

KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG FÜR DIE STADT RENDSBURG

Rendsburg, 07. November 2024

Im Auftrag von:



Stadt Rendsburg
Am Gymnasium 4
24768 Rendsburg

Ersteller:



Stadtwerke SH GmbH & Co. KG
Am Eiland 12
24768 Rendsburg
Askan Grimmelsmann

Unterauftragnehmer:



AVERDUNG

Averdung Ingenieure & Berater GmbH
Planckstraße 13
22765 Hamburg
Patrick Akram

Unterauftragnehmer:



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

Hinweis:

Personenbezogene Bezeichnungen werden aus Gründen der besseren Lesbarkeit lediglich in der männlichen oder weiblichen Form verwendet, so schließt dies das jeweils andere Geschlecht sowie divers mit ein.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Beteiligung der Öffentlichkeit	7
3	Bestandsanalyse	8
3.1	Gebäudebestand	8
3.1.1	Baualter	8
3.1.2	Denkmalschutz	9
3.1.3	Kommunale Liegenschaften	9
3.1.4	Neubauprojekte	10
3.2	Gewerbe	11
3.3	Energieerzeugung und -verteilung	12
3.3.1	Gasnetz	12
3.3.2	Stromnetz	12
3.3.3	Bestehende Wärmenetze	12
3.3.4	BHKW und PV-Anlagen	14
3.3.5	Kältebereitstellung	14
3.4	Energie- und Treibhausgasbilanz	15
3.4.1	Energiebilanz	15
3.4.2	Treibhausgasbilanz	19
4	Wärmebedarfe und Bedarfsprognosen	23
4.1	Einfluss von Wirkungsgraden und Witterung	24
4.2	Betrachtungsraster	24
4.3	Wärmebedarf Bestand	25
4.4	Zukünftiger Wärmebedarf	26
4.5	Spezifischer Wärmebedarf nach Sektoren	30
4.6	Gesamtergebnis	32
4.7	Wärmeliniendichte	32
5	Potenzialanalyse	35
5.1	Nutzbarkeit von Flächen	35
5.2	Geothermie	35
5.2.1	Oberflächennahe Geothermie	36
5.2.2	Tiefengeothermie	39
5.3	Abwasserwärme	41
5.4	Biomasse	43
5.4.1	Biogas	45
5.5	Gewässerwärme	45

5.6	Aerothermie (Luftwärmepumpen).....	47
5.7	Solarenergie	48
5.8	Abwärme.....	52
5.9	Windenergie.....	53
5.10	Wärmespeicher.....	53
5.10.1	Pufferspeicher.....	53
5.10.2	Aquiferspeicher.....	53
5.10.3	Erdbeckenspeicher.....	54
5.11	Zusammenfassung	54
6	Räumliches Konzept.....	56
6.1	Verortung von Wärmenetzprüfgebieten	56
6.2	Beschreibung der Wärmenetzprüfgebiete.....	58
6.2.1	Gebiet 1: Gewerbe B77 West.....	59
6.2.2	Gebiet 2: Gewerbe B77 Ost	61
6.2.3	Gebiet 3: Mastbrook	63
6.2.4	Gebiet 4: Hoheluft.....	64
6.2.5	Gebiet 5: Innenstadt/Zentrum.....	65
6.2.6	Gebiet 6: Christian-Timm-Schule und BBZ	67
6.2.7	Gebiet 7: Schleife Ost.....	69
6.2.8	Gebiet 8 Schleife West	70
6.2.9	Dezentrale Versorgungsgebiete	72
6.2.10	Wirtschaftlichkeit.....	75
7	Maßnahmenkatalog.....	78
7.1	Übergeordnete Maßnahmen	78
7.2	Maßnahmen Wärmenetzprüfgebiete	87
7.3	Maßnahmen Dezentral	101
7.4	Zeitliche Priorisierung der Umsetzung	104
8	Monitoring.....	105
9	Fazit	107
10	Anhang	108
	Abbildungsverzeichnis.....	117
	Tabellenverzeichnis.....	119

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 die 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. Rendsburg ist als Mittelzentrum bis Ende 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 Bezirksschornsteinfegern 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, möglichst viele relevante Informationen sammelt und als Geodaten verordnet. Beispielsweise werden Informationen zu Baualtersklassen, zum Denkmalschutz, zur Nutzungsart und zu Neubauprojekten gesammelt. Bei den Energieversorgern werden Gas- und Wärmeverbräuche sowie Informationen zu den Verteilnetzen 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.

Basierend auf den Wärmeverbräuchen erfolgt eine Bedarfsprognose. In dieser werden die aktuellen Wärmeverbräuche bis 2040 und 2045 extrapoliert, die Wärmeplanung verfolgt das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2040.

Neben dem Bestand werden auch die Potenziale erneuerbarer Wärmeerzeugungsoptionen analysiert. Dies umfasst beispielsweise Solarthermie und den Einsatz von Umweltwärmequellen wie Umgebungsluft oder Erdwärme in Wärmepumpen. Darüber hinaus findet eine erste Einordnung zum Thema Wärmeliniendichte und Wärmenetzpotenziale statt. Darauf aufbauend werden im räumlichen Konzept die ersten drei Arbeitsschritte zusammengeführt. Unter Berücksichtigung der in der Bestandsanalyse gesammelten Informationen wird dargestellt, wie die prognostizierten Bedarfe zukünftig mit den ermittelten Potenzialen gedeckt werden sollen. Hierfür werden zunächst Prüfgebiete für zentrale Wärmeversorgung (Wärmenetze) und Bereiche für dezentrale Einzelversorgungen vorgeschlagen. Für die Wärmenetzprüfgebiete 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 Akteure einzubinden sind.

Begleitet wird die kommunale Wärmeplanung von einer Öffentlichkeitsarbeit. Diese umfasst neben festen Ansprechpartnern gezielte Akteursgespräche und Pressearbeit. Zusätzlich zu den Beratungen in den Ausschüssen wurden zwei Informationsveranstaltungen durchgeführt und regelmäßig im städtischen Klimaforum vom Arbeitsprozess berichtet. Eine Fortschreibung des Wärme- und Kälteplans ist alle fünf Jahre vorgesehen. Der Wärmeplan ist online zu veröffentlichen.

Neben dem EWKG gilt seit dem 01. Januar 2024 auch das Wärmeplanungsgesetz (WPG), das bundesweit für sämtliche Kommunen eine verpflichtende kommunale Wärmeplanung vorsieht. Wenn jedoch, wie in Rendsburg, 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. Gleichwohl besteht eine Kopplung zum Gebäudeenergiegesetz (GEG), das auch als Heizungsgesetz bezeichnet wird. Nach Abschluss der Wärmeplanung können Kommunen in einem separaten Gemeindebeschluss 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. In allen anderen Gebieten greift diese Regelung spätestens zum 01. Juli 2028 für den Heizungstausch im Gebäudebestand (§71 (8) GEG). Im GEG sind darüber hinaus diverse Übergangsfristen geregelt.

Der Erstellungsprozess der Wärmeplanung wurde von einem engen Austausch mit der Stadt Rendsburg begleitet.

2 Beteiligung der Öffentlichkeit

Zur Beteiligung der Öffentlichkeit fanden zwei Öffentlichkeitsveranstaltungen statt, an der neben Vertreter der Stadt und der Verwaltung zahlreiche Bürgerteilgenommen haben. Bei den Veranstaltungen wurde zum einen der Ablauf der Kommunalen Wärmeplanung veranschaulicht, was die KWP leisten kann und für die Bürger bedeutet. Und zum anderen wurden Experten aus der Energieberatung und der Verbraucherzentrale eingeladen, um Fragen der Bürger zu energetischen Sanierungen, klimaneutralen Heiztechniken im Kontext der Kommunalen Wärmeplanung zu klären. Dabei wird oft auch auf individuelle Umsetzungsstrategien, Fördermöglichkeiten und die notwendigen Veränderungen im Alltag eingegangen.

So boten uns die Öffentlichkeitsveranstaltungen nicht nur die Möglichkeit, den Stand der Planung vorzustellen, sondern auch direkte Rückmeldung und Vorschläge aus der Bevölkerung zu sammeln und auf Ängste und Sorgen reagieren zu können, da das Thema "Energiewende" und "Erneuerbare Energiequellen" zuvor medial sehr emotionalisiert wurde.

Der Austausch zwischen Entscheidungsträgern und Bürgern trägt dazu bei, lokal verankerte Lösungen zu finden, die den spezifischen Bedürfnissen der Stadt Rendsburg gerecht werden. Die Energiewende, für die die Kommunale Wärmeplanung ein wichtiger Baustein ist, ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe, die nur durch eine aktive Beteiligung der Bevölkerung an der Gestaltung nachhaltig erfolgreich wird.

3 Bestandsanalyse

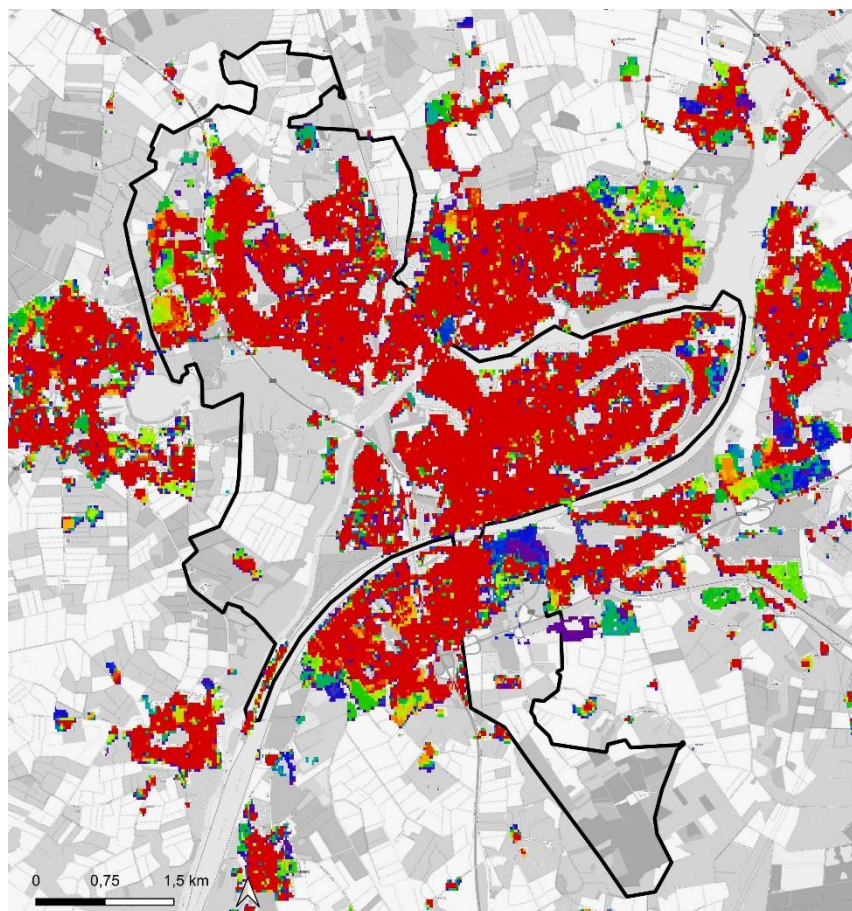
In diesem Kapitel wird der Status Quo der Wärmeversorgung und des Gebäudebestandes beschrieben. Dies umfasst zunächst die Beschreibung der Gebäudetypologie mit Aspekten wie Neubaugebieten, Baualter und Denkmalschutz und anschließend die Analyse der Energieerzeugung samt Energie- und Treibhausgasbilanz.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

3.1 Gebäudebestand

Im Folgenden wird auf die Gebäudetypologie näher eingegangen.

3.1.1 Baualter

Zur Bestimmung des Baualters und Sanierungsstandes wurden unterschiedliche Methoden genutzt. Zunächst erfolgte eine Einteilung anhand der verfügbaren Bebauungspläne sowie ergänzenden Angaben aus der Stadtverwaltung. Zusätzlich konnte der World Settlement Footprint zurate gezogen werden¹. Hierbei wird basierend auf Satellitenbildern analysiert, in welchen Jahren bestimmte Gebäude hinzugekommen sind. Aufgrund der automatisierten Auswertung und der rasterweisen Auflösung ist dieser Ansatz vor allem zum Schließen von Datenlücken geeignet.



World Settlement Footprint für Rendsburg

Erstellt von:

  **AVERDUNG**

Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG 2022
Daten: ALKIS Daten, eigene Daten

Abbildung 1: World Settlement Footprint für Rendsburg
(Quelle: <https://geoservice.dlr.de/web/maps/eoc:wsf2019>)

¹ <https://geoservice.dlr.de/web/maps/eoc:wsf2019>

Zur Einschätzung des Sanierungsstandes wurden außerdem virtuelle Begehungen über Onlinekartendienste vorgenommen.

Der Gebäudebestand stammt überwiegend aus den 1940er bis 1970er Jahren. Im zentralen Bereich liegt der historische Stadtkern, umgeben von Bebauung aus den 1920er bis 1940er Jahren. Mit zunehmender Entfernung zum Zentrum verschiebt sich das Baualter in Richtung der 1960er und 1970er Jahre, während in den Randgebieten vor allem Gebäude aus den 1980er und 1990er Jahren zu finden sind.

Bei der Betrachtung des Sanierungsstandes zeigt sich, dass rund ein Drittel der Gebäude keine wesentlichen Sanierungen aufweist. Ein weiteres Drittel weist Sanierungsarbeiten im Umfang von ca. 5 % auf. Sanierungsstände von ca. 10 % konzentrieren sich insbesondere in der Nähe des Stadtkerns sowie im östlichen Teil von Rendsburg. Die höchsten Sanierungsstände von ca. 15 % lassen sich im Bereich des historischen Stadtkerns und angrenzenden Gebieten erfassen.

3.1.2 Denkmalschutz

In Rendsburg befinden sich einige denkmalgeschützte Gebäude, die in der folgenden Abbildung und in einer Tabelle im Anhang dargestellt sind. Die meisten denkmalgeschützten Gebäude befinden sich im Stadtzentrum im Bereich um den Paradeplatz, aber auch einzelne Wohnsiedlungen wie die Siedlung in der Idstedtstraße stehen unter Denkmalschutz.

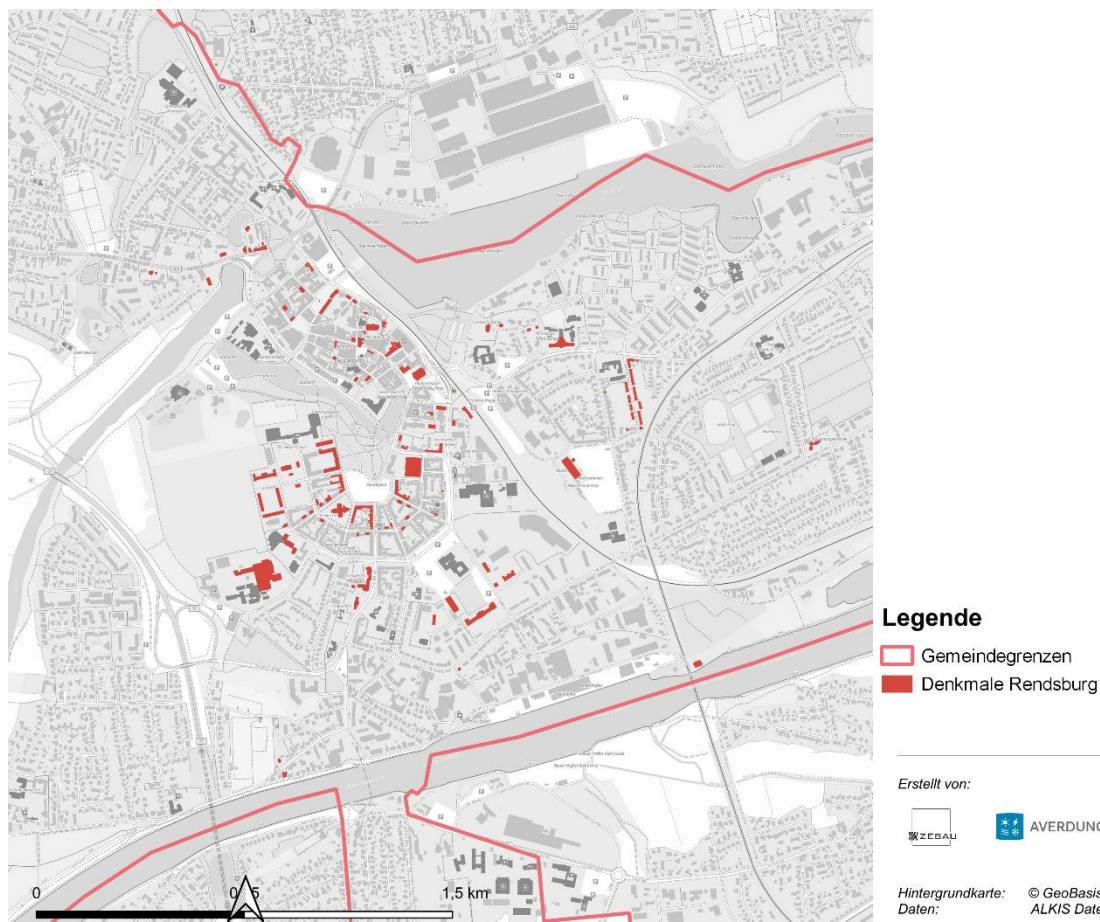


Abbildung 2: Denkmalgeschützte Gebäude in Rendsburg

3.1.3 Kommunale Liegenschaften

Die kommunalen Liegenschaften in Rendsburg lassen sich in die Kategorien Schulen, Kindergärten, Verwaltungs- und Versammlungsgebäude, Wohn- und Geschäftsgebäude und Sportplätze unterteilen.

Von dem Gesamtwärmeverbrauch in Höhe von ca. 8,8 GWh im Mittel der Jahre 2019 bis 2021 entfallen ca. 6,4 GWh auf die Schulgebäude. Mit Gesamtwärmeverbräuchen von jeweils 750 bis 1.000 MWh sind hier insbesondere die Christian-Timm-Gemeinschaftsschule, die Schule Altstadt, das Helene-Lange-Gymnasium und die Herderschule hervorzuheben.

Neben den Schulgebäuden entfällt der Großteil des Weiteren kommunalen Wärmeverbrauchs auf die Verwaltungs- und Versammlungsgebäude. Hierbei sind insbesondere das Hohe und Niedere Arsenal, das Neue Rathaus, die Nordmarkthalle und die Feuerwehr mit Verbräuchen von jeweils 200 bis 500 MWh zu nennen. Die Kindergärten weisen jeweils Verbräuche zwischen 60 und 100 MWh auf.

In der folgenden Abbildung und der Tabelle im Anhang die kommunalen Liegenschaften der Stadt Rendsburg mit Art der Wärmeversorgung und Energieverbräuchen aufgeführt.

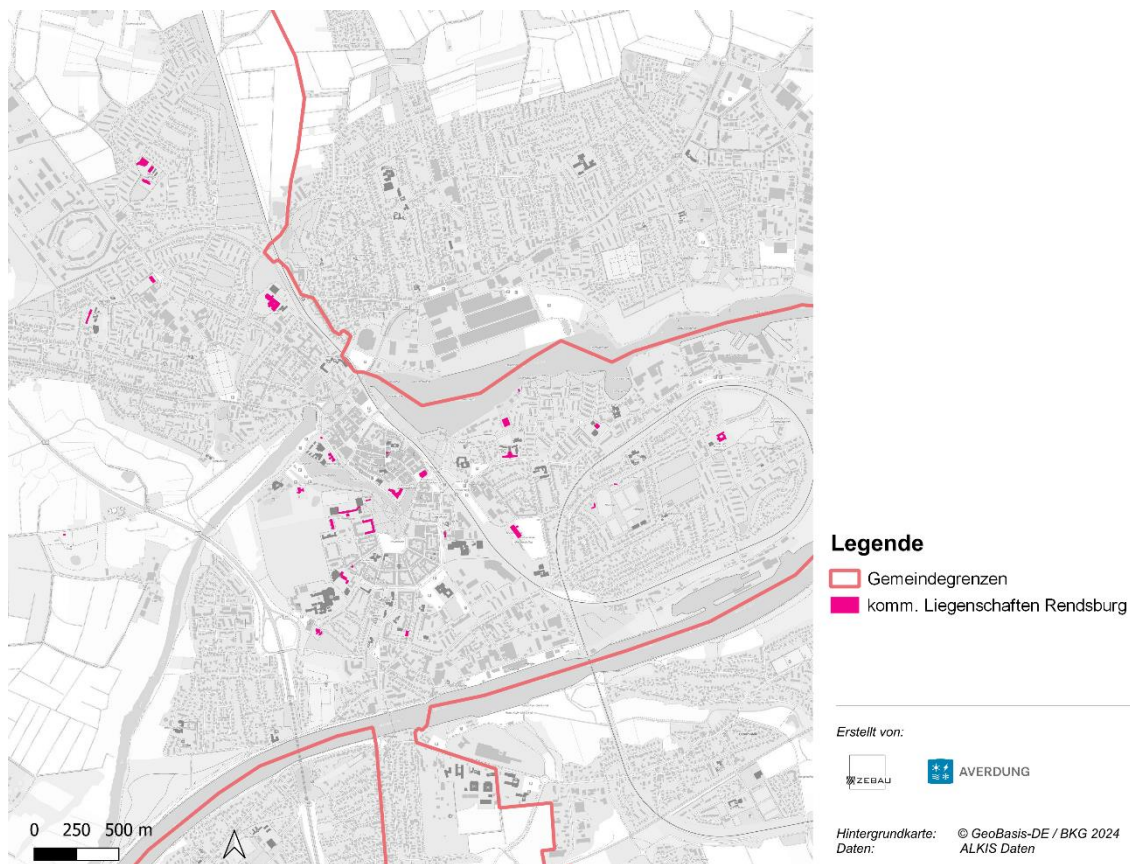


Abbildung 3: Lageplan kommunale Liegenschaften

3.1.4 Neubauprojekte

Da die Wärmeplanung einen Zeithorizont von mehreren Jahrzehnten umfasst, werden auch die aktuellen Neubauplanungen in Rendsburg in den Prozess einbezogen. Die folgende Abbildung und die zugehörige Tabelle geben einen Überblick zu derzeit absehbaren Neubauvorhaben.

Die beiden größten Vorhaben sind aktuell die „Heitmann’sche Koppel“ im Norden von Rendsburg, wo im Rahmen des B-Plans 24 rund 400 Wohneinheiten entstehen sollen und das Areal der „ehemaligen Eiderkaserne“ südlich des Stadtkerns, ebenfalls mit etwa 340 Wohneinheiten basierend auf den B-Plänen 97, 98 und 99. Im Westen der Stadt werden zudem knapp 100 Wohneinheiten im Gebiet „Seemühle-Ost“ im Rahmen des B-Plans 64 geplant.

Für die anderen hier aufgeführten Vorhaben liegen noch keine detaillierteren Planungen vor, wie z. B. die geplante Bruttogrundfläche oder die Anzahl an entstehenden Wohneinheiten.

Tabelle 1: Neubauvorhaben in Rendsburg

Projekt	B-Plan
Boelckestraße-Richthofenstraße-Hirthstraße	74
Heitmann'sche Koppeln	24
Seemühlen-Ost	64
Willy-Brandt-Platz-Süd	103
Ehemalige Eiderkaserne	97, 98, 99

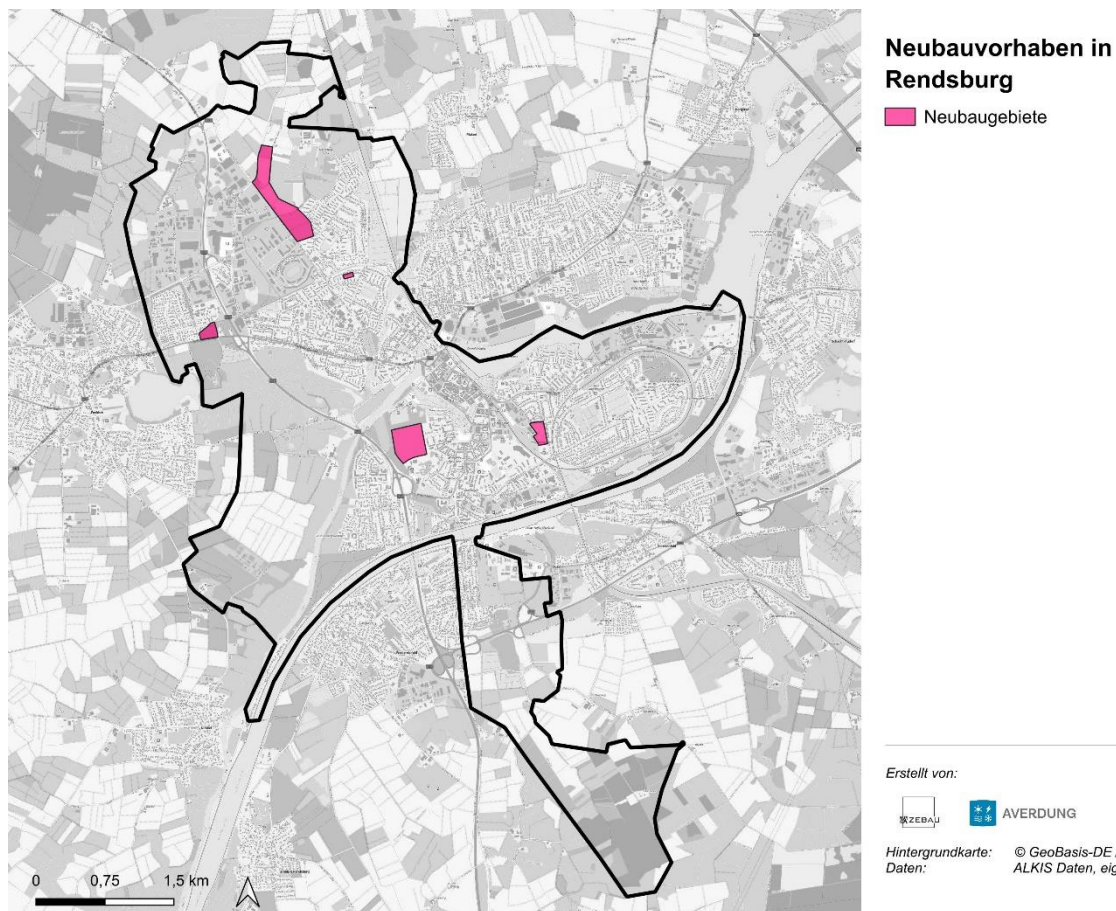


Abbildung 4: Neubauvorhaben in Rendsburg

3.2 Gewerbe

Eine klimafreundliche Wirtschaft ist eine wichtige Stellschraube beim Klimaschutz.

Aufgrund der zentralen Lage in Schleswig-Holstein und der guten Verkehrsanbindung an der A7 sowie dem direkten Zugang zum Nord-Ostsee-Kanal ist die Stadt Rendsburg ein beliebter Standort für Industrie, Handel und Gewerbe. Die Stadt und ihr Umland präsentieren sich als zukunftsorientierte Region im Norden und sind Standort zahlreicher Unternehmen mit inter-nationaler Bedeutung.

Rendsburg verfügt über verschiedene Gewerbegebiete. Eines davon ist das Gewerbegebiet Büsumer Straße im Norden der Stadt, das durch die Bundesstraße 77 geteilt wird. Westlich der Bundesstraße befindet sich am südlichen Ende des Gewerbegebietes überwiegend Einzelhandel und Logistik. Etwas weiter nördlich dominiert automobilaffines Gewerbe, noch weiter nördlich befinden sich verschiedene

Unternehmen, die unter anderem dem verarbeitenden Gewerbe und Dienstleistungen in der Baubranche zuzuordnen sind wie der Holzhandel Gehlsen. Hier befindet sich auch ein Recyclinghof der AWR. Östlich der Bundesstraße fallen insbesondere große Groß- und Einzelhändler, wie Bau-, Lebensmittel- und Elektronikmärkte ins Auge.

An der Obereider befindet sich die Nobiskrug-Werft. Hieran anschließend findet sich weiteres Gewerbe, das zum Teil ebenfalls nautischen Bezug aufweist.

Südlich der Bundesstraße 202 hält die Rendsburg Port Authority, in der die Stadt Mitgesellschafterin ist, Gewerbeflächen bereit, die teilweise in Osterrönfeld liegen. An der Grenze zu Osterrönfeld befinden sich außerdem ein Baustoffzentrum sowie weitere Gewerbeflächen in der Nähe des Schwerlasthafens, die derzeit bereits teilweise für ein Warenlager genutzt werden.

Insbesondere das Gewerbegebiet um die B77 im Norden der Stadt, aber auch die weiteren Gewerbegebiete, weisen aufgrund der Vielfalt der angesiedelten Unternehmen und der teils sehr großen Gewerbehallen zahlreiche Ansatzpunkte für nachhaltiges und klimafreundliches Gewerbe und Energieeinsparmöglichkeiten auf. Dies hängt mit den im Vergleich zu Wohngebieten hohen Strom- und Kältebedarfen sowie potenziellen Abwärmequellen und Einsparmöglichkeiten in der Anlagentechnik zusammen, die auch für betriebsübergreifende Energiekonzepte genutzt werden können.

3.3 Energieerzeugung und -verteilung

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.

3.3.1 Gasnetz

Die Stadtwerke Rendsburg sind Betreiber des Erdgasnetzes (Stadtwerke SH übernehmen seit dem 01. Januar 2020 als Gemeinschaftsunternehmen der Schleswiger Stadtwerke, der Stadtwerke Eckernförde und der Stadtwerke Rendsburg die Betriebsführung aller verbundenen Unternehmen). im Stadtgebiet. Das Gasnetz ist dort flächendeckend verlegt. Ausnahmen bilden lediglich zwei kleinere Straßen mit Wärmeabsatz in einer vernachlässigbaren Größenordnung. Für die Neubaugebiete Neuwerk West/Eiderkaserne sowie die Heidmann'schen Koppeln ist keine Gasversorgung vorgesehen, da hier andere Wärmequellen angestrebt werden.

Dies spiegelt sich auch darin wider, dass mehr als zwei Drittel des Wärmebedarfs auf Erdgas zurückzuführen sind (vgl. Energiebilanz im folgenden Kapitel).

3.3.2 Stromnetz

Die Stadtwerke Rendsburg sind auch Betreiber des Stromnetzes in Rendsburg. Die Ergebnisse der Wärmeplanung können dabei helfen einzuordnen, wo zukünftig welche zusätzlichen Strombedarfe durch Wärmepumpen notwendig werden.

3.3.3 Bestehende Wärmenetze

Eine gemeinsame Wärmeversorgung mehrerer Liegenschaften bietet häufig die Möglichkeit einer effizienteren Energiebereitstellung. Hinzukommt, dass nicht für jeden Abnehmenden eines Wärmenetzes eine eigene, dezentrale Lösung gefunden werden muss. Im Gegenzug verursachen zentrale Wärmeversorgungslösungen zusätzliche Investitionskosten für die Wärmeverteilung, insbesondere für die Verlegung der Wärmetrassen.

So wurde für das Neubaugebiet Neuwerk West/Eiderkaserne im Rahmen einer von den Stadtwerken selbst erstellten Machbarkeitsstudie im Förderprogramm Wärmenetze 4.0 ein multivalentes Versorgungskonzept mit Niedertemperaturnetz entwickelt, in dem Erdwärme und Umgebungsluft als Wärmequelle für Wärmepumpen dienen. Ergänzt wird die Versorgung durch eine Pelletfeuerung sowie die

Nutzung des Fernwärmerücklaufs aus dem bestehenden Nahwärmenetz. Die Netzvorlauftemperatur beträgt voraussichtlich etwa 45 °C, für den Anschluss der Herderschule wird Wärme mit einem höheren Temperaturniveau ausgekoppelt. Der Antrag für Modul II des Förderprogramms, das die Umsetzung des Konzepts mit einem Anteil von etwa 90 % Erneuerbarer Wärme fördert, wurde gestellt und bewilligt. Das Wärmekonzept befindet sich aktuell in der Umsetzung.

Für das Neubaugebiet an den Heidmann'schen Koppeln, dessen Realisierung sich noch in der Planungsphase befindet, ist ebenfalls ein wärmepumpenbasierter Ansatz angedacht. Denkbar wäre hier beispielsweise ein geothermiebasiertes kaltes Nahwärmenetz mit dezentralen Wärmepumpen. Aber auch ein Niedertemperaturwärme-Netz, was zudem die umliegenden Bestandgebäude (Mastbrook) mitversorgt, ist vorstellbar.

Neben diesen Ansätzen für Neubaugebiete besteht in Rendsburg bereits an zwei Orten eine netzgebundene Wärmeversorgung.

So betreibt enercity in der Parksiedlung ein Wärmenetz mit Erdgaskesseln und Biomethan-BHKW, das ursprünglich aus den 60iger-Jahren stammt. Das Wärmenetz wird kontinuierlich schrittweise saniert, sodass bereits große Teile des Netzes neu sind. Das Gebiet wird im Süden durch die Kieler Straße und im Norden durch die Obereider begrenzt. Den östlichen Abschluss des Quartiers, in dem bis auf etwa 10 Erdgaskunden alle Abnehmer ans Wärmenetz angeschlossen sind, bilden das Schülerwohnheim und der Yacht-Club. Die westliche Grenze des Gebiets umfasst die Ernst-Barlach-Straße. Neben dem Schülerwohnheim wurde in den letzten zwei Jahren auch die Grundschule Obereider an das Netz angeschlossen. Die Anschlussleistung des Netzes beträgt ca. 2,4 MW. Diese wird durch zwei Erdgaskessel mit einer Nennleistung von insgesamt ca. 7 MW sowie ein biomethanbetriebenes BHKW mit einer thermischen Leistung von 510 kW bereitgestellt. Damit besteht noch einige Kapazität für einen weiteren Ausbau des Netzes. Das Wärmenetz ist ca. 4.200 m lang. Der KWK-Anteil liegt bei etwa 40 % und der Primärenergiefaktor bei etwa 0,3. Perspektivisch soll ein Transformationsplan Aufschluss darüber geben, wie eine Dekarbonisierung des Netzes über den Anteil des Biomethan-BHKW hinaus erfolgen kann. Hier ist enercity auch offen für eine gemeinsame Erschließung von Wärmequellen über die Grenzen des Quartiers hinaus.

Die Stadtwerke Rendsburg betreiben ein Wärmenetz an der Untereider. Dieses Wärmenetzgebiet wird in Richtung Nordosten durch die Straße An der Bleiche und im Süden durch die Arsenalstraße begrenzt. Im Westen reicht das Wärmenetz bis an die Eider.

Das Netz, das hauptsächlich das Schwimmbad Aqua City und öffentliche Liegenschaften wie die Europaschule versorgt, wird von vier BHKW-Modulen mit einer elektrischen Leistung von jeweils 210 kW und einer thermischen Leistung von 360 kW sowie einem Spitzenlastkessel mit einer Leistung von etwa 2,5 MW gespeist und weist einen Primärenergiefaktor von etwa 0,5 auf. Die BHKW-Module sind in einem Gebäude in der Nähe des Schwimmbads untergebracht. Das Netz sowie die Anlagen stammen aus dem Jahr 1988, sodass sich hier ein entsprechendes Modernisierungspotenzial ergibt. Die Systemtemperaturen des Netzes betragen etwa 70°C im Vorlauf und 50 °C im Rücklauf. Begrenzender Faktor sind hierbei die verlegten Nenndurchmesser des Wärmenetzes. Ein möglicher zusätzlicher Abnehmer könnte das Helene-Lange-Gymnasium sein. Es bestehen bereits erste Ideen hinsichtlich der zukünftigen Dekarbonisierung des Netzes, etwa über Biomethananteile oder Hochtemperaturwärmepumpen.

Ein weiteres Beispiel für innovative Wärmeversorgung in Rendsburg findet sich im Gebiet Neuwerk Süd. Hier werden das Kreishaus, die Kreishausenerweiterung und der sogenannte Uhrenblock aus einem unterirdischen Eisspeicher mit einer Höhe von 4 m und einem Durchmesser von 14 m versorgt. 72 Aluminium-Solarluftkollektoren laden das Speichersystem der Firma Viessmann. Die Projektidee entstand im Rahmen eines energetischen Quartierskonzepts, an dem der Kreis und die Stadt beteiligt waren. Insgesamt wird eine CO₂-arme Heizleistung von rund 400 kW bereitgestellt und es werden gegenüber einer Erdgasversorgung 40 % CO₂-Emissionen eingespart.

Die Stadtwerke SH sind momentan, unter anderem in Schleswig und Eckernförde, in mehrere Projekte zur Nutzung von Abwasserabwärme involviert. Diese Erfahrungen können auch bei der Hebung entsprechender Potenziale in Rendsburg einfließen.

3.3.4 BHKW und PV-Anlagen

Insgesamt sind im Marktstammdatenregister für Rendsburg 35 Blockheizkraftwerke mit einer kumulierten elektrischen Leistung von ca. 4.300 kW eingetragen. Standorte der BHKW umfassen u.a. die Schön Klinik sowie Anlagen der Stadtwerke SH und von enercity. Darüber hinaus finden sich in der Stadt diverse Photovoltaikanlagen, auf die im entsprechenden Abschnitt der Potenzialanalyse noch genauer eingegangen wird.

*Tabelle 2: Übersicht über die installierte elektrische Leistung von BHKW und PV
(Quelle: Marktstammdatenregister)*

	el. Leistung BHKW in kW	el. Leistung PV in kW
Gesamt	4.268	10.674
Davon gewerblich	4.235	4.422

3.3.5 Kältebereitstellung

Die Kälteversorgung zur Gebäudekühlung spielt derzeit insbesondere im Wohnbereich eine untergeordnete Rolle. Während Bürogebäude und Gewerbeflächen häufig klimatisiert sind, ist dies im Wohnbereich nur in den seltensten Fällen der Fall.

Die Kälte wird zumeist über Kompressionskältemaschinen bereitgestellt. Diese funktionieren ähnlich wie eine Wärmepumpe, nur dass hierbei die Kälte anstatt der Wärme als Nutzenergie bereitgestellt wird. Folglich können auch hier aus einer Einheit Strom mehrere Einheiten Kälte erzeugt werden. Auch die Kombination von Heizen und Kühlen ist über eine Wärmepumpe möglich. Hierbei kann der Wärmeentzug zur Abkühlung auf der einen Seite als Wärmequelle für die Wärmeerzeugung auf der anderen Seite dienen. Vorausgesetzt ist hierbei, dass zeitgleich Wärme- und Kühlbedarfe bestehen oder die Energie zwischengespeichert werden kann. Dies kann beispielsweise bei Supermärkten, in der Lebensmittelbranche oder in Krankenhäusern der Fall sein. Vor diesem Hintergrund sollte bei entsprechenden Liegenschaften, die einen relevanten Kältebedarf aufweisen, stets geprüft werden, ob eine Kopplung zwischen Wärme- und Kälteversorgung Sinn ergibt.

Analog zu Wärmenetzen besteht auch für die Kälteversorgung die Möglichkeit einer netzgebundenen Versorgung. Kältenetze nutzen hierbei kaltes Wasser, das durch Rohre fließt und die angeschlossenen Gebäude mit Kälte versorgt. Wie bei Wärmenetzen muss für einen wirtschaftlichen Betrieb solcher Kältenetze der Kälteabsatz ausreichend hoch sein. Dies dürfte im Bereich von Wohnbebauung nur in den seltensten Fällen der Fall sein, da wie zu Beginn dieses Kapitels ausgeführt die Kälteversorgung im Wohnungsbau eine Ausnahme ist. Darüber hinaus gibt es zahlreiche Maßnahmen zum sommerlichen Wärmeschutz, die auch ohne aktive Kühlung auskommen. Für Rendsburg ist daher davon auszugehen, dass im Wohnbereich Kältenetze aufgrund der geringen Stunden im Jahr, in denen Kühlung benötigt wird, der hohen Kosten netzgebundener Energieversorgung sowie geringer zu erwartender Anschlussquoten keine Rolle spielen werden. In Rendsburg konnten im Bestand auch keine zentralen Netze zur Kälteversorgung identifiziert werden.

Im gewerblichen und industriellen Sektor hingegen sind relevante Kältebedarfe häufiger vorhanden. Dies geht oft mit Abwärme einher, die in Prozessen und Abläufen entsteht und heruntergekühlt werden muss. Doch auch in gewerblichen Kontexten konnte im Rahmen der Wärmeplanung kein Gebiet identifiziert werden, in dem sich eine flächendeckende, zentrale Kälteversorgung anbieten würde.

Insgesamt konnten für Rendsburg keine Potenziale für eine zentrale Kälteversorgung ermittelt werden. Dies ist auch darin begründet, dass die Kältebereitstellung im in Gewerbebetrieben üblichen Maßstab bereits effizient dezentral durch Kompressionskältemaschinen oder Luftkühlung erfolgen kann. Gleichwohl ist es überall dort, wo relevante Kühlbedarfe bestehen, sinnvoll, in Einzelfallbetrachtungen zu analysieren, inwiefern die zugehörigen Abwärmepotenziale genutzt oder Kühl- und Wärmebedarfe anderweitig miteinander gekoppelt werden können.

3.4 Energie- und Treibhausgasbilanz

Die energetische Bestandsanalyse stellt die Grundlage für die Bilanzierung der Energieverbräuche und Treibhausgas-Emissionen (THG-Emissionen) der Stadt Rendsburg 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. Anhand der Energie- und THG-Bilanz lassen sich die zukünftigen Entwicklungen des Energieverbrauchs im Gebäude- und Infrastrukturbereich darstellen und hinsichtlich der Erreichung von Klimaschutzziele bewerten. Zunächst erfolgt eine Bilanzierung der energetischen Bestandssituation. Hierfür werden die aktuellen Strom- und Wärmeverbräuche erhoben. Die zusammenfassende THG-Bilanz ist eine wesentliche Grundlage für die Erarbeitung und Bewertung des Maßnahmenkatalogs für die Stadt Rendsburg.

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. Die Energiebilanz wird – sofern Daten verfügbar sind – zum Vergleich auch für die zwei vorangehenden Jahre aufgestellt. Sofern Daten geschätzt werden müssen, wird dies dokumentiert.

3.4.1 Energiebilanz

3.4.1.1 Stromverbrauch

Der Stromverbrauch der Stadt Rendsburg basiert auf den Verbrauchsdaten des Netzbetreibers für die Jahre 2020 bis 2022. Diese sind anhand der Anteile aus der Treibhausgasbilanz der Stadt Rendsburg von 2020 auf die Sektoren „Wohnen“, „GHD & Industrie“, „kommunal“ und „Verkehr“ aufgeteilt.

Tabelle 3: Stromverbrauch der Stadt Rendsburg in den Jahren 2020 bis 2022

	2020 in kWh	2021 in kWh	2022 in kWh
Wohnen	32.645.097	32.638.828	26.923.605
GHD & Industrie	92.711.472	92.693.668	76.462.540
kommunal	1.329.382	1.329.127	1.096.390
Verkehr	3.305.412	3.304.777	2.726.094
gesamt	129.991.363	129.966.400	107.208.628

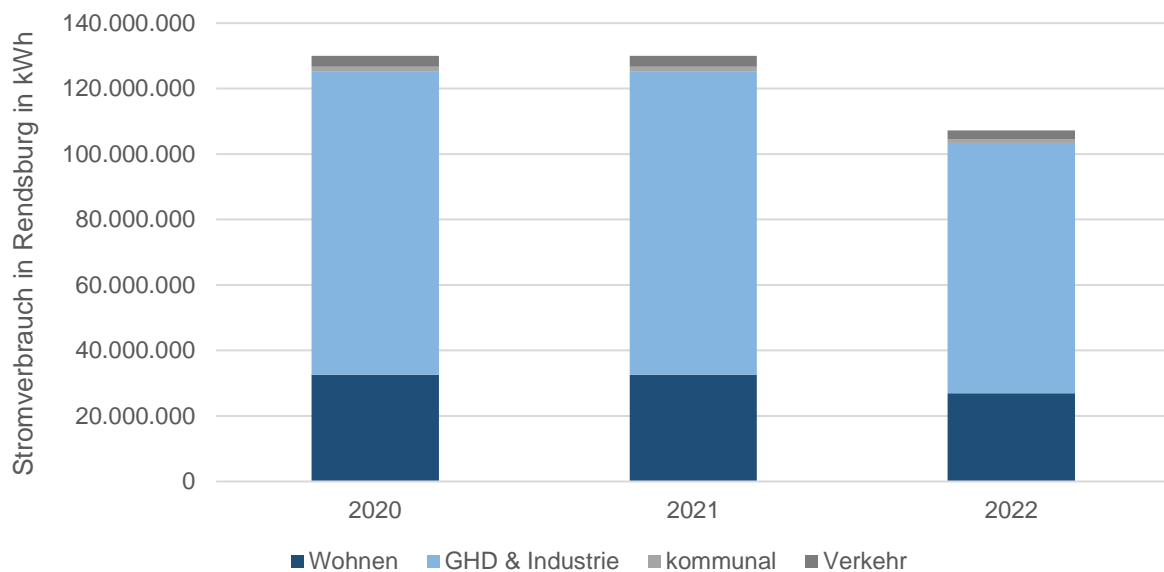


Abbildung 5: Stromverbrauch der Stadt Rendsburg 2020-2022

Der Stromverbrauch zur Wärmeerzeugung wurde nicht separat erfasst. Lediglich für das Jahr 2023 liegen von den Stadtwerken Rendsburg Stromverbräuche für Wärmepumpen und Stromdirektheizungen wie Nachtspeicher- und Fußbodenheizungen vor:

- Wärmepumpen interne Kunden 390.063 kWh
- Wärmepumpen fremde Lieferanten 162.522 kWh
- Nachtspeicher-/Fußbodenheizung 284.297 kWh

3.4.1.2 Erdgasverbrauch

Die Erdgasverbräuche der Stadt Rendsburg wurden für die Jahre 2020 bis 2022 der Aufstellung des Netzbetreibers entnommen. Diese beinhalten alle privaten, gewerblichen und kommunalen Verbraucher. Abgezogen wurde die Gasmenge, die zur Wärmeerzeugung für die Fernwärmenetze genutzt wurde, damit diese nicht doppelt gezählt wird.

Die Gasverbräuche der kommunalen Verbraucher werden dem integrierten Klimaschutzkonzept entnommen. Die Aufteilung auf die übrigen Sektoren „Wohnen“ und „GHD & Industrie“ erfolgt anhand der räumlichen Bedarfsprognose, aus der der Anteil für die Nutzungsarten „Wohnen“ abgeleitet werden kann. Alle restlichen Wärmebedarfe werden dem Sektor „GHD & Industrie“ zugeordnet.

Tabelle 4: Gasverbrauch der Stadt Rendsburg in den Jahren 2020 bis 2022

	2020 in kWh	2021 in kWh	2022 in kWh
Wohnen	195.279.782	220.485.832	155.602.317
GHD & Industrie	143.917.258	162.493.608	114.675.767
kommunal	5.444.374	6.240.290	5.386.286
gesamt	344.641.414	389.219.730	275.664.370

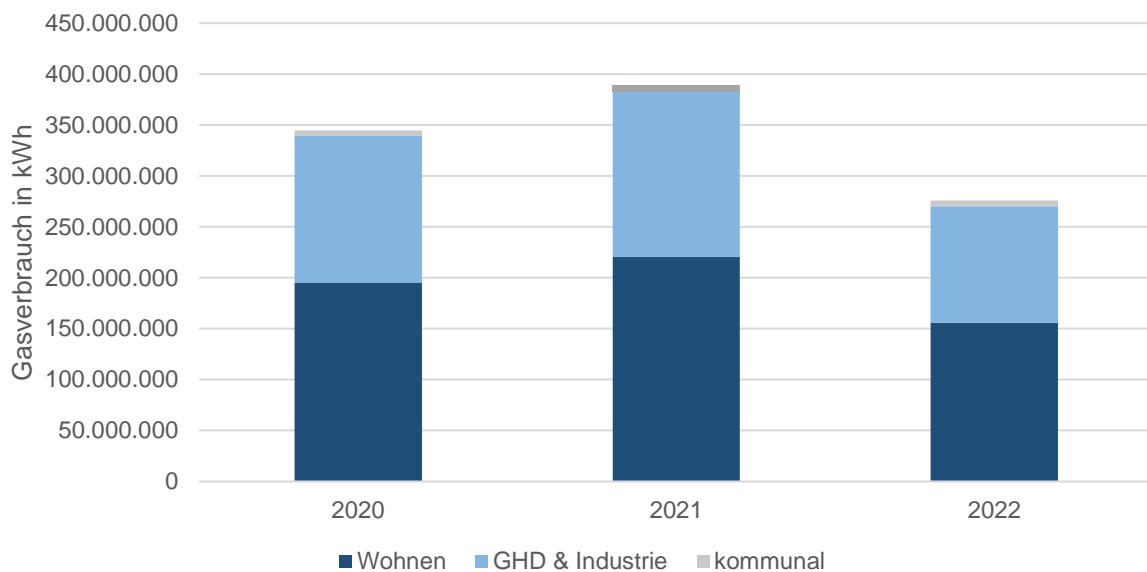


Abbildung 6: Gasverbrauch der Stadt Rendsburg 2020-2022

Der Gasverbrauch der Stadt Rendsburg liegt zwischen 275 und 389 Mio. kWh. Im Jahr 2022 ist eine deutliche Reduktion des Gasbedarfs um ca. 30 % zu verzeichnen – hervorgerufen vermutlich witterungsbedingt sowie durch den Ukraine-Krieg und die damit verbundene Energiekrise, in der zahlreiche Energieeinsparmaßnahmen ergriffen wurden.

Der kommunale Gasverbrauch macht lediglich 1,9 % des gesamten Gasbedarfs zur Wärmeerzeugung aus, dagegen ist der Anteil für Wohnen mit 55 % etwas höher als der für GHD & Industrie

3.4.1.3 Fernwärmeverbrauch

Der Fernwärmeverbrauch der Stadt Rendsburg teilt sich auf zwei Wärmenetze auf. Das Netz der Stadtwerke Rendsburg versorgt verschiedene kommunale, private und gewerbliche Abnehmer. Die Fernwärme der Stadtwerke Rendsburg wird aus Erdgas erzeugt.

Das zweite Netz wird von der enercity GmbH betrieben und erzeugt Wärme mit einem Biogas-BHKW (bilanziell) sowie mit Erdgas betriebenen Spritzenlastkesseln.

Der Gesamt-Fernwärmeverbrauch ist in der folgenden Tabelle und der folgenden Abbildung dargestellt.

Tabelle 5: Fernwärmeverbrauch der Stadt Rendsburg in den Jahren 2020 bis 2022

	in kWh	in kWh	in kWh
Wohnen	9.357.344	10.890.761	9.594.950
GHD & Industrie	7.850.406	9.136.876	8.049.747
kommunal	2.782.375	3.196.644	2.759.173
gesamt	19.990.126	23.224.281	20.403.870

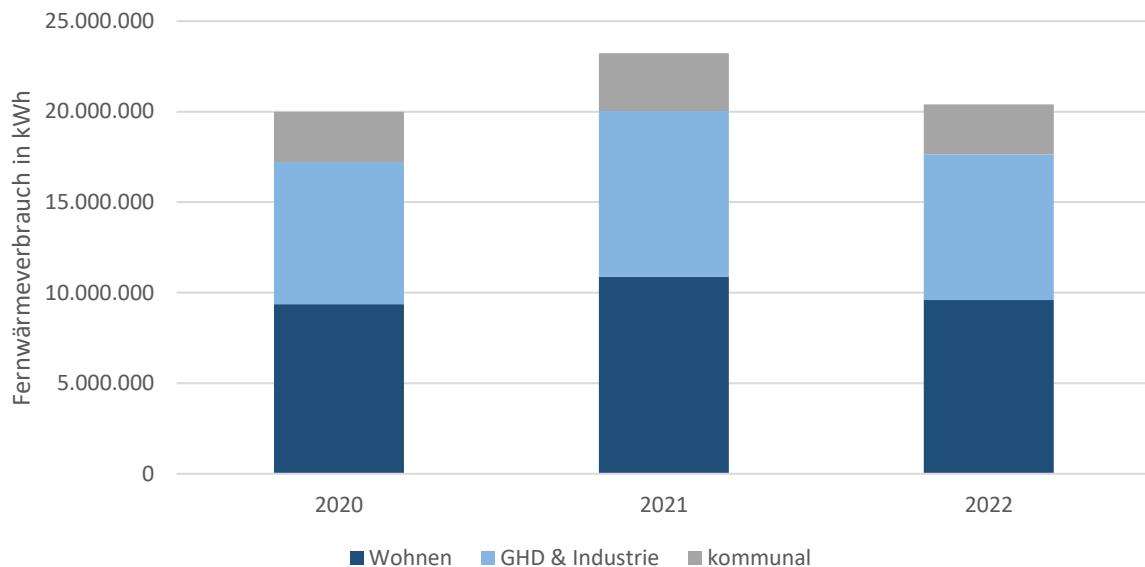


Abbildung 7: Fernwärmeverbrauch der Stadt Rendsburg 2020-2022

Im Vergleich zum Gasverbrauch ist der Anteil kommunaler Verbraucher am Gesamt- Fernwärmeverbrauch mit 13,5 % deutlich höher, da diese Verbraucher zentrumsnah am Netz liegen.

3.4.1.4 Wärmebedarf gesamt

Der Wärmebedarf der Stadt Rendsburg wird neben Erdgas und Fernwärme auch über Energieträger wie Heizöl oder feste Biomasse wie Scheitholz, Hackschnitzel oder Pellets gedeckt, über die jedoch keine Verbrauchsmengen vorliegen, da diese nicht leitungsgebunden sind.

Den Gebäuden in Rendsburg wurde daher anhand von Gebäudetyp und Baualter für die Bedarfsprognose jeweils ein über drei Jahre gemittelter Wärmebedarf zugeordnet. Auf diesem Gesamtwärmebedarf basierend werden die Anteile der einzelnen Energieträger abgeschätzt.

Die Wärmeerzeugung aus Umweltwärme wird anhand des Strombedarfs für Wärmepumpen im Jahr 2023 bestimmt und anhand der deutschlandweit installierten Wärmepumpenleistung auf die Bezugsjahre Jahre heruntergerechnet. Bei Stromdirektheizungen wird lediglich eine Anpassung anhand der Fernwärmeverbräuche zur Ermittlung der verschiedenen Jahreswerte vorgenommen.

Der übrige Wärmebedarf wird in Anlehnung an den Regionalbericht „Wie heizt Schleswig-Holstein?“² anteilig auf Heizöl und Biomasse aufgeteilt, wobei aufgrund der Gegebenheiten in Rendsburg ein erhöhter Anteil an Biomasse von 24,4 % des verbleibenden Wärmebedarfs angenommen wird.

Die Ergebnisse zeigen die folgende Abbildung und die folgende Tabelle.

²https://www.bdew.de/media/documents/BDEW_Heizungsmarkt_2023_Regionalbericht_Schleswig-Holstein_20231128.pdf,
Letzter Zugriff 17.10.2024

Tabelle 6: Bereitstellung von Wärmeenergie in Rendsburg in den Jahren 2020 bis 2022

	2020 in kWh	2021 in kWh	2022 in kWh
Erdgas	344.641.414	389.219.730	275.664.370
Fernwärme	19.990.126	23.224.281	20.403.870
Heizöl*	130.432.231	146.653.957	100.472.977
Feste Biomasse*	42.040.141	47.268.631	32.383.852
Umweltwärme mit WP	1.196.734	1.552.559	1.577.776
Nachtspeicher	278.532	323.595	284.297
Gesamt	538.579.178	608.242.753	430.787.142

*Anteile geschätzt

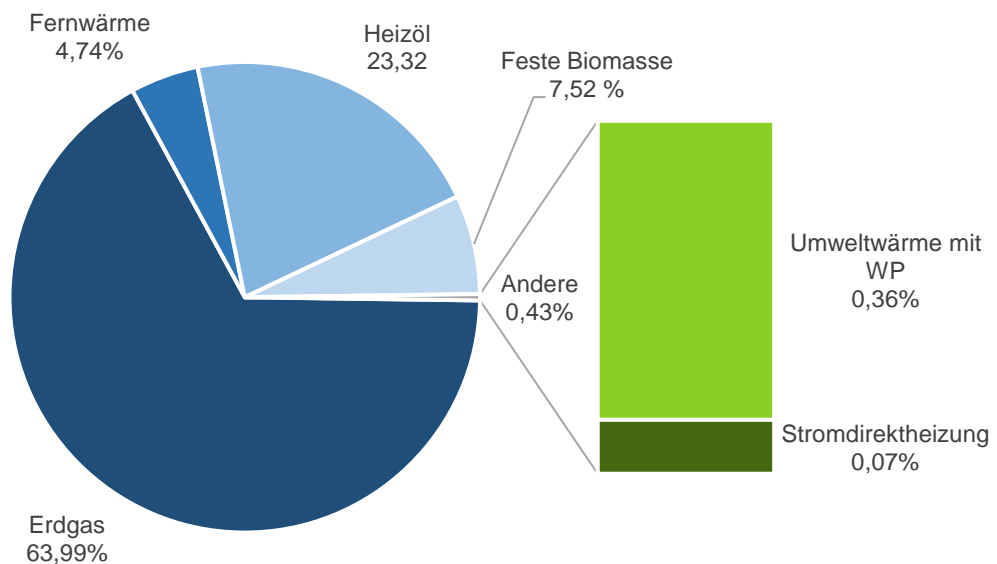


Abbildung 8: Anteile des Wärmebezugs in 2022 in Rendsburg

Erdgas ist mit knapp 67 % der wichtigste Energieträger für die Stadt Rendsburg.

Fernwärme macht lediglich 4,7 % des Wärmebedarfs aus. Strombasierte Heizungen haben einen sehr geringen Anteil von 0,4 %, wobei hier der überwiegende Anteil auf Umweltwärme mittels Wärmepumpen entfällt und dieser Anteil in den kommenden Jahren vermutlich deutlich steigen wird.

3.4.2 Treibhausgasbilanz

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 BSKO-Methodik:

- Erdgas 247 g CO₂/kWh
- Heizöl 318 g CO₂/kWh
- Biomasse 22 g CO₂/kWh
- Strom 498 g CO₂/kWh (2022)
- Fernwärme 169 g CO₂/kWh

Der Emissionsfaktor der Fernwärme ist anhand der Daten der Netzbetreiber abgeschätzt. Dieser besteht aus einer Mischung aus erdgas- und biogasbetriebenen Anlagen, die anhand der erzeugten Wärme gemittelt wurden.

Aus den Energieverbräuchen und den jeweiligen Emissionsfaktoren je Energieträger ergeben sich die in der folgenden Tabelle dargestellten CO₂-Emissionen für die Stadt Rendsburg.

Hierbei ist zu beachten, dass die Energieverbräuche aus den vorangegangenen Abschnitten auf die verschiedenen Sektoren aufgeteilt wurden. Hierzu wurden folgende Annahmen getroffen:

- Die Emissionen für Heizöl und feste Biomasse werden entsprechend der Anteile aus der Treibhausgasbilanz des Klimaschutzkonzeptes für die Stadt Rendsburg von 2020 auf die Sektoren „Wohnen“ und „GHD & Industrie“ aufgeteilt. Kommunale Heizölanlagen sind nicht vorhanden. Eine kommunale Liegenschaft wird mit Pellets beheizt. Der Verbrauch ist in Tabelle 28 und Tabelle 6 ausgewiesen.
- Bei Wärmepumpen ist unklar, ob diese zur Beheizung der Wohnungen oder für GHD & Industrie genutzt werden. Aufgrund der Datengrundlage in vergleichbaren Städten ist aufgrund der Anlagengröße und des Stromverbrauchs je Anlage davon auszugehen, dass diese vornehmlich im Wohnsektor eingesetzt werden. Daher wird auch hier der gesamte Wärmepumpenstrom dem Bereich Wohnen zugeordnet.
- Nachtspeicherheizungen sind üblicherweise im Bereich Wohnen zu finden. Daher werden Stromdirektheizungen ebenfalls dem Bereich Wohnen zugeordnet, auch wenn keine eindeutigen Informationen hierzu vorliegen.

Tabelle 7: Treibhausgasemissionen der Stadt Rendsburg im Jahr 2022 nach Energieträgern und Sektoren

THG-Bilanz	Haushalte in t CO ₂	GHD & Industrie in t CO ₂	kommunal in t CO ₂	gesamt in t CO ₂
Erdgas	38.434	28.325	1.330	68.089
Fernwärme	1.618	1.357	465	3.440
Heizöl	19.016	10.193	0	29.209
Feste Biomasse	316	332	4	651
Wärmepumpen	224	0	0	224
Stromdirektheizungen	142	0	0	142
Summe	59.749	40.207	1.799	101.756

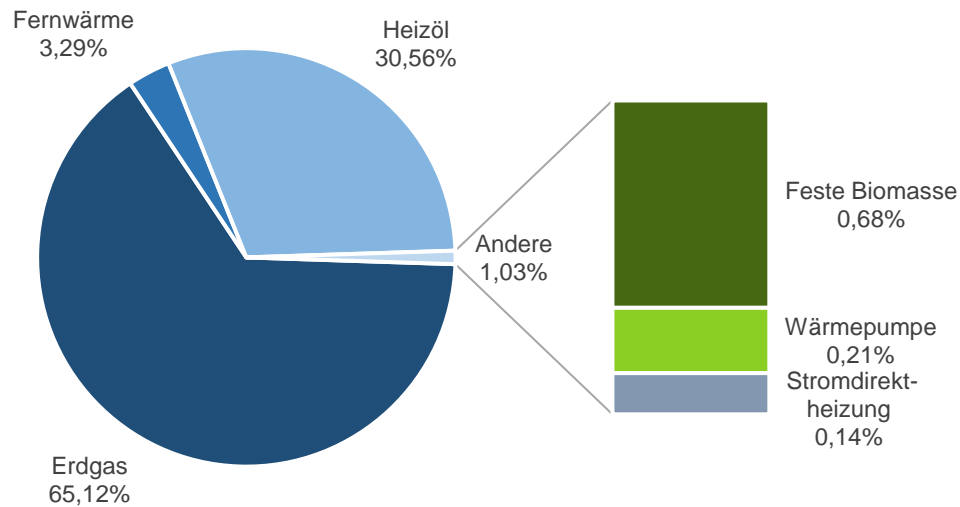


Abbildung 9: Anteil der Treibhausgasemissionen der Wärmebereitstellung der Stadt Rendsburg in 2022 nach Energieträger

Es wird deutlich, dass die fossilen Energieträger Erdgas und Heizöl für über 95 % der Treibhausgasemissionen des Stadt Rendsburg verantwortlich sind. Der Anteil der Fernwärme ist im Vergleich zur Energiebilanz etwas geringer, da durch den Einsatz von Biogas zur Fernwärmeerzeugung die spezifischen Emissionen im Vergleich zu Erdgas sinken.

Feste Biomasse macht aufgrund des geringen Emissionsfaktors nur einen untergeordneten Anteil an den Emissionen aus. Fraglich ist jedoch, welcher nicht-leitungsgebundene Anteil der Wärme durch Biomasse und welcher durch Heizöl bereitgestellt wird. Sollte der Anteil an Heizöl höher sein (vgl. Abbildung 8 und Tabelle 6), so wären auch die Gesamtemissionen insgesamt höher. Genauere Daten zu den installierten Anlagen sowie genauere Verbrauchsdaten könnten zukünftige helfen, die Genauigkeit der Treibhausgasbilanz zu verbessern.

Der Anteil der durch Strom bereitgestellten Wärme (d.h. in Wärmepumpen und mittels Stromdirektheizungen) ist insgesamt sehr niedrig. Zu berücksichtigen ist hierbei, dass alle strombasierten Heizungsarten mit dem Deutschen Strommix bilanziert wurden. Ökostromtarife sowie die Nutzung selbst erzeugten Stroms aus PV-Anlagen finden keine Anwendung.

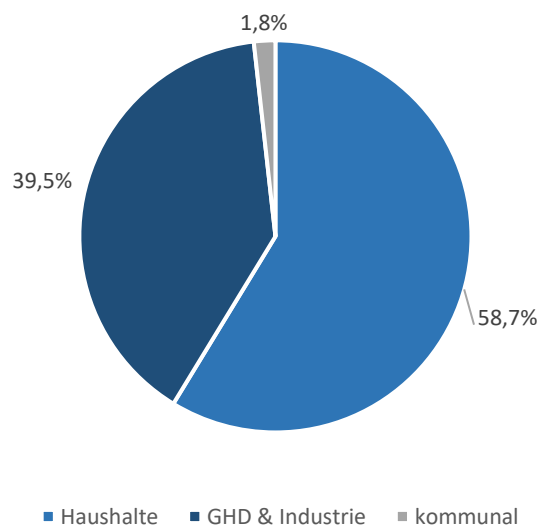


Abbildung 10: Anteil der Treibhausgasemissionen der Wärmebereitstellung der Stadt Rendsburg in 2022 nach Sektoren

Abbildung 10 zeigt die Aufteilung der Treibhausgasemissionen für das Jahr 2022 auf die Sektoren. Es ist erkennbar, dass die meisten Treibhausgasemissionen im Bereich der Wärmeversorgung durch die Beheizung der Haushalte entstehen.

4 Wärmebedarfe und Bedarfsprognosen

Die Entwicklung der energetischen Gebäudemodernisierung und die damit einhergehende Reduktion des Wärmebedarfs ist eine der zentralen Stellgrößen des Wärmesystems und dessen Dekarbonisierung. Das Ziel der Bedarfsprognose ist es, Einsparpotenziale des Wärmebedarfs durch Gebäudeeffizienzmaßnahmen zu ermitteln und eine Prognose über den zukünftigen Wärmebedarf aufzustellen. Die räumlich differenzierten Wärmebedarfsprognosen für die Stadt Rendsburg werden für das Stützjahr 2030 sowie die Zieljahre 2035, 2040 und 2045 aufgestellt.

Das Vorgehen unterteilt sich, wie in der untenstehenden Abbildung dargestellt, in folgende Schritte: Aufbauend auf der Bestandsanalyse werden die Gebäude im Stadtgebiet für eine systematische Erfassung, Analyse und Darstellung der Wärmebedarfe in sogenannte Betrachtungsraster unterteilt. Anschließend werden anhand von gelieferten Verbrauchswerten, die mit Standardwerten ergänzt und abgeglichen werden, die Wärmebedarfe im Bestand ermittelt. Basierend auf dem Wärmebedarf im Bestand werden Trends, Prognosen, Sanierungsraten und Neubauvorhaben evaluiert und so Wärmebedarfe bis 2030, 2035, 2040 und 2045 festgelegt.

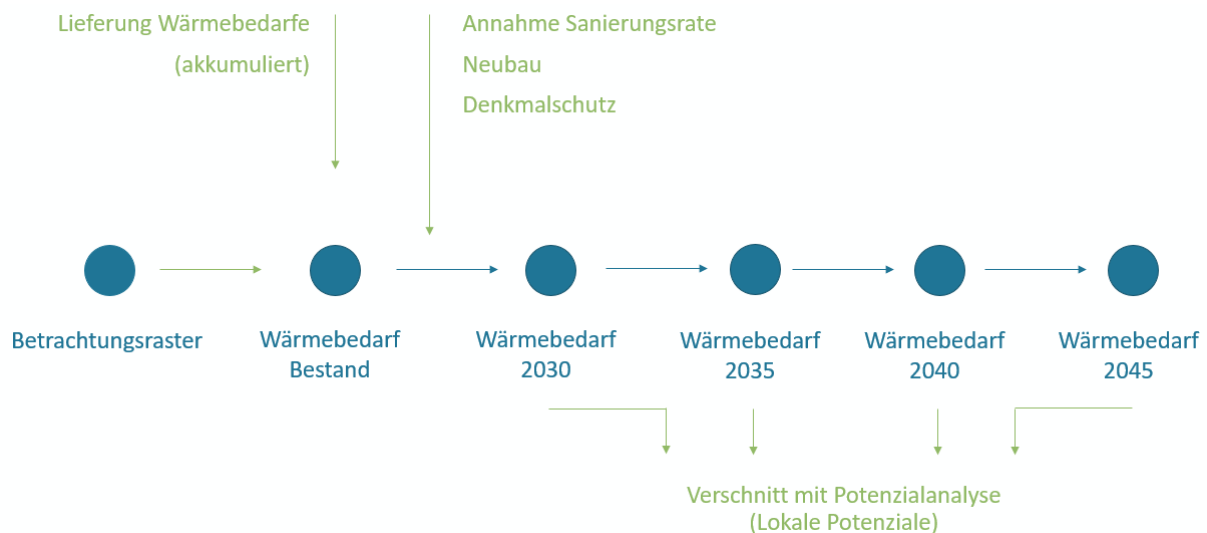


Abbildung 11: Vorgehen Bedarfsprognose Raumwärme

Die Wärmebedarfe werden jeweils pro Gebäude ermittelt und bearbeitet. Trotzdem geht es nicht um die Entwicklung eines einzelnen Gebäudes, sondern um die Grundtendenz und den Grundbedarf in einer Straße bzw. in einem Gebiet. Die Ergebnisse der Wärmebedarfsprognosen werden daher im Folgenden auf Ebene der Betrachtungsraster dargestellt.

Dafür wird einerseits der spezifische Wärmebedarf genutzt, welcher sich auf die jährliche Menge an Wärmeenergie bezieht, die pro Quadratmeter beheizter Fläche eines Gebäudes benötigt wird. Diese Kennzahl ist hilfreich, um die Energieeffizienz verschiedener Gebäude unabhängig von ihrer Größe zu vergleichen.

Der gesamte Wärmebedarf hingegen beschreibt im Endergebnis die absolute Menge an Wärmeenergie, welche die Gebäude in Rendsburg zum Heizen benötigen.

4.1 Einfluss von Wirkungsgraden und Witterung

Für alle Gebäude wurden die Wärmebedarfe mittels Verbrauchsdaten oder Gebäudekennwerten der ARGE³ berechnet. Sofern keine genaueren Daten vorliegen, kann im Allgemeinen ein durchschnittlicher Wirkungsgrad der Heizungsanlagen von 86 %⁴ angenommen werden.

Der Einfluss der Witterung und des Klimas auf den Energieverbrauch wird mittels eines so genannten Klimafaktors erfasst. Damit können für bestimmte Regionen Deutschlands die Energieverbrauchskennwerte verschiedener Jahre (zumindest überschlägig) miteinander verglichen werden. Die Klimafaktoren für die Witterungskorrektur werden vom Deutschen Wetterdienst zur Verfügung gestellt und sind für die betrachteten Jahre in der folgenden Tabelle aufgeführt. Es wird deutlich, dass diese im Durchschnitt 1,14 betragen und sich damit mit den Wirkungsgraden quasi aufheben. Die resultierenden Wärmebedarfe sind in der Folge den Verbrauchswerten sehr ähnlich.

Tabelle 8: Klimafaktoren der Jahre 2019 bis 2022 (Quelle: Deutscher Wetterdienst⁵)

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

4.2 Betrachtungsraaster

Die Betrachtungsraaster bilden die Grundlage der Wärmebedarfsprognosen. Sie sind wichtig für die fundierte Ergänzung der gelieferten Verbräuche und für die Annahmen der Wärmebedarfe im sanierten Zustand der verschiedenen Gebäudetypologien. In die Bildung der Betrachtungsraaster fließen daher folgende Parameter ein:

- Gebäudenutzung (Wohnen, Gewerbe, Industrie)
- Gebäudetypologie (Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Reihenhaus)
- Alter der Gebäude
- Sanierungsstand

Die Ermittlung der Parameter erfolgt über unterschiedliche Methoden. Für die Gebäudenutzung und das Gebäudealter wird das Vorgehen in der Bestandsanalyse in Kapitel 3 beschrieben. Die Gebäudetypologie ergibt sich meist aus der Nutzung und der Sanierungsstand kann aus dem Alter der Gebäude abgeleitet werden. Beides wurde anhand virtueller Begehungen über Onlinekartendienste konkretisiert. In die Bewertung des Sanierungsstands fließt zusätzlich der Denkmalschutz (siehe Bestandsanalyse) ein, da durch die Notwendigkeit rechtliche Vorgaben bei der Sanierung einzuhalten, bei denkmalgeschützten Gebäuden von geringeren Sanierungsraten auszugehen ist.

Im Ergebnis sind 62 Betrachtungsraaster entstanden, von denen 57 Betrachtungsraaster hauptsächlich eine Wohnnutzung aufweisen. Die untenstehende Abbildung zeigt die Betrachtungsraaster für die Stadt Rendsburg, aufgeteilt nach der maßgeblichen Gebäudenutzung.

³Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. (2012): Gebäudetypologie Schleswig-Holstein. Bauen in Schleswig-Holstein Band 47.

⁴ Wolf, D. (2004): Felduntersuchung: Betriebsverhalten von Heizungsanlagen mit Gas-Brennwertkesseln

⁵ Deutscher Wetterdienst: Klimafaktoren (KF) für Energieverbrauchsangabe, zuletzt besucht 05.06.2024, <https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html>

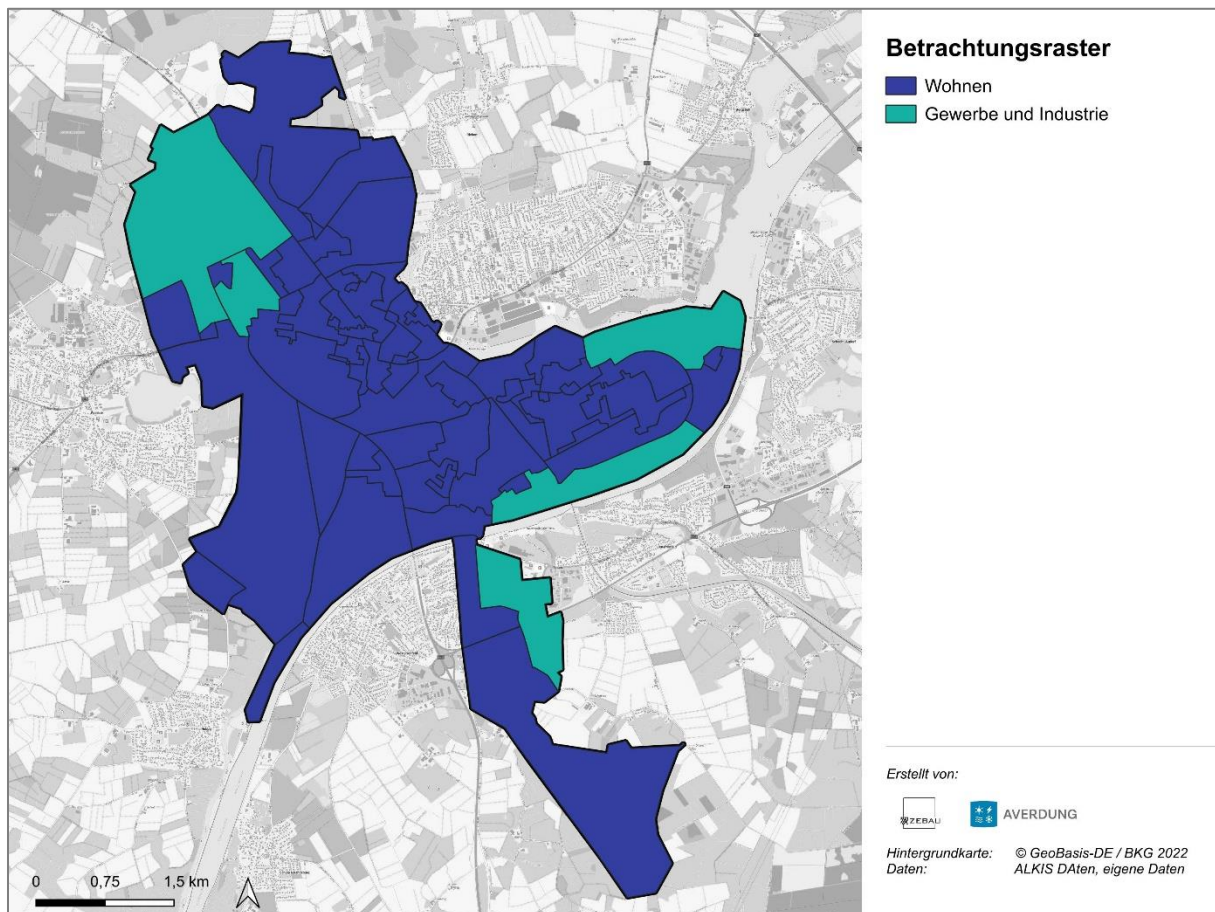


Abbildung 12: Betrachtungsraster Stadt Rendsburg

4.3 Wärmebedarf Bestand

Um die Wärmeverbräuche der Gebäude im Bestand abzuschätzen, wurden die Gas- und Wärmeverbräuche durch die Rendsburger Stadtwerke/Stadtwerke SH bereitgestellt. Die beheizten Gebäude, für die keine realen Verbrauchswerte vorlagen, wurden mit Standardwerten aus dem Leitfaden zur Gebäudetypologie in Schleswig-Holstein der ARGE⁶ ergänzt. Hierzu wurde im Vorfeld jedem Betrachtungsraster ein Wert aus dem Leitfaden übertragen und auf die Gebäude angewendet.

In der untenstehenden Abbildung wird deutlich, dass der durchschnittliche spezifische Wärmebedarf im Bestand zwischen den einzelnen Betrachtungsrastern variiert.

⁶ Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. (2012): Gebäudetypologie Schleswig-Holstein. Bauen in Schleswig-Holstein Band 47.

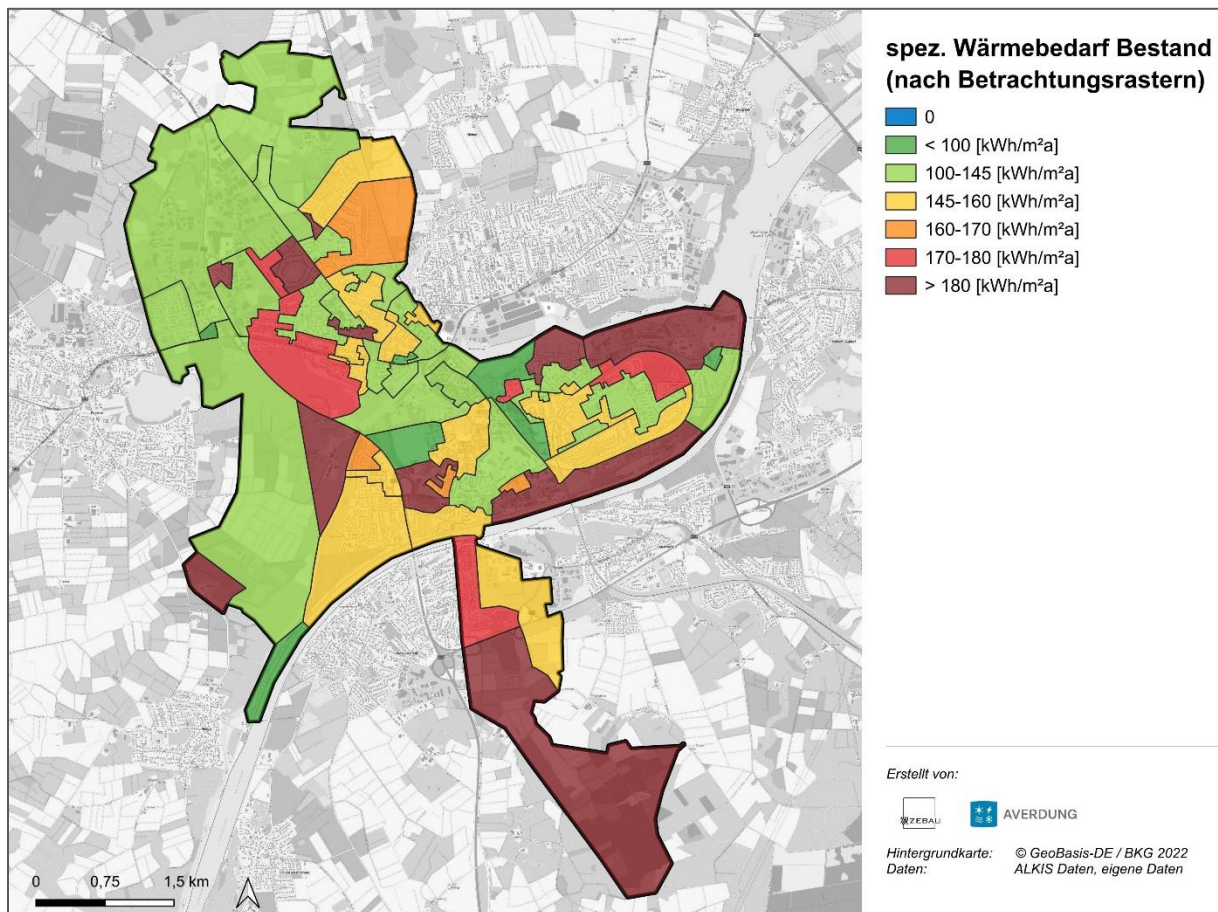


Abbildung 13: spezifischer Wärmebedarf im Bestand (nach Betrachtungsraster)

4.4 Zukünftiger Wärmebedarf

Die Grundlage zur Prognose der Entwicklungen der Raumwärmebedarfe 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 2021⁷ und die Machbarkeitsstudie ‚Klimaneutrales Wohnen 2045 in Hamburg‘⁸. Beide sagen im Kern die gleichen Sanierungsraten voraus. Im Bestand ist über die letzten Jahre eine Sanierungsrate von 1-1,2% pro Jahr zu erkennen gewesen, wobei das Jahr 2022 starke Schwankungen hatte und die Rate tendenziell gesunken ist. Bis 2030 sind laut der Machbarkeitsstudie aus Hamburg dann 1,3% modernisierte Nettogrundfläche pro Jahr notwendig, um danach nochmal mit einer Steigerung im Schnitt bei einer Sanierungsrate von 1,7 % pro Jahr bis 2035 und einer Sanierungsrate von 2,2% bis 2040 und 2045 zu landen (siehe untenstehende Abbildung).

⁷ Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung. (2021). Energiewende und Klimaschutz in SH – Ziele, Maßnahmen und Monitoring

⁸ Walberg, D. et. al. (2023). Machbarkeitsstudie ‚Klimaneutrales Wohnen 2045 in Hamburg‘. Hrsg. Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V.

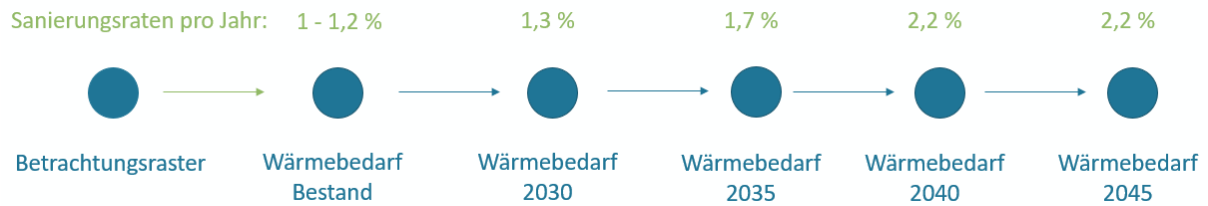


Abbildung 14: Annahmen Sanierungsraten pro Jahr

Diese Sanierungsraten werden auf die Wärmebedarfswerte im Bestand angewendet, sodass davon auszugehen ist, dass 7,8 % der Nettoraumfläche im Jahr 2030, 18,7 % der Nettoraumfläche im Jahr 2035, 35,2 % der Nettoraumfläche im Jahr 2040 und 46,2 % der Nettoraumfläche im Jahr 2045 in Rendsburg modernisiert sind. Als technisch realistischer Sanierungswert wurde jedem Betrachtungs-raster ein Standardwert aus dem Leitfaden zur Gebäudetypologie in Schleswig-Holstein der ARGE⁹ zugewiesen.

Im Ergebnis zeigt sich in den Betrachtungsrastern für das Jahr 2030 eine Reduktion von durchschnittlich 3 % des spezifischen Wärmebedarfs gegenüber dem Bestandswert (siehe untenstehende Abbildung).

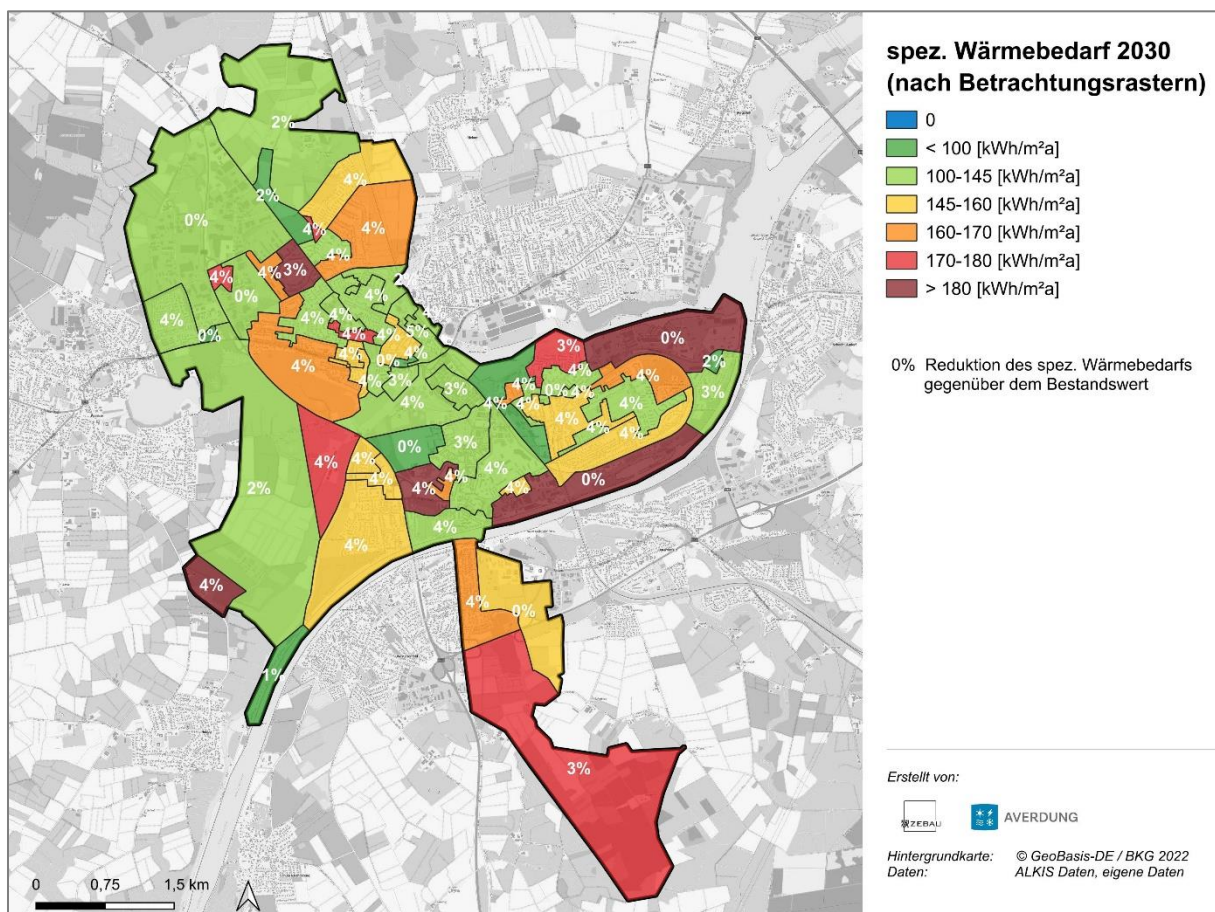


Abbildung 15: spezifischer Wärmebedarf 2030 (nach Betrachtungsraster) inkl. prozentualer Entwicklung

⁹ Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. (2012): Gebäudetypologie Schleswig-Holstein. Bauen in Schleswig-Holstein Band 47.

Für das Zieljahr 2035 kann in den Betrachtungsrastern eine Reduktion von durchschnittlich 7% des spezifischen Wärmebedarfs gegenüber dem Bestandwert festgestellt werden (siehe untenstehende Abbildung).

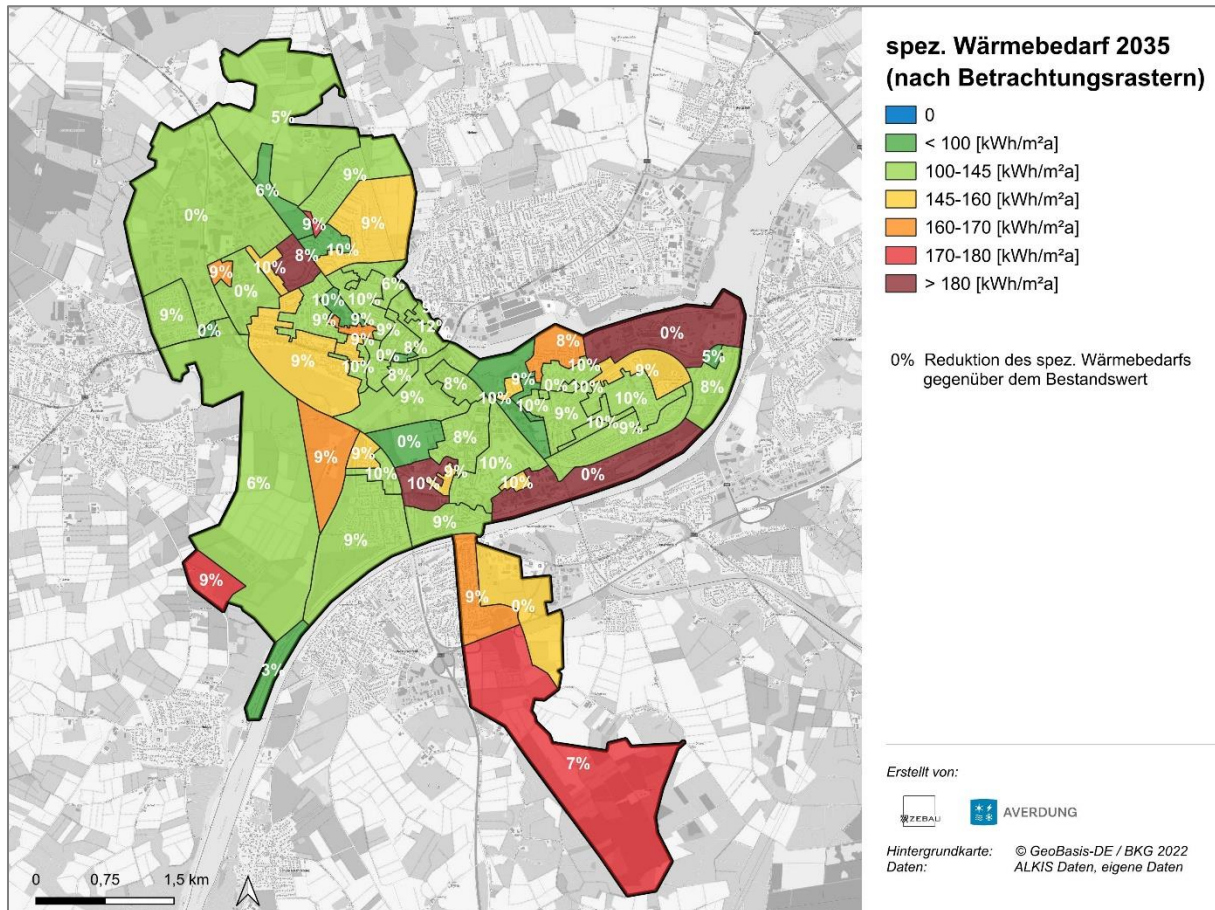


Abbildung 16: spezifischer Wärmebedarf 2035 (nach Betrachtungsraster) inkl. prozentualer Entwicklung

Für das Zieljahr 2040 kann in den Betrachtungsrastern eine Reduktion von durchschnittlich 14% des spezifischen Wärmebedarfs gegenüber dem Bestandwert festgestellt werden (siehe untenstehende Abbildung).

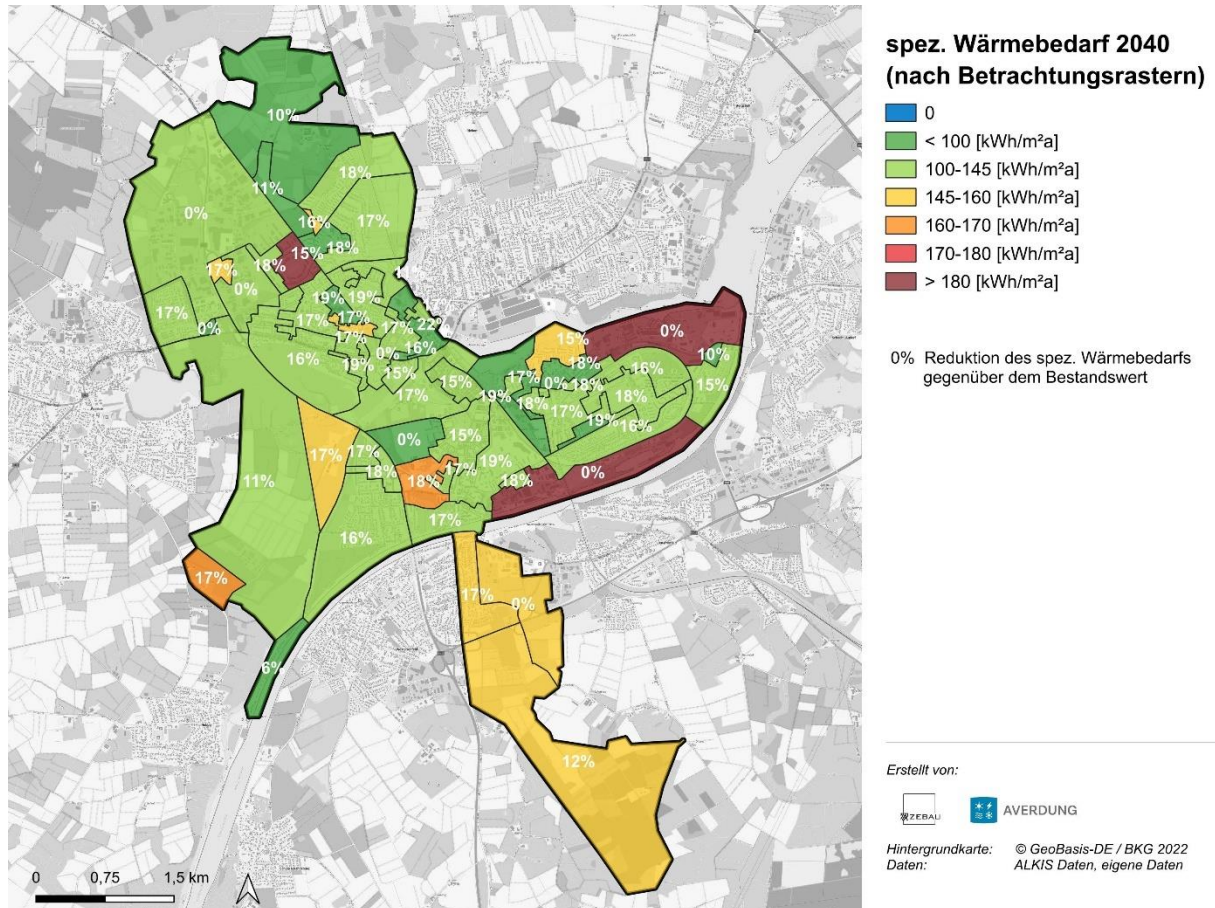


Abbildung 17: spezifischer Wärmebedarf 2040 (nach Betrachtungsraster) inkl. prozentualer Entwicklung

Für das Zieljahr 2045 kann in den Betrachtungsrastern eine Reduktion von durchschnittlich 18% des spezifischen Wärmebedarfs gegenüber dem Bestandswert festgestellt werden (siehe untenstehende Abbildung).

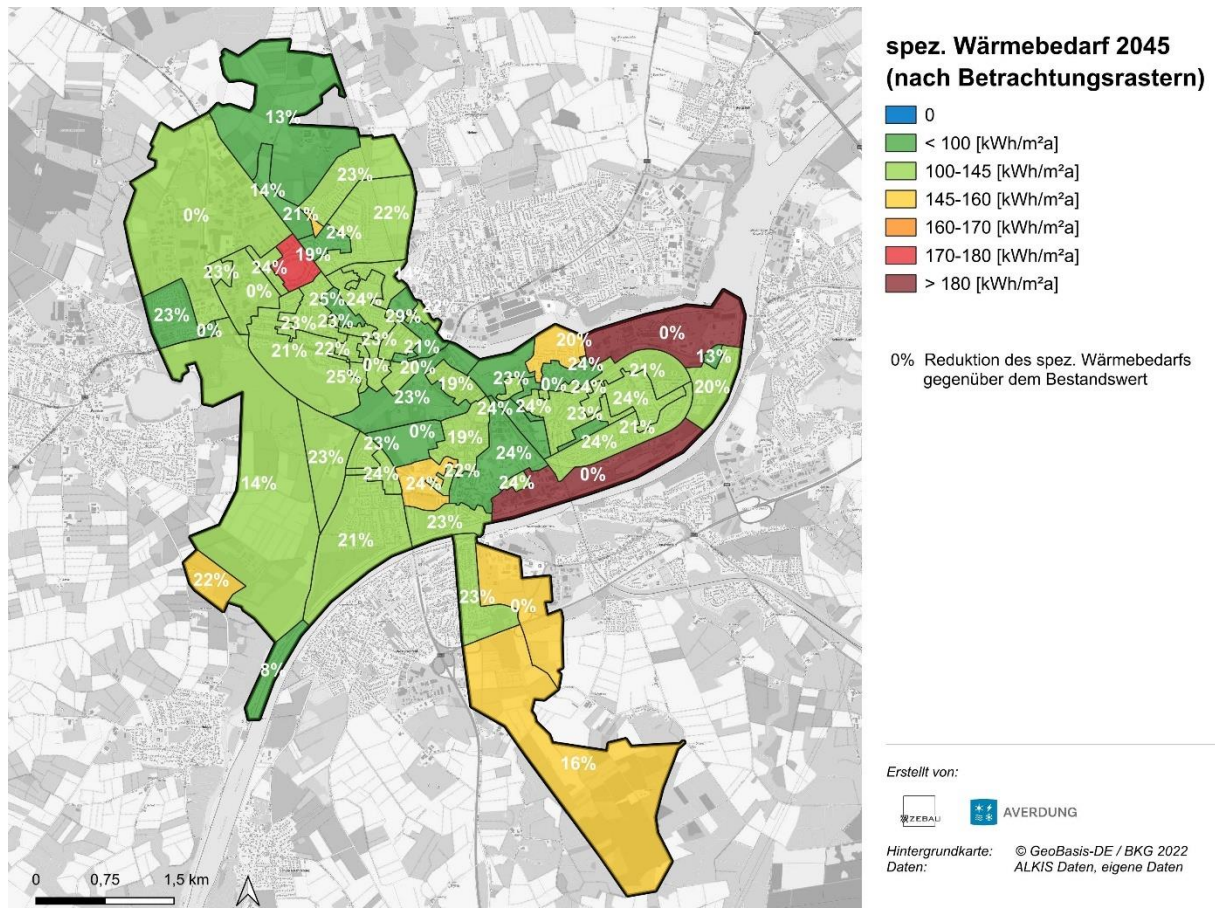


Abbildung 18: spezifischer Wärmebedarf 2045 (nach Betrachtungsraster) inkl. prozentualer Entwicklung

Die Entwicklung der spezifischen Wärmebedarfe in den Jahren 2030, 2035, 2040 und 2045 zeigt, dass sich durch die angenommenen Sanierungsraten die Energieeffizienz der Rendsburger Gebäude in einigen Betrachtungsrastern um bis zu 29 % verbessert.

4.5 Spezifischer Wärmebedarf nach Sektoren

Die Betrachtung des durchschnittlichen spezifischen Wärmebedarfs der einzelnen Sektoren Private Haushalte, Kommunal und Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD) liefert zentrale Informationen über die Struktur und Verteilung des Wärmebedarfs in der Stadt Rendsburg. Sie ermöglicht die Identifikation von Sektoren mit einem hohen Wärmebedarf und zeigt besondere Potenziale für Energieeffizienzmaßnahmen auf. Dadurch können kommunikative Maßnahmen und Investitionen in neue Infrastrukturen wie z.B. in Wärmenetze unter Beachtung der unterschiedlichen Anforderungen und Bedürfnisse der Sektoren zielgerichtet umgesetzt werden.

In Rendsburg lässt sich mit einem Anteil von 90 % der Großteil der beheizten Gebäude dem Sektor Private Haushalte zuordnen. An zweiter Stelle kommt der Sektor Kommunal mit ca. 5 % und an dritter Stelle der gewerbliche Sektor mit einem Anteil von etwas mehr als 4 % an den beheizten Gebäuden (siehe untenstehende Abbildung).

Anteile der Sektoren an den beheizten Gebäuden

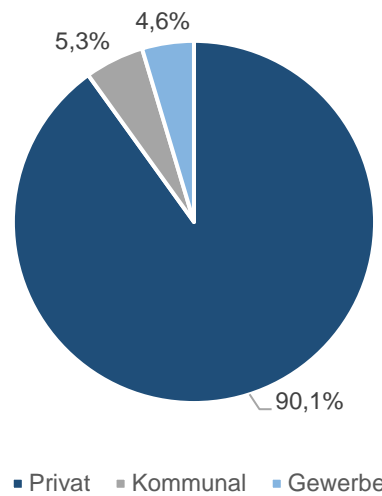


Abbildung 19: Anteile der Sektoren an den beheizten Gebäuden

Grundsätzlich ist in allen Sektoren eine Reduktion des spezifischen Wärmebedarfs und somit eine Einsparung des Wärmebedarfs bis zum Zieljahr 2045 zu erkennen (siehe untenstehende Abbildung). Der Sektor Private Haushalte weist mit rund 22 % die höchste zu erwartende Einsparung gegenüber dem aktuellen durchschnittlichen spezifischen Wärmebedarf auf. Darauf folgen der kommunale Sektor mit 18 % Einsparung und der gewerbliche Sektor mit 0,7 % Einsparung gegenüber dem durchschnittlichen spezifischen Wärmebedarf im Bestand. Das geringe Einsparpotenzial im Sektor GHD lässt sich einerseits auf einen geringen Anteil an Prozesswärme zurückführen, deren Reduktion schwer zu bestimmen ist und daher die aktuellen Verbrauchswerte unverändert fortgeschrieben wurden. Zudem besteht bei gewerblich genutzten Gebäuden eine begrenzte Flexibilität bei der Prozessoptimierung und Modernisierung aufgrund technischer und wirtschaftlicher Grenzen.

Durchschnittlicher spezifischer Wärmebedarf nach Sektoren

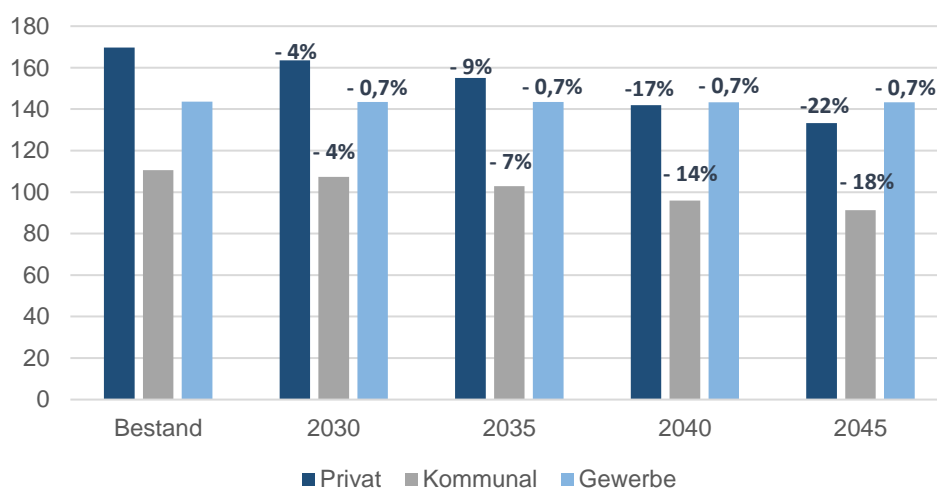


Abbildung 20: Durchschnittlicher spezifischer Wärmebedarf nach Sektoren

4.6 Gesamtergebnis

Unter Einbezug der tatsächlich beheizten Gebäudefläche zeigt sich für den absoluten Wärmebedarf durch die angenommenen Gebäudemodernisierungen in Rendsburg eine Einsparung von 3% für 2030, 7 % für 2035, 14 % für 2040 und von 18 % für das Zieljahr 2045 gegenüber dem aktuellen Wärmebedarf (siehe untenstehende Abbildung).

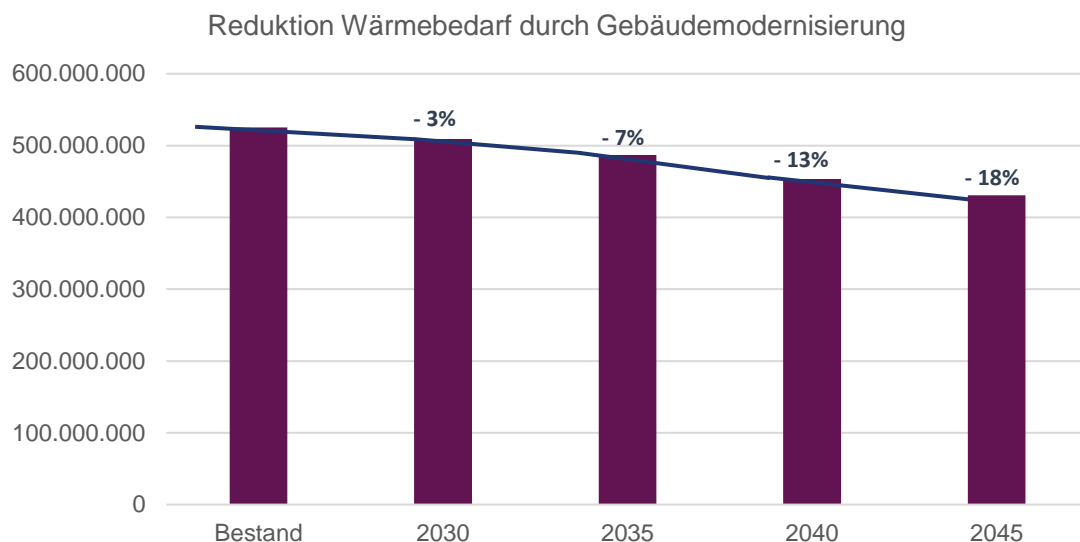


Abbildung 21: Diagramm zur Reduktion des Wärmebedarfs durch Gebäudemodernisierung in kWh/a

Die Reduzierung des absoluten Wärmebedarfs ist vor allem auf den Sektor Private Haushalte zurückzuführen, da ihm die meisten beheizten Gebäude in Rendsburg zuzuordnen sind und er gleichzeitig das höchste Einsparpotenzial beim spezifischen Wärmebedarf der Gebäude aufweist. Der kommunale Sektor verfügt zwar über weitaus weniger beheizte Gebäude in Rendsburg, kann hier durch Modernisierungsmaßnahmen jedoch maßgeblich zur Reduzierung des Wärmebedarfs beitragen. Hinzu kommt, dass durch Modernisierungsmaßnahmen an kommunalen Gebäuden die Stadt Rendsburg ihrer Vorbildfunktion gerecht wird und im besten Fall weitere Gebäudeeigentümer zur Maßnahmenumsetzung inspiriert. Im gewerblichen Sektor ergibt sich aus den oben genannten Gründen und dem geringen Anteil an den beheizten Gebäuden in Rendsburg insgesamt ein eher geringes Einsparpotenzial. Trotzdem ist es sinnvoll, mit Unternehmen, die einen hohen Wärmeverbrauch aufweisen, und mit potenziellen Ankerkunden im Gespräch zu geplanten Veränderungen und möglichen Modernisierungsmaßnahmen zu bleiben.

Die Ergebnisse der Wärmebedarfsprognosen verdeutlichen, dass sich mit der Gebäudemodernisierung in der Wärmewende geringe, aber notwendige Potenziale heben lassen. Gleichzeitig wird die Notwendigkeit der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung verdeutlicht. Die Werte der Wärmebedarfsprognosen werden im nächsten Schritt im Hinblick auf Wärmelinien dichten untersucht sowie mit den lokalen Potenzialen verschnitten, um Handlungsmöglichkeiten zu erörtern.

4.7 Wärmelinien dichte

Die Wärmelinien dichte wird ebenfalls 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 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.

Zudem haben die Anzahl der Gebäude und die Entfernung zur Straße 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 Wärmelinien-dichte ist. Wärmelinien-dichten unter 0,75 MWh / m sind im Allgemeinen zu gering. Für Wärmelinien-dichten 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 ist die Umsetzung eines Wärmenetzes bei entsprechender Anschlussquote wahrscheinlich. Ab 3,0 MWh / m kann ein Wärmenetz sehr wahrscheinlich umgesetzt werden. In den folgenden Abbildungen ist die Wärmelinien-dichte für den prognostizierten Wärmebedarf 2045 bei einer Anschlussquote von 70 und 100 % dargestellt.

Der vollständige Anschluss der Liegenschaften an ein Wärmenetz ist unwahrscheinlich. Für die Veror-tung von Wärmenetzprüfgebieten in Kapitel 6 wird daher eine Anschlussquote von 70 % als Basis ver-wendet.

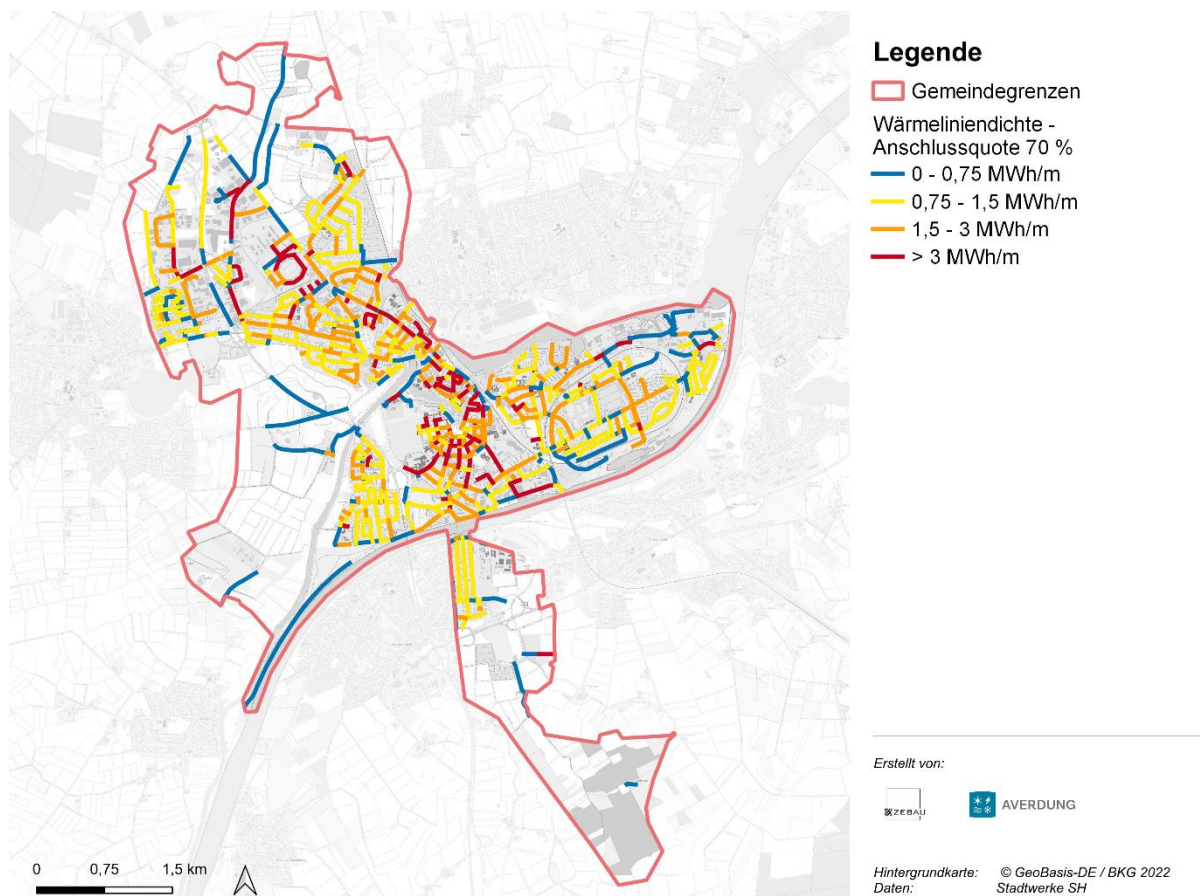


Abbildung 22: Straßenabschnittsweise Wärmelinien-dichte in Rendsburg (2045, 70 % Anschlussquote)

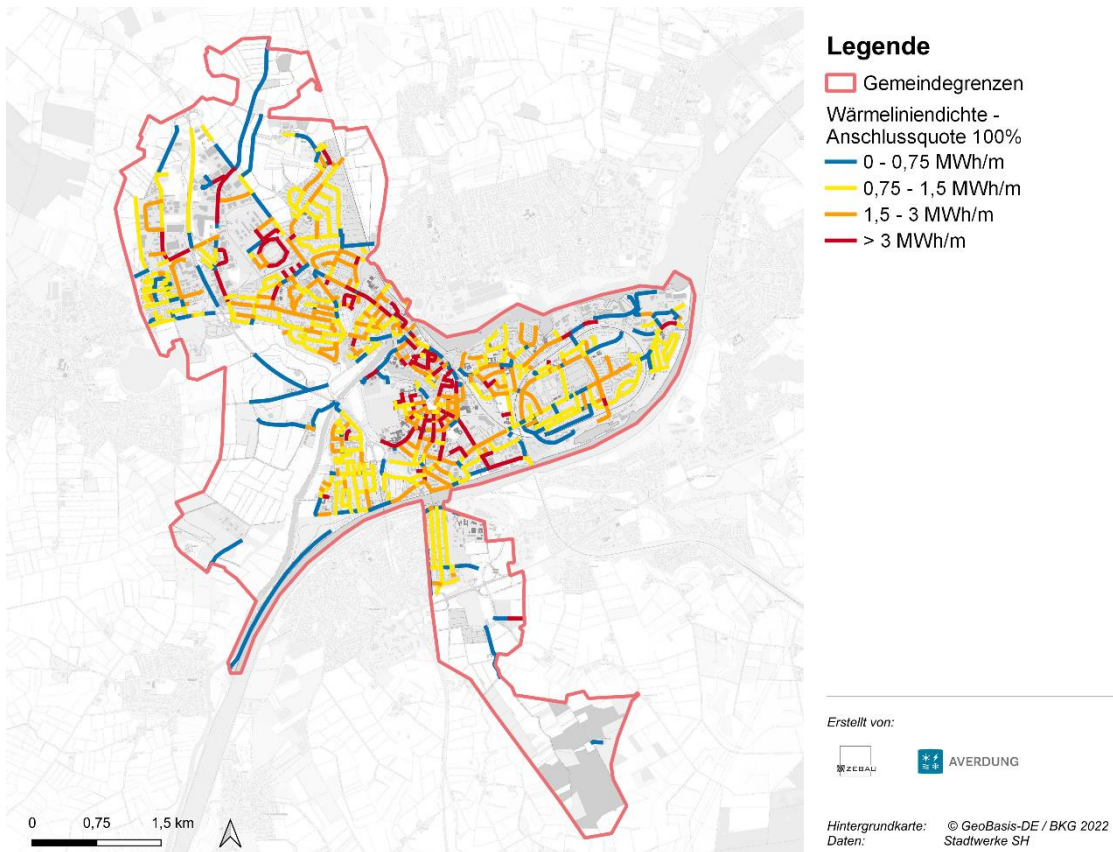


Abbildung 23: Straßenabschnittsweise Wärmeliniendichte in Rendsburg (2045, 100 % Anschlussquote)

5 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. Einige der Potenziale wurden bereits im integrierten Klimaschutzkonzept betrachtet. Die Berechnungen und Ausführungen dazu werden übernommen und teilweise ergänzt.

5.1 Nutzbarkeit von Flächen

Die Erschließung von erneuerbaren Energien erfordert in der Regel die Nutzung von Flächen, z. B. für Rückkühlwerke, Erdsonden, Solaranlagen oder Energiezentralen. Daher wird in der Potenzialanalyse und im räumlichen Konzept aufgezeigt, welche Freiflächen für die Energieversorgung genutzt werden könnten. Dabei steht in der Potenzialanalyse die Darstellung des technisch Machbaren im Vordergrund, sodass hier eine Obergrenze des Potenzials aufgezeigt wird. Auch im räumlichen Konzept werden verschiedene Flächen aufgezeigt, die sich für Luftwärmepumpen oder Geothermie eignen könnten.

Es gibt jedoch auch verschiedene Einschränkungen, die einer Nutzung für Energiegewinnung entgegenstehen können. Neben Flächen mit verschiedenen Schutzfunktionen betrifft dies auch Flächen, die aus stadtplanerischer Sicht eine besondere Rolle spielen, beispielsweise für Naherholung oder Biodiversität. Bei den Detailbetrachtungen einer zukünftigen Wärmeversorgung ist daher die Vereinbarkeit verschiedener Interessen bei der Flächennutzung zu berücksichtigen.

Insgesamt ist darüber hinaus zu beachten, dass nur ein kleiner Teil der in der Potenzialanalyse und im räumlichen Konzept dargestellten Flächen tatsächlich für die Energieversorgung erforderlich ist. Bei den Detailbetrachtungen einer etwaigen Wärmenetzplanung ist daher zu untersuchen, welche der aufgezeigten Potenzialflächen sich in der Gesamtbetrachtung am besten für eine Energieversorgung eignen.

5.2 Geothermie

Es werden im Folgenden sowohl die Möglichkeiten der Wärmegewinnung aus oberflächennaher Geothermie als auch die Potenziale von tiefen Geothermiebohrungen näher betrachtet.

Exkurs Wärmepumpe

Die Effizienz einer Wärmepumpe hängt unter anderem vom jeweils benötigten Temperaturniveau für das Gebäude ab. Daher bietet sich die Nutzung von Wärmepumpen 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 45 °C oder weniger aus. Sanierte Gebäude können überwiegend mit den bestehenden Heizkörpern und verminderten Vorlauftemperaturen von ca. 55 bis 60 °C beheizt werden. Höhere Temperaturen auch im Bereich von 75 °C sind möglich, die Effizienz verringert sich jedoch mit steigenden Vorlauftemperaturen. Vor diesem Hintergrund können Gebäude mit einem Wärmebedarf bis zu 150 kWh/m² häufig ohne größere Sanierungsmaßnahmen sinnvoll mit Wärmepumpen versorgt werden. Ein einfacher Test hilft dabei, herauszufinden, ob eine Wärmepumpe auch ohne weitere Maßnahmen geeignet ist. Hierfür kann an kalten Wintertagen die Vorlauftemperatur der Heizung auf bspw. 55 oder 60 °C abgesenkt werden. Werden die Räume immer noch ausreichend warm, ist eine Wärmepumpe in der Regel auch ohne weitere Maßnahmen zur Wärmeversorgung geeignet.

5.2.1 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.

Insbesondere bei großen Anlagen z.B. für Wärmenetze 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 zum einen einzelne Bohrungen, sogenannte Erdsonden, die üblicherweise ca. 100-200 m tief in den Untergrund eingebracht 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 deutlich mehr Fläche als Erdsonden und regenerieren sich über die Witterungseinflüsse. Unabhängig von der Erschließungstechnologie besteht die Möglichkeit, 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 oder PVT-Kollektoren 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.

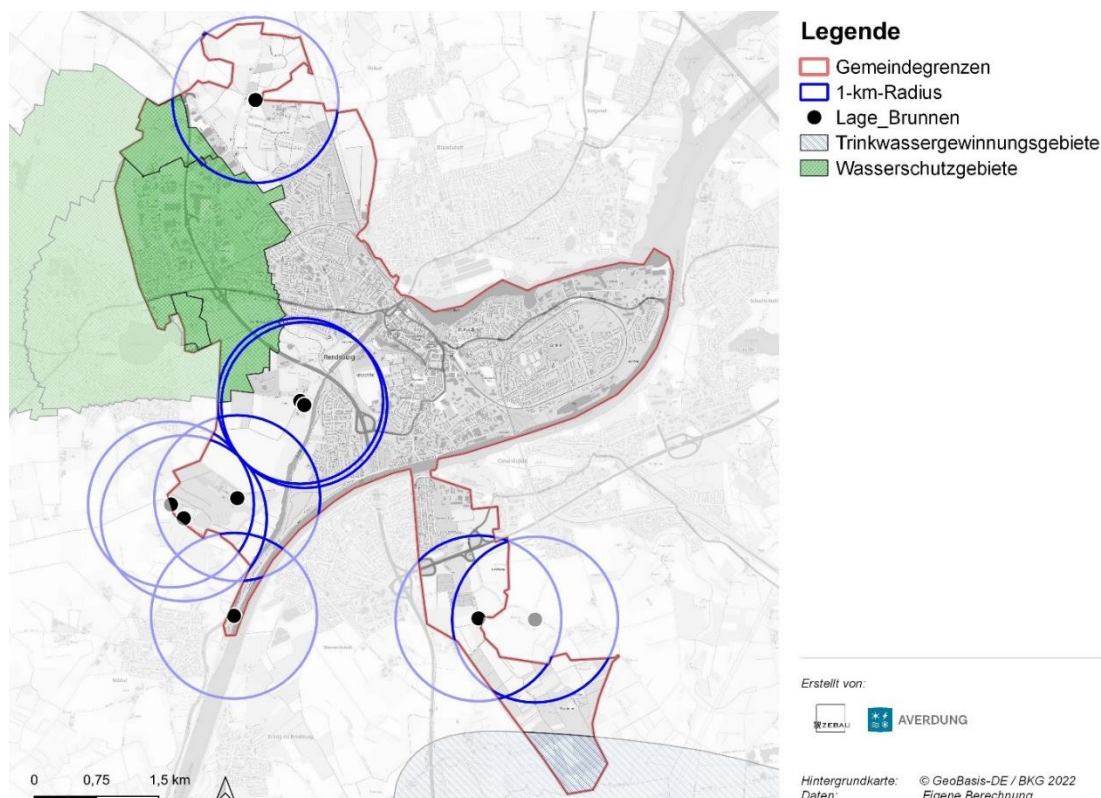


Abbildung 24: Wasserschutzgebiete und Brunnen (Quellen: Schleswig-Holstein, LLUR, 2022, Hintergrundkarte: WebAtlasDE, © GeoBasis-DE / BKG 2022)

In Rendsburg befinden sich im Nordwesten das Trinkwasserschutzgebiet Armensee. Am südlichen Ende der Stadt grenzt außerdem ein Trinkwassergewinnungsgebiet an. Die Wasserschutzgebietsverordnung für das Wasserschutzgebiet Rendsburg Armensee ist zu beachten. Im Stadtgebiet Rendsburg gibt es mehrere kleine Brunnenanlagen, dies bedeutet für die Geothermienutzung jedoch keine

pauschalen Einschränkungen. Diese Brunnenanlagen sind dennoch mit einem 1-km-Radius in der obenstehenden Abbildung vermerkt. Außerhalb von Wasserschutzgebieten und Trinkwasserschutzgebieten ist die Errichtung von Erdsonden nach dem Leitfaden zur geothermischen Nutzung des oberflächennahen Untergrundes des LLUR grundsätzlich möglich. Die Wasserbehörde legt die erforderlichen Auflagen in der Erlaubnis fest.

Innerhalb des Trinkwasserschutzgebietes und innerhalb des 1-km-Radius von den darin befindlichen Brunnen zur Trinkwassergewinnung ist die Nutzung von Erdwärme nicht möglich. Ab einer Entfernung von mehr als 1 km ist die Errichtung mit Ausnahmegenehmigung und zusätzlichen Auflagen wie Schutzverrohrung bis ca. 17 m unter dem Gelände, geologischer Begleitung und evtl. Tiefenbegrenzungen möglich. Im gesamten Stadtgebiet ist außerdem die Kampfmittelverordnung zu beachten.

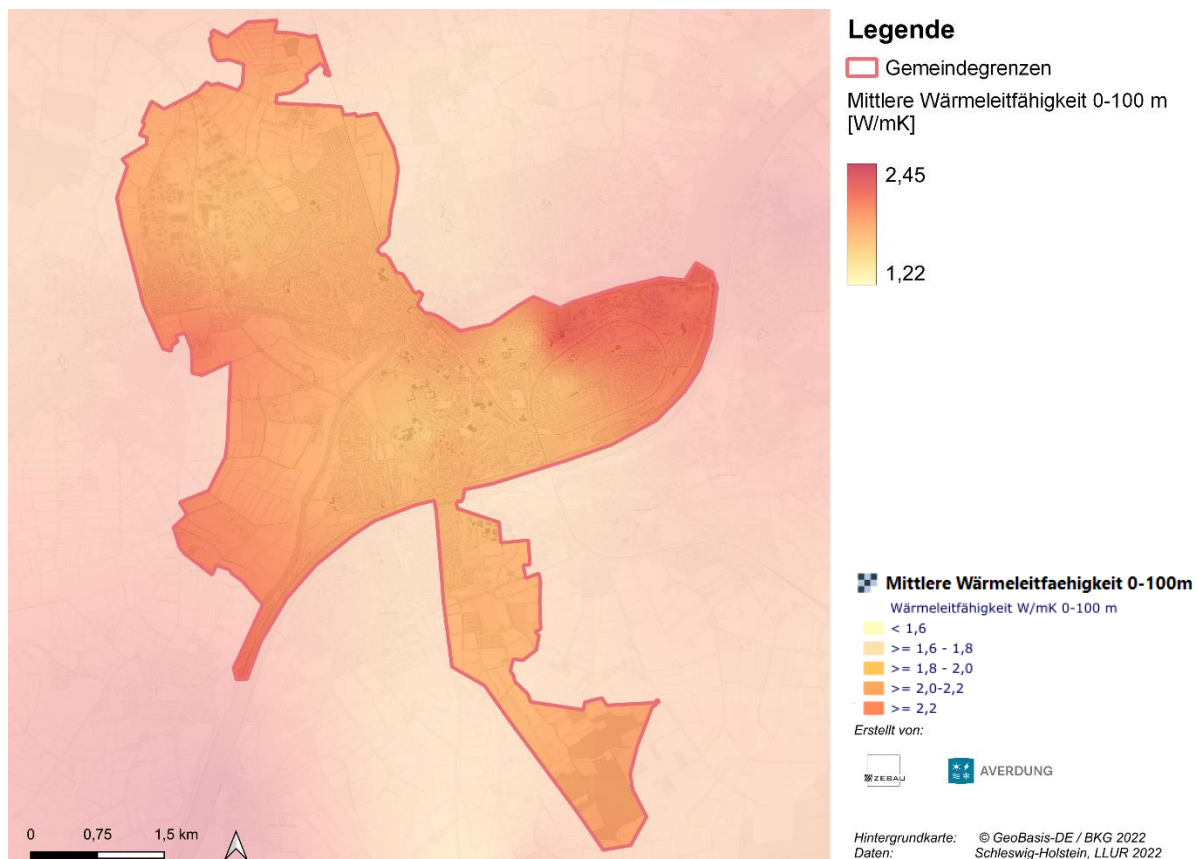


Abbildung 25: Mittlere Wärmeleitfähigkeit bis 100 m

Die mittlere Wärmeleitfähigkeit des Bodens für die ersten 100 Bohrmeter liegt in Rendsburg im Westen und in Teilen des Zentrums sowie im Süden der Stadt zwischen 1,8 und 2,0 W/m*K und im Großteil der weiteren Stadt, unter anderem auch in Neuwerk, zwischen 1,6 und 1,8 W/m*K. Nur kleine Bereiche von Nobiskrug und der Parksiedlung weisen Wärmeleitfähigkeiten von 2,0 – 2,2 W/m*K auf. Je nach Anlagenkonzept der Geothermienutzung entspricht dies im Zentrum einer Wärmeentzugsleistung von etwa 3 bis 4,5 kW je Erdsonde bei einer Sondenlänge von 100 m und 1.800 Vollbenutzungsstunden (VBH).

Insgesamt bestehen somit geeignete Potenziale zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie. Laut Bohrpunktkarte Deutschland¹⁰ wurden in Rendsburg bereits 23 Erdwärmesonden mit Bohrtiefen zwischen 60 und 170 m erstellt. Erdsonden können grundsätzlich auch überbaut werden. Dies erlaubt z. B. auch die Kombination mit weiteren Nutzungen, wie Spielplätzen, Grünanlagen, Sportplätzen, Parkplätzen etc.

¹⁰ <https://boreholemap.bgr.de/mapapps/resources/apps/boreholemap/index.html>

Zur weiteren Bestimmung des Geothermiepotenzials wurden größere zusammenhängende Freiflächen identifiziert, die in der nachfolgenden Abbildung dargestellt sind.

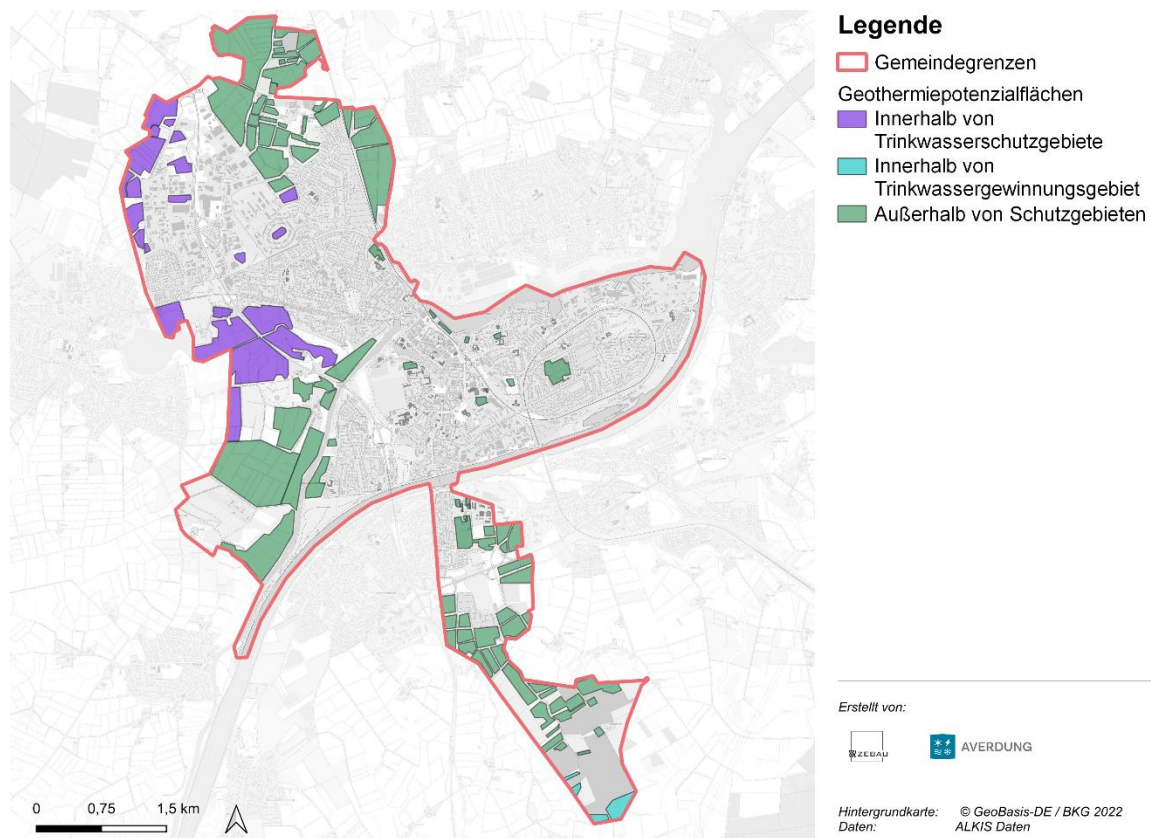


Abbildung 26: Freiflächen für Geothermie

Basierend auf den gezeigten Flächen wurden die Geothermiepotenziale für größere zusammenhängende Flächen quantifiziert, da diese als Wärmequelle für zentrale Lösungen dienen können. Ein Teil der Potenzialflächen befindet sich auf Vertragsnaturschutzflächen und z.T. auf anderen Flächen mit Schutzfunktion oder Kompensationsflächen. Inwieweit diese für die Wärmeversorgung tatsächlich genutzt werden können, ist im Rahmen von detaillierten Machbarkeitsstudien zu untersuchen. Unbenommen hiervon ist, dass es auch im dezentralen Bereich zahlreiche Möglichkeiten für Erdsonden gibt. Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht zu den Ergebnissen. Unterteilt wurden die Flächen in landwirtschaftliche Nutzflächen, Sportplätze, Grünflächen und sonstige Flächen.

Hierbei wurde angenommen, dass der Abstand der Erdsonden zueinander 8,25 m beträgt, Sonden außerhalb des Wasserschutzgebietes eine Tiefe von bis zu 200 m aufweisen und im Trinkwasserschutzgebiet auf 100 m Sondentiefe begrenzt sind. Es werden außerdem 1.800 Vollbenutzungsstunden und eine Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe von 3 zugrunde gelegt.

Im Falle einer Realisierung eines Sondenfelds sind diese Annahmen kritisch zu prüfen und durch Simulationen zu konkretisieren. Die Annahme zur Bohrtiefe ist mit 200 m bewusst recht hoch gewählt, Erdsonden weisen häufig Tiefen von etwa 100 m auf. Außerdem sind innerhalb des Trinkwasserschutzgebietes ggf. keine Erdsonden realisierbar oder auch erhebliche Bohrtiefenbegrenzungen möglich. Vor diesem Hintergrund stellt das dargestellte Potenzial eine Obergrenze dar, die zunächst das theoretisch Denkbare beschreiben soll. Im Falle einer angestrebten Realisierung ist daher zu prüfen, inwiefern das beschriebene Potenzial tatsächlich erschlossen werden kann.

Rund ein Fünftel des beschriebenen Potenzials (247 GWh) befindet sich im Trinkwasserschutzgebiet bzw. Trinkwassergewinnungsgebiet. Würde dieses Potenzial vollständig wegfallen und für die übrigen Flächen eine Bohrtiefenbegrenzung von 100 m statt 200 m angenommen, würde sich das in der Tabelle

dargestellte Gesamtpotenzial auf rund 480 GWh reduzieren. Auch in diesem Fall liegt es damit noch über dem für 2040 prognostizierten Gesamtwärmebedarf. Neben der Höhe des Potenzials ist jedoch auch die Entfernung der Flächen zu potenziellen Wärmenetzgebieten entscheidend. Viele der potenziell für Geothermie geeigneten Flächen befinden sich im Süden und Norden der Stadt und damit in einiger Entfernung zu den Gebieten mit höher Wärmedichte. Im räumlichen Konzept wird aufgezeigt, wie hoch das Geothermiepotezial in der Nähe der jeweiligen Wärmenetzprüfgebiete ist.

Tabelle 9: Theoretische Geothermiepoteziale

	Fläche in m ²	Anzahl Son- den	Entzugs- leistung in kW	Wärme (inkl. Wärme- pumpe) in GWh	Anteil an Ge- samtwärme- bedarf 2040
Landwirtschaft	4.818.421	70.751	410.662,44	1.109	6%
Sportplätze	125.743	1.845	9.713,74	26	246%
Grünflächen	221.689	3.253	19.174,29	52	12%
Sonstiges	123.724	1.812	10.971,23	30	7%
Summe	5.289.577	77.661	450.521,70	1.216	270%

Zukünftig sollte insbesondere für zentrale Wärmeversorgungs-lösungen 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 Wärmeversorgungs-lösungen eingesetzt werden.

5.2.2 Tiefengeothermie

Die Wärmege-winnung 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 (60 – 100 °C) oder thermal (> 20 °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. 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.

Bei tiefen Erdwärmesonden handelt es sich dagegen um geschlossene Systeme, die vertikal bis zu Tiefen von ca. 3.000 m in das Erdreich eingebracht werden. In ihnen zirkuliert ein Wärmeträgermedium. Dieses nimmt die Wärme aus dem umliegenden Gestein auf. Anders als bei hydrothermalen Systemen

ist der Wärmeentzug der Porosität und Durchlässigkeit des Untergrunds weitestgehend unabhängig. Die Sonden sind als Doppelrohr- oder U- Rohrsysteme ausgeführt. Beim Doppelrohrsystem wird das kalte Fluid langsam im äußeren Teil des Rohrs nach unten geführt und durch die Umgebung erwärmt. Das aufgeheizte Fluid wird im isolierten inneren Rohr wieder nach oben zurückgeführt. Die Investitionskosten hierfür sind aufgrund des Mehraufwands höher, sodass wenn vorhanden möglichst auf bereits vorhandene Tiefenbohrungen zurückgegriffen werden sollte.

Im Rahmen des Integrierten Klimaschutzkonzepts Hamburg-Harburg¹¹ und dem energetischen Quartierskonzept für das Quartier Bergedorf-West in Hamburg wurden Informationen einer Betreiberfirma von Bohrlöchern für die Erdölförderung ausgewertet, die zu dem Schluss kommen, das durchaus beträchtliche Potenziale aus Erdwärme insbesondere im Bereich der Salzstöcke im Norddeutschen Becken bestehen.

Geologisch gesehen liegt Rendsburg ebenso wie Hamburg im Norddeutschen Becken. Hier herrschen insbesondere in der Nähe von Salzstöcken gute Ausgangsbedingungen für tiefengeothermische Anwendungen. Im Norden von Rendsburg befindet sich im Untergrund der Rhät Sandstein, der laut geologischem Dienst von Schleswig-Holstein als untersuchungswürdiger Horizont zur hydrothermalen Nutzung eingeordnet wird.¹² Das Geothermische Informationssystem GeotIS13 des Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik weist jedoch nur ein niedriges hydrothermisches Potenzial zwischen 40 und 60 °C und kein petrochemisches Potenzial auf dem kompletten Gebiet von Rendsburg aus:

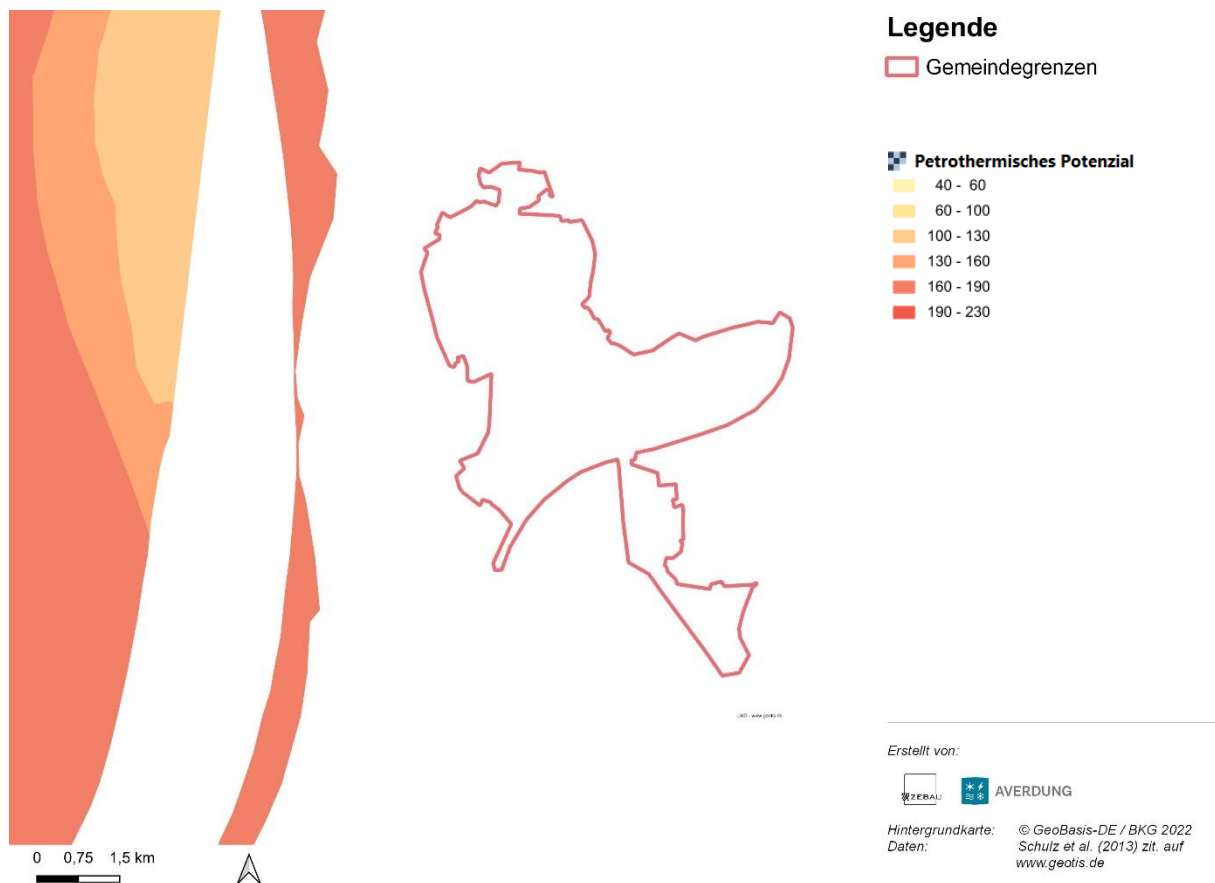


Abbildung 27: Petrothermales Potenzial in Rendsburg (Quelle: Schulz et al. (2013) zit. auf www.geotis.de)

¹¹ Bezirksamt Harburg (2021): Integriertes Klimaschutzkonzept Hamburg-Harburg. Online unter: <https://www.hamburg.de/contentblob/14996914/8958ee725e1ddc7f029a5c1a8e5eaf0f/data/pdf-ikk-harburg-bericht.pdf> (zuletzt gesichtet am 13.12.2021)

¹² https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/G/geologie/Downloads/Potenzialanalyse.pdf?__blob=publicationFile&v=3

¹³ Schulz et al. (2013): Geothermieatlas zur Darstellung möglicher Nutzungskonkurrenzen zwischen CCS und Tiefer Geothermie. Endbericht, LIAG, Hannover, URL: www.geotis.de/homepage/.../Endbericht_Geothermie_Atlas.pdf zitiert auf www.geotis.de

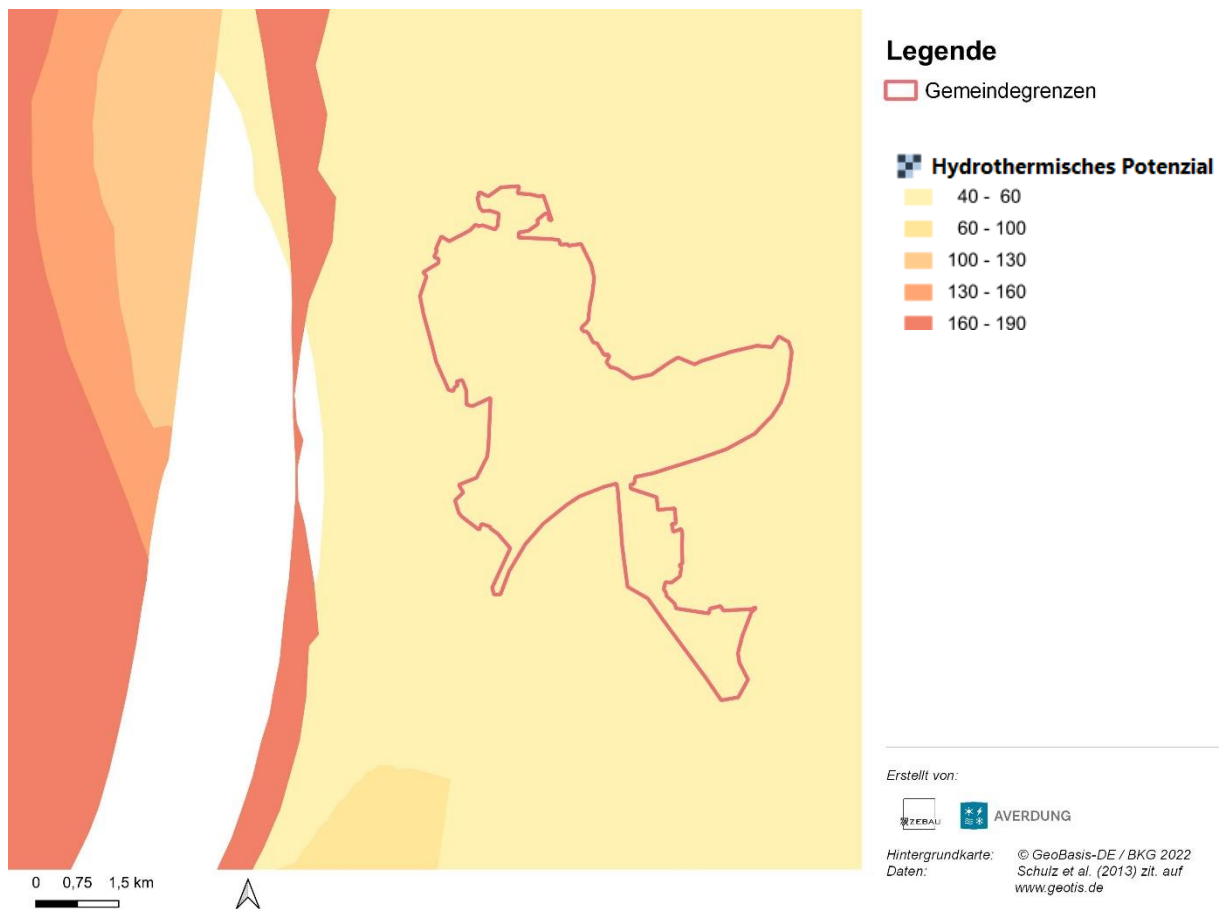


Abbildung 28: Hydrothermisches Potenzial in Rendsburg (Quelle: Schulz et al. (2013) zit. auf www.geotis.de)

Aussagen über tiefliegende geologische Formationen in Rendsburg sind nur anhand von Korrelationen mit außerhalb liegenden Tiefbohrungen, geophysikalischen Untersuchungen oder geologischen Karten möglich. Eine Verbesserung des Kenntnisstands zum tiefen Untergrund in Rendsburg könnte demnach nur durch weitere Untersuchungen oder aufwändige seismische Erkundungsarbeiten oder Tiefbohrungen erreicht werden.

Im Rahmen der Potenzialanalyse kann daher nur festgestellt werden, dass ggf. geringes hydrothermisches und vermutlich kein petrothermales Potenzial vorhanden ist, das allerdings aktuell nicht quantifiziert werden kann. Darüber hinaus kommt die Nutzung von Tiefengeothermie aufgrund der hohen Investitionskosten nur für größere zentrale Versorgungslösungen infrage.

5.3 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 Wärmegewinnung. 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 Abwasserwärmenutzung über das gesamte Jahr genutzt werden, sodass auch bei kleineren Leistungen vergleichsweise große Wärmemengen ausgekoppelt werden können, die zur Grundlastabdeckung genutzt werden können.

In Bestandskanälen (Gefälleleitungen) lassen sich relativ aufwandsarm ab einem Durchmesser von etwa DN 800 Wärmeübertrager in die Abwasserkanäle 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 Kanalsanierung bzw. dem Austausch der Rohre können vorgefertigte, mit Wärmetauschern ausgestattete Rohre verlegt werden, sodass in diesem Fall auch geringere Kanaldurchmesser bis DN 400 für die Abwasserwärmenutzung 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 Abwasserwärmenutzung sind ein Mindesttrockenwetterabfluss von 10 l/s (besser 30 l/s) und Abwassertemperaturen von mindestens 8 °C.

Neben den zuvor genannten Abwasserkanälen mit Gefälle kommen auch Abwasserdruckleitungen für die Wärmegegewinnung in Frage. Hier können auch kleinere Durchmesser für eine sinnvolle thermische Aktivierung in Frage kommen. Druckrohrleitungen sind nachträglich nur mit großem Aufwand thermisch aktivierbar. In der Regel kommt eine thermische Nutzung von Druckrohrleitungen nur in Frage, wenn Leitungsabschnitte erneuert werden müssen. Dies wird im jeweiligen Einzelfall geprüft.

Für eine klimaneutrale Wärmeversorgung sollten zukünftig alle erneuerbaren Potentiale einbezogen werden. Um das Potenzial in Rendsburg abzuschätzen, wurde ein Gespräch mit der Abwasserbeseitigung Rendsburg geführt. Hier besteht grundsätzlich Interesse und der Wille, Abwasserwärme zu nutzen, auch wenn der Abwassertransport natürlich nicht negativ beeinflusst werden darf. Entsprechende Bestrebungen mündeten bereits in der Vergangenheit in Durchflussmessungen und ersten Potenzialanalysen für einzelne Standorte. Einer dieser Standorte ist das Entwicklungsgebiet am Obereiderhafen rund um die Denkerstraße.

Ein weiterer Standort, der bereits untersucht wurde, umfasst Liegenschaften an der Grenze zwischen Rendsburg und Büdelsdorf. Hierzu liegt auch eine Potenzialanalyse der Abwasserbeseitigung Rendsburg vor. Am Standort „Schwarzer Stieg“ in Büdelsdorf wurde in diesem Zuge ein minimaler Trockenwetterabfluss von rund 12 l/s bestimmt. In der DN 450-Leitung kann so eine Leistung der Wasser-Wasser-Wärmepumpe von bis zu etwa 60 kW erreicht werden. Hier kam aus verschiedenen Gründen, unter anderem wegen dem geringen Trockenwetterabflusses und alternativen Wärmekonzepten, nicht zu einer Realisierung.

Die folgende Abbildung zeigt das Abwasserkanalnetz der Stadt Rendsburg unter Berücksichtigung der relevanten Nenndurchmesser. Hier könnten sich zukünftig Potenziale ergeben, es ist jedoch zu beachten, dass die größeren Leitungen in den letzten Jahren saniert wurden und aktuell keine Sanierungen in näherer Zukunft vorgesehen sind. Da sich die Wirtschaftlichkeit der Abwasserwärmenutzung deutlich verbessern kann, wenn gleichzeitig im Zuge einer Kanalsanierung Synergien genutzt werden können, sollte insbesondere bei zukünftig anstehenden Sanierungen Abwasserwärme als Option mitgedacht werden. Es besteht also durchaus ein Potenzial und auch eine große Bereitschaft seitens der Abwasserbeseitigung Rendsburg zur Umsetzung von Abwasserwärmelösungen. Aufgrund der Zeitpläne der Kanalsanierungen konnten jedoch besonders geeignete Standorte nicht identifiziert werden könnten.

Die Abwasserbeseitigung Rendsburg betreibt auch ein auf 220.000 Einwohner ausgelegtes Klärwerk, das sich jedoch außerhalb des Stadtgebiets befindet. Hier wird der Klärschlamm verfäult, sodass etwa 2.300 m³ an Faulgas am Tag entstehen, welches derzeit vor allem zum Betrieb der Verdichter für das Belebungsbecken eingesetzt wird.

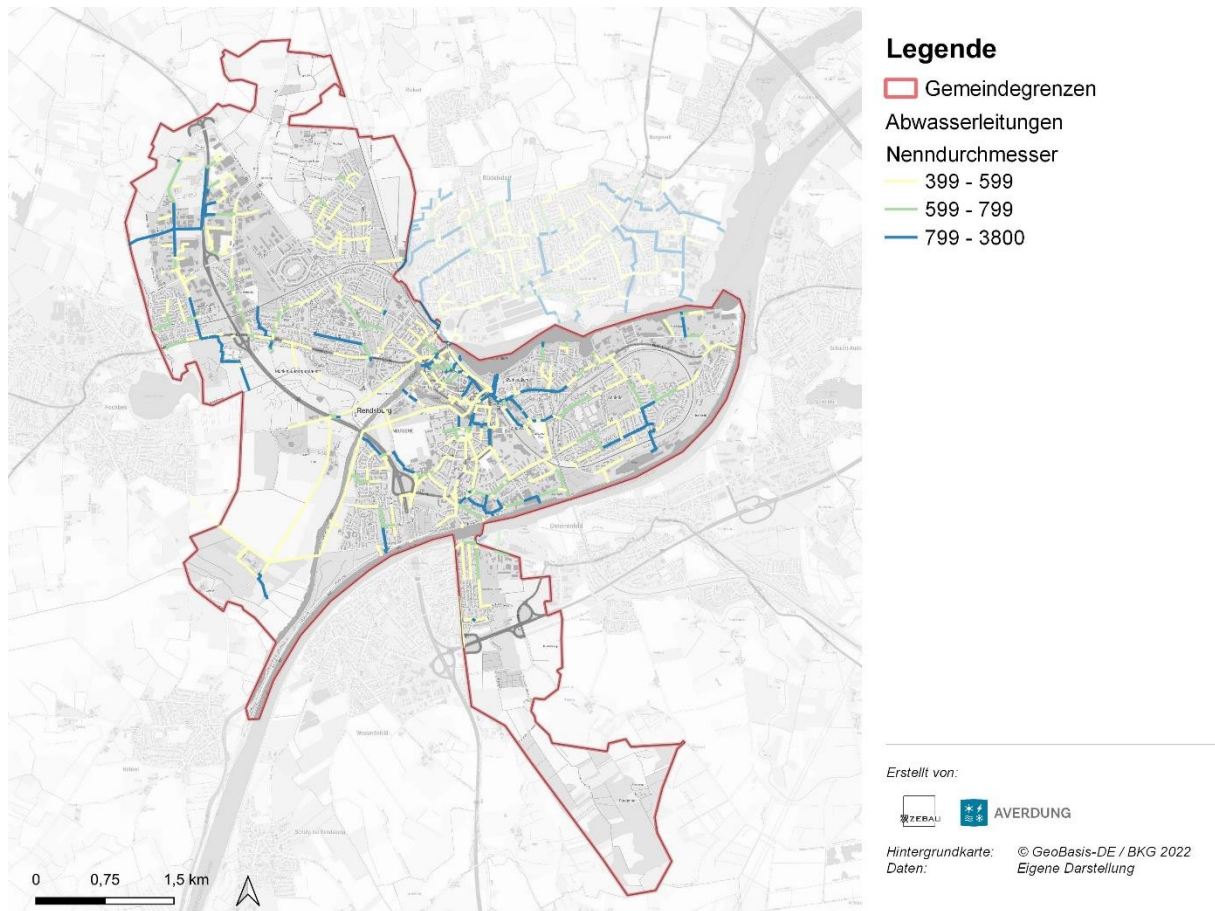


Abbildung 29: Schmutzwasserleitungen in Rendsburg (ab DN 800 in Blau)

5.4 Biomasse

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 (NABIS¹⁴) 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 in der NABIS 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.

Im Rahmen der Potenzialerhebung werden die Biomassepotenziale in der Stadt anhand der den Flurstücken zugeordneten Nutzungsarten abgeschätzt.

Hierbei werden Potenzialflächen unter anderem für Waldflächen, Friedhöfe und die landwirtschaftlichen Flächen berücksichtigt. Diese sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt. In die Potenzialermittlung sind nur Flächen innerhalb der Gemeindegrenzen eingeflossen.

¹⁴ <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/bioeconomie-nachwachsende-rohstoffe/nationale-biomassestrategie.html>

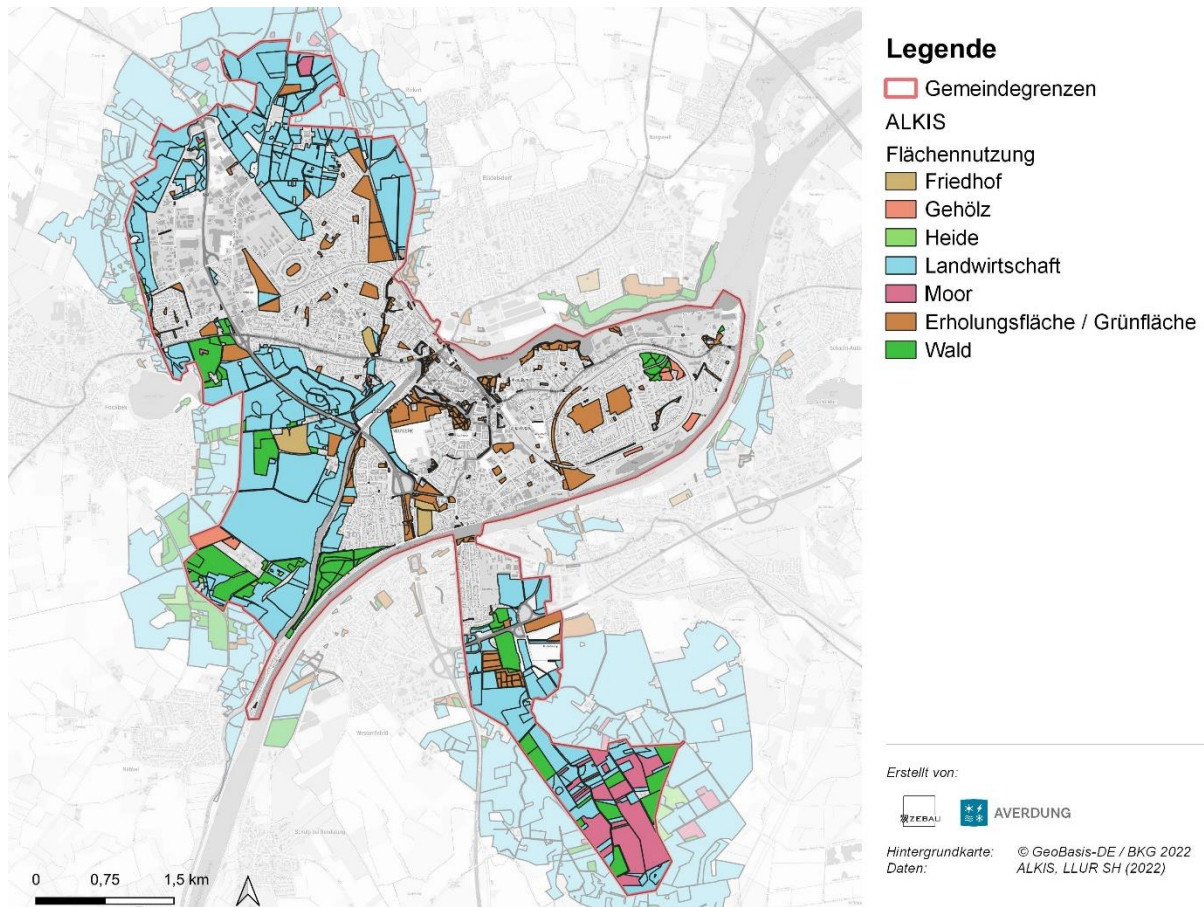


Abbildung 30: Biomassepotenzialflächen in der Gemeinde (Quelle: Eigene Darstellung nach ALKIS Flächennutzung, Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG 2022)

Anhand von durchschnittlichen spezifischen Erträgen an Trockensubstrat (TS) für die jeweilige Flächennutzung wurden die in der folgenden Tabelle dargestellten Potenziale ermittelt. Insgesamt ergeben sich daraus theoretische Energiepotenziale in Höhe von rund 6 GWh/a. Erfahrungsgemäß ist die Erschließung, Sammlung und Aufbereitung für die energetische Verwertung aufwendig und entsprechend selten wirtschaftlich umsetzbar. Hochwertiges Holz wird im Allgemeinen einer entsprechenden hochwertigen stofflichen Nutzung zugeführt. Die Reste sind häufig mit Störstoffen wie Sand und Erde behaftet, die eine thermische Nutzung erschweren und vor der Nutzung entfernt werden müssen. Ähnliches gilt für landwirtschaftliche Flächen, die zum Anbau hochwertiger Nahrungsmittel genutzt werden oder als Weideflächen dienen. Extensiv bewirtschaftete Naturschutz- und Ausgleichsflächen verfügen über geringe Erträge und schwer energetisch verwertbare Biomasse.

Es besteht auf dem Stadtgebiet also ein Biomassepotenzial, welches sich grundsätzlich technisch nutzen lässt und z.T. auch bereits genutzt wird. Durch die Logistik und Kosten sowie die übergeordnete politische Priorisierung sind und bleiben die Potenziale insgesamt klein. Im Verhältnis zum Gesamtwärmebedarf bestünde bei vollständiger Nutzung ein Potenzial von ca. einem Prozent. Das Potenzial wird hier dementsprechend der Vollständigkeit halber aufgeführt. Eine tatsächliche zentrale Nutzung wird jedoch als unwahrscheinlich angesehen, sodass die Potenziale nicht weiter einbezogen werden.

Tabelle 10: Biomassepotenziale auf Potenzialflächen basierend auf der Nutzungsart der Flurstücke

Art	Fläche in ha	spez. Ertrag in t TS/ha	Substrat	Gesamtmenge in t TS	Energie in MWh/t TS	Energiemenge in MWh
Friedhof	18	3,3	holzig	58	4,8	279
Gehölz/Heide	20	3,5	holzig	69	4,8	332
Wald	140	0,7	holzig	98	4,8	472
Landwirtschaft	1.038	2	Gras	2076	2,33	4.837
Gesamt						5.921

5.4.1 Biogas

Es gibt in der Stadt Rendsburg nach Marktstammdatenregister zwei mit biogenen Gasen betriebene BHKW. Eines davon wird von enercity zur Wärmeversorgung der Parksiedlung betrieben. Ein zweites, deutlich kleineres, weist lediglich eine Leistung von 20 kW auf und wird vom Kreis Rendsburg-Eckernförde betrieben.

5.5 Gewässerwärme

Die Nutzung von Oberflächengewässern als Wärmequelle für eine Wärmepumpe ist eine weitere Möglichkeit zur Bereitstellung von erneuerbarer Wärme. Diese Wärmequelle hängt jedoch auch stark von den genehmigungsrechtlichen Rahmenbedingungen ab. Um die Situation für Rendsburg einschätzen zu können, wurde bereits im Rahmen des integrierten Klimaschutzkonzeptes ein Gespräch mit der Wasserbehörde Rendsburg geführt. Thema war die thermische Nutzung der Ober- und Untereider.

Der Nord-Ostsee-Kanal bietet aufgrund der großen Wassermengen ein erhebliches technisches Potenzial als Umweltwärmequelle für eine Wärmepumpe. Es müssen hierbei die Vereinbarkeit mit der Bedeutung des Kanals als Bundeswasserstraße und die damit verbundenen Hürden bei der Realisierung einer Wasserentnahme geprüft werden.

Zur weiteren Einschätzung der Machbarkeit wurde ein Austauschtermin mit dem Beratungsbüro Zeiten°Grad durchgeführt, das derzeit das energetische Quartierskonzept Hoheluft-Süd erstellt. So konnten folgende weitere Einordnungen zur Nutzung des Kanals als Wärmequelle getroffen werden.

Im Rahmen des Quartierskonzepts fanden konstruktive Gespräche unter anderem mit Vertretern des Wasser- und Schifffahrtsamts (WSA) statt. Grundsätzlich darf die Schifffahrt nicht beeinträchtigt werden. Da der Kanal auch in Ufernähe schon steil abfällt und eine Verlegung der Wasserentnahme am Grund denkbar ist, sollte sich hier in Hinblick auf die Schifffahrt die Wasserentnahme mit der Schifffahrt vereinbaren lassen. Auch der Grenzwert für die Querströmung zur Vermeidung eines Soges sollte ohne Probleme eingehalten werden können. Während der Kanal in etwa 500 m³ pro Sekunde entwässert, umfasst die im Rahmen des Quartierskonzepts angedachte potenzielle Entnahme 500 m³ pro Stunde, die angedachte Leistung beträgt etwa 3 MW. Die Temperaturdifferenz zwischen Wasserentnahme und Wiedereinleitung sollte in einem Bereich von 3 bis 5 K liegen.

Für die Temperatur im Kanal auf Höhe Takesdorf in den Jahren 2020 und 2023 liegt je Monat ein Messwert vor, die Minimaltemperatur dieser Messwerte liegt bei 5 °C. Aufgrund der hohen Durchmischung durch die Schifffahrt ist keine Temperaturschichtung innerhalb des Kanals zu erwarten. Insgesamt sollte eine Wasserentnahme aus dem Nord-Ostsee-Kanal zur Nutzung als Wärmequelle aus technischer Sicht innerhalb der Anforderungen gut machbar sein. Aspekte hinsichtlich des Schutzes von Flora und Fauna müssen zusätzlich berücksichtigt werden. Die Nord- Ostsee-Kanal Hegegemeinschaft könnte hier ein geeigneter Ansprechpartner sein.

Eine Herausforderung stellt die Errichtung eines Bauwerks in Ufernähe da. Die Uferböschung gehört dem WSA. Hier werden die Chancen als gering eingeschätzt, dass ein Bauwerk errichtet werden kann. Daher sollte für entsprechende Potenzialgebiete untersucht werden, ob Standorte in den Gebieten zur Verfügung stehen, sodass lediglich eine Leitungsführung über die Flächen des WSA notwendig ist.

Für das genannte Quartierskonzept werden hier verschiedene Optionen untersucht.

Der Nord-Ostsee-Kanal könnte auch in Maßen für die Kältebereitstellung genutzt werden, allerdings bestehen hier deutlich striktere Vorgaben als für eine Wärmeentnahme.

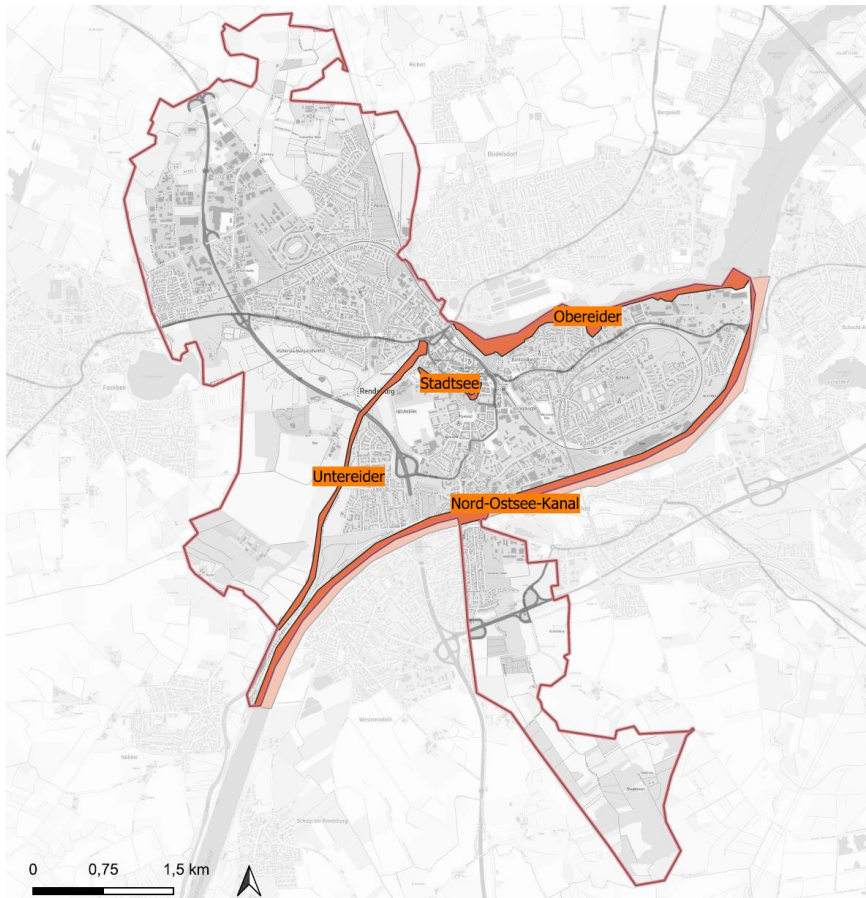
Bei der Wasserbehörde Rendsburg besteht eine grundsätzliche Offenheit für die Gewässerwärmenutzung. Allerdings ist der Einzelfall zu prüfen, beispielsweise könnte schützenswerter Randbewuchs gegen die Nutzung an einzelnen Standorten sprechen. Außerdem ist voraussichtlich eine Abgabe für die Wasserentnahme zu entrichten, auch wenn das Wasser wieder eingeleitet wird. Da dem entnommenen Wasser Wärme entzogen wird und das eingeleitete Wasser damit kälter ist als das entnommene Wasser, ist aus Sicht der Wasserbehörde die Temperatur des wiedereingeleiteten Wassers unproblematisch. Da sowohl die Ober- als auch die Untereider fast stehende Gewässer mit nur geringer Strömung sind, ist zur Vermeidung eines thermischen Kurzschlusses ein ausreichender Abstand zwischen Entnahme und Einleitung vorzusehen.

Die Untereider, die in weiten Strecken parallel zum Nord-Ostsee-Kanal fließt, ist trotz der geringen Wassertiefe von 1,5 m und insbesondere im Sommer anfallender starker Verkrautung offiziell schiffbar, sodass hier das Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Elbe-Nordsee am Standort Tönning zu beteiligen wäre. Die Untereider ist mit dem Stadtsee verbunden, der als Regenrückhaltebecken von Abgaben für die Wasserentnahme befreit wäre. Nahe des Stadtsees befindet sich auch das Schwimmbad Aqua City, das Wasser mit Abwärme in die Untereider einleitet. Ggf. könnte hier eine Wärmepumpenlösung Sinn ergeben.



Die Obereider, die unter anderem den Yachthafen beinhaltet ist mit 3 bis 8 m deutlich tiefer als die Untereider und weist damit weniger Anfälligkeit für thermische Kurzschlüsse auf. Auch hier ist eine durch Oberflächengewässerwärme betriebene Wärmepumpe denkbar. Für die Temperatur in der Eider in den Jahren 2013 und 2016 liegt je Monat ein Messwert vor, in den Wintermonaten liegt die Temperatur hier oft zwischen 1 und 4 °C, sodass eine Wärmeentnahme in den kältesten Monaten ohne Vereisung nicht möglich ist. Dies beschränkt die Nutzbarkeit dieses Potenzials erheblich.

Die genannten Gewässer sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

Im Ergebnis ist die Wärmegewinnung aus Oberflächengewässern eine Option, die sich insbesondere für liegenschaftsübergreifende Wärmeversorgungen anbietet. Wird eine entsprechende Nahwärmelösung für ein Neubau- oder Bestandsquartier in Nähe der genannten Gewässer geplant, sollte diese Möglichkeit zur Wärmebereitstellung untersucht werden. Wie auch bei sonstigen Wärmepumpenlösungen profitiert die Nutzung der Oberflächengewässerwärme stark von niedrigen Vorlauftemperaturen im Heizkreislauf. Für unsanierte Bestandsbauten kann eine solche Wärmeversorgung also mit Hürden verbunden sein. Eine Quantifizierung des Potenzials ist an dieser Stelle nicht sinnvoll, da die maximale Zahl an Entnahmestellen und die thermischen Einflüsse einer Vielzahl solcher Wasserentnahmen auf die Gewässer nur durch detaillierte Gutachten und Simulationen bestimmt werden können. Das Vorhandensein eines Potenzials kann jedoch für die genannten Gewässer durchaus bestätigt werden und ist ein Anhaltspunkt für Wärmekonzepte in den angrenzenden Bereichen. Hierbei sollte der Fokus auf zentralen Versorgungslösungen liegen, auch wenn die Nutzung der Oberflächengewässer auch für einzelne nahegelegene größere Liegenschaften interessant sein kann. Bei der Nutzung der Wärme aus Oberflächengewässern ist jedoch grundsätzlich zu beachten, dass das Potenzial bei sehr niedrigen Außentemperaturen möglicherweise nicht oder nur zu gewissen Teilen zur Verfügung steht.



Legende

-  Gemeindegrenzen
-  Oberflächengewässer

Erstellt von:



Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG 2022
Daten: ALKIS Daten

Abbildung 31: Potenzielle Oberflächengewässer zur Umweltwärmenutzung

5.6 Aerothermie (Luftwärmepumpen)

Unter Aerothermie 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 zur Verfügung steht. Die folgende Abbildung zeigt eine Freiflächen-Luftwärmepumpe mit einer Leistung von 1,2 MW in unmittelbarer Nähe zu einer Wohnsiedlung in Dänemark.



Abbildung 32: 1,2 MW Luft-Wärmepumpe in Slagslund Dänemark (Quelle: PlanEnergi)

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. Grundsätzlich 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.

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. Im Zusammenhang insbesondere mit 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 teils deutlich verringert werden.

Unter Berücksichtigung dieser Faktoren kommen sehr viele Gebiete grundsätzlich in Frage. Insbesondere im verdichteten Stadtgebiet stehen jedoch häufig keine größeren Flächen für Energieanlagen zur Verfügung. Im räumlichen Konzept werden mögliche Standorte für zentrale Luftwärmepumpen beschrieben. Die Leistungen und Wärmemengen, die an diesen Standorten erzielt werden können, sind in zukünftigen Machbarkeitsstudien für diese Wärmenetzgebiete zu klären.

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

5.7 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.

5.7.1.1 Bestehende Solaranlagen

Im nördlichen Bereich des ehemaligen Feldwebel-Schmid-Kasernengeländes wurde bereits 2012 eine Freiflächen-Photovoltaikanlage auf einer Fläche von 20.000 m² mit einer Leistung von knapp 3.000 kWp errichtet. Auch viele Dächer der heute ungenutzten Kaserne wurden im selben Jahr mit PV-Modulen belegt, diese weisen insgesamt eine Leistung von rund 2.000 kWp auf. Die nächstgrößere Anlage befindet sich auf den Dächern des Autohändlers T.H. Sievers mit insgesamt 315 kWp Leistung. Im Gewerbegebiet um die Büsumer Straße finden sich auf mehreren Gebäuden ebenfalls PV-Anlagen, die teilweise, wie bei der Gummiwarenfabrik Biermann und Kröger oder dem Reifengeschäft an der Friedrichstädter Straße, die gesamte Dachfläche belegen. Das Bündelsdorfer Einkaufszentrum Rondo, das an das Stadtgebiet anschließt, hat seine Flachdachanlage mit einem Gründach kombiniert und auch die Kreisverwaltung hat bereits eine PV-Anlage auf dem Dach installiert.

Von den insgesamt 574 im Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur gelisteten Anlagen in Rendsburg sind etwa 90 % von Privatpersonen angemeldet worden und ca. 80 % weisen eine Anlagenleistung unter 10 kWp auf. Die Leistung aller Anlagen summiert sich auf insgesamt 10,6 MWp. Es wird also schon vielfach in Rendsburg auf PV-Anlagen zurückgegriffen. Im Folgenden wird beschrieben, wo weiteres Potenzial für solare Energieerzeugung liegt.

5.7.1.2 Potenzielle Dachflächen-Photovoltaik

Das Solarpotenzialkataster Rendsburg-Eckernförde bietet eine gute Möglichkeit zur Abschätzung des Potenzials solarer Stromerzeugung durch Aufdach-Solaranlagen.

In der folgenden Abbildung ist ein Ausschnitt der Dachflächenbewertung des Solarpotenzialkatasters Rendsburg-Eckernförde dargestellt.



Abbildung 33: Klassifizierung der Solareignung nach Solarpotentialkataster Rendsburg-Eckernförde

Anhand ihrer Dachausrichtung und weiterer Faktoren sind die Dachflächen in die vier Kategorien 0 – 3 eingeteilt. Die mit 3 bewerteten Flächen sind am besten geeignet und in der Abbildung dunkelgrün dargestellt. Mit 0 bewerteten Flächen sind hinsichtlich ihrer Eignung am schlechtesten bewertet und in der Abbildung rot dargestellt.

Für die Auswertung des Solarpotenzials wurden nur Flächen berücksichtigt, die mit 2 oder 3 bewertet wurden. Generell sind unverschattete Schrägdächer mit Süd- und Ost-West-Ausrichtung sowie Flachdächer für die solare Energienutzung geeignet. Die Dächer sollten möglichst wenig Aufbauten, Fenster und Gauben aufweisen und müssen über statische Lastreserven zur Aufnahme der zusätzlichen Lasten verfügen.

Alle Dächer mit einer Neigung von weniger als 10° wurden als Flachdächer betrachtet und alle Dächer mit 10° Neigung und mehr wurden als Schrägdächer betrachtet.

Für Photovoltaik wird als installierbare Leistung bezogen auf die Dachfläche von 110 Wp/m² bei Flachdächern und 125 Wp/m² bei Schrägdächern ausgegangen. Unter den beschriebenen Annahmen ergibt sich ein Gesamt-Solarpotenzial von 196 GWh bei einer installierten Leistung von 202 MWp.

In der folgenden Tabelle ist das Solarpotenzial für die Kategorien kommunalen Liegenschaften, Wohnhäuser, Gewerbe und Industrie aufgelistet.

Vom Gesamtpotenzial entfallen ca. 2 % auf kommunale Dächer, 46 % auf Wohnhäuser, 30 % auf den Sektor Gewerbe und 11 % auf die Industrie. Dachflächen von Gebäuden, die den genannten Kategorien nicht zugeordnet werden konnten, wie beispielsweise Kirchen und Vereinsheime, haben einen Anteil von 12 % am Gesamtpotenzial.

Die solare Strahlung schwankt im Jahresverlauf, weshalb die hier abgebildeten theoretisch möglichen Jahreserträge nicht notwendigerweise zeitgleich mit dem anfallenden Strombedarf zur Verfügung stehen. Die Deckungsgrade bzw. die Eigenbedarfsdeckungsraten müssen daher im Rahmen einer detaillierten Betrachtung analysiert werden. Zusätzlich muss eine Analyse der technischen Rahmenbedingungen wie Statik, Dachaufbauten und Niederspannungsversorgung erfolgen.

Tabelle 12: Dachflächen-Photovoltaik Potenzial aufgeteilt nach Sektoren

	Dachfläche in m ²	Installierte Leistung in MW _p	PV Strom in GWh/a	Anteil
Kommunal	32.327	3,58	3,49	2%
Wohnen	767.352	93,60	91,26	46%
Gewerbe	523.888	59,93	58,43	30%
Industrie	183.194	21,30	20,76	11%
Sonstiges	202.543	23,24	22,66	12%
Gesamt	1.709.305	202	196,61	100%

5.7.1.3 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 Rendsburg verfügt über eine Vielzahl an Parkplatzflächen. Anhand der Sichtung von Luftbildern wurden einige dieser Flächen identifiziert. Insgesamt belaufen sich die dargestellten Flächen auf rund 244.000 m². Eine Möglichkeit, diese Flächen neben der Nutzung als Parkplatz auch für die Energieversorgung zu erschließen, besteht darin, sie zu überdachen und auf den so entstehenden Dachflächen Solaranlagen zu errichten. So entstehen sogenannte Solar-Carports, die die Parkplätze durch die

Überdachung aufwerten und gleichzeitig als erlebbares und sichtbares Element zur Erneuerbaren Energieproduktion beitragen. Es wird davon ausgegangen, dass lediglich die Stellplätze überdacht werden und Verkehrswege weiterhin nicht überdacht sind. Zur Abschätzung des Potenzials wird davon ausgegangen, dass bezogen auf die Fläche 40 % auf die Verkehrswege und 60 % auf die Stellplätze entfallen. Somit ergeben sich im gesamten Projektgebiet knapp 147.000 m² Dachfläche für Solar-Carports. Bei üblichen Belegungen mit PV-Modulen ergibt sich somit ein PV-Strompotenzial von bis zu 6.200 MWh bei einer installierten Leistung von rund 6.800 kWp. Diese kann beispielsweise durch Contractoren realisiert werden, die für einzelne der doppelt genutzten Parkplatzflächen entsprechende Anlagen errichten und betreiben. Weitere Möglichkeiten wären Miete oder Eigenfinanzierung. Alternativ zu einer PV-Nutzung wäre ein Wärmepotenzial aus Solarthermie von bis zu 17.100 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. Vor diesem Hintergrund scheint eine solare Stromerzeugung auf Parkplatzflächen wahrscheinlicher.

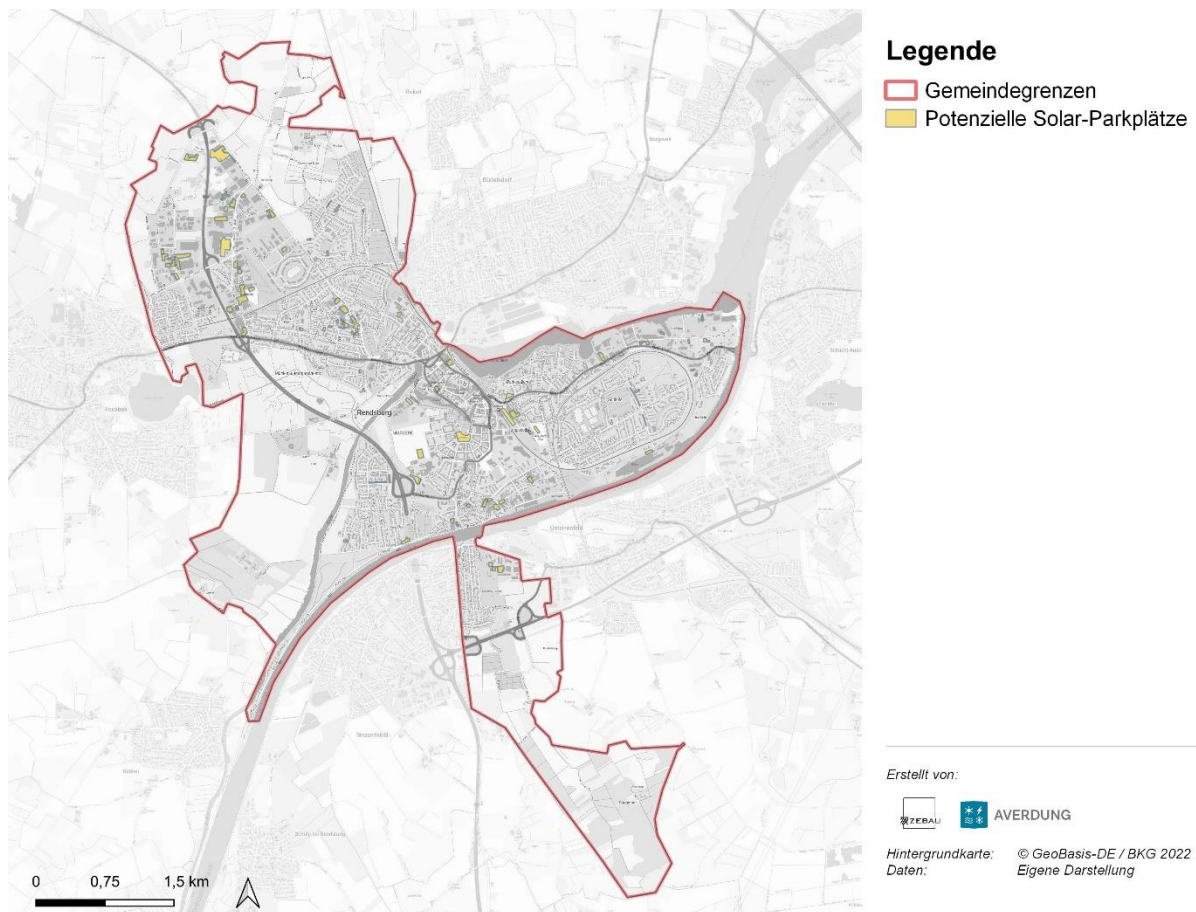


Abbildung 34: Parkplatzflächen in der Stadt Rendsburg

Unter der Annahme, dass 30 % des Potenzials wirtschaftlich umgesetzt werden können und 40 % des produzierten Stroms als Eigenstrom verbraucht wird, ergibt sich das folgende Potenzial.

Tabelle 13: Photovoltaik-Potenzial von Solar Carports

Photovoltaik (Dachflächen)	PV-Leistung in kWp	PV-Strom in MWh/a	Eigenstrom in MWh/a	CO ₂ -Einsparung in t CO ₂ /a
Solar Carports	1.848	2.053	739	288

5.7.1.4 Solarthermie

Neben einer Nutzung der Dachflächen für Stromerzeugung ist auch die Erzeugung von Wärme, die sogenannte Solarthermie, eine Technologie zur klimafreundlichen Energiegewinnung. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass in der Regel nur ein Teil des technischen Potenzials ohne saisonale Speicherung in die Wärmeversorgung integriert werden kann, da die solare Wärme insbesondere im Sommer anfällt. Damit eignet sich Solarthermie insbesondere für die Bereitstellung von Trinkwarmwasser, da dieser Bedarf ganzjährig anfällt. Hierbei ist zum einen in sogenannte Hochtemperatur-Solarthermie zu unterscheiden, mit der auch Temperaturen über 100°C erreicht werden können und zum anderen in Solarabsorbern, die Wärme auf deutlich niedrigerem Temperaturniveau zur Verfügung stellen und damit beispielsweise zur Regeneration von Erdsonden beitragen können.

Die folgende Betrachtung fokussiert sich auf die Potenziale der Hochtemperatur-Solarthermie. Flachkollektoren erreichen hier jährliche Erträge von etwa 350 bis 400 kWh je Quadratmeter Kollektorfläche während die teureren Vakuum-Röhren-Kollektoren Erträge von etwa 450 kWh/m² aufweisen. Mit diesen Kennzahlen lassen sich die für Photovoltaikanlagen beschriebenen Ansätze zumindest für Schrägdächer und Flachdächer auf Solarthermie übertragen. Da diese Analyse zunächst eine Obergrenze des Potenzials darstellen soll, wird für Schrägdächer mit Südausrichtung und Flachdächer der Ertrag von Vakuum-Röhren-Kollektoren zugrunde gelegt, zumal die Wärmeplanung einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten betrachtet und Effizienzsteigerungen zu erwarten sind. Im Gegensatz zur Photovoltaik sind Dächer mit Ost-West-Ausrichtung für Solarthermie nur teilweise geeignet. Zum einen können hier aufgrund der im dynamisch wechselnden Winkel einfallenden Sonne lediglich Flachkollektoren sinnvoll eingesetzt werden, zum anderen kommt es zu Ertragseinbußen von bis zu 10 %. Die mit Ost-West-Ausrichtung erreichbaren Vorlauftemperaturen liegen außerdem unter denen, die mit einer Süd-Ausrichtung erreicht werden können. Da die allermeisten Gebäude mit Ost-West-Ausrichtung in Rendsburg zudem noch merklich von der Nord-Süd-Achse abweichen und eine der beiden Dachseiten entsprechend zusätzlich mit deutlichen Ertragseinbußen behaftet wäre, wird zusätzlich angenommen, dass bei Dächern mit Ost-West-Ausrichtung und einer Abweichung von der Nord-Süd-Achse von mehr als 10° lediglich eine der beiden Dachhälften für die Potenzialermittlung berücksichtigt werden kann. Die beschriebene Methodik führt zu einem gesamten Aufdach-Solarthermiepotenzial von ca. 206 GWh, das in etwa jeweils zur Hälfte auf Schrägdächer und Flachdächer entfällt. Hierbei ist jedoch zu bedenken, dass die Wärme aus der Solarthermieanlage vor allem im Sommer und in den Übergangsmonaten erzeugt wird und sich damit in erster Linie zur Trinkwassererwärmung und weniger zum Heizen eignet. Außerdem ist in der Vergangenheit eine PV-Anlage in der Regel das wirtschaftlichere Modell für eine solare Energieerzeugung gewesen. Vor diesem Hintergrund kann die Aufdach-Solarthermie einen gewissen Beitrag zur dezentralen Wärmeversorgung leisten, ist in ihren Möglichkeiten jedoch zumeist auf den Anteil zur Trinkwassererwärmung limitiert. Das Solarkataster für den Kreis Rendsburg-Eckernförde kann Interessenten als erster Anhaltspunkt dienen, ob ein Dach für Solarthermieanlagen grundsätzlich geeignet ist.

5.8 Abwärme

Im Rahmen der Konzepterstellung wurden unterschiedliche Abwärmequellen auf die Eignung zur Wärmeversorgung hin untersucht. Im Austausch mit den Unternehmen und der Stadt Rendsburg konnten jedoch keine unmittelbar nutzbaren Abwärmequellen identifiziert werden. In Folgebetrachtungen und spätestens bei der Fortschreibung der Wärmeplanung sollte erneut geprüft werden, inwiefern sich Abwärmepotenziale ergeben könnten. Dabei ist insbesondere die bundesweite Plattform für Abwärme ein hilfreiches Instrument.

Zum 18. November 2023 ist das Energieeffizienzgesetz (EnEfG) in Kraft getreten, welches auch die Schaffung einer Plattform für Abwärme beinhaltet. Unternehmen mit einem Gesamtendenergie-

verbrauch über 2,5 GWh/a müssen Daten über Abwärmepotenziale auf einer öffentlichen Plattform bereitstellen. Die Frist zur erstmaligen Datenmeldung wurde hier bis 01. Januar 2025 verlängert, sodass die Daten bei einer Fortschreibung zur Verfügung stehen sollten.

5.9 Windenergie

Die Stadt Rendsburg verfügt als urbaner Raum über keine ausgewiesenen Flächen zur Windenergienutzung. Im digitalen Atlas Nord ist nur ein einziges Windrad, verzeichnet, bei dem es sich möglicherweise um eine Kleinanlage handelt.

In den umliegenden Gemeinden gibt es zwar weitere Windräder, diese sind jedoch mehrere Kilometer von etwaigen Wärmenetzen in Rendsburg entfernt, sodass eine Direktleitung vermutlich nicht infrage kommt.

5.10 Wärmespeicher

Wärmespeicher sind ein wichtiger Baustein für die Integration erneuerbarer Energien. Hierbei wird grundsätzlich zwischen Puffer- und Saisonalspeichern unterschieden. Pufferwärmespeicher sind sowohl bei Wärmenetzen als auch bei dezentralen Versorgungen üblich und werden für die entsprechenden Anforderungen des Einzelfalls dimensioniert. Im Folgenden wird neben Pufferspeichern auch auf bestimmte Technologien für Saisonalspeicher eingegangen.

5.10.1 Pufferspeicher

Bei einem Pufferspeicher handelt es sich üblicherweise um einen mit Wasser gefüllten Wärmespeicher, der die Differenz zwischen Wärmeerzeugung und Wärmeverbrauch ausgleicht und damit bis zu einem bestimmten Grad eine Entkopplung zwischen Erzeugung und Bedarf ermöglicht, die sich positiv auf Anforderungen an Wärmequellen auswirkt.

Hierbei wird das erwärmte Wasser, zu Zeiten in denen kein Bedarf / Verbrauch besteht, in einem großen Wasserbehälter – dem Pufferspeicher – zwischenspeichert bzw. gepuffert. Aufgrund der temperaturabhängigen Dichte von Wasser stellt sich bei größeren Speichern eine Temperaturschichtung ein. Das heiße Wasser steigt nach oben und das kalte Wasser, welches eine größere Dichte aufweist, sinkt nach unten. Der Speicher wird entsprechend schichtweise be- und entladen, d.h. dass oben das warme Wasser und unten das kalte Wasser dem Speicher zugeführt wird. Das heiße Wasser wird der oberen Schicht entnommen. Aufgrund der Schichtung ergeben sich folgende Vorteile:

- Zum einen kann stets warmes Wasser entnommen werden, auch wenn nur das obere Drittel die gewünschte Vorlauftemperatur aufweist, und der Speicher nicht vollständig geladen ist.
- Die Wärmeverluste sind geringer als bei einem Speicher mit einer homogenen Temperatur im gesamten Speicher.
- Es stehen weiterhin Kapazitäten zur Verfügung, um unmittelbar mehr Wärme aufzunehmen, sollte dies z.B. wetterbedingt kurzfristig erforderlich sein.

Diese Vorteile führen dazu, dass Schichtladespeicher vergleichsweise kleiner dimensioniert werden können und somit nicht nur günstiger sind, sondern auch einen geringeren Platzbedarf aufweisen.

5.10.2 Aquiferspeicher

Aquifere sind Grundwasserleiter, die in geschlossenen Gesteinsformationen liegen. Die in Aquiferen gespeicherte Wärme wird nur langsam an das umliegende Gestein abgegeben. Dies gilt insbesondere für Wärme auf niedrigem Temperaturniveau. Aquifere können daher als natürliche, unterirdische Wärmespeicher genutzt werden. Zu berücksichtigen ist, dass oberflächennahe Grundwasserleiter häufig für die Trinkwasserversorgung vorgesehen sind und daher als Wärmespeicher nicht in Frage kommen. Für

die Wärmespeicherung interessant sind Aquifere vor allem bis zu einer Tiefe von etwa 1.000 m. Bei Aquiferspeichern handelt es sich um eine erprobte Technologie, die insbesondere bei großen Speichervolumina wirtschaftlich sein kann.

Bei der Nutzung eines Aquiferspeichers wird das Wasser über einen Entnahmebrunnen entnommen, überirdisch erwärmt, beispielsweise durch eine Quelle erneuerbarer Energie, und anschließend in einem zweiten Brunnen, dem Injektionsbrunnen, wieder in denselben Aquifer geleitet. Dies beschreibt den Prozess der Wärmespeicherung, der bei einem Saisonspeicher üblicherweise in den warmen Monaten liegt. Bei der Wärmeentnahme aus dem Aquiferspeicher, die in der Regel in den kalten Monaten stattfindet, wird die Förderrichtung umgekehrt, um die höheren Temperaturen am Injektionsbrunnen nutzen zu können.

Die beiden Brunnen sind zur Vermeidung eines thermischen Kurzschlusses in ausreichender Entfernung voneinander vorzusehen. Hierbei spielen Rahmenbedingungen wie Strömungsrichtung- und Geschwindigkeit sowie die Dauer der Speicherung eine Rolle. Auch die Grundwasserchemie muss bei der Planung eines Aquiferspeichers berücksichtigt werden. Im Genehmigungsprozess für einen Aquiferspeichers sind umfassende Prüfungen der Auswirkungen des Aquiferspeichers auf möglicherweise betroffene Schutzgüter notwendig. Weitere Informationen zu Aquiferspeichern finden sich auf der Website des Bundesverbandes Geothermie¹⁵.

In einem Forschungsprojekt der Leuphana Universität Lüneburg wurden Erfolgsfaktoren für mitteltiefe Aquiferspeicher (400 bis 1000 m) in Norddeutschland ermittelt. Von den ermittelten Potenzialflächen liegen keine in Rendsburg. Das Potenzial eines Aquiferspeichers wird daher im Rahmen der Wärmeplanung nicht weiter betrachtet. Südlich an Rendsburg angrenzend könnten sich mitteltiefe Aquiferspeicher nach den Ergebnissen des Forschungsprojekts der Leuphana Universität Lüneburg eventuell anbieten und diese könnten bei Bedarf im Rahmen einer Wärmenetzstudie mit untersucht werden.

5.10.3 Erdbeckenspeicher

Künstlich angelegte Erdbecken bieten viel Kapazität für die Speicherung von Wärme. Sie werden gegen das Erdreich abgedichtet und teilweise gedämmt, mit Wasser gefüllt und häufig mit einer schwimmenden Abdeckung zur Dämmung versehen.

Erdbeckenspeicher sind insbesondere in Dänemark verbreitet. Die Größenordnungen in realisierten Projekten liegt zwischen 1.500 m³ bis 230.000 m³ nutzbares Volumen. Für diese Art von Speicher gelten die Anforderungen eines gutstehenden Bodens und einer Abwesenheit von Grundwasser in 5 bis 15 m Tiefe. Der Erdbeckenspeicher in Vojens in Dänemark beinhaltet beispielsweise 200.000 m³ und belegt eine Fläche von ca. 2,6 ha zur Bereitstellung von insgesamt ca. 28.000 MWh inklusive Solarthermieanlage.

Aufgrund der Flächenverfügbarkeit sind für einen Erdbeckenspeicher in Rendsburg die entsprechenden Rahmenbedingungen herausfordernd. Aus diesen Gründen wird auf eine eingehendere Analyse der Erdbeckenspeicher verzichtet.

5.11 Zusammenfassung

Die Stadt Rendsburg verfügt über verschiedene Potenziale, um Wärme aus erneuerbaren Quellen zu generieren. Die relevantesten Potenziale stellen dabei die Nutzung von Umgebungswärme aus Luft- und Erdwärme dar. Das Potenzial für Aufdachsolartermie ist zwar ebenfalls hoch, allerdings steht das Potenzial vor allem im Sommer zur Verfügung und ist in der Erschließung in der Regel mit höheren Wärmegestehungskosten verbunden. Als Gewässerwärmepotenzial kommt insbesondere der Nord-Ostsee-Kanal in Betracht, auch die Obereider könnte als Wärmequelle dienen.

¹⁵ <https://www.geothermie.de/>

Im Abwassernetz gibt es zwar an verschiedenen Stellen hohe Nenndurchmesser, hier sind jedoch nur in wenigen Fällen Durchflussmengen bekannt und Sanierungen sind in absehbarer Zeit nicht vorgesehen. Daher konnte hier kein unmittelbar nutzbares Potenzial identifiziert werden. Gleichwohl sollte diese Möglichkeit in Zukunft mitgedacht werden, weil auch für Wärmenetze lange Realisierungszeiträume zu erwarten sind.

Andere Abwärmequellen konnten in der Wärmeplanung nicht als nutzbare Potenziale identifiziert werden. Die Nutzung von Tiefengeothermie ist in Rendsburg nicht möglich. Nur geringe Potenziale bestehen in der Nutzung von Biomasse und dem daraus hergestellten Biogas. Grund hierfür sind Nutzungskonkurrenzen und wirtschaftliche sowie technische Herausforderungen bei der Erschließung lokaler Biomassequellen. In der folgenden Tabelle sind die Potenziale als Übersicht dargestellt.

Tabelle 14: Zusammenfassung der theoretischen Potenziale der verschiedenen Wärmequellen

Technologie	Theoretisches Potenzial in GWh	Bewertung/Hinweise
Oberflächennahe Geothermie	1.216	Ein hohes Potenzial ist vorhanden, die Nutzung von Flächen ist im Einzelfall zu prüfen. Die Spanne ergibt sich aus den im entsprechenden Abschnitt dargestellten Annahmen
Tiefengeothermie	Nicht quantifiziert	voraussichtlich nicht möglich
Abwasserwärme	Nicht quantifiziert	Es gibt zwar an verschiedenen Stellen hohe Nenndurchmesser, Sanierungen sind zeitnah jedoch nicht vorgesehen. Im Individualfall zu prüfen.
Biomasse	6	Neben herausfordernder Logistik und Kosten sowie übergeordnete Priorisierungen sind die lokalen Potenziale insgesamt gering.
Gewässerwärme	Nicht quantifiziert	Insbesondere der Nord-Ostsee-Kanal könnte als Wärmequelle fungieren. Auch die Obereider wäre als Wärmequelle denkbar.
Aufdachsolartermie	206 GWh	Herausfordernd sind die Konkurrenz zu PV-Anlagen und die saisonale Wärmeerzeugung.
Aerothermie	Großes Potenzial vorhanden	Abhängig von Geräuschentwicklung und einzuhaltenden Grenzwerten. Bei zentralen Lösungen ist die Nähe zum Wärmenetz erforderlich, die Flächennutzung ist im Einzelfall zu prüfen.
Gewerbliches Abwärme Potenzial	-	Bisher kein Potenzial ermittelt, ggf. zukünftige Potenziale in Gewerbegebieten
Wärmespeicher	-	Pufferspeicher verschiedener Größe werden notwendig sein. Ein Potenzial für Saisonspeicher hat sich im Rahmen der Wärmeplanung nicht ergeben.

6 Räumliches Konzept

Ausgehend von den Ergebnissen der Bestandsanalyse werden auf Basis von Wärmeliniedichte, Anschlussquoten, Baualter, Ankerkunden und Trassenverläufen Wärmenetzprüfgebiete definiert. Für alle anderen Gebiete wird angenommen, dass diese sich höchstwahrscheinlich dezentral versorgen werden. Für die jeweiligen Gebiete werden anschließend Versorgungsmöglichkeiten auf Basis der wirtschaftlichsten Potenziale aufgezeigt und daraus ein Zielszenario und die entsprechenden Maßnahmen abgeleitet.

6.1 Verortung von Wärmenetzprüfgebieten

Über die Wärmedichte und Wärmeliniedichte kann die grundsätzliche Eignung von Gebieten für Wärmenetze beurteilt werden. Der vollständige Anschluss aller Liegenschaften in den Gebieten ist im Allgemeinen unwahrscheinlich, sodass auf der Basis der Wärmeliniedichten und den weiteren Einflussfaktoren Wärmenetzprüfgebiete definiert werden, in denen die Wahrscheinlichkeit für die Umsetzung eines Wärmenetzes auch bei niedrigerer Anschlussquote hoch ist.

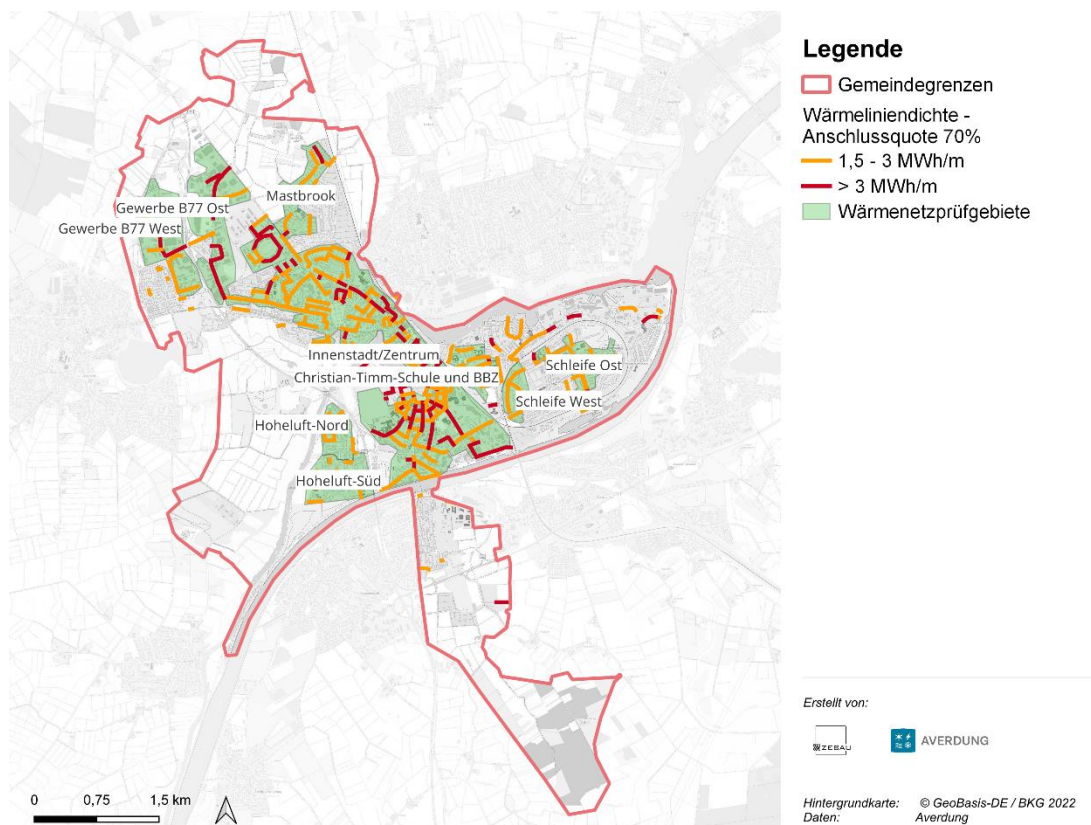


Abbildung 35: Wärmelinie bei 70 % Anschlussquote und daraus abgeleitete Wärmenetzprüfgebiete

Für den wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmenetzes ist die tatsächliche Wärmeabnahme ausschlaggebend, die maßgeblich von der erreichbaren 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 für ein wirtschaftliches Wärmenetz alle Gebäude angeschlossen werden müssen.

Gebiete, in denen die Wärmeliniedichte auch bei einer Anschlussquote von 70 % 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 frühen Ausbaustufen profitabel zu betreiben. Die Wärmenetzprüfgebiete werden im Folgenden von eins beginnend durchnummeriert.

In Rendsburg ist in den besiedelten Gebieten die Flächenverfügbarkeit für Energieanlagen teilweise gering. Konkrete, nutzbare Abwärmepotenziale konnten in der Wärmeplanung nicht identifiziert werden. Es ist daher davon auszugehen, dass keine besonders günstigen Wärmequellen zur Verfügung stehen. Für die Auswahl der Wärmenetzprüfgebiete werden daher nur Gebiete mit einer Wärmeliniendichte über 1,5 MWh/m herangezogen.

Für ein wirtschaftliches Wärmenetz sind auch sogenannte Ankerkunden, die einen hohen Wärmebedarf haben, hilfreich. Ankerkunden sichern insbesondere am Anfang der Wärmenetzrealisierung 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 beispielsweise Schulen, Gewerbekomplexe, Hotels, Seniorenwohnanlagen und Supermärkte. Ihr Wärmebedarf ist in den Wärmeliniendichten enthalten und wird damit bei der Auswahl der Wärmenetzprüfgebiete bereits berücksichtigt. In Gebieten mit geringerer Wärmedichte können Ankerkunden ausschlaggebend für die Entscheidung für oder gegen ein Wärmenetz sein.

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 (s. Abschnitt 4 „Wärmebedarfe und Bedarfsprognose“). Entscheidungen für ein Wärmenetz und dessen Umsetzung nehmen viele Jahre in Anspruch. Für die Betrachtung wird daher der prognostizierte Wärmebedarf im Jahr 2045 herangezogen.

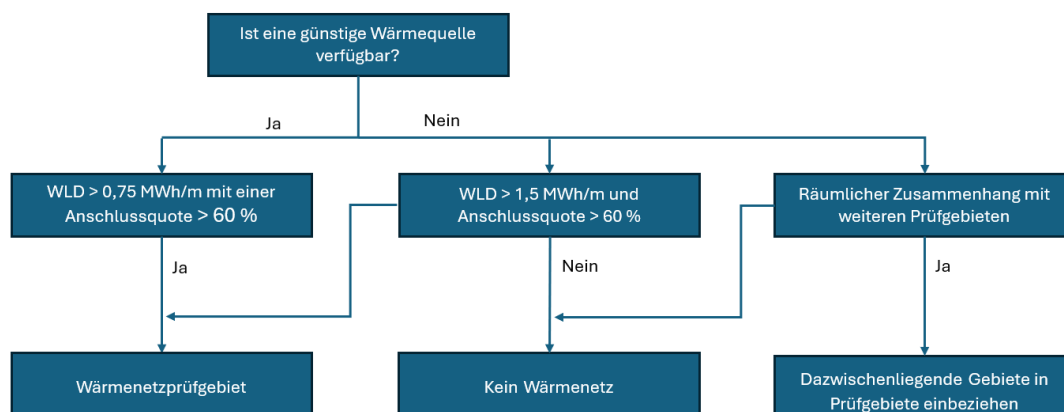


Abbildung 36: Schema zur Identifikation von Wärmenetzprüfgebieten

Der räumliche Zusammenhang von Wärmenetzgebieten ist ein weiterer 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.

Manche 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.

Die in der folgenden Tabelle dargestellten Wärmenetzprüfgebiete haben sich im Rahmen der dargestellten Methodik für die Stadt Rendsburg ergeben. Für diese Gebiete wurden Kenngrößen wie geschätzte Länge der Wärmenetzhaupttrasse, geschätzte Anschlussleistung und prognostizierter Wärmebedarf ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass sich die Wärmebedarfe und Anschlussleistungen in der Tabelle sowie in den weiteren Ausführungen auf die gesamten jeweiligen Gebiete beziehen. In Abhängigkeit der Anschlussquote wäre also je nach Gebiet auch eine kleinere als die angegebene Leistung für die Versorgung eines Wärmenetzes ausreichend.

Insgesamt entfallen auf die dargestellten Wärmenetzprüfgebiete ca. 75 % des zukünftigen Wärmebedarfes in Rendsburg.

Bei den Wärmenetzprüfgebieten 1 und 2 handelt es sich um die Gewerbegebiete westlich bzw. östlich der Bundesstraße 77 im Nordwesten von Rendsburg. Das Gebiet 3 befindet sich im Stadtteil Mastbrook und beinhaltet vor allem dichte Wohnbebauung. Auch das Gebiet 4 ist stark von Wohnbebauung geprägt und umfasst den Stadtteil Hoheluft. Weite Teile der Innenstadt und der Altstadt weisen hohe Wärmeliendichten auf, sodass sich hier ein besonders großes, zusammenhängendes Wärmenetzprüfgebiet ergibt. Östlich der Bahntrasse und angrenzend an das Wärmenetz von enercity befindet sich mit Gebiet 6 ein Quartier rund um die Christian-Timm-Schule und das BBZ. In den Gebieten 7 und 8 im Stadtteil Schleife ist mit einem Anteil von jeweils ca. 80 % am Wärmebedarf Wohnen die vorrangige Nutzungsart.

Tabelle 15: Übersicht zu den Wärmenetzprüfgebieten

Nr.	Name	Anschlussleistung in MW	Wärmebedarf 2040 in GWh
1	Gewerbe B77 West	4.348	10.409
2	Gewerbe B77 Ost	6.593	9.735
3	Mastbrook	6.575	8.335
4	Hoheluft-Nord	7.695	10.964
5	Innenstadt/Zentrum	43.663	82.032
6	Christian-Timm-Schule und BBZ	3.890	4.256
7	Schleife Ost	2.414	7.294
8	Schleife West	5.034	2.834

6.2 Beschreibung der Wärmenetzprüfgebiete

Für die Versorgung der Gebiete wird angenommen, dass eine Versorgung der Liegenschaften auch mit einer Vorlauftemperatur von gleitend 65 – 75 °C möglich ist, sodass ohne Weiteres Großwärmepumpen zum Einsatz kommen können. Die Wärmebereitstellung kann dann beispielsweise zu 90 % aus einer klimafreundlichen Energieanlage (z.B. Wärmepumpe) erfolgen, die letzten 10 % werden durch eine zum Zeitpunkt der Umsetzung zu bestimmende Spitzenlastanlage bereitgestellt. Diese kann z.B. ein Elektro- oder Biomethankessel sein. Für die folgenden Gebiete wird neben einer Gebietsbeschreibung jeweils dargestellt, welche Flächen sich nach den Ergebnissen der Wärmeplanung für erneuerbare Energien eignen können. Hierbei ist zu beachten, dass die vorgeschlagenen Flächen im Rahmen von Detailuntersuchung weiter zu konkretisieren sind und die Wärmeplanung hier nur erste Ideen formuliert. Insbesondere die Einbindung der Flächeneigentümer und die Quantifizierung der erschließbaren Luftwärmepotenziale sind wichtige Bausteine einer weitergehenden Analyse.

6.2.1 Gebiet 1: Gewerbe B77 West

Gebietsbeschreibung

Das Gebiet ist stark von Gewerbe aus verschiedenen Branchen geprägt. Große Liegenschaften und damit verbunden auch potenzielle Ankerkunden umfassen das UPS Center Rendsburg, den Großhändler Vollbrecht + Pohl, die Biermann und Kröger Gummiwarenfabrik, Lapmaster Wolters und

HolzLand Gehlsen. Die Hauptrasse des Wärmenetzprüfgebiets weist eine Länge von ca. 4.300 m auf und erschließt neben den zahlreichen Gewerbebetrieben auch einige wenige Wohnhäuser und andere Liegenschaften. Auch wenn das Gewerbegebiet eine hohe Wärmeliniendichte aufweist, ist daraus noch keine klare Empfehlung für ein Wärmenetz abzuleiten. So gib es im Gebiet, wie auch in den meisten anderen Gewerbegebieten, einzelne potenzielle Abnehmer, die für einen beträchtlichen Teil des Gesamtwärmebedarfes verantwortlich sind. Sollte hier bei einigen zentralen Ankerkunden keine Bereitschaft für den Anschluss an ein Wärmenetz bestehen, kann dies dazu führen, dass sich ein Wärmenetz nicht mehr wirtschaftlich lohnt. Auch das Temperaturniveau der benötigten Wärme ist für eine zentrale Wärmeversorgung zu klären, da hier aufgrund von Prozesswärme ggf. besondere Anforderungen bestehen. Um ein genaueres Bild von der Wärmebedarfsstruktur im Gewerbegebiet zu erhalten, sind weitere Unternehmensbefragungen hilfreich, die den Rahmen dieser Wärmeplanung überschreiten. Darum wird ein mögliches Vorgehen diesbezüglich im Maßnahmenkatalog adressiert.

Potenziale für erneuerbare Energien und Ideen für Standorte

Die identifizierten Potenziale erneuerbarer Energien umfassen neben der Spitzenlastzeugung vor allem Geothermie und Luftwärme. Bei einer genaueren Betrachtung dieses Suchraums sollte außerdem bei den ansässigen Unternehmen abgefragt werden, ob bisher unbekannte und ungenutzte Abwärmepotenziale in relevanter Höhe bestehen. Entlang der Büsumer Straße und im Norden des Gebiets verlaufen darüber hinaus Abwasserkanäle mit großen Nenndurchmessern, für die möglicherweise in Zukunft eine Wärmenutzung infrage kommt. Inwiefern dieses Potenzial tatsächlich interessant ist und ob ein Zeitplan für das Wärmenetz mit zukünftigen Kanalsanierungen zusammenfällt, wäre zu prüfen. Die Anschlussleistung für das Gebiet, das einen zukünftigen Wärmebedarf von 25,2 GWh aufweist, beläuft sich auf ca. 4,2 MW zuzüglich einer Spitzenlastzeugung von ca. 6,1 MW. Die Spitzenlastzeugung wird jedoch nur in Zeiten hohen Wärmedarfs zum Einsatz kommen und macht lediglich 10 % des Gesamtwärmebedarfes aus. Dies gilt auch für die Beschreibung der weiteren Gebiete. Als Standorte für die Rückkühler von Luftwärmepumpen könnten sich die Freiflächen westlich und nördlich des Gebietes anbieten. Auch innerhalb des Gewerbegebietes ist eine Aufstellung von Rückkühlern denkbar.

Alle in der Nähe des Gebiets 1 befindlichen potenziell geeigneten Flächen für Geothermie liegen im Wasserschutzgebiet Armensee, sodass hier eine Genehmigungsfähigkeit weiter zu prüfen wäre. Sollten sich dennoch auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen westlich und nördlich des Gebietes Erdsonden realisieren lassen, wäre hier ein jährliches Wärmepotenzial von bis zu 38 GWh denkbar.

Die folgende Abbildung zeigt das Wärmenetzprüfgebiet mit den Ideen für Standorte von Rückkühlern. Diese Standorte stellen keine genaue Verortung dar, sondern markieren größere Flächen, auf denen oder in deren Nähe eine Aufstellung denkbar wäre. Außerdem sind im weiteren Verlauf die Rahmenbedingungen für die Genehmigungsfähigkeit von Rückkühlwerken auf den markierten Flächen zu klären. Dies gilt auch für die weiteren Gebiete.

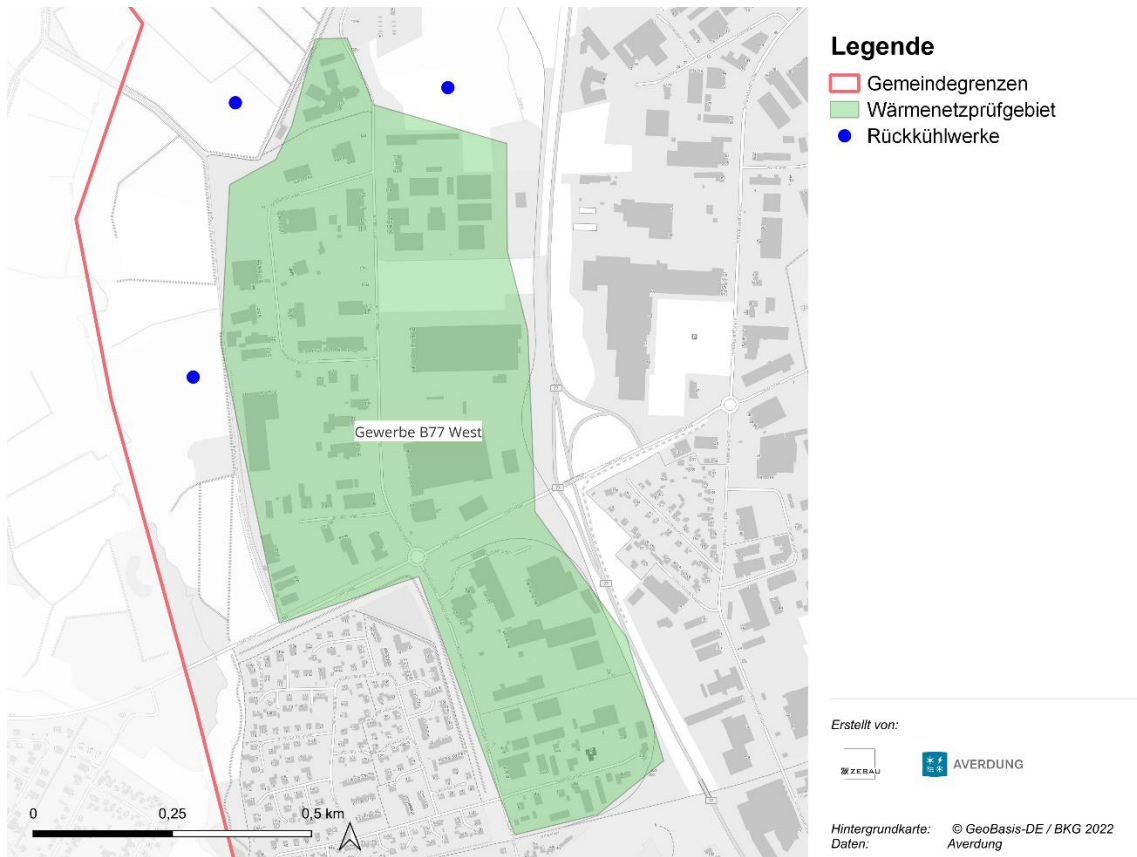


Abbildung 37: Wärmenetzprüfgebiet 1 mit Ideen für Standorte von Rückkühlern

Tabelle 16: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmenetzprüfgebiet 1

	Anschlussleistung	Potenziale		
		Aerothermieflächen	Geothermieflächen	Weitere Potenziale
Prüfgebiet 1: Gewerbe B77 West	4,2 MW + SL	Landw. Flächen westlich und nördlich des Gebiets, ggf. im Gebiet	Zu prüfen (Wasserschutzgebiet)	Abwärme zu prüfen ggf. Abwasserwärme

Sonstige Hinweise

Wärmenetze in Gewerbegebieten gehen in der Regel mit einigen Herausforderungen einher. So ist unklar, auf welchem Temperaturniveau die Wärme benötigt wird. Sollten prozessbedingt hohe Temperaturen notwendig sein, hat das Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes mit erneuerbaren Energien.

Der Wärmebedarf in Gewerbegebieten ist über Jahre und Jahrzehnte hinweg betrachtet unter anderem aufgrund von Änderungen in Produktionsprozessen und wechselnden Nutzungen volatiler als in Wohngebieten. Wärmenetze haben in der Regel hohe Abschreibungsdauern über mehrere Jahrzehnte. Daher müssen die beschriebenen Risiken bei der Wärmenetzplanung berücksichtigt werden. Vor diesem Hintergrund kann ohne eingehendere Untersuchung der genannten Faktoren im Rahmen dieser

Wärmeplanung keine abschließende Empfehlung gegeben werden, ob sich in diesem Gewerbegebiet ein Wärmenetz anbietet.

6.2.2 Gebiet 2: Gewerbe B77 Ost

Gebietsbeschreibung

Das Gebiet ähnelt in seiner Struktur stark dem Gebiet 1 und ist ebenfalls vor allem von Gewerbe geprägt. Große Liegenschaften und damit verbunden auch potenzielle Ankerkunden umfassen unter anderem Action Rendsburg, einen Toom-Baumarkt, das Bauzentrum Zerssen, einen Standort von Kaufland sowie verschiedenes automobilaffines Gewerbe.

Die Hauptrasse des Wärmenetzprüfgebiets weist eine Länge von ca. 6.600 m auf und erschließt neben den zahlreichen Gewerbebetrieben auch wenige Wohnhäuser. Auch wenn das Gewerbegebiet eine hohe Wärmeliniedichte aufweist, ist daraus noch keine klare Empfehlung für ein Wärmenetz abzuleiten. Die Ausführungen hierzu für Gebiet 1 gelten auch für dieses Gebiet

Potenziale für erneuerbare Energien und Ideen für Standorte

Die Potenziale erneuerbarer Energien umfassen neben der Spitzenlastzeugung vor allem Geothermie und Luftwärme. Bei einer genaueren Betrachtung dieses Suchraums sollte wie bei Gebiet 1 abgefragt werden, ob bisher unbekannte und ungenutzte Abwärmepotenziale in relevanter Höhe bestehen. Nordwestlich sowie südöstlich des Gebiets verlaufen darüber hinaus Abwasserkanäle mit großen Nenndurchmessern, für die möglicherweise in Zukunft eine Wärmenutzung infrage kommt. Inwiefern dieses Potenzial tatsächlich interessant ist und ob ein Zeitplan für das Wärmenetz mit zukünftigen Sielsanierungen zusammenfallen kann, wäre zu prüfen. Die Anschlussleistung für das Gebiet, das einen zukünftigen Wärmebedarf von 23,6 GWh aufweist, beläuft sich auf ca. 4 MW zuzüglich einer Spitzenlastzeugung von ca. 5,7 MW. Als Standorte für die Rückkühler von Luftwärmepumpen könnten sich die Freiflächen nordöstlich des Gebietes anbieten. Auch innerhalb des Gewerbegebietes ist eine Aufstellung von Rückkühlern denkbar.

Zur Wärmeversorgung für das Gebiet 2 möglicherweise geeignete Flächen für Geothermie auf dem Stadtgebiet umfassen insbesondere die Freiflächen nordöstlich des Gebiets. Sollten sich auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen Erdsonden realisieren lassen, wäre hier ein jährliches Wärmepotenzial von über 100 GWh denkbar. Hierbei handelt es sich um ein theoretisches Potenzial. Es ist nicht davon auszugehen, dass auf großen Teilen der genannten Freiflächen Erdsonden installiert werden. Eine Abstimmung dazu, in wessen Eigentum sich die Flächen befinden und wie realistisch eine Nutzung für die Wärmeengewinnung ist, fand im Rahmen der Wärmeplanung nicht statt. Dennoch zeigt dieses Potenzial auf, dass Geothermie einen relevanten Anteil an der Wärmeversorgung im Gebiet ausmachen kann. Inwiefern Geothermie überhaupt eine für die Wärmeversorgung des Gebiets sinnvolle Wärmequelle ist und welche der Freiflächen sich besonders anbieten, ist bei Bedarf im Falle einer Machbarkeitsstudie für das Wärmenetz zu klären. Dies gilt auch für die in den folgenden Gebieten benannten Geothermipotenziale, die jeweils die theoretische Obergrenze darstellen.

Die folgende Abbildung zeigt das Wärmenetzprüfgebiet mit den Ideen für Standorte von Rückkühlern. Diese Standorte stellen keine genaue Verortung dar, sondern markieren größere Flächen, auf denen oder in deren Nähe eine Aufstellung denkbar wäre.

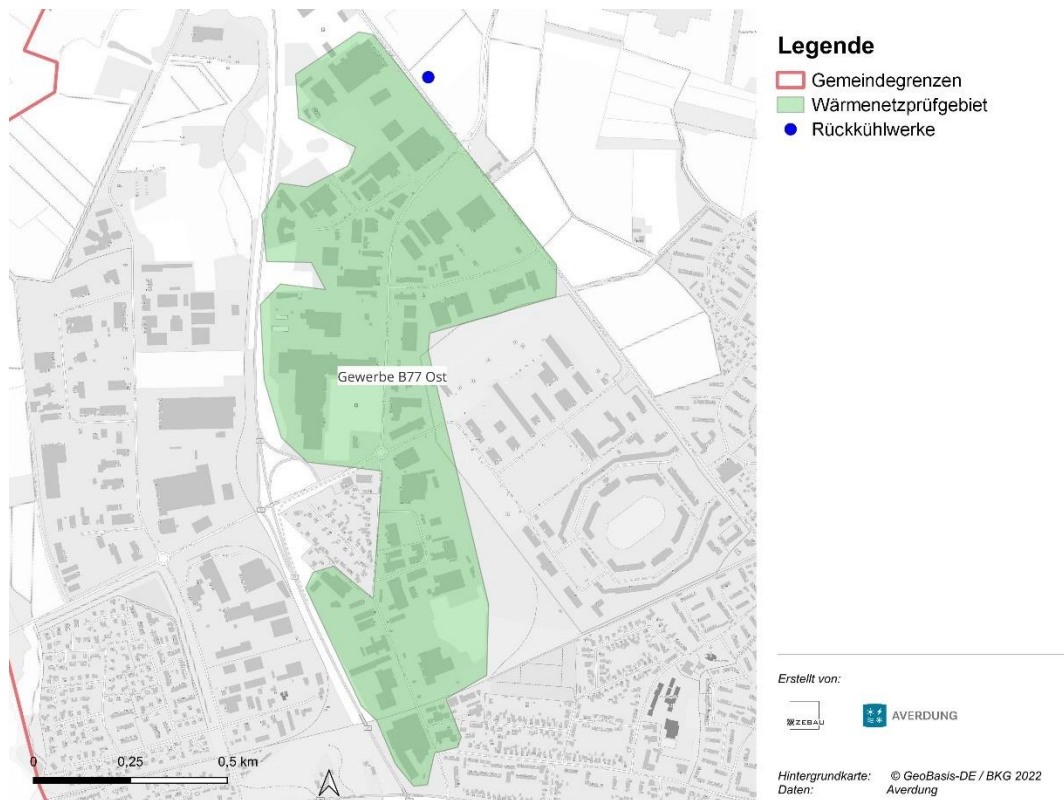


Abbildung 38: Wärmenetzprüfgebiet 2 mit Ideen für Standorte von Rückkühlern

Tabelle 17: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmenetzprüfgebiet 2

	Anschlussleistung	Potenziale		
		Aerothermieflächen	Geothermieflächen	Weitere Potenziale
Prüfgebiet 2: Gewerbe B77 Ost	4 MW + SL	Landwirtschaftliche Flächen nordöstlich des Gebiets, ggf. im Gebiet	Freiflächen nordöstlich des Gebiets (zu prüfen)	Abwärme zu prüfen, ggf. Abwasserwärme

Sonstige Hinweise

Die Hinweise für Gebiet 1 gelten auch für Gebiet 2.

6.2.3 Gebiet 3: Mastbrook

Gebietsbeschreibung

Das Gebiet Mastbrook ist stark von Wohnbebauung in Form von Mehrfamilienhäusern geprägt. Ein großer Anteil des Gebäudebestands stammt aus den Baujahren der 1950er und 1960er Jahre. Hier besteht teils erheblicher Sanierungsbedarf.

Neben den Mehrfamilienhäusern sind die Grundschule Mastbrook und der Kindergarten Villa Kunterbunt potenzielle kommunale Ankerkunden für eine zentrale Wärmeversorgung. Die Hauptrasse des Wärmenetzprüfgebiets weist eine Länge von ca. 6.600 m auf und erschließt vor allem dichte Wohnbebauung. Das Gebiet grenzt auch an das Neubaugebiet Heitmann'sche Koppeln an.

Potenziale für erneuerbare Energien und Ideen für Standorte

Die Potenziale erneuerbarer Energien umfassen neben der Spitzenlasterzeugung vor allem Geothermie und Luftwärme. Die Anschlussleistung für das Gebiet, das einen zukünftigen Wärmebedarf von 17,9 GWh aufweist, beläuft sich auf ca. 3,3 MW zuzüglich einer Spitzenlasterzeugung von ca. 5 MW. Als Standorte für die Rückkühler von Luftwärmepumpen könnten sich die Freiflächen westlich und nördlich des Gebietes anbieten. Möglicherweise lassen sich auch Flächen im geplanten Neubaugebiet nutzen. Zur Wärmeversorgung für das Gebiet 3 möglicherweise geeignete Flächen für Geothermie umfassen insbesondere die Freiflächen nordwestlich des Gebiets, auf diese Flächen entfällt ein jährliches Wärmepotenzial von etwa 27 GWh.

Die folgende Abbildung zeigt das Wärmenetzprüfgebiet mit den Ideen für Standorte von Rückkühlern. Diese Standorte stellen keine genaue Verortung dar, sondern markieren größere Flächen, auf denen oder in deren Nähe eine Aufstellung denkbar wäre.

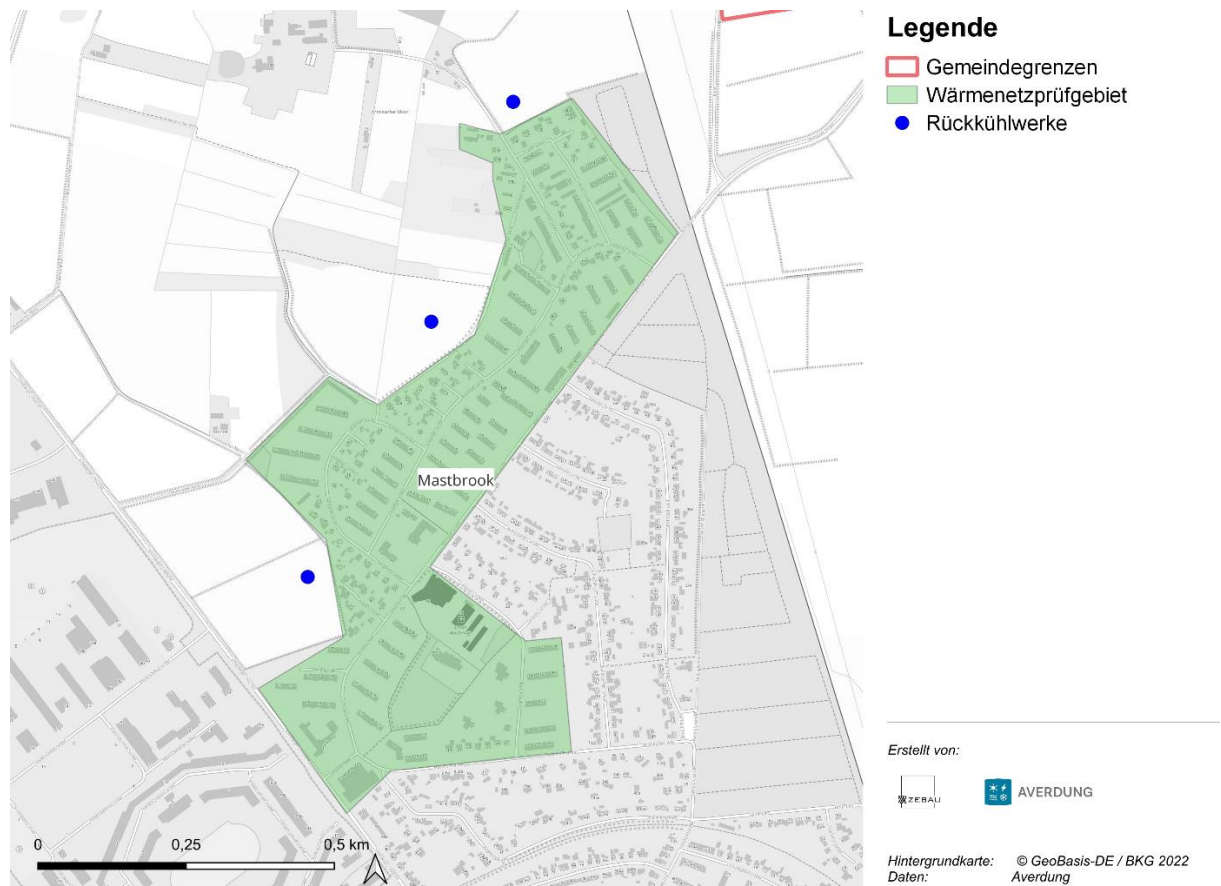


Abbildung 39: Wärmenetzprüfgebiet 3 mit Ideen für Standorte von Rückkühlern

Tabelle 18: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmenetzprüfgebiet 3

	Anschlussleistung	Potenziale		
		Aerothermieflächen	Geothermieflächen	Weitere Potenziale
Prüfgebiet 3: Mastbrook	3,3 MW + SL	Landwirtschaftliche Flächen westlich und nördlich des Gebiets, ggf. im Neubaugebiet	Freiflächen nordwestlich des Gebiets (zu prüfen)	

6.2.4 Gebiet 4: Hoheluft

Gebietsbeschreibung

Der Stadtteil Hoheluft wird von der Untereider, der Bundesstraße 77 und dem Nord-Ostsee-Kanal eingefasst. Für einen Teil des Gebiets (Hoheluft-Süd) wird bereits ein Quartierskonzept erstellt. Da sich im Quartierskonzept, das im Vergleich zur Wärmeplanung die genauere Untersuchung ist, ein Wärmenetz als sinnvolle Versorgungslösung abzeichnet, wird das Quartier als Wärmenetzprüfgebiet in die Wärmeplanung mit aufgenommen und um den Norden des Stadtteils erweitert, in dem sich ebenfalls Abschnitte mit vielversprechenden Wärmelinien dichten finden.

Mehr als 80 % des Wärmebedarfes im Gebiet entfallen auf Wohnbebauung in unterschiedlich dichter Bauweise. Die Hauptrasse des Wärmenetzprüfgebiets weist eine Länge von ca. 7.700 m auf und erschließt vor allem Wohnbebauung. Ankerkunden könnten das Nordkolleg mit den Liegenschaften des Museumsverbands Schleswig-Holstein und Hamburg e. V., das Tageszentrum Martinshaus und das Institut für berufliche Aus- und Fortbildung sein.

Potenziale für erneuerbare Energien und Ideen für Standorte

Die Potenziale erneuerbarer Energien umfassen unter anderem Geothermie und Luftwärme. Doch auch eine Nutzung von Gewässerwärme aus dem Kanal ist denkbar. Darüber hinaus finden sich im Süden des Gebietes in der Feldstraße und nördlich angrenzend an das Gebiet zwei Abwasserkanäle mit großen Durchmessern, die in Zukunft ggf. als Potenzial genutzt werden könnten. Die Anschlussleistung für das Gebiet, das einen zukünftigen Wärmebedarf von 24,6 GWh aufweist, beläuft sich auf ca. 4,4 MW zuzüglich einer Spitzenlast erzeugung von ca. 6,5 MW. Als Standorte für die Rückkühler von Luftwärmepumpen könnten sich die Freiflächen westlich, östlich und südlich des Gebietes anbieten.

Zur Wärmeversorgung für das Gebiet 4 möglicherweise geeignete Flächen für Geothermie auf dem Stadtgebiet umfassen Flächen an der Untereider, wobei aufgrund der unmittelbaren Nähe zur Eider eine Eignung der Flächen weiter zu prüfen wäre. Auf diese Flächen entfällt ein Wärmepotenzial von bis zu 16 GWh.

Die folgende Abbildung zeigt das Wärmenetzprüfgebiet mit den Ideen für Standorte von Rückkühlern. Diese Standorte stellen keine genaue Verortung dar, sondern markieren größere Flächen, auf denen oder in deren Nähe eine Aufstellung denkbar wäre.

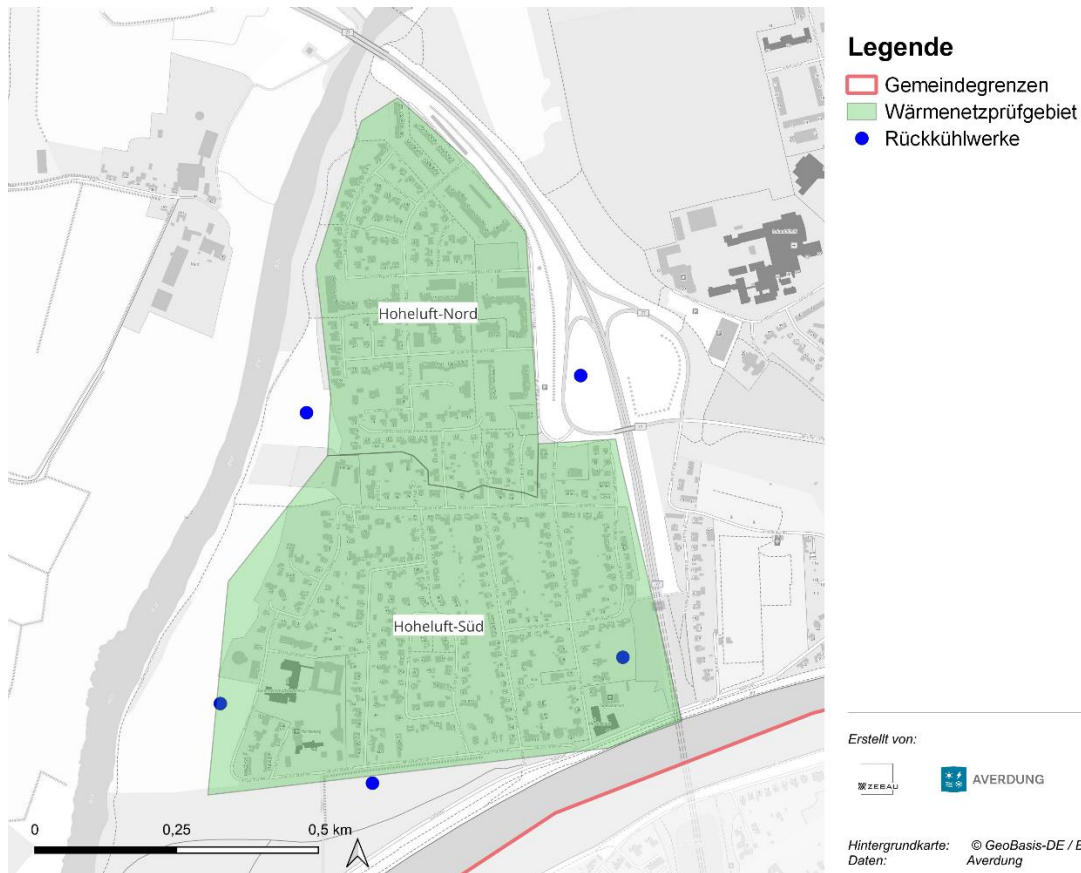


Abbildung 40: Wärmenetzprüfgebiet 4 mit Ideen für Standorte von Rückkühlern

Tabelle 19: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmenetzprüfgebiet 4

	Anschlussleistung	Potenziale		
		Aerothermieflächen	Geothermieflächen	Weitere Potenziale
Prüfgebiet 4: Hoheluft	4,4 MW + SL	Freiflächen westlich des Gebiets, Flächen an der B77	Flächen an der Untereider (zu prüfen)	Gewässerwärme NOK, ggf. Abwasserwärme

6.2.5 Gebiet 5: Innenstadt/Zentrum

Gebietsbeschreibung

Wie bereits im integrierten Klimaschutzkonzept festgestellt wurde, gibt es im Zentrum ein großes zusammenhängendes Gebiet mit durchweg hoher Wärmeliniendichte. Aus diesem Grund wird im Rahmen der Wärmeplanung ein großer Suchraum definiert, für den in einer weiterführenden Betrachtung differenziert werden muss, ob hier ein großes zusammenhängendes Wärmenetz gebaut werden kann. Der Suchraum grenzt im Süden an den Nord-Ostsee-Kanal und erstreckt sich vom Stadtteil Neuwerk ausgehend in nordwestlicher Richtung über die Innenstadt und Altstadt in die Stadtteile Kronwerk und Rothenhof bis hin zur Feldweibel Schmid Kaserne. An das Gebiet grenzen das Neubaugebiet Neuwerk West/Eiderkaserne sowie das daran angrenzende bestehende Nahwärmenetz der Stadtwerke Rendsburg/Stadtwerke SH an. Große Ankerkunden für ein Wärmenetz könnten beispielsweise die Schön

Klinik, das Senioren-Zentrum Am Nord-Ostsee-Kanal, das Hotel ConventGarten, Hage Logistik, das Alten- und Pflegeheim St. Vincenz, die Christkirche, die Tagesklinik Baumhaus, die HypoVereinsbank, die Sparkasse Mittelholstein, die Seniorenwohnanlage Neue Heimat, die Gebäude der ehemaligen Feldwebel Schmid Kaserne sowie die Schule Rotenhof und weitere kommunale Liegenschaften sein. Auch der Uhrenblock liegt in Gebiet 5, der aber über den Eisspeicher versorgt wird. Der Wärmebedarf des Gebiets entfällt etwa zur Hälfte auf Wohnen und zur Hälfte auf andere Nutzungen. Die Hauptrasse des Wärmenetzprüfgebiets weist eine Länge von ca. 43.600 m auf.

Potenziale für erneuerbare Energien und Ideen für Standorte

Die Potenziale erneuerbarer Energien umfassen verschiedene Wärmequellen. Aufgrund des immens hohen Wärmebedarfs im Gebiet ist sicherlich auch die Erschließung von vielen Wärmequellen an unterschiedlichen Standorten erforderlich. Dies gilt umso mehr, wenn statt eines großen Wärmenetzes mehrere kleinere Netze entstehen, die alle lokal versorgt werden müssen.

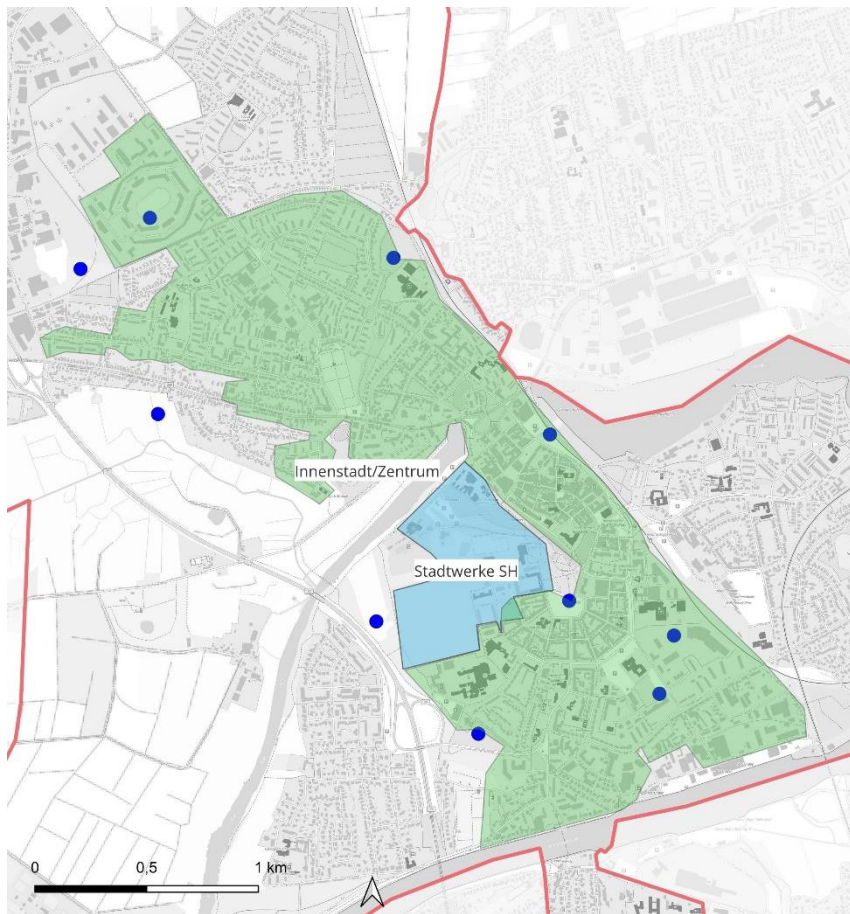
Die Anschlussleistung für das Gebiet, das einen Wärmebedarf von 206 GWh aufweist, beläuft sich auf ca. 36 MW zuzüglich einer Spitzenlastzeugung von ca. 46 MW. Als Standorte für die Rückkühler von Luftwärmepumpen könnten sich sowohl Flächen am Rand des Gebietes (insbesondere westlich des Gebietes) anbieten. Auch kleinere Flächen im Gebiet, beispielsweise am Rand von Sportplätzen oder an Schulen angrenzenden Freiflächen, könnten einen kleinen Beitrag zur Wärmeversorgung liefern. Als Gewässerwärmequelle könnte insbesondere der Nord-Ostsee-Kanal dienen, auch die Obereider könnte möglicherweise einen kleinen Teil zur Gesamtwärmeversorgung beitragen.

Abwasserleitungen mit großem Durchmesser finden sich insbesondere im Bereich der Altstadt und im Norden Neuwerks.

Die zur Wärmeversorgung für das Gebiet 5 möglicherweise geeigneten größeren Flächen für Geothermie auf dem Stadtgebiet umfassen insbesondere Flächen westlich des Projektgebietes, wobei diese etwa zur Hälfte innerhalb des Trinkwasserschutzgebietes liegen. Sollten hier Erdwärmesonden möglich sein, ergibt sich für diese Flächen insgesamt ein Potenzial von bis zu 90 GWh, das jedoch bei den weiteren Betrachtungen kritisch zu hinterfragen und zu konkretisieren ist. Die sich innerhalb des Wärmenetzprüfgebietes befindlichen Freiflächen weisen insgesamt ein Potenzial von etwa 8 GWh auf.

Insgesamt ist sowohl die Frage, welche Leistung tatsächlich benötigt wird, als auch die Frage, welcher Beitrag durch Luftwärmepumpen geleistet werden kann, nur nach einer weiterführenden, eingehenden Untersuchung (beispielsweise BEW-Studie) sinnvoll, da sich hier in Hinblick auf Gebietsgrenzen einiges verändern kann und die Rahmenbedingungen sich damit wesentlich verschieben können. Auch wäre zu klären, ob besondere Anforderungen an Vorlauftemperaturen bestehen, insbesondere in der Altstadt.

Die folgende Abbildung zeigt das Wärmenetzprüfgebiet mit den Ideen für Standorte von Rückkühlern. Diese Standorte stellen keine genaue Verortung dar, sondern markieren größere Flächen, auf denen oder in deren Nähe eine Aufstellung denkbar wäre.



Legende

- Gemeindegrenzen
- Wärmenetzprüfgebiet
- Rückkühlwerke
- Bestandswärmenetz inkl. Neuwerk West/Eiderkaserne

Erstellt von:



Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG 2022
Daten: Averdung

Abbildung 41: Wärmenetzprüfgebiet 5 mit Ideen für Standorte von Rückkühlern

Tabelle 20: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmenetzprüfgebiet 5

	Anschlussleistung	Potenziale		
		Aerothermieflächen	Geothermieflächen	Weitere Potenziale
Prüfgebiet 5: Innenstadt/Zentrum	35 MW + SL	Im Gebiet	Größere Flächen westlich des Gebiets, kleine Flächen innerhalb des Gebiets	Gewässerswärme NOK, Obereider ggf. Abwasserswärme

6.2.6 Gebiet 6: Christian-Timm-Schule und BBZ

Gebietsbeschreibung

Dieses Gebiet befindet sich östlich der Bahntrasse und grenzt an das Wärmenetz von enercity in der Parksiedlung an. Geprägt ist es vor allem von verschiedenen großen Liegenschaften. Dazu zählen das Finanzamt, die Christian-Timm-Schule und das BBZ, die alle als kommunale Ankerkunden fungieren könnten. Ebenfalls im Gebiet befinden sich Filialen von ALDI, EDEKA und dem Drogeriemarkt dm. Gut 40 % des Wärmebedarfes im Gebiet entfallen außerdem auf Wohnbebauung.

Die Haupttrasse des Wärmenetzprüfgebiets weist eine Länge von ca. 3.900 m auf.

Das Gebiet grenzt an das Neubaugebiet Willy-Brandt-Platz-Süd, sodass sich hier ggf. Synergien ergeben könnten.

Potenziale für erneuerbare Energien und Ideen für Standorte

Die Potenziale erneuerbarer Energien unter anderem Geothermie und Luftwärme. Doch auch eine Nutzung von Gewässerwärme aus der Obereider ist, unter Berücksichtigung der im entsprechenden Kapitel beschriebenen Restriktionen, denkbar. Darüber hinaus finden sich im Gebiet mehrere Abwasserleitungen mit großen Durchmessern, die in Zukunft ggf. als Potenzial genutzt werden könnten. Die Anschlussleistung für das Gebiet, das einen zukünftigen Wärmebedarf von 11,1 GWh aufweist, beläuft sich auf ca. 1,9 MW zuzüglich einer Spitzenlastzeugung von ca. 2,4 MW. Als Standorte für die Rückkühler von Luftwärmepumpen könnten sich eventuell ein Standort am Rand des Stadtparks Eiland, Flächen am Rand der Parkplätze an der Bahntrasse oder die Fläche rund um den Willy-Brandt-Platz anbieten.

Zur Wärmeversorgung für das Gebiet 6 potenzielle geeignete Flächen für Geothermie auf dem Stadtgebiet umfassen die Tennisplätze, den Sportplatz der Christian-Timm-Schule und den Willy-Brandt-Platz mit einer summierten Entzugsleistung von bis zu 1,1 MW und einer Gesamtwärmemenge von ca. 3 GWh.

Die folgende Abbildung zeigt das Wärmenetzprüfgebiet mit den Ideen für Standorte von Rückkühlern. Diese Standorte stellen keine genaue Verortung dar, sondern markieren größere Flächen, auf denen oder in deren Nähe eine Aufstellung denkbar wäre.

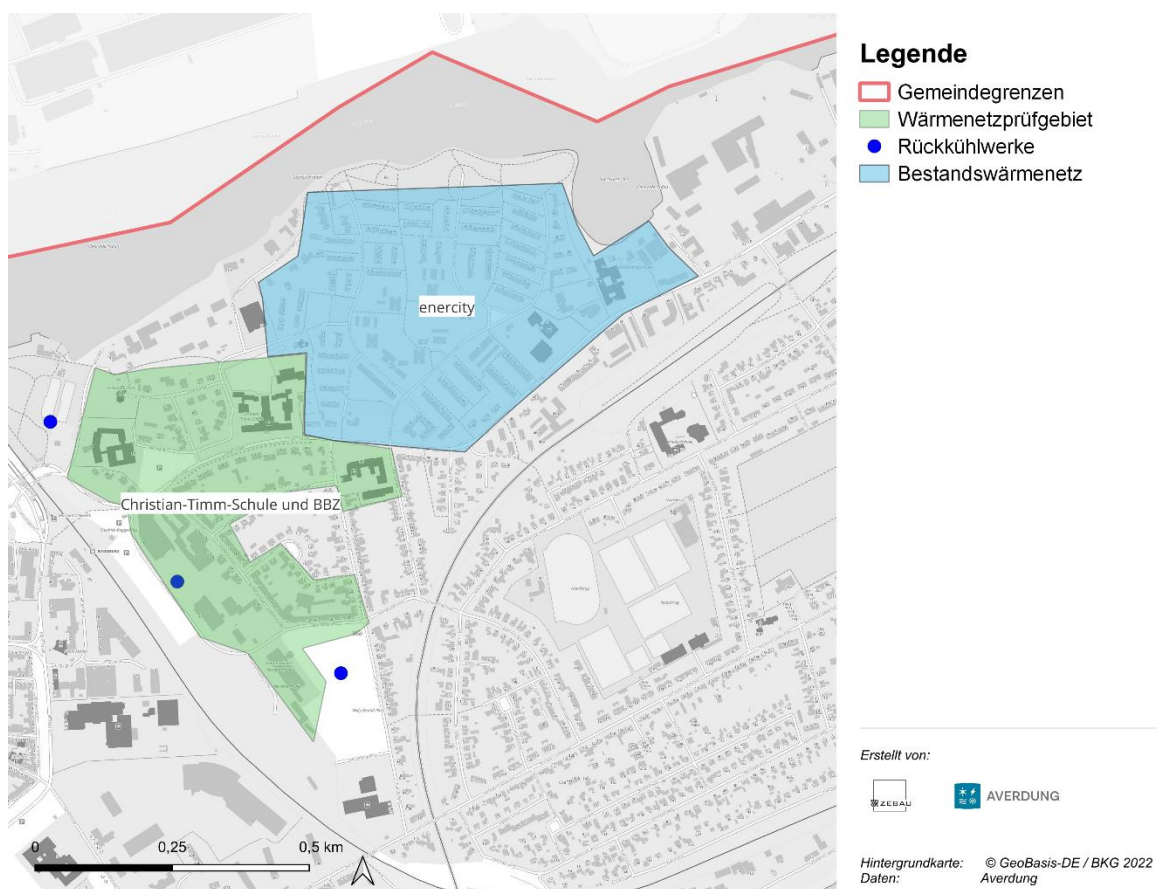


Abbildung 42: Wärmenetzprüfgebiet 6 mit Ideen für Standorte von Rückkühlern

Tabelle 21: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmenetzprüfgebiet 6

	Anschlussleistung	Potenziale		
		Aerothermieflächen	Geothermieflächen	Weitere Potenziale
Prüfgebiet 6: Christian-Timm-Schule und BBZ	1,9 MW + SL	Stadtpark, Parkplätze an der Bahntrasse, Willy-Brandt-Platz	Sportplatz Schule, Willy-Brandt-Platz, Tennisplatz	Gewässerwärme Obereider, ggf. Abwasserwärme

6.2.7 Gebiet 7: Schleife Ost

Gebietsbeschreibung

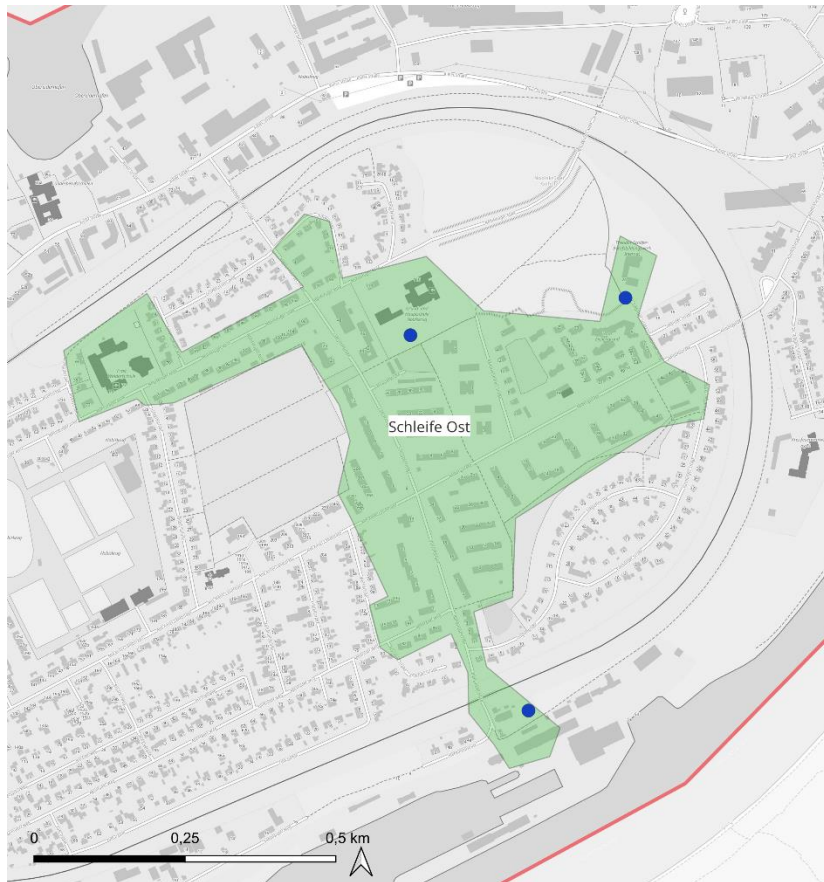
Das Gebiet ist vor allem von Wohnbebauung, insbesondere in Form von Mehrfamilienhäusern, geprägt. Darüber hinaus sind mit dem Theodor-Schäfer-Berufsbildungswerk, der Waldorfschule, der Grundschule Nobiskrug sowie der angrenzenden Kita einige potenzielle Ankerkunden vorhanden. Die Haupt- rase des Wärmenetzprüfgebiets weist eine Länge von ca. 5.000 m auf.

Potenziale für erneuerbare Energien und Ideen für Standorte

Die Potenziale erneuerbarer Energien umfassen unter anderem Geothermie und Luftwärme. Doch auch eine Nutzung von Gewässerwärme aus dem Kanal ist denkbar. Darüber hinaus finden sich im Süden des Gebietes mehrere Abwasserleitungen mit großen Durchmessern, die in Zukunft ggf. als Potenzial genutzt werden könnten. Die Anschlussleistung für das Gebiet, das einen zukünftigen Wärmebedarf von 16,8 GWh aufweist, beläuft sich auf ca. 2,9 MW zuzüglich einer Spitzenlastzeugung von ca. 4,3 MW. Als Standorte für die Rückkühler von Luftwärmepumpen könnten sich die Freiflächen an der Grund- und Hauptschule Nobiskrug oder am Berufsbildungswerk anbieten. Auch eine Aufstellung zwischen den Sportplätzen des Rendsburger TSV oder im Süden des Gebiets beim Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt wäre denkbar.

Zur Wärmeversorgung für das Gebiet 7 geeignete größere Flächen für Geothermie umfassen lediglich die Flächen der Sportplätze, auf denen eine Entzugsleistung von ca. 5,2 MW und ein Wärmeertrag von ca. 14 GWh möglich wäre.

Die folgende Abbildung zeigt das Wärmenetzprüfgebiet mit den Ideen für Standorte von Rückkühlern. Diese Standorte stellen keine genaue Verortung dar, sondern markieren größere Flächen, auf denen oder in deren Nähe eine Aufstellung denkbar wäre.



Legende

- Gemeindegrenzen
- Wärmenetzprüfgebiet
- Rückkühlwerke

Erstellt von:



Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG 2022
Daten: Averdung

Abbildung 43: Wärmenetzprüfgebiet 7 mit Ideen für Standorte von Rückkühlern

Tabelle 22: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmenetzprüfgebiet 7

	Anschlussleistung	Potenziale		
		Aerothermieflächen	Geothermieflächen	Weitere Potenziale
Prüfgebiet 7: Schleife Ost	2,9 MW + SL	Sportplätze, Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt, Schule Nobiskrug	Sportplätze	Gewässerwärme NOK, ggf. Abwasserwärme

6.2.8 Gebiet 8 Schleife West

Gebietsbeschreibung

Ähnlich wie Gebiet 7 ist auch das Gebiet Schleife West mit einem Anteil von über 80 % am gesamten Wärmebedarf sehr stark durch Wohnbebauung in Form von Mehrfamilienhäusern geprägt.

Die Hauptrasse des Wärmenetzprüfgebiets weist eine Länge von ca. 2.400 m auf.

Potenziale für erneuerbare Energien und Ideen für Standorte

Die Potenziale erneuerbarer Energien umfassen unter anderem Geothermie und Luftwärme. Doch auch eine Nutzung von Gewässerwärme aus dem Kanal ist denkbar. Darüber hinaus befindet sich in der

Nobiskruher Allee ein Abwasserkanal mit vielversprechendem Durchmesser, der in Zukunft ggf. als Potenzial genutzt werden könnten. Die Anschlussleistung für das Gebiet, das einen zukünftigen Wärmebedarf von 6,3 GWh aufweist, beläuft sich auf ca. 1,1 MW zuzüglich einer Spitzenlastzeugung von ca. 1,7 MW. Als Standorte für die Rückkühler von Luftwärmepumpen könnten sich die Freiflächen zwischen den Sportplätzen des Rendsburger TSV sowie am Willy-Brandt-Platz anbieten.

Zur Wärmeversorgung für das Gebiet geeignete Geothermieflächen umfassen wie für Gebiet 7 lediglich die Flächen der Sportplätze, auf denen eine Entzugsleistung von ca. 5,2 MW und ein Wärmeertrag von ca. 14 GWh möglich wäre.

Die folgende Abbildung zeigt das Wärmenetzprüfgebiet mit den Ideen für Standorte von Rückkühlern. Diese Standorte stellen keine genaue Verortung dar, sondern markieren größere Flächen, auf denen oder in deren Nähe eine Aufstellung denkbar wäre.

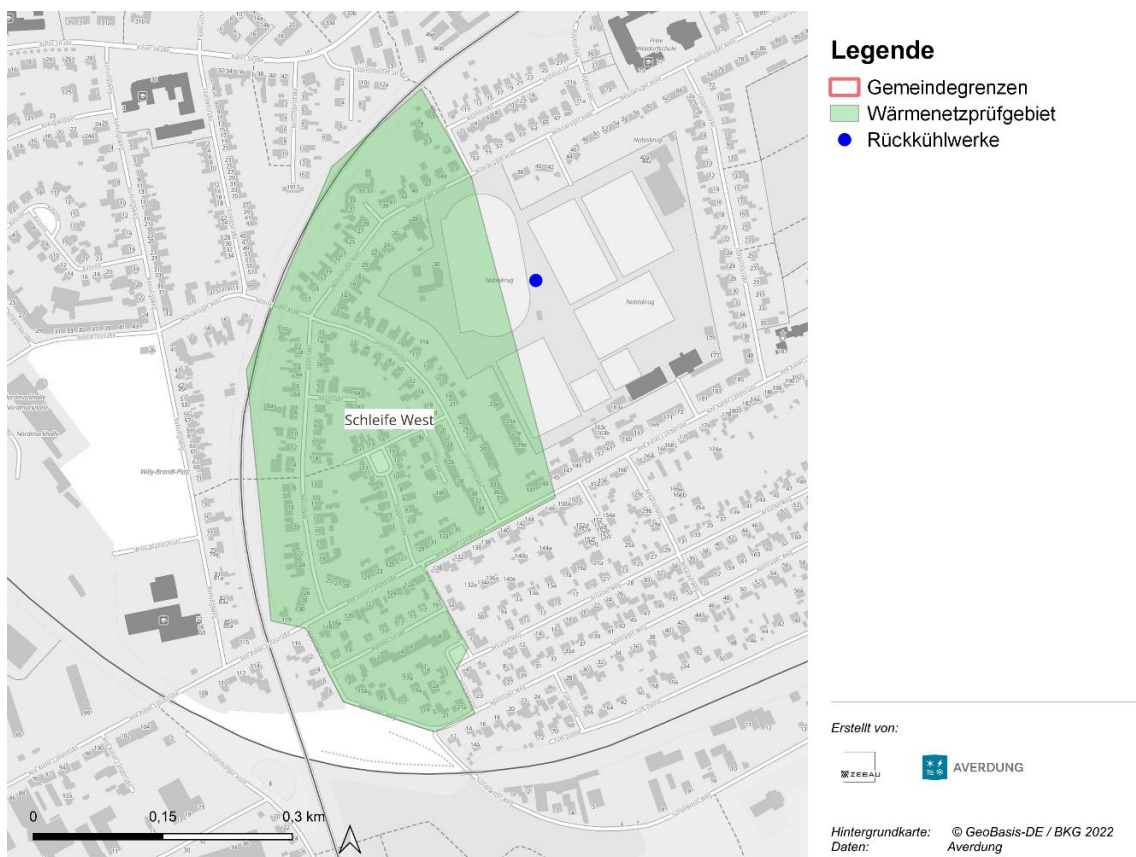


Abbildung 44: Wärmenetzprüfgebiet 8 mit Ideen für Standorte von Rückkühlern

Tabelle 23: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmenetzprüfgebiet 8

	Anschlussleistung	Potenziale		
		Aerothermieflächen	Geothermieflächen	Weitere Potenziale
Prüfgebiet 8: Schleife West	1,1 MW + SL	Sportplätze, Willy-Brandt-Platz	Sportplätze	Gewässerswärme NOK, ggf. Abwasserswärme

6.2.9 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. Zusätzlich ist die Nutzung von Solarthermie möglich, wobei diese Wärme nur saisonal zur Verfügung steht und damit als ergänzendes System anzusehen ist.

Voraussetzung für die klimaneutrale 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 24: Technologien für die dezentrale Wärmeversorgung

strombasiert	brennstoffbasiert
Wärmepumpe	Biomethan
Elektrokessel	Wasserstoff
Stromdirektheizungen	Biomassepellets
Stromspeicherheizungen	Hackschnitzel
	Scheitholz

6.2.9.1 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 smarterer 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 Jahresarbeitszahlen 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.¹⁶

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 sind der Austausch einzelner Heizkörper in unterversorgten 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 möglicherweise ein zusätzlicher Kessel in einem hybriden System unterstützen oder eine

¹⁶ 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

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 wurden über 90 % der Ein- und Zweifamilienhäuser, über 70 % der Doppelhäuser und über 80 % der kleineren Mehrfamilienhäuser als für Wärmepumpen geeignet ermittelt.

6.2.9.2 Voraussetzungen Oberflächennahe Geothermie

Für die Integration einer Erdwärmesonde müssen die geologischen Voraussetzungen erfüllt sein und ein passender Ort für die Bohrungen identifiziert werden. Zusätzlich ist immer eine vorherige Genehmigung nötig. Bei einem unmodernisierten Reihenhaus sind etwa zwei Sonden, bei einem Einfamilienhaus etwa 3 bis 4 Sonden erforderlich. Diese Anzahl an 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 zueinander eingebracht werden. Zusätzlich sind Abstände zu Gebäuden, Bäumen und benachbarten Grundstücken einzuhalten, denn bei einer Erdwärmeentnahme 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 dafür in der Regel keine Abstandsregelungen. Auch bestehende Versorgungsleitungen (Gas- und Stromanschluss, Kanalisation) müssen berücksichtigt werden und entsprechende Abstände sind einzuhalten. In Rendsburg sind die zu erwartenden Entzugsleistungen für eine geothermische Wärmeversorgung gut geeignet. Insbesondere das Trinkwasserschutzgebiet Armensee ist jedoch bei einer Planung von Erdwärmesonden zu berücksichtigen.


6.2.9.3 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 Rückkühler. Bei der Berechnung der Schallemissionen ist zwischen Schalleistungs- und Schalldruckpegel zu unterscheiden. Der Schalleistungspegel 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 Schalleistungspegel 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 Schalleistungspegels 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 Schalleistungspegels 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 Lärm¹⁷ 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 der folgenden Abbildung sind die zulässigen Schalldruckpegel für verschiedene Gebiete aufgeführt.

Bei modernen Luft-Wasser-Wärmepumpen ist zwischen einem Tag- und einem Nachtbetrieb zu unterscheiden. Der Schallrechner¹⁸ 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.





	Im reinen Wohngebiet	Im allgemeinen Wohngebiet	Mischgebiet (Wohngebiet & Gewerbe)
 Tagsüber	50 dB	55 dB	60 dB
 22:00 - 06:00	35 dB	40 dB	45 dB

Abbildung 45: Zulässige Schalldruckpegel zur Tages- und Nachtzeit in verschiedenen Gebieten¹⁹

Mit neuen Anlagen und 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 zusätzlichen Sockel
- Kein Nachtbetrieb durch einen ausreichend dimensionierten Wärmespeicher
- Wärmepumpe ausreichend dimensionieren
- Installation von Schallschutzhauben

¹⁷ www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwwvbund_26081998_IG19980826.html

¹⁸ Schallrechner. Bundesverband Wärmepumpe e.V. www.waermepumpe.de/schallrechner/

¹⁹ www.gevestor.de/finanzwissen/immobilien/vermieten-abrechnen/laermbelaestigung-501825.html

6.2.10 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. 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 besser die vorhandenen Anlagen ausgenutzt werden.

6.2.10.1 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 ISE²⁰ 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 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 aus²¹.

Biomethan und Biomasse stehen nur begrenzt zur Verfügung. Auf Basis der NABIS²² 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

²⁰ <https://ariadneprojekt.de/publikation/analyse-heizkosten-und-treibhausgasemissionen-in-bestandswohngebauden/>

²¹ <https://www.verbraucherzentrale-rlp.de/energie/heizen-und-warmwasser/gasheizung-oder-waermepumpe-89237>

²² <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/biooekonomie-nachwachsende-rohstoffe/nationale-biomassestrategie.html>

Rahmenbedingungen wird davon ausgegangen, dass der Anlagenbestand eher rückläufig sein wird. Es besteht daher die Gefahr, die bereits vorhandenen Biogaskapazitäten nicht erhalten zu können.²³

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 werden²⁴. Die Möglichkeit zukünftig mit Wasserstoff zu heizen ist daher unsicher und deutlich teurer als eine Wärmepumpe.

Tabelle 25: Vergleich der Wirtschaftlichkeit von dezentralen Technologien zur Wärmeversorgung

	Wärmekosten	Zukunftsfähigkeit
Luft-Wasser Wärmepumpe	am niedrigsten	sicher
Geothermie Wärmepumpe	im Mittelfeld	sicher
Biomethankessel	im Mittelfeld	begrenzt
Pelletkessel	hoch	begrenzt
Wasserstoffkessel	sehr hoch	unsicher

6.2.10.2 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 Wärmedichte und die Anschlussquoten sind damit ausschlaggebend für die Wirtschaftlichkeit.

Dies ist bereits in der Auswahl der Wärmenetzprüfgebiete berücksichtigt. Durch die entsprechende Wärmelinien-dichte 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 nachfolgende Tabelle eine grobe Einschätzung. Häufig ist industrielle Abwärme eine günstige Wärmequelle, wenn sie kostenfrei oder zu geringen Kosten abgegeben wird. Allerdings müssen teilweise Revisionszeiten und Ausfallzeiten eingeplant und durch weitere Energieanlagen überbrückt bzw. besichert werden. Sofern die Abwärme auf niedrigem Temperaturniveau anfällt, muss das Temperaturniveau noch durch Wärmepumpen angehoben werden, wodurch weitere Kosten entstehen. Durch das im Vergleich zu Umweltwärme in der Regel höhere Temperaturniveau können der Stromaufwand und damit die Kosten bei einer Abwärmennutzung im Vergleich zu der Erschließung von Umweltwärmequellen 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 bei anderen Wärmequellen. 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.

²³ Martin Dotzauer; Barchmann, Tino; Schmieder, Uta; Rensberg, Nadja; Stinner, Walter; Arnold, Karin; Krüger, Christine: Kurzstudie zur Rolle von Biogas für ein klimaneutrales, 100 % erneuerbares Stromsystem 2035, DBFZ, 2022

²⁴ Clausen, J., Huber, M., Kemfert, C., & Klafka, P. (5/2024): Das Erdgasnetz, das Heizen mit Wasserstoff und die Wärmepumpe. Borderstep Institut, 2024

Tabelle 26: Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Wärmequellen für Wärmenetze

	Wärmekosten	Zukunftsfähigkeit
Industrielle Abwärme > 60 °C	niedrig	relativ sicher
Industrielle Abwärme < 60 °C	niedrig bis mittel	relativ sicher
Abwasserabwärme	niedrig bis mittel	sicher
Luft-Wasser Wärmepumpe	unteres Mittelfeld	sicher
Geothermie Wärmepumpe	Mittelfeld	sicher
Biomethan	oberes Mittelfeld	begrenzt
Biomasse	mittel bis hoch	begrenzt
Wasserstoff	sehr hoch	unsicher

6.2.10.3 Aktuelle Förderprogramme

Wärmenetze können durch eine Vielzahl von Förderinstrumenten bezuschusst werden. Zu unterscheiden sind dabei grundlegend Förderungen, die in Form von Investitionszuschüssen ausgezahlt werden, und Förderungen, die im laufenden Betrieb gezahlt werden. Die im Folgenden aufgeführten Förderungen beanspruchen keine Vollständigkeit, sie umfassen jedoch die relevantesten Förderinstrumente für die zukünftige Wärmeversorgung im Quartier. Die Investitions- und Betriebsförderungen werden im Folgenden aufgeführt.

Die wichtigsten Fördermittelgeber im Bereich der Investitionsförderung sind die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA).

Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW):

Das Förderprogramm trat am 15. September 2022 in Kraft. Das Förderprogramm enthält unterschiedliche Module. Gefördert werden zum Beispiel Machbarkeitsstudien für neu zu errichtenden Wärmenetze mit bis zu 60 % der anfallenden Kosten. Auch gefördert werden investive Maßnahmen. Diese werden entweder als Einzelmaßnahmenförderung gewährt oder in Form von systemischen Förderungen. Eine Wirtschaftlichkeitslückenberechnung soll die maximale Förderhöchstgrenze für das jeweilige Projekt festlegen. Grundsätzlich sind bis zu 40 % Investitionsförderung möglich. Als dritter Pfeiler des Förderkonzepts wird eine Betriebsförderung für Solarthermieranlagen und Großwärmepumpen gewährt.

Betriebsförderungsprogramme nach Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW):

- In der BEW-Förderung sind auch Förderungen für den Betrieb von Wärmepumpen und Solarthermieranlagen vorgesehen. In Abhängigkeit der Wärmequellenenergie erhalten Wärmepumpen zusätzlich eine Vergütung von bis zu 9 ct/kWh thermisch bezogener Quellenenergie. Dabei werden maximal 90 % der Strombezugskosten gefördert.


Für die dezentrale Wärmeversorgung gibt es auch zahlreiche Fördermöglichkeiten.

7 Maßnahmenkatalog


Im Folgenden werden Maßnahmen beschrieben, die zur Transformation der Wärmeversorgung in Rendsburg beitragen sollen. Diese Maßnahmen werden in die Kategorien übergeordnete Maßnahmen, Maßnahmen für Wärmenetzprüfgebiete und Maßnahmen für die dezentrale Wärmeversorgung unterschieden. Übergeordnete Maßnahmen sind die Maßnahmen, die ohne räumlichen Bezug für das gesamte Stadtgebiet gelten, während die wärmenetzbezogenen Maßnahmen sich auf die Wärmenetzprüfgebiete und die dezentralen Maßnahmen sich insbesondere auf die Gebiete außerhalb von Wärmenetzprüfgebieten beziehen.

7.1 Übergeordnete Maßnahmen

Maßnahmenübersicht Übergeordnete Maßnahmen	
Ü1	Berücksichtigung und frühzeitige Einbindung/Konzeptionierung des Themas Wärme bei Neubaugebieten
Ü2	Energiemanagement und Sanierungsfahrpläne für kommunale Liegenschaften
Ü3	Dialog mit den Handwerksbetrieben
Ü4	Schaffung von Beratungsangeboten für Bürgerinnen und Bürger sowie Betriebe für dezentrale Versorgungsoptionen


<h1>Ü1</h1>	Berücksichtigung und frühzeitige Einbindung/Konzeptionierung des Themas Wärme bei Neubaugebieten		
Teilgebiet	Ganzes Gebiet der Stadt		
Gebietsbeschreibung	-		
Versorgungsart	-		
Energieverbrauch	-		
Ziele		Priorität	
Über Vorgaben für Neubaugebiete kann die Kommune Einfluss auf die Bauart zukünftiger Gebäude nehmen und eine sinnvolle Integration von Neubaugebieten in die kommunenweite Wärmeplanung gewährleisten.		mittel	
		Zeithorizont	
		kurz-/ mittelfristig	
Kurzbeschreibung - Maßnahmen			
<p>Um die Wärmeversorgung in zukünftigen Neubaugebieten in Rendsburg klimafreundlich zu gestalten, sollte die Stadt Klimaschutzfestsetzungen für Planungsvorhaben in Neubaugebieten verbindlich festlegen. Vor allem bei größeren Planungsvorhaben 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 Wärmenetz für die Neubauten wirtschaftlich Sinn ergibt und ob sich dieses Netz mit weiteren geplanten Wärmenetzen verbinden lässt. Auch die frühzeitige Sicherung von Flächen für die erneuerbare Wärmeerzeugung des Neubaugebietes oder auch für angrenzende Wärmenetzgebiete wird mit zunehmender Dekarbonisierung der Wärmeversorgung eine wichtige Rolle spielen.</p>			
Zuständigkeit		Einzubindende Akteure	
<ul style="list-style-type: none"> • Verwaltung 		<ul style="list-style-type: none"> • Kommunale Selbstverwaltung • Fachdienste des Fachbereich III • externe Planungsbüros 	
Erste Handlungsschritte			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Austausch innerhalb der Verwaltung mit dem Energieversorger, um potenzielle Inhalte eines solchen Energiekonzepts zusammenzustellen 2. Festsetzung verpflichtender Energiekonzepte bei Planungsvorhaben in Neubaugebieten 3. Einführung einer verbindlichen Überprüfung im Prozess der Neuaufstellung von Bebauungsplänen; vgl. Berücksichtigungsgebot nach § 1 Abs. 6 Nr. 7 e und f BauGB und § 1a Abs. 5 BauGB. 4. Anwendung auf alle (Neubau-) Planungsvorhaben. 			

Energieverbrauch und Einsparpotenzial	Erfolgsindikatoren
-	<ul style="list-style-type: none"> Aufstellung und Umsetzung von Regelungen zur Berücksichtigung der Neubaugebiete in der Wärmeplanung über ein eigenes Energiekonzept und ambitionierte Energiestandards
Kosten und Finanzierung / Förderung	Monitoring Indikatoren
-	-
Hemmnisse & Lösungsansätze	Flankierende Maßnahmen
-	-

<h1>Ü2</h1>	Energiemanagement und Sanierungsfahrpläne für kommunale Liegenschaften		
Teilgebiet	Ganzes Gebiet der Kommune		
Gebietsbeschreibung	-		
Versorgungsart	-		
Energieverbrauch	-		
Ziele		Priorität	
<p>Durch ein qualifiziertes Energiemanagement und ein regelmäßiges, fortschreibbares Energiecontrolling können die Energieeffizienzpotenziale für die kommunalen Liegenschaften identifiziert und priorisiert werden.</p> <p>Anschließend sind anhand der Prioritäten Sanierungsfahrpläne und Modernisierungskonzepte für die klimaneutrale Energieversorgung zu entwickeln.</p> <p>Daraus ergibt sich ein Fahrplan und eine Übersicht für Investitionsvorhaben, die erforderlich sind, um in den kommunalen Liegenschaften Schritt für Schritt Treibhausgasemissionen und fossile Energieverbräuche zu reduzieren.</p>		hoch	
			Zeithorizont
			kurz- bis mittelfristig (Energiemanagement) langfristig (Sanierungsfahrpläne)
Kurzbeschreibung - Maßnahmen			
<p>Ein qualifiziertes Energiemanagement trägt dazu bei die Energieeinsparpotenziale in der Kommune identifizieren zu können. Die Aufgaben des Energiemanagements umfassen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Umfassende Bestandsaufnahme 2. Verbrauchserfassung, Monitoring und Berichterstattung über Energieverbräuche 3. Aufbau eines software-gestützten Controllings 4. Ermittlung von Energieeinsparpotenzialen 5. Überprüfung und Optimierung der Einstellungen von Erzeugungsanlagen 6. Ansprechperson für Gebäudenutzer und Hausmeister 7. Ermittlung und Priorisierung von Energieeinsparmaßnahmen 8. Umsetzung oder Begleitung und Auswertung von Energieeinsparmaßnahmen - ggf. Nachsteuerung <p>Für alle kommunalen Liegenschaften sollen mittelfristig Modernisierungskonzepte und Sanierungsfahrpläne entwickelt werden, die sowohl die Gebäudehülle als auch die Heiztechnik bewerten. Dabei sollten die Liegenschaften mit hohem Energieverbrauch und bekannten Modernisierungspotenzialen priorisiert werden. Bei ohnehin anstehenden Arbeiten sollte immer geprüft werden, ob Synergien dadurch gehoben werden können, dass Sanierungsmaßnahmen in diesem Zuge ebenfalls mit durchgeführt werden können.</p> <p>Die Aufgabe ein Szenario für die Transformation der Energieversorgung aller kommunalen Liegenschaften und einen Umsetzungsfahrplan zu erstellen sowie auf den Weg zu bringen und zu begleiten, erstreckt sich über mehrere Jahre und erfordert gegebenenfalls gesonderte personelle Kapazitäten.</p>			
Zuständigkeit		Einzubindende Akteure	
<ul style="list-style-type: none"> • Verwaltung, Fachbereich III/2 		<ul style="list-style-type: none"> • Energieberater • Hausmeister • ggf. Schulleitungen, Lehrkräfte, Schüler und andere Gebäudenutzer 	


Erste Handlungsschritte	
1. Ausbau des bestehenden Energiemanagements 2. Schaffung von zusätzlichen Kapazitäten für die technische Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen sowie die Erstellung von Sanierungsfahrplänen	3. Einholung von Informationen zu Sanierungsfahrplänen und ggf. Beantragung von Fördermitteln 4. Vergabe der Sanierungsfahrpläne an externen Dienstleister 5. Erstellung und Umsetzung der Sanierungsfahrpläne
Energieverbrauch und Einsparpotenzial	Erfolgsindikatoren
Energiemanagement: Im Durchschnitt etwa ca. 20 % des Wärmebedarfes bei Neueinführung Sanierungsfahrpläne (nach Umsetzung): Bis 50% Energiebedarf und bis 100% Emissionen	1. Aufbau eines qualifizierten Energiemanagements 2. Anzahl und Potenzial umgesetzter Effizienzmaßnahmen 3. Erstellte Sanierungsfahrpläne und Prioritätenliste 4. Beschlüsse zur Umsetzung von Sanierungsfahrplänen 5. Sanierungsfahrpläne in Umsetzung
Kosten und Finanzierung / Förderung	Monitoring Indikatoren
Kosten: <ul style="list-style-type: none"> • Kosten für Bestandsaufnahme • Schaffung von personellen Kapazitäten für die energetische Modernisierung der kommunalen Liegenschaften • Kosten für Sanierungsfahrpläne • Technische Modernisierungsmaßnahmen im Rahmen des Energiemanagements • Investitionen in Modernisierung des Gebäudebestandes Förderung: Förderung des Energiemanagements im Rahmen der Kommunalrichtlinie ²⁵	<ul style="list-style-type: none"> • Einsparung von Energie • Anzahl erstellter Sanierungsfahrpläne • Anzahl umgesetzter Effizienz- und Modernisierungsmaßnahmen
Hemmnisse & Lösungsansätze	Flankierende Maßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> • Personalmangel • Verfügbarkeit externer Dienstleister 	-

²⁵<https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie/implementierung-und-erweiterung-eines-energiemanagements>

<h1>Ü3</h1>	<h2>Dialog mit den Handwerksbetrieben</h2>		
Teilgebiet	Stadtweit, ggf. Landkreisweit		
Gebietsbeschreibung	-		
Versorgungsart	-		
Energieverbrauch	-		
Ziele		Priorität	
Ziel ist es mit den regionalen Handwerksbetrieben in der Region über die Möglichkeiten zur Installation von Übergabestationen für die Fernwärme und Möglichkeiten zur Installation von Wärmepumpen in einen regelmäßigen Austausch zu treten. Im Rahmen eines Erfahrungsaustausches können Herausforderungen angesprochen und gemeinsame Lösungen entwickelt werden. Auch können Best-Practice-Beispiele als Inspiration vorgestellt und beraten werden. Durch die Einbeziehung des Handwerkes in die Umsetzung der Wärmeplanung soll die Umsetzbarkeit von Lösungen für zentrale und dezentrale Versorgungsgebiete sichergestellt werden.		mittel	
		Zeithorizont	
		kurz- bis mittelfristig	
Kurzbeschreibung - Maßnahmen			
<p>Um die ambitionierten Ziele, was den Einbau von Übergabestationen (Fernwärme) und Wärmepumpen für die dezentrale Wärmeversorgung angeht, erreichen zu können, müssen möglichst viele Fachkräfte für die Beratung, Planung und den Einbau aktiviert werden. Die Neuausrichtung von Handwerksbetrieben in der Heizungstechnik hin zu Übergabestationen und Wärmepumpen soll durch diese Maßnahme unterstützt werden.</p> <p>Fachliche Weiterbildungen werden durch den Fachverband Sanitär Heizung und Klima Schleswig-Holstein, die Handwerkskammer, Hersteller und das bundesweite Förderprogramm „Bundesförderung Aufbauprogramm Wärmepumpe“ bereitgestellt. Letzteres unterstützt die Weiterbildung mit Förderquoten von bis zu 90 %.</p> <p>Je nach Interesse der Betriebe sollen Plattformen zum Erfahrungsaustausch und Best-Practice angeboten werden. Durch eine aktive Vernetzung von Kommune und Handwerk soll sichergestellt werden, dass Herausforderungen in der Erzeugungsumstellung frühzeitig erkannt werden und ggf. gemeinschaftlich an Lösungen gearbeitet werden kann. Unabhängig von den durchgeführten Formaten bietet es sich an, eine Liste mit regionalen Handwerksbetrieben zu führen, die Expertise im Bereich Fernwärme und Wärmepumpen aufweisen. Diese soll Bürger die Suche nach Fachkräften erleichtern.</p> <p>Diese Maßnahme sollte über die Stadtgrenzen hinausgehen und kann auf benachbarte Kommunen oder den ganzen Landkreis erweitert werden.</p>			
Zuständigkeit		Einzubindende Akteure	
<ul style="list-style-type: none"> • Verwaltung, bspw. Stabsstelle Klimaschutz, ggf. Erweiterung auf Kreis- oder Landesebene, Klimaschutzagentur des Kreises Rendsburg-Eckernförde (KSA) bzw. EKI 		<ul style="list-style-type: none"> • Handwerksbetriebe • Landkreis • Handwerkskammer • Klimaschutzagentur Rendsburg-Eckernförde 	
Erste Handlungsschritte			
<ul style="list-style-type: none"> • Identifikation der Handwerksbetriebe in der Heizungstechnik • Kontaktaufnahme durch die Stadt, KSA, EKI • Veranstaltung zur Vernetzung zwischen Handwerk und zuständigen Akteuren und ggf. Erfahrungsaustausch zu den Technologien 		<ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Initiierung eines mittelfristigen Austauschformates • Erstellung einer Liste von Handwerksbetrieben mit Expertise zum Thema Fernwärme und Wärmepumpe 	

Kosten und Finanzierung / Förderung	Monitoring Indikatoren
<ul style="list-style-type: none"> Die Kosten für diese Maßnahme sind bis auf den zeitlichen Aufwand gering. Insgesamt ist von einem Zeitaufwand von etwa 80 h auszugehen (inkl. Veranstaltung und Initiierung eines Formats, z.B. „Runder Tisch Wärmepumpe“). Ggf. Bundesförderung Aufbauprogramm Wärmepumpe²⁶ 	<ul style="list-style-type: none"> Anzahl an Handwerksbetrieben, die die Installation von Übergabestationen und Wärmepumpen anbieten
Hemmnisse & Lösungsansätze	Flankierende Maßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> Ggf. unterschiedlich starkem Interesse der Handwerksbetriebe kann durch die Schaffung attraktiver Formate begegnet werden. 	<ul style="list-style-type: none"> Informationsbereitstellung für Bürgerinnen und Bürger

²⁶https://www.bafa.de/DE/Wirtschaft/Fachkraefte/Aufbauprogramm_Waermepumpe/aufbauprogramm_waermepumpe_node.html

<h1>Ü4</h1>	Schaffung von Beratungsangeboten für Bürgerinnen und Bürger sowie Betriebe zu zentralen und dezentralen Versorgungsoptionen		
Teilgebiet	Stadtweit, ggf. Landkreisweit		
Gebietsbeschreibung	-		
Versorgungsart	-		
Energieverbrauch	-		
Ziele		Priorität	
Information und Vernetzung der Bürger zum Thema klimafreundliches Heizen, um den Energiebedarf zu verringern und die Wärmeversorgung zu dekarbonisieren.		hoch	
		Zeithorizont	
		kurzfristig	
Kurzbeschreibung - Maßnahmen			
<p>Es sollen Informations- und Vernetzungsveranstaltungen mit dem Fokus auf klimafreundliche Wärmeversorgung geplant und durchgeführt werden. Die Veranstaltungen können verschiedene Schwerpunkte wie dezentrale Wärmepumpe, Gebäudedämmung oder Solaranlagen haben, damit Interessenten zielgerichtet informiert werden können. Die geeignete Bewerbung der Veranstaltung ist besonders wichtig, damit die Zielgruppe der privaten Gebäudeeigentümer erreicht werden kann. Die Inhalte sollen so aufbereitet werden, dass sie die Interessenten möglichst unmittelbar in die Lage versetzen zu handeln. Es soll vermittelt werden, welche klimafreundlichen Maßnahmen in Bezug auf den eigenen Wärmebedarf selbstständig umsetzbar sind. Außerdem soll die Vernetzung angestoßen werden, um eine Selbstorganisation von Initiativen (z.B. Bürger-Energiegenossenschaft) zu erleichtern. Die Herstellung des Kontakts zu ausführenden Firmen und Fördermittelberatungsstellen nimmt ebenfalls eine entscheidende Rolle ein. Auch die Schaffung eines Energieberatungsangebots durch einen lokalen Energieberater (z.B. monatliche Energie-Sprechstunde) kann sinnvoll sein und wird in anderen Kommunen bereits mit großem Interesse wahrgenommen. Lokale Akteure aus dem Energie- und Klimaschutzbereich, wie bspw. die Stadtwerke oder die Klimaschutzagentur, können unterstützend wirken.</p> <p>Zusätzlich kann eine Broschüre für Gebäudeeigentümer zum Thema „Erneuerbare Wärmeversorgung“ erstellt werden. Die Informationen können sowohl in digitaler Form, z.B. über die Website der Stadt, verbreitet werden, aber auch als Flyer an ausgewählten Punkten ausliegen. Ziel der Broschüre wäre explizit die Zusammenstellung und Übersicht zu bestehenden Angeboten und Informationen und nicht die Erstellung eigener Inhalte. Hintergrund ist, dass es bereits zahlreiche geeignete bundes- und landesweite Informationsmöglichkeiten und Beratungsangebote gibt, auf die verwiesen werden soll. Eine Zusammenarbeit mit benachbarten Kommunen und/oder dem Landkreis bietet sich bei einer solchen Ausarbeitung an. Eine Auflistung von Handwerksbetrieben zu bestimmten Themen in der Region inkl. Kontaktdaten kann die Broschüre besonders nützlich machen.</p>			
Zuständigkeit		Einzubindende Akteure	
<ul style="list-style-type: none"> • Verwaltung, Stabsstelle Klimaschutz • KSA • Ggf. Erweiterung auf den Landkreis 		<ul style="list-style-type: none"> • Energieberater • Weitere Referenten • Regionale Unternehmen in der Wärmebranche • Klimaschutzagentur Rendsburg-Eckernförde Energieberater 	

Erste Handlungsschritte	
Veranstaltung 1. Konzeptionierung und Planung der Veranstaltung und Beschaffung von Informationsmaterial 2. Durchführung der Veranstaltung 3. Evaluierung 4. ggf. Etablierung als Veranstaltungsreihe 5. ggf. Etablierung einer regelmäßigen Energiesprechstunde	Broschüre 1. Recherche und Zusammenfassung bestehender Informationsangebote und Förderungen 2. Entwicklung einer niederschweligen Informationsbroschüre mit Fokus auf Energieeffizienzmaßnahmen für Gebäudeeigentümer und Mieter 3. Veröffentlichung und Auslage der Informationsbroschüre
Energieverbrauch und Einsparpotenzial	Erfolgsindikatoren
-	<ul style="list-style-type: none"> • Durchführung der Veranstaltung • Fortführung als Veranstaltungsreihe • Erstellung der Broschüre und Veröffentlichung auf der Website
Kosten und Finanzierung / Förderung	Monitoring Indikatoren
<ul style="list-style-type: none"> • Je nach Ausmaß der Veranstaltung und der Zuarbeit durch externe Dienstleister bis zu ca. 4.000 € pro Veranstaltung • Kosten für die Erarbeitung einer Broschüre • Kosten für den Energieberater für die Energiesprechstunde 	<ul style="list-style-type: none"> • verteilte Exemplare, ggf. Online-Aufrufe • Anzahl der Teilnehmenden an Veranstaltungen
Hemmnisse & Lösungsansätze	Flankierende Maßnahmen
-	-

7.2 Maßnahmen Wärmenetzprüfgebiete

Maßnahmenübersicht Wärmenetze	
WN1	Voruntersuchung zur Eignung von Wärmenetzen in den Gewerbegebieten
WN2	Prüfung der Machbarkeit und Umsetzung eines Wärmenetzes in dem Wärmenetzprüfgebiet Mastbrook
WN3	Prüfung der Machbarkeit und Umsetzung eines Wärmenetzes in dem Wärmenetzprüfgebiet Hoheluft
WN4	Prüfung der Machbarkeit und Umsetzung eines Wärmenetzes in dem Wärmenetzprüfgebiet Innenstadt/Zentrum
WN5	Prüfung der Machbarkeit und Umsetzung eines Wärmenetzes in den Wärmenetzprüfgebieten im Osten Rendsburgs
WN6	Dekarbonisierung der Bestandswärmenetze

WN1	Voruntersuchung zur Eignung von Wärmenetzen in den Gewerbegebieten			
Teilgebiet	Wärmenetzprüfgebiete 1 und 2			
Gebietsbeschreibung	<p>Die Gewerbegebiete sind der Standort für Gewerbebetriebe verschiedener Art. Potenzielle Ankerkunden umfassen das UPS Center Rendsburg, den Großhändler Vollbrecht + Pohl, die Biermann und Kröger Gummiwarenfabrik, Lapmaster Wolters und HolzLand Gehlsen (Gebiet 1) sowie Action Rendsburg, einen Toom-Baumarkt, das Bauzentrum Zerssen und einen Standort von Kaufland (Gebiet 2).</p>		<p>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>	
Wärme & CO₂-Emissionen	Bedarf Bestand	CO₂-Emissionen Bestand	Bedarf 2040	
	48,9 GWh	11.400 t	48,9 GWh	
Angestrebte Versorgungsart	Bei ausreichendem Interesse: Zentrale Wärmeversorgung über Luft- / Geothermie-Wärmepumpen sowie Spitzenlasterzeuger und ggf. Abwärme			
Ziele				Priorität
Voruntersuchung des Interesses und der technischen Anforderungen für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung in den genannten Gewerbegebieten. Identifizierung von interessierten Ankerkunden. Anschließend ggf. Durchführung einer BEW-Machbarkeitsstudie oder mehrerer Machbarkeitsstudien für Teilgebiete und Umsetzung.				hoch
				Zeithorizont
				kurzfristig
Kurzbeschreibung - Maßnahmen				
<p>Die Gewerbegebiete in Rendsburg weisen nach den durchgeführten Analysen eine für ein Wärmenetz vielversprechende Wärmelinien-dichte auf. Dieses Ergebnis ist unter anderem aufgrund der folgenden Faktoren jedoch nicht ausreichend belastbar, um hier bereits eine Empfehlung für ein Wärmenetz geben zu können:</p> <p>Es ist unklar, ob sich wichtige Ankerkunden an ein potenzielles Wärmenetz anschließen würden</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es ist unklar, auf welchem Temperaturniveau die Wärme benötigt wird. Sollten prozessbedingt hohe Temperaturen notwendig sein, hat das Auswirkungen auf die technische Machbarkeit und die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes mit erneuerbaren Energien - Wärmenetze haben in der Regel hohe Abschreibungsdauern über mehrere Jahrzehnte. Daher ist auch zu klären, inwiefern der Wärmebedarf der Unternehmen sich ggf. langfristig verändert und wie die zukünftigen Planungen an den Standorten in Rendsburg aussehen. <p>Um diese Unklarheiten beseitigen zu können und eine belastbarere Entscheidungsgrundlage zu schaffen soll eine Befragung der Unternehmen möglichst viele der relevanten Informationen zusammentragen. Dies beinhaltet insbesondere folgende Fragestellungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Besteht grundsätzlich Interesse an dem Anschluss an ein Wärmenetz oder wird eine eigenständige Lösung bevorzugt? Ab wann wäre ein Anschluss gewünscht? Gibt es wirtschaftliche K.O.-Kriterien für die Wärmepreise? 				

- Welchen jährlichen Wärmebedarf hat das Unternehmen und wie verteilt sich dieser über das Jahr? Was ist die benötigte Wärmeleistung? Welche Änderungen sind hier in den nächsten Jahren und Jahrzehnten zu erwarten und wie sicher lässt sich hierzu eine Aussage treffen?
- Auf welchem Temperaturniveau wird die Wärme derzeit und zukünftig benötigt?
- Gibt es am Standort Abwärme? Auf welchem Temperaturniveau und in welcher Menge? Zu welchen Zeiten und wie verlässlich?
- Unter welchen Umständen würde sich das Unternehmen an ein Wärmenetz anschließen?

Anschließend werden die Ergebnisse der Befragung ausgewertet. So können die Gebietszuschritte anhand der Rückmeldungen verändert werden und neue Erkenntnisse einfließen. Wenn sich aus der Auswertung ein ausreichendes Interesse an einer Wärmenetzversorgung ergibt, sollte diese Möglichkeit näher untersucht werden.

In diesem Fall bietet sich insbesondere die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze an, über die Umfang und Machbarkeit des Wärmenetzes detailliert geprüft und vorgeplant werden können. Aufgrund des Umfangs der Maßnahme ist zu klären, inwieweit die Machbarkeitsstudie und Vorplanung in mehrere Teilschritte untergliedert werden kann. 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 Akteure
<ul style="list-style-type: none"> • Stadt Rendsburg für die ersten vier Handlungsschritte • Ggf. Wärmeversorger für die weiteren Handlungsschritte (z.B. Stadtwerke SH) 	<ul style="list-style-type: none"> • Unternehmen in den Wärmenetzprüfgebieten • Ggf. Wirtschaftsförderung Kreis Rendsburg-Eckernförde <p>Im Fall einer Realisierung von Wärmenetzprojekten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stadtverwaltung (Bauamt etc.) • Ankerkunden • Flächeneigentümer • Fachplanung • Unterschiedliche Akteure nach Bedarf
Erste Handlungsschritte	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Klärung aller relevanten Rahmenbedingungen 2. Unternehmensbefragung 3. Auswertung der Befragungsergebnisse und ggf. Anpassung der Gebiete 4. Suche nach interessierten Wärmeversorgern 5. Beantragung von Fördermitteln 6. Untersuchung der Machbarkeit und Vorplanung für festgelegte Prüfgebiete / ggf. Teilabschnitte (BEW-Machbarkeitsstudie) 	<ol style="list-style-type: none"> 7. Beantragung von Fördermitteln für die Umsetzung 8. Vergabe der Planungsleistung 9. Planung und Vergabe der Bauleistungen 10. Beginn der ersten Baumaßnahmen 11. Wärmelieferung
Wärmebedarf 2040	Erfolgsindikatoren
<p>Wohnen: 0,9 GWh</p> <p>Gewerbe 47,4 GWh</p> <p>Kommunal 0,5 GWh</p> <p>Gesamt: 48,9 GWh</p> <p>Anteil Wohnen: 2 %</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anzahl der Rückmeldungen der Unternehmen 2. Abschluss der Unternehmensbefragung 3. Entscheidung über Eignung für ein Wärmenetzgebiet <p>Falls Wärmenetze weiterverfolgt werden:</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Abschluss der BEW-Machbarkeitsstudie(n) 5. Abschluss der Vorplanung 6. Klärung der Finanzierung 7. Erfolgreiche Beantragung der Fördermittel 8. Vergabe der Bauleistungen 9. Wärmelieferung 10. Vollständige Substitution der konventionellen Energieversorgung im Netzgebiet durch EE

Finanzierung / Förderung	Monitoring Indikatoren
<p>Für weiterführende Betrachtungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bundesförderung für effiziente Wärmenetze • Ggf. weitere Förderprogramme 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anteil EE an der Wärmebereitstellung 2. Anteil angeschlossener Liegenschaften im Wärmenetzgebiet 3. Anteil / Wärmemenge der ersetzten fossilen Versorgung 4. Eingesparte THG-Emissionen
Hemmnisse & Lösungsansätze	Flankierende Maßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> • Verlässlichkeit der Abnahme • Ggf. hohe erforderliche Temperaturen • Flächenverfügbarkeit • Mangelndes Interesse der Unternehmen • Bedenken der Unternehmen <p>➤ Information sowie Austausch mit den potenziellen Wärmeversorgern für eine fundierte Entscheidung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Einbindung der Planung in kommunale Infrastrukturplanung (Wasser, Strom etc.)


<h1>WN2</h1>	<h2>Prüfung der Machbarkeit und Umsetzung eines Wärmenetzes in dem Wärmenetzprüfgebiet Mastbrook</h2>			
Teilgebiet	Wärmenetzprüfgebiet 3 Mastbrook			
Gebietsbeschreibung	<p>Das Gebiet Mastbrook ist stark von Wohnbebauung in Form von Mehrfamilienhäusern geprägt. Ein großer Anteil des Gebäudebestands stammt aus den Baujahren der 1950er und 1960er Jahre. Hier besteht teils erheblicher Sanierungsbedarf.</p> <p>Neben den Mehrfamilienhäusern sind die Grundschule Mastbrook und der Kindergarten Villa Kunterbunt potenzielle kommunale Ankerkunden für eine zentrale Wärmeversorgung.</p>		<p>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>	
Wärme & CO₂-Emissionen	Bedarf Bestand 21,8 GWh	CO₂-Emissionen Bestand 5.100 t	Bedarf 2040 17,9 GWh	
Angestrebte Versorgungsart	Zentral Luftwärmepumpe, Geothermie			
Ziele		Priorität		
Aufbau einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Gebiet Mastbrook auf Basis von Umweltwärme und Spitzenlastzeuger.		hoch		
		Zeithorizont		
		mittelfristig		
Kurzbeschreibung - Maßnahmen				
<p>Für das Wärmenetzprüfgebiet Mastbrook soll die Möglichkeiten einer Versorgung mit einem Wärmenetz in einer Machbarkeitsstudie untersucht werden. Im und um das Prüfgebiet bestehen verschiedene Potenziale in Form von Aerothermie und Geothermie, mit denen das Gebiet klimaneutral versorgt werden könnten. Auch Synergien mit dem angrenzenden Neubaugebiet sollten geprüft werden.</p> <p>In der Machbarkeitsstudie sollen für das Gebiet verschiedene Bausteine geprüft werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - technische Machbarkeit, Leistung und Verfügbarkeit der Wärmequellen - Standort(e) von Energiezentrale(n) - Wärmespeicherung und Redundanz - Ankerkunden und Anschlussquoten - Angestrebte Vorlauftemperaturen - Trassenführung - Wirtschaftlichkeitsbetrachtung - Zeitlicher Ablauf einer Umsetzung 				

Darauf aufbauend sollen entsprechende Wärmenetze geplant und umgesetzt werden.

Nach den ersten Schritten der Vorplanung sollten Fördermöglichkeiten geprüft und beantragt werden. Hierbei bietet sich insbesondere die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze an, über die Umfang und Machbarkeit der Wärmenetze detailliert geprüft und vorgeplant werden können.

Während der Planung können die Netze in verschiedene Bauabschnitte eingeteilt werden, welche nach und nach gebaut werden können. Nach erfolgtem Bau kann die Wärmeversorgung über das Netz beginnen.

Zuständigkeit	Einzubindende Akteure
<ul style="list-style-type: none"> Stadt Rendsburg Energieversorger (z.B. Stadtwerke SH) 	<ul style="list-style-type: none"> Stadtverwaltung (Bauamt etc.) Ankerkunden Flächeneigentümer Fachplanung Unterschiedliche Akteure nach Bedarf
Erste Handlungsschritte	
<ol style="list-style-type: none"> Klärung aller relevanten Rahmenbedingungen Beantragung von Fördermitteln Untersuchung der Machbarkeit und Vorplanung für festgelegte Prüfgebiete Beantragung von Fördermitteln für die Umsetzung 	<ol style="list-style-type: none"> Vergabe der Planungsleistung Planung und Vergabe der Bauleistungen Beginn der ersten Baumaßnahmen Wärmelieferung
Wärmebedarf 2040	Erfolgsindikatoren
Wohnen: 16,2 GWh Kommunal: 0,4 GWh Gewerbe: 1,3 GWh Gesamt: 17,9 GWh Anteil Wohnen: 90 %	<ol style="list-style-type: none"> Durchführung der Machbarkeitsstudie Erfolgreiche Beantragung der Fördermittel Abschluss der Planung Erste Wärmelieferung Vollständige Substitution der konventionellen Energieversorgung im Netzgebiet durch EE
Finanzierung / Förderung	Monitoring Indikatoren
<ul style="list-style-type: none"> Bundesförderung für effiziente Wärmenetze Ggf. weitere Förderprogramme 	<ol style="list-style-type: none"> Anteil EE an der Wärmebereitstellung Anteil angeschlossener Liegenschaften im Wärmenetzgebiet Anteil / Wärmemenge der ersetzten fossilen Versorgung Eingesparte THG-Emissionen
Hemmnisse & Lösungsansätze	Flankierende Maßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> Bedenken von Akteuren Flächenverfügbarkeit Finanzierungsmöglichkeiten für die Umsetzung 	<ul style="list-style-type: none"> Einbindung der Planung in kommunale Infrastrukturplanung (Wasser, Strom etc.)

<h1>WN3</h1>	<h2>Prüfung der Machbarkeit und Umsetzung eines Wärmenetzes in dem Wärmenetzprüfgebiet Hoheluft</h2> 		
Teilgebiet	Wärmenetzprüfgebiet Hoheluft		
Gebietsbeschreibung	Der Stadtteil Hoheluft wird von der Unter-eider, der Bundesstraße 77 und dem Nord-Ostsee-Kanal eingefasst. Für einen Teil des Gebiets (Hoheluft-Süd) wird bereits ein Quartierskonzept erstellt. Der Großteil des Wärmebedarfs im Gebiet entfällt auf Wohnbebauung in unterschiedlich dichter Bauweise.		 <p>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
Wärme & CO₂-Emissionen	Bedarf Bestand 29,6 GWh	CO₂-Emissionen Bestand 7.000 t	Bedarf 2040 24,6 GWh
Angestrebte Versorgungsart	Zentral Luftwärmepumpe, Geothermie, ggf. Gewässerwärme Nord-Ostsee Kanal		
Ziele		Priorität	
Aufbau einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung in den beschriebenen Wärmenetzprüfgebieten auf Basis von Umweltwärme und Spitzenlastherzeugung		hoch	
		Zeithorizont kurz- bis mittelfristig	
Kurzbeschreibung - Maßnahmen			
<p>Für das Gebiet Hoheluft soll eine Wärmenetzversorgung geprüft werden. Hierfür sind insbesondere die Erkenntnisse aus dem Quartierskonzept relevant, auf denen aufgebaut werden kann. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichtes zeichnet sich als Zwischenergebnis des Quartierskonzepts ab, dass sich für Hoheluft-Süd eine zentrale Wärmeversorgung anbietet. Da im nördlichen Teil des Stadtteils ähnlich hohe oder sogar höhere Wärmelinien dichten vorhanden sind, bietet sich eine gemeinsame Betrachtung des gesamten Stadtteils an. Hierbei ist einschränkend zu sagen, dass sich die Wärmelinien dichten im gesamten Stadtteil eher am unteren Ende der Spanne befinden, für die eine wirtschaftliche Wärmenetzlösung in Erwägung gezogen werden kann.</p> <p>Neben der daraus resultierenden Frage, welche Ausdehnungen ein Wärmenetz in Hoheluft haben sollte, ist insbesondere die Quantifizierung nutzbarer Wärmequellen in der Machbarkeitsstudie als Schwerpunkt vorzusehen. Aufgrund der geringen Verfügbarkeit von Freiflächen ist zu detaillieren, welchen Anteil Luftwärmepumpen decken können und ob die Gewässerwärmenutzung des Nord-Ostsee-Kanals ein technologisch, genehmigungstechnisch und wirtschaftlich tragfähiges Modell darstellt.</p> <p>Die inhaltlichen Schwerpunkte der Machbarkeitsstudie entsprechen darüber hinaus der Darstellung in der Maßnahme WN 2.</p> <p>Auf den Ergebnissen der Studie aufbauend sollen entsprechende Wärmenetze geplant und umgesetzt werden. Nach den ersten Schritten der Vorplanung sollten Fördermöglichkeiten geprüft und beantragt werden. Hierbei</p>			

bietet sich insbesondere die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze an, über die Umfang und Machbarkeit der Wärmenetze detailliert geprüft und vorgeplant werden können.

Während der Planung können die Netze in verschiedene Bauabschnitte eingeteilt werden, welche nach und nach gebaut werden können. Nach erfolgtem Bau kann die Wärmeversorgung über das Netz beginnen.

Zuständigkeit	Einzubindende Akteure
<ul style="list-style-type: none"> • Stadt Rendsburg • Energieversorger (z.B. Stadtwerke SH) 	<ul style="list-style-type: none"> • Stadtverwaltung (Bauamt etc.) • Ankerkunden • Flächeneigentümer • Fachplanung • Unterschiedliche Akteure nach Bedarf
Erste Handlungsschritte	
<ol style="list-style-type: none"> 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 	<ol style="list-style-type: none"> 5. Vergabe der Planungsleistung 6. Planung und Vergabe der Bauleistungen 7. Beginn der ersten Baumaßnahmen 8. Wärmelieferung
Wärmebedarf 2040	Erfolgsindikatoren
<p>Wohnen: 20,3 GWh Kommunal: 0 GWh Gewerbe 4,2 GWh Gesamt: 24,6 GWh Anteil Wohnen: 83 %</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 Substitution der konventionellen Energieversorgung im Netzgebiet durch EE
Finanzierung / Förderung	Monitoring Indikatoren
<ul style="list-style-type: none"> • Bundesförderung für effiziente Wärmenetze • Ggf. weitere Förderprogramme 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anteil EE an der Wärmebereitstellung 2. Anteil angeschlossener Liegenschaften im Wärmenetzgebiet 3. Anteil / Wärmemenge der ersetzten fossilen Versorgung 4. Eingesparte THG-Emissionen
Hemmnisse & Lösungsansätze	Flankierende Maßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> • Bedenken von Akteuren • Flächenverfügbarkeit • Finanzierungsmöglichkeiten für die Umsetzung 	<ul style="list-style-type: none"> • Einbindung der Planung in kommunale Infrastrukturplanung (Wasser, Strom etc.)

<h1>WN4</h1>	<h2>Prüfung der Machbarkeit und Umsetzung eines Wärmenetzes in dem Wärmenetzprüfgebiet Innenstadt/Zentrum</h2>			
Teilgebiet	Wärmenetzprüfgebiet 5			
Gebietsbeschreibung	<p>Im Zentrum Rendsburg ergibt sich ein großes zusammenhängendes Gebiet mit durchweg hoher Wärmeliniedichte. Der Suchraum grenzt im Süden an den Nord-Ostsee-Kanal und erstreckt sich vom Stadtteil Neuwerk ausgehend in nord-westlicher Richtung über die Innenstadt und Altstadt in die Stadtteile Kronwerk und Rotenhof bis hin zur Feldwebel Schmid Kaserne. An das Gebiet grenzen das Neubaugebiet Neuwerk West/Eiderkaserne sowie das daran angrenzende bestehende Nahwärmenetz der Stadtwerke SH an. Im Gebiet gibt es zahlreiche potenzielle Ankerkunden. Der Wärmebedarf des Gebiets entfällt zur Hälfte auf Wohnen und zur anderen Hälfte auf andere Nutzungen.</p> <div data-bbox="916 519 1378 896" style="text-align: right;"> </div> <p>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>			
Wärme & CO₂-Emissionen	Bedarf Bestand 247,8 GWh	CO₂-Emissionen Bestand 58.200 t	Bedarf 2040 206,3 GWh	
Angestrebte Versorgungsart	Zentral Luftwärmepumpe, Geothermie, Gewässerwärme			
Ziele Aufbau einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung in dem beschriebenen Wärmenetzprüfgebiet auf Basis von Umweltwärme (Luft, Geothermie, Gewässer) und Spitzenlastzeugern	Priorität hoch Zeithorizont langfristig			
Kurzbeschreibung - Maßnahmen				
<p>Dieses Gebiet umfasst einen besonders großen Suchraum, der mit ca. 43 km Hauptrassenlänge knapp die Hälfte des Rendsburger Wärmebedarfs einschließt. Der Aufbau eines so großen Wärmenetzes wäre eine gewaltige und einschneidende Veränderung in der Wärmeversorgung von Rendsburg, für die im Rahmen dieser Wärmeplanung ohne weitere Abstimmungsprozesse keine abschließende Empfehlung gegeben werden kann.</p> <p>Daher sollte in einer weiterführenden Betrachtung differenziert werden, ob hier ein großes zusammenhängendes Fernwärmenetz entstehen soll oder ob nur für einzelne, voneinander abgegrenzte Teilgebiete zentrale Lösungen angestrebt werden. Gemeinsam mit dem Energieversorger (z.B. Stadtwerke SH) und der Stadt sollte hier vor der Durchführung einer Machbarkeitsstudie eingegrenzt werden, was denkbare Perspektiven wären und in welchen Teilabschnitten ein Wärmenetz überhaupt sinnvoll realisiert werden könnte. Zusätzlich stellt sich die Frage der Verfügbarkeit von Potenzialen. In und um das Gebiet gibt es zahlreiche potenzielle Standorte für Rückkühlwerke. Aufgrund des immens hohen Wärmebedarfs im Gebiet ist sicherlich die Erschließung von vielen Wärmequellen an unterschiedlichen Standorten erforderlich. Dies gilt umso mehr, wenn statt eines großen Wärmenetzes mehrere kleinere Netze entstehen, die alle lokal versorgt werden müssen.</p>				

Nachdem die Zielstellung für den zentralen Suchraum eingegrenzt wurde, kann im Rahmen einer Machbarkeitsstudie dann ein potenzielles Wärmenetz weiter detailliert werden.

Die inhaltlichen Schwerpunkte der Machbarkeitsstudie entsprechen darüber hinaus der Darstellung in der Maßnahme WN 2.

Darauf aufbauend sollen entsprechende Wärmenetze geplant und umgesetzt werden.

Nach den ersten Schritten der Vorplanung sollten Fördermöglichkeiten geprüft und beantragt werden. Hierbei bietet sich insbesondere die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze an, über die Umfang und Machbarkeit der Wärmenetze detailliert geprüft und vorgeplant werden können.

Während der Planung können die Netze in verschiedene Bauabschnitte eingeteilt werden, welche nach und nach gebaut werden können. Nach erfolgtem Bau kann die Wärmeversorgung über das Netz beginnen.

Zuständigkeit	Einzubindende Akteure
<ul style="list-style-type: none"> • Stadt Rendsburg • Energieversorger (z.B. Stadtwerke SH) 	<ul style="list-style-type: none"> • Stadtverwaltung (Bauamt etc.) • Ankerkunden • Flächeneigentümer • Fachplanung • Unterschiedliche Akteure nach Bedarf
Erste Handlungsschritte	
<ol style="list-style-type: none"> 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 	<ol style="list-style-type: none"> 5. Vergabe der Planungsleistung 6. Planung und Vergabe der Bauleistungen 7. Beginn der ersten Baumaßnahmen 8. Wärmelieferung
Wärmebedarf 2040	Erfolgsindikatoren
Wohnen: 101,9 GWh Kommunal: 12,8 GWh Gewerbe: 91,6 GWh Gesamt: 206,3 GWh Anteil Wohnen: 49 %	<ol style="list-style-type: none"> 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	Monitoring Indikatoren
<ul style="list-style-type: none"> • Bundesförderung für effiziente Wärmenetze • Ggf. weitere Förderprogramme 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anteil EE an der Wärmebereitstellung 2. Anteil angeschlossener Liegenschaften im Wärmenetzgebiet 3. Anteil / Wärmemenge der ersetzten fossilen Versorgung 4. Eingesparte THG-Emissionen
Hemmnisse & Lösungsansätze	Flankierende Maßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> • Bedenken von Akteuren • Flächenverfügbarkeit • Finanzierungsmöglichkeiten für die Umsetzung 	<ul style="list-style-type: none"> • Einbindung der Planung in kommunale Infrastrukturplanung (Wasser, Strom etc.)

<h1>WN5</h1>	<h2>Prüfung der Machbarkeit und Umsetzung eines Wärmenetzes in den Wärmenetzprüfgebieten im Osten Rendsburgs</h2>			
Teilgebiet	Wärmenetzprüfgebiete 6,7 und 8			
Gebietsbeschreibung	Dieser Suchraum umfasst die drei Wärmenetzprüfgebiete östlich der Bahntrasse. Die Gebiete Schleife Ost und West (Gebiet 7 und 8) sind stark von Wohnbebauung geprägt. Im Gebiet 6 sind dagegen kommunale und sonstige Ankerkunden von größerer Bedeutung.	<p>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>		
Wärme & CO₂-Emissionen	Bedarf Bestand 41,1 GWh	CO₂-Emissionen Bestand 9.700 t	Bedarf 2040 34,2 GWh	
Angestrebte Versorgungsart	Zentral Luftwärmepumpe, Geothermie, ggf. Gewässerwärme Nord-Ostsee-Kanal			
Ziele		Priorität		
Aufbau einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung in den beschriebenen Wärmenetzprüfgebieten auf Basis von Umweltwärme und Spitzenlasterzeugern.		hoch		
		Zeithorizont		
		mittelfristig		
Kurzbeschreibung - Maßnahmen				
<p>Die in dieser Maßnahme untersuchten Wärmenetzprüfgebiete sollen in einer gemeinsamen Studie untersucht werden. Hintergrund der gemeinsamen Betrachtung ist, dass diese Wärmenetzprüfgebiete sich in räumlicher Nähe zueinander östlich der Bahntrasse befinden und damit ggf. auch gemeinsam versorgt werden können. Schwerpunkt der Untersuchung sollte neben der Frage, ob kleinere Netze oder eine gemeinsame Versorgung angestrebt werden insbesondere auch die Verfügbarkeit und Genehmigungsfähigkeit von Flächen für die Erschließung von Umweltwärme sein. Ideen hierzu sind im räumlichen Konzept skizziert, allerdings sind die angedachten Flächen derzeit teilweise anderweitig genutzt, sodass geprüft werden muss, inwiefern diese Nutzung beispielsweise mit der Aufstellung von Rückkühlwerken vereinbar ist. Für das Gebiet 6 ist die Bindung von Ankerkunden wie dem Finanzamt, der Christian-Timm-Schule und des BBZ sowie den Nahversorgern von großer Bedeutung. Das Gebiet 6 grenzt unmittelbar an das Bestandsnetz von enercity an. Hier sollte geprüft werden, ob Synergien mit dem bestehenden Netz genutzt werden können.</p> <p>Die inhaltlichen Schwerpunkte der Machbarkeitsstudie entsprechen darüber hinaus der Darstellung in der Maßnahme WN2.</p> <p>Darauf aufbauend sollen entsprechende Wärmenetze geplant und umgesetzt werden.</p> <p>Nach den ersten Schritten der Vorplanung sollten Fördermöglichkeiten geprüft und beantragt werden. Hierbei bietet sich insbesondere die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze an, über die Umfang und Machbarkeit der Wärmenetze detailliert geprüft und vorgeplant werden können.</p> <p>Während der Planung können die Netze in verschiedene Bauabschnitte eingeteilt werden, welche nach und nach gebaut werden können. Nach erfolgtem Bau kann die Wärmeversorgung über das Netz beginnen.</p>				

Zuständigkeit	Einzubindende Akteure
<ul style="list-style-type: none"> • Stadt Rendsburg • Energieversorger (z.B. Stadtwerke SH) • enercity 	<ul style="list-style-type: none"> • Stadtverwaltung (Bauamt etc.) • Ankerkunden • Flächeneigentümer • Fachplanung • Unterschiedliche Akteure nach Bedarf
Erste Handlungsschritte	
<ol style="list-style-type: none"> 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 	<ol style="list-style-type: none"> 5. Vergabe der Planungsleistung 6. Planung und Vergabe der Bauleistungen 7. Beginn der ersten Baumaßnahmen 8. Wärmelieferung
Wärmebedarf 2040	Erfolgsindikatoren
Wohnen: 23,3 GWh Kommunal: 3,2 GWh Gewerbe 7,7 GWh Gesamt: 34,1 GWh Anteil Wohnen: 68 %	<ol style="list-style-type: none"> 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	Monitoring Indikatoren
<ul style="list-style-type: none"> • Bundesförderung für effiziente Wärmenetze • Ggf. weitere Förderprogramme 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anteil EE an der Wärmebereitstellung 2. Anteil angeschlossener Liegenschaften im Wärmenetzgebiet 3. Anteil / Wärmemenge der ersetzten fossilen Versorgung 4. Eingesparte THG-Emissionen
Hemmnisse & Lösungsansätze	Flankierende Maßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> • Bedenken von Akteuren • Flächenverfügbarkeit • Finanzierungsmöglichkeiten für die Umsetzung 	<ul style="list-style-type: none"> • Einbindung der Planung in kommunale Infrastrukturplanung (Wasser, Strom etc.)

<h1>WN6</h1>	<h2>Transformation der Bestandswärmenetze</h2>			
Teilgebiet	Wärmenetzprüfgebiete 6,7 und 8			
Gebietsbeschreibung	<p>In Rendsburg befinden sich zwei Bestandswärmenetze. Während das Netz der Stadtwerke SH vorrangig kommunale Liegenschaften versorgt, liefert das Netz von energy vor allem Wärme an Wohnbauten.</p>			
				
Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0				
Wärme & CO₂-Emissionen	Bedarf Bestand 20,9 GWh	CO₂-Emissionen Bestand 3.500 t	Bedarf 2040 17,1 GWh	
Angestrebte Versorgungsart	Zentral Luftwärmepumpe, Geothermie, ggf. Gewässerwärme Obereider, ggf. Biomethan			
Ziele		Priorität		
Transformation des Bestandswärmenetzes zu 100 % klimaneutraler Wärmeversorgung.		hoch		
		Zeithorizont mittelfristig		
Kurzbeschreibung - Maßnahmen				
<p>Die Dekarbonisierung der Wärmenetze ist Aufgabe der Wärmenetzbetreiber</p> <p>Das Wärmenetz der Stadtwerke SH grenzt unmittelbar an den Suchraum Innenstadt/Zentrum an, sodass eine Integration des Bestandsnetzes in ein größeres Netz denkbar ist. Sollte ein derartiges Wärmenetz nicht möglich sein, ist es notwendig die bestehenden Wärmenetze anderweitig zu dekarbonisieren. In einem Transformationsplan kann geprüft werden, wie die Dekarbonisierung der Wärmenetze umgesetzt werden kann. Hierbei sollte sofern notwendig eine Absenkung der Vorlauftemperaturen für die angeschlossenen Liegenschaften geklärt werden.</p> <p>Auch das Wärmenetz von energy grenzt unmittelbar an ein Wärmenetzprüfgebiet, sodass auch hier Synergien gesucht werden können. Darüber hinaus wird die Wärme hier bereits teilweise erneuerbar in einem Biomethan-BHKW erzeugt. In einem Transformationsplan könnte geprüft werden, wie die weitere Dekarbonisierung der Wärmenetze umgesetzt werden kann.</p>				
Zuständigkeit		Einzubindende Akteure		
<ul style="list-style-type: none"> • Stadt Rendsburg • Energieversorger (z.B. Stadtwerke SH) • energy 		<ul style="list-style-type: none"> • Stadtverwaltung (Bauamt etc.) • Ankerkunden • Flächeneigentümer • Fachplanung • Unterschiedliche Akteure nach Bedarf 		

Erste Handlungsschritte	
<ol style="list-style-type: none"> 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 	<ol style="list-style-type: none"> 5. Vergabe der Planungsleistung 6. Planung und Vergabe der Bauleistungen 7. Beginn der ersten Baumaßnahmen 8. Wärmelieferung
Wärmebedarf 2040	Erfolgsindikatoren
<p>Wohnen: 8,0 GWh Kommunal: 5,1 GWh Gewerbe 4,0 GWh Gesamt: 17,1 GWh Anteil Wohnen: 47 %</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 Substitution der konventionellen Energieversorgung im Netzgebiet durch EE
Finanzierung / Förderung	Monitoring Indikatoren
<ul style="list-style-type: none"> • Bundesförderung für effiziente Wärmenetze • Ggf. weitere Förderprogramme 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anteil EE an der Wärmebereitstellung 2. Anteil angeschlossener Liegenschaften im Wärmenetzgebiet 3. Anteil / Wärmemenge der ersetzten fossilen Versorgung 4. Eingesparte THG-Emissionen
Hemmnisse & Lösungsansätze	Flankierende Maßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> • Bedenken von Akteuren • Flächenverfügbarkeit • Finanzierungsmöglichkeiten für die Umsetzung 	<ul style="list-style-type: none"> • 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
----	--

<h1>G1</h1>	<h2>Umstellung der Wärmeversorgung im Bereich der dezentral versorgten Gebiete</h2> 		
Teilgebiet	Alle Gebiete außerhalb der Wärmenetzprüfgebiete und		
Gebietsbeschreibung	Gebiete mit geringer Wahrscheinlichkeit für die Umsetzung von Wärmenetzen.		 <p>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
Wärme & CO₂-Emissionen	Bedarf Bestand 122,3 GWh	CO₂-Emissionen Bestand 28.600 t	Bedarf 2040 103,9 GWh
Angestrebte Versorgungsart	Luft- / Geothermie-Wärmepumpen, PV, PVT, Solarthermie, Biomasse, Biomethan, ggf. Wasserstoff		
Ziele		Priorität	
Umstellung der Gebäude in den dezentral zu versorgenden Gebieten auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung		hoch	
		Zeithorizont	
		langfristig	
Kurzbeschreibung - Maßnahmen			
<p>Alle nicht als Wärmenetzprüfgebiete ausgewiesenen Gebiete werden sich höchstwahrscheinlich dezentral mit Wärme versorgen. Durch die angepasste Nutzungspflicht von Erneuerbaren Energien beim Austausch oder dem nachträglichen Einbau einer Heizungsanlage durch das EWKG-SH und das GEG sind Eigentümer und Eigentümergemeinschaften bei Heizungstausch aktuell dazu verpflichtet, mindestens 15 % und perspektivisch mindestens 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 Solarthermieanlagen 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. Insbesondere Luft-Wärmepumpen eignen sich nach aktuellem Stand am wirtschaftlichsten zur nachhaltigen Wärmeversorgung auch im Bestand. Teile des Stadtgebiets sind außerdem gut bis sehr gut für die Nutzung von oberflächennaher Geothermie geeignet. Bekannten Restriktionen bestehen im Trinkwasserschutzgebiet Armensee. 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 wie energetische Sanierungen und den Einbau von Flächenheizungen ermöglicht die Absenkung der Vorlauftemperaturen und verbessert die Effizienz der Wärmepumpen. Solche Maßnahmen sind nicht in jedem Bestandsgebäude erforderlich.</p> <p>Alternativ kann die Wärmeversorgung mit (aktuell bilanziellem) Biomethan, Biomasse oder ggf. Wasserstoff erfolgen, wobei die Verfügbarkeit und Preisentwicklung dieser Brennstoffe in Zukunft unsicher ist. Aufgrund der</p>			

sehr unterschiedlichen Rahmenbedingungen ist für jedes Gebäude die beste dezentrale Versorgungsoption einzeln prüfen. Für die Umstellung der Wärmeversorgung in den privaten Gebäuden sind die Eigentümer verantwortlich.

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

Zuständigkeit	Einzubindende Akteure
<ul style="list-style-type: none"> Eigentümer der Einzelgebäude in dezentral versorgten Gebieten 	<ul style="list-style-type: none"> Beratungsstellen Energieberater ggf. Anbieter für Contracting-Lösungen
Erste Handlungsschritte	
<ol style="list-style-type: none"> Verweis auf die Beratungsleistungen der Verbrauchzentrale und Inanspruchnahme der Leistung Vorprüfung der technisch-wirtschaftlichen Machbarkeit der einzelnen Gebäude durch Fachpersonal Einholung und Gegenüberstellung von konkreten Angeboten der Fachfirmen 	
Wärmebedarf 2040	Erfolgsindikatoren
Wohnen: 63,5 GWh Kommunal: 5,8 GWh Gewerbe: 34,7 GWh Gesamt: 103,9 GWh Anteil Wohnen: 61 %	<ol style="list-style-type: none"> Anzahl der in Anspruch genommenen Beratungsleistungen Anzahl der ausgetauschten Heizungsanlagen
Finanzierung / Förderung	Monitoring Indikatoren
<ul style="list-style-type: none"> BEG-Einzelmaßnahmen Weitere Förderungen aus Schleswig-Holstein in Verbindung mit der BEG 	<ol style="list-style-type: none"> Anteil EE an der Wärmebereitstellung Anzahl der umgestellten Heizungen Eingesparte THG-Emissionen
Hemmnisse & Lösungsansätze	Flankierende Maßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> Unsicherheit bezüglich technischer Rahmenbedingungen notwendiger Sanierung für Wärmepumpen <ul style="list-style-type: none"> ➤ Informations- und Beratungsangebote ➤ Vermittlung von kompetentem Fachpersonal für die Planung und Umsetzung Hohe Anschaffungskosten <ul style="list-style-type: none"> ➤ Fördermittel (-beratung) 	<ul style="list-style-type: none"> Bereitstellung von Informationsmaterial Organisation von Informationsveranstaltungen

7.4 Zeitliche Priorisierung der Umsetzung

Übergeordnete Maßnahmen:

Die übergeordneten Maßnahmen können von der Verwaltung zeitnah umgesetzt oder zumindest angestoßen werden. Ggf. sind dafür zusätzliche personelle Kapazitäten notwendig. Insbesondere die Ermittlung des Sanierungsbedarfes für den Bestand der kommunalen Liegenschaften ist wichtig für die langfristige Planung von Investitionen und Personal. Je früher der Umfang der erforderlichen Investitionen bekannt ist, desto früher kann mit einer voraussichtlich ohnehin schrittweise stattfindenden Umsetzung begonnen werden.

Wärmenetzprüfgebiete:

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. Der Maßnahmenkatalog für Rendsburg umfasst 6 Wärmenetzmaßnahmen, die unabhängig voneinander zeitnah begonnen werden sollten. Die Voruntersuchung zur Eignung von Wärmenetzen in den Gewerbegebieten (WN1) hat aufgrund ihrer richtungsweisenden Aufgabe für diese Gebiete eine hohe Priorität. Durch die Abfragen bei den Unternehmen ergibt sich ein klareres Bild, was die Art der Wärmeversorgung in diesen Gebieten angeht. Ebenso sind jedoch auch die Maßnahmen für die weiteren Wärmenetzprüfgebiete zeitnah zu beginnen. Aus der Machbarkeitsstudie für die verschiedenen Gebiete ergibt sich dann auch die weitere Priorisierung der einzelnen Wärmenetzprüfgebiete.

Insbesondere für das Wärmenetzprüfgebiet Innenstadt/Zentrum ist mit langen Planungs- und Realisierungszeiten zu rechnen, sodass hier frühzeitige richtungsweisende Überlegungen angestellt werden sollten, um die Fragestellung der Wärmeversorgung in diesem Gebiet Stück für Stück zu konkretisieren.

8 Monitoring

Das vorliegende Konzept umfasst mehrere Maßnahmen in unterschiedlichen Handlungsfeldern, deren Umsetzungsstand und Wirksamkeit regelmäßig überprüft werden muss. Dieses Controlling der Konzeptumsetzung stellt eine wichtige Aufgabe für die Stadt dar. Insofern ist auch die zukünftige übergeordnete Einbindung der Verwaltung das wichtigste „Controlling-Instrument“. Hierfür sollte innerhalb der Verwaltung klar zugeordnet werden, welche Stelle für das Controlling des Wärmeplans zuständig ist. Diese Stelle, in Rendsburg bietet sich der Fachdienst Bauverwaltung und Klimaschutz an, bildet die zentrale Schnittstelle bei der Vorbereitung und Steuerung der einzelnen Maßnahmen. Daneben überprüft die zuständige Stelle die Zwischenstände der einzelnen Projekte und dokumentiert diese.

Fortschreibung der Energie- und CO₂-Bilanz

Die zuständige Stelle sollte bei der Fortschreibung der Bilanz, die im Rahmen dieser Wärmeplanung erhobenen Daten kritisch hinterfragen und – wo möglich und erforderlich – durch geeignetere Verbrauchs- oder Schätzwerte ergänzen. Die Stadtwerke SH spielen hier eine entscheidende Rolle. Nachfolgend aufgeführte Daten sollten beispielsweise für die Fortschreibung des Wärmeplans angefragt werden. Zusätzlich ist das Nachführen der Emissionsfaktoren für Strom relevant. Der Emissionsfaktor des bundesdeutschen Strommixes wird jährlich vom Umweltbundesamt veröffentlicht. Die Erhebung der Schornsteinfegerdaten ermöglicht darüber hinaus eine genauere Bezifferung der nicht-leitungsgebundenen Emissionen. Emissionen könnten zusätzlich je m² oder Einwohner ausgewiesen werden (und nicht nur absolut), um einen Vergleich zu anderen Kommunen zu ermöglichen.

Die von den Stadtwerken beispielsweise zur Aktualisierung bzw. Ergänzung der CO₂-Bilanz abzufragenden Daten umfassen:

- Erdgasverbrauch, aufgeteilt in die Sektoren der Energiebilanz
- Stromverbrauch für die Wärmeversorgung, aufgeteilt in die Sektoren der Energiebilanz
- Anzahl Anschlüsse oder Tarifabschlüsse für Wärmepumpen

Maßnahmen-Controlling

Um den Umsetzungsstand einzelner Maßnahmen zu kontrollieren, ist es erforderlich, den aktuellen Sachstand direkt zu erheben. Daher ist die Umsetzung der Maßnahmen durch die zuständige Stelle laufend zu begleiten. Für jede Maßnahme sind im Maßnahmensteckbrief entsprechende Indikatoren festgehalten.

Darüber hinaus können folgende quantitativ zu erfassende Parameter Kennwerte für ein Maßnahmen-Controlling sein:

- Energieverbrauch (und ggf. -erzeugung) in kommunal genutzten Gebäuden (Datenerhebung bei der Stadt)
- Förderzahlen für Maßnahmen zur energetischen Sanierung oder Angaben zur Nutzung von Erneuerbaren Energien

Auch die folgenden Indikatoren können der Überprüfung des Umsetzungserfolges einzelner Maßnahmen dienen:

- erfolgte Gebäudesanierungen in kommunal genutzten Gebäuden und an Schulgebäuden
- installierte Photovoltaik oder Solarthermie
- umgesetzte Effizienzmaßnahmen oder Energiekonzepte

Fortschrittsbericht

Neben den reinen Verbrauchs- und Erzeugungswerten sollten auch die Aktivitäten und Entwicklungen in Sachen Wärmeplanung erfasst und beschrieben werden, um möglichst hohe Transparenz zu schaffen und so den Akteuren die Möglichkeit zu geben, sich zu vernetzen und auszutauschen. Die aktuellen Maßnahmen und deren Erreichungsgrad sollten dokumentiert und jährlich in einem Fortschrittsbericht zusammengefasst werden. Dabei sollen insbesondere die Maßnahmen der Stadtverwaltung dargestellt werden, aber auch ausgewählte und nachahmenswerte Beispiele aus anderen Bereichen sollen exemplarisch geschildert werden. Der Bericht sollte in einem geeigneten Gremium vorgestellt und beraten werden.

Personalbedarf

Für die zahlreichen Aufgaben, die sich aus dem Maßnahmenkatalog und der Wärmeplanung für die Stadt ergeben, resultiert ggf. zusätzlicher Personalbedarf. Dieser umfasst neben der Betreuung und technischen Begleitung und Umsetzung der Maßnahmen für die eigenen Liegenschaften (Energiemanagement, Modernisierungskonzepte, etc.) auch die Koordination und Unterstützung bei den weiterführenden Untersuchungen zu den Wärmenetzen (Unternehmensbefragung, Machbarkeitsstudie) sowie die Organisation von Informationsangeboten für Immobilieneigentümer außerhalb der Wärmenetzprüfgebiete und weiteren Aufgaben.

Es ist davon auszugehen, dass zur Umsetzung der oben genannten Maßnahmen zusätzliche Kapazitäten erforderlich sind.

Diese Aufgaben können aber auch an den Energiedienstleister ausgelagert werden.

9 Fazit

Das vorliegende Konzept zeigt auf, wie der Wärmebedarf in Rendsburg zukünftig erneuerbar gedeckt werden kann. Es wird auch aufgezeigt, in welchen Gebieten sich Wärmenetze anbieten und wo von einer dezentralen Wärmeversorgung auszugehen ist. Dies ist auch bei den zukünftigen Planungen hinsichtlich der Strom- und Gasnetze zu berücksichtigen, da in Gebieten außerhalb etwaiger Wärmenetze vermehrt die Installation dezentraler Wärmepumpen zu erwarten ist und in Wärmenetzgebieten möglicherweise Großwärmepumpen zum Einsatz kommen.

Die Wärmenetze werden vermutlich maßgeblich durch erneuerbare Umweltwärmequellen wie Umgebungsluft, Geothermie und gegebenenfalls Gewässerwärme versorgt werden, sofern sich zukünftig keine gewerblichen Abwärmepotenziale ergeben.

Der Maßnahmenkatalog zeigt, dass längerfristig ein konstruktives Zusammenspiel verschiedenster Akteure wie Gesellschaft, Politik, Verwaltung und Energieversorgern erforderlich ist, um die klimaneutrale Wärmeversorgung im Stadtgebiet Realität werden zu lassen.

10 Anhang

Tabelle 27: Denkmalgeschützte Gebäude in Rendsburg (Quelle: Stadt Rendsburg)

Adresse	Bezeichnung
Aalborgstraße	Eisenbahn-Viadukt
Adolf-Steckel-Straße 22	ehem. Pastorenhaus / ehem. Forstamt
Adolf-Steckel-Straße 22	Nebengebäude zum ehem. Forstamt
Ahlmannstraße 16	St. Jürgen-Kirche
Alte Kieler Landstraße 187	Gemeindezentrum mit Pastorat
Alte Kieler Landstraße 36	ehem. Beamtenwohnhaus
Altstädter Markt	Altstädter Markt
Altstädter Markt 11	Wohn- und Geschäftshaus
Altstädter Markt 15 - 16	Gaststätte
Altstädter Markt 6 a; Mühlenstraße 33	Altes Rathaus
Am Bahnhof 20	Bahnhof Rendsburg
Am Bahnhof 22	ehem. Stellwerk Rn
Am Gerhardsteich 1	Wohnhaus
Am Kreishafen	Eisenbahnhochbrücke
Am Kreishafen	Nördliches Wartehäuschen an der Schwebefähre
Am Kreishafen 36	Saatsee-Werft
Am Kreishafen 36	Querhelling (Gebäude XIV)
Am Kreishafen 36	ehem. Kraftwerk (Gebäude I)
Am Kreishafen 36	Maschinenwerkstätte (Gebäude VIII)
Am Kreishafen 36	Helling-Wippkran
Am Stadtsee 9	ehem. Artillerie-Wagenhaus, sog. Remise
Am Stadtsee/Stadtpark	Denkmal für Uwe Jens Lornsen
An der Marienkirche 13	Wohnhaus
An der Marienkirche 21	Baugruppe An der Marienkirche 21-24
An der Marienkirche 22	ehem. Archidiakonats
An der Marienkirche 4	Wohnhaus
An der Marienkirche 6	Kirche St. Marien
An der Marienkirche 6	Kirche St. Marien mit Ausstattung
An der Marienkirche 6	Kirchhof
Arsenalstraße 12	ehem. Verheiratetengebäude II (Gebäude 19)
Arsenalstraße 14	Offiziersheim, ehem. Wirtschaftsgebäude (Gebäude 5)
Arsenalstraße 18, 20, 22	Großes Mannschaftshaus (Gebäude 4)
Arsenalstraße 2 - 10	Hohe und Niederes Arsenal
Arsenalstraße 2, 4, 6, 8, 10	Hohes Arsenal (Kulturzentrum)

Arsenalstraße 21, 23, 25	ehem. Stallgebäude II (Gebäude 14)
Arsenalstraße 9	ehem. Stabsgebäude (Gebäude 9)
Augustenburger Straße	Eisenbahn-Viadukt
Bahnhofstraße 12, 14, 16	Verlagshaus Heinrich Möller & Söhne
Berliner Straße 2	ehem. Kreisbahnhof (Haus der Verbände)
Blenkinsopstraße	Eisenbahn-Viadukt
Blenkinsopstraße 50	Wasserturm (Gebäude XIX)
Denkerstraße 1; Mühlenstraße 15	ehem. Kornwassermühle
Denkerstraße 23	Bürgerhaus
Denkerstraße 25	Wohn- und Geschäftshaus
Denkerstraße 3	Wohnhaus
Elephantenstraße 11	ehem. Kranken-Pferdestall (Gebäude 15 c)
Elephantenstraße 12	ehem. Reitbahn (Gebäude 20)
Elephantenstraße 13, 14, 15	ehem. Stallgebäude IV (Gebäude 22)
Elephantenstraße 16, 17, 18	ehem. Stallgebäude I (Gebäude 13)
Elephantenstraße u.a.	Umfassungsmauer
Friedhofsallee	Garnisonfriedhof
Graf-von-Stauffenberg-Straße 12	ehem. Pferdestall
Graf-von-Stauffenberg-Straße 2	ehem. Exerzierhalle
Hans-Heinrich-Beisenkötter-Platz 1	Stadttheater (ehem. Stadthalle)
Herrenstraße 17	ehem. Materialhof
Herrenstraße 20	ehem. Dienstwohngebäude der Trainkaserne
Herrenstraße 7	Wohnhaus
Hohe Straße 7	Bürgerhaus
Hollesenstraße 10	früheres Zollhof-Gebäude, ehem. Garagengebäude
Hollesenstraße 14	ehem. Zollamt
Hollesenstraße 15	Kanalpackhaus
Hollesenstraße 2	Wohn- und Geschäftshaus
Hollesenstraße 27	ehem. Villa Ditting
Hollesenstraße 27 c	Villa Ditting: Nebengebäude
Hollesenstraße 4	Wohn- und Geschäftshaus
Hollesenstraße 6	Wohnhaus
Hollesenstraße 8	Wohn- und Geschäftshaus
Holsteiner Straße 10	ehem. Speicher
Holstenstraße 5	ehem. Reichsbankzweigstelle
Holstenstraße 6	Mehrfamilienhaus mit Büro
Idstedtstraße 1	Reihenhaus
Idstedtstraße 1 - 59	Wohnsiedlung Idstedtstraße

Idstedtstraße 12	Reihenhaus
Idstedtstraße 2	Reihenhaus
Idstedtstraße 20	Reihenhaus
Idstedtstraße 23	Reihenhaus
Idstedtstraße 28	Reihenhaus
Idstedtstraße 37	Reihenhaus
Idstedtstraße 45	Reihenhaus
Idstedtstraße 7	Reihenhaus
Jungfernstieg 19	Pellihof
Jungfernstieg 3, 5, 5 a	ehem. Kaiserliches Postamt
Kaiserstraße 19	ehem. Körner- und Mehlmagazin
Kaiserstraße 21	ehem. Ökonomiegebäude
Kaiserstraße 23	ehem. Garnisonlazarett
Kaiserstraße 24, 26, 28	sog. Uhrenblock
Kanalufer 16	Wohnhaus
Kanzleistraße 12, 13	Wohn- und Geschäftshaus
Kanzleistraße 7	ehem. Schulhaus des Arbeiterbildungsvereins
Kieler Straße 27	Bronzebüste Christian Timm
Kieler Straße 27	Christian-Timm-Schule
Kieler Straße 32	Eckladen
Kieler Straße 32	Wohnsiedlung Idstedtstraße Kieler Straße 32 - 36a
Kieler Straße 34	Wohnsiedlung Idstedtstraße Kieler Straße
Kieler Straße 36	Doppelwohnhaus
Kieler Straße 81	ehem. Direktorenvilla
Kieler Straße 81	Redoute Nr. 12
Kieler Straße 81 a	ehem. Gaststätte Nobiskrug
Kirchenstraße 8	Wohnhaus
Königinstraße 1	ehem. Superintendentur
Königinstraße 3	Wohnhaus
Königinstraße 5	Wohnhaus
Königstraße 17	Gefängnis
Königstraße 17	Amtsgericht
Königstraße 17, Wrangelstraße 10	Amtsgericht mit Gefängnis und Aufseherwohnhaus
Königstraße 23	Wohn- und Geschäftshaus
Königstraße 24	Wohn- und Geschäftshaus
Königstraße 24	Speicher, Hinterhofgebäude
Königstraße 25	Wohn- und Geschäftshaus
Königstraße 26	Wohn- und Geschäftshaus
Kronprinzenstraße 21	Wohnhaus

Lilienstraße 20, 22, 24, 26, 28	Fußwegüberdachung
Löwenstraße 19	Wohnhaus mit Büronutzung
Löwenstraße 5	Wohnhaus
Löwenstraße 8	Wohnhaus
Materialhofstraße 1	Pellihof
Materialhofstraße 1 c	Materialhof: Seitenflügel
Materialhofstraße 9, 10; Obereiderstraße 28; Provianthausstraße 9	ehem. Provianthaus
Mühlenstraße 1, 2	Bürgerhaus
Mühlenstraße 15	ehem. Kornwassermühle
Mühlenstraße 32	Bürgerhaus
Neue Straße 5	Wohn- und Geschäftshaus
Nienstadtstraße 10	Baugruppe Nienstadtstraße 10
Nienstadtstraße 10	Wohn- und Geschäftshaus
Nienstadtstraße 10	Rückflügel
Nienstadtstraße 11	Wohn- und Geschäftshäuser Nienstadtstraße 11-13
Nienstadtstraße 12, 13	Wohn- und Geschäftshaus
Nienstadtstraße 9	Wohn- und Geschäftshaus
Nobiskrüger Allee	Eisenbahn-Viadukt
Nobiskrüger Allee 3	Reihenhaus Nobiskrüger Allee 3 - 11
Nübbeler Weg 53	sog. Posthof
Nübbeler Weg 53	Wohnhaus
Nübbeler Weg 53	Zufahrtsallee
Obereiderstraße 28	Provianthaus
Paradeplatz 1	ehem. Hauptwache
Paradeplatz 10	ehem. Kommandantur
Paradeplatz 11	Niederer Arsenal (Volkshochschule)
Paradeplatz 2	Fassade des ehem. Weinhauses
Paradeplatz 3	Fassade des ehem. Weinhauses
Paradeplatz 8	ehem. Garnisonsapotheke
Paradeplatz 9	ehem. Hauptkasse
Prinzenstraße 11	Wohnhaus (ehem. Amtsgericht?)
Prinzenstraße 13	ehem. Kreishaus
Prinzenstraße 15	Wohn- und Geschäftshaus
Prinzenstraße 16	Christkirche
Prinzenstraße 16	Kirchhof
Prinzenstraße 8	ehem. Pastorat der Christkirche
Prinzenstraße 9, 16	Christkirche
Prinzessinstraße 1	Fassade des ehem. Weinhauses

Prinzessinstraße 19	Mehrfamilienwohnhaus
Prinzessinstraße 2	Rückflügel, Wohnhaus im Hof
Prinzessinstraße 2	Hinterhaus, Wohnhaus im Hof
Prinzessinstraße 21	Mehrfamilienwohnhaus
Prinzessinstraße 8	Museum Dr. Bamberger-Haus, ehem. Synagoge
Provianthausstraße 9	Provianthaus
Ritterstraße 12	ehem. Lehrerseminar (Helene-Lange- Gymnasium)
Röhlingsweg 7	Reihenhaus Röhlingsweg 7 - 13
Rotenhöfer Weg 22 b	Neuapostolische Kirche
Schiffbrückenplatz 7	Wohn- und Geschäftshaus
Schleifmühlenstraße 11	Bürgerhaus mit Hinterhaus
Schleifmühlenstraße 2	Gasthaus Zum Landsknecht
Schleswiger Chaussee 91	Feldwebel-Schmid-Kaserne
Schleswiger Chaussee 91	Mannschaftsblock III
Schleswiger Chaussee 91	Wirtschaftsgebäude Nord
Schleswiger Chaussee 91	Wirtschaftsgebäude Süd
Schleswiger Chaussee 91	Stabsgebäude mit Tordurchfahrt
Schleswiger Chaussee 91	Mannschaftsblock IV
Schleswiger Chaussee 91	Offiziersheim
Schleswiger Chaussee 91	Mannschaftsblock I
Schleswiger Chaussee 91	Mannschaftsblock II
Schleswiger Chaussee 91	Sportplatz im inneren Gebäudering
Schleuskuhle 1	Bürgerhaus
Schloßplatz	Gerhard-Brunnen
Schloßplatz 10	Wohnhaus Thormann
Schloßplatz 11	Wohnhaus
Schloßplatz 12	Hospital Zum Heiligen Geist
Sonderburger Allee	Ehrenmal für gefallene Eisenbahner
Stormstraße 1	ehem. Direktionsgebäude
Stormstraße 3	Wohnhaus mit zwei Nebengebäuden
Stormstraße 6	Wohnhaus
Stormstraße 8	Wohnhaus
Stormstraße 8	Gartenhaus
Torstraße 4	ehem. Amtshaus
Tulipanstraße u.a.	Umfassungsmauer
Untereiderstraße 13	ehem. Verheiratetengebäude I (Gebäude 17)
Untereiderstraße 4	Wohnhaus (ehem. Kreisbauamt)
Untereiderstraße 5	Wohn- und Geschäftshaus
Wallstraße 24	Altes Polizeigefängnis

Willy-Brandt-Platz 1	Viehmarkthalle Nordmarkhalle
Wrangelstraße 10	ehem. Aufseherwohnhaus
Idstedtstraße 1 - 59	Wohnsiedlung Idstedtstraße

Tabelle 28: Kommunale Liegenschaften (Verbrauchswert im Mittel der Jahre 2019 bis 2021)

Liegenschaft (Bezeichnung)	Baujahr / Sanie- rungen Gebäude	BGF [m ²]	Art Wärme	Wärmever- brauch
Kindergärten				
Kita Butterberg I	1997	1.000	Gas-Brennwert	60.890
Kita Butterberg II	2022/2023	824	-	-
Kita Villa Kunterbunt	1994	901	Gas-Brennwert	77.843
Kita Villa Kunterbunt, An- bau	2012	167		
Kita Neuwerk	1972	557	Gas-Brennwert	84.090
Kita Neuwerk, Anbau	1991	119		
Kita Neuwerk, Anbau	2014	415		
Kita Stadtpark	1973	738	Fernwärme	78.056
Kita Stadtpark, Anbau	2010	192		
Kita Stadtpark, Anbau	2015	44		
DLRG-Gebäude	1973	127		
Schulen				
Schule Mastbrook	1967	3.298	Gas	225.700
Schule Mastbrook, Sport- halle	-	-	-	-
Schule Mastbrook, Haus- meister Wohnung	-	-	-	-
Mehrzweckhalle Mastbrook	2018	2.165	Pellet	154.947
Grundschule Neuwerk, Schule	1908	2.335	Gas-Brennwert	203.540
Grundschule Neuwerk, Turnhalle	1908	489		
Grundschule Neuwerk, OGS	1975	278	Gas-NT	17.757
Grundschule Nobiskrug, Schule	1967	2.640	Gas-NT	292.060
Grundschule Nobiskrug, Sporthalle	1967	786		
Grundschule Nobiskrug, HM Wohnung	1967	278	Gas-Brennwert	18.047
Grundschule Obereider	1954	2.191	Gas-BHKW + Gas Brennwert	321.830
Grundschule Obereider, Anbau OGS	2010	752		
Grundschule Obereider, Sporthalle	1954	1.036		
Grundschule Obereider, HM Wohnung	1967	170	Gas-Brennwert	-
Schule Rotenhof	1954	4.700	Gas-Brennwert + Gas-NT	382.627
Schule Rotenhof, Anbau OGS	2010	454		
Schule Rotenhof, Sport- halle	2011	1.418	Gas-BHKW + Gas-Brennwert	137.890

Christian-Timm-Gemeinschaftsschule	1929	7.904	Gas-Brennwert	925.953
CTR-Schule, Anbau	1957	2.116		
CTR-Schule, Anbau	1973	775		
CTR-Schule, Anbau	1973	1.444		
CTR-Schule, Sporthalle (2+3)	1966/1991	1.069	Gas-Brennwert	106.523
CTR-Sporthalle (1)	1991	2.161	Gas-Brennwert	
Schule Altstadt	1895	3.969	Fernwärme + Gas-NT	971.637
Schule Altstadt	1895/1981	867		
Schule Altstadt, ehem. CSS	1957	541		
Schule Altstadt, ehem. CSS	1957	965		
Schule Altstadt, ehem. CSS	1973	298		
Schule Altstadt, ehem. CSS	1979	1.970		
Schule Altstadt, Europaforum	2005	1.067		
Schule Altstadt, Neubau Nawi-Zentrum	2015/2016	1.527		
Helene-Lange-Gymnasium	1912	5.673	Gas-Brennwert	750.940
Helene-Lange-Gymnasium	1970	1.201		
Helene-Lange-Gymnasium	1975	4.371		
Herderschule, Gymnasium	1958	2.487	Fernwärme	765.900
Herderschule, Gymnasium	1958	2.514		
Herderschule, Gymnasium	1969	3.050	Fernwärme	279.233
Herderschule, Gymnasium	1972	2.373	-	-
Gymnasium Kronwerk	1974	7.359	Gas-Brennwert	613.187
Gymnasium Kronwerk	1974	1.697		
Gymnasium Kronwerk	1974	129	Öl-NT	-
Gymnasium Kronwerk	2012	1.727	Gas-Brennwert	61.843
Stabsgebäude	1936/60, 2012	4.853	Fernwärme	142.027
Verwaltungs-u. Versammlungsgebäude				
Hohes Arsenal	1699/1989	9.032	Fernwärme	463.200
Niederes Arsenal	1740/1993	4.243	Fernwärme	232.833
Neues Rathaus	1983	10.061	Gas-Brennwert + Gas-NT	445.587
Altes Rathaus	1446/1566	1.365	Gas-NT	153.927
Nordmarkhalle	1920/1953	4.576	Gas-NT	292.303
Nordmarkhalle	2000	347		
Feuerwehr	1969	1.874	Gas-NT	261.503
Feuerwehr - Wohngebäude	1969	797		

Begegnungsstätte im Provinzhaus	-	-	-	-
Jugendräume im Stadtpark (T-Stube)	1740/1875	483	Gas-NT	71.867
Jugendräume im Stadtpark (Pulverschuppen)	1740/1875	411		
Stadttheater	1901	5.876	Gas-NT	-
Wohn-und Geschäftsgebäude				
Wohngebäude	1566	592	-	-
Wohngebäude (Flüchtlingswohnen)	1958/1970	326	Gas-Brennwert	26.228
Wohngebäude (Platzwart?)	1972	248	-	-
Wohngebäude (Friedhof)	1963	445	-	-
Pavillion	1974	23	-	-
Sportplätze				
Sportplatz Nobiskrug	1965	598	Gas-NT	119.563
Sportplatz Rotenhof	1967	556	Gas-Brennwert	70.000
Bootshaus Hela	1981	399	Gas-Brennwert	26.210

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: World Settlement Footprint für Rendsburg	8
Abbildung 2: Denkmalgeschützte Gebäude in Rendsburg	9
Abbildung 3: Lageplan kommunale Liegenschaften	10
Abbildung 4: Neubauvorhaben in Rendsburg	11
Abbildung 5: Stromverbrauch der Stadt Rendsburg 2020-2022	16
Abbildung 6: Gasverbrauch der Stadt Rendsburg 2020-2022	17
Abbildung 7: Fernwärmeverbrauch der Stadt Rendsburg 2020-2022.....	18
Abbildung 8: Anteile des Wärmebezugs in 2022 in Rendsburg	19
Abbildung 9: Anteil der Treibhausgasemissionen der Wärmebereitstellung der Stadt Rendsburg in 2022 nach Energieträger.....	21
Abbildung 10: Anteil der Treibhausgasemissionen der Wärmebereitstellung der Stadt Rendsburg in 2022 nach Sektoren	21
Abbildung 11: Vorgehen Bedarfsprognose Raumwärme.....	23
Abbildung 12: Betrachtungsraster Stadt Rendsburg.....	25
Abbildung 13: spezifischer Wärmebedarf im Bestand (nach Betrachtungsraster)	26
Abbildung 14: Annahmen Sanierungsraten pro Jahr	27
Abbildung 15: spezifischer Wärmebedarf 2030 (nach Betrachtungsraster) inkl. prozentualer Entwicklung.....	27
Abbildung 16: spezifischer Wärmebedarf 2035 (nach Betrachtungsraster) inkl. prozentualer Entwicklung.....	28
Abbildung 17: spezifischer Wärmebedarf 2040 (nach Betrachtungsraster) inkl. prozentualer Entwicklung.....	29
Abbildung 18: spezifischer Wärmebedarf 2045 (nach Betrachtungsraster) inkl. prozentualer Entwicklung.....	30
Abbildung 19: Anteile der Sektoren an den beheizten Gebäuden	31
Abbildung 20: Durchschnittlicher spezifischer Wärmebedarf nach Sektoren.....	31
Abbildung 21: Diagramm zur Reduktion des Wärmebedarfs durch Gebäudemodernisierung in kWh/a	32
Abbildung 22: Straßenabschnittsweise Wärmelinien-dichte in Rendsburg (2045, 70 % Anschlussquote).....	33
Abbildung 23: Straßenabschnittsweise Wärmelinien-dichte in Rendsburg (2045, 100 % Anschlussquote)	34
Abbildung 24: Wasserschutzgebiete und Brunnen (Quellen: Schleswig-Holstein, LLUR, 2022, Hintergrundkarte: WebAtlasDE, © GeoBasis-DE / BKG 2022)	36
Abbildung 25: Mittlere Wärmeleitfähigkeit bis 100 m	37
Abbildung 26: Freiflächen für Geothermie	38
Abbildung 27: Petrothermales Potenzial in Rendsburg (Quelle: Schulz et al. (2013) zit. auf www.geotis.de)	40
Abbildung 28: Hydrothermisches Potenzial in Rendsburg (Quelle: Schulz et al. (2013) zit. auf www.geotis.de) ...	41
Abbildung 29: Schmutzwasserleitungen in Rendsburg (ab DN 800 in Blau)	43
Abbildung 30: Biomassepotenzialflächen in der Gemeinde (Quelle: Eigene Darstellung nach ALKIS Flächennutzung, Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG 2022).....	44
Abbildung 31: Potenzielle Oberflächengewässer zur Umweltwärmenutzung	47
Abbildung 32: 1,2 MW Luft-Wärmepumpe in Slagslund Dänemark (Quelle: PlanEnergi).....	47
Abbildung 33: Klassifizierung der Solareignung nach Solarpotentialkataster Rendsburg-Eckernförde	49
Abbildung 34: Parkplatzflächen in der Stadt Rendsburg	51
Abbildung 35: Wärmelinie bei 70 % Anschlussquote und daraus abgeleitete Wärmenetzprüfgebiete	56
Abbildung 36: Schema zur Identifikation von Wärmenetzprüfgebieten.....	57
Abbildung 37: Wärmenetzprüfgebiet 1 mit Ideen für Standorte von Rückkühlern.....	60

Abbildung 38: Wärmenetzprüfgebiet 2 mit Ideen für Standorte von Rückkühlern.....	62
Abbildung 39: Wärmenetzprüfgebiet 3 mit Ideen für Standorte von Rückkühlern.....	63
Abbildung 40: Wärmenetzprüfgebiet 4 mit Ideen für Standorte von Rückkühlern.....	65
Abbildung 41: Wärmenetzprüfgebiet 5 mit Ideen für Standorte von Rückkühlern.....	67
Abbildung 42: Wärmenetzprüfgebiet 6 mit Ideen für Standorte von Rückkühlern.....	68
Abbildung 43: Wärmenetzprüfgebiet 7 mit Ideen für Standorte von Rückkühlern.....	70
Abbildung 44: Wärmenetzprüfgebiet 8 mit Ideen für Standorte von Rückkühlern.....	71
Abbildung 45: Zulässige Schalldruckpegel zur Tages- und Nachtzeit in verschiedenen Gebieten.....	74

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Neubauvorhaben in Rendsburg	11
Tabelle 2: Übersicht über die installierte elektrische Leistung von BHKW und PV	14
Tabelle 3: Stromverbrauch der Stadt Rendsburg in den Jahren 2020 bis 2022	15
Tabelle 4: Gasverbrauch der Stadt Rendsburg in den Jahren 2020 bis 2022	16
Tabelle 5: Fernwärmeverbrauch der Stadt Rendsburg in den Jahren 2020 bis 2022	17
Tabelle 6: Bereitstellung von Wärmeenergie in Rendsburg in den Jahren 2020 bis 2022	19
Tabelle 7: Treibhausgasemissionen der Stadt Rendsburg im Jahr 2022 nach Energieträgern und Sektoren	20
Tabelle 8: Klimafaktoren der Jahre 2019 bis 2022 (Quelle: Deutscher Wetterdienst)	24
Tabelle 9: Theoretische Geothermiepotenziale	39
Tabelle 10: Biomassepotenziale auf Potenzialflächen basierend auf der Nutzungsart der Flurstücke	45
Tabelle 11: Angenommene Abstände für Luftwärmepumpen basierend auf den Immissionsrichtwerten nachts der TA Lärm	48
Tabelle 12: Dachflächen-Photovoltaik Potenzial aufgeteilt nach Sektoren	50
Tabelle 13: Photovoltaik-Potenzial von Solar Carports	51
Tabelle 14: Zusammenfassung der theoretischen Potenziale der verschiedenen Wärmequellen	55
Tabelle 15: Übersicht zu den Wärmenetzprüfgebieten	58
Tabelle 16: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmenetzprüfgebiet 1	60
Tabelle 17: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmenetzprüfgebiet 2	62
Tabelle 18: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmenetzprüfgebiet 3	64
Tabelle 19: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmenetzprüfgebiet 4	65
Tabelle 20: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmenetzprüfgebiet 5	67
Tabelle 21: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmenetzprüfgebiet 6	69
Tabelle 22: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmenetzprüfgebiet 7	70
Tabelle 23: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmenetzprüfgebiet 8	71
Tabelle 24: Technologien für die dezentrale Wärmeversorgung	72
Tabelle 25: Vergleich der Wirtschaftlichkeit von dezentralen Technologien zur Wärmeversorgung	76
Tabelle 26: Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Wärmequellen für Wärmenetze	77
Tabelle 27: Denkmalgeschützte Gebäude in Rendsburg (Quelle: Stadt Rendsburg)	108
Tabelle 28: Kommunale Liegenschaften (Verbrauchswert im Mittel der Jahre 2019 bis 2021)	114

KONTAKT

Stadtwerke SH GmbH & Co. KG
Am Eiland 12
24768 Rendsburg

Tel.: +49 4621 801 - 0
waermewende@stadtwerke-sh.de
www.stadtwerke-sh.de

Averdung Ingenieure & Berater GmbH
Planckstraße 13
22765 Hamburg

Tel.: +49 40 771 85 01 - 0
info@averdung.de
www.averdung.de