

BERICHT ÜBER INGENIEUR- UND BERATUNGSLEISTUNGEN

Berichtsumfang

KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG GEMEINDE BREKENDORF IM AMT HÜTTENER
BERGE

Auftraggeber

AMT HÜTTENER BERGE

Der Amtsdirektor
Mühlenstraße 8
24361 Groß Wittensee

Auftragnehmer

IPP ESN POWER ENGINEERING GMBH

Am Kiel-Kanal 44
D-24106 Kiel

Ihr Ansprechpartner:

CHARMION HARLANDER

Tel.: +49 431 200871 834

E-Mail: c.harlander@ipp-esn.de

Kiel, den 22. Januar 2026

Auftraggeber: Amt Hüttener Berge – Der Amtsdirektor
Mühlenstraße 8
24361 Groß Wittensee

Ansprechpartner: Matthis Krebs - Ordnungs-, Bau- und Sozialverwaltung
Tel.: +49 4356 9949-325, E-Mail: krebs@amt-huettener-berge.de

In Kooperation mit: Klimaschutzagentur im Kreis Rendsburg-Eckernförde gGmbH
Technik- und Ökologiezentrum
Marienthaler Straße 17
24340 Eckernförde

Ansprechpartner:
Shirley Zwinzsch; Tel: +49 172 4304090,
E-Mail: shirley.zwinzsch@ksa-rdeck.de

Auftragnehmer: IPP ESN Power Engineering GmbH
Am Kiel-Kanal 44
24106 Kiel

Ansprechpartner:
Dipl.-Ing. Thomas Lutz-Kulawik; Tel: +49 431 200871-815

Bearbeitung: Bearbeitung:
Charmion Harlander M.Sc., Elena Einnatz M.Eng., Karoline Harder M.Sc.,
Malte Pankau M.Sc.

In Kooperation mit: wortmann-energie | Energie + Klimaschutz - Ingenieurberatungen
im Wissenschaftszentrum Kiel
Frauenhoferstraße 13
24118 Kiel

Ansprechpartner:
Dipl.-Ing. Jörg Wortmann; Tel: +49 431 2609050,
E-Mail: j.wortmann@wortmann-energie.de

Stand: Beschlussfassung, 22. Januar 2026

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung.....	1
1 Kommunale Wärmeplanung.....	4
1.1 Ziele des Wärmeplans und Einordnung in den planerischen Kontext.....	4
1.2 Schritte des Wärmeplans	5
2 Begriffsdefinitionen	6
2.1 Kommunale Wärmeplanung.....	6
2.2 digitaler Zwilling	6
2.3 Baublockebene	6
2.4 Primärenergie	7
2.5 Potenzial.....	7
2.5.1 Theoretisches Potenzial.....	7
2.5.2 Technisches Potenzial	7
2.5.3 Wirtschaftliches Potenzial	7
2.5.4 Erschließbares Potenzial	7
3 Bestandsanalyse.....	9
3.1 Ortsbild Brekendorf	9
3.2 Datenerhebung	10
3.3 Gebäudebestand	11
3.4 Wärmebedarfe	15
3.5 Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger	17
3.6 Eingesetzte Energieträger.....	20
3.7 Gasinfrastruktur	21
3.8 Wärmenetz	23
3.9 Kältenetz.....	24
3.10 Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung	24
3.11 Zusammenfassung Bestandsanalyse.....	27
4 Potenzialanalyse	28
4.1 Erfasste Potenziale	28
4.2 Methode.....	29
4.3 Potenziale zur Stromerzeugung	31
4.4 Potenziale zur Wärmeerzeugung	36
4.5 Potenzial für eine lokale Wasserstoffherzeugung.....	44
4.6 Potenziale für energetische Sanierungen.....	45
4.7 Zusammenfassung und Fazit	49

5	Räumliche Analyse	51
5.1	rechtliche Verbindlichkeit	54
5.2	Identifizierte Prüfgebiete	55
5.3	Herausforderung Wärmepumpe	58
5.4	Dezentrale Wärmeversorgung	60
5.5	Identifizierte Fokusgebiete Gebäudesanierung	63
6	Zielszenario	66
6.1	Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgung	66
6.2	Zusammensetzung der Fernwärmeerzeugung	68
6.3	Entwicklung der eingesetzten Energieträger	69
6.4	Bestimmung der Treibhausgasemissionen	70
6.5	Prognose – Entwicklung des zukünftigen Wärmebedarfs	72
6.6	Zusammenfassung des Zielszenarios	73
7	Maßnahmenkatalog	75
7.1	Übergeordnete Maßnahmen	76
7.2	Gebietsspezifische Maßnahmen	76
7.3	Zeitliche Einordnung	77
7.4	Fazit	77
8	Beteiligung der Öffentlichkeit	79
8.1	Akteursbeteiligung zu Projektbeginn	79
8.2	Weitere Öffentlichkeitsinformation	80
9	Wärmeplanung im Konvoi	81
9.1	Chancen und Herausforderungen Wärmeplanung im Konvoi	81
9.2	Reflexion: Interkommunale Wärmeplanung im Amt Hüttener Berge	81
10	Wärmewendestrategie Brekendorf	83
11	Anhang 1: Planungsrechtliche Instrumente zur Umsetzung der Kommunalen Wärmeplanung	1
12	Anhang 2: Eignungsgebiete	3
12.1	Brekendorf Ortskern	3
13	Anhang 3: Maßnahmen	4
13.1	Übergeordnete Maßnahmen	5
13.1.1	Kommunales Beratungsangebot Sanierung & Heizungstausch	5
13.1.2	Sanierungsbedarf kommunale Liegenschaften bewerten	7
13.1.3	Monitoring	9
13.2	Gebietsspezifische Maßnahmen	13

13.2.1	Eignungsgebiet „Brekendorf Ortskern“	13
14	Anhang 4: Methodik zur Bestimmung der erfassten Potenziale zur Energiegewinnung ..	15
14.1	Windkraft.....	15
14.2	Biomasse	16
14.3	Solarthermie (Freifläche).....	17
14.4	Photovoltaik (Freifläche)	17
14.5	Dachflächenpotenziale.....	18
14.5.1	Solarthermie (Dachflächen)	19
14.5.2	Photovoltaik (Dachflächen)	19
14.6	Oberflächennahe Geothermie	19
14.7	Luftwärmepumpe	19
14.8	Flusswasserwärmepumpen	20
14.9	Abwärme aus Klärwerken	21
14.10	Industrielle Abwärme:	21
15	Anhang 5: FAQ.....	22
16	Literaturverzeichnis	27

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 0-1: Darstellung der Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr	3
Abbildung 1-1: Ablauf der kommunalen Wärmeplanung.....	5
Abbildung 2-1: Potenzialpyramide	8
Abbildung 3-1: Vorgehen bei der Bestandsanalyse	9
Abbildung 3-2: Daten für die Wärmeplanung.....	10
Abbildung 3-3: Gebäudeanzahl nach Sektor im Projektgebiet.....	11
Abbildung 3-4: Überwiegender Gebäudetyp nach Baublock.....	12
Abbildung 3-5: Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen im Projektgebiet	13
Abbildung 3-6: Baublockbezogene Darstellung der Baualtersklassen	14
Abbildung 3-7: Gebäudeverteilung nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte)	15
Abbildung 3-8: Wärmebedarf nach Sektor.....	16
Abbildung 3-9: Verteilung der Wärmebedarfsdichte je Baublock	17
Abbildung 3-10: Heizsysteme im Gebäudebestand	18
Abbildung 3-11: Anzahl der fossilen Heizsysteme (Erdgas, Flüssiggas und Erdöl) nach Alter... 19	
Abbildung 3-12: Energieträger für Wärme auf Baublock-Ebene	20
Abbildung 3-13: Energiebedarf nach Energieträger.....	21
Abbildung 3-14: Gasnetzinfrastruktur im Projektgebiet.....	22
Abbildung 3-15: Wärmelinienindichten	23
Abbildung 3-16: Treibhausgasemissionen nach Sektoren im Projektgebiet.....	25
Abbildung 3-17: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Projektgebiet	26
Abbildung 4-1: Vorgehen bei der Ermittlung von erneuerbaren Potenzialen.....	28
Abbildung 4-2: Vorgehen und Datenquellen der Potenzialanalyse	29
Abbildung 4-3: Natur- und umweltfachliche Gebietsbeschränkungen.....	31
Abbildung 4-4: Erneuerbare Strompotenziale im Projektgebiet	32
Abbildung 4-5: Art der verfügbaren Biomasse im Untersuchungsgebiet.....	33
Abbildung 4-6: PV-Freiflächenpotenzial und Eignungsgebiet aus dem PV-Standortkonzept der Gemeinde (gelb)	35
Abbildung 4-7: Potenzial für PV-Strom auf Dachflächen nach Baublock	36
Abbildung 4-8: Erneuerbare Wärmepotenziale im Projektgebiet.....	37
Abbildung 4-9: Eignungsgebiete für Freiflächen Solarthermie	38
Abbildung 4-10: Potenzial für Solarthermie auf Dachflächen nach Baublock.....	39
Abbildung 4-11: Eignungsflächen für die Aufstellung von Luftwärmepumpen.....	41
Abbildung 4-12: Eignungsgebiete für Erdwärme-Kollektoren.....	42
Abbildung 4-13: Eignungsgebiete für Erdwärme-Sonden	43
Abbildung 4-14: Theoretisches Einsparpotenzial bei Sanierung aller Gebäude auf Effizienzhaus 55 Standard	46
Abbildung 4-15: Reduktionspotenzial nach Baualtersklassen.....	47
Abbildung 4-16: Sanierungsklassen nach Baublöcken	48
Abbildung 5-1: dezentrale vs. zentrale Wärmeversorgung	51
Abbildung 5-2: Prozess zur Erarbeitung der Prüfgebiete	53
Abbildung 5-3: Wärmelinienindichte	55
Abbildung 5-4: Bedarfsdichte und Bestandsnetze	56
Abbildung 5-5: Relatives Sanierungspotenzial im Gemeindegebiet.....	57
Abbildung 5-6: Untersuchungsgebiet aus dem Quartierkonzept und Wärmelinienindichte ab 1.200 kWh/(m·a)	58

Abbildung 5-7: Gebäude mit und ohne Luft-Wärmepumpen-Potential (Beispieldarstellung)	59
Abbildung 5-8: Bundesförderung für effiziente Gebäude – Heizungsanlagen (BEG EM)	60
Abbildung 5-9: Vergleich dezentraler Heizungssysteme	62
Abbildung 5-10: Klassifizierung nach Sanierungspotenzial in anonymisierter Darstellung	64
Abbildung 5-11: Kartografische Darstellung der Baualtersklassen in anonymisierter Form	65
Abbildung 6-1: Simulation des Zielszenarios für 2040	66
Abbildung 6-2: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2040	67
Abbildung 6-3: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040 (grün: dezentrale Wärmeversorgung, blau: Wärmenetz)	68
Abbildung 6-4: Fernwärmeerzeugung nach Energieträger im Zieljahr 2040	69
Abbildung 6-5: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger aktuell, in den Zwischenjahren und im Zieljahr	70
Abbildung 6-6: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträger aktuell und im Zieljahr	71
Abbildung 6-7: Emissionsfaktoren in tCO ₂ /MWh (Technikkatalog (Langreder et al. (Im Auftrag des BMWK)), 2024)	72
Abbildung 6-8: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion im Ziel- und Zwischenjahr	73
Abbildung 7-1: Zeitliche Einordnung der identifizierten Maßnahmen	77
Abbildung 8-1: Öffentlichkeitsbeteiligung	79
Abbildung 10-1: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040	83

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 3-1: Heizwertbezogene Emissionsfaktoren nach Energieträger (Technikkatalog (Langreder et al. (Im Auftrag des BMWK)), 2024)	27
Tabelle 3-2: Wesentliche Kennzahlen der Bestandsanalyse	27
Tabelle 4-1: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien	30
Tabelle 7-1: Übergeordnete Maßnahmen.....	76
Tabelle 7-2: Gebietsspezifische Maßnahmen.....	76
Tabelle 13-1: Kennzahlen zum Controlling der Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung...	10

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ABZ	Anschluss- und Benutzungszwang
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung effiziente Wärmenetze
EFH	Einfamilienhaus
EnEV	Energieeinsparverordnung
EWKG	Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe-Handel-Dienstleistungen
KWP	Kommunale Wärmeplanung
LWP	Luftwärmepumpe
NKI	Nationale Klimaschutzinitiative
WPG	Wärmeplanungsgesetz
WSVO	Wärmeschutzverordnung

ZUSAMMENFASSUNG

Die kommunale Wärmeplanung (KWP) für Brekendorf zielt auf eine langfristig treibhausgasneutrale Wärmeversorgung ab, die auf eine Reduktion der Treibhausgasemissionen durch den Ersatz fossiler Energieträger durch erneuerbare Ressourcen und die Optimierung bestehender Wärmeinfrastrukturen setzt. Die KWP besteht aus einer umfassenden Bestandsanalyse, einer Potenzialanalyse für erneuerbare Energien, einem räumlichen Konzept zur Identifikation von Wärmenetzprüfgebieten und Fokusgebieten Sanierung sowie einem Maßnahmenprogramm zur Umsetzung und einem Monitoring-Konzept zur fortlaufenden Überwachung und Anpassung der Ziele.

Die Bestandsanalyse zur kommunalen Wärmeplanung Brekendorf liefert zentrale Kennzahlen zur energetischen Lage der Gemeinde. Der Gebäudebestand wird überwiegend von Wohngebäuden dominiert, wobei etwas über 40 % der Gebäude vor 1979 errichtet wurden. Vor allem die Altbauten bieten großes Potenzial für energetische Sanierungen, da sie häufig einen hohen Wärmebedarf aufweisen und vor Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung (WSVO) errichtet wurden. Brekendorf verzeichnet derzeit einen jährlichen Wärmebedarf von rund 7,9 GWh, wobei 87 % dieses Bedarfs auf den Wohnsektor entfallen. Der Gewerbe- und Dienstleistungssektor trägt mit ca. 8 % ebenfalls erheblich zum Wärmebedarf bei, während der Industriesektor 3,4 % und die öffentlichen Gebäude etwa 1,7 % des Bedarfs ausmachen. Die aktuelle Wärmeversorgung ist vor allem durch den fossilen Energieträger Heizöl geprägt, der mit 48,7 % den Großteil der benötigten Endenergie bereitstellt. Erdgas spielt mit ca. 26 % ebenfalls noch eine große Rolle, wohingegen erneuerbare Energien, wie Biomasse oder Strom, nur einen geringen Anteil am Energiemix haben.

Die Treibhausgasemissionen im Wärmebereich belaufen sich derzeit auf etwa 1.950 Tonnen CO₂-Äquivalenten pro Jahr. Hauptverursacher dieser Emissionen ist der Wohnsektor, der für rund 87 % der Emissionen verantwortlich ist. Heizöl trägt mit 63 % erheblich zur Emissionslast bei, gefolgt von Erdgas mit 25 %. Damit werden nahezu die gesamten wärmebedingten Emissionen durch fossile Energieträger verursacht. Die Abkehr von Erdgas und Heizöl zugunsten erneuerbarer Energien und emissionsärmerer Technologien ist daher eine zentrale Herausforderung für die Klimaziele der Gemeinde. In einem Quartierskonzept wurde der Ortskern von Brekendorf bereits auf alternative erneuerbare Möglichkeiten zur Wärmeversorgung geprüft. Die Ergebnisse dieser Studie werden in diesem Konzept aufgegriffen, sowie Lösungen für das restliche Gemeindegebiet erarbeitet.

Die Potenzialanalyse verdeutlicht ein breites Spektrum an Möglichkeiten zur Nutzung erneuerbarer Energien. In den bebauten Siedlungsbereichen liegt ein wesentliches Potenzial auf den Dachflächen, insbesondere für Photovoltaik- und Solarthermieanlagen. In den weniger dicht besiedelten Gebieten der Gemeinde eröffnen sich zusätzliche Flächenpotenziale für Freiflächen-Photovoltaik, großtechnische Solarthermie sowie geothermische Nutzung mittels Erdsonden oder Erdkollektorfeldern. Bei der Umsetzung sind potenzielle Nutzungskonflikte sorgfältig gegeneinander abzuwägen. Für fast alle Gebäude im Gemeindegebiet besteht zudem die Option den Wärmebedarf über eine Luftwärmepumpe zu decken.

Der Energieerzeugung steht ein großes Energieeinsparpotenzial durch energetische Sanierungen, insbesondere der Gebäude von vor 1979 gegenüber. In Brekendorf zeigt sich im Hinblick auf den Sanierungsstand der Gebäude ein durchmisches Bild. Viele

Gebäudeeigentümer*innen haben sich bereits auf den Weg gemacht und Sanierungsmaßnahmen ergriffen, teilweise wurden ältere Bestandsgebäude durch Neubauten ersetzt. Die Adressierung des Themas Gebäudesanierung sollte demnach gemeindeweit angegangen werden, um die verbliebenen Gebäudeeigentümer*innen mit hohem Sanierungspotenzial zu adressieren und zu unterstützen. Fokusgebiete, in denen ein hohes Sanierungspotenzial und eine homogene Bebauung eine gebietsspezifische Betrachtung des Themas nahelegen, konnten in Brekendorf nicht identifiziert werden.

Das räumliche Konzept der Wärmeplanung konnte ausschließlich das bereits untersuchte Eignungsgebiet aus dem Quartierskonzept als Eignungsgebiet identifiziert werden. Die Wärmewende in Brekendorf wird außerhalb des Ortskerns somit über den Austausch der fossilen Heizungsanlagen zugunsten von erneuerbaren dezentralen Heizungen erfolgen.

Das Maßnahmenprogramm umfasst vier Maßnahmen, die bei der Zielerreichung unterstützen. Die Maßnahmen sind als übergreifend klassifiziert wurden. Zu den übergreifenden Maßnahmen zählen:

- Kommunales Beratungsangebot Sanierung und Heizungsaustausch
- Sanierungsbedarf der kommunalen Liegenschaften bewerten
- Monitoring

Unter die gebietsspezifischen Maßnahmen fällt ein Gebiet, dass sich aus der Identifizierung der Wärmenetzprüfgebiete ergeben hat:

- Eignungsgebiet „Brekendorf Ortskern“

Ein kontinuierliches Monitoring und eine flexible Anpassung der Maßnahmen sind essenziell, um auf Veränderungen und neue Herausforderungen reagieren zu können. Zusammengefasst fokussiert das Maßnahmenprogramm auf die Senkung des Energiebedarfs, den Ausbau der Energieinfrastruktur und den Ersatz fossiler Heizsysteme.

Das Monitoring-Konzept umfasst wesentliche Maßnahmen zur Kontrolle, Steuerung und Fortschreibung der im Rahmen der Wärmeplanung erarbeiteten Maßnahmen. Ziel des Monitoring-Konzepts ist es, eine Überwachung der Energie- und CO₂-Bilanz sicherzustellen, um den Fortschritt in Richtung Klimaneutralität zu verfolgen und bei Bedarf Anpassungen vorzunehmen.

Wesentliche Kennzahlen ermöglichen die Messbarkeit der erzielten Fortschritte. Dabei wird darauf geachtet, dass diese Indikatoren leicht erfasst und auf verlässliche Datenquellen zurückgeführt werden können. Zu den erfassten Indikatoren gehören unter anderem die Anzahl der ans Gasnetz angeschlossenen Gebäude, die Zahl der durchgeführten Beratungen zur Sanierung und dem Heizungsaustausch sowie der Anteil an kommunalen Liegenschaften die bereits saniert und auf eine CO₂-neutrale Wärmeversorgung umgestiegen sind. Diese Daten bilden die Grundlage für die regelmäßige Dokumentation und Fortschreibung des Wärmeplans.

Das Zielszenario beschreibt die mögliche Wärmeversorgung im Jahr 2040, mit einem Fokus auf eine nahezu treibhausgasneutrale Wärmeversorgung. Die Basis des Szenarios die verfügbaren Potenziale für erneuerbare Energien. Im Zielszenario sind werden alle Gebäude über Wärmepumpen und Biomasse versorgt. Die kartografische Einteilung der Wärmeversorgungsgebiete ist in Abbildung 0-1 zu sehen.

Die Prognose stellt die Entwicklung des zukünftigen Wärmebedarfs bis zum Zieljahr 2040 dar. Eine wesentliche Annahme ist eine jährliche Sanierungsrate von 2 % bei Wohngebäuden. Für

Gewerbe-, Industrie- und kommunale Gebäude wird der zukünftige Wärmebedarf durch spezifische Reduktionsfaktoren modelliert: Bis 2040 werden Einsparungen von 23 % im Gewerbe- und Dienstleistungssektor, 18 % in der Industrie erwartet. Die Reduktion des Wärmebedarfs wird durch fortschreitende energetische Sanierungen erreicht, wodurch der jährliche Bedarf bis 2040 auf rund 6,9 GWh gesenkt wird, was einem Rückgang von insgesamt 13,5 % entspricht. Eine erfolgreiche Wärmewende ist jedoch nur durch eine Umstellung des Energieträgers möglich und kann nicht allein durch Sanierungsmaßnahmen bestritten werden.

Im Jahr 2040 sollen durch diese Maßnahmen die CO₂-Emissionen im Wärmebereich erheblich gesenkt werden. Es zeigt sich, dass im angenommenen Szenario im Zieljahr 2040 eine Reduktion um ca. 94 % verglichen mit dem Basisjahr erzielt werden kann. Dennoch bleiben Restemissionen von knapp 110 Tonnen CO₂ pro Jahr bestehen. Die vollständige Treibhausgasneutralität erfordert daher zusätzlich Kompensationsmaßnahmen.

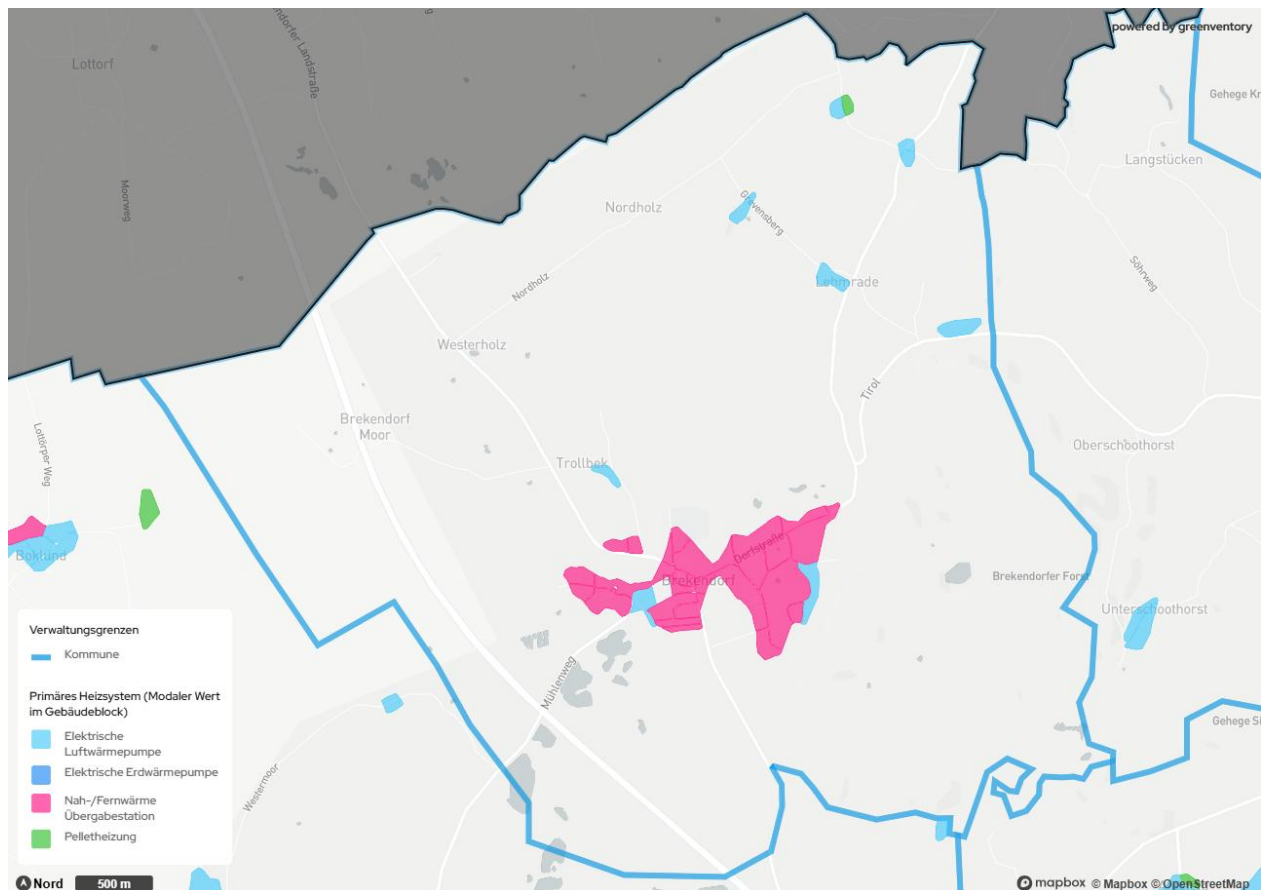


Abbildung 0-1: Darstellung der Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr

1 KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

Die Gemeinde Brekendorf in Schleswig-Holstein strebt mit der kommunalen Wärmeplanung (KWP) einen wichtigen Meilenstein für eine nachhaltige und zukunftssichere Energieversorgung an. Ziel ist es, ein strategisches Planungsinstrument zu schaffen, wie der Wärmebedarf in der Gemeinde klimaneutral gedeckt werden kann.

Die Wärmeversorgung spielt eine zentrale Rolle beim Klimaschutz. Sie verursacht fast die Hälfte aller Treibhausgasemissionen in Deutschland. Während bereits etwa 50 % der Energie im Stromsektor erneuerbar erzeugt wird, beträgt dieser Anteil im Wärmesektor nur 18,8 % (Stand 2023, (Umweltbundesamt, 2024)). Infolge der zunehmenden Herausforderungen im Bereich der Energieeffizienz, der Reduktion von CO₂-Emissionen und der Sicherstellung einer zuverlässigen Wärmeversorgung ist eine ganzheitliche Planung unabdingbar.

Angesichts dessen ist die kommunale Wärmeplanung von entscheidender Bedeutung, da sie eine systematische Erhebung von Daten zum Wärmebedarf und den vorhandenen Energiequellen ermöglicht. Diese Daten bilden die Grundlage für die Formulierung von Strategien zur Erreichung der Treibhausgasneutralität.

Mit Blick auf die existenzielle Bedrohung durch die Klimaerwärmung hat Deutschland im Bundes-Klimaschutzgesetz die Treibhausgasneutralität bis 2045 festgeschrieben. Die Landesregierung Schleswig-Holstein hat sogar das ambitionierte Ziel einer Treibhausgasneutralität bis 2040 definiert (vgl. CDU und BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN, 2022; EWKG, 2025). Um das zu schaffen, braucht es eine klare Planung. Genau das leistet die kommunale Wärmeplanung.

Die kommunale Wärmeplanung wird in enger Zusammenarbeit zwischen der Amtsverwaltung, der Klimaschutzagentur Rendsburg-Eckernförde und den beiden Ingenieurbüros IPP ESN Power Engineering GmbH sowie wortmann-energie aus Kiel erarbeitet. Dieser Bericht präsentiert die Zwischenergebnisse umfassender Analysen, die sowohl die energetische Situation als auch die infrastrukturellen Gegebenheiten in Brekendorf darstellen und Potenziale für die zukünftige Wärmeversorgung aufzeigen. Basierend auf diesen Erkenntnissen wird in den nächsten Schritten eine Strategie entwickelt, die darauf abzielt, die Wärmeversorgung der Gemeinde effizienter, klimafreundlicher und zukunftssicherer zu gestalten.

1.1 ZIELE DES WÄRMEPLANS UND EINORDNUNG IN DEN PLANERISCHEN KONTEXT

Der Wärmeplan dient in erster Linie als strategisches Planungsinstrument der Kommune. Er beschreibt die lokale Wärmewendestrategie und die notwendigen Schritte zur Umsetzung der Wärmewende und beinhaltet damit u.a. eine neue Energieverteilstrategie. Der kommunale Wärmeplan verfolgt dabei drei zentrale Ziele: die Treibhausgasneutralität und Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung für alle Beteiligten bei gleichzeitiger Reduktion der Abhängigkeit von Energieimporten.

Um diese Ziele zu erreichen, sind Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden und Heizungsanlagen vorgesehen, wie beispielsweise Gebäudesanierungen oder die Optimierung von Heizsystemen. Zudem werden Strategien beschrieben, die einen vollständigen Wechsel der Energieträger weg von fossilen hin zu erneuerbaren Ressourcen ermöglichen, um die Wärmeversorgung der Kommune grundlegend zu transformieren.

Der Wärmeplan ist eng mit anderen planerischen Instrumenten verzahnt. Dies gewährleistet eine ganzheitliche Betrachtung der Energieversorgung. Durch die Integration des Wärmeplans in den

planerischen Kontext können Synergien genutzt und entwickelte Maßnahmen aufeinander abgestimmt werden, um effektiv nachgelagerte Prozesse umzusetzen.

1.2 SCHRITTE DES WÄRMEPLANS

Die Entwicklung des kommunalen Wärmeplans erfolgt in fünf Schritten: der Bestandsanalyse, der Potenzialanalyse, dem Zielszenario, der Umsetzungsstrategie und dem Informations- und Beteiligungsprozess. Diese Schritte umfassen eine gründliche Analyse der aktuellen Wärmeversorgung und die Identifizierung von Potenzialen zur Energieeinsparung und Nutzung erneuerbarer Energien. Die Ergebnisse dieser beiden ersten Meilensteine werden in diesem Zwischenbericht dargestellt und beschrieben. Im Anschluss wird ein Zielszenario für die zukünftige Wärmeversorgung, sowie eine Strategie mit konkreten Maßnahmen erarbeitet, die zur Umsetzung des kommunalen Wärmeplans beisteuern.

Mit dem Beschluss der kommunalen Wärmeplanung verpflichtet sich die Gemeinde Maßnahmen zur Erreichung der Treibhausgasneutralität im Wärmesektor bis 2040 innerhalb der Gemeinde umzusetzen. Dazu dient die erarbeitete Umsetzungsstrategie als Orientierungshilfe. Es entstehen aus dem Beschluss der kommunalen Wärmeplanung keine Pflichten die empfohlenen Maßnahmen genauso umsetzen. Des Weiteren ist die Gemeinde nicht verpflichtet ein empfohlenes Wärmenetz umzusetzen und zu betreiben. Gleichmaßen entstehen auch für die Bürger*innen der Gemeinde keine Rechte und Verpflichtungen aus der kommunalen Wärmeplanung heraus.



Abbildung 1-1: Ablauf der kommunalen Wärmeplanung

2 BEGRIFFSDEFINITIONEN

2.1 KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

Gemäß §10 Absatz 1 des Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein (EWKG) sind Gemeinden als planungsverantwortliche Stelle „verpflichtet, einen Wärmeplan nach Maßgabe des Wärmeplanungsgesetzes [...] zu erstellen und fortzuschreiben“.

Die kommunale Wärmeplanung gemäß Wärmeplanungsgesetz (WPG) ist ein strategisches Instrument zur langfristigen und nachhaltigen Gestaltung der Wärmeversorgung in Städten und Gemeinden. Ziel ist es, eine effiziente, klimafreundliche und wirtschaftliche Wärmeversorgung sicherzustellen. Dabei werden bestehende und zukünftige Wärmebedarfe analysiert, Potenziale erneuerbarer Energien und Abwärmenutzung bewertet sowie geeignete Infrastrukturmaßnahmen identifiziert. Die Wärmeplanung soll Kommunen eine fundierte Entscheidungsgrundlage bieten, um fossile Brennstoffe schrittweise zu ersetzen und die Wärmewende im Einklang mit den Klimaschutzzielen voranzutreiben.

Dafür hat sich das Amt Hüttener Berge, sowie die zugehörige Gemeinde Brekendorf, bereits vor einer gesetzlichen Verpflichtung der Gemeinden für eine freiwillige Aufstellung der Wärmeplanung entschieden. Hierfür wurden Fördermittel der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) eingeworben.

2.2 DIGITALER ZWILLING

Der Begriff "digitaler Zwilling" bezeichnet in der kommunalen Wärmeplanung ein virtuelles Abbild einer Gemeinde oder Stadt. Dabei handelt es sich um eine digitale, kartographische Darstellung, die vielfältige Informationen über die Kommune erfasst, speichert und verarbeitet. Diese umfassen in diesem Fall Daten zu Energieverbräuchen, Energieerzeugungsstrukturen, Gebäuden, Netzen, zukünftigen Neubaugebieten und weiteren relevanten Aspekten. Ziel des digitalen Zwillings ist es, ein tiefergehendes Verständnis der Kommune zu ermöglichen, indem er als Grundlage für Datenanalysen, Prognosen und fundierte Entscheidungen dient.

Die Arbeit mit einem digitalen Zwilling bietet mehrere signifikante Vorteile. Erstens garantiert es eine homogene Datenqualität, die für fundierte Analysen und Entscheidungen unabdingbar ist. Zweitens ermöglicht es ein gemeinschaftliches Arbeiten an den Datensätzen und somit eine effizientere Prozessgestaltung. Drittens sind energetische Analysen direkt im Tool durchführbar, wodurch die Identifikation und Bewertung von Energieeffizienzmaßnahmen erleichtert wird. Des Weiteren können die Daten gefiltert und interaktiv angepasst werden, um spezifische Eignungsgebiete für die Wärmeversorgung auszuweisen. Dies alles trägt zu einer schnelleren und präziseren Planung bei und erleichtert die Umsetzung der Energiewende auf kommunaler Ebene.

2.3 BAUBLOCKEBENE

Die Baublockebene ist ein Begriff aus der Architektur und Stadtplanung, der sich auf die horizontale Fläche eines Gebäudeblocks bezieht. Die Aggregation von Gebäuden in der Baublockebene bezieht sich auf das Zusammenfassen mehrerer Gebäude innerhalb eines definierten städtischen Blocks. Diese Gebäude können unterschiedliche Nutzungen haben, wie Wohnen, Arbeiten oder Gewerbe, und sind durch gemeinsame Infrastruktur und Freiflächen miteinander verbunden. Diese Anordnung ermöglicht eine effiziente, datenschutzkonforme Erfassung des Raums.

2.4 PRIMÄRENERGIE

Primärenergie bezieht sich auf die Energie, die in ihrer natürlichen Form in Energieträgern wie Erdgas, Erdöl, Biomasse oder der Sonne enthalten ist. Diese Energie wird noch nicht weiterverarbeitet und dient als Ausgangspunkt für die Gewinnung von nutzbarer Energie, wie Wärme. In der Wärmeversorgung wird Primärenergie in Heizkraftwerken oder anderen Anlagen in Wärme umgewandelt, die dann über Fern- oder Nahwärmenetze an die Endverbraucher*innen verteilt wird.

2.5 POTENZIAL

2.5.1 THEORETISCHES POTENZIAL

Das theoretische Potenzial bezeichnet die in einer Region physikalisch vorhandene, prinzipiell nutzbare Energie, etwa die gesamte solare Strahlungsenergie oder die potenzielle Windenergie auf einer definierten Fläche innerhalb eines bestimmten Zeitraums unter idealen Bedingungen.

2.5.2 TECHNISCHES POTENZIAL

Das theoretische Potenzial wird durch die Berücksichtigung der rechtlichen Rahmenbedingungen sowie der verfügbaren technologischen Möglichkeiten eingeschränkt. In diesem Zusammenhang ist das technische Potenzial als die maximal erreichbare Obergrenze zu verstehen. Es kann eine Differenzierung erfolgen in:

- *Geeignetes Potenzial* (Anwendung weicher und harter Restriktionen): Natur- und Artenschutz wird grundsätzlich ein „politischer Vorrang“ eingeräumt, weshalb sich die verfügbare Fläche zur Nutzung von erneuerbaren Energien verringert.
- *Bedingt geeignetes Potenzial* (nur Anwendung harter Restriktionen): Dem Gebietsschutz wird der gleiche oder ein geringerer Wert einräumt als dem Klimaschutz (z. B. durch Errichtung von Wind-, PV- und Solarthermieanlagen in Landschaftsschutzgebieten).

Das technische Potenzial wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ermittelt und analysiert.

2.5.3 WIRTSCHAFTLICHES POTENZIAL

Das technische Potenzial wird durch die Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte weiter eingeschränkt. In die Bewertung des wirtschaftlichen Potenzials fließen dabei insbesondere Investitions-, Erschließungs- und Betriebskosten sowie potenziell erzielbare Energiepreise ein.

2.5.4 ERSCHLIEßBARES POTENZIAL

Die tatsächliche Umsetzbarkeit hängt von zusätzlichen Faktoren, wie z. B. Akzeptanz, raumplanerische Abwägung von Flächenkonkurrenzen, kommunalen Prioritäten oder Eigentumsverhältnissen ab. Werden diese Punkte berücksichtigt, spricht man von dem erschließbaren Potenzial bzw. „praktisch nutzbaren Potenzial“.



Abbildung 2-1: Potenzialpyramide

3 BESTANDSANALYSE

Die Grundlage der KWP ist ein Verständnis der Ist-Situation sowie eine umfassende Datenbasis. Letztere wird digital aufbereitet und zur Analyse des Bestands genutzt. Hierfür werden zahlreiche Datenquellen aufbereitet, integriert und für Beteiligte an der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung zugänglich gemacht. Die Bestandsanalyse bietet einen umfassenden Überblick über den gegenwärtigen Energiebedarf, die Energieverbräuche, die Treibhausgasemissionen sowie die existierende Infrastruktur.

In Brekendorf wurde 2024 bereits ein Quartierskonzept erstellt, bei der auch eine Bestandsanalyse zum Ortskern stattgefunden hat. Die Ergebnisse zur Bestandsanalyse aus dem Quartierskonzept und die aus der KWP können insofern abweichen, da bei der KWP das gesamte Gemeindegebiet betrachtet wird und die Datengrundlage in unterschiedlicher Form vorgelegen haben könnte.

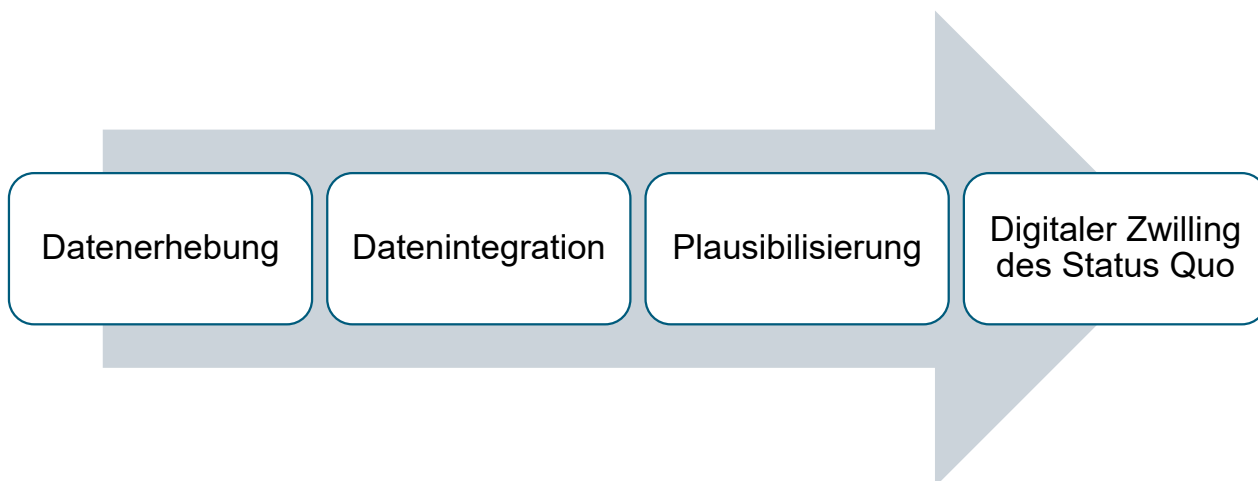


Abbildung 3-1: Vorgehen bei der Bestandsanalyse

3.1 ORTSBILD BREKENDORF

Die Gemeinde Brekendorf liegt im Amt Hüttener Berge und zählt rund 1.061 Einwohner.

Das Amt Hüttener Berge liegt im Herzen Schleswig-Holsteins, eingebettet zwischen den Städten Eckernförde, Rendsburg und Schleswig. Charakteristisch für das Gebiet sind die Hüttener Berge, eine für Schleswig-Holstein ungewöhnlich hügelige Landschaft mit Erhebungen bis zu rund 100 Metern über dem Meeresspiegel. Es erstreckt sich über eine landschaftlich abwechslungsreiche Region, die durch Hügel, weite Felder, Wälder und zahlreiche Seen geprägt ist. Das Amt umfasst mehrere Gemeinden, die gemeinsam Verwaltung, Infrastruktur und Dienstleistungen organisieren.

Das Amt liegt verkehrsgünstig nahe der A7 und der B76, wodurch größere Städte wie Kiel, Flensburg oder Hamburg schnell erreichbar sind. Auch die Ostseeküste ist nur wenige Kilometer entfernt, was den Standort sowohl für Einwohner als auch für Touristen attraktiv macht.

Die Wirtschaft ist vor allem geprägt von Landwirtschaft, Handwerk, Tourismus und kleinen bis mittelständischen Unternehmen. Durch die naturnahe Lage und die gute Erreichbarkeit ziehen die Hüttener Berge zunehmend auch Pendler an, die die ländliche Ruhe mit städtischer Nähe verbinden möchten.

Das Gemeinschaftsleben wird durch zahlreiche Feste, Märkte und Vereinsaktivitäten geprägt, die den dörflichen Zusammenhalt stärken.

Brekendorf besteht aus den Ortsteilen Groß- und Kleindorf, wobei der größere Teil im Kleindorf lebt. Die Gemeinde wächst stetig, auch durch die gute Anbindung an die A7, weshalb viele Einwohner zwischen Wohnen und Arbeit pendeln. Trotzdem bietet der Ort wirtschaftliche Impulse u. a. der Kiesabbau, eine Bundeswehr-Radarstation, eine Fischräucherei, landwirtschaftliche Betriebe und kleinere Gewerbe.

Ein Kindergarten ist im Ort vorhanden, die Grundschule befindet sich im nahen Ascheffel. Weitere Einrichtungen des täglichen Bedarfs liegen in Ascheffel, Owschlag und Kropp. Brekendorf verfügt über eine Freiwillige Feuerwehr, Sportverein, eine Totengilde sowie eine Kapelle mit regelmäßigen Gottesdiensten. Die Gemeinde gehört zur Kirchengemeinde Hütten.

3.2 DATENERHEBUNG

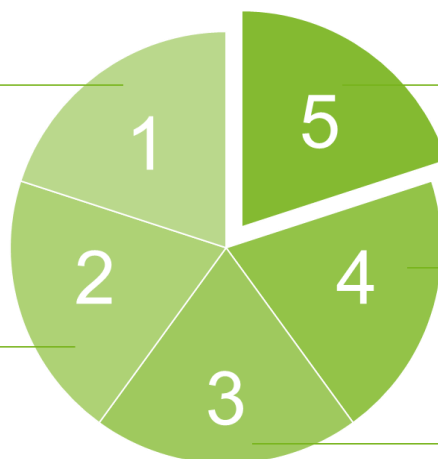
Zu Beginn der Bestandsanalyse erfolgte die systematische Erfassung von Verbrauchsdaten für Wärme, einschließlich Gas- und Stromverbrauch speziell für Heizzwecke. Anfragen zur Bereitstellung von Auszügen der elektronischen Kheirbücher wurden an die zuständigen Bezirksschornsteinfeger gerichtet und im Rahmen des § 7 Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein (EWKG) autorisiert. Zusätzlich wurden ortsspezifische Daten aus Plan- und Geoinformationssystemen (GIS) der städtischen Ämter bezogen, die ausschließlich für die Erstellung des Wärmeplans freigegeben und verwendet wurden. Die primären Datenquellen für die Bestandsanalyse sind folgendermaßen:

Kommune

- Planungskarten
- Abwassernetze
- Flächennutzungspläne
- Neubaugebiete
- Infrastruktur und Realverbräuche aller öffentlicher Liegenschaften

IPP ESN

- Wärmekataster
- Baublockdatensatz des Zensus 2022
- ALKIS-Daten
- Energiepotenziale
- Lastprofile
- Schätzwerte



Schornsteinfeger

- Heizsysteme
- Brennstoffe
- Heizungsalter

Energieversorger

- Energieverbräuche
- Netzdaten
- Heizzentralen & BHKWs

Gewerbe

- Energieverbräuche
- Erzeugungsdaten
- Abwärmedaten

Abbildung 3-2: Daten für die Wärmeplanung

Die bereitgestellten Daten wurden durch energietechnische Modelle, Statistiken und Kennzahlen ergänzt. Im Anschluss hat eine Plausibilisierung der Daten im digitalen Zwilling mit den bereitgestellten Daten stattgefunden.

3.3 GEBÄUDEBESTAND

Durch die Zusammenführung von offenem Kartenmaterial sowie dem amtlichen Liegenschaftskataster ergeben sich 536 beheizte Gebäude im Projektgebiet, die im Folgenden analysiert wurden.

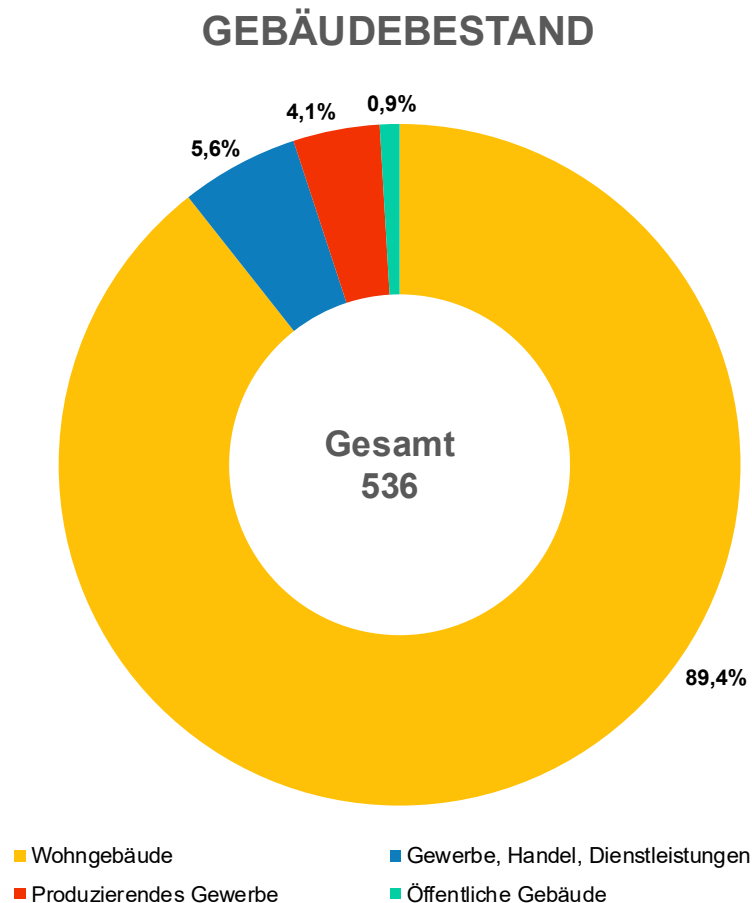


Abbildung 3-3: Gebäudeanzahl nach Sektor im Projektgebiet

Wie in Abbildung 3-3 zu sehen, besteht der überwiegende Anteil der Gebäude aus Wohngebäuden, gefolgt von Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, produzierendem Gewerbe und öffentlichen Bauten. Hieraus wird ersichtlich, dass die Wärmewende eine kleinteilige Aufgabe ist und sich zu großen Stücken im Wohnbereich abspielen muss.

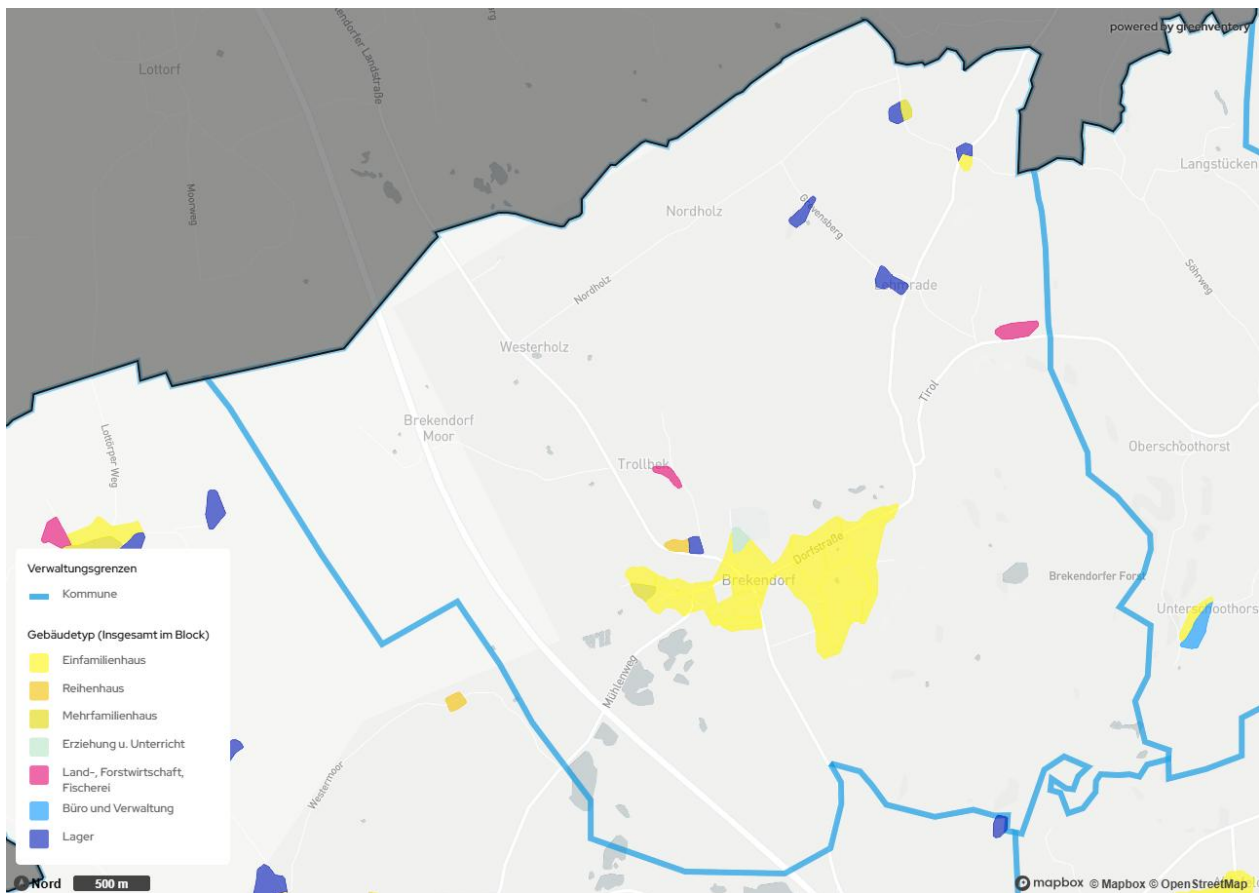


Abbildung 3-4: Überwiegender Gebäudetyp nach Baublock

Bei der Betrachtung der Gebäudetypen ist in Brekendorf das Einfamilienhaus dominierend. Die räumliche Verteilung der Gebäudetypen kann der Abbildung 3-4 entnommen werden.

Die Analyse der Baualtersklassen (siehe Abbildung 3-5) enthüllt, dass gut zwei Fünftel der Gebäude vor 1979 errichtet wurden und damit bevor die erste Wärmeschutzverordnung mit ihren Anforderungen an die Wärmedämmung in Kraft trat. Die Einteilung der Baualtersklassen beruht auf Zensus-Daten von 2022. Ab 1979 umfassen die Baualtersklassen dabei kürzere Jahresabschnitte (12 bzw. 10 Jahre), da die Entwicklungen in der Gebäudetechnik und die Anforderungen an den Wärmeschutz schneller voranschritten. Bei einem Teil der Gebäude ist das Gebäudealter unbekannt. Dies lässt sich auf den Zensus zurückführen, der erst Informationen zu Gebäudedaten gibt, wenn sich mindestens fünf Gebäude in einem 100 m mal 100 m Raster befinden.

BAUALTER IM GEBÄUDEBESTAND

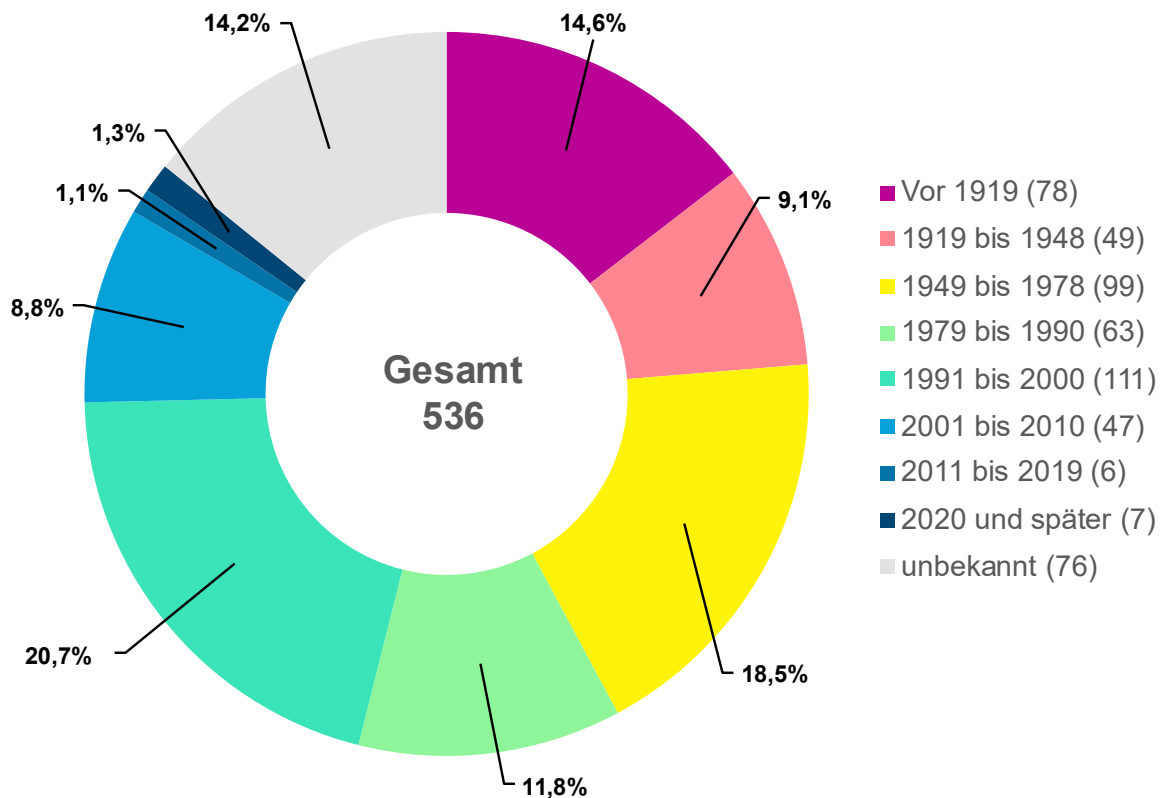


Abbildung 3-5: Gebäudeverteilung nach Baualterklassen im Projektgebiet

Insbesondere Gebäude, die zwischen 1949 und 1978 erbaut wurden, stellen einen großen Anteil am Gebäudebestand dar und bieten zudem das umfangreichste Sanierungspotenzial. Altbauten, die vor 1919 errichtet wurden, zeigen, sofern sie bislang wenig oder nicht saniert wurden, den höchsten spezifischen Wärmebedarf. Diese Gebäude sind wegen ihrer oft robusten Bauweise interessant für eine Sanierung. Um das Sanierungspotenzial jedes Gebäudes vollständig ausschöpfen zu können, sind gezielte Energieberatungen und angepasste Sanierungskonzepte erforderlich. In Brekendorf birgt die Anzahl an Gebäuden der Baualterklasse 1949 bis 1978 große Herausforderungen, aber auch Chancen hinsichtlich der energetischen Gebäudesanierung. In Abbildung 3-6 ist die räumliche Verteilung der Baualterklassen im Untersuchungsgebiet dargestellt.

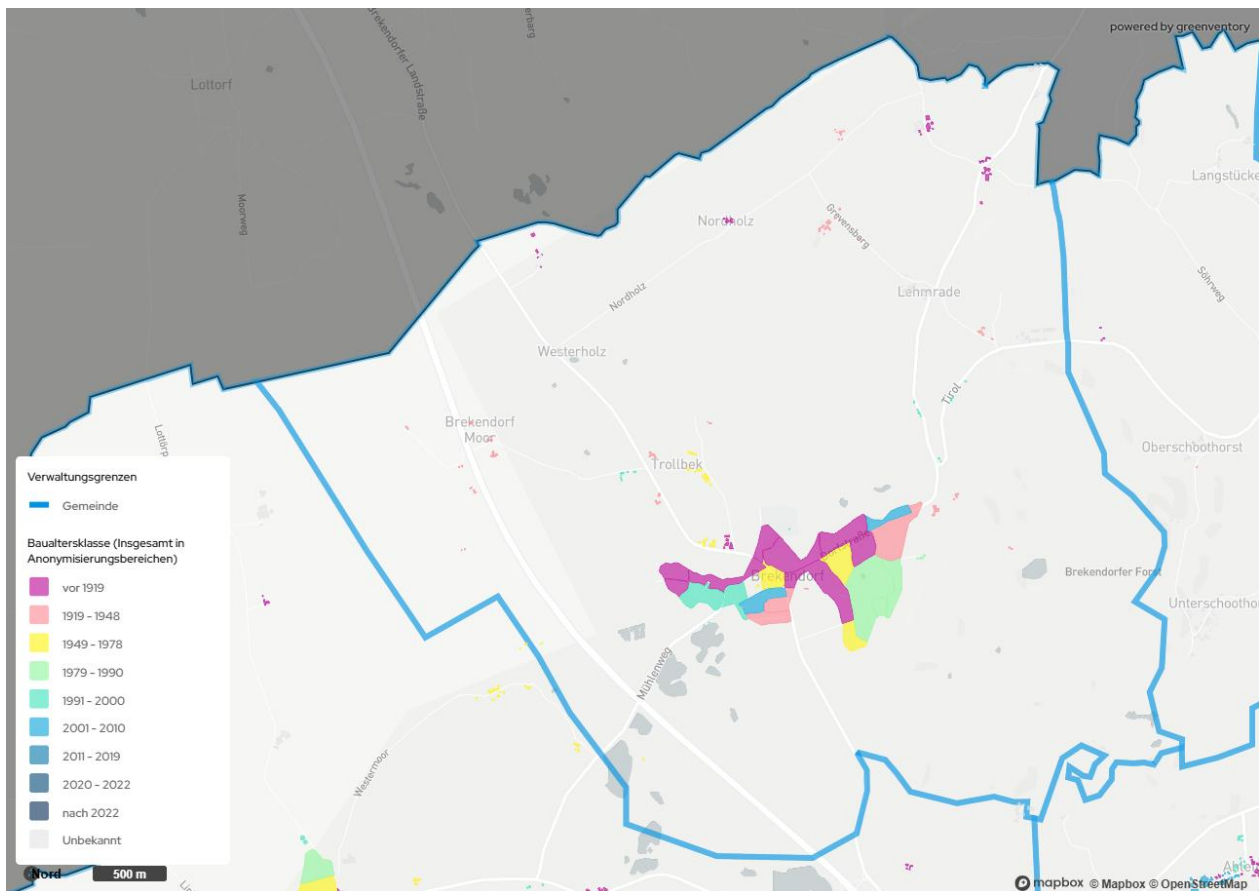


Abbildung 3-6: Baublockbezogene Darstellung der Baualtersklassen

Anhand des Baujahres, des Verbrauchs und der Grundfläche wird eine überschlägige Einteilung der Gebäude in die GEG-Energieeffizienzklassen vorgenommen, um den Sanierungsstand abzuschätzen. Die Energieeffizienzklassen gemäß dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) geben an, wie energieeffizient ein Gebäude ist und wie hoch der relative Energiebedarf bezogen auf die genutzte Fläche zur Beheizung, Kühlung, Lüftung und Warmwasserbereitung ist. Ein großer Teil der Gebäude befindet sich in der unteren Hälfte der Energieeffizienzklassen (siehe Abbildung 3-7). Ein nicht unerheblicher Anteil ist den Effizienzklassen D bis F zuzuordnen, was bereits sanierten oder nur sehr wenig sanierten Altbauten entspricht. Die größte Anzahl an Gebäuden sind Effizienzklasse F zuzuordnen und entsprechen überwiegend Altbauten, die nach den Richtlinien der Energieeinsparverordnung (EnEV) modernisiert wurden. Durch weitere energetische Sanierungen kann der Anteil der Gebäude in den unteren Effizienzklassen zugunsten der mittleren Effizienzklassen reduziert werden.

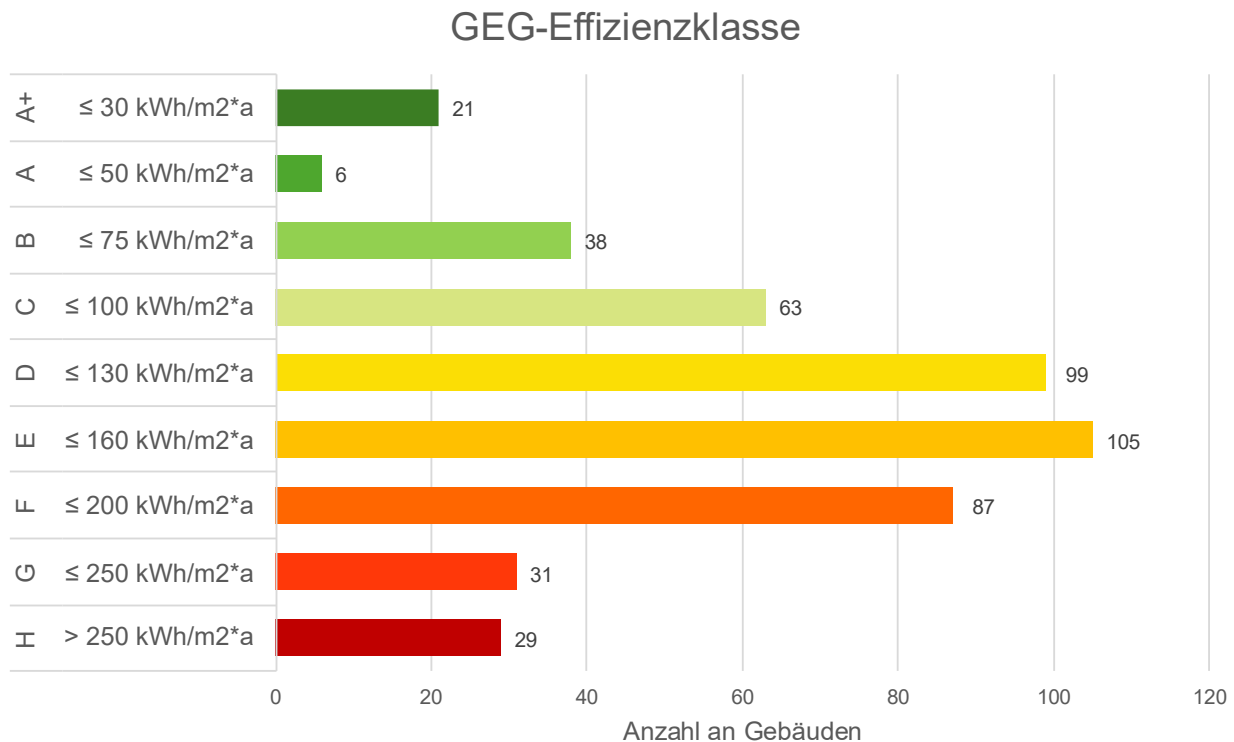


Abbildung 3-7: Gebäudeverteilung nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte)

3.4 WÄRMEBEDARFE

Die Bestimmung des Wärmebedarfs erfolgte für die leitungsgebundenen Heizsysteme (Gas, Wärmenetz, Strom für Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen) über die aggregierten Verbrauchsdaten (Endenergieverbräuche). Mit den Wirkungsgraden der verschiedenen Heiztechnologien konnte so der Wärmebedarf (Nutzenergie) ermittelt werden. Bei nicht-leitungsgebundenen Heizsystemen (Öl, Holz, Flüssiggas) und bei beheizten Gebäuden mit fehlenden Informationen zum verwendeten Heizsystem wurde der Wärmebedarf auf Basis der beheizten Fläche, des Gebäudetyps und weiteren gebäudespezifischen Daten berechnet. Für die Gebäude mit nicht-leitungsgebundenen Heizsystemen konnte unter Verwendung der entsprechenden Wirkungsgrade auf die Endenergieverbräuche geschlossen werden.

WÄRMEBEDARF

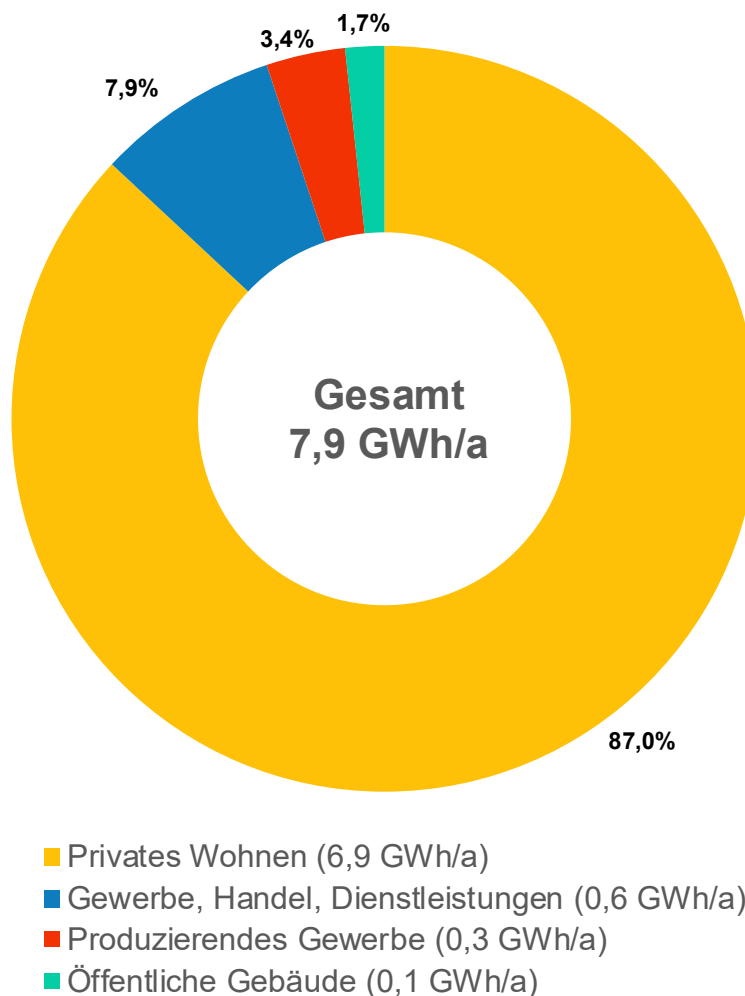


Abbildung 3-8: Wärmebedarf nach Sektor

In Abbildung 3-8 wird der Wärmebedarf der Kommune dargestellt. Es wird deutlich, dass der Wohnsektor mit Abstand den größten Anteil am Gesamtwärmebedarf ausmacht. Es folgt der Sektor Gewerbe-, Handel- und Dienstleistung, gefolgt von öffentlich genutzten Gebäuden, einschließlich kommunaler Liegenschaften, und produzierendem Gewerbe mit jeweils geringeren Anteilen. Vergleicht man Abbildung 3-3 und Abbildung 3-8 wird deutlich, dass, obwohl nur ein geringer Anteil der Gebäude den öffentlichen Gebäuden zugeordnet wird, diese Gebäude einen verhältnismäßig größeren Anteil des Nutzenergiebedarfes ausmachen. Dies verdeutlicht, dass gerade auch die öffentlichen Gebäude ein wichtiger Faktor zur Realisierung der Wärmewende im Projektgebiet sind.

Die räumliche Verteilung der spezifischen Wärmebedarfsdichten auf Baublockebene ist in Abbildung 3-9 dargestellt.

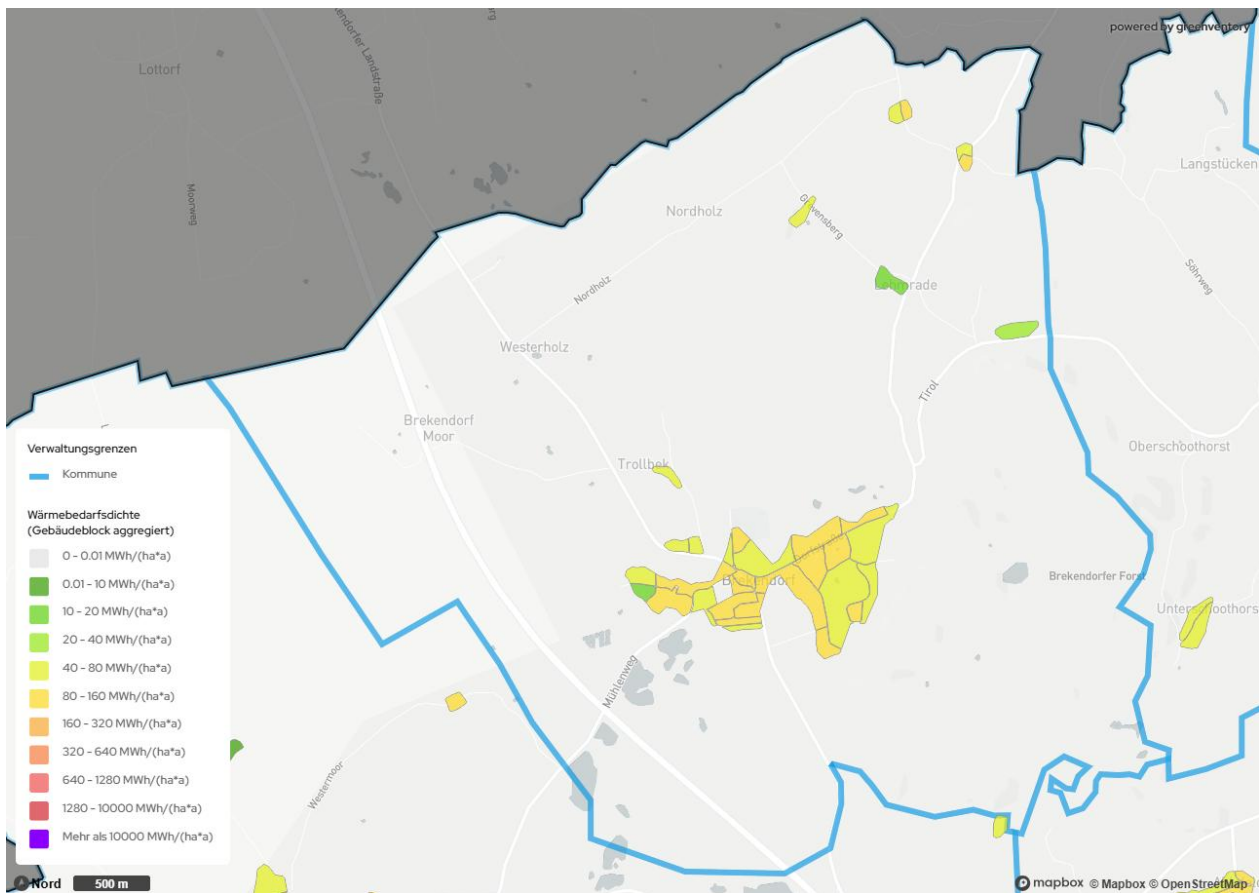


Abbildung 3-9: Verteilung der Wärmebedarfsdichte je Baublock

3.5 ANALYSE DER DEZENTRALEN WÄRMEERZEUGER

Als Datengrundlage zur Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger dienten Auszüge aus den elektronischen Kehrbüchern der Bezirksschornsteinfeger, die Informationen zum verwendeten Brennstoff sowie zur Art und zum Alter der jeweiligen Feuerungsanlage enthalten. Durch Wärmepumpen versorgte Objekte werden über Angaben zu Heizstromverbrauchswerten erfasst. Wärmenetzanschlüsse und -verbrauchswerte einzelner Gebäude wurden über die jeweiligen Netzbetreiber abgefragt. Um in Zukunft Treibhausgasneutralität im Wärmesektor gewährleisten zu können, müssen alle fossil betriebenen Heizsysteme ersetzt werden. Die Abbildung 3-10 gibt einen Überblick über die derzeitigen primären Heizsysteme im Gebäudebestand.

HEIZSYSTEME IM GEBÄUDEBESTAND

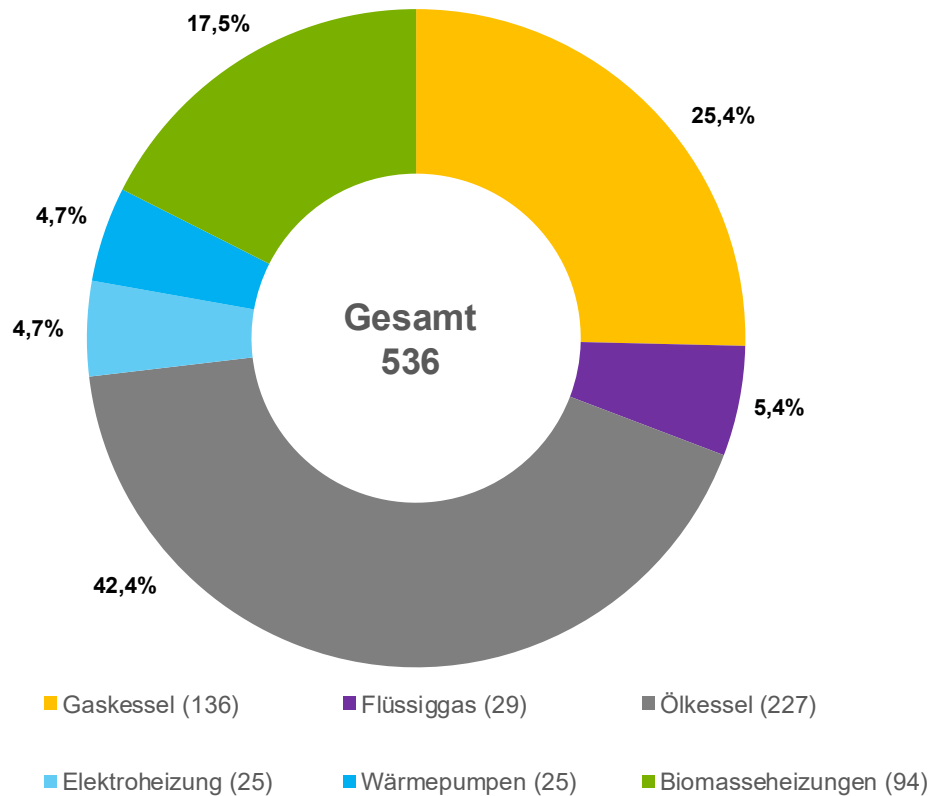


Abbildung 3-10: Heizsysteme im Gebäudebestand

Die Untersuchung des Alters der derzeit eingebauten Heizsysteme liefert wichtige Anhaltspunkte für eine gezielte Priorisierung beim Austausch dieser Systeme. Die Zahl der fossilen Heizsysteme und die fossilen Heizsysteme nach Alter unterscheiden sich in der Gesamtzahl. Dies ist darauf zurückzuführen, dass es eine Dunkelziffer an Heizsystemen gibt, welche über den ortsansässigen Schornsteinfeger erfasst werden.

Eine Auswertung der Altersstruktur dieser Systeme auf Gebäudeebene (vgl. Abbildung 3-11) offenbart einen signifikanten Anteil veralteter beziehungsweise stark veralteter Heizanlagen, unter der Annahme einer technisch begründeten Nutzungsdauer von 20 Jahren. Diese Annahme führt zu einer klaren Erkenntnis hinsichtlich des dringenden Handlungsbedarfs:

- Ca. ein Drittel aller Heizsysteme überschreiten bereits die Altersgrenze von 20 Jahren.
- Bei ca. 12 % der Anlagen ist sogar die 30-Jahre-Marke überschritten, was insbesondere vor dem Hintergrund des § 72 GEG relevant ist.
- Die bestehenden Ölkessel sind dabei zu Großteil älter als 20 Jahre, während sich bei den Gasthermen ein umgekehrtes Bild ergibt. Die verbauten Gasthermen sind zu einem großen Teil jünger als 10 Jahre.

ALTER DER FOSSILEN HEIZSYSTEME

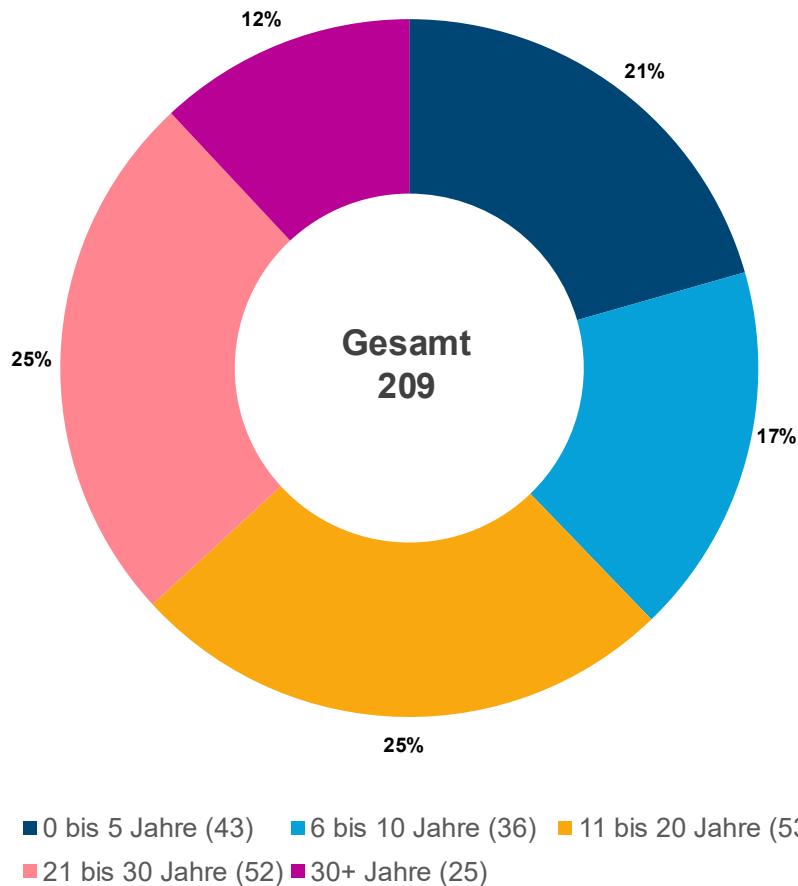


Abbildung 3-11: Anzahl der fossilen Heizsysteme (Erdgas, Flüssiggas und Erdöl) nach Alter

Gemäß § 72 GEG sollten Heizkessel, die flüssigen oder gasförmigen Brennstoff verbrauchen und vor dem 1. Januar 1991 aufgestellt wurden, nicht mehr betrieben werden. Das Gleiche gilt für später in Betrieb genommene Heizkessel, sobald diese 30 Jahre in Betrieb waren. Ausnahmen gelten für Niedertemperatur-Heizkessel und Brennwertkessel, Heizungen mit einer Leistung unter 4 Kilowatt oder über 400 Kilowatt sowie heizungstechnische Anlagen mit Gas-, Biomasse- oder Flüssiggasbrennstoffeuerung als Bestandteil einer Wärmepumpen-Hybridheizung, soweit diese nicht mit fossilen Brennstoffen betrieben werden. Ausgenommen sind ebenfalls Hauseigentümer in Ein- oder Zweifamilienhäusern, die ihr Gebäude zum 01.02.2002 bereits selbst bewohnt haben. Heizkessel mit fossilen Brennstoffen dürfen jedoch längstens bis zum Ablauf des 31.12.2044 betrieben werden (GEG, 2024).

Es ist somit ersichtlich, dass in den kommenden Jahren ein erheblicher Handlungsdruck auf Immobilienbesitzer*innen zukommt. Dies betrifft v. a. den Fall des Systemaustauschs gemäß § 72 GEG. Für die Heizsysteme, die eine Betriebsdauer von mehr als 30 Jahren aufweisen, muss demnach geprüft werden, ob eine Verpflichtung zum Austausch des Heizsystems besteht. Zudem sollte eine technische Modernisierung der Heizsysteme mit einer Betriebsdauer zwischen 20 und 30 Jahren erfolgen oder es wird zumindest eine technische Überprüfung empfohlen. Diese sollte um die Komponente einer ganzheitlichen Energieberatung ergänzt werden.

3.6 EINGESETZTE ENERGIETRÄGER

In Brekendorf wird der Großteil der Gebäude über Heizöl mit Wärme versorgt. Die räumliche Verteilung der genutzten Energieträger ist in Abbildung 3-12 dargestellt.

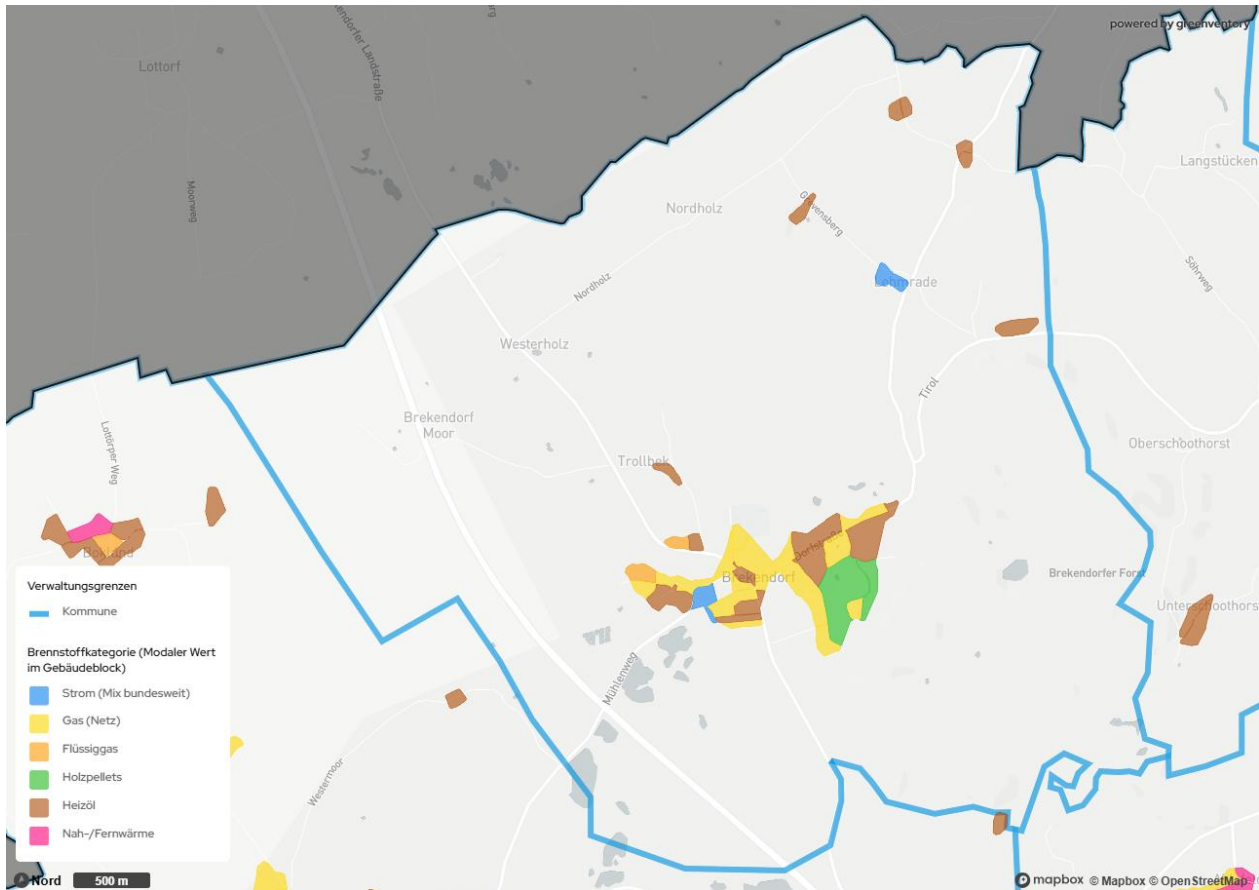


Abbildung 3-12: Energieträger für Wärme auf Baublock-Ebene

Anhand der Abbildung 3-13 lässt sich eine Übersicht über die bereitgestellte Endenergie für Gebäudewärme je Energieträger ablesen. Die Zusammensetzung der Energiebereitstellung verdeutlicht die Dominanz fossiler Brennstoffe im aktuellen Energiemix, insbesondere der von Heizöl. Der Anteil von Strom und Biomasse fällt bisher hingegen nur gering aus. Unter Biomasse fallen Holz und Holzprodukte (Holzhackschnitzel, Pellets etc.), forst- und landwirtschaftliche Reststoffe (Stroh, Reste aus Holzverarbeitung etc.), Biogener Abfall (Biomüll, Gartenabfälle etc.), sowie Biogas und dessen aufbereitete Form Biomethan. Der Teil des Endenergiebedarfs, der durch Strom gedeckt wird, wird in Wärmepumpen und Direktheizungen genutzt.

ENDENERGIEBEDARF NACH ENERGietRÄGER

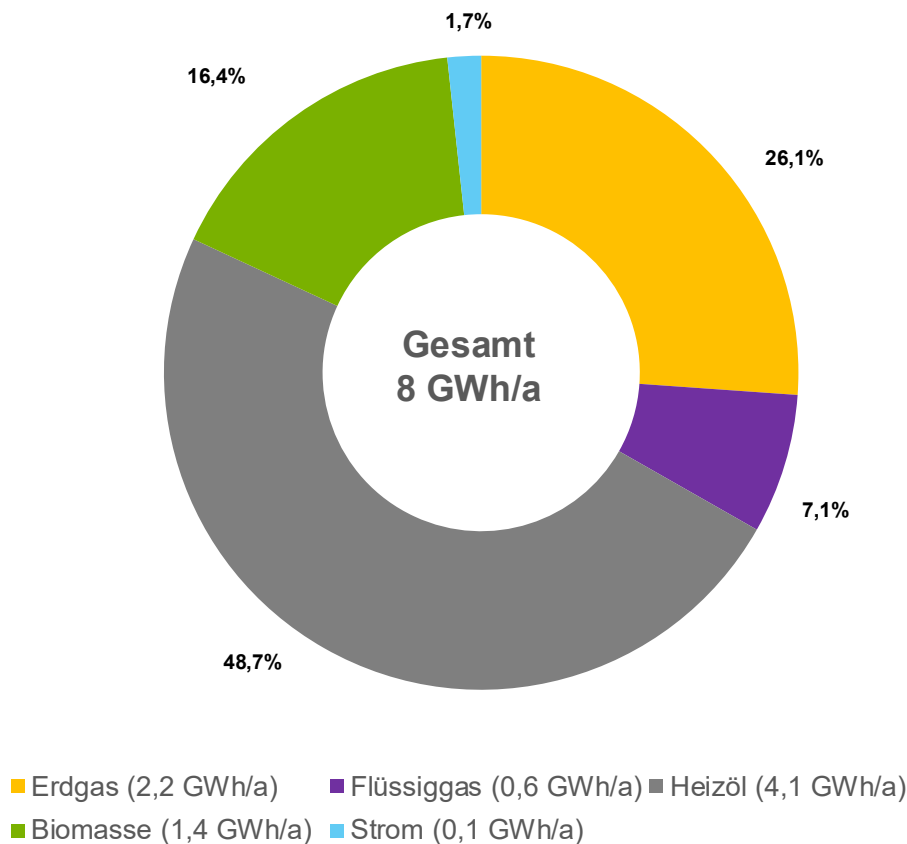


Abbildung 3-13: Energiebedarf nach Energieträger

Bei einem Vergleich der Zahlen in Abbildung 3-8 und Abbildung 3-13 fällt auf, dass es einen Unterschied zwischen Wärmebedarf und Endenergiebedarf gibt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in der Umrechnung von Energieträger auf Wärmebedarf ein Wirkungsgrad der Heizung berücksichtigt werden muss, d.h. es muss mehr Energie aufgewendet werden als tatsächlich zum Heizen verwendet wird, weil ein Teil als Verlust z.B. über den Schornstein an die Umgebung abgeführt wird. Dieser Wirkungsgrad ist bei nahezu allen Energieträgern zu berücksichtigen. Bei Strom ist der Wirkungsgrad davon abhängig, in welcher Form mit Strom geheizt wird. Bei einer Wärmepumpe wird weniger Strom benötigt, als Wärme erzeugt wird, bei einer Stromdirektheizung wird der eingesetzte Strom eins zu eins in Wärme umgewandelt.

3.7 GASINFRASTRUKTUR

Im Projektgebiet ist die Gasinfrastruktur im Ortskern etabliert (siehe Abbildung 3-14). Insgesamt sind 136 Gebäude an das Gasnetz angeschlossen. In den außenliegenden Ortsteilen sind keine Erdgasleitungen verlegt. Dies ist die Grundlage für die in Kapitel 3.6 beschriebene Dominanz von Heizöl als Energieträger.

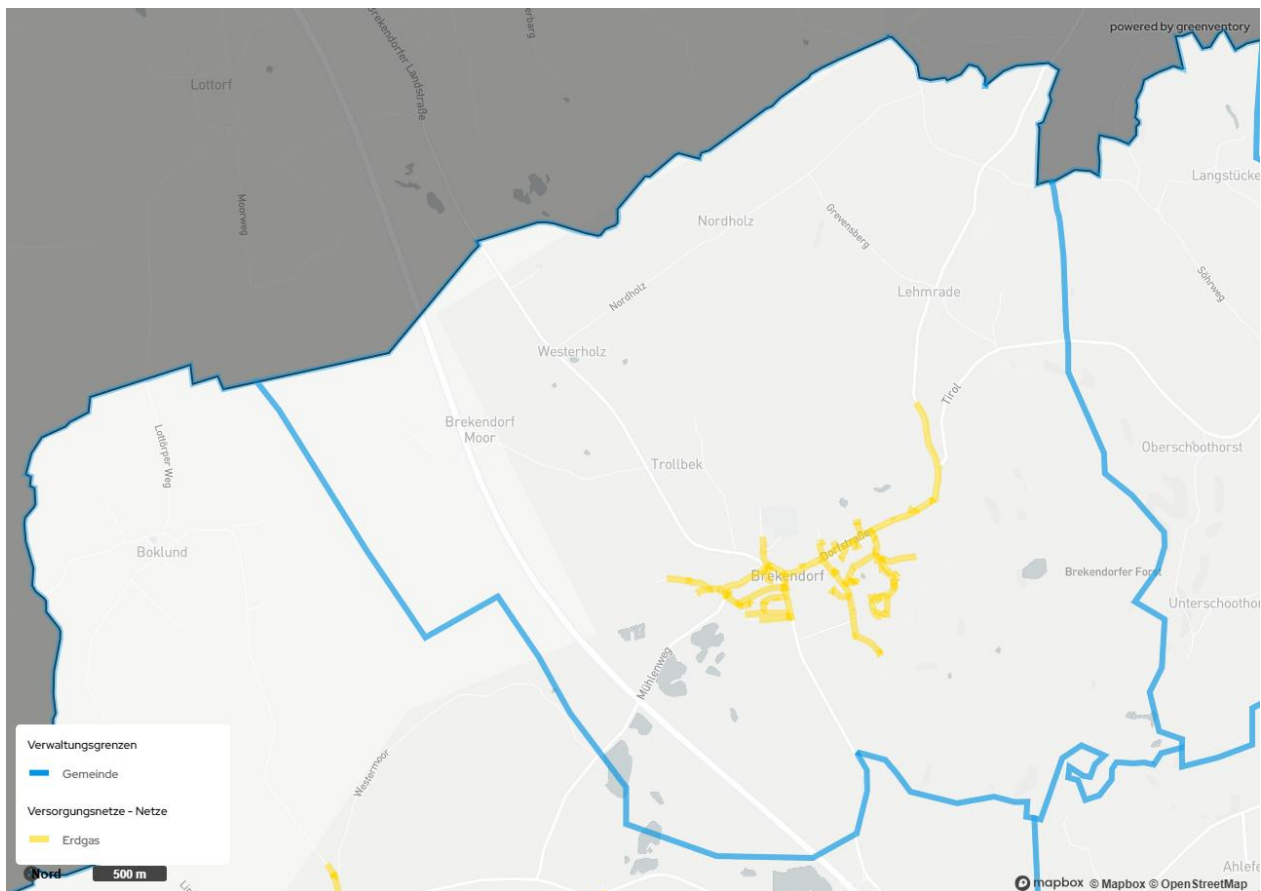


Abbildung 3-14: Gasnetzinfrastruktur im Projektgebiet

Das Erdgasverteilnetz auf Mittel- und Niederdruckebene wird seine Rolle als dominierendes Energieverteilnetz noch einige Jahre aufrechterhalten, jedoch langfristig an Bedeutung verlieren, da der Anteil erneuerbarer Energien in der Wärmeerzeugung steigt. Dies wird langfristig dazu führen, dass nach und nach Leitungsstränge stillgelegt werden.

Die Kund*innen müssen jedoch nicht um die Erdgasversorgung bangen – Energieversorgungsunternehmen müssen Endkund*innen in Gemeindegebieten in denen sie Energieversorgungsnetz betreiben nach §18 Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) mit Gas versorgen und können ordnungsgemäß zahlenden Kund*innen den Liefervertrag nicht einseitig kündigen. Diese Versorgungspflicht entfällt nur, wenn die Anschlussnutzung für den Betreiber aus wirtschaftlichen Gründen nicht zumutbar ist. Dies ist derzeit jedoch schwer darzulegen, da die Kosten für den Netzbetrieb über die Netzentgelte auf die Kund*innen umgelegt werden.

Vielmehr ist anzunehmen, dass die Kund*innen das Gasnetz nach und nach freiwillig verlassen, um die vorgeschriebenen erneuerbaren Anteile zu erfüllen. Die VDI 2067 gibt eine rechnerische Nutzungsdauer von 20 Jahren für Erdgasheizungen an. Die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) unterstützt den Austausch fossiler Heizungen, die älter als 20 Jahre sind, mit einem zusätzlichen „Klimageschwindigkeitsbonus“. Daher ist zu erwarten, dass die meisten Heizungen ausgetauscht werden, wenn sie zwischen 20 und 25 Jahren alt sind.

Teil der Wärmewendestrategie ist es, die gasnutzenden Gebäudeeigentümer*innen durch geeignete Informationen und Beratungsangebote zu einem Wechsel des Energieträgers vor 2040 zu motivieren, um bis 2040 die Treibhausneutralität im Wärmesektor in Brekendorf zu erreichen.

Es ist für die Übergangszeit denkbar, dass Kund*innen über das Erdgasnetz auch erneuerbare Energieanteile in Form von Biomethan beziehen. Allerdings ist absehbar, dass die Verfügbarkeit von Biomethan begrenzt und der Preis hoch sein wird, sodass dies langfristig nach 2040 (Zieljahr) bzw. 2045 (bundesweites Ziel für eine fossilsfreie Wärmeversorgung) keine attraktive Option sein dürfte. Während Biomethan bereits am Markt erhältlich ist und teilweise zum Heizen verwendet wird, ist grüner Wasserstoff derzeit noch nicht verfügbar und wird für den Einsatz in Gasheizungen auf absehbare Zeit zu teuer bleiben. Der grüne Wasserstoff wird künftig für Hochtemperaturanwendungen und die stoffliche Verwendung in der Industrie eingesetzt werden. Daher wird die Umnutzung des bestehenden Erdgasverteilnetzes als Wasserstoffnetz in dieser Wärmeplanung ausgeschlossen.

3.8 WÄRMENETZ

Aktuell besteht in Brekendorf kein Gebäude- oder Wärmenetz als zentrale Wärmeversorgung für die Gebäude.

Wärmelinienindichten stellen eine zentrale Kenngröße zur Bewertung der wirtschaftlichen Potenziale von Wärmenetzen dar. Sie geben den auf die jeweilige Straßenlänge bezogenen Wärmebedarf an, indem der Wärmebedarf der Gebäude den angrenzenden Straßenzügen zugeordnet wird. Dies ermöglicht eine differenzierte Analyse, in welchen Bereichen der Aufbau eines Wärmenetzes aufgrund der vorhandenen Nachfrage besonders wirtschaftlich erscheint. In Abbildung 3-15 sind die Wärmelinienindichten für die Gemeinde Brekendorf dargestellt.

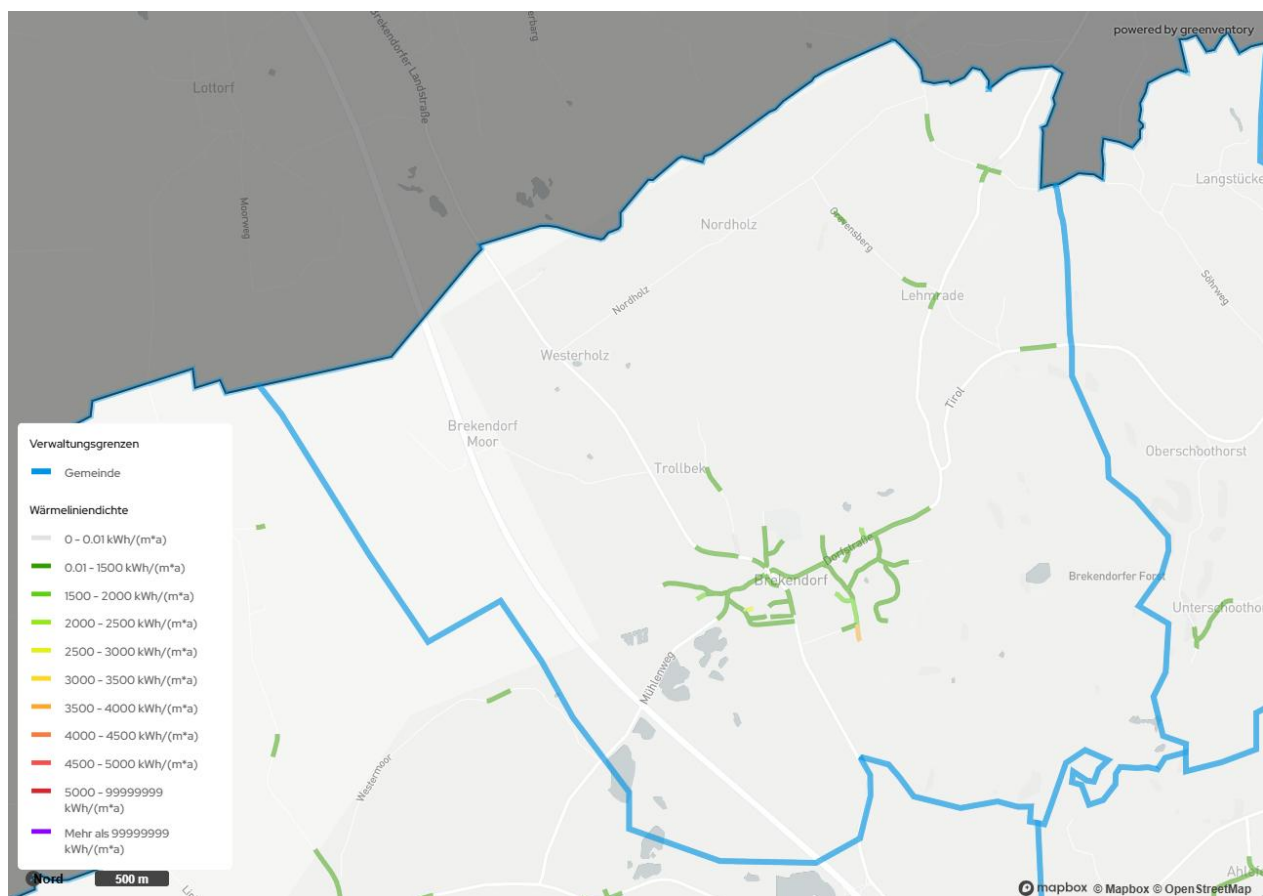


Abbildung 3-15: Wärmelinienindichten

3.9 KÄLTENETZ

In Brekendorf ist die Gebäudestruktur überwiegend von Wohnbebauung geprägt. Anders als in vielen Büro- oder Gewerbegebieten, in denen eine Klimatisierung zum Standard gehört, spielt die Kühlung von Gebäuden im Wohnbereich derzeit nur eine untergeordnete Rolle. Entsprechend ist der Kühlbedarf in den meisten Wohnhäusern sehr gering, was zu einem niedrigen potenziellen Kälteabsatz führt.

Die Erzeugung von Kälte erfolgt in den meisten Fällen dezentral über Kompressionskältemaschinen, die nach einem ähnlichen Prinzip wie Wärmepumpen arbeiten – jedoch wird hier Kälte anstelle von Wärme als Nutzenergie bereitgestellt. Dabei können aus einer Einheit Strom mehrere Einheiten Kälte erzeugt werden. In speziellen Anwendungen, wie etwa in Supermärkten, der Lebensmittelbranche oder Krankenhäusern, lässt sich die Abwärme aus Kühlprozessen zudem direkt für die Wärmeerzeugung nutzen, sofern zeitgleich ein Wärme- und ein Kühlbedarf bestehen oder Energie zwischengespeichert werden kann.

Analog zu Wärmenetzen besteht grundsätzlich auch die Möglichkeit, Kälte über ein zentrales, netzgebundenes System zu verteilen. In solchen Kältenetzen wird kaltes Wasser über Rohrleitungen zu den angeschlossenen Gebäuden transportiert. Damit ein solches System wirtschaftlich betrieben werden kann, ist jedoch ein hoher, kontinuierlicher Kältebedarf erforderlich. In einer überwiegend von Wohngebäuden geprägten Umgebung wie in Brekendorf ist diese Voraussetzung nicht erfüllt.

Aufgrund der geringen jährlichen Kühlstunden, der niedrigen zu erwartenden Anschlussquote und der hohen Investitions- und Betriebskosten eines Kältenetzes ist nicht davon auszugehen, dass sich eine zentrale Kälteversorgung in Brekendorf wirtschaftlich realisieren lässt. Im Bestand konnten zudem keine bestehenden zentralen Kältenetze identifiziert werden.

Insgesamt wird daher im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für Brekendorf kein Potenzial für die Errichtung eines Kältenetzes gesehen. Sinnvoll ist es jedoch, bei einzelnen Liegenschaften mit hohem Kühlbedarf im Rahmen von Einzelfallprüfungen zu analysieren und ob eine Kopplung von Wärme- und Kälteversorgung wirtschaftlich vorteilhaft sein könnte.

3.10 TREIBHAUSGASEMISSIONEN DER WÄRMEERZEUGUNG

In Brekendorf betragen die gesamten Treibhausgasemissionen im Wärmebereich aktuell 1.947 Tonnen pro Jahr. Sie entfallen zum größten Teil auf den Wohnsektor, gefolgt vom Gewerbe- Handels und Dienstleistungssektor und zu kleineren Teilen auf den Sektor Industrie & Produktion sowie öffentlich genutzte Gebäude (siehe Abbildung 3-16). Damit sind die Anteile der Sektoren an den Treibhausgasemissionen in etwa proportional zu deren Anteilen am Wärmebedarf (siehe Abbildung 3-8). Jeder Sektor emittiert also pro verbrauchter Gigawattstunde Wärme ähnlich viel Treibhausgas, wodurch eine Priorisierung einzelner Sektoren auf Basis der spezifischen Emissionen nicht erfolgen muss.

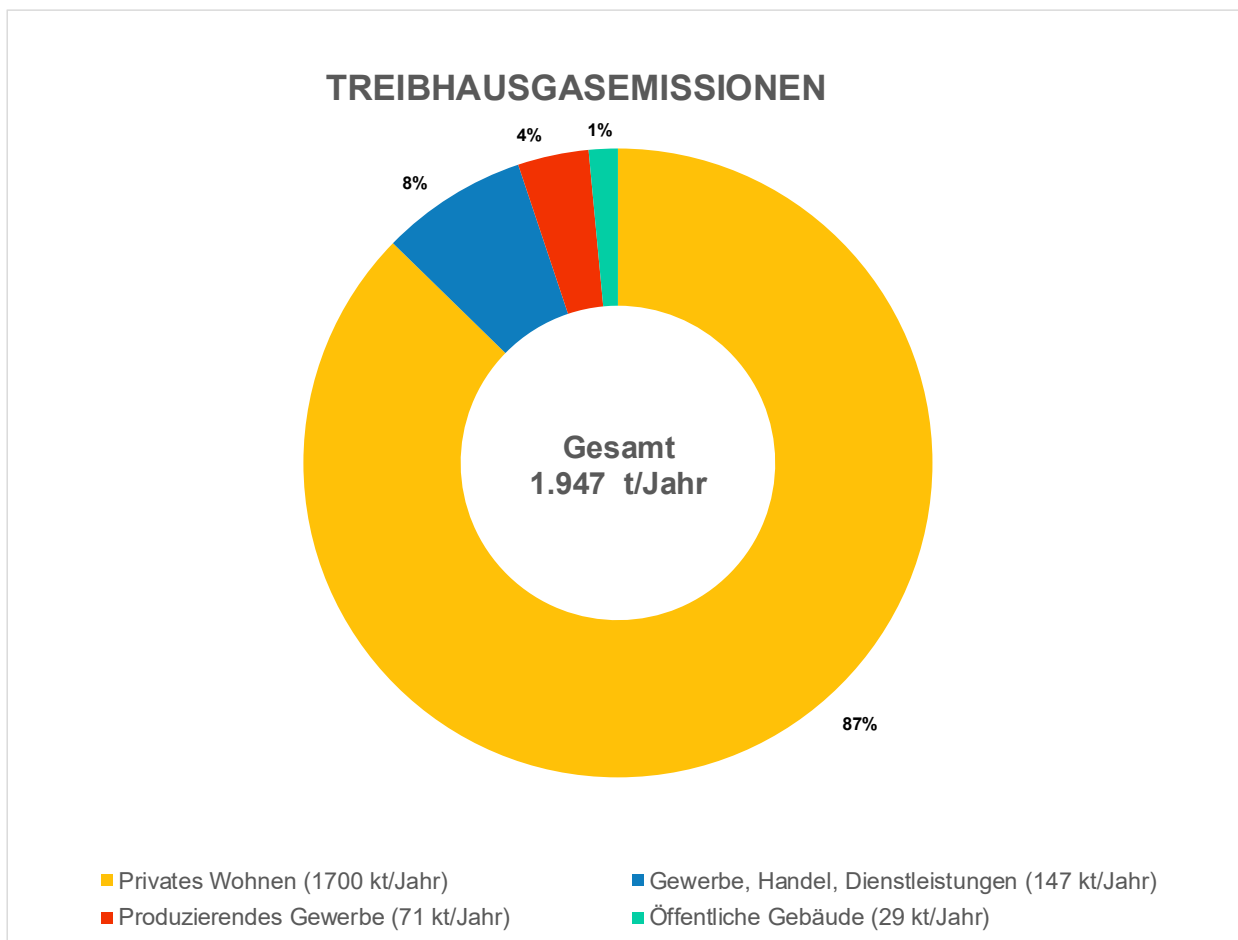


Abbildung 3-16: Treibhausgasemissionen nach Sektoren im Projektgebiet

Wie in Abbildung 3-13 dargestellt, wird der Großteil der Wärme durch Heizöl zur Verfügung gestellt. Dementsprechend ist der größte Anteil an Treibhausgasemissionen durch die Wärmeversorgung auf Heizöl als Energieträger zurückzuführen. Insgesamt verursachen die fossilen Wärmeerzeuger Erdgas, Flüssiggas, und Heizöl ca. 95 % der Emissionen im Wärmesektor im Projektgebiet. Biomasse und Strom machen nur einen geringen Bruchteil aus. An diesen Zahlen wird deutlich, dass der Schlüssel für die Reduktion der Treibhausgase in der Abkehr von fossilen Energieträgern liegt.

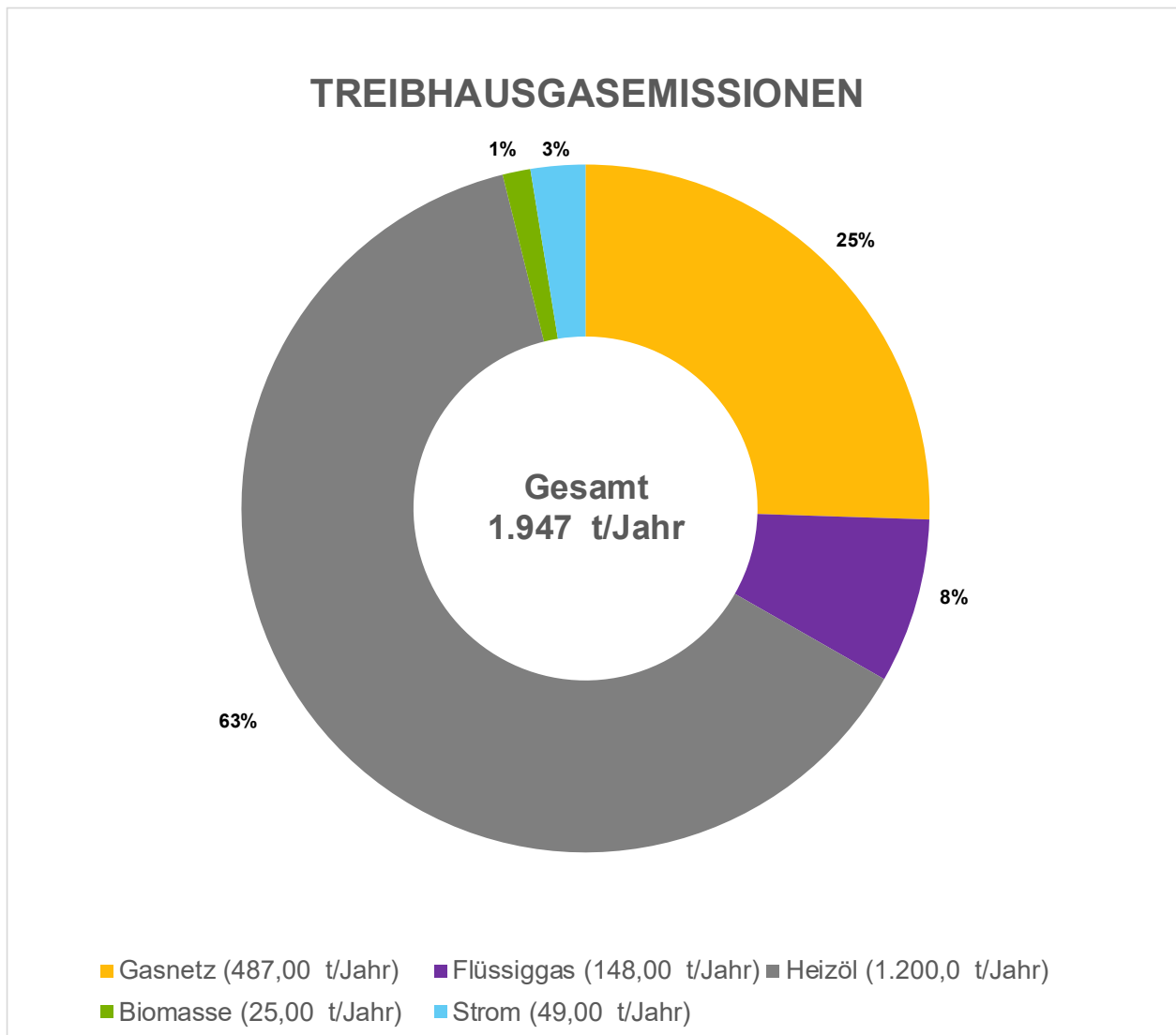


Abbildung 3-17: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Projektgebiet

Eine Reduktion der wärmebezogenen Treibhausgasemissionen bedeutet i.d.R. auch eine Verbesserung der Luftqualität, da diese auf Verbrennungsprozesse zurückzuführen sind, die neben CO₂ auch Luftschadstoffe emittieren. Dies bringt besonders in den Wohnvierteln eine erhöhte Lebensqualität mit sich. Eine Ausnahme besteht in der Umstellung des Energieträgers auf feste Biomasse. Durch die Nutzung von Biomasse werden die Treibhausgase nennenswert reduziert, die Luftschadstoffe jedoch nicht.

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Tabelle 3-1 gelistet. Bei der Betrachtung der Emissionsfaktoren wird der Einfluss der Brennstoffe bzw. Energiequellen auf den Treibhausgasausstoß deutlich. Zudem spiegelt sich die erwartete Dekarbonisierung des Stromsektors in den Emissionsfaktoren wider. Dieser entwickelt sich für den deutschen Strommix von heute 0,499 tCO₂/MWh auf zukünftig 0,015 tCO₂/MWh (Technikkatalog (Langreder et al. (Im Auftrag des BMWK)), 2024) – ein Effekt, der elektrische Heizsysteme wie Wärmepumpen zukünftig weiter begünstigen dürfte. Der zukünftige stark reduzierte Emissionsfaktor des Strommixes spiegelt die erwartete Entwicklung einer fast vollständigen Dekarbonisierung des Stromsektors wider.

Tabelle 3-1: Heizwertbezogene Emissionsfaktoren nach Energieträger (Technikkatalog (Langreder et al. (Im Auftrag des BMWK)), 2024)

ENERGIETRÄGER	EMISSIONSFAKTOREN (tCO ₂ /MWh)			
	2022	2030	2040	2045
STROM	0,499	0,110	0,025	0,015
HEIZÖL	0,310	0,310	0,310	0,310
ERDGAS	0,240	0,240	0,240	0,240
STEINKOHLE	0,400	0,400	0,400	0,400
BIOGAS	0,139	0,133	0,126	0,123
BIOMASSE (HOLZ)	0,020	0,020	0,020	0,020
SOLARTHERMIE	0,000	0,000	0,000	0,000
ABWÄRME AUS VERBRENNUNG	0,020	0,020	0,020	0,020
PROZESSABWÄRME	0,040	0,038	0,036	0,035

3.11 ZUSAMMENFASSUNG BESTANDSANALYSE

Die Gemeinde Brekendorf zeichnet sich durch eine ländliche Struktur aus. Die Siedlungsstruktur wird überwiegend durch Einfamilienhäuser geprägt. Dabei fallen ca. 15 % des Gebäudebestands in die Altersklasse 1949 bis 1978. Gebäude aus dieser Zeit bieten großes Potenzial für energetische Sanierungen, da sie häufig eine hohe Wärmedurchlässigkeit aufweisen und vor Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung entstanden sind. Dies spiegelt sich auch in den teilweise hohen Wärmebedarfen wider.

Brekendorf verzeichnet derzeit einen jährlichen Wärmebedarf von rund 7,9 GWh, wobei der Großteil auf den Wohnsektor entfällt, gefolgt von Gewerbe, Handel und Dienstleistungen. Die aktuelle Wärmeversorgung ist vor allem durch die fossilen Energieträger geprägt, die den Großteil der benötigten Endenergie bereitstellen. Die Bestandsanalyse verdeutlicht die zentrale Rolle fossiler Energieträger in der aktuellen Wärmeversorgungsstruktur, mit einem signifikanten Anteil im Wohnsektor, der sowohl die Mehrheit der Emissionen als auch der Gebäudeanzahl ausmacht. Die Treibhausgasemissionen im Wärmebereich belaufen sich derzeit auf etwa 2 Kilotonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr. Die Abkehr von Heizöl und weiteren fossilen Energieträgern zugunsten erneuerbarer Energien und emissionsärmerer Technologien ist daher eine zentrale Herausforderung für die Klimaziele der Gemeinde. Die wesentlichen Kennzahlen sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 3-2: Wesentliche Kennzahlen der Bestandsanalyse

GEBÄUDEBESTAND	536 beheizte Gebäude
WÄRMEBEDARF	7,9 GWh/a
ENDENERGIEBEDARF	8,5 GWh/a
TREIBHAUSGASEMISSIONEN DER WÄRMEERZEUGUNG	1.947 tCO ₂ e/a

4 POTENZIALANALYSE

Zur Ermittlung der technischen Potenziale wird eine umfassende Flächenanalyse durchgeführt. Dabei werden rechtliche Vorgaben des Landes sowie technische und planerische Eignungskriterien berücksichtigt. Alle Flächen, die nach diesen Kriterien grundsätzlich für die Gewinnung erneuerbarer Energien in Frage kommen, werden anschließend in drei Stufen der Eignung eingeteilt.

Diese Analyse zeigt auf, wie viel Energie in Form von Strom oder Wärme theoretisch innerhalb der Gemeindegrenzen aus erneuerbaren Quellen gewonnen werden könnte – unter der Annahme, dass alle geeigneten Flächen genutzt würden.

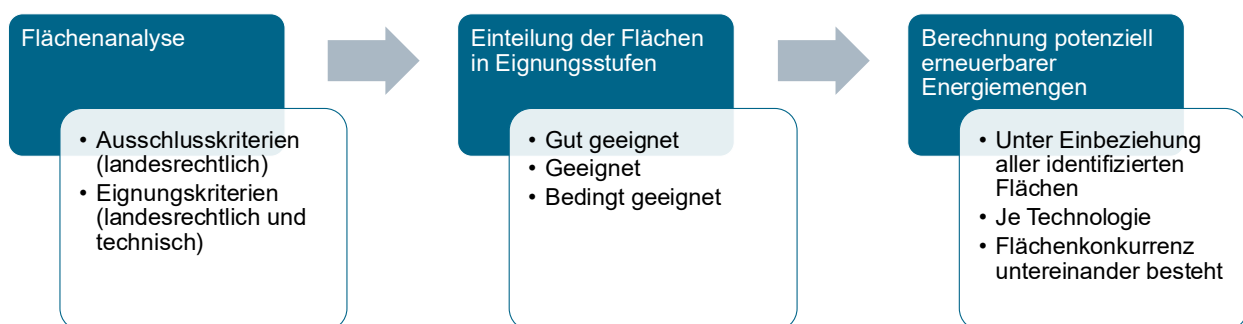


Abbildung 4-1: Vorgehen bei der Ermittlung von erneuerbaren Potenzialen

Ob diese Potenziale in der Praxis auch tatsächlich genutzt werden können, hängt allerdings von weiteren Faktoren ab: zum Beispiel von der Wirtschaftlichkeit, den Eigentumsverhältnissen, möglichen anderen Nutzungsinteressen oder zusätzlichen lokalen Vorgaben. Diese Aspekte müssen daher im Rahmen konkreter Vorhaben geprüft und die tatsächliche Nutzbarkeit der jeweiligen Fläche sichergestellt werden.

4.1 ERFASSTE POTENZIALE

Die Potenzialanalyse konzentriert sich auf die technischen Möglichkeiten zur Erschließung erneuerbarer Wärmequellen im Gebiet der Kommune. Grundlage sind umfangreiche Daten aus öffentlich zugänglichen Quellen. Durch die Analyse werden diese Potenziale räumlich abgegrenzt und in ihrer möglichen Nutzungsmenge abgeschätzt. Neben erneuerbaren Wärmequellen wird auch das Potenzial für die lokale Erzeugung von erneuerbarem Strom bewertet.

Im Einzelnen werden die folgenden Energiequellen berücksichtigt und sofern vorhanden deren Energiepotenziale erfasst:

- Biomasse: Erschließbare Energie aus organischem Material
- Windkraft: Stromerzeugungspotenzial aus Windenergie
- Solarthermie (Freifläche & Dach): Nutzbare Wärmeenergie aus Sonnenstrahlung
- Photovoltaik (Freifläche & Dach): Stromerzeugung durch Sonneneinstrahlung
- Oberflächennahe Geothermie: Nutzung des Wärmepotenzials der oberen Erdschichten (mittels Erdwärmesonden oder -kollektoren)
- Luftwärmepumpe: Nutzung der Umweltwärme der Umgebungsluft
- Gewässerwärmepumpe (Flüsse und Seen): Nutzung der Umweltwärme der Gewässer
- Abwärme aus Klärwerken: Nutzbare Restwärme aus Abwasserbehandlungsanlagen

- Industrielle Abwärme: Erschließbare Restwärme aus industriellen Prozessen



Abbildung 4-2: Vorgehen und Datenquellen der Potenzialanalyse

4.2 METHODE

Als Basis für die Potenzialanalyse wird eine stufenweise Eingrenzung der Potenziale vorgenommen. Dafür werden alle Flächen der Kommune auf ihre technologieabhängige Eignung analysiert und ihnen technologiespezifische Parameter (z. B. Windgeschwindigkeit oder solare Einstrahlung) zugeordnet. Die Schritte zur Erhebung des Potenzials sind folgende:

1. Erfassung von strukturellen Merkmalen aller Flächen des Untersuchungsgebietes.
2. Eingrenzung der Flächen anhand harter und weicher Restriktionskriterien sowie weiterer technologiespezifischer Einschränkungen (beispielsweise Mindestgrößen von Flächen für PV-Freiflächen).
3. Berechnung des jährlichen energetischen Potenzials der jeweiligen Fläche oder Energiequelle auf Basis aktuell verfügbarer, markterprobter Technologien.

In Tabelle 4-1 ist eine Auswahl der wichtigsten für die Analyse herangezogenen Flächenkriterien aufgeführt.

Tabelle 4-1: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien

POTENZIAL	WICHTIGSTE KRITERIEN (AUSWAHL)
ELEKTRISCHE POTENZIALE	
WINDKRAFT	Abstand zu Siedlungsflächen sowie Waldgebieten, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte
PV FREIFLÄCHEN	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte
PV DACHFLÄCHEN	Dachflächen, Mindestgrößen, Gebäudetyp, techno-ökonomische Anlagenparameter
THERMISCHE POTENZIALE	
ABWÄRME AUS KLÄRWERKEN	Klärwerk-Standorte, Anzahl angeschlossener Haushalte, techno-ökonomische Anlagenparameter
INDUSTRIELLE ABWÄRME	Wärmemengen, Temperaturniveau, zeitliche Verfügbarkeit
BIOMASSE	Landnutzung, Naturschutz, Hektarerträge von Energiepflanzen, Heizwerte, techno-ökonomische Anlagenparameter
SOLARTHERMIE FREIFLÄCHEN	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte, Nähe zu Wärmeverbrauchern
SOLARTHERMIE DACHFLÄCHEN	Dachflächen, Mindestgrößen, Gebäudetyp, techno-ökonomische Anlagenparameter
OBERFLÄCHENNAHE GEOTHERMIE	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Wasserschutzgebiete, Nähe zu Wärmeverbrauchern
LUFTWÄRMEPUMPE	Grundstücks- und Gebäudeflächen, Gebäudealter, techno-ökonomische Anlagenparameter, lärmschutzbedingte Abstände zu Nachbargebäuden
GROßWÄRMEPUMPEN FLÜSSE UND SEEN	Landnutzung, Naturschutz, Temperatur- und Abflussdaten der Gewässer, Nähe zu Wärmeverbrauchern, techno-ökonomische Anlagenparameter

Diese Kriterien entsprechen den geltenden bundes- und landesrechtlichen Vorgaben. Die auf dieser Basis durchgeführte Analyse ersetzt jedoch nicht die stadt- oder raumplanerischen Abwägungen, die im Rahmen kommunaler Entscheidungsprozesse erforderlich sind – insbesondere bei konkurrierenden Flächennutzungen.

Natur- und umweltschutzfachliche Gebietsbeschränkungen, die in die Ermittlung der Potenzialflächen eingeflossen sind, sind in der Abbildung 4-3 dargestellt.

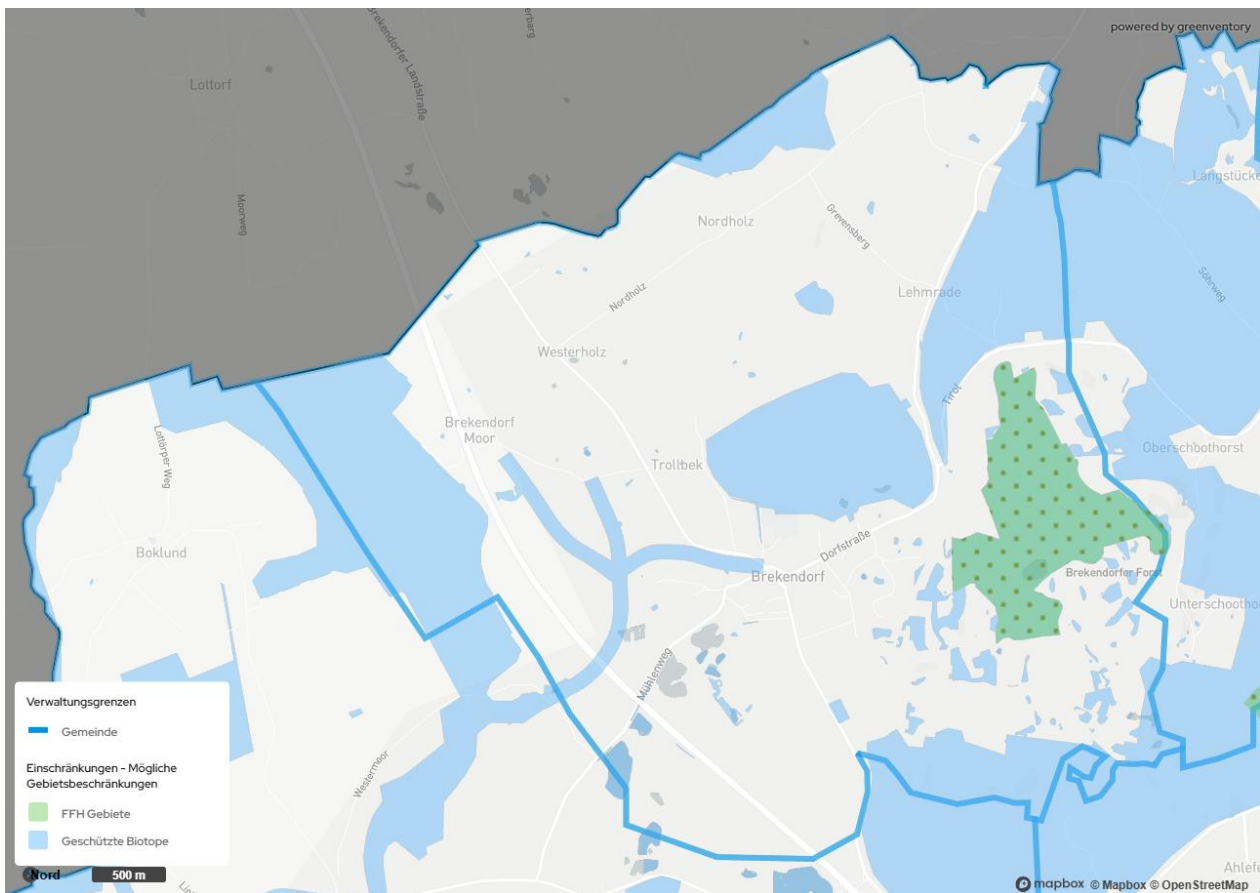


Abbildung 4-3: Natur- und umweltfachliche Gebietsbeschränkungen

Ziel der Potenzialanalyse im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ist es, aufzuzeigen, welche Möglichkeiten zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen bestehen – und in welchem Maß sich der Wärmebedarf der Kommune bilanziell durch lokale Quellen decken ließe. Darüber hinaus können Flächen identifiziert werden, die in unmittelbarer Nähe zu bestehenden oder geplanten Wärmenetzen liegen und sich besonders gut für eine zukünftige Versorgung dieser Netze eignen. Bei der späteren konkreten Entwicklung solcher Flächen spielen neben der technischen Umsetzbarkeit auch wirtschaftliche und gesellschaftliche Aspekte eine entscheidende Rolle. Es ist wichtig zu betonen, dass die kommunale Wärmeplanung (KWP) keine umfassende Potenzialstudie darstellt. Welche Potenziale tatsächlich realisierbar sind, wird erst in den folgenden kommunalen Planungs- und Entscheidungsprozessen ermittelt.

4.3 POTENZIALE ZUR STROMERZEUGUNG

Die Potenzialanalyse im Projektgebiet zeigt verschiedene Möglichkeiten auf, wie vor Ort erneuerbarer Strom erzeugt werden kann (siehe Abbildung 4-4). Diesen Potenzialen wird der Strombedarf gegenübergestellt, der notwendig wäre, um den gesamten kommunalen Wärmebedarf durch den Einsatz von Wärmepumpen zu decken.

Für diese Abschätzung wird von einer durchschnittlichen Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen von 3,15 ausgegangen. Das bedeutet: Eine Wärmepumpe liefert im Jahresmittel das 3,15-Fache der eingesetzten Strommenge als nutzbare Wärme.

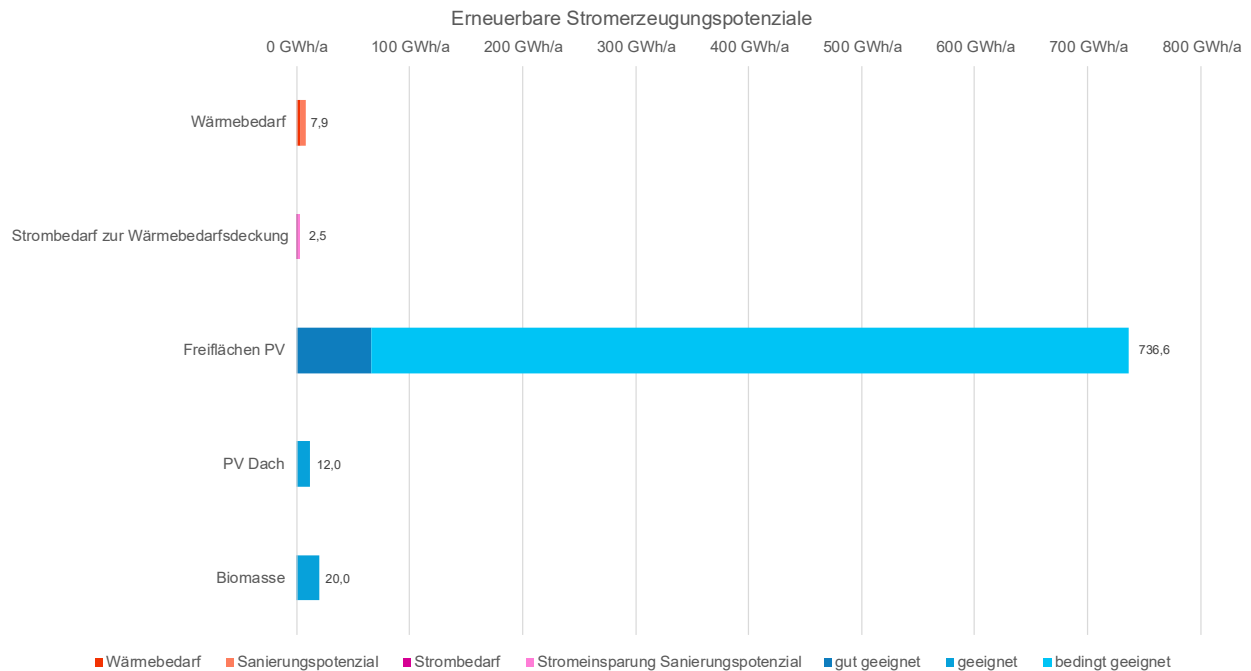


Abbildung 4-4: Erneuerbare Strompotenziale im Projektgebiet

BIOMASSE

Biomasse kann sowohl zur Wärmeerzeugung als auch zur Stromproduktion genutzt werden – entweder durch direkte Verbrennung oder durch Vergärung zu Biogas und anschließende Verbrennung. Für die Bewertung des Biomassepotenzials im Untersuchungsgebiet werden nur solche Flächen berücksichtigt, die außerhalb von Naturschutzgebieten liegen. Betrachtet werden Energiepflanzen und Grünschnitt aus landwirtschaftlich genutzten Flächen, Restholz aus Wäldern sowie organische Abfälle aus Städten und Gemeinden (z. B. Bioabfall aus Haushalten).

Die Berechnung der verfügbaren Potenziale basiert auf durchschnittlichen Erträgen je Hektar sowie auf der Einwohnerzahl für städtische Biomasse. Zusätzlich fließen wirtschaftliche Faktoren in die Bewertung ein – etwa die Effizienz der Nutzung von Energiepflanzen wie Mais oder die eingeschränkte Verwertbarkeit von Gras und Stroh.

Die Analyse zeigt, die im Untersuchungsgebiet vorhandene Biomasse könnte lediglich einen geringen Beitrag zur Deckung des Strombedarfs durch Wärmepumpen leisten. Auch wenn das Potenzial zur Stromerzeugung aus der Biomasse im technischen Potenzial groß ausfällt, kann es nur einen begrenzten Anteil an der Deckung des Strombedarfs ausmachen, da zum einen Flächenkonkurrenz zur Landwirtschaft besteht und zum anderen Biomasse nur begrenzt zu Stromerzeugung eingesetzt werden darf. Bei der Stromerzeugung wird die erzeugte Jahresmenge über die Flexibilisierung der Biogasanlagen begrenzt. In Abbildung 4-5 sind die Flächen im Gemeindegebiet, die für eine energetische Nutzung von Biomasse in Frage kommen dargestellt.

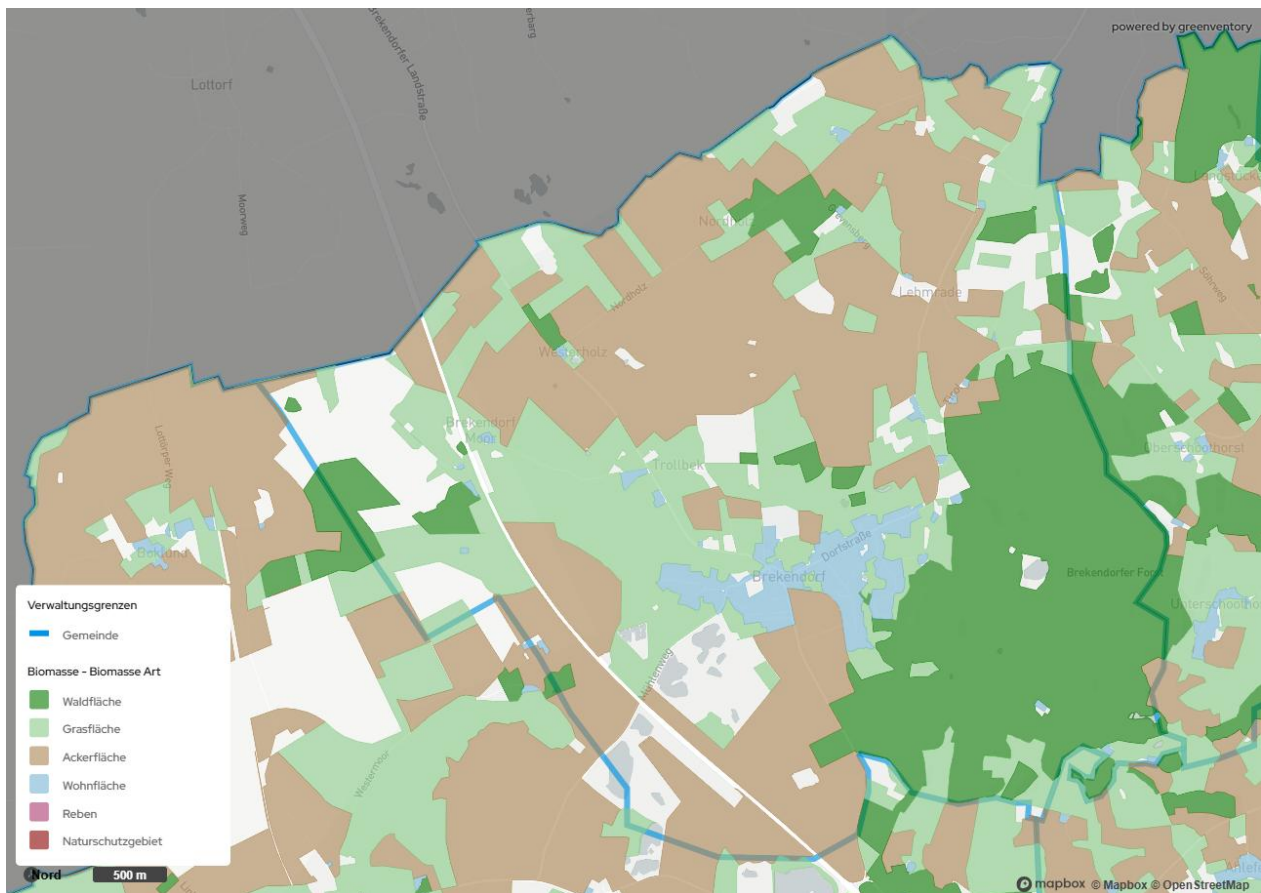


Abbildung 4-5: Art der verfügbaren Biomasse im Untersuchungsgebiet

WINDKRAFT

Windkraftanlagen nutzen die Kraft des Windes zur Stromerzeugung und spielen eine zentrale Rolle in der Energiewende – insbesondere als sonnenscheinunabhängige Ergänzung zu Solarstrom. Sie liefern auch in den sonnenärmeren Wintermonaten größere Energiemengen und sind daher besonders interessant zur Versorgung von Anlagen, in denen Strom zur Wärmeerzeugung genutzt wird.

Im Rahmen der Potenzialanalyse werden geeignete Flächen unter Berücksichtigung technischer und ökologischer Ausschlusskriterien sowie gesetzlich vorgeschriebene Mindestabstände zu Siedlungen und Schutzgebieten ermittelt. Als „gut geeignet“ gelten jene Gebiete, in denen Windenergieanlagen voraussichtlich mindestens 1.900 Volllaststunden pro Jahr erreichen – ein Maß für eine wirtschaftlich sinnvolle Nutzung.

Für die Potenzialberechnung werden die lokalen Windverhältnisse ausgewertet und mit dem Ertrag spezifischer Anlagentypen verknüpft. Auf dieser Basis wird abgeschätzt, wie viel Strom an einem Standort realistisch erzeugt werden kann.

In der Gemeinde Brekendorf befindet sich jedoch keine Potenzialfläche zur Aufstellung von Windkraftanlagen im Untersuchungsgebiet.

PHOTOVOLTAIK

Photovoltaik stellt im Gebiet der Kommune das größte erneuerbare Stromerzeugungspotenzial dar. Dabei wird zwischen zwei Anwendungsformen unterschieden: Photovoltaik auf Dachflächen und Freiflächen-Photovoltaik.

Für die Analyse des Freiflächenpotenzials wurden zunächst alle Flächen einbezogen, die keinen harten Restriktionen (z. B. Naturschutzgebiete, Überschwemmungsflächen, extreme Hanglagen oder gesetzlich festgelegte Abstandsflächen) unterliegen und gleichzeitig die technischen Anforderungen an Bau und Betrieb von PV-Anlagen erfüllen.

Für jede geeignete Fläche wurde mit Hilfe eines digitalen Geländemodells ermittelt, wie die Solarmodule optimal platziert werden können. Dabei wurden Verschattungen, Sonneneinstrahlung, die Geländeneigung sowie ein Mindestwert an Volllaststunden berücksichtigt. So ergibt sich eine realistische Schätzung des jährlich erzielbaren Energieertrags pro Fläche.

Ein großer Vorteil der PV-Freiflächen liegt in der Flexibilität der Standortwahl: Für den Betrieb von großen Wärmepumpenanlagen ist es nicht notwendig, dass sich Stromerzeugung und -nutzung unmittelbar beieinander befinden – was die Integration erneuerbarer Energien in die kommunale Wärmeversorgung deutlich erleichtert. Soll der Strom jedoch ohne Durchleitung durch das öffentliche Stromnetz unter Einsparung der Netzentgelte genutzt werden, wird diese Flexibilität eingeschränkt. Investitionen in eine Direktleitung fallen höher aus, je weiter Stromerzeugung und Stromnutzung auseinander liegen.

Die Nutzung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen geht im Vergleich zu anderen untersuchten Potenzialen der Stromerzeugung mit einem erhöhten Risiko von Flächenkonflikten einher, insbesondere im Hinblick auf konkurrierende Nutzungsansprüche wie die landwirtschaftliche Produktion. Daher ist eine sorgfältige Abwägung zwischen den unterschiedlichen Nutzungsinteressen erforderlich. Die Auswahl geeigneter Standorte sollte unter Berücksichtigung raumordnerischer, ökologischer und landwirtschaftlicher Kriterien mit besonderer Sorgfalt

erfolgen. Für die Gemeinden im Amt wurde 2022 bereits ein ausführliches PV-Freiflächenkonzept durchgeführt. In der Gemeinde Brekendorf wurden mehrere Flächen im Standortkonzept für PV-Freiflächen ausgewiesen. In der Abbildung 4-6 sind die geeigneten Flächen des ermittelten PV-Freiflächenpotenzials, sowie die von der Gemeinde festgelegte Eignungsfläche aus dem PV-Standortkonzept dargestellt.

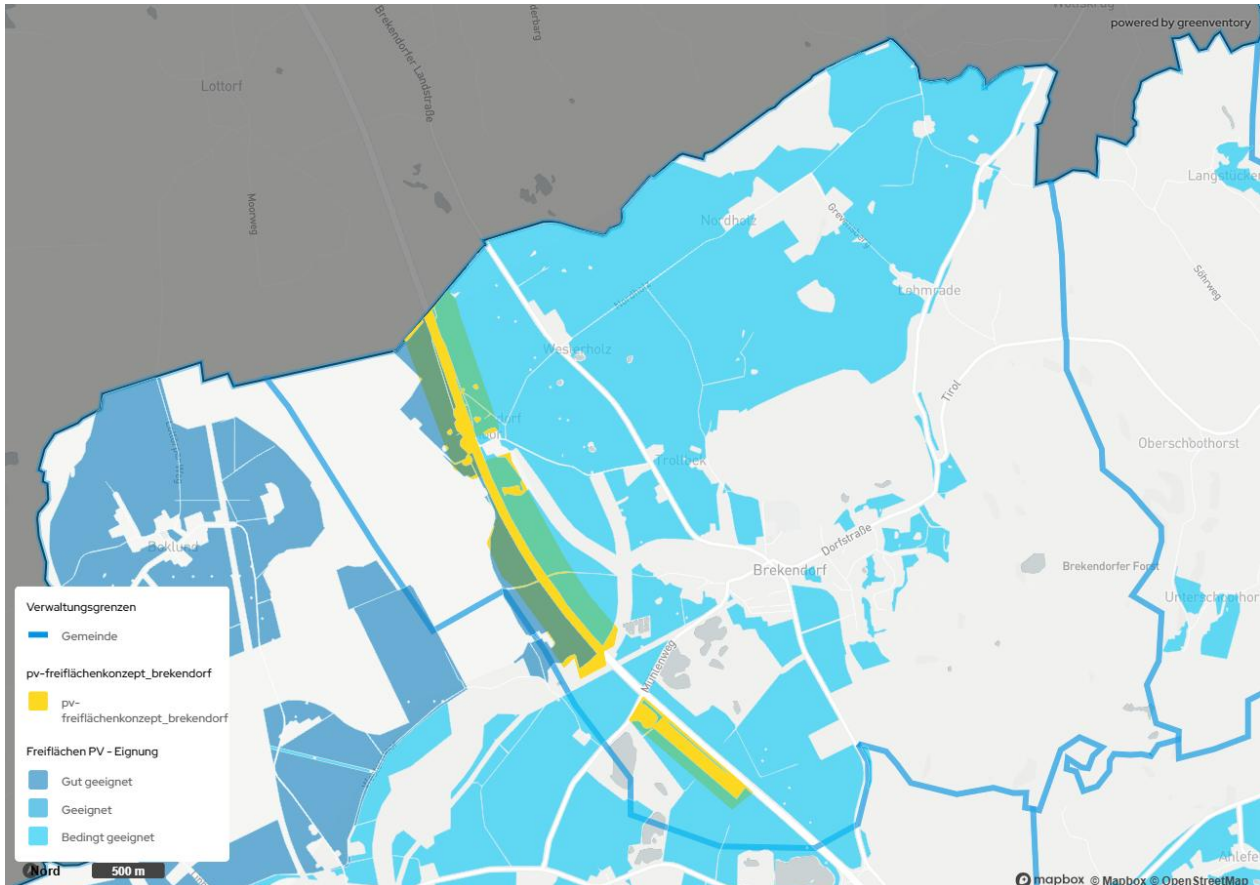


Abbildung 4-6: PV-Freiflächenpotenzial und Eignungsgebiet aus dem PV-Standortkonzept der Gemeinde (gelb)

Auch das Potenzial für Photovoltaikanlagen auf Dachflächen kann einen großen Beitrag zur Deckung des zusätzlichen Wärmebedarfs durch die Wärmebereitstellung leisten. Dachflächen-PV bietet den Vorteil, dass das Potenzial ohne zusätzlichen Flächenbedarf oder Flächenkonflikte ausgeschöpft werden kann.

Für die Analyse wurde auf Grundlage der Empfehlungen der KEA-BW (2024) angenommen, dass rund 50 % der Dachflächen von Gebäuden mit mehr als 50 m² für Photovoltaik nutzbar sind. Die Berechnung der jährlichen Stromerzeugung basiert auf einem standardisierten Ertrag von 160 kWh pro Quadratmeter und Jahr.

Im Vergleich zu Freiflächenanlagen sind die Investitionskosten pro erzeugte Kilowattstunde bei Dachanlagen in der Regel etwas höher, unter anderem durch individuelle bauliche Voraussetzungen und aufwendigere Installationen. Besonders interessant wird die Dachflächen-PV in Kombination mit Wärmepumpen, zur Deckung des Strombedarfs der Warmwasserbereitung im Sommer und der Beheizung in den Übergangszeiten. Die Abbildung 4-7 verschafft einen Überblick über die potenziellen Stromerträge durch Aufdach-PV in der Gemeinde.

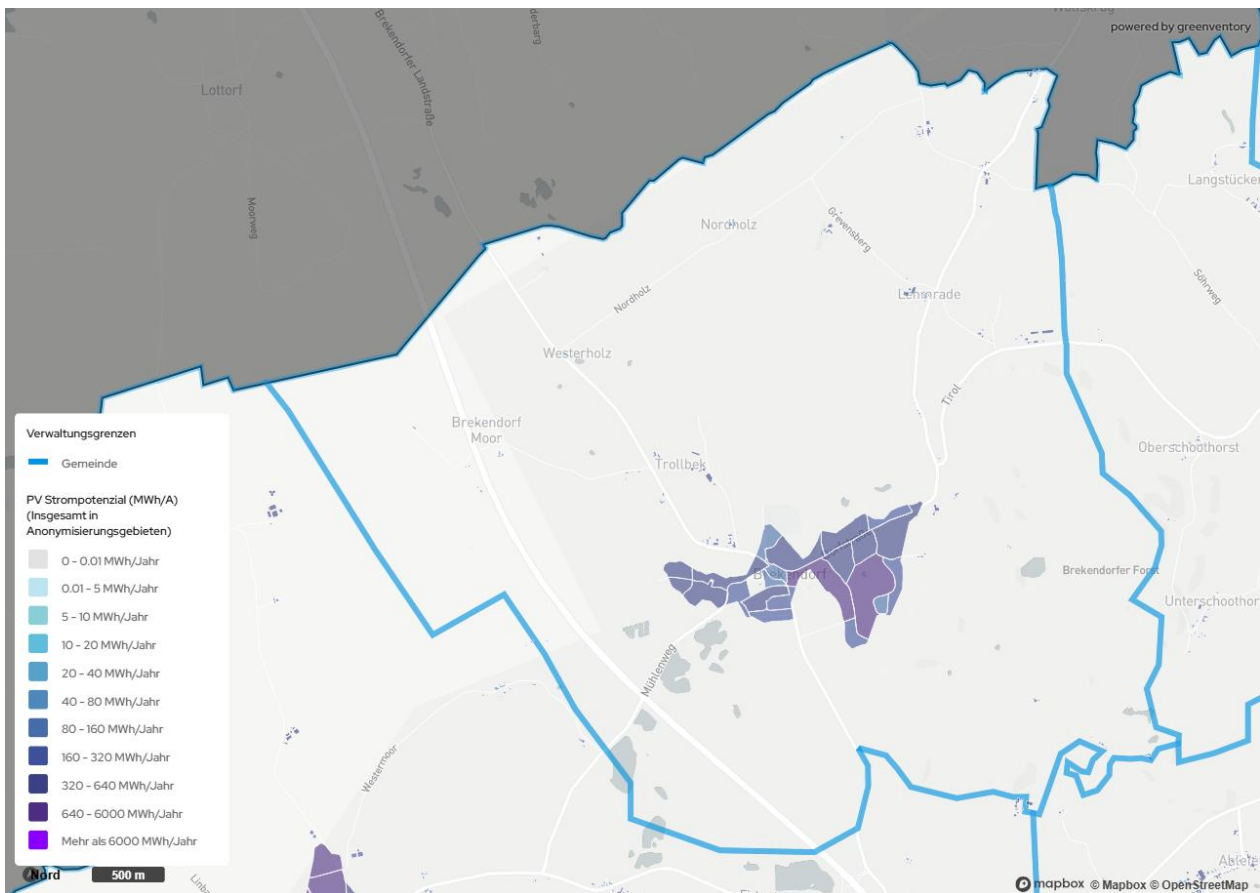


Abbildung 4-7: Potenzial für PV-Strom auf Dachflächen nach Baublock

Die Potenzialanalyse zeigt, dass sich im Untersuchungsgebiet vielfältige Möglichkeiten zur erneuerbaren Stromerzeugung bieten. Jede dieser Optionen bringt jedoch ihre eigenen Herausforderungen und Kostenstrukturen mit sich.

Vor der Projektierung und Umsetzung konkreter Vorhaben sollten daher neben der technischen Machbarkeit auch die ökonomischen Rahmenbedingungen und die soziale Akzeptanz sorgfältig abgewogen werden. Wo immer möglich, sollte die Nutzung vorhandener Dachflächen und anderweitig versiegelter Fläche der Errichtung von Anlagen auf Freiflächen vorgezogen werden, um Flächenkonflikte zu vermeiden.

4.4 POTENZIALE ZUR WÄRMEERZEUGUNG

Die Analyse der thermischen Potenziale zeigt eine Vielzahl an Möglichkeiten für die lokale Wärmeversorgung (siehe Abbildung 4-8). Diesen Potenzialen wird der Gesamtwärmebedarf aller Gebäude in der Kommune gegenübergestellt.

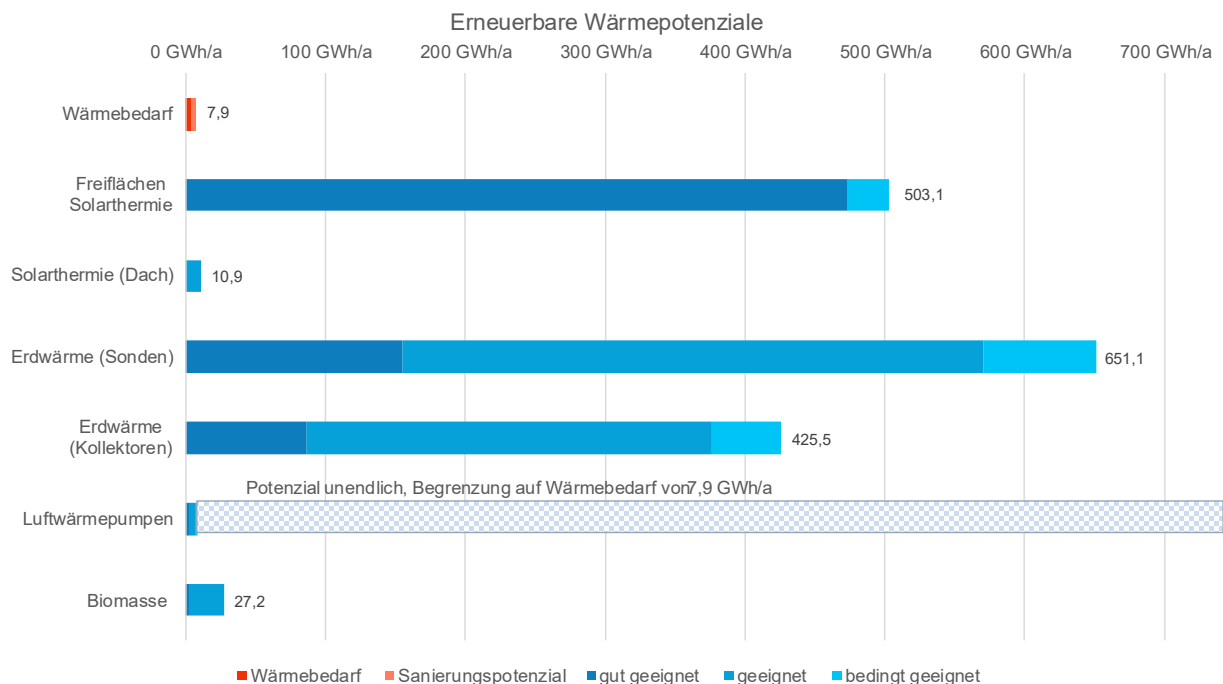


Abbildung 4-8: Erneuerbare Wärmepotenziale im Projektgebiet

SOLARTHERMIE

Solarthermie bietet ein relevantes Potenzial für die lokale Wärmeversorgung. Dabei wird Sonnenstrahlung mithilfe von Kollektoren in Wärme umgewandelt, die anschließend zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung genutzt werden kann.

Für die Nutzung auf Freiflächen werden nur solche Gebiete berücksichtigt, die technisch geeignet sind und keinen Ausschlusskriterien unterliegen – etwa außerhalb von Naturschutzgebieten, Wäldern oder bebauten Flächen. Kleine Flächen unter 500 m² sowie Gebiete, die mehr als 1.000 m von bestehenden Siedlungen entfernt liegen, werden aus wirtschaftlichen Gründen ausgeschlossen. Die potenziell geeigneten Flächen ähneln jenen, die auch für Freiflächen-Photovoltaikanlagen in Frage kommen. Zur Berechnung des möglichen Energieertrags werden Einstrahlungswerte, Verschattung und ein technischer Reduktionsfaktor für den realistischen Jahresertrag einbezogen. Die ermittelten Eignungsgebiete sind in Abbildung 4-9 dargestellt.

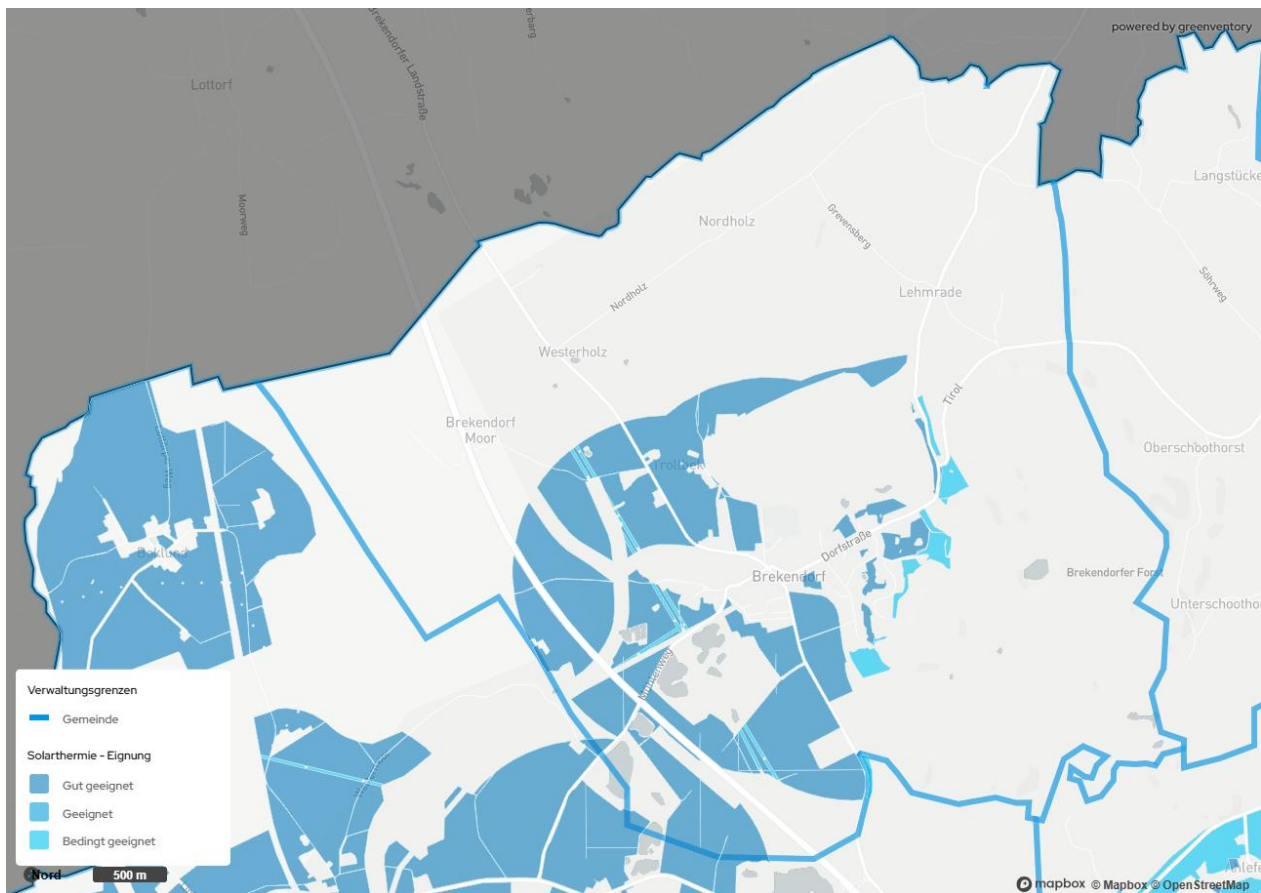


Abbildung 4-9: Eignungsgebiete für Freiflächen Solarthermie

Für die konkrete Planung sind jedoch weitere Aspekte entscheidend: Anbindungsmöglichkeiten an Wärmenetze sowie Flächen für (saisonale) Wärmespeicher, die die Wärme über Tage bis hin zu mehreren Monaten puffern können.

Zu beachten ist außerdem die Flächenkonkurrenz zwischen Freiflächen-Solarthermie und Freiflächen-Photovoltaik, da beide Technologien häufig ähnliche Standortanforderungen stellen.

Auch auf Dachflächen kann Solarthermie eingesetzt werden – vor allem zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung. Zur Ermittlung des Potenzials, werden zunächst alle Gebäude mit mindestens 50 m² Dachfläche als geeignet eingestuft, von denen jeweils ein Viertel der Dachfläche für Solarthermie in die Potenzialermittlung einbezogen wird. Die Solarthermie konkurriert direkt mit Photovoltaik-Anlagen um dieselben Dachflächen, weshalb eine individuelle Abwägung je nach Gebäude und Nutzungskonzept sinnvoll ist. Das Potenzial wird in Abbildung 4-10 räumlich verortet dargestellt.

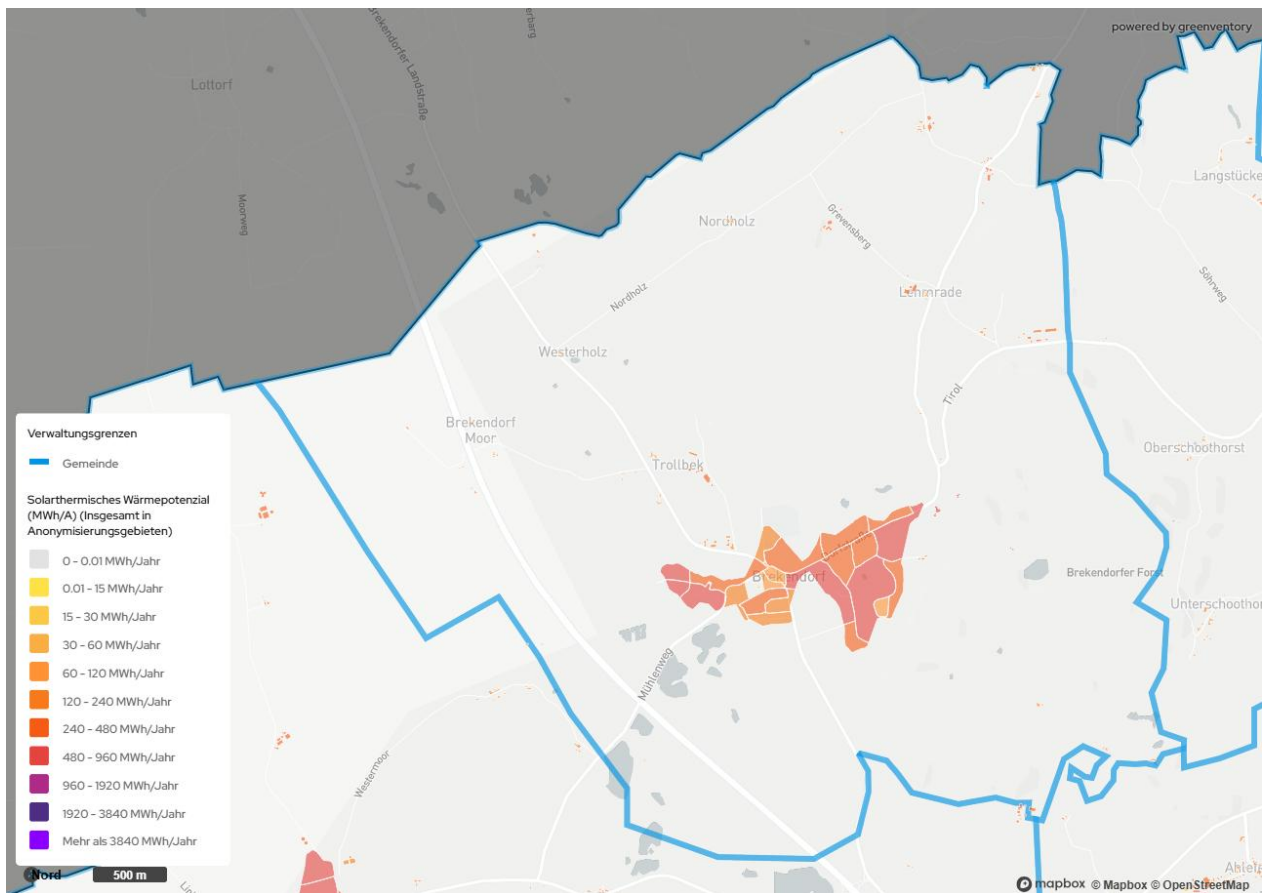


Abbildung 4-10: Potenzial für Solarthermie auf Dachflächen nach Baublock

WÄRMEPUMPEN

Wärmepumpen zählen heute zu den etablierten Schlüsseltechnologien für eine klimafreundliche Wärmeversorgung. Sie nutzen Umweltwärme – etwa aus der Luft, dem Boden oder dem Grundwasser – um Gebäude zu beheizen und Warmwasser bereitzustellen. Dabei arbeiten sie nach dem Prinzip eines umgekehrten Kältschranks: Ein Kältemittel nimmt Wärme bei niedriger Temperatur auf, wird durch Verdichtung erhitzt und gibt die Wärme anschließend an das Heizsystem ab.

LUFT-WÄRMEPUMPEN

Luftwärmepumpen sind besonders flexibel einsetzbar und benötigen keine aufwendige Erschließung einer Wärmequelle (Boden, Wasser, Abwärme, etc.). Sie eignen sich gut für den Einsatz bei Ein- und Zweifamilienhäusern sowie kleineren bis mittleren Mehrfamilienhäusern.

Auch für den Betrieb in Wärmenetzen – z. B. mit zentralen Anlagen im Bereich von ein bis vier Megawatt – sind Luftwärmepumpen geeignet. Ein großer Vorteil ist, dass sie unabhängig von Grundstücksgrößen eingesetzt werden können. Einschränkungen ergeben sich jedoch durch Lärmschutzregelungen, die insbesondere in dicht besiedelten Gebieten berücksichtigt werden müssen.

Da Luftwärmepumpen theoretisch unbegrenzt Umweltwärme nutzen können, orientiert sich ihre Potenzialabschätzung direkt am Wärmebedarf der Gebäude. In der Praxis decken Luftwärmepumpen meist den Eigenbedarf einzelner Gebäude und werden als dezentrale Heizanlagen betrieben. Abbildung 4-11 stellt die potenziellen Aufstellflächen für Luftwärmepumpen im Gemeindegebiet dar.



Erdwärmekollektoren nutzen die konstante Temperatur wenige Meter unter der Erdoberfläche. Ein horizontal verlegtes Rohrsystem nimmt die Wärme auf und leitet sie an die Wärmepumpe weiter. Die Kollektoren benötigen allerdings größere freie Grundstücksflächen, die nicht versiegelt oder bebaut sein dürfen.

Seite 41 von 84
www.ipp-esn.de

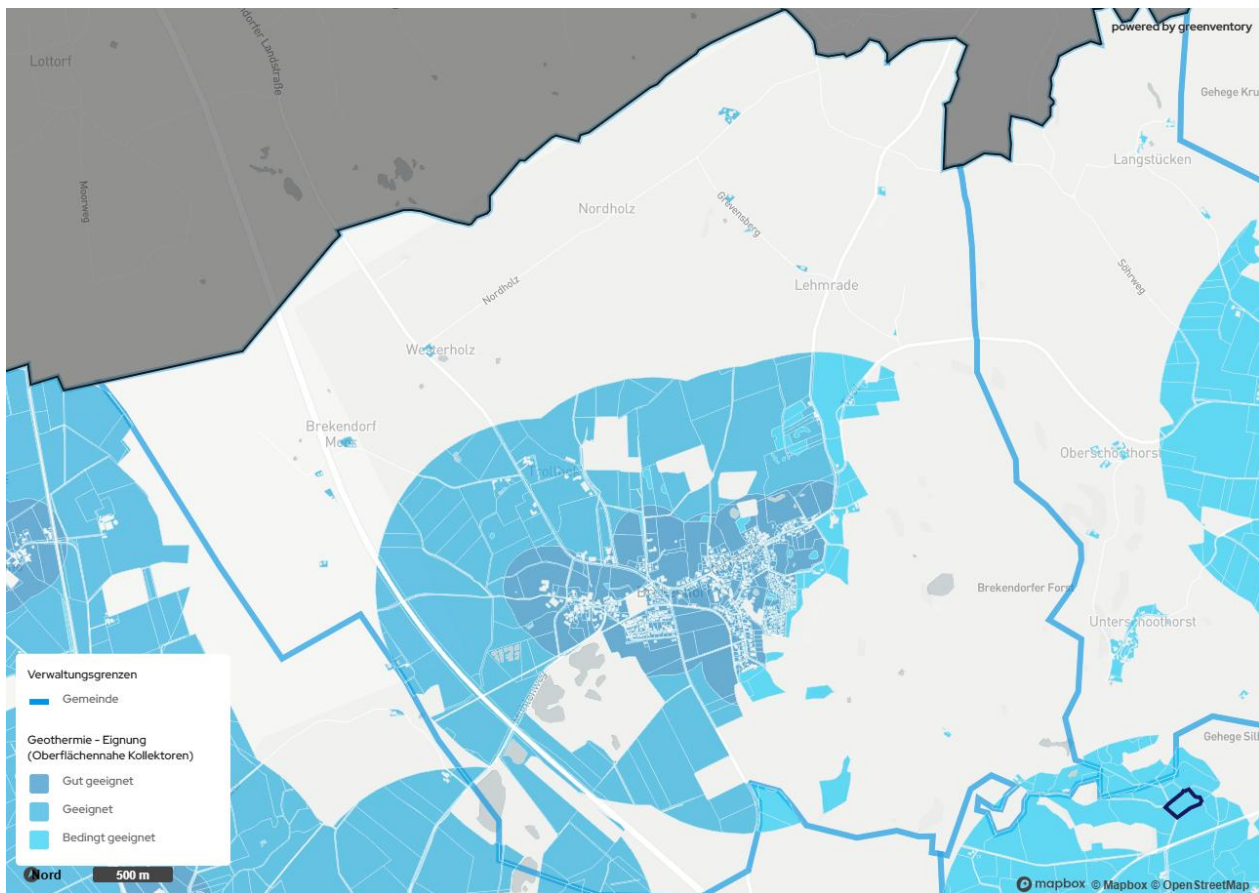


Abbildung 4-12: Eignungsgebiete für Erdwärme-Kollektoren

ERDWÄRMESONDEN

Ein weiteres Einsatzfeld für Wärmepumpen ist die Nutzung von Erdwärmesonden, die bis zu 100 Meter tief in den Boden reichen. Diese Technologie kann in Wohn- und Gewerbegebieten eingesetzt werden, sofern die geologischen Voraussetzungen stimmen.

Bei der Potenzialermittlung werden unter anderem die Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds (je höher, desto besser die Eignung) sowie Kennzahlen für den Energieertrag pro Sondenmeter berücksichtigt. Als Flächen ausgeschlossen werden Gewässer sowie Naturschutzgebiete. Darüber hinaus gilt auch hier: Trinkwasserschutzgebiete und geologische Besonderheiten können die Genehmigung erheblich einschränken oder ausschließen. Die ermittelten Eignungsgebiete für Erdwärmesonden sind in der Abbildung 4-13 dargestellt.

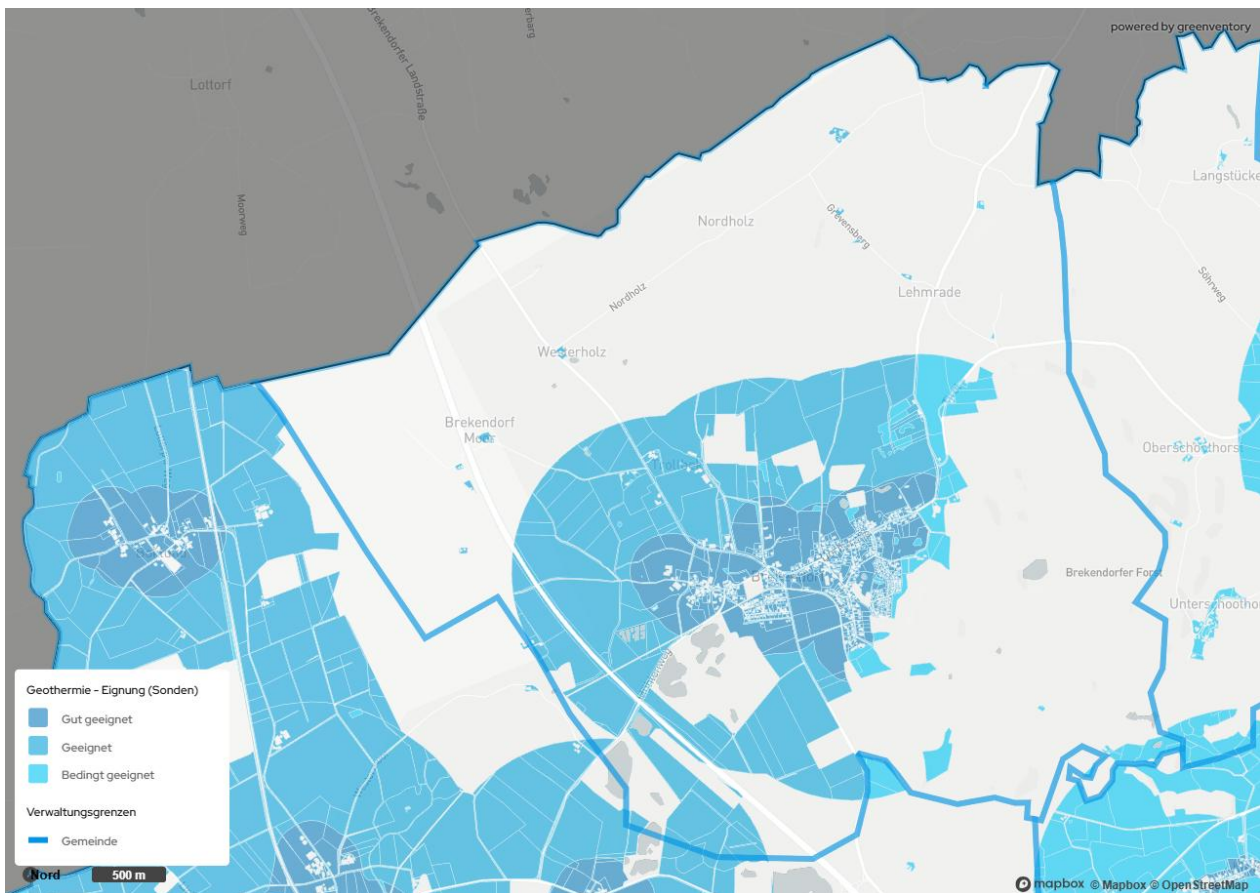


Abbildung 4-13: Eignungsgebiete für Erdwärme-Sonden

Unabhängig von der Wärmequelle ist für den wirtschaftlichen und energetisch sinnvollen Betrieb einer Wärmepumpe entscheidend, dass Temperaturhübe möglichst geringgehalten werden. Das bedeutet: Je niedriger die benötigte Vorlauftemperatur im Gebäude, desto effizienter arbeitet die Wärmepumpe. Daher sind niedertemperaturfähige Heizsysteme wie Fußbodenheizungen oder großflächige Heizkörper besonders geeignet.

TIEFENGEOthermie

Tiefengeothermie nutzt die Erdwärme in Tiefenlagen zwischen 400 und 5.000 Metern zur nachhaltigen Wärmeerzeugung. Voraussetzung für die Errichtung und den Betrieb einer tiefengeothermischen Anlage sind sogenannte hydrothermale Nutzhorizonte im Untergrund. Diese geologischen Schichten müssen über bestimmte physikalische Eigenschaften verfügen, insbesondere eine Porosität von mindestens 20 % damit ausreichend Wasser im Gestein vorhanden sein kann und eine Permeabilität (Durchlässigkeit) von über 500 Millidarcy (mD), damit das Thermalwasser gut fließen kann. Außerdem muss eine ausreichende Mächtigkeit (Dicke) der Gesteinsformation vorliegen, um einen geeigneten Nutzhorizont erschließen zu können.

In Norddeutschland kommen für diese Anforderungen vor allem tiefliegende Sandsteinformationen infrage – darunter Formationen des Doggers, Râth oder des mittleren Buntsandsteins. Diese dürfen in einer maximalen Tiefe von bis zu 2.500 m liegen, da anderenfalls eine zu starke Verdichtung des Gesteins zu erwarten ist.

Eine Analyse der öffentlich zugänglichen geologischen Daten hat ergeben, dass unter dem Gebiet der Hüttener Berge Formationen des oberen Keupers im Untergrund vorhanden sind. Der obere

Keuper weist dabei eine geringe Mächtigkeit auf. Daher ist eine Nutzbarkeit der hydrothermalen Horizonte in den Hüttener Berge voraussichtlich eher nicht gegeben. Aus diesem Grund wurde diese Technologie nicht weiter als potenzielle Wärmequelle berücksichtigt.

Zudem ist zu beachten, dass Tiefengeothermie mit hohen Kosten für Erkundung und Erschließung verbunden ist. Dieser Aufwand ist wirtschaftlich nur dann zu rechtfertigen, wenn große Wärmenetze vorhanden sind, die eine kontinuierliche Abnahme großer Wärmemengen gewährleisten.

BIOMASSE

Biomasse stellt eine technisch gut nutzbare Wärmequelle dar, da sie hohe Temperaturen liefern und in bestehenden Heizsystemen vergleichsweise einfach eingesetzt werden kann. Das verfügbare Potenzial ergibt sich dabei vor allem aus biogenen Abfällen wie Hausmüll und Grünschnitt sowie dem Anbau von Energiepflanzen auf geeigneten Flächen.

Allerdings zeigt sich bei näherer Betrachtung, dass die verfügbare Menge an thermisch nutzbarer Biomasse begrenzt ist. In Brekendorf befindet sich aber bereits eine Biogasanlage im Ortsteil Lehmrade. Der Hausmüll kann auf dem Gemeindegebiet nicht energetisch genutzt werden, da die nächste Müllverbrennungsanlage außerhalb der Kommune liegt. Die Eignungsgebiete für den Biomasse-Anbau im Gemeindegebiet entsprechen den Flächen für die Biomassenutzung zur Stromerzeugung und sind in Abbildung 4-5 einzusehen.

ABWÄRME AUS INDUSTRIELLEN UND GEWERBLICHEN PROZESSEN

Zur Einschätzung des Potenzials industrieller Abwärme konnten keine Industrie- und Gewerbebetriebe im Untersuchungsgebiet ermittelt, die ein Abwärmepotenzial aufweisen. Dazu wurde die Plattform für Abwärme gemäß § 17 Energieeffizienzgesetz des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, 2025) als Datenquelle herangezogen, sowie Vertreter des Amtes Hüttener Berge befragt.

OBERFLÄCHENGEWÄSSER

In der Gemeinde Brekendorf stehen für die Wärmegewinnung aus Oberflächengewässern keine geeigneten Ressourcen zur Verfügung. Größere Fließ- oder Stillgewässer, die eine wirtschaftlich sinnvolle Nutzung von Wasserwärme mittels Wärmepumpentechnologie ermöglichen würden, sind im Gemeindegebiet nicht vorhanden.

ABWASSER

Die kommunalen Abwässer der Gemeinde Brekendorf werden in einer Kläranlage innerhalb des Gemeinde behandelt. Aufgrund der fehlenden infrastrukturellen Anbindung besteht keine Möglichkeit zur energetischen Nutzung – etwa in Form von Abwasserwärmenutzung – innerhalb der Gemeindegrenzen. Dieses Potenzial wurde daher im Rahmen der energetischen Bewertung nicht berücksichtigt.

4.5 POTENZIAL FÜR EINE LOKALE WASSERSTOFFERZEUGUNG

Die lokale Erzeugung und Nutzung von Wasserstoff zur Wärmeerzeugung wird in der vorliegenden Planung nicht weiterverfolgt. Gründe dafür sind die derzeit fehlende Infrastruktur zur Wasserstoffproduktion, die geringe (lokale) Verfügbarkeit von Überschuss-Strom sowie der hohe Energieaufwand für die Herstellung.

Ein Rechtsgutachten der Kanzlei Günther (Juni 2024) weist zudem darauf hin, dass aktuell keine ausreichenden regulatorischen Rahmenbedingungen oder konkreten Finanzierungskonzepte für einen zügigen Aufbau von Wasserstoffnetzen bestehen. Die Gutachter empfehlen, auf eine Einteilung von Gebieten als sogenannte Wasserstoffnetzeignungsgebiete zu verzichten, sofern kein verbindlicher Fahrplan zur Umstellung des Gasnetzes auf Wasserstoff durch den örtlichen Netzbetreiber vorliegt. Die Risiken, die mit einer möglicherweise scheiternden Transformation des Gasnetzes verbunden sind, seien zu hoch, um eine Versorgung mit Wasserstoff als wahrscheinlich in Aussicht zu stellen (vgl. Görlich & Dr. Legler, 2024).

Auch unter strategischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten erscheint die Nutzung von Wasserstoff zur Beheizung von Wohngebäuden derzeit nicht sinnvoll. Der Energieträger wird voraussichtlich auf absehbare Zeit zu teuer und zu wertvoll für andere Anwendungen sein, etwa in der Industrie, zur Stabilisierung des Stromnetzes oder im Schwerlastverkehr.

Perspektivisch – etwa im Rahmen der Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans – kann die Wasserstoffnutzung jedoch erneut betrachtet werden. Dies gilt insbesondere, falls sich die politischen, regulatorischen oder wirtschaftlichen Rahmenbedingungen deutlich ändern.

4.6 POTENZIALE FÜR ENERGETISCHE SANIERUNGEN

Die energetische Sanierung des Gebäudebestands ist ein zentraler Hebel zur Reduzierung des Wärmebedarfs und damit zur Erreichung kommunaler Klimaziele.

Die Untersuchung zeigt: Würde der gesamte Gebäudebestand auf einen hohen energetischen Standard – den Effizienzhausstandard 55 – saniert, könnte knapp die Hälfte des heutigen Gesamtwärmebedarfs im Untersuchungsgebiet eingespart werden. Zur Ermittlung dieses Potenzials wird für jedes Gebäude anhand der beheizten Fläche und typischer Verbrauchswerte im sanierten Zustand der zu erwartende Wärmebedarf berechnet. Die Differenz zum aktuellen Wärmebedarf ergibt das theoretische Sanierungspotenzial.

EINSPARPOTENZIAL DURCH ENERGETISCHE SANIERUNG AUF EFFIZIENZHAUS 55 STANDARD

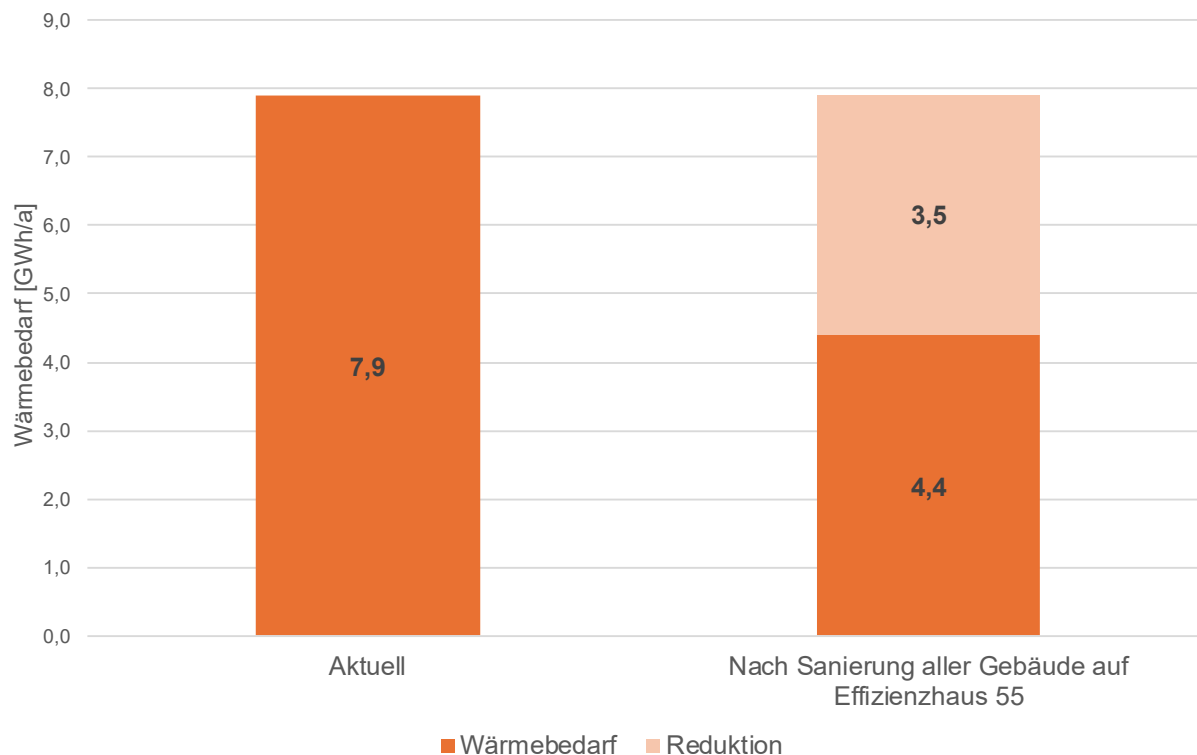


Abbildung 4-14: Theoretisches Einsparpotenzial bei Sanierung aller Gebäude auf Effizienzhaus 55 Standard

Insbesondere Gebäude, die vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnungen (vor 1978) errichtet wurden, machen einen bedeutenden Teil des Sanierungspotenzials aus – sowohl durch ihre Anzahl als auch bedingt durch ihren energetischen Zustand (s. Abbildung 4-15).

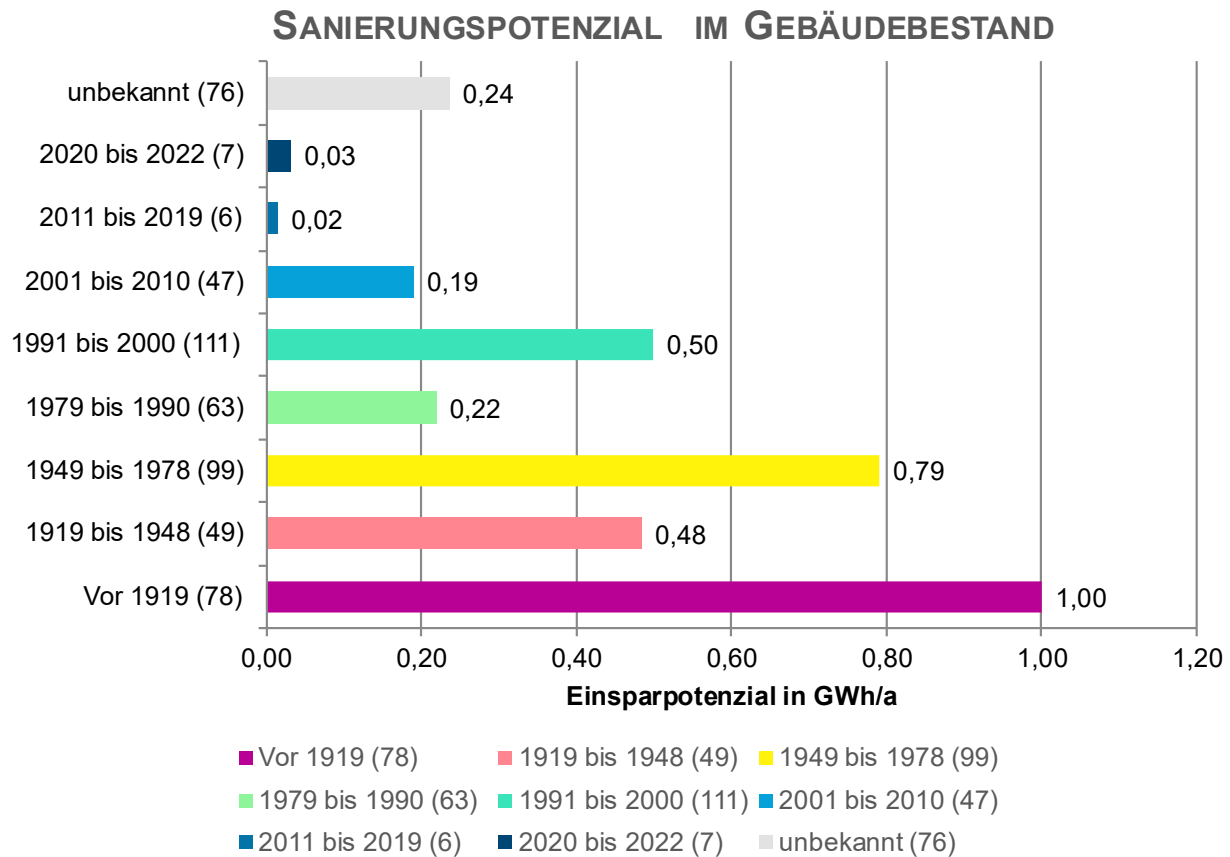


Abbildung 4-15: Reduktionspotenzial nach Baualtersklassen

Das Gebäudespektrum ist strukturell und eigentumsrechtlich vielfältig. Die meisten dieser Gebäude befinden sich in privatem Besitz. Besonders im Wohngebäudebestand können durch Maßnahmen wie Fassaden- und Dachdämmung, Fenstererneuerung oder Kellerdeckendämmung erhebliche Einsparungen erzielt werden.

Die Bereitschaft zur Durchführung energetischer Sanierungen ist heterogen ausgeprägt. Private Eigentümer*innen sind oft durch hohe Immobilienpreise und begrenzte finanzielle Spielräume nach dem Immobilienkauf eingeschränkt. Gleichzeitig erschweren schwankende Energie- und Baumaterialpreise sowie Handwerkskosten eine zuverlässige Einschätzung der Amortisationsdauer, was Investitionen weiter hemmt.

Energetische Sanierungen bieten jedoch nicht nur eine beträchtliche Möglichkeit zur Reduzierung des Energiebedarfs, sondern auch zur Steigerung des Wohnkomforts und zur Wertsteigerung der Immobilien.

Zur Unterstützung energetischer Sanierungen stehen derzeit zwei zentrale Programme im Rahmen der Bundesförderung Effiziente Gebäude (BEG) zur Verfügung. Energetische Einzelmaßnahmen (z. B. Fassadendämmung) werden mit 15–20 % Zuschuss über das BAFA gefördert. Alternativ bietet die KfW Bank einen Förderkredit (Kredit Nr. 261) mit zinsgünstigen Darlehen und Tilgungszuschüssen für umfassende Sanierungen auf Effizienzhausstandard. Die Höhe der Tilgungszuschüsse hängt dabei vom erreichten energetischen Effizienzhausstandard ab. Eine Herausforderung bei der Kreditvergabe besteht bei älteren Gebäudeeigentümer*innen, da diese häufig auf Grund des fortgeschrittenen Lebensalters keine Kredite mehr über längere

Laufzeiten gewährt kriegen. In der Regel werden energetische Sanierungen dann auf Grund eines Eigentümerwechsels an den Gebäuden vorgenommen.

Während das absolute Einsparpotenzial die Gesamtsumme möglicher Einsparungen beschreibt, gibt das relative Einsparpotenzial – also das Verhältnis zum aktuellen Bedarf – einen wichtigen Hinweis auf die Effizienz und Wirksamkeit von Sanierungsmaßnahmen. Es ermöglicht zudem die Vergleichbarkeit unterschiedlich großer Gebäude.

Für die kommunale Wärmeplanung ist daher nicht das Einzelgebäude entscheidend, sondern die räumliche Verteilung von relativen Sanierungspotenzialen. Zwecks klarer Einteilung und Übersichtlichkeit werden drei Sanierungspotenzialklassen auf Basis des relativen Einsparpotenzials gebildet – abgestuft in hoch, mittel und niedrig. Diese Einteilung unterstützt die Identifikation von Quartieren, in denen gezielte Maßnahmen zur Unterstützung und Förderung von Sanierungen besonders wirksam sein können.

Abbildung 4-16 zeigt einen Überblick über die Sanierungsklassen nach Baublöcken. Entsprechend befinden sich in einem rot gekennzeichneten Bereich mehrheitlich Gebäude mit hohem relativem Einsparpotenzial, während in grün markierten Bereichen die überwiegende Zahl der Gebäude ein niedriges relatives Sanierungspotenzial aufweist. Es lässt sich erkennen, dass in Brekendorf die Gebäudeblöcke älterer Baualtersklassen zum Großteil ein mittleres Sanierungspotenzial aufweisen, was dafür spricht, dass bereits Sanierungen durchgeführt wurden. Dennoch besteht eine große Chance für weitere Energieeinsparungen durch energetische Gebäudeoptimierung in der Zukunft.

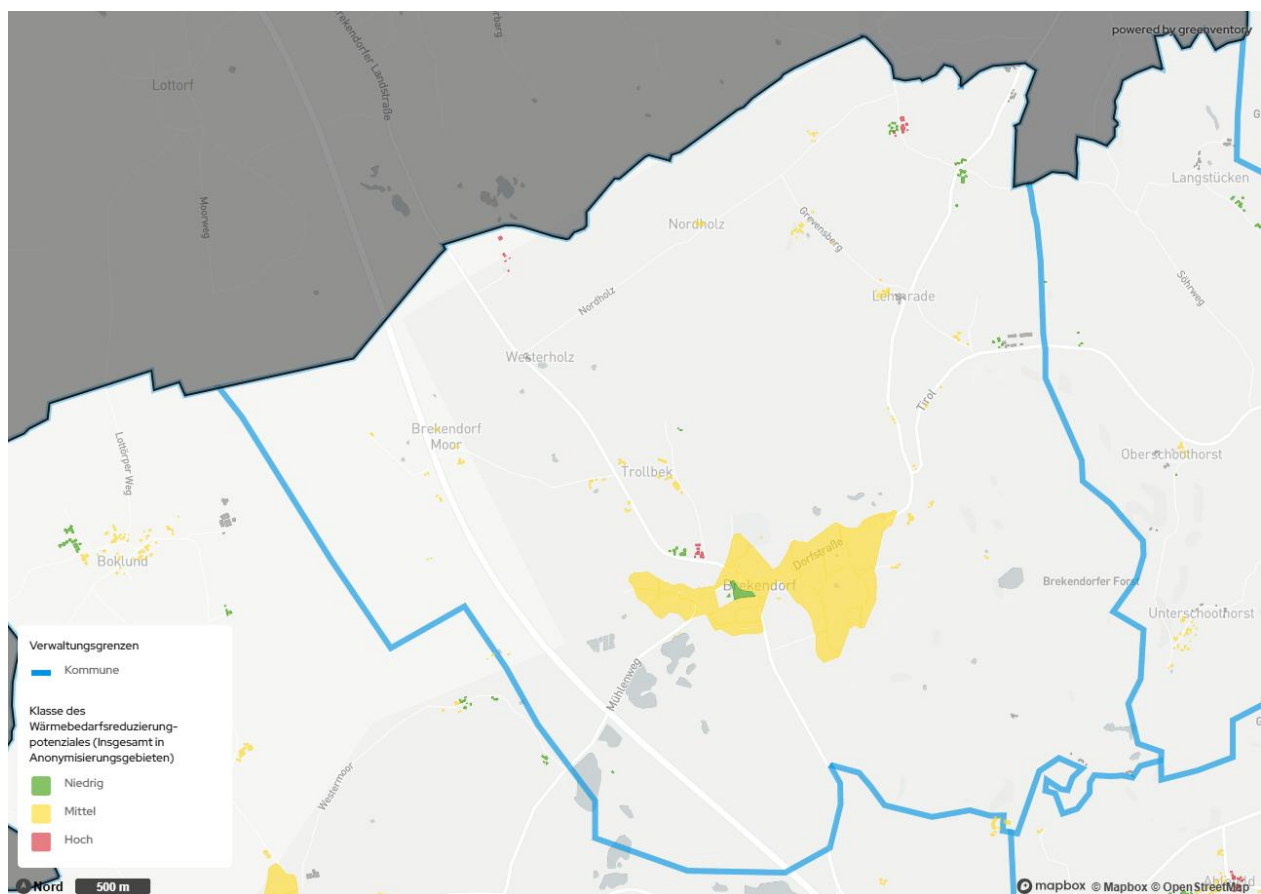


Abbildung 4-16: Sanierungsklassen nach Baublöcken

4.7 ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Die Potenzialanalyse zeigt, dass im Untersuchungsgebiet vielfältige Chancen für eine nachhaltige und erneuerbare Wärmeversorgung bestehen. Diese Potenziale sind jedoch räumlich unterschiedlich verteilt und gehen mit spezifischen Herausforderungen einher.

In den bebauten Siedlungsbereichen liegen die größten Potenziale auf den Dachflächen, insbesondere für Photovoltaik und Solarthermieranlagen. In den unbesiedelten Teilen des Gemeindegebiets bestehen darüber hinaus Flächenpotenziale, etwa für Freiflächen-Solarthermie, Photovoltaik-Freiflächenanlagen sowie Erdwärmenutzung in Form von Erdsonden- oder Erdkollektorfeldern. Diese Nutzungen stehen jedoch in Konkurrenz zu bestehenden landwirtschaftlichen Flächennutzungen und zur Flächenvorsorge für zukünftige Siedlungsentwicklung. Die kommunale Politik ist hier in der Verantwortung, strategisch abzuwägen, welchen Stellenwert die lokale Energieerzeugung im Verhältnis zu anderen Entwicklungszielen einnehmen soll. Zwar besteht derzeit keine gesetzliche Verpflichtung, einen bestimmten Anteil des Energiebedarfs auf dem eigenen Gemeindegebiet zu decken, doch der Ausbau erneuerbarer Energien steht laut EEG 2023 „im überragenden öffentlichen Interesse und dient der öffentlichen Gesundheit und Sicherheit“.

Solarthermie, sowohl auf Dach- als auch auf Freiflächen, könnte einen spürbaren Beitrag zur Deckung der Grund- und Mittellast im Zeitraum von März bis Oktober leisten. Ein darüberhinausgehender Beitrag zur Deckung des Gesamtwärmebedarfs wäre nur durch den Einsatz saisonaler Wärmespeicher möglich, die wiederum zusätzliche Flächen beanspruchen. In der aktuellen Zinslage sind Investitionen in kapitalintensive Technologien wie Solarthermie oder Erdsondenfelder wirtschaftlich schwerer zu realisieren. Dennoch bieten sie langfristige Vorteile, insbesondere durch ihre Unabhängigkeit von Energiepreisvolatilitäten.

Im Vergleich zur Solarthermie weist die oberflächennahe Geothermie durch Erdsonden und Erdkollektoren ein ähnlich hohes Potenzial auf. Diese Technologien verursachen nach ihrer Errichtung nur geringe sichtbare Eingriffe in den Raum und sind auch in sensiblen Bereichen wie Landschaftsschutzgebieten grundsätzlich genehmigungsfähig. Zudem können sie bei der Erschließung neuer Baugebiete flexibel eingeplant oder auch nachträglich integriert werden, da sie nur in begrenztem Maße mit der Bebauung konkurrieren. Entsprechend sind Baugebiete nicht als Potenzialfläche ausgeschlossen worden.

Im bebauten Bereich ist neben der Nutzung von Dachflächen vor allem die energetische Sanierung des Gebäudebestands von entscheidender Bedeutung. Besonders große Potenziale bestehen bei kommunalen Liegenschaften und Wohngebäuden, die vor 1978 errichtet wurden. Für die dezentrale Wärmeversorgung dieser Gebäude bieten sich vorrangig Wärmepumpen an. Der Strom für die dezentralen Wärmepumpen könnte anteilig von Aufdach-PV-Anlagen bereitgestellt werden.

Zur Erschließung vieler Flächenpotenziale ist ein Wärmenetz erforderlich, das jedoch nicht überall wirtschaftlich errichtet oder betrieben werden kann. Die Verfügbarkeit geeigneter Flächen in Netznähe ist dabei ein kritischer Faktor für die Umsetzung. Auch bei Technologien mit geringem Flächenbedarf, wie Biomasseanlagen oder Groß-Luftwärmepumpen, sind solche Standortfaktoren entscheidend, etwa für Brennstofflagerung oder technische Infrastruktur.

Abgesehen von der dezentralen Luftwärmepumpe ist keines der Wärmepotenziale ohne Einschränkungen einfach umsetzbar. Gründe hierfür sind u.a. der zeitliche Versatz zwischen Wärmeerzeugung und Wärmenutzung (z.B. Solarüberschuss im Sommer) oder die Entfernung

geeigneter Flächen von bestehenden oder möglichen Wärmenetzen sowie dem weiterhin bestehenden Planungs-, Genehmigungs- und Investitionsaufwand. Die dezentrale Luftwärmepumpe ist für viele Gebäude in Brekendorf eine gute Option. Weitere Umsetzungshemmnisse können etwa in Form notwendiger flankierender Maßnahmen wie einem Heizkörpertausch bestehen. In der Folge muss gebäudeindividuell bewertet werden, welche Heizungstechnologie die technisch und wirtschaftlich sinnvollste Option darstellt.

5 RÄUMLICHE ANALYSE

Die vorliegende räumliche Analyse zielt auf die Ermittlung von Prüfgebieten für die potenzielle Errichtung zentraler Wärmenetze sowie von Fokusgebieten für energetische Sanierungsmaßnahmen ab – nachfolgend als „Fokusgebiete Gebäudesanierung“ bezeichnet. Die energetische Sanierung von Bestandsgebäuden stellt eine Säule auf dem Weg zur Treibhausgasneutralität der Wärmeversorgung dar. Die zweite Säule umfasst den Wechsel von fossilen Energieerzeugern hin zu erneuerbaren Energieerzeugern. Nach der Betrachtung der Strom- und Wärmeerzeugungspotenziale sowie dem gesamten Sanierungspotenzial für Brekendorf im vorangegangenen Kapitel folgt nun eine tiefergehende räumliche Untersuchung.

Man unterscheidet bei der Wärmeversorgung zwischen einer dezentralen, also gebäudeindividuellen Wärmeversorgung und einer zentralen Versorgung mit Nah- oder Fernwärme. Eine eindeutige Abgrenzung zwischen Nah- und Fernwärme existiert dabei nicht, so dass beide Begriffe synonym verwendet werden können. Bei der dezentralen Versorgung wird im jeweiligen Gebäude selbst Wärme erzeugt. Bei der zentralen Wärmeversorgung wird die Wärme in einer (oder ggf. auch mehreren) Heizzentrale(n) erzeugt und durch erhitztes Wasser in Wärmeleitungen zu den Abnehmern transportiert (vgl. Abbildung 5-1).



Dezentrale Heizung

- Jedes Gebäude hat eine eigene Lösung
- Gebäudeeigentümer sind i.d.R. Betreiber
- Laufende Kosten durch Wartung, Schornsteinfeger, etc.
- Investition und regelmäßige Erneuerung trägt i.d.R. Gebäudeeigentümer



Zentrale Versorgung

- Auch Nah- oder Fernwärme genannt
- Vollversorgung (alle Kosten inkl.)
- Kein Investitionsrisiko für den Kunden
- Keine ungeplanten Investitionen
- Nur rentabel bei hoher Anschlussquote
- Geringer Raumbedarf bei Endkunden
- Platzbedarf für Heizzentrale
- An zentraler Stelle schneller Wechsel des Energieträgers für viele Endkunden

Abbildung 5-1: dezentrale vs. zentrale Wärmeversorgung

In Neubau- oder sanierten Bestandsgebieten kann auch die sog. kalte Nahwärme eingesetzt werden. Dabei wird lediglich eine Wärmequelle mit niedrigerem Temperaturniveau benötigt. Das dann nicht mehr gedämmte Wärmenetz wirkt u. U. noch als Erdwärmekollektor und liefert Wasser an die Gebäude. Dem Wärmenetz wird dezentral in den einzelnen Gebäuden durch eine Wasser-Wärmepumpe Wärme entzogen. Wasser-Wärmepumpen arbeiten tendenziell effizienter als Luftwärmepumpen.

Wärmenetze spielen eine bedeutende Rolle bei der Nutzung umweltfreundlicher Wärmequellen und sind daher eine Schlüsseltechnologie für die zukünftige, nachhaltige und CO₂-neutrale Wärmeversorgung. Sie bieten eine effiziente Möglichkeit, große Versorgungsgebiete zu erschließen und Verbraucher mit erneuerbaren Energiequellen zu verbinden, was die gleichzeitige Dekarbonisierung der Wärmeversorgung mehrerer Gebäude ermöglicht. Die Auswahl der Gebiete für Wärmenetze erfordert eine sorgfältige Abwägung, da Bau und Betrieb eines Wärmenetzes mit beträchtlichen Investitionen und Aufwänden verbunden sind. Daher wird bei der Auswahl möglicher Prüfgebiete neben der Errichtung neuer Wärmenetze im Wesentlichen die Erweiterung bestehender Netzgebiete betrachtet.

Vor dem Hintergrund der aus Klimaschutzgründen gebotenen Senkung der CO₂-Emissionen sowie mit Blick auf die Versorgungssicherheit werden im folgenden Prüfgebiete für eine zentrale Wärmeversorgung fokussiert. Um sicherzustellen, dass die festgelegten Wärmenetzversorgungsgebiete auf belastbaren Grundlagen basieren, sind zusätzliche Untersuchungen wie Machbarkeitsanalysen erforderlich.

Im Bereich der kommunalen Wärmeplanung unterscheiden wir sechs Hauptkategorien von Gebieten:

- **Prüfgebiete:**
Gebiete, die auf Basis bestimmter Kriterien wie ausreichendem Wärmeabsatz, vorhandenen Ankergebäuden und vorhandenen sowie erschließbaren Wärmeerzeugungspotenzialen für ein Wärmenetz interessant sind und eine genauere Betrachtung daher empfohlen wird.
- **Eignungsgebiete:**
In diesen Gebieten ist es aus technischer und wirtschaftlicher Sicht voraussichtlich sinnvoll ein Wärmenetz zu errichten. Der im WPG definierte Begriff „voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete“ ist synonym mit dem im Bericht verwendeten Begriff „Eignungsgebiete“ zu verstehen.
- **Wärmenetzneubau-/ausbau-/verdichtungsgebiete:**
Gebiete, in denen der (Aus-)Bau eines Wärmenetzes politisch beschlossen und kommuniziert wurde.
- **Wärmenetzvorranggebiete mit Anschluss- und Benutzungszwang:**
Gebiete, in denen die Gebäudeeigentümer verpflichtet sind ihr Gebäude an ein vorhandenes oder geplantes Wärmenetz anzuschließen.
- **Wärmenetzgebiete:**
Gebiete, in denen bereits ein Wärmenetz besteht oder geplant ist.
- **Einzelversorgungsgebiete:**
Hierbei handelt es sich um Gebiete ohne eine Wärmenetzeignung. Hier wird die Versorgung voraussichtlich auf Gebäudeebene erfolgen.

Der Beschluss eines flächendeckenden ABZ wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung durch das Projektteam nicht empfohlen. Vielmehr soll ein Fernwärmeangebot potenzielle Kund*innen durch die Attraktivität der Konditionen und Kosten überzeugen. Ist dies gewährleistet, ergibt sich die für die Wirtschaftlichkeit benötigte Anschlussquote auch ohne Zwang, da ein ABZ die Entscheidungsfreiheit der Gebäudeeigentümer*innen einschränkt selbst über die Art der Beheizung zu entscheiden. Es können jedoch nicht alle Eventualitäten vorausgesehen werden. Daher kann nicht ausgeschlossen werden, dass für einzelne Wärmenetzgebiete nicht dennoch

ein ABZ erhoben werden muss, zum Wohle aller, die dem Solidarsystem Fernwärmeversorgung beitreten möchten.

Ein ABZ in der Fernwärme kann also sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile bringen, steht jedoch auch vor Herausforderungen hinsichtlich Kosten, Akzeptanz und technischer Umsetzbarkeit. Bei der Überplanung von Neubaugebieten und ausgewählten Bestandsquartieren mit einem Bebauungsplan kann es unabhängig davon sinnvoll sein, einen reinen Anschlusszwang festzusetzen.

Auch wenn ein ABZ besteht, kann ein Wärmenetz nicht sofort eine Anschlussquote von 100 % erreichen. Eigentümer von Gebäuden, die erst kürzlich eine neue Heizungsanlage installiert haben, können bis zum Erreichen eines festzuschreibenden Restwerts von z.B. 75 % von diesem Zwang befreit werden. Diese Regelung soll verhindern, dass ihre Investition sofort an Wert verliert.

Im ersten Schritt liegt der Fokus auf der Identifikation von Prüfgebieten, diese werden bereits auf eine wirtschaftlich sinnvolle Machbarkeit überprüft. Diese Wirtschaftlichkeitsberechnung sollte in weiteren Schritten wie Machbarkeitsstudien (z. B. BEW-Modul 1) verfeinert werden, bevor die Fachplanung und anschließende Umsetzung eines Wärmenetzausbau beginnen.

Der Prozess zur Erarbeitung der Prüfgebiete erfolgt in vier Stufen:



Abbildung 5-2: Prozess zur Erarbeitung der Prüfgebiete

5.1 RECHTLICHE VERBINDLICHKEIT

Der beschlossene Wärmeplan ist ein strategisches Planungsinstrument der Kommune. Er hat als solcher „keine rechtliche Außenwirkung und begründet keine einklagbaren Rechte oder Pflichten.“ (§23, Abs. 4 WPG). Er dient dazu, die Ziele der Wärmeplanung klar zu formulieren und konkrete Handlungsoptionen für die Kommune sowie beteiligte Akteure aufzuzeigen. Eigentümerinnen und Eigentümern wird damit eine Orientierungshilfe geboten, ob mittelfristig eine Anbindung ihres Gebäudes an ein Wärmenetz möglich ist oder ob eine eigenständige, regenerative Lösung erforderlich wird. Aus dem Wärmeplan lassen sich weder Garantien noch Ansprüche auf einen Wärmenetzanschluss ableiten, und er wirkt sich nicht auf die Fristen des GEG aus.

Sollte solches jedoch gewünscht sein, kann die Kommune freiwillig mittels Satzungsrecht zusätzliche Rechtsverbindlichkeit schaffen, indem sie in einem nachgelagerten Beschluss Wärmenetzneubau- oder -ausbaugebiete festlegt. Dieser Schritt verschafft Eigentümer*innen und Versorgern Klarheit und Sicherheit. Wird die Satzungsanwendung auf Grundlage einer bestehenden Wärmeplanung durchgeführt, können sich daraus Fristwirkungen sowie einklagbare Rechte und Pflichten ergeben. Daher sollten solche Beschlüsse erst nach sorgfältiger Untersuchung und detaillierter Planung gefasst werden.

In Bezug auf das GEG gilt:

„In einem bestehenden Gebäude, das in einem Gemeindegebiet liegt, in dem am 1. Januar 2024 mehr als 100.000 Einwohner gemeldet sind, kann bis zum Ablauf des 30. Juni 2026 eine Heizungsanlage ausgetauscht und eine andere Heizungsanlage zum Zweck der Inbetriebnahme eingebaut oder aufgestellt und betrieben werden, die nicht die Vorgaben des Absatzes 1 erfüllt. In einem bestehenden Gebäude, das in einem Gemeindegebiet liegt, in dem am 1. Januar 2024 100.000 Einwohner oder weniger gemeldet sind, kann bis zum Ablauf des 30. Juni 2028 eine Heizungsanlage ausgetauscht und eine andere Heizungsanlage zum Zweck der Inbetriebnahme eingebaut oder aufgestellt und betrieben werden, die nicht die Vorgaben des Absatzes 1 erfüllt. Sofern das Gebäude in einem Gebiet liegt, für das vor Ablauf des 30. Juni 2026 im Fall des Satzes 1 oder vor Ablauf des 30. Juni 2028 im Fall des Satzes 2 durch die nach Landesrecht zuständige Stelle unter Berücksichtigung eines Wärmeplans, der auf der Grundlage einer bundesgesetzlichen Regelung zur Wärmeplanung erstellt wurde, eine Entscheidung über die Ausweisung als Gebiet zum Neu- oder Ausbau eines Wärmenetzes oder als Wasserstoffnetzausbaugebiet getroffen wurde, sind die Anforderungen nach Absatz 1 einen Monat nach Bekanntgabe dieser Entscheidung anzuwenden. Gemeindegebiete, in denen nach Ablauf des 30. Juni 2026 im Fall des Satzes 1 oder nach Ablauf des 30. Juni 2028 im Fall des Satzes 2 keine Wärmeplanung vorliegt, werden so behandelt, als läge eine Wärmeplanung vor.“ (Bundesministerium für Wohnen, 2024).

Das bedeutet, wenn die Gemeinde Brekendorf beschließt, vor 2028 Neu- und Ausbaugebiete für Wärmenetze oder Wasserstoff auszuweisen, und diese veröffentlicht, gilt die 65%-EE-Pflicht für Bestandsgebäude innerhalb der betroffenen Gebiete einen Monat nach Veröffentlichung.

Die bereitgestellten Informationen stellen keine Rechtsberatung dar und sollen keine rechtlichen Fragen oder Probleme behandeln, die im individuellen Fall auftreten können. Diese Informationen sind allgemeiner Natur und dienen ausschließlich zu Informationszwecken.

5.2 IDENTIFIZIERTE PRÜFGEBIETE

Im folgenden Abschnitt werden die erarbeiteten Prüfgebiete und die Herleitung zu dem vorliegenden Ergebnis dargestellt. Ein grundlegendes Kriterium hierfür ist die Wärmeliniedichte. Je höher der Wärmeabsatz pro Straßenmeter, desto eher eignet sich ein Gebiet für ein Wärmenetz. Abbildung 5-3 zeigt die Wärmeliniedichte für das gesamte Gemeindegebiet.

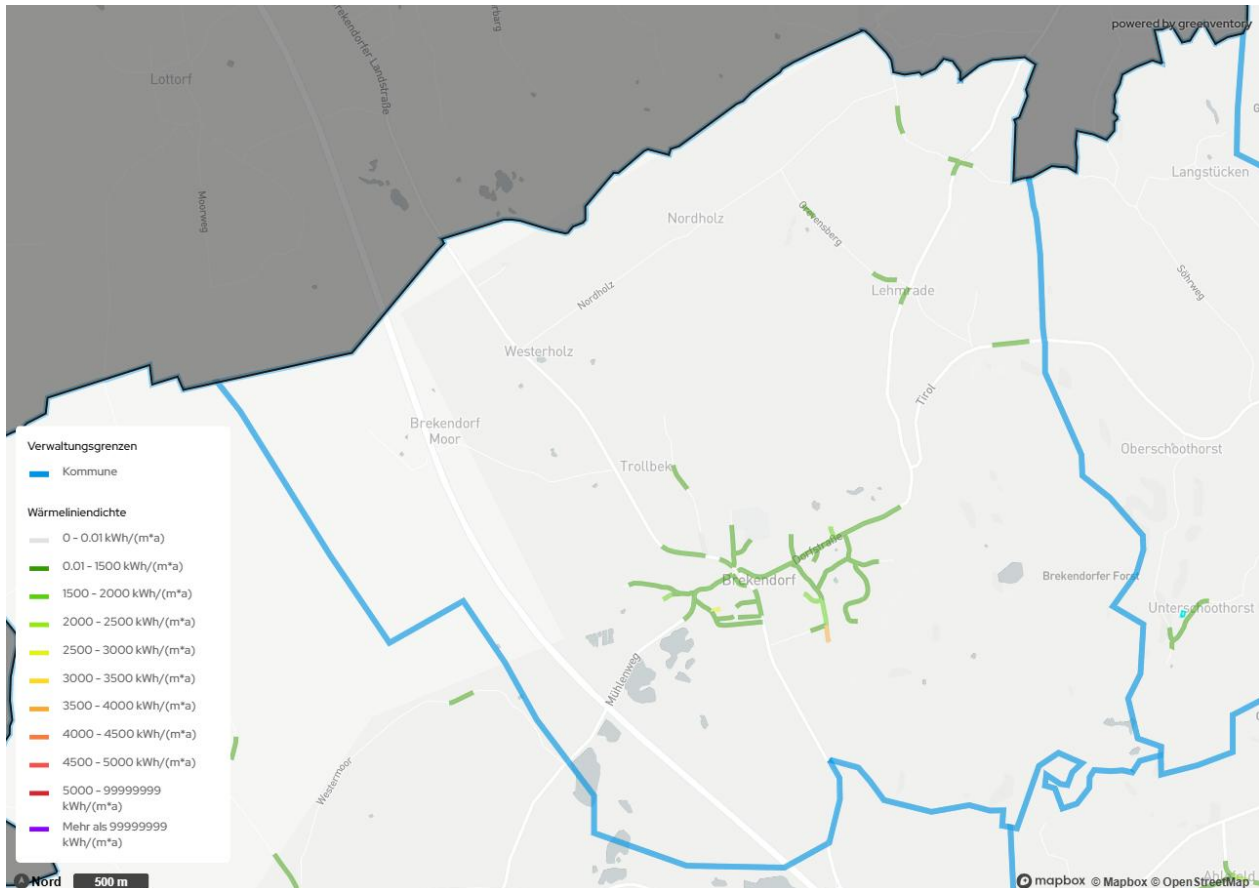


Abbildung 5-3: Wärmeliniedichte

Die folgende Grafik (Abbildung 5-4) zeigt die Wärmebedarfsdichten sowie die drei Bestandsnetze. Es lässt sich erkennen, dass die Siedlungsbereiche einen moderaten bis niedrigen Wärmebedarf aufweisen.

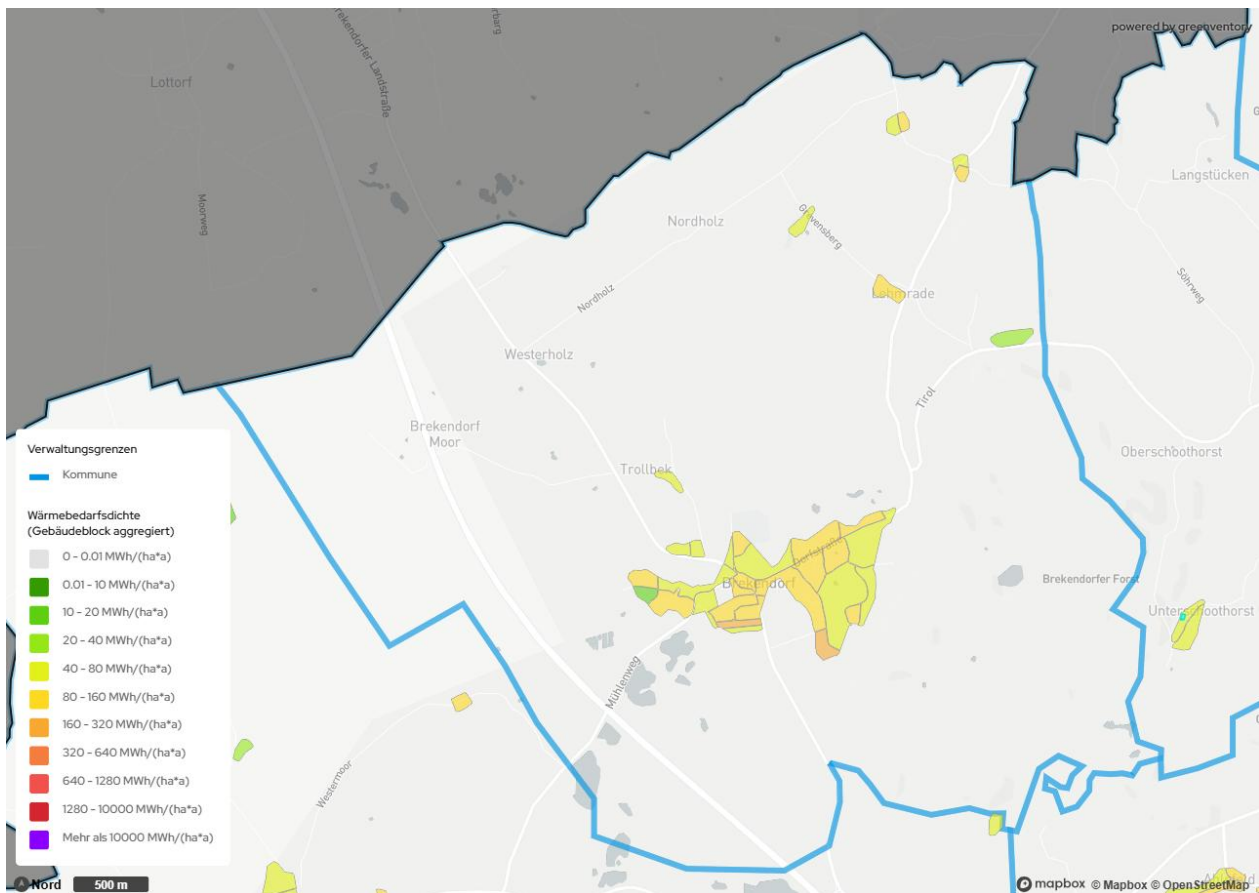


Abbildung 5-4: Bedarfsdichte und Bestandsnetze

Wärmenetze müssen bedarfsgerecht, aber dennoch wirtschaftlich dimensioniert sein. In Gebieten mit hohem Sanierungspotenzial ist dies besonders herausfordernd. Sinkt der Wärmebedarf infolge energetischer Sanierungen der Gebäude signifikant, droht eine Unterauslastung des Netzes. Investitionen in Erzeugung und Infrastruktur müssten dennoch vorab erfolgen, mit dem Risiko einer sinkenden Wirtschaftlichkeit, aufgrund des abgenommenen Wärmebedarfs. In der Folge könnten die Wärmepreise für die Anschlussnehmer steigen und dezentrale Versorgungslösungen günstiger erscheinen.

Daher werden bei der Auswahl der Prüfgebiete solche Areale bevorzugt, deren Wärmelinien-dichte hoch, deren Gebäude jedoch ein mittleres oder niedriges Sanierungspotenzial aufweisen. In Abbildung 5-5 sind Sanierungspotenzialklassen der Gebäude anonymisiert dargestellt. In Brekendorf weisen die Gebäude überwiegend ein geringes bis mittleres Sanierungspotenzial auf.

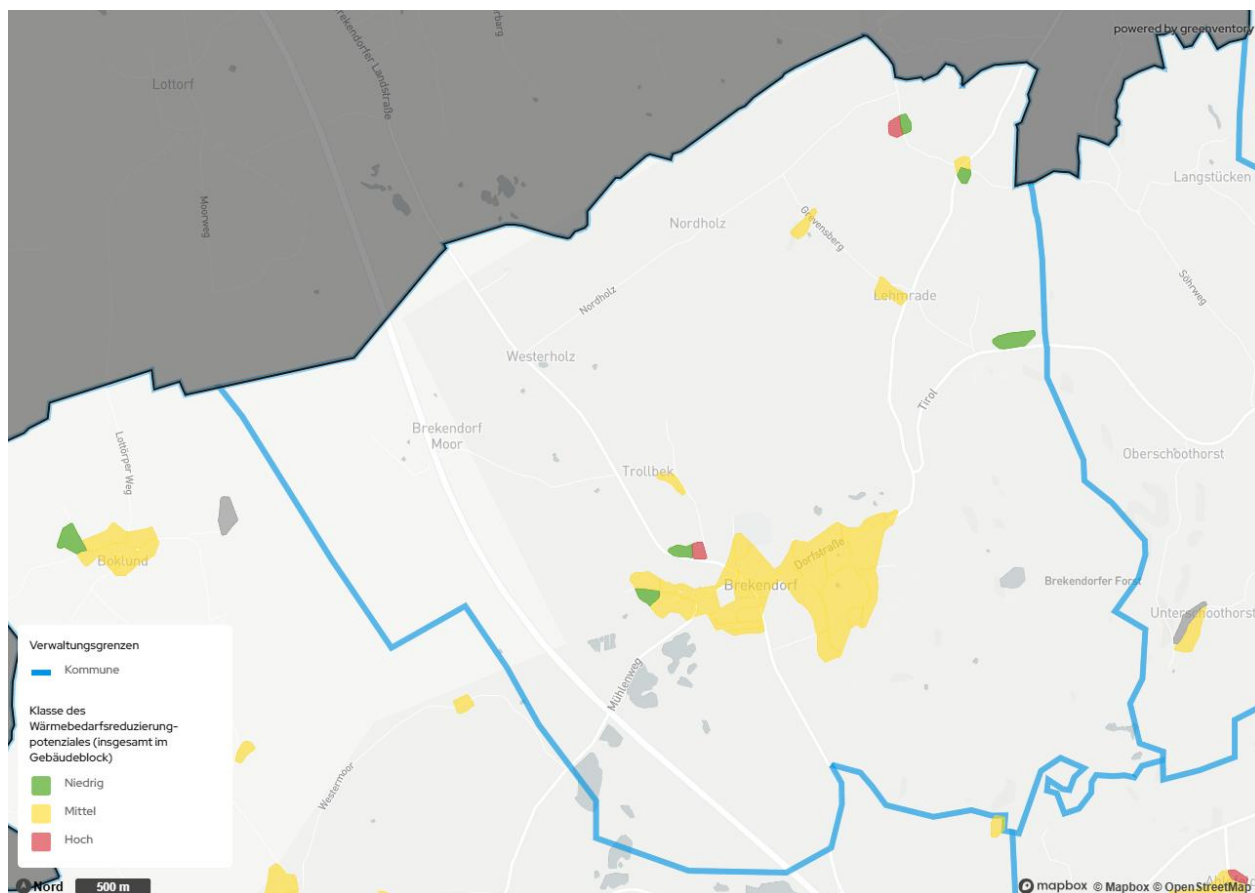


Abbildung 5-5: Relatives Sanierungspotenzial im Gemeindegebiet

Im Rahmen des bereits vor der kommunalen Wärmeplanung erstellten Quartierskonzepts wurden für den Ortskern detaillierte Analysen durchgeführt. Dabei standen unterschiedliche Versorgungslösungen unter Berücksichtigung technischer Rahmenbedingungen, wirtschaftlicher Aspekte sowie klimarelevanter Auswirkungen im Fokus. Die Untersuchung ergab, dass im Ortskern die wirtschaftliche Umsetzung eines Wärmenetzes möglich ist. In Zusammenarbeit mit der Klimaschutzagentur im Kreis Rendsburg-Eckernförde wurden daraufhin weiterführende Analysen initiiert, um das Vorhaben zu konkretisieren. Das Gebiet (siehe Abbildung 5-6) wird aus dem Grund in Kapitel 7 in eine Maßnahme überführt. Auf Grund der Siedlungsstruktur und geringen Wärmedichten wird in den umliegenden Gebieten eine dezentrale Wärmeversorgung der Gebäude empfohlen.

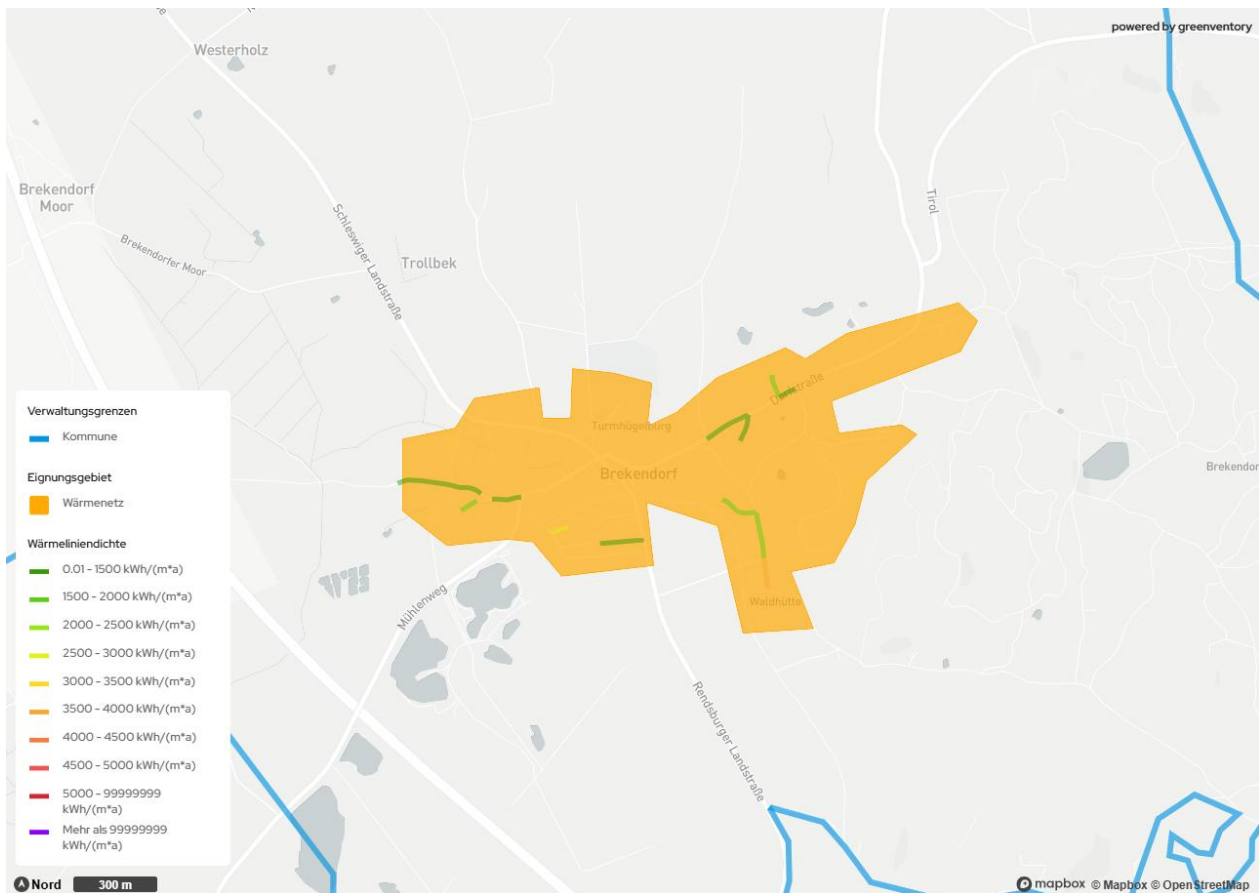


Abbildung 5-6: Untersuchungsgebiet aus dem Quartierkonzept und Wärmelinien-dichte ab 1.200 kWh/(m²·a)

5.3 HERAUSFORDERUNG WÄRMEPUMPE

Die Nutzung von Luft-Wärmepumpen bietet eine vielversprechende Möglichkeit, Energieverbrauch und CO₂-Emissionen zu senken, denn sie entziehen der Umgebungsluft Wärme, um Gebäude zu beheizen. Die Ermittlung des Potenzials für die Anwendung von Luft-Wärmepumpen in diesen Gebäuden erfordert eine sorgfältige Berücksichtigung verschiedener Faktoren (vergleiche hierzu auch Anhang 14.7 Luftwärmepumpe).

Wichtig ist dabei eine Flächenprüfung für jedes einzelne Gebäude: Die Außeneinheit der Wärmepumpe sollte möglichst nicht weiter als acht Meter vom Gebäude entfernt stehen, um Wärmeverluste gering zu halten und die Effizienz sicherzustellen. Gleichzeitig müssen Mindestabstände zur Grundstücksgrenze eingehalten werden – vor allem wegen möglicher Lärmbelastung. Je nach Siedlungstyp gelten unterschiedliche Lärmschutzgrenzwerte, die entsprechende Abstände zu Nachbargrundstücken notwendig machen.

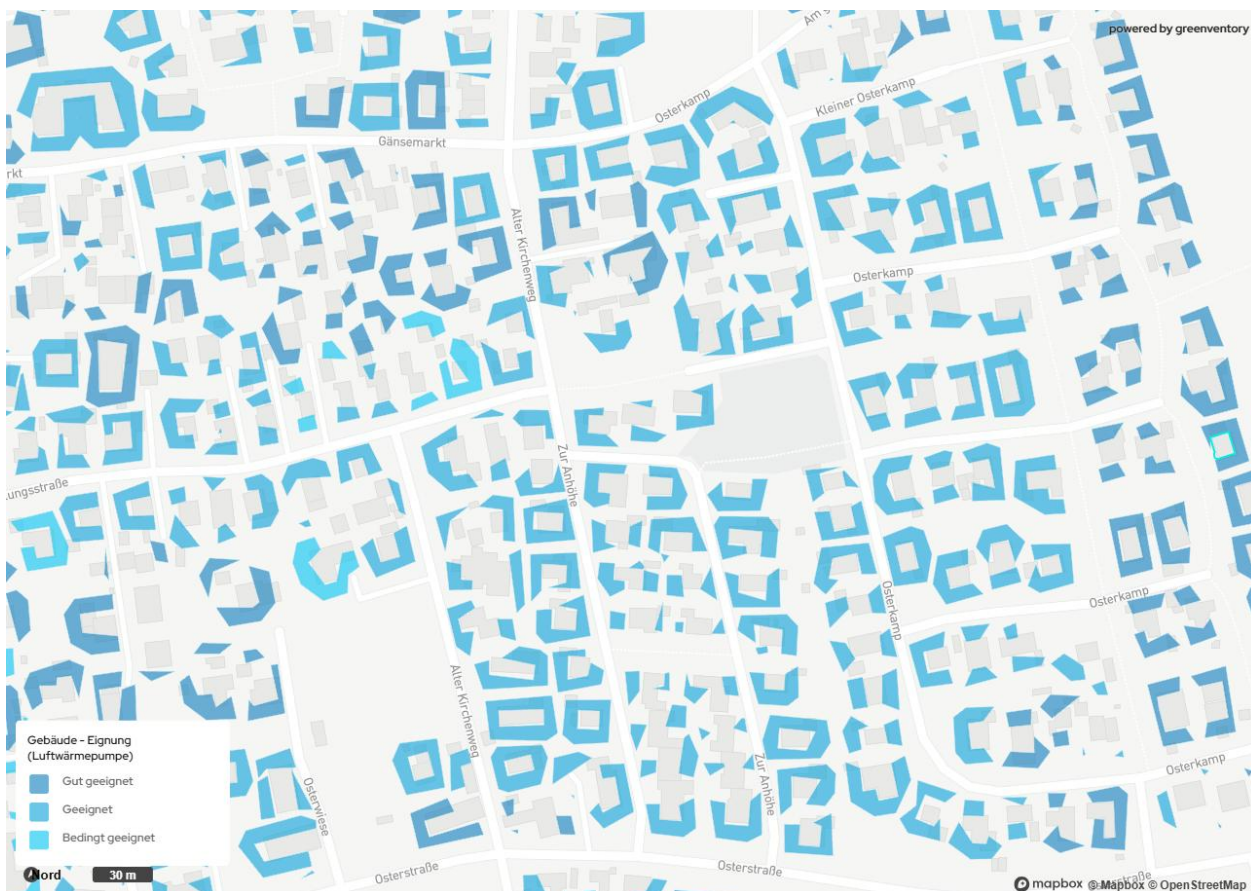


Abbildung 5-7: Gebäude mit und ohne Luft-Wärmepumpen-Potential (Beispieldarstellung)

Für das gesamte Gemeindegebiet ergeben sich unter Anwendung von Abstandsregeln keine Gebiete mit einer Herausforderung hinsichtlich der Aufstellung einer Luft-Wärmepumpe. Da die Gemeinde Brekendorf durch eine lockere Siedlungsstruktur geprägt ist, gibt es keine Gebäude, die mit einer Herausforderung bei der Aufstellung von einer Luftwärmepumpe konfrontiert sind.

Für die Gebäude, die gemäß der geltenden Abstandsregeln voraussichtlich keine Luft-Wärmepumpen aufstellen können, wird es dennoch technische Lösungen geben, diese Gebäude klimaneutral zu beheizen. Sofern der Platz im Garten oder auf dem Dach es ermöglichen, lässt sich auch über Kollektoren Wärme gewinnen und mit einer Wärmepumpe nutzen, ohne dass ein Schall verursachendes Gebläse hierfür benötigt wird. Ist dies nicht möglich oder lässt sich damit nicht der gesamte Wärmebedarf decken, so bieten überregionale Versorger mittlerweile Gastarife mit Anteilen an Biomethan an. Mittelfristig steht in Aussicht, dass Tarife angeboten werden, mit denen sich die Vorgaben des GEG oder EWKG erfüllen lassen. Die Gastherme oder eine Hybridheizung aus Wärmepumpe und Gastherme ist daher für diese Gebäude möglicherweise eine Option. Da Biomethan eine knappe und damit teure Ressource ist, sollte sie möglichst sparsam eingesetzt werden, weshalb der energetischen Sanierung dieser Gebäude ein besonderer Stellenwert zukommt.

Seit dem 05.07.2024 wurde die Landesbauordnung in Schleswig-Holstein dahingehend angepasst, dass der Mindestabstand von 3 m zur Grundstücksgrenze für (kleinere) Wärmepumpen entfällt. Eine Wärmepumpe mit maximal 2 m Höhe und 3 m Breite darf daher innerhalb der regulären Abstandsflächen eines Wohngebäudes errichtet werden. Aus Schallschutzgründen ist allerdings ein Mindestabstand zum Nachbargebäude einzuhalten, der je nach Gebietstyp (Wohngebiet, Mischgebiet, Gewerbegebiet etc.) und Schallleistung der

Wärmepumpe variiert. Im Rahmen von Machbarkeitsstudien oder spätestens bei der nächsten Aktualisierung der Wärmeplanung in fünf Jahren sollten angrenzende Gebäude von Prüf- und Eignungsgebieten dahingehend bewertet werden, ob sie den Einbau einer Wärmepumpe zulassen, oder ob eine Ausweitung der Prüf- bzw. Eignungsgebiete sinnvoll ist. Eigentümer*innen, die eine Wärmepumpe installieren möchten, sollten sich daher vorab von Fachpersonal bezüglich der Lärmemissionen und der erforderlichen Abstände zu Nachbargebäuden beraten lassen.

5.4 DEZENTRALE WÄRMEVERSORGUNG

Als Kostenvergleich zu einer zentralen Wärmeversorgung sowie zu Bereichen, in denen wegen der geringen Wärmeabnahmedichte kein Wärmenetz in Frage kommt, werden für ein typisches Einfamilienhaus verschiedene dezentrale Wärmeversorgungsoptionen wirtschaftlich betrachtet. Die Berechnungen berücksichtigen dabei die seit Mitte August des Jahres 2022 geltenden Fördermöglichkeiten für den Heizanlagentausch aus der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BAFA, 2021), die in Abbildung 5-8 dargestellt sind.



Abbildung 5-8: Bundesförderung für effiziente Gebäude – Heizungsanlagen (BEG EM)

Entscheidend für die Förderquote einer Erneuerung der Heizungsanlage ist, ob die bisherige Heizung eine Gas- oder Ölheizung war. Da sich auf Grundlage der Schornsteinfegerdaten ein hoher Anteil an Gasheizungen im Betrachtungsgebiet abschätzen lässt, wird in den Berechnungen von einer dezentralen Gasheizung als aktuelle Versorgungsvariante ausgegangen. Abbildung 5-9 zeigt die Jahreskosten mit Berücksichtigung eines CO₂-Preises von 87 € pro Tonne (netto) für fossile Emissionen aus der direkten Nutzung von Erdgas. Dieser CO₂-Preis wird aktuell bereits für Industrieunternehmen und Energieversorgungsunternehmen an der Börse abgerufen. Ab 2027 wird auch der CO₂-Preis für fossile Energieträger im Privatkundensegment an der Börse gehandelt und dann in den Energiebezugspreis eingepreist werden. Daher sind die aktuellen Börsenpreise die beste verfügbare Vorhersage dieses Preises.

In Abbildung 5-9 sind die jährlichen Wärmegestehungskosten der unterschiedlichen dezentralen Wärmeversorgungen für ein beispielhaftes Gebäude mit einem Wärmebedarf von 20 MWh

dargestellt. Dargestellt sind die jeweiligen Anteile, die sich durch die Investition in die Anlagen (blau), die regelmäßige Wartung (rot) und die Energiekosten (grün) ergeben. Es lässt sich ablesen, dass die derzeit noch zulässige Erdgastherme mit Unterstützung durch Solarthermie unter den dezentralen Optionen die geringsten Kapitalkosten, allerdings schon heute höhere Energie- und Wartungskosten hervorruft.¹ Allerdings sind die Wärmegestehungskosten der Wärmepumpen mit den Wärmegestehungskosten der Erdgastherme mit Solarthermie absolut vergleichbar und können diese u. U. sogar unterbieten, insbesondere wenn eine hauseigene Photovoltaik-Anlage genutzt wird.

Die CO₂-Emissionen, die indirekt durch die Nutzung der Wärmepumpen hervorgerufen werden, liegen deutlich über den CO₂-Emissionen, die durch die Versorgung aus dem Wärmenetz oder durch eine Pelletheizung verursacht werden. Diese hohen Emissionen sind auf die Emissionen aus der deutschen Stromerzeugung zurückzuführen. Wird „echter“ Ökostrom anstelle des Graustroms aus deutschem Strommix (oder anstelle von sogenanntem Ökostrom, bei dem lediglich für Strom aus fossilen Quellen ohne Verringerung der globalen Treibhausgasemissionen Zertifikate beschafft werden) zum Betrieb der Wärmepumpen eingesetzt, fallen nur noch minimale CO₂-Emissionen an. Mit zunehmendem Umstieg auf Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen werden die CO₂-Emissionen der Stromerzeugung weiter sinken; zudem sind die Emissionen des in Schleswig-Holstein vorhandenen Strommix deutlich geringer.

¹ Durch die Änderung des Gebäudeenergiegesetzes vom 19.10.2023 lässt sich eine neu eingebaute Erdgastherme längstens bis Ende 2028 ohne einen Anteil von erneuerbaren Gasen betreiben. Biomethan, als derzeit wichtigstes verfügbares erneuerbares Gas, wird derzeit für Großkunden mit dem anderthalbfachen Preis von Erdgas gehandelt. Es ist daher absehbar, dass das aktuell gegenüber den Spitzenkosten im Zuge der Energiepreiskrise durch den Ukrainekrieg wieder geringere Preisniveau der Energiepreise der Erdgasheizung nur für ein Fünftel der voraussichtlichen Nutzungsdauer einer Erdgastherme anzusetzen ist. Die weiteren Entwicklungen der Energiepreise sind schwer abzuschätzen. Absehbar ist jedoch, dass alleine schon der steigende CO₂-Preis und die Kosten für den Betrieb eines Gasnetzes, dessen Betriebskosten aufgrund der Umstellung vieler Haushalte von immer weniger Kunden getragen werden müssen, langfristig zu Preissteigerungen führen werden.

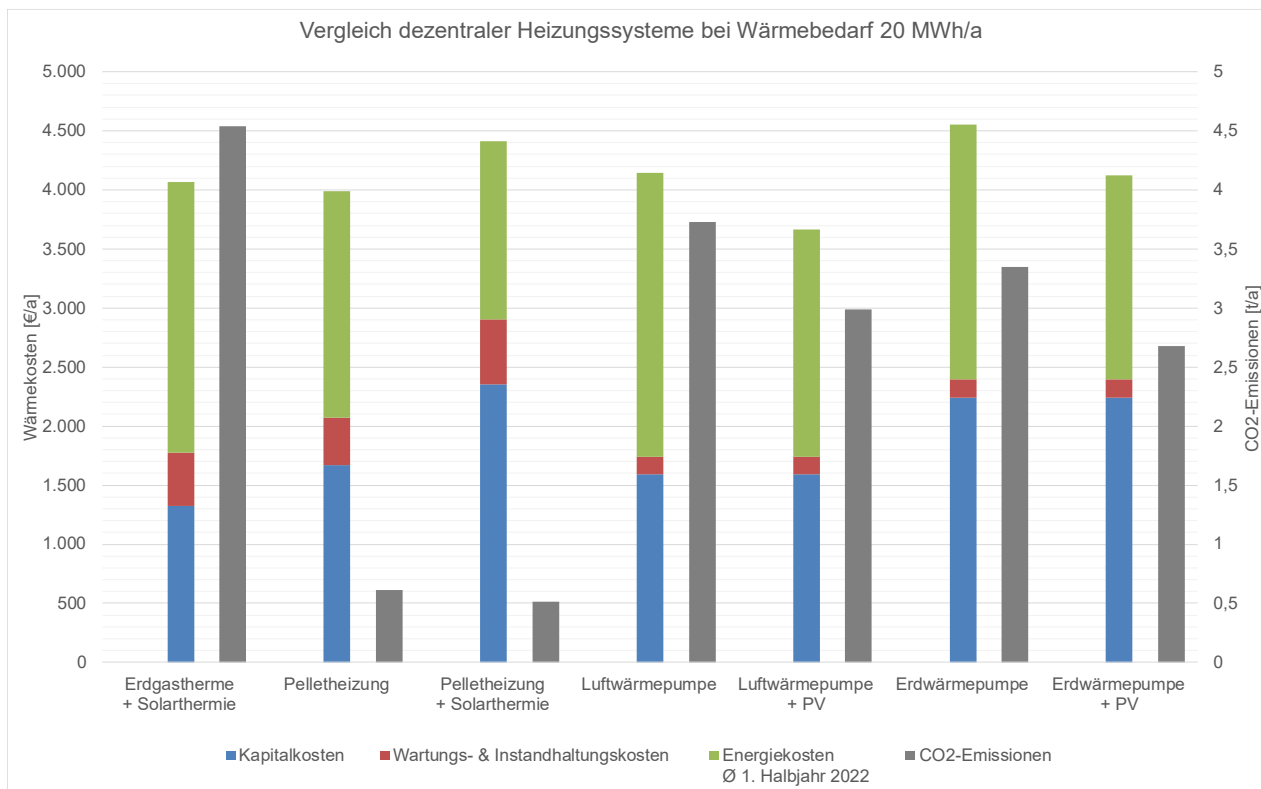


Abbildung 5-9: Vergleich dezentraler Heizungssysteme

Neben der individuellen Heizung jedes einzelnen Hauses gibt es auch die Möglichkeit, mehrere Gebäude gemeinsam über kleine, nachbarschaftliche Gebäudenetze mit Wärme zu versorgen. Laut GEG § 3 Absatz 1 Nr. 9a handelt es sich dabei um Netze zur Versorgung mit Wärme oder Kälte, an die mindestens zwei und höchstens 16 Gebäude (Wohn- oder Nichtwohngebäude) und bis zu 100 Wohneinheiten angeschlossen sind.

Der wichtigste Unterschied zur klassischen Fernwärme besteht darin, dass bei einem Gebäudenetz kein großer kommunaler oder überregionaler Netzbetreiber aktiv sein muss. Stattdessen kann das Netz privat organisiert und betrieben werden. Das können zum Beispiel Landwirte sein, die ihre eigenen und umliegende Gebäude mitversorgen, Wohnungseigentümergeinschaften oder Genossenschaften, in denen sich Bürgerinnen und Bürger zusammenschließen, um die Wärmeversorgung in ihrem Quartier gemeinsam zu organisieren.

Ein Gebäudenetz bietet mehrere Vorteile: Die zentrale Wärmeerzeugung kann besser ausgelastet werden und arbeitet dadurch meist effizienter. Zudem lassen sich erneuerbare Energien wie große Wärmepumpen, Solarthermieanlagen oder Biomassekessel leichter in ein gemeinsames System integrieren. Die Investitionskosten für die Leitungen können im Vergleich zu großen Wärmenetzen deutlich geringer sein, wenn keine öffentlichen Straßen betroffen sind und die Trassen beispielsweise über Gärten oder andere unversiegelte Flächen verlaufen. Durch den privaten Betrieb haben die Beteiligten außerdem mehr Einblick in die Kosten und können die Abrechnung transparent und gemeinsam gestalten.

Demgegenüber bestehen auch Nachteile im Vergleich zu einer vollständig dezentralen Versorgung, bei der jedes Gebäude seine eigene Heizung betreibt. Für die gemeinsame Leitungsinfrastruktur und die zentrale Technik sind zunächst höhere Anfangsinvestitionen erforderlich. Alle angeschlossenen Gebäude sind zudem von der gemeinsamen Anlage abhängig,

sodass Störungen grundsätzlich alle Nutzerinnen und Nutzer betreffen können. Wie auch bei großen Fernwärmenetzen hängt die Wirtschaftlichkeit vor allem von den Entfernungen zwischen den Gebäuden und der abzunehmenden Wärmemenge ab. Hinzu kommt ein höherer Aufwand in der Planung und rechtlichen Ausgestaltung, insbesondere bei der Ausarbeitung von Verträgen, der Regelung von Verantwortlichkeiten und der Organisation der Abrechnung.

Der Aufbau eines neuen Gebäudenetzes, der Umbau oder die Erweiterung eines bestehenden Netzes sowie der Anschluss zusätzlicher Gebäude können finanziell über die Bundesförderung für effiziente Gebäude bei der BAFA gefördert werden. Die Förderung erfolgt in Form eines Investitionszuschusses. Die förderfähigen Kosten betragen wie auch bei dezentralen Versorgungslösungen bis zu 30.000 € pro Gebäude. Der Anteil der Maßnahmen, der auf das jeweilige Gebäude entfällt, kann mit bis zu 70 % gefördert werden. Werden dafür nicht die vollen förderfähigen Kosten fällig, kann der Restbetrag auf den Gebäudenetzbetreiber (z. B. die Energiegenossenschaft) übertragen werden. Diese förderfähigen Kosten können dann zur Errichtung der Heizzentrale und der Wärmeerzeuger mit der Grundförderquote in Höhe von 30 % genutzt werden. Bei Bedarf kann die Förderung durch zinsgünstige Kredite ergänzt werden. Voraussetzung für diese Förderung ist, dass mindestens 65 Prozent der im Gebäudenetz bereitgestellten Wärme aus klimafreundlichen Technologien wie Wärmepumpen, Solarthermie oder Biomasse oder aus unvermeidbarer Abwärme stammen. Werden diese Bedingungen erfüllt, kann ein Gebäudenetz einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten und gleichzeitig eine zukunftsfähige, gemeinschaftlich organisierte Wärmeversorgung im Ort ermöglichen.

5.5 IDENTIFIZIERTE FOKUSGEBIETE GEBÄUDESANIERUNG

Im Rahmen der KWP werden Gebäudeblöcke mit hohem relativen Energieeinsparpotenzial und mutmaßlich homogener Gebäudestruktur und Gebäudealter als Fokusgebiet Gebäudesanierung zusammengefasst. Dieses Energieeinsparpotenzial könnte durch umfangreiche energetische Sanierungen realisiert werden. Aufgrund der verwendeten Datenquellen (aggregierte Energieverbräuche und Baualtersklassen) können nur Annahmen getroffen werden, welche nicht den tatsächlichen Sanierungsstand einzelner Gebäude im Fokusgebiet Gebäudesanierung wiedergeben. Aus der Identifizierung eines Fokusgebietes im Rahmen der KWP ergeben sich keine Vorgaben oder Verbindlichkeiten, weder für die Kommune noch für Eigentümer*innen. Es handelt sich lediglich um eine Empfehlung an die Kommune, die identifizierten Fokusgebiete tiefergehender zu analysieren, und ggfs. mit zielgerichteten Angeboten und Anreizen Gebäudesanierungen zu unterstützen.

Als wesentlicher Indikator zur Bestimmung von Fokusgebieten für energetische Sanierungsmaßnahmen ist das relative Sanierungspotenzial. Dieses wird in niedrig, mittel und hoch klassifiziert. Für die Bestimmung der Fokusgebiete wird die hohe Sanierungspotenzialklasse betrachtet. In Abbildung 5-10 sind die Sanierungspotenzialklassen je Baublock für Brekendorf dargestellt.

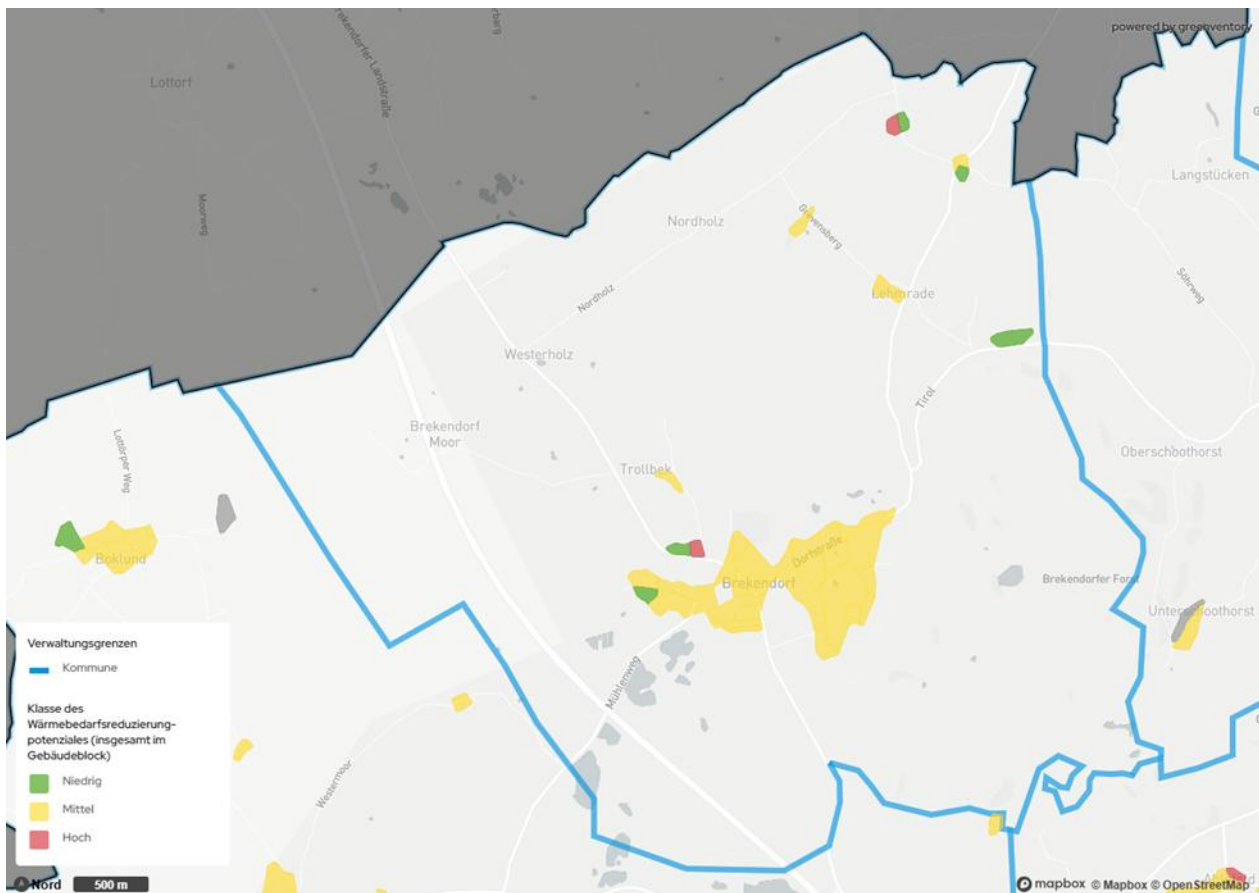


Abbildung 5-10: Klassifizierung nach Sanierungspotenzial in anonymisierter Darstellung

Es zeigt sich, dass in Brekendorf keine größeren zusammenhängenden Gebäudebestände mit hohem Sanierungspotenzial bestehen. Durch energetische Sanierungen oder den Ersatz von älteren Bestandsgebäuden durch Neubauten liegen überwiegend inhomogene Sanierungsbedarfe vor, die in der Darstellung auf Gebäudeblockebene zu einem im Durchschnitt mittleren Sanierungspotenzial zusammengefasst werden.

Ein weiterer Parameter für die Gebäudesanierung ist das Gebäudealter. Hierbei sind insbesondere jene Gebäude im Fokus, welche vor 1976 errichtet wurden. Dies lässt sich darüber begründen, dass diese Gebäude vor der ersten WSVO entstanden sind. Die WSVO wurde bis 2008 in drei Stufen weiter verschärft und danach durch die Energieeinsparverordnung (EnEV) abgelöst. Seit 2020 gibt das GEG vor, wie Neubauten energetisch zu dämmen sind. Für die Gemeinde Brekendorf werden die Baualtersklassen je Baublock in Abbildung 5-11 dargestellt.

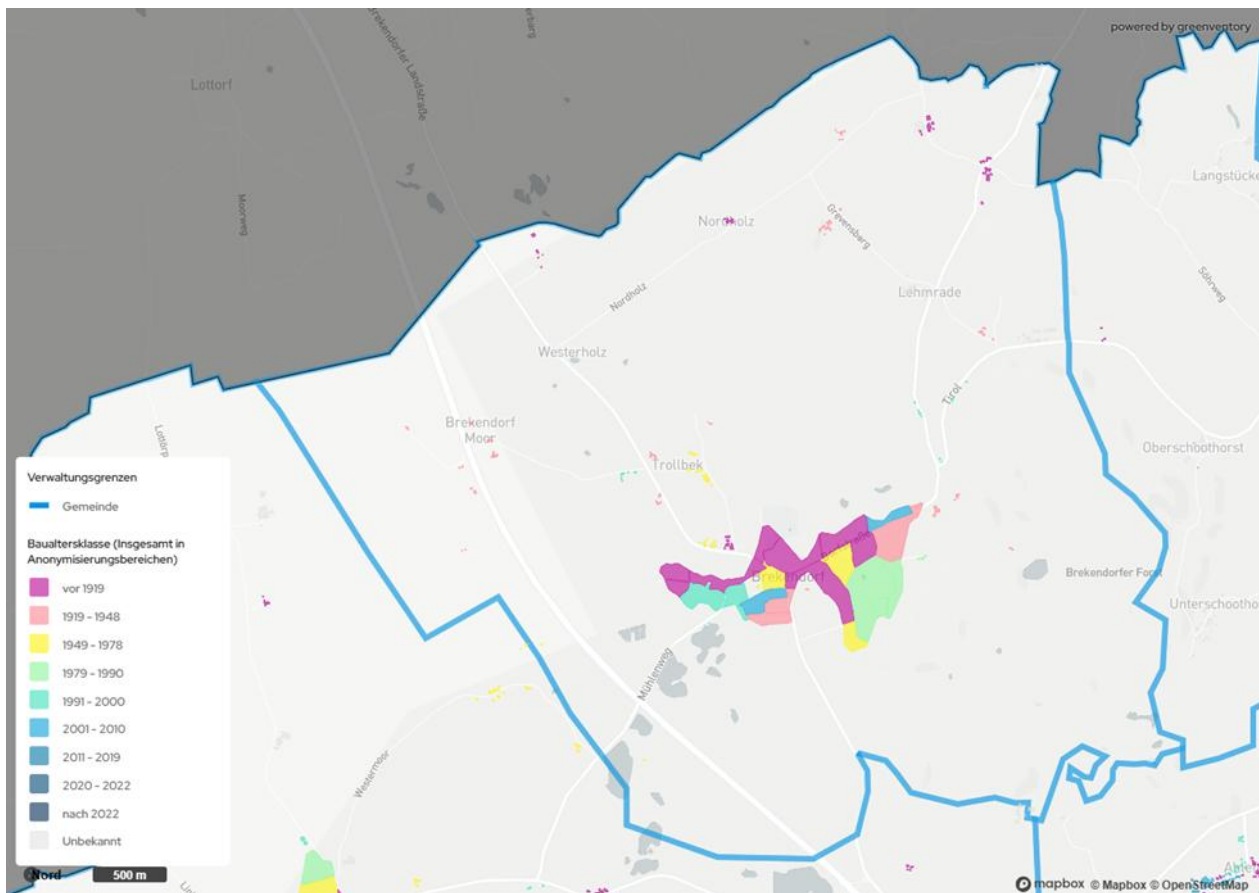


Abbildung 5-11: Kartografische Darstellung der Baualtersklassen in anonymisierter Form

Die Erkenntnisse aus beiden Karten ergeben, dass trotz eines hohen Anteils an älteren Gebäuden keine Gebiete mit hohem Sanierungspotenzial abgegrenzt werden können. Durch ein zielgerichtetes Beratungsangebot für energetische Sanierungsmaßnahmen, lassen sich die im Gemeindegebiet verteilten Gebäude mit hohem Sanierungspotenzial adressieren.

6 ZIELSZENARIO

Das Zielszenario skizziert die Wärmeversorgung im Jahr 2040 auf Basis der identifizierten Eignungsgebiete und vorhandenen Potenziale. In diesem Kapitel werden die angewandte Methodik und die Ergebnisse der Simulation des erarbeiteten Zielszenarios erläutert.

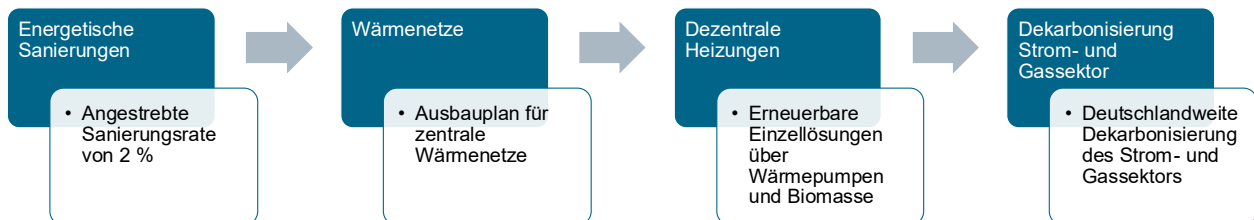


Abbildung 6-1: Simulation des Zielszenarios für 2040

Die Definition des Zielszenarios ist ein wesentlicher Bestandteil des kommunalen Wärmeplans. Es fungiert als Vorlage für eine treibhausgasneutrale und effiziente Wärmeversorgung und baut auf den in Kapitel 6.5 dargestellten Prognosen auf. Das Zielszenario liefert quantitative Antworten auf zentrale Fragen, wie:

- In welchen Gebieten könnten künftig Wärmenetze realisiert werden?
- Auf welche Weise kann die Wärmeversorgung dieser Netze treibhausgasneutral erfolgen?
- Wie viele Gebäude bedürfen bis zur Zielerreichung einer energetischen Sanierung?
- Wie wird die Wärmeversorgung für Gebäude sichergestellt, die nicht an ein Wärmenetz angeschlossen werden können?

Die Erstellung des Zielszenarios erfolgt in drei Schritten:

1. Die Modellierung des zukünftigen Wärmebedarfs
2. Die Identifikation potenziell geeigneter Gebiete für Wärmenetze
3. Die Bestimmung der zukünftigen Wärmeversorgung

Dabei ist zu beachten, dass das Zielszenario keine verbindliche Festlegung der eingesetzten Wärmeerzeugungstechnologien darstellt, sondern vielmehr als Grundlage für die strategische Entwicklung der Infrastruktur dient. Die tatsächliche Umsetzung dieser Strategie hängt von vielen Faktoren ab, darunter die technische Umsetzbarkeit der einzelnen Projekte, die lokalen politischen Rahmenbedingungen, die Bereitschaft der Gebäudeeigentümer zu Sanierungen und Heizungstausch sowie der Erfolg bei der Gewinnung von Kunden für Wärmenetze.

6.1 ERMITTLUNG DER ZUKÜNFTIGEN WÄRMEVERSORGUNG

Sobald der zukünftige Wärmebedarf und die Eignungsgebiete für Wärmenetze festgelegt wurden, wird die künftige Versorgungsinfrastruktur geplant. Dabei erhält jedes Gebäude eine zugewiesene Technologie zur Wärmeerzeugung (s. Abbildung 6-2).

Für die Gebäude erfolgt eine individuelle Beheizung. Bei Objekten, auf deren jeweiligem Flurstück die notwendigen Voraussetzungen zur Installation einer Wärmepumpe zur Verfügung stehen, erfolgt die Zuordnung zu einer Luft- oder Erdwärmepumpe. Ist dies nicht der Fall, wird stattdessen ein Biomassekessel angenommen, der auch bei größeren gewerblichen Objekten Anwendung

findet. Der Einsatz von Wasserstoff wurde in diesem Szenario nicht berücksichtigt, da hierfür belastbare Planungsgrundlagen sowie ausreichende Verfügbarkeit fehlen.

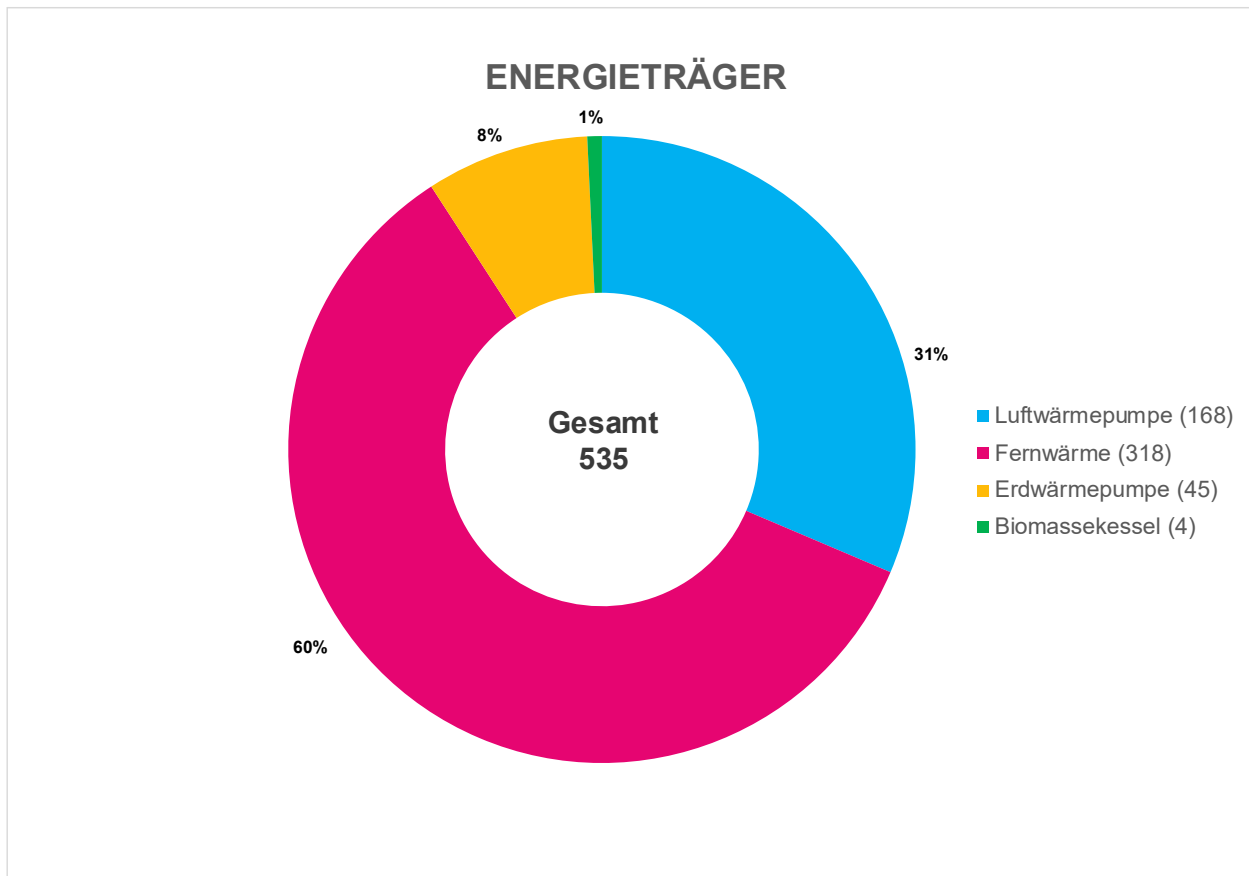


Abbildung 6-2: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2040

Die Simulationsergebnisse für das Jahr 2040 sind in Abbildung 6-2 dargestellt. Fast 60 % der Gebäude werden auch im Zieljahr im Eignungsgebiet durch ein Wärmenetz versorgt werden. Hierbei wurde angenommen, dass das Wärmenetz den gesamten Ortskern erschließt. Eine Auswertung der eingesetzten Wärmeerzeugungstechnologien zeigt, dass daneben ein wesentlicher Anteil der Haushalte zukünftig mit Luftwärmepumpen beheizt werden könnte. Der verbleibende Wärmebedarf wird primär durch Erdwärmepumpen gedeckt, während der Einsatz von Biomassekesseln kaum ins Gewicht fällt. Biomassekessel kommen in den Gebäuden zum Gebrauch, in denen wenig, bis kein Potenzial besteht eine Wärmepumpe (Luft oder Erde) zu erreichen, bzw. in Gebäude in denen eine höhere Vorlauftemperatur benötigt wird. Abbildung 6-3 visualisiert das modellierte zukünftige Versorgungsszenario im Projektgebiet.

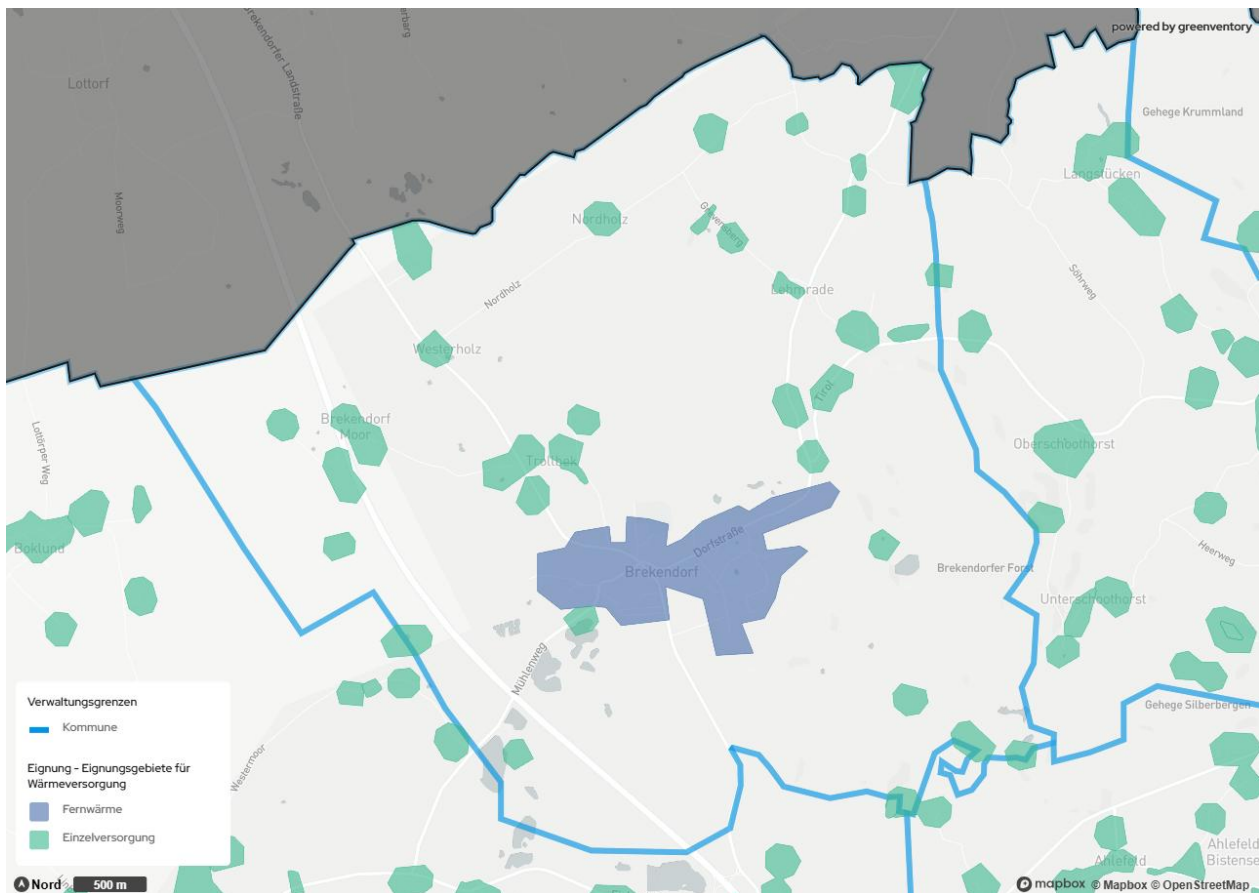


Abbildung 6-3: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040 (grün: dezentrale Wärmeversorgung, blau: Wärmenetz)

6.2 ZUSAMMENSETZUNG DER FERNWÄRMEERZEUGUNG

Im Rahmen der Planung der Fernwärmeerzeugung bis 2040 wurde eine Prognose zur Zusammensetzung der im Zieljahr eingesetzten Energieträger erstellt. Dabei flossen aktuelle und zukünftige Entwicklungen in der Energieerzeugung sowie die regionalen Verfügbarkeiten in die Konzeptionierung mit ein. Die erwartete Zusammensetzung der Energieträger für die Fernwärmeversorgung im Jahr 2040 ist in Abbildung 6-4 dargestellt.

Hierbei wurde angenommen, dass sich der Energieträgermix aus einer Luft-Wärmepumpe und einem Biomassekessel zusammensetzt.

Die Energieträger wurden aufgrund ihrer technischen Eignung, Umweltverträglichkeit, Effizienz und Verfügbarkeit im Kontext der Fernwärmeerzeugung ausgewählt. Es ist zu betonen, dass diese initialen Werte in nachgelagerten Machbarkeitsstudien, die für das Eignungsgebiet durchgeführt werden, noch genauer validiert und angepasst werden müssen.

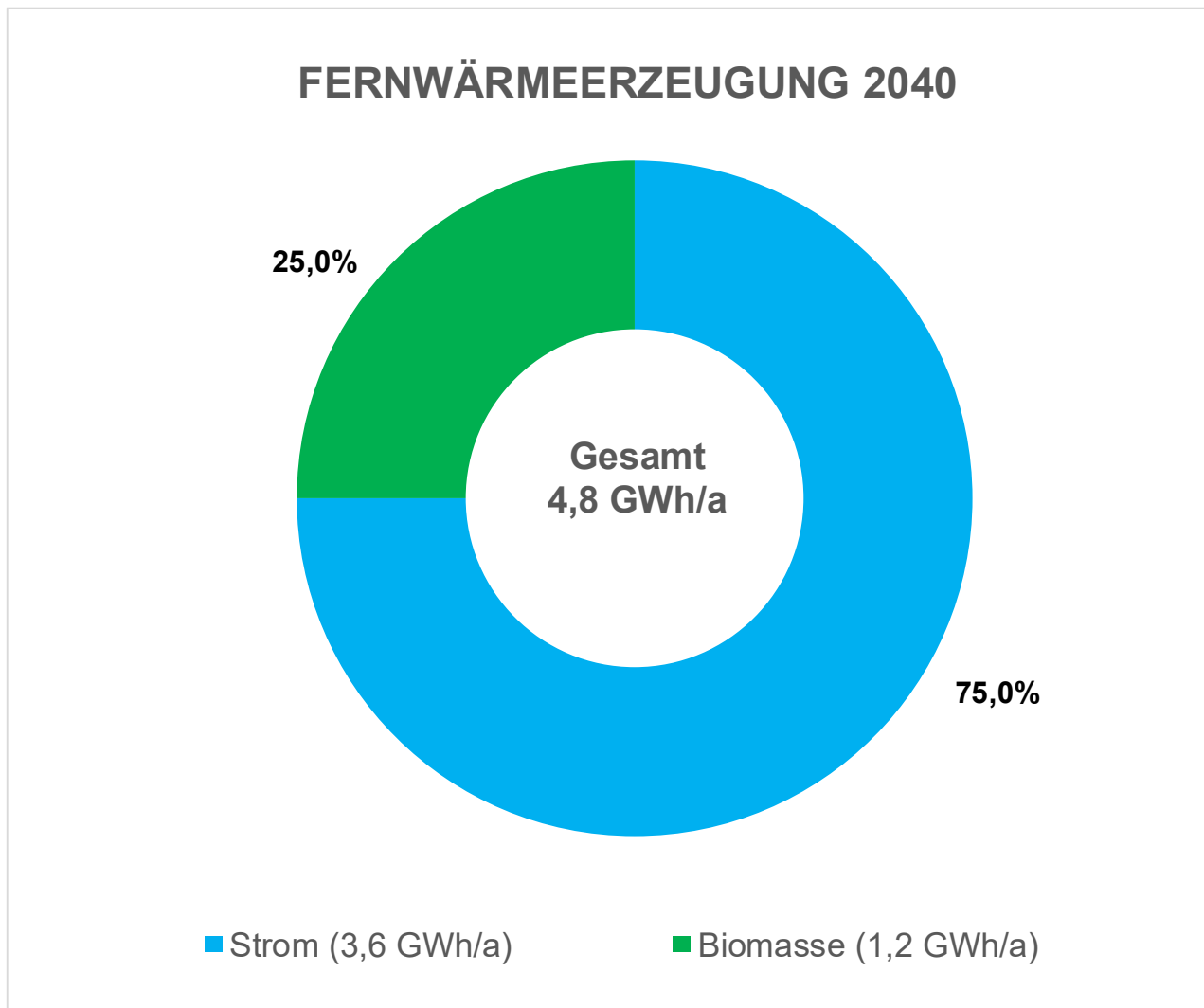


Abbildung 6-4: Fernwärmeerzeugung nach Energieträger im Zieljahr 2040

6.3 ENTWICKLUNG DER EINGESETZTEN ENERGIETRÄGER

Auf Grundlage der für jedes Gebäude im Projektgebiet festgelegten Wärmeerzeugungstechnologien, wird die Zusammensetzung der genutzten Energieträger für das Zieljahr 2040 ermittelt. Dieser Energieträgermix zeigt, welche Energiequellen künftig sowohl in zentralen Wärmenetzen als auch in individuellen Versorgungslösungen zur Deckung des Wärmebedarfs genutzt werden.

Dazu wird zunächst jedem Gebäude ein spezifischer Energieträger zugeordnet. Anschließend erfolgt die Berechnung des Endenergiebedarfs, wobei sowohl der Wärmebedarf als auch der Wirkungsgrad der jeweiligen Wärmeerzeugungstechnologie berücksichtigt werden. Hierbei wird der prognostizierte Wärmebedarf für das Zieljahr durch den thermischen Wirkungsgrad der eingesetzten Technologie geteilt.

Die ermittelten Werte für den Endenergiebedarf nach Energieträgern für die Jahre 2030 und 2035 als Zwischenetappen sowie für das Jahr 2040 sind in Abbildung 6-5 dargestellt.

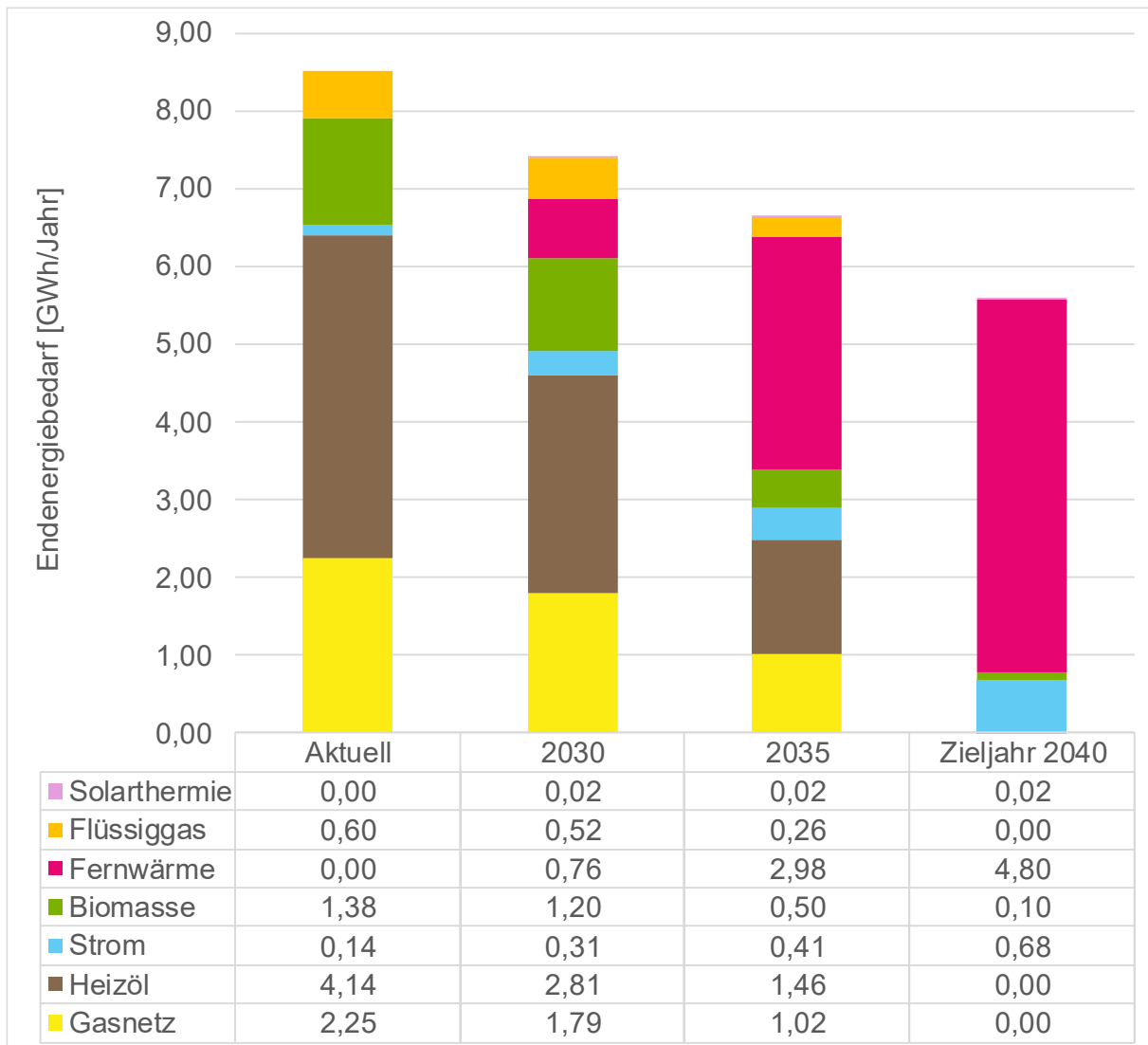


Abbildung 6-5: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger aktuell, in den Zwischenjahren und im Zieljahr

Der Anteil der unterschiedlichen Energieträger am Endenergiebedarf wandelt sich von fossilen zu nachhaltigen Quellen, wobei der Gesamteinsatz an Endenergie durch fortlaufende Sanierungsmaßnahmen abnimmt.

Der Anteil von Strom wird deutlich zunehmen. Im Zieljahr ist der Anteil des Stroms, der für dezentrale Wärmepumpen benötigt wird, im Vergleich zur erzeugten Wärmemenge gering. Das liegt daran, dass Wärmepumpen mit einer angenommenen Jahresarbeitszahl von etwa drei arbeiten – sie liefern also etwa die dreifache Menge an Wärme im Verhältnis zum eingesetzten Strom.

6.4 BESTIMMUNG DER TREIBHAUSGASEMISSIONEN

Die veränderte Zusammensetzung der Energieträger sowohl bei der Einzelversorgung als auch durch den Ausbau des Wärmenetzes, führt zu einem stetigen Rückgang der Treibhausgasemissionen (vgl. Abbildung 6-6). Im angenommenen Szenario des Zieljahres 2040 ist eine Reduktion von etwa 94 % im Vergleich zum Basisjahr zu erwarten. Daraus resultiert ein verbleibendes CO₂-Budget im Wärmesektor von circa 110 tCO₂, das entweder kompensiert oder

durch zusätzliche technische Maßnahmen im kommunalen Klimaschutz weiter verringert werden muss, um die Treibhausgasneutralität zu erreichen. Dieses Restbudget ist hauptsächlich auf die Emissionsfaktoren der erneuerbaren Energieträger zurückzuführen, die die entlang der Wertschöpfungskette entstehenden Emissionen, beispielsweise bei Fertigung und Installation, berücksichtigen.

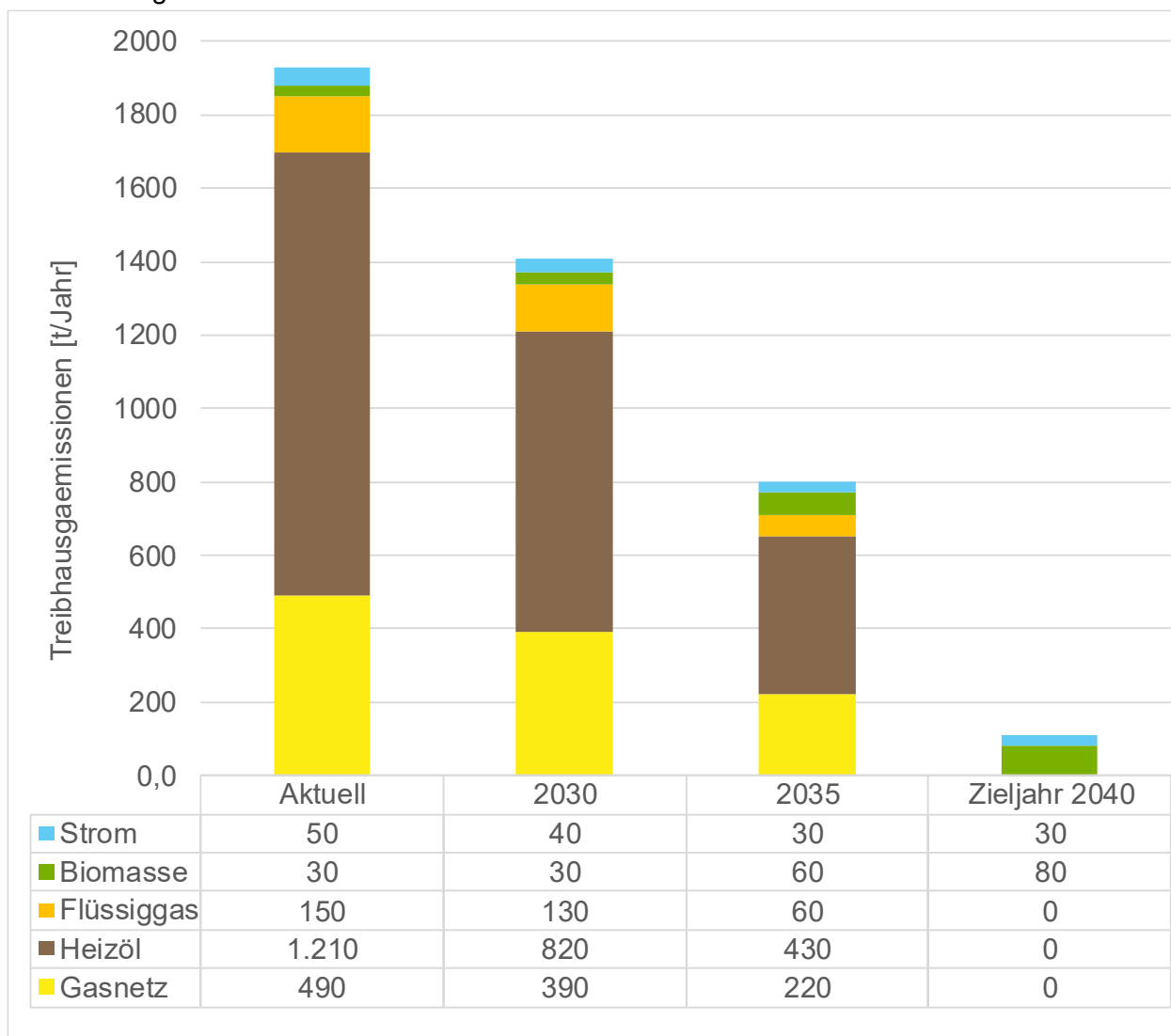


Abbildung 6-6: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträger aktuell und im Zieljahr

Neben den verwendeten Technologien hat auch die Entwicklung der Emissionsfaktoren einen entscheidenden Einfluss auf die zukünftigen THG-Emissionen. Für diese Berechnung wurden die in Tabelle 3-1 angegebenen Faktoren herangezogen. Insbesondere im Stromsektor wird eine signifikante Senkung der spezifischen CO₂-Emissionen erwartet, was sich vorteilhaft auf die CO₂-Bilanz von Wärmepumpenheizungen auswirkt.

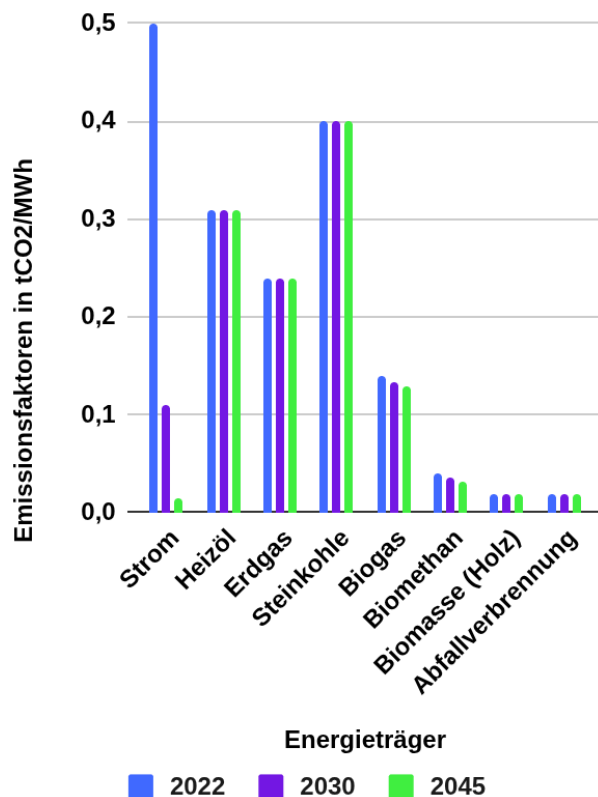


Abbildung 6-7: Emissionsfaktoren in tCO₂/MWh (Technikkatalog (Langreder et al. (Im Auftrag des BMWK)), 2024)

6.5 PROGNOSE – ENTWICKLUNG DES ZUKÜNFTIGEN WÄRMEBEDARFS

Eine Reduktion des Wärmebedarfs ist eine zentrale Komponente zum Gelingen der Wärmewende. In der Prognose wurde für Wohngebäude eine Sanierungsrate von 2 % pro Jahr angenommen (dena, 2024). Die Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs erfolgt unter Nutzung von repräsentativen Typgebäuden. Diese basieren auf den Gebäudetypologien nach TABULA (IWU, 2023). Für Nichtwohngebäude wird eine Reduktion des Wärmebedarfs anhand von Reduktionsfaktoren berechnet. Es werden folgende Einsparungen des Wärmebedarfs (gem. (IWU, 2023)) bis 2050 angenommen:

	EINSPARUNGEN BIS 2040	EINSPARUNGEN BIS 2050
GEWERBE, HANDEL & DIENSTLEISTUNGEN	23%	37%
INDUSTRIE	18%	29%
KOMMUNALE LIEGENSCHAFTEN	20%	33%

Diese Reduktionsfaktoren werden linear auf das Jahr 2040 angepasst, damit diese in der hier vorliegenden Wärmeplanung verwendet werden können.

Die Simulation der Sanierung erfolgt jahresscharf und gebäudespezifisch. Jedes Jahr werden in der Simulation die 2 % der Gebäude mit dem schlechtesten Sanierungszustand saniert. Abbildung

6-8 zeigt den Effekt der Sanierung auf den zukünftigen Wärmebedarf. Für das Zieljahr 2040 reduziert sich der Wärmebedarf durch fortschreitende Sanierungen, sodass der jährliche Wärmebedarf nur noch ca. 6,9 GWh beträgt, was einer Minderung um 13,5 % gegenüber dem Basisjahr entspricht.

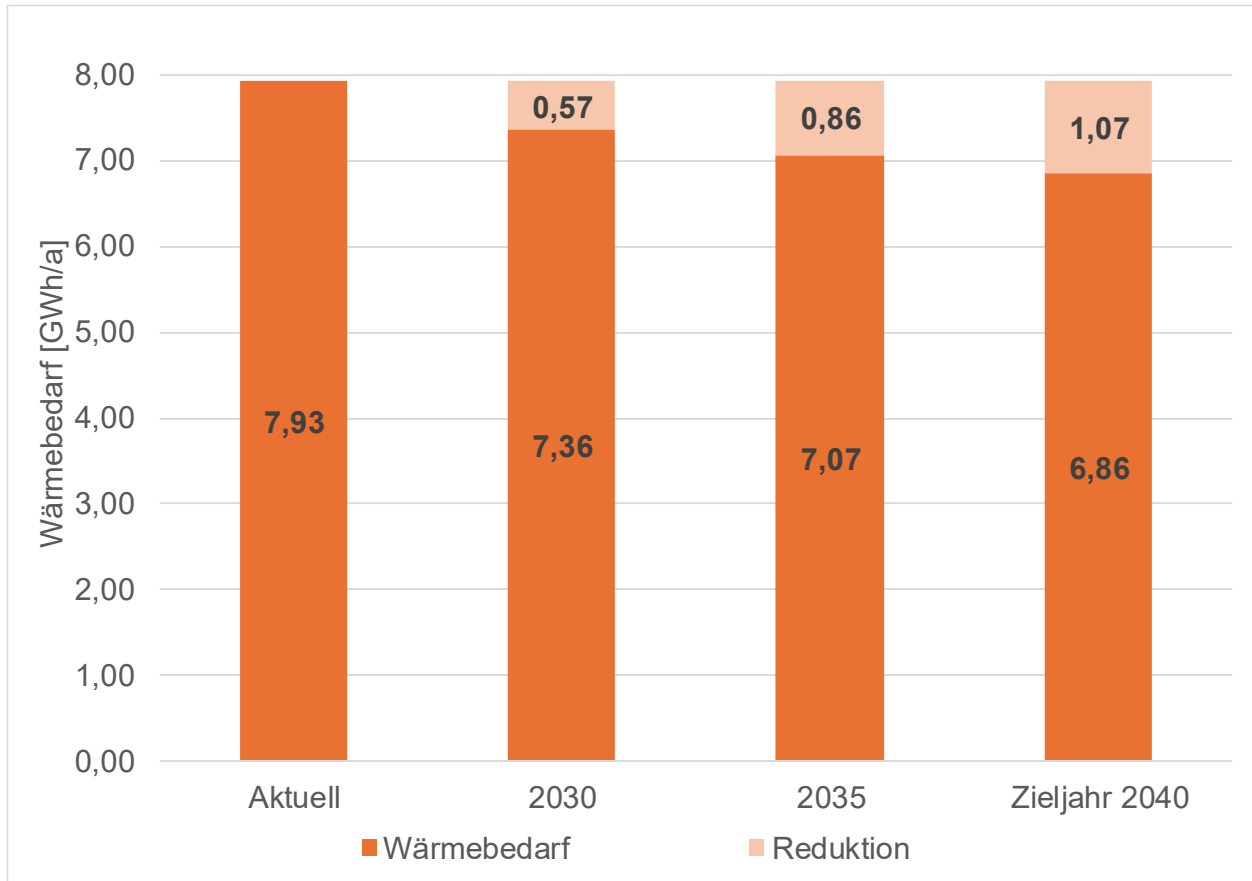


Abbildung 6-8: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion im Ziel- und Zwischenjahr

Bei einer Sanierungsquote von 2 % würden nach heutigem Gebäudebestand 10 Gebäude pro Jahr umfänglich energetisch saniert werden.

An dieser Stelle ist bezogen auf die Klimaziele zu erwähnen, dass der Schlüssel zum Erreichen dieser Ziele vor allem auf dem Wechsel des eingesetzten Energieträgers liegt. Allein mit energetischen Sanierungen kann die Wärmewende nicht bewältigt werden. Energetische Sanierungen führen vielmehr dazu, dass weniger Energie zum Beheizen der Gebäude aufgewendet werden muss. In der Folge muss weniger Energie aus erneuerbaren Quellen bereitgestellt werden. Dadurch wird die gesamtgesellschaftliche Herkulesaufgabe der Energiewende etwas erleichtert.

6.6 ZUSAMMENFASSUNG DES ZIELSZENARIOS

Die Simulation des Zielszenarios veranschaulicht, wie sich der Wärmebedarf bis zum Jahr 2040 bei einer angenommenen Sanierungsquote von 2 % entwickelt – ein Wert, der deutlich über dem aktuellen bundesweiten Durchschnitt von nur 0,8 % liegt. Dies betont die Notwendigkeit umfassender Sanierungsmaßnahmen und den damit verbundenen Einsatz, um die Wärmewende erfolgreich voranzubringen.

Im betrachteten Szenario erfolgt die Beheizung des Großteils der Gebäude zentral über ein Wärmenetz. Die übrigen Gebäude werden mittels Wärmepumpen oder Biomasse beheizt. Im Zieljahr wird der Endenergiebedarf überwiegend durch Strom und Biomasse gedeckt. Dadurch kann der verstärkte Einsatz erneuerbarer Energieträger die Treibhausgasemissionen auf einen Bruchteil des heutigen Niveaus senken.

Um die Dekarbonisierung des Wärmesektors im Projektgebiet zu erreichen, ist es entscheidend, konsequent auf erneuerbare Energiequellen zu setzen. Im Rahmen der Fortschreibung des Wärmeplans müssen daher zusätzliche Maßnahmen und Strategien entwickelt werden, um letztlich eine vollständige Treibhausgasneutralität im Wärmesektor zu erreichen.

7 MAßNAHMENKATALOG

In diesem Abschnitt werden konkrete Maßnahmen vorgestellt, die zur Erreichung der Ziele der Wärmewende empfohlen werden. Die Maßnahmenauswahl basiert auf den Ergebnissen der Bestands- und Potenzialanalyse sowie der räumlichen Analyse. Alle Maßnahmen sollen den Weg in Richtung des angestrebten Zielszenarios ebnen.

Es wurden zwei Kategorien an Maßnahmen abgeleitet. Zum einen übergeordnete Maßnahmen und zum anderen gebietsspezifische Maßnahmen.

Die übergeordneten Maßnahmen sind allgemeiner formuliert und erstrecken sich über das ganze Gemeindegebiet. Es handelt sich hier eher um „weiche Maßnahmen“ und unterstützende Instrumente zur Zielerreichung.

Die gebietsspezifischen Maßnahmen betreffen dagegen nur einzelne Quartiere in der Gemeinde Brekendorf. Sie basieren vor allem auf den Ergebnissen der räumlichen Analyse und können auch bauliche Maßnahmen umfassen. Aus dem Grund sind diese Maßnahmen bereits etwas konkreter in der Formulierung.

Um das Ziel der treibhausgasneutralen Wärmeversorgung zu verfolgen, braucht es Schlüsselkomponenten, die sich positiv auf die Zielerreichung auswirken. Diese Schlüsselkomponenten umfassen:

- Ein übergreifendes Management von Maßnahmen und Umsetzungsprozessen
- Die energetische Sanierung mit dem Ziel einer Sanierungsquote von mindestens 2 %
- Den Ausbau bestehender Wärmenetze sowie die Schaffung neuer Wärmenetze
- Die verstärkte Integration von nachhaltigen Heiztechnologien, insbesondere Luft-Wärmepumpen
- Die Nutzung lokaler Energiequellen wie Erdwärme, Solarthermie und Biogas und unvermeidbarer Abwärme

Bei der Ausarbeitung des Maßnahmenkatalog wurde mindestens einer dieser Schlüsselkomponenten je Maßnahme einbezogen. Jede Maßnahme wurde daraufhin detailliert anhand eines Maßnahmensteckbriefes beschrieben. Die Maßnahmensteckbriefe beinhalten folgende Aspekte:

- Maßnahmen Typ
- Positive Auswirkung auf die Ziele
- Verantwortliche Akteure
- Geschätzte Kosten
- Mögliche Förderungen
- Nutzen
- Nächste Schritte
- Umsetzungszeitraum der Einzelschritte
- Hinweise
- Maßnahmenbeschreibung

Die einzelnen Maßnahmensteckbriefe sind im Anhang 3: Maßnahmen einzusehen.

Schlussendlich sollen die empfohlenen Maßnahmen in umsetzbare Projekte überführt werden können und mit einer hohen Priorität bewertet werden. Die Umsetzung erfordert dabei das gemeinsame Engagement aller Beteiligten.

Während der Umsetzung der Maßnahmen ist ein kontinuierliches Monitoring und eine regelmäßige Überprüfung der Fortschritte erforderlich und wird deshalb als eigene Maßnahme empfohlen. Auf Basis des Monitorings können die Maßnahmen bei Bedarf angepasst und optimiert werden, um sicherzustellen, dass die gesetzten Ziele erreicht werden können.

7.1 ÜBERGEORDNETE MAßNAHMEN

Die folgenden übergeordneten Maßnahmen dienen der Förderung der Wärmewende auf kommunaler Ebene:

Tabelle 7-1: Übergeordnete Maßnahmen

NAME DER MAßNAHME	VERANTWORTLICHE AKTEURE	UMSETZUNGSBEGINN
KOMMUNALES BERATUNGSANGEBOT SANIERUNG & HEIZUNGSTAUSCH	Amt Hüttener Berge, Gemeinde Brekendorf, Klimaschutzagentur im Kreis Rendsburg-Eckernförde	Ende 2026
SANIERUNGSBEDARF DER KOMMUNALEN LIEGENSCHAFTEN BEWERTEN	Amt Hüttener Berge, Gemeinde Brekendorf, Klimaschutzagentur im Kreis Rendsburg-Eckernförde	Mitte 2034
MONITORING	Amt Hüttener Berge, Gemeinde Brekendorf, Klimaschutzagentur im Kreis Rendsburg-Eckernförde	2027

Insgesamt wurden für die Gemeinde Brekendorf drei übergeordnete Maßnahmen entwickelt. In Anhang 3: Maßnahmen unter Übergeordnete Maßnahmen werden die diese näher ausgeführt.

7.2 GEBIETSSPEZIFISCHE MAßNAHMEN

Im Zuge der räumlichen Analyse wurden Gebiete identifiziert, für die zusätzliche Maßnahmen abgeleitet wurden.

Die Festlegung des Umsetzungsbeginns der folgenden Maßnahmen basiert auf technischen Überlegungen, wie beispielsweise der Etappierung von Wärmenetzerweiterungen sowie den Erkenntnissen aus der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.

Tabelle 7-2: Gebietsspezifische Maßnahmen

NAME DER MAßNAHME	VERANTWORTLICHE AKTEURE	UMSETZUNGSBEGINN
EIGNUNGSGEBIET „BREKENDORF ORTSKERN“	Amt Hüttener Berge, Gemeinde Brekendorf, Klimaschutzagentur im Kreis Rendsburg-Eckernförde, (Wärmenetzbetreiber)	Bereits begonnen

Für die Gemeinde Brekendorf konnte eine gebietsspezifische Maßnahmen identifiziert werden. In Anhang 3: Maßnahmen unter

Gebietsspezifische Maßnahmen werden diese näher ausgeführt.

7.3 ZEITLICHE EINORDNUNG

Die erfolgreiche Umsetzung der Maßnahmen erfordert nicht nur eine detaillierte Planung, sondern auch eine klare zeitliche Abfolge. Die zeitliche Einordnung der Maßnahmen ist von entscheidender Bedeutung, um sicherzustellen, dass die gesetzten Ziele effizient und effektiv erreicht werden können. Im Folgenden wird die zeitliche Dimension der geplanten Maßnahmen dargestellt und gibt einen Überblick darüber, wie sie in den kommenden Jahren umgesetzt werden sollten.

Die zeitliche Einordnung der Maßnahmen gestaltet sich wie folgt:

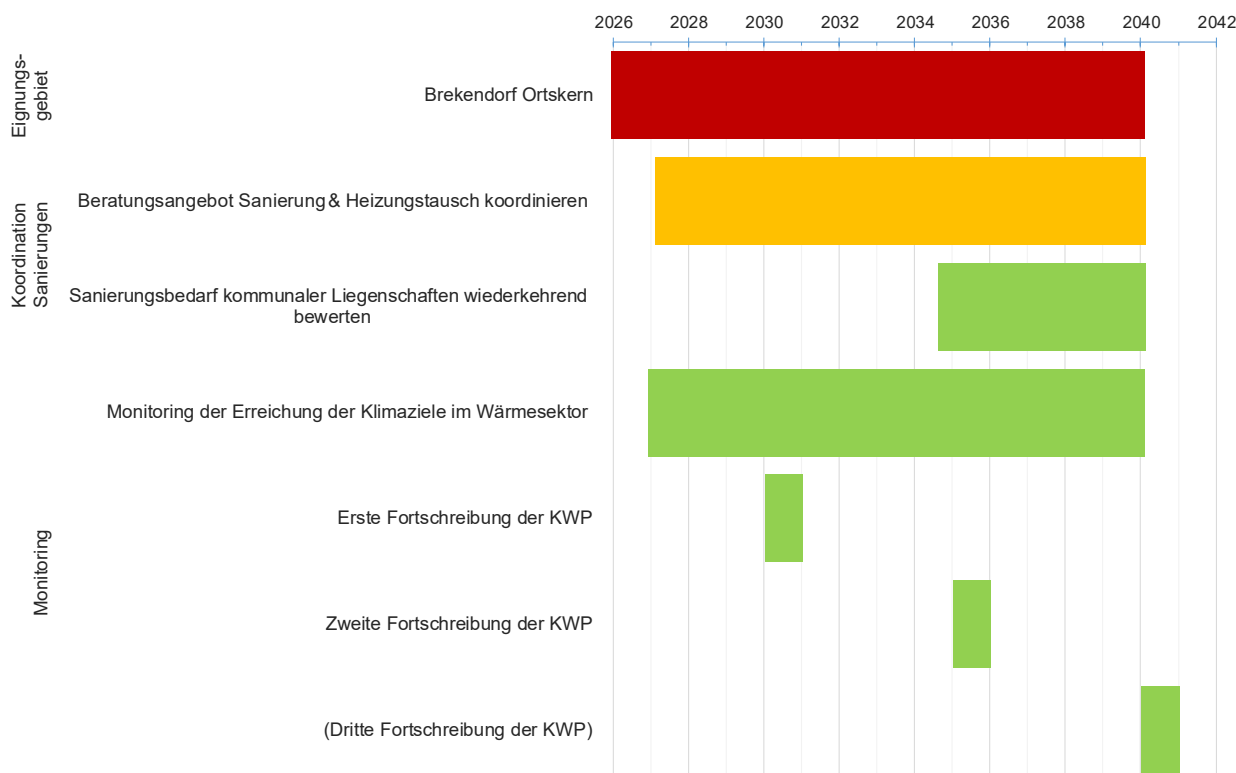


Abbildung 7-1: Zeitliche Einordnung der identifizierten Maßnahmen

7.4 FAZIT

Die vorgeschlagenen Maßnahmen zur Gestaltung der Wärmewende bestehen aus dem Dreiklang Energiebedarf senken, Energie-Infrastruktur errichten bzw. ausbauen und fossile Wärmeerzeuger und Heizungsanlagen ersetzen.

In dem Bereich *Energiebedarf senken* lassen sich die Einführung eines Beratungsangebots für private Gebäude sowie die wiederkehrende Bewertung des Sanierungsbedarfs für die öffentlichen Gebäude einordnen.

Der Bereich *Energie-Infrastruktur errichten bzw. ausbauen* besteht im Wesentlichen aus der Umsetzung eines Wärmenetzes im Ortskern von Brekendorf. Nicht als einzelne Maßnahme beschrieben, fällt in diesen Bereich auch die Prüfung und Ertüchtigung der Stromnetze für den flächendeckenden Einsatz von dezentralen Wärmepumpen.

In die Kategorie *Austausch fossiler Wärmeerzeuger und Heizungsanlagen ersetzen* fällt das Beratungsangebot zum Heizungsaustausch für Bürger*innen.

Die zeitliche Einordnung ist ein wesentlicher Bestandteil der Planung und Umsetzung einer nachhaltigen Energiewende. Durch eine klare zeitliche Strukturierung können die Maßnahmen effizient umgesetzt und die gesteckten Ziele erreicht werden. Ein kontinuierliches Monitoring und eine flexible Anpassung der Maßnahmen sind dabei entscheidend, um auf Veränderungen und neue Herausforderungen adäquat reagieren zu können.

8 BETEILIGUNG DER ÖFFENTLICHKEIT

Die Einbindung relevanter Akteure sowie der Öffentlichkeit ist ein wichtiger Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung – nicht nur im Hinblick auf gesetzliche Anforderungen, sondern vor allem zur Sicherung der Akzeptanz und Realisierbarkeit der geplanten Maßnahmen. Ein offener Austausch mit lokalen Partnern, wie etwa Energieversorgern, Wohnungsunternehmen oder gewerblichen Betrieben, ermöglicht es, frühzeitig Informationen zu bündeln, Potenziale zu identifizieren und Umsetzungshürden realistisch einzuschätzen.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde daher von Beginn an der Dialog mit zentralen Akteursgruppen gesucht. Neben der regelmäßigen Abstimmung mit den Bürgermeisterinnen und einem weiteren Vertreter der Gemeinde sowie der Amtsverwaltung Hüttener Berge und der Klimaschutzagentur im Kreis Rendsburg-Eckernförde, wurden Gespräche mit bestehenden Energieversorgern im Amt geführt. Auch die Öffentlichkeit wurde durch transparente Information über den Projektstand und in den Gemeinde-Workshops einbezogen. Zudem ist eine gemeinsame Öffentlichkeitsveranstaltung zu den Ergebnissen aus der kommunalen Wärmeplanung aller Gemeinden geplant.

Ziel dieser Aktivitäten war und ist es, frühzeitig Erwartungen zu klären und die kommunalen Gegebenheiten und Interessen in die Planungsprozesse einzubeziehen – als Grundlage für eine umsetzbare, lokal abgestimmte Wärmewendestrategie.

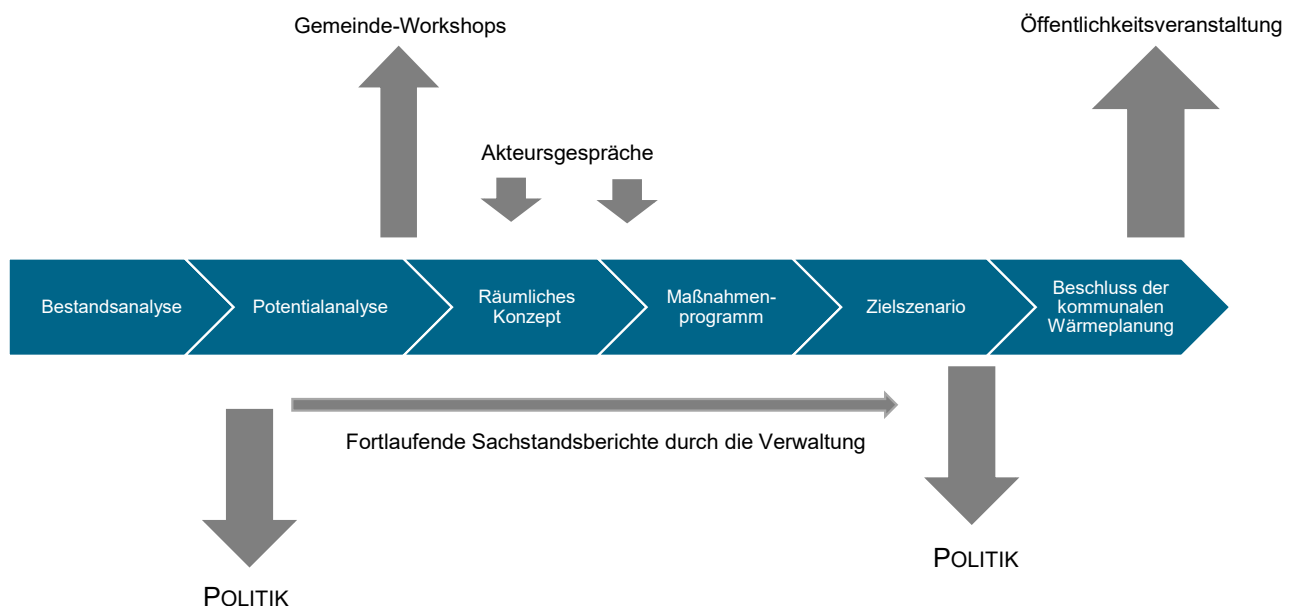


Abbildung 8-1: Öffentlichkeitsbeteiligung

8.1 AKTEURSBETEILIGUNG ZU PROJEKTBEGINN

Im Rahmen der vorbereitenden Datenerhebung wurden zahlreiche Gewerbe- und Industrieunternehmen im Amtsgebiet kontaktiert. Ziel dieser Ansprache war es, potenzielle Abwärmequellen zu identifizieren sowie Informationen zum aktuellen und zukünftigen Wärmebedarf zu erhalten. Da sich in der Gemeinde Brekendorf keine für die kommunale Wärmeplanung relevanten Gewerbebetriebe befinden, wurde hier auch keine ermittelt. Die

Kontaktaufnahme erfolgte sowohl schriftlich per E-Mail als auch telefonisch durch das Amt Hüttener Berge.

8.2 WEITERE ÖFFENTLICHKEITSINFORMATION

Der finale Wärmeplan wird nach Abschluss der Bearbeitung zunächst in einer öffentlichen Sitzung der Gemeindevertretung beraten und zur Beschlussfassung verabschiedet. Im Anschluss wird der beschlossene Wärmeplan im Internet veröffentlicht und damit allgemein zugänglich gemacht.

Darüber hinaus ist nach Fertigstellung des Wärmeplans eine öffentliche Informationsveranstaltung geplant, auf der die zentralen Ergebnisse vorgestellt und erläutert werden. Ziel ist es, Transparenz zu schaffen, die Öffentlichkeit einzubinden und Akzeptanz für die weiteren Schritte im Umsetzungsprozess zu fördern.

9 WÄRMEPLANUNG IM KONVOI

Wie bereits zu Beginn des Berichtes erwähnt wurde die kommunale Wärmeplanung der Gemeinde Brekendorf als Konvoi mit 14 weiteren Gemeinden im Amt Hüttener Berge durchgeführt. Im Folgenden sollen die Chancen und Herausforderungen eine interkommunalen Wärmeplanung im Konvoi erläutert werden und eine Reflexion zur gemeinsamen Wärmeplanung der Gemeinden im Amt Hüttener Berge durchgeführt werden.

9.1 CHANCEN UND HERAUSFORDERUNGEN WÄRMEPLANUNG IM KONVOI

Ein wesentlicher Vorteil des Konvoi-Ansatzes liegt in der gemeinsamen Bestands- und Potenzialanalyse. Die Beteiligung mehrerer Kommunen ermöglicht eine koordinierte und einmalige Datenabfrage bei allen relevanten Datenlieferanten, was zu erheblichen Synergieeffekten führt. Anstatt dass jede Kommune individuell Daten erhebt, können im Konvoi redundante Prozesse vermieden und die Ergebnisse effizient zusammengeführt werden. Dies reduziert nicht nur den Aufwand, sondern sorgt auch für eine konsistente und qualitativ hochwertige Datengrundlage, die für die Erstellung eines fundierten Wärmeplans unerlässlich ist.

Ein weiterer Vorteil der Planung im Konvoi ist die Möglichkeit, regionale Lösungen für die Wärmeversorgung zu entwickeln. Erfahrungen zeigen, dass überkommunale Konzepte, wie die Nutzung regionaler Potenziale für erneuerbare Energien oder der Aufbau von Fernwärmenetzen, durch eine enge Kooperation besser realisierbar sind. Solche Ansätze bieten nicht nur ökologische Vorteile, sondern sind oft wirtschaftlich tragfähiger.

Trotz der Vorteile birgt die Wärmeplanung im Konvoi auch spezifische Herausforderungen. Der erhöhte Abstimmungsbedarf zwischen den Kommunen kann unter anderem zu einem erheblichen Koordinationsaufwand führen. Zusätzlich können die infrastrukturellen Ausgangsbedingungen teils stark variieren. Unterschiedliche Zielsetzungen, Prioritäten oder politische Rahmenbedingungen der Partnerkommunen erfordern eine klare Struktur.

Die interkommunale Zusammenarbeit kann ein Schlüssel sein, um komplexe Herausforderungen der Wärmewende zu bewältigen und gemeinsam die Klimaschutzziele erreichen.

9.2 REFLEXION: INTERKOMMUNALE WÄRMEPLANUNG IM AMT HÜTTENER BERGE

Die Erfahrungen aus der kommunalen Wärmeplanung im Konvoi für die 15 Gemeinden des Amtes Hüttener Berge verdeutlichen, dass der Projekterfolg in hohem Maße von einer klar strukturierten Prozessorganisation abhängt. Die zentrale Koordination sowie die enge Einbindung aller relevanten Akteure – insbesondere der Verwaltung, der Politik und der beauftragten Fachbüros – haben sich als wesentliche Erfolgsfaktoren erwiesen. Eine frühzeitige Abstimmung zu gemeinsamen Zielsetzungen sowie der Aufbau einer konsistenten, Konvoi weiten Datengrundlage schufen ein einheitliches Verständnis und ermöglichten belastbare Analysen sowie abgestimmte Strategien.

Die Durchführung im Konvoi führte zu einer Vielzahl von Synergieeffekten. Methodische Standards, Prozessschritte und Kommunikationsstrukturen konnten für alle beteiligten Gemeinden gleichermaßen genutzt werden. Hierdurch wurden sowohl eine deutliche Kostenreduzierung als auch Einsparungen bei den Personalressourcen in der Amtsverwaltung erreicht, da Datenerhebung, Auswertung und Abstimmung nicht mehrfach parallel organisiert werden mussten.

Als besonders wirkungsvoll erwies sich die Einrichtung einer Steuerungsgruppe mit einer breiten Streuung unterschiedlicher fachlicher und organisatorischer Kompetenzen. Dieses Gremium trug zu fundierten fachlichen Diskussionen bei und unterstützte maßgeblich die Verknüpfung der Wärmeplanung mit den lokalen kommunalen Handlungsfeldern. Die Klimaschutzagentur im Kreis Rendsburg-Eckernförde nahm hierbei eine zentrale Rolle ein. Sie stellte eine geordnete Koordination, Moderation und Prozesssteuerung sicher.

Insgesamt zeigt das Projekt, dass eine zentral koordinierte Wärmeplanung im Konvoi mit klar definierten Zielen, einheitlicher Datengrundlage und einer starken Steuerungsstruktur ein sehr geeignetes Instrument für eine effiziente und ressourcenschonende kommunale Wärmeplanung für das Amt Hüttener Berge darstellt, bei der dennoch die unterschiedlichen lokalen Restriktionen berücksichtigt werden konnten.

10 WÄRMEWENDESTRATEGIE BREKENDORF

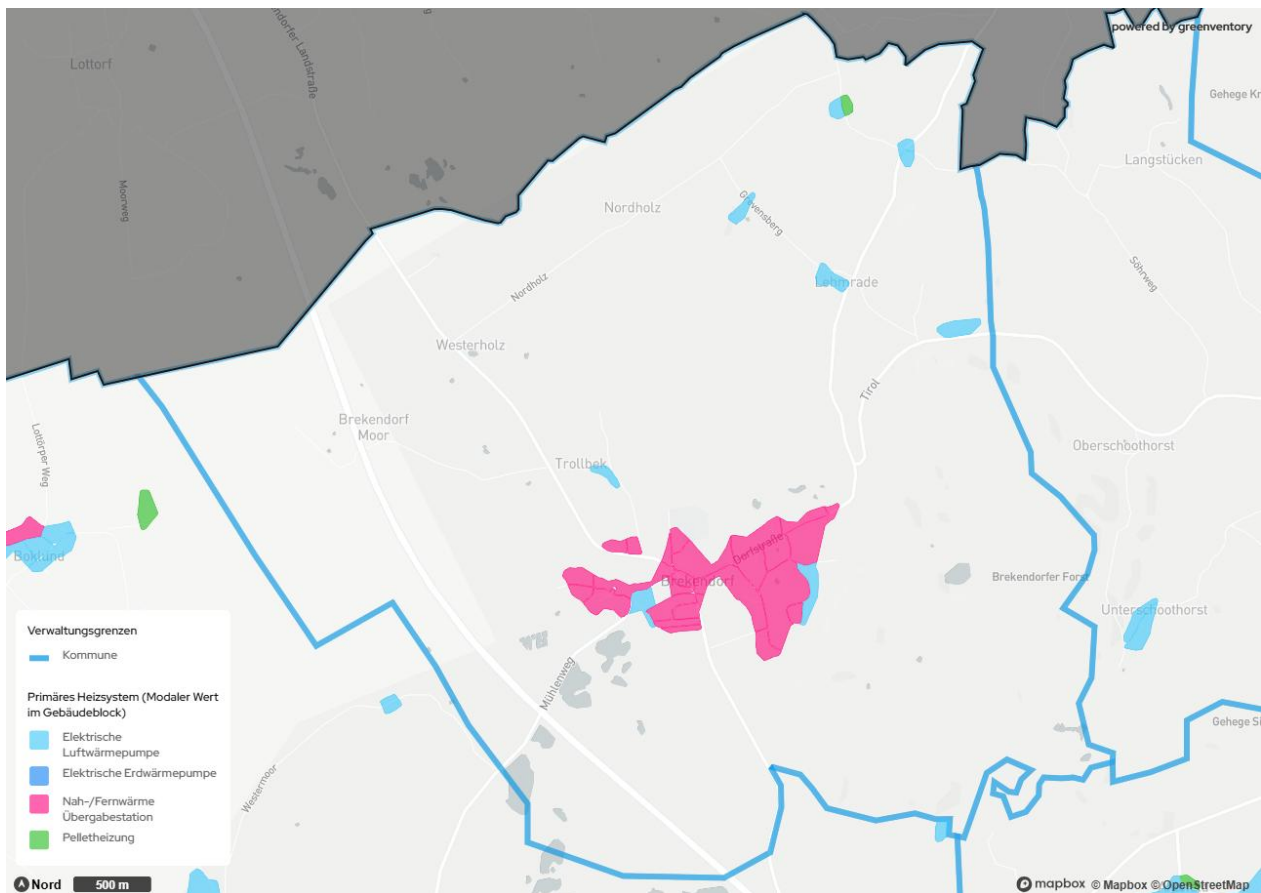


Abbildung 10-1: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040

Die Fertigstellung der kommunalen Wärmeplanung erhöht die Planungssicherheit für Bürgerinnen und Bürger – insbesondere für diejenigen, die außerhalb der ausgewiesenen Wärmenetz- bzw. Eignungsgebiete leben. Für die Gemeinde und die lokalen Akteure der Wärmewende schafft sie zudem eine klare Priorisierung und Zieldefinition, indem festgelegt wird, auf welche Gebiete sich Folgeaktivitäten und Detailuntersuchungen im Bereich der Wärmenetze sowie der Gebäudesanierung konzentrieren.

Die umfassende Datengrundlage liefert wichtige Informationen, die eine Beschleunigung der Energiewende ermöglichen, während der Einsatz digitaler Werkzeuge wie dem Digitalen Zwilling den Transformationsprozess zusätzlich unterstützt.

Die Bestandsanalyse verdeutlicht den dringenden Handlungsbedarf, da der Großteil der Energieversorgung bislang über fossile Energieträger wie Erdgas und Heizöl erfolgt und insbesondere der Wohnsektor, der einen erheblichen Anteil an den Treibhausgasemissionen aufweist, eine Schlüsselrolle bei der Dekarbonisierung spielt. Maßnahmen wie Sanierungen und fundierte Energieberatungen sind hierbei entscheidend.

Die Potenzialanalyse zeigt, dass daneben vielfältige Ansätze zur treibhausgasneutralen Wärmebereitstellung in der Kommune vorhanden sind.

Hierbei wurden auch die Ergebnisse des Quartierskonzeptes einbezogen und das Eignungsgebiet im Ortskern mit aufgegriffen. In den definierten Eignungsgebiet „Brekendorf Ortskern“ kann die Wärmewende zentral vorangetrieben werden, um so im Rahmen weiterer Planungsschritte die

Wärmenetze tatsächlich in die Umsetzung zu bringen. Hierfür sind die in den Maßnahmen aufgeführten Machbarkeitsstudien von hoher Bedeutung.

In den Einzelversorgungsgebieten mit vermehrt Einfamilien- und Doppelhäusern wird der Fokus überwiegend auf eine effiziente Versorgung durch Wärmepumpen, PV und Biomasseheizungen gelegt werden. Gerade in diesen Gebieten mit Einzelversorgung benötigen die Bürger*innen Unterstützung durch eine Gebäudeenergieberatung.

Die während des Projekts erarbeiteten konkreten Maßnahmen bieten einen ersten Schritt hin zur Transformation der Wärmeversorgung.

Die Transformation der Wärmeversorgung ist mit erheblichen Investitionen verbunden, sodass der Start mit ökonomisch sinnvollen Projekten als zentraler Ansatzpunkt für das Gelingen der Wärmewende gilt. Förderprogramme können dabei unterstützend wirken, während gleichzeitig die zunehmenden Preis- und Versorgungsrisiken fossiler Energieträger – verstärkt durch die Bepreisung von CO₂-Emissionen – die Dringlichkeit der Umstellung unterstreichen. Abschließend ist festzuhalten, dass der Erfolg der Wärmewende maßgeblich von einer intensiven Zusammenarbeit zahlreicher lokaler Akteure abhängt, wobei eine Stärkung des Gemeinschaftsgefühls und eine Erhöhung der lokalen Wertschöpfung als zentrale Hebel zur nachhaltigen Umsetzung betrachtet werden.

11 ANHANG 1: PLANUNGSRECHTLICHE INSTRUMENTE ZUR UMSETZUNG DER KOMMUNALEN WÄRMEPLANUNG

Die kommunale Wärmeplanung zielt auf den Ausbau und die Neuerrichtung von Wärmenetzen sowie auf die energetische Sanierung bestehender Gebäude durch die Eigentümer*innen ab. Für beide Handlungsfelder stehen unterschiedliche planungsrechtliche Instrumente zur Verfügung.

Neu- und Ausbau von Wärmenetzen:

Das wichtigste kommunale planungsrechtliche Instrument im Handlungsfeld Wärmenetze ist die Ausweisung nach § 26 Abs 1 Wärmeplanungsgesetz als Wärmenetzneu- bzw. -ausbaubereich durch eine kommunale Satzung. Im Rahmen dieser Satzung erhält der Netzbetreiber das Recht, ein Wärmenetz zu errichten, ist jedoch auch zur zuverlässigen Wärmeversorgung verpflichtet. In der Satzung kann zudem festgelegt werden, dass ein Mindestanteil erneuerbarer Energien im Wärmenetz erreicht werden muss, sofern dies über die gesetzlichen Anforderungen hinausgeht.

Außerdem kann die Satzung einen Anschluss- und Benutzungszwang für die im Gebiet befindlichen Gebäude vorsehen, sodass diese verpflichtet sind, Fernwärme zu nutzen. In der Satzung sind auch die Bedingungen für Befreiungen vom Anschluss- und Benutzungszwang geregelt (dies können z.B. zu hohe Restwerte von bestehenden Heizungen sein). Darüber hinaus können energetische Anforderungen für den Anschluss an das Wärmenetz festgelegt werden, etwa dass die Gebäude bestimmte energetische Standards erfüllen müssen, bevor sie an das Netz angeschlossen werden.

Alternativ zum Anschluss- und Benutzungszwang können andere Instrumente verwendet werden, um eine hohe Anschlussquote durch Verpflichtung sicherzustellen. Beispielsweise können gemäß § 9 Abs. 1 Nr. 23 Variante a Baugesetzbuch im Bebauungsplan bestimmte Energieträger ausgeschlossen werden (z. B. Erdgas, Heizöl). Ebenso kann der Anschluss an ein Fernwärmenetz nach § 9 Abs. 1 Nr. 23 Variante b BauGB im Bebauungsplan vorgeschrieben werden. Für dieses Fernwärmenetz kann auch definiert werden, dass die Wärme beispielsweise zu mehr als 65 % aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme erzeugt wird.

Eine weitere Methode besteht darin, die Nutzung der Fernwärme oder alternativ die klimaneutrale Wärmeversorgung auf anderem Wege über städtebauliche Verträge zu regeln und notariell im Grundbuch (Grunddienstbarkeit) eingetragen zu lassen. Diese Instrumente sind jedoch typischerweise nicht in Bestandsgebieten anwendbar.

Zusätzlich spielen Bebauungsplanung und Flächennutzungsplanung eine zentrale Rolle, um Flächen für die Gewinnung von Energie bzw. die Erzeugung und Bereitstellung von Wärme städtebaulich festzulegen bzw. zur Verfügung zu stellen.

Sanierung:

Im Handlungsfeld der energetischen Sanierung stehen der Kommune ebenfalls mehrere planungsrechtliche Instrumente zur Verfügung.

Neben Fokusgebieten für energetische Sanierungen, die Eigentümer ohne Verpflichtungen bei Sanierungsmaßnahmen unterstützen, können auch förmliche Sanierungsgebiete gemäß § 142 Abs. 1 BauGB ausgewiesen werden. Hierdurch können Eigentümer*innen zu Sanierungsmaßnahmen verpflichtet werden, während sie i.d.R. gleichzeitig von städtebaulichen Fördermitteln und steuerlichen Vorteilen profitieren. Belange des Klimaschutzes sind laut § 136

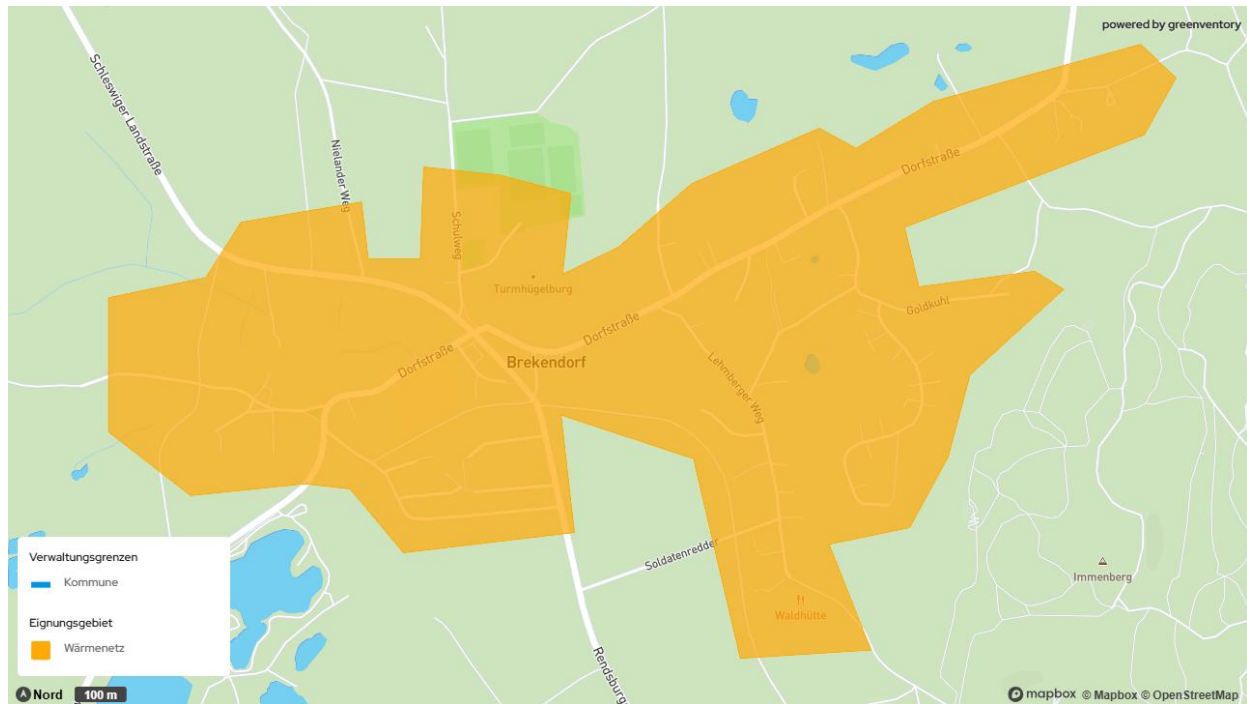
Abs. 2 Satz 1 BauGB explizit Beweggründe, die eine Sanierungsmaßnahme (mit)begründen können.

Darüber hinaus kann die Kommune in städtebaulichen Verträgen gemäß § 11 BauGB, wie sie beispielsweise bei der Konversion ehemaliger Kasernen oder Industrie- und Gewerbeflächen zur Anwendung kommen, energetische Maßnahmen und Mindeststandards für Modernisierungen und Sanierungen festlegen.

12 ANHANG 2: EIGNUNGSGEBIETE

12.1 BREKENDORF ORTSKERN

Name: Brekendorf Ortskern



Anzahl der Gebäude im Gebiet	454
Heutiger Wärmebedarf	6.190 MWh
Zukünftiger Wärmebedarf	MWh
Netzlänge (Trasse)	7.000 m
Netzlänge (Hausanschlüsse)	5.280 m
Wärmeliniendichte	884 kWh/(m·a)

Das Eignungsgebiet „Brekendorf Ortskern“ wurde auf Grundlage der vorgelagerten Betrachtung im Quartierskonzept als Eignungsgebiet übernommen. Es umfasst weitestgehend den Ortskern.

Aufgrund dieser positiven Ergebnisse im Quartierskonzept und der bereits angestoßenen vertiefenden Betrachtungen wird das Eignungsgebiet „Brekendorf Ortskern“ als geeignete Maßnahme für eine zentrale Wärmeversorgung empfohlen. Die konkrete Umsetzung ist im Anhang 3: Maßnahmen näher erläutert.

13 ANHANG 3: MAßNAHMEN

LEGENDE

	Planung & Studie
	Beratung, Koordination & Management
	Wasserstoff
	Flusswärmepumpe
	Industrielle Abwärme
	Solarthermie/ Photovoltaik
	Erdsonden
	Stromnetz
	Wärmenetz

13.1 ÜBERGEORDNETE MAßNAHMEN

13.1.1 KOMMUNALES BERATUNGSANGEBOT SANIERUNG & HEIZUNGSTAUSCH

MAßNAHME TYP	☐  ☐  ☐  ☒  ☐  ☐  ☐  ☐  ☐ 
POSITIVE AUSWIRKUNG AUF DIE ZIELE	Übergreifendes Management von Maßnahmen und Umsetzungsprozessen Verstärkte Integration von nachhaltigen Heiztechnologien Die energetische Sanierung mit dem Ziel einer Sanierungsquote von mindestens 2 % Nutzung lokaler Energiequellen
VERANTWORTLICHE AKTEURE	Amt Hüttener Berge, Gemeinde Brekendorf, Klimaschutzagentur im Kreis Rendsburg-Eckernförde
GESCHÄTZTE KOSTEN	Die Kosten lassen sich aktuell nicht abschätzen
MÖGLICHE FÖRDERUNGEN	Aktuell keine Förderungen
NUTZEN	Die Verfügbarkeit von Beratungsdiensten für den Einbau von Wärmepumpen kann dazu beitragen, Fehlinvestitionen in nicht nachhaltige Wärmeerzeugungstechnologien zu vermeiden und langfristig die Brennstoffkosten für die Beteiligten zu senken. Die Einführung von Wärmepumpen trägt zur Steigerung der lokalen Wertschöpfung bei, insbesondere im Handwerksbereich.
NÄCHSTE SCHRITTE	▪ Beratungsangebot für energetische Gebäudesanierungen am privaten Wohngebäude und zum Heizungsaustausch schaffen ▪ Erstellung einer Informationsplattform auf der Webseite vom Amt Hüttener Berge ▪ Planung und Durchführung von Informationsveranstaltungen zum Thema energetische Gebäudesanierung, Heizungsaustausch und Fördermittel nutzen
HINWEISE	

MAßNAHMENBESCHREIBUNG

Wärmepumpen gelten derzeit als eine der Schlüsseltechnologien für die zukünftige, treibhausgasneutrale Wärmeversorgung in Gebieten, die nicht über Wärmenetze versorgt werden. Insbesondere in Gebieten außerhalb von Wärmenetzversorgungs- und Eignungsgebieten wird ihre weitreichende Anwendung erwartet. Viele Hausbesitzer*innen stehen vor der Herausforderung, angesichts gesetzlicher Anforderungen zu entscheiden, ob Wärmepumpen eine geeignete Alternative zu ihren aktuellen Heizsystemen darstellen.

Das zweite Thema, das viele Menschen in dem Zusammenhang beschäftigt, ist das Thema der energetischen Sanierung des eigenen Wohngebäudes. Ziel ist es, die Bürger*innen bei der Einschätzung von Sanierungspotenzialen, der Auswahl geeigneter Maßnahmen und der Nutzung von Fördermitteln zu unterstützen. Durch gezielte Informations- und Beratungsleistungen sollen Hemmschwellen abgebaut, Investitionsentscheidungen erleichtert und langfristige Energieeinsparungen erzielt werden.

Ein umfassendes kommunales Beratungsangebot zum Thema der energetischen Gebäudesanierung sowie Wärmepumpen und weiteren möglichen umweltfreundlichen Alternativen kann dazu beitragen, diese Fragen anzugehen und eine zielgerichtete Beratung für Bürger*innen und Unternehmen anzubieten.

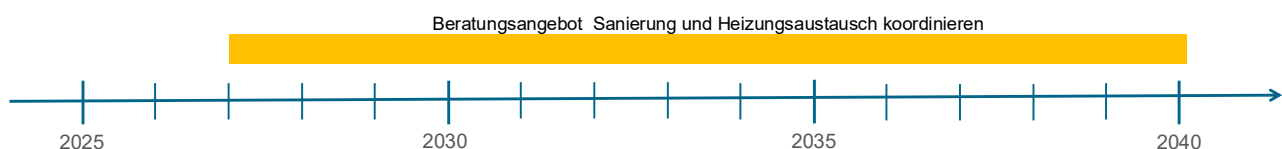
Die Gemeinden im Amt Hüttener Berge sind Mitglied der Klimaschutzagentur im Kreis Rendsburg-Eckernförde. Es wird deshalb empfohlen bei der Schaffung von Beratungsangeboten Synergieeffekte in der Region zu nutzen und aktiv die Klimaschutzagentur im Kreis Rendsburg-Eckernförde bei der Planung und Durchführung von Einzelmaßnahmen einzubinden.

Zu den Aufgaben eines Beratungsangebots gehören:

- Bereitstellung von Informationen zum Thema Sanierung und Heizungs Austausch z.B. auf der Internetseite vom Amt
- Erstberatung zu technischen Aspekten z.B. über die Verbraucherzentrale Schleswig-Holstein
- Planung und Durchführung von Informationsveranstaltungen und Austauschformaten in der Gemeinde und der Region
- Bereitstellung von Informationen zu Fördermöglichkeiten
- Austausch untereinander und Unterstützung durch Energieberater und Heizungsbauer
- Vernetzung mit den kommunalen Ansprechpartnern zum Thema Wärmenetzausbau und -neubau

Als Maßnahme sollte sichergestellt werden, dass ein kommunales Beratungsangebot aufgebaut und etabliert wird. Dabei ist es anzustreben, dass dieses Beratungsangebot in den Aufgabenbereich des Amtes integriert wird und die bereits existierende Klimaschutzagentur im Kreis Rendsburg-Eckernförde eingebunden wird.

UMSETZUNGSZEITRAUM



13.1.2 SANIERUNGSBEDARF KOMMUNALE LIEGENSCHAFTEN BEWERTEN

MAßNAHME TYP	☒  ☐  ☒  ☐  ☐  ☐  ☐  ☐  ☐ 
POSITIVE AUSWIRKUNG AUF DIE ZIELE	Übergreifendes Management von Maßnahmen und Umsetzungsprozessen Energetische Sanierung mit dem Ziel einer Sanierungsquote von mindestens 2 % Verstärkte Integration von nachhaltigen Heiztechnologien Nutzung lokaler Energiequellen
VERANTWORTLICHE AKTEURE	Amt Hüttener Berge, Gemeinde Brekendorf, Klimaschutzagentur im Kreis Rendsburg-Eckernförde
GESCHÄTZTE KOSTEN	Die Kosten lassen sich aktuell nicht abschätzen
MÖGLICHE FÖRDERUNGEN	Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)
NUTZEN	Die Kommune sollte als Vorreiter bei der Umstellung der Wärmeversorgung und der energetischen Sanierung vorangehen. Zudem handelt es sich bei kommunalen Liegenschaften häufig um ältere Gebäude mit einem erhöhten Wärmebedarf. Somit liegt hier ein großer Hebel bei der Erreichung der Klimaziele in der Wärmeversorgung.
NÄCHSTE SCHRITTE	Wiederkehrend den Sanierungsstand der kommunalen Liegenschaften bewerten und im Anschluss notwendige Sanierungsmaßnahmen durchführen
HINWEISE	Unter öffentlichen Gebäuden werden alle Gebäude gefasst, die sich im Eigentum der Gemeinde befinden.

MAßNAHMENBESCHREIBUNG

Das Amt Hüttener Berge hat in den vergangenen Jahren bereits an einigen eigenen Liegenschaften energetische Sanierungsmaßnahmen durchgeführt. Dies ist besonders hervorzuheben, da das Amt Hüttener Berge und die Gemeinde Brekendorf frühzeitig den eigenen Handlungsbedarf erkannt hat und damit seiner Vorbildfunktion nachkommt. In Brekendorf werden aktuell dennoch der Bauhof, die KiTa in der ehemaligen Schule und das Wasserwerk mit einem schlechten Sanierungsstand bewertet und sollten deshalb in den nächsten Jahren energetisch saniert werden. Ausschließlich das Haus der Verbände und Vereine ist aktuell auf einem guten Sanierungsstand.

Aus dem Grund sollte das Thema der energetischen Sanierung der eigenen Liegenschaften zukünftig nicht aus dem Auge verloren werden. Es wird empfohlen im Zuge der zweiten Fortschreibung in 10 Jahren von der kommunalen Wärmeplanung sich erneut ein Bild vom Sanierungsbedarf der Gebäude zu machen und diesen neu zu bewerten.

Auf diesem Weg kann es der Gemeinde gelingen erneut den eigenen Handlungsbedarf frühzeitig zu erkennen und seiner Vorbildfunktion weiterhin nachzukommen.

Im Rahmen einer Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen sollten die Gebäude unter Nutzung von verfügbaren Fördermitteln auf Bundes- und Landesebene energetisch verbessert (Gebäudehülle, Heizung sowie Beleuchtung) oder durch energieeffizientere Ersatzneubauten ersetzt werden. Zu beachtende Nachhaltigkeitsstandards sind gesetzlich festgelegt.

UMSETZUNGSZEITRAUM



13.1.3 MONITORING

MAßNAHME TYP	☒  ☐  ☒  ☐  ☐  ☐  ☐  ☐  ☐ 
POSITIVE AUSWIRKUNG AUF DIE ZIELE	Übergreifendes Management von Maßnahmen und Umsetzungsprozessen
VERANTWORTLICHE AKTEURE	Amt Hüttener Berge, Gemeinde Brekendorf, Klimaschutzagentur im Kreis Rendsburg-Eckernförde
GESCHÄTZTE KOSTEN	Personalkosten
MÖGLICHE FÖRDERUNGEN	Aktuell keine Förderungen
NUTZEN	Kontinuierliche Nachverfolgung, ob der Weg zur Treibhausgasneutralität in der Wärmeversorgung bis 2040 erfolgreich bestritten wird.
NÄCHSTE SCHRITTE	▪ Monitoring der Erreichung der Klimaziele im Wärmesektor ▪ Erste Fortschreibung der KWP ▪ Zweite Fortschreibung der KWP ▪ (Dritte Fortschreibung der KWP)
HINWEISE	

MAßNAHMENBESCHREIBUNG

Zur Unterstützung der Verwaltung bei der Umsetzung und Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung wird ein Monitoring-Konzept empfohlen. Ziel ist es, die Entwicklung der Wärmeversorgung strukturiert zu begleiten, Fortschritte messbar zu machen und die Wirkung von Maßnahmen regelmäßig zu bewerten. Der Fokus liegt auf der Erreichung der Treibhausgasneutralität in der Wärmeversorgung in der Gemeinde Brekendorf bis 2040. Das Monitoring und Controlling bietet sich zudem in Hinblick der seit dem 01.01.2024 durch das WPG festgelegten Fortschreibung an.

Das Monitoring steht dabei jedoch vor der Herausforderung die notwendigen personellen Ressourcen auf Seiten der Gemeinde sowie der Amtsverwaltung bereitzustellen. Damit gehen auch die finanziellen Aufwände der Personalkosten zur Erhebung und Dokumentation einher. Die zweite Herausforderung stellt möglicherweise eine fehlende Rechtsgrundlage zur Erhebung der Daten bei externen Unternehmen, wie Schornsteinfegern und Energieversorgungsunternehmen, dar. Für eine gute Umsetzbarkeit des Monitorings ist es unabdingbar, dass der finanzielle Aufwand und die Rechtsgrundlage geklärt ist.

Ein zentraler Baustein im Monitoring-Konzept kann der im Projekt aufgebaute digitale Zwilling sein, welcher als webbasierte Softwarelösung den kommunalen Akteuren bereitgestellt werden kann. Mit dessen Hilfe können Daten und Informationen leicht aktualisiert und Veränderungen kenntlich gemacht werden. Neben dem digitalen Zwilling kann die Datengrundlage auch in einem

eigenen GIS-System fortlaufend aktualisiert werden. Der Aufwand zur Nachführung und Verstetigung wird hierbei beträchtlich reduziert. Gleichzeitig kann diese Planungsgrundlage auch für weitere Projekte (z.B. Machbarkeitsstudien) genutzt werden und erzeugt damit große Synergien und eine konsistente Entscheidungsgrundlage.

Im Zusammenhang mit der Transformation der Wärmeversorgung zählen folgende Elemente zum Monitoring-Konzept:

- Periodische Erhebung von Kennzahlen für die Erfolgsmessbarkeit,
- Energie- und CO₂-Bilanz im Rahmen der Fortschreibung,
- durchgehende Dokumentation.

Die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung erarbeiteten Maßnahmen werden mithilfe dieser Elemente im Verlaufsprozess kontrolliert. Bei nicht zielführendem Verlauf kann durch eine Anpassung der Planung umgesteuert werden.

Die wesentlichen Bestandteile des Monitoring-Konzepts werden nachfolgend beschrieben.

PERIODISCHE ERHEBUNG VON KENNZAHLEN FÜR DIE ERFOLGSMESSBARKEIT

Kennzahlen geben die Möglichkeit, einen Sachverhalt messbar zu machen. Ausschlaggebend für eine erfolgreiche Bewertung ist eine einfache Erfassbarkeit und gute Verfügbarkeit dieser Daten. Hierfür ist bei Verbrauchsdaten und Schornsteinfegerdaten der rechtliche Rahmen zu klären. Aktuell lässt der rechtliche Rahmen eine Erhebung der Verbrauchsdaten erst wieder im Rahmen der Fortschreibung zu.

Zur zwischenzeitlichen Bilanzierung empfehlen wir die Dokumentation der Sachstände, der Energieverbräuche und weitere Informationen entsprechend der Maßnahmenplanung.

In Tabelle 13-1 werden die Kennzahlen differenziert vorgestellt.

Tabelle 13-1: Kennzahlen zum Controlling der Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung

BESCHREIBUNG	IST-SITUATION	EINHEIT	DATENQUELLE	ERHEBUNGS-INTERVALL
ZAHL DER ANSCHLUSSNEHMER AM WÄRMENETZ				
Die Zahl der Anschlussnehmer am Wärmenetz gibt Auskunft darüber, wie viele Gebäude bereits angeschlossen sind. Eine steigende Zahl sagt aus, dass Gebäude von einem fossilen Energieträger zu einem Fernwärmeanschluss gewechselt sind.	0	Stück	Wärmenetzbetreiber (in den Gemeinden mit einem Wärmenetz)	Alle 3 Jahre
ZAHL DER ANSCHLUSSNEHMER AM GASNETZ MIT ERDGASBEZUG				
Die Zahl der Anschlussnehmer am Erdgasnetz gibt Auskunft darüber, wie viele Gebäude fossil mit Erdgas	136	Stück	Gasnetzbetreiber	Jährlich

beheizt werden. Eine sinkende Zahl sagt aus, dass weniger Gebäude fossil beheizt werden und auf einen treibhausgasneutralen Beheizungsart gewechselt sind.				
--	--	--	--	--

ZAHLE DER FOSSILEN FEUERSTÄTTEN OHNE ERDGASBEZUG

Die Zahl der fossilen und primären Feuerstätten ohne Erdgasbezug gibt Auskunft darüber, wie viele Gebäude fossil, z.B. über Heizöl und Flüssiggas, beheizt werden. Eine sinkende Zahl der Heizsysteme, sagt aus das zunehmend Gebäude über treibhausgasneutrale Energieträger beheizt werden.	256	Stück	Schornsteinfeger	Jährlich
---	-----	-------	------------------	----------

ZAHLE DER DURCHFÜHRTEN BERATUNGEN ZU SANIERUNGSMÄßNAHMEN UND HEIZUNGS-AUSTAUSCH

Hierüber wird der Erfolg der angebotenen Beratungsleistungen gemessen. Eine hohe Zahl spricht dafür, dass sich viele Gebäudeeigentümer*innen erste Überlegungen über eine nachhaltige Beheizung oder energetische Sanierung Gedanken machen.	0	Stück	Gemeinde Brekendorf, Klimaschutzagentur im Kreis Rendsburg-Eckernförde	Jährlich
--	---	-------	--	----------

ANTEIL DER SANIERTEN KOMMUNALEN LIEGENSCHAFTEN

Ein zunehmender Anteil an energetischen sanierten Liegenschaften der Kommune spricht für eine erfolgreiche Umsetzung der Sanierungsstrategie für eben diese Gebäude.	25 %	Prozent	Gemeinde Brekendorf, Amt Hüttener Berge	Alle 3 Jahre
--	------	---------	---	--------------

ANTEIL DER KOMMUNALEN LIEGENSCHAFTEN MIT 100% TREIBHAUSGASNEUTRALER WÄRMEVERSORGUNG

Der Anteil der kommunalen Liegenschaften mit einer	unbekannt	Prozent	Gemeinde Brekendorf, Amt Hüttener Berge	Alle 3 Jahre
--	-----------	---------	---	--------------

treibhausgasneutralen Wärmeversorgung sagt etwas darüber aus, wie weit die Transformation der Wärmeversorgung dieser Liegenschaften fortgeschritten ist. Ein zunehmender Anteil ist hierbei als eine positive Entwicklung zu sehen.				
---	--	--	--	--

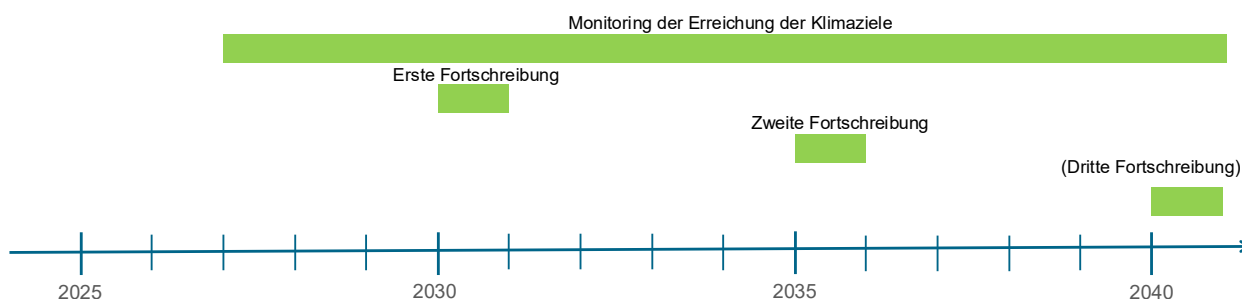
ENERGIE- UND CO₂-BILANZIERUNG IM RAHMEN DER FORTSCHREIBUNG

Die Energie- und CO₂-Bilanzierung ist in der Überprüfung der Erfolge einer energetischen kommunalen Wärmeplanung der zentrale Baustein. Die Erfassung von Verbrauchs- und Emissionswerten auf kommunaler Ebene ermöglicht eine eindeutige Beurteilung der IST-Situation anhand von vergangenen Werten. Durch die Verwendung von Excel oder vergleichbaren Instrumenten ist eine problemlose Fortschreibung der Bilanz möglich.

DOKUMENTATION

Ein elementarer Teil der Erfolgskontrolle aller genannten Faktoren ist die fortlaufende Dokumentation der erfassten Daten. Die Dokumentation beinhaltet die Sammlung aller notwendigen Daten sowie deren abschließende Auswertung, die beispielsweise in einem jährlichen Bericht erfolgt. Auf Grundlage dieser Auswertung sind im Bedarfsfall Korrekturen der beschlossenen Maßnahmen der Wärmeplanung abzuleiten und umzusetzen. Im Hinblick auf den Aufwand eines vollständigen Monitorings und der Zeit, bis Maßnahmen verwirklicht sind, sollte eine Wirkungskontrolle frühestens nach einem Jahr erfolgen.

UMSETZUNGSZEITRAUM



13.2 GEBIETSSPEZIFISCHE MAßNAHMEN

13.2.1 EIGNUNGSGEBIET „BREKENDORF ORTSKERN“

MAßNAHME TYP	☒  ☒  ☐ 
	☒  ☐  ☐ 
	☐  ☐  ☐ 
	☐ BHKW ☐ Spitzenlast
POSITIVE AUSWIRKUNG AUF DIE ZIELE	Den Ausbau bestehender Wärmenetze sowie die Schaffung neuer Wärmenetze Die Nutzung lokaler Energiequellen
VERANTWORTLICHE AKTEURE	Amt Hüttener Berge, Gemeinde Brekendorf, Klimaschutzagentur im Kreis Rendsburg-Eckernförde, (Wärmenetzbetreiber)
GESCHÄTZTE KOSTEN	Die Kosten lassen sich aktuell nicht abschätzen
MÖGLICHE FÖRDERUNGEN	Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)
NUTZEN	Nah- und Fernwärme stellen eine verlässliche Energiequelle dar und können damit aufgrund ihrer perspektivischen Treibhausgasneutralität eine Anziehungskraft auf Bürger*innen und Unternehmen ausüben. Zudem ist eine Anpassung der Erzeugungsstruktur bei Fortschreiten der Technologie mit geringem Aufwand möglich.
NÄCHSTE SCHRITTE	▪ Betreibersuche (laufen) ▪ Einwerbung Fördermittel (BEW) ▪ Durchführung einer Machbarkeitsstudie ▪ Akquise Kunden Netzausbau ▪ Technische Planung und Umsetzung
HINWEISE	

MAßNAHMENBESCHREIBUNG

Der Bau eines Wärmenetzes im Ortskern von Brekendorf soll eine effiziente, nachhaltige und CO₂-neutrale Wärmeversorgung für viele Gebäude in diesem Gebiet gewährleisten. Mit der Erschließung des Ortskerns über ein Wärmenetz würden 454 Gebäude die Möglichkeit erhalten, sich an eine zentrale Wärmeversorgung anschließen zu können.

Das Gebiet wurde auf Basis des bereits durchgeführten Quartierskonzeptes als Eignungsgebiet ausgewählt. Derzeitig finden nähere Untersuchungen des Gebietes statt mit dem Ziel einer Umsetzung eines Wärmenetzes im Ortskern. Dabei wird aktuell die Betreiberfrage geklärt. In einem nächsten Schritt wird empfohlen eine Machbarkeitsstudie durchzuführen, aus der sich dann

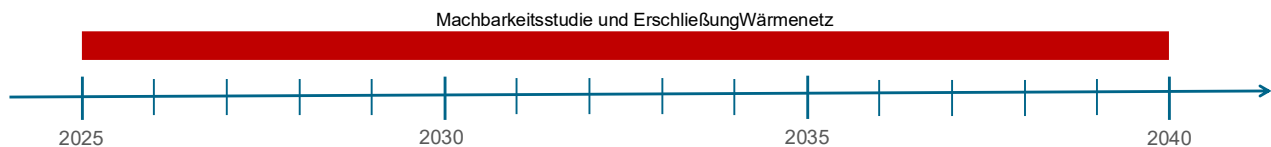
eine genauere Zuschnitt des Untersuchungsgebietes ergibt. Diese Schritte sollten dann durch den Wärmenetzbetreiber durchgeführt und finanziert werden.

Die nächsten Schritte wären:

- Betreibersuche (laufen)
- Einwerbung Fördermittel (BEW) durch den Betreiber
- Durchführung einer Machbarkeitsstudie durch den Betreiber
- Akquise Kunden Netzausbau durch den Betreiber
- Technische Planung und Umsetzung durch den Betreiber

Die Umsetzung des Eignungsgebietes ist ein Schritt zur Dekarbonisierung der örtlichen Wärmeversorgung und zur Reduzierung von fossilen Brennstoffen. Es bietet erhebliche ökologische Vorteile und bietet großes Potenzial, die Energieeffizienz und Versorgungssicherheit zu steigern. Durch die enge Zusammenarbeit mit der Gemeinde und relevanten lokalen Stakeholdern, sowie durch die Prüfung passender Förderprogramme könnte die Maßnahme zeitnah und nachhaltig umgesetzt werden.

UMSETZUNGSZEITRAUM



14 ANHANG 4: METHODIK ZUR BESTIMMUNG DER ERFASSTEN POTENZIALE ZUR ENERGIEGEWINNUNG

Die Methodik zur Bestimmung der erfassten Potenziale zur Energiegewinnung wird im Folgenden beschrieben. Als Basis für die Potenzialanalyse wird eine stufenweise Eingrenzung der Potenziale vorgenommen. Hierfür kommt ein Indikatorenmodell zum Einsatz. In einem Indikatorenmodell werden alle Flächen analysiert und mit spezifischen Indikatoren (z. B. Windgeschwindigkeit oder solare Einstrahlung) versehen und bewertet. Im Folgenden werden die Methoden für die einzelnen Potenziale genauer erläutert.

14.1 WINDKRAFT

Windkraftanlagen machen sich die Strömungen des Windes zunutze, welche die Rotorblätter in Bewegung setzen. Mittels eines Generators erzeugen diese aus der Bewegungsenergie elektrischen Strom, der anschließend ins Netz eingespeist wird. Windkraftanlagen sind heute mit Abstand die wichtigste Form der Windenergienutzung. Die aktuell dominierende Bauform ist der dreiblättrige Auftriebsläufer mit horizontaler Achse. Für diese Bauart wurden die flächenspezifischen Potenziale ermittelt.

GEBIETSBESTIMMUNG:

Zur Bestimmung der Potenzialflächen werden diejenigen Gebiete herausgefiltert bzw. abgestuft ausgewiesen, die aufgrund von Neigung und Beschaffenheit der Böden den technischen Anforderungen zum Aufstellen von Windkraftanlagen nicht genügen oder gesonderter Prüfung bedürfen (bedingte Eignung). Darunter fallen unter anderem Gebiete mit starker Hangneigung, Gewässer und Überschwemmungsgebiete.

Ebenso werden jene Gebiete herausgefiltert, die als Naturschutzgebiete gelten oder unter die Abstandsregeln fallen. Die in diesem Zuge ausgeschlossenen (oder als gesondert zu prüfen kategorisierten) Gebiete lassen sich unterteilen in Siedlungsflächen und den dazugehörigen aktuellen rechtlichen Abständen, Naturschutzgebiete und Gebiete mit baulicher Infrastruktur (Straßen, Flughäfen, etc.) mit den entsprechenden gesetzlich vorgeschriebenen Abständen. Für "gut geeignete Gebiete" gilt, zusätzlich zur Beachtung harter und weicher Ausschlusskriterien, die Mindestanforderung von 1900 Volllaststunden jährlich für potenzielle Turbinen. Auch die Gebiete der Teilaufstellung des Regionalplans für den Planungsraum I wurden als geeignete Gebiete in die Potenzialanalyse mit aufgenommen.

POTENZIALBERECHNUNG:

Auf Basis von Klimadaten und der Oberflächenbeschaffenheit der betrachteten Gebiete werden die Windverhältnisse in unterschiedlichen Höhen berechnet.

Auf den ermittelten Potenzialgebieten werden unter Berücksichtigung bereits existierender Windkraftanlagen, Turbinen platziert und zu Windparks zusammengefasst. Hierbei wird aus einer Vielzahl am Markt erhältlichen Anlagentypen jeweils das für den Standort mit seinen lokalen Windverhältnissen am besten geeignete Modell gewählt (z. B. Stark- / Schwachwindanlage, charakterisiert nach Leistungskurve). Häufig kommen Turbinen mit 4,2 MW Nominalleistung und 150 m Rotordurchmesser zum Einsatz.

Mit der zeitlich aufgelösten Windgeschwindigkeit und den technischen Parametern der Anlagen wird das zeitliche Profil der Stromerzeugung pro Anlage und ein jährlicher Energieertrag berechnet.

WIRTSCHAFTLICHE EINGRENZUNG:

Im Anschluss erfolgt eine wirtschaftliche Bewertung der berechneten Potenziale. Hierfür werden zusätzlich zu den Erträgen auch die Kosten möglicher Windparks berechnet. Diese beinhalten Investitionen für die Turbinen, den Netzanschluss, die Wartung und den Betrieb der Anlagen. Diese Kosten werden der voraussichtlichen Stromerzeugung gegenübergestellt, um die Stromgestehungskosten [€/kWh] zu ermitteln. Diese können dann für die Maßnahmenempfehlung genutzt werden.

Zur besseren Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit werden außerdem alle existierenden und potenziellen Turbinen herausgefiltert, die weniger als 1.900 Volllaststunden pro Jahr erzielen.

14.2 BIOMASSE

Zur energetischen Nutzung von Biomasse können die Stoffe entweder direkt verbrannt oder zuvor mittels anaerober Vergärung in Biogas umgewandelt werden. Die energetische Nutzung kann vollständig der Wärmebereitstellung dienen oder auch zur Stromerzeugung genutzt werden.

GEBIETSBESTIMMUNG:

Für die Bestimmung der für Biomassenutzung geeigneten Gebiete werden sämtliche Naturschutzgebiete ausgeschlossen. Anschließend werden folgende Gebiete mit den jeweiligen Substraten als geeignete Gebiete für die anschließende Potenzialberechnung herangezogen:

- Landwirtschaftliche Flächen: Mais, Stroh
- Waldflächen: Waldrestholz
- Gras: Grünschnitt
- Wohngebiete: Hausmüll, Biomüll

POTENZIALBERECHNUNG:

Für die Zuordnung der Substrate zu den Gebietstypen wird angenommen, dass Mais als Energiepflanze auf Ackerflächen angebaut wird. Zur Berechnung des energetischen Potenzials wird mit einem durchschnittlichen Ertrag pro Fläche gerechnet.

Zur Bestimmung der Biomasse in Siedlungsgebieten wird die Einwohnerzahl als Merkmal herangezogen und mit einer durchschnittlichen Abfallmenge pro Person multipliziert. Die Bestimmung der Personenanzahl pro Gebiet erfolgt durch deren prozentualen Anteil am betrachteten Gesamtgebiet und dessen Einwohnerzahl.

WIRTSCHAFTLICHE EINGRENZUNG:

Um eine realistische Einschätzung der durch die oben beschriebene Vorgehensweise erzielten Werte zu erreichen, werden folgende wirtschaftliche Einschränkungen verwendet:

- Gras (unrentabel), Stroh (Flächenkonkurrenz Mais) und Müll (in der Regel bereits vollkommen verwertet) wurden ausgenommen
- Mais: nur 10 % verwendet (nachhaltige Fruchtfolgenbegrenzung)

14.3 SOLARTHERMIE (FREIFLÄCHE)

Die Solarthermie nutzt die Strahlung der Sonne und wandelt diese mittels Sonnenkollektoren (z. B. Röhrenkollektoren oder Flachbettkollektoren) in Wärme auf einem Temperaturniveau zwischen 80 °C und 150 °C um. Diese kann durch ein angeschlossenes Verteilsystem an die entsprechenden Nutzungsorte transportiert werden.

GEBIETSBESTIMMUNG:

Als grundsätzlich geeignet werden Flächen ausgewiesen, die keinen Restriktionen unterliegen. Anschließend werden diejenigen Flächen entfernt (bzw. als bedingt geeignet ausgewiesen), die aufgrund von Neigung und Beschaffenheit der Böden den technischen Anforderungen zum Aufstellen von Solarthermieanlagen nicht oder nur bedingt genügen. Darunter fallen unter anderem Gebiete mit starker Hangneigung, Gewässer und Überschwemmungsgebiete.

Ebenso werden jene Gebiete herausgefiltert, die als Naturschutzgebiete gelten oder unter die gesetzlichen Abstandsregeln fallen. Die in diesem Zuge ausgeschlossenen (oder als gesondert zu prüfenden) Gebiete lassen sich unterteilen in Siedlungsflächen, Naturschutzgebieten und Gebieten mit baulicher Infrastruktur (Straßen, Flughäfen, etc.) mit den entsprechenden gesetzlich vorgeschriebenen Abständen.

Von den so bestimmten Potenzialgebieten werden kleinere Flächen entfernt ($< 20 \times 20 \text{ m}^2$), deren Erschließung nicht praktikabel wäre. Zusätzlich werden alle weiteren Flächen ausgeschlossen, die nicht mittels eines Suchradius von 25 m zu einem 0,5 ha großen Gebiet verbunden werden können. Es wird ein Mindestabstand von 5 m von den Modulen zum Rand des jeweiligen Gebietes angenommen.

Für "gut geeignete Gebiete" gilt, zusätzlich zur Beachtung harter und weicher Ausschlusskriterien, die Mindestanforderung von über 900 jährlichen Volllaststunden und eine Mindestgröße von 500 m² pro Fläche.

POTENZIALBERECHNUNG:

Zur Potenzialberechnung werden die identifizierten Flächen mit Modulen belegt. Für die Leistungsdichte werden 3000 kW/ha zugrunde gelegt (basierend auf den Werten bestehender Solarthermie-Großprojekte in Deutschland). Für die Modulplatzierung wird eine Ausrichtung nach Süden mit einem Neigungswinkel von 20° angenommen. Aus Einstrahlungsdaten und der Verschattung werden die jährlichen Volllaststunden berechnet. Unter Berücksichtigung des Reihenabstands der Module kann so ein Jahresenergieertrag pro Gebiet bestimmt werden. Dafür wird der Unterschied zwischen theoretisch errechneter und praktisch erzielter Wärmemenge mit einem Reduktionsfaktor von 0,61 berücksichtigt.

WIRTSCHAFTLICHE EINGRENZUNG:

Zur Einschätzung der wirtschaftlichen Nutzbarkeit der Potenziale werden nur die Flächen in der Berechnung berücksichtigt, deren Entfernung zur Siedlungsfläche einen Maximalabstand von 1000 m unterschreitet. Zudem wird in "gut geeignete" ($< 200 \text{ m}$) und "bedingt geeignete" ($< 1000 \text{ m}$) Flächen eingeteilt.

14.4 PHOTOVOLTAIK (FREIFLÄCHE)

Photovoltaik ist die direkte Umwandlung von Sonnenenergie in elektrischen Strom.

GEBIETSBESTIMMUNG:

Als grundsätzlich geeignet werden Flächen ausgewiesen, die keinen Restriktionen unterliegen. Anschließend werden diejenigen Flächen entfernt (bzw. als bedingt geeignet ausgewiesen), die aufgrund von Neigung und Beschaffenheit der Böden den technischen Anforderungen zum Aufstellen von PV-Anlagen nicht oder nur bedingt genügen. Darunter fallen unter anderem Gebiete mit starker Hangneigung, Gewässer und Überschwemmungsgebiete.

Ebenso werden jene Gebiete herausgefiltert, die als Naturschutzgebiete gelten oder unter die gesetzlichen Abstandsregeln fallen. Die in diesem Zuge ausgeschlossenen (oder als gesondert zu prüfenden) Gebiete lassen sich unterteilen in Siedlungsflächen, Naturschutzgebieten und Gebieten mit baulicher Infrastruktur (Straßen, Flughäfen, etc.) mit den entsprechenden gesetzlich vorgeschriebenen Abständen.

Von den so bestimmten Potenzialgebieten werden kleinere Flächen entfernt ($< 500 \text{ m}^2$), deren Erschließung nicht praktikabel wäre. Zusätzlich werden alle weiteren Flächen ausgeschlossen, die nicht mittels einem Suchradius von 25 m zu einem mindestens 0,5 ha großen Gebiet aggregiert werden können. Es wird ein Mindestabstand von 5 m von den Modulen zum Rand des jeweiligen Gebietes angenommen.

Für "gut geeignete Gebiete" gilt, zusätzlich zur Beachtung harter und weicher Ausschlusskriterien, die Mindestanforderung von über 900 jährlichen Volllaststunden und eine Mindestgröße von 30 m^2 pro Fläche.

POTENZIALBERECHNUNG:

Im nächsten Schritt werden auf diesen Flächen Module platziert. Die Platzierung der Module erfolgt analog zur beschriebenen Platzierung. Dabei werden Parameter marktüblicher PV-Module für Größe und Leistung angenommen. Es wird eine Ausrichtung nach Süden mit einem Neigungswinkel von 20° vorgesehen. Die auf die Module treffende Sonneneinstrahlung setzt sich aus direkter, diffuser und reflektierter Strahlung zusammen. Mit Modellen, die auf Satelliten- und Atmosphärendaten basieren und mit Messungen kalibriert werden, können Wolken berücksichtigt und die Globalstrahlung pro Ort und Höhe bestimmt werden. Pro Gebiet werden dann die durchschnittliche Höhe und das Gefälle ermittelt. Verschattungen durch das Terrain werden in den Modellen berücksichtigt. Aus den Strahlungsdaten und der Verschattung werden dann die jährlichen Volllaststunden berechnet. Unter Berücksichtigung des Reihenabstands und der Leistung der Module kann so ein Jahresenergieertrag pro Gebiet errechnet werden.

WIRTSCHAFTLICHE EINGRENZUNG:

Zur Einschätzung der wirtschaftlichen Nutzbarkeit der Potenziale werden nur die Flächen in der Berechnung berücksichtigt, auf denen mehr als 1125 Volllaststunden pro Jahr erreicht werden und der Neigungswinkel des Geländes maximal 5° beträgt, bzw. zwischen 5° und 30° , solange der Azimutwinkel des Moduls 20° nicht überschreitet.

14.5 DACHFLÄCHENPOTENZIALE

Zusätzlich zum Freiflächen-Potenzial wird das solare Potenzial durch die Installation auf Dächern betrachtet. Als geographische Eingrenzung dienen sämtliche Gebäude.

14.5.1 SOLARTHERMIE (DACHFLÄCHEN)

Zur Potenzialberechnung kommt eine Methode der KEA-BW zum Einsatz, die das Wärmeerzeugungspotenzial direkt über die Grundfläche des Gebäudes approximiert. Dafür wird angenommen, dass 25 % der Grundfläche aller Gebäude über 50 m² als Dachfläche für Solarthermie genutzt wird. Anschließend wird die jährliche Wärmeerzeugung durch Anwendung von flächenspezifischer Solarthermie-Leistung und durchschnittlichen Volllaststunden berechnet. Folgender Wert kommt zum Einsatz:

- Flächenspezifische jährliche Wärmeerzeugung: 400 kWh/m²

14.5.2 PHOTOVOLTAIK (DACHFLÄCHEN)

Zur Potenzialberechnung kommt eine Methode der KEA-BW zum Einsatz, die das Stromerzeugungspotenzial direkt über die Grundfläche des Gebäudes approximiert. Dafür wird angenommen, dass 50 % der Grundfläche aller Gebäude über 50 m² als Dachfläche für Photovoltaik genutzt wird. Anschließend wird die jährliche Stromerzeugung durch Anwendung von flächenspezifischer Photovoltaik-Leistung und durchschnittlichen Volllaststunden berechnet. Folgender Wert kommt zum Einsatz für die Modulfläche:

- Flächenspezifische jährliche Stromerzeugung: 160 kWh/m²

14.6 OBERFLÄCHENNAHE GEOTHERMIE

Durch die relativ konstanten Temperaturen in der oberen Erdschicht kann mit Hilfe einer Wärmepumpe ganzjährig Wärme extrahiert werden. Das System der Erdwärmesonden mit Wärmepumpe besteht aus drei Teilen: einem U-förmigen Rohr mit einer Tiefe von bis zu 100 m, einer elektrisch betriebenen Pumpe und einem sich an das Rohr anschließenden Verteilsystem. Die zirkulierende Flüssigkeit im Rohr wird durch die höheren Temperaturen im Erdreich (Wärmequelle) erwärmt und mit Hilfe der Wärmepumpe an die Zielorte transportiert (Wärmesenken), wo sie die Wärme abgibt.

GEBIETSBESTIMMUNG:

Zunächst werden sämtliche Wohn- und Gewerbegebiete erfasst, wobei Wege und Straßen mit einer Pufferzone von 3 m berücksichtigt werden und Gewässer und Schutzzonen ausgeschlossen werden.

POTENZIALBERECHNUNG:

Aufgrund der größeren Tiefe und der zentralen Bedeutung der Wärmeleitfähigkeit und -kapazität bei der Abschätzung des Potenzials werden ortsspezifische Werte des Geodatenkatalog verwendet und keine pauschalen Schätzungen vorgenommen.

Ausgehend von 1800 Volllaststunden kann mittels der GPOT-Methodologie, ortsspezifischer Wetterdaten und weiterer Annahmen ein jährliches Potenzial pro Bohrloch bestimmt werden. Für das Gesamtpotenzial werden die einzelnen Potenziale aufsummiert. Die für den Betrieb der Wärmepumpe aufzuwendende elektrische Energie ist dabei nicht berücksichtigt.

14.7 LUFTWÄRMEPUMPE

Die Installation von Luft-Wärmepumpen hat das Potenzial, Energieverbrauch und CO₂-Emissionen zu reduzieren, indem sie die Wärme der Umgebungsluft als Energiequelle nutzt.

Die Ermittlung der Potenziale für die Anwendung von Luft-Wärmepumpen in Gebäuden hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Diese umfassen neben den örtlichen Gegebenheiten auch technische Parameter der Wärmepumpen und lärmschutzrechtliche Aspekte.

GEBIETSBESTIMMUNG:

Die Methode fußt auf der Erstellung einer Flächenberechnung für jedes Gebäude, wobei die Außeneinheit der Wärmepumpe innerhalb eines Abstands von maximal 8 Metern zum Gebäude installiert werden sollte. Dies ist notwendig, um eine effiziente Wärmeübertragung zu gewährleisten und Wärmeverluste zu minimieren. Gleichzeitig muss jedoch stets sichergestellt sein, dass genügend Abstand zu anderen Gebäuden vorhanden ist, um Probleme mit den Schallemissionen der Außeneinheit zu vermeiden.

Die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm legt die entsprechenden Richtlinien für die Wahl des Standortes der Außeneinheit fest. Abhängig vom Siedlungstyp (Wohngebiet, Industrie, Krankenhaus etc.) wird die maximal zulässige Lautstärke ermittelt. Unter Berücksichtigung der Gesetzmäßigkeiten der Schallausbreitung ergeben sich daraus die Mindestabstände einer Wärmepumpe zu den Nachbargrundstücken und die entsprechenden Verbotsflächen.

Weiterhin werden Straßen, Plätze und ähnliche Bereiche als zusätzliche Verbotsflächen definiert. Potenzielle Installationsflächen für eine Wärmepumpe ergeben sich dann aus den Umgebungsflächen des eigenen Gebäudes, die von den Verbotsflächen der umliegenden Gebäude und den zusätzlichen Verbotsflächen unberührt bleiben.

POTENZIALBERECHNUNG:

Mit der ermittelten Installationsfläche und der Leistung pro Fläche der Wärmepumpe kann die installierbare Leistung der Wärmepumpe berechnet werden. Durch einen Vergleich mit den Verbrauchsdaten, den Volllaststunden des Jahres und der jahreszeitenbedingten Leistungszahl wird der (mittlere) Strombedarf der Wärmepumpe und die erzeugte Wärmemenge pro Jahr berechnet.

14.8 FLUSSWASSERWÄRMEPUMPEN

Die nachfolgende Beschreibung befasst sich mit der Berechnung der Potenziale für Wärmepumpen, die Oberflächenwasser (Flüsse und Seen) als Wärmequelle nutzen. Diese Art der Wärmeerzeugung nutzt Groß-Wärmepumpen, die in ein (Nah-)wärmenetz zur Wärmeversorgung einer Vielzahl von Gebäuden einspeisen. Hierfür sollen mögliche Standorte, Leistungen und Jahreserzeugungsmengen bestimmt werden.

GEBIETSBESTIMMUNG:

Im Umkreis von 50 Metern rund um die identifizierten Gewässer definiert. Ausschlusskriterien sind dabei unter anderem Siedlungsflächen, Naturschutzgebiete und andere ungeeignete Areale.

POTENZIALBERECHNUNG:

Innerhalb der identifizierten Aufstellflächen werden mögliche Standorte für die Wärmepumpen festgelegt, wobei ein Mindestabstand zwischen den Standorten eingehalten wird. In diesen Abständen werden nun fiktive Wärmepumpen mit der jeweils vorgegebenen thermischen Leistung in den geeigneten Flächen platziert.

Ausgehend von dieser Auslegung für den jeweils einzelnen Standort wird anschließend berechnet, welche Wärmemengen den Gewässern jeweils insgesamt und gleichzeitig entzogen werden könnten. Grundlage hierfür ist die Annahme, dass maximal 5% des mittleren Niedrigwasserabflusses aus Flüssen und maximal 0,5 K aus dem gesamten Seevolumen entnommen werden können.

14.9 ABWÄRME AUS KLÄRWERKEN

Die mögliche Wärmegewinnung aus dem Abwasser wurde an den Klärwerk-Ausläufen erhoben. Alternativ könnte die Abwärme des Abwassers auch direkt an den Abwassersammlern bestimmt werden. Da jedoch eine Mindesttemperatur des Abwassers zu gewährleisten ist, stehen beide Methoden in Konkurrenz miteinander. Durch die höhere abgreifbare Temperaturdifferenz am Klärwerk-Auslauf im Vergleich zu den Sammlern liefert die zentrale Entnahme das größere Potenzial, was im Folgenden berechnet wurde. Die so gewonnene Wärme kann anschließend für die Einspeisung in Niedertemperatur-Wärmenetze verwendet werden.

GEBIETSBESTIMMUNG:

Das Abwärmepotenzial aus Abwasser wird an den Klärwerken erfasst, diese fungieren als Punktquellen.

POTENZIALBERECHNUNG:

Das Abwasservolumen pro Klärwerk wird über die Anzahl der angeschlossenen Verbraucher geschätzt, welche dem zentralen Register der europäischen Umweltagentur entnommen wird. Es wird von einer Abwassermenge von 200 l pro Person und Tag auf einem Temperaturniveau von 10 °C und einer Abkühlung um 5 K durch die Wärmeentnahme ausgegangen. Zur Bestimmung der Wärmeleistung werden 18 Volllaststunden pro Tag angenommen.

14.10 INDUSTRIELLE ABWÄRME:

Industriebetriebe verfügen teils über große Abwärmequellen, die, je nach Temperaturniveau der Quelle für die Einspeisung in warme oder kalte Wärmenetze erschlossen werden können.

GEBIETSBESTIMMUNG:

Industriebetriebe fungieren als Punktquellen. Die relevanten Betriebe wurden durch eine Analyse von Gewerbedaten identifiziert und angeschrieben.

POTENZIALBERECHNUNG:

Zur Erfassung der Potenziale wurden Fragebögen nach den Anforderungen der KEA-BW an die Unternehmen verschickt, und von diesen dann Informationen zum jeweiligen Abwärmepotenzial, sowie dessen Verfügbarkeit und des Temperaturniveaus angegeben. Teilweise handelt es sich dabei nur um Erfahrungswerte.

15 ANHANG 5: FAQ

In diesem "Fragen und Antworten"-Abschnitt möchten wir Ihnen, den interessierten Bürgerinnen und Bürgern, einen schnellen und einfachen Einstieg in das Thema der kommunalen Wärmeplanung in Brekendorf bieten. Wir haben die wichtigsten Fragen gesammelt und beantwortet, um einen ersten Überblick zu geben und eventuelle Unklarheiten zu klären.

Was ist ein Wärmeplan?

Die kommunale Wärmeplanung ist ein Fahrplan für die Zukunft der Wärmeversorgung in einer Stadt oder Gemeinde, so auch in der Gemeinde Brekendorf. Ziel ist es, dafür zu sorgen, dass alle Haushalte und Gebäude in Zukunft zuverlässig, bezahlbar und klimafreundlich mit Wärme versorgt werden – also mit Energie zum Heizen, für warmes Wasser und in manchen Fällen für Industrieprozesse.

Dafür wurde sich für Brekendorf angeschaut, wie heute geheizt wird, wo besonders viel Energie verbraucht wird und wo es Chancen gibt, in Zukunft umweltfreundlicher und sparsamer zu heizen. Zum Beispiel mit Solarenergie, Wärmepumpen, Biogas oder einem Wärmenetz. Auch Möglichkeiten zur Energieeinsparung, etwa durch bessere Gebäudedämmung, werden berücksichtigt.

Die kommunale Wärmeplanung wird gesetzlich durch das Wärmeplanungsgesetz (WPG) geregelt und ist ein wichtiges Instrument auf dem Weg zur Klimaneutralität. Die fertige Wärmeplanung zeigt, wie sich die Wärmeversorgung in Brekendorf Schritt für Schritt umstellen lässt, immer mit Blick auf die lokalen Gegebenheiten und Bedürfnisse der Menschen vor Ort.

Gibt es verpflichtende Ergebnisse?

Nein, die kommunale Wärmeplanung legt keine verpflichtenden Maßnahmen fest. Sie ist ein strategischer Fahrplan, der zeigt, wie die Wärmeversorgung in Zukunft klimafreundlich, effizient und bezahlbar gestaltet werden kann.

Der Wärmeplan liefert dabei wichtige Empfehlungen und Orientierung für die Gemeinde, aber auch für Energieversorger, Netzbetreiber, Gebäudeeigentümer und alle anderen Beteiligten. Er beschreibt, wo Potenziale für den Ausbau erneuerbarer Energien liegen, wie die Infrastruktur angepasst werden könnte und welche Schritte dabei sinnvoll wären.

Für Brekendorf wurden in diesem Rahmen konkrete Maßnahmenvorschläge entwickelt und ausgestaltet. Diese dienen der Gemeindevertretung als Grundlage für künftige Entscheidungen in der Stadt- und Energieplanung.

Wichtig: Die Wärmeplanung ist kein Gesetz oder ein verbindlicher Maßnahmenkatalog. Es ist ein strategisches Instrument, das regelmäßig überarbeitet und an neue Entwicklungen angepasst werden muss. Nur so bleibt die Planung flexibel und kann an sich ändernde Gegebenheiten und Möglichkeiten vor Ort angepasst werden.

Wie ist der Zusammenhang zwischen GEG, EWKG, BEG und kommunaler Wärmeplanung?

Diese vier Bausteine arbeiten Hand in Hand, um die Wärmeversorgung in Deutschland klimafreundlich, effizient und zukunftssicher zu gestalten.

- Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) legt die energetischen Standards für einzelne Gebäude fest. Es bestimmt zum Beispiel, wie gut Häuser gedämmt sein müssen und welche

Heizsysteme erlaubt sind. Seit 2024 dürfen in Neubaugebieten nur noch Heizungen eingebaut werden, die mindestens 65 % erneuerbare Energien nutzen.

- Das Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein (EWKG) schreibt vor, dass beim Austausch einer Heizung mindestens 15 % des Wärmeenergiebedarfs durch erneuerbare Energien gedeckt werden müssen.
- Die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) unterstützt Eigentümerinnen und Eigentümer finanziell bei der Sanierung oder beim Einbau klimafreundlicher Heizungen – etwa Wärmepumpen oder Solarthermie. Damit hilft die BEG, die Anforderungen des GEG und EWKG leichter zu erfüllen oder sogar zu übertreffen.
- Die kommunale Wärmeplanung betrachtet die Wärmeversorgung auf Ebene einer ganzen Stadt oder Gemeinde. Sie zeigt auf, wie Gebäude künftig effizient und umweltfreundlich mit Wärme versorgt werden können, z. B. über Wärmenetze, lokale Energiequellen oder Energieeinsparung. Die Wärmeplanung hilft also bei der Entwicklung einer langfristigen Strategie für die Wärmeversorgung vor Ort.
- Das WPG ist das neue Bundesgesetz, das die kommunale Wärmeplanung verbindlich regelt. Es verpflichtet Städte und Gemeinden, bis spätestens 2026 (für große Städte mit über 100.000 Einwohnern) bzw. 2028 (für kleinere Kommunen) einen Wärmeplan zu erstellen. Damit wird die Wärmeplanung bundesweit einheitlich vorgeschrieben. Seit Ende März 2025 sind die Vorgaben des WPG auch im EWKG integriert. Bisher war in Schleswig-Holstein u.a. nur ein Teil der Kommunen zur Aufstellung einer kommunalen Wärmeplanung verpflichtet.

Warum ist das Zusammenspiel wichtig?

Die kommunale Wärmeplanung gibt Orientierung, wie eine klimafreundliche Wärmeversorgung konkret vor Ort aussehen kann. Auf dieser Grundlage können gezielt Maßnahmen umgesetzt und Förderungen in Anspruch genommen werden. Wenn z. B. ein Wärmenetz geplant ist und die Kommune es offiziell festlegt, können in diesem Gebiet bestimmte Heizvorgaben aus dem GEG verpflichtend werden – vor allem der Anteil von 65 % erneuerbarer Energien bei neuen Heizsystemen. Momentan gibt es so eine Festlegung in Brekendorf nicht, noch ist sie geplant

Zusammengefasst:

- Das GEG legt die Regeln für einzelne Gebäude fest.
- Die BEG hilft finanziell bei der Umsetzung.
- Die kommunale Wärmeplanung sorgt für den strategischen Überblick vor Ort.
- Das WPG macht die Wärmeplanung zur Pflicht für alle Kommunen.

Gemeinsam schaffen sie den Rahmen für eine sichere, bezahlbare und klimafreundliche Wärmeversorgung in ganz Deutschland.

Welche Gebiete sind prinzipiell für den Ausbau von Wärmenetzen geeignet?

In Brekendorf wurden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung sogenannte Prüfgebiete für Wärmenetze festgelegt. Das sind Bereiche, in denen es besonders sinnvoll sein könnte, in Zukunft ein Wärmenetz aufzubauen, also ein zentrales Heizsystem, das viele Gebäude mit umweltfreundlicher Wärme versorgt.

Ein entscheidender Faktor bei der Auswahl dieser Gebiete ist die sogenannte Wärmeliniendichte. Diese Kennzahl zeigt, wie viel Wärme pro Meter Haupttrasse gebraucht wird – je höher dieser Wert, desto wirtschaftlicher und sinnvoller ist der Ausbau eines Wärmenetzes.

Typischerweise eignen sich also vor allem:

- Gebiete mit vielen Gebäuden auf engem Raum, z. B. Ortskerne oder größere Wohngebiete,
- Gebäude mit hohem Wärmebedarf, z. B. durch Mehrfamilienhäuser, öffentliche Gebäude oder Gewerbe,

Prüfgebiete die nach einer ersten Wirtschaftlichkeitsbetrachtung immer noch geeignet erscheinen, werden zu Eignungsgebieten. In diesen Eignungsgebieten wird dann weiter untersucht, ob sich ein Wärmenetz tatsächlich wirtschaftlich und technisch umsetzen lässt. Erst danach wird entschieden, ob der Ausbau konkret geplant wird.

In welchen Gebieten werden Wärmenetze ausgebaut werden?

Ob ein Wärmenetz wirklich gebaut wird, entscheidet sich nicht allein durch die Wärmeplanung, sondern in einem weiteren Schritt: Auf Basis der Eignungsgebiete werden genaue Machbarkeitsstudien und Ausbaupläne erstellt.

Diese Pläne zeigen, in welchen Bereichen der Bau eines Wärmenetzes technisch möglich, wirtschaftlich sinnvoll und praktisch umsetzbar ist. Dabei spielen neben der Wärmebedarfsdichte auch andere Faktoren eine Rolle, wie die wirtschaftliche und ressourcenbedingte Umsetzbarkeit durch den jeweiligen Betreiber.

Diese Prüfungen und Planungen übernehmen Projektentwickler und Wärmenetzbetreiber. Der Ausbau der Netze soll dann schrittweise bis 2040 erfolgen, also in mehreren Phasen über die nächsten Jahre hinweg.

Sobald konkrete Ausbaupläne vorliegen, wird die Gemeinde diese öffentlich machen, damit alle Bürgerinnen und Bürger wissen, was wann und wo geplant ist.

Schaffen wir die Treibhausgasneutralität?

Ja, die Treibhausgasneutralität im Wärmesektor bis 2040 ist möglich, wenn die im Wärmeplan beschriebenen Maßnahmen konsequent umgesetzt werden. Die Wärmeplanung zeigt, wie Brekendorf Schritt für Schritt klimafreundlicher heizen kann, z. B. durch den Einsatz erneuerbarer Energien, mehr Energieeffizienz in Gebäuden und den Ausbau von Wärmenetzen.

Allerdings: Brekendorf kann das Ziel nicht allein erreichen. Auch der Strom, den wir z. B. für Wärmepumpen benötigen, muss treibhausgasfrei produziert werden – also aus Wind, Sonne oder anderen erneuerbaren Quellen stammen. Außerdem bleiben trotz aller Bemühungen immer kleine Mengen an Emissionen übrig, etwa aus Lieferketten. Diese sogenannten Restemissionen müssen später ausgeglichen werden, z. B. durch Klimaschutzprojekte.

Wichtig ist auch: Der Wärmeplan ist kein starres Dokument. Er wird alle fünf Jahre fortgeschrieben, damit neue Technologien, gesetzliche Vorgaben und lokale Entwicklungen berücksichtigt werden können. So bleibt Brekendorf flexibel und auf Kurs Richtung Klimaneutralität. Wenn alle Beteiligten, Politik, Wirtschaft und Bürgerinnen und Bürger, mitziehen, kann das Ziel erreicht werden.

Was ist der Nutzen einer Wärmeplanung?

Die kommunale Wärmeplanung hat viele Vorteile – für die Gemeinde, für Hauseigentümerinnen und -eigentümern und für das Klima.

Hier sind die wichtigsten Nutzen im Überblick:

- Klarer Fahrplan für die Wärmewende: Der Wärmeplan zeigt auf, wie Brekendorf in Zukunft klimafreundlich und effizient mit Wärme versorgt werden kann – gut abgestimmt zwischen Gemeinde, Quartieren und privaten Vorhaben.
- Bessere Planung und weniger Fehlinvestitionen: Wenn klar ist, wo z. B. ein Wärmenetz entstehen soll, müssen Hausbesitzer nicht unnötig in Heizsysteme investieren, die bald nicht mehr passen. Das spart Geld und Aufwand.
- Energie sparen und Kosten senken: Durch mehr Energieeffizienz können langfristig Heizkosten gesenkt werden – ein Vorteil für alle, die in Brekendorf wohnen oder arbeiten.
- Klimaschutz vor Ort: Der Einsatz von erneuerbaren Energien wie Solarthermie, Biogas oder Wärmepumpen hilft, CO₂-Emissionen zu reduzieren – und bringt die lokale Energiewende voran.
- Mehr Versorgungssicherheit: Eine lokale, gut geplante Wärmeversorgung macht unabhängiger von Öl- oder Gasimporten und sorgt für mehr Stabilität – gerade in Krisenzeiten.
- Gute Grundlage für zukünftige Entscheidungen: Auch wenn der Wärmeplan keine direkten Pflichten mit sich bringt, dient er als strategisches Werkzeug, mit dem die Gemeinde die Wärmewende gezielt und schrittweise umsetzen kann.

Was bedeutet das für mich?

Der kommunale Wärmeplan ist kein Gesetz, sondern ein strategischer Leitfaden, der aufzeigt, wie Brekendorf in Zukunft klimafreundlich mit Wärme versorgt werden kann. Er gibt eine Richtung vor für die Gemeinde, für Energieversorger und auch für Eigentümerinnen, Eigentümer und Mieterinnen und Mieter.

Die im Plan vorgeschlagenen Gebiete für Wärmenetze oder einzelne Heizlösungen sind Empfehlungen, keine Verpflichtungen. Dennoch kann es hilfreich sein, sich frühzeitig zu informieren. Denn wenn alle Beteiligten gut Bescheid wissen, lassen sich Investitionen besser abstimmen und Kosten sparen.

Ich bin Mieterin/Mieter:

Informieren Sie sich, ob Ihre Wohngegend im Wärmeplan genannt wird. Fragen Sie bei Ihrer Vermieterin oder Ihrem Vermieter nach, ob Modernisierungen oder ein Anschluss an ein Wärmenetz geplant sind. So können Sie frühzeitig abschätzen, ob sich z. B. Heizkosten oder bauliche Veränderungen ergeben könnten.

Ich bin Vermieterin/Vermieter:

Nutzen Sie den Wärmeplan als Orientierung für Ihre Investitionsentscheidungen. Prüfen Sie bei Sanierungen oder Neubauten, ob ein Anschluss an ein Wärmenetz sinnvoll ist oder ob sich z. B. eine Wärmepumpe oder Biomasseheizung lohnt. Analysieren Sie die Rentabilität der möglichen Handlungsoptionen auf Gebäudeebene (z.B. Sanierungen, die Installation einer Wärmepumpe, Biomasseheizung oder der Anschluss an ein Wärmenetz) im Hinblick auf die langfristige Wertsteigerung der Immobilie und mögliche Mietanpassungen. Denken Sie dabei auch an

Fördermittel und daran, Sanierungsmaßnahmen transparent mit Ihren Mieterinnen und Mietern zu kommunizieren.

Ich bin Gebäudeeigentümerin/Gebäudeeigentümer:

Schauen Sie nach, ob Ihr Gebäude in einem Gebiet liegt, das im Wärmeplan für ein Wärmenetz vorgesehen ist. Falls ja, wenden Sie sich an Ihren Energieversorger (z. B. M + M Energy), um zu erfahren, ob und wann ein Anschluss geplant ist.

Sollten Sie außerhalb eines Wärmenetzeignungsgebietes liegen, ist ein zeitnaher Anschluss an ein Wärmenetz eher unwahrscheinlich. Sie können dennoch viel zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Reduzierung Ihrer CO₂-Emissionen tun. Verschiedene Technologien können dabei helfen, etwa

- Wärmepumpen (Luft, Erdreich, Wasser),
- Biomasseheizungen (z. B. mit Pellets),
- Photovoltaik-Anlagen zur eigenen Stromproduktion.

Prüfen Sie, welche energetischen Sanierungen zu einer besseren Energieeffizienz Ihres Gebäudes beitragen können. Dabei kann die Erstellung eines Sanierungsfahrplans sinnvoll sein, welcher Maßnahmen wie

- die Dämmung von Dach und Fassade
- den Austausch der Fenster oder
- den hydraulischen Abgleich des Heizungssystems beinhalten kann.

Moderne Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung sind eine weitere Option, die sowohl der Energieeffizienz als auch dem Wohnkomfort zugutekommen kann. Darüber hinaus gibt es verschiedene Fördermöglichkeiten, die Sie eventuell in Anspruch nehmen können. Diese reichen von Bundesförderungen für effiziente Gebäude bis hin zu möglichen kommunalen Programmen. Eine individuelle Energieberatung kann Ihnen darüber hinaus weitere, auf Ihre speziellen Bedürfnisse zugeschnittene Empfehlungen geben.

16 LITERATURVERZEICHNIS

- Agemar, T. A. (2014). *The Geothermal Information System for Germany*. GeotIS; ZDGG Band 165 Heft 2, 129–144.
- BAFA. (2021). *Bundesförderung für effiziente Gebäude*. Abgerufen am 9. März 2021 von https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Sanierung_Wohngebaeude/sanierung_wohngebaeude_node.html
- BAFA. (2022 b). *Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)*. Abgerufen am 11. Oktober 2022 von [bafa.de: https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html)
- BMU. (2021). *Förderaufruf Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte*. Abgerufen am 25. März 2021 von <https://www.klimaschutz.de/modellprojekte>
- BMWK. (05. April 2024). *Erneuerbares Heizen - Gebäudeenergiegesetz (GEG) - Häufig gestellte Fragen*. Von <https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Navigation/DE/Service/FAQ/GEG/faq-geg.html> abgerufen
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. (26. 06 2025). *Effizienzpolitik*. Von Plattform für Abwärme: https://www.bfee-online.de/SharedDocs/Downloads/BfEE/DE/Effizienzpolitik/pfa_datentabelle_excel.html?nn=1616544 abgerufen
- Bundesfinanzministerium. (15. Dezember 2000). *AfA-Tabelle für die allgemein verwendbaren Anlagegüter*. Abgerufen am 9. März 2021 von https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/Weiterer_Steuerthemen/Betriebspruefung/AfA-Tabellen/Ergaenzende-AfA-Tabellen/AfA-Tabelle_AV.html
- Bundesministerium der Justiz (Hrsg.). (16. Oktober 2023). *Gebäudeenergiegesetz vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 16. Oktober 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 280) geändert worden ist. Teil 1 Nr. 280*. Bonn, Deutschland.
- Bundesministerium der Justiz (Hrsg.). (20. Dezember 2023). *Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze. Bundesgesetzblatt 2023 Nr. 394*. Bonn.
- Bundesministerium der Justiz (Hrsg.). (21. 02 2025). *Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom. Bonn, Deutschland*. Abgerufen am 09. 04 2025 von https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/EEG_2023.pdf
- Bundesministerium für Wohnen, S. u. (09.. April 2024). *Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energie zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden*. Von <https://www.gesetze-im-internet.de/geg/GEG.pdf> abgerufen
- Bundesnetzagentur. (2024). *EEG-Förderung und -Fördersätze - Fördersätze für Solaranlagen*. Bonn. Von https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/ErneuerbareEnergien/EEG_Foerderung/start.html abgerufen

- CDU und BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN. (06. Juni 2022). Koalitionsvertrag für die 20. Wahlperiode des Schleswig-Holsteinischen Landtages (2022-2027). Kiel, Schleswig-Holstein.
- dena. (12. Februar 2024). *Der dena Gebäudereport 2016. Statistiken und Analysen zu Energieeffizienz im Gebäudebestand.* Von Deutsche Energie-Agentur: https://www.dena.de/fileadmin/user_upload/8162_dena-Gebaeudereport.pdf abgerufen
- EWKG. (29. 03 2025). Von <https://www.gesetze-rechtsprechung.sh.juris.de/bssh/document/jlr-EWKSGSHV1P1> abgerufen
- EWKG Novelle. (02. 10 2024). *Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Energiewende- und Klimaschutzgesetzes Schleswig-Holstein und zur Aufhebung und Anpassung weiterer Rechtsvorschriften.* Von <https://www.landtag.ltsh.de/infothek/wahl20/drucks/02500/drucksache-20-02553.pdf> abgerufen
- GEG. (25. April 2024). *Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer.* Von <https://www.gesetze-im-internet.de/geg/GEG.pdf> abgerufen
- Görlisch, V., & Dr. Legler, D. (07. 06 2024). Von https://umweltinstitut.org/wp-content/uploads/2024/06/Rechtsgutachten_Wasserstoffnetzgebiete.pdf abgerufen
- Hese, F. (2012). *3D Modellierung und Visualisierung von Untergrundstrukturen für die Nutzung des unterirdischen Raumes in Schleswig-Holstein.* Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- Institut für ökologische Wirtschaftsforschung gGmbH & ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung gGmbH. (Oktober 2019). Kampagnen erfolgreich gestalten - Für eine Wärmewende im Heizungskeller. (F. Rubik, J. Weiß, Hrsg., & C. Nikschat, Redakteur) Berlin. Abgerufen am 03. November 2024 von https://www.ioew.de/fileadmin/user_upload/BILDER_und_Downloaddateien/Publikationen/2019/Change_Broschuere_Digital.pdf
- IWU. (12. Oktober 2023). „TABULA“ – *Entwicklung von Gebäudetypologien zur energetischen Bewertung des Wohngebäudebestands in 13 europäischen Ländern.* Von Institut für Wohnen um Wmwelt: <https://www.iwu.de/index.php?id=205> abgerufen
- KEA-BW. (25. April 2024). *Download der Tabellen des Technikkatalos V1.1.* Von <https://www.kea-bw.de/waermewende-1/wissensportal/einfuehrung-in-den-technikkatalog> abgerufen
- KEA-BW. (02. Februar 2024). *Leitfaden kommunale Wärmeplanung.* Von https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/094_Leitfaden-Kommunale-Waermeplanung-022021.pdf abgerufen
- Reinhold et al. (2008). *Geologische Karte „Salzstrukturen Norddeutschlands 1 : 500 000.*
- Rockel, W. &. (1992). *Die Möglichkeiten der Nutzung geothermischer Energie in Nordostdeutschland und der Bearbeitungsstand geplanter Vorhaben.* In: Schulz, Werner, Ruhland, Bußmann (Hrsg.): Geothermische Energie - Forschung und Anwendung in Deutschland, Karlsruhe, Verlag C.F. M.
- Schleswig-Holsteinischer Landtag. (20. Februar 2024). Drucksache 20/1878 - Bericht und Beschlussempfehlung - Gesetz zur Änderung der Landesbauordnung und des Brandschutzgesetzes. (S.-H. Landtag, Hrsg.) Kiel. Von

<https://www.landtag.ltsh.de/infothek/wahl20/drucks/01800/drucksache-20-01878.pdf>
abgerufen

Technikkatalog (Langreder et al. (Im Auftrag des BMWK)). (August 2024). *Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW)*. Von <https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung> abgerufen

Thomsen, C. D.-D. (2014). *Geologische Potenzialanalyse des tieferen Untergrunds Schleswig-Holstein. Geologischer Dienst- Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein*. Flintbek.

Umweltbundesamt. (23. April 2024). *Energieverbrauch für fossile und erneuerbare Wärme*. Von [https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme#:~:text=W%C3%A4rmeerzeugung%20aus%20erneuerbaren%20Energien,im%20Jahr%202021%20\(siehe%20Abb.](https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme#:~:text=W%C3%A4rmeerzeugung%20aus%20erneuerbaren%20Energien,im%20Jahr%202021%20(siehe%20Abb.) abgerufen