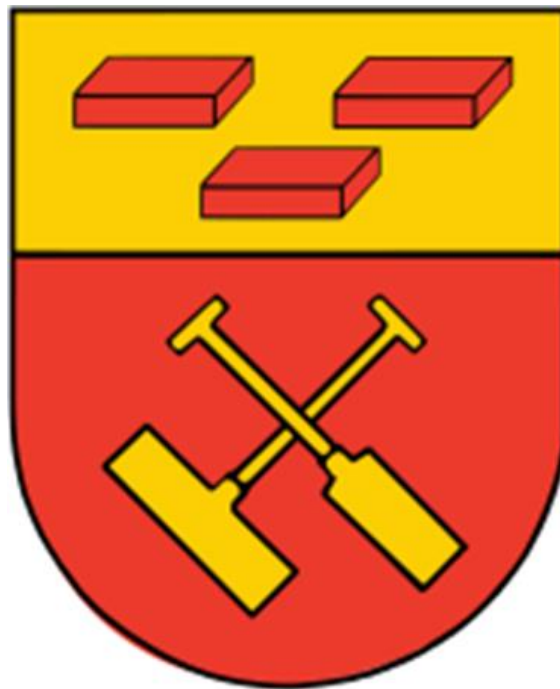


# Kommunale Wärmeplanung

## Abschlussbericht

für die  
**Gemeinde Bösel**





**© 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  
Cloppenburger Straße 302  
26133 Oldenburg

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

**Wir vernetzen Ihre Zukunft** | [www.ewenetz.de](http://www.ewenetz.de)

## 1. Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>7</b>
<b>4.</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>8</b>
<b>1</b>	<b>Einführung .....</b>	<b>11</b>
1.1	Motivation.....	11
1.2	Ziele der KWP und Einordnung in den planerischen Kontext .....	12
1.3	Erarbeitung der kommunalen Wärmeplanung .....	13
1.4	„Digitaler Zwilling“ als zentrales Arbeitswerkzeug.....	14
1.5	Aufbau des Berichts .....	14
<b>2</b>	<b>Grundlagen der kommunalen Wärmeplanung .....</b>	<b>15</b>
2.1	Was ist ein Wärmeplan? .....	15
2.2	Gibt es verpflichtende Ergebnisse?.....	15
2.3	Wie ist der Zusammenhang zwischen GEG, BEG und kommunaler Wärmeplanung? .....	16
2.4	Welche Gebiete sind prinzipiell für den Bau von Wärmenetzen geeignet? .....	17
2.5	In welchen Gebieten werden Wärmenetze ausgebaut?.....	18
2.6	Kann eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung erreicht werden?.....	18
2.7	Welchen Mehrwert bietet die Wärmeplanung?.....	18
2.8	Was bedeutet die Erstellung eines kommunalen Wärmeplans für Anwohner und Anwohnerinnen? ...	19
<b>3</b>	<b>Bestandsanalyse .....</b>	<b>21</b>
3.1	Das Projektgebiet .....	22
3.2	Datenerhebung .....	23
3.3	Gebäudebestand .....	24
3.4	Wärmebedarf.....	28
3.5	Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger .....	31
3.6	Eingesetzte Energieträger .....	34
3.7	Gas- und Stromnetzinfrastruktur .....	37
3.8	Wärmenetze.....	38
3.9	Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung.....	39
3.10	Zusammenfassung Bestandsanalyse.....	44

<b>4</b>	<b>Potenzialanalyse .....</b>	<b>45</b>
4.1	Erfasste Potenziale .....	45
4.2	Methode: Indikatorenmodell .....	46
4.3	Potenziale zur Stromerzeugung .....	50
4.4	Potenziale zur Wärmeerzeugung .....	52
4.5	Einsatz von Wasserstoff .....	56
4.6	Potenziale zur dezentralen Wärmeerzeugung .....	59
4.7	Potenziale für Sanierung .....	64
4.8	Zusammenfassung und Fazit .....	69
<b>5</b>	<b>Eignungsgebiete für Wärmenetze .....</b>	<b>70</b>
5.1	Einordnung der Verbindlichkeit zum Neu- und Ausbau von Wärmenetzen .....	71
5.2	Eignungsgebiete im Projektgebiet .....	72
<b>6</b>	<b>Zielszenario .....</b>	<b>84</b>
6.1	Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs .....	84
6.2	Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgung .....	86
6.3	Zusammensetzung der Fernwärmeerzeugung .....	90
6.4	Entwicklung der eingesetzten Energieträger .....	92
6.5	Bestimmung der Treibhausgasemissionen .....	93
6.6	Zusammenfassung des Zielszenarios .....	96
<b>7</b>	<b>Maßnahmen und Wärmewendestrategie .....</b>	<b>97</b>
7.1	Übergreifende Wärmewendestrategie .....	110
7.2	Monitoring und Controlling für die Zielerreichung .....	113
7.2.1	Ziele Monitoring/Controlling .....	113
7.2.2	Controlling- bzw. Monitoringinstrumente und -methoden .....	114
7.2.3	Datenerfassung und -analyse .....	114
7.3	Kommunikationsstrategie und Berichterstattung .....	114
7.4	Verstetigungsstrategie .....	115
7.5	Finanzierung .....	116
7.6	Lokale ökonomische und finanzielle Vorteile der Wärmewende .....	117
7.7	Fördermöglichkeiten .....	117
<b>8</b>	<b>Fazit .....</b>	<b>119</b>
	Literaturverzeichnis .....	122

## 2. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Visualisierung der Betrachtungsobjekte im KWP-Prozess .....	13
Abbildung 2: Vorgehen bei der Bestandsanalyse.....	21
Abbildung 3: Das Projektgebiet Bösel .....	22
Abbildung 4: Gebäudeanzahl nach Sektoren im Projektgebiet .....	24
Abbildung 5: Verteilung der Sektoren im Projektgebiet .....	25
Abbildung 6: Verteilung der Baualtersklassen für Gebäude .....	26
Abbildung 7: Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen im Projektgebiet .....	27
Abbildung 8: Gebäudeverteilung nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte) .....	28
Abbildung 9: Wärmebedarf nach Sektoren .....	29
Abbildung 10: Verteilung der spezifischen Wärmebedarfe .....	30
Abbildung 11: Gesamtleistung der jährlich neu installierten Heizsysteme nach Energieträger, gruppiert in 5-Jahresabschnitten (Summe).....	31
Abbildung 12: Gebäudeanzahl nach Alter der bekannten Heizsysteme .....	32
Abbildung 13: Verteilung nach Alter der Heizsysteme .....	33
Abbildung 14: Wärmebedarf nach Energieträgern .....	34
Abbildung 15: Verteilung der Energieträger im Projektgebiet.....	35
Abbildung 16: Gasnetzinfrastruktur im Projektgebiet .....	38
Abbildung 17: Wärmenetz im Ortskern Bösel.....	39
Abbildung 18: Treibhausgasemissionen nach Sektoren im Projektgebiet .....	40
Abbildung 19: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Projektgebiet .....	41
Abbildung 20: Verteilung der Treibhausgasemissionen im Projektgebiet .....	43
Abbildung 21: Vorgehen bei der Ermittlung von Potenzialen.....	45
Abbildung 22: Vorgehen und Datenquellen der Potenzialanalyse .....	46
Abbildung 23: Erneuerbare Strompotenziale im Projektgebiet.....	50
Abbildung 24: Erneuerbare Wärmepotenziale im Projektgebiet.....	53
Abbildung 25: Funktionsweise Biogaseinspeisung.....	55
Abbildung 26: Übersicht Wasserstoff-Kernnetz in Deutschland.....	58
Abbildung 27: Lokale Versorgung des Wasserstoffs .....	59
Abbildung 28: Funktionsschemata einer Wärmepumpe .....	60
Abbildung 29: Reduktionspotenzial nach Baualtersklassen.....	64
Abbildung 30: Vorgehen bei der Identifikation der Eignungsgebiete .....	70
Abbildung 31: Übersicht über die definierten Eignungsgebiete für Wärmenetze im Projektgebiet .....	73
Abbildung 32: Wärmenetzeignungsgebiet „Ortskern“ .....	75

Abbildung 33: Wärmenetzeignungsgebiet "Petersdorf" .....	78
Abbildung 34: Wärmenetzeignungsgebiet "Petersdorf" Satellitenansicht .....	78
Abbildung 35: Wärmenetzeignungsgebiet "Steinwitten" .....	81
Abbildung 36: Wärmenetzeignungsgebiet "Steinwitten" Satellitenansicht .....	81
Abbildung 37: Wärmenetzeignungsgebiet "Glaßdorfer Straße" .....	83
Abbildung 38: Simulation des Zielszenarios für 2040 .....	84
Abbildung 39: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion im Ziel- und Zwischenjahr .....	85
Abbildung 40: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2040 .....	87
Abbildung 41: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040 .....	88
Abbildung 42: Endenergiebedarf nach Energieträger im Jahr 2040 .....	89
Abbildung 43: Fernwärmeezeugung nach Energieträger im Zieljahr 2040 .....	91
Abbildung 44: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger im zeitlichen Verlauf .....	93
Abbildung 45: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf .....	94
Abbildung 46: Emissionsfaktoren in tCO <sub>2</sub> /MWh (Quelle: KEA 2024) .....	95
Abbildung 47: Treibhausgas-Emissionen nach Energieträger im Jahr 2040 .....	96
Abbildung 48: Entwicklung von Maßnahmen zur Erreichung des Zielszenarios .....	97
Abbildung 49: Erhalt des Bestandwärmenetzes Ortskern und Erweiterungsoptionen .....	99
Abbildung 50: Gebiet „Parkstraße“ .....	101
Abbildung 51: Gebiet "Bahnhofstraße" .....	101
Abbildung 52: Gebiet " Jahnstraße" .....	101
Abbildung 53: Gebiet "Overlaher Straße" .....	102
Abbildung 54: Gebiet "Friesoyther Straße" .....	102
Abbildung 55: Gebiet "Zu den Tannen" .....	102
Abbildung 56: Wärmenetzeignungsgebiet „Petersdorf“ .....	104
Abbildung 57: Gebäude bis Baujahr 1978 (in rot und gelb dargestellt) .....	107
Abbildung 58: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040 .....	120
Abbildung 59: Maßnahmenübersicht .....	120

### 3. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Emissionsfaktoren nach Energieträger (KEA, 2024) .....	42
Tabelle 2: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien .....	48
Tabelle 3: Eignungsgebiete und Fokusgebiete .....	73
Tabelle 4: Wärmegestehungskostenvergleich verschiedener Versorgungsstrukturen mit und ohne Wärmenetz im Jahr 2030 (EWE NETZ) .....	86
Tabelle 5: Erweiterte Handlungsvorschläge für Akteure der kommunalen Wärmewende .....	112

## 4. Abkürzungsverzeichnis

ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMWSB	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
CO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> -Äquivalente
Dena	Deutsche Energie-Agentur
DVGW e.V.	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
EE	Erneuerbare Energien
GEG	Gebäudeenergiegesetz
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
KSG	Klimaschutzgesetz



KWP	Kommunale Wärmeplanung
LPG	Liquified Petroleum Gas
LWK	Landwirtschaftskammer
NKlimaG	Niedersächsisches Klimaschutzgesetz
PPP	Public-Private-Partnerships
THG	Treibhausgas
WEA	Windenergieanlagen

## Dokumentenmanagement

Vers.	Datum	Bearbeiter	Durchgeführte Änderungen
0.1	06.12.2024	Grote, Alexander	Dokumentenerstellung
1.0	17.01.2025	Grote, Alexander; Bründl Manuel	Entwurfsbearbeitung
1.1	17.01.2025	Grote, Alexander; Bründl Manuel	Fertigstellung

## 1 Einführung

In den vergangenen Jahren ist immer deutlicher geworden, dass Deutschland angesichts des fortschreitenden Klimawandels und internationaler Verwerfungen eine sichere, kostengünstige sowie treibhausgasneutrale Energieversorgung benötigt. Die Wärmeversorgung spielt hier eine zentrale Rolle. Hierfür stellt die Kommunale Wärmeplanung (KWP) ein strategisches Planungsinstrument dar. Die KWP analysiert den energetischen Bestand, vorhandene Potenziale sowie treibhausgasneutrale Versorgungsoptionen für die Wärmewende und identifiziert Gebiete, die sich für Wärmenetze oder dezentrale Wärmelösungen eignen.

Der Bund beschloss am 20. Dezember 2023 das „Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze“. Durch dieses sind sämtliche Kommunen je nach Einwohnerzahl verpflichtet bis zum 30. Juni 2026 bzw. 30. Juni 2028 einen 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 2045 beinhalten. In Niedersachsen ist diese Regelung dahingehend verschärft, dass durch das „Gesetz zur Änderung des Niedersächsischen Gesetzes zur Förderung des Klimaschutzes und zur Minderung der Folgen des Klimawandels sowie zur Änderung weiterer Gesetze“ vom 28. Juni 2022 das Zieljahr auf das Jahr 2040 vorgezogen wird. Es soll ein konkreter Handlungspfad mit einem entsprechenden Maßnahmenkatalog dargelegt werden, um diese Ziele zu erreichen. Die Umsetzung der Maßnahmen ist nicht Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung. Die Kommunen sind darüber hinaus gesetzlich verpflichtet, den Wärmeplan in regelmäßigen Abständen von mindestens fünf Jahren nach seiner Erstellung fortzuschreiben.

Obwohl die Gemeinde Bösel erst zum 30. Juni 2028 verpflichtet ist einen Wärmeplan zu erstellen, entschloss sie sich bereits frühzeitig als eine der ersten Kommunen Niedersachsens den Wärmeplanungsprozess zu starten.

### 1.1 Motivation

Angesichts der Bedrohung, die der voranschreitende Klimawandel darstellt, 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). Auch die Gemeinde Bösel hat den Klimawandel als zentrale Herausforderung erkannt und trägt ihren Teil zur Zielerreichung bei. So hat die Gemeinde Bösel bereits ein Integriertes Klimaschutzkonzept mit Maßnahmenprogramm erstellt. Ferner ist sie in verschiedenen Bereichen der Klimaneutralität aktiv, wie z.B. bei Installation von Photovoltaikanlagen auf öffentlichen Gebäuden oder bei der inzwischen fast vollständig umgesetzten Umstellung der Straßenbeleuchtung auf LED-Technik.

Hinsichtlich der Treibhausgasneutralität fällt dem Wärmesektor eine zentrale Rolle zu, da deutschlandweit in 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). Städte und 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 kommunale Wärmeplanung stellt hierfür eine Plangrundlage dar.

## 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

- a. 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

- a. Das Ziel der Treibhausgasneutralität in der kommunalen Wärmeplanung strebt an, 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 CO<sub>2</sub>-freie Technologien, um die Erderwärmung und die damit verbundenen Klimawandelfolgen zu minimieren.

### 3. Wirtschaftlichkeit

- a. Das Ziel der Wirtschaftlichkeit zielt darauf ab, die Wärmeversorgung kosteneffizient zu gestalten, sodass sowohl die Investitions- 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 des Such- und Optionenraums für städtische 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 ermöglicht. Synergien können genutzt und Maßnahmen effizient koordiniert werden, um die Durchführung von Studien, Machbarkeitsstudien, die Planung und Realisierung von Quartierskonzepten sowie die Entwicklung und Ausführung von sowohl öffentlichen als auch privaten Bauprojekten erfolgreich zu gestalten. Somit profitieren von dieser erhöhten Planungssicherheit neben der Kommune auch die Bürger in Bösel.

### 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 durchlaufenden Prozessphasen der kommunalen Wärmeplanung. Im ersten Schritt, der Bestandsanalyse, wurde die Ist-Situation der Wärmeversorgung umfassend analysiert. Dazu gehörte die Erfassung von Daten zum aktuellen Wärmebedarf und -verbrauch, den daraus resultierenden Treibhausgasemissionen, den existierenden Gebäudetypen sowie deren Baualtersklassen. 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 beinhaltet.

Im vierten Schritt wurden konkrete Maßnahmen als erste Bausteine zur Zielerreichung sowie eine Gesamtstrategie für die Wärmewende formuliert. Die Maßnahmen wurden priorisiert und sollen in den nächsten fünf Jahren umgesetzt 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 Bösel wurden aktiv in die Erstellung des Wärmeplans einbezogen. Sie trugen durch Diskussionen und Validierung von Analysen zur Entwicklung von Wärmenetzeignungsgebieten und Maßnahmen bei. Am Ende des Planungsprozesses steht der Beschluss des Wärmeplans im Gemeinderat, anschließend beginnt die Umsetzung der Maßnahmen.

Es gilt zu beachten, dass die kommunale Wärmeplanung im Projektgebiet ein kontinuierlicher Prozess ist, der regelmäßig und unter Berücksichtigung weiterer Entwicklungen überarbeitet und angepasst werden muss. Durch die Diskussion und die Zusammenarbeit der Akteure wird der Wärmeplan fortlaufend verbessert und weiterentwickelt.

#### **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 Firma greenventory GmbH dient als zentrales Arbeitswerkzeug für die Projektbeteiligten und erleichtert die Komplexität der 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. Dies bietet mehrere Vorteile wie eine homogene Datenqualität, die für fundierte Analysen und Entscheidungen unabdingbar ist, erleichtert die Zusammenarbeit im Projektteam und ermöglicht eine effizientere Prozessgestaltung. Darüber hinaus eignet sich der digitale Zwilling hervorragend für die Kommunikation der Ergebnisse, da komplexe Sachverhalte und Zusammenhänge anschaulich visualisiert und so verständlich für Bürger, Entscheidungsträger und andere 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 Erarbeitung der vier Phasen, die den Kern der kommunalen Wärmeplanung ausmachen. Kapitel 5 enthält Steckbriefe der verschiedenen Wärmenetzungsgebiete. 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

In diesem Abschnitt bieten wir eine zügige und unkomplizierte Einführung in die Thematik der kommunalen Wärmeplanung. Hier finden Sie eine sorgfältig zusammengestellte Auswahl der wichtigsten und am häufigsten gestellten Fragen, um sich einen klaren und umfassenden Überblick über das Thema zu verschaffen.

### 2.1 Was ist ein Wärmeplan?

Der Wärmeplan ist ein strategisches Instrument, mit dem Ziel, den Wärmebedarf methodisch zu prognostizieren, um die Wärmeversorgung auf kommunaler Ebene ganzheitlich zu planen. Ziel ist die Gewährleistung einer treibhausgasneutralen, sicheren und kostengünstigen Wärmeversorgung. Der Plan umfasst die Analyse der aktuellen Situation der Wärmeversorgung, die Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs sowie die Identifizierung von Potenzialen für erneuerbare Energien und Energieeffizienz. Diese werden zu einem lokalen Zielbild (Zielszenario) zusammengefügt. Daneben beinhaltet der Wärmeplan die Entwicklung von Strategien und Maßnahmen als erste Schritte zur Zielerreichung. Der Wärmeplan ist spezifisch auf die Stadt/Gemeinde zugeschnitten, um die lokalen Gegebenheiten und Bedürfnisse 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 der Gemeinde-/Stadtverwaltung sowie weiteren entscheidenden politischen Gremien als Grundlage für die weitere Stadt- 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. Da die Gemeinde Bösel den Wärmeplan im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) erstellt, werden diese konkreten befristet umzusetzenden Maßnahmen durch einen Maßnahmenkatalog ersetzt, der einen Handlungspfad zur klimaneutralen Wärmeversorgung aufzeigt. Im Projektgebiet wurden insgesamt fünf Maßnahmen durch die Projektbeteiligten identifiziert und priorisiert, die in

diesem Bericht genauer beschrieben werden. Die kommunale Wärmeplanung ist ein kontinuierlicher Prozess, der regelmäßig und unter Berücksichtigung weiterer Entwicklungen überarbeitet und angepasst werden muss. Durch die Diskussion und die Zusammenarbeit der Akteure wird der Wärmeplan fortlaufend verbessert und weiterentwickelt.

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

Die gesetzliche Landschaft rund um Energieeffizienz und Klimaschutz ist komplex und vielschichtig. Zentrale Elemente dieser Landschaft sind das Gebäudeenergiegesetz (GEG), die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) sowie die kommunale Wärmeplanung, geregelt durch das niedersächsische Klimagesetz (NKlimaG) beziehungsweise durch das Wärmeplanungsgesetz des Bundes (WPG). Diese Instrumente, obwohl sie auf unterschiedlichen politischen Ebenen operieren, ergänzen 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, ein Förderprogramm des Bundes, finanziell die Umsetzung dieser Anforderungen unterstützt, indem es Fördermittel für energetische Sanierungen und Neubauten bereitstellt. Die kommunale Wärmeplanung fokussiert sich hingegen auf die strategische Planung der Wärmeversorgung auf kommunaler Ebene. Alle Instrumente haben jedoch das gemeinsame Ziel, die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Gebäude- bzw. Wärmesektors zu reduzieren und die Energieeffizienz zu steigern. Dabei ergänzt die kommunale Wärmeplanung 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. Für die Erfüllung gibt es verschiedene Möglichkeiten, wie z. B. die Installation einer Wärmepumpe in Verbindung mit einer Photovoltaik-Anlage oder die Nutzung von Biogas oder anderer klimaneutral hergestellter Energieträger. Im Gebäudebestand werden jedoch neu eingebaute Heizungsanlagen zugelassen, die zum Stichtag 2029 mindestens 15 % und ab 2035 mindestens 30 % der bereitgestellten Wärme aus Biomasse, grünem oder blauem Wasserstoff erzeugen. Ab 2040 müssen es mind. 60 % sein.

Diese Übergangsfrist zur klimaneutralen 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 Kommunale Wärmeplanung. Vorher gilt: Für Gebäude, in nach § 26 WPG durch den Gemeinde- oder Stadtrat in einer gesonderten Satzung beschlossenen, sogenannten „Gebieten zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder Wasserstoffnetzausbaugebieten“, greifen § 71 Abs. 8 Satz 3 GEG bzw. § 71k Abs. 1 Nummer 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. In Wasserstoffnetzausbaugebieten hingegen eine bis zum Betrieb des Wasserstoffnetzes, wobei dieses bis spätestens Ende 2044 vollständig mit Wasserstoff versorgt sein soll. Während dieser Übergangsphasen, die mit der Erstellung der Versorgungsnetze zusammenhängen, sind keine verpflichtenden Anteile erneuerbarer Energien für neu eingebaute 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 Gemeinde- oder Stadtrats 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. Die BEG bietet finanzielle Anreize für Gebäudeeigentümer\*innen, 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?**

Im Zuge der Wärmeplanung wurden „Eignungsgebiete“ identifiziert: Dabei handelt es sich um Gebiete, die aufgrund ihrer hohen Wärmeliniendichte besonders gut für Wärmenetze geeignet sind. 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. In diesen Gebieten sind daher weitere Planungsschritte besonders sinnvoll und vielversprechend.

## **2.5 In welchen Gebieten werden Wärmenetze ausgebaut?**

Auf Grundlage der Eignungsgebiete werden in einem der Wärmeplanung nachgelagerten Schritt Ausbaupläne für Wärmenetzausbaugebiete erstellt, die neben der Wärmebedarfsdichte weitere Kriterien, wie die wirtschaftliche und ressourcenbedingte Umsetzbarkeit, mit einbeziehen. Diese sollen von der Gemeinde, Projektentwicklern und Wärmenetzbetreibern erstellt werden. Der Ausbau der Wärmenetze bis 2040 wird in mehreren Phasen erfolgen und ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Ausbaupläne werden von der Gemeinde, sobald diese vorliegen, veröffentlicht.

## **2.6 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 CO<sub>2</sub>-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.

## **2.7 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. 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 der Bürger\*innen und fördert die Akzeptanz und Beteiligung der Bevölkerung. So können kommunale Wärmeplanungen maßgeblich dazu beitragen, dass die Energieversorgung zukunftssicher und nachhaltig gestaltet wird.

## 2.8 Was bedeutet die Erstellung eines kommunalen Wärmeplans für Anwohner und Anwohnerinnen?

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 städtischen 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, werden Anwohner\*innen 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).

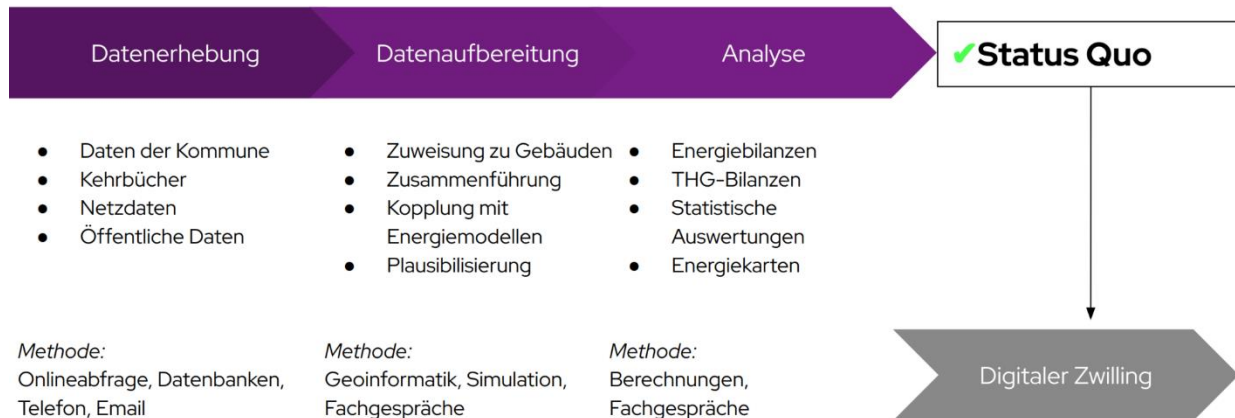
***Ich bin Mieterin oder Mieter:*** Informieren Sie sich über etwaige geplante Maßnahmen und sprechen Sie mit Ihrer Vermieterin oder Ihrem Vermieter über mögliche Änderungen.

***Ich bin Gebäudeeigentümerin oder Gebäudeeigentümer:*** Berücksichtigen Sie die Empfehlungen des kommunalen Wärmeplans bei Sanierungen oder Neubauten. Analysieren Sie die Rentabilität der möglichen Handlungsoptionen auf Gebäudeebene, wie Sanierungen, die Installation einer Wärmepumpe oder der Anschluss an ein Wärmenetz, 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 Mietern und Mieterinnen, da diese mit temporären Unannehmlichkeiten und Kostensteigerungen einhergehen können.

Prüfen Sie, ob sich Ihr Gebäude in einem Eignungsgebiet für Wärmenetze befindet. Falls ja, können Sie für eine genauere Auskunft zu einem möglicherweise konkret geplanten Wärmenetzausbau die Gemeindeverwaltung kontaktieren. Sollte Ihre Immobilie außerhalb eines der in diesem Wärmeplan aufgeführten Wärmenetzeignungsgebiete liegen, ist ein zeitnaher Anschluss an ein Wärmenetz eher unwahrscheinlich. Es gibt zahlreiche alternative Maßnahmen, die Sie zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Reduzierung Ihrer CO<sub>2</sub>-Emissionen ergreifen 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.

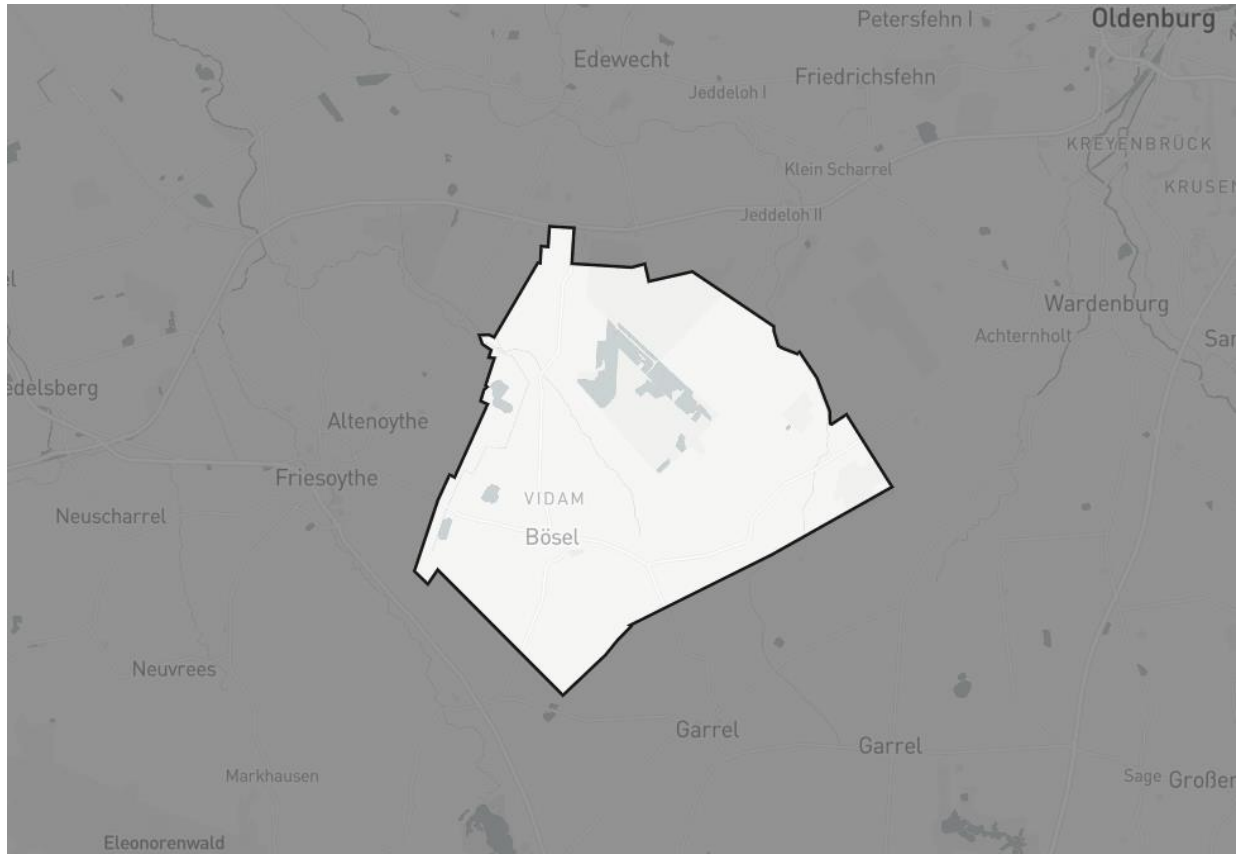
### 3 Bestandsanalyse



**Abbildung 2: Vorgehen bei der 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).

### 3.1 Das Projektgebiet



**Abbildung 3: Das Projektgebiet Bösel**

Bösel liegt im Oldenburger Münsterland in Niedersachsen (siehe Abbildung 3) und hat eine Gesamtfläche von ca. 100,76 km<sup>2</sup>. Die durchschnittliche Höhenlage beträgt 14 m ü. NN. Zum 31. Dezember 2023 verzeichnete die Gemeinde 9.307 Einwohner\*innen (gemäß Meldeamt Gemeinde Bösel), was einer Bevölkerungsdichte von 92 Einwohner\*innen pro km<sup>2</sup> entspricht.

Das Gebiet der Gemeinde Bösel ist geprägt von einer vielseitigen Landschaftsstruktur, die überwiegend aus landwirtschaftlich genutzten Flächen besteht, ergänzt durch kleinere Wohn- und Gewerbegebiete. Wirtschaftlich und technologisch ist Bösel gut in die Metropolregion Nordwest integriert. Die Gemeinde umfasst den Kernort Bösel und die umliegenden Ortsteile Bösel-Ort, Edewechterdamm, Glaßdorf, Hülsberg, Osterloh, Ostland, Overlahe, Westerloh und Petersdorf, die das ländliche Erscheinungsbild der Gemeinde prägen.

### 3.2 Datenerhebung

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

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

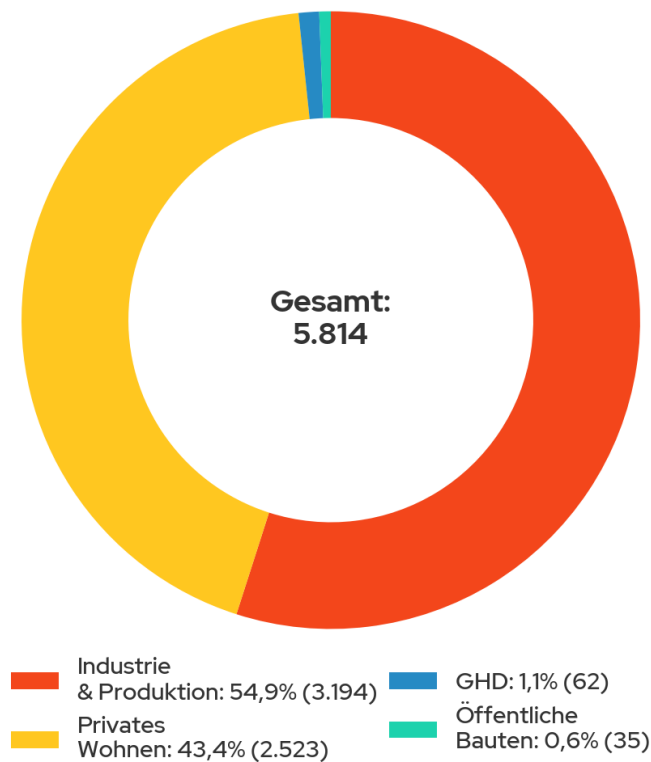
Die Daten zum Strom- und Gasverbrauch stammen aus den Jahren 2019 bis 2021, welche zum Zeitpunkt der Datenerhebung den letzten drei abgeschlossenen Geschäftsjahren entsprechen. Die Informationen der Schornsteinfeger aus dem elektronischen Kheirbuch wurden der Gemeinde Bösel Anfang 2024 übermittelt.

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 notwendig.

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.

### 3.3 Gebäudebestand

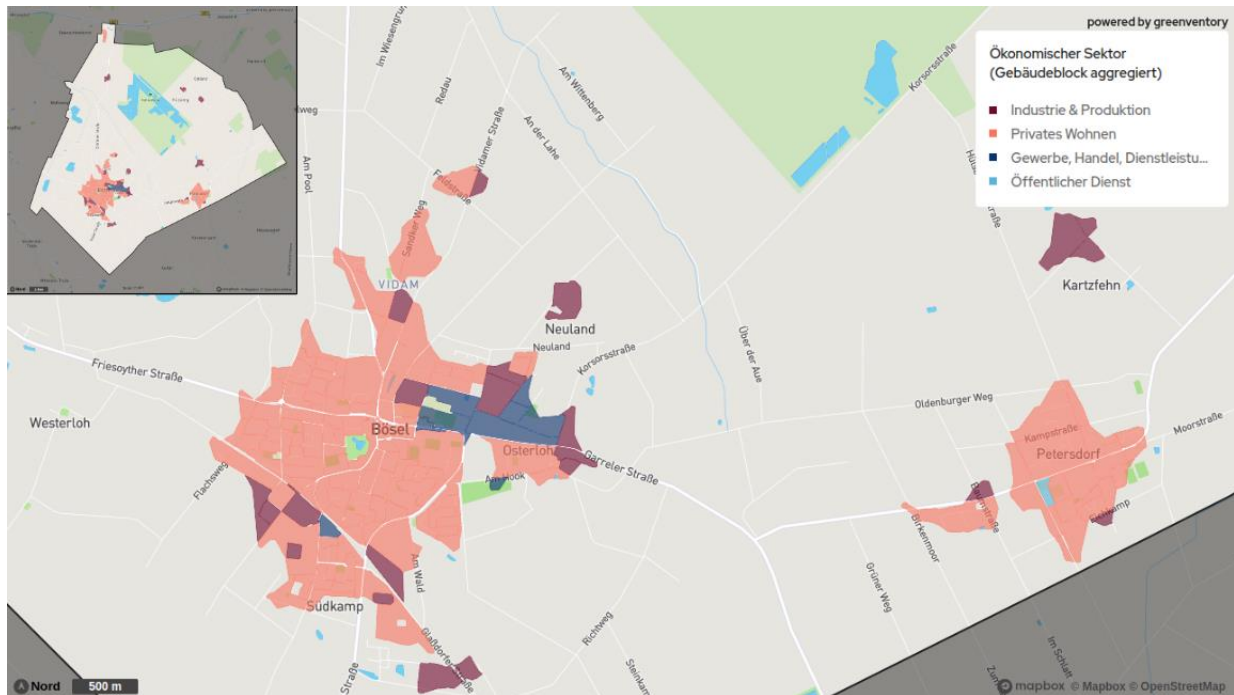
Durch die Zusammenführung von offenem Kartenmaterial sowie dem amtlichen Liegenschaftskataster ergaben sich 5.814 analysierte Gebäude im Projektgebiet. Wie in Abbildung 4 und Abbildung 5, räumlich dargestellt, zu sehen, besteht der überwiegende Anteil der Gebäude, gemäß Datengrundlage, aus Industrie- und Produktionsgebäuden, welcher vorwiegend auf den großen Bestand an landwirtschaftlichen Gebäuden zurückzuführen ist. Ca. 43 % des analysierten Gebäudebestands sind private Wohngebäude. Gebäude des Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektors sowie öffentliche Gebäude machen nur einen kleinen Anteil des Gesamtbestands aus.



Hinweis: Industrie & Produktion beinhaltet auch landwirtschaftliche Betriebe.

**Abbildung 4: Gebäudeanzahl nach Sektoren im Projektgebiet**

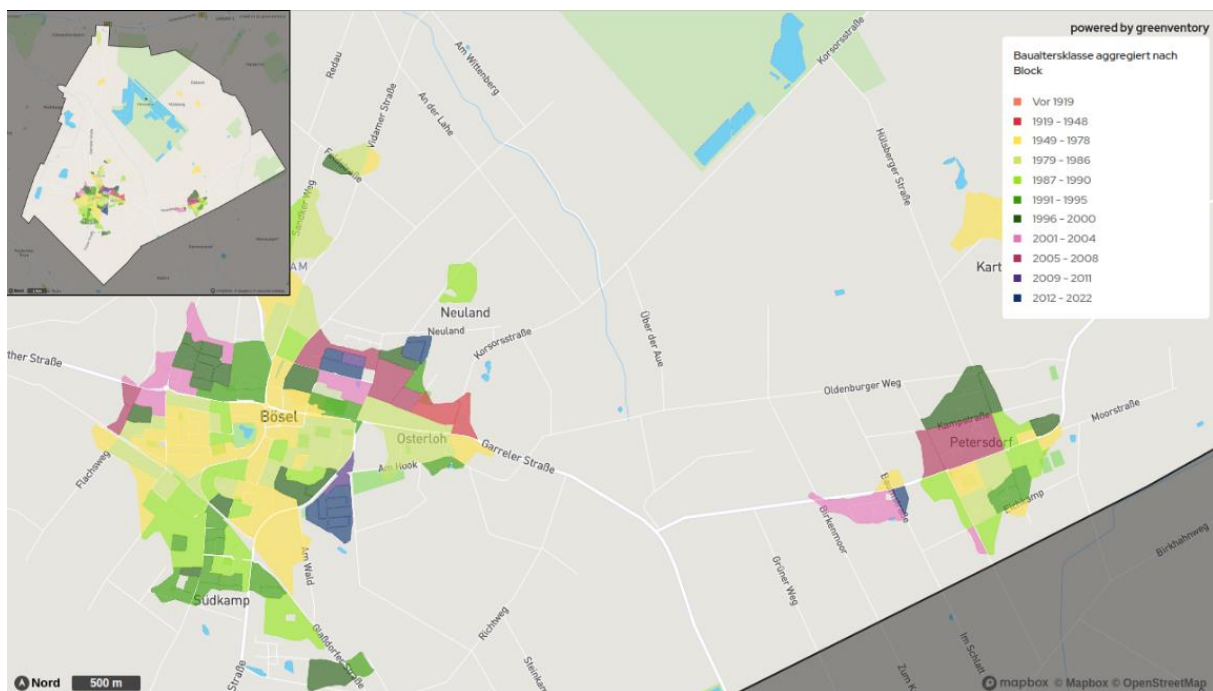




**Abbildung 5: Verteilung der Sektoren im Projektgebiet**

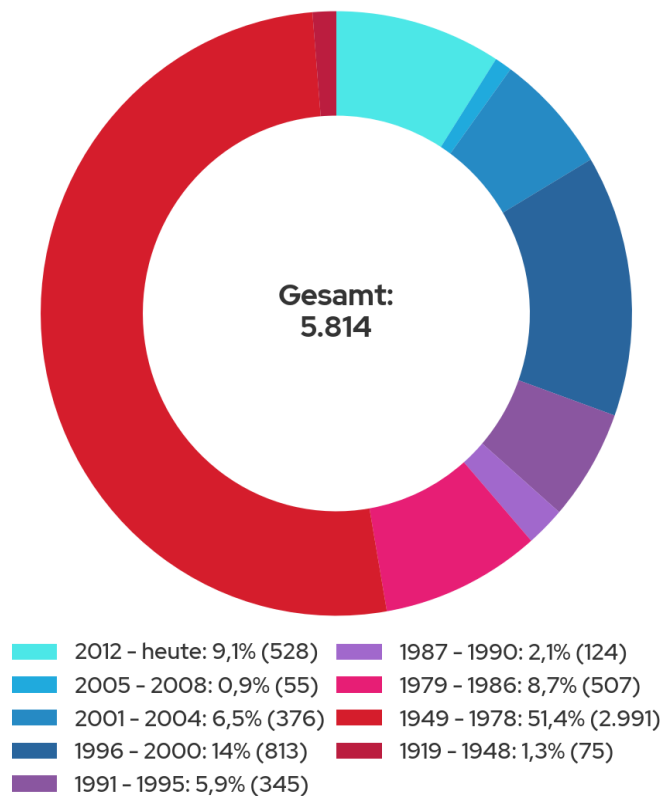
Hinweis: Die Übersichtsdarstellung über die Gebäudesektoren in Abbildung 5 suggeriert, abweichend zur Aufteilung im Diagramm in Abbildung 4, eine Dominanz des Wohnsektors in der Sektorenaufteilung. Dies liegt an der aggregierten Darstellungsweise in Abbildung 5. Viele Bauernschaften abseits der Kernortschaften Bösel, die dem Industrie- und Produktionssektor zugeordnet sind, liegen in Gebäudegruppen von unter sieben Gebäuden vor. Gebäudegruppen unter sieben Gebäuden werden in der aggregierten Darstellung aus Datenschutzgründen nicht angezeigt.

Die Abbildung 6 zeigt eine räumliche Analyse der Baualtersklassen im Projektgebiet. Es wird deutlich, dass Gebäude, die vor 1979 erbaut wurden, insbesondere im Ortszentrum von Bösel angesiedelt sind, während jüngere Bauten eher am Ortsrand zu finden sind. Die Identifizierung von Sanierungsgebieten erweist sich insbesondere in den Bereichen mit älteren Gebäuden als besonders relevant. Zudem spielt die Verteilung der Gebäudealtersklassen eine entscheidende Rolle bei der Planung von Wärmenetzen.



**Abbildung 6: Verteilung der Baualtersklassen für Gebäude**

Die Analyse der Baualtersklassen (siehe Abbildung 7) enthüllt, dass mehr als 52 % 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 51,4 % den größten Anteil am Gebäudebestand dar und bieten somit das umfangreichste Sanierungspotenzial. Altbauten 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 im Projektgebiet**

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 Bösel vergleichsweise wenige Gebäude aufweist, die auf Basis des Gebäudealters vollumfänglich saniert werden müssten. Der Großteil der Gebäude befindet sich im Mittelfeld bzw. oberen Drittel der Energieeffizienz (siehe Abbildung 8). Von den Gebäuden, denen ein Wärmebedarf zugeordnet werden konnte, sind 5,7 % den Effizienzklassen G und H zuzuordnen, was unsanierten oder nur sehr wenig sanierten Altbauten entspricht. 10,8 % der Gebäude sind Effizienzklasse F zuzuordnen, die nach den Richtlinien der Energieeinsparverordnung (EnEV, abhängig vom Modernisierungsjahr) ertüchtigt wurden. Durch weitere energetische Sanierungen kann der Anteil der Gebäude in den unteren Effizienzklassen zugunsten der mittleren Effizienzklassen reduziert werden.

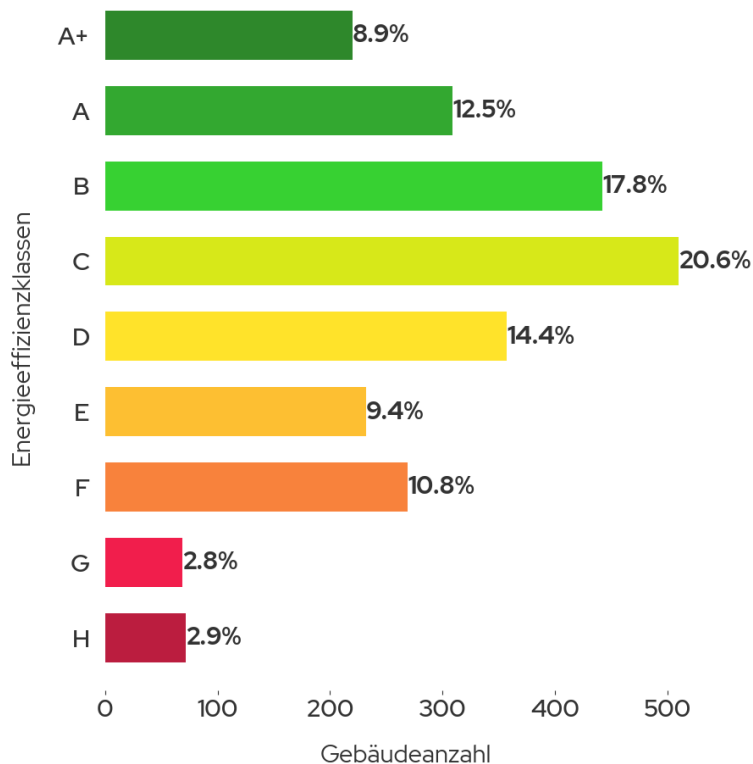
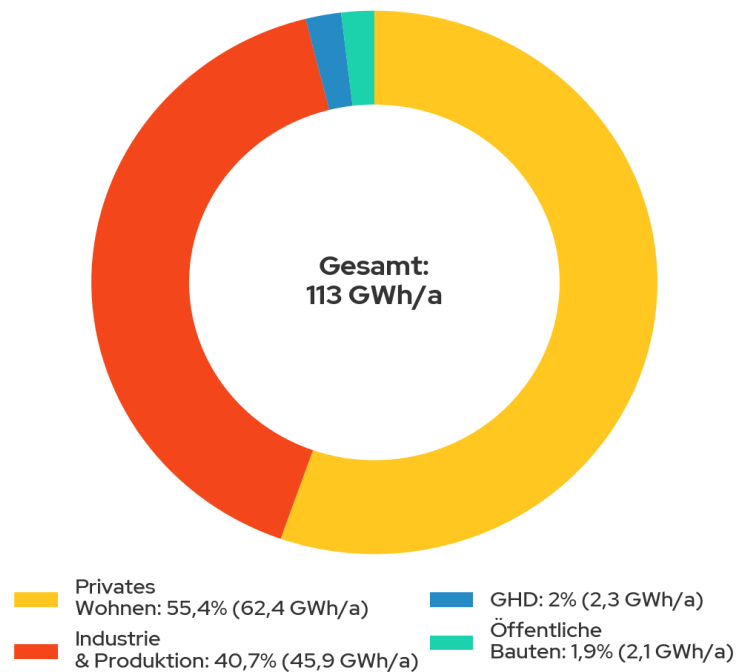


Abbildung 8: Gebäudeverteilung nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte)

### 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.

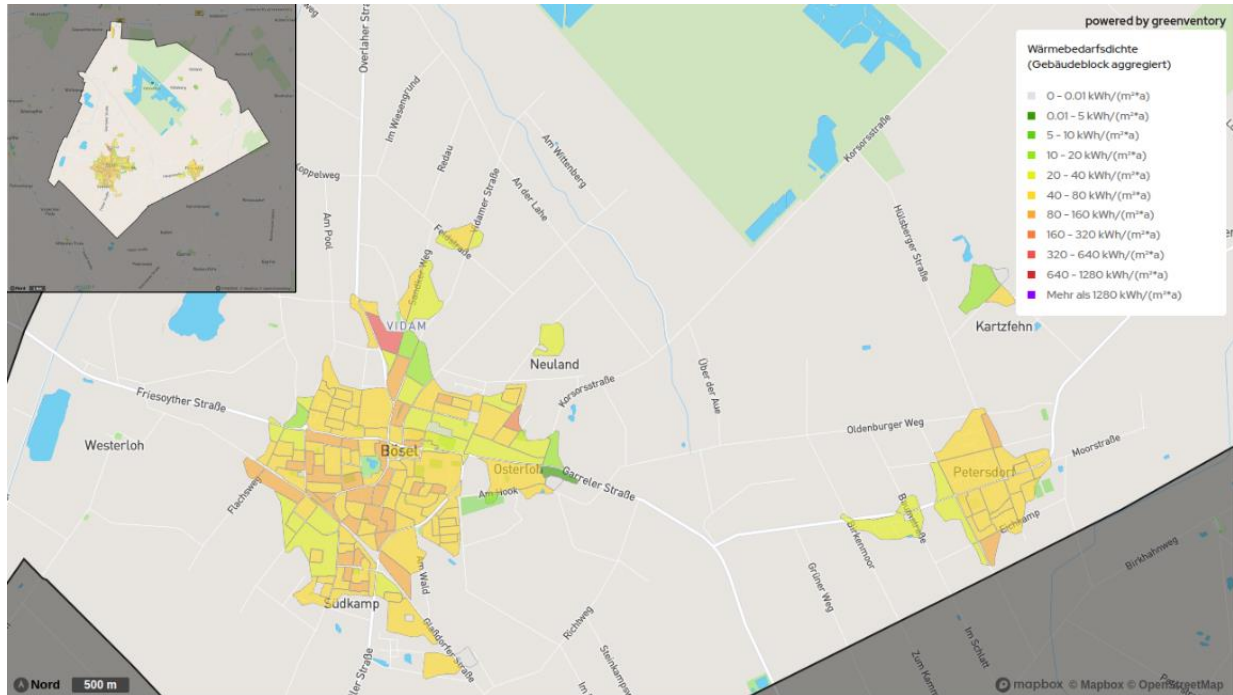


Hinweis: Industrie & Produktion beinhaltet auch landwirtschaftliche Betriebe.

**Abbildung 9: Wärmebedarf nach Sektoren**

Der aktuelle Wärmebedarf im Projektgebiet beträgt jährlich 113 GWh (siehe Abbildung 9). Mit einem Anteil von 55,4 % ist der Wohnsektor am stärksten vertreten. An zweiter Stelle folgt der Industrie- und Produktionsbereich (inklusive landwirtschaftliche Betriebe) mit 40,7 % des Gesamtwärmebedarfs. Auf den Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor (GHD) entfällt ein Anteil von 2,0 % des Wärmebedarfs und auf die öffentlich genutzten Gebäude, die ebenfalls kommunale Liegenschaften beinhalten, entfallen 1,9 %.

Die räumliche Verteilung der spezifischen Wärmebedarfe pro Gebäudenutzfläche in anonymisierter Darstellung befindet sich auf Abbildung 10. Zum größten Teil liegen die über mehrere Gebäude gemittelten spezifischen Wärmebedarfe im Bereich von 40-160 kWh/(m<sup>2</sup>\*a). Ein höherer spezifischer Wärmebedarf ist vor allem in den innerörtlichen Wohngebieten und im Bereich Vidam (Standort eines Kraftfutterwerkes) zu erkennen.

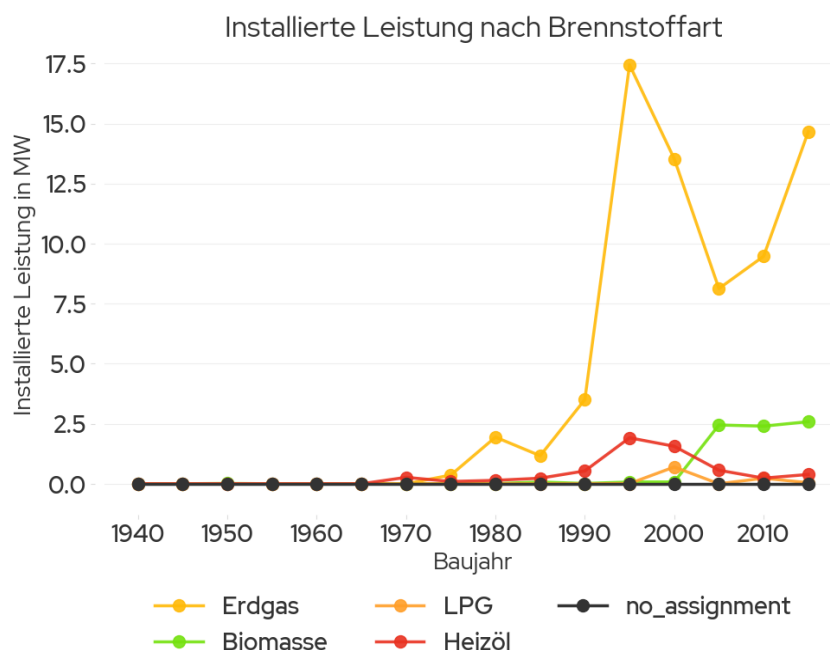


**Abbildung 10: Verteilung der spezifischen Wärmebedarfe**

### 3.5 Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger

Als Datengrundlage zur Untersuchung der dezentralen Wärmeerzeuger dienten die elektronischen Kkehrbücher der Bezirksschornsteinfeger, die Informationen zum verwendeten Brennstoff sowie zur Art und zum Alter der jeweiligen Feuerungsanlage enthielten. Insgesamt konnten aus den Kkehrbüchern Daten zu 2.138 Gebäuden mit Heizsystemen entnommen werden. Diese Informationen wurden durch Verbrauchs- und Netzdaten des Energieversorgers ergänzt. Die übrigen Gebäude sind entweder unbeheizt oder es lagen keine Informationen zum Alter des Heizsystems vor. Durch Wärmepumpen versorgte Objekte wurden über Angaben zu Heizstromverbrauchswerten erfasst. Wärmenetzanschlüsse und -verbrauchswerte einzelner Gebäude wurden über die jeweiligen Netzbetreiber abgefragt.

Die Abbildung 11 zeigt die Gesamtleistung der neu installierten Heizsysteme je Energieträger. Die Leistung installierter Gasheizungen ist ab 1990 sehr stark angestiegen, erlebte um die Jahrtausendwende einen deutlichen Abfall und nahm seit 2010 wieder deutlich zu. Die Leistung installierter Ölheizungen ist im Vergleich zu der Gasheizung gering, steigt aber zwischen 1980 geringfügig bis ins Jahr 1995 an. Danach sinkt dieser Anteil. Des Weiteren sind Heizsysteme auf Basis von Biomasse vorhanden, deren Gesamtleistung ab der Jahrtausendwende zunahm und seit etwa 2005 konstant bleibt.

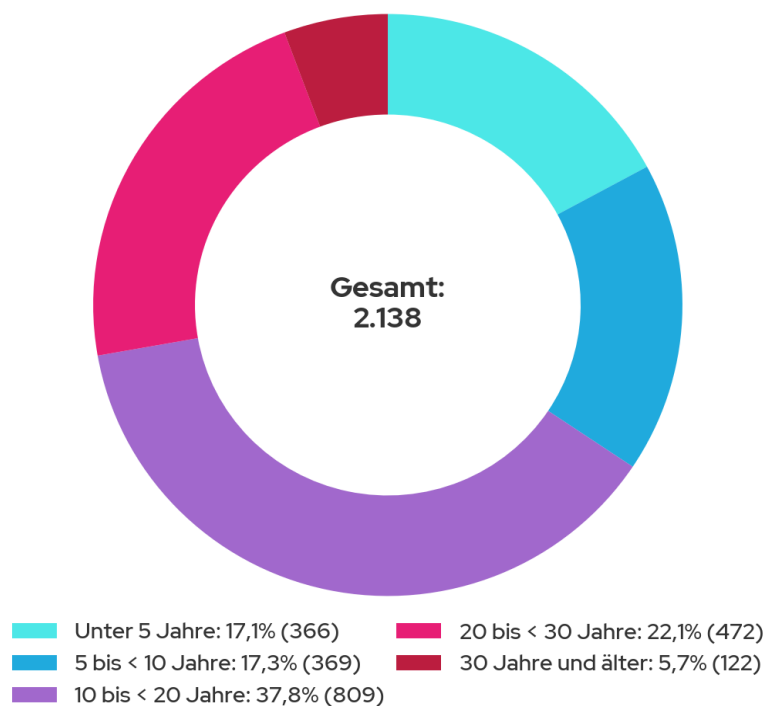


**Abbildung 11: Gesamtleistung der jährlich neu installierten Heizsysteme nach Energieträger, gruppiert in 5-Jahresabschnitten (Summe)**

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 (vgl. 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:

22,1 % aller Heizsysteme überschreiten bereits die Altersgrenze von 20 Jahren, sind aber noch nicht älter als 30 Jahre.

Bei 5,7 % 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**

Die anonymisierte räumliche Verteilung des Alters der Heizsysteme lässt sich in Abbildung 13 ablesen. Es wird deutlich, dass in den meisten Gebieten das durchschnittliche Alter der Heizsysteme zwischen 11 und 20 Jahre beträgt, in einigen Gebieten sogar 20 Jahre und mehr. Neuere Siedlungsgebiete bzw. Neubaugebiete stechen mit jungen durchschnittlichen Baualtersklassen klar heraus. 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 CO<sub>2</sub>-Emissionen zu senken. Es erlaubt eine zielgerichtete und effiziente Wärmeplanung, die sowohl ökologisch als auch ökonomisch sinnvoll ist.



**Abbildung 13: Verteilung nach Alter der Heizsysteme**

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. Ausnahmen gelten für Niedertemperatur-Heizkessel und Brennwertkessel, Heizungen mit einer Leistung unter 4 Kilowatt oder über 400 Kilowatt sowie heizungstechnische Anlagen mit Gas-, Biomasse- oder Flüssigbrennstoffeuerung als Bestandteil einer Wärmepumpen- oder Solarthermie-Hybridheizung, soweit diese nicht mit fossilen Brennstoffen betrieben werden. Ausgenommen sind ebenfalls Hauseigentümer\*innen 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 maximal 100.000 Einwohner\*innen nach dem 30.06.2028 neu eingebaut werden, zukünftig mit mindestens 65 % erneuerbaren Energien betrieben werden. In Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohner\*innen 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 Immobilienbesitzer\*innen zukommt. Dies betrifft v.a. die Punkte eines Systemaustauschs gemäß § 72 GEG. Für 5,7 % 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 22,1 % der Heizsysteme mit einer Betriebsdauer zwischen 20 und 30 Jahren erfolgen oder es wird zumindest eine technische Überprüfung empfohlen. Diese sollte um die Komponente einer ganzheitlichen Energieberatung ergänzt werden.

### 3.6 Eingesetzte Energieträger

Für die Deckung des Wärmebedarfs (Raumwärme, Warmwasser sowie Prozesswärme) in Bösel werden 134 GWh Endenergie pro Jahr benötigt. Die Zusammensetzung der Energiebereitstellung verdeutlicht die Dominanz fossiler Brennstoffe im aktuellen Energiemix (siehe Abbildung 14).

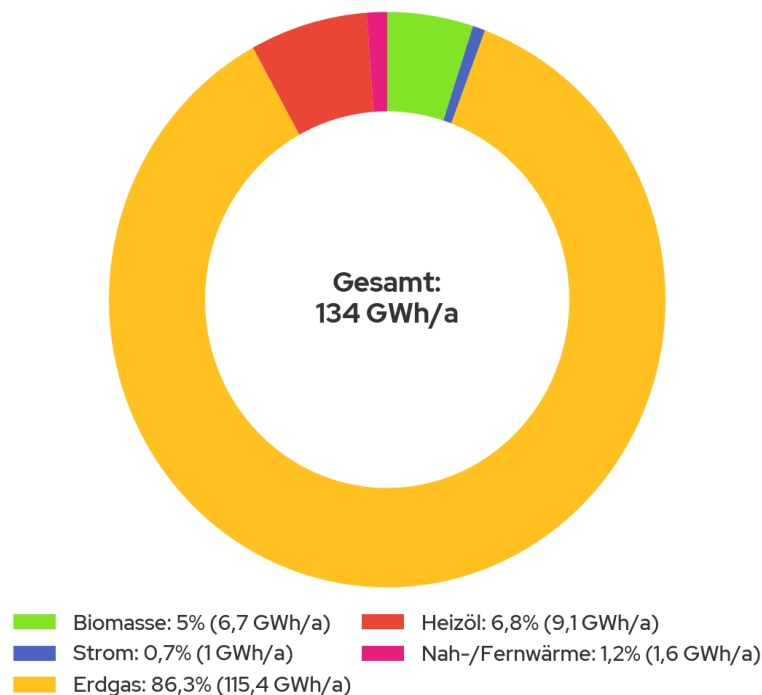
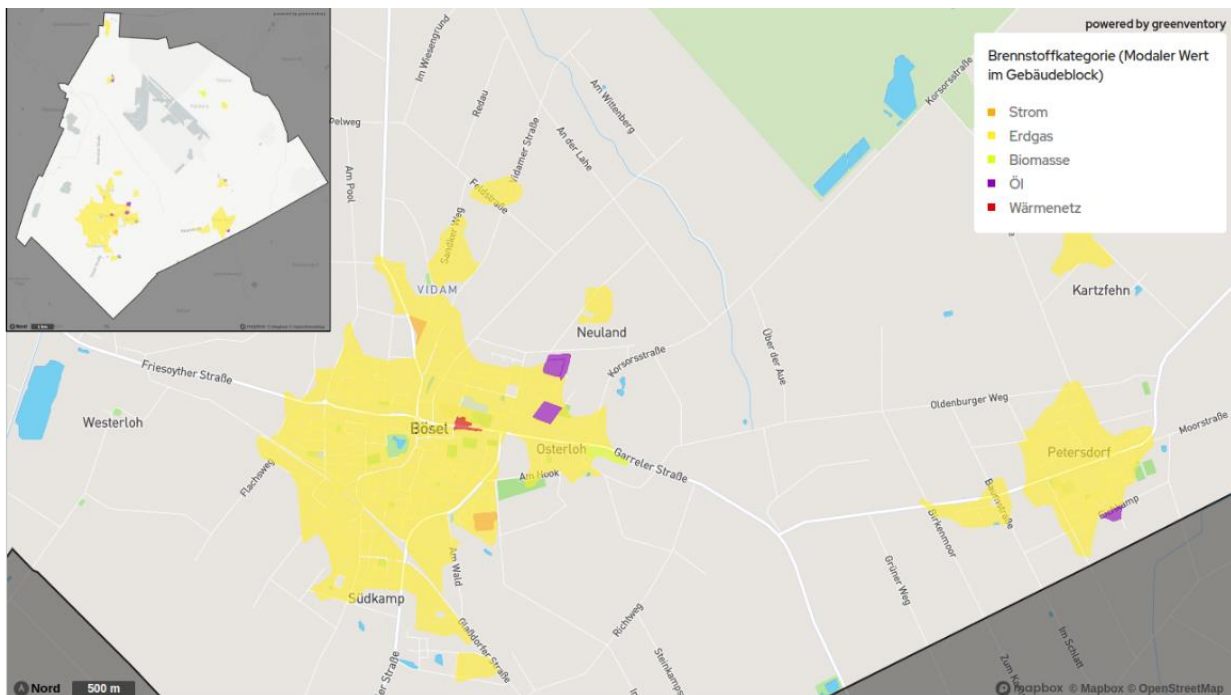


Abbildung 14: Wärmebedarf nach Energieträgern

Erdgas trägt mit 115,4 GWh/a (86,3 %) maßgeblich zur Wärmeerzeugung bei. Dieser, verglichen mit dem Bundesdurchschnitt, außergewöhnlich hohe Anteil liegt u.a. am nahezu flächendeckend ausgebauten Gasnetz, an das 87,5 % aller beheizten Gebäude in Bösel angeschlossen sind. Heizöl folgt mit 9,1 GWh/a (6,8 %). Biomasse trägt mit 6,7 GWh/a (5 %) zum bereits erneuerbaren Anteil der Wärmeversorgung bei. Ein weiterer Anteil von 1 GWh/a (0,7 %) des Wärmebedarfs wird durch Strom gedeckt, der in Wärmepumpen und Direktheizungen genutzt wird. Derzeit liegt in Bösel ein Nahwärmenetz im Ortskern vor, welches zur Endenergiebereitstellung 1,6 GWh/a (1,2 %) beiträgt. Die Flächenverteilung der Endenergieträger im Gemeindegebiet Bösel ist in Abbildung 15 räumlich dargestellt. Dabei handelt es sich um eine aggregierte Darstellung, bei der jedem Baublock der dominierende Energieträger zugewiesen wird. Es wird deutlich, dass Erdgas der eindeutig dominierende Energieträger ist. Lediglich vereinzelt gibt es Gebiete, in denen Ölheizungen, strombasierte Systeme oder lokale Wärmenetze ausgeprägt vorhanden sind.



**Abbildung 15: Verteilung der Energieträger im Projektgebiet**

Die aktuelle Zusammensetzung des Wärmebedarfs und die starke Abhängigkeit der Energieversorgung vom Gasnetz verdeutlichen die Dimension der Herausforderungen auf dem Weg zur Dekarbonisierung. Die Verringerung der fossilen Abhängigkeit erfordert technische Innovationen, verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien, den Bau von Wärmenetzen und die Integration verschiedener Technologien in die bestehenden Systeme.



Eine zielgerichtete, technische Strategie ist unerlässlich, um die Wärmeversorgung zukunftssicher und treibhausgasneutral zu gestalten.

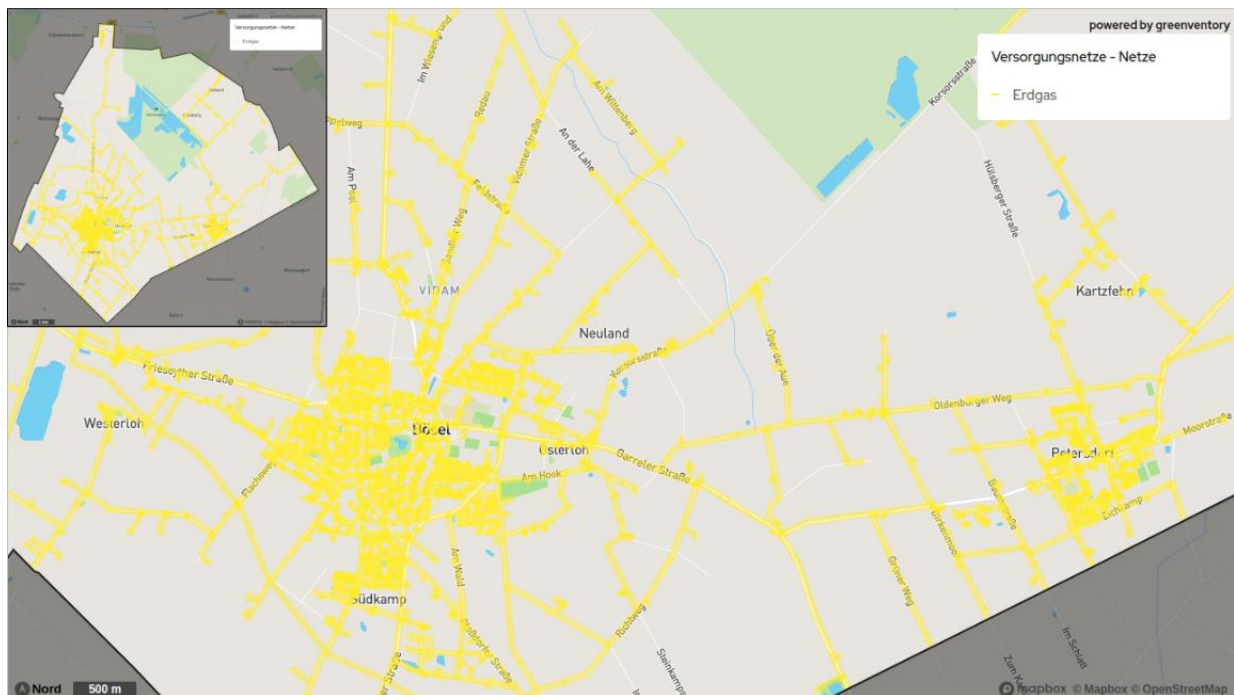
### 3.7 Gas- und Stromnetzinfrastruktur

EWE NETZ versorgt das Gemeindegebiet von Bösel bereits seit vielen Jahren mit Erdgas. Durch das Ziel der Klimaneutralität bis 2040 bzw. 2045 werden die Netze transformiert werden. Die Versorgungssicherheit der Kunden und Kundinnen steht dabei an oberster Stelle. Entscheidend für diesen Prozess sind die Kundenbedarfe und die politisch-gesetzlichen Vorgaben, die es einzuhalten und umzusetzen gilt. Die Erdgasnetze werden sich in diesem Zuge den Bedürfnissen anpassen.

Im Projektgebiet ist die Gasinfrastruktur flächendeckend etabliert (siehe Abbildung 16). Technisch gesehen können die Erdgasleitungen für Wasserstoff oder Biomethan genutzt werden und somit einen Teil zur Dekarbonisierung der Energieversorgung beitragen (siehe dazu auch Kapitel 4.5). Die zukünftigen Nutzungen werden ortsbezogen sehr unterschiedlich sein. Ein Rückbau der Infrastruktur, wenn diese aufgrund der Nutzung anderer Energieträger (z. B. Wärmepumpe) nicht mehr in dem Umfang benötigt wird, ist technisch jedoch nicht erforderlich und sollte aus Kostengründen vermieden werden. Der Anteil an fossilen Gasen in den verbleibenden Netzen wird sukzessiv sinken und durch grüne Gase (wie bspw. Biomethan oder Wasserstoff) ersetzt. Die zukünftige Verfügbarkeit von Wasserstoff hinsichtlich Menge und Preis ist allgemein jedoch noch nicht abzusehen. Effizienter als Wasserstoff ist die direkte Nutzung erneuerbarer Energien, da ein Wasserstoffnetzgebiet für Haushaltskunden mit hoher Wahrscheinlichkeit aufgrund des Aufwands und der Kosten für die Herstellung und den Transport nicht wirtschaftlich sein wird.

Das Stromnetz von EWE NETZ wird stetig ausgebaut und an wichtigen Knotenpunkten verstärkt, um erneuerbare Energien aber auch die steigende Anzahl an Wärmepumpen, Speicher und Ladeinfrastruktur anschließen zu können.

Grundlage hierfür ist eine intelligente Energieversorgung mit entsprechender moderner Mess- und Kommunikationstechnik, um das Netz noch effizienter 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 im Projektgebiet**

### 3.8 Wärmenetze

Im Projektgebiet existiert derzeit ein privat betriebenes Wärmenetz (siehe Abbildung 17), welches größere Gebäude im Ortskern (z.B. Rathaus, Hallenbad, Schulen, Sporthalle) mit Wärme aus einem Biogas-BHKW versorgt. Der Standort der Heizzentrale mit BHKW und Spitzenlastkessel befindet sich neben dem Gebäude der Freiwilligen Feuerwehr in der Garreler Straße.

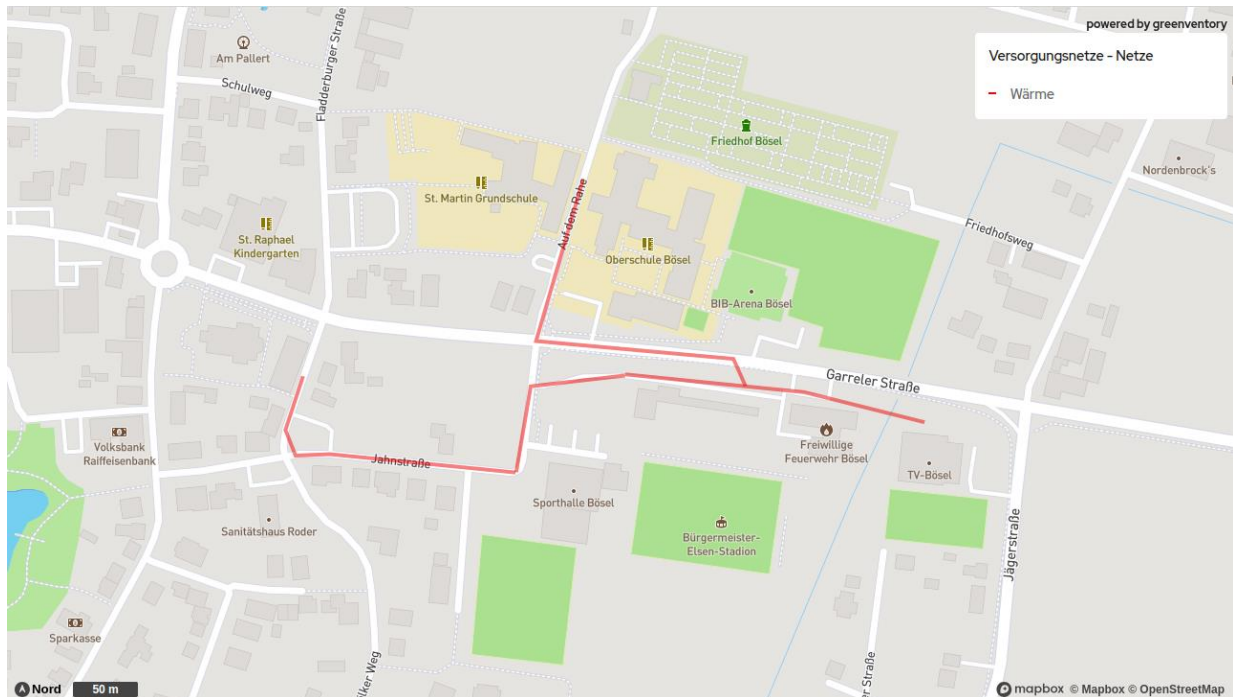
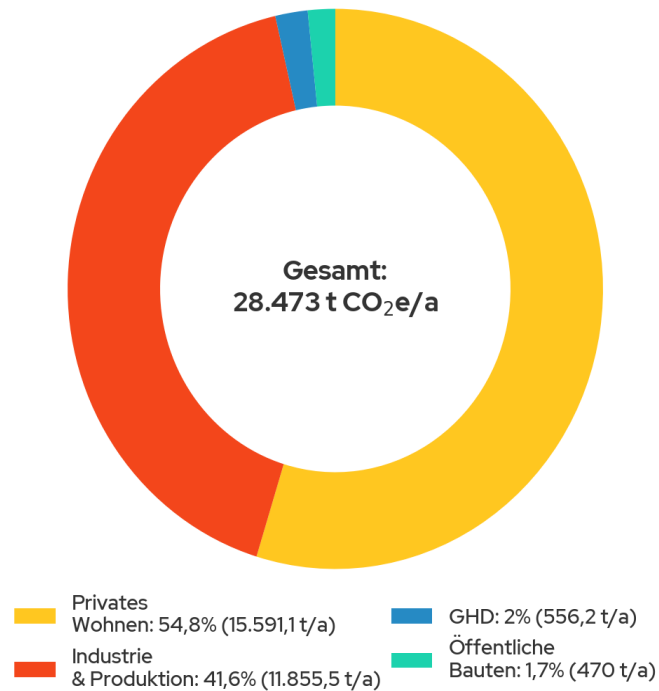


Abbildung 17: Wärmenetz im Ortskern Bösel

### 3.9 Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung

Im Projektgebiet betragen aktuell die gesamten Treibhausgasemissionen im Wärmebereich 28.473 Tonnen pro Jahr. Sie entfallen zu 54,8 % auf den Wohnsektor, zu 41,6 % auf die Industrie und Produktion (inklusive landwirtschaftliche Betriebe), wozu auch die landwirtschaftlichen Gebäude zählen, zu 2 % auf den Gewerbe-, Handels- und Dienstleistungssektor (GHD) und zu 1,7 % auf öffentlich genutzte Gebäude (siehe Abbildung 18). 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.

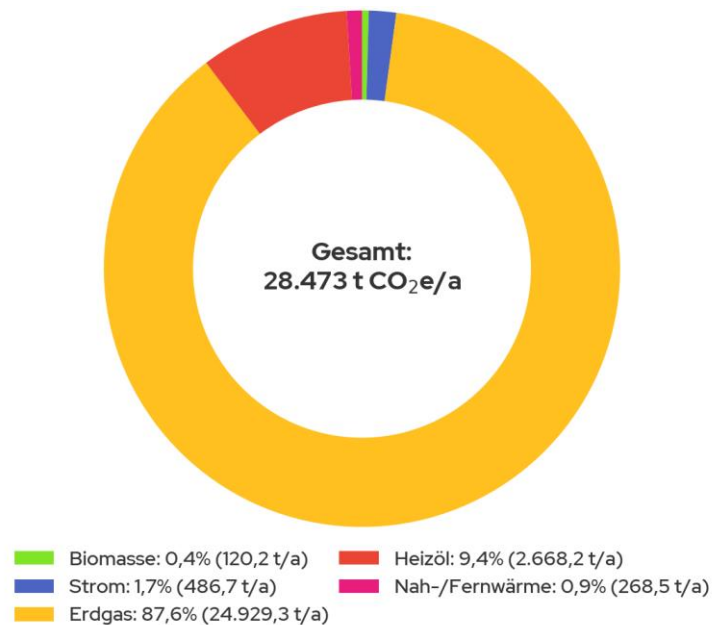


Hinweis: Industrie & Produktion beinhalten auch landwirtschaftliche Betriebe.

**Abbildung 18: Treibhausgasemissionen nach Sektoren im Projektgebiet**

In Bösel ist Erdgas mit 87,6 % der Hauptverursacher der Treibhausgasemissionen, gefolgt von Heizöl mit 9,4 %. Damit verursachen die beiden fossilen Wärmeerzeuger bei Weitem den größten Anteil der Emissionen im Wärmesektor im Projektgebiet. Der Anteil von Strom ist mit 1,7 % vernachlässigbar. Biomasse (0,4 %) macht ebenfalls nur einen vernachlässigbaren Anteil der Treibhausgas-Emissionen aus (siehe Abbildung 19). An diesen Zahlen wird deutlich, dass der Schlüssel für die Reduktion der Treibhausgase in der Abkehr von Erdgas und Heizöl liegt, aber eben auch in der erneuerbaren Stromerzeugung, zumal dem Strom durch die prognostizierte starke Zunahme von Wärmepumpen zukünftig eine zentrale Rolle zufallen wird.





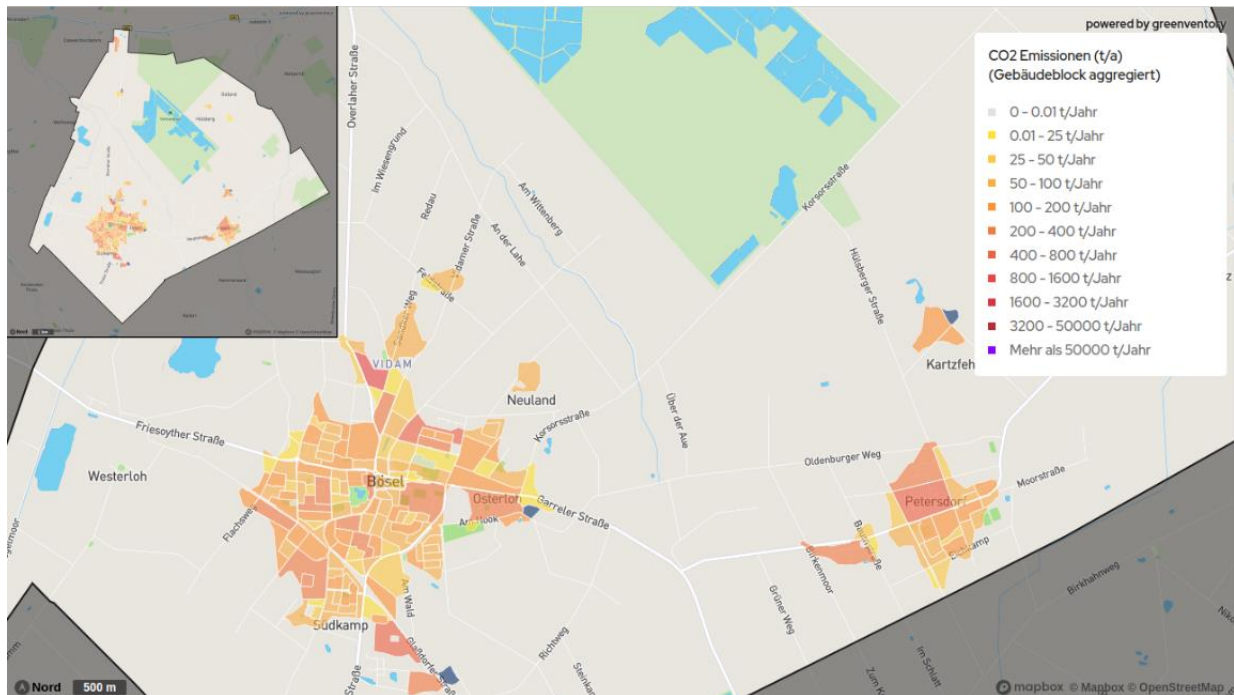
**Abbildung 19: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Projektgebiet**

Die verwendeten Emissionsfaktoren lassen sich 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 heute 0,438 tCO<sub>2</sub>/MWh auf zukünftig 0,032 tCO<sub>2</sub>/MWh – ein Effekt, der elektrische Heizsysteme wie Wärmepumpen zukünftig weiter begünstigen dürfte.

Energieträger	Emissionsfaktoren (tCO <sub>2</sub> /MWh)		
	2021	2030	2040
Strom	0,438	0,270	0,032
Heizöl	0,311	0,311	0,311
Erdgas	0,233	0,233	0,233
Steinkohle	0,431	0,431	0,431
Biogas / Biomethan	0,090	0,086	0,081
Biomasse (Holz)	0,022	0,022	0,022
Solarthermie	0,013	0,013	0,013

**Tabelle 1: Emissionsfaktoren nach Energieträger (KEA, 2024)**

Eine örtliche Verteilung der aggregierten Treibhausgasemissionen auf Baublockebene (anonymisiert) ist in Abbildung 20 dargestellt. In industriell geprägten Gebieten bzw. in dichteren Wohngebieten sind die Emissionen am höchsten. Ein weiterer Grund für hohe lokale Treibhausgasemissionen kann, neben dem Vorhandensein großer Industriebetriebe, auch die Konzentration besonders schlecht sanierter Gebäude in dicht 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 20: Verteilung der Treibhausgasemissionen im Projektgebiet**

### 3.10 Zusammenfassung Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse verdeutlicht die zentrale Rolle fossiler Energieträger in der aktuellen Wärmeversorgungsstruktur, mit einem überdurchschnittlichen Anteil im Industrie- und Produktionssektor, da dieser auch die landwirtschaftlichen Betriebe beinhaltet. Der Wohnsektor trägt mehrheitlich zu den Emissionen bei, jedoch hat auch der Industriesektor (inklusive Landwirtschaft) jeweils signifikante Anteile an Gebäudebestand und Treibhausgasbilanz, sodass insbesondere in diesen beiden Sektoren die größten Ansatzpunkte für eine Dekarbonisierung der Wärmeversorgung liegen. Erdgas ist der vorherrschende Energieträger in den Heizsystemen, während Energieträger wie Strom, Öl oder Biomasse eine zu vernachlässigende Rolle spielen. Eine kritische Betrachtung zeigt, dass 5,7 % der Heizungsanlagen, die älter als 30 Jahre sind, ggf. erneuert werden müssen. 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 und die Sanierung bzw. der Austausch veralteter Heizsysteme sind dabei zentrale Maßnahmen, die unterstützt durch das Engagement der Gemeinde und die Nutzung bestehender Erfahrungen mit dem Wärmenetz eine effektive Reduktion der Treibhausgasemissionen und eine nachhaltige Verbesserung der Wärmeversorgung ermöglichen. Ein großer Hebel in der Reduktion des Gesamtwärmebedarfs liegt in der näheren Betrachtung der Industrie und deren Prozesswärmebedarfs und dem Wärmebedarf der landwirtschaftlichen Betriebe. Hier können Effizienzsteigerungen den Wärmebedarf reduzieren und die Umstellung der Energiequellen die THG-Emissionen signifikant reduzieren.

## 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 Teile von weiterführenden Untersuchungen sind. Des Weiteren wurde die Entwicklung des Energieverbrauchs abgeschätzt. Die schematische Vorgehensweise der Ermittlung von Potenzialen ist in Abbildung 21 dargestellt.

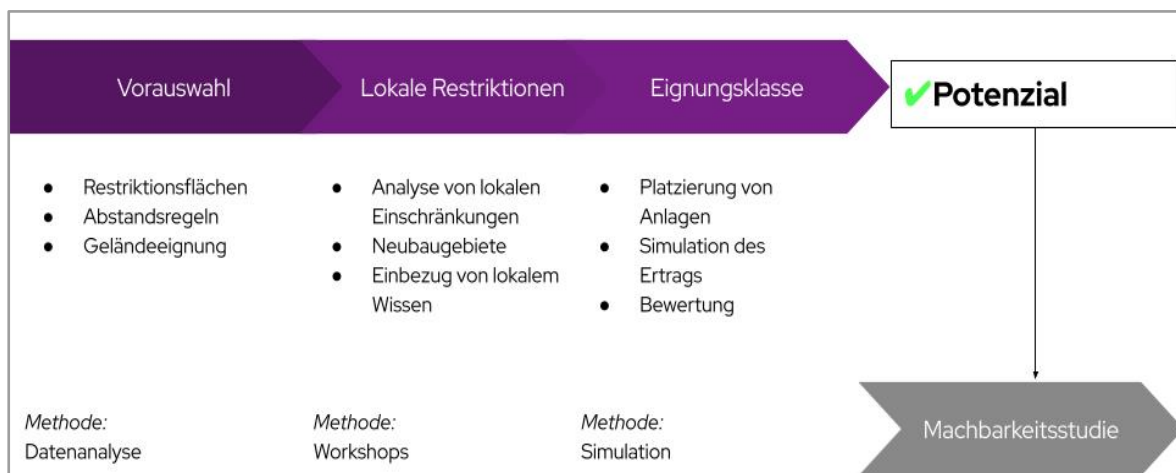


Abbildung 21: Vorgehen bei der Ermittlung von Potenzialen

### 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 Studien/Machbarkeitsstudien (siehe Abbildung 22).



**Abbildung 22: Vorgehen und Datenquellen der Potenzialanalyse**

## 4.2 Methode: Indikatorenmodell

Als Basis für die Potenzialanalyse wird eine stufenweise 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 angestoßen werden.

Potenzial	Wichtigste Kriterien (Auswahl)
<b>Elektrische Potenziale</b>	
Windkraft	Abstand zu Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte
PV Freiflächen	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte
PV Dachflächen	Dachflächen, Mindestgrößen, Gebäudetyp, techno-ökonomische Anlagenparameter
<b>Thermische Potenziale</b>	
Abwärme aus Klärwerken	Klärwerk-Standorte, 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

**Tabelle 2: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien**



## 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:

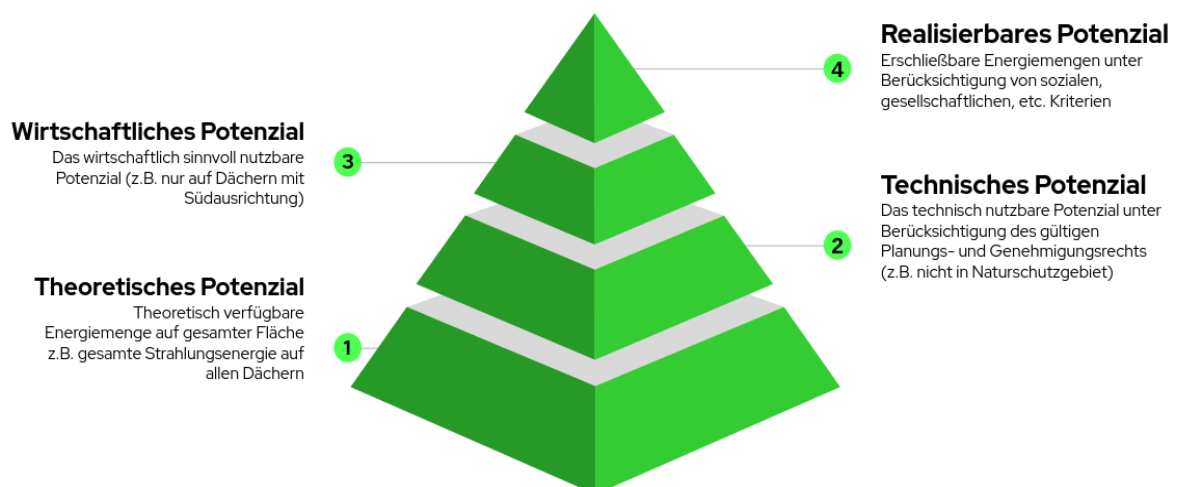
- *Geeignetes Potenzial* (weiche und harte Restriktionen): unter Anwendung harter Kriterien (Restriktionen, die einer Wärme-/Stromerzeugung entgegenstehen) und weicher Kriterien (Restriktionen, die eine Nutzung bestehender Potenziale einschränken können). Natur- und Artenschutz wird grundsätzlich ein „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 Solarthermieanlagen 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).

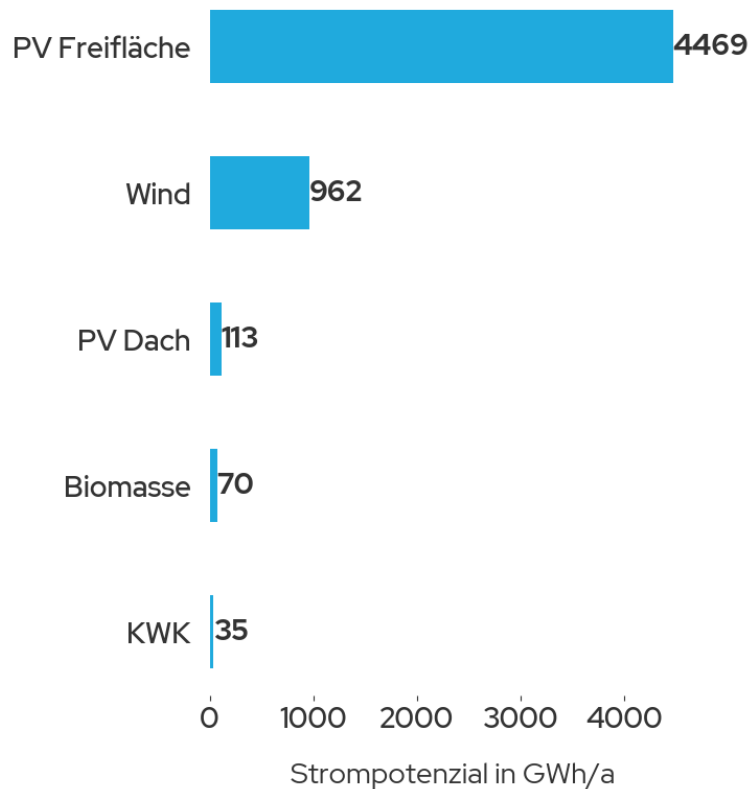
### **Realisierbares Potenzial:**

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 23).



**Abbildung 23: Erneuerbare Strompotenziale im Projektgebiet**

Photovoltaik auf Freiflächen stellt mit 4.469 GWh/a das mit Abstand größte Potenzial dar. Hier werden Flächen als grundsätzlich geeignet ausgewiesen, die keinen Restriktionen unterliegen und die technischen Anforderungen erfüllen. Besonders beachtet werden dabei Naturschutz, Hangneigungen, Überschwemmungsgebiete und gesetzliche Abstandsregeln. In Bösel wurden darüber hinaus Vorbehaltsgebiete für Land- und Forstwirtschaft sowie die Vorranggebiete Natur & Landschaft und Rohstoffgewinnung als ortsspezifische Restriktionskriterien angewendet, sodass in diesen Gebieten keine Potenzialflächen ausgewiesen werden. Bei der Potenzialberechnung werden Module optimal platziert und unter Berücksichtigung von Verschattung und Sonneneinstrahlung werden jährliche Volllaststunden und der Jahresenergieertrag pro Gebiet errechnet. 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 Stromerzeugungsf lächen nicht in unmittelbarer Nähe zur Wärmenachfrage befinden müssen und so eine gewisse Flexibilität in der Flächenauswahl möglich ist.

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 24 Windenergieanlagen auf dem Böseler Gemarkungsgebiet. Sechs davon im südlich des Kernorts befindlichen "Im Richter Moor", eine östlich des Vehnemoors, eine südwestlich des Vehnemoors und 15 weitere an der westlichen Gemeindegrenze im Bereich der Kündelstraße. Mit 962 GWh/a bietet die Windkraft ein weiteres großes Potenzial, insbesondere auf Flächen im Osten des Vehnemoors. Zusätzlich zur technischen und baurechtlichen Prüfung sind hier Aspekte der Akzeptanz sowie der Einfluss auf die lokale Flora und Fauna zu berücksichtigen, weshalb die Eignungsflächen stark eingegrenzt sind und die Analyse der real verfügbaren WEA-Flächen außerhalb der KWP erfolgen sollte.

Das Potenzial für Photovoltaikanlagen auf Dachflächen stellt mit 113 GWh/a ein weiteres nennenswertes Potential 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, 2020), dass das Stromerzeugungspotenzial von Photovoltaik auf 50 % der Dachflächen von Gebäuden über 50 m<sup>2</sup> möglich ist. Die jährliche Stromproduktion wird durch die flächenspezifische Leistung (160 kWh/m<sup>2</sup>a) 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.

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 städtische 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 70 GWh/a über Biogas-Blockheizkraftwerke einen signifikanten Anteil an der Stromerzeugung haben kann.

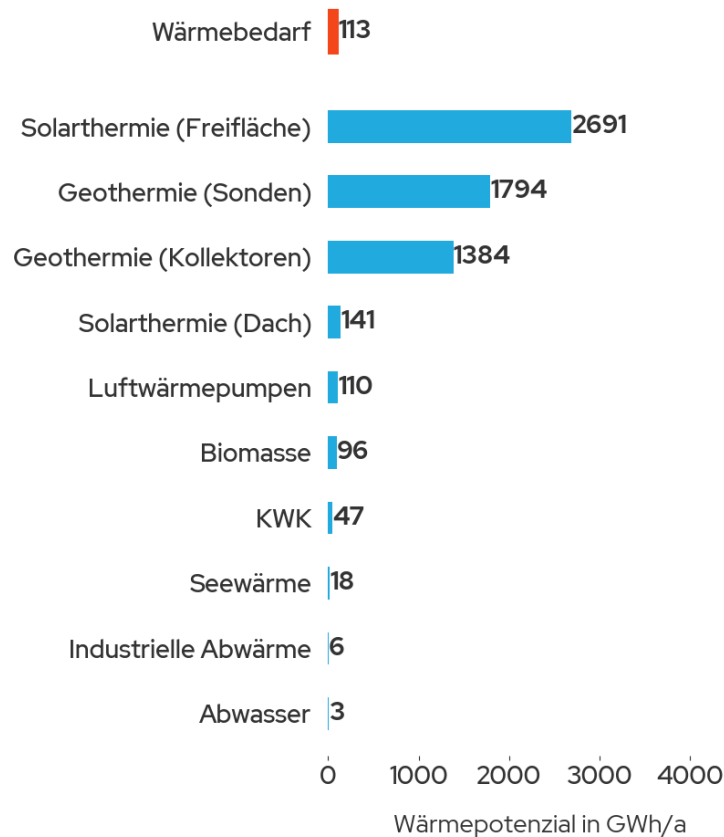
Kraft-Wärmekopplungs-(KWK)-Anlagen dienen der kombinierten Erzeugung von Strom und Nutzwärme, wodurch sie einen hohen Gesamtwirkungsgrad von typischerweise 80–90 % erreichen und somit eine besonders effiziente Energieversorgung ermöglichen. Dabei liegt das typische Verhältnis von Strom zu Wärme (Strom-Wärme-Verhältnis) bei gasbetriebenen Anlagen häufig zwischen 30-60 %, was die Flexibilität der Technologie im Hinblick

auf die bedarfsgerechte Energieversorgung unterstreicht. Als Brennstoffe können sowohl Erdgas als auch Biomasse zum Einsatz kommen. Im Projektgebiet sind laut Marktstammdatenregister 18 KWK-Anlagen in unterschiedlichen Größenordnungen zwischen ca. 80 und ca. 1.300 kW thermischer Kapazität vertreten. Diese Analyse zeigt das elektrische Potenzial der bestehenden fossilen Infrastruktur, falls eine Umstellung auf Biogas oder andere regenerative Gase erfolgen sollte. Dabei ergeben sich 35 GWh Strom pro Jahr. Es ist deutlich, dass die Umstellung der bestehenden KWK-Anlagen auf erneuerbare Brennstoffe einen geringen Beitrag zur Stromerzeugung leisten könnte. Zukünftige Erweiterungen der Kapazität der Bestandsanlagen oder neue Standorte sind hierbei nicht berücksichtigt.

Zusammenfassend bieten sich vielfältige Möglichkeiten zur erneuerbaren Stromerzeugung im Projektgebiet Bösel, 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 Dachflächen der Erschließung von Freiflächen vorzuziehen ist.

#### **4.4 Potenziale zur Wärmeerzeugung**

Die Untersuchung der thermischen Potenziale offenbart ein breites Spektrum an Möglichkeiten für die lokale Wärmeversorgung (siehe Abbildung 24). Für Solarthermie, Flusswasser, Seewärme und oberflächennahe Geothermie gelten in der Untersuchung eine wirtschaftliche Grenze von 1000 m zu Siedlungsflächen, wobei Flächen mit einem Abstand von 200 m zu Siedlungen als gut geeignet gekennzeichnet werden, sofern keine weiteren Restriktionen vorliegen.



**Abbildung 24: Erneuerbare Wärmepotenziale im Projektgebiet**

Wärmepumpen 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.

Solarthermie auf Freiflächen stellt mit einem Potenzial von 2.691 GWh/a die wichtige Ressource 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 m<sup>2</sup> ausgeschlossen werden. 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 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 mittels Sonden hat ein Potenzial von 1.794 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 und die Potenziale einzelner Bohrlöcher unter Verwendung von Kennzahlen abgeschätzt werden.

Erdwärmekollektoren, die ebenfalls zur Kategorie der oberflächennahen Geothermienutzung zählen, sind Wärmetauscher, die wenige Meter unter der Erdoberfläche liegen und die konstante Erdtemperatur nutzen, um über ein Rohrsystem mit Wärmeträgerflüssigkeit Wärme zu einer Wärmepumpe zu leiten. Dort wird die Wärme für die Beheizung von Gebäuden oder Warmwasserbereitung aufbereitet. Die Potentiale sind auch im direkten Umfeld der Gebäude vorhanden und belaufen sich im Projektgebiet auf 1.384 GWh pro Jahr.

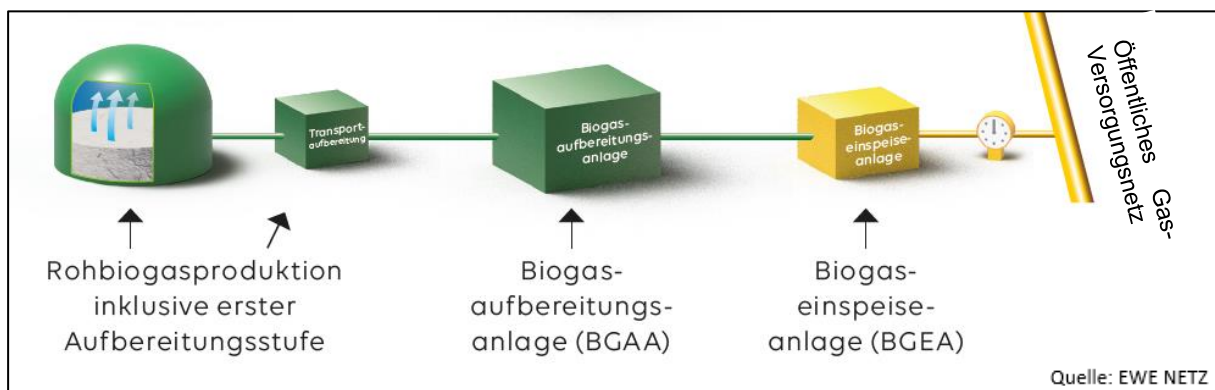
Auch auf Dachflächen kann Solarthermie genutzt werden. Im Projektgebiet Bösel bietet Solarthermie auf Dachflächen ein Potential von 141 GWh/a. Bei der Solarthermie auf Dachflächen wird mittels KEA-BW-Methode das Potenzial aus 25 % der Dachflächen über 50 m<sup>2</sup> für die Wärmeerzeugung modelliert. Die jährliche Produktion basiert auf 400 kWh/m<sup>2</sup> durch flächenspezifische Leistung und durchschnittliche Volllaststunden. Die Potentiale 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 werden.

Hinweis: Es gibt auch sogenannte PVT-Anlagen (Photovoltaik-Thermie-Anlagen), mit denen Photovoltaik und Solarthermie in Kombination umgesetzt werden kann.

Luftwärmepumpen haben mit 110 GWh/a für die zukünftige Wärmeversorgung ein bedeutsames 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 groß 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 1-4 MW gut geeignet. Essenziell bei der Nutzung von Wärmepumpen ist eine Optimierung der Temperaturen, um möglichst geringe Temperaturhübe zu benötigen.

Das thermische Biomassepotenzial beträgt 96 GWh/a und setzt sich aus Waldrestholz, Hausmüll (Biomüll), Grünschnitt und dem möglichen Anbau von Energiepflanzen zusammen. Biomasse hat den Vorteil einer einfachen technischen Nutzbarkeit sowie hoher Temperaturen.

Die Verfeuerung von Waldrestholz oder Grünschnitt kann in Holz-/ Hackschnitzelkesseln erfolgen. Erträge von Energiepflanzen kommen bei Biogasanlagen zum Einsatz. Eine Biogasanlage erzeugt Biogas durch die Vergärung von tierischen und pflanzlichen Stoffen. Dies geschieht unter Ausschluss von Sauerstoff und mit Hilfe von Bakterien im Fermenter. Biogas ist klimaneutral, da die Herstellung aus organischen Stoffen erfolgt. Das Kohlendioxid, welches bei der Verbrennung freigesetzt wird, wurde zuvor durch den Pflanzenwachstumsprozess der Atmosphäre entnommen. Biogasanlagen können im Gegensatz zu Photovoltaikanlagen unabhängig vom Wetter (keine Abhängigkeit von Sonne oder Wind) eingesetzt werden. Es gibt zwei unterschiedliche Typen von Biogasanlagen. Bei dem ersten Anlagentyp wird das Biogas nach der Erzeugung im Fermenter für die weitere Nutzung getrocknet und entschwefelt. Danach wird das Gas zum Betrieb eines Motors (Blockheizkraftwerk, BHKW) genutzt, welcher über einen Generator elektrischen Strom erzeugt, welcher ggf. teilweise vom Betreiber selbst genutzt oder ins öffentliche Strom-Versorgungsnetz eingespeist wird. Darüber hinaus kann die Abgaswärme und die Wärme vom Motorkühlwasser mittels Wärmetauscher zurückgewonnen werden. Zum Teil wird sie für die Beheizung des Fermenters benötigt, doch der größere Anteil kann z.B. für die Beheizung von Gebäuden oder sogar eines Wärmenetzes eingesetzt werden. Beim zweiten und selteneren Anlagentyp „Biogaseinspeisung ins Gasnetz“ wird ebenfalls Biogas produziert. Dieses wird gereinigt (z.B. von Kohlendioxid und Schwefelwasserstoff) und getrocknet. Danach erfolgt die Konditionierung zu Biomethan und ggf. Odorierung (Beimengung Gasgeruch, bei HD-Netz nicht notwendig), sodass das Gas ähnliche Eigenschaften wie Erdgas hat. Um Biomethan als Erdgas-Substitut zu verwenden, muss insbesondere eine Brennwert- Anpassung erfolgen. Über eine Biogaseinspeiseanlage erfolgt dann die Verdichtung auf den Netzdruck und die Einspeisung des Biomethans in das öffentliche Gas-Versorgungsnetz. Das Biomethan kann z.B. für den Betrieb von Brennwertheizkesseln oder BHKWs standortunabhängig von der Biogasanlage eingesetzt werden, da es bilanziell über das öffentliche Gas-Versorgungsnetz bezogen wird (siehe Abbildung 25).



**Abbildung 25: Funktionsweise Biogaseinspeisung**

Allerdings ist ersichtlich, dass Energiepflanzen nur in begrenzter Menge zur Verfügung stehen. 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.

Für die Evaluierung der Nutzung von industrieller Abwärme wurden im Projektgebiet Abfragen bei möglichen relevanten Industrie- und Gewerbebetrieben durchgeführt. Bösel weist einige Unternehmen auf, die Abwärmepotenziale signalisiert haben. So wurde ein Potenzial von ca. 6 GWh/a identifiziert. Eine Herausforderung stellt die aufgezeigte saisonal schwankende Bereitstellungsmöglichkeit der Abwärme dar. Hier gilt es in nachfolgenden Untersuchungen die möglichen Abwärmepotenziale derjenigen Betriebe genauer zu quantifizieren, die eine Bereitschaft zur Bereitstellung von Abwärme signalisiert haben.

KWK-Anlagen im Wärmenetz spielen besonders in der nahen Zukunft eine wichtige Rolle beim Übergang zu einem fossilfreien Wärmesystem. Basierend auf den vorhandenen KWK-Anlagen liegt das thermische KWK-Potenzial im Projektgebiet bei ca. 47 GWh Wärme pro Jahr. Wie auch beim Strom, zeigt die Analyse das Potenzial der bestehenden KWK-Infrastruktur, welches durch eine Umstellung auf Biogas oder andere regenerative Gase erschlossen werden kann. Im Vergleich zu den anderen Potenzialen im Projektgebiet ist das Wärmepotenzial eher gering einzuordnen. Zukünftige Erweiterungen der Kapazität oder neue Standorte sind hierbei nicht berücksichtigt.

Das Abwärmepotenzial, welches aus dem geklärten Abwasser am Auslauf des Klärwerkes gehoben werden kann, wurde auf 3 GWh/a beziffert (theoretische/technisches Potenzial basierend auf Einwohnerwert der Kläranlagen). Wie und ob diese Potenziale in zukünftigen möglichen Wärmenetzen im Umfeld der Kläranlage bzw. der Oberflächengewässer genutzt werden können, ist zu prüfen. Aufgrund der tendenziell peripheren Lage zu Siedlungsgebieten ist eine tatsächliche Eignung zur Nutzung der Potenziale fraglich.

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

Die Anwendungen von Wasserstoff sind vielseitig. Alle Sektoren und verschiedene Wirtschaftsbereiche können von klimafreundlichem Wasserstoff als Energieträger oder Rohstoff profitieren. Fokus für den Wasserstoffeinsatz



ist jedoch der Einsatz im Gewerbe- und Industriesektor, um Produktions- und notwendige Wärmeprozesse klimafreundlich darstellen zu können.

**Industrie:** Die Industrie stellt den wichtigsten Einsatzbereich für Wasserstoff dar und bietet die größten Emissionseinsparungen. In der für Deutschland wichtigen Großindustrie wie der Stahlerzeugung, Glasproduktion oder der Herstellung von Ammoniak können Kohle oder Erdgas aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen nicht durch Strom ersetzt werden. Grüner Wasserstoff kann hier fossile Energieträger ersetzen und CO<sub>2</sub>-Emissionen deutlich reduzieren.

**Rückverstromung:** Die erneuerbaren Energiequellen unterliegen Schwankungen. Je nachdem, wie der Wind weht und die Sonne scheint, wird mehr Strom erzeugt, als genutzt werden kann. Zu anderen Zeiten dagegen steht zu wenig Strom zur Verfügung. Durch einen Elektrolyseur kann überschüssiger Strom in Wasserstoff umgewandelt und dann gespeichert werden. Wird mehr Strom benötigt, kann der Wasserstoff zur Stromerzeugung in Gaskraftwerken genutzt werden.

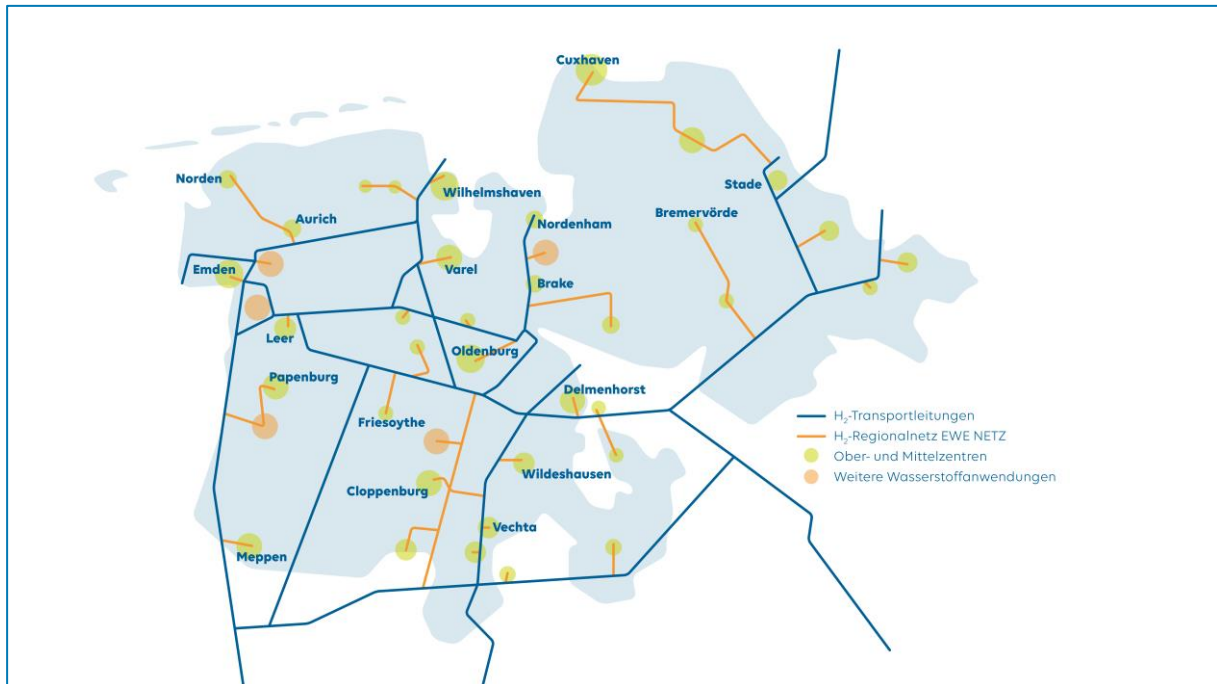
**Weitere Anwendungsbereiche:** Wasserstoff kann außerdem in der Mobilität (z.B. in Lkw oder Zügen mit Brennstoffzellen) und in Einzelfällen im Wärmemarkt (z.B. durch Wasserstoffheizungen) eingesetzt werden. Der Einsatz von Wasserstoff bei privaten Endverbrauchern ist nach heutigem Stand aufgrund kostengünstiger Alternativen unwahrscheinlich. Mit der Wärmepumpe sowie dem Anschluss an ein Fern- oder Nahwärmenetz stehen in der häuslichen Wärmeversorgung anders als bei Industrie und Gewerbe technische Alternativen zur Verfügung.

Wasserstoff kann in flüssigem oder gasförmigem Zustand per Tankwagen auf der Straße transportiert werden. Über längere Strecken ist jedoch der Transport durch Leitungsnetze (Pipelines) deutlich effizienter. Bisher existiert jedoch noch keine Netzinfrastruktur für Wasserstoff, um Erzeugung, Abnehmer oder auch Speicher miteinander zu vernetzen. Das von den Ferngasnetzbetreibern erarbeitete und kürzlich durch die Bundesnetzagentur genehmigte Wasserstoff-Kernnetz ist der Startschuss für eine deutschlandweite Wasserstoffinfrastruktur (siehe Abbildung 26). Das Kernnetz ist ein bundesweites Wasserstoffnetz, welches den Transport von Wasserstoff in viele Regionen Deutschlands ermöglicht (im Straßenverkehr vergleichbar mit den Autobahnen).



**Abbildung 26: Übersicht Wasserstoff-Kernnetz in Deutschland**

Die lokale Versorgung des Wasserstoffs zu den Industriekunden bzw. zu den Kommunen erfolgt dann durch die Verteilnetzbetreiber über das nachgelagerte Regionalnetz (vergleichbar mit Bundes- und Landesstraßen, siehe Abbildung 27). Positiv ist, dass die bestehende Erdgasinfrastruktur ideale Voraussetzungen bietet, um klimaneutrale Gase wie Wasserstoff (oder auch Biomethan) aufzunehmen, zu transportieren und zu verteilen. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Rohrleitungen in den deutschen Gasverteilnetzen zu über 97 Prozent aus den wasserstofftauglichen Materialien Stahl und Kunststoff bestehen. Auch bei den verbauten Armaturen und Einbauteilen sind laut DVGW e.V. grundlegend keine signifikanten Hürden zu erwarten. Bei den rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen für den Betrieb von Wasserstoffnetzen sind allerdings derzeit noch viele Punkte offen.



**Abbildung 27: Lokale Versorgung des Wasserstoffs**

Die dezentrale Erzeugung von Wasserstoff wird aufgrund der aktuellen hohen Kosten und der fehlenden Wasserstoff-Netzinfrastrukturen (Regional- bzw. Verteilnetz) nicht weiter betrachtet. Eine mögliche zukünftige Nutzung kann und sollte jedoch bei sich ändernden Rahmenbedingungen (rechtlich, regulatorisch etc.) in die Planungen aufgenommen werden. Dies kann im Rahmen der Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans erfolgen.

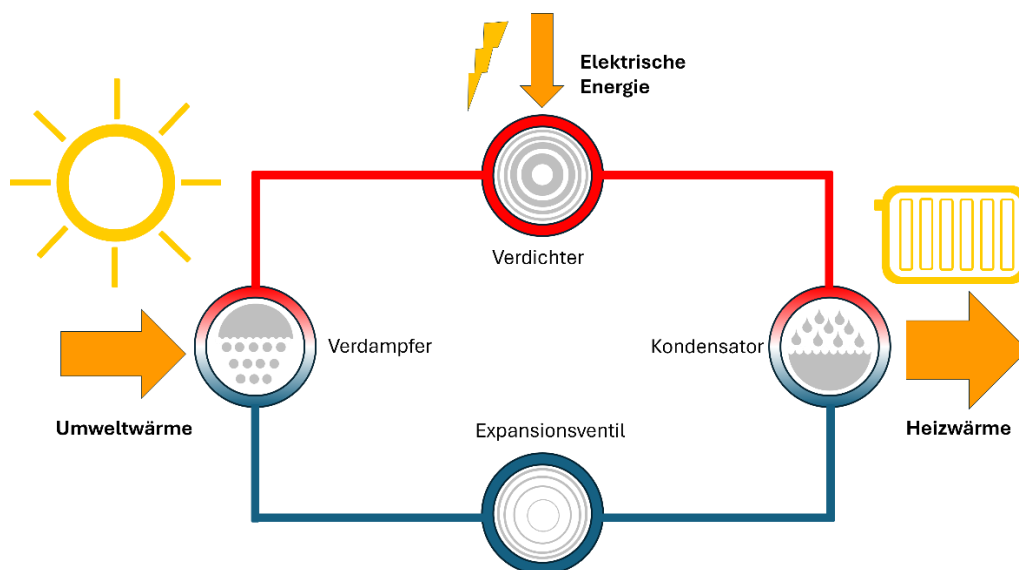
#### 4.6 Potenziale zur dezentralen Wärmeerzeugung

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 guten Einsatzmöglichkeiten von regenerativer Energie. Ferner sind keine eigenen Wärmeerzeugungsanlagen notwendig und somit ergeben sich unter guten Rahmenbedingungen (z.B. Abwärmenutzung, Skalen- und Gleichzeitigkeitseffekte) geringere Investitions- und Betriebskosten. Ein Nachteil liegt darin, dass ein Anbieterwechsel kaum möglich ist.

Die zentrale 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 28). 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 28: 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 40-60 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 35-45 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.

#### Funktion 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 Wärmegewinnung benötigt. Neben der Luft benötigt sie noch Strom. Mit Einsatz von grünem Strom kann somit CO<sub>2</sub>-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 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 Wärmepumpe in Altbauten:

Trotz höherer 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“).

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 sind – 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 absenkt 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 verhältnismäßig 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. Durch die Kombination der Holzpelletheizung mit einer Solarthermie-Anlage kann eine noch sparsamere und effizientere Wärmeversorgung realisiert werden.

**Brennstoffzellenheizung:**

Die Brennstoffzellenheizung erzeugt durch die sogenannte kalte Verbrennung in den einzelnen Zellen (sogenannte Stacks) Heizwärme, Warmwasser und auch elektrischen Strom. Sie benötigt einen Gasanschluss. Innerhalb der Brennstoffe entsteht eine elektrochemische Reaktion von einem Oxidationsmittel (Sauerstoff der Luft) und einem Brennstoff (Wasserstoff des Erdgases), sodass Wärme freigesetzt und Strom produziert wird.

**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 eine Heizwendel 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.

**Elektroheizung:**

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 Infrartheizung 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 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. 44,6 GWh bzw. 39,5 % des Gesamtwärmeverbrauchs im Projektgebiet realisiert werden könnte. Erwartungsgemäß liegt der größte Anteil des Sanierungspotenzials bei Gebäuden, die bis 1978 erbaut wurden (siehe Abbildung 29).

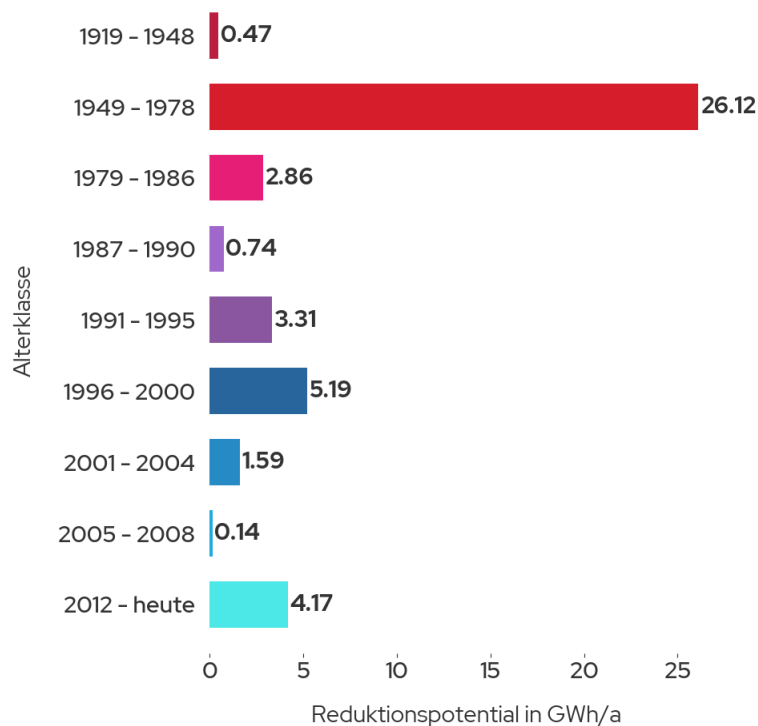
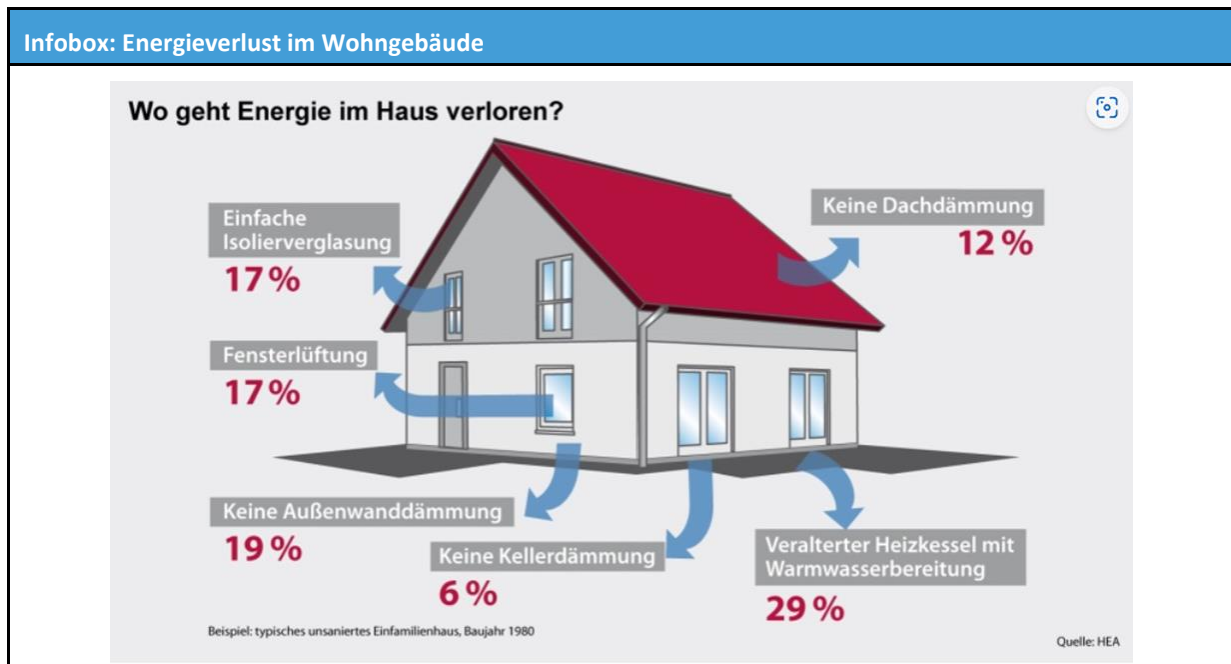


Abbildung 29: Reduktionspotential nach Baualtersklassen



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:

**Infobox: Energieverlust im Wohngebäude**



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 Geschossdecke gedämmt werden.
3. Dämmung 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 und Einbrechern. 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 Heizung: 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 (PV)-Anlage: Photovoltaik-Anlagen nutzen die Sonnenenergie zur Erzeugung von Strom. Der Strom kann im eigenen Haushalt genutzt werden (z.B. für eine Wärmepumpe). Für den Überschuss, welcher nicht selbst genutzt wird, besteht die Möglichkeit der Einspeisung ins Stromnetz. Zusätzlich zur PV-Anlage kann optional ein Stromspeicher installiert werden, sodass der tagsüber erzeugter Strom auch nachts genutzt werden kann.

Sollte Ihre Photovoltaik-Anlage einmal mehr Strom produzieren als Sie benötigen, können Sie jederzeit die Überschüsse ins öffentliche Stromnetz einspeisen. Somit profitieren alle von Ihrer erneuerbaren Energie.

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

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

Das Sanierungspotenzial bietet nicht nur eine beträchtliche Möglichkeit zur Reduzierung des Energiebedarfs, sondern auch zur Steigerung des Wohnkomforts und zur Wertsteigerung der Immobilien. Daher sollten entsprechende Sanierungsprojekte integraler Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung sein.

#### 4.8 Zusammenfassung und Fazit

Die Potenzialanalyse für erneuerbare Energien in der Wärmeerzeugung im Projektgebiet Bösel offenbart signifikante Chancen für eine nachhaltige Wärmeversorgung.

Die Potenziale sind räumlich heterogen verteilt: Im Ortskern Bösel und in Petersdorf dominieren die Potenziale der Solarthermie und Photovoltaik auf Dachflächen, sowie Erdwärmekollektoren in direkter Umgebung der Gebäude. In Quartieren mit geringer Bebauungsdichte dominieren Erdwärmekollektoren. Vereinzelt existieren Freiflächen in unmittelbarer Nähe zum Kernort Bösel und zu Petersdorf bzw. teilweise auch innerhalb der Ortsteile, auf denen sich bedeutende technische Potenziale für die Nutzung von Photovoltaik, Solarthermie oder Erdwärmesonden befinden. Außerhalb der Ortsteile sind Solarthermiekollektorfelder, Erdwärmekollektorfelder oder -sondenfelder vielerorts potenziell realisierbar. Die Solarthermie erfordert allerdings zusätzlich eine sorgfältige Planung hinsichtlich der Flächenverfügbarkeit und Möglichkeiten der Integration in bestehende und neue Wärmenetze sowie Flächen zur Wärmespeicherung. Die Erschließung dieser Potenziale kann unter Umständen bei der weiteren Evaluierung der Wärmenetzeignungsgebiete mit untersucht werden.

In den einzelnen Ortsteilen liegt das größte Potenzial in der Gebäudesanierung mit einem Schwerpunkt auf Wohngebäuden. Außerhalb der Ortsteile liegt darüber hinaus ein Potenzial in der Sanierung von industriellen und landwirtschaftlichen Gebäuden. Besonders Gebäude, die bis 1978 erbaut wurden, bieten ein hohes Einsparpotenzial durch Sanierung. Wichtige Wärmequellen ergeben sich durch die Nutzung von Aufdach-PV in Kombination mit Wärmepumpen, Solarthermie, Biomasse und der Möglichkeit eines teilweisen Anschlusses an das Wärmenetz. Auch große Luftwärmepumpen können flexibel in Wärmenetze integriert werden, wobei sich gerade Gewerbeflächen als gute Standorte anbieten.

Die umfassende Analyse legt nahe, dass es technisch möglich ist, den gesamten Wärmebedarf durch erneuerbare Energien auf der Basis lokaler Ressourcen zu decken. Dieses ambitionierte Ziel erfordert allerdings eine differenzierte Betrachtungsweise, da die Potenziale räumlich stark variieren und nicht überall gleichermaßen verfügbar sind und Flächenverwendung ein Thema ist, das nicht nur aus energetischer Perspektive zu betrachten ist. Zudem ist bei weiteren vertieften Machbarkeitsstudien hinsichtlich der Potenziale genauer zu betrachten, wie sich die Saisonalität, die im Rahmen der technischen Potenzialanalyse nur in der Jahressumme berücksichtigt wurde, auf die jahreszeitliche Verfügbarkeit der Potenziale auswirkt.

Im Hinblick auf die dezentrale Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien spielt die Flächenverfügbarkeit eine entscheidende Rolle. Individuelle, räumlich angepasste Lösungen sind daher unerlässlich für eine effektive Wärmeversorgung. Dabei sind Dachflächenpotenziale und weitere Potenziale in bereits bebauten, versiegelten Gebieten den Freiflächenpotenzialen gegenüber prioritär zu betrachten.

## 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 30). Die identifizierten und in der KWP beschlossenen Eignungsgebiete können dann in weiteren Planungsschritten bis hin zur Umsetzung entwickelt werden.



**Abbildung 30: Vorgehen bei der Identifikation der Eignungsgebiete**

Wärmenetze stellen eine effiziente Technologie dar, um große Versorgungsgebiete mit erneuerbarer Wärme zu erschließen und den Verbrauch mit den Potenzialen, welche sich oft an den Gemeinde-/Stadträndern 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. Zudem spielt die Realisierbarkeit eine entscheidende Rolle, welche durch Tiefbaukosten und -möglichkeiten, die Akzeptanz der Bewohner\*innen und Kund\*innen sowie das geringe Erschließungsrisiko der Wärmequelle beeinflusst wird. 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 hier als ein erster Schritt zu sehen, in welcher 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 Einordnung der Verbindlichkeit zum Neu- und Ausbau von Wärmenetzen**

In diesem Wärmeplan werden keine verbindlichen Ausbaupläne beschlossen. Die im Folgenden vorgestellten Eignungsgebiete zu Wärmenetzausbau- und -neubaugebieten dienen als strategisches Planungsinstrument für die Infrastrukturentwicklung der nächsten Jahre. Für die Eignungsgebiete in Bösel sind weitergehende Einzeluntersuchungen auf Wirtschaftlichkeit und Realisierbarkeit zwingend notwendig. Die flächenhafte Betrachtung im Rahmen der KWP kann nur eine grobe, richtungsweisende Einschätzung liefern.

Zudem hat die Stadt/Gemeinde grundsätzlich die Möglichkeit, ein Gebiet als Wärmenetzvorranggebiet auszuweisen. Gebäudeeigentümer\*innen innerhalb eines Wärmenetzvorranggebietes mit Anschluss- und Benutzungszwang sind verpflichtet, sich an das Wärmenetz anzuschließen. Diese Verpflichtung besteht bei Neubauten sofort. Im Bestand besteht die Verpflichtung erst ab dem Zeitpunkt, an dem eine grundlegende Änderung an der bestehenden Wärmeversorgung vorgenommen wird. In einem der Wärmeplanung nachgelagerten Schritt sollen auf Grundlage der Eignungsgebiete von den Projektentwicklern und Wärmenetzbetreibern konkrete Ausbauplanungen für Wärmenetzausbaugebiete erstellt werden.

Für den nach NKlimaG erstellten Wärmeplan gilt in Bezug auf das GEG:

„Fällt in einer Kommune vor Mitte 2026 oder Mitte 2028 eine Entscheidung zur Ausweisung eines Gebiets für den Neu- oder Ausbau eines Wärme- oder Wasserstoffnetzes basierend auf einem Wärmeplan, wird dort die Verpflichtung zur Nutzung von 65 Prozent erneuerbaren Energien in Heizsystemen bereits dann wirksam. Der Wärmeplan allein reicht jedoch nicht aus, um diese früheren Verpflichtungen nach dem GEG auszulösen. Vielmehr braucht es auf dieser Grundlage eine zusätzliche Entscheidung der Kommune über die Gebietsausweisung, die öffentlich bekannt gemacht werden muss.“ (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2023).

Das bedeutet, wenn die Gemeinde Bösel beschließt, vor 2028 Neu- und Ausbaugebiete für Wärmenetze oder Wasserstoff auszuweisen und diese zu veröffentlichen, gilt die 65 %-EE-Pflicht für Bestandsgebäude einen Monat nach Veröffentlichung.

## 5.2 Eignungsgebiete im Projektgebiet

Im Rahmen der Wärmeplanung lag der Fokus auf der Identifikation von Eignungsgebieten (siehe Abbildung 31). 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. Im Projektgebiet wurden die in Abbildung 31 eingezeichneten Eignungsgebiete für eine zentrale Wärmeversorgung identifiziert. Sämtliche Gebiete, die nach den durchgeführten Analysen, zum aktuellen Zeitpunkt, als wenig geeignet für ein Wärmenetz eingestuft wurden, 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. Pelletheizungen oder Biogaskessel).

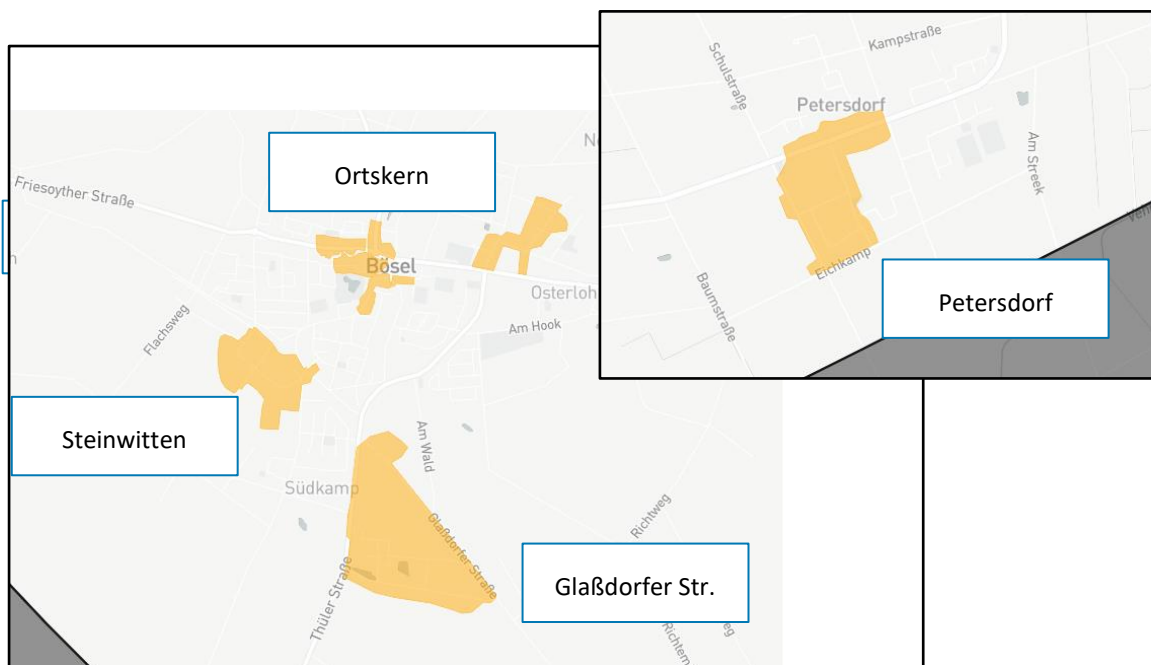
Es handelt sich hierbei um ein technisch sinnvolles Zielszenario, welches als Orientierung für die Definition der ermittelten Maßnahmen zu verstehen ist. Die vorgeschlagenen Wärmeversorgungs-technologien sind nicht verbindlich und wurden auf der aktuell verfügbaren Datengrundlage ermittelt.

In den folgenden Abschnitten werden die Eignungsgebiete in kurzen Steckbriefen vorgestellt und eine mögliche Wärmeversorgung anhand der lokal vorliegenden Potenziale skizziert. Die vorgeschlagenen nutzbaren Potenziale müssen auf die Machbarkeit, Umsetzbarkeit, Finanzierbarkeit und Wirtschaftlichkeit vertieft untersucht werden. Eine Übersicht der Eignungs-, bzw. Fokusgebiete befindet sich in Tabelle 3.



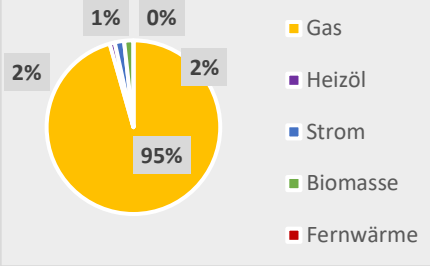
Ort:	Wärmenetz:	Wärmebedarf heute [GWh/a]:
Bösel, Ort	Eignungs-/Fokusgebiet Ortskern, Erweiterungsgebiete Bestandsnetz	ca. 5,2
Petersdorf	Eignungs-/Fokusgebiet Petersdorf	ca. 2,3
Bösel, Ort	Eignungsgebiet Steinwitten	ca. 4,2
Bösel, Ort	Eignungsgebiet Glaßdorfer Str.	ca. 5,7

**Tabelle 3: Eignungsgebiete und Fokusgebiete**



**Abbildung 31: Übersicht über die definierten Eignungsgebiete für Wärmenetze im Projektgebiet**

Im Gemeindegebiet wurden vier Eignungsgebiete definiert. Die Eignungsgebiete Ortskern und Petersdorf sind zugleich Fokusgebiete, die aufgrund der gegebenen Rahmenbedingungen kurz- bis mittelfristig hoher potenzieller THG-Einsparpotenziale prioritär behandelt werden sollen.

Eignungs-/ Fokusgebiet	Titel	Maßnahmenart	Aufwand												
Ortskern	Eignungs-/Fokusgebiet für zentrale Wärmeversorgung, Erweiterung Biogas	Technisch	Hoch												
<p><b>Gebietsbeschreibung:</b></p> <p>Das identifizierte Eignungsgebiet umfasst 152 Gebäude mit einem überwiegenden Baujahr von 1949-1978 und besteht mehrheitlich aus privaten Wohngebäuden, sowie Gebäuden aus dem Sektor der Industrie- und Gewerbetreibenden und einigen öffentlichen Bauten. Das betrachtete Gebiet umfasst eine Fläche von 21 ha (siehe Abbildung 32).</p>		 <table border="1"> <caption>Energiecarrier Distribution</caption> <thead> <tr> <th>Energiecarrier</th> <th>Anteil</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gas</td> <td>95%</td> </tr> <tr> <td>Heizöl</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>Strom</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>Biomasse</td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>Fernwärme</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>		Energiecarrier	Anteil	Gas	95%	Heizöl	2%	Strom	2%	Biomasse	1%	Fernwärme	0%
Energiecarrier	Anteil														
Gas	95%														
Heizöl	2%														
Strom	2%														
Biomasse	1%														
Fernwärme	0%														
<p><b>Energieversorgung:</b></p> <p>In den Gebieten liegt heute ein jährlicher Wärmebedarf von ca. 5,2 GWh vor. Im Jahr 2040 wird sich der Wärmebedarf unter den unten aufgeführten Versorgungsoptionen perspektivisch auf ca. 3,7 GWh jährlich reduzieren. Den wichtigsten Energieträger in dem Gebiet stellt aktuell Erdgas dar. Die entstehenden THG-Emissionen belaufen sich auf 1.314 t CO<sub>2</sub> pro Jahr. Im Eignungsgebiet sind heute Heizanlagen mit einer Gesamtleistung von ca. 4.400 kW installiert.</p>															
<p><b>Versorgungsoptionen:</b></p> <p>Im Ortskern der Gemeinde versorgt ein Wärmenetz, gespeist von einer Heizzentrale in der Garreler Str. zwischen Feuerwehr und Schützenhaus, öffentliche Gebäude wie Rathaus, Schulen und Feuerwehr mit Wärme. Die Wärme wird durch ein Biogas-BHKW und einen Biogas-Spitzenlastkessel erzeugt, wobei das Biogas über eine Rohbiogasleitung von einer Biogasanlage im Oldenburger Weg geliefert wird. Da die EEG-Einspeisevergütung bis 2030 gesichert ist, jedoch der Betrieb danach ungewiss bleibt, sollen alternative Energieträger wie Biomethan oder eine Großwärmepumpe geprüft werden. Zusätzlich könnten sechs weitere Bereiche im Ortskern an das bestehende Wärmenetz angeschlossen werden. Die gesamte Trassenlänge für den Neubau beläuft sich in Summe auf ca. 2.700 Meter, ohne Hausanschlüsse.</p>															
<p><b>Auswirkungen:</b></p> <p>Die durch die Wärmeversorgung erzeugten THG-Emissionen, wie im Abschnitt Gebietsbeschreibung erläutert, belaufen sich im potenziellen Wärmenetzversorgungsgebiet auf bisher 1.314 t CO<sub>2</sub>-e pro Jahr. Im Zieljahr 2040 sinken die Treibhausgasemissionen auf 213 t/a. Die erzielbare CO<sub>2</sub>-Einsparung durch das potenzielle Wärmenetz liegt somit bei 1.101 t/a bzw. 84 %.</p>															
<p><b>Gestehungskosten:</b></p> <p>Die Gestehungskosten stellen die Gesamtkosten für die Bereitstellung von Wärme im betrachteten potenziellen Wärmenetzsignungsgebiet dar. Sie umfassen Investitionskosten für den Bau der Netzinfrastruktur und der Erzeugungsanlagen bzw. Erschließung der Wärmequelle sowie Betriebskosten für Wartung, Brennstoff und Personal. Diese Kosten sind entscheidend für die Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit des Wärmenetzes im Vergleich zu anderen Wärmeversorgungsoptionen (Vorgehen</p>															

siehe Kapitel 6.2). Die Gestehungskosten sind stark abhängig von der Einbindung der Wärmequelle und der einzusetzenden Anlagentechnik.

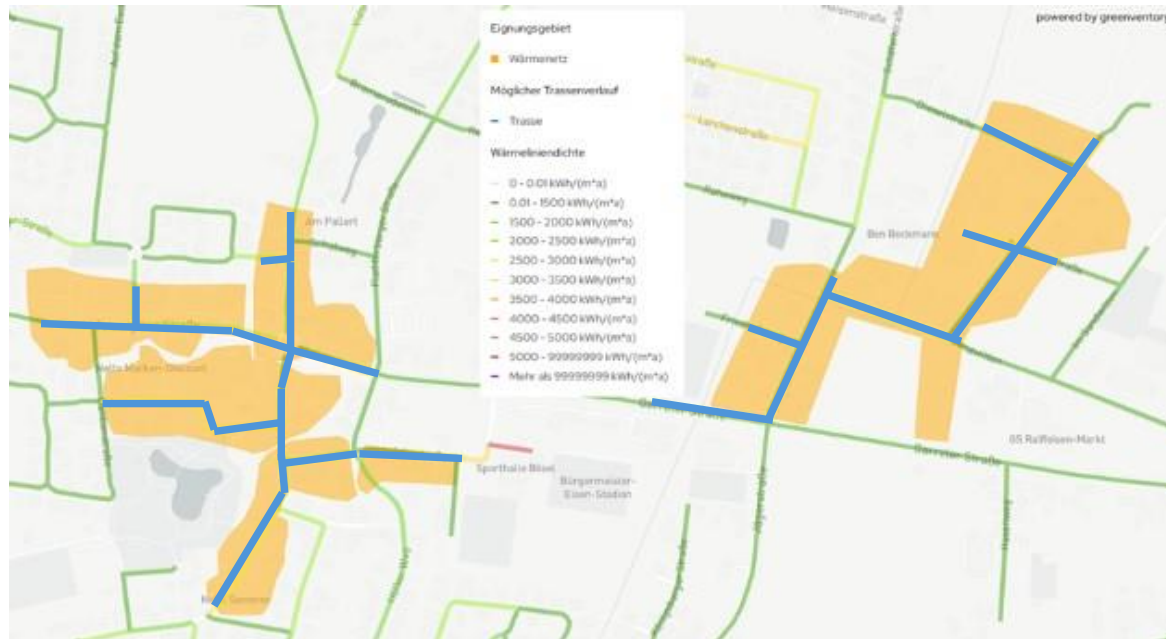
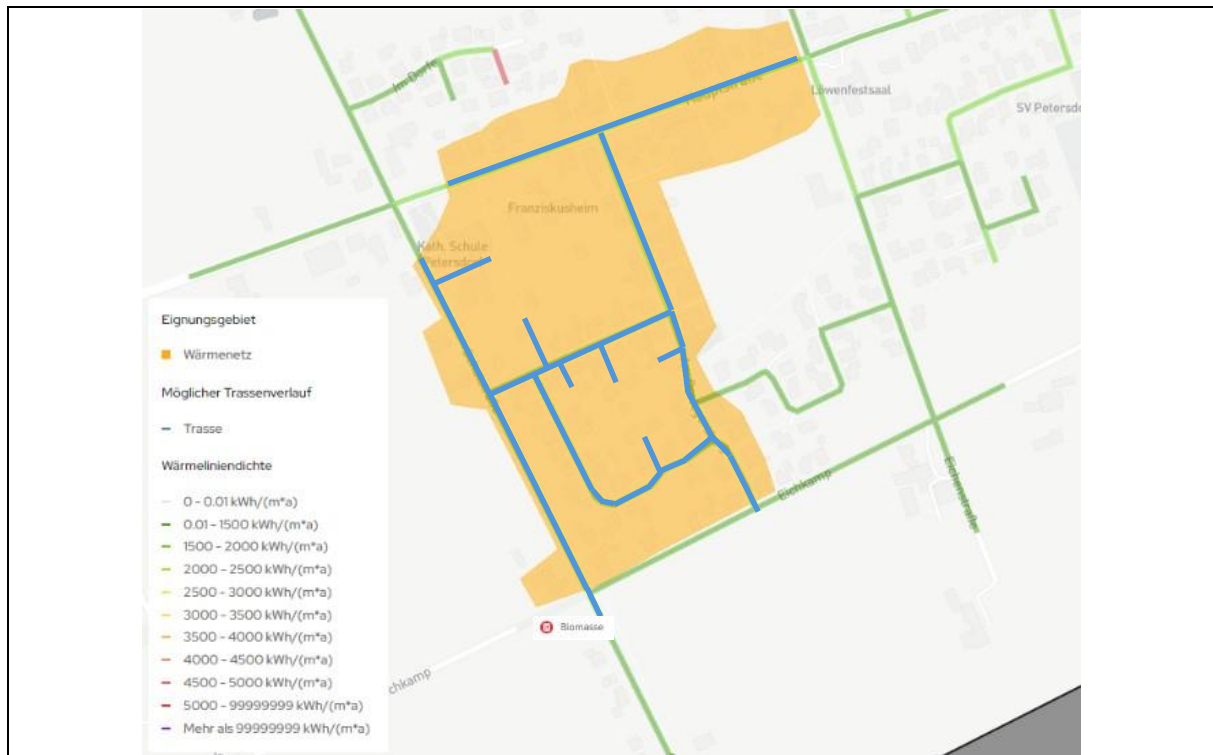


Abbildung 32: Wärmenetzungsgebiet „Ortskern“

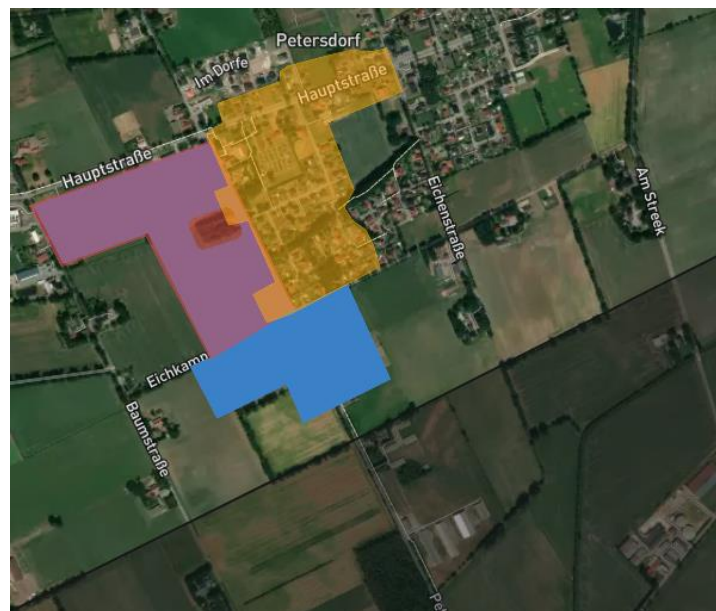
Ausbau- bereich Nr.	Bezeichnung Ausbaubereich	Anzahl Gebäude	Wärme- bedarf	Fläche	Wärme- flächen- dichte	notwendige Trassenlänge (ohne Haus- anschlüsse)	Hinweise
		Stück	MWh/a	ha	MWh/ha	m	
1	Parkstr.	25	1128	3,36	336	400	-
2	Bahnhofstr.	24	856	2,16	395	315	zeitnahe Bau neue Straße
3	Jahnstr.	7	187	0,63	298	190	-
4	Overlaher Str.	18	777	2,23	348	290	-
5	Friesoyther Str.	14	641	2,87	223	350	-
6	Zu den Tannen	64	1622	9,95	163	1200	-

Eignungs-/ Fokusgebiet	Titel	Maßnahmenart	Aufwand												
Petersdorf	Eignungs-/Fokusgebiet für zentrale Wärmeversorgung mittels Biogas	Technisch	Hoch												
<p><b>Gebietsbeschreibung:</b></p> <p>Im Ortsteil Petersdorf soll ein Wärmenetz entstehen. Im Eignungsgebiet befinden sich 152 Gebäude mit einem überwiegenden Baujahr 1949-1978 bzw. 1979-1990 und es ist zu 88 % durch private Wohngebäude und zu 6 % Gebäude aus verarbeitendem Gewerbe geprägt. Das betrachtete Gebiet umfasst eine Fläche von etwa 14 ha (siehe Abbildung 33 und Abbildung 34).</p>		 <table border="1"> <caption>Energiequellenverteilung</caption> <thead> <tr> <th>Energiequelle</th> <th>Anteil</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gas</td> <td>99%</td> </tr> <tr> <td>Heizöl</td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>Strom</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Biomasse</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Fernwärme</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>		Energiequelle	Anteil	Gas	99%	Heizöl	1%	Strom	0%	Biomasse	0%	Fernwärme	0%
Energiequelle	Anteil														
Gas	99%														
Heizöl	1%														
Strom	0%														
Biomasse	0%														
Fernwärme	0%														
<p><b>Energieversorgung:</b></p> <p>Im Gebiet liegt heute ein jährlicher Wärmebedarf von rund 2,3 GWh/a vor, wovon der größte Teil über das bestehende Erdgasnetz gedeckt wird. Der berechnete Wärmebedarf im Zieljahr 2040 beträgt ca. 1,6 GWh/a, was einer Wärmebedarfsreduktion von ca. 30 % entspricht. Die Treibhausgas-Emissionen belaufen sich unter der jetzigen Versorgungssituation auf 598 t CO<sub>2</sub>-e/a.</p> <p>Die installierten Heizungsanlagen haben eine Gesamtleistung von etwa 3.300 kW. Das Heizungsanlagenalter beläuft sich auf durchschnittlich 12 Jahre.</p>															
<p><b>Versorgungsoptionen:</b></p> <p>Das Wärmenetz soll mit Wärme von einem Biogas-BHKW versorgt werden, welches an der Kreuzung Schulstraße/Eichkamp platziert wird (Trassenlänge Wärmenetz= 2.100 m). Die Belieferung mit Biogas soll von einer südlich gelegenen Biogasanlage (Ortgebiet Gemeinde Garrel) erfolgen. An das Netz können 152 Gebäude, darunter Ein- und Mehrfamilienhäuser, der Kindergarten, die Grundschule und weitere Gebäude der Kirchengemeinde, angebunden werden. Als alternative Energiequellen könnte eine Wärmepumpe, PV/Solarthermie oder dezentrale Wärmepumpen mit oberflächennaher Geothermie mit Erdsonden oder Erdkollektoren auf den Flächen südlich vom Eichkamp realisiert werden.</p>															
<p><b>Auswirkungen:</b></p> <p>Die durch die Wärmeversorgung erzeugten THG-Emissionen, wie im Abschnitt Energieversorgung erläutert, belaufen sich im potenziellen Wärmenetzversorgungsgebiet auf bisher 598 t CO<sub>2</sub>-e pro Jahr. Die Treibhausgasemissionen liegen im Zieljahr bei 94 t/a. Somit beläuft sich die erzielbare CO<sub>2</sub>-Einsparung durch das angenommene Wärmenetz auf 504 t/a bzw. 84 % der aktuellen Emissionen.</p>															
<p><b>Gestehungskosten:</b></p> <p>Die Gestehungskosten stellen die Gesamtkosten für die Bereitstellung von Wärme im betrachteten potenziellen Wärmenetzsignungsgebiet dar. Sie umfassen Investitionskosten für den Bau der Netzinfrastruktur und der Erzeugungsanlagen bzw. Erschließung der Wärmequelle sowie Betriebskosten für Wartung, Brennstoff und Personal. Diese Kosten sind entscheidend für die Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit des Wärmenetzes im Vergleich zu anderen Wärmeversorgungsoptionen (Vorgehen</p>															

siehe Kapitel 6.2). Die Gestehungskosten sind stark abhängig von der Einbindung der Wärmequelle und der einzusetzenden Anlagentechnik.



**Abbildung 33: Wärmenetzeignungsgebiet "Petersdorf"**



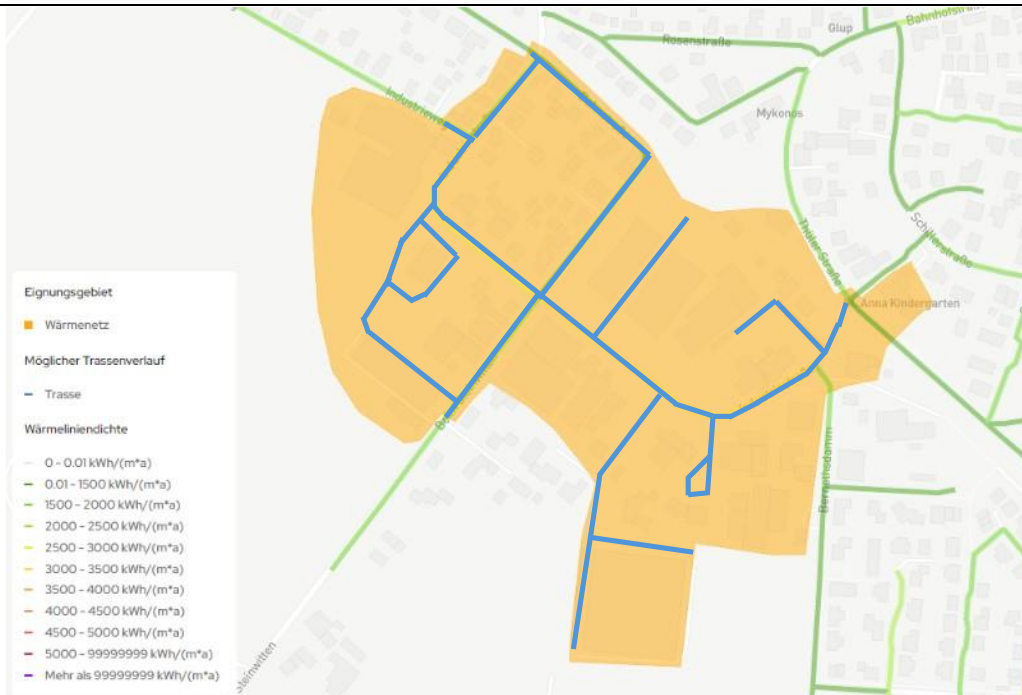
**Abbildung 34: Wärmenetzeignungsgebiet "Petersdorf" Satellitenansicht**

- Gelb => pot. Wärmenetzgebiet
- Violett => pot. Erweiterung Wohn-/Gewerbegebiet
- Blau => pot. Fläche regenerative Energie

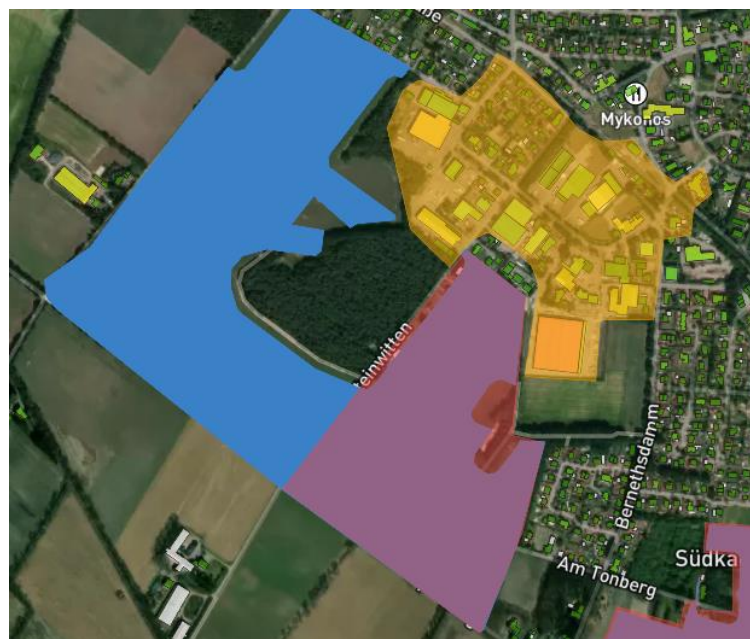
Eignungsgebiet	Titel	Maßnahmenart	Aufwand												
Steinwitten	Eignungsgebiet für zentrale Wärmeversorgung mittels Wärmepumpe	Technisch	Hoch												
<b>Gebietsbeschreibung:</b> Im Südwesten der Gemeinde befindet sich das Industrie- und Gewerbegebiet Steinwitten mit zahlreichen Ankerkunden. Das identifizierte Eignungsgebiet umfasst 119 Gebäude (nicht gleichzusetzen mit potenziellen Wärmeabnehmern). Der überwiegende Teil der Gebäude stammt aus den Jahren 1949-1978 und 1991-1995. 56 % bestehen aus Gebäude des verarbeitenden Gewerbes und 26 % private Wohnhäuser. Das betrachtete Gebiet umfasst eine Fläche von etwa 19 ha (siehe Abbildung 35 und Abbildung 36).		 <table border="1"> <caption>Energiequellenverteilung</caption> <thead> <tr> <th>Energiequelle</th> <th>Anteil</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gas</td> <td>91%</td> </tr> <tr> <td>Heizöl</td> <td>7%</td> </tr> <tr> <td>Strom</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>Biomasse</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Fernwärme</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>		Energiequelle	Anteil	Gas	91%	Heizöl	7%	Strom	2%	Biomasse	0%	Fernwärme	0%
Energiequelle	Anteil														
Gas	91%														
Heizöl	7%														
Strom	2%														
Biomasse	0%														
Fernwärme	0%														
<b>Energieversorgung:</b> Im Gebiet besteht aktuell ein Wärmebedarf von rund 4,2 GWh/a Jahr, wovon der größte Teil des Wärmebedarfs über das bestehende Erdgasnetz gedeckt wird. Der berechnete Wärmebedarf im Zieljahr 2040 beträgt 3,5 GWh/a, was einer Wärmebedarfsreduktion von ca. 17 % entspricht. Die Treibhausgas-Emissionen belaufen sich unter der jetzigen Versorgungssituation auf 1.093 t CO <sub>2</sub> -e/a. Die installierten Heizungsanlagen haben eine Gesamtleistung von etwa 2.600 kW. Das Heizungsanlagenalter beläuft sich durchschnittlich auf 16 Jahre.															
<b>Versorgungsoptionen:</b> Südwestlich vom Eignungsgebiet liegt eine große Fläche, die zukünftig zur Erzeugung regenerativer Energie genutzt werden kann, z. B. oberflächennahe Geothermie mit Erdsonden oder Erdkollektoren. Die Wärmeversorgung der Objekte könnte über ein Nahwärmenetz mit einer zentralen oder vielen dezentralen Wärmepumpen erfolgen, wobei dezentrale Wärmepumpen die individuellen Wärmebedarfe der Betriebe flexibler abdecken könnten. Alternativ ist die Nutzung einer zentralen Luft-Wasser-Wärmepumpe möglich (Trassenlänge Wärmenetz ca. 1.400 m).															
<b>Auswirkungen:</b> Die aus der Wärmeversorgung entspringenden THG-Emissionen, wie im Abschnitt Energieversorgung erläutert, belaufen sich im potenziellen Wärmenetzversorgungsgebiet auf bisher 1093 t CO <sub>2</sub> -e pro Jahr. Im Zieljahr 2040 sinken die Treibhausgasemissionen auf 205 t CO <sub>2</sub> -e pro Jahr. Die erzielbare CO <sub>2</sub> -Einsparung durch das angenommene Wärmenetz liegt bei 888 t/a bzw. 81 % der aktuellen Emissionen.															
<b>Gestehungskosten:</b> Die Gestehungskosten stellen die Gesamtkosten für die Bereitstellung von Wärme im betrachteten potenziellen Wärmenetzversorgungsgebiet dar. Sie umfassen Investitionskosten für den Bau der Netzinfrastruktur und der Erzeugungsanlagen bzw. Erschließung der Wärmequelle sowie Betriebskosten für															

Wartung, Brennstoff und Personal. Diese Kosten sind entscheidend für die Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit des Wärmenetzes im Vergleich zu anderen Wärmeversorgungsoptionen (Vorgehen siehe Kapitel 6.2). Die Gestehungskosten sind stark abhängig von der Einbindung der Wärmequelle und der einzusetzenden Anlagentechnik.





**Abbildung 35: Wärmenetzplanung "Steinwitten"**

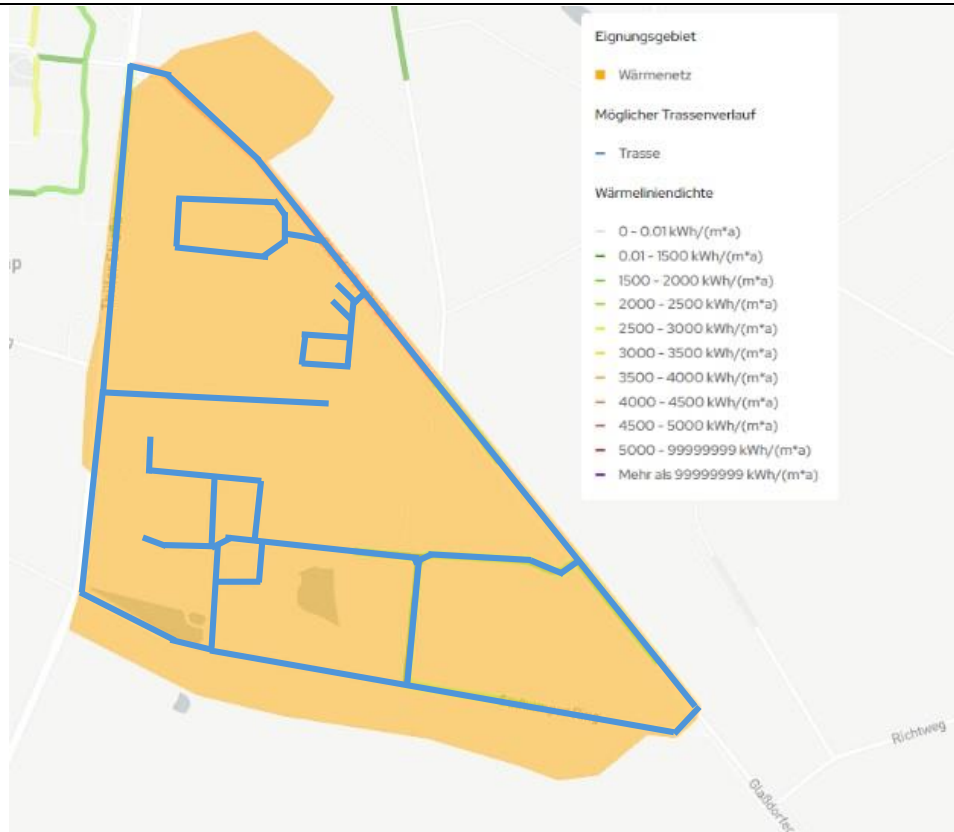


**Abbildung 36: Wärmenetzplanung "Steinwitten" Satellitenansicht**

- Gelb => pot. Wärmenetzgebiet
- Violett => pot. Erweiterung Wohn-/Gewerbegebiet
- Blau => pot. Fläche regenerative Energie

Eignungsgebiet	Titel	Maßnahmenart	Aufwand
Glaßdorfer Straße	Eignungsgebiet für zentrale Wärmeversorgung mittels Biogas	Technisch	Hoch
<b>Gebietsbeschreibung:</b> Im Südosten der Gemeinde liegt das Industrie- und Gewerbegebiet Glaßdorfer Straße mit einigen größeren Ankerkunden. Das identifizierte Eignungsgebiet umfasst 97 Gebäude (nicht gleichzusetzen mit potenziellen Wärmeabnehmern) mit einem überwiegenden Baujahr von 1991-2000. Es besteht zu 51 % aus Gebäuden aus dem Sektor „Verarbeitendes Gewerbe“ und zu 32 % aus Wohngebäuden. Das betrachtete Gebiet umfasst eine Fläche von etwa 52 ha (siehe Abbildung 37).			
<b>Energieversorgung:</b> Im Gebiet liegt ein Wärmebedarf von etwa 5,7 GWh pro Jahr vor, der derzeit größtenteils über das bestehende Erdgasnetz gedeckt wird. Im Gebiet sind derzeit zwei BHKWs im Betrieb. Für das Zieljahr 2040 wurde ein Wärmebedarf 4,6 GWh pro Jahr errechnet, was einer Reduktion von rund 19 % entspricht. Aktuell verursacht die Wärmeversorgung Treibhausgas-Emissionen von etwa 1.470 t CO <sub>2</sub> -e pro Jahr. Die installierten Heizungsanlagen verfügen über eine Gesamtleistung von rund 4.600 kW, wobei ihr Durchschnittsalter bei 11 Jahren liegt.			
<b>Versorgungsoptionen:</b> Die Wärmeversorgung kann über ein Nahwärmenetz erfolgen, das von einem Biogas-BHKW versorgt wird. Alternativ besteht die Möglichkeit regenerative Energie, wie z. B. oberflächennahe Geothermie mit Erdsonden oder Erdkollektoren, zu nutzen. In unmittelbarer Nähe, südöstlich vom potenziellen Wärmenetz, befinden sich an der Glaßdorfer Straße Flächen, die künftig zur Erzeugung dieser regenerativen Energie genutzt werden können. Die Wärmeversorgung kann über ein Nahwärmenetz mit zentralen oder dezentralen Wärmepumpen erfolgen, wobei dezentrale Wärmepumpen die spezifischen Wärmebedarfe der Betriebe flexibel abdecken könnten. Alternativ ist der Einsatz einer zentralen Luft-Wasser-Wärmepumpe möglich (Trassenlänge Wärmenetz ca. 2.000 m).			
<b>Auswirkungen:</b> Die durch die Wärmeversorgung erzeugten THG-Emissionen, wie im Abschnitt Energieversorgung erläutert, belaufen sich im potenziellen Wärmenetzversorgungsgebiet auf bisher 1.470 t CO <sub>2</sub> -e pro Jahr. Die CO <sub>2</sub> -Emission im Zieljahr beläuft sich auf 289 t/a was einer Ersparnis von 1.181 t/a bzw. 80 % der aktuellen Emissionen gleichkommt.			
<b>Gestehungskosten:</b> Die Gestehungskosten stellen die Gesamtkosten für die Bereitstellung von Wärme im betrachteten potenziellen Wärmenetzeignungsgebiet dar. Sie umfassen Investitionskosten für den Bau der Netzinfrastruktur und der Erzeugungsanlagen bzw. Erschließung der Wärmequelle sowie Betriebskosten für			

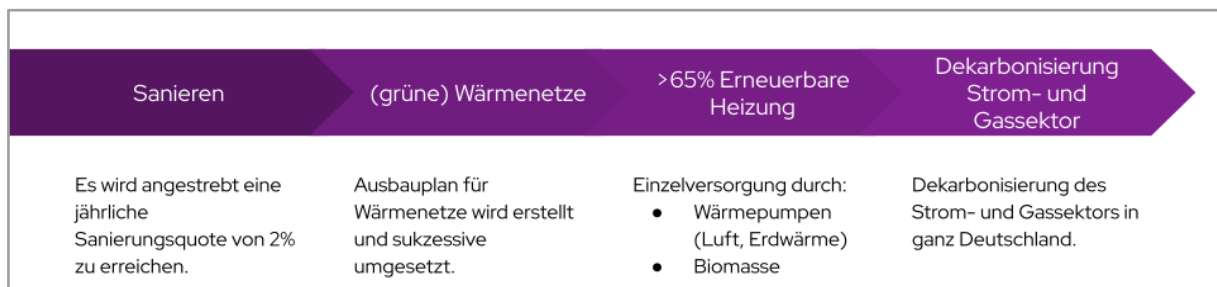
Wartung, Brennstoff und Personal. Diese Kosten sind entscheidend für die Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit des Wärmenetzes im Vergleich zu anderen Wärmeversorgungsoptionen (Vorgehen siehe Kapitel 6.2). Die Gestehungskosten sind stark abhängig von der Einbindung der Wärmequelle und der einzusetzenden Anlagentechnik.



**Abbildung 37: Wärmenetzeignungsgebiet "Glaßdorfer Straße"**

## 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 38).



**Abbildung 38: Simulation 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 quantitativ 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.

Zu beachten ist, dass das Zielszenario die Technologien zur Wärmeerzeugung nicht verbindlich festlegt, sondern als Ausgangspunkt für die strategische Infrastrukturentwicklung dient. Die Umsetzung dieser Strategie ist abhängig von zahlreichen Faktoren, wie der technischen Machbarkeit der Einzelprojekte sowie der lokalen politischen Rahmenbedingungen, den Kosten (Energiepreise, etc.) und der Bereitschaft der Gebäudeeigentümer\*innen zur Sanierung und einem Heizungstausch sowie dem Erfolg bei der Kundengewinnung für Wärmenetze.

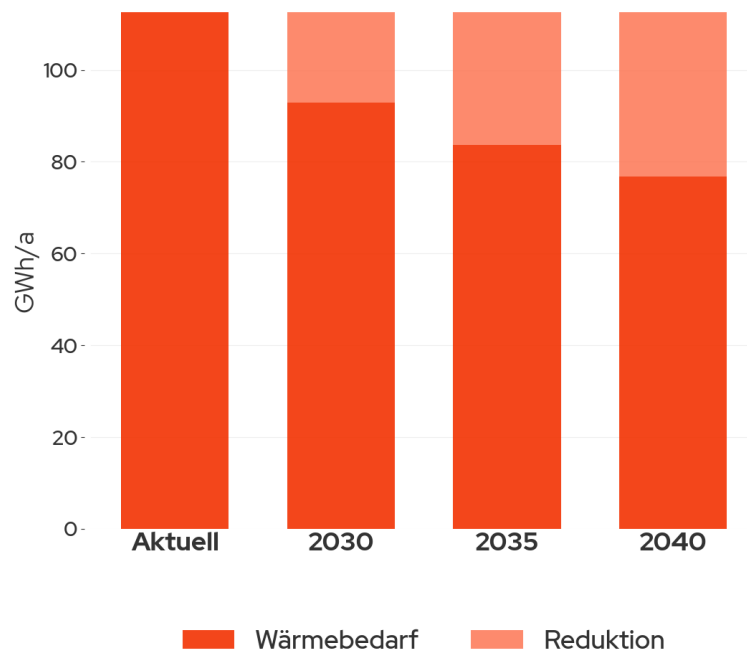
### 6.1 Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs

Eine Reduktion des Wärmebedarfs ist eine zentrale Komponente zum Gelingen der Wärmewende. Im Zielszenario wurde für Wohngebäude eine Sanierungsrate von 2 % pro Jahr angenommen (dena, 2016). 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 die 2 % der Gebäude mit dem schlechtesten Sanierungszustand saniert. Die Abbildung 39 zeigt den Effekt der Sanierung auf den zukünftigen Wärmebedarf. Für die Zwischenjahre 2030 und 2035 ergeben sich ein Wärmebedarfe von 93 GWh bzw. 84 GWh, was einer Minderung um 17,5 % bzw. 25,7 % gegenüber dem Status quo entspricht. Für das Zieljahr 2040 reduziert sich der Wärmebedarf durch fortschreitende Sanierungen weiter, sodass der jährliche Wärmebedarf noch 77 GWh beträgt, was einer Minderung um 31,8 % gegenüber dem Basisjahr entspricht. Es wird deutlich, dass sich durch eine Priorisierung der Gebäude mit dem höchsten Sanierungspotenzial bis 2030 bereits ca. 55 % des gesamten Reduktionspotenzials erschließen lassen. Fokus bei der Umsetzung der Sanierungen sollte dementsprechend bei denjenigen Gebäuden liegen, die aktuell einen niedrigen Standard hinsichtlich Gebäudedämmung aufweisen.



**Abbildung 39: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion im Ziel- und Zwischenjahr**

## 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 4 sind einige 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 mit einer Förderquote von 40 %.

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.

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

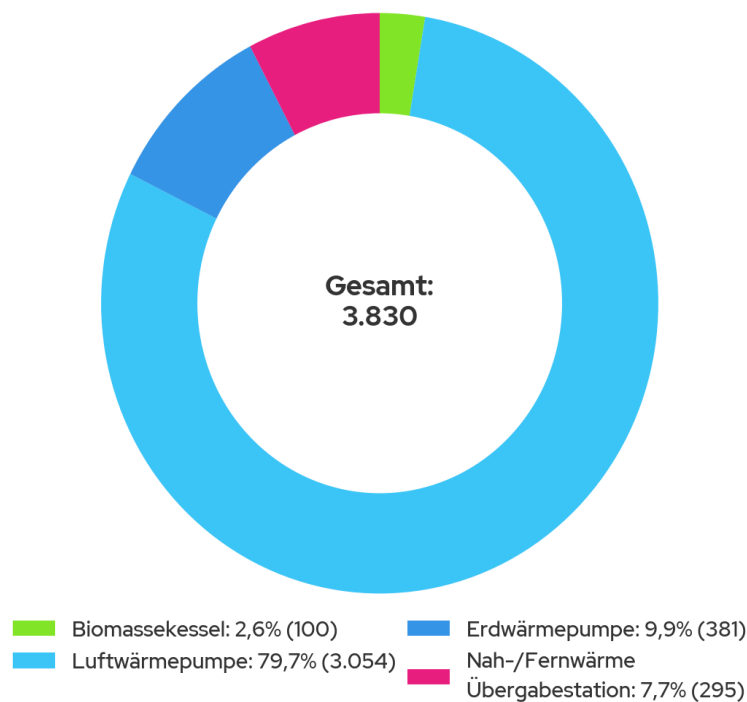
**Tabelle 4: Wärmegestehungskostenvergleich verschiedener Versorgungsstrukturen mit und ohne Wärmenetz im Jahr 2030 (EWE NETZ)**

## 6.2 Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgung

Nach der Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs und der Bestimmung der Eignungsgebiete für Wärmenetze erfolgt die Ermittlung der zukünftigen Versorgungsinfrastruktur. Es wird jedem Gebäude eine Wärmeerzeugungstechnologie zugewiesen. Zur Ermittlung der zukünftigen Wärmeerzeugungstechnologie in den beheizten Gebäuden, wird für jene Gebäude, die in einem Wärmenetzeignungsgebiet liegen, ein Anschluss an

das Wärmenetz mittels einer Hausübergabestation angenommen. Hierbei wird von einer Anschlussquote von 70 Prozent ausgegangen, sodass nicht alle Gebäude in Eignungsgebieten auch mit einem Anschluss an das Wärmenetz modelliert werden. In diesem Szenario werden 7,7 % der Gebäude über Wärmenetze versorgt (siehe Abbildung 40).

Gebäude außerhalb der Eignungsgebiete werden individuell beheizt. In Gebäuden mit Potenzial zur Deckung des Wärmebedarfs durch eine Wärmepumpe wird diese eingesetzt. Das heißt, falls auf dem jeweiligen Flurstück die Möglichkeiten zur Installation einer Wärmepumpe vorhanden sind, wird eine Luftwärmepumpe oder eine Erdwärmepumpe zugeordnet. Andernfalls wird ein Biomassekessel angenommen. Dieser kommt auch bei großen gewerblichen Gebäuden zum Einsatz. Der mögliche Einsatz von Wasserstoff wurde aufgrund der derzeit kaum abschätzbaren zukünftigen Verfügbarkeit im Szenario nicht betrachtet.



**Abbildung 40: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2040**

Die Ergebnisse der Simulation sind in Abbildung 40 für das Jahr 2040 dargestellt. Eine Analyse der eingesetzten Wärmeerzeugungstechnologien macht deutlich, dass ca. 80 % der Haushalte zukünftig mit Luftwärmepumpen beheizt werden könnten, was einer Gebäudeanzahl von 3.054 entspricht. Erdwärmepumpen sind in diesem Szenario in ca. 10 % der Gebäude verbaut, was insgesamt 381 Gebäuden entspricht. Um diesen Ausbaugrad an Wärmepumpen zu erreichen, müssten jährlich (ab 2025) ca. 204 Luftwärmepumpen und ca. 25 Erdwärmepumpen installiert werden. Einzelheizungen mit Biomasse könnten nach diesen Berechnungen zukünftig in 2,6 % bzw. ca. 100 Gebäuden zum Einsatz kommen.

Die Abbildung 41 stellt das modellierte zukünftige Versorgungsszenario im Projektgebiet dar. Darin sind die Eignungsgebiete für Wärmenetze sowie die Einzelversorgungsgebiete dargestellt, welche durch dezentrale Heizsysteme, betrieben durch Biomasse und Strom, versorgt werden.

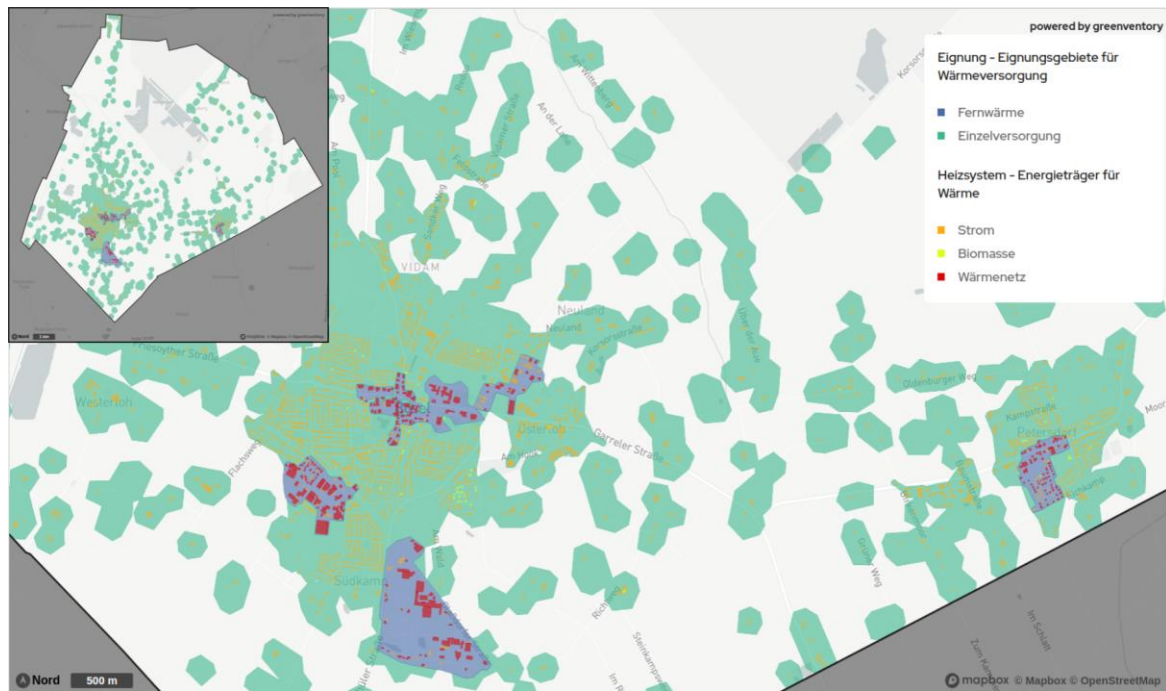
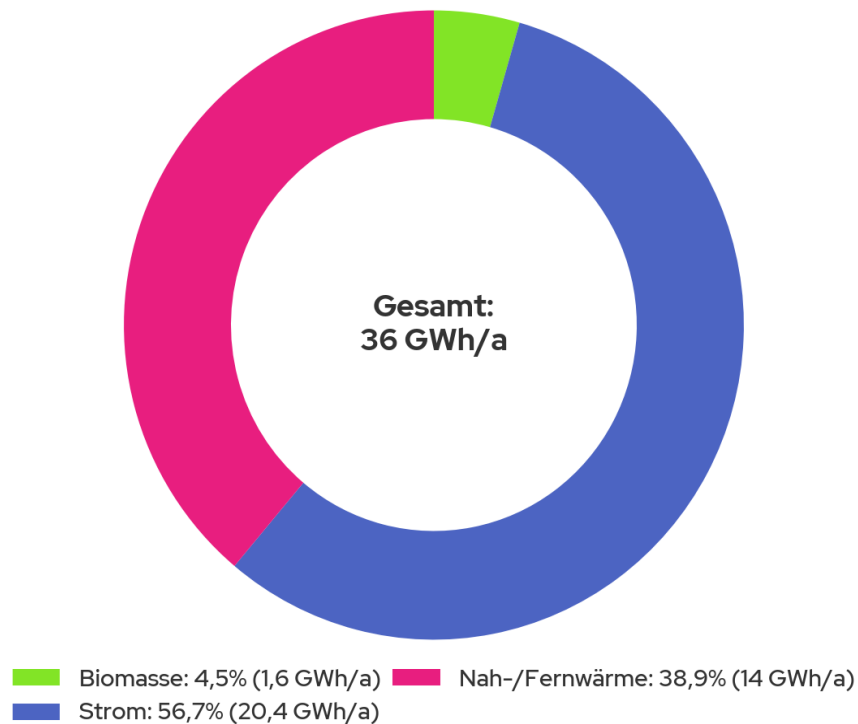


Abbildung 41: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040



Die Darstellung der Endenergiebedarfe im Zieljahr in Abbildung 42 verdeutlichen, dass eine Transformation der Wärmeversorgung von Gas als dominierendem Energieträger hin zu Strom, Biomasse und Wärmenetzen vollzogen wird. Der Einsatz von Wärmepumpen mit einem 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 Umweltwärme bei der Endenergieberechnung keine Berücksichtigung findet.



**Abbildung 42: Endenergiebedarf nach Energieträger im Jahr 2040**

### 6.3 Zusammensetzung der Fernwärmeerzeugung

Im Kontext der geplanten Fernwärmeerzeugung bis 2040 wurde eine Prognose hinsichtlich der Zusammensetzung der im Zieljahr verwendeten Energieträger durchgeführt. Diese basiert auf Kenntnissen zu aktuellen und zukünftigen Energieerzeugungstechnologien sowie lokalen Potenzialen zur erneuerbaren Energiebereitstellung.

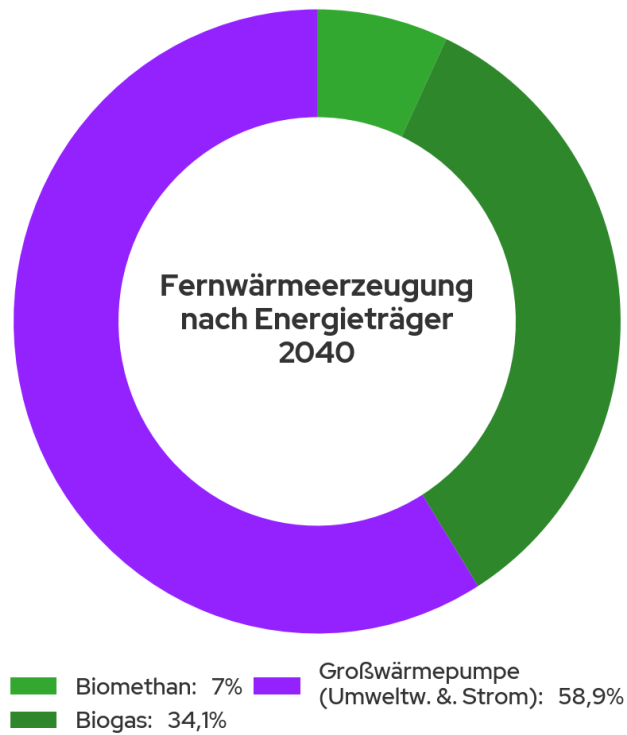
Die Zusammensetzung der im Zieljahr 2040 voraussichtlich für die Fernwärmeversorgung eingesetzten Energieträger ist in der Abbildung 43 dargestellt.

Zu einem Anteil von ca. 34 % könnten die Wärmenetze im Zieljahr 2040 durch Biogas als Energieträger, welches in Blockheizkraftwerken eingesetzt wird, versorgt werden. Dies ist insbesondere auf den Erhalt und die Erweiterung des bestehenden biogasbasierten Wärmenetzes im Ortskern zurückzuführen.

Großwärmepumpen, welche Umweltwärme und Strom kombinieren, könnten zukünftig 58,9 % der benötigten Wärme für die Fernwärme bereitstellen. Als mögliche Quellen für Umweltwärme kommen sowohl die Umgebungsluft als auch die oberflächennahe Geothermie (auf ausgewiesenen Flächen) in Frage.

Biomethan weist einen Beitrag von ca. 7 Prozent zum Energieträgermix auf (möglicher Einsatz z.B. für Spitzenlastkessel).

Jeder dieser Energieträger wurde aufgrund seiner technischen Eignung, Umweltverträglichkeit und Effizienz im Kontext der Fernwärmeerzeugung ausgewählt. Es ist zu betonen, dass diese initialen Werte in nachgelagerten Studien/Machbarkeitsstudien, die für jedes Eignungsgebiet durchgeführt werden, noch weiter validiert werden müssen.



**Abbildung 43: Fernwärmeerzeugung nach Energieträger 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 bzw. wie hoch der Anteil an Nah-/Fernwärme im Gemeindegebiet sein wird.

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 Energieträger für das Zwischenjahr 2030 sowie das Zieljahr 2040 ist in der Abbildung 44 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.

Der Anteil der Fernwärme am Endenergiebedarf 2040 wird über das betrachtete Zwischenjahr 2030 und 2045 deutlich steigen. In diesem Szenario wird angenommen, dass alle definierten Wärmenetz-Eignungsgebiete umgesetzt worden sind. Die absolute Menge von Strom für dezentrale Wärmepumpen am Endenergiebedarf 2040 fällt trotz der 89,6 % vergleichsweise gering aus. Aufgrund der angenommenen Jahresarbeitszahl von ca. drei für die Wärmepumpen ist der Strombedarf geringer als die durch die Wärmepumpen bereitgestellte Wärmemenge.

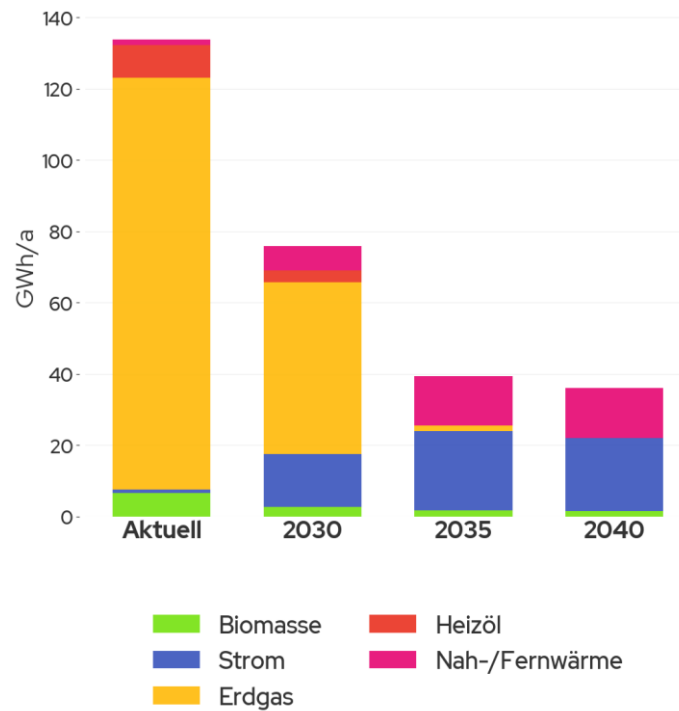
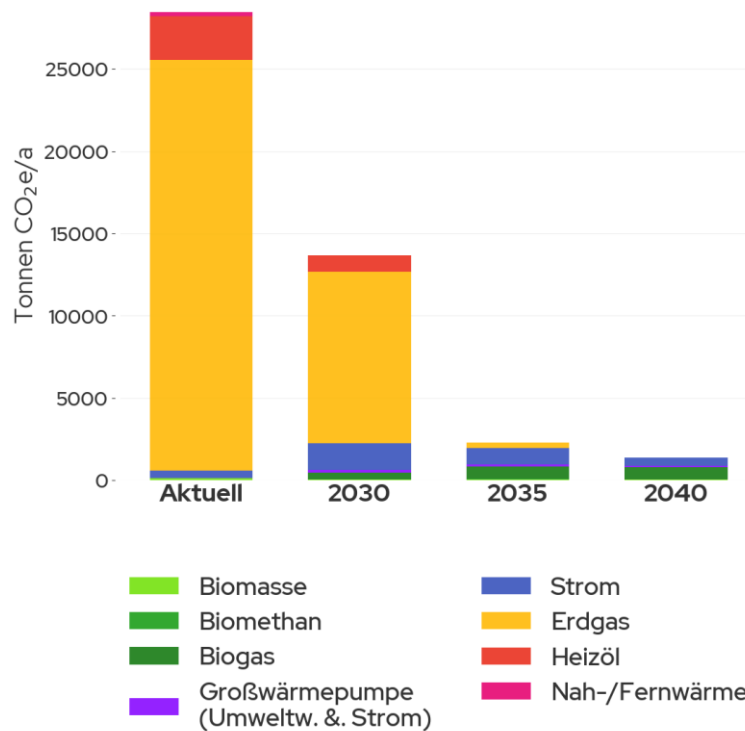


Abbildung 44: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger im zeitlichen Verlauf

## 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 45). Es zeigt sich, dass im angenommenen Szenario im Zieljahr 2040 eine Reduktion um ca. 95 % verglichen mit dem Basisjahr erzielt werden kann. Dies bedeutet, dass ein CO<sub>2</sub>-Restbudget im Wärmesektor von ca. 1.394 t CO<sub>2</sub>e 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 45: 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 CO<sub>2</sub>-Intensität ausgegangen, was sich positiv auf die CO<sub>2</sub>-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 tCO<sub>2</sub>/MWh für die Jahre 2021, 2030 und 2040 ist auf Abbildung 46 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.

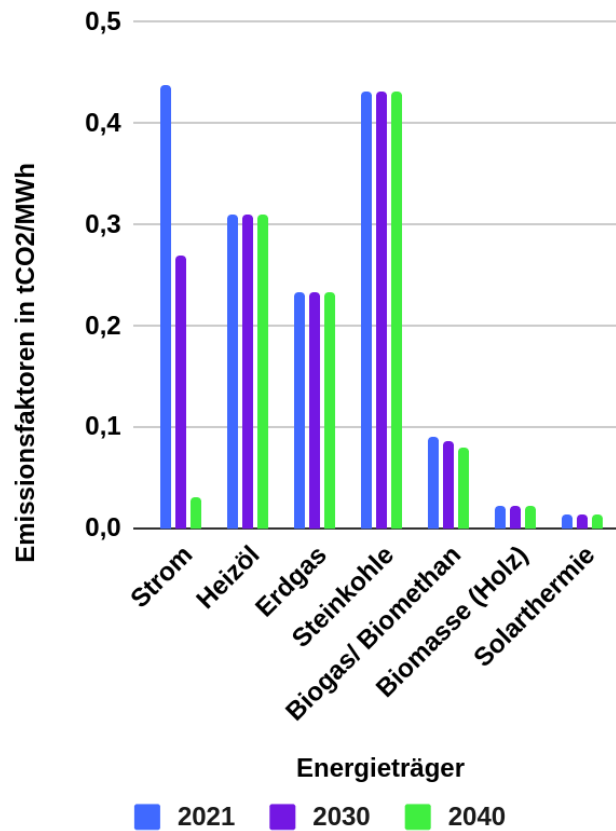
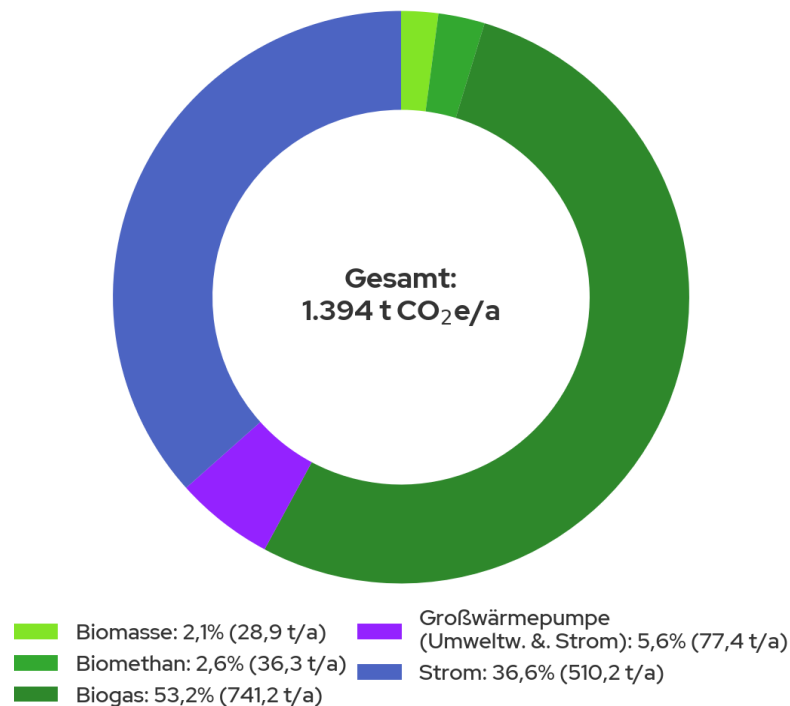


Abbildung 46: Emissionsfaktoren in tCO<sub>2</sub>/MWh (Quelle: KEA 2024)

Wie in Abbildung 47 zu sehen ist, wird im Jahr 2040 die Bereitstellung von Biogas 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 47: Treibhausgas-Emissionen nach Energieträger im Jahr 2040**

## 6.6 Zusammenfassung des Zielszenarios

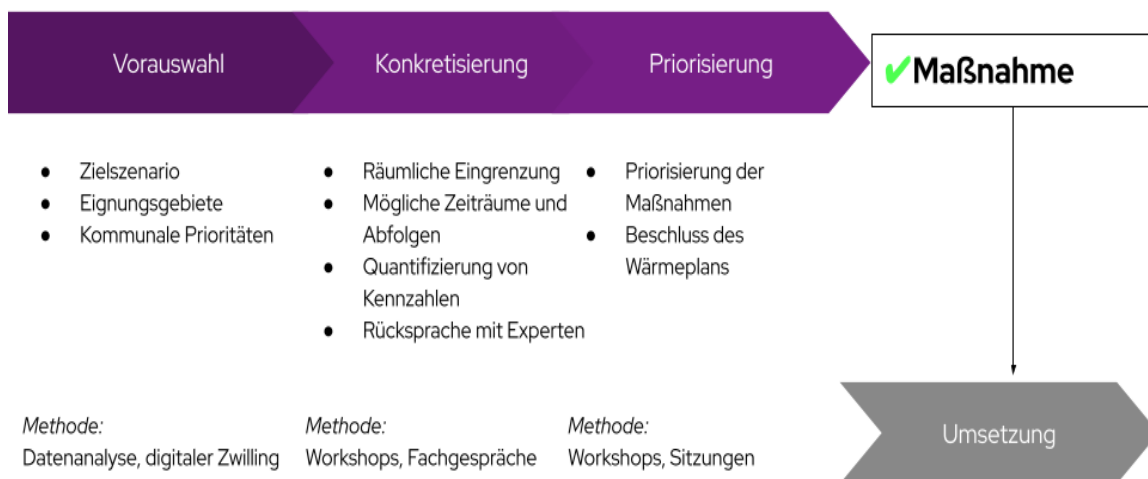
Durch die Simulation des Zielszenarios zeigt sich, wie sich der Wärmebedarf bis ins Zieljahr 2040 bei einer Sanierungsquote von 2 % entwickelt. Der bundesweite Durchschnitt der Sanierungsquote liegt aktuell jedoch bei lediglich 0,8 %. Dies unterstreicht die Dringlichkeit großflächiger Sanierungen, um die Wärmewende erfolgreich zu gestalten.

Im betrachteten Szenario wird ein Großteil der Gebäude dezentral über Wärmepumpen oder Biomasse beheizt. Parallel dazu wird der Ausbau der Fernwärmeversorgung vorangetrieben und es wird angenommen, dass im Zieljahr 2040 alle Wärmenetze der erarbeiteten Eignungsgebiete umgesetzt sind. 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 2040 Restemissionen von 1.394 t CO<sub>2</sub>e/a. 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 in Abbildung 48 dargestellt.



**Abbildung 48: Entwicklung von Maßnahmen zur Erreichung des Zielszenarios**

Die Maßnahmen bilden den Kern des Wärmeplans und bieten den Einstieg in die Transformation zum angestrebten Zielszenario. Ferner sind mindestens zwei Fokusgebiete zu definieren, die aufgrund der gegebenen Rahmenbedingungen kurz- bis mittelfristig prioritär behandelt werden sollen. Die Maßnahmen können sowohl „harte“ Maßnahmen mit messbarer CO<sub>2</sub>-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 werden eine geografische Verortung vorgenommen sowie die wichtigsten Kennzahlen ausgewiesen.

Als Berechnungsgrundlage zum CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenzial jeder Maßnahme dienten die Parameter des KWW- bzw. KEA Technikkatalogs (KEA., 2024).

### Übersicht der erarbeiteten Maßnahmen/Fokusgebiete:

- 1 Erhalt des Bestandswärmenetzes Ortskern und Erweiterungsoptionen (Maßnahme/Fokusgebiet)
- 2 Prüfung Umsetzung Wärmenetz Eignungsgebiet Petersdorf (Maßnahme/Fokusgebiet)
- 3 Informationsoffensive Gebäude- und Heizungssanierung und Realisierung von regenerativen Energien für Gebäude (Maßnahme)
- 4 Vorstudie: Prüfung Ausweisung von Sanierungsgebieten (Maßnahme)
- 5 Unterstützung externer Akteure bei der Projektentwicklung und -umsetzung zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung (Maßnahme)

<b>Maßnahme/ Fokusgebiet</b>	<b>1</b>	
<b>Bezeichnung</b>	<b>Erhalt des Bestandwärmenetzes Ortskern und Erweiterungsoptionen</b>	
Maßnahmen-Typ	Planung & Studie   Wärmenetz	
Fläche/Ort	Ortskern	
Gebäudetypologie	Öffentliche Gebäude, Wohngebäude und Nichtwohngebäude	
Anzahl Gebäude	152 Stück	Hinweis: Nicht Kunden/Abnehmer.
Wärmebedarf derzeit	5,2 GWh/a	
Wärmeflächendichte	1,7 GWh/ha	
Fläche	21 ha	
Erzielbare CO <sub>2</sub> -Einsparung	1.101 t/a	
Akteure	Netzbetreiber, Gemeindeverwaltung, Ingenieurbüro	
Geschätzte Kosten	Ca. 100.000 € (ggf. 50 % staatliche Förderung möglich)	
Umsetzungsbeginn	2025	



**Abbildung 49: Erhalt des Bestandwärmenetzes Ortskern und Erweiterungsoptionen**

### Beschreibung der Maßnahme

Im Ortskern der Gemeinde existiert ein Wärmenetz. Die Heizzentrale befindet sich an der Garreler Str. zwischen Feuerwehr und Schützenhaus (siehe Abbildung 49). Die Wärme wird durch ein Biogas-Blockheizkraft und einen Biogas-Spitzenlastkessel erzeugt. Die Biogaserzeugung erfolgt in einer Biogasanlage, die sich im Oldenburger Weg befindet. Das Biogas gelangt über eine Rohbiogasleitung zur Heizzentrale. An dem Wärmenetz sind diverse öffentliche Gebäude (Rathaus, Feuerwehr, Oberschule, Grundschule St. Martin etc.) im Ortskern angeschlossen. Die EEG-Einspeisevergütung für den elektrischen Strom der Biogasanlage ist bis 2030 sichergestellt. Ob und in welcher Form die Biogasanlage und das BHKW (z.B. Flexibilisierung Stromerzeugung, wärmegeführter Betrieb) ab 2030 weiter betrieben wird, steht zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht fest. Aufgrund dessen muss im Zuge einer Vorstudie/Machbarkeitsstudie eine Prüfung des weiteren Betriebs ab 2030 ggf. mit einem alternativen Energieträger (z.B. Einsatz Biomethan als Brennstoff für das BHKW) bzw. einer anderen Wärmequelle/Heizungsanlage (z.B. Einsatz einer Großwärmepumpe anstatt des BHKWs) erfolgen.

Ferner besteht die Möglichkeit 6 weitere Bereiche im Ortskern mit unterschiedlichen Ankerkunden an das bestehende Wärmenetz anzuschließen. Die zu realisierende Wärmenetzlänge beträgt in Summe ca. 2.700 m ohne Hausanschlüsse. Das Fokusgebiet hat in Summe 152 Gebäude (nicht Anschlussnehmer) und umfasst eine Fläche von ca. 21 ha. Der jährlichen Wärmebedarf liegt aktuell bei ca. 5,2 GWh. Dieser Wärmebedarf wird heute fast ausschließlich durch den fossilen Energieträger Erdgas gedeckt

Ausbau- bereich Nr.	Bezeichnung Ausbaubereich	Anzahl Gebäude	Wärme- bedarf	Fläche	Wärme- flächen- dichte	notwendige Trassenlänge (ohne Haus- anschlüsse)	Hinweise
		Stück	MWh/a	ha	MWh/ha	m	
1	Parkstr.	25	1128	3,36	336	400	-
2	Bahnhofstr.	24	856	2,16	395	315	zeitnaher Bau neue Straße
3	Jahnstr.	7	187	0,63	298	190	-
4	Overlaher Str.	18	777	2,23	348	290	-
5	Friesoyther Str.	14	641	2,87	223	350	-
6	Zu den Tannen	64	1622	9,95	163	1200	-

### Ausbaubereich 1, Parkstraße:

Der Ausbaubereich befindet sich westlich vom Bestandsnetz und beinhaltet Verbrauchermärkte und Geschäftshäuser, siehe Abbildung 50 (Hinweis: Ein Verbrauchermarkt befindet sich aktuell im Bau und wird höchstwahrscheinlich eine Wärmepumpe als Heizsystem erhalten.)



Abbildung 50: Gebiet „Parkstraße“

### Ausbaubereich 2, Bahnhofstraße:

Der Ausbaubereich befindet sich südwestlich vom Bestandsnetz und beinhaltet diverse Mehrfamilienhäuser, Geschäftshäuser und ein Hotel. Bei diesem Ausbaubereich ist zu berücksichtigen, dass wahrscheinlich im Jahr 2025 eine vollständige Erneuerung der Straßen und Gehwege erfolgt, siehe Abbildung 51.



Abbildung 51: Gebiet "Bahnhofstraße"

### Ausbaubereich 3, Jahnstraße:

Der Ausbaubereich befindet sich direkt am Bestandsnetz und beinhaltet Mehrfamilienhäuser und Bürogebäude. Der Aufwand für die Anbindung der Gebäude ist gering, siehe Abbildung 52.



Abbildung 52: Gebiet " Jahnstraße"

Ausbaubereich 4, Overlaher Straße:

Der Ausbaubereich befindet sich nordwestlich vom Bestandsnetz und beinhaltet Geschäftshäuser, ein Pfarrhaus, einen Kindergarten, ein Begegnungszentrum inklusive Bücherei sowie das gemeindeeigene Heimathaus, siehe Abbildung 53.



Abbildung 53: Gebiet "Overlaher Straße"

Ausbaubereich 5, Friesoyther Straße:

Der Ausbaubereich befindet sich nordwestlich vom Bestandsnetz und beinhaltet Verbrauchermärkte, Geschäftshäuser und Gewerbebetriebe, siehe Abbildung 54.



Abbildung 54: Gebiet "Friesoyther Straße"

Ausbaubereich 6, Zu den Tannen:

Der Ausbaubereich befindet sich nordöstlich vom Bestandsnetz und beinhaltet diverse Gewerbebetriebe, siehe Abbildung 55.

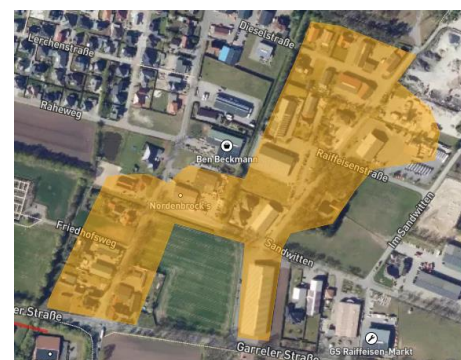


Abbildung 55: Gebiet "Zu den Tannen"

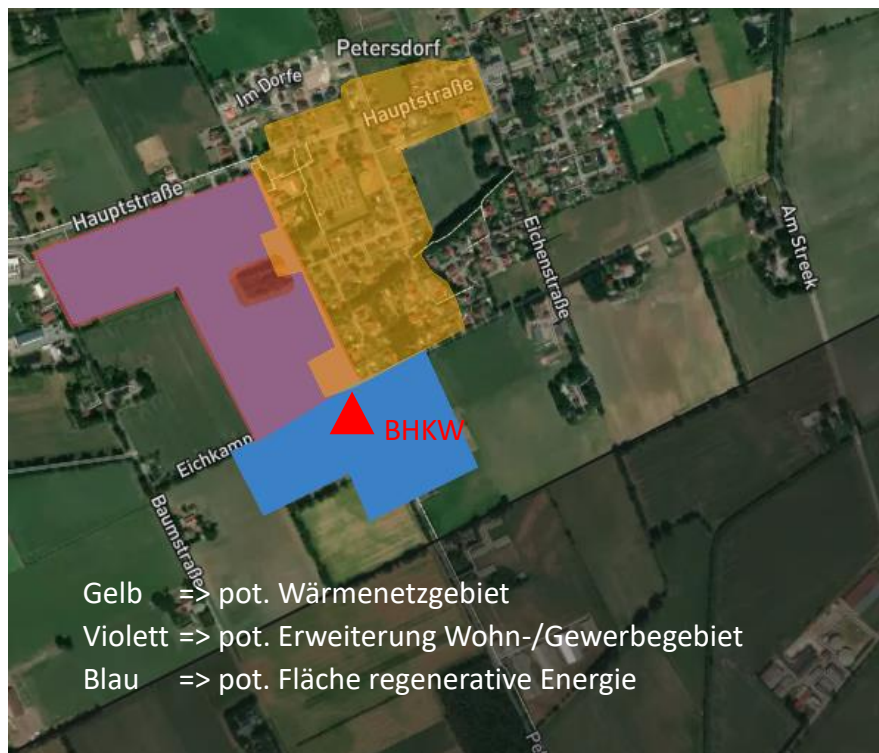
Weitere Informationen zum Wärmenetzzeichnungs-/Fokusgebiet dieser Maßnahme hinsichtlich Bebauungsstruktur,

Energiebedarf, Treibhausgasemissionen, möglicher Trassenverlauf, etc. sind im Steckbrief „Ortskern“ im Kapitel 5.2 zu finden.

Mittels Vorstudie/Machbarkeitsstudie muss die Verfügbarkeit der Wärmemengen des BHKWs und die Bedarfe der Wärmesenken (Verbraucher) unter Berücksichtigung von z.B. notwendigen Temperaturniveaus der potenziellen Verbraucher geprüft werden. Ferner gilt es zu prüfen, welche Wärmenetzausbaumaßnahmen im Detail durchführbar sind, welche Trassenführung sinnvoll ist und welche alternativen oder ergänzenden treibhausgasneutralen Energiequellen für den Betrieb des Wärmenetzes in Frage kommen. Eine Alternative oder Ergänzung zum Biogas könnte ggf. Biomethan als Brennstoff darstellen, wenn beispielsweise nicht ausreichend Biogaskapazitäten gegeben sind. Darüber hinaus muss die Wirtschaftlichkeit auf Basis von Investitions- und Betriebskosten näher untersucht werden. Im Rahmen einer Studie sollte außerdem analysiert werden, ob die notwendige Anschlussquote für den wirtschaftlichen Betrieb der einzelnen Erweiterungsgebiete erreicht werden kann.

Für die Umsetzung der Studien/Machbarkeitsstudien und ggf. dem späteren Bau und Betrieb des Wärmenetzes können z.B. BEW-Mittel (Bundesförderung für effiziente Wärmenetze) beantragt werden. Das Modul 1 der BEW-Förderung umfasst Transformationspläne oder Machbarkeitsstudien. Es beinhaltet verschiedene Leistungs- bzw. Planungsphasen wie die Grundlagenermittlung, Vorplanung, Entwurfsplanung und Genehmigungsplanung, welche das Fundament für die Projektrealisierung darstellen. Es müssen nicht zwingend alle Phasen als Paket beantragt und umgesetzt werden. Nach erfolgreichem Abschluss wird der Bau des Wärmenetzes umgesetzt (Modul 2 der BEW-Förderung, systemische Förderung eines Wärmenetzes (Investitionsförderung)). Im Anschluss erfolgt der Betrieb des Netzes. Das Modul 4 der BEW-Förderung für Betriebskosten bezieht sich allerdings auf Solarthermieanlagen und Wärmepumpen. Für Einzelmaßnahmen, z.B. Realisierung einzelner Betriebsmittel wie einen Wärmeerzeuger für ein bestehendes Wärmenetz, sieht die BEW-Förderung das Modul 3 (Förderung von Einzelmaßnahmen an einem Wärmenetz) vor.

<b>Maßnahme/ Fokusgebiet</b>	<b>2</b>	
<b>Bezeichnung</b>	<b>Prüfung Umsetzung Wärmenetz Eignungsgebiet Petersdorf</b>	
Maßnahmen-Typ	Planung & Studie   Wärmenetz	
Fläche/Ort	Schulstraße, Beim Schullenort, Am Grotegersberg, Hinter dem Wall, Eichkamp, Hauptstraße	
Gebäudetypologie	Öffentliche Gebäude, Wohngebäude und Nichtwohngebäude	
Anzahl Gebäude	152 Stück	Hinweis: Nicht Kunden/Abnehmer.
Wärmebedarf derzeit	2,3 GWh/a	
Wärmeflächendichte	0,16 GWh/ha	
Fläche	14 ha	
Erzielbare CO <sub>2</sub> -Einsparung	504 t/a	
Akteure	Netzbetreiber, Gemeindeverwaltung, Ingenieurbüro	
Geschätzte Kosten	100.000 € (ggf. 50 % staatliche Förderung möglich)	
Umsetzungsbeginn	2026	



**Abbildung 56: Wärmenetzeignungsgebiet „Petersdorf“**



## Beschreibung der Maßnahme

Im Ortsteil Petersdorf soll ein Wärmenetz umgesetzt werden. Die Wärmelieferung würde durch ein Biogas-BHKW mit Biogas-Brennwertkessel realisiert, siehe Abbildung 56. Das BHKW und der Brennwertkessel sollen an der Kreuzung Schulstraße/Eichkamp platziert werden. Die Lieferung des Gases würde durch eine Biogasanlage, die sich südlich von Petersdorf im Gebiet der Gemeinde Garrel befindet, erfolgen. Das Wärmenetz kann Ein- und Mehrfamilienhäuser und diverse Ankerkunden, wie den Kindergarten, die Grundschule und Gebäude der Kirchengemeinde mit Wärme versorgen. Die zu realisierende Wärmenetzlänge beträgt ca. 2.100 m ohne Hausanschlüsse. Das Fokusgebiet hat in Summe 152 Gebäude (nicht Anschlussnehmer) und umfasst eine Fläche von ca. 14 ha. Der jährliche Wärmebedarf liegt aktuell bei ca. 2,3 GWh. Dieser Wärmebedarf wird heute fast ausschließlich durch den fossilen Energieträger Erdgas gedeckt. Weitere Informationen zum Wärmenetzzeichungsgebiet/Fokusgebiet dieser Maßnahme hinsichtlich Bbauungsstruktur, Energiebedarf, Treibhausgasemissionen, möglicher Trassenverlauf, etc. sind im Steckbrief „Petersdorf“ im Kapitel 5.2 zu finden.

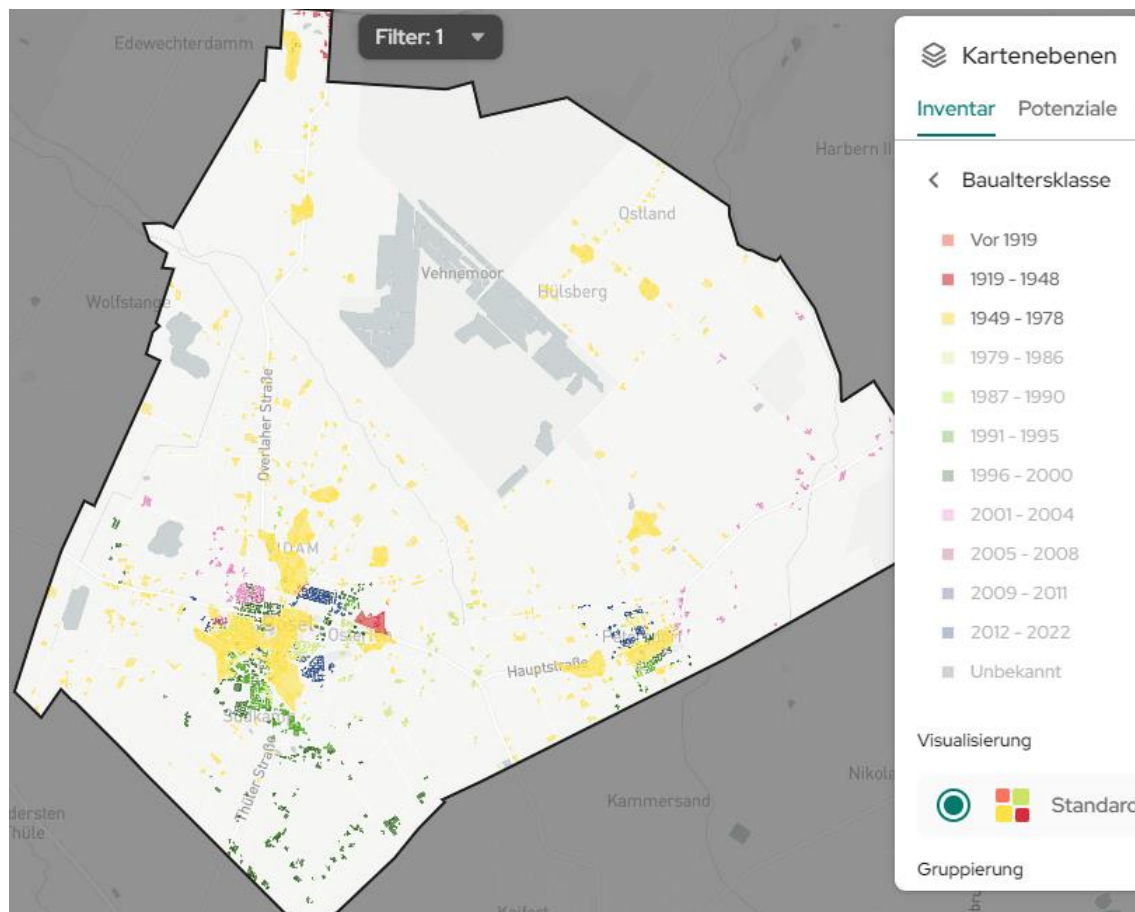
Die Verfügbarkeit der Wärmemengen des BHKWs und die Bedarfe der Wärmesenken (Verbraucher) müsste unter Berücksichtigung von Temperaturniveaus, tageszeitlichen und saisonalen Schwankungen zunächst im Zuge einer Vorstudie/Machbarkeitsstudie geprüft werden. Ferner gilt es zu prüfen, welche Wärmenetzausbaumaßnahmen im Detail durchführbar sind, welche Trassenführung sinnvoll ist und welche alternativen oder ergänzenden treibhausgasneutralen Energiequellen für den Betrieb des Wärmenetzes in Frage kommen. Alternative Wärmequellen könnten beispielsweise eine zentrale Großwärmepumpe, PV/Solarthermie oder auch bodennahe Geothermie (ggf. mit dezentralen Wärmepumpen) sein. Potenzielle Flächen zur Nutzung von regenerativen Energien sind in Abbildung 56 in blau dargestellt. Darüber hinaus muss die Wirtschaftlichkeit auf Basis von Investitions- und Betriebskosten näher untersucht werden. Im Rahmen einer Studie sollte außerdem analysiert werden, ob die notwendige Anschlussquote für den wirtschaftlichen Betrieb des Wärmenetzes erreicht werden kann.

Für die Umsetzung der Studien/Machbarkeitsstudien und ggf. dem späteren Bau und Betrieb des Wärmenetzes können z.B. BEW-Mittel (Bundesförderung für effiziente Wärmenetze) beantragt werden. Das Modul 1 der BEW-Förderung umfasst Transformationspläne oder Machbarkeitsstudien. Es beinhaltet verschiedene Leistungs- bzw. Planungsphasen wie die Grundlagenermittlung, Vorplanung, Entwurfsplanung und Genehmigungsplanung, welche das Fundament für die Projektrealisierung darstellen. Es müssen nicht zwingend alle Phasen als Paket beantragt und umgesetzt werden. Nach erfolgreichem Abschluss wird der Bau des Wärmenetzes umgesetzt (Modul 2 der BEW-Förderung, systemische Förderung eines Wärmenetzes (Investitionsförderung)). Im Anschluss erfolgt der Betrieb des Netzes. Das Modul 4 der BEW-Förderung für Betriebskosten bezieht sich allerdings auf Solarthermieanlagen und Wärmepumpen. Für Einzelmaßnahmen, z.B. Realisierung einzelner Betriebsmittel wie einen Wärmeerzeuger für ein bestehendes Wärmenetz, sieht die BEW-Förderung das Modul 3 (Förderung von Einzelmaßnahmen an einem Wärmenetz) vor.

<b>Maßnahme</b>	<b>3</b>	
<b>Maßnahmen-Bezeichnung</b>	<b>Informationsoffensive Gebäude- und Heizungssanierung und Realisierung von regenerativen Energien für Gebäude“</b>	
Maßnahmen-Typ	Information, Kommunikation, Beratung   Gebäudeeffizienz	
Fläche/Ort	Komplettes Gemeindegebiet	
Gebäudetypologie	Gewerbegebäude, Wohngebäude	
Akteure	Gemeindeverwaltung, Energieberater, Handwerksunternehmen, ggf. Banken	
Geschätzte Kosten	25.000 €	
Umsetzungsbeginn	ab 2025	

### Beschreibung der Maßnahme

Die energetische Sanierung stellt ein wesentliches Instrument zur Senkung des Wärmebedarfs dar und steht damit in direkter Verbindung mit der Reduzierung der Treibhausgase. Das größte Sanierungs- und Treibhausgaseinsparpotenzial haben üblicherweise Gebäude, die bis 1977 errichtet worden sind, zumal die erste Wärmeschutzverordnung 1977 in Kraft getreten ist. In dieser Wärmeschutzverordnung waren die ersten Mindestanforderungen hinsichtlich Gebäudedämmung festgelegt. Vorher gab es diesbezüglich keinerlei Vorgaben. Im Gemeindegebiet gibt es eine Vielzahl von älteren Objekten (ca. 50%, siehe Kapitel Gebäudebestand), die vor 1979 errichtet wurden. Der Großteil der älteren Objekte stammt aus den Jahren 1949-1978 (siehe Abbildung 57).



**Abbildung 57: Gebäude bis Baujahr 1978 (in rot und gelb dargestellt)**

Die Planung, Förderung, Finanzierung und Koordination energetischer Sanierungen und die Umsetzung von Energiesparmaßnahmen stellt Bewohner und Eigentümer von Gebäuden vor große Herausforderungen. Aufgrund dessen sollen die Bürger der Gemeinde Bösel über Beratungsmaßnahmen, wie die aufsuchende Energieberatung (Sichtung Gegebenheiten in Haus/Wohnung inkl. Energieverbräuche) und realisierbare energetische Optimierungsmaßnahmen informiert und beraten werden. Es wird eine Einladung der Bürger zu Informationsveranstaltungen hinsichtlich Energiesparmaßnahmen, Gebäude- und Heizungssanierung und Umsetzung von regenerativen Energien für Gebäude erfolgen. Insbesondere sollen die Bewohner von Gebäuden mit einem Baujahr vor 1978, also vor Inkrafttreten der 1. Wärmeschutzverordnung, angesprochen werden. Durch Auswertungen mit dem digitalen Zwilling ist es beispielsweise möglich, Wohngebiete und Quartiere mit Objekten dieser Baualtersklassen zu identifizieren und gezielt die Eigentümer und Bewohner zu „passgenauen“ Informationsveranstaltungen zu adressieren. Ziel ist es, dass Eigentümer und Mieter einen guten Überblick über die Themenfelder erhalten und möglichst Gebrauch von Förderungen (z.B. Bundesförderung Energieberatung für Wohngebäude oder KfW-Förderungen für Wohngebäude) machen, sodass eine Vielzahl von einzelnen Energiespar- und Sanierungsmaßnahmen umgesetzt werden.

<b>Maßnahme</b>	<b>4</b>	
<b>Maßnahmen-Bezeichnung</b>	<b>Vorstudie: Prüfung Ausweisung von Sanierungsgebieten</b>	
Maßnahmen-Typ	Beratung, Koordination & Management   Förderung	
Fläche/Ort	Komplettes Gemeindegebiet	
Gebäudetypologie	Gewerbegebäude, Wohngebäude, öffentliche Gebäude	
Akteure	Gemeindeverwaltung, Energieberater, Ingenieurbüro	
Geschätzte Kosten	15.000 €	
Umsetzungsbeginn	2026	

### Beschreibung der Maßnahme

Wie bereits in Maßnahme 3 beschrieben, ist die energetische Sanierung ein großer Hebel zur Senkung des Wärmebedarfs. Besonders relevant ist dies für Gebäude, die bis 1977 errichtet wurden (vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung). Im Gemeindegebiet gibt es Siedlungen in denen fast ausschließlich ältere Objekte existieren. Für Siedlungen/Wohngebiete dieser Art besteht die Möglichkeit der Ausweisung von Sanierungsgebieten. Dies kann z.B. nach dem vereinfachten Sanierungsverfahren erfolgen, um den Baubestand durch Instandsetzungs- und Modernisierungsmaßnahmen zu erhalten bzw. zu verbessern. Durch die Sanierungen werden nicht nur die Energieeffizienz gesteigert und die Treibhausgasemissionen gesenkt, sondern auch die Lebensqualität der Bewohner verbessert.

Der erste Schritt im Rahmen einer Vorstudie besteht darin, im Gemeindegebiet potenzielle Sanierungsgebiete zu identifizieren und zu definieren. Hierbei ist der Digitale Zwilling ein exzellentes Hilfsmittel, um notwendige Auswertungen durchzuführen.

Nachgelagert zur Vorstudie, welche die Definition und Festlegung von Sanierungsgebieten beinhaltet, ist eine Bestandsaufnahme, die den aktuellen Zustand der Gebäude genau erfasst. Auf dieser Grundlage kann dann ein energetisches Konzept erarbeitet werden, das konkrete Maßnahmen und Ziele für die Sanierung festlegt. Eine enge Zusammenarbeit mit den Eigentümern, Bewohnern und gegebenenfalls den Denkmalschutzbehörden ist dabei entscheidend. Auf Basis dieses Konzepts kann gemäß §§ 136 ff BauGB (Baugesetzbuch) die Ausweisung eines Sanierungsgebiets erfolgen, was für Immobilienbesitzer steuerliche Vorteile mit sich bringt (siehe §7h und 10f EstG, Einkommensteuergesetz).

Um finanzielle Hürden zu überwinden, sind Förderprogramme und staatliche Zuschüsse von großer Bedeutung. Die gezielte Ausweisung und Entwicklung von Sanierungsgebieten bildet die Grundlage für eine nachhaltige Gemeindeentwicklung und leistet einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz, indem größere Sanierungsprojekte effektiv umgesetzt werden können.

<b>Maßnahme</b>	<b>5</b>	
<b>Maßnahmen-Bezeichnung</b>	<b>Unterstützung externer Akteure bei der Projektentwicklung und -umsetzung zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung</b>	
Maßnahmen-Typ	Information, Kommunikation, Beratung	
Fläche/Ort	Komplettes Gemeindegebiet	
Gebäudetypologie	Sämtliche Gebäudetypen bzw. Wärmeverbrauche	
Akteure	Gemeindeverwaltung, ggf. externe Unterstützung Ingenieurbüro	
Geschätzte Kosten	15.000 €	
Umsetzungsbeginn	ab 2025	

### Beschreibung der Maßnahme

Die Gemeinde Bösel unterstützt Maßnahmen zur Nutzung von Abwärme oder dem Einsatz von regenerativen Energien bei unterschiedlichen Projekten, die einen Beitrag zur klimafreundlichen Wärmeversorgung liefern, wie z.B. die Nutzung von Abwärme aus Industriebetrieben, den Einsatz von Wärme aus Biogas-BHKWs oder die allgemeine Realisierung von Nahwärmenetzen durch Investoren. Die Unterstützung durch die Gemeinde kann in unterschiedlicher Form erfolgen:

- allgemeine Beratung und Unterstützung von potenziellen Investoren
- Zusammenführung unterschiedlicher Stakeholder
- Unterstützung bei Akquisition von notwendigen Wärmeabnehmern
- Unterstützung bei der Durchführung von Informationsveranstaltungen für Bürger und/oder potenziellen Wärmeabnehmern bzw. Kunden
- Beratung und Unterstützung bei der Gewinnung von Fördermitteln
- Support bei der Durchführung von Studien
- Unterstützung bei Erstellung von unterschiedlichen Anträgen
- Unterstützung bei Herstellung von Kontakten zu den zuständigen Genehmigungsbehörden
- etc.

## 7.1 Übergreifende Wärmewendestrategie

In der Startphase der Umsetzung des Wärmeplans sollte der Fokus auf die Evaluierung der Umsetzbarkeit der Wärmenetzversorgung in den Wärmenetzeignungsgebieten gelegt werden. So kann auf Seiten der Bewohner\*innen so früh wie möglich Klarheit geschaffen werden, ob und wann es ein Wärmenetz in ihrer Straße geben wird. Hierzu müssen erneuerbare Wärmequellen mittels Projektskizzen, Vorstudien oder auch Machbarkeitsstudien bewertet werden. Geplant sind Projektskizzen, Studien, Machbarkeitsstudien zum Erhalt und der Erweiterung des bestehenden Wärmenetzes und zur Umsetzung eines neuen Wärmenetzes basierend auf regenerativen Energien. Generell sollten Verknüpfungen zwischen einem möglichen Wärmenetzausbau und geplanten Infrastrukturprojekten gesucht und ausgenutzt werden.

Die erfolgreiche Umsetzung der Wärmewende in der Gemeinde Bösel ist nicht nur von technischen Maßnahmen abhängig, sondern erfordert auch den Erhalt und die Stärkung geeigneter Strukturen in der Kommune. Auch ist die Berücksichtigung personeller Kapazitäten für das Thema 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 von kommunalen Liegenschaften als auch Privatgebäuden zu reduzieren. Den kommunalen Liegenschaften kommt dabei trotz des im Vergleich zum Gesamtgebiet geringen Energiebedarfs ein besonderes Augenmerk zu, da diese einen Vorbildcharakter haben.

In der mittelfristigen Phase bis 2030 sollte der Bau der Wärmenetze in den definierten Wärmenetzeignungsgebieten, wie in den Maßnahmen beschrieben, beginnen. Hierbei ist die vorangegangene Prüfung der Machbarkeit essenziell.

Der Wärmeplan ist nach dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) des Bundes alle fünf 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. 2 % weiterhin 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 Tabelle 5 sind basierend auf der Wärmewendestrategie erweiterte Handlungsempfehlungen aufgelistet und zudem Möglichkeiten zur Gestaltung der Energiewende dargestellt.

Akteur	Handlungsvorschläge
Immobilienbesitzer*innen	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Inanspruchnahme von Gebäudeenergieberatungen</li> <li><input type="checkbox"/> Gebäudesanierungen sowie Investition in energieeffiziente und erneuerbare Heizsysteme unter Berücksichtigung der zukünftigen Wärmeversorgung laut Wärmeplan</li> <li><input type="checkbox"/> Installation von Photovoltaikanlagen, bei Ein- und Mehrfamilienhäusern</li> </ul>
Energieversorger	<p>Wärme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Strategische Evaluation von Wärmenetzbau</li> <li><input type="checkbox"/> Bewertung der Machbarkeit von Wärmenetzen</li> <li><input type="checkbox"/> Ausbau von Energieeffizienz-Dienstleistungen sowie Contracting</li> <li><input type="checkbox"/> Physische und vertragliche Erschließung und Sicherung von Flächen sowie Biomasse als Energiequellen für Wärmenetze</li> <li><input type="checkbox"/> Digitalisierung und Monitoring für Wärmenetze</li> <li><input type="checkbox"/> Abschluss von Gestattungsverträgen für die Verlegung von Fernwärmeleitungen im Gemeindegebiet</li> </ul> <p>Strom:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Erstellung von detaillierten Netzstudien basierend auf den Ergebnissen der KWP und nachgelagerter Projektskizzen, Studien und Machbarkeitsstudien</li> <li><input type="checkbox"/> Modernisierung und Ausbau der Stromnetzinfrastruktur</li> <li><input type="checkbox"/> Konsequenter Ausbau von erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung unter Berücksichtigung der Lastveränderung durch Wärmeerzeugung</li> <li><input type="checkbox"/> Implementierung von Lastmanagement-Systemen im Verteilnetz</li> </ul> <p>Vertrieb:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Flexible Tarifgestaltung für Energielieferung sowie Gestaltung von Wärme- bzw. Heizstromprodukten</li> <li><input type="checkbox"/> Vorverträge mit Wärmeabnehmern in Eignungsgebieten und Abwärmelieferanten</li> </ul>
Stadt/Gemeinde	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Aufbau und Weiterentwicklung von Wärmenetzen im Dialog mit Energieversorger und Projektierern</li> <li><input type="checkbox"/> Akteursuche für die Erschließung der Potenziale und der Eignungsgebiete</li> <li><input type="checkbox"/> Schaffung von personellen Kapazitäten für die Wärmewende</li> <li><input type="checkbox"/> Erhöhung der Sanierungsquote für kommunale Liegenschaften</li> <li><input type="checkbox"/> Ausbau von Förderprogrammen und Informationskampagnen für Gebäudeenergieeffizienz sowie PV-Ausbau</li> <li><input type="checkbox"/> Öffentlichkeitsarbeit, Information zu KWP</li> <li><input type="checkbox"/> Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans</li> <li><input 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)</li> </ul>

- Festsetzung spezieller Flächen für erneuerbare Wärme in Flächennutzungsplänen
- Einbindung von Klimaschutz und -anpassung in städtebauliche Erneuerungsprozesse
- Proaktive Informationskampagnen und Bürgerbeteiligungsformate zur Steigerung der Akzeptanz von Wärmewende-Maßnahmen
- Umsetzung von Best-Practice-Beispielen in öffentlichen Gebäuden

**Tabelle 5: Erweiterte Handlungsvorschläge für Akteure der kommunalen Wärmewende**



## 7.2 Monitoring und Controlling für die Zielerreichung

Das Controllingkonzept dient der regelmäßigen Überprüfung und Dokumentation der Fortschritte und der Wirksamkeit der im kommunalen Wärmeplan (KWP) festgelegten Maßnahmen. Es beinhaltet die Abfrage und Ergebniskontrolle der bis zum jeweiligen Zeitpunkt durchgeführten Maßnahmen (Soll/Ist-Vergleich). Ziel ist es, die angestrebte Zielerreichung hinsichtlich einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung systematisch zu erfassen (z.B. jährlich), zu bewerten und gegebenenfalls sinnvolle Anpassungen basierend auf der aktuellen Sachlage vorzunehmen. Im Rahmen einer Analyse muss beleuchtet und entschieden werden, ob Maßnahmen angepasst und Potenziale sowie Zielvorgaben neu bewertet werden. Eine regelmäßige wiederkehrende Abfrage des Umsetzungsstands der einzelnen Maßnahmen sollte hierbei erfolgen. Bei einigen Maßnahmen kann nicht direkt eine Treibhausgasemission berechnet werden, sodass somit Reduktionen ebenfalls nicht direkt ermittelbar sind.

**Top-Down:** Das Top-Down-Controlling ist die mittel- und langfristige Betrachtung hinsichtlich des Wärmebedarfs und der Treibhausgasemissionen. Das definierte und anzustrebende Ziel ist die klimaneutrale Wärmeversorgung im Jahr 2040 (Vorgabe durch Land Niedersachsen). Ob dieses Ziel eingehalten werden kann, muss durch das Controlling auf der Ebene der Sektoren für die Kommune regelmäßig geprüft werden.

**Bottom-Up:** Das Bottom-Up-Controlling geht auf die Wirksamkeit einzelner in der kommunalen Wärmeplanung beschriebener Maßnahmen oder Teilmaßnahmen hinsichtlich der Treibhausgasemissionen ein. Die aktuellen Rahmenbedingungen (insbesondere Fördermöglichkeiten) und der Sachstand bezüglich der Maßnahmenumsetzung werden beleuchtet (z.B. Verzögerung von Bauprojekten) und die daraus resultierenden Effekte hinsichtlich Treibhausgaseinsparung berücksichtigt.

Der Controlling-Bericht sollte möglichst jährlich erstellt werden, sodass eine Transparenz hinsichtlich der Entwicklung von Treibhausgasemissionen für die Gemeindeverwaltung und die kommunalen politischen Gremien gegeben ist.

### 7.2.1 Ziele Monitoring/Controlling

- Festlegung von überprüfbareren Zielen
- Erfassung der Effektivität der umgesetzten Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen
- Kontinuierliche Prüfung des Ausbaufortschritts infrastruktureller Vorhaben (Wärmenetzausbau, Energiezentralen etc.)
- Frühzeitige Identifikation von Abweichungen und Handlungsbedarf (z.B. Überschreitung von Zeitplänen)
- Anpassung auf eventuelle aktuelle Ereignisse (z.B. Fördermöglichkeiten)
- Sicherstellung der kontinuierlichen Verbesserung der Energieeffizienz kommunaler Liegenschaften
- Dokumentation des Fortschritts (z.B. jährliche Abfrage)
- Sofern notwendig, Maßnahmen anpassen/weiterentwickeln und neue Bewertung von Potenzialen

### **7.2.2 Controlling- bzw. Monitoringinstrumente und -methoden**

1. Energiemanagementsystem: Implementierung eines kommunalen Energiemanagementsystems (KEMS) zur Erfassung, Analyse und Verwaltung des Energieverbrauchs der kommunalen Liegenschaften. Das KEMS soll Energieverbrauchsdaten möglichst vollständig automatisiert erfassen, um den manuellen Erfassungsaufwand zu minimieren und die Datenqualität zu verbessern.
2. Interne Energieaudits: Regelmäßige Durchführung von internen Energieaudits 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 Ebene der gesamten Gemeinde und insbesondere der kommunalen Liegenschaften quantitativ messen zu können. Wichtige Indikatoren können hierbei sein: Energiebedarf, Erneuerbare Erzeugungsleistung, CO<sub>2</sub>-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.

### **7.2.3 Datenerfassung und -analyse**

Jährliche interne Energieverbrauchsdocumentation: Alle Energieverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften werden 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 (gemeindeweit): 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.

Die Gemeinde Bösel erstellt bereits jährlich Energieberichte für die kommunalen Liegenschaften.

## **7.3 Kommunikationsstrategie und Berichterstattung**

Kommunikation, Beteiligung und Akzeptanz stellen wichtige Bausteine für die erfolgreiche Planung und Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung dar. Im Fokus bei der Beteiligung und der Kommunikation steht daher die Identifikation und frühzeitige, aktive Einbindung der relevanten Akteure bzw. Stakeholder, wie z.B. politische Gremien, Verwaltungsmitarbeiter der Kommune, Energieversorger, Netzbetreiber, Industrie- und Gewerbetriebe, Betreiber von großen Wärmeerzeugungsanlagen, Investoren, Handwerker, Anwohner, potenzielle Kunden und weiterer Interessengruppen. Eine große Akzeptanz und Befürwortung von Maßnahmen ist elementar, sodass eine

Umsetzungsdynamik nicht beeinträchtigt wird und die Maßnahmen erfolgreich in konkrete Projekte überführt werden können.

Die ersten Schritte bestehen darin, dass nach Abschluss der kommunalen Wärmeplanung neben Politik und Verwaltung auch die Öffentlichkeit, idealweise über mehrere Kanäle, wie Presseberichte, Publikationen im Internet und Öffentlichkeitsveranstaltungen, bezüglich der Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung und anstehenden Folgeschritte bestmöglich informiert und abgeholt werden.

Für die Umsetzung von konkreten Maßnahmen ist es sinnvoll, die Vorteile frühzeitig zu kommunizieren. Ferner sollten der Austausch und die Zusammenarbeit von Akteuren und Stakeholdern ermöglicht und gefördert werden. Es können beispielsweise Austauschtermine oder Eröffnungsworkshops initiiert werden, bei denen relevante Akteure und Stakeholder zusammenkommen und ihre Interessen und Bedenken äußern können. Darüber hinaus sollten für die Aufrechterhaltung einer hohen Akzeptanz regelmäßige Informations- und Abstimmungstermine etabliert werden, um den aktuellen Stand der Maßnahme bzw. des Projekts zu besprechen. Durch dieses Vorgehen gelingt es, mögliche Probleme frühzeitig zu identifizieren und gegebenenfalls Anpassungen vornehmen zu können, sodass Zeitpläne und die Ziele nicht gefährdet werden.

Für die politischen Gremien und die Verwaltung der Kommune sollten regelmäßige Berichterstattungen in Form von Mitteilungsvorlagen erfolgen, um die Entwicklungen, Erfolge und Herausforderungen der Wärmewende transparent zu machen. Die Öffentlichkeit kann z.B. über das Internet, Presseberichte und ggf. bei Bedarf über Öffentlichkeitsveranstaltungen kontinuierlich informiert werden.

## 7.4 Verstetigungsstrategie

Die Erstellung des Abschlussberichtes der kommunalen Wärmeplanung mit den Fokusgebieten und Maßnahmen stellt den Startschuss zur Umsetzung dar. Ab dem Zeitpunkt soll, gemäß Wärmeplanungsgesetz, die Kommunale Wärmeplanung alle fünf Jahre weitergeführt und stetig evaluiert werden. Der Einsatz des digitalen Zwillings bzw. einer digitalen Plattform wird dabei eine wichtige Rolle spielen. Jährliche Datenupdates visualisieren den Fortschritt der beschlossenen Maßnahmen deutlich. Die Verstetigung der kommunalen Wärmeplanung als Aufgabe ist fest mit folgenden Punkten verbunden:

- **Aufgabenetablierung:** Feste Verankerung der Aufgabe innerhalb der Gemeindeverwaltung und der kommunalen politischen Gremien
- **Personalressource:** Schaffung der personellen Ressource für die Bearbeitung dieser Aufgabe innerhalb der Gemeindeverwaltung (idealerweise Zuweisung an einen „festen“ Mitarbeiter)
- **Zieldefinition:** Ziele und Etappenziele für die Kommune formulieren

- Konzepte/Strategie: Erstellung von Konzepten und Formulierung von Strategien, welche die Zielerreichung unterstützen und sicherstellen sollen
- Maßnahmen: Bearbeitung, Begleitung und Unterstützung von internen und externen Umsetzungsmaßnahmen (intern: Zuständigkeit liegt bei der Kommune; extern: Zuständigkeit liegt außerhalb der Kommune, z.B. Investor)
- Controlling: Controlling hinsichtlich Kennzahlen, Maßnahmen und Projekte fest verankern und operativ durchführen, sodass eine Transparenz bezüglich des Sachstands gegeben ist (idealerweise Zuweisung an einen „festen“ Mitarbeiter)
- Beteiligung: Beteiligung von relevanten Akteuren und Stakeholdern, um die Umsetzung von Maßnahmen sicher zu stellen
- Vernetzung: Eigene Vernetzung mit relevanten Akteuren und Stakeholdern sicherstellen und darüber hinaus die Vernetzung untereinander von Akteuren/Stakeholdern bestmöglich fördern
- Finanzierung: Idealerweise „erster Ideengeber“ hinsichtlich möglicher Förderungen und Finanzierung von Maßnahmen und Projekten
- Organisation/Strukturen: Umsetzung organisatorischer Punkte und Schaffung von Strukturen, welche die Zielerreichung unterstützen (Auswertungen, Berichte, Austauschtermine, etc.)

## 7.5 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 Stadt/Gemeinde abhängen.

**Private Investitionen und PPP:** Über die Einbindung von Privatunternehmen durch Public-Private-Partnerships (PPP) können finanzielle Ressourcen für Wärmeprojekte mobilisiert werden. Gerade für den großflächigen Ausbau von Wärmenetzen ist es gewünscht, auch lokale Initiativen und Akteure aus dem privaten Sektor zu unterstützen. 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.

## 7.6 Lokale ökonomische und finanzielle Vorteile der Wärmewende

Die Investition in eine erneuerbare Wärmeversorgung bietet nicht nur ökologische, sondern kann auch ökonomische Vorteile bieten. Einer der entscheidenden Aspekte ist die Schaffung neuer Arbeitsplätze in unterschiedlichen Sektoren, von der Entwicklung bis zur Wartung erneuerbarer Wärmetechnologien. Diese Diversifizierung des Arbeitsmarktes belebt die regionale Wirtschaft und fördert gleichzeitig die lokale Wertschöpfung. Kapital, das in lokale erneuerbare Energieressourcen und Technologien investiert wird, bleibt innerhalb der Gemeinde und fördert die lokale Wirtschaft in einem breiten Spektrum. Die langfristigen Betriebskosten für erneuerbare Wärmequellen wie Solarthermie und Geothermie sind in der Regel niedriger als bei fossilen Brennstoffen. Da dies jedoch von vielen Faktoren abhängt, bleibt abzuwarten, ob dadurch signifikante finanzielle Entlastungen bei den Wärmeabnehmern möglich sein werden. Lokale Handwerksbetriebe und Zulieferer können von der gesteigerten Nachfrage nach Installations- und Wartungsdienstleistungen profitieren. 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.

## 7.7 Fördermöglichkeiten

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

- Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)
- Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)
- Investitionskredit Kommunen / Investitionskredit Kommunale und Soziale Unternehmen (KfW)

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) hat die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) entwickelt, die Zuschüsse für Investitionen in Wärmenetze ermöglicht. Zielgruppen sind Energieversorgungsunternehmen, Kommunen, Stadtwerke und Vereine / Genossenschaften. Das Förderprogramm soll den Neubau und die Dekarbonisierung der Wärmenetze in Deutschland beschleunigen. Die Förderung konzentriert sich entsprechend auf den Neubau von Wärmenetzen mit hohen Anteilen (mindestens 75

%) an erneuerbaren Energien und Abwärme sowie den Ausbau und die Umgestaltung bestehender Netze. Das Förderprogramm ist in vier Module gegliedert, die im Folgenden beschrieben werden:

Gefördert werden im ersten Schritt (Modul 1) die Kosten für Machbarkeitsstudien für neue Wärmenetze und Transformationspläne für den Umbau bestehender Wärmenetzsysteme. Die Förderung beträgt bis zu 50 % der förderfähigen Ausgaben und ist auf 2 Mio. Euro pro Antrag begrenzt. Es gibt darüber hinaus Investitionszuschüsse von bis zu 40 % für Maßnahmen für den Neubau von Wärmenetzen, die zu mindestens 75 % mit erneuerbaren Energien und Abwärme gespeist werden, sowie für die Bestandsinfrastruktur von Wärmenetzen (Modul 2). Auch bei Bestandswärmenetzen sind gewisse Einzelmaßnahmen (Modul 3) wie Solarthermieanlagen, Wärmepumpen, Biomassekessel, Wärmespeicher, Rohrleitungen für den Anschluss von EE-Erzeugern und Abwärme sowie für die Erweiterung von Wärmenetzen, und Wärmeübergabestationen, mit bis zu 40 % der Ausgaben förderfähig. Des Weiteren besteht eine Betriebskostenförderung (Modul 4) für erneuerbare Wärmeerzeugung aus Solarthermieanlagen und strombetriebenen Wärmepumpen, die in Wärmenetze einspeisen (BAFA, 2024a).

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 Bürger\*innen, 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 Ende 2023 eingestellte KfW-Zuschuss Energetische Stadtsanierung (Programmnummer 432) für Klimaschutz und -anpassung im Quartier förderte Maßnahmen, die die Energieeffizienz im Quartier erhöhen. 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).

## 8 Fazit

Die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung (KWP) erhöht die Planungssicherheit für Bürger\*innen innerhalb und vor allem außerhalb der Wärmenetzeignungsgebiete. Bei Kommunen, Netzbetreibern, Energieversorgern und weiteren Akteuren sorgt sie für eine Klarheit und Priorisierung in welchen Gebieten Folgeaktivitäten und Detailuntersuchungen sinnvoll und notwendig sind. Besonders wertvoll war bei der Erstellung des Wärmeplans die Einbindung von verschiedenen Akteuren (z.B. Biogasanlagen-Betreiber), die kommunale Expertise der Gemeindeverwaltung und der Einsatz neuer Technologien mit dem Digitaler Zwilling.

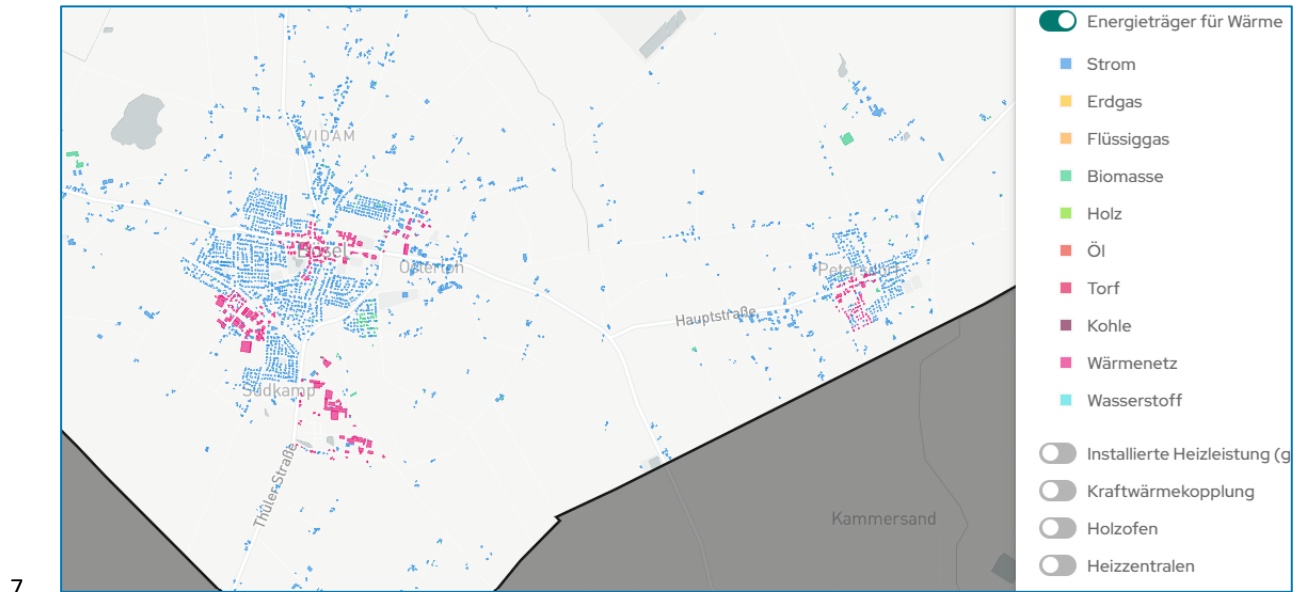
Ein Blick auf die Bestandsanalyse bezüglich der aktuellen Wärmeversorgung zeigt den deutlichen Handlungsbedarf: Über 90 % der Wärme basieren auf fossilen Quellen wie größtenteils Erdgas und auch Heizöl. Ziel muss es sein, diese Energieträger möglichst schnell durch klimaneutrale Energiequellen zu ersetzen. Die Sektoren „Privates Wohnen“, verantwortlich für etwa 55 % der Emissionen, und „Industrie & Produktion“ (inklusive landwirtschaftliche Betriebe), verantwortlich für ca. 40 % der Emissionen, spielen dabei eine Schlüsselrolle.

Energieberatungen für die Bürger, die Umsetzung von Gebäudesanierungen, der Einsatz von treibhausgasneutralen Heizungsanlagen und die Realisierung von Wärmenetzen mit regenerativen Wärmequellen sind entscheidend für die Wärmewende. Darüber hinaus liefert die im Zuge der KWP erstellte Datengrundlage die notwendige Transparenz und ist somit eine wichtige Basis für ein gezieltes Vorgehen bei der Realisierung der Energiewende. Der Einsatz des digitalen Zwillings mit seinen umfangreichen Auswertungsmöglichkeiten unterstützt diesen Prozess erheblich.

Auf Grundlage der Bestandsanalyse erfolgte im Rahmen des Projekts die Identifikation von Gebieten, die sich für Wärmenetze eignen (Wärmenetzeignungsgebiete). Für die Versorgung dieser Gebiete wurden erneuerbare Wärmequellen beleuchtet und konkrete Maßnahmen festgelegt. In den definierten Eignungsgebieten kann nun die Wärmewende gezielt vorangetrieben werden. Im Rahmen weiterer Planungsschritte sollen die potenziellen Wärmenetze hinsichtlich technischer Umsetzung und Wirtschaftlichkeit beleuchtet werden, sodass eine Grundlage für den Erhalt und die Erweiterung des Bestandsnetzes im Ortskern und den Bau eines neuen Wärmenetzes in Petersdorf gegeben ist. Hierfür sind die in den Maßnahmen aufgeführten Vorstudien, Studien und auch Machbarkeitsstudien erforderlich.

Während in den identifizierten Eignungsgebieten Wärmenetze (zentrale Wärmeversorgung) in den nächsten Jahren umgesetzt werden sollen, wird es im überwiegenden Teil der Gemeinde, Gebiete der Einzelversorgung geben. Diese Gebiete sind oftmals geprägt durch Einfamilien-, Doppel- oder auch kleinere Mehrfamilienhäuser. Dort wird zukünftig keine zentrale, sondern eine dezentrale Wärmeversorgung umgesetzt. Die Entscheidung über die Auswahl der Heizungsanlage liegt hier bei den einzelnen Hausbesitzern. Überwiegend werden höchstwahrscheinlich die Wärmepumpen und zu einem geringeren Anteil auch Biomasseheizungen (z.B. Pelletheizung) zum Einsatz kommen (siehe Abbildung 58). Gerade in diesen Gebieten mit Einzelversorgung ist es

zwingend erforderlich, dass die Bürger zukünftig eine gute Unterstützung durch eine Beratung hinsichtlich technischer Lösungen, Förderungen und Finanzierungen für die Gebäude- und Heizungssanierung und den Einsatz von regenerativen Energien erhalten.



**Abbildung 58: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040**

Die im Zuge der KWP erarbeiteten konkreten Maßnahmen (siehe Abbildung 59) bilden die ersten Schritte hin zur Transformation der Wärmeversorgung.

Nr.	Maßnahmen	Art der Maßnahme	Kosten [€]	Fördermittel	2025	2026	2027	2028	2029
1	Erhalt des Bestandwärmenetzes Ortskern und Erweiterungsoptionen (Fokusgebiet)	Planung/Vorstudie	ca. 100.000	optional möglich					
2	Prüfung Umsetzung Wärmenetz Eignungsgebiet Petersdorf (Fokusgebiet)	Planung/Vorstudie	ca. 100.000	optional möglich					
3	Informationsoffensive Gebäude- und Heizungssanierung und Realisierung von regenerativen Energien für Gebäude	Information, Kommunikation, Beratung	ca. 25.000	...					
4	Vorstudie: Prüfung Ausweisung von Sanierungsgebiet	Planung/Studie	ca. 15.000	...					
5	Unterstützung externer Akteure bei der Projektentwicklung und -umsetzung zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung	Information, Kommunikation, Beratung	ca. 20.000	...					

**Abbildung 59: Maßnahmenübersicht**



Neben dem Wohnsektor sollte ein weiterer Fokus auf dem Bereich Industrie und Gewerbe inklusive der landwirtschaftlichen Betriebe liegen. Die ortsansässigen Betriebe müssen aktiv bei der Umsetzung der Wärmewende eingebunden werden, um z.B. Einsparpotenziale innerhalb der Betriebe heben oder auch Wärme bzw. Abwärme nutzen zu können. Die Energiewende ist für unsere Volkswirtschaft mit einem erheblichen Investitionsbedarf verbunden. Der Start mit ökonomisch sinnvollen Projekten ist ein zentraler Punkt für die Akzeptanz und das Gelingen der Wärmewende. Für die Transformation und den Neubau von Wärmenetzen gibt es attraktive Förderprogramme, welche genutzt werden müssen, um Projekte zur Realisierung zu bringen. Zudem muss klar dargestellt werden, dass fossile Versorgungsoptionen perspektivisch mit einem zunehmenden Preis- und Versorgungsrisiko verbunden sind (z.B. Bepreisung von CO<sub>2</sub>-Emissionen). Die Wärmewende wird nur durch eine Zusammenarbeit zahlreicher engagierter lokaler Akteure realisierbar sein. Durch die Einbindung innovativer lokaler Unternehmen und die Schaffung neuer Arbeitsplätze ergeben sich interessante Chancen der Wertschöpfung für die gesamte Region. Ferner werden dadurch nachhaltige Strukturen geschaffen, 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\\_waermenetze\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_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](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/pressemittelungen/Webs/BMWSB/DE/2023/04/geg-foerderkonzept.html>

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](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>

Gemeinde Bösel. *Integriertes Klimaschutzkonzept für die Gemeinde Bösel*  
boesel.de. Aufgerufen am 16.01.2025 unter [https://www.boesel.de/fileadmin/gemeinde-boesel/files/pdf/wirtschaft-wohnen-klimaschutz/Klimaschutz/241209\\_Klimaschutzkonzept\\_Finalfassung.pdf](https://www.boesel.de/fileadmin/gemeinde-boesel/files/pdf/wirtschaft-wohnen-klimaschutz/Klimaschutz/241209_Klimaschutzkonzept_Finalfassung.pdf)

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. (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](https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/094_Leitfaden-Kommunale-Waermeplanung-022021.pdf)

KEA. (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-\(432\)/](#)

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>