsprechende Flurstück entsprechend gekennzeichnet. Wenn er kleiner ist, erfolgt ebenfalls eine entsprechende Kennzeichnung. Einen Sonderfall bilden die Wärmepumpen-Standorte, die den in Schleswig-Holstein geforderten Mindestabstand von 2,3 m zum Nachbargrundstück nicht einhalten können. Die entsprechenden Flurstücke werden als ungeeignet markiert.

In Abbildung 31 sind die Ergebnisse der Potenzialabschätzung auf Quartiersebene aggregiert grafisch dargestellt. In den meisten Bereichen des Stadtgebiets konnte für den Quartiersdurchschnitt eine Eignung für den Einsatz von Luftwärmepumpen festgestellt werden. In den Bereichen Harksheide, Glas- hütte, Garstedt und der Norderstedt Mitte wird teilweise nur eine bedingte Eignung ausgewiesen, da die Abstände nicht ausreichend sind. Diese Bereiche sind im Detail gesondert zu prüfen und bei Bedarf durch andere Potenziale bzw. über Wärmenetze zu versorgen.

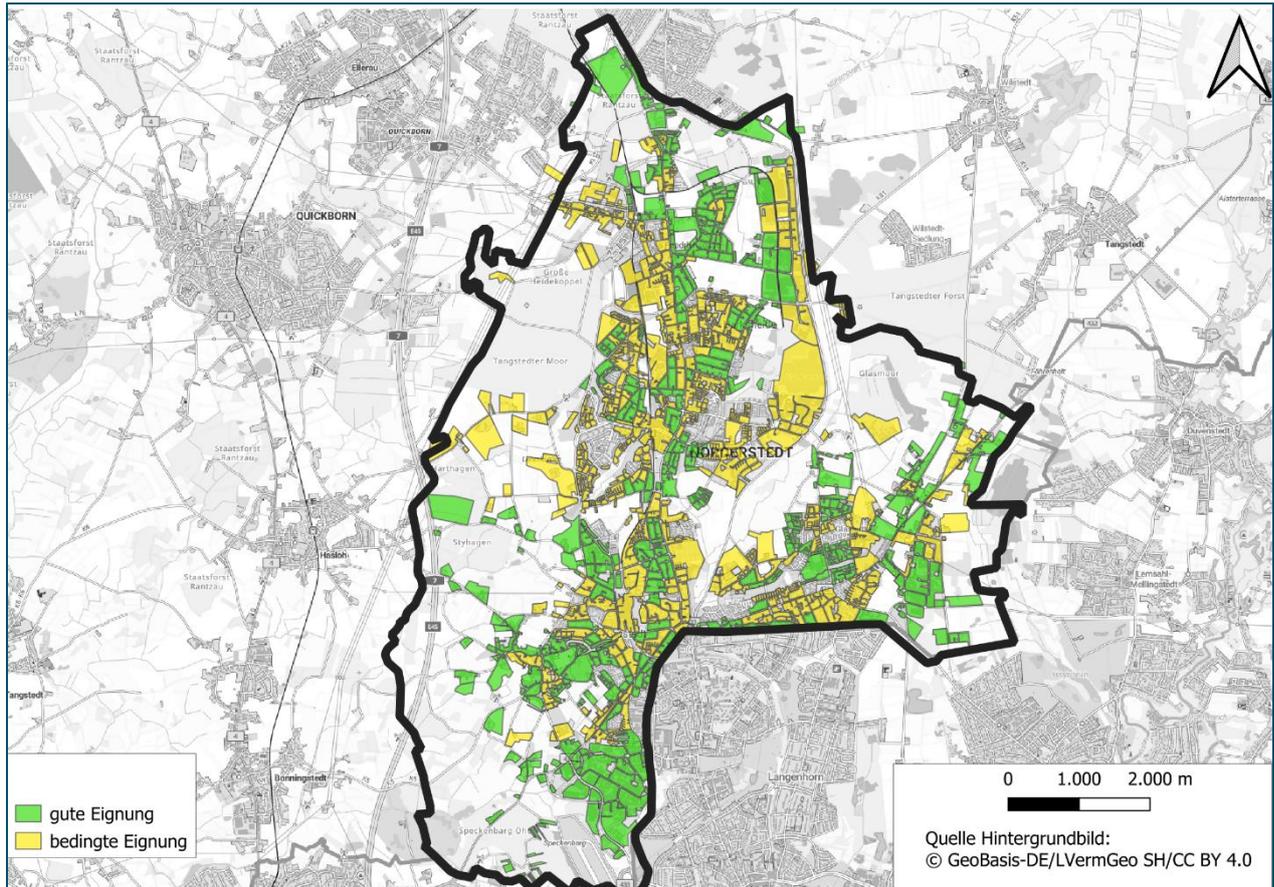


Abbildung 31: Einordnung der Quartiere für die Eignung zum Einbau von Luftwärmepumpen auf Basis von Abstandsregelungen (Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von ALKIS-Daten mit Hintergrundkarte von basemap.de, Lizenz nach <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

5.2.8 Solarthermie

Solarthermische Anlagen sind ein wichtiger Baustein der Wärmewende. Bislang sind in Deutschland nur rund 40 solarthermische Großanlagen mit zusammengenommen 100.000 m² Kollektorfläche installiert, die mit einer Leistung von insgesamt 70 MW jährlich rund 42 GWh Wärme produzieren. Der Anteil von Solarthermie an der Wärmeerzeugung in Deutschland liegt bei unter einem Prozent. Solarthermietechnologien lassen sich in konzentrierende und nicht-konzentrierende Kollektoren aufteilen. Nicht konzentrierende Kollektoren nutzen sowohl diffuse als auch direkte solare Strahlung und werden nicht nachgeführt (die Ausrichtung dem täglichen Verlauf der Sonne angepasst), während CSP-Kollektoren nur direkte Strahlung nutzen und nachgeführt werden müssen, um optimale Wirkungsgrade zu erzielen. Flachkollektoren und Vakuumröhrenkollektoren sind nicht-konzentrierende Kollektorarten. Parabolrinnen gehören zu den konzentrierenden Solarkollektoren (CSP, concentrating solar power). Der Fokus der hier durchgeführten Analyse liegt auf nicht-konzentrierenden Kollektoren. Parabolrinnen können sehr hohe Arbeitstemperaturen von bis zu 550 °C bei Direktverdampfung erreichen. In nördlichen Breitengraden mit relativ geringer Direktstrahlung wie Norderstedt sind jedoch Temperaturen von bis zu 250°C realistisch. Erfahrungswerte zeigen, dass Parabolrinnenkollektoren erst ab Temperaturen über 100°C geeignet sein können.

Flachkollektoren (FK) bestehen aus dem Absorber, dem Kollektorgehäuse, einer Glasabdeckung und einer Wärmedämmung. Das Absorberblech wandelt die Einstrahlung in Wärme um. Eine Beschichtung sorgt dafür, dass möglichst viel Wärme aufgenommen (hohes Absorptionsvermögen) und möglichst wenig Wärme abgestrahlt wird (geringer Emissionsgrad). Die Wärmedämmung auf der Rückseite und den Seitenflächen des Gehäuses verringern die Abstrahlverluste. Vorteile von Flachkollektoren liegen in der einfacheren und wenig störanfälligen Technik und den im Vergleich zu Vakuumröhrenkollektoren niedrigeren Investitionskosten. Der Nachteil von Flachkollektoren im Vergleich zu Vakuumröhrenkollektoren liegt in den höheren Abstrahlungsverlusten und damit geringeren solaren Erträgen, die sich vor allem bei höheren Temperaturen im Kollektorfeld negativ bemerkbar machen. Unter dem Sammelbegriff Vakuumröhrenkollektoren (VRK) werden verschiedene Technologien und Aufbauten mit teils erheblich abweichenden Eigenschaften zusammengefasst. Gemeinsames Merkmal ist, dass die Isolierung zwischen Absorber und Außenluft durch ein Vakuum hergestellt wird. Bei direkt durchströmten Vakuumröhrenkollektoren zirkuliert der Wärmeträger direkt in einem Glasröhrchen mit dem Absorber. Eine andere Röhrenkollektorbauweise ist der Heatpipe Kollektor. Hier verdampft ein Zwischenmedium im Rohr und sammelt sich am oberen Ende des Rohrs. Dort wird die Energie auf den eigentlichen Wärmeträger übergeben und über den Solarkreislauf abtransportiert. Der Dampf kühlt ab und sammelt sich wieder unten im Rohr.

Beim CPC-Kollektor (Compound Parabolic Concentrator) sind zwei Glasröhren als „Thermoskanne“ zur Dewar-Röhre ausgebildet. Das Vakuum befindet sich nur innerhalb des Glasbehältnisses. Durch diese Bauweise wird eine typische Schwachstelle von einwandigen Vakuum-Röhrenkollektoren, die Dichtheit im Glas- und Metallübergang, eliminiert. Die Röhren liegen im CPC-Kollektor vor einem Parabolspiegel beziehungsweise einer Reflektorschicht, die das einfallende Licht auf die Röhren gebündelt zurückwirft und so die Leistung des Röhrenkollektors erhöht. Der Nachteil von Vakuumröhrenkollektoren liegt in erster Linie in den höheren Investitionskosten. Vorteilhaft sind höhere spezifische Erträge.

Zur Ermittlung des Solarthermiefpotenzials werden die lokale Solareinstrahlung sowie die potenziell zur Verfügung stehenden Flächen benötigt. Die Solarpotenzialflächen werden mittels Flächenscreening identifiziert und quantifiziert. Dafür wird das Stadtgebiet als Suchraum betrachtet. Mittels Planungsvorgaben werden Kriterien definiert, die für oder gegen eine Nutzung der Fläche als Solarthermiestandort sprechen. Auf diese Weise werden geeignete Flächen herausgefiltert.

Als Quelle für die raumordnerischen Vorgaben wird das Landesentwicklungsprogramm von Schleswig-Holstein genutzt.⁸ Folgende Grundsätze und Ziele der Raumordnung in SH gelten in Bezug auf Solarenergie:

- Potenziale an/auf Gebäuden sowie auf Freiflächen sollen genutzt werden.
- Raumbedeutsame Anlagen (grundsätzlich ab 4 ha nach § 3 Abs. 1 Nr. 6 ROG; im Einzelfall sind ggf. auch kleinere Anlagen raumbedeutsam) sollen vorrangig errichtet werden auf:
 - Bereits versiegelten Flächen,
 - Konversionsflächen (gewerbliche-industrielle/verkehrliche/ wohnungsbaulicher/militärische Vornutzung und Deponien),
 - Flächen entlang von Bundesautobahnen, Bundesstraßen, Schienenwegen mit überregionaler Bedeutung (Strecken HH-Sylt, HH-Kiel/Flensburg/Padborg, HH-Lübeck-Fehmarn, Lübeck-Lüneburg, HH-Büchen),
 - Vorbelasteten Flächen/Gebieten, die aufgrund vorhandener Infrastrukturen ein eingeschränktes Freiraumpotenzial aufweisen.
- Raumbedeutsame Anlagen dürfen nicht errichtet werden auf:
 - Vorranggebieten für Naturschutz und Vorbehaltsgebieten für Natur und Landschaft,
 - In regionalen Grünzügen und Grünzäsuren,
 - In Schwerpunkträumen für Tourismus und Erholung und Kernbereichen für Tourismus und/oder Erholung (dies gilt NICHT für vorbelastete Flächen oder Gebiete, die aufgrund vorhandener Infrastrukturen, insbesondere an Autobahnen, Bahntrassen und Gewerbegebieten ein eingeschränktes Freiraumpotenzial aufweisen).
- Inanspruchnahme bisher unbelasteter Landschaftsteile soll vermieden werden, bandartige Strukturen (Gesamtlänge über 1.000 m) sollen vermieden werden – wenn diese Länge überschritten wird, sollen ausreichend große Landschaftsfenster zum nächsten Abschnitt freigehalten werden. Zu große Agglomerationen von Solar-FFA sollen vermieden werden.
- Gemeindeübergreifende Abstimmung sollte angestrebt werden, um räumliche Überlastung durch zu große Agglomerationen zu vermeiden.
- Für größere raumbedeutsame Solar-FFA ab 20 ha soll ein Raumordnungsverfahren durchgeführt werden (gilt auch für Erweiterungen bestehender Anlagen oder Hybridanlagen, die gemeinsam diese Größenordnung erreichen)
- Auf eine raumordnerische Steuerung durch Vorrang-, Vorbehalts- oder Eignungsgebiete für Solar-FFA wird verzichtet.
- Speziell für Solarthermie: Nähe zu den Wärmesenken ist entscheidend. Die Solarthermie-FFA sollten daher in guter städtebaulicher Anbindung zu Siedlungen sowie in räumlicher Nähe zu Heizwerken bzw. zu Einspeisepunkten eines Fern-/Nahwärmenetzes geplant werden.

Zudem sind aus gesetzlichen Gründen folgende Flächen für Solar-FFA grundsätzlich auszuschließen:

- Schwerepunktbereiche des Schutzgebiets- und Biotopverbundsystems Schleswig-Holstein gemäß § 21 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) in Verbindung mit § 12 Landesnaturschutzgesetz (LNatSchG),
- Naturschutzgebiete (einschließlich vorläufig sichergestellte NSG, geplante NSG) gemäß § 23 BNatSchG in Verbindung mit § 13 LNatSchG,
- Nationalparke / nationale Naturmonumente (z.B. Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer inkl. Welt-naturerbe Wattenmeer) gemäß § 24 BNatSchG in Verbindung mit § 5 Absatz 1 Nummer 1 NPG,
- Gesetzlich geschützte Biotope gemäß § 30 Absatz 2 BNatSchG in Verbindung mit § 21 Absatz 1 LNatSchG),
- Natura 2000-Gebiete (FFH-Gebiete, europäische Vogelschutzgebiete, Ramsar-Gebiete),
- Gewässerschutzstreifen nach § 61 BNatSchG in Verbindung mit § 35 LNatSchG,

⁸ <https://bolapla-sh.de/file/bf4796a7-f729-11ea-a85e-0050569710bc/a37bb7af-388c-11eb-b847-0050569710bc>

- Überschwemmungsgebiete gemäß § 78 Absatz 4 WHG einschließlich der gemäß § 74 Absatz 5 Landeswassergesetz (LWG) vorläufig gesicherten Überschwemmungsgebiete als Vorranggebiete der Raumordnung für den vorbeugenden Binnenhochwasserschutz,
- Gebiete im küstenschutzrechtlichen Bauverbotsstreifen gemäß § 82 LWG,
- Wasserschutzgebiete Schutzzone I gemäß WSG-Verordnungen in Verbindung mit §§ 51, 52 WHG,
- Waldflächen gemäß § 2 Landeswaldgesetz (LWaldG) sowie Schutzabstände zu Wald gemäß § 24 LWaldG (30 Meter).

Als hartes Tabu-Kriterium wird die hohe Relevanz einer Fläche für Natur- und Umweltschutz gewertet. Naturschutzgebiete, Natura 2000-Gebiete (FFH und Vogelschutz), gesetzlich geschützte Biotope, Kompensations- und Ökokontoflächen werden daher aussortiert. Als Positiv-Kriterien wird die Lage entlang von Bundesautobahnen, Bundesstraßen, Schienenwegen mit überregionaler Bedeutung gewertet.

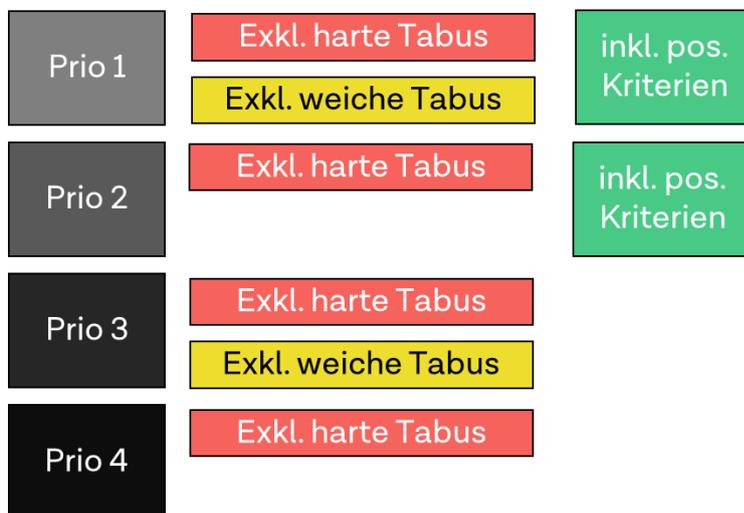


Abbildung 32: Priorisierungsschema nach Flächenkategorie

Das Resultat des solaren Flächenscreenings zeigt, dass bis zu 11 zusammenhängende Potenzialflächen sehr unterschiedlicher Größe für Solarenergie unter Einordnung in Prio1 zur Verfügung stehen könnten. Die Gesamtfläche beträgt ca. 66 Hektar. Die Größe der Einzelflächen variiert von 0,5 ha bis 17 ha.

Für das Verhältnis von Grundfläche zu Kollektorfläche wird ein Faktor von 2,25 angenommen. Das Verhältnis ist abhängig von Kollektormodell, Anstellwinkel und Reihenabstand. Somit ergeben sich etwa 29 ha Kollektorfläche. Je nach Zieltemperatur, Kollektormodell und Einstrahlung variiert der solare Ertrag etwa zwischen 400 kWh/m² und 450 kWh/m². **Das theoretisch verfügbare Solarthermiepotenzial liegt zwischen 11,6 GWh/a bis 13 GWh/a auf den am höchsten priorisierten Flächen.**

Da im Rahmen des Flächenscreenings nur raumordnerische Vorgaben berücksichtigt werden, können für eine potenzielle Erschließung weitere Faktoren herangezogen werden, um die Flächen zu priorisieren. So können im nächsten Schritt die Entfernung zum Wärmenetz sowie die Eigentumsituation integriert werden. Ratsam ist zudem der weitere Austausch mit lokalen Behörden (etwa Naturschutz-/Grünflächenamt und Stadtplanung). Ebenso ist die Flächenkonkurrenz zwischen Solarthermie und Photovoltaik je nach Standortkonzept und Lage individuell zu beurteilen. Insbesondere in Verbindung mit Wärmepumpen im räumlichen Umfeld sollte geprüft werden, ob die Flächen auch zur Stromerzeugung genutzt werden könnten, um die Wärmepumpe mit Direktstrom zu betreiben.

5.2.9 Wasserstoffnutzung für den Raumwärmebedarf

Wasserstoff wird in Wissenschaft, Industrie und Politik als ein bedeutender Energieträger für die Umsetzung der Energiewende zur Erreichung der Klimaziele gesehen. Durch die vielseitigen Nutzungsmöglichkeiten des speicherbaren Stoffes bringt der Einsatz von grünem Wasserstoff eine Chance mit sich, den Energiesektor zu transformieren. Im Folgenden wird das Potenzial für die Wärmeversorgung im Gebäudesektor betrachtet.

Für Integration von Wasserstoff als dezentrale Wärmequelle für Gebäudebestände müssen folgende Faktoren beachtet werden:

- **Die Wasserstoffgewinnung:** sollte mittels Strom aus erneuerbaren Energien gewonnen werden und als Endprodukt grüner Wasserstoff sein
 1. **Die Art des Wasserstofftransports:** dezentral oder über Fernwärmenetz als Beimischung oder durch reinen Sauerstoff
 2. **Energieumsetzung im Gebäude:** Brennstoffzelle oder Heizkessel
 3. **Die Art des Gebäudes:** Bestandsgebäude oder Neubau
 4. **Beachtung der Kosten**

Der Wasserstoff sollte aus Strom aus erneuerbaren Erzeugern stammen und direkt am Ort der Erzeugung mittels Elektrolyse umgewandelt werden. Dies würde die Gesamteffizienz erhöhen, da Transportverluste und zusätzliche Energieaufwendungen für die Kompression des Wasserstoffes vermieden werden. (Doucet, Düsterlho, Schäfers, Kicherer, & Jensen, 2023) Es kann davon ausgegangen werden, dass der Wasserstoff entweder in Deutschland direkt erzeugt, oder in der Region Nahost/Nordafrika hergestellt und nach Deutschland verschifft wird. Daraufhin folgt die Einspeisung in ein heimisches Wasserstoffnetz und gelangt zum zu beheizenden Gebäude. (Gerhardt N. , et al., 2020) (Meyer, Herkel, & Kost, 2021)

Soll der Wasserstoff über das Bestandsnetz (Erdgas) zum Gebäude gelangen, können Wasserstoffbeimischungen genutzt werden (bis zu einer Konzentration von etwa 20%). Diese Methode bringt den Vorteil, dass bestehende Erdgasnetze weiterhin verwendet werden können, allerdings stellen hohe Wasserstoffkonzentration eine Belastung für die Leitungen dar und bringen somit technische Risiken mit sich. (Meyer, Herkel, & Kost, 2021)

Da Wasserstoff, im Vergleich zu Erdgas einen geringeren Heizwert pro Volumeneinheit hat, müssten größere Volumenströme durch das Netz befördert werden. Zusätzlich muss der Grenzwert für die relative Dichte und den Brennwert eingehalten werden. Eine Beimischung von Wasserstoff in bestehende Erdgasnetze ist bereits heute mit einem Anteil von unter 10% möglich. Der Ansatz, das Brenngas auf einen hundertprozentigen Wasserstoffanteil zu heben, würde einen Neubau von Wasserstoffnetzen oder eine Umrüstung der bestehenden Erdgasnetze nötig machen und wäre mit hohen Kosten verbunden. Eine Nutzung von Wasserstoff im Gebäudesektor erhöht den deutschen Wasserstoffbedarfs in 2050 um 25% bis 40% (Gerhardt N. , et al., 2020) (Meyer, Herkel, & Kost, 2021).

Wegen der vorher beschriebenen Hürden zur Errichtung eines Wasserstoffnetzes sieht Burkhard Warmuth, Leiter der Hamburger Energiewerke GmbH, den Vorteil des Einsatzes von Wasserstoff im Gebäudesektor hauptsächlich in den Fernwärmenetzen, insbesondere bei der Spitzenlastabdeckung. Den Mehrwert von Wasserstoff-Brennwertkesseln in Gebäuden erachtet er hingegen nur dort als sinnvoll, wo Alternativen wie der Fernwärmeanschluss oder der Einsatz von Wärmepumpen nicht möglich sind. (Doucet, Düsterlho, Schäfers, Kicherer, & Jensen, 2023)

Die Ariadne-Studie hat die technischen Optionen der Wasserstoffwärmebereitstellung mit der Anwendung einer Luft-Wasser-Wärmepumpe aus ökonomischer Sicht verglichen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Verwendung eines Brennwertkessels mit heimisch erzeugtem Wasserstoff 25 % teurer ist als die Beheizung mittels Wärmepumpe. Die Beheizung durch eine Brennstoffzelle ist mit 50 % noch teurer. Die Nutzung eines Brennwertkessels mit importiertem Wasserstoff aus der MENA-Region bewegt

sich, durch die hohen Transportkosten, ebenfalls auf einem ähnlichen Kostenniveau wie die Brennstoffzelle. (Meyer, Herkel, & Kost, 2021).

Ein weiterer Nachteil besteht in dem niedrigen Wirkungsgrad, also den hohen Verlusten bei der Umwandlung von Strom und Wasser in Wasserstoff und von dort wieder in Strom oder Wärme. Für die Herstellung von 1 kg Wasserstoff, der einen Heizwert von 33 kWh hat, sind 50 kWh Strom erforderlich. Im Vergleich dazu benötigen Wärmepumpen nur etwa ein Viertel dieser Energie, um dieselbe Wärmemenge zu erzeugen. Elektrokessel verbrauchen rund zwei Drittel der Energie, die für die Elektrolyse aufgewendet wird. (Gerhardt N., et al., 2020)

Für den Zeitraum bis zur Klimaneutralität in 2040 wird Wasserstoff ein sehr knappes Gut sein und u.a. in Konkurrenz zu Flug-/Schiffbranche stehen. Die Kapazitäten für Elektrolyseure sind noch nicht gebaut, die globale Transportlogistik fehlt ebenso wie die notwendigen erneuerbaren Stromerzeugungskapazitäten, um grünen Wasserstoff in großen Mengen zu erzeugen. Vor diesem Hintergrund wird der Einsatz von Wasserstoff einer strengen Priorisierung folgen, wo der Infrastrukturbedarf für den Wasserstoffeinsatz zudem möglichst gering ist. Dazu gehören die industrielle Anwendung und Bereitstellung von Hochtemperatur-Prozesswärme, die Nutzung in Kraftwerken zur Gewährleistung der elektrischen Versorgungssicherheit, die Mobilität (insb. Schiffs- und Luftverkehr) sowie nicht-energetischer Verbrauch (Meyer, Herkel, & Kost, 2021) (Herkel, Lenz, & Thomsen, 2022).

Bei der Wärmenutzung des Wasserstoffes im Haushaltssektor kommt es zu hohen Verlusten. Ursächlich dafür ist die Umwandlung und Übertragung von grünem Strom in grünen Wasserstoff. Etwa 60 Prozent der eingesetzten elektrischen Energie steht später bei der Nutzung eines Wasserstoff-Brennwertkessels als Hauswärme zur Verfügung. Für einen Einsatz von Wärmepumpen wäre ein Energieeinsatz von 100 Prozent möglich. (Doucet, Düsterlho, Schäfers, Kicherer, & Jensen, 2023)

Wasserstoff sollte als Versorgungsoption nicht außer Acht gelassen werden, wird aber in Zukunft in der Raumwärmebedarfsdeckung nur eine untergeordnete Rolle spielen und vor allem durch seine flexible Einsatzmöglichkeit das Energiesystem unterstützen. Mögliche Anwendungsbereiche sind Industrieprozesse, Hochtemperaturprozesse oder Schwerlastverkehr.

Der Einsatz von Wärmepumpen stellt eine deutlich effizientere Alternative im Bereich der Gebäudewärme dar. Insbesondere gilt dies bei Gebäuden mit hohen Energiebedarfen wie Altbauten (Meyer, Herkel, & Kost, 2021) (Herkel, Lenz, & Thomsen, 2022).

5.2.10 Windkraft

Windenergieanlagen (WEA) bilden neben PV eine wesentliche Säule des klimaneutralen Stromsystems. Derzeit wird deren Ausbau bundesweit noch maßgeblich durch mangelhafte oder unzureichende Ausweisung von Flächen und langwierige Genehmigungsverfahren gehemmt. Diese Hemmnisse sind Ausdruck des im Vergleich zur PV größeren Konfliktpotenzials von WEA.

In Schleswig-Holstein hat die Landesplanungsbehörde 2020 Raumordnungspläne zum Thema Windenergie aufgestellt, um die Windenergie-Flächenplanung neu auszurichten. In diesen Bereichen ist die Windenergie konzentriert zu nutzen – außerhalb dieser Bereiche ist die Nutzung ausgeschlossen. Auf rund zwei Prozent der Landesfläche wurden Ende 2020 344 Vorranggebiete Windenergie mit rund 32.000 Hektar ausgewiesen. Nach aktuellem Stand liegt keins dieser Gebiete in Norderstedt.

Eine weitere Möglichkeit könnten Kleinwindkraftanlagen sein. Aufgrund des geringeren Umwelteinflusses sind die Genehmigungsverfahren für diese Anlagen deutlich einfacher. Mit Leistungen zwischen 1-30 kW stellt die Technik eine Alternative zu kleinen PV-Anlagen dar. Zu beachten ist jedoch, dass der Betrieb der Anlagen derzeit nur an Standorten frei von Windschatten und mit einem hohen Eigenverbrauchsanteil wirtschaftlich ist (vgl. C.A.R.M.E.N. e.V. 2021; VZBV 2021). Die Stromgestehungskosten liegen mit 15-30 ct/kWh deutlich über denen von Dach-PV. Zudem erfordert die Wartung der Anlagen

größeren Aufwand. Die Installation einer Anlage kann jedoch beispielsweise für Unternehmen oder Sportvereine eine Investition mit imageförderlichem Wert sein. Ein theoretisch umsetzbares Potenzial ergibt sich evtl. mit der Installation auf Strommasten, vor allem von Überlandleitungen. Für einen ökonomisch sinnvollen Betrieb auf Dächern müssen künftig einerseits die Investitionskosten der Anlagen weiter sinken und/oder andererseits die Einspeisevergütungen angehoben werden. Es wird empfohlen, in drei bis vier Jahren das Potenzial für Kleinwindanlagen neu zu bewerten und Verbesserungen der Technologie in die Bewertung einzubeziehen.

5.2.11 Photovoltaik

5.2.11.1 Dachflächen

Das nutzbare Potenzial der Dachflächen in Norderstedt wurde auf Basis einer Auswertung der Größe und Ausrichtung der Dachflächen auf den Gebäuden ermittelt. In dem Modell werden alle Dachflächen dargestellt, die sich für eine solare Nutzung eignen.

In Summe sind demnach bis zu 119 MWp auf den Dachflächen zu installieren. Da bis zum Zieljahr 2040 davon auszugehen ist, dass nicht alle Flächenpotenziale in der Realität umgesetzt werden (können), wird ein pauschaler Abschlag von 20 Prozent angesetzt. Ein Zubau auf 95 MWp bis 2040 erscheint möglich.

Die Volllaststunden werden mit 837 h/a angesetzt um abzubilden, dass nicht alle Module optimal ausgerichtet, sondern unter anderem auch in Richtung Ost-West gebaut sein werden (vgl. Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE 2020). Daraus ergibt sich ein Jahresertrag für Norderstedt von 99 GWh wenn alle Potenziale erschlossen werden können – bei einem Erschließungsgrad von 80% sind es 80 GWh/a.

5.2.11.2 Freiflächen

Ziel der Freiflächenanalyse ist die Ermittlung des PV-Potenzials auf Freiflächen unter Abschichtung unterschiedlicher Kriterien. Grundvoraussetzung für die Potenzialausweisung ist in allen Fällen, dass die Flächen nicht in rechtlichen Ausschlussbereichen liegen und somit zumindest Genehmigungspotenzial aufweisen, welches für jeden Einzelfall im Rahmen der Bauleitplanung bzw. Baugenehmigung individuell geprüft wird.

Über die EEG-Förderung hinaus besteht für Anlagenbetreiber die Möglichkeit, den produzierten Strom über Direktlieferverträge (Power Purchase Agreements, kurz PPA) mit Energieversorgern oder Unternehmen zu vermarkten. Die mögliche Flächenkulisse beschränkt sich dadurch nicht mehr auf die genannten Kategorien nach EEG. Eignung und Wirtschaftlichkeit dieser Flächen richten sich auch nach den künftigen Bedingungen von EEG und Strommarkt und können deshalb hier nur vorläufig bewertet werden.

Je Hektar können bis zu 1 MWp Photovoltaikleistung installiert werden, wenn der Flächenzuschnitt optimal genutzt werden kann. Inkl. Neben- und Zaunanlagen sowie Zufahrtswege werden in der Umsetzung vermutlich insgesamt bis zu 1,2 Hektar je MW benötigt, die aber auch außerhalb der genannten Korridore liegen können. Für Norddeutschland werden bei optimaler Ausrichtung 930 Volllaststunden angesetzt.

Auf Basis der Analyse zur solarthermischen Nutzung wäre auf den am höchsten priorisierten Flächen eine Leistung von bis zu 66 MWp installierbar. Jährlich könnten auf diesen Flächen bis zu 61 GWh Photovoltaikstrom erzeugt werden.

5.3 Zusammenfassung Potenziale

In Norderstedt stehen **sehr unterschiedliche Potenziale** mit ihren jeweiligen Stärken und Schwächen zur Verfügung.

- Insbesondere die Nutzung von **Luftwärmepumpen und in Teilgebieten Geothermiewärmepumpen mit Erdsonden** werden einen großen Teil des Wärmebedarfs decken können, auch wenn sich nicht alle Gebäude und Quartiere als dafür geeignet herausstellen.
- Für einige Gebäude in den Bereichen entlang der großen Siedlungsachsen werden sich nach erster Analyse voraussichtlich nicht in allen Fällen ausreichend Potenziale direkt am Gebäude erschließen lassen. Die Versorgung wird in diesen Bereichen vermutlich über **Quartierslösungen** zur Erschließung der Potenziale in der Umgebung der Gebäude geschehen müssen.
 - Für die Versorgung der bestehenden und neuer Netze können für die Grund- und Mittellast u.a. die **aquathermalen Wärmepumpenquellen wie Abwassersiele und Pumpwerke** genutzt werden
- **Abwärmepotenziale** sollten in enger Abstimmung mit den Unternehmen weiterverfolgt werden
 - Zusätzlich können Sondenfelder im gesamten Quartiersbereich genutzt werden, um das Potenzial **oberflächennaher Geothermie** für mehrere Gebäude im Verbund zu nutzen.
 - Das Potenzial **tiefer Geothermie** könnte nach erster Abschätzung eher im Umland und nicht direkt im Stadtgebiet erschlossen werden. Aufgrund der hohen Risiken bezüglich der Fündigkeit ist sie als Potenzial einzuordnen, das vermutlich vor allem in Form von **mitteltiefer Geothermie** erschlossen werden kann.
 - **Solarthermische Potenziale** können vor allem in den sonnenreichen Monaten genutzt werden, damit das Erdreich regenerieren kann oder Revisionszeiten eingehalten werden können.
 - **Biomasse** sollte aufgrund des stark begrenzten nachhaltigen Potenzials vor allem gekoppelt (BHKW) oder in der Spitzenlast eingesetzt werden.

Das Potenzial zur Senkung des Wärmebedarfs bis 2040 durch energetische Sanierungen beträgt 16%. Besonders hoch ist das Potenzial im Bereich der Wohnnutzungen, während das Potenzial im Bereich Gewerbe und Industrie u.a. durch den Bedarf an Prozesswärme deutlich geringer ausfällt.

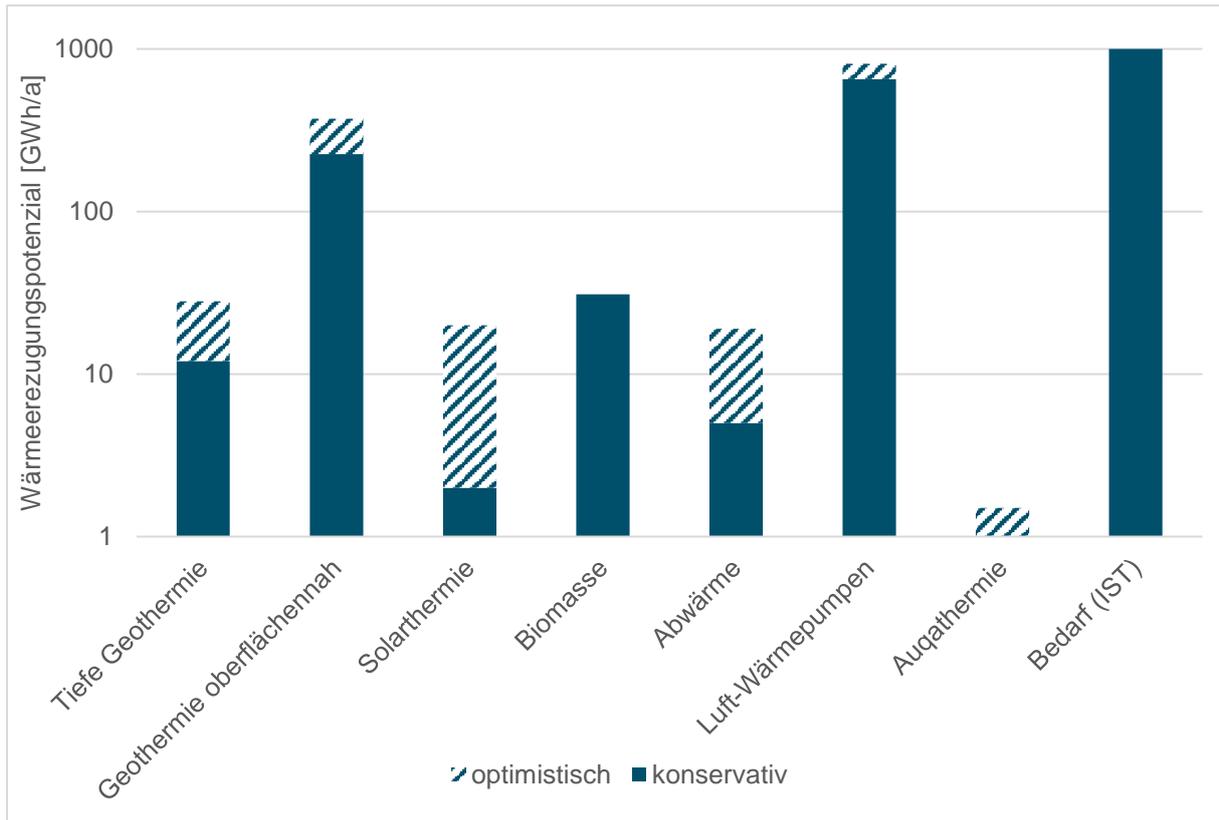


Abbildung 33: Wärmeerzeugungspotenzial je Erzeugungstechnologie (logarithmische Darstellung)

6 ENTWICKLUNG EINES KLIMANEUTRALEN ZIELSZENARIOS ZUR WÄRMEVERSORGUNG 2040

6.1 Eignungsgebiete für Wärmenetze

Die Ermittlung von potenziellen Eignungsgebieten erfolgt im ersten Schritt auf Basis der Wärmelinien-dichte, die angibt, wie hoch der Wärmeabsatz je Längeneinheit Wärmeleitung (üblicherweise in MWh/m*a) sein wird. Hohe Wärmelinien-dichten sind nach Abbildung 34 vor allen in Bereichen um die Innenstadt und in Glashütte zu verorten.

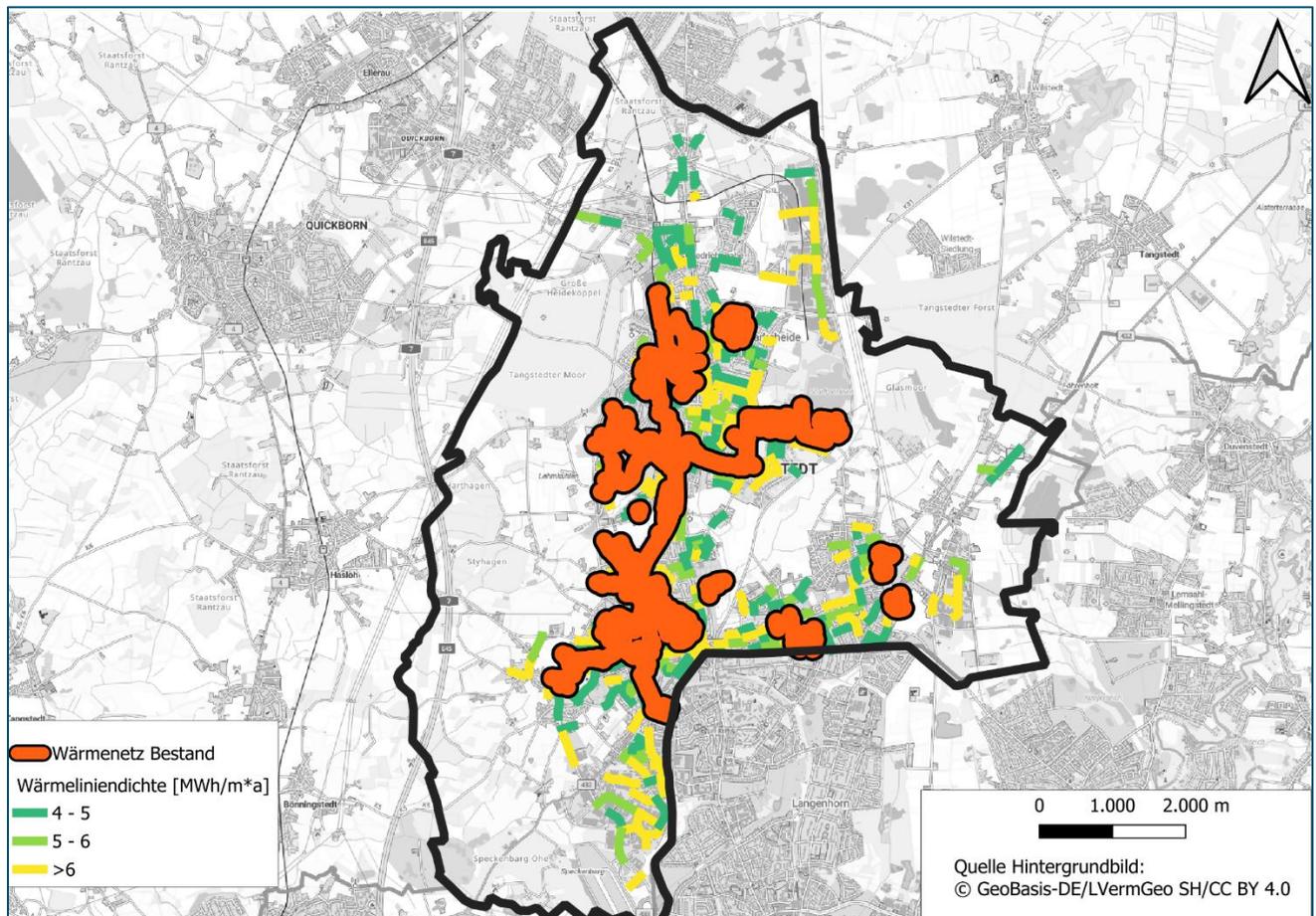


Abbildung 34: Wärmelinien-dichten in Norderstedt (Quelle: Eigene Darstellung mit Verwaltungsgebiets-grenze (2023) von Norderstedt sowie mit Hintergrundkarte von basemap.de, Lizenz nach <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Auf Basis der Wärmelinien-dichten wurden Bereiche identifiziert, in denen möglichst viele Gebäude über möglichst kurze Wärmenetzleitungen versorgt werden können. Als Ausgangspunkte der Analyse dienten Straßenzüge, die eine Wärmelinien-dichte >6 MWh/m*a aufweisen. Weitere Kriterien waren eine Mindestgröße von 4 GWh/a oder die Nähe zu einem Bestandsnetz, so dass eine Erweiterung der Versorgung möglich wäre.

Prüfgebiete sind in dieser Analyse dadurch charakterisiert, dass ein Wärmenetz aufgrund von Faktoren wie nicht ausreichenden Potenzialen am Gebäude oder hohem Interesse der Anschlussnehmenden sinnvoll sein kann.

Im ersten Schritt wurden die Karten aus der Potenzialanalyse verschnitten, um zu prüfen, ob in jedem Bereich der Stadt, der nicht bereits durch Wärmenetze oder Wärmenetzausbaumaßnahmen erschlossen ist, eine Nutzung von EE-Quellen möglich ist. Zu jedem Quartier wurde geprüft, ob eine Wärmepumpe (Luft oder Geothermie) einsetzbar scheint und wenn ja, welche Art der Wärmepumpe

technisch am besten geeignet scheint. Wenn sich für keine der Wärmepumpen ausreichend Flächen finden lassen, wird das Quartier als „nicht geeignet“ bezeichnet. Werden nur wenig Flächen gefunden, die aber im Optimalfall ausreichend sein könnten, wird das Quartier als „bedingt geeignet“ ausgewiesen. Auf Basis der Gespräche im Arbeitskreis und Austausch von GIS-Daten zum Potenzial von Ankerkunden mit hohem Interesse an einer Wärmenetzlösung wurden weitere Bereiche identifiziert, die sich nach der Potenzialanalyse auch für eine dezentrale Versorgung eignen könnten.

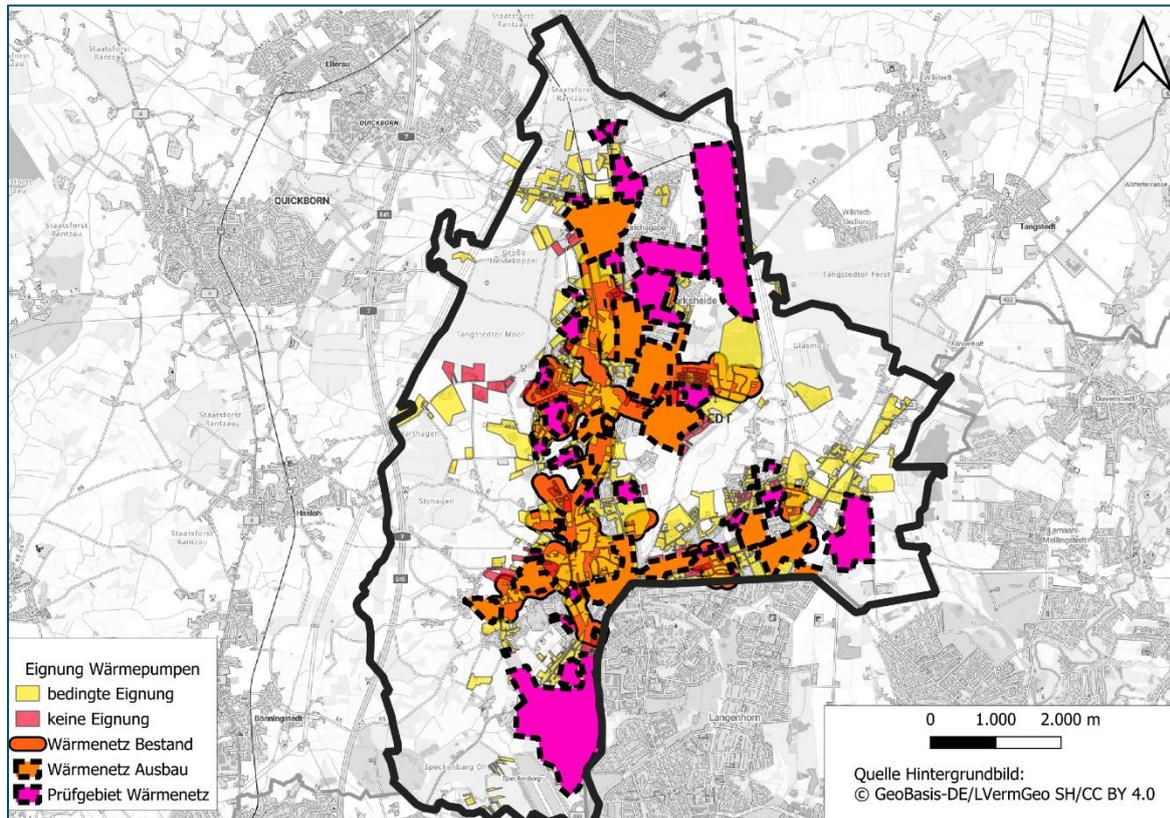
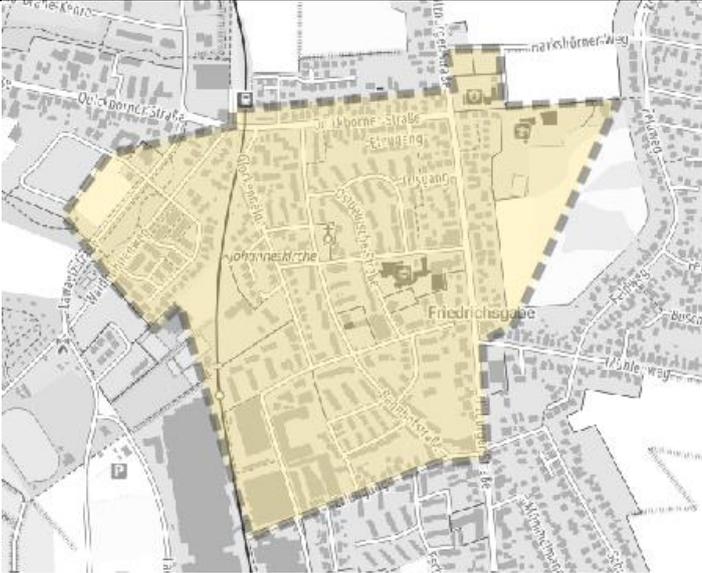


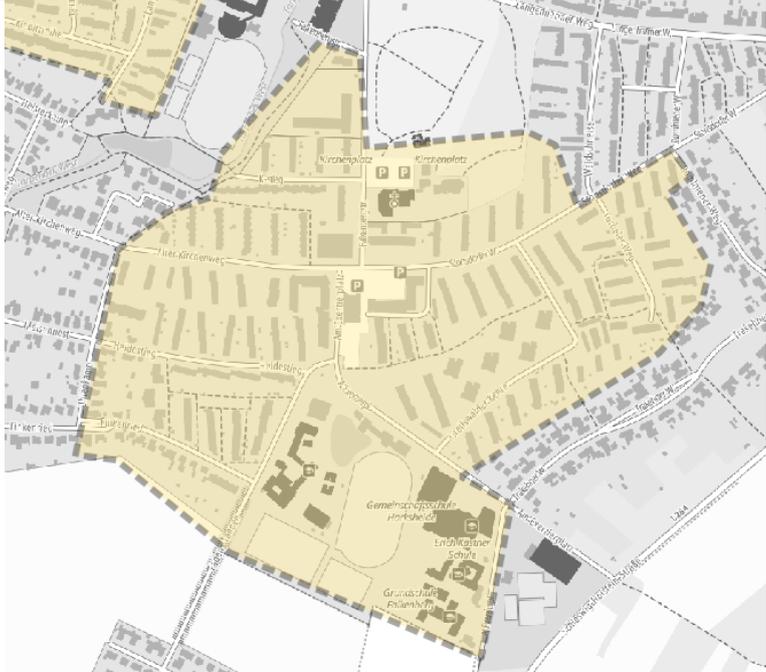
Abbildung 35: Eignungsbereiche dezentrale Wärmepumpenlösung (Quelle: Eigene Darstellung mit Verwaltungsgebietsgrenze (2023) von Norderstedt sowie mit Hintergrundkarte von basemap.de, Lizenz nach <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) Eignungsgebiete für Einzelversorgung

6.1.1 Gebietssteckbriefe Wärmenetzausbaupotenzial

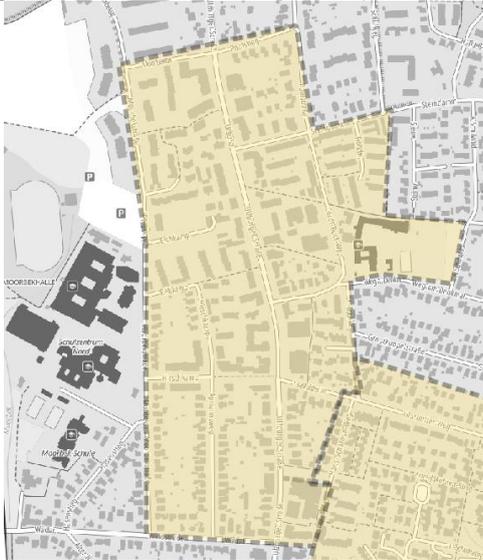
Teilgebiet FW_1, Fritz-Schumacher-Straße/ Langenharmer Ring	
<p>Größe des Gebiets 50 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebiet</p> <p>Anzahl Gebäude 943</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST: [GWh/a]: 24,2 Leistung [MW]: 12</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 35.000 Wärmenetz [m]: 7.000 Wärmelinienichte [MWh/m*a]: 3,4</p>
Potenziale	<p>Abwasserleitung im Norden des Gebiets</p> <p>Geothermie: max ~ 12 GWh/a</p> <p>Luft-WP</p> <p>Anschluss an Bestandsnetz</p>
Zielszenario	Versorgung der Gebäude über ein Wärmenetz – Erschließung der Potenziale außerhalb
Ankerkunden	
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung Machbarkeitsstudie Wärmenetz nach BEW Aufbau eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Ermittlung durch Stadtwerke
Personalaufwand	0,5 VZÄ (Stadtwerke)
Sachkosten (extern)	Vorstudien: 100.000 € Netzbaukosten: ~35 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ):	hoch
Endenergie-einsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 2.667 2040: 5.091 (sukzessive Senkung der Emissionen des Wärmepumpenstroms)
Priorisierung	Hoch
Wertschöpfung	Unterstützung der Eigentümer*innen durch Angebot einer pauschalen Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Dialogveranstaltungen im Quartier

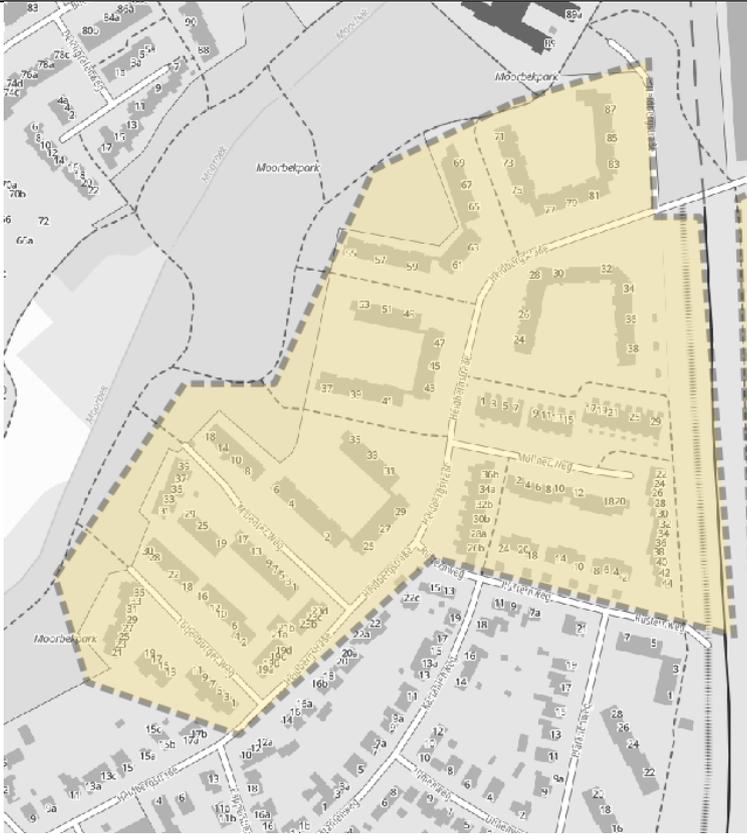
Teilgebiet FW_2, Bahnhofstraße	
<p>Größe des Gebiets 67 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebiet</p> <p>Anzahl Gebäude 697</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST: [GWh/a]: 23,5 Leistung [MW]: 12</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 21.000 Wärmenetz [m]: 8.500 Wärmelinien-dichte [MWh/m*a]: 2,8</p>
Potenziale	<p>Abwasserleitung und Pumpwerk im Westen des Gebiets</p> <p>Geothermie: max ~ 60 GWh/a</p> <p>Luft-WP</p> <p>Anschluss an Bestandsnetz</p>
Zielszenario	Versorgung der Gebäude über ein Wärmenetz – Erschließung der Potenziale außerhalb
Ankerkunden	Grundschule Harkshörn, Hummel Küchenwerk GmbH, Johanniskirche, Kita Frederikspark, Kita Harkshörn, Freiwillige Feuerwehr Friedrichsgabe
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung Machbarkeitsstudie Wärmenetz nach BEW Aufbau eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Erstellung Machbarkeitsstudie Fachplanung Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	0,5 VZÄ (Stadtwerke)
Sachkosten (extern)	Vorstudien: 100.000 € Netzbaukosten: ~37,5 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ):	hoch
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 2.588 2040: 4.940 (sukzessive Senkung der Emissionen des Wärmepumpenstroms)

Priorisierung	hoch
Wertschöpfung	Unterstützung der Eigentümer*innen durch Angebot einer pauschalen Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Dialogveranstaltungen im Quartier

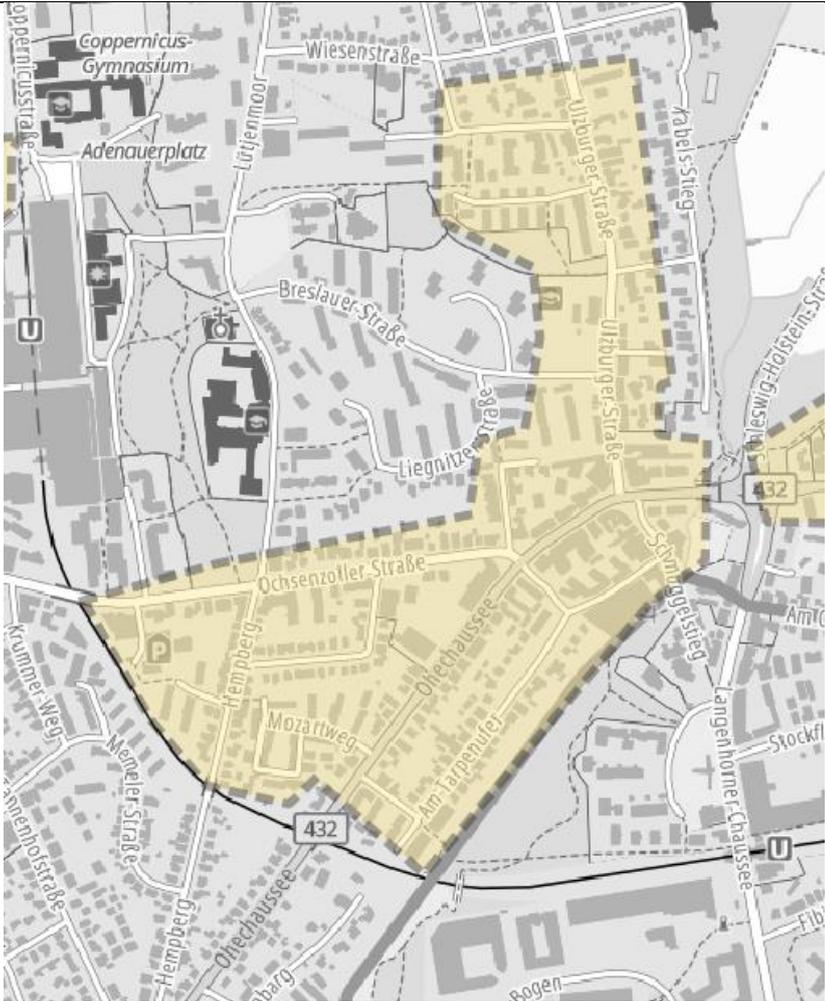
Teilgebiet FW_3, Harksheider Markt	
<p>Größe des Gebiets 46 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebiet</p> <p>Anzahl Gebäude 442</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST: [GWh/a]: 16,6 Leistung [MW]: 8</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 14.900 Wärmenetz [m]: 5.100 Wärmeliniendichte [MWh/m*a]: 3,3</p>
Potenziale	<p>Abwasserleitung im Westen des Gebiets</p> <p>Geothermie: max ~ 30 GWh/a</p> <p>Luft-WP</p> <p>Anschluss an Bestandsnetz</p>
Zielszenario	Versorgung der Gebäude über ein Wärmenetz – Erschließung der Potenziale außerhalb
Ankerkunden	Erich-Kästner Schule, Grundschule Falkenberg, Gemeinschaftsschule Harksheide, Kindertagesstätte Harksheide, Kindertagesstätte Flügel Adlers Kirche Harksheide
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung Machbarkeitsstudie Wärmenetz nach BEW Aufbau eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Erstellung Machbarkeitsstudie Fachplanung Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	0,5 VZÄ (Stadtwerke)
Sachkosten (extern)	Vorstudien: 100.000 € Netzbaukosten: ~22,4 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)

Klima-Wirksamkeit (qualitativ):	sehr hoch
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 1821 2040: 3477 (sukzessive Senkung der Emissionen des Wärmepumpenstroms)
Priorisierung	hoch
Wertschöpfung	Unterstützung der Eigentümer*innen durch Angebot einer pauschalen Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Dialogveranstaltungen im Quartier

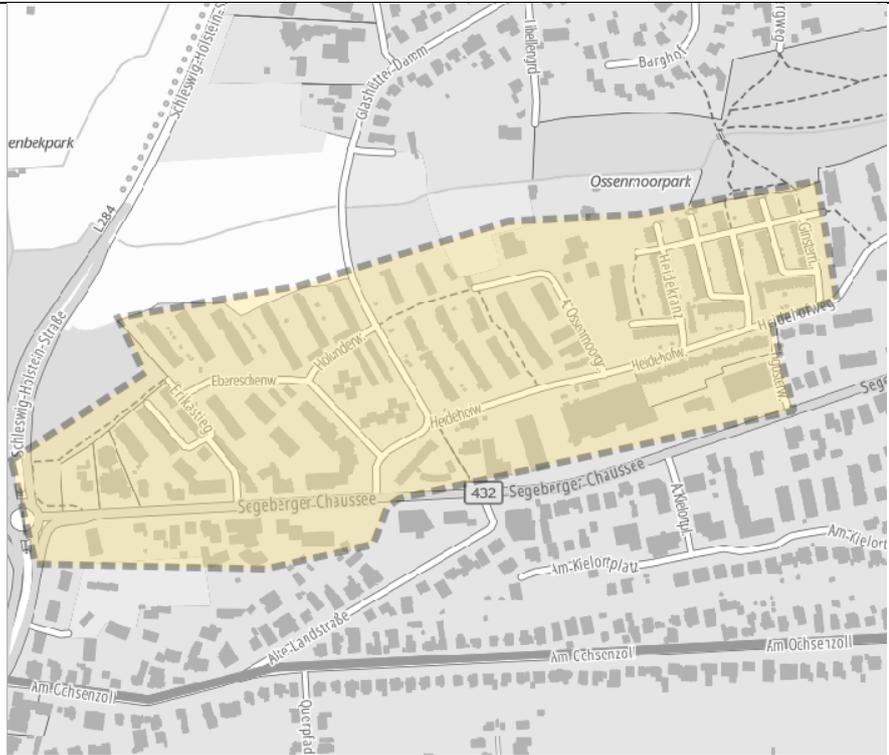
Teilgebiet FW_4, Ulzburger Straße nördlich Waldstraße	
<p>Größe des Gebiets 39 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebiet</p> <p>Anzahl Gebäude 433</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST: [GWh/a]: 18,6 Leistung [MW]: 9</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 15.300 Wärmenetz [m]: 6.600 Wärmelinien-dichte [MWh/m*a]: 2,8</p>
Potenziale	<p>Geothermie: max ~ 14 GWh/a Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz</p>
Zielszenario	Versorgung der Gebäude über ein Wärmenetz
Ankerkunden	Grundschule Harksheide Nord
Vorgesehene Maßnahmen	<p>Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Erstellung Machbarkeitsstudie Fachplanung Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen</p>
Handlungsschritte und Zeitplan	Prüfung Stadtwerke – Ausbau Wärmenetz
Personalaufwand	0,5 VZÄ (Stadtwerke)
Sachkosten (extern)	<p>Vorstudien: 100.000 € Netzbaukosten: ~28,7 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)</p>
Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ):	hoch
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	<p>THG-Einsparungen (t/a): 2030: 2047 2040: 3908 (sukzessive Senkung der Emissionen des Wärmepumpenstroms)</p>
Priorisierung	hoch
Wertschöpfung	Unterstützung der Eigentümer*innen durch Angebot einer pauschalen Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Dialogveranstaltungen im Quartier

Teilgebiet FW_5, Heidbergstraße östlich Morrbekpark	
<p>Größe des Gebiets 12 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebiet</p> <p>Anzahl Gebäude 132</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST: [GWh/a]: 6,5 Leistung [MW]: 3</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 4.000 Wärmenetz [m]: 1.400 Wärmeliniedichte [MWh/m*a]: 4,7</p>
<p>Potenziale</p>	<p>Abwasserleitung im Norden des Gebiets Geothermie: max ~ 9 GWh/a Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz</p>
<p>Zielszenario</p>	<p>Versorgung der Gebäude über ein Wärmenetz – Erschließung der Potenziale außerhalb</p>
<p>Ankerkunden</p>	
<p>Vorgesehene Maßnahmen</p>	<p>Erstellung Machbarkeitsstudie Wärmenetz nach BEW Aufbau eines Wärmenetzes</p>
<p>Handlungsschritte und Zeitplan</p>	<p>Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Erstellung Machbarkeitsstudie Fachplanung Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen</p>
<p>Personalaufwand</p>	<p>0,5 VZÄ (Stadtwerke)</p>
<p>Sachkosten (extern)</p>	<p>Vorstudien: 100.000 € Netzbaukosten: ~6,2 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)</p>
<p>Finanzierungsansatz</p>	<p>Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)</p>
<p>Klima-Wirksamkeit (qualitativ):</p>	<p>mittel</p>

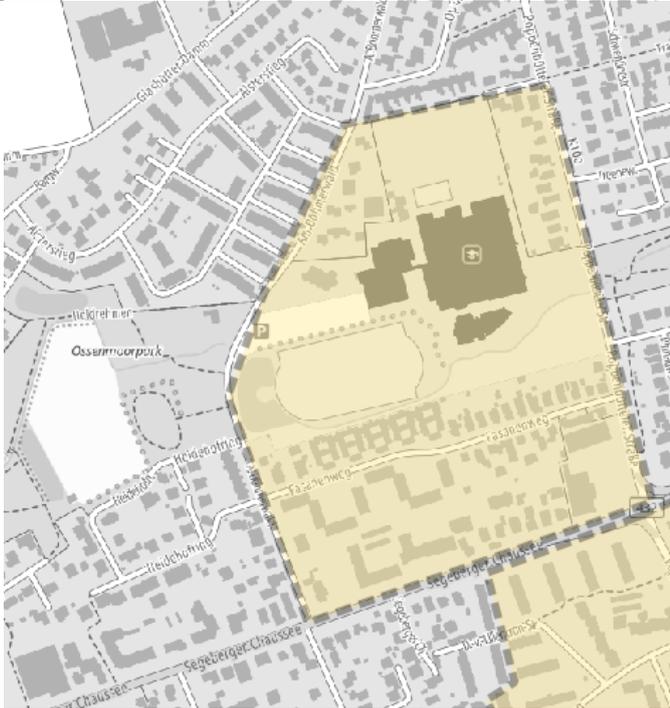
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 715 2040: 1.364 (sukzessive Senkung der Emissionen des Wärmepumpenstroms)
Priorisierung	hoch
Wertschöpfung	Unterstützung der Eigentümer*innen durch Angebot einer pauschalen Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Dialogveranstaltungen im Quartier

Teilgebiet FW_6, Garstedt westlich Ochsenzoll	
<p>Größe des Gebiets 40 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebiet</p> <p>Anzahl Gebäude 390</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST: [GWh/a]: 20,4 Leistung [MW]: 10</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 9.400 Wärmenetz [m]: 5.800 Wärmelinien-dichte [MWh/m*a]: 3,5</p>
Potenziale	<p>Abwasserleitung im Osten des Gebiets</p> <p>Geothermie: max ~ 8 GWh/a</p> <p>Luft-WP</p> <p>Anschluss an Bestandsnetz</p>
Zielszenario	Versorgung der Gebäude über ein Wärmenetz – Erschließung der Potenziale außerhalb

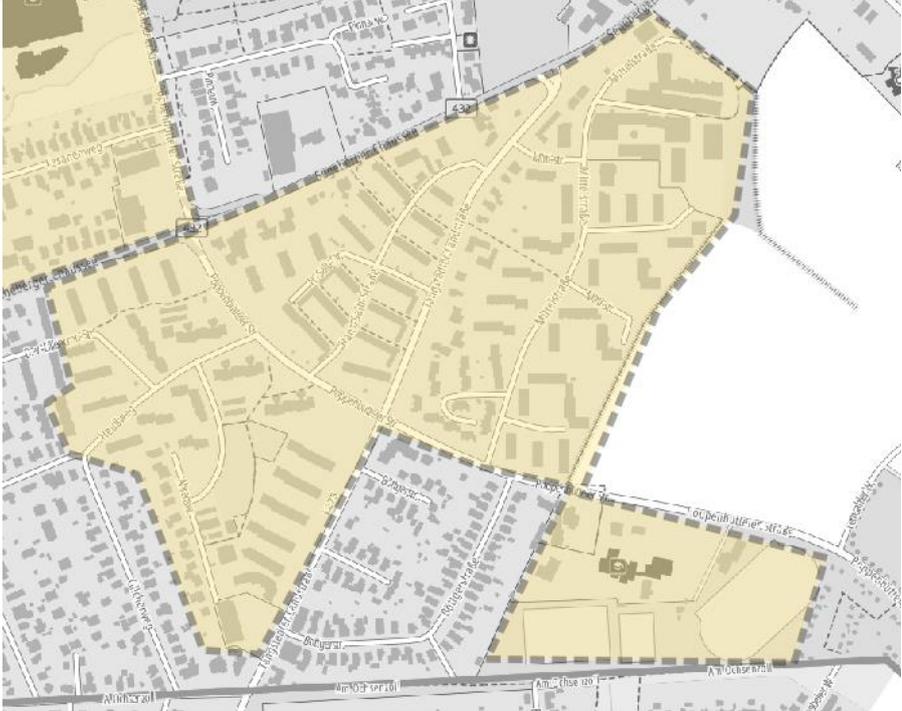
Ankerkunden	
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung Machbarkeitsstudie Wärmenetz nach BEW Aufbau eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Erstellung Machbarkeitsstudie Fachplanung Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	0,5 VZÄ (Stadtwerke)
Sachkosten (extern)	Vorstudien: 100.000 € Netzbaukosten: ~25,3 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ):	hoch
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 2.246 2040: 4.287 (sukzessive Senkung der Emissionen des Wärmepumpenstroms)
Priorisierung	hoch
Wertschöpfung	Unterstützung der Eigentümer*innen durch Angebot einer pauschalen Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Dialogveranstaltungen im Quartier

Teilgebiet FW_7, Wilhelm-Busch-Platz	
<p>Größe des Gebiets 18 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebiet</p> <p>Anzahl Gebäude 309</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
Wärmebedarf IST: [GWh/a]: 10,3	Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 8.000

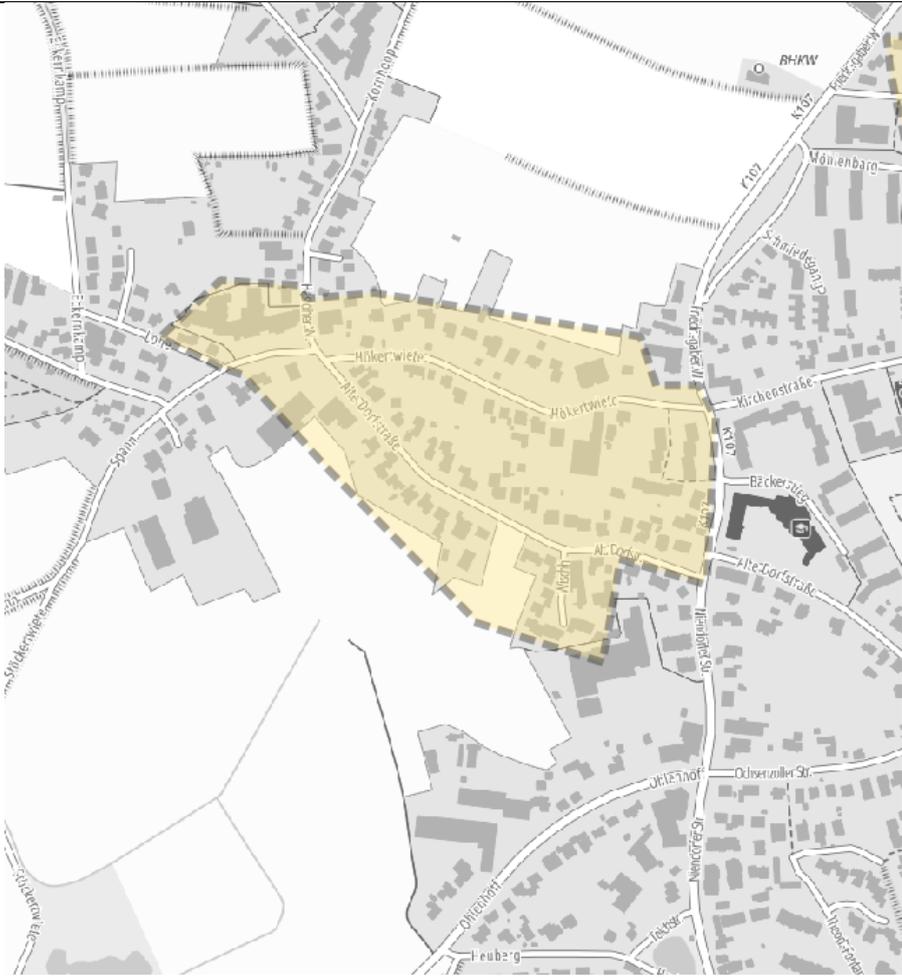
Leistung [MW]: 5	Wärmenetz [m]: 4.200 Wärmeliniendichte [MWh/m*a]: 2,5
Potenziale	Abwasserleitung in Hauptstraße Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz
Zielszenario	Versorgung der Gebäude über ein Wärmenetz – Erschließung der Potenziale außerhalb
Ankerkunden	
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung Machbarkeitsstudie Wärmenetz nach BEW Aufbau eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Erstellung Machbarkeitsstudie Fachplanung Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	0,5 VZÄ (Stadtwerke)
Sachkosten (extern)	Vorstudien: 100.000 € Netzbaukosten: ~18,1 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ):	hoch
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 1.133 2040: 2.162 (sukzessive Senkung der Emissionen des Wärmepumpenstroms)
Priorisierung	hoch
Wertschöpfung	Unterstützung der Eigentümer*innen durch Angebot einer pauschalen Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Dialogveranstaltungen im Quartier

Teilgebiet FW_8, Schulzentrum-Süd	
<p>Größe des Gebiets 20 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebiet</p> <p>Anzahl Gebäude 108</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST: [GWh/a]: 8,6 Leistung [MW]: 4</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 4100 Wärmenetz [m]: 1800 Wärmelinienichte [MWh/m*a]: 5</p>
<p>Potenziale</p>	<p>Abwasserleitung in Hauptstraße Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz</p>
<p>Zielszenario</p>	<p>Versorgung der Gebäude über ein Wärmenetz – Erschließung der Potenziale außerhalb</p>
<p>Ankerkunden</p>	<p>Schulzentrum Süd</p>
<p>Vorgesehene Maßnahmen</p>	<p>Erstellung Machbarkeitsstudie Wärmenetz nach BEW Aufbau eines Wärmenetzes</p>
<p>Handlungsschritte und Zeitplan</p>	<p>Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Erstellung Machbarkeitsstudie Fachplanung Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen</p>
<p>Personalaufwand</p>	<p>0,5 VZÄ (Stadtwerke)</p>
<p>Sachkosten (extern)</p>	<p>Vorstudien: 100.000 € Netzbaukosten: ~7,5 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)</p>
<p>Finanzierungsansatz</p>	<p>Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)</p>
<p>Klima-Wirksamkeit (qualitativ):</p>	<p>mittel</p>
<p>Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme</p>	<p>THG-Einsparungen (t/a): 2030: 950 2040: 1.814 (sukzessive Senkung der Emissionen des Wärmepumpenstroms)</p>

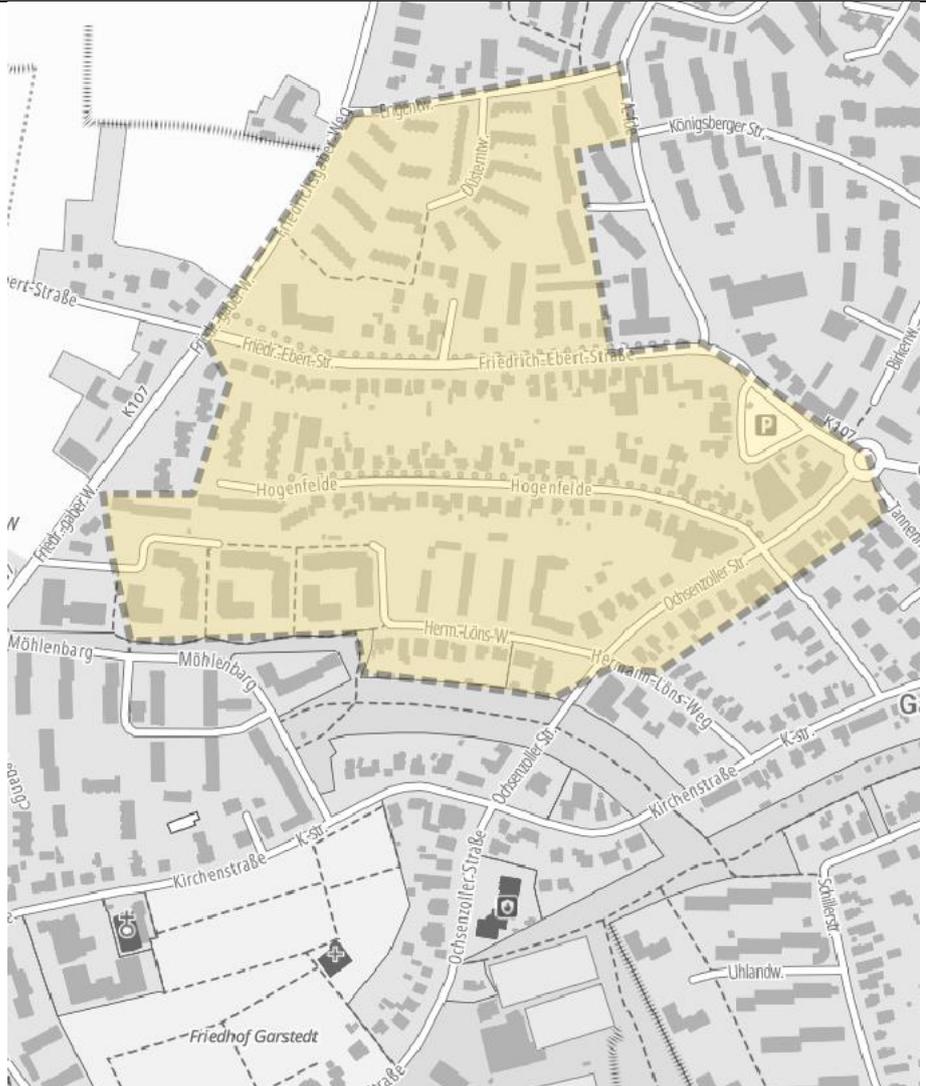
Priorisierung	mittel
Wertschöpfung	Unterstützung des Eigentümer*innen durch Angebot einer pauschalen Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Dialogveranstaltungen im Quartier

Teilgebiet FW_9, Tangstedter Landstraße	
<p>Größe des Gebiets 41 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudety Wohngebiet</p> <p>Anzahl Gebäude 245</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST: [GWh/a]: 18,7 Leistung [MW]: 9</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 7.900 Wärmenetz [m]: 4.800 Wärmeliniendichte [MWh/m*a]: 4</p>
Potenziale	Abwasserleitung in Hauptstraße Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz
Zielszenario	Versorgung der Gebäude über ein Wärmenetz – Erschließung der Potenziale außerhalb
Ankerkunden	Grundschule Glashütte Süd, Kita Glashütte, Spielplatz Glashütter Markt
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung Machbarkeitsstudie Wärmenetz nach BEW Aufbau eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Erstellung Machbarkeitsstudie Fachplanung Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	0,5 VZÄ (Stadtwerke)
Sachkosten (extern)	Vorstudien: 100.000 € Netzbaukosten: ~20,3 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ):	hoch

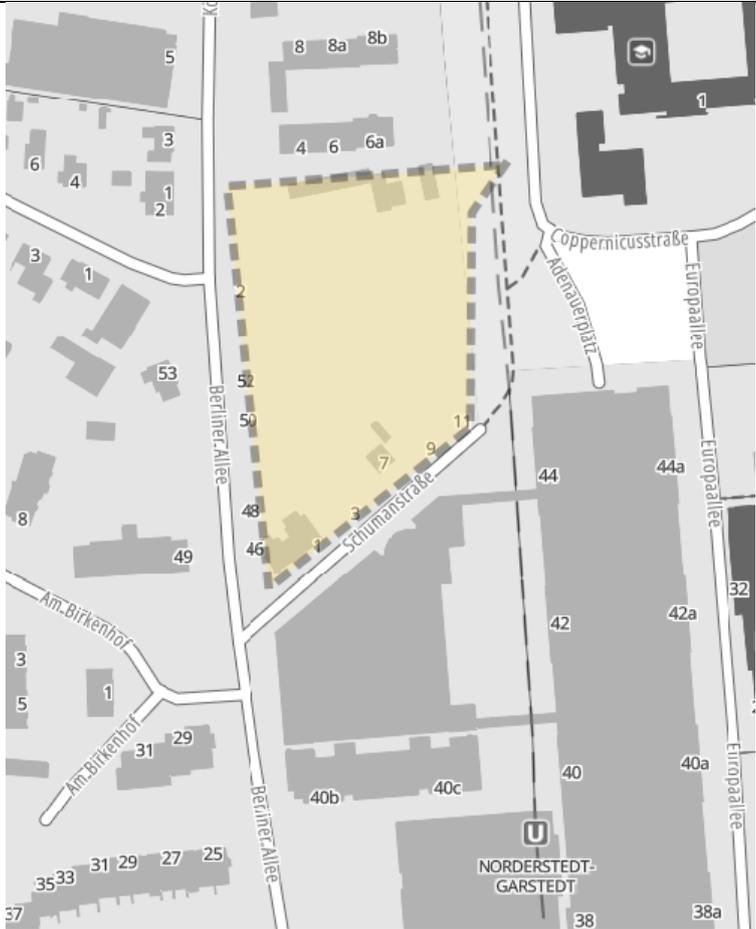
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 2.061 2040: 3.935 (sukzessive Senkung der Emissionen des Wärmepumpenstroms)
Priorisierung	hoch
Wertschöpfung	Unterstützung der Eigentümer*innen durch Angebot einer pauschalen Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Dialogveranstaltungen im Quartier

Teilgebiet FW_10, Alte Dorfstraße/ Hökertwiete	
<p>Größe des Gebiets 13 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebiet</p> <p>Anzahl Gebäude 107</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST: [GWh/a]: 5,6 Leistung [MW]: 3</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 3.500 Wärmenetz [m]: 2.600 Wärmelinien-dichte [MWh/m*a]: 2,1</p>
Potenziale	Geothermie: max. 14 GWh/a Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz
Zielszenario	Versorgung der Gebäude über ein Wärmenetz – Erschließung der Potenziale außerhalb
Ankerkunden	

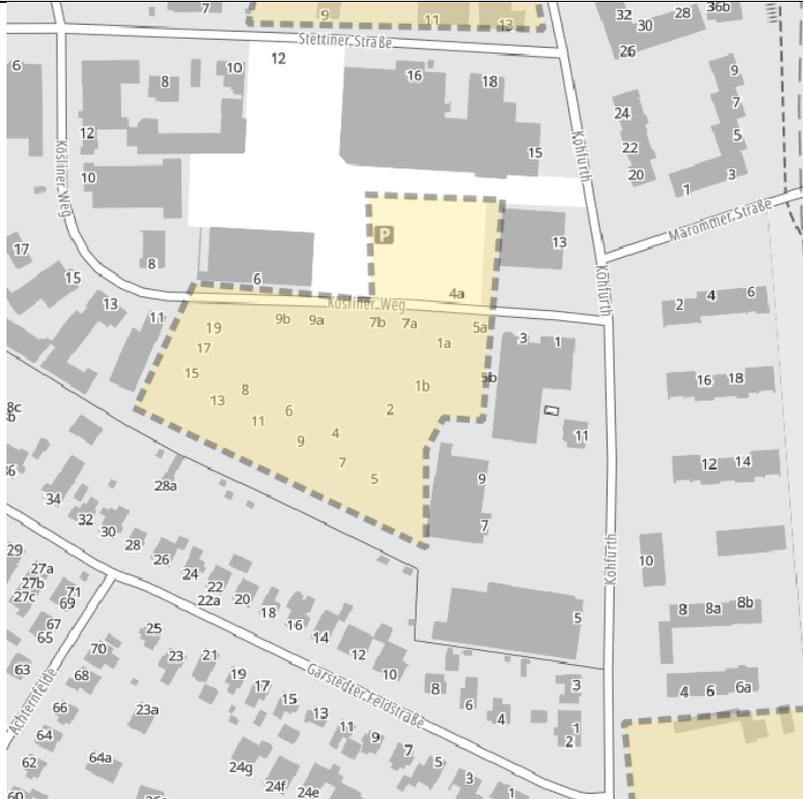
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung Machbarkeitsstudie Wärmenetz nach BEW Aufbau eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Erstellung Machbarkeitsstudie Fachplanung Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	0,5 VZÄ (Stadtwerke)
Sachkosten (extern)	Vorstudien: 100.000 € Netzbaukosten: ~10,8 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ):	mittel
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 611 2040: 1166 (sukzessive Senkung der Emissionen des Wärmepumpenstroms)
Priorisierung	mittel
Wertschöpfung	Unterstützung der Eigentümer*innen durch Angebot einer pauschalen Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Dialogveranstaltungen im Quartier

Teilgebiet FW_11, Friedrich-Ebert-Straße	
<p>Größe des Gebiets 20 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebiet</p> <p>Anzahl Gebäude 268</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST: [GWh/a]: 11,3 Leistung [MW]: 6</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 8.300 Wärmenetz [m]: 4.000 Wärmelinienichte [MWh/m*a]: 2,9</p>
<p>Potenziale</p>	<p>Geothermie: max. ~7 GWh/a Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz</p>
<p>Zielszenario</p>	<p>Versorgung der Gebäude über ein Wärmenetz – Erschließung der Potenziale außerhalb</p>
<p>Ankerkunden</p>	
<p>Vorgesehene Maßnahmen</p>	<p>Erstellung Machbarkeitsstudie Wärmenetz nach BEW Aufbau eines Wärmenetzes</p>
<p>Handlungsschritte und Zeitplan</p>	<p>Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Erstellung Machbarkeitsstudie Fachplanung Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen</p>
<p>Personalaufwand</p>	<p>0,5 VZÄ (Stadtwerke)</p>
<p>Sachkosten (extern)</p>	<p>Vorstudien: 100.000 € Netzbaukosten: ~17,2 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)</p>

Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ):	hoch
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 1250 2040: 2386 (sukzessive Senkung der Emissionen des Wärmepumpenstroms)
Priorisierung	hoch
Wertschöpfung	Unterstützung des Eigentümer*innen durch Angebot einer pauschalen Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Dialogveranstaltungen im Quartier

Teilgebiet FW_12, Schumanstraße	
<p>Größe des Gebiets 1 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebiet</p> <p>Anzahl Gebäude 1</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST: [GWh/a]: 0,74 Leistung [MW]: >1 MW</p>	<p>Netzlängen: Keine Angabe, weil Neubau</p>
Potenziale	<p>Anschluss an Bestandsnetz</p> <p>Luft-Wärmepumpe</p> <p>Geothermie im Detail zu prüfen</p>
Zielszenario	Versorgung der Gebäude über ein Wärmenetz – Erschließung der Potenziale außerhalb
Ankerkunden	

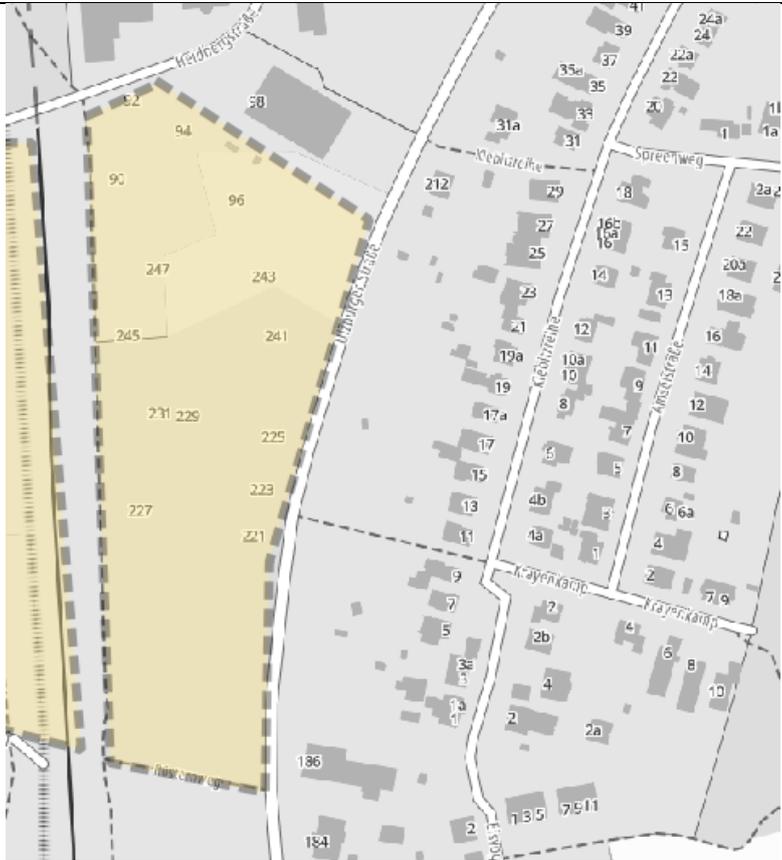
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung Machbarkeitsstudie Wärmenetz nach BEW Aufbau eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Erstellung Machbarkeitsstudie Fachplanung Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	0,5 VZÄ (Stadtwerke)
Sachkosten (extern)	Vorstudien: 100.000 € Netzbaukosten: Neubau
Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ):	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): Keine Angabe, weil Neubau
Priorisierung	hoch
Wertschöpfung	Unterstützung der Eigentümer*innen durch Angebot einer pauschalen Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Dialogveranstaltungen im Quartier, ggf städtebauliche Verträge

Teilgebiet FW_13, Kösliner Weg	
<p>Größe des Gebiets 2 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Gewerbegebiet</p> <p>Anzahl Gebäude Neubau</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
Wärmebedarf IST: [GWh/a]: 0,8	Netzlängen: keine Angabe, weil Neubau

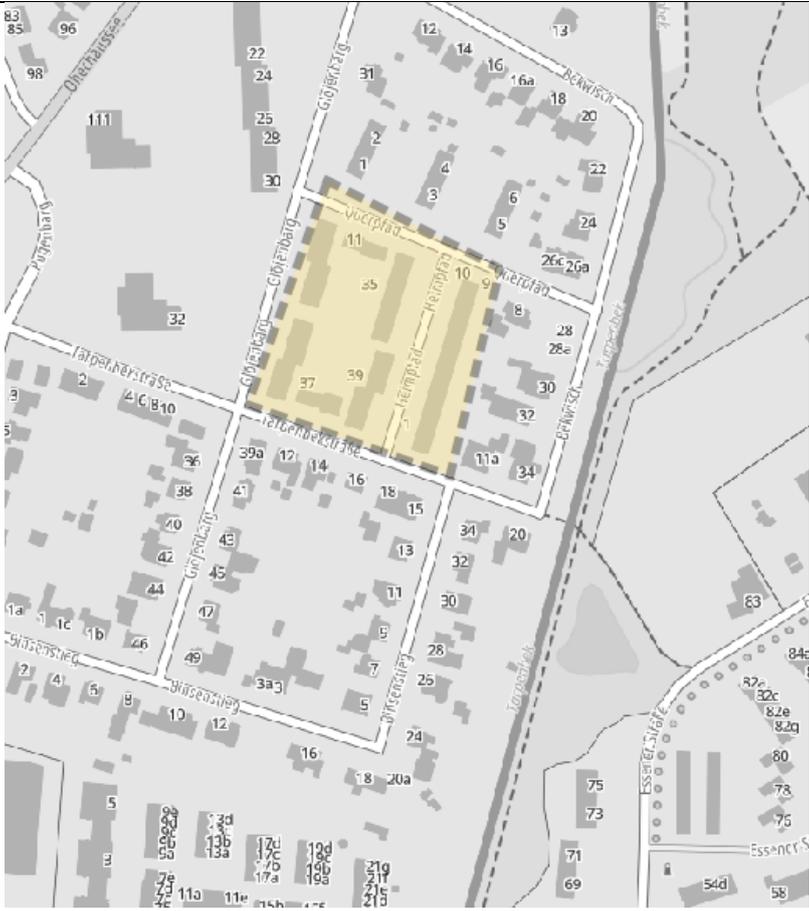
Leistung [MW]: >1 MW	
Potenziale	Anschluss an Bestandsnetz Luft-Wärmepumpe Geothermie im Detail zu prüfen
Zielszenario	Versorgung der Gebäude über ein Wärmenetz – Erschließung der Potenziale außerhalb
Ankerkunden	
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung Machbarkeitsstudie Wärmenetz nach BEW Aufbau eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Erstellung Machbarkeitsstudie Fachplanung Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	0,5 VZÄ (Stadtwerke)
Sachkosten (extern)	Vorstudien: 100.000 € Netzbaukosten: keine Angabe, weil Neubau
Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ):	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): keine Angabe, weil Neubau
Priorisierung	hoch
Wertschöpfung	Unterstützung der Eigentümer*innen durch Angebot einer pauschalen Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Dialogveranstaltungen im Quartier, ggf städtebauliche Verträge

Teilgebiet FW_14, Richtweg	
<p>Größe des Gebiets 7 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebiet</p> <p>Anzahl Gebäude 10</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST: [GWh/a]: 0,64 Leistung [MW]: >1 MW</p>	<p>Netzlängen: keine Angabe, weil Neubau</p>
Potenziale	<p>Anschluss an Bestandsnetz Luft-Wärmepumpe Geothermie im Detail zu prüfen</p>
Zielszenario	Versorgung der Gebäude über ein Wärmenetz – Erschließung der Potenziale außerhalb
Ankerkunden	
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung Machbarkeitsstudie Wärmenetz nach BEW Aufbau eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	<p>Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1</p> <p>Erstellung Machbarkeitsstudie</p> <p>Fachplanung</p> <p>Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen</p>
Personalaufwand	0,5 VZÄ (Stadtwerke)
Sachkosten (extern)	<p>Vorstudien: 100.000 €</p> <p>Netzbaukosten: ~3,3 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)</p>
Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)

Klima-Wirksamkeit (qualitativ):	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): keine Angabe, weil Neubau
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung des Eigentümer*innen durch Angebot einer pauschalen Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Dialogveranstaltungen im Quartier, ggf städtebauliche Verträge

Teilgebiet FW_15, Ulzburger Straße/ Rüsternweg	
<p>Größe des Gebiets 3 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Gewerbegebiet</p> <p>Anzahl Gebäude Neubau</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
Wärmebedarf IST: [GWh/a]: 0,9 Leistung [MW]: >1 MW	Netzlängen: keine Angabe, weil Neubau
Potenziale	Anschluss an Bestandsnetz Luft-Wärmepumpe Geothermie im Detail zu prüfen
Zielszenario	Versorgung der Gebäude über ein Wärmenetz – Erschließung der Potenziale außerhalb
Ankerkunden	
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung Machbarkeitsstudie Wärmenetz nach BEW Aufbau eines Wärmenetzes

Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Erstellung Machbarkeitsstudie Fachplanung Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	0,5 VZÄ (Stadtwerke)
Sachkosten (extern)	Vorstudien: 100.000 € Netzbaukosten: Neubau
Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ):	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): keine Angabe, weil Neubau
Priorisierung	mittel
Wertschöpfung	Unterstützung der Eigentümer*innen durch Angebot einer pauschalen Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Dialogveranstaltungen im Quartier, ggf städtebauliche Verträge

Teilgebiet FW_16, Glojenberg	
<p>Größe des Gebiets 1 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebiet</p> <p>Anzahl Gebäude 4</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
Wärmebedarf	Netzlängen:

IST: [GWh/a]: - Leistung [MW]: -	Hausanschlüsse [m]: 200 Wärmenetz [m]: 250 Wärmeliniedichte [MWh/m*a]: -
Potenziale	Anschluss an Bestandsnetz Luft-Wärmepumpe
Zielszenario	Versorgung der Gebäude über ein Wärmenetz – Erschließung der Potenziale außerhalb
Ankerkunden	
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung Machbarkeitsstudie Wärmenetz nach BEW Aufbau eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Erstellung Machbarkeitsstudie Fachplanung Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	0,5 VZÄ (Stadtwerke)
Sachkosten (extern)	Vorstudien: 100.000 € Netzbaukosten: ~1 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ):	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 60 2040: 100 (sukzessive Senkung der Emissionen des Wärmepumpenstroms)
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung der Eigentümer*innen durch Angebot einer pauschalen Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Dialogveranstaltungen im Quartier

Teilgebiet FW_17, Garstedter Tor	
<p>Größe des Gebiets 2 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Gewerbegebiet</p> <p>Anzahl Gebäude 6</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST: [GWh/a]: 0,4 Leistung [MW]: 0,2</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 300 Wärmenetz [m]: 150 Wärmelinienlänge [MWh/m*a]: 2,8</p>
<p>Potenziale</p>	<p>Anschluss an Bestandsnetz Luft-Wärmepumpe Geothermie im Detail zu prüfen</p>
<p>Zielszenario</p>	<p>Versorgung der Gebäude über ein Wärmenetz – Erschließung der Potenziale außerhalb</p>
<p>Ankerkunden</p>	
<p>Vorgesehene Maßnahmen</p>	<p>Erstellung Machbarkeitsstudie Wärmenetz nach BEW Aufbau eines Wärmenetzes</p>
<p>Handlungsschritte und Zeitplan</p>	<p>Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Erstellung Machbarkeitsstudie Fachplanung Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen</p>
<p>Personalaufwand</p>	<p>0,5 VZÄ (Stadtwerke)</p>
<p>Sachkosten (extern)</p>	<p>Vorstudien: 100.000 € Netzbaukosten: ~1 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)</p>
<p>Finanzierungsansatz</p>	<p>Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)</p>
<p>Klima-Wirksamkeit (qualitativ):</p>	<p>sehr hoch</p>

Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 60 2040: 100 (sukzessive Senkung der Emissionen des Wärmepumpenstroms)
Priorisierung	hoch
Wertschöpfung	Unterstützung der Eigentümer*innen durch Angebot einer pauschalen Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Dialogveranstaltungen im Quartier

6.2 Potenzielle Sanierungsgebiete

Die Bereiche mit dem höchsten Sanierungspotenzial wurden anhand der Daten aus der Bestands- und Potenzialanalyse zur Sanierung ermittelt. In diesen Bereichen weisen die Gebäude mehrheitlich ein hohes Sanierungspotenzial auf, das durch entsprechende Maßnahmen priorisiert gehoben werden sollte.

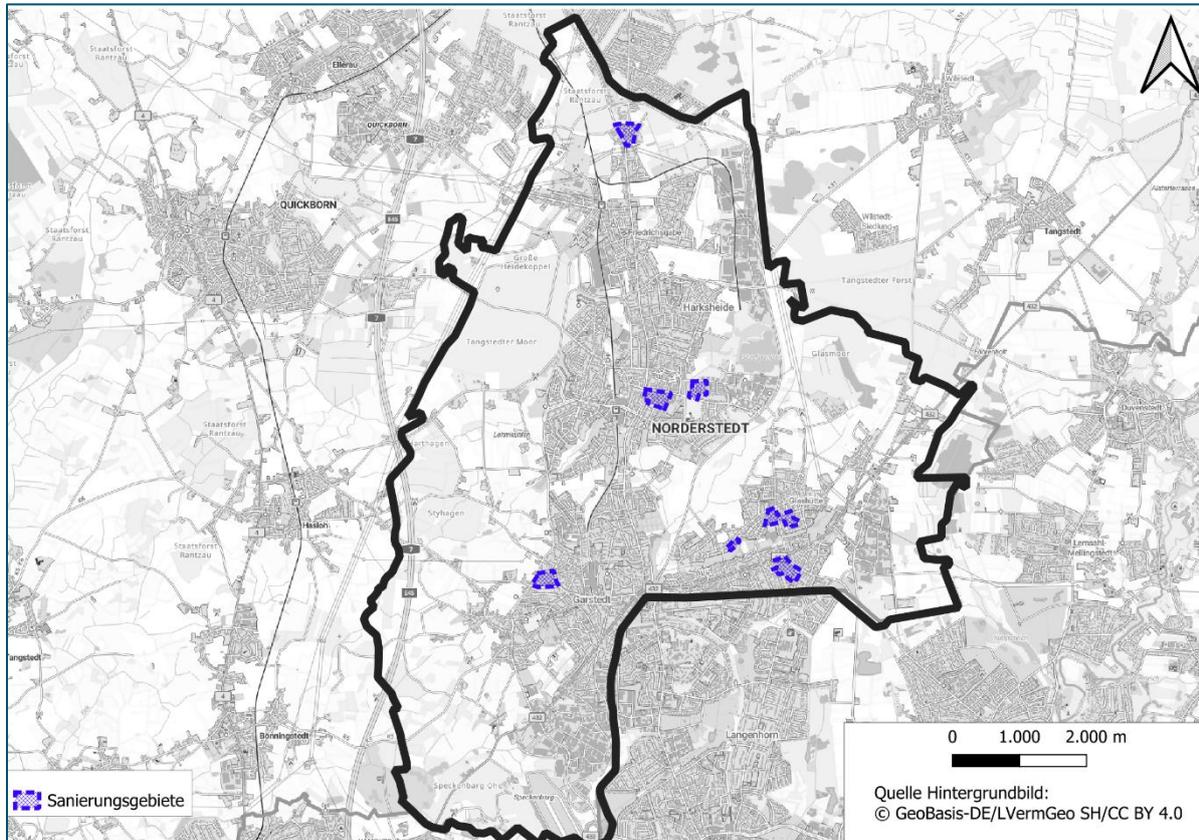
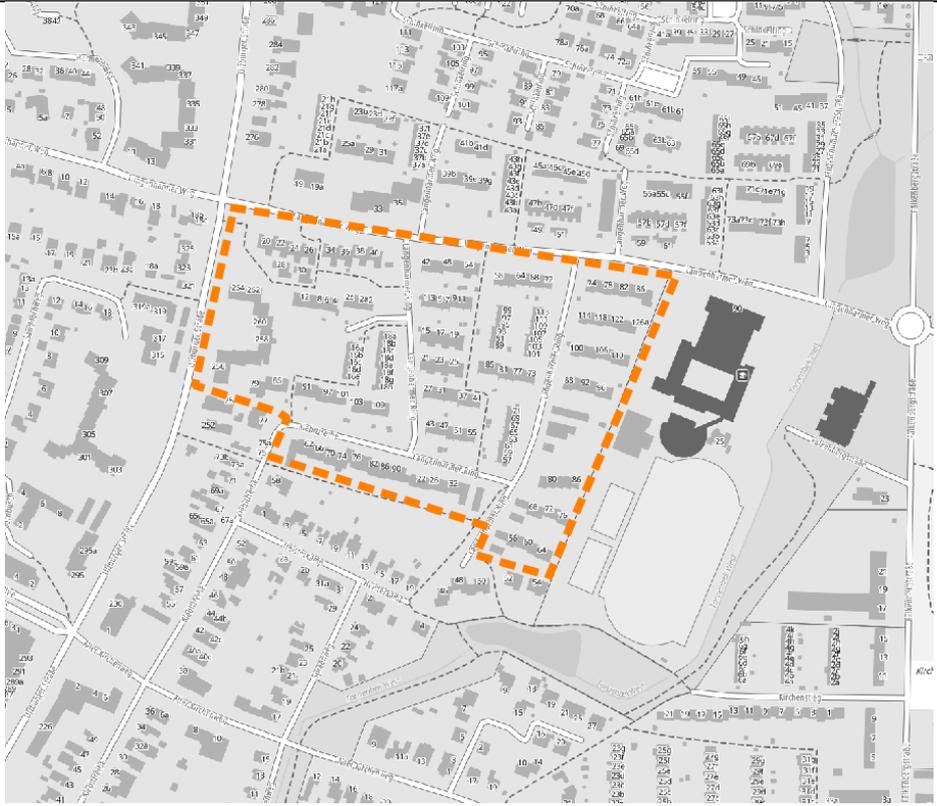
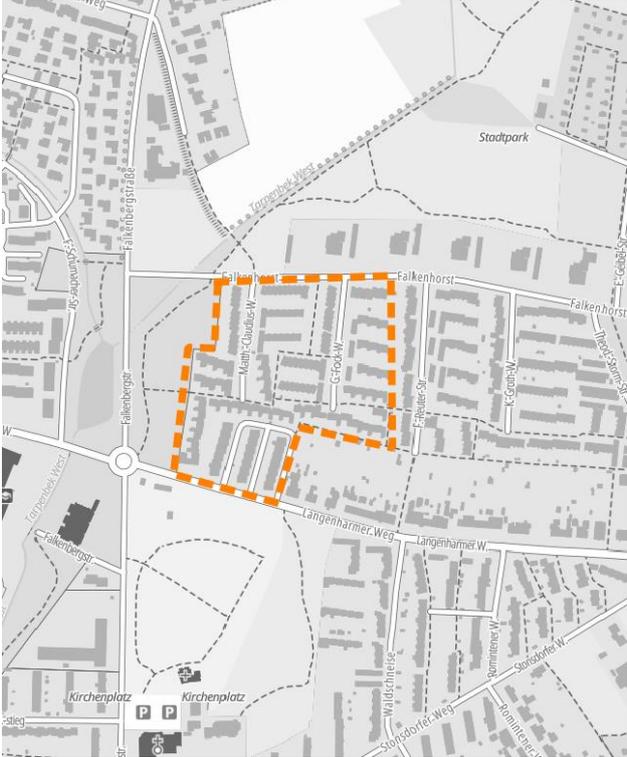


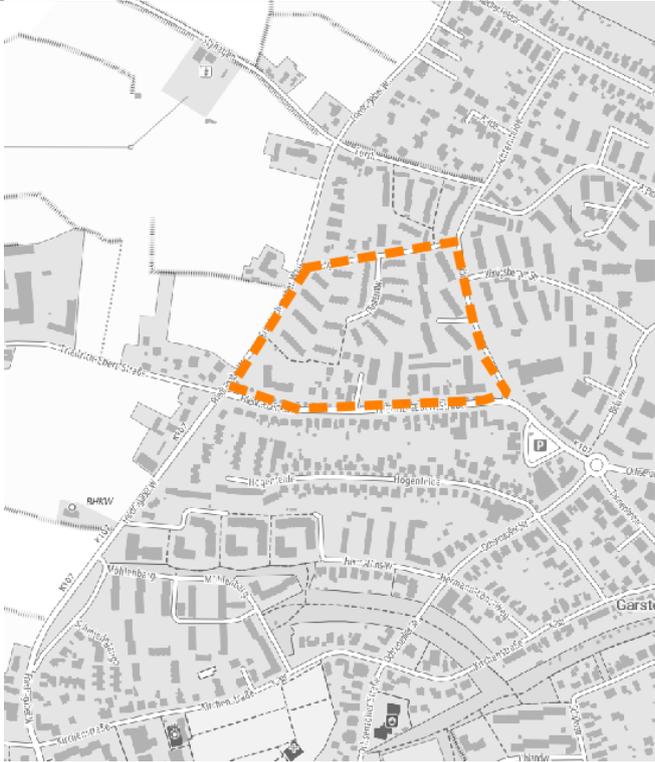
Abbildung 36: Übersicht über die Bereiche mit hohem Sanierungspotenzial (Quelle: Eigene Darstellung mit Verwaltungsgebietsgrenze (2023) von Norderstedt sowie mit Hintergrundkarte von basemap.de, Lizenz nach <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

6.2.1 Gebietssteckbriefe Sanierungsgebiete

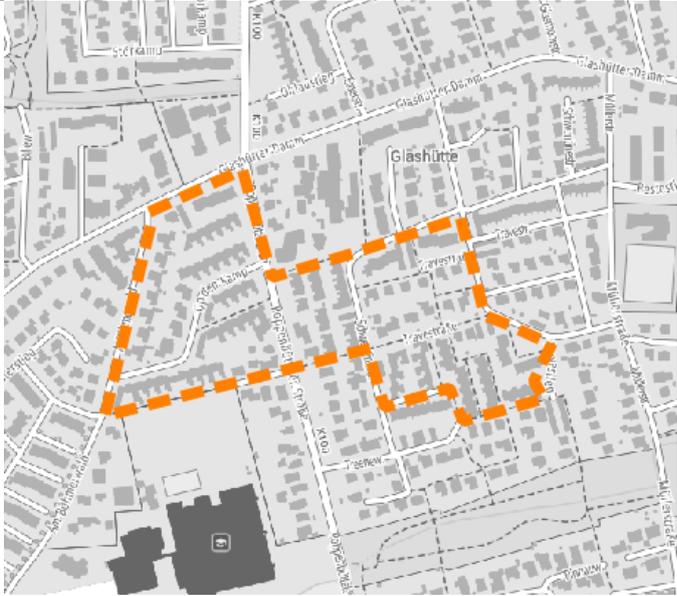
Teilgebiet San_1, Am Gehölz	
<p>Größe des Gebiets 7 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Maßnahmentyp Sanierungsschwerpunkt</p>	<p>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
Wärmebedarf IST [GWh/a]: 3,3	
Potenziale	Sanierung
Zielszenario	Verstärkte Sanierungsaktivität im Quartier
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung einer Quartiersstudie zur detaillierten Erfassung von Sanierungspotenzialen und Ausarbeitung von Konzepten Aufsetzen eines Sanierungsmanagements im Quartier
Handlungsschritte und Zeitplan	Ab 2025: Prüfung und Beantragung von Fördermitteln Jahr 1: Ausschreibung der Studie Jahr 2: Einsatz und Verstetigung Sanierungsmanagement Jahre 2-7: Durchführung der Sanierungen
Personalaufwand	1 VZÄ Stadtverwaltung
Sachkosten (extern)	Studie energetisches Quartierskonzept: 50-80.000 €
Finanzierungsansatz	Eigenmittel der Stadt, Förderung durch Land oder Bund derzeit nicht mehr gegeben
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	mittel
Endenergieeinsparungen (GWh/a): 1,6	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 357 (Annahme Erdgasversorgung) 2040: 357 (Annahme Erdgasversorgung)
Priorisierung	hoch
Wertschöpfung	Umsetzung durch lokales Handwerk, Unterstützung der Gebäudeeigentümer:innen bei Sanierung der Gebäude
Flankierende Maßnahmen	Beratungsstelle Wärmewendehafen

Teilgebiet San_2, Langenharmer Ring	
<p>Größe des Gebiets 8 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Maßnahmentyp Sanierungsschwerpunkt</p>	 <p>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
Wärmebedarf IST [GWh/a]: 5,0	
Potenziale	Sanierung
Zielszenario	Verstärkte Sanierungsaktivität im Quartier
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung einer Quartiersstudie zur detaillierten Erfassung von Sanierungspotenzialen und Ausarbeitung von Konzepten Aufsetzen eines Sanierungsmanagements im Quartier
Handlungsschritte und Zeitplan	Ab 2025: Prüfung und Beantragung von Fördermitteln Jahr 1: Ausschreibung der Studie Jahr 2: Einsatz und Verstetigung Sanierungsmanagement Jahre 2-7: Durchführung der Sanierungen
Personalaufwand	1 VZÄ Stadtverwaltung
Sachkosten (extern)	Studie energetisches Quartierskonzept: 50-80.000 €
Finanzierungsansatz	Eigenmittel der Stadt, Förderung durch Land oder Bund derzeit nicht mehr gegeben
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	mittel
Endenergieeinsparungen (GWh/a): 2,4	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 556 (Annahme Erdgasversorgung) 2040: 556 (Annahme Erdgasversorgung)
Priorisierung	hoch
Wertschöpfung	Umsetzung durch lokales Handwerk, Unterstützung der Gebäudeeigentümer:innen bei Sanierung der Gebäude
Flankierende Maßnahmen	Beratungsstelle Wärmewendehafen

Teilgebiet San_3, zwischen Falkenhorst und Langenharmer Weg	
<p>Größe des Gebiets 6 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Maßnahmentyp Sanierungsschwerpunkt</p>	 <p>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
Wärmebedarf IST [GWh/a]: 3,1	
Potenziale	Sanierung
Zielszenario	Verstärkte Sanierungsaktivität im Quartier
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung einer Quartiersstudie zur detaillierten Erfassung von Sanierungspotenzialen und Ausarbeitung von Konzepten Aufsetzen eines Sanierungsmanagements im Quartier
Handlungsschritte und Zeitplan	Ab 2025: Prüfung und Beantragung von Fördermitteln Jahr 1: Ausschreibung der Studie Jahr 2: Einsatz und Verstetigung Sanierungsmanagement Jahre 2-7: Durchführung der Sanierungen
Personalaufwand	1 VZÄ Stadtverwaltung
Sachkosten (extern)	Studie energetisches Quartierskonzept: 50-80.000 €
Finanzierungsansatz	Eigenmittel der Stadt, Förderung durch Land oder Bund derzeit nicht mehr gegeben
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	mittel
Endenergieeinsparungen (GWh/a): 1,4	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 327 (Annahme Erdgasversorgung) 2040: 327 (Annahme Erdgasversorgung)
Priorisierung	hoch
Wertschöpfung	Umsetzung durch lokales Handwerk, Unterstützung der Gebäudeeigentümer:innen bei Sanierung der Gebäude
Flankierende Maßnahmen	Beratungsstelle Wärmewendehafen

Teilgebiet San_4, nördlich Friedrich-Ebert-Straße	
<p>Größe des Gebiets 7 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Maßnahmentyp Sanierungsschwerpunkt</p>	 <p>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
Wärmebedarf IST [GWh/a]: 4,5	
Potenziale	Sanierung
Zielszenario	Verstärkte Sanierungsaktivität im Quartier
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung einer Quartiersstudie zur detaillierten Erfassung von Potenzialen und Ausarbeitung von Konzepten Aufsetzen eines Sanierungsmanagements im Quartier
Handlungsschritte und Zeitplan	Ab 2025: Prüfung und Beantragung von Fördermitteln Jahr 1: Ausschreibung der Studie Jahr 2: Einsatz und Verstetigung Sanierungsmanagement Jahre 2-7: Durchführung der Sanierungen
Personalaufwand	1 VZÄ Stadtverwaltung
Sachkosten (extern)	Studie energetisches Quartierskonzept: 50-80.000 €
Finanzierungsansatz	Eigenmittel der Stadt, Förderung durch Land oder Bund derzeit nicht mehr gegeben
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	mittel
Endenergieeinsparungen (GWh/a): 2,1	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 473 (Annahme Erdgasversorgung) 2040: 473 (Annahme Erdgasversorgung)
Priorisierung	hoch
Wertschöpfung	Umsetzung durch lokales Handwerk, Unterstützung der Gebäudeeigentümer:innen bei Sanierung der Gebäude
Flankierende Maßnahmen	Beratungsstelle Wärmewendehafen

Teilgebiet San_5, Up den Barg	
<p>Größe des Gebiets 1 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Maßnahmentyp Sanierungsschwerpunkt</p>	 <p>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 1,0</p>	
Potenziale	Sanierung
Zielszenario	Verstärkte Sanierungsaktivität im Quartier
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung einer Quartiersstudie zur detaillierten Erfassung von Potenzialen und Ausarbeitung von Konzepten Aufsetzen eines Sanierungsmanagements im Quartier
Handlungsschritte und Zeitplan	Ab 2025: Prüfung und Beantragung von Fördermitteln Jahr 1: Ausschreibung der Studie Jahr 2: Einsatz und Verstetigung Sanierungsmanagement Jahre 2-7: Durchführung der Sanierungen
Personalaufwand	1 VZÄ Stadtverwaltung
Sachkosten (extern)	Studie energetisches Quartierskonzept: 50-80.000 €
Finanzierungsansatz	Eigenmittel der Stadt, Förderung durch Land oder Bund derzeit nicht mehr gegeben
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	mittel
Endenergieeinsparungen (GWh/a): 0,5	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 112 (Annahme Erdgasversorgung) 2040: 112 (Annahme Erdgasversorgung)
Priorisierung	hoch
Wertschöpfung	Umsetzung durch lokales Handwerk, Unterstützung der Gebäudeeigentümer:innen bei Sanierung der Gebäude
Flankierende Maßnahmen	Beratungsstelle Wärmewendehafen

Teilgebiet San_6, nördlich Schulzentrum-Süd	
<p>Größe des Gebiets 8 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Maßnahmentyp Sanierungsschwerpunkt</p>	 <p>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 3,4</p>	
Potenziale	Sanierung
Zielszenario	Verstärkte Sanierungsaktivität im Quartier
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung einer Quartiersstudie zur detaillierten Erfassung von Potenzialen und Ausarbeitung von Konzepten Aufsetzen eines Sanierungsmanagements im Quartier
Handlungsschritte und Zeitplan	Ab 2025: Prüfung und Beantragung von Fördermitteln Jahr 1: Ausschreibung der Studie Jahr 2: Einsatz und Verstetigung Sanierungsmanagement Jahre 2-7 : Durchführung der Sanierungen
Personalaufwand	1 VZÄ Stadtverwaltung
Sachkosten (extern)	Studie energetisches Quartierskonzept: 50-80.000 €
Finanzierungsansatz	Eigenmittel der Stadt, Förderung durch Land oder Bund derzeit nicht mehr gegeben
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	mittel
Endenergieeinsparungen (GWh/a): 1,6	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 365 (Annahme Erdgasversorgung) 2040: 365 (Annahme Erdgasversorgung)
Priorisierung	hoch
Wertschöpfung	Umsetzung durch lokales Handwerk, Unterstützung der Gebäudeeigentümer:innen bei Sanierung der Gebäude
Flankierende Maßnahmen	Beratungsstelle Wärmewendehafen

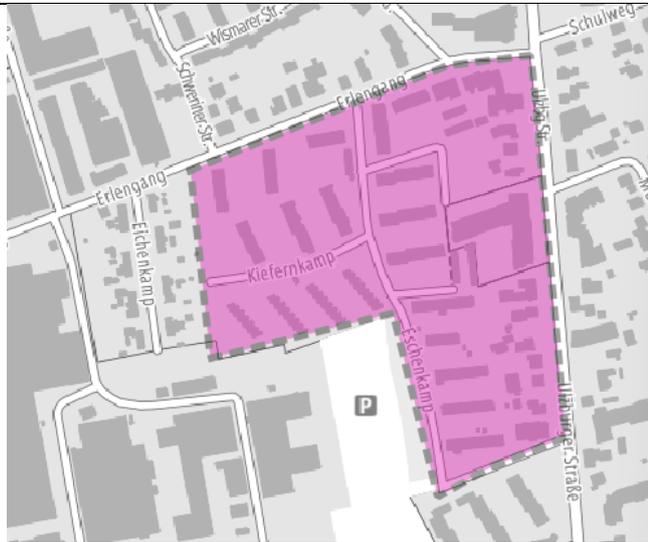
Teilgebiet San_7, Heußweg	
<p>Größe des Gebiets 8 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Maßnahmentyp Sanierungsschwerpunkt</p>	 <p>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
Wärmebedarf IST [GWh/a]: 8,5	
Potenziale	Sanierung
Zielszenario	Verstärkte Sanierungsaktivität im Quartier
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung einer Quartiersstudie zur detaillierten Erfassung von Potenzialen und Ausarbeitung von Konzepten Aufsetzen eines Sanierungsmanagements im Quartier
Handlungsschritte und Zeitplan	Ab 2025: Prüfung und Beantragung von Fördermitteln Jahr 1: Ausschreibung der Studie Jahr 2: Einsatz und Verstetigung Sanierungsmanagement Jahre 2-7: Durchführung der Sanierungen
Personalaufwand	1 VZÄ Stadtverwaltung
Sachkosten (extern)	Studie energetisches Quartierskonzept: 50-80.000 €
Finanzierungsansatz	Eigenmittel der Stadt, Förderung durch Land oder Bund derzeit nicht mehr gegeben
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	mittel
Endenergieeinsparungen (GWh/a): 4,3	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 979 (Annahme Erdgasversorgung) 2040: 979 (Annahme Erdgasversorgung)
Priorisierung	hoch
Wertschöpfung	Umsetzung durch lokales Handwerk, Unterstützung der Gebäudeeigentümer*innen bei Sanierung der Gebäude
Flankierende Maßnahmen	Beratungsstelle Wärmewendehafen

6.3 Prüfgebiete für Wärmenetze

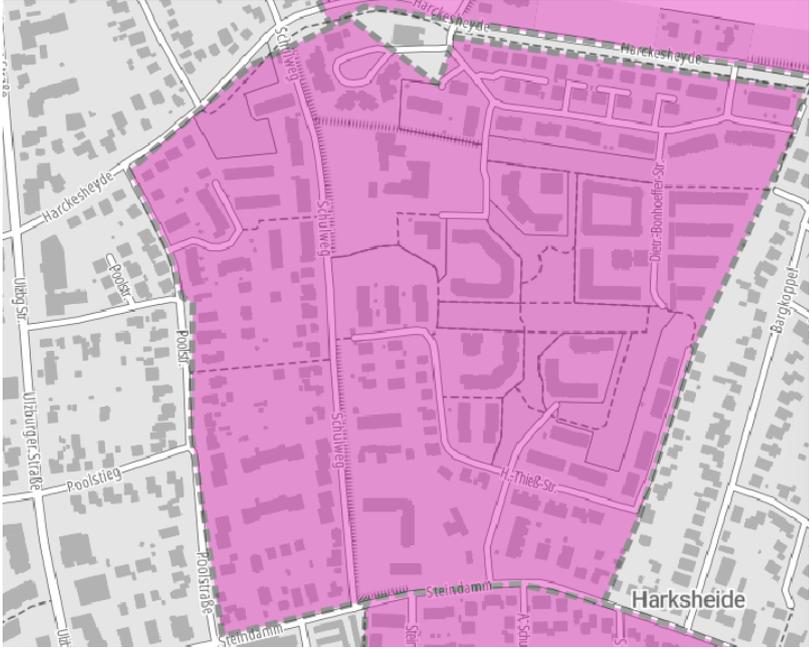
Prüfgebiete sind in dieser Analyse dadurch charakterisiert, dass ein Wärmenetz aufgrund von Faktoren wie nicht ausreichenden Potenzialen am Gebäude oder hohem Interesse der Anschlussnehmenden sinnvoll sein kann.

Im ersten Schritt wurden die Karten aus der Potenzialanalyse verschnitten, um zu prüfen, ob in jedem Bereich der Stadt, der nicht bereits durch Wärmenetze oder Wärmenetzausbaumaßnahmen erschlossen ist, eine Nutzung von EE-Quellen möglich ist. Zu jedem Quartier wurde geprüft, ob eine Wärmepumpe (Luft oder Geothermie) einsetzbar scheint und wenn ja, welche Art der Wärmepumpe technisch am besten geeignet scheint. Wenn sich für keine der Wärmepumpen ausreichend Flächen finden lassen, wird das Quartier als „nicht geeignet“ ausgewiesen. Werden nur wenig Flächen gefunden, die aber im Optimalfall ausreichend sein könnten, wird das Quartier als „bedingt geeignet“ ausgewiesen. Auf Basis der Gespräche im Arbeitskreis und Austausch von GIS-Daten zum Potenzial von Ankerkunden mit hohem Interesse an einer Wärmenetzlösung wurden weitere Bereiche identifiziert

6.3.1 Gebietssteckbriefe Prüfbereiche Wärmenetzaufbau

Teilgebiet Prüf_1, südlich Erlengang	
<p>Größe des Gebiets 7 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude: 118</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 4,1 Leistung [MW]: 2</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 3.400 Wärmenetz [m]: 800 Wärmeliniendichte [MWh/m*a]: 5,5</p>
<p>Potenziale</p>	<p>Geothermie: max ~ 10 GWh/a Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz</p>
<p>Zielszenario</p>	<p>Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung</p>
<p>Ankerkunden</p>	<p>Reha Klinik</p>
<p>Vorgesehene Maßnahmen</p>	<p>Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes</p>
<p>Handlungsschritte und Zeitplan</p>	<p>Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen</p>

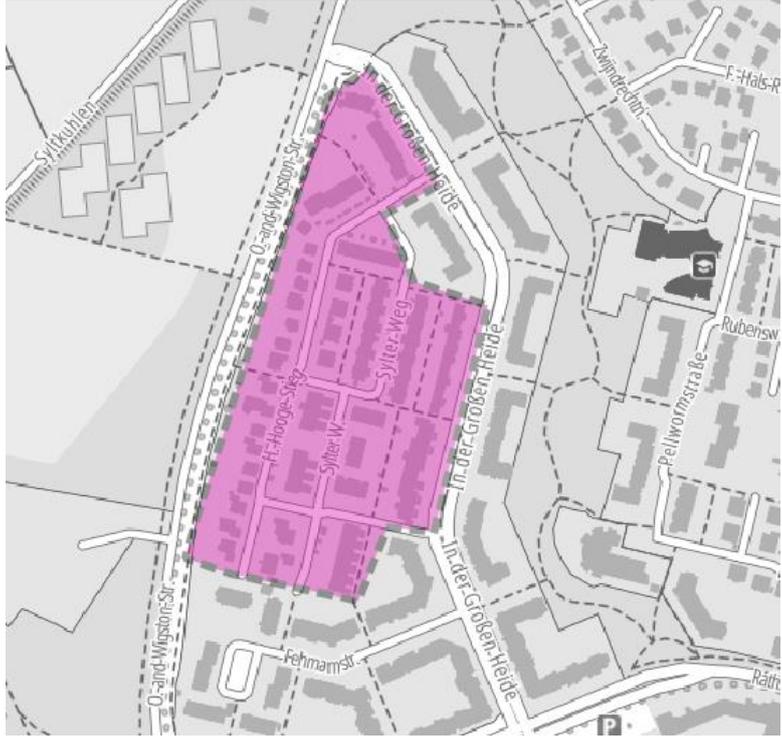
Personalaufwand	-
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 3,6 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	-
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 455 2040: 869
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

Teilgebiet Prüf_2, zwischen Steindamm und Harkesheyde	
<p>Größe des Gebiets 29 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude: 373</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 6,5 Leistung [MW]: 3</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 10600 Wärmenetz [m]: 3000 Wärmelinien-dichte [MWh/m*a]: 2,2</p>
Potenziale	<p>Abwasserleitung im Süden des Gebiets</p> <p>Geothermie: max ~ 11 GWh/a</p> <p>Luft-WP</p> <p>Anschluss an Bestandsnetz</p>
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	Albert Schweitzer Kirche, Kindertagesstätte Arche Noah
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	<p>Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1</p> <p>Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie</p>

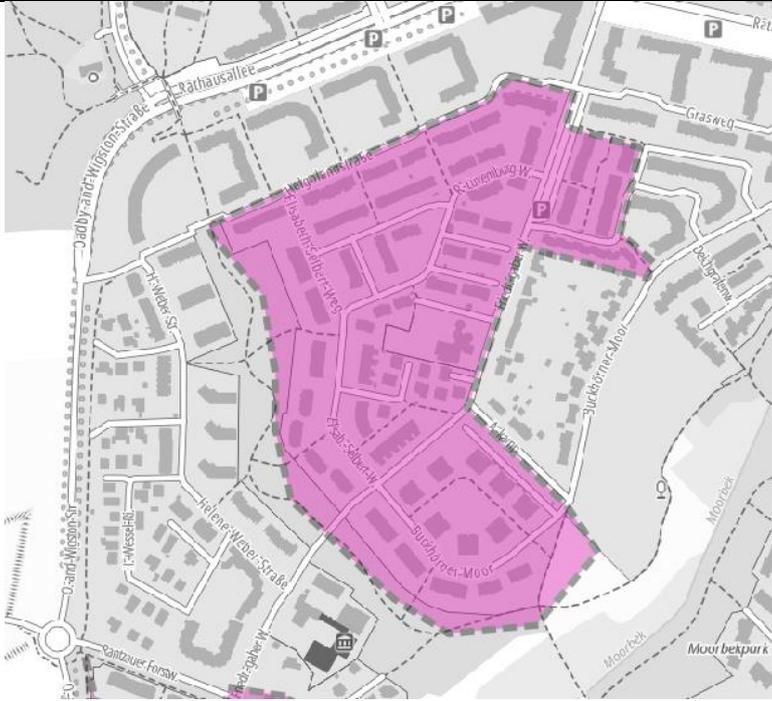
	Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	0,2 VZÄ (Stadtwerke)
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 13,7 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	hoch
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 713 2040: 1361
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

Teilgebiet Prüf_3, südlich Steindamm	
<p>Größe des Gebiets 11 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude: 219</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 5,6 Leistung [MW]: 3</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 6100 Wärmenetz [m]: 1600 Wärmelinienichte [MWh/m*a]: 3,6</p>
Potenziale	Geothermie: max ~ 11 GWh/a Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	-
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie

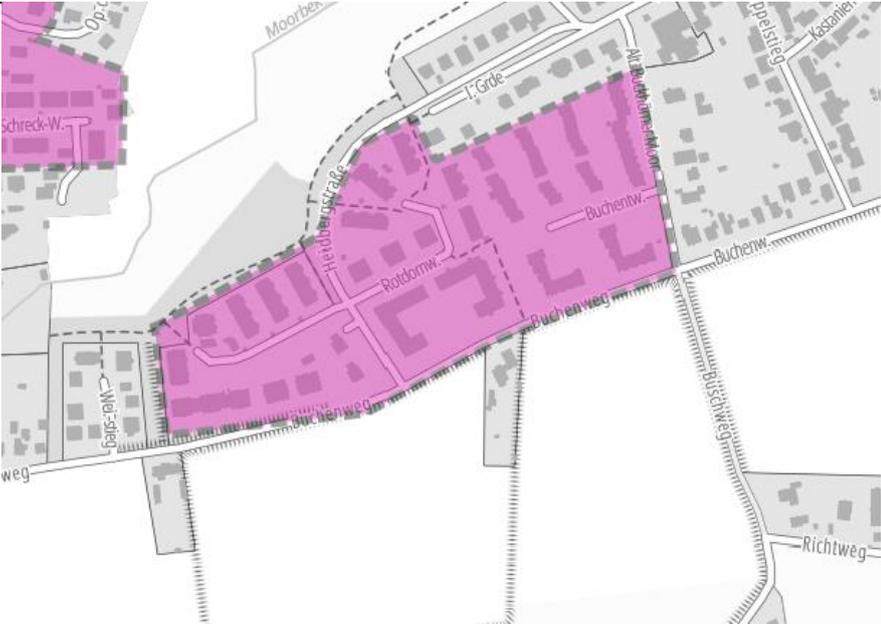
	Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	0,2 VZÄ (Stadtwerke)
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 7,3 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	hoch
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 616 2040: 1176
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

Teilgebiet Prüf_4, westlich In der großen Heide	
<p>Größe des Gebiets 5 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude: 140</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 2,2 Leistung [MW]: 1</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 2800 Wärmenetz [m]: 900 Wärmelinien-dichte [MWh/m*a]: 2,4</p>
Potenziale	Geothermie: max ~ 0,5 GWh/a Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	

Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	0,2 VZÄ (Stadtwerke)
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 4,3 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	hoch
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 240 2040: 458
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

Teilgebiet Prüf_5, NoMi Südwest	
<p>Größe des Gebiets 14 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude: 244</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 7 Leistung [MW]: 4</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 5600 Wärmenetz [m]: 2500 Wärmelinienichte [MWh/m*a]: 2,8</p>
Potenziale	Abwasserleitung im Süden des Gebiets Geothermie: max ~ 11 GWh/a

	Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	0,2 VZÄ (Stadtwerke)
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 11,4 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	mittel
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 775 2040: 1.480
Priorisierung	mittel
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

Teilgebiet Prüf_6, nördlich Buchenweg	
<p>Größe des Gebiets 7 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude: 102</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 2,2 Leistung [MW]: 1</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 3400 Wärmenetz [m]: 1500 Wärmelinien-dichte [MWh/m*a]: 1,5</p>

Potenziale	Abwasserleitung im Norden des Gebiets Geothermie: max ~ 12 GWh/a Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	0,2 VZÄ (Stadtwerke)
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 6,4 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 241 2040: 460
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

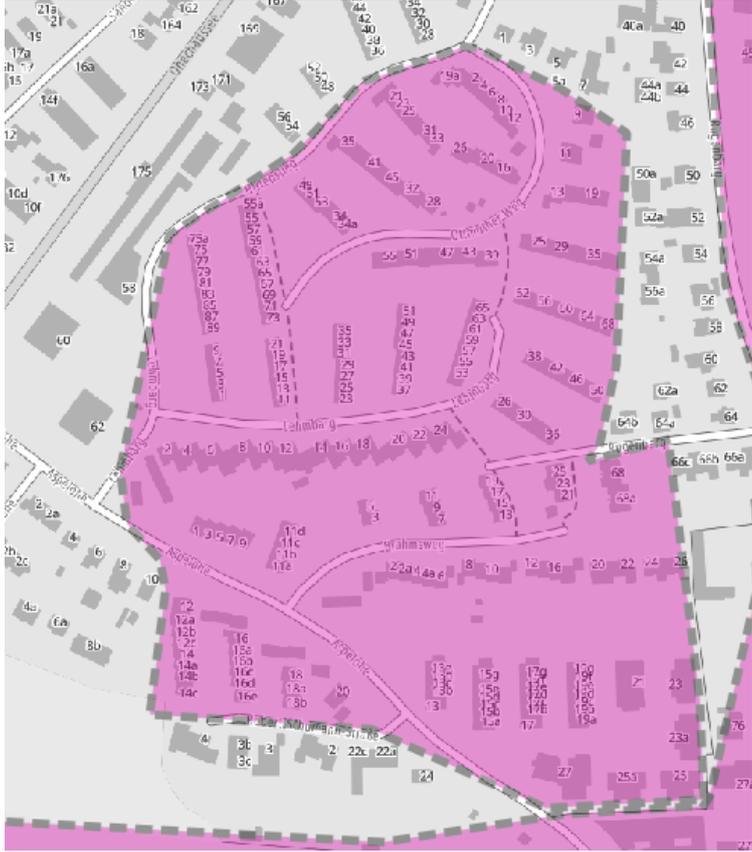
Teilgebiet Prüf_7, nördlich HSV-Sportanlage	
<p>Größe des Gebiets 9 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude: 181</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 5 Leistung [MW]: 3</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 5300 Wärmenetz [m]: 1400</p>

Wärmeliniedichte [MWh/m*a]: 3,7	
Potenziale	Abwasserleitung im Gebiet Geothermie: max ~ 20 GWh/a Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	0,2 VZÄ (Stadtwerke)
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 6,4 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 560 2040: 1070
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

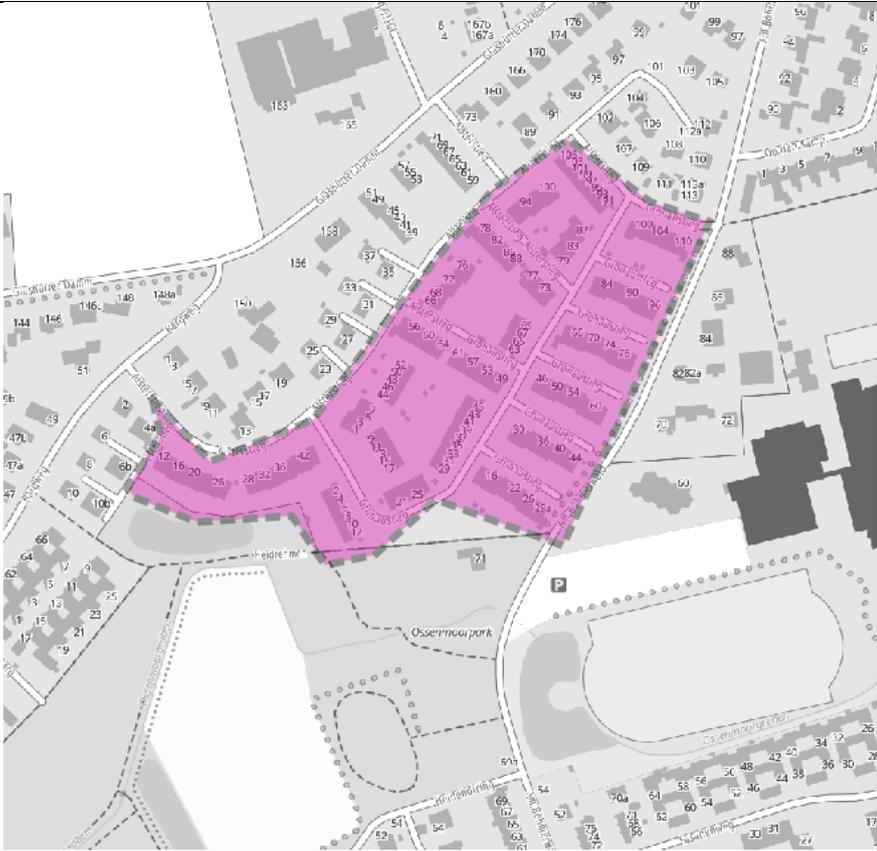
Teilgebiet Prüf_8 zwischen Furth und Engentwiete

<p>Größe des Gebiets 2 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude: 45</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 1 Leistung [MW]: 1</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 1500 Wärmenetz [m]: 300 Wärmelinien-dichte [MWh/m*a]: 3,2</p>
<p>Potenziale</p>	<p>Geothermie: max ~ 0,4 GWh/a Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz</p>
<p>Zielszenario</p>	<p>Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung</p>
<p>Ankerkunden</p>	
<p>Vorgesehene Maßnahmen</p>	<p>Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes</p>
<p>Handlungsschritte und Zeitplan</p>	<p>Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen</p>
<p>Personalaufwand</p>	<p>0,2 VZÄ (Stadtwerke)</p>
<p>Sachkosten (extern)</p>	<p>Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 1,4 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)</p>
<p>Finanzierungsansatz</p>	<p>Eigenmittel + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)</p>
<p>Klima-Wirksamkeit (qualitativ)</p>	<p>gering</p>
<p>Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme</p>	<p>THG-Einsparungen (t/a): 2030: 106 2040: 202</p>

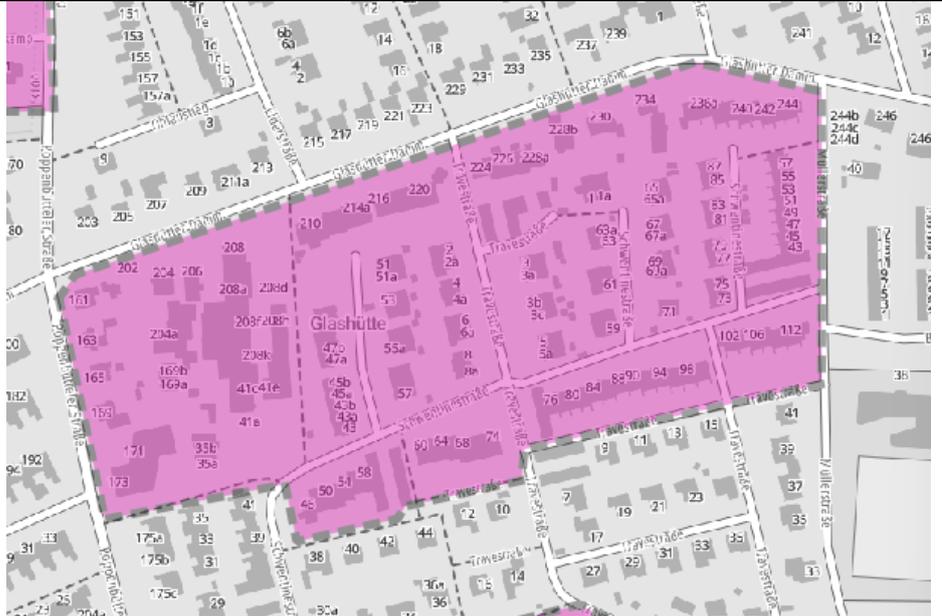
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

Teilgebiet Prüf_9, nördlich Aspeloh	
<p>Größe des Gebiets 10 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude: 214</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 5,1 Leistung [MW]: 3</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 7400 Wärmenetz [m]: 1500 Wärmelinienichte [MWh/m*a]: 3,3</p>
Potenziale	<p>Abwasserleitung im Osten des Gebiets</p> <p>Geothermie: max ~ 3 GWh/a</p> <p>Luft-WP</p> <p>Anschluss an Bestandsnetz</p>
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	<p>Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1</p> <p>Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie</p> <p>Jahr 2: Fachplanung</p> <p>Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen</p>
Personalaufwand	0,2 VZÄ (Stadtwerke)
Sachkosten (extern)	<p>Machbarkeitsstudie: 50-80.000 €</p> <p>Netzbaukosten: 7,2 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)</p>

Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	mittel
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 560 2040: 1070
Priorisierung	mittel
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

Teilgebiet Prüf_10, Alster- und Gronaustieg	
<p>Größe des Gebiets 5 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude: 154</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 2,6 Leistung [MW]: 1</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 3.700 Wärmenetz [m]: 1.300 Wärmelinienichte [MWh/m*a]: 1,9</p>
Potenziale	Abwasserleitung in Hauptstraße Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes

Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	0,2 VZÄ (Stadtwerke)
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 6,1 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 285 2040: 544
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

Teilgebiet Prüf_11, Schwentinestraße, südlich Glashütter Damm	
<p>Größe des Gebiets 7 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude: 142</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 3,4 Leistung [MW]: 2</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 5500 Wärmenetz [m]: 1200 Wärmeliniendichte [MWh/m*a]: 2,7</p>
Potenziale	Abwasserleitung in Hauptstraße Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	

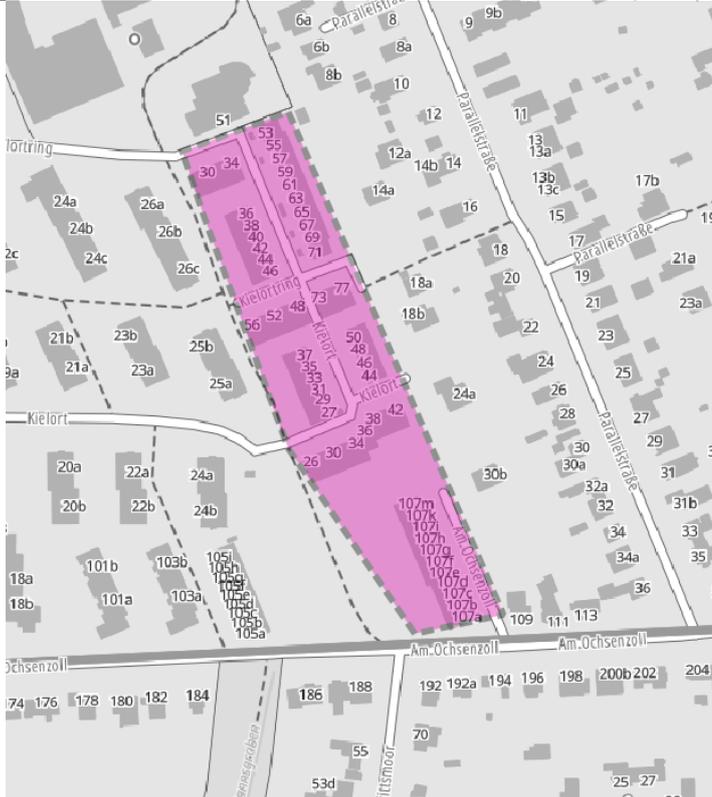
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	0,2 VZÄ (Stadtwerke)
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 5,7 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 369 2040: 705
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

Teilgebiet Prüf_12, Langenharmer Weg/ Waldschneise

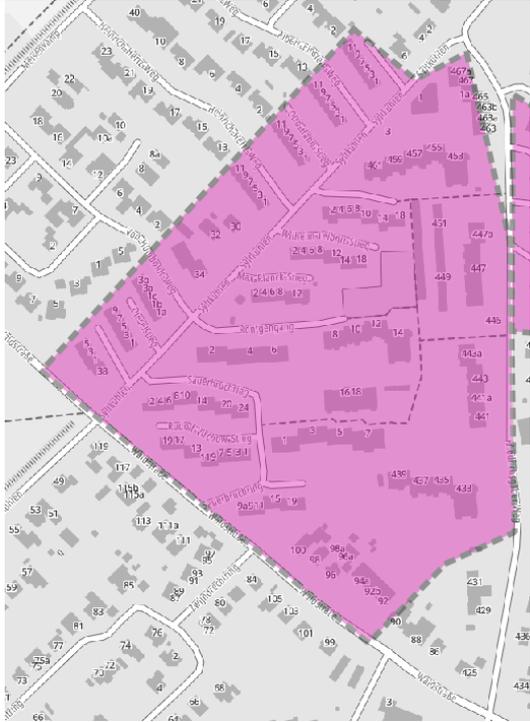
<p>Größe des Gebiets 12 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude: 195</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
--	---

Wärmebedarf IST [GWh/a]: 5,1 Leistung [MW]: 3	Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 6100 Wärmenetz [m]: 2400 Wärmelinienlänge [MWh/m*a]: 2,1
Potenziale	Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungs- schritte und Zeit- plan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	0,2 VZÄ (Stadtwerke)
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 10,8 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel+ Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 559 2040: 1067
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

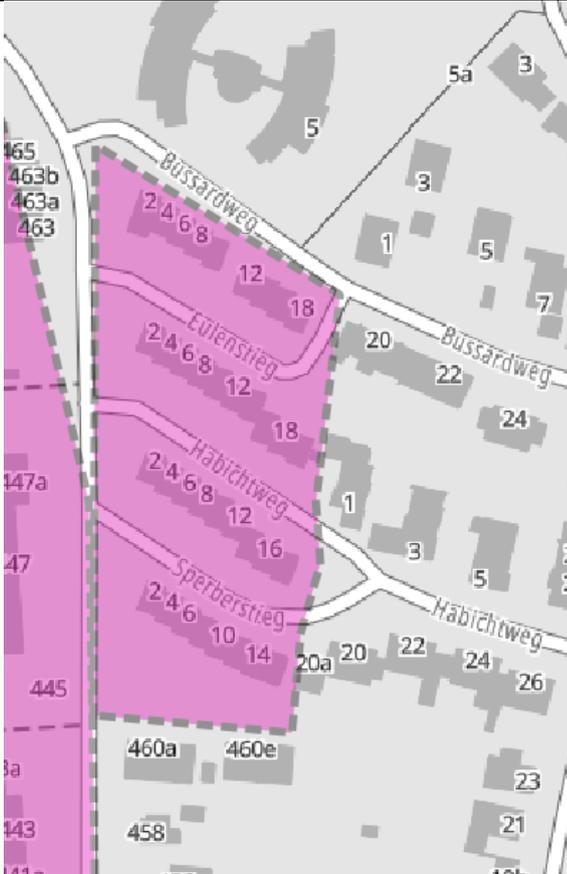
Teilgebiet Prüf_13, Kielort

<p>Größe des Gebiets 2 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude: 56</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 0,7 Leistung [MW]: 0,4</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 1500 Wärmenetz [m]: 800 Wärmeliniedichte [MWh/m*a]: 0,9</p>
<p>Potenziale</p>	<p>Abwasserleitung in Hauptstraße Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz</p>
<p>Zielszenario</p>	<p>Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung</p>
<p>Ankerkunden</p>	<p></p>
<p>Vorgesehene Maßnahmen</p>	<p>Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes</p>
<p>Handlungsschritte und Zeitplan</p>	<p>Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen</p>
<p>Personalaufwand</p>	<p>-</p>
<p>Sachkosten (extern)</p>	<p>Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 3,5 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)</p>
<p>Finanzierungsansatz</p>	<p>Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)</p>
<p>Klima-Wirksamkeit (qualitativ)</p>	<p>gering</p>
<p>Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme</p>	<p>THG-Einsparungen (t/a): 2030: 82 2040: 157</p>

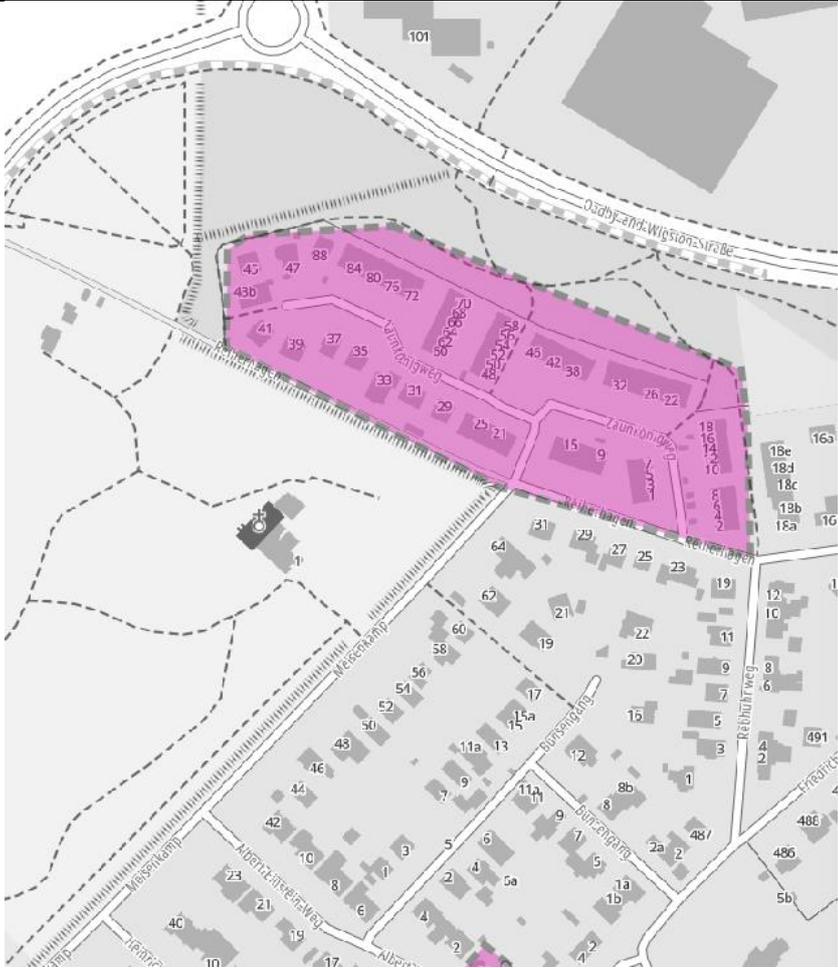
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

Teilgebiet Prüf_14, zwischen Syltkuhlen, Waldstraße und Friedrichsgaber Weg	
<p>Größe des Gebiets 9 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude: 114</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 3,5 Leistung [MW]: 2</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 2200 Wärmenetz [m]: 2600 Wärmelinien-dichte [MWh/m*a]: 1,3</p>
Potenziale	Abwasserleitung im Osten Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	-
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 11,1 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering

Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 381 2040: 728
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

Teilgebiet Prüf_15, zwischen Bussardweg und Sperberstieg	
<p>Größe des Gebiets 1 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude: 36</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 0,6 Leistung [MW]: 0,3</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 600 Wärmenetz [m]: 300 Wärmelinienlänge [m]: 2</p>
Potenziale	Abwasserleitung im Osten des Gebiets Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung

	Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	-
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 1,4 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 66 2040: 126
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

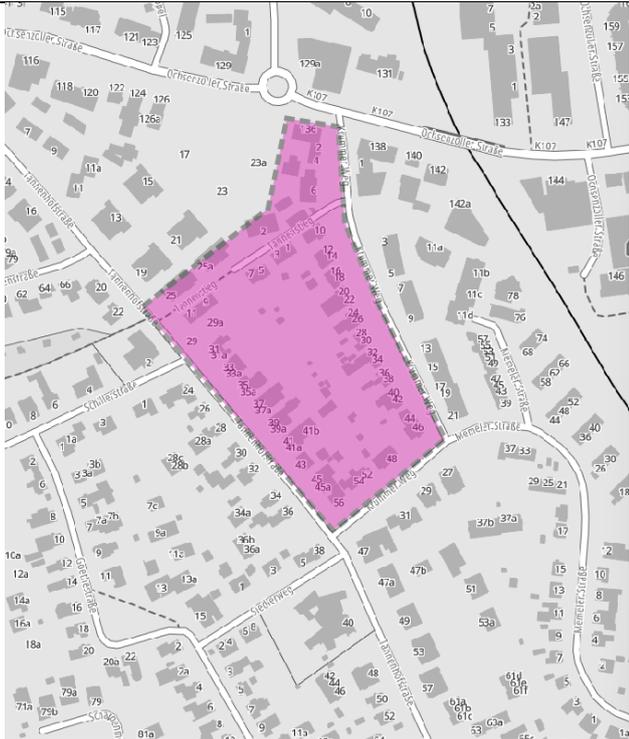
Teilgebiet Prüf_16, Zaunkönigweg	
<p>Größe des Gebiets 2,7 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude: 69</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p> <p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 0,9 Leistung [MW]: 0,5</p> <p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 1700 Wärmenetz [m]: 600 Wärmeliniedichte [MWh/m*a]: 2</p>

Potenziale	Geothermie max. ~0,7 GWh/A Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 2,9 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel+ Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 97 2040: 186
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

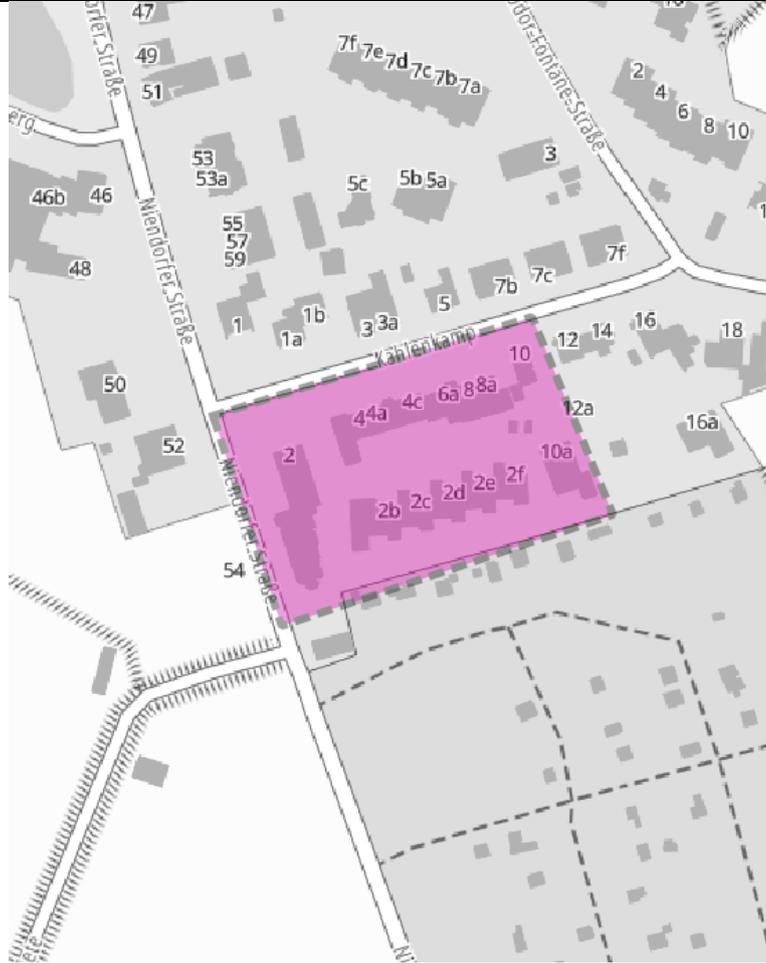
Teilgebiet Prüf_17, Gottfried-Keller-Straße	
Größe des Gebiets 3,3 ha	
Art der Verbraucher Haushalte, GHD	
Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude	
Anzahl Gebäude: 112	
Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz	

	Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0
Wärmebedarf IST [GWh/a]: 2,1 Leistung [MW]: 1	Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 3200 Wärmenetz [m]: 1200 Wärmeliniendichte [MWh/m*a]: 1,7
Potenziale	Geothermie max. ~0,7 GWh/a Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 5,5 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 228 2040: 435
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

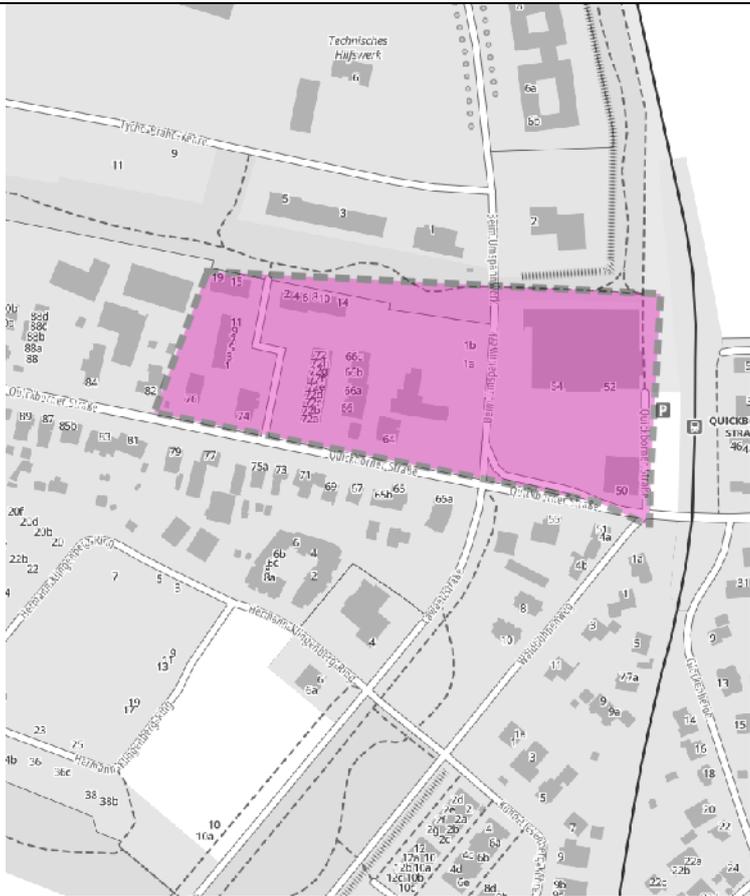
Teilgebiet Prüf_18	
<p>Größe des Gebiets 5,2 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude: 71</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 1,9 Leistung [MW]: 1</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 3300 Wärmenetz [m]: 1200 Wärmelinien-dichte [MWh/m*a]: 1,6</p>
Potenziale	<p>Abwasserleitung in Hauptstraße</p> <p>Luft-WP</p> <p>Anschluss an Bestandsnetz</p>
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	<p>Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1</p> <p>Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie</p> <p>Jahr 2: Fachplanung</p> <p>Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen</p>
Personalaufwand	-
Sachkosten (extern)	<p>Machbarkeitsstudie: 50-80.000 €</p> <p>Netzbaukosten: 5.1 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)</p>
Finanzierungsansatz	Eigenmittel + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	<p>THG-Einsparungen (t/a): 2030: 208 2040: 398</p>
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

Teilgebiet Prüf_19, Tannenhofstraße/ Krummer Weg	
<p>Größe des Gebiets 3 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude: 46</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 1,1 Leistung [MW]: 1</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 3300 Wärmenetz [m]: 1200 Wärmeliniedichte [MWh/m*a]: 0,93</p>
Potenziale	<p>Geothermie max. ~0,6 GWh/a Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz</p>
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	<p>Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen</p>
Personalaufwand	-
Sachkosten (extern)	<p>Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 5 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)</p>
Finanzierungsansatz	Eigenmittel + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 121 2040: 232
Priorisierung	gering

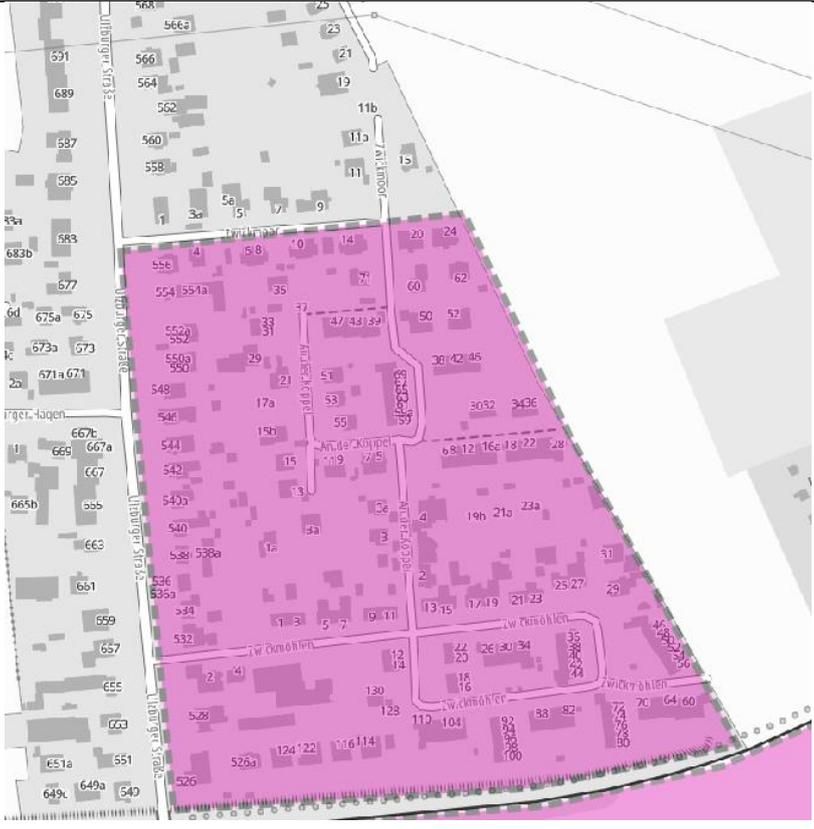
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

Teilgebiet Prüf_20, Kahlenkamp	
<p>Größe des Gebiets 1 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude: 16</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 0,6 Leistung [MW]: 0,3</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 3300 Wärmenetz [m]: 1200 Wärmelinienlänge [m]: 1200 Wärmelinienlänge [MW/m*a]: 0,93</p>
Potenziale	<p>Geothermie max. ~2,5 GWh/a Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz</p>
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	<p>Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1</p> <p>Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie</p> <p>Jahr 2: Fachplanung</p> <p>Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen</p>
Personalaufwand	
Sachkosten (extern)	<p>Machbarkeitsstudie: 50-80.000 €</p> <p>Netzbaukosten: 4,8 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)</p>

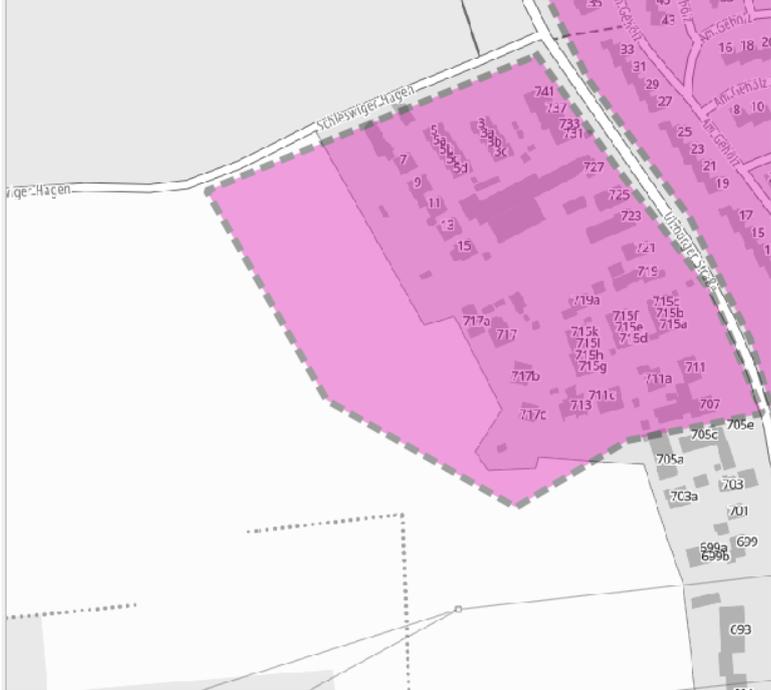
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 5,3 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 299 2040: 571
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

Teilgebiet Prüf_22, Quickborner Straße Nahversorgungszentrum	
<p>Größe des Gebiets 4 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude: 35</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 0,9 Leistung [MW]: 0,5</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 3300</p>

	<p>Wärmenetz [m]: 1200 Wärmeliniedichte [MWh/m*a]: 0,8</p>
Potenziale	<p>Geothermie max. ~4 GWh/a Luft-WP Pumpwerk im südlich des Gebiets</p>
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung einer Machbarkeitsstudie zur Prüfung der Umsetzbarkeit eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	<p>Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen</p>
Personalaufwand	
Sachkosten (extern)	<p>Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 4,9 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)</p>
Finanzierungsansatz	Eigenmittel + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	<p>THG-Einsparungen (t/a): 2030: 103 2040: 196</p>
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

Teilgebiet Prüf_23, nördlich Stammgleis	
<p>Größe des Gebiets 9 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude: 180</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	
Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0	
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 3,5 Leistung [MW]: 1,8</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 3300 Wärmenetz [m]: 1200 Wärmelinienichte [MWh/m*a]: 2,9</p>
Potenziale	Geothermie max. ~14 GWh/a Luft-WP
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung einer Machbarkeitsstudie zur Prüfung der Umsetzbarkeit eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 5,6 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 383 2040: 730
Priorisierung	gering

Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

Teilgebiet Prüf_24, Schleswiger Hagen	
<p>Größe des Gebiets 4 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude: 46</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 0,1 Leistung [MW]: 0,5</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 3.300 Wärmenetz [m]: 1.200 Wärmelinienichte [MWh/m*a]: 0,9</p>
Potenziale	Geothermie max. ~9 GWh/a Luft-WP
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung einer Machbarkeitsstudie zur Prüfung der Umsetzbarkeit eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	-
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 5 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a):	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 113 2040: 215

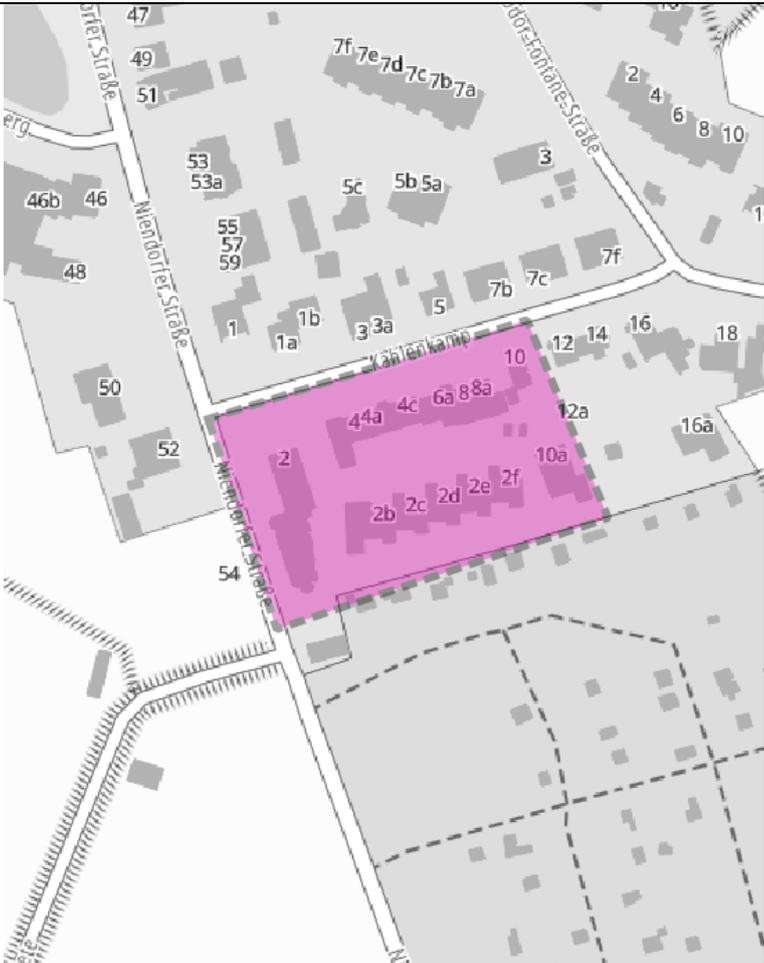
kein Fokus der Maßnahme	
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

Teilgebiet Prüf_25, Am Gehölz	
<p>Größe des Gebiets 5 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude: 92</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 2,5 Leistung [MW]: 1,3</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 3300 Wärmenetz [m]: 1200 Wärmelinienichte [MWh/m*a]: 2,1</p>
Potenziale	Geothermie max. ~7 GWh/a Luft-WP
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung einer Machbarkeitsstudie zur Prüfung der Umsetzbarkeit eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 5,2 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering

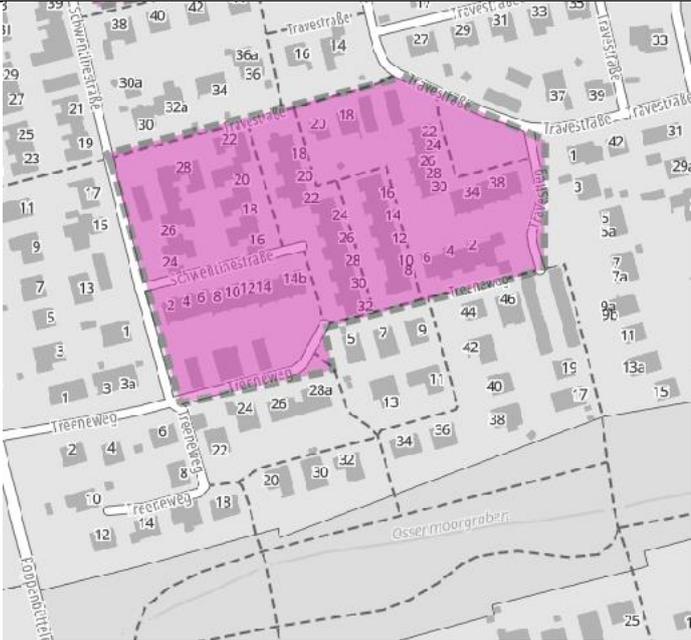
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 273 2040: 522
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

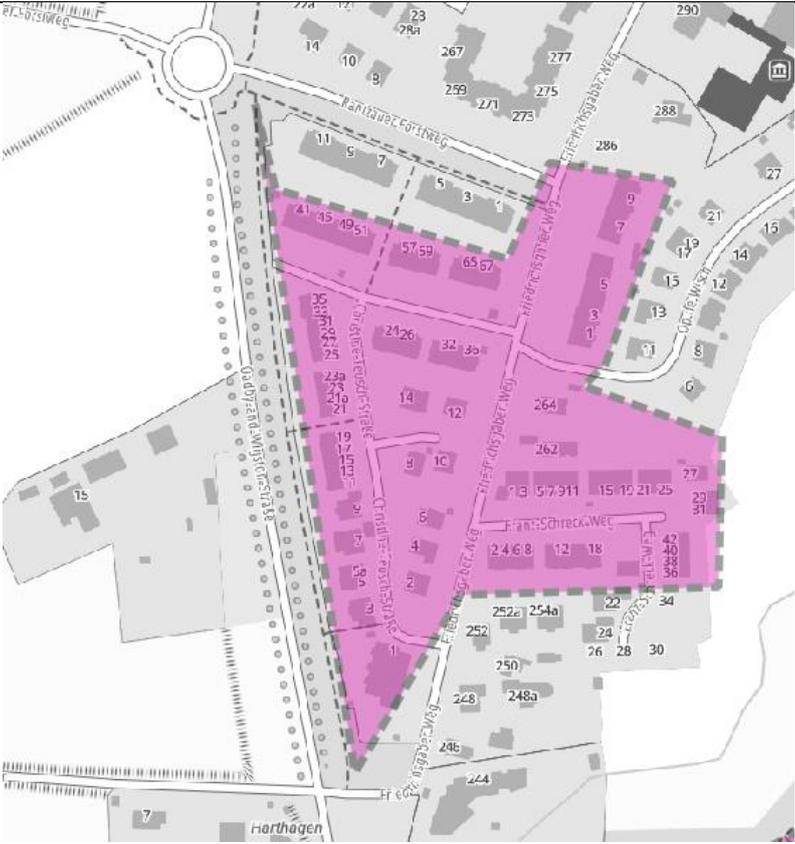
Teilgebiet Prüf_26, Großer Born	
<p>Größe des Gebiets 2 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude: 49</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	<p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 0,8 Leistung [MW]: 0,4</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 3300 Wärmenetz [m]: 1200 Wärmeliniedichte [MWh/m*a]: 0,7</p>
Potenziale	Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung einer Machbarkeitsstudie zur Prüfung der Umsetzbarkeit eines Wärmenetzes

Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 5 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 87 2040: 165
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

Teilgebiet Prüf_27, Kahlenkamp	
Größe des Gebiets 3 ha	
Art der Verbraucher Haushalte, GHD	
Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude	
Anzahl Gebäude: 11	
Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz	
Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0	

Wärmebedarf IST [GWh/a]: 1,3 Leistung [MW]: 0,7	Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 3300 Wärmenetz [m]: 1200 Wärmeliniendichte [MWh/m*a]: 1,1
Potenziale	Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung einer Machbarkeitsstudie zur Prüfung der Umsetzbarkeit eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 4,8 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 144 2040: 274
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

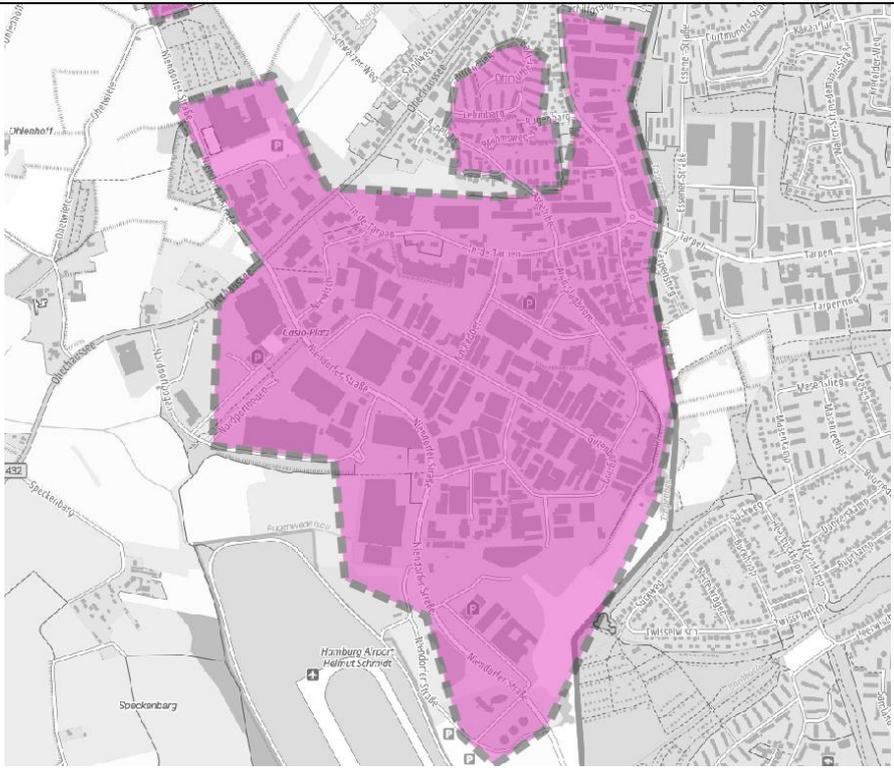
Teilgebiet Prüf_28, Schwentinestraße	
<p>Größe des Gebiets 2 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude: 44</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 1 Leistung [MW]: 0,5</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 3300 Wärmenetz [m]: 1200 Wärmelinien-dichte [MWh/m*a]: 0,8</p>
Potenziale	Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung einer Machbarkeitsstudie zur Prüfung der Umsetzbarkeit eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 4,9 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030:109 2040: 208
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

Teilgebiet Prüf_29, Christine Teusch-Straße	
<p>Größe des Gebiets 4 ha</p> <p>Art der Verbraucher Haushalte, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude: 85</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 1,5 Leistung [MW]: 1</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 3300 Wärmenetz [m]: 1200 Wärmeliniedichte [MWh/m*a]: 1,2</p>
<p>Potenziale</p>	<p>Geothermie max. ~7 GWh/a Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz</p>
<p>Zielszenario</p>	<p>Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung</p>
<p>Ankerkunden</p>	
<p>Vorgesehene Maßnahmen</p>	<p>Erstellung einer Machbarkeitsstudie zur Prüfung der Umsetzbarkeit eines Wärmenetzes</p>
<p>Handlungsschritte und Zeitplan</p>	<p>Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen</p>
<p>Personalaufwand</p>	
<p>Sachkosten (extern)</p>	<p>Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 5,1 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)</p>
<p>Finanzierungsansatz</p>	<p>Eigenmittel + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)</p>
<p>Klima-Wirksamkeit (qualitativ)</p>	<p>hoch</p>
<p>Endenergieeinsparungen (GWh/a):</p>	<p>THG-Einsparungen (t/a): 2030: 162</p>

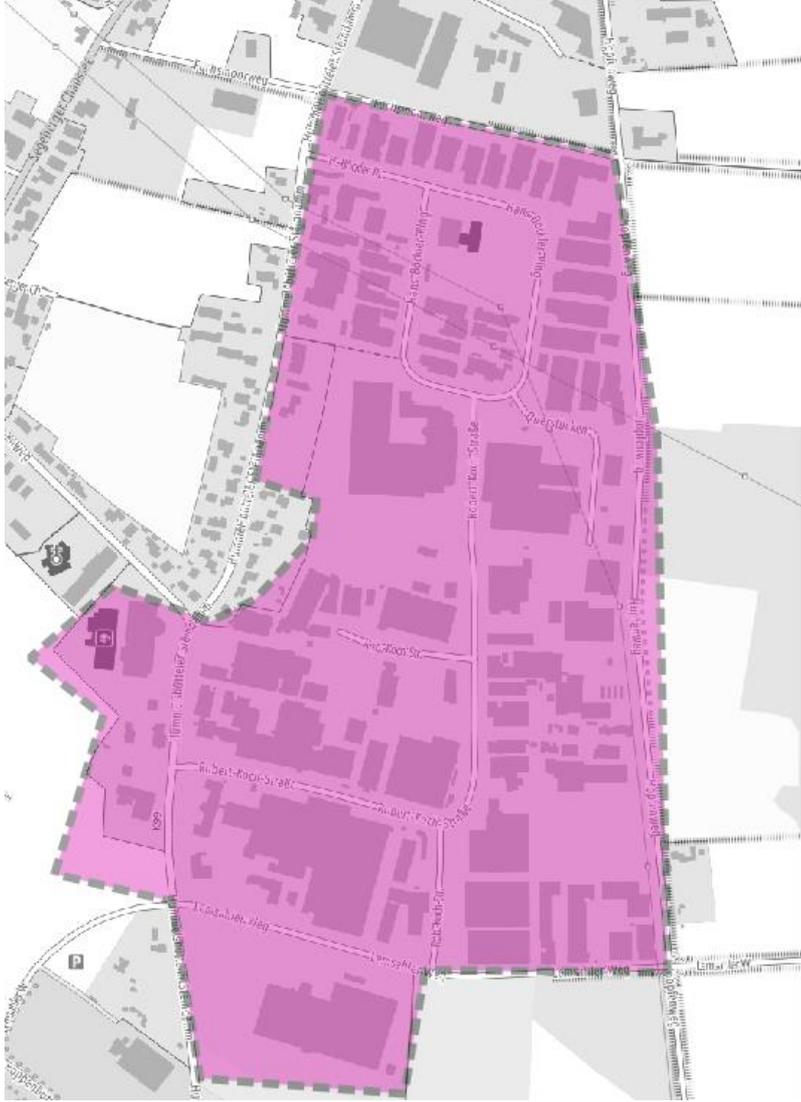
kein Fokus der Maßnahme	2040: 309
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

Teilgebiet Prüf_31, Gewerbegebiet Oststraße	
<p>Größe des Gebiets 148 ha</p> <p>Art der Verbraucher Industrie, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Industrie</p> <p>Anzahl Gebäude: 151</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 60 Leistung [MW]: 30</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 3400 Wärmenetz [m]: 800 Wärmeliniendichte [MWh/m*a]: 79,6</p>
Potenziale	<p>Geothermie max. ~200 GWh/a</p> <p>Abwassernutzung im Gebiet</p> <p>Luft-WP</p> <p>Anschluss an Bestandsnetz</p>
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	Logistikzentren, Industrie
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung einer Machbarkeitsstudie zur Prüfung der Umsetzbarkeit eines Wärmenetzes

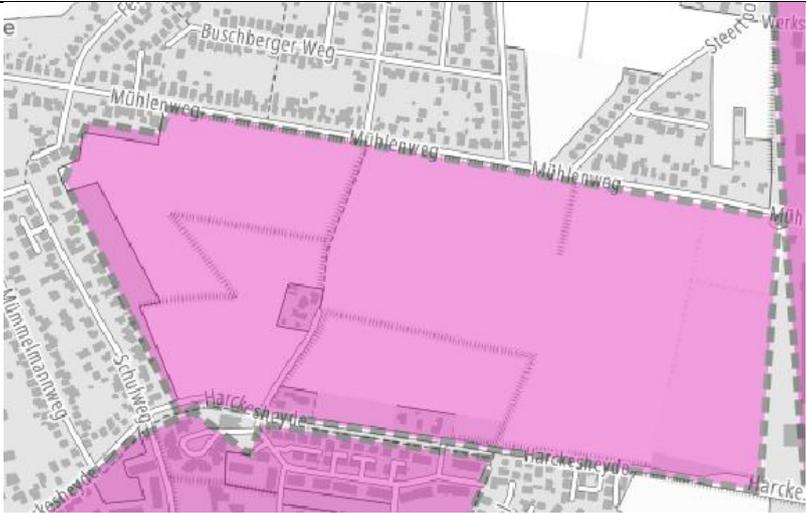
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 80-100.000 € Netzbaukosten: 3,8 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	hoch
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 6.622 2040: 12.643
Priorisierung	hoch
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen, Fortführung Arbeitskreis

Teilgebiet Prüf_31, Gewerbegebiet Garstedt	
<p>Größe des Gebiets 168 ha</p> <p>Art der Verbraucher Industrie, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Industrie</p> <p>Anzahl Gebäude: 218</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 69 Leistung [MW]: 35</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 6100 Wärmenetz [m]: 2400 Wärmeliniendichte [MWh/m*a]: 28,3</p>
Potenziale	Geothermie max. ~200 GWh/a Luft-WP

	Anschluss an Bestandsnetz
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	Baumarkt, Logistikzentren
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung einer Machbarkeitsstudie zur Prüfung der Umsetzbarkeit eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 80-100.000 € Netzbaukosten: 10.9 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	hoch
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 7.614 2040: 14.535
Priorisierung	hoch
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen, Fortführung Arbeitskreis

Teilgebiet Prüf_32, Gewerbegebiet Glashütte	
<p>Größe des Gebiets 56 ha</p> <p>Art der Verbraucher Industrie, GHD</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Industrie</p> <p>Anzahl Gebäude: 89</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 39 Leistung [MW]: 20</p>	<p>Netzlängen: Hausanschlüsse [m]: 1500 Wärmenetz [m]: 800 Wärmelinienichte [MWh/m*a]: 48</p>
Potenziale	Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	Gewerbegebiet
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung einer Machbarkeitsstudie zur Prüfung der Umsetzbarkeit eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 80-100.000 € Netzbaukosten: 3,7 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)

Finanzierungsansatz	Eigenmittel + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	hoch
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 4.310 2040: 8.228
Priorisierung	hoch
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

Teilgebiet Prüf_33, Grüne Heyde	
<p>Größe des Gebiets 44 ha</p> <p>Art der Verbraucher Landwirtschaft</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Nichtwohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude: 8</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
Wärmebedarf IST [GWh/a]: 3,2 Leistung [MW]: 1,6	Netzlängen: keine Angabe, weil Neubau
Potenziale	Geothermie nach Bauplan zu prüfen Nutzung Abwasser / Pumpwerk Luft-WP Anschluss an Bestandsnetz
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung einer Machbarkeitsstudie zur Prüfung der Umsetzbarkeit eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 4,8 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)

Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): keine Angabe, weil Neubau
Priorisierung	mittel
Wertschöpfung	Unterstützung Neubau durch GEG Erfüllungsoption
Flankierende Maßnahmen	

Teilgebiet Prüf_34, Harkshörn	
<p>Größe des Gebiets 14 ha</p> <p>Art der Verbraucher Landwirtschaft</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Nichtwohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude:</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundbild: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
Wärmebedarf IST [GWh/a]: 26 Leistung [MW]: 13	Netzlängen: keine Angabe, weil Neubau
Potenziale	Geothermie nach Bauplan zu prüfen Luft-WP
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	Flüchtlingsheim Harkshörner Weg
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung einer Machbarkeitsstudie zur Prüfung der Umsetzbarkeit eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	0,2 VZÄ (Stadtwerke)
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 4,7 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)

Finanzierungsansatz	Eigenmittel Stadtwerke + Förderung BEW (50% Machbarkeitsstudie, 40% Investitionskosten)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	-
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): keine Angabe, weil Neubau
Priorisierung	mittel
Wertschöpfung	Unterstützung Neubau durch GEG Erfüllungsoption
Flankierende Maßnahmen	

6.4 Szenarienrechnung

Im Rahmen der Szenarienrechnung wurde untersucht, welche Energieträger zukünftig Einsatz finden und wie sich die Umstellung auf erneuerbare Energien auf die Emissionen des Wärmesektors auswirkt. Zu jedem Gebäude wurde geprüft, ob ein Anschluss an ein Wärmenetz bis 2040 vorgesehen ist oder die Versorgung dezentral stattfindet. Je nach Sanierungsständen sind in der Szenarienrechnung unterschiedliche Jahresarbeitszahlen hinterlegt, um differenziert abzubilden, wie hoch der Strombedarf einer Wärmepumpe ist, um den Wärmebedarf zu decken.

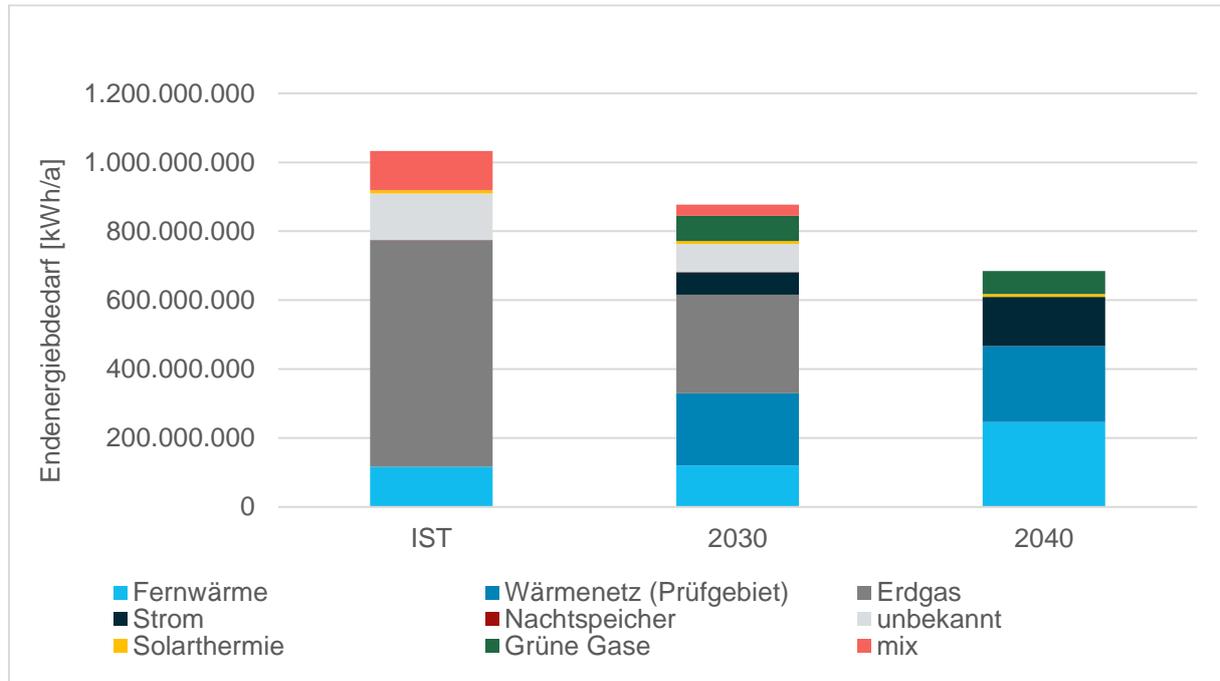


Abbildung 37: Endenergiebedarfe und Energieträger bis 2040

Der Umstieg von Gas auf eine EE-Wärmeversorgung muss schon bis 2030 deutlich voranschreiten, wenn das Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2040 erreicht werden soll. Erdgas wird sukzessive durch Grüne Gase, Wärmepumpen und Wärmenetze ersetzt. Der Anteil der Fernwärme wird sich bis 2040 verdoppeln und zusätzlich ein großer Anteil über in Prüfgebieten zugebaut werden. Während im IST-Zustand der Strombedarf kaum grafisch darstellbar ist, werden 2030 bis zu 65 GWh/a Strom gebraucht, um die Wärmepumpen zu betreiben. Durch die Nutzung von Umweltwärme können durch den Stromeinsatz 180 GWh/a an Raumwärme bereitgestellt werden. Bis 2040 steigt der Strombedarf auf 140 GWh/a und die Wärmemenge auf 400 GWh/a. Dass der Stromeinsatz immer effizienter geschieht (JAZ 2030 ~2,6 vs. 2035 ~2,8) liegt daran, dass vermehrt Gebäude über geothermische Wärmepumpen versorgt werden und nachträgliche Sanierungen die Effizienz bestehender Wärmepumpen steigern.

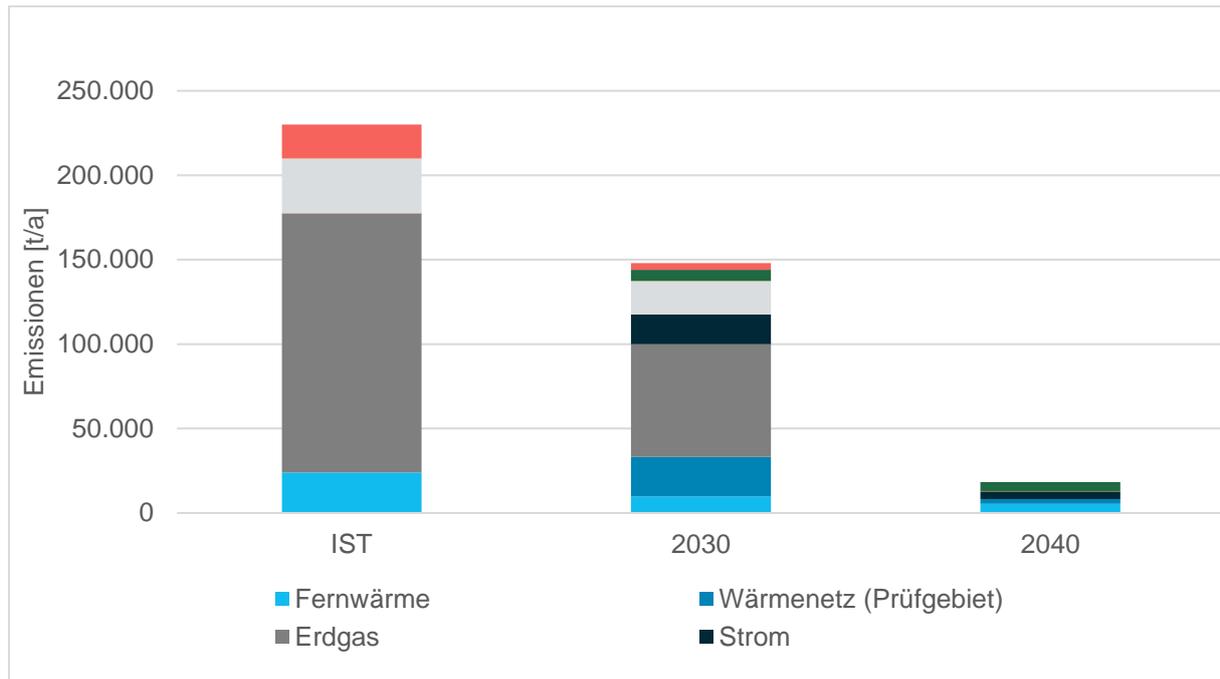


Abbildung 38: Treibhausgasemissionen (in CO₂-Äquivalenten inkl. Vorketten) bis 2040

Die Emissionen sinken bis 2040 auf einen Sockelbetrag von 18.300 t/a, der vor allem den Vorketten der Energieträger geschuldet ist. Bis 2030 scheint eine Reduktion um 35% gegenüber dem IST-Zustand realistisch, wenn mit der Umsetzung der Maßnahmen sofort begonnen werden kann. Bis 2040 können die Emissionen um 92% gegenüber dem IST-Zustand gesenkt werden. Die spezifischen Emissionen im Wärmesektor lassen sich bei Umsetzung aller Maßnahmen von 2,7 t/a/EW auf 0,2 t/a/EW im Jahr 2040 senken.

6.5 Entwicklung Gasversorgung 2030 & 2040

Die Ergebnisse der Szenarienrechnung für Norderstedt in Bezug auf die Gasversorgung decken sich mit den Annahmen auf Bundesebene. So kommt eine Agora-Studie (2023) zu Erdgasverteilnetzen zu dem Schluss, dass die Länge von Gasverteilnetzen bis zum Jahr 2045 um 71 – 94 % abnimmt und Netze teilweise komplett stillgelegt werden.

Alternative Nutzungsmöglichkeiten des Gasnetzes

Sollte keine alternative Nutzung eines Gasnetzes infrage kommen, etwa zur Verteilung von Wasserstoff oder CO₂ für Industriebetriebe, oder als Leerrohre für Strom- und Telekommunikationsleitungen, wird das Gasnetz stillgelegt. Die Transformation von Gasverteilernetzen ist in § 28 WPG geregelt (Oberle, 2023). Kommunen stehen hier möglicherweise vor einem Dilemma. Eine Umrüstung der Gasnetze zur Vermögenserhaltung ist zwar nachvollziehbar. Doch aus Perspektive einer nachhaltigen Energieplanung erscheint die Verwendung von grünem Wasserstoff für eine flächendeckende Wärmeversorgung aufgrund der hohen Herstellungskosten, des geringen Wirkungsgrads und der mangelnden Verfügbarkeit als nicht sinnvoll.

Denn der große Nachteil besteht in dem niedrigen Wirkungsgrad, also den hohen Verlusten bei der Umwandlung von Strom und Wasser in Wasserstoff und von dessen Umwandlung zurück in Strom oder Wärme. Für 1 kg Wasserstoff mit einem Heizwert von 33 kWh müssen aktuell 50 kWh Strom eingesetzt werden.

Der Einsatz von Wasserstoff erfordert daher einen umso höheren Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugungskapazitäten, weshalb davon auszugehen ist, dass der benötigte Wasserstoffbedarf zwischenzeitlich nur mit massiven Importen aus dem Ausland gedeckt werden kann. Wie bei fast allen Umwandlungsprozessen wird sich die Effizienz zukünftig vermutlich steigern lassen. In welcher Größenordnung diese dann liegen kann, lässt sich allerdings nicht abschätzen. Doch für den Zeitraum der Energiewende, ob in Norderstedt bis 2040 oder bundesweit bis 2045, wird Wasserstoff ein sehr knappes Gut sein. Die Kapazitäten für Elektrolyseure sind noch nicht gebaut, die globale Transportlogistik fehlt ebenso wie die notwendigen erneuerbaren Stromerzeugungskapazitäten, um grünen Wasserstoff in großen Mengen zu erzeugen.

Vor diesem Hintergrund wird der Einsatz von Wasserstoff einer starken Priorisierung unterliegen, die zuerst solche Sektoren berücksichtigt, in welchen keine adäquaten Alternativen zur Verfügung stehen und wo der Infrastrukturbedarf für den Wasserstoffeinsatz zudem möglichst gering ist. Dazu gehören die industrielle Anwendung und die Bereitstellung von Hochtemperatur-Prozesswärme, die Nutzung in Kraftwerken zur Gewährleistung der elektrischen Versorgungssicherheit, die Mobilität (insb. Schiffs- und Luftverkehr) sowie der nicht-energetische Verbrauch.

Für die kommunale Ebene bedeutet dies den Vorzug der direkten Elektrifizierung von Anwendungen, weil die Umwandlungsverluste geringer sind und elektrische Lösungen wie die Wärmepumpe zunehmend günstiger werden (Ueckerdt, et al., 2021). Dies gilt insbesondere im Bereich der Gebäudewärme, in dem Wasserstoff – selbst, wenn er verfügbar wäre – heute schon der hocheffizienten Wärmepumpen unterlegen ist. Zusammenfassend erscheint die Umwidmung des Gasnetzes zur Verteilung von Wasserstoff für die flächendeckende Wärmeversorgung nicht sinnvoll.

Eine Nutzung von Leerrohren bietet sich insbesondere an, wenn es sich um PE-Leitungen handelt, da nach aktuellem Stand der Technik bereits jetzt Strom- und Telekommunikationsnetzleitungen in Schutzrohren aus PVC verlegt werden. Bei Stahlleitungen ist zu beachten, dass der kathodische Korrosionsschutz geschwächt werden kann, wenn durch Stromleitungen Magnetfelder erzeugt werden. Rechtlich können die Leerrohre als passive Infrastrukturkomponenten eingestuft werden, die entsprechend den technischen Vorschriften der Strom- oder Telekommunikationsnetze zu behandeln sind und demnach u.a. für den Telekommunikationsnetzbetrieb genutzt werden können (Oberle, 2023).

Rückbau des Gasnetzes

Arbeitet eine Kommune mit den Stadtwerken nicht nur zusammen, sondern ist darüber hinaus Anteilseigner oder Eigentümer der Stadtwerke, verstärken sich die Interessenkonflikte hinsichtlich der Bestandssicherung und Modernisierung der Wärmeversorgung. Kommt dem Gasnetz kein neuer Zweck zu, würde sich dies zu einem „Stranded Asset“ entwickeln. Dies stellt eine Investition dar, die vor dem Ende ihrer voraussichtlichen Nutzungsdauer vorzeitig ihren Wert verliert. Weder Betreiber noch Anteilseigner haben Interesse an einem vorzeitigen Wertverlust der Infrastruktur, zumal die Abschreibungsdauer für die Gasinfrastruktur meist 45 Jahre beträgt (Agora Energiewende, 2023). Hans-Jochen Luhmann (2024) vom Wuppertal Institut argumentiert allerdings, dass die Kommunen als hoheitlicher Akteur prioritär eine günstige Wärmeversorgung für ihre Einwohner:innen forcieren sollten. Der Unternehmenswert und die Betriebsweiterführung sollten dem nachgeordnet werden.

Laut Oberle kann die Stilllegung durch drei unterschiedliche Maßnahmen erfolgen, die von dem Durchmesser der stillzulegenden Leitung und den Besitzverhältnissen des betroffenen Grundstücks abhängen (Oberle, 2023). Die kostengünstigste Maßnahme stellt die *Versiegelung* dar. Hierbei verbleibt die Gasleitung im Untergrund und wird mit Schutzgas inertisiert, d. h. mit Schutzgas gefüllt, um eine Explosionsgefahr auszuschließen.

Bei der *Verdämmung und Versiegelung* verbleibt die Leitung ebenfalls im Untergrund, wird jedoch zusätzlich verfüllt, damit kein Hohlraum verbleibt. Als Füllmaterial eignet sich unter anderem Betonit.

Der *Rückbau* einer Leitung stellt die dritte Option dar. Hierbei wird die Leitung vollständig aus dem Untergrund entfernt. Für den Rückbau sind die Besitzverhältnisse von besonderer Relevanz. Dem Frontier Economics et al. zufolge, können Städte und Gemeinden als Grundstücksbesitzer in den Konzessionsverträgen einen Rückbau oder eine entsprechende Sicherung von passiven Leitungen fordern (Frontier Economics, IAEW, FourManagement und EMCEL, 2017).

Laut Wachsmuth et al. ist eine Leitungsverdämmung erst bei einem Leitungsdurchmesser von mehr als 400 mm erforderlich. Die würde auf 6 Prozent der deutschen Gasnetze zutreffen (Wachsmuth, 2019). Flatt et al. argumentieren, dass eine Verdämmung bei bereits 273 mm erforderlich wird, wenn Gewässer oder Straßen gekreuzt werden (Flatt, 2019).

Frontier Economics et al. beziffern die Kosten für einen Rückbau auf 280.000 €/km. Für die Verdämmung und Versiegelung werden 70.000 €/km veranschlagt. 20.000 €/km werden für die Versiegelung einberechnet (Frontier Economics, IAEW, FourManagement und EMCEL, 2017).

Umgang mit bestehenden Konzessionsverträgen

Für bereits laufende Konzessionsverträge sieht das Energierecht laut §§ 46 ff. EnWG (Energiewirtschaftsgesetz) keine Änderungsmöglichkeiten vor. Die allgemeinen Vorschriften des Vertragsrechts nach § 313 Abs. 1 BGB können nach Senders (2022) angewandt werden. Allerdings ist unklar, ob der Beschluss eines Wärmeplans durch die Gemeinde ausreicht, um aufgrund der damit verbundenen „Störung der Geschäftsgrundlage“ Vertragsanpassungen einzufordern. Auch die Möglichkeit der Vertragskündigung nach § 314 BGB dürfte ausscheiden, da sie „sich dem Einfluss des Kündigungsgegners entziehen“ (Senders, 2022). Zusammengefasst dürfte der Handlungsraum der Kommunen, laufende Konzessionsverträge anzupassen, sehr begrenzt sein.

Umso wichtiger ist die individuelle Berücksichtigung der Laufzeit von künftigen Konzessionsverträgen, um Flexibilität in der kommunalen Wärmeplanung zu erreichen. Weitere Informationen finden sich dazu in Senders (2022). Dieser untersucht im Auftrag der Stiftung Umweltenergie recht die Handlungsspielräume für künftige Konzessionsverträge hinsichtlich der (1) Laufzeit, (2) Stafflung der Konzessionsabgaben nach klimaschutzbezogenen Kriterien, (3) Förderung der Wärmeplanung durch erneuerbare Energien als Vergabekriterien, (4) Übernahme des Netzbetriebs durch Kommunen und (5) Einstellung des Gasnetzbetriebs. Der Fokus des nachfolgenden Abschnitts liegt auf der Stilllegung des Gasnetzbetriebs.

Rechtliche Hürden in der Stilllegung der Gasnetze

An § 28 Abs. 3 Nr. 2 WPG wird zwar deutlich, dass eine Einstellung der Gasversorgung grundsätzlich vom Gesetzgeber vorgesehen ist. Jedoch finden sich keine Hinweise auf die Vorgehensweise und vor allem bleibt das Verhältnis zu den nachfolgend genannten Gesetzen unklar. Denn die Rechtslage umfasst derzeit nicht den Fall, dass trotz Bedarf eine Stilllegung aufgrund einer politischen Entscheidung wie der kommunalen Wärmeplanung erfolgen soll. Unabhängig davon, ob eine Gemeinde den Netzbetreiber zur Einstellung des Gasnetzbetriebs bewegen kann, stehen einer solchen Einstellung § 11, 17 f. und 36 EnWG in Verbindung mit der Gasgrundversorgungsverordnung (GasGVV) entgegen, da diese die Grundversorgungspflicht regeln und § 11 EnWG den bedarfsgerechten Netzausbau vorgibt (Senders, 2022).

Die kommunale Daseinsvorsorge ist verfassungsrechtlich im Sozialstaatsprinzip nach Art. 20 Abs. 1 Grundgesetz (GG) verankert und wird in den Gemeindeordnungen der Bundesländer konkretisiert. Das Bundesverfassungsgericht bezeichnet die Energieversorgung als „eine Leistung, deren der Bürger zur Sicherung einer menschenwürdigen Existenz unumgänglich bedarf“ (BVerfGE 66, 248 (258)). Damit, aber auch durch die Daseinsvorsorge, nimmt der Anspruch auf Energieversorgung in Form von Strom und auch Gas einen verfassungsrechtlichen Charakter an. Eine alternativlose Einstellung der Gasversorgung wäre demnach verfassungswidrig. Diese Darlegung könnte weder durch kommunale noch durch Landesgesetzgebung überwunden werden.

Zudem stellt dies einen Eingriff in Art. 14 GG hinsichtlich der Inhalts- und Schrankenbestimmung und mindestens einen Eingriff in das weit interpretierbare Grundrecht auf allgemeine Handlungsfreiheit (Art. 2 Abs. 1 GG) dar. Allerdings kann ein solcher Eingriff gerechtfertigt oder zumindest verhältnismäßig sein, wenn ausreichende Übergangsfristen gewährt werden, die auch die Entwicklung des Wertverlusts der Anlagen berücksichtigen.

Letztlich ist jedoch fraglich, ob die Energieversorgung ausschließlich mit den derzeit verfügbaren Ressourcen und dem in § 3 Nr. 14 EnWG definierten Energiebegriff gedeckt werden muss. Wahrscheinlicher ist, dass die Daseinsvorsorge kein impliziertes Recht auf einen bestimmten Energieträger, in diesem Fall Gas, beinhaltet, sondern eine energieträgerunabhängige Versorgung vorsieht, die haushalts- und kundentypisch ist, um die alltäglichen Abläufe bewältigen zu können (Senders, 2022).

Das GEG bietet in diesem Kontext keine Lenkungswirkung zum Ausstieg aus der Gasversorgung, da nach GEG weiterhin bilanzielles Biomethan genutzt werden kann. Die Regelung ergibt sich aus § 71f Abs. 3 S. 1 GEG 2024 in Verbindung mit § 22 Abs. 1 Satz 1 Nummer 2 Buchstabe c und d GEG. Die Tatsache, dass Biomethan als Erfüllungsoption gilt, um eine Heizungsanlage bilanziell anteilig mit erneuerbarer Energie zu betreiben, ist insofern hinderlich für den Gasnetzrückbau, als dass das Gasnetz für einige wenige Verbraucher:innen erhalten bleiben muss. Allerdings sind Ökogastarife laut Ökogas-Barometer 2022, einer Untersuchung des Energieversorgers Polarsterns, nur beschränkt verfügbar und in der Tendenz rückläufig, wodurch unklar bleibt, wie stark die Regelung letztlich ins Gewicht fallen wird (Zipse, 2022).

Auch das Unterlassen von Konzessionsneuausschreibungen stellen kein geeignetes Vorgehen zur Einstellung der Gasversorgung dar. Sollte eine Konzession auslaufen und die Gemeinde eine Neuausschreibung unterlassen, um die netzgebundene Gasversorgung einzustellen, könnte dies in Konflikt mit § 46 Abs. 1 EnWG stehen, da, wie bereits erörtert, eine Gemeinde zum Betrieb und Ausbau des Netzes verpflichtet ist. Auch in diesem Fall müssten die rechtlichen Bedingungen auf Bundesebene angepasst werden (Senders, 2022).

Europäisches und Verfassungsrecht steht einem Ausstieg aus der Gasversorgung grundsätzlich nicht entgegen. Konflikte ergeben sich derzeit insbesondere aus einfachem Recht. Der Handlungsspielraum muss daher bundesgesetzlich ermöglicht werden. Ein besonders günstiger Zeitpunkt ergibt sich bei auslaufenden Gaskonzessionsverträgen, wenn auch in eingeschränktem Maße. Sollten neue Verträge geschlossen werden, sind kürzere Laufzeiten empfehlenswert. Des Weiteren sollten neue Verträge Kriterien der Umweltverträglichkeit beinhalten bzw. einen hohen Versorgungsanteil aus erneuerbaren Energien höher gewichten (Senders, 2022).

Um die genannten rechtlichen Risiken zu minimieren, empfiehlt sich eine frühzeitige und langfristige Planung des Ausstiegs. Die Stadt Zürich nimmt in diesem Kontext eine Vorreiterrolle ein. Der Stadtrat fasste im Jahr 1992 den Entschluss der Stilllegung des Gasnetzes ab 2021. Bis zum Jahr 2024 wird die Wärmeversorgung der Stadt durch ein Heizkraftwerk ersetzt. Eigentümer wurden frühzeitig informiert, um Planungssicherheit zu schaffen. Zudem minimierte die lange Planungsphase die „Stranded Assets“ für die Netzbetriebe und die Endnutzer – und somit auch eventuelle Entschädigungszahlungen. St. Gallen folgte dem Züricher Beispiel. Hier werden die Restbuchwerte des Gasnetzes durch die Fernwärmeversorgung vergütet. Voraussetzung für eine solch langfristige Planung sind allerdings gesicherte Besitzverhältnisse. Im besten Fall betreibt oder besitzt dasselbe Unternehmen das Gas- und das Fernwärmenetz (Oberle, 2023).

7 WIRTSCHAFTLICHKEIT

Im Rahmen der wirtschaftlichen Abschätzung wurde untersucht, welche Heizkosten sich für unterschiedliche Heizungsarten für unterschiedliche Gebäude unter verschiedenen externen Bedingungen (u.a. Preisniveaus) ergeben. Die Erkenntnisse sind in die Szenarienrechnung zur Auswahl der Vorzugstechnologien eingeflossen und wurden auch genutzt, um das räumliche Szenario und den Maßnahmenplan an den Erkenntnissen auszurichten.

Aus der Abschätzung zur Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Technologien können folgende Aussagen abgeleitet werden:

- Wärmenetze sind vor allem dann eine kostengünstige Option, wenn Potenziale zur Gebäudesanierung oder die Erschließung von EE-Wärmequellen nur eingeschränkt nutzbar sind
- Wärmepumpen sind besonders wirtschaftlich, wenn auch der Geschwindigkeitsbonus genutzt werden kann – in jedem Fall sollte die BEG Förderung individuell ausgeschöpft werden
- Eine Sanierung scheint immer sinnvoll – insbesondere bei der Nutzung von Wärmepumpen, wenn nicht nur der Bedarf gesenkt wird, sondern zusätzlich die Jahresarbeitszahlen gesteigert werden
 - Steigerung der Jahresarbeitszahlen lassen sich aber auch u.a. durch den Tausch von Heizkörpern erreichen
 - Optionen mit mind. 65 % Biomethananteil („grünes Gas“) werden die teuerste Option sein, um die Gebäude mit einem EE-Mindestanteil von 65 % zu versorgen
- Die Kosten für Erdgas werden durch höhere Beschaffungspreise und den ungewissen CO₂ Preistendenziell steigen – besonders unter der Preisunsicherheit kann eine Erdgasversorgung teurer werden als andere Optionen
- Geothermische Wärmepumpen scheinen sich in der Regel erst ab einer gewissen Größe kostengünstiger als Luft-Wärmepumpen – trotz höhere Jahresarbeitszahlen sind die jährlichen Kosten höher, da die Erschließungskosten bei kleinen Projekten relativ hoch ausfallen
 - Holzpelletkessel könnten im unsanierten Bestand eine sinnvolle Ergänzung sein – ist jedoch eine energetische Sanierung notwendig oder geplant, sollten andere Optionen genutzt werden
 - Hybridoptionen sind eine kostengünstige Variante im unsanierten Bestand – ist jedoch ähnlich wie beim Holzpelletkessel eine energetische Sanierung notwendig oder geplant, sollten andere Optionen genutzt werden

7.1.1 Methodik

7.1.1.1 Referenzgebäude

Ziel der Ermittlung der Referenzgebäude ist eine möglichst repräsentative Abbildung des Gebäudebestands. Die Gebäude werden in Bezug auf die energetischen Parameter maßgeblich durch die Gebäudekubatur, die Bauweise (freistehend/gereiht), die Baualtersklasse und die Nutzungsart des Gebäudes geprägt.

Tabelle 11: Übersicht der Charakteristika der Referenzgebäude nach (Zensus, 2011; Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2016)

	WG1	WG2	WG3	WG4	WG5	NWG
Gebäudetyp	Einfamilienhaus (EFH)	Reihenhaus (RH)	Reihenhaus (RH)	Mehrfamilienhaus (MFH)	Großes Mehrfamilienhaus (GMH)	NWG (Bürogebäude)
Baualterklasse	1958-1968	1860-1918	1949-1978	vor 1948	1958-1968	1965-1977
Gebäudetyp nach Zensus	Freistehendes Haus (mit einer Whg.)	Gereihtes Haus (mit 1 bis 2 Whg.)	Gereihtes Haus (mit 1 bis 2 Whg.)	Freistehendes Haus (mit mehr als 3 Whg.)	Gereihtes Haus (mit 3 oder mehr Whg.)	-
Art der Warmwasserbereitung	zentral	zentral	zentral	dezentral	dezentral	dezentral

Tabelle 12: Nutzwärmeverbrauch der Referenzwohngebäude nach (TABULA WebTool, 2012)

	WG1	WG2	WG3	WG4	WG5
Baualterklasse	1958-1968	1860-1918	1949-1957	1919-1948	1958-1968
Fläche [m²]	121	96	150	385	3887
Nutzwärmeverbrauch [kWh/m²*a]					
Ausgangszustand	185,1	162,7	160,8	151,43	118,9
Saniert (EnEV 2009)	128,6	106,1	95,8	89,9	74,3

Die Deutsche Energie-Agentur (dena) hat in einer Untersuchung mehrere Studien zusammengetragen und Durchschnittswerte ermittelt (Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2016). Nach dem Bericht der dena weist das durchschnittliche Bürogebäude eine Fläche von 1.998 m² auf⁹. Zusätzlich liegt im dena-Bericht eine Aufschlüsselung der Energieverbrauchskennwerte für Bürogebäude je Baualterklasse vor. Die Zeitspanne von 1965 bis 1977 liegt im Durchschnitt der betrachteten Referenzwohngebäude und wird daher auch als Baualterklasse für das Bürogebäude angesetzt. Dem Bericht der dena folgend wird für das NWG ein Nutzwärmeverbrauch von 152,6 kWh/m²a bei einer Bürofläche von 1.998 m² angesetzt.

Im Rahmen dieser Studie wird die Warmwasserbereitung in den kleineren Gebäudetypen (Reihenhäuser und Einfamilienhäuser) als zentral angesetzt. In den größeren Gebäudetypen (Büro und Mehrfamilienhäuser) wird von einer dezentralen Warmwasserbereitung über z.B. Durchlauferhitzer ausgegangen.

In Abstimmung mit der AG wurden aufbauend auf den Referenzgebäuden verschiedene Versorgungslösungen für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser entwickelt. Zunächst wurde qualitativ untersucht, welche Versorgungsoptionen in welchen Gebäudetypen sinnvoll sind und in der Praxis hohes technisches Umsetzungspotenzial haben.

7.1.1.2 Technische Auslegung

Im folgenden Kapitel werden die Hintergründe und Annahmen zu den Anlagenauslegungen erläutert. Neben der Dimensionierung zur Deckung der Heizlast, werden auch typische Jahresnutzungsgrade zur Errechnung des Brennstoff- und Strombedarfs ermittelt.

Für jedes Typengebäude wird je nach Zustand der Gebäudehülle (sanziert oder Ausgangszustand) die Heizlast ermittelt. Als Vorlage zur Heizlastberechnung dient die VDI 2067 zur überschlägigen Berechnung. Die angesetzten Volllaststunden sind in Tabelle 13 aufgeführt.

Tabelle 13: Vollbenutzungsstunden nach VDI 2067¹⁰

	Volllaststunden Ausgangswert
Einfamilienhaus	2.100
Mehrfamilienhaus	2.000
Bürohaus	1.700

Über die Heizlast erfolgt die Dimensionierung der Erzeugungseinheiten, um die Wärmenachfrage durch das Heizungssystem zu jedem Zeitpunkt decken zu können. Auf Grund der Nutzung des Wärmepumpentarifs wird eine Abschaltung der Wärmepumpe von bis zu 6 Stunden am Tag in der Auslegung vorgesehen, die über einen entsprechenden Überdimensionierungsfaktor der Wärmepumpe in die Berechnungen einfließt. So wird sichergestellt, dass der Tageswärmebedarf über einen Pufferspeicher auch bei Abschaltung der Wärmepumpen in Intervalldauern von bis zu zwei Stunden gedeckt werden kann. Auch in den Varianten ohne Wärmepumpen werden Kombispeicher integriert, die als Puffer- und Warmwasserspeicher dienen. Die Pufferspeicher werden genutzt, um die Anlagen möglichst gleichmäßig zu betreiben oder die genannten Sperrzeiten bei den Wärmepumpen zu überbrücken. Warmwasserspeicher dienen als Reservoir, um auch bei Lastspitzen in der Warmwassernachfrage ausreichend warmes Wasser zur Verfügung stellen zu können. Durch die Speicherung wird eine Überdimensionierung der Erzeugungsanlage vermieden. Die Dimensionierung der Speicher orientiert sich an (Bahret & Eltrop, 2020). Für solarthermische Anlagen wird ein zusätzliches Speichervolumen von 60 l/m² angesetzt. Die Auslegung der solarthermischen Anlage erfolgt so, dass ein Deckungsbeitrag von 15 % des Gesamtwärmebedarfs erreicht werden kann. Bei den Varianten ohne zentrale Warmwassererwärmung wird keine Solarthermie vorgesehen, da die Solarthermie im Sommer nicht zur Unterstützung des Warmwasserbereitstellung genutzt werden kann und während der maßgeblichen Betriebszeit im Sommer die Wärmesenke im System fehlt.

Um die Kombination von Anlagen im Rahmen einer Hybridanlage auszulegen, wurden zu jedem Gebäudetyp Lastgänge modelliert. Basis für die Lastgänge sind die Wetterdaten des Testreferenzjahres (TRY) 2015 für Nordeutschland. Die zuvor definierten Jahresenergiebedarfe werden dabei in stündlich aufgelöste Ganglinien überführt. Ein TRY für Norddeutschland bildet dabei die Datengrundlage der Witterungsbedingungen. Die methodische Grundlage der Ganglinien bildet wiederum die VDI 4655, welche jeweils für Ein- und Mehrfamilienhäuser standardisierte Tages-Lastprofile für die Anwendungszwecke Raumwärme, Warmwasser und Haushaltsstrombedarf, in Abhängigkeit von Typtagen zur Verfügung stellt. Die dabei angewandten Typtage werden durch Randbedingungen wie die Jahreszeit (Sommer, Winter, Übergang), den Wochentag (Werktag, Sonntag) sowie den Bedeckungsgrad (heiter, bewölkt) charakterisiert und eingeteilt. Das Kalenderjahr 2019 wird als Referenz für Wochen- und Feiertage verwendet. Vor Anwendung der Referenzlastprofile nach VDI 4655 erfolgt zunächst eine Verteilung der Jahresenergiebedarfe auf die Tage des Jahres. Dabei wird lediglich für die Raumwärme eine witterungsbedingte Abhängigkeit unterstellt und eine proportionale Verteilung des Jahres-Raumwärmebedarfs anhand der Gradtagzahl GTZ20/15 vorgenommen. Der Warmwasserbedarf wird gleichmäßig

verteilt. Da die VDI 4655 nur für Wohngebäude gültig ist, wird für die Modellierung der Ganglinie des Bürogebäudes eine andere Methodik gewählt. Die Lastgangmodellierung des Bürogebäudes basiert auf dem Standardlastprofil Gas für den Bereich „GKO“ (Gewerbe Gebietskörperschaften, Kreditinstitute und Versicherungen, öffentliche Einrichtungen) und wird wie die Wohngebäude über das Testreferenzjahr 2015 stundengenau abgebildet. Exemplarisch ist in Abbildung 39 der Jahresgang für das WG1 aufgeteilt nach Raumwärme- und Warmwasserverbrauch dargestellt.

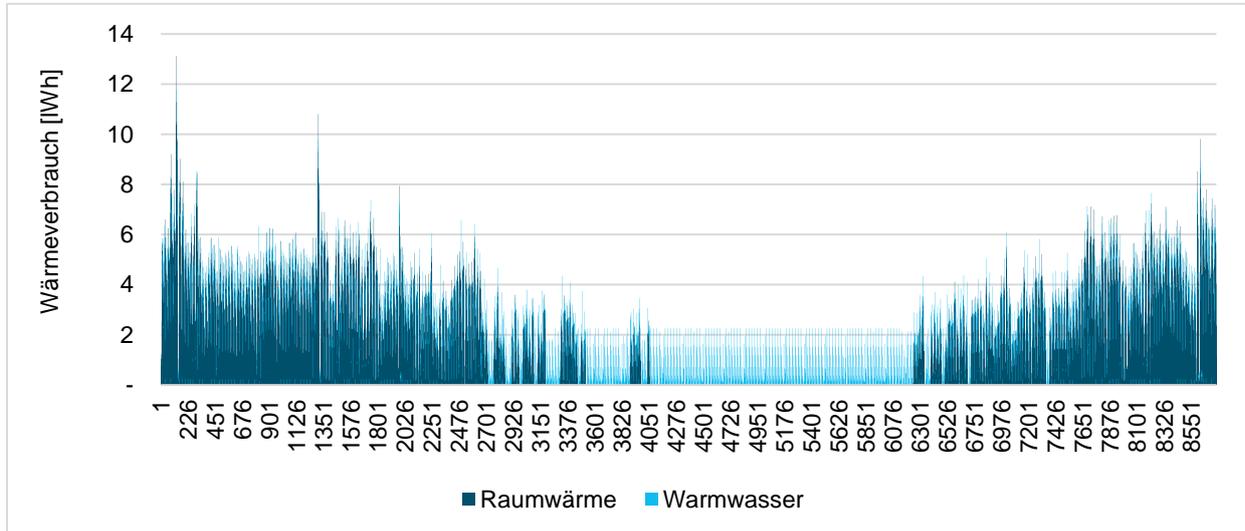


Abbildung 39: Jahresganglinie des Raumwärme- und Warmwasserverbrauchs des WG1 (EFH)

Die Leistungsauslegung der zwei Komponenten des Hybrid-Systems, bestehend aus einer Wärmepumpe oder einer Biomassefeuerung in Kombination mit einem Erdgaskessel, erfolgt so, dass auch im ungesteuerten Betrieb die 65 % EE-Quote erfüllt werden kann.

Die Spitzenlasten der Warmwasserbereitstellung werden durch den Pufferspeicher abgedeckt und können gleichmäßig über den Tag bereitgestellt werden.

Tabelle 14: Leistungsanteile zur Erreichung der 65 % Quote in einer EE-Hybridoption

	WG1	WG2	WG3	WG4	WG5	Büro
	Leistungsanteil (P/P _{gesamt})					
EE-Erzeuger	33 %	32 %	31 %	25 %	25 %	19 %
Erdgas	67 %	68 %	69 %	75 %	75 %	81 %

Die ermittelten Ergebnisse decken sich mit der Vorgabe zur Erreichung eines EE-Anteils von 65 % auf Bundesebene nach GEG.

Der Brennstoff- bzw. Strombedarf hängt maßgeblich davon ab, wie effizient die Anlagen arbeiten. Bei den Kesselanlagen wird dafür der Jahresnutzungsgrad verwendet. Für die Wärmepumpen ist die Jahresarbeitszahl entscheidend, die angibt wie viel kWh thermischer Energie je kWh elektrischer Energie im Laufe des Jahres bereitgestellt werden können.

Die Jahresnutzungsgrade sind aus (Bahret & Eltrop, 2020) entnommen. Besonders die Biomasseanlagen ohne normierte Brennstoffe oder ohne automatische Beschickung wie der Scheitholzkessel oder der Hackschnitzelkessel weisen vergleichsweise geringe Jahresnutzungsgrade auf. Für die Verbrennungstechnologien werden keine Unterschiede zwischen sanierten oder Gebäuden oder Gebäuden im Ausgangszustand angesetzt.

Tabelle 15: Jahresnutzungsgrade der Verbrennungstechnologien nach (Bahret & Eltrop, 2020), (Zimmermann, 2021).

Jahresnutzungsgrad	
Gas-Brennwertkessel	98 %
Pelletkessel	81 %

Die erreichbaren Jahresarbeitszahlen der untersuchten Wärmepumpensysteme hängen von vielen unterschiedlichen Faktoren ab und werden hier auf Basis detaillierterer Studien zu Wärmepumpen abgebildet. Im Einzelfall ist die individuelle Auslegung und Bauart/Altersklasse der Heizkörper entscheidend, um die Vor- und Rücklaufemperatur möglichst gering zu halten. In der Wirtschaftlichkeitsrechnung wurden die in Tabelle 11 aufgeführten Jahresarbeitszahlen angesetzt.

Tabelle 16: Angesetzte Jahresarbeitszahlen der Wärmepumpen.

	Ausgangs- zustand	Datenquelle	Saniert	Datenquelle
Luft-Wasser Wärmepumpe	2,5	Annahme basierend auf (Fraunhofer IWS, 2017), (ISE, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, 2020)	3,6	(Fraunhofer IWS, 2017)
Luft-Wasser Wärmepumpe + Erdgaskessel	3,1	(ISE, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, 2020)	3,6	(Fraunhofer IWS, 2017)
Sole-Wasser Wärmepumpe	2,7	Annahme basierend auf (Fraunhofer IWS, 2017), (ISE, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, 2020)	3,8	(Fraunhofer IWS, 2017)
Sole-Wasser Wärmepumpe + Erdgaskessel	4,1	(ISE, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, 2020)	4,1	(ISE, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, 2020)

Die Jahresarbeitszahlen werden aus Modellierungen entnommen, die für Bestandsgebäude und sanierte Gebäude durchgeführt wurden (Fraunhofer IWS, 2017). Für die Bestandsgebäude gilt die Annahme, dass Fenster und Dach zuvor bereits saniert wurden, allerdings noch keine Anpassung der

Heizkörper auf Niedertemperaturradiatoren stattgefunden hat. Die Annahme einer Dach- und Fensersanierung basiert auf den spezifischen Wärmebedarfswerten der Referenzgebäude, die sich im Bereich des teilsanierten Bestandsgebäudes für die Wärmepumpenmodellierung bewegen und deutlich unter dem Wärmebedarf eines komplett unsanierten Gebäudes liegen (Fraunhofer IWS, 2017).

Bei den sanierten Gebäuden wird davon ausgegangen, dass im Zuge der Sanierungen auch die Heizkörper gegen Niedertemperradiatoren getauscht wurden. In den meisten Fällen reicht es aus, wenn in einigen Räumen mit einem zu kritischen Verhältnis zwischen Heizlast des Raumes und Heizlast der Heizkörper bei Wärmepumpennutzung die Heizkörper getauscht werden. Durch die Sanierung wird die Heizlast im Raum gesenkt und die alten Heizkörper reichen aus, um auch bei absenkten Vorlauftemperaturen die Heizlast des Raums zu decken (ISE, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, 2020). Im Vergleich zu einem Feldtest mit einer Vielzahl an Gebäuden unterschiedlicher Sanierungszustände und Betriebsmodi sind die verwandten Jahresarbeitszahlen als konservativ einzuordnen. In der Praxis können diese mit hoher Wahrscheinlichkeit übertroffen werden (vgl. (ISE, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, 2020)). Der Strombedarf entspricht somit dem ungünstigen Fall hoher Vorlauftemperaturen, wenn noch keine Anpassung der Heizkörper in den Bestandsgebäuden stattgefunden hat.

Wird die Wärmepumpe in Kombination mit einem Erdgaskessel eingesetzt, so werden in beiden Sanierungsständen höhere Jahresarbeitszahlen verwendet, da die Wärmepumpen vor allem in der Übergangszeit laufen und unter geringeren Vorlauftemperaturen arbeiten können. Die Lastspitzen und damit einhergehenden hohen Vorlauftemperaturen im Winter können durch den Gaskessel abgedeckt werden.

7.1.1.3 Datenbasis

Im Folgenden werden die mit der Einführung der Erfüllungspflicht verbundenen ökonomischen Auswirkungen betrachtet und für die verschiedenen Gebäudetypen gegenübergestellt. Hierzu wurde für alle Varianten eine Wirtschaftlichkeitsberechnung mittels Annuitätenmethode angelehnt an die Richtlinie VDI 2067 durchgeführt. Die VDI 2067 bewertet Anlagen aus energetischer, ökologischer und wirtschaftlicher Perspektive und ist für alle Gebäudearten gültig. Die Kosten der einzelnen Varianten werden in der Richtlinie in vier Gruppen unterteilt:

- Kapitalgebundene Kosten
- Bedarfs-(verbrauchs-)gebundene Kosten
- Betriebsgebundene Kosten
- Sonstige Kosten

Die Komponenten der Anlagentechnik wurden in den kapitalgebundenen Kosten der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung aufgenommen, Kosten für die Sanierung der Gebäudehülle werden nicht berücksichtigt. Die Grundlage und Ermittlung der Kosten der unterschiedlichen Erzeugungstechnologien basiert auf dem Technologiecatalog der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW (Peters M. , et al., 2022)) und wird in Abschnitt 7.1.1.5 erläutert. Zusätzlich wird in der ökonomischen Betrachtung die Inanspruchnahme von Fördermaßnahmen berücksichtigt. Die Anwendbarkeit und Höhe für die ausgewählten Technologien werden in Abschnitt 7.1.1.8 dargestellt. Die bedarfsgebundenen Kosten entsprechen den Kosten für den Energiebezug und der Hilfsenergie. Vor dem Hintergrund der aktuellen energiepolitischen Lage werden zwei verschiedene Preisszenarien für den Strom- und Erdgaspreis betrachtet, welche im folgenden Abschnitt beschrieben werden. Alle anderen eingesetzten Energieträger wie Biomasse oder Fernwärme werden über entsprechende Faktoren an die Preisänderungen der unterschiedlichen Szenarien gekoppelt, um die Marktbewegungen möglichst plausibel abzubilden. Instandhaltungskosten werden als betriebsgebundene Kosten berücksichtigt.

7.1.1.4 Energiepreisszenarien

In der Wirtschaftlichkeitsberechnung werden zwei Preisszenarien betrachtet.

- Basispreis 2030
- Basispreis 2030 +30%

Im Szenario *Basispreis 2030 +30%* ist die Annahme hinterlegt, dass sich alle Energiepreise um 30% erhöhen, um abbilden zu können wie resilient sich die Technologien bei steigenden Bezugspreisen darstellen.

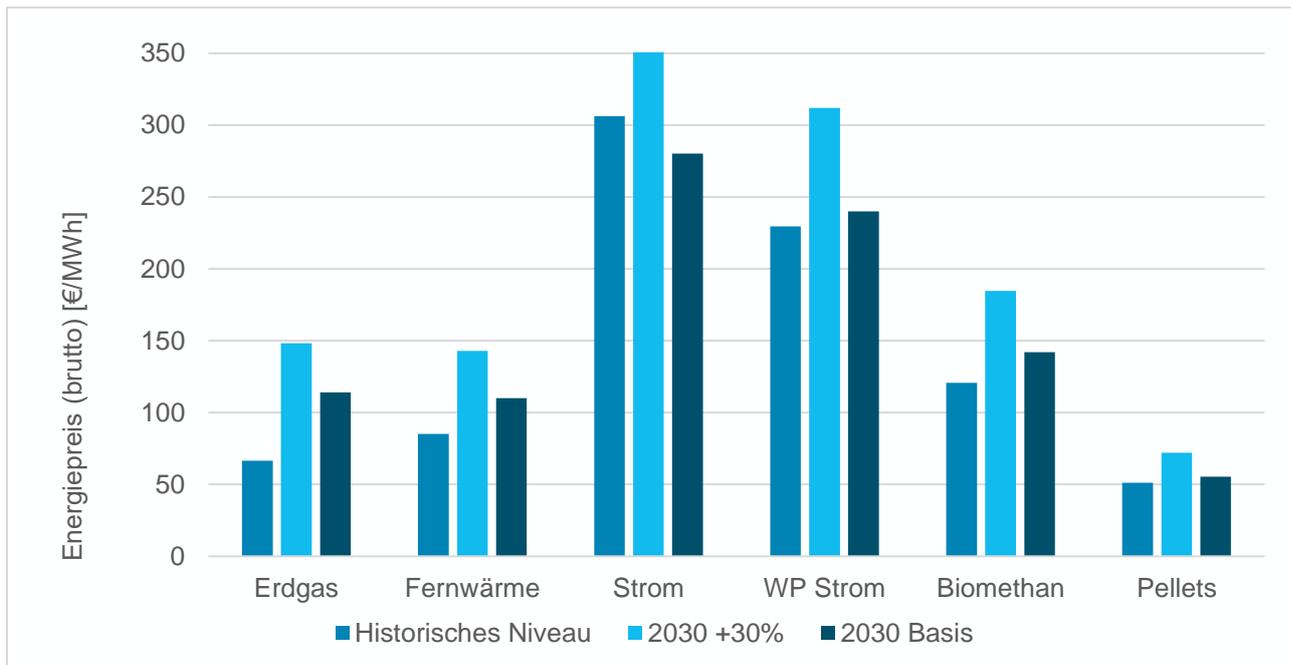


Abbildung 40: Energiepreisannahmen (basierend auf (Mendelevitch, Reppening, Matthes, & Deurer, 2024), (BDEW, 2024) und eigenen Berechnungen)

7.1.1.5 Technologiekosten

Um eine einheitliche Grundlage zur Kostenbewertung der unterschiedlichen Technologien zu nutzen, wurde auf den Technologiecatalog der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW) zurückgegriffen (Peters M. , et al., 2022). Aus den Angaben des Technologiecatalogs wurden Kostenkurven für jede Technologie ermittelt, um Skaleneffekte abbilden zu können und zu jeder Auslegung adäquate Kosten in der Rechnung abzubilden. In den Kosten sind die Installations- und die Anlagenkosten zusammengefasst. Unplausible Ausreißer in den Kostenkurven wurden nicht berücksichtigt, so dass teils angepasste und plausibilisierte Daten verwendet wurden. Kosten die dem Heizungsverteilsystem zuzuschreiben wären, wie Kosten für Heizungsrohre oder Heizkörper, werden nicht berücksichtigt, da sich der Ansatz auf die Erzeugungsoptionen beschränkt, um eine bessere Vergleichbarkeit zu erreichen und keine weiteren Szenarien aufzufächern.

7.1.1.6 Hilfsenergie

Neben den spezifischen Investitionskosten der unterschiedlichen Erzeugungstechnologien sind im Technologiecatalog der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW) Angaben zur erforderlichen Hilfsenergie hinterlegt (vgl. Tabelle 17). Der Hilfsenergiebedarf des Gaskessels ist leistungsbezogen abgebildet und nicht an die Energiemenge gekoppelt. Da mit steigender Leistung der Bedarf pro kW abnimmt, wurden die Werte anhand einer Trendlinie abgebildet. Große Anlagen weisen demnach deutlich geringere Kosten für Hilfsenergie auf. Anhand dieser Werte und dem Strombezugspreis entsprechend der Preisszenarien werden die Kosten des Hilfsenergiebedarfs für die Varianten ermittelt und zu den Energiebezugskosten zur Ermittlung der bedarfsgebundenen Kosten addiert.

Tabelle 17: Hilfsenergiebedarf nach KEA-BW (Peters & Steidle, 2022).

Hilfsenergiebedarf	[%/kWh _{th}]	Anmerkung
Sole-Wasser-Wärmepumpe Erdkollektor	-	In JAZ enthalten
Sole-Wasser-Wärmepumpe Erdsonde	-	In JAZ enthalten
Luft-Wärmepumpe	-	In JAZ enthalten
Wärmenetz	3,5	
Holzpelletkessel	2,3	
Biomethankessel		Angabe in kWh/kWa anhand Trendlinie abgebildet
Erdgaskessel		Angabe in kWh/kWa anhand Trendlinie abgebildet

7.1.1.7 Rechnerische Nutzungsdauer

Die rechnerische Nutzungsdauer bildet ab, wie lange die Investition nutzbar ist. Hohe rechnerische Nutzungsdauern bedeuten, dass die Technologie sehr wahrscheinlich lange Zeit nicht ersetzt werden muss und nach Ende des Betrachtungszeitraums noch einen Restwert aufweisen kann, der zu berücksichtigen ist. Eine Ersatzinvestition ist nötig, wenn die technische Lebensdauer den Betrachtungszeitraum unterschreitet und Ersatz beschafft werden muss. Die Kosten für die Ersatzbeschaffung werden in der Annuitätenrechnung entsprechend aufgenommen und bilden den wirtschaftlichen Nachteil kurzer rechnerischer Nutzungsdauern in der Wirtschaftlichkeit ab. Restwerte fallen an, wenn die technische Lebensdauer den Betrachtungszeitraum überschreitet. So wird zum Beispiel die kostenintensive Erschließung der Wärmepumpenquelle im Erdreich durch dieses Vorgehen auf eine rechnerische Lebensdauer von 50 Jahren aufgeteilt. Auch wenn die Wärmepumpe nach rechnerisch zwanzig Jahren ausgetauscht werden muss, fallen keine erneuten Kosten für die Erschließung der Wärmepumpenquelle an. Die verwendeten Werte nach VDI 2067 sind in Tabelle 18 aufgeführt.

Tabelle 18: Rechnerische Nutzungsdauern nach VDI 2067.

Rechnerische Nutzungsdauer T _N	Jahre [a]
Sole-Wasser-Wärmepumpe Erdsonde	20
Erschließung der Wärmequelle Erdsonden	50
Luft-Wärmepumpe	18
Wärmenetz (Anschluss)	20
Holzpelletkessel	15
Biomethankessel	20
Erdgaskessel	20
Thermischer Speicher	20

7.1.1.8 Förderungen

Die Förderung von Einzelmaßnahmen im BEG ist unterteilt in

- die Förderung von Anlagen zur Wärmeerzeugung und
- die Förderung von Effizienzmaßnahmen (Gebäudehülle, Anlagentechnik und Heizungsoptimierung).

In beiden Bereichen können Zuschüsse und Boni in Anspruch genommen werden – welche das sind und wie hoch diese ausfallen, haben wir im Folgenden zusammengestellt.

Im Rahmen der Förderung von Erzeugungsanlagen wird ein Zuschuss von 30 % zu den Investitionskosten in Wohn- und Nichtwohngebäuden gewährt. Dieser kann unter bestimmten Voraussetzungen ergänzt werden um

- einen Klimageschwindigkeitsbonus von max. 20 %,
- einen Einkommensbonus von 30 % sowie
- einen Effizienzbonus von 5 %.

Tabelle 19: Förderbedingungen nach BEG

Einzelmaßnahmen Anlagen zur Wärmeerzeugung	Zuschuss	Effizienzbonus	Klimageschwindigkeitsbonus	Einkommensbonus
Solarthermische Anlagen	30 %		max. 20 %	30 %
Biomasseheizungen	30 %		max. 20 %	30 %
Wärmepumpen	30 %	5 %	max. 20 %	30 %
Brennstoffzellenheizung	30 %		max. 20 %	30 %
Wasserstofffähige Heizung (Investitionsmehrausgaben)	30 %		max. 20 %	30 %
Innovative Heizungstechnik	30 %		max. 20 %	30 %
Gebäudenetz Errichtung/Umbau/Erweiterung	30 %		max. 20 %	30 %
Gebäudenetzanschluss	30 %		max. 20 %	30 %
Wärmenetzanschluss	30 %		max. 20 %	30 %

7.1.1.9 Ergebnisdarstellung

Die Wirtschaftlichkeit der Erfüllungsoptionen für WG1 wird jeweils im sanierten und unsanierten Zustand (Ausgangszustand) sowie für zwei unterschiedliche Förderbedingungen dargestellt. Die der Basisfall (Basisförderung) ist unter Inanspruchnahme der BEG-Förderung berechnet worden. Im zweiten Fall (Bonusförderung) wird zusätzlich der **Klimageschwindigkeitsbonus** aufgeschlagen

Zu jedem Szenario wird jeweils basierend auf den Energiepreisen berechnet, wie sich die jährlichen Kosten darstellen, je nach Energiepreinsniveau und Förderung, die in Anspruch genommen werden kann.

Um die Variation der Versorgungsoptionen übersichtlich zu gestalten, ist in Tabelle 20 die Kurzbezeichnung zu jeder Erfüllungsoption aufgeführt.

Tabelle 20: Übersicht der Erfüllungsoptionen und Kurzbezeichnungen

Nutzungsoption - EE	Kurzbezeichnung
Sole-Wasser-Wärmepumpe Erdsonde	WP_SO_ES
Luftwärmepumpe	WP_L
Wärmenetz	WN
Holzpelletkessel	K_HP
Biomethan Kessel	K_B
Erfüllungsoptionen - Kombinationen "Mix"-Hybrid	
Sole-Wasser-Wärmepumpe Erdsonde + Erdgaskessel	WP_SO_ES+K_E
Luftwärmepumpe + Erdgaskessel	WP_L+K_E
Biomethankessel + Erdgas	K_B+E
Referenzvariante	
Erdgaskessel	K_E

Ein wesentlicher Unterschied der Versorgungsoptionen ist die Resilienz gegenüber veränderten Rahmenbedingungen der Energiepreisszenarien:

- Systeme auf Basis von Wärmepumpen zeigen zwischen den Szenarien nur geringe Schwankungen in Bezug auf die jährlichen Kosten auf, da der Unterschied der Strompreise in Szenarien nicht so stark ausgeprägt ist
- Wärmepumpensysteme und Hybridsysteme sind als resilientere Systeme einzustufen, da ihre wirtschaftliche Betriebsweise unabhängiger von starken Schwankungen des Erdgaspreises ist

In den folgenden Abbildungen sind die Ergebnisse der Szenarienrechnung dargestellt. Die Ergebnisse sollen eine grobe Orientierung bieten, welche Optionen mit welchen Kosten verbunden sind und wie Förderungen und Energiepreise sich auf die Gesamtkosten auswirken.

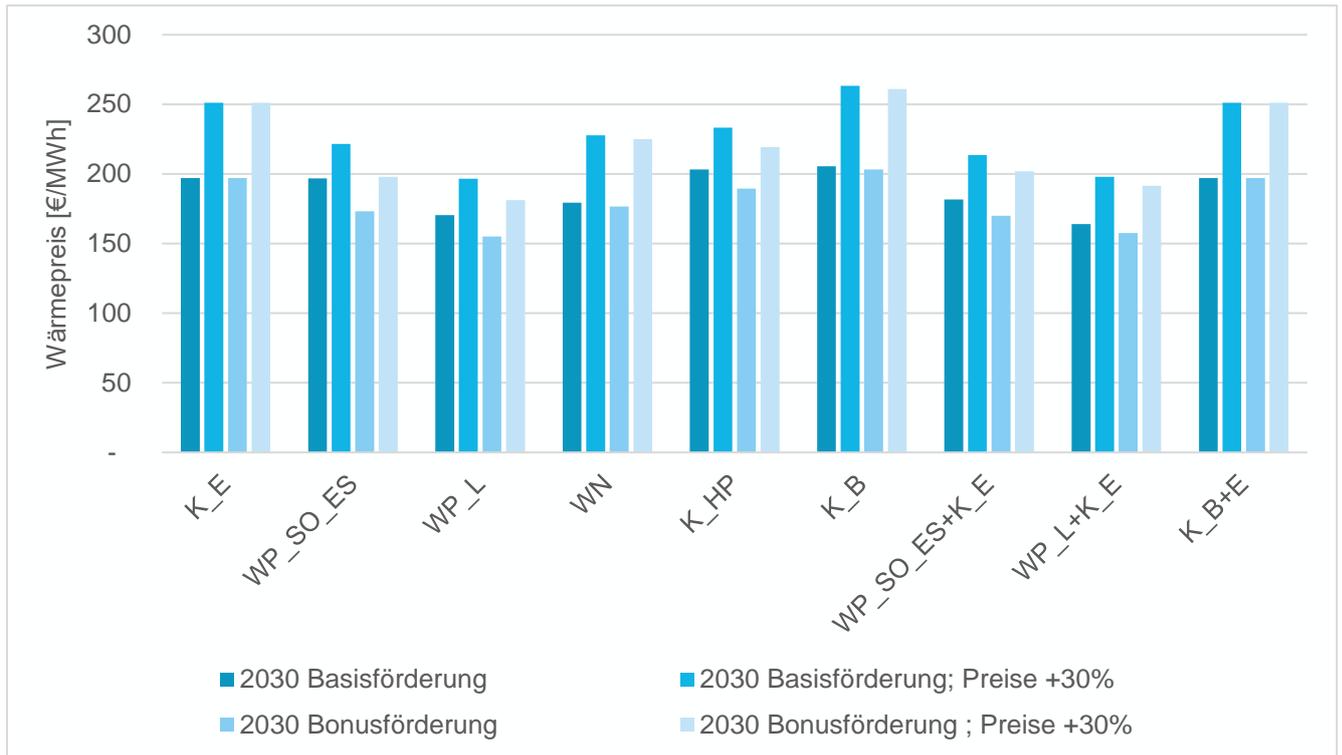


Abbildung 41: WG 1, saniert Zustand

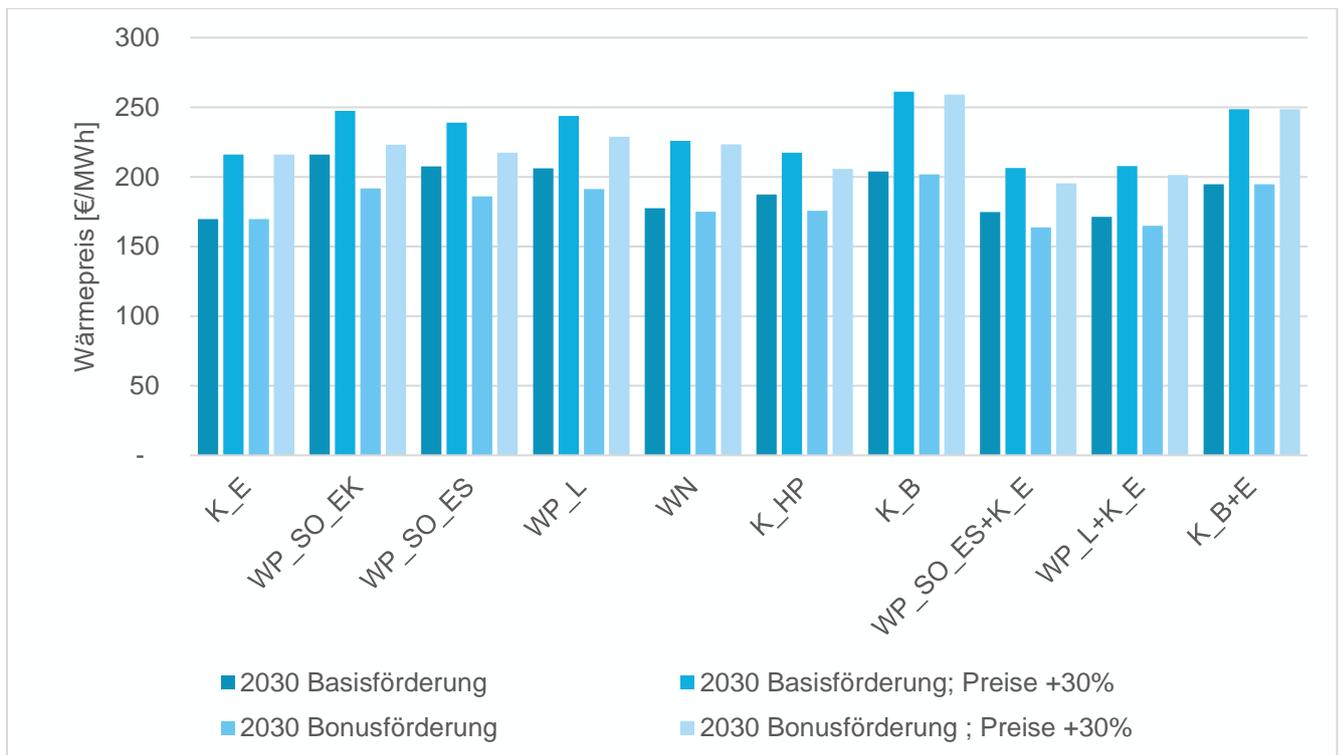


Abbildung 42: WG 1, Ausgangszustand

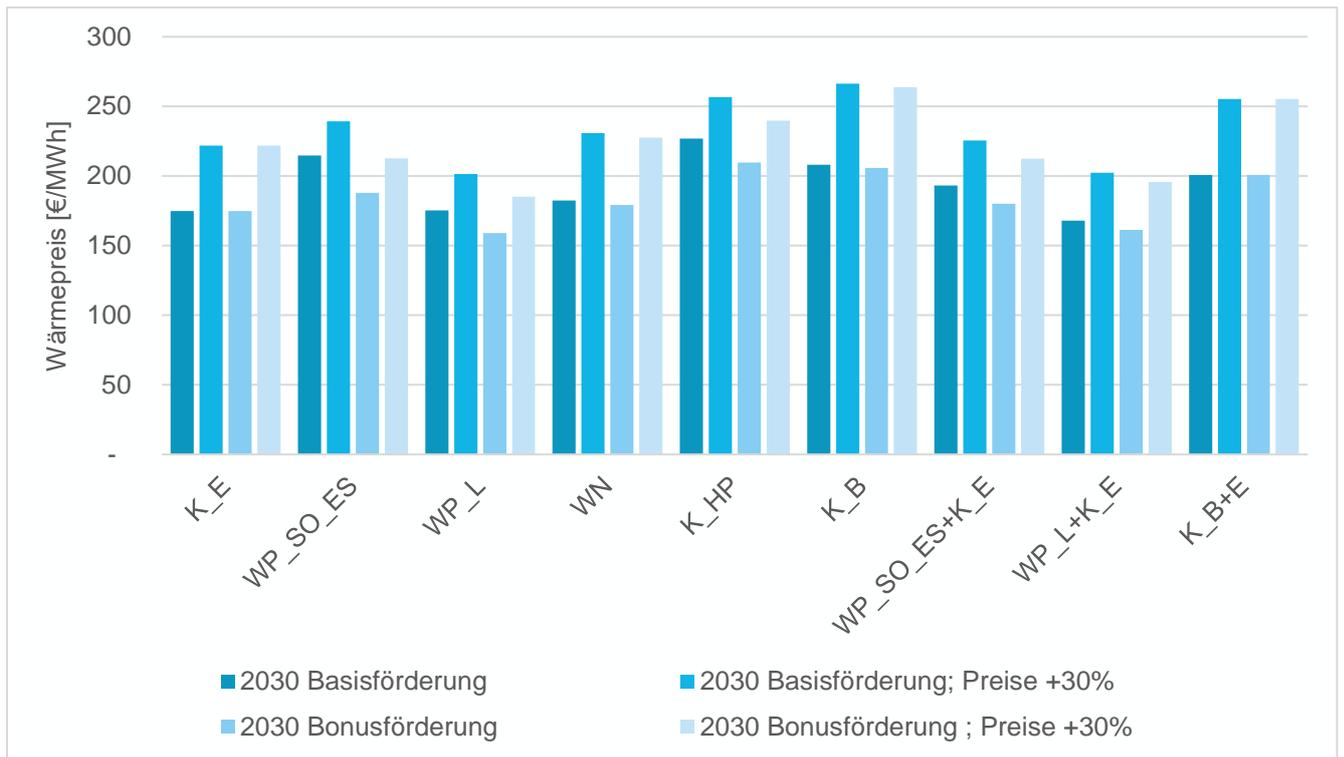


Abbildung 43: WG 2, saniert Zustand

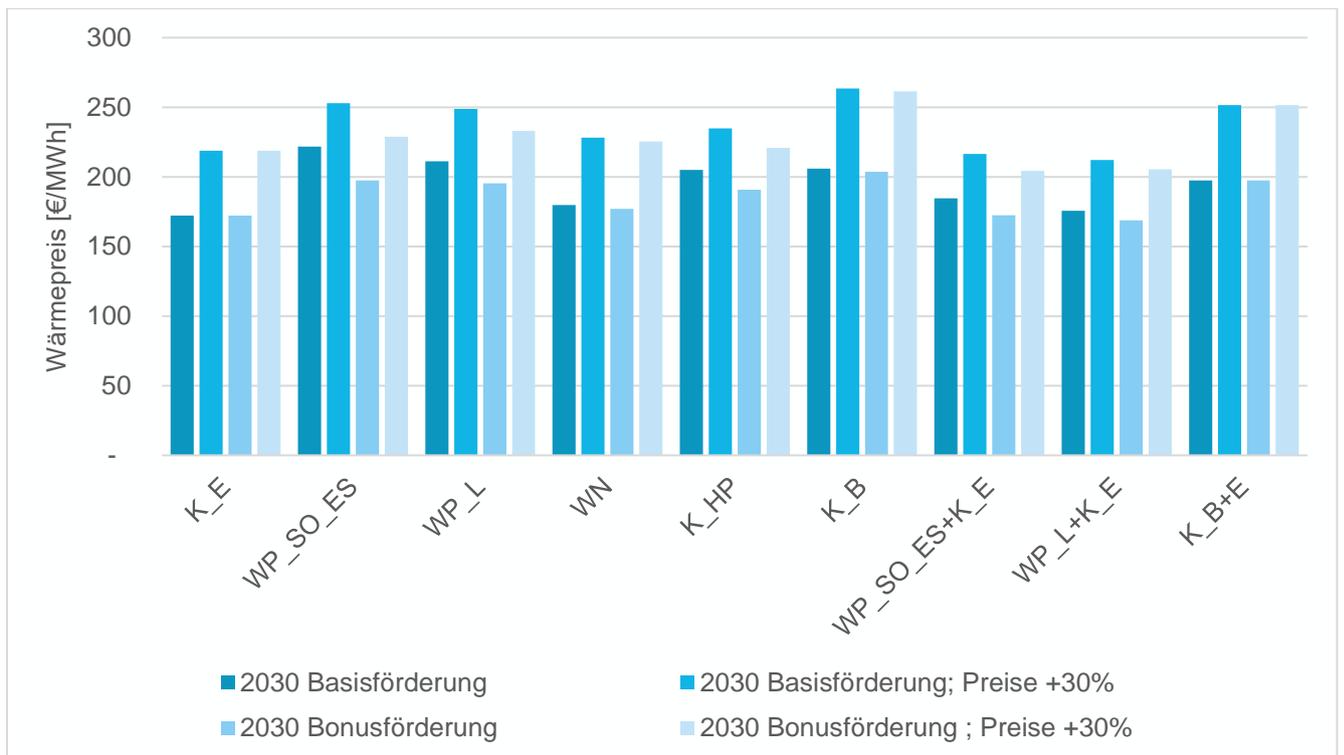


Abbildung 44: WG 2, Ausgangszustand

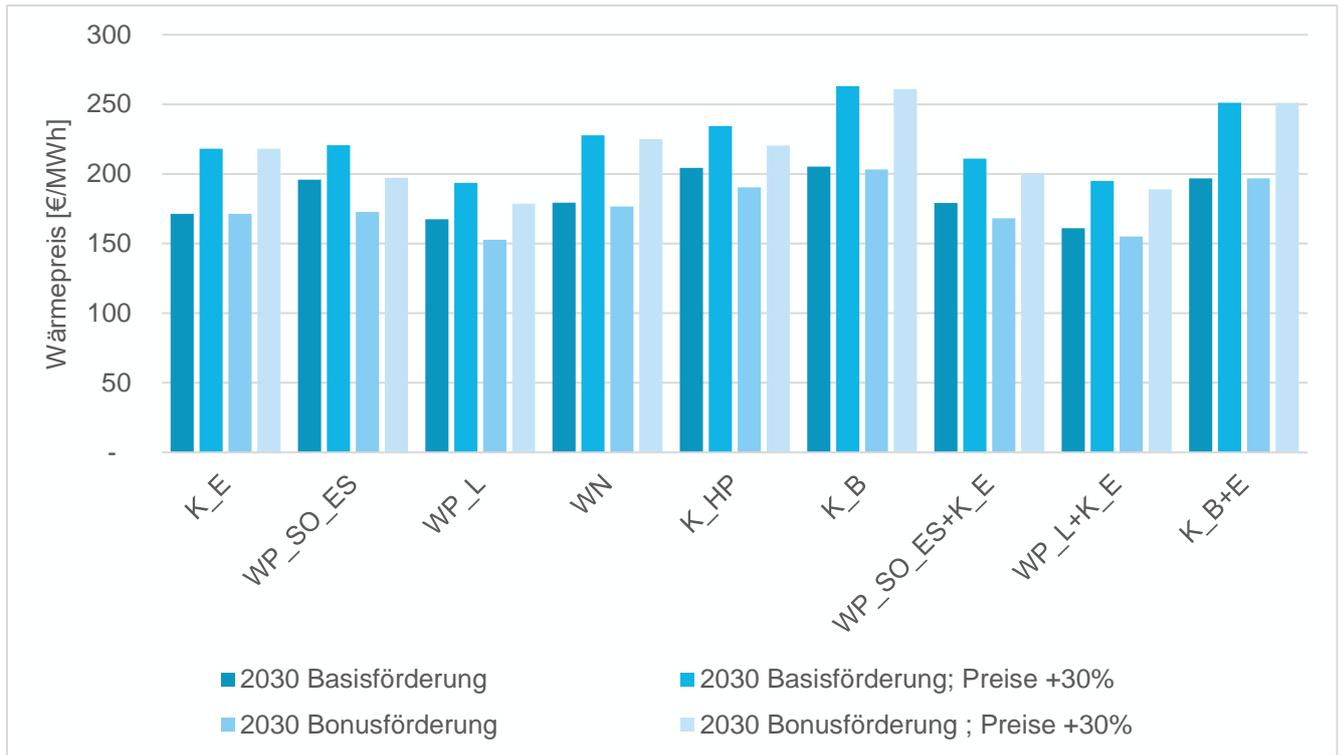


Abbildung 45: WG 3, saniertes Zustand

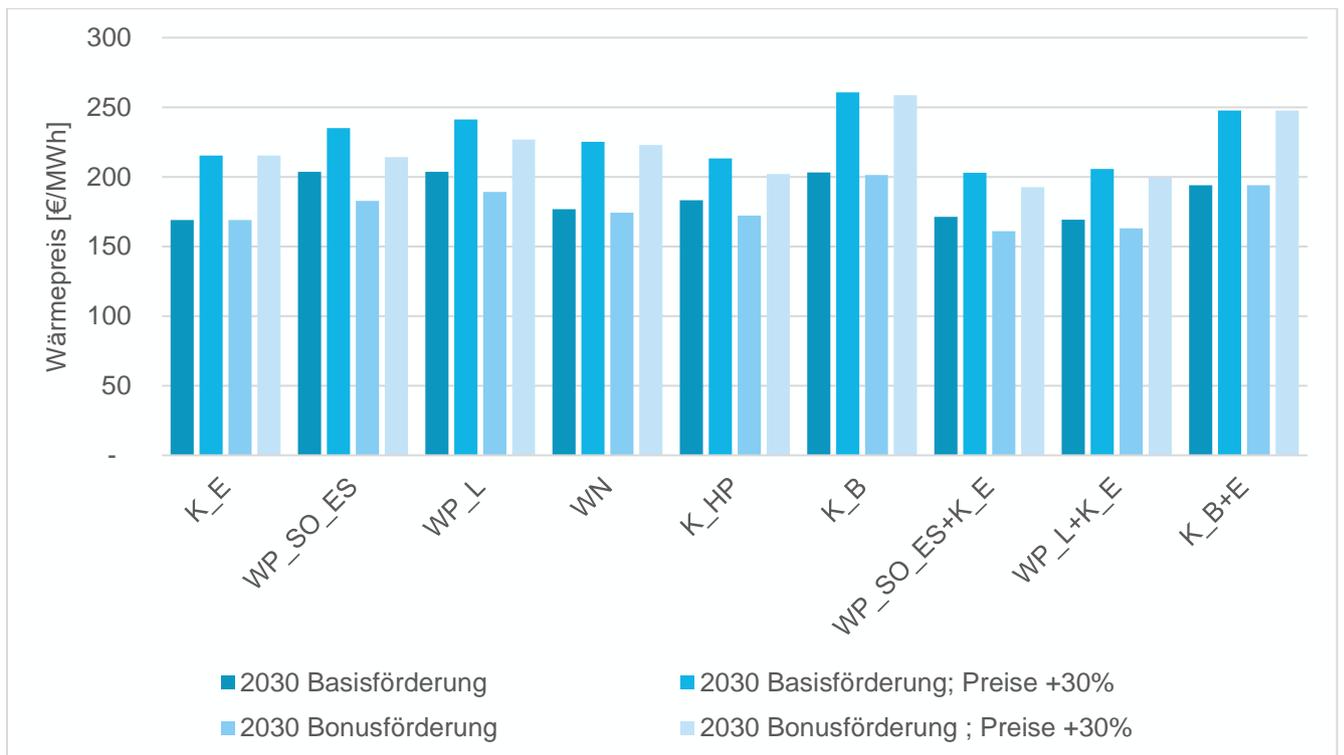


Abbildung 46: WG 3, Ausgangszustand

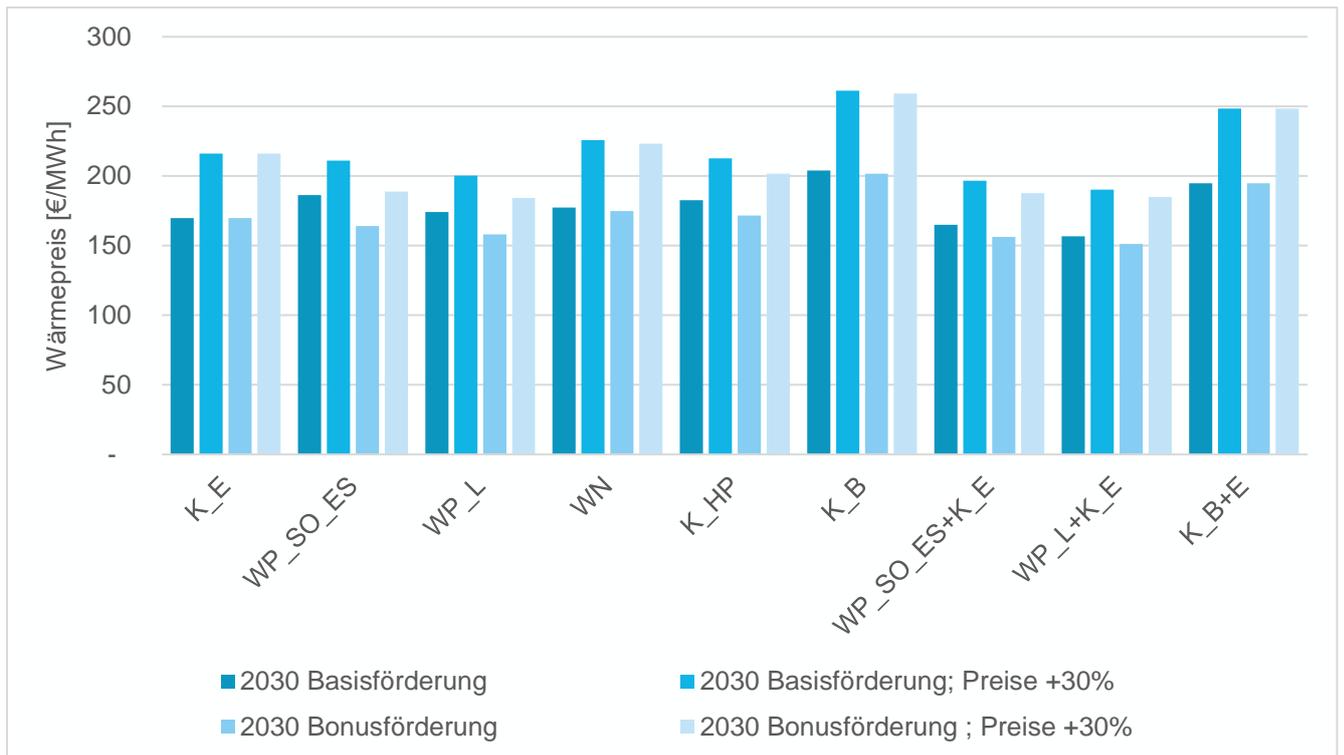


Abbildung 47: WG 4, sanierter Zustand

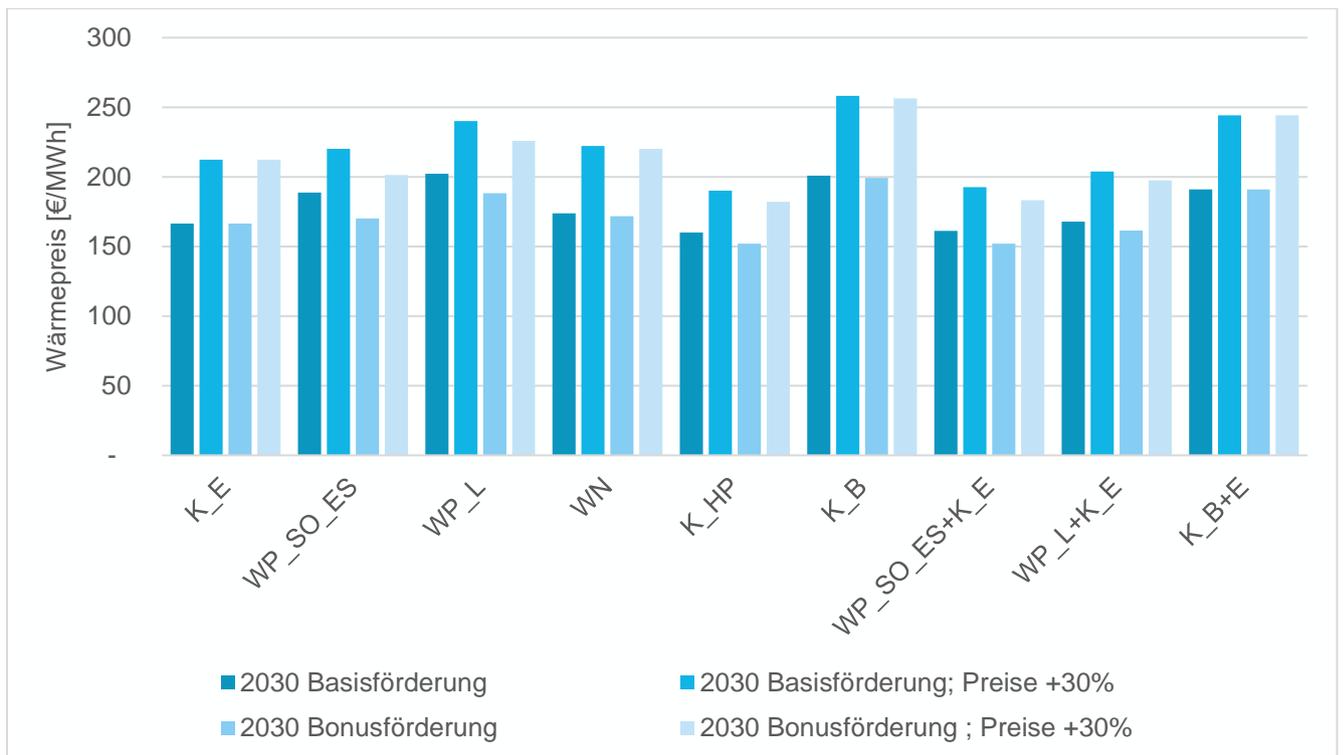


Abbildung 48: WG 4, Ausgangszustand

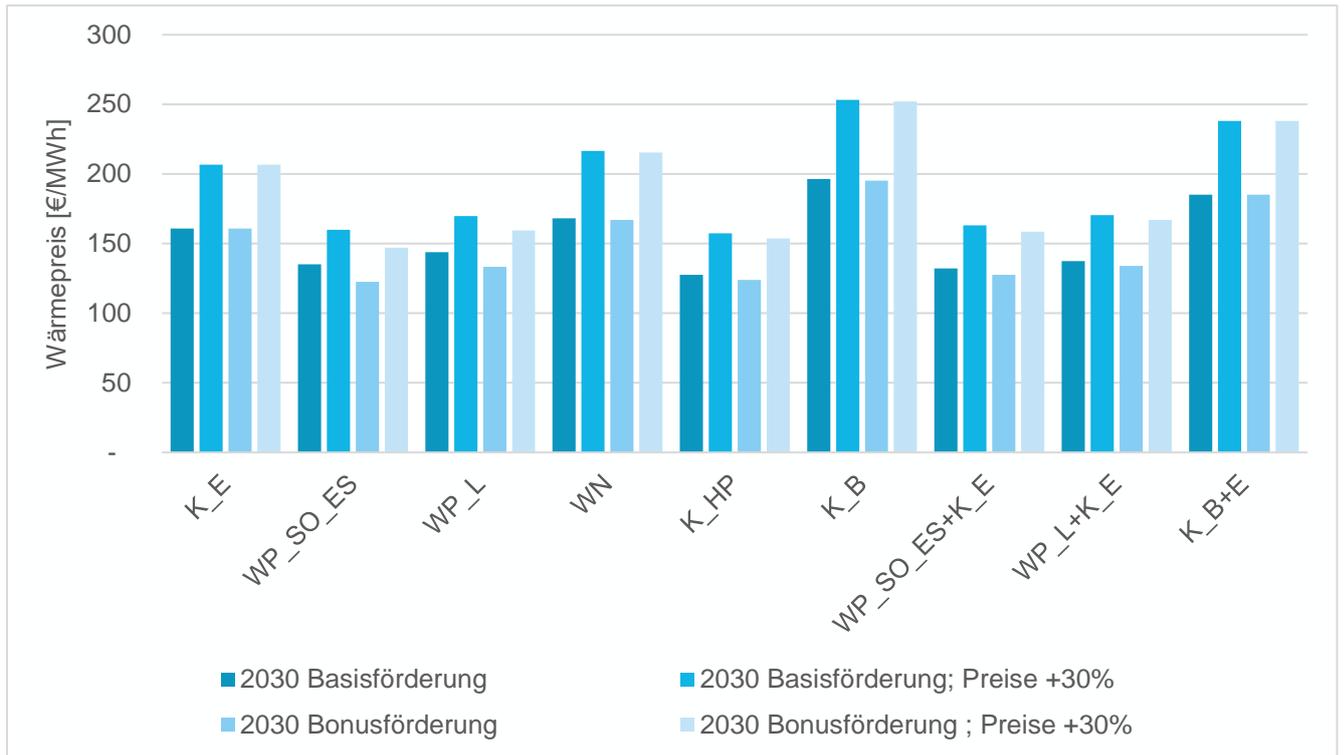


Abbildung 49: WG 5, saniertes Zustand

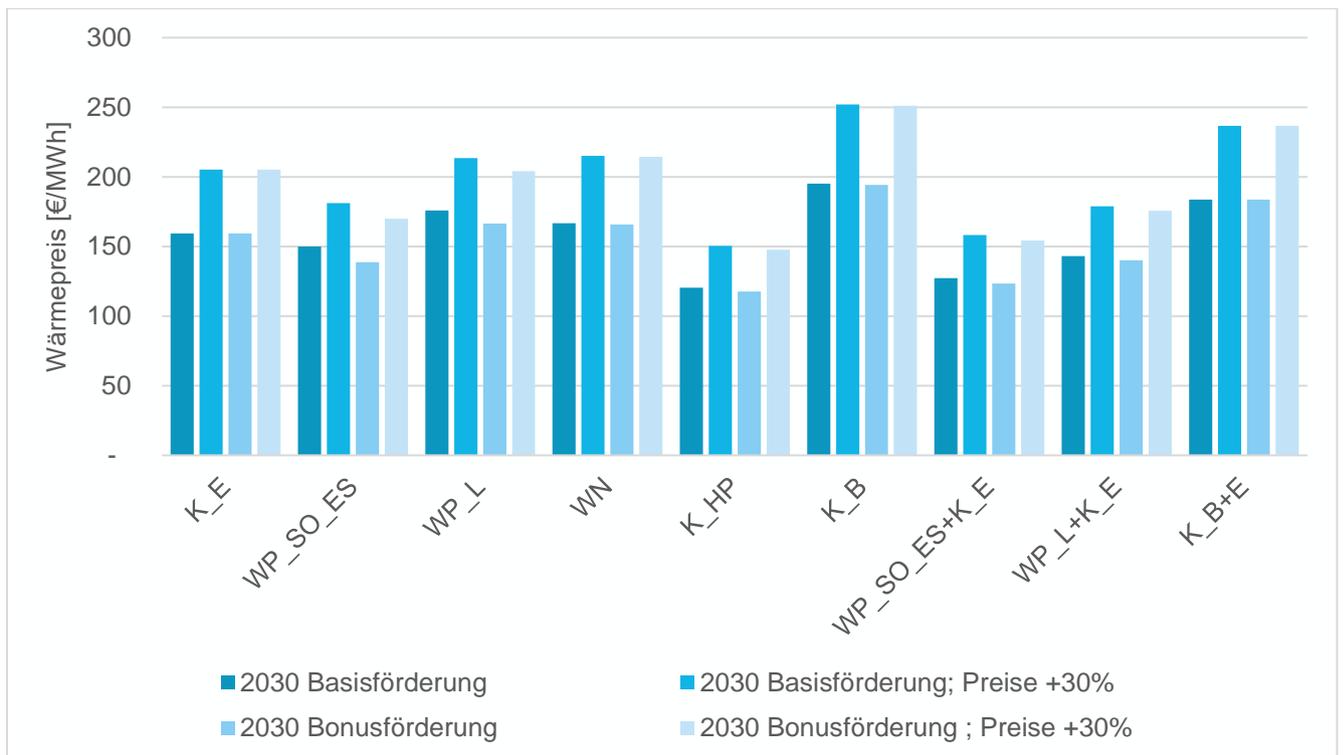


Abbildung 50: WG 5, Ausgangszustand

8 WÄRMEWENDESTRATEGIE UND MAßNAHMENKATALOG

Im Folgenden werden die Maßnahmen in Form von Steckbriefen dargestellt, die gebraucht werden, um die Ziele der Szenarienrechnung zu erreichen. In den Maßnahmenblättern werden die Maßnahmen beschrieben und über Kennzahlen quantitativ eingeordnet. Maßnahmen mit sehr hoher Priorität sollten unverzüglich umgesetzt werden, da diese in der Regel das Fundament für die Umsetzung weiterer Maßnahmen und Projekte bilden.

Der Maßnahmenplan ist in Verbindung mit den Gebietssteckbriefen geeignet, die Vorgaben nach Gesetz zur Energiewende und zum Klimaschutz in Schleswig-Holstein (EWKG) zu erfüllen, in dem der Maßnahmenkatalog einzelne Maßnahmen und deren Umsetzung priorisiert und zeitlich einordnet, um zur Umsetzung des Konzepts beizutragen. Nach EWKG ist der Maßnahmenkatalog als ein Bestandteil des Beschlusses zum kommunalen Wärmeplan aufzunehmen. Zusätzlich sind u.a. ein Monitoring sowie eine räumliche Darstellung der angestrebten treibhausgasneutralen Versorgungsoptionen aufzunehmen.

Der Maßnahmenplan für die Gesamtstadt umfasst vier räumliche und vier inhaltliche Handlungsfelder und 38 Maßnahmen. Es handelt sich dabei um gutachterliche Empfehlungen des Hamburg Instituts und Planenergi, welche den notwendigen Handlungsbedarf aufzeigen. Die Maßnahmen wurden vor einem wissenschaftlichen Hintergrund kategorisiert und priorisiert. Bei den Personalbedarfen und Kosten handelt es sich um indikative Schätzungen. Somit können Abwägungen und Beschlüsse vorbereitet werden. Im weiteren Vorgehen wären dann noch zusätzliche Recherchen und Prüfungen erforderlich.

Endenergie- und THG-Reduktion je Maßnahme wurden wenn möglich berechnet. Für planerische Grundlagen wurden Einsparpotenziale in Anlehnung an den Zielwert des Handlungsfeldes aus den Szenarien abgeleitet. Da hinter diesen theoretischen Einsparpotenzialen eine komplexe und erklärungsbedürftige Methode liegt, werden diese Werte nicht in Bezug auf alle Maßnahmen in den Steckbriefen dargestellt.

Einige der Maßnahmen befinden sich bereits in Umsetzung oder Vorbereitung und werden somit durch die kommunale Wärmeplanung bestätigt.

Der Maßnahmenkatalog sollte nicht als „in Stein gemeißelt“ betrachtet werden, sondern vielmehr „lebendig“ bleiben. Durch Veränderungen von Rahmenbedingungen, die oft auch auf übergeordneter Ebene eintreten – wie etwa technologische Entwicklungen oder Gesetzesänderungen auf Bundesebene – können sich neue Potenziale zur Emissionsminderung ergeben. Daher sollten die Rahmenbedingungen stets beobachtet, neue Potenziale ermittelt und der Maßnahmenplan entsprechend angepasst werden. Nachsteuerungsbedarf ergibt sich ggf. auch aus dem Monitoring der Maßnahmenumsetzung.

Der vollständige Maßnahmenplan ist nach Priorisierung der Maßnahmen sortiert. Die folgende Übersicht gruppiert die Maßnahmen nach technischem Handlungsfeld und bietet einen Überblick.

Tabelle 21: Überblick Maßnahmen nach Handlungsfeld

Nummer	Titel	räumliches Handlungsfeld	inhaltliches Handlungsfeld	Priorität
1	Organisation von EE-Rundgängen im Quartier	Quartierslösung	Dekarbonisierung der Wärmeversorgung	Sehr hoch
2	Zentrale Anlaufstelle "Norderstedter Wärmewendehafen" zur Energie(effizienz)beratung, Fördermittelakquise und -beratung	Stadtweit	Dekarbonisierung der Wärmeversorgung	Sehr hoch
3	Ausbau von Wärmenetzen	Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete)	Dekarbonisierung der Wärmeversorgung	Sehr hoch
4	Umsetzung der Maßnahmen aus dem Trafoplan	Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete)	Dekarbonisierung der Wärmeversorgung	Sehr hoch
13	Contracting Angebote und Interimslösungen	Dezentrale Lösung	Dekarbonisierung der Wärmeversorgung	hoch
20	Umsetzung der Wärmestrategie öffentliche Gebäude	Stadtweit	Dekarbonisierung der Wärmeversorgung	hoch
17	Qualifizierungsprogramm Wärmepumpen	Dezentrale Lösung	Dekarbonisierung der Wärmeversorgung	mittel
18	Weiterführung des Angebots von einem Wärmepumpen-Stromtarif	Dezentrale Lösung	Dekarbonisierung der Wärmeversorgung	mittel
19	Modellquartier für die Energieeffizienzberatung in Serie	Quartierslösung	Dekarbonisierung der Wärmeversorgung	mittel
21	Kostenfreier "Abwärme-check" für Unternehmen	Stadtweit	Dekarbonisierung der Wärmeversorgung	mittel
32	Pilotquartier "fossilfreies Quartier"	Quartierslösung	Dekarbonisierung der Wärmeversorgung	niedrig
33	Weiterführung des Austauschs bzw. der Kooperation zwischen den Stadtwerken in der Umgebung von Norderstedt	Stadtweit	Dekarbonisierung der Wärmeversorgung	niedrig
34	Norderstedter Wärmewendefonds	Stadtweit	Dekarbonisierung der Wärmeversorgung	niedrig
5	Energetische Stadtsanierung und Sanierungsmanagement	Quartierslösung	Effizienz (Sanierung)	Sehr hoch
6	Ausbau der Energie(effizienz)beratungskapazitäten	Stadtweit	Effizienz (Sanierung)	Sehr hoch
7	Weiterführung und Anpassung des Kommunalen Förderprogramms	Stadtweit	Effizienz (Sanierung)	Sehr hoch
12	Städtische Gebäude als Ankerkunden für Fernwärme	Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete)	Effizienz (Sanierung)	Sehr hoch
14	Norderstedter Quartiere für die Wärmewende	Quartierslösung	Effizienz (Sanierung)	hoch
15	Fortführung Energiesparcheck der Stadtwerke	Stadtweit	Effizienz (Sanierung)	hoch
22	Modellquartier serielles Sanieren	Quartierslösung	Effizienz (Sanierung)	mittel
23	Anregung kleiner Maßnahmen in Eigenleistung	Stadtweit	Effizienz (Sanierung)	mittel

24	Pilot "Technik in Schulen bringen"	Stadtweit	Effizienz (Sanierung)	mittel
25	Fortführung und Ausbau des EnergieEffizienzNetzwerk Norderstedt (EENN)	Stadtweit	Effizienz (Sanierung)	mittel
35	Unterstützung für bedarfsgerechte Wohnraumgrößen	Stadtweit	Effizienz (Sanierung)	niedrig
36	Aufsuchende Beratung über Energiekarawane	Stadtweit	Effizienz (Sanierung)	niedrig
8	Abgestimmte Infrastrukturplanung	Stadtweit	Infrastruktur	Sehr hoch
9	Weiterentwicklung und Fortschreibung der Wärme- und Transformationsplanung	Stadtweit	Infrastruktur	Sehr hoch
10	Flächenbedarf in Flächennutzungs- und Bauleitplanung grundsätzlich integrieren	Stadtweit	Infrastruktur	Sehr hoch
26	Weiterführung und Prüfung zur Erweiterung der Veranstaltungsreihe "Werk im Dialog"	Stadtweit	Infrastruktur	mittel
27	Erstellung einer Rückbaustrategie für das Gasnetz (sukzessive Stilllegung)	Stadtweit	Infrastruktur	mittel
28	Aufsetzen von Quartiersuntersuchungen (Fokus Wärmenetze)	Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete)	Infrastruktur	mittel
37	Zeitlich begrenzter Verzicht auf die Erhebung von Sondernutzungsgebühren für neue Wärmenetzleitungen	Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete)	Infrastruktur	niedrig
11	Verstetigung des Kommunikationskonzepts zur kommunalen Wärmeplanung	Stadtweit	Kommunikation	Sehr hoch
16	Verstetigung des Arbeitskreises zur Vernetzung/zum Austausch von Fachkräften	Stadtweit	Kommunikation	hoch
29	Umsetzung der Kommunikationsstrategie	Stadtweit	Kommunikation	mittel
30	Prüfung zum Einsatz von Verbrennungsbeschränkungen im Neubau (GHD & Wohnen)	Dezentrale Lösung	Ordnungsrecht	niedrig
31	Prüfung zum Einsatz von Verbrennungsbeschränkungen im Bestand in geeigneten Teilgebieten	Dezentrale Lösung	Ordnungsrecht	niedrig
38	Anschluss und Benutzungsgebot Nahwärme	Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete)	Ordnungsrecht	niedrig

Maßnahmennummer: 1	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Organisation von EE-Rundgängen im Quartier				
Beschreibung: Im Quartier sollte eine Vernetzung der Hauseigentümer:innen zu Themen wie Wärmepumpen, Sanierung und PV stattfinden, um Erfahrungen austauschen zu können, da innerhalb solcher Quartiere die Gebäude in vielen Fällen eine ähnliche Baustruktur, Baualtersklasse und Sanierungspotential aufweisen. Zudem können Best-Practice-Beispiele im Rahmen der Rundgänge vorgestellt werden. Falls bereits ein Quartiersmanagement vorhanden ist, kann auch eine aggregierte Beschaffung von PV-Anlagen und Wärmepumpen angestoßen werden. Es sollten Hinweise zu Möglichkeiten des Sanierungscontractings gegeben werden und Infomaterial bereitgestellt werden wie beispielsweise bei https://packsdrauf.de/				
Räumliches Handlungsfeld: Quartierslösung				
Inhaltliches Handlungsfeld: Dekarbonisierung der Wärmeversorgung				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Vereine, Initiativen, Verbände				
Maßnahmentyp/Instrument: Kooperation				
Handlungsschritte und Zeitplan: Abstimmung mit Nachbarschaftsorganisationen, Identifizierung von geeigneten Gebieten und Best-Practice-Beispielen				
Wirkungsindikator: Durchführung von Rundgängen				
Personalaufwand: 1 VZÄ				
Sachkosten: nur Koordination, keine Sachkosten erwartet				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 2	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Zentrale Anlaufstelle "Norderstedter Wärmewendehafen" zur Energie(effizienz)beratung, Fördermittelakquise und -beratung				
<p>Beschreibung: Es wird angeregt, eine zentrale Anlaufstelle zu schaffen, die die Angebote der Energie- bzw. Sanierungsberatung sowie der Fördermittelakquise und -beratung bündelt. Dabei werden die Inhalte und Ergebnisse der Wärmeplanung integriert, sodass eine auf die Gebiete angepasste Beratung erfolgt. Als mögliche Fokusbereiche der Beratung bietet sich eine Neubürgerberatung zum klimafreundlichen Wohnen sowie eine Beratung zur energetischen Gebäudesanierung bei einem Eigentümerwechsel an. Eine der größten Hürden für die Wärmewende ist der einfache Zugang zu den Fördermitteln. Insbesondere Privatpersonen werden von dem bürokratischen Aufwand abgeschreckt. Deshalb ist es eine der wichtigsten und sinnvollsten Maßnahmen, hier eine persönliche Beratung und Unterstützung bei der Antragstellung anzubieten. Es braucht die Einrichtung einer Stelle "Beratung zur Fördermittelakquise", welche Hilfestellung beim Ausfüllen von Anträgen sowie die Erinnerung an Fristen leistet. Da der Arbeitsmarkt in dem Bereich bereits strapaziert ist und die Nachfrage nach qualifiziertem Personal in dem Bereich weiterhin als sehr hoch erwartet wird, wird empfohlen, neben der Schaffung einer neuen Stelle auch auf die Weiterbildung des vorhandenen Personals zu setzen und sich bei der Ausgestaltung mit den Stadtwerken abzustimmen, um gegebenenfalls Synergieeffekte heben zu können. Unternehmensübergreifende Kooperation zwischen der Verwaltung, der Verbraucherzentrale und den Stadtwerken kann helfen, die Last zu verteilen und eine Umsetzung von der Planung am Gebäude in die Praxis so effektiv wie möglich zu schaffen.</p>				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Inhaltliches Handlungsfeld: Dekarbonisierung der Wärmeversorgung				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Stadtwerke, Verbände				
Maßnahmentyp/Instrument: Beratung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Schaffung der zentralen Anlaufstelle				
Wirkungsindikator: Verfügbarkeit der Anlaufstelle für die Bürger:innen vor Ort				
Personalaufwand: mind. 1 VZÄ				
Sachkosten: Ausstattung für Öffentlichkeitsarbeit ~ 5.000 EUR/a				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Sehr hoch				
Hinweise: Schlüsselmaßnahme, um Wärmeplanung zu verstetigen und Bürger:innen Unterstützung zu bieten				

Maßnahmennummer: 3	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete: Fernwärmeausbau
Maßnahmen-Titel: Ausbau von Wärmenetzen				
Beschreibung: Ausbau von Wärmenetzen in Eignungsgebieten (inkl. Verdichtung in bestehenden Wärmenetzgebieten), dabei Differenzierung zwischen Ausweisung (nach GEG/WPG) und Prüfgebieten Fernwärme- /Quartiersnetz wenn die Prüfung einen Ausbau stützt				
Räumliches Handlungsfeld: Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete)				
Inhaltliches Handlungsfeld: Dekarbonisierung der Wärmeversorgung				
Initiatoren: Stadtwerke				
Akteure:				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan:				
Wirkungsindikator: Umsetzung des Ausbaus von Wärmenetzen				
Personalaufwand: 2 VZÄ				
Sachkosten: durch Stadtwerke zu prüfen, Geschwindigkeit der Umsetzung entscheidend				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel Stadtwerke, ggf. Unterstützung über lokalen Bürger*innenfonds				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Voraussetzung für die Vermeidung von weiteren Emissionen				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 4	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete: Fernwärmeausbau
Maßnahmen-Titel: Umsetzung der Maßnahmen aus dem Transformationsplan				
Beschreibung: Alle Maßnahmen des Transformationsplans, die zur Erreichung der vorgegebenen EE-Anteile nach WPG und GEG und zur Erreichung der kommunalen Treibhausgas-Neutralität bis 2040 notwendig sind, müssen umgesetzt werden.				
Räumliches Handlungsfeld: Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete)				
Inhaltliches Handlungsfeld: Dekarbonisierung der Wärmeversorgung				
Initiatoren: Stadtwerke				
Akteure:				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Umsetzung der Schritte nach Maßnahmenplan des Trafoplans				
Wirkungsindikator: Senkung des Emissionsfaktors der Wärmenetze der SW Norderstedt				
Personalaufwand: 1 VZÄ				
Sachkosten: im Trafoplan enthalten				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Sehr hoch				
Hinweise: Schlüsselmaßnahme zum Aus- und Umbau der Wärmenetze				

Maßnahmennummer: 5	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete: Sanierungsgebiete
Maßnahmen-Titel: Energetische Stadtsanierung und Sanierungsmanagement				
Beschreibung: Detaillierte Aufnahme des Gebäudebestands, Prüfung der Voraussetzungen im Quartier für serielle Sanierung, Angebot einer geclusterten Energieberatung im Quartier (ggf. in Form einer Veranstaltung), Einsatz eines Sanierungsmanagements zur Unterstützung bei Umsetzung der Maßnahmen, die sich aus der Konzeptstudie ergeben (angelehnt an KfW 432 Programm). Enge Zusammenarbeit mit der Fördermittelberatungsstelle				
Räumliches Handlungsfeld: Quartierslösung Inhaltliches Handlungsfeld: Effizienz (Sanierung)				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Bürger:innen, Stadtverwaltung, Verbände				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Prüfung möglicher Fördermittel vor Einholung von Angeboten, Ausschreibung der Leistungen zur Erstellung der energetischen Quartierskonzepte mit Fokus auf Sanierungspotenzial, Erstellung der Studie und Verstetigung über Sanierungsmanagement Wirkungsindikator: Erstellte Konzepte zur energetischen Stadtsanierung und Anzahl an Stellen im Sanierungsmanagement				
Personalaufwand: mind. 1 VZÄ (je nach Größe der Gebiete und Dauer der Maßnahmen) Sachkosten: Einholung von Angeboten: je nach Detailgrad schätzungsweise 40.000 - 100.000 EUR je Gebiet Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise: Prüfung Förderung über Kommunalrichtlinie, ggf. neue Programme verfügbar nach Auflösung der KfW 432 Förderung				

Maßnahmennummer: 6	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Ausbau der Energie(effizienz)beratungskapazitäten				
Beschreibung: Mit der Veröffentlichung des kommunalen Wärmeplans wird das Beratungsaufkommen wahrscheinlich erheblich steigen. Um die Ziele in den Handlungsfeldern der energetischen Gebäudesanierung und dem Austausch der Heizungsanlagen zu erreichen, ist eine verstärkte Beratungstätigkeit nötig. Vor diesem Hintergrund sollte in Kooperation mit dem Landkreis und der Verbraucherzentrale das Angebot der Energie(effizienz)beratungskapazitäten an den erhöhten Bedarf angepasst und mit höheren personellen und finanziellen Ressourcen ausgestattet werden.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Inhaltliches Handlungsfeld: Effizienz (Sanierung)				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Landkreis, Verbraucherzentrale, Verbände				
Maßnahmentyp/Instrument: Beratung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Bedarfsermittlung und Abstimmung mit Verbraucherzentrale				
Wirkungsindikator: Einstellung weiterer Energieeffizienzberaterinnen und -berater				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ				
Sachkosten: keine Sachkosten erwartet				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Sehr hoch				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 7	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Weiterführung und Anpassung des Kommunalen Förderprogramms				
<p>Beschreibung: Das städtische Förderprogramm "Wärmeschutz im Gebäudebestand" sollte weitergeführt und in Richtung der Förderung von Maßnahmen gestärkt werden, die vor allem in gemeinschaftlichen Projekten sinnvoll sind. Dazu könnten u.a. Musterverträge für die Energieberatung in Serie oder zur Nutzung serieller Sanierungen gehören, sowie Fragstellungen rund um den Aufbau von kleinen Wärmenetzen in den Bereichen ohne geplanten Fernwärmeausbau.</p> <p>Direkte Förderungen sollten vor allem in NT-ready Maßnahmen fließen, die darauf abzielen, die Vorlauftemperaturen in den Gebäuden zu senken.</p>				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Inhaltliches Handlungsfeld: Effizienz (Sanierung)				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: -				
Maßnahmentyp/Instrument: Förderung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Prüfung und Festlegung der finanziellen Ressourcen, Konzepterarbeitung für Ausweitung des Förderprogramms				
Wirkungsindikator: Förderung von Ausarbeitungen zur Umsetzung von Gemeinschaftsprojekten				
Personalaufwand: 0,3 VZÄ				
Sachkosten:				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Sehr hoch				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 8	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Abgestimmte Infrastrukturplanung				
Beschreibung: Die abgestimmte Infrastrukturplanung bezieht sich vorrangig auf die Energieinfrastruktur (Strom-, Gas-, H2- und Wärmenetze). Darüber hinaus ist auch die Nutzung von wirtschaftlichen Synergieeffekten (z.B. Bündelung der Vorhaben von Glasfaserausbau und Wärmeleitungsbau) mitinbegriffen. Die Weiterentwicklung der Energieinfrastruktur ist zwingend miteinander verknüpft zu planen. Grundsätzlich sollten daher alle mittel- bis langfristigen Planungen der Stadtwerke zur Strom-, Gas-, H2- und Wärmenetzentwicklung eng mit der Stadt abgesprochen werden. Insbesondere sollten die Stadt und Stadtwerke gemeinsam aktiv eine Rückzugsstrategie für das Gasnetz erarbeiten. Ein weiterer Aspekt ist die Sicherstellung ausreichender Kapazitäten des Stromnetzes in Gebieten mit dezentralen Wärmeversorgungslösungen.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Inhaltliches Handlungsfeld: Infrastruktur				
Initiatoren: Stadtwerke				
Akteure: Stadtverwaltung				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Regelmäßige Abstimmung zu Infrastrukturplanungen zwischen Verwaltung und Stadtwerken				
Wirkungsindikator: regelmäßige Abstimmungen				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ				
Sachkosten: keine				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 9	Einführung der Maßnahme: Mittelfristig (4-7 Jahre),	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Weiterentwicklung und Fortschreibung der Wärme- und Transformationsplanung				
Beschreibung: Regelmäßiges Monitoring, Zwischenevaluierung und Fortschreibung der Wärmeplanung sowie Abstimmung und Abgleich der Transformationsplanung der Stadtwerke mit der Wärmeplanung der Stadtverwaltung				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit Inhaltliches Handlungsfeld: Infrastruktur				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Stadtwerke				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Erarbeitung Monitoringkonzept für Wärmeplanung, regelmäßige Abstimmung zwischen Verwaltung und Stadtwerken Wirkungsindikator: Anwendung Monitoringkonzept, regelmäßige Abstimmungen				
Personalaufwand: 0,5 VZÄ Sachkosten: interne Personalkosten der Stadtwerke und der Stadt Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Sehr hoch				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 10	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Flächenbedarf in Flächennutzungs- und Bauleitplanung grundsätzlich integrieren				
Beschreibung: Ein zentrales Thema für die Transformation in der Wärmeversorgung ist die Notwendigkeit der Bereitstellung von Flächen für Erzeugung, Speicherung und Verteilung erneuerbarer Wärme. Durch die in der Vergangenheit geringe Notwendigkeit, Flächen für die Wärmeerzeugung vor Ort planerisch zu sichern, ist diese Anforderung in der Flächennutzungs- und Bauleitplanung noch wenig etabliert. Im Sinne einer vorausschauenden Flächensicherung ist eine planerische Befassung mit der künftigen Wärmeversorgung notwendig. Das Thema des Flächenbedarfs sollte daher in die kommenden Verfahren der Flächennutzungs- und Bauleitplanung integriert und mit der Stadtplanung verzahnt werden.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Inhaltliches Handlungsfeld: Infrastruktur				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Stadtwerke				
Maßnahmentyp/Instrument: Richtlinien				
Handlungsschritte und Zeitplan: Vorhabenbezogene Prüfung der Flächen im Städteigentum und Verankerung des Flächenbedarfs in die Planungsverfahren				
Wirkungsindikator: Nutzung von Flächen				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ				
Sachkosten: Es können indirekt Kosten entstehen, indem Flächen zur Verfügung gestellt werden und dadurch für eine andere Nutzung (z.B. Bebauung) nicht zur Verfügung stehen				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 11	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Verstetigung des Kommunikationskonzepts zur kommunalen Wärmeplanung				
Beschreibung: Zur Verstetigung des Kommunikationskonzepts der kommunalen Wärmeplanung bietet sich die Option an, eine Website zur Wärmeplanung in Norderstedt zur Informationsbereitstellung für die Öffentlichkeit bereitzustellen. Sie dient dazu, den Prozess der Wärmeplanung und der Umsetzung der Wärmewende verständlich und transparent zu machen. Die Website kann als Unterseite in die bereits bestehenden Websites der Stadt oder der Stadtwerke eingebunden werden. Folgende Inhalte sind dabei denkbar: Motivation der kommunalen Wärmeplanung, Verantwortliche Personen bzw. Ansprechpersonen, Erweiterung des bestehenden Wärmekatasters mit den Ergebnissen der Wärmeplanung (Darstellung der Bestandsanalyse, Potenzialanalyse und Eignungsgebiete) und der geplanten Erschließungszeitpunkte der Gebiete mit Fernwärme, Zusammenstellung aller relevanten Studien und politischen Beschlüsse, Überblick über Beratungs- und Förderangebote, Vorstellung verschiedener Ausbildungsberufe in der Energiewende, Stellenanzeigen, Weiterbildungsmöglichkeiten, FAQ-Katalog, Kontaktformular für Anfragen, Übersicht von kommenden Veranstaltungen. Als Inspirationsquelle kann die Seite der Stadtwerke Konstanz dienen: https://www.stadtwerke-konstanz.de/blog/faq-strategische-waermetzplanung/				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit Inhaltliches Handlungsfeld: Kommunikation				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Stadtwerke				
Maßnahmentyp/Instrument: Kommunikation				
Handlungsschritte und Zeitplan: Konzepterarbeitung für Website Wirkungsindikator: regelmäßige Veröffentlichungen rund um das Thema Wärme				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ Sachkosten: Bearbeitung durch interne Kapazitäten Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Sehr hoch				
Hinweise: Schlüsselmaßnahme, um Bürger:innen zu Maßnahmen und Angeboten zu informieren, ggf. durch Stadtwerke in bestehenden Informationskanälen zu integrieren				

Maßnahmennummer: 12	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete: Fernwärmeausbau und Netzprüfgebiete
Maßnahmen-Titel: Städtische Gebäude als Ankerkunden für Fernwärme				
Beschreibung: Städtische Liegenschaften und andere öffentliche Gebäude, wie etwa Krankenhäuser, Schulen oder Schwimmbäder können vorteilhaft als Ausgangspunkt oder Ankerkunden für neue Wärmenetze dienen. Die Wärmebedarfe dieser Liegenschaften sind oft erheblich und können die Wirtschaftlichkeit neuer Wärmenetz-Infrastrukturen positiv beeinflussen. Nach einer systematischen Prüfung, welche Liegenschaften sich in den für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung geeigneten Gebieten für eine Rolle als Ankerkunden eignen, sollte ein politischer Beschluss angestrebt werden, der als Richtlinie für die Umsetzung dieser Maßnahme dient.				
Räumliches Handlungsfeld: Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete)				
Inhaltliches Handlungsfeld: Effizienz (Sanierung), Infrastruktur				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure:				
Maßnahmentyp/Instrument: Richtlinien				
Handlungsschritte und Zeitplan: Prüfung der geeigneten Gebäude und politischer Richtlinienbeschluss				
Wirkungsindikator: Anschlussquote der Liegenschaften in Wärmenetzbereichen				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ				
Sachkosten: keine				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 13	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Contracting Angebote und Interimslösungen				
Beschreibung: Contracting Angebote können helfen, Investitionshemmnisse zu lösen und unterstützen, wenn Kosten oder Kredite für die Umstellung der Versorgung durch Privatpersonen nicht getragen werden können oder sich langfristige Investitionen nicht lohnen, weil u.a. der Anschluss an die Fernwärme in Zukunft geplant ist und eine Interimslösung gesucht wird. Das lokale Handwerk kann Einbau und Wartung übernehmen. Finanzierung und Vertragswesen sollten durch einen anderen Akteur übernommen werden. Die Verwaltung sucht das Gespräch mit lokalen Finanzierungseinrichtungen, um Wärmepumpen und Interimslösungen für Norderstedt anbieten zu können.				
Räumliches Handlungsfeld: Dezentrale Lösung				
Inhaltliches Handlungsfeld: Dekarbonisierung der Wärmeversorgung				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Handwerksgipfel, Stadtwerke,				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Aufnahme Gespräche durch Verwaltung mit Finanzierungseinrichtungen (Banken, Genossenschaften)				
Wirkungsindikator: Möglichkeit für Privatpersonen eine Wärmepumpe über ein Contracting Angebot zu nutzen				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ)				
Sachkosten: keine Sachkosten erwartete				
Finanzierungsansatz: -				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise: Förderung über BEG nutzbar				

Maßnahmennummer: 14	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Norderstedter Quartiere für die Wärmewende				
Beschreibung: Einrichtung eines Fonds zur Förderung von Aktionen und Maßnahmen für die Wärmewende, die eigenständig von Bürger*innen, Vereinen und lokalen Institutionen wie Schulen, Kitas, Seniorenheimen etc. innerhalb eines Quartiers durchgeführt werden, analog zu bspw. Quartiersfonds in Hamburg. Hierbei geht es primär um einen niedrighschwelligen Zugang zu Unterstützung, wodurch bspw. Räumlichkeiten, Verpflegung oder Ähnliches bezahlt werden können, um die Vernetzung zu fördern.				
Räumliches Handlungsfeld: Quartierslösung Inhaltliches Handlungsfeld: Effizienz (Sanierung)				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Bürger:innen, Verbände				
Maßnahmentyp/Instrument: Förderung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Prüfung und Festlegung der finanziellen Ressourcen, Konzepterarbeitung für die Fördermittelvergabe Wirkungsindikator: Aufsetzen eines Unterstützungsfonds				
Personalaufwand: 0,3 VZÄ Sachkosten: je nach Ausgestaltung des Fonds, Test über Pilotmittel ~ 10.000 EUR Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise: Angedockt an Wärmewendehafen				

Maßnahmennummer: 15	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Fortführung Energiesparcheck der Stadtwerke				
Beschreibung: Der Energiesparcheck der Stadtwerke sollte fortgeführt werden. Prüfung einer Zusammenlegung mit einer Energieeffizienzberatung zur Erstellung individueller Sanierungsfahrpläne.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Inhaltliches Handlungsfeld: Effizienz (Sanierung)				
Initiatoren: Stadtwerke				
Akteure: Verbraucherschutz				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Fortführung				
Wirkungsindikator: Fortführung				
Personalaufwand: 0,3 VZÄ				
Sachkosten: keine Sachkosten erwartet				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 16	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Verstetigung des Arbeitskreises zur Vernetzung/zum Austausch von Fachkräften				
Beschreibung: Das Format des Arbeitskreises hat sich im Rahmen der Erstellung der Wärmeplanung bewährt und etabliert. Die Fortführung soll den Dialog zwischen Stadtwerken, Verwaltung, Handwerk, Verbänden und weiteren Praxispartner*innen vor Ort unterstützen und als Format genutzt werden, um gemeinsame Projekte anzustoßen und Planungen miteinander abzustimmen				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit Inhaltliches Handlungsfeld: nicht-technisch				
Initiatoren: Stadtwerke Akteure: Stadtverwaltung				
Maßnahmentyp/Instrument: Kooperation				
Handlungsschritte und Zeitplan: Weiterführung und ggf. Anpassung bestehender Maßnahme Wirkungsindikator: Durchführung von Arbeitskreisen				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ) Sachkosten: gering Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 17	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: mittel	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Qualifizierungsprogramm Wärmepumpen				
Beschreibung: Die Stadtwerke entwickeln ein Austausch- und Schulungsformat, das Wissen zu Wärmepumpen vermittelt und über ein Teilnahmezertifikat sichert, dass die lokalen Anforderungen und Herausforderungen beim Einbau Wärmepumpen bekannt sind.				
Räumliches Handlungsfeld: Dezentrale Lösung				
Inhaltliches Handlungsfeld: Dekarbonisierung der Wärmeversorgung				
Initiatoren: Handwerksgipfel				
Akteure: Stadtverwaltung, Handwerksgipfel				
Maßnahmentyp/Instrument: Bildung/Schulung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Skizzierung eines Formats				
Wirkungsindikator: fachgerechter Einbau und Nachsorge aller Wärmepumpen in Norderstedt				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ				
Sachkosten: keine				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 18	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: mittel	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Weiterführung des Angebots eines Wärmepumpen-Stromtarifs				
Beschreibung: Zur Unterstützung des Ausbaus von Wärmepumpen sollte der Wärmepumpen-Stromtarif der Stadtwerke weitergeführt und um dynamische Preiselemente erweitert werden. Zudem sollte dieser Tarif zu einem zertifizierten Ökostromtarif weiterentwickelt werden.				
Räumliches Handlungsfeld: Dezentrale Lösung				
Inhaltliches Handlungsfeld: Dekarbonisierung der Wärmeversorgung				
Initiatoren: Stadtwerke				
Akteure: -				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: interne Abstimmung der Stadtwerke im Vertrieb zum Angebot des Tarifkonzepts				
Wirkungsindikator: Verfügbarkeit von (dynamischen) WP-Stromtarifen				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ				
Sachkosten: gering				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel Stadtwerke				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 19	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: mittel	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Modellquartier für die Energieeffizienzberatung in Serie				
Beschreibung: Angebot an Quartiere, sich zusammenzufinden und eine Energieeffizienzberatung in Serie in Anspruch zu nehmen (ggf. gleiche Bauart aber unterschiedliche Sanierungsstände) und dadurch Kosten zu sparen. Koordination und Aggregation über die Verwaltung, ggf. über Onlinetool				
Räumliches Handlungsfeld: Quartierslösung				
Inhaltliches Handlungsfeld: Dekarbonisierung der Wärmeversorgung				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Stadtverwaltung, Unternehmen, Handwerksgipfel				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Veröffentlichung des Angebots auf den Kanälen der Stadt, Konzepterarbeitung für die Koordinierung mit der Energieeffizienzberatung				
Wirkungsindikator: Durchführung erster Energieeffizienzberatung in Serie				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ				
Sachkosten: keine				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 20	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Umsetzung der Wärmestrategie öffentliche Gebäude				
<p>Beschreibung: Fortführung der Erstellung eines Fahrplans zur klimaneutralen Gestaltung der Gebäude in öffentlicher Hand bis 2035. Wichtige Teile beinhalten die Prüfung, welche Gebäude sich an Nahwärmenetze anschließen lassen oder als Ankerkunden dienen können, die Ermittlung des Sanierungspotenzials, das Potenzial integrierter und serieller Sanierungsfahrpläne zu nutzen sowie die Kommunikation und Begleitung als Musterkonzepte mit Vorbildfunktion. Im Rahmen des Fahrplans sollten zudem auch Leitlinien für die Sanierung städtischer Immobilien, wie Mindeststandards, festgelegt werden. Ebenfalls sollten im Fahrplan für den Neubau und die Sanierung von Gebäuden in öffentlicher Hand graue Energie und nachhaltige Baumaterialien beachtet werden. Es besteht ein Beschluss zu den Haushaltszielen der Stadt Norderstedt, wonach der klimaneutrale Betrieb städtischer Liegenschaften bis 2040 erreicht werden soll.</p>				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Inhaltliches Handlungsfeld: Dekarbonisierung der Wärmeversorgung				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Kommunale Einrichtungen, Stadtwerke				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Erarbeitung der Strategie				
Wirkungsindikator: Fahrplan für alle Gebäude zur THG-neutralen Versorgung				
Personalaufwand: 0,3 VZÄ				
Sachkosten: keine				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Gering				
Hinweise: KfW 264, KfW 464, BAFA - Sanierung Nichtwohngebäude, Verwaltungsgebäude als thg-neutrale Leuchttürme				

Maßnahmennummer: 21	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: mittel	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Kostenfreier "Abwärme-check" für Unternehmen				
Beschreibung: Die Stadtwerke bieten Unternehmen weiterhin kostenlos an, ihr Abwärmepotenzial genauer zu bestimmen. Nach einer überschlägigen Prüfung, ob hier ausreichend Potenziale für eine Nutzung der Abwärme vorliegen, können Messungen an den Abwärmeströmen (bspw. Abwasser oder Abluft) vorgenommen werden.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Inhaltliches Handlungsfeld: Dekarbonisierung der Wärmeversorgung				
Initiatoren: Stadtwerke				
Akteure: Stadtverwaltung, Handwerksgipfel, Unternehmen				
Maßnahmentyp/Instrument: Beratung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Weiterführung bestehender Maßnahme				
Wirkungsindikator: Anzahl durchgeführter Abwärmechecks				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ)				
Sachkosten: interne Personalkosten der Stadtwerke				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel Stadtwerke				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 22	Einführung der Maßnahme: Mittelfristig (4-7 Jahre),	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: mittel	Gebiete: Sanierungsgebiete
Maßnahmen-Titel: Modellquartier serielles Sanieren				
Beschreibung: Angebot an Quartiere, sich zusammenzufinden und für Konzepterstellung zur seriellen Sanierung und anschließendem Sanierungsmanagement zu bewerben bei der Verwaltung - speziell in Bereichen mit hohem Sanierungspotenzial (siehe Maßnahmengebiete)				
Räumliches Handlungsfeld: Quartierslösung Inhaltliches Handlungsfeld: Effizienz (Sanierung)				
Initiatoren: Bürger:innen Akteure: Stadtverwaltung				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Veröffentlichung des Angebots auf den Kanälen der Stadt, Konzepterarbeitung für die Verknüpfung mit der Maßnahme "Energetische Stadtsanierung und Sanierungsmanagement" Wirkungsindikator: Durchführung erster serieller Sanierungen				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ Sachkosten: keine Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 23	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: mittel	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Anregung kleiner Maßnahmen in Eigenleistung				
<p>Beschreibung: Erweiterung der Informationsreihe für Hausbesitzer und Vermieter (angelehnt an "Lernen von den Profis"), um Praktische Umsetzung in Eigenleistung von Maßnahmen, die ein Eigenregie umgesetzt werden können, wie u.a. Kellerdeckendämmung. Organisation durch Verwaltung und Übernahme von Vortragshonorar für Fachpersonen</p> <p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - gesetzliche Vorgaben an Dämmung - welches Werkzeug wird benötigt - Vor- und Nachteile bestimmter Dämmmaterialien - anschauliches How-To wie Dämmung an-/eingebracht wird <p>Das Angebot richtet sich an kleinteilige Maßnahmen umfasst keine Maßnahmen im Bereich Sanitär, Elektrik, Heizungsbau o.ä.</p>				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Inhaltliches Handlungsfeld: Effizienz (Sanierung)				
Initiatoren: Handwerksgipfel				
Akteure: Handwerksgipfel, Stadtwerke, Bürger:innen				
Maßnahmentyp/Instrument: Bildung/Schulung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Sammlung und Veröffentlichung des Infomaterials				
Wirkungsindikator: Angebot und Inanspruchnahme von Informationsveranstaltungen				
Personalaufwand: 0,1 VZÄ				
Sachkosten: Vortragshonorar für Fachpersonen, ca. 1.000 - 5.000 EUR/Veranstaltung				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 24	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: mittel	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Pilot "Technik in Schulen bringen"				
Beschreibung: Aufsetzen eines Programms, das technische Praxis in die Schulen bringt und Theorie und Praxis vereint. Beispielhaft die Theorie und praktische Umsetzung eines hydraulischen Abgleichs. Die Erstellung des Programms erfolgt in enger Absprache zwischen Stadtwerken, Handwerk und Schulen und wird bei Bedarf durch die Verwaltung koordiniert				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Inhaltliches Handlungsfeld: Effizienz (Sanierung)				
Initiatoren: Handwerksgipfel				
Akteure: Bildungseinrichtung, Handwerksgipfel, Stadtwerke, Stadtverwaltung				
Maßnahmentyp/Instrument: Kooperation				
Handlungsschritte und Zeitplan: Aufsetzen Programm und konstituierendes Treffen einer Planungsgruppe - ggf. Erarbeitung im Rahmen des Handwerksgipfels				
Wirkungsindikator: Angebot von Workshops / Vorstellungen in Schulen				
Personalaufwand: 0,3 VZÄ				
Sachkosten: ca. 5.000 EUR für Öffentlichkeitsarbeit				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Gering				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 25	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: mittel	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Fortführung und Ausbau des EnergieEffizienzNetzwerk Norderstedt (EENN)				
Beschreibung: Fortführung und Ausbau des EnergieEffizienzNetzwerk Norderstedt (EENN) für eine Stärkung des Informationsangebots für Gewerbe und Industrie. Durch den Erfahrungsaustausch über das Netzwerk werden die Grundlagen für Investitionen in einen effizienteren, klimaschonenden und nachhaltigen Energieeinsatz gebildet. Hierfür sollte das Netzwerk für weitere Interessenten geöffnet und entsprechend beworben werden.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Inhaltliches Handlungsfeld: Effizienz (Sanierung)				
Initiatoren: Stadtwerke				
Akteure: Stadtverwaltung, Handwerksgipfel, Unternehmen				
Maßnahmentyp/Instrument: Kooperation				
Handlungsschritte und Zeitplan: Weiterführung und ggf. Anpassung bestehender Maßnahme				
Wirkungsindikator: Regelmäßiger Austausch im Netzwerk				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ)				
Sachkosten: interne Personalkosten der Stadtwerke				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel Stadtwerke				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 26	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: mittel	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Weiterführung und Prüfung zur Erweiterung der Veranstaltungsreihe "Werk im Dialog"				
Beschreibung: Die Veranstaltungsreihe "Werk im Dialog" sollte weitergeführt werden und zudem sollte geprüft werden, ob die Veranstaltungsreihe erweitert werden kann. Im Rahmen einer Erweiterung bietet sich die Option an, gezielte Informationsveranstaltungen durchzuführen, die sich an den Bedarfen der verschiedenen Eignungsgebiete orientieren. In Gebieten mit dezentralen Wärmeversorgungslösungen können "Wärmepumpengipfel" durchgeführt werden, bei denen Gebäudeeigentümer*innen in den Kontakt mit Fachleuten (z.B. aus dem Handwerk) kommen. In Wärmenetzgebieten (inkl. Prüfgebiete) können "Fernwärmegipfel" die Bürger*innen über die geplanten Erschließungszeitpunkte sowie über das Angebot von Interimslösungen (siehe Maßnahme "Interimslösungen Wärmenetze") informieren. Zudem können durch "Nahwärmegipfel" lokale Akteure bei der Umsetzung dezentraler Nahwärmenetze in Bereichen unterstützt werden, die von den Stadtwerken nicht priorisiert werden.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Inhaltliches Handlungsfeld: Infrastruktur				
Initiatoren: Stadtwerke				
Akteure: Handwerksgipfel, Stadtverwaltung				
Maßnahmentyp/Instrument: Beratung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Identifizierung der geeigneten Gebiete, Konzepterarbeitung für die Durchführung der jeweiligen Veranstaltungen				
Wirkungsindikator: Durchführung von Dialogveranstaltungen				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ)				
Sachkosten: gering				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel Stadtwerke				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 27	Einführung der Maßnahme: Mittelfristig (4-7 Jahre),	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: mittel	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Erstellung einer Rückbaustrategie für das Gasnetz (sukzessive Stilllegung)				
Beschreibung: Im Zuge des Ausbaus von EE werde Gasnetze in großen Teilen nicht mehr für die Versorgung mit Raumwärme nötig sein. Redundante Strukturen & Fehlinvestitionen (u.a. durch Sanierung) sollen verhindert werden. Dialog und öffentliche Begleitung, wie eine Stilllegung in bestimmten Bereichen umgesetzt werden kann in Absprache mit den Menschen im Quartier. Abgleich zu ENWG bzgl. allgemeiner Anschlusspflicht suchen und prüfen, ab wann eine wirtschaftliche Zumutbarkeit nicht mehr gegeben sein kann.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Inhaltliches Handlungsfeld: Infrastruktur				
Initiatoren: Stadtwerke				
Akteure: -				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Analyse des Bestandsnetzes				
Wirkungsindikator: Veröffentlichung einer abgestimmten Rückzugsstrategie				
Personalaufwand: interne Stelle Stadtwerke (0,2 VZÄ)				
Sachkosten: teilweise in KWP integriert, tiefergehende Untersuchung und Unternehmensstrategie, ca. 60.000 - 120.000 EUR				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel Stadtwerke				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Sehr hoch				
Hinweise: Erstellung im Abgleich zur FW-Ausbaustrategie				

Maßnahmennummer: 28	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: mittel	Gebiete: Netzprüfgebiete
Maßnahmen-Titel: Aufsetzen von Quartiersuntersuchungen (Fokus Wärmenetze)				
Beschreibung: Durch die Ausschreibung / Erstellung von Machbarkeitsstudien (u.a. nach Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)) soll die Errichtung und Nutzung von Nahwärmenetzen mit Erschließung von Erneuerbare-Energie-Quellen im und um das Quartier im Bestand ermöglicht werden. Kleinere Nachbarschaftslösungen sollten bei der Koordinierung unterstützt werden, um möglichst die Kriterien des BEW (mehr als 16 Gebäude) zu erreichen, um eine Förderung der Machbarkeitsstudien in Anspruch nehmen zu können.				
Räumliches Handlungsfeld: Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete)				
Inhaltliches Handlungsfeld: Infrastruktur				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Stadtwerke, Unternehmen, Handwerksgipfel				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Identifizierung von geeigneten Gebieten, Konzepterarbeitung zur Koordinierung von Nachbarschaftslösungen				
Wirkungsindikator: Ausschreibung und Erstellung von Machbarkeitsstudien				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ				
Sachkosten: nur Koordination, keine Sachkosten erwartet				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 29	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: mittel	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Umsetzung der Kommunikationsstrategie				
Beschreibung: Fortführung & Verstetigung der Maßnahmen aus der Kommunikationsstrategie				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit Inhaltliches Handlungsfeld: nicht-technisch				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Stadtwerke, Verbände				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Festlegung der Kommunikationsformate, regelmäßige Erarbeitung von Inhalten Wirkungsindikator: regelmäßige öffentliche Informationen zur Umsetzung der Wärmeplanung				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ Sachkosten: externer Unterstützungsbedarf durch Verwaltung zu prüfen, Sachkosten anzupassen, wenn Unterstützungsbedarf feststeht Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 30	Einführung der Maßnahme: Mittelfristig (4-7 Jahre),	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: niedrig	Gebiete: Neubau
Maßnahmen-Titel: Prüfung zum Einsatz von Verbrennungsbeschränkungen im Neubau (GHD & Wohnen)				
Beschreibung: Die Festsetzung von Verbrennungsbeschränkungen erfolgt über Bebauungspläne im Rahmen der verbindlichen Bauleitplanung. In allen Neubaugebieten sollte die Prüfung einer Beschränkung für die Verbrennung von fossilen Brennstoffen und fester Biomasse zu Heizzwecken vorangetrieben werden. Bei der Festsetzung muss die Verhältnismäßigkeit des Eingriffs beachtet werden. Diese dürfte gegeben sein, wenn das Verwendungsverbot oder die -beschränkung nach dem Stand der Technik für die Betroffenen realisierbar und den Gebäudeeigentümer*innen wirtschaftlich zumutbar ist. Das bedeutet, dass im Geltungsbereich des B-Plans die Wärmeversorgung auf andere Weise (z.B. Fernwärme oder Wärmepumpen) sichergestellt werden kann. Ein Verbot der Verwendung fossiler Brennstoffe aus Klimaschutzschutzgründen ist nach den Grundsätzen der Bauleitplanung, insb. vorbehaltlich der Beachtung des Abwägungsgebots, nach herrschender Meinung zulässig.				
Räumliches Handlungsfeld: Dezentrale Lösung Inhaltliches Handlungsfeld: Dekarbonisierung der Wärmeversorgung				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Stadtverwaltung				
Maßnahmentyp/Instrument: Ordnungsrecht				
Handlungsschritte und Zeitplan: Prüfung zur Umsetzung im Neubau, Festsetzung in B-Plänen Wirkungsindikator: Neubaugebiete ohne Gasnetzplanung				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ) Sachkosten: keine Sachkosten erwartet, ggf. rechtliche Beratung mit einem Tagessatz ~ 1.500 EUR/Tag, Neubaugebiete i.d.R. bereits heute ohne Gasnetz geplant Finanzierungsansatz: -				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise: ggf. Ablösung durch Null-Emissionsstandard für Neubauten im Rahmen der EU-Gebäudeeffizienzrichtlinie				

Maßnahmennummer: 31	Einführung der Maßnahme: Mittelfristig (4-7 Jahre),	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: niedrig	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Prüfung zum Einsatz von Verbrennungsbeschränkungen im Bestand in geeigneten Teilgebieten				
<p>Beschreibung: Eine Verbrennungsbeschränkung kann einen nennenswerten Beitrag zum Wechsel von Öl und Gas zu Erneuerbaren Energien und strombasierten Lösungen leisten. Ziel der Maßnahme ist die Prüfung und Einführung von Verbrennungsbeschränkungen im Bestand. Hierzu soll ein laufendes Monitoring der Entwicklungen in Bezug auf umgesetzte Best-Practice-Beispiele etabliert und eine individuelle Prüfung für Bestandsbereiche initiiert werden.</p> <p>Die bauleitplanerischen Festsetzungsmöglichkeit von Verbrennungsverboten fossiler Brennstoffe gemäß § 9 Abs. 1 Nr. 23 a) BauGB sollen für Bestandsgebiete überprüft werden, um zukünftig den Einbau solcher Verbrennungstechnik zu verhindern;</p> <p>Ausnahmen sind dabei zu regeln, sofern im Geltungsbereich einzelner Bebauungspläne außergewöhnliche Verhältnisse eine Umstellung des Brennstoffes mehr als im Regelfall erschweren. Ein Verbot der Verwendung fossiler Brennstoffe aus Klimaschutzgründen ist nach den Grundsätzen der Bauleitplanung, insb. vorbehaltlich der Beachtung des Abwägungsgebots, nach herrschender Meinung zulässig. Dem steht der in Bestandsgebieten grds. vorhandene Bestandsschutz nicht entgegen, weil das (stoffbezogene) Verbrennungsverbot nur bei Neuanschaffung von Anlagen und solchen Umbauten oder Erweiterungen bestehender Anlagen greift, die nicht mehr von Bestandsschutz gedeckt sind.</p>				
Räumliches Handlungsfeld: Dezentrale Lösung				
Inhaltliches Handlungsfeld: Dekarbonisierung der Wärmeversorgung				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Stadtverwaltung				
Maßnahmentyp/Instrument: Ordnungsrecht				
Handlungsschritte und Zeitplan: Prüfung zur Umsetzung im Bestand, Festsetzung in B-Plänen				
Wirkungsindikator: Anzahl der festgesetzten Bestandsgebiete mit Verbrennungsbeschränkungen				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ)				
Sachkosten: keine Sachkosten erwartet, ggf. rechtliche Beratung mit einem Tagessatz ~ 1.500 EUR/Tag				
Finanzierungsansatz: -				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise: ggf. Ablösung durch Null-Emissionsstandard für Bestandsgebäude im Rahmen der EU-Gebäudeeffizienzrichtlinie				

Maßnahmennummer: 32	Einführung der Maßnahme: Mittelfristig (4-7 Jahre),	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: niedrig	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Pilotquartier "fossilfreies Quartier"				
Beschreibung: Veröffentlichung einer Karte in welchen (Rand)Bereichen ganz Stränge des Gasnetzes abgekoppelt werden könnten, Nachbarschaft muss sich vernetzen, um sich auf gemeinsamen Ausstieg zu bewerben und diesen zu gestalten, Unterstützung durch Energieberatung eine Serie, die über die Verwaltung koordiniert wird.				
Räumliches Handlungsfeld: Quartierslösung				
Inhaltliches Handlungsfeld: Dekarbonisierung der Wärmeversorgung				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Bürger:innen, Unternehmen, Handwerksgipfel				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Abgleich der Ergebnisse der Erstellung einer Rückbaustrategie für das Gasnetz, Identifizierung der für die Kartendarstellung geeigneten Gebiete, Konzepterarbeitung für die Verknüpfung mit anderen Maßnahmen wie Energieberatung				
Wirkungsindikator: Konzeptionierung erster fossilfreier Quartiere gemeinsam mit Bewohner:innen vor Ort				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ)				
Sachkosten: keine				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise: Angedockt an Wärmewendehafen				

Maßnahmennummer: 33	Einführung der Maßnahme: Mittelfristig (4-7 Jahre),	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: niedrig	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Weiterführung des Austauschs bzw. der Kooperation zwischen den Stadtwerken in der Umgebung von Norderstedt				
Beschreibung: Weiterführung bzw. Etablierung eines (regelmäßigen) Austauschs zwischen den Stadtwerken in der Umgebung von Norderstedt, insbesondere zur Transformation des Wärmesektors und Wärmenetzlösungen. Im Rahmen einer interkommunalen Wärmeplanung können Kooperationsvereinbarungen und Wissensaustausch zwischen umliegenden Kommunen bzw. deren Stadtwerken gefördert werden. Mögliche Themen für den Austausch sind bspw. die gemeinsame Erschließung und Nutzung von Geothermiepotezialen oder Absprachen bzgl. der Nutzung oder Produktion von Wasserstoff.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Inhaltliches Handlungsfeld: Dekarbonisierung der Wärmeversorgung				
Initiatoren: Stadtwerke				
Akteure: -				
Maßnahmentyp/Instrument: Kooperation				
Handlungsschritte und Zeitplan: Weiterführung bestehender Maßnahme				
Wirkungsindikator: -				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ)				
Sachkosten: interne Personalkosten der Stadtwerke				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel Stadtwerke				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Gering				
Hinweise: vor allem mit Blick auf Wasserstoff /Geothermie auszubauen				

Maßnahmennummer: 34	Einführung der Maßnahme: Mittelfristig (4-7 Jahre),	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: niedrig	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Norderstedter Wärmewendefonds				
Beschreibung: Die Stadtwerke Norderstedt setzen einen Fonds zur Finanzierung der Wärmewende auf, analog zu „heidelberg KLIMA-INVEST“. Dadurch können Bürger:innen direkt in den Ausbau von erneuerbarer Energien, den Bau des Wärmenetzes oder Sanierungsmaßnahmen investieren. So können Bürger:innen einen Beitrag zum Klimaschutz leisten und gleichzeitig finanziell davon profitieren. Ebenfalls wird die Akzeptanz der Wärmewände durch die Möglichkeit der Teilhabe gefördert.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Inhaltliches Handlungsfeld: Dekarbonisierung der Wärmeversorgung				
Initiatoren: Stadtwerke				
Akteure: Bürger:innen				
Maßnahmentyp/Instrument: Kooperation				
Handlungsschritte und Zeitplan: Abstimmung in den Stadtwerken zum Aufbau eines Fonds				
Wirkungsindikator: Anlagemöglichkeit im Wärmewendefonds				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ)				
Sachkosten: ggf. Kosten für rechtliche Beratung				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel Stadtwerke				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 35	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: niedrig	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Unterstützung für bedarfsgerechte Wohnraumgrößen				
Beschreibung: Ziel dieser Maßnahme ist es, den Wohnraumbedarf zu senken. So können Emissionen reduziert werden, die bspw. beim Beheizen großer Wohnflächen entstehen. Dazu soll insbesondere älteren Menschen das Wohnen in bedarfsgerechten Wohnungen ermöglicht werden und gleichzeitig Wohnraum für größere Mehrpersonenhaushalte vermittelt werden. Eine Option stellt dabei das Aufsetzen eines Pilotprojekts zum Wohnungstausch dar, welches in Form eines unterstützenden Umzugsmanagements entwickelt wird. Zudem sollten Informationen zu altersgerechten Wohnungen bereitgestellt werden.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Inhaltliches Handlungsfeld: Effizienz (Sanierung)				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: -				
Maßnahmentyp/Instrument: Kommunikation				
Handlungsschritte und Zeitplan: Informationsbereitstellung, Konzepterarbeitung für Umzugsmanagement				
Wirkungsindikator: Erreichbarkeit einer Anlaufstelle und niedrigschwelliger Zugang zu Informationen				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ				
Sachkosten: keine				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Gering				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 36	Einführung der Maßnahme: Mittelfristig (4-7 Jahre),	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: niedrig	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Aufsuchende Beratung über Energiekarawane				
Beschreibung: Die zentrale Anlaufstelle zur Energie(effizienz)beratung koordiniert die Umsetzung einer energetischen Sanierungskampagne im gesamten Stadtgebiet in Form einer Energiekarawane. Dabei wird das übliche Prinzip der Energieberatung umgekehrt: als aufsuchende Energieberatung kommt die Beratung zu den Gebäudeeigentümer*innen. Als Vorbild kann die Energiekarawane der Stadt Freiburg dienen: https://www.freiburg.de/pb/,Lde/1734319.html				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Inhaltliches Handlungsfeld: Effizienz (Sanierung)				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Stadtwerke, Verbände				
Maßnahmentyp/Instrument: Beratung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Bedarfsermittlung und Identifikation von geeigneten Gebieten				
Wirkungsindikator: Anzahl erreichter Immobilienbesitzer:innen				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ				
Sachkosten: Personalkosten der Beraterinnen und Berater				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 37	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: niedrig	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Zeitlich begrenzter Verzicht auf die Erhebung von Sondernutzungsgebühren für neue Wärmenetzleitungen				
Beschreibung: Für die Gestattung der Nutzung der öffentlichen Straßen und Wege zur Verlegung von Wärmenetzen werden von Kommunen Sondernutzungsgebühren (Konzessionsabgaben) erhoben, die entsprechenden Vereinbarungen unterliegen der Vertragsfreiheit. Es wird empfohlen, dass die Stadt Norderstedt künftig auf die Erhebung von Sondernutzungsgebühren für neue Wärmenetzleitungen, die mit einem hohen Anteil an erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme betrieben werden, für einen begrenzten Zeitraum verzichtet. Grundsätzlich sollten die Sondernutzungsgebühren (oder Konzessionsabgaben) an der spezifischen CO ₂ -Fracht der transportierten Wärme bemessen werden. Bestehende Gestattungsverträge können dementsprechend angepasst werden. Der Verzicht auf Sondernutzungsgebühren (oder Konzessionsabgaben) ermöglicht eine aus Verbraucher*innen-Perspektive attraktivere Preisgestaltung für Wärmenetzleitungen.				
Räumliches Handlungsfeld: Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete)				
Inhaltliches Handlungsfeld: Infrastruktur				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure:				
Maßnahmentyp/Instrument: Ordnungsrecht				
Handlungsschritte und Zeitplan: Prüfung und Anpassung der Verträge				
Wirkungsindikator: angepasste Konzessionsabgaben				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ)				
Sachkosten: Mindereinnahmen durch Verzicht auf Konzessionsabgaben				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Gering				
Hinweise: Maßnahme nicht im Fokus und depriorisiert zu betrachten				

Maßnahmennummer: 38	Einführung der Maßnahme: Mittelfristig (4-7 Jahre),	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: niedrig	Gebiete: Fernwärmeausbau und Netzprüfgebiete
Maßnahmen-Titel: Anschluss und Benutzungsgebot Nahwärme				
Beschreibung: §13 Kommunalverfassungsgesetz Festsetzung von Anschlusszwang in Nahwärmegebieten auf Basis der Ergebnisse der Quartierskonzepte, um die Umsetzung sicherzustellen und Investitionssicherheit zu schaffen.				
Räumliches Handlungsfeld: Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete) Inhaltliches Handlungsfeld: Ordnungsrecht				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Stadtverwaltung				
Maßnahmentyp/Instrument: Ordnungsrecht				
Handlungsschritte und Zeitplan: Absprache mit Wärmenetzbetreibern zur Notwendigkeit der Maßnahme, Erarbeiten von Nahwärmesatzungen mit Ausnahme- und Übergangsregelungen für vorhandene Heizanlagen, parallel Prüfung der Preisgestaltung Wirkungsindikator: Bebauungspläne mit Festsetzungen zu Anschlussgeboten				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ Sachkosten: keine Sachkosten erwartet, ggf. rechtliche Beratung mit einem Tagessatz ~ 1.500 EUR/Tag Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise: Maßnahme nicht im Fokus und depriorisiert zu betrachten				

9 MONITORINGKONZEPT

9.1 Einführung Monitoring

Das Monitoring ist Teil des Controlling-Prozesses und umfasst eine Vielzahl von eigenen Prozessen zur Sammlung und Überprüfung von quantitativen und qualitativen Daten. Ziel ist hierbei das permanente Überprüfen des Maßnahmenfortschritts. Beim Monitoring wird zwischen zwei verschiedenen Grundprinzipien unterschieden: **Top-down und Bottom-up**. Das Top-down-Monitoring erfolgt über erhobene Statistiken, durch welche Rückschlüsse auf einzelne Maßnahmen bzw. Maßnahmenpakete gezogen werden. Es werden z.B. Energieverbräuche oder Verkaufszahlen von Geräten betrachtet. Ein Blick auf den Erfolg der Wärmepfanung in seiner Gesamtheit bietet das Top-down Monitoring über einen THG-Bericht, welcher die Emissionen erfasst und den Fortschritt der Emissionsminderungen innerhalb des Wärmesektors im Zeitverlauf darstellt. Das Bottom-up-Monitoring erfolgt auf der Ebene der Maßnahme, indem die durch sie eingetretene Emissionsminderung möglichst quantifiziert bzw. indirekt durch Indikatoren qualitativ dargestellt wird. Beispielsweise erfolgt bei einer Maßnahme, welche die Umsetzung einer Wärmenetzlösung beinhaltet, eine qualitative und/oder quantitative Erfassung, der hieraus entstehenden THG-Emissionsminderungen und beschreibt somit die Wirkung der Maßnahme.

9.2 Zentrale Aspekte des Monitoringkonzeptes

Das Monitoringkonzept in der Wärmeplanung setzt sich – abseits des oben aufgeführten Top-down-Monitorings mithilfe des THG-Berichts – aus der Umsetzungs- und Wirkungskontrolle der Maßnahmen zusammen auf der Ebene des Bottom-up-Monitorings.

Die **Umsetzungskontrolle** betrachtet den Umsetzungsstand der jeweiligen Maßnahme, z.B. anhand von Meilensteinen oder definierten Aufgaben. Sie gibt einen Hinweis darauf, ob es zu Verzögerungen bei der Zielerreichung kommen kann. Zu beachten ist, dass eine Wirkungskontrolle erst ab einem bestimmten Zeitpunkt der Umsetzung möglich ist.

Die **Wirkungskontrolle** betrachtet explizit die Wirkung der Maßnahme in Bezug auf THG-Emissionen bzw. -Einsparungen. Sie dient der Erfassung und Analyse der Effektivität einer Maßnahme hinsichtlich der beabsichtigten Wirkung, hier der THG-Emissionsminderung. Der Blick ist hier explizit darauf gerichtet, was die Maßnahme initiiert, und nicht was der Maßnahme nachträglich thematisch zuzuordnen ist.

Nicht alle Klimaschutz-Maßnahmen haben eine direkte Emissionsminderung zur Folge. Vor allem bei vorbereitenden Maßnahmen, welche die notwendigen Rahmenbedingungen für eine signifikante Emissionsminderung schaffen, manifestiert sich eine Emissionsminderung oft erst im späteren Verlauf mittels der Maßnahmen, die die vorbereitende Maßnahme erst ermöglicht (betrifft häufig Maßnahmen, die z.B. die Instrumente Strategie, Ordnungsrecht oder Qualifikation nutzen). Des Weiteren können Sondereffekte (wie z.B. die Auswirkungen der Corona-Pandemie) die kurzfristige Aussagekraft der Emissionsdaten über Klimaschutz-Fortschritte begrenzen oder verfälschen. Als Grundlage für eine bessere Erfolgskontrolle und eine effektivere Steuerung der Emissionsminderungsziele wird empfohlen, Frühindikatoren einzusetzen. Frühindikatoren sind Indikatoren für Wirkung der Maßnahmen(pakete) und liefern damit Hinweise auf den Fortschritt/Nachsteuerungsbedarf der Maßnahmen. Sie sorgen für Transparenz, reduzieren Unsicherheiten, indem sie den Zeitverzug zwischen Erkenntnis und Gegensteuern entscheidend reduzieren. Gleichzeitig ermöglichen Frühindikatoren, die Erkenntnisse aus Top-down und Bottom-up-Monitoring gezielter zu verbinden. Sie werden aus Indikatoren der Maßnahmen-Wirkungskontrolle abgeleitet, erfolgen jedoch statistisch (z.B. Zahl der neu angemeldeten Wärmepumpen). Somit helfen Frühindikatoren bei der Auswertung der Energie- und THG-Bilanz in Bezug auf die Analyse möglicher Planabweichungen und bei der Lösungssuche.

Die Empfehlung des Hamburg Instituts ist eine Kombination des Top-down-Monitorings über die Energie- und THG-Bilanz und ein Bottom-up-Monitoring über die Umsetzungskontrolle sämtlicher und die Wirkungskontrolle ausgewählter Maßnahmenaspekte (siehe Abbildung 51). Die Einordnung der Ergebnisse des Top-down-Monitorings ergibt sich über festgelegte Zwischenziele (Zielerreichungsgrad auf dem Weg der Klimaneutralität). Dies beinhaltet konkret die THG-Emissionsminderung des gesamten Wärmesektors und Erdgas im Speziellen sowie die wachsenden Anteile von Wärmenetzen und Stromnutzung. Ein Bindeglied zwischen Top-down und Bottom-up-Ansätzen bilden die Frühindikatoren. Abseits davon gilt es, die Neubewertung sämtlicher Potenziale vorzunehmen, indem kontinuierlich die vorhandenen Potenziale beobachtet und geprüft werden. Entsprechend folgt daraus die Anpassung von Maßnahmen sowie von Zielwerten und Erfolgskennzahlen für das Monitoring.



Abbildung 51: Darstellung des Monitoringkonzepts (eigene Darstellung)

9.3 Ausgestaltung des Monitoringkonzeptes

THG-Bilanz

Aus der von der Kommune erstellten Energie- und THG-Bilanz werden sämtliche Informationen den Wärmesektor betreffend entnommen. Hierzu zählen die Emissionen des gesamten Wärmesektors sowie deren Aufteilung der Emissionen auf die einzelnen Energieträger. Daten die generell ebenfalls von Interesse sind, sind der Gesamtanteil von Wärmenetzen und Stromnutzung an der Wärmeversorgung.

Anhand der festgelegten Zwischenziele lässt sich in einem ersten Schritt durch das Top-down Monitoring einordnen, ob der sichtbare Trend sich mit den angestrebten Zielwerten deckt, und somit die Maßnahmen in ihrer Gesamtheit effektiv sind. Festgehalten werden kann der zeitliche Verlauf in Abgleich mit den festgelegten Zwischenzielen beispielsweise in einer Excel-Tabelle.

Umsetzungskontrolle

Neben der qualitativen Beschreibung des Umsetzungsstandes wird eine Kategorisierung vorgenommen, die eine schnelle Übersicht über alle Maßnahmen ermöglicht. Hierfür werden folgende Kategorien empfohlen:



Die Umsetzungskontrolle sollte häufiger als die Wirkungskontrolle erfolgen, um ein schnelleres Nachsteuern bei Verzug zu ermöglichen. Das Hamburg Institut empfiehlt für zeitkritische und priorisierte Maßnahmen ein kurzes Kontrollintervall zu definieren (z.B. vierteljährlich), und ansonsten den gleichen Rhythmus der THG-Bilanz zu verwenden. Die Ergebnisse der Umsetzungskontrolle können als Bericht und/oder als Excel-Tabelle aufbereitet werden.

Wirkungskontrolle

Die Aufbereitung der Ergebnisse der Wirkungskontrolle kann in unterschiedlichen Formen erfolgen: In tabellarischer Form, oder in Berichtsform. Auch die Anschaffung oder Entwicklung eines Tools, in dem die Wirkungskontrolle dokumentiert, dargestellt und weiterverarbeitet werden kann, stellt eine Option dar. Das Zeitintervall der Wirkungskontrolle orientiert sich an den definierten Zwischenzielen zur THG-Minderung.

Für bestimmte Maßnahmen kann das Monitoring recht zeit- und kostenintensiv sein und dennoch wenig Aussagekraft haben, weshalb das Bottom-up-Monitoring nicht für jeden Maßnahmenbaustein geeignet ist. Für die hochpriorisierten Maßnahmen wurden bereits im Rahmen der Ausarbeitung Wirkungsindikatoren definiert, wie u.a. die Erreichbarkeit einer Fördermittelberatungsstelle. Bei den Indikatoren zur Wirkungskontrolle ist es wichtig, die konkrete Zielgruppe und den Zielgruppenumfang von Anfang an zu dokumentieren, um entsprechende Ziele festzusetzen und die Ergebnisse des Monitorings einzuordnen.

Neubewertung von Potenzialen

Die regelmäßige Überprüfung von Minderungspotenzialen der THG-Emissionen ist wichtig, um Zielverfehlungen oder Verzug bei Maßnahmen auszugleichen. Eine Neubewertung beinhaltet den Blick auf Veränderungen politischer, rechtlicher und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen sowie technologischen Fortschritt. Diese Neubewertung betrifft sämtliche Themen, die bereits in der Potenzialanalyse betrachtet wurden. Beispiele hierfür sind Anpassung von Förderprogrammen, technologische Potenziale und Innovation, Änderungen des regulatorischen Rahmens auf EU-, Bundes- und Landesebene, Änderung in der Flächennutzung und Änderungen in den Kostenstrukturen von Technologie und/oder Energieträgern.

Empfehlung der Frühindikatoren

Folgende Frühindikatoren eignen sich zum Top-down-Monitoring der Wärmeplanung:

Frühindikator	Datenquelle	Ziel 2030	Ziel 2040
Erdgasverbrauch	Daten der Stadtwerke (Netzbetrieb)	287 GWh/a	0 GWh/a
Wärmeversorgung über Wärmenetz	Daten Wärmenetzbetriebe (SW)	330 GWh/a	470 GWh/a
Anzahl der gemeldeten Wärmepumpen	Daten der Stadtwerke (Netzbetrieb)	3.000	8.000
Endenergiebedarf (exkl. Umweltenergie)	Daten Klimabilanz	877 GWh/a	685 GWh/a

Nächste Schritte

Es empfiehlt sich, zunächst die Umsetzungskontrolle in die Maßnahmentabelle zu integrieren und dadurch den Fortschritt der Maßnahmen gut sichtbar zu halten. Konkret bedeutet dies, dass jede der Maßnahmen in eine der

vorgeschlagenen Kategorien des Umsetzungsstandes eingeordnet und bei Bedarf eine qualitative Beschreibung hinzugefügt wird (Ergänzung um 2 Tabellenspalten).

Des Weiteren müssen für die Wirkungskontrolle Wirkungsindikatoren für die Maßnahmen definiert werden (siehe Abschnitt „Wirkungskontrolle“). Dies kann sinnvollerweise ebenfalls im Rahmen des Maßnahmenkatalogs dokumentiert werden.

Um ein fortschreitendes Monitoring zu gewährleisten, empfiehlt es sich, zeitnah einen Zeitplan anhand der genannten Empfehlungen und der individuellen Gegebenheiten festzulegen. Das schriftliche und/oder grafische Dokumentieren des Zeitplans bietet eine umfassende Übersicht und fundierte Grundlage für das Organisieren von weiteren Schritten. Wichtig ist das gemeinsame Verständnis, welche Konsequenzen sich aus dem Monitoring (Umsetzungs-, Wirkungskontrolle und Frühindikatoren) ergeben und zu welchem Zeitpunkt Maßnahmen überarbeitet oder stärker priorisiert werden müssen. Die Umsetzungskontrolle und die Frühindikatoren zeigen, wenn vorhanden, den Nachsteuerungsbedarf beim Controlling an. Die Wirkungskontrolle und die Frühindikatoren geben Hinweise darauf, ob eine Maßnahme insgesamt Überarbeitungsbedarf hat bzw. effektiv ist und in der Form weitergeführt werden sollte.

Das für diesen Wärmeplan gültige EWKG SH sieht ein Monitoring der Maßnahmenumsetzung in Relation zum Zielkonzept der Klimaneutralität vor und ist mit einer Berichterstattung binnen drei Jahren an das zuständige Ministerium verknüpft. Es ist daher unerlässlich, die personellen Voraussetzungen für das Monitoring der Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung zu schaffen (siehe Maßnahme Nr. 9).

10 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Auszug aus der interaktiven Umfrage des ersten öffentlichen Termins. Frage: <i>Mit welcher Technologie würden Sie gerne heizen</i> (Darstellung: Mentimeter)	8
Abbildung 2: Auszug aus der interaktiven Umfrage des ersten öffentlichen Termins. Frage: <i>Ich weiß wen ich ansprechen kann bzw. was zu tun ist, wenn ich die Heizung tauschen will</i> (Darstellung: Mentimeter)	9
Abbildung 3: Ortslage Norderstedt	11
Abbildung 4: Siedlungsentwicklung in Norderstedt	12
Abbildung 5: Flurstücke nach Nutzung	14
Abbildung 6: Beheizte Fläche in Wohngebäuden pro Kopf im 100x100m Raster	15
Abbildung 7: Endenergieverbrauch 2021 der einzelnen Sektoren aufgeteilt nach Energieträger	16
Abbildung 8: jährliche Emissionen in CO ₂ -Äquivalenten, aufgeteilt nach Sektor und Energieform	17
Abbildung 9: Absolute Wärmebedarfe im 100x100m-Raster	21
Abbildung 10: Einordnung der Quartiere nach spezifischem Wärmebedarf (basierend auf Medianwert)	22
Abbildung 11: Aggregierter Wärmebedarf nach Gebäudenutzung	23
Abbildung 12: Kältebedarfe Norderstedt dargestellt als Heatmap	24
Abbildung 13: Bestehende und geplante Wärmenetze	25
Abbildung 14: Bestehende Gasnetze	26
Abbildung 15: Bestehende Heizwerke und BHKWs	27
Abbildung 16: Anteile von Wärmepumpen und Stromspeicherheizungen	28
Abbildung 17: Bestand heute: Absoluter Wärmebedarf heute im 100x100m-Raster, ohne Industrie	31
Abbildung 18: Szenario: Absoluter Wärmebedarf 2030 im 100x100m-Raster, ohne Industrie	32
Abbildung 19: Szenario: Absoluter Wärmebedarf 2040 im 100x100m-Raster, ohne Industrie	33
Abbildung 20: Das Vorhandene Bioenergiepotenzial von Norderstedt	40
Abbildung 21: Bioenergie Potenzial nach der Einordnung verschiedener Verbände	41
Abbildung 22: Eignung der oberflächennahen Geothermie auf Flurstücksebene (Median für jedes Quartier)	44
Abbildung 23: Eignung der oberflächennahen Geothermie auf Quartiersebene	45
Abbildung 24: Beispielhafter Datenauszug aus GeotIS (Agemar T. , et al., 2014) für Norderstedt und Umgebung. Abgebildet ist ein Horizontalschnitt durch den Untergrund in 2500 m Tiefe. (© LIAG-Institut für Angewandte Geophysik, 2024)	48
Abbildung 25: Für hydrothermale Tiefengeothermie geeignete Nutzhorizonte in einem Umkreis von 10 km um Norderstedt nach (Landesamt für Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (LfU), 2023). Hellbraune Flächen markieren die potenziell in Frage kommenden Rhät-Sandsteinhorizonte, Rotbraune Flächen mittlere Bundsandsteinhorizonte. Der rote Kreis zeigt den Umkreisradius von ca. 10km an.	49
Abbildung 26: Mit aus GeotIS (Agemar T. , Alten, Kuder, Kühne, & Pester, 2010) erstellter Vertikalschnitt entlang der gedachten Verbindungslinie von Elmshorn über Kaltenkirchen bis nach Rheinfeld (Holstein). Dargestellt sind die Gesteinshorizonte als farbig markierte Flächen sowie die entsprechenden Untergrundtemperaturen als farbige Isolinien. Bereits durchgeführte Bohrungen sind als schwarze Dreiecke mit dazugehörigen vertikalen schwarzen Linien als Bohrverläufe dargestellt. Das Linienende gibt dabei die Bohrtiefe an, welche am rechten bzw. linken Rand als Tiefe in Metern abgetragen ist.	50
Abbildung 27 Ergebnisse der Abschätzung des Wärmemengenpotenzials aus der Nutzung hydrothermaler Tiefengeometrie für die Wärmeversorgung der Stadt Norderstedt.	51
Abbildung 28: Wassertemperatur des Stadtparksees in 4 Metern Tiefe (Entnahme). Die mit einem Kreuz gekennzeichneten Werte sind gemessen, die restlichen Werte interpoliert bzw. anhand von umliegenden Gewässern geschätzt. Quelle der Messwerte: KLS Gewässerschutz GmbH (2021): Stadtparksee Norderstedt. Gewässerökologisches Monitoringprogramm.	55
Abbildung 29: Möglicher Wärmeertrag bei der Realisierung einer Wärmepumpe am Stadtparksee.....	55

Abbildung 30: Potenzialflächen zur Abwassernutzung in Norderstedt (Quelle: Stadtwerke Norderstedt 2023) ...	57
Abbildung 31: Einordnung der Quartiere für die Eignung zum Einbau von Luftwärmepumpen auf Basis von Abstandsregelungen (Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von ALKIS-Daten mit Hintergrundkarte von basemap.de, Lizenz nach https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)	60
Abbildung 32: Priorisierungsschema nach Flächenkategorie	63
Abbildung 33: Wärmeerzeugungspotenzial je Erzeugungstechnologie (logarithmische Darstellung)	68
Abbildung 34: Wärmelinien-dichte in Norderstedt (Quelle: Eigene Darstellung mit Verwaltungsgebietsgrenze (2023) von Norderstedt sowie mit Hintergrundkarte von basemap.de, Lizenz nach https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)	69
Abbildung 35: Eignungsbereiche dezentrale Wärmepumpenlösung	70
Abbildung 36: Übersicht über die Bereiche mit hohem Sanierungspotenzial	94
Abbildung 37: Endenergiebedarfe und Energieträger bis 2040	143
Abbildung 38: Treibhausgasemissionen (in CO ₂ -Äquivalenten inkl. Vorketten) bis 2040	144
Abbildung 39: Jahresganglinie des Raumwärme- und Warmwasserverbrauchs des WG1 (EFH)	151
Abbildung 40: Energiepreisannahmen (basierend auf (Mendelevitch, Reppening, Matthes, & Deurer, 2024), (BDEW, 2024) und eigenen Berechnungen	155
Abbildung 41: WG 1, sanierter Zustand	159
Abbildung 42: WG 1, Ausgangszustand	159
Abbildung 43: WG 2, sanierter Zustand	160
Abbildung 44: WG 2, Ausgangszustand	160
Abbildung 45: WG 3, sanierter Zustand	161
Abbildung 46: WG 3, Ausgangszustand	161
Abbildung 47: WG 4, sanierter Zustand	162
Abbildung 48: WG 4, Ausgangszustand	162
Abbildung 49: WG 5, sanierter Zustand	163
Abbildung 50: WG 5, Ausgangszustand	163
Abbildung 51: Darstellung des Monitoringkonzepts (eigene Darstellung)	206

11 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Absolute und prozentuale Energieeinsparungen von heute bis 2030	34
Tabelle 2: Absolute und prozentuale Energieeinsparungen von heute bis 2040	34
Tabelle 3: Einwohner:innen und Fläche von Schleswig-Holstein und Norderstedt (Norderstedt, 2022)	35
Tabelle 4: Technisches Brennstoffpotenzial von SH, Kreis Segeberg und Norderstedt in GWh (Agentur für Erneuerbare Energien, 2013)	35
Tabelle 5: Anzahl Tiere in Schleswig-Holstein und Norderstedt (Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2019).....	38
Tabelle 6: Anbaufläche und Ertrag von Energiepflanzen auf die Einwohner:innen von Norderstedt berechnet (Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2019)	38
Tabelle 7: Biogasertrag Gülle/Mist von Tieren (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., kein Datum)	39
Tabelle 8: Verwendete Annahmen nach Jochum et al. (Jochum, et al., 2017) zur Abschätzung des Wärmemengenpotenzials aus der Nutzung hydrothormaler Tiefengeometrie für die Wärmeversorgung der Stadt Norderstedt. Die in Klammern aufgeführten Werte wurden verwendet, um Sensitivitätsanalysen durchzuführen und einen entsprechenden Lösungsraum an abgeschätzten Potentialen aufzuspannen.....	47
Tabelle 9: Maximalwerte der Thermalwassertemperaturen im tiefen Untergrund in einem Umkreis von 25km um Norderstedt: Ermittelt unter der Verwendung von GeotIS (Agemar T. , Alten, Kuder, Kühne, & Pester, 2010). ..	47
Tabelle 10: Potenziale für die thermische Nutzung von Oberflächengewässern in Norderstedt.	54
Tabelle 11: Übersicht der Charakteristika der Referenzgebäude nach (Zensus,, 2011; Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2016)	149
Tabelle 12: Nutzwärmeverbrauch der Referenzwohngebäude nach (TABULA WebTool, 2012)	149
Tabelle 13: Vollbenutzungsstunden nach VDI 2067	150
Tabelle 14: Leistungsanteile zur Erreichung der 65 % Quote in einer EE-Hybridoption.....	151
Tabelle 15: Jahresnutzungsgrade der Verbrennungstechnologien nach (Bahret & Eltrop, 2020), (Zimmermann, 2021).....	152
Tabelle 16: Angesetzte Jahresarbeitszahlen der Wärmepumpen.	152
Tabelle 17: Hilfsenergiebedarf nach KEA-BW (Peters & Steidle, 2022).	156
Tabelle 18: Rechnerische Nutzungsdauern nach VDI 2067.	156
Tabelle 19: Förderbedingungen nach BEG	157
Tabelle 20: Übersicht der Erfüllungsoptionen und Kurzbezeichnungen	158
Tabelle 21: Überblick Maßnahmen nach Handlungsfeld.....	165

12 LITERATURVERZEICHNIS

- Agemar, T., Alten, J., Ganz, B., Kuder, J., Kühne, K., Schumacher, S., & Schulz, R. (2014). *The Geothermal Information System for Germany - GeotIS*. ZDGG Band 165 Heft 2, 129–144.
- Agemar, T., Alten, J.-A., Kuder, J., Kühne, K., & Pester, S. (2010). *The Geothermal Information System for Germany - GeotIS*. ZDGG Band 165 Heft 2, 129–144.
- Agentur für Erneuerbare Energien. (2013). *Potenzialatlas, Bioenergie in den Bundesländern*. Von https://www.fnr.de/fileadmin/Projekte/2021/Mediathek/aee_potenzialatlas_090114_2013_fnr.pdf abgerufen
- AGFW, Bitkom, SDIA. (23. 06 2020). *Gemeinsame Stellungnahme von AGFW, Bitkom und SDIA: Hohes Potenzial von CO2-freier gewerblicher Abwärme aus Rechenzentren nutzen*. Von https://www.bitkom.org/sites/default/files/2020-06/20200623_rz-abwarmer_gemeinsame_stellungnahme_agfw_bitkom_sdia.pdf abgerufen
- Agora Energiewende. (2023). *Ein neuer Ordnungsrahmen für Erdgasverteilnetze. Analysen und Handlungsoptionen für eine bezahlbare und klimazielfunktionale Transformation*. Berlin.
- al., J. T. (2022). *Die Rolle von Wasserstoff in der Wärmewende am Beispiel von vier Versorgungsgebieten in Deutschland*. (Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE.
- Bahret, C., & Eltrop, L. (2020). *Online Wärmekostenrechner*. Stuttgart: Universität Stuttgart Institut für rationelle Energieanwendung.
- Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. (kein Datum). *Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft*. Abgerufen am 17.. Oktober 2023 von https://www.lfl.bayern.de/iba/energie/049711/?sel_list=49%2Cb&anker0=substratanker#substratanker
- Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. (kein Datum). *Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft*. Abgerufen am 10.. Oktober 2023 von Biogasausbeuten verschiedener Substrate: https://www.lfl.bayern.de/iba/energie/049711/?sel_list=49%2Cb&anker0=substratanker#substratanker
- BDEW. (02. 03 2024). Von <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/bdew-gaspreisanalyse/> abgerufen
- BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2022). *BDEW - Gaspreisanalyse September 2022*. Abgerufen am 25. 10 2022 von <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/bdew-gaspreisanalyse/>
- BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (kein Datum). *BDEW - Strompreisanalyse Juli 2022*. (2022) Abgerufen am 25. 10 2022 von <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/bdew-strompreisanalyse/>
- Bitkom. (2021). *Rechenzentren in Deutschland*. Von <https://www.bitkom.org/sites/main/files/2022-02/10.02.22-studie-rechenzentren.pdf> abgerufen
- BMKW. (2022). *65 Prozent erneuerbare Energien beim Einbau von neuen Heizungen ab 2024 - Konzeption zur Umsetzung*. Berlin.
- BMWK. (21.7.2022). *Bekanntmachung der Änderung von Richtlinien (BEG Einzelmaßnahmen)*.
- BMWK-Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. (05 2023). *Erneuerbares Heizen – Gebäudeenergiegesetz (GEG)*. Von <https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/FAQ/GEG/faq-geg.html> abgerufen
- Bracke, R., Huenges, E., Acksel, D., Amann, F., Bremer, J., Bruhn, D., . . . Will, H. (2022). *Roadmap Tiefe Geothermie für Deutschland | Handlungsempfehlungen für Politik, Wirtschaft und Wissenschaft für eine erfolgreiche Wärmewende*. Bochum.
- Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz. (2020). *Leitfaden für die Verbesserung des Schutzes gegen Lärm bei stationären Geräten*.

- Bundesamt für Kartographie und Geodäsie. (2023). *Geographische Gitter für Deutschland in Lambert-Projektion (GeoGitter Inspire)*. Abgerufen am 06. 03 2023 von <https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/inspire/sonstige-inspire-themen/geographische-gitter-fur-deutschland-in-lambert-projektion-geogitter-inspire.html>
- Bundesamt für Kartographie und Geodäsie. (31. 12 2023). *Verwaltungsgebiete 1:250 000 mit Einwohnerzahlen, Stand 31.12. (VG250-EW 31.12.)*. Abgerufen am 08. 06 2023 von <https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/digitale-geodaten/verwaltungsgebiete/verwaltungsgebiete-1-250-000-mit-einwohnerzahlen-stand-31-12-vg250-ew-31-12.html>
- Bundes-Immissionsschutzgesetz. (2017 Neufassung). *Abschnitt 6.1 -Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm-TA Lärm*.
- Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung . (25.. Juli 2023). *BMZ*. Abgerufen am 14.. August 2023 von <https://www.bmz.de/de/themen/energie/erneuerbare-energien/biomasse>
- Bundesverband Wärmepumpe e.V. (2023). *Schallrechner*. Abgerufen am 06 2023 von <https://www.waermepumpe.de/schallrechner/>
- Bytes to Heat Projekt. (05 2023). *Best-Practice-Übersicht, Von inspirierenden Projekten zur Abwärmenutzung aus Rechenzentren lernen*. Von <https://deneff.org/wp-content/uploads/2023/05/Best-Practice-Uebersicht-Bytes2Heat.pdf> abgerufen
- C.A.R.M.E.N. e.V. (kein Datum). *Marktpreisvergleich*. Abgerufen am 2022 von <https://www.carmen-ev.de/service/marktueberblick/marktpreise-energieholz/marktpreisvergleich/>
- Dahms, T., Oehmke, C., Kowatsch, A., Abel, S., Wichmann, S., Wichtmann, W., & Schröder, C. (2017). *Halmgutartige Festbrennstoffe: aus nassen Mooren*. Universität Greifswald.
- Daniel-Gromke, J., Rensberg, N., Denysenko, V., Trommler, M., Reinholz, T., Völler, K., . . . Beyrich, W. (2017). *Anlagenbestand Biogas und Biomethan - Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland*. Leipzig: DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH.
- Data Center Journal. (2023). *Hamburg Data Center Summary*. Von <https://www.datacenterjournal.com/data-centers/germany/hamburg/> abgerufen
- Data Center Map. (2023). *Hamburg Data Centers*. Von <https://www.datacentermap.com/germany/hamburg/> abgerufen
- DataCenetr Map. (2023). Von <https://www.datacentermap.com/germany/hamburg/wilhelm-tel.html> abgerufen
- Datacenter Journal. (2023). *Data Centers Germany*. Von <https://www.datacenterjournal.com/data-centers/germany/hamburg/akquinet-nor01/> abgerufen
- Datacenter Journal. (2023). *Datacenters Germany*. Von <https://www.datacenterjournal.com/data-centers/germany/hamburg/stadtwerke-norderstedt-rz1/> abgerufen
- Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena). (2016). *Energieeffizienz bei Büroimmobilien*. Berlin/Köln.
- Deutsche Umwelthilfe e.V. (2021). *Energetische Biomassenutzung, Positionen der Deutschen Umwelthilfe*. Abgerufen am 13.. Juni 2023 von https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Projektinformation/Energiewende/Positionspapier_Biomasse_220202_final.pdf
- Doucet, D. F., Düsterlho, P. D.-E., Schäfers, P. D.-I., Kicherer, N., & Jensen, N. (2023). *Grüner Wasserstoff für die Energiewende*. Hamburg: HAW Hamburg.
- energate GmbH. (kein Datum). *Marktdaten Gas, Öl & Wasserstoff*. Abgerufen am 09 2022 von <https://www.energate-messenger.de/markt/gas-oel-und-wasserstoff/>
- Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI). (2022). *Szenarien für die Preisentwicklung von Energieträgern*.
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (kein Datum). *Faustzahlen*. Abgerufen am 28. Juni 2023 von <https://biogas.fnr.de/daten-und-fakten/faustzahlen>

- Flatt, M. S. (2019). Studie zu den regulatorischen Aspekten der Stilllegung von Gasnetzen: Im Auftrag des Bundesamt für Energie: Schlussbericht.
- Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH. (2021). *Klimaneutrale Wärme München 2035*.
- Fraunhofer IWS. (2017). *Wärmewende 2030. Schlüsseltechnologien zur Erreichung der mittel- und langfristigen Klimaschutzziele im Gebäudesektor. Studie im Auftrag von Agora Energiewende*.
- Frontier Economics, IAEW, FourManagement und EMCEL. (2017). Der Wert der Gasinfrastruktur für die Energiewende in Deutschland. Eine modellbasierte Analyse.
- GeoDienste GmbH, Schulz, K., & Michalzik, D. (2022). *Geologische und verfahrenstechnische Möglichkeiten der Erdwärmenutzung im Versorgungsgebiet der Stadtwerke Norderstedt - Potenzialstudie -*. Wunstorf.
- Gerhardt, N., Bard, J., Schmitz, R., Beil, M., & Pfennig, M. u. (2020). *Wasserstoff im zukünftigen Energiesystem: Fokus Gebäudewärme*. Fraunhofer IEE.
- Gerhardt, N., Bard, J., Schmitz, R., Beil, M., Pfennig, M., & Kneisk, D. T. (2020). *Wasserstoff im zukünftigen Energiesystem : Fokus Gebäudewärme*. Fraunhofer IEE.
- Global Switch. (2021). *Massgeschneidertes Rechenzentrum mit höchster Qualität und Stabilität*. Von <https://www.globalswitch.de/media/v0gjnqo/global-switch-technical-specification-frankfurt-south-german.pdf> abgerufen
- Greifswald Moor Centrum. (2023). *Moorwissen*. Abgerufen am 14.. Juni 2023 von <https://www.moorwissen.de/moore-in-deutschland.html>
- Greifswald Moor Centrum. (kein Datum). *Moorwissen*. Abgerufen am 14.. Juni 2023 von <https://www.moorwissen.de/moore-in-deutschland.html>
- Hanse- und Universitätsstadt Rostock. (2021). *Wärmeplan Rostock 2035*.
- Herkel, S., Lenz, M., & Thomsen, D. J. (2022). *Bottom Up Studie zu Pfasooptionen einer effizienten und sozialverträglichen Dekarbonisierung des Wärmesektors*. Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE.
- Heumann, A., & Ernst Huenges. (2017). *Technologiebericht 1.2 Tiefengeothermie innerhalb des Forschungsprojekts TF_Energiewende*. Potsdam: Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum.
- Interxion. (2020). <https://www.digitalpark-fechenheim.de/Interxion-Digital-Park-Fechenheim-Pressemeldung-300720.pdf>. Frankfurt am Main.
- ISE, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme. (2020). *Wärmepumpen in Bestandsgebäuden - Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt "WPsmart im Bestand"*. Freiburg.
- Janczik, S. (2014). *Vorbereitung und Begleitung der Erstellung des Erfahrungsberichts 2014 gemäß § 65 EEG im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Vorhaben IIb: Stromerzeugung aus Geothermie - Wissenschaftlicher Bericht*. Hamburg: Technische Universität Hamburg-Harburg Institut für Umwelttechnik und Energiewirtschaft.
- Jochum, P., Lawrenz, J., Stelter, D., Krenz, T., Mellwig, P., Pehnt, M., . . . Hertle, H. (2017). *Anlagenpotenzial: Ableitung eines Korridors für den Ausbau der erneuerbaren Wärme im Gebäudebereich*. Berlin, Heidelberg: Beuth Hochschule für Technik Berlin und ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg.
- Kapanina, U. (202). *Möglichkeiten zur energetischen Abfallverwertung am Beispiel des Stadtgebiets Norderstedt*. Hamburg.
- KI-Portal. (2016). *Sichere Kälte im Netzwerk für Betreiber*. Von https://www.ki-portal.de/wp-content/uploads/2016/08/KI_2016_08-09_Special_Engie.pdf abgerufen
- Landesamt für Landwirtschaft, U. u.-H. (2011). *Leitfaden zur geothermischen Nutzung des oberflächennahen Untergrundes*.

- Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR). (2011). *Leitfaden zur geothermischen Nutzung des oberflächennahen Untergrundes*. Kiel. Abgerufen am 11. Januar 2024 von https://www.neumuenster.de/fileadmin/neumuenster.de/media/verkehr_und_umwelt/natur_und_umwelt/untere_wasserbehoerde/Leitfaden_zur_geothermischen_Nutzung_des_oberflaechennahen_Untergrundes_LLUR_2011.pdf
- Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR). (2015). *Moore in Schleswig-Holstein*.
- Landesamt für Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (LfU), A. G.-G. (2023). *Geologie: Geothermie - WMS*. Flintbek Germany.
- Landesportal Schleswig Holstein. (25. 07 2017). *Mit grünen Rechenzentren in die Zukunft*. Abgerufen am 20. 10 2023 von https://www.schleswig-holstein.de/DE/landesregierung/ministerien-behoerden/V/_startseite/Artikel2017_2/170725_sommertour.html
- Landesregierung Schleswig-Holstein- Ministerium für Inneres. (30. 9 2019). *Zentrale Ort und Stadtrandkerne 2019*. Abgerufen am 24. 05 2023 von https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/L/landesplanung/Downloads/zentrale_orte_stadtrandkerne.html?nn=6b94bbe7-220f-41c2-9bec-bad6898d326d
- LfU-SH. (2024). *Mittlere Wärmeleitfähigkeiten des Untergrundes für den Tiefenbereich 0-50m*. Lizenz: *dl-de/by-2-0* (<http://www.govdata.de/dl-de/by-2-0>). Abgerufen am 11. Januar 2024 von <https://umweltportal.schleswig-holstein.de/trefferanzeige?docuuid=22cc9508-14d8-4c52-a8a0-2792262cebbb>
- Luhmann, J. (24. 02 2024). *Kommunen in der Zwickmühle der Wärmewende*. *klimareporter*°. Klimawissen e.V.
- Mendelevitch, R., Reppening, J., Matthes, F., & Deurer, J. (2024). *Treibhausgas-Projektionen 2024 für Deutschland - Rahmendaten*. Dessau-Roßlau: UBA.
- Meyer, R., Herkel, S., & Kost, C. (2021). *Die Rolle von Wasserstoff im Gebäudesektor: Vergleich technischer Möglichkeiten und Kosten defossilierter Optionen der Wärmeerzeugung*. Potsdam: Kopernikus Projekt-Ariadne.
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg. (2023). *Kommunale Wärmeplanung - Einführung in den Technikkatalog*. Abgerufen am 11. Januar 2024 von https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Waermewende/Wissensportal/KEA-BW_Einfuehrung_Technikkatalog.pdf
- NABU Schleswig-Holstein. (kein Datum). *NABU-Naturschutzgebiete*. Abgerufen am 14.. Juni 2023 von <https://schleswig-holstein.nabu.de/natur-und-landschaft/nabu-schutzgebiete/katenmoorschindermoor/03175.html>
- Nachhaltige Rechenzentren Baden Württemberg. (2020). *Nachhaltige Rechenzentren Leitfaden*. Von https://www.nachhaltige-rechenzentren.de/wp-content/uploads/2020/06/2020-06_Nachhaltige-Rechenzentren_Leitfaden_BF.pdf abgerufen
- NIBE Systemtechnik GmbH. (kein Datum). *Wärmepumpen: Dieser Abstand zur Grundstücksgrenze ist Pflicht*. Abgerufen am 06 2023 von <https://www.nibe.eu/de-de/support/artikel/waermepumpe-abstand>
- Norderstedt. (31. Dezember 2022). Abgerufen am 26. September 2023 von <https://www.norderstedt.de/Politik-und-Rathaus/Stadtportrait/Zahlen-Daten-Fakten>
- Ober, D. S., & Werner, D. C. (Februar 2023). *NABU*. Abgerufen am 14.. August 2023 von <https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/energie/biomasse/230302-biomasse-nabiskernforderungen-nabu.pdf>
- Oberle, S. M. (2023). *Die Rolle der Gasverteilnetze im Energiesystem der Zukunft in Deutschland*. Karlsruhe.

- Öko-Institut e.V. (kein Datum). *Öko-Institut*. Abgerufen am 14.. August 2023 von <https://www.oeko.de/forschung-beratung/themen/energie-und-klimaschutz/biomasse-fuer-eine-nachhaltige-nutzung-endlicher-ressourcen/>
- Ott, B. (2022). *Wie Abwärme aus Rechenzentren die Wärmewende in Deutschland voranbringen kann*. Von https://www.tugraz.at/fileadmin/user_upload/tugrazExternal/738639ca-39a0-4129-b0f0-38b384c12b57/files/lf/Session_E5/555_LF_Ott.pdf abgerufen
- Peters, M., & Steidle, T. (2022). *Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg*. KEA BW.
- Peters, M., Steidle, T., Hebisch, H., Skok, J., Berg, A., Graef, D., & Anders, F. (2022). *Technikkatalog kommunale Wärmeplanung*. Karlsruhe: KEA-BW.
- Prognos AG. (2022). *Wärmepumpen unter der Lupe*. Berlin.
- Prognos AG et al. (2021). *Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050. Im Auftrag des BMWi*.
- Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut. (2021). *Klimaneutrales Deutschland 2045 (Zusammenfassung). Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann*. Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende, Agora Verkehrswende. Abgerufen am 2024. Januar 11 von <https://www.agora-energiewende.de/publikationen/klimaneutrales-deutschland-2045-zusammenfassung>
- René Buri, B. K. (2004). *Wärmenutzung aus Abwasser*. Bern: Energie Schweiz und Energie in Infrastrukturanlagen. Von https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/5_Energie/Energieeffizienz/Abwasserwaermenutzung/Leitfaden_Ratgeber/Leitfaden_Waerme_aus_Abwasser.pdf abgerufen
- Rödl, C. (13. 12 2023). *Bilanzielles Biomethan zur Erfüllung der Erneuerbare-Energien-Mindestquoten im novellierten Gebäudeenergiegesetz (GEG) und für andere Anwendungen*. (P. D. Rödl, Hrsg.) Abgerufen am 11. 03 2024 von <https://www.roedl.de/themen/stadtwerke-kompass/2023/23/bilanzielles-biomethan-zur-erfuellung-der-erneuerbare-energien-mindestquoten-im-novellierten-geg>
- Sandrock, M., Maaß, C., Weisleder, S., Westholm, H., & Schulz, W. (2020). *Kommunaler Klimaschutz durch Verbesserung der Effizienz in der Fernwärmeversorgung mittels Nutzung von Niedertemperaturwärmequellen am Beispiel tiefgeothermischer Ressourcen: Abschlussbericht*. Umwelt Bundesamt.
- Scholwin, F., & Siegert, G. (2020). *Biogas aus Paludikulturen: Produktionsweg, Hintergründe, Klimaschutzwirkung*. Hamburg.
- SDIA (Sustainable Digital Infrastructure Alliance). (2021). *Abwärmennutzung aus Rechenzentren*. Von <https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjm47-V2vz-AhXNRPEDHYjMDokQFnoECBUQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.erneuerbare-energien-hamburg.de%2Fde%2Fmitglieder%2Fforen%2Fwaerme%2Fdetails%2Fueckblick-webseminar-nutzung-staedtischer-a> abgerufen
- Seibt, P., Kabus, F., & Hoth, P. (24-29 April 2005). *The Neustadt-Glewe Geothermal Power Plant – Practical Experience in the ReInjection of Cooled Thermal Waters into Sandstone Aquifers*. Antalya, Turkey: Proceedings World Geothermal Congress 2005.
- Senders, J. (2022). *Wärmeplanung und Gaskonzessionen*. Würzburg: Stiftung Umweltenergierecht.
- Stadt Norderstedt. (2009). *Klimaschutzorientierte Energiekonzept*. Abgerufen am 17. 01 2024 von <https://www.norderstedt.de/index.php?object=tx,3223.3&ModID=6&FID=1087.7977.1>
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2020. (2011). *Ergebnisse des Zensus 2011 zum Download - erweitert*. Abgerufen am 26. 09 2023 von <https://www.zensus2011.de/DE/Home/Aktuelles/DemografischeGrunddaten.html>

- Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein. (2019). Abgerufen am 13. Juni 2023 von Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein: <https://region.statistik-nord.de/detail/00000000001000000000/1/>
- statistisches Bundesamt. (28. 07 2023). *Pressemitteilung Nr. 297 vom 28. Juli 2023*. Abgerufen am 20. 10 2023 von https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2023/07/PD23_297_31231.html#:~:text=Eine%20Durchschnittswohnung%20ist%2092%2C2%20Quadratmeter%20gro%C3%9F%2C%20die%20Wohnfl%C3%A4che,oder%20282%20800%20Wohnungen%20mehr%20als%20Ende%202021.
- swb AG. (kein Datum). *Fernwärme für Ihr Zuhause: Wärme bias*. Abgerufen am 01. 10 2022 von <https://www.swb.de/waerme/fernwaerme>
- TABULA WebTool. (2012). *TABULA WebTool, Institut für Wohnen und Umwelt*. Abgerufen am 09. 08 2022 von <https://webtool.building-typology.eu/#bm>
- Thomsen, C., & Dr. Liebsch-Dörschner, T. (2014). *Geologische Potenzialanalyse des tiefen Untergrundes Schleswig-Holstein*. Flintbek: Geologischer Dienst - Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein.
- Thomsen, C., Liebsch-Dörschner, T., & Kirsch, R. (2011). *Geothermie in Schleswig-Holstein Leitfaden für oberflächennahe Erdwärmeanlagen*. Flintbek: Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- Ueckerdt, F., Bauer, C., Dirnacher, A., Everall, J., Sacchi, R., & Luderer, G. (2021). Potential and risks of hydrogen-based e-fuels in climate change mitigation. *nature climate change*. 11, S. 384–393. doi: <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01032-7>
- Umweltbundesamt. (22. Mai 2019). *Biogasproduktion aus Gülle und Bioabfall ausbauen*. Abgerufen am 01. August 2023 von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/biogasproduktion-aus-guelle-bioabfall-ausbauen>
- Umweltbundesamt. (2024). *Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland*. Dessau-Roßlau.
- Wachsmuth, J. M. (2019). Roadmap Gas für die Energiewende - Nachhaltiger Klimabeitrag des Gassektors. Umweltbundesamt.
- Wörrle, J. (28. 08 2023). *Neubaustandard: Was jetzt gilt und ab 2025 geplant ist*. (Deutsche Handwerkszeitung) Abgerufen am 20. 10 2023 von <https://www.deutsche-handwerks-zeitung.de/dieser-neubaustandard-gilt-ab-2023-251235/>
- Zensus,. (2011). Gebäude und Wohnungen sowie Wohnverhältnisse der Haushalte.
- Zimmermann, T. (2021). *Beitrag des Wärmesektors zur Reduzierung der CO₂-Emissionen in Energiesystemen mit Sektorenkopplung*. Hamburg: Technische Universität Hamburg.
- Zipse, A. (13. Januar 2022). Ökogas-Barometer: Infos zur Lage auf dem Ökogasmarkt 2022. Abgerufen am 2024 von Polarstern: <https://www.polarstern-energie.de/presse/mitteilung/oekogas-markt-barometer-2021-2022/>

KONTAKT

Felix Landsberg

HIC Hamburg Institut Consulting GmbH
Paul-Neumann-Platz 5
22765 Hamburg

Tel.: +49 (0)40-39106989-35
landsberg@hamburg-institut.com
www.hamburg-institut.com