

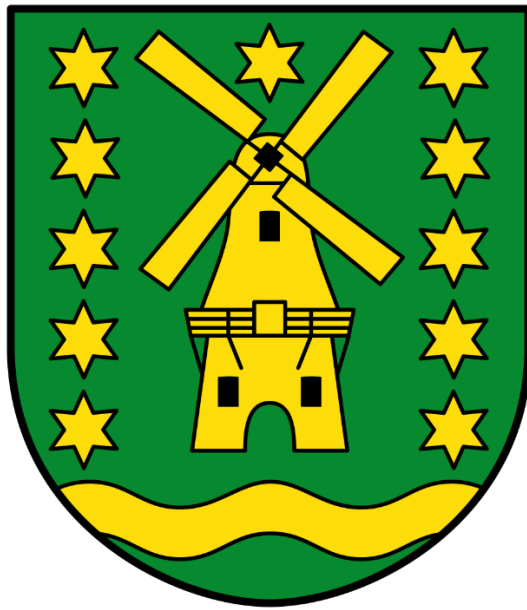
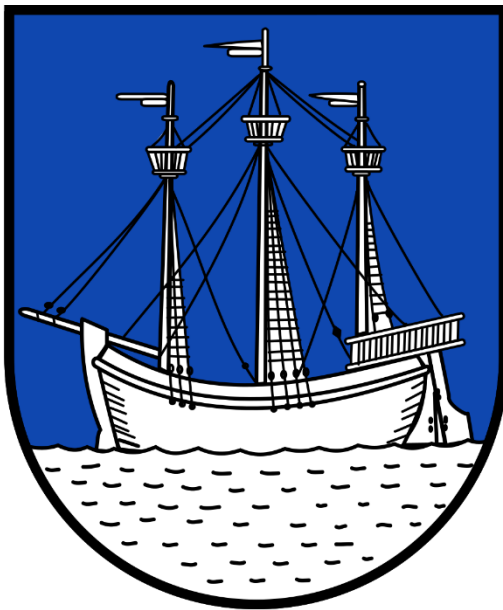
Kommunale Wärmeplanung

Abschlussbericht

für die

Gemeinden

Bunde und Jemgum



Förderprojekt

Die kommunale Wärmeplanung wurde im Rahmen des Förderprojektes Kommunale Wärmeplanung für die Gemeinden Bunde und Jemgum erstellt und aus Mitteln der Nationalen Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz gefördert.

Förderkennzeichen: 67K28257

Laufzeit: 01.05.2025 – 31.03.2026

Informationen zum Projektträger: www.klimaschutz.de

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Nationale Klimaschutzinitiative

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

Auftraggeberinnen

Gemeinde Bunde
Kirchring 2
26831 Bunde

Gemeinde Jemgum
Hofstraße 2
26844 Jemgum

© EWE NETZ GmbH in Kooperation mit greenventory GmbH

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

EWE NETZ GmbH
Cloppenburg Straße 302
26133 Oldenburg

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

Wir vernetzen Ihre Zukunft | www.ewenetz.de

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis.....	5
Tabellenverzeichnis.....	8
Abkürzungsverzeichnis.....	9
1. Einführung.....	11
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	15
2. Grundlagen der kommunalen Wärmeplanung	16
2.1. Was ist ein Wärmeplan?	16
2.2. Gibt es verpflichtende Ergebnisse?	16
2.3. Wie ist der Zusammenhang zwischen GEG, BEG und kommunaler Wärmeplanung?	17
2.4. Welche Gebiete sind prinzipiell für den Bau von Wärmenetzen geeignet?	18
2.5. In welchen Gebieten werden Wärmenetze ausgebaut?	19
2.6. Kann eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung erreicht werden?	19
2.7. Welchen Mehrwert bietet die Wärmeplanung?	20
2.8. Was bedeutet die Erstellung eines kommunalen Wärmeplans für Einwohnende?	20
2.9. Wie lange darf ich meine Heizung betreiben?	21
2.10. Welche erneuerbaren Beheizungsoptionen kommen infrage?	22
3. Bestandsanalyse.....	27
3.1. Das Projektgebiet	28
3.2. Datengrundlage und Methodik der Erhebung	31
3.3. Gebäudebestand	34
3.4. Wärmebedarf	43
3.5. Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger	46
3.6. Eingesetzte Energieträger	50
3.7. Gas- und Stromnetzinfrastruktur	53
3.8. Wärmenetze	55
3.9. Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung	56
3.10. Zusammenfassung und Fazit der Bestandsanalyse	60

4.	Potenzialanalyse	61
4.1.	Erfasste Potenziale	62
4.2.	Methode: Indikatorenmodell	63
4.3.	Thermische und elektrische Potenziale	66
4.3.1.	Potenziale zur Stromerzeugung	68
4.3.2.	Potenziale zur Wärmeerzeugung	74
4.4.	Einsatz von Wasserstoff	87
4.5.	Gebäudesanierung	90
4.6.	Zusammenfassung und Fazit der Potenzialanalyse	93
5.	Eignungsgebiete für Wärmenetze	94
6.	Zielszenario	102
6.1.	Wirtschaftlichkeitsvergleich maßgeblicher Beheizungsoptionen	103
6.2.	Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs	106
6.3.	Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgung	108
6.3.1.	Zwischenjahr 2030	113
6.4.	Zusammensetzung der Fernwärmeerzeugung	117
6.5.	Entwicklung der eingesetzten Energieträger	118
6.6.	Bestimmung der Treibhausgasemissionen	120
6.7.	Zusammenfassung des Zielszenarios	121
7.	Maßnahmen und Wärmewendestrategie	122
7.1.	Übergreifende Wärmewendestrategie	123
7.1.1.	Empfehlungen für private Haushalte	137
7.2.	Konzept für ein Monitoring der Zielerreichung	137
7.2.1.	Monitoringziele	138
7.2.2.	Instrumente und Methoden	138
7.2.3.	Datenerfassung und -analyse	139
7.3.	Kommunikationsstrategie und Berichterstattung	139
7.4.	Verstetigungsstrategie	140
7.5.	Finanzierung	141
7.6.	Lokale ökonomische und finanzielle Vorteile der Wärmewende	141
7.7.	Fördermöglichkeiten	142
8.	Fazit	144
	Literaturverzeichnis	147

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Visualisierung der Betrachtungsobjekte im KWP-Prozess	13
Abbildung 2: Funktionsschema einer Wärmepumpe (Quelle: greenventory GmbH)	22
Abbildung 3: Vorgehen bei der Bestandsanalyse.....	27
Abbildung 4: Projektgebiet Gemeinden Bunde und Jemgum	30
Abbildung 5: Gebäudeanzahl nach Sektor in den Gemeinden Bunde und Jemgum	34
Abbildung 6: Räumliche Gebäudeverteilung nach Sektor in den Gemeinden Bunde und Jemgum	36
Abbildung 7: Gebäudeanzahl im privaten Wohnsektor nach Baualtersklasse in den Gemeinden Bunde und Jemgum	37
Abbildung 8: Räumliche Gebäudeverteilung nach Baualtersklasse in den Gemeinden Bunde und Jemgum.....	39
Abbildung 9: Gebäudeverteilung im privaten Wohnsektor nach GEG-Effizienzklasse (Verbrauchswerte) in den Gemeinden Bunde und Jemgum	42
Abbildung 10: Wärmebedarf nach Sektor in den Gemeinden Bunde und Jemgum	44
Abbildung 11: Räumliche Verteilung nach spezifischem Wärmebedarf in den Gemeinden Bunde und Jemgum ..	45
Abbildung 12: Zeitliche Entwicklung der Anzahl installierter Heizungsanlagen nach Energieträger in den Gemeinden Bunde und Jemgum	47
Abbildung 13: Anzahl der bekannten Heizsysteme nach Anlagenalter in den Gemeinden Bunde und Jemgum	48
Abbildung 14: Räumliche Verteilung nach Heizungsanlagenalter in den Gemeinden Bunde und Jemgum	49
Abbildung 15: Wärmebedarf nach Energieträger in den Gemeinden Bunde und Jemgum	51
Abbildung 16: Räumliche Verteilung nach Energieträger in den Gemeinden Bunde und Jemgum.....	52
Abbildung 17: Gas- und Stromnetzinfrastuktur in den Gemeinden Bunde und Jemgum	54
Abbildung 18: Treibhausgasemissionen nach Sektor in den Gemeinden Bunde und Jemgum	56
Abbildung 19: Treibhausgasemissionen nach Energieträger in den Gemeinden Bunde und Jemgum.....	57
Abbildung 20: Räumliche Verteilung nach Treibhausgasemissionen in den Gemeinden Bunde und Jemgum	59
Abbildung 21: Vorgehensweise bei der Ermittlung von Potenzialen	61
Abbildung 22: Vorgehen und Datenquellen der Potenzialanalyse	62
Abbildung 23: Erneuerbare Strompotenziale in den Gemeinden Bunde und Jemgum	68
Abbildung 24: Erneuerbare Strompotenziale in den Gemeinden Bunde und Jemgum	69
Abbildung 25: Potenziale von Photovoltaikanlagen auf Freiflächen in den Gemeinden Bunde und Jemgum	70
Abbildung 26: Potenziale von Windenergieanlagen in den Gemeinden Bunde und Jemgum.....	71
Abbildung 27: Potenziale von Photovoltaikanlagen auf Dachflächen in den Gemeinden Bunde und Jemgum	72
Abbildung 28: Potenziale von Biomassenutzung in den Gemeinden Bunde und Jemgum.....	73
Abbildung 29: Erneuerbare Wärmepotenziale in den Gemeinden Bunde und Jemgum.....	74
Abbildung 30: Potenziale von Solarthermieanlagen auf Freiflächen in den Gemeinden Bunde und Jemgum	76
Abbildung 31: Potenziale von Luftwärmepumpen in den Gemeinden Bunde und Jemgum	78
Abbildung 32: Potenziale von oberflächennaher Geothermie (Erdwärmekollektoren) in den Gemeinden Bunde und Jemgum.....	79

Abbildung 33: Potenziale von oberflächennaher Geothermie (Erdwärmesonden) in den Gemeinden Bunde und Jemgum.....	81
Abbildung 34: Potenziale von Solarthermieanlagen auf Dachflächen in den Gemeinden Bunde und Jemgum	82
Abbildung 35: Funktionsweise von Biogaseinspeisung.....	83
Abbildung 36: Nachgewiesenes hydrothermisches Potenzial in den Gemeinden Bunde und Jemgum	86
Abbildung 37: Übersicht Wasserstoffkernnetz in Deutschland	88
Abbildung 38: Lokale Versorgung des Wasserstoffs	89
Abbildung 39: Reduktionspotenzial der Gesamtwärme nach Baualtersklassen in den Gemeinden Bunde und Jemgum.....	90
Abbildung 40: Vorgehensweise bei der Identifikation von Eignungsgebieten	94
Abbildung 41: Räumliche Verteilung von Wärmenetzeignungsgebieten in den Gemeinden Bunde und Jemgum .	97
Abbildung 42: Wärmenetzeignungsgebiet „Ortskern Jemgum“	99
Abbildung 43: Wärmenetzeignungsgebiet „Ortskern Bunde“	101
Abbildung 44: Komponenten des Zielszenarios für 2040	102
Abbildung 45: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion nach energetischer Sanierung in Ziel- und Zwischenjahren in den Gemeinden Bunde und Jemgum	107
Abbildung 46: Heizsysteme nach Wärmeerzeugungstechnologie im Zieljahr 2040 in den Gemeinden Bunde und Jemgum.....	108
Abbildung 47: Heizsysteme nach Energieträger im Zieljahr 2040 in den Gemeinden Bunde und Jemgum	109
Abbildung 48: Wärmebedarf nach Energieträger im Zieljahr 2040 in den Gemeinden Bunde und Jemgum.....	110
Abbildung 49: Endenergiebedarf nach Energieträger im Zieljahr 2040 in den Gemeinden Bunde und Jemgum .	111
Abbildung 50: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040 in den Gemeinden Bunde und Jemgum	112
Abbildung 51: Versorgungsszenario im Zwischenjahr 2030 in den Gemeinden Bunde und Jemgum	113
Abbildung 52: Räumliche Verteilung nach absolutem Wärmebedarf im Zwischenjahr 2030 in den Gemeinden Bunde und Jemgum	114
Abbildung 53: Wärmebedarf nach Energieträger im Zwischenjahr 2030 in den Gemeinden Bunde und Jemgum	115
Abbildung 54: Endenergiebedarf nach Energieträger im Zwischenjahr 2030 in den Gemeinden Bunde und Jemgum	116
Abbildung 55: Fernwärmeezeugung nach Energieträger im Zieljahr 2040 in den Gemeinden Bunde und Jemgum	117
Abbildung 56: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger im zeitlichen Verlauf in den Gemeinden Bunde und Jemgum	118
Abbildung 57: Verteilung der Treibhausgasemissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf in den Gemeinden Bunde und Jemgum	120
Abbildung 58: Emissionsfaktoren in t CO ₂ /MWh (Heizwert) (Quelle: KWW-Halle, 2024)	121
Abbildung 59: Entwicklung von Maßnahmen zur Erreichung des Zielszenarios	122
Abbildung 60: Einordnung von Gebäuden und Heizungsanlagen in Ampelfarbensystem	127
Abbildung 61: Darstellung energetischer Sachstand kommunaler Gebäude in der Gemeinde Bunde	128
Abbildung 62: Darstellung energetischer Sachstand kommunaler Gebäude in der Gemeinde Jemgum	129



Abbildung 63: Räumliche Gebäudeverteilung nach Baualtersklasse (vor 1919 bis 1978) in den Gemeinden Bunde und Jemgum 132

Abbildung 64: Beispielhafte Darstellung des digitalen Zwillings..... 136

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Einteilung der GEG-Effizienzklassen anhand des spezifischen Wärmeverbrauchs	40
Tabelle 2: Wirkungsgrade für verschiedene Heiztechnologien (eigene Annahmen)	43
Tabelle 3: Heizwertbezogene Emissionsfaktoren nach Energieträger (Quelle: Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW)-Halle, 2024)	58
Tabelle 4: Potenziale und Auswahl der berücksichtigten Kriterien	64
Tabelle 5: Übersicht über definierte Wärmenetzeignungsgebiete in den Gemeinden Bunde und Jemgum	97
Tabelle 6: Spezifikation der Typgebäude Einfamilienhaus_F und Mehrfamilienhaus_E gemäß TABULA Gebäudetypologie für dezentrale Wärmeversorgung mittels Luftwärmepumpe	104
Tabelle 7: Annahmen zu Wirtschaftlichkeitsparametern für die Berechnung von Wärmegestehungskosten in Wärmenetzeignungsgebieten	105
Tabelle 8: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien	124
Tabelle 9: Kurzübersicht der erarbeiteten Maßnahmen in den Gemeinden Bunde und Jemgum	145

Abkürzungsverzeichnis

ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BauGB	Baugesetzbuch
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMWSB	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
CO₂e	CO ₂ -Äquivalente
Dena	Deutsche Energie-Agentur
DVGW e.V.	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
EnEV	Energieeinsparverordnung
FFH	Fauna-Flora-Habitat
Fraunhofer ISE	Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GIS	Geoinformationssystem
IKK	Investitionskredit Kommunen
IKU	Investitionskredit Kommunale und Soziale Unternehmen
IWU	Institut Wohnen und Umwelt
JAZ	Jahresarbeitszahl
KEA-BW	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg
KEMS	Kommunales Energiemanagementsystem
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KSG	Klimaschutzgesetz
KWP	Kommunale Wärmeplanung

KWK	Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen
KWW	Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende
LoD2	Level of Detail 2
MaStR	Marktstammdatenregister
NKlimaG	Niedersächsisches Klimagesetz
OSM	OpenStreetMap
TABULA	Typology Approach for Building Stock Energy Assessment
WSchVO	Wärmeschutzverordnung
WPG	Wärmeplanungsgesetz

1. Einführung

In den vergangenen Jahren ist zunehmend deutlich geworden, dass Deutschland angesichts des fortschreitenden Klimawandels und internationaler Krisen eine sichere, kosteneffiziente und treibhausgasneutrale Energieversorgung benötigt. Die Wärmeversorgung spielt dabei eine zentrale Rolle. Die kommunale Wärmeplanung (KWP) dient der systematischen Analyse des energetischen Ist-Zustands, der Ermittlung lokaler Potenziale sowie der Bewertung klimafreundlicher Versorgungsoptionen – mit dem Ziel, eine zukunftsfähige Wärmewende zu gestalten. Dabei werden gezielt Gebiete identifiziert, die sich besonders für den Ausbau von Wärmenetzen oder für dezentrale Versorgungslösungen eignen.

Mit dem Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (WPG) welches am 01. Januar 2024 in Kraft trat, wurden die rechtlichen Rahmenbedingungen für die KWP konkretisiert. Das WPG verpflichtet alle Kommunen, mit weniger als 100.000 Einwohnenden, bis spätestens 30. Juni 2028 einen kommunalen Wärmeplan zu erstellen. Dieser muss auf einem gesetzlich definierten Analyseprozess basieren und eine konkrete Handlungsstrategie zur Erreichung der Treibhausgasneutralität der Wärmeversorgung bis 2045 enthalten. Das Gesetz hat unter anderem das Ziel, ab dem 1. Januar 2030 Wärmenetze in Deutschland im bundesweiten Mittel zu 30 % mit unvermeidbarer Abwärme oder erneuerbaren Energien zu speisen. Die Fortschreibung des Wärmeplans hat in einem Abstand von spätestens fünf Jahren zu erfolgen. Die Umsetzung der Maßnahmen ist ein nachgelagerter Prozess resultierend aus den Ergebnissen der KWP.

1.1. Motivation

Angesichts des fortschreitenden Klimawandels hat die Bundesrepublik Deutschland im Klimaschutzgesetz (KSG) das Ziel der Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045 gesetzlich verankert. Das Land Niedersachsen geht noch einen Schritt weiter und strebt gemäß des Niedersächsischen Klimagesetzes (NKlimaG) bereits bis 2040 die vollständige Treibhausgasneutralität an.

Dem Wärmesektor kommt dabei eine Schlüsselrolle zu, da bundesweit rund die Hälfte des gesamten Endenergieverbrauchs auf die Bereitstellung von Wärme und Kälte entfällt (Umweltbundesamt, 2024). Dazu zählen unter anderem Prozesswärme, Raumheizung, Warmwasserbereitung sowie Kälteerzeugung. Während im Stromsektor bereits über 50 % der Energie aus erneuerbaren Quellen stammt, liegt der Anteil im Wärmesektor bislang lediglich bei 18,8 % (Umweltbundesamt, 2023).

Kommunen tragen eine zentrale Verantwortung für die Dekarbonisierung des Wärmesektors. Durch ihre planerischen und steuernden Kompetenzen, ihre Vorbildfunktion sowie durch die Umsetzung konkreter Maßnahmen zur Energieeinsparung und zum Ausbau erneuerbarer Energien leisten sie einen entscheidenden Beitrag zur Erreichung nationaler und internationaler Klimaziele. Die KWP bildet hierfür eine strategische Grundlage.

Vor diesem Hintergrund haben die Gemeinden Bunde und Jemgum frühzeitig beschlossen, den Prozess der KWP einzuleiten. Dabei kann sie auf bestehende Konzepte, Strukturen und Erfahrungen aus der kommunalen Energie- und Klimaschutzarbeit zurückgreifen. Diese fließen in die Erstellung des Wärmeplans ein und bilden eine wertvolle Basis für die Entwicklung einer zukunftsfähigen, klimaneutralen Wärmeversorgung.

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, welches drei übergreifende Ziele verfolgt:

1. Versorgungssicherheit

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

2. Treibhausgasneutralität

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

3. Wirtschaftlichkeit

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

Zudem stellt sie eine hochwertige erste Planungsgrundlage für Investitionsentscheidungen in Heizungssysteme sowie die Eingrenzung der möglichen Lösungsansätze und Handlungsoptionen für 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 möglich. Synergien können genutzt und Maßnahmen effizient koordiniert werden, um die Durchführung von Vorstudien, Machbarkeitsstudien, die Planung und Realisierung von Quartierskonzepten sowie die Entwicklung und Ausführung von sowohl öffentlichen als auch privaten Bauprojekten erfolgreich zu gestalten. Somit profitieren von dieser erhöhten Planungssicherheit neben den Kommunen auch die Unternehmen sowie die Bevölkerung der Gemeinden Bunde und Jemgum.

1.3. Erarbeitung der kommunalen Wärmeplanung

Die KWP gliedert sich in vier aufeinanderfolgende Prozessphasen, die systematisch durchlaufen werden (siehe Abbildung 1).

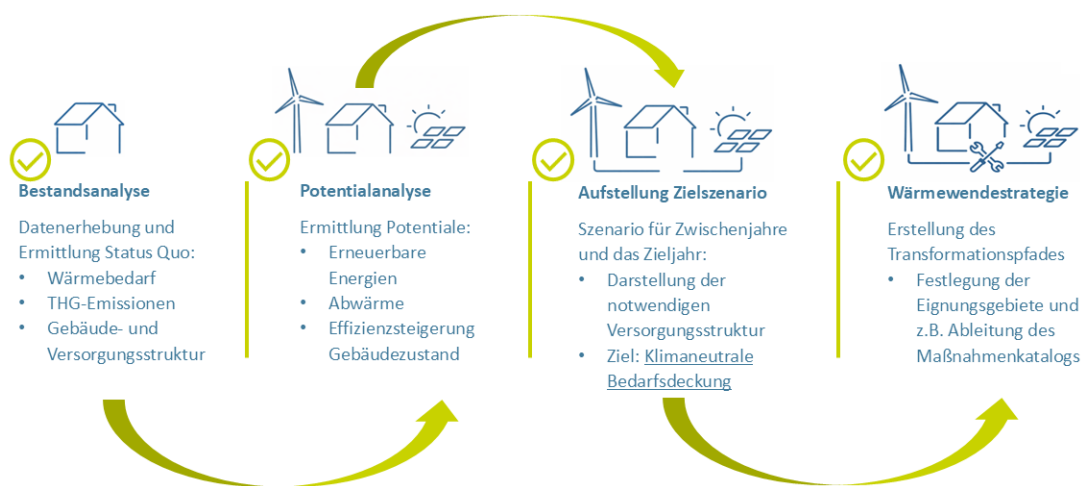


Abbildung 1: Visualisierung der Betrachtungsobjekte im KWP-Prozess

Den Auftakt bildet die Bestandsanalyse, in der die aktuelle Situation der Wärmeversorgung in den Gemeinden Bunde und Jemgum umfassend untersucht wurde. Zunächst erfolgte eine Erfassung der vorhandenen Gebäudetypen und ihrer Baualtersklassen. Darauf aufbauend wurden der aktuelle Wärmebedarf und -verbrauch sowie die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen ermittelt. Auch die bestehende Infrastruktur der Gas- und Wärmenetze wurde analysiert. Die Beheizungsstrukturen in Wohn- und Nichtwohngebäuden konnten so detailliert erfasst werden. Ergänzend wurden bereits genutzte erneuerbare Energiequellen dokumentiert, um ein vollständiges Bild des energetischen Ist-Zustands zu erhalten.

In der anschließenden Potenzialanalyse wurden die lokalen Möglichkeiten zur Energieeinsparung sowie zur Nutzung erneuerbarer Energien für die Wärme- und Stromerzeugung untersucht. Ziel war es, Bereiche zu identifizieren, in denen Effizienzmaßnahmen sinnvoll umgesetzt werden können, um den Energieverbrauch nachhaltig zu senken. Gleichzeitig wurde geprüft, in welchem Umfang erneuerbare Energiequellen wie Solarenergie, Geothermie, Biomasse oder Abwärme zur Deckung des lokalen Energiebedarfs beitragen können. Diese Analyse bildet die Grundlage für eine langfristig klimafreundliche und resiliente Energieversorgung in den Gemeinden Bunde und Jemgum.

Auf Basis dieser Erkenntnisse wurde im dritten Schritt ein Zielszenario für die zukünftige Wärmeversorgung entwickelt. Dabei wurden Eignungsgebiete für den Ausbau von Wärmenetzen sowie geeignete Energiequellen identifiziert. Ebenso wurden Bereiche bestimmt, in denen dezentrale Wärmeversorgungslösungen besonders

geeignet erscheinen. Das Zielszenario beschreibt eine mögliche räumlich differenzierte Versorgungsstruktur für das Jahr 2040 und dient als strategische Orientierung für die weitere Planung.

Im vierten und letzten Schritt wurde eine Gesamtstrategie zur Umsetzung der Wärmewende formuliert. Daraus wurden konkrete Maßnahmen abgeleitet, priorisiert und als erste Umsetzungsschritte für die kommenden Jahre festgelegt. Die Entwicklung dieser Maßnahmen erfolgte unter aktiver Beteiligung der Verwaltung der Gemeinden Bunde und Jemgum sowie weiterer lokaler Mitwirkender. Ihre Kenntnisse der örtlichen Gegebenheiten waren entscheidend für die realistische und praxisnahe Ausgestaltung der Maßnahmen. Die Gemeinden Bunde und Jemgum wurde eng in den Planungsprozess eingebunden und wirkte bei der Validierung von Analysen sowie der Ausweisung von Wärmenetzeignungsgebieten mit.

Es ist zu betonen, dass die KWP ein dynamischer und fortlaufender Prozess ist. Sie muss regelmäßig überprüft, weiterentwickelt und an neue technische, rechtliche und gesellschaftliche Rahmenbedingungen angepasst werden. Der kontinuierliche Austausch und die enge Zusammenarbeit aller Beteiligten tragen maßgeblich zur Qualität und Wirksamkeit des Wärmeplans bei.

1.4. „Digitaler Zwilling“ als zentrales Arbeitswerkzeug

Ein zentrales Merkmal der KWP ist der Einsatz eines sogenannten digitalen Zwillings. Dieser wurde von der Firma greenventory GmbH entwickelt und dient als zentrales Arbeitsinstrument für alle Projektbeteiligten. Der digitale Zwilling ist ein spezialisiertes, interaktives Kartentool, das ein virtuelles, gebäudescharfes Abbild des gesamten Gebiets der Gemeinden Bunde und Jemgum darstellt. Er bildet nicht nur die Grundlage für sämtliche Analysen, sondern fungiert zugleich als zentrale Plattform für die Datenhaltung und -verarbeitung im Projekt.

Ein wesentlicher Vorteil dieses Werkzeugs liegt in der hohen Datenqualität und -konsistenz, die für fundierte Analysen und belastbare Entscheidungen unerlässlich ist. Durch die Integration verschiedenster Datenquellen – etwa zu Gebäudestrukturen, Energieverbräuchen, Versorgungsnetzen und erneuerbaren Potenzialen – entsteht ein umfassendes, dynamisches Abbild der realen Wärmeinfrastruktur. Dieses kann kontinuierlich aktualisiert und erweitert werden, wodurch auch zukünftige Entwicklungen und Szenarien simuliert und bewertet werden können.

Darüber hinaus erleichtert der digitale Zwilling die Zusammenarbeit innerhalb des Projektteams erheblich. Alle Beteiligten können auf einer gemeinsamen Plattform arbeiten, Informationen austauschen und Planungsstände transparent nachvollziehen. Dies trägt wesentlich zu einer effizienten und koordinierten Prozessgestaltung bei.

Nicht zuletzt eignet sich der digitale Zwilling hervorragend für die Kommunikation der Projektergebnisse. Komplexe Sachverhalte und technische Zusammenhänge lassen sich anschaulich visualisieren und so auch für nicht fachlich vorgebildete Interessensgruppen verständlich aufbereiten. Damit wird der digitale Zwilling nicht nur zu einem technischen Werkzeug, sondern auch zu einem wichtigen Instrument für Beteiligung, Transparenz und Akzeptanz in der kommunalen Wärmewende.

1.5. Aufbau des Berichts

Der vorliegende Bericht ist in acht Kapitel gegliedert. Nach der Einführung, in welcher die Ziele der KWP und Einordnung in den planerischen Kontext sowie die Erarbeitung der kommunalen Wärmeplanung, erläutert werden, folgen in den Kapiteln über die Grundlagen der kommunalen Wärmeplanung wesentliche Informationen zur KWP. Die folgenden Kapitel bilden den Kern des Berichts und behandeln die vier Phasen der Wärmeplanung. Das Kapitel der Eignungsgebiete für Wärmenetze enthält die Steckbriefe zu den identifizierten Wärmenetzeignungsgebieten, die eine detaillierte räumliche Einordnung ermöglichen. Das Kapitel über die Maßnahmen und Wärmewendestrategie stellt die entwickelten Maßnahmen und die übergreifende Wärmewendestrategie vor, die das Herzstück der Wärmewendestrategie bilden. Den Abschluss bildet das Fazit mit einer Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse der KWP und einem Ausblick.

2. Grundlagen der kommunalen Wärmeplanung

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

2.1. Was ist ein Wärmeplan?

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

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

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

2.2. Gibt es verpflichtende Ergebnisse?

Der Wärmeplan dient als strategischer Fahrplan zur Gestaltung einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung und liefert erste Handlungsempfehlungen sowie fundierte Entscheidungsgrundlagen für die relevanten Mitwirkenden. Die Ergebnisse der durchgeführten Analysen ermöglichen es, kommunale Prioritäten und Planungen gezielt auf dieses Ziel auszurichten. Ergänzend werden konkrete Maßnahmenvorschläge formuliert, die sowohl den Ausbau der Wärmeversorgungsinfrastruktur als auch die Integration erneuerbarer Energien betreffen.

Nach Ende der Projektlaufzeit liegt das Ergebnis der KWP den Gemeinden Bunde und Jemgum in Form einer umfassenden Transformationsstrategie vor. Diese enthält einen konkreten Maßnahmenkatalog zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Bereich der Wärmeversorgung innerhalb der Kommunen. Die Ergebnisse und Empfehlungen bilden eine zentrale Grundlage für die weitere Kommunen- und Energieplanung – sowohl für die Verwaltung als auch für politische Entscheidungsgremien.

Die KWP ist dabei kein einmaliger Vorgang, sondern ein fortlaufender Prozess. Sie muss regelmäßig überprüft, an neue technische und gesetzliche Entwicklungen angepasst und im Dialog mit relevanten Mitwirkenden – wie Energieversorgenden, Industrie, Handwerk und Verwaltung – weiterentwickelt werden. Durch diese kontinuierliche Zusammenarbeit bleibt der Wärmeplan ein lebendiges Instrument der kommunalen Energiewende und trägt langfristig zur Klimaneutralität bei.

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

Die gesetzliche Grundlage für Energieeffizienz und Klimaschutz im Gebäudesektor ist komplex und vielschichtig. Zentrale Instrumente sind das Gebäudeenergiegesetz (GEG), die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) und das WPG. Obwohl diese Regelwerke auf unterschiedlichen Ebenen ansetzen, verfolgen sie ein gemeinsames Ziel: Die Reduktion von CO₂-Emissionen und die Förderung einer nachhaltigen, effizienten Energieversorgung.

Das GEG definiert die energetischen Mindestanforderungen an Gebäude sowie den Einsatz erneuerbarer Energien. Die BEG flankiert diese Vorgaben durch finanzielle Anreize für Sanierungen und Neubauten, die über die gesetzlichen Mindeststandards hinausgehen. Die KWP ergänzt diese Instrumente durch eine strategische Perspektive auf die Wärmeversorgung im gesamten Projektgebiet.

Im Rahmen dieses Wärmeplans werden keine verbindlichen Ausbauentscheidungen getroffen. Die ausgewiesenen Eignungsgebiete für den Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen dienen vielmehr als strategisches Planungsinstrument zur Orientierung für die zukünftige Infrastrukturentwicklung. Sie bieten eine erste räumliche Einschätzung, die jedoch keine Aussage über die tatsächliche Wirtschaftlichkeit oder technische Umsetzbarkeit trifft. Für eine konkrete Umsetzung sind daher vertiefende Einzeluntersuchungen erforderlich. Grundsätzlich haben die Gemeinden Bunde und Jemgum die Möglichkeit, auf Grundlage des Wärmeplans sogenannte Wärmenetzvorranggebiete auszuweisen. In diesen kann ein Anschluss- und Benutzungszwang eingeführt werden. Für Neubauten gilt dieser unmittelbar, während im Gebäudebestand erst bei einer grundlegenden Änderung der bestehenden Wärmeversorgung eine Anschlussverpflichtung entsteht. Aufbauend auf den identifizierten Eignungsgebieten sollen in einem nachgelagerten Schritt Projektentwicklung und Wärmenetzbetreibende konkrete Ausbauplanungen erarbeiten.

Ein zentrales Element des GEG ist die 65 %-Regelung (§ 71 GEG): Für Neubauten, deren Bauantrag nach dem 1. Januar 2024 gestellt wird, dürfen nur noch Heizsysteme installiert werden, die mindestens 65 % erneuerbare Energien nutzen. Bei Bestandsgebäuden gilt die 65 %-Regelung nach § 71 (8) GEG ab dem 01. Juli 2028. Dies kann z. B. durch den Einsatz von Wärmepumpen, Photovoltaik, Biogas oder andere klimaneutrale Energieträger erfüllt werden. Diese Vorgaben sind eng mit dem Stand der KWP verzahnt. In Gebieten, die durch einen separaten Beschluss und die darauf basierenden Satzungen der Gemeinden Bunde und Jemgum als Wärmenetzausbaugebiete oder Wasserstoffnetzausbaugebiete gemäß § 26 WPG ausgewiesen wurden, gelten die gesetzlichen Vorgaben zur Nutzung von mindestens 65 % erneuerbarer Energien für Heizsysteme bereits einen Monat nach der offiziellen Bekanntgabe dieser Satzung. Für Wärmenetze gilt eine Übergangsfrist von zehn Jahren, für Wasserstoffnetze bis zu deren vollständiger Inbetriebnahme – spätestens jedoch bis Ende 2044. Während dieser Übergangsphasen dürfen auch Heizsysteme eingebaut werden, die die 65 %-Anforderung noch nicht erfüllen. Bestehende Heizungen dürfen weiterhin betrieben und repariert werden.

Im Hinblick auf die rechtliche Verzahnung mit dem GEG ist zu beachten: Wird auf Grundlage eines Wärmeplans vor dem 30. Juni 2026 (in Kommunen mit über 100.000 Einwohnenden) bzw. vor dem 30. Juni 2028 (in kleineren Kommunen) ein Gebiet für den Neu- oder Ausbau eines Wärme- oder Wasserstoffnetzes ausgewiesen und öffentlich bekannt gemacht, greift die Verpflichtung zur Nutzung von mindestens 65 % erneuerbarer Energien in Heizsystemen bereits ab diesem Zeitpunkt. Der Wärmeplan allein entfaltet jedoch keine rechtliche Bindung – erst die förmliche Gebietsausweisung durch Ratsbeschluss und Veröffentlichung löst die entsprechenden Pflichten nach § 71 GEG aus. Das bedeutet: Sollten die Gemeinden Bunde und Jemgum vor 2028 entsprechende Gebiete ausweisen und veröffentlichen, tritt die 65 %-Erneuerbare-Energien-Pflicht für neu eingebaute Heizsysteme in Bestandsgebäuden bereits einen Monat nach Bekanntgabe in Kraft.

Wichtig ist: Die Ausweisung solcher Gebiete erfolgt nicht durch den Wärmeplan selbst, sondern ausschließlich durch separate Satzungen der Gemeinden Bunde und Jemgum. Der Wärmeplan (§ 23 (4) WPG) entfaltet keine unmittelbare Rechtswirkung und begründet keine einklagbaren Rechte oder Pflichten.

Die BEG fungiert als zentrales Umsetzungsinstrument: Sie unterstützt Eigentümerinnen und Eigentümer dabei, die Anforderungen des GEG zu erfüllen oder zu übertreffen, und erleichtert so die Umsetzung der KWP. Insbesondere in Neubaugebieten können Kommunen über die gesetzlichen Mindeststandards hinausgehen und ambitioniertere Ziele in ihre Wärmeplanung integrieren – etwa durch die Festlegung höherer Effizienzstandards oder den gezielten Ausbau erneuerbarer Wärmenetze.

In der Praxis greifen GEG, BEG und KWP ineinander und bilden ein abgestimmtes Instrumentensystem zur Förderung einer klimafreundlichen und zukunftssicheren Wärmeversorgung.

Hinweis: Diesbezüglich wird es sehr wahrscheinlich Änderungen durch die geplante Ablösung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) durch das neue Gebäudemodernisierungsgesetz geben.

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

Im Rahmen der KWP wurden sogenannte Eignungsgebiete identifiziert – also Bereiche, die sich aufgrund ihrer strukturellen und energetischen Merkmale besonders gut für den Ausbau von Wärmenetzen eignen. Ein zentrales Kriterium bei der Auswahl dieser Gebiete ist die Wärmeliniedichte, also die Menge an Wärmebedarf pro Meter Straßenlänge. Eine hohe Wärmeliniedichte ermöglicht eine besonders effiziente und wirtschaftliche Versorgung über ein Wärmenetz.

Darüber hinaus wird die Eignung durch die Nähe zu potenziellen Wärmequellen – etwa Industrieanlagen, Klärwerken oder Biomasseheizkraftwerken – sowie zu größeren Wärmesenken wie Wohn- oder Gewerbegebieten begünstigt. Diese räumliche Nähe von Quelle und Verbrauch schafft Synergien, die eine ressourcenschonende und kosteneffiziente Wärmeversorgung ermöglichen.

In den identifizierten Eignungsgebieten erscheint eine vertiefte Planung daher besonders sinnvoll und vielversprechend – sowohl aus technischer als auch aus wirtschaftlicher Sicht.

2.5. In welchen Gebieten werden Wärmenetze ausgebaut?

Auf Basis der identifizierten Eignungsgebiete können in einem nachgelagerten Schritt konkrete Ausbaupläne für Wärmenetzausbaugebiete entwickelt werden. Diese Pläne berücksichtigen neben der Wärmebedarfsdichte auch weitere Kriterien wie die wirtschaftliche Tragfähigkeit, die technische Machbarkeit sowie die Verfügbarkeit lokaler Ressourcen.

Die Erstellung dieser Ausbaupläne obliegt den Gemeinden Bunde und Jemgum in Zusammenarbeit mit der Projektentwicklung und den Wärmenetzbetreibenden. Der Ausbau der Wärmenetze soll schrittweise bis zum Jahr 2040 erfolgen und wird maßgeblich von infrastrukturellen, wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen beeinflusst. Sobald entsprechende Ausbaupläne vorliegen, werden sie von den Kommunen veröffentlicht.

2.6. Kann eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung erreicht werden?

Die Umsetzung des kommunalen Wärmeplans schafft grundsätzlich die Voraussetzungen dafür, die Treibhausgasneutralität im Wärmesektor bis zum angestrebten Zieljahr 2040 zu erreichen. Allerdings ist dieses Ziel nicht ausschließlich auf lokaler Ebene vollständig realisierbar. Der Grund dafür liegt in der Verfügbarkeit emissionsfreier Technologien sowie in der Tatsache, dass einige derzeit genutzte oder künftig verfügbare Wärmequellen weiterhin Treibhausgase emittieren. In dem Zusammenhang sind Wärmepumpen zu nennen, die mit Strom aus dem öffentlichen Stromnetz betrieben werden. Mit dem Ausbau erneuerbarer Energien wie Windenergieanlagen und Photovoltaikanlagen, sinkt der Treibhausgasemissionsfaktor des Bundesstrommixes sukzessive, so dass die Emissionen einer Wärmepumpe erst im Zeitverlauf auf 0 g/kWh sinken. Dennoch sind Wärmepumpen wegen ihrer hohen Effizienz bereits klimafreundlicher als der Betrieb eines Erdgaskessels.

Hinzu kommen infrastrukturelle und wirtschaftliche Herausforderungen: Der vollständige Umstieg auf klimaneutrale Versorgungslösungen erfordert erhebliche Investitionen und ist mit langen Planungs- und Umsetzungszeiträumen verbunden. In der Folge verbleiben sogenannte Restemissionen, z. B. durch die Verbrennung von Abfällen, die durch geeignete Kompensationsmaßnahmen ausgeglichen werden müssen.

Auch wenn die vollständige Treibhausgasneutralität allein durch die im Wärmeplan vorgesehenen Maßnahmen nicht garantiert werden kann, stellen diese dennoch einen entscheidenden Schritt in Richtung Klimaneutralität dar. Sie schaffen die strukturellen und planerischen Grundlagen für eine nachhaltige Transformation des Wärmesektors und leisten damit einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der übergeordneten Klimaziele.

2.7. Welchen Mehrwert bietet die Wärmeplanung?

Die Umsetzung einer KWP bietet vielfältige Vorteile. Durch das koordinierte Zusammenspiel von strategischer Wärmeplanung, integrierten Quartierskonzepten und privaten Initiativen kann eine kosteneffiziente und zielgerichtete Wärmewende realisiert werden. Dies trägt dazu bei, Fehlinvestitionen zu vermeiden und das Investitionsrisiko für alle Beteiligten deutlich zu senken.

Insbesondere durch die gezielte Eingrenzung potenzieller Ausbaugebiete für Wärmenetze wird die Planungssicherheit erhöht und das Risiko für Fehlentscheidungen minimiert.

Eine fundierte Planungsgrundlage ermöglicht es, frühzeitig relevante Daten zu erfassen, zu analysieren und in die Entscheidungsprozesse einzubinden. Diese vorausschauende Auseinandersetzung mit lokalen Gegebenheiten und Potenzialen schafft Orientierung – sowohl für kommunale Beteiligte als auch für Einwohnende. Sie fördert die Transparenz, stärkt die Akzeptanz und erhöht die Bereitschaft zur aktiven Mitwirkung.

Insgesamt leistet die KWP einen wesentlichen Beitrag zur Gestaltung einer zukunftssicheren, klimafreundlichen und sozial verträglichen Energieversorgung.

2.8. Was bedeutet die Erstellung eines kommunalen Wärmeplans für Einwohnende?

Die KWP dient in erster Linie als strategische Planungsgrundlage und identifiziert potenzielle Handlungsfelder für die Gemeinden Bunde und Jemgum. Die im Wärmeplan ausgewiesenen Eignungsgebiete für Wärmenetze oder dezentrale Versorgungslösungen sowie die vorgeschlagenen Maßnahmen sind dabei als Orientierungshilfe zu verstehen – nicht als verbindliche Vorgaben. Vielmehr bilden sie eine fundierte Ausgangsbasis für weiterführende Überlegungen in der kommunalen Planung und Energieplanung und sollten an den relevanten Schnittstellen berücksichtigt werden.

Insbesondere bei der Entwicklung von Wärmenetzen – aber auch in Gebieten, die perspektivisch nicht für den Netzanschluss geeignet sind – ist eine frühzeitige Information und Einbindung der Bevölkerung vorgesehen. So kann sichergestellt werden, dass individuelle Entscheidungen zur Umstellung der Wärmeversorgung im Einklang mit der kommunalen Planung getroffen werden (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), 2023).

Ich lebe zur Miete: Informieren Sie sich über mögliche geplante Maßnahmen und suchen Sie das Gespräch mit Ihrer Vermietung, um sich über bevorstehende Änderungen auszutauschen.

Ich besitze Gebäudeeigentum: Berücksichtigen Sie die Empfehlungen des kommunalen Wärmeplans bei Sanierungen oder Neubauten. Prüfen Sie die Wirtschaftlichkeit möglicher Maßnahmen auf Gebäudeebene – zum Beispiel durch energetische Sanierungen, den Einbau einer regenerativen Wärmeerzeugungsanlage oder den Anschluss an ein Wärmenetz – im Hinblick auf langfristige Wertsteigerung und mögliche Auswirkungen auf

Mietverhältnisse. Achten Sie bei der Umsetzung auf eine transparente Kommunikation mit den Mietparteien, da Sanierungsmaßnahmen mit temporären Einschränkungen und Kostensteigerungen verbunden sein können.

Ermitteln Sie, ob sich Ihre Immobilie in einem ausgewiesenen Eignungsgebiet für den Wärmenetzausbau befindet. Ist dies der Fall, können Sie sich bei der Verwaltung der Gemeinden Bunde und Jemgum über konkrete Ausbaupläne informieren. Liegt Ihre Immobilie außerhalb dieser Gebiete, ist ein kurzfristiger Anschluss an ein Wärmenetz eher unwahrscheinlich.

Dennoch stehen zahlreiche Alternativen zur Verfügung, um die Energieeffizienz zu steigern und CO₂-Emissionen zu reduzieren. Dazu zählen etwa Heizsysteme auf Basis erneuerbarer Energien – wie Wärmepumpen mit Luft-, Erd- oder Grundwasserquellen – sowie Photovoltaikanlagen zur Eigenstromversorgung.

Auch energetische Sanierungsmaßnahmen wie die Dämmung von Dach und Fassade, der Austausch von Fenstern, der hydraulische Abgleich der Heizungsanlage oder der Einbau moderner Lüftungssysteme mit Wärmerückgewinnung können einen wesentlichen Beitrag leisten. Die Erstellung eines individuellen Sanierungsfahrplans kann dabei helfen, Maßnahmen sinnvoll zu priorisieren und schrittweise umzusetzen.

Zudem stehen verschiedene Förderprogramme zur Verfügung – von der BEG bis hin zu kommunalen Angeboten. Eine qualifizierte Energieberatung kann Sie dabei unterstützen, passende Maßnahmen zu identifizieren und auf Ihre individuellen Bedürfnisse abzustimmen.

2.9. Wie lange darf ich meine Heizung betreiben?

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 kW oder über 400 kW sowie heizungstechnische Anlagen mit Gas-, Biomasse- oder Flüssigbrennstofffeuerung als Bestandteil einer Wärmepumpen- oder Solarthermie-Hybridheizung, soweit diese nicht mit fossilen Brennstoffen betrieben werden. Ausgenommen sind ebenfalls Hauseigentümerinnen und -eigentümer in Ein- oder Zweifamilienhäusern, die ihr Gebäude zum 01.02.2002 bereits selbst bewohnt haben. Heizkessel mit fossilen Brennstoffen dürfen jedoch längstens bis zum Ablauf des 31.12.2044 betrieben werden (GEG, 2024).

Hinweis: Diesbezüglich wird es ggf. Änderungen durch die geplante Ablösung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) durch das neue Gebäudemodernisierungsgesetz geben.

2.10. Welche erneuerbaren Beheizungsoptionen kommen infrage?

Um eine Grundlage zu schaffen, an der sich Eigentümerinnen und Eigentümer orientieren können, werden folgend einige gängige erneuerbare Heizoptionen für die dezentralen bzw. gebäudebezogene Heizungsanlagen sowie zentrale bzw. Wärmeversorgungsnetz erläutert.

1. Dezentrale Wärmeversorgung:

Wärmepumpe: Die Wärmepumpe wird zukünftig bei der dezentralen Wärmeversorgung eine wichtige 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 bringt diese durch Anwendung eines thermodynamischen Kreisprozesses auf ein höheres Temperaturniveau (siehe Abbildung 2). Mittels der bereitgestellten Wärme wird dann ein Gebäude beheizt und das Warmwasser aufbereitet. Je höher und konstanter die Temperatur der Umweltwärmequelle ist, desto effizienter kann die Wärmepumpe betrieben werden.

Gemessen wird diese Effizienz einer Wärmepumpe mittels der Jahresarbeitszahl (JAZ), welche das Verhältnis zwischen bereitgestellter Wärme und dem dafür notwendigen Energieaufwand beschreibt. Diese liegt immer über 1, in der Regel bei über 2,5. Aus 1 kWh Strom wird bei einer JAZ von 2,5 im Schnitt eine Wärmemenge von 2,5 kWh erzeugt.

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 individuell zu betrachten, und es ist hilfreich, eine Kosten-Nutzen-Analyse durchzuführen, um eine genauere Schätzung der Amortisationszeit im Einzelfall zu erhalten. Bei der Anschaffung einer modernen Wärmepumpe erhält man zurzeit staatliche Fördermittel.

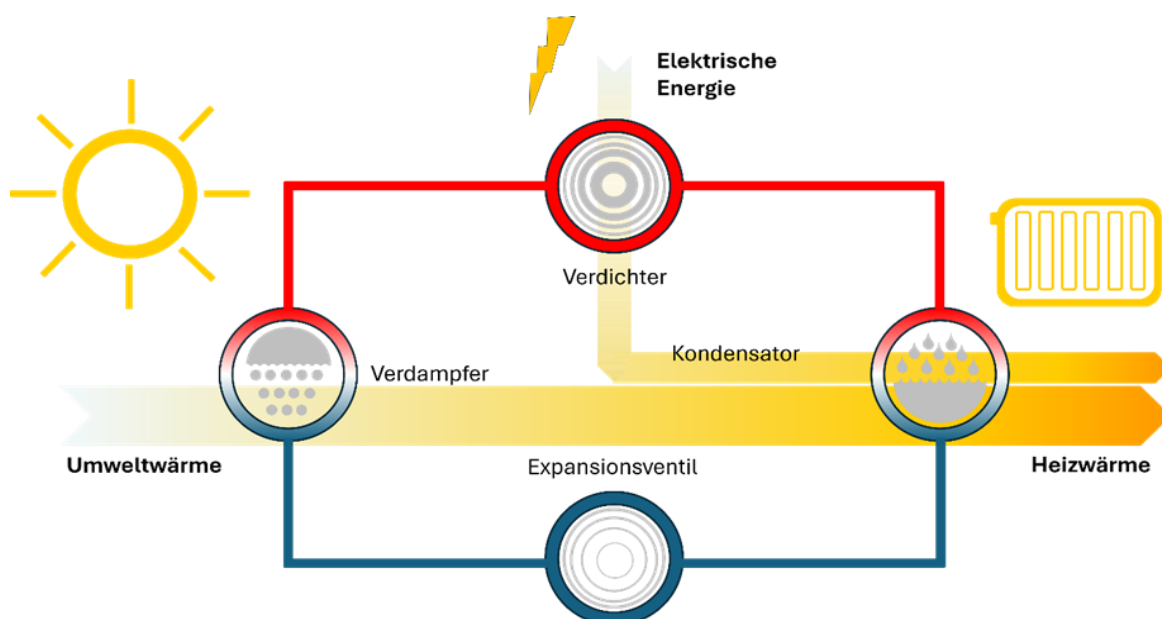


Abbildung 2: Funktionsschema einer Wärmepumpe (Quelle: greenventory GmbH)

Die einzelnen Pumpenarten einer Wärmepumpe unterscheiden sich nach den verschiedenen Wärmequellen in Luft-Wasser-Wärmepumpen, Sole-Wasser-Wärmepumpen, Luft-Luft-Wärmepumpe und Wasser-Wasser-Wärmepumpen. Bei der Errichtung fallen je nach Wärmepumpenart unterschiedliche Flächenbedarfe an. Für die Errichtung einer Luftwärmepumpe wird sowohl ein Außenaggregat als auch ein Anlagenteil im Heizraum des Gebäudes benötigt. Bei Sole-Wasser-Wärmepumpen dient in der Regel das Erdreich als Wärmequelle, so dass hier ein Flächenbedarf für Wärmetauscher in Form von Erdkollektoren oder Erdsonden entsteht, um diese Wärmequelle nutzbar zu machen.

Die Lautstärke einer Wärmepumpe hängt von verschiedenen Faktoren ab, einschließlich des Modells, der Wärmequelle, 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 eventuelle Geräuschbelastung.

Der Flächenbedarf als auch die Schallemissionen von Wärmepumpen sind limitierende Faktoren des Wärmepumpenpotenzials in Kommunen. Vor allem in dicht bebauten Gebieten kann das Wärmepumpenpotenzial sehr eingeschränkt sein, so dass hier ggf. alternative Wärmeversorgungs-lösungen gefunden werden müssen.

Funktion der Luft-Wasser-Wärmepumpe: Die Luft-Wasser-Wärmepumpe ist hinsichtlich der Investitionen die günstigste Variante und auch die am stärksten verbreitete Wärmepumpe. Eine Luft-Wasser-Wärmepumpe sorgt einerseits für die Versorgung eines Gebäudes mit Wärme und andererseits vor allem in Einfamilienhäusern für die Bereitstellung 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 Kondensator. 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 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 CO₂-neutral geheizt werden.

Allgemein besteht beim Einsatz einer Wärmepumpe nicht mehr die Abhängigkeit von Erdgas oder Heizöl.

Einsatz der 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 (Fraunhofer ISE); Abschlussbericht, Wärmepumpen in Bestandsgebäuden, Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „WPsmart im Bestand“).

In der Erhebung des Fraunhofer ISE kommen die untersuchten Luftwärmepumpen in Bestandsbauten auf JAZ 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.

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.

Mit den richtigen Heizkörpern lassen sich Räume auch mit niedrigen Temperaturen effektiv beheizen. Je größer die Übertragungsfläche, desto besser gibt die Heizung ihre eingestellte Temperatur an den Raum ab. Für eine hohe Anlageneffizienz bietet sich vor allem die Fußbodenheizung 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.

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.

Biomasseheizungsanlagen: Neben dem Einsatz von Wärmepumpen kann perspektivisch der Energieträger Biomasse an Bedeutung zunehmen. Mit diesem lassen sich große Leistungen sowie Temperaturen erzielen und der Brennstoff ist verlustfrei speicherbar. Beispiele sind klassische Holzheizungen, wie auch Holzpellettheizungen.

In Holzpelletkesseln bzw. -öfen werden wenige Zentimeter lange und ca. 6 mm dünne Holzpresslinge (Pellets) verbrannt. Diese Holzpellets bestehen aus getrocknetem, naturbelassenem Sägemehl, Hobelspäne 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 Volllastbetrieb 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.

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

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

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

Elektroheizpatronen kommen oftmals in Wandheizkörpern in Badezimmer 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 mittels günstigen Stromes und tagsüber kann die Wärmeenergie z. B. über Heizlüfter der Raumluft zugeführt werden.

2. Zentrale Wärmeversorgung:

Neben der dezentralen Wärmeversorgung kann die Wärme auch zentral erzeugt und mittels eines Leitungsnetzes verteilt werden. Fernwärmeversorgungssysteme bestehen aus einer zentralen Wärmeerzeugungsanlage, welche mittels grundlastfähige Kraftwärmekopplung auf Basis fossiler Energieträger wie Erdgas, Kohle oder Abwärme aus Abfallverbrennungsanlagen und Spitzenlastanlagen als Erdgas- oder Heizölkesseln betrieben werden. Bestehende Wärmeversorgungssysteme befinden sich in einem Transformationsprozess und setzen verstärkt auf Wärmequellen wie z. B. Großwärmepumpen in Kombination mit Abwärme- oder Umweltwärmequellen, die lokal verfügbar sind. Zentrale Großwärmepumpen, die in Wärmenetze einspeisen, verursachen einen leistungsabhängigen Flächenverbrauch, z. B. für die Errichtung einer Heizzentrale und der Aufstellung von Rückkühlern.

In den stark verdichteten Stadtgebieten müssen Belange der städtischen Flächennutzung gegeneinander abgewogen werden und ggf. Wärmeerzeugungsanlagen in diesem Abwägungsprozess stärker Berücksichtigung finden. Wärmenetze bieten Vorteile hinsichtlich des Platzbedarfs im Gebäude für Übergabestationen sowie eventueller Lagerstätten für Energieträger, da letztere zentral beim Wärmeerzeuger angesiedelt sind. Das Gebäude wird über eine Hausanschlussleitung an das Wärmenetz angeschlossen. Dort wird die Übergabestation installiert und an das gebäudeinterne Leitungsnetz angebunden. Ein elementarer Vorteil gegenüber der Wärmepumpentechnologie ist die geräuschlose und platzeffiziente Umsetzbarkeit dieses Systems und der Fakt, dass keine Stellfläche bereitgestellt werden muss. Dies ist im Besonderen eine Herausforderung in städtischen Gebieten. Des Weiteren sind je nach zentralem Erzeuger beliebige Temperaturniveaus erreichbar, wobei etwaige Energieverluste beim Wärmetransport mit der Vorlauftemperatur steigen.

3. Bestandsanalyse

Die Grundlage der KWP bildet eine detaillierte Analyse der aktuellen Ist-Situation, gestützt auf eine umfassende und sorgfältig aufbereitete Datenbasis. Diese Daten wurden digital erfasst, systematisch ausgewertet und für die Bestandsanalyse nutzbar gemacht. Dabei flossen zahlreiche Datenquellen zusammen, die integriert und allen Beteiligten der Wärmeplanung zur Verfügung gestellt wurden.

Die Bestandsanalyse liefert einen fundierten Überblick über den aktuellen Energiebedarf, die Energieverbräuche, die bestehende Versorgungsstruktur, die eingesetzten Energieträger, die Gebäudestruktur sowie die damit verbundenen Treibhausgasemissionen im kommunalen Kontext (siehe Abbildung 3). Sie bildet damit das Fundament für alle weiteren Planungsschritte.

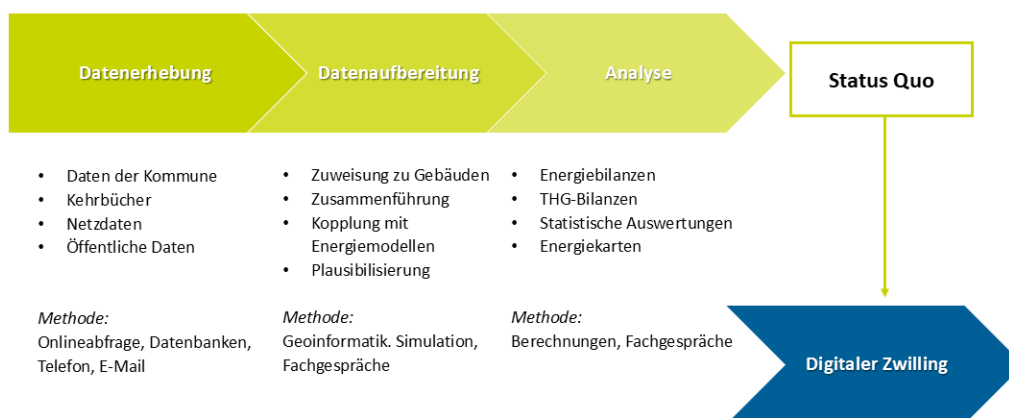


Abbildung 3: Vorgehen bei der Bestandsanalyse

3.1. Das Projektgebiet

Die Gemeinde Bunde liegt im äußersten Nordwesten Niedersachsens im Landkreis Leer und erstreckt sich über eine Fläche von rund 120,95 km² (siehe Abbildung 4). Als Teil des ostfriesischen Rheiderlandes befindet sie sich direkt an der niederländischen Grenze. (Gemeinde Bunde, Zugriff am 28. Januar 2026, [Gemeinde Bunde - Informationen über Bunde - Orte-in-Deutschland.de](#))

Zum Stichtag 31. Dezember 2024 zählte die Kommune 7.463 Einwohnende, was einer Bevölkerungsdichte von etwa 62 Personen pro Quadratkilometer entspricht. (Gemeinde Bunde, Zugriff am 28. Januar 2026, [LSN-Online, die größte regionalstatistische Datenbank Deutschlands Statistik-Regional-Niedersachsen](#))

Ihre Lage ist stark durch die Nähe zu wichtigen Verkehrsachsen geprägt: Die Gemeinde verfügt über eine Autobahnanbindung an die A31, A28 und A280, wobei sich insbesondere das Gewerbegebiet Bunde-West unmittelbar an der Abfahrt Bunde-West (A280) befindet. Durch diese strategisch günstige Position ist Bunde sowohl für Pendelnde als auch für Unternehmen hervorragend erreichbar. Die Nähe zur Nordseeküste, zum Dollart und zur offenen Landschaft verleiht der Region zudem einen hohen Freizeit- und Erholungswert, was die Attraktivität des Standorts weiter erhöht. (Gemeinde Bunde, Zugriff am 28. Januar 2026, [Informationen // Gemeinde Bunde](#))

Wirtschaftlich bietet die Gemeinde Bunde sehr gute Rahmenbedingungen für Betriebe unterschiedlicher Größe. Besonders hervorzuheben ist der Gewerbepark Bunde-West, ein ca. 32 ha großes, ausschließlich für gewerbliche Nutzung entwickeltes Areal. Dieser Standort ist konsequent ökonomisch ausgerichtet und erfüllt die Anforderungen von Betrieben, die auf Schwerlastverkehr angewiesen sind. Durch die unmittelbare Grenznähe eignet sich das Gewerbegebiet insbesondere für Unternehmen, die vom EU-Binnenmarkt profitieren. Die Gemeinde wirbt mit günstigen Gewerbegrundstücken, einer vollständigen infrastrukturellen Erschließung sowie einer umfassenden Begleitung bei Ansiedlungsprozessen, z. B. durch Fördermittelprüfungen und Beratung im Genehmigungsverfahren. Damit positioniert sich Bunde als wachstumsorientierter Standort, der sowohl regionale als auch internationale Unternehmen anspricht. (Gemeinde Bunde, Zugriff am 28. Januar 2026, [Informationen // Gemeinde Bunde](#))

Die Gemeinde Jemgum liegt ebenfalls im historischen Rheiderland, eingebettet zwischen der Ems im Osten und den Niederlanden im Westen (siehe Abbildung 4). Diese exponierte Lage am Dollart macht Jemgum zu einer landschaftlich besonders reizvollen Gemeinde, deren Identität stark von der Natur- und Kulturlandschaft geprägt ist. Jemgum umfasst eine Fläche von 65 km² und besteht aus elf Ortschaften, darunter der staatlich anerkannte Erholungsort Ditzum, der für seinen Fischereihafen und seine touristische Bedeutung bekannt ist. Die gute Erreichbarkeit wird durch die Autobahnanschlussstelle A31/ Emstunnel ergänzt, wodurch die Gemeinde verkehrstechnisch sinnvoll in die Region eingebunden ist. (Gemeinde Jemgum, Zugriff am 28. Januar 2026, [Herzlich willkommen! - Jemgum](#))

Zum Stichtag 31. Dezember 2024 zählte die Kommune 3.506 Einwohnende, was einer Bevölkerungsdichte von etwa 45 Personen pro Quadratkilometer entspricht. (Gemeinde Jemgum, Zugriff am 28. Januar 2026, [LSN-Online, die größte regionalstatistische Datenbank Deutschlands Statistik-Regional-Niedersachsen](#))

Wirtschaftlich ist Jemgum breit aufgestellt und verbindet traditionelle Strukturen mit modernen Anforderungen. Tourismus spielt eine bedeutende Rolle – insbesondere durch den Kutterhafen Ditzum, die Internationale Dollard Route sowie die Lage am UNESCO-Weltnaturerbe Wattenmeer und am Europäischen Vogelschutzgebiet. Diese naturräumliche Besonderheit prägt nicht nur die touristische, sondern auch die wirtschaftliche Ausrichtung der Gemeinde, da große Teile der Fläche als Schutzgebiete ausgewiesen sind und nachhaltige Wirtschaftsformen gefördert werden. Landwirtschaft und regionale Dienstleistungen ergänzen das wirtschaftliche Profil. Die Gemeinde setzt zudem auf Familienfreundlichkeit und Standortattraktivität, unterstützt durch vollständige Breitband-Versorgung, Baulandvergünstigungen und ein aktives gesellschaftliches Leben in Vereinen und Kirchen. Dadurch entsteht ein Standort, der sowohl wirtschaftlich tragfähig als auch lebensfreundlich ist und sich als attraktiver Ort zum Wohnen und Arbeiten präsentiert. (Gemeinde Jemgum, Zugriff am 28. Januar 2026, [Herzlich willkommen! - Jemgum](#))

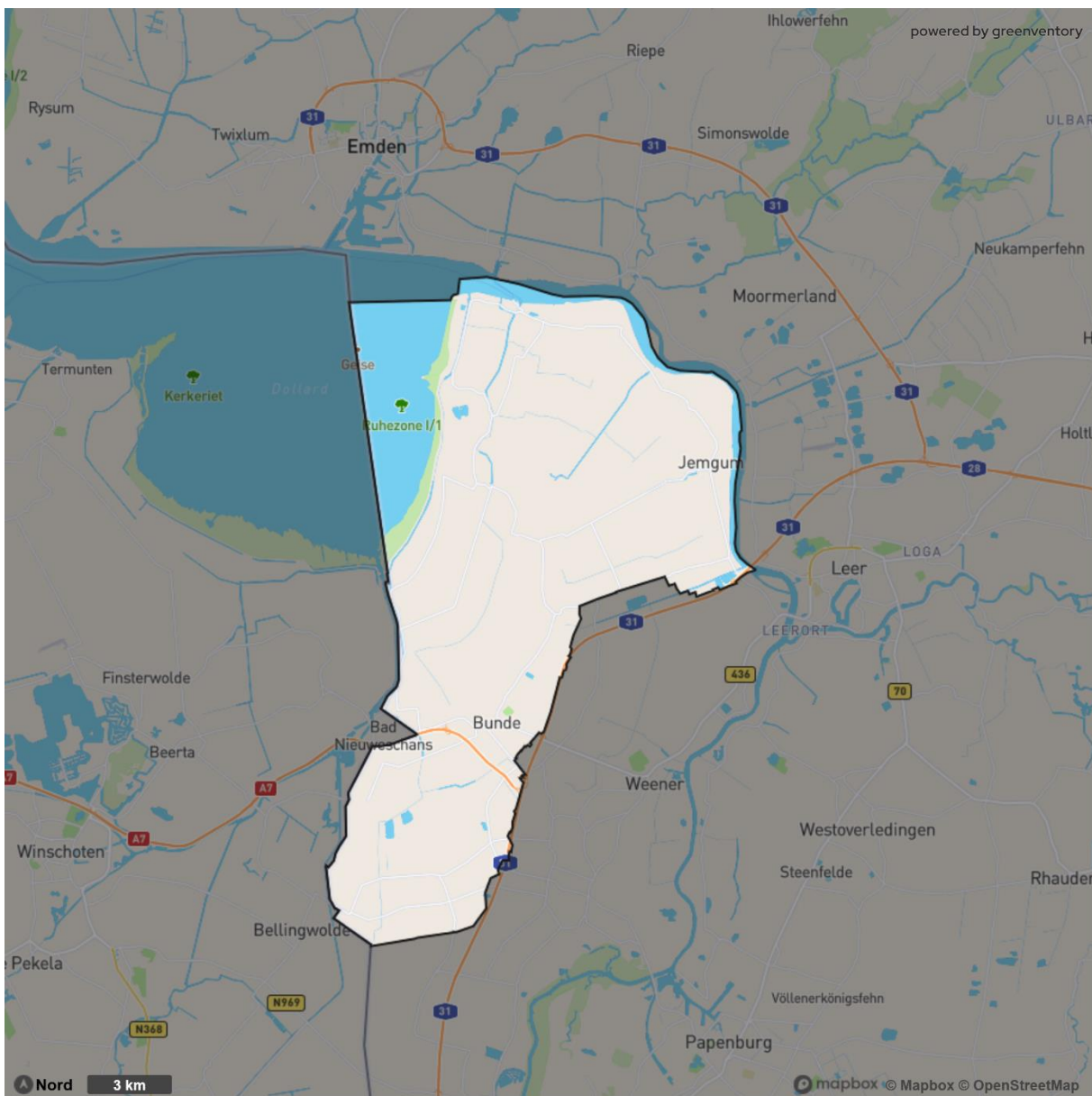


Abbildung 4: Projektgebiet Gemeinden Bunde und Jemgum

3.2. Datengrundlage und Methodik der Erhebung

Die KWP basiert auf einer fundierten Bestandsaufnahme des Wärmebedarfs sowie der bestehenden Versorgungsstruktur in den Gemeinden Bunde und Jemgum. Die Methodik zur Datenerhebung richtet sich dabei konsequent nach den Vorgaben des NKlimaG.

Gemäß § 20 (4) Nr. 1 NKlimaG bildet eine systematische und qualifizierte Erhebung des aktuellen Wärmebedarfs bzw. -verbrauchs sowie der damit verbundenen Treibhausgasemissionen die Grundlage für die KWP.

Die rechtliche Ermächtigungsgrundlage zur Erhebung der hierfür erforderlichen – teils sensiblen – Daten liefert § 21 NKlimaG. Dieser Paragraph räumt den Gemeinden Bunde und Jemgum die entsprechenden Befugnisse ein und verpflichtet zugleich relevante Datenhaltende zur Mitwirkung.

Im Rahmen der Bestandsanalyse wurden zunächst die Verbrauchsdaten für Wärme systematisch erhoben – einschließlich der Gasverbräuche und der relevanten Stromverbräuche zu Heizzwecken. Auf Grundlage des § 21 NKlimaG wurden zudem die bevollmächtigten Schornsteinfegerinnen und -feger zur Bereitstellung der elektronischen Kkehrbücher angefragt und entsprechend autorisiert. Ergänzend wurden bei den Gemeinden Bunde und Jemgum ortsspezifische Daten aus den Planungs- und Geoinformationssystemen (GIS) angefragt.

Bei der Erstellung eines kommunalen Wärmeplans ist es üblich und fachlich geboten, unterschiedliche Datenstände und Zeiträume bei der Analyse zu verwenden. Dies ist auf die unterschiedliche Aktualität, Genauigkeit der verwendeten Datenquellen zurückzuführen. Gemeinsam ergänzen sich diese und bilden ein aussagekräftiges Gesamtbild.

Die wesentlichen Datenquellen für die Bestandsanalyse umfassten:

- Statistik- und Katasterdaten aus dem Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS)
- Strom- und Gasverbrauchsdaten, bereitgestellt durch den zuständigen Netzbetreibenden
- Informationen zu bestehenden Wärmenetzen
- Auszüge aus den elektronischen Kkehrbüchern der Schornsteinfegerinnen und -feger mit Angaben zu Feuerstätten
- Leitungsverläufe des Gas- und Abwassernetzes
- Daten zu industriellen Abwärmequellen, erhoben durch Befragungen lokaler Betriebe
- 3D-Gebäudemodelle (Level of Detail 2 (LoD2))

Verbrauchsdaten mit mehrjährigem Betrachtungszeitraum 2021-2023:

Die Verbrauchsdaten der Energieversorgenden werden in der Regel über mehrere Jahre gesammelt und der Medianwert verwendet, um saisonale, witterungsbedingte und nutzungsbedingte Schwankungen auszugleichen. Dies ist eine etablierte Methodik, die auch von Forschungseinrichtungen und kommunalen Planungsstellen empfohlen wird. Der Median über mehrere Jahre sichert eine stabile und robuste Datengrundlage, da einzelne Ausreißer oder außergewöhnliche Wetterjahre die Analyse nicht verzerren.

Daten des Schornsteinfegerwesens aus dem Jahr 2025

Die Kehr buchdaten der bevollmächtigten Bezirksschornsteinfegerinnen und -feger sind meist aktueller, da sie regelmäßig und zeitnah geführt werden und die tatsächliche Ausstattung der Feuerstätte (Art, Alter und Brennstoff) widerspiegeln. Diese Daten sind für die Bewertung der Wärmeerzeugerstruktur unverzichtbar, da sie aktuelle technologische Entwicklungen und Umrüstungen erfassen, die in älteren Verbrauchsdaten noch nicht abgebildet sein können. Das jüngste Datenjahr gewährleistet eine präzise Abbildung des Status quo, um insbesondere Veränderungen im Bereich Heiztechnik und Brennstoffe zu berücksichtigen.

ALKIS-Daten und Geodaten:

ALKIS-Daten und kommunale Geodaten werden regelmäßig aktualisiert, jedoch je nach Datenquelle und Aktualisierungszyklus zu unterschiedlichen Zeitpunkten. Grundstücks- und Gebäudebestandsdaten spiegeln den aktuellen baulichen Zustand wider, der für die räumliche Analyse notwendig ist, jedoch erfolgen diese Aktualisierungen oft in jährlichen Intervallen, daher können diese Datenstände variieren. Ihre Einbindung erfolgt dennoch, da sie wichtige raumbezogene Informationen zur Gebäudestruktur, Nutzungsarten und baulichen Gegebenheiten liefern, die für eine ganzheitliche Wärmebedarfsanalyse unerlässlich sind.

Datenqualität und Methodik des Zensus 2022:

Die Daten des Zensus 2022 bilden eine zentrale Grundlage für die raumbezogene Analyse im Rahmen der KWP, insbesondere hinsichtlich von Wohngebäuden (z. B. Gebäudeanzahl, Baualtersklassen, Heizenergieträger). Allerdings werden diese Daten nicht auf Gebäudeebene, sondern aggregiert auf Rasterzellen mit einer Größe von 100 × 100 m veröffentlicht.

Diese Aggregation führt zu methodisch bedingten Einschränkungen, insbesondere bei der Zuordnung der Baualtersklassen: Innerhalb einer Rasterzelle wird in der Regel die dominierende Baualtersklasse aller darin erfassten Gebäude als repräsentativ für die gesamte Zelle ausgewiesen. Das Dominanzprinzip, nach dem jeweils nur die überwiegende Baualtersklasse pro Rasterzelle ausgewiesen wird, führt dazu, dass kleinere, energetisch relevante Gebäudegruppen mit abweichendem Baualter nicht erfasst werden. Dadurch wird die tatsächliche Heterogenität der Gebäudestruktur oft stark unterschätzt. Diese Vereinfachung kann insbesondere in innerstädtischen Quartieren mit gemischter Bebauung zu erheblichen Verzerrungen führen, da energetische Ausreißer wie unsanierte Altbauten oder Neubauten mit Niedrigenergie-Standard in der Rasterzelle nicht differenziert abgebildet werden.

Trotz dieser Einschränkungen besitzen die Zensus 2022-Daten einen hohen Wert, insbesondere wenn sie durch aktuellere und detailliertere Datenquellen ergänzt werden.

Die KWP profitiert von einem integrativen Datenmanagement, das verschiedene Datenquellen mit ihren unterschiedlichen Aktualitätsgraden und Genauigkeiten berücksichtigt. Die Kombination aus langjährigen Verbrauchsdaten, aktuellen Daten aus dem Schornsteinfegerwesen sowie differenzierten ALKIS- und Geodaten ermöglicht eine belastbare und realistische Abbildung des Wärmebedarfs und der technischen Gebäudesituation. Verbrauchsdaten zeigen langfristige Verbrauchsmuster, Daten aus dem Schornsteinfegerwesen liefern aktuelle, gebäudescharfe Informationen zu Wärmeerzeugungstechnologien und Brennstoffen, und ALKIS-Daten ermöglichen eine präzise räumliche Verortung und Modellierung fehlender Werte.

Im Gegensatz dazu weisen die Zensus 2022-Daten – insbesondere die Baualtersklassen, die auf aggregierten 100×100 m Rasterzellen basieren – methodische Einschränkungen und potenzielle Verzerrungen auf, die bei der Wärmeplanung kritisch berücksichtigt werden müssen. Darüber hinaus ist die methodische Inkompatibilität der aggregierten Zensusdaten mit anderen Quellen wie ALKIS- oder Daten aus dem Schornsteinfegerwesen eine Herausforderung, die aufwändige Harmonisierungs- und Plausibilisierungsverfahren erfordert. Auch die regional unterschiedliche Qualität und Aktualität der registergestützten Ursprungsdaten kann die Verlässlichkeit der Baualtersklassen-Daten beeinträchtigen.

Aus diesen Gründen sollten die Zensus-Daten nicht als alleinige Entscheidungsgrundlage dienen, sondern nur ergänzend und kritisch in einem ganzheitlichen Datenverbund eingesetzt werden. Nur durch die multiperspektivische Verknüpfung und Abwägung der Stärken und Schwächen aller Datenquellen lässt sich eine realitätsnahe, belastbare und zukunftsfähige Wärmeplanung gewährleisten.

Hinweis: Die in diesem Bericht dargestellten räumlich verorteten Informationen werden ausschließlich in aggregierter Form (mindestens fünf Gebäude) und somit anonymisiert präsentiert. Rückschlüsse auf einzelne Gebäude sind nicht möglich. Aufgrund der Zusammenfassung mehrerer Gebäude können die angegebenen Werte im Einzelfall deutlich abweichen.

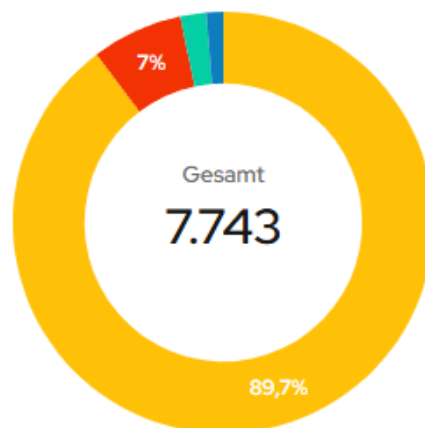
3.3. Gebäudebestand

Der Gebäudebestand bildet die Grundlage für die KWP. Die Analyse von Baualtersklassen, Gebäudetypen und Nutzungsstrukturen ermöglicht eine fundierte Einschätzung des energetischen Sanierungsbedarfs und liefert wichtige Hinweise für die Ausgestaltung zukünftiger Wärmeversorgungsstrategien.

Nach einer Analyse des offenen Kartenmaterials sowie der Informationen des amtlichen Liegenschaftskatasters befinden sich im Projektgebiet 7.743 beheizte Gebäude (siehe Abbildung 5).

Wie Abbildung 5 und Abbildung 6 zeigen, entstammt mit rund 90 % ein überwiegender Anteil der Gebäude aus dem privaten Wohnsektor. Ein Anteil von 7 % entfällt auf Industrie- und Produktionsgebäude. Gebäude des Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektors machen einen Anteil von 1,3 % aus. Öffentliche Bauten haben einen Anteil von 2 % am Gebäudebestand.

Hieraus wird ersichtlich, dass die Wärmewende eine kleinteilige Aufgabe ist und sich hauptsächlich im Wohnbereich abspielen muss.



Wirtschaftssektor	Gebäudebestand	
	%	
Privates Wohnen	89,7%	6.949
Industrie & Produktion	7%	543
Öffentliche Bauten	2%	152
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	1,3%	99

Abbildung 5: Gebäudeanzahl nach Sektor in den Gemeinden Bunde und Jemgum

Abbildung 6 illustriert die räumliche Struktur der Gemeinden Bunde und Jemgum anhand unterschiedlicher, farblich gekennzeichnetener, Nutzungssektoren.

Das Projektgebiet ist deutlich durch private Wohnnutzung (gelb) geprägt, die sich vor allem auf die Siedlungsbereiche in Jemgum, Bunde, Pogum, Ditzum, Ditzumerverlaat, Landschaftspolder, Boen und Wymeer konzentrieren.

Die Gemeinden Bunde und Jemgum verfügen über Gewerbe-, Handels- und Dienstleistungsflächen (blau), die überwiegend in den jeweiligen Ortskernen angesiedelt sind. Die wirtschaftliche Struktur wird vor allem durch ortsansässige, klein- und mittelständische Unternehmen geprägt. Branchenschwerpunkte liegen insbesondere im Bau- und Handwerksgewerbe, im Einzelhandel sowie in verschiedenen Dienstleistungsbereichen. Ergänzend sind Banken und Versicherungen in den Gemeinden vertreten. In Bunde spielen darüber hinaus Logistik-Unternehmen eine wichtige Rolle, während Jemgum stärker durch Landwirtschaft und Fischerei geprägt ist. Insgesamt zeigt sich eine funktional gemischte Wirtschaftsstruktur mit produzierendem Gewerbe, Handwerk und Dienstleistungen in den beiden Kommunen.

Industrie- und Produktionsbetriebe (rot) sind direkt in den Orten Bunde und Jemgum oder in Gewerbegebieten, wie z. B. Bunde-West angesiedelt. Landwirtschaftliche Betriebe, welche zum Sektor der Industrie- und Produktion zählen, sind über die Gemeindegebiete verteilt.

Die Kommunen verfügen über eine gut ausgebaute öffentliche Infrastruktur. Öffentliche Gebäude (türkis), im Projektgebiet punktuell verteilt, umfassen Bildungseinrichtungen wie z. B. die Carl-Goerdeler-Schule in Jemgum oder die Oberschule Bunde. Darüber hinaus gibt es kulturelle Einrichtung, wie das Ziegeleimuseum in Midlum sowie das Dollartmuseum in Bunde. Die Rathäuser bilden die administrativen Zentren der Gemeinden.

Die Analyse der räumlichen Strukturen der Gemeinden Bunde und Jemgum verdeutlicht eine funktionale Gliederung mit klaren Nutzungsschwerpunkten. Das Projektgebiet ist vorrangig durch Wohnnutzung geprägt. Die naturnahe Umgebung mit Frei- und Wasserflächen sowie die peripheren landwirtschaftlich genutzten Bereiche tragen zur Vielfalt und zur hohen Lebensqualität in den Gemeinden bei.

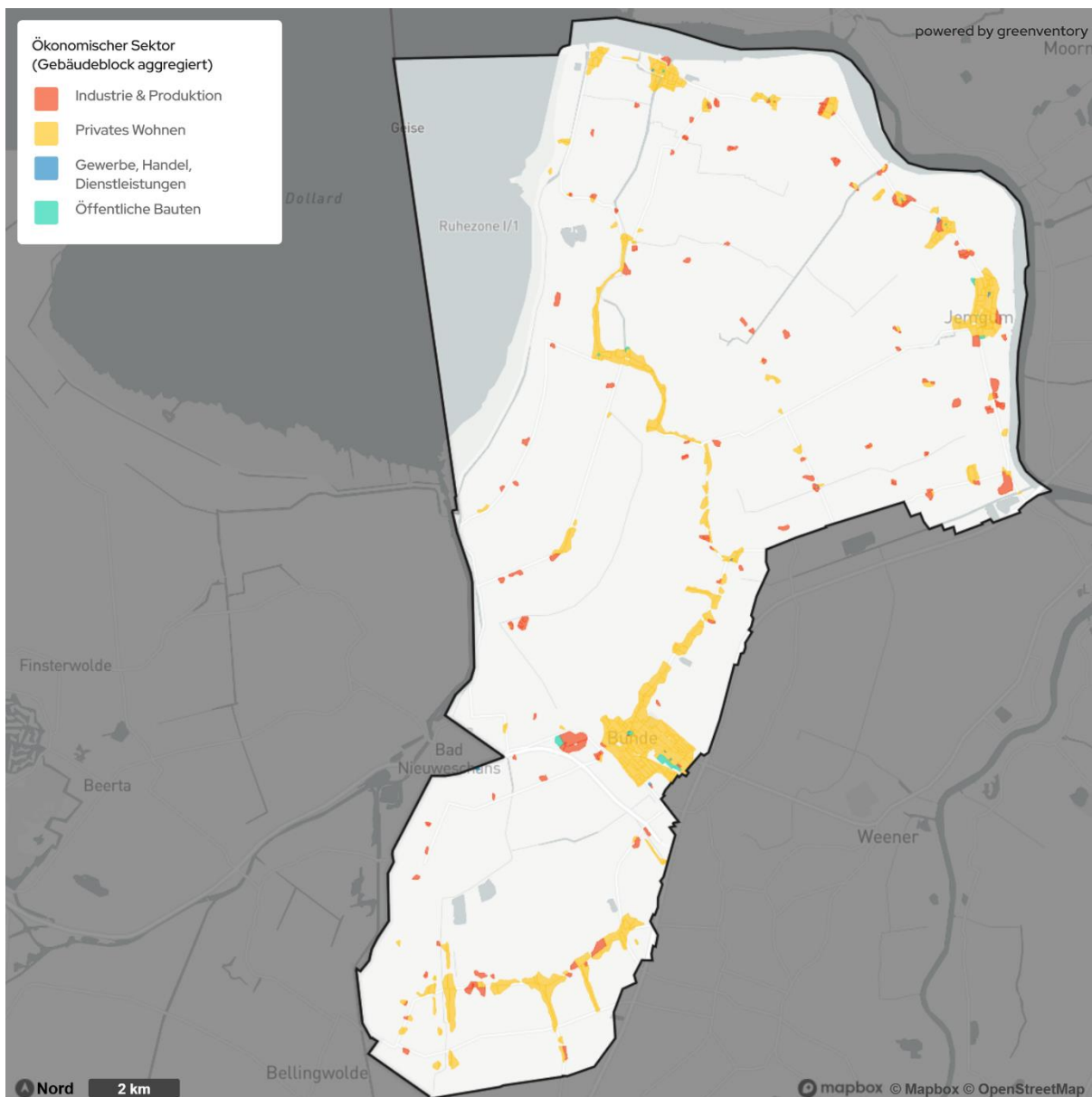
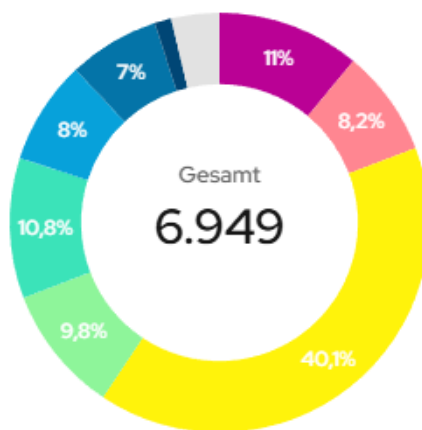


Abbildung 6: Räumliche Gebäudeverteilung nach Sektor in den Gemeinden Bunde und Jemgum

Abbildung 7 zeigt die Auswertung der Anzahl beheizter, privater Wohngebäude in den Gemeinden Bunde und Jemgum, differenziert nach Baualtersklassen. Die Untersuchung zeigt, dass ca. 59 % der Gebäude vor dem Jahr 1979 errichtet wurden. Damit stammen sie aus einer Zeit vor dem Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung (WSchVO), die erstmals verbindliche Anforderungen an die energetische Qualität der Gebäudehülle stellte. Besonders ins Auge fällt der hohe Anteil der zwischen 1949 und 1978 errichteten Gebäude. Mit einer Quote von rund 40 % stellen sie die größte Gruppe im Bestand dar und weisen somit ein erhebliches Potenzial für energetische Sanierungsmaßnahmen auf.

Um das vorhandene Sanierungspotenzial dieser Gebäude bestmöglich zu erschließen, sind individuelle Energieberatungen sowie passgenaue Sanierungskonzepte erforderlich. Diese müssen sowohl technische als auch rechtliche Rahmenbedingungen berücksichtigen, um wirtschaftlich und nachhaltig wirksame Lösungen zu ermöglichen.



Baualter	Gebäudebestand %	Gebäudebestand
vor 1919	11%	767
1919 - 1948	8,2%	572
1949 - 1978	40,1%	2.788
1979 - 1990	9,8%	682
1991 - 2000	10,8%	753
2001 - 2010	8%	557
2011 - 2019	7%	484
2020 - 2022	1,3%	90
Unbekannt	3,7%	256

Abbildung 7: Gebäudeanzahl im privaten Wohnsektor nach Baualtersklasse in den Gemeinden Bunde und Jemgum

Abbildung 8 veranschaulicht die zeitliche Entwicklung der Bebauung in den Gemeinden Bunde und Jemgum anhand farblich differenzierter Baualtersklassen. Die Siedlungsstruktur zeigt sich dabei als vielschichtig und über einen langen Zeitraum gewachsen.

Gebäude aus der Zeit vor 1919 (lila) sowie aus den Jahren 1919 bis 1948 (rosa) prägen insbesondere die älteren Ortskerne. Ferner sind sie punktuell außerhalb der Ortskerne verteilt.

Die Nachkriegsbebauung von 1949 bis 1978 (gelb) tritt in mehreren Bereichen großflächig in Form von Siedlungen auf.

Die Baualtersklassen von 1979 bis 1990 (hellgrün) und 1991 bis 2000 (türkis) sind vereinzelt über das gesamte Projektgebiet verteilt und häufig in Form von Siedlungserweiterungen erkennbar. Diese Phase markiert die kontinuierliche Wohnraumerweiterung.

Jüngere Gebäude aus den Jahren 2001 bis 2010 (hellblau) sowie 2011 bis 2019 (dunkelblau) konzentrieren sich vor allem auf periphere Lagen oder schließen Lücken innerhalb bestehender Strukturen.

Die jüngsten Bauaktivitäten ab 2020 (petrol) sowie nach 2022 (navy) sind punktuell verteilt und deuten auf eine selektive Nachverdichtung und Erschließung neuer Wohnflächen hin.

Flächen mit unbekannter Baualtersklasse sind vereinzelt vorhanden und lassen auf fehlende oder nicht klassifizierte Daten schließen. Insgesamt ergibt sich ein heterogenes Bild der Siedlungsentwicklung, das sowohl historische Kontinuität als auch moderne Entwicklungsimpulse widerspiegelt.

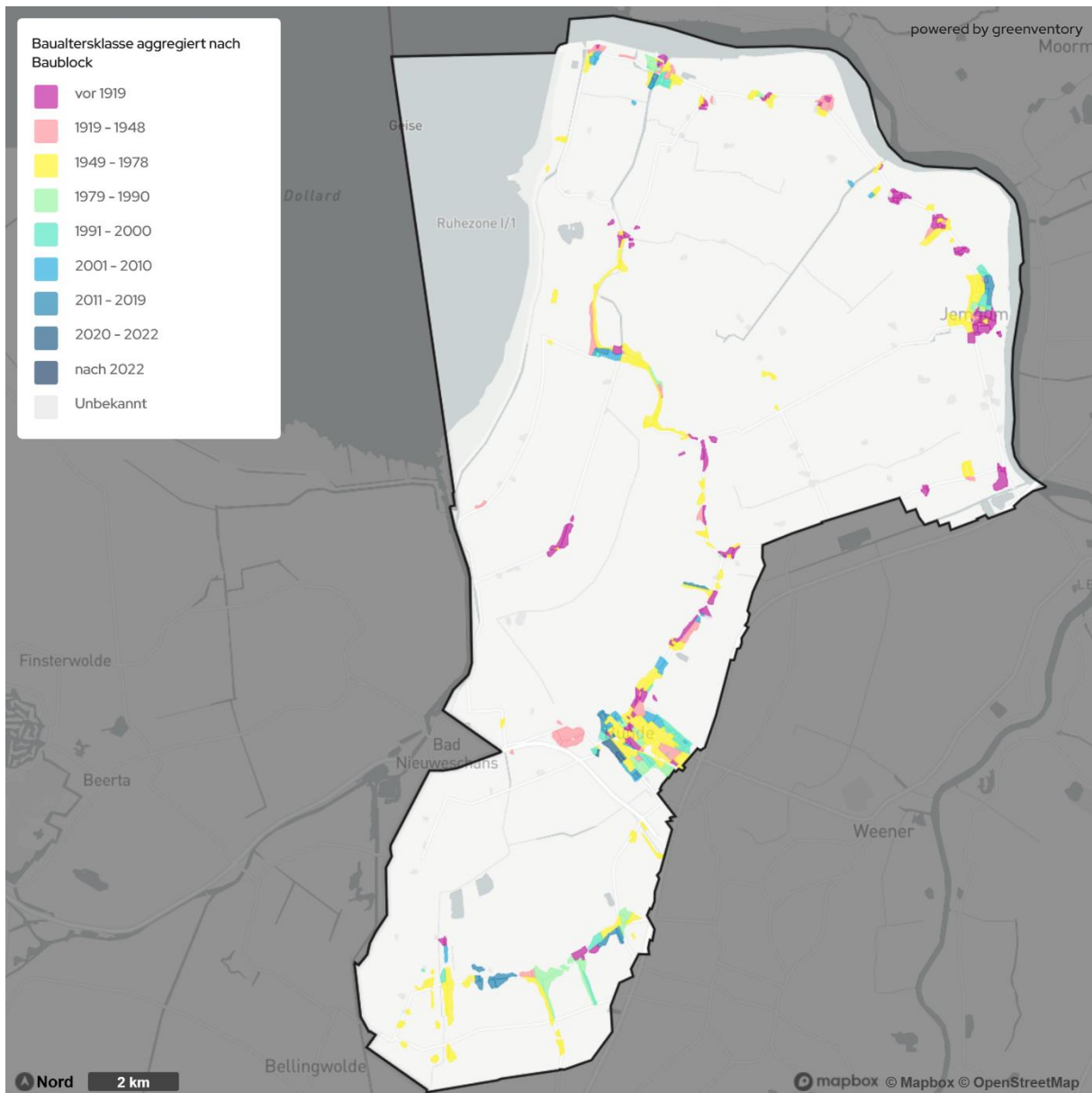


Abbildung 8: Räumliche Gebäudeverteilung nach Baualterklasse in den Gemeinden Bunde und Jemgum

Zur Abschätzung des energetischen Sanierungsstands wurden die Gebäude überschlägig den GEG-Energieeffizienzklassen A+ bis H zugeordnet. Die Zuordnung erfolgt anhand des spezifischen Wärmebedarfs (siehe Tabelle 1) und basiert auf Baujahr, Energieverbrauch sowie der jeweiligen Grundfläche.

Tabelle 1: Einteilung der GEG-Effizienzklassen anhand des spezifischen Wärmeverbrauchs

Effizienzklasse	kWh/(m ² *a)	Erläuterung
A+	0 - 30	Neubauten mit höchstem Energiestandard, z. B. Passivhaus, KfW 40
A	30 - 50	Neubauten, Niedrigstenergiehäuser, KfW 55
B	50 - 75	Normale Neubauten nach modernen Dämmstandards, KfW 70
C	75 - 100	Mindestanforderung Neubau (Referenzgebäude-Standard nach GEG) / entspricht Energieeinsparverordnung (EnEV)
D	100 - 130	Gut sanierte Altbauten / entsprechend dritter WSchVO 1995
E	130 - 160	Sanierte Altbauten / entsprechend zweiter WSchVO 1984
F	160 - 200	Sanierte Altbauten / entsprechend erster WSchVO 1977
G	200 - 250	Teilweise sanierte Altbauten
H	> 250	Unsanierete Altbauten

Bei der Analyse der GEG-Energieeffizienzklassen des privaten Wohnsektors fällt auf, dass die Gemeinden Bunde und Jemgum vergleichsweise wenige Gebäude aufweist, die vollumfänglich saniert werden müssen. Die Auswertung zeigt eine deutliche Häufung im oberen und mittleren Effizienzbereich (siehe Abbildung 9).

8,1 % der Gebäude im privaten Wohnsektor sind der Energieeffizienzklasse A+ zuzuordnen. Gebäude der Klasse A+ sind hervorragend gedämmt und nutzen modernste Heiz- und Kühlsysteme. Bei diesen Gebäuden sind häufig bereits erneuerbare Energien wie Photovoltaik und Solarthermie integriert. Sie bieten höchsten Wohnkomfort und sind auf zukünftige energetische Anforderungen bestens vorbereitet (EEAktuell, 2026).

Im Projektgebiet entfallen 8,5 % der Gebäude auf die Energieeffizienzklasse A. Gebäude der Klasse A sind optimal gedämmt, besitzen moderne und effiziente Heizungs- und Lüftungssysteme und nutzen häufig auch bereits erneuerbare Energien. Diese Gebäude erfüllen hohe energetische Standards und tragen wesentlich zur Reduzierung der Energiekosten und zur Schonung der Umwelt bei (EEAktuell, 2026).

16,6 % der Gebäude wurden der Klasse B zugeordnet. Diese Häuser besitzen eine gute Dämmung und eine effiziente Anlagentechnik, wie z. B. einen Brennwertkessel oder ggf. bereits eine Wärmepumpe. Sofern „noch“ ein Brennwertkessel installiert ist, besteht die Möglichkeit des Wechsels zu einer Wärmepumpe. Ferner besitzen einige Objekte dieser Klasse bereits Solarthermie- oder PV-Anlagen, sofern nicht, wäre eine Installation eine zukunftsweisende Investition (EEAktuell, 2026).

Weiterhin gehören 14,5 % der Gebäude zur Klasse C. Gebäude dieser Kategorie besitzen in der Regel eine solide Gebäudedämmung, allerdings nicht die neuste Anlagentechnik, wie z. B. ältere Brennwertkessel (EEAktuell, 2026). Diese Gebäude besitzen noch zum Teil eine Doppelverglasung der Fenster. Eine Effizienzsteigerung könnte beispielsweise, falls technisch und wirtschaftlich darstellbar, durch die Verbesserung der Gebäudedämmung oder die Umsetzung einer Dreifachverglasung erzielt werden. Ferner wäre die Installation einer Wärmepumpe oder von Solarthermie und PV eine sinnvolle Zukunftsinvestition.

In die Klasse D fallen 19,2 % der Gebäude im Projektgebiet. Diese Häuser erfüllen zwar gewisse Standards, es besteht jedoch noch Verbesserungspotenzial. Die Objekte besitzen eine grundlegende Wärmedämmung, die jedoch nicht dem neusten Standard entspricht. Sie besitzen oftmals eine Doppelverglasung der Fenster und die installierten Heizsysteme sind konventionell und nicht besonders energieeffizient (EEAktuell 2026). Eine Effizienzsteigerung kann durch die Verbesserung der Gebäudedämmung oder die Umsetzung einer Dreifachverglasung erzielt werden. Ferner kann die Installation einer Wärmepumpe oder Solarthermie- und PV-Anlage eine sinnvolle Zukunftsinvestition darstellen.

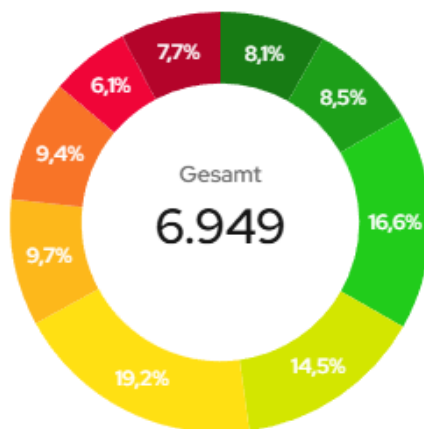
9,7 % der Gebäude gehören zur Klasse E. Charakteristisch sind oft veraltete Bauteile, wie z. B. Dach oder Fassade, die nicht ausreichend gedämmt sind. Einen Schwachpunkt stellen oftmals auch Fenster dar, da sie zu hohe Wärmeverluste verursachen. Die Heizsysteme sind meistens alt und ineffizient, was zu einer weiteren Erhöhung des Energiebedarfs führt. Gebäude dieser Klasse haben ein Potenzial für notwendige Modernisierungsmaßnahmen und energetische Verbesserungen (EEAktuell, 2026). Modernisierungsmaßnahmen können z. B. Kellerdeckendämmung, Dachdämmung, Austausch von Fenstern, Einbau eines regeneratives Heizungssystem etc. sein.

Des Weiteren wurden 9,4 % der Gebäude der Klasse F zugeordnet. Der energetische Standard dieser Objekte ist oft niedrig, sodass sie nicht den heutigen Anforderungen hinsichtlich Energieeffizienz entsprechen. Die Schwachpunkte liegen oftmals in der schlechten Dämmung von Dächern und Fassaden und der veralteten Heizungstechnik (EEAktuell, 2026). Sanierungsmaßnahmen, wie z. B. Gebäudedämmung, Austausch von Fenstern, Einbau eines regeneratives Heizungssystems sind notwendig, um die hohen Energiebedarfe zu reduzieren.

In die Klasse G fallen 6,1 % der Gebäude. Dabei handelt es sich oftmals um ältere Objekte, die noch keine oder lediglich eine unzureichende energetische Sanierung erfahren haben. Die Schwachstellen der Objekte sind erheblich, wie beispielsweise veraltete Heizungssysteme, Fenster und Türen mit hohen Wärmeverlusten und unzureichende Dach- und Fassadendämmung (EEAktuell, 2026). Diese Schwachpunkte sollten möglichst beseitigt werden, um den hohen Energiebedarf der Gebäude zu reduzieren.

Schließlich entfallen 7,7 % der Gebäude auf die Energieeffizienzklasse H, was unsanierten oder nur sehr gering sanierten Altbauten entspricht. Sie zählen zu den energetisch schlechtesten Gebäuden und bieten enormes Einsparpotenzial. Erforderliche Maßnahmen sind in der Regel eine umfassende Sanierung der Gebäudehülle (Fassade, Dach, Keller), Austausch der Heiztechnik (z. B. Wärmepumpe oder Pelletheizung), Erneuerung von Fenstern und Türen (EEAktuell, 2026).

Die Analyse offenbart eine heterogene Verteilung der Energieeffizienz in den Gemeinden Bunde und Jemgum, die sowohl auf erhebliche Potenziale für gezielte Sanierungsmaßnahmen als auch auf den differenzierten energetischen Zustand des Gebäudebestands im privaten Wohnsektor hinweist.












GEG-Effizienzklasse	Gebäudebestand	
	%	
 A+	8,1%	566
 A	8,5%	592
 B	16,6%	1.153
 C	14,5%	1.010
 D	19,2%	1.335
 E	9,7%	677
 F	9,4%	654
 G	6,1%	424
 H	7,7%	538

Abbildung 9: Gebäudeverteilung im privaten Wohnsektor nach GEG-Effizienzklasse (Verbrauchswerte) in den Gemeinden Bunde und Jemgum

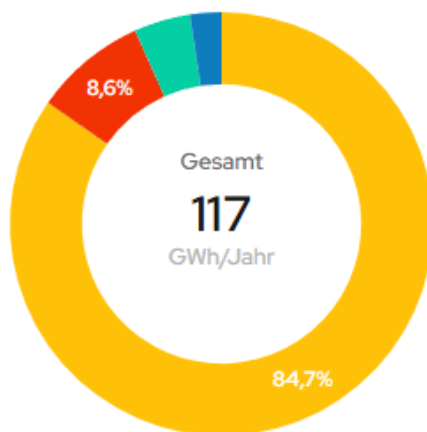
3.4. Wärmebedarf

Die Ermittlung des Wärmebedarfs bildet eine zentrale Grundlage für die KWP. Sie ermöglicht eine Einschätzung des energetischen Versorgungsniveaus, zeigt räumliche Unterschiede auf und liefert wichtige Hinweise für die Auslegung zukünftiger Versorgungslösungen und Effizienzmaßnahmen. Die Bestimmung des Wärmebedarfs erfolgte für die leitungsgebundenen Heizsysteme (Gas, Strom für Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen) über die von EWE NETZ GmbH bereitgestellten gemessenen Verbrauchsdaten (Endenergieverbräuche). In Verschneidung mit Wirkungsgraden der verschiedenen Heiztechnologien und weiteren Gebäudedaten konnte so der Wärmebedarf bzw. die Nutzenergie ermittelt werden (siehe Tabelle 2). 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.

Tabelle 2: Wirkungsgrade für verschiedene Heiztechnologien (eigene Annahmen)

Heiztechnologien	Thermischer Wirkungsgrad
Luftwärmepumpe	300 % (JAZ=3)
Erdwärmepumpe	410 % (JAZ 4,1)
Direktelektrische Heizungen	100 %
Fernwärmeübergabestation	95 %
Gaskessel	95 % (brennwertbezogen)
Ölkessel	93 % (brennwertbezogen)
Kohlekessel	90 %
Pelletkessel	90 %
Holzhackschnitzel-Kessel	94 %
Holzofen	80 %
Gas-Kraft-Wärme-Kopplung	50 %

Insgesamt beläuft sich der aktuelle jährliche Wärmebedarf in den Gemeinden Bunde und Jemgum auf 117 GWh (siehe Abbildung 10). Mit einem Anteil von ca. 85 % ist der private Wohnsektor am stärksten vertreten. An zweiter Stelle folgt der Sektor der Industrie und Produktion mit einem Anteil von 8,6 % am Gesamtwärmebedarf. Der öffentliche Bereich, welcher auch kommunale Liegenschaften beinhaltet, beansprucht 4,3 %. Der geringste Anteil entfällt mit 2,4 % auf den Sektor „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“.



Wirtschaftssektor	Wärmebedarf	
	%	GWh/Jahr
 Privates Wohnen	84,7%	99,1
 Industrie & Produktion	8,6%	10,1
 Öffentliche Bauten	4,3%	5
 Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	2,4%	2,8

Abbildung 10: Wärmebedarf nach Sektor in den Gemeinden Bunde und Jemgum

Die anonymisierte Darstellung der spezifischen Wärmebedarfsdichten zeigt eine deutlich differenzierte räumliche Verteilung innerhalb den Gemeinden Bunde und Jemgum (siehe Abbildung 11). Besonders hohe Werte treten in den Ortskernen von Bunde, Jemgum und Ditzum auf, ein Hinweis auf energieintensive Nutzungen z. B. durch dort ansässige Industriebetriebe.

Insgesamt sind die Wärmebedarfsdichten in Industrie- und Gewerbegebieten deutlich höher und nehmen von den zentralen, dichter bebauten Bereichen zu den peripheren Lagen hin ab. Diese räumliche Verteilung liefert wichtige Hinweise für die strategische Planung möglicher Wärmenetze und die gezielte Erschließung geeigneter Versorgungsgebiete.

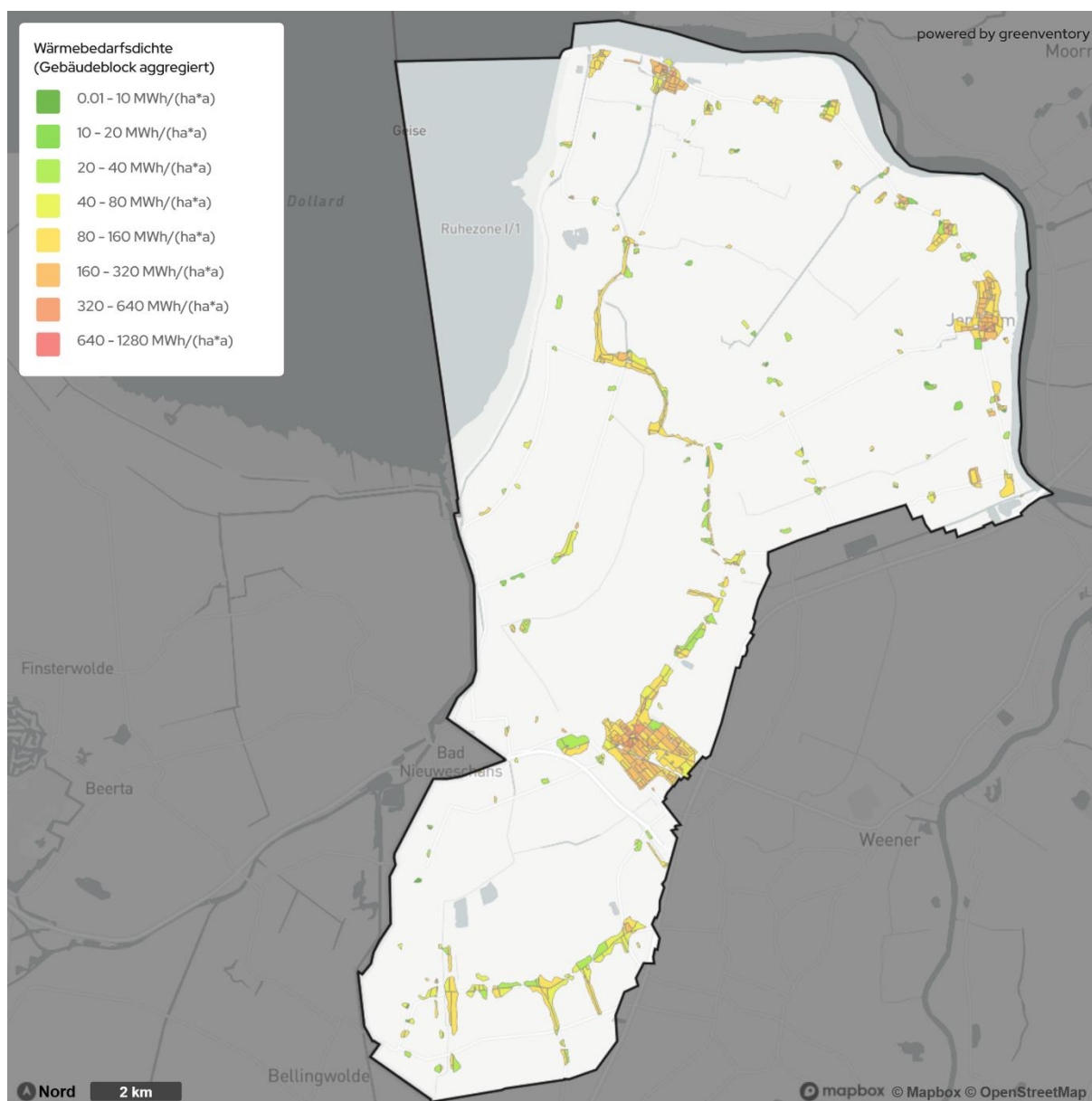


Abbildung 11: Räumliche Verteilung nach spezifischem Wärmebedarf in den Gemeinden Bunde und Jemgum

3.5. Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger

Dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen stellen einen wesentlichen Bestandteil der bestehenden Wärmeversorgung dar. Die Analyse der eingesetzten Technologien, ihrer Verbreitung und ihres Alters liefert wichtige Erkenntnisse über den aktuellen Stand der Versorgung, mögliche Effizienzpotenziale und den Handlungsbedarf im Hinblick auf die Umstellung auf klimaneutrale Systeme. Nähere Informationen zu den dezentralen Systemen finden sich unter Kapitel 2.10.

Die Grundlage für die Untersuchung der dezentralen Wärmeerzeuger in den Gemeinden Bunde und Jemgum bildeten die elektronischen Kkehrbücher der Bezirksschornsteinfegerinnen und -feger. Diese enthalten detaillierte Angaben zu verwendeten fossilen Brennstoffen, zur Art sowie zum Alter der jeweiligen Feuerungsanlagen. Insgesamt konnten auf diese Weise Daten zu 4.093 primären Heizsystemen ausgewertet werden. Ergänzt wurden diese Informationen durch Verbrauchs- und Netzdaten des regionalen Energieversorgenden.

Gebäude, zu denen keine Angaben zum Alter der Heizungsanlage vorlagen oder die über keine Heizung verfügen, blieben in der Analyse unberücksichtigt. Heizsysteme auf Basis von Wärmepumpen wurden über spezifische Heizstromverbrauchswerte identifiziert.

Abbildung 12 veranschaulicht die zeitliche Entwicklung der installierten Heizungsanlagen, farblich differenziert nach Energieträgern.

Seit Mitte der 1980er-Jahre ist ein deutlicher und kontinuierlicher Anstieg bei Gasheizungen zu beobachten, was auf deren zunehmende Verbreitung im Gebäudebestand hinweist. Im Vergleich dazu fällt die installierte Leistung von Ölheizungen deutlich geringer aus; ein Zuwachs ist Anfang der 1990er-Jahre erkennbar.

Auch Heizsysteme auf Basis von Biomasse sind im Bestand vertreten. Zwischen 2000 und 2010 lässt sich ein leichter Anstieg ihrer installierten Leistung feststellen. Insgesamt bleibt ihr Beitrag zur Gesamtleistung jedoch auf einem niedrigen Niveau.

Insgesamt verdeutlicht die Analyse, dass die KWP in den Gemeinden Bunde und Jemgum auf eine differenzierte Strategie angewiesen ist, mit Fokus auf die Dekarbonisierung des Erdgasbestands, der Substitution von Heizöl, und der Erweiterung des Einsatzes von regenerativer Wärmequellen – abgestimmt auf die energetische Struktur des Gebäudebestands.

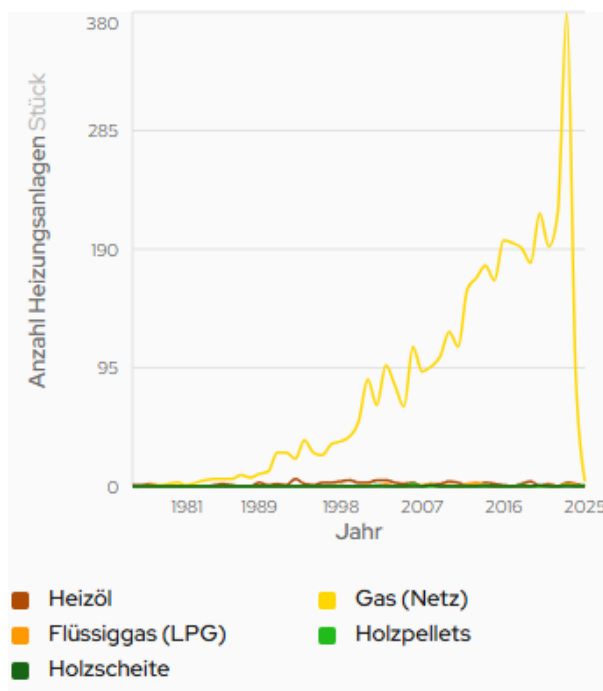
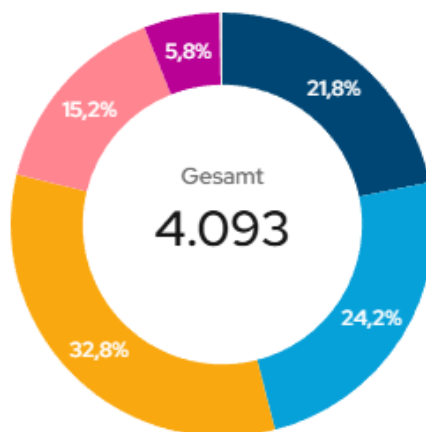


Abbildung 12: Zeitliche Entwicklung der Anzahl installierter Heizungsanlagen nach Energieträger in den Gemeinden Bunde und Jemgum

Die Analyse des Heizungsanlagenalters in den Gemeinden Bunde und Jemgum zeigt, dass rund 21 % der Anlagen als veraltet oder stark überaltert einzustufen sind – unter der Annahme einer technisch üblichen Nutzungsdauer von etwa 20 Jahren (siehe Abbildung 13). Positiv ist hervorzuheben, dass rund 79 % der Heizsysteme noch innerhalb der üblichen Lebensdauer liegen.

Der Handlungsbedarf ergibt sich aus dem Anteil veralteter Heizsysteme in den Gemeinden Bunde und Jemgum: 15,2 % der Heizungsanlagen sind zwischen 20 und 30 Jahre alt und überschreiten damit bereits die empfohlene Altersgrenze für einen effizienten Betrieb. Zusätzlich überschreiten etwa 5,8 % die 30-Jahre-Marke, was insbesondere im Hinblick auf § 72 GEG relevant ist, da hier ein Betriebsverbot für bestimmte alte Heizkessel und Ölheizungen vorgesehen ist (siehe Kapitel 2.9). Hinweis: Diesbezüglich wird es ggf. Änderungen durch die geplante Ablösung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) durch das neue Gebäudemodernisierungsgesetz geben.

Auf Basis der Analyse empfiehlt sich eine gestaffelte Sanierungsstrategie, die sowohl kurzfristige Maßnahmen für überalterte Heizsysteme als auch mittelfristige Planungen für jüngere Anlagen umfasst. Daraus ergibt sich ein klarer Handlungsbedarf zur schrittweisen Erneuerung und gezielten Umsetzung effizienter Austauschmaßnahmen.



Heizungsanlagenalter	Heizsysteme %	Anzahl
0-5 Jahre	21,8%	894
6-10	24,2%	990
11-20	32,8%	1.342
21-30	15,2%	621
30+ Jahre	5,8%	237
Unbekannt	0,2%	9

Abbildung 13: Anzahl der bekannten Heizsysteme nach Anlagenalter in den Gemeinden Bunde und Jemgum

Abbildung 14 zeigt die anonymisierte räumliche Verteilung des durchschnittlichen Alters der zentralen Heizsysteme in den Gemeinden Bunde und Jemgum. In weiten Teilen des Projektgebiets liegt das durchschnittliche Alter der Heizungsanlagen zwischen 11 und 20 Jahren, in einigen Bereichen sogar bei über 30 Jahren. In den neueren Siedlungsbereichen ist meist ein junges Heizungsalter festzustellen – ein Befund, der meist mit der dortigen Baualtersstruktur korrespondiert.

Die Kenntnis über das Alter der Heizsysteme ist ein zentraler Baustein für die KWP. Sie ermöglicht die Identifikation von Modernisierungspotenzialen, die gezielte Ausgestaltung von Förderprogrammen, die vorausschauende Entwicklung der Energieinfrastruktur sowie die Reduktion von CO₂-Emissionen. Eine fundierte Datengrundlage schafft somit die Voraussetzung für eine ökologisch wie ökonomisch tragfähige Wärmeplanung.

Mit Inkrafttreten der GEG-Novelle zum 1. Januar 2024 gilt: In Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohnenden dürfen ab dem 1. Juli 2026 nur noch Heizsysteme neu eingebaut werden, die zu mindestens 65 % mit erneuerbaren Energien betrieben werden. In kleineren Kommunen greift diese Regelung ab dem 1. Juli 2028. Diese Vorgaben stehen im Einklang mit den Zielen des NKlimaG, welches eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis spätestens 2040 anstrebt. Hinweis: Diesbezüglich wird es sehr wahrscheinlich Änderungen durch die geplante Ablösung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) durch das neue Gebäudemodernisierungsgesetz geben.

Für Neubaugebiete bedeutet dies, dass Heizungsanlagen bereits heute so geplant werden sollten, dass sie langfristig den Anforderungen an eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung entsprechen.

Das NKlimaG verpflichtet Kommunen zur aktiven Mitwirkung am Klimaschutz und zur Umsetzung entsprechender Maßnahmen in der Bauleitplanung. Damit wird sichergestellt, dass neue Quartiere von Anfang an auf eine zukunftsfähige, erneuerbare Wärmeversorgung ausgerichtet sind.

Vor diesem Hintergrund ergibt sich ein erheblicher Handlungsbedarf für Personen mit Immobilieneigentum. Bei 237 Heizsystemen, die bereits seit über 30 Jahren in Betrieb sind, ist zu prüfen, ob eine gesetzliche Austauschpflicht besteht. Weitere 621 Anlagen, mit einem Alter zwischen 21 und 30 Jahren, sollten technisch überprüft und, sofern wirtschaftlich und technisch sinnvoll, modernisiert werden. Eine solche Maßnahme sollte idealerweise durch eine ganzheitliche Energieberatung begleitet werden, um Synergien mit weiteren Effizienzmaßnahmen zu identifizieren.

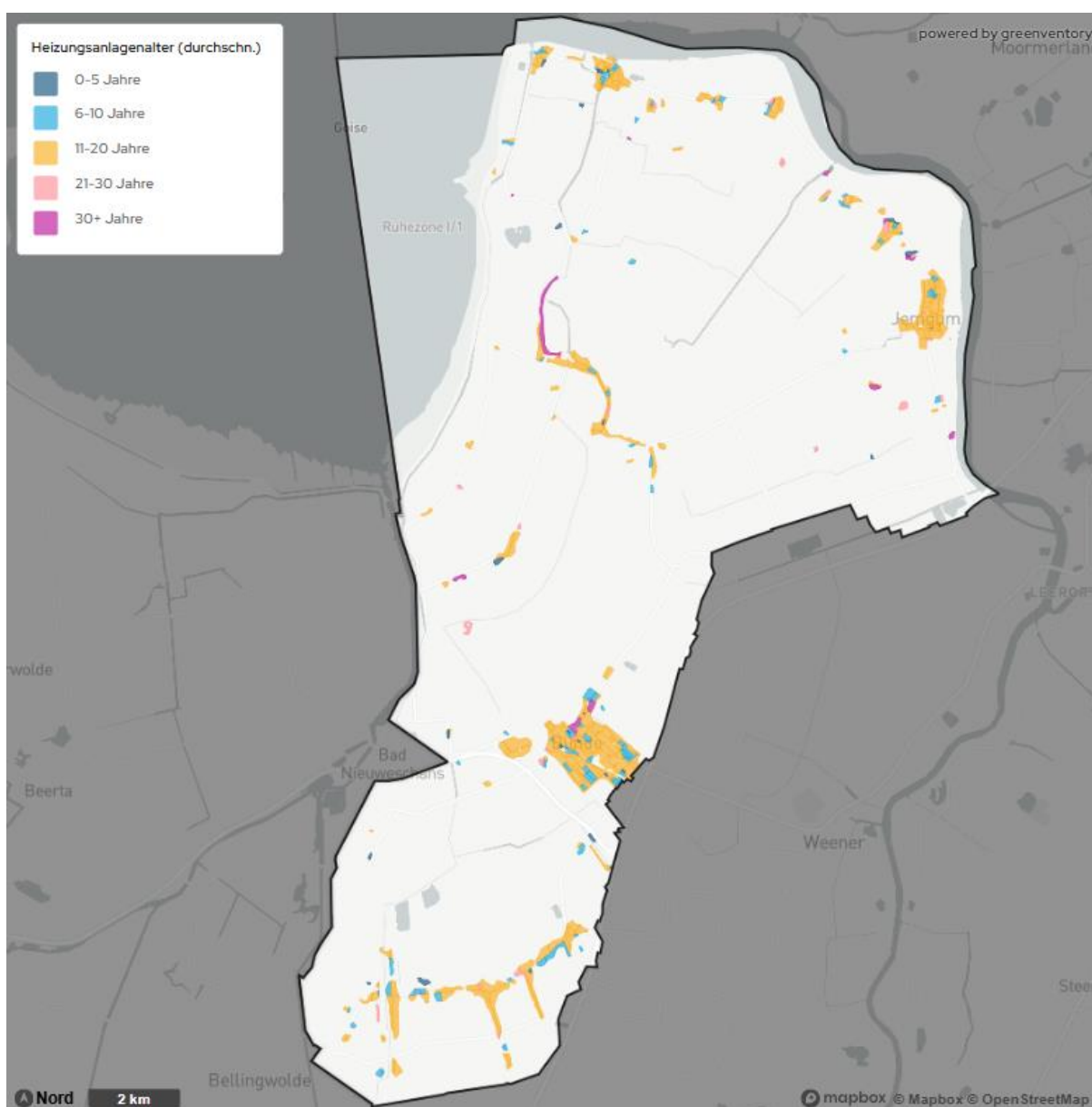


Abbildung 14: Räumliche Verteilung nach Heizungsanlagenalter in den Gemeinden Bunde und Jemgum

3.6. Eingesetzte Energieträger

Die Analyse der eingesetzten Energieträger im Gebäudebestand liefert zentrale Erkenntnisse für die Bewertung der aktuellen Wärmeversorgung und die Ableitung geeigneter Maßnahmen zur Dekarbonisierung. Sie zeigt, welche Brennstoffe derzeit in den Gemeinden Bunde und Jemgum dominieren, wie sich deren Einsatz über die Jahre verändert hat und wo Potenziale für den Umstieg auf erneuerbare Energien bestehen.

Um den gesamten Wärmebedarf (Raumwärme, Warmwasser sowie Prozesswärme) zu decken wird in den Gemeinden Bunde und Jemgum jährlich eine Wärmemenge von ca. 117 GWh benötigt. Diese Energiemenge wird durch unterschiedliche Träger bereitgestellt (siehe Abbildung 15).

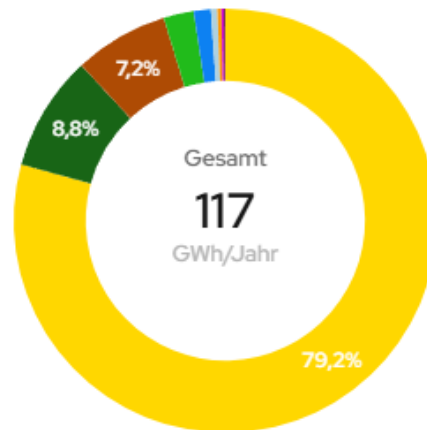
In vielen Regionen Deutschlands, darunter auch die Gemeinden Bunde und Jemgum, ist die Wärmeversorgung historisch stark auf Erdgas ausgerichtet. Abbildung 15 zeigt deutlich, dass fossile Energieträger weiterhin den mit Abstand größten Anteil an der lokalen Wärmebereitstellung im Projektgebiet haben.

Den Hauptanteil trägt dabei Erdgas, was mit einer jährlichen Wärmemenge von 92,7 GWh rund 79 % des Gesamtbedarfs abdeckt. Auch Heizöl spielt mit einer jährlichen Wärmemenge von 8,4 GWh und einem Anteil von 7,2 % eine relevante Rolle. Diese Zahlen unterstreichen die nach wie vor hohe Abhängigkeit von fossilen Energieträgern und verdeutlichen den Handlungsbedarf.

Neben den dominierenden fossilen Energieträgern tragen auch weitere Energiequellen zur lokalen Wärmebereitstellung bei. Strom, der für den Betrieb von Wärmepumpen und Direktheizsystemen genutzt wird, liefert 1,6 GWh pro Jahr, und deckt damit 1,3 % des Wärmebedarfs ab. Darüber hinaus werden jährlich 0,6 GWh aus Luftwärme genutzt, was einem Anteil von 0,5 % entspricht.

Ein Teil des Wärmebedarfs in den Gemeinden Bunde und Jemgum wird bereits durch erneuerbare Energien gedeckt. Besonders hervorzuheben ist hierbei die thermische Nutzung von Biomasse bzw. der Einsatz von Holzpellets, die mit einer jährlichen Wärmemenge von 2,7 GWh, entsprechend 2,3 %, zur lokalen Wärmeversorgung beiträgt.

Diese Zahlen verdeutlichen, dass regenerative und netzgebundene Alternativen bislang nur in geringem Umfang zur Wärmeversorgung beitragen. Sie bieten jedoch Ansatzpunkte für den Ausbau klimafreundlicher Versorgungsstrukturen.



Energieträger	Wärmebedarf	
	%	GWh/Jahr
■ Erdgas	79,2%	92,7
■ Holzscheite	8,8%	10,3
■ Heizöl	7,2%	8,4
■ Holzpellets	2,3%	2,7
■ Strom (Mix bundesweit)	1,3%	1,6
■ Luftwärme	0,5%	0,6
■ Flüssiggas (LPG)	0,3%	0,4
■ Erdwärme	0,2%	0,2
■ Kohle	0,1%	0,1

Abbildung 15: Wärmebedarf nach Energieträger in den Gemeinden Bunde und Jemgum

Der aktuelle Einsatz der Energieträger in der Wärmeversorgung der Gemeinden Bunde und Jemgum verdeutlicht die Herausforderungen auf dem Weg zur Dekarbonisierung (siehe Abbildung 16).

Eine nachhaltige und klimaneutrale Wärmeversorgung erfordert technologische Innovationen, den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien, den Ausbau von Wärmenetzen sowie die intelligente Integration verschiedener Technologien in bestehende Infrastrukturen. Eine gezielte technische Strategie ist hierbei von zentraler Bedeutung.

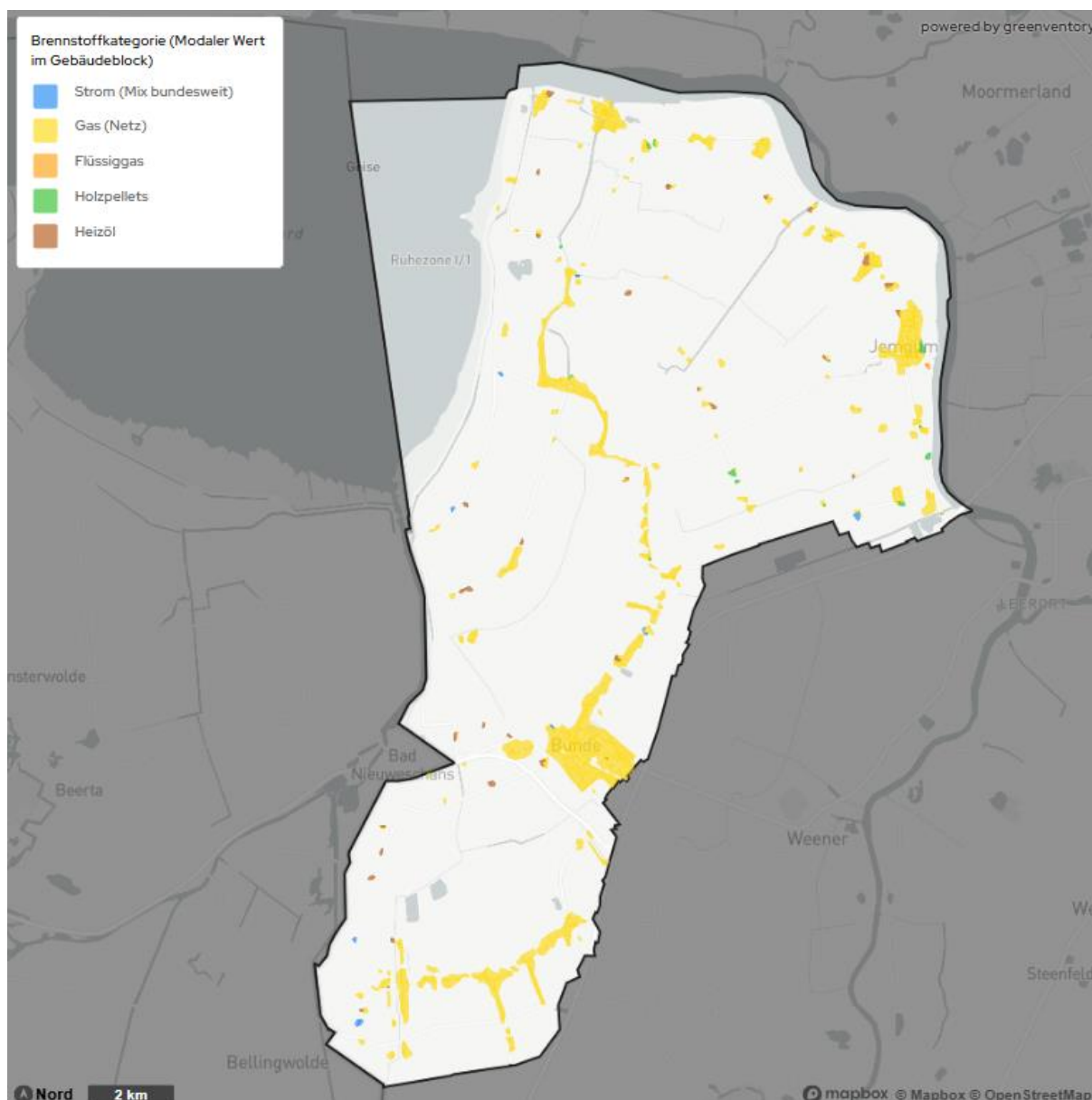


Abbildung 16: Räumliche Verteilung nach Energieträger in den Gemeinden Bunde und Jemgum

3.7. Gas- und Stromnetzinfrastruktur

Die Gas- und Stromnetzinfrastruktur bildet das Rückgrat der lokalen Energieversorgung und ist ein entscheidender Faktor für die Umsetzung der Wärmewende. Ihre Analyse ermöglicht eine Einschätzung der bestehenden Netzkapazitäten, der Anschlussdichte sowie der technischen Voraussetzungen für die Integration neuer Versorgungslösungen und Technologien.

Die Gasinfrastruktur ist in den Siedlungsbereichen der Gemeinden Bunde und Jemgum flächendeckend ausgebaut (siehe Abbildung 17). EWE NETZ GmbH versorgt das Projektgebiet bereits seit vielen Jahren mit Erdgas.

Aufgrund des Ziels der Klimaneutralität bis 2040 müssen die Netze transformiert werden. Die Versorgungssicherheit der Kundschaft steht dabei an oberster Stelle. Entscheidend für diesen Prozess sind die Bedarfe von Endverbrauchenden sowie politische und gesetzliche Vorgaben, die einzuhalten und umzusetzen sind. Die Erdgasnetze werden sich in diesem Zuge den Bedürfnissen anpassen.

Technisch gesehen können die Erdgasleitungen für Wasserstoff oder Biomethan genutzt werden und somit einen Teil zur Dekarbonisierung der Energieversorgung beitragen (siehe dazu auch Kapitel 4.4). 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 die Haushaltskundschaft mit hoher Wahrscheinlichkeit aufgrund des Aufwands und der Kosten für die Herstellung und den Transport nicht wirtschaftlich sein wird.

Das Stromnetz von EWE NETZ GmbH 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 effizient und bedarfsorientiert betreiben zu können. Beispielhaft hierfür ist der Einsatz von Ortsnetzstationen mit intelligenter Technik, die automatisch die Spannung im Netz regeln, damit mehr erneuerbare Energien aufgenommen werden können.

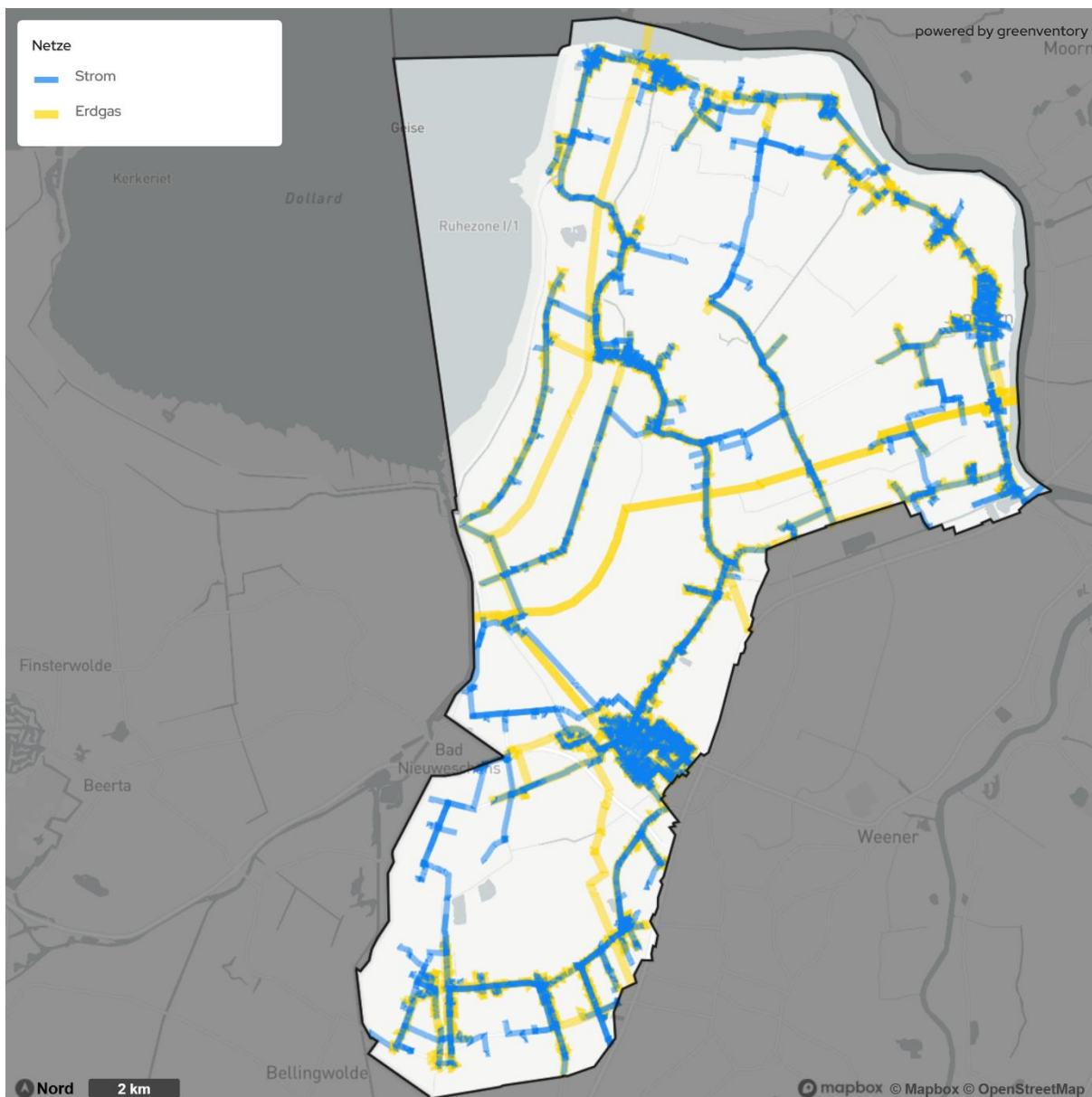


Abbildung 17: Gas- und Stromnetzinfrastruktur in den Gemeinden Bunde und Jemgum

3.8. Wärmenetze

Flächendeckend existieren keine Wärmenetze in den Kommunen Bunde und Jemgum. Am Standort der Grundschule Jemgum wird Wärme durch ein Erdgas-BHKW erzeugt. An dieses BHKW sind derzeit die Grundschule Jemgum sowie das ehemalige DRK-Gebäude als Wärmeabnehmende angebunden.

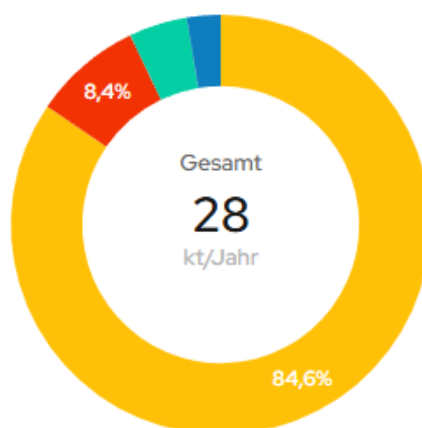
Das zweite Erdgas-BHKW befindet sich in Ditzum und übernimmt die Versorgung der Turnhalle Ditzum. Über dieses BHKW werden neben der Turnhalle Ditzum auch die Grundschule Ditzum sowie der Kindergarten Ditzum mit Wärme versorgt.

3.9. Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung

Die Bewertung der Treibhausgasemissionen im Wärmesektor ist ein zentraler Bestandteil der KWP. Die Analyse verdeutlicht, welche Energieträger und Technologien aktuell die größten Emissionsanteile verursachen und wo gezielte Maßnahmen zur Reduktion erforderlich sind, um die Klimaziele zu erreichen.

Im Zuge der Wärmeerzeugung werden in den Gemeinden Bunde und Jemgum jährlich 28 kt CO₂ Äquivalente (CO₂e) freigesetzt. Diese entfallen vornehmlich, zu 84,6 %, auf den Wohnsektor. Weitere 8,4 % fallen auf den Sektor der Industrie und Produktion, 2,6 % auf den Gewerbe-, Handels- und Dienstleistungssektor und 4,5 % auf den Sektor der öffentlichen Bauten (siehe Abbildung 18).

Die Anteile der Sektoren an den Treibhausgasemissionen entsprechen weitgehend ihren Anteilen am Wärmebedarf. Das bedeutet, dass jeder Sektor pro verbrauchter Gigawattstunde Wärme eine ähnliche Menge an Treibhausgasen emittiert, sodass eine Priorisierung der Sektoren nach spezifischen Emissionen nicht notwendig ist.



Wirtschaftssektor	THG-Emissionen	
	%	kt/Jahr
Privates Wohnen	84,6%	23,7
Industrie & Produktion	8,4%	2,3
Öffentliche Bauten	4,5%	1,3
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	2,6%	0,7

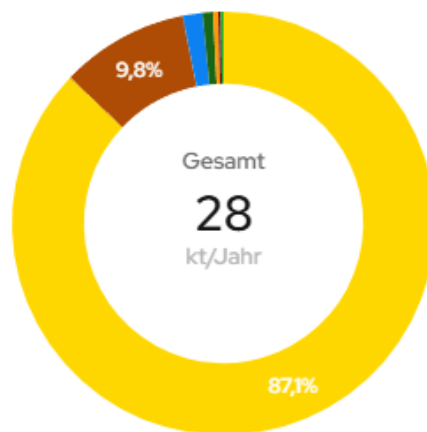
Abbildung 18: Treibhausgasemissionen nach Sektor in den Gemeinden Bunde und Jemgum

In der Wärmeerzeugung im Projektgebiet ist Erdgas mit deutlichem Abstand der größte Verursacher von Treibhausgasemissionen (siehe Abbildung 19). Es verursacht 87,1 % der gesamten Emissionen, was einer jährlichen Menge von rund 24,4 kt CO₂e entspricht.

Gemeinsam mit Heizöl, welches hier einen Anteil von 9,8 % ausmacht, verursachen die beiden Wärmeerzeuger 96,9 %, entsprechend einer jährlichen Menge von 27,1 kt CO₂e, der Treibhausgasemissionen in den Gemeinden Bunde und Jemgum. Kohle fällt mit lediglich 0,2 %, entsprechend einer jährlichen Menge von 0,1 kt CO₂e, kaum ins Gewicht.

Der Anteil von Strom macht mit 1,5 %, entsprechend einer jährlichen Menge von 0,4 kt CO₂e, einen sehr geringen Anteil der Treibhausgasemissionen im Projektgebiet aus. Der Beitrag des Wärmeerzeugers Biomasse mit 1,0 %, entsprechend einer jährlichen Menge von 0,3 kt CO₂e fällt kaum ins Gewicht.

An diesen Zahlen wird deutlich, dass der Schlüssel für die Reduktion der Treibhausgase in der Abkehr von Erdgas und Heizöl liegt, aber auch in der erneuerbaren Stromerzeugung, zumal dem Strom durch die prognostizierte starke Zunahme von Wärmepumpen zukünftig eine zentrale Rolle zufallen wird.



Energieträger	THG-Emissionen	
	%	kt/Jahr
Erdgas	87,1%	24,4
Heizöl	9,8%	2,7
Strom (Mix bundesweit)	1,5%	0,4
Holzzscheite	0,8%	0,2
Flüssiggas (LPG)	0,4%	0,1
Kohle	0,2%	0,1
Holzpellets	0,2%	0,1

Abbildung 19: Treibhausgasemissionen nach Energieträger in den Gemeinden Bunde und Jemgum

Der dominierende Beitrag von Erdgas zur Treibhausgasbilanz lässt sich sowohl auf den hohen Verbrauch als auch auf den ungünstigen Emissionsfaktor zurückführen. Während emissionsärmere Energieträger wie Biomasse lediglich einen marginalen Anteil ausmachen, prägen fossile Energieträger weiterhin maßgeblich das Emissionsgeschehen. Besonders deutlich fällt der Anstieg bei Heizöl (9,8 %) und Strom (1,5 %) ins Gewicht, da

deren spezifische Emissionsfaktoren über denen anderer Energieträger liegen. Allerdings ist mittelfristig mit einer Reduktion des Emissionsfaktors im deutschen Strommix zu rechnen.

Die verwendeten heizwertbezogenen Emissionsfaktoren lassen sich aus Tabelle 3 entnehmen. Diese werden in Brennwertäquivalente umgerechnet, um den Endenergieeinsatz zu bewerten und somit den einzelnen Energieträgern vollumfänglich zuzuordnen. 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.

Wie in Abbildung 19 dargestellt, entfallen rund 87 % der gesamten Treibhausgasemissionen im Wärmesektor der Gemeinden Bunde und Jemgum auf die Nutzung von Erdgas. Der durch Strom verursachte Anteil – in dem der Betrieb der bereits installierten Wärmepumpen vollständig enthalten ist – liegt dagegen lediglich bei 1,5 % bzw. rund 0,4 kt CO₂e/a.

Diese Bilanz berücksichtigt bereits den Beitrag der genutzten Umweltwärme, die von den Wärmepumpen in nutzbare Heizwärme umgewandelt wird. Unter Annahme typischer Jahresarbeitszahlen (JAZ) von 3 bis 4, das heißt einem Verhältnis von 1 Teil Strom zu 3 bis 4 Teilen nutzbarer Wärme, ergibt sich auf Basis des aktuellen Bundesstrommixes (0,499 t CO₂/MWh im Jahr 2022) ein effektiver Emissionswert von nur etwa 0,12 bis 0,17 t CO₂e/MWh Wärme. Ein Erdgaskessel verursacht im Vergleich rund 0,24 t CO₂e/MWh Wärme.

Damit sind Wärmepumpen schon heute deutlich klimafreundlicher als Erdgasheizungen. Mit der fortschreitenden Dekarbonisierung des deutschen Strommixes auf voraussichtlich 0,11 t CO₂/MWh bis 2030 und 0,025 t CO₂/MWh bis 2040 wird sich dieser Klimavorteil künftig weiter verstärken.

Tabelle 3: Heizwertbezogene Emissionsfaktoren nach Energieträger (Quelle: Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW)-Halle, 2024)

Energieträger	Faktor Heizwert zu Brennwert	Emissionsfaktoren (t CO ₂ e/MWh)			
		2022	2030	2040	2045
Jahr					
Strom	1	0,499	0,110	0,025	0,015
Heizöl	1,06	0,310	0,310	0,310	0,310
Erdgas	1,11	0,240	0,240	0,240	0,240
Steinkohle	1,06	0,400	0,400	0,400	0,400
Biogas	1,11	0,139	0,133	0,126	0,123
Biomasse (Holz)	1,1	0,020	0,020	0,020	0,020
Solarthermie	1	0	0	0	0

Abbildung 20 zeigt die anonymisierte Verteilung der aggregierten Treibhausgasemissionen in den Gemeinden Bunde und Jemgum. Die kartografische Darstellung der CO₂-Emissionen aus Heizsystemen weist eine insgesamt gleichmäßige Verteilung der Emissionen auf, wobei ein Rückgang von den nordwestlich gelegenen Siedlungsbereichen hin zu den jeweiligen Ortskernen erkennbar ist. Diese räumliche Differenzierung lässt sich unter anderem durch die höhere Dichte an Gebäuden mit geringem energetischem Standard in diesen Bereichen erklären. Neben dem möglichen Einfluss größerer Industrieanlagen tragen insbesondere schlecht sanierte Wohngebäude in dicht besiedelten Gebieten maßgeblich zu erhöhten lokalen Treibhausgasemissionen bei.

Eine gezielte Minderung der Emissionen in stark belasteten Wohnquartieren würde sowohl zur Erreichung klimapolitischer Ziele beitragen als auch die Luft- und Lebensqualität der Bevölkerung nachhaltig verbessern.

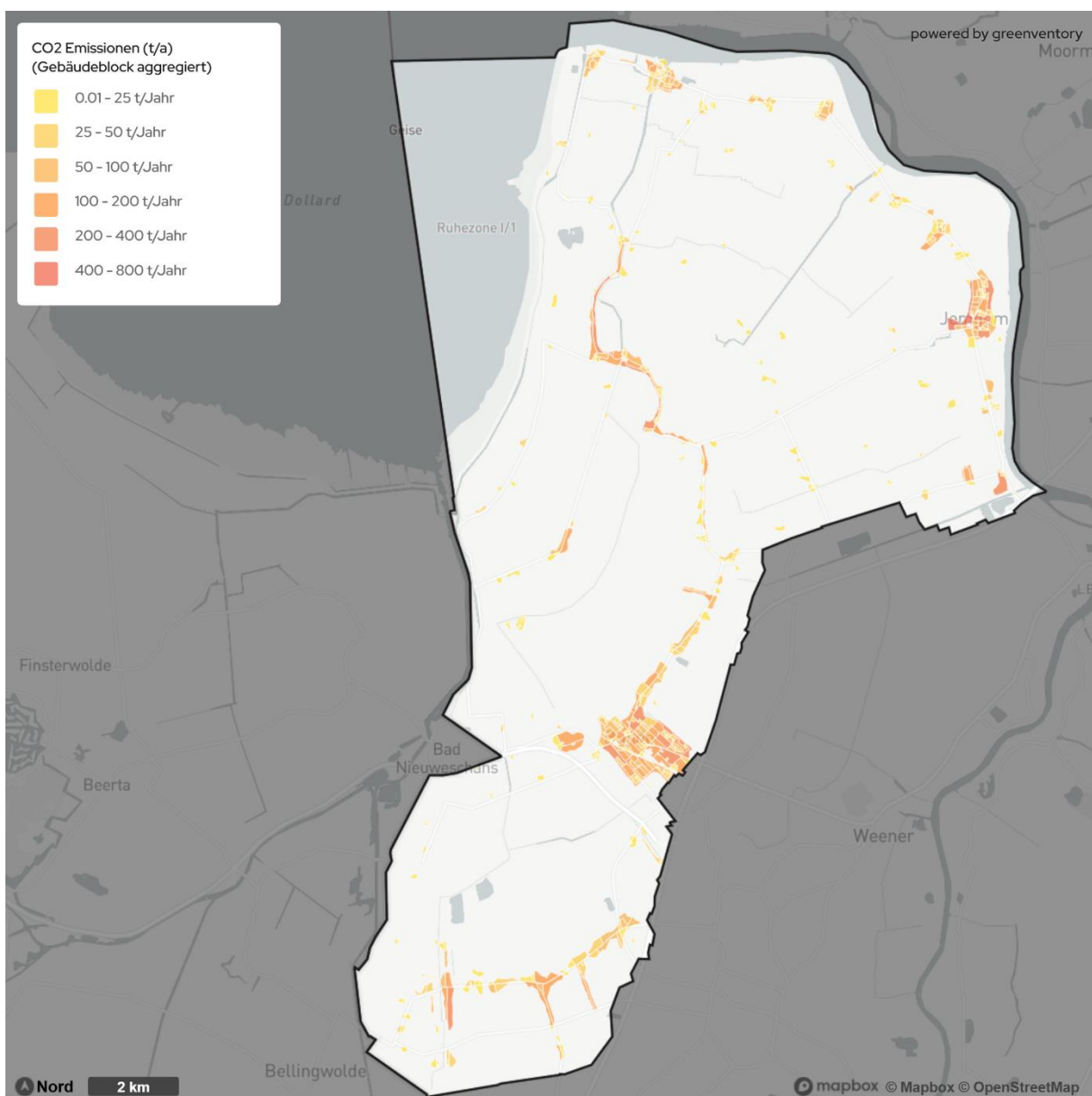


Abbildung 20: Räumliche Verteilung nach Treibhausgasemissionen in den Gemeinden Bunde und Jemgum

3.10. Zusammenfassung und Fazit der Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse verdeutlicht die zentrale Rolle fossiler Energieträger in der aktuellen Wärmeversorgungsstruktur der Gemeinden Bunde und Jemgum. Als überwiegend wohngeprägte Kommunen entfällt der Großteil der Gebäudeanzahl und der damit verbundenen Emissionen auf den Wohnsektor. Daraus ergibt sich ein besonders hoher Handlungsbedarf zur Dekarbonisierung in diesem Bereich.

Erdgas stellt mit Abstand den dominierenden Energieträger in den Heizsystemen dar. Andere Energieträger wie Strom, Heizöl, Kohle oder Biomasse spielen lediglich eine untergeordnete Rolle. Die Analyse unterstreicht den dringenden Bedarf an technischer Erneuerung und an der Umstellung auf erneuerbare Energien, um den hohen Anteil fossiler Brennstoffe in der Wärmeversorgung signifikant zu senken.

Trotz dieser herausfordernden Ausgangslage lassen sich auch positive Perspektiven ableiten: Die Bestandsanalyse zeigt nicht nur die Notwendigkeit eines systematischen, technisch fundierten Transformationsprozesses auf, sondern identifiziert auch konkrete Ansatzpunkte und Chancen für die zukünftige Gestaltung der Wärmeversorgung. Zentrale Maßnahmen sind dabei die Umstellung auf erneuerbare Energieträger – insbesondere durch den Einsatz von Wärmepumpen – sowie die energetische Sanierung der Gebäudehüllen. Unterstützt durch das Engagement der Gemeinden Bunde und Jemgum kann so eine nachhaltige Reduktion der Treibhausgasemissionen erreicht werden.

Ein wesentlicher Hebel zur Senkung des Gesamtwärmebedarfs liegt in der vertieften Betrachtung des Wohnsektors. Hier können Effizienzsteigerungen den Energiebedarf deutlich reduzieren, während die Umstellung auf klimafreundliche Energiequellen die Emissionen signifikant senkt.

EWE NETZ GmbH versorgt die Gemeinden Bunde und Jemgum seit vielen Jahren zuverlässig mit Erdgas und plant, das bestehende Netz im Zuge der angestrebten Klimaneutralität bis 2045 schrittweise zu transformieren. Die Gasinfrastruktur ist flächendeckend vorhanden und technisch geeignet, künftig auch Wasserstoff oder Biomethan aufzunehmen. Ein Rückbau ist daher nicht erforderlich. Parallel dazu wird das Stromnetz kontinuierlich ausgebaut und modernisiert, um den steigenden Anforderungen durch Wärmepumpen, Photovoltaik, Speicherlösungen und Ladeinfrastruktur gerecht zu werden. Intelligente Messsysteme und automatisierte Ortsnetzstationen mit Spannungsregelung ermöglichen eine bedarfsgerechte und effiziente Energieverteilung.

Die jährlichen Treibhausgasemissionen im Wärmebereich der Gemeinden Bunde und Jemgum belaufen sich auf 28 kt CO₂e, wobei über 84 % auf den Wohnsektor entfallen. Erdgas ist mit einem Anteil von 87,1 % der Hauptverursacher, gefolgt von Heizöl mit 9,8 %. Insgesamt stammen 96,9 % der Emissionen aus fossilen Energieträgern. Eine konsequente Abkehr von Erdgas und Heizöl sowie der verstärkte Einsatz erneuerbarer Energien sind daher unerlässlich – nicht nur zur Emissionsminderung, sondern auch zur Verbesserung der Luftqualität und der Lebensverhältnisse in den Wohngebieten.

4. Potenzialanalyse

Zur Ermittlung der technischen Potenziale erneuerbarer Energien wurde eine umfassende Flächenanalyse durchgeführt. Dabei kamen sowohl übergeordnete Ausschlusskriterien als auch spezifische Eignungskriterien zur Anwendung. Diese methodische Vorgehensweise ermöglicht eine belastbare, quantitative und räumlich differenzierte Bewertung aller relevanten erneuerbaren Energiequellen im gesamten Projektgebiet.

Die tatsächliche Nutzbarkeit der identifizierten Potenziale hängt jedoch von weiteren Faktoren ab – etwa der wirtschaftlichen Umsetzbarkeit, den Eigentumsverhältnissen sowie standortspezifischen Restriktionen. Diese Aspekte sind Gegenstand weiterführender Untersuchungen und fließen in die spätere Maßnahmenplanung ein.

Ergänzend wurde eine Abschätzung der zukünftigen Entwicklung des Energieverbrauchs vorgenommen, um die Potenziale in einen realistischen Kontext zu setzen. Die schematische Vorgehensweise zur Ermittlung der Potenziale erneuerbarer Energien ist auf Abbildung 21 dargestellt.

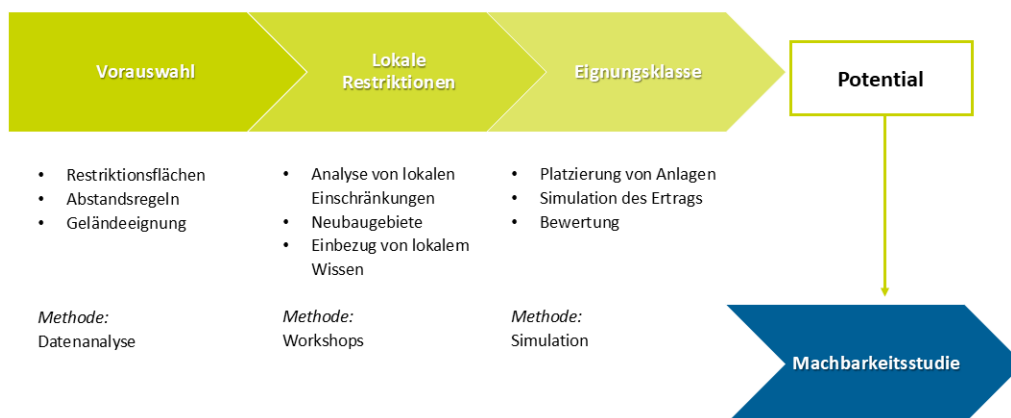


Abbildung 21: Vorgehensweise bei der Ermittlung von Potenzialen

4.1. Erfasste Potenziale

Die Potenzialanalyse konzentriert sich auf die technischen Möglichkeiten zur Erschließung erneuerbarer Wärmequellen im Untersuchungsgebiet. Grundlage bildet eine umfassende Auswertung öffentlich zugänglicher Datensätze, die eine räumlich differenzierte Eingrenzung und Quantifizierung der identifizierten Potenziale ermöglicht. Neben der Bewertung erneuerbarer Wärmequellen wurde auch das Potenzial zur Erzeugung regenerativen Stroms systematisch erfasst.

Die wesentlichen Datenquellen für die Potenzialanalyse umfassten:

- Biomasse:** Nutzbare Energie aus organischen Reststoffen
- Windkraft:** Potenzial zur Stromerzeugung aus Windenergie
- Solarthermie (Freifläche & Aufdach):** Wärmeengewinnung durch Sonnenstrahlung
- Photovoltaik (Freifläche & Aufdach):** Stromerzeugung durch solare Einstrahlung
- Oberflächennahe Geothermie:** Nutzung der Wärme aus den oberen Erdschichten
- Tiefengeothermie:** Nutzung tieferliegender Erdwärme zur Strom- und Wärmeerzeugung
Hinweis: Aufgrund bestehender Restriktionsflächen – insbesondere Siedlungsgebiete und notwendige Abstände – wurde in den Kommunen kein wirtschaftlich nutzbares Potenzial für Tiefengeothermie identifiziert. Daher wurde diese Energiequelle im weiteren Verlauf nicht weiter betrachtet.
- Luftwärmepumpe:** Nutzung der Umgebungswärme aus der Außenluft
- Gewässerwärmepumpe:** Nutzung der thermischen Energie aus Flüssen und Seen
- Abwärme aus Klärwerken:** Rückgewinnung nutzbarer Wärme aus Abwasserbehandlungsprozessen
- Industrielle Abwärme:** Nutzung überschüssiger Prozesswärme aus Industrieanlagen

Diese Erhebung bildet eine wichtige Grundlage für die strategische Planung und Priorisierung zukünftiger Maßnahmen zur Energiegewinnung und -versorgung. Eine wirtschaftliche Bewertung der Potenziale erfolgt im Anschluss an die KWP im Rahmen vertiefender Machbarkeitsstudien (siehe Abbildung 22).



Abbildung 22: Vorgehen und Datenquellen der Potenzialanalyse

4.2. Methode: Indikatorenmodell

Zur Bestimmung der technischen Potenziale erneuerbarer Energien in den Gemeinden Bunde und Jemgum wurde eine stufenweise Flächenanalyse durchgeführt. Grundlage hierfür bildet ein Indikatorenmodell, das sämtliche Flächen systematisch bewertet. Dabei werden sie mit technologiespezifischen Indikatoren – wie etwa Windgeschwindigkeit oder solare Einstrahlung – versehen und analysiert. Diese Methodik ermöglicht eine robuste, räumlich differenzierte und quantitativ belastbare Bewertung der Potenziale im gesamten Untersuchungsgebiet.

Die Potenzialermittlung erfolgt in drei Schritten:

1. **Erfassung struktureller Merkmale** aller Flächen im Untersuchungsgebiet
2. **Eingrenzung geeigneter Flächen** anhand harter und weicher Restriktionskriterien sowie technologiespezifischer Anforderungen (z. B. Mindestflächengrößen für Photovoltaik auf Freiflächen)
3. **Berechnung des jährlichen energetischen Potenzials** je Fläche oder Energiequelle auf Basis aktuell verfügbarer Technologien

In Tabelle 4 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 KWP dient die Potenzialanalyse insbesondere der Präzisierung und Bewertung von Versorgungsoptionen in den identifizierten Eignungsgebieten – mit besonderem Fokus auf die Fernwärmeversorgung. Gemäß dem Handlungsleitfaden der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW, 2021) liegt der Schwerpunkt auf der Identifikation des technischen Potenzials (siehe Infobox „Definition von Potenzialen“).

Gleichzeitig ist zu beachten, dass neben der technischen Machbarkeit auch ökonomische und soziale Aspekte bei der späteren Entwicklung konkreter Flächen eine zentrale Rolle spielen. Die KWP erhebt dabei nicht den Anspruch, eine vollständige Potenzialstudie zu ersetzen. Vielmehr bildet sie die Grundlage für weiterführende Machbarkeitsuntersuchungen, die eine detaillierte Ausarbeitung im Rahmen kommunaler Planungsprozesse anstoßen sollen.

Tabelle 4: Potenziale und Auswahl der berücksichtigten Kriterien

Potenzial		Auswahl wichtiger Kriterien
Elektrische Potenziale	Windkraft	Abstand zu Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte
	Photovoltaik auf Freiflächen	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte
	Photovoltaik auf Dachflächen	Dachflächen, Mindestgrößen, Gebäudetyp, techno-ökonomische Anlagenparameter
Thermische Potenziale	Abwärme aus Klärwerken	Klärwerk-Standort, Anzahl versorgter Haushalte, techno-ökonomische Anlagenparameter
	Industrielle Abwärme	Wärmemengen, Temperaturniveau, zeitliche Verfügbarkeit
	Biomasse	Landnutzung, Naturschutz, Hektarerträge von Energiepflanzen, Heizwerte, techno-ökonomische Anlagenparameter
	Solarthermie auf Freiflächen	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte, Nähe zu Wärmeverbrauchenden
	Solarthermie auf Dachflächen	Dachflächen, Mindestgrößen, Gebäudetyp, techno-ökonomische Anlagenparameter
	Oberflächennahe Geothermie	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Wasserschutzgebiete, Nähe zu Wärmeverbrauchenden
	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 Wärmeverbrauchenden, techno-ökonomische Anlagenparameter

Infobox: Potenzialbegriffe

Theoretisches Potenzial:

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

Technisches Potenzial:

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

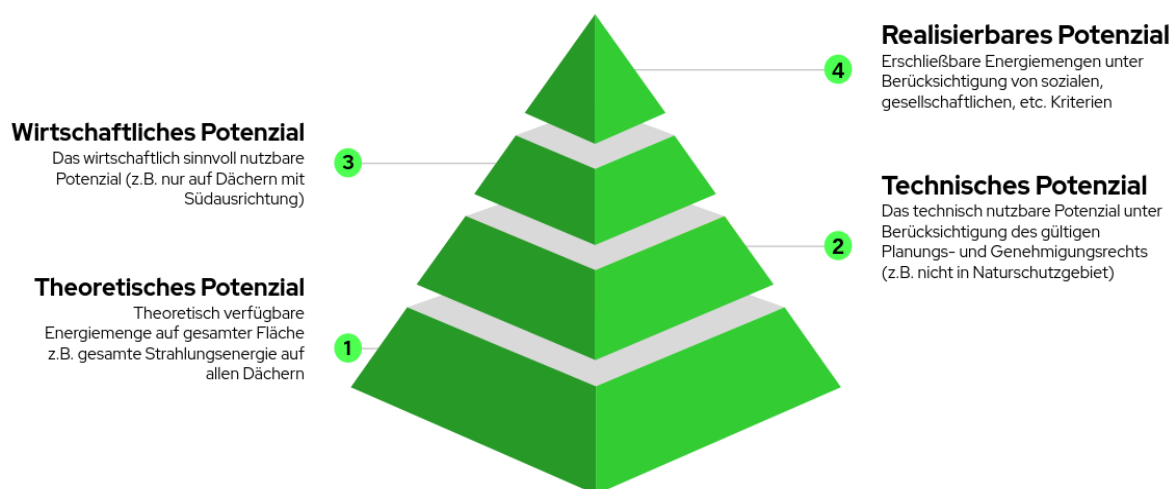
- *Geeignetes Potenzial* (weiche und harte Restriktionen): unter Anwendung harter Kriterien (Restriktionen, die einer Wärme-/Stromerzeugung entgegenstehen) und weicher Kriterien (Restriktionen, die eine Nutzung bestehender Potenziale einschränken können). Natur- und Artenschutz wird grundsätzlich ein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

Die im Zuge der KWP betrachteten thermischen Potenziale für die zukünftige Wärmeversorgung gliedern sich in acht Kategorien auf, während die elektrischen Potenziale zur Stromversorgung in vier Bereiche unterteilt sind. Gemeinsam eröffnen sie ein vielfältiges Spektrum an Möglichkeiten zur lokalen Energiegewinnung und zur darauf basierenden Versorgung der Gemeinden Bunde und Jemgum. Die auf den folgenden Flächen dargestellten Energieerträge sind als bilanzielle Größen zu verstehen. Daten zur tatsächlichen Verfügbarkeit der Wärmemengen, etwa durch Lastgänge oder vergleichbare Methoden, wurden bei der Erhebung des Wärmepotenzials nicht berücksichtigt.

Die Kategorien der berechneten und im weiteren Verlauf diskutieren Potenziale sind folgende:

Thermische Potenziale	Elektrische Potenziale
<ul style="list-style-type: none"> • Geothermie (oberflächennahe Kollektoren) • Geothermie (oberflächennahe Sonden) • Luftwärmepumpen • Solarthermie auf Dachfläche • Solarthermie auf Freifläche • Biomasse • Seewärme/ Flusswärme • Industrielle Abwärme 	<ul style="list-style-type: none"> • Photovoltaik auf Dachfläche • Photovoltaik auf Freifläche • Windkraftanlagen • Biomasse

Besonders hervorzuheben ist, dass es sich hierbei um technische Potenziale aus Hochrechnungen von öffentlichen und freiverfügbaren Datensätzen zur Energiegewinnung handelt, die nur durch gesetzliche Restriktionen, wie beispielsweise Natura 2000 und Landschaftsschutzgebiete eingegrenzt sind. Ferner wurden in Gebieten mit Moorschutzprogrammen keine Potenziale für die oberflächennahe Geothermie (Sonden oder Kollektoren) ermittelt. In der KWP werden durch die Potenzialanalyse große mögliche Wärmemengen aufgezeigt, die in nachgelagerten Studien nochmals genau verifiziert werden müssen.

Weitere Aspekte der Wirtschaftlichkeit und der Realisierbarkeit für die Nutzung der Potenzialflächen werden im Prozess der KWP nicht betrachtet und sind daher im Nachgang zu untersuchen und zu bewerten. Ferner gibt es ebenfalls einen Flächenkonflikt innerhalb der Potenziale. Dort, wo beispielsweise Potenzial für Photovoltaik- oder Solarthermieanlagen auf Freiflächen gegeben ist, stehen diese Potenziale in Konkurrenz zueinander und nur eines der jeweiligen Potenziale kann für die Fläche genutzt werden. Ähnlich verhält es sich mit den Potenzialflächen der oberflächennahen Geothermie (Kollektoren und Sonden) oder mit den Potenzialen der Biomasse zur thermischen und elektrischen Nutzung.

Auch eine mögliche Reduktion des Wärmebedarfs zählt in die Betrachtung der Potenziale mit ein. Bei einer konsequenten Sanierung der vorhandenen Bestandsgebäude ist es möglich, große Mengen an thermischer Energie einzusparen, was sich direkt auf den zukünftigen Wärmebedarf der Gemeinden Bunde und Jemgum auswirkt.

4.3.1. Potenziale zur Stromerzeugung

Die Analyse der Potenziale in den Gemeinden Bunde und Jemgum zeigt verschiedene Optionen für die lokale Erzeugung von erneuerbarem Strom (siehe Abbildung 23).

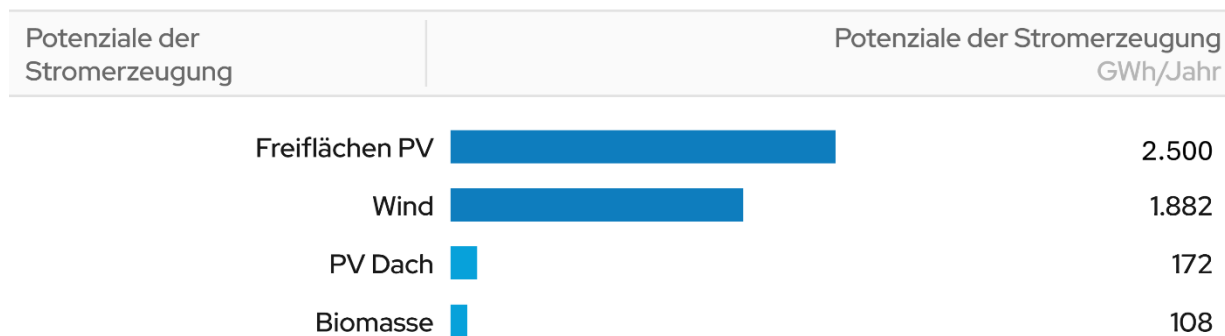


Abbildung 23: Erneuerbare Strompotenziale in den Gemeinden Bunde und Jemgum

4.3.1.1. Potenzial von Photovoltaik auf Freiflächen

Das Photovoltaik-Potenzial auf Freiflächen bietet ein geschätztes theoretisches Stromerzeugungspotenzial von 2.500 GWh/a (siehe Abbildung 23). Hinweis: Die Berechnung basiert auf einer maximalen theoretischen „Ausreizung“ der Gemeindeflächen inklusive der Berücksichtigung des Landschaftsschutzgebietes „Rheiderland“ und des Beschlusses des Verwaltungsausschusses der Gemeinde Bunde vom April 2024.

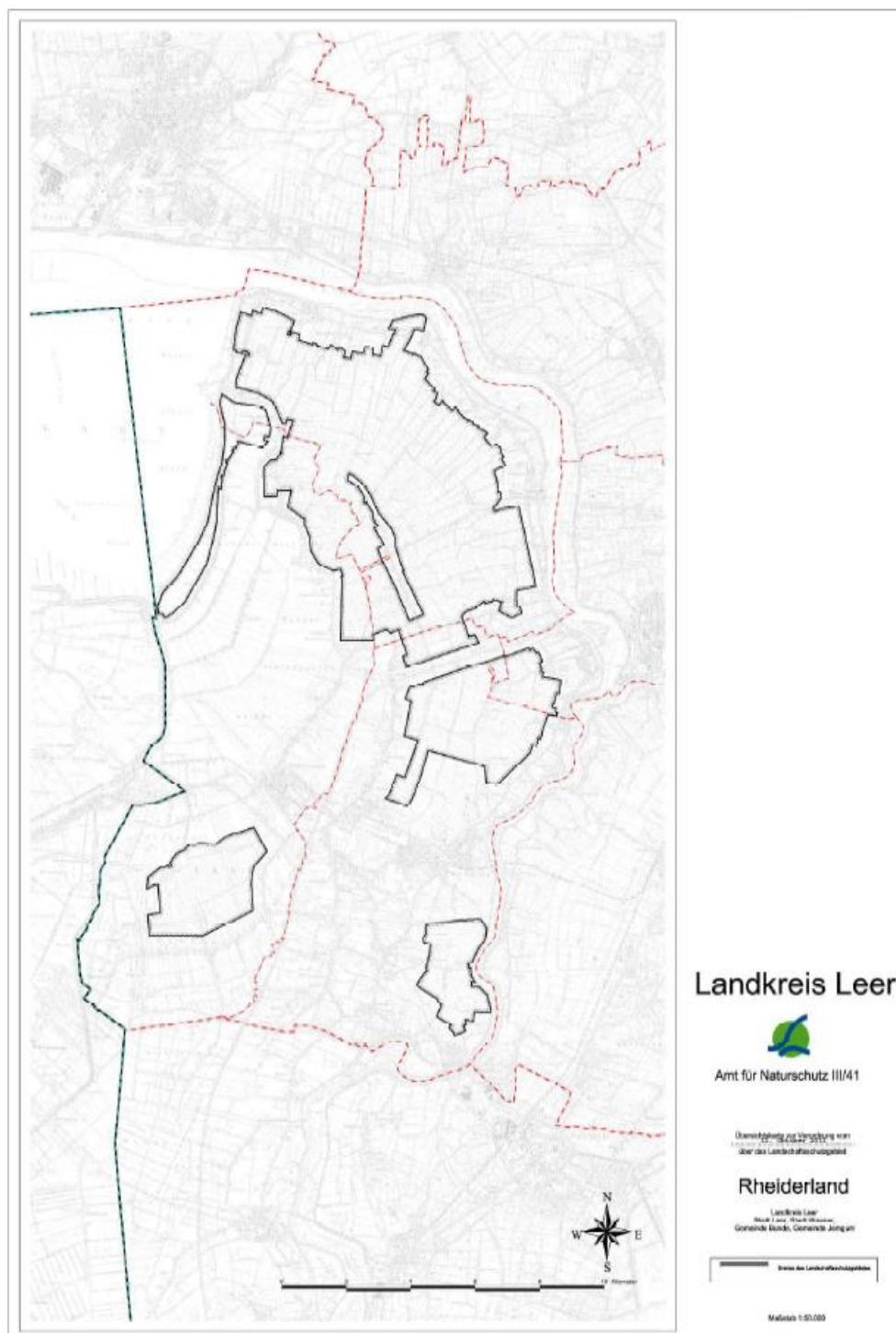


Abbildung 24: Erneuerbare Strompotenziale in den Gemeinden Bunde und Jemgum

Das Potenzial ergibt sich bei einer optimierten Modulplatzierung unter Berücksichtigung von Verschattung, Sonneneinstrahlung, Volllaststunden und Geländeprofile. Technisch nutzbare Flächen – definiert durch Mindestvolllaststunden und geeignete Neigungswinkel – werden einbezogen. Zusätzlich sind mögliche Nutzungskonflikte, etwa mit landwirtschaftlichen Flächen, sowie die Netzanschlussfähigkeit zu berücksichtigen. Ein wesentlicher Vorteil von Photovoltaikanlagen auf Freiflächen in Kombination mit Großwärmepumpen liegt in der räumlichen Entkopplung von Erzeugung und Verbrauch, was eine flexible Standortwahl ermöglicht. Besonders geeignete Areale für Photovoltaikanlagen auf Freiflächen in den Gemeinden Bunde und Jemgum sind auf Abbildung 25 veranschaulicht.

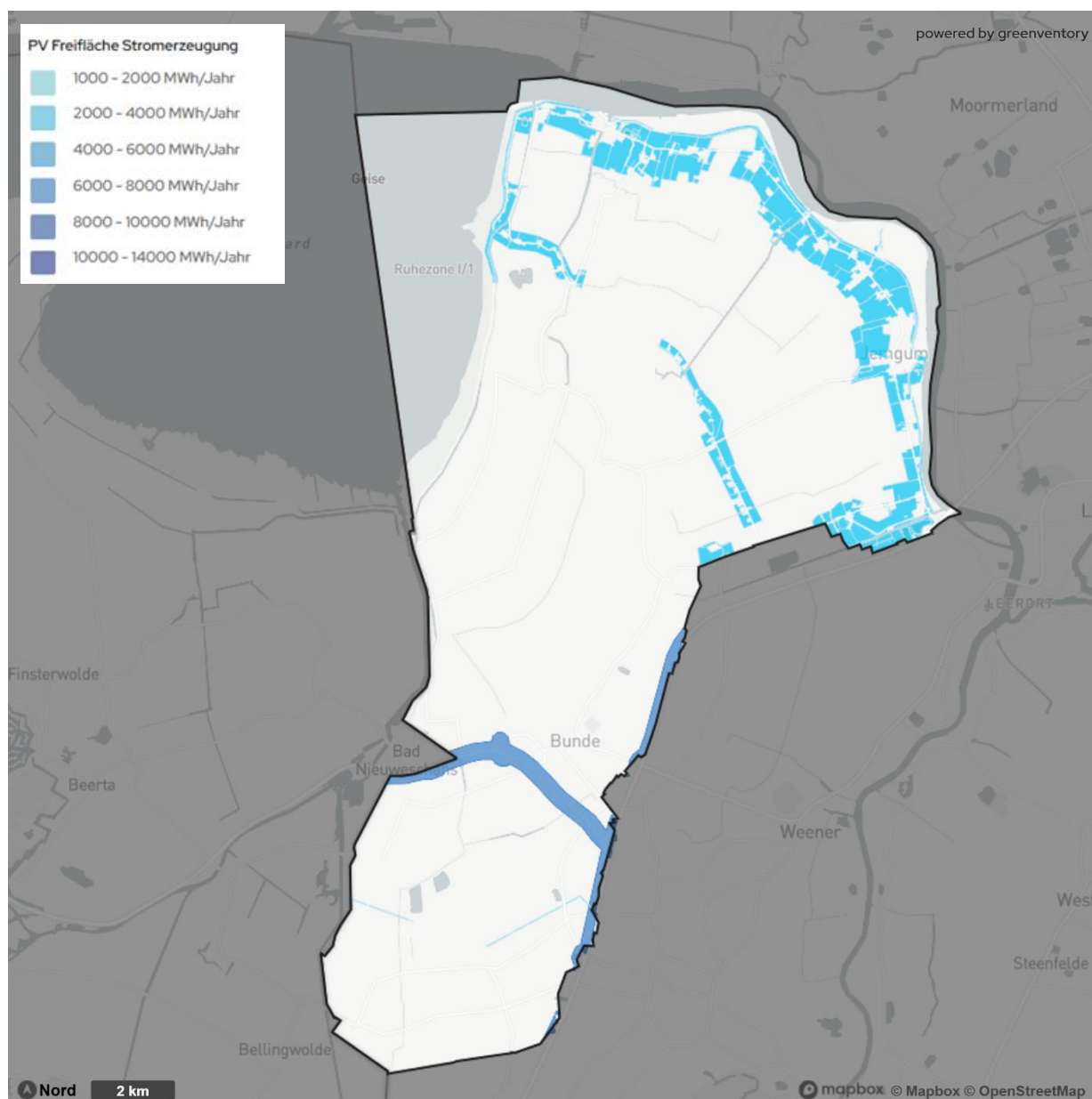


Abbildung 25: Potenziale von Photovoltaikanlagen auf Freiflächen in den Gemeinden Bunde und Jemgum

4.3.1.2. Potenzial von Windenergieanlagen

Ebenso die Nutzung von Windkraft stellt ein ergänzendes Potenzial dar. Potenzialflächen für Windenergieanlagen werden anhand technischer, ökologischer und rechtlicher Kriterien ausgewiesen. Als gut geeignet gelten Flächen mit mindestens 1.900 Volllaststunden. Die Berechnung berücksichtigt lokale Windverhältnisse, Anlagentypen und zu erwartende Energieerträge. Flächen mit geringerer Ausbeute werden ausgeschlossen. Mit einem jährlichen Potenzial von ca. 1.880 GWh stellt die Windkraft eine weitere bedeutende Option dar (siehe Abbildung 23). Neben technischen und rechtlichen Aspekten sind auch Akzeptanzfragen sowie Auswirkungen auf Flora und Fauna zu berücksichtigen. Besonders geeignete Areale für Windenergieanlagen in den Gemeinden Bunde und Jemgum sind auf Abbildung 26 veranschaulicht. Eine detailliertere Analyse verfügbarer Flächen erfolgt jedoch außerhalb der KWP.

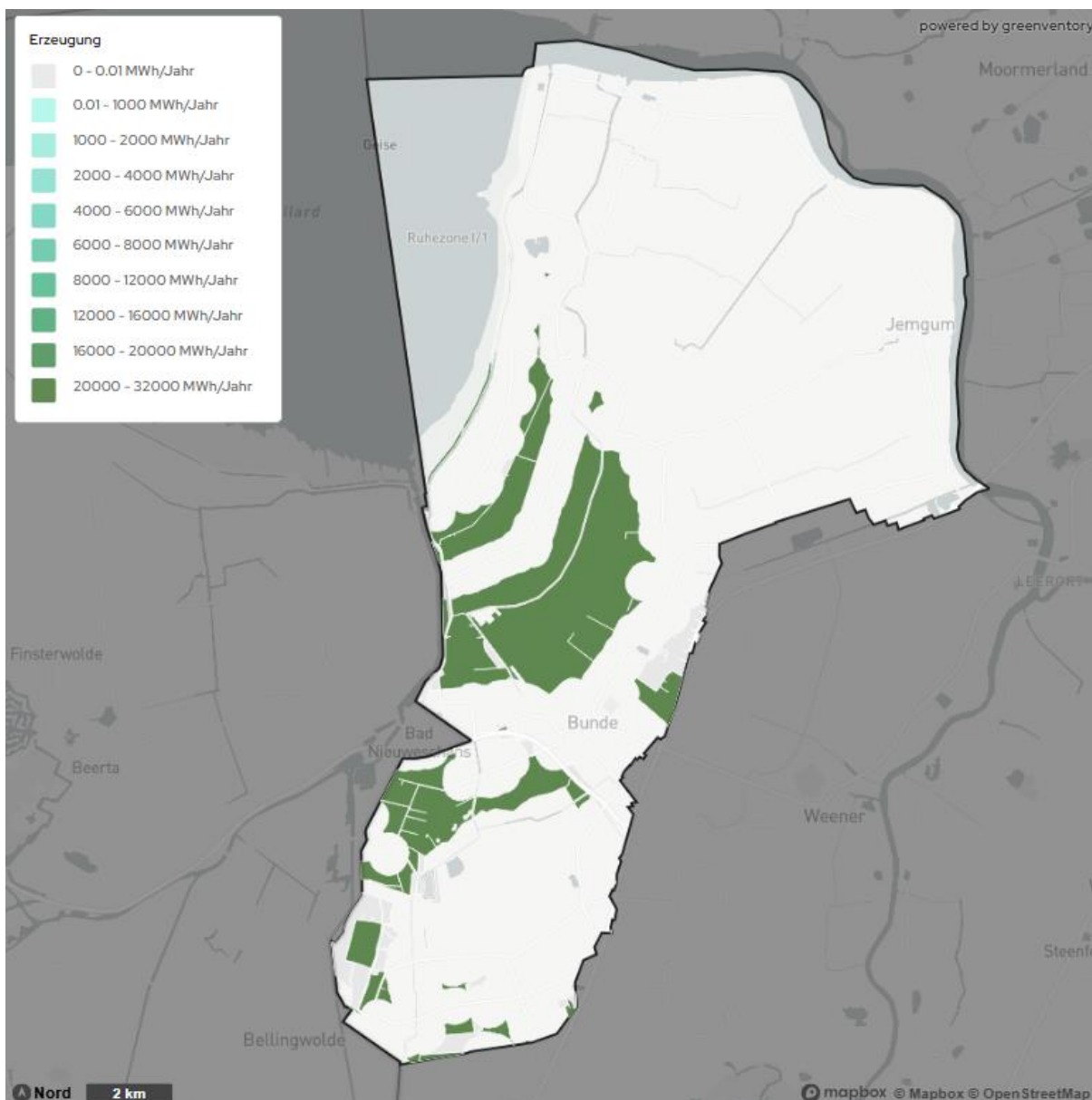


Abbildung 26: Potenziale von Windenergieanlagen in den Gemeinden Bunde und Jemgum

4.3.1.3. Potenzial von Photovoltaik auf Dachflächen

Ein weiteres bedeutendes Potenzial bietet die Photovoltaik auf Dachflächen, mit einem geschätzten Ertrag von 172 GWh/a (siehe Abbildung 23). Die Analyse geht davon aus, dass 50 % der Dachflächen von Gebäuden mit mehr als 50 m² nutzbar sind (vgl. KEA-BW, 2020). Die Stromproduktion wird auf Basis einer spezifischen Leistung von 160 kWh/m²a berechnet. Zwar sind die spezifischen Investitionskosten höher als bei Freiflächenanlagen, jedoch eignet sich diese Form der Stromerzeugung besonders gut für die Warmwasserbereitung im Sommer sowie die Gebäudeheizung in den Übergangszeiten, insbesondere in Kombination mit Wärmepumpen. Besonders geeignete Areale für Photovoltaikanlagen auf Dachflächen in den Gemeinden Bunde und Jemgum sind auf Abbildung 27 veranschaulicht.

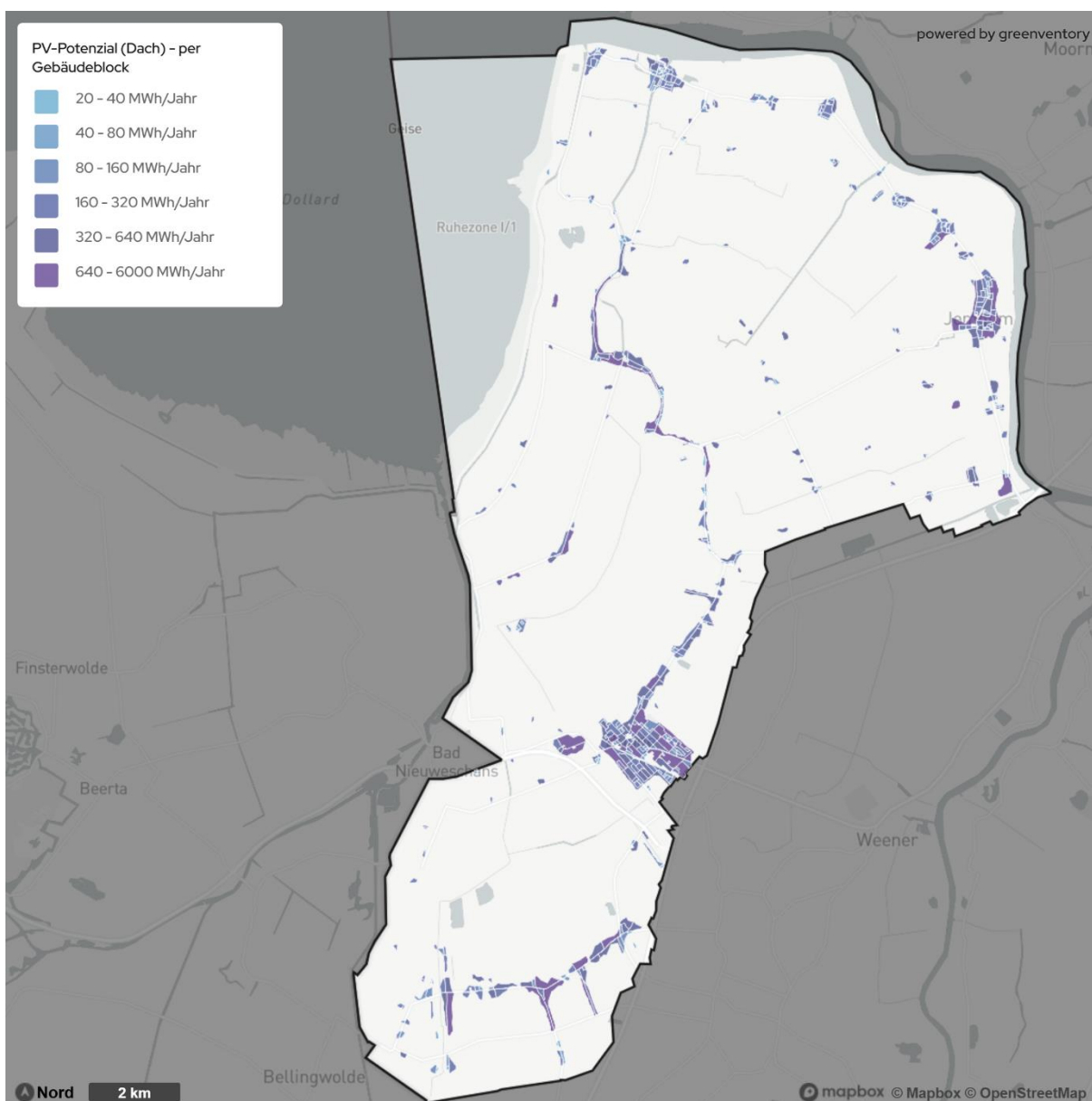


Abbildung 27: Potenziale von Photovoltaikanlagen auf Dachflächen in den Gemeinden Bunde und Jemgum

4.3.1.4. Potenzial von Biomasse

Zuletzt stellt die Biomassenutzung ein weiteres Potenzial dar. Biomasse kann entweder direkt thermisch verwertet oder zu Biogas vergoren werden. Geeignete Quellen umfassen landwirtschaftliche Reststoffe, Waldrestholz, Grünschnitt und kommunale Bioabfälle (siehe Abbildung 28).

Die Potenzialabschätzung basiert auf durchschnittlichen Erträgen sowie der Anzahl an Einwohnenden. Für die Gemeinden Bunde und Jemgum ergibt sich daraus ein nutzbares Biomassepotenzial von 108 GWh/a (siehe Abbildung 23). Aufgrund ihrer guten Speicherfähigkeit eignet sich Biomasse besonders für die Wärmeerzeugung in Zeiten geringer Verfügbarkeit anderer erneuerbarer Energien.

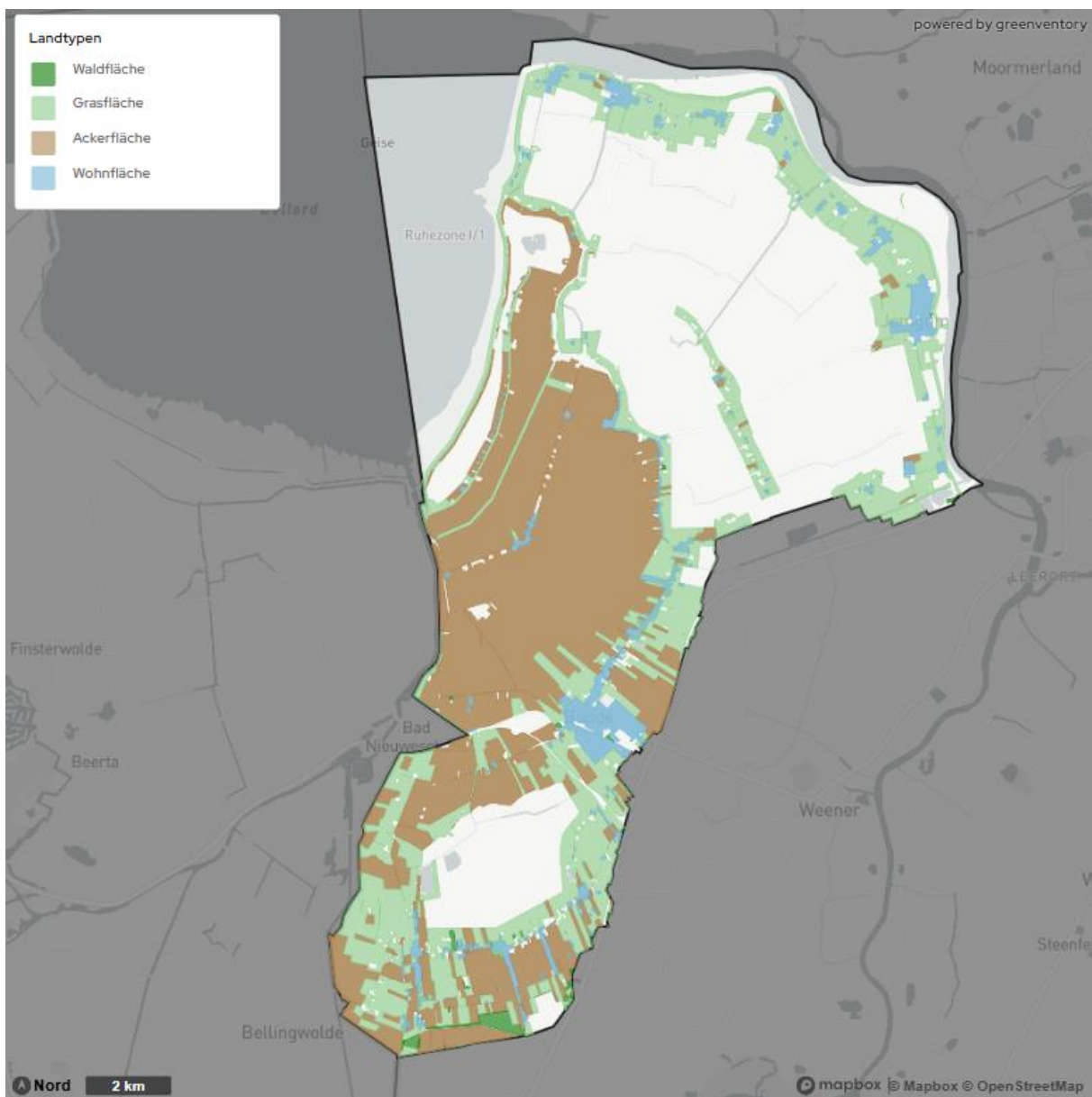


Abbildung 28: Potenziale von Biomassenutzung in den Gemeinden Bunde und Jemgum

4.3.2. Potenziale zur Wärmeerzeugung

Die Untersuchung der thermischen Potenziale offenbart ein breites Spektrum an Möglichkeiten für die lokale Wärmeversorgung in den Gemeinden Bunde und Jemgum (siehe Abbildung 29).

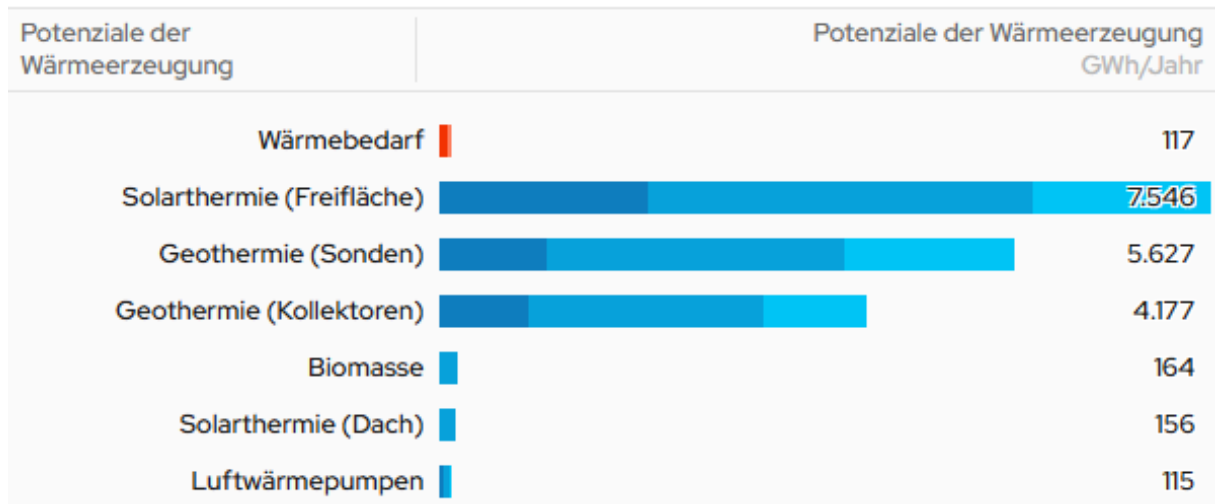


Abbildung 29: Erneuerbare Wärmepotenziale in den Gemeinden Bunde und Jemgum

4.3.2.1. Potenzial von Solarthermie auf Freiflächen

Mit einem jährlichen Potenzial von rund 7.546 GWh stellt die Solarthermie auf Freiflächen eine bedeutende erneuerbare Wärmequelle in den Gemeinden Bunde und Jemgum dar (siehe Abbildung 29). Dabei wird Sonnenstrahlung über Kollektoren in nutzbare Wärme umgewandelt und über ein Verteilsystem bereitgestellt. Die Potenzialflächen wurden anhand technischer Kriterien ausgewählt – unter Ausschluss von Schutzgebieten, baulichen Restriktionen und Flächen unter 500 m². Besonders geeignete Areale für die Erzeugung in den Gemeinden Bunde und Jemgum sind auf Abbildung 30 dargestellt.

Die Potenzialberechnung basiert auf einer Leistungsdichte von 3.000 kW/ha und berücksichtigt Einstrahlung, Verschattung, Volllaststunden von 800 h/a sowie eine wirtschaftliche Entfernung von maximal 1.000 m zur nächsten Siedlungsfläche. Für die praktische Umsetzung sind neben der Flächenverfügbarkeit insbesondere die Anbindung an Wärmenetze sowie geeignete Speicherlösungen entscheidend.

Bei geringen solaren Deckungsanteilen (bis ca. 5 %) kann die erzeugte Wärme meist direkt ins Netz eingespeist werden – häufig genügt ein kleiner Pufferspeicher zur hydraulischen Entkopplung und zur Optimierung der Netzsteuerung. Steigt der Deckungsanteil auf etwa 15 %, ist in der Regel ein mehrtägiger Pufferspeicher erforderlich (Richtwert: 0,2 m³/m² Bruttokollektorfläche), insbesondere wenn die Anlagenleistung die Engpassleistung am Einspeisepunkt übersteigt.

Bei höheren Deckungsanteilen wächst der Speicherbedarf deutlich: Für eine solare Deckung von 50 % ist ein saisonaler Langzeitspeicher notwendig (Richtwert: 2 m³/m² Bruttokollektorfläche). Die Integration solcher Systeme erfordert daher eine sorgfältige Planung.

Zudem besteht eine Flächenkonkurrenz zwischen Solarthermie- und Photovoltaikanlagen auf Freiflächen. Die Herausforderung liegt darin, die thermischen Potenziale effizient mit den Wärmesenken zu verbinden. Daher ist die wirtschaftliche Integration von Solarthermie in Wärmenetze nur in ausgewählten Gebieten sinnvoll.

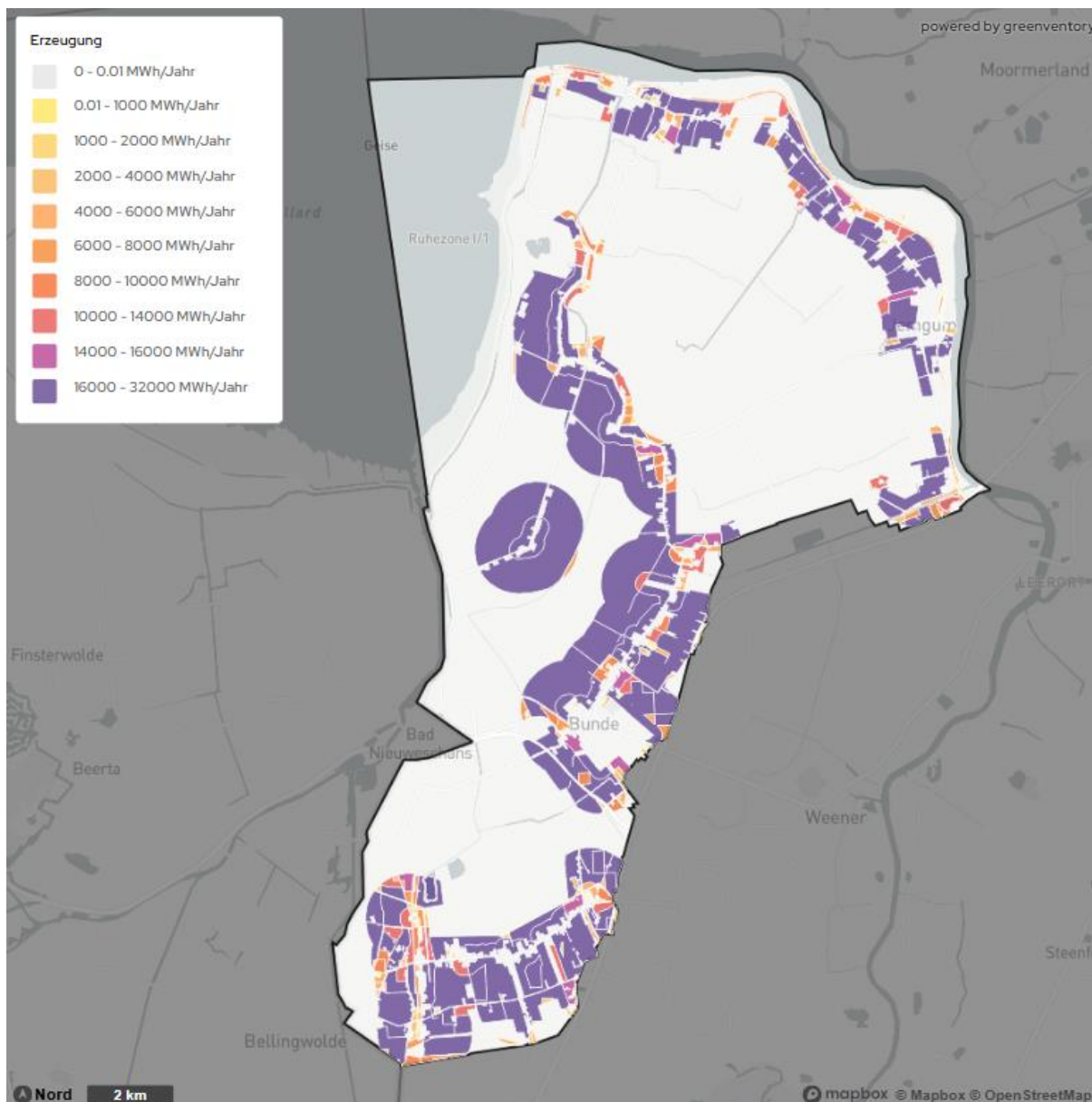


Abbildung 30: Potenziale von Solarthermieranlagen auf Freiflächen in den Gemeinden Bunde und Jemgum

4.3.2.2. Potenzial von Luftwärmepumpen

Wärmepumpen spielen erwartungsgemäß eine zentrale Rolle in der klimaneutralen Wärmeversorgung. Sie gelten als etablierte und unter geeigneten Rahmenbedingungen hocheffiziente Technologie zur Wärmeerzeugung. Dabei entziehen sie der Umgebung – etwa Luft, Wasser oder Erdreich – Wärme und heben diese mithilfe eines Kältemittelkreislaufs auf ein nutzbares Temperaturniveau, vergleichbar mit einem umgekehrt arbeitenden Kühltank. So lassen sich Gebäude effizient beheizen und mit Warmwasser versorgen. In den Gemeinden Bunde und Jemgum bieten sich vielfältige Einsatzmöglichkeiten für Wärmepumpen.

Luftwärmepumpen haben für die zukünftige Wärmeversorgung ein großes Potenzial. Dieses ist besonders groß für Ein- und Zweifamilienhäuser sowie kleinere bis mittlere Mehrfamilienhäuser 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 ab 500 kW (Agora, 2023) gut geeignet.

Die installierbare Leistung wird aus der theoretisch verfügbaren Fläche, der Leistungsdichte der Wärmepumpen, den Volllaststunden und anhand der Baualtersklassen berechnet. Zudem werden die Mindestabstände nach der Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm), die in bestimmten Gebietskategorien, wie z. B. allgemeinen Wohngebieten, bei Wohngebäuden und anderen schützenswerten Gebäuden eingehalten werden müssen, berücksichtigt. Da keine Daten vorliegen, wie die tatsächliche Nutzung der Grundstücksfläche aussieht, werden für die Potenzialberechnung Grundstücksflächen von maximal 8 m Abstand rund um das Gebäude als zur Verfügung stehende Fläche angenommen. Zur Berücksichtigung der Lärmemissionen wird ein Mindestabstand zum Nachbargebäude von 10 m berücksichtigt, wenn nicht bekannt ist welche Gebietskategorie in dem Gebiet vorherrscht. In Wohngebieten, in denen die Gebietskategorie bekannt ist, werden die Mindestabstände zum nächsten schützenswerten Nachbargebäude nach TA-Lärm (z. B. Krankenhäuser, Bildungseinrichtungen, etc.) berechnet. Straßen, Parks und Parkplätze werden als Aufstellflächen nicht betrachtet.

Die installierbare Leistung pro Gebäude ergibt sich aus der nutzbaren Fläche für Wärmepumpen. Die jährliche Wärmeerzeugung wird unter Berücksichtigung von Leistungsdichte der Wärmepumpe ($4,6 \text{ kW/m}^2$), Volllaststunden (1.700 h/a) und einer JAZ von 3,15 berechnet. Um unrealistische Potenziale zu vermeiden, wird die maximale Wärmeerzeugung auf den ermittelten Wärmebedarf des jeweiligen Gebäudes begrenzt.

Im Ergebnis können gebäudebezogen 115 GWh/a Wärmeenergie mit Luftwärmepumpen bereitgestellt werden (siehe Abbildung 29), was theoretisch eine Gesamtwärmebedarfsdeckung im Status quo von 98 % ausmachen würde. Wie in Abbildung 31 zu erkennen ist, ist eine geeignete Luftwärmepumpenversorgung nahezu im gesamten Projektgebiet gegeben.

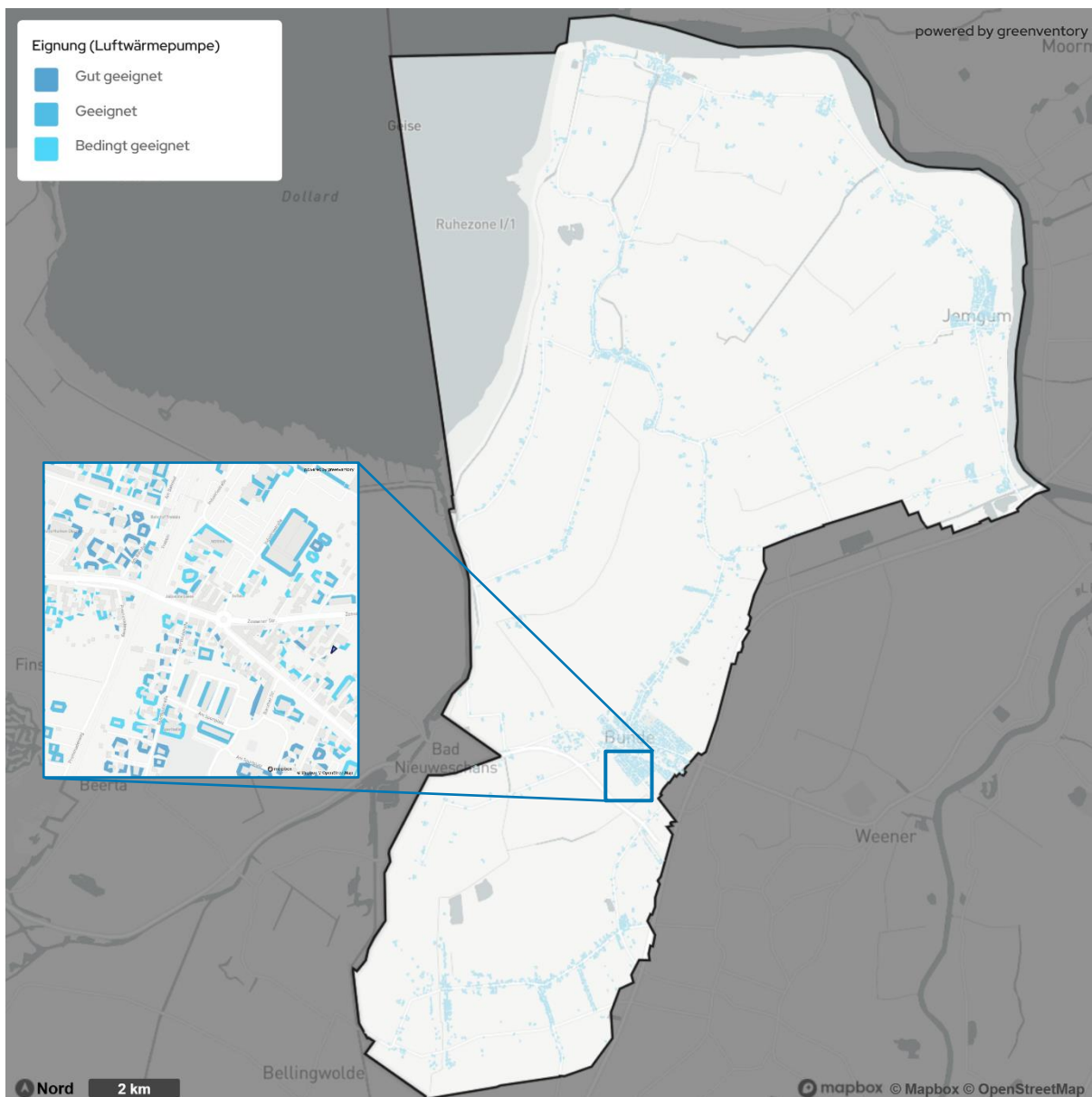


Abbildung 31: Potenziale von Luftwärmepumpen in den Gemeinden Bunde und Jemgum

4.3.2.3. Potenzial von oberflächennaher Geothermie (Kollektoren)

Erdwärmekollektoren sind flach im Boden verlegte Wärmetauscher, die die über das Jahr hinweg konstante Temperatur des Erdreichs nutzen. Über ein Rohrsystem mit Wärmeträgerflüssigkeit wird die Wärme zur Wärmepumpe geleitet und dort für Heizzwecke aufbereitet.

Die oberflächennahe Geothermie in Form von Kollektoren stellt mit einem jährlichen Potenzial von 4.177 GWh eine besonders geeignete Ressource für die Gemeinden Bunde und Jemgum dar (siehe Abbildung 29). Die räumlich besonders geeigneten Flächen für den Einsatz von Erdwärmekollektoren im Projektgebiet sind in Abbildung 32 dargestellt.

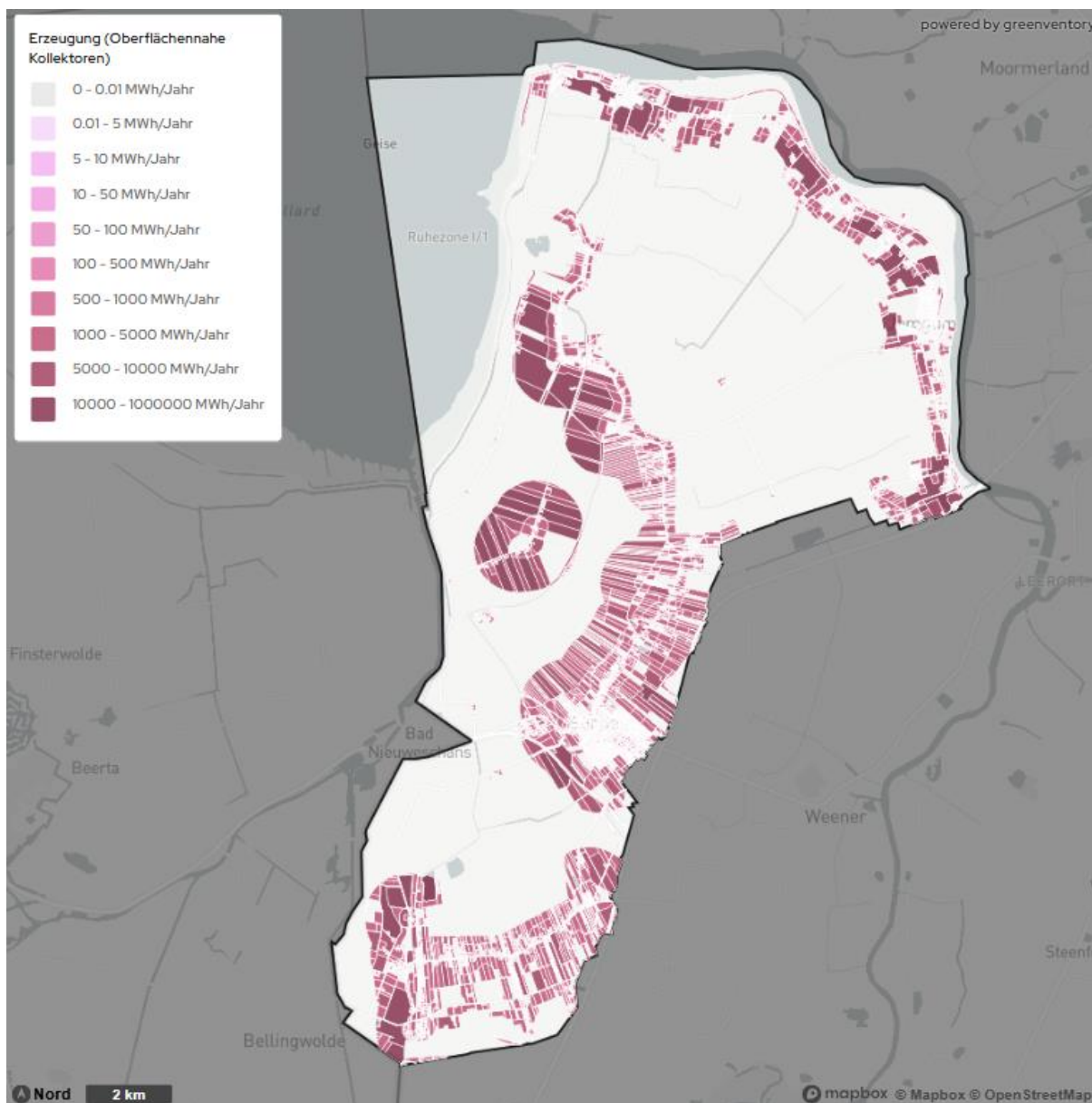


Abbildung 32: Potenziale von oberflächennaher Geothermie (Erdwärmekollektoren) in den Gemeinden Bunde und Jemgum

4.3.2.4. Potenzial von oberflächennaher Geothermie (Sonden)

Erdwärmesonden erschließen die konstanten Temperaturen des tieferen Erdreichs über vertikale Bohrungen bis etwa 100 m Tiefe. In diesen Bohrungen zirkuliert eine Wärmeträgerflüssigkeit, die die geothermische Energie aufnimmt und zur Wärmepumpe transportiert, wo sie für die Wärmeversorgung nutzbar gemacht wird. Die Potenzialermittlung basiert auf spezifischen geologischen Daten und berücksichtigt sowohl Wohn- als auch Gewerbegebiete. Gewässer und Schutzflächen bleiben dabei unberücksichtigt. Die Abschätzung der nutzbaren Wärme erfolgt anhand typischer Kennwerte pro Bohrung. Ob eine Erdwärmesonde in einer Wasserschutzzone zulässig ist, entscheidet die zuständige Wasserbehörde des Landkreises unter Berücksichtigung verschiedener fachlicher Kriterien.

Bei der Berechnung des Potenzials werden ortsspezifische Daten zur Wärmeleitfähigkeit und -kapazität des Untergrunds verwendet und eine Bohrtiefe von maximal 100 m angenommen, wobei von einem Temperaturgradienten von 0,03 K/m Bohrtiefe ausgegangen wird. Zudem werden Annahmen zur Flächeninanspruchnahme je Bohrloch getroffen. Je Bohrloch und Sonde wird eine Fläche von 100 m² angenommen, was bedeutet, dass zwischen den Bohrlöchern ein Abstand von min. 10 m liegt und somit eine thermische Beeinträchtigung untereinander durch zu starke Auskühlung des Untergrunds ausgeschlossen werden kann. Bei den getroffenen Annahmen zum Abstand handelt es sich um konservative Annahmen im Vergleich zur Normauslegung gemäß VDI 4640 (min. 6 m Abstand zwischen Erdsonden mit einer Länge von 100 m).

Oberflächennahe Geothermie in Form von Erdwärmesonden hat in den Gemeinden Bunde und Jemgum ein jährliches Potenzial von 5.627 GWh (siehe Abbildung 29). Die räumlich besonders geeigneten Flächen für den Einsatz von Erdwärmesonden im Projektgebiet sind in Abbildung 33 dargestellt.

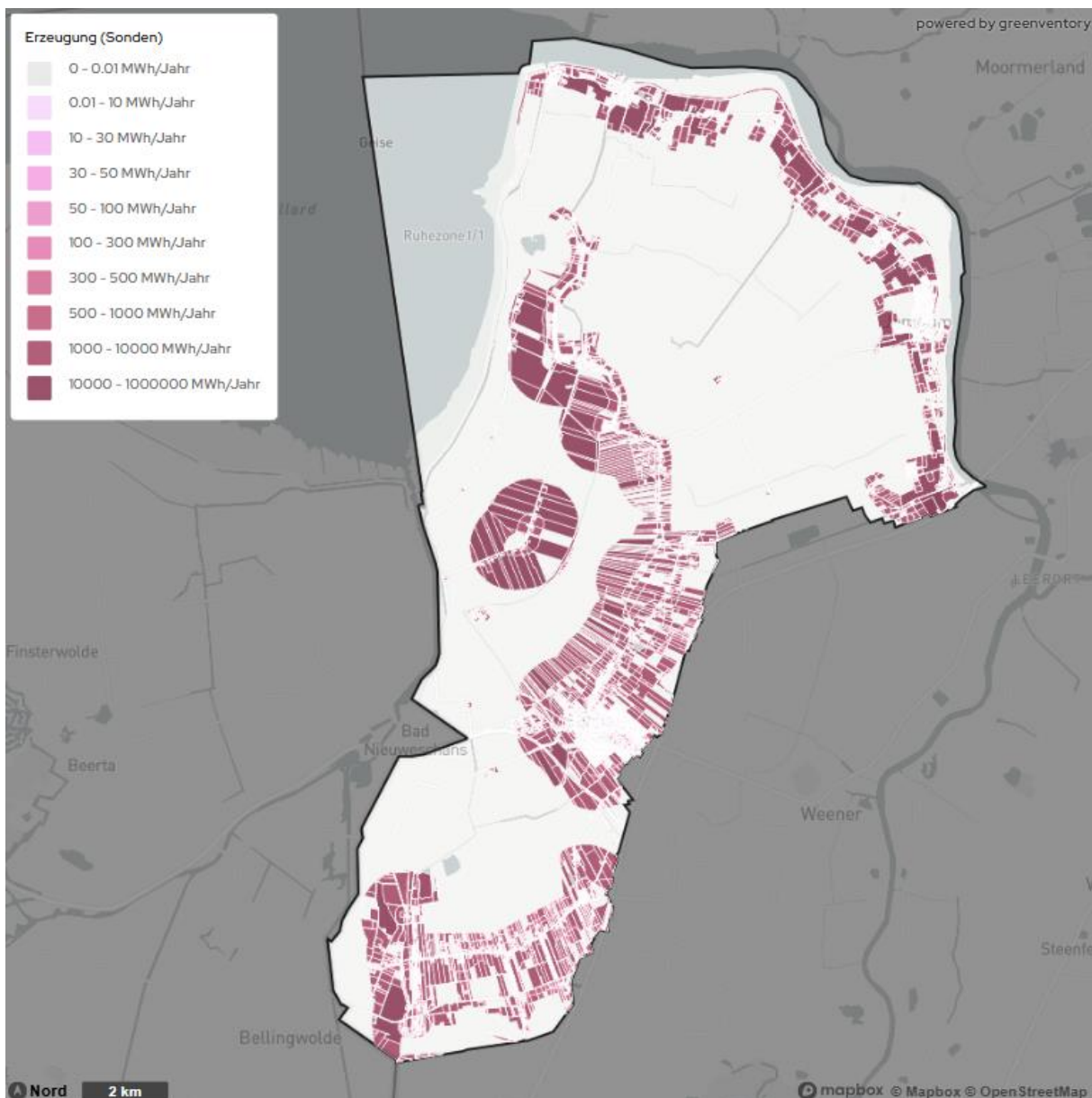


Abbildung 33: Potenziale von oberflächennaher Geothermie (Erdwärmesonden) in den Gemeinden Bunde und Jemgum

4.3.2.5. Potenzial von Solarthermie auf Dachflächen

Auch auf Dachflächen kann Solarthermie genutzt werden. In den Gemeinden Bunde und Jemgum bieten Solarthermieanlagen auf Dachflächen ein eher kleineres jährliches Potenzial von 156 GWh (siehe Abbildung 29). Besonders geeignete Areale in den Gemeinden Bunde und Jemgum sind auf Abbildung 34 dargestellt.

Bei Solarthermieanlagen auf Dachflächen wird mittels KEA-BW Methode das Potenzial aus 25 % der Dachflächen über 50 m² für die Wärmeerzeugung geschätzt. Die jährliche Produktion basiert auf 400 kWh/m² durch flächenspezifische Leistung und durchschnittliche Volllaststunden. Die Potenziale der Dachflächen für Solarthermieanlagen konkurrieren direkt mit den Potenzialen für Photovoltaikanlagen auf Dachflächen. Eine Entscheidung für die Nutzung des einen oder anderen Potenzials sollte individuell getroffen werden.

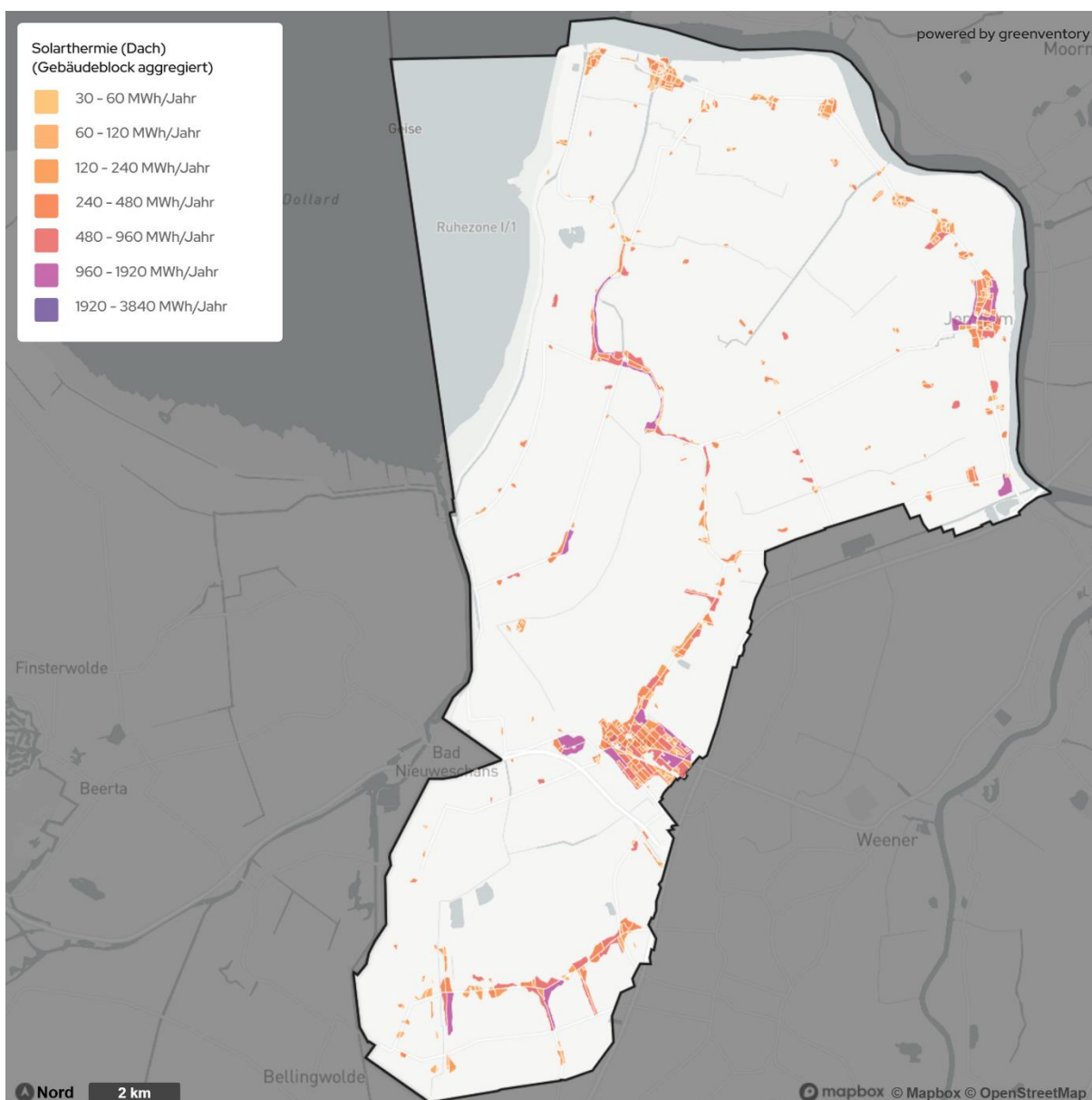


Abbildung 34: Potenziale von Solarthermieanlagen auf Dachflächen in den Gemeinden Bunde und Jemgum

4.3.2.6. Potenzial von Biomasse

Das thermische Biomassepotenzial in den Gemeinden Bunde und Jemgum beläuft sich auf rund 164 GWh/a (siehe Abbildung 29). Es setzt sich aus verschiedenen Quellen zusammen, darunter Waldrestholz, Biomüll, Grünschnitt sowie potenziell anbaubare Energiepflanzen. Während Waldrestholz und Grünschnitt in Holz- oder Hackschnitzelkesseln energetisch genutzt werden können, dienen Energiepflanzen als Substrat für Biogasanlagen. In diesen Anlagen wird Biogas durch die anaerobe Vergärung organischer Stoffe im Fermenter erzeugt – ein Prozess, bei dem unter Ausschluss von Sauerstoff und mithilfe von Bakterien klimaneutrales Gas entsteht. Das bei der Verbrennung freigesetzte Kohlendioxid wurde zuvor im Pflanzenwachstum gebunden, wodurch Biogas als CO₂-neutral gilt. Ein wesentlicher Vorteil gegenüber wetterabhängigen Technologien wie Photovoltaik ist die grundlastfähige und flexible Einsatzmöglichkeit von Biogasanlagen.

Grundsätzlich lassen sich zwei Typen von Biogasanlagen unterscheiden. Beim ersten Typ wird das erzeugte Biogas vor Ort genutzt: Nach Trocknung und Entschwefelung wird es in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) zur Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt. Die dabei entstehende Abwärme kann sowohl zur Beheizung des Fermenters als auch für Gebäude oder Wärmenetze verwendet werden. Der zweite Typ, die Biogaseinspeisung ins Gasnetz, sieht eine weitergehende Aufbereitung des Biogases vor. Nach Reinigung, Trocknung und Konditionierung wird es zu Biomethan veredelt, das in seiner Zusammensetzung Erdgas entspricht. Nach Verdichtung auf Netzdruck kann es in das öffentliche Gasnetz eingespeist und standortunabhängig genutzt werden – etwa für Brennwertkessel oder BHKWs. Diese Form der Nutzung ermöglicht eine flexible, bilanzielle Verwertung des erzeugten Biomethans, unabhängig vom Standort der Biogasanlage (siehe Abbildung 35).

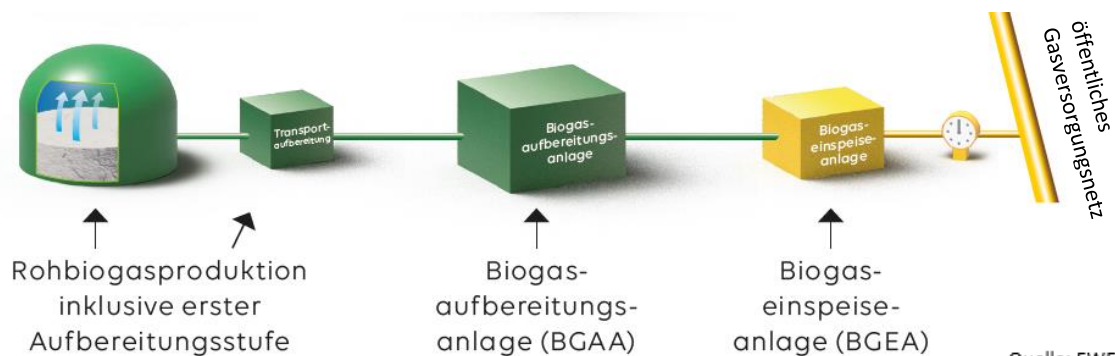


Abbildung 35: Funktionsweise von Biogaseinspeisung

Ein wichtiger Aspekt bei der Bewertung des Biomassepotenzials ist die begrenzte Verfügbarkeit von Energiepflanzen. Angesichts ihrer geringen Flächeneffizienz – insbesondere im Vergleich zu Wind- und Solarenergie (vgl. Thünen-Institut, 2023) – erscheint es zunehmend sinnvoll, klimafreundlichere Alternativen zu klassischen Kulturen wie Mais zu fördern. Vorrang sollte künftig der Nutzung von Abfall- und Reststoffen eingeräumt werden, um Flächenkonkurrenzen zu vermeiden und die Nachhaltigkeit der Biomassenutzung zu erhöhen.

Vor diesem Hintergrund empfiehlt sich der Einsatz von Biomasse insbesondere zur Deckung von Spitzenlasten, bei denen ihre flexible und grundlastfähige Verfügbarkeit gezielt zur Stabilisierung der Wärmeversorgung beitragen kann.

4.3.2.7. Potenzial von Flusswärme

Ein technisches Potenzial für Flusswärme ist nur in der Gemeinde Jemgum gegeben. Eine überschlägige Ermittlung hat ein Wärmepotenzial von mehreren GWh/a ergeben. Im ersten Schritt der Potenzialabschätzung werden alle relevanten Flüsse im Gemeindegebiet ermittelt. Danach werden mögliche Standorte für die Wärmepumpen identifiziert, wobei Mindestabstände zwischen den Anlagen (500 m für Flüsse) eingehalten werden, um eine ausreichende Regeneration der Gewässer zu gewährleisten und genug Platz für die Anlagen zu bieten. Anschließend wird die extrahierbare Wärme für jedes Gewässer berechnet, basierend auf verschiedenen Parametern wie Volumen, Abfluss und Abkühlung. Durch die sorgfältige Auswahl von geeigneten Standorten und die Berechnung der extrahierbaren Wärme könnten ggf. perspektivisch Wärmenetze effizient gespeist werden. Die wirtschaftliche Nutzbarkeit hängt stark davon ab, ob die Standorte in Nähe zu Siedlungen und bestehenden Wärmenetzen liegen. Die potenziellen Einschränkungen durch Naturschutzgebiete sowie die einzuhaltenden Mindestabstände zu Gewässern sind dabei zu berücksichtigen, um eine nachhaltige und effiziente Nutzung sicherzustellen. Eine detaillierte Prüfung im Einzelfall bleibt daher unerlässlich.

4.3.2.8. Potenzial von Abwasser (Kläranlage)

Kläranlagen bieten aufgrund des konstanten Temperaturniveaus des geklärten Abwassers eine wertvolle Abwärmequelle. Die gewonnene Wärme kann in Niedertemperatur-Wärmenetze eingespeist werden oder als Wärmequelle für zentrale Wärmepumpen dienen. Es gibt zwei mögliche Methoden zur Erhebung der Abwärme: direkt an den Abwassersammlern oder am Klärwerk-Auslauf. In der KWP wurde nur das Potenzial im Auslauf der Kläranlagen berücksichtigt. Die Abwasserkanäle/Abwassersammler wurden, aufgrund zu geringer Durchmesser, nicht untersucht. Die Abwärme aus Kläranlagen stellt eine zuverlässige und nachhaltige Energiequelle dar, insbesondere durch die konstante Verfügbarkeit des Abwassers über das ganze Jahr hinweg. Die geographische Lage der Abwasserreinigungsanlage in Bunde ermöglicht nicht aktuell, aber unter Umständen perspektivisch eine Nutzung der Abwärme zur Wärmeversorgung. Eine Nutzung der Abwärme in Jemgum ist unter Berücksichtigung der aktuellen Rahmenbedingungen eher schwierig (Lage der Anlage, Größe etc.).

4.3.2.9. Potenzial von industrieller Abwärme

In den Gemeinden Bunde und Jemgum ist die Wirtschaftsstruktur primär durch kleine und mittelständische Industrie- und Gewerbebetriebe geprägt. Gemäß der durchgeführten Industrie- und Gewerbeabfrage und der Plattform für Abwärme (von Bundesstelle für Energieeffizienz, BfEE) existiert aktuell nur ein Abwärmepotenzial in Bunde, dessen mögliche Nutzung geprüft wurde (Lage der Abwärmequelle zu möglichen Wärmesenken bzw. -verbraucher, Abwärmemenge, Verfügbarkeit, Temperaturniveau etc.). Die Nutzung der Abwärme für die kommunale Wärmeversorgung gestaltet sich derzeit schwierig. Dennoch könnten perspektivisch ggf. einzelne

Betriebe zur Einspeisung von Abwärme beitragen, sofern sich Produktionsprozesse oder Rahmenbedingungen ändern. Für eine Bewertung wären auch zukünftig neue Industrie- und Gewerbeabfragen und eine Sichtung der Daten erforderlich, um konkrete Abwärmequellen zu identifizieren und deren Einbindung in ein Wärmenetz technisch und wirtschaftlich zu prüfen. Insgesamt ist industrielle Abwärme in Bunde und Jemgum eher als ergänzende Option zu betrachten, die punktuell zur Effizienzsteigerung beitragen kann, jedoch nicht als tragende Säule der zukünftigen Wärmeversorgung fungiert.

4.3.2.10. Potenzial von Tiefengeothermie

Bei der Tiefengeothermie wird die Wärmeenergie von tiefen Gesteinsschichten genutzt. In einer Tiefe von mehr als 1.000 m liegen oft hohe Temperaturen von unter Umständen $>100^{\circ}\text{C}$ an, sodass hier Wärme ohne zusätzliche Wärmepumpen zur Heizung oder auch zur Stromgewinnung genutzt werden kann. Dabei wird Wasser als Wärmeleitmedium in tiefe Gesteinsschichten geleitet bzw. genutzt. So entsteht ein Wärmeaustausch auf einer sehr großen Oberfläche. Dabei kann entweder vorhandenes Wasser in wasserführenden Schichten (Aquiferen) genutzt werden (hydrothermale Geothermie) oder Wasser mit Druck in gering permeable, nicht wasserführende Schichten geleitet werden (petrothermale Geothermie). Die Wärmeleistung einer Bohrung, Dublette mit Förderbohrung (Wärmeentnahme) und Injektionsbohrung (Rücklauf Wärmeträger), liegt in der Regel im Bereich mehrerer MW.

Zu berücksichtigen ist, dass Tiefengeothermieprojekte mit hohen Investitionskosten einhergehen und für eine wirtschaftliche Umsetzung eine verlässliche Ankerkundschaft zur Sicherung der erforderlichen Grundlast benötigen. Bei Projekten dieser Art besteht stets ein gewisses Fündigkeitsrisiko sowie ein Risiko im Hinblick auf die technische Umsetzung, etwa durch mögliche Komplikationen während der Bohrarbeiten. Zur Absicherung insbesondere von Tiefengeothermiebohrungen hat die KfW Ende 2025 das Förderprogramm 572 „Förderkredit Geothermie“ aufgelegt.

Die in Deutschland derzeit realisierten Projekte basieren überwiegend auf hydrothermalen Geothermie. Nach Angaben des Leibniz-Instituts für Angewandte Geophysik (LIAG, o. J.) liegt für die Gemeinden Bunde und Jemgum bislang kein bedeutendes nachgewiesenes hydrothermisches Potenzial mit Temperaturen über 60°C vor (siehe Abbildung 36). Es werden jedoch hydrothermale Potenziale $> 60^{\circ}\text{C}$ in den Gemeindegebieten vermutet, für die derzeit noch kein belastbarer Nachweis existiert. Darüber hinaus weist das LIAG, Potenziale im Bereich der petrothermalen Geothermie aus, die sich jedoch noch in einer Entwicklungs- und Erprobungsphase befindet. Ein Beispiel hierfür ist das laufende petrothermale Geothermieprojekt in Geretsried (Oberbayern).

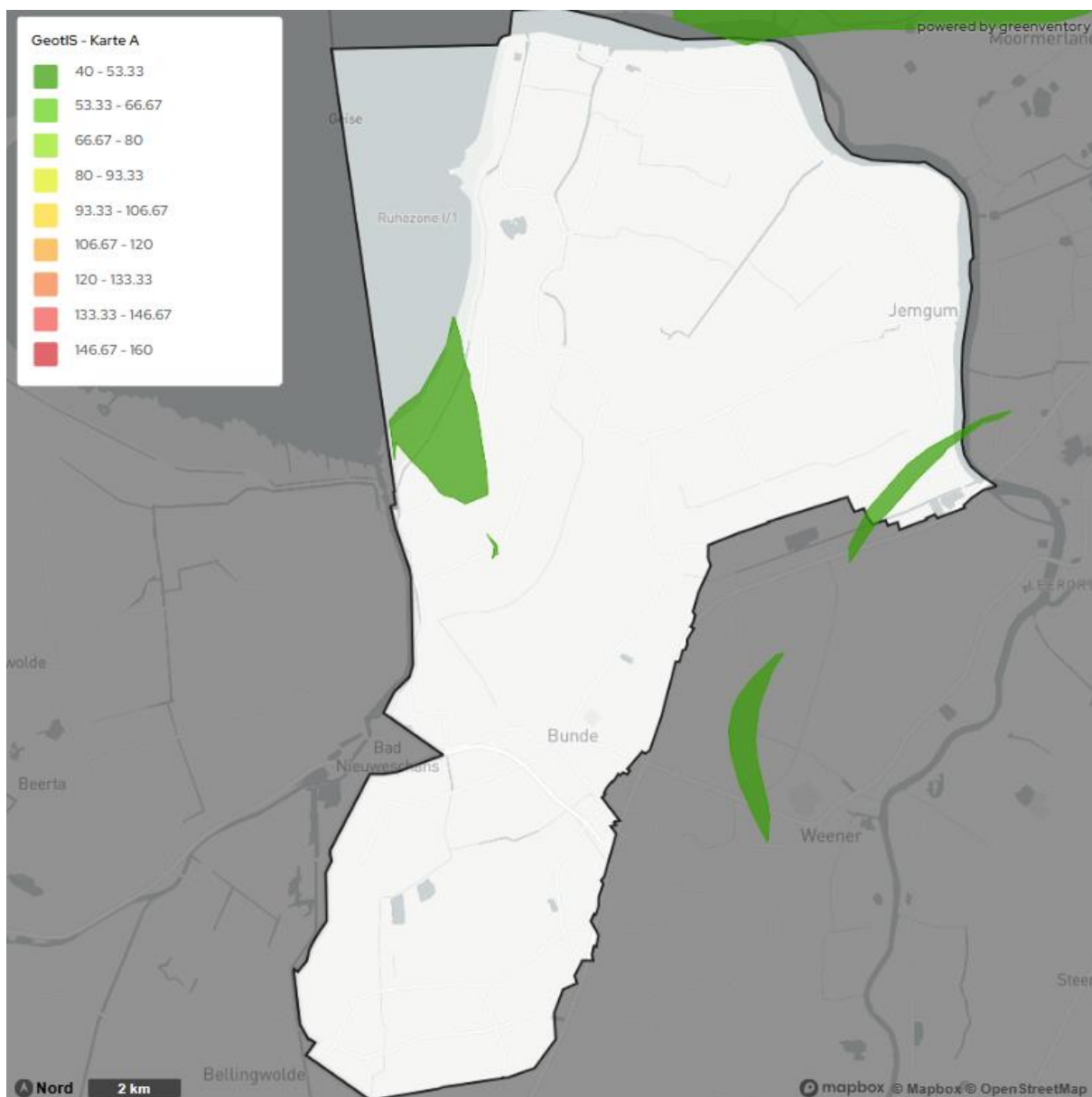


Abbildung 36: Nachgewiesenes hydrothermisches Potenzial in den Gemeinden Bunde und Jemgum

4.3.2.11. Hinweis zu den Potenzialen zur Wärmeerzeugung

Ein weiterer 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 Wärmeerzeugungstechnologien, 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.

4.4. 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 CO₂-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 Endverbrauchenden ist nach heutigem Stand aufgrund kostengünstigerer 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, Abnehmende oder auch Speicher miteinander zu vernetzen. Das von den Ferngasnetzbetreibern erarbeitete und kürzlich durch die Bundesnetzagentur genehmigte Wasserstoffkernnetz ist der Startschuss für eine deutschlandweiten Wasserstoffinfrastruktur (siehe Abbildung 37). Das Kernnetz ist ein bundesweites Wasserstoffnetz, welches den Transport von Wasserstoff in viele Regionen Deutschlands ermöglicht (im Straßenverkehr vergleichbar mit den Autobahnen).



Abbildung 37: Übersicht Wasserstoffkernnetz in Deutschland

Die lokale Versorgung des Wasserstoffs zur Industriekundschaft bzw. zu den Kommunen erfolgt dann durch die Verteilnetzbetreiber über das nachgelagerte Regionalnetz (vergleichbar mit Bundes- und Landesstraßen, siehe Abbildung 38). 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 % aus den wasserstofftauglichen Materialien Stahl und Kunststoff bestehen. Auch bei den verbauten Armaturen und Einbauteilen sind laut Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (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.



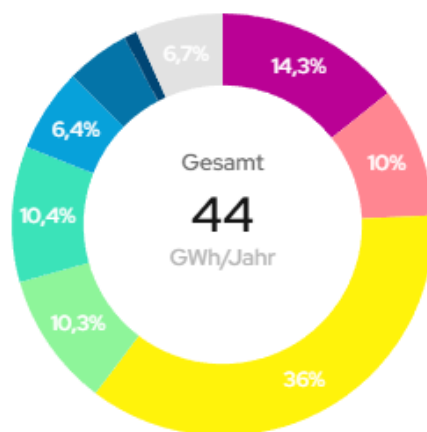
Abbildung 38: Lokale Versorgung des Wasserstoffs

Die dezentrale Erzeugung von Wasserstoff wird aufgrund der aktuellen hohen Kosten und der fehlenden Wasserstoffnetzinfrastrukturen (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.

4.5. Gebäudesanierung

Die energetische Sanierung des Gebäudebestands ist ein zentrales Instrument zur Erreichung der kommunalen Klimaziele. Die Analyse zeigt, dass durch umfassende Sanierungsmaßnahmen eine Reduktion des jährlichen Gesamtwärmeverbrauchs in den Gemeinden Bunde und Jemgum um bis zu 44 GWh bzw. knapp 38 % möglich wäre.

Wie zu erwarten, entfällt der größte Teil dieses Einsparpotenzials auf Gebäude, die vor 1978 errichtet wurden (siehe Abbildung 39). Diese Bauwerke sind sowohl aufgrund ihrer Anzahl als auch ihres energetischen Zustands besonders relevant, da sie vor Inkrafttreten der ersten WSchVO entstanden und daher einen erhöhten Sanierungsbedarf aufweisen.

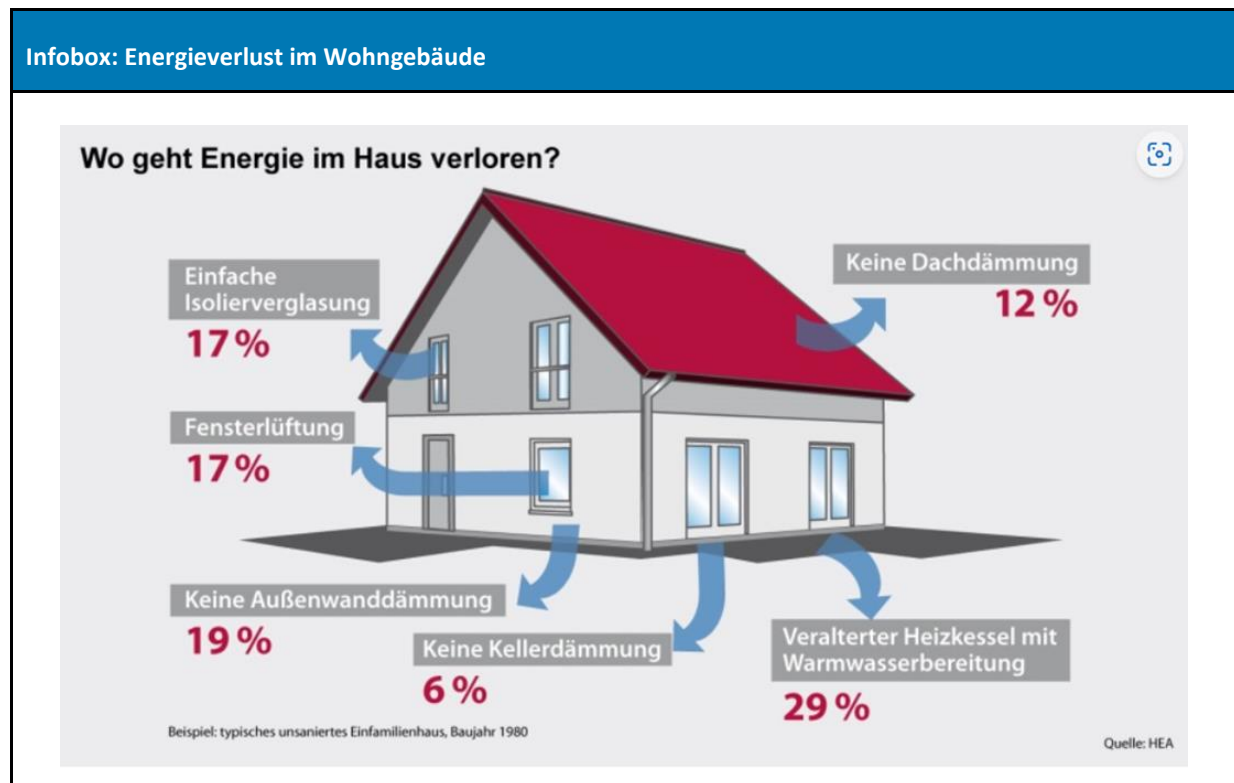


Baualter	Wärmebedarfsreduktionspotenzial	
	%	GWh/Jahr
■ vor 1919	14,3%	6
■ 1919 - 1948	10%	4
■ 1949 - 1978	36%	16
■ 1979 - 1990	10,3%	5
■ 1991 - 2000	10,4%	5
■ 2001 - 2010	6,4%	3
■ 2011 - 2019	4,9%	2
■ Unbekannt	6,7%	3

Abbildung 39: Reduktionspotenzial der Gesamtwärme nach Baualtersklassen in den Gemeinden Bunde und Jemgum

Insbesondere im Wohngebäudebereich offenbart sich ein erhebliches Potenzial: Durch die energetische Optimierung der Gebäudehülle lassen sich signifikante Energieeinsparungen erzielen. In Kombination mit dem Austausch veralteter Heiztechnik ergibt sich vor allem bei Gebäuden mit Einzelversorgung ein großer Hebel zur

Effizienzsteigerung. Wie nachfolgend dargestellt, ist das Spektrum möglicher Sanierungsmaßnahmen äußerst vielfältig.



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

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

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

4. Erneuerung der Fenster und Sonnenschutz: Fenster mit Zweifach- oder besser mit Dreifachverglasung und optimierten Fensterrahmen haben einen niedrigeren Wärmedurchgangskoeffizienten und somit geringere Energieverlust. Ferner schützen sie besser vor Lärm und Einbrechenden. 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 Photovoltaikanlage: Photovoltaikanlagen 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 Photovoltaikanlage kann optional ein Stromspeicher installiert werden, sodass der tagsüber erzeugte Strom auch nachts genutzt werden kann. Sollte Ihre Photovoltaikanlage 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 Solarthermieanlage: Eine Solarthermieanlage 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 – Maßnahmen“ 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

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

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 KWP sein.

4.6. Zusammenfassung und Fazit der Potenzialanalyse

Die Analyse der Potenziale für die Verwendung erneuerbarer Energien in den Gemeinden Bunde und Jemgum zeigt vielversprechende Möglichkeiten für eine nachhaltige Wärmeversorgung auf.

Die Verteilung dieser Potenziale ist jedoch nicht gleichmäßig: Im Projektgebiet gibt es einige Freiflächen, die ein großes technisches Potenzial für den Einsatz von Solarthermie aufweisen. Solarthermieanlagen auf Freiflächen erfordert jedoch eine detaillierte Planung hinsichtlich der Flächennutzung, der Integration in bestehende oder neue Wärmenetze sowie geeigneter Speichermöglichkeiten. Außerhalb der Siedlungsbereiche sind zudem Erdwärmekollektoren-Felder oder größere Erdwärmesonden-Anlagen als mögliche Wärmequellen denkbar. In dicht bebauten Bereichen bieten sich insbesondere Solarthermie- und Photovoltaikanlagen auf Dachflächen sowie Erdwärmekollektoren in der direkten Umgebung von Gebäuden an. Die Untersuchung dieser Potenziale kann auch in die weitere Analyse der Wärmenetzeignungsgebiete einfließen.

Im Projektgebiet liegt ein großes Einsparpotenzial in der energetischen Sanierung von Gebäuden, insbesondere bei öffentlichen Liegenschaften und Wohngebäuden. Vor allem Objekte, die vor 1979 errichtet wurden, bieten durch gezielte Sanierungsmaßnahmen erhebliche Effizienzsteigerungen. Wichtige erneuerbare Wärmequellen ergeben sich unter anderem durch die Kombination von Photovoltaik auf Dächern mit Wärmepumpen, den Einsatz von Solarthermie sowie die Nutzung von Erdwärme.

Die umfassende Untersuchung zeigt, dass es technisch möglich ist, den gesamten Wärmebedarf des Gebiets durch lokal verfügbare erneuerbare Energien zu decken. Dieses Ziel setzt jedoch eine differenzierte Betrachtung voraus, da die Potenziale in Abhängigkeit von Standort und Jahreszeit unterschiedlich ausgeprägt sind. Zudem muss die Nutzung von Flächen nicht nur aus energetischer, sondern auch aus städtebaulicher und wirtschaftlicher Perspektive abgewogen werden.

Bei der dezentralen Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien spielt die Verfügbarkeit geeigneter Flächen eine zentrale Rolle. Um eine effiziente Wärmeversorgung sicherzustellen, sind individuell angepasste Lösungen notwendig. Dabei sollten Dachflächenpotenziale sowie bereits versiegelte Flächen vorrangig betrachtet werden, bevor Freiflächen für die Energiegewinnung genutzt werden.

5. Eignungsgebiete für Wärmenetze

Wärmenetze sind zentrale Bausteine der Wärmewende, doch ihre Wirtschaftlichkeit und Umsetzung sind von zahlreichen Faktoren abhängig. Die systematische Ermittlung von Eignungsgebieten für die Versorgung durch Wärmenetze bildet das Fundament für weiterführende Planungen und Investitionsentscheidungen. Die im Rahmen der KWP festgelegten Gebiete ermöglichen eine schrittweise Entwicklung bis zur tatsächlichen Realisierung.

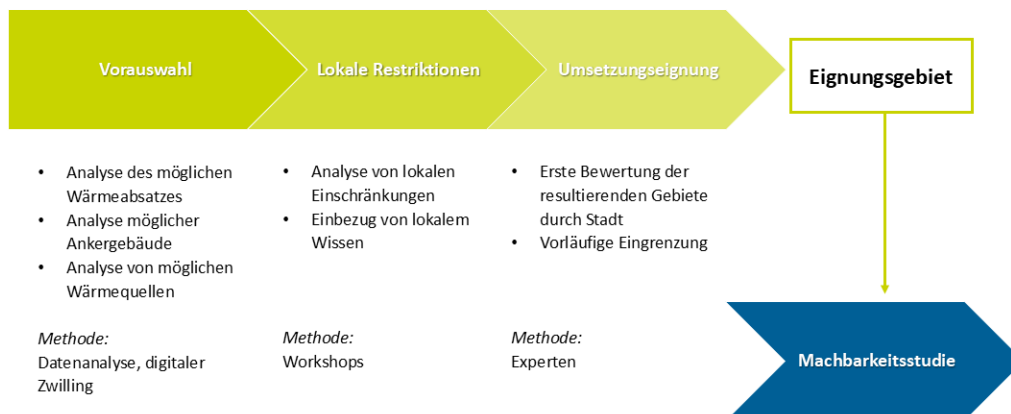


Abbildung 40: Vorgehensweise bei der Identifikation von Eignungsgebieten

Die Auswahl potenzieller Standorte für Wärmenetze erfordert eine sorgfältige Prüfung, da der Aufbau solcher Netze mit erheblichen Investitionen sowie komplexen Planungs-, Erschließungs- und Bauprozessen verbunden ist. Neben der grundsätzlichen Wirtschaftlichkeit spielen weitere spezifische Kriterien eine maßgebliche Rolle:

- **Konzentration des Energiebedarfs:** Ein wesentliches Merkmal ist eine hohe Wärmelinienichte von idealerweise über 2.000 - 2.500 kWh/(m*a). Dies gewährleistet, dass pro verlegtem Meter Leitung ausreichend Wärme abgesetzt und eine wirtschaftliche Betriebsführung des Netzes ermöglicht wird.
- **Verfügbarkeit geeigneter Energiequellen:** Optimal sind Standorte mit vorhandenen oder gut erschließbaren Energiequellen, wie industrielle oder gewerbliche Abwärme, Geothermie oder regenerative Energien (Solarthermie, Biomasse). Die Nähe zu solchen Quellen reduziert Leitungsverluste und Investitionskosten.
- **Ankerkundschaft:** Große Wohnanlagen, öffentliche Einrichtungen sowie Gewerbe- und Dienstleistungsbetriebe stellen verlässliche Grundlastabnehmende dar und erhöhen die Planungssicherheit des Netzes.
- **Nutzungsstruktur:** Eine Mischung unterschiedlicher Nutzungsarten – private und öffentliche Gebäude, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen – sorgt für eine gleichmäßige Auslastung und erhöht die Robustheit des Netzes.

- **Stellflächen für Erzeugungsanlagen:** Die Verfügbarkeit ausreichend großer Flächen für die Installation dezentraler oder zentraler Wärmeerzeuger (Heizzentralen, Speicher, Solarthermieanlagen) ist unerlässlich.
- **Alter der Heizungsanlagen:** Besonders geeignet sind Gebiete mit Bestandsgebäuden, deren Heizungsanlagen älter als 15 Jahre sind. Hier steht ohnehin ein Austausch an, was die Transformation zur zentralen Wärmelösung erleichtert.
- **Abstand zu bestehenden Wärmenetzen:** Die Nähe zu bereits existierenden Netzen bietet Potenzial für Erweiterungen und Synergien. Große Entfernungen erhöhen hingegen den Investitionsaufwand.
- **Topografische und infrastrukturelle Hindernisse:** Natürliche und technische Barrieren wie Flüsse, Bahntrassen oder Brücken können den Netzausbau erschweren und sind frühzeitig zu berücksichtigen.

Die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes ist eng verknüpft mit dem Zugang zu kosteneffizienten Wärmeerzeugungstechnologien und einem hohen Wärmeabsatz pro Meter Leitung. Weitere entscheidende Faktoren sind die Tiefbaukosten und -möglichkeiten, die Akzeptanz und das Potenzial der Kundschaft sowie das Erschließungsrisiko der jeweiligen Wärmequellen. Die Versorgungssicherheit wird sowohl durch die Auswahl verlässlicher Betreibender und Liefernder als auch durch die technische Absicherung gegen Preisschwankungen und Ausfallrisiken gewährleistet. All diese Kriterien sind darauf ausgerichtet, Wärmenetze effizient, wirtschaftlich tragfähig und dauerhaft zuverlässig zu betreiben.

Bis zur tatsächlichen Errichtung eines Wärmenetzes sind zahlreiche Planungsschritte erforderlich. Die Wärmeplanung dient als erster strategischer Schritt, in dem geeignete Fokusgebiete identifiziert werden. Eine detaillierte technische Ausarbeitung des Versorgungssystems erfolgt erst im Rahmen vertiefender Machbarkeitsstudien. Die Gebiete werden im Allgemeinen in drei Kategorien unterteilt:

Eignungsgebiete für Wärmenetze

- Gebiete, welche auf Basis der unter Kapitel 5 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.

Prüfgebiete

- Gebiete, in welchen eine wirtschaftliche Erschließung durch Wärmenetze aktuell nicht gegeben ist. Gründe können variieren und zu einem späteren Zeitpunkt zu anderem Ergebnis führen.

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

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

2. Lokale Restriktionen: In einem zweiten Schritt wurden die automatisiert erzeugten Eignungsgebiete im Rahmen von Expertengesprächen 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. Auch wurden Gebiete beleuchtet, die außerhalb des Vorauswahlprozesses lagen.

3. Umsetzungseignung: Im letzten Schritt unterzogen die Verwaltungen der Gemeinden Bunde und Jemgum die verbleibenden Gebiete einer weiteren Analyse und grenzte sie ein. Im Projektgebiet wurden die auf Abbildung 41 eingezeichneten Fokusgebiete für eine zentrale Wärmeversorgung identifiziert. Sämtliche Gebiete, die nach den durchgeführten Analysen zum aktuellen Zeitpunkt als wenig geeignet für ein Wärmenetz eingestuft werden, sind als Einzelversorgungsgebiete ausgewiesen.

Zusammensetzung der Wärmeerzeugung: Mittels Kennzahlen und üblichen Auslegungsregeln wurde für die Eignungsgebiete ein Wärmeversorgungs-Szenario skizziert. Hierbei wurde davon ausgegangen, dass 95 % der Heizlast des Versorgungsgebiet mittels einer Grundlast-Technologie erzeugt werden. 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. Biomethan). Beim Einsatz von Biomethan als Spitzenlasterzeuger ist zu beachten, dass diese nur in Abhängigkeit von bestehenden Gasnetzen betrieben werden können. Da in den Gemeinden Bunde und Jemgum nicht mit einer Gasnetzumstellung auf Wasserstoffversorgung zu rechnen ist (siehe Kapitel 4.4), wird davon ausgegangen, dass die Spitzenlastabdeckung von Wärmenetzen durch einen elektrischen Wärmeerzeuger, wie Elektrodenkesseln, vor Stilllegung des Gasnetzes umgestellt wird. Da zum aktuellen Zeitpunkt nicht seriös abgeschätzt werden kann, wie sich die Strombezugskosten für einen Elektrodenkessel in einem zukünftigen Strommarkt darstellen, wird aktuell als Spitzenlasterzeuger Biomethan im Wärmenetzmix gewählt.

Es handelt sich hierbei um ein technisch sinnvolles Zielszenario, welches als Orientierung für die Definition der folglich ermittelten Maßnahmen gedeutet werden soll. Die vorgeschlagenen Wärmeversorgungstechnologien 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. In Tabelle 5 sind die Eignungsgebiete übersichtlich zusammengestellt. Die vorgeschlagenen nutzbaren Potenziale müssen auf die Machbarkeit, Umsetzbarkeit, Finanzierbarkeit und Wirtschaftlichkeit vertieft untersucht werden.

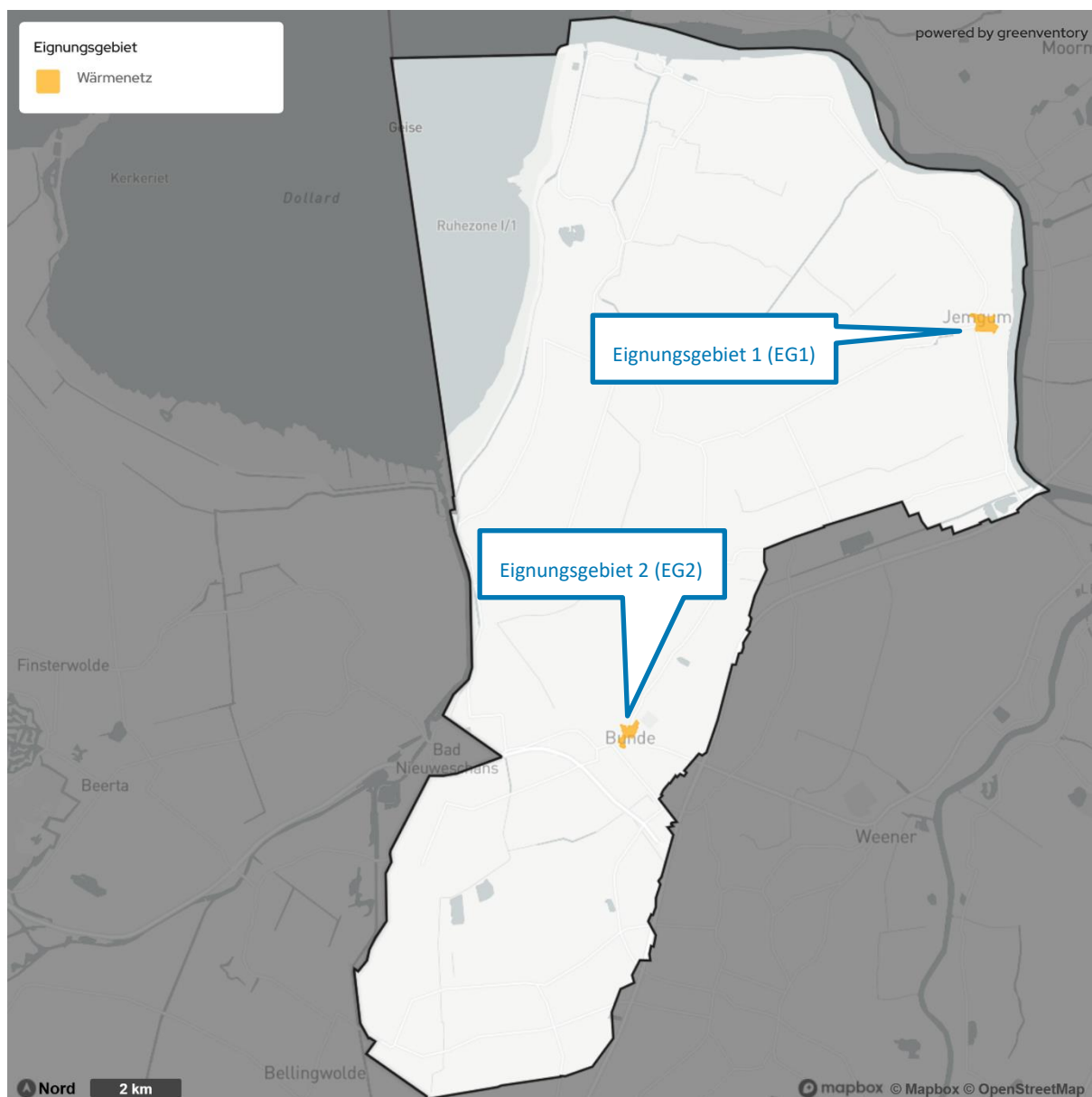
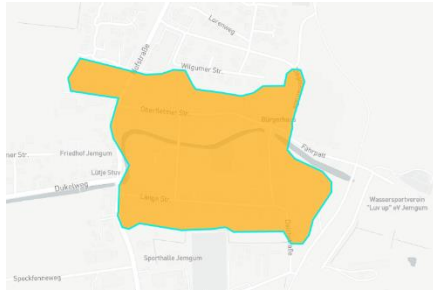
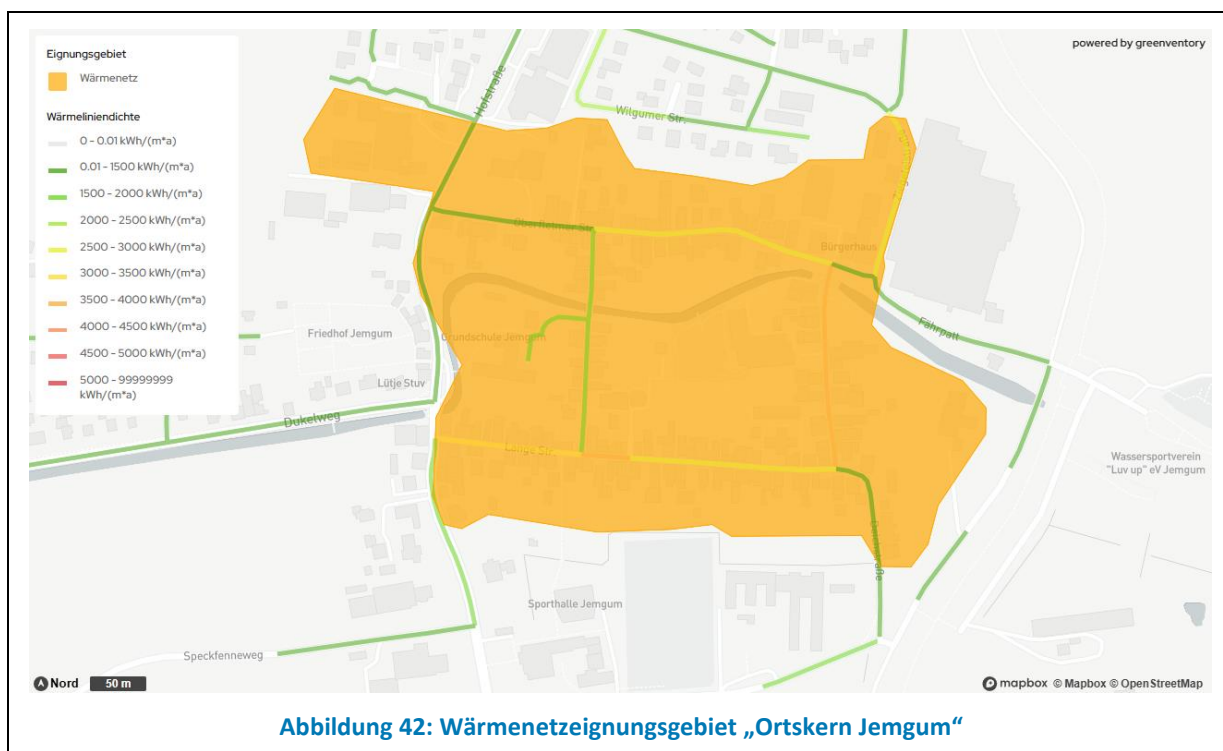


Abbildung 41: Räumliche Verteilung von Wärmenetztaugungsgebieten in den Gemeinden Bunde und Jemgum

Tabelle 5: Übersicht über definierte Wärmenetztaugungsgebiete in den Gemeinden Bunde und Jemgum

ID	Ort	Wärmenetztaugungsgebiet	Wärmebedarf heute – Wärmelinien-dichte (WLD)
EG 1	Jemgum	Ortskern Jemgum	4,14 GWh/a WLD: 2,39 MWh/m*a
EG 2	Bunde	Ortskern Bunde	3,92 GWh/a WLD: 2,95 MWh/m*a

Eignungsgebiet	Titel	Maßnahmenart	Aufwand
1	Ortskern Jemgum	Technisch	Hoch
<p>Gebietsbeschreibung:</p> <p>Das identifizierte Eignungsgebiet umfasst insgesamt 215 Gebäude, überwiegend aus den Baualterklassen vor 1919, 1919–1948 sowie 1949–1978. Bei der Mehrheit handelt es sich um private Wohngebäude; ergänzt wird der Bestand durch mehrere öffentliche Gebäude sowie Bauten aus dem Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen. Das betrachtete Gebiet erstreckt sich über eine Fläche von rund 15 ha.</p>			
<p>Energieversorgung:</p> <p>Im identifizierten Eignungsgebiet besteht aktuell ein Wärmebedarf von rund 4,14 GWh/a, wovon der größte Teil des Wärmebedarfs durch den fossilen Energieträger Erdgas abgedeckt wird. Der berechnete Wärmebedarf im Zieljahr 2040 beträgt 2,8 GWh/a, was einer Wärmebedarfsreduktion von ca. 32 % entspricht. Die Treibhausgasemissionen belaufen sich unter der jetzigen Versorgungssituation auf 924 t CO₂-e/a.</p> <p>Die installierten Heizungsanlagen haben eine Gesamtleistung von etwa 10,83 MW. Das Heizungsanlagenalter beläuft sich durchschnittlich auf 14 Jahre.</p>			
<p>Versorgungsoptionen:</p> <p>Im identifizierten Eignungsgebiet könnte eine regenerative Wärmeversorgung durch eine bzw. mehrere Großwärmepumpen (z. B. Luft-Wasser-Wärmepumpen) realisiert werden. Ein Biomethankessel kann als Redundanz bzw. für die Spitzenlast eingesetzt werden, um eine Versorgungssicherheit und vollständige klimafreundliche Wärmeversorgung sicherzustellen zu können.</p>			
<p>Auswirkungen:</p> <p>Die aus der Wärmeversorgung entstehenden Treibhausgasemissionen, wie im obigen Abschnitt zur Energieversorgung erläutert, belaufen sich im potenziellen Wärmenetzversorgungsgebiet auf bisher 924 t CO₂-e/a. Im Zieljahr 2040 sinken die Treibhausgasemissionen auf 30 t CO₂-e/a. Die erzielbare CO₂-Einsparung durch das angenommene Wärmenetz liegt bei 894 t/a bzw. 97 % der aktuellen Emissionen.</p>			



Gestehungskosten:

Die Gestehungskosten für die Wärme setzen sich aus Investitions- und Betriebskosten (z. B. Bau, Wartung, Personal etc.) zusammen und sind im geplanten Wärmenetzeignungsgebiet stark abhängig vom gewählten Wärmeerzeuger potenzieller Investierender. Da die finale Festlegung der Wärmeerzeuger abhängig von den Anschlussnehmenden ist, deren konkreten Anforderungen (Wärmemenge, Temperaturniveau etc.) aktuell noch nicht bekannt sind, ist eine belastbare Ermittlung von Gestehungskosten relativ schwierig. Eine erste grobe Kostenermittlung hat einen Wert von 0,20 -0,25 €/kWh ergeben.

Eignungsgebiet	Titel	Maßnahmenart	Aufwand
2	Ortskern Bunde	Technisch	Hoch
<p>Gebietsbeschreibung:</p> <p>Das identifizierte Eignungsgebiet umfasst 111 Gebäude, die überwiegend den Baualtersklassen vor 1919 im Kern, sowie 1949–1978 zuzuordnen sind. Im Nordwesten des Gebietes befinden sich Bauten aus den 1990er-Jahren. Der Bestand wird hauptsächlich durch private Wohngebäude geprägt und durch mehrere öffentliche Gebäude sowie Bauten aus dem Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen ergänzt. Das betrachtete Gebiet erstreckt sich über eine Fläche von rund 11 ha.</p>			
<p>Energieversorgung:</p> <p>Im identifizierten Eignungsgebiet besteht aktuell ein Wärmebedarf von rund 3,92 GWh/a, wovon der größte Teil des Wärmebedarfs über das bestehende Erdgasnetz gedeckt wird. Der berechnete Wärmebedarf im Zieljahr 2040 beträgt 2,46 GWh/a, was einer Wärmebedarfsreduktion von ca. 37 % entspricht. Die Treibhausgasemissionen belaufen sich unter der jetzigen Versorgungssituation auf 1.030 t CO₂-e/a. Die installierten Heizungsanlagen haben eine Gesamtleistung von etwa 3,89 MW. Das Heizungsanlagenalter beläuft sich durchschnittlich auf 12 Jahre.</p>			
<p>Versorgungsoptionen:</p> <p>Im identifizierten Eignungsgebiet basiert die zukünftige Wärmeversorgung überwiegend auf elektrisch betriebenen Großwärmepumpen, die einen sehr hohen regenerativen Anteil einbringen. Mit einem zusätzlichen Anteil von Biogas steht eine weitere erneuerbare Komponente zur Verfügung, die die Versorgung stabilisiert und diversifiziert. Insgesamt ergibt sich so ein klar regenerativ geprägtes Versorgungskonzept, das sowohl Effizienz als auch Klimafreundlichkeit deutlich steigert.</p>			
<p>Auswirkungen:</p> <p>Die aus der Wärmeversorgung entspringenden Treibhausgasemissionen, wie im obigen Abschnitt zur Energieversorgung erläutert, belaufen sich im potenziellen Wärmenetzversorgungsgebiet auf bisher 1.030 t CO₂-e/a. Im Zieljahr 2040 sinken die Treibhausgasemissionen auf 26 t CO₂-e/a. Die erzielbare CO₂-Einsparung durch das angenommene Wärmenetz liegt bei 1.004 t/a bzw. 98 % der aktuellen Emissionen.</p>			

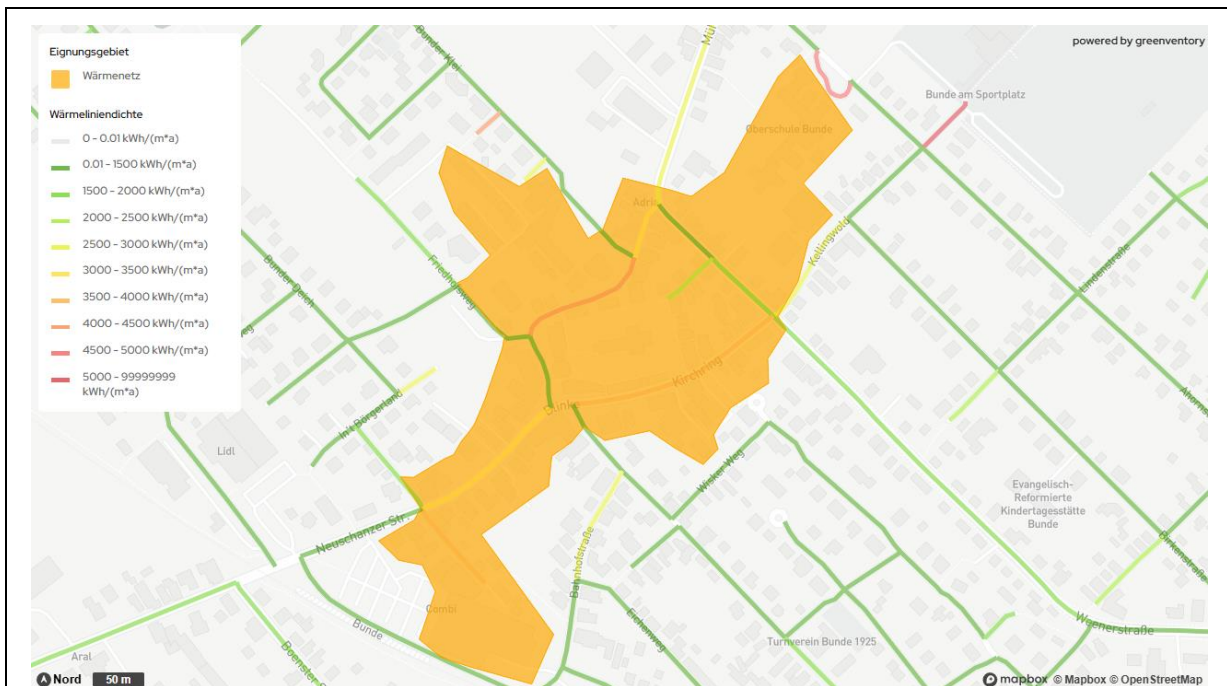


Abbildung 43: Wärmenetz eignungsgebiet „Ortskern Bunde“

Gestehungskosten:

Die Gestehungskosten für die Wärme setzen sich aus Investitions- und Betriebskosten (z. B. Bau, Wartung, Personal etc.) zusammen und sind im geplanten Wärmenetz eignungsgebiet stark abhängig vom dem gewählten Wärmeerzeuger potenzieller Investierender. Da die finale Festlegung der Wärmeerzeuger abhängig von den Anschlussnehmenden ist, deren konkreten Anforderungen (Wärmemenge, Temperaturniveau etc.) aktuell noch nicht bekannt sind, ist eine belastbare Ermittlung von Gestehungskosten relativ schwierig. Eine erste grobe Kostenermittlung hat einen Wert von 0,20 -0,25 €/kWh ergeben.

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 44).

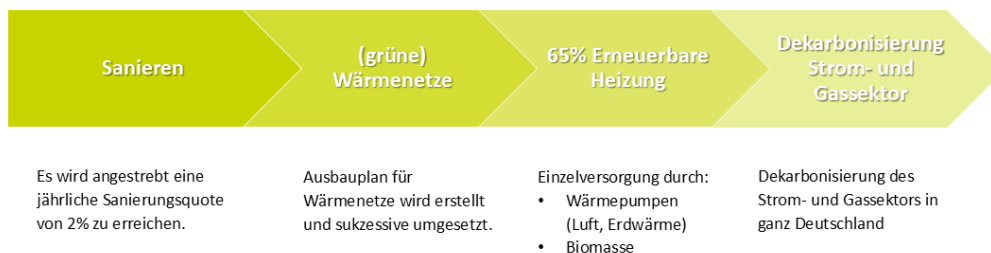


Abbildung 44: Komponenten des Zielszenarios für 2040

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

Das Zielszenario beantwortet qualitativ folgende Kernfragen:

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

Die Erstellung des Zielszenarios erfolgt in drei Schritten:

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

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 hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab – darunter die technische Realisierbarkeit der Einzelprojekte, die lokalen politischen Rahmenbedingungen, wirtschaftliche Aspekte (z. B. Energiepreise) sowie eine hohe Bereitschaft zur Gebäudesanierung und zum Heizungstausch sowie der Erfolg bei der Gewinnung von Kundschaft für Wärmenetze.

6.1. Wirtschaftlichkeitsvergleich maßgeblicher Beheizungsoptionen

Für eine Annäherung der möglicherweise anfallenden Kosten von Beheizungsoptionen in den zukünftigen Wärmeversorgungsgebieten, werden anhand von Wärmegestehungskosten die maßgeblichen Beheizungsoptionen miteinander verglichen. Die Wärmegestehungskosten werden berechnet aus den jährlich anfallenden Kosten (Kapitalkosten, Betriebskosten, Wartung/Instandhaltung) und dem Wärmebedarf, der durch das entsprechende Wärmesystem gedeckt wird. Die Wärmegestehungskosten bieten sich daher gut an, um eine Orientierung zur Wirtschaftlichkeit einzelner Beheizungsoptionen zu erhalten.

Dabei ist generell zu beachten, dass die in Kapitel 2.10 beschriebenen Beheizungsoptionen unterschiedliche Eigenschaften, wie erzielbare Temperaturen oder auch Leistungskenngrößen, innehaben. Somit ist ein bloßer Wirtschaftlichkeitsvergleich anhand von Wärmegestehungskosten mitunter unzureichend und es bedarf eines individuellen Vergleichs der jeweils vorliegenden Gesamtsituation. Dieser sollte unter anderem Wärmebedarf, Leistungsbezug sowie das benötigte Temperaturniveau berücksichtigen. Für die Abschätzung der Wärmegestehungskosten einer dezentralen Wärmeversorgung werden im Folgenden für verschiedene Typgebäude in unterschiedlichen Sanierungszuständen typische Versorgungsfälle berechnet und die Wärmegestehungskosten unter Berücksichtigung aller anfallenden Kosten bis zum Erreichen des Endes der technischen Lebensdauer des Wärmesystems berechnet.

Die im Folgenden betrachteten Typgebäude stellen die am weitesten verbreiteten Gebäudekategorien im deutschen Bestand dar, basierend auf der TABULA-Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU). Konkret handelt es sich um Einfamilienhäuser der Baualtersklasse 1969–1978 (Typ F) sowie Mehrfamilienhäuser der Baualtersklasse 1958–1968 (Typ E). Dies sind Gebäudetypen, die deutschlandweit in vielen Kommunen zahlreich vorkommen. In den Gemeinden Bunde und Jemgum prägen Ein- und Mehrfamilienhäuser das Projektgebiet in besonderem Maße. Für diese repräsentativen Gebäudetypen werden beispielhaft die Wärmegestehungskosten berechnet. Dabei liegt der Fokus auf der Luft-Wasser-Wärmepumpe, da diese laut Potenzialanalyse im Bereich der dezentralen Wärmeversorgung das größte Zukunftspotenzial bietet.

Die Wärmegestehungskosten werden in Anlehnung an die VDI 2067 mit Einbeziehung von Betriebskosten, Verbrauchskosten und Kapitalkosten unter Berücksichtigung von bestimmten Annahmen (siehe Tabelle 6) mit einer Wärmesystemsimulationssoftware berechnet.

Tabelle 6: Spezifikation der Typgebäude Einfamilienhaus_F und Mehrfamilienhaus_E gemäß TABULA-Gebäudetypologie für dezentrale Wärmeversorgung mittels Luftwärmepumpe

	Unsanieretes Einfamilienhaus Baualtersklasse 1969-1978	Saniertes Einfamilienhaus (konventionell gemäß TABULA) Baualtersklasse 1969-1978	Unsanieretes Mehrfamilienhaus Baualtersklasse 1958-1968	Saniertes Mehrfamilienhaus (konventionell gemäß TABULA) Baualtersklasse 1958-1968
Wohneinheiten	1	1	10	10
Wohnfläche [m²]	140	140	890	890
Spezifischer Wärmebedarf [kWh/m²a]	138	105	209	141
Absoluter Wärmebedarf [MWh/a]	19,3	14,7	186	125
Wärmetechnik	4,8 kW Luft-Wasser-Wärmepumpe	3,2 kW Luft-Wasser-Wärmepumpe	30,8 kW Luft-Wasser-Wärmepumpe	14,8 kW Luft-Wasser-Wärmepumpe
Spezifische Investitionskosten¹	3.100,00 €/kW	3.700,00 €/kW	2.500,00 €/kW	3.000,00 €/kW
Förderung	55 %	55 %	35 %	35 %
Betrachtungszeitraum [in Jahren]	18	18	18	18
Strompreis Wärmepumpe	0,25 €	0,25 €	0,25 €	0,25 €
Ergebnis Wärmegestehungskosten	14,7 ct/kWh	15,8 ct/kWh	14,1 ct/kWh	15,1 ct/kWh

Die Wärmepumpensysteme setzen sich aus dem Wärmepumpenaggregat, einem elektrischen Heizstab für die Spitzenlastabdeckung und einem Wärmespeicher zusammen. Zusätzlich zu den angegebenen Anlageninvestitionskosten (inkl. Installationskosten) können Kosten für geringinvestive Maßnahmen wie ein Heizkörperaustausch, ein größerer Pufferspeicher und die Optimierung des Heizsystems anfallen. Die Kostenannahmen und die Energieträgerannahmen beruhen zum einen auf dem Technikkatalog des Leitfadens zur KWP der Bundesregierung und zum anderen auf Erfahrungswerten der EWE-Vertrieb GmbH.

Im Zuge der wirtschaftlichen Bewertung der zentralen Wärmenetzlösungen werden die Wärmegestehungskosten für die Wärmenetzeignungsgebiete auf Basis eines zukunftsfähigen Energieträgermixes bestehend aus einer Großwärmepumpe in Kombination mit einem Biomethanspitzenlastkessel berechnet (siehe Kapitel 5).

²KWW-Technikkatalog

Auf Basis des Technikkatalogs zur Wärmeplanung der Bundesregierung wurden folgende Annahmen bei der Berechnung der Wärmegestehungskosten für die Wärmenetzeignungsgebiete getätigt (siehe Tabelle 7).

Bei den Kostenannahmen wurde ein Aufschlag von 20 % für Unvorhergesehenes berücksichtigt.

Tabelle 7: Annahmen zu Wirtschaftlichkeitsparametern für die Berechnung von Wärmegestehungskosten in Wärmenetzeignungsgebieten

Parameter	Ausprägung
Investitionskosten Wärmepumpe	Durchschnittlich 1.300,00 €/kW
Investitionskosten Biomethankessel	130,00 €/kWth
Strompreis Wärmepumpe	0,22 €/kWh
Biomethanpreis	0,22 €/kWh
Wärmenetzkosten	1.600,00 €/m Wärmetrasse
Wärmelieferdauer	20a
Abschreibungsdauer Wärmenetz	40a

6.2. Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs

Die Senkung des Wärmebedarfs stellt eine zentrale Voraussetzung für das Gelingen der Wärmewende dar. Für die Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs sind die Sanierungsrate und die Sanierungstiefe ausschlaggebend. Die Sanierungsrate trifft eine Aussage zur Häufigkeit von Sanierungen und wird in Vollsanierungssanierungsäquivalenten ausgedrückt. Bei einer angenommenen Sanierungsrate von 1,5 % wird vorausgesetzt, dass bei 1,5 % der Gebäude in den Gemeinden Bunde und Jemgum alle Bauteile (Dach, Fenster, Fassade, etc.) gedämmt werden. Die Sanierungstiefe drückt aus wie gut, die Dämmfähigkeit der einzelnen Bauteile nach der Sanierung ist. Im Rahmen der Szenariobetrachtung können Sanierungspakete, die den GEG-Mindeststandard abbilden („konventionelle“ Sanierungstiefe) und Sanierungspakete, die den Anforderungen der Bundesförderung effiziente Gebäude genügen („zukunftsweisende“ Sanierungstiefe), berechnet werden.

Im Zuge der Analyse wurde ein Zielszenario mit einer jährlichen Sanierungsrate von 1,5 % entwickelt (Fraunhofer ISI et al., Langfristszenarien 3, 2024) und eine „zukunftsweisende“ Sanierungstiefe gewählt. Die Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs erfolgt unter Nutzung von repräsentativen Typgebäuden, deren Wärmebedarfe mit den jeweiligen Sanierungspaketen simuliert wird. 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- und Dienstleistungen: 37 %
- Industrie: 29 %
- Kommunale Liegenschaften: 33 %

Die Sanierung der Gebäude wird differenziert nach Jahr und Objekt durchgeführt. Jährlich werden gezielt jene 1,5 % der Gebäude mit dem schlechtesten energetischen Zustand saniert. Abbildung 45 veranschaulicht den Effekt der Sanierung auf den zukünftigen Wärmebedarf in den Gemeinden Bunde und Jemgum.

Im Basisjahr weist die Simulation einen jährlichen Wärmebedarf von rund 117 GWh aus. Für das Zwischenjahr 2030 ergibt sich ein Bedarf von etwa 106 GWh, was einer Reduktion um rund 9 % entspricht. Im Jahr 2035 sinkt der Wärmebedarf weiter auf circa 98 GWh – eine Minderung von etwa 16 % gegenüber dem Ausgangswert.

Durch kontinuierliche Gebäudesanierungen lässt sich der Wärmebedarf bis zum Zieljahr 2040 auf etwa 92 GWh senken – eine Einsparung von nahezu 21 % im Vergleich zum Basisjahr. Besonders deutlich wird, dass bereits bis 2035 rund 76 % des gesamten Reduktionspotenzials ausgeschöpft werden können, wenn vorrangig Gebäude mit hohem Sanierungspotenzial berücksichtigt werden.

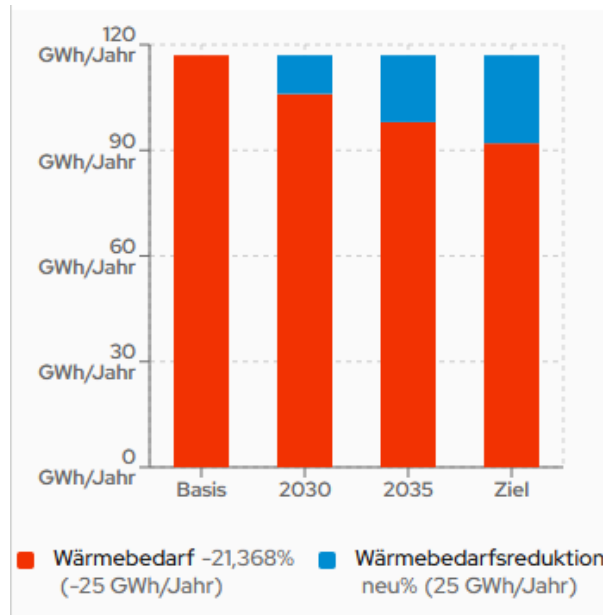


Abbildung 45: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion nach energetischer Sanierung in Ziel- und Zwischenjahren in den Gemeinden Bunde und Jemgum

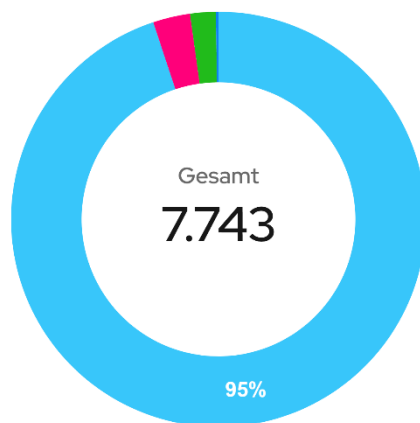
6.3. Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgung

Nach der Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs sowie der Identifikation geeigneter Gebiete für Wärmenetze erfolgt die Planung der zukünftigen Versorgungsinfrastruktur. Dabei wird jedem Gebäude eine passende Wärmeerzeugungstechnologie zugewiesen.

Für die Wärmenetze wird eine Anschlussquote von 70 % angenommen, basierend auf der Installation von Hausübergabestationen. In diesem Szenario werden somit rund 2,9 % der Gebäude in den Gemeinden Bunde und Jemgum über Wärmenetze versorgt (siehe Abbildung 46). Es wird nicht davon ausgegangen, dass alle Gebäude innerhalb der Eignungsgebiete tatsächlich angeschlossen werden.

Gebäude außerhalb dieser Gebiete werden individuell beheizt. Dort, wo die baulichen und geologischen Voraussetzungen gegeben sind, etwa ausreichend Platz oder geeigneter Untergrund, kommen vorzugsweise Luft- oder Erdwärmepumpen zum Einsatz. Ist der Einsatz einer Wärmepumpe nicht möglich, wird ein Biomassekessel als Wärmeerzeuger vorgesehen. Biomassekessel finden insbesondere auch bei größeren gewerblichen Gebäuden Anwendung.

Der potenzielle Einsatz von Wasserstoff wurde in diesem Szenario nicht berücksichtigt, da dessen zukünftige Verfügbarkeit derzeit schwer abschätzbar ist. Sollte sich jedoch in einzelnen Gebieten eine Transformation des Gasnetzes konkret abzeichnen, kann Wasserstoff in künftige Fortschreibungen des Wärmeplans integriert werden.



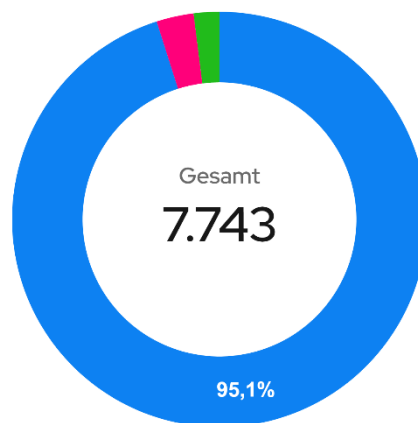
Heizungsarten	Heizsysteme	
	%	
Elektrische Luftwärmepumpe	95%	7.352
Fernwärme Übergabestation	2,9%	225
Pelletheizung	2%	151
Elektrische Erdwärmepumpe	0,2%	15

Abbildung 46: Heizsysteme nach Wärmeerzeugungstechnologie im Zieljahr 2040 in den Gemeinden Bunde und Jemgum

Abbildung 46 zeigt die Ergebnisse der Simulation des Wärmebedarfs nach Energieträgern in den Gemeinden Bunde und Jemgum für das Jahr 2040. Die Analyse der eingesetzten Wärmeerzeugungstechnologien verdeutlicht, dass künftig etwa 95 % der beheizten Gebäude, das entspricht rund 7.352 Systemen, mit Luftwärmepumpen ausgestattet sein könnten.

Um diesen Ausbaugrad bis 2040 zu erreichen, müssten ab dem Jahr 2026 jährlich etwa 525 Luftwärmepumpen installiert werden. Dies unterstreicht die zentrale Bedeutung einer engen Zusammenarbeit mit dem lokalen Handwerk, das über die notwendigen Kapazitäten für Installation, Umrüstung und Wartung der Heizsysteme verfügen muss.

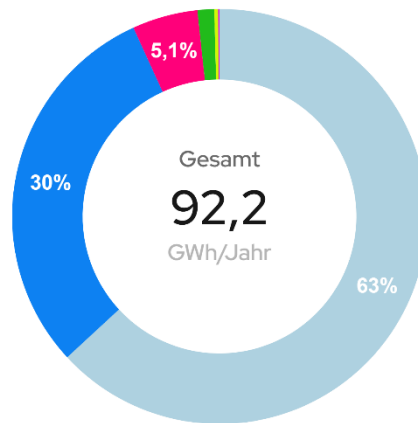
Einzelheizungen mit Biomasse könnten nach den vorliegenden Berechnungen künftig in 2 % der Gebäude, also in 151 Fällen, eingesetzt werden (siehe Abbildung 46 und Abbildung 47).



Energieträger	Heizsysteme	
	%	
■ Strom (Mix bundesweit)	95,1%	7.367
■ Nah-/Fernwärme	2,9%	225
■ Holzpellets	2%	151

Abbildung 47: Heizsysteme nach Energieträger im Zieljahr 2040 in den Gemeinden Bunde und Jemgum

Die Darstellungen des Wärme- und Endenergiebedarfs auf Abbildung 48 und Abbildung 49 verdeutlichen den Wandel der Wärmeversorgung: Die bisher dominierende Rolle von Erdgas wird schrittweise durch erneuerbare Energieträger, wie Strom, Biomasse und Wärmenetze, ersetzt.



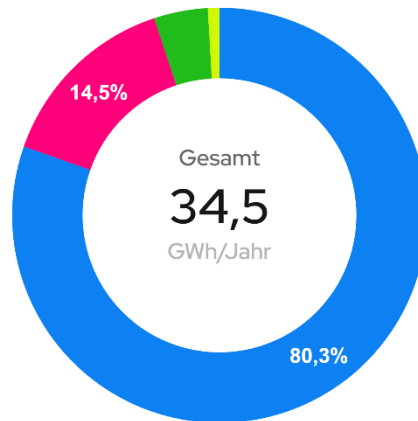
Energieträger	Wärmebedarf	
	%	GWh/Jahr
Luftwärme	63%	58,1
Strom (Mix bundesweit)	30%	27,7
Nah-/Fernwärme	5,1%	4,7
Holzpellets	1,3%	1,2
Solarthermie	0,3%	0,3
Erdwärme	0,1%	0,1

Abbildung 48: Wärmebedarf nach Energieträger im Zieljahr 2040 in den Gemeinden Bunde und Jemgum

Eine weitere Entwicklung im Rahmen der Transformation liegt im deutlich geringeren jährlichen potenziellen Endenergiebedarf von rund 34,5 GWh (siehe Abbildung 49) im Vergleich zum prognostizierten jährlichen Wärmebedarf von 92 GWh (siehe Abbildung 45). Die Differenz zwischen Endenergiebedarf und Wärmebedarf lässt sich unter anderem durch künftige technologische Fortschritte sowie Effizienzsteigerungen in der Heiztechnik erklären. Hauptsächlich jedoch ist sie auf die Art und Weise der Nutzung der eingesetzten Energieträger zurückzuführen. Wie in Abbildung 48 dargestellt, decken Luftwärmepumpen einen Großteil des individuellen Wärmebedarfs durch die Nutzung von Umweltenergie. Während Luftwärmepumpen die Umgebungsluft als Energiequelle nutzen, entziehen Erdwärmepumpen dem Erdreich Wärme. Insgesamt werden so jährlich rund 58,2 GWh des Wärmebedarfs in den Gemeinden Bunde und Jemgum durch Umweltwärme gedeckt.

Ein gewisser Anteil an elektrischer Energie ist jedoch weiterhin erforderlich, etwa zum Betrieb der Wärmepumpen oder zur Überbrückung ungünstiger Wetterbedingungen. Dieser Strombedarf beläuft sich jährlich auf etwa 27,7 GWh und wird der Kategorie „Strom“ zugeordnet.

Abbildung 49 veranschaulicht die Zusammenhänge nochmals übersichtlich, indem sie sämtliche Endenergieerzeuger darstellt, die im Zieljahr 2040 für die Versorgung der Gemeinden Bunde und Jemgum erforderlich sind.



Energieträger	Endenergiebedarf	
	%	GWh/Jahr
■ Strom (Mix bundesweit)	80,3%	27,7
■ Nah-/Fernwärme	14,5%	5
■ Holzpellets	4,2%	1,5
■ Solarthermie	0,9%	0,3

Abbildung 49: Endenergiebedarf nach Energieträger im Zieljahr 2040 in den Gemeinden Bunde und Jemgum

Abbildung 50 stellt das modellierte zukünftige Versorgungsszenario in den Gemeinden Bunde und Jemgum dar. Darin sind die Eignungsgebiete für Wärmenetze sowie die Einzelversorgungsgebiete dargestellt, welche durch in Form von Strom und Biomasse betriebene dezentrale Heizsysteme versorgt werden.

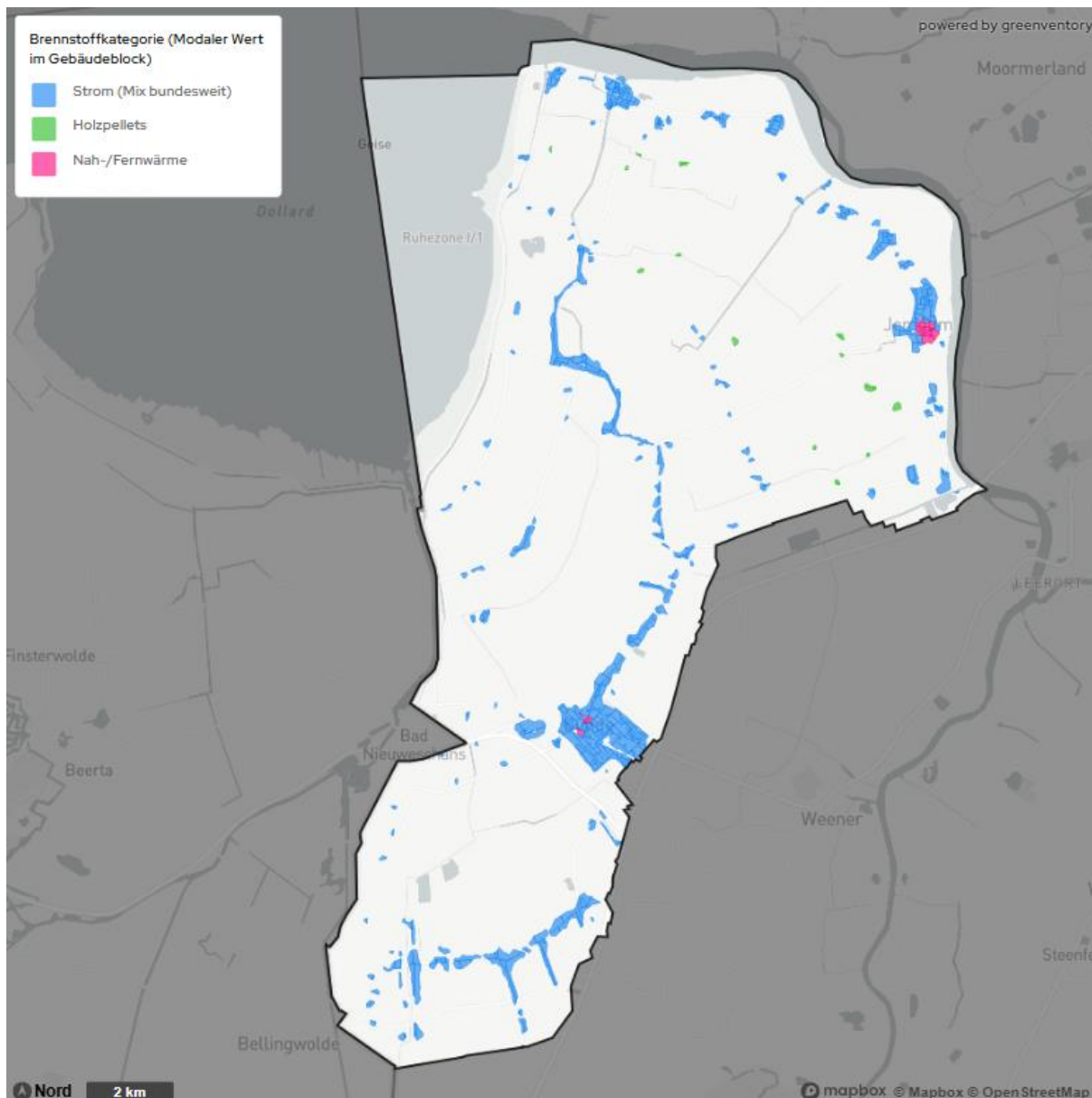


Abbildung 50: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040 in den Gemeinden Bunde und Jemgum

6.3.1. Zwischenjahr 2030

Im Jahr 2030 weisen die Gemeinden Bunde und Jemgum einen Wärmebedarf von rund 106 GWh auf (siehe Abbildung 45). Die prognostizierte Umstellung auf den Energieträger Strom wird zu diesem Zeitpunkt bereits weit vorangeschritten sein. Dennoch wird ein erheblicher Anteil der Gebäude weiterhin mit Erdgas beheizt (siehe Abbildung 51).

Die Migration von Gasheizungen hin zu Luftwärmepumpen (Energieträger: Strom) erfolgt modellseitig auf Grundlage des bekannten Alters der bestehenden Heizungsanlagen in den Gemeinden Bunde und Jemgum. Systeme, die älter als 20 Jahre sind, werden dabei priorisiert und schrittweise ersetzt.

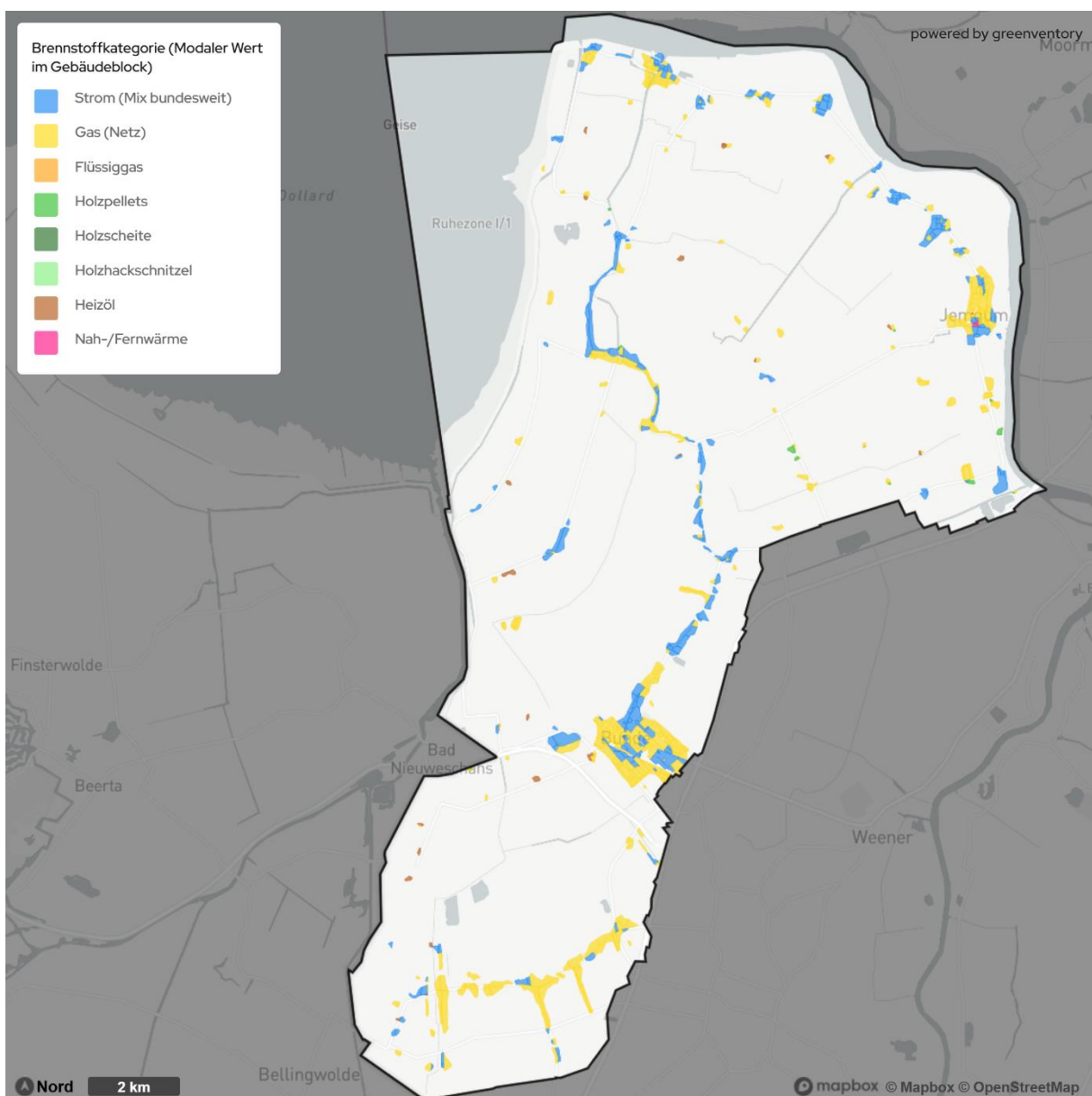


Abbildung 51: Versorgungsszenario im Zwischenjahr 2030 in den Gemeinden Bunde und Jemgum

In Abbildung 52 ist die prognostizierte Verteilung des Wärmebedarfs innerhalb der Gemeinden Bunde und Jemgum dargestellt. Im Vergleich zum Status quo zeigt sich dabei keine signifikante Reduktion. Ursache hierfür ist zum einen die bislang lediglich moderate Verringerung des Wärmebedarfs um rund 11 GWh (etwa 9 %), die aufgrund des kurzen Betrachtungszeitraums noch nicht durch umfangreiche Sanierungsmaßnahmen gestützt wird. Zum anderen wurde der Energiebedarf industrieller Prozesse (Industrie und Hafenwirtschaft) in der Simulation nicht vollständig auf klimaneutrale Energieträger umgestellt.

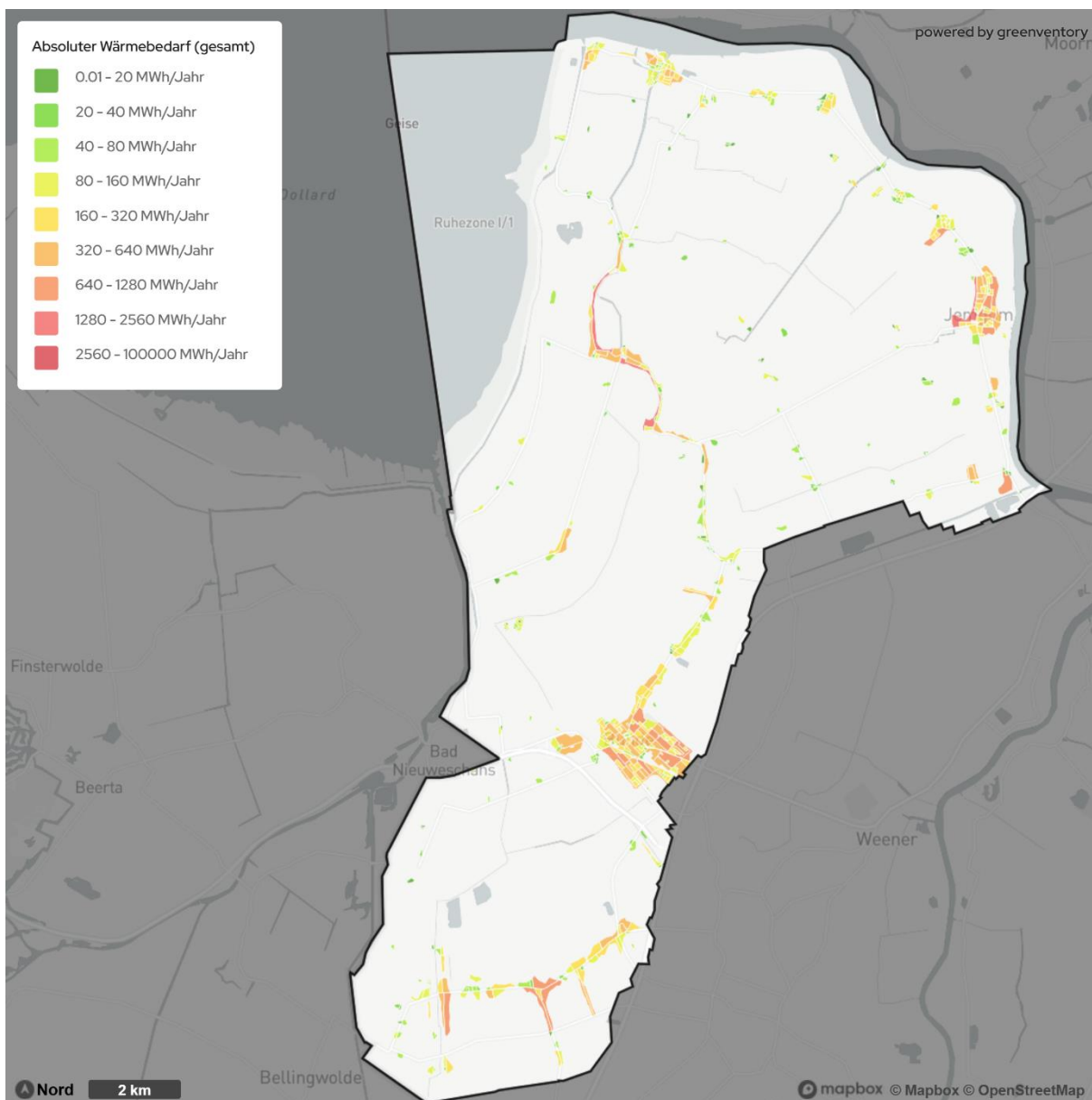


Abbildung 52: Räumliche Verteilung nach absolutem Wärmebedarf im Zwischenjahr 2030 in den Gemeinden Bunde und Jemgum

Die Abbildung industrieller Prozessenergie stellt in der Modellierung eine besondere Herausforderung dar, da Unternehmen im Rahmen ihres Energiemanagements eigene Strategien zur Energieeinsparung und Transformation verfolgen. Diese individuelle Planung führt dazu, dass konkrete Reduktionspfade auf kommunaler Ebene nur eingeschränkt abbildbar sind.

Der in Abbildung 53 dargestellte Wärmebedarf sowie der in Abbildung 54 ausgewiesene Endenergiebedarf verdeutlichen die fortschreitende Transformation der kommunalen Wärmeversorgung im Projektgebiet.

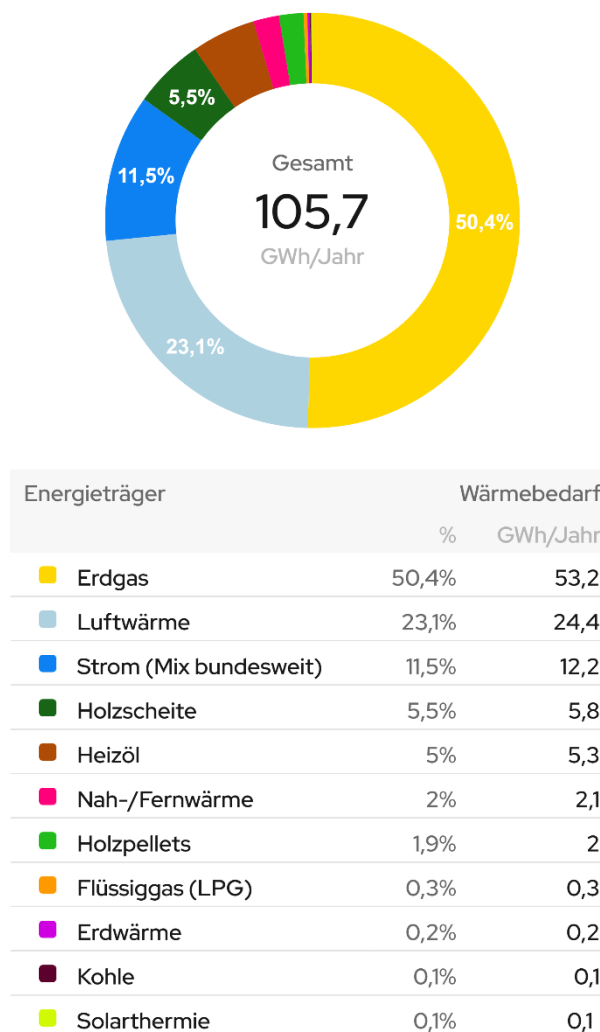
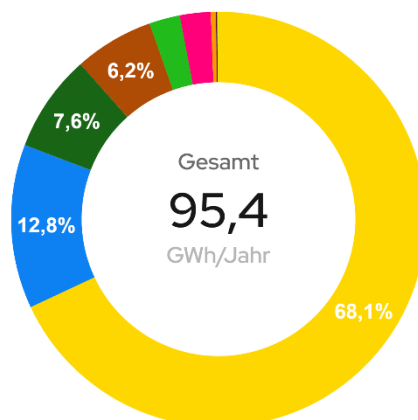


Abbildung 53: Wärmebedarf nach Energieträger im Zwischenjahr 2030 in den Gemeinden Bunde und Jemgum

Der bislang dominante Energieträger Erdgas verliert an Bedeutung und wird zunehmend durch eine diversifizierte Struktur aus Strom, Biomasse und ggf. Wärmenetzen ergänzt. Zwar bleibt Erdgas auch im Jahr 2030 der wichtigste Energieträger, sein Anteil sinkt im Vergleich zum Status quo jedoch um rund 28,8 Prozentpunkte (siehe Abbildung 15 und Abbildung 53).

Parallel dazu nimmt der Anteil des erneuerbaren Energieträgers Luftwärme, aufgrund des verstärkten Einsatzes von Luftwärmepumpen, deutlich zu und steigt von 0,5 % auf etwa 23,1 % (siehe Abbildung 15 und Abbildung 53). Zwischen dem Status quo und dem Zieljahr 2030 ergibt sich in dieser Modellierung ein durchschnittlicher jährlicher Zubau von rund 524 Luft- bzw. Erdwärmepumpen im Projektgebiet.

Durch die weiterhin moderaten Verschiebungen hin zu erneuerbaren Energieträgern, die damit einhergehende Substitution von Erdgas sowie die fortlaufende energetische Sanierung des Gebäudebestands lassen sich die Treibhausgasemissionen gegenüber dem Status quo bis 2030 bereits um rund 37,5 % senken.



Energieträger	Endenergiebedarf	
	%	GWh/Jahr
Gas (Netz)	68,1%	64,9
Strom (Mix bundesweit)	12,8%	12,2
Holzscheite	7,6%	7,2
Heizöl	6,2%	5,9
Holzpellets	2,4%	2,3
Nah-/Fernwärme	2,4%	2,3
Flüssiggas (LPG)	0,4%	0,4
Kohle	0,1%	0,1
Solarthermie	0,1%	0,1

Abbildung 54: Endenergiebedarf nach Energieträger im Zwischenjahr 2030 in den Gemeinden Bunde und Jemgum

6.4. 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 auf Abbildung 55 dargestellt.

Strom könnte in den ausgewählten Eignungsgebieten der Gemeinden Bunde und Jemgum den größten Beitrag von 86,4 % zur Fernwärmeerzeugung leisten.

Zu einem Anteil von 13,6 % könnten die Wärmenetze im Zieljahr 2040 durch Biomethan als Energieträger, eingesetzt in BHKW, versorgt werden.

Die Auswahl der jeweiligen Energieträger erfolgte unter Berücksichtigung ihrer technischen Eignung, Umweltverträglichkeit und Effizienz im Kontext einer nachhaltigen Fernwärmeerzeugung. Es ist hervorzuheben, dass diese ersten Annahmen im Rahmen nachgelagerter Machbarkeitsstudien, die gegebenenfalls für die jeweiligen Eignungsgebiete durchgeführt werden, weiter präzisiert und validiert werden müssen.

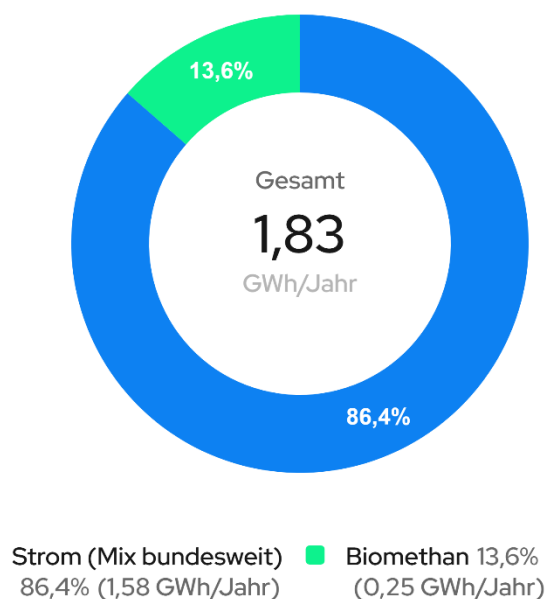


Abbildung 55: Fernwärmeerzeugung nach Energieträger im Zieljahr 2040 in den Gemeinden Bunde und Jemgum

6.5. Entwicklung der eingesetzten Energieträger

Auf Grundlage, der den einzelnen Gebäuden in den Gemeinden Bunde und Jemgum zugewiesenen Wärmeerzeugungstechnologien wurde, der Energieträgermix für das Zieljahr 2040 berechnet. Dieser Mix gibt Aufschluss darüber, welche Energieträger künftig in der Einzelversorgung dominieren werden und welchen Anteil Nah- bzw. Fernwärme in den Gemeinden Bunde und Jemgum einnehmen wird.

Zunächst wird jedem Gebäude ein Energieträger zugeordnet. Anschließend erfolgt die Berechnung des Endenergiebedarfs, basierend auf dem spezifischen Wärmebedarf und dem Wirkungsgrad der jeweiligen Wärmeerzeugungstechnologie. Hierzu wird der Wärmebedarf im Zieljahr durch den thermischen Wirkungsgrad der eingesetzten Technologie dividiert. Die daraus resultierenden Endenergiebedarfe nach Energieträger sind für die Zwischenjahre 2030 und 2035 bis zum Zieljahr 2040 auf Abbildung 56 dargestellt.

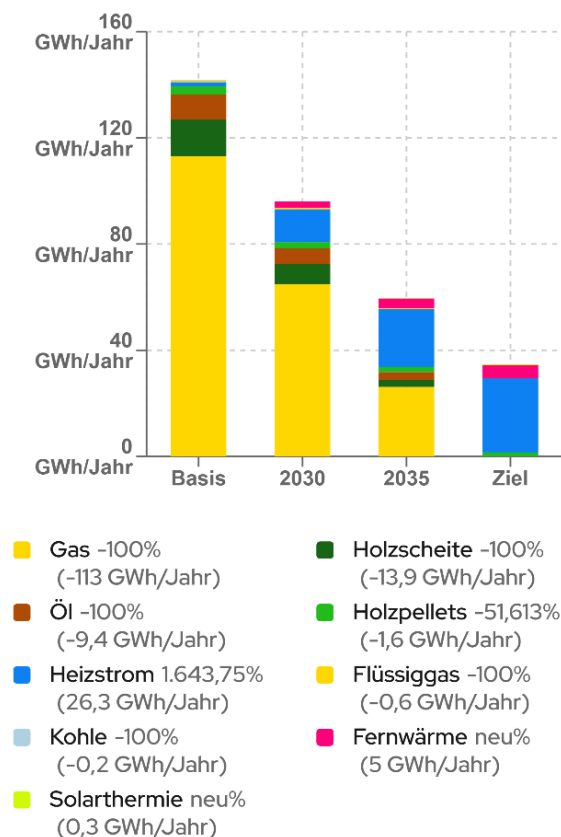


Abbildung 56: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger im zeitlichen Verlauf in den Gemeinden Bunde und Jemgum

Die Zusammensetzung der Energieträger zeigt einen klaren Wandel: Der Anteil fossiler Energien nimmt deutlich ab, während nachhaltige Energieträger zunehmend an Bedeutung gewinnen. Gleichzeitig sinkt der gesamte Endenergiebedarf infolge der angenommenen Fortschritte bei der energetischen Sanierung des Gebäudebestands. Insbesondere der Energieträger Gas wird erwartungsgemäß einen drastischen Wandel erleben. Werden jetzt noch

die meisten Objekte durch diesen versorgt, wird die Transformation stetig schnell voranschreiten. Die Einfuhr der CO₂-Bepreisung sowie die sinkende Anzahl an Anschlussnehmenden wird zu einer Erhöhung der Kosten führen. Dies beschleunigt im Umkehrschluss den Wechsel auf erneuerbare Alternativen.

Der Anteil der Fernwärme am Endenergiebedarf wird sich bis 2040 im Vergleich zu den Zwischenjahren reduzieren, aufgrund prognostizierter Gebäudesanierungen sowie des Einsatzes effizienterer Energieerzeugungstechnologien.

6.6. 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 57). Es zeigt sich, dass im angenommenen Szenario, im Zieljahr 2040, in den Gemeinden Bunde und Jemgum, eine Reduktion um etwa 97 % verglichen mit dem Basisjahr erzielt werden kann. Dies bedeutet, dass ein CO₂-Restbudget im Wärmesektor von ungefähr 0,7 kt CO₂e im Jahr 2040 anfällt. Dieses muss kompensiert oder durch weitere technische Maßnahmen im Rahmen des kommunalen Klimaschutzes bilanziell reduziert werden, um die Treibhausgasneutralität im Zieljahr zu erreichen. Das Restbudget ist den Emissionsfaktoren der erneuerbaren Energieträger zuzuschreiben, die auf die Emissionen entlang der Wertschöpfungskette (z. B. Fertigung und Installation) zurückzuführen sind.

Einen wesentlichen Einfluss auf die zukünftigen Treibhausgasemissionen haben neben der eingesetzten Technologie auch die zukünftigen Emissionsfaktoren. Für die vorliegende Berechnung wurden die Tabelle 3 aufgeführten Faktoren angenommen. Insbesondere im Stromsektor wird von einer erheblichen Reduktion der CO₂-Intensität ausgegangen, was sich positiv auf die CO₂-Emissionen von Wärmepumpenheizungen auswirkt.

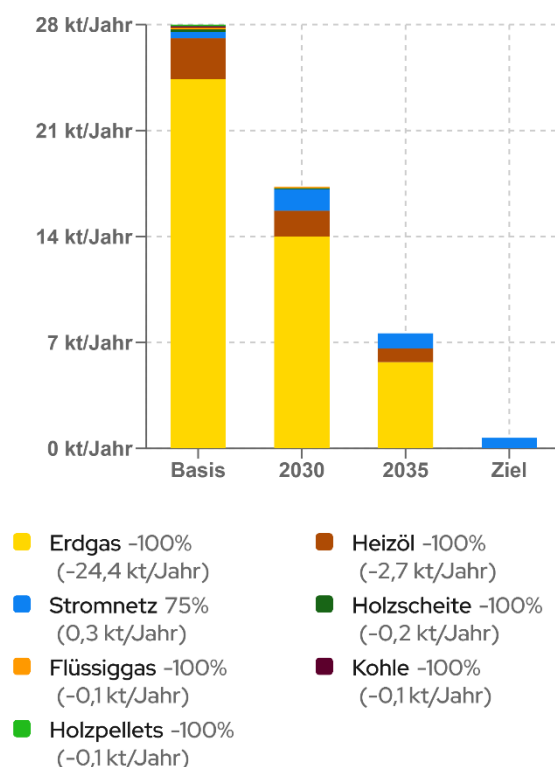


Abbildung 57: Verteilung der Treibhausgasemissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf in den Gemeinden Bunde und Jemgum

6.7. Zusammenfassung des Zielszenarios

Durch die Simulation des Zielszenarios zeigt sich, wie sich der Wärmebedarf bis ins Zieljahr 2040 bei einer Sanierungsquote von 1,5 % entwickelt. Die bundesweite energetische Sanierungsquote von Wohngebäuden lag im Jahr 2025 bei lediglich 0,67 % (BuVEG, 2026). Dies unterstreicht die Dringlichkeit großflächiger Sanierungen, um die Wärmewende erfolgreich zu gestalten.

Im betrachteten Szenario werden fast alle 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 in den Gemeinden Bunde und Jemgum zu erreichen, müssen konsequent erneuerbare Energiequellen im Projektgebiet erschlossen werden. Auch wenn dies, wie im Zielszenario angenommen, erreicht wird, bleiben 2040 Restemissionen von 0,7 kt CO₂e/a. Im Rahmen der Fortschreibungen des Wärmeplans müssen hierzu weitere Maßnahmen und Strategien entwickelt werden, um eine vollständige Treibhausgasneutralität des Wärmesektors erreichen zu können.

Eine Übersicht von verschiedenen Emissionsfaktoren in t CO₂/MWh für die Jahre 2022, 2030, 2040 und 2045 ist auf Abbildung 58 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.

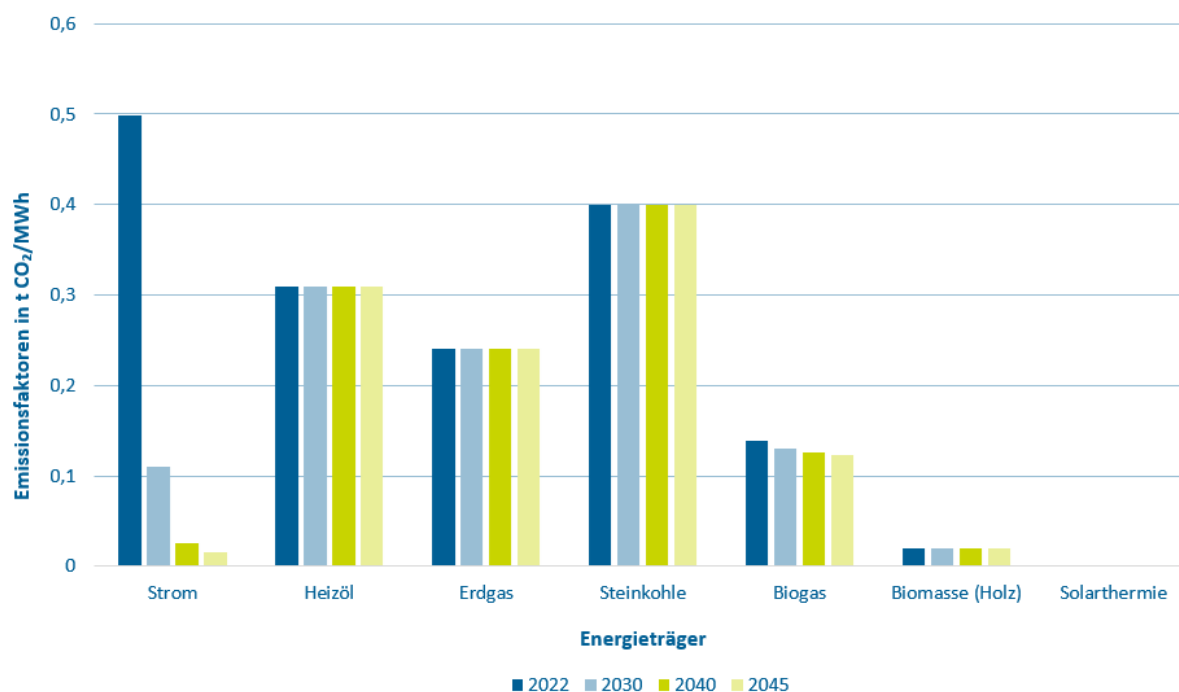


Abbildung 58: Emissionsfaktoren in t CO₂/MWh (Heizwert) (Quelle: KWW-Halle, 2024)

7. Maßnahmen und Wärmewendestrategie

In den vorhergehenden Kapiteln dieses Berichts wurden die wichtigsten Elemente einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung identifiziert, Eignungsgebiete bestimmt und simulativ quantifiziert. Auf dem Weg zur Umsetzung der Wärmewende wurden diese im Rahmen der Beteiligung konkretisiert und in Maßnahmen überführt. Die Vorgehensweise ist auf Abbildung 59 dargestellt.

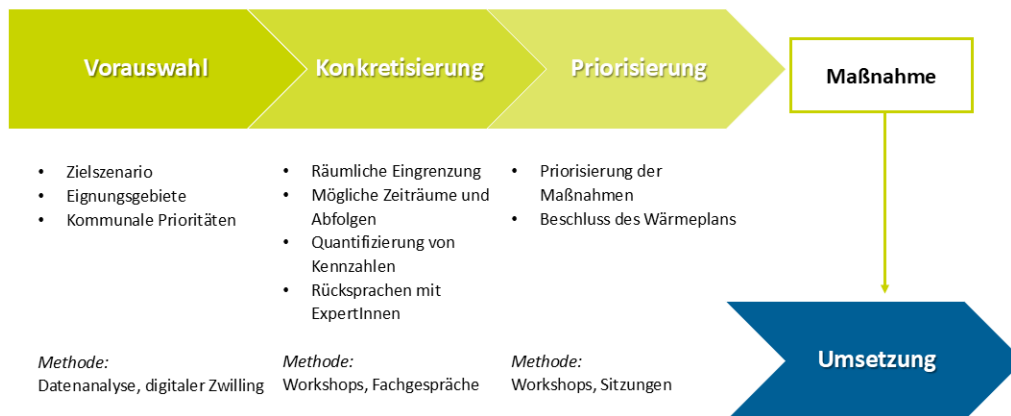


Abbildung 59: Entwicklung von Maßnahmen zur Erreichung des Zielszenarios

Die Maßnahmen bilden den Kern des Wärmeplans und bieten den Einstieg in die Transformation zum angestrebten Zielszenario. Diese können sowohl „harte“ Maßnahmen mit messbarer CO₂-Einsparung als auch "weiche" Maßnahmen, wie etwa Öffentlichkeitsarbeit, sein. Für die Auswahl der quantitativen Maßnahmen dienten die Erkenntnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse als Grundlage. In Kombination mit dem Fachwissen Mitwirkender, greenventory GmbH sowie der lokalen Expertise der Verwaltung der Gemeinden Bunde und Jemgum, wurden nachfolgende Maßnahmen formuliert. Zu jeder Maßnahme wird – sofern notwendig – eine geografische Verortung vorgenommen sowie die wichtigsten Kennzahlen ausgewiesen.

Zur Berechnung von Treibhausgaseinsparungen wird, bei Maßnahmen mit bezifferbarer CO₂-Einsparung, der initiale Wärmebedarf erfasst und mit den zugehörigen Bestands-Technologien und deren CO₂e-Faktoren² gemäß dem Technikatalog der KWW-Halle (KWW-Halle, 2024) verknüpft ("CO₂e: vorher"). Im Rahmen einer Maßnahme erfolgen Änderungen wie der Austausch der Wärmequelle, der Anschluss an ein Wärmenetz oder Sanierungen. Nach Umsetzung der Maßnahme wird der neue Wärmebedarf zusammen mit den aktualisierten Technologien und den zugehörigen CO₂e-Faktoren bestimmt ("CO₂e: nachher"). Die Differenz zwischen den CO₂e-Werten vor und nach der Maßnahme ergibt die Einsparungen.

²Um die Klimawirkung einzelner Treibhausgase miteinander zu vergleichen und zusammenzufassen, werden diese in CO₂e umgerechnet. So wird die Wirkung aller Treibhausgase auf die Wirkung von CO₂ normiert.

7.1. Übergreifende Wärmewendestrategie

In der Anfangsphase der Umsetzung des Wärmeplans sollte das Ziel sein, den Einwohnenden möglichst frühzeitig Klarheit darüber zu verschaffen, ob und wann ein Wärmenetz in ihrer Straße realisiert wird.

Werden perspektivisch ggf. Wärmenetze realisiert, sollten Synergien zwischen einem potenziellen Ausbau der Wärmenetze und bereits geplanten Infrastrukturmaßnahmen erkannt und gezielt genutzt werden.

Die erfolgreiche Umsetzung der Wärmewende in den Gemeinden Bunde und Jemgum hängt jedoch nicht allein von technischen Maßnahmen ab. Ebenso entscheidend sind der Aufbau und die Stärkung geeigneter kommunaler Strukturen. Eine zentrale Rolle spielt dabei die personelle Ausstattung: Um kontinuierlich fachliche Expertise und administrative Kapazitäten sicherzustellen, müssen ausreichend qualifizierte Personalressourcen bereitgestellt werden. Diese werden nicht nur für die Umsetzung, sondern auch für die fortlaufende Überwachung, Optimierung und Kommunikation der Maßnahmen benötigt.

Ein weiterer Schwerpunkt sollte auf der Reduktion des Energiebedarfs sowohl in kommunalen Liegenschaften als auch in privaten Gebäuden liegen. Kommunale Gebäude verdienen hierbei besondere Aufmerksamkeit – nicht nur aufgrund ihres Vorbildcharakters, sondern auch, weil sie Impulse für private Sanierungsmaßnahmen setzen können, selbst wenn ihr Anteil am Gesamtenergiebedarf gering ist.

Gemäß dem WPG des Bundes ist der Wärmeplan alle fünf Jahre fortzuschreiben. Bestandteil dieser Fortschreibung ist die Überprüfung der Umsetzung der festgelegten Strategien und Maßnahmen. Daraus ergibt sich eine kontinuierliche Weiterentwicklung des Wärmeplans mit dem Ziel, die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung in den Gemeinden Bunde und Jemgum bis 2040 weiter zu konkretisieren.

Die langfristigen Ziele bis 2035 und 2040 umfassen die konsequente Fortführung einer Strategie zur Dekarbonisierung. Dabei sollten auch der Stromsektor sowie gegebenenfalls der Einsatz von Wasserstoff berücksichtigt werden. Bis 2040 ist eine durchschnittliche jährliche Sanierungsquote von etwa 2 % anzustreben. Die vollständige Umstellung konventioneller Wärmequellen auf erneuerbare Energien sollte bis dahin abgeschlossen sein. Ein wichtiger Baustein zur besseren Integration fluktuierender erneuerbarer Energien ist zudem der Aufbau von Wärmespeichern.

In Tabelle 8 sind auf Grundlage der Wärmewendestrategie weiterführende Handlungsempfehlungen sowie Optionen zur aktiven Gestaltung der Energiewende aufgeführt.

Tabelle 8: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien

Mitwirkende	Handlungsvorschläge
Immobilienbesitzende	<ul style="list-style-type: none"> → Inanspruchnahme von Gebäudeenergieberatungen → Gebäudesanierungen sowie Investition in energieeffiziente und erneuerbare Heizsysteme unter Berücksichtigung der zukünftigen Wärmeversorgung laut Wärmeplan → Installation von Photovoltaikanlagen, bei Ein- und Mehrfamilienhäusern
Energieversorgende	<p>Wärme:</p> <ul style="list-style-type: none"> → Strategische Evaluation von Wärmenetzbau → Bewertung der Machbarkeit von Wärmenetzen → Ausbau von Energieeffizienz-Dienstleistungen sowie Contracting → Physische und vertragliche Erschließung und Sicherung von Flächen sowie Energiequellen für Wärmenetze → Digitalisierung und Monitoring für Wärmenetze → Abschluss von Gestattungsverträgen für die Verlegung von Fernwärmeleitungen im Projektgebiet <p>Strom:</p> <ul style="list-style-type: none"> → Erstellung von detaillierten Netzstudien basierend auf den Ergebnissen der KWP und nachgelagerter Machbarkeitsstudien → Modernisierung und Ausbau der Stromnetzinfrastruktur → Konsequenter Ausbau von erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung unter Berücksichtigung der Lastveränderung durch Wärmeerzeugung → Implementierung von Lastmanagement-Systemen im Verteilnetz <p>Vertrieb:</p> <ul style="list-style-type: none"> → Flexible Tarifgestaltung für Energielieferung sowie Gestaltung von Wärme- bzw. Heizstromprodukten → Vorverträge mit Wärmeabnehmenden in Eignungsgebieten und eventuellen Abwärmeliefernden
Kommune	<ul style="list-style-type: none"> → Aufbau und Weiterentwicklung von Wärmenetzen im Dialog mit Energieversorgenden und Projektierern → Mitwirkendensuche für die Erschließung der Potenziale und der Eignungsgebiete → Schaffung von personellen Kapazitäten für die Wärmewende → Erhöhung der Sanierungsquote für kommunale Liegenschaften → Ausbau von Förderprogrammen und Informationskampagnen für Gebäudeenergieeffizienz → Öffentlichkeitsarbeit, Information zu KWP → Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans → Verpflichtende energetische und versorgungstechnische Vorgaben für Neubaugebiete und Neubauten (gem. § 9 (1) Nr. 12, 23b; § 11 (1) Nr. 4 und 5 Baugesetzbuch (BauGB)) → Festsetzung spezieller Flächen für erneuerbare Wärme in Flächennutzungsplänen → Einführung von Verbrennungsverboten für fossile Energieträger in bestimmten Gebieten (Vorgabe von Emissionsschutznormen gem. § 9(1) Nr. 23a BauGB) → Einbindung von Klimaschutz und -anpassung in städtebauliche Erneuerungsprozesse → Proaktive Informationskampagnen und Bürgerschaftsbeteiligungsformate zur Steigerung der Akzeptanz von Wärmewende-Maßnahmen → Umsetzung von Best-Practice-Beispielen in öffentlichen Gebäuden

Im Folgenden werden die vier Handlungsfelder beschrieben, in die die festgelegten Maßnahmen der Wärmeplanung eingeordnet sind. Diese dienen der besseren Orientierung und dem Verständnis, welche Zielsetzungen und Aufgaben sich hinter den jeweiligen Kategorien verbergen. Die Handlungsfelder strukturieren die Maßnahmen nach ihrem inhaltlichen Schwerpunkt und zeigen auf, wie die Wärmewende in den Gemeinden Bunde und Jemgum ganzheitlich vorangetrieben werden kann.

1. Kommunikation

Zielsetzung: Die Bevölkerung transparent über die Ergebnisse der Wärmeplanung und die geplanten Maßnahmen informieren sowie Orientierung für eine klimaneutrale Wärmeversorgung bieten.

Beschreibung: Dieses Handlungsfeld umfasst alle Aktivitäten zur Information und Einbindung der Einwohnenden. Dazu gehören beispielsweise Informationsveranstaltungen, Beratungsangebote oder digitale Plattformen, die Wissen vermitteln und die Akzeptanz der Wärmewende fördern.

2. Organisation

Zielsetzung: Die internen Strukturen und Prozesse der kommunalen Verwaltung so anpassen, dass die Umsetzung der Wärmeplanung effizient und nachhaltig erfolgen kann.

Beschreibung: Hierunter fallen organisatorische Maßnahmen innerhalb der Gemeinden Bunde und Jemgum, wie die Einrichtung von Koordinationsstellen, die Anpassung von Zuständigkeiten oder die Integration der Wärmeplanung in bestehende Verwaltungsabläufe.

3. Förderungen

Zielsetzung: Investitionen in klimaneutrale Wärmeversorgung durch attraktive Förderprogramme erleichtern und beschleunigen.

Beschreibung: Dieses Handlungsfeld beinhaltet die Entwicklung neuer kommunaler Förderangebote sowie die Anpassung bestehender Programme. Ziel ist es, Anreize für Einwohnende, Unternehmen und Institutionen zu schaffen, um die Wärmewende aktiv voranzutreiben.

4. Technik

Zielsetzung: Die technischen Grundlagen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung schaffen und bestehende Infrastrukturen transformieren.

Beschreibung: Dazu gehören Analysen und Planungen für den Ausbau von Wärmenetzen, die Umstellung kommunaler Gebäude auf erneuerbare Wärmequellen. Dieses Handlungsfeld bildet die Basis für die praktische Umsetzung der Wärmewende.

Maßnahme 1

Konzepterstellung bezüglich Einsatz regenerativer Energiequellen und Steigerung Energieeffizienz für kommunale Gebäude

Maßnahmentyp: Planung und Studie

Fläche/Ort: gesamtes Gebiet der Gemeinden Bunde und Jemgum (zentral & dezentral)

Treibhausgas-Einsparpotenzial	Kosten	Priorität
● ● ●	€€€	● ● ●
Die Skala zeigt, wie hoch das Potenzial zur Energie- und Treibhausgaseinsparung im Vergleich zu den restlichen Maßnahmen ist.	Die Skala zeigt, wie hoch die Kosten für die Kommune im Vergleich zu den restlichen Maßnahmen voraussichtlich sein werden.	Qualitative Einschätzung auf Basis der Wichtigkeit für das Gelingen der Wärmewende und des Treibhausgas-Einsparpotenzials. Ein Punkt: wichtig, zwei Punkte: sehr wichtig, drei Punkte: entscheidend

Hintergrund	Ausgangslage
<p>Oftmals sind größere Objekte, wie z. B. Schulgebäude oder Sporthallen mit einem großen Wärmebedarf (sogenannte Ankerkundschaft) im Besitz von Kommunen.</p> <p>Die energetische Sanierung und Heizungssanierung zählen zu den bedeutendsten Optionen zur Reduktion des Wärmebedarfs. Jede kWh, die nicht „verbraucht wird“, muss nicht aufwändig erzeugt werden und verursacht somit auch keine Treibhausgase.</p>	<p>Die Gemeinden Bunde und Jemgum streben in ihrer Vorbildfunktion als zukunftsorientierte Kommunen an, Modernisierungs- und Sanierungsmaßnahmen (Dämmung der Gebäudehülle, Erneuerung von Fenstern, Austausch von Heizungsanlagen etc.) an ihren kommunalen Gebäuden durchzuführen.</p>

CO₂-Einsparung

nicht konkret bezifferbar

Federführung	Mitwirkung	Zielgruppe
Kommunalverwaltung	Kommunalverwaltung, ggf. Energieberatung bzw. Ingenieurbüro, Handwerksbetriebe	beschränkt auf Gebäude, die im Eigentum der Gemeinden stehen plus angemietete Objekte

Zeitliche Ausprägung	Einführung
<input checked="" type="checkbox"/> einmalig <input type="checkbox"/> dauerhaft <input type="checkbox"/> projektbezogen wiederkehrend	<input checked="" type="checkbox"/> kurzfristig (nach Fertigstellung der KWP) <input type="checkbox"/> mittelfristig (2-5 Jahre) <input type="checkbox"/> langfristig (> 5 Jahre)

Finanzierung

- bestehende Ressourcen reichen aus – diesbezüglich ist eine Prüfung durch Kommunalverwaltung erforderlich
- zusätzliche Ressourcen sind notwendig
- Förderfähigkeit gegeben

Kosten und Umsetzungsbeginn

- **Kosten:** ca. 15.000€ (wahrscheinlich größter Anteil hausinterne Personalkosten der Kommunalverwaltung)
- **Umsetzungsbeginn:** 2026

Beschreibung der Maßnahme

Ziel: Es ist zunächst wichtig eine Transparenz über den energetischen Zustand der einzelnen Gebäude zu erhalten. Auf dieser Datengrundlage kann anschließend ein erstes Konzept bzw. ein initialer Umsetzungsfahrplan für erforderliche Modernisierungs- und Sanierungsmaßnahmen entwickelt werden. Dabei werden nicht nur die Bausubstanz und die Energieeffizienz der Gebäude betrachtet, sondern auch der Austausch veralteter fossiler Heizsysteme durch moderne, emissionsarme Technologien auf Basis erneuerbarer Energieträger.

Die strategische Maßnahme verfolgt das Ziel, das energetische Sanierungspotenzial des kommunalen Gebäudebestands in den Gemeinden Bunde und Jemgum möglichst umfassend zu erschließen. Durch die sukzessive Umstellung auf nachhaltige Energieträger wie Solarenergie (Solarthermie und Photovoltaik), Geothermie, Biogas/Biomethan und Umweltwärme können die Gemeinden Bunde und Jemgum langfristig ihre Betriebskosten reduzieren und zugleich einen substantziellen Beitrag zur Minderung der CO₂-Emissionen leisten. Mit der Planung und Umsetzung dieser Maßnahme bekräftigen die Gemeinden ihr Engagement, ihrer Verpflichtung zum klimaneutralen Handeln nachzukommen.

Eine erste Bewertung der kommunalen Gebäude wird anhand der in Abbildung 60 dargestellten Kriterien – Energiebedarf, Gebäudealter und Einordnung des Heizungsalters – vorgenommen.

Energiebedarf Gebäude	
Gesamtpotenzial niedrig (bis 30.000 kWh/a)	grün
Gesamtpotenzial mittel (30.000-80.000 kWh/a)	gelb
Gesamtpotenzial hoch (ab 80.000 kWh/a)	rot

Gebäudealter	
ab Energiesparverordnung (ab 2002)	grün
bis Energiesparverordnung (1978-2001)	gelb
noch keine Wärmeschutzverordnung (bis 1977)	rot

Einordnung Heizungsalter	
Heizungsalter bis 15 Jahre (ab 2011)	grün
Heizungsalter bis 16-20 Jahre (2006-2010)	gelb
Heizungsalter größer 20 Jahre (bis 2005)	rot

Abbildung 60: Einordnung von Gebäuden und Heizungsanlagen in Ampelfarbensystem

Die verwendeten Ampelfarben ermöglichen eine erste indikative Einordnung darüber, bei welchen Gebäuden ein erhöhter Energieverbrauch vorliegt und in welchen Fällen eine vertiefte Analyse der Gebäudehülle sowie des Heizsystems sinnvoll erscheint. **Hinweis:** Werden in der Spalte „Baujahr Gebäude“ mehrere Jahresangaben aufgeführt, bezeichnet der erste Wert das ursprüngliche Baujahr, während die nachfolgenden Angaben die Jahre durchgeführter Modernisierungs- bzw. Sanierungsmaßnahmen kennzeichnen.

Nr.	Bezeichnung	Adresse		regenerativer Energieträger	Energieträger Heizung	Gasverbrauch [kWh/a]	Baujahr Gebäude	Baujahr Heizung
1	Turnhalle	Achter't Verlaat	1	nein	Gas	79.370	ca. 1990	2017
2	Grundschule	Heinitzpolder	1	nein	Gas	35.691	2010	2010
3	Dortreff	Heinitzpolder	1	nein	Gas	siehe Grundschule (Nr. 3)	2010	2010
4	Wohnungen	Wymeester Hauptstraße	44	nein	Gas	92.642	2016	2025
5	Klärwerk	Boenster Straße	39	nein	Gas	54.103	ca. 2000	2017
6	FFW Gerätehaus "alt"	Alter Schulplatz	2a	---	---	---	ca. 1985	1985
7	Sanitärgebäude Klärwerk	Boenster Straße	37a	nein	Gas	---	2013	2013
8	Bauhof	Boenster Straße	37	nein	Gas	14.875	ca. 1995	2010
9	Grundschule	Wymeester Hauptstraße	51a	nein	Gas	78.787	ca. 1960	2022
10	MZR	Wymeester Hauptstraße	51a	nein	Gas	siehe Grundschule (Nr. 9)	2010	2022
11	Museum	Rheiderlandstraße	0	nein	Gas	138.418	ca. 1900	1996
12	TH Wymeer	Sportplatzstraße	1	nein	Gas	147.007	ca. 1990	2021
13	KG Wymeer	Wymeester Hauptstraße	51b	nein	Gas	57.482	2016	2020
14	Krippe Wymeer	Wymeester Hauptstraße		nein	Gas	siehe KG Wymeer (Nr. 13)	2020	2020
15	Rathaus	Kirchring	2	nein	Gas	101.284	ca. 1975	2010
16	Grundschule	Kellingwold	1	nein	Gas	180.135	2008	2019
17	DGA	Kellingwold	1	nein	Gas	siehe Grundschule (Nr. 16)	ca. 1985	2019
18	Turnhalle	Friedensweg	21	nein	Gas	50.694	ca. 1990	2009
19	FFW Gerätehaus	Steinhausstraße	121	nein	Gas	26.829	ca. 1960	2011
20	MZR	Steinhausstraße	121	nein	Gas	siehe FFW, Gerätehaus (Nr. 19)	ca. 1900	2011
21	HDG	Ditzumerverlaat	14	nein	Gas	14.891	ca. 1970	2010
22	Familienzentrum	Kellingwold	10	ja	Wärmepumpe	---	2020	2020
23	Oll School	Boenster Hauptstraße	18	nein	Gas	21.897	ca. 1900	2009
24	FFW Wymeer	Wymeester Hauptstraße	53b	nein	Gas	26.835	2012	2012
25	Mölenlandbad	Kellingwold	25	nein	Gas	559.458	2006	1991
26	Kindertagesstätte	Heinitzpolder	3	nein	Gas	48.678	ca. 1980	2010
27	Umkleide Turnverein Bunde	Kellingwold	25a	nein	Gas	36.980	ca. 2000	2005
28	FFW Dollart	Ditzumerverlaat	10	nein	Gas	11.885	2021	2021

Abbildung 61: Darstellung energetischer Sachstand kommunaler Gebäude in der Gemeinde Bunde

Nr.	Bezeichnung	Adresse		regenerativer Energieträger	Energieträger Heizung	Gasverbrauch [kWh/a], Angaben Gemeinde Jemgum	Baujahr Gebäude	Baujahr Heizung
1	Rathaus	Hofstraße	2	nein	Gas	163.596	1965	1987
2	Bauhof/Jugendzentrum	Hofstraße	2	nein	Gas	38.803	1965	1995
3	Grundschule Jemgum	Auf der Wierde	4	nein	Gas (BHKW)	330.371	1955	1990
4	Grundschule Ditzum	Molkereistraße	23	nein	Gas	siehe Turnhalle (Nr. 5)	1913	1984
5	Turnhalle Ditzum	Schoolstraat	1	nein	Gas	243.764	1977	2011
6	Kindergarten Midlum	Midlumer Straße	44	nein	Gas	46.567	1950	1984
7	Kindergarten Ditzum	Schoolstraat	2	nein	Gas	siehe Turnhalle (Nr. 5)	2015	2011
8	Ziegeleimuseum	Steinweg	8	nein	keine	---	Anfang 18. Jahrhundert	---
9	Molkereimuseum	Marktstraße	14	nein	Gas	0 (Heizung nicht in Betrieb)	1907	1996
10	WC Marktplatz	Marktstr./Marktplatz	14	---	keine	---	1982	---
11	Bürgerhaus	Oberfletmer Straße	39	ja	Wärmepumpe	---	1830/31	2024
12	Arztpraxis Jemgum	Hofstraße	21	nein	Gas	23.973	1921/ Umbau 1985	ca.1985
13	ehem. DRK	Auf der Wierde	2	nein	Gas (BHKW, Grundschule)	siehe Grundschule (Nr. 3)	1955	1990
14	Feuerwehr Critzum	Unner`d Wierd	21	nein	Gas	12.890	1993	1994
15	Feuerwehr Ditzum	An`t Spittland	2	nein	Gas	54.882	2019	2020
16	Feuerwehr Holtgaste	Tannenstraße	18a	nein	Gas	14.605	1974	1992
17	Feuerwehr Jemgum	Blyhamer Straße	6	nein	Gas	21.213	2014	2014
18	Mietwohnungen	Ditzumer Hofstraße	9a	nein	Gas	9.660	1992	1992
19	Mietwohnungen	Ditzumer Hofstraße	9b	nein	Gas	8.716	1992	1992
20	Mietwohnungen	Ditzumer Hofstraße	9c	nein	Gas	2.915	1992	1992
21	Mietwohnungen	Ditzumer Hofstraße	9d	nein	Gas	7.435	1992	1992
22	Müllerhuus	Mühlenstraße	10	nein	Gas	30.661	1992	1992
23	Paddel- und Pedal	Hoher Weg	9a	nein	Gas	---	um 2000	um 2000
24	Dorfhaus Hatzum	Dorfstraße	3	nein	Gas	11.056	2000	2000
25	Alte Schule Nendorp	Nendorper Straße	3	nein	Gas	2.062	1938	2000
26	Dorfhaus Pogum	Pogumer Straße	56	nein	Gas	8.837	2001	2001
27	Huus ant Fähr	Am Hafen	1	nein	Gas	20.254	1995	2013
28	Hard Rider	Fährpatt	2	nein	Gas	10.298	ca. 1980	1983
29	Klärwerk Ditzum	Schöpfwerkstraße	2	nein	Nachtspeicher-öfen	---	1985	---

Abbildung 62: Darstellung energetischer Sachstand kommunaler Gebäude in der Gemeinde Jemgum

Kommunikationsrahmen: Für die erfolgreiche Umsetzung der Maßnahme ist eine enge und kontinuierliche Kommunikation innerhalb der Kommunalverwaltungen in Bunde und Jemgum sowie mit der Kommunalpolitik erforderlich.

Nach Abschluss der Maßnahme ist eine aktive und positive Kommunikation in der Öffentlichkeit notwendig, um den angestrebten Vorbildcharakter der Gemeinden sichtbar zu machen und die gesellschaftliche Akzeptanz weiter zu stärken.

Handlungsschritte/Bestandteile: Zunächst erfolgt eine Sichtung und Bewertung der ersten Objekteinordnung, um den energetischen Zustand der jeweiligen Gebäude fundiert einzuordnen.

Im Anschluss werden potenzielle Maßnahmen überprüft und hinsichtlich ihrer technischen, wirtschaftlichen und zeitlichen Umsetzbarkeit bewertet.

Darauf aufbauend wird ein erster Umsetzungszeitplan erstellt, der die priorisierten Maßnahmen strukturiert und in eine realistische zeitliche Abfolge bringt.

Flankierend dazu ist eine zielgerichtete Öffentlichkeitsarbeit notwendig, um eine transparente Kommunikation und breite Akzeptanz der Maßnahmen sicherzustellen.

Maßnahme 2

Bürgerschaftsinformation hinsichtlich Gebäude- und Heizungsanierung sowie dem Einsatz regenerativer Energien für Gebäude

Maßnahmentyp: Information, Kommunikation, Beratung

Fläche/Ort: gesamtes Gebiet der Gemeinden Bunde und Jemgum (zentral & dezentral)

Treibhausgas-Einsparpotenzial	Kosten	Priorität
● ● ●	€€€	● ● ●
Die Skala zeigt, wie hoch das Potenzial zur Energie- und Treibhausgaseinsparung im Vergleich zu den restlichen Maßnahmen ist.	Die Skala zeigt, wie hoch die Kosten für die Kommune im Vergleich zu den restlichen Maßnahmen voraussichtlich sein werden.	Qualitative Einschätzung auf Basis der Wichtigkeit für das Gelingen der Wärmewende und des Treibhausgas-Einsparpotenzials. Ein Punkt: wichtig, zwei Punkte: sehr wichtig, drei Punkte: entscheidend

Hintergrund	Ausgangslage
Die energetische Sanierung stellt ein wesentliches Instrument zur Senkung des Wärmebedarfs dar und steht damit in direkter Verbindung mit der Reduzierung der Treibhausgase. Um die gesteckten Klimaziele erreichen zu können, ist laut ifeu (Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH) eine Sanierungsquote von ca. 1,5 % pro Jahr erforderlich. Im Jahr 2025 lag diese jedoch bei lediglich 0,67 % (BuVEG, 2026). Die Daten zeigen, dass ein starkes Defizit gegeben ist und größere Anstrengungen erforderlich sind, um sich der Sanierungsquote zeitnah anzunähern.	Das größte Sanierungs- und Treibhausgaseinsparpotenzial haben üblicherweise Gebäude, die bis 1977 errichtet worden sind, zumal die erste WSchVO 1977 in Kraft getreten ist. In dieser WSchVO waren die ersten Mindestanforderungen hinsichtlich Gebäudedämmung festgelegt. Vorher gab es diesbezüglich keinerlei Vorgaben. In den Gemeinden Bunde und Jemgum gibt es eine Vielzahl von älteren Objekten (rund 59 %, siehe Kapitel 3), die vor 1979 errichtet wurden. Der Großteil der älteren Objekte stammt aus den Jahren 1949-1978 (siehe Abbildung 7).

CO₂-Einsparung

nicht konkret bezifferbar

Federführung	Mitwirkung	Zielgruppe
Kommunalverwaltung	Kommunalverwaltung, Energieberatung (z. B. von Verbraucherzentrale), ggf. Handwerkskammer, Kreditinstitut/Bank	Personen mit Immobilieneigentum, Mietende und Vermietende, Multiplikatorinnen und Multiplikatoren

Zeitliche Ausprägung	Einführung
<input type="checkbox"/> einmalig <input checked="" type="checkbox"/> dauerhaft <input type="checkbox"/> projektbezogen wiederkehrend	<input checked="" type="checkbox"/> kurzfristig (nach Fertigstellung der KWP) <input type="checkbox"/> mittelfristig (2-5 Jahre) <input type="checkbox"/> langfristig (> 5 Jahre)

Finanzierung

- bestehende Ressourcen reichen aus
- zusätzliche Ressourcen sind notwendig
- Förderfähigkeit gegeben

Kosten und Umsetzungsbeginn

- **Kosten:** ca. 3.000€ im Jahr
- **Umsetzungsbeginn:** 2026

Beschreibung der Maßnahme

Ziel: Die Einwohnenden der Gemeinden Bunde und Jemgum sollen umfassend über Möglichkeiten der energetischen Optimierung informiert und beraten werden. Hierzu laden die Gemeinden zu Informationsveranstaltungen ein, in denen Energiesparmaßnahmen, Optionen der Gebäude- und Heizungssanierung sowie die Nutzung erneuerbarer Energien im Gebäudebereich vorgestellt werden. Besonders adressiert werden dabei Bewohnende von Gebäuden, die vor 1977 – und damit vor Inkrafttreten der ersten WSchVO – errichtet wurden.

Im Rahmen der Veranstaltungen erhalten die Teilnehmenden einen strukturierten Überblick über relevante Energiespar- und Sanierungsmaßnahmen sowie über bestehende Förderungs- und Finanzierungsmöglichkeiten. Ziel ist es, sowohl Personen mit Immobilieneigentum als auch Mietende in die Lage zu versetzen, fundierte Entscheidungen zu treffen und angebotene Förderinstrumente – etwa die Bundesförderung für Energieberatung für Wohngebäude oder entsprechende KfW-Programme – gezielt zu nutzen. Auf diese Weise soll eine möglichst breite Umsetzung einzelner Energieeinspar- und Sanierungsmaßnahmen in den Gemeindegebieten angestoßen werden.

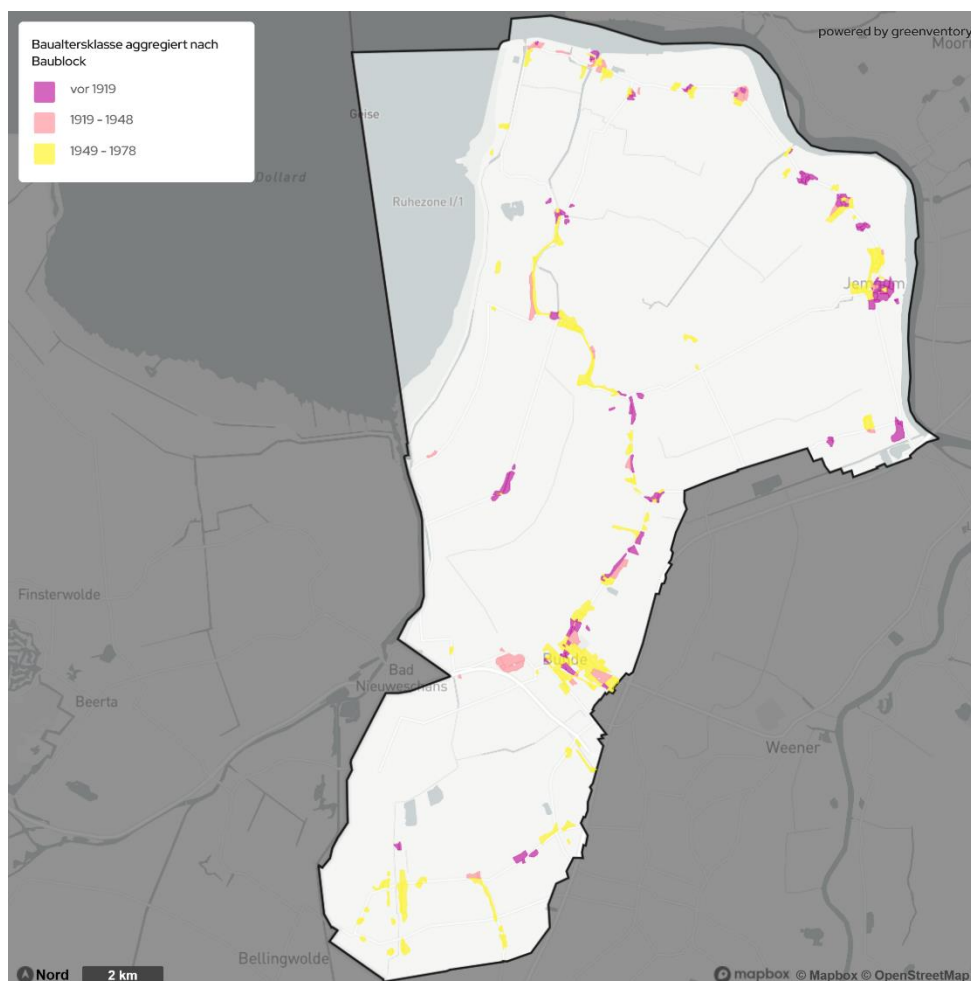


Abbildung 63: Räumliche Gebäudeverteilung nach Baualtersklasse (vor 1919 bis 1978) in den Gemeinden Bunde und Jemgum

Kommunikationsrahmen: Durchführung von regelmäßigen Informationsveranstaltungen durch die Gemeinden Bunde und Jemgum in Form von mindestens einer Veranstaltung im Jahr.

Handlungsschritte/Bestandteile: Der Prozess beginnt mit einer ersten Informationsveranstaltung, in der zusätzlich die Ergebnisse der KWP vorgestellt werden.

Für die Durchführung der Veranstaltung werden geeignete Referierende gewonnen, beispielsweise die Energieberatung der Verbraucherzentrale oder Fachvertretende der Handwerkskammer.

Der Termin der Veranstaltung wird über verschiedene Kommunikationskanäle – darunter die kommunale Website, Social-Media-Plattformen sowie lokale Printmedien – bekanntgegeben.

Maßnahme 3

Monitoring/Controlling hinsichtlich Entwicklung Wärmebedarf mittels digitalen Zwillings

Maßnahmentyp: Information, Kommunikation, Beratung

Fläche/Ort: gesamtes Gebiet der Gemeinden Bunde und Jemgum (zentral & dezentral)

Treibhausgas-Einsparpotenzial	Kosten	Priorität
● ● ●	€€€	● ● ●
Die Skala zeigt, wie hoch das Potenzial zur Energie- und Treibhausgaseinsparung im Vergleich zu den restlichen Maßnahmen ist.	Die Skala zeigt, wie hoch die Kosten für die Kommune im Vergleich zu den restlichen Maßnahmen voraussichtlich sein werden.	Qualitative Einschätzung auf Basis der Wichtigkeit für das Gelingen der Wärmewende und des Treibhausgas-Einsparpotenzials. Ein Punkt: wichtig, zwei Punkte: sehr wichtig, drei Punkte: entscheidend

Hintergrund	Ausgangslage
Die energetische Gebäude- und Heizungssanierung und der Einsatz von regenerativen Energien (z. B. PV-Anlagen) sind – wie bereits in der Maßnahme Bürgerschaftsinformation beschrieben - ein elementarer Schritt zur Senkung des Wärmebedarfs und somit auch zur Treibhausgas-Reduktion. Die aktuellen Sanierungsquote von 0,67 % (BuVEG, 2026) zeigt, dass verschiedene Aktivitäten notwendig sind, um die Sanierungsquote zeitnah zu erhöhen.	Nach Abschluss der KWP soll ein systematisches Monitoring und Controlling der Umsetzung zu einem festen Bestandteil der kommunalen Planungsaktivitäten werden. Hierfür ist vorgesehen, den digitalen Zwilling als zentrales Software-Werkzeug einzusetzen (siehe Abbildung 64).

CO₂-Einsparung

nicht konkret bezifferbar

Federführung	Mitwirkung	Zielgruppe
Kommunalverwaltung	Kommunalverwaltung, Softwareunternehmen	Mitarbeitende der Kommunalverwaltung, ggf. Support für Investierende im Bereich regenerativer Wärmeversorgung

Zeitliche Ausprägung	Einführung
<input type="checkbox"/> einmalig <input checked="" type="checkbox"/> dauerhaft <input type="checkbox"/> projektbezogen wiederkehrend	<input checked="" type="checkbox"/> kurzfristig (nach Fertigstellung der KWP) <input type="checkbox"/> mittelfristig (2-5 Jahre) <input type="checkbox"/> langfristig (> 5 Jahre)

Finanzierung

- bestehende Ressourcen reichen aus
- zusätzliche Ressourcen sind notwendig
- Förderfähigkeit gegeben

Kosten und Umsetzungsbeginn

→ **Kosten:** ca. 5.000€ im Jahr

→ **Umsetzungsbeginn:** 2026

Beschreibung der Maßnahme

Ziel: Eine fortlaufende Transparenz über den jeweils aktuellen Sachstand herzustellen und auf Basis einer fundierten Datengrundlage den Fortschritt beim Ausbau einer regenerativen Wärmeversorgung sicherzustellen. Zur Unterstützung dieses Prozesses soll ein digitaler Zwilling als interaktives Werkzeug der Energieplanung eingesetzt werden.

Idealerweise wird hierfür eine webbasierte Plattform genutzt, die über Schnittstellen an die kommunalen GIS-Systeme angebunden ist, relevante Gebäude-, Quartiers- und Infrastrukturdaten integriert und gebäudescharfe Analysen einzelner Objekte, Straßenzüge, Netze und Freiflächen ermöglicht. Planungsannahmen und Szenarien können eigenständig angepasst, Versionen dokumentiert und Entscheidungen nachvollziehbar vorbereitet werden. Die kontinuierliche Aktualisierung sowie fachliche Erweiterung der Datenbasis sind integraler Bestandteil des Prozesses und werden im optimalen Fall durch öffentlich zugängliche Karten zur transparenten Kommunikation ergänzt.

In den nachgelagerten Prozessschritten nach Abschluss der KWP dient der digitale Zwilling als durchgängige Arbeitsumgebung: Machbarkeitsstudien und Quartierskonzepte basieren auf derselben Datenstruktur, Projekte werden – sofern notwendig – bis zur Investitionsreife entwickelt und anschließend in Bau und Betrieb überführt.

Für den laufenden Betrieb erfolgen regelmäßige Datenaktualisierungen. Der digitale Zwilling ermöglicht ein systematisches Monitoring und Controlling der Wärmebedarfsentwicklung und dokumentiert die im Rahmen der KWP abgeleiteten Maßnahmen einschließlich Zuständigkeiten, Zeitplänen, Budgets und erwarteten Effekten. Öffentlich zugängliche Karten unterstützen die Kommunikation gegenüber Politik, Verwaltung und Einwohnenden. Zugleich schafft die gemeinsame Datenbasis Synergien für weitere Projekte – beispielsweise für BEW-Machbarkeitsstudien. Darüber hinaus können zusätzliche thematische Module angebunden werden, etwa ein PV-Konfigurator zur Aktivierung privater Dach- und Freiflächenpotenziale oder ein digitales, förderintegriertes Erstberatungsangebot für Personen mit Immobilieneigentum.

Ein wesentlicher Mehrwert liegt in der interaktiven und transparenten Planung: Modelle und Annahmen sind dokumentiert, Datenhoheit und Aktualität gesichert und Entscheidungsprozesse basieren auf konsistenten Grundlagen. Auf diese Weise entsteht aus der einmaligen Wärmeplanung ein dauerhaftes Umsetzungs- und Steuerungsinstrument, das Sanierungs- und Anschlussquoten messbar erhöht, den Netzausbau sowie Einzelmaßnahmen koordiniert und die Erreichung der kommunalen Energie- und Klimaziele wirksam absichert.



Abbildung 64: Beispielhafte Darstellung des digitalen Zwillings

Kommunikationsrahmen: Es ist eine gezielte Kommunikation innerhalb der Gemeindeverwaltungen von Bunde und Jemgum zur Nutzung der Software erforderlich, ebenso wie eine frühzeitige Information potenzieller Investierender im Bereich der regenerativen Wärmeversorgung über die Analyse- und Auswertungsmöglichkeiten des Tools, um ihnen eine fundierte Entscheidungsunterstützung zu bieten.

Handlungsschritte/Bestandteile: Zunächst werden die erforderlichen Datenintegrationen durchgeführt, um eine konsistente und belastbare Datengrundlage für den digitalen Zwilling sicherzustellen.

Im laufenden Betrieb erfolgt die operative Umsetzung von Monitoring und Controlling, insbesondere hinsichtlich der Entwicklung des Wärmebedarfs.

Darüber hinaus ist eine zielgerichtete Kommunikation sowohl innerhalb der Gemeindeverwaltungen Bunde und Jemgum zur Nutzung der Software als auch gegenüber Investierenden im Bereich der regenerativen Wärmeversorgung in den Gemeindegebieten notwendig, um die vorhandenen Analyse- und Auswertungsmöglichkeiten transparent zu vermitteln.

7.1.1. Empfehlungen für private Haushalte

Eine gezielte Information der Einwohnenden der Gemeinden Bunde und Jemgum über die möglichen Wärmeversorgungsoptionen und Beratung zum Einbau klimaneutraler Wärmetechniken ist eine wesentliche Voraussetzung für die Umsetzung der Maßnahmen im Bereich dezentraler Wärmeversorgungsgebiete. Es wird daher empfohlen ein zentrales Informationsangebot beim Internetauftritt der Gemeinden Bunde und Jemgum zu entwickeln, um über die Ergebnisse der Wärmeplanung zu informieren und unterstützende Hinweise für die Umsetzung der Maßnahmen zu veröffentlichen. Folgende Inhalte bieten sich an, um im Bereich der dezentralen Wärmeversorgungsgebiete die Erreichung der voraussichtlich zukunftsfähigsten Wärmeversorgungsart zu ermöglichen:

- Verweis auf den **Wärmepumpencheck** von heizspiegel.de: <https://www.heizspiegel.de/heizkosten-pruefen/energiesparchecks/waermepumpencheck/>
Hinweis: Der Wärmepumpencheck gibt Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümern eine Orientierung, ob ihr Gebäude für den Betrieb einer Wärmepumpe generell geeignet ist und welche begleitenden Maßnahmen beim Wärmepumpeneinbau vorgenommen werden können, um einen effizienten Betrieb zu gewährleisten.
- Verweis auf die aktuellen Energieberatungsangeboten der Verbraucherzentrale
- Nutzung des digitalen Zwillings zur Visualisierung der Ergebnisse der KWP

Neben der Bereitstellung von Informationen wird empfohlen eine zentrale Anlaufstelle für KWP in den Kommunen zu schaffen. Hier könnte neben der Einrichtung einer Homepage zur KWP in den Gemeinden Bunde und Jemgum ein Funktionspostfach mit Telefonnummer eingerichtet werden, um ansprechbar für die Einwohnenden zu sein.

7.2. Konzept für ein Monitoring der Zielerreichung

Das Monitoring- bzw. Controllingkonzept dient der regelmäßigen Überprüfung und Dokumentation der Fortschritte und der Wirksamkeit der im kommunalen Wärmeplan festgelegten Maßnahmen. Es beinhaltet eine regelmäßige 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 (Potenziale, Zielvorgaben etc.) basierend auf der aktuellen Sachlage vorzunehmen. 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 Monitoring/Controlling auf der Ebene der Sektoren für die Gemeinden Bunde und Jemgum regelmäßig geprüft werden.

Bottom-Up: Das Bottom-Up-Controlling geht auf die Wirksamkeit einzelner in der KWP 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 Verwaltung der Gemeinden Bunde und Jemgum und die kommunalen politischen Gremien gegeben ist.

7.2.1. Monitoringziele

- Festlegung von überprüfbareren Zielen
- Erfassung der Effektivität der umgesetzten Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs und der CO₂-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. Instrumente 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 gesamtstädtischen Ebene und insbesondere der kommunalen Liegenschaften quantitativ messen zu können. Wichtige Indikatoren können hierbei sein: Energiebedarf, Erneuerbare Erzeugungsleistung, CO₂-Emissionen sowie Reduktionen, durchgeführte Sanierungsmaßnahmen, Wärmenetzbau in km, Anzahl installierter Wärmepumpen, Anzahl Photovoltaikanlagen.

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 (kommunenweit): Fortschreibung der Treibhausgas-Bilanz für das gesamte Gebiet der Gemeinden Bunde und Jemgum inkl. aller Wirtschaftssektoren, basierend auf Endenergieverbräuchen (inkl. Wärme), um die Entwicklung der Emissionen und Verbräuche im Zeitverlauf verfolgen zu können.

7.3. Kommunikationsstrategie und Berichterstattung

Kommunikation, Beteiligung und Akzeptanz stellen wichtige Bausteine für die erfolgreiche Planung und Umsetzung der KWP dar. Im Fokus bei der Beteiligung und der Kommunikation steht daher die Identifikation und frühzeitige, aktive Einbindung der relevanten Mitwirkenden bzw. Stakeholder, wie z. B. politische Gremien, Verwaltungsmitarbeitende der Gemeinden Bunde und Jemgum, Energieversorgende, Netzbetreibende, Industrie- und Gewerbebetriebe, Betreibende von großen Wärmeerzeugungsanlagen, Investierende, Handwerkerinnen und Handwerker, Anwohnende, potenzielle Kundschaft 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. Der Umfang und die Art der Kommunikation und Beteiligung werden je Maßnahme einzeln bestimmt.

Die ersten Schritte bestehen darin, dass nach Abschluss der KWP neben Politik und Verwaltung auch die Öffentlichkeit, idealweise über mehrere Kanäle, wie Presseberichte, Publikationen im Internet (z. B. schnelle Bereitstellung von Informationen über die Homepages der Gemeinden Bunde und Jemgum und sozialen Medien) und Öffentlichkeitsveranstaltungen, bezüglich der Ergebnisse der KWP 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 Beteiligten und Stakeholdern ermöglicht und gefördert werden. Es können beispielsweise Austauschtermine oder Eröffnungsworkshops initiiert werden, bei denen relevante Beteiligte 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 Gemeinden Bunde und Jemgum 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 KWP mit den Maßnahmen stellt den Startschuss zur Umsetzung dar. Ab dem Zeitpunkt soll, gemäß Wärmeplanungsgesetz, die KWP alle fünf Jahre weitergeführt und stetig evaluiert werden. Der Einsatz des digitalen Zwillinges bzw. einer digitalen Plattform kann dabei eine wichtige Rolle spielen. Jährliche Datenupdates visualisieren den Fortschritt der beschlossenen Maßnahmen deutlich. Die Verstetigung der KWP als Aufgabe ist fest mit folgenden Punkten verbunden:

- **Aufgabene tablierung:** Feste Verankerung der Aufgabe innerhalb der Verwaltung der Gemeinden Bunde und Jemgum und der kommunalen politischen Gremien
- **Personalressource:** Schaffung der personellen Ressource für die Bearbeitung dieser Aufgabe innerhalb der Verwaltung der Gemeinden Bunde und Jemgum (idealerweise Zuweisung an einen „festen“ Mitarbeiter)
- **Zieldefinition:** Ziele und Etappenziele für die Gemeinden Bunde und Jemgum formulieren
- **Konzepte/Strategien:** 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 den Gemeinden Bunde und Jemgum; extern: Zuständigkeit liegt außerhalb der Kommunen, z. B. Investierende)
- **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 Beteiligten und Stakeholdern, um die Umsetzung von Maßnahmen sicher zu stellen
- **Vernetzung:** Eigene Vernetzung mit relevanten Beteiligten und Stakeholdern sicherstellen und darüber hinaus die Vernetzung untereinander von Beteiligten mit 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 Beteiligten 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 Gemeinden Bunde und Jemgum abhängen.

Private Investitionen und Public-Private-Partnerships: Über die Einbindung von Privatunternehmen durch Public-Private-Partnerships können finanzielle Ressourcen für Wärmeprojekte mobilisiert werden. Gerade für den großflächigen Ausbau von Wärmenetzen ist es gewünscht, auch lokale Initiativen und Mitwirkende aus dem privaten Sektor zu unterstützen. Darüber hinaus können spezialisierte Kreditprogramme von Banken und Finanzinstituten eine wichtige Rolle spielen.

Bürgerschaftsbeteiligung: Die Möglichkeit einer Bürgerschaftsfinanzierung 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 Gemeinden Bunde und Jemgum 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 Wärmeabnehmenden möglich sein werden. Lokale Handwerksbetriebe und Zulieferanten 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:

- BEW
- BEG
- Investitionskredit Kommunen (IKK)/ Investitionskredit Kommunale und Soziale Unternehmen (IKU) (Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW))

Das BMWK hat die 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. 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 Erneuerbaren Energien-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 (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), 2024a).

Im Hinblick auf das novellierte GEG wurde die BEG angepasst (Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB), 2023). Die BEG vereint verschiedene frühere Förderprogramme zu Energieeffizienz und erneuerbaren Energien im Gebäudebereich. Sie fördert verschiedene Maßnahmen in den Bereichen Einzelmaßnahmen (BEG EM), Wohngebäude (BEG WG) und Nichtwohngebäude (BEG NWG). Im Rahmen der BEG EM werden Maßnahmen an der Gebäudehülle, der Anlagentechnik, der Wärmeerzeugung, der Heizungsoptimierung, der Fachplanung und Baubegleitung gefördert. Die Fördersätze variieren je nach Maßnahme.

Für den Heizungstausch gibt es Zuschüsse von bis zu 70 %, abhängig von der Art des Wärmeerzeugers und des Antragstellers (BAFA, 2024b). Für Personen, die sich über die verschiedenen Fördermöglichkeiten im Bereich der Energieeffizienz und erneuerbaren Energien informieren möchten, stellt das BAFA eine zentrale Informations- und Antragsstelle dar. Hier können sowohl allgemeine Informationen als auch spezifische Details zu einzelnen Förderprogrammen und Antragsverfahren eingeholt werden. Ende Februar 2024 wurde mit dem KfW- Programm 458 zusätzlich eine Heizungsförderung für Privatpersonen etabliert (KfW, 2024a).

Der KfW-Zuschuss „Energetische Stadtsanierung (Programmnummer 432) – Klimaschutz und -anpassung im Quartier“ wurde Ende 2023 eingestellt (BMWSB, Förderstopp 2023). Bereits zugesagte Zuschüsse blieben davon unberührt und wurden weiterhin ausgezahlt. Seit Ende November 2025 wurde das Programm durch das Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen in Zusammenarbeit mit der KfW wieder aufgenommen (BMWSB, Pressemitteilung vom 26.11.2025). Damit können Kommunen erneut Fördermittel für integrierte energetische Quartierskonzepte sowie ein begleitendes Sanierungsmanagement beantragen. Die Neuauflage umfasst Zuschüsse zwischen 75 % und 90 %, wobei der Fördersatz für finanzschwache Kommunen erhöht wurde (KfW-Programmaktualisierung 2025). Zudem liegt ein stärkerer Fokus auf der KWP und auf Maßnahmen zur Klimaanpassung (Programmneufassung 2025).

Als ergänzende Förderoptionen nennt die KfW weiterhin die Programme „IKK“ und „IKU“, welche Investitionen in die kommunale und soziale Infrastruktur unterstützen (KfW, 2024b).

8. Fazit

Die Umsetzung der KWP schafft innerhalb der definierten Wärmenetzeignungsgebiete in den Ortskernen von Bunde und Jemgum (zentrale Wärmeversorgung), aber vor allem im übrigen Großteil der beiden Gemeindegebiete mit der ermittelten dezentralen Wärmeversorgung (Wärmeerzeugungsanlage je Gebäude) eine höhere Planungssicherheit für die Bevölkerung. Für Kommunen, Netzbetreibende, Energieversorgende und weitere Interessengruppen bietet sie zudem eine klare Orientierung und Priorisierung, welche Gebiete für weiterführende Untersuchungen und konkrete Folgeaktivitäten besonders relevant sind. Zentrale Erfolgsfaktoren bei der Erstellung des Wärmeplans war die regelmäßige Abstimmung mit den Kommunen, die Berücksichtigung der Fachkompetenz der Gemeindeverwaltungen und weiterer relevanter Beteiligter (z.B. Industrie- und Gewerbebetriebe) sowie der Einsatz des digitalen Zwillings als Planungsinstrument.

Die Bestandsanalyse der aktuellen Wärmeversorgung in den Gemeinden verdeutlicht die Herausforderung bzw. den Handlungsbedarf hinsichtlich der fossilen Energieträger, insbesondere Erdgas und Heizöl, die einen Anteil von fast 87 % an der bereitgestellten Wärme und knapp 97 % an CO₂-Emissionen haben. Um das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen, ist es essenziell notwendig, diese durch nachhaltige Energiequellen zu ersetzen. Besonders der Wohnsektor, der für einen Großteil der CO₂-Emissionen verantwortlich ist, spielt dabei eine entscheidende Rolle.

Maßnahmen wie regelmäßige Bürgerinformationsveranstaltungen, Energieberatungen, der Einsatz von treibhausgasneutralen Heizungsanlagen, die Umsetzung von Gebäudesanierungen für Privathäuser, kommunale Gebäude und Objekte im Bereich Industrie und Gewerbe spielen eine zentrale Rolle. Ferner müssen Maßnahmen, wie der Einsatz kommunaler, klimafreundlicher Energiequellen und die Nutzung von Abwärme aus Industrie- und Gewerbebetrieben für eine erfolgreiche Wärmewende kontinuierlich wirtschaftlich beleuchtet, unterstützt und vorangetrieben werden. Die im Rahmen der KWP erstellte Datengrundlage bietet hierbei Transparenz und dient als entscheidende Basis für die Umsetzung. Der digitale Zwilling leistet durch die Veranschaulichung dieser Daten einen wichtigen Beitrag zur Optimierung des gesamten Planungsprozesses.

Basierend auf der Bestandsanalyse wurden bereits im Rahmen des Projekts Wärmenetzeignungsgebiete in den Ortskernen von Bunde und Jemgum identifiziert (siehe Kapitel 5). Eine zeitnahe Umsetzung ist unter den aktuellen Rahmenbedingungen derzeit wirtschaftlich schwer darstellbar. Diese Eignungsgebiete sollten perspektivisch nochmals beleuchtet werden, ob ggf. unter neuen Rahmenbedingungen (z. B. Energiekostenänderungen, etc.) eine wirtschaftliche Realisierung möglich ist.

Während in den ausgewiesenen Wärmenetzeignungsgebieten ggf. perspektivisch der Bau eines Wärmenetzes umgesetzt werden kann, ist der Großteil der Gebäude in den beiden Gemeindegebieten weiterhin durch die Einzelversorgung geprägt, sprich die dezentrale Wärmeversorgung mit einem Wärmeerzeuger je Gebäude. Dies betrifft insbesondere Gebiete mit Einfamilien-, Doppel- und kleineren Mehrfamilienhäusern, in denen eine dezentrale Wärmeversorgung im Vordergrund stehen wird. Hier werden voraussichtlich Wärmepumpen als

bevorzugte regenerative Heizlösung dominieren, während Biomasseheizungen wie etwa Pelletheizungen eine ergänzende Rolle spielen werden. Biomethan kann im Gasnetz als mittelfristige Übergangs- bzw. Ergänzungslösung fungieren, während der Einsatz von Wasserstoff nicht zu erwarten ist.

Um die Bürger in den Einzelversorgungsgebieten, die fast die vollständigen beiden Gemeindegebiete abdecken, bestmöglich zu unterstützen, sollen gezielte Beratungsangebote zu Gebäudesanierung, Heizungsmodernisierung und der allgemeinen Nutzung erneuerbarer Energien bereitgestellt werden.

Die im Zuge der KWP erarbeiteten konkreten Maßnahmen (siehe Tabelle 9) bilden die ersten Schritte hin zur Transformation der Wärmeversorgung.

Tabelle 9: Kurzübersicht der erarbeiteten Maßnahmen in den Gemeinden Bunde und Jemgum

Nr.	Maßnahmen	Art der Maßnahme	Kosten [€]	Fördermittel					
					2026	2027	2028	2029	2030
1	Konzepterstellung bezüglich Einsatz regenerativer Energiequellen und Steigerung Energieeffizienz für kommunale Gebäude	Planung/Studie	ca. 15.000 €	...					
2	Bürgerschaftsinformation hinsichtlich Gebäude- und Heizungssanierung sowie dem Einsatz regenerativer Energien für Gebäude	Information, Kommunikation, Beratung, Planung/Studie	ca. 3.000 €/a	...					
3	Monitoring/Controlling hinsichtlich Entwicklung Wärmebedarf mittels digitalem Zwilling	Information, Kommunikation, Beratung	ca. 5.000 €/a	...					

Neben dem Wohnsektor sollte auch besonderer Fokus auf den Industrie- sowie den Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor gelegt werden. Die ortsansässigen Unternehmen müssen aktiv in die Umsetzung der Wärmewende eingebunden werden, um beispielsweise Einsparpotenziale innerhalb ihrer Betriebe auszuschöpfen oder falls möglich industrielle Abwärme effizient zu nutzen.

Die Energiewende erfordert erhebliche Investitionen und stellt damit eine große Herausforderung für die Volkswirtschaft dar. Ein entscheidender Faktor für den Erfolg der Wärmewende ist der Einstieg mit wirtschaftlich tragfähigen Projekten, um Akzeptanz zu schaffen und langfristig eine erfolgreiche Umsetzung zu gewährleisten. Für die Transformation und den Ausbau von Wärmenetzen, die Gebäudesanierung oder den Heizungsaustausch stehen attraktive Förderprogramme zur Verfügung, die gezielt genutzt werden können, um Projekte erfolgreich umzusetzen.

Gleichzeitig muss deutlich gemacht werden, dass fossile Energiequellen in Zukunft mit steigenden Kosten und zunehmenden Versorgungsrisiken verbunden sein werden, etwa durch die kontinuierliche Bepreisung von CO₂-Emissionen.

Durch die Beteiligung innovativer regionaler Unternehmen bei Projekten/Maßnahmen und die damit einhergehende Schaffung neuer Arbeitsplätze, z. B. im Bereich regenerativer Energien oder Gebäudesanierung,

entstehen zudem wertvolle wirtschaftliche Chancen für die Kommunen und die gesamte Region. Gleichzeitig werden nachhaltige Strukturen aufgebaut, die langfristig zur Stabilität und Unabhängigkeit der lokalen Energieversorgung beitragen.

Für die Umsetzung der Energiewende ist eine sehr umfangreiche und gute Kommunikation der Rahmenbedingungen, Ziele und erforderlichen Maßnahmen elementar. Die Wärmewende kann nur durch die Akzeptanz der Bevölkerung und das Engagement und die Zusammenarbeit zahlreicher lokaler Beteiligter gelingen.

Literaturverzeichnis

Agora Energiewende & Fraunhofer IEG. (2023). *Roll-out von Großwärmepumpen in Deutschland: Strategien für den Markthochlauf in Wärmenetzen und Industrie*. https://.../A-EW_293_Rollout_Grosswaermepumpen_WEB.pdf

BAFA. (2024a). *Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)*. https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html

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

Baugesetzbuch (BauGB). (1960). <https://www.gesetze-im-internet.de/bbaug/BauGB.pdf>

Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG). (2019). <https://www.gesetze-im-internet.de/ksg/>

BMWK - Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. (o. J.). FAQ zum Gebäudeenergiegesetz (GEG). <https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Navigation/DE/Service/FAQ/GEG/faq-geg.html>

BMWSB - Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen. (2023). GEG-Förderkonzept [Pressemitteilung]. <https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/pressemitteilungen/Webs/BMWSB/DE/2023/04/geg-foerderkonzept.html>

BMWSB - Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen. (2025, 26. November). Neustart der „Energetischen Stadtsanierung“: Kommunen erhalten wieder Fördermittel für den klimafreundlichen Umbau ihrer Quartiere. https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/pressemitteilungen/DE/2025/11/energetische_stadtsanierung.html

BuVEG – Bundesverband energieeffiziente Gebäudehülle e. V. (2026). Sanierungsquote 2025: Talfahrt für energetische Gebäudesanierung geht weiter. <https://buveg.de/pressemeldungen/sanierungsquote-2025-talfahrt-fuer-energetische-gebaeudesanierung-geht-weiter/>

dena – Deutsche Energie-Agentur. (2016). *Der dena-Gebäudereport 2016: Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand*. https://www.dena.de/fileadmin/user_upload/8162_dena-Gebaedereport.pdf

EEAktuell. (2025). *Energieeffizienzklasse A bis G: Alles was du wissen musst*. <https://erneuerbare-energien-aktuell.de/allgemein/energetisch-sanieren/energieeffizienzklasse/energieeffizienzklasse-a-bis-g/>

EWE. (2024). *Ratgeber: Wärmepumpe im Altbau*. <https://ewe-waerme.de/zuhaus/ratgeber/waermepumpe-altbau>

Gebäudeenergiegesetz (GEG). (2020). <https://www.gesetze-im-internet.de/geg/GEG.pdf>

Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (WPG). (2023). <https://www.gesetze-im-internet.de/wpg/>

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

IWU – Institut Wohnen und Umwelt. (2015). *Deutsche Wohngebäudetypologie (TABULA-Projekt): Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden*. https://iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/episcope/2015_IWU_LogaEtAl_Deutsche-Wohngebäudetypologie.pdf

Kammer, J. (2018). *Thermische Seewassernutzung in Deutschland: Bestandsanalyse, Potential und Hemmnisse seewasserbetriebener Wärmepumpen*. Springer Nature.

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

KEA-BW. (2024). *Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung*. <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/technikkatalog>

KfW. (2024a). *Heizungsförderung für Privatpersonen – Wohngebäude – Zuschuss (458)*. [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)*. [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Quartiersversorgung/F%C3%B6rderprodukte/Energetische-Stadtsanierung-Zuschuss-Kommunen-\(432\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Quartiersversorgung/F%C3%B6rderprodukte/Energetische-Stadtsanierung-Zuschuss-Kommunen-(432)/)

Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW). (2024). *Emissionsfaktoren nach Energieträger; Technikkatalog Wärmeplanung 1.1* (Excel-Tabelle).

Niedersächsisches Klimagesetz (NKlimaG). (2020). <https://voris.wolterskluwer-online.de/browse/document/f4d808b7-0a4a-34e1-bdd6-f1a88b8131bb>

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

Umweltbundesamt. (2024). *Energieverbrauch für fossile und erneuerbare Wärme*. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme>

Wärmeplanungsgesetz (WPG). (2023). <https://www.gesetze-im-internet.de/wpg/BJNR18A0B0023.html>