



**WIKINGERSTADT
SCHLESWIG**

KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG FÜR DIE STADT SCHLESWIG

Schleswig, 02. Dezember 2024

Herausgeberin:



Stadt Schleswig
Rathausmarkt 1
24837 Schleswig
Ansprechpartner:in: Manja Havenstein

Bearbeitet durch:



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

Unterauftragnehmer:



Averdung Ingenieure & Berater GmbH
Planckstraße 13
22765 Hamburg
Ansprechpartner:in: Patrick Akram

Unterauftragnehmer:



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

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	10
3.1.4	Neubauprojekte	13
3.2	Gespräche mit Akteur:innen	14
3.2.1	Wohnen	14
3.2.2	Gewerbe	15
3.3	Energieerzeugung und -verteilung	17
3.3.1	Gasnetz	17
3.3.2	Stromnetz	17
3.3.3	Bestehende Wärmenetze	17
3.3.4	BHKW und PV-Anlagen	19
3.3.5	Schornsteinfegerdaten	20
3.3.6	Kältebereitstellung	20
3.4	Energie- und Treibhausgasbilanz	21
3.4.1	Energiebilanz	21
3.4.2	Treibhausgasbilanz	25
4	Wärmebedarfe und Bedarfsprognosen	29
4.1	Betrachtungsraster	29
4.2	Wärmebedarf Bestand	30
4.3	Zukünftiger Wärmebedarf	31
4.4	Spezifischer Wärmebedarf nach Sektoren	35
4.5	Gesamtergebnis	37
4.6	Einfluss von Wirkungsgraden und Witterung	38
4.7	Wärmelinienichte	38
5	Potenzialanalyse	40
5.1	Nutzbarkeit von Flächen	40
5.2	Geothermie	40
5.2.1	Oberflächennahe Geothermie	40
5.2.2	Tiefengeothermie	44
5.3	Abwasserwärme	46

5.4	Biomasse	47
5.4.1	Biogas	49
5.5	Gewässerwärme	49
5.6	Aerothermie (Luftwärmepumpen)	50
5.7	Solarenergie	51
5.7.1	Bestehende Solaranlagen	51
5.7.2	Dachflächenpotenziale für Photovoltaik und Solarthermie	52
5.8	Windenergie	53
5.9	Wärmespeicher	54
5.9.1	Pufferspeicher	54
5.9.2	Aquiferspeicher	54
5.9.3	Erdbeckenspeicher	55
5.10	Abwärme	55
5.11	Zusammenfassung	55
6	Räumliches Konzept	57
6.1	Verortung von Wärmenetzprüfgebieten	57
6.2	Beschreibung der Wärmenetzprüfgebiete	60
6.2.1	Gebiet 1: Zentrum	61
6.2.2	Gebiet 2: Friedrichsberg	64
6.2.3	Gebiet 3: Schleswig Süd-West	66
6.2.4	Gebiet 4: Drei Kronen / Mozartstr. / Gewerbegebiet St.Jürgen	67
6.2.5	Gebiet 5: Gewerbegebiet Flensburger Str.	69
6.2.6	Gebiet 6: Gewerbegebiet Ratsteich	71
6.2.7	Gebiet 7: Flattenberg	72
6.2.8	Dezentrale Versorgungsgebiete	74
6.2.9	Wirtschaftlichkeit	77
7	Maßnahmenkatalog	80
7.1	Übergeordnete Maßnahmen	80
7.2	Maßnahmen Wärmenetzprüfgebiete	89
7.3	Maßnahmen Dezentral	106
7.4	Zeitliche Priorisierung der Umsetzung	109
8	Monitoring	110
9	Fazit	112
10	Anhang	113
	Abbildungsverzeichnis	121
	Tabellenverzeichnis	123

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. Schleswig 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 Bezirksschornsteinfeger:innen dabei mitzuwirken haben. Auch der Aufbau einer kommunalen Wärmeplanung ist im EWKG geregelt.

Die Wärmeplanung beginnt mit einer Bestandsanalyse, die den Status Quo der Wärmeversorgung abbildet, 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. Die Bestandsanalyse umfasst darüber hinaus Abstimmungsgespräche mit diversen Akteur:innen.

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 Akteur:innen einzubinden sind.

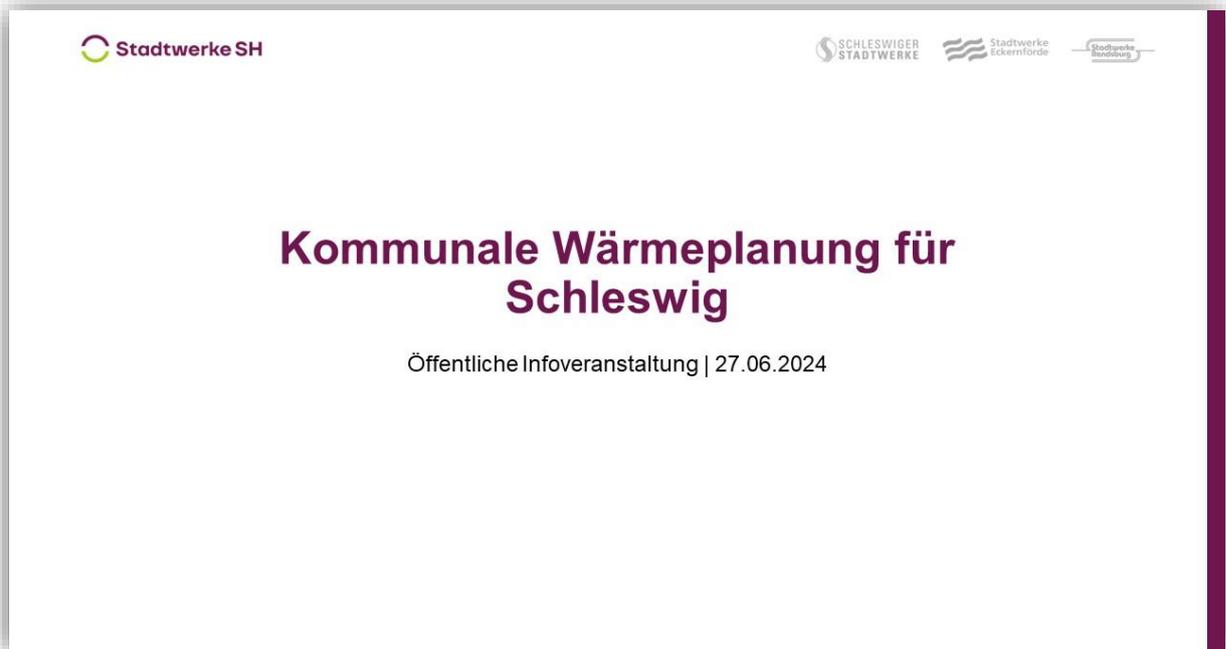
Begleitet wird die kommunale Wärmeplanung von einer Öffentlichkeitsarbeit. Diese umfasst neben festen Ansprechpartner:innen gezielte Akteur:innengespräche und Pressearbeit. Zusätzlich zu den Beratungen in den Ausschüssen werden zwei Informationsveranstaltungen durchgeführt; eine zu Beginn des Prozesses, um die Bürger:innen der Stadt über die Kommunale Wärmeplanung im Allgemeinen zu informieren und eine zweite Veranstaltung zum Ende der Erstellung, wo konkrete Ergebnisse aus der Planung vorgestellt werden. 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 Schleswig, bereits eine kommunale Wärmeplanung nach Landesrecht in der Erarbeitung befindlich ist, erfüllt dieser Wärmeplan auch die Pflicht zur Aufstellung eines Wärmeplans nach WPG. Der Wärmeplan entfaltet nach WPG keine konkreten Rechtsfolgen für die Eigentümer:innen. Nach Abschluss der Wärmeplanung können Kommunen in einem separaten Gemeindebeschluss Gebiete für eine Versorgung mit Wärmenetzen oder Gebiete für dezentrale Wärmeversorgung ausweisen. Gleichwohl besteht eine Kopplung zum Gebäudeenergiegesetz (GEG), das auch als Heizungsgesetz bezeichnet wird. 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 in einem engen Austausch von der Stadt Schleswig begleitet.

2 Beteiligung der Öffentlichkeit

Zur Beteiligung der Öffentlichkeit fand am 27. Juni 2024 eine Informationsveranstaltung im Ständesaal des Schleswiger Rathauses statt. Neben Vertreter:innen der Stadtwerke SH und der Verwaltung haben ca. 65 Bürger:innen teilgenommen. Bei der Veranstaltung wurde der Ablauf der Kommunalen Wärmeplanung erläutert und Fragen diskutiert. Zusätzlich gab es einen Input zu den Möglichkeiten des erneuerbaren, dezentralen Heizens im Bestand mit besonderem Fokus auf der Wärmepumpentechnologie. Abgerundet wurde die etwa neunzigminütige Veranstaltung durch eine Frage- und Diskussionsrunde.



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 Akteur:innen wie Ankerkund:innen 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.

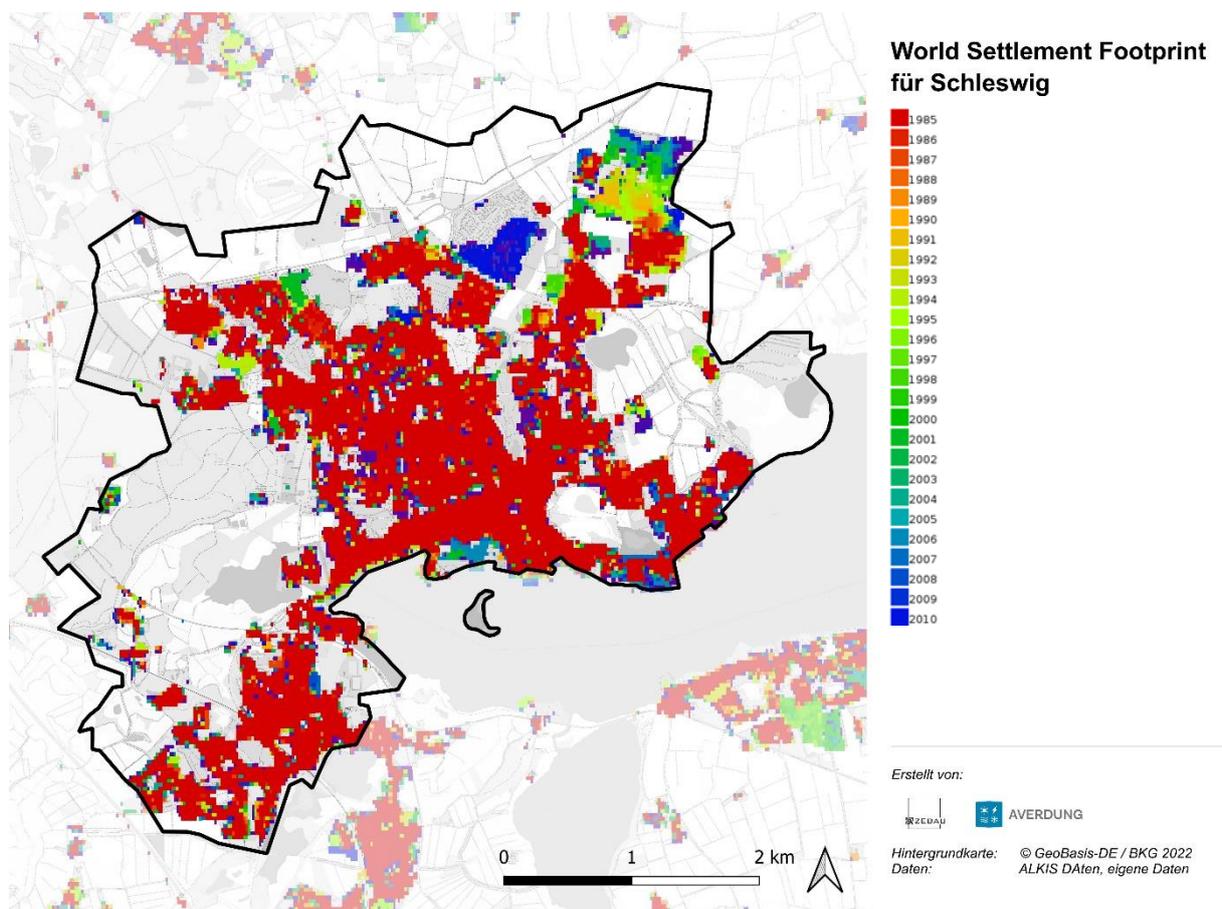


Abbildung 1: World Settlement Footprint für Schleswig (Quelle: <https://geoservice.dlr.de/web/maps/eoc:wsf2019>)

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

Zur Einschätzung des Sanierungsstandes wurde auf die von der Stadt Schleswig bereitgestellten Unterlagen zurückgegriffen und außerdem virtuelle Begehungen über Onlinekartendienste vorgenommen.

Der Gebäudebestand stammt überwiegend aus den 1950er bis 1980er Jahren. Im zentralen Bereich liegt der historische Stadtkern, der vor allem aus den Jahren von 1700 bis 1900 stammt. Mit zunehmender Entfernung zum Zentrum verschiebt sich das Baualter in Richtung der 1950er bis 1970er Jahre, während in den Randgebieten, vor allem Gebäude aus den 1980er, 1990er und 2000er Jahren zu finden sind.

Bei der Betrachtung des Sanierungsstandes zeigt sich, dass rund ein Drittel der Gebäude keine wesentlichen Sanierungen aufweisen. Nahezu die Hälfte weist Sanierungsstände im Umfang von ca. 10 % auf, wobei sich die entsprechenden Gebäude hauptsächlich im Bereich der Altstadt sowie im Osten und Süden Schleswigs befinden. Ein kleiner Teil der Gebäude weist Sanierungsstände von ca. 5 % auf, was teilweise auf den Denkmalschutz zurückzuführen ist. Höhere Sanierungsgrade von ca. 15 % bis 20 % lassen sich vor allem in den angrenzenden Gebieten rund um die Altstadt sowie etwas nördlich davon finden, was teilweise durch Neubauaktivitäten bedingt ist.

3.1.2 Denkmalschutz

In Schleswig befinden sich zahlreiche denkmalgeschützte Gebäude, die in der folgenden Abbildung und der Tabelle im Anhang dargestellt sind. Dazu gehören der St.-Petri-Dom, auch Schleswiger Dom genannt, der bereits im 12. Jahrhundert erstmals erbaut wurde. Auch das Schloss Gottorf ist an dieser Stelle zu erwähnen, samt Nydamhalle, Kreuzstall und Gärten. Im Südosten Schleswigs an der Schlei liegt die Fischersiedlung Holm, die durch ihren urigen Charakter neben Dom und Schloss Gottorf zu den bedeutendsten Sehenswürdigkeiten in Schleswig zählt. Aber nicht nur die Architekturdenkmäler aus dem Mittelalter, der frühen Neuzeit und als Residenzstadt der Herzöge von Gottorf sind in Schleswig erhalten geblieben und heute noch stilprägend für das charakteristische Stadtbild, sondern auch bürgerliche Architektur aus der Gründerzeit und der Moderne der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Neben dem Bellmann-Chemnitz-Viertel sind auch andere Bereiche der Stadt, wie die Gallberghöhe oder Flachsteich von Wohnhäusern dieser Epoche geprägt, die sich oft detailreich und durch große handwerkliche Kunst hervorheben. Die Entwicklung dieser Viertel hat nicht nur die städtebauliche Struktur Schleswigs geprägt, sondern zeugt auch heute noch vom politischen und nationalen Wandel jener Zeit, die das soziale Leben und die Identität der Stadt nachhaltig beeinflusst haben.

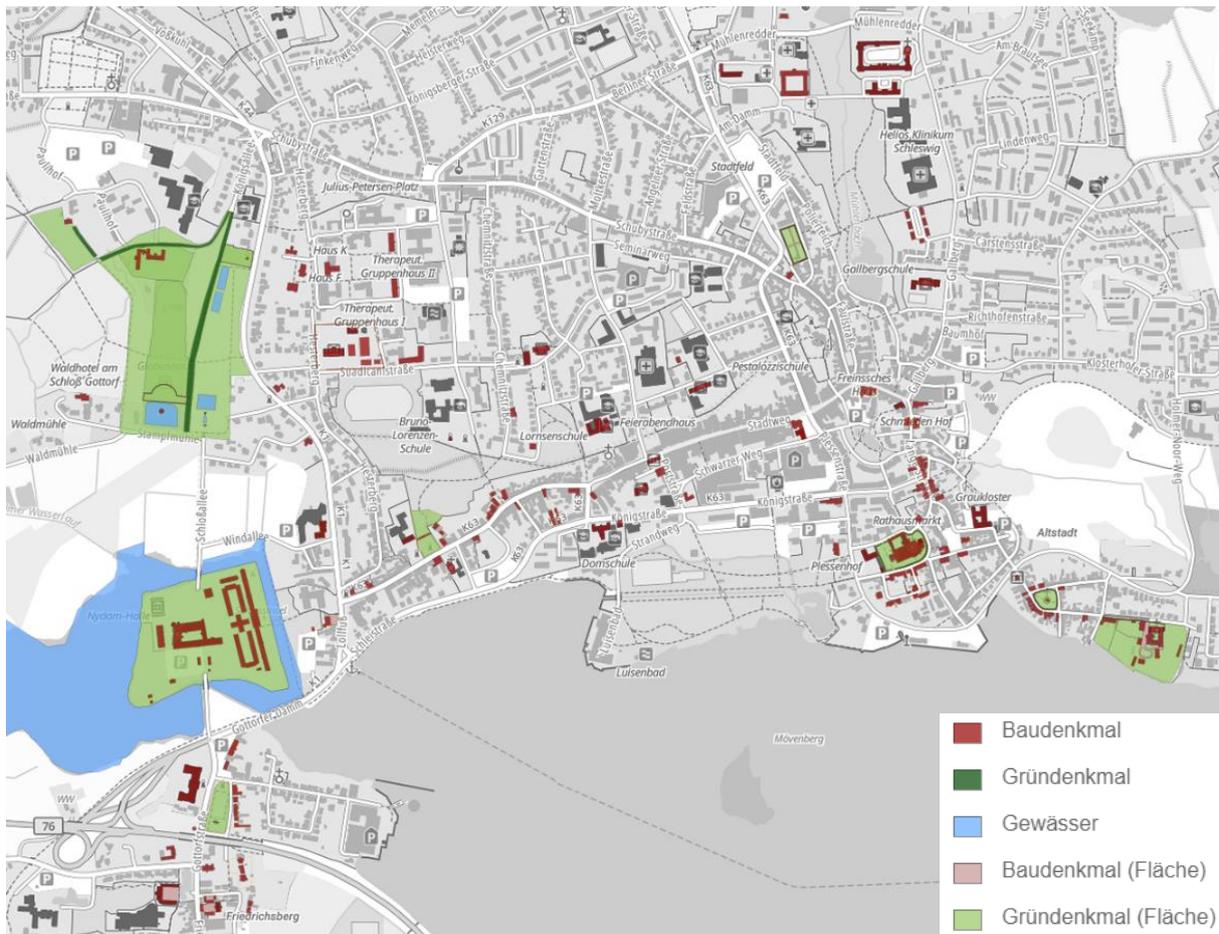


Abbildung 2: Denkmalgeschützte Gebäude und Grünflächen in Schleswig (Auszug)²

3.1.3 Kommunale Liegenschaften

Die kommunalen Liegenschaften wurden bereits im Rahmen der Fokusberatung Klimaschutz für die Stadt Schleswig eingehend betrachtet. Im Folgenden werden die Erkenntnisse aus der Fokusberatung wiedergegeben und teilweise ergänzt.

Die Erfassung des Energieverbrauchs der kommunalen Liegenschaften in Schleswig erfolgt durch das Energiemanagement. Für das Jahr 2022 summiert sich der Gesamt-Wärmeverbrauch auf 7.476 MWh. Die vorläufigen Werte für das Jahr 2023 bewegen sich im Bereich der Vorjahreswerte. Der Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften in den vergangenen Jahren (2015-2023) ist mit Ausnahme eines coronabedingten Ausreißers im Jahre 2021 relativ konstant geblieben.

Alle verbrauchsintensiven städtischen Liegenschaften sind im Energiecontrolling separat erfasst. Die absolut größten Verbraucher waren erwartungsgemäß das Rathaus (422 MWh), die Schulbauten sowie die ehemalige "Heimat" (460 MWh), für die sich jedoch ein umfassender Um- und Ausbau geplant ist zum multifunktionalen Kulturhaus in der Umsetzung befindet.

Unter den Schulen entfällt der größte Wärmeverbrauch auf die Lornsensschule (817 MWh), gefolgt von der Dannewerkschule (783 MWh), der Domschule (667 MWh), der Bruno-Lorenzen-Schule (549 MWh) und der Bugenhagenschule (519 MWh).

² Landesamt für Denkmalpflege Schleswig-Holstein (2024): Denkmalkarte Schleswig-Holstein, Hintergrundkarte: © basemap.de / BKG (2024), <https://efi2.schleswig-holstein.de/denkmalkarte/>, zuletzt aufgerufen am 28.10.24

Im Zuge der drohenden Gasmangellage im Jahr 2022 wurden Maßnahmen zur Energieeinsparung für die städtischen Liegenschaften geprüft und in eine Prioritätenliste aufgenommen.

Für die erfassten Liegenschaften ergibt sich ein **durchschnittlicher spezifischer Wärmebedarf von ca. 132 kWh/m²*a** Nettogrundfläche und Jahr.

Unter den spezifisch größten Verbrauchern finden sich neben einzelnen Schulen das Präsidentenkloster, das Stadtmuseum, ein Großteil der Kindertagesstätten und die Bellmannturnhalle. Insbesondere einzelne Kindertagesstätten konnten seitdem ihren Verbrauch reduzieren, während der Verbrauch der Schulen leicht anstieg. Die weiteren bzw. genaueren Einsparpotenziale der städtischen Liegenschaften sind ggf. durch individuelle Modernisierungskonzepte zu ermitteln.

Unter Berücksichtigung von Einschränkungen durch Aspekte wie Denkmalschutz, Erhalt des Stadtbildes und notwendige fortlaufende Nutzung wurde im Rahmen der Fokusberatung Klimaschutz aus dem Jahr 2024 ein überschlägiges **pauschales Einsparpotenzial von 35 %** definiert, dass einer Einsparung von **ca. 2.616 MWh/a** entsprechen würde.

Die Bestimmungen auf Landesebene geben für grundlegende Sanierungen und Modernisierungen von Landesliegenschaften sogar vor, dass Gebäude höchstens einen Wärmebedarf von 50 kWh/m²*a Nettogrundfläche und Jahr erreichen. Dies lässt sich als Zielwert für eigene Anforderungen und Kriterien an langfristige energetische Modernisierungen der Liegenschaften der Stadt Schleswig nutzen, die keinen der o.g. Einschränkungen unterliegen.

Mit dem BAFA-Förderprogramm „Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude von Kommunen und gemeinnützigen Organisationen“ kann die Erstellung von umfassenden „Sanierungsfahrplänen“ bis zu 80 % der förderfähigen Ausgaben unterstützt werden.

In der folgenden Tabelle sind die kommunalen Liegenschaften der Stadt Schleswig mit Art der Wärmeversorgung und Energieverbräuchen im Jahr 2022 aufgeführt. Positionen für Liegenschaften, die lediglich einen Strombedarf, aber keinen Wärmebedarf aufweisen (z.B. Minigolf-Anlage, Sportplatz, Springbrunnen, Aussichtsturm Königswiesen, Wochenmarkt, Ladesäulen, Bewässerungsanlagen, etc.), sind in der Tabelle nicht aufgeführt. Diese machen jedoch auch am gesamten Stromverbrauch lediglich einen Anteil von etwa 3 % aus.

Tabelle 1: Kommunale Liegenschaften (Verbrauchswert im Mittel im Jahr 2022)

Liegenschaft	Wärmeverbrauch 2022 [kWh]	Wärmeerzeugung	Stromverbrauch 2022 [kWh]
Rathaus	422.880	Erdgas	89.353
Leerstand Lager Stadtfeld	31.934	Erdgas	489
Verwaltungsgebäude Gallberg 3+4	212.778	Erdgas	23.994
FD GM Lange Str. 6	40.711	Erdgas	15.153
Feuerwehr Lollfuß	13.430	Erdgas	1.476
Feuerwache Karpfenteich	20.526	Wärmepumpe	77.946
Feuerwache Kattenhunder Weg	24.710	Kalte Nahwärme	30.406
St. Jürgen-Schule	211.576	Erdgas	36.700
Wilhelminenschule	329.705	Fernwärme	47.930
Bugenhagenschule	519.151	Erdgas	62.894
Schule Nord	391.722	Erdgas	49.926
Domschule	667.751	Erdgas	172.301
Lornsenschule	817.350	Fernwärme	157.915
LOZ	86.313	Fernwärme	21.721
Bruno-Lorenzen-Schule	549.000	Fernwärme	153.634
Dannewerkschule	783.272	Erdgas	146.390
Gallbergschule	337.200	Erdgas	10.918
Stadtmuseum	332.262	Erdgas	42.949
Präsidentenkloster	62.689	Erdgas	1.731
Holmmuseum, Süderholmstr.2	13.002	Erdgas	2.727
Multif. Kulturstätte Heimat	460.891	Erdgas	48.580
Volkshochschule	151.700	Fernwärme	20.353
Pavillon Bellmannstr.	36.849	Erdgas	12.061
Stadtbücherei	-		16.614
Kita Moorkatenweg	89.384	Erdgas	13.802
Kita Stadtfeld	112.404	Erdgas	13.849
Kita Süd	56.444	Erdgas	7.613
Kita St. Jürgen	55.451	Erdgas	3.131
Krippe Erlenweg	14.931	Erdgas	1.584
Jugendzentrum	47.642	Erdgas	7.208
Jugendaufbauwerk	229.522	Erdgas	47.527
Sporthalle Suadicanistraße	166.760	Fernwärme	63.556
Alleestadion	29.831	Fernwärme	978
Bellmannturnhalle	128.310	Fernwärme	16.206
Gottorfer Damm 2	2.436	Erdgas	4.278
Marktbüro	25.252	Erdgas	1.449
GESAMT	7.475.766		1.425.339

3.1.4 Neubauprojekte

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

Das derzeit größte Vorhaben ist das Projekt „Auf der Freiheit“ im Osten von Schleswig, wo im Rahmen der B-Pläne 102, 103 und 105 rund 1.200 Wohneinheiten entstehen sollen. Geplant sind dort 3- bis 4-geschossige Mehrfamilienhäuser, Reihenhäuser, einige Doppelhäuser sowie wenige alleinstehende Einfamilienhäuser. Im Nordwesten der Stadt, im „Quartier Schützenredder“, sollen nach dem B-Plan 98 etwa 80 Grundstücke für Ein- und Mehrfamilienhäuser erschlossen werden. Außerdem entstehen im Norden Schleswigs im Gebiet „An den Wichelkoppeln“ gemäß B-Plan 100 insgesamt 61 Grundstücke für Einfamilien-, Doppel-, Reihen- und Mehrfamilienhäuser.

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

Tabelle 2: Neubauvorhaben in Schleswig

Projekt	B-Plan
Auf der Freiheit Mitte	102
Auf der Freiheit Ost	105
Auf der Freiheit West	103
An den Wichelkoppeln	100
Quartier Schützenredder	98
Hesterberg	8A, 4. Änd.
Lutherquartier	VEP 13

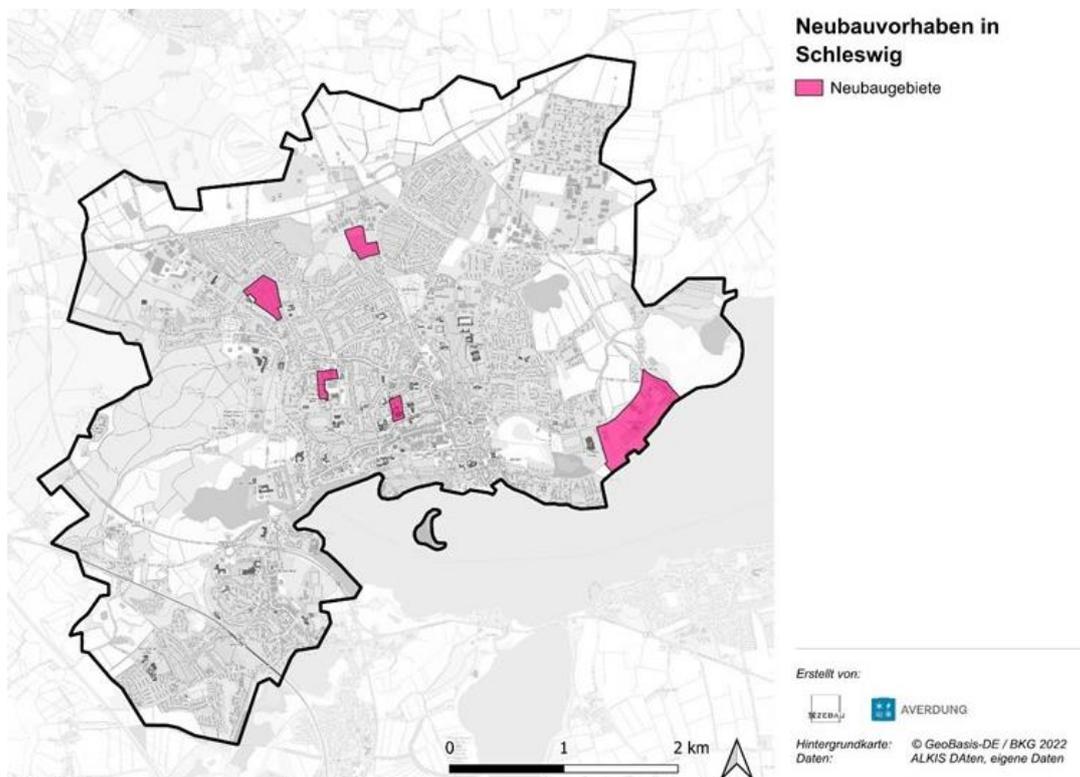


Abbildung 3: Neubauvorhaben in Schleswig

3.2 Gespräche mit Akteur:innen

Eine umsetzungsorientierte Wärmeplanung profitiert maßgeblich davon, wenn entscheidende Akteur:innen frühzeitig eingebunden werden. Dies gilt für die größeren Gewerbebetriebe ebenso wie für entsprechende Stellen in der Stadt- und Kreisverwaltung. In der Bestandsanalyse haben diese Gespräche zum Beispiel folgende Fragestellungen umfasst:

- Status Quo der Energieversorgung im Unternehmen: Wie wird die Energie (Beheizung und ggf. Prozesswärme, Kälte) bereitgestellt? Hier interessieren zum Beispiel die eingesetzten Technologien und Brennstoffe, sowie grobe Verbräuche
- Auf welchem Temperaturniveau wird die Wärme bereitgestellt und welche Anforderungen bestehen diesbezüglich?
- Sieht das Unternehmen Potenzial für die Steigerung der Energieeffizienz durch Modernisierung der Gebäude und der Anlagentechnik, gibt es hier bereits Überlegungen?
- Wurde bereits über den Einsatz von erneuerbaren Energien, beispielsweise Wärmepumpen oder Solarthermie, nachgedacht?
- Nutzbarmachung von Abwärme (sofern vorhanden)
- Wie hoch wäre das Interesse für einen Anschluss an ein Fernwärmenetz?

Vor diesem Hintergrund wurden Gespräche mit verschiedenen Akteur:innen geführt, die sich im Folgenden in Wohnen, Gewerbe und sonstige Gespräche unterteilen lassen.

3.2.1 Wohnen

Im Bereich Wohnen wurde ein Gespräch mit der Diakonie Kropp geführt. Weitere Eigentümer:innen großer Liegenschaftsbestände wurden bereits angefragt und signalisierten bei ersten Gesprächen mit der Stadt und den Stadtwerken SH großes Interesse am gemeinsamen Voranbringen der Energiewende in Schleswig. Um hier bestehende Formate und somit Synergien zu nutzen, werden im Arbeitskreis Wohnen der Stadt Schleswig die Mitglieder über den Fortschritt der Kommunalen Wärmeplanung und Möglichkeiten der Partizipation informiert. Ein Treffen in einem Workshop-Format mit Vertreter:innen der Wohnungswirtschaft ist im ersten Halbjahr 2025 angedacht.

3.2.1.1 Diakonie Kropp

Der Unternehmensverbund „Stiftung Diakoniewerk Kropp“ betreibt mit den Tochtergesellschaften „Hesterberg & Stadtfeld gGmbH“, „St. Elisabeth Diakonische Altenhilfe Schleswig gGmbH“ und Petri-Haus gGmbH eine Vielzahl an Einrichtungen am Standort in Schleswig. Die Liegenschaften der Hesterberg und Stadtfeld gGmbH verdichten sich auf dem Stadtfeld-Campus sowie auf dem ehemaligen Hesterberg-Gelände. Größter Energieabnehmer mit einem Verbrauch von etwa 1,3 GWh

Fernwärme ist der Stadtfeld-Campus. Ein Großteil der dort befindlichen Gebäude wurden in den 70er- und 80er-Jahren errichtet und weisen den bauartypischen energetischen Sanierungsstand auf. Das größte Gebäude (Haus 9, Mühlental 10) und damit auch größter Energieabnehmer, wurde im Jahr 2024 an die Stadt Schleswig vermietet. Diese betreibt dort im EG eine Aufnahmeeinrichtung für Geflüchtete. Die darüberliegenden Stockwerke sind ungenutzt. Im Jahre 2018 wurde die Einrichtung

„Haus David“ im Neufelder Weg 8 in Betrieb genommen, welche dem aktuellen Stand der Gebäudeerichtung entspricht. Bei allen weiteren Objekten wurden bisher keine umfassenden Modernisierungsmaßnahmen durchgeführt.

Auf dem ehemaligen Hesterberg-Gelände stellt sich die aktuelle Gebäudesituation wie folgt dar. Im Jahre 2013 wurden die Einrichtungen „Suadicistr. 34“ und „Alte Gärtnerei“ (Hesterberg 61a-c) neu eröffnet. Alle weiteren Einrichten sind älteren Baujahres. Hervorzuheben ist die Einrichtung „Alte

Gärtnerei“. Derzeit werden die Gebäude durch ein dort befindliches BHKW mit Nahwärme versorgt. Die Flachdachsituation kann sich hervorragend für die Errichtung mehrerer Photovoltaik-Anlagen eignen.

Im Jahre 2021 wurde das Hospiz „Petri Haus“ in der Moltkestr. 45 als Neubau eröffnet. Bedingt durch den aktuellen Baustandard sowie die geringe Größe des Objektes ist der Energieverbrauch als gering zu bewerten. Der Anschluss an das Fernwärmenetz ist erfolgt.

Die St. Elisabeth gGmbH betreibt am Standort Schleswig die Einrichtungen Seniorenzentrum Zum Öhr (Pflegeeinrichtung & ca. 60 Seniorenwohnungen), Alten- und Pflegeheim „Am Rathausmarkt“ Schleswig sowie die Pflegeeinrichtung „Feierabendhaus“. Die Wärmeversorgung im „Seniorenzentrum Zum Öhr“ wird über Erdgas sichergestellt. Energetisch besteht hier Sanierungspotenzial. Das „Feierabendhaus“ wurde im Jahr 2024 an die städtische Fernwärmeversorgung angebunden. Das Alten- und Pflegeheim „Am Rathausmarkt“ wird ebenfalls über Erdgas versorgt. Bedingt durch den Wärmeenergieverbrauch von ca. 200 bis 300 MWh Gas im Jahr, wäre eine Anbindung an das örtliche Fernwärmenetz wünschenswert.

Liegenschaftsübergreifend besteht der Bedarf an einer Wärmeversorgung, die eine Vorlauftemperatur von 65 °C vor Ort gewährleisten kann. Hier besteht hohes Interesse an einem Anschluss an Wärmenetze. Ein Kältebedarf besteht nicht. Im Themenfeld energetische Gebäudemodernisierung finden derzeit punktuelle Maßnahmen, wie beispielsweise der Tausch einzelner Fenster statt. Für einige der älteren Gebäude wird in Erwägung gezogen, diese perspektivisch durch Neubauten zu ersetzen. Eine Installation von PV-Anlagen wird an manchen Standorten angedacht, insbesondere bei den Standorten mit guter Gebäudesubstanz. Bei Gebäuden mit ungewisser Gebäudesubstanz, ist vorerst von keiner größeren Investition in Modernisierung oder erneuerbare Energien auszugehen.

3.2.2 Gewerbe

Das Gewerbe in Schleswig ist stark vom Dienstleistungssektor geprägt. Dies umfasst beispielsweise die Kfz-Branche.

Verarbeitende und produzierende Betriebe sind kaum vorhanden. Eine Ausnahme hiervon bildet das Tauwerk Oellerking, das in Schleswig unter anderem LKW-Planen produziert.

Große Energieverbraucher und wichtige Arbeitgeber umfassen außerdem das Klinikum, das Schloss Gottorf mitsamt der Unterbetriebe, Fitshop bzw. Sport Tiedje, das Finanzamt, die Gerichte und den Schleswiger Standort der Stadtwerke SH inklusive des Schwimmbads Fjordarium.

Die Unternehmen in Schleswig beschäftigen sich bereits vielfach mit dem Thema Energieversorgung. Häufige Maßnahmen sind unter anderem Aufdach-Solaranlagen und der Tausch von Leuchtmitteln. Weiteres Potenzial könnte durch die Durchführung von Energieberatungen gehoben werden. Ein Hindernis für die Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen ist häufig die Amortisationszeit, die aus Sicht der Unternehmen oft unter 10 oder sogar unter 7 Jahren liegen soll.

Für das Gewerbe in Schleswig ist außerdem die anstehende Innenstadtsanierung von großer Bedeutung. Hier werden sämtliche Straßen, Wege und Plätze inklusive der Ver- und Entsorgungsstruktur erneuert und umgestaltet. Der Bereich rund um das Parkhaus und den ZOB wird städtebaulich neu geordnet. Das ehemalige Hertie-Gebäude wurde abgerissen und ein Neubau soll erfolgen. Der Abriss des Parkhauses soll Anfang 2026 erfolgen, anschließend soll die Sanierung der Ladenstraße beginnen.

Hier soll durch eine veränderte Dimensionierung des Parkhauses und des ZOBs eine neue Platzfläche als Ankunfts- und Eingangsplatz für die Innenstadt entstehen, die den ZOB über den Capitolplatz mit der Fußgängerzone im Stadtweg verbindet. Mit soll ein Bürgerforum geschaffen werden, das mit den Hauptnutzungen Stadtbücherei und Bürgerservices zu einem Dritten Ort in Schleswig werden soll.

Um einen Überblick zum Gewerbe in Schleswig zu erhalten und für Einzelgespräche interessante Unternehmen zu identifizieren, fanden Gespräche mit der Wirtschaftsförderungs- und Regionalentwicklungsgesellschaft Flensburg/Schleswig, der IHK Flensburg und mit dem Stadtmarketing Schleswig statt.

3.2.2.1 Elis Schleswig

Das Unternehmen Elis bietet in Schleswig für Kund:innen aus verschiedenen Branchen, darunter auch das Gesundheits- und Sozialwesen, Textil- und Hygienesdienstleistungen an.

Derzeit wird die Wärme über erdgasbetriebene Dampfkessel erzeugt, um Waschstraßen und Mangeln indirekt zu beheizen. Die Trockner werden separat mit Erdgas beheizt.

Gemäß der notwendigen physikalischen Energie zur Verdampfung von Wasser entfällt rund 80 % des Wärmebedarfs auf das Trocknen der nassen Wäsche.

Mit Umstellung auf Direktbeheizung, technische Verbesserung und Verkleinerung der Dampferzeugung soll der Verbrauch von Gas in kWh pro Kilogramm Wäsche um über 25 % gesenkt werden.

Es gibt keine unmittelbaren Pläne für einen Einsatz von erneuerbaren Energien. Die Anlagentechnik ist modern, die weitere Erhöhung der Effizienz steht für den Standort Schleswig im Mittelpunkt. Hierbei soll auch auf die Erfahrungen von anderen Standorten der ELIS-Gruppe zurückgegriffen werden.

Einem Anschluss an ein Fernwärmenetz steht das Unternehmen prinzipiell sehr offen gegenüber, ggf. wäre hier eine Nachheizung vor Ort erforderlich, um die teilweise im Prozess benötigte Temperatur gemäß gesetzlichen Vorgaben zu erreichen.

Nutzbare Abwärme ist am Standort in Schleswig unter anderem im Abwasser potenziell vorhanden.

Dieses Aufkommen ist übers Jahr bis auf kleinere Schwankungen, bspw. aufgrund von Feiertagen, relativ konstant. Die erschließbare Wärmemenge bewegt sich, je nachdem wie stark die angenommene Auskühlung des warmen Abwassers angenommen wird, im Bereich von ca. einer Gigawattstunde. Größere Wärmemengen entstehen aus den Trocknerbatterien und gehen dampfförmig derzeit über das Dach verloren, sind jedoch schwierig zu erschließen.

3.2.2.2 ASF

Die ASF GmbH ist vom Kreis Schleswig-Flensburg als öffentlich-rechtlicher Entsorgungsträger umfassend mit der Organisation und Durchführung der gesamten Abfallwirtschaft im Kreis Schleswig-Flensburg beauftragt. Die Durchführung der Abfallsammlung erfolgt durch Subunternehmen u.a. auch durch das eigene Tochterunternehmen ASF Logistik GmbH. Ferner betreibt die ASF im Kreis 5 Recyclinghöfe sowie 2 Abfallumschlaganlagen. Die Abfallverwertung der Hauptfraktionen Rest-, Bio-, und Sperrmüll findet in verschiedenen Behandlungsanlagen außerhalb des Kreisgebietes statt. Die Restabfallbehandlung erfolgt derzeit bei der MV Kiel, der Bioabfall wird in Borgstedtfelde bei der AWR BioEnergie behandelt und der Sperrmüll wird bei der EEW in Stapelfeld verwertet.

Der Unternehmenssitz der ASF ist Lollfuß 83, Schleswig. Hier wurde 2015 ein neues Verwaltungsgebäude errichtet, das über eine PV-Anlage, eine Luftwärmepumpe sowie einen Batteriespeicher verfügt.

Der operative Unternehmensstandort der ASF mit Recyclinghof, Umschlaganlage, Behälterhof und Logistik liegt am Haferteich in Schleswig und grenzt an die stillgelegte Deponie Haferteich an. Das Büro- und Sozialgebäude für gewerbliche und Verwaltungsmitarbeiter:innen ist aus dem Jahr 2009 und mit Gas beheizt. Ein Ausbau des Standortes ist geplant (B-Plan 108). Es soll einen neuen Recyclinghof, Umschlaghallen und perspektivisch den Ausbau als Logistikstandort mit PV-Anlagen für Elektrofahrzeuge geben. Vor Ort gibt es damit nur geringe Verbräuche und keine Abwärmepotenziale.

3.2.2.3 Bäckerei W. Stahmer

Die Bäckerei Stahmer stellt in Schleswig Backwaren her. Die erdgasbetriebenen Öfen führen zu einem Verbrauch von ca. 4 GWh im Jahr. Es erfolgt bereits eine Wärmerückgewinnung für Heizzwecke und Brauchwasseraufbereitung. Darüber hinaus besteht kein relevantes Abwärmepotenzial. Zukünftig wird darüber nachgedacht, für die Gebäudebeheizung und die Brauchwassererwärmung eine Wärmepumpe einzusetzen. Als Alternative zum Gaskessel kommt für das Unternehmen möglicherweise langfristig eine elektrische oder wasserstoffbetriebene Versorgungslösung infrage.

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 Schleswiger Stadtwerke sind Betreiber des Gasnetzes (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). Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Stadt fast flächendeckend vom Erdgasnetz erschlossen ist. Dies spiegelt sich auch darin wider, dass ein Großteil des Wärmebedarfs auf Erdgas zurückzuführen ist (vgl. Energiebilanz im folgenden Kapitel). Neubaugebiete wie der Berender Redder (Bauabschnitt 2 und 3), Auf der Freiheit, An den Wichelkoppeln und Schützenredder verfügen über keine Gasversorgung. In diesen Gebieten wurde und wird eine umweltfreundliche netzgebundene Wärmeversorgung durch die Schleswiger Stadtwerke geschaffen.

3.3.2 Stromnetz

Auch das Stromnetz in Schleswig wird von den Schleswiger Stadtwerken betrieben. 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.

Derzeit werden in Schleswig bereits mehrere Wärmenetze durch die Schleswiger Stadtwerke betrieben:

Stadtnetz:

- Fernwärmenetz über 14,1 km (Trasse inkl. Hausanschlüsse)
- Auslegungstemperaturen VL 80 °C/ RL 40 °C (VL gleitend anhand der Außentemperatur: VL 80 °C bei $t_a = -10$ °C / VL 70 °C bei $t_a \geq 0$ °C)
- Grund- und Mittellast über BHKW (erdgas- und biogasbetrieben)
- Spitzenlasten und Redundanz über Zweistoffbrenner

Ilensee/Auf der Freiheit:

- Fernwärmenetz über 5,74 km (Trasse inkl. Hausanschlüsse)
- Auslegungstemperaturen VL 80 °C/ RL 40 °C (VL gleitend anhand der Außentemperatur: VL 80 °C bei $t_a = -10$ °C / VL 70 °C bei $t_a \geq 0$ °C)
- Grund- und Mittellast über BHKW (klär- und biogasbetrieben)
- Spitzenlasten und Redundanz über Zweistoffbrenner

- Kombination des Bestandsnetzes "Ilensee/Auf der Freiheit" mit dem neuen Wärmenetz "Auf der Freiheit" für die B-Pläne 102, 103 und 105 als Niedertemperaturnetz mit Vorlauftemperaturen von max. 45 °C (Warmwasserbereitung über dezentrale Wärmepumpen oder Wohnungsstationen mit Warmwasserproduktion im Durchfluss und Möglichkeit zur elektrischen Nacherwärmung)
- Zukünftige Wärmeerzeuger im neuen Wärmenetz "Auf der Freiheit": Großwärmepumpen (Umweltwärmequelle Abwasser und Geothermie) für die Grundlast, erdgasbetriebene BHKW und ein erdgasbetriebener Kessel für Spitzenlasten und Redundanz (Heizwerk befindet sich aktuell im Bau)
- Förderung über Wärmenetzsysteme 4.0

Ellerndiek:

- Fernwärmenetz über 0,72 km (Trasse inkl. Hausanschlüsse)
- Auslegungstemperaturen VL 80 °C/ RL 40 °C (VL gleitend anhand der Außentemperatur: VL 80 °C bei $t_a = -10$ °C / VL 70 °C bei $t_a \geq 0$ °C)
- Erdgasbetriebene Kesselanlage

Gildestraße:

- Fernwärmenetz über 2,66 km (Trasse inkl. Hausanschlüsse)
- Auslegungstemperaturen VL 80 °C/ RL 40 °C (VL gleitend anhand der Außentemperatur: VL 80 °C bei $t_a = -10$ °C / VL 70 °C bei $t_a \geq 0$ °C)
- Im Wesentlichen Holzhackschnitzelkessel

Moldeniter Weg/Mozartstraße:

- Fernwärmenetz über 0,46 km (Trasse inkl. Hausanschlüsse)
- Auslegungstemperaturen VL 80 °C/ RL 40 °C (VL gleitend anhand der Außentemperatur: VL 80 °C bei $t_a = -10$ °C / VL 70 °C bei $t_a \geq 0$ °C)
- Erdgasbetriebene Kesselanlage

St. Jürgener Straße:

- Fernwärmenetz über 0,92 km (Trasse inkl. Hausanschlüsse)
- Auslegungstemperaturen VL 80 °C/ RL 40 °C (VL gleitend anhand der Außentemperatur: VL 80 °C bei $t_a = -10$ °C / VL 70 °C bei $t_a \geq 0$ °C)
- Im Wesentlichen biogasbetriebene BHKW

Berender Redder:

- Kaltes Nahwärme-Netz über 6,87 km (Trasse inkl. Hausanschlüsse)
- Netztemperaturen zwischen VL 12 °C/ RL 8 °C im Sommer / VL 4 °C/ RL 0 °C im Winter
- Umweltwärmequelle: oberflächennahste Geothermie über Erdkollektoren
- Dezentrale Sole-Wasser-Wärmepumpen je Gebäude

Wichelkoppeln:

- Kaltes Nahwärme-Netz über 2,12 km (Trasse inkl. Hausanschlüsse)
- Netztemperaturen zwischen VL 12 °C/ RL 8 °C im Sommer / VL 4 °C/ RL 0 °C im Winter
- Umweltwärmequelle: oberflächennahste Geothermie über ErdEis-Speicher und Erdkollektoren
- Dezentrale Sole-Wasser-Wärmepumpen je Gebäude

Schützenredder (im Bau):

- Kaltes Nahwärme-Netz über 0,96 km (Trasse inkl. Vorstreckung Hausanschlüsse)
- Netztemperaturen zwischen VL 12 °C/ RL 8 °C im Sommer / VL 4 °C/ RL 0 °C im Winter
- Umweltwärmequelle: oberflächennahe Geothermie über Erdsondenfeld
- Dezentrale Sole-Wasser-Wärmepumpen je Gebäude
- Förderung über BEW

Auf der Website der Stadtwerke SH findet sich eine Liste der Anschlussadressen zu den verfügbaren Wärmenetzen für Schleswig.³ Die folgende Abbildung zeigt eine kartographische Darstellung der Wärmenetze. Hierbei ist zu beachten, dass die Darstellung zwar einen Überblick der Wärmenetze gibt, die Trassenführung und deren Ausdehnung jedoch nicht eindeutig aus der Auflösung der Abbildung in diesem Bericht entnommen werden können. Interessierten Anschlussnehmer:innen wird daher empfohlen sich an der öffentlich verfügbaren Liste der Straßenzüge auf der Website der Stadtwerke SH zu orientieren. Bei Fragen zu Anschlussmöglichkeiten können sich interessierte Bürger:innen auch gerne direkt an die Stadtwerke SH per Mail an waermewende@stadtwerke-sh.de wenden.

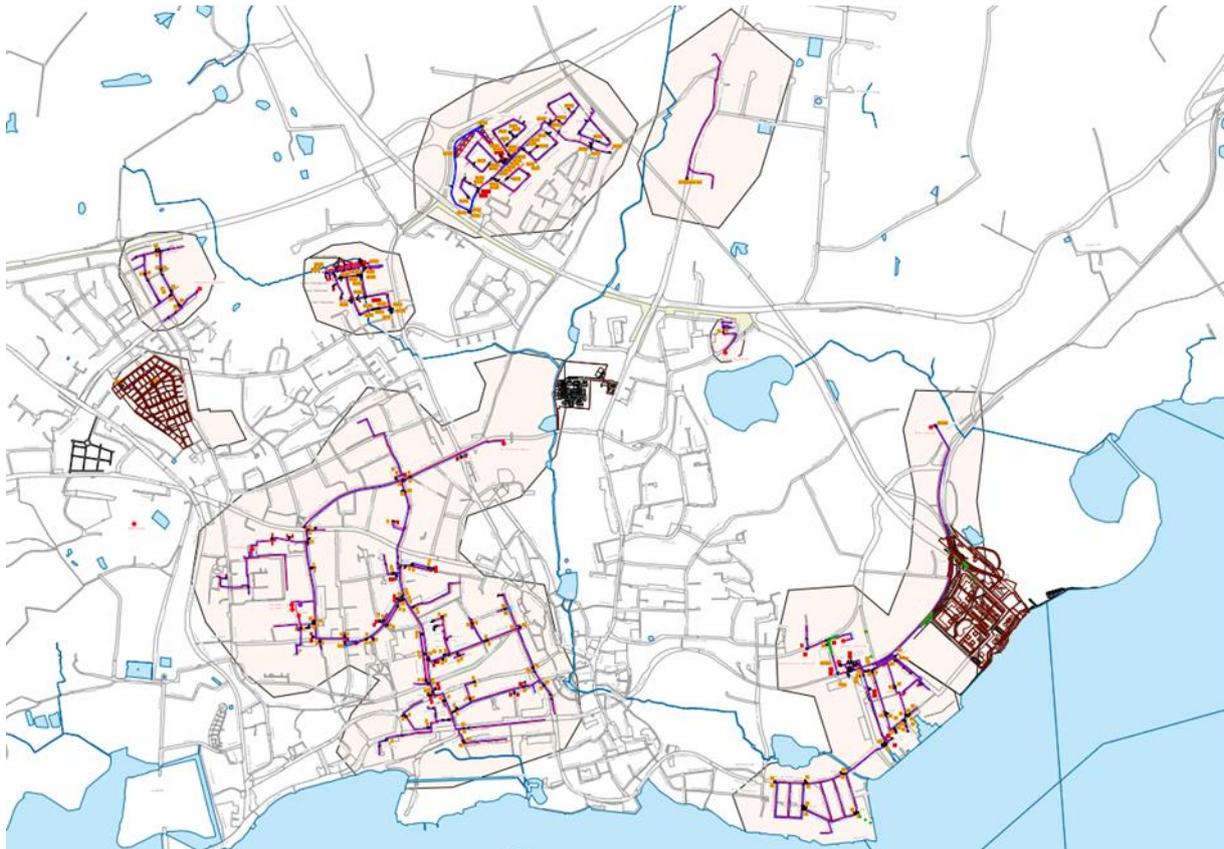


Abbildung 4: Darstellung der Wärmenetze der Schleswiger Stadtwerke (Stadtwerke SH)

Neben den Wärmenetzen betreiben die Stadtwerke in Schleswig dezentrale Objektversorgungen im Contracting-Modell. Hier kommen bisher sowohl erdgasbefeuerte Anlagen als auch Wärmepumpensysteme zum Einsatz. Ein Leitfaden der Stadtwerke sieht vor, beim Anlagentausch keine reine Erdgasfeuerung mehr vorzusehen.

3.3.4 BHKW und PV-Anlagen

Im Marktstammdatenregister sind für Schleswig insgesamt 48 Blockheizkraftwerke mit einer kumulierten elektrischen Leistung von knapp 12.700 kW eingetragen. Hiervon entfallen rund 7.300 kW auf mit Biogas oder Klärschlamm betriebene Anlagen. Die 13 größten Anlagen werden durch die Bioenergy-Nord GmbH & Co.KG, die Biogas Schleswig GmbH und die Schleswiger Stadtwerke GmbH betrieben. Die elektrische Leistung dieser Anlagen summiert sich auf etwa 12.200 kW. Eine Gesamtleistung von rund 450 kW entfällt auf weitere Gewerbetreibende. 12 kleinere Anlagen mit einer Gesamtleistung von knapp 50 kW wurden durch Privatpersonen angemeldet.

Darüber hinaus finden sich im Marktstammdatenregister 644 hinterlegte Photovoltaikanlagen in Schleswig, auf die im entsprechenden Abschnitt der Potenzialanalyse noch genauer eingegangen wird.

³ <https://www.stadtwerke-sh.de/waerme/kommunale-waerme-und-kaelteplanung>

3.3.5 Schornsteinfegerdaten

Für Schleswig wurden die Schornsteinfegerdaten aus dem digitalen Kkehrbuch für das gesamte Stadtgebiet zur Verfügung gestellt. Hieraus lassen sich allgemeine Rückschlüsse auf die Wärmeversorgung in Schleswig ableiten. So wurden insgesamt 9.076 Feuerstätten erfasst.

Die Aufteilung auf die verschiedenen Brennstoffe ist in der folgenden Tabelle dargestellt. Die hohe Zahl an Feststoffheizungen ist fast ausschließlich auf Zweitfeuerungen und Einzelraumfeuerungen, also beispielsweise Holzöfen und Kamine, zurückzuführen. Damit zeigt sich auch, dass Erdgasheizungen in Schleswig die mit Abstand verbreitetste Heizungsart sind. In gut 600 Fällen kommt Heizöl zum Einsatz.

Tabelle 3: Feuerstätten in Schleswig gegliedert nach Brennstoff

Brennstoff	Anzahl
Erdgas	5.974
Heizöl	624
Feststoff	1.640
Sonstige/keine Angabe	838
Summe	9.076

3.3.6 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 Wärmezug zur Abkühlung auf der einen Seite und 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 erläutert die Kälteversorgung im Wohnungsbau eine Ausnahme ist. Darüber hinaus gibt es zahlreiche Maßnahmen zum sommerlichen Wärmeschutz, die auch ohne aktive Kühlung auskommen. Für Schleswig ist daher davon auszugehen, dass Kältenetze im Wohnbereich 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 Schleswig konnten im Bestand auch keine zentralen Netze zur Kälteversorgung identifiziert werden. Einzig die drei vorhandenen kalten Nahwärmenetze bieten die Möglichkeit zur passiven Kühlung der Wohngebäude.

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 Schleswig keine Potenziale für eine zentrale Kälteversorgung ermittelt werden. Dies ist auch darin begründet, dass die Kältebereitstellung in einem 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 Schleswig 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 Klimaschutzzielen 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 Schleswig.

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

Für den Stromverbrauch der Stadt Schleswig werden die Daten von den Stadtwerken verwendet. Diese sind unterteilt in Sondervertragskunden (SVK) und Klein- bzw. Tarifkunden.

Die Klein- und Tarifkunden werden zudem nach Haushaltskunden, Gewerbe, Landwirtschaft, kommunaler Verbrauch u.v.m. unterteilt. Für die hier gewählten Verbrauchssektoren „Wohnen“, „kommunal“ und „GHD & Industrie“ werden die Haushaltskunden sowie der Strombedarf für Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen dem Sektor „Wohnen“ zugeordnet. Der kommunale Stromverbrauch wird den Verbrauchsdaten der Stadt Schleswig entnommen. Alle anderen Verbraucher werden dem Sektor GHD & Industrie zugeordnet.

Tabelle 4: Stromverbrauch der Stadt Schleswig in den Jahren 2020 bis 2022

	2020 in kWh	2021 in kWh	2022 in kWh
Wohnen	32.433.642	33.252.381	31.917.728
GHD & Industrie	49.354.749	49.129.828	45.292.624
kommunal	1.233.760	1.254.819	1.309.357
gesamt	83.022.151	83.637.028	78.519.709
davon für			
Wärmepumpen	517.261	683.599	1.197.979
Nachtspeicher- heizungen	95.883	100.203	73.985

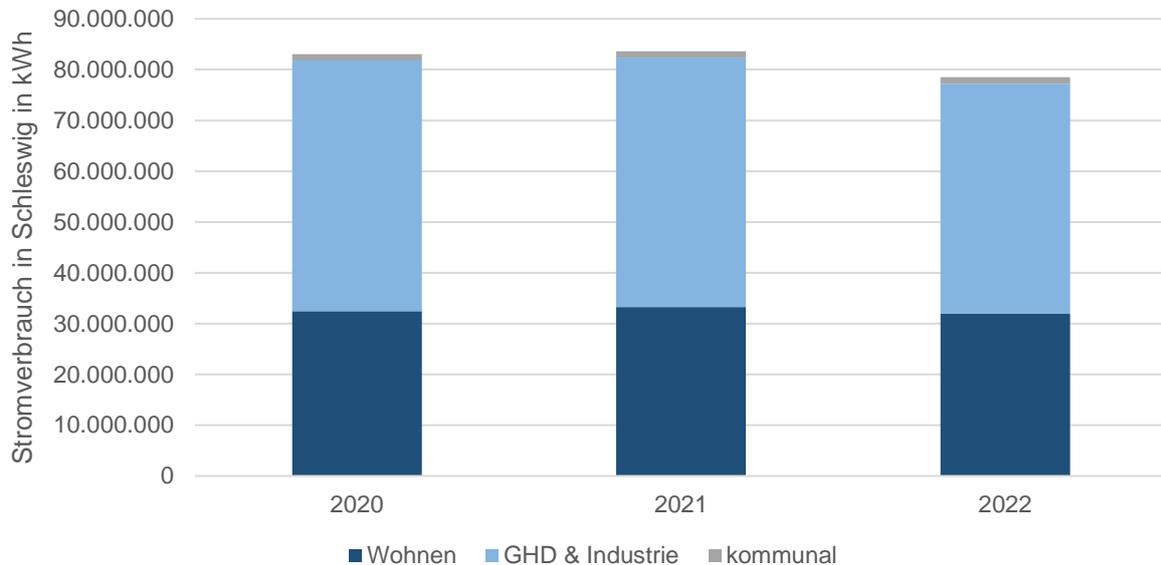


Abbildung 5: Stromverbrauch der Stadt Schleswig 2020-2022

Wie in Tabelle 4 zu sehen ist, ist der Verbrauch des Sektors GHD & Industrie mit 57 % am größten, gefolgt vom Bereich Wohnen. Der Strombedarf zur Wärmebereitstellung ist für Nachspeicherheizungen leicht rückläufig, während der Bedarf für Wärmepumpen sich in den vergangenen drei Jahren mit steigender Anzahl mehr als verdoppelt hat. Der Strombedarf zur Wärmeerzeugung macht jedoch mit 1,6 % nur einen geringen Anteil am Gesamtstromverbrauch aus.

3.4.1.2 Erdgasverbrauch

Die Analyse der Gasverbräuche für die Stadt Schleswig basiert auf den Verbrauchsdaten der Stadtwerke. Anhand der Zuordnung zu den Adressen kann mit relativ hoher Genauigkeit eine Zuordnung zu den Sektoren erreicht werden. Hierbei werden jedoch gemischt genutzte Gebäude aus Wohnungen und anderen Nutzungen wie Gewerbe dem Sektor Wohnen zugeordnet, da dies die Hauptnutzung der Gebäude ist. Die kommunalen Gasverbräuche sind den Verbrauchsdaten der Liegenschaften der Stadt Schleswig entnommen. Alle anderen Gasverbräuche werden dem Sektor GHD & Industrie zugeordnet. Teilweise wird die Fernwärme (s.u.) ebenfalls aus Erdgas erzeugt. Der Gasbedarf für die Fernwärmeerzeugung ist in der folgenden Tabelle nicht enthalten.

Tabelle 5: Gasverbrauch der Stadt Schleswig in den Jahren 2020 bis 2022

	2020 in kWh	2021 in kWh	2022 in kWh
Wohnen	190.419.589	216.427.782	183.324.344
GHD & Industrie	85.943.210	92.235.057	80.720.985
kommunal	5.105.281	6.016.470	5.078.444
gesamt	281.468.080	314.679.309	269.123.773

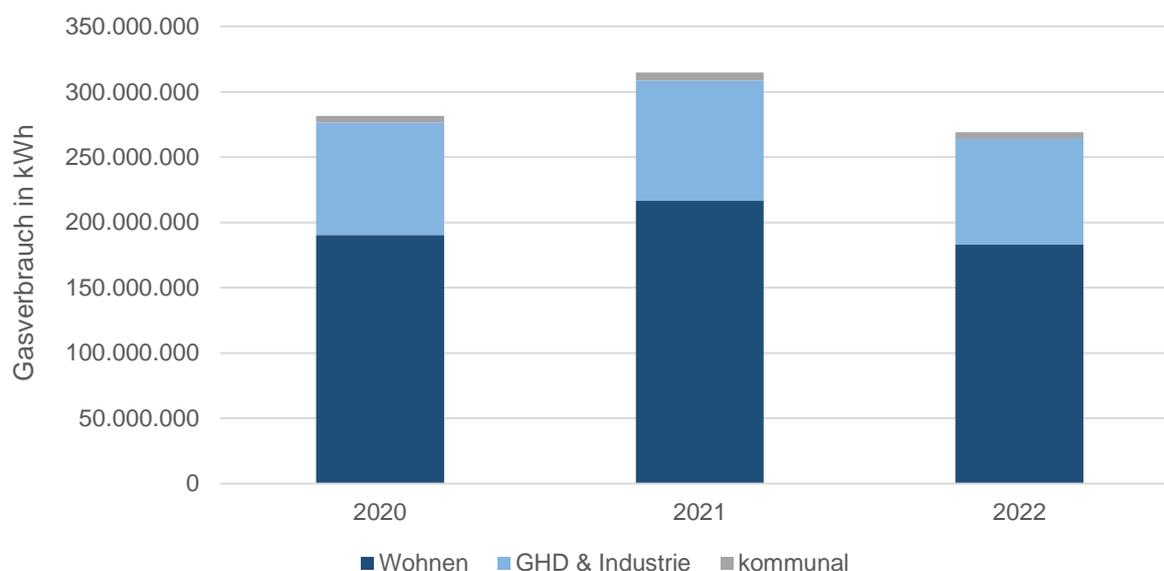


Abbildung 6: Gasverbrauch der Stadt Schleswig 2020-2022

Tabelle 5 und Abbildung 6 zeigen, dass der Anteil des Sektors Wohnen am Gasverbrauch mit 68 % deutlich größer ist, als am Stromverbrauch. Der kommunale Verbrauch nimmt – ähnlich wie beim Stromverbrauch – mit 1,9 % nur einen geringen Anteil ein. Deutlich zu erkennen ist zudem der witterungsbedingt erhöhte Gasbedarf im Jahr 2021 sowie die Effekte der Energiesparmaßnahmen im Jahr 2022, die aufgrund des Ukrainekriegs getroffen wurden.

3.4.1.3 Fernwärmeverbrauch

Die Auswertung der Fernwärmeverbräuche basiert im Wesentlichen auf den Daten der Stadtwerke sowie auf den Verbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften.

Tabelle 6: Fernwärmeverbrauch der Stadt Schleswig in den Jahren 2020 bis 2022

	2020 in kWh	2021 in kWh	2022 in kWh
Wohnen	12.485.013	15.044.972	12.636.319
GHD & Industrie	20.063.418	23.231.029	20.950.329
kommunal	2.849.355	3.491.928	2.970.400
gesamt	35.397.786	41.767.929	36.557.048

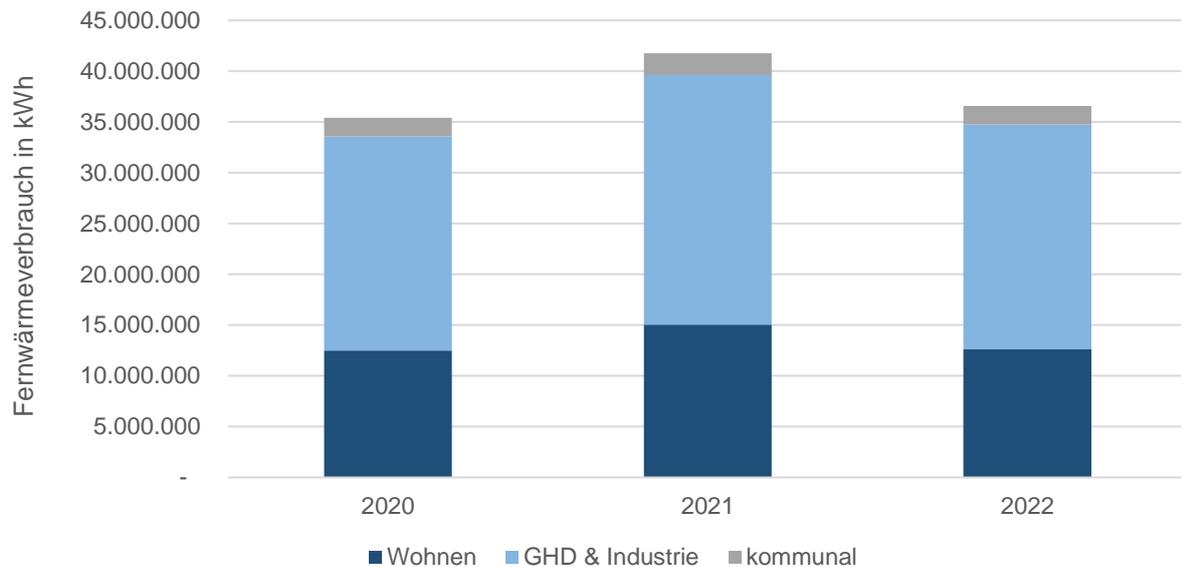


Abbildung 7: Fernwärmeverbrauch der Stadt Schleswig 2020-2022

Der Fernwärmebedarf liegt in den Jahren 2020 bis 2022 zwischen 35,4 und 41,8 Mio. kWh. Auch hier ist witterungsbedingt der höchste Verbrauch im Jahr 2021 erkennbar. Deutlich zu erkennen ist zudem, dass der Anteil des kommunalen Verbrauchs größer ist als beim Gasverbrauch, da die kommunalen Liegenschaften höhere Verbräuche haben und örtlich an den entsprechenden Netzen liegen, sodass sie an die Fernwärmenetze angeschlossen werden konnten. Der Anteil des kommunalen Verbrauchs am Gesamtfernwärmeverbrauch liegt 2022 bei ca. 8 %.

3.4.1.4 Gesamtwärmebedarf

Neben Strom, Erdgas und Fernwärme – deren Verbräuche gut erfasst werden – wird in Schleswig auch mit Heizöl und Flüssiggas geheizt. Zudem sind einige zentrale Biomasseheizungen und zahlreiche Einzelraumfeuerungsanlagen (Kamin- oder Pelletöfen) installiert. Um die Wärmeverbräuche insgesamt abzuschätzen, wurden neben den Verbrauchswerten der Netzbetreiber auch die Schornsteinfegerdaten ausgewertet. Hierzu wurde anhand der installierten Leistungen für Feuerungsanlagen mit einer durchschnittlichen Vollaststundenzahl von 1.900 h/a die Wärmemenge für Zentralheizungen ermittelt. Für Scheitholz- und Pellet-Einzelraumfeuerungen wurden anhand deutschlandweit durchschnittlicher Verbrauchsdaten je Haushalt die erzeugten Wärmemengen abgeschätzt⁴. Für Umweltwärme wurde nicht nur der Strombedarf für Wärmepumpen angegeben, sondern der Wärmebedarf der Gebäude mittels einer durchschnittlichen Jahresarbeitszahl von 3,5 abgeschätzt.

Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle und Abbildung dargestellt.

⁴ https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2023-01-05_cc_12-2022_aktuelle_nutzung_und_foerderung_der_holzenergie.pdf, Zuletzt abgerufen am 10.10.2024

Tabelle 7: Bereitstellung von Wärmeenergie in Schleswig in den Jahren 2020 bis 2022

	2020 in kWh	2021 in kWh	2022 in kWh
Erdgas	281.468.080	314.679.309	269.123.773
Fernwärme	35.397.786	41.767.929	36.557.048
Heizöl	66.058.237	73.852.639	63.161.130
Flüssiggas	2.124.264	2.374.912	2.031.100
Feste Biomasse	3.558.386	3.558.386	3.558.386
Umweltwärme mit WP	1.810.414	2.392.597	4.192.927
Nachtspeicher	95.883	100.203	73.985
Gesamt	390.513.049	438.725.974	378.698.349

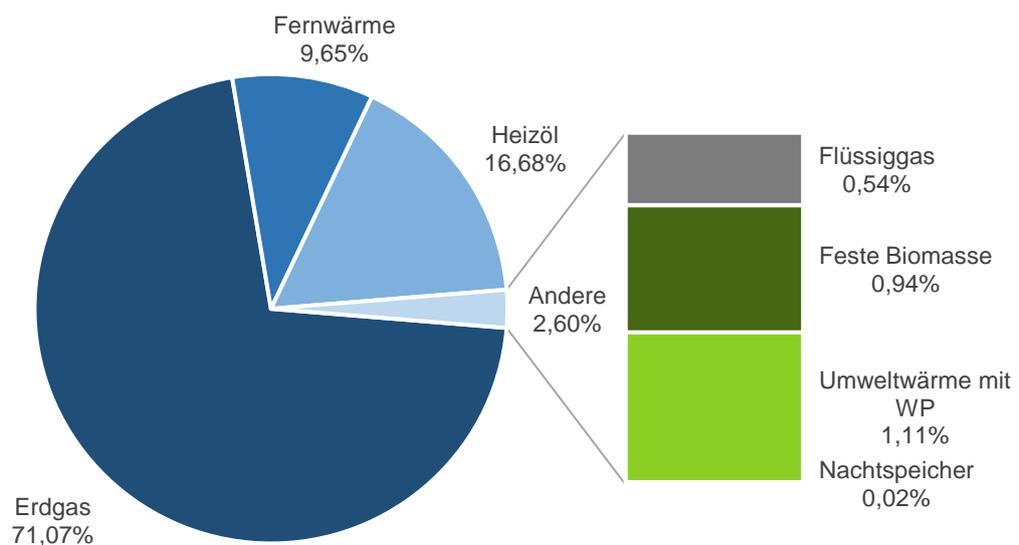


Abbildung 8: Anteile an der Wärmebereitstellung in Schleswig (Bezugsjahr 2022)

Den überwiegenden Anteil an der Wärmebereitstellung macht Erdgas mit 71 % aus. Danach folgen Heizöl (17 %) sowie Fernwärme (10 %).

Weitere Energieträger machen zusammen etwa 3 % des Energiebedarfs aus, dabei haben Umweltwärme sowie feste Biomasse den größten Anteil.

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
- Flüssiggas 276 g CO₂/kWh
- Biomasse 22 g CO₂/kWh
- Strom 498 g CO₂/kWh (2022)
- Fernwärme 148 g CO₂/kWh

Der Emissionsfaktor der Fernwärme ergibt sich aus einer Mischung aus erdgas- und biogasbetriebenen Anlagen, die anhand der erzeugten Wärme gewichtet wurden.

Aus den Energieverbräuchen und den jeweiligen Emissionsfaktoren je Energieträger ergeben sich die in Tabelle 8 dargestellten CO₂-Emissionen für die Stadt Schleswig. Hierbei ist zu beachten, dass die Energieverbräuche aus den vorangegangenen Abschnitten den unterschiedlichen Sektoren zugeordnet wurden. Hierzu wurden folgende Annahmen getroffen:

- Heizöl sowie Flüssiggas wurden analog zu den Gasverbräuchen auf die Sektoren Haushalte und GHD & Industrie aufgeteilt. Kommunale Heizöl- oder Flüssiggasanlagen sind nicht vorhanden.
- Für feste Biomasse ist unklar, ob industrielle Betreiber vorliegen. Die meisten Anlagen sind Einzelraumfeuerstätten, die üblicherweise in Wohnhäusern installiert sind. Die Emissionen werden daher vollständig dem Sektor Wohnen zugeordnet.
- Auch bei Wärmepumpen ist unklar, ob diese (abgesehen von den Anlagen in städtischem Besitz) vollständig dem Sektor Wohnen zuzuschlagen sind, oder ob auch im Bereich GHD und Industrie Wärmepumpen genutzt werden. Der durchschnittliche Verbrauch je Anlage liegt jedoch in allen 3 Jahren der Betrachtung bei ca. 4.000 kWh/a und ist auch bei steigender Anlagenzahl über die Jahre unverändert. Dies spricht für einen Einsatz in Einfamilienhäusern. Daher wird der gesamte Wärmepumpenstrom dem Bereich Wohnen zugeordnet.
- Nachtspeicherheizungen sind üblicherweise im Bereich Wohnen zu finden. Daher werden diese ebenfalls dem Bereich Wohnen zugeordnet, auch wenn keine eindeutigen Informationen hierzu vorliegen.

Ob diese Annahmen der Realität entsprechen, könnte ggf. mittels Fragebögen weiter ermittelt werden.

Tabelle 8: Treibhausgasemissionen der Stadt Schleswig 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	45.281	19.938	1.254	66.474
Fernwärme	1.872	3.276	268	5.416
Heizöl	13.945	6.140	0	20.085
Flüssiggas	389	171	0	561
Feste Biomasse	78	0	0	78
Strom für Wärmepumpen	597	0	3	600
Strom für Nachtspeicher	37	0	0	37
Summe	62.199	29.526	1.525	93.250

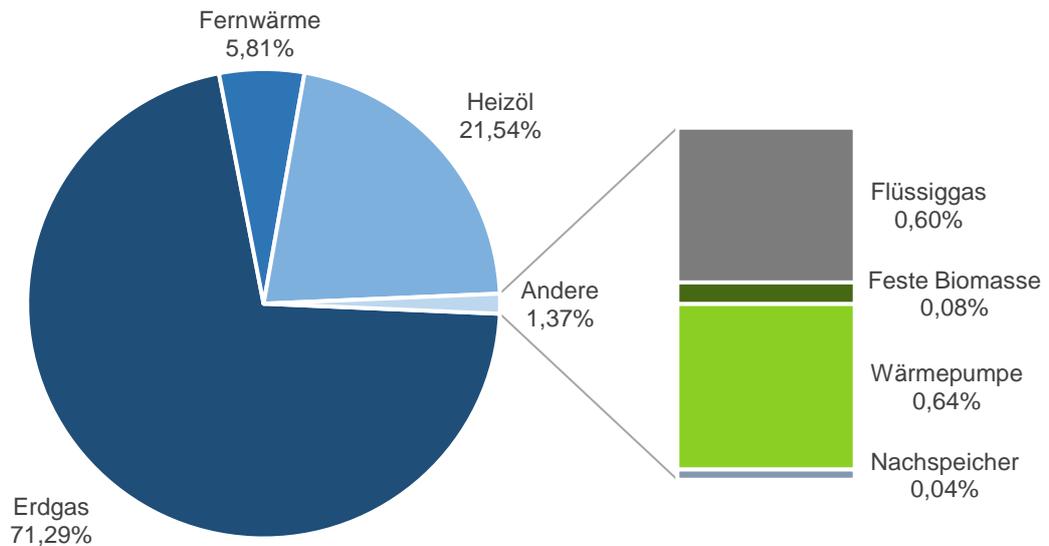


Abbildung 9: Anteil der Treibhausgasemissionen der Wärmebereitstellung der Stadt Schleswig in 2022 nach Energieträger

Abbildung 9 und Abbildung 10 zeigen die Anteile der Treibhausgasemissionen nach Energieträger an der Wärmebereitstellung für das Jahr 2022. Auch hier macht Erdgas mit etwas weniger als drei Viertel den größten Anteil aus. Da der Emissionsfaktor der Fernwärme aufgrund der Nutzung von Biogas deutlich geringer ist als der von Gas und Heizöl, ist der Anteil der der Fernwärme geringer, im Vergleich zur Wärmebereitstellung. Unter den anderen Energieträgern haben die Wärmepumpe sowie Flüssiggas die größten Anteile. 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. Die Nutzung fester Biomasse hat zusammen mit der Nachspeicherheizung den geringsten Anteil. Bei der Nachspeicherheizung kommt dies durch die geringe Menge an erzeugter Wärme zustande. Bei der Biomasse ist von vergleichsweise geringen Emissionsfaktoren auszugehen.

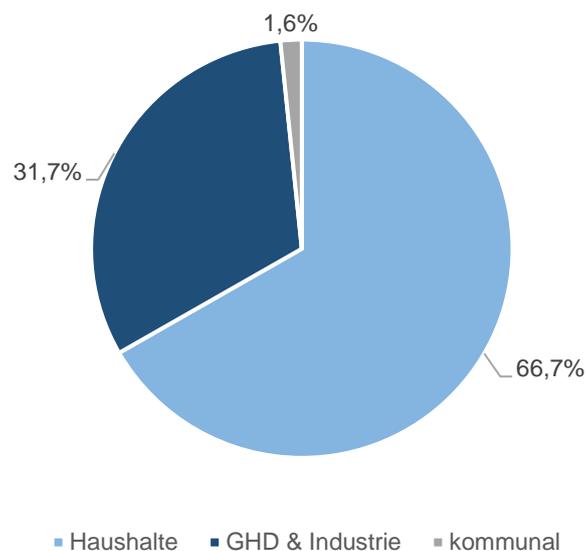


Abbildung 10: Anteil der Treibhausgasemissionen der Wärmebereitstellung der Stadt Schleswig in 2022 nach Sektoren

In Abbildung 10 sind die Treibhausgasemissionen nach Sektoren aufgeschlüsselt. Aufgrund des hohen Anteils an Erdgas an der Wärmebereitstellung sowie durch die getroffenen Annahmen hinsichtlich der Anteile der Beheizung mittels Heizöl ist erkennbar, dass die meisten Treibhausgasemissionen durch die Beheizung der Haushalte entsteht.

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 Schleswig 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.

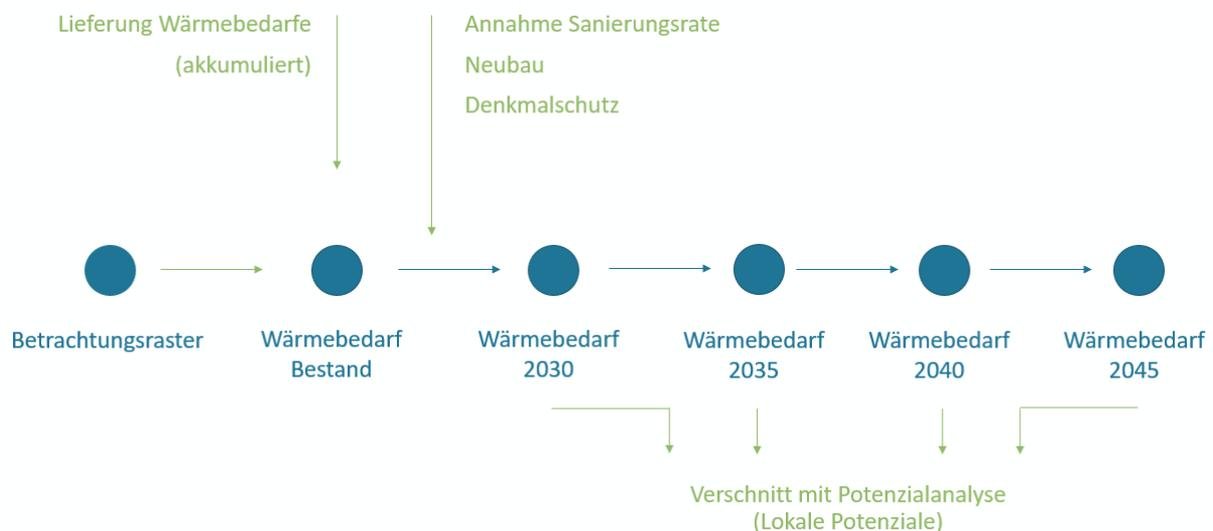


Abbildung 11: Vorgehen Bedarfsprognose Raumwärme

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 Schleswig zum Heizen benötigen.

4.1 Betrachtungsraster

Die Betrachtungsraster 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 Betrachtungsraster fließen daher folgende Parameter ein:

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

Die Ermittlung der Parameter erfolgt über unterschiedliche Methoden. Für die Gebäudenutzung und das Gebäudealter wird das Vorgehen in der Bestandsanalyse im Kapitel 3.1 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 55 Betrachtungsraster entstanden, von denen 39 Betrachtungsraster hauptsächlich eine Wohnnutzung aufweisen. Die untenstehende Abbildung zeigt die Betrachtungsraster für die Stadt Schleswig, aufgeteilt nach der maßgeblichen Gebäudenutzung.

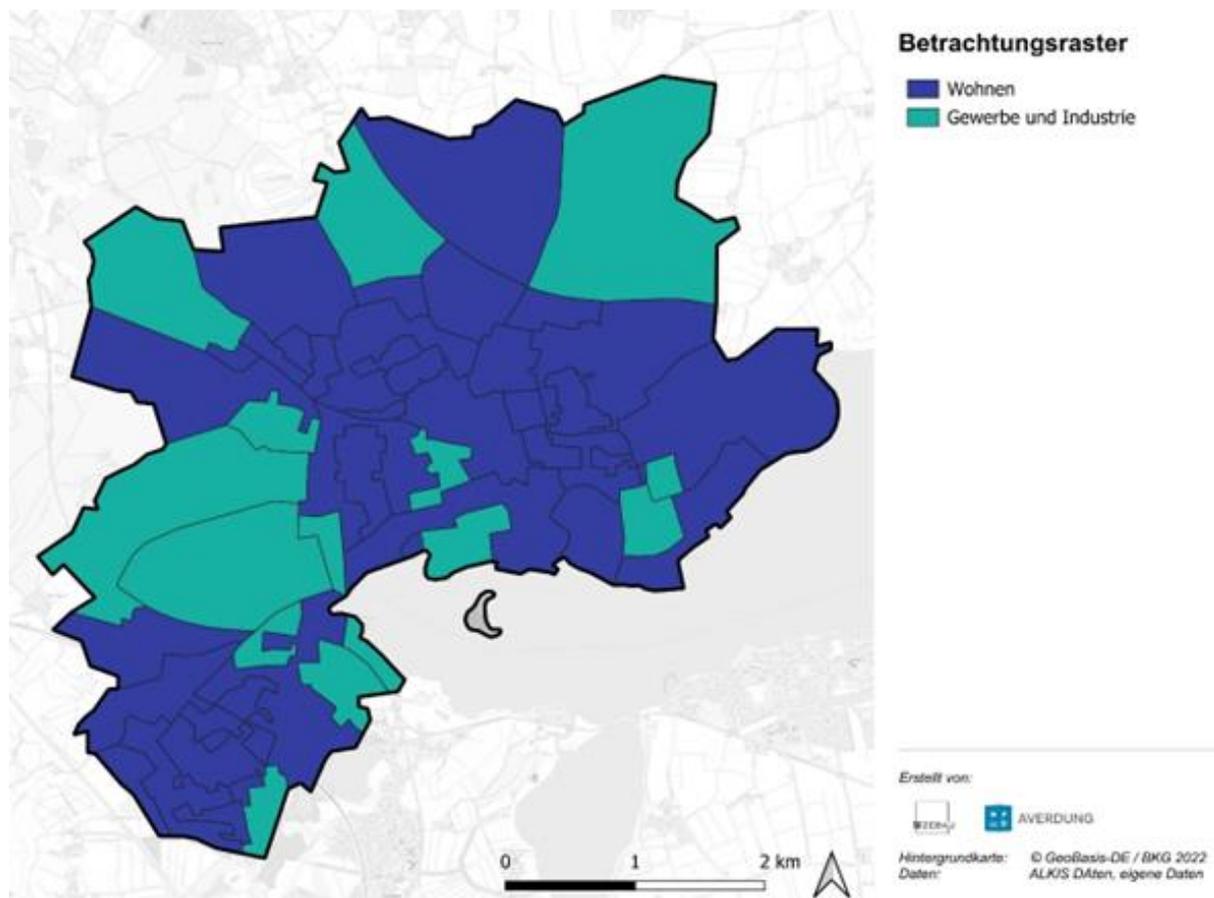


Abbildung 12: Betrachtungsraster Stadt Schleswig

4.2 Wärmebedarf Bestand

Um die Wärmeverbräuche der Gebäude im Bestand abzuschätzen, wurden die Wärmeverbräuche der Schleswiger Stadtwerke/Stadtwerke SH verwendet, welche daraufhin straßenzugsweise dargestellt und auf die Gebäude, die an das Gas- bzw. Fernwärmenetz angeschlossen sind, aufgeteilt wurden. Die beheizten Gebäude, für die keine realen Verbrauchswerte vorlagen, wurden mit Standardwerten aus

dem Leitfaden zur Gebäudetypologie in Schleswig-Holstein der ARGE⁵ ergänzt. Hierzu wurde im Vorfeld jedem Betrachtungsraaster ein Wert aus dem Leitfaden übertragen und auf die Gebäude angewendet. Die Wärmebedarfswerte im Bestand der gewerblich geprägten Betrachtungsraaster wurden mit den von den Unternehmen gelieferten Verbrauchsdaten abgeglichen.

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

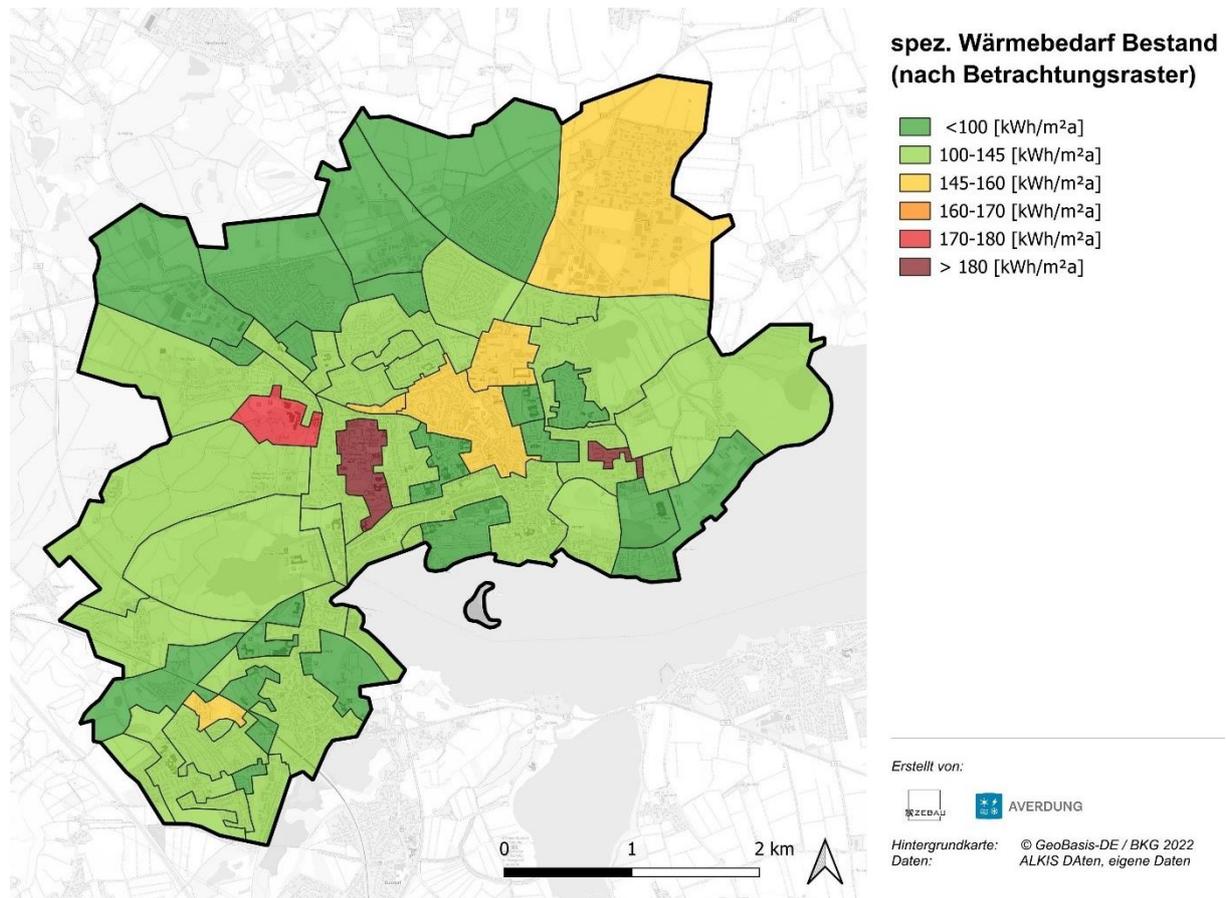


Abbildung 13: spezifischer Wärmebedarf im Bestand (nach Betrachtungsraaster)

4.3 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 2021⁶ und die Machbarkeitsstudie ‚Klimaneutrales Wohnen 2045 in Hamburg‘⁷. 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 sie 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

⁵ Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. (2012): Gebäudetypologie Schleswig-Holstein. Bauen in Schleswig-Holstein Band 47.

⁶ Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung. (2021). Energiewende und Klimaschutz in SH – Ziele, Maßnahmen und Monitoring

⁷ Walberg, D. et. al. (2023). Machbarkeitsstudie ‚Klimaneutrales Wohnen 2045 in Hamburg‘. Hrsg. Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V.

2035 und einer Sanierungsrate von 2,2 % bis 2040 und 2045 zu landen (siehe untenstehende Abbildung).

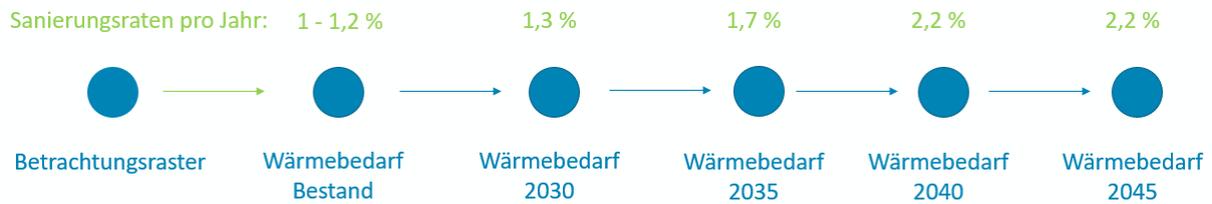


Abbildung 14: Annahmen Sanierungsraten pro Jahr

Diese Sanierungsraten werden auf die Wärmebedarfswerte im Bestand angewendet, sodass davon auszugehen ist, dass 7,8 % der Nettonraumfläche im Jahr 2030, 18,7 % der Nettonraumfläche im Jahr 2035, 35,2 % der Nettonraumfläche im Jahr 2040 und 46,2 % der Nettonraumfläche im Jahr 2045 in Schleswig modernisiert sind. Als technisch realistischer Sanierungswert wurde jedem Betrachtungsraster ein Standardwert aus dem Leitfaden zur Gebäudetypologie in Schleswig-Holstein der ARGE⁸ 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).

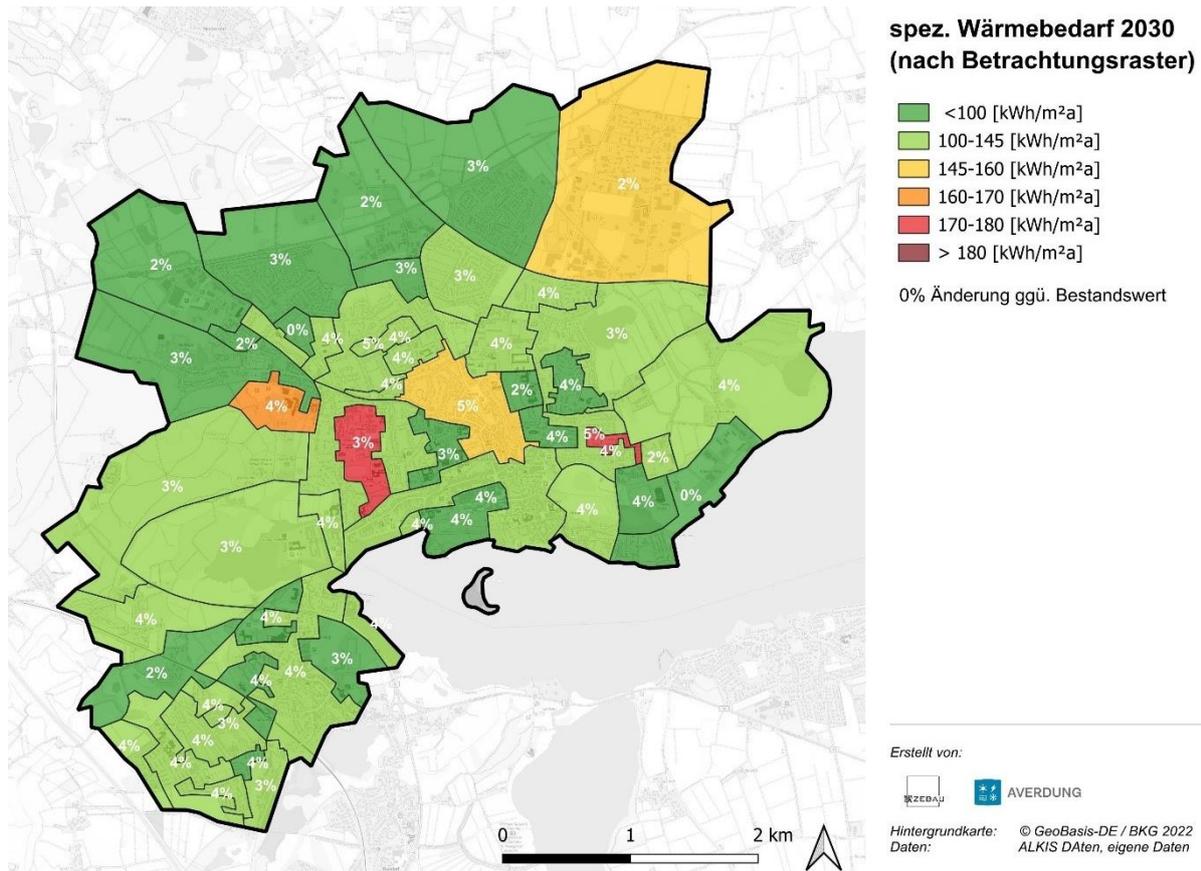


Abbildung 15: spezifischer Wärmebedarf 2030 (nach Betrachtungsraster) inkl. prozentualer Entwicklung

⁸ 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 8 % des spezifischen Wärmebedarfs gegenüber dem Bestandwert festgestellt werden (siehe untenstehende Abbildung).

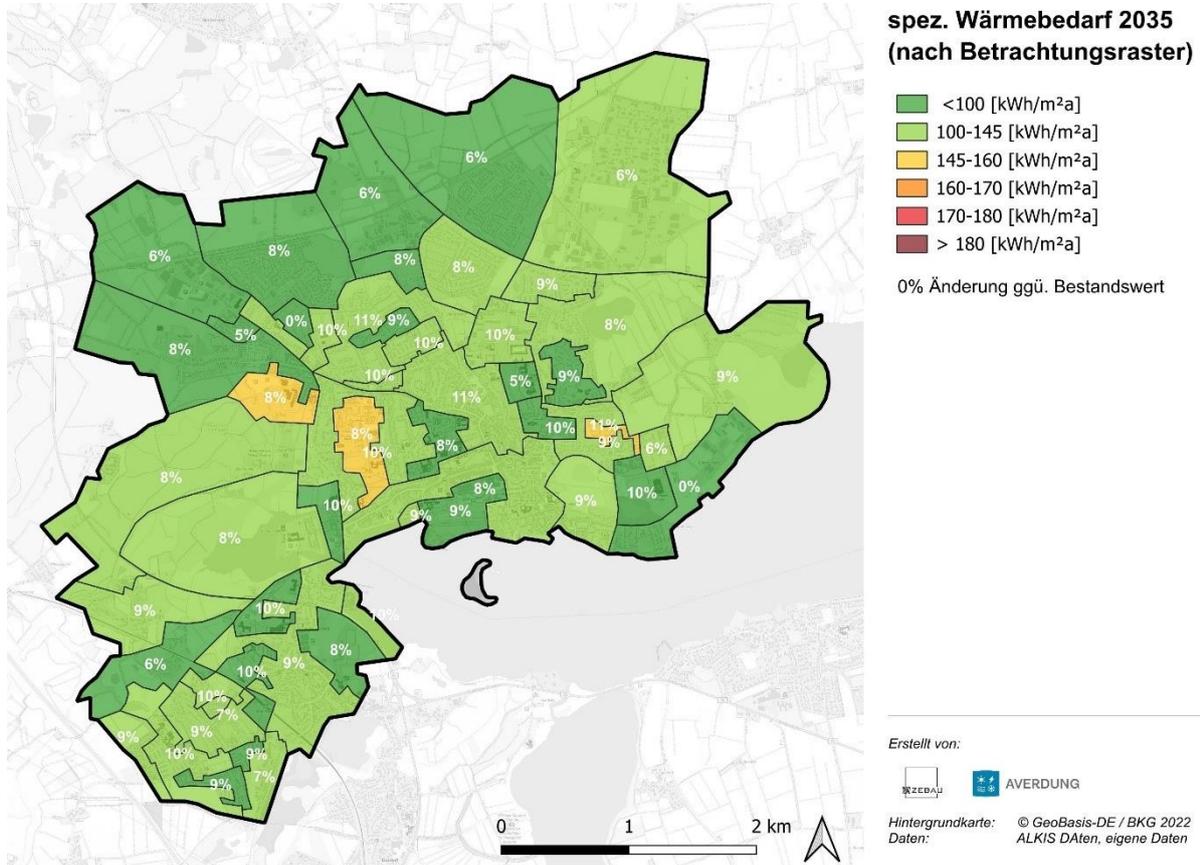


Abbildung 16: spezifischer Wärmebedarf 2035 (nach Betrachtungsraster) inkl. prozentualer Entwicklung

Für das Zieljahr 2040 kann in den Betrachtungsrastern eine Reduktion von durchschnittlich 15 % des spezifischen Wärmebedarfs gegenüber dem Bestandwert festgestellt werden (siehe untenstehende Abbildung).

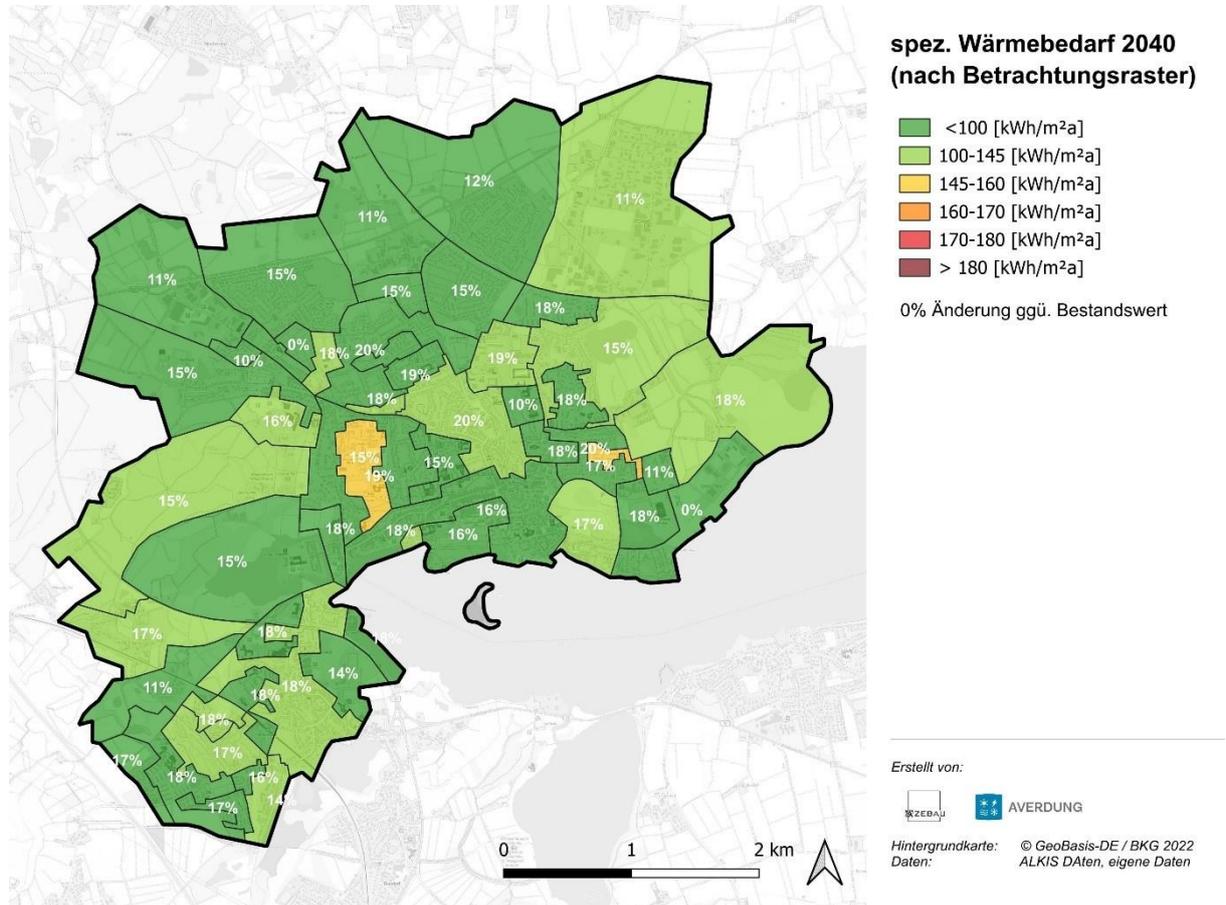


Abbildung 17: spezifischer Wärmebedarf 2040 (nach Betrachtungsraster) inkl. prozentualer Entwicklung

Für das Zieljahr 2045 kann in den Betrachtungsrastern eine Reduktion von durchschnittlich 20% des spezifischen Wärmebedarfs gegenüber dem Bestandswert festgestellt werden (siehe untenstehende Abbildung).

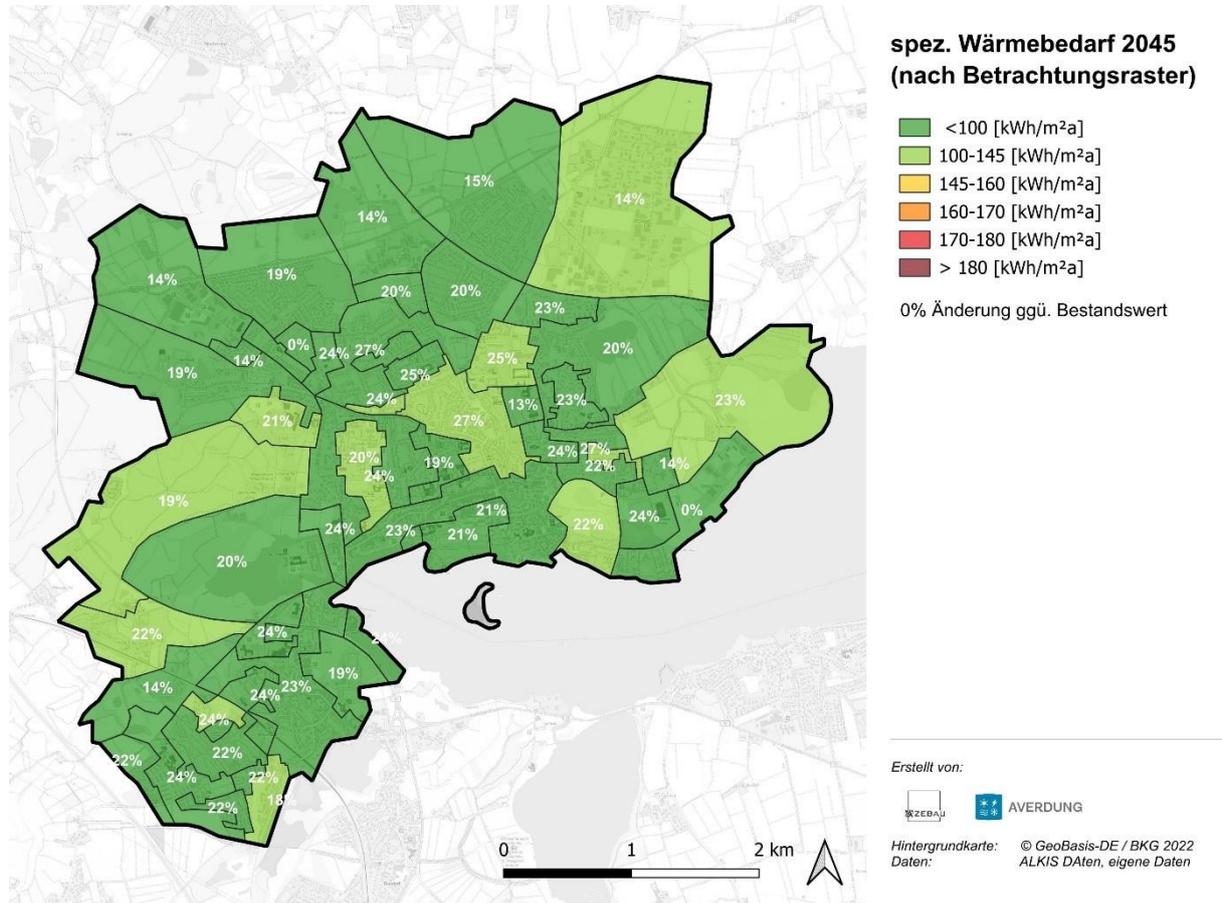


Abbildung 18: spezifischer Wärmebedarf 2045 (nach Betrachtungsraster) inkl. prozentualer Entwicklung

Die Entwicklung der spezifischen Wärmebedarfe in den Jahren 2030, 2035, 2040 und 2045 zeigt, dass sich durch die angenommenen Sanierungsraten die Energieeffizienz der Schleswiger Gebäude in einigen Betrachtungsrastern um bis zu 27 % verbessert.

4.4 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 Schleswig. Durch die Besonderheit, dass in Schleswig mehrere Gebäude im Besitz des Landes Schleswig-Holstein oder vom Kreis Schleswig-Flensburg sind, wurde zusätzlich der Sektor „Weitere öffentliche Gebäude“ aufgenommen.

Die Betrachtung nach Sektoren ermöglicht die Identifikation derjenigen 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 Schleswig lässt sich mit einem Anteil von 93 % der Großteil der beheizten Gebäude dem Sektor Private Haushalte zuordnen. An zweiter Stelle kommt der Sektor GHD mit knapp 6 % und an dritter Stelle der Sektor Kommunal mit einem Anteil von etwa 0,6 % an den beheizten Gebäuden. Die

wenigsten beheizten Gebäuden in Schleswig lassen sich mit ca. 0,3 % dem Sektor Weitere öffentliche Gebäude zuordnen (siehe Abbildung 19).

Anteile der Sektoren an den beheizten Gebäuden

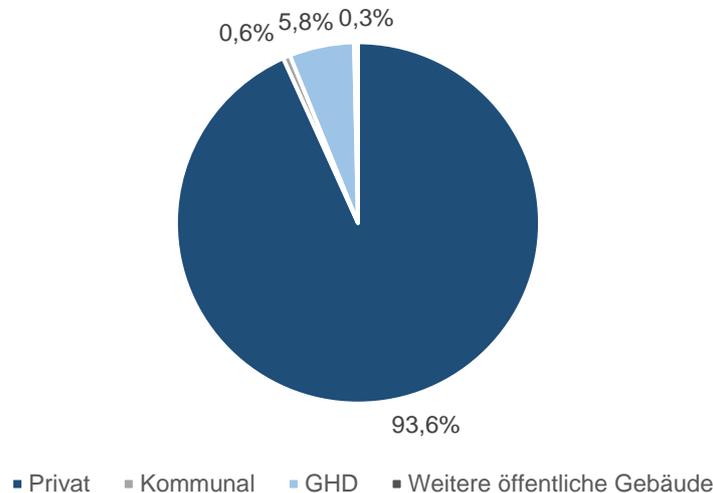


Abbildung 19: Anteile der Sektoren an den beheizten Gebäuden

Grundsätzlich ist in allen Sektoren eine Reduktion des spezifischen Wärmebedarfs und somit eine Einsparung des Wärmebedarfs bis zum Zieljahr 2045 zu erkennen (siehe Abbildung 20). Der Sektor Private Haushalte und der kommunale Sektor weisen mit rund 22 % die höchsten zu erwartenden Einsparungen gegenüber dem aktuellen durchschnittlichen spezifischen Wärmebedarf auf. Darauf folgt der Sektor weitere öffentliche Gebäude mit 21 % Einsparung gegenüber dem durchschnittlichen spezifischen Wärmebedarf im Bestand. Da es sich hierbei jedoch um Liegenschaften des Kreises Schleswig-Flensburg und des Landes Schleswig-Holstein handelt, hat die Stadt Schleswig auf die Entwicklung des Wärmebedarfs dieser Gebäude keinen Einfluss. Der Sektor GHD weist eine 17%-ige Einsparung gegenüber dem durchschnittlichen spezifischen Wärmebedarf im Bestand auf. Obwohl das Einsparpotenzial im Sektor GHD ähnlich hoch wie in den anderen Sektoren ist, besteht bei gewerblich genutzten Gebäuden grundsätzlich eine begrenzte Flexibilität bei der Prozessoptimierung und Modernisierung aufgrund technischer und wirtschaftlicher Grenzen. Dadurch sind Einsparpotenziale häufig schwerer zu heben.

Durchschnittlicher spezifischer Wärmebedarf nach Sektoren

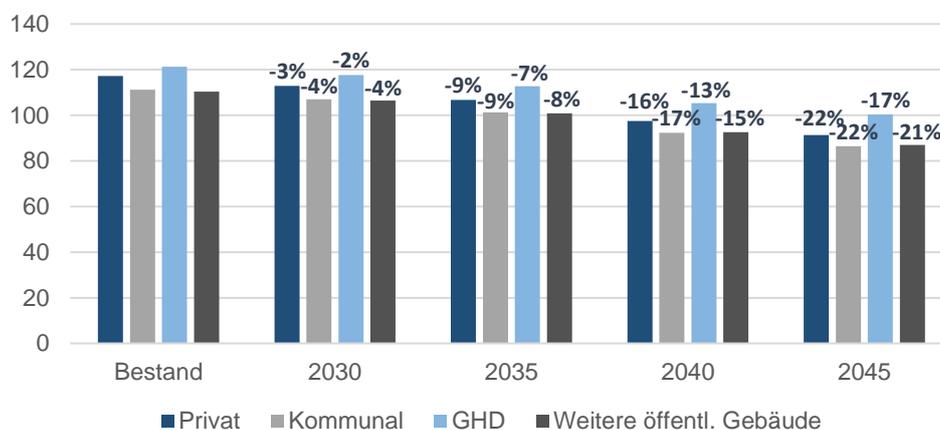


Abbildung 20: Durchschnittlicher spezifischer Wärmebedarf nach Sektoren in kWh/m²a

4.5 Gesamtergebnis

Unter Einbezug der tatsächlich beheizten Gebäudefläche zeigt sich für den absoluten Wärmebedarf durch die angenommenen Gebäudemodernisierungen in Schleswig eine Einsparung von 3 % für 2030, 8 % für 2035, 15 % für 2040 und von 20 % für das Zieljahr 2045 gegenüber dem aktuellen Wärmebedarf (siehe Abbildung 21).

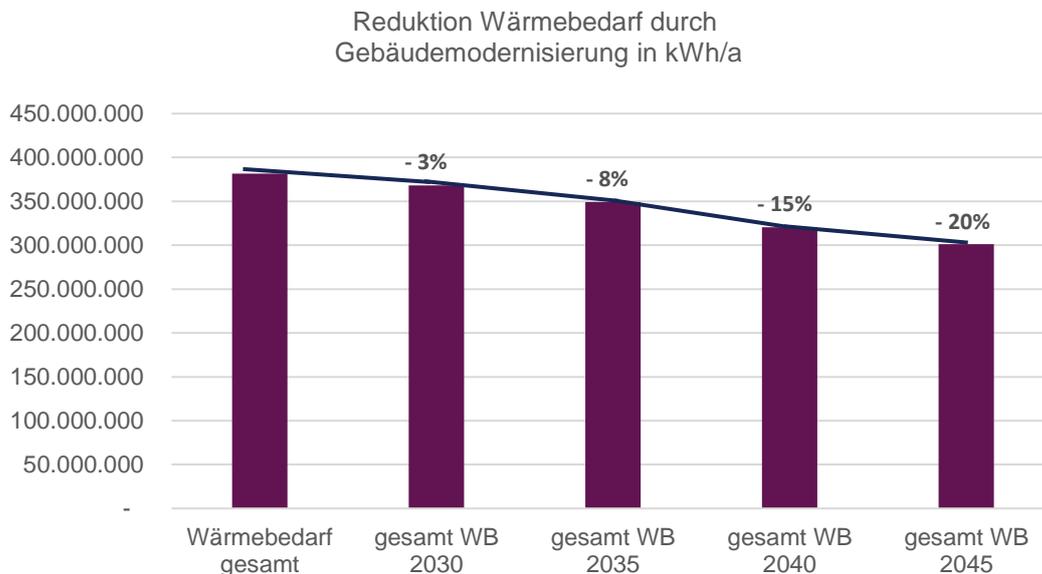


Abbildung 21: Diagramm zur Reduktion des Wärmebedarfs durch Gebäudemodernisierung in kWh/a

Die Reduzierung des absoluten Wärmebedarfs ist vor allem auf den Sektor Private Haushalte zurückzuführen, da ihm die meisten beheizten Gebäude in Schleswig 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 Schleswig, weist jedoch auch ein sehr hohes Einsparpotenzial auf und kann durch Modernisierungsmaßnahmen maßgeblich zur Reduzierung des Wärmebedarfs beitragen. Hinzu kommt, dass durch Modernisierungsmaßnahmen an kommunalen Gebäuden die Stadt Schleswig ihrer Vorbildfunktion gerecht wird und im besten Fall weitere Gebäudeeigentümer:innen zur Maßnahmenumsetzung inspiriert. Im gewerblichen Sektor ergeben sich trotz des geringen Anteils an den beheizten Gebäuden in Schleswig weiteres Einsparpotenzial, wobei dieses aus den oben genannten Gründen eingeschränkt gehoben werden kann. Es ist daher sinnvoll, mit Unternehmen, die einen hohen Wärmeverbrauch aufweisen, und mit potenziellen Ankerkunden im Gespräch zu geplanten Veränderungen und möglichen Modernisierungsmaßnahmen zu bleiben. Im Sektor weitere öffentliche Gebäude bestehen grundsätzlich ebenfalls Einsparpotenziale, die jedoch aus den oben genannten Gründen nicht durch die Stadt Schleswig realisiert werden können.

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 Wärmeliniendichten untersucht sowie mit den lokalen Potenzialen verschnitten, um Handlungsmöglichkeiten zu erörtern.

4.6 Einfluss von Wirkungsgraden und Witterung

Für alle Gebäude wurden die Wärmebedarfe mittels Verbrauchsdaten oder Gebäudekennwerten der ARGE 9⁹ berechnet. Sofern keine genaueren Daten vorliegen, kann im Allgemeinen ein durchschnittlicher Wirkungsgrad der Heizungsanlagen von 86 %¹⁰ 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. Diese betragen im Durchschnitt 1,14 und heben sich damit mit den Wirkungsgraden quasi auf. Die resultierenden Wärmebedarfe sind in der Folge den Verbrauchswerten sehr ähnlich.

Tabelle 9: Klimafaktoren der Jahre 2019 bis 2022 (Quelle: Deutscher Wetterdienst¹¹)

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

4.7 Wärmeliendichte

Die Wärmeliendichte 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 Wärmeliendichte ist. Wärmeliendichten unter 0,75 MWh / m sind im Allgemeinen zu gering. Für Wärmeliendichten 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 Wärmeliendichte für den prognostizierten Wärmebedarf 2045 bei einer Anschlussquote von 60 und 100 % dargestellt.

Der vollständige Anschluss der Liegenschaften an ein Wärmenetz ist unwahrscheinlich. Für die Verortung von Wärmenetzprüfgebieten in Kapitel 5 wird daher eine Anschlussquote von 60 % als Basis verwendet.

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

¹⁰ Wolf, D. (2004): Felduntersuchung: Betriebsverhalten von Heizungsanlagen mit Gas-Brennwertkesseln

¹¹ Deutscher Wetterdienst: Klimafaktoren (KF) für Energieverbrauchsangabe, zuletzt besucht 05.06.2024, <https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html>

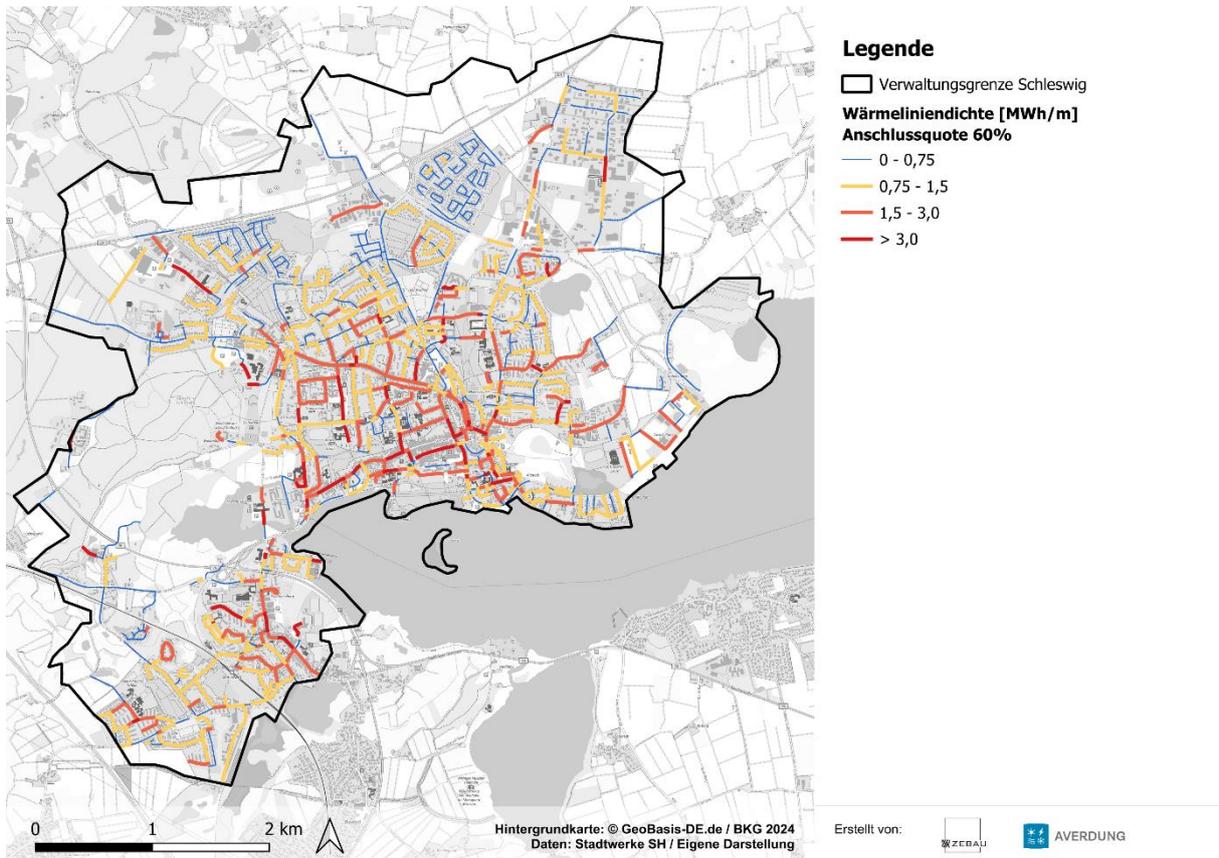


Abbildung 22: Straßenabschnittsweise Wärmeliniendichte in Schleswig (2045, 60 % Anschlussquote)

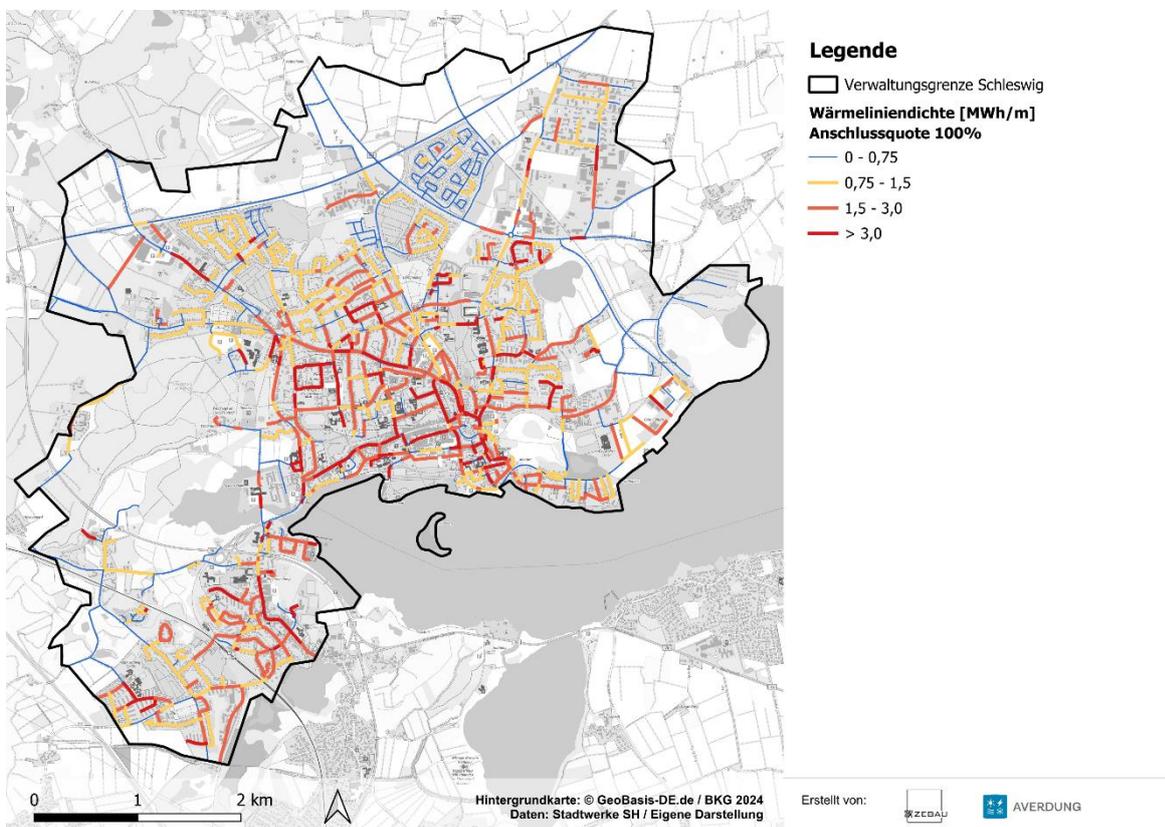


Abbildung 23: Straßenabschnittsweise Wärmeliniendichte in Schleswig (2045, 100% Anschlussquote)

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.

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 Wärmeengewinnung aus oberflächennaher Geothermie als auch die Potenziale von tiefen Geothermiebohrungen näher betrachtet.

5.2.1 Oberflächennahe Geothermie

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.

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.

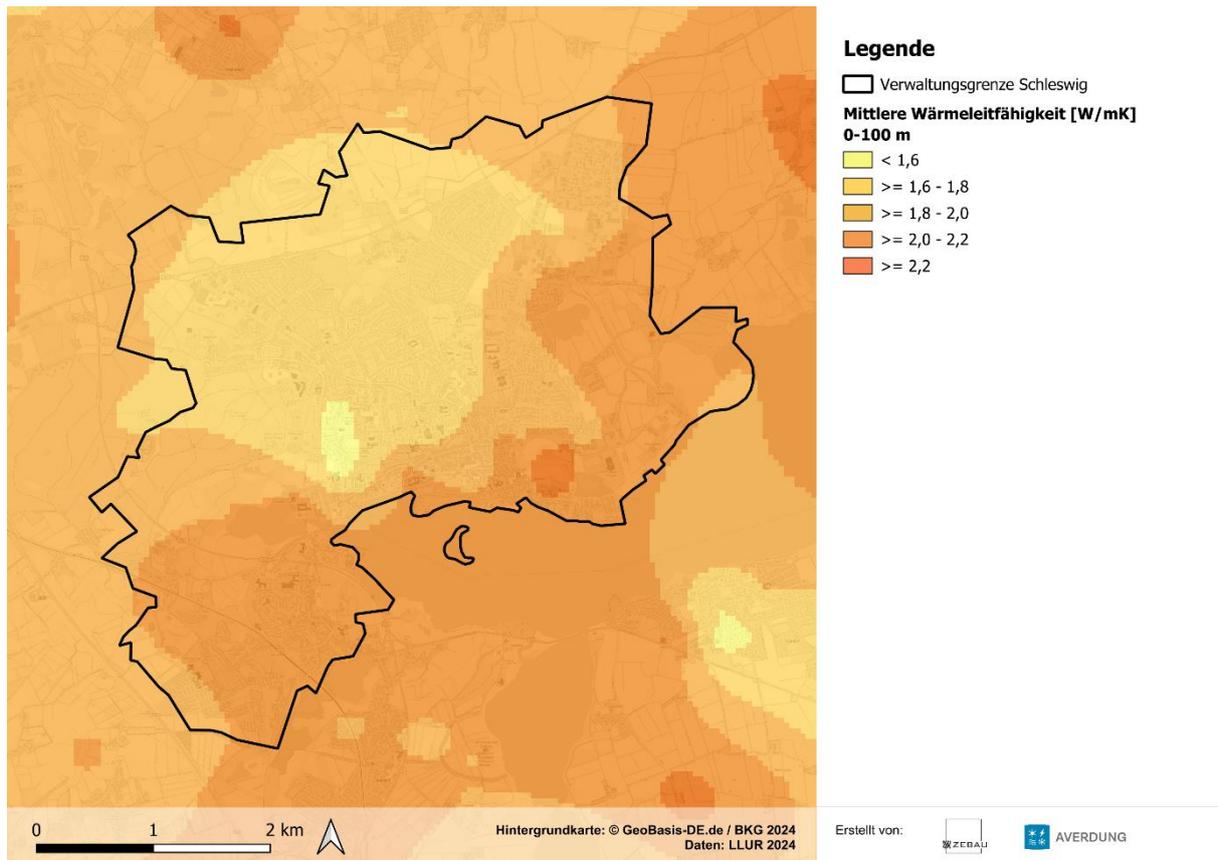


Abbildung 24: Mittlere Wärmeleitfähigkeit bis 100 m (Quellen: Schleswig-Holstein, LLUR, 2024)

Die mittlere Wärmeleitfähigkeit des Bodens für die ersten 100 Bohrmeter liegt in Schleswig im Stadtzentrum überwiegend im Bereich zwischen 1,6 und 1,8 W/m*K und kann damit als aus Potenzialsicht geeignet eingestuft werden. Der Süden Schleswigs scheint mit höheren Leitfähigkeiten bis zu 2,2 W/m*K besonders interessant für Geothermiebohrungen. Je nach Anlagenkonzept der Geothermienutzung entspricht dies hier einer Wärmeentzugsleistung von etwa 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 Deutschland¹² wurden in Schleswig bereits 25 Erdwärmesonden mit Bohrstrecken zwischen 30 und 100 m erstellt.

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

Große Teile des Nordens und Ostens Schleswigs liegen in einem Trinkwassergewinnungsgebiet. Hier kann es zu Einschränkungen in der Nutzung von geothermischen Potenzialen zum Beispiel in Form von Bohrtiefenbegrenzungen kommen. Für die tatsächliche Nutzung der Potenziale müssen Einzelfallprüfungen die Genehmigungsfähigkeit zeigen. Zur weiteren Bestimmung des Geothermiepotenzials wurden größere zusammenhängende Freiflächen identifiziert. Hierbei wurden Flächen innerhalb von Naturschutzgebieten bereits ausgeschlossen. In der folgenden Abbildung ist die Lage des Trinkwassergewinnungsgebietes dargestellt. Ebenso dargestellt sind öffentlich verfügbare Standorte von Grundwasserentnahmen sowie die ermittelten Potenzialflächen für Geothermie. Im gesamten Stadtgebiet ist außerdem die Kampfmittelverordnung zu beachten.

¹² <https://boreholemap.bgr.de/mapapps/resources/apps/boreholemap/index.html>

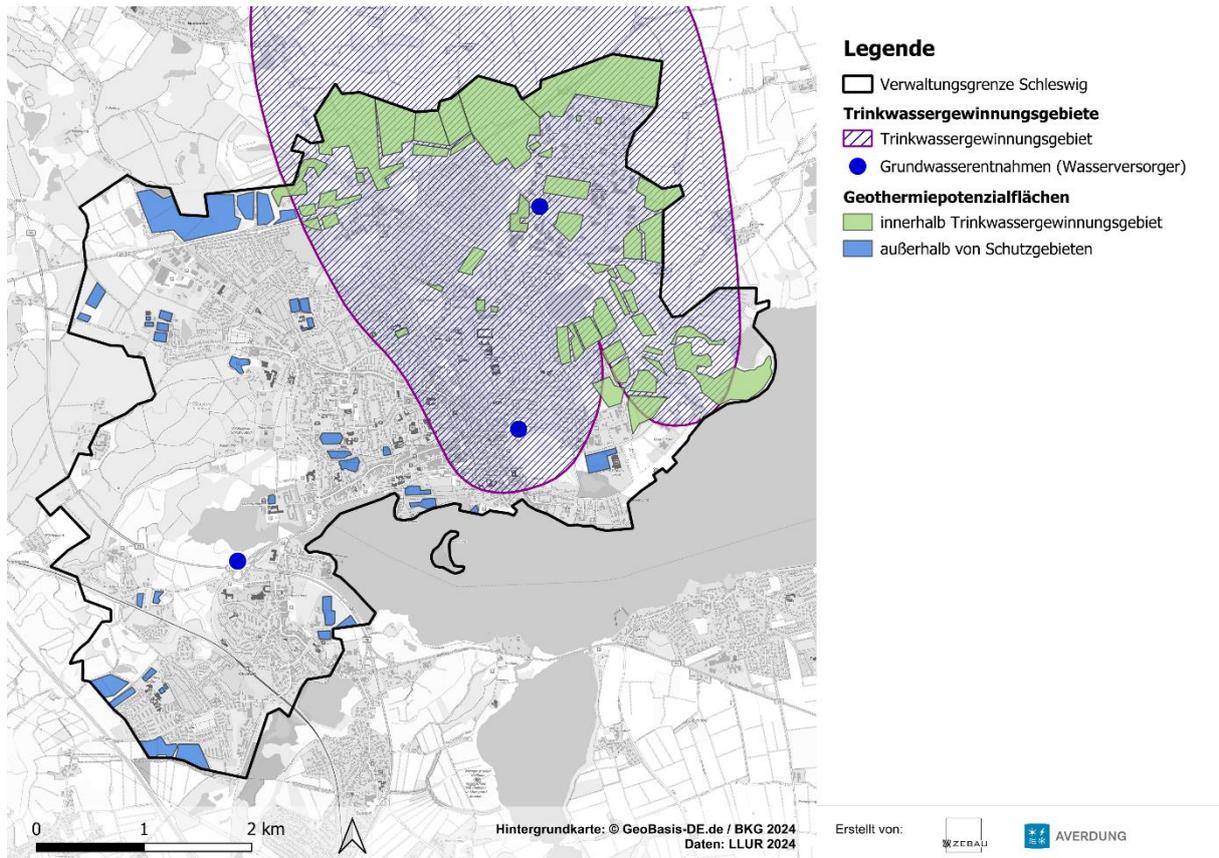


Abbildung 25: Geothermiepotezialflächen und Trinkwassergewinnungsgebiete in Schleswig

Basierend auf den gezeigten Flächen wurden die Geothermiepoteziale für größere zusammenhängende Flächen quantifiziert, da diese als Wärmequelle für zentrale Lösungen dienen können. Ein großer 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.

Hierbei wurde angenommen, dass der Abstand der Erdsonden zueinander 8,25 m beträgt und die Erdsonden eine Tiefe von bis zu 200 m aufweisen. 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 80 % des beschriebenen Potenzials befinden sich im 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 80 GWh reduzieren. Auch in diesem Fall könnte damit noch ca. ein Viertel des für 2040 prognostizierten Gesamtwärmebedarfs gedeckt werden. Neben der Höhe des Potenzials ist jedoch auch die Entfernung

der Flächen zu potenziellen Wärmenetzgebieten entscheidend. Im räumlichen Konzept wird aufgezeigt, wie hoch das Geothermiepotenzial in der Nähe der jeweiligen Wärmenetzprüfgebiete ist.

Tabelle 10: Geothermiepotenziale in Schleswig

	Fläche in m ²	Anzahl Son- den	Entzugs- leistung in kW	Wärme (inkl. Wärme- pumpe) in GWh	Anteil an Ge- samtwärme- bedarf 2040
Kommunal	142.254	2.089	13.111	35	11 %
Landwirtschaft	2.657.983	39.052	247.851	669	209 %
Grünfläche	47.195	694	4.198	11	4 %
sonst. Freifläche	88.432	1.299	7.791	21	7 %
Summe	2.935.864	43.134	272.953	737	230 %
Davon im Trinkwas- sergewinnungsge- biet	2.314.808	34012	216.252	584	182 %
Davon außerhalb Trinkwassergewin- nungsgebiet	621.056	9.122	56.700	153	48 %

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

5.2.2 Tiefengeothermie

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

In Abhängigkeit der Geologie können Temperaturen bis zu 230 °C erreicht werden. Das erschließbare Temperaturniveau wird in Abhängigkeit der Temperatur in heiß (> 100 °C), warm (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 (Aquifere) 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 von 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-Harburg¹³ 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 Schleswig ebenso wie Hamburg im Norddeutschen Becken. Hier herrschen insbesondere in der Nähe von Salzstöcken gute Ausgangsbedingungen für tiefergeothermische Anwendungen.

Das Geothermische Informationssystem GeotIS¹⁴ des Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik weist für den Großteil des Schleswiger Umlands ein mittleres bis hohes petrothermisches, sowie für den Großteil der Stadt ein geringes hydrothermisches Potenzial aus, wie auf den folgenden Abbildungen zu erkennen ist.

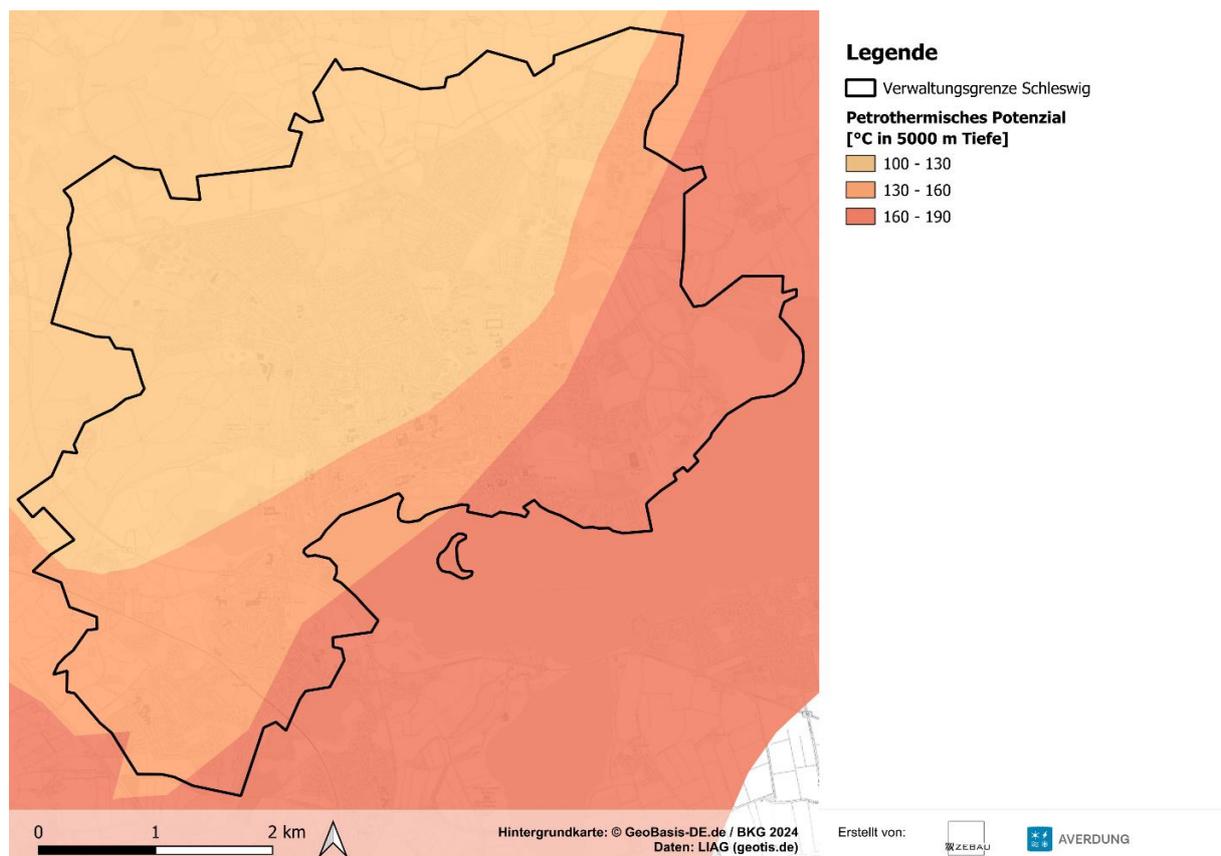


Abbildung 26: Petrothermisches Potenzial in Schleswig (Quelle: Schulz et al. (2013) zit. auf www.geotis.de)

¹³ 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)

¹⁴ 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

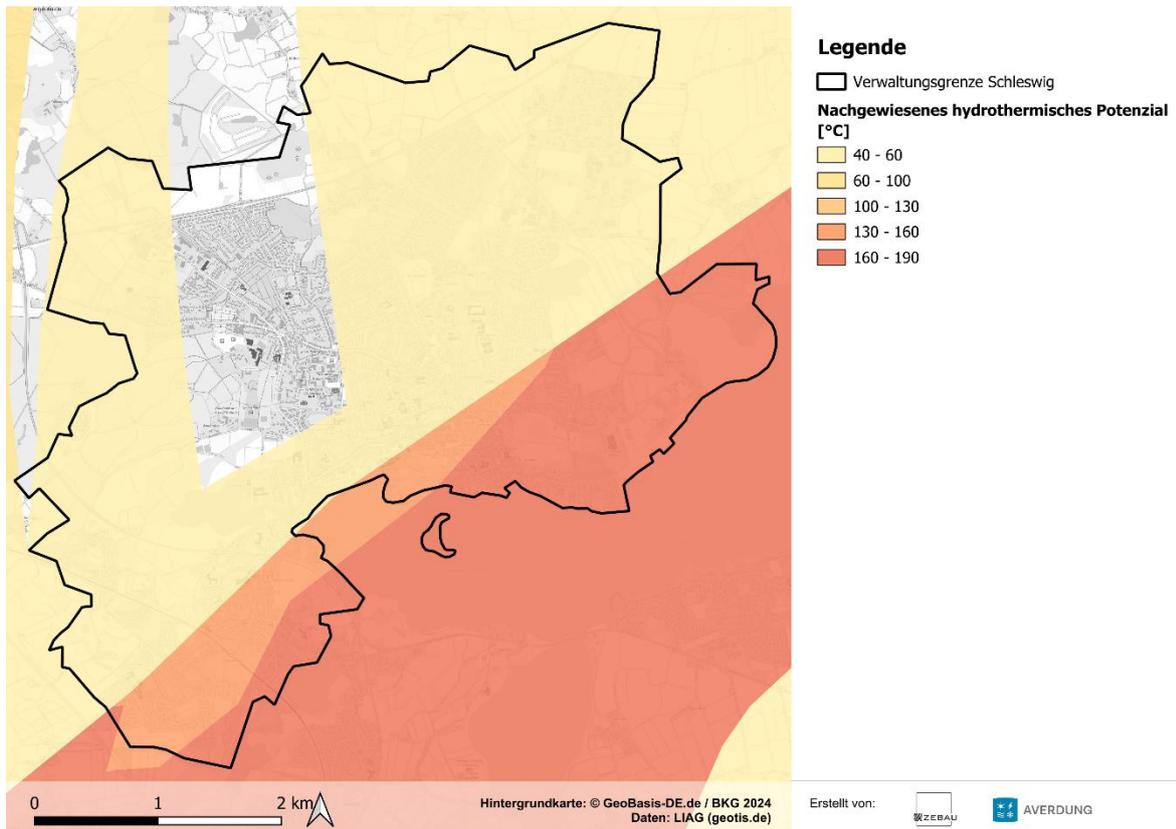


Abbildung 27: Hydrothermisches Potenzial in Schleswig (Quelle: Schulz et al. (2013) zit. auf www.geotis.de)

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

Im Rahmen der Potenzialanalyse kann daher nur festgestellt werden, dass ein hohes petrothermales im Umland Schleswigs sowie in Teilen des Gemeindegebiets ein niedriges bis mittleres hydrothermisches Potenzial vorhanden ist, das allerdings aktuell nicht quantifiziert werden kann. Darüber hinaus kommt die Nutzung von Tiefengeothermie aufgrund der 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. Der Großteil der Abwasserkanäle in Schleswig ist deutlich kleiner als DN 800, sodass in jedem individuellen Fall geprüft werden muss, ob eine thermische Aktivierung der Abwasserleitung sinnvoll möglich ist (Dimension, Durchfluss, Pläne für Sanierungen etc.).

Neben den zuvor genannten Abwasserkanälen mit Gefälle kommen auch Abwasserdruckleitungen für die Wärmegewinnung 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.

Ein erstes Projekt mit Abwasserwärme aus einer Druckrohrleitung wird bereits in dem Wärmekonzept "Auf der Freiheit" realisiert. Hier wurde eine Druckrohrleitung auf einer Länge von 150 Metern durch eine thermisch aktivierte Druckrohrleitung ersetzt.

Für eine klimaneutrale Wärmeversorgung sollten zukünftig alle erneuerbaren Potentiale inklusive Abwasserwärme einbezogen und individuell geprüft werden.

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 (NABIS¹⁵) 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 für Friedhöfe und die landwirtschaftlichen Flächen berücksichtigt. Diese sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt. In die Potenzialermittlung sind nur Flächen innerhalb der Gemeindegrenzen eingeflossen.

¹⁵ <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/bioeconomie-nachwachsende-rohstoffe/nationale-biomassestrategie.html>

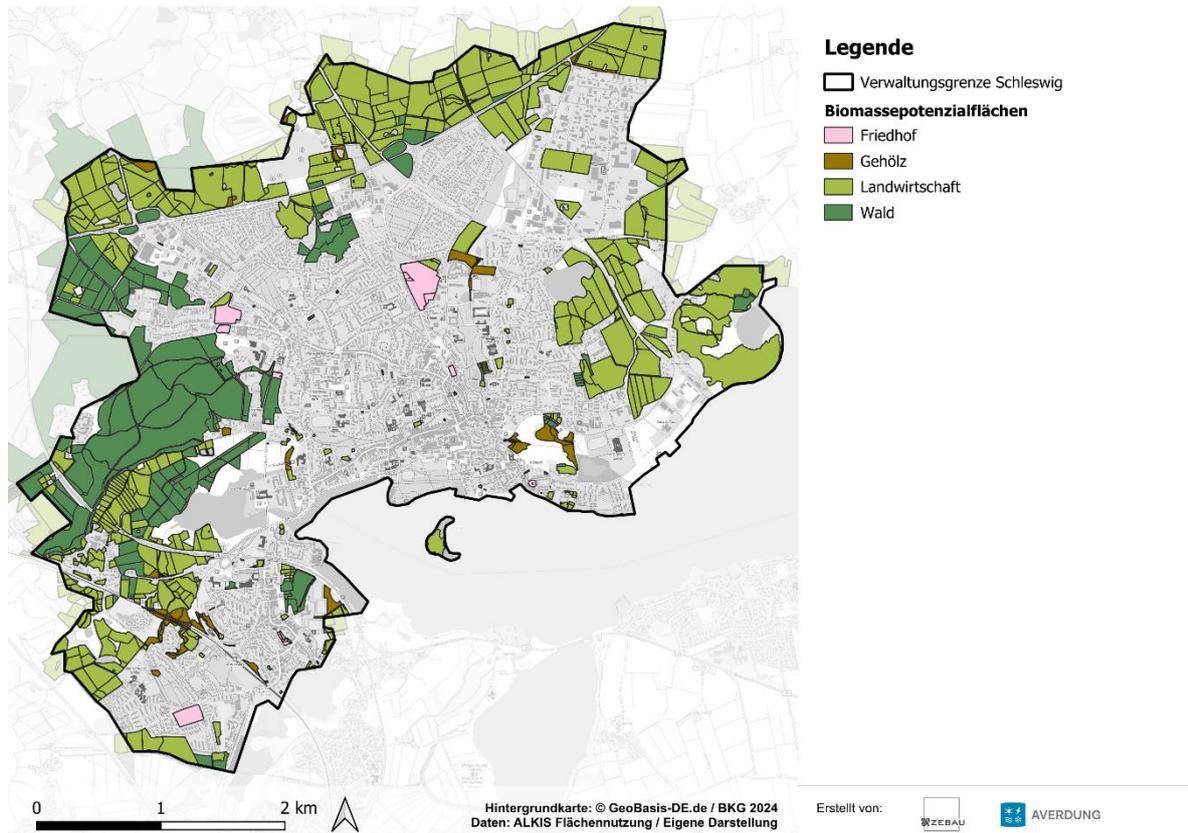


Abbildung 28: Biomassepotenzialflächen in Schleswig (Quelle: Eigene Darstellung nach ALKIS Flächennutzung, Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG 2022)

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 2 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 Weidflächen 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 halben 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 11: 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	15,11	3,3	holzig	49	4,8	239
Gehölz	22,35	3,5	holzig	78	4,8	375
Wald	324,22	0,7	holzig	226	4,8	1.089
Landwirtschaft	55,93	2	Gras	111	2,33	260
Gesamt	417,61			466		1.964

5.4.1 Biogas

Es gibt in Schleswig nach Marktstammdatenregister 9 mit biogenen Gasen oder Gas aus Klärschlamm betriebene BHKW. Die elektrische Leistung summiert sich auf rund 7.300 kW. Davon entfallen ca. 2.700 kW auf die Bioenergy-Nord GmbH & Co.KG, 4.000 kW auf die Biogas Schleswig GmbH und 600 kW auf das mit Gas aus Klärschlamm betriebene BHKW der Schleswiger Stadtwerke. Seit dem Sommer 2024 gibt es einen LOI (Letter of Intent) zwischen der Bioenergy Nord und den Schleswiger Stadtwerken über rund 4.000.000 Kilowattstunden Biowärme.

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 Schleswig einschätzen zu können, wurde ein Gespräch mit dem Fachdienst – Kreisentwicklung, Bau und Umwelt des Kreises Schleswig-Flensburg geführt. Als potenziell nutzbares Oberflächengewässer kommt in Schleswig vor allem die Schlei in Betracht.

Die Nutzung der Schlei als Wärmequelle ist grundsätzlich denkbar, Grenzwerte für eine minimale Einleittemperatur konnten nicht genannt werden, allerdings scheint eine Abkühlung um etwa 3 K realistisch. Die Temperaturen der Schlei betragen von Juni bis September etwa 15 bis 18 °C und von Dezember bis Februar etwa 3°C. Die niedrigen Temperaturen in den Wintermonaten führen ggf. dazu, dass eine Wärmeentnahme in den kältesten Monaten ohne Vereisung nicht möglich ist. Dies kann die Nutzbarkeit dieses Potenzials erheblich beschränken. Bei der Schlei handelt es sich um ein Mischgewässer mit Brackwasseranteil, das zwar eine große Fläche aufweist, jedoch an den meisten Stellen nicht tiefer als drei Meter ist. Die geringe Tiefe kann insbesondere in Hinblick auf thermische Kurzschlüsse größere Entfernungen zwischen Entnahme und Wiedereinleitung des Wassers erforderlich machen.

Grundsätzlich steht der Fachdienst einer Nutzung der Schlei als Wärmequelle positiv gegenüber.

Bei einer etwaigen detaillierteren Planung einer solchen Wärmeentnahme wird um frühzeitige Kontaktaufnahme gebeten. Insbesondere das Landesamt für Umwelt (LfU) und die Wasserschutzbehörde sind zu beteiligen.

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. 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.

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 besteht. Die folgende Abbildung zeigt eine Freiflächen-Luftwärmepumpe mit einer Leistung von einem Megawatt in unmittelbarer Nähe zu einer Wohnsiedlung in Dänemark.



Abbildung 29: 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. Grundlegend gilt: Je höher die Außenlufttemperatur, desto effizienter arbeitet die Wärmepumpe.

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

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

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 mit insbesondere Gewerbebetrieben kann allerdings auch die Tagzeit relevant sein.

Für die Potenzialermittlung wurden auf Basis von Herstellerangaben die Abstände von 1,2 MW und 2,5 MW Anlagen zu der nächstgelegenen Bebauung in den entsprechenden Gebieten berechnet. Die Abstände wurden ohne Berücksichtigung weiterer Schallschutzmaßnahmen berechnet und können mit geeigneten Maßnahmen 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 12: 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 Bestehende Solaranlagen

In Schleswig befinden sich bereits auf zahlreichen Dächern Solaranlagen. Von den insgesamt 644 im Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur gelisteten Anlagen in Schleswig sind knapp 90 % von Privatpersonen angemeldet worden. Die Leistung aller Anlage summiert sich auf insgesamt 8,7 MWp. Hiervon entfällt gut die Hälfte auf die 79 von Gewerbetreibenden angemeldeten Anlagen. Die leistungsstärksten Anlagen sind neben dem Vitransa Solarpark Anlagen der Gerhard und Marianne Dettelbacher Solar GbR, der SeWoTech medium systems sowie PV-Module auf einer ALDI-Filiale. Auch auf kommunalen Dächern finden sich schon verschiedene Solaranlagen. So sind unter anderem auf den Dächern der Bruno-Lorenzen-Schule, des Berufsbildungszentrums Schleswig und der Feuerwache Kattenhuder Weg PV-Module installiert. Es wird also schon vielfach in Schleswig auf PV-Anlagen zurückgegriffen. Im Folgenden wird beschrieben, wo weiteres Potenzial für solare Energieerzeugung liegt.

5.7.2 Dachflächenpotenziale für Photovoltaik und Solarthermie

Zur Bewertung des solaren Dachflächenpotenzials wurde für alle Dachflächen in der Stadt Schleswig eine Einordnung anhand einer Luftbildanalyse vorgenommen. Dies umfasste eine Einteilung der Dächer in folgende Kategorien:

- Schrägdach mit Nord-Südausrichtung
- Schrägdach mit Ost-West-Ausrichtung
- Flachdach
- Ungeeignete Dachflächen

Bei der Einschätzung der Eignung der Dachflächen sind Aspekte wie Ausrichtung, Dachform und potenzielle Verschattung eingeflossen. Diese Einteilung erfolgte zwar gebäudescharf, aufgrund der Flughöhe der Einordnung, der Datenqualität und etwaigen in den Luftbildern noch nicht erfassten Anpassungen lässt sich daraus jedoch keine gebäudescharfe Empfehlung ableiten. Einen gebäudescharfen Ersteindruck können Interessierte über das landesweite Solarkataster der Stadtwerke Kiel¹⁶ gewinnen. In der Gesamtbetrachtung kann jedoch aus der hier durchgeführten Analyse eine belastbare Abschätzung des Solarpotenzials vorgenommen werden. In der folgenden Abbildung ist ein Ausschnitt der Luftbildanalyse dargestellt.

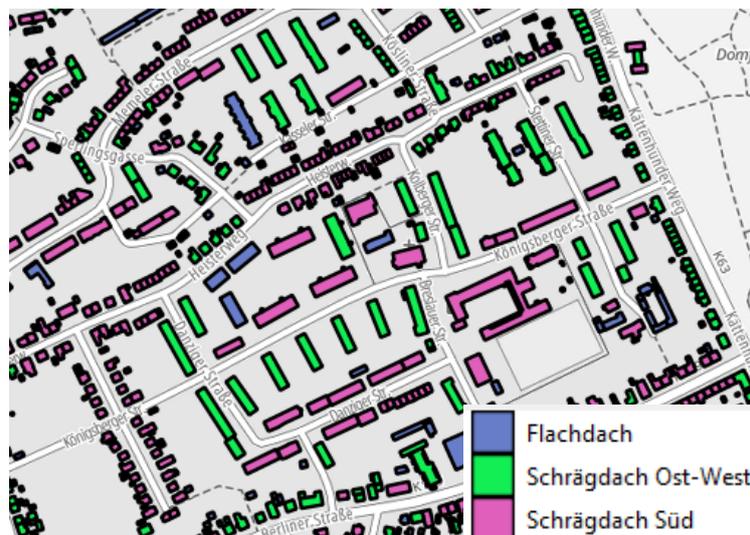


Abbildung 30: Ausschnitt Eignung der Dächer für Solaranlagen anhand einer Luftbildanalyse Hintergrundkarte: WebAtlasDE, © GeoBasis-DE / BKG 2022

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 Guben aufweisen und müssen über statische Lastreserven zur Aufnahme der zusätzlichen Lasten verfügen. Für Photovoltaik wird als installierbare Leistung bezogen auf die Dachfläche von 110 Wp/m² bei Flachdächern und 125 Wp/m² bei Schrägdächern ausgegangen. Ferner wird angenommen, dass sich etwa 70 % der erfassten Dächer auch bei näherer Betrachtung tatsächlich für eine solare Stromerzeugung eignen. Unter den beschriebenen Annahmen ergibt sich ein Gesamt-PV-Potenzial von rund 100 GWh bei einer installierten Leistung von 111 MWp.

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.

¹⁶ <https://www.solarkataster-sh.de/>

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 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 als mit Ost-West-Ausrichtung kategorisierten Gebäude in Schleswig 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 gut und teilweise geeigneten Dächern mit Ost-West-Ausrichtung lediglich eine der beiden Dachhälften für die Potenzialermittlung berücksichtigt werden kann. Die beschriebene Methodik führt zu den in der folgenden Tabelle dargestellten Potenzialen. Es ergibt sich ein Aufdach-Solarthermiepotenzial von ca. 198 GWh, das zum größten Teil auf Schrägdächer entfällt.

Tabelle 13: Dachflächenpotenzial für Photovoltaik und Solarthermie in Schleswig

	Fläche in m ²	Installierbare Leistung in kW	PV-Strom in MWh	ST-Wärme in MWh
Schrägdach Süd	529.516	23.166	20.850	83.399
Schrägdach Ost-West	607.486	53.155	47.840	66.975
Flachdach	457.238	35.207	31.687	48.010
Ungeeignet	159.774	-	-	-
Summe	1.744.014	111.529	100.376	198.384

5.8 Windenergie

Die Stadt Schleswig verfügt als urbaner Raum über keine ausgewiesenen Flächen zur Windenergienutzung. Im digitalen Atlas Nord ist nur ein einziges Windrad verzeichnet, das sich östlich des Recyclinghofes befindet. Dieses weist eine Leistung von 225 kW auf und wird von den Schleswiger Stadtwerken betrieben. In den umliegenden Gemeinden gibt es zwar weitere Windräder, diese sind jedoch mehrere Kilometer von etwaigen Wärmenetzen in Schleswig entfernt, sodass eine Direktleitung vermutlich nicht infrage kommt.

5.9 Wärmespeicher

Wärmespeicher sind ein wichtiger Baustein für die Integration erneuerbarer Energien. Hierbei wird grundsätzlich zwischen Puffer- und Saisonspeichern 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 Saisonspeicher eingegangen.

5.9.1 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.

5.9.2 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 Entnahmehrbrunnen 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 Geothermie¹⁷.

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 Schleswig. Das Potenzial eines Aquiferspeichers wird daher im Rahmen der Wärmeplanung nicht weiter betrachtet.

5.9.3 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 z. B. 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 Schleswig die entsprechenden Rahmenbedingungen herausfordernd. Aus diesen Gründen wird auf eine eingehendere Analyse der Erdbeckenspeicher verzichtet.

5.10 Abwärme

Im Rahmen der Konzepterstellung wurden unterschiedliche Abwärmequellen auf die Eignung zur Wärmeversorgung hin untersucht. Im Austausch mit den Unternehmen und der Stadt Schleswig konnte jedoch nur eine potenziell nutzbare Abwärmequellen identifiziert werden.

Hierbei handelt es sich um das Abwärmepotenzial der Wäscherei Elis, das je nach Annahmen jedoch lediglich ein Potenzial von etwa einer Gigawattstunde umfasst. In Folgebetrachtungen und spätestens bei der Fortschreibung der Wärmeplanung sollte erneut geprüft werden, inwiefern sich Abwärmepotenziale ergeben könnte. 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 Gesamtenergieverbrauch 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.

5.11 Zusammenfassung

Die Stadt Schleswig 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 Aufdachsolarthermie ist zwar ebenfalls hoch, allerdings steht das Potenzial vor allem im Sommer zur Verfügung und ist in der Erschließung in der Regel mit höheren Wärmegebungskosten verbunden. Als weitere Umweltwärmequelle kommt die Schlei in Betracht. Sowohl für Abwasserabwärme als auch andere Abwärmequellen konnten in der Wärmeplanung nur

¹⁷ <https://www.geothermie.de/>

geringe Potenziale identifiziert werden. Die Nutzung von Tiefengeothermie birgt ein großes wirtschaftliches Risiko, wodurch die Potenziale nur schwer zu erschließen sind. Werden diese Risiken beispielsweise über Fündigkeitsversicherungen oder Fündigkeitsabsicherungen durch das Land abgesichert kann auch Tiefengeothermie in Frage kommen. 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	80 bis 737	Ein hohes Potenzial ist vorhanden, die Nutzung von Flächen ist im Einzelfall zu prüfen. Die Spanne ergibt sich aus der Frage, inwiefern die einzelnen Flächen im Trinkwassergewinnungsgebiet für Geothermie genutzt werden können.
Tiefengeothermie	Nicht quantifiziert	Hohes Risiko (Potential ggf. vorhanden, wenn andere Absicherungen greifen)
Abwasserwärme	Nicht quantifiziert, Potential vorhanden	Im Individualfall zu prüfen
Biomasse	2	Neben herausfordernder Logistik und Kosten sowie übergeordnete Priorisierungen sind die lokalen Potenziale insgesamt gering.
Biogas	Potential vorhanden	Biogasanlage St. Jürgen, Bioenergy Nord
Gewässerwärme	Nicht quantifiziert, Potential vorhanden	Schlei
Aufdach-solarthermie	198	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 Abwärmepotenzial	1	Geringes Potenzial bei der Wäscherei ELIS, ansonsten keine Potenziale identifiziert
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 Wärmelinienichte, Anschlussquoten, Baualter, Ankerkund:innen 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 ermittelten Potenziale aufgezeigt und daraus ein Zielszenario und die entsprechenden Maßnahmen abgeleitet.

6.1 Verortung von Wärmenetzprüfgebieten

Über die Wärmedichte und Wärmelinienichte 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 Wärmelinienichten und den weiteren Einflussfaktoren Wärmenetzprüfgebiete definiert werden, in denen die Wahrscheinlichkeit für die Umsetzung eines Wärmenetzes hoch ist.

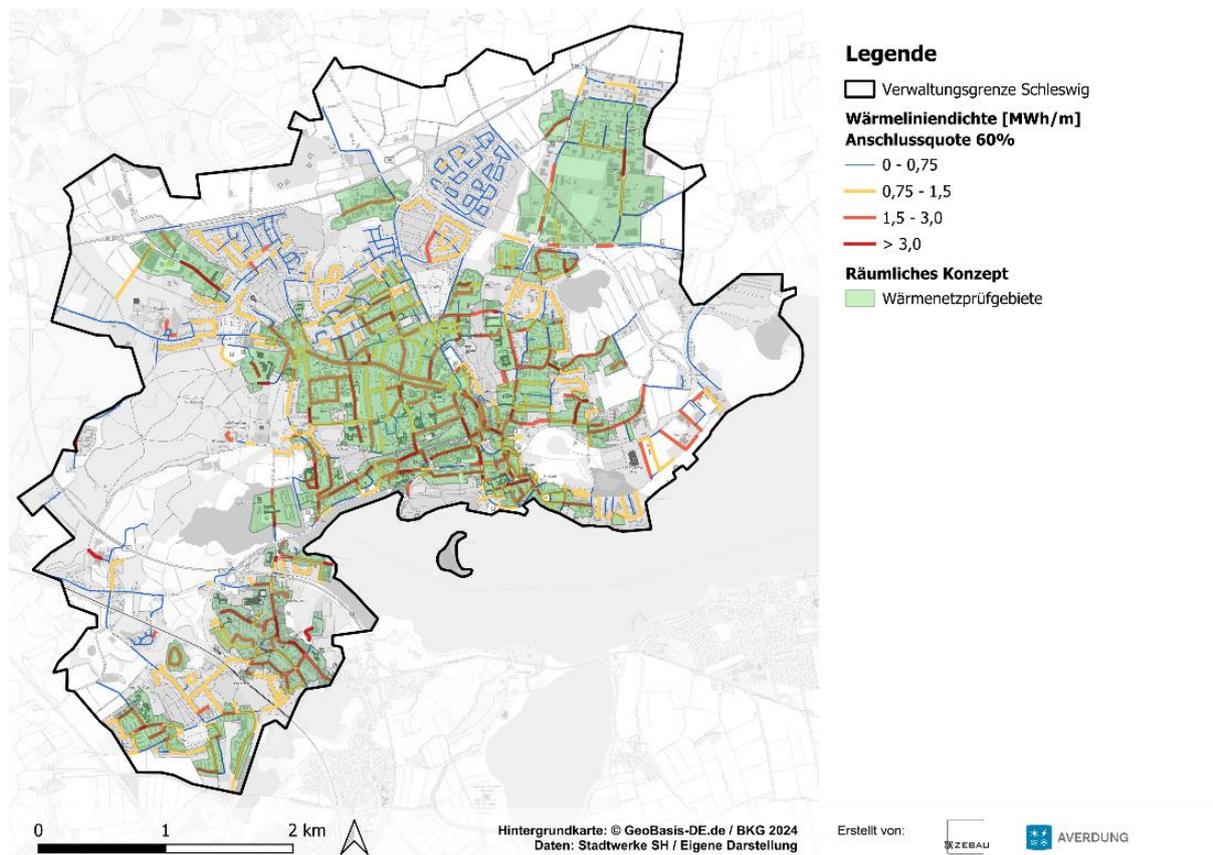


Abbildung 31: Wärmelinie bei 60 % Anschlussquote und daraus abgeleitete Wärmenetzprüfgebiete

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 Wärmeliniendichte auch bei einer Anschlussquote von 60 % 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 Schleswig ist in den besiedelten Gebieten die Flächenverfügbarkeit für Energieanlagen teilweise gering. Abwärmepotenziale konnten in der Wärmeplanung lediglich an einem Standort (Wäscherei ELIS) und nur in geringer Menge 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 Ankerkund:innen, die einen hohen Wärmebedarf haben, hilfreich. Ankerkund:innen 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:innen an das Netz an, die die Wirtschaftlichkeit verbessern.

Ankerkund:innen sind große Wärmeabnehmer, wie beispielsweise Schulen, Gewerbekomplexe, Hotels, Senior:innenwohnanlagen 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 Ankerkund:innen 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 für die Jahre 2040 und 2045 herangezogen.

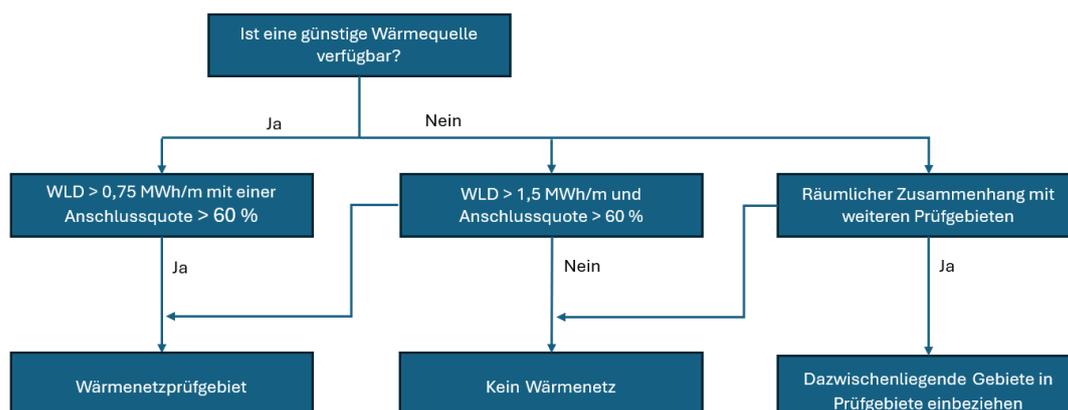


Abbildung 32: Schema zur Identifikation von Wärmenetzprüfgebieten

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.

Aus der Analyse potenzieller Wärmenetzgebiete ergibt sich ein kleines Gebiet (Gebiet Nr. 7), das auf Basis der Wärmliniendichte grundsätzlich für eine Wärmenetzversorgung geeignet sein könnten. Dieses

Gebiet ist jedoch in seiner Ausdehnung gering und von anderen Wärmenetzprüfgebieten weiter entfernt, sodass ein Anschluss an weitere potenzielle Wärmenetze nicht sinnvoll erscheint. Für die Gebäude in diesen Gebieten besteht jedoch die Wahrscheinlichkeit, dass bei einer entsprechenden Anschlussquote die gemeinsame Wärmeversorgung über ein kleines Wärmenetz wirtschaftlich umsetzbar ist. Diese Art von Wärmenetzen wird auch Mikronetz genannt.

Die in der folgenden Tabelle und der folgenden Abbildung dargestellten Wärmenetzprüfgebiete haben sich im Rahmen der dargestellten Methodik für die Stadt Schleswig ergeben. Für diese Gebiete wurden Kenngrößen wie geschätzte Anschlussleistung und prognostizierter Wärmebedarf ermittelt. Insgesamt entfallen auf die dargestellten Wärmenetzprüfgebiete ca. 75 % des zukünftigen Wärmebedarfes in Schleswig.

Tabelle 15: Übersicht zu den Wärmenetzprüfgebieten

Nr.	Name	Anschlussleistung in MW	Wärmebedarf 2040 in GWh
1	Zentrum	72	165,7
2	Friedrichsberg	11,8	28,0
3	Schleswig Süd-West	4,6	11,9
4	Drei Kronen / Mozartstr. / Gewerbegebiet St.Jürgen	10,3	25,6
5	Gewerbegebiet Flensburger Str.	1,8	4,8
6	Gewerbegebiet Ratsteich	0,8	2,2
7	Flattenberg	0,8	1,5

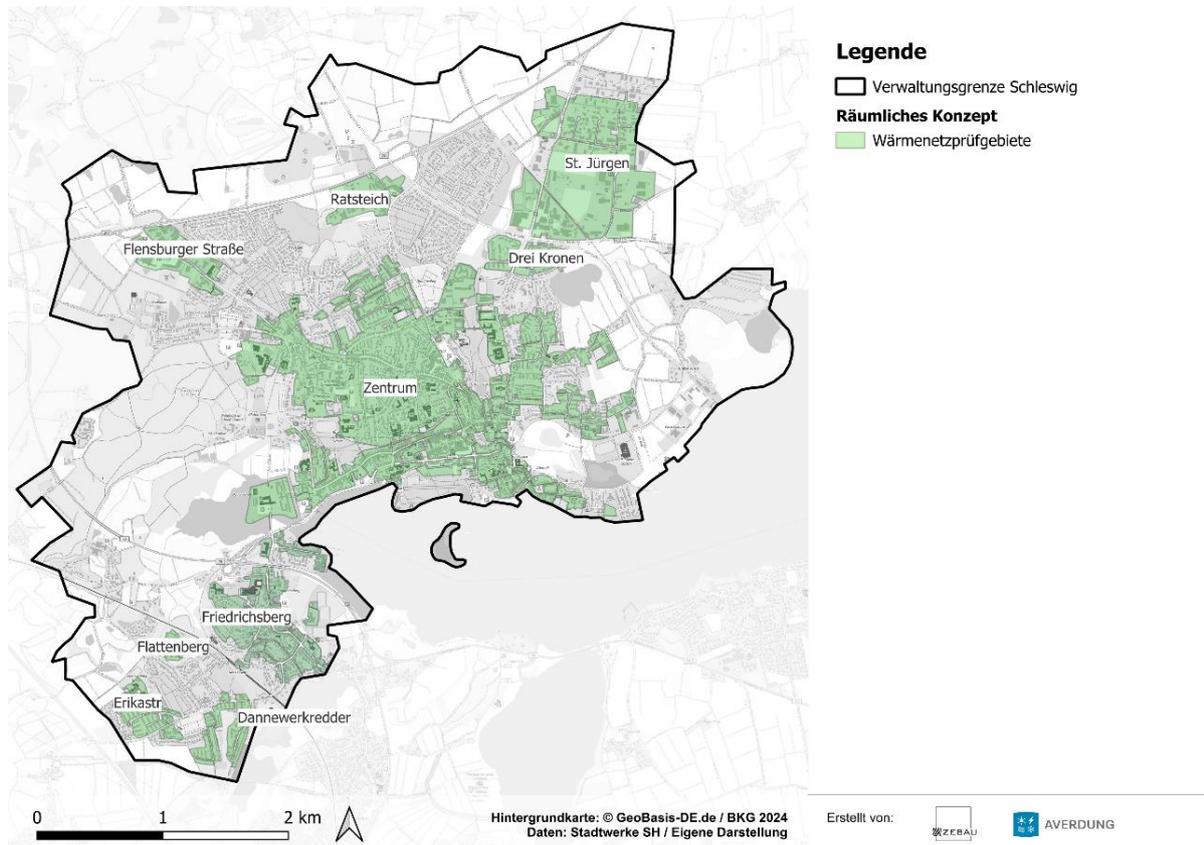


Abbildung 33: Wärmenetzprüfgebiete (Quelle: Hintergrundkarte © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0)

Beim Wärmenetzprüfgebiet Nr. 1 handelt es sich um den Bereich des Stadtzentrums. Dieses Wärmenetzprüfgebiet stellt den größten Suchraum dar. Hier gibt es auch schon ein Bestandwärmenetz. Gebiet 2 befindet sich im Stadtteil Friedrichsberg, Gebiet 3 befindet sich im Südwesten der Stadt und fasst Gebiete mit hohen Wärmelinien-dichten zusammen. Das Gebiet 4 umfasst das Gewerbegebiet St. Jürgen sowie die angrenzende Wohnbebauung. Die Gebiete 5 und 6 beinhalten die Gewerbegebiete Ratsteich bzw. Flensburger Straße. Im Gebiet 7 „Flattenberg“ befinden sich Liegenschaften, die sich für ein Mikronetz anbieten könnten.

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:innen und die Quantifizierung der erschließbaren Luftwärmepotenziale sind wichtige Bausteine einer weitergehenden Analyse.

6.2.1 Gebiet 1: Zentrum

Gebietsbeschreibung

Im Zentrum gibt es 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 entstehen soll oder ob nur für einzelne, voneinander abgegrenzte Teilgebiete zentrale Lösungen angestrebt werden.

Im Bereich Stadtweg / Mönchenbrückstraße befinden sich Einkaufsmöglichkeiten und andere Nichtwohngebäude wie z.B. Dienstleistungen und Büronutzung. Nördlich davon befinden sich einige Schulen. Westlich und südöstlich schließt sich daran in Richtung Lollfuß und Altstadt dichte Wohnbebauung an. In der Altstadt befinden sich zudem das Rathaus und der St.-Petri Dom sowie einige Mehrfamilienhäuser und eine Reihe denkmalgeschützter Gebäude.

Auch das Schloss Gottorf grenzt an den Suchraum an und wird daher mit in das Wärmenetzprüfgebiet aufgenommen. Hier sind zunächst die Anforderungen an eine Wärmenetzversorgung für die denkmalgeschützten Liegenschaften zu klären. Die Gebiete um die Straßen Stadtweg, Lollfuß und Michaelisstraße zeichnen sich durch eine hohe Bebauungsdichte und dementsprechend hohe Wärmedichte aus. Durch die enge Bebauung kann die Installation von Wärmepumpen zudem aufgrund von Schallschutzvorgaben und fehlenden Freiflächen eine Herausforderung darstellen.

Der Osten des Gebiets ist durch die weitläufig angelegten Liegenschaften der Schule Hesterberg, die Bruno-Lorenzen-Schule und das Hallenbad sowie weitere öffentliche Gebäude wie Finanzamt und Polizei geprägt. Im Nordosten schließen sich über den Gallberg das Helios Klinikum, Hesterberg & Stadtfeld und die Schleswiger Werkstätten an.

In diesen Gebieten sind bereits viele der Gebäude mit großem Wärmebedarf und einige kleinere Gebäude durch ein Wärmenetz, das sogenannte Innenstadtnetz, versorgt. Im Südosten schließt zudem ein weiteres Wärmenetz im Bereich „Auf der Freiheit“ an. Für die Bestandsnetze sind daher die Transformation zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung sowie die Anschluss- und Erweiterungsmöglichkeiten zu prüfen.

Im Norden befinden sich im Bereich der Ringstraße und nördlich der Danziger Straße Mehrfamilienhausgebiete mit hoher Wärmedichte. Gleiches gilt für die Mehrfamilienhausgebiete im Gebiet Am Brautsee / Johannistaler Weg sowie Ilensee. Inwieweit diese Gebiete an ein zentrales Wärmenetz angeschlossen werden können oder ob dafür eigene netzgebundene Versorgungslösungen entwickelt werden können, sollte untersucht werden.

Zwischen den beschriebenen Gebieten und darum herum befinden sich vor allem Einfamilien- und Doppelhäuser sowie vereinzelt Mehrfamilienhäuser. Diese Gebiete verfügen durch ihre offene Bebauung wahrscheinlich weitestgehend über die Möglichkeit sich dezentral selbst zu versorgen. Da sich die Gebiete zwischen bestehenden und potenziellen Wärmenetzgebieten befinden, sollte bei einer ausreichenden Anschlussquote der Anschluss auch dieser Gebiete geprüft werden.

Potenziale für erneuerbare Energien und Ideen für Standorte

Die Potenziale erneuerbarer Energien umfassen verschiedene Wärmequellen. Aufgrund des hohen Wärmebedarfs im Gebiet ist sicherlich auch die Erschließung von mehreren Wärmequellen an unterschiedlichen Standorten erforderlich.

Innerhalb und in der Nähe des Gebiets befinden sich nur wenige kleine Freiflächen, die für die Aufstellung von Energieanlagen mit großer Leistung weniger geeignet sind. Kleinere Anlagen ließen sich evtl. auf großen Parkplätzen oder am Rand von Sportplätzen, Grünflächen oder auf an Schulen angrenzenden Freiflächen platzieren.

Als Standorte für die Rückkühler von Groß-Luftwärmepumpen könnten sich die Flächen im Osten oder Norden von Schleswig anbieten. Gleiches gilt auch für große Geothermieanlagen.

Sollten dort Erdwärmesonden möglich sein, ergibt sich für diese Flächen insgesamt ein sehr großes Potenzial, das jedoch bei den weiteren Betrachtungen kritisch, auch in Hinblick auf Nutzungskonkurrenzen, zu hinterfragen und zu konkretisieren ist. Die sich in der Nähe des Wärmenetzprüfgebietes befindlichen Freiflächen weisen insgesamt ein Geothermiepotenzial von etwa 10 MW auf. Als Gewässerwärmequelle könnte die Schlei dienen.

Da die beschriebenen lokalen Wärmequellen beschränkt sind, wäre auch die Einbindung von Tiefengeothermie denkbar. Eine solche Tiefengeothermiebohrung, die sich ggf. auch außerhalb des Schleswiger Stadtgebietes befinden könnte, könnte auch andere Wärmenetzprüfgebiete mitversorgen. Abwasserpotentiale in diesem Gebiet können im Rahmen einer Machbarkeitsstudie untersucht werden. Aufgrund der vielen Schutzgebiete bestehen im Westen der Stadt nur sehr wenige Umsetzungsmöglichkeiten für Großwärmepumpen. Die Potenzialflächen für Luftwärmepumpen und Geothermie befinden sich überwiegend in größerer Entfernung am Stadtrand. Inwieweit eine wirtschaftliche Einbindung in eine leitungsgebundene Wärmeversorgung möglich ist, kann nur nach einer weiterführenden, eingehenderen Untersuchung (beispielsweise BEW-Studie) beantwortet werden. In diesem Zusammenhang werden sich die Grenzen der tatsächlich umsetzbaren Wärmenetzgebiete höchstwahrscheinlich noch wesentlich verschieben. Zudem wäre zu klären, ob besondere Anforderungen an Vorlauftemperaturen bestehen, insbesondere in der Altstadt.

Die folgende Abbildung zeigt das Wärmenetzprüfgebiet mit den Ideen für Suchräume, in denen sich Rückkühler von Luftwärmepumpen anbieten könnten.

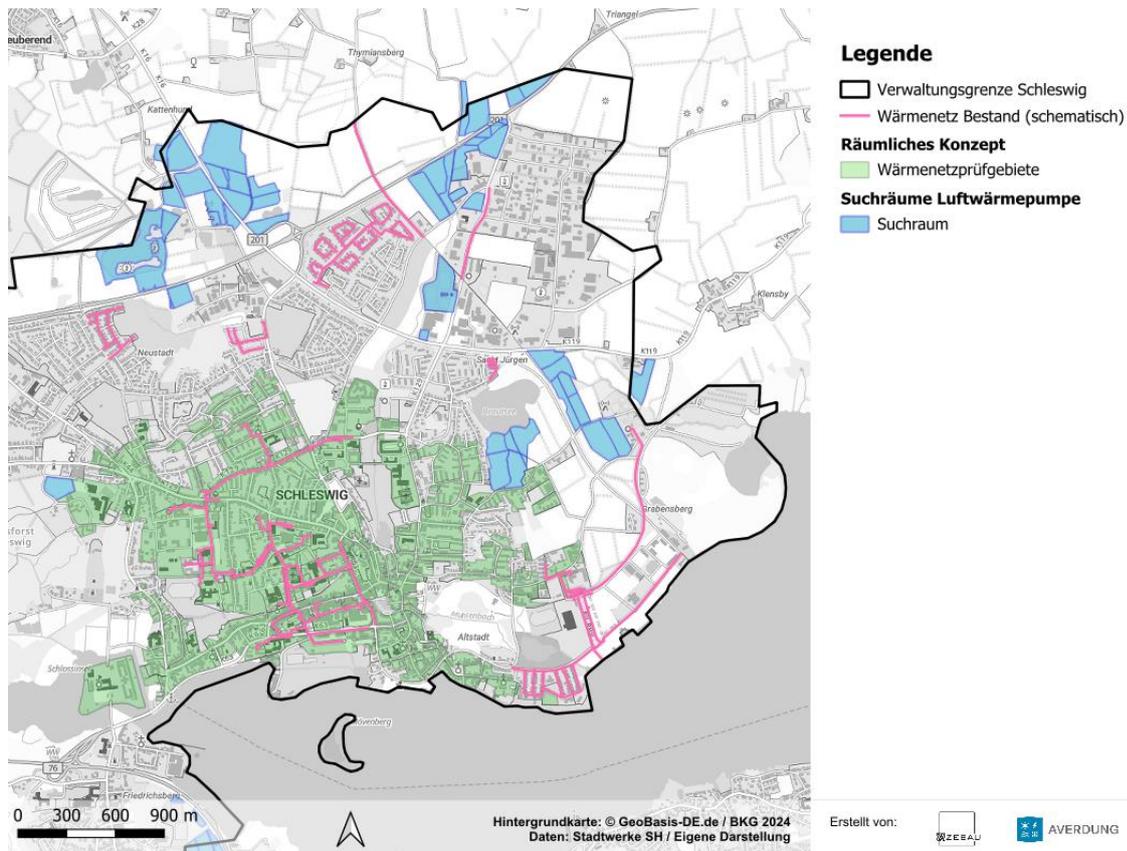


Abbildung 34: Wärmenetzprüfgebiet 1 mit Ideen für Suchräume für Luftwärmepumpen

Tabelle 16: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmenetzprüfgebiet 1

	Anschlussleistung	Potenziale		
		Aerothermieflächen	Geothermieflächen	Weitere Potenziale
Prüfgebiet 1 Zentrum	31 MW+ SL	Am Stadtrand im Norden und Osten	Größere Flächen am Stadtrand im Norden und Osten, kleine Flächen innerhalb des Gebiets	Tiefengeothermie Gewässerwärme Schlei ggf. Abwasserwärme

6.2.2 Gebiet 2: Friedrichsberg

Gebietsbeschreibung

Das Gebiet ist von Wohnbebauung geprägt. Hierbei handelt es sich überwiegend um mehrstöckige Mehrfamilienhäuser in Form von dichter Bebauung und weiteren Ein- und Doppelhäusern sowie Reihenhäusern. Des Weiteren befinden sich im Gebiet einige große Wärmeabnehmer wie Gerichtsgebäude, das Landesarchiv, ein Nahversorgungszentrum, Schulen und die Wohn- und Geschäftsgebäude am Wikigeck, die als Ankerkunden für ein Wärmenetz wichtig wären.

Falls das Schloss Gottorf nicht über Wärmnetze in Gebiet 1 mit zentraler Wärme versorgt werden kann, wäre auch eine Inklusion in das Wärmenetzprüfgebiet Friedrichsberg denkbar.

Der prognostizierte Gesamtwärmebedarf 2040 für das Gebiet beträgt ca. 28 GWh. Die Anschlussleistung beläuft sich auf ca. 5 MW EE-Leistung zuzüglich einer Spitzenlastzeugung von ca. 7 MW. Die Spitzenlastzeugung wird jedoch nur in Zeiten hohen Wärmedarfs zum Einsatz kommen und macht lediglich 10 % des Gesamtwärmebedarfs aus. Dies gilt auch für die Beschreibung der weiteren Gebiete.

Potenziale für erneuerbare Energien und Ideen für Standorte

Für die Versorgung des Gebiets stehen Potenziale auf Basis von Luft, Geothermie oder Oberflächengewässer (Schlei) zur Verfügung.

Die in der Nähe des Gebiets befindlichen potenziell geeigneten Flächen für Geothermie und Luftwärme liegen nord-östlich der Bugenhagenschule an der Bundesstraße 76. Die Potenzialflächen erstrecken sich hierbei über die Stadtgrenzen hinaus. Inwiefern eine Nutzung möglich ist, sollte geprüft werden. Sollten sich auf den Flächen Erdsonden realisieren lassen, wäre hier ein jährliches Wärmepotenzial von bis zu 10 GWh und ca. 3,6 MW denkbar. Weitere Potenzialflächen befinden sich etwas weiter entfernt an der Brockdorff-Rantzau-Straße gegenüber dem Archäologischen Landesamt, auf denen weitere ca. 3 GWh Wärmepotenzial aus Geothermie erschließbar wären.

Als Standorte für die Rückkühler von Luftwärmepumpen könnten sich die Freiflächen östlich der Sportplätze oder ebenfalls an der Brockdorff-Rantzau-Straße anbieten. Inwiefern die Wärme der Schlei oder aus Abwasser genutzt werden kann, ist zu prüfen. Sollte es zur Erschließung von Tiefengeothermie kommen, könnte diese Wärmequelle auch für Friedrichsberg zum Einsatz kommen. Abwasserpotentiale in diesem Gebiet können im Rahmen einer Machbarkeitsstudie untersucht werden.

Die folgende Abbildung zeigt das Wärmenetzprüfgebiet mit den Ideen für Suchräume, in denen sich Rückkühler von Luftwärmepumpen anbieten könnten.

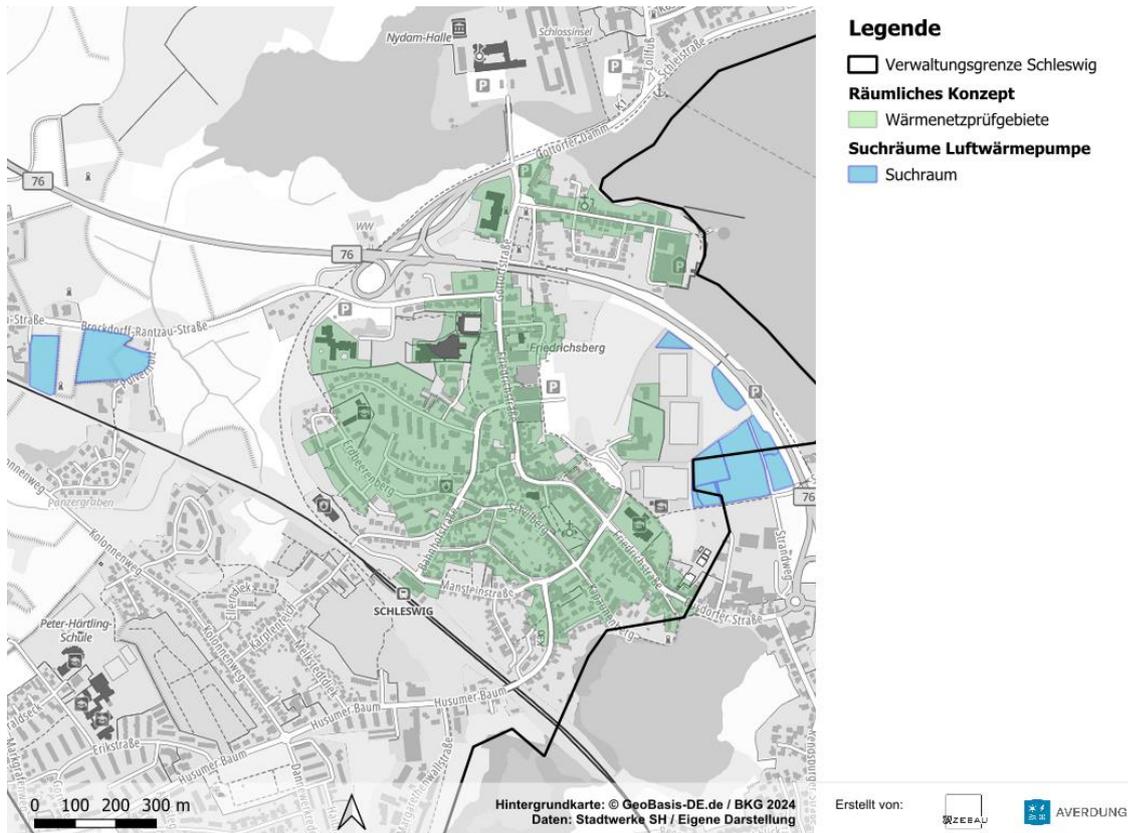


Abbildung 35: Wärmenetzprüfgebiet 2 mit Ideen für Suchräume für Luftwärmepumpen

Tabelle 17: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmenetzprüfgebiet 2

	Anschlussleistung	Potenziale		
		Aerothermieflächen	Geothermieflächen	Weitere Potenziale
Prüfgebiet 2 Friedrichsberg	5 MW + SL	westlich und östlich des Prüfgebiets	westlich und östlich des Prüfgebiets	Schlei Ggf. Tiefengeothermie Ggf. Abwasserwärme

6.2.3 Gebiet 3: Schleswig Süd-West

Gebietsbeschreibung

Der westliche Teil des Gebiets ist überwiegend von Wohnbebauung geprägt. Im Nordwesten davon befindet sich die Peter-Härtling-Schule. Insbesondere die drei- bis fünfgeschossigen Mehrfamilienhäuser sind wichtige Ankerkund:innen für ein Wärmenetz und maßgeblich für die hohe Wärmeliniendichte.

Südöstlich davon befindet sich in etwa 200 m Entfernung ein weiteres Gebiet mit Wärmenetzpotenzial entlang dem Dannewerkredder, an das im Osten das Gewerbegebiet Margarethenwall anschließt.

Da sich die Potenzialflächen für die beschriebenen Gebiete hauptsächlich westlich des Suchraums befinden, ergibt es Sinn die beschriebenen Gebiete zu einem Suchraum „Schleswig Süd-West“ zusammenzuschließen und gemeinsam zu betrachten.

Der prognostizierte Gesamtwärmebedarf 2040 für das gesamte Gebiet beträgt ca. 12 GWh. Die Anschlussleistung für das Gebiet beträgt ca. 2 MW EE-Leistung zuzüglich einer Spitzenlastzeugung von ca. 2,6 MW.

Potenziale für erneuerbare Energien und Ideen für Standorte

Die Potenziale erneuerbarer Energien beschränken sich neben der Spitzenlastzeugung auf Geothermie und Luftwärme. Zu beachten ist, dass sich die eingezeichneten Potenzialflächen im Landschaftsschutzgebiet und / oder auf Vertragsnaturschutzflächen (Ackerlebensraumkulisse) befinden. Inwiefern sich diese Flächen für die Wärmeversorgung tatsächlich nutzen lassen, müsste geklärt werden.

Sollten sich auf den Flächen Erdsonden realisieren lassen, wäre hier ein jährliches Wärmepotenzial von bis zu 33 GWh und ca. 12 MW denkbar. Dieselben Flächen würden sich auch als Standorte für die Rückkühler von Luftwärmepumpen eignen, sofern dies auf diesen Flächen genehmigungsfähig ist.

Die folgende Abbildung zeigt das Wärmenetzprüfgebiet mit den Ideen für Suchräume, in denen sich Rückkühler von Luftwärmepumpen anbieten könnten.

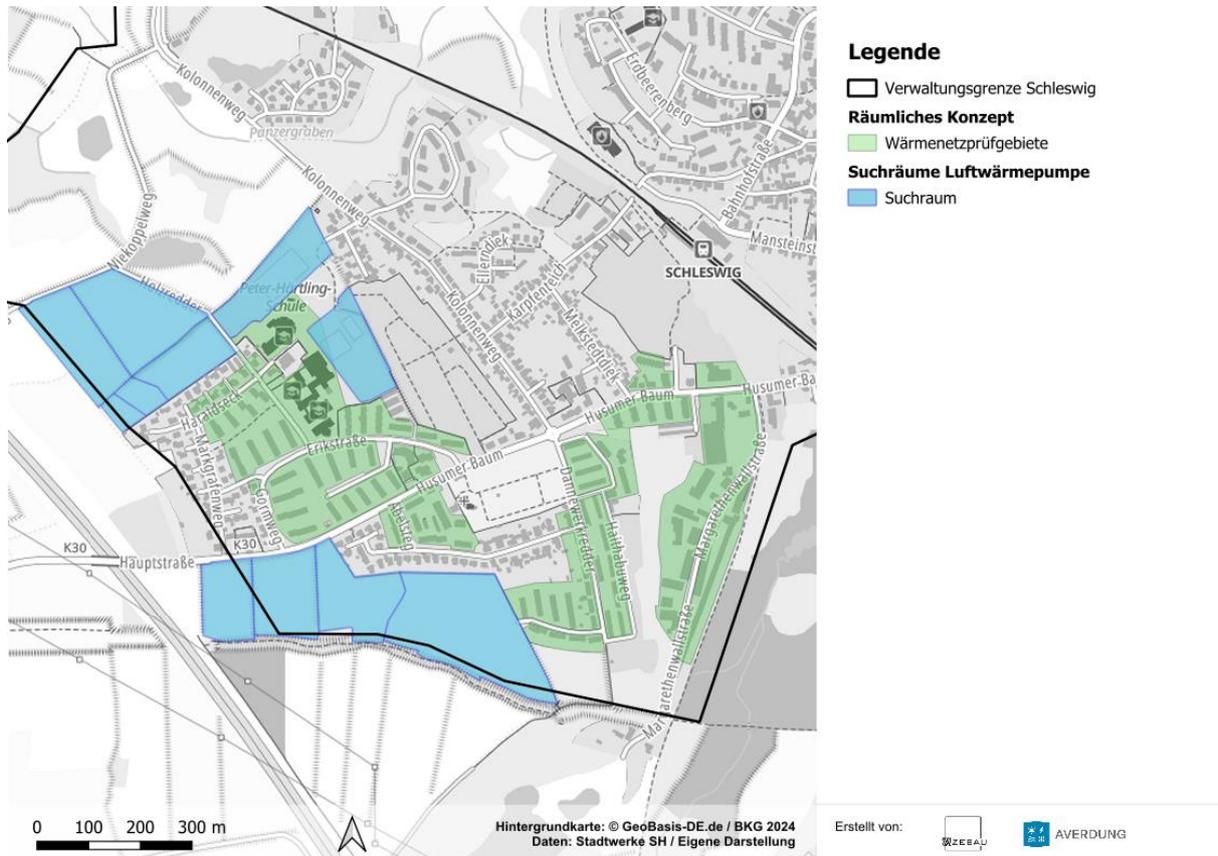


Abbildung 36: Wärmernetzprüfgebiet 3 mit Ideen für Suchräume für Luftwärmepumpen

Tabelle 18: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmernetzprüfgebiet 3

	Anschlussleistung	Potenziale		
		Aerothermieflächen	Geothermieflächen	Weitere Potenziale
Prüfgebiet 3 Schleswig Süd-West	2 MW + SL	Nördlich und südlich des Gebiets	Wie Aerothermie	ggf. Abwasser

6.2.4 Gebiet 4: Drei Kronen / Mozartstr. / Gewerbegebiet St.Jürgen

Das betrachtete Gebiet umfasst zum einen das Gewerbegebiet St. Jürgen. Das Gewerbegebiet ist geprägt von Betrieben aus verschiedenen Branchen, wobei der GHD-Sektor den größten Anteil hat. In der südwestlichen Ecke befinden sich Handel und Dienstleistungen und einige Läden. Nördlich davon grenzen zwei größere Freiflächen, die als Vertragsnaturschutzflächen ausgewiesen sind, die untere Ecke vom restlichen im Norden anschließenden Gewerbegebiet ab. Südlich des Gewerbegebiets befinden sich einige Mehrfamilienhäuser sowie Reihenhausriegel, die ggf. für eine Wärmenetzversorgung in Betracht kommen (Drei Kronen / Mozartstr.). Der prognostizierte Gesamtwärmebedarf 2040 für das Wohngebiet beträgt 5,9 GWh. Bei einem vollständigen Anschluss aller Liegenschaften würde etwa eine Leistung von 1,1 MW + Spitzenlast benötigt.

Der prognostizierte Wärmebedarf des Gewerbegebiets liegt bei etwa 20 GWh. Bei einem vollständigen Anschluss aller Liegenschaften würde für das Gewerbegebiet etwa eine Leistung von 3,1 MW + Spitzenlast benötigt. Gleichzeitig liegen die Gebäude weit auseinander, sodass sich die Liegenschaften innerhalb des Gewerbegebiets höchstwahrscheinlich auch dezentral mit Wärmeversorgen könnten.

Potenziale für erneuerbare Energien und Ideen für Standorte

Energie aus der Biogasanlage Bioenergy Nord und St. Jürgen könnte einen Teil der Wärmeversorgung bereitstellen. Nordwestlich und südöstlich des Gebiets befinden sich Potenzialflächen für Geothermie und Luftwärme und auch die Freiflächen im Gewerbegebiet wären technisch geeignet.

Sollten sich auf den Flächen Erdsonden realisieren lassen, wäre hier ein jährliches Wärmepotenzial von ca. 300 GWh und ca. 115 MW denkbar. Zu beachten ist, dass sich ein Großteil der Potenzialflächen auf Vertragsnaturschutzflächen befindet. Inwiefern sich diese Flächen für die Wärmeversorgung tatsächlich nutzen lassen, müsste geklärt werden.

Dieselben Flächen würden sich grundsätzlich auch als Standorte für die Rückkühler von Luftwärmepumpen eignen, sofern dies auf diesen Flächen genehmigungsfähig ist.

Das Abwärmepotenzial der Wäscherei ELIS liegt ebenfalls im Suchraum und könnte in die Wärmeversorgung einbezogen werden.

Die folgende Abbildung zeigt das Wärmenetzprüfgebiet mit den Ideen für Suchräume, in denen sich Rückkühler von Luftwärmepumpen anbieten könnten.

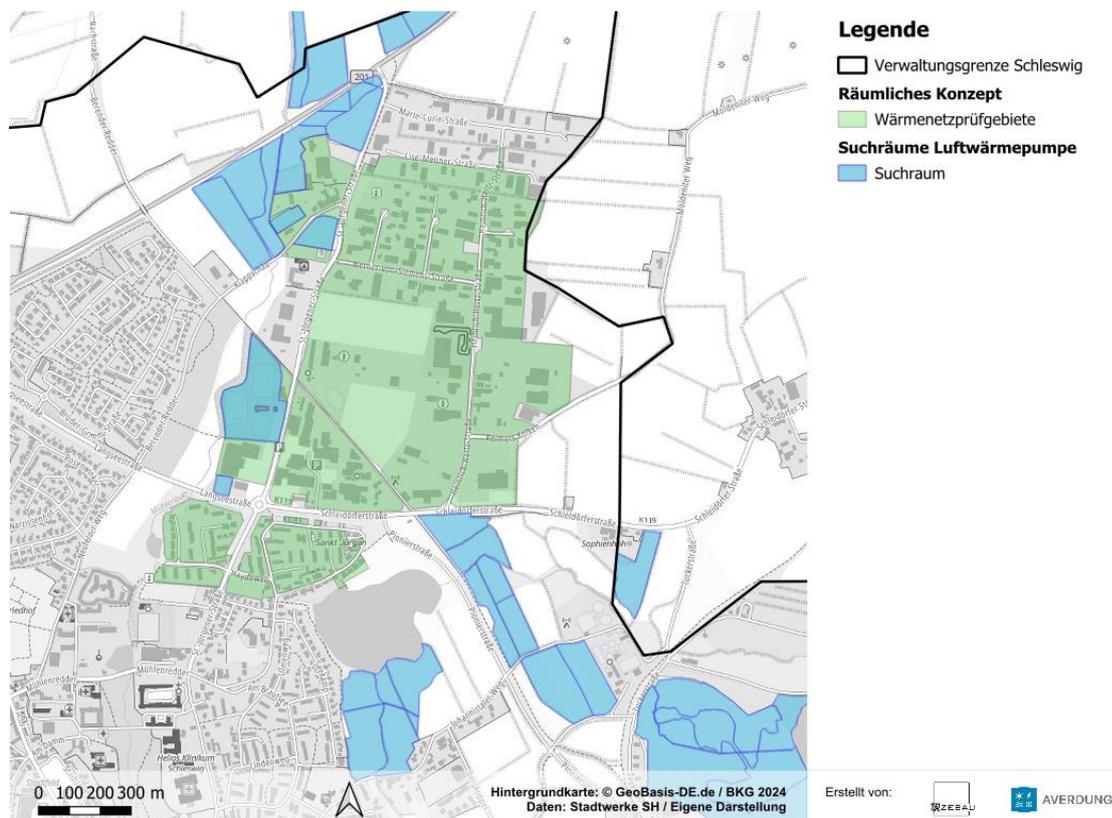


Abbildung 37: Wärmenetzprüfgebiet 4 mit Ideen für Suchräume für Luftwärmepumpen

Tabelle 19: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmenetzprüfgebiet 4

	Anschlussleistung	Potenziale		
		Aerothermieflächen	Geothermieflächen	Weitere Potenziale
Prüfgebiet 4 Drei Kronen / Gewerbe St. Jürgen Flensburger Str.	4,2 MW + SL	Westlich und Südlich des Gebietes	Wie Aerothermie, Flächen in Schutzgebieten prüfen	Biogas St. Jürgen Ggf. Abwärmewärme

6.2.5 Gebiet 5: Gewerbegebiet Flensburger Str.

Das kleine Gewerbegebiet ist geprägt von Einzelhandel und Dienstleistungen. Im Osten grenzen Reihenhauseriegel an das Gebiet, die aufgrund der räumlichen Nähe evtl. Schwierigkeiten haben könnten, sich einzeln dezentral zu versorgen.

Der prognostizierte Gesamtwärmebedarf 2040 für das Gebiet beträgt 4,8 GWh. Bei einem vollständigen Anschluss aller Liegenschaften würde etwa eine Leistung von 800 kW + Spitzenlast benötigt. Gleichzeitig liegen die Gebäude weit auseinander, sodass sich die Liegenschaften innerhalb des Gewerbegebiets höchstwahrscheinlich auch dezentral mit Wärmeversorgung könnten.

Potenziale für erneuerbare Energien und Ideen für Standorte

Die Potenzialflächen für Geothermie und Aerothermie befinden sich im Norden und in einiger Entfernung im Westen des Gebiets. Sollten sich auf den Flächen Erdsonden realisieren lassen, wäre hier theoretisch ein jährliches Wärmepotenzial von ca. 9 GWh und ca. 4 MW denkbar. Zu beachten ist, dass sich ein Teil der Potenzialflächen auf Vertragsnaturschutzflächen und in der Verbundachse des Biotopverbundsystems befindet. Es wird daher davon ausgegangen, dass sich nicht allen Flächen für die Wärmegewinnung genutzt werden können. Inwiefern sich diese Flächen für die Wärmeversorgung tatsächlich nutzen lassen, müsste geklärt werden.

Dieselben Flächen würden sich grundsätzlich auch als Standorte für die Rückkühler von Luftwärmepumpen eignen, sofern dies auf diesen Flächen genehmigungsfähig ist.

Die folgende Abbildung zeigt das Wärmenetzprüfgebiet mit den Ideen für Suchräume, in denen sich Rückkühler von Luftwärmepumpen anbieten könnten.

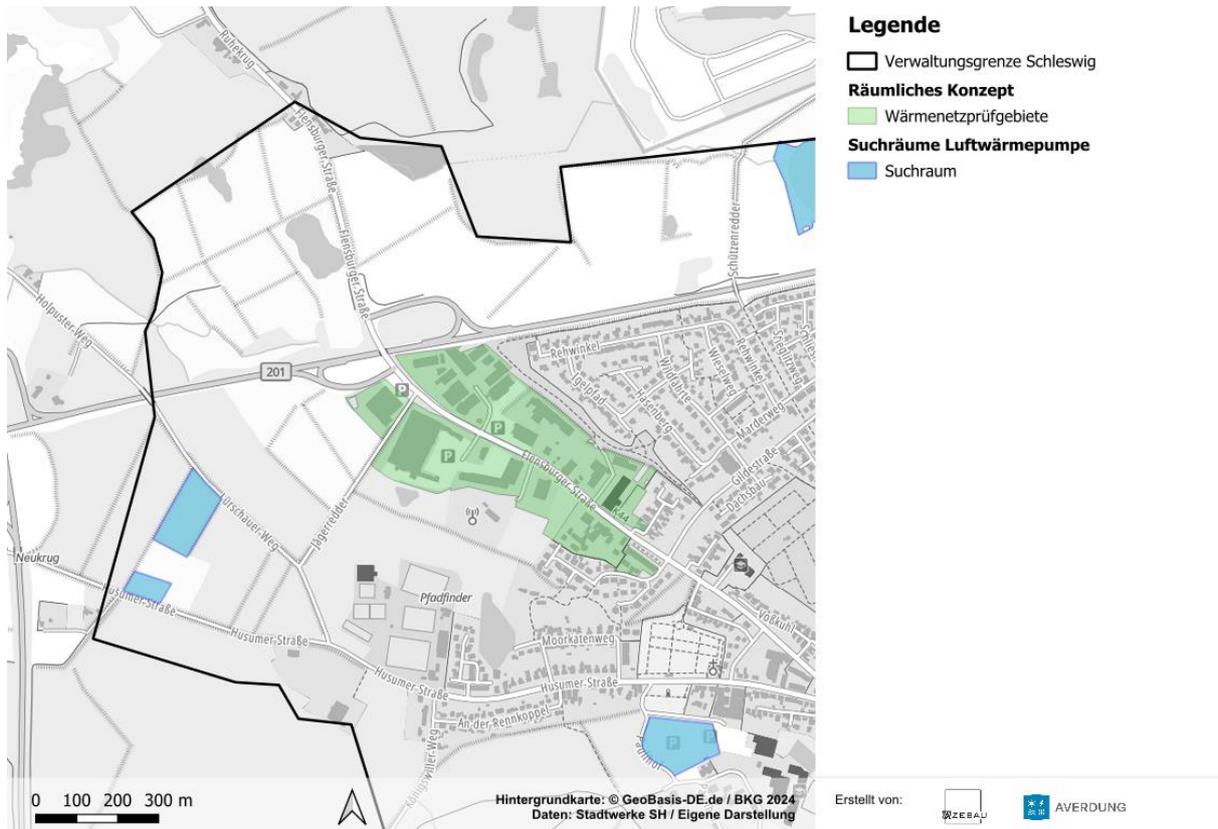


Abbildung 38: Wärmernetzprüfgebiet 5 mit Ideen für Suchräume für Luftwärmepumpen

Tabelle 20: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmernetzprüfgebiet 5

	Anschlussleistung	Potenziale		
		Aerothermieflächen	Geothermieflächen	Weitere Potenziale
Prüfgebiet 5 Gewerbegebiet Flensburger Str.	0,8 MW + SL	Nördlich und westlich des Gebiets	Wie Aerothermie, Flächen in Schutzgebieten prüfen	-

6.2.6 Gebiet 6: Gewerbegebiet Ratsteich

Es handelt sich um ein kleines Gewerbegebiet mit Handel und Dienstleistungen, einer Baumschule und den Schleswiger Werkstätten sowie dem Tierheim und der Freiwilligen Feuerwehr. Südlich daran grenzt ein Einfamilienhausgebiet mit Wärmenetz an.

Der prognostizierte Gesamtwärmebedarf 2040 für das Gebiet beträgt 2,1 GWh. Bei einem vollständigen Anschluss aller Liegenschaften würde etwa eine Leistung von 360 kW + Spitzenlast benötigt. Gleichzeitig liegen die Gebäude weit auseinander, sodass sich die Liegenschaften innerhalb des Gewerbegebiets höchstwahrscheinlich auch dezentral mit Wärmeversorgen könnten.

Potenziale für erneuerbare Energien und Ideen für Standorte

Nördlich des Gebiets befinden sich Potenzialflächen für Geothermie und Luftwärme.

Sollten sich auf den Flächen Erdsonden realisieren lassen, wäre hier theoretisch ein jährliches Wärmepotenzial von ca. 96 GWh und ca. 35 MW denkbar. Zu beachten ist, dass sich ein Teil der Potenzialflächen auf Vertragsnaturschutzflächen befindet. Es wird daher davon ausgegangen, dass sich nicht allen Flächen für die Wärmegewinnung genutzt werden können. Inwiefern sich diese Flächen für die Wärmeversorgung tatsächlich nutzen lassen, müsste geklärt werden. Dieselben Flächen würden sich grundsätzlich auch als Standorte für die Rückkühler von Luftwärmepumpen eignen, sofern dies auf diesen Flächen genehmigungsfähig ist.

Die folgende Abbildung zeigt das Wärmenetzprüfgebiet mit den Ideen für Suchräume, in denen sich Rückkühler von Luftwärmepumpen anbieten könnten.

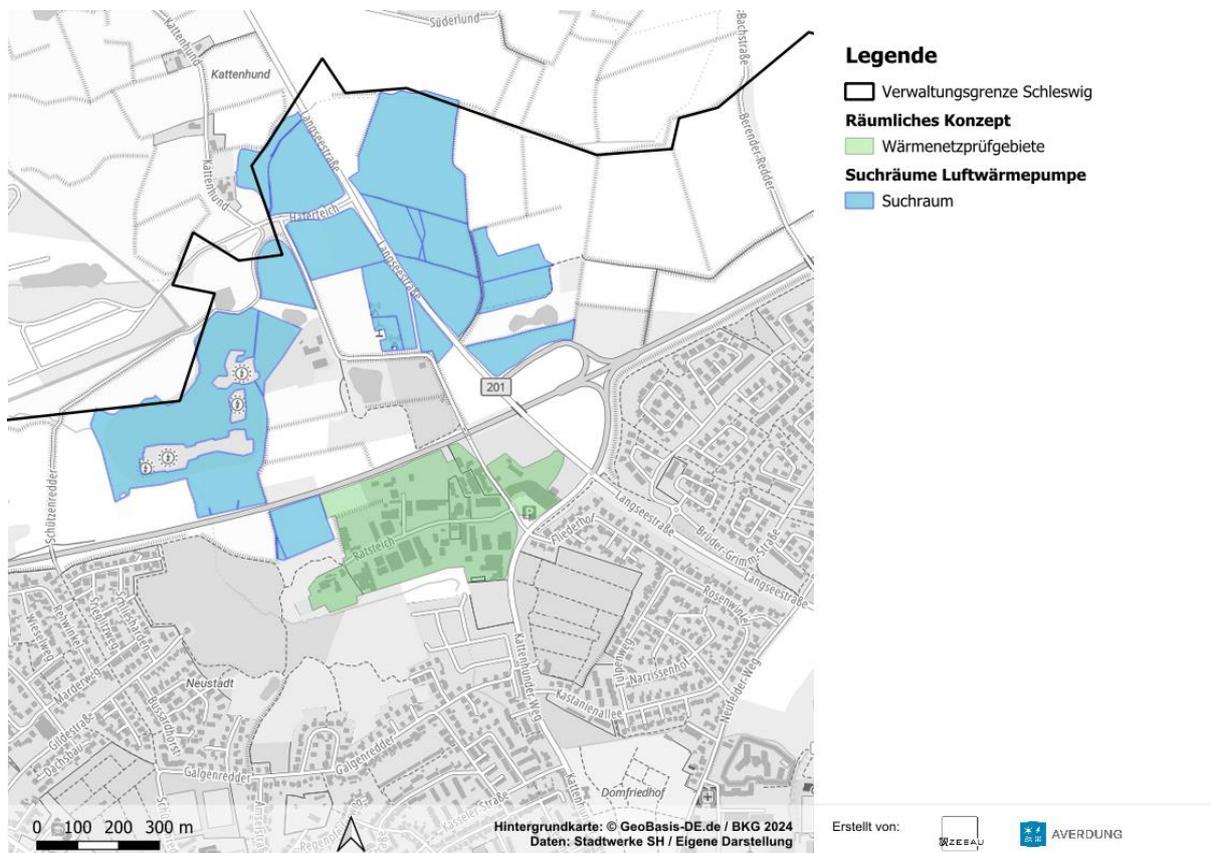


Abbildung 39: Wärmenetzprüfgebiet 6 mit Ideen für Suchräume für Luftwärmepumpen

Tabelle 21: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmenetzprüfgebiet 6

	Anschlussleistung	Potenziale		
		Aerothermieflächen	Geothermieflächen	Weitere Potenziale
Prüfgebiet 6 Gewerbegebiet Ratsteich	0,4 MW + SL	Nördlich des Gebiets	Wie Aerothermie	-

6.2.7 Gebiet 7: Flattenberg

Das kleine Gebiet ist vor allem von Wohnbebauung, insbesondere in Form von Mehrfamilienhäusern und einem Reihenhauseriegel geprägt. Dabei erfüllt dieses Gebiet wahrscheinlich knapp die Kriterien der BEW-Förderung (mind. 16 Gebäude) und ist damit eventuell für ein Mikronetz geeignet.

Der prognostizierte Gesamtwärmebedarf 2040 für das Wohngebiet beträgt 1,5 GWh. Bei einem vollständigen Anschluss aller Liegenschaften würde etwa eine Leistung von 300 kW + Spitzenlast benötigt.

Potenziale für erneuerbare Energien und Ideen für Standorte

Nordwestlich und südwestlich des Gebiets befinden sich Potenzialflächen für Geothermie und Luftwärme. Die südwestlichen Flächen könnten ebenso für die Versorgung des Gebiets Schleswig Süd-West infrage kommen. Möglicherweise ist hier eine gemeinsame Wärmeversorgung zu untersuchen.

Sollten sich auf kleineren, dem Gebiet Flattenberg nahen Flächen Erdsonden realisieren lassen, wäre hier theoretisch ein jährliches Wärmepotenzial von ca. 5 GWh und ca. 1,9 MW denkbar. Zu beachten ist, dass sich ein Teil der Potenzialflächen auf Vertragsnaturschutzflächen befindet. Es wird daher davon ausgegangen, dass nicht alle Flächen für die Wärmegewinnung genutzt werden können. Inwiefern sich diese Flächen für die Wärmeversorgung tatsächlich nutzen lassen, müsste geklärt werden.

Dieselben Flächen würden sich grundsätzlich auch als Standorte für die Rückkühler von Luftwärmepumpen eignen, sofern dies auf diesen Flächen genehmigungsfähig ist.

Die folgende Abbildung zeigt das Wärmenetzprüfgebiet mit den Ideen für Suchräume, in denen sich Rückkühler von Luftwärmepumpen anbieten könnten. Aufgrund der vergleichsweise geringen Leistung ist auch eine Aufstellung von Rückkühlwerken nahe der Wohnbebauung denkbar.

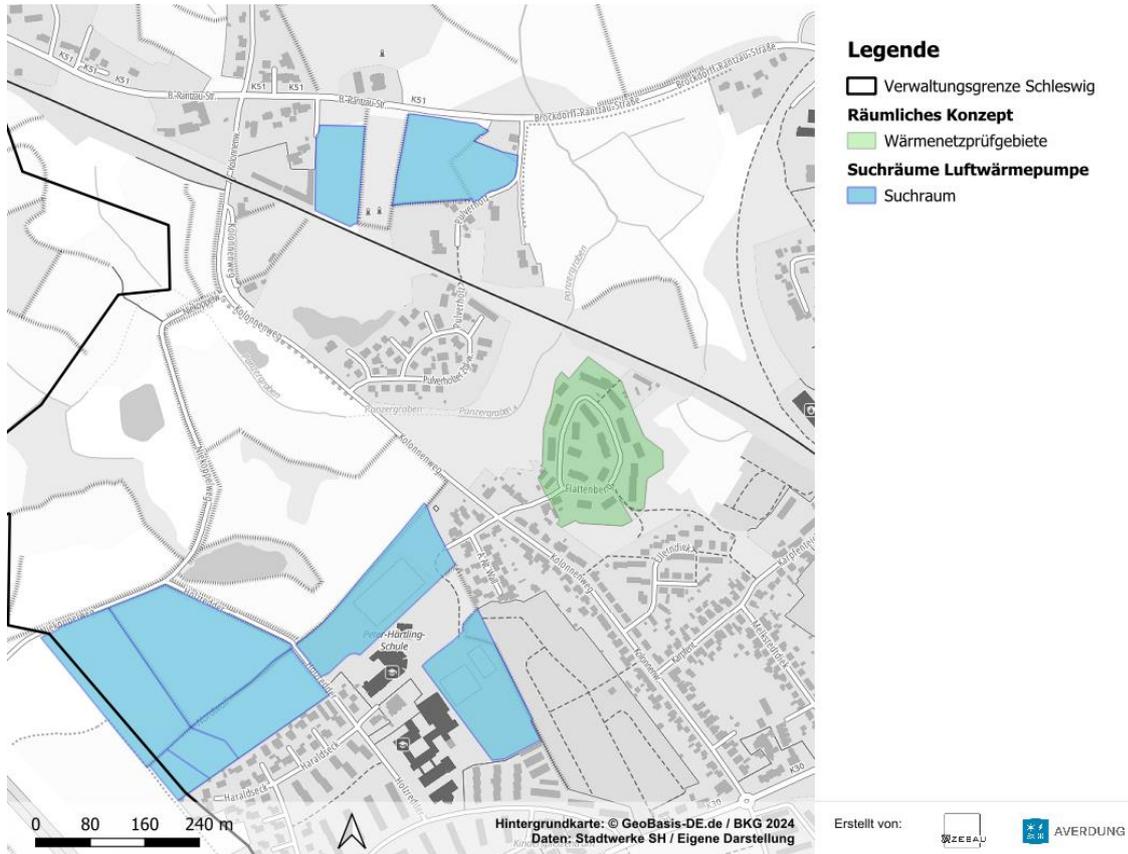


Abbildung 40: Wärmenetzprüfgebiet 7 mit Ideen für Suchräume für Luftwärmepumpen

Tabelle 22: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmenetzprüfgebiet 7

	Anschlussleistung	Potenziale		
		Aerothermieflächen	Geothermieflächen	Weitere Potenziale
Prüfgebiet 7 Flattenberg	0,3 MW + SL	Nördlich und südlich des Gebiets	Wie Aerothermie	-

6.2.8 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.

Table 23: Technologien für die dezentrale Wärmeversorgung

strombasiert	brennstoffbasiert
Wärmepumpe	Biomethan
Elektrokessel	Wasserstoff
Stromdirektheizungen	Biomassepellets
Stromspeicherheizungen	Hackschnitzel
	Scheitholz

6.2.8.1 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.¹⁸

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

¹⁸ 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.

6.2.8.2 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. Auf dem gesamten Stadtgebiet von Schleswig liegen für Geothermie sinnvoll nutzbare Wärmeleitfähigkeiten vor. Im Süden der Stadt sind diese besonders hoch. Im Norden und Osten der Stadt ist ggf. mit Auflagen aufgrund des Trinkwassergewinnungsgebietes zu rechnen.

6.2.8.3 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 Lärm¹⁹ 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.



	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 41: Zulässige Schalldruckpegel zur Tages- und Nachtzeit in verschiedenen Gebieten²⁰

Bei modernen Luft-Wasser-Wärmepumpen ist zwischen einem Tag- und einem Nachtbetrieb zu unterscheiden. Der Schallrechner²¹ 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.

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

¹⁹ www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwwvbund_26081998_IG19980826.html

²⁰ www.gevestor.de/finanzwissen/immobilien/vermieten-abrechnen/laermbelaestigung-501825.html

²¹ Schallrechner. Bundesverband Wärmepumpe e.V. www.waermepumpe.de/schallrechner/

6.2.9 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.

6.2.9.1 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 ISE²² 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 aus²³.

Biomethan und Biomasse stehen nur begrenzt zur Verfügung. Auf Basis der NABIS²⁴ ist davon auszugehen, dass die Nutzung von auf Ackerflächen angebaute Biomasse für die Energiegewinnung nicht weiter gefördert wird und die stoffliche Nutzung von Biomasse priorisiert wird. Selbst bei unveränderten

²² <https://ariadneprojekt.de/publikation/analyse-heizkosten-und-treibhausgasemissionen-in-bestandswohngebauden/>

²³ <https://www.verbraucherzentrale-rlp.de/energie/heizen-und-warmwasser/gasheizung-oder-waermepumpe-89237>

²⁴ <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/bioeconomie-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.²⁵

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 werden²⁶. Die Möglichkeit zukünftig mit Wasserstoff zu heizen ist daher unsicher und deutlich teurer als eine Wärmepumpe.

Tabelle 24: 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

6.2.9.2 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

²⁵ 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

²⁶ Clausen, J., Huber, M., Kemfert, C., & Klafka, P. (5/2024): Das Erdgasnetz, das Heizen mit Wasserstoff und die Wärmepumpe. Borderstep Institut, 2024

rechtzeitig nach Alternativen gesucht werden kann. Industrielle Abwärme wird daher als relativ zukunftsfähig eingeschätzt.

Tabelle 25: 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

6.2.9.3 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 Solarthermianlagen und Großwärmepumpen gewährt.

Betriebsförderungsprogramme nach Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW):

In der BEW-Förderung sind auch Förderungen für den Betrieb von Wärmepumpen und Solarthermianlagen 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 ebenfalls zahlreiche Fördermöglichkeiten.

7 Maßnahmenkatalog

Im Folgenden werden Maßnahmen beschrieben, die zur Transformation der Wärmeversorgung in Schleswig 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

Ü1	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 Bauweise 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 Schleswig klimafreundlich zu gestalten, sollte die Stadt Klimaschutzfestsetzungen für Neuvorhaben verbindlich festlegen. Vor allem bei größeren Neubauvorhaben sind verpflichtende Wärmekonzepte ein geeignetes Instrument, um sicherzustellen, dass für die Wärmeversorgung eine ganzheitliche Betrachtung erfolgt. Hier kann zum Beispiel frühzeitig geklärt werden, ob ein 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. So können beispielsweise bei der Planung von Neubaugebieten bereits Flächen für Luftwärmepumpen bzw. Ventilatoren unter Berücksichtigung der aus Schallschutzgründen notwendigen Abständen vorgesehen werden.</p>			
Zuständigkeit		Einzubindende Akteur:innen	
<ul style="list-style-type: none"> • Verwaltung 		<ul style="list-style-type: none"> • Politik • Fachbereiche wie Bauen, Umwelt etc. 	
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 Neubauvorhaben 3. Einführung einer verbindlichen Überprüfung im Prozess der Neuaufstellung von Bebauungsplänen 4. Anwendung auf alle (Neubau-) Planungsvorhaben. 			

Energieverbrauch und Einsparpotenzial	Erfolgsindikatoren
-	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="837 331 1374 443">• 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
-	-

Ü2	Energiemanagement und Sanierungsfahrpläne für kommunale Liegenschaften		
Teilgebiet	Ganzes Gebiet der Kommune		
Gebietsbeschreibung	-		
Versorgungsart	-		
Energieverbrauch	-		
Ziele		Priorität	
<p>Durch ein einheitliches 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) mittel- bis 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. Verbrauchserfassung, Monitoring und Berichterstattung über Energieverbräuche 2. Aufbau eines software-gestützten Controllings 3. Ermittlung von Energieeinsparpotenzialen 4. Überprüfung und Optimierung der Einstellung von Erzeugungsanlagen 5. Ansprechperson für Gebäudenutzer und Hausmeister 6. Ermittlung und Priorisierung von Energieeinsparmaßnahmen 7. Umsetzung oder Begleitung und Auswertung von Energieeinsparmaßnahmen - ggf. Nachsteuerung <p>Für alle kommunalen Liegenschaften sollen mittelfristig Modernisierungskonzepte und Sanierungsfahrpläne entwickelt werden. 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 Akteur:innen	
<ul style="list-style-type: none"> • Verwaltung der Kommune (Bauamt - Gebäudemanagement) 		<ul style="list-style-type: none"> • Energieberater:innen • Hausmeister:innen • ggf. Schulleitungen, Lehrkräfte, Schüler:innen und andere Gebäudenutzer:innen 	

Erste Handlungsschritte	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Wiederherstellung und Ausbau des bestehenden Energiemanagements 2. Schaffung von zusätzlichen Kapazitäten für die technische Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen sowie die Erstellung von Sanierungsfahrplänen 	<ol style="list-style-type: none"> 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
<p>Energiemanagement: Im Durchschnitt etwa ca. 20 % des Wärmebedarfes</p> <p>Sanierungsfahrpläne (nach Umsetzung): Bis 50% Energiebedarf und bis 100% Emissionen</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aufbau eines umfassenden 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
<p>Kosten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Förderung: Förderung des Energiemanagements im Rahmen der Kommunalrichtlinie²⁷</p>	<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 	

²⁷ <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		
Gebiets- beschreibung	-		
Versorgungsart	-		
Energiever- brauch	-		
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:innen 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 Akteur:innen	
<ul style="list-style-type: none"> Stadtverwaltung, ggf. Erweiterung auf weitere Kommunen im Landkreis 		<ul style="list-style-type: none"> Handwerksbetriebe Landkreis Handwerkskammer 	
Erste Handlungsschritte			
<ul style="list-style-type: none"> Identifikation der Handwerksbetriebe in der Heizungstechnik Kontaktaufnahme durch die Stadt Veranstaltung zur Vernetzung zwischen Handwerk und Stadt 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 	

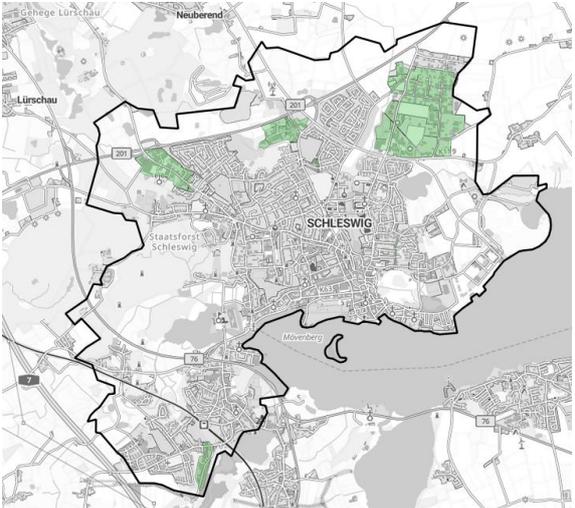
Kosten und Finanzierung / Förderung	Monitoring Indikatoren
<ul style="list-style-type: none"> Die Kosten für diese Maßnahme sind bis auf den zeitlichen Aufwand gering. Insgesamt ist von einem Zeitaufwand von etwa 80 h auszugehen (inkl. Veranstaltung und Initiierung eines Formats, z.B. „Runder Tisch Wärmepumpe“). Ggf. Bundesförderung Aufbauprogramm Wärmepumpe²⁸ 	<ul style="list-style-type: none"> Anzahl an Handwerksbetrieben, die die Installation von Wärmepumpen anbieten
Hemmnisse & Lösungsansätze	Flankierende Maßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> Personalmangel Ggf. unterschiedlich starkes Interesse der Handwerksbetriebe kann durch die Schaffung attraktiver Formate begegnet werden. 	<p>Informationsbereitstellung für Bürgerinnen und Bürger</p>

Ü4	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:innen 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 Fernwärmeanlagen (Kundenstationen), 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:innen erreicht werden kann.</p> <p>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:innen-Energiegenossenschaft) zu erleichtern. Die Herstellung des Kontakts zu ausführenden Firmen und Fördermittelberatungsstellen nimmt ebenfalls eine entscheidende Rolle ein. Auch die Schaffung eines Energieberatungsangebots durch eine:n lokalen Energieberater:in (z.B. monatliche Energie-Sprechstunde im Rathaus) kann sinnvoll sein und wird in anderen Kommunen bereits mit großem Interesse wahrgenommen.</p> <p>Zusätzlich kann eine Broschüre für Gebäudeeigentümer:innen zum Thema „Erneuerbare Wärmeversorgung“ erstellt werden.</p> <p>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.</p> <p>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 Akteur:innen	
<ul style="list-style-type: none"> • Verwaltung • Ggf. Erweiterung auf den Landkreis 		<ul style="list-style-type: none"> • Energieberater:innen • Weitere Referent:innen • Regionale Unternehmen in der Wärmebranche 	

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:innen und Mieter:innen. 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 die:den Energieberater:in für die Energiesprechstunde 	<ul style="list-style-type: none"> • verteilte Exemplare, ggf. Online-Aufrufe • Anzahl der Teilnehmenden an Veranstaltungen
Hemmnisse & Lösungsansätze	Flankierende Maßnahmen
Personalmangel	-

7.2 Maßnahmen Wärmenetzprüfgebiete

Maßnahmenübersicht Übergeordnete Maßnahmen	
WN1	Voruntersuchung zur Eignung von Wärmenetzen in den Gewerbegebieten
WN2	Prüfung der Machbarkeit und Umsetzung eines Wärmenetzes im Zentrum sowie der Anbindung von Bestandswärmenetzen
WN3	Prüfung der Machbarkeit und Umsetzung eines Wärmenetzes für das Gebiet Friedrichsberg
WN4	Prüfung der Machbarkeit und Umsetzung eines Wärmenetzes für das Gebiet Schleswig Süd-West
WN5	Prüfung der Machbarkeit und Umsetzung eines Wärmenetzes für das Gebiet Drei Kronen / Gewerbegebiet St. Jürgen
WN6	Prüfung der Machbarkeit und Umsetzung eines Wärmenetzes für das Mikronetz Flattenberg
WN7	Dekarbonisierung der Bestandswärmenetze

WN1	Voruntersuchung zur Eignung von Wärmenetzen in den Gewerbegebieten			
Teilgebiet	Gewerbegebiete St. Jürgen, Flensburger Straße, Ratsteich, Margarethenwallstraße		 Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0	
Gebietsbeschreibung	Die Gewerbegebiete sind der Standort für Gewerbebetriebe verschiedener Art. Das Gewerbegebiet St. Jürgen weist hierbei den mit Abstand größten Wärmebedarf der Gebiete auf. Die drei nördlichen Gewerbegebiete sind stark vom GHD-Sektor geprägt, während in der Margarethenwallstraße auch verarbeitendes Gewerbe ansässig ist.			
Wärme & CO₂-Emissionen	Bedarf Bestand	CO₂-Emissionen Bestand	Bedarf 2040	
	32,0 GWh	7.800 t	28,7 GWh	
Angestrebte Versorgungsart	Bei ausreichendem Interesse: Zentrale Wärmeversorgung über Luft- / Geothermie-Wärmepumpen, Biogas sowie Spitzenlastzeuger und ggf. Abwärme			
Ziele		Priorität		
Voruntersuchung des Interesses und der technischen Anforderungen für eine leitungsgebundenen Wärmeversorgung in den genannten Gewerbegebieten. Identifizierung von interessierten Ankerkund:innen. Anschließend ggf. Durchführung einer BEW-Machbarkeitsstudie oder mehrerer Machbarkeitsstudien für Teilgebiete und Umsetzung.		hoch		
		Zeithorizont		
		kurzfristig		
Kurzbeschreibung - Maßnahmen				
<p>Die Gewerbegebiete in Schleswig weisen nach den durchgeführten Analysen eine für ein Wärmenetz vielversprechende Wärmeliniendichte 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> <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 Schleswig aussehen. - Viele Unternehmen hätten auch die Möglichkeit erneuerbare Energien (z.B. mittels Luftwärmepumpen) auf dem eigenen Firmengelände zu erschließen. Daher ist fraglich, wie groß die Anschlussbereitschaft an ein Wärmenetz ist. <p>Um diese Unklarheiten beseitigen zu können und eine belastbarere Entscheidungsgrundlage zu schaffen soll eine Befragung der Unternehmen möglichst viele der relevanten Informationen zusammentragen.</p>				

Dies beinhaltet insbesondere folgende Fragestellungen:

- 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 Gebietszuschnitte 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 der Nähe des Gewerbegebiets St. Jürgen gibt es bereits mit Nahwärme versorgte Liegenschaften. Auf den gemachten Erfahrungen kann sicherlich aufgebaut werden.

Für weitere Untersuchungen bietet sich insbesondere die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze an, über die Umfang und Machbarkeit des Wärmenetzes detailliert geprüft und vorgeplant werden können. Ein entsprechendes Vorgehen für das Gewerbegebiet St. Jürgen in Verbindung mit angrenzender Wohnbebauung ist in Maßnahme WN 5 und für das Gewerbegebiet Margarethenwallstraße in Maßnahme WN 4 beschrieben.

Aufgrund des Umfangs dieser Maßnahme (WN 1) 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

- Stadt Schleswig für die ersten vier Handlungsschritte
- Ggf. Wärmeversorger (z.B. Stadtwerke SH) für die weiteren Handlungsschritte

Einzubindende Akteur:innen

- Unternehmen in den Wärmenetzprüfgebieten
 - Ggf. Wirtschaftsförderung des Kreises
- Im Fall einer Realisierung von Wärmenetzprojekten:
- Stadtverwaltung (Bauamt etc.)
 - Ankerkund:innen
 - Flächeneigentümer:innen
 - Fachplanung
 - Unterschiedliche Akteur:innen 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 Bestand	Erfolgsindikatoren
<p>Wohnen: 3,0 GWh Nicht-Wohnen 29,0 GWh Gesamt: 32,0 GWh Anteil Wohnen: 9 %</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.) • Prüfung von Wärmenetzen in den Maßnahmen WN 3 und 5

WN2	Prüfung der Machbarkeit und Umsetzung eines Wärmenetzes für das Gebiet Zentrum			
Teilgebiet	Wärmenetzprüfgebiet 1			
Gebietsbeschreibung	<p>Im Zentrum Schleswig ergibt sich ein großes zusammenhängendes Gebiet mit durchweg hoher Wärmeliniendichte. Der Suchraum grenzt im Süden an die Schlei, reicht im Osten bis an den Brautsee und im Westen bis an den Staatsforst. Teile des Gebiets sind bereits an ein Wärmenetz der Stadtwerke SH angeschlossen, sodass dieses in ein größeres Wärmenetz integriert werden könnte.</p>	 <p>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>		
Wärme & CO₂-Emissionen	Bedarf Bestand 200,3 GWh	CO₂-Emissionen Bestand 49.000 t	Bedarf 2040 165,7 GWh	
Angestrebte Versorgungsart	Zentral Luftwärmepumpe, Geothermie, Gewässerwärme, ggf. Abwasser, ggf. Tiefengeothermie			
Ziele	Aufbau einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung in dem beschriebenen Wärmenetzprüfgebiet auf Basis von Umweltwärme, Spitzenlastzeugern und ggf. Tiefengeothermie.		Priorität	
			hoch	
			Zeithorizont	
			mittel-/ langfristig	
Kurzbeschreibung - Maßnahmen				
<p>Dieses Gebiet umfasst einen besonders großen Suchraum, der knapp die Hälfte des Schleswiger Wärmebedarfs einschließt. Der Aufbau eines so großen Wärmenetzes wäre eine gewaltige und einschneidende Veränderung in der Wärmeversorgung von Schleswig, 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. Als Nukleus könnte das bestehende Innenstadt-Netz dienen. Gemeinsam mit den Stadtwerken 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. Im Fall eines großen Wärmenetzes wäre die Einbindung von Tiefengeothermie südlich des Schleswiger Stadtgebietes eine Möglichkeit. Es sollte frühzeitig geklärt werden, ob eine tiefengeothermiebasierte Versorgungslösung angestrebt wird und was die Möglichkeiten hierfür sind. Bei der Einbindung von Tiefengeothermie aus dem Süden wäre es möglicherweise sinnvoll, die im Süden Schleswigs befindlichen Wärmenetzprüfgebiete 2,3 und 7 ebenfalls mit dieser Wärmequelle zu versorgen.</p>				

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

In der Machbarkeitsstudie sollen für das Gebiet verschiedene Bausteine geprüft werden:

- technische Machbarkeit, Leistung und Verfügbarkeit der Wärmequellen
- Standort(e) von Energiezentrale(n)
- Wärmespeicherung und Redundanz
- Ankerkund:innen und Anschlussquoten
- Angestrebte Vorlauftemperaturen
- Trassenführung
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
- Zeitlicher Ablauf einer Umsetzung

Darauf aufbauend sollen entsprechende Wärmenetze geplant und umgesetzt werden.

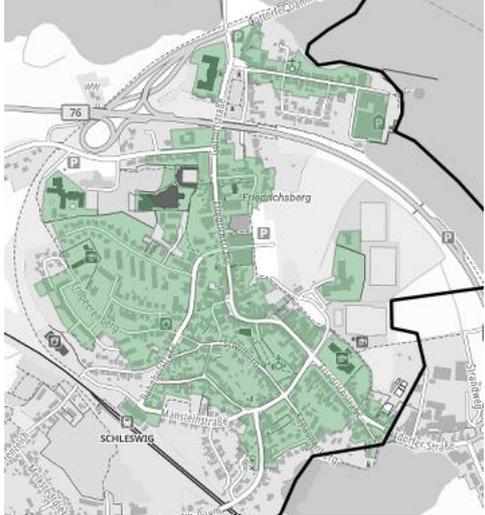
Nach den ersten Schritten der Vorplanung sollten Fördermöglichkeiten geprüft und beantragt werden. Hierbei bietet sich insbesondere die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze an, über die Umfang und Machbarkeit der Wärmenetze detailliert geprüft und vorgeplant werden können.

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 Akteur:innen
<ul style="list-style-type: none"> • Stadt Schleswig • Energieversorger (z.B. Stadtwerke SH) 	<ul style="list-style-type: none"> • Stadtverwaltung (Bauamt etc.) • Ankerkund:innen • Flächeneigentümer:innen • Fachplanung • Unterschiedliche Akteur:innen 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 Bestand	Erfolgsindikatoren
<p>Wohnen: 111,4 GWh Nicht-Wohnen: 88,9 GWh Gesamt: 200,3 GWh Anteil Wohnen: 56 %</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 Akteur:innen• Flächenverfügbarkeit• Finanzierungsmöglichkeiten für die Umsetzung | <ul style="list-style-type: none">• Einbindung der Planung in kommunale Infrastrukturplanung (Wasser, Strom etc.)• Maßnahme WN7 Dekarbonisierung von Wärmenetzen |
|---|---|

WN3	Prüfung der Machbarkeit und Umsetzung eines Wärmenetzes für das Gebiet Friedrichsberg			
Teilgebiet	Wärmenetzprüfgebiet 2		 Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0	
Gebietsbeschreibung	Das Gebiet ist von Wohnbebauung geprägt. Hierbei handelt es überwiegend um mehrstöckige Mehrfamilienhäuser in Form von dichter Bebauung und weiteren Ein- und Doppelhäusern sowie Reihenhäusern. Des Weiteren befinden sich im Gebiet einige große Wärmeabnehmer wie Gerichtsgebäude, das Landesarchiv, ein Nahversorgungszentrum, Schulen und die Wohn- und Geschäftsgebäude am Wikingeck, die als Ankerkunden für ein Wärmenetz wichtig wären.			
Wärme & CO₂-Emissionen	Bedarf Bestand	CO₂-Emissionen Bestand	Bedarf 2040	
	34,0 GWh	8.300 t	28 GWh	
Angestrebte Versorgungsart	Zentral Luftwärmepumpe, Geothermie, Gewässerwärme, ggf. Abwasser, ggf. Tiefengeothermie			
Ziele	Aufbau einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung in dem beschriebenen Wärmenetzprüfgebiet auf Basis von Umweltwärme, Spitzenlasterzeugern und ggf. Tiefengeothermie.		Priorität	
			hoch	
			Zeithorizont	
			mittelfristig	
Kurzbeschreibung - Maßnahmen				
<p>Für das Wärmenetzprüfgebiet Friedrichsberg 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 sowie ggf. Abwasser und Gewässerwärme, mit denen das Gebiet klimaneutral versorgt werden könnte. Auch Tiefengeothermie kommt in Betracht, insbesondere, wenn diese Technologie auch für das Wärmenetzprüfgebiet „Zentrum“ zum Tragen kommen sollte.</p> <p>Die inhaltlichen Schwerpunkte der Machbarkeitsstudie entsprechen darüber hinaus der Darstellung in der Maßnahme WN 2.</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 Akteur:innen		

<ul style="list-style-type: none"> • Stadt Schleswig • Energieversorger (z.B. Stadtwerke SH) 	<ul style="list-style-type: none"> • Stadtverwaltung (Bauamt etc.) • Ankerkund:innen • Flächeneigentümer:innen • Fachplanung • Unterschiedliche Akteur:innen 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 Bestand	Erfolgsindikatoren
Wohnen: 24,0 GWh Nicht-Wohnen: 10,0 GWh Gesamt: 34,0 GWh Anteil Wohnen: 70 %	<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 Akteur:innen • Flächenverfügbarkeit • Finanzierungsmöglichkeiten für die Umsetzung 	<ul style="list-style-type: none"> • Einbindung der Planung in kommunale Infrastrukturplanung (Wasser, Strom etc.) • WN2 (Klärung Tiefengeothermie)

WN4		Prüfung der Machbarkeit und Umsetzung eines Wärmenetzes für das Gebiet Schleswig Süd-West		
Teilgebiet	Wärmenetzprüfgebiet 3		 <small>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</small>	
Gebietsbeschreibung	<p>Gebietsbeschreibung Der westliche Teil des Gebiets ist überwiegend von Wohnbebauung geprägt. Im Nordwesten davon befindet sich die Peter-Härtling-Schule. Insbesondere die drei- bis fünfgeschossigen Mehrfamilienhäuser sind wichtige Ankerkund:innen für ein Wärmenetz und maßgeblich für die hohe Wärmelinien-dichte.</p> <p>Südöstlich davon befindet sich in etwa 200 m Entfernung ein weiteres Gebiet mit Wärmenetzpotenzial entlang dem Dannewerkredder, an das im Osten das Gewerbegebiet Margarethenwall anschließt.</p>			
Wärme & CO₂-Emissionen	Bedarf Bestand 14,4 GWh	CO₂-Emissionen Bestand 3.500 t	Bedarf 2040 11,9 GWh	
Angestrebte Versorgungsart	Zentral Luftwärmepumpe, Geothermie, Gewässerwärme, ggf. Abwasser, ggf. Tiefengeothermie			
Ziele		Priorität		
Aufbau einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung in dem beschriebenen Wärmenetzprüfgebiet auf Basis von Umweltwärme, Spitzenlasterzeugern und ggf. Tiefengeothermie.		mittel		
		Zeithorizont		
		mittelfristig		
Kurzbeschreibung - Maßnahmen				
<p>Für dieses aus drei kleineren Teilen zusammengesetzte Wärmenetzprüfgebiet 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 könnte. Potenzialflächen auf dem Stadtgebiet befinden sich insbesondere westlich des Wärmenetzprüfgebietes. Sollte für andere Wärmenetzprüfgebiete die Einbindung von Tiefengeothermie angestrebt werden, wäre dies auch für dieses Wärmenetzprüfgebiet eine Option.</p> <p>Ein zentraler Punkt einer weiteren Untersuchung ist die Beantwortung der Frage, inwiefern die drei Teile des Wärmenetzprüfgebietes miteinander verbunden und gemeinsam mit Wärme versorgt werden sollten oder ob ggf. eine separate Versorgung der drei Teilgebiete sinnvoller ist. Die inhaltlichen Schwerpunkte der Machbarkeitsstudie entsprechen darüber hinaus der Darstellung in der Maßnahme WN 2.</p> <p>Darauf aufbauend sollen entsprechende Wärmenetze geplant und umgesetzt werden.</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.

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.

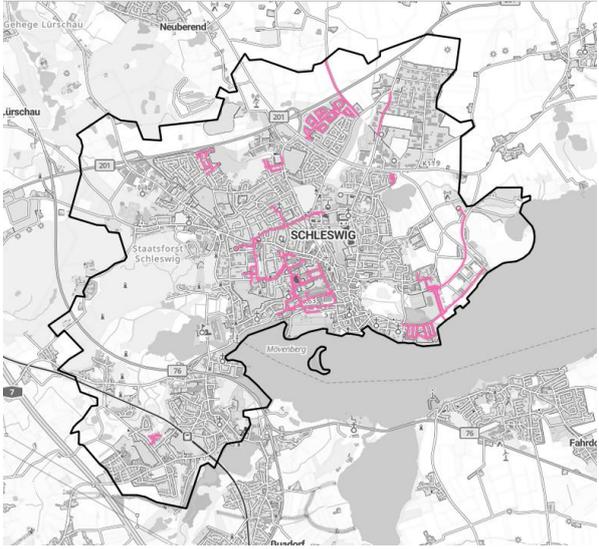
Zuständigkeit	Einzubindende Akteur:innen
<ul style="list-style-type: none"> • Stadt Schleswig • Energieversorger (z.B. Stadtwerke SH) 	<ul style="list-style-type: none"> • Stadtverwaltung (Bauamt etc.) • Ankerkund:innen • Flächeneigentümer:innen • Fachplanung • Unterschiedliche Akteur:innen nach Bedarf
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 Bestand	Erfolgsindikatoren
<p>Wohnen: 10,9 GWh Nicht-Wohnen: 3,5 GWh Gesamt: 14,4 GWh Anteil Wohnen: 76 %</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 Akteur:innen • Flächenverfügbarkeit • Finanzierungsmöglichkeiten für die Umsetzung 	<ul style="list-style-type: none"> • Einbindung der Planung in kommunale Infrastrukturplanung (Wasser, Strom etc.) • WN 1 (Unternehmensbefragung Gewerbegebiete) • WN2 (Klärung Tiefengeothermie)

WN5	Prüfung der Machbarkeit und Umsetzung eines Wärmenetzes für das Gebiet Drei Kronen / Gewerbegebiet St. Jürgen			
Teilgebiet	Wärmenetzprüfgebiet 4			 Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0
Gebietsbeschreibung	<p>Das betrachtete Gebiet umfasst zum einen das Gewerbegebiet St. Jürgen. Das Gewerbegebiet ist geprägt von Betrieben aus verschiedenen Branchen, wobei der GHD-Sektor den größten Anteil hat.</p> <p>Südlich des Gewerbegebiets befinden sich einige Mehrfamilienhäuser sowie Reihenhausriegel, die ggf. für eine Wärmenetzversorgung in Betracht kommen (Drei Kronen / Mozartstr.).</p>			
Wärme & CO₂-Emissionen	Bedarf Bestand	CO₂-Emissionen Bestand	Bedarf 2040	
	29,2 GWh	7.100 t	25,6 GWh	
Angestrebte Versorgungsart	Zentral Luftwärmepumpe, Geothermie, Biogas, ggf. Abwärme			
Ziele		Priorität		
Aufbau einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung in dem beschriebenen Wärmenetzprüfgebiet auf Basis von Umweltwärme, Biogas und Spitzenlasterzeugern.		hoch		
		Zeithorizont		
		mittelfristig		
Kurzbeschreibung - Maßnahmen				
<p>Für das Wärmenetzprüfgebiet 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 sowie ggf. Potenziale aus der Biogasanlage St Jürgen und Bioenergy Nord, mit denen das Gebiet klimaneutral versorgt werden könnten. Ein Großteil des Wärmebedarfs entfällt auf das Gewerbegebiet. Die in Maßnahme WN1 beschriebenen Rahmenbedingungen und Herausforderungen gelten entsprechend auch für das hier beschriebene Wärmenetzprüfgebiet.</p> <p>Die inhaltlichen Schwerpunkte der Machbarkeitsstudie entsprechen darüber hinaus der Darstellung in der Maßnahme WN 2.</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 Akteur:innen
<ul style="list-style-type: none"> • Stadt Schleswig • Energieversorger (z.B. Stadtwerke SH) 	<ul style="list-style-type: none"> • Stadtverwaltung (Bauamt etc.) • Ankerkund:innen • Flächeneigentümer:innen • Fachplanung • Unterschiedliche Akteur:innen 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 Bestand	Erfolgsindikatoren
<p>Wohnen: 8,6 GWh Nicht-Wohnen: 20,6 GWh Gesamt: 29,2 GWh Anteil Wohnen: 29 %</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 Akteur:innen • Flächenverfügbarkeit • Finanzierungsmöglichkeiten für die Umsetzung 	<ul style="list-style-type: none"> • Einbindung der Planung in kommunale Infrastrukturplanung (Wasser, Strom etc.) • WN 1 (Unternehmensbefragung Gewerbegebiete)

WN6	Prüfung der Machbarkeit und Umsetzung eines Wärmenetzes für das Gebiet Flattenberg			
Teilgebiet	Wärmenetzprüfgebiet 7		 Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0	
Gebietsbeschreibung	Das kleine Gebiet ist vor allem von Wohnbebauung, insbesondere in Form von Mehrfamilienhäusern und einem Reihenhäuserriegel geprägt. Dabei qualifiziert sich dieses Gebiet wahrscheinlich knapp für die BEW-Förderung und ist damit evtl. für ein Mikronetz geeignet.			
Wärme & CO₂-Emissionen	Bedarf Bestand	CO₂-Emissionen Bestand	Bedarf 2040	
	1,9 GWh	450 t	1,5 GWh	
Angestrebte Versorgungsart	Zentral Luftwärmepumpe, Geothermie			
Ziele			Priorität	
Aufbau einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung in dem beschriebenen Wärmenetzprüfgebiet auf Basis von Umweltwärme und Spitzenlasterzeugern			mittel	
			Zeithorizont	
			mittelfristig	
Kurzbeschreibung - Maßnahmen				
<p>Für das potenzielle Mikronetz 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.</p> <p>Zunächst ist jedoch zu klären, ob bei den Eigentümer:innen Interesse an einem Wärmenetz besteht und ob das Gebiet im Rahmen des Förderprogramms BEW förderfähig wäre.</p> <p>Die inhaltlichen Schwerpunkte einer Machbarkeitsstudie entsprechen darüber hinaus der Darstellung in der Maßnahme WN 2. Darauf aufbauend soll ein kleines Wärmenetz 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>Nach erfolgreichem Bau kann die Wärmeversorgung über das Netz beginnen.</p>				

Zuständigkeit	Einzubindende Akteur:innen
<ul style="list-style-type: none"> • Stadt Schleswig • Energieversorger (z.B. Stadtwerke SH) 	<ul style="list-style-type: none"> • Stadtverwaltung (Bauamt etc.) • Ankerkund:innen • Flächeneigentümer:innen • Fachplanung • Unterschiedliche Akteur:innen 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 Bestand	Erfolgsindikatoren
<p>Wohnen: 1,9 GWh Nicht-Wohnen: 0 GWh Gesamt: 1,9 GWh Anteil Wohnen: 100 %</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 Akteur:innen • Flächenverfügbarkeit • Finanzierungsmöglichkeiten für die Umsetzung 	<ul style="list-style-type: none"> • Einbindung der Planung in kommunale Infrastrukturplanung (Wasser, Strom etc.)

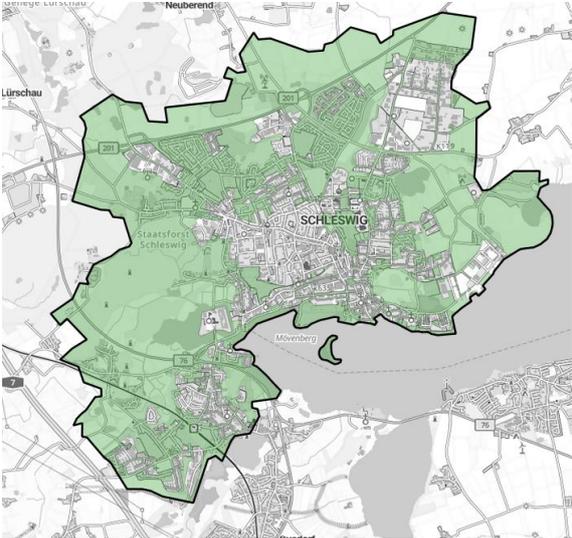
WN7	Transformation der Bestandswärmenetze			
Teilgebiet	Bestandswärmenetze			
Gebietsbeschreibung	<p>In Schleswig befinden sich verschiedene Bestandswärmenetze, die von den Schleswiger Stadtwerken (als Partner der Stadtwerken SH) betrieben werden.</p>			 <p>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
Wärme & CO₂-Emissionen	Bedarf Bestand	CO₂-Emissionen Bestand	Bedarf 2040	
	37,0 GWh	5.400 t	31,1 GWh	
Angestrebte Versorgungsart	Zentral Luftwärmepumpe, Geothermie, ggf. Abwasser, ggf. Gewässerwärme, ggf. Tiefengeothermie, ggf. Biomethan			
Ziele	Transformation des Bestandswärmenetzes zu 100 % klimaneutraler Wärmeversorgung.			Priorität
				hoch
				Zeithorizont
	mittelfristig			
Kurzbeschreibung - Maßnahmen				
<p>Die Dekarbonisierung der Wärmenetze ist Aufgabe der Wärmenetzbetreiber.</p> <p>Das Innenstadtnetz der Stadtwerke SH befindet sich im Suchraum Zentrum, sodass eine Integration des Bestandsnetzes in ein größeres Netz denkbar ist. Sollte ein derartiges Wärmenetz nicht möglich sein, ist es notwendig das bestehende Wärmenetz anderweitig zu dekarbonisieren. In einem Transformationsplan kann geprüft werden, wie die Dekarbonisierung des Wärmenetzes umgesetzt werden kann. Hierbei sollte sofern notwendig eine Absenkung der Vorlauftemperaturen für die angeschlossenen Liegenschaften geklärt werden.</p> <p>In einem Transformationsplan könnte auch für die übrigen Bestandsnetze geprüft werden, wie die weitere Dekarbonisierung der Wärmenetze umgesetzt werden kann. Teilweise setzen die Wärmenetze auch jetzt schon auf erneuerbare Energien.</p>				
Zuständigkeit	Einzubindende Akteur:innen			

<ul style="list-style-type: none"> Schleswiger Stadtwerke (als Partner der Stadtwerke SH) Stadt Schleswig 	<ul style="list-style-type: none"> Stadtverwaltung (Bauamt etc.) Ankerkund:innen Flächeneigentümer:innen Fachplanung Unterschiedliche Akteur:innen nach Bedarf
Erste Handlungsschritte	
<ol style="list-style-type: none"> Klärung aller relevanten Rahmenbedingungen Beantragung von Fördermitteln Untersuchung der Machbarkeit bzw. Transformationsplan Beantragung von Fördermitteln für die Umsetzung 	<ol style="list-style-type: none"> Vergabe der Planungsleistung Planung und Vergabe der Bauleistungen Beginn der ersten Baumaßnahmen Umstellung der Wärmelieferung auf vollständig erneuerbare Wärmequellen
Wärmebedarf Bestand	Erfolgsindikatoren
Wohnen: 12,3 GWh Nicht-Wohnen: 24,7 GWh Gesamt: 37,0 GWh Anteil Wohnen: 33 %	<ol style="list-style-type: none"> Durchführung der Machbarkeitsstudie Erfolgreiche Beantragung der Fördermittel Abschluss der Planung 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 Akteur:innen Flächenverfügbarkeit Finanzierungsmöglichkeiten für die Umsetzung 	<ul style="list-style-type: none"> Einbindung der Planung in kommunale Infrastrukturplanung (Wasser, Strom etc.) WN2 (Innenstadtnetz)

7.3 Maßnahmen Dezentral

Maßnahmenübersicht Dezentrale Versorgung

G1	Umstellung der Wärmeversorgung im Bereich der dezentral versorgten Gebiete
----	--

G1	Umstellung der Wärmeversorgung im Bereich der dezentral versorgten Gebiete			
Teilgebiet	Umstellung der Wärmeversorgung im Bereich der dezentral versorgten Gebiete		 Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0	
Gebietsbeschreibung	Gebiete mit geringer Wahrscheinlichkeit für die Umsetzung von Wärmenetzen.			
Wärme & CO₂-Emissionen	Bedarf Bestand 80,2 GWh	CO₂-Emissionen Bestand 16.400 t	Bedarf 2040 67,7 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:innen 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. Das gesamte Stadtgebiet ist außerdem für die Nutzung von oberflächennaher Geothermie geeignet. Es bestehen jedoch ggf. Restriktionen durch das Trinkwassergewinnungsgebiet. 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</p>				

von Flächenheizungen ermöglicht die Absenkung der Vorlauftemperaturen und verbessert die Effizienz der Wärmepumpen. Solche Maßnahmen sind nicht in jedem Bestandsgebäude erforderlich.

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 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:innen verantwortlich.

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

Zuständigkeit	Einzubindende Akteur:innen
<ul style="list-style-type: none"> Eigentümer:innen der Einzelgebäude in dezentral versorgten Gebieten 	<ul style="list-style-type: none"> Beratungsstellen Energieberater:innen 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: 60,8 GWh Nicht-Wohnen: 19,2 GWh Gesamt: 80,2 GWh Anteil Wohnen: 76 %	<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 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 müssen von der Verwaltung zeitnah umgesetzt oder zumindest angestoßen werden. Hierfür werden zusätzliche personelle Kapazitäten notwendig sein. 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 Schleswig umfasst 7 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. Von besonderer Bedeutung ist hierbei, dass die Ideen zu einer etwaigen Nutzung von Tiefengeothermie (Teil der Maßnahme WN2) weiter konkretisiert werden, da sich dies auch auf die übrigen Wärmenetzprüfgebiete auswirken könnte. Aus der Machbarkeitsstudie für die verschiedenen Gebiete ergibt sich dann auch die weitere Priorisierung der einzelnen Wärmenetzprüfgebiete.

Insbesondere für das Wärmenetzprüfgebiet 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, die im Folgenden als Wärmeplanmanagement bezeichnet wird, bildet die zentrale Schnittstelle bei der Vorbereitung und Steuerung der einzelnen Maßnahmen. Daneben überprüft das Wärmeplanmanagement die Zwischenstände der einzelnen Projekte und dokumentiert diese.

Fortschreibung der Energie- und CO₂-Bilanz

Das Wärmeplanmanagement 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. 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, 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 das Wärmeplanmanagement 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 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.

Diese Aufgaben können in Teilen an den Energiedienstleister bzw. externe Dienstleister ausgelagert werden. Eine enge Begleitung und Steuerung dieser, ebenso wie die gesetzliche Verpflichtung und Verantwortung, verbleibt immer bei der Stadt. Daher zwingend erforderlich, dass die Stadt über entsprechendes fachkundiges Personal verfügt.

9 Fazit

Das vorliegende Konzept zeigt auf, wie der Wärmebedarf in Schleswig 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 und Geothermie sowie ggf. durch Tiefengeothermie versorgt werden, sofern sich zukünftig keine größeren gewerblichen Abwärmepotenziale ergeben. Genügend erneuerbarer Strom aus Windenergie und Photovoltaik kann bilanziell in der Region bereitgestellt werden.

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

10 Anhang

Bezeichnung	Adresse
LKH Stadtfeld: ehem. Männer-Haupthaus (Verwaltung)	Am Damm 1
Kloster St. Johannis: Klosterkirche mit Ausstattung	Am St. Johanniskloster
Kloster St. Johannis: Hofpflasterung	Am St. Johanniskloster
Kloster St. Johannis: Klostermauer	Am St. Johanniskloster
Pflasterstraße	Am St. Johanniskloster
Kloster St. Johannis: Gartenanlagen	Am St. Johanniskloster
Kloster St. Johannis: Klosterkirchhof	Am St. Johanniskloster
Lindenallee	Am St. Johanniskloster
Kloster St. Johannis: östliches Stallgebäude	Am St. Johanniskloster 10
Kloster St. Johannis: Konventualinnenhaus mit Wirtschaftsgebäude	Am St. Johanniskloster 10, 10 a
Kloster St. Johannis: Klösterliches Amtshaus	Am St. Johanniskloster 12, 12 a, 12 b, 14, 16, 16 a, 16 b
Kloster St. Johannis: Klausurgebäude mit Schwahl, Remter und Kapitelsaal	Am St. Johanniskloster 14 - 16 b
Kloster St. Johannis: Wohnhaus Pastor/ Kantor/ Prediger	Am St. Johanniskloster 2, 2 a, 2 b
Kloster St. Johannis: Haus des Klosterpropsten	Am St. Johanniskloster 4
Kloster St. Johannis: Stall an der Klostermauer	Am St. Johanniskloster 4
Probstengarten mit Bibelgarten	Am St. Johanniskloster 4
Kloster St. Johannis: ehem. Priörinnenhaus	Am St. Johanniskloster 6
Kloster St. Johannis: Konventualinnenhaus	Am St. Johanniskloster 8
Kloster St. Johannis: Stall- und Wohngebäude	Am St. Johanniskloster 8 a
Bahnhofsgebäude	Bahnhofstraße 29
ehem. Landbauschule	Bellmannstraße 26
Bellmann-Turnhalle	Bellmannstraße 30
Schloß Annettenhöh	Brockdorff-Rantzau-Straße 70
ehem. Geltinghof	Capitolplatz 7; Schwarzer Weg 2
Doppelhaus	Chemnitzstraße 55
Einfamilienhaus	Dr.-Kirchhoff-Platz 1
Doppelhaus	Dr.-Kirchhoff-Platz 10
Doppelhaus	Dr.-Kirchhoff-Platz 11

Doppelhaus	Dr.-Kirchhoff-Platz 2
Doppelhaus	Dr.-Kirchhoff-Platz 3
Doppelhaus	Dr.-Kirchhoff-Platz 6
Doppelhaus	Dr.-Kirchhoff-Platz 7
Wohnhaus	Fehrsstraße 18
Fischersiedlung Holm in Schleswig	Fischersiedlung
Gedenkkapelle	Flensburger Straße
Garnisonsfriedhof im Neuwerkgarten	Flensburger Straße
Villa	Flensburger Straße 28
Kreishaus mit Ausstattung	Flensburger Straße 7
Kreishaus	Flensburger Straße 7
Wandmalereizyklus im Sitzungssaal	Flensburger Straße 7
Villa Schöneck	Flensburger Straße 9
Bugenhagenschule mit Turnhalle	Friedrichstraße 103
Wohnhaus	Friedrichstraße 106
Günderothscher Hof/ Scheershof	Friedrichstraße 11
Kriegerdenkmal 1850/51	Friedrichstraße 130
Friedrichsberger Bürgerstift	Friedrichstraße 130
Wohnhaus	Friedrichstraße 36
Wohn- und Geschäftshaus	Friedrichstraße 54
Wohn- und Geschäftshaus	Friedrichstraße 56
Wohn- und Geschäftshaus	Friedrichstraße 59
Wohnhaus	Friedrichstraße 60
Torhaus	Friedrichstraße 7
Taubstummenheim	Friedrichstraße 73
Wohnhaus	Friedrichstraße 77
Wohnhaus	Friedrichstraße 82
Gosch's Gasthof	Friedrichstraße 86
Haupthaus	Friedrichstraße 9
Nebengebäude	Friedrichstraße 9 b
Freins'sches Haus	Gallberg 3
ehem. Schmiedenhof	Gallberg 4
Asmus-Jacob-Carstens-Schule	Gallberg 47

ehem. Amtshaus	Gottorfstraße 13
Gedenkstein v. Bjelke	Gottorfstraße 2
Oberlandesgericht	Gottorfstraße 2
Wohn- und Geschäftshäuser Gottorfstraße 3-5	Gottorfstraße 3
ehem. Fürsens Hof	Gottorfstraße 4
ehem. Gottorfer Wassermühle	Gottorfstraße 9
Wohnhaus	Herrenstall 11
Baugruppe Herrenstall 19c-23	Herrenstall 19 c
Baugruppe Herrenstall 19c-23	Herrenstall 21
Baugruppe Herrenstall 19c-23	Herrenstall 23
Wohnhaus	Herrenstall 23
Wohnhaus	Herrenstall 5
Herrenstall	Herrenstall 7
Herrenstall	Herrenstall 9
Herrenstall	Herrenstall 13
Herrenstall	Herrenstall 15
Wohnhaus	Herrenstall 7
Körnerlager	Hesterberg 46, 48, 50, 52, 54
Büro und Gemeinschaftslager	Hesterberg 46 - 54
Lagerschuppen	Hesterberg 46 - 54
Wagenschuppen	Hesterberg 46 - 54
Schuppen	Hesterberg 46 - 54
Scheune	Hesterberg 46 - 54
Umfassungsmauer	Hesterberg 46 - 54
Militärmagazin Hesterberg	Hesterberg 46-54
Klinikgebäude (Haus I)	Hesterberg 62
Schule mit Turnhalle (Haus K)	Hesterberg 66
Klinikgebäude (Haus H)	Hesterberg 68
Klinikgebäude (Haus D)	Hesterberg 69
Klinikgebäude (Haus E)	Hesterberg 71
Klinikgebäude (Haus A)	Hesterberg 75
Dreifaltigkeitskirche	Husumer Baum 4 a
Kirchhof	Husumer Baum 4 a

Dreifaltigkeitskirche	Husumer Baum 4a
Haupthaus Nebenhof	Kleinberg 2
Wohnhaus	Kleinberg 7
ehem. Gefängnis	Kleinberg 9
Marthahaus (Volkshochschule)	Königstraße 30
Direktorwohnhaus der Domschule	Königstraße 37
Domschule	Königstraße 39
ehem. Kreisbahnhof	Königstraße 9
ehem. Güterschuppen	Königstraße 9
Wohn- und Geschäftshäuser Kornmarkt 1-7	Kornmarkt 1, 3, 5, 7
Wohn- und Geschäftshaus	Kornmarkt 3
Rückflügel zu Lange Straße 26	Kurze Straße 3
Wohnhaus	Lange Straße 11
Wohnhaus	Lange Straße 12
Wohnhaus	Lange Straße 14
Wohnhaus	Lange Straße 16
Wohnhaus	Lange Straße 18
Wohn- und Geschäftshäuser Lange Straße 18-28	Lange Straße 20
Wohn- und Geschäftshäuser Lange Straße 18-28	Lange Straße 22
Wohn- und Geschäftshäuser Lange Straße 18-28	Lange Straße 24
Wohn- und Geschäftshäuser Lange Straße 18-28	Lange Straße 26
Wohn- und Geschäftshäuser Lange Straße 18-28	Lange Straße 28
Wohn- und Geschäftshäuser Lange Straße 18-28	Kurze Straße 1
Wohn- und Geschäftshäuser Lange Straße 18-28	Kurze Straße 3
Wohn- und Geschäftshäuser Lange Straße 18-28	Lange Straße 18, 20, 22, 24, 26, 28, Kurze Straße 1, 3
Wohnhaus	Lange Straße 19
Wohn- und Geschäftshaus	Lange Straße 26
Wohn- und Geschäftshaus	Lange Straße 38
Wohn- und Geschäftshäuser Lange Straße 38-42	Lange Straße 38, 40, 42
Wohnhaus	Lange Straße 39
Wohnhäuser Lange Straße 39-41	Lange Straße 39, 41
Wohn- und Geschäftshaus	Lange Straße 40
Wohnhaus	Lange Straße 41

Wohnhaus	Lange Straße 6
Wohnhaus	Lange Straße 7
Wohnhaus	Lange Straße 9
Gasthaus Stadt Flensburg	Lollfuß 102
ehem. Zollhaus	Lollfuß 110
ehem. Zollhaus	Lollfuß 110
Wohn- und Geschäftshaus	Lollfuß 15
Wohn- und Geschäftshaus	Lollfuß 3
Wohn- und Geschäftshaus	Lollfuß 31
Wohnhaus	Lollfuß 48
Wohn- und Geschäftshaus	Lollfuß 50
Wohnhaus	Lollfuß 50 a
Wohnhaus	Lollfuß 53
Kath. Kirche St. Ansgar mit Ausstattung	Lollfuß 61
ehem. Tychenhof	Lollfuß 63
ehem. Brockdorffscher Hof	Lollfuß 76
ehem. Brockdorffscher Hof	Lollfuß 76 a
ehem. Brockdorffscher Hof	Lollfuß 76 b
ehem. Heespen-Hof (Amtsgericht)	Lollfuß 78
Wohnhaus	Lollfuß 98
Grabplatten im Hof	Lollfuß 98
Wilhelminenschule	Lutherstraße 11
ehem. Direktorenwohnhaus	Lutherstraße 14
Chemnitz-Bellmann-Denkmal	Michaelisallee
Lornsenschule	Michaelisallee 1
Gasthof Kiek in de Stadt	Michaelisstraße 60
Wohnhaus	Moldeniter Weg 41
Wasserturm	Mühlenredder
LKH Stadtfeld: Wohnhaus	Mühlenredder 13, 15
LKH Stadtfeld: ehem. Männer-Nebenhaus (Magazin)	Mühlental 5
Bischofshof	Norderdomstraße 15
Gemeindehaus	Norderdomstraße 4
Wohnhaus	Norderholmstraße 2

Wohnhäuser Pastorenstraße	Pastorenstraße 1
Wohnhäuser Pastorenstraße	Pastorenstraße 3
Wohnhäuser Pastorenstraße	Pastorenstraße 4
Wohnhäuser Pastorenstraße	Pastorenstraße 6
Wohnhäuser Pastorenstraße	Pastorenstraße 7
Wohnhäuser Pastorenstraße	Pastorenstraße 9
Wohnhäuser Pastorenstraße	Pastorenstraße 11
ehem. Hauptpastorat	Pastorenstraße 11
ehem. Kompastorat	Pastorenstraße 4
ehem. Rektorhaus	Pastorenstraße 7
Wohnhaus Paulihof	Paulihof 1
Park	Paulihof 1
Lindenallee	Paulihof 1
ehem. Garnisonslazarett	Paulihof 2
Plessenhof	Plessenstraße 7
Bankgebäude	Poststraße 2
Hansen-Stift	Poststraße 5
Prinzenpalais (Landesarchiv)	Prinzenpalais 1 - 1 c
Ehrenhof	Prinzenpalais 1 - 1 c
Graukloster	Rathausmarkt 1
Rathaus	Rathausmarkt 1
ehem. Freihaus	Rathausmarkt 12
Apotheke	Rathausmarkt 14
Wohngebäude und Gaststätte	Rathausmarkt 9, 10
Herkulesteich	Schlossallee
Blauer Teich	Schlossallee
Antentempel	Schlossallee
Kleine Kaskade	Schlossallee
Gusseiserner Brunnen	Schlossallee
Neuwerkgarten	Schlossallee
Königsallee	Schlossallee
Globusgarten	Schlossallee
Lindenallee auf der obersten Terrasse (Paulihof)	Schlossallee

Alteichenreihe	Schlossallee
Schlossinsel	Schlossinsel
Burggraben	Schlossinsel
Kapp-Putsch-Denkmal	Schlossinsel
Schloss Gottorf	Schloßinsel 1
ehem. Waffenschmiede	Schloßinsel 15
ehem. Stallgebäude (Haus 16)	Schloßinsel 16
ehem. Stallgebäude (Haus 17)	Schloßinsel 17
Kreuzstall (Haus 18)	Schloßinsel 18
ehem. Stallgebäude (Haus 19)	Schloßinsel 19
Wachhaus	Schloßinsel 2
ehem. Stallgebäude (Haus 20)	Schloßinsel 20
ehem. Latrinengebäude	Schloßinsel 22
Arresthaus	Schloßinsel 3
ehem. Stabsgebäude	Schloßinsel 4
Eiskeller	Schloßinsel 5
Wohnhaus auf der Südwestbastion	Schloßinsel 5
Nydamhalle	Schloßinsel 6
ehem. Geltinghof	Schwarzer Weg 2
LKH Stadtfeld: ehem. Frauen-Nebenhaus (Haus 11)	St.-Jürgener-Straße 11
LKH Stadtfeld: ehem. Frauen-Haupthaus (Haus 12)	St.-Jürgener-Straße 9
Alter Friedhof auf dem Stadtfeld	Stadtfeld
ehem. Geltinghof	Stadtweg 21
Präsidentenkloster	Stadtweg 57
Wohn- und Geschäftshaus	Stadtweg 93
Waldhotel	Stampfmühle 1
Finanzamt	Suadicanistraße 26
Marienhospital	Süderdomstraße 1
ehem. Küsterhaus	Süderdomstraße 11
ehem. Organistenhaus	Süderdomstraße 13
ehem. Hattenhof (Landesbauamt)	Süderdomstraße 15, 15a
Dom St. Petri mit Ausstattung	Süderdomstraße 2
Schwahl	Süderdomstraße 2

Kirchhof	Süderdomstraße 2
Dom St. Petri	Süderdomstraße 11
Dom St. Petri	Süderdomstraße 13
ehem. Waisenhaussschule	Süderdomstraße 4
ehem. Kantorwohnhaus	Süderdomstraße 7
ehem. Diakonenwohnhaus	Süderdomstraße 9
Wohnhaus	Süderholmstraße 14
Wohn- und Geschäftshaus	Süderholmstraße 15
Wohnhaus	Süderholmstraße 17
Wohnhaus	Süderholmstraße 18
Wohnhaus	Süderholmstraße 2
Wohnhaus	Süderholmstraße 20
Wohnhaus	Süderholmstraße 22
Wohnhaus	Süderholmstraße 24
Wohnhaus	Süderholmstraße 26
Wohnhaus	Süderholmstraße 28
Wohnhaus	Süderholmstraße 30
Wohnhaus	Süderholmstraße 32
Wohnhaus	Süderholmstraße 34
Wohnhaus	Süderholmstraße 36
Wohnhaus	Süderholmstraße 38
Wohnhaus	Süderholmstraße 40
Wohnhaus	Süderholmstraße 44
Wohnhaus	Süderholmstraße 52
Wohnhaus	Süderholmstraße 54
Friedhofskapelle	Süderholmstraße 72
Holmer Friedhof	Süderholmstraße 72

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: World Settlement Footprint für Schleswig (Quelle: https://geoservice.dlr.de/web/maps/eoc:wsf2019)	8
Abbildung 2: Denkmalgeschützte Gebäude und Grünflächen in Schleswig (Auszug)	10
Abbildung 3: Neubauvorhaben in Schleswig	13
Abbildung 4: Darstellung der Wärmenetze der Schleswiger Stadtwerke (Stadtwerke SH)	19
Abbildung 5: Stromverbrauch der Stadt Schleswig 2020-2022	22
Abbildung 6: Gasverbrauch der Stadt Schleswig 2020-2022	23
Abbildung 7: Fernwärmeverbrauch der Stadt Schleswig 2020-2022	24
Abbildung 8: Anteile an der Wärmebereitstellung in Schleswig (Bezugsjahr 2022)	25
Abbildung 9: Anteil der Treibhausgasemissionen der Wärmebereitstellung der Stadt Schleswig in 2022 nach Energieträger	27
Abbildung 10: Anteil der Treibhausgasemissionen der Wärmebereitstellung der Stadt Schleswig in 2022 nach Sektoren	27
Abbildung 11: Vorgehen Bedarfsprognose Raumwärme	29
Abbildung 12: Betrachtungsraster Stadt Schleswig	30
Abbildung 13: spezifischer Wärmebedarf im Bestand (nach Betrachtungsraster)	31
Abbildung 14: Annahmen Sanierungsraten pro Jahr	32
Abbildung 15: spezifischer Wärmebedarf 2030 (nach Betrachtungsraster) inkl. prozentualer Entwicklung	32
Abbildung 16: spezifischer Wärmebedarf 2035 (nach Betrachtungsraster) inkl. prozentualer Entwicklung	33
Abbildung 17: spezifischer Wärmebedarf 2040 (nach Betrachtungsraster) inkl. prozentualer Entwicklung	34
Abbildung 18: spezifischer Wärmebedarf 2045 (nach Betrachtungsraster) inkl. prozentualer Entwicklung	35
Abbildung 19: Anteile der Sektoren an den beheizten Gebäuden	36
Abbildung 20: Durchschnittlicher spezifischer Wärmebedarf nach Sektoren in kWh/m ² a	36
Abbildung 21: Diagramm zur Reduktion des Wärmebedarfs durch Gebäudemodernisierung in kWh/a	37
Abbildung 22: Straßenabschnittsweise Wärmelinien-dichte in Schleswig (2045, 60 % Anschlussquote)	39
Abbildung 23: Straßenabschnittsweise Wärmelinien-dichte in Schleswig (2045, 100% Anschlussquote)	39
Abbildung 24: Mittlere Wärmeleitfähigkeit bis 100 m (Quellen: Schleswig-Holstein, LLUR, 2024)	42
Abbildung 25: Geothermiefunktionsflächen und Trinkwassergewinnungsgebiete in Schleswig	43
Abbildung 26: Petrothermisches Potenzial in Schleswig (Quelle: Schulz et al. (2013) zit. auf www.geotis.de)	45
Abbildung 27: Hydrothermisches Potenzial in Schleswig (Quelle: Schulz et al. (2013) zit. auf www.geotis.de)	46
Abbildung 28: Biomassepotenzialflächen in Schleswig (Quelle: Eigene Darstellung nach ALKIS Flächennutzung, Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG 2022)	48
Abbildung 29: 1, 2 MW Luft-Wärmepumpe in Slagslund Dänemark (Quelle: PlanEnergi)	50
Abbildung 30: Ausschnitt Eignung der Dächer für Solaranlagen anhand einer Luftbildanalyse Hintergrundkarte:	52
Abbildung 31: Wärmelinie bei 60 % Anschlussquote und daraus abgeleitete Wärmenetzprüfgebiete	57
Abbildung 32: Schema zur Identifikation von Wärmenetzprüfgebieten	58
Abbildung 33: Wärmenetzprüfgebiete (Quelle: Hintergrundkarte © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0)	60
Abbildung 34: Wärmenetzprüfgebiet 1 mit Ideen für Suchräume für Luftwärmepumpen	63
Abbildung 35: Wärmenetzprüfgebiet 2 mit Ideen für Suchräume für Luftwärmepumpen	65
Abbildung 36: Wärmenetzprüfgebiet 3 mit Ideen für Suchräume für Luftwärmepumpen	67
Abbildung 37: Wärmenetzprüfgebiet 4 mit Ideen für Suchräume für Luftwärmepumpen	68



WIKINGERSTADT
SCHLESWIG KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

Abbildung 38: Wärmenetzprüfgebiet 5 mit Ideen für Suchräume für Luftwärmepumpen.....	70
Abbildung 39: Wärmenetzprüfgebiet 6 mit Ideen für Suchräume für Luftwärmepumpen.....	71
Abbildung 40 : Wärmenetzprüfgebiet 7 mit Ideen für Suchräume für Luftwärmepumpen.....	73
Abbildung 41: Zulässige Schalldruckpegel zur Tages- und Nachtzeit in verschiedenen Gebieten.....	76

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kommunale Liegenschaften (Verbrauchswert im Mittel im Jahr 2022)	12
Tabelle 2: Neubauvorhaben in Schleswig	13
Tabelle 3: Feuerstätten in Schleswig gegliedert nach Brennstoff	20
Tabelle 4: Stromverbrauch der Stadt Schleswig in den Jahren 2020 bis 2022.....	22
Tabelle 5: Gasverbrauch der Stadt Schleswig in den Jahren 2020 bis 2022.....	23
Tabelle 6: Fernwärmeverbrauch der Stadt Schleswig in den Jahren 2020 bis 2022	23
Tabelle 7: Bereitstellung von Wärmeenergie in Schleswig in den Jahren 2020 bis 2022	25
Tabelle 8: Treibhausgasemissionen der Stadt Schleswig im Jahr 2022 nach Energieträgern und Sektoren	26
Tabelle 9: Klimafaktoren der Jahre 2019 bis 2022 (Quelle: Deutscher Wetterdienst11)	38
Tabelle 10: Geothermiefotenziale in Schleswig	44
Tabelle 11: Biomassepotenziale auf Potenzialflächen basierend auf der Nutzungsart der Flurstücke	49
Tabelle 12: Angenommene Abstände für Luftwärmepumpen basierend auf den Immissionsrichtwerten nachts der TA Lärm.....	51
Tabelle 13: Dachflächenpotenzial für Photovoltaik und Solarthermie in Schleswig	53
Tabelle 14: Zusammenfassung der theoretischen Potenziale der verschiedenen Wärmequellen.....	56
Tabelle 15: Übersicht zu den Wärmenetzprüfgebieten	59
Tabelle 16: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmenetzprüfgebiet 1	63
Tabelle 17: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmenetzprüfgebiet 2	65
Tabelle 18: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmenetzprüfgebiet 3.....	67
Tabelle 19: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmenetzprüfgebiet 4	69
Tabelle 20: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmenetzprüfgebiet 5	70
Tabelle 21: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmenetzprüfgebiet 6.....	72
Tabelle 22: Übersicht zu Anschlussleistungen und Potenzialen im Wärmenetzprüfgebiet 7	73
Tabelle 23: Technologien für die dezentrale Wärmeversorgung	74
Tabelle 24: Vergleich der Wirtschaftlichkeit von dezentralen Technologien zur Wärmeversorgung.....	78
Tabelle 25: Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Wärmequellen für Wärmenetze.....	79

