

Kommunale Wärmeplanung

Abschlussbericht

für die

Gemeinde Worpswede



worpswede
das künstlerdorf

Förderprojekt

Die kommunale Wärmeplanung wurde im Rahmen des Förderprojektes kommunale Wärmeplanung für die Gemeinde Worpswede erstellt und aus Mitteln der Nationalen Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz gefördert.

Förderkennzeichen: 67K26855

Laufzeit: 01.05.2024 – 31.07.2025

Informationen zum Projektträger: www.klimaschutz.de

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Nationale Klimaschutzinitiative

Mit der Nationalen Klimaschutzinitiative initiiert und fördert das Bundesumweltministerium seit 2008 zahlreiche Projekte, die einen Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemissionen leisten. Ihre Programme und Projekte decken ein breites Spektrum an Klimaschutzaktivitäten ab: Von der Entwicklung langfristiger Strategien bis hin zu konkreten Hilfestellungen und investiven Fördermaßnahmen. Diese Vielfalt ist Garant für gute Ideen. Die Nationale Klimaschutzinitiative trägt zu einer Verankerung des Klimaschutzes vor Ort bei. Von ihr profitieren Verbraucherinnen und Verbraucher ebenso wie Unternehmen, Kommunen oder Bildungseinrichtungen.

Auftraggebender:

Gemeinde Worpswede
Bauernreihe 1
27726 Worpswede

© EWE NETZ GmbH in Kooperation mit greenventory GmbH

Dieses Dokument unterliegt dem Copyright der EWE NETZ GmbH. Dieses Dokument in Gänze oder in Teilen zu reproduzieren, zu versenden oder in elektronischer Form auf Web-Seiten oder anders gearteten elektronischen Speichermedien abzulegen, ist nur unter Nennung der Quelle zulässig. Alle Kopien dieses Dokuments müssen diesen Copyright Hinweis enthalten.

EWE NETZ GmbH
Cloppenburg Straße 302
26133 Oldenburg

greenventory GmbH
Georges-Köhler-Allee 302
79110 Freiburg im Breisgau

Wir vernetzen Ihre Zukunft | www.ewenetz.de

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis.....	5
Tabellenverzeichnis.....	7
Abkürzungsverzeichnis.....	8
1. Einführung.....	10
1.1. Motivation.....	10
1.2. Ziele der KWP und Einordnung in den planerischen Kontext	11
1.3. Erarbeitung der kommunalen Wärmeplanung	12
1.4. „Digitaler Zwilling“ als zentrales Arbeitswerkzeug.....	13
1.5. Aufbau des Berichts	13
2. Grundlagen der kommunalen Wärmeplanung	14
2.1. Was ist ein Wärmeplan?	14
2.2. Gibt es verpflichtende Ergebnisse?	14
2.3. Wie ist der Zusammenhang zwischen GEG, BEG und kommunaler Wärmeplanung?	14
2.4. Welche Gebiete sind prinzipiell für den Bau von Wärmenetzen geeignet?	16
2.5. Kann eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung erreicht werden?.....	16
2.6. Welchen Mehrwert bietet die Wärmeplanung?	17
2.7. Was bedeutet die Erstellung eines kommunalen Wärmeplans für Anwohnende?	17
3. Bestandsanalyse.....	19
3.1. Das Projektgebiet	20
3.2. Datenerhebung	21
3.3. Gebäudebestand	22
3.4. Wärmebedarf.....	27
3.5. Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger	29
3.6. Eingesetzte Energieträger	33
3.7. Gas- und Stromnetzinfrastruktur	35
3.8. Wärmenetze.....	37
3.9. Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung	38
3.10. Zusammenfassung der Bestandsanalyse	42
4. Potenzialanalyse	43
4.1. Erfasste Potenziale	44
4.2. Methode: Indikatorenmodell.....	45

4.3.	Potenziale zur Stromerzeugung	48
4.4.	Potenziale zur Wärmeerzeugung	50
4.5.	Einsatz von Wasserstoff	53
4.6.	Potenziale zur dezentralen Wärmeerzeugung	54
4.7.	Potenziale für eine Sanierung	59
4.8.	Zusammenfassung und Fazit	62
5.	Eignungsgebiete für Wärmenetze	63
5.1.	Eignungsgebiete im Projektgebiet	64
6.	Zielszenario	66
6.1.	Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs	67
6.2.	Wärmegeheimungskosten	68
6.3.	Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgung	69
6.4.	Entwicklung der eingesetzten Energieträger	73
6.5.	Bestimmung der Treibhausgasemissionen	74
6.6.	Zusammenfassung des Zielszenarios	76
7.	Maßnahmen und Wärmewendestrategie	77
7.1.	Übersicht der erarbeiteten Maßnahmen	78
7.1.1.	Maßnahmensteckbriefe des Handlungsfeldes - Gebäude	79
7.1.2.	Maßnahmensteckbriefe des Handlungsfeldes - Organisation	91
7.2.	Übergreifende Wärmewendestrategie	98
7.3.	Konzept für ein Monitoring der Zielerreichung	100
7.3.1.	Monitoringziele	100
7.3.2.	Monitoringinstrumente und -methoden	100
7.3.3.	Datenerfassung und -analyse	101
7.3.4.	Berichterstattung und Kommunikation	101
7.4.	Finanzierung	101
7.5.	Lokale ökonomische und finanzielle Vorteile der Wärmewende	101
7.6.	Fördermöglichkeiten	102
8.	Fazit	103
	Literaturverzeichnis	104

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Visualisierung der Betrachtungsobjekte im KWP-Prozess	12
Abbildung 2: Vorgehen bei der Bestandsanalyse.....	19
Abbildung 3: Projektgebiet Worpsswede	20
Abbildung 4: Gebäudeanzahl nach Sektoren in Worpsswede.....	22
Abbildung 5: Räumliche Verteilung der Sektoren in Worpsswede.....	23
Abbildung 6: Räumliche Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen in Worpsswede.....	24
Abbildung 7: Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen in Worpsswede	25
Abbildung 8: Gebäudeverteilung nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte) in Worpsswede	26
Abbildung 9: Wärmebedarf nach Sektoren in Worpsswede	27
Abbildung 10: Räumliche Verteilung der spezifischen Wärmebedarfe in Worpsswede	28
Abbildung 11: Anzahl installierter Heizungsanlagen nach Baujahr	29
Abbildung 12: Gebäudeanzahl nach Alter der bekannten Heizsysteme in Worpsswede.....	30
Abbildung 13: Räumliche Verteilung nach Alter der Heizsysteme in Worpsswede	32
Abbildung 14: Wärmebedarf nach Energieträgern in Worpsswede.....	33
Abbildung 15: Räumliche Verteilung der Energieträger in Worpsswede	34
Abbildung 16: Gasnetzinfrastruktur in Worpsswede	36
Abbildung 17: Treibhausgasemissionen nach Sektoren in Worpsswede	38
Abbildung 18: Treibhausgasemissionen nach Energieträgern in Worpsswede.....	39
Abbildung 19: Räumliche Verteilung der Treibhausgasemissionen in Worpsswede	41
Abbildung 20: Vorgehen bei der Ermittlung von Potenzialen.....	43
Abbildung 21: Vorgehen und Datenquellen der Potenzialanalyse	44
Abbildung 22: Erneuerbare Strompotenziale in Worpsswede	48
Abbildung 23: Wärmepotenziale in Worpsswede	50
Abbildung 24: Funktionsweise von Biogaseinspeisung.....	52
Abbildung 25: Mögliches Regional- bzw. Verteilnetz von EWE NETZ	54
Abbildung 26: Funktionsschemata einer Wärmepumpe	55
Abbildung 27: Reduktionspotenzial nach Baualtersklassen in Worpsswede (2,0 % Sanierungsquote)	60
Abbildung 28: Vorgehen bei der Identifikation der Eignungsgebiete	63
Abbildung 29: Mögliches Eignungsgebiet zur leitungsgebundenen Wärmeversorgung in Worpsswede	65
Abbildung 30: Komponenten des Zielszenarios für 2040	66
Abbildung 31: Simulierter Wärmebedarf von Worpsswede in Ziel- und Zwischenjahren (1,9% Sanierungsquote) .	67
Abbildung 32: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2040.....	69
Abbildung 33: Wärmebedarf nach Energieträger im Jahr 2040.....	70
Abbildung 34: Endenergiebedarf nach Energieträger im Jahr 2040	71

Abbildung 35: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040	72
Abbildung 36: Prognostizierte Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger im zeitlichen Verlauf.....	73
Abbildung 37: Prognostizierte Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf.....	74
Abbildung 38: Emissionsfaktoren in tCO ₂ /MWh (Quelle: KEA-BW 2024)	75
Abbildung 39: Treibhausgas-Emissionen nach Energieträger im Jahr 2040	76
Abbildung 40: Entwicklung von Maßnahmen zur Erreichung des Zielszenarios	77

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Emissionsfaktoren nach Energieträger (KWW-Halle, 2024)	40
Tabelle 2: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien	46
Tabelle 3: Wärmegestehungskostenvergleich verschiedener Versorgungsstrukturen mit und ohne Wärmenetz im Jahr 2030.....	68
Tabelle 4: Erweiterte Handlungsvorschläge für Akteure der kommunalen Wärmewende	99

Abkürzungsverzeichnis

ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMWSB	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
BuVEG	Bundesverband energieeffiziente Gebäudehülle e.V
CO ₂ e	CO ₂ -Äquivalente
Dena	Deutsche Energie-Agentur
DVGW e.V.	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
EE	Erneuerbare Energien
FFPV	Freiflächen Photovoltaik
FNP	Flächennutzungsplan
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GeLiMa	Gebäude- und Liegenschaftsmanagement
GHD	Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor
GIS	Geoinformationssystem
IKK	Investitionskredit Kommunen

IKU	Investitionskredit Kommunale und Soziale Unternehmen
IWU	Institut Wohnen und Umwelt
KEA-BW	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg
KEMS	Kommunales Energiemanagementsystem
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KPI	Key Performance Indicator
KSG	Klimaschutzgesetz
KWK	Kraft-Wärmekopplungs-Anlagen
KWP	Kommunale Wärmeplanung
KWW	Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende
LoD2	Level of Detail 2
NACE	Statistische Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft
NKlimaG	Niedersächsisches Klimaschutzgesetz
PPP	Public-Private-Partnerships
TABULA	Typology of Buildings and their Energy Performance
THG	Treibhausgas
WEA	Windenergieanlagen
WPG	Wärmeplanungsgesetz

1. Einführung

In den vergangenen Jahren ist immer deutlicher geworden, dass Deutschland angesichts des fortschreitenden Klimawandels und internationaler Verwerfungen eine sichere, kostengünstige sowie treibhausgasneutralen Energieversorgung benötigt. An dieser Stelle spielt die Wärmeversorgung eine zentrale Rolle. Die kommunale Wärmeplanung (KWP) dient der systematischen Analyse des energetischen Ist-Zustands, der Ermittlung lokaler Potenziale sowie der Bewertung treibhausgasneutraler Versorgungsoptionen für eine zukunftsfähige Wärmewende. Dabei werden gezielt Gebiete identifiziert, die sich besonders für den Ausbau von Wärmenetzen oder für dezentrale Wärmeversorgungslösungen eignen.

Der Niedersächsische Landtag hat am 28. Juni 2022 das „Gesetz zur Änderung des Niedersächsischen Gesetzes zur Förderung des Klimaschutzes und zur Minderung der Folgen des Klimawandels sowie zur Änderung weiterer Gesetze“ beschlossen. Die in diesem Zuge neu geschaffenen §§ 20, 21 NKlimaG verpflichten alle niedersächsischen Kommunen, die Ober- oder Mittelzentrum im Sinne des Landes-Raumordnungsprogramms sind, bis zum 31. Dezember 2026 einen kommunalen Wärmeplan nach einem gesetzlich vorgegebenen systematischen Analyseprozess zu erstellen. Dieser Wärmeplan muss eine Handlungsstrategie mit konkreten Maßnahmen zur Erreichung der Treibhausgasneutralität der Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040 beinhalten. Mit der Umsetzung von mindestens fünf identifizierten Maßnahmen soll innerhalb von fünf Jahren nach Veröffentlichung des Wärmeplans begonnen werden. Die Umsetzung der Maßnahmen ist nicht Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung. Die Kommunen sind darüber hinaus gesetzlich verpflichtet, den Wärmeplan spätestens alle fünf Jahre nach seiner Erstellung fortzuschreiben.

Gemeinsam mit drei weiteren Kommunen des Landkreises Osterholz hat die Gemeinde Worpswede die frühzeitige und freiwillige Umsetzung der KWP initiiert und nimmt eine aktive Rolle in der regionalen Energiewende ein. Dies setzt ein starkes Zeichen für nachhaltige Entwicklung und interkommunale Vorbildwirkung.

1.1. Motivation

Angesichts des fortschreitenden Klimawandels hat die Bundesrepublik im Klimaschutzgesetz des Bundes (KSG) die Treibhausgasneutralität zum Jahre 2045 verpflichtend festgeschrieben. Das Land Niedersachsen sieht das Erreichen der Treibhausgasneutralität bereits bis 2040 vor (NKlimaG).

Hinsichtlich der Treibhausgasneutralität fällt dem Wärmesektor eine zentrale Rolle zu, da deutschlandweit etwa die Hälfte des gesamten Endenergieverbrauchs im Bereich der Wärme- und Kältebereitstellung anfällt (Umweltbundesamt, 2024). Dazu zählen Prozesswärme, Raumwärme und Warmwasser sowie Kälteerzeugung. Im Stromsektor wird bereits über 50 % der Energie erneuerbar erzeugt, während es im Wärmesektor bislang nur 18,8 % sind (Umweltbundesamt, 2023). Kommunen tragen eine zentrale Verantwortung für die Dekarbonisierung des Wärmesektors, da sie durch ihre lokale Steuerung, gesetzliche Verpflichtungen, Vorbildfunktion und die

Umsetzung konkreter Maßnahmen zur Energieeinsparung und Nutzung erneuerbarer Energien entscheidend zur Erreichung nationaler und internationaler Klimaziele beitragen. Die KWP stellt hierfür eine Planungsgrundlage dar.

Vor diesem Hintergrund hat die Gemeinde Worpswede bereits frühzeitig beschlossen, die Planung für die Dekarbonisierung des Wärmesektors zu erstellen. Für die weitere Planung kann die Gemeinde Worpswede auf verschiedene bereits bestehende Konzepte und Strukturen zurückgreifen. Dazu gehören unter anderem das regionale Raumordnungsprogramm zur Nutzung von Windenergie, das sich derzeit in der Überarbeitung befindet und ein gemeindeübergreifendes Konzept zur Errichtung von Freiflächenphotovoltaikanlagen. Diese Grundlagen wurden im Zuge der kommunalen Wärmeplanung berücksichtigt.

1.2. Ziele der KWP und Einordnung in den planerischen Kontext

Da Investitionen in die Energieinfrastruktur mit hohen Kosten und langen Zykluszeiten verbunden sind, ist eine ganzheitliche Strategie unerlässlich, um eine solide Grundlage für zukünftige Maßnahmen zu schaffen. Die KWP ist ein strategisches Planungsinstrument, welche drei übergreifende Ziele verfolgt:

1. Versorgungssicherheit

Das Ziel der Versorgungssicherheit bedeutet, dass die kommunale Wärmeversorgung langfristig stabil und verlässlich gewährleistet ist. Dies umfasst die Bereitstellung von Energie für Heizung und Warmwasser. Die Versorgungssicherheit soll sicherstellen, dass Haushalte, öffentliche Einrichtungen und Unternehmen nicht von plötzlichen Energieengpässen betroffen sind.

2. Treibhausgasneutralität

Das Ziel der Treibhausgasneutralität ist es, den Ausstoß von Treibhausgasen aus der Wärmeversorgung so weit wie möglich zu reduzieren und alle verbleibenden Emissionen durch klimafreundliche Maßnahmen auszugleichen. Dies beinhaltet den Einsatz erneuerbarer Energien, die Verbesserung der Energieeffizienz und die Umstellung auf CO₂-freie Technologien, um die Erderwärmung und die damit verbundenen Klimawandelfolgen zu minimieren.

3. Wirtschaftlichkeit

Die Wärmeversorgung ist kosteneffizient zu gestalten, sodass sowohl die Investitionskosten als auch die Betriebskosten für die Wärmeinfrastruktur angemessen und tragbar bleiben. Dabei sollen Kostenoptimierungen erreicht werden, ohne die Versorgungssicherheit oder Umweltziele zu gefährden, sodass langfristig eine finanzielle Entlastung für Kommunen, Unternehmen und Privathaushalte gewährleistet wird.

Zudem stellt sie eine hochwertige erste Planungsgrundlage für Investitionsentscheidungen in Heizungssysteme sowie die Eingrenzung der möglichen Lösungsansätze und Handlungsoptionen für kommunale Energieprojekte dar. Die KWP ist eng mit anderen planerischen Instrumenten wie dem Klimaschutzkonzept oder dem Flächennutzungsplan verknüpft. Durch die Integration der KWP in den planerischen Kontext wird eine ganzheitliche Betrachtung der Energieversorgung möglich. Synergien können genutzt und Maßnahmen effizient

koordiniert werden, um die Durchführung von Vorstudien, Machbarkeitsstudien, die Planung und Realisierung von Quartierskonzepten sowie die Entwicklung und Ausführung von sowohl öffentlichen als auch privaten Bauprojekten erfolgreich zu gestalten. Somit profitiert von dieser erhöhten Planungssicherheit neben der Kommune auch die Bevölkerung der Gemeinde Worpswede.

1.3. Erarbeitung der kommunalen Wärmeplanung

Die Entwicklung eines kommunalen Wärmeplans ist ein mehrstufiger Prozess, der vier Schritte umfasst.



Abbildung 1: Visualisierung der Betrachtungsobjekte im KWP-Prozess

Abbildung 1 zeigt die Abfolge der vier zu durchlaufenden Prozessphasen der kommunalen Wärmeplanung. Im ersten Schritt, der Bestandsanalyse, wurde die Ist-Situation der Wärmeversorgung umfassend untersucht. Dabei wurden zunächst die existierenden Gebäudetypen und ihre Baualtersklassen erfasst. Auf dieser Grundlage erfolgte die Erhebung des aktuellen Wärmebedarfs und -verbrauchs sowie der daraus resultierenden Treibhausgasemissionen. Ebenso wurde die vorhandene Infrastruktur der Gas- und Wärmenetze systematisch untersucht und die Beheizungsstrukturen in Wohn- und Nichtwohngebäuden detailliert erfasst. Auch vorhandene erneuerbare Energien wurden eingetragen.

Im zweiten Schritt, der Potenzialanalyse, wurden lokale Potenziale für Energieeinsparungen und den Einsatz erneuerbarer Energien zur Wärme- und Stromerzeugung ermittelt. Dabei wurde analysiert, in welchen Bereichen Energieeffizienzmaßnahmen sinnvoll umgesetzt werden können, um den Gesamtverbrauch deutlich zu senken. Gleichzeitig wurde geprüft, inwieweit erneuerbare Energiequellen wie Solarenergie, Geothermie, Biomasse oder Abwärme zur Deckung des lokalen Energiebedarfs beitragen können. Ziel dieser Analyse ist es, die Nutzungspotenziale für erneuerbare Energien optimal auszuschöpfen und dadurch langfristig eine klimafreundliche und nachhaltige Energieversorgung in der Kommune zu gewährleisten.

Im dritten Schritt nutzte man die gewonnenen Erkenntnisse, um Eignungsgebiete für Wärmenetze sowie zugehörige Energiequellen und Eignungsgebiete für dezentrale Wärmeversorgungsoptionen zu identifizieren.

Darauf aufbauend wurde ein Zielszenario für die zukünftige Wärmeversorgung entwickelt, das eine räumlich aufgelöste Beschreibung einer möglichen zukünftigen Versorgungsstruktur für das Zieljahr 2040 beinhaltet.

Im vierten Schritt wurde eine Gesamtstrategie sowie daraus resultierende konkrete Maßnahmen als erste Bausteine zur Zielerreichung für die Wärmewende formuliert. Die Maßnahmen wurden priorisiert und sollen in den nächsten fünf Jahren begonnen werden. Bei der Erstellung dieser Maßnahmen kam der Kenntnis der lokalen Rahmenbedingungen durch die Gemeindeverwaltung sowie weiteren lokalen Akteuren eine wichtige Rolle zu. Relevante Fachabteilungen der Gemeinde Wörpswede wurden aktiv in die Erstellung des Wärmeplans einbezogen. Sie trugen durch Diskussionen und Validierung von Analysen zur Entwicklung von Wärmenetzsignungsgebieten und Maßnahmen bei. Es gilt zu beachten, dass die KWP im Projektgebiet ein kontinuierlicher Prozess ist, der regelmäßig und unter Berücksichtigung weiterer Entwicklungen überarbeitet und angepasst werden muss.

1.4. „Digitaler Zwilling“ als zentrales Arbeitswerkzeug

Eine Besonderheit des Projektes ist die Nutzung eines sogenannten „digitalen Zwillings“ für die Planerstellung. Der digitale Zwilling der Gemeinde Wörpswede, den die Firma greenventory GmbH erstellt hat, dient als zentrales Arbeitswerkzeug für die Projektbeteiligten und erleichtert die Planungs- und Entscheidungsprozesse. Es handelt sich um ein spezialisiertes digitales Kartentool, welches ein virtuelles, gebäudescharfes Abbild des Projektgebiets darstellt. Dieses bildet nicht nur die Grundlage für die Analysen, sondern dient zugleich als zentraler Ort für die Datenhaltung im Projekt. Ein entscheidender Vorteil ist hierbei die homogene Datenqualität, die für fundierte Analysen und Entscheidungen unabdingbar ist. Außerdem wird dadurch die Zusammenarbeit im Projektteam erleichtert, was eine effiziente Prozessgestaltung ermöglicht. Darüber hinaus eignet sich der digitale Zwilling hervorragend für die Kommunikation der Ergebnisse, da komplexe Sachverhalte und Zusammenhänge anschaulich visualisiert und so verständlich für alle Interessensgruppen aufbereitet werden können.

1.5. Aufbau des Berichts

Der vorliegende Bericht gliedert sich wie folgt: Der Abschnitt „Grundlagen der kommunalen Wärmeplanung“ ergänzt diese Einführung und fasst die am häufigsten gestellten Fragen rund um die Wärmeplanung zusammen. In den anschließenden Kapiteln erfolgt die Beschreibung der Erarbeitung der vier Phasen, die den Kern der kommunalen Wärmeplanung ausmachen. Kapitel 5 enthält die Beschreibung zur Identifikation von Eignungsgebieten für Wärmenetze. Kapitel 6 dreht sich um die Berechnung des Zielszenarios und die zukünftige Wärmeversorgung der Gemeinde Wörpswede. Kapitel 7 enthält die Steckbriefe zu den definierten Maßnahmen im Projekt, welche den Kern der Wärmewendestrategie darstellen. Abschließend werden die Befunde der kommunalen Wärmeplanung zusammengefasst.

2. Grundlagen der kommunalen Wärmeplanung

Dieser Abschnitt bietet eine zügige und unkomplizierte Einführung in die Thematik der kommunalen Wärmeplanung sowie eine sorgfältig zusammengestellte Auswahl der wichtigsten und am häufigsten gestellten Fragen.

2.1. Was ist ein Wärmeplan?

Der Wärmeplan ist ein strategisches Instrument zur vorausschauenden und integrierten Gestaltung der kommunalen Wärmeversorgung. Ziel ist es, den zukünftigen Wärmebedarf methodisch zu prognostizieren und auf dieser Grundlage eine treibhausgasneutrale, sichere und wirtschaftlich tragfähige Versorgung zu gewährleisten.

Der Plan umfasst die Analyse der aktuellen Versorgungssituation, die Abschätzung des zukünftigen Wärmebedarfs sowie die Identifikation lokaler Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien und zur Steigerung der Energieeffizienz. Diese Erkenntnisse fließen in ein räumlich differenziertes Zielszenario ein, das als Leitbild für die künftige Wärmeversorgung dient.

Darüber hinaus beinhaltet der Wärmeplan die Entwicklung konkreter Strategien und Maßnahmen, die als erste Schritte zur Zielerreichung umgesetzt werden sollen. Der Plan ist dabei spezifisch auf die Gegebenheiten und Bedürfnisse der jeweiligen Kommune zugeschnitten, um lokale Rahmenbedingungen bestmöglich zu berücksichtigen.

2.2. Gibt es verpflichtende Ergebnisse?

Der Wärmeplan dient als strategischer Fahrplan, der erste Handlungsempfehlungen und Entscheidungsgrundlagen für die beteiligten Akteure liefert. Die Ergebnisse der Analysen können genutzt werden, um die kommunalen Prioritäten und Pläne auf das Ziel der treibhausgasneutralen Wärmeversorgung auszurichten. Daneben werden auch konkrete Maßnahmenvorschläge formuliert, die die Entwicklung der Wärmeversorgungsinfrastruktur und die Integration erneuerbarer Energien betreffen. Die Ergebnisse und Maßnahmenvorschläge des Wärmeplans dienen als Grundlage für die weitere Gemeinde- und Energieplanung.

Der kommunale Wärmeplan soll nach aktueller Landesgesetzgebung mindestens fünf Maßnahmen benennen, deren Umsetzung innerhalb der ersten fünf Jahre nach Veröffentlichung des Wärmeplans startet (§ 20 Abs. 5 NKlimaG). Die konkreten Maßnahmen hängen von den individuellen Gegebenheiten im Projektgebiet und den identifizierten Potenzialen ab. Im Projektgebiet wurden insgesamt fünf Maßnahmen durch die Projektbeteiligten identifiziert und priorisiert, die in diesem Bericht genauer beschrieben werden.

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

Die gesetzliche Landschaft rund um Energieeffizienz und Klimaschutz ist vielschichtig. Zentrale Elemente dieser Landschaft sind das Gebäudeenergiegesetz (GEG), die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) sowie die

KWP, geregelt durch das niedersächsische Klimagesetz (NKlimaG) beziehungsweise durch das Wärmeplanungsgesetz des Bundes (WPG). Obwohl diese Instrumente auf unterschiedlichen politischen Ebenen agieren, ergänzen sie sich gegenseitig und zielen darauf ab, eine nachhaltige und effiziente Nutzung von Energie im Gebäudesektor zu fördern und die Klimaziele zu erreichen. Das GEG setzt die rechtlichen Anforderungen an die energetische Qualität von Gebäuden und die Nutzung erneuerbarer Energien, während das BEG, die Umsetzung dieser Anforderungen unterstützt, indem es Fördermittel für energetische Sanierungen und Neubauten bereitstellt. Die KWP fokussiert sich hingegen auf die strategische Planung der Wärmeversorgung auf kommunaler Ebene. Alle Instrumente haben das gemeinsame Ziel, die CO₂-Emissionen des Gebäude- bzw. Wärmesektors zu reduzieren und die Energieeffizienz zu steigern. Dabei ergänzt die KWP die Vorgaben des GEG, indem sie eine übergeordnete Perspektive einnimmt. Die Standards und Vorgaben, die im GEG festgelegt sind, setzen auf Gebäudeebene den regulatorischen Rahmen, sollen jedoch mit der Wärmeplanung verzahnt werden. Konkret ist gemäß § 71 GEG in Neubauten in Neubaugebieten, für die der Bauantrag nach dem 01.01.2024 gestellt wird, nur noch der Einbau von Heizsystemen mit einem Mindestanteil von 65 % erneuerbarer Energien erlaubt. Bei Bestandsgebäuden gilt die 65%-Regelung nach §71 (8) GEG ab dem 01. Juli 2028. Für die Erfüllung gibt es verschiedene Möglichkeiten wie z. B. die Installation einer Wärmepumpe in Verbindung mit einer Photovoltaik-Anlage, die Nutzung von Biogas oder klimaneutral hergestellter Energieträger. Im Gebäudebestand sind jedoch neu eingebaute fossile Heizungsanlagen bis zum 30.06.2028 zulässig, diese müssen ab dem 1. Januar 2029 mindestens 15 %, ab dem 1. Januar 2035 mindestens 30 % und ab dem 1. Januar 2040 mindestens 60 % der mit der Anlage bereitgestellten Wärme aus Biomasse oder grünem oder blauem Wasserstoff einschließlich daraus hergestellter Derivate erzeugt werden.

Diese Übergangsfrist zur treibhausgasneutralen Wärmeversorgung wird je nach Status der kommunalen Wärmeplanung entsprechend modifiziert: Hier besteht zwischen WPG und GEG eine direkte Verzahnung. Grundsätzlich gilt die 65 %-EE-Vorgabe für alle Gebäude erst mit Ablauf der Fristen für die KWP. Zunächst ist zu beachten: Für Gebäude, die gemäß § 26 WPG in eigens vom Gemeinde- oder Stadtrat beschlossenen Satzungen als sogenannte „Gebiete zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen“ oder „Wasserstoffnetzausbaugebiete“ ausgewiesen wurden, gelten die Regelungen des § 71 Abs. 8 Satz 3 GEG bzw. § 71k Abs. 1 Nr. 1 GEG. Diese bestimmen, dass ein Monat nach Bekanntgabe in diesen entsprechenden Gebieten die 65 %-EE-Vorgabe anzuwenden ist. Es kann ein Wärmeliefervertrag abgeschlossen werden, der einen Mindestanteil von 65 % erfüllt. Hierzu ist eine Übergangsfrist von zehn Jahren für ausgewiesene Wärmenetzausbaugebiete vorgesehen. Während dieser Übergangsphasen, die mit der Erstellung der Versorgungsnetze zusammenhängen, sind keine verpflichtenden Anteile erneuerbarer Energien für neueingebaute Heizanlagen vorgeschrieben. Des Weiteren können bestehende Heizanlagen in den entsprechenden Gebieten, die diese Vorgabe nicht erfüllen, repariert und weiter betrieben werden.

Es ist wichtig zu betonen, dass im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung keine Gebiete zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder Wasserstoffnetzen ausgewiesen werden, sondern dies ausschließlich in einer gesonderten Satzung des Gemeinderats erfolgen kann.

Gemäß § 23 Abs. 4 WPG hat der Wärmeplan keine rechtliche Außenwirkung und begründet keine einklagbaren Rechte oder Pflichten.

Für bestehende Wärmepläne, die nach dem Niedersächsischen Klimagesetz (NKlimaG) erstellt wurden, gilt nach dem WPG des Bundes ein Bestandsschutz. Dies trifft insbesondere auf Wärmepläne zu, die aus Länder- oder Bundesmitteln gefördert oder nach anerkannten Praxisleitfäden erstellt wurden und im Wesentlichen, den im WPG aufgeführten Anforderungen entsprechen.

Die BEG kann als Umsetzungshilfe des GEG und der kommunalen Wärmeplanung gesehen werden. Sie bietet finanzielle Anreize für Personen mit Immobilieneigentum, die Mindestanforderungen des GEG an Gebäude nicht nur zu erfüllen, sondern sogar zu übertreffen. Dies fördert die Umsetzung der Ziele der kommunalen Wärmeplanung, da durch die BEG mehr finanzielle Ressourcen für die Integration von erneuerbaren Energiesystemen oder die Umsetzung von Effizienzmaßnahmen zur Verfügung stehen.

Darüber hinaus steht es den Kommunen frei, gerade in Neubaugebieten ehrgeizigere Ziele und Standards als die des GEG zu definieren und diese in ihre lokale Wärmeplanung zu integrieren. Dies ermöglicht es den Kommunen, auf lokale Besonderheiten und Gegebenheiten einzugehen und so eine effektivere Umsetzung der im GEG festgelegten Ziele zu erreichen.

In der Praxis können also alle Ansätze ineinandergreifen und sich gegenseitig unterstützen, um eine effiziente und nachhaltige Energieversorgung zu fördern.

2.4. Welche Gebiete sind prinzipiell für den Bau von Wärmenetzen geeignet?

Grundsätzlich sind Gebiete für den Bau eines Wärmenetz geeignet, die eine hohen Wärmeliniendichte aufweisen. Die Wärmeliniendichte, ein Maß für die Konzentration von Wärmebedarf pro Meter Straßenabschnitt, ist das zentrale Kriterium bei der Auswahl dieser Gebiete. Eine hohe Wärmeliniendichte ist ein Indiz für eine effiziente und wirtschaftliche Wärmeversorgung. Darüber hinaus ergibt sich die Eignung aus der Nähe zu potenziellen Wärmequellen wie etwa Industrieanlagen, Klärwerken oder Biomasseheizkraftwerken sowie zu Wärmeverbrauchern wie Wohn- und Gewerbegebieten. Diese Synergie von Quelle und Senke unterstützt die optimale Nutzung von Ressourcen.

2.5. Kann eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung erreicht werden?

Durch die Realisierung des Wärmeplans ist die Erreichung der Treibhausgasneutralität im Wärmesektor bis zum Zieljahr 2040 theoretisch möglich, allerdings nicht ausschließlich auf lokaler Ebene. Grund dafür ist, dass einige Wärmequellen und Technologien, die derzeit genutzt werden oder in absehbarer Zukunft verfügbar sind, weiterhin

gewisse Mengen an Treibhausgasen emittieren. Dazu gehören zum Beispiel Erdgas- oder Öl-Heizungen, die nicht vollständig durch erneuerbare Energien ersetzt werden können, sowie die begrenzte Verfügbarkeit und Effizienz von Technologien zur vollständigen CO₂-Abscheidung und -Speicherung. Außerdem spielt die infrastrukturelle und wirtschaftliche Umsetzbarkeit eine Rolle, da der vollständige Umstieg auf klimaneutrale Alternativen oft mit erheblichen Investitionen und langen Umsetzungszeiträumen verbunden ist. Es bleibt eine Restemission, die ausgeglichen werden muss. Obwohl die vollständige Erreichung der Treibhausgasneutralität mit den ausgearbeiteten Maßnahmen allein nicht garantiert werden kann, stellen sie dennoch einen wichtigen Schritt in die richtige Richtung dar.

2.6. Welchen Mehrwert bietet die Wärmeplanung?

Die Umsetzung einer kommunalen Wärmeplanung bietet zahlreiche Vorteile. Durch ein koordiniertes Zusammenspiel von Wärmeplanung, Quartierskonzepten und privaten Initiativen lässt sich eine kosteneffiziente Wärmewende realisieren, die Fehlinvestitionen vorbeugt und das Investitionsrisiko senkt. Durch die Eingrenzung des Suchraums für Investitionen in Wärmenetze wird zudem das Risiko minimiert, in unwirtschaftliche oder technisch ungeeignete Erschließungsgebiete zu investieren. Eine strategische Planungsgrundlage ermöglicht es, frühzeitig relevante Daten zu sammeln und zu analysieren, um fundierte Entscheidungen zu treffen. Diese frühzeitige Auseinandersetzung mit den lokalen Gegebenheiten und Potenzialen ist richtungsweisend für individuelle Entscheidungen bei jedem Gebäude und fördert die Akzeptanz und Beteiligung der Bevölkerung. So kann die KWP maßgeblich dazu beitragen, dass die Energieversorgung zukunftssicher und nachhaltig gestaltet wird.

2.7. Was bedeutet die Erstellung eines kommunalen Wärmeplans für Anwohnende?

Der kommunale Wärmeplan dient in erster Linie als strategische Planungsbasis und identifiziert mögliche Handlungsfelder für die Kommune. Dabei sind die im Wärmeplan ausgewiesenen Eignungsgebiete für Wärmenetze oder Einzelversorgungen sowie spezifische Maßnahmen als Orientierung und nicht als verpflichtende Anweisungen zu verstehen. Vielmehr dienen sie als Ausgangspunkt für weiterführende Überlegungen in der kommunalen und energetischen Planung und sollten daher an den relevanten kommunalen Schnittstellen berücksichtigt werden.

Insbesondere bei der Entwicklung von Wärmenetzen, aber auch in Gebieten, die perspektivisch nicht für Wärmenetze geeignet sind, wird die Anwohnerschaft frühzeitig informiert und eingebunden. So kann sichergestellt werden, dass die individuellen Entscheidungen zur Umstellung der Wärmeversorgung eines Gebäudes im Einklang mit der kommunalen Planung getroffen werden (BMWK, 2023).

Ich lebe zur Miete: Informieren Sie sich über etwaige geplante Maßnahmen und sprechen Sie mit Ihrer Vermietung über mögliche Änderungen.

Ich besitze Wohneigentum: Berücksichtigen Sie die Empfehlungen des kommunalen Wärmeplans bei Sanierungen oder Neubauten. Analysieren Sie die Rentabilität der möglichen Handlungsoptionen auf Gebäudeebene wie Sanierungen oder die Installation einer Wärmepumpe, im Hinblick auf die langfristige Wertsteigerung der Immobilie und mögliche Mietanpassungen. Achten Sie bei der Umsetzung von Sanierungen auf eine transparente Kommunikation und Absprache mit den Mieterinnen und Mietern, da diese mit temporären Unannehmlichkeiten und Kostensteigerungen einhergehen können.

Durch erneuerbare Energien betriebene Heiztechnologien können dabei helfen, den Wärme- und Strombedarf Ihrer Immobilie nachhaltiger zu decken. Dazu gehört beispielsweise die Installation einer Wärmepumpe, die mit Luft, Erdwärmesonden oder -kollektoren betrieben wird. Ebenso könnten Sie die Installation von Photovoltaik-Anlagen zur Deckung des Strombedarfs in Betracht ziehen. Prüfen Sie, welche energetischen Sanierungen zu einer besseren Energieeffizienz Ihres Gebäudes beitragen. Dabei kann die Erstellung eines Sanierungsfahrplans sinnvoll sein, der 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 Energieeffizienz und den Wohnkomfort zu steigern.

Darüber hinaus gibt es verschiedene Förderprogramme, die Sie in Anspruch nehmen können. Diese reichen von der Bundesförderung für effiziente Gebäude bis hin zu möglichen kommunalen Programmen. Eine individuelle Energieberatung kann Ihnen darüber hinaus weitere, auf Ihre speziellen Bedürfnisse zugeschnittene Empfehlungen geben.

3. Bestandsanalyse

Grundlage der KWP ist eine genaue Aufarbeitung der aktuellen Ist-Situation sowie eine umfassende Datenbasis. Diese wurde digital aufbereitet und für die Bestandsanalyse genutzt. Dazu wurden zahlreiche Datenquellen ausgewertet, integriert und den Akteuren der kommunalen Wärmeplanung zur Verfügung gestellt. Die Bestandsanalyse gibt einen umfassenden Überblick über den aktuellen Energiebedarf, die Energieverbräuche und die Treibhausgasemissionen der kommunalen Wärmeversorgung (siehe Abbildung 2).

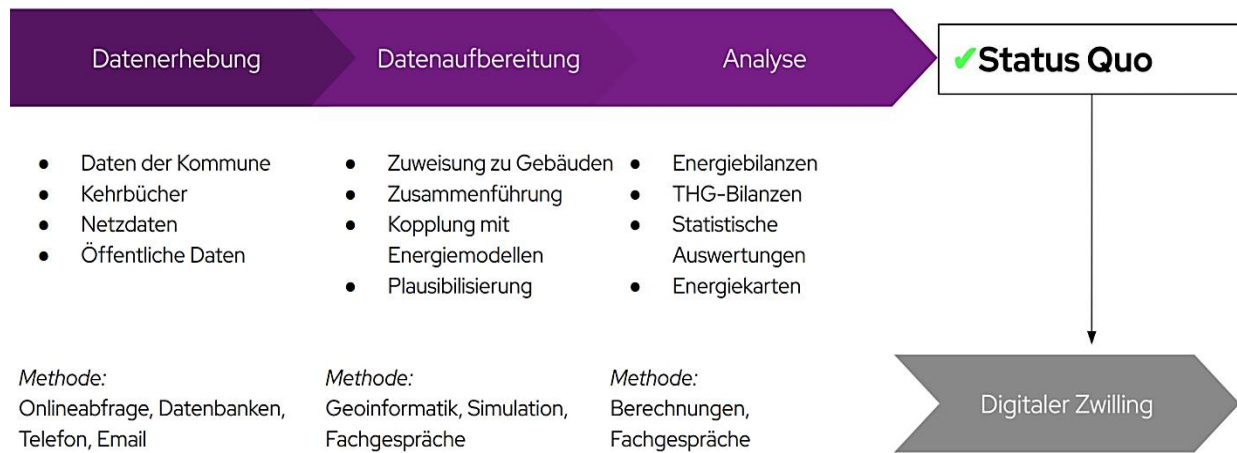


Abbildung 2: Vorgehen bei der Bestandsanalyse

3.1. Das Projektgebiet

Die Gemeinde Worpswede (siehe Abbildung 3) befindet sich im niedersächsischen Landkreis Osterholz an der Hamme, rund 30 Kilometer nordöstlich von Bremen, im Herzen des Teufelsmoors. Als staatlich anerkannter Erholungsort erstreckt sich das Gemeindegebiet über eine Fläche von etwa 76,40 km².

Zum Stichtag 31. Dezember 2020 zählte Worpswede 9.608 Einwohnerinnen und Einwohner, was einer Bevölkerungsdichte von rund 125 Personen pro Quadratkilometer entspricht.

Wirtschaftlich ist Worpswede nicht industriell geprägt, sondern zeichnet sich durch eine lebendige Kulturszene, touristische Angebote sowie eine Vielzahl an kleineren Handwerks-, Landwirtschafts- und Dienstleistungsbetrieben aus. Besonders hervorzuheben sind Unternehmen im Bereich Gastgewerbe, Kunsthandwerk, Galerien sowie kulturelle Einrichtungen, die das kreative und touristische Profil der Gemeinde maßgeblich mitgestalten.

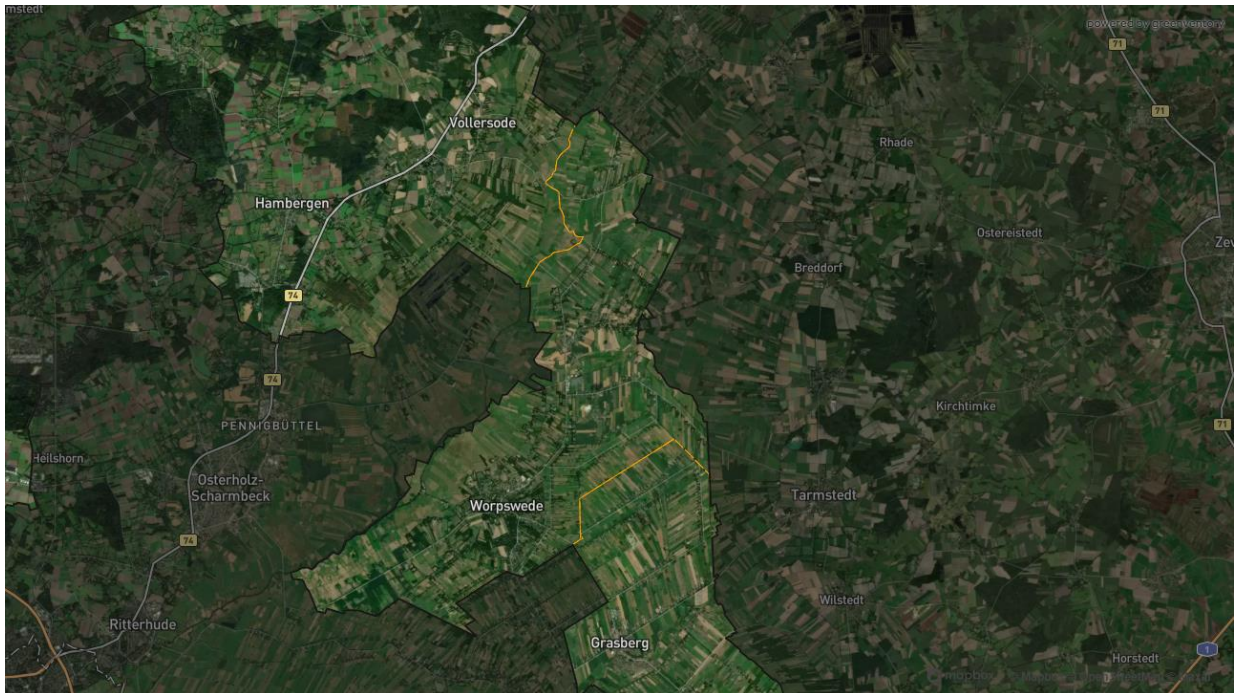


Abbildung 3: Projektgebiet Worpswede

3.2. Datenerhebung

Am Anfang der Bestandsanalyse erfolgte die systematische Erfassung von Verbrauchsdaten für Wärme, einschließlich des Gas- und Stromverbrauchs speziell für Heizzwecke. Anfragen zur Bereitstellung der elektronischen Kkehrbücher wurden an die zuständigen Bezirksschornsteinfeger gerichtet und im Rahmen des § 21 NKlimaG autorisiert. Zusätzlich wurden ortsspezifische Daten aus Plan- und Geoinformationssystemen (GIS) der kommunalen Ämter bezogen, die ausschließlich für die Erstellung des Wärmeplans freigegeben und verwendet wurden. Die primären Datenquellen für die Bestandsanalyse sind:

- Statistiken und Katasterdaten des amtlichen Liegenschaftskatasters (ALKIS)
- Daten zu Strom- und Gasverbräuchen, welche vom Netzbetreiber zur Verfügung gestellt wurden
- Auszüge aus den elektronischen Kkehrbüchern der Schornsteinfeger mit Informationen zu den jeweiligen Feuerstellen
- Verlauf des Gasnetzes
- Daten über Abwärmequellen, welche durch Befragungen bei Betrieben erfasst wurden
- 3D-Gebäudemodelle (LoD2)

Die Daten zum Strom- und Gasverbrauch stammen aus den Jahren 2019 bis 2022, welche zum Zeitpunkt der Datenerhebung den letzten vier abgeschlossenen Geschäftsjahren entsprechen. Hierbei wurde jeweils der Median der vier Jahre verwendet. Die Informationen der Schornsteinfeger aus dem elektronischen Kkehrbuch wurden Anfang 2024 direkt an die EWE NETZ GmbH übermittelt.

Die vor Ort bereitgestellten Daten wurden durch externe Datenquellen sowie durch energietechnische Modelle, Statistiken und Kennzahlen ergänzt. So flossen beispielsweise Daten zur Energieträgerverteilung, basierend auf Zensus-Erhebungen, in die Bestandsanalyse mit ein (Quelle: <https://atlas.zensus2022.de/>). Aufgrund der Vielfalt und Heterogenität der Datenquellen und -anbieter war eine umfassende manuelle Aufbereitung und Harmonisierung der Datensätze erforderlich. Dabei wurden insbesondere fehlende Datenlücken durch Modellierung mithilfe des „Digitaler Zwilling“ ergänzt.

Hinweis: Die in diesem Bericht im Folgenden präsentierten räumlich verorteten Informationen werden in aggregierter (mind. 5 Gebäude) und damit anonymisierter Form dargestellt. Somit sind keine Rückschlüsse auf einzelne Gebäude möglich. Aufgrund des Zusammenfassens mehrerer Gebäude ist zu beachten, dass Angaben für einzelne Gebäude deutlich nach oben oder unten abweichen können.

Hinweis: In den folgenden Auswertungen sind dem Industrie- und Produktionssektor die Wirtschaftszeige nach NACE-Kategorie zugeordnet (verarbeitendes Gewerbe, Landwirtschaft, Infrastruktur Strom, Landwirtschaft Gewächshaus, Müllverwertung etc.)

3.3. Gebäudebestand

Durch die Zusammenführung von offenem Kartenmaterial sowie dem amtlichen Liegenschaftskataster ergaben sich 6.238 analysierte Gebäude im Projektgebiet. Wie Abbildung 4 und Abbildung 5 zeigen, besteht der überwiegende Anteil aus Gebäuden des Wohnsektors, gefolgt von Industrie- und Produktion, GHD, sowie öffentlichen Bauten. Hieraus wird ersichtlich, dass die Wärmewende eine kleinteilige Aufgabe ist und sich hauptsächlich im Wohnbereich abspielen muss.

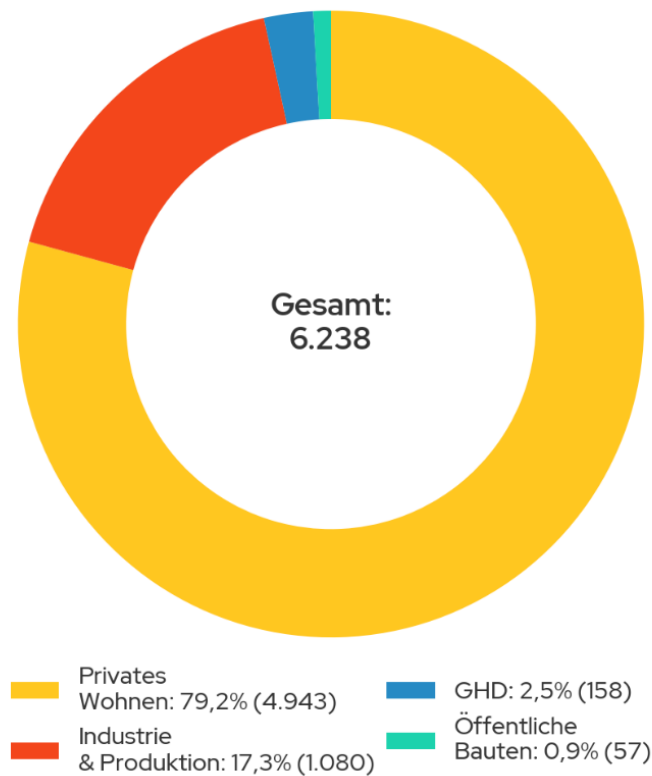


Abbildung 4: Gebäudeanzahl nach Sektoren in Worpswede

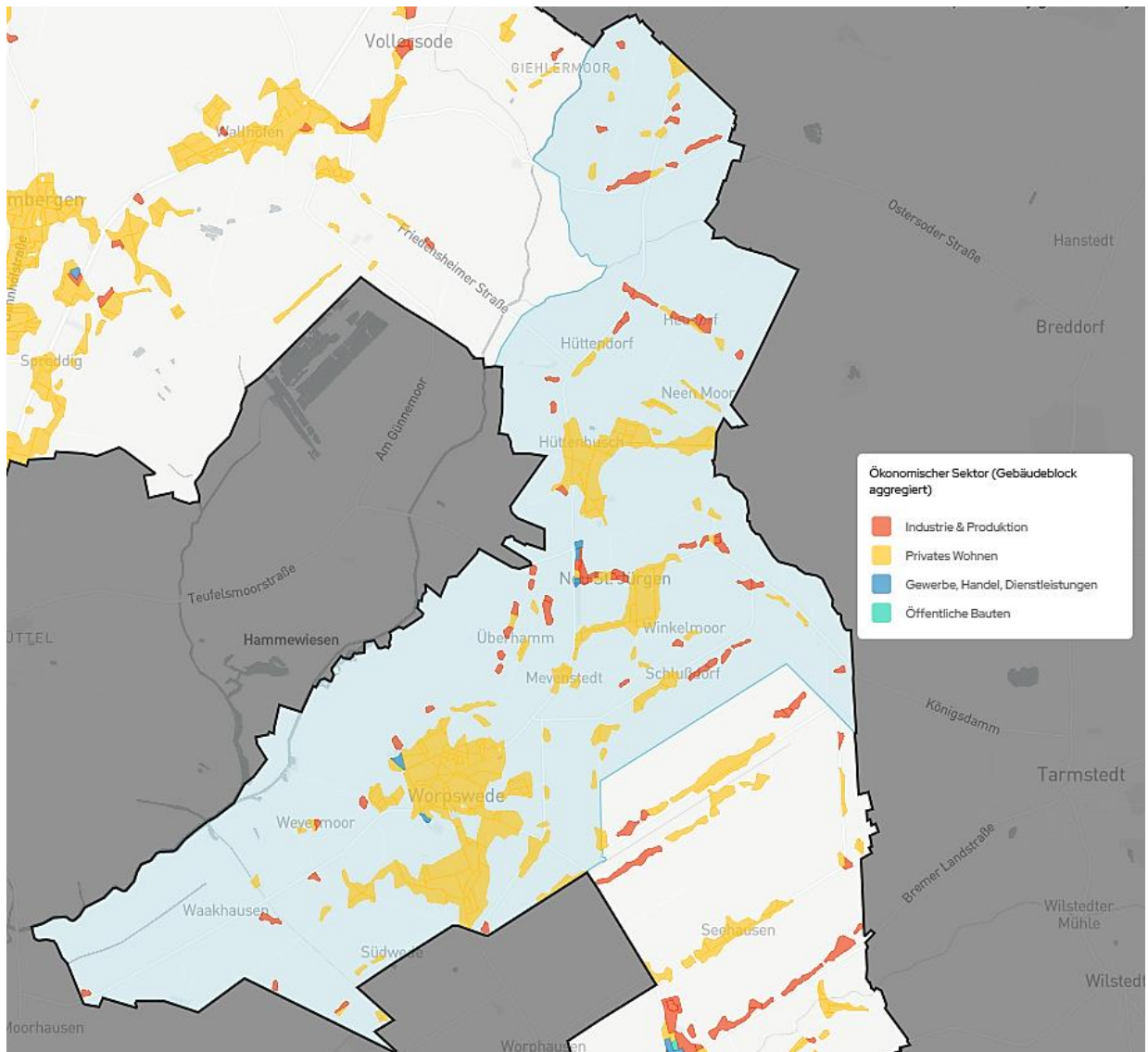


Abbildung 5: Räumliche Verteilung der Sektoren in Worpswede

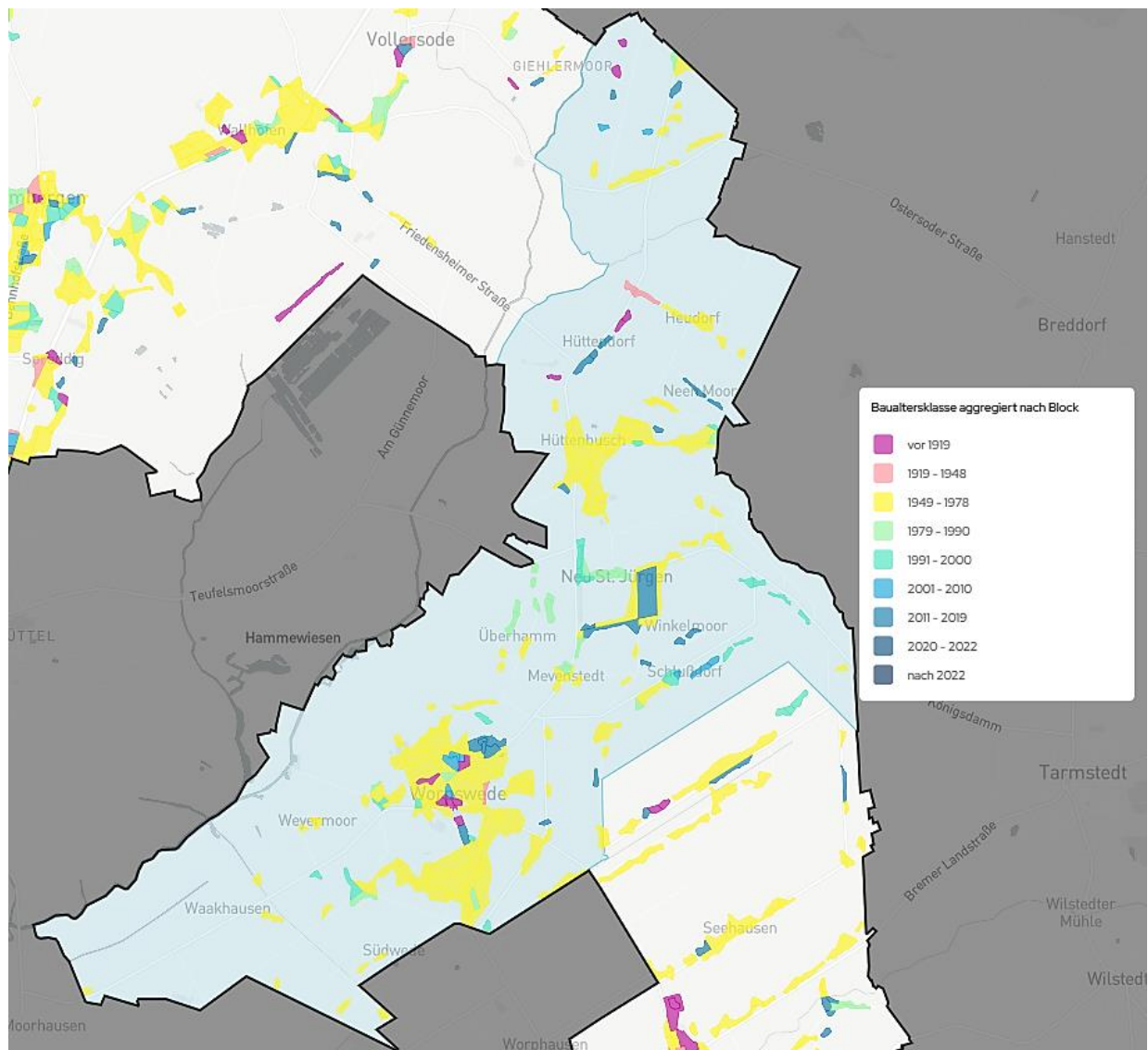


Abbildung 6: Räumliche Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen in Worpswede

Die Abbildung 6 zeigt eine räumliche Analyse der Baualtersklassen im Projektgebiet. Es wird deutlich, dass Gebäude, die vor 1979 erbaut wurden, den größten Anteil ausmachen und hauptsächlich im Ortskern Worpswede angesiedelt sind. Darüber hinaus ist zu erkennen, dass die Gebäude, die nach 2010 erbaut wurden, nur vereinzelt im Gemeindegebiet Worpswede vertreten sind. Die Identifizierung von Sanierungsgebieten erweist sich in den Bereichen mit älteren Gebäuden als besonders relevant. Zudem spielt die Verteilung der Gebäudealtersklassen eine entscheidende Rolle bei der Planung von Wärmenetzen. Dies ist vor allem in den dicht bebauten Ortskernen von Bedeutung, wo sowohl die Aufstellflächen für Wärmepumpen begrenzt sind als auch die Möglichkeiten für energetische Sanierungen durch strukturelle Gegebenheiten eingeschränkt sein können.

Die Analyse der Baualtersklassen (siehe Abbildung 7) enthüllt, dass ca. 60 % der Gebäude vor 1979 errichtet wurden, sprich, bevor die erste Wärmeschutzverordnung mit ihren Anforderungen an die Dämmung in Kraft trat. Insbesondere Gebäude, die zwischen 1949 und 1978 erbaut wurden, stellen mit ca. 53 % den größten Anteil am Gebäudebestand dar und bieten somit 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, allerdings können denkmalschutzrechtliche Auflagen Einschränkungen mit sich bringen. Um das Sanierungspotenzial jedes Gebäudes vollständig ausschöpfen zu können, sind gezielte Energieberatungen und angepasste Sanierungskonzepte erforderlich.

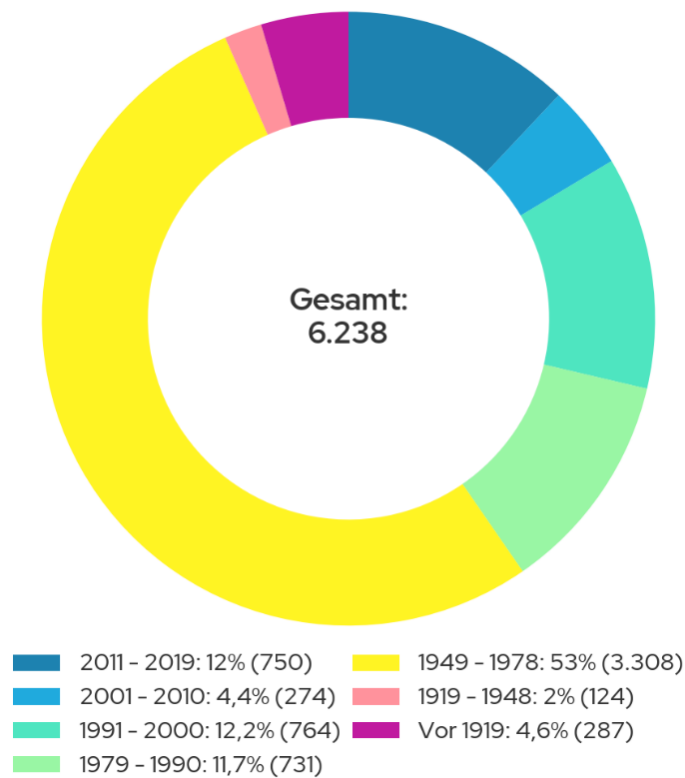


Abbildung 7: Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen in Worpswede

Anhand des Baujahres, des Verbrauchs und der Grundfläche wurde eine überschlägige Einteilung der Gebäude in die GEG-Energieeffizienzklassen vorgenommen, um den Sanierungsstand abzuschätzen. Bei der Analyse der GEG-Energieeffizienzklassen fällt auf, dass sich im Gebiet der Gemeinde Worpswede ca. 50,4 % der Gebäude im Mittelfeld der Energieeffizienz (D bis F) befinden (siehe Abbildung 8). Von den Gebäuden, denen ein Wärmebedarf zugeordnet werden konnte, sind etwa 12,9 % den Effizienzklassen G und H zuzuordnen, was unsanierten oder nur sehr wenig sanierten Altbauten entspricht. Durch energetische Sanierungen kann der Anteil der Gebäude in den unteren Effizienzklassen zugunsten der mittleren Effizienzklassen reduziert werden. Rund 11,8 % der Gebäude erreichen bereits die Energieeffizienzklassen A+ und A. Ein Zeichen für sehr gute Dämmstandards und geringen Energiebedarf. Etwa 24,9 % der Gebäude fallen in die Effizienzklassen B bis C. Diese Gebäude verfügen meist über eine gute Gebäudehülle und Dämmung, sodass moderne und effiziente Heizsysteme in der Regel ohne umfangreiche Sanierungsmaßnahmen eingesetzt werden können.

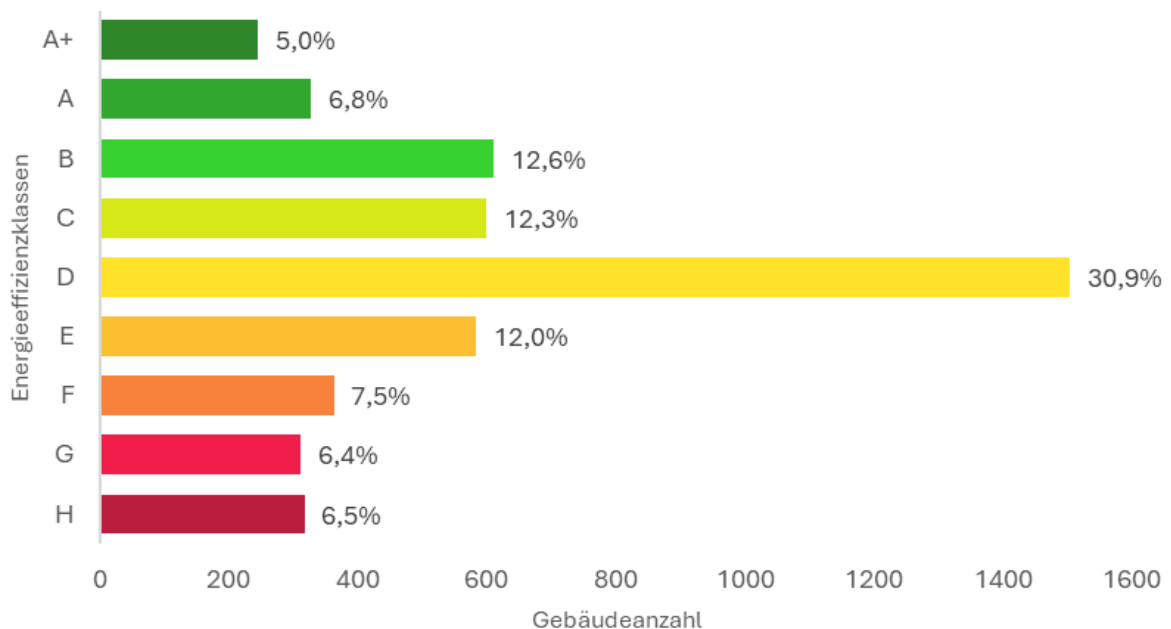


Abbildung 8: Gebäudeverteilung nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte) in Worpswede

3.4. Wärmebedarf

Die Bestimmung des Wärmebedarfs erfolgte für die leitungsgebundenen Heizsysteme (Gas, Strom für Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen) über die von EWE NETZ bereitgestellten gemessenen Verbrauchsdaten (Endenergieverbräuche). In Verschneidung mit Wirkungsgraden der verschiedenen Heiztechnologien konnte so der Wärmebedarf bzw. die Nutzenergie ermittelt werden. Bei nicht-leitungsgebundenen Heizsystemen (Öl, Holz, Kohle) und bei beheizten Gebäuden mit fehlenden Informationen zum verwendeten Heizsystem wurde der Wärmebedarf auf Basis der beheizten Fläche, des Gebäudetyps und weiteren gebäudespezifischen Datenpunkten berechnet. Für die Gebäude mit nicht-leitungsgebundenen Heizsystemen konnte unter Verwendung der entsprechenden Wirkungsgrade auf die Endenergieverbräuche geschlossen werden. Bei der Energieträgerzuteilung von Gebäuden mit fehlenden Informationen zum Heizsystem wurde auf Daten aus dem Zensusatlas zurückgegriffen.

Der aktuelle Wärmebedarf im Projektgebiet beträgt jährlich 85 GWh/a (siehe Abbildung 9). Mit einem Anteil von 82,5 % ist der Wohnsektor am stärksten vertreten. An zweiter Stelle folgt der Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor (GHD) sowie der Sektor Industrie und Produktion mit jeweils 6,8%, danach die öffentlich genutzten Gebäude, die ebenfalls kommunale Liegenschaften beinhalten, mit 4 % des Gesamtwärmebedarfs. Der private Wohnbereich spielt somit eine zentrale Rolle beim Vorantreiben der Wärmewende.

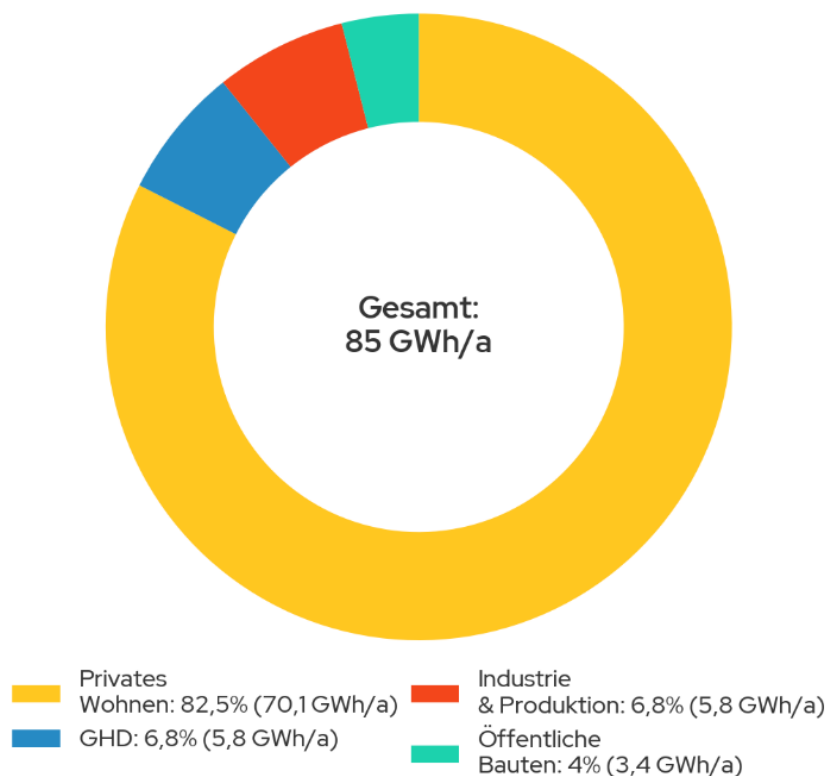


Abbildung 9: Wärmebedarf nach Sektoren in Worpswede

Die räumliche Verteilung der spezifischen Wärmebedarfe pro Gebäudenutzfläche in anonymisierter Darstellung ist in Abbildung 10 abgebildet. Zum größten Teil liegt die Wärmebedarfsdichte im Bereich von 40 bis 160 MWh/(ha*a). Anhand dieser Kennzahl lässt sich bereits ein Indiz ableiten, dass es kein technisches Potenzial für ein wirtschaftlich nutzbares Wärmenetzgebiet in der Gemeinde Worpswede gibt. Lediglich im Ortskern Worpswede sind Wärmebedarfsdichten bis maximal 250 MWh/(ha*a) vorhanden.

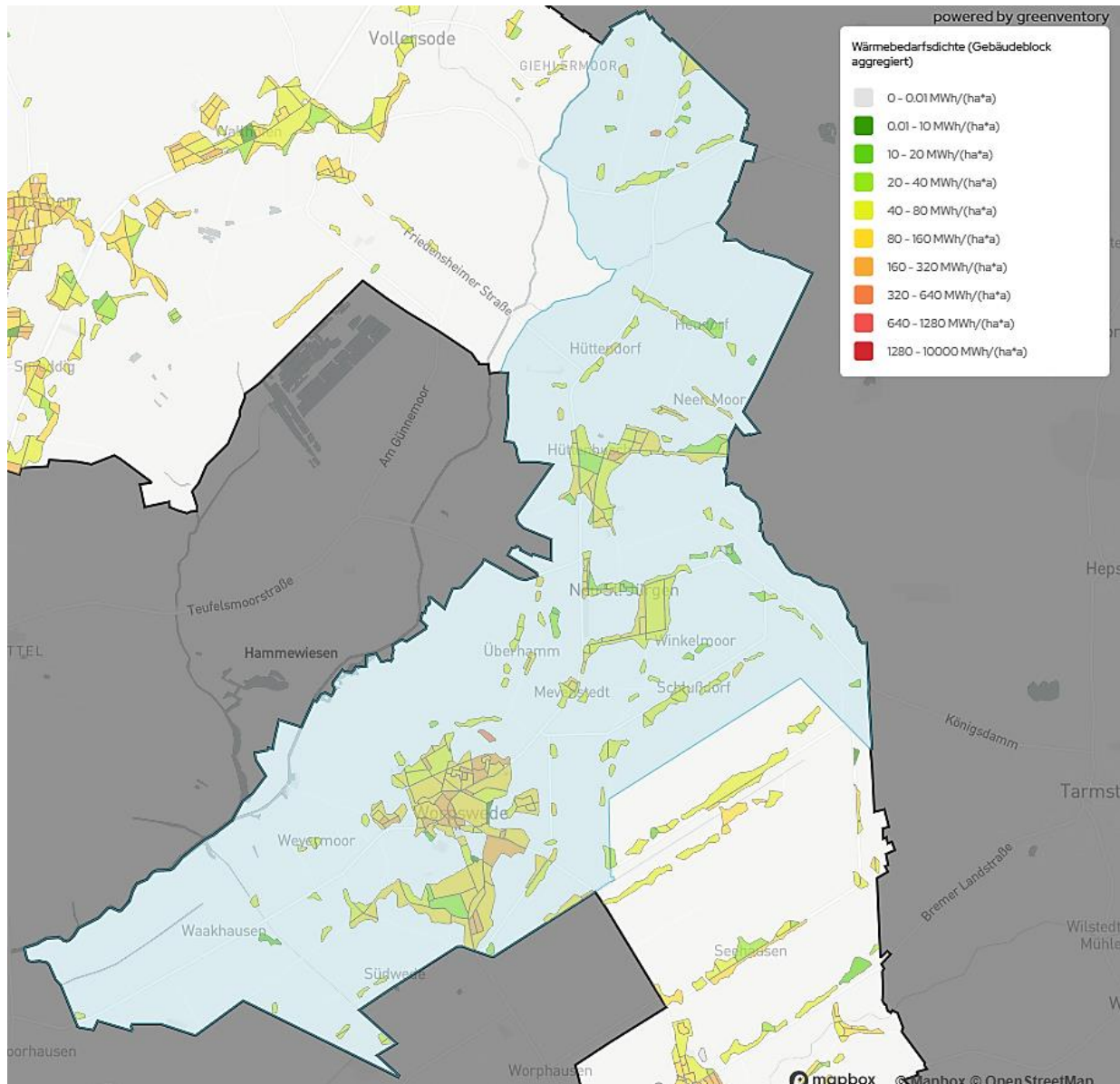


Abbildung 10: Räumliche Verteilung der spezifischen Wärmebedarfe in Worpswede

3.5. Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger

Die Grundlage für die Untersuchung der dezentralen Wärmeerzeuger in Worpswede bildeten die elektronischen Kheirbücher der Bezirksschornsteinfeger. Diese enthielten detaillierte Angaben zu verwendeten Brennstoffen, zur Art sowie zum Alter der jeweiligen Feuerungsanlagen. Insgesamt konnten auf diese Weise Daten zu 3.539 Gebäuden mit Heizsystemen ausgewertet werden. Ergänzt wurden diese Informationen durch Verbrauchs- und Netzdaten des regionalen Energieversorgers, welche beispielweise auch die gemeldeten Wärmepumpen beinhalten. Gebäude, zu denen keine Angaben zum Alter der Heizungsanlage vorlagen oder die über keine Heizung verfügen, blieben in der Analyse unberücksichtigt. Heizsysteme auf Basis von Wärmepumpen wurden über spezifische Heizstromverbrauchswerte identifiziert.

Abbildung 11 veranschaulicht die zeitliche Entwicklung der installierten Heizsysteme differenziert nach Energieträgern. Seit Ende der 1980er-Jahre ist ein deutlicher und kontinuierlicher Anstieg der Gasheizungen zu beobachten, was auf deren zunehmende Verbreitung im Gebäudebestand hinweist. Dabei ist allerdings zu betonen, dass der Ausbau des Erdgasverteilnetzes im Landkreis Osterholz bzw. im gesamten Elbe-Weser-Dreieck spät erfolgte. Dieser Umstand spiegelt sich bis heute in einem hohen Anteil von heizölversorgten Gebäuden wider. Auch Heizsysteme auf Basis von Biomasse sind im Bestand vertreten. Ab Mitte der 1990er Jahre lässt sich ein leichter Anstieg und dann ein konstantes Niveau dieser Heizsysteme erkennen. Insgesamt bleibt ihr Anteil jedoch auf einem niedrigen Niveau. Wärmepumpen sind in dieser Darstellung nicht enthalten, da sie nicht flächendeckend erhoben werden und aktuell eine Dunkelziffer vorhanden ist.

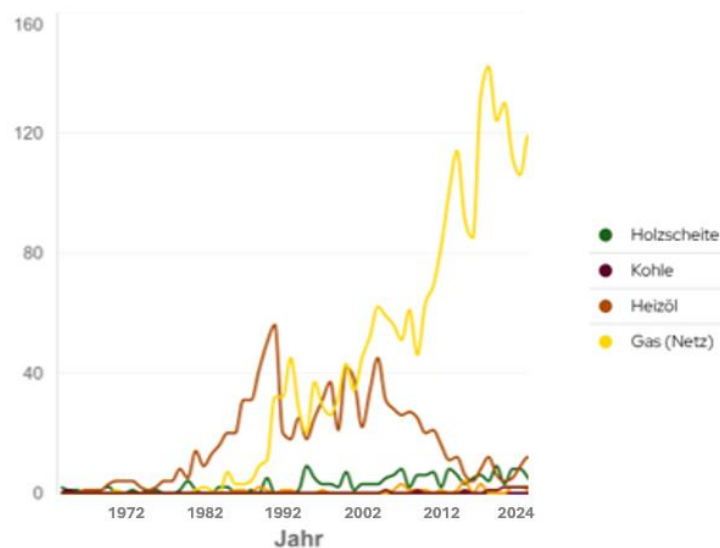


Abbildung 11: Anzahl installierter Heizungsanlagen nach Baujahr

Um in Zukunft Treibhausgasneutralität im Wärmesektor gewährleisten zu können, müssen alle fossil betriebenen Heizsysteme ersetzt werden. Die Untersuchung des Alters der derzeit eingebauten Heizsysteme liefert wichtige Anhaltspunkte für eine gezielte Priorisierung beim Austausch dieser Systeme. Eine Auswertung der Altersstruktur

dieser Systeme auf Gebäudeebene (siehe Abbildung 12) 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:

- 25,7 % aller Heizsysteme überschreiten bereits die Altersgrenze von 20 Jahren, sind aber noch nicht älter als 30 Jahre.
- Bei 15,0 % der Anlagen ist sogar die 30-Jahre-Marke überschritten, was insbesondere vor dem Hintergrund des § 72 GEG (Betriebsverbot alter Heizkessel und Ölheizungen) von hoher Relevanz ist.

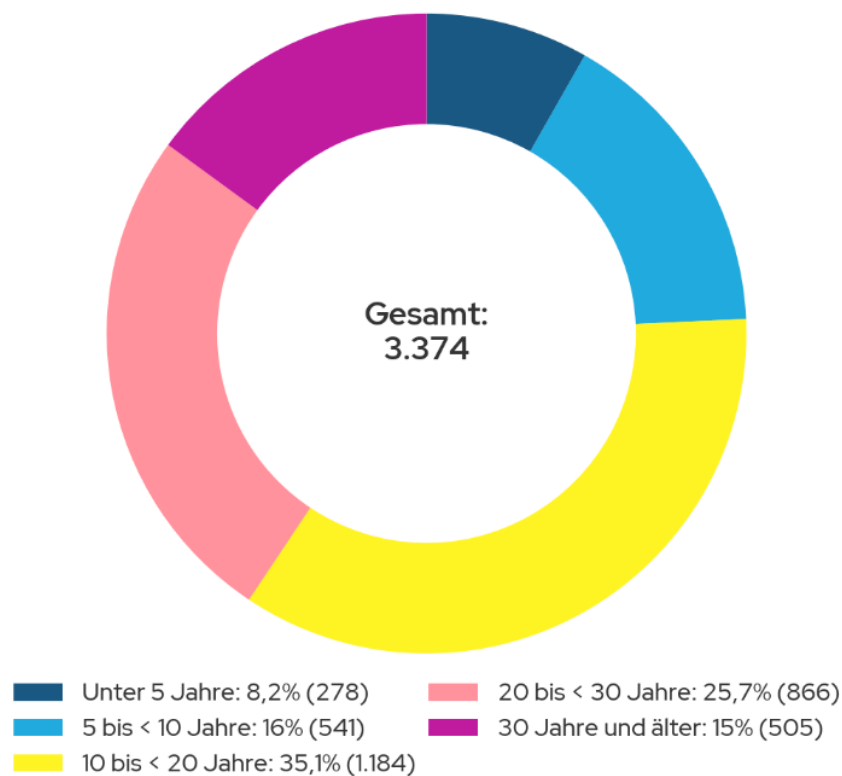


Abbildung 12: Gebäudeanzahl nach Alter der bekannten Heizsysteme in Worpswede

Die anonymisierte räumliche Verteilung des Alters der Heizsysteme ist in Abbildung 13 dargestellt. Es wird deutlich, dass in den meisten Gebieten das durchschnittliche Alter der Heizsysteme zwischen 10 und 20 Jahren beträgt, in einigen Gebieten sogar 20 Jahre und mehr. Einzig in den neueren Siedlungsgebieten zeigt sich ein durchschnittlich junges Heizungsanlagenalter, was einhergeht mit der Baualtersklassenverteilung. Zusammengefasst ist die Kenntnis über das Alter der Heizsysteme in der kommunalen Wärmeplanung wichtig, um Modernisierungsbedarf zu identifizieren, Förderprogramme effizient zu planen, die Infrastruktur zukunftssicher zu gestalten und die CO₂-Emissionen zu senken. Es erlaubt eine zielgerichtete und effiziente Wärmeplanung, die sowohl ökologisch als auch ökonomisch sinnvoll ist.

Gemäß § 72 GEG dürfen 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 sie 30 Jahre in Betrieb waren. Für bestimmte Heizungsarten gelten Ausnahmen von den gesetzlichen Vorgaben. Dazu zählen Niedertemperatur-Heizkessel und Brennwertkessel. Auch Heizungen mit einer sehr geringen Leistung unter 4 Kilowatt oder einer sehr hohen Leistung über 400 Kilowatt sind ausgenommen. Ebenso gelten Ausnahmen für heizungstechnische Anlagen die mit Gas, Biomasse oder Flüssigbrennstoffen betrieben werden, sofern sie Teil einer Hybridheizung sind, also beispielsweise mit einer Wärmepumpe oder Solarthermie kombiniert werden. Voraussetzung ist, dass diese Anlagen nicht ausschließlich mit fossilen Brennstoffen betrieben werden. Ausgenommen sind ebenfalls Eigentümerinnen und Eigentümer 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).

Gemäß der Neuerung des GEG, die ab dem 01.01.2024 in Kraft getreten ist, müssen Heizsysteme, die in Kommunen mit einer Bevölkerungsgröße von 100.000 oder weniger nach dem 30.06.2028 neu eingebaut werden, zukünftig mit mindestens 65 % erneuerbaren Energien betrieben werden. In Kommunen mit einer Bevölkerung von mehr als 100.000 gilt bereits der 30.06.2026 als Frist. Wird in der Kommune auf Grundlage eines erstellten Wärmeplans nach § 26 WPG ein Gebiet zum Neu- oder Ausbau von Wärme- oder Wasserstoffnetzen z. B. in Form einer gesonderten Satzung ausgewiesen, gilt die 65 %-Regelung des GEG in diesem Gebiet entsprechend früher.

Es ist somit ersichtlich, dass in den kommenden Jahren ein erheblicher Handlungsdruck auf Immobilienbesitzende zukommt. Dies betrifft v.a. die Punkte eines Systemaustauschs gemäß § 72 GEG.

Für 15,0 % der 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 25,7 % der Heizsysteme mit einer Betriebsdauer zwischen 21 und 30 Jahren erfolgen oder es wird zumindest eine technische Überprüfung empfohlen. Diese sollte um die Komponente einer ganzheitlichen Energieberatung ergänzt werden.

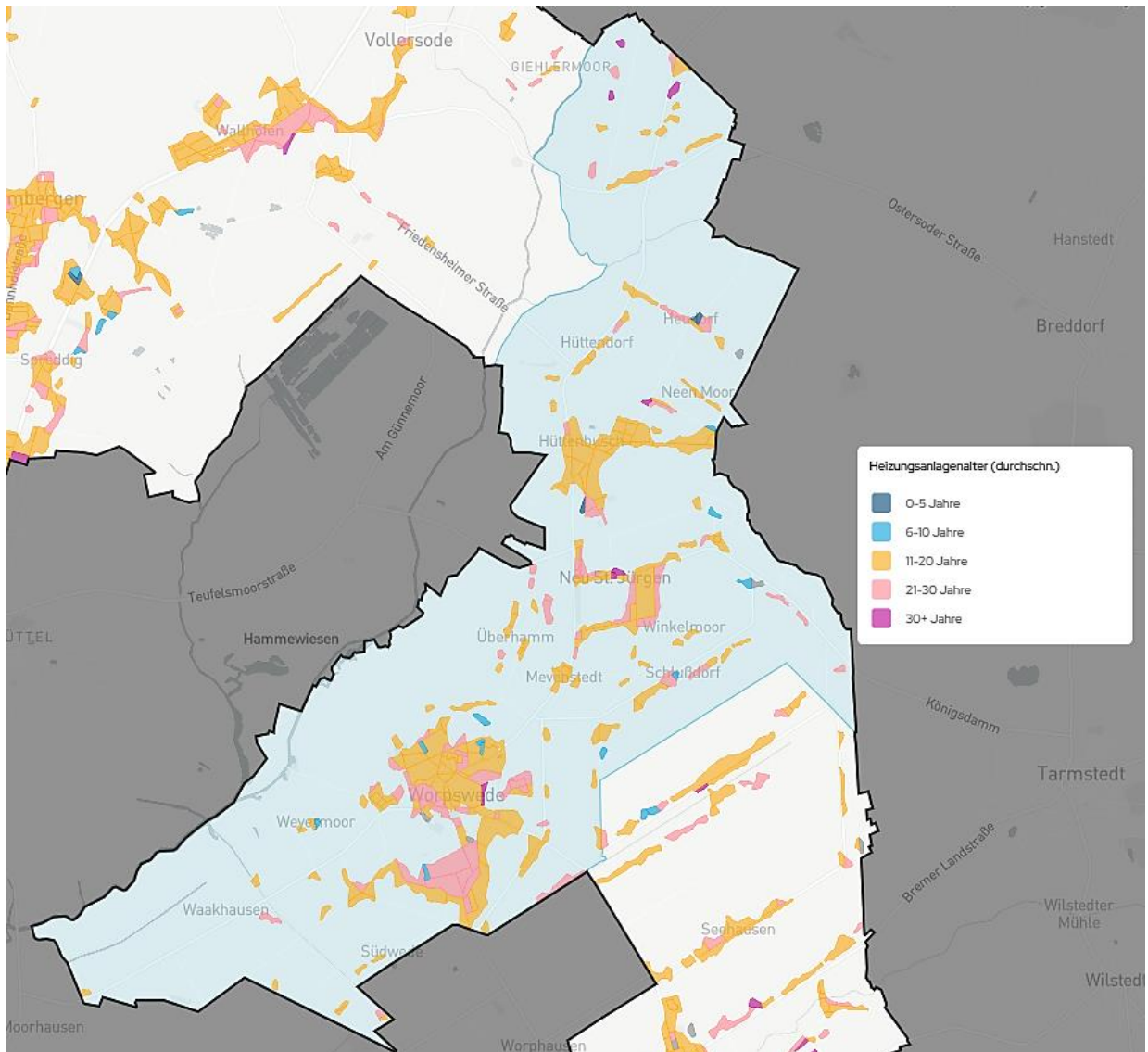


Abbildung 13: Räumliche Verteilung nach Alter der Heizsysteme in Worpswede

3.6. Eingesetzte Energieträger

Für die Deckung des Wärmebedarfs (Raumwärme, Warmwasser sowie Prozesswärme) in Worpswede werden 85 GWh an Wärmemenge pro Jahr benötigt. Die Zusammensetzung der Energiebereitstellung verdeutlicht die Dominanz fossiler Brennstoffe im aktuellen Energiemix (siehe Abbildung 14).

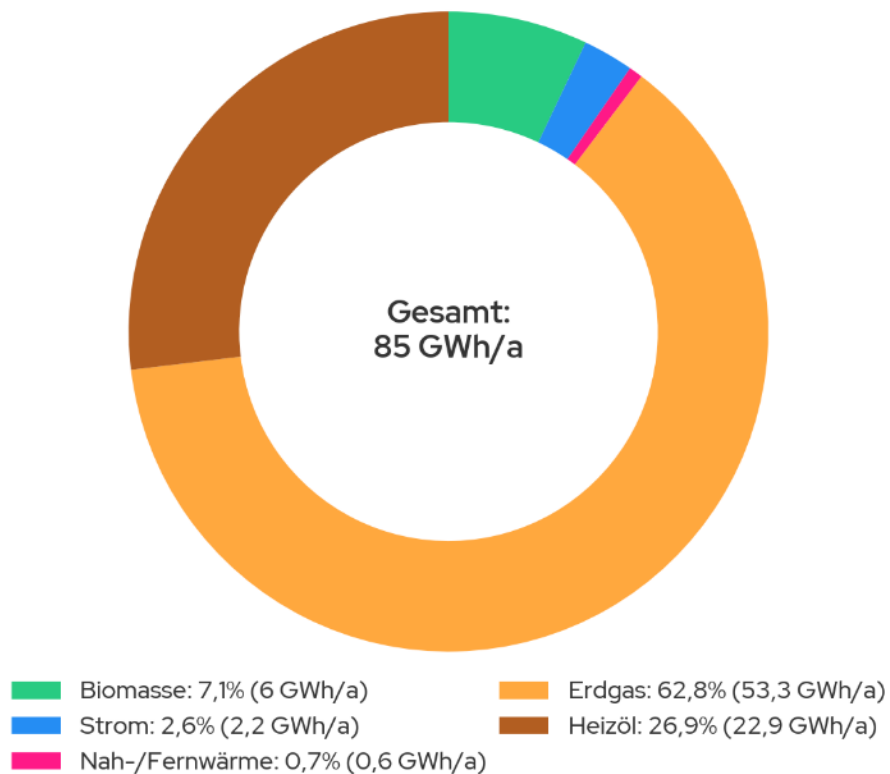


Abbildung 14: Wärmebedarf nach Energieträgern in Worpswede

Erdgas trägt mit 53,3 GWh/a (ca. 62,8 %) maßgeblich zur Wärmeerzeugung bei. Die Gemeinde Worpswede hat außerdem ein nahezu flächendeckend ausgebautes Gasnetz. Heizöl folgt mit 22,9 GWh/a (26,9 %). Ein weiterer Anteil von 6 GWh/a (7,1 %) des Wärmebedarfs wird durch Biomasse gedeckt. Strom bildet den nennenswerten Abschluss mit 2,2 GWh/a (2,6 %).

Abbildung 15 stellt die Verteilung der Energieträger zur Wärmeversorgung räumlich dar. Dabei handelt es sich um eine aggregierte Darstellung, bei der jedem Baublock der dominierende Energieträger zugewiesen ist. Die aktuelle Zusammensetzung des Wärmebedarfs und die starke Abhängigkeit der Energieversorgung vom Gasnetz verdeutlichen die Dimension der Herausforderungen auf dem Weg zur Dekarbonisierung. Um die fossile Abhängigkeit zu verringern sind technische Innovationen, die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien und die Integration verschiedener Technologien in die bestehenden Systeme erforderlich. Eine zielgerichtete, technische Strategie ist unerlässlich, um die Wärmeversorgung zukunftssicher und treibhausgasneutral zu gestalten.

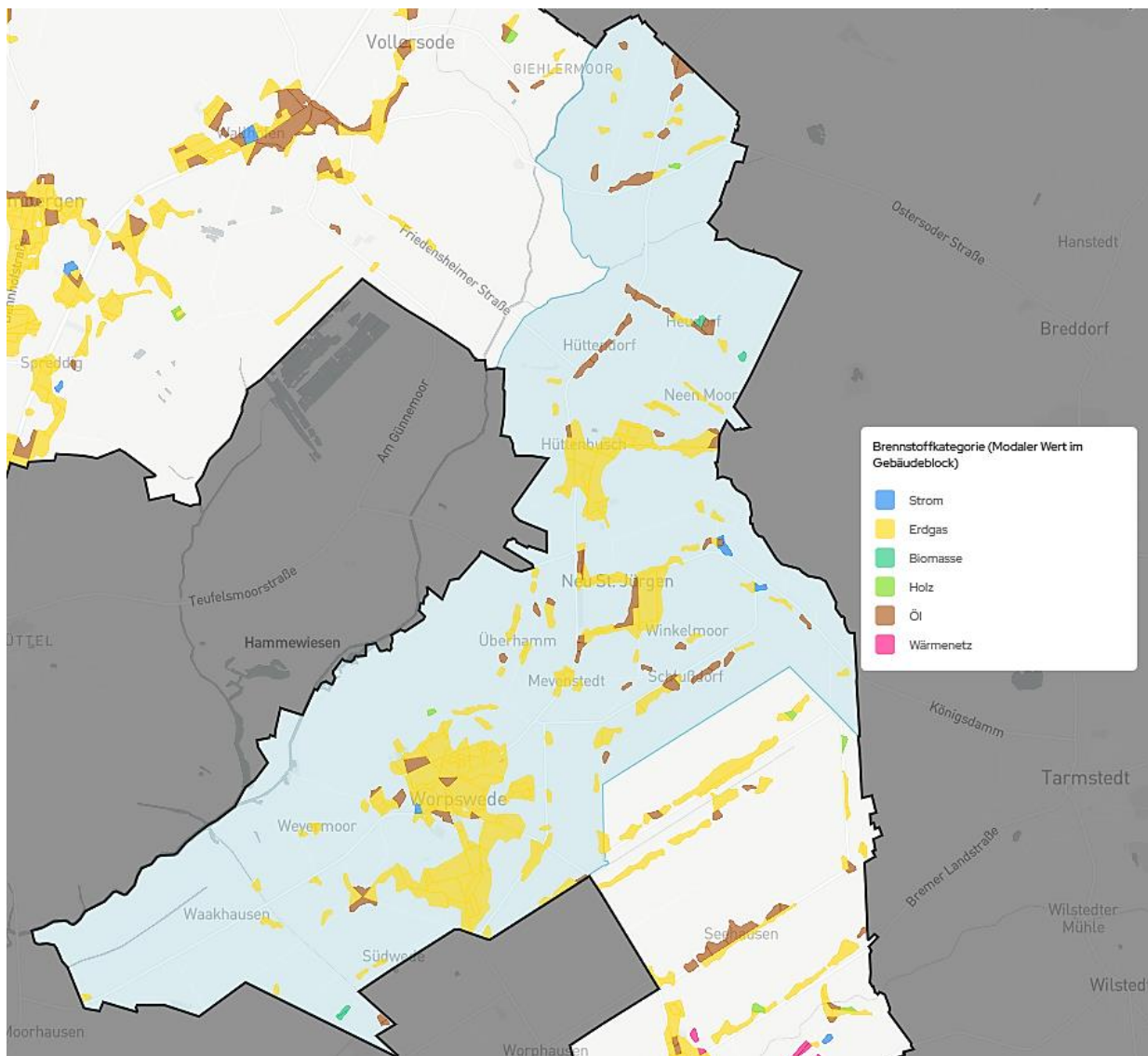


Abbildung 15: Räumliche Verteilung der Energieträger in Worpswede

3.7. Gas- und Stromnetzinfrastuktur

EWE NETZ GmbH versorgt das Gemeindegebiet von Worspswede bereits seit vielen Jahren mit Erdgas. Durch das Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2040 müssen die Netze transformiert werden. Die Versorgungssicherheit von Kundinnen und Kunden steht dabei an oberster Stelle. Entscheidend für diesen Prozess sind die Bedarfe von Endverbrauchenden und die politisch-gesetzlichen Vorgaben, die es gilt einzuhalten und umzusetzen. Die Erdgasnetze werden sich in diesem Zuge den Bedürfnissen anpassen.

Im Projektgebiet ist die Gasinfrastruktur flächendeckend ausgebaut (siehe Abbildung 16). Die zukünftigen Nutzungen werden ortsbezogen sehr unterschiedlich sein. Ein Rückbau der Erdgasinfrastruktur ist vorerst bis zum Jahr 2045 nicht vorgesehen. Der Gasverbrauch wird den bestehenden Erdgasnetzen gegenüber sukzessive sinken. Die zukünftige Verfügbarkeit von Wasserstoff hinsichtlich Menge und Preis ist sehr schwer abzusehen und die Nutzung wird aller Voraussicht nach im Industriesektor und Schwerlastverkehr erforderlich sein. Effizienter als die Umwandlung in Wasserstoff ist die direkte Nutzung erneuerbarer Energien z.B. in Wärmepumpen. Die Stromnetzinfrastuktur von EWE NETZ GmbH wird, bisher getrieben von Photovoltaik – Einspeiseanlagen und zukünftig durch den stetigen Anstieg von Wärmepumpen ausgebaut und an wichtigen Knotenpunkten verstärkt, um erneuerbare Energien aber auch die steigende Anzahl an Wärmepumpen, Speicher und Ladeinfrastruktur anschließen zu können. Ein Umstieg auf erneuerbare Heizsysteme wird damit ermöglicht.

Grundlage hierfür ist eine intelligente Energieversorgung mit entsprechender moderner Mess- und Kommunikationstechnik, um das Netz effizient und bedarfsorientiert betreiben zu können. Beispielhaft hierfür ist der Einsatz von Ortsnetzstationen mit intelligenter Technik, die automatisch die Spannung im Netz regeln, damit mehr erneuerbare Energien aufgenommen werden können.

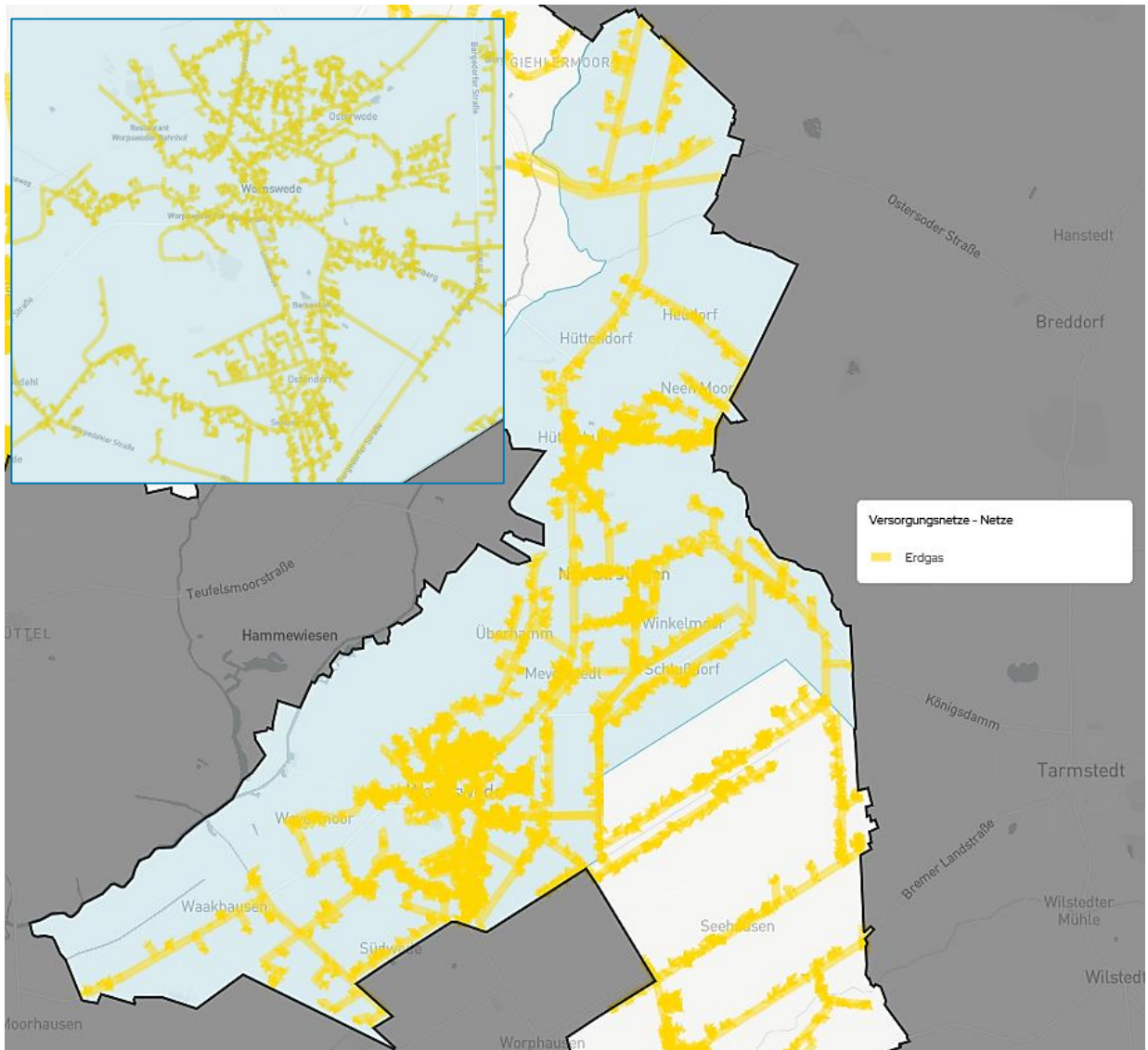


Abbildung 16: Gasnetzinfrastruktur in Worpswede

3.8. Wärmenetze

In der Gemeinde Wörpswede gibt es bislang zwei Nahwärmeinseln. Die Wärme in dem Einen bestehenden Wärmenetz wird in einer Kombination aus Blockheizkraftwerke und Gasbrennwertanlage erzeugt (Quartier am Wald). Das Andere, von einer Biogasanlage gespeiste Wärmenetz, befindet sich in Heudorf. Beide Netze erzeugen somit bereits hocheffizient und CO₂-arm Wärme für die angeschlossenen Wohngebäude.

Aktuell stehen Betreiber von Biogasanlagen vor der Herausforderung, dass sich die gesetzlichen Rahmenbedingungen für die Einspeisung von Strom aus Biogas-BHKW grundlegend verändert haben. Damit entfällt ein wesentlicher Teil der bisherigen Planungssicherheit für einen wirtschaftlichen Betrieb. Diese Unsicherheit wirkt sich auch auf die Betreiber dieser Wärmenetze aus, somit ist unklar wie lange dieses Netz bestehen bleibt.

Die effizient gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen und deren Nutzung in nahegelegenen Wärmesenken bietet auch zukünftig im ländlichen Raum ein bedeutendes Potenzial für eine nachhaltige Wärmeversorgung. Die neuen gesetzlichen Regelungen sehen für bestehende Anlagen eine Teilnahme an Biomasseausschreibungen vor. Diese Regelungen sind jedoch noch nicht in Kraft, da das Genehmigungsverfahren auf EU-Ebene noch läuft. Eine erfolgreiche Teilnahme an den Ausschreibungen würde eine Vergütung über einen Zeitraum von zwölf Jahren ermöglichen und damit wieder Planungssicherheit schaffen. Allerdings setzen die neuen Ausschreibungsbedingungen verstärkt auf einen flexiblen Anlagenbetrieb. Gleichzeitig sinkt die Anzahl der geförderten Betriebsstunden im Verlauf der Vergütungsperiode kontinuierlich. Für Anlagen mit bestehenden Wärmeverpflichtungen ergeben sich daraus sowohl technische als auch wirtschaftliche Herausforderungen.

Um den Anforderungen des zukünftigen EEG-Förderrahmens gerecht zu werden, benötigen Biogasanlagen künftig einen flexiblen Betrieb und entsprechend große Wärmespeicher. Rückmeldungen aus der Praxis zeigen, dass das novellierte EEG 2023 bei vielen BGA-Betreibern zu erheblicher Verunsicherung führt. Im Rahmen eines runden Tisches unter dem Titel „Biomasse zur Wärmeversorgung“ sollen daher gemeinsam mit den Betreibern mögliche Lösungsansätze diskutiert werden.

Zwei landwirtschaftliche Betriebe im Projektgebiet von Wörpswede nutzen ein Wärmenetz zur Eigenversorgung, welches aus den eigenen Biogasanlagen gespeist wird. Dieses Netz ist als Arealnetz konzipiert und beschränkt sich auf die jeweiligen Grundstücke. Eine übergreifende Nahwärmeversorgung ist in Wörpswede nicht vorhanden.

3.9. Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung

Im Projektgebiet betragen die gesamten Treibhausgasemissionen im Wärmebereich 22.1547 t CO₂ / Jahr. Sie entfallen zu 82,6 % auf den Wohnsektor, zu 6,9 % auf den Gewerbe-, Handels- und Dienstleistungssektor (GHD), zu 6,8 % auf Industrie und Produktion und zu 3,7 % auf öffentlich genutzte Gebäude (siehe Abbildung 17). Damit sind die Anteile der Sektoren an den Treibhausgasemissionen in etwa proportional zu deren Anteilen am Wärmebedarf. Jeder Sektor emittiert also pro verbrauchter Gigawattstunde Wärme ähnlich viel Treibhausgas, wodurch eine Priorisierung einzelner Sektoren auf Basis der spezifischen Emissionen nicht erfolgen muss.

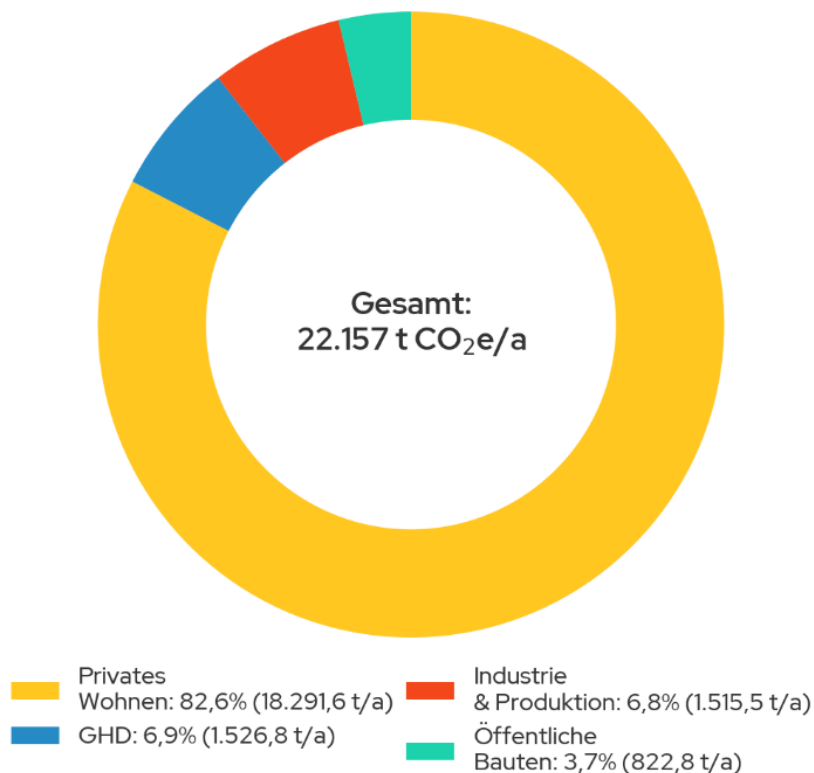


Abbildung 17: Treibhausgasemissionen nach Sektoren in Worpsswede

In Worspswede ist Erdgas mit 63,4 % der Hauptverursacher der Treibhausgasemissionen. Mit Heizöl (33,5 %) zusammen verursachen diese Wärmeerzeuger 96,9 % der Emissionen im Wärmesektor im Projektgebiet. Der Anteil von Strom (2,0 %) macht einen kleinen Anteil der Treibhausgasemissionen aus. Die Anteile von Biomasse (0,6 %) und Wärmenetzen (0,5 %) sind vernachlässigbar (siehe Abbildung 18). Der Anteil der Biomasse fällt gering aus, da im Projektgebiet lediglich 3 Biogasanlagen vorhanden sind. An diesen Zahlen wird deutlich, dass der Schlüssel für die Reduktion der Treibhausgase in der Abkehr von Erdgas und Heizöl liegt, aber auch in der erneuerbaren Stromerzeugung, zumal dem Strom durch die prognostizierte starke Zunahme von Wärmepumpen zukünftig eine zentrale Rolle zufallen wird.

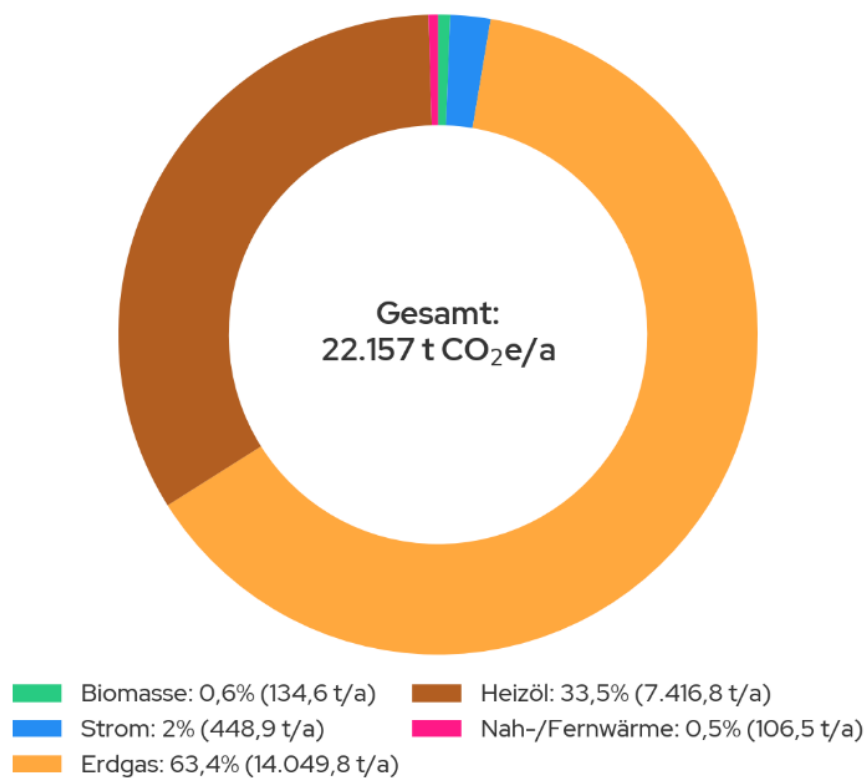


Abbildung 18: Treibhausgasemissionen nach Energieträgern in Worspswede

Die verwendeten heizwertbezogenen Emissionsfaktoren lassen sich aus Tabelle 1 entnehmen. 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 0,499 tCO₂/MWh im Jahr 2022 auf zukünftig 0,025 tCO₂/MWh – ein Effekt, der elektrische Heizsysteme wie Wärmepumpen zukünftig weiter begünstigen dürfte.

Tabelle 1: Emissionsfaktoren nach Energieträger (KWW-Halle, 2024)

Energieträger	Emissionsfaktoren (tCO ₂ /MWh)		
	2022	2030	2040
Strom	0,499	0,110	0,025
Heizöl	0,310	0,310	0,310
Erdgas	0,240	0,240	0,240
Steinkohle	0,400	0,400	0,400
Biogas / Biomethan	0,139	0,133	0,126
Biomasse (Holz)	0,020	0,020	0,020
Solarthermie	0	0	0

Eine örtliche Verteilung der aggregierten Treibhausgasemissionen auf Baublockebene (anonymisiert) ist auf Abbildung 19 dargestellt. Im Gewerbegebiet Neu Sankt Jürgen sind die Emissionen im Vergleich zum restlichen Projektgebiet erhöht. Ein Grund für hohe lokale Treibhausgasemissionen kann auch die Konzentration besonders schlecht sanierter Gebäude in besiedelten Gebieten sein. Eine Reduktion der Treibhausgasemissionen bedeutet auch eine Verbesserung der Luftqualität, was besonders in den Wohnvierteln eine erhöhte Lebensqualität mit sich bringt.

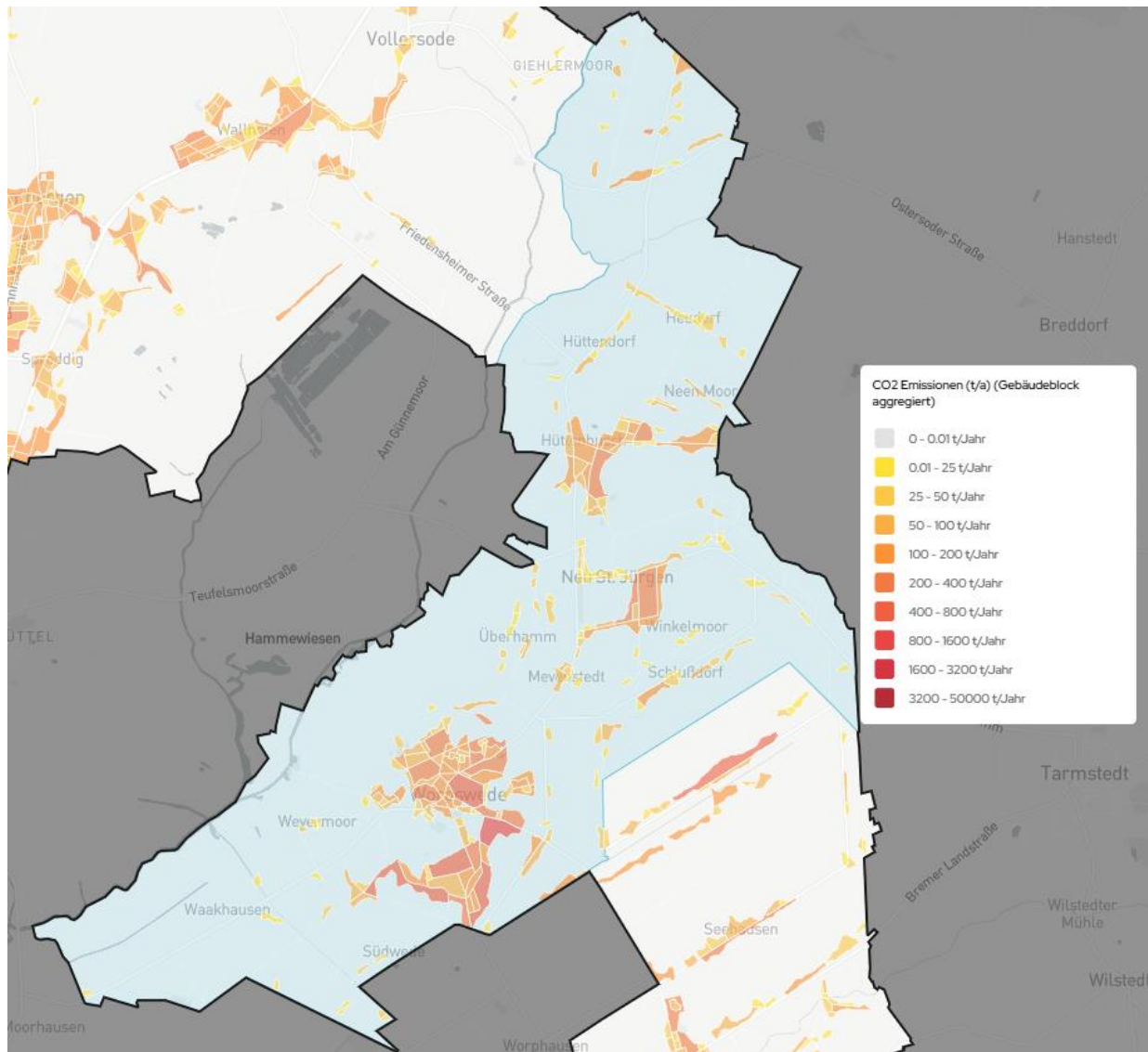


Abbildung 19: Räumliche Verteilung der Treibhausgasemissionen in Worpsswede

3.10. Zusammenfassung der Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse verdeutlicht die zentrale Rolle fossiler Energieträger in der aktuellen Wärmeversorgungsstruktur. Der Wohnsektor trägt mehrheitlich zu der Anzahl der Gebäude und Emissionen bei, jedoch hat auch der GWH-Sektor und der Industriesektor jeweils einen nennenswerten Anteil am Gebäudebestand und der Treibhausgasbilanz, sodass in diesen Sektoren die größten Ansatzpunkte für eine Dekarbonisierung der Wärmeversorgung liegen. In den analysierten Heizsystemen stellt Erdgas den Hauptenergieträger dar, gefolgt von Heizöl. Andere Energiequellen wie Strom, Biomasse oder Wärmenetze spielen hingegen eine untergeordnete Rolle. Eine kritische Betrachtung zeigt, dass 15,0 % der Heizungsanlagen zeitnah erneuert werden müssen, da sie die 30-Jahre-Altersmarke bereits überschritten haben. Auch der alte Gebäudebestand in Worpswede, der vor 1979 erbaut wurde, stellt eine große Notwendigkeit für Gebäudesanierungen zur Energiebedarfsreduktion dar. Die Analyse betont den dringenden Bedarf an technischer Erneuerung und Umstellung auf erneuerbare Energieträger, um den hohen Anteil fossiler Brennstoffe in der Wärmeversorgung zu reduzieren. Gleichzeitig bietet der signifikante Anteil veralteter Heizungsanlagen ein erhebliches Potenzial für Energieeffizienzsteigerungen und die Senkung von Treibhausgasemissionen durch gezielte Sanierungsmaßnahmen.

Trotz der herausfordernden Ausgangslage zeigen die Daten auch positive Aspekte auf: Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Bestandsanalyse nicht nur die Notwendigkeit für einen systematischen und technisch fundierten Ansatz zur Modernisierung der Wärmeinfrastruktur aufzeigt, sondern auch konkrete Ansatzpunkte und Chancen für die zukünftige Gestaltung der Wärmeversorgung bietet. Die Umstellung auf erneuerbare Energieträger, die Sanierung der Gebäudehüllen sowie der Austausch veralteter Heizsysteme sind dabei zentrale Maßnahmen. Diese Maßnahmen ermöglichen durch die Unterstützung und das Engagement der Kommune eine effektive Reduktion der Treibhausgasemissionen und eine nachhaltige Verbesserung der Wärmeversorgung.

4. Potenzialanalyse

Zur Identifikation der technischen Potenziale wurde eine umfassende Flächenanalyse durchgeführt, bei der sowohl übergeordnete Ausschlusskriterien als auch Eignungskriterien berücksichtigt wurden. Diese Methode ermöglicht für das gesamte Projektgebiet eine robuste, quantitative und räumlich spezifische Bewertung aller relevanten erneuerbaren Energieressourcen. Die endgültige Nutzbarkeit der erhobenen technischen Potenziale hängt von weiteren Faktoren wie der Wirtschaftlichkeit, Eigentumsverhältnissen und eventuellen zusätzlich zu beachtenden spezifischen Restriktionen ab, welche Teil von weiterführenden Untersuchungen sind. Des Weiteren wurde die Entwicklung des Energieverbrauchs abgeschätzt. Die schematische Vorgehensweise der Ermittlung von Potenzialen ist in Abbildung 20 dargestellt.

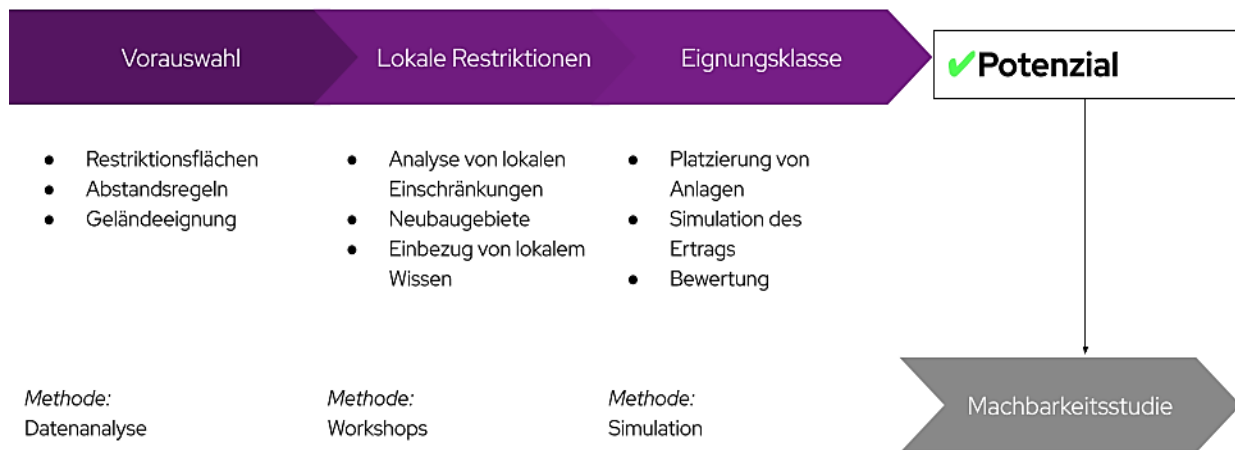


Abbildung 20: Vorgehen bei der Ermittlung von Potenzialen

4.1. Erfasste Potenziale

Die Potenzialanalyse fokussiert sich auf die technischen Möglichkeiten zur Erschließung erneuerbarer Wärmequellen im Untersuchungsgebiet. Sie basiert auf umfassenden Datensätzen aus öffentlichen Quellen und führt zu einer räumlichen Eingrenzung und Quantifizierung der identifizierten Potenziale. Neben der Bewertung erneuerbarer Wärmequellen wurde ebenfalls das Potenzial für die Erzeugung regenerativen Stroms evaluiert. Im Einzelnen wurden folgende Energiepotenziale erfasst:

- ☒ Biomasse: Erschließbare Energie aus organischen Materialien
- ☒ Windkraft: Stromerzeugungspotenzial aus Windenergie
- ☒ Solarthermie (Freifläche & Aufdach): Nutzbare Wärmeenergie aus Sonnenstrahlung
- ☒ Photovoltaik (Freifläche & Aufdach): Stromerzeugung durch Sonneneinstrahlung
- ☒ Oberflächennahe Geothermie: Nutzung des Wärmepotenzials der oberen Erdschichten
- ☒ Tiefengeothermie: Nutzung von Wärme in tieferen Erdschichten zur Wärme- und Stromgewinnung
- ☒ 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

Diese Erfassung ist eine Basis für die Planung und Priorisierung zukünftiger Maßnahmen zur Energiegewinnung und -versorgung. Eine wirtschaftliche Bewertung erfolgt nach Abschluss der kommunalen Wärmeplanung im Zuge von Machbarkeitsstudien mit vorangegangenen Projektskizzen (siehe Abbildung 21).



Abbildung 21: Vorgehen und Datenquellen der Potenzialanalyse

4.2. Methode: Indikatorenmodell

Als Basis für die Potenzialanalyse wird stufenweise eine Eingrenzung der Potenziale vorgenommen. Hierfür kommt ein Indikatorenmodell zum Einsatz. In diesem werden alle Flächen im Projektgebiet analysiert und mit spezifischen Indikatoren (z. B. Windgeschwindigkeit oder solare Einstrahlung) versehen und bewertet. 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 Technologien.

In Tabelle 2 ist eine Auswahl der wichtigsten für die Analyse herangezogenen Flächenkriterien aufgeführt. Diese Kriterien erfüllen die gesetzlichen Vorgaben nach Bundes- und Landesrecht, können jedoch keine raumplanerischen Abwägungen um konkurrierende Flächennutzung ersetzen.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung zielt die Potenzialanalyse darauf ab, die Optionen für die Wärmeversorgung, insbesondere bezüglich der Fernwärme in den Eignungsgebieten, zu präzisieren und zu bewerten. Gemäß den Richtlinien des Handlungsleitfadens zur kommunalen Wärmeplanung der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW, 2020) fokussiert sich diese Analyse primär auf die Identifikation des technischen Potenzials (siehe Infobox - Definition von Potenzialen). Neben der technischen Realisierbarkeit sind auch ökonomische und soziale Faktoren bei der späteren Entwicklung spezifischer Flächen zu berücksichtigen. Es ist zu beachten, dass die KWP nicht den Anspruch erhebt, eine detaillierte Potenzialstudie zu sein. Mit dem Ergebnis einer anschließenden Machbarkeitsuntersuchung sollen die zur Umsetzung erforderlichen Detaillierungen in z. B. kommunalen Planungsprozessen initiiert und vorangetrieben werden.

Tabelle 2: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien

Potenzial		Wichtigste Kriterien (Auswahl)
Elektrische Potenziale	Windkraft	Abstand zu Siedlungsflächen, 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-Standort, Anzahl versorgter 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
	Tiefengeothermie	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Wasserschutzgebiete, Potenzial, Gesteinstypen
	Luftwärmepumpe	Gebäudeflächen, Gebäudealter, techno-ökonomische Anlagenparameter, gesetzliche Vorgaben zu Abständen
	Großwärmepumpen Flüsse und Seen	Landnutzung, Naturschutz, Temperatur- und Abflussdaten der Gewässer, Nähe zu Wärmeverbrauchern, techno-ökonomische Anlagenparameter

Infobox: Potenzialbegriffe

Theoretisches Potenzial:

Physikalisch vorhandenes Potenzial der Region, z. B. die gesamte Strahlungsenergie der Sonne, Windenergie auf einer bestimmten Fläche in einem definierten Zeitraum.

Technisches Potenzial:

Eingrenzung des theoretischen Potenzials durch Einbeziehung der rechtlichen Rahmenbedingungen und technologischen Möglichkeiten und unter Einbezug wirtschaftlicher Indikatoren (z. B. Mindestvolllaststunden). Das technische Potenzial wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ermittelt und analysiert. Differenzierung in:

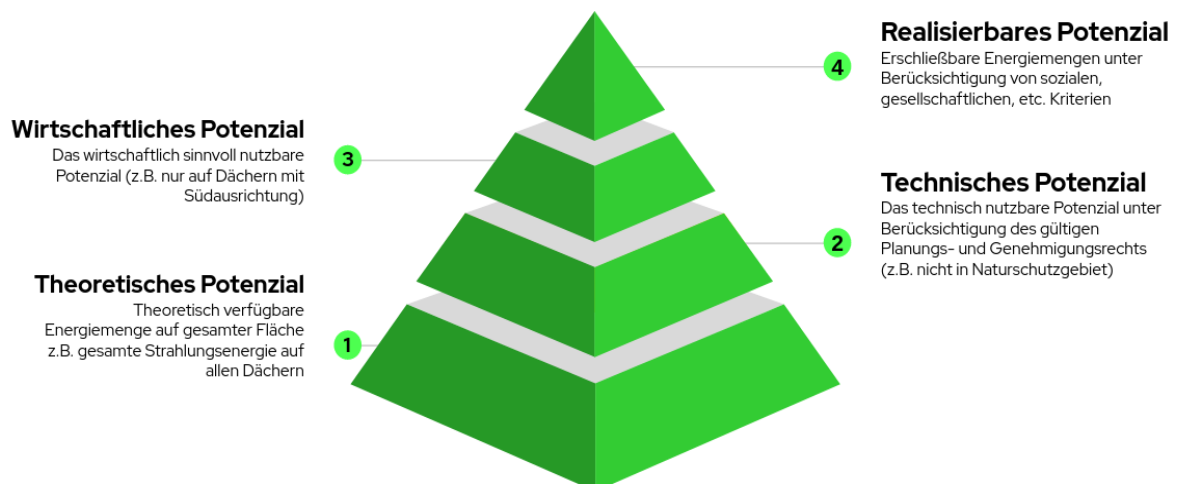
- *Geeignetes Potenzial* (weiche und harte Restriktionen): unter Anwendung harter Kriterien (Restriktionen, die einer Wärme-/Stromerzeugung entgegenstehen) und weicher Kriterien (Restriktionen, die eine Nutzung bestehender Potenziale einschränken können). Natur- und Artenschutz wird grundsätzlich ein „politischer Vorrang“ eingeräumt, weshalb sich die verfügbare Fläche zur Nutzung von erneuerbaren Energien verringert.
- *Bedingt geeignetes Potenzial* (nur harte Restriktionen): Natur- und Artenschutz wird der gleiche oder ein geringerer Wert eingeräumt als dem Klimaschutz (z. B. durch Errichtung von Wind-, PV- und Solarthermieranlagen in Landschaftsschutz- und FFH-Gebieten).

Wirtschaftliches Potenzial:

Eingrenzung des technischen Potenzials durch Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit (beinhaltet z. B. Bau- und Erschließungs- sowie Betriebskosten sowie erzielbare Energiepreise).

Realisierbares Potenzial:

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



4.3. Potenziale zur Stromerzeugung

Die Analyse der Potenziale im Projektgebiet zeigt verschiedene Optionen für die lokale Erzeugung von erneuerbarem Strom (siehe Abbildung 22).

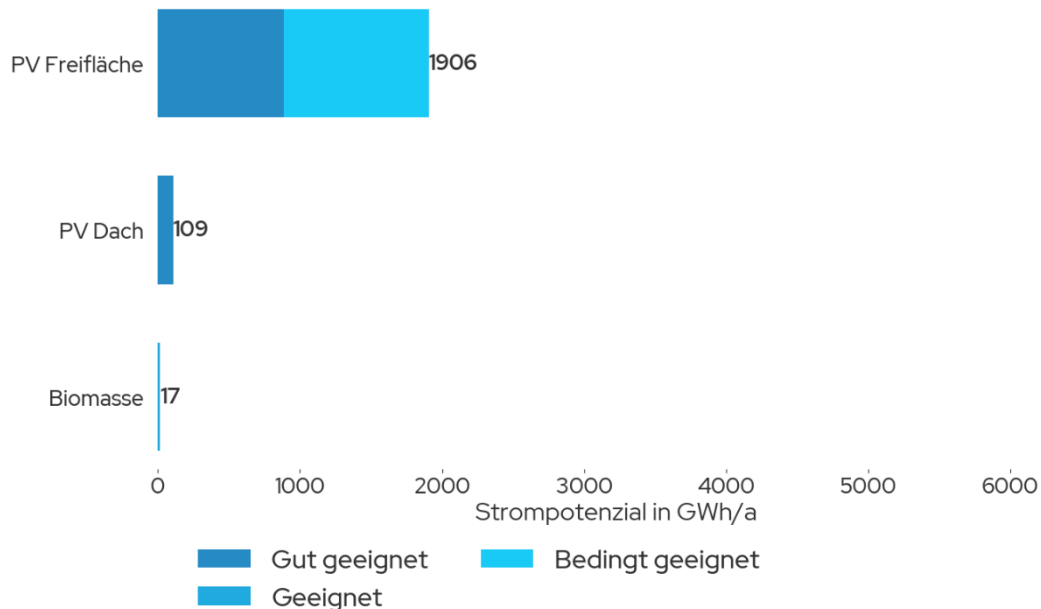


Abbildung 22: Erneuerbare Strompotenziale in Worpsswede

Photovoltaik auf Freiflächen stellt mit 1.906 GWh/a das mit Abstand größte Potenzial dar. Hier werden Flächen als grundsätzlich geeignet ausgewiesen, die keinen Restriktionen unterliegen und die technischen Anforderungen erfüllen. In dieser Betrachtung wurde das bestehende gemeindeübergreifendes Entwicklungskonzept für die Errichtung von Freiflächenphotovoltaikanlagen einbezogen. Im Rahmen der Potenzialanalyse erfolgt eine optimale Platzierung der Module. Unter Berücksichtigung von Verschattung und lokaler Sonneneinstrahlung werden daraus die jährlichen Volllaststunden und der zu erwartende Energieertrag je Gebiet berechnet. Die wirtschaftliche Nutzbarkeit wird basierend auf Mindestvolllaststunden und dem Neigungswinkel des Geländes bewertet, um nur die rentabelsten Flächen einzubeziehen. Zudem sind Flächenkonflikte, beispielsweise mit landwirtschaftlichen Nutzflächen sowie die Netzanschlussmöglichkeiten abzuwägen. Ein großer Vorteil von PV-Freiflächen in Kombination mit großen Wärmepumpen ist, dass sich die Stromerzeugungsflächen nicht in unmittelbarer Nähe zur Wärmenachfrage befinden müssen und so eine gewisse Flexibilität in der Flächenauswahl möglich ist.

Das Potenzial für Photovoltaikanlagen auf Dachflächen stellt mit 109 GWh/a ein weiteres Potenzial dar. Im Vergleich zur Freifläche bietet es zusätzlich den Vorteil, dass es ohne zusätzlichen Flächenbedarf oder Flächenkonflikte ausgeschöpft werden kann. In der aktuellen Analyse wird davon ausgegangen (siehe KEA-BW, 2020), dass das Stromerzeugungspotenzial von Photovoltaik auf 50 % der Dachflächen von Gebäuden über 50 m² möglich ist. Die jährliche Stromproduktion wird durch die flächenspezifische Leistung (160 kWh/m²a) berechnet. Im Vergleich zu Freiflächenanlagen ist allerdings mit höheren spezifischen Kosten zu kalkulieren. In Kombination

mit Wärmepumpen ist das Potenzial von PV auf Dachflächen gerade für die Warmwasserbereitstellung im Sommer sowie die Gebäudeheizung in den Übergangszeiten interessant. Eventuelle Baumaßnahmen sind ggf. mit der Denkmalschutzbehörde abzustimmen. Der Ortskern Worpswede ist zusätzlich als Sanierungsgebiet mit weiteren Auflagen bedacht.

Potenzialflächen für Windenergieanlagen (WEA) werden nach technischen und ökologischen Kriterien sowie Abstandsregelungen selektiert, wobei Gebiete mit mindestens 1900 Volllaststunden als gut geeignet gelten. Die Potenzialberechnung berücksichtigt lokale Windverhältnisse, Anlagentypen und erwartete Energieerträge, wobei Flächen unter 1900 Volllaststunden ausgeschlossen werden. Gegenwärtig befinden sich keine Windenergieanlagen auf dem Gebiet der Gemeinde Worpswede. Eine detailliertere Analyse verfügbarer Flächen erfolgt jedoch außerhalb der KWP, im Rahmen der Neuaufstellung des Teilprogramms Windenergie zum Regionalen Raumordnungsprogramm (RROP) des Landkreises.

Biomasse wird für Wärme oder Strom entweder direkt verbrannt oder zu Biogas vergoren. Für die Biomassenutzung geeignete Gebiete schließen Naturschutzgebiete aus und berücksichtigen landwirtschaftliche Flächen, Waldreste, Rebschnitte und städtischen Biomüll. Die Potenzialberechnung basiert auf Durchschnittserträgen und der Einwohnerzahl für kommunale Biomasse, wobei wirtschaftliche Faktoren wie die Nutzungseffizienz von Mais und die Verwertbarkeit von Gras und Stroh berücksichtigt werden. Vergärbare Biomassesubstrate (Energiepflanzen, Gras, biogene Hausabfälle) können zu Biogas verarbeitet werden, sodass in Blockheizkraftwerken Strom und Wärme erzeugt werden kann. Hierbei wird eine Erzeugung von 40 % Wärme und 30 % Strom bei 30 % Verlusten modelliert. Es zeigt sich, dass die Nutzung von ausschließlich im Projektgebiet vorhandener Biomasse mit 17 GWh/a über Biogas-Blockheizkraftwerke nur einen geringen Anteil an der Stromerzeugung haben kann. Die Stromversorgung über Biogasanlagen ist im Projektgebiet Worpswede nur eingeschränkt möglich, da lediglich drei Biogasanlagen mit insgesamt sieben BHKWs betrieben werden.

Kraft-Wärmekopplungs-Anlagen (KWK) dienen der kombinierten Erzeugung von Strom und Nutzwärme, wodurch sie einen hohen Gesamtwirkungsgrad von typischerweise 80 bis 90 % erreichen und somit eine besonders effiziente Energieversorgung ermöglichen. Als Brennstoffe können sowohl Erdgas als auch Biomasse zum Einsatz kommen. Im Projektgebiet sind laut Marktstammdatenregister sieben KWK-Anlagen bei drei unterschiedlichen Landwirten in unterschiedlichen Größenordnungen thermischer Kapazität vertreten. Diese ergeben sich etwa 16 GWh Strom pro Jahr. Zukünftige Erweiterungen der Kapazität der Bestandsanlagen oder neue Standorte sind hierbei nicht berücksichtigt.

Zusammenfassend bieten sich vielfältige Möglichkeiten zur erneuerbaren Stromerzeugung im Projektgebiet Worpswede, wobei jede Technologie ihre eigenen Herausforderungen und Kostenstrukturen mit sich bringt. Bei der Umsetzung von Projekten sollten daher sowohl die technischen als auch die sozialen und wirtschaftlichen Aspekte sorgfältig abgewogen werden. Es ist jedoch hervorzuheben, dass die Nutzung der Potenziale zur

Stromerzeugung auf möglichen Dachflächen der Erschließung von Freiflächen vorzuziehen ist. Die regionale Nutzung der erzeugten Energie sollte dabei prioritär betrachtet werden.

4.4. Potenziale zur Wärmeerzeugung

Die Untersuchung der thermischen Potenziale offenbart ein breites Spektrum an Möglichkeiten für die lokale Wärmeversorgung (siehe Abbildung 23). Für Solarthermie und oberflächennahe Geothermie gelten in der Untersuchung eine wirtschaftliche Grenze von 1.000 m zu Siedlungsflächen, wobei Flächen mit einem Abstand von 200 m zu Siedlungen als gut geeignet gekennzeichnet werden, sofern keine weiteren Restriktionen vorliegen.

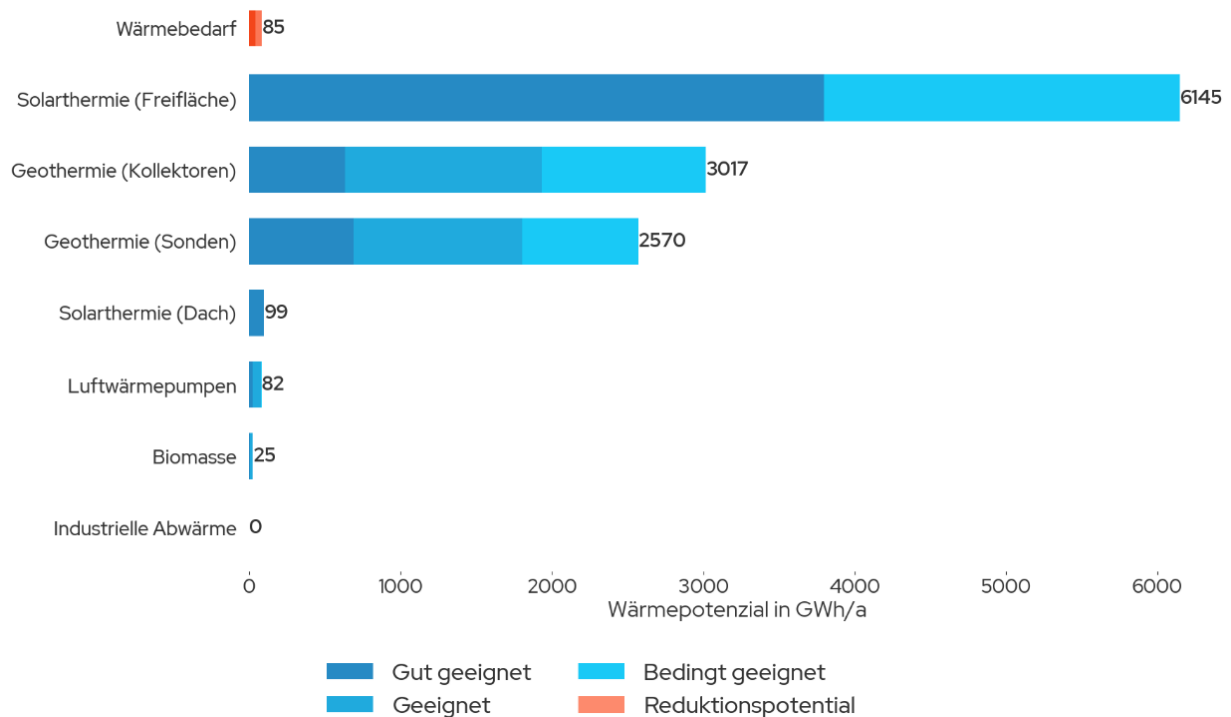


Abbildung 23: Wärmepotenziale in Worpswede¹

Solarthermie auf Freiflächen stellt mit 6.145 GWh/yr das größte Potenzial dar. Solarthermie nutzt Sonnenstrahlung, um mit Kollektoren Wärme zu erzeugen und über ein Verteilsystem zu transportieren. Geeignete Flächen werden nach technischen Anforderungen und unter Ausschluss von Restriktionen wie Naturschutz und baulicher Infrastruktur ausgewählt, wobei Flächen unter 500 m² keine Berücksichtigung finden. Analog zur Freiflächen-PV-Analyse wurden auch hier die weiteren Gebietseinschränkungen von Naturschutz, Land- und Forstwirtschaft angewendet. Die Potenzialberechnung basiert auf einer Leistungsdichte von 3.000 kW/ha und berücksichtigt Einstrahlungsdaten sowie Verschattung, mit einem Reduktionsfaktor für den Jahresenergieertrag. Bei der Planung und Erschließung von Solarthermie sind jedoch Flächenverfügbarkeit und Anbindung an Wärmenetze zu berücksichtigen. Auch sollten geeignete Flächen für die Wärmespeicherung (eine Woche bis zu

¹Dunkelrot bildet den Wärmebedarf und orange das Reduktionspotential ab.

mehreren Monaten je nach Einbindungskonzept) vorgesehen werden. Zudem sei darauf hingewiesen, dass es bei Solarthermie- und PV-Freiflächenanlagen eine Flächenkonkurrenz gibt.

Die Nutzung oberflächennaher Geothermie erfolgt mittels Kollektoren, die als Wärmetauscher wenige Meter unter der Erdoberfläche verlegt sind. Diese nutzen die konstante Erdtemperatur, um über ein Rohrsystem mit Wärmeträgerflüssigkeit Wärme zu einer Wärmepumpe zu transportieren. Dort wird die gewonnene Wärme zur Beheizung von Gebäuden oder zur Warmwasserbereitung genutzt. Das Potenzial für diese Technologie ist auch im direkten Umfeld der Gebäude vorhanden und wird im Projektgebiet auf 3.017 GWh pro Jahr geschätzt.

Erdwärmesonden, die ebenfalls zur Kategorie der oberflächennahen Geothermienutzung zählen, haben ein Potenzial von 2.570 GWh/a im Projektgebiet. Die Technologie nutzt konstante Erdtemperaturen bis 100 m Tiefe mit einem System aus Erdwärmesonden und Wärmepumpe zur Wärmeextraktion und -anhebung. Die Potenzialberechnung berücksichtigt spezifische geologische Daten und schließt Wohn- sowie Gewerbegebiete ein, wobei Gewässer und Schutzzonen ausgeschlossen sind und die Potenziale einzelner Bohrlöcher unter Verwendung von Kennzahlen abgeschätzt werden.

Neben Solarthermie auf Freiflächen kann diese auch auf Dachflächen genutzt werden. Im Projektgebiet bietet Solarthermie auf Dachflächen ein Potenzial von 99 GWh/a. Bei der Solarthermie auf Dachflächen wird mittels KEA-BW-Methode das Potenzial aus 25 % der Dachflächen über 50 m² für die Wärmeerzeugung modelliert. Die jährliche Produktion basiert auf 400 kWh/m² durch flächenspezifische Leistung und durchschnittliche Volllaststunden. Die Potenziale der Dachflächen für Solarthermie konkurrieren direkt mit den Potenzialen für Photovoltaik-Anlagen auf Dächern. Eine Entscheidung für die Nutzung des einen oder anderen Potenzials sollte individuell getroffen und bzgl. des Denkmalschutzes abgestimmt werden.

Erwartungsgemäß spielen Wärmepumpen eine entscheidende Rolle in der treibhausgasneutrale Wärmeversorgung. Sie sind eine etablierte und unter gewissen Bedingungen energetisch hocheffiziente Technologie für die Wärmeerzeugung. Eine Wärmepumpe ist ein Gerät, das Wärmeenergie aus einer Quelle (wie Luft, Wasser oder Erde) auf ein höheres Temperaturniveau transferiert, um Gebäude zu heizen oder mit Warmwasser zu versorgen. Sie nutzt dabei ein Kältemittel, das im Kreislauf geführt wird, um Wärme aufzunehmen und abzugeben, effektiv wie ein Kühlschrank, der in umgekehrter Richtung arbeitet. Wärmepumpen können vielseitig im Projektgebiet genutzt werden.

Luftwärmepumpen haben mit ca. 82 GWh/a für die zukünftige Wärmeversorgung ein nennenswertes Potenzial, insbesondere bei der dezentralen Wärmeversorgung (siehe Kapitel Potenziale zur dezentralen Wärmeversorgung). Das Potenzial ist vor allem für Ein- und Zweifamilienhäuser sowie kleinere bis mittlere Mehrfamilienhäuser geeignet und kann im Vergleich zu Erdwärmekollektoren auch in Gebieten ohne große Flächenverfügbarkeit genutzt werden, sofern die geltenden Abstandsregelungen zum Lärmschutz eingehalten werden. Auch für die Nutzung in Wärmenetzen sind Luftwärmepumpen mit einer Größenordnung von 1 bis 4 MW gut geeignet.

Essenziell bei der Nutzung von Wärmepumpen ist eine Optimierung der Temperaturen, um möglichst geringe Temperaturhübe zu benötigen.

Das thermische Biomassepotenzial beträgt ca. 25 GWh/a. Es setzt sich aus verschiedenen Quellen zusammen, darunter Waldrestholz, Biomüll, Grünschnitt sowie potenziell anbaubare Energiepflanzen. Während Waldrestholz und Grünschnitt in Holz- oder Hackschnitzelkesseln energetisch genutzt werden können, dienen Energiepflanzen als Substrat für Biogasanlagen. In diesen Anlagen wird Biogas durch die anaerobe Vergärung organischer Stoffe im Fermenter erzeugt – ein Prozess, bei dem unter Ausschluss von Sauerstoff und mithilfe von Bakterien bilanziell klimaneutrales Gas entsteht. Das bei der Verbrennung freigesetzte Kohlendioxid wurde zuvor im Pflanzenwachstum gebunden, wodurch Biogas als CO₂-neutral gilt. Der wesentliche Vorteil dieses Potentials, sind die bereits vorhandene Biogasanlagen im Projektgebiet. Das erzeugte Biogas kann mit Hilfe von sogenannten Satelliten-BHKW dort Wärme und Strom erzeugen, wo der Bedarf entsprechend hoch ist und eine Wärmeabnahme ganzjährig erforderlich ist. Diese Anlagen sind aufgrund der gekoppelten Energieerzeugung besonders effizient.

Eine weitere Möglichkeit stellt die Biogaseinspeisung ins Gasnetz dar, diese sieht eine weitergehende Aufbereitung des Biogases vor. Nach Reinigung, Trocknung und Konditionierung wird es zu Biomethan veredelt, das in seiner Zusammensetzung Erdgas entspricht. Nach Verdichtung auf Netzdruck kann es in das öffentliche Gasnetz eingespeist und standortunabhängig genutzt werden – etwa für Brennwärtekessel oder BHKWs. Diese Form der Nutzung ermöglicht eine flexible, bilanzielle Verwertung des erzeugten Biomethans, unabhängig vom Standort der Biogasanlage (siehe Abbildung 24).

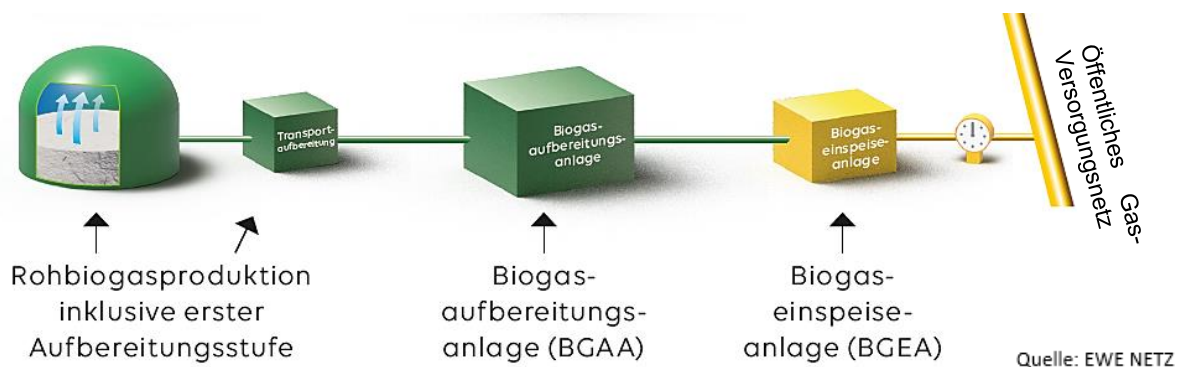


Abbildung 24: Funktionsweise von Biogaseinspeisung

Allerdings stehen Energiepflanzen nur in begrenzter Menge zur Verfügung. Es gilt, klimafreundlichere Alternativen zu den klassischen Energiepflanzen wie Mais zu finden und vermehrt auf Abfall- und Reststoffe zu setzen. Grundsätzlich ist beim Anbau von Energiepflanzen auch zu bedenken, dass diese verglichen mit anderen erneuerbaren Energien wie Wind oder PV bezogen auf die beanspruchte Fläche wesentlich weniger Strom- bzw. Wärmeerträge liefern (Thünen-Institut, 2023). Der Einsatz von Biomasse sollte daher in Zukunft vor allem der Abdeckung von Spitzenlasten vorbehalten sein.

KWK-Anlagen im Wärmenetz könnten in der nahen Zukunft eine wichtige Rolle beim Übergang zu einem fossilsfreien Wärmesystem spielen. Basierend auf den vorhandenen KWK-Anlagen im Zusammenhang mit bestehenden Biogasanlagen liegt das thermische Potenzial im Projektgebiet bei ca. 16 GWh Wärme pro Jahr. Zukünftige Erweiterungen dieser Kapazität oder neue Standorte sind hierbei in naher Zukunft nicht abzusehen, daher wird das vorhandene Potenzial nicht weiter berücksichtigt.

Ein wichtiger Aspekt, der in der Betrachtung der erhobenen Potenziale Berücksichtigung finden muss, ist das Temperaturniveau des jeweiligen Wärmeerzeugers. Das Temperaturniveau hat einen signifikanten Einfluss auf die Nutzbarkeit und Effizienz von Wärmeerzeugern, insbesondere Wärmepumpen. Des Weiteren gilt es zu berücksichtigen, dass die meisten hier genannten Wärmeerzeugungspotenziale eine Saisonalität aufweisen, sodass Speicherlösungen für die bedarfsgerechte Wärmebereitstellung bei der Planung mitberücksichtigt werden sollten.

4.5. Einsatz von Wasserstoff

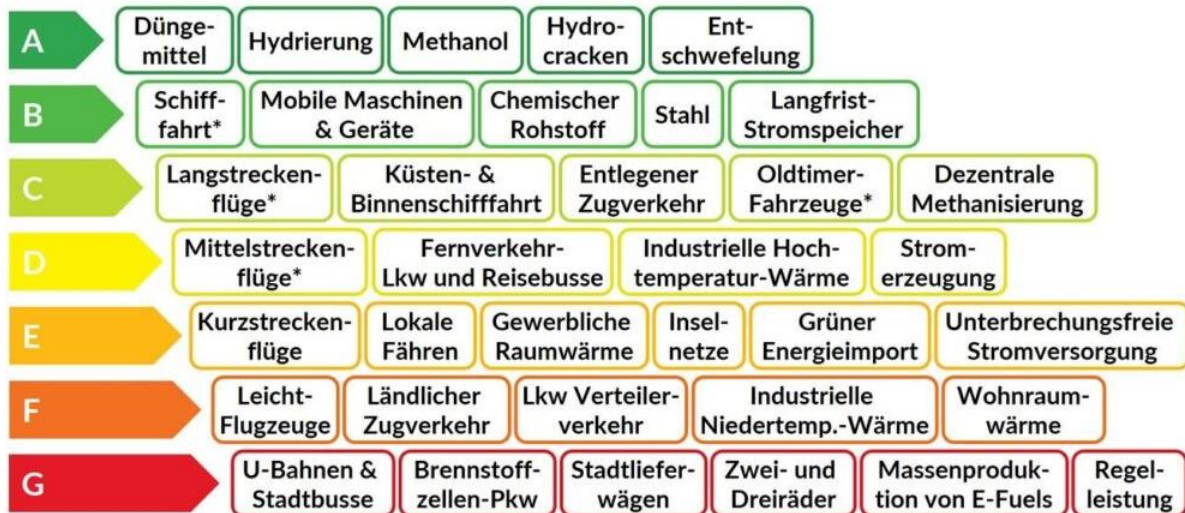
Fokus für den Wasserstoffeinsatz ist der Industriesektor, um Produktions- und notwendige Wärmeprozesse klimafreundlich darstellen zu können. Abbildung 25 zeigt die Wasserstoffanwendungen nach ihrer wirtschaftlichen Sinnhaftigkeit und Alternativlosigkeit einordnet. Sie reicht von „unvermeidbar“ (z. B. für die Ammoniakproduktion oder Stahlherstellung) bis „unwirtschaftlich“ (z. B. für Heizung von Wohngebäuden oder Pkw-Antriebe).

Bisher existiert jedoch noch nicht die Netzinfrastruktur, um diese Kundengruppen mit Wasserstoff versorgen zu können. Das sogenannte Wasserstoff-Kernnetz wurde durch die Bundesnetzagentur genehmigt und befindet sich derzeit im Aufbau. Grüner Wasserstoff soll vorrangig in den Wirtschaftssektoren genutzt werden, in denen es nicht möglich ist, Verfahren und Prozesse durch eine direkte Elektrifizierung auf Treibhausgasneutralität umzustellen. In den meisten Bereichen wird die Dekarbonisierung der Endenergienachfrage auf kosten- und energieeffizienteste Weise durch direkte Elektrifizierung zu erreichen sein. In Verbindung mit einem verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien, bei gleichzeitiger Steigerung der Energieeffizienz wird die Beheizung von Gebäuden und auch die Prozesswärmeerzeugung im Projektgebiet wirtschaftlicher umsetzbar sein. Ein flächendeckendes Wasserstoffnetz und der Einsatz von Wasserstoff bei privaten Endverbrauchenden sind nach heutigem Stand unwahrscheinlich. Mit Strom und Abwärme stehen in der privaten Wärmeversorgung anders als bei Industrie und Gewerbe technische Alternativen zur Verfügung. Im Gegensatz zum Ausbau eines flächendeckenden Wasserstoffnetzes für die Wärmeversorgung ist der Anschluss von Wärmenetzen an das im Ausbau befindliche Wasserstoffnetz eher denkbar.

Differenziert davon ist etwaiger lokal produzierter Wasserstoff zu betrachten. Im Sinne der Sektorenkopplung wäre es vorstellbar Elektrolyseanlagen in hybriden Energiepark zu integrieren und damit den produzierten Strom durch WEA sowie Freiflächen-PV lokal zur Wasserstoffproduktion zu nutzen und zumindest als Beimischung in der vorhandenen Gasinfrastruktur einzuspeisen und davon abhängige Industriezweige mit Wasserstoff zu versorgen. Auch hierbei gilt, dass eine direkte Nutzung der erzeugten erneuerbaren Strommengen vorrangig ist. Bei dem

Elektrolyseprozess fällt Abwärme an, die bei einer entsprechend hohen Betriebsstundenanzahl der Anlagen eine interessante Abwärmequelle im mittleren Temperaturniveau darstellen würde.

Alternativlos



Unwirtschaftlich

* Sehr wahrscheinlich in Form von mittels Wasserstoff erzeugten E-Fuels oder Ammoniak.

Abbildung 25: Einsatzbereiche von grünem Wasserstoff nach M. Liebreich

Die dezentrale Erzeugung von Wasserstoff wird aufgrund der aktuellen hohen Kosten und der fehlenden flächendeckenden Wasserstoff-Netzinfrastrukturen nicht weiter betrachtet. Auch wenn im Rahmen dieser Wärmeplanung die Nutzung und Verteilung von Wasserstoff für die Beheizung und Prozesswärmeerzeugung keine Rolle spielt, sollte eine mögliche zukünftige Nutzung bei sich ändernden Rahmenbedingungen (rechtlich, regulatorisch etc.) regelmäßig bei der Aktualisierung der Wärmeplanung Berücksichtigung finden, ggf. auch um den Ausschluss zur H₂-Nutzung auf Grundlage der dann geltenden Rahmenbedingungen zu bekräftigen. Dies sollte im Rahmen der Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans erfolgen.

4.6. Potenziale zur dezentralen Wärmeerzeugung

Bei der Wärmeversorgung wird zwischen zentraler und dezentraler Wärmeversorgung differenziert. Die zentrale Wärmeversorgung hat einen zentral platzierten Wärmeerzeuger, welcher verschiedene Verbraucher bzw. Objekte mit Wärmeenergie über ein Wärmenetz versorgt. Die Wärmeenergie wird vom Wärmenetz über einen Wärmetauscher an die einzelnen Objekte übertragen. Dort wird sie dann für die Raumheizung und Warmwasserbereitung genutzt. Die kleinste Einheit stellt das Wärmenetz in einem Mehrfamilienhaus dar. Größere Wärmenetze versorgen Quartiere, Siedlungen oder sogar ganze Stadtteile. Die Vorteile liegen in der Energieeffizienz und den guten Einsatzmöglichkeiten von regenerativer Energie. Ferner sind keine eigenen Wärmeerzeugungsanlagen notwendig und somit ergeben sich unter guten Rahmenbedingungen (z. B. Abwärmennutzung, Skalen- und Gleichzeitigkeitseffekte) geringere Investitions- und Betriebskosten. Ein Nachteil liegt darin, dass ein Anbieterwechsel kaum möglich ist.

Die dezentrale Wärmeversorgung sieht eine Wärmeerzeugungsanlage für die Raumheizung und Warmwasserbereitung je Objekt bzw. Einheit vor. Dies kann unter Umständen zu höheren Investitions- und Betriebskosten führen. Ein Vorteil gegenüber der zentralen Wärmeversorgung liegt sicherlich in der Möglichkeit des Lieferantenwechsels. Im Folgenden sind unterschiedliche Technologien der dezentralen Wärmeversorgung dargestellt.

Wärmepumpe: Die Wärmepumpe wird zukünftig bei der dezentralen Wärmeversorgung eine zentrale Rolle einnehmen und eine stark verbreitete Technologie sein. Sie gewinnt aus der Umwelt, z. B. dem Erdreich, aus dem Grundwasser oder der Luft die vorhandene Wärmeenergie und wandelt diese mithilfe eines Kältekreislaufs auf ein höheres Temperaturniveau um. Mittels der gewonnenen Wärme wird dann ein Gebäude beheizt und das Warmwasser aufbereitet (siehe Abbildung 26). Je höher und konstanter dabei die gewonnene Wärme ist, desto geringer sind die benötigten Energiekosten. Gemessen wird diese Effizienz einer Wärmepumpe mittels der Jahresarbeitszahl (JAZ).

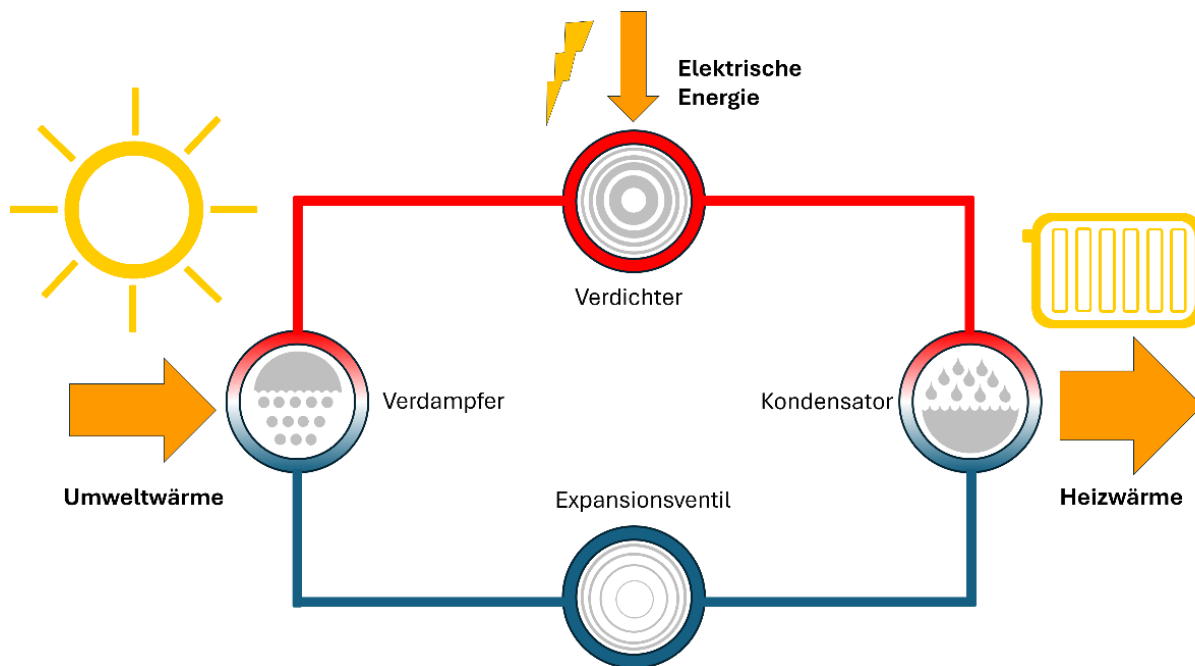


Abbildung 26: Funktionsschemata einer Wärmepumpe

Die einzelnen Pumpenarten einer Wärmepumpe unterscheiden sich nach den verschiedenen Wärmequellen in Luft-Wasser-Wärmepumpen, Sole-Wasser-Wärmepumpen und Wasser-Wasser-Wärmepumpen. Die Lautstärke einer Wärmepumpe hängt von verschiedenen Faktoren ab, einschließlich des Modells, Typs und der Installationsweise. Im Allgemeinen sind die meisten modernen Wärmepumpen konzipiert, um so leise wie möglich zu arbeiten. Luft-Wasser- und Luft-Luft-Wärmepumpen können Geräusche im Bereich von 40 bis 60 dB(A) erzeugen, was vergleichbar ist mit einem leisen Gespräch oder Hintergrundmusik. Sole-Wasser-Wärmepumpen sind in der Regel leiser, da die Hauptkomponenten im Haus installiert werden können. Sie können Geräusche im

Bereich von 35 bis 45 dB(A) erzeugen. Es ist auch wichtig zu berücksichtigen, wo die Wärmepumpe installiert wird. Ein Standort weiter von den Ruhebereichen entfernt, minimiert die Geräuschübertragung.

Die Amortisationszeit nach dem Kauf einer Wärmepumpe, beispielsweise für ein Einfamilienhaus, variiert abhängig von verschiedenen Faktoren wie den spezifischen Installationskosten, den lokalen Energiepreisen, der Energieeffizienz der Wärmepumpe, der Nutzung und den Wartungskosten. Jede Situation ist einzigartig, und es ist hilfreich, eine Kosten-Nutzen-Analyse durchzuführen, um eine genauere Schätzung der Amortisationszeit im eigenen Fall zu erhalten. Bei der Anschaffung einer modernen Wärmepumpe erhält man zurzeit staatliche Fördermittel.

Im Folgenden konzentrieren wir uns auf die Luft-Wasser-Wärmepumpe, da diese die kostengünstigste und am weitesten verbreitete Variante ist. Grundsätzlich ist die Funktionsweise aller Wärmepumpen gleich: Unabhängig vom Typ entziehen Wärmepumpen ihrer Umgebung Wärme und führen diese dem Heizsystem zu. Der Unterschied liegt in der genutzten Wärmequelle (z.B. aus Luft, Wasser oder dem Erdreich).

Funktion der Luft-Wasser-Wärmepumpe: Die Luft-Wasser-Wärmepumpe ist hinsichtlich der Investitionen die günstigste Variante und auch die am stärksten verbreitete Wärmepumpe. Eine Luft-Wasser-Wärmepumpe sorgt einerseits für die Versorgung eines Gebäudes mit Wärme und andererseits für die Aufbereitung des Warmwassers. Dazu saugt ein eingebauter Ventilator die Umgebungsluft aktiv an und leitet sie an einen Verdampfer weiter, in dem sich ein flüssiges Kältemittel befindet. Dieses Kältemittel verändert bereits bei geringer Temperatur seinen Aggregatzustand. Sobald die „warme“ Umgebungsluft und das Kältemittel aufeinanderstoßen, verdampft das Kältemittel. Da die Temperatur des dabei entstehenden Dampfes noch zu niedrig ist, strömt der Dampf zu einem elektrisch angetriebenen Verdichter weiter. Dieser sorgt dafür, dass das Temperaturniveau des Dampfes ansteigt, sprich es wird heißer. Ist das gewünschte Temperaturniveau erreicht, gelangt der erwärmte und unter Druck stehende Kältemitteldampf in einen Verflüssiger. Hier gibt er seine Wärme an das Heizsystem ab und kondensiert. Anschließend wird das Kältemittel zu einem Expansionsventil weitergeleitet, in dem der Druck und die Temperatur des Kältemittels wieder sinken und somit wieder den Ausgangszustand erreichen. Das nun flüssige, entspannte Kältemittel wird schließlich zum Verdampfer zurückgeführt.

Vorteile der Luft-Wasser-Wärmepumpe: Die Luft-Wasser-Wärmepumpe gewinnt den Großteil der Wärme aus der kostenfreien Umgebungsluft, und das zu jeder Jahreszeit. Es werden keine Bohrungen, Kollektoren etc. für die Wärmeengewinnung benötigt. Neben der Luft benötigt sie noch Strom. Mit Einsatz von grünem Strom kann somit CO₂-neutral geheizt werden. Allgemein besteht beim Einsatz einer Wärmepumpe nicht mehr die Abhängigkeit von Erdgas oder Heizöl. Bei Luft-Wasser-Wärmepumpen sind üblicherweise keine behördlichen Genehmigungen notwendig.

Kombination der Wärmepumpe mit einer Photovoltaik- oder Solarthermieanlage: Wärmepumpen können auch mit einer Solarthermieanlage zur Unterstützung der Warmwassererwärmung und/oder mit einer

Photovoltaikanlage zur Stromerzeugung kombiniert werden. Damit können die Energiekosten weiter gesenkt und die Umwelt entsprechend geschont werden.

Einsatz der Wärmepumpe in Altbauten: Trotz höherer benötigter Vorlauftemperaturen sind Wärmepumpen in Altbauten durchaus effizient. Dies lässt sich belegen durch eine Studie des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme (Quelle: Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE); Abschlussbericht, Wärmepumpen in Bestandsgebäuden, Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „WPsmart im Bestand“). Diese Studie hatte das Ziel, die Eignung und Effizienz von Wärmepumpen in bestehenden Wohngebäuden zu untersuchen. Dafür wurden über 50 Einfamilienhäuser mit verschiedenen Wärmepumpentypen analysiert. Die zentrale Erkenntnis waren: Wärmepumpen funktionieren auch im Gebäudebestand zuverlässig, effizient und klimafreundlich, selbst bei höheren Heizkreistemperaturen und ohne Fußbodenheizung.

In der Erhebung des Fraunhofer ISE kommen die untersuchten Luft-Wärmepumpen in Bestandsbauten auf Jahresarbeitszahlen zwischen 2,5 und 3,8, woraus sich ein Mittelwert von 3,1 ergibt. Zur Einordnung: Als effizient gilt eine Wärmepumpe ab einem Wert von etwa 3. Somit lässt sich belegen, dass Wärmepumpen im Altbau durchaus effizient sein können trotz höherer Vorlauftemperaturen (circa 45 Grad Celsius).

Inwiefern sich ein Bestandsgebäude für die Wärmepumpe eignet, hängt weniger vom Alter als vom Zustand eines Gebäudes ab. Denn wenn das Heizsystem eine höhere Vorlauftemperatur benötigt, dann um die größeren Wärmeverluste der Gebäudehülle zu decken. Das bedeutet aber keineswegs, dass Wärmepumpen für Altbauten per se keine Option sind. Es gibt verschiedene Maßnahmen, mit denen die notwendige Vorlauftemperatur im Altbau effektiv abgesenkt werden kann.

Wirksame Dämmung: Um die notwendige Vorlauftemperatur zu senken und damit die Wärmepumpe zu entlasten, müssen Wärmeverluste nach Möglichkeit vermieden werden. Je weniger Wärme beispielsweise über die Wände, das Dach, Fenster und Türen an die Umgebung verloren geht, desto weniger neue Energie muss das Heizsystem nachliefern. Bleibt die Wärme möglichst lang erhalten, lässt sich auch die Vorlauftemperatur niedriger einstellen. Insofern gehört eine wirksame Wärmedämmung zu den effektivsten Maßnahmen, damit eine Wärmepumpe im Altbau effizient arbeitet.

Großflächige Heizkörper: Mit den richtigen Heizkörpern lassen sich Räume auch mit niedrigen Temperaturen effektiv beheizen. Je größer die Übertragungsfläche, desto besser gibt die Heizung ihre eingestellte Temperatur an den Raum ab. Für eine hohe Anlageneffizienz bietet sich vor allem die Fußbodenheizungen an (weitere Vorteile: angenehme Wärme, geringere Luftzirkulation und Staubaufwirbelungen, Gewinn an Raumfläche durch Entfall der Heizkörper).

Eine preiswertere Alternative zur Fußbodenheizung sind Niedertemperaturheizkörper, die häufig auch als Wärmepumpenheizkörper bezeichnet werden. Dabei handelt es sich um besonders großflächige Flachheizkörper, die schon bei einer geringen Vorlauftemperatur zwischen 35 und 45 Grad Celsius angenehm schnell und energiesparend Wärme erzeugen.

Hydraulischer Abgleich: Beim hydraulischen Abgleich stellen Fachleute die Heizungsanlage so ein, dass alle Heizkörper im Gebäude ideal mit warmem Heizwasser versorgt werden. Auf diese Weise erwärmen sich auch diejenigen Radiatoren schnell, die weiter von der Heizungsanlage entfernt liegen – zum Beispiel in den oberen Stockwerken eines Wohnhauses.

Weitere klimaneutrale Formen der Wärmeerzeugung bieten Heizungssysteme auf Basis von Biomasse wie die Holzheizung oder auch die Holzpelletheizung: In Holzpelletkesseln bzw. -öfen werden wenige Zentimeter lange und ca. 6 mm dünne Holzpresslinge (Pellets) verbrannt. Diese Holzpellets bestehen aus getrocknetem, naturbelassenem Sägemehl, Hobelspänen oder Waldrestholz. Die Pelletkessel werden oftmals vollautomatisch mittels Förderschnecke oder Saugsystem mit Pellets aus einem Pellet-Lagerraum beschickt. Der Bedienkomfort ist ähnlich wie bei anderen Heizungsanlagen. Der Einbau von Pufferspeichern bei der Installation der Pelletheizung liefert den Vorteil, dass die Anzahl der Brennerstarts reduziert werden und der Kessel unter Vollastbetrieb laufen kann. Dadurch ergibt sich ein besserer Wirkungsgrad und die Emissionen können reduziert werden. Das Umweltbundesamt (UBA) spricht sich allerdings aus Klimaschutz-, Luftreinhalte- und ökologischen Gründen gegen die Installation von Holzheizungen aus. Außerhalb der Heizperiode arbeitet die Pelletheizung ineffizient, was mit höheren Emissionen verbunden ist. Neben der Lagerung werden bei Holzheizungen zusätzliche Staubabscheider empfohlen, um niedrige Schadstoffemissionen zu gewährleisten. Durch die Verbrennung von Holz entstehen gesundheitsgefährdende Luftschadstoffe wie Staub bzw. Feinstaub, Kohlenwasserstoffverbindungen wie polyzyklisch aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), klimaschädliches Methan, Lachgas und Ruß. Das UBA schätzt das klimafreundliche Potential zur Nutzung von Holz als begrenzt ein. Durch eine Kombination der Holzpelletheizung mit einer Solarthermie-Anlage ist jedoch eine sparsamere und effizientere Wärmeversorgung möglich.

Solarthermie: Bei der Solarthermie wird die Sonnenenergie über Kollektoren für die Erwärmung einer sogenannten Solarflüssigkeit genutzt. Die Solarflüssigkeit strömt über ein Rohrleitungssystem zum Pufferspeicher. Über Heizwendeln gibt die Flüssigkeit die Wärme an das Wasser im Speicher ab. Bei der Solarthermie wird ein zusätzlicher Wärmeerzeuger benötigt, zumal die Sonnenenergie nicht immer zur Verfügung steht.

Hybridheizungen: Eine Hybridheizung kombiniert die Vorteile mehrerer Heizsysteme (z. B. Solarthermie, Wärmepumpe, Holzheizung, Gasheizung, Erdgasheizung) mittels einer intelligenten Regelung und einem Pufferspeicher miteinander. Werden ausschließlich regenerative Heizsysteme kombiniert, dann spricht man von einer sogenannten Erneuerbaren Energien-Hybridheizung. Oftmals kommt bei Hybridheizungen die Solarthermie zum Einsatz.

Elektroheizungen: Die Elektroheizungen (E-Heizungen) werden für die Raumerwärmung oder auch für die Warmwassererzeugung eingesetzt. Elektroheizungen benötigen keine Rohrleitungen, sondern lediglich Stromanschlüsse, zumal die Wärme direkt in den einzelnen „Geräten“ erzeugt wird. Sie sind klimafreundlich, sofern sie mit regenerativem Strom versorgt werden. Folgende unterschiedliche Arten kommen zum Einsatz:

Die Elektrodirektheizung wird oftmals als Raumheizung (Heizlüfter, Heizstrahler, Elektroflächenheizung in Wand, Decken oder Böden) genutzt, um in kurzer Zeit Wärme liefern zu können.

Die Infrarotheizung überträgt die Wärme nicht an die Luft, sondern über Strahlung an andere Körper bzw. Objekte. Sie wird oftmals als Fußboden- oder auch Wandheizung eingesetzt oder auch als Strahler (z. B. im Außenbereich von Restaurants).

Elektroheizpatronen kommen oftmals in Wandheizkörpern in Badezimmern mit Fußbodenheizung als Zusatzheizung zum Einsatz. Der Heizeinsatz wird direkt im Heizkörper installiert, sodass in kurzer Zeit eine Erwärmung der Raumluft erfolgen kann.

Nachtspeicheröfen sind eine Heizungstechnik, die verstärkt in den vergangenen Jahrzehnten zum Einsatz kam. Nachts erfolgt die Aufheizung des Speichers und tagsüber kann die Wärmeenergie z. B. über Heizlüfter der Raumluft zugeführt werden.

4.7. Potenziale für eine Sanierung

Die energetische Sanierung des Gebäudebestands stellt ein zentrales Element zur Erreichung der kommunalen Klimaziele dar. Die Untersuchung zeigt, dass durch umfassende Sanierungsmaßnahmen eine Gesamtreduktion um bis zu ca. 42 GWh bzw. 49 % des Gesamtwärmeverbrauchs im Projektgebiet realisiert werden könnte. Erwartungsgemäß liegt der größte Anteil des Sanierungspotenzials bei Gebäuden, die bis 1978 erbaut wurden (siehe Abbildung 27).

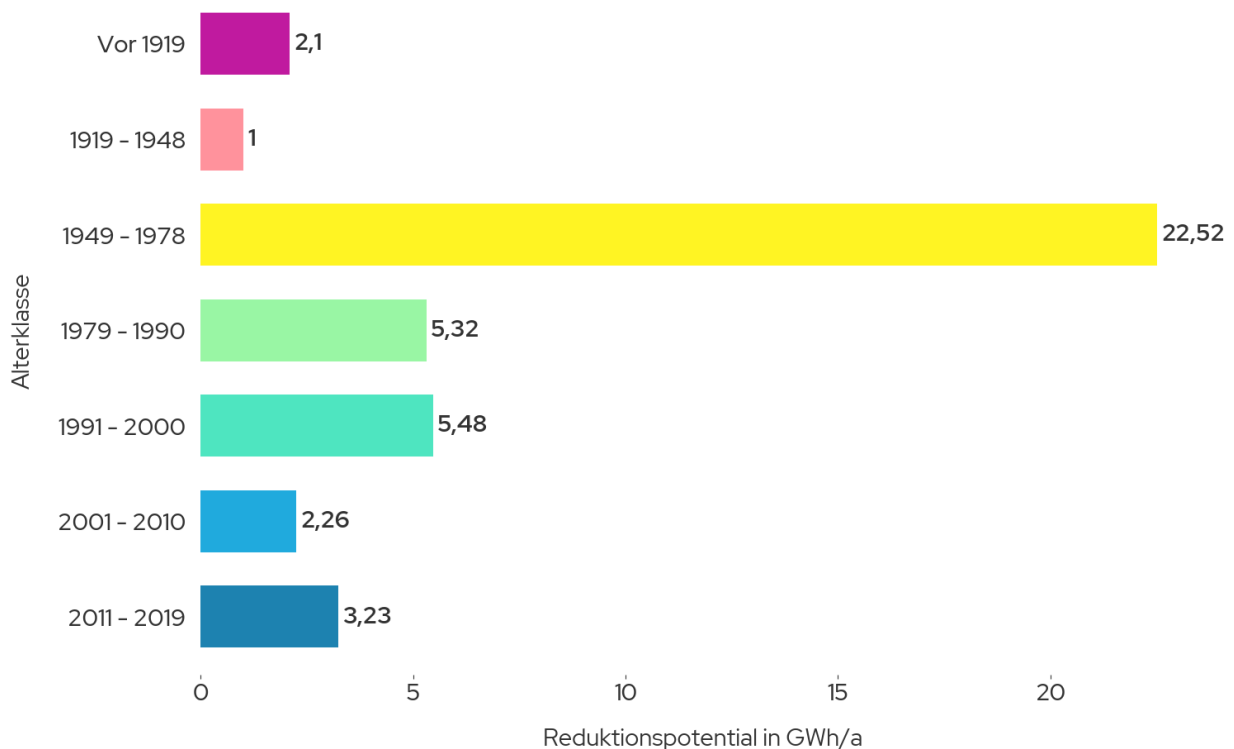
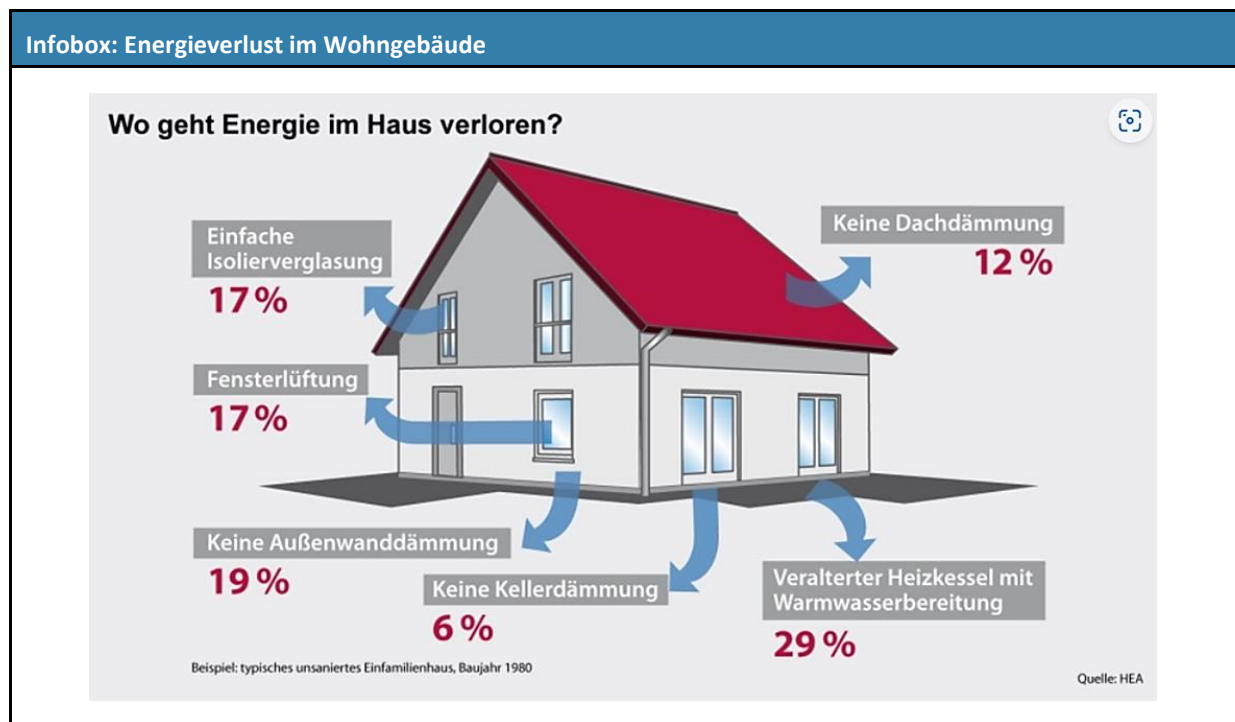


Abbildung 27: Reduktionspotenzial nach Baualtersklassen in Worswede (2,0 % Sanierungsquote)

Diese Gebäude sind sowohl in der Anzahl als auch in ihrem energetischen Zustand besonders relevant. Sie wurden vor den einschlägigen Wärmeschutzverordnungen erbaut und haben daher einen erhöhten Sanierungsbedarf. Besonders im Wohnbereich zeigt sich ein hohes Sanierungspotenzial. Hier können durch energetische Verbesserung der Gebäudehülle signifikante Energieeinsparungen erzielt werden. In Kombination mit einem Austausch der Heiztechnik bietet dies insbesondere für Gebäude mit Einzelversorgung einen großen Hebel. Die Maßnahmen zur energetischen Sanierung sind vielfältig:



1. Dämmung der Fassade: Reduktion von Wärmeverlusten des Gebäudes und Verhinderung des Aufheizens im Sommer. Es gibt unterschiedliche Arten der Dämmung wie z. B. Kern- und Einblasdämmung, Wärmeverbundsysteme oder hinterlüftete Vorhangfassaden.

2. Dämmung des Daches: Oftmals erfolgt eine Dämmung zwischen bzw. auf oder unter den bestehenden Sparren (Tragkonstruktion). Bei einer Nichtnutzung vom Dachgeschoss kann auch die obere Geschosdecke gedämmt werden.

3. Dämmung der Kellerdecke: In Abhängigkeit der baulichen Gegebenheiten kann die Dämmung oberhalb oder unterhalb der Kellerdecke erfolgen.

4. Erneuerung der Fenster und Sonnenschutz: Fenster mit Zweifach- oder besser mit Dreifachverglasung und optimierten Fensterrahmen haben einen niedrigeren Wärmedurchgangskoeffizienten und somit geringere Energieverluste. Ferner schützen sie besser vor Lärm. Hinsichtlich des Sonnenschutzes können Außenrollos und Markisen eingesetzt werden.

5. Einbau oder Erneuerung einer Lüftungsanlage: Lüftungsanlagen reduzieren die Feuchtigkeit und Geruchsbildung und ersetzen die Fensterlüftung bei der Energieverluste entstehen. Es gibt Systeme mit einer Wärmerückgewinnung aus der Abluft von bis zu 90 %.

6. Erneuerung der Heizungen: Neue Heizungsanlagen sind effizienter. Ferner benötigen Wärmepumpen und Biomassenkessel keine fossilen Energieträger wie z. B. Erdgas und Heizöl, und können somit klimaneutral betrieben werden.





7. Einbau einer Photovoltaik-Anlage: Photovoltaik-Anlagen nutzen die Sonnenenergie zur Erzeugung von Strom. Der Strom kann im eigenen Haushalt genutzt werden (z. B. für eine Wärmepumpe). Zusätzlich zur PV-Anlage kann optional ein Stromspeicher installiert werden, sodass der tagsüber erzeugte Strom auch nachts genutzt werden kann.

Sollte die Photovoltaik-Anlage mehr Strom produzieren als benötigt wird, können die Überschüsse jederzeit ins öffentliche Stromnetz eingespeist werden.

8. Einbau einer Solarthermie-Anlage: Eine Solarthermie-Anlage nutzt die Sonnenenergie zur Unterstützung der Gebäudeheizung und für die Warmwasserbereitung. Die Kollektoren werden auf dem Gebäudedach installiert und der Warmwasserspeicher der Heizungsanlage wird größer ausgelegt, sodass mehr Volumen für das durch die Sonne erwärmte Wasser vorhanden ist.

Einige wichtige energetische Sanierungsmaßnahmen für die Gebäudehülle sind in der Infobox: „Energetische Gebäudesanierung“ dargestellt. Diese können von der Dämmung der Außenwände bis hin zur Erneuerung der Fenster reichen und sollten im Kontext des Gesamtpotenzials der energetischen Sanierung betrachtet werden.

Infobox: Energetische Gebäudesanierung – Maßnahmen und Kosten

	Fenster	<ul style="list-style-type: none"> • 3-fach Verglasung • Zugluft / hohe Wärmeverluste durch Glas vermeiden
	Fassade	<ul style="list-style-type: none"> • Wärmedämmverbundsystem ~ 15 cm • Wärmebrücken (Rolladenkästen, Heizkörpernischen, Ecken) reduzieren
	Dach	<ul style="list-style-type: none"> • (teil-)beheiztes Dachgeschoss: Dach abdichten / Zwischensparrendämmung • Unbeheiztes Dachgeschoss: oberste Geschossdecke dämmen • Oft: verhältnismäßig gutes Dach in älteren Gebäuden
	Kellerdecke	<ul style="list-style-type: none"> • Bei unbeheiztem Keller

4.8. Zusammenfassung und Fazit

Die Analyse der Potenziale für die Verwendung erneuerbarer Energien im Projektgebiet Wörpswede zeigt vielversprechende Möglichkeiten für eine nachhaltige Wärmeversorgung auf.

Die Verteilung dieser Potenziale ist jedoch nicht gleichmäßig: In dicht bebauten Bereichen bieten sich insbesondere Solarthermie- und Photovoltaikanlagen auf Dachflächen sowie Erdwärmekollektoren in der direkten Umgebung von Gebäuden an. In den Randbereichen um Wörpswede gibt es zudem einzelne Freiflächen, die sich technisch gut für den Einsatz von Solarthermie oder Erdwärmesonden eignen. Außerhalb der Siedlungsbereiche sind zudem Erdwärmekollektorfelder oder größere Erdwärmesondenanlagen als mögliche Wärmequellen denkbar. Solarthermie auf Freiflächen weist ebenfalls ein großes Potenzial auf, erfordert jedoch eine detaillierte Planung hinsichtlich der Flächennutzung sowie geeigneter Speichermöglichkeiten.

Im Gemeindegebiet liegt das größte Einsparpotenzial in der energetischen Sanierung von Gebäuden. Vor allem Objekte, die vor 1978 errichtet wurden, bieten durch gezielte Sanierungsmaßnahmen erhebliche Effizienzsteigerungen. Wichtige erneuerbare Wärmequellen ergeben sich unter anderem durch die Kombination von Photovoltaik auf Dächern mit Wärmepumpen, den Einsatz von Solarthermie sowie die Nutzung von Erdwärme. Zudem bieten großformatige Luftwärmepumpen ebenfalls eine flexible Lösung für Wärmenetze, insbesondere auf Gewerbeflächen, die sich als Standorte besonders gut eignen.

Die umfassende Untersuchung zeigt, dass es technisch möglich ist, den gesamten Wärmebedarf des Gebiets durch lokal verfügbare erneuerbare Energien zu decken. Dieses Ziel setzt jedoch eine differenzierte Betrachtung voraus, da die Potenziale in Abhängigkeit von Standort und Jahreszeit unterschiedlich ausgeprägt sind. Bei der dezentralen Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien spielt die Verfügbarkeit geeigneter Flächen eine zentrale Rolle. Um eine effiziente Wärmeversorgung sicherzustellen, sind individuell angepasste Lösungen notwendig. Dabei sollten Dachflächenpotenziale sowie bereits versiegelte Flächen vorrangig betrachtet werden, bevor Freiflächen für die Energiegewinnung genutzt werden.

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden ausschließlich technisch erschließbare Potenziale identifiziert und räumlich bewertet. Dabei ist zu beachten, dass die tatsächliche Realisierbarkeit dieser Potenziale maßgeblich von wirtschaftlichen, rechtlichen und technischen Randbedingungen abhängt. So können z. B. hohe Investitionskosten, unsichere Amortisationszeiträume oder sich ändernde Förderbedingungen die Umsetzung von Maßnahmen wirtschaftlich einschränken. Rechtlich können Eigentumsverhältnisse, Denkmalschutzauflagen oder genehmigungsrechtliche Vorgaben (z. B. im Wasser- oder Bauordnungsrecht) relevante Einschränkungen darstellen. Auch technische Faktoren wie unzureichende Dachneigungen, Verschattung, fehlende Tragreserven, geringe Heizlastdichten oder unzureichende Netzkapazitäten können die nutzbare Energiemenge deutlich reduzieren.

Die vorliegende Potenzialanalyse versteht sich daher nicht als Umsetzungsprognose, sondern als erster planerischer Aufschlag. Für die vertiefte Bewertung der wirtschaftlichen Machbarkeit und technischen Umsetzung

sind in der Folge detaillierte Machbarkeitsstudien, Wirtschaftlichkeitsberechnungen sowie Abstimmungen mit Eigentümer und Eigentümerinnen sowie Fachbehörden erforderlich.

5. Eignungsgebiete für Wärmenetze

Wärmenetze sind eine Schlüsseltechnologie für die Wärmewende, jedoch sind diese nicht überall wirtschaftlich. Die Ermittlung von Eignungsgebieten für die Versorgung mit Wärmenetzen ist eine zentrale Aufgabe der KWP und dient als Grundlage für weiterführende Planungen und Investitionsentscheidungen (siehe Abbildung 28). In Worpswede liegt derzeit keine Fläche vor, die als geeignet für den Ausbau eines Wärmenetzes bewertet wurde.

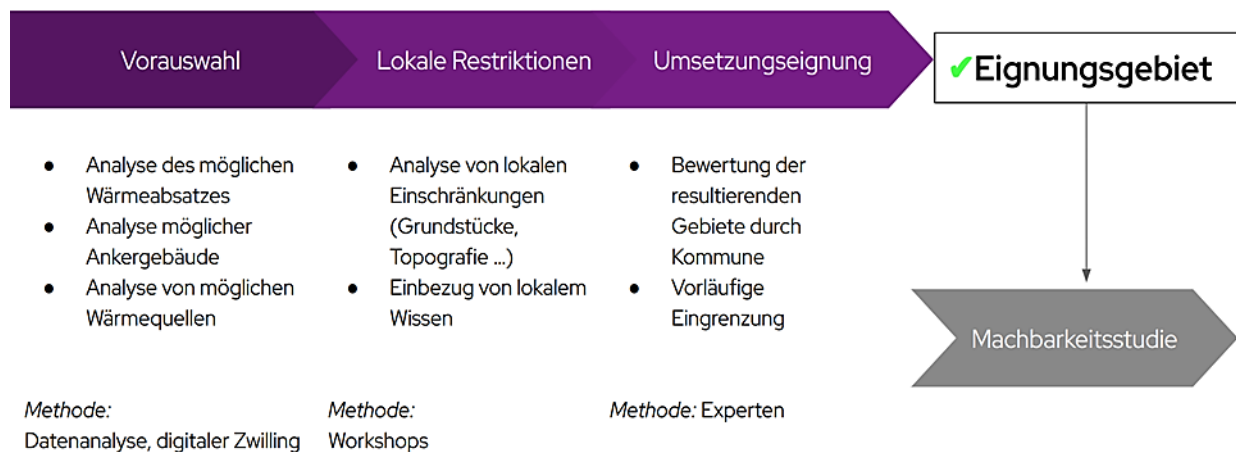


Abbildung 28: Vorgehen bei der Identifikation der Eignungsgebiete

Wärmenetze stellen grundsätzlich eine effiziente Technologie dar, um große Versorgungsgebiete mit erneuerbarer Wärme zu erschließen und den Verbrauch mit den Potenzialen, welche sich oft an den Stadt-/Gemeinderändern oder außerhalb befinden, zu verbinden. Die Implementierung solcher Netze erfordert allerdings erhebliche Anfangsinvestitionen sowie einen beträchtlichen Aufwand in der Planungs-, Erschließungs- und Bauphase. Aus diesem Grund ist die sorgfältige Auswahl potenzieller Gebiete für Wärmenetze von großer Bedeutung.

Ein wesentliches Kriterium für die Auswahl geeigneter Gebiete ist die Wirtschaftlichkeit, welche durch den Zugang zu kosteneffizienten Wärmeerzeugern und einen hohen Wärmeabsatz pro Meter Leitung charakterisiert wird. Diese Faktoren tragen dazu bei, dass das Netz nicht nur nachhaltig, sondern auch wirtschaftlich tragfähig ist. Darüber hinaus hängt die Realisierbarkeit maßgeblich von den Tiefbaukosten und -möglichkeiten, der Akzeptanz und dem Kundenpotenzial sowie vom Erschließungsrisiko der Wärmequelle ab. Schließlich ist die Versorgungssicherheit ein entscheidendes Kriterium. Diese wird sowohl organisatorisch durch die Wahl verlässlicher Betreiber und Lieferanten als auch technisch durch die Sicherstellung der Energieträgerverfügbarkeit, geringen Preisschwankungen einzelner Energieträger und das minimierte Ausfallrisiko der Versorgungseinheiten gewährleistet. Diese Kriterien sorgen dafür, dass die Wärmenetze nicht nur effizient und wirtschaftlich, sondern auch nachhaltig und zuverlässig betrieben werden können.

Bis es zum tatsächlichen Bau von Wärmenetzen kommt, müssen zahlreiche Planungsschritte durchlaufen werden. Die Wärmeplanung ist als erster Schritt zu sehen, in der geeignete Projektgebiete identifiziert werden. Eine detaillierte, technische Ausarbeitung des Wärmeversorgungssystems ist nicht Teil des Wärmeplans, sondern wird im Rahmen von Machbarkeitsstudien erarbeitet. In diesem Bericht wird zwischen zwei Kategorien von Versorgungsgebieten unterschieden:

Eignungsgebiete für Wärmenetze

- Gebiete, welche auf Basis der unter Kapitel 2.4 genannten Bewertungskriterien für Wärmenetze grundsätzlich geeignet sind.

Einzelversorgungsgebiete

- Gebiete, in welchen eine wirtschaftliche Erschließung durch Wärmenetze nicht gegeben ist. Die Wärmeerzeugung erfolgt individuell im Einzelgebäude.

5.1. Eignungsgebiete im Projektgebiet

Im Rahmen der Wärmeplanung lag der Fokus auf der Identifikation von Eignungsgebieten. Der Prozess der Identifikation der Eignungsgebiete erfolgte in drei Stufen:

1. Vorauswahl: Zunächst wurden die Eignungsgebiete automatisiert ermittelt, wobei ausreichender Wärmeabsatz pro Fläche bzw. Straßenzug und vorhandene Ankergebäude, wie kommunale Gebäude berücksichtigt wurden.

2. Lokale Restriktionen: In einem zweiten Schritt wurden die automatisiert erzeugten Eignungsgebiete im Rahmen von Expertenworkshops näher betrachtet. Dabei flossen sowohl örtliche Fachkenntnisse als auch die Ergebnisse der Potenzialanalyse ein. Es wurde analysiert, in welchen Gebieten neben einer hohen Wärmedichte auch die Nutzung der Potenziale zur Wärmeerzeugung günstig erschien.

3. Umsetzungseignung: Im letzten Schritt unterzog die Gemeindeverwaltung die verbleibenden Gebiete einer weiteren Analyse und grenzte sie ein. Sämtliche Gebiete, die nach den durchgeführten Analysen zum aktuellen Zeitpunkt als wenig geeignet für ein Wärmenetz eingestuft worden sind, sind als Einzelversorgungsgebiete ausgewiesen.

Zusammensetzung der Wärmeerzeugung: Mittels Kennzahlen und üblichen Auslegungsregeln wurde für die Eignungsgebiete ein Wärmeversorgungs-Szenario skizziert. Hierbei wird die Grundlast mit einer Technologie mit einer hohen Anzahl von Benutzungsstunden abgedeckt. Die Spitzenlast deckt die Energiemenge, die an den kältesten Tagen oder zu Stoßzeiten benötigt wird. Diese wird in der Praxis mit einer Technologie, die gut regelbar ist, realisiert (bspw. elektrischer Heizstab als Ergänzung bei Wärmepumpen in Fällen von sehr niedrigen Außentemperaturen). Es handelt sich hierbei um ein technisch sinnvolles Zielszenario, welches als Orientierung für die Definition der ermittelten Maßnahmen zu verstehen ist. Die vorgeschlagenen Wärmeversorgungstechnologien sind nicht verbindlich und wurden auf der aktuell verfügbaren Datengrundlage ermittelt.

Im Ortszentrum der Gemeinde Worpsswede wurde zunächst ein mögliches Eignungsgebiet zur leitungsgebundenen Wärmeversorgung identifiziert (siehe Abbildung 29). Bei näherer Betrachtung wurde dieses Gebiet jedoch als ungeeignet eingestuft. In dem potenziellen Eignungsgebiet befinden sich derzeit mehrere öffentlichen Einrichtungen wie Schule, Kindergarten und Feuerwehr, was grundsätzlich für eine zentrale Wärmeversorgung sprechen würde. Die aktuelle Wärmeliendichte liegt bei rund 2.000 kWh/m*a, könnte jedoch durch energetische Sanierungen deutlich reduziert werden, was die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes einschränkt. Zudem wird das Gebiet durch ein Waldstück getrennt, das einer Baumschutzsatzung unterliegt und die Trassenführung erheblich erschwert. Ein weiterer Aspekt ist, dass sich in dem Gebiet nur vereinzelt Gebäude mit erkennbarem Wärmebedarf befinden. Zusammenhängende Siedlungsstrukturen mit hohem Wärmebedarf fehlen komplett. Die aktuelle Wärmeliendichte und die vorhandenen öffentlichen Gebäude reichen nicht aus um das Gebiet als wirtschaftlich tragfähiges Wärmeversorgungsgebiet weiterzuverfolgen.



Abbildung 29: Mögliches Eignungsgebiet zur leitungsgebundenen Wärmeversorgung in Worpsswede

6. Zielszenario

Das Zielszenario zeigt die mögliche Wärmeversorgung im Zieljahr, basierend auf den Eignungsgebieten und nutzbaren Potenzialen. Dieses Kapitel beschreibt die Methodik sowie die Ergebnisse einer Simulation des ausgearbeiteten Zielszenarios (siehe Abbildung 30)Abbildung 30.

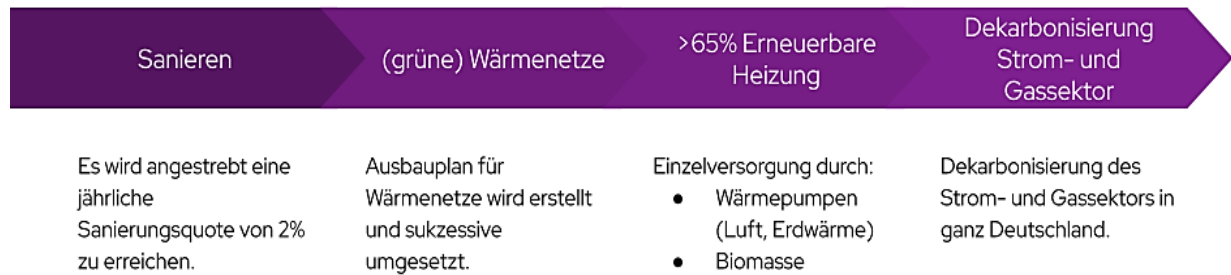


Abbildung 30: Komponenten des Zielszenarios für 2040

Die Formulierung des Zielszenarios ist zentraler Bestandteil des kommunalen Wärmeplans. Das Zielszenario dient als Blaupause für eine treibhausgasneutrale und effiziente Wärmeversorgung. Das Zielszenario beantwortet qualitativ folgende Kernfragen:

- Wo können künftig Wärmenetze liegen?
- Wie lässt sich die Wärmeversorgung dieser Netze treibhausgasneutral gestalten?
- Wie erfolgt die Wärmeversorgung für Gebäude, die nicht an ein Wärmenetz angeschlossen werden können?

Die Erstellung des Zielszenarios erfolgt in drei Schritten:

1. Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs mittels Modellierung
2. Identifikation geeigneter Gebiete für Wärmenetze
3. Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgung.

Das im folgenden vorgestellte Zielszenario legt die eingesetzten Technologien zur Wärmeerzeugung nicht verbindlich fest, sondern dient als strategische Planungsgrundlage für den weiteren Infrastrukturausbau. Die tatsächliche Umsetzung hängt von zahlreichen Einflussfaktoren ab – darunter die technische Machbarkeit einzelner Projekte, lokale politische Rahmenbedingungen, wirtschaftliche Entwicklungen (z. B. Energiepreisniveau), die Sanierungs- und Umrüstungsbereitschaft der Gebäudeeigentümer sowie der Erfolg bei der Kundengewinnung für Wärmenetze.

6.1. Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs

Eine Reduktion des Wärmebedarfs ist eine zentrale Komponente zum Gelingen der Wärmewende. Im Rahmen der Ermittlung wurden zwei Zielszenarien innerhalb der Projektgruppe unter Berücksichtigung verschiedener Studienergebnisse erarbeitet:

- 1,9 % Sanierungsrate - ambitioniertes Zielszenario (dena, 2016)
- 0,8 % Sanierungsrate – konservatives Zielszenario (BuVEG)

Die Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs erfolgt unter Nutzung von repräsentativen Typgebäuden. Diese basieren auf den Gebäudetypologien nach TABULA (IWU, 2012). Für Nichtwohngebäude wird eine Reduktion des Wärmebedarfs anhand von Reduktionsfaktoren berechnet. Es werden folgende Einsparungen des Wärmebedarfs bis 2050 angenommen und entsprechend auf 2040 angepasst:

- Gewerbe, Handel & Dienstleistungen: 37 %
- Industrie: 29 %
- Kommunale Liegenschaften: 33 %

Die Simulation der Sanierung erfolgt jahresscharf und gebäudespezifisch. Jedes Jahr werden dabei die 1,9 % der Gebäude mit dem schlechtesten Sanierungszustand saniert. Die Abbildung 31 zeigt den Effekt der Sanierung auf den zukünftigen Wärmebedarf.

Für das Zwischenjahr 2030 ergibt die Simulation einen Wärmebedarf von ca. 70 GWh/a, also eine Minderung von 17,4 %. Für 2035 ergibt sich eine Senkung auf ca. 63 GWh/a, also 24,8 % Einsparung und für 2040 ca. 59 GWh/a, also 30,4 % Einsparung gegenüber dem Basisjahr. Durch fortlaufende Sanierungen ließe sich also zum Zieljahr 2040 fast ein Drittel des Wärmebedarfs einsparen. Fokus bei der Umsetzung der Sanierungen sollte der Simulation entsprechend bei denjenigen Gebäuden liegen, die aktuell einen niedrigen Standard hinsichtlich Gebäudedämmung aufweisen.

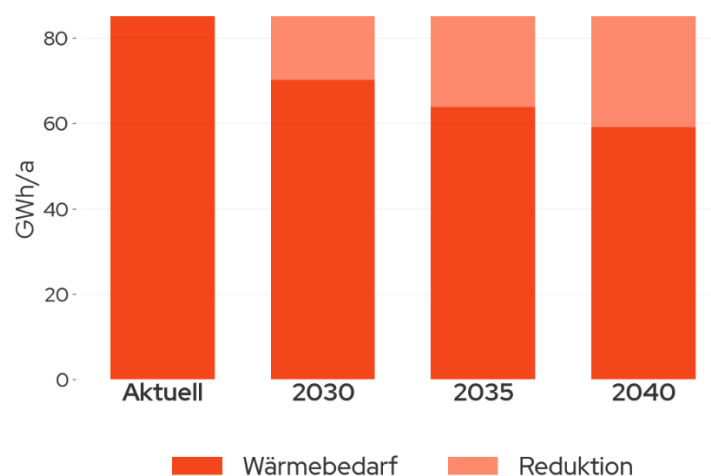


Abbildung 31: Simulierter Wärmebedarf von Worpswede in Ziel- und Zwischenjahren (1,9% Sanierungsquote)

6.2. Wärmegestehungskosten

Die unterschiedlichen technischen Optionen der Wärmeversorgung haben unterschiedliche Eigenschaften wie z. B. erzielbares Temperaturniveau oder auch Leistungskenngrößen. Somit ist ein reiner Vergleich anhand Wärmegestehungskosten mitunter unzureichend und es bedarf eines individuellen Vergleichs der jeweils vorliegenden Gesamtsituation. Dieser sollte unter anderem Wärmebedarf, Leistungsbezug sowie das benötigte Temperaturniveau berücksichtigen.

In Tabelle 3 sind einige Rechenergebnisse für klassische Versorgungsfälle dargestellt. Um relative Vergleichbarkeit bei den dezentralen Versorgungsoptionen zu erhalten wurde ein Verbraucher angenommen, der jährlich 18 MWh an Wärme bezieht mit einer Anlagengröße von 10 kW und einer Förderquote (Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)) von 35 %.

Die zentralen Wärmenetzlösungen bedienen dasselbe Wärmenetz mit einem Wärmebedarf von 8 GWh und einer Netzlänge von 2000 Metern und sind jeweils mit einem Redundanzheizkessel auf Biomethanbasis versehen, der 20 % der Jahreslast übernimmt. Ebenfalls ist zur Entkoppelung des Strom- und Wärmesektors ein Mehrtagespeicher bei den Wärmepumpenszenarien einbezogen. Gleiches gilt für das Biomasseheizwerk, um eine Teillastfahrweise zu vermeiden. Es ist darauf hinzuweisen, dass insbesondere die zukünftigen Kosten des Energieträgers Biomethan als äußerst ungewiss gelten, da die Nachfragestruktur, die der Preisprognose zugrunde liegt, enorm steigen könnte.

Tabelle 3: Wärmegestehungskostenvergleich verschiedener Versorgungsstrukturen mit und ohne Wärmenetz im Jahr 2030

Zentral/Dezentral	Wärmeerzeuger	Wärmegestehungskosten [ct/kWh]
Dezentral	LW-Wärmepumpe	21 - 25
Dezentral	SW-Wärmepumpe	18 - 22 exklusive Bohrung
Dezentral	Biomasseheizung	18 - 23
Zentral	LW-Wärmepumpe	24 - 28
Zentral	Flusswasser-Wärmepumpe	20 - 24
Zentral	Biomasseheizwerk	23 - 28
Zentral	Biomethan	24 - 30

6.3. Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgung

Nach der Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs erfolgt die Ermittlung der zukünftigen Versorgungsinfrastruktur. Es wird jedem Gebäude eine Wärmeerzeugungstechnologie zugewiesen.

Für jedes Flurstück wurde im Rahmen der Simulation geprüft, ob der Einsatz einer Luft- oder Erdwärmepumpe technisch möglich ist. Ist dies der Fall, wird im Szenario von der Nutzung einer Wärmepumpe ausgegangen. Falls diese Option nicht realisierbar ist, wird alternativ ein Biomassekessel angenommen – auch für größere gewerbliche Gebäude. Der potenzielle Einsatz von Wasserstoff wurde aufgrund der derzeit schwer prognostizierbaren Verfügbarkeit bewusst nicht berücksichtigt.

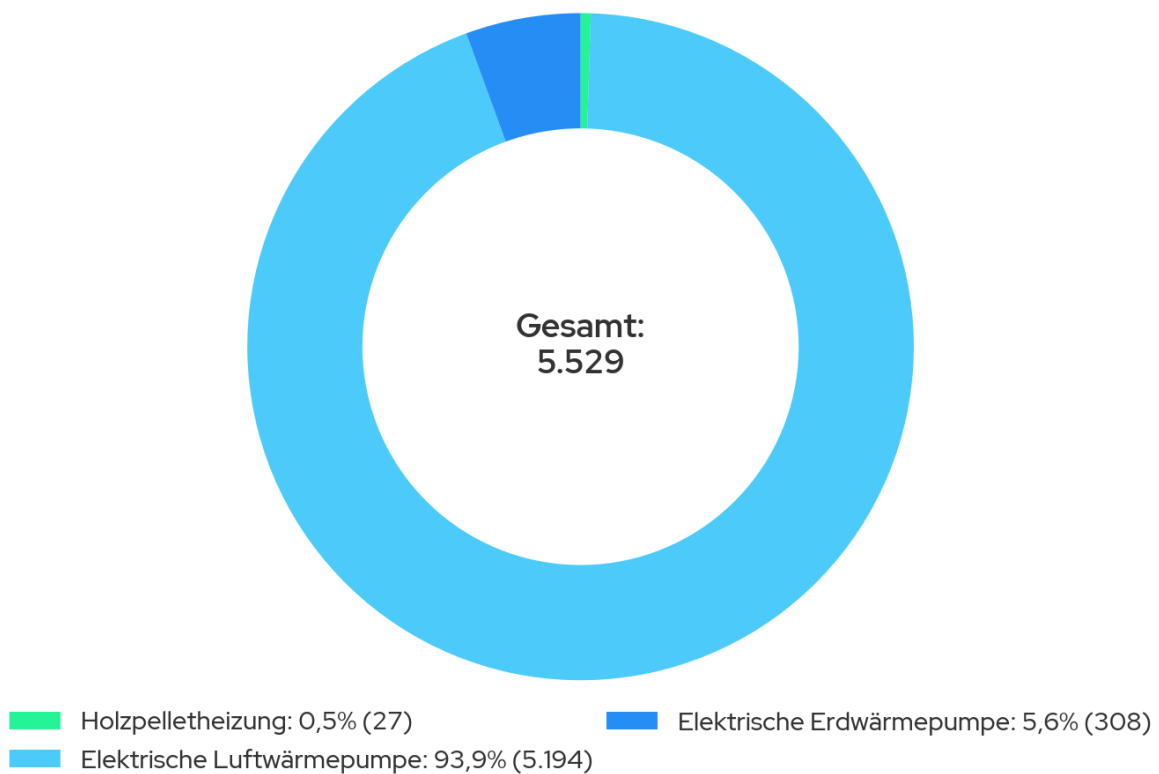


Abbildung 32: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2040²

Eine Analyse der eingesetzten Wärmeerzeugungstechnologien macht deutlich, dass 93,9 % (ca. 5.194 Gebäude) der Haushalte zukünftig mit Luftwärmepumpen beheizt werden könnten (siehe Abbildung 32). Erdwärmepumpen werden in diesem Szenario in 5,6 %, also in ca. 308 Gebäuden verbaut.

Um diesen Ausbaugrad an Wärmepumpen zu erreichen, müssten jährlich (ab 2025) ca. 346 Luft- und ca. 21 Erdwärmepumpen installiert werden. Einzelheizungen mit Biomasse könnten nach diesen Berechnungen zukünftig in 0,5 % bzw. ca. 27 Gebäuden zum Einsatz kommen.

² Holzpellettheizung (Biomasse)

Die Darstellungen von Wärme- und Endenergiebedarf auf Abbildung 33 und Abbildung 34 verdeutlichen, dass eine Transformation der Wärmeversorgung von Gas als dominierendem Energieträger hin zu Strom, Biomasse und Wärmenetzen vollzogen wird. Der Einsatz von Wärmepumpen mit einer Jahresarbeitszahl von 3 (JAZ = Heizwärme in kWh/a dividiert durch Strom in kWh/a) sorgt dafür, dass der Endenergiebedarf deutlich niedriger ausfällt als der eigentliche Wärmebedarf, da die "gepumpte" Umweltwärme bei der Endenergieberechnung keine Berücksichtigung findet.

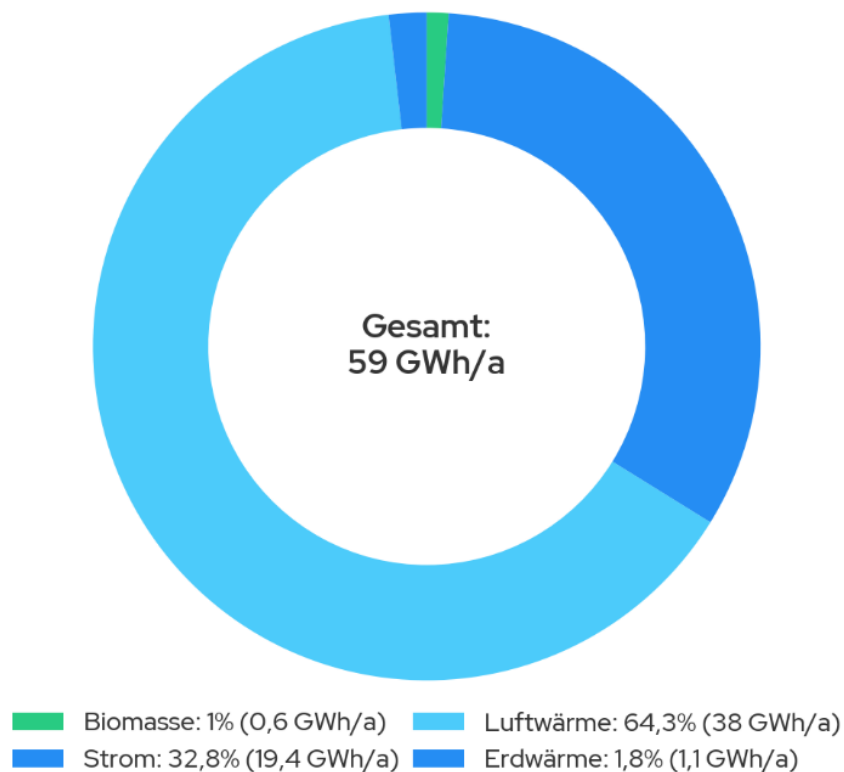


Abbildung 33: Wärmebedarf nach Energieträger im Jahr 2040



 Biomasse: 3,6% (0,7 GWh/a)  Strom: 96,4% (19,4 GWh/a)

Abbildung 34: Endenergiebedarf nach Energieträger im Jahr 2040

Abbildung 35 stellt das modellierte zukünftige Versorgungsszenario im Projektgebiet dar. Darin sind die Einzelversorgungsgebiete dargestellt, welche durch Strom und Biomasse betriebene dezentrale Heizsysteme versorgt werden.

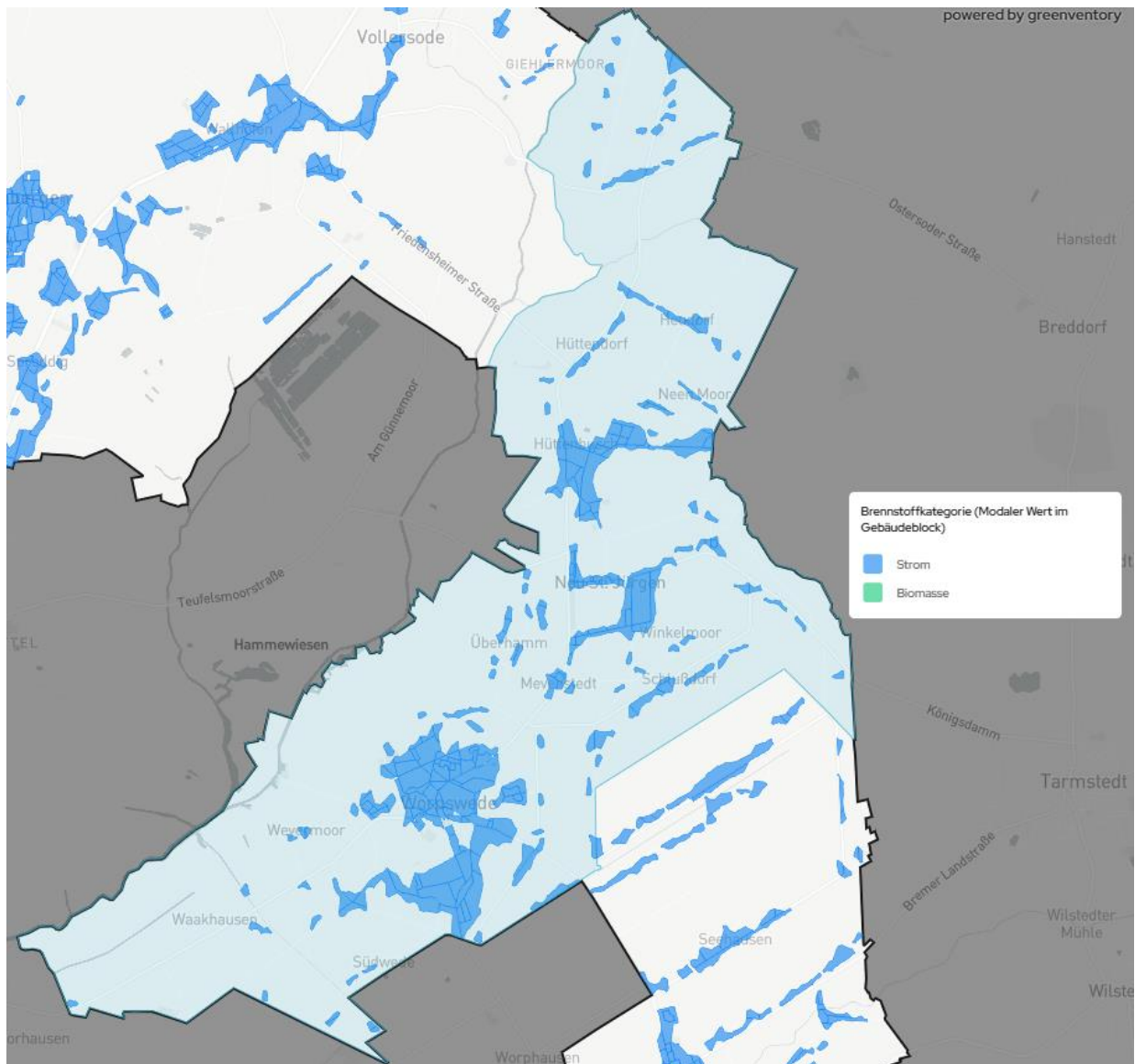


Abbildung 35: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040

6.4. Entwicklung der eingesetzten Energieträger

Basierend auf den zugewiesenen Wärmeerzeugungstechnologien aller Gebäude im Projektgebiet wird der Energieträgermix für das Zieljahr 2040 berechnet.

Der Energieträgermix zur Deckung des zukünftigen Endenergiebedarfs gibt Auskunft darüber, welche Energieträger in Zukunft in der Einzelversorgung zum Einsatz kommen.

Zunächst wird jedem Gebäude ein Energieträger zugewiesen. Anschließend wird dessen Endenergiebedarf basierend auf dem Wirkungsgrad der Wärmeerzeugungstechnologie sowie des Wärmebedarfs berechnet. Dafür wird der jeweilige Wärmebedarf im Zieljahr durch den thermischen Wirkungsgrad der Wärmeerzeugungstechnologie dividiert. Der Endenergiebedarf nach Energieträgern für die Zwischenjahre 2030 und 2035 sowie das Zieljahr 2040 ist auf Abbildung 36 dargestellt.

Die Zusammensetzung der verschiedenen Energieträger am Endenergiebedarf erfährt einen Übergang von fossilen hin zu nachhaltigen Energieträgern. Zudem sinkt der gesamte Endenergiebedarf durch die Annahme fortschreitender Sanierungen und hoher Wirkungsgrade der strombasierten Heiztechnologien.

Wie Abbildung 36 zeigt, wird sich Strom in den betrachteten Zieljahren zunehmend als dominierender Energieträger in der Wärmeversorgung etablieren. Diese Entwicklung unterstreicht die wachsende Bedeutung elektrischer Heiztechnologien wie Wärmepumpen, die in Kombination mit einer zunehmend dekarbonisierten Stromerzeugung einen zentralen Beitrag zur klimafreundlichen Wärmebereitstellung leisten können.

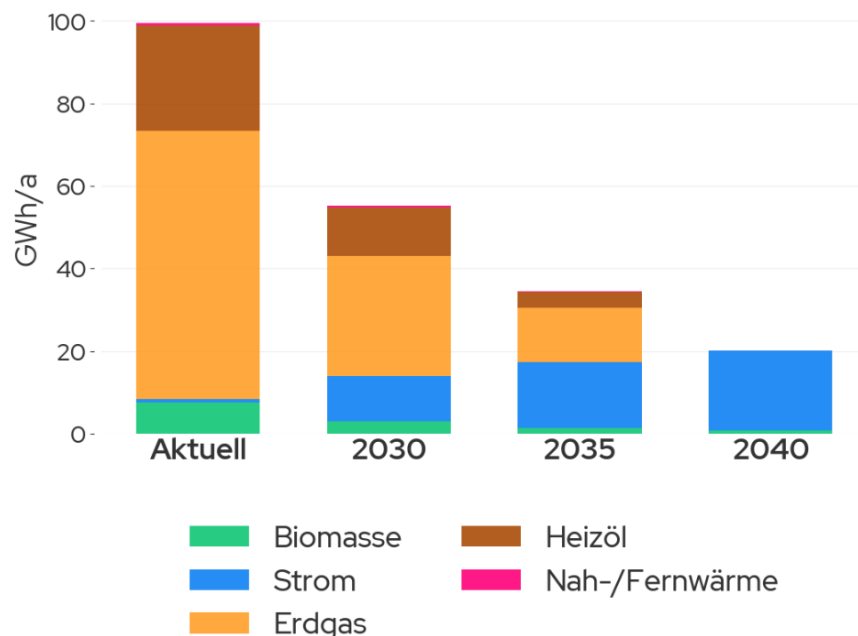


Abbildung 36: Prognostizierte Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger im zeitlichen Verlauf

6.5. Bestimmung der Treibhausgasemissionen

Die dargestellten Veränderungen in der Zusammensetzung der Energieträger bei der Einzelversorgung und in Wärmenetzen führen zu einer kontinuierlichen Reduktion der Treibhausgasemissionen (siehe Abbildung 37). Es zeigt sich, dass im angenommenen Szenario im Zieljahr 2040 eine Reduktion um ca. 97,8 % verglichen mit dem Basisjahr erzielt werden kann. Dies bedeutet, dass ein CO₂-Restbudget im Wärmesektor von ca. 497 t CO₂e im Jahr 2040 anfällt. Dieses muss kompensiert oder durch weitere technische Maßnahmen im Rahmen des kommunalen Klimaschutzes bilanziell reduziert werden, um die Treibhausgasneutralität im Zieljahr zu erreichen.

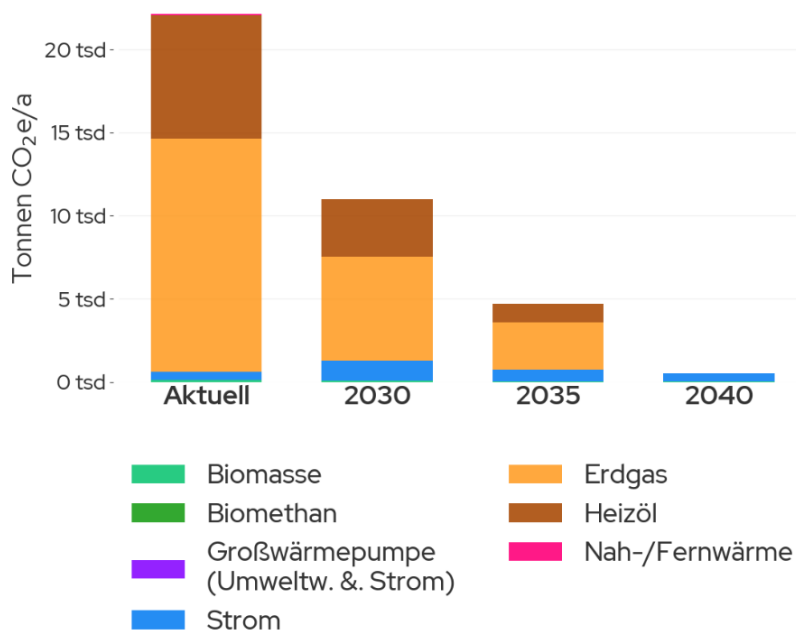


Abbildung 37: Prognostizierte Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf

Einen wesentlichen Einfluss auf die zukünftigen THG-Emissionen haben neben der eingesetzten Technologie auch die zukünftigen Emissionsfaktoren. Für die vorliegende Berechnung wurden die in der Tabelle 1 aufgeführten Faktoren angenommen. Gerade im Stromsektor wird von einer erheblichen Reduktion der CO₂-Intensität ausgegangen, was sich positiv auf die CO₂-Emissionen von Wärmepumpenheizungen auswirkt. Das Restbudget ist den Emissionsfaktoren der erneuerbaren Energieträger zuzuschreiben, die auf die Emissionen entlang der Wertschöpfungskette (z. B. Fertigung und Installation) zurückzuführen sind.

Eine Übersicht von verschiedenen Emissionsfaktoren in tCO₂/MWh für die Jahre 2021, 2030 und 2040 ist auf Abbildung 38 dargestellt. Es fällt auf, dass sich die Emissionsfaktoren für die meisten Energieträger nicht bzw. nur geringfügig ändern werden. Beim Strom jedoch werden die Emissionsfaktoren durch den Ausbau der erneuerbaren Energien zukünftig massiv sinken.

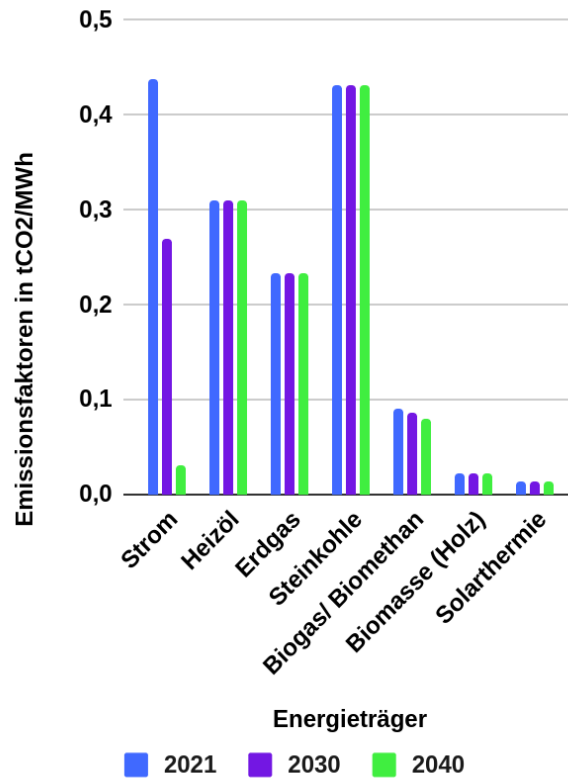


Abbildung 38: Emissionsfaktoren in tCO₂/MWh (Quelle: KEA-BW 2024)

Wie Abbildung 39 zeigt, wird im Jahr 2040 Strom den Großteil der verbleibenden Emissionen ausmachen. Um eine vollständige Treibhausgasneutralität erreichen zu können, sollte im Rahmen der Fortschreibung der Wärmeplanung der Kompensation dieses Restbudgets Rechnung getragen werden.

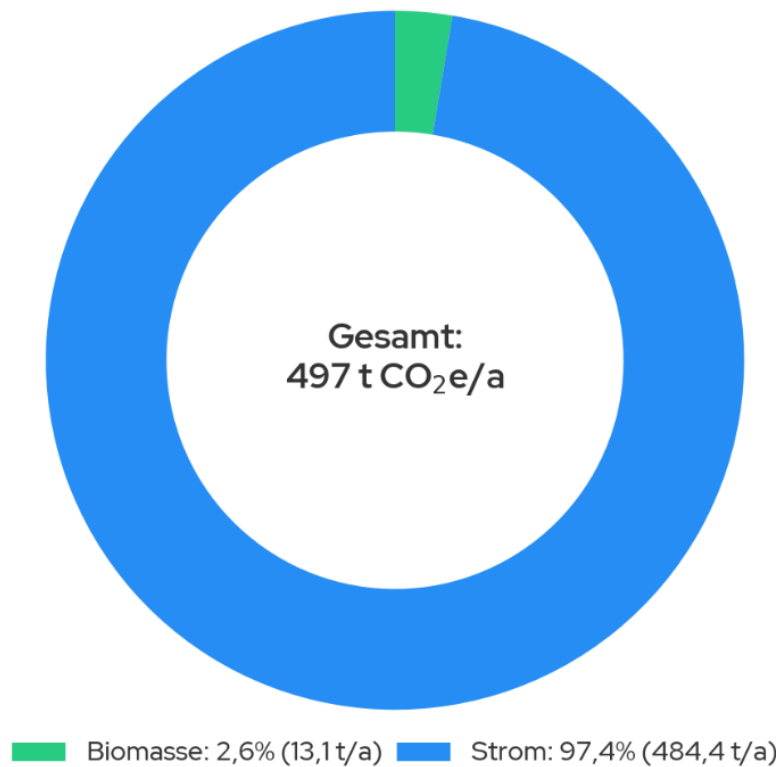


Abbildung 39: Treibhausgas-Emissionen nach Energieträger im Jahr 2040

6.6. Zusammenfassung des Zielszenarios

Durch die Simulation des Zielszenarios zeigt sich, wie sich der Wärmebedarf bis ins Zieljahr 2040 bei einer Sanierungsquote von 1,9 % entwickelt. Der bundesweite Durchschnitt der Sanierungsquote liegt aktuell jedoch bei lediglich 0,83 %. Dies unterstreicht die Dringlichkeit großflächiger Sanierungen, um die Wärmewende erfolgreich zu gestalten.

Im betrachteten Szenario werden alle Gebäude dezentral über Wärmepumpen oder Biomasse beheizt. Um die Dekarbonisierung des Wärmesektors im Projektgebiet zu erreichen, müssen konsequent erneuerbare Energiequellen auf dem Projektgebiet erschlossen werden. Auch wenn dies, wie im Zielszenario angenommen, erreicht wird, bleiben im Jahr 2040 Restemissionen von 497 t CO₂/Jahr bestehen. Im Rahmen der Fortschreibungen des Wärmeplans müssen hierzu weitere Maßnahmen und Strategien entwickelt werden, um eine vollständige Treibhausgasneutralität des Wärmesektors erreichen zu können.

7. Maßnahmen und Wärmewendestrategie

In den vorhergehenden Kapiteln dieses Berichts wurden die wichtigsten Elemente einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung identifiziert, Eignungsgebiete bestimmt und simulativ quantifiziert. Auf dem Weg zur Umsetzung der Wärmewende wurden diese im Rahmen der Beteiligung konkretisiert und in Maßnahmen überführt. Die Vorgehensweise ist auf Abbildung 40 dargestellt.

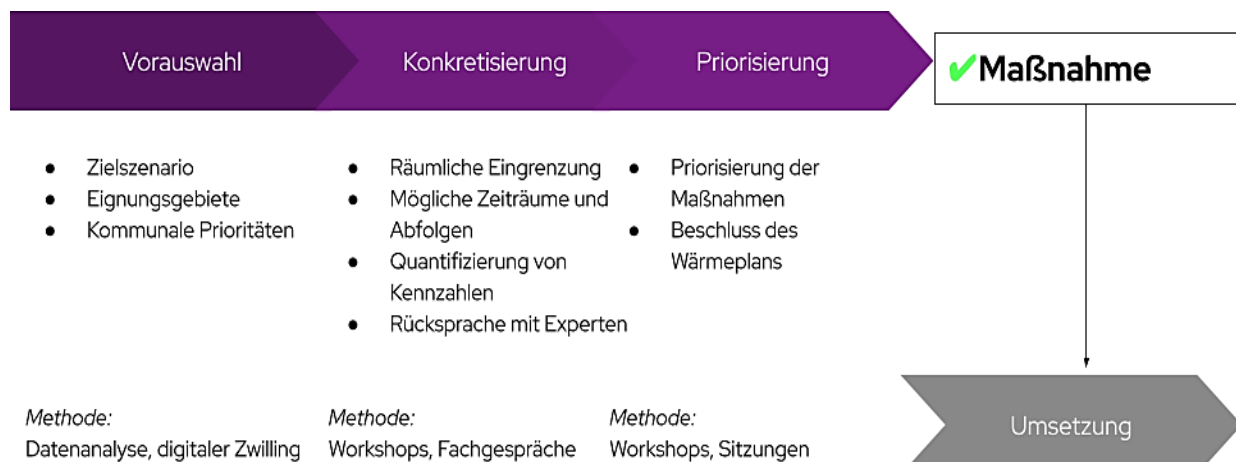


Abbildung 40: Entwicklung von Maßnahmen zur Erreichung des Zielszenarios

Die Maßnahmen bilden den Kern des Wärmeplans und bieten den Einstieg in die Transformation zum angestrebten Zielszenario. Gemäß § 20 Abs. 5 NKlimaG sind mindestens fünf Maßnahmen im Wärmeplan zu nennen, mit deren Umsetzung innerhalb der auf die Veröffentlichung folgenden fünf Jahre begonnen werden soll. Diese können sowohl „harte“ Maßnahmen mit messbarer CO₂-Einsparung als auch "weiche" Maßnahmen, etwa in der Öffentlichkeitsarbeit, sein. Für die Auswahl der quantitativen Maßnahmen dienten die Erkenntnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse als Grundlage. In Kombination mit dem Fachwissen beteiligter Akteure, EWE NETZ GmbH, greenventory GmbH sowie der lokalen Expertise der Gemeindeverwaltung, wurden nachfolgende Maßnahmen formuliert. Zu jeder Maßnahme wird eine geografische Verortung vorgenommen sowie die wichtigsten Kennzahlen ausgewiesen. Als Berechnungsgrundlage zum CO₂-Einsparungspotenzial jeder Maßnahme dienten die Parameter des KWW- bzw. KEA-BW Technikcatalogs (KEA-BW., 2024).

7.1. Übersicht der erarbeiteten Maßnahmen

Die nachfolgend beschriebenen Maßnahmen wurden in Fachgesprächen mit den Mitgliedern der Projektgruppe und weiteren Beteiligten aus der Gemeindeverwaltung diskutiert und ausgearbeitet. Die darin enthaltenen Handlungsschritte und Zeitpläne sind als Leitplanken zu verstehen und sollen einen möglichst konkreten Erarbeitungsrahmen darstellen, von dem ggf. im Zuge der Maßnahmenbearbeitung abgewichen werden kann. Die Ergebnisse der kommunale Wärmeplanungen stellen die Grundlage für strategische Planungsentscheidungen dar. Der Wärmeplanungsprozess bis zur treibhausgasneutrale Wärmeversorgung im Jahr 2040 ist regelmäßig alle fünf Jahre zu aktualisieren. Für alle nachfolgend genannten Maßnahmen zur Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung sind in der kurz, mittel und langfristigen Haushaltsplanung die Höhe der erforderlichen Finanzmittel zu prüfen und im Haushaltsprozess einzuplanen. Da in der Gemeinde Worpswede keine geeigneten Wärmenetzgebiete vorliegen, werden dazu keine Maßnahmensteckbriefe aufgeführt.

Die künftigen Kosten der folgenden Maßnahmen sollten in den kommenden Haushaltsplanungen berücksichtigt werden, um eine Umsetzung diese Maßnahmen zu gewährleisten.

7.1.1. Maßnahmensteckbriefe des Handlungsfeldes - Gebäude

G1: Interkommunale Infoveranstaltungen zum Thema Wärmewende unter Einbezug verschiedener Akteure wie der lokalen Netzbetreiber

Handlungsfeld: Gebäude

THG-Einsparpotenzial	Kosten	Priorität
● ● ● ● ●	€€€€	● ● ●

Hintergrund	Ausgangslage
<p>Im Ergebnis der kommunalen Wärmeplanung für Worpsswede wurde ermittelt, dass der Gebäudebestand zu einem Großteil aus Baualterklassen bis 1978 besteht und in Kombination mit den auf gemessenen Energieverbräuchen basierenden Energieeffizienzklassen, ergibt sich in Worpsswede aber auch für den gesamten Landkreis ein Energieeinsparpotential durch energetische Gebäudesanierung.</p>	

Beschreibung

Zielstellung: Der Weg in einen treibhausgasneutralen Gebäudebestand führt über viele Einzelmaßnahmen. Für Gebäudeeigentümer bzw. Eigenheimbesitzer sollen die Möglichkeiten für eine energetische Sanierung aufgezeigt und die daraus resultierende monetäre Nutzung durch reduzierte laufende Kosten verdeutlicht werden. Zu diesem Zweck soll eine interkommunale Informationsveranstaltung für den Landkreis geplant und durchgeführt werden und der Austausch verschiedener Interessensgruppen forciert werden. Neben dem Landkreis-/ Gemeindevertretern und Bürger*innen können in diesem Format auch Daseinsvorsorge, Banken, Anlagenbauer, Energieberatung sowie Verbraucherzentrale teilnehmen und über vielfältige Möglichkeiten informieren

Initiierung	Mögliche Akteure	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none"> • Amt für Kreisentwicklung • Klimaschutzmanagement • Gemeindevertreter • Ggf. Projektgruppe kommunale Wärmeplanung 	<ul style="list-style-type: none"> • Landkreis und Gemeindevertreter • Energieversorger (OSW und EWE) • Finanzinstitute • Heiztechnikhersteller • OOWV • Verbraucherzentrale 	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenheimbesitzer • Wohnungsbaugesellschaften

Handlungsschritte und Zeitplan

- Konzeptentwicklung:
 - Aufstellung eines Organisationsteams und Vereinbarung von Planungsterminen
 - Grobkonzepterstellung in der die bedarfsgerechten Inhalte festgelegt und die Zielgruppe definiert werden. Des Weiteren werden Inhalte von möglichen Akteuren abgestimmt und eingeplant.
 - Ansprache der möglichen Akteure
- Ggf. Wiederholung bei gesteigertem Interesse, welches über eine Feedbackschleife eingeholt wird

Feinziele erstes Jahr

- Finalisierung und Genehmigung des Feinkonzeptes zur Informationsveranstaltung

Finanzierung

- Haushaltsplanung

G2: Runder Tisch „Biomasse zur Wärmeversorgung“ mit Biogasanlagenbetreiber (BGA) mit vorhandenem Wärmenetz

Handlungsfeld: Gebäude

THG-Einsparpotenzial	Kosten	Priorität
● ● ● ● ●	€€€€	● ● ● ●

Hintergrund	Ausgangslage
<p>Aktuell stehen Biogasanlagenbetreiber vor der Herausforderung, dass die gesetzlichen Rahmenbedingungen und der damit verbundenen Förderrahmen für die Stromeinspeisung aus Biogas-BHKW sich stark verändert und damit auch die bisherige Planungssicherung für einen wirtschaftlichen Anlagenbetrieb. Dieser Umstand führt bei den befragten Wärmenetzbetreibern zu Verunsicherung. Die effiziente Erzeugung von Strom und Wärme in Kraftwärmekopplungsanlagen und Verwendung der Wärme in nahegelegenen Wärmesenken stellt im ländlichen Raum ein sinnvolles Wärmepotential dar.</p>	

Beschreibung

Zielstellung: Die neuen gesetzlichen Regelungen sind vielfältig und sehen für Bestandsanlagen die Teilnahme an Biomasseausschreibungen vor. Die erfolgreiche Teilnahme führt zu einer 12 jährigen Vergütungsperiode und würden damit Planungssicherheit geben. Diese Planungssicherheit ist für die bestehenden Wärmeversorgungsnetze und deren mögliche Erweiterung entscheidend. Im Zuge der kommunalen Wärmeplanung wurden von den BGA-Betreibern verschiedene Informationen eingeholt aus denen hervorgeht, dass neben den eigenen Liegenschaften auch nahegelegene Wohngebiete bereits heute mit klimaneutraler Fernwärme versorgt werden. Ziel des Runden Tisches ist es, unter den neuen gesetzlichen Förderbedingungen tragfähige Perspektiven für einen Weiterbetrieb zu entwickeln.

Initiierung	Mögliche Akteure	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none"> • Amt für Kreisentwicklung • Klimaschutzmanagement • Gemeindevertreter • Ggf. Projektgruppe KWP 	<ul style="list-style-type: none"> • Externe Referenten mit Expertise zum Biomassepaket • Netzbetreiber 	<ul style="list-style-type: none"> • Biogasanlagenbetreiber

Handlungsschritte und Zeitplan

- Identifikation aller Biogasanlagenbetreiber mit nachgelagerten Wärmenetzen oder räumlich zusammenhängende Wärmesenken und vorhandene BGA ohne Wärmenetz
- Kontaktaufnahme und Abfrage gemeinsamer Interessen/Fragestellungen mit Fokus auf Herausforderungen für BGA Betreiber um die Ausgestaltung des runden Tisches vorbereiten zu können
- Anfrage von externen Referenten z.B. mit Expertise zum Biomassepaket oder Möglichkeiten von Vermarktung flexibler Biomasseanlagen
- Initiierung und Durchführung der initialen Veranstaltung
- Bestimmung für Inhalte und Ziele von regelmäßigen Treffen

Feinziele erstes Jahr

- Abschluss der Vorbereitungen für den runden Tisch

Finanzierung

- Haushaltsplanung

G3: Erfassung und Optimierung der Effizienz kommunaler Liegenschaften

Handlungsfeld: Gebäude

THG-Einsparpotenzial	Kosten	Priorität
● ● ● ●	€€€€	● ● ●

Hintergrund	Ausgangslage
<p>Die Effizienz kommunaler Liegenschaften spielt eine zentrale Rolle, um den wärmebedingten Brennstoffverbrauch und damit verbunden die Treibhausgasemissionen zu reduzieren.</p> <p>Der Aufbau eines Energiemanagements gewährleistet einen ganzheitlichen Blick und trägt dazu bei, bestehende Defizite bei der Datenerfassung, Planung und Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen zu beheben. Diese Maßnahme trägt dazu bei, dass die Kommune ihrer Vorbildfunktion im Kontext der lokalen Energie- und Wärmewende weiter gerecht wird.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Status Quo - Gebäudeeffizienz: <ul style="list-style-type: none"> ○ Es liegen keine umfassenden Effizienzbewertungen der kommunalen Liegenschaften vor. ○ Es fehlt ein Sanierungsfahrplan, der Status Quo und Sanierungspotenziale detailliert darstellt. ○ Fördermöglichkeiten für energetische Maßnahmen werden punktuell geprüft, aber nicht systematisch verfolgt. • Status Quo - Energiemanagement: <ul style="list-style-type: none"> ○ Im Landkreis Osterholz ist eine Stelle für das Energiemanagement bereits vorhanden. ○ Technische Anlagen (Messstellen, Zähler) sind integriert und werden monatlich abgelesen sowie stetig ausgebaut.

Beschreibung

Die Maßnahme gliedert sich in zwei wesentliche Komponenten.

Evaluierung und Optimierung der kommunalen Liegenschaften:

- **Erfassung der Effizienzklasse:** Erstellung eines systematischen Inventars aller Liegenschaften unter Erfassung der aktuellen energetischen Bewertung (z. B. mittels Energieausweisen) und Kategorisierung in Effizienzklassen.
- **Erarbeitung eines Sanierungsfahrplans:** Auswertung der gesammelten Daten, um für jedes Objekt einen individuell zugeschnittenen Sanierungsfahrplan zu entwickeln. Dieser Fahrplan soll Prioritäten setzen, potenzielle Einsparungen darstellen und Maßnahmen bis hin zur kompletten energetischen Sanierung skizzieren.
- **Prüfung von Fördermöglichkeiten:** Systematische Identifikation und Evaluierung bestehender Förderprogramme (regional, bundesweit, EU) sowie die Bündelung von Informationen zur späteren Antragstellung.

Professionalisierung des kommunalen Energiemanagements:

- **Schulung des Personals:** Aufbau eines Schulungsprogramms für Mitarbeiter, um vertiefte Kenntnisse im Energiemanagement, Fördermittelakquise und modernster Gebäudetechnik zu vermitteln.
- **Langfristige bauliche und technische Optimierungen:** Planung und Umsetzung von Modernisierungsmaßnahmen, um den Primärenergiebedarf nachhaltig zu senken. Parallel soll auch der Ausbau erneuerbarer Energien auf den eigenen Liegenschaften geprüft und ggf. realisiert werden.

Initiierung	Mögliche Mitwirkende	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none"> • Prozessverantwortender: Die Initiative wird von der Kommune in Abstimmung mit dem koordinativ unterstützenden Landkreis angestoßen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunale Verwaltung: <ul style="list-style-type: none"> ○ Klimaschutzmanagement und die Abteilungsleitung Hochbau: Gesamtkoordination ○ Hochbau / GeLiMa: Datenlieferung, bauliche Maßnahmen ○ IT-Abteilung: Digitalisierung und Systemintegration • Energie- und Sanierungsmanagerin: Operative Steuerung • Netzbetreiber: Zähler / Messstellen 	<ul style="list-style-type: none"> • Kommune selbst als Eigentümer der öffentlichen Liegenschaften (Schulen, Rathäuser, Sportstätten etc.) • Breite Öffentlichkeit (Signalwirkung der Kommune als Vorbild)

Handlungsschritte und Zeitplan

Jahr 1:

- **Kick-off-Meeting & Teambildung:** Einberufung eines interdisziplinären Projektteams
- **Bestandsaufnahme:** Erfassung der aktuellen Effizienzklasse aller kommunalen Liegenschaften
- **Konzeptentwicklung:** Entwicklung Rahmen für Sanierungsfahrplan und Anforderungsprofile für neue Stelle
- **Erste Sanierungsfahrplan-Entwürfe:** Erarbeitung von Fahrplänen für eine definierte Teilmenge der Liegenschaften

Jahr 2:

- **Implementierung der digitalen Infrastruktur:** Auswahl & Installation digitaler Zähler/Messsysteme an Pilotobjekten.
- **Schulungsprogramm:** Start von gezielten Schulungsmaßnahmen für das Personal im Bereich Energiemanagement.

Jahr 3:

- **Evaluation und Erweiterung:** Überprüfung und Anpassung der Digitalisierungsmaßnahmen, Erweiterung der Fahrplan-Erstellung auf alle Liegenschaften
- **Fördermittelberatung:** Intensive Antragsphase für regionale sowie bundesweite Förderprogramme

Jahre 4 und 5:

- **Umsetzung baulicher Maßnahmen:** Start bauliche Optimierung und Technik-Erneuerung in Pilotgebäuden.
- **Evaluation der Gesamtmaßnahme:** Erstellung eines Gesamtberichts inkl. Leistungskennzahlen (KPIs) (Energieeinsparungen, THG-Reduktion)
- **Optimierung und Skalierung:** Feinanpassung der Prozesse, flächendeckende Umsetzung und Übertragung der gewonnenen Erfahrungen auf weitere kommunale Projekte.

Feinziele erstes Jahr

- Vollständige Erfassung und Dokumentation der Effizienzklassen aller relevanten Liegenschaften.
- Aufstellung eines vorläufigen Sanierungsfahrplans für mindestens 20 % der kommunalen Gebäude.
- Initiierung eines Pilotprojekts zur Digitalisierung von Mess- und Zählssystemen an ausgewählten Objekten.

Finanzierung

- Kommunale Haushaltsmittel
- Fördermittel aus Landes-, Bundes- und EU-Programmen, z. B. die Förderprogramme „Energieeffiziente öffentliche Gebäude“ (EFRE-Förderung, Europäischer Fonds für regionale Entwicklung) oder auch „BAFA/KfW“

G4: Aufklärung und Anregung von Privatpersonen zu Effizienz- und Versorgungsmaßnahmen

Handlungsfeld: Gebäude

THG-Einsparpotenzial	Kosten	Priorität
● ● ● ●	€€€€	● ● ●

Hintergrund	Ausgangslage
<p>Privatpersonen, insbesondere Eigentümer, stehen bei Sanierungs- und Heizungsumrüstungsmaßnahmen vor großen Investitions- und Informationsherausforderungen. Eine zielgruppengerechte Aufklärung kann hemmschwellenfreie Zugänge zu Beratungen, Förderungen und technischen Lösungen ermöglichen.</p>	<p>Der Landkreis Osterholz offeriert bereits Maßnahmen diverser Angebote. Die Gemeinde Worpswede greift diese auf.</p> <p>Bestandsangebot des Landkreises:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vermittlung kostengünstiger Beratungs-Checks der Verbraucherzentrale Niedersachsen gegen einen geringen Eigenanteil von 40 € (PV, Heizung, Sanierung) • Kostenlose Nutzung von Wärmebildkameras • Auszeichnung „Grüne Hausnummer“ für energieeffizientes Bauen und Sanieren • Verweise auf externe Informationsangebote <ul style="list-style-type: none"> ○ KEAN: Fördermöglichkeiten, Wärmepumpen-Check ○ Energieeffizienzexperten: dena-Übersicht zu zertifizierten Energieberatern

Beschreibung

Herausforderung: Bessere Bündelung und zielgerichteterer Ansprache, insbesondere der Aufsatz von Informationskampagnen sowie der Aufbau lokaler Netzwerke.

Schritte und Prozesse:

1. **Informationsoptimierung:** Zusammenführung bestehender Angebote
2. **Kampagnen zur Aufklärung:** Entwicklung multimodaler Kampagnen (z.B. mit Flyern, Vorträgen), die die Vorteile von Wärmepumpen und Gebäudesanierungen (energieeffiziente Maßnahmen) vermitteln.
3. **Aufbau lokaler Netzwerke:** Etablierung z.B. eines Bürgerforums mit Fokus auf Energie und Klima
4. **Integration der zentralen Strategie:** Klare Verlinkung und Verweis auf das zentrale Web-Angebot für Informationen zu Förderungen und Beratungsleistungen.
5. **Feedbackschleifen:** Etablierung eines kontinuierlichen Dialogs mit der Zielgruppe zur Identifikation von Informationslücken und Verbesserungsbedarf.

Initiierung	Mögliche Mitwirkende	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none"> • Prozessverantwortender: Die Initiative wird von der Kommune in Abstimmung mit dem koordinativ unterstützenden Landkreis angestoßen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Stadt-/Kommunenvertretung • Verbraucherzentrale • Externe Dienstleister (z.B. für thermografische Spaziergänge) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bürgerschaft sowie private Hauseigentümerinnen und -eigentümer

Handlungsschritte und Zeitplan

Jahr 1:

- Bestandsaufnahme der derzeitigen Informationsangebote und direkte Erfassung von Bedürfnissen der Zielgruppe.
- Optimierung der Informationsstrategie in Abstimmung mit Maßnahme zentrale Web-Lösung
- Synchronisation mit Maßnahme zu Stakeholder-Austauschformaten

Jahre 2 und 3:

- Erster Start von Infokampagnen (z. B. Flyer, regionale Vorträge)
- Einrichtung eines Beteiligungsnetzwerks, z.B. Bürgerforums, oder Online-Community
- Regelmäßige Durchführung von Informationsveranstaltungen und Workshops.
- Sukzessive Erweiterung der Kampagnen durch Zusatzformate (z.B. Teilnahme an kommunaler Energieberatungskampagne Energiekarawane)

Jahre 4 und 5:

- Evaluation der Rückkopplung aus Initiativen und Netzwerken und Bewertung der Einsparpotenziale.
- Bedürfnisorientierte Modifikation des Informations- und Unterstützungsangebots

Feinziele erstes Jahr

- Synchronisation der Angebote
- Vorbereitung eines Bürgerforums oder einer Online-Community
- Vorbereitung eines modularen Informationspakets (Flyer, Broschüren, Kurzvideos), perspektivisch mit klaren Verweisen auf das zentrale Online-Angebot.

Finanzierung

Einzelmaßnahmen: Bundesförderung für effiziente Gebäude / Kommunalen Haushalt

G5: Ausweisung von Sanierungsgebieten

Handlungsfeld: Gebäude

THG-Einsparpotenzial	Kosten	Priorität
● ● ● ●	€€€€	● ● ●

Hintergrund	Ausgangslage
<p>Die Ausweisung förmlicher Sanierungsgebiete gemäß § 142 BauGB bietet Kommunen ein wirksames Instrument, um Eigentümer durch steuerliche Vergünstigungen (§§ 7h, 10f EStG) zur energetischen Sanierung zu motivieren. Sanierungsgebiete ermöglichen gezielte Anreize in Gebieten mit hohem Sanierungsstau und tragen zur Erreichung der Treibhausgasneutralität bei.</p>	<ul style="list-style-type: none"> In der Gemeinde Worpswede ist bereits ein Satzungsgebiet seit dem 14.02.2009 gültig. Die Satzung schützt bestehende Grünstrukturen und legt fest, welche Bäume, hecken und sonstige Vegetation erhalten bleiben muss und dient damit dem Erhalt des charakteristischen Landschaftsbildes von Worpswede. Sie wird voraussichtlich im Jahr 2032 aufgehoben. Im Zuge der kommunalen Wärmeplanung soll der Ersatz geprüft werden. Gemeinde Worpswede verfügt über die Daten der kommunalen Wärmeplanung zum baulichen Zustand, Energiebedarf und THG-Emissionen der Gebäude. Es liegen mehrere Areale mit hohem Sanierungsbedarf vor.

Beschreibung

Prozess und Schritte zur Umsetzung der Maßnahme:

- Datenanalyse und Bestandsaufnahme:**
 - Prüfung, ob die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung vorhandenen Daten den baulichen Zustand und die energetische Qualität der betreffenden Liegenschaften ausreichend abbilden.
 - Entscheidung, ob eine interne Analyse möglich ist oder ob weiterhin externe Sachverständige beauftragt werden müssen.
- Vorbereitende Untersuchung:**
 - Durchführung einer detaillierten Vorabanalyse (intern oder durch externe Experten), um städtebauliche Missstände im betreffenden Gebiet festzustellen.
 - Dokumentation der Analyseergebnisse als Grundlage für die spätere Ausweisung.
 - Vorschläge erarbeiten zum Bürokratieabbau bzw. zu Unterstützungsangeboten für die Beantragung von Fördermitteln nach Bundesförderung effiziente Gebäude. Zielgruppe sind die Bürgerinnen und Bürger und Auslöser sind Erfahrungsberichte wonach die Antragstellung kompliziert und nicht für alle Altersgruppen gleichermaßen geeignet ist.
 - Die erarbeiteten Vorschläge sollen über geeignete Kanäle z.B. niedersächsische Städtetag durch den Landkreis gesammelt und an das Land Niedersachsen kommuniziert werden.
- Erarbeitung einer Sanierungssatzung:**
 - Auf Basis der Untersuchungsergebnisse wird eine Sanierungssatzung entworfen, in der die genauen Grenzen des Sanierungsgebiets festgelegt und notwendige städtebauliche Maßnahmen skizziert werden.
- Verfahren zur förmlichen Ausweisung:**
 - Der Gemeinderat beschließt nach Vorlage der Untersuchungsergebnisse die Ausweisung des Gebiets als Sanierungsgebiet.
 - Eintrag des entsprechenden Sanierungsvermerks im Grundbuch, um die Transparenz gegenüber Bürgerinnen und Bürger sowie Investoren zu gewährleisten.
- Kommunikation und Motivation:**
 - Information der betroffenen Eigentümer über die bevorstehenden steuerlichen Vergünstigungen sowie über die Vorteile, die mit der Modernisierung einhergehen (z. B. langfristige Wertsteigerung der Immobilien).

Initiierung	Mögliche Akteure	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none"> • Prozessverantwortlicher: Die Maßnahme wird durch die Gemeinde Worpswede initiiert – maßgeblich durch das Bauamt, Abt. Bauwesen für Stadtentwicklung bzw. den zuständigen Bau- oder Planungsausschuss. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunale Verwaltung: <ul style="list-style-type: none"> ○ Stadtentwicklung/Planung: Leitung/Koordination Gesamtprozess durch das Bauwesen, Datenbereitstellung durch den Klimamanager ○ Finanzabteilung: Einbindung in Kalkulation von Fördermöglichkeiten und steuerlichen Aspekten. • Externe Akteure: <ul style="list-style-type: none"> ○ Externe Sachverständige/Städtebauliche Berater ○ Grundbuchamt: Eintrag Sanierungsvermerk ○ Eigentümergeuppen: Einbindung in Konsultationsrunden zur Abstimmung und Akzeptanzförderung 	<ul style="list-style-type: none"> • Immobilieneigentümer im potenziellen Sanierungsgebiet, die von den steuerlichen Abschreibungsmöglichkeiten für klimafreundliche Investitionen profitieren sollen.

Handlungsschritte und Zeitplan

Jahr 1: Initiierung und Bestandsaufnahme

- Analyse der vorhandenen Daten aus der kommunalen Wärmeplanung und Festlegung der Vorgehensweise (intern oder extern).

Jahr 2: Vorbereitende Untersuchung

- Durchführung der detaillierten Vorabanalyse (intern oder via externem Auftrag).
- Dokumentation der Ergebnisse und Erstellung eines Berichtsentwurfs.

Jahr 3: Entwurf der Sanierungssatzung

- Auf Basis der Ergebnisse wird ein Entwurf der Sanierungssatzung erarbeitet.
- Einbindung von Rechtsberatern und städtebaulichen Experten.

Jahr 4: Formelle Ausweisung

- Beschlussfassung durch den Gemeinderat und Verabschiedung der Sanierungssatzung.
- Umsetzung des Verfahrens bis zum Eintrag des Sanierungsvermerks im Grundbuch.

Jahr 5: Implementierung und Kommunikation

- Information der betroffenen Eigentümer und Start der Maßnahmen zur Förderung von Sanierungen.
- Monitoring und Evaluierung der Auswirkungen (z. B. Anzahl der beantragten Sanierungsprojekte und steuerlichen Vorteile).

Feinziele

- Abschluss einer Machbarkeitsstudie, um zu ermitteln, ob die im Rahmen der Wärmeplanung erhobenen Daten zur Bewertung des baulichen Zustands ausreichen.
- Erstellung eines Maßnahmenplans, der die Entscheidung zwischen einer internen Erbringung der Planungsvorleistung und einer externen Vergabe (ca. 30.000 €) ermöglicht.

Finanzierung

Kommunale Haushaltsmittel: Budgetzuweisungen aus städtebaulichen Entwicklungs- und Modernisierungsprogrammen.

Fördermöglichkeiten:

- 1.) Steuerliche Abschreibungsmöglichkeiten für klimafreundliche Investitionen für Eigentümer innerhalb des Sanierungsgebietes (nach § 7h, § 10f EStG)
- 2.) Zuschüsse aus der Städtebauförderung

G6: Prüfkatalog für klimaschutzdienliche Wärmeversorgung in der Bauleitplanung

Handlungsfeld: Gebäude

THG-Einsparpotenzial	Kosten	Priorität
● ● ● ●	€€€€	● ● ●

Hintergrund	Ausgangslage
<p>Die Wärmeversorgung ist der zentrale Hebel zur Reduktion von Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor. Rund 40 % der bundesweiten Emissionen entstehen durch Bau, Betrieb und Wärmebedarf von Gebäuden.</p> <p>Die kommunale Bauleitplanung kann über gezielte Festsetzungen Weichen für eine klimafreundliche, erneuerbare Wärmeversorgung und hohe Effizienzstandards stellen. Rechtlich gestützt wird dies durch das Baugesetzbuch (§ 1 (5), § 1a (5), § 9 BauGB), das Gebäudeenergiegesetz (GEG) und das Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG)</p>	<p>In der Gemeinde Worpswede existiert bislang kein systematischer Ansatz, um klimaschutzdienliche Wärmeversorgung und Effizienz in der Bauleitplanung zu verankern.</p> <p>Die gesetzlichen Mindestanforderungen (GEG) werden eingehalten, weitergehende Festsetzungen für erneuerbare Wärme, Netzinfrastruktur oder ambitionierte Effizienzstandards fehlen. Es gibt keine verbindlichen Prüfkriterien, die eine konsequente Berücksichtigung von Wärmeversorgung und -effizienz in Bebauungsplänen sicherstellen.</p>

Beschreibung

Entwicklung eines Prüfkatalogs als Orientierungshilfe für klimaschutzdienliche Wärmeentscheidungen in der Bauleitplanung, mit besonderem Fokus auf eine moderate, flexible Anwendung und die Möglichkeit einer Individualprüfung.

Kernelemente:

- Orientierende Prüfkriterien:** Der Katalog enthält Empfehlungen und Prüffragen, die im Rahmen der Bauleitplanung als Abwägungsmaterial herangezogen werden, z.B.:
 - Ist die Anbindung an ein (zukünftiges) Wärmenetz möglich oder sinnvoll?
 - Gibt es Potenziale für erneuerbare Wärmeversorgung im Plangebiet?
 - Können Flächen für gemeinschaftliche Energieversorgung gesichert werden?
 - Gibt es städtebauliche Gründe, die für oder gegen bestimmte Wärmeversorgungsformen sprechen?
 - Individualprüfung:** Für jedes Bauleitplanverfahren wird eine Einzelfallprüfung („Individualprüfung“) durchgeführt, in der die Prüfkriterien des Katalogs auf die spezifischen Gegebenheiten des Gebiets angewendet werden. Abweichungen von Empfehlungen sind möglich, müssen aber begründet dokumentiert werden.
 - Keine starre Verpflichtung:** Der Katalog ist als Orientierung und Entscheidungshilfe konzipiert, nicht als verbindlicher Maßnahmenkatalog. Er lässt Spielräume für die Abwägung im Einzelfall und vermeidet pauschale Ausschlüsse oder Verpflichtungen, die tief in private Rechte eingreifen.
-
- Verfahrensintegration:** Die Ergebnisse der Individualprüfung werden nachvollziehbar dokumentiert. Sofern im Einzelfall sinnvoll, können die Ergebnisse der Prüfung auch Eingang in die Planung als Teil der Begründung und Abwägung zum Bebauungsplan finden, um eine transparente Entscheidungsgrundlage für die politischen Gremien der Kommune zu bilden.
 - Optionale Festsetzungen:** Wo sinnvoll und rechtssicher möglich, können einzelne Empfehlungen im Bebauungsplan als optionale Festsetzungen oder als Grundlage für städtebauliche Verträge aufgenommen werden (§ 11 BauGB).

Initiierung	Mögliche Mitwirkende	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none"> • Bauamt/ Gemeindeentwicklung, in enger Abstimmung mit Klimaschutzmanagement. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bauamt/ Gemeindeentwicklung: Koordination, Erstellung Prüfkatalog, Individualprüfung • Klimaschutzmanagement: Fachliche Zuarbeit, Bewertung Klimawirkung • Politische Gremien der Kommune: Steuerung, Beschlussfassung • Netzbetreiber/ Energieversorger: Beratung zu lokalen Wärmeoptionen • Externe Fachberater: Unterstützung bei Katalogentwicklung und Einzelfallprüfung • Bauherrinnen und -herren/ Planungsbüros: Feedback zur Umsetzbarkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Verwaltung • Planende • Politische Gremien der Kommune • Bauherrinnen und -herren • Investorinnen und Investoren

Handlungsschritte und Zeitplan

Jahr 1:

- Beschluss der politischen Gremien der Kommune, Arbeitsgruppe bilden
- Entwicklung eines ersten Prüfkatalog-Entwurfs, Fokus Wärmeversorgung
- Testanwendung an 1–2 Bebauungsplänen, Feedback einholen
- Überarbeitung, Beschluss als Orientierungshilfe

Jahr 2:

- Einführung Individualprüfung bei allen neuen Bauleitplänen
- Schulungen für Verwaltung und Planungsbüros

Jahre 3 bis 5:

- Anwendung, Monitoring, jährliche Evaluation
- Ggf. Anpassung des Katalogs und der Prüffragen

Feinziele

- Arbeitskreis und Struktur
- Entwurf Prüfkatalog
- Testanwendung und Feedback
- Finalisierung und Verabschiedung als Orientierungshilfe

Finanzierung

Kommunaler Haushalt

G7: Niederschwelliges web-basiertes Informationsangebot (insb. zur Förderung)

Handlungsfeld: Gebäude

THG-Einsparpotenzial	Kosten	Priorität
● ● ● ●	€€€€	● ● ●

Hintergrund	Ausgangslage
<p>Ein zentralisiertes, digital zugängliches Informationsangebot erleichtert allen Zielgruppen (Unternehmen und Privatpersonen) den Zugang zu Förderinformationen, Beratungsangeboten und weiterführenden Initiativen. Gleichzeitig ist es ein Schlüsselbaustein, um die Heterogenität der bestehenden Homepages zu harmonisieren.</p>	<p>Derzeit sind auf der Website der Gemeinde Worspwede Berichte zu aktuellen Projekten wie z.B. der kommunalen Wärmeplanung zu finden. Diese Berichte enthalten zum Teil Verweise auf die Website des Landkreis Osterholz.</p> <p>Bestandsangebot:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unterschiedliche Aufbereitungsgrade der kommunalen Websites. • Teilweise Verweise auf zentrale Landes- und Landkreisangebote, aber ohne einheitliche Darstellung

Beschreibung

Herausforderung: Schaffung einer konsistenten, intuitiv bedienbaren Online-Plattform, die zentrale Inhalte (Förderprogramme, Beratungsangebote, News und Veranstaltungen) integriert und vernetzt präsentiert.

Schritte und Prozesse:

1. **Arbeitsgruppenbildung:** Zusammenstellung eines fachübergreifenden Teams (Kommunen, Landkreis) zur Analyse des Status quo.
2. **Konzeptentwicklung:** Erarbeitung eines Harmonisierungskonzepts zur Integration und Darstellung der zentralen Inhalte, inklusive klarer Verweisstrukturen.
3. **Plattformentwicklung:** Weiterentwicklung der Energiewendeseite des Landkreises zu einem interaktiven Hub, der Inhalte modular anbietet.
4. **User-Tests:** Durchführung von Zielgruppenbefragungen und Usability-Tests, um eine niederschwellige Bedienung zu gewährleisten.
5. **Integration:** Einbettung von Kerninformationen in die kommunalen Websites über einfache Widget-Lösungen oder direkte Verlinkungen.
6. **Kontinuierliche Aktualisierung:** Etablierung eines Redaktionsplans, der regelmäßig neue Förder- und Beratungsangebote sowie Veranstaltungen aktualisiert.

Initiierung	Mögliche Mitwirkende	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none"> • Prozessverantwortender: Die Initiative wird durch den Landkreis initiiert, unter Zuarbeit der beteiligten Kommunen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Landkreis (IT, Energiewende-Abteilung, Kommunikationsdienst) • Vertretung der beteiligten Kommunen (Web- und Kommunikationsbeauftragte) • Externe Dienstleistung für Webentwicklung und Usability • Energieagenturen und Beratungsstellen (z. B. KEAN, dena) 	<ul style="list-style-type: none"> • Unternehmen und Privatpersonen, die sich über Fördermöglichkeiten, Beratungsangebote und energetische Maßnahmen informieren möchten. • Auch interne Entscheidungsträger der Kommunen, die konsistent auf ein zentrales Informationsangebot verweisen können.

Handlungsschritte und Zeitplan

Jahr 1:

- Zusammenstellung der Arbeitsgruppe und Bestandsaufnahme der bestehenden Angebote.
- Ausarbeitung eines Konzeptpapiers und Erstellung eines Prototyps der neuen Plattform.

Jahr 2:

- Durchführung Usability-Tests, Integration erster Inhalte
- Schulung kommunaler Webverantwortlicher
- Roll-out der finalen Version, intensives Feedback- und Fehler-Management.

Jahr 3:

- Beginn regelmäßiger Updates und Veröffentlichung eines News-Tickers.

Jahre 4 und 5:

- Erweiterung der Plattform um interaktive Tools (z. B. Fördermittel-Rechner) und Integration zusätzlicher Inhalte.
- Evaluation und Optimierung anhand von Nutzerstatistiken und -befragungen.

Feinziele

- Aufbau eines interdisziplinären Teams mit klar definierten Rollen.
- Fertigstellung des Konzeptpapiers und Aufsetzen eines funktionsfähigen Prototyps.

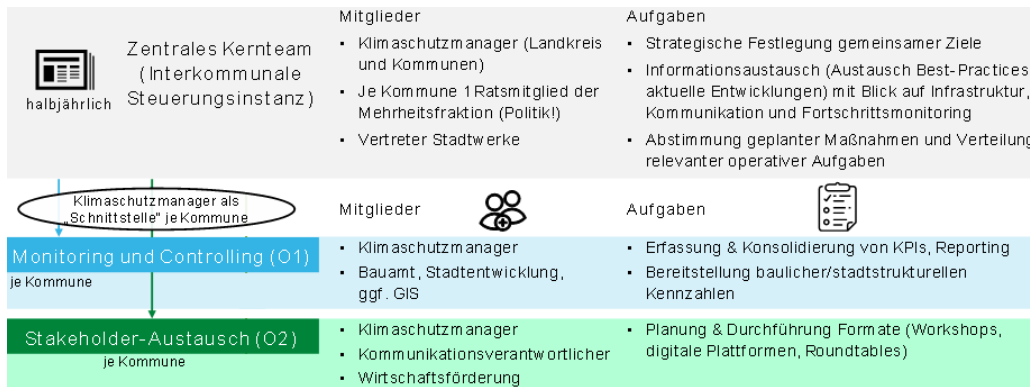
Finanzierung

- Haushaltsmittel des Landkreises und teilfinanzierende Beiträge der beteiligten Kommunen.
- Externe Förderprogramme im Bereich Digitalisierung und Klimaschutz (z. B. Fördermittel von Landes- oder EU-Programmen).

7.1.2. Maßnahmensteckbriefe des Handlungsfeldes - Organisation

Zu Maßnahmen O1-O3:

- Es wird eine zentrale, interkommunale Lenkungsgruppe etabliert (Kommunen und Landkreis), um die Themen Monitoring/Controlling, Stakeholder-Austausch und Infrastrukturmaßnahmen zentral abzustimmen und eine Austauschplattform zu bieten.
- In bestimmten Abständen sollte die Politik eingebunden werden.
- Die Klimaschutzmanager sind die Schnittstellen zur Umsetzung der jeweiligen Maßnahmen in den Kommunen, wo verschiedene weitere Akteure zu involvieren sind. Hierzu können weitere lokale Arbeitskreise gebildet werden.
- Ziel des Ansatzes eines interkommunalen Lenkungsorganes ist es die verbleibende Anzahl dedizierter Arbeitsgruppen/Lenkungsorganen möglichst klein zu halten und eher im Sinne einer Matrixorganisation mit Stabsstellen, welche dann die Klimaschutzmanager besetzen, zu arbeiten.



O1: Verstetigung der Prozesse der kommunalen Wärmeplanung (Monitoring und Controlling)

Handlungsfeld: Organisation

THG-Einsparpotenzial	Kosten	Priorität
● ● ● ● ●	€€€€	● ● ●

Hintergrund	Ausgangslage
<p>Die gesetzlich vorgeschriebene Aktualisierung der kommunalen Wärmeplanung erfolgt im Fünfjahresrhythmus. Zwischen diesen Intervallen besteht jedoch das Risiko, dass strategische Ziele und operative Einzelmaßnahmen nicht konsequent weiterverfolgt oder angepasst werden.</p> <p>Es bedarf daher einer kontinuierlichen Verstetigung und prozesspolitischen Verankerung des Planungsprozesses, insbesondere durch strategisches und operatives Monitoring sowie interkommunale Koordination.</p>	<p>In der Gemeinde Worpswede liegt noch keine kommunale Wärmeplanung vor. Entsprechend besteht hier auch noch kein Monitoring- und Controlling-Prozess.</p>

Beschreibung

Das Ziel der Maßnahme ist es, zwischen den gesetzlich vorgegebenen Aktualisierungszyklen (alle 5 Jahre) einen verbindlichen Prozess zur Umsetzung und Überprüfung von Maßnahmen des kommunalen Wärmeplans zu etablieren - dies beinhaltet:

Umsetzung des bestehenden Monitoring-Konzepts:

- Aufbau des operativen Controllings zur Überwachung einzelner Maßnahmen
- Finalisierung und Einführung des strategischen Controllings mit aggregierten KPIs (z. B. Anteil erneuerbarer Wärme, Sanierungsquote)
- Aufbau des operativen Controllings zur Überwachung einzelner Maßnahmen (z. B. Fortschritt bei Nahwärmenetzen)

Prozesspolitische Verankerung des interkommunalen Austauschs:

- Einrichtung einer Lenkungsgruppe mit Klimaschutzmanagement (Landkreis und Kommunen), ggf. Kommunalpolitik und Netzbetreiber-Vertretung, welche quartalsweise tagt.
- Aufgaben: strategische Zielsetzung, Informations- und Erfahrungsaustausch, Abstimmung geplanter Maßnahmen und Verteilung operativer Aufgaben.

Initiierung	Mögliche Mitwirkende	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none"> • Prozessverantwortender: Klimaschutzmanagement • Startschritt: Formalisierung der Lenkungsgruppe durch eine Kooperationsvereinbarung zwischen beteiligten Kommunen und dem Landkreis 	<ul style="list-style-type: none"> • Klimaschutzmanagement (prozessverantwortlich) • Netzbetreiber (Input zu Netzinfrastruktur, Entwicklungen) • Hochbau und GeLiMa (Datenbereitstellung, Fortschritte baulicher Maßnahmen) • Kommunalpolitik (Verankerung im politischen Raum) • Landkreis (moderierende, koordinierende Rolle) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunale Entscheidungsträgerinnen und -träger • Verwaltungsmitarbeitende • Beteiligte aus kommunaler Wärmeplanung • Bürgerschaft mittelbar durch verbesserte Umsetzung • Bauträger

Handlungsschritte und Zeitplan (erste 5 Jahre)

- **Jahr 1:** Umsetzung des Monitoring-Konzepts starten, Kernteam etablieren
- **Jahr 2:** Erste KPI-Berichte erstellen, interkommunale Maßnahmen koordinieren
- **Jahr 3:** Controlling-Prozesse evaluieren und optimieren
- **Jahr 4:** Ausbau der Zusammenarbeit und gemeinsame Ausschreibungen
- **Jahr 5:** Fortschreibung des Wärmeplans auf Basis der Monitoring-Ergebnisse

Feinziele (für das erste Jahr)

1. **Vollständige Implementierung des strategischen und operativen Monitorings**
 - Verfügbarkeit Datengrundlage klären
 - Auswahl strategischer und operativer KPIs
 - Einführung eines digitalen Monitoringschemas
 - Erstellung eines ersten Jahresberichts/Fortschrittsberichts
2. **Regelmäßige Quartalstreffen des Kernteams mit allen Mitgliedern**

Finanzierung

- **Landes- und Bundesförderung**
 - Kommunalrichtlinie (bis zu 80 % Förderung)
 - Weitere Förderprogramme
- **EU-Förderprogramme:** ggf. Interreg oder andere Strukturförderungen, je nach Region und Schwerpunkt
- **Kommunaler Haushalt:** Personalkostenanteil durch Kommune (weitgehend bestehende Stellen)

O2: Etablierung regelmäßigen Austauschs mit Mitwirkenden der Wärmeplanung (Stakeholder-Austausch)

Handlungsfeld: Organisation

THG-Einsparpotenzial	Kosten	Priorität
● ● ● ●	€€€€	● ● ●

Hintergrund	Ausgangslage
<p>In der Praxis fehlen oft kontinuierliche Austauschplattformen, um alle relevanten Akteure auf dem Laufenden zu halten, Projekte aufeinander abzustimmen und Synergieeffekte zu nutzen. Fehlender Dialog führt zu Verzögerungen, mangelnder Transparenz und teils doppeltem Aufwand.</p> <p>Ein strukturierter Austausch kann Planungssicherheit erhöhen, Akzeptanz für größere Infrastrukturprojekte fördern und durch rechtzeitiges Einbinden von Experten Reibungsverluste vermeiden.</p>	<p>Bisherige Austauschformate in der Gemeinde Worpswede sind projektbezogen und tagen in vereinbarten zeitlichen Abständen.</p> <p>Eine breite Involvierung verschiedener Mitwirkender der Wärmeplanung besteht nicht im Rahmen eines wiederkehrenden Austauschformats.</p>

Beschreibung

Diese Maßnahme zielt darauf ab, durch das Aufsetzen regelmäßiger Austauschformate den Dialog zwischen der Kommune und allen relevanten externen Akteurinnen und Akteuren der Wärmeplanung zu intensivieren. Dabei wird direkt an das bereits bestehende Kommunikationskonzept anknüpft:

- **Erarbeitung zielgruppenspezifischer Formate:** Entwicklung von Workshops, Arbeitsgruppen, Online-Runden und themenspezifischen Roundtables, die gezielt auf unterschiedliche Stakeholder (wie Netzbetreiber, Wohnungsbaugesellschaften, Handwerksbetriebe, Forschungsinstitute etc.) zugeschnitten sind.
- **Verankerung in der Lenkungsgruppe:** In der Lenkungsgruppe (vgl. Maßnahme O1) werden die Austauschformate abgestimmt und Ergebnisse rückgekoppelt.
- **Dokumentation und Integration:** Die Ergebnisse der Austauschformate fließen kontinuierlich in die strategische Planung und Prozessbegleitung ein, sodass die gewonnenen Erkenntnisse zu Anpassungen im Wärmeplan führen.

Initiierung	Mögliche Mitwirkende	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none"> • Klimaschutzmanagement in Abstimmung mit der interkommunalen Steuerungsgruppe (Kernteam) und dem Fachbereich Öffentlichkeitsarbeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunale Wirtschaftsförderung (Dialog mit Unternehmen) • Öffentlichkeitsarbeit der Kommune (Kommunikationskanäle) • Netzbetreiber: Technischer Input • Lokale Akteursgruppen: Wohnungsbaugesellschaften, IHK, HWK, Bürgerschaft, Mietverbände 	<ul style="list-style-type: none"> • Netzbetreiber: Rolle als lokale Unterstützung und Umsetzung • Gewerbe • Zivilgesellschaft/ Bürgerschaft • Wohnungswirtschaft

Handlungsschritte und Zeitplan

- **Jahr 1:**
 - Bedarfsanalyse und Auswahl Formate
 - Durchführung erster Stakeholder-Dialoge
- **Jahr 2: Aufbau digitaler Kommunikationskanäle**
 - Verweis auf Maßnahme - Niederschwelliges web-basiertes Informationsangebot (insb. zur Förderung)
- **Jahr 3: Verstetigung durch feste Termine, Rückkopplung mit Monitoring**
- **Jahr 4: Integration von Feedback in den Fortschrittsbericht**
- **Jahr 5: Evaluation der Wirksamkeit, Anpassung Formate**
 - Evaluation der Kommunikationsstrategie und Anpassung der Austauschformate (Welcher Bedarf besteht weiterhin? Wer muss noch eingebunden werden?)

Feinziele

- Aufbau einer Akteursdatenbank
- **Konzeptdesign für Austauschformate fertigstellen, z.B.**
 - Präsenz-Workshops
 - Online-Plattform
 - themenspezifische AGs
 - Runder Tisch
 - Jährliche Wärmekonferenz mit Workshops zu Technologien (Best-Practice-Kommunikation, Erfolgsgeschichten sichtbar machen)
- **Kommunikationskanäle definieren und in der Verwaltung verankern**
 - Newsletter
 - Terminübersicht
 - Einladungsmanagement
 - interaktive Karten
- Durchführung von drei initialen Formaten (z. B. Fachdialog, Bürgerworkshop)

Finanzierung

- **Landes- und Bundesförderung:**
 - BMUV-Förderaufrufe (z. B. für Öffentlichkeitsarbeit, Modellkommunen).
- **EU-Förderprogramme:** ggf. Interreg, LIFE oder andere Strukturförderungen, je nach Region und Schwerpunkt
- **Kommunaler Haushalt:** Personalkostenanteil durch Kommune (weitgehend bestehende Stellen)
- **Partnerschaften mit Wirtschaft / Stiftungen:** Unterstützung einzelner Formate (z. B. Workshops) oder Finanzierung von Pilotprojekten.

O3: Lokalen Ausbau Erneuerbare Energien fördern

Handlungsfeld: Organisation

THG-Einsparpotenzial	Kosten	Priorität
● ● ● ●	€€€€	● ● ●

Hintergrund	Ausgangslage
<p>Um die Klimaschutzziele auf kommunaler Ebene zu erreichen und den steigenden Wärme- und Strombedarf nachhaltig zu decken, müssen erneuerbare Energiequellen – sowohl für Wärme (z. B. Solarthermie, Geothermie, Biomasse) als auch für Strom (Photovoltaik, Windenergie) – konsequent lokal ausgebaut werden. Eine regelmäßige Anpassungsprüfung des Flächennutzungsplans und die Förderung partizipativer Energieinitiativen stärken die Akzeptanz in der Bevölkerung und beschleunigen den Ausbau.</p>	<p>Aktuell verfügt die Gemeinde Worpswede über ein gemeindeübergreifendes FFPV-Konzept mit den angrenzenden Gemeinden Grasberg und Lilienthal.</p>

Beschreibung

- **Aufbau einer Datengrundlage**
 - Datensynthese der GIS-Informationen aus der kommunalen Wärmeplanung mit weiteren vorliegenden GIS-basierten Potenzialanalysen
 - Pflege und Weiterentwicklung der GIS-gestützten Datenbanken
- **Entwurf eines Regelprozesses zum Review des FNP**
 - Turnusmäßigkeit der Prüfung festlegen (z.B. alle 3 Jahre)
 - Regelmäßige Prüfung von Vorrang- und Ausschlussflächen
 - Strategie zur Aktualisierung detaillieren (Externe Beauftragung, Eigenleistung)
- **Änderung der kommunalen Satzung zur Regelprüfung des FNP**
 - Vorbereitung in politischen Gremien
 - Satzungsbeschluss
- **Stärkung Partizipationsprozess Energieinitiativen**
 - Ausarbeitung eines Aktionskonzepts der Kommune (wie kann und will sich die Kommune einbringen?)
 - Informationsveranstaltungen und Workshops mit Bürgerinnen, Landwirtinnen und lokalen Unternehmen.

Initiierung	Mögliche Akteure	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none"> • Prozessverantwortlicher: Fachbereichsleitung Planen & Bauen (Bauwesen / Hoch und Tiefbau) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bauwesen • Klimaschutzbeauftragte(r) • Externe Fachplaner (Ingenieurbüro) • Energiegenossenschaften • Bürgerschaft • Lokale (Land-)Wirtschaft 	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunalverwaltung und politische Gremien • Bürger und Bürgerinnen und lokale Unternehmen, die Energieprojekte realisieren wollen • Potenzielle Bürgerenergiegenossenschaften

Handlungsschritte und Zeitplan

- **Jahr 1:**
 - Erarbeitung Regelprozesse
 - Vorbereitung Ratsbeschluss zur Satzungsänderung
- **Jahr 2: Aufbau digitaler Kommunikationskanäle**
 - Ratsbeschluss zum Drei-Jahres-Prüfzyklus
 - Durchführung erster Stakeholder-Dialoge
- **Jahr 3:**
 - GIS-Aktualisierung FNP-Karten
 - Erstes Review FNP
- **Jahr 4: Vorbereitung zweiter Zyklus nach gleichem Muster**
- **Jahr 5: Evaluierung des Prozesses**

Feinziele

- Erstellung eines Prüfkatalogs bezüglich zu kontrollierender Kriterien
- Aufsatz des Regelprozesses (standardisierter Workflow und Templates für FNP-Review-Berichte)
- Ratsbeschluss zur Einführung eines 3-Jahres-Überprüfungszyklus vorbereiten
- Ausschreibung einer Potenzialstudie (Fachbüro)
- Kickoff Aktionskonzept Bürgerbeteiligung

Finanzierung

- Kommunalen Haushalt: Deckung der Planungs- und Verwaltungskosten
- Bürgerbeteiligung & Genossenschaftskapital für Projektumsetzung

7.2. Übergreifende Wärmewendestrategie

Die erfolgreiche Umsetzung der Wärmewende in der Gemeinde Wörpswede ist nicht nur von technischen Maßnahmen abhängig, sondern erfordert auch den Erhalt und die Stärkung geeigneter Strukturen in der Kommune. Dabei ist die Berücksichtigung personeller Kapazitäten im Bereich der Wärmewende von Bedeutung, um kontinuierliche Expertise und administrative Kapazitäten sicherzustellen. Diese Personalressourcen werden nicht nur für die Umsetzung, sondern auch für die fortlaufende Überwachung, Optimierung und Kommunikation der Maßnahmen erforderlich sein.

Außerdem sollte ein Schwerpunkt darauf gelegt werden, den Energiebedarf sowohl kommunaler Liegenschaften als auch privater Gebäude zu reduzieren. Den kommunalen Liegenschaften kommen dabei trotz des im Vergleich zum Gesamtgebiet geringen Energiebedarfs ein besonderes Augenmerk zu, da diese einen Vorbildcharakter haben.

Der Wärmeplan ist nach dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) des Bundes alle 5 Jahre fortzuschreiben. Teil der Fortschreibung ist die Überprüfung der Umsetzung der ermittelten Strategien und Maßnahmen. Dies zieht eine Überarbeitung des Wärmeplans nach sich, durch welche die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung im Projektgebiet bis 2040 weiter feinjustiert werden kann.

Langfristige Ziele bis 2035 und 2040 können die Fortführung der Dekarbonisierungsstrategie durch die Implementierung eines konsequenten Netzausbaus umfassen, der auch ein Augenmerk auf den Stromsektor sowie ggf. Wasserstoff legt. Bis 2040 sollte im Mittel die jährliche Sanierungsquote von ca. 1,9 % eingehalten werden. Die Umstellung der restlichen konventionellen Wärmequellen auf erneuerbare Energien sollte bis dahin abgeschlossen sein. Hierfür sollte auch die Einrichtung von Wärmespeichern zur besseren Integration erneuerbarer Energien mit fluktuierender Erzeugung berücksichtigt werden.

In **Fehler! Ungültiger Eigenverweis auf Textmarke.** sind basierend auf der Wärmewendestrategie erweiterte Handlungsempfehlungen aufgelistet und zudem Möglichkeiten zur Gestaltung der Energiewende dargestellt.

Tabelle 4: Erweiterte Handlungsvorschläge für Akteure der kommunalen Wärmewende

Akteur	Handlungsvorschläge
Immobilienbesitzerinnen und -Besitzer	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Inanspruchnahme von Gebäudeenergieberatungen <input checked="" type="checkbox"/> Gebäudesanierungen sowie Investition in energieeffiziente und erneuerbare Heizsysteme unter Berücksichtigung der zukünftigen Wärmeversorgung laut Wärmeplan <input checked="" type="checkbox"/> Installation von Photovoltaikanlagen, bei Ein- und Mehrfamilienhäusern
Energieversorger	<p>Wärme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Strategische Evaluation von Wärmenetzbau <input checked="" type="checkbox"/> Bewertung der Machbarkeit von Wärmenetzen <input checked="" type="checkbox"/> Ausbau von Energieeffizienz-Dienstleistungen sowie Contracting <input checked="" type="checkbox"/> Physische und vertragliche Erschließung und Sicherung von Flächen sowie Biomasse als Energiequellen für Wärmenetze <input checked="" type="checkbox"/> Digitalisierung und Monitoring für Wärmenetze <input checked="" type="checkbox"/> Abschluss von Gestattungsverträgen für die Verlegung von Fernwärmeleitungen im Gemeindegebiet <p>Strom:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Erstellung von detaillierten Netzstudien basierend auf den Ergebnissen der KWP und nachgelagerter Projektskizzen und (Machbarkeits-)Studien <input checked="" type="checkbox"/> Modernisierung und Ausbau der Stromnetzinfrastruktur <input checked="" type="checkbox"/> Konsequenter Ausbau von erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung unter Berücksichtigung der Lastveränderung durch Wärmeerzeugung <input checked="" type="checkbox"/> Implementierung von Lastmanagement-Systemen im Verteilnetz <p>Vertrieb:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Flexible Tarifgestaltung für Energielieferung sowie Gestaltung von Wärme- bzw. Heizstromprodukten <input checked="" type="checkbox"/> Vorverträge mit Wärmeabnehmern in Eignungsgebieten und Abwärmelieferanten
Gemeinde	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Akteursuche für die Erschließung der Potenziale und der Eignungsgebiete <input checked="" type="checkbox"/> Schaffung von personellen Kapazitäten für die Wärmewende <input checked="" type="checkbox"/> Erhöhung der Sanierungsquote für kommunale Liegenschaften <input checked="" type="checkbox"/> Ausbau von Förderprogrammen und Informationskampagnen für Gebäudeenergieeffizienz sowie PV-Ausbau <input checked="" type="checkbox"/> Öffentlichkeitsarbeit, Information zu KWP <input checked="" type="checkbox"/> Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans <input checked="" type="checkbox"/> Verpflichtende energetische und versorgungstechnische Vorgaben für Neubaugebiete und Neubauten (gem. § 9 Abs. 1 Nr. 12, 23b; § 11 Abs. 1 Nr. 4 und 5 BauGB) <input checked="" type="checkbox"/> Festsetzung spezieller Flächen für erneuerbare Wärme in Flächennutzungsplänen <input checked="" type="checkbox"/> Einbindung von Klimaschutz und -anpassung in bauliche Erneuerungsprozesse

- Proaktive Informationskampagnen und Bürgerbeteiligungsformate zur Steigerung der Akzeptanz von Wärmewende-Maßnahmen
- Umsetzung von Best-Practice-Beispielen in öffentlichen Gebäuden

7.3. Konzept für ein Monitoring der Zielerreichung

Das Monitoringkonzept dient der regelmäßigen Überprüfung und Dokumentation von Fortschritten und Wirksamkeit der im kommunalen Wärmeplan (KWP) festgelegten Maßnahmen. Ziel ist es, die Erreichung hinsichtlich einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung systematisch zu erfassen, zu bewerten und gegebenenfalls Anpassungen vorzunehmen.

7.3.1. Monitoringziele

- Erfassung der Effektivität der umgesetzten Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen
- Kontinuierliche Prüfung des Ausbaufortschritts infrastruktureller Vorhaben (Fernwärme-Leitungen, Energiezentralen etc.)
- Frühzeitige Identifikation von Abweichungen und Handlungsbedarf
- Sicherstellung der kontinuierlichen Verbesserung der Energieeffizienz kommunaler Liegenschaften
- Dokumentation des Fortschritts

7.3.2. Monitoringinstrumente und -methoden

1. Energiemanagementsystem: Vertiefte Nutzung des vorhandenen Energiemanagementsystem (EKOMM) zur Erfassung, Analyse und Verwaltung des Energieverbrauchs der kommunalen Liegenschaften.
2. Interne Energieaudits: Regelmäßige Durchführung von internen Energieaudits sowie die Fortführung der jährlichen Vorstellung der Energieberichte in kommunalen Liegenschaften zur Identifikation von Einsparpotenzialen und zur Überprüfung der Wirksamkeit bereits umgesetzter Maßnahmen.
3. KWP-Kennzahlen und -Indikatoren (nach Möglichkeit georeferenziert): Entwicklung und Anwendung spezifischer Indikatoren für Energieeffizienz, Energieinfrastruktur-Ausbau und Treibhausgasemissionen, um den Fortschritt auf der Gesamtgemeindeebene und insbesondere der kommunalen Liegenschaften quantitativ messen zu können. Wichtige Indikatoren können hierbei sein: Energiebedarf, Erneuerbare Erzeugungsleistung, CO₂-Emissionen sowie Reduktionen, durchgeführte Sanierungsmaßnahmen, Wärmenetzbau in km, Anzahl installierter Wärmepumpen, Anzahl PV-Anlagen.
4. Benchmarking: Vergleich der genannten Indikatoren mit ähnlichen Kommunen, um Best Practices zu identifizieren und Schwachpunkte aufzudecken.

7.3.3. Datenerfassung und -analyse

Jährliche interne Energieverbrauchsdocumentation: Alle Energieverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften werden bereits im Rahmen des KEMS jährlich erfasst und ausgewertet. Dazu gehören Strom, Wärme, Kälte und Gas. Diese können im digitalen Zwilling aktualisiert werden.

Treibhausgasbilanzierung im Drei-Jahres-Zyklus (gemeindegewei): Fortschreibung der THG-Bilanz für die gesamte Kommune inkl. aller Wirtschaftssektoren, basierend auf Endenergieverbräuchen (inkl. Wärme), um die Entwicklung der Emissionen und Verbräuche im Zeitverlauf verfolgen zu können.

7.3.4. Berichterstattung und Kommunikation

Einführungen regelmäßiger Berichterstattungen in Form von Mitteilungsvorlagen für die Politik der Gemeinde Worpswede, um die Entwicklungen, Erfolge und Herausforderungen der Wärmewende transparent zu machen.

7.4. Finanzierung

Die Umsetzung der Wärmewende stellt eine erhebliche finanzielle Herausforderung dar, die eine koordinierte Anstrengung von öffentlichen, privaten und zivilgesellschaftlichen Akteuren erfordert. Es ist unerlässlich, eine multifaktorielle Finanzierungsstrategie zu entwickeln, die mehrere Einkommensquellen und Finanzinstrumente berücksichtigt.

Öffentliche Finanzierung: Staatliche Förderprogramme, sowohl auf nationaler als auch auf EU-Ebene, sind ein entscheidender Faktor der Finanzierungsstruktur. Diese Mittel könnten insbesondere für anfängliche Investitionen in Infrastruktur und Technologieeinführung entscheidend sein. Zudem wird empfohlen, einen festen Anteil des kommunalen Haushalts für die Wärmewende vorzusehen. Eine genaue Quantifizierung muss von den beschlossenen und geplanten Zielen der Gemeinde abhängen.

Private Investitionen und PPP: Über die Einbindung von Privatunternehmen durch Public-Private-Partnerships (PPP) können finanzielle Ressourcen für Wärmeprojekte mobilisiert werden. Darüber hinaus können spezialisierte Kreditprogramme von Banken und Finanzinstituten eine wichtige Rolle spielen.

Bürgerbeteiligung: Die Möglichkeit einer Bürgerfinanzierung über Genossenschaftsmodelle oder Crowdfunding-Plattformen sollte aktiv beworben werden. Das erhöht die finanzielle Kapazität und stärkt die öffentliche Akzeptanz der Maßnahmen.

Gebühren und Einnahmen: Eine strategische Preisgestaltung für Wärmeabgabe und Energieeinspar-Contracting kann sowohl die Kosten decken als auch den Verbrauch regulieren.

7.5. Lokale ökonomische und finanzielle Vorteile der Wärmewende

Die Investition in eine Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energien kann neben den ökologischen Vorteilen auch positive ökonomische Auswirkungen haben. Zu den entscheidenden Aspekten zählt die Schaffung neuer Arbeitsplätze entlang der gesamten Wertschöpfungskette erneuerbarer Wärmetechnologien – von der

Entwicklung bis zur Wartung. Diese Diversifizierung des Arbeitsmarktes und das Kapital, das in lokale erneuerbare Energieressourcen und Technologien investiert wird, beleben die regionale Wirtschaft und machen den Standort attraktiver. Lokale Handwerksbetriebe und Zulieferer können zum Beispiel von der gesteigerten Nachfrage nach Installations- und Wartungsdienstleistungen profitieren.

Die langfristigen Betriebskosten erneuerbarer Wärmequellen – insbesondere von Solarthermie und Geothermie – liegen in der Regel unter denen konventioneller, fossiler Energiesysteme. Ob sich daraus jedoch tatsächlich finanzielle Entlastungen für die Endverbraucher ergeben, hängt von einer Vielzahl an Einflussfaktoren ab, darunter Investitionskosten, lokale Gegebenheiten, regulatorische Rahmenbedingungen sowie die Entwicklung der Energiepreise. Eine belastbare Prognose ist daher derzeit nur eingeschränkt möglich.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist der potenzielle Anstieg der Steuereinnahmen durch die Erhöhung der regionalen Wertschöpfung. Zudem kann die lokale Energieproduktion die Abhängigkeit von volatilen, globalen Energiemärkten reduzieren. Insgesamt sollte die Finanzierung der Wärmewende als eine Investition in die wirtschaftliche Vitalität und nachhaltige Zukunft betrachtet werden.

7.6. Fördermöglichkeiten

Folgende Fördermöglichkeiten orientieren sich an den beschriebenen Maßnahmen und werden zu deren Umsetzung empfohlen:

- Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Im Hinblick auf das novellierte Gebäudeenergiegesetz (GEG) wurde die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) angepasst (BMWSB, 2023). Die BEG vereint verschiedene frühere Förderprogramme zu Energieeffizienz und erneuerbaren Energien im Gebäudebereich. Sie fördert verschiedene Maßnahmen in den Bereichen Einzelmaßnahmen (BEG EM), Wohngebäude (BEG WG) und Nichtwohngebäude (BEG NWG). Im Rahmen der BEG EM werden Maßnahmen an der Gebäudehülle, der Anlagentechnik, der Wärmeerzeugung, der Heizungsoptimierung, der Fachplanung und Baubegleitung gefördert. Die Fördersätze variieren je nach Maßnahme. Für den Heizungstausch gibt es Zuschüsse von bis zu 70 %, abhängig von der Art des Wärmeerzeugers und des Antragstellers (BAFA, 2024b). Für Personen, die sich über die verschiedenen Fördermöglichkeiten im Bereich der Energieeffizienz und erneuerbaren Energien informieren möchten, stellt das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) eine zentrale Informations- und Antragsstelle dar. Hier können sowohl allgemeine Informationen als auch spezifische Details zu einzelnen Förderprogrammen und Antragsverfahren eingeholt werden. Ende Februar 2024 wurde mit dem KfW-Programm 458 zusätzlich eine Heizungsförderung für Privatpersonen etabliert (KfW, 2024a).

Der KfW-Zuschuss "Energetische Stadtsanierung (Programmnummer 432) für Klimaschutz und -anpassung im Quartier" wurde Ende 2023 eingestellt. Bereits zugesagte Zuschüsse sind von der Beendigung des Programms nicht betroffen und werden ausgezahlt. Als Alternative für die Finanzierung energetischer Maßnahmen nennt die KfW die Programme „Investitionskredit Kommunen (IKK)“ und „Investitionskredit Kommunale und Soziale

Unternehmen (IKU)“, mit denen Investitionen in die kommunale und soziale Infrastruktur gefördert werden (KfW, 2024b).

Im Rahmen des Regierungsentwurfs für den Bundeshaushalt 2025 hat das Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) die Reaktivierung des Förderprogramms „Energetische Stadtanierung“ vorgesehen. Die Finanzierung soll künftig über den Klima- und Transformationsfonds (KTF) erfolgen. Für die Jahre 2025 und 2026 sind jeweils 75 Millionen Euro eingeplant.

Ziel des Programms ist es, Kommunen gezielt bei der energetischen Modernisierung ihrer Stadtquartiere zu unterstützen.

8. Fazit

Die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung (KWP) schafft sowohl innerhalb als auch außerhalb der für Wärmenetze geeigneten Gebiete eine höhere Planungssicherheit für die Bevölkerung. Für Kommunen, Netzbetreiber, Energieversorger und weitere Akteursgruppen bietet sie zudem eine klare Orientierung und Priorisierung, welche Gebiete für weiterführende Untersuchungen und konkrete Folgeaktivitäten besonders relevant sind. Zentrale Erfolgsfaktoren bei der Erstellung des Wärmeplans waren die regelmäßige Abstimmung und Berücksichtigung der kommunalen Fachkompetenz der Gemeindeverwaltung sowie der Einsatz des digitalen Zwillings und weiterer relevanter Akteure.

Die Bestandsanalyse der aktuellen Wärmeversorgung verdeutlicht den dringenden Handlungsbedarf: Rund 90 % der bereitgestellten Wärme basiert noch immer auf fossilen Energieträgern, insbesondere Erdgas und Heizöl. Um das Ziel der Treibhausgasneutralität zu erreichen, ist es essenziell, diese durch nachhaltige Energiequellen zu ersetzen. Besonders der Sektor „Privates Wohnen“, der für etwa 82,6 % der CO₂-Emissionen verantwortlich ist, spielt dabei eine entscheidende Rolle.

Maßnahmen wie Energieberatungen, Gebäudesanierungen und organisatorische Verankerung und Verstetigung der Belange der kommunalen Wärmeplanung spielen eine zentrale Rolle für eine erfolgreiche Wärmewende. Die im Rahmen der KWP erstellte Datengrundlage bietet hierbei Transparenz und dient als entscheidende Basis für die Umsetzung. Der digitale Zwilling leistet durch die Veranschaulichung dieser Daten einen wichtigen Beitrag zur Optimierung des gesamten Planungsprozesses.

Die Energiewende erfordert erhebliche Investitionen und stellt damit eine große Herausforderung für die Volkswirtschaft dar. Ein entscheidender Faktor für den Erfolg der Wärmewende ist der Einstieg mit wirtschaftlich tragfähigen Projekten, um Akzeptanz zu schaffen und langfristig eine erfolgreiche Umsetzung zu gewährleisten.

Gleichzeitig muss deutlich gemacht werden, dass fossile Energiequellen in Zukunft mit steigenden Kosten und zunehmenden Versorgungsrisiken verbunden sein werden, etwa durch die kontinuierliche Bepreisung von CO₂-Emissionen. Die Wärmewende kann nur durch die Zusammenarbeit zahlreicher engagierter lokaler Akteursgruppen gelingen.

Durch die Beteiligung innovativer regionaler Unternehmen und die Schaffung neuer Arbeitsplätze entstehen zudem wertvolle wirtschaftliche Chancen für die gesamte Region. Gleichzeitig werden nachhaltige Strukturen aufgebaut, die langfristig zur Stabilität und Unabhängigkeit der lokalen Energieversorgung beitragen.

Literaturverzeichnis

BAFA. (2024a). *Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)*. BAFA.de. Aufgerufen am 22. Juli 2024 unter https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermentze_node.html

BAFA. (2024b). *Förderprogramm im Überblick*. BAFA.de. Aufgerufen am 12. Februar 2024 unter https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Foerderprogramm_im_Ueberblick/foerderprogramm_im_ueberblick_node.html

BMWK. (2023). *Häufig gestellte Fragen und Antworten zum Gebäudeenergiegesetz (GEG)*. Energiewechsel.de. Aufgerufen am 12. Oktober 2023 unter <https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Navigation/DE/Service/FAQ/GEG/faq-geg.html>

BMWSB. (2023). *Bundesregierung einigt sich auf neues Förderkonzept für erneuerbares Heizen*. BMWSB.bund.de. Aufgerufen am 13. Februar 2024 unter <https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/pressemitteilungen/Webs/BMWSB/DE/2023/04/geg-foerderkonzept.html>

Bundesverband energieeffiziente Gebäudehülle e.V. (BuVEG): *Sanierungsquote*. 2024. Aufgerufen am 26.06.2025 unter <https://buveg.de/sanierungsquote/tidv>

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen: *Pressemitteilung vom 24.06.2025* aufgerufen am 31.07.2025 unter [BMWSB Homepage - Kabinett beschließt Rekordinvestitionen - bmwsb](#)

dena. (2016). *Der dena-Gebäudereport 2016. Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand*. Deutsche Energie-Agentur dena.de. Aufgerufen am 12. Februar 2024 unter https://www.dena.de/fileadmin/user_upload/8162_dena-Gebaeudereport.pdf

EWE. *Ratgeber: Wärmepumpe im Altbau*. ewe-waerme.de. Aufgerufen am 05.12.2024 unter <https://ewe-waerme.de/zuhause/ratgeber/waermepumpe-altbau>

Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz - WPG)

IWU. (2012). *„TABULA“ – Entwicklung von Gebäudetypologien zur energetischen Bewertung des Wohngebäudebestands in 13 europäischen Ländern*. Institut Wohnen und Umwelt (IWU). Aufgerufen am 12. Oktober 2023 unter <https://www.iwu.de/index.php?id=205>

KEA-BW. (2020). *Leitfaden Kommunale Wärmeplanung*. KEA-BW.de. Aufgerufen am 12. Februar 2024 unter https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/094_Leitfaden-Kommunale-Waermeplanung-022021.pdf

KEA-BW. (2024). *Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung | Wärmewende*. KEA-BW.de. Aufgerufen am 15. Juli 2024 unter <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/technikkatalog>

KfW. (2024a). *Heizungsförderung für Privatpersonen – Wohngebäude – Zuschuss (458)*. KfW.de. Aufgerufen am 22. Juli 2024 unter [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/F%C3%B6rderprodukte/Heizungsf%C3%B6rderung-f%C3%BCr-Privatpersonen-Wohngeb%C3%A4ude-\(458\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/F%C3%B6rderprodukte/Heizungsf%C3%B6rderung-f%C3%BCr-Privatpersonen-Wohngeb%C3%A4ude-(458)/)

KfW. (2024b). *Energetische Stadtsanierung - Zuschuss (432)*. KfW.de. Aufgerufen am 12. Februar 2024 unter [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Quartiersversorgung/F%C3%B6rderprodukte/Energetische-Stadtsanierung-Zuschuss-Kommunen-\(432\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Quartiersversorgung/F%C3%B6rderprodukte/Energetische-Stadtsanierung-Zuschuss-Kommunen-(432)/)

KWW, Emissionsfaktoren nach Energieträger (2024); Technikkatalog Wärmeplanung 1.1 (Excel-Tabelle) [Wärmeplanungsgesetz \(WPG\) - Leitfaden und Technikkatalog - Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende](#)

Niedersächsisches Klimagesetz (NKlimaG)

Umweltbundesamt. (2023). *Erneuerbare Energien in Zahlen*. Umweltbundesamt.de. Aufgerufen am 12. Oktober 2023 unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#uberblick>

Umweltbundesamt. (2024). *Energieverbrauch für fossile und erneuerbare Wärme*.

Umweltbundesamt.de. Aufgerufen am 14. Februar 2024 unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme>

Bundesverband energieeffiziente Gebäudehülle e.V. (BuVEG): Sanierungsquote. 2024. Aufgerufen am 26.06.2025 unter <https://buveg.de/sanierungsquote/tidv>

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen: Pressemitteilung vom 24.06.2025 aufgerufen am 31.07.2025 unter [BMWSB Homepage - Kabinett beschließt Rekordinvestitionen - bmwsb](#)