



AVERDUNG

KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG FÜR DIE STADT BRUNSBÜTTEL

Hamburg, 25.10.2024

Version 3 vom 25.10.2024

Dr.-Ing. Helmut Adwiraah



AVERDUNG

Im Auftrag von:



Stadt Brunsbüttel
Koogstraße 61-63
25541 Brunsbüttel
Ansprechpartnerinnen: Astrid Gasse, Lara Mahn

Ersteller:



Averdung Ingenieure & Berater GmbH
Planckstraße 13
22765 Hamburg
Dr.-Ing. Helmut Adwiraah, Patrick Akram
- DW

Unterauftragnehmer:



ZEBAU - Zentrum für Energie, Bauen, Architektur
und Umwelt GmbH
Große Elbstraße 146
22767 Hamburg
Julia, Pleuser, Jan Gerbitz

Hamburg, 28. Oktober 2024



INHALT

1.	Einleitung.....	6
2.	Bestandsanalyse	8
2.1	Gebäudebestand	8
2.1.1	Gebäudetypologie	8
2.1.2	Baualter.....	9
2.1.3	Denkmalschutz.....	10
2.1.4	Kommunale Liegenschaften	11
2.1.5	Gewerbe	11
2.2	Quartierskonzept Koogstraße / Beamtenviertel.....	12
2.3	Energieinfrastruktur.....	15
2.3.1	Gasnetz.....	16
2.3.2	Bestandswärmenetze.....	16
2.3.3	Geplantes Fernwärmenetz Brunsbüttel.....	18
2.4	Energie- und CO ₂ -Bilanz.....	19
2.4.1	Energiebilanz.....	20
2.4.2	Treibhausgas-Bilanz.....	24
2.5	Wärmebedarf für Raumwärme und Warmwasser	27
2.6	Wärmeliniendichte.....	28
3.	Wärmebedarfe und Bedarfsprognosen.....	32
4.	Potenzialanalyse.....	36
4.1	Tiefengeothermie	36
4.2	Abwasserwärme	38
4.3	Biomasse	40
4.4	Biogas	41

4.5	Gewässerwärme.....	42
4.6	Solarenergie.....	43
4.6.1	Bestehende Solaranlagen.....	43
4.6.2	Solar Carports	44
4.7	Luft-Wärmepumpen (Aerothermie)	45
4.7.1	Brunsbüttel-Süd.....	48
4.7.2	Segelmacherstraße.....	49
4.7.3	Sprante.....	50
4.7.4	Bürgerpark.....	51
4.7.5	Bredenweg	52
4.7.6	Brunsbüttel-Ort.....	53
4.7.7	Alten Hafen	54
4.7.8	Grundschule West Süderstraße.....	55
4.8	Oberflächennahe Geothermie.....	56
4.8.1	Brunsbüttel-Süd.....	60
4.8.2	Segelmacherstraße.....	61
4.8.3	Bürgerpark und Sportplätze an der Sprante	62
4.8.4	Bredenweg	63
4.8.5	Brunsbüttel-Ort.....	64
4.8.6	Alten Hafen	65
4.9	Industrielle Abwärme	67
5.	Räumliches Konzept.....	70
5.1	Verortung von Wärmenetzprüfgebieten.....	70
5.2	Dezentrale Versorgungsgebiete.....	75
5.3	Wirtschaftlichkeit.....	79
5.3.1	Wirtschaftlichkeit dezentraler Systeme	80
5.3.2	Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen	82
6.	Beteiligung.....	84
7.	Maßnahmenkatalog	86

7.1	Übergeordnete Maßnahmen.....	86
7.2	Maßnahmen Wärmenetzprüfgebiete.....	89
7.3	Maßnahmen Dezentral	105
7.4	Zeitlicher Ablauf	109
	Anhang.....	112
	Abbildungsverzeichnis.....	113
	Tabellenverzeichnis.....	115

1. EINLEITUNG

Die kommunale Wärmeplanung ist ein Instrument, das Kommunen dabei helfen soll, den Weg in eine klimafreundliche Wärmeversorgung zu finden. Dabei handelt es sich um ein übergeordnetes, räumliches und kommunenweites Konzept. Das heißt, dass die Zusammenhänge für die gesamte Kommune betrachtet werden, um im Gesamtkontext zu analysieren, wo sich anhand der vorhandenen Bedarfe und Potenziale welche Wärmeversorgung anbietet. Dabei hat dieses Konzept eine starke räumliche Komponente. Soweit möglich werden alle Analysen daher geodatenbasiert durchgeführt, das heißt sämtliche erhobenen Daten lassen sich kartographisch verorten, übereinanderlegen, gemeinsam darstellen, verschneiden und mit Berechnungen verbinden.

Die kommunale Wärmeplanung ist im Energiewende- und Klimaschutzgesetz (EWKG) Schleswig-Holstein in §7 geregelt und für etwa 70 größere Kommunen mit unterschiedlichen Fristen verpflichtend. Brunsbüttel ist als Mittelzentrum bis 2024 verpflichtet einen kommunalen Wärme- und Kälteplan aufzustellen. In §7 des EWKG ist darüber hinaus auch geregelt, welche Daten erhoben werden können und inwiefern beispielsweise Energieversorgungsunternehmen oder Bezirksschornsteinfeger:innen dabei mitzuwirken haben. Auch der Aufbau einer kommunalen Wärmeplanung ist im EWKG geregelt.

Die Wärmeplanung beginnt mit einer Bestandsanalyse, die den Status Quo der Wärmeversorgung abbildet und möglichst viele relevante Informationen sammelt und als Geodaten verordnet. Beispielsweise werden Schornsteinfegerdaten, Informationen zu Baualtersklassen, zum Denkmalschutz, zur Eigentümerstruktur und zu Neubauprojekten gesammelt. Bei den Energieversorgern werden Gasverbräuche, sowie Informationen zum Gas- und Stromnetz angefragt. Im Zuge der Bestandsanalyse wird auch eine Energie- und Treibhausgasbilanz erstellt, in der dargestellt wird, welche Energieträger in welcher Menge in welchen Sektoren zum Einsatz kommen und welche Emissionen damit verbunden sind. Die Bestandsanalyse umfasst darüber hinaus Abstimmungsgespräche mit diversen Akteur:innen wie Stellen in der Verwaltung, Wohnungsgenossenschaften und weiteren Unternehmen.

Basierend auf den Wärmeverbräuchen erfolgt eine Bedarfsprognose. In dieser werden die aktuellen Wärmeverbräuche für die Stützjahre 2030 und 2045 extrapoliert, denn die Wärmeplanung verfolgt schließlich das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2045 und daher müssen hierfür auch die entsprechenden Wärmebedarfe zugrunde gelegt werden.

Neben dem Bestand werden auch die Potenziale analysiert. In der Potenzialanalyse findet eine Beleuchtung der verschiedenen erneuerbaren Wärmeversorgungsoptionen statt. Dies umfasst beispielsweise Solarthermie und den Einsatz von Umweltwärmeketten wie Umgebungsluft oder Erdwärme in Wärmepumpen. Darüber hinaus findet eine erste Einordnung zum Thema Wärmeliniendichte und Wärmenetzpotenzialen statt. Darauf aufbauend werden im räumlichen Konzept die ersten drei Arbeitsschritte zusammengeführt. Unter Berücksichtigung der in der Bestandsanalyse gesammelten Informationen wird dargestellt, wie die zukünftigen Bedarfe zukünftig mit den ermittelten Potenzialen gedeckt werden sollen. Hierfür werden zunächst Eignungsgebiete für zentrale Wärmeversorgung (Wärmenetze) und Bereiche für dezentrale Einzelversorgungen vorgeschlagen. Für die Eignungsgebiete werden weitere Kennzahlen erhoben und steckbriefartig dargestellt. Diese Steckbriefe bilden dann die Grundlage für den letzten im EWKG verpflichtend vorgesehenen Arbeitsschritt – das Maßnahmenprogramm. Hier wird unter anderem dargestellt, wie

das Zielbild des räumlichen Konzepts erreicht werden kann, welche Teilschritte notwendig sind, welche Zuständigkeiten bestehen und welche Akteur:innen einzubinden sind.

Begleitet wird die kommunale Wärmeplanung von einer Akteurs- und Öffentlichkeitsbeteiligung. Dies kann öffentliche Informationsveranstaltungen, Akteursgespräche und weitere Formate umfassen.

Eine Fortschreibung des Wärme- und Kälteplans ist alle fünf Jahre vorgesehen. Der Wärmeplan ist online zu veröffentlichen.

Neben dem EWKG gilt ab 01.01.2024 auch das Wärmeplanungsgesetz (WPG), das bundesweit für sämtliche Kommunen verpflichtende kommunale Wärmeplanung vorsieht. Wenn jedoch, wie in Brunsbüttel, bereits eine kommunale Wärmeplanung nach Landesrecht in der Erarbeitung befindlich ist, erfüllt dieser Wärmeplan auch die Pflicht zur Aufstellung eines Wärmeplans nach WPG. Der Wärmeplan entfaltet nach WPG keine konkreten Rechtsfolgen für die Eigentümer:innen. Gleichwohl besteht eine Kopplung zum Gebäudeenergiegesetz (GEG), das auch als Heizungsgesetz bezeichnet wird. Nach Abschluss der Wärmeplanung können Kommunen in einem separaten Ratsbeschluss Gebiete für eine Versorgung mit Wärmenetzen oder Gebiete für dezentrale Wärmeversorgung ausweisen. Im GEG ist vorgesehen, dass neue Heizungsanlagen in Neubaugebieten mindestens zu 65 % aus erneuerbaren Energien betrieben werden müssen. Spätestens bis 2028 bzw. nach der Ausweisung der Eignungsgebiete geht die Pflicht für 65 % erneuerbare Wärme auch auf neue Heizungen im Gebäudebestand über. Im GEG sind darüber hinaus diverse Übergangsfristen geregelt.

2. BESTANDSANALYSE

In diesem Kapitel wird der Status Quo der Wärmeversorgung und des Gebäudebestandes beschrieben. Dies umfasst zunächst die Beschreibung des Gebäudebestandes mit Aspekten wie Neubaugebiete, Baualter und Denkmalschutz und anschließend die Analyse der Energieerzeugung samt Energie- und Treibhausgasbilanz. Auch bestehende Wärmenetzinfrastruktur und Informationen zu einzelnen wichtigen Akteur:innen wie Ankerkund:innen oder anderen Institutionen finden sich in diesem Kapitel.

2.1 Gebäudebestand

Im Folgenden wird auf den Gebäudebestand näher eingegangen. Quellen für die Analyse des Gebäudebestandes in Brunsbüttel waren zum einen die ALKIS und LOD1 Daten sowie Flächennutzungs- und Bebauungspläne. Zudem konnten die Daten abgeglichen und verfeinert werden durch z.B. den World Settlement Footprint, das Wohnungsmarktkonzept und Ergebnisse aus dem energetischen Quartierskonzept/Sanierungsmanagement Beamtenviertel/Koogstraße.

2.1.1 Gebäudetypologie

Die Gebäudetypologie im Projektgebiet Brunsbüttel ist merklich geprägt von Einfamilienhäusern (EFH) und Doppelhaushälften (DHH). Teilweise befinden sich einige Mehrfamilienhäuser im Stadtraum. Die Gewerbegebiete sind größtenteils klar abgegrenzt von der Wohnnutzung und befinden sich hauptsächlich im Osten des Stadtgebietes (siehe Abbildung 1).

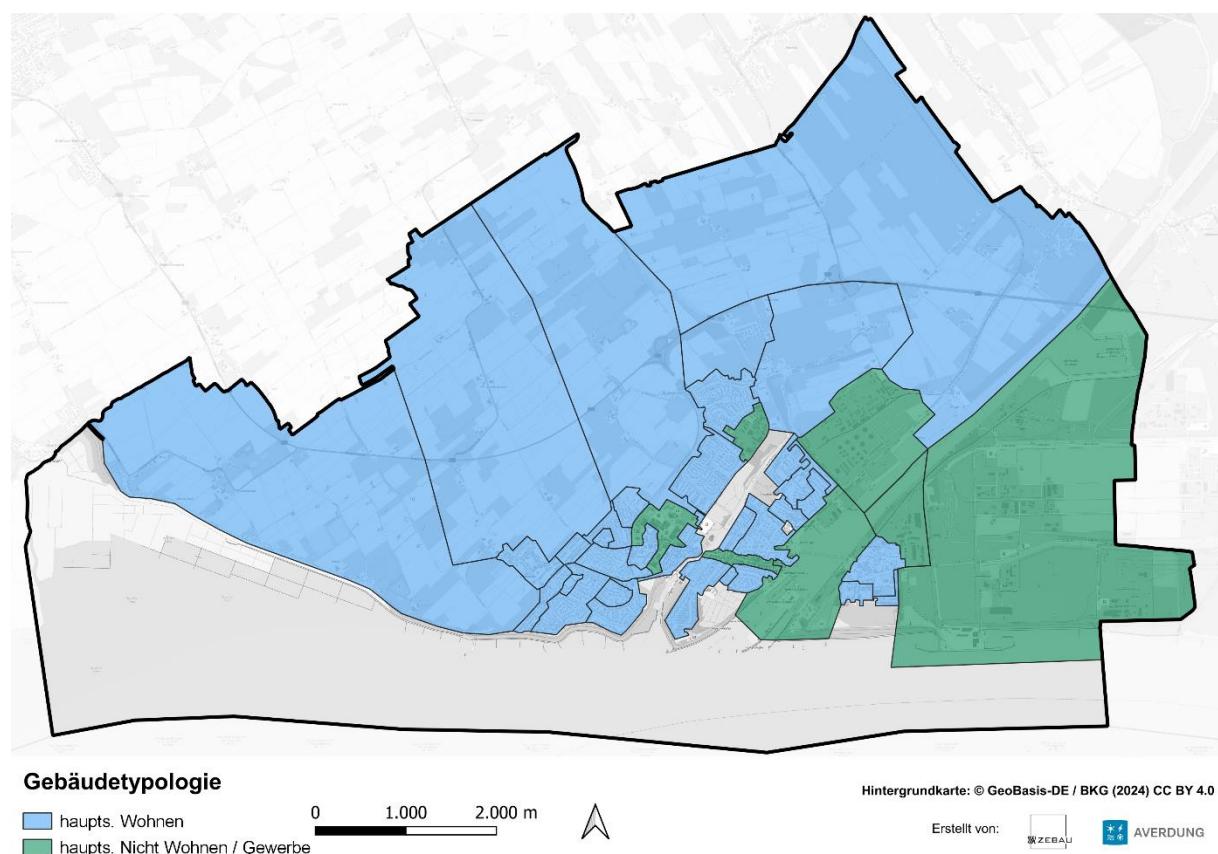


Abbildung 1: Betrachtungsraster nach haupts. Gebäudetypologie

2.1.2 Baualter

Zur Bestimmung des Baualters und des Sanierungsstandes wurden unterschiedliche Methoden genutzt.

Zunächst erfolgte eine Einteilung anhand des Wohnungsmarktkonzeptes¹ (siehe Abbildung 2) und den Ergebnissen aus der Energetischen Stadtanierung. Zusätzlich wurden die Ergebnisse mit dem World Settlement Footprint² abgeglichen. Hierbei wird basierend auf Basis von Satellitenbildern analysiert, in welchen Jahren bestimmte Gebäude hinzugekommen sind (siehe Abbildung 3).

Aufgrund der automatisierten Auswertung und der rasterweisen Auflösung ist dieser Ansatz vor allem zum Schließen von Datenlücken geeignet. Zur Einschätzung des Sanierungsstandes wurden außerdem Abschätzungen anhand von virtuellen Begehungen über Onlinekartendienste vorgenommen.

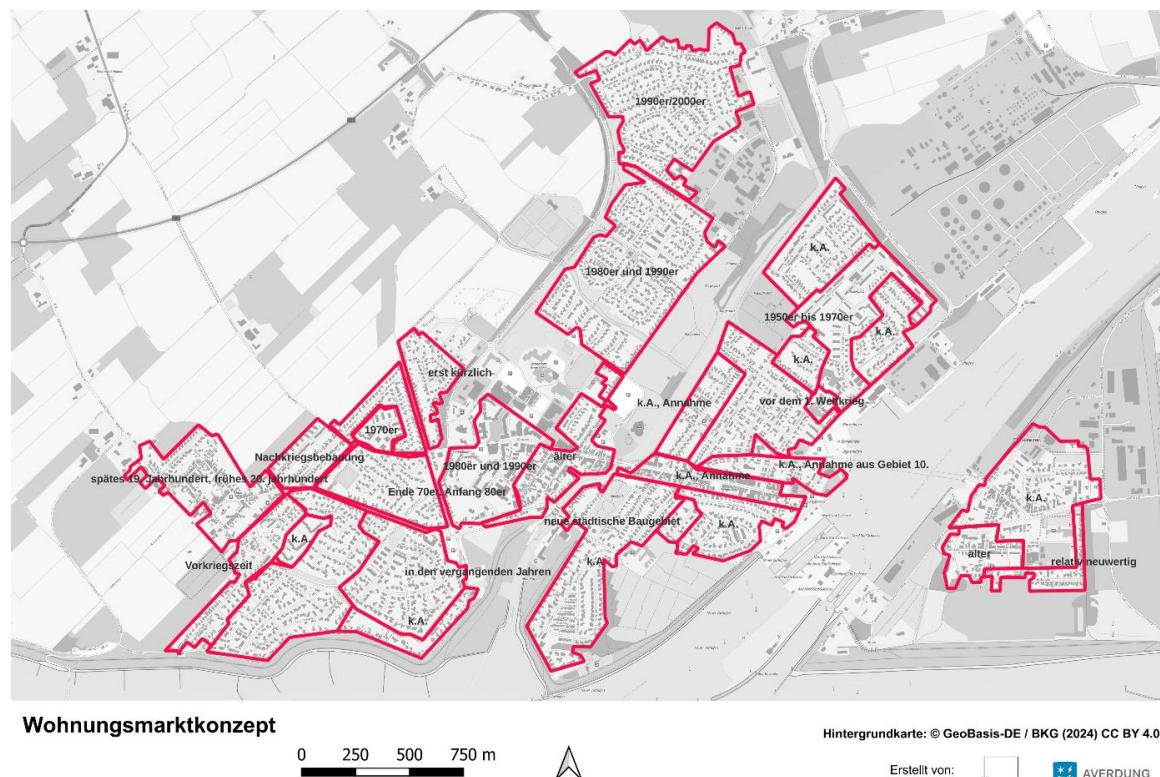


Abbildung 2: Baualtersangaben aus Wohnungsmarktkonzept

Allgemein kann man sagen, dass es in Brunsbüttel Viertel, wie z.B. das Beamtenviertel, gibt, die Ende 19. oder Anfang 20. Jahrhundert erbaut wurden. Hinzu kommen viele Viertel aus der Nachkriegszeit

¹ GEWOS (2012): Wohnungsmarktkonzept Brunsbüttel. Endbericht Hamburg Januar 2012. Institut für Stadt-, Regional-, und Wohnforschung GmbH; Hamburg

² EOC Geoservice, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR);
<https://geoservice.dlr.de/web/maps/eoc:wsf2019>, zuletzt aufgerufen am 06.09.2024

und aus der Zeit Ende des 20. Jahrhunderts. In den letzten Jahren sind einige Neubaugebiete hinzugekommen.

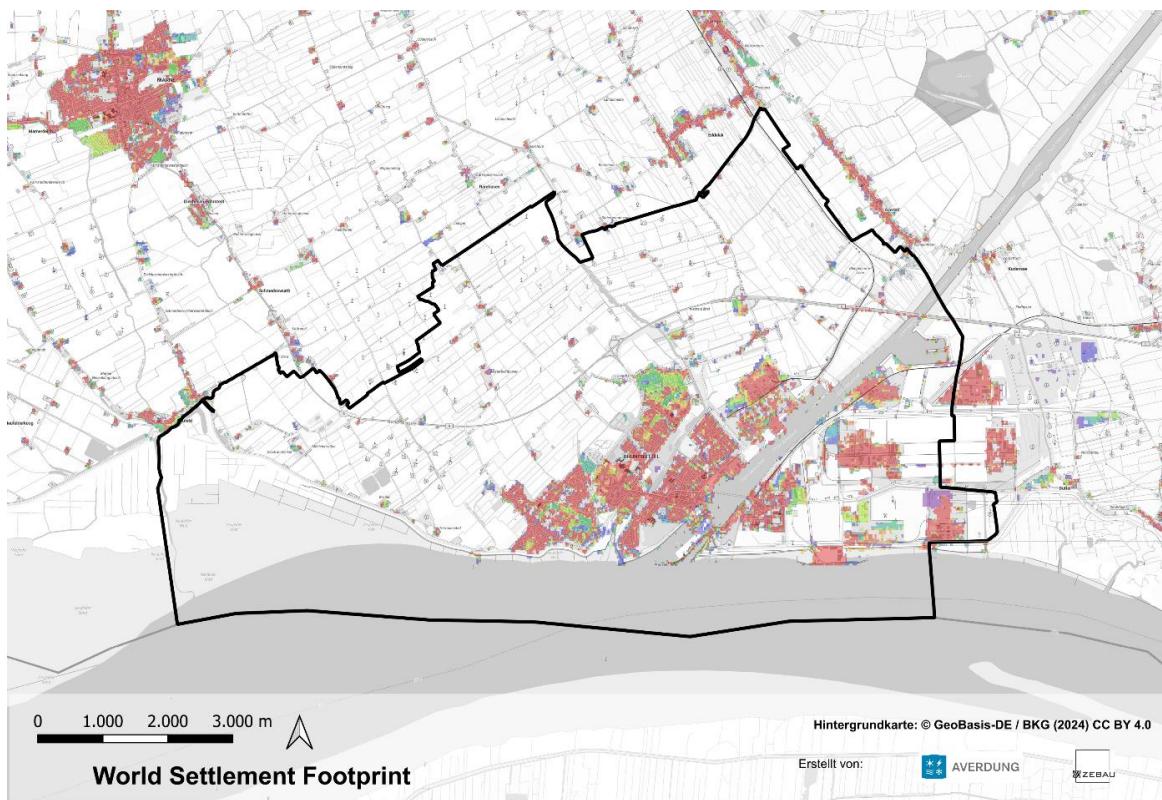


Abbildung 3: World Settlement Footprint.³

2.1.3 Denkmalschutz

In Brunsbüttel befinden sich einige denkmalgeschützte Gebäude, die in der folgenden Abbildung dargestellt sind. Es sind hauptsächlich zwei Gebiete zu identifizieren: das sogenannte Beamenviertel (Wohnsiedlung der Bediensteten des Nord-Ostsee-Kanals) und der Marktplatz (mit Platzrandbebauung) in Brunsbüttel-Ort. Hinzu kommen einzelne Gebäude sowie nicht gebäudebezogene Denkmäler wie ein Friedhof und im Beamenviertel auch alle Gärten.

³ EOC Geoservice (2024): World Settlement Footprint (WSF) Evolution.
<https://geoservice.dlr.de/web/maps/eoc:wsf2019>, zuletzt aufgerufen am 25.10.24



Abbildung 4: Denkmalschutz in Brunsbüttel⁴

2.1.4 Kommunale Liegenschaften

Die kommunalen Liegenschaften der Stadt Brunsbüttel umfassen unter anderem das Rathaus und das Verwaltungsgebäude, die Schulen, Kitas, das Freizeithallenbad, das Freibad sowie die Gebäude der Feuerwehr.

2.1.5 Gewerbe

Brunsbüttel ist ein wichtiger Wirtschaftsstandort und ist maßgeblich von Seefahrt und Handel geprägt. Dies liegt an der direkten Lage zum Nord-Ostsee-Kanal sowie der Elbe. Hier haben sich in Brunsbüttel mehrere Chemiewerke angesiedelt, was dazu geführt hat, dass die Chemieindustrie seitdem den überwiegenden Einfluss auf die Wirtschaft ausübt. Das Industriegebiet Brunsbüttel-Süd ist nördlich der Elbe gelegen und stellt das größte zusammenhängende Industrie- und Gewerbegebiet in Schleswig-Holstein dar. Hier befinden sich unter anderem die Chemiewerke der Covestro AG und die TotalEnergies Bitumen Deutschland GmbH. Darüber hinaus haben sich einige Fachspeditionsdienste angesiedelt, um die Waren anschließend über die Elbe oder den Nord-Ostsee-Kanal zu transportieren. Im Jahr 2017 wurden in Brunsbüttel insgesamt 13 Millionen Tonnen Güter umgeschlagen, wobei davon 10 Millionen Tonnen im Elbehafen verzeichnet wurden.⁵

Brunsbüttel verfügt über einige Hotels und Ferienunterkünfte, die im nordwestlichen Stadtgebiet gelegen sind. An der Koogstraße, die horizontal durch die Nordseite des Stadtgebiets führt, sind einige Restaurants gelegen. Hier verfügt Brunsbüttel zudem über einige Einkaufsmöglichkeiten. Im westlichen Randbereich gibt es darüber hinaus noch weitere Einzelhandelsgeschäfte, wie zum

⁴ Hintergrundkarte: © basemap.de Web Raster Grau / BKG 2024 CC BY 4.0; Landesamt für Denkmalpflege: Denkmalkarte Schleswig-Holstein. <https://efi2.schleswig-holstein.de/denkmalkarte/>, zuletzt aufgerufen am 25.10.24

⁵ Deutsche Seehäfen melden stabile Umschlagentwicklung. In: Schiff & Hafen, Heft 4/2018, S. 34/35

Beispiel Edeka Frauen, Lidl, Aldi, Netto und eine Drogerie. Außerdem gibt es einen Baumarkt, verschiedene Möbelgeschäfte und einen Elektrofachmarkt.

2.2 Quartierskonzept Koogstraße / Beamtenviertel

In einem vorausgegangenen Quartierskonzept aus dem Jahr 2018 wurden Sanierungsmöglichkeiten und klimafreundliche Versorgungsmöglichkeiten für Strom und Wärme in den Gebieten Koogstraße, Beamtenviertel und Kippe untersucht und entsprechende Vorschläge und Empfehlungen erarbeitet. Das Projektgebiet befindet sich zwischen der Braake im Westen und dem NOK im Osten. Nördlich schließt das Industriegebiet Nord an und im Süden bildet die Koogstraße den Abschluss. Das Gebiet „Kippe“ befindet sich dabei im Nordwesten der Stadt. Zwischen der überwiegend gewerblich geprägten Koogstraße im Süden und der Kippe liegt das Wohngebiet Beamtenviertel.

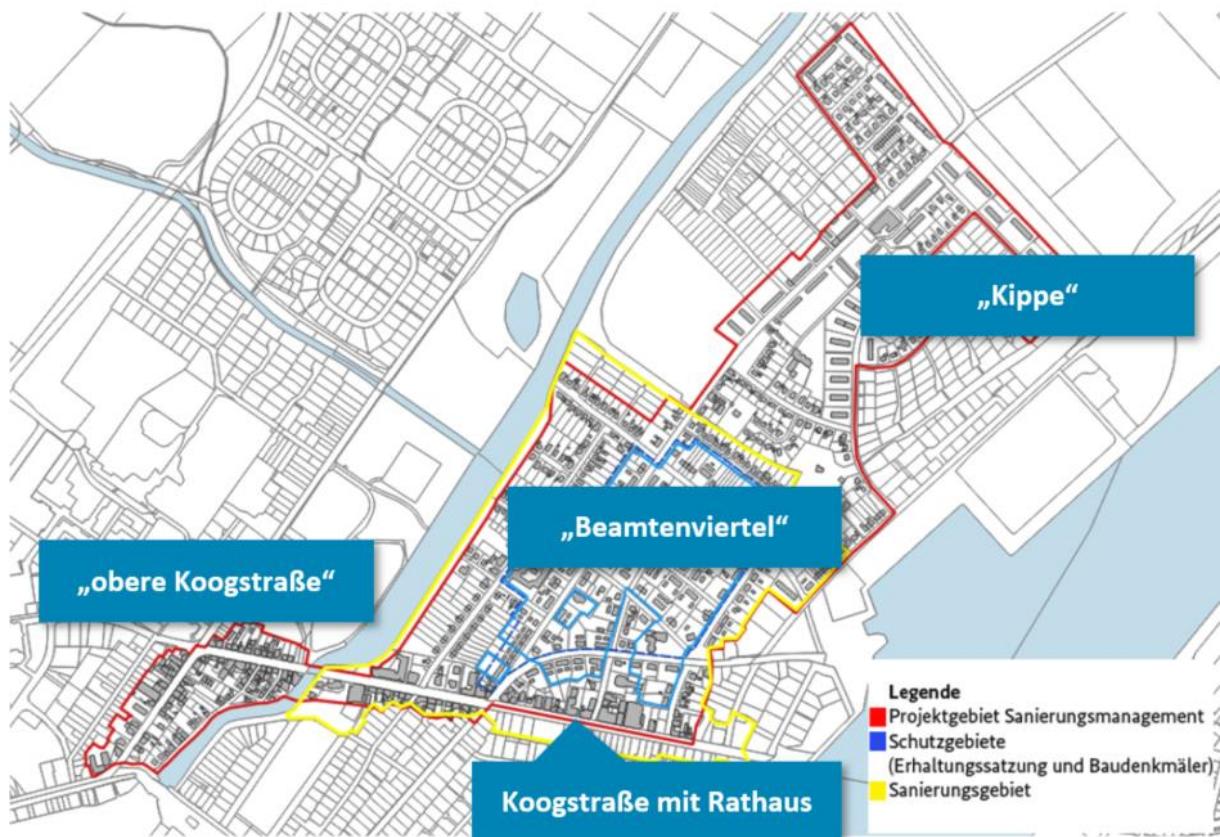


Abbildung 5: Grenze des Projektgebiets, Sanierungsgebiet und denkmalgeschützte Bereiche

Im Rahmen des Quartierskonzepts wurden drei Wärmenetzpotenzialgebiete identifiziert. Alle drei Netzausbaugebiete zeichnen sich durch eine hohe Wärmebedarfsdichte aus und bieten sich dadurch für eine Wärmenetzlösung an.

Das Gebiet Kippe ist überwiegend ein Wohngebiet und zeichnet sich durch Geschosswohnungsbau der 1950er bis 1970er aus. Dort herrschte zum Zeitpunkt der Konzepterstellung ein hoher Modernisierungs- und sogar Rückbaubedarf. Über die Hälfte des Wärmebedarfs der Kippe entfällt auf bereits bestehende Mikronetze, über die mehrere Mehrfamilienhäuser aus jeweils einer Heizzentrale versorgt werden.



Abbildung 6: Netzausbaugebiet Kippe mit bestehenden Mikronetzen (Grundlage ALKIS)⁶

Das Beamtenviertel ist überwiegend durch Wohnnutzung gekennzeichnet. Die Siedlung wurde zwischen 1909 und 1914 nach dem Vorbild der englischen Gartenstadt errichtet. Es ist eine sehr beliebte Wohngegend mit einer unverwechselbaren baulichen Struktur, wovon ein Großteil der Bauten seit 2015 unter Denkmalschutz stehen, siehe Abbildung 4. Auch die Boje-Schule in der Bojestraße und die Paulus-Kirche an der Kautzstraße e, sowie der Wasserturm in der Ostermoorer Straße und die WSA-Villa sowie das Rathaus in der Koogstraße zählen zu diesem Gebiet und sind denkmalgeschützte Gebäude.⁷ Die Energieversorgung im Beamtenviertel fand zum Zeitpunkt der Konzepterstellung überwiegend durch dezentrale Anlagen, wie Gas- und Ölthermen, statt. Viele der

⁶ ZEBAU GmbH und AIB (2018): Energetisches Sanierungskonzept für das Quartier Koogstraße / Beamtenviertel in Brunsbüttel

⁷ AIB (2020): Machbarkeitsstudie für die Integration und Transformation eines Wärmenetzes 4.0 mit einem hohen Anteil an erneuerbaren Energien in Brunsbüttel. Averdung Ingenieure und Berater GmbH (AIB), Suntrace GmbH, Stadtwerke Brunsbüttel. März 2020

Anlagen waren über 20 Jahre alt, im historischen Teil des Gebiets waren es sogar mehr als 50 %.⁸ Aufgrund der Notwendigkeit die Anlagen auszutauschen, wurde von einer hohen Anschlussbereitschaft ausgegangen.

Zahlreiche Liegenschaften in diesem Gebiet waren im Eigentum eines privaten Wohnungsunternehmens, welches daher ein wichtiger Ankerkunde ist. Die betroffenen Liegenschaften sind in Abbildung 7 gesondert markiert. Mittlerweile sind die Gebäude allerdings an mehrere neue Eigentümer verkauft worden.



Abbildung 7: Netzausbaugebiet Beamenviertel (Grundlage ALKIS)⁹

Die Koogstraße ist die zentrale Versorgungsstraße in Brunsbüttel und besteht daher überwiegend aus gewerblichen Liegenschaften, während Wohnen eine untergeordnete Rolle spielt.

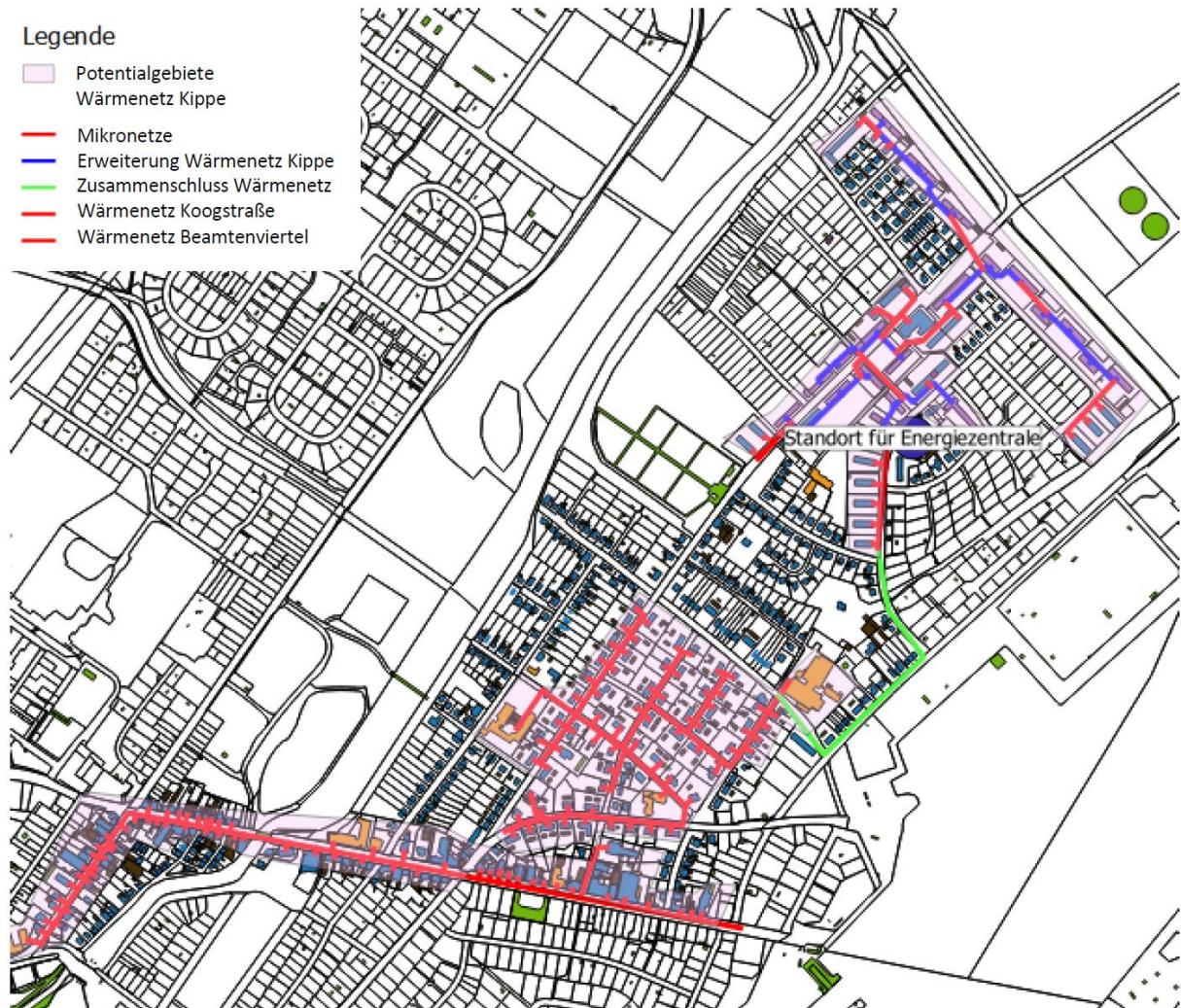
Für die jeweiligen Potenzialgebiete wurden einzelne Wärmenetze bzw. der Zusammenschluss der Mikronetze konzipiert und im Variantenvergleich als die in Hinblick auf Emissionen und Wirtschaftlichkeit am sinnvollsten bewertet. Daraus ergaben sich drei wirtschaftlich umsetzbare Wärmenetzversorgungslösungen: Zwei kleinere, die aus lokalen Energiezentralen z.B. in der Bojeschule gespeist werden könnten und eine große gebietsüberschreitende Lösung auf Basis von Abwärme aus dem ChemCoast-Park, die später die Grundlage für die Wärmenetze 4.0

⁸ complan Kommunalberatung GmbH. „Beamenviertel“ in Brunsbüttel Vorbereitende Untersuchungen mit integriertem Entwicklungskonzept Zwischenstand ohne Erweiterungsgebiet. 2017.

⁹ ZEBAU GmbH und AIB (2018)

Machbarkeitsstudie sein sollte. Auf Basis der Machbarkeitsstudie erfolgt aktuell die Planung und Umsetzung des Brunsbütteler Fernwärmennetzes.

Im Anschluss an das Quartierskonzept wurde die Umsetzung und Weiterentwicklung der Maßnahmen im Rahmen des Sanierungsmanagements bis Ende 2023 begleitet und unterstützt.



Im Rahmen der Konzepterstellung und dem nachfolgenden Sanierungsmanagement wurden zudem für verschiedene private und kommunale Liegenschaften (u.a. Boje Schule, Rathaus, Gebäude im Beamenviertel) Mustersanierungskonzepte erstellt und Einsparpotenziale ermittelt.

Für einen Großteil der Liegenschaften in den Potenzialgebieten ist der Anschluss an das neu entstehende Wärmenetz geplant.

2.3 Energieinfrastruktur

Im Folgenden wird der Status Quo der Energieversorgung wiedergegeben. Hierzu wird zunächst die Situation im Gas- und Stromnetz beschrieben und anschließend eine Energie- und CO₂-Bilanz aufgestellt.

Insgesamt sind im Marktstammdatenregister für Brunsbüttel 17 Blockheizkraftwerke mit einer kumulierten elektrischen Leistung von 18.000 kW eingetragen. Diese verteilen sich sowohl auf

gewerbliche als auch auf private Anlagen, wobei die vier nicht gewerblichen Anlagen lediglich eine Leistung von insgesamt ca. 13 kW ausmachen.

Tabelle 1: Übersicht über die installierte elektrische Leistung von BHKW und PV

el. Leistung BHKW [kW]		Anzahl
Gesamt	18.000	17
Davon gewerblich	17.987	13
0 - <10 kW	27,95	7
10 - <50 kW	76,2	4
50 - <200 kW	286	3
> 200 kW	17.517	3

2.3.1 Gasnetz

Das gesamte Stadtgebiet ist in den dicht besiedelten Gebieten durch das Gasnetz erschlossen. Daher ist ein Großteil der Liegenschaften in Brunsbüttel an das Gasnetz angeschlossen. Dies spiegelt sich auch darin wider, dass etwa drei Viertel des Wärmebedarfs auf Erdgas zurückzuführen sind (vgl. Kapitel 2.4.1).

2.3.2 Bestandswärmenetze

In Brunsbüttel gibt es bereits mehrere kleine und größere Wärmenetze, die in Abbildung 8 zu sehen sind. Dazu gehören ein kleines Netz an der Reepschläger- und Segelmacherstraße und ein ebenfalls kleineres Wärmenetz an der Vollmachtwede. Außerdem teilen sich die Boy Lornsen Grundschule und das Freibad Ulitzhörn bereits saisonal die WärmeverSORGUNG mithilfe eines erdgasbetriebenen BHKW. Zudem besteht mit dem City-Netz ein größeres mit Erdgas gespeistes Wärmenetz.

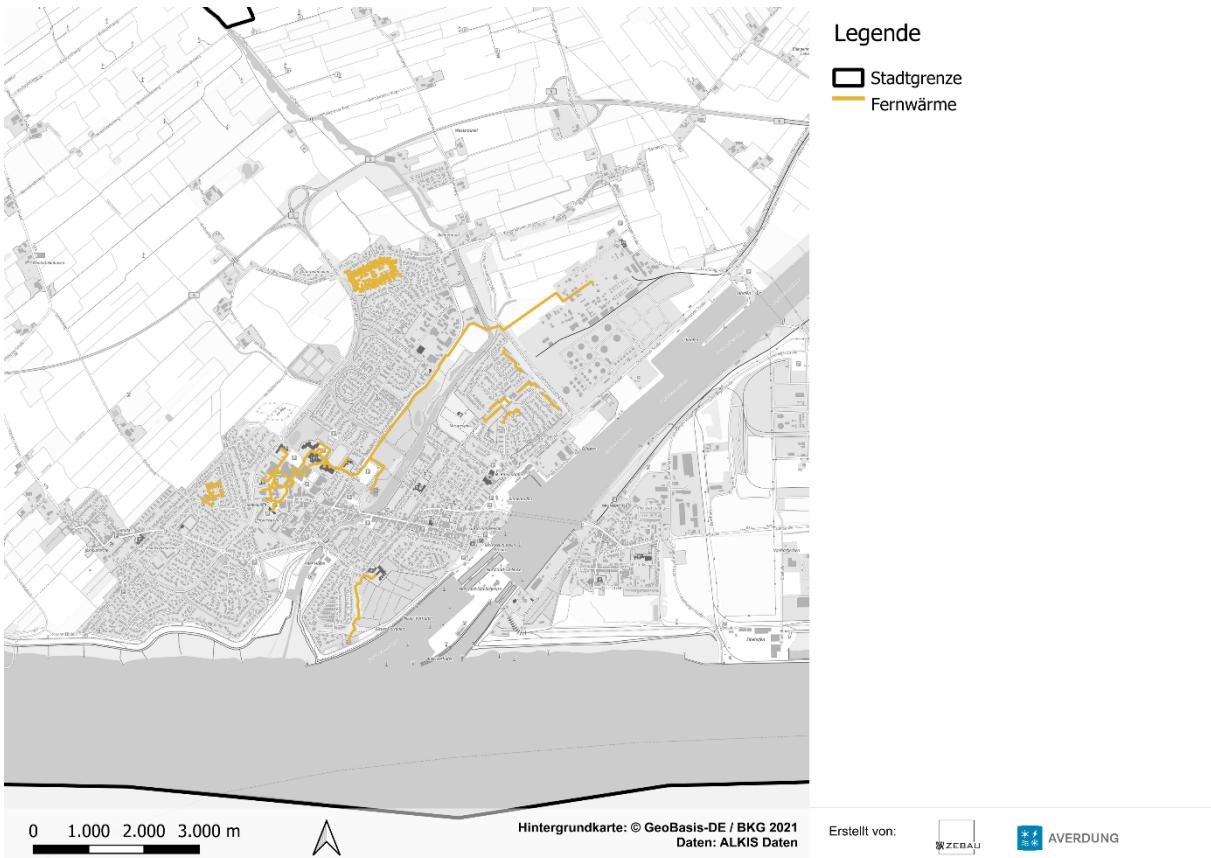


Abbildung 8: Bestehende Fernwärmennetze in Brunsbüttel

2.3.2.1 City-Netz

Das City-Netz wird bereits seit 40 Jahren betrieben und gehört jetzt der Westholstein Wärme GmbH. Diese versorgt mit Abwärme des im Nordosten des Stadtzentrums liegenden Chemiewerks Sasol überwiegend kommunale Liegenschaften, wie das Elbeforum und das Freizeithallenbad LUV. Die Vor- und Rücklauftemperaturen betragen in etwa 88 bzw. 68 °C, wobei die hohen Rücklauftemperaturen auf Haustechnik zurückzuführen ist, dessen energetische Effizienz durch Optimierung noch gesteigert werden könnte. Die erdverlegte Transportleitung, die wie in Abbildung 8 von Sasol bis zum Freizeitbad nordwestlich der Braake verläuft, weist einen Nenndurchmesser von DN100 und eine Gesamtlänge von 3 km auf.¹⁰ Selbst mit einer günstigen und weniger effizienten Speichertechnologie, die bisher noch nicht eingesetzt wird, bestünde die Möglichkeit die Auslastung weiter zu steigern. Das Netz hat einen Wärmebedarf von 4 GWh. 90 % davon entfallen auf das Freizeitbad, welches eine Anschlussleistung von 900 kW_{th} aufweist.

Weiterhin betreibt die Westholstein Wärme GmbH ein mit Erdgas-Niedertemperaturverbrennern versorgtes Heizwerk im Keller der Sporthalle am Bildungszentrum. Die Energiezentrale des Wärmenetzes umfasst zwei 30 Jahre alte Erdgaskessel mit einer Anschlussleistung von 1.725 bzw. 1.800 kW.¹¹ Die Vor- und Rücklauftemperaturen betragen im Mittel 75 bis 55 °C. Die Trasse hat eine

¹⁰ EEB ENERKO Energiewirtschaftliche Beratung GmbH. Nutzung industrieller Abwärme im ChemCoast Park. Aldenhoven, Heide, 2016.

¹¹ HCG Hamburg Gas Consult GmbH. Sachzeitwertermittlung Wärmeversorgung Brunsbüttel FW-Netz Segelmacherstraße FW City-Netz (2012)

Gesamtlänge von fast 2,1 km. Sie ist mit Kunststoffmantelrohren ausgeführt. Die darüber versorgten Liegenschaften (zwei Schulen, zwei Sporthallen und weitere Gebäude im City-Bereich haben einen Wärmebedarf von 3.694 MWh, was einer Anschlussquote von 64 % entspricht. Insgesamt beläuft sich der Bedarf auf 5.758 MWh, bereits durch den Anschluss drei weiterer verbrauchsstarken Ankerkunden könnte eine Anschlussquote von 81 % erreicht werden.

2.3.2.2 Wärmenetz Segelmacherstraße

Im Norden entlang der Segelmacher- und der Reepschlägerstraße betreibt die Westholstein-Wärme GmbH ein kleines Fernwärmennetz für 89 Abnehmer, die einen Wärmebedarf von 1.452 MWh aufweisen. Die Wärmeleistung von 480 kW liefern zwei Niedertemperatur-Gas-Kessel und befinden sich in einem eigenem Technikgebäude. Die Hauptversorgungsleitungen umfassen eine Gesamtlänge von fast 1.4 km und sind als Kunststoffmantelrohre ausgeführt.¹²

2.3.3 Geplantes Fernwärmennetz Brunsbüttel

Im Rahmen des Förderprogramms „Wärmenetze 4.0“ wurde im Auftrag der Stadtwerke Brunsbüttel eine Machbarkeitsstudie zur Versorgung des zentralen Brunsbütteler Stadtgebiets mit Abwärme und erneuerbarer Energie aus den Industriegebieten im Norden und auf der Südseite des Nord-Ostsee-Kanals durchgeführt. Die Studie lag Ende des Jahres 2019 vor und kommt zu dem Ergebnis, dass eine durch Abwärme vom Industrieunternehmen Sasol Germany GmbH und erneuerbarer Energie aus dem Biomasseheizkraftwerk der Bioenergie Brunsbüttel Contracting GmbH & Co. KG (BEBC) gespeiste Fernwärmelösung für das zentrale Brunsbüttel, welches das Quartier beinhaltet, ökologisch und wirtschaftlich sinnvoll ist und die weitere Umsetzung angestrebt werden sollte. Der Vorteil dieser Versorgungslösung liegt darin, dass sowohl eine Abwärmeauskopplung im Sasol-Werk als auch eine Dampftransportleitung von BEBC von der Süd- auf die Nordseite des Nord-Ostsee-Kanals bereits besteht, sodass die Kosten für Auskopplung und Kanalquerung entfallen.

Die 2021 neu gegründete Westholstein Wärme GmbH hat das Konzept zu einer zu 100 % aus Erneuerbarer Energie und unvermeidbarer Abwärme stammender WärmeverSORGUNG weiterentwickelt. Erste Bauabschnitte zur Versorgung von Gebäuden in der Kautzstraße und in der Ostermoorer Straße sind bereits fertiggestellt. Weitere Bauabschnitte in der Scholerstraße und in der Eddelaker Straße sollen kurzfristig umgesetzt werden. Weitere Abschnitte sind in der Planungsphase.

¹² Ebd.

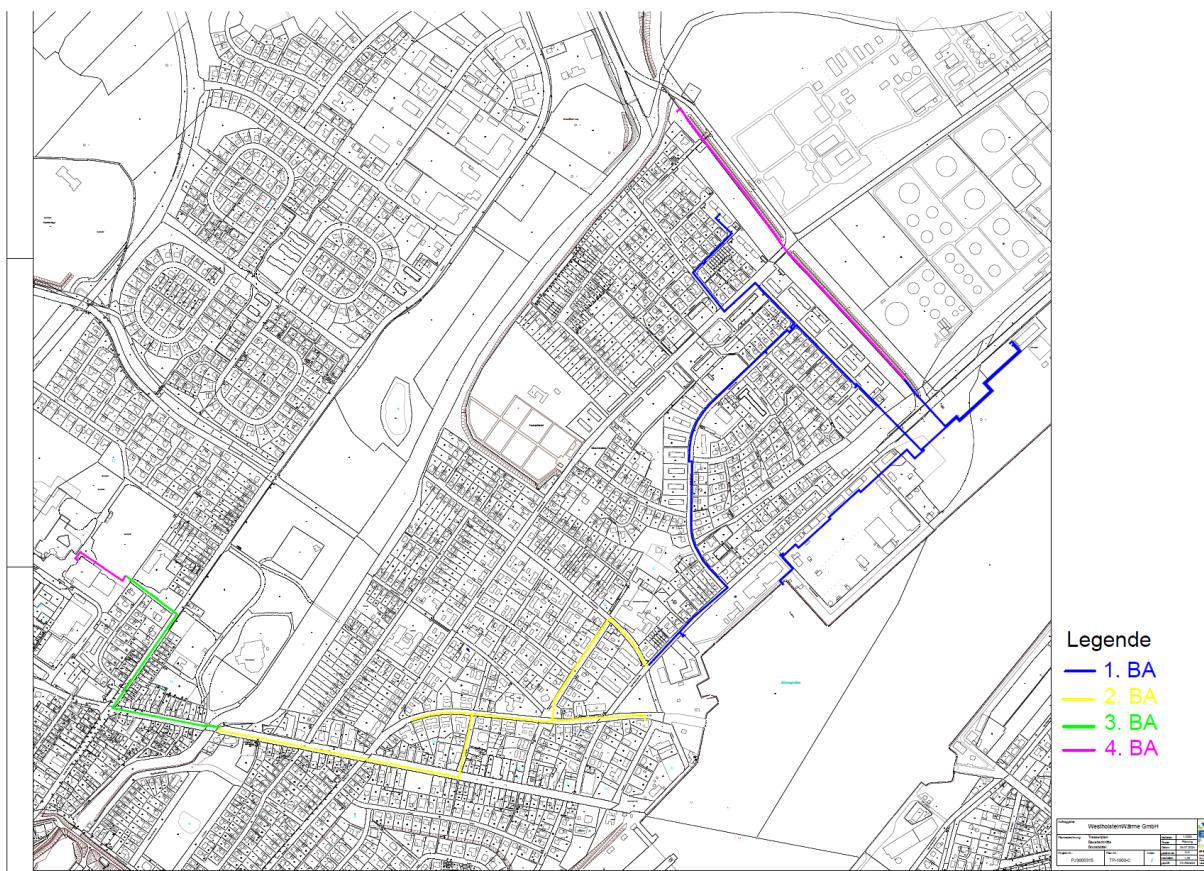


Abbildung 9: Brunsbütteler Fernwärmennetz: Planung der Wärmenetzhauptleitungen (Stand September 2024)

2.4 Energie- und CO₂-Bilanz

Die energetische Bestandsanalyse stellt die Grundlage für die Bilanzierung der Energieverbräuche und Treibhausgas-Emissionen (THG-Emissionen) der Stadt Brunsbüttel dar. Im Rahmen der Energie- und THG-Bilanz wird gezeigt, welche Energieträger in der Stadt verbraucht werden und welche THG-Emissionen dabei entstehen. Dadurch können die für die Emissionen maßgeblichen Sektoren und Energieformen identifiziert werden. Zudem erfolgt eine Einordnung der Verbräuche und Emissionen im Vergleich zu den bundesweiten Emissionen.

Anhand der Energie- und THG-Bilanz lassen sich die zukünftigen Entwicklungen des Energieverbrauchs im Gebäude- und Infrastrukturbereich sowie im Verkehrssektor darstellen und hinsichtlich der Erreichung von Klimaschutzz Zielen bewerten. Zunächst erfolgt eine Bilanzierung der energetischen Bestandssituation. Hierfür werden die aktuellen Strom- und Wärmeverbräuche erhoben und die Emissionen von Mobilität und Verkehr betrachtet. Die zusammenfassende THG-Bilanz ist eine wesentliche Grundlage für die Erarbeitung und Bewertung des Maßnahmenkatalogs für die Stadt Brunsbüttel.

Basierend auf den Empfehlungen zur Methodik der kommunalen THG-Bilanzierung (Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, 2019) wird die endenergiebasierte Territorialbilanz (in statistischen Berichten auch Verursacherbilanz genannt) verwendet. Hierbei werden alle im betrachteten Territorium anfallenden Verbräuche auf Ebene der Endenergie berücksichtigt und den verschiedenen Verbrauchssektoren zugeordnet. Aus diesen werden über spezifische

Emissionsfaktoren die THG-Emissionen berechnet. Graue Energie, also die Energie, die zur Herstellung, zum Transport, zur Lagerung, zum Verkauf und zur Entsorgung von Gebäuden und Produkten aufgewendet wird, wird nicht bilanziert. Das Basisjahr ist das Jahr 2022.

2.4.1 Energiebilanz

Stromverbrauchsdaten werden in Lastprofilen und Lastmessungen sowie in Spannungsebenen unterteilt. Haushalte und Kleingewerbe, die weniger als 100.000 kWh Strom im Jahr verbrauchen, werden auf der Niederspannungsebene (bis 1.000 Volt) versorgt und durch Standardlastprofile (SLP) kategorisiert. Ebenfalls auf der Niederspannungsebene allerdings mit registrierender Leistungsmessung (RLM) werden größere Stromabnehmer mit mehr als 100.000 kWh/a Verbrauch, wie z. B. Gewerbebetriebe, größere Bildungseinrichtungen etc. versorgt. Auf der Mittel- und Hochspannungsebene werden Großgewerbe- und Industriebetriebe versorgt.

Wie auch bei den Stromverbräuchen wird bei den Gasverbräuchen zwischen registrierender Leistungsmessung (RLM) und verbrauchsgruppenspezifischen Standardlastprofilen (SLP) unterschieden. Die Grenze der generellen Erfassung nach RLM liegt beim Gasverbrauch bei mindestens 1,5 GWh pro Jahr. Die Messung der RLM-Verbräuche erfolgt stündlich. Die Verbräuche der Industrie sind dementsprechend in den RLM-Daten enthalten. Neben der Industrie sind auch andere Liegenschaften mit hohem Gasverbrauch, wie Gewerbebetriebe, Krankenhäuser, größere Bildungseinrichtungen, Schwimmbäder etc. als RLM-Kunden registriert.

Die Strom- und Gasverbräuche der Stadt Brunsbüttel wurden von den Stadtwerken Steinburg für die Jahre 2019 bis 2022 zur Verfügung gestellt. Die Daten sind in SLP (Standardlastprofil) und RLM (Registrierende Leistungsmessung) unterteilt.

Die Daten lassen damit eine ungefähre Unterteilung in Großgewerbe (RLM) und Haushalte und Kleingewerbe (SLP) zu. Eine detaillierte Unterscheidung auf Basis der erhaltenen Daten ist nicht möglich. Die Verbrauchsdaten wurden geclustert erhalten, wobei die Cluster den entsprechenden Adressen zugeordnet werden können. Daraus lässt sich die Zuordnung der Verbräuche verhältnismäßig genau ermitteln. Eine Unterscheidung zwischen Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und der Industrie ist auf Basis der Daten jedoch nicht möglich, sodass diese zusammengefasst werden.

Tabelle 2: Stromverbrauch der Stadt Brunsbüttel in den Jahren 2019–2022

Stromverbrauch	2019	2020	2021	2022
	kWh			
Wohnen	25.216.992	25.102.412	23.617.672	21.657.636
GHD	114.697.886	113.380.160	92.096.042	78.084.651
kommunal	933.338	619.246	886.517	965.892
gesamt	140.848.216	139.101.818	116.600.231	100.708.179

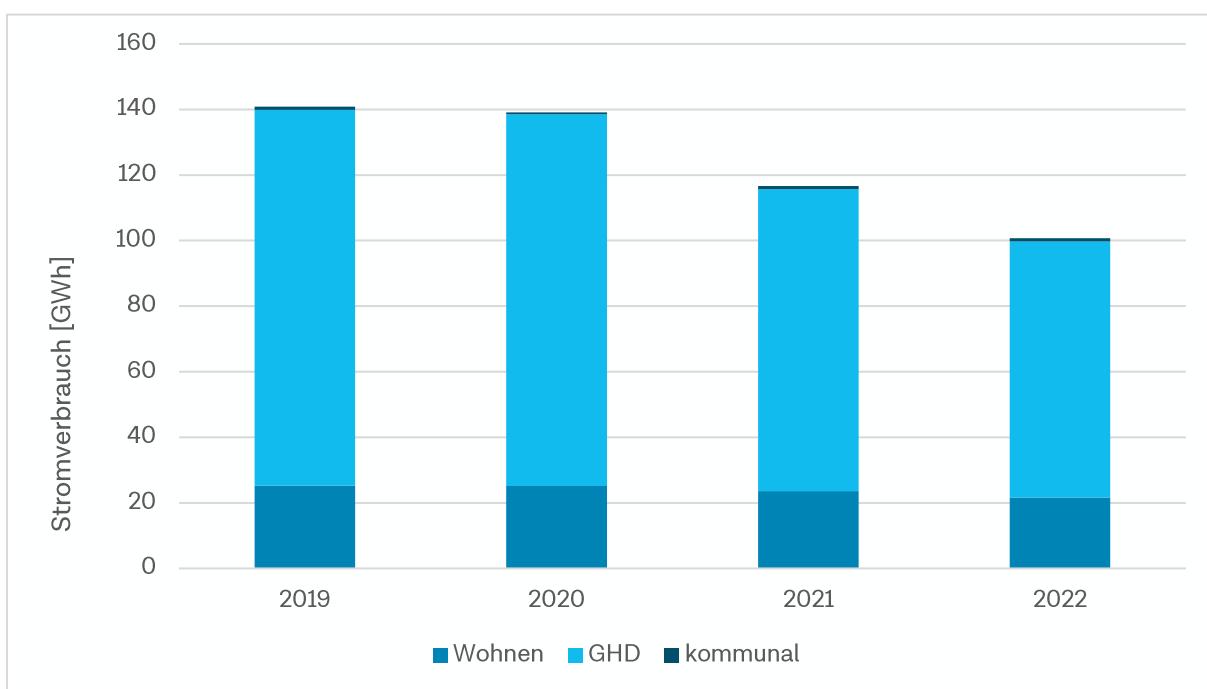


Abbildung 10: Stromverbrauch der Stadt Brunsbüttel 2019–2022

Es wird deutlich, dass der Stromverbrauch in Brunsbüttel mit ca. 80 % zu großen Teilen auf GHD entfällt. Der Stromverbrauch der privaten Haushalte macht etwa 20 % aus. Der kommunale Stromverbrauch macht mit ca. 1 % den geringsten Anteil aus. Während der Stromverbrauch von Haushalten und kommunalen Liegenschaften relativ konstant ist, hat sich der Strombedarf von GHD in den Jahren 2021 und 2022 um insgesamt 40 % verringert.

Die Analyse der Gasverbräuche für die Stadt Brunsbüttel basiert im Wesentlichen auf den Daten der Stadtwerke Steinburg und Angaben der Stadt zu den kommunalen Gebäuden. Letztere werden zum großen Teil durch dezentrale, Erdgas befeuerte Einzelanlagen sowie durch Anschluss an Wärmenetze beheizt.

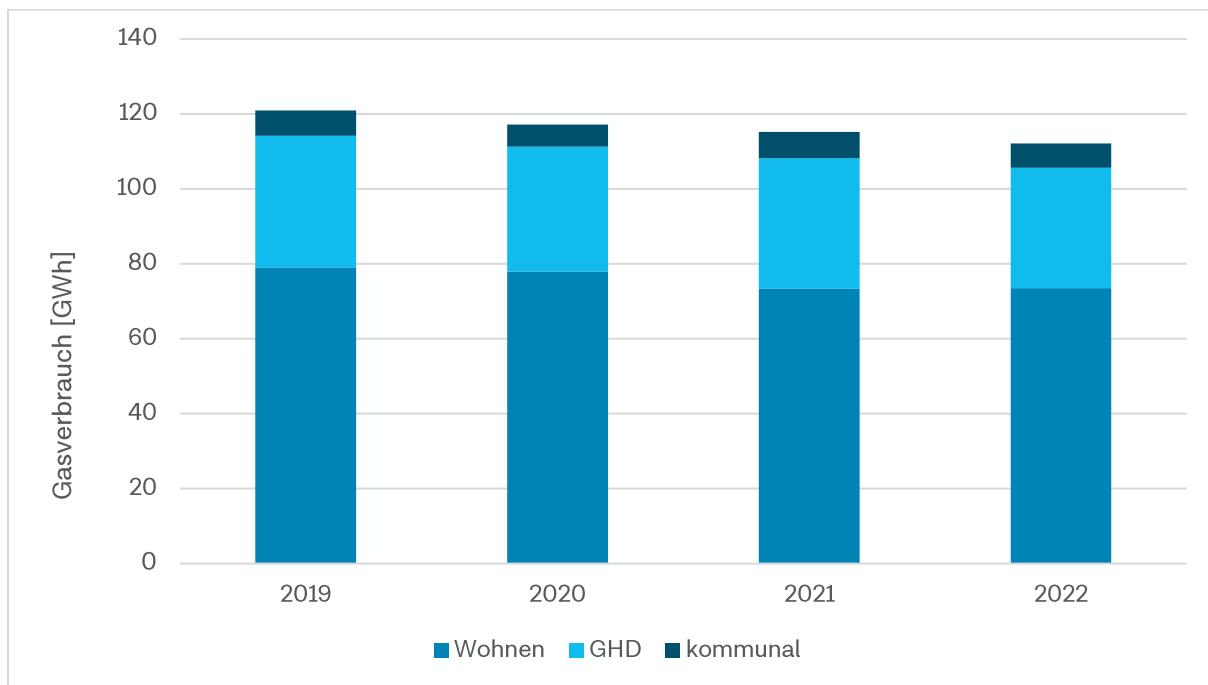


Abbildung 11: Gasverbrauch von Haushalten, GHD und kommunalen Liegenschaften der Stadt Brunsbüttel in den Jahren 2019 bis 2022

Erdgas deckt in Brunsbüttel einen Großteil des Energieverbrauchs für Wärme ab. Daneben wird in Brunsbüttel überwiegend mit Heizöl geheizt. Ein geringer Anteil der Wärmeversorgung wird durch Pellettheizungen und Wärmepumpen abgedeckt. Die Gasverbräuche liegen im Bereich von 112 – 121 GWh / a. Die Gasverbräuche weisen eine fallende Tendenz auf und sind von 2019 bis 2022 um 7 % gefallen.

Tabelle 3: Erdgasverbräuche in Brunsbüttel 2019 bis 2022

Erdgasverbrauch		2019	2020	2021	2022
		[kWh]			
Wohnen		79.107.474	77.986.595	73.377.355	73.530.469
GHD & Industrie		35.085.517	33.322.508	34.876.417	32.121.341
kommunal		6.766.197	5.919.720	6.962.078	6.517.771
gesamt		120.959.188	117.228.823	115.215.850	112.169.581

Die Fernwärme wird in Brunsbüttel durch Erdgas bereitgestellt. Für die Fernwärme liegen nur für die Jahre 2021 und 2022 Werte vor. Diese können wie folgt in Wohnen, GHD und kommunal unterteilt werden.

Tabelle 4: Fernwärmeverbrauch in Brunsbüttel 2019 bis 2022

Fernwärme	2021	2022
gesamt	4.242.242	3.974.714
davon		
Wohnen	1.556.843	1.366.342
GHD	741.264	750.533
kommunal	1.944.135	1.857.839

Über die genauen Verbräuche von Heizöl und Pellets liegen keine Daten vor. Die geclustert erhaltenen Gasverbrauchsdaten wurden auf die Einzelgebäude verteilt, wodurch sich einigermaßen genau die Gebäude ohne Gasverbrauch ermitteln lassen. Diesen Gebäuden wurde anhand von Gebäudetyp und Baulter jeweils ein Wärmebedarf zugeordnet. Dieser wird entsprechend den Heizöl- und Pelletheizungen zugeordnet. Daraus ergeben sich die in Abbildung 12 dargestellten Anteile und die entsprechenden Verbräuche (Tabelle 5).

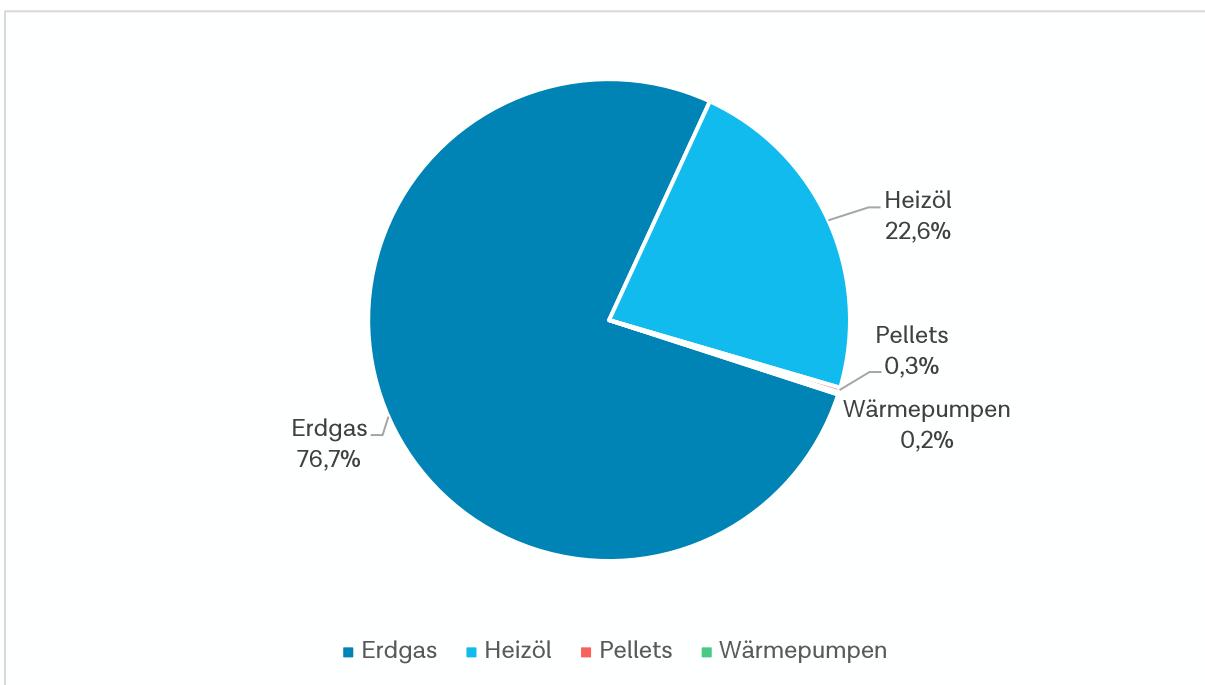


Abbildung 12: Anteile von Erdgas, Heizöl, Pellets und Wärmepumpen an der Wärmeversorgung in Brunsbüttel

Tabelle 5: Bereitstellung von Wärmenergie in Brunsbüttel 2019 bis 2022

Wärme	2019	2020	2021	2022
	kWh			
Erdgas	119.001.207	115.847.800	110.973.608	108.194.867
Fernwärme	1.957.981	1.381.023	4.242.242	3.974.714
Heizöl	24.011.903	23.697.953	22.436.687	22.371.660
Wärmepumpe	252.896	368.302	281.752	206.183
Pellets	495.905	480.611	472.359	459.870
gesamt	145.719.892	141.775.690	138.406.647	135.207.294

2.4.2 Treibhausgas-Bilanz

Aus der Energiebilanz wird die THG-Bilanz abgeleitet. Für eine Vergleichbarkeit werden die Energiemengen anhand von spezifischen Emissionsfaktoren in die gleiche Einheit, die sogenannten CO₂-Äquivalente umgerechnet. Die THG-Emissionsfaktoren beziehen neben den reinen CO₂-Emissionen weitere Treibhausgase wie beispielsweise Lachgas (N₂O) und Methan (CH₄) ein. Zur Vereinfachung verwendet das vorliegende Konzept die Schreibweise CO₂-Emissionen, welche die CO₂-Äquivalente beinhaltet. Die verwendeten Faktoren orientieren sich an der BISKO-Methodik.¹³

- Erdgas 247 g CO₂/kWh
- Heizöl 318 g CO₂/kWh
- Biomasse 22 g CO₂/kWh
- Strom 474/432/475/498 g CO₂/kWh (2019/2020/2021/2022)
- Biogas 113 g CO₂/kWh

Aus den Energieverbräuchen ergeben sich damit die in Tabelle 6 dargestellten CO₂-Emssionen.

¹³ Ifeu (2019): BISKO „der Bilanzierungs-Standard Kommunal“ erlaubt als standardisierte Bilanzierungsmethodik eine Vergleichbarkeit der THG-Bilanzergebnisse zwischen Kommunen und vermeidet eine Doppelbilanzierung.

Tabelle 6: THG-Bilanz der Stadt Brunsbüttel im Jahr 2022

THG-Bilanz	Haushalte	GHD & Industrie	kommunal	gesamt
	t CO ₂			
Strom	33.584	51.454	870	85.907
Erdgas	51.327	39.892	1.962	93.181
Heizöl	27.042	8.322		35.364
Pellets	26	8		34
gesamt	112.461	99.675	2.832	214.968

Die THG-Emissionen in Brunsbüttel summieren sich auf rund 215.000 t CO₂ bei einem Energieverbrauch von rund knapp 500 GWh. Hiervon entfallen die größten Anteile im Bereich von 90.000 t jeweils auf den Erdgas- und den Stromverbrauch. Die drittgrößten Emissionen werden mit rund 35.000 t CO₂ durch Heizöl verursacht. Biogas und Pellets spielen eine untergeordnete Rolle.

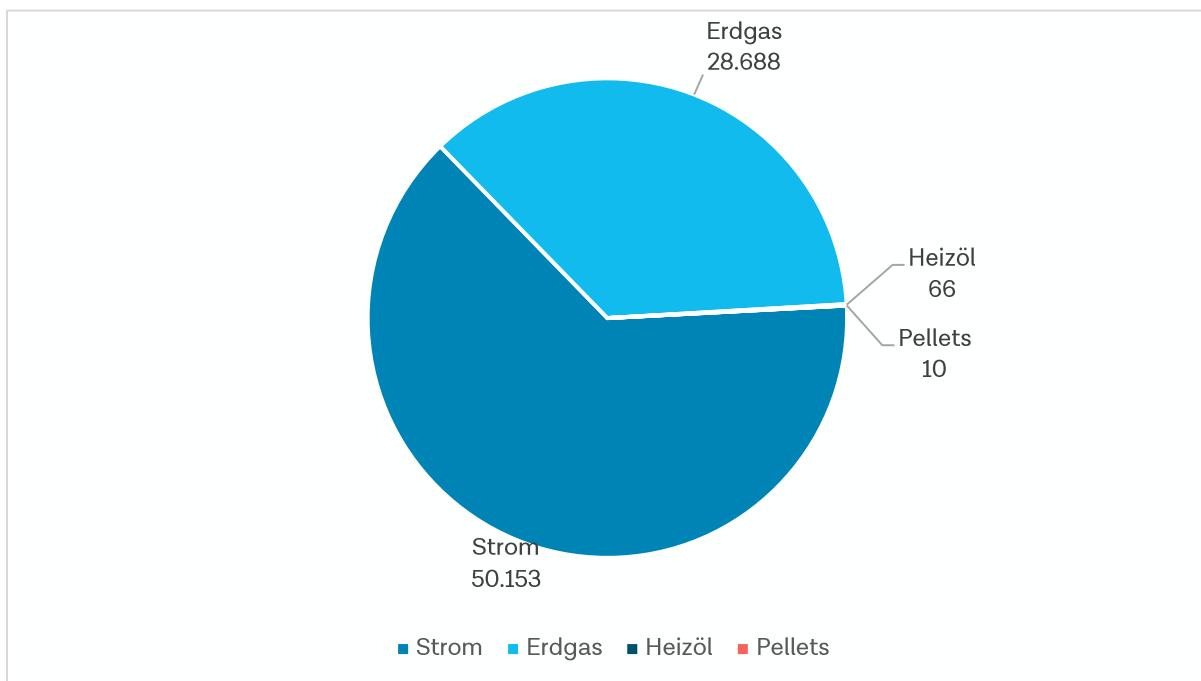


Abbildung 13: Gesamt-CO₂-Emissionen der Wärme- und Stromversorgung nach Energieträgern in der Stadt Brunsbüttel in t CO₂/ a, Bezugsjahr 2022

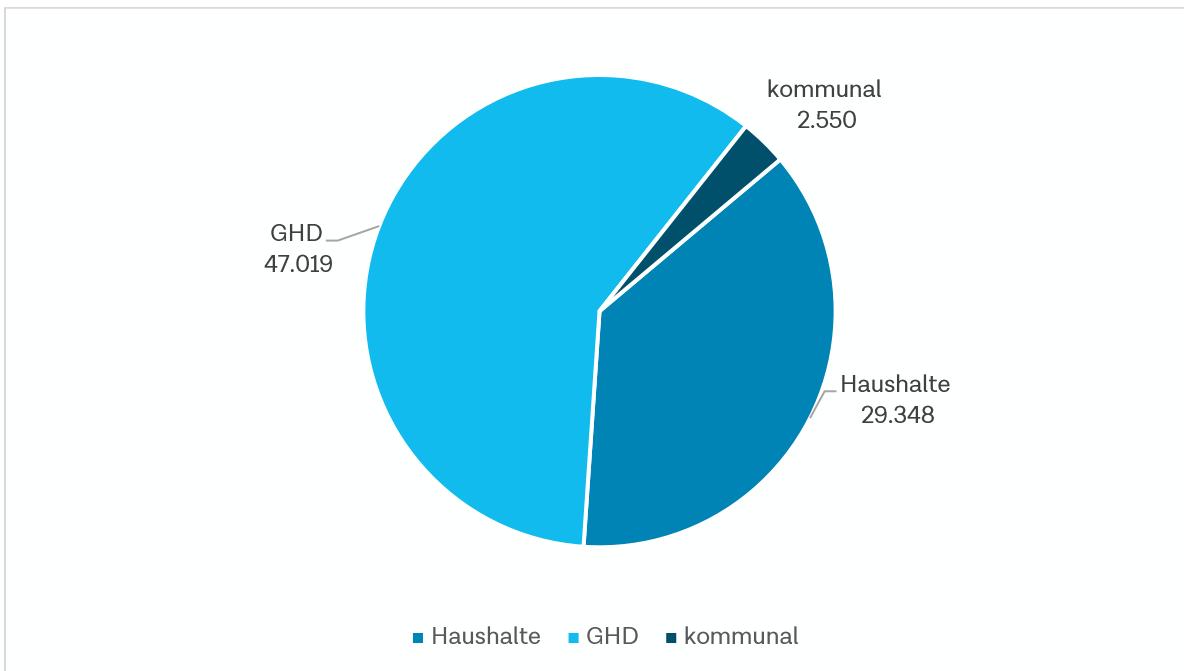


Abbildung 14: CO₂-Emissionen nach Sektoren in der Stadt Brunsbüttel in t CO₂/a, Bezugsjahr 2022

Den Hauptanteil der Emissionen teilen sich die Sektoren GHD mit ca. 47.000 t CO₂ und Haushalte mit knapp 30.000 t CO₂ auf. Die Emissionen der kommunalen Liegenschaften sind im Verhältnis dazu mit ca. 2.550 t CO₂ klein. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die kommunalen Liegenschaften als Vorbild für die Bürger:innen dienen und einen Leuchtturmcharakter mit entsprechender Strahlkraft aufweisen können. Werden für kommunale Gebäude beispielsweise energetische Sanierungsmaßnahmen durchgeführt oder Wärmepumpen und Solaranlagen installiert, regt das Bürger:innen gegebenenfalls dazu an, sich ebenfalls damit auseinanderzusetzen. Darüber hinaus ist der Handlungsspielraum der Kommune bei den eigenen Liegenschaften deutlich höher, sodass Potenziale hier besonders gut gehoben werden können.

Pro Kopf ergeben sich für Brunsbüttel Emissionen von etwa 6,4 t CO₂. Diese liegen unter den Kennwerten für Hamburg (ca. 9 t CO₂ pro Kopf) und Deutschland (ca. 8 t CO₂ pro Kopf), wobei derartige Vergleiche aufgrund von Unterschieden in der Erhebungsmethodik mit Vorsicht zu betrachten sind. Insbesondere wurden in die Emissionen aus anderen Sektoren, wie z.B. Verkehr hier nicht betrachtet.

In Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. ist die Aufteilung der Emissionen innerhalb der Sektoren dargestellt. Hier zeigt sich, dass in den privaten Haushalten und in den kommunalen Liegenschaften Erdgas den größten Anteil an den Emissionen verursacht. Im GHD- und Industrie-Sektor ist der Stromeinsatz hingegen anteilig von größerer Bedeutung. Dies ist darin begründet, dass Gewerbenutzung mit einem hohen spezifischen Strombedarf einhergeht, der Heizwärmebedarf je Fläche jedoch gering bleibt. In Haushalten, in denen der Wärmebedarf verglichen mit gewerblichen Nutzungen einen höheren Anteil trägt, ist folglich auch der Anteil des Erdgasverbrauchs an den Emissionen höher.

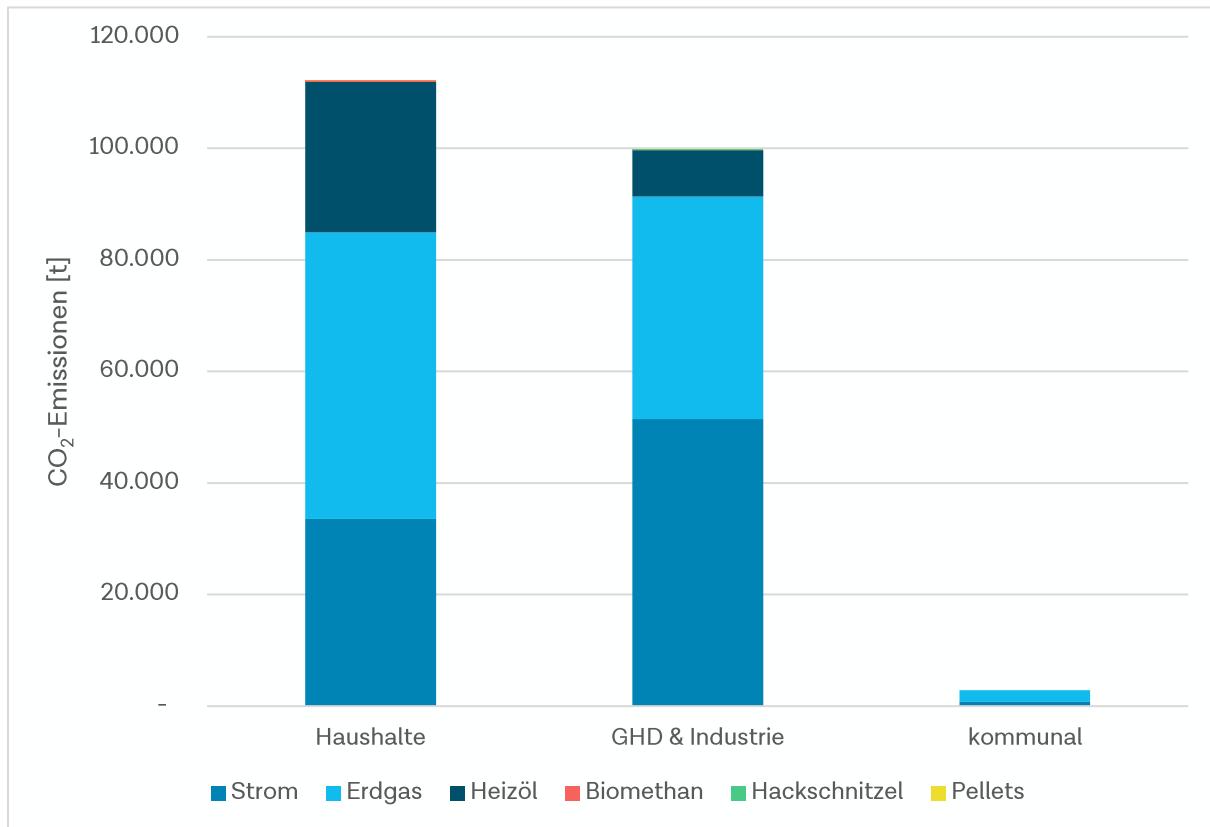


Abbildung 15: Aufteilung der CO₂-Emissionen innerhalb der Sektoren, Bezugsjahr 2022

2.5 Wärmebedarf für Raumwärme und Warmwasser

Der Wärmebedarf stellt die Wärmemenge dar, die ein Gebäude zur Beheizung und Aufrechterhaltung der Raumtemperatur sowie ggf. zur Bereitstellung von Warmwasser mit einer bestimmten Temperatur benötigt.

Der Energieverbrauch z.B. von Gas für die Wärmebereitstellung hingegen bezieht sich auf die tatsächliche Gasmenge. Durch die Umwandlung von Gas und anderen Brennstoffen wird Wärme erzeugt. Hierbei geht durch den Prozess im Allgemeinen eine gewisse Energiemenge verloren. Die produzierte Wärme wird zur Deckung des Wärmebedarfs verwendet. Die folgenden Ausführungen stellen, sofern nicht anders beschrieben, den Wärmebedarf dar, während sich die Energiebilanz auf den Energieverbrauch bezieht.

Wie aus der Energiebilanz hervorgeht, werden in Brunsbüttel insgesamt ca. 140 GWh Erdgas, Heizöl und weitere Energieträger für die Wärmebereitstellung verwendet. Diese werden vor allem in den dicht besiedelten Gebieten und den Industrie- und Gewerbegebieten verbraucht.

In der Bestandsaufnahme werden die Heizwärmebedarfe auf Basis der Gasverbrauchswerte und Schätzwerten aufgrund von Gebäudefunktion, Baualter, Gebäudegrundflächen und -höhen sowie Befahrungen zur Abschätzung des Sanierungsstands im Stadtgebiet von Brunsbüttel berechnet.

Von den Stadtwerken Steinburg wurden die Gasverbrauchswerte aus datenschutzrechtlichen Gründen geclustert zur Verfügung gestellt. Für alle Gebäude wurden die Wärmebedarfe mittels Gebäudekennwerten der ARGE¹⁴ berechnet.

Die geclusterten Verbrauchswerte wurden im Anschluss im Verhältnis der berechneten Wärmebedarfe auf die jeweiligen Gebäude im Cluster verteilt. Sofern keine genaueren Daten vorliegen, kann im Allgemeinen ein durchschnittlicher Wirkungsgrad der Heizungsanlagen von 86 %¹⁵ angenommen werden.

Die Klimafaktoren der betrachteten Jahre sind in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** aufgeführt. Es wird deutlich, dass diese im Durchschnitt 1,14 betragen und sich damit mit den Wirkungsgraden quasi aufheben. Die verwendeten Bedarfswerte sind daher den Verbrauchswerten sehr ähnlich.

Tabelle 7: Klimafaktoren der Jahre 2019 bis 2022, (Quelle: Deutscher Wetterdienst)¹⁶

Zeitraum	Klimafaktor
2019	1,15
2020	1,19
2021	1,06
2022	1,16

2.6 Wärmeliniendichte

Die Wärmeliniendichte wird auf Basis der berechneten Wärmebedarfe ermittelt. Der Wärmebedarf wird hierbei auf die Straßenlinie und entsprechend auf einen Straßenabschnitt (im Allgemeinen zwischen zwei Kreuzungen) bezogen. Eine feinere Einteilung sollte insbesondere bei langen

¹⁴ Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. (2012): Gebäudetypologie Schleswig-Holstein. Bauen in Schleswig-Holstein Band 47.

¹⁵ Prof. Dr.-Ing. Dieter Wolff et al. (2004): Felduntersuchung: Betriebsverhalten von Heizungsanlagen mit Gas-Brennwertkesseln. Dipl.-Ing Peter Teuber, Dipl.-Ing. Jörg Budde, Dipl.-Ing. Kati Jagnow, IfHK, Braunschweig/Wolfenbüttel

¹⁶ Deutscher Wetterdienst: Klimafaktoren (KF) für Energieverbrauchsausweise, <https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html>, zuletzt aufgerufen am 05.06.2024

Abschnitten vorgenommen werden, um die Aussagefähigkeit zu erhöhen. Zudem wurden parallel verlaufende, nebeneinander liegende Straßen, Sackgassen und weitere Straßen, deren Nutzung aus verschiedenen Gründen nicht sinnvoll ist entfernt, um die Verteilung auf relevante Abschnitte zu ermöglichen.

Die Anzahl und Entfernung zur Straße der Gebäude haben einen erheblichen Einfluss, auf die Wirtschaftlichkeit. Aus Vergleichsrechnungen wurde die Anrechnung der potenziellen Anschlussleitungen (Entfernung der Gebäudegrundrisse zur Straße) im Verhältnis eins zu drei festgelegt.

Die Wahrscheinlichkeit für die wirtschaftliche Umsetzung eines Wärmenetzes steigt, je höher die Wärmeliniendichte ist. Wärmeliniendichten unter 0,75 MWh / m sind im Allgemeinen zu gering. Für Wärmeliniendichten unter 1,5 MWh / m ist mit hohen Kosten der Wärmeversorgung zu rechnen, sofern nicht eine sehr günstige Wärmequelle zur Verfügung steht. Ab 1,5 MWh / m kann ein Wärmenetz wahrscheinlich wirtschaftlich betrieben werden. Ab 3,0 MWh / m kann ein Wärmenetz höchstwahrscheinlich wirtschaftlich betrieben werden.

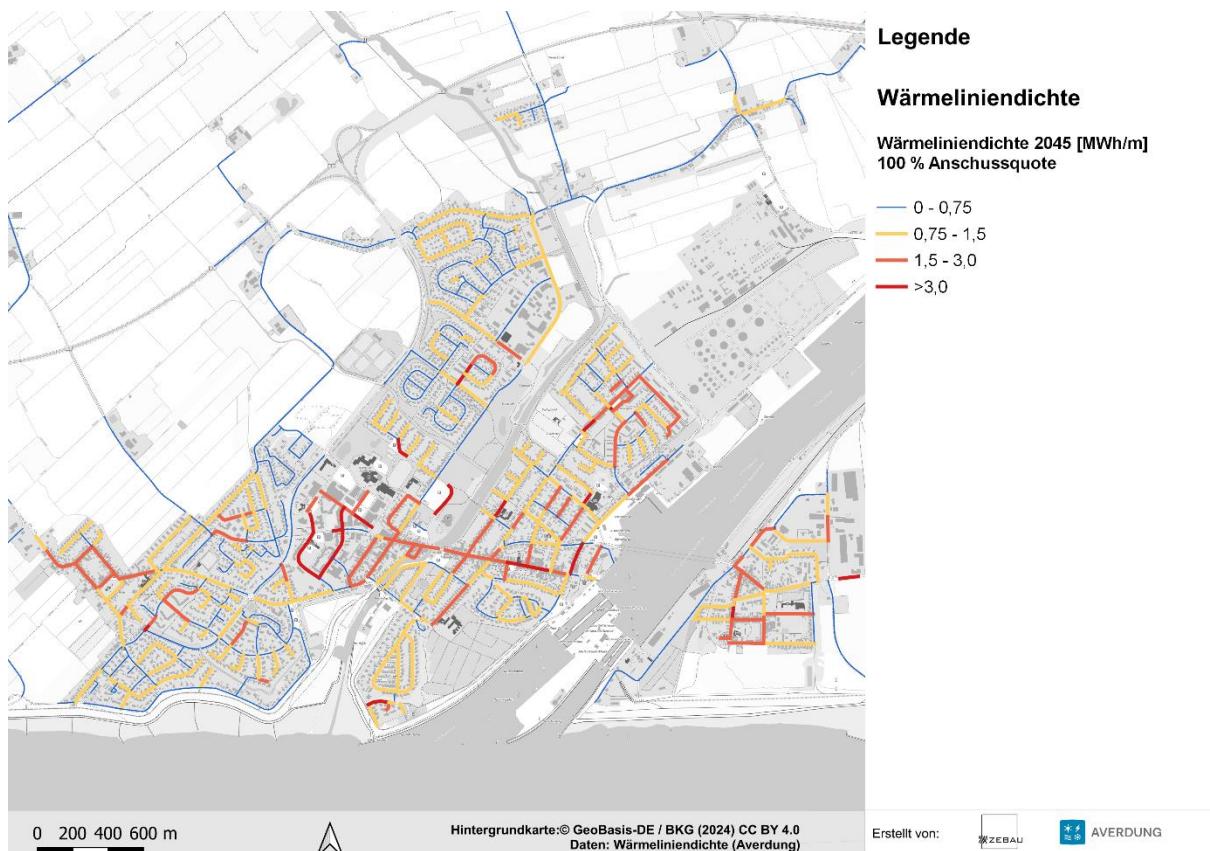


Abbildung 16: Wärmeliniendichte mit dem prognostizierten Wärmebedarf im Jahr 2045 bei 100 % Anschlussquote

In Abbildung 16 ist die Wärmeliniendichte für den prognostizierten Wärmebedarf 2045 bei einer Anschlussquote von 100 % dargestellt. Der Übersichtlichkeit halber wird für die Darstellungen der dichtbesiedelte Teil Brunsbüttels gewählt. In den übrigen Teilen der Stadt liegt die Wärmeliniendichte unter 0,75 MWh / m.

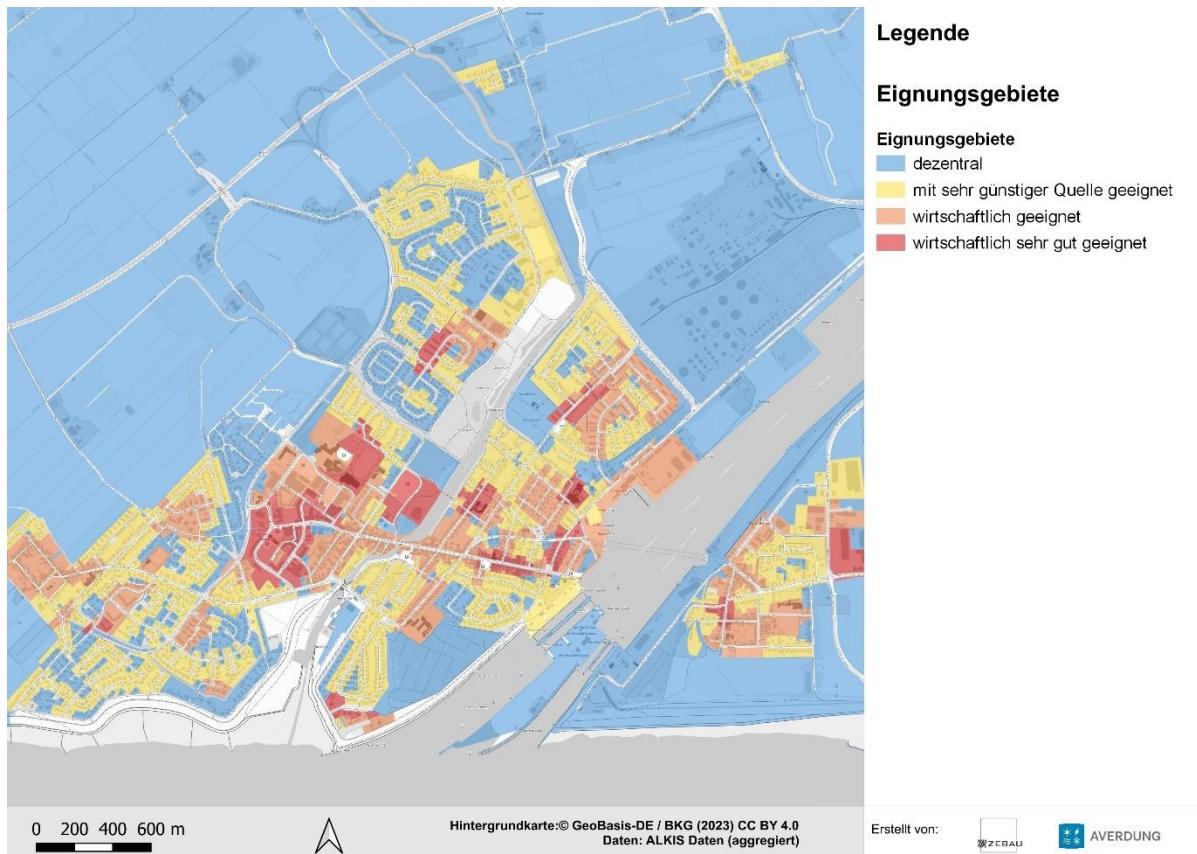


Abbildung 17: Wärmenetzpotenzialflächen auf Basis der Wärmeliniendichte 2045 bei 100 % Anschlussquote

Den an den Straßen liegenden Flurstücken wird die jeweilige Wärmeliniendichte zugeordnet, wodurch sich eine Karte mit theoretischen Wärmenetzpotenzialflächen bei 100 % Anschlussdichte ergibt (Abbildung 17). Der vollständige Anschluss der Liegenschaften an einem Wärmenetz ist unwahrscheinlich. Für die Verortung von Wärmenetzprüfgebieten (Kapitel Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.) wird daher eine Anschlussquote von 60 % als Basis verwendet.

3. WÄRMEBEDARFE UND BEDARFSPROGNOSEN

In diesem Kapitel werden die Vorgehensweise sowie die Ergebnisse der Bedarfsprognosen in Bezug auf die Raumwärme dargestellt. Die Entwicklung der energetischen Gebäudemodernisierung und die damit einhergehende Reduktion des Raumwärmebedarfs ist eine der zentralen Stellgrößen des Wärmesystems und dessen Dekarbonisierung. Das Ziel der Bedarfsprognose im Bereich Raumwärme ist es, Einsparpotenziale des Wärmebedarfs durch Gebäudeeffizienzmaßnahmen zu ermitteln und eine Prognose über den zukünftigen Wärmebedarf aufzustellen. Die räumlich differenzierten Wärmebedarfsprognosen werden für das Stützjahr 2030 und das Zieljahr 2045 aufgestellt.

Das Vorgehen ist in untenstehender Grafik erläutert. Es wurden zuerst Betrachtungsraster aufbauend auf der Bestandsanalyse erstellt. Daraufhin wurden gelieferte Gasverbräuche mit Standardwerten ergänzt und so wurden die Wärmebedarfe im Bestand kartografisch dargestellt. Daraufhin wurden Trends, Prognosen, Sanierungsquoten und Neubauvorhaben evaluiert und so Wärmebedarfe bis 2030 und 2045 festgelegt. Diese wurden dann mit den Potenzialen vor Ort verschnitten, um lokale Handlungsmöglichkeiten zu erörtern.

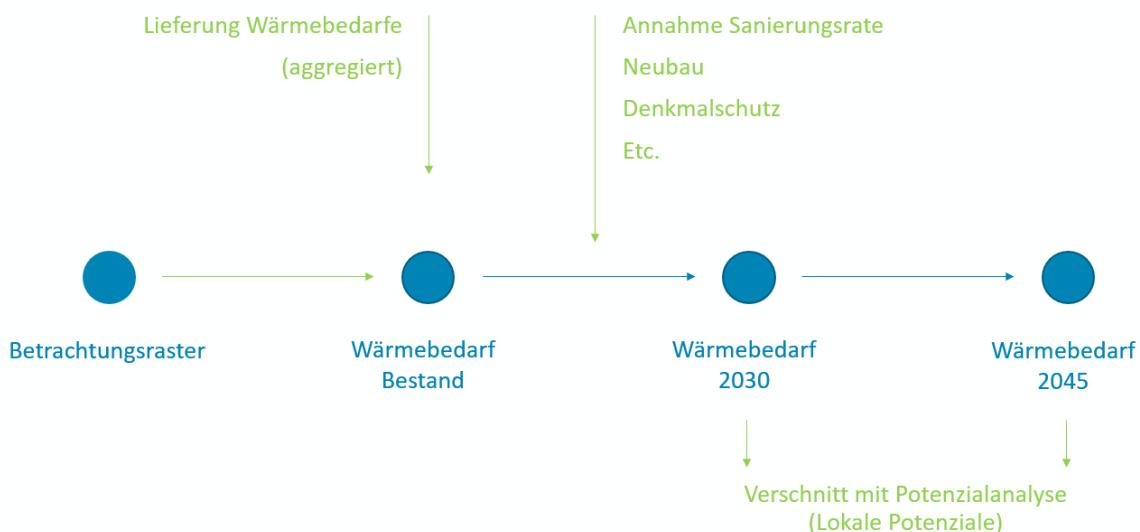


Abbildung 18: Vorgehen Bedarfsprognose Raumwärme

Die Betrachtungsraster sind wichtig zum einen für die fundierte Ergänzung der Gasverbräuche und zum anderen für die Annahmen der Wärmebedarfe im sanierten Zustand für die verschiedenen Gebäudetypologien.

Deswegen sind folgende Parameter in die Bildung der Raster eingeflossen (siehe Kapitel 2 Bestandsanalyse):

- Gebäudenutzung: Wohnen, Gewerbe, Industrie
- Gebäudetypologie: Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Reihenhaus
- Alter der Gebäude: Verschneidung verschiedener Quellen
- Sanierungsstand: grobe Einschätzung nach digitaler Befahrung

Die untenstehende Grafik zeigt die Betrachtungsraster für die Stadt Brunsbüttel.

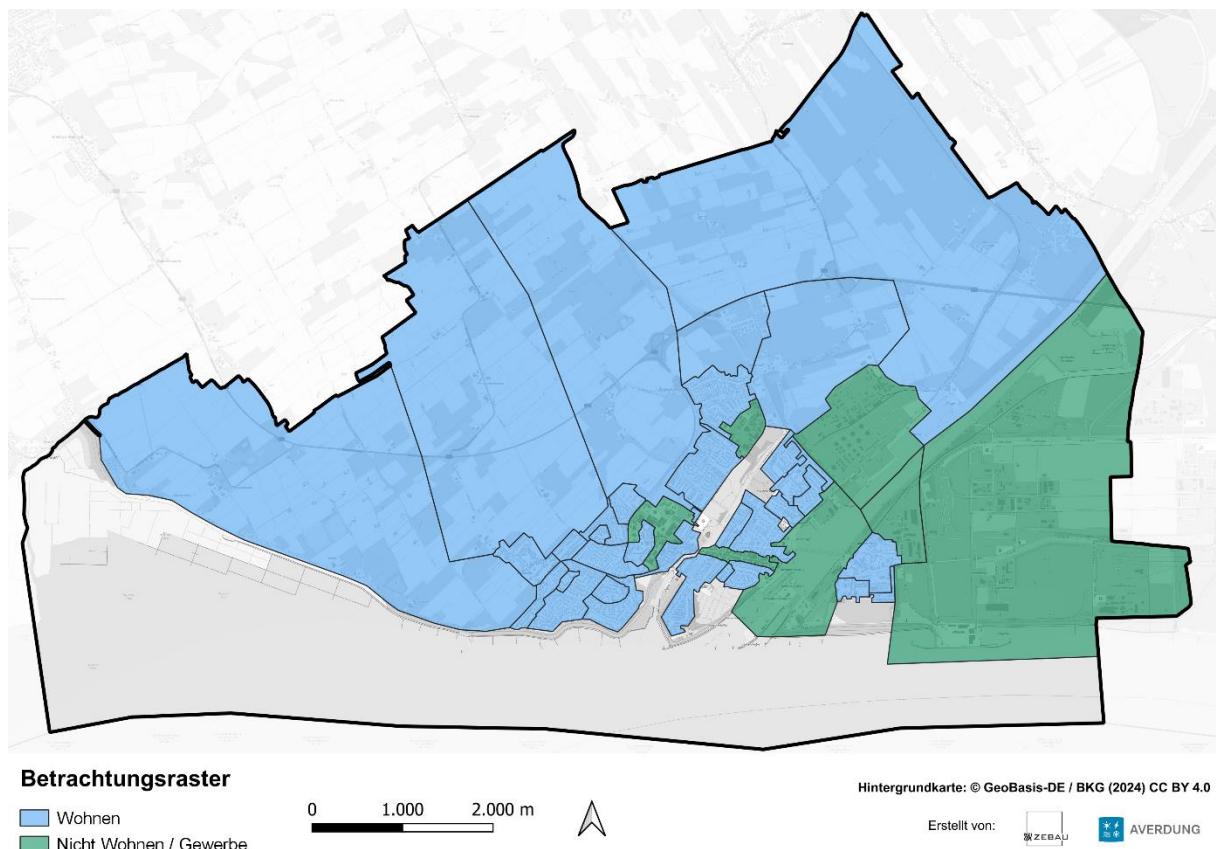


Abbildung 19: Betrachtungsraster Stadtgebiet Brunsbüttel

Um die Wärmeverbräuche der Gebäude im Bestand abzuschätzen, wurden die Gasverbräuche bei den Stadtwerken Steinburg angefragt, welche daraufhin nach Maßgaben des Datenschutzes geclustert geliefert wurden. Die Gebäude, die nicht am Gasnetz liegen, wurden mit Standardwerten

aus dem Leitfaden zur Gebäudetypologie in Schleswig-Holstein der ARGE¹⁷ ergänzt. Hierzu wurde jedem Cluster ein Wert aus dem Leitfaden übertragen und auf die Gebäude angewendet.

Die Grundlage zur Prognose der Entwicklungen der Raumwärmeverbrauch ist die Sanierungsrate. Sie sagt aus, wieviel Prozent der Nettoraumfläche pro Jahr modernisiert werden. Für die Bearbeitung wurden zwei Quellen kombiniert und angewendet: der Monitoringbericht zum EWKG 2021¹⁸ und die Machbarkeitsstudie „Klimaneutrales Wohnen 2045 in Hamburg“¹⁹. Diese sagen im Kern die gleichen Sanierungsrationen voraus. Im Bestand ist über die letzten Jahre eine Sanierungsrate von 1-1,2 % pro Jahr zu erkennen gewesen, wobei das letzte Jahr starke Schwankungen hatte und sie tendenziell noch gesunken ist. Bis 2030 sind laut der Machbarkeitsstudie aus Hamburg dann 1,3% pro Jahr notwendig, um danach nochmal mit einer Steigerung (bis 2,1% pro Jahr) im Schnitt bei 1,7% pro Jahr bis 2045 zu landen (siehe untenstehende Abbildung 20).

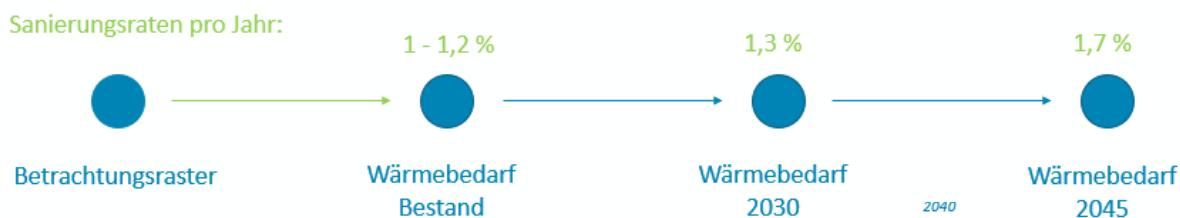


Abbildung 20: Annahmen Sanierungsrationen pro Jahr

Diese Sanierungsrationen wurden daraufhin auf die Bestandsbedarfe angewandt, wobei für die sanierten Werte wieder über die Kategorien der Betrachtungsraster auf den Leitfaden zur Gebäudetypologie in Schleswig-Holstein der ARGE zurückgegriffen wurde. Im Jahr 2030 sind 9,1 % der Nettoraumfläche modernisiert, was zu Wärmebedarfsreduktionen von 3-5 % in den Betrachtungsrastern führt. Bis 2045 sind dann mit der Sanierungsrate von 1,7 % pro Jahr 37,4 % der Nettoraumfläche modernisiert. Dies korreliert mit einer Reduktion des Raumwärmeverbrauchs von 11-20 % je nach Betrachtungsraster.

¹⁷ Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. (2012): Gebäudetypologie Schleswig-Holstein. Bauen in Schleswig-Holstein, Band 47.

¹⁸ Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung (2021): Energiewende und Klimaschutz in SH – Ziele, Maßnahmen und Monitoring

¹⁹ Dietmar Walberg et al. (2023). Machbarkeitsstudie „Klimaneutrales Wohnen 2045 in Hamburg“. Hrsg. Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V.



Abbildung 21: Ausschnitt Reduktion spezifische Wärmebedarfe Bestand (l.) zu 2045 (r.)

Die Wärmebedarfe wurden jeweils pro Gebäude bearbeitet, nachdem die Gasverbräuche auf die Gebäude aufgeteilt wurden. Trotzdem ist dies keine gebäudescharfe Betrachtung, sondern ist in einer höheren Flughöhe zu sehen. Es geht nicht um den einzelnen Wert eines Gebäudes, sondern um die Grundtendenz und den Grundbedarf in einer Straße bzw. in einem Gebiet. Diese Werte wurden im nächsten Schritt mit den lokalen Potenzialen verschnitten und im Hinblick auf Wärmelinieddichten untersucht.

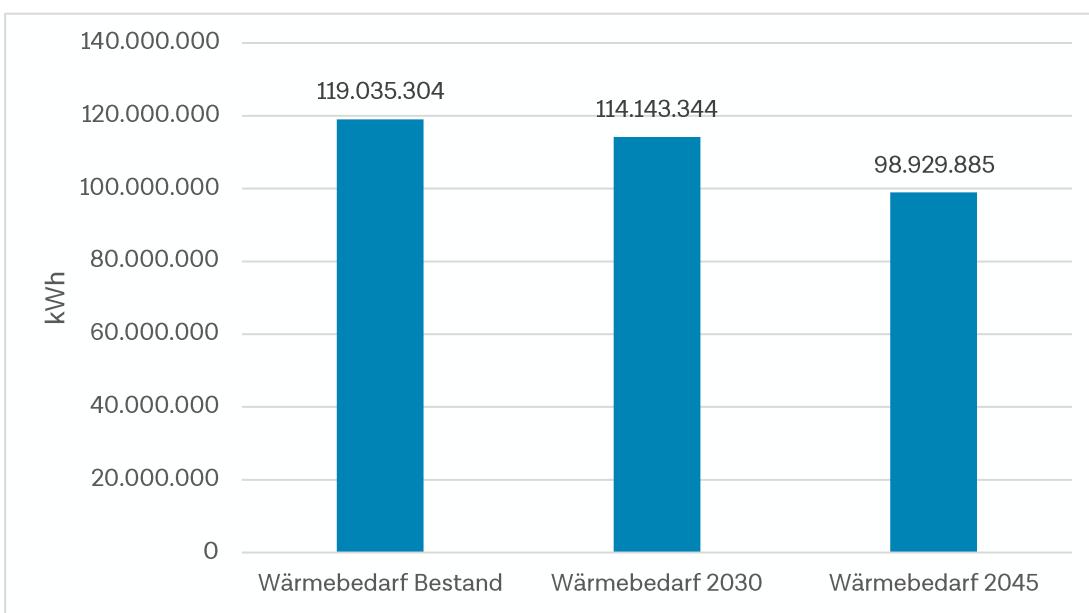


Abbildung 22: Diagramm zur Reduktion des Wärmebedarfs durch Gebäudemodernisierung

4. POTENZIALANALYSE

In der Potenzialanalyse werden die Möglichkeiten zur erneuerbaren Wärmebereitstellung je Technologie beleuchtet. Dies umfasst Erdwärme, Abwasserwärme, Biomasse, Gewässerwärme sowie Solarenergie. Auch die Potenziale der Umgebungsluft, die sich fast allerorts zumindest zur dezentralen Wärmeversorgung erschließen lassen, werden beleuchtet.

4.1 Tiefengeothermie

Die Wärmegegewinnung aus Tiefbohrungen in Tiefen von 400 m bis zu 5.000 m wird als Tiefengeothermie bezeichnet. Hierbei wird die thermische Energie aus dem Erdinneren erschlossen, die sich durch den Zerfall langlebiger radioaktiver Isotope des Urans, Thoriums und Kaliums und durch den natürlichen Wärmestrom aus dem Erdinneren regeneriert. Im Allgemeinen wird zwischen hydrothermalen (Nutzung des im Untergrund vorhandenen Wassers, z. B. Aquifere) und petrothermalen (Nutzung der im Gestein gespeicherten Energie, z. B. tiefe Erdwärmesonden) Systemen unterschieden.

In Abhängigkeit der Geologie können Temperaturen bis zu 230 °C erreicht werden. Das erschließbare Temperaturniveau wird in Abhängigkeit der Temperatur in heiß (> 100 °C), warm (50 – 100 °C) oder thermal (20 – 50 °C) unterschieden. Je nachdem welches Temperaturniveau erreicht wird, kann die Wärme direkt zur Wärmebereitstellung oder zur Stromerzeugung genutzt werden. Für die Nutzung des niedrigeren Temperaturniveaus wird die Wärme mit Hilfe von Wärmepumpen auf das benötigte Temperaturniveau angehoben.

Bei der hydrothermalen Nutzung wird das salzhaltige warme Wasser aus tiefen Grundwasserleitern (Aquiferen) an die Oberfläche gefördert. Dem Wasser wird die Wärme mit Hilfe von Wärmetauschern entzogen und anschließend wird das Wasser über die Injektionsbohrungen in denselben Aquifer zurückgeleitet. Hierfür sind Injektionsbohrungen und Förderbohrungen in einem Abstand von etwa einem Kilometer erforderlich, um einen thermischen Kurzschluss zwischen den Bohrungen zu vermeiden. Ein derartiges Bohrungspaar wird als Dublette bezeichnet. Inwiefern ein Aquifer geeignet ist, wird im Wesentlichen durch die Mächtigkeiten, die Durchlässigkeit (Permeabilität), die vorherrschenden Temperaturen und die Ergiebigkeit bzw. die zu erzielende Förderrate bestimmt.



Abbildung 23: Potenziale für Tiefengeothermie in Rhät-Sandsteinen bis 2.500 m Tiefe

Laut dem LfU²⁰ sind in Schleswig-Holstein im Untergrund vorhandene poröse und durchlässige Sandsteine als potenzielle geothermische Nutzhorizonte bis in eine Tiefe von 2500 m von besonderem Interesse. Liegen diese Sandsteine in größeren Tiefen, ist demnach von einer verringerten Durchlässigkeit auszugehen.

Das Umweltportal Schleswig-Holstein²¹ stellt eine Übersicht der Verbreitung untersuchungswürdiger Sandstein-Horizonte zur hydrothermalen Nutzung zur Verfügung. Demnach befindet sich der nächste untersuchungswürdige Horizont des Rhäts im Osten direkt an der Stadtgrenze. Die entsprechenden Eigenschaften des Horizonts sind in Tabelle 8 dargestellt.

²⁰ Umweltportal Schleswig-Holstein (2023): Geothermie, https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/G/geologie/_Fachbeitraege/geothermie.html, zuletzt aufgerufen am 25.10.24

²¹ Umweltportal Schleswig-Holstein (2024): Kartendienste, https://umweltportal.schleswig-holstein.de/kartendienste?lang=de&topic=thegeologie&bgLayer=sgx_geodatenzentrum_de_de_basemapde_web_raster_grau_DE_EPSG_25832_ADV&E=545882.18&N=6015356.60&zoom=4&layers_visibility=be6f4064b7ffb973d9d40744e5929751&layers_opacity=a5fe88aedc35810a337bfc0e9a5c96fd&layers=f3868d90ee5f02440f17beeb55e99e28, zuletzt aufgerufen am 25.10.24

Tabelle 8: Entferungen, Tiefe und Temperatur der Nutzungshorizonte für hydrothermale Nutzung des Rhäts

Richtung	Entfernung	Tiefe	Temperatur
Osten	ca. 3 bis 4,5 km	2000 – 2.300 m	65 – 80 °C

Der betrachtete Horizont kann als Tiefengeothermie bezeichnet werden. Bei ca. 80 °C ließe sich die Wärme ohne Wärmepumpe nutzen. Bei einer derartigen Dublette entspricht die Entzugsleistung der Gesamtleistung und liegt bei ca. 4,6 MW. Aus der Tiefengeothermie lässt sich das ganze Jahr über Wärme entziehen, sodass ein Grundlastbetrieb z.B. mit 6.000 Vollbenutzungsstunden (vbh) möglich ist. Dadurch könnte in einem Wärmenetz in diesem Fall nur ein kleiner Anteil der Wärme bereitgestellt werden. Sofern größere Anteile z.B. 66 % der Wärme eines Wärmenetzes durch Tiefengeothermie bereitgestellt werden sollen, verringern sich die vbh. Bei einem Anteil von 66 % an der Wärmeversorgung kann ein Wärmenetz mit etwa 7 MW Leistung bzw. knapp 17.000 MWh / a Wärmeabnahme versorgt werden. Grundsätzlich sind auch mehrere Dubletten möglich.

Die Potenziale liegen außerhalb des Stadtgebiets an der östlichen Stadtgrenze. Eine Einbindung in die Wärmeversorgung auf der Nordseite des Nord-Ostsee-Kanals ist aufgrund der Kanalquerung schwierig. Eine Anbindeleitung nach Brunsbüttel-Süd wäre technisch möglich. Inwiefern die Tiefengeothermie für die Bereitstellung von Prozesswärme genutzt werden kann, wäre zu prüfen.

Tabelle 9: Potenziale Tiefengeothermie je Dublette

Tiefengeothermie je Dublette	Leistung	Theoretisches Potenzial
Als Grundlast mit 6.000 vbh	4,6 MW	ca. 27.600 MWh/a
Bei 66 % Leistungsanteil	4,6 MW	ca. 11.000 MWh/a

4.2 Abwasserwärme

Das Abwasser enthält insbesondere durch die Erwärmung zum Duschen, Baden, Waschen und für andere Haushalts- und Reinigungstätigkeiten Wärmeenergie, die für eine Wärmeversorgung genutzt werden kann. Aktuell wird das meistens zwischen 12 und 20 °C warme Wasser ungenutzt abgeführt. Durch eine stetige Weiterentwicklung der Technik ist die Rückgewinnung der Wärme aus Abwassersystemen mittlerweile eine wirtschaftlich attraktive Form der Wärmegegewinnung. Über in

dem Kanal installierte Wärmetauscher wird dem Abwasser Wärmeenergie entzogen, die durch Wärmepumpen für Heizzwecke nutzbar gemacht werden kann. Die Wärme aus Abwasser kann genutzt werden, um einzelne Gebäude oder auch ganze Quartiere mit Wärme zu versorgen. Im Gegensatz zur Wärme aus Erdwärmesonden oder Solarthermieanlagen kann die Abwasserwärmennutzung über das gesamte Jahr genutzt werden, sodass auch bei kleineren Leistungen vergleichsweise große Wärmemengen ausgekoppelt werden können, die zur Grundlastabdeckung genutzt werden können.

In Bestandssielen lassen sich relativ aufwandsarm ab einem Durchmesser von etwa DN 800 Wärmeübertrager in die Siele einbringen. Die Abwasserwärmetauscher sind beispielsweise doppelschalige Druckbehälter aus Edelstahl, durch die ein separater Wasserkreislauf zirkuliert. Fließt Abwasser darüber, wird die darin noch enthaltene Wärme auf das Wasser im Wärmetauscher über eine Strecke von beispielsweise 100 m übertragen. Diese Wärme wird zur mit Strom betriebenen Wärmepumpe in der Heizzentrale geleitet, um hier auf die Vorlauftemperatur der Heizung angehoben und so ins lokale Wärmenetz eingespeist zu werden. Bei einer Sielsanierung bzw. dem Austausch der Rohre können vorgefertigte, mit Wärmetauschern ausgestattete Rohre verlegt werden, sodass in diesem Fall auch geringere Sieldurchmesser bis DN 400 für die Abwasserwärmennutzung geeignet sind. Der nachträgliche Einbau ist unter Umständen auch bei kleineren Profilen bis DN 400 z.B. durch Einschublösungen möglich. Hierzu sollten Fachfirmen zu Rate gezogen werden. Weitere Richtwerte für eine Eignung zur Abwasserwärmennutzung sind ein Mindesttrockenwetterabfluss von 10 l/s (besser 30 l/s) und Abwassertemperaturen von mindestens 8 °C.

Für eine klimaneutrale Wärmeversorgung sollten zukünftig alle erneuerbaren Potentiale einbezogen werden. Um das Potenzial in Brunsbüttel abzuschätzen, wurde die Verfügbarkeit von entsprechenden Sammlern bei der SCHLESWAG Abwasser GmbH abgefragt.

Die Abwasserleitungen in Brunsbüttel weisen nur im Kläranlagenzulauf entsprechende Nennweite auf. Die Wärme aus der Kläranlage soll vollständig vor Ort genutzt werden und steht dementsprechend nicht für eine externe Auskopplung zur Verfügung.

4.3 Biomasse

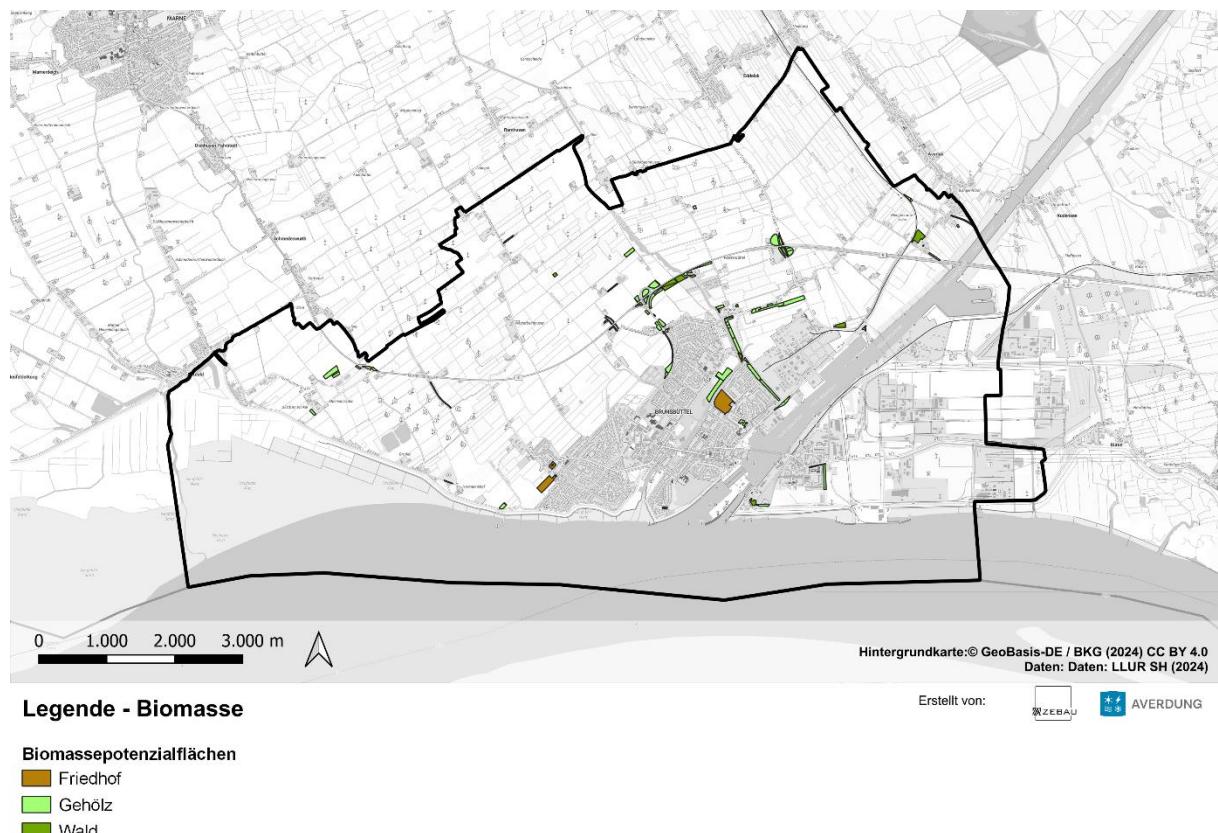


Abbildung 26: Biomassepotenzialflächen in der Stadt Brunsbüttel²²

Für die energetische Nutzung von Biomasse eignen sich holzige Biomasse für die Verbrennung und krautige Biomasse für die Vergärung zur Biogaserzeugung. Die aktuell in Erstellung befindliche Nationale Biomassestrategie (NABIS) ordnet die Nutzung von Biomasse in Deutschland ein und macht Vorgaben zur Priorisierung von Nutzungen. Dabei werden Leitprinzipien für den nachhaltigen Anbau und die nachhaltige Nutzung von Biomasse definiert.

Die Priorisierung der stofflichen Nutzung legt fest, dass Anbaubiomasse und Holz prioritär stofflichen Nutzungen zugeführt werden, die möglichst langfristig Kohlenstoff binden. Der Entnahme von Reststoffen von Wald und Ackerflächen sind damit Grenzen gesetzt und durch den Vorrang der

²² Eigene Darstellung nach ALKIS Flächennutzung

Nahrungsmittelerzeugung entfällt Biomasse von Ackerflächen, die zur Nahrungsmittelproduktion genutzt werden können als Potenzial für die Energieproduktion.

Auf dem Brunsbütteler Stadtgebiet sind insgesamt ca. 7 ha als Waldfläche und ca. 41 ha als Gehölzfläche ausgewiesen, wobei es sich dabei um kleinteilige und zum Teil entlang von Straßen oder Gewässern langgestreckte Wald- und Gehölzflächen handelt. Das aus der Pflege dieser Flächen entstehende Material kann grundsätzlich zur Energiebereitstellung verwendet werden. Häufig sind insbesondere bei kleinen und kleinteiligen Flächen die Erschließung, Sammlung und Aufbereitung für die energetische Verwertung aufwendig und entsprechend selten wirtschaftlich umsetzbar. Zudem wird angenommen, dass die wirtschaftlich erschließbaren Mengen bereits im Biomasseheizkraftwerk in Brunsbüttel verwertet werden. Ähnliches gilt auch für den Baum- und Heckenschnitt von Grünanlagen und Friedhöfen. Im Verhältnis zum Gesamtbedarf ist das Potenzial entsprechend gering.

Das Potenzial wird hier dementsprechend der Vollständigkeit halber aufgeführt. Eine tatsächliche Nutzung wird jedoch als unwahrscheinlich angesehen, sodass die Potenziale nicht weiter einbezogen werden.

Tabelle 11: Biomassepotenziale auf Potenzialflächen basierend auf der Nutzungsart der Flurstücke

Art	Fläche	spez. Ertrag	Substrat	Gesamtmenge		Energie	
				[ha]	[t TS/ha]	[t]	[MWh/t TS]
Friedhof	11	3,3	holzig			36	4,8
Gehölz	41	3,5	holzig			144	4,8
Wald	7	3,5	holzig			25	4,8
Gesamt						205	981

4.4 Biogas

Es gibt in der Stadt Brunsbüttel nach Marktstammdatenregister keine mit Biogas betriebenen BHKW. Im Nachbar-Amtsgebiet Burg-St. Michaelisdonn liegen drei BHKW in Ramhusen, Süderbehmhusen und Eddelak. Diese sind zwischen zwei und vier km Luftlinie von der nächstgrößeren Siedlung in der Segelmacherstraße entfernt. Zur Anbindung wären zudem die B5 und ggf. das Helser-/ Kattrepler Fleet zu queren. Es wird daher davon ausgegangen, dass die Anlagen zu weit von der Stadt entfernt sind, um eine sinnvolle Ergänzung zur Wärmeversorgung darzustellen.

4.5 Gewässerwärme

Die Nutzung von Oberflächengewässern als Wärmequelle für eine Wärmepumpe ist eine weitere Möglichkeit zur Bereitstellung von erneuerbarer Wärme. Diese Nutzung der Wärmequelle hängt jedoch auch stark von den genehmigungsrechtlichen Rahmenbedingungen ab.

In Brunsbüttel befinden sich folgende Oberflächengewässer:

- Braake
- Helser-/ Kattrepler Fleth
- Großes Belmer Fleth
- Nord-Ostsee-Kanal
- Elbe

Von der unteren Wasserbehörde konnten keine expliziten Vorgaben für die Nutzung der Oberflächengewässer erhalten werden. Daher werden Vorgaben und Restriktionen aus anderen Projekten zur Potenzialbestimmung verwendet.

Häufig gelten für Binnengewässer strenge Vorgaben, sodass z.B. keine offenen Systeme erlaubt sind, die Wasser aus dem Gewässer entnehmen, sondern nur fest eingebaute Wärmetauscher im Gewässer möglich sind, wodurch die Entzugsleistung deutlich beschränkt wird.

Weitere Restriktionen sind:

- lediglich geschlossene Systeme sind genehmigungsfähig
- die künstliche Veränderung des natürlichen Temperaturregimes des Gewässers ist maximal bis zu 3 Kelvin zulässig (Erwärmung oder Abkühlung)
- Eine Abkühlung des Gewässers ist bis zu einer Wassertemperatur von 5 °C möglich
- der Erhalt der naturnahen Uferstruktur muss ohne Beeinträchtigung gewährleistet sein
- keine negativen Einflüsse auf die Wasserqualität
- keine negativen Einflüsse auf die aquatische Lebenswelt
- Unterhaltungsarbeiten dürfen nicht erschwert werden
- Keine Behinderung der Schifffahrt

Insbesondere der Erhalt der naturnahen Uferstruktur ermöglicht häufig im Umkehrschluss nur eine Nutzung an Uferkanten mit ohnehin bestehender künstlicher Uferbefestigung (z.B. Kaianlagen). Die potentielle Nutzung der Braake und des Helser-/ Kattrepler Fleths und des Großen Belmer Fleths wird dadurch weiter einschränkt. Zudem sind bei stehenden und langsam fließenden Gewässern die Regeneration während der Heizperiode und die Durchmischung gering.

Für die Oberflächengewässer außer der Elbe bestehen keine Temperaturmessungen. Messungen aus anderen Gewässern zeigen jedoch, dass die Gewässertemperaturen in der Heizperiode insbesondere,

dann, wenn Heizenergie am dringendsten gebraucht wird, unter 5 °C fallen und damit als Wärmequelle nicht zur Verfügung stehen. Die Potenziale sind damit weiter beschränkt.

Aufgrund der vielfältigen Restriktionen ist die Nutzung der Oberflächengewässer zur Wärmegewinnung unwahrscheinlich, sodass auf eine weitere Betrachtung verzichtet wird.

Bei der Elbe wäre eine Wärmeentnahme wahrscheinlich genehmigungsrechtlich möglich. Unter Verwendung der Durchflussmengen die im Bereich von einigen 100 m³ / s liegen, ergibt sich ein theoretisches Potenzial von einigen zehntausend GWh.

Da die Abkühlung des Elbe-Gesamtstroms unrealistisch ist, stellt sich eher die Frage, wieviel Wasser technisch der Elbe entnommen werden kann. Ganz grob wird für 1 MW Leistung mit Wärmepumpe (JAZ 3) ein Durchfluss von ca. 40 l/s benötigt. Bei angenommenen 2.400 vbh ergibt sich damit eine Wärmemenge von 2.400 MWh / a. Wasserentnahmen z.B. zu Kühlwasserzwecken im Bereich von mehreren Kubikmetern pro Sekunde sind technisch grundsätzlich möglich. Bei einer Entnahme von z.B. 800 l / s könnte eine Wärmepumpe mit ca. 20 MW betrieben werden.

Tabelle 11: Potenziale aus Oberflächengewässern

Quelle	Entnahme	Abkühlung	Leistung	vhb	Energie
Elbe	je 40 l / s	3 K	1 MW	2.400 h	2.400 MWh

4.6 Solarenergie

Die Dachflächen im Projektgebiet können einen Beitrag zu einer nachhaltigen Energieversorgung liefern, denn PV-Module wandeln Sonneneinstrahlung in elektrischen Strom um. Sowohl eine Nutzung des Stroms für den Eigenbedarf als auch eine Einspeisung ins öffentliche Netz mit EEG-Vergütung oder eine Direktvermarktung vor Ort sind möglich. Eine Alternative zu einer PV-Nutzung der Dachflächen besteht darin, die Dachflächen zur Wärmeversorgung durch Solarthermie zu nutzen. Auch eine Kombination von PV- und Solarthermienutzung auf der gleichen Dachfläche oder durch Hybridmodule (PVT) ist denkbar. Zu beachten ist, dass die höhere Last von solarthermischen Modulen entsprechende Anforderungen an die Statik des Daches stellt.

4.6.1 Bestehende Solaranlagen

In Brunsbüttel befinden sich bereits zahlreiche Solaranlagen. Von den insgesamt 779 im Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur gelisteten Anlagen sind fast 95 % von Privatpersonen angemeldet worden und etwa 70 % weisen eine Anlagenleistung von bis zu 10 kWp auf. 75 Anlagen, also nur beinahe 10 % der Anlagen sind sogenannte Balkonkraftwerke. Die Leistung aller Anlagen

summiert sich auf insgesamt auf 1.047 MWp. Die leistungsstärksten Anlagen mit 100 kWp oder mehr befinden sich auf den Dachflächen in den Gewerbegebieten. Es wird deutlich, dass die größten 57 Anlagen (7 %) ganze 99 % der Leistung ausmachen.

Für Brunsbüttel existiert kein Solardachkataster und eine Einzelgebäudeprüfung ist im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung zu umfangreich. Daher werden, sofern relevante Flächen in der Nähe zu potenziellen Standorten für Energieanlagen mit Großwärmepumpen existieren, diese auf Eignung für PV untersucht.

Tabelle 10: Bestehende PV-Anlagen in Brunsbüttel

	el. Leistung PV [MWp]	Anzahl Anlagen
Gesamt	1.047	779
Davon gewerblich	323	44
Anlagen ab ca. 100 kWp	1.040	57

4.6.2 Solar Carports

Nach dem Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein ist „beim Neubau eines für eine Solarnutzung geeigneten offenen Parkplatzes mit mehr als 100 Stellplätzen für Kraftfahrzeuge nach dem 1. Januar 2023 [...] über der für eine Solarnutzung geeigneten Stellplatzfläche eine Photovoltaikanlage zu installieren.“ Doch nicht nur für neu entstehende Parkplätze können solche Solar-Carports wirtschaftliche und ökologische Konzepte sein.

Die Stadt Brunsbüttel verfügt über eine Vielzahl an bestehenden öffentlichen und privaten Parkplatzflächen. Anhand der Sichtung von Luftbildern wurden einige dieser Flächen identifiziert. Insgesamt belaufen sich die Flächen auf rund 145.000 m². Eine Möglichkeit, diese Flächen neben der Nutzung als Parkplatz auch für die Energieversorgung zu erschließen, bestände darin, sie zu überdachen und auf den dadurch entstehenden Dachflächen Solaranlagen zu errichten. Es könnten sogenannte Solar-Carports, die die Parkplätze durch die Überdachung aufwerten und gleichzeitig als erlebbares und sichtbares Element zur erneuerbaren Energieproduktion beitragen. Zur Abschätzung des Potenzials wird davon ausgegangen, dass bezogen auf die Fläche 40 % auf die Verkehrswege und 60 % auf die Stellplätze entfallen und nur Stellplätze genutzt werden können. Somit würden sich im gesamten Projektgebiet knapp 90.000 m² Dachfläche für Solar-Carports ergeben. Allerdings sind viele Flächen an Gebäuden für Rettungswege freizuhalten und es müssen neue Brandschutzkonzepte für die Gebäude erstellt werden. Inwiefern sich die Potenziale umsetzen lassen, ist daher für jeden Fall einzeln im Detail zu prüfen. Bei einer üblichen Belegung mit PV-Modulen bezogen auf die gesamten

90.000 m² ergäbe sich ein PV-Strompotenzial von bis zu 3.800 MWh bei einer installierten Leistung von rund 4.200 kWp. Alternativ zu einer PV-Nutzung wäre ein Wärmepotenzial aus Solarthermie von bis zu 10.500 MWh denkbar. Hierbei ist zu beachten, dass diese Solarthermieerträge dezentral anfallen und entsprechend auch dezentral genutzt werden müssen, sofern keine leitungsgebundene Infrastruktur genutzt werden kann. Zudem besteht durch die zirkulierende heiße Flüssigkeit ein erhöhtes Verletzungsrisiko bei Unfällen und Schäden. Vor diesem Hintergrund scheint eine solarthermische Nutzung von Parkplatzflächen eher unwahrscheinlich.

Tabelle 14: Photovoltaikpotenzial von Solar Carports

Photovoltaik	PV-Leistung	PV-Strom
	[kWp]	[MWh/a]
Solar Carports	4.200	3.800

4.7 Luft-Wärmepumpen (Aerotherie)

Unter Aerotherie wird die thermische Nutzung der Außenluft als Wärmequelle verstanden. Über ein Rückkühlwerk wird die Außenluft an eine Wärmepumpe geleitet, welche die Wärmeenergie auf das gewünschte Temperaturniveau anhebt. Die Rückkühlwerke werden im Freien in der Nähe oder auf dem Dach der Energiezentralen platziert. Die Leistung ist dabei frei skalierbar, je nachdem, wie viel Platz für die Rückkühlwerke besteht. Abbildung 40 zeigt eine Freiflächen-Luftwärmepumpe mit einer Leistung von einem Megawatt in unmittelbarer Nähe zu einer Wohnsiedlung in Dänemark.



Abbildung 24: 1, 2 MW Luft-Wärmepumpe in Slagslund Dänemark²³

Laut Angaben von Herstellern ist die Nutzung der Außenluft als Wärmequelle grundsätzlich bis zu einer Temperatur von -20 °C möglich. Bei diesen Temperaturen ist allerdings kein effizienter Betrieb einer Wärmepumpe mehr möglich. Grundlegend gilt: Je höher die Außenlufttemperatur, desto effizienter arbeitet die Wärmepumpe.

Bei einer Deckung des Wärmebedarfes über Luftwärmepumpen bis zu einer Außenlufttemperatur von 5 °C, kann im Mittel 45 % des Wärmebedarfes gedeckt werden. Dieser Anteil steigt auf bis zu 96 % bei einer Grenztemperatur von -5 °C.

Die Standorteignung für die Aufstellung von Rückkühlern und damit einhergehend auch einer Energiezentrale hängt von verschiedenen Faktoren ab. Zum einen muss ausreichend Platz für eine solche Anlage vorhanden sein, die beispielsweise für eine 1 MW-Luft-Wärmepumpe ca. 20 mal 30 m betragen kann. Des Weiteren muss aus Lärmschutzgründen ausreichend Abstand zur nächsten Bebauung eingehalten und die Nähe zum Wärmenetz gewahrt werden. Damit ist vor allem der Schallschutz ein begrenzender Faktor.

²³ PlanEnergi (2021): Large-scale heat pumps for district heating, Lessons learned from real applications. 7th International Conference on Smart Energy Systems, <https://smartenergysystems.eu/wp-content/uploads/2021/10/0027.pdf>, zuletzt aufgerufen am 25.10.24

Zur Vermeidung von erheblichen Belästigungen der Nachbarschaft sind grundsätzlich die Immissionsrichtwerte der TA-Lärm einzuhalten. Diese sind von Gebietsarten (z. B. reines Wohngebiet, allgemeines Wohngebiet, Mischgebiet) und bestimmten Tageszeiten (tags: 6 bis 22 Uhr; nachts: 22 bis 6 Uhr) abhängig. Maßgebend für die schalltechnische Beurteilung ist die Summe aller einwirkenden Anlagen. Für Luft-Wärmepumpen ist wegen der niedrigeren Immissionsrichtwerte in der Regel die Nachtzeit ausschlaggebend. In Zusammenhang mit insbesondere Gewerbebetrieben kann allerdings auch die Tagzeit relevant sein.

Für die Potenzialermittlung wurden auf Basis von Herstellerangaben die Abstände von 1,2 MW und 2,5 MW Anlagen zu der nächstgelegenen Bebauung in den entsprechenden Gebieten berechnet. Die Abstände wurden ohne Berücksichtigung weiterer Schallschutzmaßnahmen berechnet und können mit geeigneten Maßnahmen verringert werden.

Tabelle 11: Angenommene Abstände für Luftwärmepumpen basierend auf den Immissionsrichtwerten nachts der TA-Lärm

Gebietstyp	Immissionsrichtwert nachts	Abstand 1,2 MW	Abstand 2,5 MW
Industriegebiet	70 dB	< 20 m	< 20 m
Gewerbegebiet	50 dB	27 m	34 m
Urbane Gebiete	45 dB	40 m	51 m
Kern-, Dorf-, Mischgebiet	45 dB	40 m	51 m
Allgemeines Wohngebiet	40 dB	62 m	82 m
Reines Wohngebiet	35 dB	100 m	134 m

Unter Berücksichtigung dieser Faktoren kommen sehr viele Gebiete grundsätzlich in Frage. Insbesondere im verdichteten Stadtgebiet stehen keine größeren Flächen für Energieanlagen zur Verfügung. Da die Nähe zu einem Wärmenetz entscheidend ist, werden die entsprechenden Potenziale in Bezug auf die Wärmenetzprüfgebiete in Kapitel Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. ermittelt.

4.7.1 Brunsbüttel-Süd

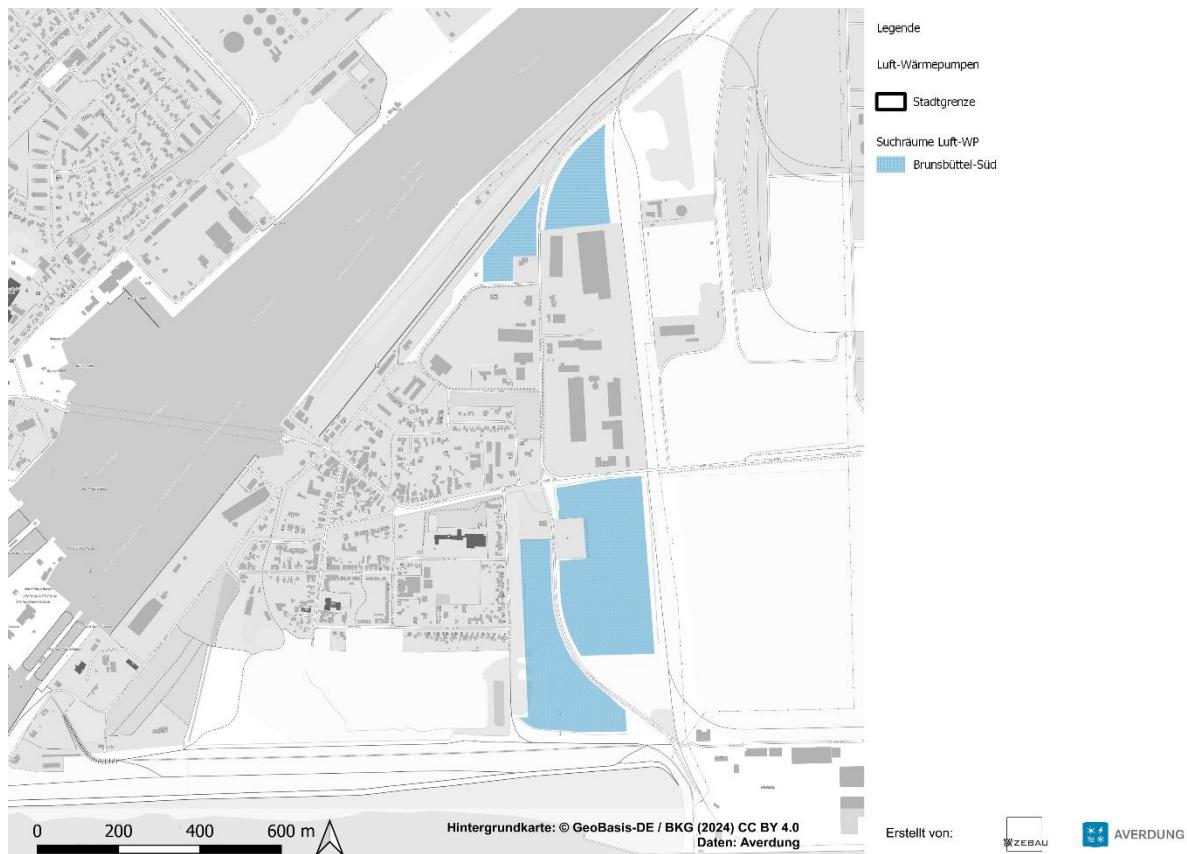


Abbildung 25: Suchräume für Standorte von Luft-Wärmepumpen in Brunsbüttel-Süd

Um die besiedelten Flächen in Brunsbüttel-Süd befinden sich einige kleinere Flächen, die für die Aufstellung von Luft-Wärmepumpen in Frage kämen. Die großen Freiflächen im Osten befanden sich ehemals teilweise im Besitz der Stadt und wurden zur Gewerbeentwicklung an einen ansässigen Gewerbebetrieb verkauft. Das genaue Vorhaben auf diesen Flächen ist noch in der Entwicklung. Der Eigentümer kann sich in Zusammenhang mit der Entwicklung der eigenen Energieversorgung auch eine größere Anlage zur Versorgung weiterer Liegenschaften vorstellen. Die Flächen sind daher als Suchräume gekennzeichnet. Eine Nutzung ist sehr stark von den Vorhaben des Eigentümers abhängig. Auf den Flächen könnten jeweils etwa 2,5 bis 5 MW Luftwärmepumpen aufgestellt werden.

4.7.2 Segelmacherstraße

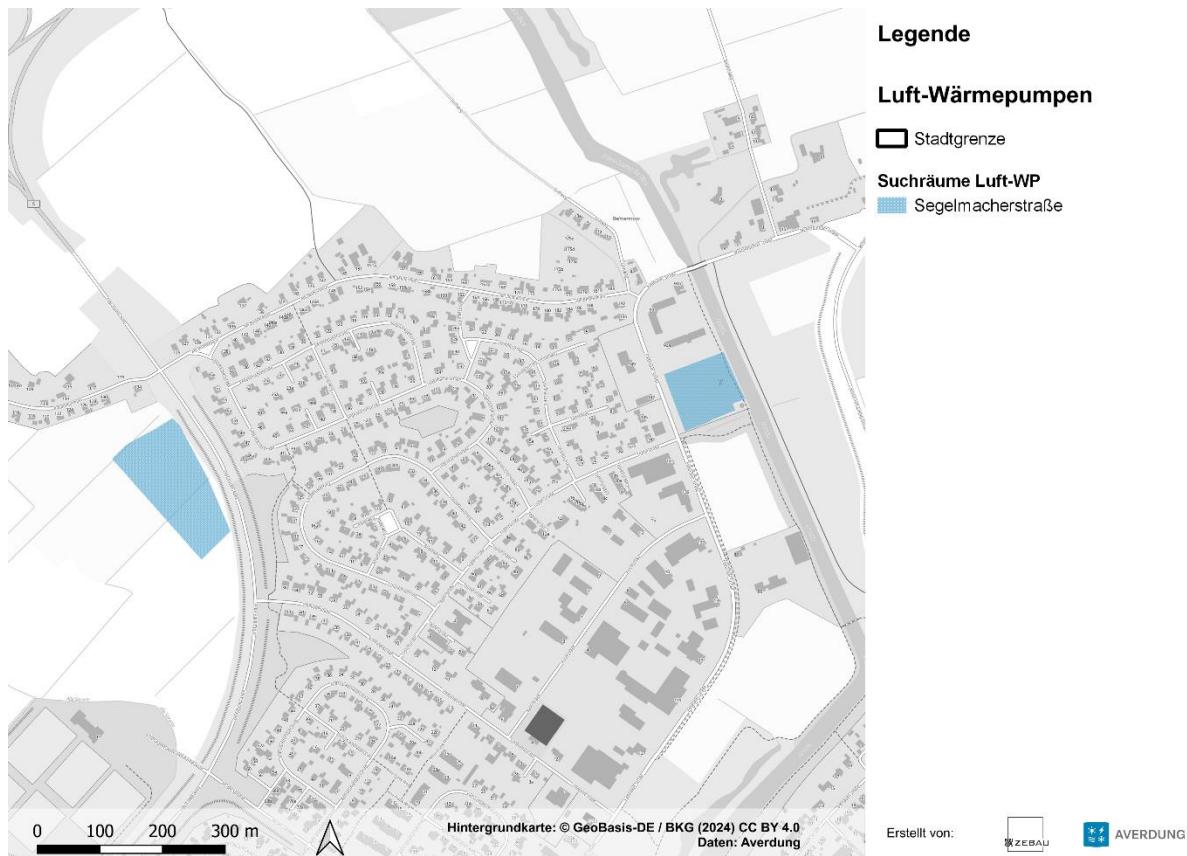


Abbildung 26: Suchräume für Standorte von Luft-Wärmepumpen an der Segelmacherstraße

In der Segelmacherstraße befindet sich ein Bestandswärmenetz, das durch die Westholstein Wärme betrieben wird und die Einfamilienhäuser in der Segelmacherstraße und Reepschlägerstraße versorgt. Östlich der Olof-Palme-Allee befinden sich landwirtschaftlich genutzte Flächen, die grundsätzlich für die Aufstellung von Luftwärmepumpen in der Größenordnung von 1 bis 2,5 MW geeignet wären.

Auf dem Grundstück des Bauhofs an der Eddelaker Straße wäre ebenfalls die Aufstellung einer Luft-Wärmepumpe mit ca. 1,2 MW denkbar. Aufgrund der Entfernung von ca. einem Kilometer zur Energiezentrale des Wärmenetzes am Ende der Segelmacherstraße, ist eine wirtschaftliche Versorgung des Wärmenetzes von dieser Fläche fraglich und wäre im Detail zu prüfen.

4.7.3 Sprante



Abbildung 27: Suchräume für Standorte von Luft-Wärmepumpen an der Sprante

Im Bereich der Sportanlagen an der Olof-Palme-Allee nördlich der Sprante befindet sich nördlich der Parkplätze eine kleine Fläche, die für die Aufstellung einer 1,2 MW Wärmepumpe in Frage kommen könnte. Inwiefern eine wirtschaftliche Anbindung an Wärmenetzprüfgebiete möglich ist, wäre zu prüfen.

4.7.4 Bürgerpark



Abbildung 28: Suchräume für Standorte von Luft-Wärmepumpen im Bürgerpark

Östlich der Eddelaker Straße befindet sich der Bürgerpark, der aktuell eine Naherholungsfläche bietet. Im Rahmen der Stadtentwicklung wurde und wird über die Bebauung von Teilen der Fläche nachgedacht. Sollten sich die Überlegungen dazu konkretisieren, sollte die Teilnutzung für Energieanlagen einbezogen werden. Die Größenordnung der dortigen Luft-Wärmepumpen wäre von der weiteren Nutzung bzw. Bebauung abhängig, sodass hier grob 1 bis 2 MW angenommen werden.

Auch für das Wärmenetzprüfgebiet am Kurt-Schumacher-Ring muss wegen der fehlenden Nähe der Standorte die Eignung im Detail geprüft werden. Eine entsprechende Wärmeleitung könnte dann ggf. Liegenschaften entlang der Trasse in der Küferstraße anschließen.

4.7.5 Bredenweg

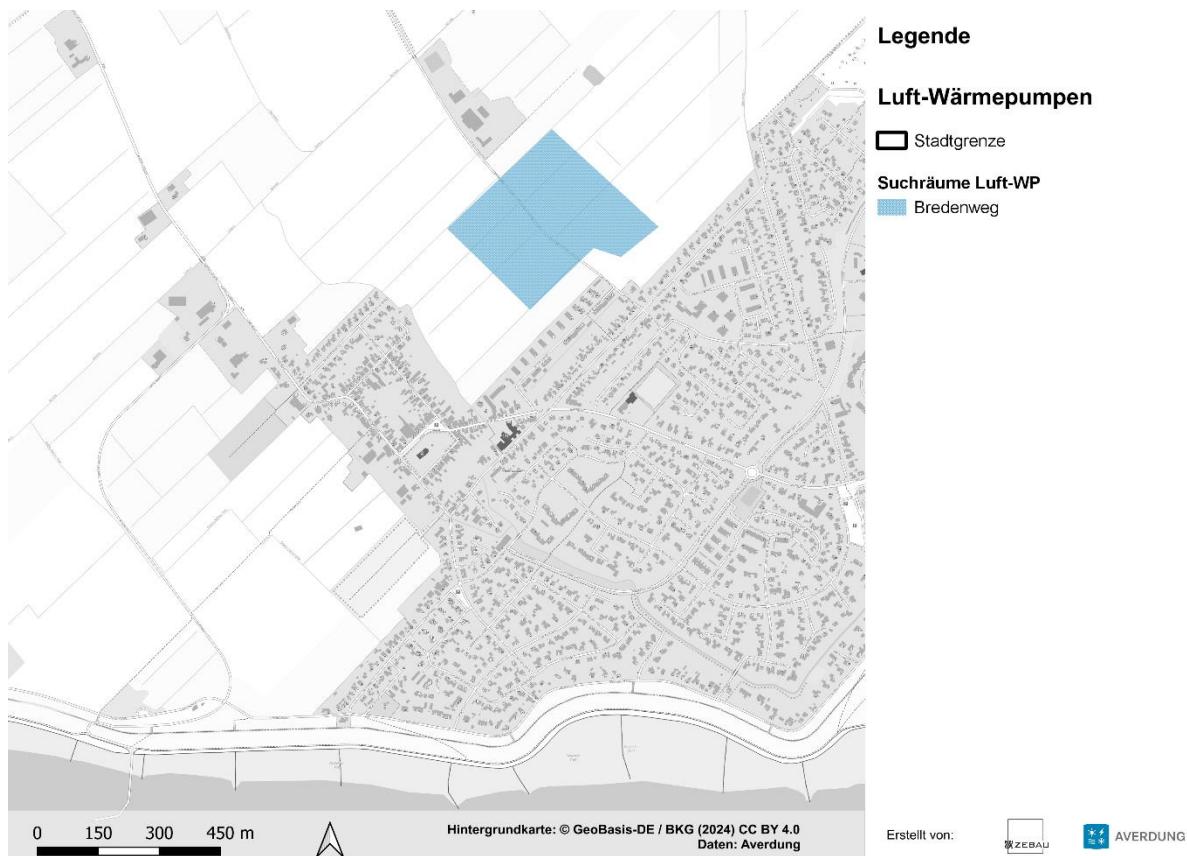


Abbildung 29: Suchräume für Standorte von Luft-Wärmepumpen am Bredenweg

Westlich der dichtbesiedelten Bereiche der Stadt befinden sich landwirtschaftlich genutzte Flächen. Aufgrund der dünnen Besiedelung dieser Flächen und der großen Ausmaße wäre dort insgesamt ein sehr großes Potenzial für Luft-Wärme vorhanden. Ein Teil der Flächen ist als Vertragsnaturschutzflächen ausgewiesen. Inwiefern diese Flächen zur Aufstellung von Wärmepumpen genutzt werden können, wäre zu klären. Sofern dies möglich ist, wäre Potenzial im Bereich von mehreren MW-Leistung vorhanden. Es wird davon ausgegangen, dass 2,5 MW realisiert werden können.

4.7.6 Brunsbüttel-Ort

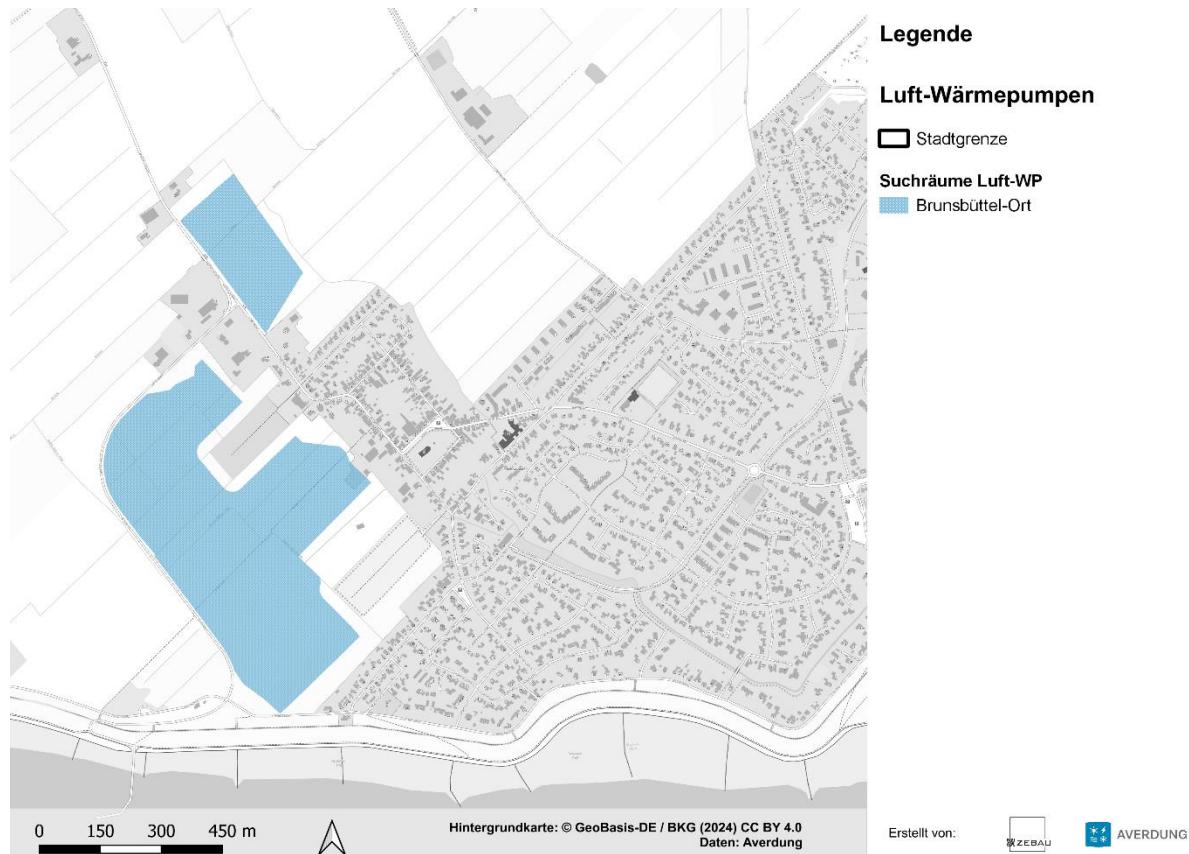


Abbildung 30: Suchräume für Standorte von Luft-Wärmepumpen in Brunsbüttel-Ort

Für die Flächen nord- und südwestlich von Brunsbüttel-Ort gilt gleiches, wie für den Bredenweg. Grundsätzlich könnten bei entsprechender Flächenverfügbarkeit Luftwärmepumpen mit mehreren MW-Leistung aufgestellt werden. Es wird davon ausgegangen, dass 2,5 MW realisiert werden können.

4.7.7 Alten Hafen

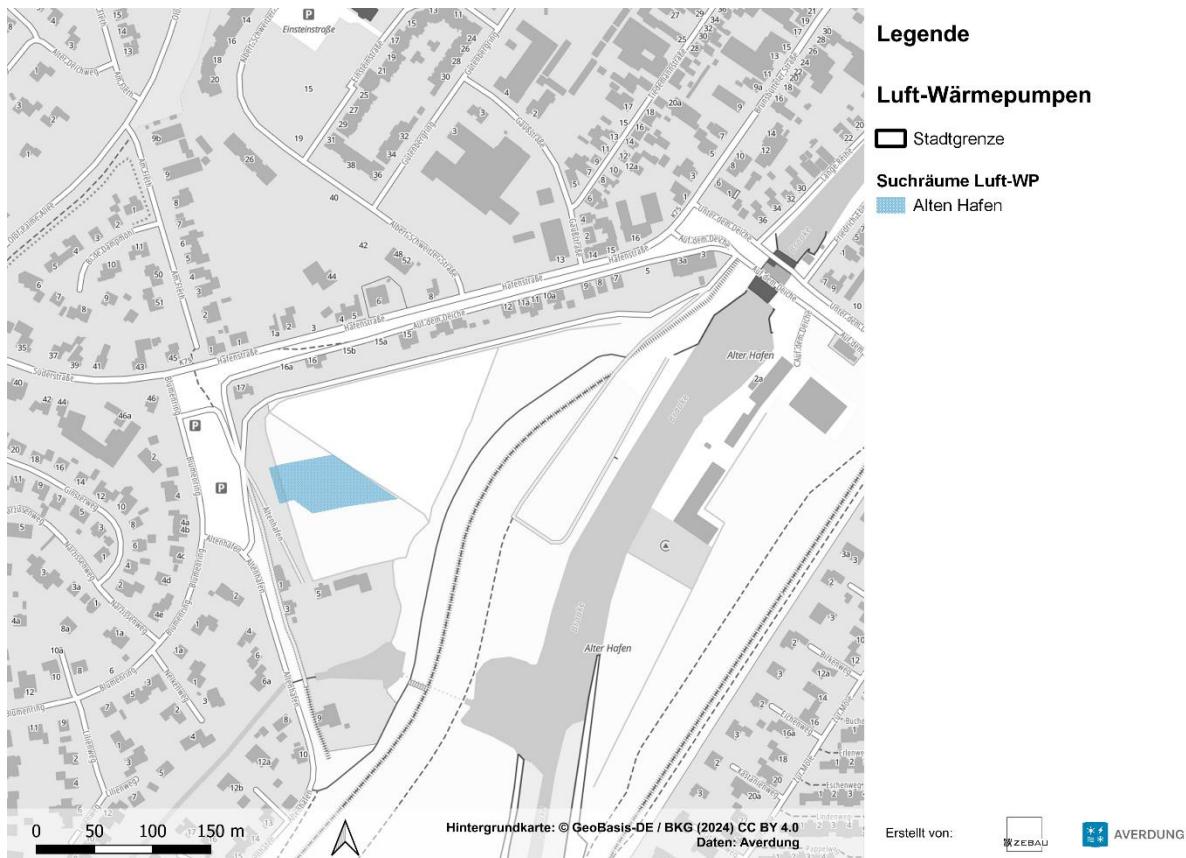


Abbildung 31: Suchräume für Standorte von Luft-Wärmepumpen am Alten Hafen

Am Alten Hafen befindet sich eine Fläche, die sich unter Schallschutzgesichtspunkten zur Aufstellung einer etwa 1 MW großen Wärmepumpe eignet. Diese befindet sich direkt angrenzend an ein Wertbiotop. Inwiefern sich die Aufstellung einer Luftwärmepumpe mit mehreren MW-Leistung lohnt, und ob bestimmte Abstände einzuhalten sind, wäre zu klären.

4.7.8 Grundschule West Süderstraße



Abbildung 32: Suchräume für Standorte von Luft-Wärmepumpen an der Grundschule West Süderstraße

Für die Grundschule West ist an der Süderstraße ein Neubau geplant. Im Zuge des Neubaus wird eine Wärmeversorgung für die Schule benötigt. Diese könnte z.B. durch eine Luft-Wärmepumpe erfolgen. Im Zuge der Planungen könnte ggf. eine größere Anlage umliegende Liegenschaften mitversorgen. Da sich das Gebiet inmitten von Wohngebäuden befindet, ist die Anlagengröße beschränkt und wird auf max. 500 kW abgeschätzt.

Tabelle 12: Potenzielle Standorte für Luft-Wärmepumpen.

Fläche		Potenzial [MW]	Aktuelle Nutzung	Eigentum	Zeithorizont
1.	Brunsbüttel-Süd	2,5 – 15	Grünflächen	privat / kommunal	mittelfristig
2.	Segelmacherstraße	1 -2,5	Landwirtschaft	privat	mittelfristig
3.	Sportplätze / Sprante	1,2	Bauhof	kommunal	mittelfristig
4.	Bürgerpark	1 - 2		kommunal	mittelfristig
5.	Bredenweg	2,5	Landwirtschaft	privat	mittelfristig
6.	Brunsbüttel-Ort	2,5	Landwirtschaft	z.T. kommunal	mittelfristig
7.	Alten Hafen	2,5	Grünfläche	privat	mittelfristig
8.	Grundschule West Süderstraße	0,5	Schule / Sportplätze	kommunal	kurzfristig

4.8 Oberflächennahe Geothermie

Oberflächennahe Geothermie beschreibt die Nutzung der Wärme aus dem Untergrund bis zu einer Tiefe von 400 m. Dem Untergrund wird Wärme auf einem niedrigen Temperaturniveau entzogen und anschließend mit Hilfe einer Wärmepumpe auf ein nutzbares Temperaturniveau gebracht. Da die Effizienz einer Wärmepumpe unter anderem von diesem Temperaturniveau abhängt, bietet sich die Nutzung oberflächennaher Geothermie insbesondere für Neubauten oder sanierte Gebäude an. Doch auch teil- oder unsanierte Bestandsgebäude können häufig trotz höherer Vorlauftemperaturen noch mit Wärmepumpen versorgt werden. Für den effizienten Betrieb von Wärmepumpen ist eine größtmögliche Absenkung der Vorlauftemperatur anzustreben. Neubauten kommen beim Einsatz von Flächenheizungen mit niedrigeren Vorlauftemperaturen von beispielsweise 50 °C oder weniger aus. Sanierte Gebäude können überwiegend mit den bestehenden Heizkörpern und verminderten Vorlauftemperaturen von ca. 70 °C beheizt werden.

Hierbei bietet sich die Nutzung von oberflächennaher Geothermie in Kombination mit Luft als Wärmequelle an, um hohe Effizienzen nutzen zu können.

Um dem Untergrund die Wärme zu entziehen, gibt es verschiedene Optionen. Möglich sind sowohl einzelne Bohrungen, sogenannte Erdsonden, die üblicherweise ca. 100 bis 200 m tief in den Untergrund eingebbracht werden und diesem mittels eines Wärmeträgermediums wie Sole Wärme entziehen. Auch eine Nutzung der oberflächennahen Geothermie in Form von Erdkollektoren ist möglich. Diese Kollektoren werden in einer Tiefe von bis zu 2 m horizontal im Boden verlegt, benötigen jedoch für die gleiche Entzugsleistung in der Regel deutlich mehr Fläche als Erdsonden. Unabhängig von der Erschließungstechnologie besteht die Möglichkeit, die Erdsonden oder Erdkollektoren im Sommer zur Kühlung zu nutzen. Hierbei wird die überschüssige Wärme an den Boden abgegeben, was zu einer thermischen Regeneration führt, die zum zusätzlichen positiven Effekt längerer Entzugszeiträume führt. Diese Regeneration des Untergrundes kann neben der Gebäude- oder Prozesskühlung auch durch Solarabsorber erreicht werden, die auf Dachflächen oder in der Freifläche aufgestellt werden können und im Sommer Wärme an den Untergrund abgeben.

Die Rahmenbedingungen für eine oberflächennahe Geothermienutzung sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

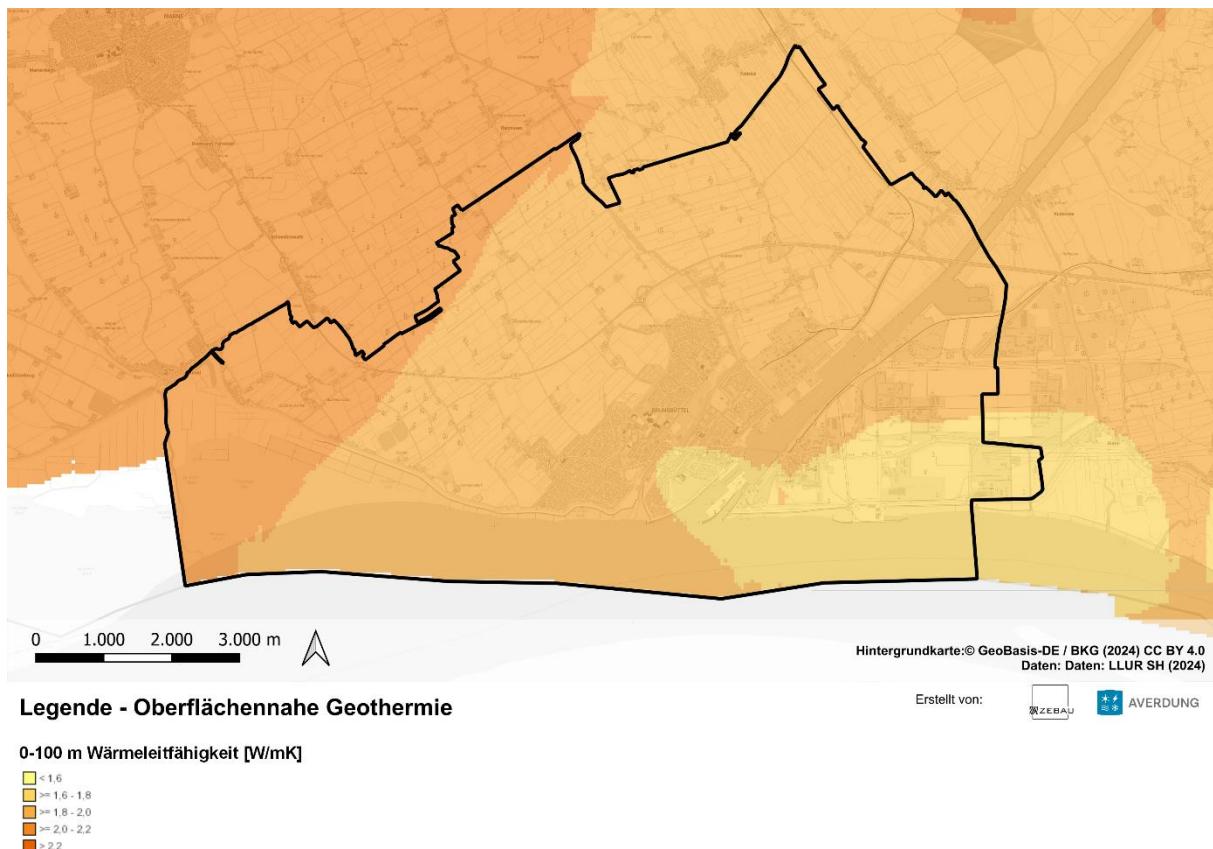


Abbildung 21: Mittlere Wärmeleitfähigkeit bis 100 m

In Brunsbüttel befinden sich weder Trinkwasserschutzgebiete noch Trinkwassergewinnungsgebiete und es konnten keine relevanten Grundwasserentnahmen identifiziert werden. Die Wasserbehörde konnte keine weiteren Hinweise zu etwaigen Trinkwasserbrunnen oder Altlasten geben. Grundsätzlich sind im Hinblick auf mögliche Beschränkungen der Bohrtiefe weiterhin Gefährdungen durch die Verbreitung lösungsfähiger Gesteine im oberflächennäheren Untergrund von Bedeutung. Für Brunsbüttel sind jedoch keine Hochlagen (< 200 m u. GOK) der stratigraphischen Einheiten Perm und Kreide zu erwarten.

Die mittlere Wärmeleitfähigkeit des Bodens für die ersten 100 Bohrmeter liegt im überwiegenden Teil des Stadtgebiets bei $1,8 - 2,0 \text{ W/m}^{\ast}\text{K}$ und kann damit als gut geeignet eingestuft werden. Im westlichen Teil im Bereich Mühlenstraßen bis Neufeld kann mit höheren Wärmeleitfähigkeiten zwischen $2,0$ und $2,2 \text{ W/m}^{\ast}\text{K}$ gerechnet werden. Im Südosten östlich der Braake ab dem Bereich Koogstraße werden niedrigere Leitfähigkeiten zwischen $1,6$ und $1,8 \text{ W/m}^{\ast}\text{K}$ erwartet.

Insgesamt bestehen somit geeignete Potenziale zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie. Laut Bohrpunktkarte Deutschland²⁴ wurden in Brunsbüttel im Zeitraum von 2008 bis 2020 bereits 30 Erdwärmesonden mit Bohrstrecken zwischen 56 und 148 m erstellt.

Erdsonden können grundsätzlich auch überbaut werden. Dies erlaubt z.B. die Kombination mit weiteren Nutzungen wie Spielplätzen, Grünanlagen, Sportplätzen oder Parkplätzen.

Für Brunsbüttel kommen dementsprechend nahezu alle Freiflächen für eine geothermische Nutzung in Frage. Für eine tatsächliche Nutzbarkeit ist insbesondere die Nähe zu Abnehmern entscheidend. Es wird daher darauf verzichtet, jegliche Potenzialflächen insbesondere auf den landwirtschaftlichen Flächen im Norden und Westen des Stadtgebiets zu bewerten. Vielmehr werden in Kapitel 5 (Räumliches Konzept) entsprechende Suchräume für die einzelnen Wärmenetzprüfflächen aufgezeigt.

Die Potenzialflächen für oberflächennahe Geothermie schließen häufig die Potenzialflächen für Aerothermie ein, sofern dort keine Restriktionen bestehen. Durch fehlende Schallschutzrestriktionen können zusätzlich Flächen in der Nähe von Wohngebäuden genutzt werden. Die benötigte Fläche für die gleiche Leistung ist im Vergleich zu Aerothermie deutlich größer, sodass die Potenzialflächen insgesamt größer gewählt werden. Für die Wirtschaftlichkeit ist die Nähe der Energiezentrale zu den Abnehmern von großer Bedeutung, sodass die Energiezentralen auf ähnlichen Flächen, wie für Aerothermie entstehen. Durch die großen zusammenhängenden Flächen bestehen theoretisch große Potenziale von mehreren MW je Fläche. Eine Nutzung in dieser Größenordnung stellt die Umsetzung

²⁴ BGR (2024): Bohrpunktkarte Deutschland.

<https://boreholemap.bgr.de/mapapps/resources/apps/boreholemap/index.html>, zuletzt aufgerufen am 25.10.24

insbesondere hydraulisch vor besondere Herausforderungen, sodass dabei von kleineren genutzten Flächen auszugehen ist.

Auch im dezentralen Bereich besteht auf der überwiegenden Zahl der Grundstücke die Möglichkeit Erdsonden einzusetzen, sofern die zur Verfügung stehenden Flächen über die entsprechende Größe und Zugänglichkeit verfügen.

Grundsätzlich können die Entzugsleistungen anhand der VDI 4640 ermittelt werden. Hierbei wird angenommen, dass die Sonden in Gebieten mit mehr als 5 Sonden einen Abstand von 8,25 m zueinander aufweisen. Ansonsten werden 6 m Sondenabstand angenommen. Das Vorgehen der VDI bietet eine gute Möglichkeit, das Potenzial grob einzuschätzen. Für die konkrete Planung sind zwingend detailliertere Berechnungen und ggf. entsprechende Vorerkundungen sowie die Klärung genehmigungsrechtlicher Fragestellungen notwendig.

Zukünftig sollte insbesondere für den sanierten Bestand und Neubauprojekte geprüft werden, ob die zugehörigen oder in der Nähe befindlichen Flächen eine wirtschaftlich und technisch sinnvolle Einbindung oberflächennaher Geothermie zulassen. Aufgrund der guten Skalierbarkeit oberflächennaher Geothermie kann diese Technologie sowohl für zentrale als auch für dezentrale Wärmeversorgungslösungen eingesetzt werden.

4.8.1 Brunsbüttel-Süd

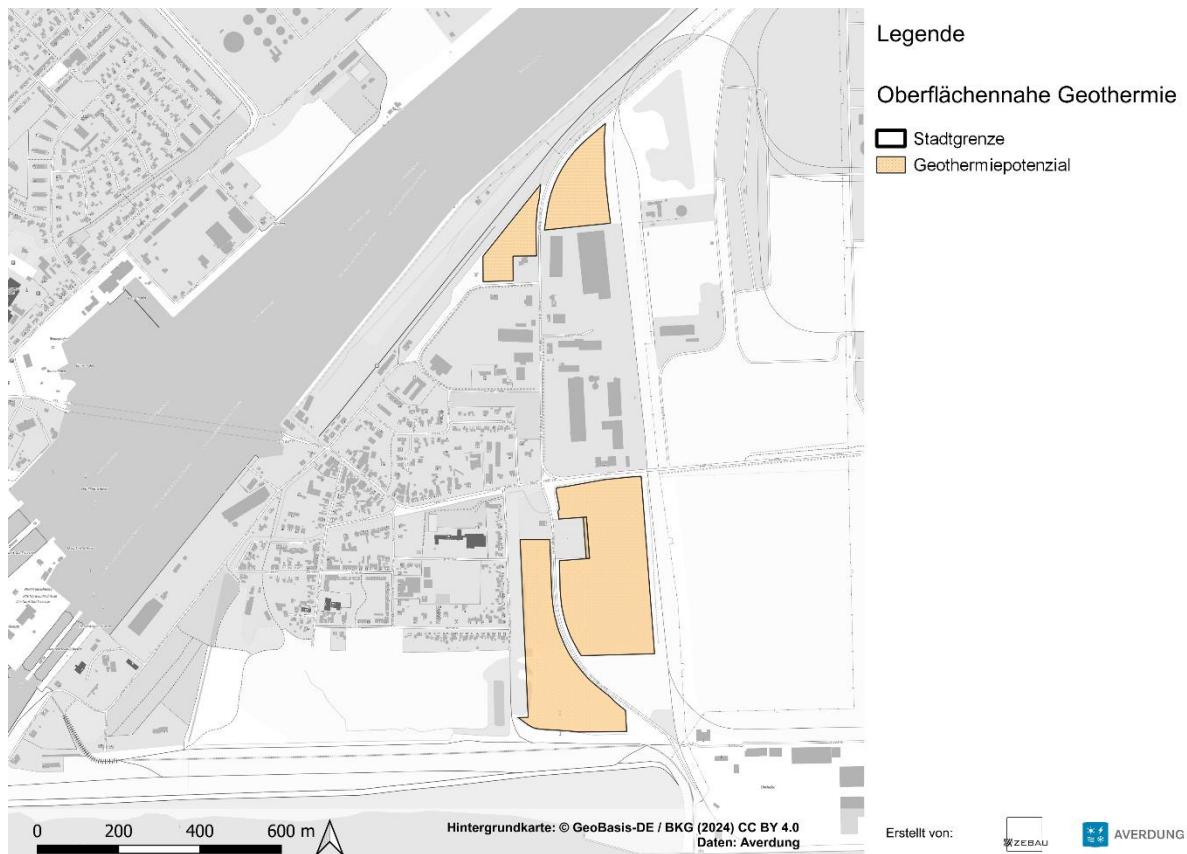


Abbildung 33: Potenzialflächen für oberflächennahe Geothermie in Brunsbüttel Süd

Die großen Geothermiepotenzialflächen entsprechen grob denen der Aerothermien. Nördlich der besiedelten Flächen in Brunsbüttel-Süd befinden sich zwei kleinere Flächen, die keinen Einschränkungen durch Schutzgebietstatus unterliegen. Diese ergeben zusammen ein Potenzial von ca. 4 MW. Die großen Freiflächen im Osten werden im Zuge einer Gewerbeentwicklung bebaut. Inwiefern hierbei vom Eigentümer Flächen für Geothermie genutzt werden, ist im weiteren Verfahren zu klären. Da die Flächen bebaut werden, ist eher mit einer geringeren Nutzung für Geothermie zu rechnen.

4.8.2 Segelmacherstraße

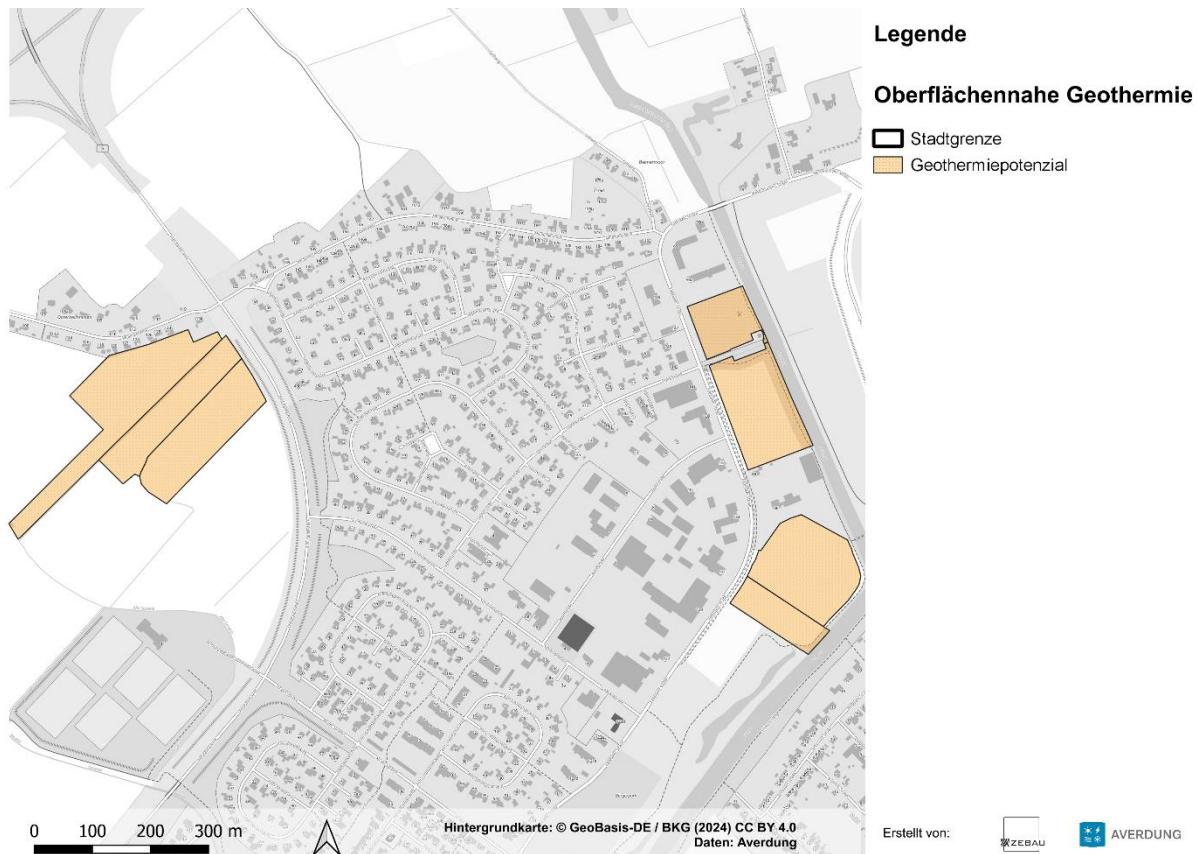


Abbildung 34: Potenzialflächen für oberflächennahe Geothermie an der Segelmacherstraße

Die Potenzialflächen für oberflächennahe Geothermie schließen die Potenzialflächen für Aerothermie ein. Da die Flächen ggf. für die bisherige Nutzung weiterverwendet werden können, wäre es eventuell möglich, auch Teile der Flächen des Reiterhofs zu nutzen.

Bei vollständiger Nutzung der Flächen östlich der Olof-Palme-Allee stünde ein Potenzial von ca. 6 MW und beim Bauhof und Reiterhof ca. 7 MW Verfügung.

4.8.3 Bürgerpark und Sportplätze an der Sprante



Abbildung 35: Potenzialflächen für oberflächennahe Geothermie im und am Bürgerpark

Östlich der Eddelaker Straße befindet sich der Bürgerpark, der aktuell Naherholungsflächen bietet. Zudem befindet sich im Bereich der Sportanlagen an der Olof-Palme-Allee nördlich der Sprante eine Fläche, die für die Aufstellung einer Geothermie-Wärmepumpe in Frage kommen könnte. Diese Fläche und weitere Flächen in der unmittelbaren Umgebung sowie der Parkplatz könnten für Geothermie mit einer Entzugsleistung von etwa 900 kW genutzt werden.

Die Geothermiepotenziale schließen die Aerothermieflächen ein. Darüber hinaus könnten bei vollständiger Nutzung im Bürgerpark ca. 9 MW und auf der Festwiese ca. 1,2 MW erschlossen werden. Für die Geothermie gilt ebenso, dass im Rahmen einer Bebauung von Teilen der Fläche die Teilnutzung für Energieanlagen überlegt werden sollte. Die Größenordnung wäre von der weiteren Nutzung bzw. Bebauung abhängig, sodass hier grob 2 MW angenommen werden.

4.8.4 Bredenweg

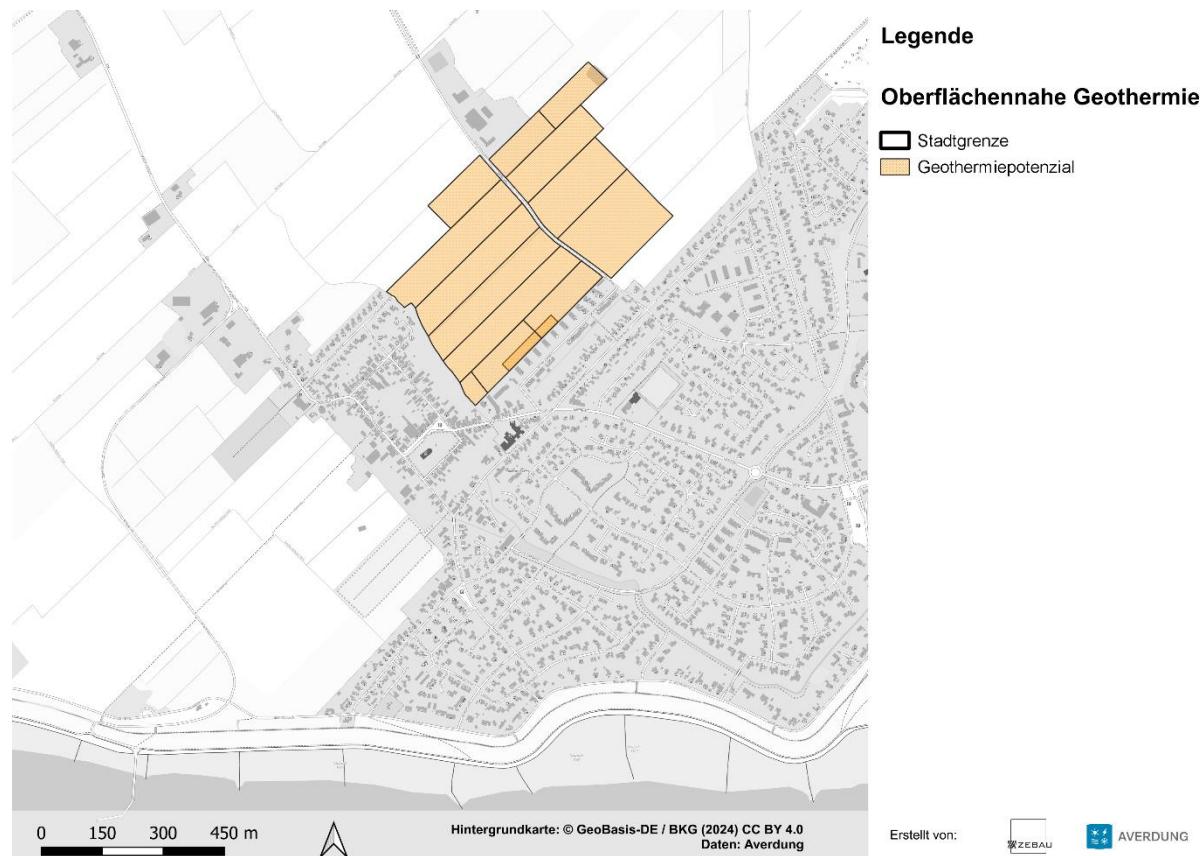


Abbildung 36: Potenzialflächen für oberflächennahe Geothermie am Bredenweg

Westlich der dichtbesiedelten Bereiche der Stadt befinden sich am Bredenweg und darüber hinaus landwirtschaftlich genutzte Flächen, die insgesamt ein sehr großes Potenzial für Oberflächennahe Geothermie darstellen. Für eine wirtschaftliche Nutzung sollten die Flächen möglichst dicht an den Senken liegen. Daher wurden die Potenzialflächen im Bereich der Aerothermiepotenzialflächen verortet. In diesem Bereich wäre Potenzial von rund 25 MW-Leistung vorhanden.

4.8.5 Brunsbüttel-Ort

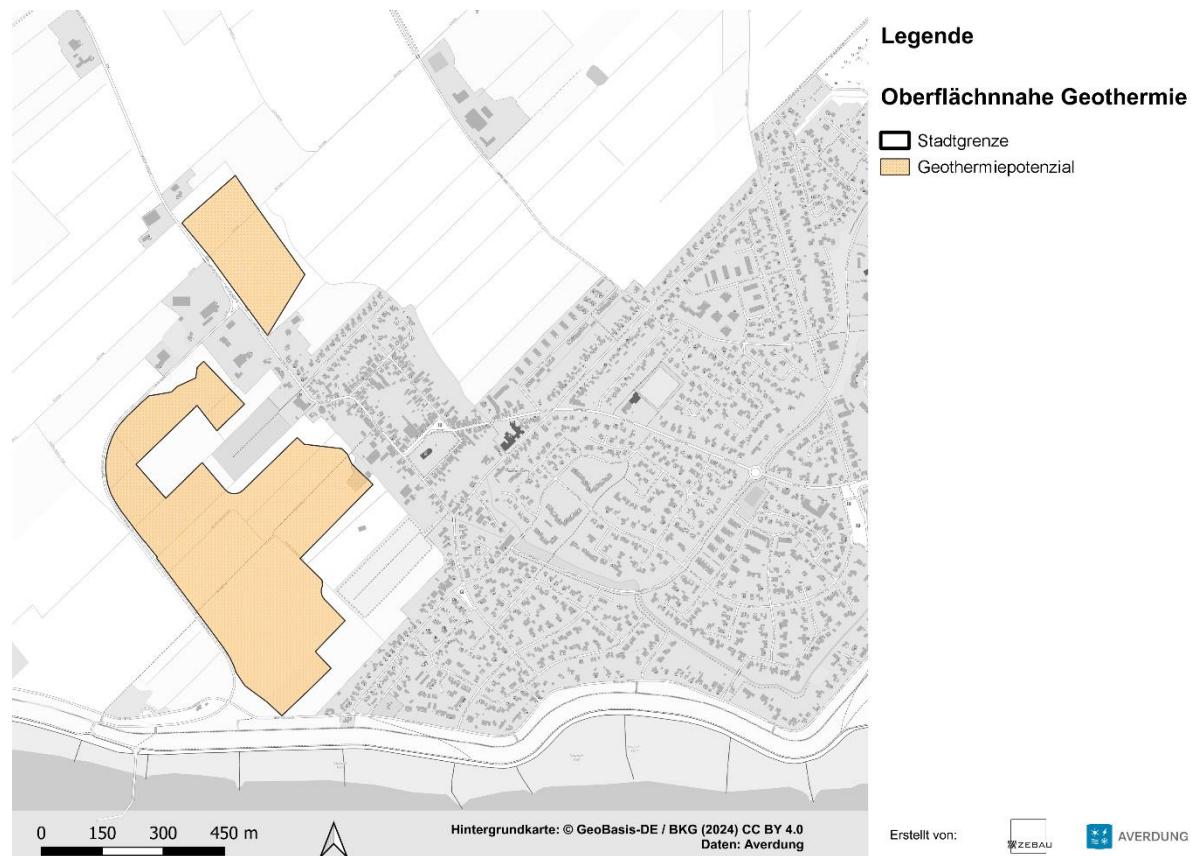


Abbildung 37: Potenzialflächen für oberflächennahe Geothermie in Brunsbüttel-Ort

Für die Flächen nord- und südwestlich von Brunsbüttel-Ort gilt gleiches, wie für den Bredenweg. Grundsätzlich könnten bei entsprechender Flächenverfügbarkeit Geothermie-Wärmepumpen mit mehreren 10 MW-Leistung aufgestellt werden. Sofern die Potenziale benötigt werden, sollte eine detaillierte Betrachtung erfolgen. Es wird davon ausgegangen, dass mehr als 2,5 MW realisiert werden können.

4.8.6 Alten Hafen

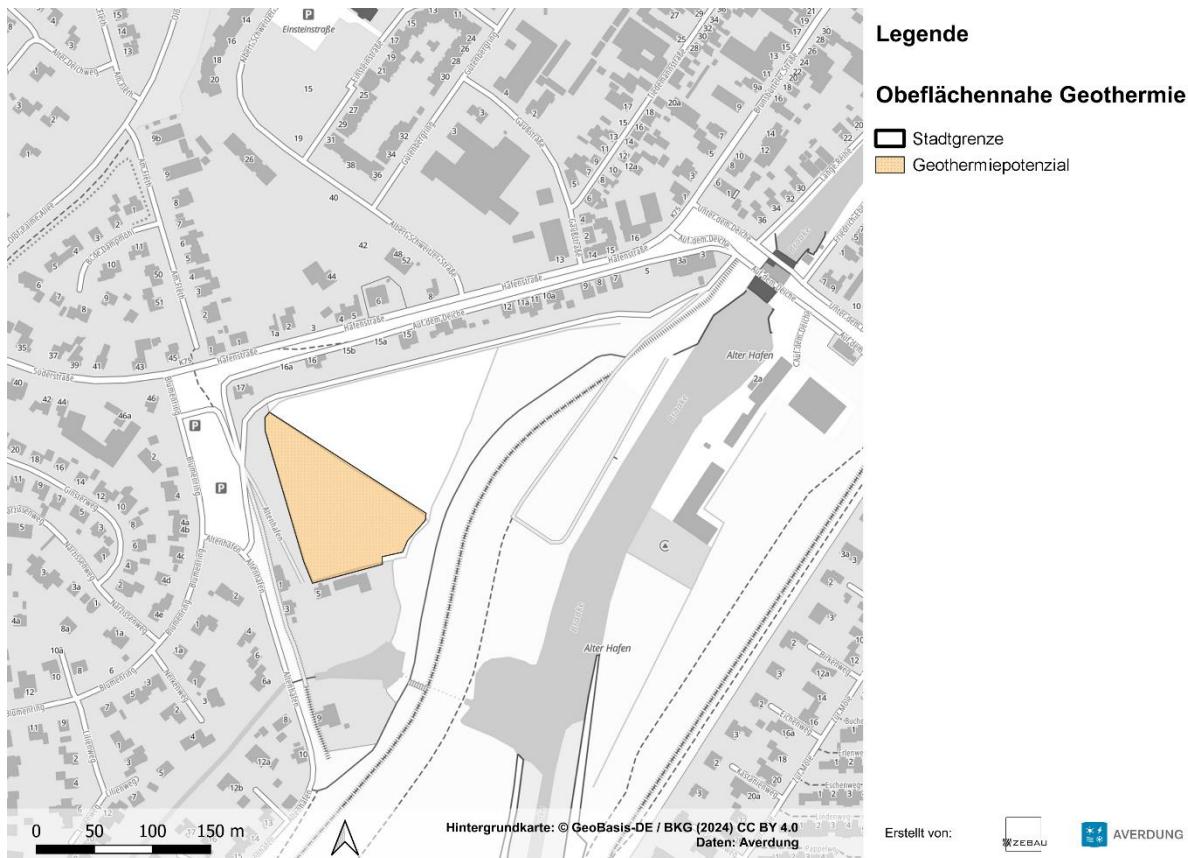


Abbildung 38: Potenzialflächen für oberflächennahe Geothermie am Alten Hafen

Die Geothermiepotenziale am Alten Hafen befinden sich auf demselben Flurstück, wie die Aerothermiepotenziale. Aufgrund der fehlenden schallbedingten Restriktionen, könnte grundsätzlich die gesamte Fläche genutzt werden. Dies würde einer Entzugsleistung von 1 MW entsprechen.

Tabelle 13: Geothermiepotenzialflächen

	Fläche	Potenzial [MW]	Aktuelle Nutzung	Eigentum	Zeithorizont
1.	Brunsbüttel-Süd	5	Grünflächen	privat / kommunal	mittelfristig
2.	Segelmacherstraße	6	Landwirtschaft	privat	mittelfristig
3.	Bauhof / Reiterhof	7	Bauhof / Reiterhof	kommunal	mittelfristig
4.	Sportplätze	0,9	Grünfläche / Parkplatz	kommunal	mittelfristig
5.	Bürgerpark	2	Grünflächen	kommunal	mittelfristig
6.	Bredenweg	25	Landwirtschaft	privat	mittelfristig
7.	Brunsbüttel-Ort	2,5	Landwirtschaft	z.T. kommunal	mittelfristig
8.	Alten Hafen	1	Grünfläche	privat	mittelfristig

4.9 Industrielle Abwärme

Bei industriellen Prozessen fällt häufig Abwärme als Nebenprodukt an, dessen Nutzbarmachung einen wesentlichen Beitrag zu einer nachhaltigen Wärmeversorgung liefern kann.

Im Rahmen einer Abwärmestudie²⁵ im Auftrag der EGEB (Entwicklungsgesellschaft Brunsbüttel mbH) wurden 2016 die Abwärmepotenziale im ChemCoast Park erhoben. Die verfügbaren Potenziale wurden in der Wärmenetze 4.0 Machbarkeitsstudie 2018 durch weitere Gespräche und Befragungen verifiziert und anhand verschiedener Kriterien auf ihre Nutzbarkeit für die FernwärmeverSORGUNG untersucht und bewertet.

Hierbei erwiesen sich die bereits genutzte Abwärmeauskopplung und Vergrößerung des Wärmetauschers bei Sasol auf der Nordseite sowie die Nutzung des Dampfs von BEBC, der ohnehin durch eine unter dem NOK verlaufende Dampftrasse auf die Nordseite geleitet wird, als wirtschaftlich sinnvolle Wärmequellen. Die Abwärme von Sasol wird dabei bereits für die Versorgung des Freizeithallenbads und des Elbeforums genutzt und wird dementsprechend auch in der zukünftigen Wärmeversorgung des Brunsbütteler Fernwärmennetzes eine große Rolle spielen. Bedeutende weitere Potenziale bestehen ebenfalls auf der Südseite bei Yara, Covestro, Total Bitumen und Remondis SAVA.

Durch die überwiegend im Sommer anfallende Abwärme bei Total Bitumen ist dieses Potenzial eher ungeeignet. Die Abwärme von der Sonderabfallverbrennungsanlage von Remondis Sava ist nach den BEW-Förderbedingungen nicht förderfähig, sodass sie für die Erstellung der Machbarkeitsstudie eine untergeordnete Rolle gespielt hat. Sofern die Klimaneutralität der Anlage hergestellt werden kann, könnte die Nutzung dieser Abwärmequelle langfristig interessant sein.

Die Abwärme von Yara und Covestro sind grundsätzlich für die Nutzung in einer Wärmeversorgung interessant. Für die Nutzung aller Abwärmequellen auf der Südseite für die Wärmeversorgung auf der Nordseite wäre allerdings eine neuzubauende Untertunnelung des NOK notwendig. Zudem müssten entsprechende Wärmeleitungen mit mehreren Kilometern Länge für die Anbindung erstellt werden. Dies würde einen erheblichen Kostenaufwand bedeuten, der sich in der Machbarkeitsstudie als unwirtschaftlich für die Wärmeversorgung des Brunsbütteler Fernwärmennetzes ergeben hat. Für die Wärmeversorgung der Wärmenetzprüfgebiete auf der Südseite könnten die Abwärmepotenziale von Covestro und Remondis Sava interessant sein, da eine Querung des NOK entfällt. Im Verlauf der Untersuchungen der Wärmeplanung wurde zudem ein weiteres Abwärmepotenzial aus dem Kühlwasser von Covestro identifiziert, welches aktuell für die Erwärmung

²⁵ Holler, Klaus und von Laufenberg, Karsten. Nutzung industrieller Abwärme im ChemCoast Park. Aldenhoven, Heide: EEB ENERKO Energiewirtschaftliche Beratung GmbH, 2016

des LNG-Terminals verwendet wird. Details über die Leistung liegen dafür nicht vor. Langfristig könnte dieses Potenzial bei geänderten Rahmenbedingungen z.B. durch geringere LNG-Bedarfe für andere Zwecke ggf. zur Verfügung stehen. Inwieweit die genannten Potenziale für die Wärmeversorgung in Brunsbüttel-Süd genutzt werden können, sollte in einer entsprechenden Machbarkeitsstudie geprüft werden.

Insgesamt verfügt Brunsbüttel damit über sehr hohe Abwärmepotenziale, die ausreichen würden, um den überwiegenden Teil der Wärmebedarfe für Raumwärme und Trinkwarmwasser zu decken.

Die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Abwärmequellen können in einem langfristigen Zeitrahmen oder bei geänderten Rahmenbedingungen für die Wärmeversorgung der Nordseite interessant sein. Für die kurz- bis mittelfristige Versorgung sind die wirtschaftlich nutzbaren Potenziale bereits eingeplant (siehe Kapitel 2.3.3).

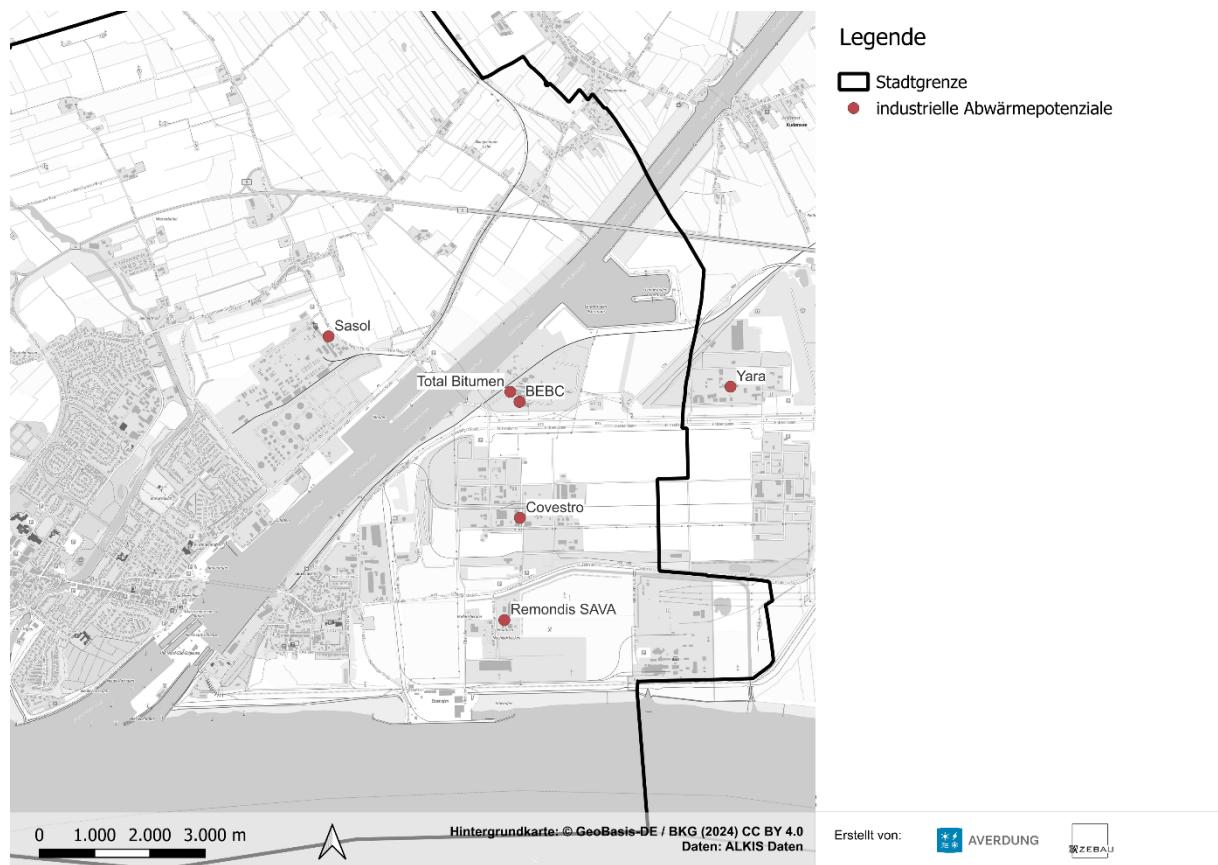


Abbildung 39: Standorte der Unternehmen für industrielle Abwärmepotenziale

Tabelle 14: Industrielle Abwärmepotenziale zusammengefasst

Unternehmen	Temperatur-niveaus	Transport-leitungen	MW	MWh	Kommentar
Remondis SAVA, Abfallverwertung	50 - 60 °C	2,5 km	4,7	ca. 36.000	Nicht nach BEW förderfähig
Yara, Chemiewerk	30 °C 70 – 90 °C	4 km	3,5	ca. 30.100	Lange Erschließungsleitung notwendig
Sasol, Chemiewerk	70 – 90 °C	Infrastruktur bereits vorhanden	1,6	ca. 12.000	Bereits zum Großteil erschlossen
Covestro, Chemiewerk	50 – 200 °C	2,5 km	3,6	ca. 31.000	Zusätzliche Abwärme über Abwasser für LNG- Terminal genutzt
Total Bitumen, Bitumenwerk	30 °C > 230 °C	2,5 km	2,8	ca. 20.000	Abwärme überwiegend im Sommer vorhanden
BEBC, Bioenergie	50	Dampfleitung bereits vorhanden	3	ca. 25.000	Für Wärmeversorgung bereits eingeplant
Gesamt			27,4	ca. 152.000	

5. RÄUMLICHES KONZEPT

5.1 Verortung von Wärmenetzprüfgebieten

Über die Wärmedichte und Wärmeliniendichte kann die grundsätzliche Eignung für Wärmenetze von Gebieten beurteilt werden. Die sich daraus ergebenden Gebiete stellen bei einer hundertprozentigen Anschlussquote entsprechende Wärmenetzpotenzialgebiete dar (Kapitel 2.6). Der vollständige Anschluss aller Liegenschaften in den Gebieten ist häufig unwahrscheinlich, sodass auf der Basis der Wärmeliniendichten und weiteren Einflussfaktoren wie Anschlussquote, Baualter, Ankerkunden und Trassenverläufen Wärmenetzprüfgebiete definiert werden, in denen die Wahrscheinlichkeit für die Umsetzung eines Wärmenetzes hoch ist.

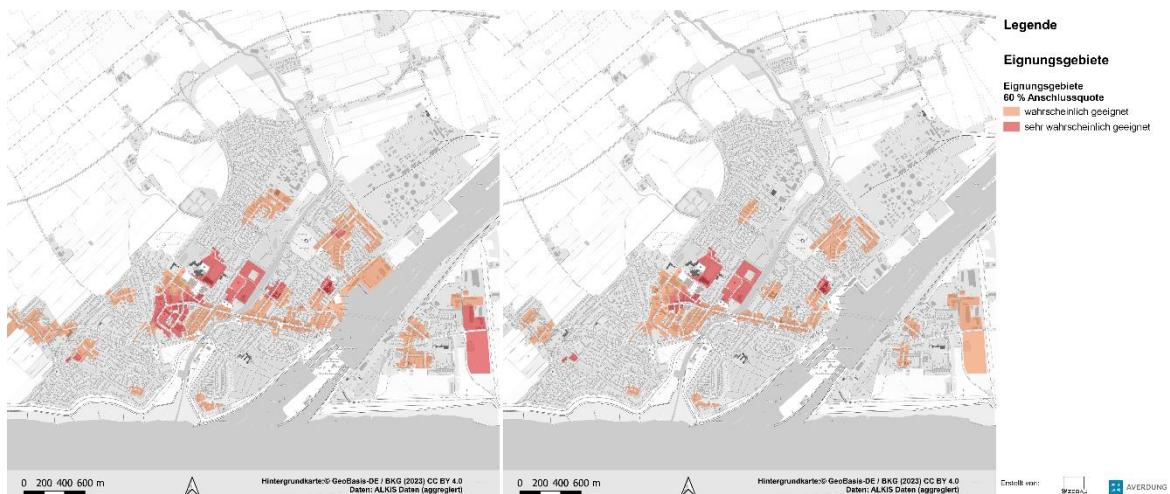


Abbildung 40: Wärmenetzpotenzialflächen bei 80 % (links) und 60 % Anschlussquote

Für den wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmenetzes ist die tatsächliche Wärmeabnahme ausschlaggebend, die maßgeblich von der tatsächlichen Anschlussquote abhängt. Ein Wärmenetzpotenzialgebiet, dessen Wärmedichtekennzahlen auch bei einer geringeren Anschlussquote den wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmenetzes vermuten lassen, wird in der Realität deutlich wahrscheinlicher durch ein Wärmenetz versorgt als Gebiete, in denen alle Gebäude angeschlossen werden müssen.

Gebiete, in denen die Wärmeliniendichte auch bei einer Anschlussquote von 60 % (Abbildung 40) den wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmenetzes vermuten lässt, bilden daher die Basis für die Festlegung von Wärmenetzprüfgebieten. Diese Anschlussquote kann erfahrungsgemäß gut erreicht werden und bietet die Möglichkeit, ein Wärmenetz auch in der ersten Phase profitabel zu betreiben.

In Brunsbüttel gibt es allerdings einige Quartiere, in denen aufgrund der Eigentümerstruktur oder dem Baualter, Denkmalschutz oder Platzverhältnissen damit zu rechnen ist, dass sich mehr Gebäudeeigentümer an ein Wärmenetz anschließen. Auch diese Gebiete werden als Wärmenetzprüfgebiete ausgewiesen.

In Brunsbüttel ist innerhalb der dicht besiedelten Gebiete die Flächenverfügbarkeit für Energieanlagen gering. Relevante Abwärmepotenziale auf der Nordseite des NOKs sind bereits in dem in der Umsetzung befindlichen Wärmenetz verplant. Diese bilden allerdings nur eine Grundlast, sodass zusätzliche Energieanlagen für die vollständige Versorgung notwendig sind.

Die großen Abwärmepotenziale fallen auf der Südseite des NOK an. Eine eigenständige unterirdische Querung des Kanals für eine Wärmetrasse wurde bereits in mehreren Studien untersucht und aus technischen und insbesondere wirtschaftlichen Gründen verworfen. Es ist daher davon auszugehen, dass keine besonders günstigen Wärmequellen auf der Nordseite zur Verfügung stehen. Für die Auswahl der Wärmenetzprüfgebiete werden daher nur Gebiete mit einer Wärmeliniendichte über 1,5 MWh / m herangezogen.

Für den wirtschaftlichen Betrieb und insbesondere eine initiale Entscheidung für die Umsetzung eines Wärmenetzes sind sogenannte Ankerkunden, die einen hohen Wärmebedarf haben, hilfreich. Ankerkunden sichern insbesondere am Anfang bzw. beim Ausbau einer Trasse eine Mindestabnahme und damit die Grundinvestition ab. Nachdem die Entscheidung für eine Wärmeleitung gefallen ist, schließen sich erfahrungsgemäß weitere Abnehmer an das Netz an, die die Wirtschaftlichkeit verbessern.

Ankerkunden sind große Wärmeabnehmer, wie Schulen, Gewerbe komplexe, Hotels, Seniorenwohnanlagen, Schwimmbäder etc. Ihr Wärmebedarf ist in den Wärmedichtewerten enthalten, sodass Gebiete mit hoher Wärmedichte bereits als Wärmenetzprüfgebiete ausgewiesen werden. In Gebieten mit geringerer Wärmedichte, können Ankerkunden ausschlaggebend für die Entscheidung für oder gegen ein Wärmenetz sein. Daher werden zusätzliche Gebiete mit Ankerkunden (sofern vorhanden) als Prüfgebiete definiert.

Neben der Anschlussquote kann der Zeitpunkt des Anschlusses von Bedeutung sein. Es wird damit gerechnet, dass innerhalb der nächsten Jahrzehnte Gebäude saniert oder erneuert werden, sodass langfristig die Wärmeabnahme gegenüber dem heutigen Stand sinkt (vgl. Kapitel 3). Entscheidungen für ein Wärmenetz und die Umsetzung nehmen viele Jahre in Anspruch. Für die Betrachtung wird daher der prognostizierte Wärmebedarf im Jahr 2045 herangezogen.

Der räumliche Zusammenhang von Wärmenetzgebieten ist ein wichtiger Einflussfaktor. Die aktuelle Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) gibt als Kriterium für die Förderung eine Mindestgröße von 16 Gebäuden oder 100 Wohneinheiten vor. Diese Vorgabe kann z.T. auch schon von einem Mikronetz eingehalten werden. Für ein gebietsübergreifendes Wärmenetz ist die Nähe der

einzelnen Betrachtungsgebiete wichtig, da lange Verbindungstrassen die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes negativ beeinflussen können.

Sofern sich zwischen zwei Wärmenetzprüfgebieten entlang der Verbindungstrasse kleinere Gebiete mit geringeren Wärmedichtewerten befinden, werden diese ebenfalls in die Prüfgebiete einbezogen.

Einige Gebiete weisen eine dichte Bebauung bei gleichzeitig mittlerer bis niedriger Wärmedichte auf. Einige Liegenschaften in diesen Gebieten werden aufgrund enger Platzverhältnisse vor der Herausforderung stehen, auf den eigenen Grundstücken eine dezentrale klimaneutrale Wärmeversorgung zu installieren. Diese Gebiete werden ebenfalls als Prüfgebiete ausgewiesen.

Es ergibt sich ein zusammenhängendes Gebiet vom Freizeithallenbad entlang der Eddelaker Straße und der Koogstraße, welches sich auf der Ostseite entlang der Ostermoorer und Scholerstraße bis zum Westküstenklinikum sowie über die Berliner Straße und Wurtleutetweute bis zur Gorch-Fock-Straße nach Norden erstreckt. Es ist geplant, dieses Gebiet zusammen mit großen Teilen des Beamenviertels mit einem auf unvermeidbarer Abwärme und Erneuerbaren Energien basierenden fossilfrei betriebenen Wärmenetz zu versorgen. Die Planung für dieses **Brunsbütteler Fernwärmennetz** ist bereits fortgeschritten, sodass für die bereits überplanten Gebiete keine weiteren Maßnahmen notwendig sind. An den geplanten Verlauf des Wärmenetzes schließen einige kleinere Wärmenetzprüfgebiete im Beamenviertel, östliche Koogstraße, Boestraße, Lange Reihe und Schulstraße an. Es sollte geprüft werden, inwiefern diese Gebiete an das geplante Brunsbütteler Fernwärmennetz angeschlossen werden können.

Im Osten davon befindet sich ein Gebiet mit hoher Wärmedichte entlang der Kopernikusstraße, Emil-von-Behring-Straße und Albert-Schweizer-Straße. Die Liegenschaften dieses Gebiets werden bereits überwiegend durch das Bestandsnetz „**City-Netz**“ versorgt, welches mittelfristig ebenfalls an das neue Fernwärmennetz angeschlossen werden soll.

Damit sind die aufgrund der Wärmeliniendichte für eine Wärmenetzversorgung geeigneten Gebiete bereits zu einem guten Teil mit einem Wärmenetz versorgt, bzw. dafür vorgesehen.

Direkt angrenzend befindet sich südlich und östlich des City-Netzes zwischen der Albert-Schweizer-Straße und der Brunsbütteler Straße ein Mischgebiet mit hoher Wärmeliniendichte. Die Gebäude in der Tiedemannstraße und in der Brunsbütteler Straße sind überwiegend freistehend mit großen Abständen sodass davon ausgegangen werden kann, dass sich dort nahezu alle Gebäude eigenständig dezentral versorgen können. Dementsprechend ist mit einer geringen Anschlussquote zu rechnen.

Anders sieht dies wahrscheinlich bei den Wohngebäuden im Baublock Einsteinstraße / Gutenbergring aus, die überwiegend in geschlossener Bauweise errichtet wurden. Zudem befinden sich weitere

große Wohngebäude mit hohem Wärmebedarf an der Albert-Schweitzer-Straße, die sich für eine Wärmenetzlösung anbieten.

Insgesamt ist das Gebiet südlich und östlich des **City-Netzes** aufgrund der hohen Wärmeliniendichte auch bei niedriger Anschlussquote für ein Wärmenetz interessant.

Ein weiteres Wärmenetz befindet sich in der **Segelmacherstraße**. Das Wärmenetz wurde für das Neubaugebiet installiert, sodass eine Erweiterung aus Kapazitätsgründen nicht möglich ist. Das Netz ist insgesamt zu dekarbonisieren.

Die Mehrfamilienhäuser in der **Vollmachttweute** / Deichgrafenstraße sind bereits durch ein Wärmenetz erschlossen, sodass bei einem Zusammenschluss mit anderen Gebieten eine hundertprozentige Anschlussquote vorhanden wäre. Ein Anschluss der Mehrfamilienhäuser Am Soesmenfeld würde ebenfalls bei einer Anschlussquote von 100 % erfolgen. Die beiden Gebiete werden daher als Wärmenetzprüfungsbiete betrachtet. Dazwischen liegt die Süderstraße, wo ein Neubau für die Grundschule West entstehen soll. Es wäre zu prüfen, inwiefern die drei Gebiete zusammen über ein Wärmenetz versorgt werden können.

Im Osten des dicht besiedelten Stadtbereichs in **Brunsbüttel-Ort** befindet sich der historische Ortskern. Aufgrund des Denkmalschutzes sind die Sanierungsmöglichkeiten der Gebäude sowie die Aufstellungsmöglichkeiten für außenliegende Energieanlagen beschränkt. Daher bietet es sich an, eine Wärmenetzlösung zu prüfen. Im Bereich Norderstraße ist die Wärmeliniendichte ebenfalls hoch, sodass das Gebiet grundsätzlich ebenso für eine leitungsgebundene Lösung geeignet sein sollte. Bei einer höheren Anschlussquote in der Reichenstraße und in der Straße Ochsenmarkt könnten die dort liegenden Liegenschaften in die Wärmenetzprüfung eingeschlossen werden. Eine Verbindung mit den drei zuvor genannten Gebieten könnte über die Sackstraße verlaufen, die bei einer Anschlussquote von über 80 % wahrscheinlich für eine Wärmetrasse geeignet wäre.

In **Brunsbüttel-Süd** verlaufen die Gebiete mit hoher Wärmeliniendichte entlang der Festgestraße und der Fährstraße. Die Schoofstraße könnte als Verbindung der beiden Gebiete dienen und wäre ebenso wie die Karlstraße und die Annastraße bei höheren Anschlussquoten über 80 % für ein Wärmenetz geeignet. Zudem ist der Bedarf in den Gebäuden an der Schleswiger Straße hoch. Inwiefern eine Verbindung der Gebiete sinnvoll ist und ob dies über die Fährstraße oder den Dithmarscher Ring erfolgen könnte, wäre zu prüfen. Evtl. ist eine gemeinsame Wärmeversorgung zusammen mit den Prüfgebieten Vollmachttweute, Am Soesmenfeld, Grundschule West Süderstraße und südl. / östl. City-Netz möglich. Dies sollte geprüft werden.

Weitere kleinere Gebiete mit hoher Wärmeliniendichte befinden sich bei den Mehrfamilienhäusern am **Kurt-Schumacher-Ring**. Dort befindet sich auch verdichtete Bungalow- und Reihenhausbebauung, die z.T. Schwierigkeiten haben könnte, sich dezentral klimaneutral selbst zu versorgen.

Ähnliches gilt für die Reihenhaussiedlungen am Asternweg und zwischen „Zur Mole“ und der Klaus Harms-Allee und den südlich davon liegenden Gebäuden am Ulitzhörn. Dort befindet sich außerdem noch das Freibad, welches über eine Wärmeleitung mit der Boy Lornsen Grundschule verbunden ist.

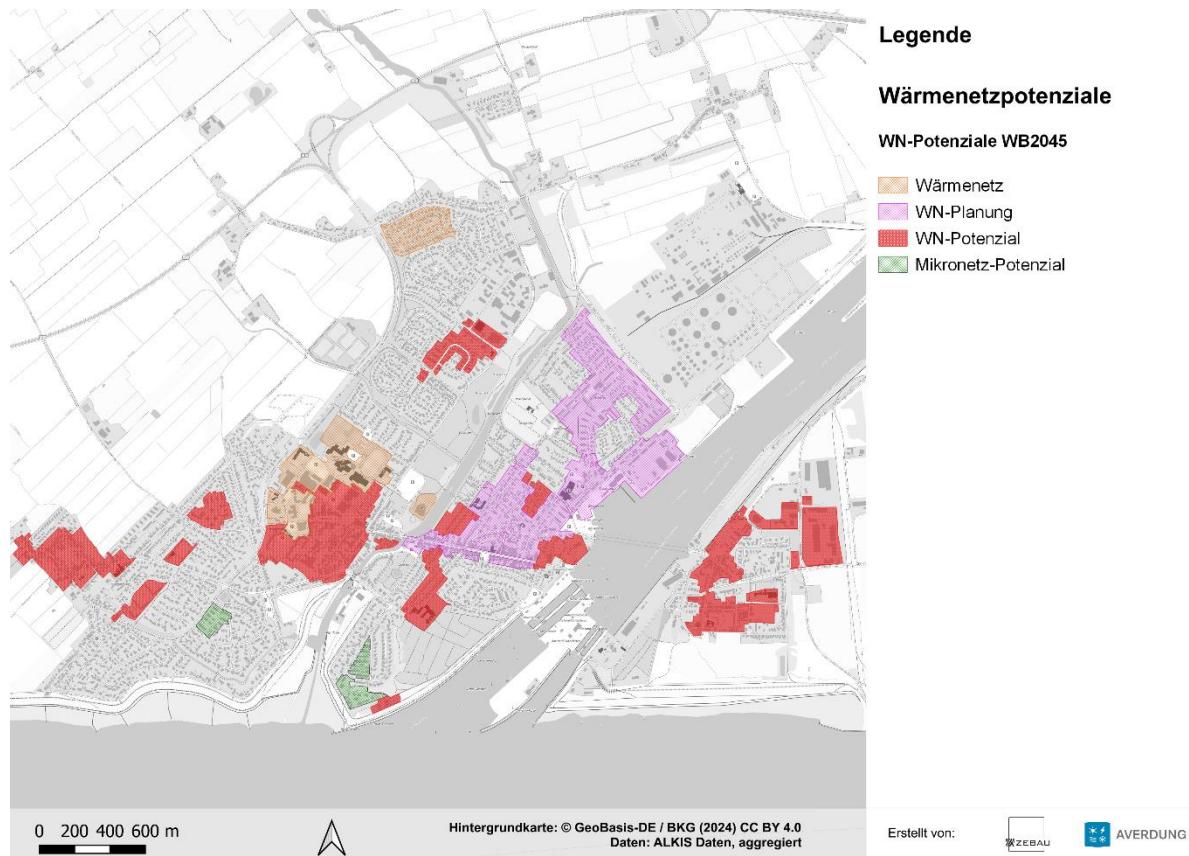


Abbildung 41: Wärmenetzprüfgebiete

Häufig sind bestehende Wärmenetze für die Versorgung bestimmter Liegenschaften ausgelegt und optimiert, sodass nur geringe Kapazitäten für den Anschluss weiterer Liegenschaften zur Verfügung stehen. Sofern entsprechende Kapazitäten vorhanden sind und eine Erweiterung hydraulisch möglich ist, bieten sich der Anschluss von Liegenschaften direkt an der Trasse und bei ausreichender Wärmeabnahme auch weitere Stichleitungen zur Versorgung weiter entfernter Liegenschaften an.

Im Rahmen der Wärmeplanung wurden entsprechende Prüfgebiete auf Basis der Faktoren Wärmedichte und Nähe zum bestehenden Wärmenetz festgelegt.

5.2 Dezentrale Versorgungsgebiete

Alle nicht als Wärmenetzprüfgebiete ausgewiesenen Gebiete werden wahrscheinlich dezentral versorgt werden. Dies bedeutet in der Regel nicht, dass eine netzgebundene Wärmeversorgung unmöglich ist. Vielmehr ist davon auszugehen, dass eine dezentrale Versorgung günstiger ist als ein Wärmenetz. Eine gemeinsame Wärmeversorgung mehrerer benachbarter Gebäude ist damit nicht gemeint und kann insbesondere für dicht stehende Einzelhäuser und Reihenhäuser interessant sein.

Für die dezentrale klimaneutrale Wärmeversorgung stehen verschiedene Technologien zur Verfügung. Hierbei kann grob in strombasierte Lösungen und brennstoffbasierte Lösungen unterschieden werden (Tabelle 15). Zusätzlich ist die Nutzung von Solarthermie möglich, wobei diese nur saisonal Wärme zur Verfügung stellt und damit als ergänzendes System anzusehen ist.

Voraussetzung für die klimaneutralen strombasierten Lösungen ist, dass der Strom entsprechend den Klimazielen zukünftig zu 100 % klimaneutral zur Verfügung gestellt wird. Dieser kann dann z.B. in Wärmepumpen genutzt werden. Hierbei wird aus einer Umweltwärmequelle wie Luft oder Geothermie die Energie entzogen und mittels Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau gebracht.

Tabelle 15: Technologien für die dezentrale Wärmeversorgung

strombasiert	brennstoffbasiert
Wärmepumpe	Biomethan
Elektrokessel	Wasserstoff
Stromdirektheizungen	Biomassepellets
Stromspeicherheizungen	Hackschnitzel
	Scheitholz

5.2.1.1 Wärmepumpen in Bestandsgebäuden

Schon seit Jahren hält sich das Gerücht, Wärmepumpen könnten in Bestandsgebäuden nicht eingebaut werden und funktionieren nur in Verbindung mit Fußbodenheizungen. Die langjährige Feldstudie „WPsmart im Bestand: Wärmepumpenfeldtest – Fokus Bestandsgebäude und smarter Betrieb“ vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE41 zeigt, dass Wärmepumpen sogar sehr gut im Gebäudebestand integrierbar sind. Geringe Temperaturspreizungen zwischen Wärmequelle und Heizungswassertemperaturen sorgen zwar für eine besonders gute Effizienz, aber

auch die Effizienzen von Wärmepumpen, die im Bestand eingebaut wurden, sind stetig gestiegen. Im Mittel werden im Bestand mittlerweile JAZ von 3,1 für Luftwärmepumpen und von 4,1 für Erdwärmepumpen erzielt. Das bedeutet, dass durch den Einsatz von 100 % Strom bis zu 310 % bzw. 410 % an nutzbarer Wärme für das Gebäude bereitgestellt werden.²⁶

Dies liegt zum einen an der technischen Weiterentwicklung der Produkte und zum anderen auch an geschulterem Fachpersonal. Die Feldstudie zeigt auf, dass nicht zwingend die gesamte Heizungsverteilung im Gebäude zu erneuern ist. Häufig ist der Austausch einzelner Heizungskörper in unversorgten Räumen und der hydraulische Abgleich des Systems ausreichend.

Bei besonders alten und ineffizienten Gebäuden, die beispielsweise noch vor 1978, also vor der ersten Wärmeschutzverordnung, gebaut wurden, kann es vorkommen, dass die Heizlast im Winter zu groß wird, um die Räume mit einer Wärmepumpe ausreichend zu erwärmen. In diesen besonderen Fällen kann ein zusätzlicher Kessel in einem hybriden System unterstützen oder eine Wärmepumpe als alleiniger Wärmeerzeuger nur in Verbindung mit einer Gebäudemodernisierung eingebaut werden.

Inwieweit einzelne Gebäude für die Nutzung von Wärmepumpen geeignet sind, lässt sich aufgrund der vielfältigen Einflussfaktoren nur in einer detaillierten Betrachtung feststellen. In einer deutschlandweiten geodatenbasierten Erhebung wurde für Brunsbüttel ein Anteil von 92 % der Ein- und Zweifamilienhäuser, 76 % der Doppelhäuser und 86 % kleiner Mehrfamilienhäuser als für Wärmepumpen geeignet ermittelt.²⁷ Vor allem für Reihenhäuser und große Mehrfamilienhäuser ist die Versorgung auf dem eigenen Grundstück häufig schwierig, sodass der Fokus in den dezentralen Gebieten in der Unterstützung dieser Liegenschaften liegen sollte.

5.2.1.2 Voraussetzungen Oberflächennahe Geothermie

Für die Integration einer Erdwärmesonde müssen die geologischen Voraussetzungen erfüllt sein und ein passender Ort für die Bohrungen identifiziert werden. Das Gebiet eignet sich grundsätzlich zur Gewinnung von Wärme aus dem Erdboden, allerdings ist immer eine vorherige Genehmigung nötig. Bei einem unmodernisierten Reihenhaus sind etwa zwei Sonden, für ein Einfamilienhaus etwa 3 bis 4 Sonden erforderlich. Die Anzahl der Sonden ist als ein grober Richtwert bei einer Bohrtiefe von 100 m zu verstehen und von der tatsächlich benötigten Leistung, den Untergrundverhältnissen und der Länge der Sonden abhängig. Die Sonden müssen in einem Abstand von mindestens sechs Metern

²⁶ Dr.-Ing. Marek Miara (2022). Klimastadt:bauen! 14. Bremerhavener Bauforum – Wärmepumpen. Potenziale und Hindernisse von Wärmepumpen.
https://gruene.berlin/fileadmin/BE/lv_berlin/01_Landesarbeitsgemeinschaften/LAG_Bauen/2022-04-27_Waermepumpen_Potenziale_und_Hindernisse_Miara.pdf

²⁷ Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. (FfE) (2017). Regionale Wärmepumpen-Potenziale. Wärmepumpenampel. München. <https://waermepumpen-ampel.ffe.de/karte>, Zuletzt aufgerufen am 06.09.2024

zueinander eingebracht werden. Zusätzlich sind Abstände zu Gebäuden, Bäumen und benachbarten Grundstücken einzuhalten, denn bei einer Erdwärmeeentnahme darf den benachbarten Grundstücken keine Erdwärme entzogen werden. Zur Vereinfachung wird davon ausgegangen, dass bei Anlagen kleiner 30 kW_{th} die Wärmeentnahme auf dem Grundstück verbleibt, wenn ein Abstand von fünf Metern zwischen Erdwärmesonde und den Grundstücksgrenzen eingehalten wird. Im Leitfaden zur geothermischen Nutzung des oberflächennahen Untergrundes vom Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein von 2011 steht folgendes: „Daher wird ein Mindestabstand zur Grundstücksgrenze von mindestens 5,0 m bzw. 6,0 m und folglich ein Abstand von mind. 10 m bis zur nächsten Sondenanlage empfohlen. (Mit Einverständnis des Nachbarn sind auch geringere Grenzabstände möglich). Bei einer Vielzahl benachbarter Erdwärmesondenanlagen in Wohngebieten sollten die gegenseitige Beeinflussung ermittelt und die Abstände und die Tiefen der Sonden unter Berücksichtigung der hydrogeologischen Verhältnisse optimiert werden. Es wird vorgeschlagen, bei einer Gesamt-Heizleistung der Anlagen von > 30 kW diese als Erdwärmesondenfelder zu betrachten und entsprechend zu dimensionieren.“

Für einen klassischen Garten in einem Reihenmittelhaus mit sechs Meter Breite und zehn Meter Länge ist die Einhaltung dieser Abstände kaum möglich und nur mit Einverständniserklärung des Nachbarn umsetzbar. Grenzt das Grundstück an eine Straße oder Bürgersteig so gelten in der Regel keine Abstandsregelungen. Auch bestehende Versorgungsleitungen (Gas- und Stromanschluss, Kanalisation) müssen berücksichtigt werden und entsprechende Abstände sind einzuhalten.

In Brunsbüttel sind die möglichen Entzugsleistungen je Sonde unterschiedlich, je nachdem, wo sich das Grundstück befindet. Die besten Voraussetzungen befinden sich mit einer Wärmeleitfähigkeit von 2,0 – 2,2 W / mK ganz im Osten des Stadtgebiets. Im weiteren Gebiet nördlich des NOK mit Ausnahme des Bereiches der Koogstraße östlich der Braake und südlich davon, ist die Wärmeleitfähigkeit mit 1,8 – 2,0 W / mK noch gut für Geothermie geeignet. Etwas geringere Wärmeleitfähigkeiten zwischen 1,6 – 1,8 W / mK sind südlich der Koogstraße und auf der Südseite des NOK südlich der Fährstraße zu erwarten. Dementsprechend ist in diesem Gebiet weniger mit der Nutzung von oberflächennaher Geothermie zu rechnen.

5.2.1.3 Voraussetzungen für dezentrale Luft-Wärmepumpen

Für die Integration einer Luft-Wärmepumpe muss ein geeigneter Aufstellort für einen Luftkühler gefunden werden. Die Luftkühler zur Gewinnung der Wärme aus der Luft werden im Freien in der Nähe des zu versorgenden Gebäudes oder auch auf dem Dach platziert. Eine Luft-Wasser-Wärmepumpe kann als Monoblock oder als Split-Variante gebaut werden. Bei einer Split-Variante werden der Luftkühler und die Wärmepumpe räumlich voneinander getrennt errichtet. Es ist möglich, Luft-Wasser-Wärmepumpen bei Außenlufttemperaturen von bis zu -20 °C zu betreiben. Die Temperaturgrenzen der Einsatzbereiche von Wärmepumpen hängen vom verwendeten Kältemittel

ab. Luft-Wasser-Wärmepumpen werden meist im bivalenten Betrieb, also gemeinsam mit einem weiteren Wärmeerzeuger betrieben. Bei besonders niedrigen Temperaturen unterstützt dann ein meist bereits integrierter elektrischer Heizstab. Der Heizstab deckt meist weniger als 3 % der Jahreswärmemenge ab.

Ein wichtiges Thema bei der Wahl des Aufstellortes sind die Schallemissionen der Rückkübler. Bei der Berechnung der Schallemissionen ist zwischen Schallleistungs- und Schalldruckpegel zu unterscheiden. Der Schallleistungspegel gibt an, wie groß der Schallpegel direkt an der Geräuschquelle ist. Allerdings nimmt der Schall mit zunehmendem Abstand ab. Der Schalldruckpegel gibt an, wie hoch die Lärmbelastung aus einem gewissen Abstand zur Geräuschquelle ist. Der Schallleistungspegel der Quelle ist unabhängig vom Raum, während der Schalldruckpegel von der Entfernung von der Geräuschquelle und den Eigenschaften des Raums abhängig ist. Dazu gehören Faktoren wie die Größe des Raums und wie stark die Oberflächen im Raum Schall reflektieren oder absorbieren. Die Bestimmung des Schallleistungspegels hilft, verschiedene Geräte vergleichen zu können, ohne die Umgebung genau zu kennen, in der sie getestet wurden, oder die Entfernung, in der Messungen durchgeführt wurden. Mithilfe des bekannten Schallleistungspegels kann der Schalldruckpegel berechnet werden. Für die Beschreibung der Schallwahrnehmung von Menschen und die Festlegung der gesetzlichen Grenzwerte wird der Schalldruckpegel genutzt.

Im Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm sind zulässige Schalldruckpegel für verschiedene städtische Gebiete vorgegeben. Im reinen Wohngebiet beträgt der zulässige Schalldruckpegel 50 dB tagsüber und 35 dB nachts. Als Nachtruhe gilt die Zeit von 22.00 Uhr bis 6.00 Uhr. In Abbildung 42 sind die zulässigen Schalldruckpegel für verschiedene Gebiete aufgeführt.

Bei modernen Luft-Wasser-Wärmepumpen ist zwischen einem Tag- und einem Nachtbetrieb zu unterscheiden. Der Schallrechner²⁸ vom Bundesverband Wärmepumpe e.V. ermöglicht die Beurteilung der Schallemissionen von Luft-Wasser-Wärmepumpen nach TA Lärm im Tagbetrieb zu Zeiten erhöhter Empfindlichkeit und während der Nacht. Als Grundlage für die Schallberechnung dienen Herstellerangaben.

²⁸ Bundesverband Wärmepumpe e.V. (2024): Schallrechner. www.waermepumpe.de/schallrechner/, zuletzt aufgerufen am 25.10.24

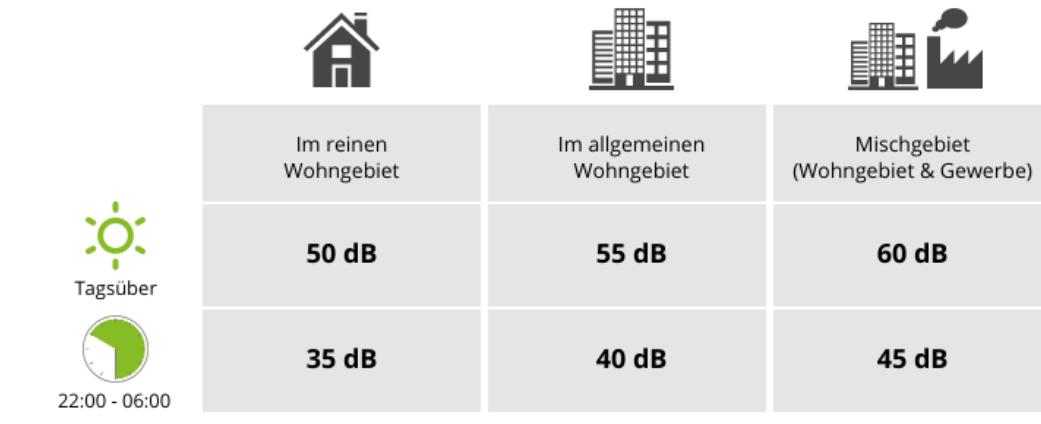


Abbildung 42: Zulässige Schalldruckpegel zur Tages- und Nachtzeit in verschiedenen Gebieten²⁹

Mit neuen Anlagen, einer fachgerechten Installation und der Wahl eines passenden Standortes lassen sich die gesetzlichen Rahmenbedingungen überwiegend problemlos einhalten.

Folgende weitere Punkte können bei Bedarf zur Schallreduktion beitragen:

- Keine Sichtverbindung vom Ventilator zu Fenstern
- Installation auf einem extra Sockel
- Kein Nachtbetrieb durch einen ausreichend dimensionierten Wärmespeicher
- Wärmepumpe nicht zu knapp dimensionieren
- Installation von Schallschutzauben

5.3 Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung hängt vor allem von den Investitionskosten und den Betriebskosten ab. Dazu kommen Wartungs- und Instandhaltungskosten, die eher eine untergeordnete Rolle spielen, aber nicht zu vernachlässigen sind.

Für dezentrale Anlagen bestehen die Investitionskosten vor allem aus der Heizungsanlage wie z.B. einer Wärmepumpe mit Erdsonden oder einem Heizkessel sowie Wärme- und ggf. Brennstoffspeicher und den zugehörigen Installationskosten.

²⁹ GeVestor (2024): Lärmbelästigung durch Nachbarn: Wissenswertes für Mieter & Vermieter. www.gevestor.de/finanzwissen/immobilien/vermieten-abrechnen/laermbelaestigung-501825.html, zuletzt aufgerufen am 25.10.24

Bei Wärmenetzen werden ebenfalls die entsprechenden Anlagen benötigt. Zusätzlich fallen Kosten für das Wärmenetz, Energiezentrale, Hausanschlüsse und Wärmeübergabestationen sowie ggf. Pacht oder Miete an. Diese Kosten sind unabhängig von der verbrauchten Wärmemenge.

Für den Betrieb entstehen Kosten durch Strom oder Brennstoffe und ggf. für Abwärme sowie die Wartungs- und Instandhaltungskosten. Das bedeutet, dass die Kosten in Abhängigkeit der verbrauchten Wärmemenge steigen oder fallen.

Den Investitionskosten für zusätzliche Komponenten bei Wärmenetzen stehen durch Skaleneffekte geringere Kosten für die Energieanlagen und den Einkauf von Energie als Großkunde gegenüber, sodass Wärmenetze ab einer gewissen Größe trotz der zusätzlichen Komponenten gleiche oder geringere Kosten aufweisen können als dezentrale Anlagen.

Aus der jährlichen Abschreibung über die Nutzungsdauer und ggf. Zinsen und Betriebskosten werden die jährlichen Kosten berechnet. Die Einschätzung der Wirtschaftlichkeit erfolgt auf Basis des Verhältnisses der jährlichen Kosten zum jährlichen Wärmebedarf.

Die Wirtschaftlichkeit einer Wärmeversorgung ist damit direkt von der verbrauchten Wärme abhängig. Die Kosten je Kilowattstunde Wärme steigen damit mit jeder Kilowattstunde verbrauchter eingekaufter Energie und fallen, je optimaler die vorhandenen Anlagen ausgenutzt werden.

5.3.1 Wirtschaftlichkeit dezentraler Systeme

Die auf ein Einzelgebäude bezogene Wirtschaftlichkeit ist von vielen weiteren Bedingungen (z.B. Sanierungsstand, Art der Heizkörper, Warmwasserbereitung, Gebäudeverteilung, Nutzungsart, Verfügbarkeit und Erschließungsfähigkeit von lokalen Wärmequellen, Brennstoffpreis, etc.) abhängig.

Ein seriöser Wirtschaftlichkeitsvergleich auf Gebäudeebene ist daher auf der Flughöhe einer Wärmeplanung nicht möglich. Grundsätzlich lassen sich aus Erfahrung und Vergleichsberechnungen die gängigen Systeme der Wärmeversorgung vergleichen. Forschende vom Fraunhofer ISE³⁰ haben für Bestandswohngebäude und unter Berücksichtigung der Förderung im Gebäudeenergiegesetz (GEG) und der Förderrichtlinie „Bundesförderung für effiziente Gebäude-Einzelmaßnahmen“ die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Technologien bewertet. Demnach ist die Umstellung auf Wärmepumpen oder Fernwärme kostengünstiger als eine erneuerte Gasheizung. Dies trifft trotz höherer Verbrauchs- und Investitionskosten im Vergleich zu energetisch sanierten Altbauten auch bei un- und teilsanierten Altbauten zu. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt auch die Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz. Diese sieht zudem ein deutliches Kostenrisiko für Gasheizungen, das sich aus der

³⁰ BMBF (2024): Analyse: Heizkosten und Treibhausgasemissionen in Bestandswohngebäuden – Aktualisierung auf Basis der GEG-Novelle 2024. <https://ariadneprojekt.de/publikation/analyse-heizkosten-und-treibhausgasemissionen-in-bestandswohngebäuden/>, zuletzt aufgerufen am 25.10.24

Steigerung des CO₂-Preises und steigender Netzentgelte ergibt. Wie sich der Strompreis langfristig weiterentwickelt, ist unklar. Viele Fachleute gehen wegen des Ausbaus der Erneuerbaren von sinkenden Preisen aus³¹.

Biomethan und Biomasse stehen nur begrenzt zur Verfügung. Auf Basis der NABIS³² ist davon auszugehen, dass die Nutzung von auf Ackerflächen angebauter Biomasse für die Energiegewinnung nicht weiter gefördert wird und die stoffliche Nutzung von Biomasse priorisiert wird. Selbst bei unveränderten Rahmenbedingungen wird davon ausgegangen, dass Anlagenbestand eher rückläufig sein wird. Es besteht daher die Gefahr, die bereits vorhandenen Biogaskapazitäten nicht erhalten zu können.³³

Ob Wasserstoff im Gasnetz verfügbar sein wird, ist aktuell noch nicht absehbar. Verschiedene Studien legen die Vermutung nahe, dass die Kosten von Wasserstoff, sofern verfügbar, in absehbarer Zeit nicht unter 25 bis 30 Cent/kWh liegen werden³⁴. Die Möglichkeit, zukünftig mit Wasserstoff zu heizen, ist daher unsicher und deutlich teurer als eine Wärmepumpe.

Tabelle 16: Vergleich der Wirtschaftlichkeit von dezentralen Technologien zur Wärmeversorgung

	Wärmekosten relativ	Zukunftsähigkeit
Luft-Wasser Wärmepumpe	Niedrig	sicher
Geothermie Wärmepumpe	mittel	sicher
Biomethankessel	mittel	begrenzt
Pelletkessel	mittel	begrenzt
Wasserstoffkessel	hoch	unsicher

³¹ Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz (2024): Gasheizung oder Wärmepumpe? <https://www.verbraucherzentrale-rlp.de/energie/heizen-und-warmwasser/gasheizung-oder-waermepumpe-89237>, zuletzt aufgerufen am 25.10.24

³² BMEL (2022): Die Nationale Biomassestrategie. <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/bioökonomie-nachwachsende-rohstoffe/nationale-biomassestrategie.html>, zuletzt aufgerufen am 25.10.24

³³ Martin Dotzauer et al. (2022): Kurzstudie zur Rolle von Biogas für ein klimaneutrales, 100 % erneuerbares Stromsystem 2035. Tino Barchmann, Uta Schmieder, Nadja Rensberg, Walter Stinner, Karin Arnold, Christine Krüger, DBFZ, Leipzig

³⁴ Jens Clausen et al. (2024): Das Erdgasnetz, das Heizen mit Wasserstoff und die Wärmepumpe. Michael Huber, Claudia Kemfert, Peter Klafka, Borderstep Institut, Berlin

5.3.2 Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen

Für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes ist es aufgrund des hohen Anteils fester Kosten wichtig, dass es im Verhältnis zu der Wärmeabnahmemenge eine möglichst geringe Trassenlänge aufweist und optimal ausgenutzt ist. Die Wärmeliniendichte und die Anschlussquoten sind damit ausschlaggebend für die Wirtschaftlichkeit.

Dies ist bereits in der Auswahl der Wärmenetzprüfgebiete berücksichtigt. Durch die entsprechende Wärmeliniendichte kann davon ausgegangen werden, dass ein Wärmenetz in diesen Gebieten unter Nutzung von üblichen Wärmequellen und -erzeugern (Wärmepumpen, Abwärme, Kessel etc.) bei entsprechender Anschlussquote im Vergleich zu einer dezentralen Wärmeversorgung gleichwertig oder günstiger ist.

Aus Vergleichsberechnungen können die Kosten verschiedener Wärmequellen ähnlich der dezentralen Versorgung untereinander ins Verhältnis gesetzt werden. Da für größere Wärmenetze häufig mehrere verschiedene Wärmequellen kombiniert werden und die Wärmequelle in Zusammenhang mit der Entfernung zum Verteilnetz betrachtet werden muss, ist die Tabelle eine grobe Einschätzung. Häufig ist industrielle Abwärme eine günstige Wärmequelle, wenn sie kostenfrei oder zu geringen Kosten abgegeben wird. Dabei liegen größere Abwärmepotenziale häufig in größerer Entfernung, sodass längere Anbindetrasse benötigt werden. Zudem müssen teilweise Revisionszeiten und Ausfallzeiten eingeplant und durch weitere Energieanlagen überbrückt bzw. besichert werden. Sofern die Abwärme auf niedrigem Niveau anfällt, muss das Temperaturniveau noch durch Wärmepumpen angehoben werden, wodurch weitere Kosten entstehen. Durch das im Vergleich zu Umweltwärme höhere Temperaturniveau können der Stromaufwand und damit die Kosten verringert werden. Die Nutzung von Abwärme ist daher häufig günstiger als andere Wärmequellen. Da Unternehmen ihre Produktionsprozesse oder Standorte ändern können, ist die Nutzung jedoch nicht so verlässlich wie beispielsweise bei Abwasserwärme. Die Erfahrung zeigt allerdings, dass solche Änderungen, wenn überhaupt, nicht kurzfristig eintreten und daher rechtzeitig nach Alternativen gesucht werden kann. Industrielle Abwärme wird daher als relativ zukunftsfähig eingeschätzt.

Tabelle 17: Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Wärmequellen für Wärmenetze

	Wärmekosten relativ	Zukunftsähigkeit
Industrielle Abwärme > 60 °C	niedrig	relativ sicher
Industrielle Abwärme < 60 °C	niedrig bis mittel	relativ sicher
Abwasserwärme	niedrig bis mittel	sicher
Luft-Wasser Wärmepumpe	mittel	sicher
Geothermie Wärmepumpe	mittel bis hoch	sicher
Oberflächengewässer	mittel bis hoch	sicher
Biomethan	mittel bis hoch	begrenzt
Biomasse	mittel bis hoch	begrenzt
Wasserstoff	hoch bis sehr hoch	unsicher

6. BETEILIGUNG



In Brunsbüttel wird intensiv an einer zuverlässigen, klimaneutralen Wärmeversorgung gearbeitet. Das Projekt "Kommunale Wärmeplanung" wird von den Gutachterbüros Averdung Ingenieure & Berater GmbH und ZEBAU umgesetzt. Am 30. November 2023 wurde auf einer Veranstaltung über die Projektfortschritte und erste Ergebnisse informiert. Außerdem gab die Westholstein Wärme GmbH Einblicke in den Planungsstand der schon laufenden Wärmenetzplanung. Anschließend konnten rund 50 Teilnehmer:innen Fragen stellen und Anregungen geben.

Weitere Informationen unter:

<https://www.stadt.brunsbuettel.de/bauen/berichte-und-konzepte/kommunale-waermeplanung>

Termin: 30.11.2023, 18-19.30 Uhr

Pressemitteilungen:

- | | | |
|-----------------|--|-----------------------------|
| - Juni 2023 | | Projektstart |
| - November 2023 | | Bewerbung Infoveranstaltung |

Unterstützung Website:

- Strukturvorschlag
- Texte
- Einbindung in neue Website Struktur
- <https://www.stadt.brunsbuettel.de/bauen/berichte-und-konzepte/kommunale-waermeplanung>

Unterstützung „Flyer“:

- Einleger in Quartiersbrief vom SanM Brunsbüttel
- Verteilung Oktober 2023

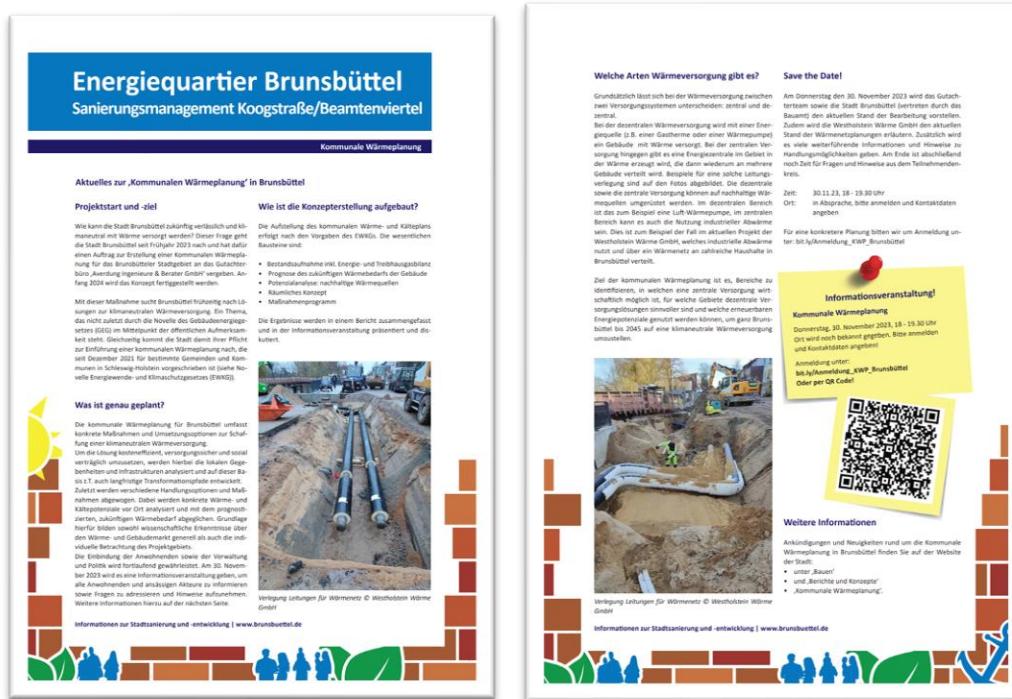


Abbildung 43: Einleger für Quartiersbrief Oktober 2023

7. MAßNAHMENKATALOG

7.1 Übergeordnete Maßnahmen

Maßnahmenübersicht Übergeordnete Maßnahmen	
Ü1	Berücksichtigung und frühzeitige Einbindung/Konzeptionierung des Themas Wärme in der Bauleitplanung vor allem bei Neubaugebieten

Ü1	Berücksichtigung und frühzeitige Einbindung / Konzeptionierung des Themas Wärme in der Bauleitplanung vor allem bei Neubaugebieten	
Teilgebiet	Ganzes Gebiet der Stadt	
Gebiets- beschreibung	-	
Versorgungsart	-	
Energieverbrauch	-	
Ziele		Priorität
Über Vorgaben in der Bauleitplanung insbesondere für Neubaugebiete aber auch im Bestand kann die Kommune Einfluss auf die Bauweise zukünftiger Gebäude nehmen und eine sinnvolle Integration von Neubaugebieten in die kommunenweite Wärmeplanung gewährleisten.		hoch
		Zeithorizont
		Kurz- mittelfristig
Kurzbeschreibung - Maßnahmen		
Um die Wärmeversorgung zukünftiger Neubaugebiete in Brunsbüttel klimafreundlich zu gestalten, sollte die Stadt Klimaschutzfestsetzungen in der Bauleitplanung für Neuvorhaben verbindlich festlegen. Vor allem bei größeren Neubauvorhaben sind verpflichtende Wärmekonzepte ein geeignetes Instrument, um sicherzustellen, dass für die Wärmeversorgung eine ganzheitliche Betrachtung erfolgt. Hier kann zum Beispiel frühzeitig geklärt werden, ob ein Wärmennetz für die Neubauten wirtschaftlich Sinn ergibt und ob sich dieses Netz mit weiteren geplanten Wärmennetzen verbinden lässt. Auch die frühzeitige Sicherung von Flächen für die erneuerbare Wärmeerzeugung des Neubaugebietes oder auch für angrenzende Wärmennetzgebiete wird mit zunehmender Dekarbonisierung der Wärmeversorgung eine wichtige Rolle spielen. So können beispielsweise bei der Planung von Neubaugebieten bereits Flächen für Luftwärmepumpen bzw. Ventilatoren unter Berücksichtigung der aus Schallschutzgründen notwendigen Abstände vorgesehen werden.		
Zuständigkeit	Einzubindende Akteur:innen	
Stadt Brunsbüttel	Kommunal Politik Westholstein Wärme GmbH	

Erste Handlungsschritte

1. Festsetzung verpflichtender Energiekonzepte in der Bauleitplanung insbesondere bei Neubauvorhaben
2. Anwendung auf alle (Neubau-) Planungsvorhaben
3. Potenzielle Investoren

Energieverbrauch und Einsparpotenzial	Erfolgsindikatoren
-	- Umsetzung von Neubauten mit Wärmekonzepten
Kosten und Finanzierung / Förderung	Monitoring Indikatoren
-	-
Hemmnisse & Lösungsansätze	Flankierende Maßnahmen
-	-

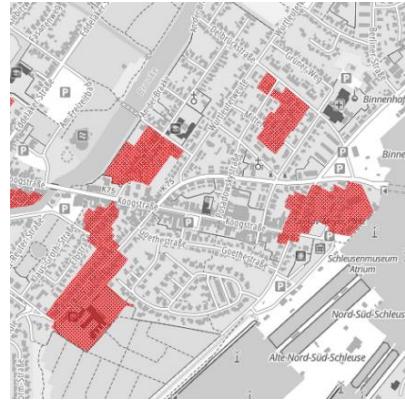
7.2 Maßnahmen Wärmenetzprüfgebiete

Maßnahmenübersicht Wärmenetze	
WN1	Prüfung der Machbarkeit eines Wärmenetzes in Brunsbüttel-Süd
WN2	Prüfung der Erweiterung des Brunsbütteler Fernwärmennetzes
WN3.1	Prüfung der Wärmeversorgung für die Grundschule West Süderstraße (unter Einbeziehung der Gebiete in WN3.2)
WN3.2	Prüfung der Machbarkeit eines Wärmenetzes in den Wärmenetzprüfgebieten Brunsbüttel-Ort, östlich City-Netz, Vollmachtwede, Am Soesmenfeld
WN4	Prüfung der Machbarkeit eines Wärmenetzes in dem Wärmenetzprüfgebiet Kurt-Schumacher-Ring
WN5	Transformation Bestandswärmenetz Segelmacherstraße
WN6	Prüfung der Wärmeversorgung der Mikronetzprüfgebiete Zur Mole und Ulitzhörn

WN1	Prüfung der Machbarkeit eines Wärmenetzes in Brunsbüttel-Süd		
Teilgebiet	Brunsbüttel-Süd		
Gebietsbeschreibung	<p>Das Gebiet ist geprägt durch Wohnbebauung aus den Jahren vor 1918 und der Nachkriegszeit von 1945 bis 1970 sowie Gewerbenutzungen. Größter Einzelabnehmer ist die Spedition Kruse, die eine Erweiterung plant. Kommunale Liegenschaften sind die Feuerwache-Süd, das Gebäude Jahnstraße 3 mit der Sporthalle Süd sowie weitere Einrichtungen in der Jahnstraße 3 sowie das Gebäude in der Festgestraße 11.</p> 		
Wärme & CO₂-Emissionen	Bedarf 2022 7,6 GWh	CO ₂ -Emissionen 2022 1.998 t	Bedarf 2045 6,4 GWh
Angestrebte Versorgungsart	zentral industrielle Abwärme, Luft- oder Geothermiewärmepumpe		
Ziele		Priorität	
Untersuchung der Machbarkeit einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung auf Basis von industrieller Abwärme.		Hoch	
		Zeithorizont	
		Kurzfristig	
Kurzbeschreibung - Maßnahmen			
<p>Zunächst soll identifiziert werden, ob eine Abwärmequelle für die Wärmeversorgung infrage kommt. Daran anschließend sind die Prüfung der Machbarkeit einer Abwärmeauskopplung und die Ermittlung der Trassenführung die nächsten Schritte. Falls eine Abwärmenutzung nicht möglich ist, sollte alternativ die Nutzung der Luft- und Geothermiepotenziale geprüft werden.</p> <p>Hierbei bietet sich insbesondere die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze an, über die Umfang und Machbarkeit des Wärmenetzes detailliert geprüft und vorgeplant werden können. Aufgrund des weitreichenden Umfangs der Maßnahme ist zu klären, inwieweit die Machbarkeit und Vorplanung in mehrere Teilschritte untergliedert werden kann.</p>			

Da die Spedition Kruse einen bedeutenden Ankerkunden in dem Wärmenetz darstellen würde, ist hier eine enge Abstimmung mit der Spedition erforderlich. Auch eine Abstimmung mit dem LNG-Terminal bezüglich der Abwärme aus dem Abwasser von Covestro (40 – 50 °C), welche derzeit zur Beheizung des LNG Terminals genutzt wird und die Erörterung der Möglichkeiten einen Teil dieser Abwärme ggf. für das Wärmenetz zu nutzen bietet sich an.

Zuständigkeit	Einzubindende Akteur:innen
- Stadt Brunsbüttel - Westholstein Wärme	- Abwärmelieferanten - Ankerkund:innen insbesondere Kruse - Flächeneingentümer:innen
Erste Handlungsschritte	
1. Klärung aller relevanten Rahmenbedingungen 2. Beantragung von Fördermitteln 3. Untersuchung der Machbarkeit für das Prüfgebiet 4. Vorplanung 5. Beantragung von Fördermitteln für die Umsetzung	6. Vergabe der Planungsleistung 7. Planung und Vergabe der Bauleistungen 8. Beginn der ersten Baumaßnahmen 9. Wärmelieferung
Wärmebedarf 2045	Erfolgsindikatoren
Wohnen: 4,4 GWh Gewerbe 1,3 GWh Gesamt: 6,4 GWh Anteil Wohnen: 68,9 %	1. Abschluss der Machbarkeitsstudie 2. Abschluss der Vorplanung 3. Klärung der Finanzierung 4. Erfolgreiche Beantragung der Fördermittel 5. Vergabe der Bauleistungen 6. Wärmelieferung 7. Vollständige Substitution der Energieversorgung im Netzgebiet durch EE
Finanzierung / Förderung / geschätzte Kosten	Monitoring Indikatoren
Finanzierung / Förderung - Bundesförderung für effiziente Wärmenetze - Ggf. weitere Förderprogramme Investitionskosten ohne Förderung (geschätzt): - ca. 8 Mio. €	1. Anteil EE an der Wärmebereitstellung 2. Anteil angeschlossener Liegenschaften im Wärmenetzgebiet 3. Anteil / Wärmemenge der ersetzen fossilen Versorgung 4. Eingesparte THG-Emissionen
Hemmisse & Lösungsansätze	Flankierende Maßnahmen
- Verlässlichkeit der Abwärmequelle - Flächenverfügbarkeit ➔ Redundanz und alternative Wärmequellen sichern - Bedenken von Akteur:innen ➔ Information und Beratungsangebote	- BEW-Machbarkeitsstudie - Einbindung der Planung in kommunale Infrastrukturplanung (Wasser, Strom etc.)

WN2	Prüfung der Erweiterung des Brunsbütteler Fernwärmennetzes		
Teilgebiet	Brunsbütteler Fernwärmennetz (Kippe, Beamtenviertel, Koogstraße, Schulstraße)		
Gebietsbeschreibung	An den geplanten Verlauf des Brunsbütteler Fernwärmennetzes schließen einige kleinere Wärmenetzprüfungsbiete in den Bereichen Beamtenviertel, östliche Koogstraße, Boestraße, Lange Reihe und Schulstraße an. Diese sind vor allem durch Wohnbebauung geprägt. Insbesondere die Schule in der Schulstraße ist für die Erweiterung des Wärmenetzes interessant, da von ihr zusätzlich eine Wärmeleitung zum Freibad besteht.		
Wärme und CO ₂ -Emissionen	Verbrauch 2022 4,8 GWh	CO ₂ -Emissionen 2022 1.223 t	Bedarf 2045 4,2 GWh
Angestrebte Versorgungsart	zentral industrielle Abwärme, Abwärme-Wärmepumpe, Biomasse		
Ziele		Priorität	
Anschluss der angrenzenden Wärmenetzprüfungsbiete an das geplante Brunsbütteler Fernwärmennetz		Hoch	
		Zeithorizont	
		Mittelfristig	
Kurzbeschreibung – Maßnahmen	<p>Die Erweiterungsmöglichkeiten des Brunsbütteler Wärmenetzgebiets sind vor allem von der Verfügbarkeit von weiteren Kapazitäten im Wärmenetz und in der Energiezentrale abhängig. Für eine Umsetzung ist vor allem die Anschlussquote entscheidend. Sofern entsprechende Anschlussquoten erreicht werden können, sollte der Anschluss der Wärmenetzprüfungsbiete möglich sein.</p> <p>Es sollte daher geprüft werden, inwiefern diese Gebiete an das geplante Brunsbütteler Fernwärmennetz angeschlossen werden können.</p>		

Zuständigkeit	Einzubindende Akteur:innen
- Westholstein Wärme	<ul style="list-style-type: none"> - Stadtverwaltung - Ankerkund:innen - Gebäudeeigentümer:innen - Fachplanung - Unterschiedliche Akteur:innen nach Bedarf
Erste Handlungsschritte	
1. Klärung aller relevanten Rahmenbedingungen 2. Beantragung von Fördermitteln 3. Untersuchung der Machbarkeit und Vorplanung für festgelegte Prüfgebiete 4. Beantragung von Fördermitteln für die Umsetzung	5. Vergabe der Planungsleistung 6. Planung und Vergabe der Bauleistungen 7. Beginn der ersten Baumaßnahmen 8. Wärmelieferung
Wärmebedarf 2045	Erfolgsindikatoren
Wohnen: 3,4 GWh Gewerbe 0,5 GWh Gesamt: 4,2 GWh Anteil Wohnen: 80,8 %	1. Durchführung der Machbarkeitsstudie 2. Erfolgreiche Beantragung der Fördermittel 3. Abschluss der Planung 4. Erste Wärmelieferung 5. Vollständige Substitution der konventionellen Energieversorgung im Netzgebiet durch EE
Finanzierung / Förderung / Kosten	Monitoring Indikatoren
Finanzierung / Förderung - Bundesförderung für effiziente Wärmenetze - Ggf. weitere Förderprogramme Geschätzte Investitionskosten ohne Förderung - ca. 1,5 bis 2,5 Mio. €	1. Anteil EE an der Wärmebereitstellung 2. Anteil angeschlossener Liegenschaften im Wärmenetzgebiet 3. Anteil / Wärmemenge der ersetzen fossilen Versorgung 4. Eingesparte THG-Emissionen
Hemmnisse & Lösungsansätze	Flankierende Maßnahmen
- Flächenverfügbarkeit ➔ Redundanz und alternative Wärmequellen sichern - Bedenken von Akteur:innen ➔ Information und Beratungsangebote	- BEW-Machbarkeitsstudie - Einbindung der Planung in kommunale Infrastrukturplanung (Wasser, Strom etc.)

WN3.1	Prüfung der Wärmeversorgung für die Grundschule West Süderstraße (unter Einbeziehung der Gebiete in WN3.2)		
Teilgebiet	Grundschule West Süderstraße (Brunsbüttel-Ort, östlich City-Netz, Vollmachttweute, Am Soesmenfeld)		
Gebiets- beschreibung	Betrachtet wird der Schulneubau der Grundschule West Süderstraße unter Einbeziehung der Gebiete in WN3.2.		
Wärme & CO₂- Emissionen	Verbrauch 2022 0,1 GWh	CO ₂ -Emissionen 2022 25 t	Bedarf 2045 0,3 GWh
Angestrebte Versorgungsart	zentral / dezentral Luftwärmepumpe, ggf. Geothermie		
Ziele		Priorität	
Untersuchung der Wärmeversorgung auf Basis von Luft- und Geothermie-Wärmepumpen. Festlegung der Versorgungsart (dezentral oder Wärmenetz) und ggf. Identifikation von wirtschaftlich sinnvoll gemeinsam durch Wärmenetze zu versorgenden Gebieten. Ggf. Durchführung entsprechender Machbarkeitsstudie(n).		Hoch	
		Zeithorizont	
		kurzfristig	
Kurzbeschreibung – Maßnahmen			
<p>An der Süderstraße entsteht ein Schulneubau, für den eine Wärmeversorgung konzipiert werden soll. Es ist kurzfristig zu klären, inwieweit es sinnvoll ist, die umliegenden Wärmenetzpotenzialgebiete in die Planung des Schulneubaus einzubeziehen. Es soll zunächst entschieden werden, für welche Gebiete eine gemeinsame Wärmeversorgung untersucht werden soll und ob ggf. ein Zusammenschluss mit dem Brunsbütteler Fernwärmennetz geprüft werden soll. In Abhängigkeit des Ergebnisses wird im Anschluss daran eine dezentrale Versorgung für den Schulstandort oder eine gemeinsame Wärmeversorgung mit weiteren Standorten konzipiert. Hierfür sollten sofern möglich entsprechenden Fördermittel beantragt und Machbarkeitsstudien durchgeführt werden. Sofern mehrere einzelne Studien durchgeführt werden sollen, liegt die höchste Priorität auf dem Schulneubau.</p> <p>Sofern eine dezentrale Versorgung konzipiert wird, können wahrscheinlich ausreichend Potenziale durch Aerothermie und Geothermie auf dem Grundstück für die Versorgung genutzt werden.</p>			

Für eine Wärmenetzlösung sind die Potenziale und das Vorgehen in WN3.2 beschrieben.

Zuständigkeit	Einzubindende Akteur:innen
<ul style="list-style-type: none"> - Stadt Brunsbüttel - Westholstein Wärme 	<ul style="list-style-type: none"> - Unterschiedliche Akteur:innen nach Bedarf
Erste Handlungsschritte	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Klärung ob und für welche Gebiete zusammen mit dem Schulneubau eine gemeinsame Wärmeversorgung geprüft werden soll 2. Klärung, welche der Prüfgebiete zusammen untersucht werden sollen 3. Beantragung von Fördermitteln 4. Untersuchung der Machbarkeit und Vorplanung für festgelegte Prüfgebiete 5. Beantragung von Fördermitteln für die Umsetzung 	<ol style="list-style-type: none"> 6. Vergabe der Planungsleistung 7. Planung und Vergabe der Bauleistungen 8. Beginn der ersten Baumaßnahmen 9. Wärmelieferung
Wärmebedarf 2045	Erfolgsindikatoren
<p>Schulneubau geschätzt: 0,3 GWh Gesamt: 0,3 GWh Anteil Wohnen: 0 %</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Durchführung der Machbarkeitsstudie 2. Erfolgreiche Beantragung der Fördermittel 3. Abschluss der Planung 4. Erste Wärmelieferung 5. Vollständige klimaneutrale Wärmeversorgung
Finanzierung / Förderung / Kosten	Monitoring Indikatoren
<p>Finanzierung / Förderung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bundesförderung für effiziente Wärmenetze - Ggf. weitere Förderprogramme <p>Investitionskosten ohne Förderung (geschätzt):</p> <ul style="list-style-type: none"> - ca. 0,25 – 0,7 Mio. € 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anteil EE an der Wärmebereitstellung 2. Anteil angeschlossener Liegenschaften im Wärmenetzgebiet 3. Anteil / Wärmemenge der ersetzen fossilen Versorgung 4. Eingesparte THG-Emissionen
Hemmisse & Lösungsansätze	Flankierende Maßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> - Flächenverfügbarkeit ➔ Redundanz und alternative Wärmequellen sichern - Bedenken von Akteur:innen ➔ Information und Beratungsangebote 	<ul style="list-style-type: none"> - BEW-Machbarkeitsstudie - Einbindung der Planung in kommunale Infrastrukturplanung (Wasser, Strom etc.)

WN3.2	Prüfung der Machbarkeit eines Wärmenetzes in den Wärmenetzprüfgebieten Brunsbüttel- Ort, östlich City-Netz, Vollmachttweute, Am Soesmenfeld, Grundschule West Süderstraße		
Teilgebiet	Brunsbüttel-Ort, östlich City-Netz, Vollmachttweute, Am Soesmenfeld, Grundschule West Süderstraße		
Gebiets- beschreibung	Das betrachtete Gebiet umfasst zwei kleinere Mehrfamilienhausgebiete aus den 1970er Jahren, einen Schulneubau, den historischen Ortskern und angrenzende Bebauung sowie die vor allem nach 1970 entstandene Wohn- und Gewerbebebauung östlich des City-Netzes.		
Wärme & CO₂- Emissionen	Verbrauch 2022 18,6 GWh	CO ₂ -Emissionen 2022 4.734 t	Bedarf 2045 16 GWh
Angestrebte Versorgungsart	zentral Luftwärmepumpe, ggf. Geothermie		
Ziele		Priorität	
Untersuchung der Machbarkeit einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung auf Basis von Luft- und Geothermie-Wärmepumpen für die Wärmenetzprüfgebiete. Identifizierung und Festlegung von wirtschaftlich sinnvoll gemeinsam oder separat durch Wärmenetze zu versorgenden Gebieten unter Betrachtung von Anschlussquoten und Ankerkund:innen. Durchführung entsprechender Machbarkeitsstudien.	Hoch		
	Zeithorizont		
	kurzfristig		
Kurzbeschreibung - Maßnahmen			
Die benannten Wärmenetzprüfgebiete liegen überwiegend separat mit etwas Abstand zueinander im westlichen inneren Stadtgebiet. An der Süderstraße entsteht ein Schulneubau, für den eine Wärmeversorgung konzipiert werden soll. In WN3.1 soll kurzfristig geklärt werden, inwieweit es sinnvoll ist, die umliegenden Wärmenetzpotenzialgebiete in die Planung des Schulneubaus einzubeziehen. In Abhängigkeit der Ergebnisse in WN3.1 erfolgt die Untersuchung der Machbarkeit eines oder mehrerer Wärmenetze mit oder ohne Schulneubau. Das Gebiet östlich des City-Netzes kann höchstwahrscheinlich nicht vollständig durch eine Erweiterung des Brunsbütteler Fernwärmennetzes versorgt werden. Für dieses Gebiet soll insbesondere geklärt werden, welche			

Liegenschaften an das Fernwärmennetz angeschlossen werden können und für welche Teile eine separate Wärmeversorgung notwendig ist. Nach Abschluss der ersten Prüfung werden entweder eine gemeinsame Lösung oder mehrere einzelne Lösungen untersucht. Dabei kann jedes Gebiet einzeln oder wenn sinnvoll in Kombination mit anderen Gebieten betrachtet werden.

Da für diese Gebiete die Flächenpotenziale gering sind, wäre die Versorgung durch die Potenziale Aerothermie und Geothermie im Westen zu prüfen. Diese Potenzialflächen befinden sich im Westen des dicht besiedelten Gebiets und am Alten Hafen und hätten Potenzial für ca. 6 MW Aerothermie und 25 MW Geothermie.

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie können die jeweils günstigsten Versorgungslösungen erarbeitet werden.

Hierfür sind unter anderem folgende Bausteine zu prüfen:

- Ankerkund:innen und Anschlussquoten
- Einbindung der Bestandsnetze
- Vorlauftemperaturen
- Trassenführung Wärmenetz
- Verbindung aller / Teilgebiete
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
- Zeitlicher Ablauf

Hierbei bietet sich insbesondere die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze an, über die der Umfang und die Machbarkeit des Wärmenetzes detailliert geprüft und vorgeplant werden können. Während der Planung kann das Netz in verschiedene Bauabschnitte eingeteilt werden, welche nach und nach gebaut werden können. Nach erfolgtem Bau kann die Wärmeversorgung über das Netz beginnen.

Zuständigkeit	Einzubindende Akteur:innen
<ul style="list-style-type: none"> - Westholstein Wärme - Stadt Brunsbüttel 	<ul style="list-style-type: none"> - Liegenschaftseigentümer:innen - Flächeneingentümer:innen - Unterschiedliche Akteur:innen nach Bedarf

Erste Handlungsschritte

1. Klärung für welche Gebiete zusammen mit dem Schulneubau eine gemeinsame Wärmeversorgung geprüft werden soll
2. Klärung welche der Prüfgebiete zusammen untersucht werden sollen und welche einzeln
3. Beantragung von Fördermitteln
4. Untersuchung der Machbarkeit und Vorplanung für festgelegte Prüfgebiete
5. Beantragung von Fördermitteln für die Umsetzung
6. Vergabe der Planungsleistung
7. Planung und Vergabe der Bauleistungen
8. Beginn der ersten Baumaßnahmen
9. Wärmelieferung

Wärmebedarf 2045

Erfolgsindikatoren

Wohnen: 13,1 GWh	1. Durchführung der Machbarkeitsstudie
------------------	--

Gewerbe	2,6 GWh	2. Erfolgreiche Beantragung der Fördermittel 3. Abschluss der Planung 4. Erste Wärmelieferung 5. Vollständige Substitution der konventionellen Energieversorgung im Netzgebiet durch EE
Gesamt:	16 GWh	
Anteil Wohnen:	82,1 %	
Finanzierung / Förderung / Kosten	Monitoring Indikatoren	
Finanzierung / Förderung - Bundesförderung für effiziente Wärmenetze - Ggf. weitere Förderprogramme Investitionskosten ohne Förderung (geschätzt): - ca. 10 - 15 Mio. €	1. Anteil EE an der Wärmebereitstellung 2. Anteil angeschlossener Liegenschaften im Wärmenetzgebiet 3. Anteil / Wärmemenge der ersetzen fossilen Versorgung 4. Eingesparte THG-Emissionen	
Hemmisse & Lösungsansätze	Flankierende Maßnahmen	
- Flächenverfügbarkeit → Redundanz und alternative Wärmequellen sichern - Bedenken von Akteur:innen → Information und Beratungsangebote	- BEW-Machbarkeitsstudie - Einbindung der Planung in kommunale Infrastrukturplanung (Wasser, Strom etc.)	

WN4	Prüfung der Machbarkeit eines Wärmenetzes in dem Wärmenetz-prüfgebiet Kurt-Schumacher-Ring		
Teilgebiet	Kurt-Schumacher-Ring		
Gebietsbeschreibung	In diesem Gebiet liegen neben Einfamilienhäusern auch einige dreigeschossige Wohnanlagen, die insbesondere in den 1970er und 1980er Jahren entstanden.		
Wärme & CO₂-Emissionen	Verbrauch 2022 2,3 GWh	CO ₂ -Emissionen 2022 578,2 t	Bedarf 2045 2 GWh
Angestrebte Versorgungsart	zentral Luftwärmepumpe, Oberflächennahe Geothermie		
Ziele	Prüfung einer leitungsbundenen Wärmeversorgung mit den Aerothermie- und Geothermie-Potenzialen in den Gebieten Bürgerpark und Sprante.	Priorität	Mittel
		Zeithorizont	Mittelfristig
Kurzbeschreibung - Maßnahmen	<p>Das Wärmenetzprüfgebiet rund um den Kurt-Schuhmacher-Ring soll auf die Machbarkeit eines Wärmenetzes hin untersucht werden. Hierbei stehen als Wärmequellen Luftwärme und Geothermie im Fokus.</p> <p>Für diese Untersuchung bietet sich insbesondere die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze an, über die der Umfang und die Machbarkeit des Wärmenetzes detailliert geprüft und vorgeplant werden können.</p>		
Zuständigkeit	Einzubindende Akteur:innen		
- Stadt Brunsbüttel - Westholstein Wärme	- Ankerkund:innen - Flächeneigentümer:innen - Fachplanung - Unterschiedliche Akteur:innen nach Bedarf		

Erste Handlungsschritte	
1. Klärung aller relevanten Rahmenbedingungen 2. Beantragung von Fördermitteln 3. Untersuchung der Machbarkeit und Vorplanung für festgelegte Prüfgebiete 4. Beantragung von Fördermitteln für die Umsetzung	5. Vergabe der Planungsleistung 6. Planung und Vergabe der Bauleistungen 7. Beginn der ersten Baumaßnahmen 8. Wärmelieferung
Wärmebedarf 2045	
Wohnen: 1,6 GWh Gewerbe 0,3 GWh Gesamt: 2 GWh Anteil Wohnen: 83,8 %	1. Durchführung der Machbarkeitsstudie 2. Erfolgreiche Beantragung der Fördermittel 3. Abschluss der Planung 4. Erste Wärmelieferung 5. Vollständige Substitution der konventionellen Energieversorgung im Netzgebiet durch EE
Finanzierung / Förderung / Kosten	
Finanzierung / Förderung - Bundesförderung für effiziente Wärmenetze - Ggf. weitere Förderprogramme Investitionskosten ohne Förderung (geschätzt): - ca. 2 – 3 Mio. €	1. Anteil EE an der Wärmebereitstellung 2. Anteil angeschlossener Liegenschaften im Wärmenetzgebiet 3. Anteil / Wärmemenge der ersetzen fossilen Versorgung 4. Eingesparte THG-Emissionen
Hemmisse & Lösungsansätze	
- Flächenverfügbarkeit → Redundanz und alternative Wärmequellen sichern - Bedenken von Akteur:innen → Information und Beratungsangebote	- BEW-Machbarkeitsstudie - Einbindung der Planung in kommunale Infrastrukturplanung (Wasser, Strom etc.)

WN5	Transformation Bestandswärmenetz Segelmacherstraße	
Teilgebiet	Bestandswärmenetz Segelmacherstraße	
Gebietsbeschreibung	<p>Segelmacherstraße 100 % Anschlussquote durch Bestands-WN Keine Erweiterungsmöglichkeiten mangels Kapazität</p> 	
Wärme & CO₂-Emissionen	<p>Verbrauch 2022 1,8 GWh</p> <p>CO₂-Emissionen 2022 444,6 t</p>	<p>Bedarf 2045 1,5 GWh</p>
Angestrebte Versorgungsart	Zentral Luftwärmepumpe, Geothermie	
Ziele		Priorität
Transformation des Bestandswärmenetzes zu 100 % klimaneutraler WärmeverSORGUNG		Hoch
Keine Erweiterungsmöglichkeiten aufgrund von Kapazitäten		Zeithorizont
Absenkung VL-Temperatur		Mittelfristig
Kurzbeschreibung – Maßnahmen		
<p>Für das Bestandswärmenetz Segelmacherstraße soll in Zukunft eine klimaneutrale WärmeverSORGUNG gefunden werden. Ein erster Schritt hierfür kann ein gefördertes Transformationskonzept sein, in dem die verschiedenen Wärmeerzeugungsmöglichkeiten untersucht und unter wirtschaftlichen, technischen und ökologischen Gesichtspunkten miteinander verglichen werden können.</p> <p>Für diese Untersuchung bietet sich insbesondere die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze an, über die der Umbau der WärmeverSORGUNG und die Einbindung erneuerbarer Energien detailliert geprüft und vorgeplant werden können.</p>		
Zuständigkeit	Einzubindende Akteur:innen	
- Westholstein Wärme	<ul style="list-style-type: none"> - Verwaltung - Eigentümer angeschlossener Liegenschaften - Unterschiedliche Akteur:innen nach Bedarf 	

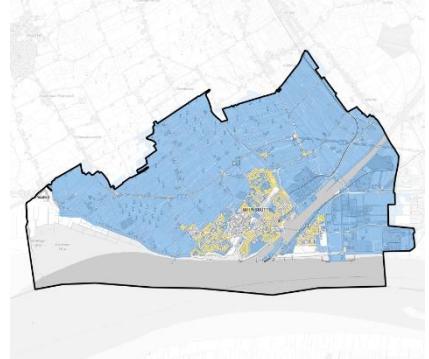
Erste Handlungsschritte	
1. Klärung aller relevanten Rahmenbedingungen 2. Beantragung von Fördermitteln 3. Untersuchung der Machbarkeit und Vorplanung für festgelegte Prüfgebiete	4. Beantragung von Fördermitteln für die Umsetzung Vergabe der Planungsleistung 5. Planung und Vergabe der Bauleistungen 6. Beginn der ersten Baumaßnahmen 7. Wärmelieferung
Wärmebedarf 2045	Erfolgsindikatoren
Wohnen: 1,5 GWh Gewerbe: 0 GWh Gesamt: 1,5 GWh Anteil Wohnen 99,6 %	1. Durchführung der Machbarkeitsstudie 2. Erfolgreiche Beantragung der Fördermittel 3. Abschluss der Planung 4. Erste Wärmelieferung 5. Vollständige Substitution der konventionellen Energieversorgung im Netzgebiet durch EE
Finanzierung / Förderung / Kosten	Monitoring Indikatoren
Finanzierung / Förderung - Bundesförderung für effiziente Wärmenetze - Ggf. weitere Förderprogramme Investitionskosten ohne Förderung (geschätzt): - ca. 1,5 - 2 Mio. €	1. Anteil EE an der Wärmebereitstellung 2. Anteil angeschlossener Liegenschaften im Wärmenetzgebiet 3. Anteil / Wärmemenge der ersetzen fossilen Versorgung 4. Eingesparte THG-Emissionen
Hemmisse & Lösungsansätze	Flankierende Maßnahmen
- Flächenverfügbarkeit → Redundanz und alternative Wärmequellen sichern - Bedenken von Akteur:innen → Information und Beratungsangebote	- BEW-Machbarkeitsstudie - Einbindung der Planung in kommunale Infrastrukturplanung (Wasser, Strom etc.)

WN6		Prüfung der Wärmeversorgung der Mikronetzprüfgebiete Zur Mole und Ulitzhörn	
Teilgebiet	Mikronetzprüfgebiete Zur Mole und Ulitzhörn		
Gebiets- beschreibung	<p>Große Villen, Reihenhäuser, Hochhaus und Freibad.</p> <p>Wenig Flächen für Energieanlagen. Abstand zum Deich 50 m. Wald östlich angrenzend.</p>		
Wärme & CO₂- Emissionen	<p>Verbrauch 2022 1,6 GWh</p>	<p>CO₂-Emissionen 2022 445,3 t</p>	<p>Bedarf 2045 1,3 GWh</p>
Angestrebte Versorgungsart	<p>zentral / dezentral</p> <p>Luftwärmepumpe, Elbwasserwärmepumpe</p>		
Ziele			
Versorgung der Mikronetzprüfgebiete			
Kurzbeschreibung – Maßnahmen			
<p>Für die beiden Mikronetzgebiete „Zur Mole“ und „Ulitzhörn“ soll die Möglichkeit von Wärmenetzen untersucht werden. Herausfordernd ist hierbei die geringe Fläche, die für Energieanlagen zur Verfügung steht, zumal ein Mindestabstand zum Deich eizuhalten ist und östlich der Gebiete Waldfächen angrenzen. Eine Idee besteht darin für die Energiezentrale ggf. eine Fläche auf dem Gelände vom Freibad zu nutzen. Der in die Elbe einleitende Regenwasserüberlauf könnte ggf. für eine Nutzung des Elbwassers als Wärmequelle für eine Wärmepumpe sprechen. Diese und weitere Möglichkeiten für eine Wärmeversorgung der beiden Gebiete sind in einer separaten Untersuchung zu beleuchten.</p> <p>Für diese Untersuchung bietet sich insbesondere die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze an, über die der Umfang und die Machbarkeit des Wärmenetzes detailliert geprüft und vorgeplant werden können. Für den genauen Zuschnitt des Untersuchungsgebiets sind die Mindestanforderungen des BEW-Programms zu beachten.</p>			

Zuständigkeit	Einzubindende Akteur:innen
- Westholstein Wärme	<ul style="list-style-type: none"> - Verwaltung Eigentümer zuschließender Liegenschaften - Unterschiedliche Akteur:innen nach Bedarf
Erste Handlungsschritte	
1. Klärung aller relevanten Rahmenbedingungen 2. Beantragung von Fördermitteln 3. Untersuchung der Machbarkeit und Vorplanung für festgelegte Prüfgebiete 4. Beantragung von Fördermitteln für die Umsetzung	5. Vergabe der Planungsleistung 6. Planung und Vergabe der Bauleistungen 7. Beginn der ersten Baumaßnahmen 8. Wärmelieferung
Wärmebedarf 2045	Erfolgsindikatoren
Wohnen: 1,3 GWh Gewerbe: 0,01 GWh Gesamt: 1,3 GWh Anteil Wohnen 99,1%	1. Durchführung der Machbarkeitsstudie 2. Erfolgreiche Beantragung der Fördermittel 3. Abschluss der Planung 4. Erste Wärmelieferung 5. Vollständige Substitution der konventionellen Energieversorgung im Netzgebiet durch EE
Finanzierung / Förderung / Kosten	Monitoring Indikatoren
Finanzierung / Förderung - Bundesförderung für effiziente Wärmenetze - Ggf. weitere Förderprogramme Investitionskosten ohne Förderung (geschätzt): - ca. 2 - 3 Mio. €	1. Anteil EE an der Wärmebereitstellung 2. Anteil angeschlossener Liegenschaften im Wärmenetzgebiet 3. Anteil / Wärmemenge der ersetzen fossilen Versorgung 4. Eingesparte THG-Emissionen
Hemmisse & Lösungsansätze	Flankierende Maßnahmen
- Flächenverfügbarkeit → Redundanz und alternative Wärmequellen sichern - Bedenken von Akteur:innen → Information und Beratungsangebote	- BEW-Machbarkeitsstudie - Einbindung der Planung in kommunale Infrastrukturplanung (Wasser, Strom etc.)

7.3 Maßnahmen Dezentral

Maßnahmenübersicht Dezentrale Versorgung	
G1	Umstellung der Wärmeversorgung im Bereich der dezentral versorgten Gebiete

G1		Umstellung der Wärmeversorgung im Bereich der dezentral versorgten Gebiete	
Teilgebiet	Alle Gebiete außerhalb der Wärmenetzprüfgebiete		
Gebietsbeschreibung	Alle Gebiete außerhalb der Wärmenetzprüfgebiete		
Wärme & CO₂-Emissionen	Bedarf 2022 76 GWh	CO ₂ -Emissionen 2022 19.868,8 t	Bedarf 2045 65,1 GWh
Angestrebte Versorgungsart	Luft- / Geothermie-Wärmepumpen, Biomasse, Biomethan, Wasserstoff		
Ziele			
Umstellung der Gebäude in den dezentral zu versorgenden Gebieten auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung			Hoch
			Zeithorizont
			langfristig
Kurzbeschreibung – Maßnahmen			
<p>Durch die verschärzte Nutzungspflicht von Erneuerbaren Energien beim Austausch oder dem nachträglichen Einbau einer Heizungsanlage durch das EWKG und das GEG sind Eigentümer:innen und Eigentümergemeinschaften perspektivisch dazu verpflichtet, mindestens 15 % und später 65 % des jährlichen Wärmeenergiebedarfs durch Erneuerbare Energien zu decken.</p> <p>Dies wird dazu beitragen, dass auch die Wärmeversorgung in den dezentral mit Wärme versorgten Bereichen nach und nach umgestellt wird. Die alleinige Installation von Solarthermieranlagen zur Deckung des sommerlichen Wärmebedarfs wird nicht mehr ausreichen. Vor allem der Einsatz von Wärmepumpen wird eine wichtige Rolle bei der Dekarbonisierung der dezentralen Wärmeversorgung einnehmen.</p> <p>Alle nicht als Wärmenetzprüfgebiete ausgewiesenen Gebiete werden sich höchstwahrscheinlich dezentral mit Wärme versorgen. Insbesondere Luft-Wärmepumpen eignen sich nach aktuellem Stand am wirtschaftlichsten zur nachhaltigen Wärmeversorgung auch im Bestand. Die Gebiete im Westen Brunsbüttels sind außerdem überwiegend gut bis sehr gut für die Nutzung von oberflächennaher Geothermie geeignet. Für</p>			

diese Gebiete bestehen keine bekannten Restriktionen und die Wärmeleitfähigkeit ist hoch. Die Umstellung der Wärmeversorgung und der Einsatz von Wärmepumpen wird umso effizienter, je geringer die benötigte Vorlauftemperatur ist. Die Reduktion des Wärmebedarfs durch technische Maßnahmen und Sanierungen und der Einbau von Flächenheizungen ermöglichen die Absenkung der Vorlauftemperaturen und verbessert die Effizienz der Wärmepumpen, ist aber nicht in jedem Bestandsgebäude erforderlich. Die entsprechenden Gebiete sind in Abschnitt 5.2 beschrieben.

Alternativ kann die Wärmeversorgung mit (aktuell bilanziellem) Biomethan, Biomasse oder ggf. Wasserstoff erfolgen, wobei die Verfügbarkeit sowie die Wirtschaftlichkeit dieser Brennstoffe in Zukunft unsicher ist. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Rahmenbedingungen ist für jedes Gebäude die beste dezentrale Versorgungsoption einzeln zu prüfen. Für die Umstellung der Wärmeversorgung in den privaten Gebäuden sind die Eigentümer:innen verantwortlich.

Diese Maßnahmen sollten durch verstärkte Informations- und Beratungsangebote unterstützt werden.

Zuständigkeit	Einzubindende Akteur:innen
- Eigentümer:innen der Einzelgebäude in dezentral versorgten Gebieten	<ul style="list-style-type: none"> - Beratungsstellen - Energieberater:innen - Westholstein Wärme und andere Anbieter ggf. für Contracting-Lösungen
Erste Handlungsschritte	
1. Verweis auf die Beratungsleistungen der Verbrauchszentrale und Inanspruchnahme der Leistung 2. Vorprüfung der technisch-wirtschaftlichen Machbarkeit der einzelnen Gebäude durch Fachpersonal	3. Einholung und Gegenüberstellung von konkreten Angeboten der Fachfirmen
Wärmebedarf 2045	
Wohnen: 50,8 GWh Gewerbe 13,7 GWh Gesamt: 65,1 GWh Anteil Wohnen: 78,1 %	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anzahl der in Anspruch genommenen Beratungsleistungen 2. Anzahl der ausgetauschten Heizungsanlagen
Finanzierung / Förderung	
- BEG-Einzelmaßnahmen - Weitere Förderungen aus Schleswig-Holstein in Verbindung mit der BEG	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anteil EE an der Wärmebereitstellung 2. Anzahl der umgestellten Heizungen 3. Eingesparte THG-Emissionen
Hemmnisse & Lösungsansätze	
- Unsicherheit bezüglich technischer Rahmenbedingungen notwendiger Sanierung für Wärmepumpen	<ul style="list-style-type: none"> - Bereitstellung von Informationsmaterial - Organisation von Informationsveranstaltungen

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">➔ Informations- und Beratungsangebote➔ Vermittlung von kompetentem Fachpersonal für die Planung und Umsetzung- Hohe Anschaffungskosten➔ Fördermittel(-beratung) | |
|--|--|

7.4 Zeitlicher Ablauf

Die zeitliche Umsetzung von Wärmenetzmaßnahmen erstreckt sich jeweils über mehrere Jahre. Umso wichtiger ist es, frühzeitig zu planen und zu priorisieren, in welcher Reihenfolge die beschriebenen Maßnahmen durchgeführt werden sollen. Hierfür wurden die Maßnahmen in verschiedene Prioritätsklassen eingeteilt, die nachfolgend beschrieben werden. Die Übergeordnete Maßnahme wird von der Stadt Brunsbüttel priorisiert, sobald Bedarf besteht.

Maßnahmen, die sich bereits in der Planung / Umsetzung befinden

Hierunter fällt die Planung und Umsetzung des Fernwärmennetzes Brunsbüttel. Es befindet sich bereits in der Umsetzung. Fertigstellung der aktuell in Planung befindlichen Hauptleitungen ist für 2026 – 2027 geplant. Dementsprechend wurde dafür keine Maßnahme konzipiert.

Priorität 1: Maßnahmen, die spätestens im nächsten Jahr (2025) begonnen werden sollen

Von elementarer Bedeutung ist die zeitnahe Durchführung der Maßnahme WN3.1 (Prüfung der Wärmeversorgung für die Grundschule West Süderstraße), da der Neubau der Schule in die Umsetzung gehen soll und daher zeitnah die Wärmeversorgung geklärt werden muss. WN3.1 sollte dabei auch die gebietsübergreifende Wärmeversorgung zusammen mit WN3.2 in Betracht ziehen. Sollte eine gemeinsame Versorgung präferiert werden, verändert sich der zeitliche Ablauf eventuell entsprechend. Ansonsten erfolgt die detaillierte Prüfung von WN3.2 zu einem späteren Zeitpunkt.

Priorität 2: Maßnahmen, die spätestens im übernächsten Jahr (2026) begonnen werden sollen

Hierunter fällt die Maßnahme WN1 (Prüfung der Machbarkeit eines Wärmenetzes in Brunsbüttel-Süd). Diese Maßnahme ist unabhängig von den Ergebnissen von WN3.1 und kann in Abhängigkeit der Koordinationskapazitäten bei der Stadt und der Westholsteinwärme parallel zu oder nach WN3.1 erfolgen.

Priorität 3: Maßnahmen, die nach der Maßnahme WN1 und Fertigstellung der Haupttrasse des Brunsbütteler Fernwärmennetzes durchgeführt werden sollen

Da der Koordinations- und Planungsaufwand für Wärmenetze z.T. erheblich ist, sollte mit den weiteren Gebieten in WN3 (Prüfung der Machbarkeit eines Wärmenetzes in den Wärmenetzprüfgebieten Brunsbüttel-Ort, östlich City-Netz, Vollmachttweute, Am Soesmenfeld (WN3.2)) nach Fertigstellung von WN1 begonnen werden. Erfahrungen aus den vorhergehenden

Maßnahmen und aus dem Bau des Brunsbütteler Fernwärmennetzes können hierbei sehr hilfreich sein. Zudem können zu diesem Zeitpunkt genauere Aussagen zu vorhandenen Kapazitäten und Erweiterungsmöglichkeiten des Fernwärmennetzes getroffen werden.

Dies ist ebenso wichtig für die Prüfung der Erweiterung des Brunsbütteler Fernwärmennetzes (**WN2**). Diese Maßnahme sollte kann nach Fertigstellung der Hauttrasse begonnen werden.

Priorität 4: Maßnahmen mit einem Zeithorizont bis 2030

Die Transformation bestehender Wärmennetze ist für ein Gelingen der Wärmewende ebenfalls erforderlich. In diese Kategorie fällt Maßnahme **WN5** (Transformation Bestandswärmennetz Segelmacherstraße)

Zudem wurden einige kleinere Gebiete identifiziert, für die eine Leitungsgebundene Wärmeversorgung geprüft werden sollte. Hierzu gehören **WN4** (Prüfung der Machbarkeit eines Wärmennetzes in dem Wärmennetzprüfgebiet Kurt-Schumacher-Ring) und **WN5** (Prüfung der Wärmeversorgung der Mikronetzprüfgebiete Zur Mole und Ulitzhörn). Dabei könnte **WN4** im Zuge von Neuplanungen für den Bürgerpark interessant werden.

Auf der folgenden Seite ist der Maßnahmenkatalog im Sinne eines Umsetzungskonzeptes als Übersicht dargestellt. Dadurch wird ersichtlich, wann welche Maßnahme durchgeführt werden könnte und welche Akteur:innen dafür zuständig sind. Es zeigt sich, dass viele Wärmennetzmaßnahmen teilweise parallel ablaufen könnten. Hierbei ist jedoch zu bedenken, dass im Laufe der im Maßnahmenkatalog beschriebenen Machbarkeitsuntersuchungen Hemmnisse auftauchen können, sodass einige Wärmennetzmaßnahmen möglicherweise nur in reduzierter Form oder auch gar nicht wirtschaftlich umgesetzt werden können. Diese Hemmnisse können auch zu deutlichen zeitlichen Verzögerungen führen. Da sich derartige Hemmnisse nicht vorhersagen lassen, basiert die Darstellung auf der nächsten Seite auf realistischen Schätzungen für die Durchführung der Maßnahmen für den Fall, dass keine größeren Hemmnisse auftreten. Es ist jedoch aus den beschriebenen Hintergründen zu erwarten, dass sich einige Wärmennetzmaßnahmen verzögern und es somit zu einer Entzerrung des dargestellten Zeitraums kommt. Gleichwohl ist es sinnvoll mit den Machbarkeitsuntersuchungen frühzeitig und ggf. parallel zu beginnen, um in der Folge die verschiedenen Wärmennetzmaßnahmen in Ihrer Umsetzung sinnvoll koordinieren zu können.

Maßnahme	Bezeichnung der Maßnahme	Zuständigkeit	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036 - 2040	2041 - 2045
Ü1	Berücksichtigung und frühzeitige Einbindung/Konzeptionierung des Themas Wärme bei Neubaugebieten	Stadt Brunsbüttel													
WN1	Prüfung der Machbarkeit eines Wärmenetzes in Brunsbüttel-Süd	Stadt Brunsbüttel / Westholsteinwärme													
WN2	Prüfung der Erweiterung des Brunsbütteler Fernwärmennetzes	Westholsteinwärme													
WN3.1	Prüfung der Energieversorgung der Grundschule West unter Einbeziehung der weiteren Gebiete in WN3	Stadt Brunsbüttel / Westholsteinwärme													
WN3.2	Prüfung der Machbarkeit eines Wärmenetzes in den Wärmenetzprüfgebieten Brunsbüttel-Ort, östlich City-Netz, Vollmachtwede, Am Soesmenfeld	Westholsteinwärme													
WN4	Prüfung der Machbarkeit eines Wärmenetzes in dem Wärmenetzprüfgebiet Kurt-Schumacher-Ring	Westholsteinwärme													
WN5	Transformation Bestandswärmenetz Segelmacherstraße	Westholsteinwärme													
WN6	Prüfung der Wärmeversorgung der Mikronetzprüfgebiete Zur Mole und Ulitzhörn	Westholsteinwärme													
G1	Umstellung der Wärmeversorgung im Bereich der dezentral versorgten Gebiete	Gebäudeeigentümer:innen	Laufender Prozess bis zur Klimaneutralität												

ANHANG

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Betrachtungsraster nach haupts. Gebäudetypologie.....	8
Abbildung 2: Baualtersangaben aus Wohnungsmarktkonzept.....	9
Abbildung 4: Denkmalschutz in Brunsbüttel	11
Abbildung 9: Stromverbrauch der Stadt Brunsbüttel 2019-2022.....	21
Abbildung 10: Gasverbrauch von Haushalten, GHD und kommunalen Liegenschaften der Stadt Brunsbüttel in den Jahren 2019 bis 2022	22
Abbildung 11: Anteile von Erdgas, Heizöl, Pellets und Wärmepumpen an der Wärmeversorgung in Brunsbüttel.....	23
Abbildung 12: Gesamt-CO ₂ -Emissionen der Wärme- und Stromversorgung nach Energieträgern in der Stadt Brunsbüttel in t CO ₂ / a, Bezugsjahr 2022.....	25
Abbildung 13: CO ₂ -Emissionen nach Sektoren in der Stadt Brunsbüttel in t CO ₂ / a, Bezugsjahr 2022	26
Abbildung 14: Aufteilung der CO ₂ -Emissionen innerhalb der Sektoren, Bezugsjahr 2022.....	27
Abbildung 18: Wärmeliniendichte mit dem prognostizierten Wärmebedarf im Jahr 2045 bei 100 % Anschlussquote.....	30
Abbildung 19: Wärmenetzpotenzialflächen auf Basis der Wärmeliniendichte 2045 bei 100 % Anschlussquote.....	31
Abbildung 20: Vorgehen Bedarfsprognose Raumwärme.....	32
Abbildung 21: Betrachtungsraster Stadtgebiet Brunsbüttel.....	33
Abbildung 22: Annahmen Sanierungsraten pro Jahr	34
Abbildung 23: Ausschnitt Reduktion spezifische Wärmebedarfe Bestand (l.) zu 2045 (r.).....	35
Abbildung 24: Diagramm zur Reduktion des Wärmebedarfs durch Gebäudemodernisierung.....	35
Abbildung 21: Potenziale für Tiefe Geothermie in Rhät-Sandsteinen bis 2.500 m Tiefe, Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0	37
Abbildung 22: 1, 2 MW Luft-Wärmepumpe in Slagslund Dänemark (Quelle: PlanEnergi).....	46
Abbildung 23: Suchräume für Standorte von Luft-Wärmepumpen	49
Abbildung 26: Wärmenetzpotenzialflächen bei 80 % (links) und 60 % Anschlussquote	70
Abbildung 27: Wärmenetzprüfgebiete.....	74

Abbildung 38: Zulässige Schalldruckpegel zur Tages- und Nachtzeit in verschiedenen Gebieten.....79

Abbildung 28: Einleger für Quartiersbrief Oktober 2023.....85

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Stromverbrauch der Stadt Brunsbüttel in den Jahren 2019–2022T	21
Tabelle 2: Erdgasverbräuche in Brunsbüttel 2019 bis 2022	22
Tabelle 3: Fernwärmeverbrauch in Brunsbüttel 2019 bis 2022T	23
Tabelle 4: Bereitstellung von Wärmenergie in Brunsbüttel 2019 bis 2022	24
Tabelle 5: THG-Bilanz der Stadt Brunsbüttel im Jahr 2022	25
Tabelle 6: Klimafaktoren der Jahre 2019 bis 2022, (Quelle: Deutscher Wetterdienst).....	28
Tabelle 7: Entfernungen, Tiefe und Temperatur der Nutzungshorizonte für hydrothermale Nutzung des Rhäts	38
Tabelle 8: Potenziale Tiefe Geothermie je Dublette.....	38
Tabelle 9: Bestehende PV-Anlagen in Brunsbüttel.....	44
Tabelle 10: Angenommene Abstände für Luftwärmepumpen basierend auf den Immissionsrichtwerten nachts der TA Lärm	47
Tabelle 11: Potenzielle Standorte für Luft-Wärmepumpen.	56
Tabelle 12: Geothermiepotenzialflächen.....	66
Tabelle 13: Technologien für die dezentrale Wärmeversorgung.....	75
Tabelle 14: Vergleich der Wirtschaftlichkeit von dezentralen Technologien zur Wärmeversorgung	81
Tabelle 15: Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Wärmequellen für Wärmenetze	83