

ABSCHLUSSBERICHT

Kommunale Wärmeplanung
Amt Neuburg | Gemeinde Benz

ABSCHLUSSBERICHT

Kommunale Wärmeplanung nach Wärmeplanungsgesetz für die Gemeinde Benz

Stand: März 2026

Durchgeführt von:



TRIGENIUS GmbH

Lübsche Str. 10

23966 Wismar

www.trigenius.de

Mit Unterstützung von:



Agentur für Nachhaltigkeit
und Kommunikation

Agentur 2020 GmbH

Mueßer Bucht 1

19063 Schwerin

www.2020.de

Im Auftrag von:

Amt Neuburg

Hauptstraße 10a

23974 Neuburg

Hinweis zur Rechtsverbindlichkeit: Der vorliegende kommunale Wärmeplan ist ein strategisches, informelles Planungsinstrument. Die darin enthaltenen Darstellungen, insbesondere zur Ausweisung von voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebieten, entfalten keine rechtliche Außenwirkung. Es lässt sich daraus weder ein Rechtsanspruch auf die Erschließung mit einem Wärmenetz oder Gasnetz noch eine Pflicht zum Anschluss ableiten. Ebenso ersetzen die Ergebnisse nicht die detaillierte Machbarkeitsprüfung und Energieberatung für das einzelne Gebäude. Für wirtschaftliche Schäden, die aus privaten Investitionsentscheidungen auf Grundlage dieses Berichts entstehen, übernehmen das Amt und das beauftragte Unternehmen keine Haftung.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	5
1 Hintergrund und Aufgabenstellung	7
1.1 Gesetzlicher Rahmen und Zielsetzung.....	8
1.2 Vorbild Dänemark: Strategische Planung als Erfolgsmodell.....	8
2 Kommunikations- und Beteiligungsstrategie	8
2.1 Reichweite: Präsenz in 19 Gemeinden	9
2.2 Tiefe: Identifikation und Integration relevanter Akteure	10
2.3 Rückkopplung: Transformation von Beteiligung in Planungsergebnisse.....	11
2.4 Anschluss: Orientierung über den Projektabschluss hinaus.....	11
2.5 Fazit	12
3 Grundlagenermittlung	12
3.1 Kartografische Daten	12
3.2 Statistische Daten	14
3.3 Auswertung der planerischen Situation	14
4 Bestandsanalyse (Wärmebedarf und Infrastruktur).....	14
4.1 Rechtliche Rahmenbedingungen und Datenerhebungsbefugnisse.....	14
4.2 Methodik & Datengrundlage.....	15
4.3 Erfassung des Gebäudebestandes	16
4.4 Versorgungsstruktur	17
4.5 Energieinfrastruktur	17
4.6 Vorläufige Energiebedarfsermittlung	18
4.7 Akteursbefragung	19
4.8 Endgültige Bedarfsermittlung.....	19
4.9 Gebäude- und Flächenstruktur.....	20
4.10 Wärmebedarf	21
4.11 Endenergiebedarf und Treibhausgasemissionen	30
4.12 Prognose der Nutzflächen- und Bedarfsentwicklung	33
5 Potenzialanalyse (Erneuerbare Energien und Abwärme)	37
5.1 Gebäudesanierung und strategische Bedarfsreduktion	37
5.2 Tiefe Geothermie.....	42

5.3	Solare Freiflächen	42
5.4	Windenergie-Nutzung	47
5.5	Feste Biomasse	51
5.6	Punktuelle Wärmequellen und Abwärmenutzung	57
5.7	Solare Aufdachanlagen (Gebäudeinfrastruktur)	60
5.8	Umweltwärme und oberflächennahe Geothermie	64
5.9	Grüne Gase (Wasserstoff, Biomethan und Bio-Flüssiggas)	67
5.10	Speichertechnologien und Systemflexibilität	69
6	Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	72
6.1	Wärmenetzgebiete	72
6.2	Versorgungsgebiet für Wasserstoff / Grüne Gase	72
6.3	Prüfgebiete	72
6.4	Gebiete für dezentrale Versorgung	72
6.5	Zusammenfassung der Gebietsausweisung	73
7	Bedarfsprognose und Zielbild 2045: Der Pfad zur Treibhausgasneutralität	85
7.1	Ausgangssituation (Status quo)	85
7.2	Bedarfsprognose und demografische Entwicklung	85
7.3	Zielbild 2045: Die klimaneutrale Gemeinde Benz	85
7.4	Markteffekte und exogene Einflussfaktoren	86
7.5	Ergebnisdarstellung	86
8	Umsetzungsstrategie und Maßnahmenkatalog (§ 20 WPG)	105
8.1	Konkrete Maßnahmenbeschreibungen (Startphase 2026–2029)	105
8.2	Verantwortlichkeiten und Organisationsstruktur	106
8.3	Finanzierung und Förderkulissen	107
8.4	Verstetigung, Monitoring und Fortschreibung (§ 25 WPG)	107
8.5	Praxisbeispiel: Energetische Transformation und intelligente Sektorenkopplung	108
9	Akteursbeteiligung und Erhebung der Datengrundlage	110
9.1	Erfassung der leitungsgebundenen Energieinfrastruktur	110
9.2	Identifikation und Einbindung der relevanten Akteursgruppen	111
9.3	Methodik der Datenerhebung (Kommunale und gewerbliche Sektoren)	111
10	Datenquellen und Rechtliche Grundlagen	112
11	Anhang	115

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: 3D-Ansicht des erfassten Gebäudebestandes in der Gemeinde Benz	16
Abbildung 2: Übersicht der vorhandenen Wärme- und Gasnetzinfrastruktur	17
Abbildung 3: Verteilung der beheizten Nutzfläche nach Sektoren	21
Abbildung 4: Wärmebedarf nach Sektoren für die einzelnen Gemarkungen	22
Abbildung 5: Räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichte.....	23
Abbildung 6: Räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichte im Ortsteil Kalsow.....	25
Abbildung 7: Räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichte im Ortsteil Benz	26
Abbildung 8: Räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichte im Ortsteil Gamehl-Preensberg.....	27
Abbildung 9: Räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichte im Ortsteil Warkstorf.....	28
Abbildung 10: Räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichte im Ortsteil Goldebee	29
Abbildung 11: Endenergiebedarf nach Energieträgern für die Gemarkungen der Gemeinde Benz	31
Abbildung 12: Prozentuale Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträgern	32
Abbildung 13: Treibhausgasemissionen nach Energieträgern für die Gemarkungen	33
Abbildung 14: Prozentuale Verteilung der Treibhausgasemissionen nach Energieträgern	33
Abbildung 15: Gegenüberstellung des aktuellen und prognostizierten Wärmebedarfs.....	35
Abbildung 16: Räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichte im Gemeindegebiet Benz	36
Abbildung 17: Gegenüberstellung des aktuellen Wärmebedarfs und des Bedarfs nach einer Sanierung...	41
Abbildung 18: Räumliche Verteilung der Bedarfsreduktionspotenziale durch Sanierung	41
Abbildung 19: Kartografische Darstellung der Potenzialflächen für Photovoltaik-Freiflächenanlagen	45
Abbildung 20: Räumliche Verteilung der Potenzialflächen für Solarthermie-Freiflächenanlagen	47
Abbildung 21: Räumliche Verteilung der Windvorranggebiete und Windkraftanlagen in Benz	50
Abbildung 22: Preisentwicklung für Holzpellets im Vergleich zu Heizöl und Erdgas.....	53
Abbildung 23: Räumliche Verteilung der Potenzialflächen für festes Biomasseaufkommen.....	55
Abbildung 24: Räumliche Lage und Einzugsradien der Abwärmequelle Biogas	58
Abbildung 25: Verteilung der Potenziale für solare Aufdachanlagen im Gemeindegebiet.....	62
Abbildung 26: Verteilung der Potenziale für Photovoltaik-Aufdachanlagen im Gemeindegebiet	63
Abbildung 27: Räumliche Verteilung des Wärmepotenzials für oberflächennahe Geothermie	66
Abbildung 28: Zusammenfassung der Gebietsausweisung	73
Abbildung 29: Zugeordnete Versorgungsarten für Benz 1	74
Abbildung 30: Zugeordnete Versorgungsarten für Benz 2	75
Abbildung 31: Zugeordnete Versorgungsarten für Kalsow 1.....	77
Abbildung 32: Zugeordnete Versorgungsarten für Kalsow 2.....	78
Abbildung 33: Zugeordnete Versorgungsarten für Gamehl	80
Abbildung 34: Zugeordnete Versorgungsarten für Goldebee	81
Abbildung 35: Zugeordnete Versorgungsarten für Warkstorf.....	83
Abbildung 36: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Gemeinde Benz	89
Abbildung 37: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Gemeinde Benz	90
Abbildung 38: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Benz 1	91
Abbildung 39: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Benz 1.....	92
Abbildung 40: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Benz 2	93
Abbildung 41: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Benz 2.....	94
Abbildung 42: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Kalsow 1	95

Abbildung 43: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Kalsow 1	96
Abbildung 44: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Kalsow 2	97
Abbildung 45: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Kalsow 2	98
Abbildung 46: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Gamehl	99
Abbildung 47: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Gamehl	100
Abbildung 48: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Goldebee	101
Abbildung 49: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Goldebee	102
Abbildung 50: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Warkstorf	103
Abbildung 51: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Warkstorf	104

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beheizte Gebäudeanzahl nach Sektor und Gemarkung in der Gemeinde Benz	20
Tabelle 2: Beheizte Nutzfläche nach Sektor und Gemarkung in der Gemeinde Benz	20
Tabelle 3: Wärmebedarf nach Sektor und Gemarkung in der Gemeinde Benz	22
Tabelle 4: Verwendete Emissionsfaktoren nach Energieträgern für die THG-Bilanzierung	30
Tabelle 5: Endenergiebedarf zur Wärmebereitstellung nach Gemarkung und Energieträger in Benz	31
Tabelle 6: Treibhausgasemissionen der Wärmebereitstellung nach Gemarkung und Energieträger	32
Tabelle 7: Prognostizierter Zubau an beheizten Gebäuden aufgeteilt nach Gemarkungen	34
Tabelle 8: Entwicklung der beheizten Nutzflächen durch prognostizierten Gebäudezubau	34
Tabelle 9: Auswirkungen auf den Wärmebedarf durch den prognostizierten Gebäudeneubau	35
Tabelle 10: Ergebnisdarstellung für das Bedarfsreduktionspotenzial durch Gebäudesanierung	40
Tabelle 11: Ergebnisdarstellung für das Photovoltaik-Flächenanlagenpotenzial in Benz	44
Tabelle 12: Ergebnisdarstellung für das Solarthermie-Flächenanlagenpotenzial in Benz	46
Tabelle 13: Ergebnisdarstellung für das Windenergiepotenzial im Gemeindegebiet Benz	50
Tabelle 14: Ergebnisdarstellung für das Potenzial fester Biomasse zur Wärmeerzeugung	55
Tabelle 15: Potenzialermittlung für die Abwasserwärme aus dem Kanalnetz	59
Tabelle 16: Abwärmepotenziale durch Biogasanlagen für die kommunale Wärmeversorgung	59
Tabelle 17: Ergebnisdarstellung für solare Aufdachanlagen nach Gemarkungen in zwei Szenarien	62
Tabelle 18: Zusammenfassung der Potenziale für oberflächennahe Geothermie im Gemeindegebiet	65
Tabelle 19: Struktur- und Potentialdaten für Benz 1	75
Tabelle 20: Struktur- und Potentialdaten für Benz 2	76
Tabelle 21: Struktur- und Potentialdaten für Kalsow 1	78
Tabelle 22: Struktur- und Potentialdaten für Kalsow 2	79
Tabelle 23: Struktur- und Potentialdaten für Gamehl	81
Tabelle 24: Struktur- und Potentialdaten für Goldebee	82
Tabelle 25: Struktur- und Potentialdaten für Warkstorf	84
Tabelle 26: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Gemeinde Benz	89
Tabelle 27: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Gemeinde Benz	90
Tabelle 28: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Benz 1	91

Tabelle 29: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Benz 1	92
Tabelle 30: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Benz 2	93
Tabelle 31: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Benz 2	94
Tabelle 32: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Kalsow 1	95
Tabelle 33: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Kalsow 1	96
Tabelle 34: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Kalsow 2	97
Tabelle 35: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Kalsow 2	98
Tabelle 36: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Gamehl	99
Tabelle 37: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Gamehl	100
Tabelle 38: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Goldebee	101
Tabelle 39: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Goldebee	102
Tabelle 40: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Warkstorf	103
Tabelle 41: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Warkstorf	104
Tabelle 42: Exemplarische Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpenheizungen	109

1 Hintergrund und Aufgabenstellung

Die Transformation der Wärmeversorgung ist ein zentraler Baustein der nationalen Energiewende. Vor dem Hintergrund der gesetzlich verankerten Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045 hat der Bundesgesetzgeber mit dem Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz – WPG) den rechtlichen Rahmen für eine flächendeckende, strategische Neuausrichtung der Wärmeversorgung geschaffen. Die Gemeinde Benz, gelegen im Amtsbereich Neuburg und Mitglied des Zweckverbandes Wismar, begegnet dieser anspruchsvollen Aufgabe proaktiv.

Die kommunale Wärmeplanung fungiert hierbei als essenzielles strategisches Planungs- und Steuerungsinstrument. Der Zweckverband Wismar hat diesen Prozess für seine Mitgliedsgemeinden initiiert und begleitet ihn koordinierend, während die ingenieurtechnische Erarbeitung des vorliegenden Berichtes durch die TRIGENIUS GmbH aus Wismar in Zusammenarbeit mit der Agentur 2020 erfolgte. Die Erstellung dieses Wärmeplans legt für die Gemeinde Benz den Grundstein für eine nachhaltige Entwicklung, die lokalen Klimaschutz mit regionaler Wertschöpfung vereint.

Im Zentrum der Wärmeplanung steht die Beantwortung der Frage, welche zukunftssicheren und treibhausgasneutralen Versorgungsoptionen für die verschiedenen Teilgebiete der Kommune am besten geeignet sind. Hierbei werden lokale Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien sowie zur Erschließung verfügbarer Abwärmequellen detailliert evaluiert. Flankierend wird ermittelt, in welchem Umfang der zukünftige Wärmebedarf durch Effizienzsteigerungen – insbesondere durch die energetische Sanierung des Gebäudebestands – gesenkt werden kann. Dieses Vorgehen folgt dem europäischen Leitsatz „Energy Efficiency First“, der die Reduzierung des Energiebedarfs als Fundament für ein nachhaltiges Versorgungssystem definiert. Übergeordnetes Ziel ist es, den Akteuren vor Ort langfristige Planungssicherheit zu geben und volkswirtschaftliche Fehlentwicklungen bei der Infrastrukturplanung zu vermeiden.

Der Planungsprozess gliedert sich methodisch in vier aufeinander aufbauende Kernphasen:

1. **Bestandsanalyse:** Erfassung der aktuellen Siedlungs- und Gebäudestruktur, der bestehenden Versorgungsinfrastruktur, des gegenwärtigen Endenergiebedarfs sowie der daraus resultierenden Treibhausgasemissionen.
2. **Potenzialanalyse:** Untersuchung der lokal verfügbaren Potenziale zur erneuerbaren Wärmeerzeugung (wie beispielsweise Solarthermie, oberflächennahe Geothermie oder Biomasse) und zur Nutzung unvermeidbarer Abwärme sowie die Quantifizierung von Energieeinsparpotenzialen im Gebäudesektor.
3. **Zielszenarien:** Verknüpfung der Erkenntnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse zur Erarbeitung belastbarer Entwicklungspfade hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung im Zieljahr 2045.
4. **Umsetzungsstrategie (Kommunaler Wärmeplan):** Ableitung konkreter Maßnahmen und Identifikation von Fokusgebieten für leitungsgebundene oder dezentrale Versorgungslösungen, ergänzt durch Strategien für eine erfolgreiche Verstetigung und ein begleitendes Monitoring.

1.1 Gesetzlicher Rahmen und Zielsetzung

Im Fokus der kommunalen Wärmeplanung steht die Schaffung einer verlässlichen Planungssicherheit für alle lokalen Akteure, insbesondere für die Bürgerschaft, ansässige Firmen und Energieversorgungsunternehmen. Der gesetzliche Rahmen fordert den vollständig treibhausgasneutralen Betrieb sämtlicher zentraler und dezentraler Wärmeversorgungssysteme bis spätestens zum Jahr 2045. Um dies zu erreichen, wird das Kommunalgebiet Benz räumlich differenziert betrachtet, um für jedes Teilgebiet die technologisch und ökonomisch optimalen Versorgungsstrukturen – wie leitungsgebundene Wärmenetze oder dezentrale Einzellösungen (etwa Wärmepumpen oder Biomasseanlagen) – zu identifizieren.

Der strategische Planungsprozess stützt sich dabei auf drei zentrale Leitprinzipien:

- **Dekarbonisierung:** Die konsequente Substitution fossiler Brennstoffe durch den Ausbau erneuerbarer Energien sowie die Nutzbarmachung unvermeidbarer Abwärme.
- **Versorgungssicherheit:** Die Etablierung einer krisenfesten und resilienten Infrastruktur unter maximaler Ausschöpfung der lokal verfügbaren Ressourcen.
- **Wirtschaftlichkeit:** Die Ermittlung der kosteneffizientesten Versorgungsszenarien zur Sicherung der finanziellen Tragfähigkeit für die Bürgerschaft und die regionale Wirtschaft.

1.2 Vorbild Dänemark: Strategische Planung als Erfolgsmodell

Die Vorgehensweise der aktuellen deutschen Gesetzgebung orientiert sich maßgeblich an internationalen Erfolgskonzepten, insbesondere dem dänischen Vorbild. In Dänemark wurde bereits als Reaktion auf die erste Ölkrise in den 1970er Jahren mit einer strategischen Wärmeplanung begonnen. Während Deutschland lange Zeit auf eine weitgehend ungeplante, von fossilen Einzelheizungen geprägte Struktur setzte, etablierte Dänemark frühzeitig koordinierte Planungsprozesse.

Der dänische Weg zeigt, dass eine langfristig ausgerichtete Planung die Basis für eine krisenfeste Wärmeversorgung ist. Durch die frühzeitige Festlegung von Versorgungsgebieten und die konsequente Nutzung lokaler Ressourcen (wie Biomasse, industrielle Abwärme oder Geothermie, Windkraft und Solarenergie) konnte Dänemark eine hohe Unabhängigkeit von fossilen Importen bei gleichzeitig hoher Akzeptanz in der Bevölkerung erreichen. Die vorliegende Wärmeplanung für Benz übernimmt diesen methodischen Ansatz: Sie basiert auf einer fundierten Analyse lokaler Potenziale und bildet das Fundament für eine zielgerichtete Investitionsplanung der kommenden Jahrzehnte.

Mit der Erstellung dieses Berichts legt die Gemeinde Benz den Grundstein für eine nachhaltige Entwicklung, die ökologische Verantwortung mit lokaler Wertschöpfung verbindet.

2 Kommunikations- und Beteiligungsstrategie

Eine erfolgreiche kommunale Wärmeplanung erfordert zwingend die aktive Einbindung aller relevanten Akteure. Die Entwicklung einer tragfähigen Planungs- und Entscheidungsgrundlage setzt eine belastbare Datenbasis voraus, die nur durch die kooperative Mitwirkung von Verwaltung, Versorgungswirtschaft und dem lokalen Gewerbe generiert werden kann. Ebenso essenziell ist eine transparente Kommunikation mit der Bürgerschaft: Nur wenn die komplexen Zusammenhänge der Wärmewende in der Öffentlichkeit verstanden werden, lassen sich die strategischen Ergebnisse mit breiter gesellschaftlicher Akzeptanz in konkrete Handlungen überführen.

Im Rahmen des Vorhabens des Zweckverbandes Wismar zeigte sich diese Anforderung in einer besonderen Komplexität: Es galt, für 19 Gemeinden – organisatorisch gebündelt in fünf Ämtern – bis zum Jahr 2028 rechtssichere Wärmepläne zu erarbeiten. Diese mussten zwar in einem übergeordneten, gemeinschaftlichen Prozess koordiniert, jedoch letztlich von jeder einzelnen Kommune als eigenständiger Beschluss gefasst werden. Zur Bewältigung dieser administrativen Herausforderung wurde eine Kommunikationsarchitektur implementiert, die ein verbandsweit einheitliches Vorgehen gewährleistet und sich zugleich passgenau in die lokalen Gemeindestrukturen integriert.

Grit Glanert, Verbandsvorsteherin des Zweckverbandes Wismar, beschreibt den strategischen Vorteil dieser Vorgehensweise so: *„Wir verfügen mit dem Zweckverband über etablierte und belastbare Strukturen, die wir gezielt in dieses Projekt eingebracht haben. Dies versetzte uns in die Lage, als zentrale Koordinierungsstelle insbesondere die komplexe Startphase des Projekts effizient zu steuern. Auf diese Weise konnten wir unsere Mitgliedsgemeinden – deren Vertreter diese anspruchsvolle Transformation durchweg im Ehrenamt bewältigen müssen – in enger Kooperation mit den jeweiligen Ämtern zielführend entlasten und fachlich unterstützen.“*

Methodisch basiert diese Beteiligungsstrategie auf vier zentralen Wirkungshebeln:

- **Reichweite:** Die Gewährleistung eines flächendeckenden und niedrigschwelligen Informationsflusses, der sicherstellt, dass die grundlegenden Sachverhalte der Wärmeplanung alle Haushalte erreichen.
- **Tiefe:** Die zielgerichtete Identifikation und Einbindung der strategisch relevanten Schlüsselakteure in den operativen Planungsprozess.
- **Rückkopplung:** Die Etablierung systematischer Evaluationsschleifen, durch die lokales Wissen und spezifische Hinweise aus der Bürgerschaft sowie von Fachakteuren kontinuierlich in die Planungsmatrix zurückfließen.
- **Anschluss:** Die Schaffung einer verlässlichen Orientierungsgrundlage, die sicherstellt, dass die strategischen Festlegungen des Wärmeplans als Basis für die anstehenden individuellen und unternehmerischen Investitionsentscheidungen dienen.

Die nachfolgenden Abschnitte konkretisieren diese vier Wirkungshebel und die damit verknüpften methodischen Instrumente im Detail.

2.1 Reichweite: Präsenz in 19 Gemeinden

Die Erzielung einer hohen Reichweite bildete die Grundvoraussetzung für eine umfassende Akteursbeteiligung. Ein strategischer Wärmeplan kann nur dann wirksam werden, wenn seine Inhalte die entsprechenden Zielgruppen flächendeckend erreichen. Um dies zu gewährleisten, wurden drei zentrale Formate entwickelt:

- **Auftaktveranstaltung für das Verbandsgebiet:** Den Projektstart markierte eine gemeinsame Auftaktveranstaltung, an der die Bürgermeister sowie delegierte Vertreter der Gemeindevertretungen aller 19 Kommunen teilnahmen. Die Agenda umfasste die Erläuterung der rechtlichen Grundlagen des Wärmeplanungsgesetzes (WPG), die Strukturierung des methodischen Vorgehens sowie den zeitlichen Rahmen bis 2028. Dieser Termin diente der Etablierung einer gemeinsamen Verständigungsbasis für die weitere Projektkommunikation.

- **Zentrale digitale Informationsplattform:** Mit der Einrichtung der Projektwebsite zweckverband.trigenius.de wurde eine zentrale Informations- und Dialogplattform für alle Mitgliedsgemeinden geschaffen. Diese bereitet die komplexe Thematik niedrigschwellig auf, differenziert verständlich zwischen den verschiedenen Gebietstypen (Wärmenetzgebiet, Wasserstoffnetzgebiet, dezentrale Versorgung und Prüfgebiet) und dokumentiert den kontinuierlichen Planungsfortschritt. Integrierte Kontaktfunktionen ermöglichen es der Bürgerschaft, Rückfragen und Hinweise direkt in den Planungsprozess einzuspeisen.
- **Printmedien und amtliche Bekanntmachungen:** Ergänzend zur digitalen Kommunikation wurde die etablierte Print-Infrastruktur genutzt. Über die analog und digital erscheinende Wasserzeitung des Zweckverbandes, die jeden Haushalt im Verbandsgebiet erreicht, wurde das Projekt in einem detaillierten redaktionellen Beitrag im Gesamtkontext der Wärmewende vorgestellt. Flankierend dazu erfolgte im Amtsblatt eine kompakte Projektdarstellung, die spezifisch auf die lokalen Beteiligungsformate hinwies. Im weiteren Projektverlauf wurden hierüber auch relevante Meilensteine, wie die Akteursbefragung des Wärmeplans, kommuniziert.

2.2 Tiefe: Identifikation und Integration relevanter Akteure

Während die Reichweite auf die breite Informationsverbreitung abzielt, fokussiert sich die Tiefe auf die zielgerichtete Einbindung der entscheidungstragenden Akteure. Das WPG definiert hierzu die Gruppe der „relevanten Akteure“, bestehend aus Kommunalverwaltungen, Energieversorgungsunternehmen sowie wirtschaftlichen und zivilgesellschaftlichen Institutionen. Diese Akteurslandschaft wurde zu Projektbeginn für das gesamte Verbandsgebiet systematisch erfasst und kontinuierlich auf Gemeinde- und Amtsebene spezifiziert.

- **Identifikation der Akteursgruppen:** Das Spektrum der eingebundenen Stakeholder umfasste Strom- und Gasnetzbetreiber, Betreiber bestehender Wärmenetze, die Wohnungswirtschaft, Eigentümer großer Liegenschaften sowie energieintensive Gewerbebetriebe. Aufgrund der ländlichen Prägung des Planungsraums nahmen zudem landwirtschaftliche Betriebe und Betreiber von Biogasanlagen als potenzielle Wärmequellen eine strategische Sonderrolle ein. Ergänzt wurde dieses Portfolio durch regionale Handwerksbetriebe (insbesondere aus dem Bereich Sanitär, Heizung und Klima), Schornsteinfegermeister, Architektur- und Planungsbüros sowie zivilgesellschaftliche Organisationen.
- **Differenzierte Kommunikationswege:** Die Kontaktaufnahme erfolgte in einem abgestuften Verfahren, das sich strikt an der strategischen Relevanz der Akteure für das Zielszenario orientierte. Schlüsselakteure wie Netzbetreiber, bedeutende Arbeitgeber und große Wärmeerzeuger wurden persönlich, häufig im Rahmen von Vor-Ort-Terminen, konsultiert. Insbesondere bei landwirtschaftlichen und größeren gewerblichen Betrieben erwiesen sich Anlagenbegehungen als effizient, da sie die Erläuterung der planungsrelevanten Fragestellungen und die Datenerhebung in einem Schritt ermöglichten. Weitere Akteursgruppen wurden elektronisch oder telefonisch kontaktiert.
- **Die Ämter in der Mittlerfunktion:** Die fünf beteiligten Amtsverwaltungen – darunter das für Benz zuständige Amt Neuburg – fungierten während des gesamten Planungszeitraums als essenzielle administrative Schnittstellen zu den Mitgliedsgemeinden. Durch regelmäßige Abstimmungen wurden die Terminorganisation, die Kontaktierung lokaler Stakeholder sowie die Vor- und Nachbereitung von Publikationen zentral koordiniert.

2.3 Rückkopplung: Transformation von Beteiligung in Planungsergebnisse

Das primäre Ziel der Beteiligungsformate bestand darin, eine umfassende Datengrundlage zu generieren und belastbare Entwicklungsperspektiven abzuleiten. Zur systematischen Rückkopplung der Erkenntnisse in den Planungsprozess wurden vier Instrumente implementiert:

- **Digitale Datenerhebung:** Ergänzend zur direkten Akteursansprache wurde über die Projektwebsite eine Online-Umfrage durchgeführt. Diese ermöglichte es Privathaushalten, spezifische Daten zum Gebäudebestand, zur bestehenden Wärmeversorgung sowie zum energetischen Sanierungsstand beizusteuern. Auf diese Weise konnten die makroskopischen Daten der Versorgungsunternehmen um eine detaillierte, nutzerzentrierte Perspektive erweitert werden.
- **Die Verbandsversammlung als Evaluationsgremium:** An markanten Projektmeilensteinen wurden die analytischen Zwischenergebnisse der Verbandsversammlung des Zweckverbandes Wismar präsentiert. Dieses Gremium fungierte nicht nur als Informationsplattform, sondern ermöglichte den politischen Repräsentanten der Gemeinden, proaktiv Rückmeldungen in die Planungsmatrix einzuspeisen. Dies garantierte einen einheitlichen Informationsstand und die frühzeitige Moderation potenzieller Zielkonflikte.
- **Planungsevaluierung vor Beschlussfassung ("Schulterblick"):** Ein zentrales Qualitätsmerkmal der Rückkopplung bildeten die Arbeitstermine zwischen dem ingenieurtechnischen Planungsteam und der Gemeindevertretung Benz. In diesen Sitzungen wurden die erarbeiteten Zonen- und Potenzialkarten auf Straßenebene detailliert evaluiert. Die exakte Abgrenzung von Wärmenetz-, Prüf- und dezentralen Versorgungsgebieten wurde unter direkter Einbeziehung des lokalen Fachwissens – etwa bezüglich spezifischer Eigentumsverhältnisse oder baulicher Restriktionen – finalisiert. Dies sicherte die methodische Belastbarkeit der Ergebnisse ab.
- **Öffentliche Planauslage:** Nach Abschluss der ingenieurtechnischen Ausarbeitung erfolgt die formelle öffentliche Auslegung des Wärmeplans. In dieser Phase erhält die Bürgerschaft die Möglichkeit, die definierten Versorgungsgebiete und Umsetzungsstrategien vor der finalen Beschlussfassung zu prüfen und Stellungnahmen einzureichen. Diese Rückmeldungen werden fachlich evaluiert und in das finale Zielszenario integriert.

2.4 Anschluss: Orientierung über den Projektabschluss hinaus

Der kommunale Wärmeplan stellt keine verbindliche Einzelentscheidung über private Wärmeversorgungssysteme dar, sondern definiert den strategischen Rahmen für künftige infrastrukturelle Entwicklungen. Um sicherzustellen, dass die Planungsergebnisse über den formalen Beschluss hinaus nachhaltige Wirkung entfalten, wurden zwei konkrete Instrumente etabliert, die der Bürgerschaft, dem Gewerbe und der Verwaltung als verlässlicher Wegweiser für anstehende individuelle Investitionsentscheidungen dienen:

- **Kompakte Informationsvermittlung für alle Bürger:** Zur Gewährleistung einer niedrigschwelligen Informationsbereitstellung wurde zum Projektabschluss ein Informationsflyer im gesamten Verbandsgebiet verteilt. Dieser fasst die gemeindespezifischen Ergebnisse der Wärmeplanung prägnant zusammen, skizziert die technologischen Perspektiven der künftigen Wärmeversorgung und bietet eine übersichtliche Einordnung der definierten Gebietstypen. Für vertiefende Details wird systematisch auf die Projektwebsite verwiesen. Dadurch bleibt eine verlässliche Erstorien-

tierung auch nach der formellen Beschlussfassung dauerhaft und ohne eigenen Rechercheaufwand zugänglich.

- **Digitale Lotseninhalte für individuelle Planungsprozesse:** Als zentrales Instrument zur operativen Unterstützung fungieren die auf der Projektwebsite integrierten Lotseninhalte. Diese gehen über die reine Ergebnisdokumentation hinaus und adressieren den unmittelbaren Informationsbedarf der Bürgerschaft hinsichtlich der eigenen Umsetzungsplanung. Durch die gezielte Bündelung und Verlinkung qualifizierter Beratungsangebote sowie relevanter Informationen zu staatlichen Förderkulissen für Umrüstungs- und Modernisierungsmaßnahmen wird der strategische Planungsrahmen in konkrete, handlungsorientierte Entscheidungshilfen für den privaten Gebäudebestand überführt.

2.5 Fazit

Durch die systematische Orchestrierung der vier Wirkungshebel – Reichweite, Tiefe, Rückkopplung und Anschluss – wurde ein Kommunikations- und Beteiligungsprozess realisiert, der Transparenz nicht nur als Versprechen, sondern als integralen Verfahrensbestandteil begreift. Der vorliegende Wärmeplan ist in der Region verankert, durch die Fachexpertise relevanter Stakeholder fundiert und durch kontinuierliche Evaluationsschleifen präzisiert worden. Er bietet eine belastbare Entscheidungsgrundlage, die nahtlos an die kommenden Umsetzungsschritte anknüpft. Auf diesem Fundament basiert die anstehende Beschlussfassung der Gemeinde Benz.

3 Grundlagenermittlung

Die Erstellung der kommunalen Wärmeplanung für die Gemeinde Benz basiert auf einer umfassenden Erhebung und Auswertung sektorenübergreifender Bestandsdaten. Gemäß den Anforderungen der §§ 10 bis 12 WPG wurden primär vorhandene Datenquellen genutzt, um ein detailliertes Abbild der aktuellen Wärmeversorgungsstruktur zu erhalten.

Sämtliche erhobenen Daten wurden in ein Geoinformationssystem (GIS) integriert. Durch die Verknüpfung mit dem Liegenschaftskataster (ALKIS) und weiteren kommunalen Geodaten der Gemeinde Benz konnte ein digitaler Wärmeetlas erstellt werden. Dieser bildet die räumliche Basis für die Identifikation von Wärmedichteschwerpunkten und die spätere Ausweisung von Eignungsgebieten.

Im Einzelnen wurden folgende Informationen ausgewertet:

3.1 Kartografische Daten

Im Zuge der vorliegenden Studie wurden umfangreiche Übersichts- und Fachkarten zu unterschiedlichen Themen ausgewertet. Darüber hinaus wurden während der Erarbeitung verschiedene raumbezogene Informationen generiert.

Um diese vielfältigen Daten übersichtlich und flexibel darstellen, verknüpfen und auswerten zu können, wurde das Geoinformationssystem (GIS) QGIS genutzt. Die Verwendung des etablierten ESRI-Shape-Standards stellt hierbei eine problemlose Weiterverwendung in nachfolgenden Projektschritten sicher.

Folgende Übersichts- und Fachkarten wurden genutzt:

3.1.1 Topografische Informationen

- Topografische Karte (WebAtlas MV)¹
- Digitale Orthophotos (DOP)²
- Digitales Oberflächenmodell³
- Digitales Geländemodell⁴
- Bodennutzungstypen (BNT)⁵

3.1.2 Administrative Gliederung

- Digitale Verwaltungsgrenzen (DVG)⁶
- Digitale Flurgrenzen (DFG)⁷
- Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem (ALKIS®)⁸

3.1.3 Planerische Situation

- Regionales Raumentwicklungsprogramm (RREP)⁹ inkl. Teilfortschreibungsentwurf¹⁰
- Geltende bzw. in Aufstellung befindliche Bebauungspläne¹¹
- 3D Gebäudemodell (LoD-2)¹²

3.1.4 Energetische Situation

- Energieportal Nordwestmecklenburg¹³
- Fachkarten Erdwärmenutzung¹⁴

3.1.5 Naturschutzfachliche Belange

- Schutzgebiete¹⁵
- Geschützte Biotope¹⁶

¹ LAiV 01

² LAiV 02

³ LAiV 11

⁴ LAiV 12

⁵ LUNG 03

⁶ LAiV 03

⁷ LAiV 04

⁸ LAiV 05

⁹ LUNG 01

¹⁰ RPV WM 01

¹¹ LAND MV 01 sowie ergänzende Pläne, bereitgestellt durch Auftraggeber

¹² LAiV 06

¹³ LK NWM 01

¹⁴ LUNG 04

¹⁵ LUNG 02

¹⁶ LUNG 03

3.2 Statistische Daten

Einen weiteren wichtigen Baustein zur Einschätzung des bestehenden sowie sich entwickelnden Energiebedarfs bilden statistische Daten zur Bevölkerungs-, Wirtschafts- und Raumstruktur. Hierzu wurden unter anderem folgende Auswertungen berücksichtigt:

- Bevölkerungsstand der Kreise, Ämter und Gemeinden¹⁷
- Bestand an Wohngebäuden und Wohnungen¹⁸
- Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung¹⁹
- Regionales Energiekonzept Westmecklenburg²⁰
- Kleinräumige Bevölkerungsprognose²¹
- Zensus 2022: Gebäude mit Wohnraum nach Energieträger der Heizung²²
- Marktstammdatenregister (MaStR) der Bundesnetzagentur²³

3.3 Auswertung der planerischen Situation

Im Zuge der Grundlagenermittlung wurden weiterhin die bestehenden planerischen Voraussetzungen insbesondere hinsichtlich Regionalplanung und Bauleitplanung geprüft. Die gewonnenen Informationen dienen unter anderem der Bewertung und Klassifikation des baulichen und energetischen Standards des vorhandenen Gebäudebestands sowie zur Abschätzung weiterer Entwicklungspotenziale.

4 Bestandsanalyse (Wärmebedarf und Infrastruktur)

In einem zweiten Schritt wurde der Energiebedarf (Wärme und Strom) des vorhandenen Gebäudebestandes untersucht. Für den ermittelten Wärmebedarf wurden gebäudescharf und zeitlich aufgelöste Bedarfsprofile erstellt. Aufbauend hierauf wurde die Wärmebedarfsstruktur im Untersuchungsgebiet hinsichtlich einer Eignung für zentrale Wärmeversorgungsanlagen analysiert.

4.1 Rechtliche Rahmenbedingungen und Datenerhebungsbefugnisse

Die Erstellung dieser kommunalen Wärmeplanung erfolgt auf der Grundlage des **Wärmeplanungsgesetzes (WPG)**, das den planenden Stellen besondere Instrumente zur Informationsbeschaffung einräumt. Um eine realitätsnahe Abbildung der aktuellen Wärmeversorgung zu gewährleisten, sieht das Gesetz umfassende **Datenerhebungs- und Auskunftspflichten** vor.

Hierzu zählt insbesondere die verpflichtende Übermittlung von Bestandsdaten durch Betreiber von Energieversorgungsnetzen, Betreiber von Wärme- und Kälteinfrastrukturen sowie durch die **bevollmächtigten Bezirksschornsteinfeger**. Letztere sind gemäß § 11 WPG verpflichtet, gebäude- und

¹⁷ LAiV 07

¹⁸ LAiV 09

¹⁹ LAiV 10

²⁰ RPV WM 02

²¹ RPV WM 03

²² LAiV (2022)

²³ <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>

anlagenspezifische Daten – etwa zu Brennstoffarten, Nennwärmeleistungen und dem Alter der Feuerungsanlagen – bereitzustellen. Diese gesetzliche Legitimation ermöglicht es der Kommune, auch ohne Einzelbefragungen der Eigentümer eine detaillierte energetische Analyse des Gebäudebestands vorzunehmen und somit eine belastbare Strategie für die Wärmewende zu entwickeln.

4.2 Methodik & Datengrundlage

Die vorliegende Bestandsanalyse bildet das Fundament für die kommunale Wärmeplanung der Gemeinde Benz. Um eine belastbare Datengrundlage für die Identifikation von Wärmesenken und die spätere Szenarienentwicklung zu schaffen, wurde methodisch wie folgt vorgegangen:

Bilanzierungsrahmen und territoriale Abgrenzung Die Ermittlung des energetischen Ist-Zustandes erfolgt in Form einer **endenergiebasierten Territorialbilanz**. Dabei werden alle Energieverbräuche erfasst und bilanziert, die innerhalb der administrativen Grenzen der Gemeinde Benz anfallen. Dieser Ansatz stellt sicher, dass die lokalen Bedarfe der Sektoren Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) sowie Industrie und öffentliche Liegenschaften präzise abgebildet werden.

Treibhausgasbilanzierung und Emissionsfaktoren Zur Bewertung der Klimawirkung werden die ermittelten Energieverbräuche in **Treibhausgasemissionen (THG)** umgerechnet. Die Darstellung erfolgt in **CO₂-Äquivalenten (CO₂-eq)** um die unterschiedliche Klimawirksamkeit verschiedener Gase vergleichbar zu machen.

Vorkettenbetrachtung: In der Bilanzierung werden konsequent die Emissionen der Vorketten (Gewinnung, Aufbereitung und Transport der Brennstoffe) berücksichtigt.

Datenbasis: Die Berechnung der Emissionen stützt sich auf die wissenschaftlich anerkannten THG-Emissionsfaktoren des **Instituts Wohnen und Umwelt (IWU)** sowie des **Anhangs 9 des Gebäudeenergiegesetzes**. Hierbei finden insbesondere die Kennwerte zum kumulierten Energieaufwand und die spezifischen Faktoren für verschiedene Energieträger und Versorgungsstrukturen Anwendung.

Witterungsbereinigung zur Normierung der Verbrauchsdaten: Um den Einfluss saisonaler Temperaturschwankungen zu eliminieren und eine Vergleichbarkeit der Daten über verschiedene Jahre hinweg zu gewährleisten, wurde eine Witterungsbereinigung der thermischen Verbrauchswerte durchgeführt.

Datengrundlage: Hierzu wurden die historischen Aufzeichnungsdaten des **Deutschen Wetterdienstes (DWD)** herangezogen.

Lokale Gewichtung: Da für das Gemeindegebiet von Benz spezifische klimatische Bedingungen gelten, wurde ein **gewichtetes Mittel** aus den Daten der umliegenden Wetterstationen **Kirchdorf / Poel, Boltenhagen und Schwerin** gebildet. Dieses Verfahren stellt sicher, dass die bereinigten Werte die lokalen klimatischen Realitäten der Gemeinde (insbesondere die Küstennähe) widerspiegeln.

4.3 Erfassung des Gebäudebestandes

Anhand des amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystems (ALKIS®)²⁴ sowie ergänzend durch die Auswertung aktueller Luftbildaufnahmen²⁵ wurden zunächst sämtliche energetisch relevante Gebäude im Untersuchungsgebiet kartografisch und tabellarisch erfasst. Unter ergänzender Berücksichtigung der bestehenden Bebauungspläne²⁶ sowie kartografischer Informationen zum Gebäudebestand²⁷ wurden die Gebäude hinsichtlich folgender Aspekte klassifiziert:

- Standort (Adresse, geografische Koordinaten)
- Gebäudegröße (Grundfläche, Höhe, Nutzfläche)
- Gebäudetyp
- Gebäudenutzung
- Baualtersklasse

Die nachfolgende Darstellung visualisiert exemplarisch die Erfassung des Gebäudebestandes als dreidimensionale Objekte.



Abbildung 1: 3D-Ansicht des erfassten Gebäudebestandes in der Gemeinde Benz

Zum Zweck der Auswertung werden die verschiedenen Nutzungsarten wie folgt zu Sektoren zusammengefasst:

- **Privat** (Wohnnutzung, Wochenendhäuser)
- **Gewerbe** (Büro-, Betriebsgebäude, sonstige gewerbliche Nutzung, Ferienhäuser)
- **Öffentlich** (Schule / Kita, Sozialgebäude, Sport...)

²⁴ LAiV 05

²⁵ LAiV 02

²⁶ LAND MV 01 sowie ergänzende Pläne, bereitgestellt durch Auftraggeber

²⁷ LAiV 06

4.4 Versorgungsstruktur

Ein zentraler Baustein der kommunalen Wärmeplanung ist die Analyse der bestehenden Energie- und Versorgungsinfrastruktur. In den Ortsteilen Kalsow und Benz existieren bereits kleinere, räumlich begrenzte Wärmenetze, die eine zentrale Versorgung ermöglichen. Leitungsgebundene Erdgas- oder Flüssiggasnetze sind nicht verzeichnet, was auf eine überwiegend dezentrale Struktur hindeutet.

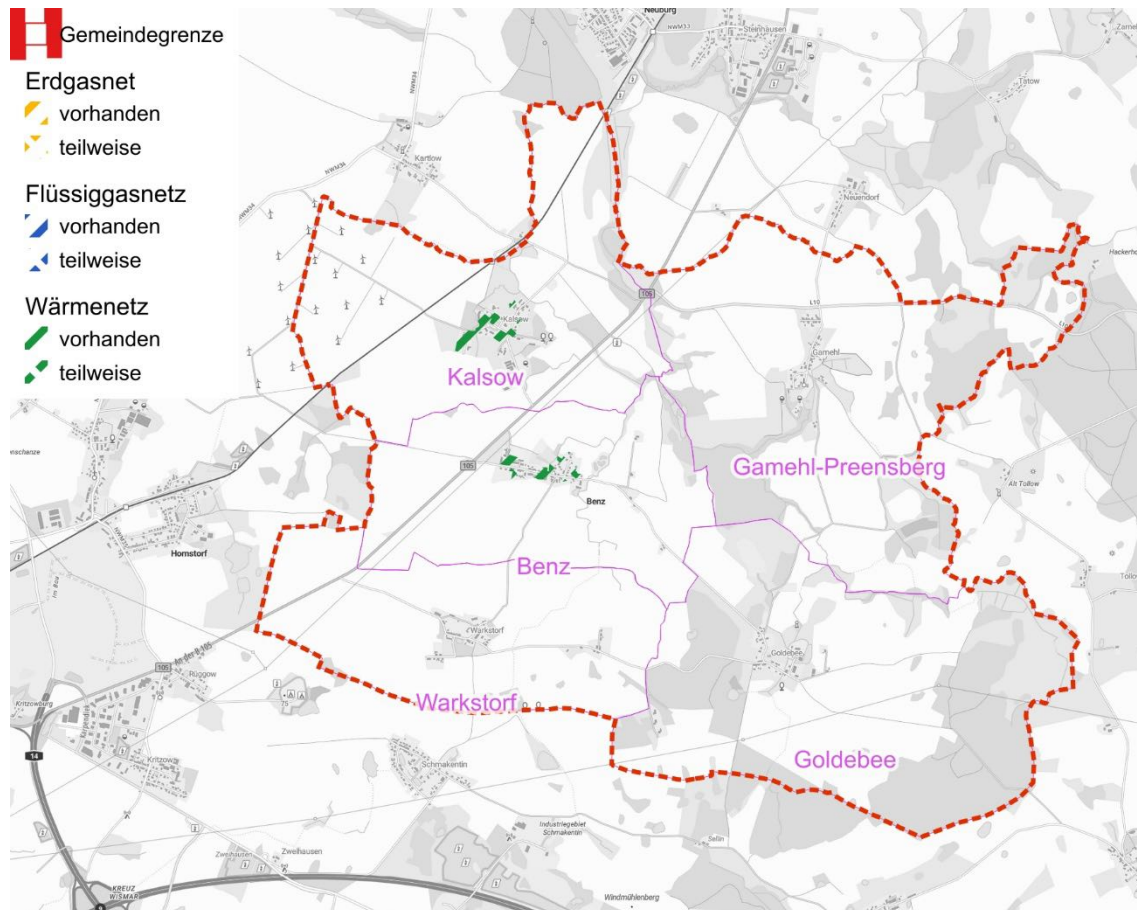


Abbildung 2: Übersicht der vorhandenen Wärme- und Gasnetzinfrastruktur

4.5 Energieinfrastruktur

Neben der reinen Verteilungsinfrastruktur ist für die kommunale Wärmeplanung die Analyse bestehender Energieerzeugungsanlagen von zentraler Bedeutung. Ziel ist es, bereits vorhandene Potenziale und Energiequellen zu identifizieren, auf denen eine zukünftige, treibhausgasneutrale Wärmeversorgung aufbauen kann. Zu diesem Zweck wurde eine detaillierte Auswertung der Daten des Marktstammdatenregisters (MaStR) für das Gemeindegebiet Benz durchgeführt.

Die Ergebnisse dieser Bestandsaufnahme zeigen verschiedene bestehende technische Anlagen, die für die zukünftige Wärmeversorgung eine relevante Rolle spielen können und die teilweise auch bereits aktuell hierfür genutzt werden. Zu nennen sind hier insbesondere folgende Anlagen:

4.5.1 Biogasanlage 1:

Es handelt sich um eine landwirtschaftliche Biogasanlage zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung (KWK) im Ortsteil Kalsow. Laut Registerangaben beträgt die thermische Leistung der 2011 in Betrieb genommenen Anlage 610 kW. Die erzeugte Wärme wird neben der Deckung des Eigenverbrauchs bereits aktuelle über ein Wärmenetz zur Versorgung mehrerer Gebäude in den Ortsteilen Kalsow und Benz eingesetzt. Der Anlagenbetreiber signalisiert, den weiteren Betrieb des Wärmenetzes anzustreben, solange dies wirtschaftlich sinnvoll ist.

4.5.2 Biogasanlage 2:

Auch hier handelt es sich um eine landwirtschaftliche Biogasanlage zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung (KWK) im Ortsteil Kalsow. Laut Registerangaben beträgt die thermische Leistung der 2014 in Betrieb genommenen Anlage 829 kW. Eine Nutzung der erzeugten Wärme über die Deckung des Eigenbedarfs hinaus erfolgt bisher nicht. Der Betreiber prüft derzeit verschiedene Optionen zum Weiterbetrieb und zur Fortentwicklung der Anlage, wobei auch entsprechende Wärmenutzungskonzepte im Blick sind.

4.5.3 Erneuerbare Stromerzeugungsanlagen

Über die genannten Biogasanlagen hinaus sind im Gemeindegebiet weitere Anlagen zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien installiert:

- Windenergieanlagen (elektrische Gesamtleistung 20 MW)
- Photovoltaikanlagen > 100 kWp (elektrische Gesamtleistung 26 MW)

Insbesondere in Hinblick auf eine zukünftig verstärkte Elektrifizierung der Wärmeerzeugung kann solchen ortsnahe Erzeugeranlagen perspektivisch eine wesentliche Bedeutung zukommen. Hierfür ist jedoch neben einer entsprechenden Verständigung mit den Anlagenbetreibern insbesondere die Beachtung der komplexen regulatorischen Rahmenbedingungen erforderlich.

4.6 Vorläufige Energiebedarfsermittlung

Der Wärmebedarf für Heizung und Warmwasserbereitung sowie der Strombedarf im erfassten Bestand wurde in einer ersten Stufe basierend auf den oben genannten kartografischen Daten sowie anhand typischer Bedarfskennwerte gebäudescharf ermittelt. Als Bezugsgröße diente hierbei die aus den Gebäudeabmessungen und dem Gebäudetyp ermittelte Nutzfläche.

Bei der Bestimmung typischer Bedarfskennwerte wurde sowohl die Art der Nutzung als auch die Baualtersklasse des Gebäudes ausgewertet. Berücksichtigung fanden unter anderem die in der Vergangenheit gültigen baurechtlichen Vorgaben (Wärmeschutzverordnungen / Energieeinsparverordnungen), diverse publizierte Kennwerte²⁸ sowie Erfahrungswerte aus vergleichbaren Untersuchungen.

Anhand von Klimaaufzeichnungen des Deutschen Wetterdienstes²⁹ wurde hieraus der jeweilige Verlauf des Wärmebedarfs in einem Jahr mit durchschnittlichem Temperaturverlauf (Typjahr) abgeleitet. Dabei wurden

²⁸ u.a. RECK 01, WIKI 01

²⁹ DWD 01

die weiterentwickelten Standard-Lastprofile für Erdgas (SigLinDe-Profile)³⁰ zugrunde gelegt. Die zeitliche Auflösung beträgt 24 Stunden.

4.7 Akteursbefragung

Im Wesentlichen bestand die Akteursbefragung darin, Schlüsselakteure zu kontaktieren und deren Daten auszuwerten. Auf Ebene der Privathaushalte wurden umfangreiche statistische Daten genutzt, näher beschrieben in Kapitel 3 Grundlagenermittlung.

Im Einzelnen sind Daten von folgenden Schlüsselakteuren in die Ausarbeitung eingeflossen:

- Öffentliche Verwaltung / Liegenschaftsverwaltung
- Wohnungswirtschaft
- Gewerbe / Industrie
- Energieversorgung
- Zweckverbände
- Wasser- und Abwasserverbände
- Schornsteinfeger
- Infrastrukturbetreiber (Gas- und Flüssiggasnetzbetreiber)

Mehr dazu unter 8.1 Akteursbeteiligung.

4.8 Endgültige Bedarfsermittlung

Auf Grundlage der Befragungsergebnisse wurden die ermittelten Daten zum Gebäudebestand weiter verfeinert und vervollständigt. Der zunächst vorläufig ermittelte Energiebedarf wurde anhand der realen Verbrauchswerte skaliert und entsprechend auf den gesamten Gebäudebestand hochgerechnet.

Aufbauend hierauf wurden gebäudescharf Wärmebedarfsprofile abgeleitet. Diese umfassen folgende Angaben:

- Jahreswärmebedarf
- Auslegungsleistung (Normauslegungstemperatur: -12°C)
- Temperaturniveau (Vorlauf / Rücklauf)
- Jahresgang Wärmebedarf (24-Stunden-Werte im Typjahr)
- Jahresgang Temperaturniveau (Vorlauf / Rücklauf, 24-Stunden-Werte im Typjahr)

Die Ermittlung der Jahresgänge erfolgte auch hier auf Basis von Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes³¹ sowie der spezifischen Nutzungsarten.

³⁰ BDEW 01

³¹ DWD 01

Die Ergebnisse der Bedarfsermittlung wurden in einer Gesamtenergiebilanz sachlich gegliedert nach Nutzungsart und Baualtersklasse sowie räumlich aufgelöst als Wärmebedarfsdichte im 100-m-Raster zusammengefasst.

4.9 Gebäude- und Flächenstruktur

Eine detaillierte Auswertung der beheizten Gebäudeanzahl ergibt insgesamt 216 Gebäude. Der private Sektor dominiert deutlich mit 203 Gebäuden, was einem Anteil von 94,0 % entspricht. Der gewerbliche Sektor umfasst 9 Gebäude (4,2 %), während auf den öffentlichen Sektor lediglich 4 Gebäude (1,9 %) entfallen. Auf lokaler Ebene weisen die einzelnen Teilgebiete zwischen 37 und 60 Gebäude auf, wobei der Hauptort den größten Anteil an der Gesamtzahl hält. Diese Struktur verdeutlicht den Schwerpunkt auf privatem Wohnraum.

Gemarkung	Gebäudeanzahl (beheizt)			
	[-]			
	Sektor			
	privat	gewerbl.	öffentl.	gesamt
Benz	56	1	3	6027,8%
Gamehl-Preensberg	42	1	0	4319,9%
Goldebee	36	1	1	3817,6%
Kalsow	32	5	0	3717,1%
Warkstorf	37	1	0	3817,6%
gesamt	203	9	4	216100,0%
	94,0%	4,2%	1,9%	100,0%

Tabelle 1: Beheizte Gebäudeanzahl nach Sektor und Gemarkung in der Gemeinde Benz

Die Gesamtnutzfläche der beheizten Gebäude beläuft sich auf 49.680 m². Mit 41.708 m² entfällt der Großteil (84,0 %) auf den privaten Sektor. Der gewerbliche Sektor nimmt mit 6.628 m² (13,3 %) einen deutlich größeren Flächenanteil ein, als es die reine Gebäudeanzahl vermuten lässt. Der öffentliche Sektor bildet mit 1.345 m² (2,7 %) den kleinsten Anteil. Die Verteilung auf die Ortsteile zeigt Werte zwischen 6.659 m² und 15.289 m², wobei Kalsow durch einen überdurchschnittlich hohen Gewerbeflächenanteil von über 4.000 m² hervorsticht.

Gemarkung	Nutzfläche (beheizt)				
	[m ²]				
	Sektor				
	privat	gewerbl.	öffentl.	gesamt	
Benz	11.479	257	1.086	12.822	25,8%
Gamehl-Preensberg	6.097	908	0	7.005	14,1%
Goldebee	6.861	785	259	7.905	15,9%
Kalsow	11.244	4.045	0	15.289	30,8%
Warkstorf	6.027	633	0	6.659	13,4%
gesamt	41.708	6.628	1.345	49.680	100,0%
	84,0%	13,3%	2,7%	100,0%	

Tabelle 2: Beheizte Nutzfläche nach Sektor und Gemarkung in der Gemeinde Benz

Ein Vergleich der beheizten Nutzflächen verdeutlicht die sektoralen Schwerpunkte in den einzelnen Teilgebieten. Der private Wohnsektor bildet in allen Bereichen die wesentliche Basis der Flächennutzung. In einem Gebiet fällt ein markanter gewerblicher Flächenanteil auf, der die private Nutzung ergänzt. Öffentliche Nutzflächen sind nur in zwei der betrachteten Bereiche in geringem Umfang vorhanden. Insgesamt variiert die Gesamtnutzfläche zwischen knapp unter 7.000 m² und über 15.000 m² pro Gebiet.

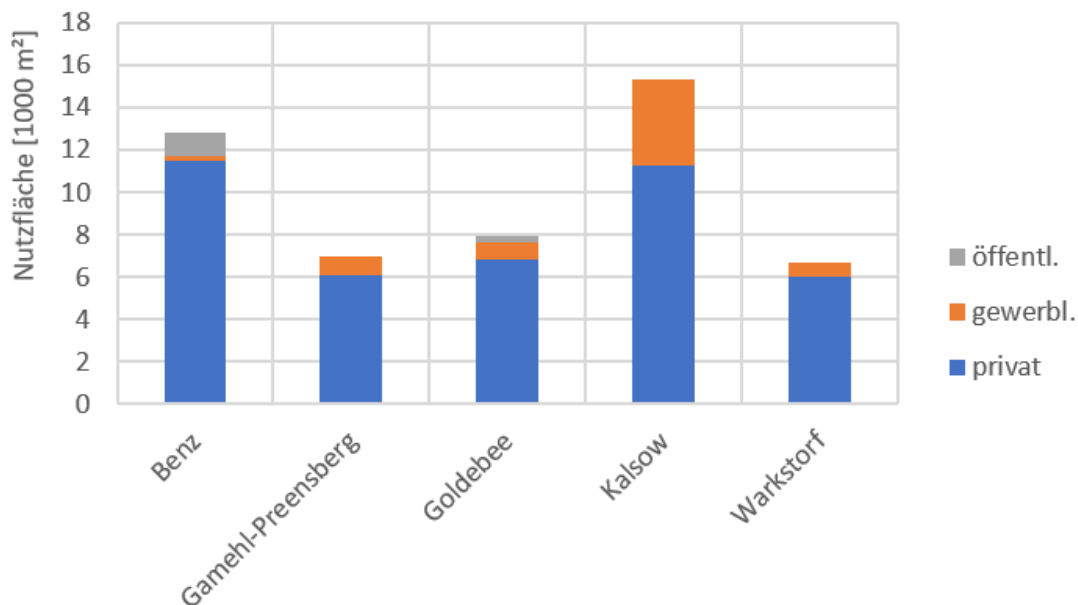


Abbildung 3: Verteilung der beheizten Nutzfläche nach Sektoren

4.10 Wärmebedarf

Entsprechend der oben aufgeführten Vorgehensweise wurde der bestehende Wärmebedarf gebäudescharf analysiert und wie folgt zusammengefasst:

Der gesamte Wärmebedarf beläuft sich auf 6.101 MWh/a. Der private Sektor verursacht mit 5.479 MWh/a den größten Anteil (89,8 %). Der gewerbliche Sektor trägt 498 MWh/a (8,2 %) bei, während der kommunale Sektor mit 123 MWh/a (2,0 %) eine untergeordnete Rolle spielt. Betrachtet man die räumliche Verteilung, weisen die Teilbereiche Werte zwischen 881 MWh/a und 1.722 MWh/a auf. Ein Ortsteil verzeichnet dabei einen auffällig hohen gewerblichen Wärmebedarf von 245 MWh/a.

Gemarkung	Wärmebedarf [MWh/a]				
	Sektor			Gesamt	
	privat	gewerblich	kommunal		
Benz	1.503	34	103	1.640	26,9%
Gamehl-Preensberg	774	106	0	881	14,4%
Goldebee	907	40	20	967	15,9%
Kalsow	1.477	245	0	1.722	28,2%
Warkstorf	819	72	0	891	14,6%
gesamt	5.479	498	123	6.101	100,0%
	89,8%	8,2%	2,0%		100,0%

Tabelle 3: Wärmebedarf nach Sektor und Gemarkung in der Gemeinde Benz

Eine Analyse des Wärmebedarfs verdeutlicht die Dominanz des privaten Sektors über alle Teilgebiete hinweg. Der Bedarf schwankt regional zwischen rund 900 MWh/a und 1.700 MWh/a. Gewerbliche Verbräuche sind in allen Bereichen vorhanden, zeigen jedoch in einem Ortsteil einen deutlichen Spitzenwert. Kommunale Bedarfe fallen demgegenüber kaum ins Gewicht und beschränken sich auf nur zwei Teilgebiete. Diese Verteilung unterstreicht die Priorität privater Haushalte bei Maßnahmen zur Bedarfsreduktion.

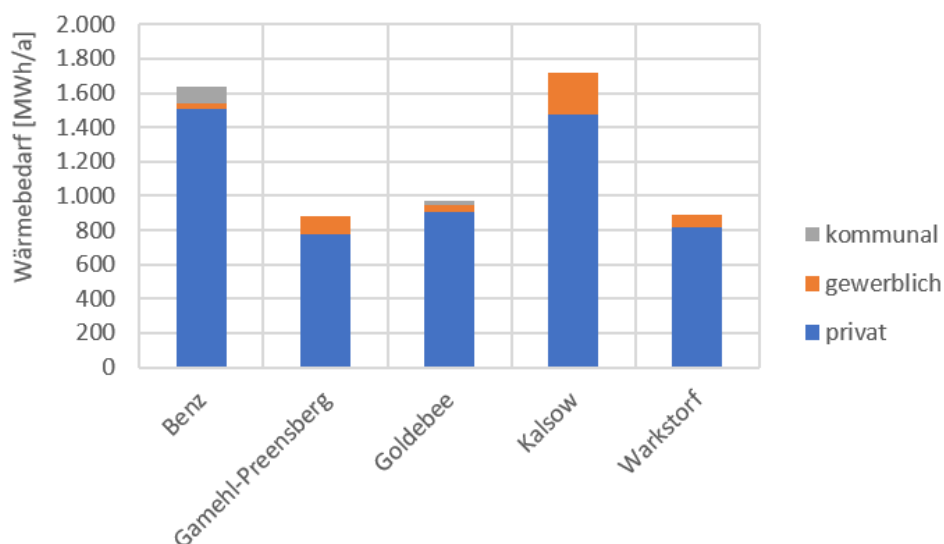


Abbildung 4: Wärmebedarf nach Sektoren für die einzelnen Gemarkungen

Der ermittelte Wärmebedarf wird räumlich in einem 100-m-Raster aggregiert. Auf diese Weise ergibt sich eine Verteilung der Wärmebedarfsdichte im Untersuchungsgebiet wie folgt:

Eine Visualisierung der flächenspezifischen Wärmebedarfsdichte verdeutlicht die Konzentration des Bedarfs auf die Siedlungskerne. In dicht bebauten Bereichen werden lokale Spitzenwerte von über 150 MWh/(ha·a) bis hin zu über 200 MWh/(ha·a) erreicht. Die umgebenden Freiflächen und Randlagen weisen erwartungsgemäß sehr geringe Dichten von unter 25 MWh/(ha·a) auf. Diese ausgeprägten Verdichtungs-räume stellen potenzielle Ansatzpunkte für die Entwicklung oder Erweiterung leitungsgebundener Wärme-versorgungssysteme dar.

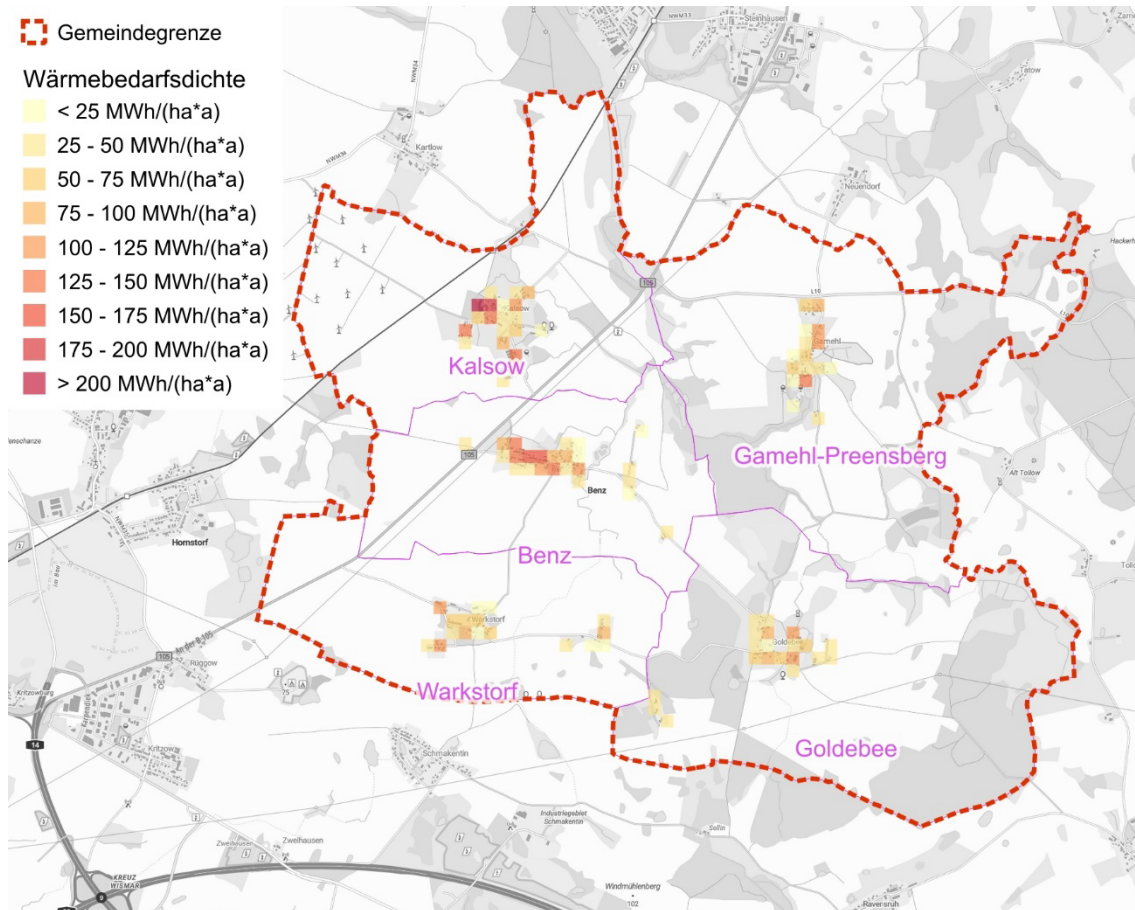


Abbildung 5: Räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichte

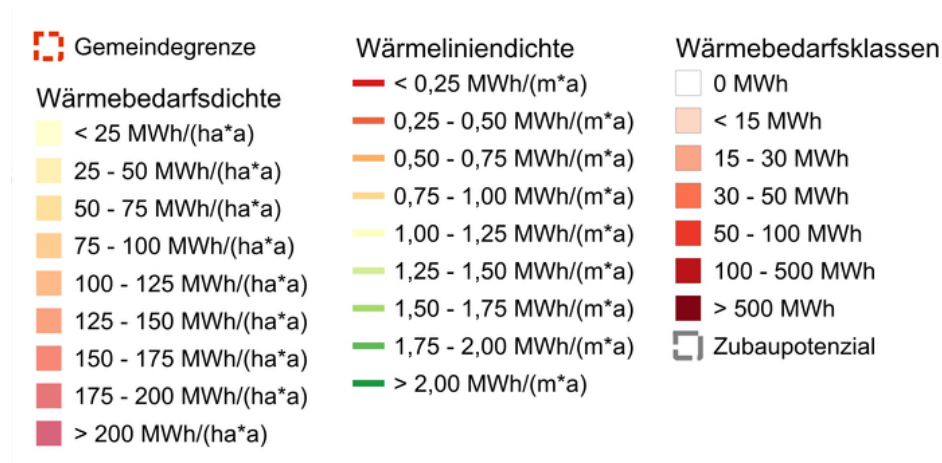
Ein entscheidender Indikator für die technische Machbarkeit und ökonomische Wirtschaftlichkeit von leitungsgebundenen Wärmeversorgungsstrukturen (Nah- und Fernwärmenetze) ist die sogenannte **Wärmelinien-dichte**. Sie beschreibt das Verhältnis zwischen dem jährlichen Nutzwärmebedarf der Gebäude in einem definierten Straßenzug oder Quartier und der Trassenlänge des dafür benötigten Leitungsnetzes. Angegeben wird dieser Kennwert üblicherweise in Megawattstunden pro Trassenmeter und Jahr (MWh/(m·a)) oder Kilowattstunden pro Trassenmeter und Jahr (kWh/(m·a)).

Gemäß den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) des Bundes ist die Ermittlung und räumliche Darstellung von Wärmebedarfs- und Wärmelinien-dichten ein essenzieller und verpflichtender Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung. Diese gesetzliche Anforderung stellt sicher, dass die Identifikation potenzieller Wärmenetzgebiete auf einer fundierten, datenbasierten Methodik beruht.

Für die strategische Ausrichtung der künftigen Wärmeversorgung liefert die Wärmeliniendichte eine klare Entscheidungsgrundlage:

- **Hohe Wärmeliniendichten:** Treten häufig in dicht bebauten Ortskernen, bei Mehrfamilienhausbebauung oder gewerblichen Abnehmern auf. Hier lassen sich Wärmenetze in der Regel wirtschaftlich betreiben, da viel Wärmeenergie über verhältnismäßig kurze Leitungsstrecken abgesetzt werden kann. Zudem fallen die relativen Wärmeverluste im Netz geringer aus.
- **Geringe Wärmeliniendichten:** Sind typisch für ländlich geprägte Gebiete, Randlagen oder stark aufgelockerte Einfamilienhaus-Siedlungen. Die Errichtung eines Wärmenetzes ist hier meist unrentabel, da hohe Investitionskosten für den Tiefbau und unverhältnismäßig hohe Leitungsverluste anfallen. In diesen Bereichen sind dezentrale, gebäudeindividuelle Lösungen (wie z. B. elektrische Wärmepumpen) in der Regel die präferierte und wirtschaftlichere Versorgungsoption.

Die nachfolgenden Abbildungen visualisiert die berechneten Wärmeliniendichten für das untersuchte Gemeindegebiet. Anhand dieser räumlichen Verteilung lässt sich differenziert ablesen, in welchen Straßenabschnitten oder Quartieren konzentrierte Wärmeabnahmen vorliegen und ob Potenzialschwerpunkte für eine zukünftige netzgebundene Wärmeversorgung gegeben sind.



Die obenstehende Legende gilt für die im folgenden abgebildeten Karten.

4.10.1 Wärmelinienichte OT Kalsow

Eine detaillierte Betrachtung der flächenspezifischen Wärmebedarfsdichte offenbart deutliche Schwerpunkte im Siedlungszentrum. Hier werden hohe Konzentrationen im Bereich von über 150 MWh/(ha·a) bis teilweise über 200 MWh/(ha·a) erreicht, insbesondere bei größeren Gebäudekomplexen. In den Randlagen fällt die Dichte schnell auf unter 50 MWh/(ha·a) ab. Die vorhandene Trasse eines Wärmenetzes verläuft direkt durch das Areal mit der höchsten Wärmedichte, was eine optimale räumliche Ausnutzung der Netzinfrastruktur bestätigt.

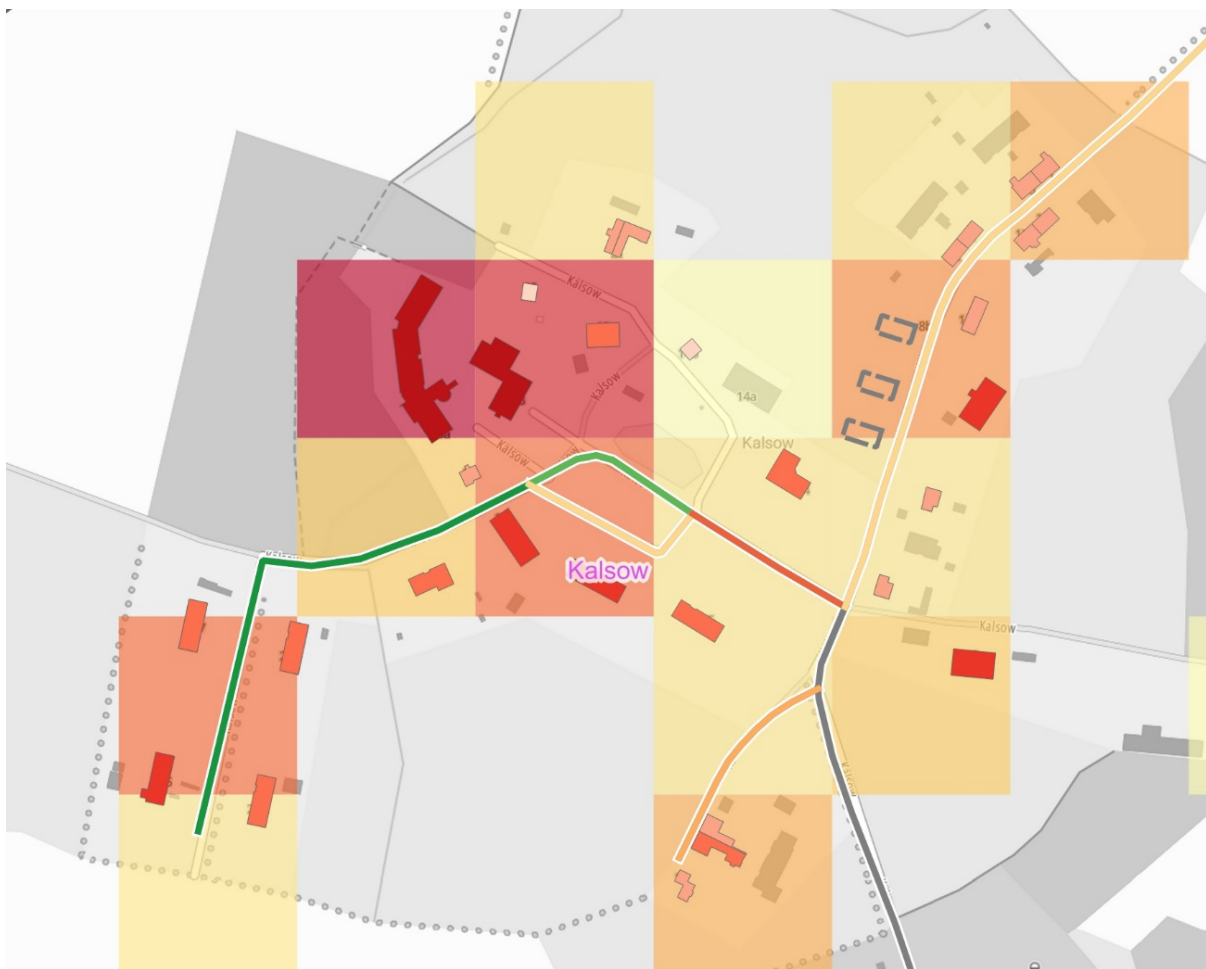


Abbildung 6: Räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichte im Ortsteil Kalsow

4.10.2 Wärmelinienidichte OT Benz

Eine räumliche Auswertung der Wärmebedarfsdichte zeigt eine linienhafte Konzentration entlang der zentralen Durchfahrtsstraße. Einzelne Gebäude oder Gebäudegruppen erreichen Dichtewerte zwischen 100 und über 150 MWh/(ha·a). Das umgebende Siedlungsgebiet ist hingegen von geringeren Dichten unter 50 MWh/(ha·a) geprägt. Diese bandartige Struktur des Wärmebedarfs erfordert spezifische Lösungsansätze bei der Konzeption zukünftiger Versorgungsinfrastrukturen.

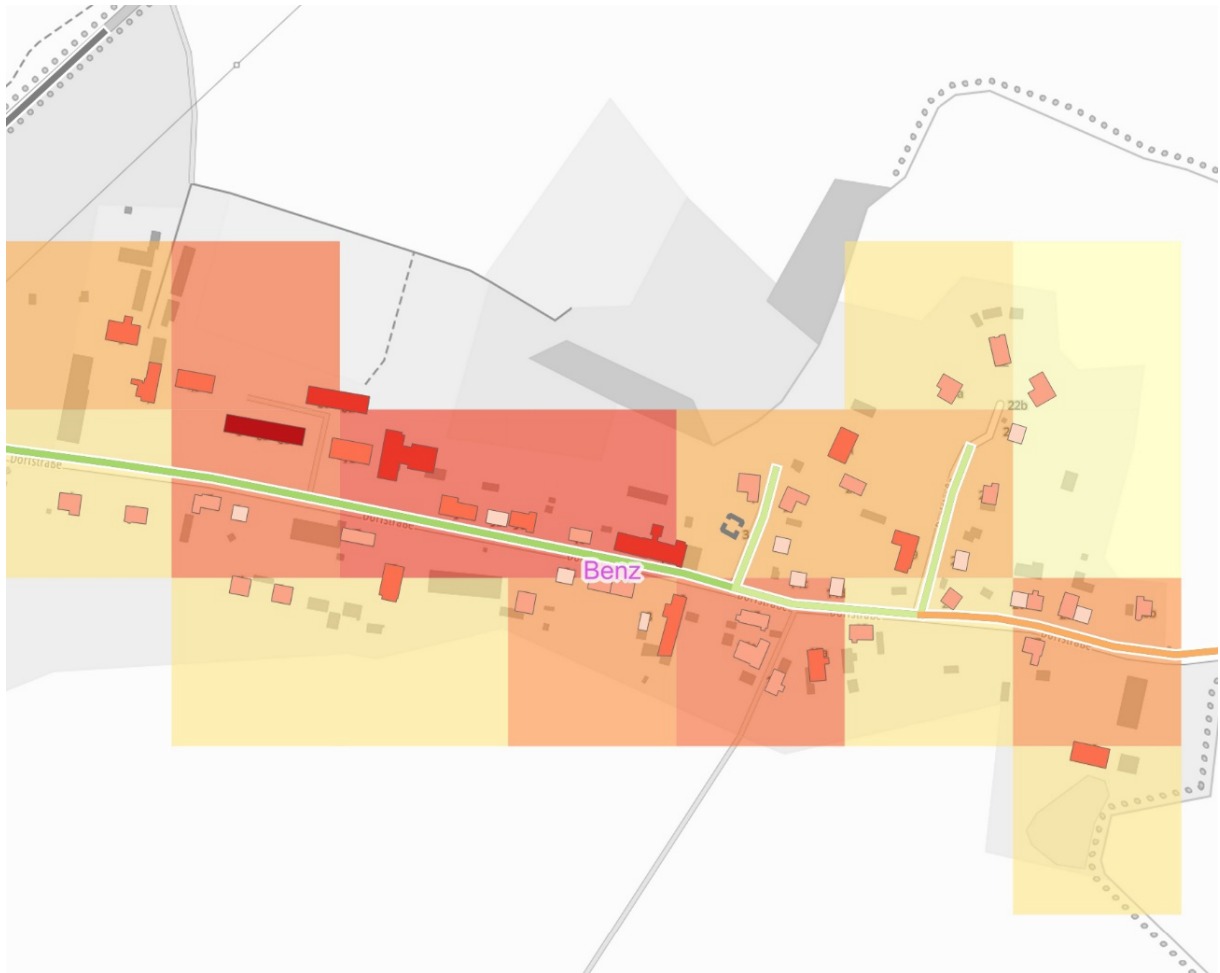


Abbildung 7: Räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichte im Ortsteil Benz

4.10.3 Wärmeliniendichte OT Gamehl

Eine Analyse der flächenspezifischen Wärmebedarfsdichte verdeutlicht punktuelle Schwerpunkte. Auffällig ist ein isolierter Bereich im Süden mit sehr hohen Werten von über 150 MWh/(ha·a). Im nördlichen Siedlungskern konzentrieren sich moderate Dichten zwischen 50 und 100 MWh/(ha·a) entlang der Hauptverkehrsachse. Weite Teile des Gebiets weisen sehr geringe Werte unter 25 MWh/(ha·a) auf. Diese heterogene Struktur erschwert die wirtschaftliche Umsetzung großflächiger, leitungsgebundener Wärmenetze.

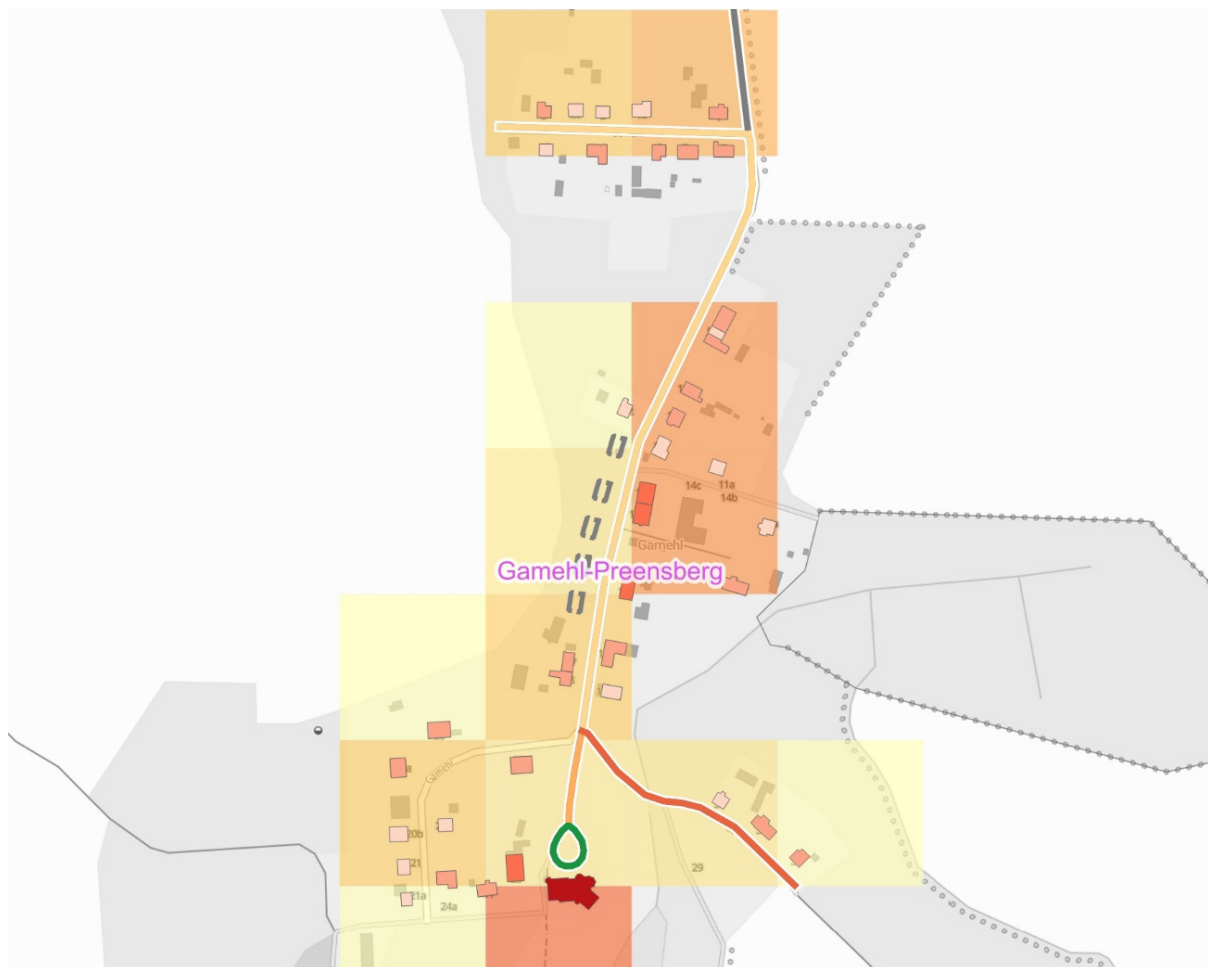


Abbildung 8: Räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichte im Ortsteil Gamehl-Preensberg

4.10.4 Wärmelinienidichte OT Warkstorf

Die Visualisierung der Wärmebedarfsdichte offenbart eine relativ gleichmäßige, flächige Verteilung auf moderatem bis niedrigem Niveau. Der überwiegende Teil des Siedlungsgebietes weist Werte zwischen 25 und 75 MWh/(ha·a) auf. Lediglich einzelne Gebäude an den Siedlungsrandern erreichen isolierte Spitzenwerte von über 125 MWh/(ha·a). Die fehlende Konzentration hoher Wärmedichten spricht für eine verstärkte Fokussierung auf dezentrale, gebäudescharfe Versorgungslösungen.



Abbildung 9: Räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichte im Ortsteil Warkstorf

4.10.5 Wärmelinienendichte OT Goldebee

Eine räumliche Betrachtung der Wärmebedarfsdichte zeigt ein weitgehend homogenes Bild mit überwiegend geringen Werten. Große Teile des Siedlungsbereichs liegen bei unter 50 MWh/(ha·a). Es zeichnen sich lediglich zwei separate Bereiche mit leicht erhöhten Dichten zwischen 75 und 125 MWh/(ha·a) sowie ein einzelner Spitzenwert bei über 150 MWh/(ha·a) ab. Diese dispers verteilte Struktur des Wärmebedarfs prädestiniert das Gebiet vorrangig für individuelle, dezentrale Heizungssysteme.



Abbildung 10: Räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichte im Ortsteil Goldebee

4.11 Endenergiebedarf und Treibhausgasemissionen

Der Anteil der verschiedenen Endenergieträger an der bestehenden Wärmeversorgung wurde auf Grund der Befragungsergebnisse sowie entsprechend der Siedlungsstruktur anhand von Erfahrungswerten aus ähnlich gelagerten Gebieten ermittelt. Hierbei wurden folgende **typische Jahresnutzungsgrade** der Wärmeerzeugung zugrunde gelegt:

- Erdgas / Flüssiggas: 0,91
- Heizöl: 0,90
- Feststoffe / Holz 0,80 (Mix Kleinföhrung und Zentralkesselanlage)
- Strom (via Wärmepumpe): 4,40 (Mix Luft- und Erdwärmepumpen)
- Strom (konventionell): 0,95

Die durch die Wärmeversorgung anfallenden Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) wurden mit Hilfe spezifischer **Emissionsfaktoren** aus dem erforderlichen Endenergiebedarf ermittelt.

Neben dem bedeutendsten Treibhausgas Kohlenstoffdioxid (CO₂) werden hierbei auch weitere klimawirksame Emissionen wie beispielweise Methan (CH₄) oder Lachgas (N₂O) berücksichtigt. Die Gesamtemissionen werden auf die entsprechende Menge an CO₂ umgerechnet. Die Angabe erfolgt als sogenanntes CO₂-Äquivalent.

Darüber hinaus werden nicht nur die unmittelbar bei der Nutzung (z.B. Verbrennung) freiwerdenden Emissionen berücksichtigt, sondern auch der gesamte Bereitstellungsprozess, die sogenannte Vorkette. Die genutzten Emissionsfaktoren wurden Anhang 9 des Gebäudeenergiegesetzes³² sowie ergänzend den veröffentlichten Ergebnisdaten des vom Internationalen Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien (IINAS) entwickelten GEMIS-Modells³³ bzw. Fachveröffentlichungen des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU)³⁴ sowie der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR)³⁵ und der Deutschen Energie-Agentur (dena)³⁶ entnommen. Folgende Emissionsfaktoren wurden genutzt:

<i>Energieträger</i>	<i>Bezug</i>	<i>Emissionsfaktor</i> [g/kWh CO ₂ -Äqu.]	<i>Quelle</i>
Heizöl	Brennstoff (Endenergie)	310,0	GEG Anlage 9
Erdgas	Brennstoff (Endenergie)	240,0	GEG Anlage 9
Flüssiggas	Brennstoff (Endenergie)	270,0	GEG Anlage 9
Kohle	Brennstoff (Endenergie)	415,0	GEH Anlage 9 (Mittelwert)
Holz	Brennstoff (Endenergie)	20,0	GEG Anlage 9
Biomethan	Brennstoff (Endenergie)	140,0	GEG Anlage 9 (Biogas)
Solarthermie	Wärme (Nutzenergie)	0,0	GEG Anlage 9
Photovoltaik	Strom (Endenergie)	0,0	GEG Anlage 9 (gebäudenah)
Windenergie	Strom (Endenergie)	0,0	GEG Anlage 9 (gebäudenah)
Strom (Netzbezug)	Strom (Endenergie)	560,0	GEG Anlage 9
Fernwärme	Endenergie	115,7	abgeleitet
Biogas	Brennstoff (Endenergie)	75	GEG Anlage 9 (gebäudenah)

Tabelle 4: Verwendete Emissionsfaktoren nach Energieträgern für die THG-Bilanzierung

³² GEG

³³ GEMIS

³⁴ IWU 01

³⁵ FNR 04

³⁶ DENA 01

4.11.1 Endenergiebedarf nach Energieträgern

Der gesamte Endenergiebedarf summiert sich auf 6.474 MWh/a. Die Versorgung wird stark durch fossile Energieträger dominiert, insbesondere Flüssiggas mit 2.775 MWh/a (42,9 %) und Heizöl mit 1.444 MWh/a (22,3 %). Fernwärme deckt 1.422 MWh/a (22,0 %) des Bedarfs ab, während feste Biomasse 564 MWh/a (8,7 %) beiträgt. Kohle und Strom (sowohl konventionell als auch für Wärmepumpen) spielen mit Anteilen von 2,1 % und zusammen 2,0 % nur eine marginale Rolle. Solarthermie liefert lediglich 6 MWh/a.

	Endenergiebedarf zur Wärmebereitstellung [MWh/a]								Summe
	Flüssiggas	Heizöl	Biom. (fest)	Kohle	Fernwärme	Strom konv	Strom WP	Solar-thermie	
Benz	1.094	193	90	0	429	0	0	2	1.807 27,9%
Gamehl-Preensberg	486	102	119	136	0	46	19	3	909 14,0%
Goldebee	551	225	67	0	0	0	64	1	908 14,0%
Kalsow	286	493	40	0	993	0	0	0	1.812 28,0%
Warkstorf	359	431	249	0	0	0	0	0	1.039 16,0%
Summe	2.775 42,9%	1.444 22,3%	564 8,7%	136 2,1%	1.422 22,0%	46 0,7%	83 1,3%	6 0,1%	6.474 100,0%

Tabelle 5: Endenergiebedarf zur Wärmebereitstellung nach Gemarkung und Energieträger in Benz.

Ein Vergleich des Endenergiebedarfs offenbart eine ausgeprägte Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen. Flüssiggas und Heizöl stellen in fast allen Teilgebieten die tragenden Säulen der Wärmeversorgung dar. In zwei Gebieten fällt zudem ein signifikanter Anteil an Fernwärme auf, der den fossilen Einsatz reduziert. Feste Biomasse wird in allen Bereichen in geringem Umfang genutzt. Elektrische Wärmepumpen und Solarthermie nehmen in der aktuellen Versorgungsstruktur noch keine sichtbare Stellung ein.

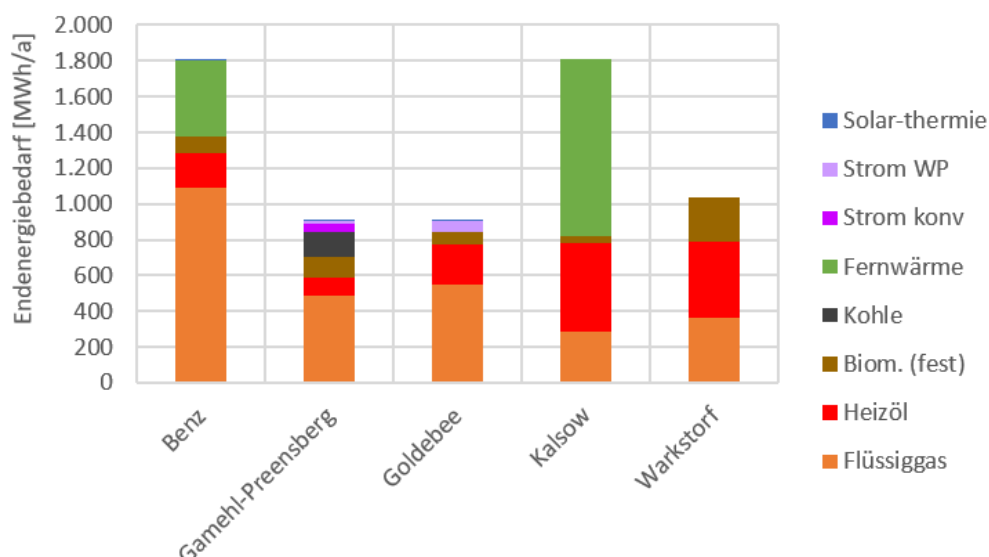


Abbildung 11: Endenergiebedarf nach Energieträgern für die Gemarkungen der Gemeinde Benz

Eine Analyse der Anteile am Endenergiebedarf verdeutlicht die gegenwärtige Dominanz weniger Energieträger. Flüssiggas nimmt mit 43 % den weitaus größten Anteil ein, gefolgt von Heizöl und Fernwärme mit jeweils 22 %. Feste Biomasse deckt 9 % des Bedarfs. Die übrigen Energieträger, darunter Kohle, Wärmepumpenstrom und konventioneller Strom, machen zusammen lediglich 4 % aus. Erdgas und Solarthermie sind mit rund 0 % bilanziell vernachlässigbar, was das erhebliche Transformationspotenzial hin zu erneuerbaren Alternativen aufzeigt.

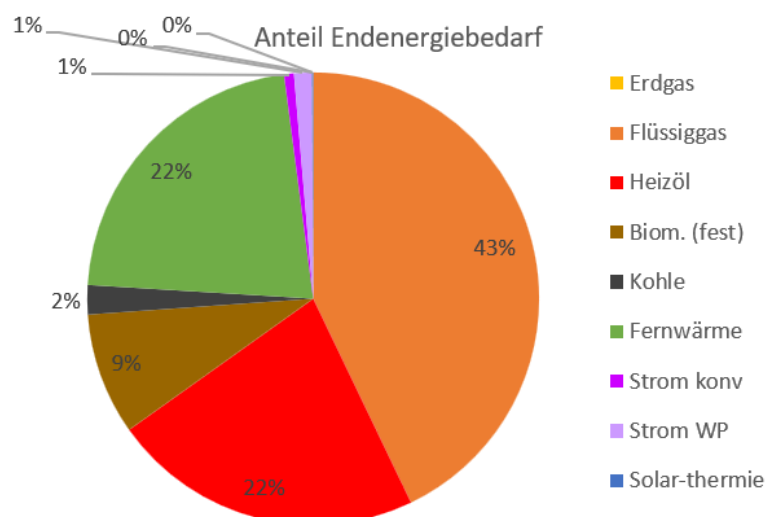


Abbildung 12: Prozentuale Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträgern

4.11.2 Treibhausgasemissionen (THG)

Die Wärmebereitstellung verursacht Gesamtemissionen in Höhe von 1.501 t/a. Die Haupttreiber sind Flüssiggas mit 749 t/a (49,9 %) und Heizöl mit 448 t/a (29,8 %). Fernwärme ist für 165 t/a (11,0 %) verantwortlich. Feste Biomasse, Kohle und Strom (konventionell sowie für Wärmepumpen) steuern zusammen weniger als 10 % zu den Gesamtemissionen bei. In der räumlichen Verteilung variieren die Ausstöße zwischen 236 t/a und 407 t/a pro Teilgebiet.

	Treibhausgasemissionen der Wärmebereitstellung								
	[t/a]								
	Flüssiggas	Heizöl	Biom. (fest)	Kohle	Fernwärme	Strom konv	Strom WP	Solar-thermie	Summe
Benz	295	60	2	0	50	0	0	0	407 27,1%
Gamehl-Preensberg	131	32	2	56	0	26	10	0	257 17,1%
Goldebee	149	70	1	0	0	0	36	0	256 17,0%
Kalsow	77	153	1	0	115	0	0	0	346 23,0%
Warkstorf	97	134	5	0	0	0	0	0	236 15,7%
Summe	749	448	11	56	165	26	46	0	1.501 100,0%
	49.9%	29.8%	0.8%	3.8%	11.0%	1.7%	3.1%	0.0%	100.0%

Tabelle 6: Treibhausgasemissionen der Wärmebereitstellung nach Gemarkung und Energieträger

Eine Untersuchung der Treibhausgasemissionen belegt die massive Auswirkung fossiler Heizsysteme auf die lokale Klimabilanz. In allen Teilgebieten generieren Flüssiggas und Heizöl den überwiegenden Teil der klimaschädlichen Emissionen. Zwei Gebiete weisen zusätzlich einen sichtbaren Anteil an Emissionen aus der Fernwärmeversorgung auf. Erneuerbare Energieträger wie feste Biomasse, obwohl beim Endenergiebedarf sichtbar, fallen aufgrund ihrer niedrigen Emissionsfaktoren in der THG-Bilanz kaum ins Gewicht.

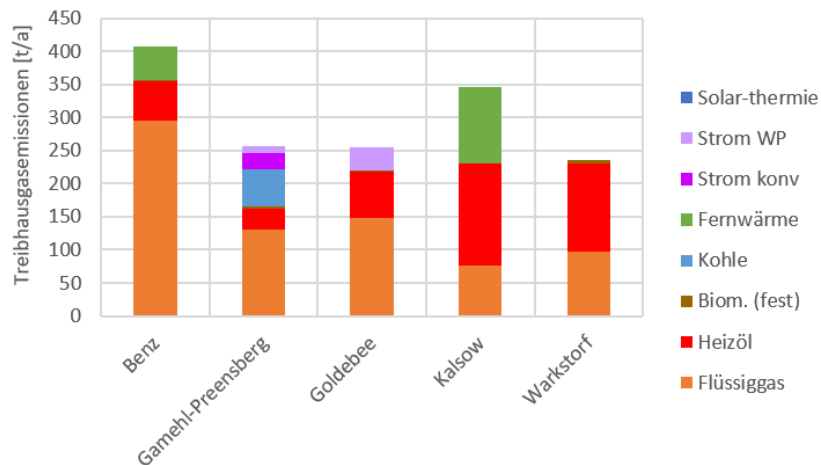


Abbildung 13: Treibhausgasemissionen nach Energieträgern für die Gemarkungen

Die prozentuale Auswertung der Treibhausgasemissionen zeigt eine extreme Fokussierung auf zwei Energieträger. Flüssiggas verursacht genau die Hälfte (50 %) aller klimaschädlichen Emissionen, während Heizöl weitere 30 % beisteuert. Fernwärme ist für 11 % der Emissionen verantwortlich. Kohle und konventioneller Strom verursachen noch jeweils 1 % bis 3 %. Der hohe summierte Anteil von 80 % durch reine Fossilbrennstoffe unterstreicht die Dringlichkeit für einen schnellen Technologie- und Energieträgerwechsel zur Erreichung der Klimaschutzziele.

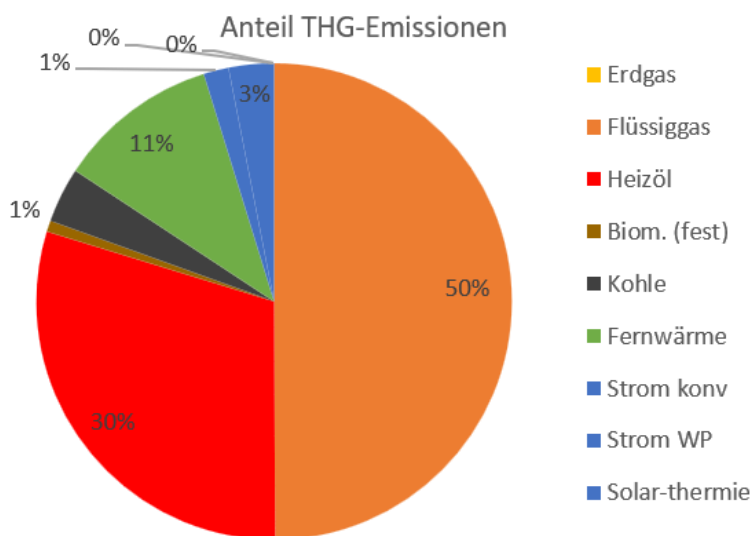


Abbildung 14: Prozentuale Verteilung der Treibhausgasemissionen nach Energieträgern

4.12 Prognose der Nutzflächen- und Bedarfsentwicklung

Um eine mögliche zukünftige Bedarfsentwicklung abschätzen zu können, wurden die verfügbaren Bebauungspläne ausgewertet und analysiert. Entsprechend dem Detaillierungsgrad der vorliegenden Pläne wurden jeweils exemplarische Bebauungsstrukturen angenommen und die resultierenden Bedarfe kalkuliert.

4.12.1 Entwicklung der Nutzflächen

Die Erhebung der Gebäudeanzahl im Rahmen der Nutzflächenentwicklung prognostiziert einen Gesamtzubau von 14 beheizten Gebäuden. Dies entspricht einem prozentualen Anstieg von 6,5 Prozent für den privaten Sektor und insgesamt. Den größten Anteil am Zubau verzeichnen die Gemarkungen Gamehl-Preensberg und Warkstorf mit jeweils fünf zusätzlichen Gebäuden. In Kalsow wird ein Plus von drei Gebäuden erwartet, während in Benz ein Gebäude hinzukommt. Für den gewerblichen und öffentlichen Sektor wird kein Zubau prognostiziert.

Gemarkung	Gebäudeanzahl (beheizt)			
	[-]			
	Sektor			
	privat	gewerbl.	öffentl.	gesamt
Benz	+1			+1 +0,5%
Gamehl-Preensberg	+5			+5 +2,3%
Kalsow	+3			+3 +1,4%
Warkstorf	+5			+5 +2,3%
gesamt	+14 +6,5%			+14 +6,5%

Tabelle 7: Prognostizierter Zubau an beheizten Gebäuden aufgeteilt nach Gemarkungen

Korrespondierend zum Gebäudezubau wird ein Zuwachs der beheizten Nutzfläche von insgesamt 2.262 Quadratmetern erwartet. Dieser Anstieg von 4,6 Prozent entfällt ausschließlich auf den privaten Sektor. Den stärksten Flächenzuwachs verzeichnet Kalsow mit 960 Quadratmetern, gefolgt von Gamehl-Preensberg und Warkstorf mit jeweils 600 Quadratmetern. In der Kernzone Benz wird ein vergleichsweise geringer Anstieg von 102 Quadratmetern prognostiziert.

Gemarkung	Nutzfläche (beheizt)			
	[m]			
	Sektor			
	privat	gewerbl.	öffentl.	gesamt
Benz	+102			+102 +0,8%
Gamehl-Preensberg	+600			+600 +8,6%
Kalsow	+960			+960 +6,3%
Warkstorf	+600			+600 +9,0%
gesamt	+2.262 +5,4%			+2.262 +4,6%

Tabelle 8: Entwicklung der beheizten Nutzflächen durch prognostizierten Gebäudezubau

4.12.2 Auswirkungen auf den Wärmebedarf

Der zu erwartende Gebäudezubau führt zu einem zusätzlichen Wärmebedarf von insgesamt 225 MWh/a im Gemeindegebiet. Dies entspricht einem Anstieg von 3,7 Prozent für den privaten Sektor, während für gewerbliche und kommunale Liegenschaften kein zusätzlicher Bedarf anfällt. Die größte absolute Zunahme wird mit 93 MWh/a in Kalsow erwartet. In Gamehl-Preensberg und Warkstorf steigt der Bedarf um jeweils 61 MWh/a, wohingegen der Zuwachs in Benz mit 10 MWh/a gering ausfällt.

Gemarkung	Wärmebedarf [MWh/a]			
	Sektor			Gesamt
	privat	gewerblich	kommunal	
Benz	+10			+10 +0,2%
Gamehl-Preensberg	+61			+61 +1,0%
Kalsow	+93			+93 +1,5%
Warkstorf	+61			+61 +1,0%
gesamt	+225 +3,7%			+225 +3,7%

Tabelle 9: Auswirkungen auf den Wärmebedarf durch den prognostizierten Gebäudeneubau

Ein Vergleich des aktuellen Nutzenergiebedarfs mit dem prognostizierten Zubau verdeutlicht die Relationen der Gemarkungen im Gemeindegebiet. Kalsow und Benz weisen mit jeweils über 1.600 MWh/a den höchsten Bestandsbedarf auf, während Gamehl-Preensberg und Warkstorf bei knapp 900 MWh/a liegen. Der durch Neubau entstehende zusätzliche Wärmebedarf fällt im Verhältnis zum Bestand in allen betrachteten Bereichen marginal aus. Kalsow verzeichnet absolut den größten prognostizierten Zuwachs durch neue Gebäude.

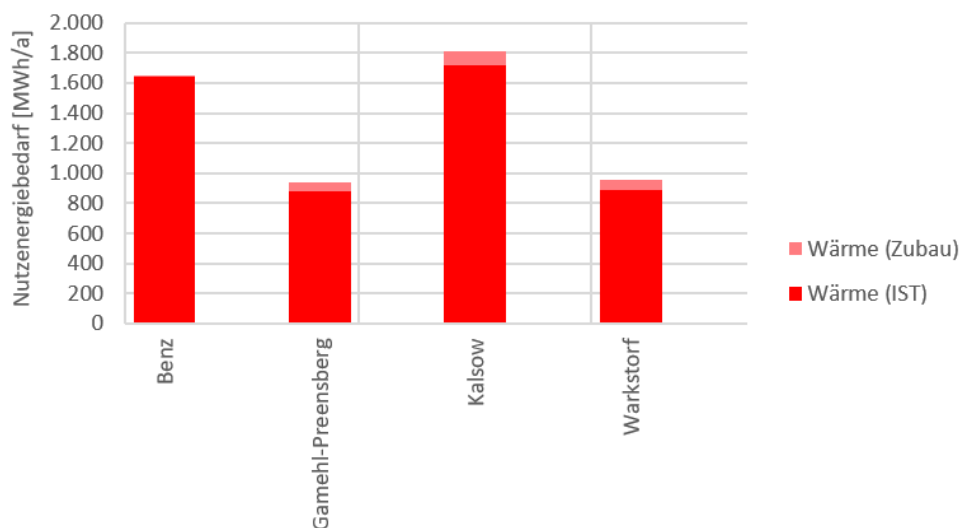


Abbildung 15: Gegenüberstellung des aktuellen und prognostizierten Wärmebedarfs

Dementsprechend ergeben sich durch den prognostizierten Zubau ebenfalls nur geringfügige Veränderungen der Wärmebedarfsdichte gegenüber dem Ist-Stand (vgl. Kapitel 4.10):

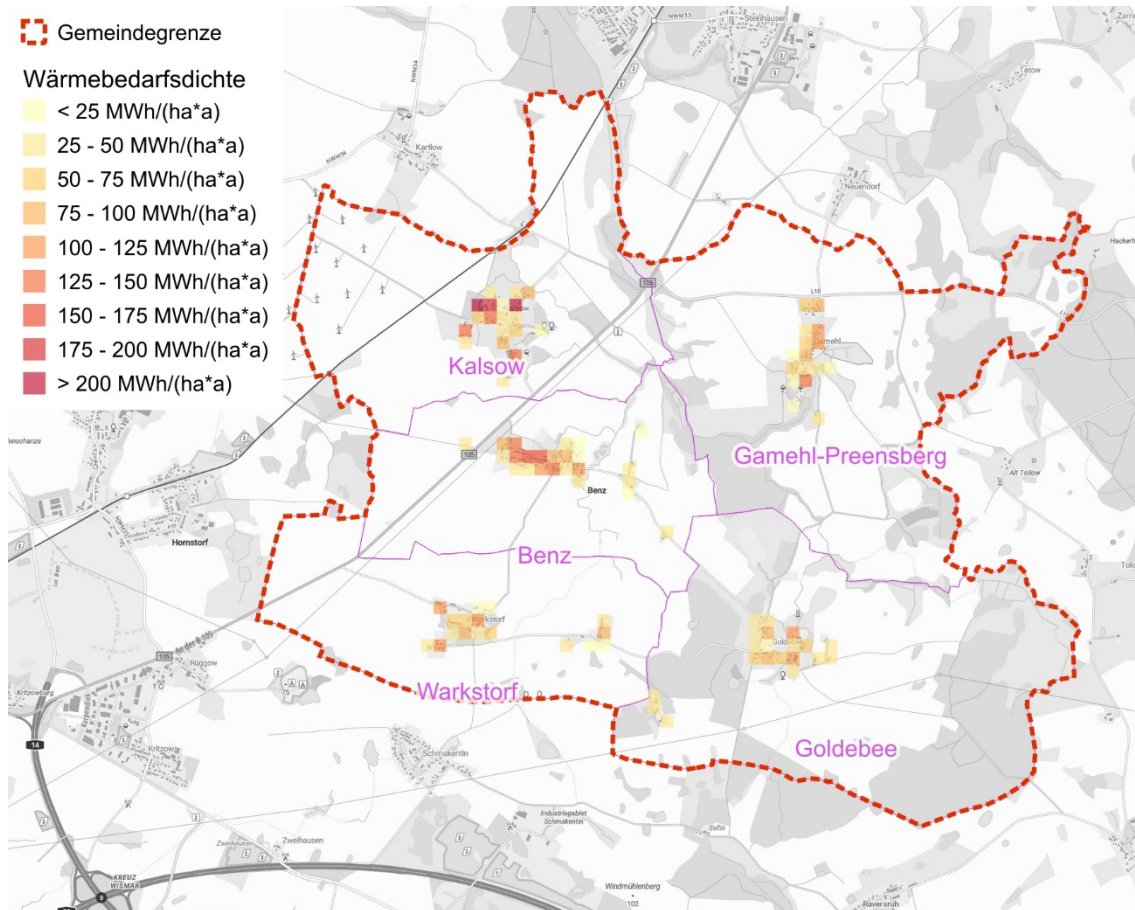


Abbildung 16: Räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichte im Gemeindegebiet Benz

4.12.3 Zusammenfassende Einschätzung

Der Gesamtwärmebedarf der Gemeinde Benz wird sich durch die geplanten Baumaßnahmen von aktuell rund 6.100 MWh/a auf ca. **6.225 MWh/a** erhöhen.

Diese moderaten Zuwächse unterstreichen, dass der Fokus der kommunalen Wärmeplanung primär auf der Dekarbonisierung des bestehenden Gebäudestocks liegen muss, während Neubauten bereits unter Berücksichtigung hoher energetischer Standards (wie dem GEG) realisiert werden .

5 Potenzialanalyse (Erneuerbare Energien und Abwärme)

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden lokale Quellen für erneuerbare Wärme und unvermeidbare Abwärme untersucht. Neben den Potenzialen der bereits vorhandenen Biogas- und Stromerzeugungsanlagen wurden hierbei auch die Voraussetzungen für die Nutzung weiterer erneuerbarer Energiequellen in den Blick genommen. Für eine netzgebundene Wärmeversorgung wurden konnten, neben den bestehenden Biogasanlagen, solare Freiflächenanlagen und der Einsatz regionaler biogener Reststoffe zur Wärmeproduktion als mögliche Quellen identifiziert werden. Die Nutzung von oberflächennaher Geothermie kommt sowohl für netzgebundene als auch gebäudeindividuelle Versorgungslösungen in Betracht. Dies gilt insbesondere in Verbindung mit dem Einsatz von regional erzeugtem Strom aus Windenergie und Photovoltaik-Freiflächenanlagen (netzgebundene Lösungen) bzw. aus Aufdach-Photovoltaikanlagen (gebäudeindividuelle Lösungen) für die entsprechend benötigten Wärmepumpen.

In einem weiteren Schwerpunkt wurden darüber hinaus das Einsparpotenzial durch energetische Gebäudesanierung untersucht.

Konkret wurden folgende Potenziale berücksichtigt:

- Wärme-Einsparpotenzial durch energetische Gebäudesanierung
- Energetisches Potenzial tiefer Geothermie
- Energetisches Potenzial solarer Freiflächenanlagen (Photovoltaik und Solarthermie)
- Energetisches Potenzial der Windenergienutzung
- Energetisches Potenzial von Reststoffen aus der Landwirtschaft und Landschaftspflege (z. B. Getreidestroh)
- Energetisches Potenzial aus Abwärme und bestehenden Biogasanlagen
- Energetisches Potenzial von Solar-Aufdach-Anlagen (Photovoltaik und Solarthermie)
- Energetisches Potenzial der Umweltwärmenutzung (inkl. oberflächennaher Geothermie)

Grundsätzlich werden im Rahmen der Potenzialanalyse Möglichkeiten erarbeitet, um den lokalen Wärmebedarf zu reduzieren und / oder auf Basis lokal verfügbarer erneuerbarer Energieträger zu decken. Ausgangspunkt hierfür bildet der in der Bedarfsanalyse abgebildete IST-Stand. Hierin sind teilweise bereits durchgeführte verbrauchsmindernde Maßnahmen sowie bereits eingesetzte erneuerbare Energien enthalten. Die Potenzialanalyse zur Ermittlung erneuerbarer Energiequellen folgt dem Prinzip der technologischen Offenheit, priorisiert jedoch lokal verfügbare Ressourcen wie Umweltwärme und solarthermische Potenziale, um die Abhängigkeit von Energieimporten zu minimieren.

5.1 Gebäudesanierung und strategische Bedarfsreduktion

Um die Klimaneutralität der Wärmeversorgung in Benz bis spätestens 2045 (bzw. gemäß den Zielsetzungen des Landes Mecklenburg-Vorpommern) zu erreichen, ist die Reduktion des Endenergieverbrauchs eine unverzichtbare Säule. Gemäß dem Grundsatz „Efficiency First“ bildet die Senkung des Wärmebedarfs die Voraussetzung dafür, dass erneuerbare Wärmequellen effizient erschlossen und die Energiekosten für die Bürger stabil gehalten werden können.

5.1.1 Energetische Ertüchtigung der Gebäudehülle

Die energetische Ertüchtigung der thermischen Hülle ist der effektivste Hebel, um die benötigte Heizlast eines Gebäudes dauerhaft zu senken. In der Gemeinde Benz, geprägt durch eine Mischung aus historischem Bestand und neueren Siedlungsgebieten, liegt hier ein erhebliches Potenzial.

Ziele und Kennwerte: Die Bedarfsanalyse zeigt, dass durch eine umfassende Sanierung (Dämmung von Außenwänden, Dachflächen und Kellerdecken sowie der Austausch von Fenstern) ein spezifischer Zielwert von **100 kWh/(m²·a)** im Bestandsbau in der Regel erreicht werden kann. Dieser Wert dient als Orientierungsmarke für die kommunale Planung, um die künftige Lastverteilung im Gemeindegebiet zu simulieren.

Maßnahmenswerpunkte

- **Dämmung der Dachflächen und Geschossdecken:** Die Ertüchtigung einer bestehenden Zwischensparrendämmung auf den aktuellen Stand der Technik sowie die meist sehr kostengünstige und hochwirksame Dämmung der obersten Geschossdecke (bei ungenutzten Dachräumen) bieten immense Einsparpotenziale.
- **Fassadendämmung:** Die Reduktion von Transmissionswärmeverlusten über die Außenwände durch moderne Wärmedämmverbundsysteme (WDVS). Bei erhaltenswerten oder historischen Gebäuden im Gemeindegebiet ist alternativ der fachgerechte Einsatz von Innendämmungen zu prüfen.
- **Kellerdeckendämmung:** Die Dämmung der Kellerdecke von unten ist eine minimalinvasive Maßnahme mit exzellentem Kosten-Nutzen-Verhältnis, die nicht nur Energie einspart, sondern auch den Wohnkomfort im Erdgeschoss spürbar erhöht.
- **Austausch von Fenstern und Türen:** Der Einbau von wärmeschutzverglasten Fenstern (z. B. moderne Dreifachverglasung) und energetisch optimierten Außentüren zur Schließung klassischer Schwachstellen in der Hülle.
- **Vermeidung bauphysikalischer Probleme:** Jede Sanierung muss unter strenger Berücksichtigung von Feuchteschutz und Luftdichtheit erfolgen. Eine fundierte Fachplanung (z. B. durch zertifizierte Energieberater) ist hierbei zwingend erforderlich, um Bauschäden wie Schimmelbildung proaktiv vorzubeugen.
- **Erhalt der Bausubstanz:** Gerade bei küstennahen Standorten wie Benz ist ein besonderes Augenmerk auf die Witterungsbeständigkeit der gewählten Materialien (z.B. erhöhter Schlagregenschutz, Widerstandsfähigkeit gegen salzhaltige Luft) zu legen.

5.1.2 Verbrauchsreduktion durch Anlagentechnik und Heizkörperoptimierung

Neben der Sanierung der Gebäudehülle kann die Effizienz des Gesamtsystems durch gezielte Eingriffe in die Wärmeübergabe gesteigert werden. Dies ist insbesondere für den wirtschaftlichen Betrieb von Wärmepumpen (siehe Kapitel 5.8 Umweltwärme und oberflächennahe Geothermie) entscheidend, da deren Effizienz massiv von der benötigten Vorlauftemperatur abhängt.

Vorlauftemperaturabsenkung als Schlüssel: Um bestehende Gebäude „Heat-Pump-Ready“ zu machen, ohne sofort eine Fußbodenheizung einbauen zu müssen, gibt es bewährte technische Lösungen:

- **Heizkörpervergrößerung:** Durch den Austausch einzelner Heizkörper gegen großflächigere Modelle (z. B. Typ 22 oder 33) kann die notwendige Heizleistung bereits bei deutlich geringeren Vorlauftemperaturen (z. B. 45-50 °C statt 70 °C) erbracht werden.

- **Niedertemperatur-Heizkörper mit aktiver Lüftung:** Sogenannte Heizkörper-Booster (kleine, leise Ventilatoren unter dem Heizkörper) erhöhen die Konvektion künstlich. Wie Feldstudien der Stadt Wien (Projekt Alterlaa, 2025) praxisnah belegen, erlaubt dies im baulichen Bestand eine massive Absenkung der Systemtemperaturen bei gleichbleibender Wärmeabgabe. Dies verbessert die Jahresarbeitszahl (JAZ) von Wärmepumpen signifikant – ein systemischer Effizienzgewinn, den auch das Fraunhofer ISE (z. B. im Projekt „WPsmart im Bestand“) als zentralen Baustein für den wirtschaftlichen Wärmepumpenbetrieb in Altbauten hervorhebt.
- **Intelligente Steuerung und vernetzte Einzelraumregelung:** Ein oft unterschätztes Potenzial zur Bedarfsreduktion liegt in der Digitalisierung der Wärmeübergabe. Während die klassische Sanierung Jahre dauern kann, sind intelligente Steuerungssysteme kurzfristig und mit geringem investivem Aufwand umsetzbar.

Durch den Einsatz von intelligenten, vernetzten Thermostaten können nutzerabhängige Temperaturprofile hinterlegt werden. Räume werden nur dann beheizt, wenn sie tatsächlich genutzt werden; bei Fensteröffnung regelt das System automatisch ab.

Dabei ist insbesondere beim Einsatz moderner Heizsysteme wie Wärmepumpen zwingend darauf zu achten, dass die Einzelraumregelung (ERR) und die zentrale Heizungssteuerung optimal aufeinander abgestimmt und harmonisiert werden.

Das Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP) hat in aufwendigen Modellversuchen (Zwillingshäuser) die realen Einsparpotenziale von smarten Thermostaten und intelligenten Heizungsregelungen untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Einsparungen im Schnitt bei ca. 15 % liegen, bei bestimmten Funktionskombinationen (Abwesenheitserkennung, Wetterprognose) aber sogar bis zu 26% bis 30 % betragen können.³⁷

Bestehende Heizkörper können ohne Fachpersonal durch Funk-Thermostate aufgerüstet werden. Diese bilden die Basis für eine bedarfsgerechte Wärmeverteilung.

5.1.3 Synergien: Gebäude als aktiver Teil des Energiesystems

Damit die Wärmewende für alle erfolgreich und vor allem bezahlbar wird, muss ein Gebäude nicht nur weniger Energie verbrauchen, sondern diese auch zur richtigen Zeit nutzen. Dafür wird das Gebäude mit intelligenter Technik in das übergeordnete Strom- und Wärmenetz integriert. Im Zentrum stehen dabei zwei moderne Instrumente, die es ermöglichen, die Stromkosten für die Heizung massiv zu senken: Dynamische Stromtarife und flexible Netzentgelte.

Für Bürgerinnen und Bürger bedeuten diese Fachbegriffe konkret Folgendes:

Dynamische Stromtarife: Im Gegensatz zu klassischen Tarifen mit einem festen Preis (z. B. immer 30 Cent pro Kilowattstunde) orientiert sich der Preis hier stündlich an der Strombörse. Weht viel Wind oder scheint die Sonne kräftig, gibt es ein Überangebot an Ökostrom. Der Preis fällt dann stark ab und wird zeitweise sogar negativ. Durch das Energiewirtschaftsgesetz (§ 41a EnWG) ist gesetzlich verankert, dass seit dem 1. Januar 2025 jeder Stromversorger dynamische Stromtarife anbieten muss. Wer seinen Verbrauch (z. B. durch die Wärmepumpe) gezielt in diese günstigen Zeitfenster verlegt, kann im Vergleich zu einem Festpreistarif oft 5 bis 15 Cent pro Kilowattstunde (ct/kWh) einsparen. Was in Deutschland noch relativ neu ist,

³⁷ <https://www.ibp.fraunhofer.de/de/projekte-referenzen/smart-home.html>

ist in Skandinavien längst bewährter Alltag: In Schweden, dem europäischen Vorreiter bei der Digitalisierung des Stromnetzes, nutzen beispielsweise bereits über 50 Prozent der Kunden dynamische Tarife³⁸. Diese breite, gezielte Nutzung günstiger Zeitfenster entlastet die Stromnetze spürbar und trägt dort mittlerweile maßgeblich zur Stabilisierung des allgemeinen Strompreisniveaus bei.

Flexible Netzentgelte: Netzentgelte sind die Gebühren, die für den reinen Transport des Stroms durch die Leitungen anfallen. Um das Stromnetz vor lokalen Überlastungen zu schützen, dürfen Netzbetreiber seit dem 1. Januar 2024 gemäß § 14a EnWG die Leistung von großen, steuerbaren Verbrauchern (wie Wärmepumpen oder Wallboxen) in Spitzenzeiten für kurze Zeit dimmen. Als Gegenleistung für diese netzdienliche Flexibilität erhalten die Anlagenbetreiber stark reduzierte Netzentgelte. Diese Gebühren sinken dabei häufig von den regulären ca. 7 bis 9 ct/kWh auf nur noch etwa 2 bis 3 ct/kWh. Das entspricht einer direkten Ersparnis von rund 4 bis 6 ct/kWh (alternativ lässt sich oft auch ein pauschaler Rabatt von ca. 110 bis 190 Euro im Jahr wählen).

Wie in Kapitel 5.10.2 zu Kurzzeitspeichern und Systemflexibilität (Lastverschiebung) dargelegt, ermöglicht erst die Kombination aus drei wesentlichen Bausteinen, dass die Gemeinde Benz von diesen enormen Preisvorteilen profitieren kann:

- Einem reduzierten Grundbedarf (durch energetische Sanierung),
- Niedrigen Systemtemperaturen (durch Heizkörperoptimierung) und
- Einer intelligenten Steuerung (durch ein Energiemanagementsystem und Einzelraumregelung).

Sind diese Voraussetzungen erfüllt, wird das Gebäude durch die thermische Trägheit seiner Bauteile (z. B. dicke Wände, Fußbodenheizung) quasi zu einem riesigen Speicher – einem Wärme-Akku. Das EMS steuert die Wärmepumpe vollautomatisch so, dass dieser Akku genau dann beladen (also das Haus geheizt) wird, wenn die Energie durch dynamische Tarife und flexible Netzentgelte am kostengünstigsten und klimafreundlichsten zur Verfügung steht. Die Bewohner merken von dieser Verschiebung nichts, da die Wärme im Gebäude gespeichert bleibt, profitieren aber von drastisch reduzierten Betriebskosten.

5.1.4 Ergebnisdarstellung: Bedarfsminderungspotenzial

Um die Wärmeversorgung in Benz bis 2045 klimaneutral zu gestalten, ist die Reduktion des Endenergieverbrauchs nach dem Prinzip „Efficiency First“ die wichtigste Grundvoraussetzung. Eine konsequente energetische Sanierung des Gebäudebestandes ermöglicht ein Gesamteinsparpotenzial von 1.569 MWh/a (25,7%). Der mit Abstand größte Hebel liegt im privaten Sektor mit einer potenziellen Minderung um 1.360 MWh/a. Auf Ebene der Gemarkungen weist Kalsow mit 505 MWh/a das größte Einsparpotenzial auf, gefolgt von Benz mit 417 MWh/a. Für den gewerblichen Bereich wird ein Potenzial von 171 MWh/a identifiziert, während öffentliche Liegenschaften lediglich 37 MWh/a beitragen können.

Gemarkung	Wärme-Einsparpotenzial Gebäudesanierung					
	[MWh/a]					
	privat		gewerbl.		öffentl.	gesamt
Benz	-366	-24,4%	-14	-39,5%	-37	-417
Gamehl-Preensberg	-158	-20,4%	-10	-9,1%	0	-168
Goldebee	-231	-25,5%	-16	-38,5%	0	-247
Kalsow	-393	-26,6%	-112	-45,6%	0	-505
Warkstorf	-212	-25,9%	-20	-28,3%	0	-233
gesamt	-1.360	-24,8%	-171	-34,3%	-37	-1.569

Tabelle 10: Ergebnisdarstellung für das Bedarfsreduktionspotenzial durch Gebäudesanierung

³⁸ Quelle: u. a. Branchenberichte Cleantanking / Bund der Energieverbraucher

Der Vergleich zwischen dem aktuellen Wärmebedarf und dem Zustand nach einer umfassenden Gebäudesanierung verdeutlicht die signifikanten Einsparpotenziale in allen Gemarkungen. Sowohl in Kalsow als auch in Benz sinkt der Bedarf sichtbar von über 1.600 MWh/a auf rund 1.200 MWh/a ab. Auch in den verbleibenden Gebieten Goldebee, Gamehl-Preensberg und Warkstorf ist eine deutliche relative Reduktion von jeweils annähernd 900 MWh/a auf Werte um 700 MWh/a zu verzeichnen.

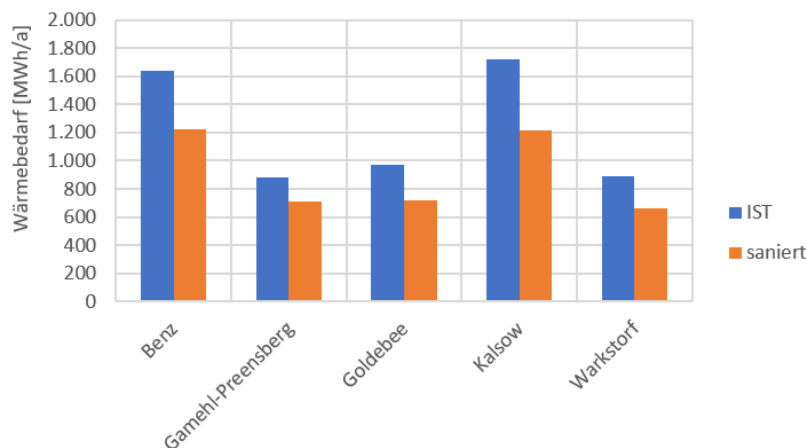


Abbildung 17: Gegenüberstellung des aktuellen Wärmebedarfs und des Bedarfs nach einer Sanierung

Die kartografische Analyse der Einsparpotenziale offenbart deutliche räumliche Schwerpunkte bei der Bedarfsreduktion. Besonders in den zentralen Ortslagen von Kalsow und Benz konzentrieren sich Rasterzellen mit hohen potenziellen Einsparungen von teilweise über 35 MWh/a. Die Gemarkungen Warkstorf, Gamehl-Preensberg und Goldebee zeigen eine flächigere Verteilung mit überwiegend moderaten Einzelpotenzialen im Bereich von 5 bis 18 MWh/a.

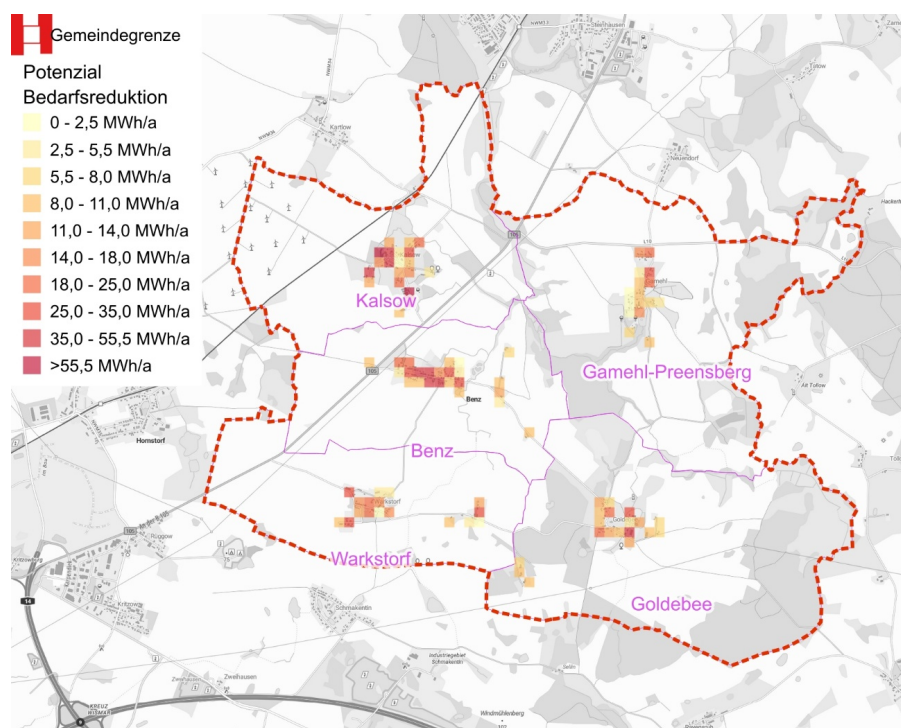


Abbildung 18: Räumliche Verteilung der Bedarfsreduktionspotenziale durch Sanierung

5.2 Tiefe Geothermie

Allgemeine Einordnung und Definition

Die tiefe Geothermie bezeichnet die energetische Nutzung der Erdwärme aus Tiefen von in der Regel mehr als 400 Metern. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung stellt sie grundsätzlich eine potenziell signifikante, klimaneutrale und grundlastfähige Wärmequelle dar. Technologisch wird hierbei zumeist zwischen hydrothermalen Systemen (Nutzung heißer Tiefenwässer in Aquiferen) und petrothermalen Systemen (Nutzung der im Tiefengestein gespeicherten Wärme) unterschieden. Die geförderte thermische Energie wird über Wärmetauscher ausgekoppelt und über leitungsgebundene Infrastrukturen (Wärmenetze) den Endverbrauchern zur Verfügung gestellt. Aufgrund ihrer Witterungsunabhängigkeit und hohen Leistungsdichte spielt die tiefe Geothermie insbesondere in dicht besiedelten urbanen Räumen eine zentrale Rolle bei der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung.

Wirtschaftliche Bewertung und Relevanz für das Untersuchungsgebiet

Die Erschließung tiefengeothermischer Potenziale ist mit erheblichen Vorlauf- und Investitionskosten verbunden. Diese umfassen insbesondere aufwendige seismische Vorerkundungen, sehr kostenintensive Tiefenbohrungen sowie die Errichtung der obertägigen Heizzentralen und Leitungsnetze. Erschwerend kommt das branchenspezifische Fündigkeitsrisiko (das Risiko, nicht auf die erwarteten Temperaturen oder Schüttungsraten zu stoßen) hinzu. Um den wirtschaftlichen Betrieb einer solchen Anlage bei vertretbaren Wärmegestehungskosten zu gewährleisten, ist eine entsprechend hohe, kontinuierliche und räumlich konzentrierte Wärmeabnahme (hohe Wärmedichte) zwingend erforderlich.

In kleineren Kommunen und ländlich geprägten Strukturen mit einer Einwohnerzahl im Bereich von 1.000 bis 5.000 Personen – wie im vorliegenden Untersuchungsgebiet – ist diese kritische Masse an Wärmebedarf und Wärmeliniendichte faktisch nicht gegeben. Die immensen initialen Investitionskosten für die thermische Erschließung und den zwingend erforderlichen Aufbau eines Wärmenetzes stehen in keinem wirtschaftlich darstellbaren Verhältnis zu der vergleichsweise geringen absoluten Wärmeabnahme der Kommune. Die Amortisation eines solchen Projektes ist unter den gegebenen demografischen und gebäudestrukturellen Voraussetzungen nicht realisierbar.

Fazit zur Potenzialbetrachtung

Aufgrund der fehlenden wirtschaftlichen Tragfähigkeit sowie der strukturellen Rahmenbedingungen der Kommune wird das Potenzial der tiefen Geothermie für die vorliegende Wärmeplanung als nicht umsetzbar eingestuft. Entsprechend dem Grundsatz einer effizienten und verhältnismäßigen Planung nach den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) des Bundes wird diese Technologie in den weiteren Schritten der Potenzialanalyse und Zielszenarienentwicklung nicht weiterführend betrachtet.

5.3 Solare Freiflächen

Die Freiflächennutzung der solaren Strahlungsenergie wird in der Potenzialanalyse in zwei technologische Pfade unterteilt: die photovoltaische Stromerzeugung (zur Sektorenkopplung via Wärmepumpen) und die direkte solarthermische Wärmebereitstellung.

5.3.1 Flächenkulisse: Photovoltaik-Freiflächenanlagen

Die Identifikation geeigneter Flächen unterliegt strengen raumordnerischen und rechtlichen Restriktionen. Methodisch wird hierbei zwischen zwei Kategorien unterschieden:

EEG-Flächenkulisse (§ 35 BauGB): Dies umfasst Flächen, die nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz förderfähig und baurechtlich privilegiert sind. Hierzu zählen in erster Linie Konversionsflächen (ehemalige militärische, wirtschaftliche oder verkehrliche Nutzungen mit ökologischer Vorbelastung) sowie der 200-Meter-Privilegierungstreifen entlang von Bundesautobahnen und mehrgleisigen Schienenwegen. Diese Flächen bieten hohes Synergiepotenzial bei minimalen Raumnutzungskonflikten.

PPA-Kulisse auf landwirtschaftlichen Flächen (Landesregelungen MV): Die Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA) außerhalb der Förderung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) gewinnt durch privatwirtschaftliche Stromabnahmeverträge (Power Purchase Agreements, PPA) zunehmend an Relevanz. Um diesen marktgetriebenen Ausbau zu steuern, hat das Land Mecklenburg-Vorpommern ein Flächenkontingent für PV-FFA auf landwirtschaftlichen Flächen etabliert. Nachdem das ursprüngliche Budget von 5.000 Hektar durch positive raumordnerische Entscheidungen de facto belegt ist, ist eine Erweiterung um weitere 5.000 Hektar (auf insgesamt 10.000 Hektar) vorgesehen.

Da die Errichtung von PV-Anlagen auf Ackerflächen in der Regel von den Festlegungen des noch geltenden Landesraumentwicklungsprogramms (LEP MV 2016) abweicht, erfordert die Inanspruchnahme solcher Flächen im Gemeindegebiet ein formelles **Zielabweichungsverfahren** (gem. § 6 Abs. 2 Raumordnungsgesetz i.V.m. § 9 Landesplanungsgesetz MV). Dieses setzt eine strikte Einzelfallprüfung anhand eines verbindlichen Kriterienkatalogs voraus. Obligatorische Prüfsteine sind unter anderem die Bodengüte (Ausschluss hochwertiger Böden ab einer bestimmten Bodenwertzahl), Belange des Naturschutzes und die landschaftliche Integration. Zudem ist zwingend die Kompatibilität mit den Zielen der Raumordnung sicherzustellen: Eine Überlagerung mit raumordnerischen Vorrang- und Vorbehaltsgebieten (z. B. für Landwirtschaft, Natur und Landschaft oder Tourismus), wie sie im LEP MV (derzeit in Fortschreibung) sowie im Regionalen Raumentwicklungsprogramm (RREP) Westmecklenburg definiert sind, stellt in der Regel ein Ausschlusskriterium dar.

5.3.2 Flächenkulisse: Solarthermie-Freiflächenanlagen

Solarthermische Großanlagen wandeln die solare Einstrahlung hochgradig flächeneffizient in nutzbare Wärme (i. d. R. 60 °C bis 90 °C) um. Werden diese Anlagen mit großvolumigen Saisonspeichern (wie z. B. Erdbecken-Wärmespeichern) kombiniert, lässt sich die reichhaltige Sommerwärme bis in die winterliche Heizperiode verschieben. Vorreiter bei dieser Technologie sind dänische Kommunen wie beispielsweise Dronninglund oder Vojens, die eindrucksvoll demonstrieren, dass durch die Kombination von großflächiger Solarthermie und Saisonspeichern solare Wärmedeckungsraten von über 50 % des jährlichen Gesamtbedarfs eines Wärmenetzes realisiert werden können³⁹. Im Gegensatz zur Photovoltaik ist bei der Solarthermie – trotz der Möglichkeit zur Zwischenspeicherung – eine räumliche Unmittelbarkeit zur Wärmesenke zwingend erforderlich, um thermische Transportverluste zu minimieren. Die Flächensuche für Erzeugungs- und Speichereinrichtungen ist daher strikt auf die unmittelbare Peripherie potenzieller Wärmenetzgebiete beschränkt.

5.3.3 Systemische Integration und Wirtschaftlichkeitsaspekte

Die reine Identifikation von Flächenpotenzialen für solare Großanlagen ist nicht gleichbedeutend mit einer direkten Nutzbarkeit für die kommunale Wärmeversorgung. Maßgeblich für die Realisierbarkeit sind die infrastrukturelle Anbindung und die wirtschaftliche Betriebsführung.

³⁹ Copenhagen Centre on Energy Efficiency / UNEP, 2019

- **Wirtschaftliche Restriktionen bei Photovoltaik (Power-to-Heat):** Soll der Strom aus einer PV-Freiflächenanlage zum Betrieb von Großwärmepumpen genutzt werden, ist die Netzinfrastruktur der limitierende Faktor. Wird der PV-Strom über das öffentliche Netz der allgemeinen Versorgung zur Wärmepumpe geleitet, wird er mit diversen Letztverbraucherabgaben belegt (Netzentgelte, Stromsteuer, Konzessionsabgaben, gesetzliche Umlagen). Diese Abgaben neutralisieren den Kostenvorteil der günstigen solaren Erzeugung vollständig. Ein wirtschaftlicher Betrieb erfordert daher zwingend **Direktversorgungskonzepte (Direct Wire)** oder **Strombilanzkreis-modelle**, bei denen die Erzeugungsanlage (PV) und die Verbrauchsanlage (Großwärmepumpe) systemisch und räumlich eng gekoppelt sind.
- **Infrastrukturelle Restriktionen bei Solarthermie:** Die von Freiflächen-Solarthermieanlagen erzeugte thermische Energie kann ausschließlich leitungsgebunden transportiert werden. Dies setzt zwingend die Existenz eines **Wärmenetzes** voraus. Ein Anschluss von dezentralen Einzelgebäuden ist technisch und ökonomisch ausgeschlossen.

Fazit und Implikationen für die Gemeinde:

Aus den vorgenannten systemischen Restriktionen ergibt sich, dass solare Großanlagen ihre Funktion für die lokale Wärmeversorgung im Regelfall nur im Verbund mit einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung (Wärmenetz) erfüllen können.

Aufgrund der ländlich geprägten Siedlungsstruktur der Gemeinde und der daraus resultierenden geringen Wärmedichte im Außenbereich beschränken sich potenzielle Wärmenetzgebiete auf bereits entsprechend erschlossene Bereiche. Eine Nutzung von solaren Freiflächenanlagen (sowohl PV-gekoppelte Großwärmepumpen als auch Solarthermie) ist daher primär im räumlichen Umfeld dieser ausgewiesenen Netze sinnvoll umsetzbar. Für die restlichen, dezentral zu versorgenden Gebiete der Gemeinde stellen diese Großanlagen aufgrund der fehlenden Transportinfrastruktur und der regulatorischen Hürden im Stromnetz derzeit keinen direkten Lösungsansatz zur Dekarbonisierung der Gebäudebeheizung dar.

5.3.4 Ergebnisdarstellung: Photovoltaik-Freiflächenpotenzial

Die Analyse des Flächenpotenzials für Photovoltaik-Freiflächenanlagen ergibt eine nutzbare Gesamtfläche von 529,8 Hektar, was einer installierbaren Leistung von 370,9 MWp entspricht. Das daraus resultierende Strompotenzial beläuft sich auf 356.043,7 MWh/a. Den größten Anteil nimmt dabei die PPA-Kulisse mit 397,7 Hektar ein. Die EEG-Kulisse nach §35 BauGB bietet zusätzlich 82,9 Hektar, ergänzt um 49,3 Hektar aus Zielabweichungsverfahren. Dem gegenüber steht ein aktueller Anlagenbestand mit einer Leistung von rund 26 MWp und einem Jahresertrag von knapp 25.000 MWh/a.

	Potenzialfläche [ha]	Installierbare Leistung		Strompotenzial	
		spezifisch [MW _p /ha]	absolut [MW _p]	spezifisch [MWh _{el} /(MW _p *a)]	absolut [MWh _{el} /a]
EEG-Kulisse (§35 BauGB)	82,9	0,70	58,0	960,0	55.702,1
EEG-Kulisse (ZAV)	49,3	0,70	34,5	960,0	33.096,0
PPA-Kulisse	397,7	0,70	278,4	960,0	267.245,7
Potenzial	529,8		370,9		356.043,7
Installiert			25,994	960,0	24.954,2

Tabelle 11: Ergebnisdarstellung für das Photovoltaik-Flächenanlagenpotenzial in Benz

Die räumliche Verteilung der ermittelten Potenzialflächen für Photovoltaik-Freiflächenanlagen wird strukturell getrennt nach den jeweiligen Kulissen ermittelt. Die privilegierte EEG-Kulisse nach §35 BauGB konzentriert sich als zusammenhängendes, linienförmiges Band primär entlang der Verkehrsinfrastruktur nördlich von Kalsow. Die PPA-Kulissen hingegen verteilen sich großflächig und dezentral über weite Teile des Gemeindegebietes, insbesondere in den östlichen und südlichen Bereichen um Gamehl-Preensberg und Goldebee.

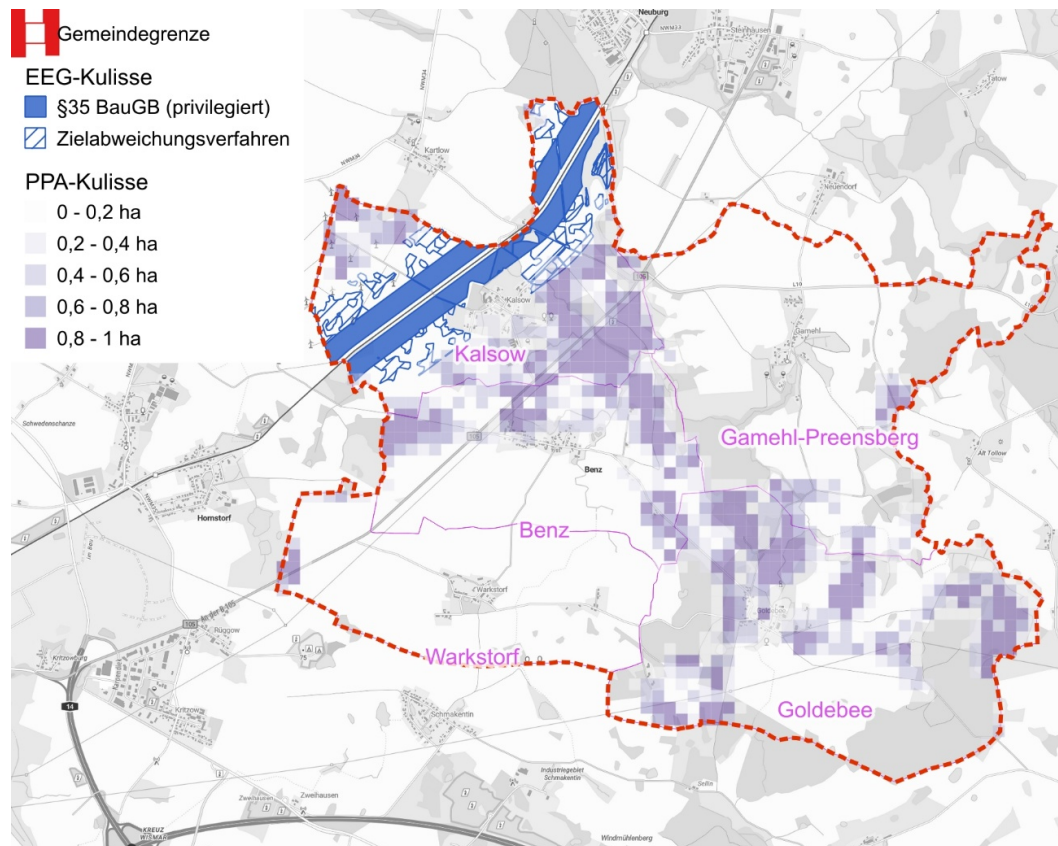


Abbildung 19: Kartografische Darstellung der Potenzialflächen für Photovoltaik-Freiflächenanlagen

Ermittlungsmethodik:

EEG-Kulisse (§35 BauGB)

- Abstandsfläche 30 - 200m entlang Autobahnen und Schienenwegen
- Nutzbare Flächenarten: Ackerland, Grünland, Brachland, vegetationslose Fläche
- Ausschlussflächen: Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, Vogelschutzgebiete, FFH-Gebiete, geschützte Biotope
- Mindestgröße im räumlichen Zusammenhang: 1 ha

EEG-Kulisse (ZAV)

- Abstandsfläche 200 - 500m entlang Autobahnen und Schienenwegen
- Nutzbare Flächenarten: Ackerland, Grünland, Brachland, vegetationslose Fläche
- Ausschlussflächen: Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, Vogelschutzgebiete, FFH-Gebiete, geschützte Biotope

- Maximale Bodenqualität: 40BP
- Mindestgröße im räumlichen Zusammenhang: 1 ha

PPA-Kulisse

- Nutzbare Flächenarten: Ackerland, Grünland, Brachland, vegetationslose Fläche
- Ausschlussflächen: Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, Vogelschutzgebiete, FFH-Gebiete, geschützte Biotope
- Maximale Bodenqualität: 40BP
- Mindestgröße im räumlichen Zusammenhang: 30 ha

5.3.5 Ergebnisdarstellung: Solarthermie-Freiflächenpotenzial

Die Erhebung der Potenziale für Solarthermie-Freiflächenanlagen identifiziert eine nutzbare Eignungsfläche von 366,0 Hektar im Gemeindegebiet. Dies entspricht einer maximal installierbaren Kollektorfläche von knapp 1,6 Millionen Quadratmetern. Unter Annahme eines spezifischen Ertrags von 0,30 MWh pro Quadratmeter und Jahr ergibt sich ein theoretisches absolutes Wärmepotenzial von 481.150,0 MWh/a. Da aktuell noch keine entsprechenden Anlagen im Gemeindegebiet installiert sind, steht dieses Potenzial vollständig für die zukünftige Wärmeversorgung zur Verfügung.

	Potenzial- fläche [ha]	Installierbare Kollektorfläche		Wärmepotenzial	
		spezifisch [m ² /ha]	absolut [m ²]	spezifisch [MWh _{th} /(m ² *a)]	absolut [MWh _{th} /a]
Eignungsfläche	366,0	4.348	1.591.204,3	0,30	481.150,0
Potenzial	366,0		1.591.204,3		481.150,0
Installiert			0	0,30	0,0

Tabelle 12: Ergebnisdarstellung für das Solarthermie-Flächenanlagenpotenzial in Benz

Die kartografische Darstellung der Eignungsflächen für Solarthermie-Freiflächenanlagen zeigt eine sehr weitläufige Verteilung über das gesamte Gemeindegebiet. Große, zusammenhängende Flächenkomplexe finden sich insbesondere in den zentralen Bereichen um Kalsow und Benz sowie östlich in Richtung Gamehl-Preensberg und Goldebee. Diese flächige Verfügbarkeit und die unmittelbare Nähe zu den Siedlungsschwerpunkten bieten eine hohe Flexibilität für die Standortwahl potenzieller Anlagen.

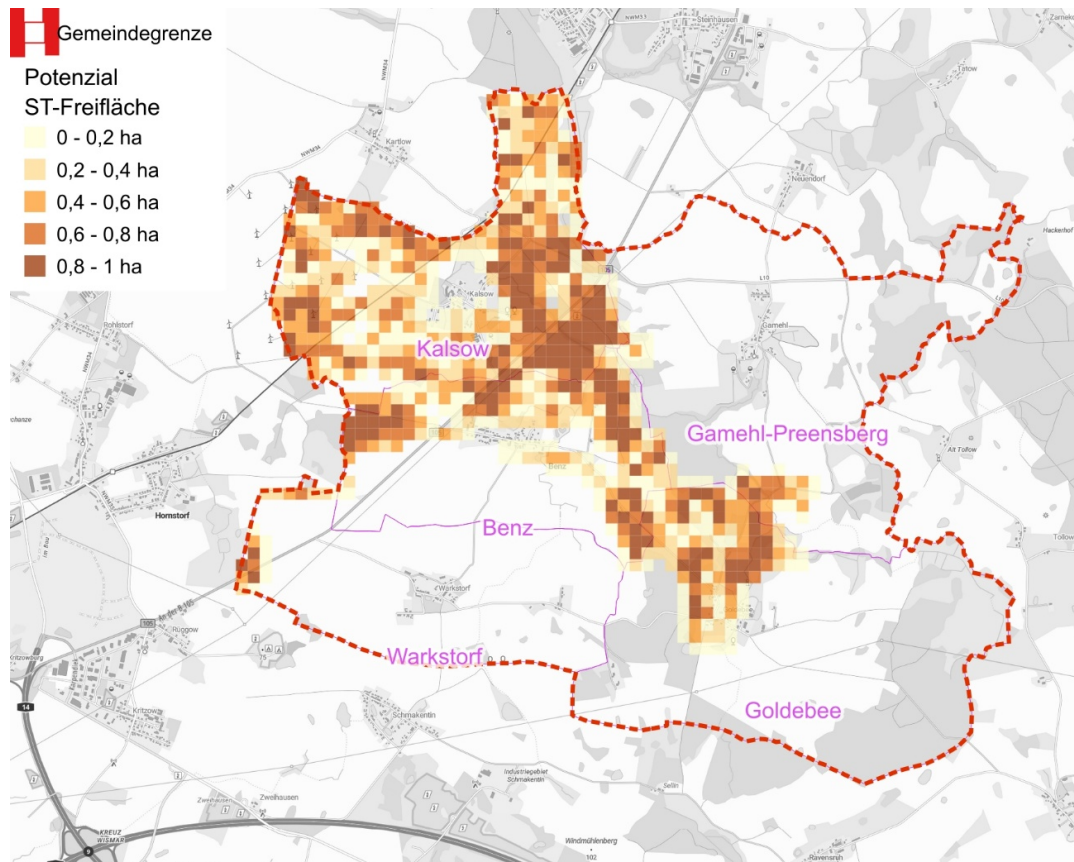


Abbildung 20: Räumliche Verteilung der Potenzialflächen für Solarthermie-Freiflächenanlagen

Ermittlungsmethodik:

Flächenkulisse

- Nutzbare Flächenarten: Ackerland, Grünland, Brachland, vegetationslose Fläche
- Ausschlussflächen: Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, Vogelschutzgebiete, FFH-Gebiete, geschützte Biotope
- Maximale Bodenqualität: 40BP
- Mindestgröße im räumlichen Zusammenhang: 1,15 ha (=2,3 x 5.000 m² Kollektorfläche)
- Maximale Entfernung Flächengrenze zu verdichtet bebauten Bereichen (Wärmebedarfsdichte > 150 kWh/(ha·a): 800m

5.4 Windenergie-Nutzung

Die Windenergie stellt eine der tragenden Säulen der regenerativen Stromerzeugung in Mecklenburg-Vorpommern dar. Im Kontext der kommunalen Wärmeplanung ist zu prüfen, inwieweit die Windkraft nicht nur zur Strom- sondern auch zur direkten Wärmeversorgung (Sektorenkopplung) im Kommunalgebiet beitragen kann.

5.4.1 Systemische Integration und wirtschaftliche Restriktionen

Analog zur Photovoltaik-Freiflächennutzung unterliegt auch die Windenergie bei der Nutzung für Wärmee-zwecke (Power-to-Heat) erheblichen regulatorischen und ökonomischen Hürden.

Wirtschaftlichkeit der direkten Nutzung (Strom-zu-Wärme):

Die direkte Nutzung von Windstrom für dezentrale Wärmepumpen in Privathaushalten ist unter den aktuellen Rahmenbedingungen ökonomisch kaum darstellbar. Sobald der Windstrom über das öffentliche Verteilnetz geleitet wird, fallen sämtliche Letztverbraucherabgaben an. Diese beinhalten:

- **Netzentgelte** (anteilig für die Nutzung der Spannungsebenen)
- **Stromsteuer**
- **Konzessionsabgaben**
- **Gesetzliche Umlagen** (z. B. KWKG-Umlage, Offshore-Netzumlage)

Diese Preisbestandteile führen dazu, dass der Kostenvorteil der günstigen Windstromerzeugung (niedrige Gestehungskosten) beim Endverbraucher neutralisiert wird. Eine wirtschaftlich tragfähige Lösung zur direkten Sektorenkopplung besteht daher primär in der **Direktversorgung einer Großwärmepumpe** (Direct Wire), die räumlich unmittelbar an eine Windkraftanlage (WKA) oder einen Windpark angeschlossen ist. Diese Großwärmepumpe speist die gewonnene thermische Energie in ein **Wärmenetz** ein.

Alternativ können **Strombilanzkreismodelle** genutzt werden, um den lokal erzeugten Windstrom bilanziell zu günstigeren Konditionen für den Betrieb von Wärmeerzeugern innerhalb eines geschlossenen Versorgungssystems einzusetzen. Auch hier ist die Effizienz bei netzgebundenen Strukturen am höchsten.

5.4.2 Kommunale und bürgerseitige Teilhabe

Obwohl die direkte physikalische Nutzung des Windstroms in Einzelhaushalten schwierig ist, kann die Kommune indirekt erheblich von der Windenergienutzung profitieren. Hierbei stehen zwei Instrumente im Vordergrund:

- **Finanzielle Beteiligung nach § 6 EEG:** Betreiber neuer Windkraftanlagen sind gesetzlich gehalten, die betroffenen Gemeinden mit 0,2 Cent pro eingespeiste Kilowattstunde an den Erträgen zu beteiligen. Bei modernen Anlagen mit hohen Volllaststunden resultieren hieraus signifikante jährliche Einnahmen für den kommunalen Haushalt.
- **Bürger- und Gemeindenbeteiligungsgesetz MV (BüGembeteilG MV):** Mit der am 23. April 2024 verabschiedeten Novellierung der zweiten Fassung dieses Landesgesetzes werden die Beteiligungsmöglichkeiten für Kommunen und Bürger weiter gestärkt. Das Gesetz sieht vor, dass Projektträger den betroffenen Gemeinden und deren Bürgern verpflichtend Beteiligungsangebote (z. B. in Form von Gesellschaftsanteilen, Sparprodukten oder vergünstigten Stromtarifen) unterbreiten müssen.

Zweckbindung der Erträge:

Die aus diesen Beteiligungsmodellen generierten Gewinne können von der Gemeinde gezielt zur Förderung der lokalen Wärmewende eingesetzt werden. Beispielsweise könnten diese Mittel in Förderprogramme für den Austausch individueller fossiler Heizsysteme gegen moderne Wärmepumpen oder Pelletkessel fließen, um die Investitionshürden für die Bürger zu senken.

5.4.3 Raumordnerische Kulisse und Planungsstand (Westmecklenburg)

Die Ausweisung von Flächen für die Windenergie wird maßgeblich durch die Regionalplanung gesteuert.

Regionales Raumentwicklungsprogramm (RREP) Westmecklenburg:

In der aktuellen Fortschreibung des Kapitels 6.5 des RREP Westmecklenburg ist die Flächenkulisse für die Windenergieerzeugung neu definiert worden. Nach aktuellem Planungsstand befindet sich innerhalb der Ortslage sowie in den unmittelbar angrenzenden Flächen der Gemeinde **kein ausgewiesenes Windenergiegebiet** (ehemals Eignungsgebiete). Eine reguläre Planung durch externe Investoren ist somit auf Basis der regionalplanerischen Vorranggebiete derzeit nicht vorgesehen.

5.4.4 Die Gemeindeöffnungsklausel als strategisches Instrument

Trotz der fehlenden Ausweisung im regionalen Raumentwicklungsprogramm behält die Gemeinde unter bestimmten Voraussetzungen die Planungshoheit.

Gemäß **§ 249 Abs. 4 BauGB** (oft als „**Gemeindeöffnungsklausel**“ bezeichnet) haben Kommunen die Möglichkeit, eigenständig Flächen für die Windenergie auszuweisen, auch wenn diese nicht im regionalen Plan als Vorranggebiete enthalten sind. Voraussetzung hierfür ist:

- Ein klarer **positiver Beschluss** der Gemeindevertretung (ausdrücklicher Planungswille).
- Die Einhaltung aller **immissionsschutzrechtlichen Genehmigungskriterien** (Abstände zur Wohnbebauung, Schallschutz, Artenschutz).
- Die Übereinstimmung mit den Zielen der Raumordnung des Landes Mecklenburg-Vorpommern.

Fazit für die Wärmeplanung:

Die Errichtung weiterer Windkraftanlagen im Gemeindegebiet ist aktuell nur über den Weg der Gemeindeöffnungsklausel realisierbar. Aus Sicht der Wärmeplanung wäre dies insbesondere dann sinnvoll, wenn die Anlagen als Energiequelle für ein geplantes Wärmenetz (via Großwärmepumpe) dienen oder die finanziellen Rückflüsse aus der kommunalen Beteiligung (gem. EEG und BüGembeteilG MV) zur Subventionierung privater Heizungsumstellungen genutzt werden sollen. Ohne einen ausdrücklichen politischen Willen der Gemeinde und die Nutzung der Öffnungsklausel ist mit einem Zubau von Windenergiekapazitäten im Planungsraum derzeit nicht zu rechnen.

5.4.5 Ergebnisdarstellung: Windenergiepotenzial

Die Untersuchung der Windenergiepotenziale zeigt, dass aktuell keine freien Windvorranggebiete in der Gemeinde ausgewiesen sind. Demnach bestehen derzeit keine ausgewiesenen Potenzialflächen für den weiteren Ausbau. Das ermittelte Potenzial stützt sich somit ausschließlich auf die bestehenden Windkraftanlagen. Diese Bestandsanlagen weisen eine installierte Leistung von 20,0 Megawatt auf und generieren ein jährliches Strompotenzial von 60.000,0 MWh/a. Eine Erhöhung dieses Gesamtpotenzials wäre unter den aktuellen Rahmenbedingungen nur durch Repowering oder die Neuausweisung von Vorranggebieten möglich.

	Potenzial- fläche [ha]	Installierbare / installierte Leistung		Strompotenzial	
		spezifisch [MW _{el} /ha]	absolut [MW _{el}]	spezifisch [MWh _{el} /(MW _{el} *a)]	absolut [MWh _{el} /a]
Windvorranggebiete (frei)	0,0	0,20	0,0	3.000,0	0,0
Bestandsanlagen			20,0	3.000,0	60.000,0
Potenzial	0,0		20,0		60.000,0

Tabelle 13: Ergebnisdarstellung für das Windenergiepotenzial im Gemeindegebiet Benz

Die kartografische Darstellung der Windenergienutzung bestätigt die Konzentration auf einen einzigen räumlichen Schwerpunkt im Gemeindegebiet. Sämtliche Windkraftanlagen befinden sich gebündelt in einem zusammenhängenden Windpark am äußersten nordwestlichen Rand der Gemeinde, direkt angrenzend an Kalsow. Die übrigen weiten Teile des Gemeindegebietes, einschließlich der Bereiche um Benz, Gamehl-Preensburg, Warkstorf und Goldebee, weisen weder Bestandsanlagen noch ausgewiesene Potenzialflächen für die Windenergie auf.

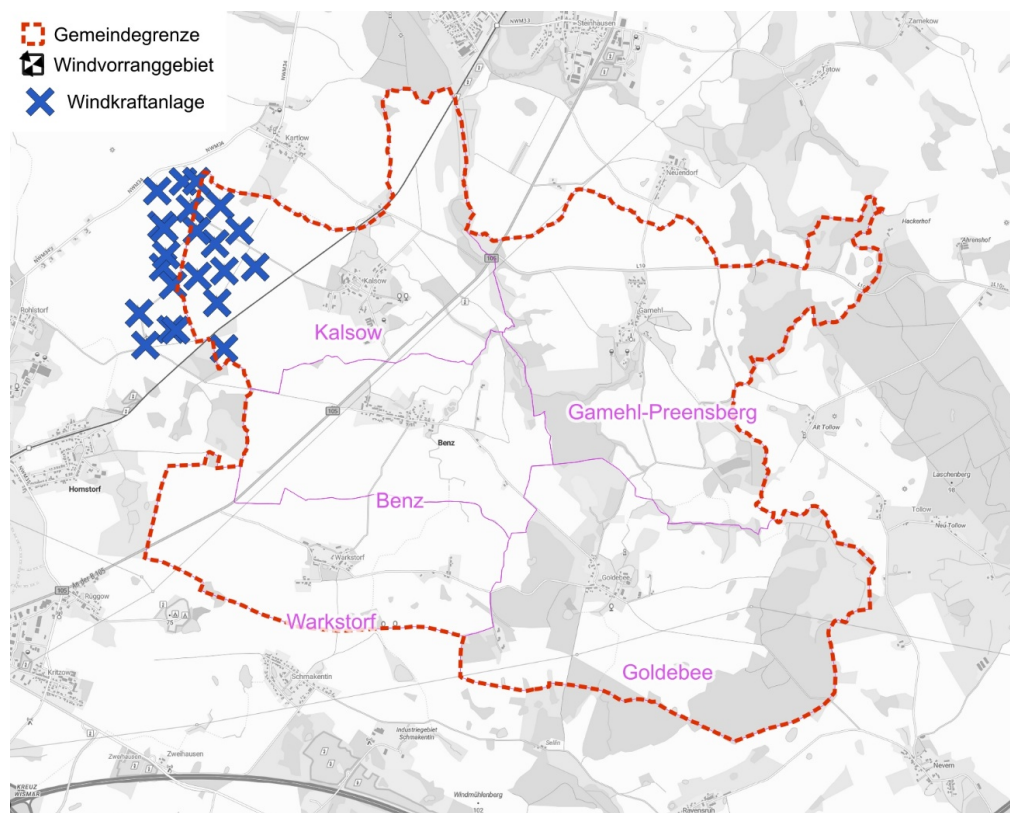


Abbildung 21: Räumliche Verteilung der Windvorranggebiete und Windkraftanlagen in Benz

Ermittlungsmethodik:

- Flächenkulisse: Windvorranggebiete gem. Regionalem Raumentwicklungsprogramm Westmecklenburg, Fortschreibung Kap. 6.5 Energie
- Bestandsanlagen gemäß Marktstammdatenregister
- spez. Leistungsdichte: 200kW/ha
- Volllaststundenzahl: 3000h/a

5.5 Feste Biomasse

Die energetische Nutzung von Biomasse stellt eine etablierte, witterungsunabhängige und speicherbare Möglichkeit zur Bereitstellung von erneuerbarer Wärme dar. Aufgrund der spezifischen Siedlungsstruktur der Gemeinde und des daraus resultierenden, räumlich begrenzten potenziellen Wärmenetzgebietes, liegt der Fokus in dieser Potenzialbetrachtung auf der festen Biomasse (holzartige Biomasse).

Um Nutzungskonkurrenzen (z. B. mit der stofflichen Holzindustrie) zu vermeiden und die ökologische Nachhaltigkeit im Sinne des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) des Bundes zu gewährleisten, beschränkt sich die Potenzialermittlung strikt auf Rest- und Abfallstoffe.

Die Berechnung der lokal verfügbaren Potenziale stützt sich methodisch auf die anerkannten Richtwerte und Berechnungsansätze der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR). Zur Ermittlung des tatsächlich nutzbaren (freien) Potenzials für zukünftige Wärmeversorgungskonzepte werden folgende Kategorien unterschieden:

5.5.1 Waldrestholz

Als Waldrestholz wird jenes Restholz (insbesondere Kronenhölzer, Äste und Rinde) definiert, welches im Rahmen der regulären, nachhaltigen Forstbewirtschaftung anfällt und stofflich nicht verwertbar ist.

- **Flächenkulisse:** Die Berechnungsgrundlage bildet die absolute Forstfläche innerhalb der Gemeindegrenzen. Um den Anforderungen des Natur- und Artenschutzes gerecht zu werden, wurden von dieser Gesamtfläche alle Flächen abgezogen, die in den Kern- und Entwicklungszonen des Biosphärenreservats sowie in ausgewiesenen FFH-Gebieten liegen.
- **Potenzialermittlung & Mengenabzug:** Die Berechnung der anfallenden Holzmengen auf der verbleibenden nutzbaren Waldfläche erfolgt auf Basis der standardisierten Ansätze der FNR. Um ein realistisches Bild der noch verfügbaren Ressourcen zu zeichnen, wird vom theoretischen Aufkommen der bereits bestehende Holzverbrauch durch lokale Kleinfeuerungsanlagen abgezogen.

5.5.2 Landschaftspflegeholz

Das Landschaftspflegeholz umfasst anfallendes Restholz aus Pflegemaßnahmen in der freien Landschaft sowie im Siedlungsbereich (primär Gehölz- und Heckenschnitt zur Verkehrssicherung oder Landschaftspflege).

- **Potenzialermittlung:** Als Bezugsgröße dienen die im Gemeindegebiet GIS-gestützt erfassten Flächen von Hecken, Feldgehölzen und Knicks. Analog zum Waldrestholz wird das jährliche Aufkommen quantifiziert und um den bestehenden Verbrauch bereinigt.

5.5.3 Getreidestroh

In der Landwirtschaft anfallendes Stroh ist ebenfalls Energieträger zur Warmegewinnung geeignet. Unter anderem hinsichtlich der Verbrennungseigenschaften eignet sich hierzu insbesondere Weizenstroh. Berücksichtigt ist weiterhin, dass im Sinne einer guten landwirtschaftlichen Praxis je nach Bodenbeschaffenheit ein Teil des anfallenden Strohs zwecks Bodenwerterhalt auf dem Acker verbleibt.

- **Potenzialermittlung:** Als Bezugsgröße dienen die im Gemeindegebiet GIS-gestützt erfassten Ackerfläche, sowie die statistisch erfasste, regionaltypische Anbaustruktur.

5.5.4 Landschaftspflegeheu

Neben dem Landwirtschaftsstroh zählt auch das im Zuge der nachhaltigen Grünlandpflege anfallende Landschaftspflegeheu zu den energetisch nutzbaren, halmgutartigen Biomassearten. Einschränkungen bestehen hier teilweise durch konkurrierende Nutzungswege sowie einen je nach Flächenart unverhältnismäßig hohen Aufwand zur Bergung des Materials.

- **Potenzialermittlung:** Als Bezugsgröße dienen die im Gemeindegebiet GIS-gestützt erfassten Grünlandfläche.

5.5.5 Dezentrale Nutzungskonzepte: Scheitholz-, Holzvergaser- und Pelletkessel

Während Holzhackschnitzel oder lokal verfügbares Restholz für die Grund- und Spitzenlastabdeckung in Wärmenetzen genutzt werden kann, sind sie zur Wärmeversorgung von Einfamilienhäusern auf Grund der Stückigkeit und der damit verbundenen Anlagentechnik oft ungeeignet. Dagegen ist die Verwendung von Pellets oder Scheitholz v.a. im dezentralen Versorgungsbereich sinnvoll umsetzbar und stellen eine maßgebliche Erfüllungsoption im Rahmen der gesetzlichen Dekarbonisierungsvorgaben dar.

Hierbei ist aus wärmeplanerischer und technischer Sicht strikt zwischen konventionellen Scheitholzkesseln, modernen Holzvergaserkesseln und vollautomatischen Pelletkesseln zu differenzieren:

Konventionelle Scheitholzkessel (Naturzugkessel): Diese klassischen Festbrennstoffkessel zeichnen sich durch einen einstufigen Verbrennungsprozess aus. Zwar nutzen sie den regionalen Brennstoff, weisen jedoch im Vergleich zu modernen Systemen geringere Wirkungsgrade und signifikant höhere Feinstaub- sowie Kohlenmonoxid Emissionen auf.

Holzvergaserkessel (Stand der Technik): Für eine zukunftsfähige und effiziente Einzelgebäudeversorgung mit Stückholz stellt der Holzvergaserkessel die technologisch präferierte Lösung dar. Diese Anlagen nutzen einen räumlich getrennten, zweistufigen Verbrennungsprozess: In der oberen Kammer wird das Holz unter Sauerstoffmangel erhitzt und entgast (Pyrolyse). Das entstehende Holzgas wird durch ein Gebläse in eine untere, extrem heiße Brennkammer (häufig aus hitzebeständiger Keramik) geleitet und dort unter optimaler Sauerstoffzufuhr nahezu rückstandsfrei verbrannt.

Pelletkessel (Vollautomatische Komfortlösung): Diese Anlagen verfeuern normierte, gepresste Holzstäbchen (Pellets), die meist aus Sägenebenprodukten hergestellt werden. Sie bieten den höchsten Automatisierungsgrad unter den Biomasseheizungen, da die Beschickung, die Zündung und oft auch die Ascheaustragung vollautomatisch erfolgen. Dadurch bieten sie einen Bedienkomfort, der mit herkömmlichen Gas- oder Ölheizungen vergleichbar ist. Besonders hervorzuheben ist die hervorragende Kombinierbarkeit von Pelletkesseln mit Solarthermie. In den Sommermonaten und in der Übergangszeit kann die solarthermische Anlage auf dem Dach die Trinkwassererwärmung und die Heizungsunterstützung fast vollständig übernehmen. Der Pelletkessel bleibt in dieser Zeit komplett abgeschaltet. Dies schont die Anlagentechnik, vermeidet ineffiziente Taktungen (ständiges Ein- und Ausschalten im Teillastbetrieb) und reduziert den jährlichen Brennstoffbedarf spürbar.

5.5.5.1 Wirtschaftliche Einordnung und Preisvolatilität am Beispiel von Pellets

Bei der Bewertung von Biomasse als künftigen Energieträger muss neben der Technik auch die Herkunft und Preisbindung des Brennstoffs berücksichtigt werden. Im Gegensatz zu regional geschlagenem Scheitholz oder lokal anfallenden Holzhackschnitzeln handelt es sich bei Holzpellets um ein international

gehandeltes Massengut (Commodity). Dies bedeutet, dass die Pelletpreise in hohem Maße den Schwankungen der globalen Energiemärkte unterliegen. Wie sich während der vergangenen Energiekrisen eindrücklich gezeigt hat, folgten die Preise für Holzpellets in der Tendenz den internationalen Preisspitzen von Erdgas und Heizöl. Regionale Holzhackschnitzel und lokales Scheitholz weisen im direkten Vergleich eine weitaus höhere Preisstabilität und Unabhängigkeit von geopolitischen Markteffekten auf.

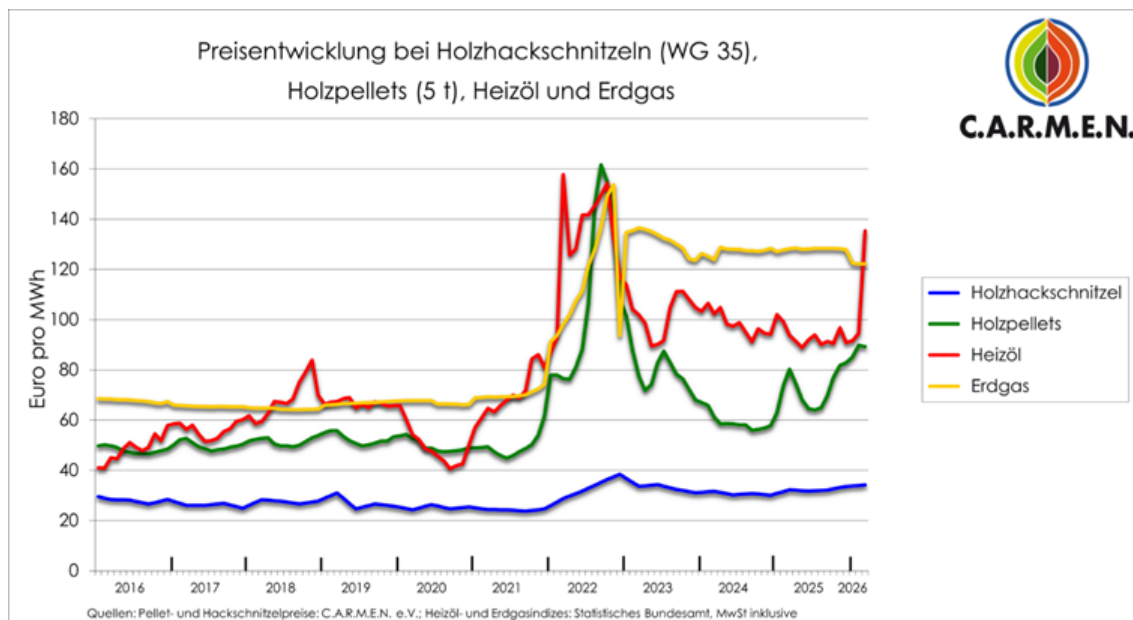


Abbildung 22: Preisentwicklung für Holzpellets im Vergleich zu Heizöl und Erdgas

5.5.5.2 Wärmeplanerische und rechtliche Einordnung (WPG / GEG / BImSchV)

Bei der wärmeplanerischen Bewertung ist zwingend der aktuelle, rechtskräftige Stand der Gesetzgebung heranzuziehen. Ein vielfach in der Öffentlichkeit diskutierter Entwurf für ein neues „Gebäudemodernisierungsgesetz“ (welches unter anderem eine sogenannte „Biotreppe“ für Gasheizungen vorsieht und die 65-Prozent-Regel modifizieren soll) ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt (Stand: März 2026) lediglich ein Gesetzesentwurf auf Bundesebene und nicht rechtskräftig.

Maßgeblich für die Planungssicherheit der Bürgerinnen und Bürger in der Gemeinde Benz ist daher das aktuell gültige Gebäudeenergiegesetz (GEG 2024) in direkter Verknüpfung mit dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) des Bundes.

Gemäß dieser geltenden Gesetzeslage gilt die Pflicht, beim Einbau einer neuen Heizung mindestens 65 % erneuerbare Energien (EE) zu nutzen, im bestehenden Gebäudebestand nicht sofort, sondern ist an den Abschluss der kommunalen Wärmeplanung gekoppelt. Für eine Gemeinde der Größenordnung von Benz (unter 100.000 Einwohner) hat der Gesetzgeber hierfür eine Frist bis spätestens zum 30. Juni 2028 eingeräumt.

Für die reale Umsetzungspraxis vor Ort bedeutet dies konkret:

Übergangsphase (bis zum Vorliegen des verbindlichen Wärmeplans): Solange die Gemeinde Benz diesen Wärmeplan nicht formell rechtsverbindlich beschlossen hat (spätestens jedoch bis zum 30. Juni 2028), dürften defekte Heizungen im Bestand theoretisch noch durch rein fossile Anlagen (z. B. Gas- oder

Ölheizungen) ersetzt werden. Voraussetzung hierfür ist lediglich eine verpflichtende, fachkundige Beratung, die die Gebäudeeigentümer über die massiv steigenden CO₂-Kosten im Rahmen des Emissionshandels und das Risiko von irreversiblen Fehlinvestitionen ("Stranded Assets") aufklärt. Nach Beschluss des Wärmeplans (spätestens ab Mitte 2028): Sobald der Wärmeplan durch die Gemeindevertretung verabschiedet und veröffentlicht ist, greift die 65-Prozent-Regel des GEG auch in Benz verbindlich. Ab diesem Zeitpunkt muss jeder Heizungstausch im Bestand diese Erneuerbare-Energien-Quote zwingend erfüllen.

5.5.5.3 Die Rolle der festen Biomasse als Erfüllungsoption

Der Einsatz von Biomasseheizanlagen – insbesondere von effizienten Holzvergaser- oder Pelletkesseln in Kombination mit den gesetzlich vorgeschriebenen thermischen Pufferspeichern – erfüllt die strengen Vorgaben des aktuell gültigen Gebäudeenergiegesetzes (GEG) zur Nutzung von 65 % erneuerbaren Energien vollumfänglich. Für viele Bestandsgebäude in der Gemeinde, in denen der Betrieb einer Wärmepumpe aufgrund unzureichender Gebäudeisolierung oder fehlender Flächenheizkörper kurzfristig technisch und wirtschaftlich nur mit enormem Aufwand realisierbar ist, bilden diese Anlagen eine entscheidende, gesetzeskonforme Brückentechnologie oder dauerhafte Alternative.

Gleichzeitig ist im Rahmen der strategischen kommunalen Planung zu berücksichtigen, dass auch modernste Biomassekessel den strengen immissionsschutzrechtlichen Vorgaben der 1. BImSchV (Bundes-Immissionsschutzverordnung) unterliegen. Eine flächendeckende, ausschließliche Versorgung ganzer Straßenzüge mit Stückholz- oder Pelletkesseln ist aufgrund der Kumulation von lokalen Luftschadstoffen (insbesondere Feinstaub) und der begrenzten lokalen Restholzpotenziale kritisch zu bewerten. Biomasse ist in der Wärmeplanung daher als wertvolle, aber in ihrer Menge begrenzte Ressource zu betrachten. Sie sollte vorrangig dort dezentral als Lösungsbaustein eingesetzt werden, wo andere erneuerbare Technologien (wie die elektrische Umweltwärmepumpe) an ihre bauphysikalischen Grenzen stoßen.

5.5.6 Ergebnisdarstellung: Feste Biomasse

Feste Biomasse bietet für die Gemeinde eine regional verfügbare, krisensichere und klimaneutrale Wärmequelle. Das Potenzial ist ausreichend, um das geplante Wärmenetz abzusichern und parallel dezentrale Bestandsgebäude der Bürger über moderne Pellet- oder Holzvergaseranlagen normkonform (gem. GEG) zu versorgen.

Die Analyse des Wärmepotenzials aus fester Biomasse ergibt ein Gesamtertragspotenzial von knapp 10.000 MWh/a auf einer Potenzialfläche von insgesamt 1.973,3 Hektar. Der mit Abstand größte Beitrag wird dabei durch Getreidestroh generiert, welches auf 1.520,5 Hektar ein Potenzial von 7.447,4 MWh/a liefert. Landschaftspflegeheu steuert auf 232,7 Hektar weitere 1.709,7 MWh/a bei. Waldrestholz und Landschaftspflegeholz spielen mit Erträgen von 655,2 MWh/a beziehungsweise 187,1 MWh/a eine eher untergeordnete Rolle im Gesamtgefüge der energetisch nutzbaren festen Biomasse.

	Potenzialfläche [ha]	Wärmpotenzial	
		spezifisch [MWh _{th} /(h*a)]	absolut [MWh _{th} /a]
Waldrestholz	209,7	3,1	655,2
Landschaftspflegeholz	10,4	18,0	187,1
Getreidestroh	1.520,5	4,9	7.447,4
Landschaftspflegeheu	232,7	7,3	1.709,7
Potenzial	1.973,3		9.999,5

Tabelle 14: Ergebnisdarstellung für das Potenzial fester Biomasse zur Wärmeerzeugung

Die Kartierung der Flächennutzung zur Ermittlung des Biomassepotenzials verdeutlicht die starke landwirtschaftliche Prägung der Gemeinde. Die Flächenkulisse wird unverkennbar von Ackerland dominiert, welches sich fast flächendeckend über sämtliche Gemarkungen erstreckt und die Basis für das hohe Strohaufkommen bildet. Wald- und Grünlandflächen, die Quellen für Wald- und Landschaftspflegeholz darstellen, sind demgegenüber deutlich unterrepräsentiert und konzentrieren sich vorrangig auf die Randgebiete, insbesondere in den Gemarkungen Goldebee und im östlichen Teil von Gamehl-Preensberg.

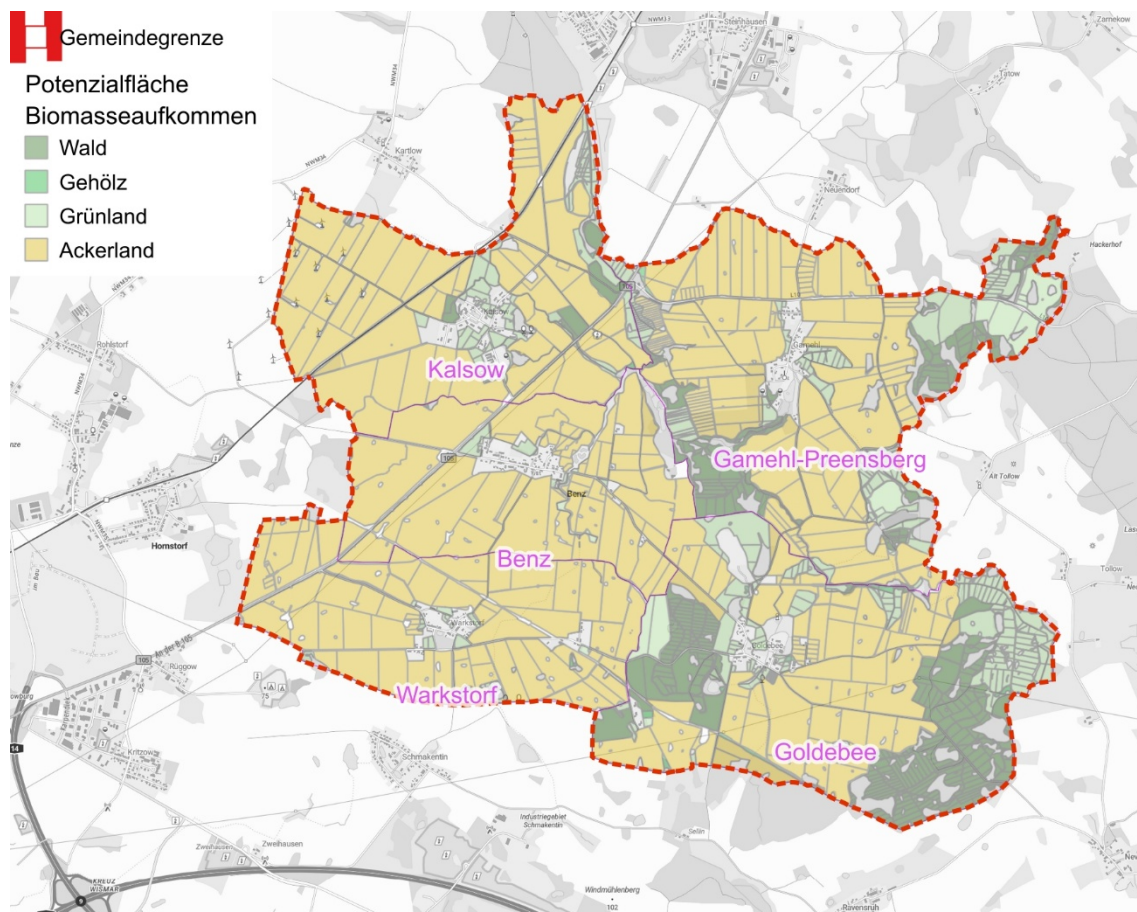


Abbildung 23: Räumliche Verteilung der Potenzialflächen für festes Biomasseaufkommen

Ermittlungsmethodik

Waldrestholz

- Quellflächenart: Wald
- Flächeneinschränkungen: Naturschutzgebiete, FFH-Gebiete, geschützte Biotope
- Ertrags-Ansatz: Leitfaden Feste Biobrennstoffe, 4. Aufl. 2014, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)
- Spezifischer Massenertrag (W=15): 1 t/(ha·a)
- Bereitstellungsverluste: 5%
- Lagerverluste: 10%
- Mittl. Heizwert (W=15): 4,3 kWh/kg
- Jahresnutzungsgrad Umwandlung: 0,85

Landschaftspflegeholz

- Quellflächenart: Gehölz
- Ausschlussflächen: Naturschutzgebiete, FFH-Gebiete, geschützte Biotope
- Ertragsansatz: Grünabfall- und Schnittholzholzverwertung in Schleswig-Holstein unter Klimaschutzaspekten, BWS Unternehmensberatung Umweltschutz
- Spez. Volumenertrag Knickpflege: 15 m³/(100m*12a)
- Mittlere Knick-Breite (inkl. Vegetation): 5 m
- Schüttdichte (W15): 230 kg/m³
- Spezifischer Massenertrag (W=15): 5,8 t/(ha·a)
- Bereitstellungsverluste: 5%
- Lagerverluste: 10%
- Mittl. Heizwert (W=15): 4,3 kWh/kg
- Jahresnutzungsgrad Umwandlung: 0,85

Getreidestroh

- Quellflächenart: Ackerland
- Flächeneinschränkung: Weizenanbau: 50%
- Spezifischer Massenertrag (W=15): 6 t/(ha·a)
- Bodenwerterhalt: 50%
- Bereitstellungsverluste: 2%
- Lagerverluste: 2%
- Mittl. Heizwert (W=15): 4 kWh/kg
- Jahresnutzungsgrad Umwandlung: 0,85

Landschaftspflegeheu

- Quellflächenart: Grünland
- Spezifischer Massenertrag (W=15): 4,5 t/(ha·a)
- Bergung / Nutzungskonkurrenz: 50%
- Bereitstellungsverluste: 2%
- Lagerverluste: 2%
- Mittl. Heizwert (W=15): 4 kWh/kg
- Jahresnutzungsgrad Umwandlung: 0,85

5.6 Punktuelle Wärmequellen und Abwärmenutzung

Ein wesentlicher Baustein einer effizienten kommunalen Wärmeplanung nach den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) ist die Identifikation und Einbindung bereits vorhandener Wärmequellen, die als Nebenprodukt anfallen (Abwärme). Im Untersuchungsgebiet der Gemeinde wurden hierbei primär die Potenziale der Abwasserwärme (Kanalthermie) sowie die Abwärme aus der lokal ansässigen Biogasanlage geprüft.

5.6.1 Abwasserwärmenutzung

Für die Nutzung von Abwasserwärme kommen vor allem 2 Nutzungswege in Frage:

1. Abwärmenutzung im Kanal: Hierbei erfolgt der Einbau von Wärmetauschern in große Abwassersammler, um dem Abwasser thermische Energie für den Betrieb von Großwärmepumpen zu entziehen. Für einen wirtschaftlichen und technisch sinnvollen Betrieb solcher Anlagen sind jedoch zwingend hohe und vor allem kontinuierliche Abwassermengen (ein hoher Trockenwetterabfluss) sowie ausreichend dimensionierte Kanalquerschnitte (in der ab DN 800) erforderlich.

2. Abwärmenutzung an der Kläranlage: Hierbei werden die Wärmetauscher in der Regel im Ablauf der Kläranlage installiert, um hier ebenfalls thermische Energie für den Betrieb von Großwärmepumpen zu entziehen. Auch hier ist ein hinreichend konstanter Abwasserfluss (Trockenwetterabfluss) erforderlich, welcher in der Regel ab einer Ausbaugröße der Kläranlage von ca. 5.000 Einwohnerwerten (EW) gegeben ist. Hinzu kommt, dass sich Kläranlagen oft eher entfernt von potenziellen Wärmeversorgungsgebieten befinden. Für die im Untersuchungsgebiet anzutreffenden Siedlungsstrukturen kann für einen sinnvollen Betrieb von einer maximal hinnehmbaren Entfernung von ca. 800 m ausgegangen werden.

Bewertung für das Untersuchungsgebiet: In der Gemeinde Benz sind keine Abwasserkanäle oder Kläranlagen entsprechender Größe im Umfeld möglicher Versorgungsgebiete vorhanden. Die Abwasserwärmenutzung weist daher im vorliegenden Gemeindegebiet kein technisch oder wirtschaftlich erschließbares Potenzial auf und wird daher in den weiteren Zielszenarien nicht weiterverfolgt.

5.6.2 Abwärme aus Biogasanlagen (BHKW-Kopplung)

Biogasanlagen produzieren über die Vergärung von Biomasse Methangas, welches in der Regel in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) zur Stromerzeugung genutzt wird. Bei diesem Prozess fallen rund 50 % bis 60 % der eingesetzten Energie als Abwärme (Motorkühlung und Abgaswärme) an.

In vielen Bestandsanlagen wird diese Wärme bisher nur teilweise zur Beheizung der eigenen Fermenter genutzt. Die restliche Überschusswärme wird oft ungenutzt über Notkühler an die Umgebung abgegeben. Im Sinne einer effizienten Wärmeplanung stellt diese ungenutzte Abwärme ein wertvolles Potenzial dar.

Systemische Vorteile:

- **Hohe Vorlauftemperaturen:** Die Abwärme aus dem BHKW steht auf einem sehr gut nutzbaren Temperaturniveau (ca. 80 °C bis 90 °C) zur Verfügung. Sie kann über Wärmetauscher ausgekoppelt und ohne den Einsatz zusätzlicher elektrischer Energie (z. B. durch Wärmepumpen) direkt in ein kommunales Wärmenetz eingespeist werden.
- **Grundlastfähigkeit:** Biogasanlagen werden in der Regel im Dauerbetrieb gefahren (hohe Volllaststunden). Dies macht sie zu einem idealen und wetterunabhängigen Basisversorger (Grundlast) für ein lokales Wärmenetz.

5.6.3.1 Abwasserwärme (Kanalnetz)

Die Erhebung der Potenziale für eine Wärmerückgewinnung aus dem kommunalen Kanalnetz liefert im Rahmen der Untersuchung ein negatives Ergebnis. Weder sind Anlagen in einer dafür erforderlichen Größenordnung von über 5.000 Einwohnerwerten vorhanden, noch ergibt sich daraus ein berechenbares thermisches Wärmepotenzial. Folglich steht für die Gemeinde derzeit keine nutzbare Abwasserwärme für die leitungsgebundene Versorgung zur Verfügung, weshalb dieses Handlungsfeld für die weitere Potenzialbetrachtung ausscheidet.

	Anlagengröße [EW]	Wärmepotenzial (Nutzwärme nach Wärmepumpe)		Strombedarf (Wärmepumpe) [MWh _{el} /a]
		spezifisch [kWh _{th} /(EW*a)]	absolut [MWh _{th} /a]	
		340,7	0,0	0,0
Potenzial	0,0		0,0	0,0

Tabelle 15: Potenzialermittlung für die Abwasserwärme aus dem Kanalnetz

Ermittlungsmethodik:

- Konzept: Wärmenutzung aus dem Ablauf via Wärmepumpe
- Min. Ausbaugröße 5000 EW
- Max. Entfernung zur verdichteten Bebauung 800 m
- spez. Entzugsleistung 25 W/EW
- Mittl. Jahresarbeitszahl 2,8
- Laufzeit 8760 h/a

5.6.3.2 Biogasanlage (BHKW-Abwärme)

Die Analyse der industriellen Abwärmenutzung konzentriert sich auf die zwei identifizierten Biogasanlagen im Gemeindegebiet. Biogasanlage 1 weist eine thermische Leistung von 610,0 kW auf, was bei einem spezifischen Wärmepotenzial von 6,0 MWh/(kW*a) ein Jahrespotenzial von 3.660,0 MWh generiert. Die größere Biogasanlage 2 liefert mit 829,0 kW ein höheres Potenzial von 4.974,0 MWh/a. In Summe ergibt sich aus beiden Anlagen ein erhebliches nutzbares Gesamtwärmepotenzial von 8.634,0 MWh/a, welches einen wichtigen strategischen Baustein für den Aufbau lokaler Wärmenetze darstellen kann.

	Installierte Leistung absolut [kW _{th}]	Wärmepotenzial	
		spezifisch [MWh _{th} /(kW _{th} *a)]	absolut [MWh _{th} /a]
Biogasanlage 1	610,0	6,0	3.660,0
Biogasanlage 2	829,0	6,0	4.974,0
Potenzial	1.439,0		8.634,0

Tabelle 16: Abwärmepotenziale durch Biogasanlagen für die kommunale Wärmeversorgung

Ermittlungsmethodik

- Vollbetriebsstunden: 8000
- Eigenbedarf Anlage: 25%

5.6.3.3 Sonstige industrielle/gewerbliche Abwärme

- **Identifizierte Quellen (z.B. Kühllhäuser, produzierendes Gewerbe):** Keine prozessbedingte Abwärme in relevantem Maßstab im Gemeindegebiet identifiziert.
- **Verfügbares Potenzial: 0 MWh/a**

5.7 Solare Aufdachanlagen (Gebäudeinfrastruktur)

Gemäß den methodischen Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) zur Potenzialermittlung (§ 16 WPG) ist die nutzbare solare Strahlungsenergie auf Gebäude- und Dachflächen strukturiert zu erfassen. Die Erschließung von Aufdachpotenzialen stellt für die Gemeinde Benz eine der maßgeblichen Säulen zur Dekarbonisierung der dezentralen Gebäudeversorgung dar, da sie flächenneutral – also ohne zusätzliche Flächenversiegelung oder Raumnutzungskonflikte – erfolgt.

Klimatische Einordnung und standortspezifische Rahmenbedingungen

Die Gemeinde Benz weist durch ihre geografische Lage an der mecklenburgischen Ostseeküste überdurchschnittlich günstige Einstrahlungsparameter auf. Meteorologische Daten belegen, dass die Küstenregionen durch maritime Einflüsse (geringere Wolkenbildung durch lokale Seewindzirkulation) eine sehr hohe Globalstrahlung verzeichnen. Mit einem langjährigen Mittel von rund 1.050 bis 1.100 Kilowattstunden (kWh) pro Quadratmeter Horizontalfläche bietet der Standort eine hochgradig wirtschaftliche Basis für die solare Energiegewinnung.

Technologisch wird im Rahmen dieser Potenzialanalyse zwischen der direkten Wärmebereitstellung (Solarthermie), der Sektorenkopplung via Stromerzeugung (Photovoltaik) sowie kombinierten Hybrid-systemen (PVT) differenziert.

5.7.1 Solarthermie (Aufdach)

Solarthermische Anlagen absorbieren die kurzwellige Sonnenstrahlung und wandeln diese direkt in thermische Energie (Wärme) um. Über einen geschlossenen Solarkreis wird diese in das gebäudeinterne Pufferspeichersystem übertragen.

Wärmeplanerische Bewertung: Im dezentralen Bestand eignet sich die Solarthermie primär zur vollständigen Deckung der Trinkwassererwärmung in den Sommermonaten sowie zur signifikanten Heizungsunterstützung in der Übergangszeit. Gemäß den Erfüllungsoptionen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) bildet sie eine ideale Hybrid-Kombination zu anderen Wärmeerzeugern (z. B. Biomassekesseln). Der Hauptwärmeerzeuger kann im Sommer vollständig außer Betrieb genommen werden, was den Brennstoffbedarf der Haushalte messbar reduziert und die Lebensdauer der Anlagentechnik erhöht.

5.7.2 Photovoltaik (Aufdach) und Sektorenkopplung

Photovoltaikanlagen (PV) erzeugen elektrischen Strom. Obwohl Strom keine direkte Wärme ist, fordert das WPG ausdrücklich die Betrachtung von Strom aus erneuerbaren Energien, sofern dieser zur lokalen Wärmeerzeugung eingesetzt wird (Power-to-Heat / Sektorenkopplung). In der Praxis bedeutet dies den Antrieb von dezentralen Wärmepumpen.

Standortvorteil Benz: Konvektive Kühlung durch Seewind Ein spezifischer physikalischer Effekt, der die Anlageeffizienz in Benz im Vergleich zu Binnenlandstandorten erhöht, ist die natürliche konvektive Kühlung der PV-Generatoren. Solarzellen unterliegen einem negativen Temperaturkoeffizienten: Je stärker sich ein Modul erhitzt, desto geringer wird sein elektrischer Wirkungsgrad. Durch die unmittelbare Küstenlage und den stetigen Seewind erfahren die Dachanlagen in Benz eine kontinuierliche Luftkühlung. Folglich erhitzen sich die Module an Einstrahlungsspitzentagen (Hochsommer) deutlich weniger, was den Wirkungsgrad stabilisiert und den absoluten jährlichen Stromertrag pro installierter Leistung (kWh/kWp) messbar steigert.

Wärmeplanerische Bewertung: Der wirtschaftliche Betrieb einer dezentralen Wärmepumpe hängt elementar von den Stromgestehungskosten ab. Wird der Strom aus dem Netz bezogen, unterliegt er Netzentgelten und Abgaben. Eine Dimensionierung der PV-Anlage auf den Bedarf der Wärmepumpe (idealerweise flankiert durch einen Batteriespeicher) maximiert die Eigenverbrauchsquote, entkoppelt die Haushalte von volatilen Strommärkten und stellt somit die wirtschaftliche Tragfähigkeit der lokalen Wärmewende sicher.

5.7.3 Photovoltaisch-thermische Hybridkollektoren (PVT)

Als technologisch fortschrittliche und flächeneffiziente Lösung sind PVT-Kollektoren zu bewerten. Diese Bauteile vereinen Photovoltaik und Solarthermie: Die Frontseite generiert elektrischen Strom, während ein rückseitig integrierter Wärmetauscher dem Modul thermische Energie entzieht.

Synergieeffekte für die dezentrale Versorgung: Aus technischer und planerischer Sicht ergeben sich insbesondere in Kombination mit Sole-Wasser-Wärmepumpen folgende Vorteile:

Leistungssteigerung der Photovoltaik: Der thermische Entzug auf der Rückseite kühlt das Modul aktiv. Dieser Effekt ergänzt die natürliche Windkühlung und führt zu einer weiteren Steigerung des elektrischen Ertrags.

Emissionsfreie Umweltwärmequelle: Die auf der Rückseite entzogene Wärme (Globalstrahlung plus Umgebungstemperatur) dient der Wärmepumpe als Niedertemperatur-Wärmequelle. Im Gegensatz zu klassischen Luft-Wasser-Wärmepumpen kommen PVT-Systeme gänzlich ohne Ventilatoren oder Außeneinheiten aus.

Für Liegenschaften in Benz, bei denen Erdwärmepumpen (z. B. aus grundwasserrechtlichen Restriktionen) ausgeschlossen sind und konventionelle Luftwärmepumpen aufgrund von Schallschutzanforderungen oder Platzmangel in dichter Bebauung nicht realisierbar sind, stellen PVT-Systeme eine vollumfängliche, gesetzeskonforme und geräuschlose Erfüllungsoption dar.

5.7.4 Ergebnisdarstellung: Solare Aufdachanlagen

Zur Quantifizierung des solartechnischen Potenzials auf den Dachflächen des beplanten Gebiets wurde eine differenzierte Flächen- und Ertragsberechnung durchgeführt.

Die Auswertung der solaren Aufdachpotenziale untersucht zwei unterschiedliche Nutzungsszenarien für eine verfügbare Dachfläche von insgesamt 52.247 Quadratmetern. Szenario 1 geht von einer kombinierten Nutzung aus und ermittelt ein Strompotenzial aus Photovoltaik von 3.725 MWh/a sowie ein Wärmepotenzial aus Solarthermie von 460 MWh/a. Im reinen Photovoltaik-Szenario 2 steigt das generierbare Strompotenzial auf 4.159 MWh/a an. Die größten Einzelpotenziale liegen in Kalsow und Benz. Mit

aktuell installierten Erträgen von lediglich 674 MWh/a für Strom und 6 MWh/a für Wärme sind die Dachflächenpotenziale im Gemeindegebiet derzeit noch weitgehend ungenutzt.

Gemarkung	Potenzial- fläche [m ²]	Szenario 1					Szenario 2		
		Fläche [m ²]	PV (Strom) Installierb. Leistung [kWp]	Strom- potenzial [MWh/a]	Fläche [m ²]	Wärme- potenzial [MWh/a]	Fläche [m ²]	PV (Strom) Installierb. Leistung [kWp]	Strom- potenzial [MWh/a]
Benz	13.246	7.166	1.433	931	781	131	7.947	1.589	1.047
Gamehl-Preß	7.441	3.848	770	494	617	84	4.464	893	578
Goldebee	8.369	4.540	908	594	481	74	5.021	1.004	663
Kalsow	16.001	8.854	1.771	1.173	747	109	9.600	1.920	1.280
Warkstorf	7.191	3.919	784	533	396	62	4.315	863	591
Potenzial	52.247	28.326	5.665	3.725	3.022	460	31.348	6.270	4.159
Installiert			1.025	674		6			

Tabelle 17: Ergebnisdarstellung für solare Aufdachanlagen nach Gemarkungen in zwei Szenarien

Die räumliche Auswertung zeigt die theoretischen Potenziale für Solarthermie-Aufdachanlagen in den verschiedenen Ortsteilen. Die höchsten Potenziale konzentrieren sich auf die Siedlungsschwerpunkte Kalsow, Gamehl, Warkstorf und Goldebee, wo einzelne Rasterwerte von über 30 MWh/a erreichen. In den Randbereichen und bei Streusiedlungen liegen die nutzbaren Erträge überwiegend im Bereich unter 10 MWh/a. Eine gezielte Aktivierung dieser Dachflächen kann einen relevanten Beitrag zur dezentralen Wärmebereitstellung leisten.

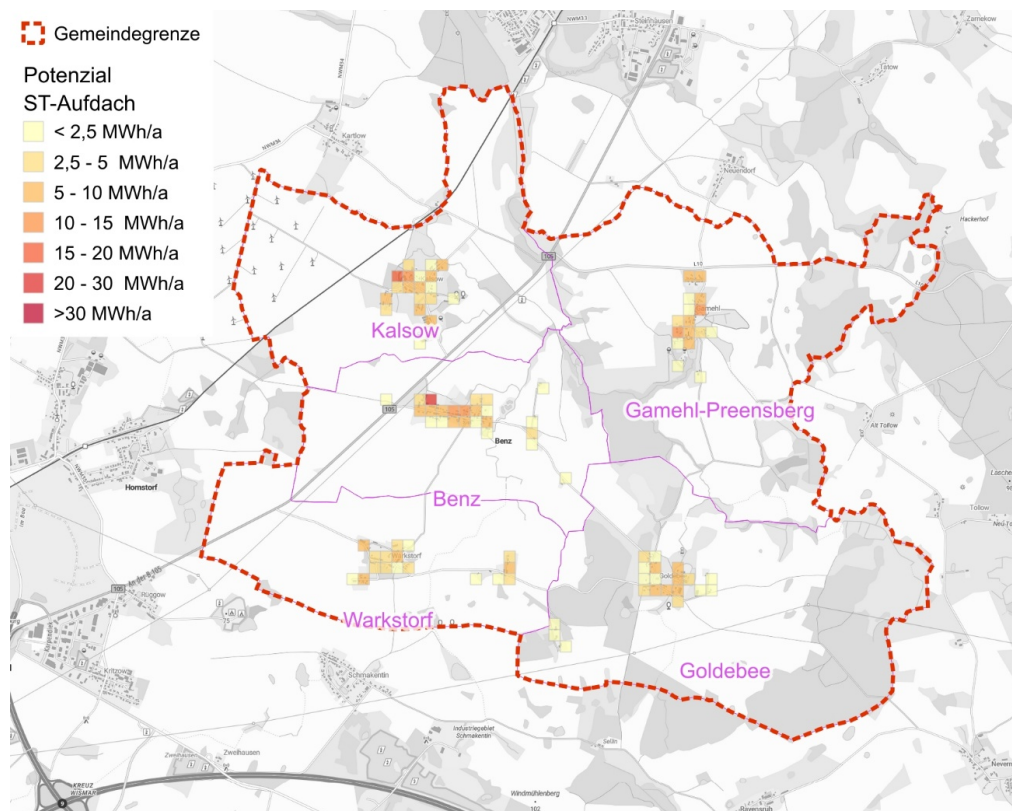


Abbildung 25: Verteilung der Potenziale für solare Aufdachanlagen im Gemeindegebiet

Die kartografische Darstellung veranschaulicht die theoretischen Potenziale für Photovoltaik-Aufdachanlagen. Die größten Potenziale mit Rasterwerten über 80 MWh/a befinden sich in den dichter bebauten Ortslagen. Diese Verdichtungsräume weisen durch die Konzentration von Wohn- und Wirtschaftsgebäuden die höchsten spezifischen Ertragserwartungen auf. Abseits der Kernorte weisen Rasterzellen mit vereinzelt Gebäuden geringere Potenziale zwischen 5 und 20 MWh/a auf.

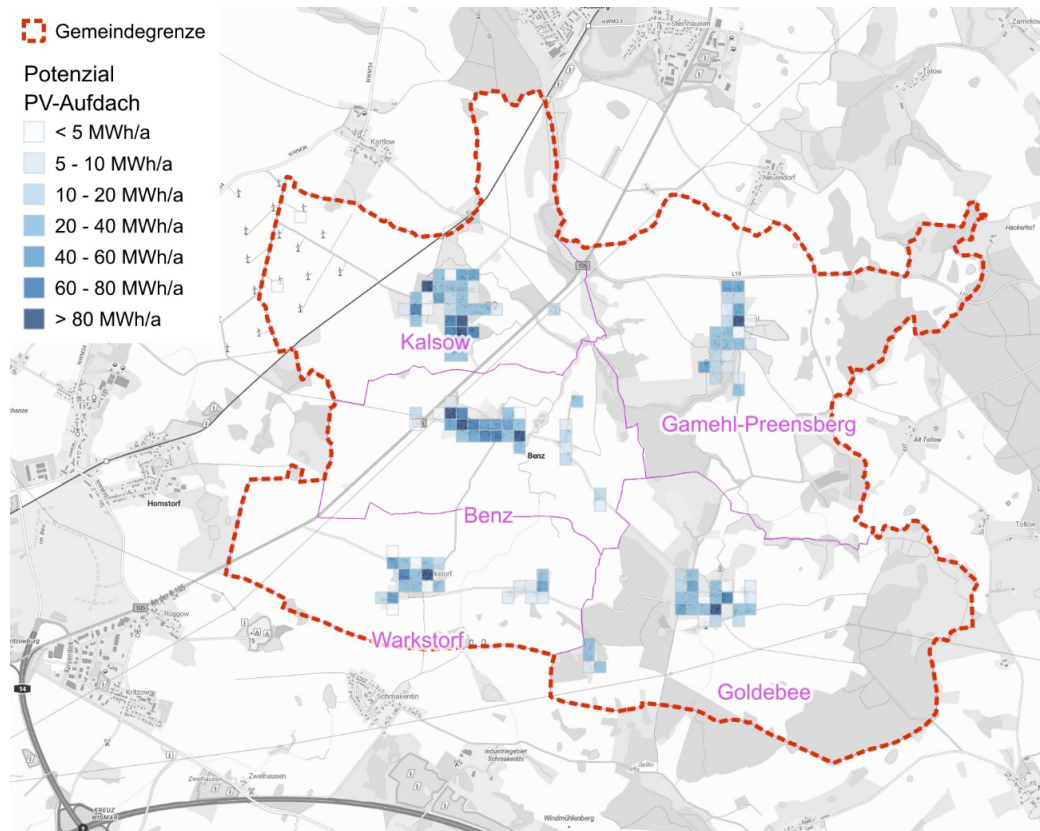


Abbildung 26: Verteilung der Potenziale für Photovoltaik-Aufdachanlagen im Gemeindegebiet

Ermittlungsmethodik

Flächenauswahl

- Flachdächer und geneigte Dachflächen mit Ausrichtung O/S/W
- Flächenabzug (Fenster/ Aufbauten / Ränder...): 40 %
- Verschattungsabzug: 25 %

Auslegung Photovoltaik

- Spezifische installierbare Leistung: 0,2 kWp/m²
- Spezifische Erträge neigungs- und ausrichtungsabhängig nach Modellrechnung mit PVGIS (https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/de/)

Auslegung Solarthermie

- Solare Deckungsrate bei Heizungsunterstützung: 20 %
- Solare Deckungsrate bei Warmwasser: 60 %
- Mittlerer Warmwasseranteil am Wärmebedarf: 10 %
- Spezifische Erträge neigungs- und ausrichtungsabhängig nach Modellrechnung mit TSOL

Wärmeplanerische Bewertung der Ergebnisse

Die Gegenüberstellung der Szenarien liefert wichtige strategische Erkenntnisse für die kommunale Wärmeplanung:

- **Bedeutung der Sektorenkopplung (Szenario 2):** Durch die konsequente Ausrichtung der Dachflächen auf Photovoltaik lässt sich das lokale Stromerzeugungspotenzial auf **4.159 MWh/a** maximieren. Unter Berücksichtigung moderner dezentraler Wärmepumpen (mit einer angenommenen Jahresarbeitszahl von JAZ = 3,5 bis 4,0) kann dieses Strompotenzial rechnerisch in über **14.000 MWh bis 16.000 MWh thermische Energie** transformiert werden. Damit übersteigt der Nutzeffekt der Sektorenkopplung die direkte thermische Solarnutzung aus Szenario 1 bei Weitem.
- **Erheblicher Zubau-Bedarf:** Ein Blick auf den Ist-Zustand zeigt, dass mit derzeit 1.025 kWp installierter PV-Leistung und lediglich 6 MWh/a solarthermischer Erzeugung erst ein Bruchteil des flächenneutralen Potenzials gehoben wurde.

5.8 Umweltwärme und oberflächennahe Geothermie

Die Nutzung von Umweltwärme umfasst die thermische Energie, die in der Luft, im Boden (oberflächennahe Geothermie) oder in Oberflächengewässern (Aquathermie) gespeichert ist. Gemäß WPG ist dieses Potenzial als wesentliche Säule für die dezentrale, individuelle Wärmeversorgung zu untersuchen. Für die Gemeinde Benz bietet die Umweltwärme aufgrund der spezifischen Bebauungsstruktur und der geografischen Lage an der Ostseeküste vielfältige, aber technologisch unterschiedlich komplexe Optionen.

5.8.1 Aerothermie (Umweltwärmequelle Luft)

Luft-Wasser-Wärmepumpen entziehen der Außenluft Energie und heben diese auf ein nutzbares Temperaturniveau.

- **Bewertung für Benz:** Diese Technologie ist aufgrund der geringen Erschließungskosten und der einfachen Nachrüstbarkeit im Bestand die derzeit am häufigsten gewählte Lösung. Durch das maritime Klima in Benz mit moderaten Wintertemperaturen arbeiten Luftwärmepumpen hier vergleichsweise effizient.
- **Herausforderungen:** In verdichteten Siedlungsstrukturen ist insbesondere auf die Schallemissionen der Außeneinheiten zu achten, um die Nachbarschaft nicht zu beeinträchtigen. Zudem sinkt die Effizienz (Jahresarbeitszahl) an extrem kalten Tagen, was durch den Einsatz effizienter Geräte und optimaler Systemtemperaturen ausgeglichen werden muss.

5.8.2 Oberflächennahe Geothermie (Erdwärme)

Die Erdwärme ist eine hochgradig effiziente und grundlastfähige Energiequelle, da der Boden ab einer gewissen Tiefe ganzjährig konstante Temperaturen aufweist. Es wird zwischen zwei Systemen differenziert:

5.8.2.1 Erdwärmekollektoren (Flächenkollektor)

Hierbei werden Rohrschlangen unterhalb der Frostgrenze (ca. 1,2 bis 1,5 Meter Tiefe) horizontal im Erdreich verlegt.

- **Vorteil Benz:** Die ländliche Struktur mit oft großzügigen Gartengrundstücken bietet ideale Voraussetzungen für Flächenkollektoren. Da keine tiefen Bohrungen erforderlich sind, ist das Genehmigungsverfahren deutlich vereinfacht.
- **Technischer Hinweis:** Die Fläche des Kollektors muss etwa das 1,5- bis 2-fache der zu beheizenden Wohnfläche betragen.

5.8.2.2 Erdwärmesonden (Vertikalkollektor)

Erdsonden werden mittels Bohrungen bis in Tiefen von 50 bis über 100 Metern eingebracht.

- **Bewertung:** Sonden sind die effizienteste Form der Geothermie, benötigen kaum Platz auf dem Grundstück, sind jedoch aufgrund der Bohrkosten investitionsintensiver. In Küstennähe sind zudem wasserrechtliche Belange (Schutz des Grundwassers) besonders intensiv zu prüfen.

5.8.2.3 Ergebnisdarstellung: Oberflächennahe Geothermie

Die Auswertung der nutzbaren Flächen offenbart ein Gesamtwärmepotenzial aus oberflächennaher Geothermie von 49.474,8 MWh/a. Den größten Anteil daran haben Erdsonden mit einem absoluten Wärmepotenzial von 45.225,8 MWh/a auf einer Potenzialfläche von 24,1 ha. Kollektorfelder weisen mit 7,1 ha eine deutlich kleinere Potenzialfläche auf und können voraussichtlich 4.249,0 MWh/a zur Wärmebereitstellung beitragen. Der ermittelte Strombedarf für den Betrieb der entsprechenden Wärmepumpen summiert sich über beide Technologien auf 12.368,7 MWh/a.

	Potenzial- fläche [ha]	Installierbare Leistung (Wärmepumpe)		Wärmepotenzial (Nutzwärme nach Wärmepumpe)		Strom- bedarf (Wärmepumpe) [MWh _{el} /a]
		spezifisch [MW _{th} /ha]	absolut [MW _{th}]	spezifisch [MWh _{th} /(MW _{th} *a)]	absolut [MWh _{th} /a]	
Erdsonden	24,1	1,04	25,1	1.800,0	45.225,8	11.306,5
Kollektorfeld	7,1	0,33	2,4	1.800,0	4.249,0	1.062,2
Potenzial	31,2		27,5		49.474,8	12.368,7

Tabelle 18: Zusammenfassung der Potenziale für oberflächennahe Geothermie im Gemeindegebiet

Die folgende Karte stellt das räumlich verteilte Wärmepotenzial durch oberflächennahe Geothermie dar. Die höchsten nutzbaren Potenziale von 900 bis teilweise über 1.200 MWh/a konzentrieren sich stark auf die Siedlungsgebiete der Gemeinde. In weiten Teilen des übrigen Gemeindegebiets, insbesondere in den landwirtschaftlich geprägten Außenbereichen, liegen die berechneten Potenziale in der untersten Klasse von 0 bis 300 MWh/a.

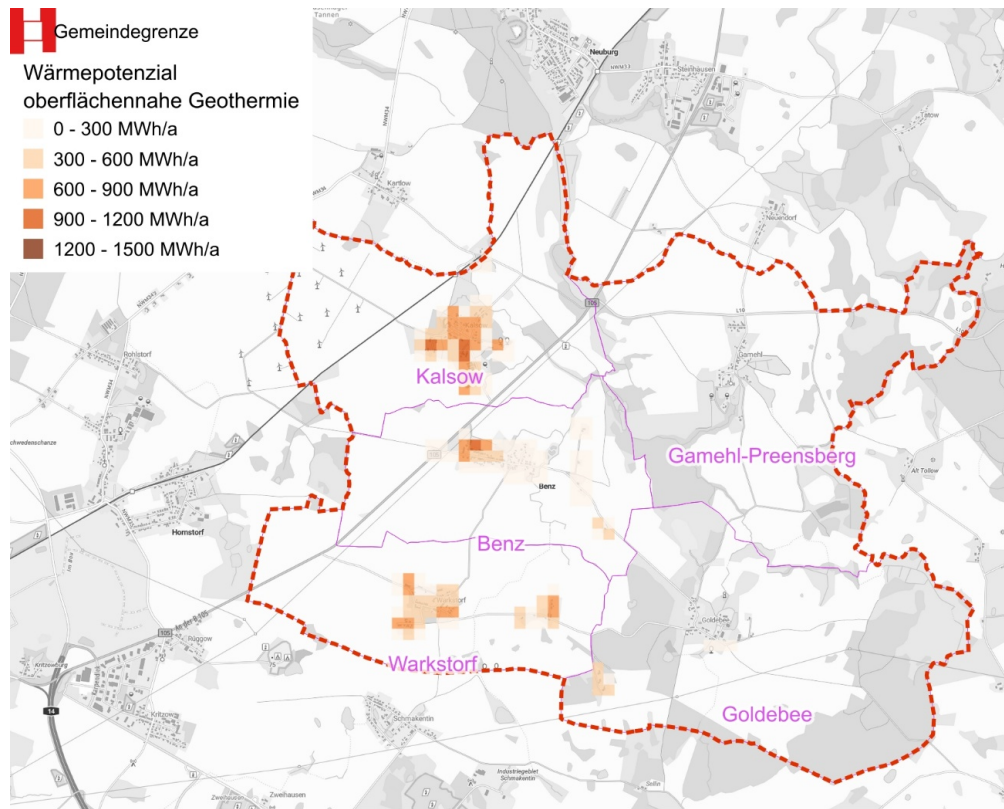


Abbildung 27: Räumliche Verteilung des Wärmepotenzials für oberflächennahe Geothermie

Ermittlungsmethodik

Flächenauswahl

- Max. Entfernung zu beheizten Gebäuden: 50 m
- Gebäudeabstand: 3 m
- Grenzabstand: 5 m
- Ausschluss von Wasserschutzgebieten
- Unterteilung nach Artesik (KOLLEKTOR) und nicht Artesik (SONDE)
- Kleinflächen < 4 m² ausgeschlossen

Erdsonden

- Spezifische Entzugsleistung: 50 W/m
- Betriebsstunden: 1800 h/a
- Sondenabstand: 8 m
- Sondenlänge: 100 m
- Jahresarbeitszahl Wärmepumpe: 4

Kollektorfelder

- Spezifische Entzugsleistung: 25 W/m²
- Betriebsstunden: 1800 h/a
- Jahresarbeitszahl Wärmepumpe: 4

5.8.3 Aquathermie (Wärme aus Oberflächengewässern)

Die Aquathermie nutzt die thermische Energie von Gewässern – in Benz insbesondere die der Ostsee.

Einschätzung für die individuelle Nutzung: Obwohl die Ostsee eine theoretisch unerschöpfliche Wärmequelle darstellt, ist die Nutzung für **individuelle Einzelversorgungen** in Benz als **äußerst kritisch bis nicht umsetzbar** einzustufen.

- **Physikalische Limitationen:** Um einer Wärmepumpe Energie zu entziehen, muss dem Wasser Wärme entnommen werden. Bei kleinen, dezentralen Anlagen besteht bei niedrigen Wassertemperaturen im Winter die akute Gefahr, dass der Wärmetauscher vereist (Einfriergefahr), was zum Systemausfall führt.
- **Technischer Aufwand:** Der Schutz vor Korrosion (Salzwasser), die Filterung von Sand und biologischem Aufwuchs (Muscheln, Algen) sowie die aufwendige Verlegung von Leitungen im Küstenbereich erfordern Dimensionen und Wartungsaufwände, die für ein Einfamilienhaus wirtschaftlich nicht darstellbar sind. Aquathermie ist technisch primär für großskalige Wärmenetzlösungen relevant, nicht jedoch für die dezentrale Einzelversorgung.

5.9 Grüne Gase (Wasserstoff, Biomethan und Bio-Flüssiggas)

Gemäß den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) ist die Nutzung von treibhausgasneutralen, gasförmigen Energieträgern (sogenannten „grünen Gasen“) als mögliche Erfüllungsoption für die kommunale Wärmeversorgung zu prüfen. Für die Gemeinde Benz besitzt dieser Prüfschritt jedoch keine hohe Relevanz, da im Untersuchungsgebiet keine Flüssiggas-Netzinfrastruktur existiert.

Die ingenieurtechnischen und energiewirtschaftlichen Grundlagen für diese Einordnung werden nachfolgend differenziert nach Energieträger dargelegt.

5.9.1 Wasserstoff (H₂) im Wärmemarkt

Die Erzeugung von grünem Wasserstoff erfolgt durch die Elektrolyse von Wasser unter Einsatz von Strom aus erneuerbaren Energien.

- **Infrastrukturelle Voraussetzungen:** Die Gemeinde Benz befindet sich in erheblicher räumlicher Distanz zu den geplanten überregionalen Wasserstoff-Kernnetzen. Eine Umrüstung der lokalen Gasinfrastruktur auf einen 100-prozentigen Wasserstoffbetrieb ist mit enormen investiven Hürden verbunden, da Leitungsnetze, Armaturen und Endgeräte aufgrund der spezifischen Moleküleigenschaften (Diffusionsneigung, Materialversprödung) vollständig ertüchtigt oder ausgetauscht werden müssten.
- **Thermodynamik und Allokation:** Aus ingenieurtechnischer Sicht ist die Nutzung von Wasserstoff zur dezentralen Gebäudebeheizung (Niedertemperaturwärme) aufgrund der hohen Umwandlungsverluste in der Bereitstellungskette äußerst ineffizient. Gemäß dem ökonomischen Prinzip der Merit-Order wird Wasserstoff prioritär in den sogenannten "Hard-to-abate"-Sektoren (Schwerindustrie, chemische Industrie, Schwerlastverkehr) allokiert, in denen keine direkten Elektrifizierungsoptionen bestehen und eine entsprechend hohe Zahlungsbereitschaft vorherrscht. Eine flächendeckende, wirtschaftliche Verfügbarkeit für den privaten Gebäude-Wärmemarkt in Benz ist daher als hochgradig unwahrscheinlich einzustufen.

<https://www.ifam.fraunhofer.de/de/Presse/fraunhofer-studie-fehlende-gasnetzplanung.html>

5.9.2 Biomethan (Bio-Erdgas) und Netzinfrastruktur

Biomethan wird durch die physikalische oder chemische Aufbereitung von Rohbiogas erzeugt und auf Erdgasqualität (H-Gas-Standard) veredelt. Es ist uneingeschränkt netzkompatibel. Einer langfristigen Nutzung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung stehen jedoch signifikante angebots- und netzseitige Hürden entgegen:

- **Erzeugerkapazitäten und Anlagenbestand:** Zahlreiche Bestands-Biogasanlagen fallen absehbar aus der 20-jährigen Förderkulisse des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG). Eine Umrüstung dieser Anlagen von der Vor-Ort-Verstromung auf eine Biomethan-Einspeisung erfordert den kapitalintensiven Bau neuer Biogasaufbereitungsanlagen (BGAA). Ohne eine hinreichende staatliche Investitionsförderung ist ein Kapazitätszubau, der den Wärmemarkt bedienen könnte, derzeit nicht absehbar.
- **Netzökonomie und Fixkostenremanenz:** Das größte volkswirtschaftliche Risiko für den Endverbraucher resultiert aus der Kostenstruktur der Gasverteilnetze. Wie aktuelle Analysen (u.a. Fraunhofer-Studien zur Gasnetztransformation, 2025) aufzeigen, führt der politisch und wirtschaftlich motivierte Wechsel vieler Haushalte zur Wärmepumpe zu einem signifikanten Rückgang der transportierten Gasmengen im Netz. Gasnetze weisen jedoch extrem hohe Fixkosten (Betrieb, Wartung, Abschreibungen) auf. Bei sinkenden Durchsatzmengen müssen diese Fixkosten auf eine immer kleiner werdende Anzahl verbleibender Netzkunden umgelegt werden. Dies führt unweigerlich zu **stark steigenden spezifischen Netznutzungsentgelten** (Cent/kWh) und birgt das Risiko sogenannter "Stranded Assets" (gestrandeter Investitionen).

5.9.3 Biogenes Flüssiggas (Bio-LPG)

Für die in Boiensdorf oft vorhandenen Flüssiggasheizungen stellt biogenes Flüssiggas (Bio-LPG) aufgrund seiner identischen chemischen Eigenschaften (Drop-in-Fähigkeit) eine technisch kompatible Alternative zum fossilen Produkt Flüssiggas dar. Eine Anpassung der Infrastruktur oder der Heizthermen wäre in der Regel nicht erforderlich.

Analyse der Lieferketten und Verfügbarkeit: Eine ingenieurtechnische Bewertung der Lieferketten zeigt jedoch eine hohe systemische Fragilität. Bio-LPG wird am Markt derzeit nicht als Primärprodukt synthetisiert. Es fällt nahezu ausschließlich als Kuppel- bzw. Nebenprodukt industrieller Raffinerieprozesse an – primär bei der Herstellung von hydrierten Pflanzenölen (HVO-Biodiesel) oder nachhaltigen Flugkraftstoffen (SAF) in nordwesteuropäischen Raffineriezentren.

Daraus resultiert eine vollständige Abhängigkeit der Produktionsmengen von den Kernprozessen der Kraftstoffindustrie. Sollten sich diese industriellen Verfahren in Zukunft technologisch wandeln oder Produktionslinien umgestellt werden, würde die Verfügbarkeit von Bio-LPG unmittelbar sinken. Alternative, rein synthetische Erzeugungsverfahren (wie z.B. erneuerbarer Dimethylether, rDME) befinden sich noch in frühen Forschungs- und Entwicklungsstadien. Sie weisen aktuell nicht die notwendige technologische Reife (Technology Readiness Level) auf, um eine marktwirtschaftlich skalierbare und preislich wettbewerbsfähige Grundversorgung von Wohngebäuden zu gewährleisten.

5.9.4 Regulatorischer Rahmen: Das Heizungsmodernisierungsgesetz und die „Biotreppe“

Die wärmeplanerische Bewertung dieser Restriktionen muss in Einklang mit der aktuellen Bundesgesetzgebung bewertet werden. Die von der aktuellen Regierungskoalition vorgelegten Eckpunkte zum

neuen Heizungsmodernisierungsgesetz sehen eine technologische Öffnung vor. Ein zentraler Mechanismus ist die sogenannte „**Biotreppe**“: Sie gestattet den Weiterbetrieb und bedingt den Neueinbau von Gas- oder Flüssiggasheizungen, sofern ein gesetzlich definierter, stufenweise ansteigender Anteil an grünen Gasen durch den Eigentümer nachgewiesen wird.

Wärmeplanerische Implikationen für die Gemeinde Benz: Aus Sicht der kommunalen Wärmeplanung stellt diese regulatorische Öffnungsklausel jedoch keine Lösung für die physikalischen und ökonomischen Engpässe dar. Der aktuelle Marktdialog mit Verteilnetzbetreibern und Gasversorgern zeigt, dass gegenwärtig keine belastbaren Versorgungsszenarien existieren, die eine flächendeckende Bereitstellung der für die Biotreppe erforderlichen Grün-Gas-Quoten zu vertretbaren Wärmebereitstellungskosten garantieren können.

5.10 Speichertechnologien und Systemflexibilität

Der erfolgreiche Umbau der kommunalen Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien erfordert zwingend eine Entkopplung von Wärmeerzeugung und Wärmeverbrauch. Da erneuerbare Energien (wie Solar- und Windstrom) natürlichen Schwankungen unterliegen, sind Speichersysteme das entscheidende Bindeglied, um Versorgungssicherheit zu garantieren und Kostenvorteile am Energiemarkt optimal auszunutzen. Gemäß den methodischen Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) wird in der Potenzialanalyse zwischen saisonalen Langzeitspeichern und kurzfristigen Flexibilitätsoptionen (Kurzzeitspeicher) differenziert.

5.10.1 Saisonalspeicher (Langzeitspeicher)

Saisonalspeicher haben die Aufgabe, Energieüberschüsse aus den Sommermonaten (z. B. aus großen Solarthermie- oder PV-Anlagen) in die winterliche Heizperiode zu überführen. Technologisch wird hierbei zwischen zentralen Lösungen für Wärmenetze und dezentralen Lösungen für Einzelgebäude unterschieden.

5.10.1.1 Dezentrale Saisonalspeicher (Einzelgebäude)

- **Der Eisspeicher:** Eine technologisch ausgereifte Lösung für Einzelgebäude (oder kleine Quartiere) ist der Eisspeicher. Dabei handelt es sich um eine im Erdreich verbaute, wassergefüllte Zisterne, die im Sommer durch Umweltwärme (Luft/Sonne) erwärmt wird. Im Winter entzieht eine Wärmepumpe diesem Wasser die Energie, bis es gefriert. Das System nutzt den physikalischen Effekt der *Kristallisationswärme*: Beim Phasenübergang von Wasser zu Eis wird extrem viel nutzbare Energie freigesetzt. Der Eisspeicher agiert somit als saisonale Wärmequelle und Speicher in einem. In Benz ist dies eine hochgradig effiziente, wenn auch investitionsintensive High-End-Lösung für Grundstücke, auf denen keine Erdwärmebohrungen genehmigungsfähig sind.
- **Wasserstoff-Heimspeicher (H₂-Elektrolyse):** Es existieren Konzepte am Markt (z. B. Picea-Systeme), bei denen eigener PV-Strom im Sommer genutzt wird, um Wasserstoff zu erzeugen. Dieser wird in Flaschenbündeln auf dem Grundstück gespeichert und im Winter über eine Brennstoffzelle in Strom und Wärme zurückgewandelt. **Wärmeplanerische Bewertung:** Dieses Verfahren ist durch die mehrfache Umwandlung extrem verlustreich und mit immensen Investitionskosten verbunden. Ein sinnvoller und wirtschaftlicher Betrieb ist im Regelfall nur in Passivhäusern oder extrem gut gedämmten Neubauten mit minimalem Restwärmebedarf möglich. Für den dörflichen Gebäudebestand stellt dies derzeit keine breitflächig empfohlene Erfüllungsoption dar.

5.10.1.2 Zentrale Saisonalspeicher (Wärmenetze)

Für netzgebundene Versorgungsstrukturen sind großskalige Speicher unabdingbar, um die Wärme zentraler Erzeuger effizient zu managen.

- **Erdbecken-Wärmespeicher (PTES):** Nach dem sogenannten „Dänischen Vorbild“ werden hierbei riesige Becken in die Erde gegraben, mit Spezialfolie abgedichtet, mit Wasser gefüllt und an der Oberfläche hochgradig isoliert. Sie nehmen im Sommer überschüssige Wärme (z. B. aus Solarthermie-Freiflächen) auf und geben sie im Winter an das Wärmenetz ab.
- **Wärmespeicher im Hochbau (Drucklose Behälter):** Hierbei handelt es sich um riesige „Thermoskannen“ aus Stahl, wie sie beispielsweise die Stadtwerke Rostock an der Warnow betreiben. Diese speichern zehntausende Kubikmeter heißes Wasser und ermöglichen es, die Wärmeerzeugung (z. B. durch Abwärme oder Großwärmepumpen) völlig unabhängig vom aktuellen Verbrauch der Stadt zu betreiben.

Fazit für Benz: Großwärmespeicher wie Erdbecken oder Hochbauspeicher sind systemrelevant für städtische Fernwärmenetze. Für das eng begrenzte, dörfliche Wärmenetzgebiet in Benz sind diese Anlagen aufgrund ihrer gewaltigen Dimensionen und Infrastrukturkosten überdimensioniert und technisch nicht verhältnismäßig.

5.10.2 Kurzzeitspeicher und Systemflexibilität (Lastverschiebung)

Während Saisonalspeicher Energie über Monate vorhalten, dienen Kurzzeitspeicher dem täglichen Lastenausgleich (Tag-Nacht-Zyklus). Durch die konsequente **Systemflexibilisierung** können erhebliche Betriebskosten eingespart und die lokalen Netze entlastet werden.

Exkurs: § 14a EnWG, dynamische Stromtarife und das Energiemanagementsystem (EMS)

Die Gesetzgebung (insb. § 14a EnWG) fördert die Integration „steuerbarer Verbrauchseinrichtungen“. Um das volle Potenzial dieser Regelung auszuschöpfen, ist der Einsatz eines **intelligenten Energiemanagementsystems (EMS)** für die Zukunft von entscheidender Bedeutung. Ein EMS fungiert als digitale Schaltzentrale des Gebäudes. Es vernetzt die Sektoren Wärme (Wärmepumpe), Mobilität (Ladesäule/E-Auto) und Strom (PV-Anlage/Batteriespeicher) zu einem intelligenten Gesamtsystem.

Die Vorteile dieser intelligenten Steuerung sind:

- **Vollautomatisierte Optimierung:** Moderne EMS-Lösungen organisieren im Hintergrund vollautomatisch das wirtschaftliche Optimum. Sie „entscheiden“ auf Basis von Wetterprognosen und dynamischen Börsenstrompreisen, wann die Wärmepumpe läuft oder das E-Auto geladen wird.
- **Kosten- und Speicheroptimum:** Ziel ist es, den Eigenverbrauch zu maximieren und Netzstrom genau dann zu beziehen, wenn er am günstigsten ist. Das EMS sorgt dafür, dass thermische und elektrische Speicher optimal gefüllt werden, bevor teure Spitzenlastzeiten beginnen.
- **Marktverfügbarkeit und Integration:** Solche Systeme sind heute bereits Stand der Technik. Sie sind oft bereits als Software-Modul in modernen Photovoltaik-Wechselrichtern integriert oder können als einfache Hardware-Bausteine bei bestehenden Anlagen nachgerüstet werden.

Für den Endverbraucher bedeutet dies einen „Hands-off“-Ansatz: Das System garantiert maximalen Komfort bei minimalen Betriebskosten, während gleichzeitig ein aktiver Beitrag zur Netzstabilität geleistet wird.

5.10.2.1 Effizienzhierarchie der Speichermethoden

Um das Gebäude in den Abschaltzeiten der Wärmepumpe warm zu halten, muss die in der „günstigen Phase“ erzeugte Wärme zwischengespeichert werden. Hierbei existiert eine klare ökonomische und energetische Hierarchie:

1. Thermische Bauteilaktivierung (Höchste Effizienz):

Die Nutzung der Gebäudemasse (Fußbodenheizung, Betonkern) ist die kostengünstigste Methode. Das EMS kann hierbei die Wärmepumpe so steuern, dass sie die Masse bei Stromüberschuss um wenige Grad leicht „überlädt“. Durch den hohen Dämmstandard wird diese Wärme zeitversetzt und hocheffizient abgegeben. Es sind keine zusätzlichen Investitionen in separate Speichergefäße nötig.

2. Isolierte Wasser-Pufferspeicher (Mittlere Effizienz):

Wenn keine ausreichende Bauteilmasse vorhanden ist (z. B. bei Bestandsgebäuden mit Heizkörpern), dient Wasser als Speichermedium. Das EMS steuert die Beladung des Puffers nachts oder mittags. Nachteilig sind die oft notwendigen höheren Vorlauftemperaturen, die die Effizienz der Wärmepumpe im Vergleich zur Flächenheizung leicht mindern.

3. Elektrische Batteriespeicher (Geringste Effizienz für Heizzwecke):

Batterien sind exzellent geeignet, um Haushaltsstrom (Licht, Geräte) zu puffern. Für die reine Wärmeerzeugung (Heizung) sind sie aufgrund der Umwandlungsverluste und der hohen Kosten pro kWh Speicherkapazität jedoch die unwirtschaftlichste Option. Das EMS wird daher immer versuchen, erst die thermischen Speicher zu nutzen, bevor Energie für die Heizung teuer elektrisch zwischengespeichert wird.

5.10.3 Ergebnisdarstellung: Speichersysteme

- **Netzgebundenes Gebiet:** Einsatz standardisierter zentraler Heißwasser-Pufferspeicher zur Glättung der Erzeugerspitzen (z.B. Biomassekessel/Abwärme) wird empfohlen. Großskalige Saisonalspeicher sind nicht wirtschaftlich .
- **Dezentrales Gebiet (Individuelle Versorgung):** Die Gemeinde empfiehlt in ihren Sanierungsleitfäden primär die **Ertüchtigung der Gebäude für die thermische Bauteilaktivierung** in Kombination mit einem **Energiemanagementsystem (EMS)**. Dies stellt die zukunftsicherste Lösung dar, um von dynamischen Stromtarifen und Netzentgelten (§ 14a EnWG) vollautomatisch zu profitieren und die Betriebskosten langfristig zu minimieren.

6 Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Die Einteilung des Gemeindegebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete bildet das Herzstück der kommunalen Wärmeplanung. Auf Basis der vorangegangenen Bestands- und Potenzialanalyse wird hierbei festgelegt, welche Versorgungsart – zentral über Netze oder dezentral über Einzelanlagen – für bestimmte Teilbereiche der Gemeinde die technisch sinnvollste und wirtschaftlich effizienteste Lösung darstellt. Diese Eignungsgebiete dienen als strategische Orientierung für Bürger, Unternehmen und Energieversorger, um zukünftige Investitionsentscheidungen planbar zu machen.

6.1 Wärmenetzgebiete

Wärmenetzgebiete kennzeichnen Bereiche, in denen aufgrund einer hohen Wärmebedarfsdichte oder der Nähe zu bedeutenden Abwärmequellen bzw. erneuerbaren Wärmepotenzialen eine leitungsgebundene Versorgung angestrebt wird. In diesen Gebieten ist der Aufbau, die Fortführung oder die Erweiterung eines Nah- oder Fernwärmenetzes ökologisch und ökonomisch vorteilhaft. Die zentrale Erzeugung ermöglicht die effiziente Einbindung von großskaligen Technologien wie Solarthermie, Großwärmepumpen oder Biomasse, was den einzelnen Gebäudeeigentümern den Umstieg auf klimaneutrale Wärme ohne eigene komplexe Anlagentechnik erleichtert.

6.2 Versorgungsgebiet für Wasserstoff / Grüne Gase

Als Wasserstoffnetzgebiete werden jene Zonen ausgewiesen, in denen perspektivisch eine Versorgung durch die Umstellung bestehender Erdgasnetze oder den Neubau von Infrastruktur für grünen Wasserstoff möglich erscheint. Diese Gebiete sind meist durch spezifische industrielle Anforderungen oder eine direkte Nähe zum überregionalen Wasserstoff-Kernnetz geprägt. Die Ausweisung erfolgt unter Berücksichtigung der Verfügbarkeit von Wasserstoff und der wirtschaftlichen Darstellbarkeit gegenüber anderen klimaneutralen Alternativen.

Im Gemeindegebiet Benz werden keine Wasserstoffnetzgebiete ausgewiesen. Hintergrund ist die Einstufung von Wasserstoff als knappe und kostbare Ressource, die vorrangig industriellen Prozessen vorbehalten bleibt und somit für die flächendeckende Versorgung von Haushaltswärme keine wirtschaftliche Option darstellt.

6.3 Prüfgebiete

In den sogenannten Prüfgebieten ist zum aktuellen Zeitpunkt noch keine eindeutige Vorzugsvariante zwischen einer netzgebundenen und einer dezentralen Versorgung festlegbar. Dies kann an einer heterogenen Bebauungsstruktur oder an noch nicht final erschlossenen Wärmequellen liegen. Für diese Bereiche sind weiterführende Untersuchungen, wie detaillierte Machbarkeitsstudien oder Quartierskonzepte, erforderlich. Ziel ist es, in einem definierten Zeitraum Klarheit darüber zu schaffen, welche Versorgungsform hier langfristig die höchste Kosteneffizienz und Klimaschutzwirkung entfaltet.

6.4 Gebiete für dezentrale Versorgung

Gebiete für dezentrale Versorgung umfassen vorrangig Bereiche mit einer geringen Wärmebedarfsdichte, wie beispielsweise Einzelgehöfte oder locker bebaute Wohngebiete (z. B. Einfamilienhausgebiete am Orts-

rand). In diesen Zonen ist der Bau eines Wärmenetzes aufgrund der hohen Leitungskosten pro Anschluss wirtschaftlich meist nicht darstellbar. Die Wärmeversorgung erfolgt hier individuell pro Gebäude oder durch kleine Nachbarschaftslösungen. Im Fokus stehen dabei klimafreundliche Technologien wie elektrische Wärmepumpen, Biomasseheizungen oder solarthermische Ergänzungen, die eigenverantwortlich durch die Eigentümer umgesetzt werden.

6.5 Zusammenfassung der Gebietsausweisung

Die Wärmeplanung für Benz konzentriert sich auf zwei wesentliche Säulen:

- **Wärmenetzgebiet:** In den bereits durch Wärmenetze erschlossenen Bereichen der Gemeinde wird die Fortführung der zentralen Versorgung unter Nutzung lokaler Potenziale angestrebt. Eine Nachverdichtung in diesen Bereichen ist ggf. möglich.
- **Dezentrale Versorgung:** Die übrigen Gemeindeteile eignen sich aufgrund ihrer Struktur vorrangig für individuelle Lösungen (z. B. Wärmepumpen).

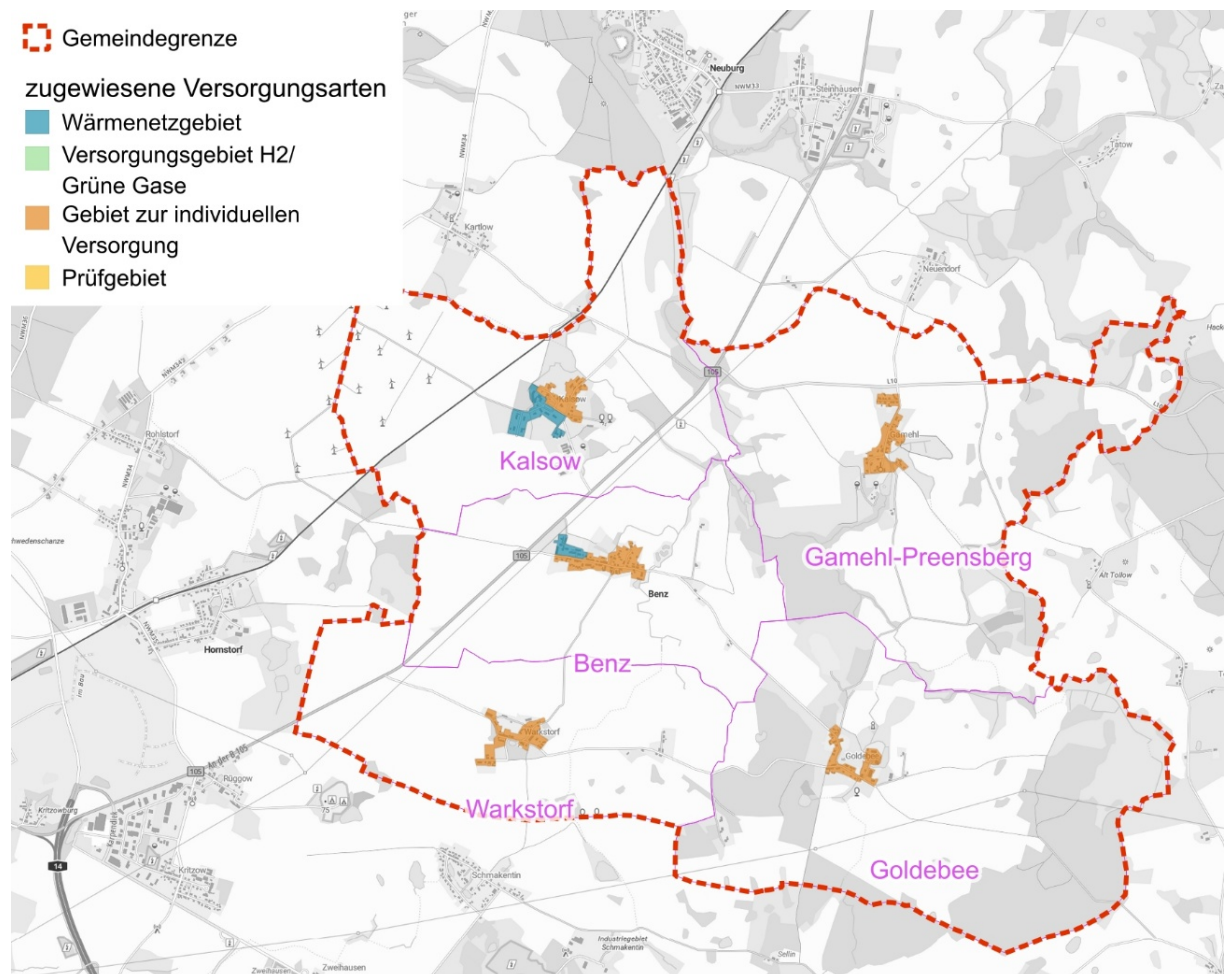


Abbildung 28: Zusammenfassung der Gebietsausweisung

Im Folgenden werden die Gebiete jeweils einzeln dargestellt:

6.5.1 Zone SK24.18_02_01 Benz 1

Die kartografische Darstellung für das Gebiet verdeutlicht die **Ausweisung als Bereich zur individuellen Versorgung**. Die Wärmebedarfsklassen der Einzelgebäude variieren überwiegend zwischen 15 und 50 MWh, wobei vereinzelt höhere Bedarfe bis 100 MWh auftreten. Die berechnete Wärmelinien-dichte liegt im gesamten Abschnitt unterhalb der Rentabilitätsschwelle für ein leitungsgebundenes System, was die dezentrale Versorgungsstrategie bestätigt.



Abbildung 29: Zugeordnete Versorgungsarten für Benz 1

Die Strukturanalyse für den Bereich weist aktuell 46 Gebäude auf, deren Wärmebedarf sich auf 1.050 MWh/a summiert. Die Wärmebedarfsdichte liegt bei 126 MWh/(ha*a) und unterstreicht die Eignung für gebäudeindividuelle Lösungen wie Wärmepumpen. Das theoretische Sanierungspotenzial wird auf 28 % beziffert.

Siedlungsstruktur

	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	46	+1
Bauweise	gemischt	
Baualter	überw. älterer Bestand	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	überw. Wohnen	

Bedarfsstruktur

	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	1.050 MWh/a	+6 MWh/a
Sanierungspotenzial	-28%	
Wärmebedarfsdichte	126 MWh/(ha*a)	127 MWh/(ha*a)

Versorgungsinfrastruktur

Wärmenetz	teilweise vorhanden
Erdgasnetz	nicht vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale

Biogasanlagen (2 km)	1.439 kW(th)
Windkraftanlagen (5 km)	45.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	31 ha
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	33.791 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	54 ha

Ausweisung Versorgungsart

Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich
Bemerkungen	

Tabelle 19: Struktur- und Potentialdaten für Benz 1

6.5.2 Zone SK24.18_02_02 Benz 2

Die detaillierte Betrachtung der Zone zeigt eine **klare Ausweisung als künftiges Wärmenetzgebiet**. Mehrere großvolumige Gebäudekomplexe weisen einen erhöhten Wärmebedarf von 100 bis über 500 MWh auf, was eine konzentrierte Wärmeabnahme sicherstellt. Die Wärmelinien-dichte überschreitet entlang der Hauptachse den Wert von 1,75 MWh/(m*a) und bietet somit gute wirtschaftliche Voraussetzungen für den Weiterbetrieb des bestehenden Wärmenetzes.

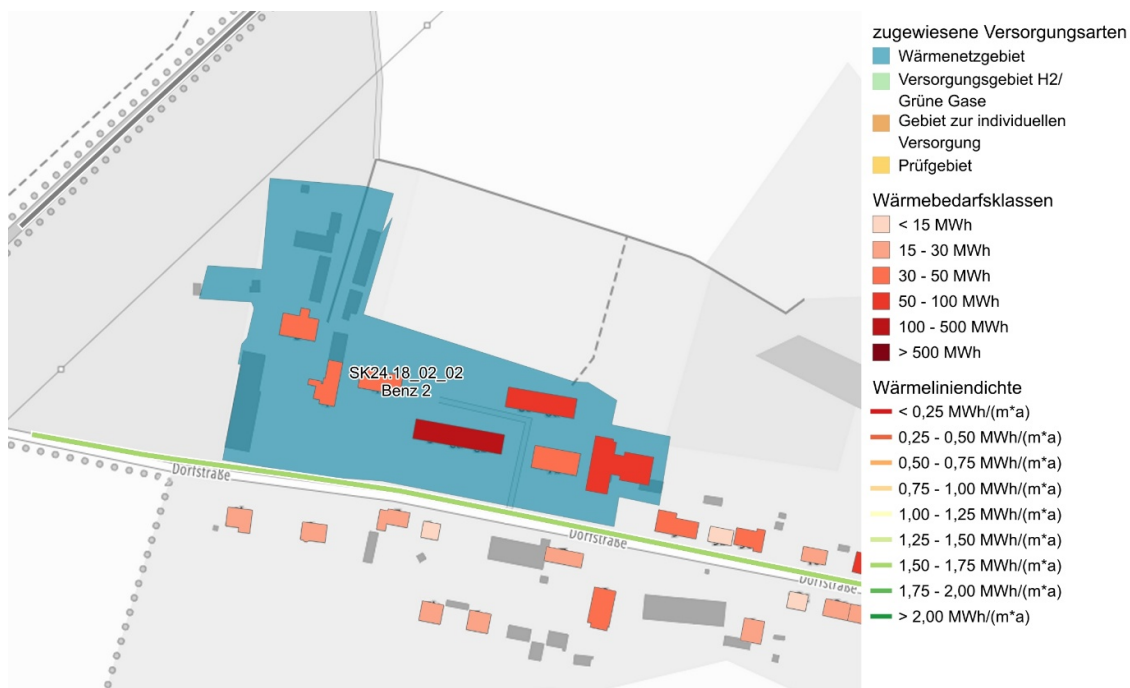


Abbildung 30: Zugeordnete Versorgungsarten für Benz 2

In der untersuchten Zone generieren derzeit 7 Gebäude einen jährlichen Wärmebedarf von 427 MWh/a. Die Einstufung als Wärmenetzgebiet wird als möglich bewertet, zumal bereits ein Bestandswärmenetz vorhanden ist, auf dem aufgebaut werden kann. Mit einer hohen Wärmebedarfsdichte von 197 MWh/(ha·a) sind die strukturellen Voraussetzungen für eine leitungsgebundene Versorgung gegeben. Eine energetische Sanierung der Gebäude könnte den Bedarf perspektivisch um 28 % reduzieren.

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	7	
Bauweise	gemischt	
Baualter	überw. älterer Bestand	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	überw. Wohnen	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	427 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-28%	
Wärmebedarfsdichte	197 MWh/(ha·a)	

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	vorhanden
Erdgasnetz	nicht vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	1.439 kW(th)
Windkraftanlagen (5 km)	45.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	14 ha
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	33.791 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	54 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Wärmenetzgebiet
Umsetzungswahrscheinlichkeit	möglich
Bemerkungen	Bestandswärmenetz

Tabelle 20: Struktur- und Potentialdaten für Benz 2

6.5.3 Zone SK24.18_01_01 Kalsow 1

Das betrachtete Gebiet ist vollständig als **Bereich zur individuellen Versorgung** ausgewiesen. Die meisten Gebäude in der Siedlungsstruktur ordnen sich in Wärmebedarfsklassen zwischen 15 und 50 MWh ein, während vereinzelt Werte bis 100 MWh erreicht werden. Aufgrund der aufgelockerten Bebauung bleibt die Wärmeliniedichte im gesamten Perimeter auf einem niedrigen Niveau von unter 0,25 MWh/(ha·a), was einen netzgebundenen Ausbau wirtschaftlich unzweckmäßig macht.

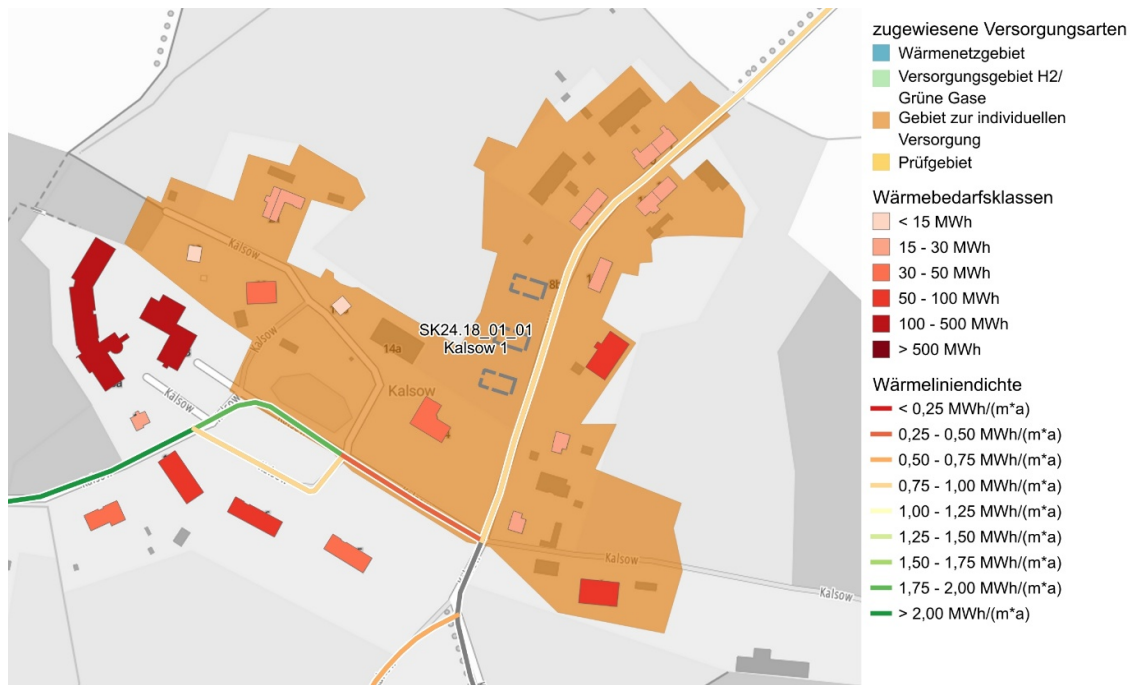


Abbildung 31: Zugeordnete Versorgungsarten für Kalsow 1

Die Erhebung für den Bereich umfasst 17 überwiegend ältere Gebäude mit gemischter Bauweise und einem kumulierten Wärmebedarf von 484 MWh/a. Die Umsetzung einer gebäudeindividuellen Versorgung wird als sehr wahrscheinlich eingestuft, da die berechnete Wärmebedarfsdichte mit lediglich 86 MWh/(ha*a) sehr gering ausfällt, obgleich ein Wärmenetz teilweise vorhanden ist. Durch gezielte Sanierungsmaßnahmen lässt sich der Energiebedarf des Bestands voraussichtlich um 29 % senken.

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	17	+3
Bauweise	gemischt	
Baualter	überw. älterer Bestand	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	Wohnen	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	484 MWh/a	+58 MWh/a
Sanierungspotenzial	-29%	
Wärmebedarfsdichte	86 MWh/(ha*a)	96 MWh/(ha*a)

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	teilweise vorhanden
Erdgasnetz	nicht vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale

Biogasanlagen (2 km)	1.439 kW(th)
Windkraftanlagen (5 km)	45.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	37 ha
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	32.193 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	54 ha

Ausweisung Versorgungsart

Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich
Bemerkungen	

Tabelle 21: Struktur- und Potentialdaten für Kalsow 1

6.5.4 Zone SK24.18_01_02 Kalsow 2

Die Kartierung verdeutlicht die Eignung des Gebiets für eine zentrale Wärmeversorgung und **weist es entsprechend als Wärmenetzgebiet** aus. Entlang der Hauptstraße weisen große Mehrfamilienhäuser einen signifikanten Wärmebedarf von 100 bis über 500 MWh auf. Die resultierende Wärmelinien-dichte liegt im Kernbereich über 2,00 MWh/(m*a) und markiert somit günstige Bedingungen für den Fortbetrieb des bestehenden Wärmenetzes.

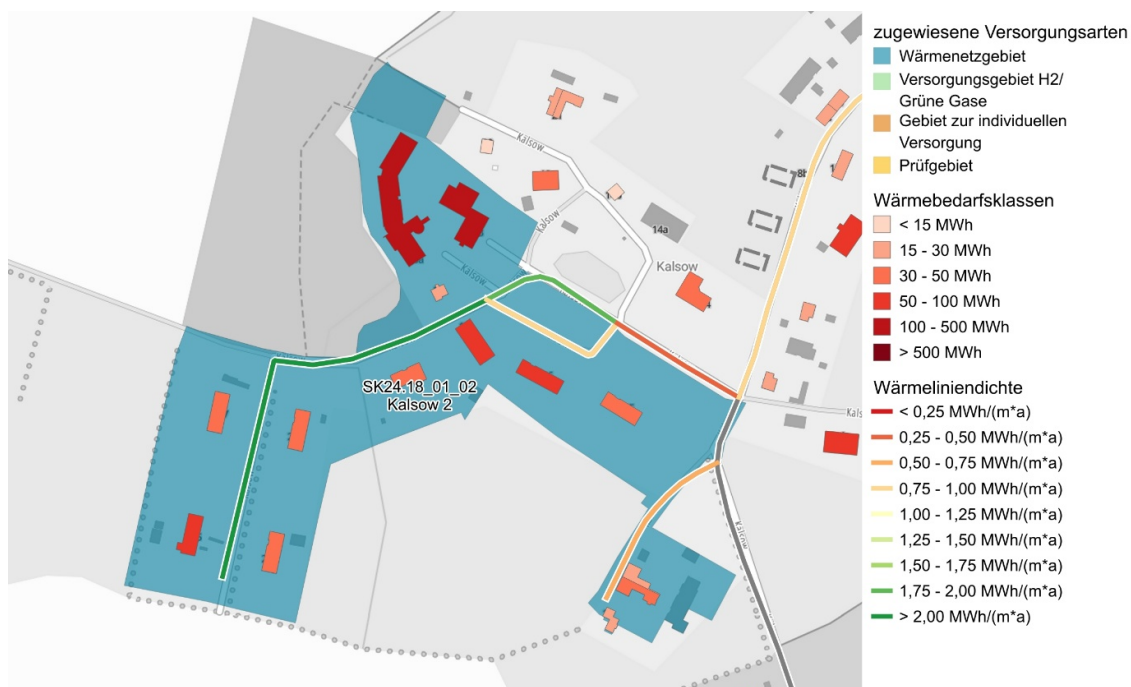


Abbildung 32: Zugeordnete Versorgungsarten für Kalsow 2

Die Datenbasis für die Zone dokumentiert 14 Mehrfamilienhäuser älteren Baualters, die einen jährlichen Wärmebedarf von 1.002 MWh/a besitzen. Die Ausweisung als Wärmenetzgebiet stützt sich auch auf das bereits vorhandene Bestandswärmenetz und die Wärmebedarfsdichte von 157 MWh/(ha·a). Das kalkulierte Sanierungspotenzial des Bestands beläuft sich auf beträchtliche 30 %.

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	14	
Bauweise	überw. Mehrfamilienhaus	
Baualter	überw. älterer Bestand	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	Wohnen	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	1.002 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-30%	
Wärmebedarfsdichte	157 MWh/(ha·a)	

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	vorhanden
Erdgasnetz	nicht vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	1.439 kW(th)
Windkraftanlagen (5 km)	45.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	36 ha
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	32.701 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	54 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Wärmenetzgebiet
Umsetzungswahrscheinlichkeit	möglich
Bemerkungen	Bestandswärmenetz

Tabelle 22: Struktur- und Potentialdaten für Kalsow 2

6.5.5 Zone SK24.18_03_01 Gamehl

Die Visualisierung für das Gebiet belegt die **Zuordnung zur individuellen Wärmeversorgung**. Die Streusiedlung weist, bis auf ein größeres Anwesen, vornehmlich Gebäude mit einem Wärmebedarf zwischen 15 und 50 MWh auf. Die Wärmelinien-dichte im Ortsverlauf liegt bei unter 0,25 MWh/(m·a), weshalb dezentrale Lösungen für die Anlieger zu favorisieren sind.

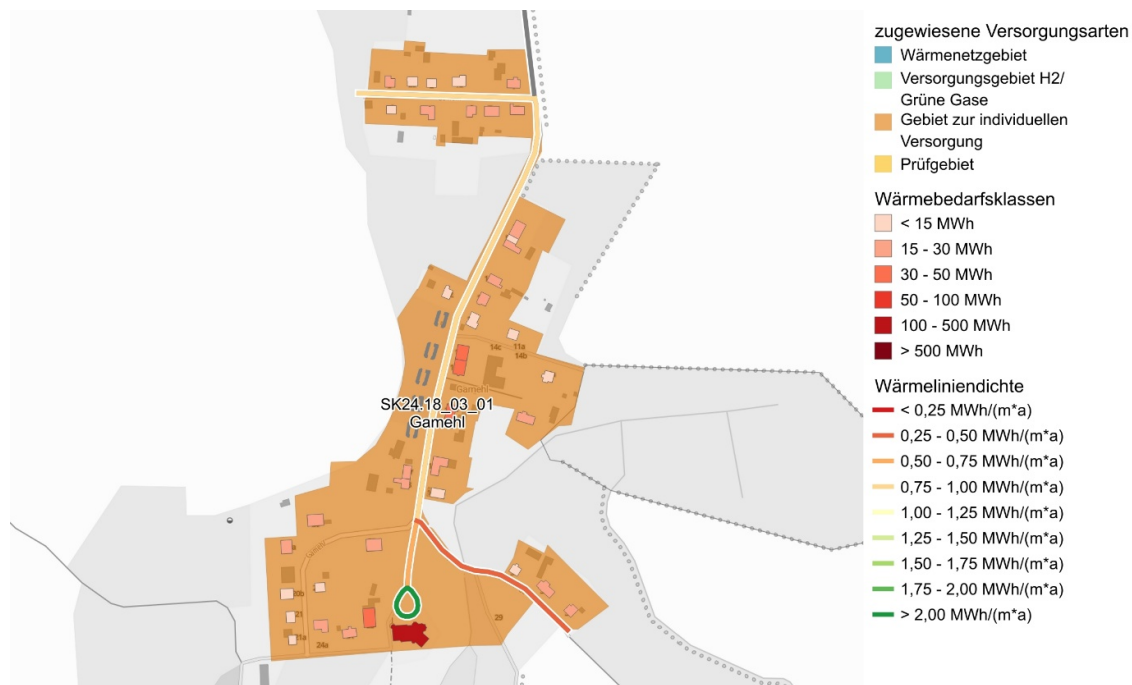


Abbildung 33: Zugeordnete Versorgungsarten für Gamehl

Die Siedlungsstruktur in dem Bereich besteht aktuell aus 41 Gebäuden mit gemischter Bauweise, deren Wärmebedarf insgesamt 792 MWh/a beträgt. Die berechnete Wärmebedarfsdichte von lediglich 98 MWh/(ha*a) bestätigt die mangelnde Wirtschaftlichkeit für zentrale Netze. Das ermittelte Sanierungspotenzial der Bestandsgebäude liegt bei 25 %.

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	41	+5
Bauweise	gemischt	
Baualter	gemischt	
Ausbaustatus	Nachverdichtung möglich	
Nutzungsart	überw. Wohnen	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	792 MWh/a	+38 MWh/a
Sanierungspotenzial	-25%	
Wärmebedarfsdichte	98 MWh/(ha*a)	103 MWh/(ha*a)

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	nicht vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale

Biogasanlagen (2 km)	
Windkraftanlagen (5 km)	45.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	42 ha
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	24.645 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	26 ha

Ausweisung Versorgungsart

Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich
Bemerkungen	

Tabelle 23: Struktur- und Potentialdaten für Gamehl

6.5.6 Zone SK24.18_05_01 Goldebee

Die Karte zeigt die Ausweisung des Bereichs **zur individuellen Versorgung**. Die Wärmebedarfsklassen der Einzelgebäude streuen stark, wobei einige größere Komplexe Werte von 100 bis über 500 MWh erreichen, während die Mehrheit bei 15 bis 50 MWh verbleibt. Trotz lokaler Bedarfsspitzen reicht die zusammenhängende Wärmelinien-dichte nicht für eine wirtschaftliche Netzerschließung aus, da die Werte im Trassenverlauf überwiegend unter 0,50 MWh/(m*a) rangieren.



Abbildung 34: Zugeordnete Versorgungsarten für Goldebee

Im untersuchten Gebiet generieren 31 vorwiegend als Einfamilien- oder Doppelhäuser genutzte Bestandsgebäude einen gesamten Wärmebedarf von 780 MWh/a. Die Wärmebedarfsdichte liegt bei 130 MWh/(ha·a). Das theoretische Einsparpotenzial durch energetische Sanierung wird auf 29 % quantifiziert.

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	31	
Bauweise	überw. Einfamilien- / Doppelhaus	
Baualter	überw. älterer Bestand	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	Wohnen	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	780 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-29%	
Wärmebedarfsdichte	130 MWh/(ha·a)	

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	nicht vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	
Windkraftanlagen (5 km)	44.200 kW(e)
Windvorranggebiete (5 km)	41 ha
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	23.365 kW(e)
geplante PV-Flächen (5 km)	26 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich
Bemerkungen	

Tabelle 24: Struktur- und Potentialdaten für Goldebee

6.5.7 Zone SK24.18_04_01 Warkstorf

Die Plandarstellung weist den untersuchten Bereich vollständig als **Gebiet zur individuellen Versorgung aus**. Die Bebauung ist geprägt durch Gebäude mit einem moderaten Wärmebedarf, der sich großflächig zwischen 15 und 50 MWh bewegt. Die Wärmelinien-dichte ist im gesamten Siedlungsverlauf gering, wodurch der Aufbau einer zentralen Netzinfrastruktur nicht wirtschaftlich abzubilden ist.

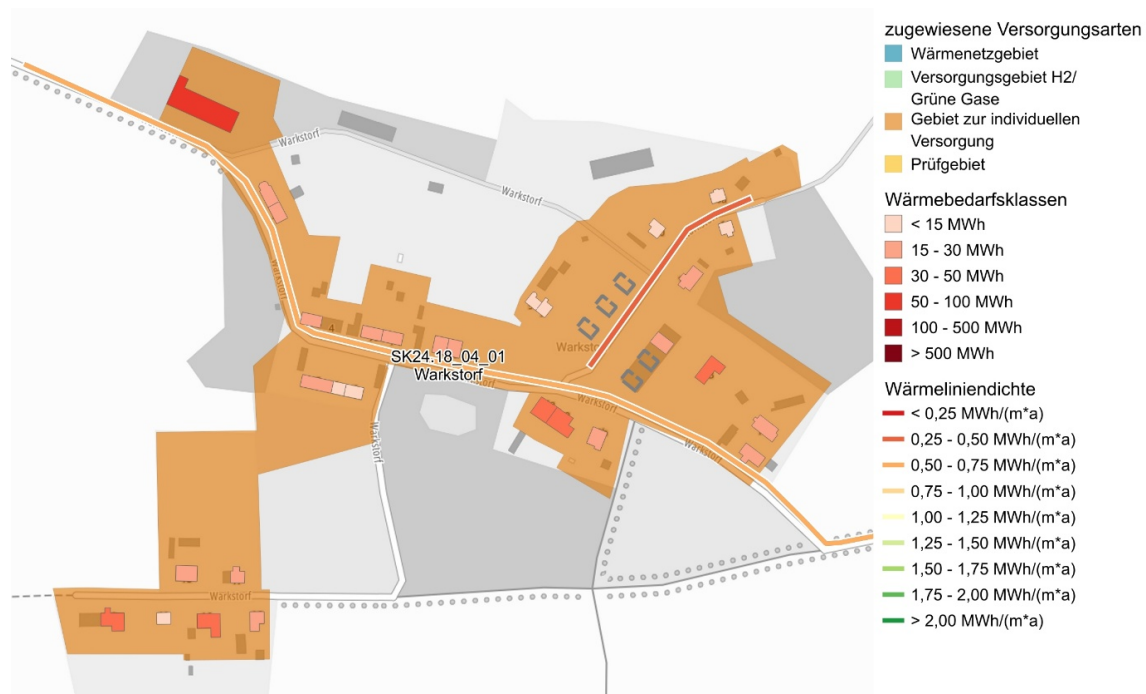


Abbildung 35: Zugeordnete Versorgungsarten für Warkstorf

Die Analyse der Siedlungsstruktur ergibt einen Bestand von 30 Gebäuden, überwiegend Einfamilien- und Doppelhäuser, mit einem jährlichen Wärmebedarf von 703 MWh/a. Die ermittelte Wärmebedarfsdichte von 102 MWh/(ha·a) stützt diese strategische Zuweisung. Eine Sanierung der vorwiegend älteren Gebäude könnte den Bedarf um beachtliche 30 % mindern.

Siedlungsstruktur

	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	30	+5
Bauweise	überw. Einfamilien- / Doppelhaus	
Baualter	gemischt	
Ausbaustatus	Nachverdichtung möglich	
Nutzungsart	überw. Wohnen	

Bedarfsstruktur

	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	703 MWh/a	+38 MWh/a
Sanierungspotenzial	-30%	
Wärmebedarfsdichte	102 MWh/(ha*a)	108 MWh/(ha*a)

Versorgungsinfrastruktur

Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	nicht vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale

Biogasanlagen (2 km)	610 kW(th)
Windkraftanlagen (5 km)	45.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	20 ha
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	29.300 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	54 ha

Ausweisung Versorgungsart

Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich
Bemerkungen	

Tabelle 25: Struktur- und Potentialdaten für Warkstorf

7 Bedarfsprognose und Zielbild 2045: Der Pfad zur Treibhausgasneutralität

Gemäß den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) erfordert die kommunale Wärmeplanung neben der reinen Potenzialanalyse eine fundierte Bedarfsprognose sowie die Definition eines verbindlichen Zielszenarios für das Jahr 2045, flankiert von messbaren Zwischenzielen. Dieses Kapitel skizziert den transformativen Pfad der Gemeinde Benz von der fossilen Gegenwart in eine klimaneutrale Zukunft.

7.1 Ausgangssituation (Status quo)

Die fundierte Planung erfordert zunächst die Betrachtung der aktuellen Versorgungsstruktur. Der Wärmemarkt in der dörflichen Struktur von Benz ist historisch bedingt stark fossil geprägt. Die Gebäudebeheizung und Trinkwassererwärmung erfolgen außerhalb der Wärmenetzgebiete gegenwärtig überwiegend durch Flüssiggasthermen und Ölheizkessel. Wärmepumpen und moderne Biomasseanlagen machen aktuell nur einen geringen Bruchteil der installierten Erzeugerleistung aus. Aus dieser Struktur resultieren signifikante Treibhausgasemissionen (THG) sowie eine hohe Abhängigkeit von importierten, fossilen Energieträgern.

7.2 Bedarfsprognose und demografische Entwicklung

Um die zukünftige Erzeugungsstruktur effizient zu dimensionieren, muss der voraussichtliche Wärmebedarf der Gemeinde bis 2045 prognostiziert werden. Hierbei spielen zwei wesentliche Faktoren eine Rolle:

- **Demografische Faktoren:** Die Bevölkerungsentwicklung und die Belegungsdichte der Wohngebäude (z. B. der Trend zu geringeren Haushaltsgrößen oder eine alternde Bevölkerungsstruktur in der ländlichen Küstenregion) beeinflussen das Nutzungsverhalten und somit den spezifischen Heizwärmebedarf.
- **Energetische Gebäudesanierung:** Das Modell geht von einer kontinuierlichen Sanierungsrate (Dämmung, Fenstertausch) von ca. 1 % bis 2 % pro Jahr im Gebäudebestand aus. Durch die sinkenden Transmissionswärmeverluste wird der absolute Endenergiebedarf der Gemeinde sukzessive zurückgehen.

Ingenieurtechnischer Hinweis: Eine Sanierungsrate von 1 % bis 2 % ist ein planerischer Richtwert. Die reale Umsetzung ist hochgradig abhängig von der gesamtwirtschaftlichen Situation der Anwohner, der Entwicklung der Baukosten sowie der staatlichen Förderkulisse.

7.3 Zielbild 2045: Die klimaneutrale Gemeinde Benz

Bis zum Jahr 2045 soll in der Gemeinde Benz eine zu 100 % treibhausgasneutrale Wärmeversorgung realisiert werden. Aufgrund der Siedlungsstruktur stützt sich dieses Zielbild auf eine klare technologische Aufteilung der zuvor definierten Versorgungsgebiete:

- **Das individuelle Versorgungsgebiet** (Hauptbestandteil): Hier wird eine Aufteilung der Erzeugerstruktur von etwa 80 % zu 20 % angestrebt.
 - **ca. 80 % Wärmepumpen:** Die Elektrifizierung der Wärme bildet das Rückgrat der dörflichen Versorgung. Um die Betriebskosten zu minimieren, wird der Einsatz der

Wärmepumpen flächendeckend mit der Installation von Photovoltaikanlagen (PV) zur Sektorenkopplung (Eigenstromnutzung) kombiniert.

- **ca. 20 % Biomasse:** Für schwer sanierbare Bestandsgebäude oder den Denkmalschutz werden moderne Holzvergaser- oder Pelletkessel eingesetzt. Zur Optimierung der Anlageneffizienz in den Sommermonaten wird diese Technologie präferiert mit Solarthermieranlagen auf den Dachflächen kombiniert.
- **Das Wärmenetzgebiet:** Dieses räumlich begrenzte Gebiet wird aktuell aus Abwärme der Biogasanlage versorgt. Auch nach einem eventuellen laufzeitbedingten Ausscheiden der Biogasanlage wird ein Weiterbetrieb des Netzes auf Basis erneuerbarer Quellen (z.B. Großwärmepumpe und Biomasse-Spitzenlast) angestrebt.

7.4 Markteffekte und exogene Einflussfaktoren

Die in diesem Plan skizzierte lineare Entwicklung stellt das Basis-Szenario dar. In der realwirtschaftlichen Umsetzung wird die Geschwindigkeit des Technologieumbaus jedoch maßgeblich von externen Markteffekten und exogenen Schocks determiniert, die zu deutlich steileren Hochlaufszszenarien (Skalierungseffekten) führen können:

- **Massenproduktion und Preisverfall bei Wärmepumpen:** Der globale Markt für Wärmepumpentechnologie wandelt sich rasant. Insbesondere durch den gezielten industriellen Fokus des asiatischen Raums (primär die strategischen Jahrespläne der Volksrepublik China zur Erlangung der Weltmarktführerschaft im Bereich der Wärmepumpenproduktion) ist mittelfristig mit massiven Skaleneffekten zu rechnen. Dies wird hochgradig kostengünstige Anlagentechnik auf den europäischen Markt spülen und die Investitionshürde für private Hausbesitzer massiv absenken.
- **Geopolitische Schocks und Versorgungssicherheit:** Die jüngsten Verwerfungen auf den internationalen Energiemärkten haben die Fragilität fossiler Lieferketten (Gas/Öl) schonungslos offengelegt. Versorgungsengpässe und die damit verbundene extreme Preisvolatilität bei fossilen Energieträgern erzeugen einen enormen ökonomischen Leidensdruck. Dieser wirkt als direkter Katalysator für den vorzeitigen Wechsel auf krisensichere, erneuerbare Eigenversorgungssysteme.
- **Förderkulisse und CO₂-Bepreisung:** Die Transformation wird durch die CO₂-Bepreisung (steigende Zusatzkosten auf fossile Brennstoffe ab 2027 durch den Europäischen Emissionshandel) und die gleichzeitig existierende Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) gelenkt. Je robuster und verlässlicher diese Förderkulissen ausgestaltet sind, desto konsequenter wird die lineare Zielvorgabe von der Bürgerschaft übertroffen werden können.

7.5 Ergebnisdarstellung

Um bis zum Jahr 2045 eine zu 100 % treibhausgasneutrale Wärmeversorgung zu realisieren, wurde für die Gemeinde Benz ein transformativer Pfad entwickelt. Die Herleitung der Erzeugerstruktur – konkret die angestrebte Aufteilung von ca. 80 % strombasierten Wärmepumpen und 20 % festen Biomasseanlagen – sowie die zeitliche Dynamik über die Stützjahre 2030, 2035 und 2040 basieren auf der vorangegangenen, gebäudescharfen Bestands- und Potenzialanalyse des gesamten Gemeindegebietes.

1. Fortführung des Wärmenetzbetriebs In der bereits durch Wärmenetze erschlossenen Bereichen der Gemeinde wird die Fortführung der etablierten netzgebundenen Versorgung angestrebt. Aktuell erfolgt die Wärmeerzeugung für dieses Bestandsnetz vollständig aus der angeschlossenen Biogasanlage. Innerhalb des Projektionszeitraums bis 2045 muss jedoch ein laufzeitbedingtes Ausscheiden der Biogasanlage in Betracht gezogen werden. Sowohl seitens des Netz- und Anlagenbetreibers als auch der Gemeinde wurde jedoch auch für diesen Fall ein Interesse an der Fortführung des Netzbetriebes signalisiert, sofern dies wirtschaftlich und technisch tragbar ist. Es ist daher von einer Umstellung der Erzeugerstruktur am Wärmenetz innerhalb des Betrachtungszeitraums auszugehen. Detaillierte diesbezügliche Szenarien bleiben einer weiterführenden Planung, beispielsweise in einem BEW-förderfähigen Transformationsplan, vorbehalten. Für die Projektion der Treibhausgasemissionen wird hier zunächst von einem realistischen Szenario einer sukzessiven Ablösung der Biogas-Abwärme durch eine Mischung von Umweltwärme (via Großwärmepumpe, 75%) und Biomasse (25%) in den 2030-er Jahren ausgegangen. Grundlage der Projektion ist weiterhin der prognostizierte Anstieg des erneuerbaren Stromanteils im Strommix auf 100% bis 2045. Beim Einsatz von Biomasse sind die maßgeblichen Mengengrenzen (max. 25% des Wärmeanteils) sowie die Einhaltung von Nachhaltigkeitskriterien beim Brennstoffeinsatz Voraussetzung für den Ansatz als treibhausgasneutraler, erneuerbarer Energieträger.

2. Ausschluss zentraler und gasförmiger Versorgungsoptionen Die Grundlage für die dezentrale Strategie in den übrigen Ortsteilen bildet die räumliche Wärmebedarfsdichte. In weiten Teilen der Gemeinde dominieren geringe Wärmeliniedichten, die typisch für ländlich geprägte Gebiete und aufgelockerte Einfamilienhaus-Siedlungen sind. Die Errichtung von Wärmenetzen ist hier unrentabel, weshalb die gesamte Gemeinde als Gebiet zur individuellen, dezentralen Versorgung ausgewiesen wurde. Gleichzeitig scheiden gasförmige Alternativen wie Wasserstoff oder Biomethan für die Gebäudeversorgung aus, da keine entsprechende Netzinfrastruktur vorhanden ist und die Nutzung von Wasserstoff im dezentralen Wärmemarkt aufgrund hoher Umwandlungsverluste und fehlender Wirtschaftlichkeit als höchst unwahrscheinlich eingestuft wird.

3. Begründung des 80 %-Anteils für elektrische Wärmepumpen Die Elektrifizierung der Wärme bildet das Rückgrat der dörflichen Versorgung. Diese dominante Rolle der Wärmepumpe mit einem Zielanteil von 80 % rechtfertigt sich durch folgende Faktoren:

- **Energetische Sanierung ("Efficiency First"):** Durch flächendeckende Sanierungsmaßnahmen kann der Wärmebedarf um ca. 25 % gesenkt werden. Diese Absenkung des Grundbedarfs ermöglicht erst die Reduzierung der Vorlauftemperaturen, wodurch Bestandsgebäude „Heat-Pump-Ready“ werden und Wärmepumpen hochgradig wirtschaftlich arbeiten können.
- **Lokale Umweltwärmepotenziale:** Das maritime Klima der Ostseeküste mit moderaten Wintern begünstigt den effizienten Betrieb von Luft-Wasser-Wärmepumpen (Aerothermie). Zudem bietet die oberflächennahe Geothermie im Gemeindegebiet ein enormes, theoretisches Wärmepotenzial von über 49.500 MWh/a, welches den künftigen Gesamtwärmebedarf der Gemeinde bei Weitem übersteigt.
- **Maximale Sektorenkopplung:** Auf den Dächern Benz liegt ein unerschlossenes Photovoltaik-Potenzial von über 3.500 MWh/a. Der flächendeckende Einsatz von Wärmepumpen in Kombination mit lokaler PV-Stromerzeugung minimiert die Betriebskosten drastisch und stellt die wirtschaftlich tragfähigste Lösung für Einzelgebäude dar.

- **Markteffekte:** Es wird auf Basis globaler Marktentwicklungen mit massiven Skaleneffekten, einer Massenproduktion und einem deutlichen Preisverfall bei Wärmepumpen gerechnet, was die private Investitionshürde langfristig senkt.

3. Begründung des 20 %-Anteils für feste Biomasse Obwohl feste Biomasse (insbesondere Holzvergaser- und Pelletkessel) eine gesetzeskonforme und klimaneutrale Erfüllungsoption darstellt, wird ihr Anteil im Zielszenario bewusst auf rund 20 % limitiert.

- **Limitierter Einsatzbereich:** Biomasse dient vorrangig als Lösung für schwer sanierbare Bestandsgebäude oder den Denkmalschutz, in denen der Betrieb einer Wärmepumpe bauphysikalisch oder wirtschaftlich nicht darstellbar ist.
- **Immissionsschutzrechtliche Restriktionen:** Auch modernste Biomassekessel unterliegen den strengen Vorgaben der 1. BImSchV. Eine flächendeckende Versorgung ganzer Straßenzüge mit Holzkesseln ist aufgrund der Kumulation von lokalen Luftschadstoffen (insbesondere Feinstaub) kritisch zu bewerten.
- **Ressourcenknappheit und Preisstabilität:** Zwar ist ein theoretisches lokales Biomassepotenzial von ca. 10.000 MWh/a (primär durch Getreidestroh und Landschaftspflegeheu) vorhanden, die Verfügbarkeit von kommerziellen Pellets ist jedoch eng an volatile, internationale Energiemärkte gekoppelt. Biomasse ist in der Wärmeplanung daher als wertvolle, aber in ihrer Masse begrenzte Ressource zu betrachten.

4. Herleitung der zeitlichen Dynamik (Stützjahre 2030, 2035, 2040) Die in den Zielszenarien abgebildeten Zwischenschritte stellen ein lineares Basis-Szenario für den Austausch von Anlagentechnik und die fortschreitende Gebäudesanierung dar. Diese zeitliche Modellierung orientiert sich an exogenen, regulatorischen Rahmenbedingungen:

- **Ordnungsrecht (GEG):** Spätestens ab dem 1. Juli 2028 (Ende der Übergangsfrist für Gemeinden unter 100.000 Einwohner) greift beim Heizungstausch die gesetzliche Pflicht zur Nutzung von mindestens 65 % erneuerbaren Energien flächendeckend. Ab diesem Zeitpunkt wird der Zubau fossiler Systeme faktisch gestoppt.
- **Wirtschaftliche Lenkung:** Die Einführung der europäischen CO₂-Bepreisung ab 2027 wird fossile Energieträger (wie Flüssiggas und Heizöl, die aktuell noch über 56 % des Bedarfs decken) sukzessive verteuern und so den wirtschaftlichen Druck zum Wechsel auf Wärmepumpen oder Biomasse erhöhen. Gleichzeitig stützen etablierte Förderkulissen wie die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) diesen kontinuierlichen Transformationspfad.

Diese Parameter begründen in Summe den dargestellten stetigen Rückgang fossiler Energieträger und den parallelen Hochlauf erneuerbarer, dezentraler Erzeugungstechnologien bis zur vollständigen Treibhausgasneutralität im Jahr 2045.

7.5.1 Gemeinde Benz

Eine Betrachtung des gesamten Untersuchungsgebiets verdeutlicht einen Rückgang des Gesamtwärmebedarfs von 6.130,1 MWh/a im Jahr 2026 auf 5.694,5 MWh/a bis 2045, was einer Reduktion um 7,1 % entspricht. Im Ausgangsjahr wird die Versorgung maßgeblich durch Flüssiggas mit 2.525,7 MWh/a (41,2 %), Heizöl mit 1.299,2 MWh/a (21,2 %) sowie Fernwärme mit 1.407,7 MWh/a (23,0 %) gedeckt. Bis zum Zieljahr werden fossile Energieträger wie Flüssiggas und Heizöl vollständig substituiert. Parallel dazu vollzieht sich ein starker Ausbau strombasierter Wärmepumpen, deren Beitrag von anfänglich 288,8 MWh/a (4,7 %) auf 3.512,2 MWh/a (61,7 %) ansteigt. Feste Biomasse verzeichnet im selben Zeitraum ein moderates Wachstum von 451,2 MWh/a (7,4 %) auf 853,7 MWh/a (15,0 %), während die Fernwärmeversorgung mit 1.284,7 MWh/a (22,6 %) im Jahr 2045 auf einem stabilen Niveau verbleibt.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	6.130,1		6.013,9	-1,9%	5.862,3	-4,4%	5.715,1	-6,8%	5.553,9	-9,4%
Wärmebedarf (Zubau)			62,5	+1,0%	140,6	+2,3%	140,6	+2,3%	140,6	+2,3%
Summe Wärmebedarf	6.130,1		6.076,4	-0,9%	6.002,9	-2,1%	5.855,7	-4,5%	5.694,5	-7,1%
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Flüssiggas	2.525,7	41,2%	2.053,4	33,8%	1.400,5	23,3%	679,7	11,6%	0,0	
davon aus Heizöl	1.299,2	21,2%	1.060,5	17,5%	727,0	12,1%	354,2	6,0%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	451,2	7,4%	494,7	8,1%	553,4	9,2%	704,3	12,0%	853,7	15,0%
davon aus Kohle	108,5	1,8%	88,6	1,5%	60,2	1,0%	29,2	0,5%	0,0	
davon aus Fernwärme	1.407,7	23,0%	1.386,7	22,8%	1.346,2	22,4%	1.325,2	22,6%	1.284,7	22,6%
davon aus Strom konv	43,4	0,7%	35,4	0,6%	24,1	0,4%	11,7	0,2%	0,0	
davon aus Strom WP	288,8	4,7%	933,8	15,4%	1.854,5	30,9%	2.706,2	46,2%	3.512,2	61,7%
davon aus Solarthermie	5,7	0,1%	23,3	0,4%	37,1	0,6%	45,1	0,8%	43,9	0,8%

Tabelle 26: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Gemeinde Benz

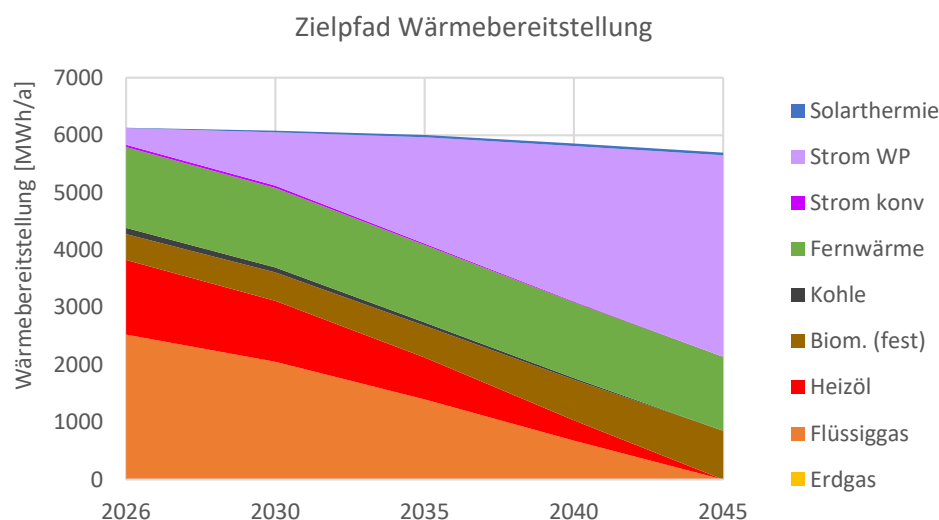


Abbildung 36: Zielfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Gemeinde Benz

Die jährlichen Treibhausgasemissionen des Betrachtungsraums belaufen sich im Jahr 2026 auf 1.500,4 t/a. Den größten Anteil daran verursachen Flüssiggas mit 749,1 t/a (49,9 %) sowie Heizöl mit 447,4 t/a (29,8 %). Fernwärme ist mit 164,6 t/a (11,0 %) ebenfalls eine relevante Emissionsquelle. Im Zeitverlauf ist eine kontinuierliche Reduktion der Emissionen zu verzeichnen, wobei diese bis 2035 um 56,8 % auf 648,9 t/a und bis 2040 um 83,7 % auf 245,3 t/a sinken. Im Zieljahr 2045 wird durch die vollständige Dekarbonisierung der Energieversorgung eine Reduktion um 100,0 % auf 0,0 t/a erreicht.

	2026		2030		2035		2040		2045
	Treibhausgasemissionen								
	[t/a]								
Summe Treibhausgasemissionen	1.500,4		1.076,1	-28,3%	648,9	-56,8%	245,3	-83,7%	0,0
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Flüssiggas	749,1	49,9%	456,9	42,5%	207,8	32,0%	50,4	20,6%	0,0
davon aus Heizöl	447,4	29,8%	365,3	33,9%	250,4	38,6%	122,0	49,7%	0,0
davon aus Biom. (fest)	11,3	0,8%	12,4	1,1%	13,8	2,1%	0,0		0,0
davon aus Kohle	56,3	3,7%	46,0	4,3%	31,2	4,8%	15,1	6,2%	0,0
davon aus Fernwärme	164,6	11,0%	162,1	15,1%	115,1	17,7%	45,9	18,7%	0,0
davon aus Strom konv	25,6	1,7%	4,1	0,4%	1,4	0,2%	0,2	0,1%	0,0
davon aus Strom WP	46,2	3,1%	29,3	2,7%	29,1	4,5%	11,6	4,7%	0,0
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0

Tabelle 27: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Gemeinde Benz

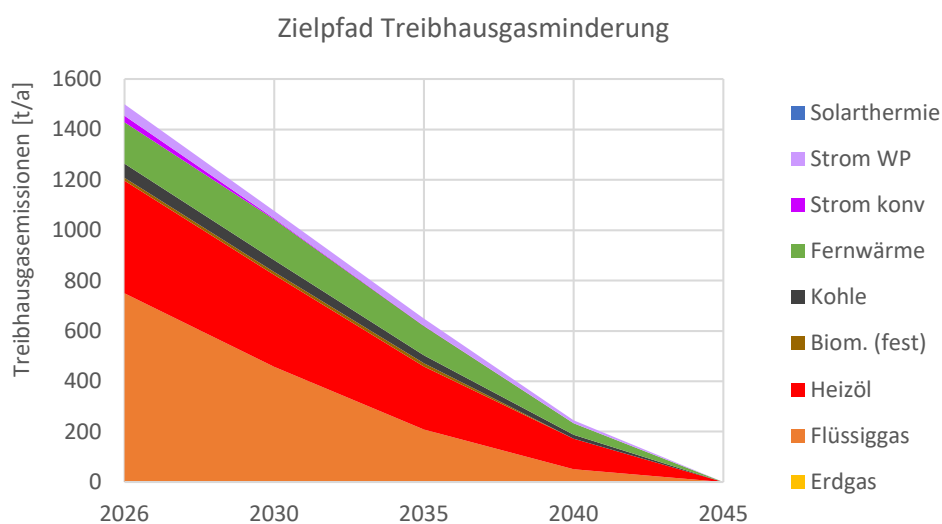


Abbildung 37: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Gemeinde Benz

7.5.2 SK24.18_02_01 Benz 1

Für diesen Bereich prognostizieren die Berechnungen eine Senkung des jährlichen Wärmebedarfs von 1.049,6 MWh/a im Ausgangsjahr auf 966,3 MWh/a im Zieljahr 2045, gleichbedeutend mit einer Abnahme von 7,9 %. Zu Beginn des Betrachtungszeitraums dominieren fossile Quellen, insbesondere Flüssiggas mit 686,9 MWh/a (65,4 %) und Heizöl mit 174,8 MWh/a (16,7 %). Diese fossilen Energieträger werden über die kommenden zwei Jahrzehnte schrittweise auf null reduziert. Als zentraler Ersatztechnologie fungieren strombetriebene Wärmepumpen, welche einen massiven Zuwachs von 52,1 MWh/a (5,0 %) auf 773,0 MWh/a (80,0 %) erfahren. Ergänzend dazu nimmt die Nutzung fester Biomasse von 106,8 MWh/a (10,2 %) auf 183,6 MWh/a (19,0 %) zu, womit die Umstellung auf erneuerbare Wärmebereitstellung im Jahr 2045 vollständig abgeschlossen ist.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf									
	[MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	1.049,6		1.028,9	-2,0%	1.008,2	-3,9%	980,5	-6,6%	959,8	-8,6%
Wärmebedarf (Zubau)			2,9	+0,3%	6,5	+0,6%	6,5	+0,6%	6,5	+0,6%
Summe Wärmebedarf	1.049,6		1.031,8	-1,7%	1.014,6	-3,3%	987,0	-6,0%	966,3	-7,9%
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Flüssiggas	686,9	65,4%	552,6	53,6%	384,3	37,9%	183,0	18,5%	0,0	
davon aus Heizöl	174,8	16,7%	140,6	13,6%	97,8	9,6%	46,6	4,7%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	106,8	10,2%	105,0	10,2%	103,2	10,2%	148,1	15,0%	183,6	19,0%
davon aus Kohle	19,6	1,9%	15,7	1,5%	10,9	1,1%	5,2	0,5%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	7,8	0,7%	6,3	0,6%	4,4	0,4%	2,1	0,2%	0,0	
davon aus Strom WP	52,1	5,0%	206,4	20,0%	405,9	40,0%	592,2	60,0%	773,0	80,0%
davon aus Solarthermie	1,7	0,2%	5,2	0,5%	8,1	0,8%	9,9	1,0%	9,7	1,0%

Tabelle 28: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Benz 1

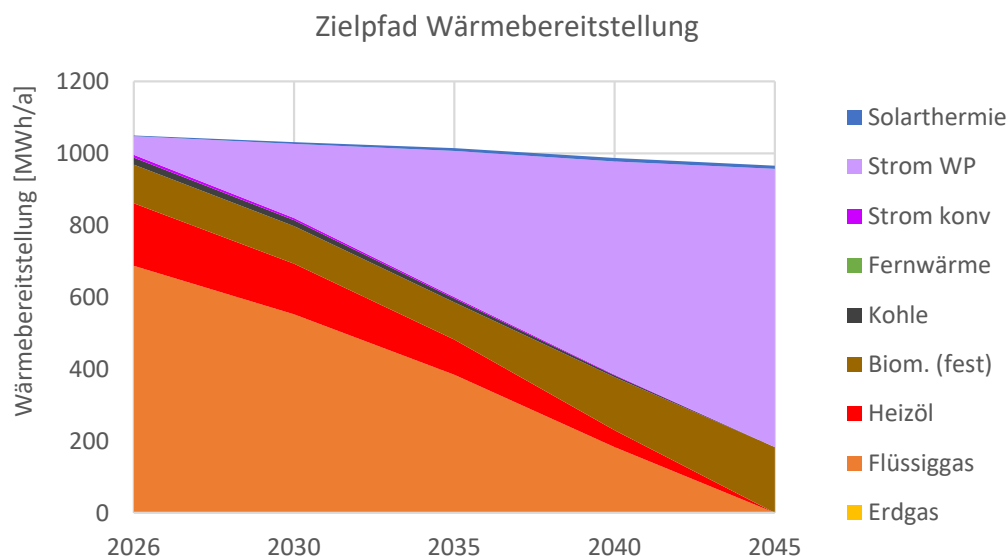


Abbildung 38: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Benz 1

Eine detaillierte Betrachtung der Emissionen offenbart für das Jahr 2026 einen Gesamtausstoß von 289,8 t/a in diesem Gebiet. Fossile Brennstoffe dominieren hierbei die Bilanz, primär Flüssiggas mit 203,8 t/a (70,3 %) gefolgt von Heizöl mit 60,2 t/a (20,8 %). Daneben tragen Kohle (10,1 t/a) und Wärmepumpenstrom (8,3 t/a) in geringem Umfang zu den Emissionen bei. Bis zum Jahr 2035 wird ein Rückgang der Gesamtemissionen um 63,6 % auf 105,6 t/a prognostiziert. Der Transformationsprozess führt bis 2045 zu einer kompletten Vermeidung von Treibhausgasen (0,0 t/a, -100,0 %), wobei alle fossilen Energieträger vollständig substituiert werden.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Treibhausgasemissionen									
	[t/a]									
Summe Treibhausgasemissionen	289,8		189,4	-34,6%	105,6	-63,6%	34,9	-88,0%	0,0	-100,0%
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Flüssiggas	203,8	70,3%	123,0	64,9%	57,0	54,0%	13,6	38,9%	0,0	
davon aus Heizöl	60,2	20,8%	48,4	25,6%	33,7	31,9%	16,0	46,0%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	2,7	0,9%	2,6	1,4%	2,6	2,4%	0,0		0,0	
davon aus Kohle	10,1	3,5%	8,2	4,3%	5,7	5,4%	2,7	7,7%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	4,6	1,6%	0,7	0,4%	0,3	0,2%	0,0	0,1%	0,0	
davon aus Strom WP	8,3	2,9%	6,5	3,4%	6,4	6,0%	2,5	7,3%	0,0	
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 29: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Benz 1

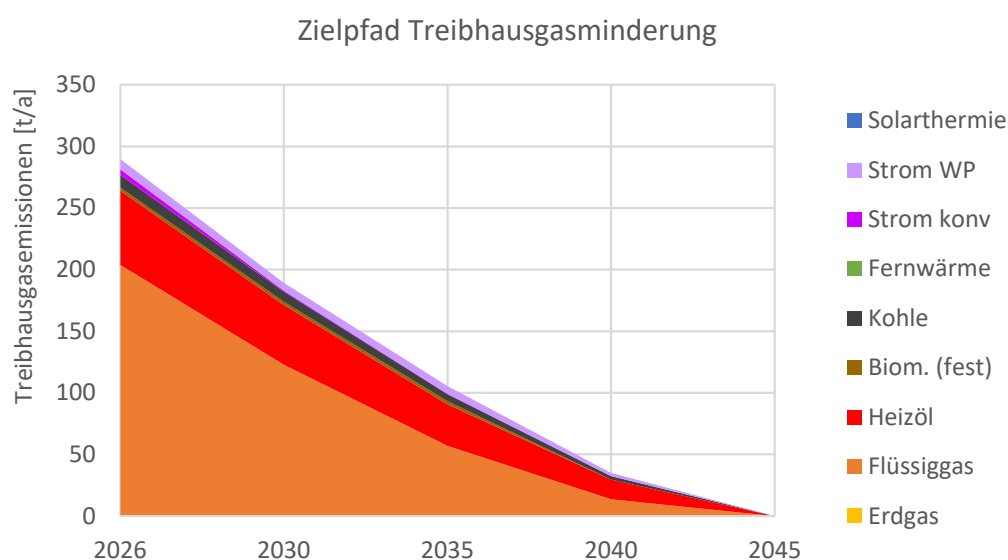


Abbildung 39: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Benz 1

7.5.3 SK24.18_02_02 Benz 2

Die Analyse dieses Teilgebiets zeigt einen Rückgang des summierten Wärmebedarfs von 427,4 MWh/a im Jahr 2026 auf 388,0 MWh/a im Jahr 2045, was einer Einsparung von 9,2 % entspricht. Auffällig ist die von Beginn an nahezu vollständige Durchdringung mit Fernwärme, welche im Startjahr 424,6 MWh/a (99,3 %) abdeckt. Dieser hohe prozentuale Anteil bleibt bis 2045 unverändert bestehen, auch wenn der absolute Wert bedingt durch Effizienzsteigerungen auf 385,5 MWh/a absinkt. Der verbleibende marginale Bedarf wird durchgängig durch feste Biomasse gedeckt, deren Volumen von 2,8 MWh/a auf 2,5 MWh/a zurückgeht, jedoch konstant einen Anteil von 0,7 % beibehält. Andere Energieträger wie Gas, Heizöl oder stromgeführte Wärmepumpen kommen in dieser Zone nicht zum Einsatz.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	427,4		427,4		407,7	-4,6%	407,7	-4,6%	388,0	-9,2%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	427,4		427,4		407,7	-4,6%	407,7	-4,6%	388,0	-9,2%
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Flüssiggas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Heizöl	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Biom. (fest)	2,8	0,7%	2,8	0,7%	2,7	0,7%	2,7	0,7%	2,5	0,7%
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Fernwärme	424,6	99,3%	424,6	99,3%	405,1	99,3%	405,1	99,3%	385,5	99,3%
davon aus Strom konv	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom WP	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 30: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Benz 2

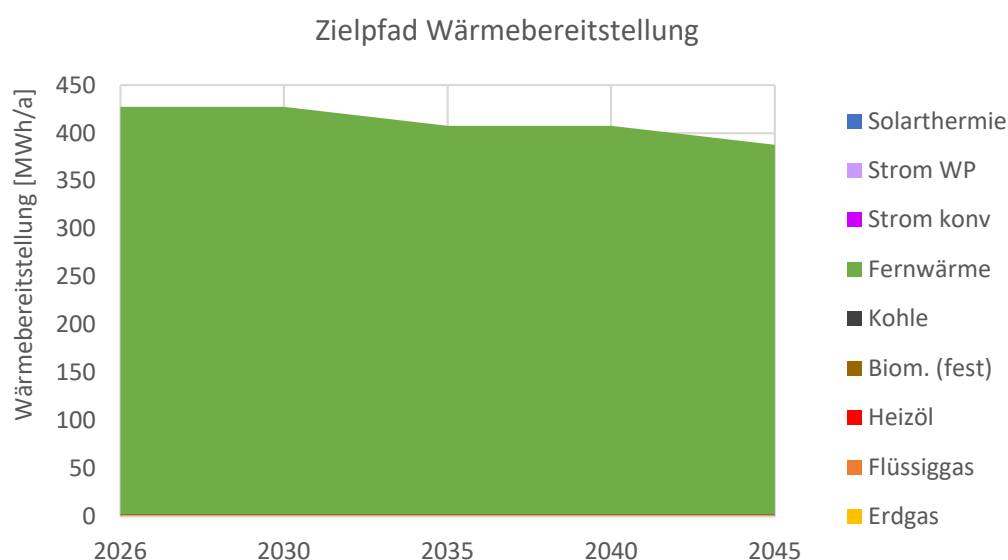


Abbildung 40: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Benz 2

Ausgangspunkt für die klimabedingten Auswirkungen in der Zone bilden im Jahr 2026 Emissionen in Höhe von 49,7 t/a. Auffällig ist die monostrukturelle Verteilung, da die Treibhausgase nahezu exakt mit 49,6 t/a (99,9 %) durch Fernwärme verursacht werden, während feste Biomasse lediglich 0,1 t/a beiträgt. Im Zeitraum bis 2030 bleiben die Werte auf einem konstanten Niveau von 49,7 t/a. Danach setzt eine signifikante Minderung ein, die bis 2040 eine Reduktion um 71,8 % auf 14,0 t/a bewirkt. Zum Ende des Betrachtungszeitraums in 2045 resultieren die Bemühungen in einem Wert von 0,0 t/a (-100,0 %).

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Treibhausgasemissionen									
	[t/a]									
Summe Treibhausgasemissionen	49,7		49,7		34,7	-30,2%	14,0	-71,8%	0,0	-100,0%
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Flüssiggas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Heizöl	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Biom. (fest)	0,1	0,1%	0,1	0,1%	0,1	0,2%	0,0		0,0	
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Fernwärme	49,6	99,9%	49,6	99,9%	34,6	99,8%	14,0	100,0%	0,0	
davon aus Strom konv	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom WP	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 31: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Benz 2

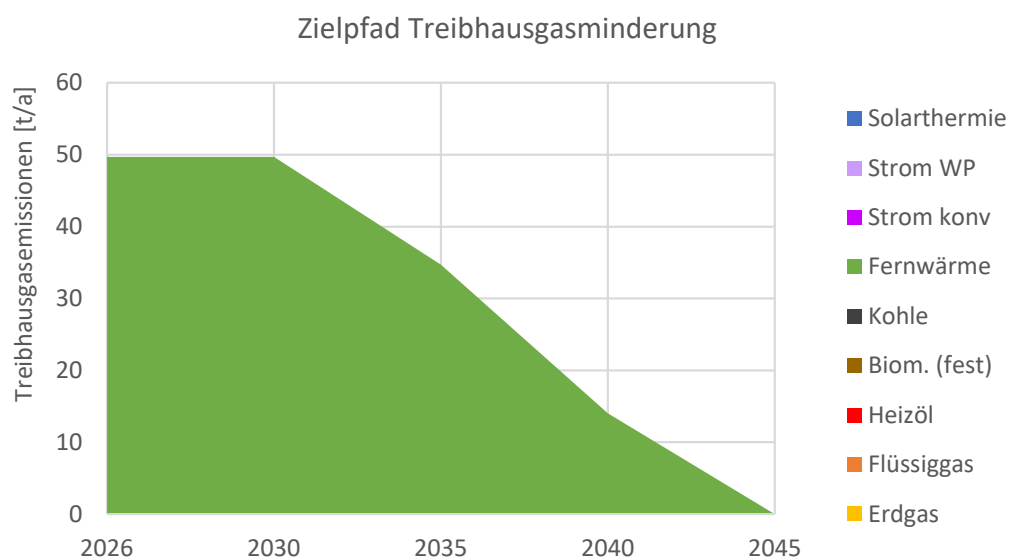


Abbildung 41: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Benz 2

7.5.4 SK24.18_01_01 Kalsow 1

Entgegen dem allgemeinen Trend verzeichnet die untersuchte Zone einen moderaten Anstieg des Gesamtwärmebedarfs von 484,1 MWh/a im Jahr 2026 auf 498,3 MWh/a im Jahr 2045, was einem Zuwachs von 2,9 % entspricht. Im Jahr 2026 basiert die Versorgung primär auf Heizöl mit 213,7 MWh/a (44,2 %) und Flüssiggas mit 173,6 MWh/a (35,9 %). Bis 2045 werden diese fossilen Brennstoffe komplett abgelöst und durch erneuerbare Systeme ersetzt. Der Ausbau von Wärmepumpen ist dabei der treibende Faktor, deren Bereitstellung von 24,9 MWh/a (5,1 %) auf 398,6 MWh/a (80,0 %) hochläuft. Flankierend dazu steigt der Einsatz fester Biomasse von 58,7 MWh/a (12,1 %) auf 94,7 MWh/a (19,0 %), womit das Ziel einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung erreicht wird.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf									
	[MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	484,1		475,3	-1,8%	466,5	-3,6%	449,0	-7,2%	440,2	-9,1%
Wärmebedarf (Zubau)			25,8	+5,3%	58,1	+12,0%	58,1	+12,0%	58,1	+12,0%
Summe Wärmebedarf	484,1		501,1	+3,5%	524,6	+8,4%	507,1	+4,8%	498,3	+2,9%
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Flüssiggas	173,6	35,9%	146,4	29,2%	107,1	20,4%	52,8	10,4%	0,0	
davon aus Heizöl	213,7	44,2%	180,2	36,0%	131,8	25,1%	65,0	12,8%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	58,7	12,1%	60,8	12,1%	63,7	12,1%	76,1	15,0%	94,7	19,0%
davon aus Kohle	9,3	1,9%	7,9	1,6%	5,8	1,1%	2,8	0,6%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	3,7	0,8%	3,2	0,6%	2,3	0,4%	1,1	0,2%	0,0	
davon aus Strom WP	24,9	5,1%	100,2	20,0%	209,8	40,0%	304,2	60,0%	398,6	80,0%
davon aus Solarthermie	0,0		2,5	0,5%	4,2	0,8%	5,1	1,0%	5,0	1,0%

Tabelle 32: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Kalsow 1

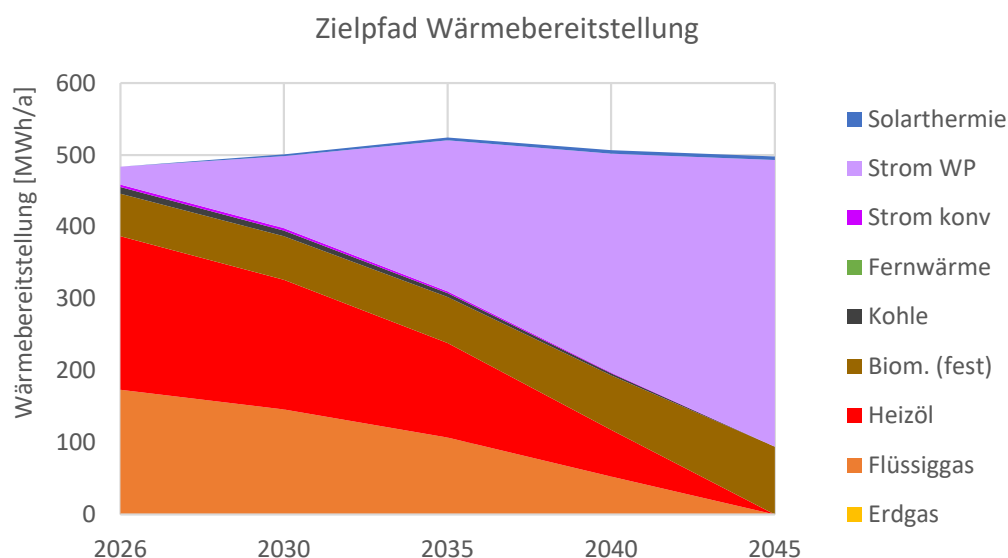


Abbildung 42: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Kalsow 1

Im untersuchten Quartier liegt der aggregierte Treibhausgasausstoß zu Beginn der Periode (2026) bei 137,6 t/a. Heizöl nimmt mit 73,6 t/a (53,5 %) die dominierende Position ein, ergänzt durch Flüssiggas mit 51,5 t/a (37,4 %). Weitere Quellen wie Kohle (3,5 %) und Wärmepumpenstrom (2,9 %) fallen kaum ins Gewicht. Die prognostizierte Entwicklung zeigt eine stetige Abnahme der CO₂-Äquivalente auf 103,8 t/a im Jahr 2030 (-24,6 %) und weiter auf 69,3 t/a bis 2035 (-49,7 %) und weiter auf 29,1 t/a bis 2040 (-78,9 %) und schließlich auf 0,0 t/a im Jahr 2045 (-100,0 %). Entsprechend der gesetzlichen Vorgaben wird bis zum Jahr 2045 eine hundertprozentige Minderung auf 0,0 t/a umgesetzt.

	2026		2030		2035		2040		2045
	Treibhausgasemissionen								
	[t/a]								
Summe Treibhausgasemissionen	137,6		103,8	-24,6%	69,3	-49,7%	29,1	-78,9%	0,0
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Flüssiggas	51,5	37,4%	32,6	31,4%	15,9	22,9%	3,9	13,5%	0,0
davon aus Heizöl	73,6	53,5%	62,1	59,8%	45,4	65,5%	22,4	76,9%	0,0
davon aus Biom. (fest)	1,5	1,1%	1,5	1,5%	1,6	2,3%	0,0		0,0
davon aus Kohle	4,8	3,5%	4,1	3,9%	3,0	4,3%	1,5	5,1%	0,0
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Strom konv	2,2	1,6%	0,4	0,4%	0,1	0,2%	0,0	0,1%	0,0
davon aus Strom WP	4,0	2,9%	3,1	3,0%	3,3	4,8%	1,3	4,5%	0,0
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0

Tabelle 33: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Kalsow 1

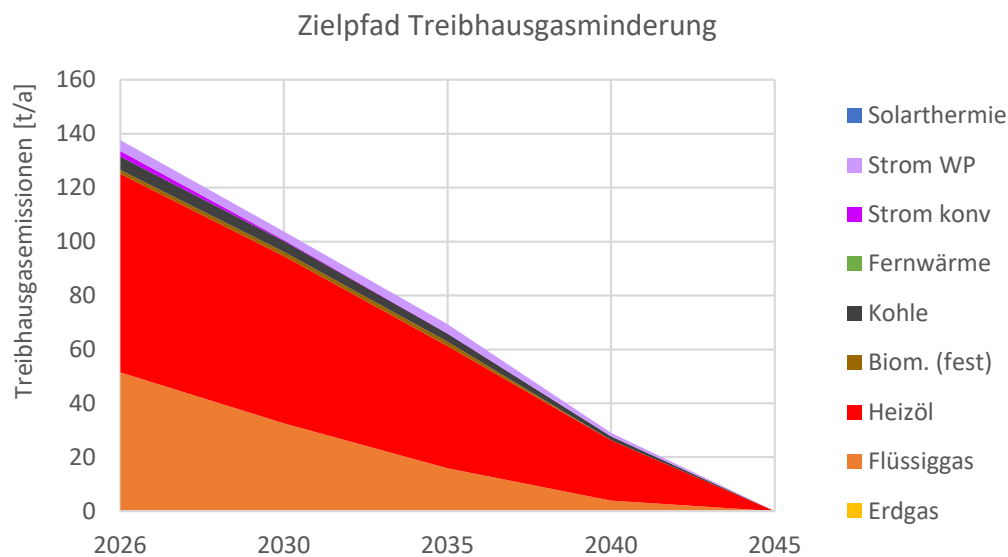


Abbildung 43: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Kalsow 1

7.5.5 SK24.18_01_02 Kalsow 2

Die Auswertung für das betrachtete Gebiet ergibt eine Reduzierung des Endenergiebedarfs für Wärme von 1.001,6 MWh/a im Startjahr 2026 auf 916,2 MWh/a im Jahr 2045. Dies entspricht einer Einsparung von 8,5 %. Analog zu vergleichbaren netzgebundenen Arealen zeichnet sich die Struktur durch eine dominante Fernwärmeversorgung aus, die initial 983,0 MWh/a (98,1 %) liefert. Bis 2045 sinkt die absolute Liefermenge der Fernwärme auf 899,2 MWh/a, der relative Anteil von 98,1 % bleibt jedoch exakt konstant. Die restliche Deckung erfolgt über den gesamten Zeitraum ausschließlich durch feste Biomasse, welche von 18,6 MWh/a (1,9 %) geringfügig auf 17,0 MWh/a (1,9 %) abnimmt. Fossile Einzelheizungen existieren in dieser Struktur nicht.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	1.001,6		980,2	-2,1%	958,9	-4,3%	937,6	-6,4%	916,2	-8,5%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	1.001,6		980,2	-2,1%	958,9	-4,3%	937,6	-6,4%	916,2	-8,5%
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Flüssiggas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Heizöl	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Biom. (fest)	18,6	1,9%	18,2	1,9%	17,8	1,9%	17,4	1,9%	17,0	1,9%
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Fernwärme	983,0	98,1%	962,1	98,1%	941,1	98,1%	920,2	98,1%	899,2	98,1%
davon aus Strom konv	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom WP	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 34: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Kalsow 2

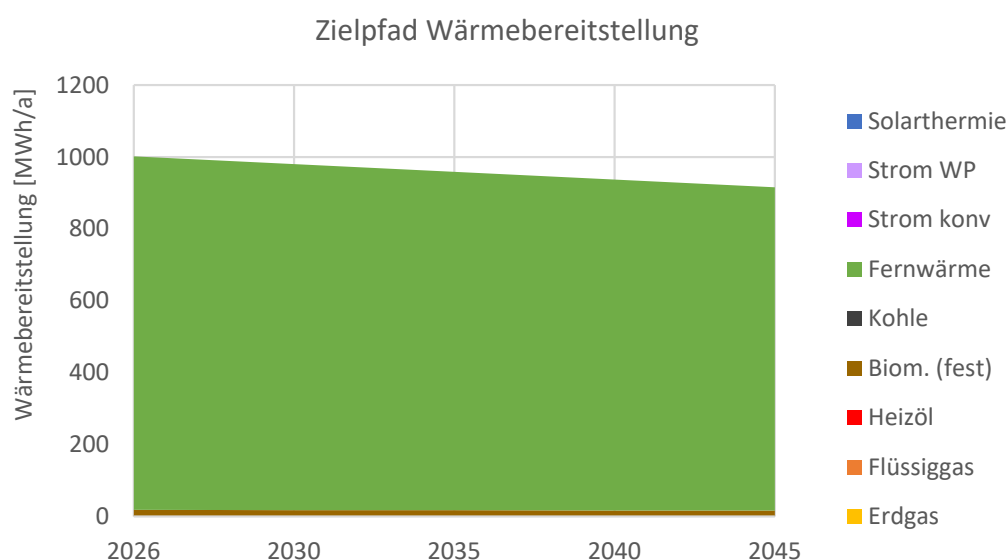


Abbildung 44: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Kalsow 2

Für diesen Teilbereich wird im Referenzjahr 2026 eine Gesamtmenge an Treibhausgasemissionen von 115,4 t/a ermittelt. Ähnlich zu anderen netzgebundenen Gebieten wird dieser Wert zu 99,6 % (114,9 t/a) von der bestehenden Fernwärmeversorgung getragen. Feste Biomasse verursacht lediglich einen marginalen Beitrag von 0,5 t/a (0,4 %). Die geplante Umstellung der Fernwärmeerzeugung auf erneuerbare Quellen führt zu einer sukzessiven Minderung der Ausstöße, zunächst um 29,9 % auf 80,9 t/a bis 2035. Bis 2045 wird durch die Transformation der Erzeugungsanlagen die Treibhausgasneutralität erreicht.

	2026		2030		2035		2040		2045
	Treibhausgasemissionen								
	[t/a]								
Summe Treibhausgasemissionen	115,4		112,9	-2,1%	80,9	-29,9%	31,9	-72,4%	0,0
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Flüssiggas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Heizöl	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Biom. (fest)	0,5	0,4%	0,5	0,4%	0,4	0,5%	0,0		0,0
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Fernwärme	114,9	99,6%	112,5	99,6%	80,5	99,5%	31,9	100,0%	0,0
davon aus Strom konv	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Strom WP	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0

Tabelle 35: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Kalsow 2

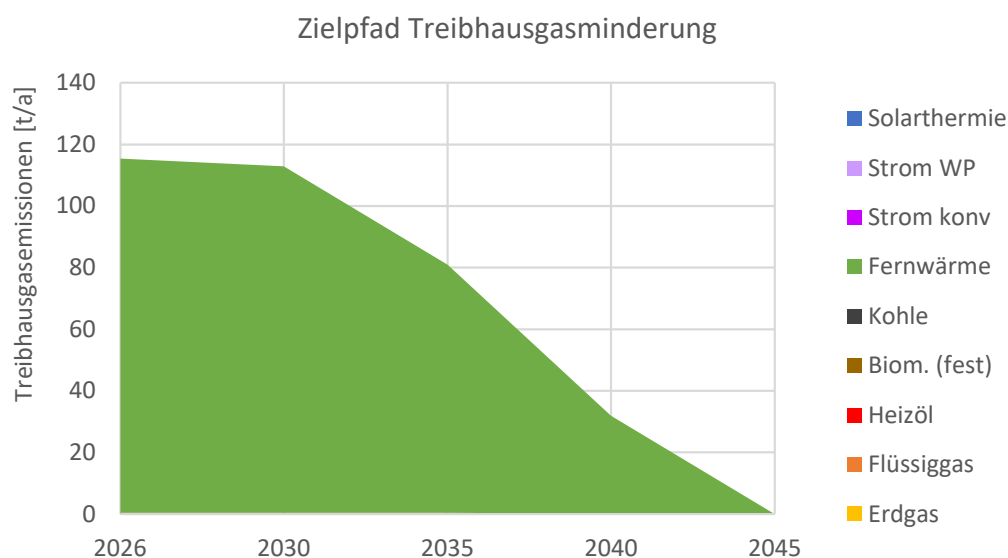


Abbildung 45: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Kalsow 2

7.5.6 SK24.18_03_01 Gamehl

Es zeigt sich in dieser Siedlungsstruktur eine Reduktion des gesamten Bedarfs von 791,9 MWh/a im Ausgangsjahr auf 735,4 MWh/a im Jahr 2045, wodurch sich eine Minderung um 7,1 % einstellt. Die Wärmebereitstellung wird im Jahr 2026 stark von Flüssiggas mit 399,8 MWh/a (50,5 %) und Heizöl mit 198,2 MWh/a (25,0 %) geprägt. Im Zuge der Wärmewende werden diese fossilen Anteile bis 2045 vollständig aus dem System entfernt. An ihre Stelle treten primär strombasierte Wärmepumpen, deren Erzeugung sich von 42,1 MWh/a (5,3 %) auf 588,3 MWh/a (80,0 %) vervielfacht. Ergänzend dazu wächst der Beitrag aus fester Biomasse von anfänglich 126,8 MWh/a (16,0 %) auf 139,7 MWh/a (19,0 %) an.

	2026		2030		2035		2040		2045	
					Wärmebedarf [MWh/a]					
Wärmebedarf (Bestand)	791,9		776,1	-2,0%	744,6	-6,0%	721,0	-9,0%	697,4	-11,9%
Wärmebedarf (Zubau)			16,9	+2,1%	38,0	+4,8%	38,0	+4,8%	38,0	+4,8%
Summe Wärmebedarf	791,9		793,0	+0,1%	782,7	-1,2%	759,0	-4,1%	735,4	-7,1%
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Flüssiggas	399,8	50,5%	324,6	40,9%	217,9	27,8%	112,5	14,8%	0,0	
davon aus Heizöl	198,2	25,0%	160,9	20,3%	108,0	13,8%	55,8	7,3%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	126,8	16,0%	127,0	16,0%	125,4	16,0%	121,6	16,0%	139,7	19,0%
davon aus Kohle	15,8	2,0%	12,8	1,6%	8,6	1,1%	4,4	0,6%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	6,3	0,8%	5,1	0,6%	3,4	0,4%	1,8	0,2%	0,0	
davon aus Strom WP	42,1	5,3%	158,6	20,0%	313,1	40,0%	455,4	60,0%	588,3	80,0%
davon aus Solarthermie	2,8	0,3%	4,0	0,5%	6,3	0,8%	7,6	1,0%	7,4	1,0%

Tabelle 36: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Gamehl

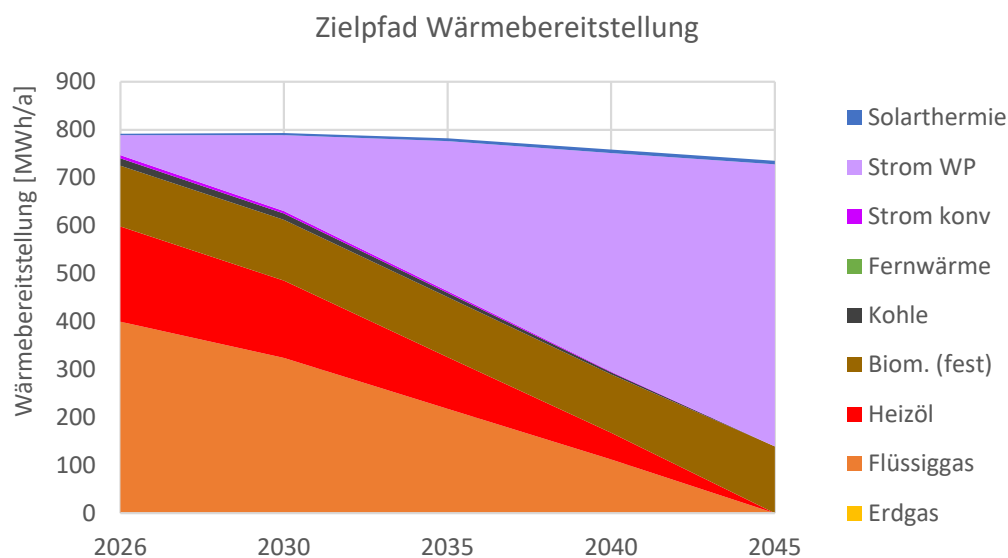


Abbildung 46: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Gamehl

Im Jahr 2026 weist die Klimabilanz des betrachteten Areals Gesamtemissionen von 208,7 t/a auf. Dieser Ausstoß resultiert überwiegend aus der Verbrennung von Flüssiggas (118,6 t/a, 56,8 %) und Heizöl (68,3 t/a, 32,7 %). Kohle ist mit 8,2 t/a (3,9 %) ebenfalls noch als Emissionsquelle präsent. Gemäß dem skizzierten

Zielpfad verringern sich die Werte bis 2035 auf 82,3 t/a, was einer Einsparung von 60,6 % entspricht. Dieser Trend setzt sich fort und führt bis 2045 zum vollständigen Verzicht auf fossile Energieträger, wodurch die Emissionen auf Null sinken.

	2026		2030		2035		2040		2045
	Treibhausgasemissionen								
	[t/a]								
Summe Treibhausgasemissionen	208,7		143,1	-31,5%	82,3	-60,6%	31,8	-84,7%	0,0
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Flüssiggas	118,6	56,8%	72,2	50,5%	32,3	39,3%	8,3	26,2%	0,0
davon aus Heizöl	68,3	32,7%	55,4	38,7%	37,2	45,2%	19,2	60,3%	0,0
davon aus Biom. (fest)	3,2	1,5%	3,2	2,2%	3,1	3,8%	0,0		0,0
davon aus Kohle	8,2	3,9%	6,7	4,7%	4,5	5,4%	2,3	7,2%	0,0
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Strom konv	3,7	1,8%	0,6	0,4%	0,2	0,2%	0,0	0,1%	0,0
davon aus Strom WP	6,7	3,2%	5,0	3,5%	4,9	6,0%	2,0	6,1%	0,0
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0

Tabelle 37: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Gamehl

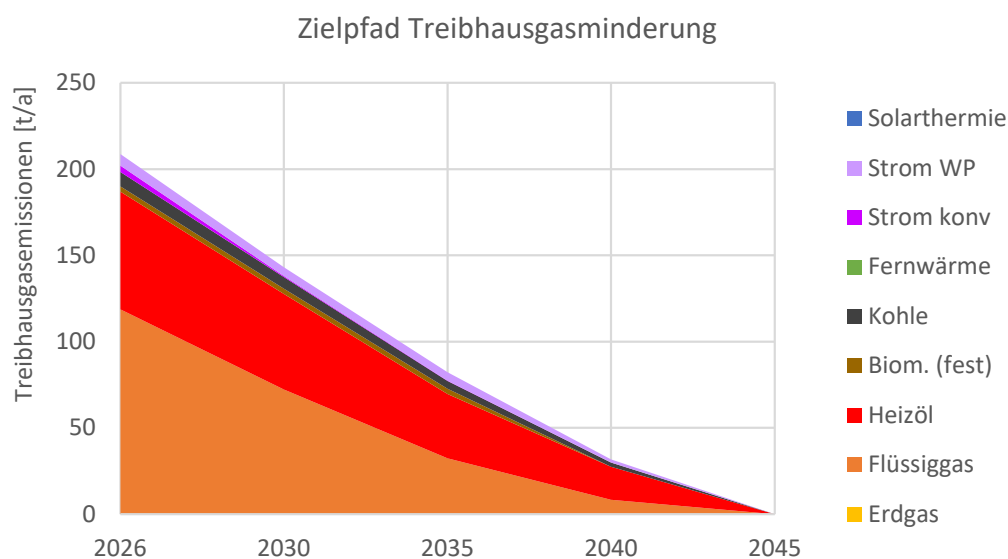


Abbildung 47: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Gamehl

7.5.7 SK24.18_05_01 Goldebee

Ein detaillierter Blick auf diesen Bereich verdeutlicht einen Rückgang des aggregierten Wärmebedarfs von 780,5 MWh/a im Jahr 2026 auf 713,6 MWh/a im Jahr 2045, was einer Reduktion von 8,6 % gleichkommt. Das Ausgangsjahr ist durch eine hohe Abhängigkeit von Flüssiggas mit 386,3 MWh/a (49,5 %) sowie Heizöl mit 256,6 MWh/a (32,9 %) charakterisiert. Bis zum Ende des Betrachtungszeitraums werden diese konventionellen Energieträger konsequent substituiert. Die Transformation stützt sich dabei im Wesentlichen auf strombetriebene Wärmepumpen, die ausgehend von 31,9 MWh/a (4,1 %) bis auf 570,9 MWh/a (80,0 %) im Jahr 2045 hochskaliert werden. Zudem erhöht sich die Nutzung von fester Biomasse moderat von 87,7 MWh/a (11,2 %) auf 135,6 MWh/a (19,0 %).

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	780,5		765,6	-1,9%	750,7	-3,8%	728,5	-6,7%	713,6	-8,6%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	780,5		765,6	-1,9%	750,7	-3,8%	728,5	-6,7%	713,6	-8,6%
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Flüssiggas	386,3	49,5%	306,1	40,0%	210,9	28,1%	102,4	14,1%	0,0	
davon aus Heizöl	256,6	32,9%	203,3	26,6%	140,1	18,7%	68,0	9,3%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	87,7	11,2%	86,0	11,2%	84,4	11,2%	109,3	15,0%	135,6	19,0%
davon aus Kohle	12,0	1,5%	9,5	1,2%	6,5	0,9%	3,2	0,4%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	4,8	0,6%	3,8	0,5%	2,6	0,3%	1,3	0,2%	0,0	
davon aus Strom WP	31,9	4,1%	153,1	20,0%	300,3	40,0%	437,1	60,0%	570,9	80,0%
davon aus Solarthermie	1,3	0,2%	3,8	0,5%	6,0	0,8%	7,3	1,0%	7,1	1,0%

Tabelle 38: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Goldebee

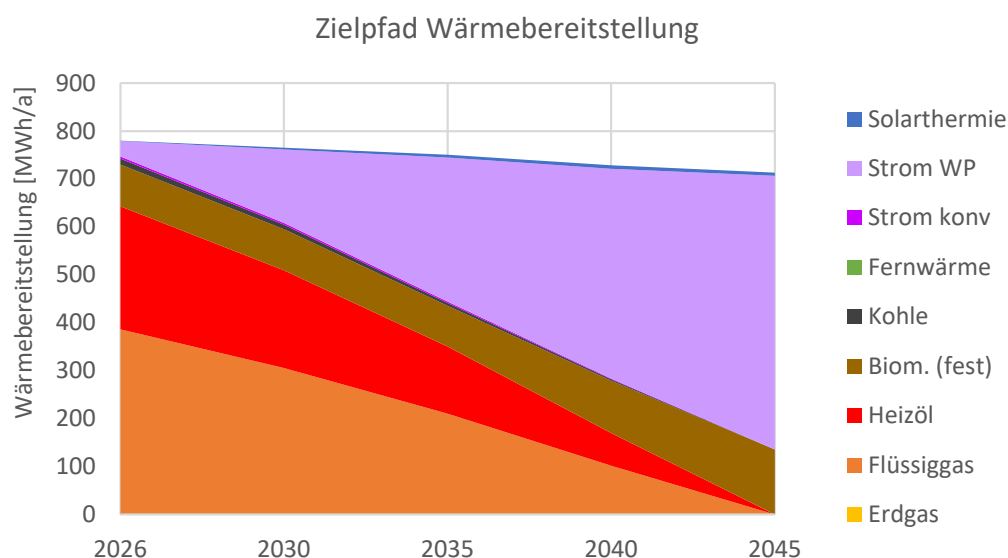


Abbildung 48: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Goldebee

Zu Beginn des Betrachtungshorizonts 2026 addieren sich die jährlichen Emissionen im vorliegenden Siedlungsbereich auf 219,3 t/a. Der wesentliche Treiber für diese Umweltwirkung ist der Einsatz von Flüssiggas mit 114,6 t/a (52,3 %) sowie Heizöl mit 88,4 t/a (40,3 %). Durch die Dekarbonisierung des Wärmesektors reduziert sich der Ausstoß schrittweise auf 150,5 t/a im Jahr 2030 (-31,4 %) und weiter auf 34,6 t/a bis zum Jahr 2040 (-84,2 %). Mit Erreichen des Jahres 2045 wird ein vollständig treibhausgasneutraler Zustand (0,0 t/a, -100,0 %) realisiert, indem klimaschädliche Brennstoffe gänzlich abgelöst werden.

	2026		2030		2035		2040		2045
	Treibhausgasemissionen								
	[t/a]								
Summe Treibhausgasemissionen	219,3		150,5	-31,4%	89,9	-59,0%	34,6	-84,2%	0,0
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Flüssiggas	114,6	52,3%	68,1	45,3%	31,3	34,8%	7,6	22,0%	0,0
davon aus Heizöl	88,4	40,3%	70,0	46,5%	48,2	53,7%	23,4	67,8%	0,0
davon aus Biom. (fest)	2,2	1,0%	2,2	1,4%	2,1	2,3%	0,0		0,0
davon aus Kohle	6,2	2,8%	4,9	3,3%	3,4	3,8%	1,6	4,8%	0,0
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Strom konv	2,8	1,3%	0,4	0,3%	0,2	0,2%	0,0	0,1%	0,0
davon aus Strom WP	5,1	2,3%	4,8	3,2%	4,7	5,2%	1,9	5,4%	0,0
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0

Tabelle 39: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Goldebee

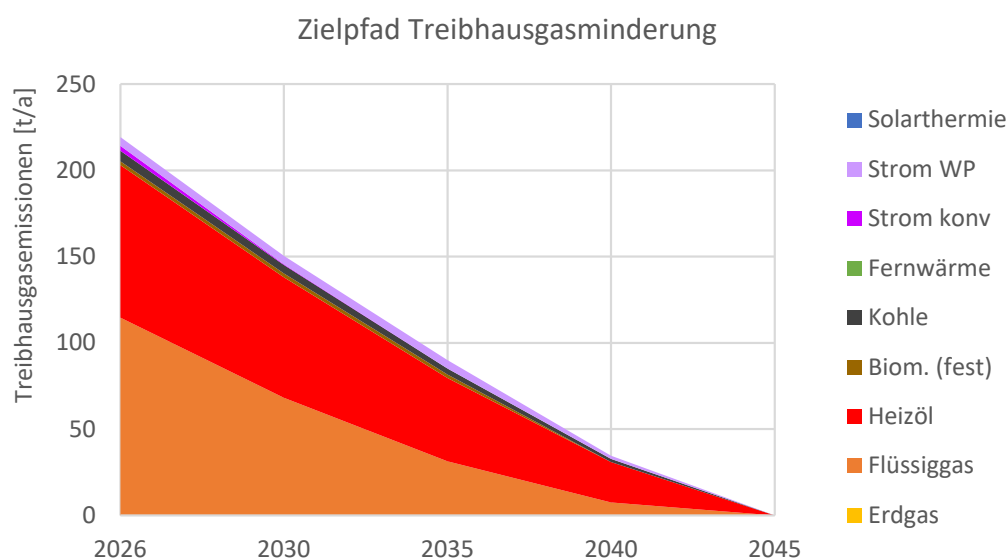


Abbildung 49: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Goldebee

7.5.8 SK24.18_04_01 Warkstorf

Gemäß den modellierten Daten fällt der absolute Wärmebedarf in der Zone von 703,4 MWh/a im Startjahr 2026 um 4,5 % auf 671,9 MWh/a im Jahr 2045. Die anfängliche Versorgungsstruktur wird dominiert von dezentralen Flüssiggaskesseln mit 369,4 MWh/a (52,5 %) sowie Heizölanlagen mit 194,6 MWh/a (27,7 %). Dieser fossile Bestand wird im Verlauf der Dekarbonisierungsstrategie bis 2045 gänzlich durch erneuerbare Optionen ersetzt. Als dominierende Haupttechnologie etablieren sich Wärmepumpen, deren Anteil von lediglich 57,8 MWh/a (8,2 %) auf signifikante 537,5 MWh/a (80,0 %) anwächst. Als zweite wesentliche Säule etabliert sich feste Biomasse, welche einen Aufwuchs von 51,2 MWh/a (7,3 %) auf 127,7 MWh/a (19,0 %) verzeichnet.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf									
	[MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	703,4		688,0	-2,2%	672,5	-4,4%	657,0	-6,6%	633,9	-9,9%
Wärmebedarf (Zubau)			16,9	+2,4%	38,0	+5,4%	38,0	+5,4%	38,0	+5,4%
Summe Wärmebedarf	703,4		704,9	+0,2%	710,5	+1,0%	695,1	-1,2%	671,9	-4,5%
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Flüssiggas	369,4	52,5%	316,4	44,9%	217,2	30,6%	103,7	14,9%	0,0	
davon aus Heizöl	194,6	27,7%	166,7	23,6%	114,5	16,1%	54,6	7,9%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	51,2	7,3%	51,3	7,3%	71,1	10,0%	104,3	15,0%	127,7	19,0%
davon aus Kohle	21,7	3,1%	18,6	2,6%	12,8	1,8%	6,1	0,9%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	8,7	1,2%	7,4	1,1%	5,1	0,7%	2,4	0,4%	0,0	
davon aus Strom WP	57,8	8,2%	141,0	20,0%	284,2	40,0%	417,0	60,0%	537,5	80,0%
davon aus Solarthermie	0,0		3,5	0,5%	5,7	0,8%	7,0	1,0%	6,7	1,0%

Tabelle 40: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Warkstorf

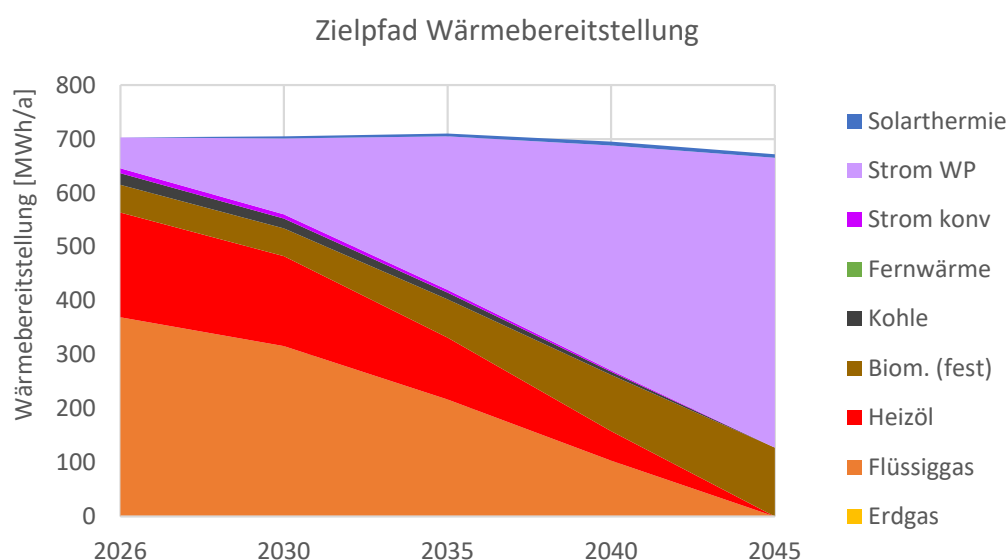


Abbildung 50: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Warkstorf

Das berechnete Treibhausgasinventar weist für dieses Gebiet im Startjahr 2026 einen Umfang von 203,6 t/a auf. Hauptverursacher sind hierbei die dezentralen fossilen Wärmeerzeuger, im Speziellen Flüssiggas mit einem Anteil von 109,6 t/a (53,8 %) und Heizöl mit 67,0 t/a (32,9 %). Kohle verbucht einen Anteil von 5,5 % (11,3 t/a). In den Folgejahren ist ein deutlicher Absenkpfad erkennbar, der zu einer Halbierung der Emissionen bis 2035 (84,8 t/a, -58,3 %) führt. Das Endjahr 2045 schließt plangemäß mit einer vollständigen Vermeidung sämtlicher Treibhausgase.

	2026		2030		2035		2040		2045
	Treibhausgasemissionen [t/a]								
Summe Treibhausgasemissionen	203,6		144,0	-29,2%	84,8	-58,3%	31,5	-84,5%	0,0
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Flüssiggas	109,6	53,8%	70,4	48,9%	32,2	38,0%	7,7	24,4%	0,0
davon aus Heizöl	67,0	32,9%	57,4	39,9%	39,4	46,5%	18,8	59,7%	0,0
davon aus Biom. (fest)	1,3	0,6%	1,3	0,9%	1,8	2,1%	0,0		0,0
davon aus Kohle	11,3	5,5%	9,7	6,7%	6,6	7,8%	3,2	10,0%	0,0
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Strom konv	5,1	2,5%	0,9	0,6%	0,3	0,3%	0,0	0,1%	0,0
davon aus Strom WP	9,3	4,5%	4,4	3,1%	4,5	5,3%	1,8	5,7%	0,0
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0

Tabelle 41: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Warkstorf

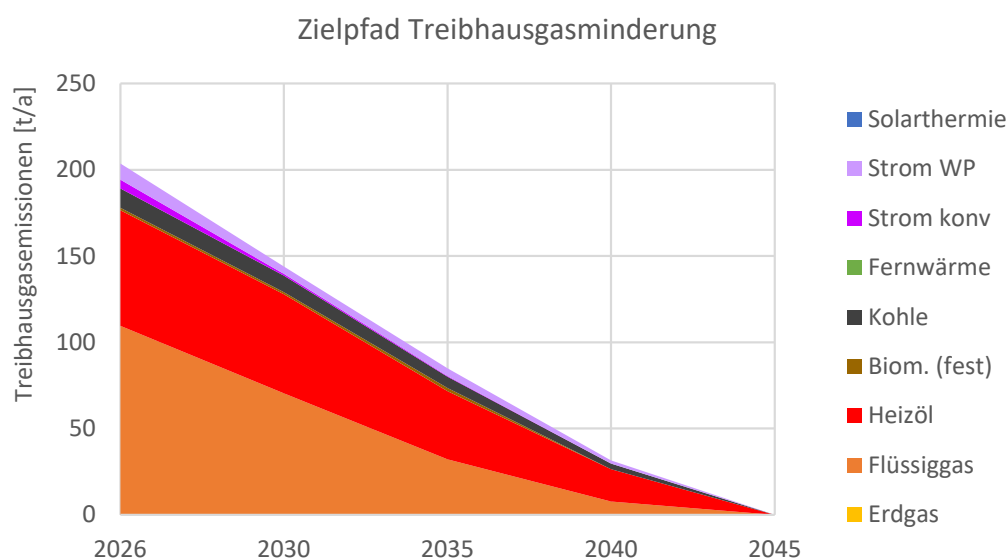


Abbildung 51: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Warkstorf

8 Umsetzungsstrategie und Maßnahmenkatalog (§ 20 WPG)

Die kommunale Wärmeplanung entfaltet ihre planerische und klimatologische Wirkung erst durch die konsequente Überführung der identifizierten Potenziale in die realwirtschaftliche Umsetzung. Gemäß § 20 des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) ist hierfür eine verbindliche Umsetzungsstrategie zu definieren. Diese umfasst einen konkreten Maßnahmenkatalog mit mindestens fünf Maßnahmen, deren Umsetzung innerhalb der nächsten drei Jahre nach Planveröffentlichung zu beginnen ist, sowie die klare Benennung von Verantwortlichkeiten und Finanzierungsoptionen.

Die Strategie für die Gemeinde Benz trägt der dörflichen Struktur Rechnung: Die Kommune agiert im Wesentlichen als Initiator, Lotse und Multiplikator, während die physische Transformation primär durch die privaten Gebäudeeigentümer sowie lokale Handwerks- und Versorgungsunternehmen realisiert wird.

8.1 Konkrete Maßnahmenbeschreibungen (Startphase 2026–2029)

Um den Transformationsprozess geordnet einzuleiten, werden folgende fünf prioritäre Maßnahmen definiert:

Maßnahme 1: Konsolidierung des Wärmenetzbetriebs

Beschreibung: Für das identifizierte Fokusgebiet (potenzielles Wärmenetzgebiet) muss der zukunftsfähige Weiterbetrieb des Wärmenetzes abgesichert werden. Hierzu sind unter Anderem Szenarien für eine zukünftige Erzeugerstruktur, ggf. auch nach Auslaufen des Betriebszeitraums der Biogasanlage sowie für die Entwicklung der Abnehmerstruktur hinsichtlich Nachverdichtung, Sanierung und ggf. auch Ausscheiden von Verbrauchern zu entwickeln. Hierfür bietet sich die Erstellung eines im Rahmen des Bundesförderprogramms effiziente Wärmenetze (BEW) förderfähigen Transformationsplans an. In diesem Zusammenhang ist ebenfalls zu empfehlen, mögliche zukünftige Partner wie beispielsweise weitere Betreiber Erneuerbarer-Energien-Anlagen, frühzeitig mit einzubinden.

Zielgruppe: Anlagenbetreiber, Kommunale Liegenschaften, Wohnungswirtschaft, Großabnehmer.

Maßnahme 2: Etablierung lokaler Vor-Ort-Beratungsangebote (Dezentrales Gebiet)

Beschreibung: Da ca. 80 % der Transformation im dezentralen Gebäudebestand über private Heizungswechsel (Wärmepumpen/Biomasse) erfolgen, ist neutrale Aufklärung essenziell. Die Kommune geht eine strategische Kooperation mit der **Verbraucherzentrale Mecklenburg-Vorpommern** ein. Es werden regelmäßige, geförderte Beratungsformate direkt im Ort etabliert (z. B. „Energie-Checks“ direkt am Gebäude oder „Detailberatungen Heizungstausch“). Flankierend wird auf der Gemeinde-Website zentral auf staatliche, herstellerunabhängige Informationsportale (wie das Portal *energiewechsel.de* des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz) verwiesen.

Zielgruppe: Private Ein- und Zweifamilienhausbesitzer.

Maßnahme 3: Aktionstag „Wärmewende“ im Rahmen des Tages der erneuerbaren Energien MV

Beschreibung: Der landesweit etablierte „Tag der erneuerbaren Energien in Mecklenburg-Vorpommern“ (traditionell Ende April) wird von der Gemeinde als zentrale Kommunikationsplattform adaptiert. Die Kommune organisiert ein lokales Info-Format (Messe/Bürgerdialog), zu die regionalen Handwerksbetriebe (SHK), Photovoltaik- und Solarthermie-Installateure sowie Hersteller von Wärmepumpen eingeladen werden. Dieses Format bündelt Angebot und Nachfrage, baut Vorurteile gegenüber neuen Technologien ab und stärkt die regionale Wertschöpfung.

Zielgruppe: Gesamte Bürgerschaft und regionales Gewerbe.

Maßnahme 4: Runder Tisch „Infrastruktur und Handwerkskapazitäten“

Beschreibung: Ein Nadelöhr der Wärmewende sind die Kapazitäten im Stromnetz (für Wärmepumpen) und im Fachhandwerk. Die Gemeinde initiiert einen halbjährlichen „Runden Tisch“. Teilnehmer sind der zuständige Strom-Verteilnetzbetreiber (zur Abstimmung des Netzausbaus für PV und Wärmepumpen nach § 14a EnWG), der lokale Bezirksschornsteinfeger (als Datenlieferant und Erstberater) sowie Vertreter der regionalen SHK-Innung.

Zielgruppe: Infrastrukturbetreiber und Handwerk.

Maßnahme 5: Digitaler Wärme-Lotse (Projektwebsite Zweckverband Wismar)

Beschreibung: Eine transparente Datenverfügbarkeit ist essenziell für die Akzeptanz und Investitionssicherheit der Gebäudeeigentümer. Als zentrale, digitale Anlaufstelle für die Bürger fungiert hierbei die projektbegleitende Internetseite des Zweckverbands zweckverband.trigenius.de. Kernstück dieser digitalen Plattform ist eine interaktive Kartendarstellung, die es den Bürgern ermöglicht, gebäudescharf abzufragen, welchem definierten Wärmeversorgungsgebiet ihre Liegenschaft zugeordnet ist. Darüber hinaus werden dort konkrete Förderansätze aufbereitet und objektive Aufklärungsarbeit zu den technologischen Erfüllungsoptionen geleistet. Diese Webpräsenz wird nicht als temporäres Projekt verstanden, sondern langfristig als dauerhafte, zentrale Informationsplattform etabliert und gemeinschaftlich durch die Gemeinde, die Amtsverwaltung und den Zweckverband Wismar gepflegt.

Zielgruppe: Gesamte Bürgerschaft, Gebäudeeigentümer und lokale Verwaltungen.

8.2 Verantwortlichkeiten und Organisationsstruktur

Die administrative und operative Steuerung der lokalen Wärmewende erfordert klare verwaltungsinterne Zuständigkeiten und vor allem adäquate Personalressourcen. Im strukturellen Kontext von Mecklenburg-Vorpommern bedarf es hierbei einer engen Verzahnung zwischen der lokalen Gemeindeebene und der übergeordneten Amtsverwaltung.

- **Gemeindevertretung und Bürgermeister:** Sie tragen die strategische Gesamtverantwortung, beschließen die formale Fortschreibung des Wärmeplans und stellen die Weichen im Gemeindehaushalt (z. B. kommunale Eigenanteile für Förderanträge und Infrastrukturprojekte).
- **Amtsverwaltung:** Die Amtsverwaltung fungiert als operatives Rückgrat. Sie ist dafür verantwortlich, die Ergebnisse der Wärmeplanung rechtssicher in die übergeordnete Bauleit- und Flächennutzungsplanung zu integrieren und die administrativen Prozesse verwaltungsübergreifend zu koordinieren.
- **Personalressourcen und Klimaschutzmanagement (Strategische Empfehlung):** Die erfolgreiche Umsetzung des Maßnahmenkatalogs sowie das geforderte Monitoring binden erhebliche Personalkapazitäten, die in ländlichen Verwaltungen oft nicht im Bestand abgebildet werden können. Es wird daher dringend empfohlen, eine permanente Stelle zu schaffen, die die Themen Energiemanagement und Klimaschutz als strukturelle Querschnittsaufgabe in die tägliche Arbeit von Gemeinde und Amt integriert. Zur Finanzierung dieser Fachexpertise sollte die Kommune zeitnah Fördermittel über die Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) des Bundes beantragen, um die Position eines kommunalen Klimaschutzmanagers (m/w/d) zu etablieren. Diese Position agiert als zentraler "Kümmerer", steuert die operative Umsetzung der identifizierten Maßnahmen, hilft aktiv

dabei, weitere Fördermittel für die Kommune und kommunale Liegenschaften zu generieren, und fungiert als Bindeglied zwischen Ingenieurbüros, Zweckverband, Amtsverwaltung und der Bürgerschaft.

- **Externe Akteure:** Die eigentliche physische Umsetzung der Transformation obliegt den Verteilnetzbetreibern, der lokalen Handwerkerschaft (SHK) sowie den privaten und gewerblichen Gebäudeinvestoren.

8.3 Finanzierung und Förderkulissen

Die Realisierung der identifizierten Potenziale erfordert erhebliche Investitionen. Um die Wirtschaftlichkeit für Kommune und Bürger sicherzustellen, sind nachfolgende Förderkulissen systematisch auszuschöpfen:

Für die Gemeinde und das Wärmenetz:

- **Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW):** Das zentrale Instrument des Bundes (BAFA). Es fördert im Modul 1 die Machbarkeitsstudien (Transformationspläne) mit bis zu 50 % und im Modul 2 den eigentlichen Bau von erneuerbaren Wärmenetzen (inkl. Speichern und Großwärmepumpen) mit einem Anteil von bis zu 40 % der förderfähigen Investitionskosten.
- **Klimaschutz-Förderrichtlinie Mecklenburg-Vorpommern:** Flankierendes Landesprogramm, das unter anderem Mittel für kommunale Energiekonzepte, Konzeptentwicklungen und vorbereitende Planungsleistungen bereitstellt.

Für die Bürger (Dezentrales Gebiet):

- **Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG):** Das Hauptinstrument zur Dekarbonisierung des Einzelgebäudes (KfW/BAFA). Beim normgerechten Heizungstausch (Ersatz von fossilen Anlagen durch z. B. Wärmepumpen oder Biomassekessel) können private Eigentümer Basis- und Geschwindigkeitsboni kumulieren, sodass aktuell bis zu 70 % der Investitionskosten bezuschusst werden.
- **KfW-Ergänzungskredit:** Zinsvergünstigte Darlehen für Haushalte mit geringerem bis mittlerem Einkommen, um den finanziellen Eigenanteil beim Heizungstausch liquiditätsschonend abzufedern.

8.4 Verstetigung, Monitoring und Fortschreibung (§ 25 WPG)

Ein Wärmeplan ist kein statisches Dokument, sondern ein dynamisches Steuerungsinstrument, das auf technologische Innovationen (z. B. Preisverfall bei Wärmepumpen), Marktschwankungen und demografische Entwicklungen reagieren muss.

- **Monitoring-Rhythmus:** Die Verwaltung führt ein rollierendes Monitoring ein. Hierbei werden wesentliche Indikatoren (Zubau PV-Anlagen, Austauschrate fossiler Heizungen laut Kkehrbuch des Schornsteinfegers, Planungsfortschritt im Fokusgebiet) jährlich intern abgeglichen.
- **Gesetzliche Fortschreibung:** Gemäß § 20 WPG verpflichtet sich die Gemeinde Benz, den Wärmeplan **spätestens alle fünf Jahre formal zu überprüfen und fortzuschreiben**. Diese Fortschreibung beinhaltet eine Anpassung der Bedarfsprognosen, die Evaluation der

Zielerreichung (Meilensteine 2030, 2035) sowie gegebenenfalls die Umwidmung des Prüfgebietes in ein finales Versorgungsgebiet. Die Ergebnisse der Evaluierung werden der Öffentlichkeit transparent zugänglich gemacht.

8.5 Praxisbeispiel: Energetische Transformation und intelligente Sektorenkopplung

Um die Potenziale der Wärmewende für die Bürgerinnen und Bürger greifbar zu machen, betrachten wir die Modernisierung eines typischen Einfamilienhauses (EFH) in Benz mit dem energetischen Standard der späten 1990er/frühen 2000er Jahre. Dieses Beispiel verdeutlicht, wie durch das Zusammenspiel von effizienter Gerätetechnik, lokaler Energieerzeugung und der Nutzung moderner Strommarkt-Mechanismen eine ökologisch und ökonomisch attraktive Energieversorgung realisiert werden kann.

8.5.1 Die Ausgangslage und das Prinzip der Effizienz

Das exemplarisch betrachtete Gebäude verbraucht aktuell ca. 20.000 kWh Erdgas pro Jahr. Mit einer klassischen Gas-Brennwerttherme (Nutzungsgrad ca. 91 %) werden daraus etwa 18.200 kWh Nutzwärme für Heizung und Warmwasser generiert. Der Rest geht als Abwärme über den Schornstein verloren.

Im Gegensatz zur Verbrennung nutzt eine Wärmepumpe Strom als Antriebsenergie, um Umweltwärme aus der Luft oder dem Erdreich auf ein nutzbares Temperaturniveau zu heben. Die Effizienz wird durch die Jahresarbeitszahl (JAZ) beschrieben. Eine JAZ von 4,0 bedeutet, dass aus 1 kWh Strom und 3 kWh Umweltwärme insgesamt 4 kWh Heizwärme entstehen. Der Primärenergieeinsatz sinkt dadurch dramatisch: Im Fall einer Luft-Wasser-Wärmepumpe auf ca. 5.200 kWh Strom (JAZ 3,5), bei einer Erdwärmepumpe sogar auf nur noch ca. 4.050 kWh Strom (JAZ 4,5).

8.5.2 Modernisierung der Wärmeübergabe und thermische Speicherung

Ein entscheidender Faktor für den effizienten Betrieb ist die Absenkung der Vorlauftemperatur. Im Bestand geschieht dies durch den Austausch kritischer Heizkörper gegen großflächige Niedertemperatur-Modelle oder sogenannte Booster-Heizkörper mit integrierten Lüftern.

Hierbei spielt die Lastverschiebung eine zentrale Rolle: Um von günstigen Strompreisen in der Nacht profitieren zu können, muss das Gebäude Wärme speichern können.

Bestand mit Heizkörpern: Um die Wärmepumpe während teurer Stromphasen am Tag ausschalten zu können, ist die Installation eines Pufferspeichers (z. B. 500 bis 1.000 Liter) sinnvoll. Er dient als thermische Batterie.

Option Fußbodenheizung: Verfügt das Gebäude über eine Flächenheizung, fungiert der Estrich als Speicher. Die hohe thermische Masse erlaubt es, das Gebäude nachts leicht „überzuheizen“, wobei die Wärme über viele Stunden des Folgetages gleichmäßig abgegeben wird.

8.5.3 Intelligentes Energiemanagement und dynamische Netzentgelte (§ 14a EnWG)

Das Herzstück der Anlage ist ein Energiemanagementsystem (EMS), das Wärmepumpe, Photovoltaikanlage (10 kWp, Ost-West-Ausrichtung) und Batteriespeicher (10 kWh) steuert. Seit 2024 profitieren neue steuerbare Verbrauchseinrichtungen zudem von der Neuregelung des § 14a EnWG.

In diesem Beispiel wird das Modul 3 (zeitvariable Netzentgelte) genutzt. Das bedeutet, dass nachts sowohl der Börsenstrompreis als auch die Gebühren für die Netznutzung deutlich reduziert sind. Durch die

Kombination aus dynamischen Stromtarifen und reduzierten Netzentgelten sinkt der durchschnittliche Netzbezugspreis auf ca. 21 ct/kWh (inkl. Steuern/Abgaben).

8.5.4 Synergieeffekt Elektromobilität: Kostenvergleich pro Kilometer

Das EMS nutzt denselben Mechanismus, um ein Elektroauto (E-Auto) dann zu laden, wenn Energie am günstigsten ist. Bei einem durchschnittlichen Verbrauch von 16 bis 20 kWh pro 100 km ergeben sich folgende Kostenstrukturen:

Laden mit eigenem PV-Strom (Ansatz 10 ct/kWh): Die Fahrkosten liegen bei lediglich 1,60 € bis 2,00 € pro 100 km (entspricht ca. 1,6 bis 2,0 Cent pro Kilometer).

Laden mit dynamischem Netzstrom (Ø 21 ct/kWh): Selbst wenn kein PV-Strom verfügbar ist, liegen die Kosten bei nur 3,36 € bis 4,20 € pro 100 km (entspricht ca. 3,4 bis 4,2 Cent pro Kilometer).

Dies macht den Haushalt nicht nur bei der Wärme, sondern auch in der Mobilität unabhängig von fossilen Energieimporten und geopolitischen Krisen.

8.5.5 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Wärmeversorgung

Unter Berücksichtigung einer realistischen Eigendeckungsquote durch PV-Strom von ca. 30 % im Jahresmittel ergibt sich folgendes Bild:

Kennzahl	Szenario A: Luft-Wasser-WP (JAZ 3,5)	Szenario B: Sole-Wasser-WP (JAZ 4,5)
Wärmebedarf (Nutzwärme)	18.200 kWh	18.200 kWh
Strombedarf gesamt	5.200 kWh	4.044 kWh
PV-Eigenstrom (30 % à 10 ct)	1.560 kWh (156 €)	1.213 kWh (121 €)
Netzbezug (70 % à 21 ct*)	3.640 kWh (764 €)	2.831 kWh (595 €)
Jährliche Heizkosten (Strom)	920 €	716 €
Spezifische Heizkosten (Brennstoffkostenäquivalent)	5,05 ct/kWh	3,93 ct/kWh

Tabelle 42: Exemplarische Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpenheizungen

Im Vergleich zur bisherigen Gasheizung (ca. 2.200 €/Jahr bei 11 ct/kWh Gaspreis) reduzieren sich die laufenden Energiekosten um ca. 60 % bis 67 %.

8.5.6 Investitionen und Förderung (BEG / KfW)

Die Realisierung erfordert initial höhere Investitionen, die jedoch durch die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) massiv gestützt werden. Für eine detaillierte Beratung ist das Angebot der KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) die erste Anlaufstelle.

Investitionskosten (Schätzwerte nach Verbraucherzentrale & BWP):

Luft-Wasser-WP (installiert): ca. 25.000 € – 35.000 €

Erdwärme-WP (inkl. Bohrung): ca. 35.000 € – 45.000 €

PV-Anlage & Speicher (10 kW/10 kWh): ca. 18.000 € – 22.000 € (0 % MwSt.)

Begleitmaßnahmen (Heizkörper, Puffer, ggf. Fußbodenheizung): variabel

Fördermöglichkeiten:

Grundförderung: 30 % für den Heizungstausch.

Effizienz-Bonus: 5 % beim Einsatz natürlicher Kältemittel oder der Nutzung effizienter Wärmequellen (Erdreich, Grundwasser oder Abwasser als Wärmequelle).

Klimageschwindigkeitsbonus: Zusätzliche 20 % bei Austausch einer funktionstüchtigen fossilen Heizung (bei Anlagen > 20 Jahre im EFH-Standard). Damit wird oft eine Förderquote von 55 % erreicht.

Spitzenförderung: Bei Erfüllung des Einkommensbonus sind bis zu 70 % Förderung möglich (gedeckt auf 30.000 € förderfähige Kosten für das erste Gewerk).

Umfeldmaßnahmen: Besonders wichtig ist, dass auch die Kosten für die Installation einer Fußbodenheizung, den Heizkörperaustausch oder die Entsorgung alter Tanks mit demselben Fördersatz (bis zu 70 %) bezuschusst werden.

Zusammenfassend zeigt dieses Beispiel, dass die Transformation zu einem klimaneutralen Haus in Benz technisch ausgereift ist und durch die Kombination aus staatlicher Förderung und intelligenter Sektorenkopplung eine langfristig wirtschaftliche Lösung darstellt.

9 Akteursbeteiligung und Erhebung der Datengrundlage

Eine belastbare und realitätsnahe kommunale Wärmeplanung kann nicht ausschließlich am Schreibtisch entstehen. Sie erfordert zwingend die frühzeitige Einbindung der Akteure vor Ort. Ziel der im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie durchgeführten Akteursbeteiligung war es, in enger Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber (der Gemeinde Benz und der Amtsverwaltung) das lokal vorhandene Know-how zu bündeln und reale Verbrauchsdaten in den Planungsprozess zu integrieren. Nur durch diese kooperative Datenkonsolidierung wird sichergestellt, dass die entwickelten Zielszenarien auf einem soliden, praxisgeprüften Fundament stehen.

9.1 Erfassung der leitungsgebundenen Energieinfrastruktur

Den Grundstock der Potenzial- und Bedarfsanalyse bilden die exakten Informationen zur bestehenden Infrastruktur. Hierzu wurden die Verbrauchsdaten und Netzstrukturinformationen der zuständigen Verteilnetzbetreiber herangezogen.

Ein besonderer Fokus lag dabei auf der Abfrage der historischen Absatzdaten für Erdgas und Flüssiggas sowie auf der geografischen Erfassung der bestehenden Versorgungsleitungen im Gemeindegebiet. Um regionale Besonderheiten in der Ver- und Entsorgungsinfrastruktur (beispielsweise Leitungsverläufe, die bei künftigen Erdarbeiten für Wärmenetze relevant werden, oder lokale Umweltwärmepotenziale) fachgerecht abzusichern, wurden zudem die detaillierten Infrastrukturdaten des **Zweckverbandes Wismar** vollumfänglich in die Bewertung einbezogen.

9.2 Identifikation und Einbindung der relevanten Akteursgruppen

Um ein ganzheitliches Bild der energetischen Situation und der zukünftigen Ausbaupotenziale zu erhalten, wurde ein breites Spektrum an Stakeholdern kontaktiert. Die systematische Ansprache umfasste Akteure aus folgenden strukturelevanten Bereichen:

- **Öffentliche Verwaltung und Liegenschaftsverwaltung:** Zur Erfassung der kommunalen Gebäude (Vorbildfunktion der öffentlichen Hand).
- **Wohnungswirtschaft:** Als Multiplikator und Besitzer großer zusammenhängender Wohnblöcke (potenzielle Ankerkunden für Netzinfrastrukturen).
- **Gewerbe und Industrie:** Zur Identifikation von Großverbrauchern sowie potenziellen Abwärmquellen.
- **Energieversorgung und Infrastrukturbetreiber:** Einbindung der lokalen Gas- und Flüssiggasnetzbetreiber zur Bewertung von Transformationspfaden der Bestandsnetze.
- **Zweckverbände (Wasser- und Abwasserverbände):** Zur Prüfung von Kanalthermie und aquathermischen Potenzialen.
- **Schornsteinfegerwesen:** Die zuständigen Bezirksschornsteinfegermeister liefern (über das Kehr- buch) die präzisesten validen Daten über das Alter und die Art der dezentralen Feuerstätten im privaten Gebäudebestand.

9.3 Methodik der Datenerhebung (Kommunale und gewerbliche Sektoren)

Die Informationsbeschaffung bei den Großabnehmern erfolgte durch einen gezielten, zweistufigen Dialogprozess, um eine hohe Datenqualität zu gewährleisten:

- **Kommunale Wohnungsbaugesellschaft und öffentliche Gebäude:** Für die Gebäude im Bestand der kommunalen Wohnungsbaugesellschaft sowie die öffentlichen Liegenschaften der Gemeinde wurden die energetischen Kenndaten (Sanierungsstand, aktueller Energieverbrauch, Heizungstyp) gesammelt und standardisiert abgefragt. Da die Beschaffung und Aufbereitung dieser Daten in den Liegenschaftsverwaltungen mitunter zeitintensiv ist, stehen hier noch einzelne Befragungsrückläufe aus. Das Planungsmodell ist jedoch so flexibel aufgebaut, dass diese Nachzügler-Daten in der späteren Fortschreibung in die Bilanzierung eingepflegt werden können.
- **Gewerbliche Akteure:** Um die spezifischen Bedarfe und Potenziale der lokalen Wirtschaft (z. B. Beherbergungsbetriebe, landwirtschaftliche oder produzierende Betriebe) zu erfassen, wurde nach einer initialen telefonischen Kontaktaufnahme eine strukturierte, fragebogenbasierte Erhebung durchgeführt. Diese Methodik stellt sicher, dass auch individuelle, gewerbespezifische Lastgänge und Ausbauplanungen der Unternehmen im Rahmen der kommunalen Zielszenarien Berücksichtigung finden.

10 Datenquellen und Rechtliche Grundlagen

Gesetzliche Rahmenbedingungen und Verordnungen

- **1. BImSchV** – Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen).
- **BauGB** – Baugesetzbuch, insbesondere § 35 (Bauen im Außenbereich) und § 249 Abs. 4 (Sonderregelungen zur Windenergie / Gemeindeöffnungsklausel).
- **BüGembeteilG MV** – Bürger- und Gemeindeneteiligungsgesetz Mecklenburg-Vorpommern (in der Fassung der Novellierung vom 23. April 2024).
- **EEG** – Erneuerbare-Energien-Gesetz, insbesondere § 6 (Finanzielle Beteiligung der Kommunen am Ausbau).
- **EnWG** – Energiewirtschaftsgesetz, insbesondere § 14a (Steuerung von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen / flexible Netzentgelte) und § 41a EnWG (Verpflichtung zu dynamischen Stromtarifen seit 01.01.2025).
- **GEG** – Gebäudeenergiegesetz (oft umgangssprachlich „Heizungsgesetz“ genannt, maßgeblicher Stand: GEG 2024).
- **LEP MV** – Landesraumentwicklungsprogramm Mecklenburg-Vorpommern (Fassung 2016 sowie dessen aktuelle Fortschreibung).
- **LPrG MV** – Landesplanungsgesetz Mecklenburg-Vorpommern, insbesondere § 9 (Zielabweichungsverfahren).
- **ROG** – Raumordnungsgesetz des Bundes, insbesondere § 6 Abs. 2 (Zielabweichungen).
- **WPG** – Wärmeplanungsgesetz (Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze), insbesondere §§ 10–12 (Datenbereitstellung und -erhebung) , § 16 (Potenzialermittlung) , § 20 (Umsetzungsstrategie) und § 25 (Fortschreibung).

Institutionelle Datengrundlagen, Portale und statistische Quellen

- **BDEW 01** – Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft: Standard-Lastprofile für Erdgas (Verfahrensmatrix und Richtlinien zur Anwendung der *SigLinDe-Profile*).
- **Bundesnetzagentur (MaStR)** – Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur: Amtliches Register aller Stammdaten des deutschen Strom- und Gasmarktes (Online-Abfrage für das Gemeindegebiet Benz).
- **BMWK / Energiewechsel** – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz: Offizielles Infoportal zur Energiewende und zum Heizungstausch (Handlungsempfehlungen unter [energiewechsel.de](https://www.energiewechsel.de)).
- **C.A.R.M.E.N. e.V.** – Centrales Agrar-Rohstoff Marketing und Energie-Netzwerk: Statistiken und Indizes zur Markt- und Preisentwicklung von Holzhackschnitzeln und Holzpellets im Mehrjahresvergleich ([carmen-ev.de](https://www.carmen-ev.de)).

- **Cleanthinking / Bund der Energieverbraucher** – Branchen- und Marktberichte zur Digitalisierung der europäischen Stromnetze und zum skandinavischen Hochlauf dynamischer Stromtarife.
- **DWD 01** – Deutscher Wetterdienst: Historische und gewichtete Klima- und Wetteraufzeichnungsdaten für den Planungsraum Klützer Winkel (gewichtetes Mittel aus den Wetterstationen Schwerin, Boltenhagen und Kirchdorf / Poel).
- **Fraunhofer IBP** – Fraunhofer-Institut für Bauphysik: Wissenschaftliche Modellversuche zur Evaluierung realer Einsparpotenziale durch smarte Raumthermostate und vernetzte Einzelraumsteuerungen in Wohngebäuden (ibp.fraunhofer.de/smart-home).
- **Fraunhofer IFAM / Gasnetztransformation** – Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung: Wissenschaftliche Begleitstudien (Veröffentlichungsstand 2025) zur notwendigen Gasnetztransformation, Rückbauplanung und den ökonomischen Risiken sinkender Durchsatzmengen in Verteilnetzen (ifam.fraunhofer.de).
- **LAND MV 01** – Ministerium für Inneres, Bau und Digitalisierung Mecklenburg-Vorpommern: Landesportal für raumbezogene Planungsdaten, rechtskräftige Bebauungspläne sowie Unterlagen zu laufenden Aufstellungsverfahren der Kommunen.
- **LK NWM 01** – Landkreis Nordwestmecklenburg: Datenplattform und Regionalstatistiken des "Energieportals Nordwestmecklenburg" zur Erfassung lokaler Erzeugungskapazitäten.
- **PVGIS** – Photovoltaic Geographical Information System: Wissenschaftliches Simulationswerkzeug der Europäischen Kommission (Joint Research Centre) zur neigungs- und ausrichtungsabhängigen Berechnung spezifischer Solarerträge (re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools).
- **RECK 01 / WIKI 01** – Regionale Energiekonzepte und Datenbanken: Zusammenstellung typischer, witterungsbereinigter Energiebedarfskennwerte nach Gebäudeklassen und Baualterstufen.
- **RPV WM** – Regionaler Planungsverband Westmecklenburg:
 - **RPV WM 01:** Regionales Raumentwicklungsprogramm Westmecklenburg (RREP) inklusive des Entwurfs zur Teilfortschreibung des Kapitels 6.5 (Energie).
 - **RPV WM 02:** Regionales Energiekonzept Westmecklenburg zur strategischen Ausrichtung des ländlichen Raums.
 - **RPV WM 03:** Kleinräumige Bevölkerungsprognose und demografische Entwicklungsberichte für die Kreise und Ämter des Verbandsgebietes.
- **TSOL** – Simulationsprogramm für solarthermische Anlagen: Modellrechnungen zur Ermittlung spezifischer thermischer Kollektorerträge und solarer Deckungsraten für Trinkwasser und Heizung.
- **UNEP / Copenhagen Centre on Energy Efficiency** – Fallstudien und Projektdokumentationen dänischer Vorreiterkommunen (u. a. Vojens und Dronninglund) zur großskaligen Freiflächen-Solarthermie in Verbindung mit saisonalen Erdbecken-Wärmespeichern (PTES).

Behördliche Geodaten-Schlüssel (Mecklenburg-Vorpommern)

- **LAIV** – Landesamt für innere Verwaltung Mecklenburg-Vorpommern (Geoinformation und Statistik):
 - **LAIV 01:** Topografische Datenbanken und Landeskarten (WebAtlas MV).

- **LAIV 02:** Digitale Orthophotos (DOP) und aktuelle Luftbildaufnahmen des Gemeindegebiets.
- **LAIV 03:** Digitale Verwaltungsgrenzen (DVG).
- **LAIV 04:** Digitale Flurgrenzen (DFG).
- **LAIV 05:** Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem (ALKIS) zur parzellenscharfen Zuordnung.
- **LAIV 06:** 3D-Gebäudemodelle im Detaillierungsgrad Level of Detail 2 (LoD-2) zur Volumen- und Hüllflächenberechnung.
- **LAIV 07:** Amtliche Statistiken zum Bevölkerungsstand der Kreise, Ämter und Gemeinden in MV.
- **LAIV 09:** Statistische Erhebungen zum physischen Bestand an Wohngebäuden und Wohnungen.
- **LAIV 10:** Amtliche Flächenerhebungen zur Bodenfläche nach der tatsächlichen Art der Nutzung.
- **LAIV 11 / LAIV 12:** Digitales Oberflächenmodell (DOM) und Digitales Geländemodell (DGM).
- **LAIV (2022):** Sonderauswertung der Daten des Zensus 2022 (Gebäude mit Wohnraum gegliedert nach den primär eingesetzten Energieträgern der Heizung).
- **LUNG** – Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern:
 - **LUNG 01:** Fachdatenbank und Kataster zu lokalen Bodennutzungstypen (BNT).
 - **LUNG 02:** Geodaten zu amtlich ausgewiesenen Schutzgebieten (Naturschutz, Nationalparks, FFH- und Vogelschutzgebiete).
 - **LUNG 03:** Kartierung gesetzlich geschützter Biotope und ökologischer Kernzonen.
 - **LUNG 04:** Geothermische Fachkarten zur oberflächennahen Erdwärmenutzung und hydrogeologischen Eignung.

Emissionsfaktoren und energetische Bilanzierungsmodelle

- **DENA 01** – Deutsche Energie-Agentur: Tabellenwerke und Kennzahlen zur Ermittlung treibhausgasrelevanter Emissionen leitungsgebundener und dezentraler Energieträger (inklusive der Vorkettenbetrachtung für Erdgas, Flüssiggas, Heizöl und Netzinfraststrukturen).
- **FNR 04** – Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.: Standardwerk „Leitfaden Feste Biobrennstoffe“ (4. Auflage) sowie methodische Ertragsansätze zur Berechnung des technischen und freien Energiepotenzials aus Agrar- und Forstreststoffen (Waldrestholz, Getreidestroh, Landschaftspflegeholz und Heu).
- **GEMIS** – Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien (IINAS): Datensätze des computergestützten Lebenszyklus- und Ökobilanzierungsmodells *GEMIS* (Globales Emissions-Modell integrierter Systeme) zur Ermittlung des Kumulierten Energieaufwands (KEA) und spezifischer CO₂-Äquivalente.

- **IWU 01** – Institut Wohnen und Umwelt GmbH: Wissenschaftlich anerkannte Treibhausgas-Emissionsfaktoren und standardisierte Jahresnutzungsgrade zur endenergiebasierten Bilanzierung des bundesweiten Heizungsbestands.
- **Schleswig-Holstein (BWS)** – BWS Unternehmensberatung Umweltschutz: Methodischer Ertragsansatz zur „Grünabfall- und Schnittholzverwertung unter Klimaschutzaspekten“ zur Bilanzierung von Knickpflege- und Landschaftspflegeholzmengen im ländlichen Raum.

11 Anhang

Anhang 1: Bestehende Netzinfrastruktur

Anhang 2: Wärmebedarfsdichte Bestand

Anhang 3: Wärmeliniendichte

Anhang 4: Wärmebedarfsdichte inkl. Zubau

Anhang 5: Potenzial Wärmebedarfsreduktion

Anhang 6: Potenzial Photovoltaik-Freifläche

Anhang 7: Potenzial Solarthermie-Freifläche

Anhang 8: Potenzial Windenergienutzung

Anhang 9: Potenzialflächen Biomasseaufkommen

Anhang 10: Potenzial Abwärmequellen

Anhang 11: Potenzial Solarthermie-Aufdach

Anhang 12: Potenzial Photovoltaik-Aufdach

Anhang 13: Potenzial Oberflächennahe Geothermie

Anhang 14: Zuweisung Versorgungsarten

