

ABSCHLUSSBERICHT

Kommunale Wärmeplanung
Amt Dorf Mecklenburg – Bad Kleinen |
Gemeinde Bad Kleinen

ABSCHLUSSBERICHT

Kommunale Wärmeplanung nach Wärmeplanungsgesetz für die Gemeinde Bad Kleinen

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 Dorf Mecklenburg – Bad Kleinen

Am Wehberg 17

23972 Dorf Mecklenburg

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.....	6
1 Hintergrund und Aufgabenstellung	9
1.1 Gesetzlicher Rahmen und Zielsetzung	10
1.2 Vorbild Dänemark: Strategische Planung als Erfolgsmodell.....	10
2 Kommunikations- und Beteiligungsstrategie	10
2.1 Reichweite: Präsenz in 19 Gemeinden	11
2.2 Tiefe: Identifikation und Integration relevanter Akteure.....	12
2.3 Rückkopplung: Transformation von Beteiligung in Planungsergebnisse	13
2.4 Anschluss: Orientierung über den Projektabschluss hinaus	13
2.5 Fazit	14
3 Grundlagenermittlung.....	14
3.1 Kartografische Daten	14
3.2 Statistische Daten.....	16
3.3 Auswertung der planerischen Situation	16
4 Bestandsanalyse (Wärmebedarf und Infrastruktur)	16
4.1 Rechtliche Rahmenbedingungen und Datenerhebungsbefugnisse	16
4.2 Methodik & Datengrundlage.....	17
4.3 Erfassung des Gebäudebestandes.....	17
4.4 Versorgungsstruktur.....	19
4.5 Energieinfrastruktur	19
4.6 Vorläufige Energiebedarfsermittlung.....	20
4.7 Akteursbefragung.....	20
4.8 Endgültige Bedarfsermittlung	21
4.9 Gebäude- und Flächenstruktur	21
4.10 Wärmebedarf und -verbräuche.....	23
4.11 Endenergiebedarf und Treibhausgasemissionen	32
4.12 Prognose der Nutzflächen- und Bedarfsentwicklung.....	36
5 Potenzialanalyse (Erneuerbare Energien und Abwärme).....	39
5.1 Gebäudesanierung und strategische Bedarfsreduktion	39
5.2 Tiefe Geothermie	44
5.3 Solare Freiflächen	44
5.4 Windenergie-Nutzung	49
5.5 Feste Biomasse.....	52

5.6	Punktuelle Wärmequellen und Abwärmenutzung.....	59
5.7	Solare Aufdachanlagen (Gebäudeinfrastruktur)	62
5.8	Umweltwärme und oberflächennahe Geothermie	66
5.9	Grüne Gase (Wasserstoff, Biomethan und Bio-Flüssiggas)	69
5.10	Speichertechnologien und Systemflexibilität	71
6	Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete.....	74
6.1	Wärmenetzgebiete.....	74
6.2	Versorgungsgebiet für Wasserstoff / Grüne Gase.....	74
6.3	Prüfgebiete	74
6.4	Gebiete für dezentrale Versorgung.....	75
6.5	Zusammenfassung der Gebietsausweisung	75
7	Bedarfsprognose und Zielbild 2045: Der Pfad zur Treibhausgasneutralität	101
7.1	Ausgangssituation (Status quo).....	101
7.2	Bedarfsprognose und demografische Entwicklung	101
7.3	Zielbild 2045: Die klimaneutrale Gemeinde Bad Kleinen	101
7.4	Markteffekte und exogene Einflussfaktoren.....	102
7.5	Ergebnisdarstellung.....	102
8	Umsetzungsstrategie und Maßnahmenkatalog (§ 20 WPG)	154
8.1	Konkrete Maßnahmenbeschreibungen (Startphase 2026–2029)	154
8.2	Verantwortlichkeiten und Organisationsstruktur	155
8.3	Finanzierung und Förderkulissen	156
8.4	Verstetigung, Monitoring und Fortschreibung (§ 25 WPG)	156
8.5	Praxisbeispiel: Energetische Transformation und intelligente Sektorenkopplung	157
9	Akteursbeteiligung und Erhebung der Datengrundlage	159
9.1	Erfassung der leitungsgebundenen Energieinfrastruktur	160
9.2	Identifikation und Einbindung der relevanten Akteursgruppen	160
9.3	Methodik der Datenerhebung (Kommunale und gewerbliche Sektoren).....	160
10	Datenquellen und Rechtliche Grundlagen	161
11	Anhang.....	164

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: 3D-Darstellung des Gebäudebestandes.....	18
Abbildung 2: Übersicht der bestehenden Energieinfrastruktur.....	19
Abbildung 3: Verteilung der beheizten Nutzflächen nach Gemarkungen	22
Abbildung 4: Sektorale Aufteilung des Wärmebedarfs pro Gemarkung.....	23
Abbildung 5: Räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichte	24
Abbildung 6: Wärmebedarfsdichte im Ortsteil Bad Kleinen	26
Abbildung 7: Wärmebedarfsdichte im Ortsteil Gallentin.....	27
Abbildung 8: Wärmebedarfsdichte im Ortsteil Hoppenrade	28
Abbildung 9: Wärmebedarfsdichte im Ortsteil Losten	29
Abbildung 10: Wärmebedarfsdichte im Ortsteil Niendorf.....	30
Abbildung 11: Wärmebedarfsdichte im Ortsteil Wendisch Rambow	31
Abbildung 12: Räumliche Verteilung des Endenergiebedarfs.....	33
Abbildung 13: Prozentuale Anteile der Energieträger am Endenergiebedarf	34
Abbildung 14: Verteilung der Treibhausgasemissionen nach Gemarkungen	35
Abbildung 15: Anteil der verschiedenen Energieträger an den Treibhausgasemissionen (THG)	35
Abbildung 16: Auswirkungen auf den Nutzenergiebedarf im Projektgebiet Bad Kleinen	37
Abbildung 17: Räumliche Verteilung und Auswirkungen auf die Wärmebedarfsdichte	38
Abbildung 18: Ergebnisdarstellung der Bedarfsminderungspotenziale.....	43
Abbildung 19: Räumliche Ergebnisdarstellung der Bedarfsminderungspotenziale	43
Abbildung 20: Räumliche Ergebnisdarstellung zum Photovoltaik-Flächenanlagenpotenzial	47
Abbildung 21: Räumliche Ergebnisdarstellung zum Solarthermie-Flächenanlagenpotenzial.....	49
Abbildung 22: Räumliche Ergebnisdarstellung zum Windenergiepotenzial	52
Abbildung 23: Preisentwicklung für Holzpellets im Vergleich zu Heizöl und Erdgas	55
Abbildung 24: Räumliche Ergebnisdarstellung zum Potenzial fester Biomasse	57
Abbildung 25: Ergebnisdarstellung von Abwärmepotenzialen im Projektgebiet	60
Abbildung 26: Räumliche Verteilung des Wärmepotenzials durch solare Aufdachanlagen.....	64
Abbildung 27: Räumliche Verteilung des Strompotenzials durch Photovoltaik-Aufdachanlagen	65
Abbildung 28: Räumliche Darstellung des Wärmepotenzials aus oberflächennaher Geothermie.....	68
Abbildung 29: Übersicht der zugewiesenen Versorgungsarten im gesamten Gemeindegebiet	75
Abbildung 30: Zugeordnete Versorgungsarten für Bad Kleinen – Bahn	76
Abbildung 31: Zugeordnete Versorgungsarten für Bad Kleinen – West	77
Abbildung 32: Zugeordnete Versorgungsarten für Bad Kleinen – MFH Mitte.....	78
Abbildung 33: Zugeordnete Versorgungsarten für Bad Kleinen – EFH Mitte	79
Abbildung 34: Zugeordnete Versorgungsarten für Bad Kleinen – Hauptstr. Mitte	80
Abbildung 35: Zugeordnete Versorgungsarten für Bad Kleinen – Schulstr.....	81
Abbildung 36: Zugeordnete Versorgungsarten für Bad Kleinen – Koppelweg.....	82
Abbildung 37: Zugeordnete Versorgungsarten für Bad Kleinen – Mühlenstr.....	84
Abbildung 38: Zugeordnete Versorgungsarten für Bad Kleinen – Ost	85
Abbildung 39: Zugeordnete Versorgungsarten für Bad Kleinen – Seeufer	86
Abbildung 40: Zugeordnete Versorgungsarten für Bad Kleinen – Mühlenquartier	87
Abbildung 41: Zugeordnete Versorgungsarten für Bad Kleinen – EFH Buchenring	88
Abbildung 42: Zugeordnete Versorgungsarten für Gallentin – EFH Bad Kleinener Chaussee	89
Abbildung 43: Zugeordnete Versorgungsarten für Gallentin – Nord.....	91

Abbildung 44: Zugeordnete Versorgungsarten für Gallentin – Süd.....	92
Abbildung 45: Zugeordnete Versorgungsarten für Gallentin – FEH.....	93
Abbildung 46: Zugeordnete Versorgungsarten für Wendisch Rambow – An der Bahn.....	94
Abbildung 47: Zugeordnete Versorgungsarten für Niendorf	95
Abbildung 48: Zugeordnete Versorgungsarten für Hoppenrade	96
Abbildung 49: Zugeordnete Versorgungsarten für LW Losten.....	97
Abbildung 50: Zugeordnete Versorgungsarten für Losten – EFH Häuslerreihe	98
Abbildung 51: Zugeordnete Versorgungsarten für Eck Losten	99
Abbildung 52: Zugeordnete Versorgungsarten für Fichtenhusen.....	100
Abbildung 53: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Gemeinde Bad Kleinen	106
Abbildung 54: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Gemeinde Bad Kleinen	107
Abbildung 55: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Bahn	108
Abbildung 56: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Bahn.....	109
Abbildung 57: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – West.....	110
Abbildung 58: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – West.....	111
Abbildung 59: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – MFH Mitte.....	112
Abbildung 60: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – MFH Mitte	113
Abbildung 61: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – EFH Mitte	114
Abbildung 62: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – EFH Mitte.....	115
Abbildung 63: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Hauptstr. Mitte	116
Abbildung 64: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Hauptstr. Mitte.....	117
Abbildung 65: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Schulstr.	118
Abbildung 66: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Schulstr.	119
Abbildung 67: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Koppelweg	120
Abbildung 68: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Koppelweg	121
Abbildung 69: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Mühlenstr.	122
Abbildung 70: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Mühlenstr.	123
Abbildung 71: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Ost.....	124
Abbildung 72: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Ost	125
Abbildung 73: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Seeufer.....	126
Abbildung 74: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Seeufer.....	127
Abbildung 75: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Mühlenquartier.....	128
Abbildung 76: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Mühlenquartier	129
Abbildung 77: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – EFH Buchenring.....	130
Abbildung 78: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – EFH Buchenring	131
Abbildung 79: Zielpfad Wärmebereitstellung für Gallentin – EFH Bad Kleinener Chaussee	132
Abbildung 80: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Gallentin – EFH Bad Kleinener Chaussee.....	133
Abbildung 81: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Gallentin – Nord.....	134
Abbildung 82: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Gallentin – Nord	135
Abbildung 83: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Gallentin – Süd.....	136
Abbildung 84: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Gallentin – Süd	137
Abbildung 85: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Gallentin – FEH	138
Abbildung 86: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Gallentin – FEH	139
Abbildung 87: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Wendisch Rambow – An der Bahn	140
Abbildung 88: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Wendisch Rambow – An der Bahn	141

Abbildung 89: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Niendorf.....	142
Abbildung 90: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Niendorf	143
Abbildung 91: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Hoppenrade.....	144
Abbildung 92: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Hoppenrade.....	145
Abbildung 93: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für LW Losten	146
Abbildung 94: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für LW Losten	147
Abbildung 95: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Losten - EFH Häuslerreihe.....	148
Abbildung 96: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Losten - EFH Häuslerreihe	149
Abbildung 97: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Eck Losten	150
Abbildung 98: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Eck Losten.....	151
Abbildung 99: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Fichtenhusen	152
Abbildung 100: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Fichtenhusen	153

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anzahl der beheizten Gebäude nach Sektoren	21
Tabelle 2: Beheizte Nutzfläche nach Sektoren.....	22
Tabelle 3: Wärmebedarf nach Gemarkungen und Sektoren	23
Tabelle 4: Spezifische Emissionsfaktoren der verschiedenen Energieträger	32
Tabelle 5: Endenergiebedarf zur Wärmebereitstellung nach Energieträgern	33
Tabelle 6: Treibhausgasemissionen der Wärmebereitstellung.....	34
Tabelle 7: Entwicklung der beheizten Gebäudeanzahl im Projektgebiet Bad Kleinen.....	36
Tabelle 8: Entwicklung der beheizten Nutzfläche im Projektgebiet Bad Kleinen	36
Tabelle 9: Auswirkungen auf den Wärmebedarf im Projektgebiet Bad Kleinen.....	37
Tabelle 10: Ergebnisdarstellung des Wärme-Einsparpotenzials durch Gebäudesanierung.....	42
Tabelle 11: Ergebnisdarstellung zum Photovoltaik-Flächenanlagenpotenzial.....	47
Tabelle 12: Ergebnisdarstellung zum Solarthermie-Flächenanlagenpotenzial	48
Tabelle 13: Ergebnisdarstellung zum Windenergiepotenzial im Projektgebiet	52
Tabelle 14: Ergebnisdarstellung zum Potenzial fester Biomasse	57
Tabelle 15: Ergebnisdarstellung zur Abwasserwärme aus dem Kanalnetz	61
Tabelle 16: Ergebnisdarstellung zur Abwärmenutzung aus der Biogasanlage (BHKW-Abwärme)	61
Tabelle 17: Potenzial und installierte Leistung für solare Aufdachanlagen	64
Tabelle 18: Berechnete Potenziale zur Nutzung oberflächennaher Geothermie	67
Tabelle 19: Struktur- und Potentialdaten für Bad Kleinen – Bahn.....	76
Tabelle 20: Struktur- und Potentialdaten für Bad Kleinen – West.....	77
Tabelle 21: Struktur- und Potentialdaten für Bad Kleinen – MFH Mitte.....	78
Tabelle 22: Struktur- und Potentialdaten für Bad Kleinen – EFH Mitte	79
Tabelle 23: Struktur- und Potentialdaten für Bad Kleinen – Hauptstr. Mitte	80
Tabelle 24: Struktur- und Potentialdaten für Bad Kleinen – Schulstr.	82
Tabelle 25: Struktur- und Potentialdaten für Bad Kleinen – Koppelweg	83
Tabelle 26: Struktur- und Potentialdaten für Bad Kleinen – Mühlenstr.	84
Tabelle 27: Struktur- und Potentialdaten für Bad Kleinen – Ost.....	85
Tabelle 28: Struktur- und Potentialdaten für Bad Kleinen – Seeufer.....	86

Tabelle 29: Struktur- und Potentialdaten für Bad Kleinen – Mühlenquartier	87
Tabelle 30: Struktur- und Potentialdaten für Bad Kleinen – EFH Buchenring.....	89
Tabelle 31: Struktur- und Potentialdaten für Gallentin – EFH Bad Kleinerer Chaussee.....	90
Tabelle 32: Struktur- und Potentialdaten für Gallentin – Nord	91
Tabelle 33: Struktur- und Potentialdaten für Gallentin – Süd.....	92
Tabelle 34: Struktur- und Potentialdaten für Gallentin – FEH	93
Tabelle 35: Struktur- und Potentialdaten für Wendisch Rambow – An der Bahn	94
Tabelle 36: Struktur- und Potentialdaten für Niendorf.....	95
Tabelle 37: Struktur- und Potentialdaten für Hoppenrade.....	96
Tabelle 38: Struktur- und Potentialdaten für LW Losten	97
Tabelle 39: Struktur- und Potentialdaten für Losten – EFH Häuslerreihe.....	98
Tabelle 40: Struktur- und Potentialdaten für Eck Losten	99
Tabelle 41: Struktur- und Potentialdaten für Fichtenhusen	100
Tabelle 42: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Gemeinde Bad Kleinen.....	106
Tabelle 43: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Gemeinde Bad Kleinen.....	107
Tabelle 44: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Bahn	108
Tabelle 45: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Bahn	109
Tabelle 46: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – West	110
Tabelle 47: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – West	111
Tabelle 48: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – MFH Mitte	112
Tabelle 49: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – MFH Mitte	113
Tabelle 50: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – EFH Mitte	114
Tabelle 51: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – EFH Mitte.....	115
Tabelle 52: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Hauptstr. Mitte	116
Tabelle 53: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Hauptstr. Mitte.....	117
Tabelle 54: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Schulstr.....	118
Tabelle 55: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Schulstr.....	119
Tabelle 56: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Koppelweg.....	120
Tabelle 57: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Koppelweg.....	121
Tabelle 58: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Mühlenstr.....	122
Tabelle 59: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Mühlenstr.....	123
Tabelle 60: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Ost.....	124
Tabelle 61: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Ost	125
Tabelle 62: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Seeufer	126
Tabelle 63: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Seeufer	127
Tabelle 64: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Mühlenquartier.....	128
Tabelle 65: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Mühlenquartier	129
Tabelle 66: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – EFH Buchenring.....	130
Tabelle 67: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – EFH Buchenring	131
Tabelle 68: Wärmebedarfsentwicklung für Gallentin – EFH Bad Kleinerer Chaussee.....	132
Tabelle 69: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Gallentin – EFH Bad Kleinerer Chaussee	133
Tabelle 70: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Gallentin – Nord.....	134
Tabelle 71: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Gallentin – Nord	135
Tabelle 72: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Gallentin – Süd	136
Tabelle 73: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Gallentin – Süd	137

Tabelle 74: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Gallentin – FEH.....	138
Tabelle 75: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Gallentin – FEH.....	139
Tabelle 76: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Wendisch Rambow – An der Bahn.....	140
Tabelle 77: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Wendisch Rambow – An der Bahn.....	141
Tabelle 78: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Niendorf.....	142
Tabelle 79: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Niendorf.....	143
Tabelle 80: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Hoppenrade.....	144
Tabelle 81: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Hoppenrade.....	145
Tabelle 82: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für LW Losten.....	146
Tabelle 83: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für LW Losten.....	147
Tabelle 84: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Losten - EFH Häuslerreihe.....	148
Tabelle 85: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Losten - EFH Häuslerreihe.....	149
Tabelle 86: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Eck Losten.....	150
Tabelle 87: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Eck Losten.....	151
Tabelle 88: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Fichtenhusen.....	152
Tabelle 89: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Fichtenhusen.....	153
Tabelle 90: Exemplarische Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpenheizungen.....	158

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 Bad Kleinen, gelegen im Amtsbereich Dorf Mecklenburg – Bad Kleinen 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 erfolgte. Die Erstellung dieses Wärmeplans legt für die Gemeinde Bad Kleinen den Grundstein für eine nachhaltige Entwicklung, die lokalen Klimaschutz mit regionaler Wertschöpfung vereint.

Im Zentrum der Wärmeplanung steht die Beantwortung der Frage, welche zukunftsicheren 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 Bad Kleinen 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 Bad Kleinen 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 Bad Kleinen 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 und die öffentliche Auslegung 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 Bad Kleinen zuständige Amt – 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 Bad Kleinen. 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 Wärmeverversorgungssysteme 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 Bad Kleinen.

3 Grundlagenermittlung

Die Erstellung der kommunalen Wärmeplanung für die Gemeinde Bad Kleinen 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 Bad Kleinen konnte ein digitaler Wärmeatlas 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:

Topografische Informationen

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

Administrative Gliederung

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

Planerische Situation

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

Energetische Situation

- Energieportal Nordwestmecklenburg¹³
- Fachkarten Erdwärmenutzung¹⁴

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 dienten 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 anlagenspezifische Daten – etwa zu Brennstoffarten, Nennwärmeleistungen und dem Alter der Feuerungsanlagen – bereitzustellen. Diese gesetzliche Legitimation ermöglicht es der Kommune, auch ohne Einzel-

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>

befragungen 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 Bad Kleinen. 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 Bad Kleinen 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 Bad Kleinen 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 Luftbilddaufnahmen²⁵ wurden zunächst sämtliche energetisch relevante Gebäude im Untersuchungsgebiet kartografisch und tabellarisch erfasst. Unter ergänzender Berücksichtigung der

²⁴ LAiV 05

²⁵ LAiV 02

bestehenden Bebauungspläne²⁶ sowie kartografischer Informationen zum Gebäudebestand²⁷ wurden die Gebäude hinsichtlich folgender Aspekte klassifiziert:

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

Eine dreidimensionale Visualisierung veranschaulicht die räumliche Verteilung und Dichte der Bebauung im Untersuchungsgebiet.



Abbildung 1: 3D-Darstellung des Gebäudebestandes

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...)

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. Die Übersichtskarte illustriert das vorhandene und teilweise ausgebaute Leitungsnetz zur Wärmeversorgung. Ein Erdgasnetz ist in mehreren Teilbereichen der Gemeinde etabliert und versorgt größere Siedlungsschwerpunkte.

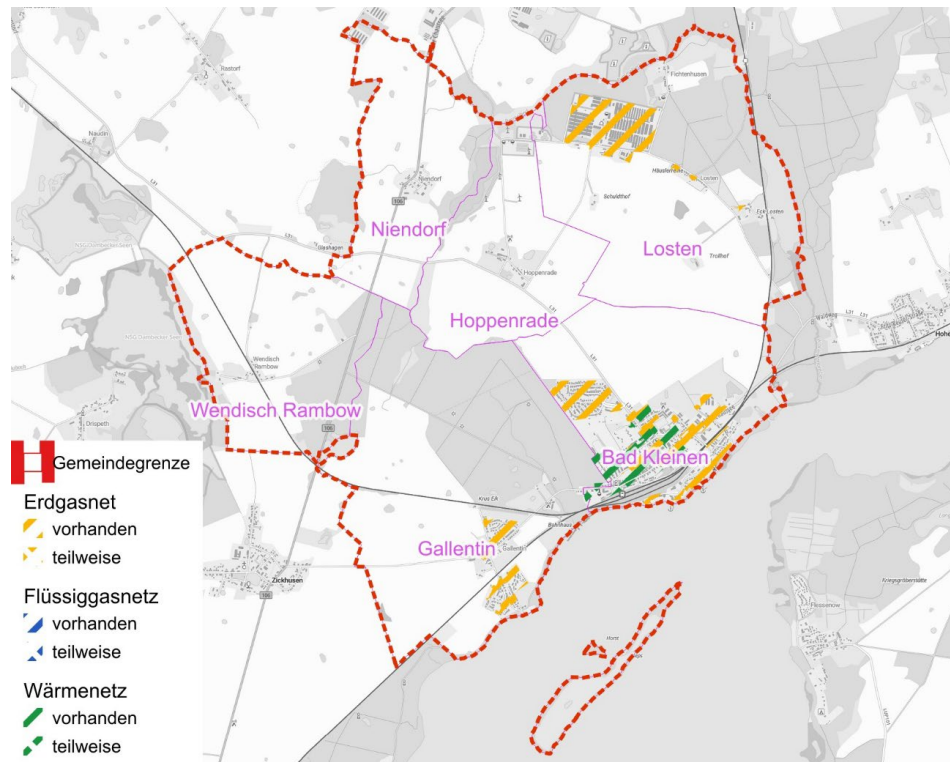


Abbildung 2: Übersicht der bestehenden Energieinfrastruktur

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 Bad Kleinen durchgeführt.

Die Ergebnisse dieser Bestandsaufnahme zeigen eine sehr konzentrierte und im Hinblick auf die Wärmeversorgung vielfältige Ausgangslage: Im gesamten Gemeindegebiet konnten neben einer Abwärmequelle aus einer Kläranlage und bestehenden Windenergieanlagen auch zwei Biogasanlagen identifiziert werden. Darüber hinaus existieren derzeit keine industriellen oder gewerblichen Großbetriebe mit nutzbarer Abwärme, keine größeren KWK-Anlagen (Kraft-Wärme-Kopplung) und keine bestehenden Großwärmepumpen oder geothermischen Einspeisungen.

Die identifizierte Kläranlage stellt eine potenzielle Schnittstelle für eine netzgebundene Abwärmenutzung im Gemeindegebiet dar. Unter Einsatz von Wärmepumpentechnologie entsteht aus der kommunalen

Abwasserinfrastruktur eine Wärmepotenzial von 2.125,3 MWh/a bei einem Einsatz von ca. 711,8 MWh/a an elektrischer Energie für die Wärmepumpe.

Die identifizierten Biogasanlagen stellt ebenfalls eine potenzielle Schnittstelle für eine netzgebundene Abwärmenutzung im Gemeindegebiet dar. Die Anlagen haben laut Registerangaben eine thermische Leistung von 2 x 558 kWth.

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 baurechtlicher 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 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 ausgewertet, 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.

²⁸ u.a. RECK 01, WIKI 01

²⁹ DWD 01

³⁰ BDEW 01

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.

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

Die Erhebung dokumentiert insgesamt 1.218 beheizte Gebäude. Der private Sektor bildet mit 974 Einheiten und einem Anteil von 80,0 % den größten Bereich. Der gewerbliche Sektor umfasst 230 Gebäude, was 18,9 % entspricht. Auf den öffentlichen Bereich entfallen 14 Gebäude (1,1 %). Die größte Konzentration findet sich mit 762 Einheiten im Hauptort.

Gemarkung	Gebäudeanzahl (beheizt)				
	[-]				
	Sektor				
	privat	gewerbl.	öffentl.	gesamt	
Bad Kleinen	674	77	11	762	62,6%
Gallentin	194	55	2	251	20,6%
Hoppenrade	23	4	0	27	2,2%
Losten	46	82	1	129	10,6%
Niendorf	20	12	0	32	2,6%
Wendisch Rambow	17	0	0	17	1,4%
gesamt	974	230	14	1.218	100,0%
	80,0%	18,9%	1,1%	100,0%	

Tabelle 1: Anzahl der beheizten Gebäude nach Sektoren

³¹ DWD 01

Die gesamte beheizte Nutzfläche beläuft sich auf 348.300 Quadratmeter. Davon entfallen 190.713 Quadratmeter (54,8 %) auf den privaten und 148.573 Quadratmeter (42,7 %) auf den gewerblichen Sektor. Der öffentliche Sektor weist eine Fläche von 9.014 Quadratmetern (2,6 %) auf. Die größte zusammenhängende Teilfläche verzeichnet der zentrale Bereich mit 179.318 Quadratmetern, gefolgt von einem weiteren Ortsteil mit 112.868 Quadratmetern.

Gemarkung	Nutzfläche (beheizt) [m ²]				
	Sektor				
	privat	gewerbl.	öffentl.	gesamt	
Bad Kleinen	145.758	24.808	8.753	179.318	51,5%
Gallentin	26.242	9.407	186	35.835	10,3%
Hoppenrade	3.873	1.956	0	5.829	1,7%
Losten	7.149	105.644	76	112.868	32,4%
Niendorf	4.813	6.758	0	11.571	3,3%
Wendisch Rambow	2.878	0	0	2.878	0,8%
gesamt	190.713	148.573	9.014	348.300	100,0%
	54,8%	42,7%	2,6%	100,0%	

Tabelle 2: Beheizte Nutzfläche nach Sektoren

Das Balkendiagramm veranschaulicht die Aufteilung der Nutzflächen auf die verschiedenen Ortsteile und Sektoren. Der Schwerpunkt liegt deutlich im Kernbereich, wo private Flächen den größten Anteil ausmachen.

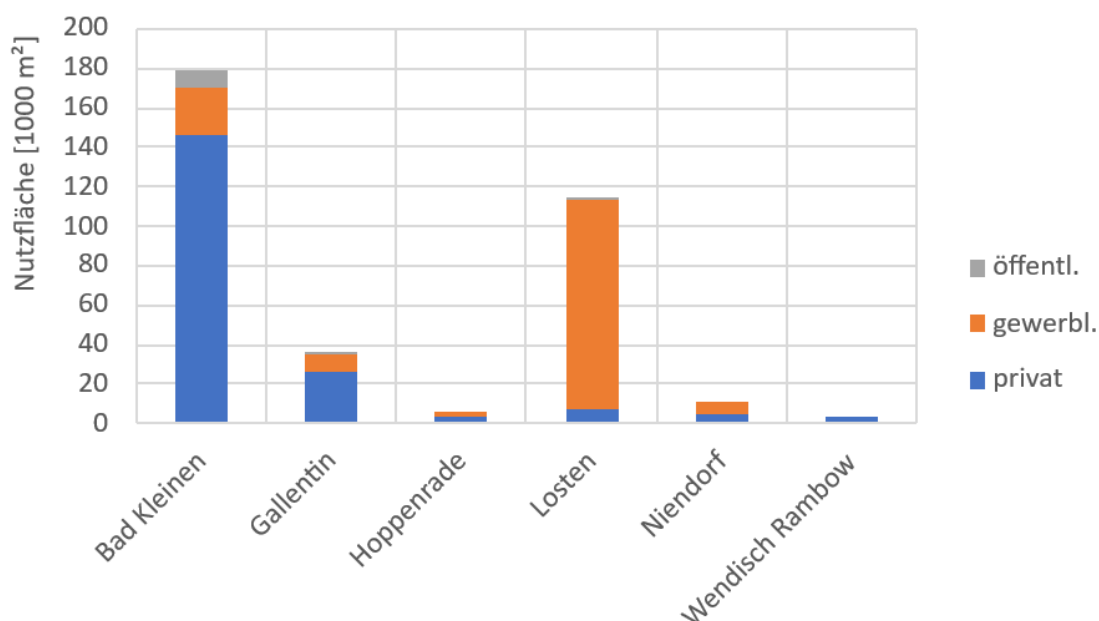


Abbildung 3: Verteilung der beheizten Nutzflächen nach Gemarkungen

4.10 Wärmebedarf und -verbräuche

Entsprechend der oben aufgeführten Vorgehensweise wurde der bestehende Wärmebedarf gebäudescharf analysiert und wie folgt zusammengefasst: Der ermittelte Gesamtwärmebedarf summiert sich auf 31.903 MWh/a. Mit 22.154 MWh/a und einem Anteil von 69,4 % beansprucht der private Sektor den Hauptanteil, während der gewerbliche Sektor 8.909 MWh/a (27,9 %) benötigt. Der kommunale Bereich macht mit 840 MWh/a lediglich 2,6 % aus.

Gemarkung	Wärmebedarf [MWh/a]				
	Sektor			Gesamt	
	privat	gewerblich	kommunal		
Bad Kleinen	16.712	2.093	804	19.609	61,5%
Gallentin	2.860	951	25	3.836	12,0%
Hoppenrade	532	90	0	622	2,0%
Losten	1.018	5.263	11	6.292	19,7%
Niendorf	629	512	0	1.141	3,6%
Wendisch Rambow	402	0	0	402	1,3%
gesamt	22.154	8.909	840	31.903	100,0%
	69,4%	27,9%	2,6%		

Tabelle 3: Wärmebedarf nach Gemarkungen und Sektoren

Die visuelle Auswertung verdeutlicht die Verteilung des Wärmebedarfs in MWh/a auf die unterschiedlichen Gemeindeteile. Der absolute Bedarf konzentriert sich stark auf den Kernbereich, angetrieben durch einen hohen Anteil privater Verbraucher. Ein benachbarter Ortsteil zeichnet sich durch einen vergleichsweise hohen gewerblichen Wärmebedarf aus. Die absoluten Anteile der kommunalen Einrichtungen fallen über alle Gebiete hinweg marginal aus.

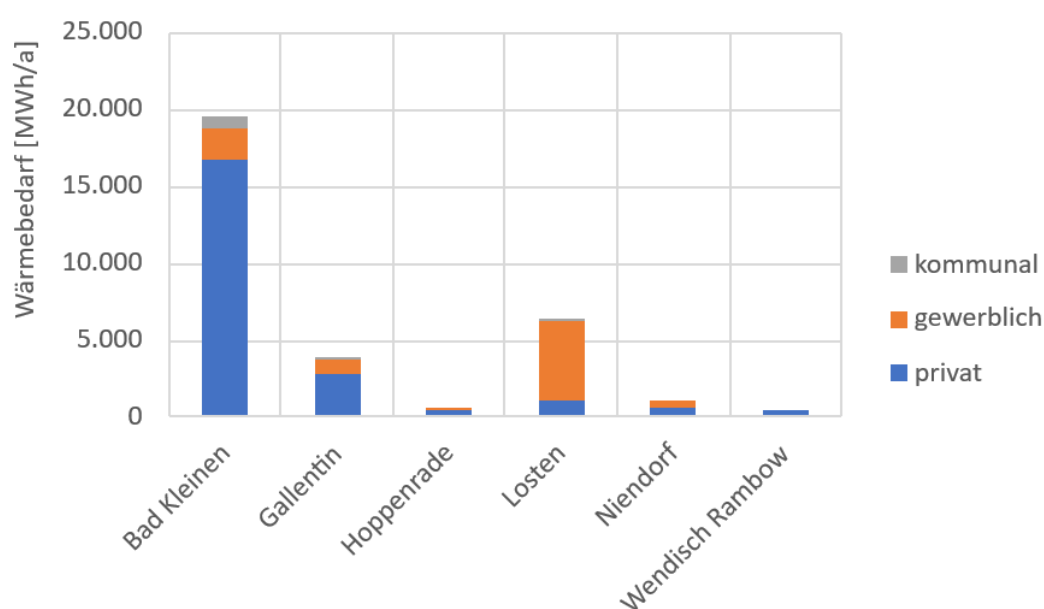


Abbildung 4: Sektorale Aufteilung des Wärmebedarfs pro Gemarkung

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

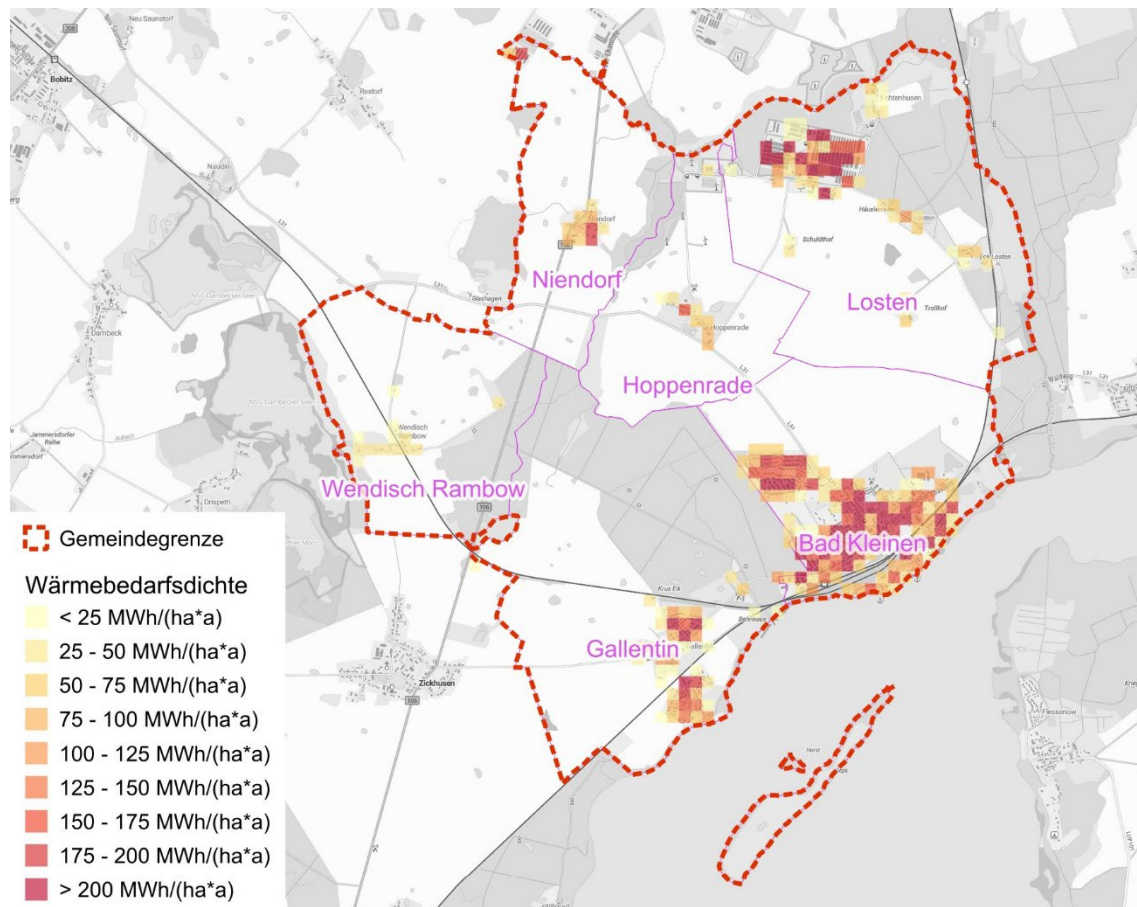


Abbildung 5: Räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichte

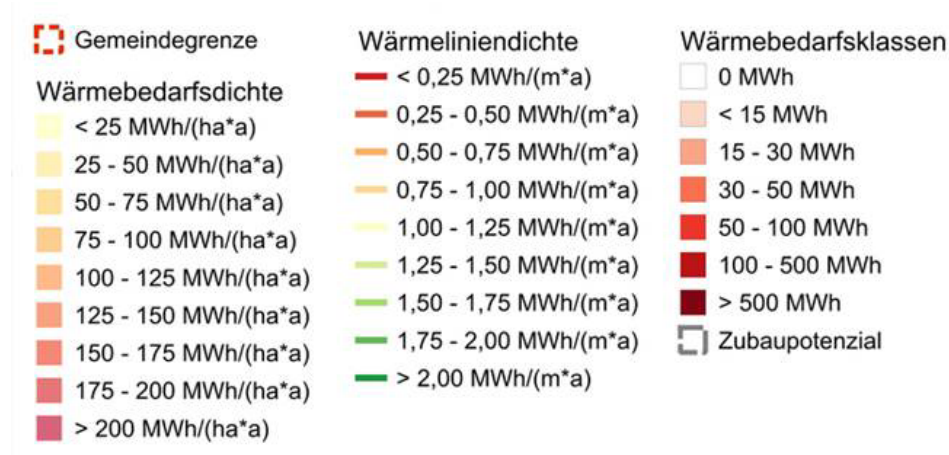
Ein entscheidender Indikator für die technische Machbarkeit und ökonomische Wirtschaftlichkeit von leitungsgebundenen Wärmeversorgungsstrukturen (Nah- und Fernwärmenetze) ist die sogenannte **Wärmelinien-dichte**. Sie beschreibt das Verhältnis zwischen dem jährlichen Nutzwärmebedarf der Gebäude in einem 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 Wärmelinien-dichte 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 Wärmeliniendichte OT Bad Kleinen

Die Kartendarstellung fokussiert auf die räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichte im zentralen Bereich. Entlang der Hauptverkehrsachsen und im Zentrum sind verdichtete Cluster mit einem hohen Bedarf von über 200 MWh/(ha·a) identifizierbar. Zu den Wohngebieten in Randlage nimmt die Wärmebedarfsdichte kontinuierlich ab und fällt teilweise unter 25 MWh/(ha·a).

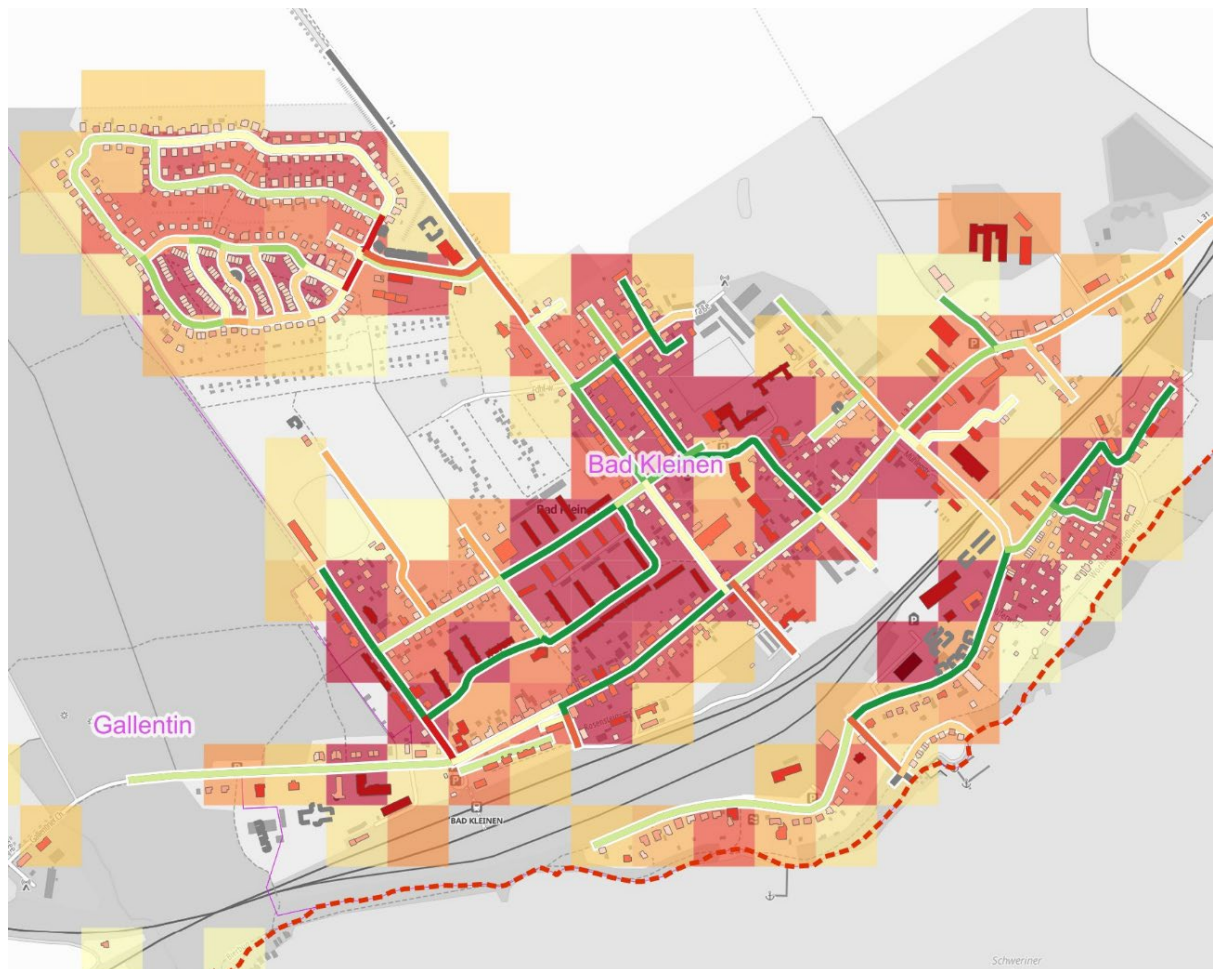


Abbildung 6: Wärmebedarfsdichte im Ortsteil Bad Kleinen

4.10.2 Wärmeliniendichte OT Gallentin

Die kleinräumige Analyse verdeutlicht die Wärmebedarfsstruktur in diesem Teilbereich der Gemeinde. Eine moderate Wärmebedarfsdichte zwischen 50 und 150 MWh/(ha·a) konzentriert sich auf die zentralen Straßenzüge des Siedlungsbereichs. Die Wärmeliniendichten in Gallentin sind sehr heterogen und weisen ein breites Spektrum von niedrigen bis zu vereinzelt hohen Niveaus aus.



Abbildung 7: Wärmebedarfsdichte im Ortsteil Gallentin

4.10.3 Wärmelinienichte OT Hoppenrade

Diese Detailansicht illustriert die Verteilung der Wärmebedarfsdichte im untersuchten Gemarkungsteil. Es zeigen sich vereinzelt Dichtewerte zwischen 75 und 150 MWh/(ha·a) im direkten Siedlungsumfeld. Das Bedarfsniveau ist insgesamt niedrig. Es sind Wärmelinienichten im niedrigen bis mittleren Niveau zu verzeichnen.

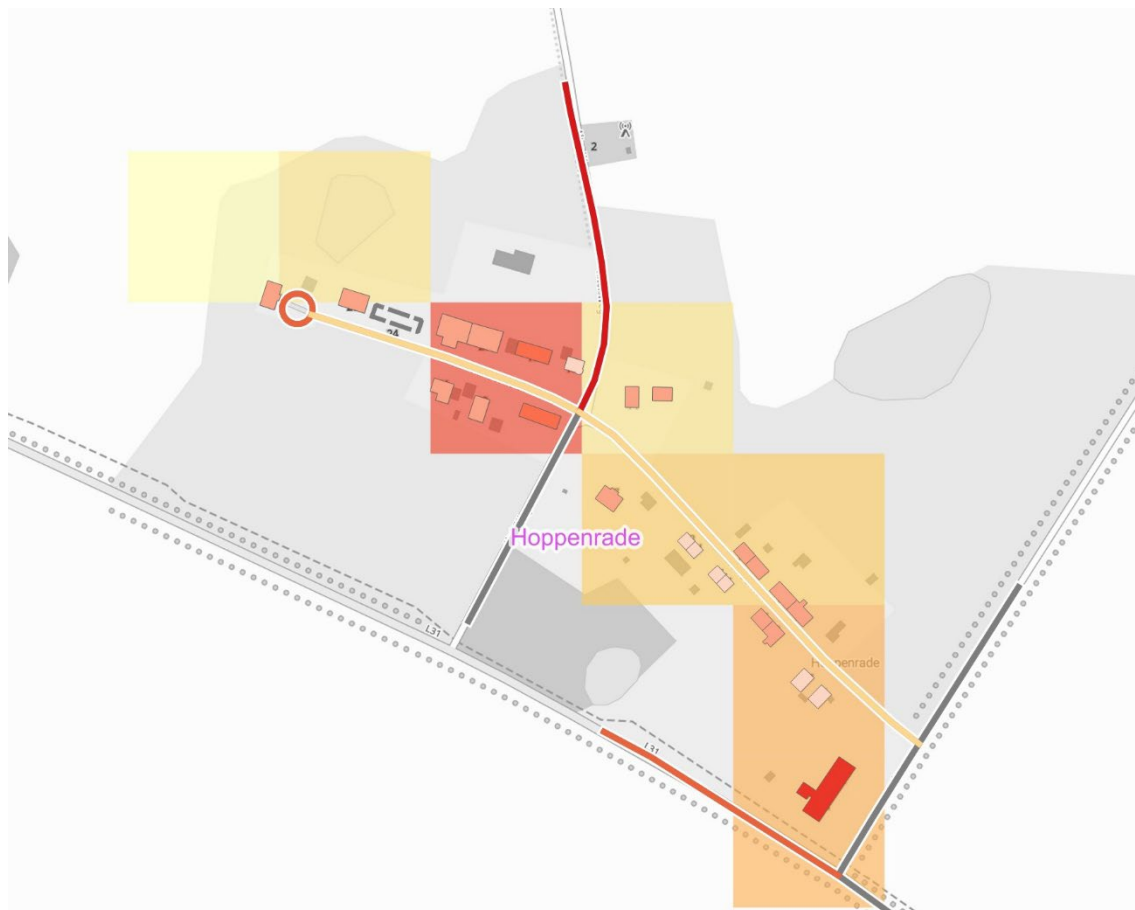


Abbildung 8: Wärmebedarfsdichte im Ortsteil Hoppenrade

4.10.4 Wärmelinienichte OT Losten

Die Darstellung visualisiert signifikante Wärmebedarfsschwerpunkte in der ausgewiesenen Zone. Insbesondere die gewerblichen Strukturen generieren hohe Dichten, die teilweise 200 MWh/(ha·a) überschreiten. Die Wärmelinienichten in der Ortslage entlang der Wohnbebauung sind im mittleren bis niedrigen Bereich.

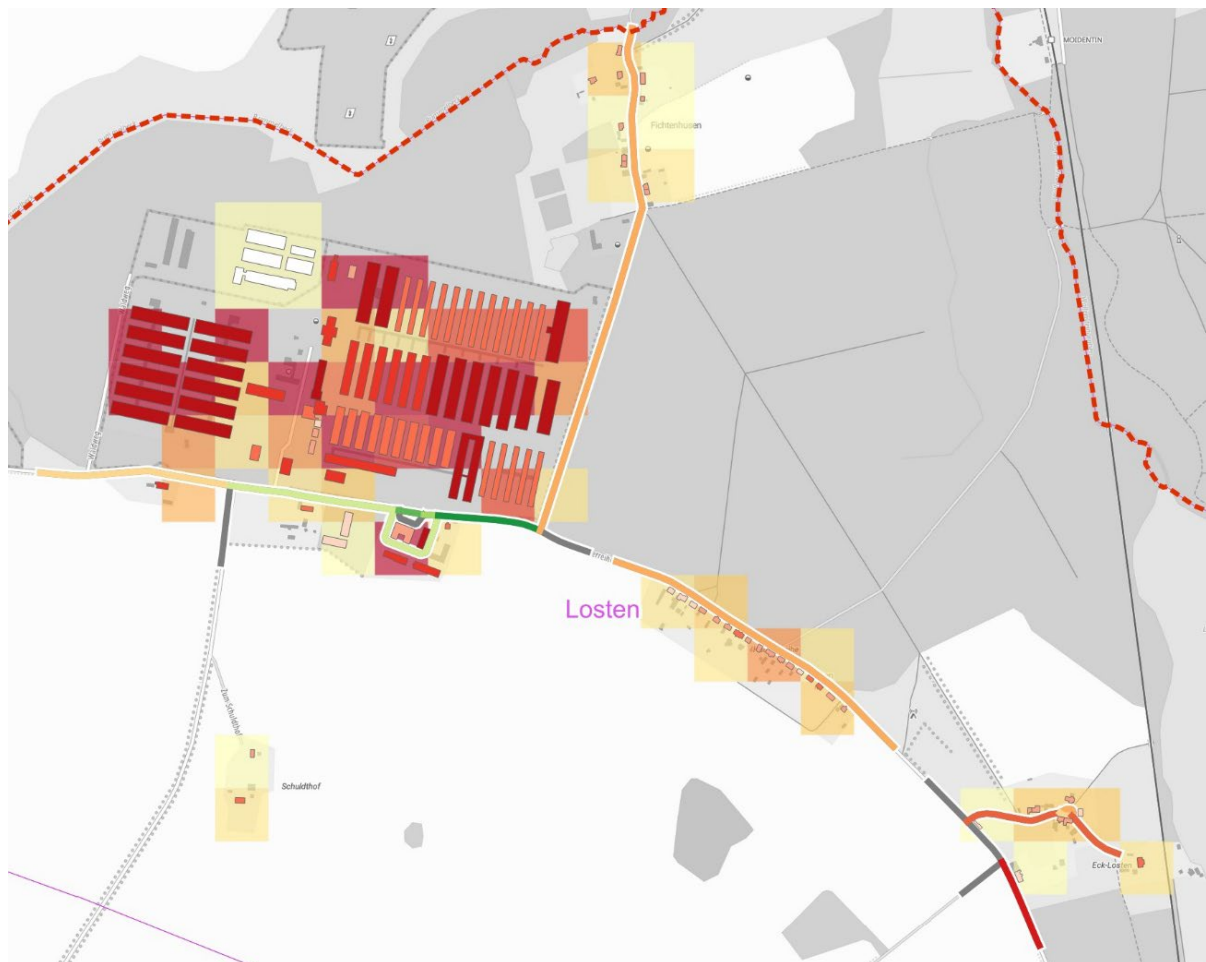


Abbildung 9: Wärmebedarfsdichte im Ortsteil Losten

4.10.5 Wärmeliniendichte OT Niendorf

Die Kartierung für diesen Gemeindeteil offenbart einen punktuell konzentrierten Wärmebedarf im Siedlungskern mit Spitzenwerten bis über 200 MWh/(ha·a). Die Wärmeliniendichten liegen in einem breiten Spektrum von hohen bis geringem Niveau.

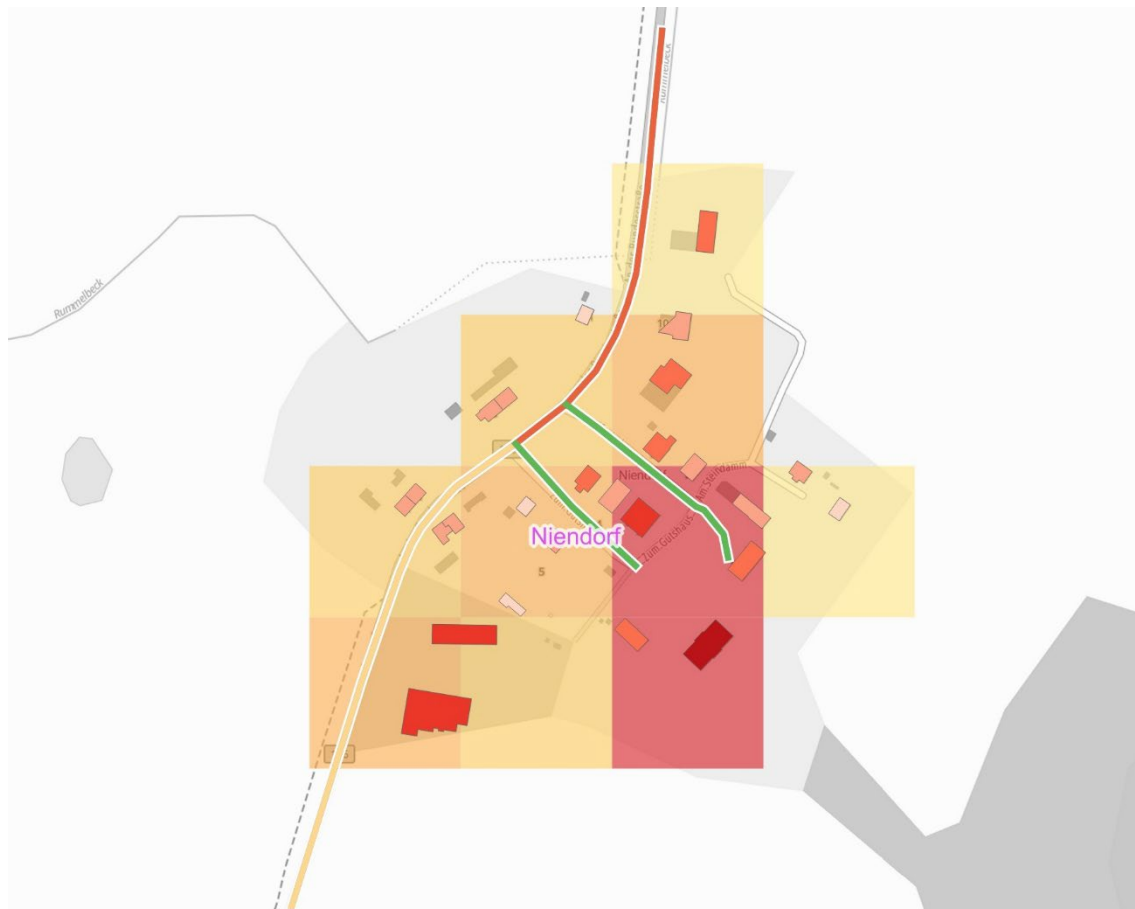


Abbildung 10: Wärmebedarfsdichte im Ortsteil Niendorf

4.10.6 Wärmelinienendichte OT Wendisch Rambow

Die Analyse dieses Bereichs zeigt eine überwiegend geringe Wärmebedarfsdichte unter 50 MWh/(ha·a). Die Wärmelinienendichten sind durchgängig auf einem niedrigen Niveau.

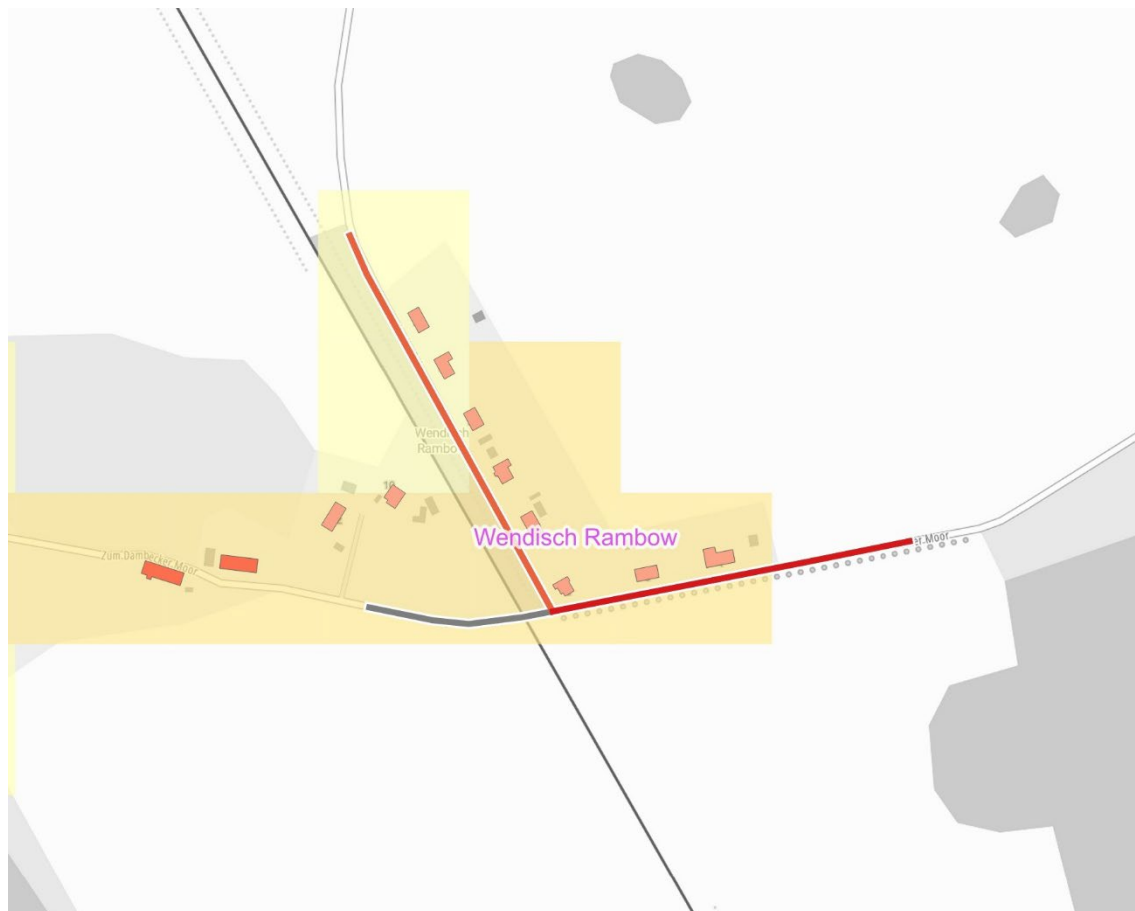


Abbildung 11: Wärmebedarfsdichte im Ortsteil Wendisch Rambow

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 Kleinf Feuerung 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:

Energieträger	Bezug	Emissionsfaktor [g/kWh CO ₂ -Äqu.]	Quelle
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	378,7	abgeleitet
Biogas	Brennstoff (Endenergie)	75	GEG Anlage 9 (gebäudenah)

Tabelle 4: Spezifische Emissionsfaktoren der verschiedenen Energieträger

³² GEG

³³ GEMIS

³⁴ IWU 01

³⁵ FNR 04

³⁶ DENA 01

4.11.1 Endenergiebedarf nach Energieträgern

Der aggregierte Endenergiebedarf summiert sich über alle Gebiete auf 33.060 MWh/a. Erdgas dominiert die Versorgung mit 13.793 MWh/a und einem Anteil von 41,7 %, gefolgt von Fernwärme mit 7.309 MWh/a (22,1 %). Biogas trägt mit 3.499 MWh/a (10,6 %) zur Bedarfsdeckung bei. Feste Biomasse und Heizöl weisen mit 2.387 MWh/a (7,2 %) beziehungsweise 2.294 MWh/a (6,9 %) geringere Anteile auf. Solarthermie deckt mit 112 MWh/a (0,3 %) nur einen marginalen Anteil ab.

	Endenergiebedarf zur Wärmebereitstellung [MWh/a]										
	Erdgas	Flüssiggas	Heizöl	Biom. (fest)	Kohle	Fernwärme	Biogas	Strom konv	Strom WP	Solar-thermie	
Bad Kleinen	9.216	155	1.657	1.595	426	7.176	0	417	235	73	20.949 63,4%
Gallentin	3.063	223	59	471	87	133	0	65	73	13	4.187 12,7%
Hoppenrade	0	256	163	13	0	0	0	0	66	0	498 1,5%
Losten	1.514	72	73	70	0	0	3.499	0	440	8	5.675 17,2%
Niendorf	0	820	295	183	0	0	0	0	0	15	1.313 4,0%
Wendisch Rambow	0	333	47	56	0	0	0	0	0	2	439 1,3%
Summe	13.793 41,7%	1.858 5,6%	2.294 6,9%	2.387 7,2%	513 1,6%	7.309 22,1%	3.499 10,6%	482 1,5%	813 2,5%	112 0,3%	33.060 100,0%

Tabelle 5: Endenergiebedarf zur Wärmebereitstellung nach Energieträgern

Das Balkendiagramm illustriert den absoluten Endenergiebedarf in MWh/a untergliedert nach Gemeindeteilen und eingesetzten Energieträgern. Der Hauptort ist der dominierende Verbraucher und wird primär durch Erdgas sowie Fernwärme versorgt. In einem separaten Bereich zeigt sich ein deutlicher Einsatz von Biogas zur Deckung des lokalen Bedarfs. Die anderen Gebiete nutzen einen Mix aus Erdgas, Heizöl und Biomasse bei deutlich geringerem Gesamtbedarf.

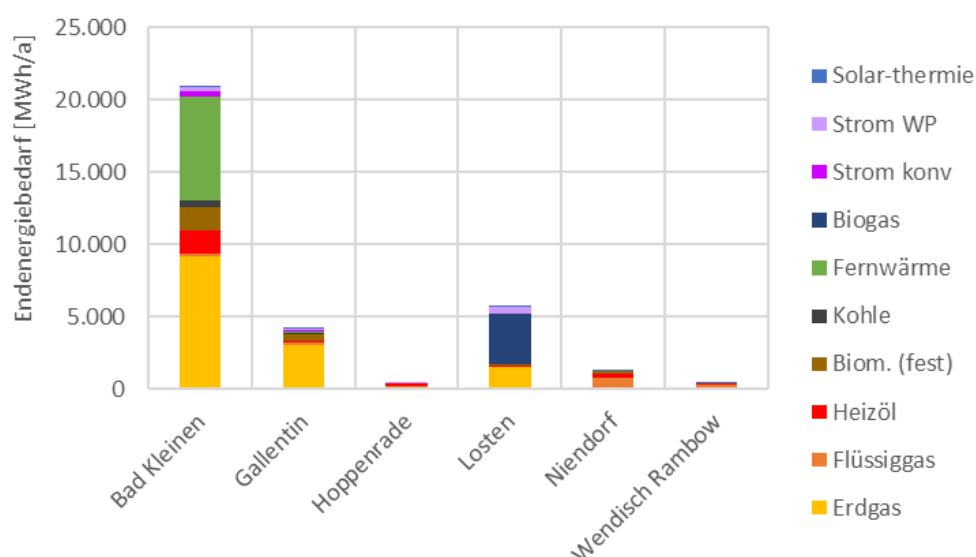


Abbildung 12: Räumliche Verteilung des Endenergiebedarfs

Das Kreisdiagramm gliedert die prozentuale Aufteilung der eingesetzten Energieträger zur Wärmebereitstellung auf. Erdgas ist mit einem Anteil von 42 % der dominierende Energieträger im Betrachtungs-gebiet. Fernwärme stellt mit 22 % die zweitgrößte Versorgungsquelle dar, während Biogas auf 11 % kommt. Heizöl und feste Biomasse tragen jeweils 7 % zur Deckung des ermittelten Endenergiebedarfs bei.

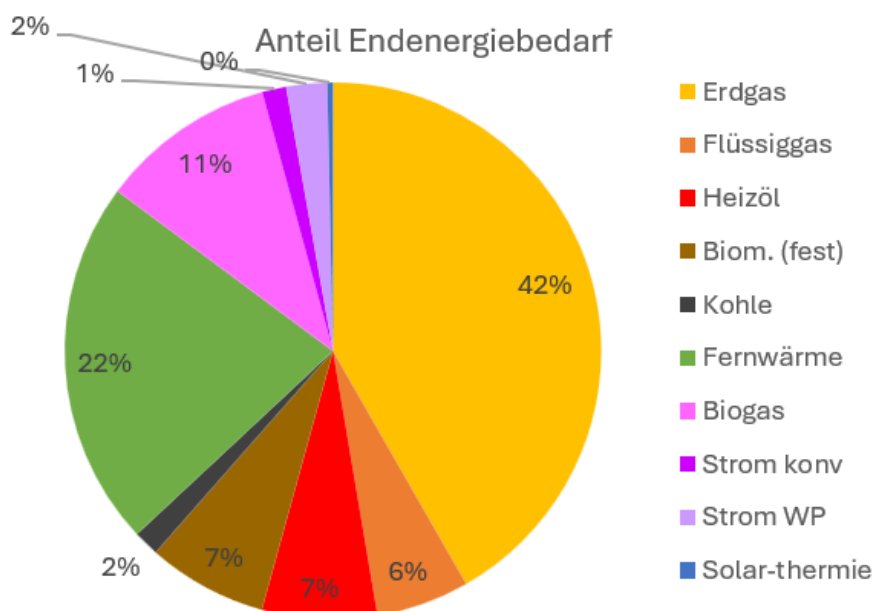


Abbildung 13: Prozentuale Anteile der Energieträger am Endenergiebedarf

4.11.2 Treibhausgasemissionen (THG)

Die klimawirksamen Emissionen belaufen sich über alle erfassten Bereiche auf insgesamt 8.569 Tonnen pro Jahr. Der Hauptteil resultiert mit 3.310 t/a (38,6 %) aus dem Einsatz von Erdgas. Fernwärme ist für Emissionen in Höhe von 2.768 t/a (32,3 %) verantwortlich, während auf Heizöl 711 t/a (8,3 %) entfallen. Mit 6.059 t/a und einem Anteil von 70,7 % emittiert der Hauptort den Großteil der berechneten Treibhausgase.

	Treibhausgasemissionen der Wärmebereitstellung										Summe
	[t/a]										
	Erdgas	Flüssiggas	Heizöl	Biom. (fest)	Kohle	Fernwärme	Biogas	Strom konv	Strom WP	Solar-thermie	
Bad Kleinen	2.212	42	514	32	177	2.718	0	233	132	0	6.059 70,7%
Gallentin	735	60	18	9	36	50	0	37	41	0	987 11,5%
Hoppenrade	0	69	50	0	0	0	0	0	37	0	157 1,8%
Losten	363	20	23	1	0	0	292	0	246	0	945 11,0%
Niendorf	0	221	91	4	0	0	0	0	0	0	316 3,7%
Wendisch Rambow	0	90	15	1	0	0	0	0	0	0	106 1,2%
Summe	3.310	502	711	48	213	2.768	292	270	456	0	8.569 100,0%
	38,6%	5,9%	8,3%	0,6%	2,5%	32,3%	3,4%	3,2%	5,3%	0,0%	100,0%

Tabelle 6: Treibhausgasemissionen der Wärmebereitstellung

Die visuelle Darstellung veranschaulicht die jährlichen Treibhausgasemissionen in Tonnen, unterteilt nach Teilbereichen und Verursachern. Die dominierende Gesamtsäule für das Zentrum spiegelt den hohen Ausstoß durch Erdgas und Fernwärme wider. Die Emissionen in einem Nebengebiet werden maßgeblich durch Biogas und Strom für Wärmepumpen geprägt.

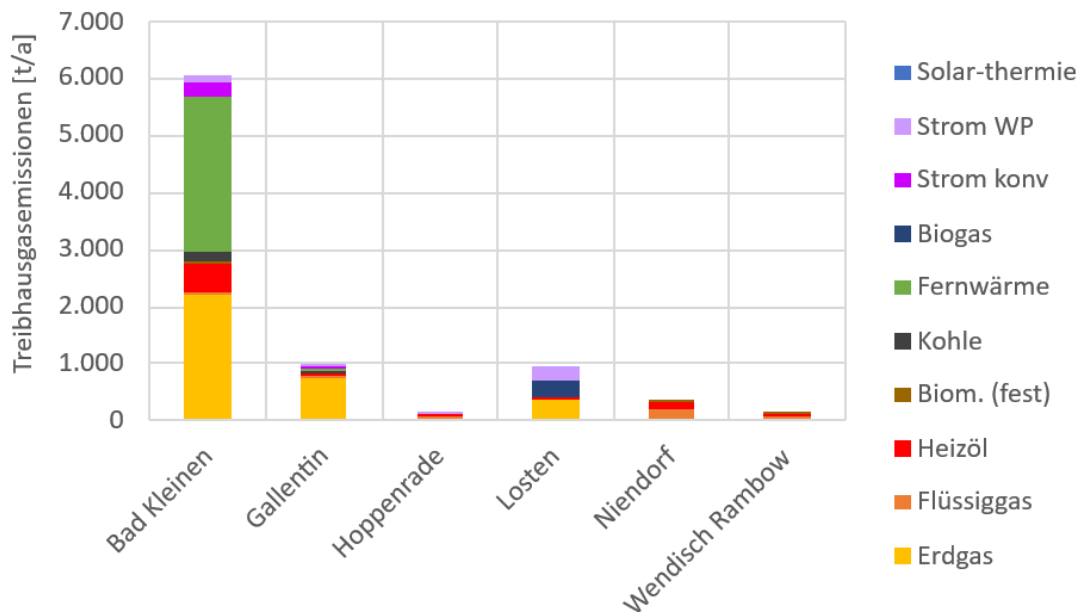


Abbildung 14: Verteilung der Treibhausgasemissionen nach Gemarkungen

Den größten Anteil an den Treibhausgasemissionen verursacht Erdgas mit 40 %. Fernwärme ist der zweitgrößte Emittent und trägt 33 % bei. Weitere relevante Emissionsquellen sind Heizöl mit 9 %, Flüssiggas mit 6 % sowie konventioneller Strom und Strom für Wärmepumpen mit 3 % beziehungsweise 5 %.

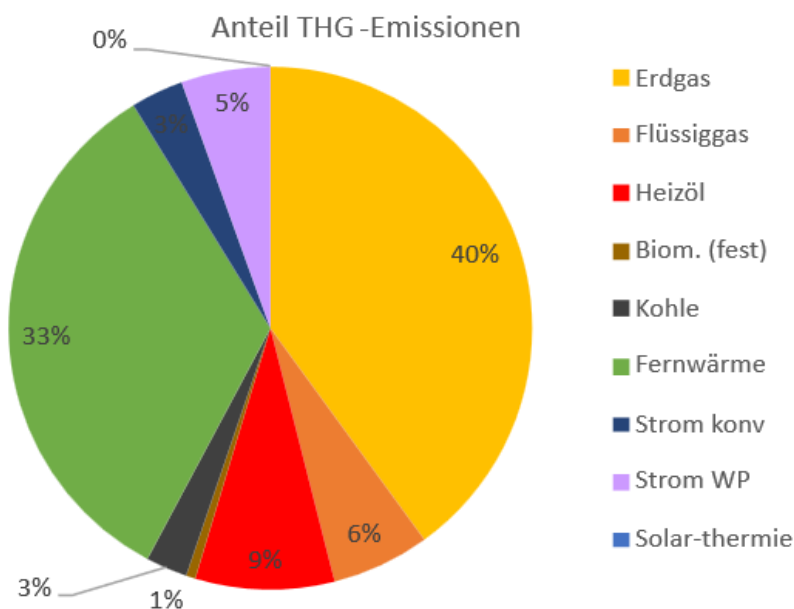


Abbildung 15: Anteil der verschiedenen Energieträger an den Treibhausgasemissionen (THG)

4.12 Prognose der Nutzflächen- und Bedarfsentwicklung

Um eine mögliche zukünftige Bedarfsentwicklung abschätzen zu können, wurden die verfügbaren Bebauungspläne ausgewertet und analysiert. Die Annahme exemplarischer Bebauungsstrukturen und die Kalkulation der resultierenden Bedarfe erfolgten entsprechend dem Detaillierungsgrad der vorliegenden Pläne.

4.12.1 Entwicklung der Nutzflächen

Im betrachteten Gebiet steigt die beheizte Gebäudeanzahl insgesamt um 22 Gebäude, was einem Zuwachs von 1,8 % entspricht. Der private Sektor verzeichnet mit 21 zusätzlichen Gebäuden (1,7 %) das stärkste Wachstum. Im gewerblichen Bereich kommt lediglich ein Gebäude hinzu (0,1 %).

Gemarkung	Gebäudeanzahl (beheizt)			
	[-]			
	Sektor			
	privat	gewerbl.	öffentl.	gesamt
Bad Kleinen	+16	+1		+17 +1,4%
Gallentin	+4			+4 +0,3%
Hoppenrade	+1			+1 +0,1%
Losten				
Niendorf				
Wendisch Rambow				
gesamt	+21 +1,7%	+1 +0,1%		+22 +1,8%

Tabelle 7: Entwicklung der beheizten Gebäudeanzahl im Projektgebiet Bad Kleinen

Die beheizte Nutzfläche wächst insgesamt um 10.066 Quadratmeter, was einem Anstieg von 2,9 % entspricht. Der größte Flächenzuwachs findet im privaten Sektor mit 9.586 Quadratmetern (5,0 %) statt, während der gewerbliche Sektor um 480 Quadratmeter (0,3 %) zunimmt.

Gemarkung	Nutzfläche (beheizt)			
	[m]			
	Sektor			
	privat	gewerbl.	öffentl.	gesamt
Bad Kleinen	+8.540	+480		+9.020 +5,0%
Gallentin	+636			+636 +1,8%
Hoppenrade	+410			+410 +7,0%
Losten				
Niendorf				
Wendisch Rambow				
gesamt	+9.586 +5,0%	+480 +0,3%		+10.066 +2,9%

Tabelle 8: Entwicklung der beheizten Nutzfläche im Projektgebiet Bad Kleinen

4.12.2 Auswirkungen auf den Wärmebedarf

Der Wärmebedarf steigt insgesamt um 942 Megawattstunden pro Jahr (MWh/a), was einer Zunahme von 3,0 % entspricht. Der private Sektor verzeichnet dabei einen Anstieg um 890 MWh/a (2,8 %), während der gewerbliche Sektor lediglich um 52 MWh/a (0,2 %) wächst.

Gemarkung	Wärmebedarf [MWh/a]			
	Sektor			Gesamt
	privat	gewerblich	kommunal	
Bad Kleinen	+786	+52		+838 +2,6%
Gallentin	+65			+65 +0,2%
Hoppenrade	+40			+40 +0,1%
Losten				
Niendorf				
Wendisch Rambow				
gesamt	+890 +2,8%	+52 +0,2%		+942 +3,0%

Tabelle 9: Auswirkungen auf den Wärmebedarf im Projektgebiet Bad Kleinen

Ein Vergleich des Nutzenergiebedarfs offenbart deutliche Unterschiede zwischen den Gemarkungen. Bad Kleinen weist mit nahezu 20.000 Megawattstunden pro Jahr (MWh/a) den mit Abstand höchsten Wärmebedarf im Ist-Zustand auf, ergänzt durch einen relativen geringen Zubau. Losten folgt mit einem Bestandswärmebedarf von etwa 6.000 MWh/a, gefolgt von Gallentin mit rund 4.000 MWh/a. Die Gemarkungen Niendorf und Hoppenrade verzeichnen mit rund 1.000 MWh/a beziehungsweise 500 MWh/a deutlich geringere Bedarfe.

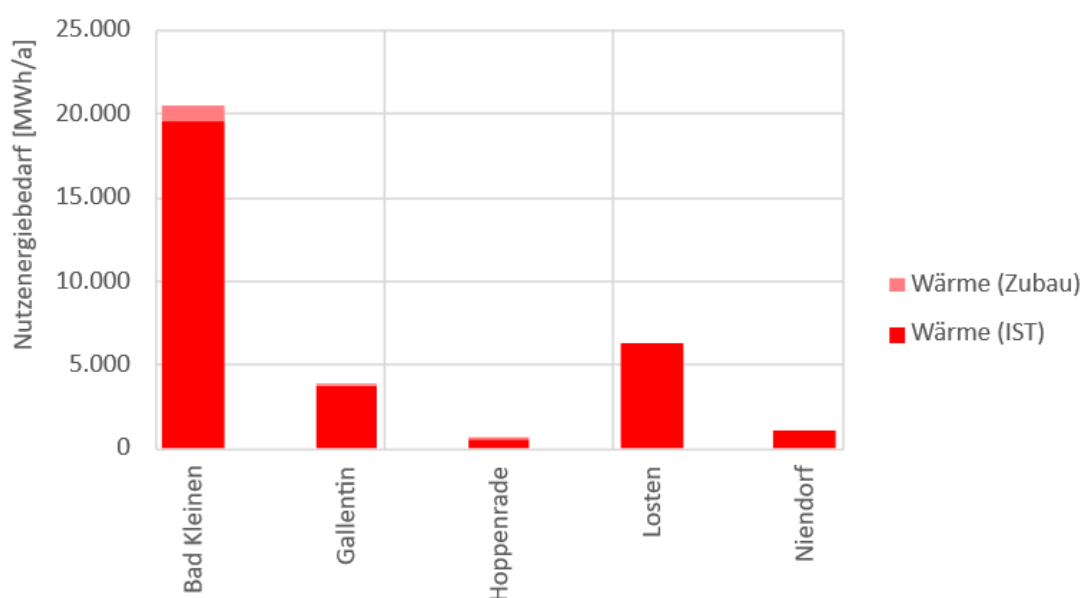


Abbildung 16: Auswirkungen auf den Nutzenergiebedarf im Projektgebiet Bad Kleinen

5 Potenzialanalyse (Erneuerbare Energien und Abwärme)

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden lokale Quellen für erneuerbare Wärme und unvermeidbare Abwärme untersucht. Für das Gemeindegebiet wurden insbesondere Potenziale im Bereich der Abwärmenutzung aus der lokalen Biogasanlage sowie der Nutzung von Umweltwärme aus einer Kläranlage identifiziert. Auch im Bereich der Wind- und der Solarenergie bestehen Potenziale im Gemeindegebiet. Aufgrund der vorliegenden Bebauungsdichte in den Kerngebieten der Gemeinde Bad Kleinen bietet die Nutzung dieser Potenziale eine Grundlage für die nachhaltige Wärmeerzeugung des lokalen Wärmenetzes. In einem weiteren Schwerpunkt wurden einerseits das Einsparpotenzial durch energetische Gebäudesanierung und andererseits die Potenziale lokal verfügbarer erneuerbarer Energieträger 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 Bad Kleinen 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 Bad Kleinen, 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.

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.

5.1.3 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.

Vernetzte Einzelraumregelung: 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.

Einsparpotenzial: 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

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

5.1.4 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 Stromnetz 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, 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

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

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

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 Bad Kleinen von diesen enormen Preisvorteilen profitieren kann:

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

5.1.5 Ergebnisdarstellung: Bedarfsminderungspotenzial

Um die Wärmeversorgung in Bad Kleinen bis 2045 klimaneutral zu gestalten, ist die Reduktion des Endenergieverbrauchs nach dem Prinzip „Efficiency First“ die wichtigste Grundvoraussetzung.

Durch Gebäudesanierungen kann der Wärmebedarf insgesamt um 8.625 Megawattstunden pro Jahr (MWh/a) reduziert werden, was einer relativen Einsparung von 27,0 % entspricht. Das größte absolute Einsparpotenzial liegt im privaten Sektor mit 4.983 MWh/a (22,5 %), während prozentual der gewerbliche und öffentliche Sektor mit jeweils 37,4 % die höchsten relativen Minderungen aufweisen.

Gemarkung	Wärme-Einsparpotenzial Gebäudesanierung							
	[MWh/a]							
	privat		gewerbl.		öffentl.		gesamt	
Bad Kleinen	-3.735	-22,4%	-554	-26,5%	-297	-36,9%	-4.586	-23,4%
Gallentin	-521	-18,2%	-571	-60,0%	-12	-47,1%	-1.103	-28,8%
Hoppenrade	-126	-23,7%	-35	-38,5%	0		-161	-25,9%
Losten	-340	-33,4%	-1.993	-37,9%	-6	-53,3%	-2.339	-37,2%
Niendorf	-149	-23,7%	-175	-34,2%	0		-324	-28,4%
Wendisch Rambow	-112	-28,0%	0		0		-112	-28,0%
gesamt	-4.983	-22,5%	-3.327	-37,4%	-314	-37,4%	-8.625	-27,0%

Tabelle 10: Ergebnisdarstellung des Wärme-Einsparpotenzials durch Gebäudesanierung

Ein Vergleich des Ist-Zustandes mit dem sanierten Zustand verdeutlicht das erhebliche Reduktionspotenzial in allen Gemarkungen. In Bad Kleinen sinkt der absolute Wärmebedarf durch Sanierungsmaßnahmen von knapp 20.000 Megawattstunden pro Jahr (MWh/a) auf etwa 15.000 MWh/a. Auch in Losten ist ein deutlicher Rückgang von rund 6.000 MWh/a auf 4.000 MWh/a erkennbar. Ähnliche, wenn auch absolut geringere Rückgänge sind in Gallentin, Niendorf, Hoppenrade und Wendisch Rambow zu verzeichnen.

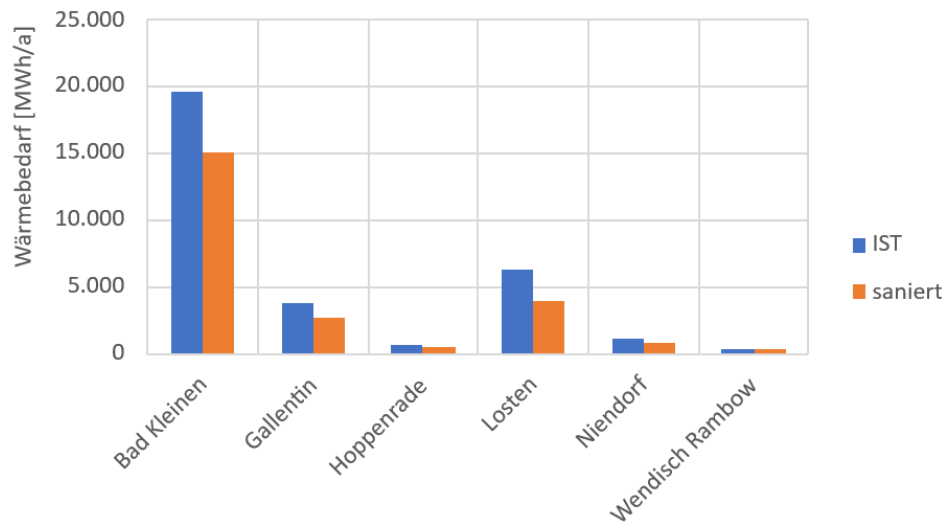


Abbildung 18: Ergebnisdarstellung der Bedarfsminderungspotenziale

Eine räumliche Betrachtung der Einsparpotenziale zeigt deutliche Konzentrationen in den verdichteten Siedlungsgebieten. Insbesondere in Bad Kleinen sind Flächen mit hohen Reduktionspotenzialen von über 55,5 Megawattstunden pro Jahr (MWh/a) prägnant.

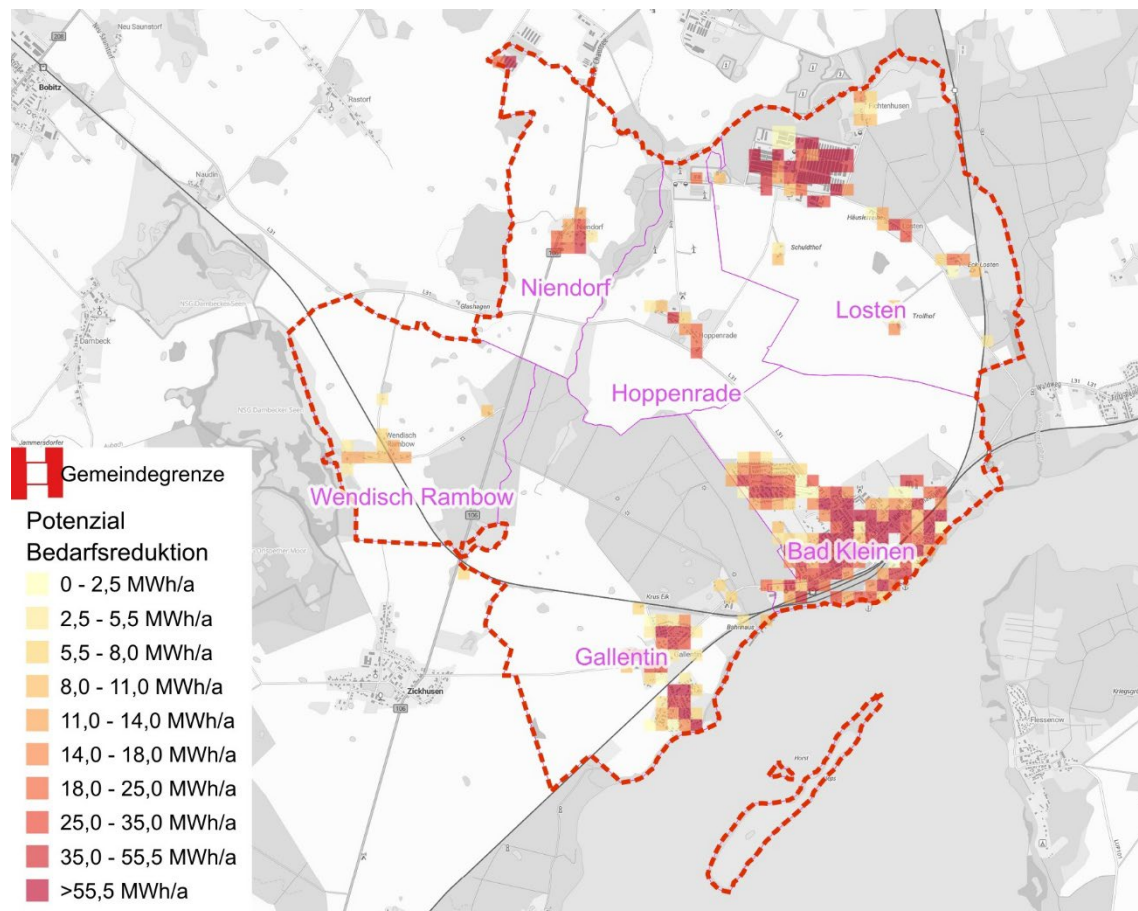


Abbildung 19: Räumliche Ergebnisdarstellung der Bedarfsminderungspotenziale

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 tiefeingeothermischer 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 Wärmelinienichte 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 (PV-FFA)

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 Speicheranlagen 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 **Strombilanzkreismodelle**, 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 rohrleitungsgebunden 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.

Die räumliche Analyse der Gemeinde zeigt, dass trotz der grundsätzlich ländlich geprägten Siedlungsstruktur signifikante Konzentrationen des Wärmebedarfs – insbesondere im Kernort Bad Kleinen – existieren. Gleichzeitig weisen die Untersuchungen zu den Potenzialflächen (Kapitel 5.3.4 und 5.3.5) erhebliche Flächenpotenziale für die Nutzung solarer Energie auf. Dies betrifft sowohl die privilegierten Flächen nach § 35 BauGB entlang der Infrastrukturachsen (EEG-Kulisse) als auch die weitläufigen Flächenpotenziale der PPA-Kulisse.

In den Bereichen, in denen diese solaren Potenzialflächen in räumlicher Nähe zu größeren Verbraucherstrukturen und einer hohen Wärmebedarfskonzentration liegen, ist der Einsatz solarer Großanlagen (sowohl Solarthermie-Freiflächenanlagen als auch PV-gekoppelte Großwärmepumpen) zur Netzeinspeisung durchaus sinnvoll und systemisch geboten. Insbesondere für die versorgungsdichten Schwerpunkte der Gemeinde eröffnet sich hierdurch die teils kurz- bis mittelfristige Chance, lokale Energiepotenziale theoretisch und praktisch zu nutzen, um die jeweiligen Gebiete klimaneutral mit Wärme zu versorgen. Während diese Großanlagen für die weit verstreuten, rein dezentral zu versorgenden Außenbereiche aufgrund der fehlenden Transportinfrastruktur derzeit keinen direkten Lösungsansatz darstellen, bilden sie im räumlichen Umfeld der identifizierten Bedarfsschwerpunkte und potenziellen Wärmenetzgebiete einen zentralen und zukunftsfähigen Baustein zur Dekarbonisierung der kommunalen Gebäudebeheizung.

5.3.4 Ergebnisdarstellung: Photovoltaik-Freiflächenpotenzial

Die Flächenanalyse identifiziert ein Gesamtpotenzial von 219,5 Hektar (ha) für Photovoltaik-Freiflächenanlagen.

	Potenzial- fläche [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)	142,0	0,70	99,4	960,0	95.401,8
EEG-Kulisse (ZAV)	15,0	0,70	10,5	960,0	10.053,1
PPA-Kulisse	62,6	0,70	43,8	960,0	42.069,2
Potenzial	219,5		153,7		147.524,2
Installiert			0,025	960,0	24,0

Tabelle 11: Ergebnisdarstellung zum Photovoltaik-Flächenanlagenpotenzial

Die kartografische Auswertung verdeutlicht eine klare räumliche Verteilung der verschiedenen Flächenkulissen für Photovoltaik. Weitläufige Gebiete der EEG-Kulisse nach Paragraph 35 BauGB befinden sich primär im Westen bei Wendisch Rambow sowie im Süden bei Gallentin.

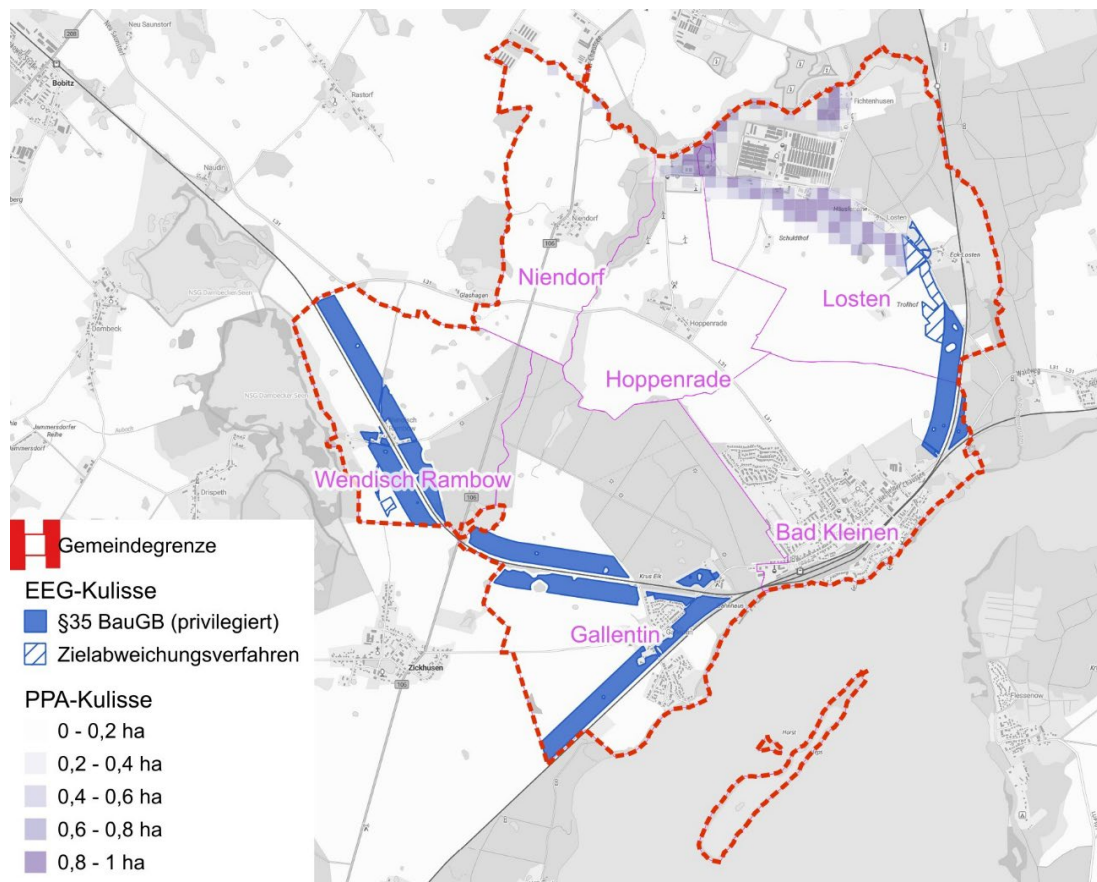


Abbildung 20: Räumliche Ergebnisdarstellung zum Photovoltaik-Flächenanlagenpotenzial

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-Flächenanlagenpotenzial

Für die Errichtung von Solarthermie-Freiflächenanlagen steht eine Eignungsfläche von 77,4 Hektar (ha) 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	77,4	4.348	336.413,0	0,30	101.724,9
Potenzial	77,4		336.413,0		101.724,9
Installiert			0	0,30	0,0

Tabelle 12: Ergebnisdarstellung zum Solarthermie-Flächenanlagenpotenzial

Die räumliche Analyse zeigt die potenziellen Flächen für Solarthermie-Freiflächenanlagen.

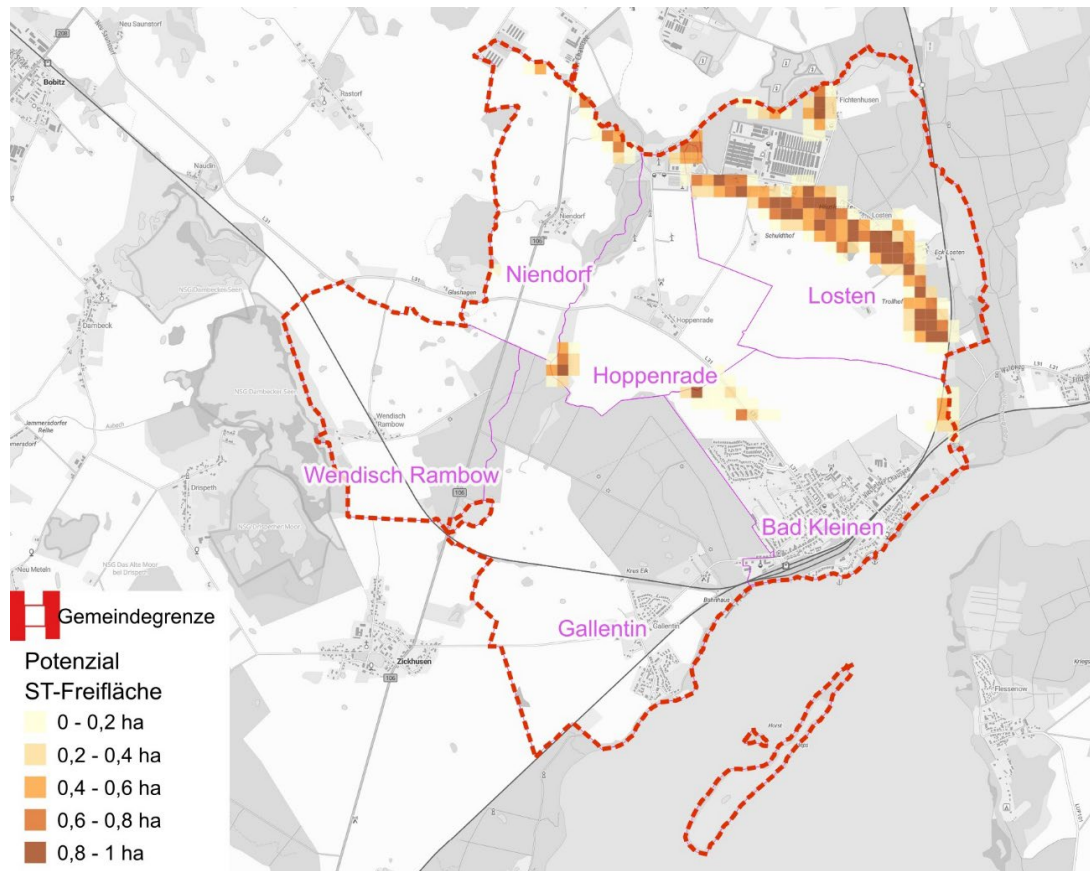


Abbildung 21: Räumliche Ergebnisdarstellung zum Solarthermie-Flächenanlagenpotenzial

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 ($= 2,3 \cdot 5.000 \text{ m}^2$ Kollektorfläche)
- Maximale Entfernung Flächengrenze zu verdichtet bebauten Bereichen (Wärmebedarfsdichte $> 150 \text{ kWh/ha} \cdot \text{a}$): 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-Freiflächnennutzung unterliegt auch die Windenergie bei der Nutzung für Wärmezwecke (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:

1. **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.
2. **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 von 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

Das ermittelte Windenergiepotenzial basiert derzeit ausschließlich auf Bestandsanlagen. Bei einer installierten Leistung von 11,5 Megawatt elektrisch (MWel) und einem spezifischen Ertrag von 3.000,0 Megawattstunden elektrisch pro Megawatt und Jahr (MWhel/(MWel-a)) wird ein absolutes Strompotenzial von 34.500,0 MWhel/a erzielt. Für neue Windvorranggebiete sind aktuell keine freien Potenzialflächen ausgewiesen, sodass das theoretische Zubaupotenzial null beträgt.

	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			11,5	3.000,0	34.500,0
Potenzial	0,0		11,5		34.500,0

Tabelle 13: Ergebnisdarstellung zum Windenergiepotenzial im Projektgebiet

Die räumliche Verteilung der Windkraftinfrastruktur ist lokal stark begrenzt. Alle identifizierten Bestandsanlagen befinden sich gebündelt in der Gemarkung Niendorf.

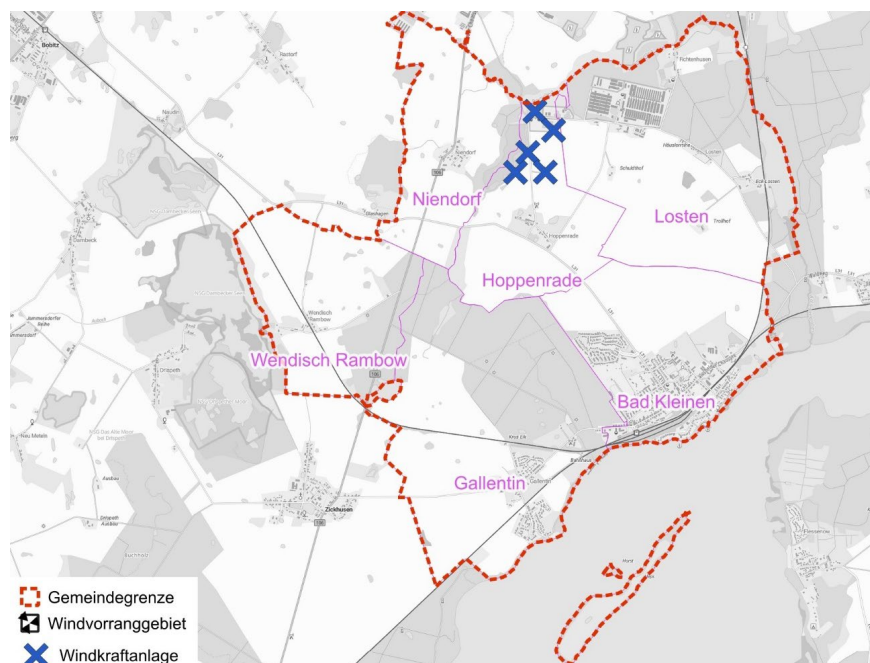


Abbildung 22: Räumliche Ergebnisdarstellung zum Windenergiepotenzial

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. Durch das im Kernort Bad Kleinen bereits etablierte Wärmenetz bestehen hier – im Gegensatz zu rein dezentral strukturierten Kommunen – bereits ideale Abnehmerstrukturen. Diese bieten hervorragende Voraussetzungen, um lokal erzeugte Biomasse effizient und leitungsgebunden in die kommunale Wärmeversorgung einzubinden.

Aufgrund der hohen Energiedichte, der guten Lagerfähigkeit und der ausgereiften Anlagentechnik liegt der Fokus für die direkte Einspeisung in das bestehende Wärmenetz in Bad Kleinen primär auf der festen, holzartigen Biomasse (Waldrest- und Landschaftspflegeholz). Sie eignet sich hervorragend zur Abdeckung der Grund- und Mittellast oder als flexible Ausfall- und Spitzenlastreserve. Ergänzend sollte vor dem Hintergrund des massiven lokalen Aufkommens geprüft werden, inwiefern auch halmartige Biomasse (insbesondere Getreidestroh) über entsprechende Großheizzentralen systemisch in die kommunale Wärmeversorgung integriert werden kann.

Die Erschließung von großskaligen Biogasanlagen wird für die Wärmeversorgung an dieser Stelle nicht fokussiert; stattdessen konzentriert sich die Analyse auf lokal verfügbare feste Brennstoffe.

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 wird der Vollständigkeit halber in vier Kategorien unterschieden:

5.5.1 Waldrestholz (WRH)

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 Kleinf Feuerungsanlagen abgezogen.

5.5.2 Landschaftspflegeholz (LPH)

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 (STROH)

In der Landwirtschaft anfallendes Stroh ist ebenfalls Energieträger zur Wärmegewinnung 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 (Heu)

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 Mittel- und Spitzenlastabdeckung in Wärmenetzen genutzt werden kann, sind Pellets oder Scheitholz v.a. im dezentralen Bereich relevant 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 künftigem 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.

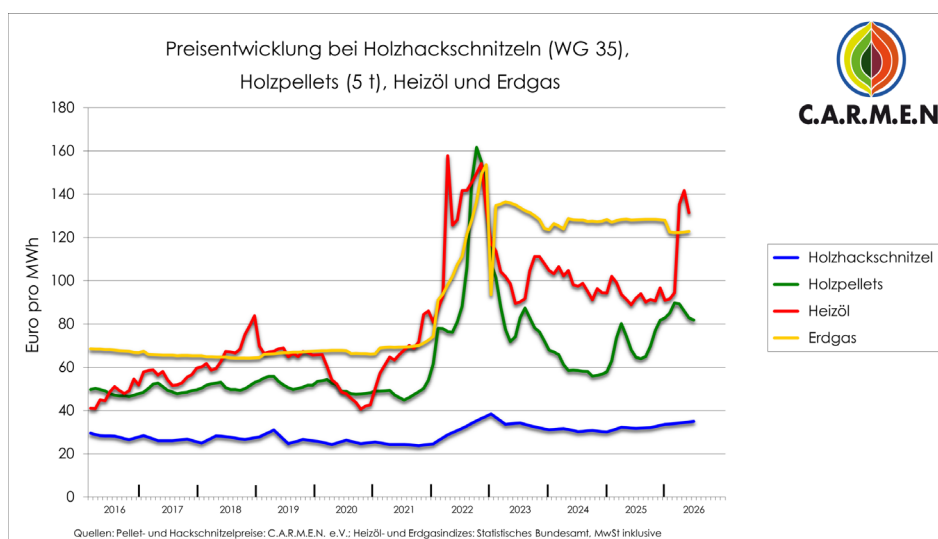


Abbildung 23: Preisentwicklung für Holzpellets im Vergleich zu Heizöl und Erdgas

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 „Gebäudemoderisierungsgesetz“ (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 Bad Kleinen 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 Bad Kleinen (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 zur verbindlichen Gebietsausweisung oder spätestens 30. Juni 2028): Solange in der Gemeinde keine rechtsverbindliche Entscheidung zur Ausweisung von Wärmenetz- oder Wasserstoff-

netzausbaubetrieben getroffen wurde, dürfen 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. Spätestens endet diese Übergangsphase jedoch am 30. Juni 2028.

Nach formeller Gebietsausweisung (spätestens jedoch ab dem 1. Juli 2028): Der bloße Beschluss und die Veröffentlichung des kommunalen Wärmeplans durch die Gemeindevertretung sind rechtlich nicht bindend und lösen die 65-Prozent-Regel des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) **nicht** automatisch aus. Der Wärmeplan ist ein rein strategisches Dokument.

Die 65-Prozent-Pflicht greift vorzeitig *nur dann*, wenn die Gemeindevertretung in einem separaten Schritt auf Basis des Wärmeplans den formellen Beschluss fasst, konkrete Straßenzüge oder Ortsteile rechtssicher auszuweisen (in der Regel per **kommunaler Satzung**). Exakt einen Monat nach Bekanntmachung dieser verbindlichen Gebietsausweisung wird die Erneuerbare-Energien-Quote für jeden Heizungstausch in diesem Gebiet zwingend.

Erfolgt keine solche Satzung, greift die 65-Prozent-Regel flächendeckend und gesetzlich zwingend ab dem **1. Juli 2028**.

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. Die quantitative Analyse zeigt jedoch, dass die direkt nutzbaren, holzartigen Ressourcen (Waldrestholz und Landschaftspflegeholz) mit einem Gesamtpotenzial von rund **1.700,8 MWh/a** eine endliche Ressource darstellen. Im Verhältnis zum Gesamtwärmebedarf der Gemeinde muss dieses Potenzial daher strategisch priorisiert eingesetzt werden:

- **Sicherung und Ausbau der Netzinfrastruktur:** Die Größenordnung des holzartigen Biomassepotenzials ist hervorragend geeignet, um das **bereits etablierte Wärmenetz im Kernort Bad**

Kleinen langfristig abzusichern (z. B. zur hocheffizienten Abdeckung der Grundlast oder als CO₂-neutraler Spitzenlastkessel).

- **Dezentrale Versorgung im Außenbereich:** Für die Bürger in den dezentralen Ortsteilen außerhalb der Wärmenetzgebiete bietet feste Biomasse (z. B. über moderne Scheitholz- oder Holzvergaseranlagen) eine normkonforme Option gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG). Aufgrund der begrenzten Holzmengen sollte diese Nutzung im Sinne einer nachhaltigen Ressourcensteuerung jedoch primär auf den dezentralen Gebäudebestand im Außenbereich (z. B. in Rambow oder Petersdorf) fokussiert werden, bei den anderen erneuerbaren Lösungen (wie Wärmepumpen) technisch oder wirtschaftlich nicht sinnvoll umsetzbar sind.

Eine signifikante Erhöhung der lokalen Unabhängigkeit lässt sich erzielen, wenn neben der klassischen holzartigen Biomasse auch die erheblichen landwirtschaftlichen Potenziale (insbesondere Getreidestroh mit ca. **6.214,2 MWh/a** und Landschaftspflegeheu mit ca. **1.090,0 MWh/a**) erschlossen werden. Mit einem theoretischen Gesamtpotenzial von über **9.004,9 MWh/a** stünde der Gemeinde eine Energiemenge zur Verfügung, die rein rechnerisch einen substanziellen Teil des lokalen Wärmebedarfs decken und somit die Dekarbonisierung sowohl der zentralen als auch der dezentralen Systeme massiv stützen könnte.

	Potenzial- fläche [ha]	Ertrag	
		spezifisch [MWh _{th} /(h*a)]	absolut [MWh _{th} /a]
Waldrestholz	419,7	3,1	1.311,5
Landschaftspflegeholz	21,7	18,0	389,3
Getreidestroh	1.268,7	4,9	6.214,2
Landschaftspflegeheu	148,4	7,3	1.090,0
Potenzial	1.858,4		9.004,9

Tabelle 14: Ergebnisdarstellung zum Potenzial fester Biomasse

Die Kartierung der Biomassepotenzialflächen verdeutlicht die agrarisch und forstwirtschaftlich geprägte Struktur des Gebietes.

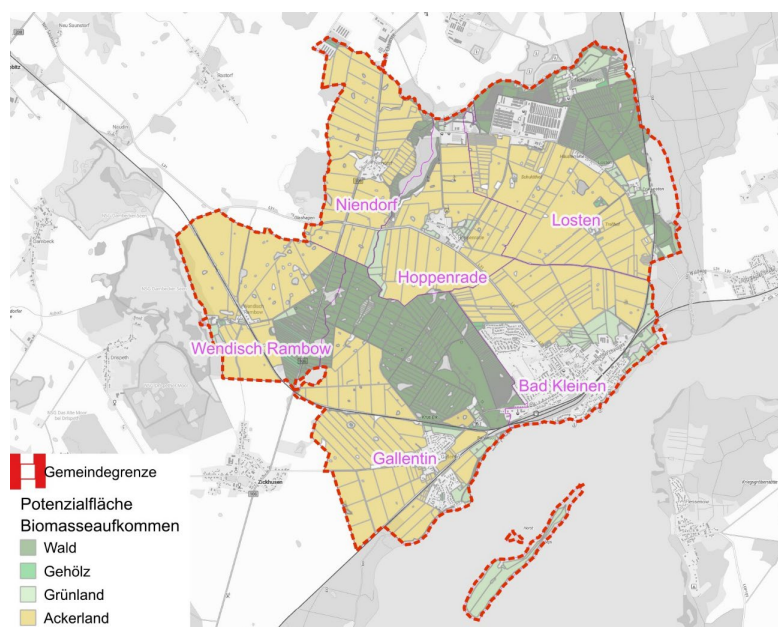


Abbildung 24: Räumliche Ergebnisdarstellung zum Potenzial fester Biomasse

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 Regel ab DN 800) erforderlich.

2. Abwärmenutzung an der Kläranlage: Hierbei werden die Wärmetauscher typischerweise im Ablauf der Kläranlage installiert, um 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 Bad Kleinen ist im östlichen Teil des Kernortes eine Kläranlage entsprechender Größe im Umfeld existierender Versorgungsgebiete vorhanden. Die Abwasserwärmenutzung weist daher im vorliegenden Gemeindegebiet ein technisch und wirtschaftlich erschließbares Potenzial auf und wird in den weiteren Zielszenarien 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 einem 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.

Bewertung für das Untersuchungsgebiet: Für die Gemeinde bietet die vorhandene Biogasanlage in der Theorie die Chance, als Wärmelieferant für das bestehende Wärmenetz zu fungieren. Als Wärmequelle kommen hierfür jedoch nur die überschüssigen BHKW-Abwärmemengen in Betracht, die nach Deckung des betrieblichen Eigenbedarfs des landwirtschaftlichen Unternehmens noch zur Verfügung stehen. Durch die Erschließung dieses verbleibenden Potenzials ließen sich die CO₂-Emissionen der Wärmeversorgung drastisch senken und die regionale Wertschöpfung stärken. In der Praxis stellt jedoch die räumliche Distanz von über 2 km zwischen der Anlage und dem bestehenden Wärmenetz eine erhebliche Hürde dar. Die direkte Netzeinspeisung der Abwärme über eine solche Entfernung ist nur mit einem technisch stark elaborierten und aufwendigen Konzept umsetzbar. Die Hebung dieses grundsätzlich vielversprechenden Wärmepotenzials ist demnach zwar technisch machbar, geht aber mit massiven infrastrukturellen Herausforderungen und einem entsprechend hohen Realisierungsaufwand einher.

5.6.3 Ergebnisdarstellung: Abwärme

Auf Basis der Standortstruktur und Auswertung der Anlagendaten ergeben sich für das Gemeindegebiet folgende Potenziale:

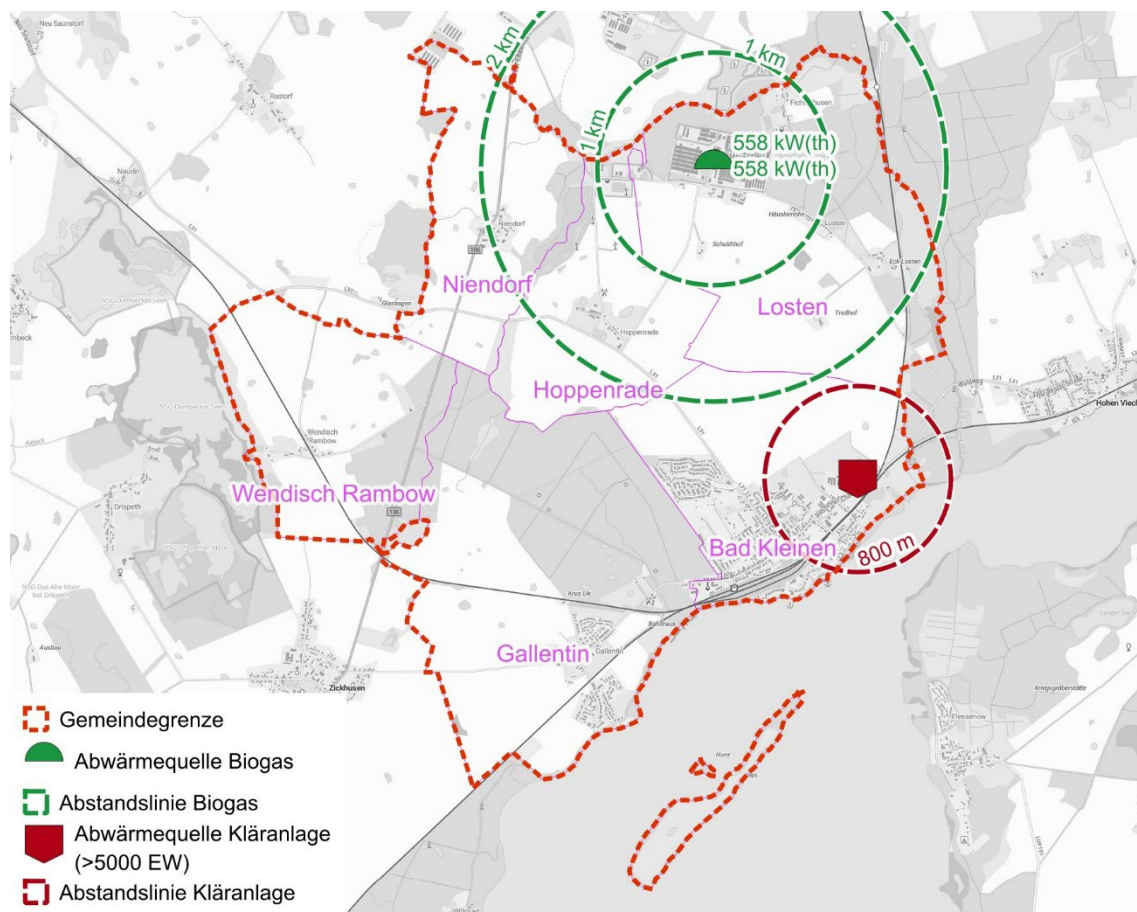


Abbildung 25: Ergebnisdarstellung von Abwärmepotenzialen im Projektgebiet

5.6.3.1 Abwasserwärme (Kanalnetz)

Die Analyse der Abwasserwärme basiert auf einer Anlagengröße von 6.500,0 Einwohnerwerten (EW). Bei einem spezifischen Wärmepotenzial für Nutzwärme nach der Wärmepumpe von 328,5 Kilowattstunden thermisch pro Einwohnerwert und Jahr ($\text{kWh}_{\text{th}}/(\text{EW} \cdot \text{a})$) ergibt sich ein absolutes Wärmepotenzial von 2.135,3 Megawattstunden thermisch pro Jahr ($\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$).

	Anlagen- größe [EW]	Wärmepotenzial (Nutzwärme nach Wärmepumpe)		Strombedarf (Wärmepumpe) [$\text{MWh}_{\text{el}}/\text{a}$]
		spezifisch [$\text{kWh}_{\text{th}}/(\text{EW} \cdot \text{a})$]	absolut [$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$]	
	6.500,0	328,5	2.135,3	711,8
Potenzial	6.500,0		2.135,3	711,8

Tabelle 15: Ergebnisdarstellung zur 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)

Das Potenzial der Bestands-Biogasanlage wird auf Basis einer absolut installierten Leistung von 1.116,0 Kilowatt thermisch (kW_{th}) ermittelt. Mit einem spezifischen Wärmepotenzial von 6,0 Megawattstunden thermisch pro Kilowatt und Jahr ($\text{MWh}_{\text{th}}/(\text{kW}_{\text{th}} \cdot \text{a})$) resultiert daraus ein nutzbares absolutes Wärmepotenzial von 6.696,0 $\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$. Dieses entspricht vollständig dem ausgewiesenen Gesamtpotenzial.

	Installierte Leistung absolut [kW_{th}]	Wärmepotenzial	
		spezifisch [$\text{MWh}_{\text{th}}/(\text{kW}_{\text{th}} \cdot \text{a})$]	absolut [$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$]
Bestands-Biogasanlage	1.116,0	6,0	6.696,0
Potenzial	1.116,0		6.696,0

Tabelle 16: Ergebnisdarstellung zur Abwärmenutzung aus der Biogasanlage (BHKW-Abwärme)

Ermittlungsmethodik

- Vollbetriebsstunden: 8000
- Eigenbedarf Anlage: 25 %

5.6.3.3 Sonstige industrielle/gewerbliche Abwärme

Identifizierte Quellen (z.B. Kühlhäuser, produzierendes Gewerbe): Keine prozessbedingte Abwärme in relevantem Maßstab im Gemeindegebiet identifiziert.

Verfügbares Potenzial: 0 MWh/a

5.7 Solare Aufdachanlagen (Gebäudeinfrastruktur)

Die Erschließung von Gebäudedachflächen mit Photovoltaik- und Solarthermieranlagen zur Nutzung solarer Strahlungsenergie stellt für die Gemeinde Bad Kleinen eine maßgebliche Säule zur Dekarbonisierung der dezentralen Gebäudeversorgung dar, da sie flächenneutral – also ohne zusätzliche Flächenversiegelung oder Raumnutzungskonflikte – erfolgt.

Klimatische Einordnung und standortspezifische Rahmenbedingungen

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

Technologisch wird im Rahmen dieser Potenzialanalyse zwischen der direkten Wärmebereitstellung (Solarthermie), der Sektorenkopplung via Stromerzeugung (Photovoltaik) sowie kombinierten Hybridsystemen (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.

Konvektive Kühlung durch Seewind: Ein spezifischer physikalischer Effekt, der die Anlageeffizienz in Bad Kleinen 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 Bad Kleinen eine kontinuierliche Luftkühlung. Folglich erhitzen sich die Module an Einstrahlungsspitzentagen (Hochsommer) deutlich weniger, was den Wirkungsgrad stabilisiert und den absoluten jährlichen Stromertrag pro installierte 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:

1. 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.

2. 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 Außen-einheiten aus.

Für Liegenschaften in Bad Kleinen, 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 eine identifizierte Potenzialfläche von insgesamt 244.927 m² ergab.

Gemarkung	Potenzial- fläche [m ²]	Szenario 1				Szenario 2			
		Fläche [m ²]	PV (Strom) Installierb. Leistung [kWp]	Strom- potenzial [MWh/a]	ST (Wärme) Fläche [m ²]	Wärme- potenzial [MWh/a]	Fläche [m ²]	PV (Strom) Installierb. Leistung [kWp]	Strom- potenzial [MWh/a]
Wendisch Ra	1.899	966	193	131	174	24	1.140	228	155
Gallentin	34.405	17.650	3.530	2.297	2.993	449	20.643	4.129	2.726
Niendorf	8.469	4.475	895	600	607	83	5.082	1.016	685
Hoppenrade	4.079	2.027	405	270	420	59	2.447	489	329
Bad Kleinen	109.314	50.754	10.151	6.648	14.834	2.072	65.588	13.118	8.719
Losten	86.761	49.701	9.940	6.191	2.355	285	52.057	10.411	6.499
Potenzial	244.927	125.574	25.115	16.136	21.382	2.973	146.956	29.391	19.113
Installiert			3.354	2.155		112			

Tabelle 17: Potenzial und installierte Leistung für solare Aufdachanlagen

Die Kartendarstellung visualisiert das räumlich verteilte Wärmepotenzial für Solarthermie-Aufdachanlagen innerhalb der Gemeindegrenzen. Eine deutliche Konzentration von Flächen mit hohen Potenzialen, teilweise im Bereich von über 30 MWh/a pro Rasterzelle, ist im zentralen Siedlungsgebiet des Hauptortes erkennbar. Auch in den Gemarkungen Gallentin und Losten finden sich zusammenhängende Bereiche mit nennenswerten Wärmepotenzialen, die vorwiegend Werte zwischen 5 und 20 MWh/a aufweisen.

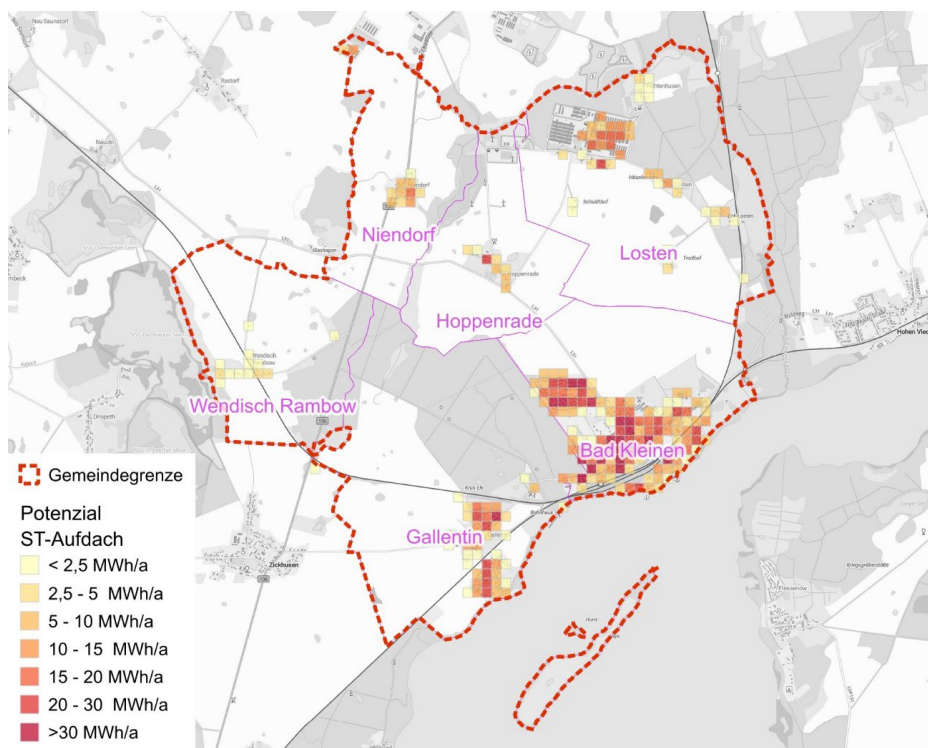


Abbildung 26: Räumliche Verteilung des Wärmepotenzials durch solare Aufdachanlagen

Eine räumliche Analyse des Stromerzeugungspotenzials durch Photovoltaik auf Dachflächen zeigt im Folgenden Schwerpunkte in den dicht bebauten Bereichen der Gemeinde auf. Im Hauptsiedlungsgebiet konzentrieren sich Rasterzellen mit hohen Werten von über 80 MWh/a, was auf große, zusammenhängende oder besonders geeignete Dachflächen hindeutet. Weitere Potenzialschwerpunkte mit Werten zwischen 40 und 80 MWh/a lassen sich in den Gemarkungen Gallentin und in Losten verorten.

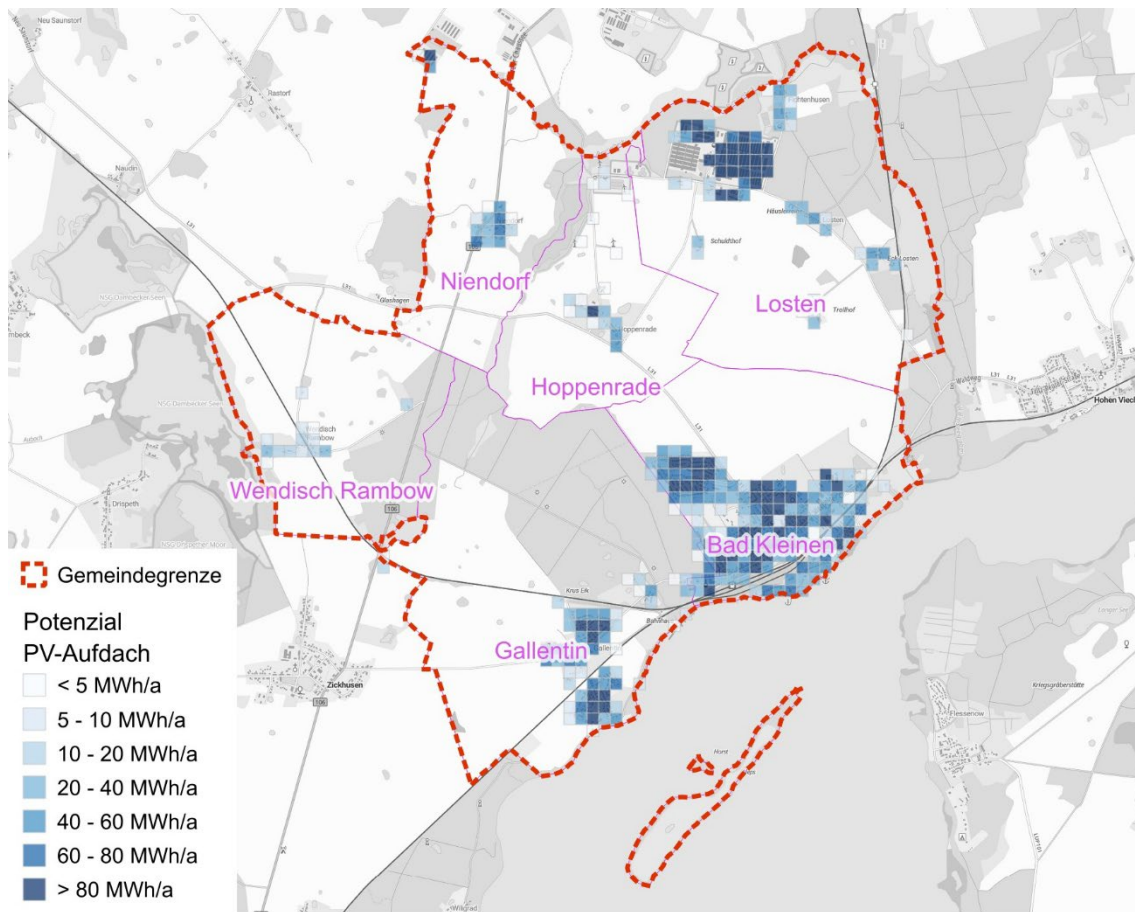


Abbildung 27: Räumliche Verteilung des Strompotenzials durch Photovoltaik-Aufdachanlagen

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 Belegung der Dachflächen mit Photovoltaik lässt sich das lokale Stromerzeugungspotenzial auf **19.113 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 **66.800 MWh bis über 76.000 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 3.354 kWp installierter PV-Leistung und lediglich 112 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 Dorf Mecklenburg 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 Bad Kleinen:** Diese Technologie ist aufgrund der geringen Erschließungskosten und der einfachen Nachrüstbarkeit im Bestand die derzeit am häufigsten gewählte Lösung. Durch das maritime Klima in Bad Kleinen 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 Bad Kleinen:** 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. Sie sind jedoch aufgrund der Bohrkosten investitionsintensiver. In Küstennähe sind zudem wasserrechtliche Belange (Schutz des Grundwassers) gesondert zu prüfen.

5.8.2.3 Ergebnisdarstellung: Oberflächennahe Geothermie

Eine quantitative Abschätzung der oberflächennahen Geothermie weist ein rechnerisches Gesamtpotenzial auf einer nutzbaren Fläche von 82,7 Hektar aus. Der dominierende Anteil entfällt mit 82,3 Hektar auf Erdsonden, die eine absolut installierbare Leistung von 85,8 MW_{th} ermöglichen und ein jährliches Wärmepotenzial von 154.401,1 MWh/a bereitstellen können.

	Potenzial- fläche [ha]	Installierbare Leistung (Wärmepumpe)		Wärmepotenzial (Nutzwärme nach Wärmepumpe)		Strom- bedarf (Wärmepumpe) [MWh _e /a]
		spezifisch [MW _{th} /ha]	absolut [MW _{th}]	spezifisch [MWh _{th} /(MW _{th} *a)]	absolut [MWh _{th} /a]	
Erdsonden	82,3	1,04	85,8	1.800,0	154.401,1	38.600,3
Kollektorfeld	0,3	0,33	0,1	1.800,0	198,3	49,6
Potenzial	82,7		85,9		154.599,4	38.649,8

Tabelle 18: Berechnete Potenziale zur Nutzung oberflächennaher Geothermie

Die folgende kartografische Aufbereitung des Wärmepotenzials durch oberflächennahe Geothermie visualisiert nutzbare Flächen innerhalb der Gemeindegrenzen. Im nordöstlichen Bereich, nördlich von Losten, sowie in Zonen nordwestlich des Hauptsiedlungsgebietes kristallisieren sich Areale mit hohen Potenzialwerten von 1.200 bis über 1.500 MWh/a heraus. Auch im Umfeld von Gallentin und Niendorf sind konzentrierte Flächen mit Potenzialen im Bereich von 600 bis 1.200 MWh/a verzeichnet. Die ausgewiesenen Potenzialflächen liegen vorwiegend in randstädtischen Gebieten und unbebauten Freiflächen, was auf die Notwendigkeit verfügbarer Grundstücksflächen zur Erschließung hinweist.

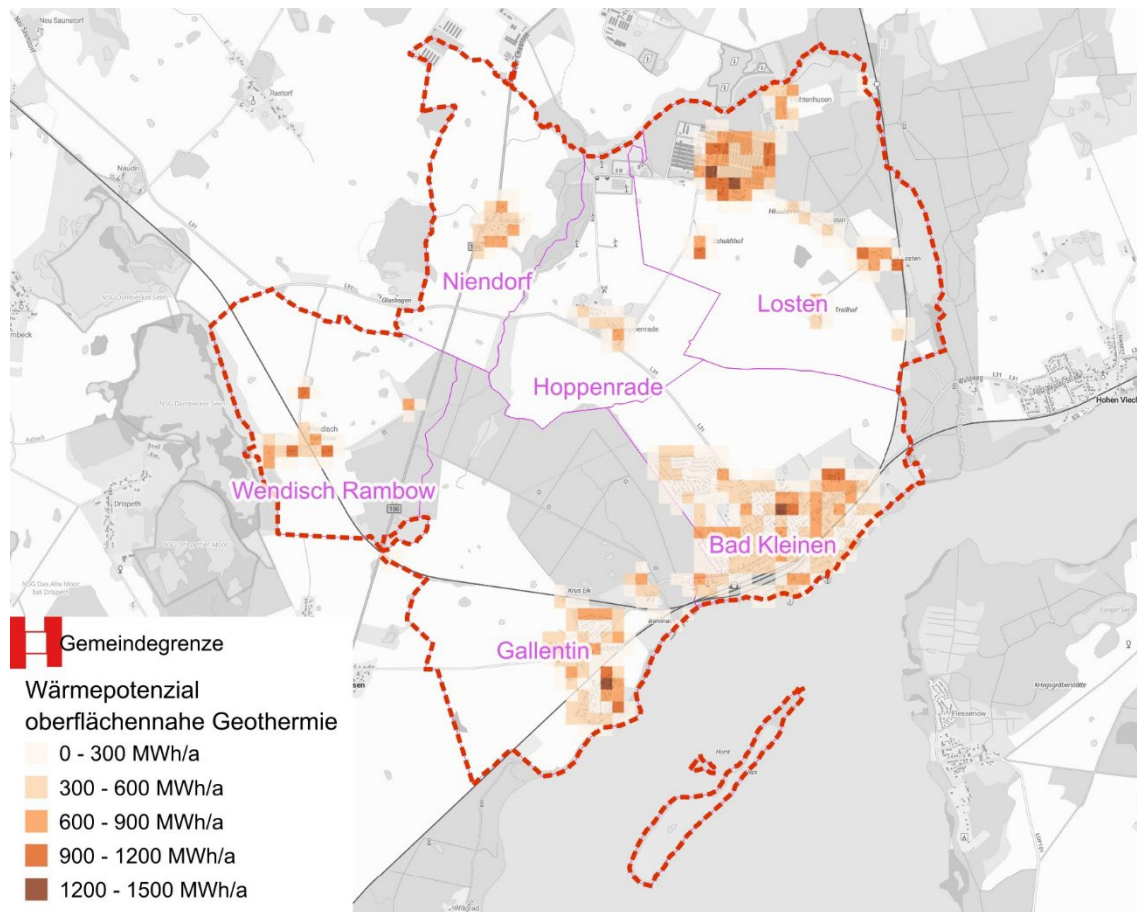


Abbildung 28: Räumliche Darstellung des Wärmepotenzials aus oberflächennaher Geothermie

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 oberirdischen Gewässern. Für Bad Kleinen ist zu diesem Zwecke insbesondere die Ostsee interessant.

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

- **Physikalische Limitationen:** Um einer Wärmepumpe Umweltwärme aus einem Gewässer bereitzustellen, muss dem Wasser thermische Energie entzogen werden. Hierbei wird das Wasser typischerweise um etwa 2 - 3 °C abgekühlt. Bei niedrigen Wassertemperaturen im Winter besteht die Gefahr, dass der Wärmetauscher vereist (Einfriergefahr), was zum Systemausfall führt. Daher kann eine Wärmenutzung nur bei Wassertemperaturen über 3 - 4 °C stattfinden. Diese Quelle fällt demnach für die kalten Wintertage weg und ist i.d.R. nur im Sommer und in der Übergangszeit verfügbar.
- **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 an Fließgewässern oder gut durchströmten Meeresgebieten 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 Bad Kleinen besitzt dieser Prüfschritt keine Relevanz, da im Untersuchungsgebiet keine historisch gewachsene Flüssiggas-Netzinfrastuktur existiert.

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 Bad Kleinen befindet sich in erheblicher räumlicher Distanz zu den geplanten überregionalen Wasserstoff-Kernetzen. 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.
- **Effizienz 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 Bad Kleinen ist daher als hochgradig unwahrscheinlich einzustufen.

Eine Studie des Fraunhofer Instituts liefert hierzu weitere Erkenntnisse:

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

5.9.2 Biomethan (Bio-Erdgas) und Netzinfrasturktur

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** und birgt das Risiko sogenannter "Stranded Assets" (gestrandeter Investitionen).

5.9.3 Biogenes Flüssiggas (Bio-LPG)

Für einige individuelle Haushalte mit Flüssiggasthermen stellt biogenes Flüssiggas (Bio-LPG) aufgrund seiner identischen chemischen Eigenschaften (Drop-in-Fähigkeit) eine technisch kompatible Alternative zum fossilen Produkt dar. Eine Anpassung der Infrastruktur oder der Heizthermen wäre nicht erforderlich.

Analyse der Lieferketten und Verfügbarkeit: Eine ingenieurtechnische Bewertung der Lieferketten zeigt aktuell 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.⁴⁰

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

⁴⁰ Vgl. Marktdaten und Produktionsberichte der World Liquid Gas Association (WLGA)

(Technology Readiness Level) auf, um eine marktwirtschaftlich skalierbare und preislich wettbewerbsfähige Grundversorgung von Wohngebäuden zu gewährleisten.⁴¹

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 Bad Kleinen: 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 Wärmegestehungskosten 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. In der Potenzialanalyse wird 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)

- **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 Bad Kleinen ist dies eine effiziente, wenn auch investitionsintensive High-End-Lösung für Grundstücke, auf denen keine Erdwärmebohrungen genehmigungsfähig sind.

⁴¹ Vgl. Technologiereife-Bewertungen (TRL) für Power-to-X-Verfahren der

- **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 (Behälterwärmespeicher):** 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 Bad Kleinen: Großwärmespeicher wie Erdbecken oder Hochbauspeicher können systemrelevant für die Dekarbonisierung des bestehenden Fernwärmenetzes werden, wenn Großwärmepumpen im Wesentlichen mit sehr kostengünstigem, regionalem Strom aus Windkraft- und PV-Anlagen betrieben werden. Die parallel zur Kommunalen Wärmeplanung durch den **Zweckverband Wismar angestoßene Transformationsplanung** nach WPG, hat genau diese Prüfung und Auslegung dieser regionalen Wärmeerzeugungskonzepte zur Dekarbonisierung des Wärmenetzes in Bad Kleinen zum Ziel.

5.10.2 Kurzzeitspeicher und Systemflexibilität (Lastverschiebung)

Während Saisonalspeicher Energie über Wochen oder Monate vorhalten, dienen Kurzzeitspeicher dem täglichen Lastenausgleich (Tag-Nacht-Zyklus). Durch die konsequente **Systemflexibilisierung** können erhebliche Betriebskosten eingespart und die lokalen Netze entlastet werden. Insbesondere im Zusammenhang mit der Wärmeerzeugung durch Wärmepumpen spielt der gezielte Betrieb der Wärmepumpen zu günstigen Strombezugszeiten eine entscheidende Rolle für die Wirtschaftlichkeit.

§ 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 Puffer Pufferspeichers typischerweise zu den Nacht- und Mittagsstunden. 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:** Der Einsatz standardisierter zentraler Heißwasser-Pufferspeicher zur Glättung der Erzeugerspitzen (z.B. Biomassekessel/Abwärme) wird empfohlen. Großskalige Saisonspeicher können langfristig zur winterlichen Nutzung der großen solaren Potenziale im Gemeindegebiet genutzt werden.
- **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 zukunftssicherste 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 Bad Kleinen 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 eine dezentrale, individuelle Versorgung umfassen vorrangig Bereiche mit geringer Wärmebedarfsdichte. Dies betrifft beispielsweise Einzelgehöfte oder locker bebaute Wohngebiete, etwa Einfamilienhaussiedlungen am Ortsrand. 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 Bad Kleinen konzentriert sich auf drei wesentliche Säulen:

- **Wärmenetzgebiet:** In den verdichteten Bereichen der Gemeinde wird die Weiterführung und Optimierung der zentralen Versorgung über ein Wärmenetz angestrebt, um lokale Potenziale effizient nutzen zu können und für die angeschlossenen Haushalte eine schnelle und sichere Dekarbonisierung der Wärmeversorgung zu gewährleisten.
- **Dezentrale Versorgung:** Die übrigen Gemeindeteile eignen sich aufgrund ihrer Struktur vorrangig für individuelle Lösungen (z. B. Wärmepumpen).

Ein Gesamtblick auf die Gebietsausweisung verdeutlicht eine Zweiteilung der kommunalen Wärmeversorgungsstruktur. Das zentrale, dicht bebaute Hauptsiedlungsgebiet in Bad Kleinen wird fast vollständig als Wärmenetzgebiet klassifiziert. Im Gegensatz dazu sind sämtliche umliegenden Ortsteile und Gemarkungen, darunter Losten, Gallentin, Niendorf, Hoppenrade und Wendisch Rambow, flächendeckend als Gebiete zur individuellen Versorgung ausgewiesen. Gebiete für Wasserstoff, grüne Gase oder spezielle Prüfgebiete sind in der Planungsübersicht nicht verzeichnet.

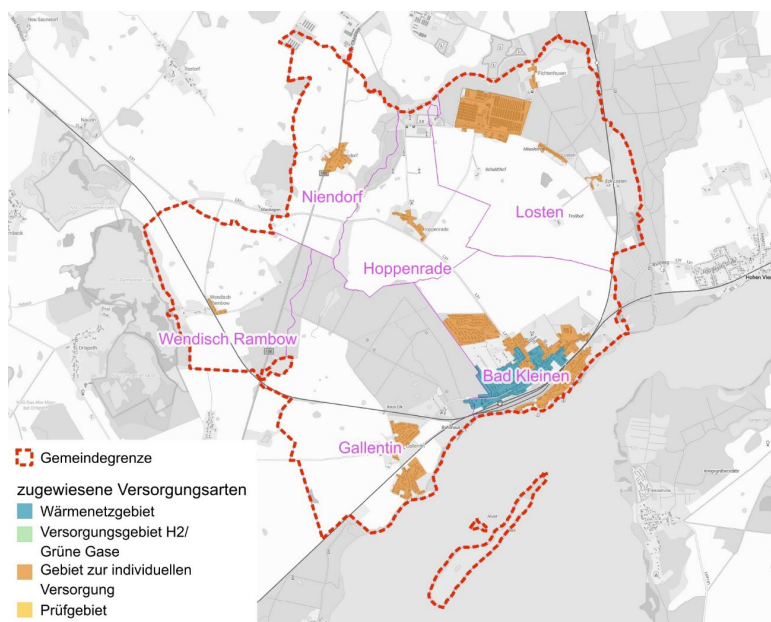


Abbildung 29: Übersicht der zugewiesenen Versorgungsarten im gesamten Gemeindegebiet

Im Folgenden werden die Gebiete jeweils einzeln dargestellt:

6.5.1 Zone SK24.06_01_07 Bad Kleinen – Bahn

Eine Analyse der Strukturdaten des Bereichs erfasst einen aktuellen Bestand von 22 Gebäuden, zu denen ein prognostizierter Zubau von vier weiteren Gebäuden erwartet wird. Der jährliche Wärmebedarf summiert sich derzeit auf 938 MWh/a und wird sich durch den Zubau voraussichtlich um 226 MWh/a erhöhen, während gleichzeitig ein Sanierungspotenzial von 26 % berechnet wurde.

Im Ergebnis der Datenanalyse wird das Gebiet als Wärmenetzgebiet ausgewiesen.



Abbildung 30: Zugeordnete Versorgungsarten für Bad Kleinen – Bahn

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	22	+4
Bauweise	gemischt	
Baualter	gemischt	
Ausbaustatus	Nachverdichtung möglich	
Nutzungsart	gemischt	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	938 MWh/a	+226 MWh/a
Sanierungspotenzial	-26%	
Wärmebedarfsdichte	176 MWh/(ha*a)	219 MWh/(ha*a)

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	teilweise vorhanden
Erddgasnetz	benachbart
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	10.489 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	74,9 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Wärmenetzgebiet
Umsetzungswahrscheinlichkeit	möglich

Tabelle 19: Struktur- und Potentialdaten für Bad Kleinen – Bahn

6.5.2 Zone SK24.06_01_02 Bad Kleinen – West

Das Quartier umfasst einen weitgehend ausgebauten Bestand von 94 Gebäuden, vorwiegend ältere Wohnhäuser. Der aktuelle jährliche Wärmebedarf der Siedlung beläuft sich auf insgesamt 2.641 MWh/a, wobei durch energetische Modernisierungen ein Sanierungspotenzial von 24 % erschlossen werden kann.

Im Ergebnis der Datenanalyse wird das Gebiet als Wärmenetzgebiet ausgewiesen.



Abbildung 31: Zugeordnete Versorgungsarten für Bad Kleinen – West

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	94	
Bauweise	überw. Einfamilien- / Doppelhaus	
Baualter	überw. älterer Bestand	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	überw. Wohnen	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	2.641 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-24%	
Wärmebedarfsdichte	192 MWh/(ha*a)	

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	vorhanden
Erdgasnetz	benachbart
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	11.035 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	74,9 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Wärmenetzgebiet
Umsetzungswahrscheinlichkeit	möglich

Tabelle 20: Struktur- und Potentialdaten für Bad Kleinen – West

6.5.3 Zone SK24.06_01_04 Bad Kleinen – MFH Mitte

Der aus 50 Gebäuden bestehende Sektor ist strukturell durch ältere Mehrfamilienhäuser geprägt und weist einen ausgebauten Status auf. Diese verdichtete Bauweise resultiert in einem jährlichen Wärmebedarf von 4.123 MWh/a sowie einer hohen Wärmebedarfsdichte von 512 MWh/(ha*a).

Im Ergebnis der Datenanalyse wird das Gebiet als Wärmenetzgebiet ausgewiesen.

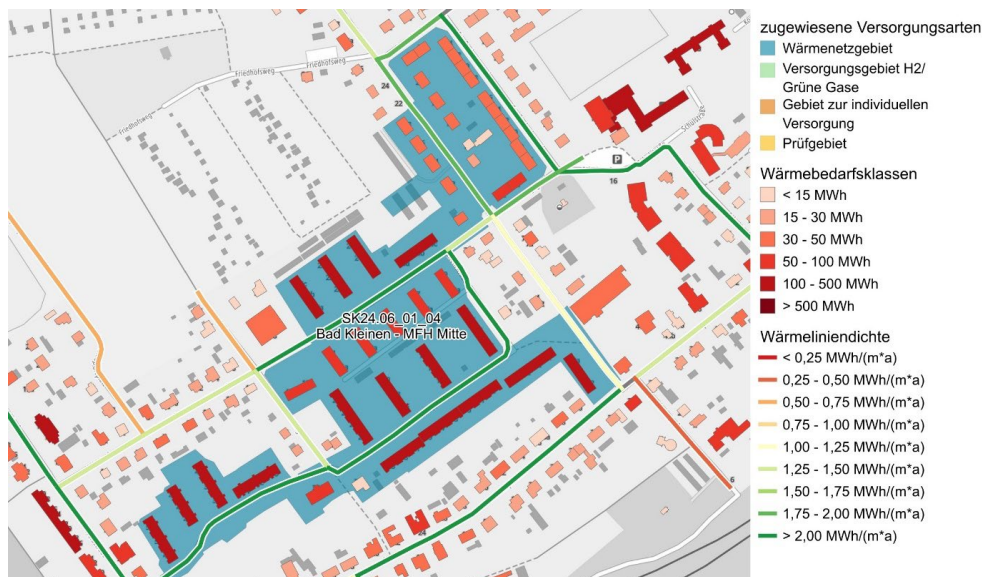


Abbildung 32: Zugeordnete Versorgungsarten für Bad Kleinen – MFH Mitte

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	50	
Bauweise	überw. Mehrfamilienhaus	
Baualter	älterer Bestand	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	überw. Wohnen	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	4.123 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-20%	
Wärmebedarfsdichte	512 MWh/(ha*a)	

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	vorhanden
Erdgasnetz	teilweise vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	11.035 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	74,9 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Wärmenetzgebiet
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich

Tabelle 21: Struktur- und Potentialdaten für Bad Kleinen – MFH Mitte

6.5.4 Zone SK24.06_01_06 Bad Kleinen – EFH Mitte

Das untersuchte Wohnquartier umfasst 68 Gebäude, bei denen es sich mehrheitlich um ältere Einfamilien- und Doppelhäuser handelt. Insgesamt summiert sich der aktuelle jährliche Wärmebedarf in der Zone auf 1.400 MWh/a, wobei die Wärmebedarfsdichte mit 182 MWh/(ha*a) ein mittleres Niveau erreicht.

Im Ergebnis der Datenanalyse wird das Gebiet zur individuellen Versorgung ausgewiesen.



Abbildung 33: Zugeordnete Versorgungsarten für Bad Kleinen – EFH Mitte

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	68	
Bauweise	überw. Einfamilien- / Doppelhaus	
Baualter	überw. älterer Bestand	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	überw. Wohnen	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	1.400 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-33%	
Wärmebedarfsdichte	182 MWh/(ha*a)	

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	teilweise vorhanden
Erdgasnetz	vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	11.035 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	74,9 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich

Tabelle 22: Struktur- und Potentialdaten für Bad Kleinen – EFH Mitte

6.5.5 Zone SK24.06_01_11 Bad Kleinen – Hauptstr. Mitte

Der abgegrenzte Bereich setzt sich aus 20 älteren Bestandsgebäuden mit gemischter Bauweise zusammen. Für das Quartier wird ein jährlicher Wärmebedarf von insgesamt 572 MWh/a kalkuliert, der durch energetische Gebäudeertüchtigungen um ein Potenzial von 23 % reduziert werden könnte.

Im Ergebnis der Datenanalyse wird das Gebiet als Wärmenetzgebiet ausgewiesen.



Abbildung 34: Zugeordnete Versorgungsarten für Bad Kleinen – Hauptstr. Mitte

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	20	
Bauweise	gemischt	
Baualter	überw. älterer Bestand	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	überw. Wohnen	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	572 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-23%	
Wärmebedarfsdichte	198 MWh/(ha*a)	

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	vorhanden
Erdgasnetz	vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	11.035 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	74,9 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Wärmenetzgebiet
Umsetzungswahrscheinlichkeit	wahrscheinlich

Tabelle 23: Struktur- und Potentialdaten für Bad Kleinen – Hauptstr. Mitte

6.5.6 Zone SK24.06_01_08 Bad Kleinen – Schulstr.

In dem verdichteten Quartier befinden sich 17 Gebäude gemischter Bauart, die als Verbrauchszentren fungieren. Es ergibt sich ein jährlicher Wärmebedarf von 935 MWh/a, womit eine Wärmebedarfsdichte von 260 MWh/(ha·a) erreicht wird.

Im Ergebnis der Datenanalyse wird das Gebiet als Wärmenetzgebiet ausgewiesen.

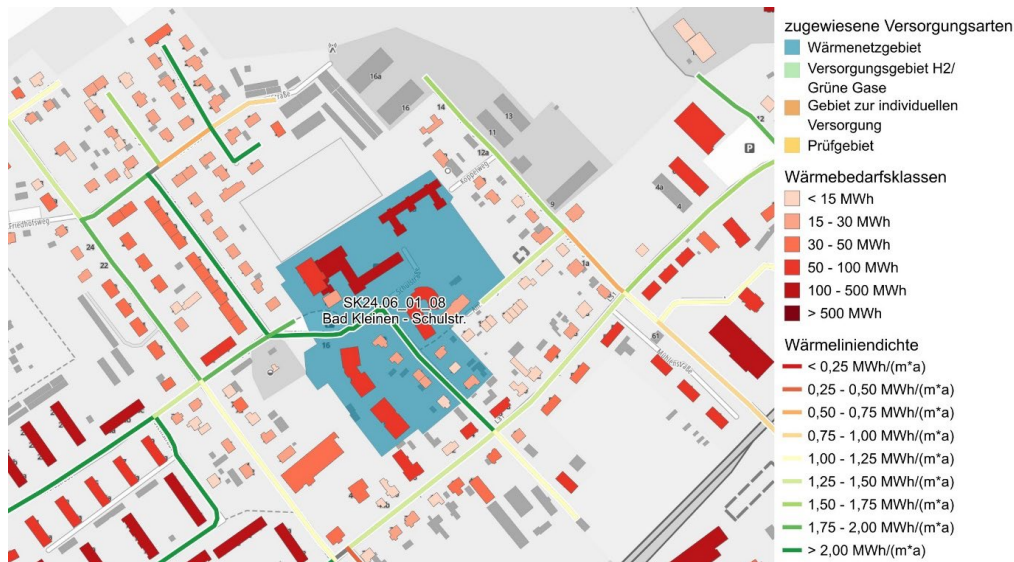


Abbildung 35: Zugeordnete Versorgungsarten für Bad Kleinen – Schulstr.

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	17	
Bauweise	gemischt	
Baualter	gemischt	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	gemischt	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	935 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-32%	
Wärmebedarfsdichte	260 MWh/(ha·a)	

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	vorhanden
Erdgasnetz	benachbart
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	11.035 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	74,9 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Wärmenetzgebiet
Umsetzungswahrscheinlichkeit	wahrscheinlich

Tabelle 24: Struktur- und Potentialdaten für Bad Kleinen – Schulstr.

6.5.7 Zone SK24.06_01_09 Bad Kleinen – Koppelweg

Das Wohngebiet umfasst einen aktuellen Gebäudebestand von 20 vorwiegend Einfamilien- und Doppelhäusern, für die ein Zubau von einem weiteren Objekt geplant ist. Der energetische Ist-Zustand erzeugt einen jährlichen Wärmebedarf von 284 MWh/a.

Im Ergebnis der Datenanalyse wird das Gebiet zur individuellen Versorgung ausgewiesen.



Abbildung 36: Zugeordnete Versorgungsarten für Bad Kleinen – Koppelweg

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	20	+1
Bauweise	überw. Einfamilien- / Doppelhaus	
Baualter	gemischt	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	überw. Wohnen	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	284 MWh/a	+13 MWh/a
Sanierungspotenzial	-19%	
Wärmebedarfsdichte	110 MWh/(ha*a)	115 MWh/(ha*a)

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	benachbart
Erdgasnetz	vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	11.035 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	74,9 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich

Tabelle 25: Struktur- und Potentialdaten für Bad Kleinen – Koppelweg

6.5.8 Zone SK24.06_01_10 Bad Kleinen – Mühlenstr.

In diesem Bereich befinden sich aktuell 21 Gebäude, überwiegend Mehrfamilienhäuser älteren Baujahrs mit vorwiegender Wohnnutzung. Der jährliche Wärmebedarf beläuft sich auf 998 MWh/a bei einer Wärmebedarfsdichte von 246 MWh/(ha*a). Es besteht ein Sanierungspotenzial von 35 %.

Im Ergebnis der Datenanalyse wird das Gebiet als Wärmenetzgebiet ausgewiesen.

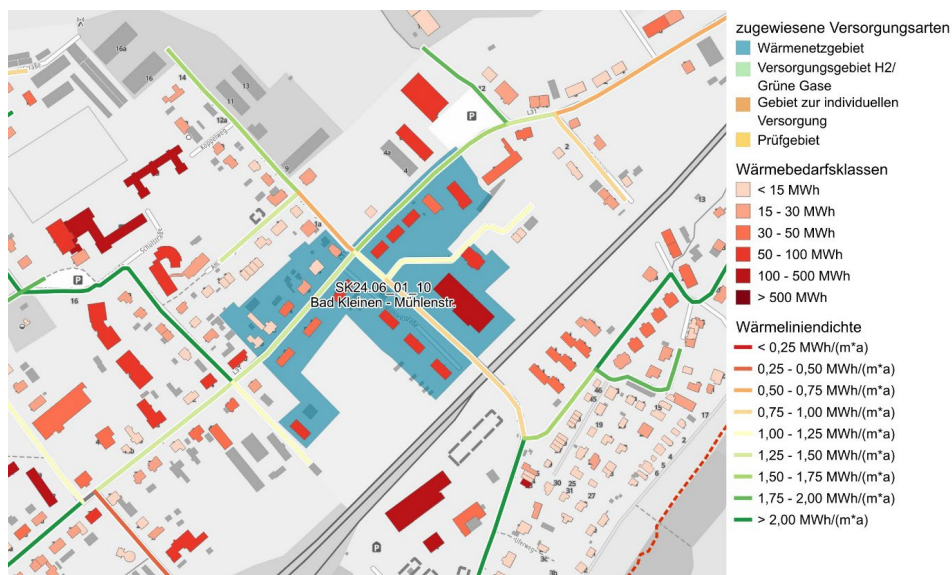


Abbildung 37: Zugeordnete Versorgungsarten für Bad Kleinen – Mühlenstr.

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	21	
Bauweise	überw. Mehrfamilienhaus	
Baualter	älterer Bestand	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	überw. Wohnen	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	998 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-35%	
Wärmebedarfsdichte	246 MWh/(ha*a)	

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	benachbart
Erdgasnetz	vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	11.035 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	74,9 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Wärmenetzgebiet
Umsetzungswahrscheinlichkeit	möglich
Bemerkungen	Wärmenetzentwicklung angestrebt

Tabelle 26: Struktur- und Potentialdaten für Bad Kleinen – Mühlenstr.

6.5.9 Zone SK24.06_01_05 Bad Kleinen – Ost

Der Bereich umfasst 33 Gebäude gemischter Bauweise aus älterem Bestand mit gemischter Nutzung. Der aktuelle jährliche Wärmebedarf beträgt 895 MWh/a, woraus sich eine Wärmebedarfsdichte von 101 MWh/(ha*a) ergibt. Ein Sanierungspotenzial von 31 % wird ausgewiesen.

Im Ergebnis der Datenanalyse wird das Gebiet zur individuellen Versorgung ausgewiesen.

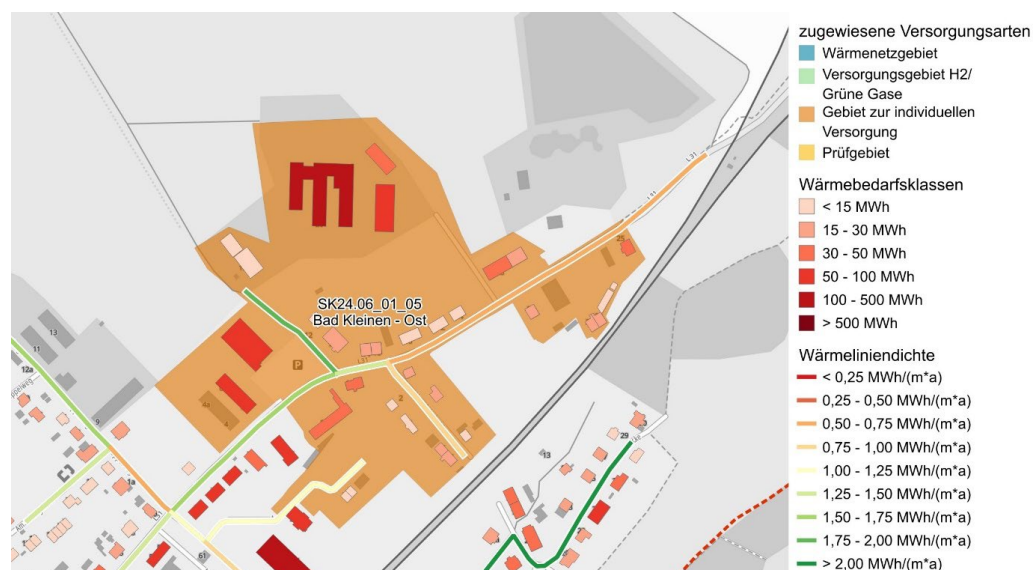


Abbildung 38: Zugeordnete Versorgungsarten für Bad Kleinen – Ost

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	33	
Bauweise	gemischt	
Baualter	älterer Bestand	
Ausbauzustand	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	gemischt	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	895 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-31%	
Wärmebedarfsdichte	101 MWh/(ha*a)	

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	11.219 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	74,9 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich

Tabelle 27: Struktur- und Potentialdaten für Bad Kleinen – Ost

6.5.10 Zone SK24.06_01_03 Bad Kleinen – Seeufer

Das Quartier besteht aus 136 Gebäuden, bei denen es sich zumeist um Einfamilien- oder Doppelhäuser gemischten Baualters handelt. Der jährliche Wärmebedarf liegt bei 2.657 MWh/a, was zu einer Wärmebedarfsdichte von 198 MWh/(ha·a) führt. Das Sanierungspotenzial beläuft sich auf 42 %.

Im Ergebnis der Datenanalyse wird das Gebiet zur individuellen Versorgung ausgewiesen.

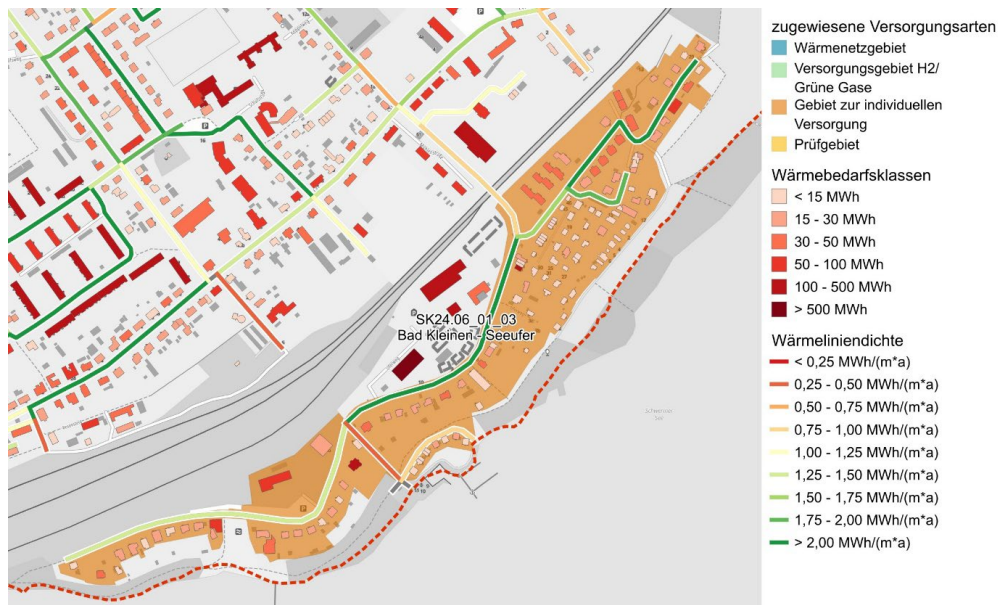


Abbildung 39: Zugeordnete Versorgungsarten für Bad Kleinen – Seeufer

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	136	
Bauweise	überw. Einfamilien- / Doppelhaus	
Baualter	gemischt	
Ausbauzustand	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	gemischt	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	2.657 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-42%	
Wärmebedarfsdichte	198 MWh/(ha*a)	

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	11.035 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	74,9 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich

Tabelle 28: Struktur- und Potentialdaten für Bad Kleinen – Seeufer

6.5.11 Zone SK24.06_01_12 Bad Kleinen - Mühlenquartier

Derzeit befinden sich vier Mehrfamilienhäuser neuen Baualters im Gebiet, für die ein laufender Ausbau mit einem Zubau von sieben weiteren Gebäuden prognostiziert wird. Der aktuelle jährliche Wärmebedarf von 1.111 MWh/a erhöht sich durch den Zubau um 524 MWh/a.

Im Ergebnis der Datenanalyse wird das Gebiet zur individuellen Versorgung ausgewiesen.



Abbildung 40: Zugeordnete Versorgungsarten für Bad Kleinen – Mühlenquartier

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	4	+7
Bauweise	Mehrfamilienhaus	
Baualter	neuer Bestand	
Ausbaustatus	laufender Ausbau	
Nutzungsart	gemischt	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	1.111 MWh/a	+524 MWh/a
Sanierungspotenzial	-14%	
Wärmebedarfsdichte	459 MWh/(ha*a)	675 MWh/(ha*a)

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	benachbart
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	10.645 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	74,9 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich

Tabelle 29: Struktur- und Potentialdaten für Bad Kleinen – Mühlenquartier

6.5.12 Zone SK24.06_01_01 Bad Kleinen – EFH Buchenring

Das Quartier umfasst 281 Gebäude neueren Bestands, hauptsächlich Einfamilien- und Doppelhäuser. Es wird mit einem Zubau von sieben Gebäuden gerechnet. Der derzeitige jährliche Wärmebedarf liegt bei 3.520 MWh/a und steigt durch den erwarteten Zubau um 131 MWh/a.

Im Ergebnis der Datenanalyse wird das Gebiet zur individuellen Versorgung ausgewiesen.



Abbildung 41: Zugeordnete Versorgungsarten für Bad Kleinen – EFH Buchenring

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	281	+7
Bauweise	überw. Einfamilien- / Doppelhaus	
Baualter	neuer Bestand	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	Wohnen	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	3.520 MWh/a	+131 MWh/a
Sanierungspotenzial	-17%	
Wärmebedarfsdichte	173 MWh/(ha*a)	180 MWh/(ha*a)

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	benachbart
Erdgasnetz	vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	10.918 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	74,9 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich

Tabelle 30: Struktur- und Potentialdaten für Bad Kleinen – EFH Buchenring

6.5.13 Zone SK24.06_07_01 Gallentin – EFH Bad Kleinerer Chaussee

Die Struktur des Areals ist geprägt durch 103 Einfamilien- und Doppelhäuser neuen Baualters, zu denen ein weiteres Gebäude hinzukommen soll. Der aktuelle jährliche Wärmebedarf von 1.407 MWh/a erfährt durch den Zubau eine Erhöhung um 17 MWh/a.

Im Ergebnis der Datenanalyse wird das Gebiet zur individuellen Versorgung ausgewiesen.



Abbildung 42: Zugeordnete Versorgungsarten für Gallentin – EFH Bad Kleinerer Chaussee

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	103	+1
Bauweise	Einfamilien- / Doppelhaus	
Baualter	neuer Bestand	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	Wohnen	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	1.407 MWh/a	+17 MWh/a
Sanierungspotenzial	-20%	
Wärmebedarfsdichte	179 MWh/(ha*a)	181 MWh/(ha*a)

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	9.811 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	74,9 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich

Tabelle 31: Struktur- und Potentialdaten für Gallentin – EFH Bad Kleinerer Chaussee

6.5.14 Zone SK24.06_07_02 Gallentin – Nord

In der Zone befinden sich 18 Einfamilien- und Doppelhäuser älteren Baujahrs, die zu Wohnzwecken dienen. Der jährliche Wärmebedarf beläuft sich auf 275 MWh/a bei einer resultierenden Wärmebedarfsdichte von 201 MWh/(ha·a). Das Sanierungspotenzial ist mit 27 % bewertet.

Im Ergebnis der Datenanalyse wird das Gebiet zur individuellen Versorgung ausgewiesen.



Abbildung 43: Zugeordnete Versorgungsarten für Gallentin – Nord

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	18	
Bauweise	Einfamilien- / Doppelhaus	
Baualter	älterer Bestand	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	Wohnen	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	275 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-27%	
Wärmebedarfsdichte	201 MWh/(ha*a)	

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	1.695 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	74,9 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich

Tabelle 32: Struktur- und Potentialdaten für Gallentin – Nord

6.5.15 Zone SK24.06_06_01 Gallentin – Süd

Das Quartier umfasst 54 Wohngebäude, vorrangig Einfamilien- und Doppelhäuser mit gemischtem Baualter. Der ermittelte jährliche Wärmebedarf beträgt 804 MWh/a, was einer Wärmebedarfsdichte von 137 MWh/(ha·a) entspricht. Ein Sanierungspotenzial von 10 % wird ausgewiesen.

Im Ergebnis der Datenanalyse wird das Gebiet zur individuellen Versorgung ausgewiesen.



Abbildung 44: Zugeordnete Versorgungsarten für Gallentin – Süd

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	54	
Bauweise	Einfamilien- / Doppelhaus	
Baualter	gemischt	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	Wohnen	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	804 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-10%	
Wärmebedarfsdichte	137 MWh/(ha*a)	

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	1.695 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	74,9 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich

Tabelle 33: Struktur- und Potentialdaten für Gallentin – Süd

6.5.16 Zone SK24.06_06_02 Gallentin – FEH

In diesem Quartier sind 47 Gebäude erfasst, bei denen es sich um Ferienhäuser in Einfamilien- und Doppelhausbauweise neueren Datums handelt. Der jährliche Wärmebedarf beläuft sich auf 888 MWh/a. Das berechnete Sanierungspotenzial ist mit 69 % sehr hoch.

Im Ergebnis der Datenanalyse wird das Gebiet zur individuellen Versorgung ausgewiesen.



Abbildung 45: Zugeordnete Versorgungsarten für Gallentin – FEH

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	47	
Bauweise	Einfamilien- / Doppelhaus	
Baualter	neuer Bestand	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	Ferienhaus	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	888 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-69%	
Wärmebedarfsdichte	153 MWh/(ha*a)	

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	1.695 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	74,9 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich

Tabelle 34: Struktur- und Potentialdaten für Gallentin – FEH

6.5.17 Zone SK24.06_10_01 Wendisch Rambow – An der Bahn

Dieser kleine Bereich besteht aus 8 Einfamilien- und Doppelhäusern älteren Baualters. Der aktuelle jährliche Wärmebedarf beträgt 162 MWh/a bei einer Wärmebedarfsdichte von 133 MWh/(ha*a). Ein Sanierungspotenzial von 26 % wird ermittelt.

Im Ergebnis der Datenanalyse wird das Gebiet zur individuellen Versorgung ausgewiesen.

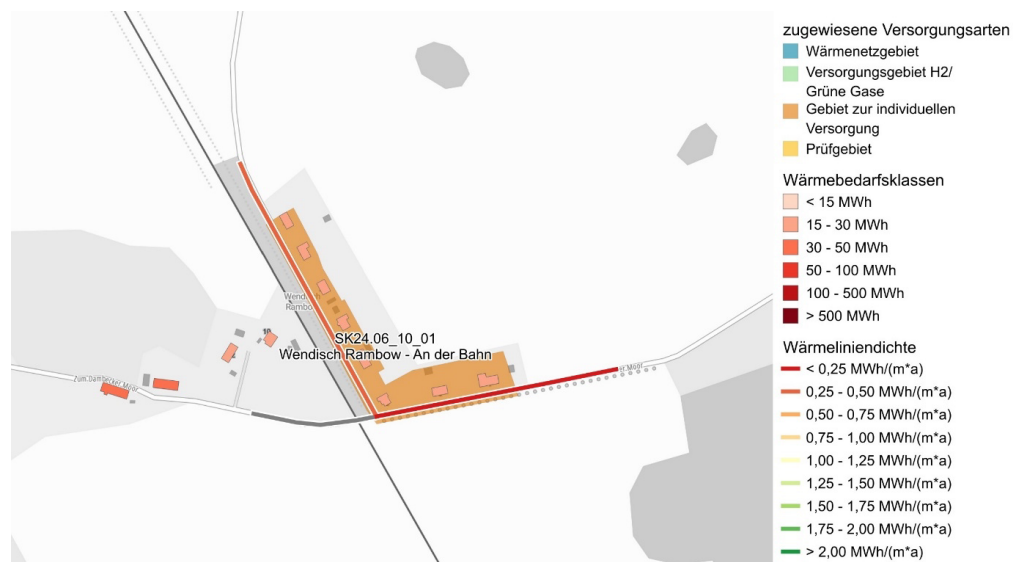


Abbildung 46: Zugeordnete Versorgungsarten für Wendisch Rambow – An der Bahn

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	8	
Bauweise	Einfamilien- / Doppelhaus	
Baualter	älterer Bestand	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	Wohnen	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	162 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-26%	
Wärmebedarfsdichte	133 MWh/(ha*a)	

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	nicht vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	12.030 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	86,7 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich

Tabelle 35: Struktur- und Potentialdaten für Wendisch Rambow – An der Bahn

6.5.18 Zone SK24.06_08_01 Niendorf

In dem Bereich sind aktuell 26 Gebäude verzeichnet, die überwiegend dem älteren Bestand zuzuordnen sind. Der jährliche Wärmebedarf summiert sich auf 933 MWh/a, wobei eine Wärmebedarfsdichte von 128 MWh/(ha·a) vorliegt und ein Sanierungspotenzial von 28 % identifiziert wurde.

Im Ergebnis der Datenanalyse wird das Gebiet zur individuellen Versorgung ausgewiesen.



Abbildung 47: Zugeordnete Versorgungsart für Niendorf

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	26	
Bauweise	gemischt	
Baualter	überw. älterer Bestand	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	gemischt	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	933 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-28%	
Wärmebedarfsdichte	128 MWh/(ha·a)	

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	nicht vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	1.116 kW(th)
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	12.214 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	79,8 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich

Tabelle 36: Struktur- und Potentialdaten für Niendorf

6.5.19 Zone SK24.06_09_01 Hoppenrade

Der betrachtete Bereich ist vorrangig durch Wohnnutzung geprägt und umfasst 25 bestehende Einfamilien- beziehungsweise Doppelhäuser gemischten Baualters. Der derzeitige jährliche Wärmebedarf beläuft sich auf 573 MWh/a, bei einer Wärmebedarfsdichte von 148 MWh/(ha*a).

Im Ergebnis der Datenanalyse wird das Gebiet zur individuellen Versorgung ausgewiesen.



Abbildung 48: Zugeordnete Versorgungsarten für Hoppenrade

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	25	+1
Bauweise	Einfamilien- / Doppelhaus	
Baualter	gemischt	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	Wohnen	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	573 MWh/a	+42 MWh/a
Sanierungspotenzial	-25%	
Wärmebedarfsdichte	148 MWh/(ha*a)	159 MWh/(ha*a)

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	nicht vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	1.116 kW(th)
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	11.234 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	74,9 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich

Tabelle 37: Struktur- und Potentialdaten für Hoppenrade

6.5.20 Zone SK24.06_02_01 LW Losten

Die Zone ist durch eine vorwiegend gewerbliche und öffentliche Nutzung gekennzeichnet und besteht aus 84 Gebäuden, bei denen es sich überwiegend um Hallen im älteren Bestand handelt. Der jährliche Wärmebedarf ist mit 5.684 MWh/a relativ hoch.

Im Ergebnis der Datenanalyse wird das Gebiet zur individuellen Versorgung ausgewiesen.

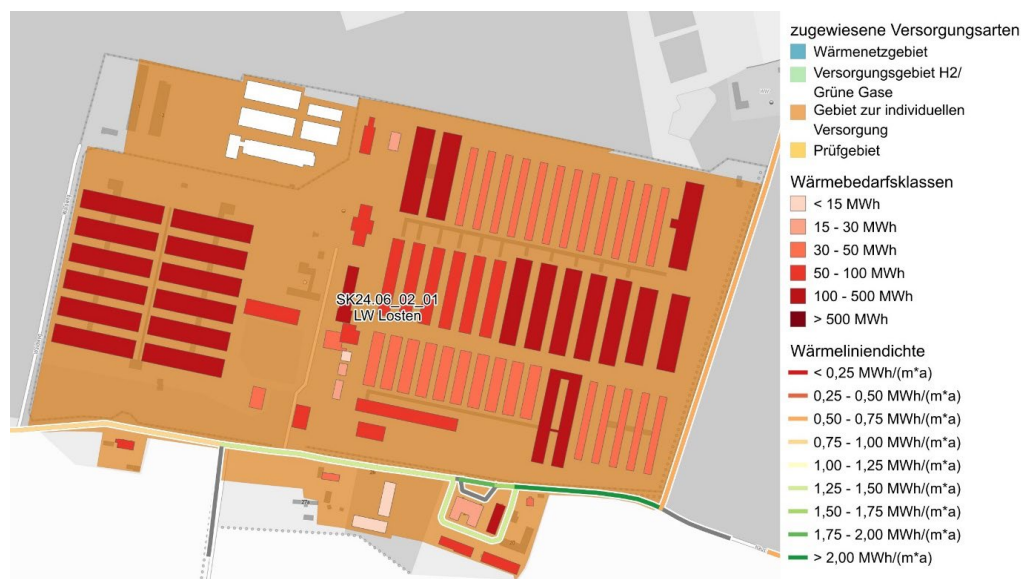


Abbildung 49: Zugeordnete Versorgungsarten für LW Losten

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	84	
Bauweise	überw. Halle	
Baualter	älterer Bestand	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	Gewerbe, öffentlich	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	5.684 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-42%	
Wärmebedarfsdichte	129 MWh/(ha*a)	

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	1.116 kW(th)
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	12.709 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	74,9 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich

Tabelle 38: Struktur- und Potentialdaten für LW Losten

6.5.21 Zone SK24.06_03_01 Losten – EFH Häuslerreihe

In diesem weitgehend ausgebauten Bereich für die Wohnnutzung befinden sich 17 Einfamilien- und Doppelhäuser des älteren Bestands. Der jährliche Wärmebedarf beträgt 339 MWh/a. Für das Quartier wurde ein Sanierungspotenzial von 31% ermittelt.

Im Ergebnis der Datenanalyse wird das Gebiet zur individuellen Versorgung ausgewiesen.

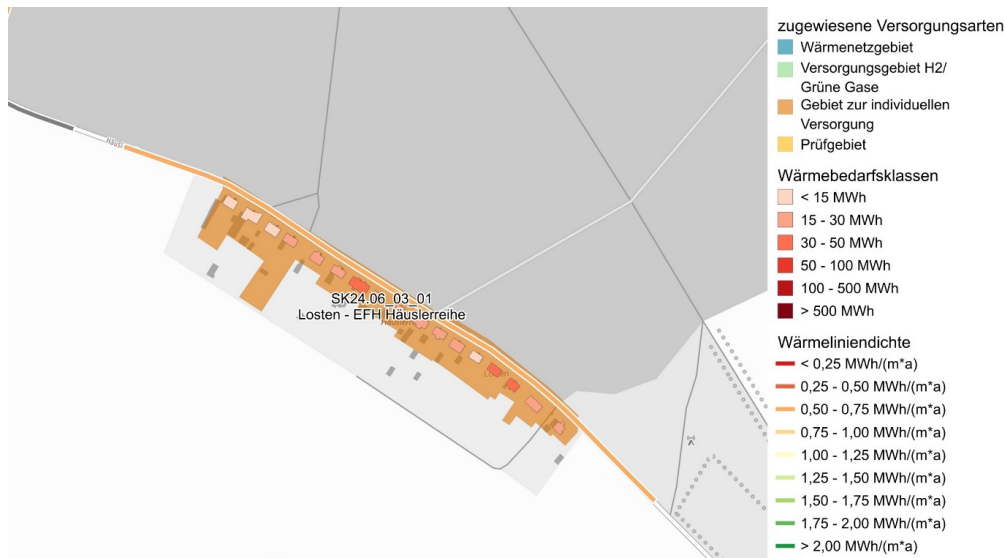


Abbildung 50: Zugeordnete Versorgungsarten für Losten – EFH Häuslerreihe

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

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	339 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-31%	
Wärmebedarfsdichte	178 MWh/(ha*a)	

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	1.116 kW(th)
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	11.895 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	74,9 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich

Tabelle 39: Struktur- und Potentialdaten für Losten – EFH Häuslerreihe

6.5.22 Zone SK24.06_05_01 Eck Losten

Das Quartier umfasst lediglich 8 Einfamilien- und Doppelhäuser, die überwiegend zu Wohnzwecken genutzt werden und dem älteren Bestand angehören. Der jährliche Gesamtwärmebedarf ist mit 143 MWh/a relativ gering. Ein Sanierungspotenzial von 31 % wurde ermittelt.

Im Ergebnis der Datenanalyse wird das Gebiet zur individuellen Versorgung ausgewiesen.



Abbildung 51: Zugeordnete Versorgungsarten für Eck Losten

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	8	
Bauweise	Einfamilien- / Doppelhaus	
Baualter	überw. älterer Bestand	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	überw. Wohnen	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	143 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-31%	
Wärmebedarfsdichte	136 MWh/(ha*a)	

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	1.116 kW(th)
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	11.102 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	73,8 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich

Tabelle 40: Struktur- und Potentialdaten für Eck Losten

6.5.23 Zone SK24.06_04_01 Fichtenhusen

Dieser Wohnbereich setzt sich aus 10 Einfamilien- und Doppelhäusern des älteren Bestands zusammen, die sich in einem weitgehend ausgebauten Status befinden. Der festgestellte jährliche Wärmebedarf beträgt 187 MWh/a. Es wurde ein Sanierungspotenzial von 26 % errechnet.

Im Ergebnis der Datenanalyse wird das Gebiet zur individuellen Versorgung ausgewiesen.



Abbildung 52: Zugeordnete Versorgungsarten für Fichtenhusen

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	10	
Bauweise	Einfamilien- / Doppelhaus	
Baualter	älterer Bestand	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	Wohnen	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	187 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-26%	
Wärmebedarfsdichte	105 MWh/(ha*a)	

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	nicht vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	1.116 kW(th)
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	12.709 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	25,5 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich

Tabelle 41: Struktur- und Potentialdaten für Fichtenhusen

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 Ziel-szenarios für das Jahr 2045, flankiert von messbaren Zwischenzielen. Dieses Kapitel skizziert den transformativen Pfad der Gemeinde Bad Kleinen von der fossilen Gegenwart in eine klimaneutrale Zukunft.

7.1 Ausgangssituation (Status quo)

Die fundierte Planung erfordert zunächst die Betrachtung der aktuellen Versorgungsstruktur. Der Wärme-markt in der dörflichen Struktur von Bad Kleinen ist historisch bedingt stark fossil geprägt. Auch das in Transformation befindliche Wärmenetz ist auf Grund der historischen Fokussierung der Deutschen Energie-politik auf günstiges ausländisches Erdgas stark fossil geprägt. Die individuellen Gebäudebeheizung und Trinkwassererwärmung erfolgen gegenwärtig überwiegend durch Erdgas- und Flüssiggasthermen sowie an-teilig durch Ölheizkessel. Wärmepumpen und moderne Biomasseanlagen machen aktuell nur einen gerin-gen Teil der installierten Erzeugerleistung aus. Aus dieser Struktur resultieren signifikante Treibhaus-gasemissionen (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 Wohnge-bäude (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 sinken-den Transmissionswärmeverluste wird der absolute Endenergiebedarf der Gemeinde sukzessive zurückgehen.

Die angenommene Sanierungsrate von 1 % bis 2 % ist ein planerischer Richtwert. Die reale Umsetzung ist hochgradig abhängig von der gesamtwirtschaftlichen Situation der Anwohner, der Entwicklung der Bau-kosten sowie der staatlichen Förderkulisse.

7.3 Zielbild 2045: Die klimaneutrale Gemeinde Bad Kleinen

Bis zum Jahr 2045 soll in der Gemeinde Bad Kleinen 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:** 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 2045 vollständig über zentrale, erneuerbare Erzeuger (z.B. Großwärmepumpe und Biomasse-Spitzenlast) versorgt. Im Zielbild wird davon ausgegangen, dass signifikante Anteile des Strombedarfs für Großwärmepumpen aus den regionalen Energiequellen Wind und Solar gedeckt werden.

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 Bad Kleinen ein transformativer Pfad entwickelt. Die Herleitung der Erzeugerstruktur basiert auf einer differenzierten Betrachtung des Gemeindegebietes: Für die dicht besiedelte Ortslage Bad Kleinen steht die Weiterentwicklung und Dekarbonisierung des bestehenden Wärmenetzes im Fokus (netzgebundene Versorgung). Für die übrigen, ländlich geprägten Gemeindeteile wurde eine dezentrale Strategie

gie hergeleitet, welche eine angestrebte Aufteilung von ca. 80 % strombasierten Wärmepumpen und 20 % festen Biomasseanlagen vorsieht.

Die Herleitung dieser Strukturen sowie die zeitliche Dynamik über die Stützjahre 2030, 2035 und 2040 basieren auf der vorangegangenen, gebäudescharfen Bestands- und Potenzialanalyse des gesamten Gemeindegebietes.

Differenzierte Gebietsausweisung und Ausschluss gasförmiger Einzelversorgungsoptionen

Die Grundlage für die Versorgungsstrategie bildet die räumliche Wärmebedarfsdichte. Hierbei zeigt sich eine klare Zweiteilung des Gemeindegebietes:

- **Netzgebundenes Versorgungsgebiet (Ortslage Bad Kleinen):** In der Ortslage Bad Kleinen (Zone SK24.06_01_07 Bad Kleinen – Bahn, SK24.06_01_02 Bad Kleinen – West, SK24.06_01_04 Bad Kleinen – MFH Mitte), existiert bereits ein großes Wärmenetz. Aufgrund der dort vorliegenden Wärmelinien-dichte und konzentrierten Bedarfe ist der Weiterbetrieb, die Verdichtung sowie die Transformation dieses Netzes wirtschaftlich und ökologisch hochgradig sinnvoll. Die in diesem Bereich ausgewiesenen Zonen werden daher als Fokusgebiete für eine netzgebundene Versorgung ausgewiesen.
- **Dezentrales Versorgungsgebiet (Übriges Gemeindegebiet):** In weiten Teilen des übrigen Gemein-degebietes dominieren geringe Wärmelinien-dichten, die typisch für ländlich geprägte Gebiete und aufgelockerte Einfamilienhaus-Siedlungen sind. Die Errichtung neuer Wärmenetze ist hier oft un-rentabel, weshalb diese Bereiche als Gebiet zur individuellen, dezentralen Versorgung ausgewie-sen wurden.

Gleichzeitig scheiden gasförmige Alternativen wie Wasserstoff oder Biomethan für die individuelle Gebäudeversorgung aus. Außerhalb des zentralen Netzes ist keine entsprechende Infrastruktur vorhanden; zudem wird die Nutzung von Wasserstoff im dezentralen Wärmemarkt aufgrund hoher Umwandlungs-verluste und fehlender Wirtschaftlichkeit als höchst unwahrscheinlich eingestuft.

Strategie für die netzgebundene Wärmeversorgung (Ortslage Bad Kleinen)

Die Dekarbonisierung des bestehenden Wärmenetzes in der Ortslage Dad Kleinen bildet eine tragende Säule des kommunalen Transformationspfades. Das Zielszenario sieht hierbei eine schrittweise Umstellung der Erzeugungsstruktur vor:

- **Transformationspfad der Erzeugung:** Die Umstellung erfolgt im ersten Schritt weg von fossilen Energieträgern hin zu einer hocheffizienten Großwärmepumpe, welche für die Abdeckung der Grundlast zuständig ist. Zur Absicherung von Spitzenlasten an extrem kalten Tagen werden Bio-masseanlagen in das System integriert. Bis zum Zieljahr 2045 wird durch die kontinuierliche Optimierung des Netzes die vollständige Umstellung auf ein reines Wärmepumpensystem nachvollzogen.
- **Transformationsplan des Zweckverbandes Wismar:** Aktuell wird vom zuständigen Zweckverband Wismar ein detaillierter Transformationsplan erarbeitet, der die genauen technischen Ansätze und hydraulischen Parameter definiert. Ein Kernfokus liegt dabei auf der konsequenten Einbindung lokal verfügbarer Ressourcen zur Steigerung der Resilienz und Wertschöpfung vor Ort. Hierzu zählen insbesondere:
 - *Abwärme/ Umweltwärme:* Soweit lokal verfügbar, werden diese Potenziale direkt zur Speisung des Netzes geprüft.

- *Photovoltaik und Windenergie:* Die Kopplung mit lokal erzeugtem Grünstrom ermöglicht den wirtschaftlichen Betrieb der Großwärmepumpen und treibt die lokale Sektorenkopplung voran.

Begründung des 80 %-Anteils für elektrische Wärmepumpen (Dezentraler Bereich)

Die Elektrifizierung der Wärme bildet das Rückgrat der dörflichen, individuellen Versorgung. Diese dominante Rolle der Wärmepumpe mit einem Zielanteil von 80 % im dezentralen Sektor rechtfertigt sich durch folgende Faktoren:

- **Energetische Sanierung ("Efficiency First"):** Durch flächendeckende Sanierungsmaßnahmen kann der Wärmebedarf im privaten Sektor um 22,5 %, im öffentlichen Bereich um 37,4 % und im Gewerbesektor um 37,4 % 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 (Erdsonden und Kollektorfelder) im Gemeindegebiet ein enormes, theoretisches Wärmepotenzial von über 154.599 MWh/a, welches den künftigen Gesamtwärmebedarf der Gemeinde bei Weitem übersteigt.
- **Sektorenkopplung:** Auf den Dächern der Gemeinde Bad Kleinen liegt ein unerschlossenes Photovoltaik-Potenzial von über 29.391 kWp. 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.

Begründung des 20 %-Anteils für feste Biomasse (Dezentraler Bereich)

Obwohl feste Biomasse (insbesondere Holzvergaser- und Pelletkessel) eine gesetzeskonforme und klimaneutrale Erfüllungsoption darstellt, wird ihr Anteil im dezentralen 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 verwertbares theoretisches lokales Biomassepotenzial von 1.311,5 MWh/a (primär Waldrestholz) 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.

Herleitung der zeitlichen Dynamik (Stützjahre 2030, 2035, 2040) für das Gesamtkonzept

Die in den Zielszenarien abgebildeten Zwischenschritte stellen ein lineares Basis-Szenario für den Austausch von Anlagentechnik, den Umbau des Wärmenetzes 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 rein fossiler Systeme faktisch gestoppt.
- **Wirtschaftliche Lenkung:** Die Einführung der europäischen CO₂-Bepreisung ab 2027 wird fossile Energieträger (wie Flüssiggas, Heizöl und Erdgas, die aktuell noch über 79,5 % des Bedarfs decken) sukzessive verteuern. Dies erhöht sowohl den wirtschaftlichen Druck zum Wechsel auf dezentrale Systeme (Wärmepumpen/Biomasse) als auch den Anreiz zum Anschluss an ein klimaneutrales Gebäudenetz in der Ortslage Bad Kleinen. Gleichzeitig stützen etablierte Förderkulissen wie die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) diesen kontinuierlichen Transformationspfad.

Ausschluss zentraler und gasförmiger Versorgungsoptionen

Die Grundlage für die dezentrale Strategie bildet die räumliche Wärmebedarfsdichte. In weiten Teilen der Gemeinde dominieren geringe Wärmeliniendichten, die typisch für ländlich geprägte Gebiete und aufgelockerte Einfamilienhaus-Siedlungen sind. Die Errichtung von Wärmenetzen ist hier unrentabel, weshalb die ländlich strukturierten Areale als Gebiet zur individuellen, dezentralen Versorgung ausgewiesen wurde. Gleichzeitig scheiden gasförmige Alternativen wie Biomethan für die Gebäudeversorgung aus, da am Markt perspektivisch kaum entsprechende Mengen zu den wirtschaftlichen Konditionen zur Verfügung stehen. Die Nutzung von Wasserstoff im dezentralen Wärmemarkt ist aufgrund hoher Umwandlungsverluste und fehlender Wirtschaftlichkeit als höchst unwahrscheinlich eingestuft wird.

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 Bad Kleinen

Der Gesamtwärmebedarf verzeichnet im betrachteten Zeitraum einen Rückgang von 32.743,6 MWh/a auf 30.525,9 MWh/a, was einer Einsparung von 6,8 % entspricht. Zu Beginn der Betrachtung dominiert Erdgas mit einem Anteil von 38,3 % an der Deckung, gefolgt von Fernwärme mit 22,1 %. Bis zum Jahr 2045 vollzieht sich eine vollständige Dekarbonisierung durch die Substitution fossiler Brennstoffe. Künftig übernehmen Wärmepumpen mit 55,8 % (17.039,4 MWh/a) die Hauptversorgung, flankiert durch einen Ausbau der Fernwärme auf 27,0 % sowie den Einsatz fester Biomasse (14,2 %).

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	32.743,6		32.083,8	-2,0%	31.227,5	-4,6%	30.335,9	-7,4%	29.556,2	-9,7%
Wärmebedarf (Zubau)			431,0	+1,3%	969,6	+3,0%	969,6	+3,0%	969,6	+3,0%
Summe Wärmebedarf	32.743,6		32.514,8	-0,7%	32.197,1	-1,7%	31.305,5	-4,4%	30.525,9	-6,8%
davon aus Erdgas	12.551,4	38,3%	10.026,6	30,8%	6.773,5	21,0%	3.253,1	10,4%	0,0	
davon aus Flüssiggas	1.691,2	5,2%	1.460,7	4,5%	1.051,7	3,3%	528,5	1,7%	0,0	0,0%
davon aus Heizöl	2.064,6	6,3%	1.798,6	5,5%	1.098,0	3,4%	502,6	1,6%	0,0	0,0%
davon aus Biom. (fest)	1.909,5	5,8%	2.029,8	6,2%	2.337,6	7,3%	3.370,4	10,8%	4.328,7	14,2%
davon aus Kohle	410,7	1,3%	374,9	1,2%	246,3	0,8%	128,2	0,4%	0,0	0,0%
davon aus Fernwärme	7.235,6	22,1%	7.945,5	24,4%	8.397,5	26,1%	8.408,2	26,9%	8.256,8	27,0%
davon aus Biogas	3.463,6	10,6%	3.593,7	11,1%	3.472,4	10,8%	1.793,6	5,7%	0,0	
davon aus Strom konv	458,0	1,4%	421,2	1,3%	276,2	0,9%	144,2	0,5%	0,0	0,0%
davon aus Strom WP	2.847,0	8,7%	4.628,9	14,2%	8.135,9	25,3%	12.498,4	39,9%	17.039,4	55,8%
davon aus Solarthermie	112,0	0,3%	234,6	0,7%	407,8	1,3%	678,3	2,2%	900,9	3,0%

Tabelle 42: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Gemeinde Bad Kleinen

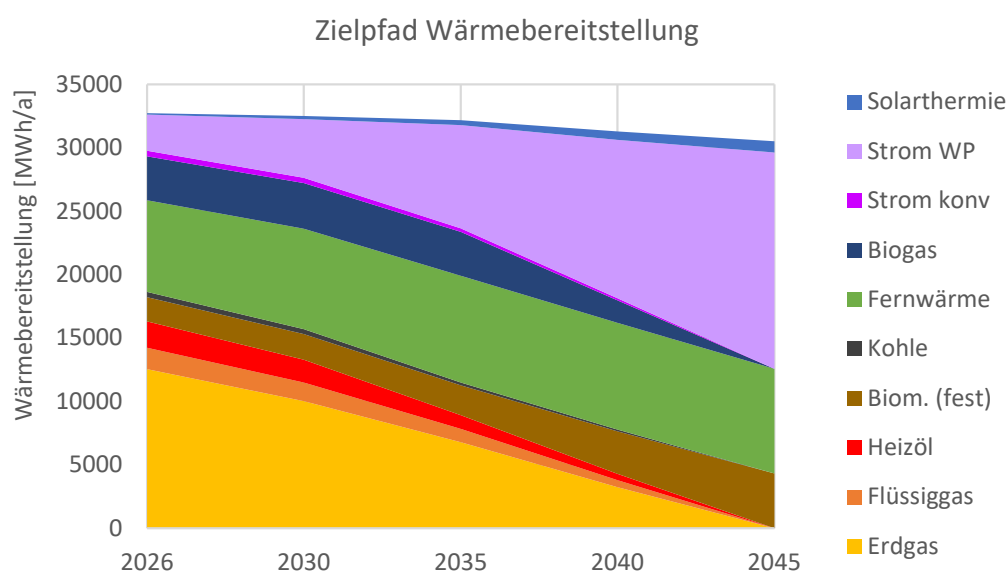


Abbildung 53: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Gemeinde Bad Kleinen

Eine detaillierte Betrachtung der Emissionen offenbart einen kontinuierlichen Rückgang der Gesamtbelastung von initial 8.567,5 t/a im Jahr 2026 auf 0,0 t/a im Zieljahr 2045. Zu Beginn des Betrachtungszeitraums dominiert Erdgas mit einem Ausstoß von 3.298,2 t/a, was einem Anteil von 38,5 % entspricht. Ein weiterer wesentlicher Emittent ist die Fernwärme, welche anfänglich 2.767,0 t/a (32,3 %) verursacht. Bis zum Jahr 2040 reduziert sich der Gesamtausstoß um 80,9 %, bevor eine vollständige Dekarbonisierung über alle Energieträger hinweg erreicht wird.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Treibhausgasemissionen [t/a]									
Summe Treibhausgasemissionen	8.567,5		6.111,6	-28,7%	3.494,2	-59,2%	1.635,0	-80,9%	0,0	-100,0%
davon aus Erdgas	3.298,2	38,5%	2.644,4	43,3%	1.786,4	51,1%	857,9	52,5%	0,0	
davon aus Flüssiggas	480,4	5,6%	325,0	5,3%	156,0	4,5%	39,2	2,4%	0,0	
davon aus Heizöl	720,4	8,4%	619,5	10,1%	378,2	10,8%	173,1	10,6%	0,0	80,4%
davon aus Biom. (fest)	51,1	0,6%	50,7	0,8%	58,4	1,7%	0,0		0,0	
davon aus Kohle	228,9	2,7%	194,5	3,2%	127,8	3,7%	66,5	4,1%	0,0	19,6%
davon aus Fernwärme	2.767,0	32,3%	1.780,6	29,1%	551,2	15,8%	291,4	17,8%	0,0	
davon aus Biogas	291,6	3,4%	302,5	4,9%	292,3	8,4%	151,0	9,2%	0,0	
davon aus Strom konv	291,0	3,4%	48,8	0,8%	16,0	0,5%	2,3	0,1%	0,0	
davon aus Strom WP	438,9	5,1%	145,5	2,4%	127,8	3,7%	53,6	3,3%	0,0	
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 43: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Gemeinde Bad Kleinen

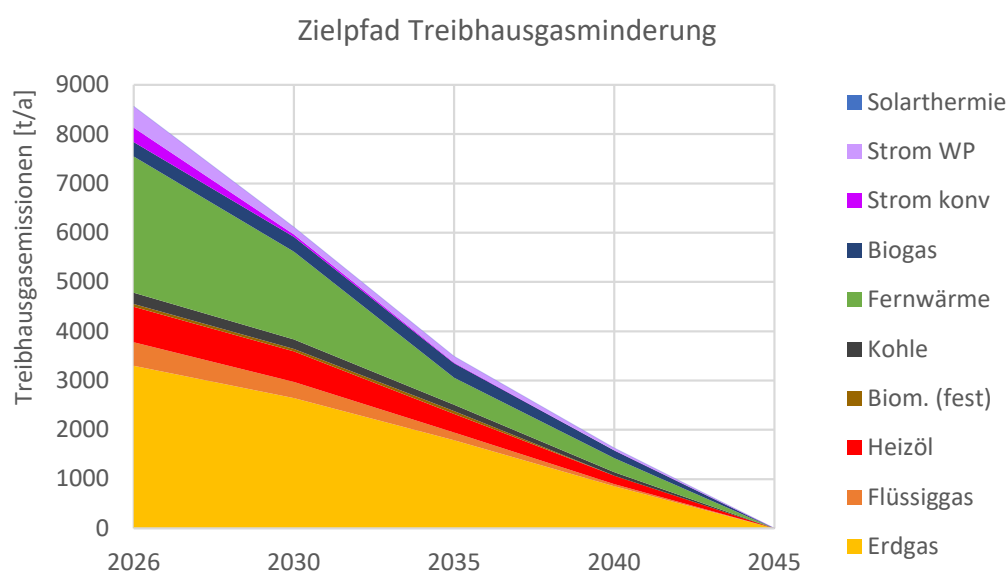


Abbildung 54: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Gemeinde Bad Kleinen

7.5.2 SK24.06_01_07 Bad Kleinen – Bahn

Entgegen dem allgemeinen Trend ist hier ein Anstieg des Gesamtwärmebedarfs von 937,5 MWh/a auf 1.081,7 MWh/a bis 2045 (+15,4 %) zu beobachten, welcher auf den prognostizierten Zubau zurückzuführen ist. Bereits im Ausgangsjahr 2026 stellt Fernwärme mit 78,6 % die primäre Versorgungsart dar. Im Zieljahr 2045 wird der Bedarf ausschließlich durch Fernwärme (80,0 %) und strombetriebene Wärmepumpen (20,0 %) gedeckt. Geringe fossile Altbestände, insbesondere Heizöl, werden im Zuge der Transformation vollständig ausgetauscht.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	937,5		923,9	-1,4%	896,8	-4,3%	869,6	-7,2%	856,1	-8,7%
Wärmebedarf (Zubau)			100,3	+10,7%	225,6	+24,1%	225,6	+24,1%	225,6	+24,1%
Summe Wärmebedarf	937,5		1.024,2	+9,2%	1.122,4	+19,7%	1.095,3	+16,8%	1.081,7	+15,4%
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Flüssiggas	18,1	1,9%	19,8	1,9%	18,0	1,6%	5,6	0,5%	0,0	
davon aus Heizöl	31,7	3,4%	34,7	3,4%	31,5	2,8%	9,8	0,9%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	27,9	3,0%	30,5	3,0%	27,7	2,5%	8,6	0,8%	0,0	
davon aus Kohle	13,0	1,4%	14,2	1,4%	12,9	1,2%	4,0	0,4%	0,0	
davon aus Fernwärme	737,1	78,6%	805,3	78,6%	882,5	78,6%	876,2	80,0%	865,4	80,0%
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	15,2	1,6%	16,6	1,6%	15,1	1,3%	4,7	0,4%	0,0	
davon aus Strom WP	94,4	10,1%	103,2	10,1%	134,7	12,0%	186,2	17,0%	216,3	20,0%
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 44: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Bahn

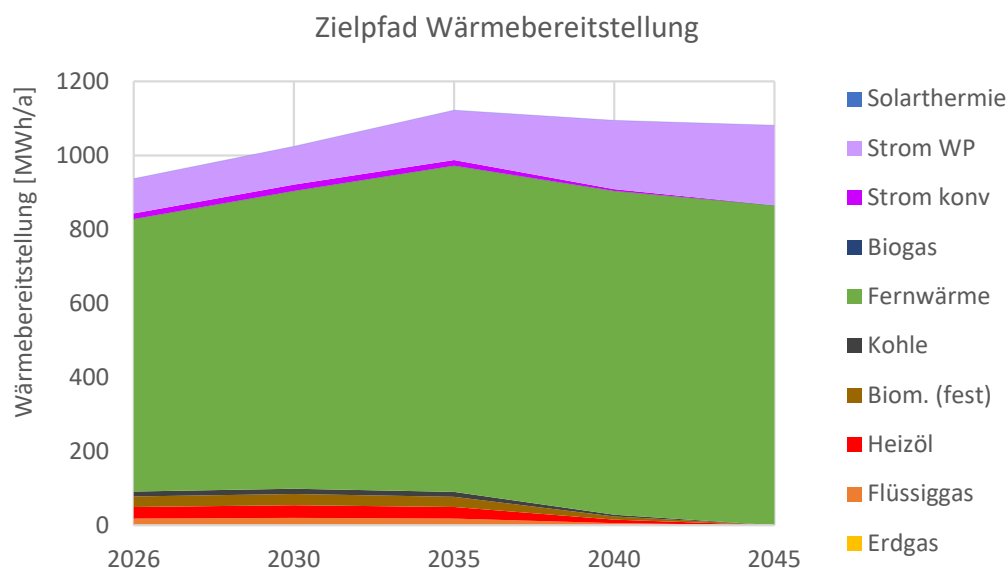


Abbildung 55: Zielfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Bahn

Die Gesamtemissionen des Bereichs sinken von 329,8 t/a im Ausgangsjahr auf 0,0 t/a im Jahr 2045. Maßgeblich für die anfängliche Belastung ist die Fernwärme, deren Anteil mit 282,0 t/a dominierende 85,5 % ausmacht. Weitere Emissionsquellen wie Strom für Wärmepumpen (15,1 t/a) und Heizöl (10,9 t/a) spielen mit Anteilen von 4,6 % beziehungsweise 3,3 % eine untergeordnete Rolle. Bereits bis 2040 wird eine Minderung von 88,7 % des Gesamtausstoßes realisiert.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Treibhausgasemissionen [t/a]									
Summe Treibhausgasemissionen	329,8		210,1	-36,3%	81,8	-75,2%	37,1	-88,7%	0,0	-100,0%
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Flüssiggas	5,4	1,6%	4,4	2,1%	2,7	3,3%	0,4	1,1%	0,0	
davon aus Heizöl	10,9	3,3%	11,9	5,7%	10,9	13,3%	3,4	9,1%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	0,7	0,2%	0,8	0,4%	0,7	0,8%	0,0		0,0	
davon aus Kohle	6,8	2,0%	7,4	3,5%	6,7	8,2%	2,1	5,6%	0,0	
davon aus Fernwärme	282,0	85,5%	180,5	85,9%	57,9	70,8%	30,4	81,8%	0,0	
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	9,0	2,7%	1,9	0,9%	0,9	1,1%	0,1	0,2%	0,0	
davon aus Strom WP	15,1	4,6%	3,2	1,5%	2,1	2,6%	0,8	2,1%	0,0	
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 45: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Bahn

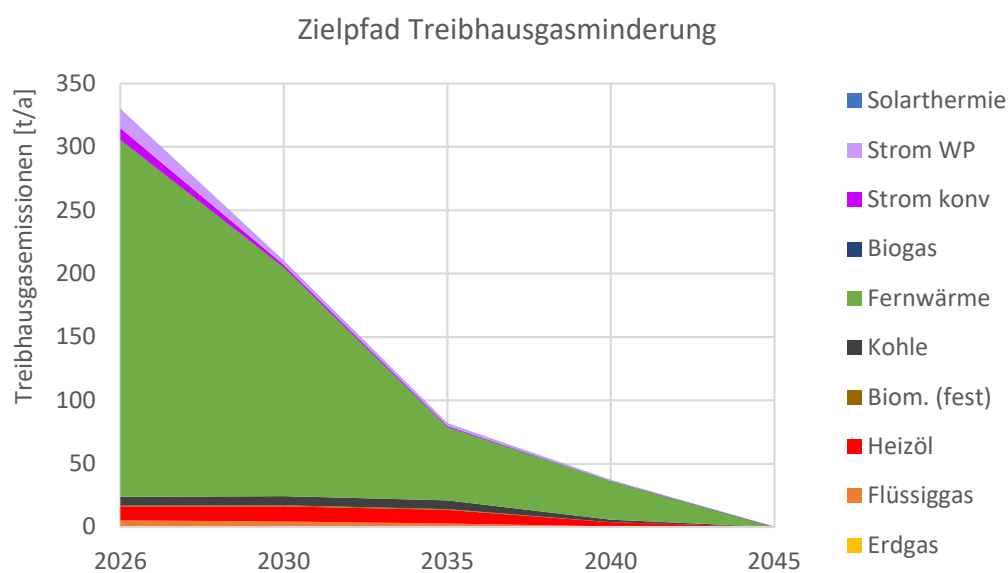


Abbildung 56: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Bahn

7.5.3 SK24.06_01_02 Bad Kleinen – West

Die Versorgungsstruktur stützt sich schon 2026 maßgeblich auf Fernwärme (54,1 %), während Heizöl mit 22,4 % den größten fossilen Anteil ausmacht. Der Transformationspfad führt zu einer treibhausgas-neutralen Deckung im Jahr 2045. Die Fernwärmequote steigt dabei auf 80,0 %, die verbleibenden 20,0 % werden durch den Einsatz von Wärmepumpen abgedeckt.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf									
	[MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	2.641,4		2.589,7	-2,0%	2.529,4	-4,2%	2.469,1	-6,5%	2.408,7	-8,8%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	2.641,4		2.589,7	-2,0%	2.529,4	-4,2%	2.469,1	-6,5%	2.408,7	-8,8%
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Flüssiggas	63,9	2,4%	52,3	2,0%	22,2	0,9%	5,0	0,2%	0,0	
davon aus Heizöl	591,6	22,4%	484,5	18,7%	205,2	8,1%	46,2	1,9%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	202,7	7,7%	166,0	6,4%	70,3	2,8%	15,8	0,6%	0,0	
davon aus Kohle	36,5	1,4%	29,9	1,2%	12,7	0,5%	2,9	0,1%	0,0	
davon aus Fernwärme	1.428,8	54,1%	1.553,8	60,0%	1.897,0	75,0%	1.975,2	80,0%	1.927,0	80,0%
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	42,6	1,6%	34,9	1,3%	14,8	0,6%	3,3	0,1%	0,0	
davon aus Strom WP	264,7	10,0%	259,5	10,0%	303,5	12,0%	419,7	17,0%	481,7	20,0%
davon aus Solarthermie	10,7	0,4%	8,7	0,3%	3,7	0,1%	0,8	0,0%	0,0	

Tabelle 46: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – West

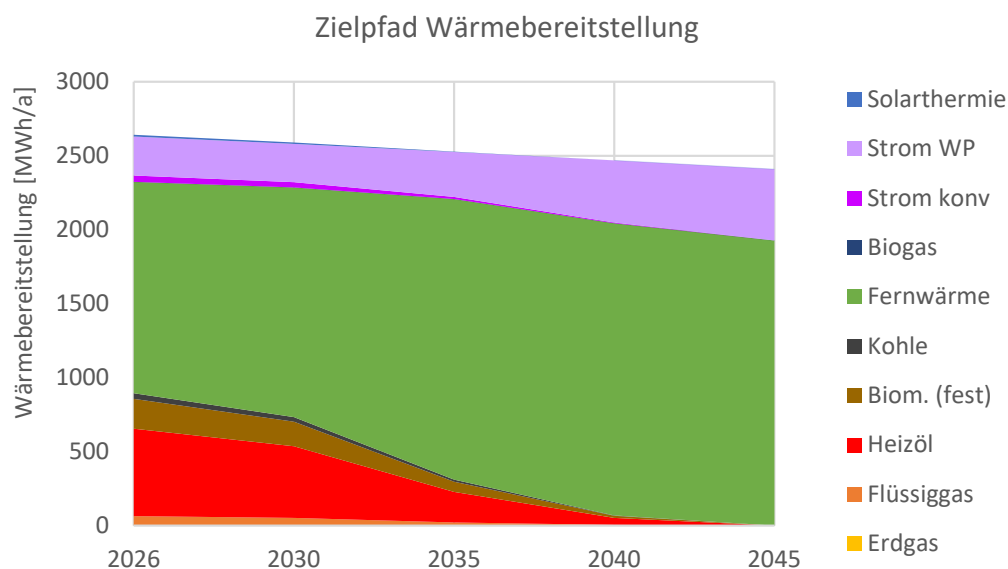


Abbildung 57: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – West

Ein Vergleich der Energieträger verdeutlicht die primäre Rolle der Fernwärme, welche im Jahr 2026 mit 546,6 t/a exakt 63,5 % der Gesamtemissionen von 860,8 t/a verantwortet. Als zweitstärkste Quelle tritt Heizöl mit 203,8 t/a (23,7 %) in Erscheinung. Über die zeitliche Entwicklung hinweg ist eine stetige Minderung erkennbar, die bis 2040 einen Rückgang der Gesamtemissionen um 89,8 % bewirkt. Die vollständige Klimaneutralität mit einem Ausstoß von 0,0 t/a wird plangemäß im Jahr 2045 erreicht.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Treibhausgasemissionen [t/a]									
Summe Treibhausgasemissionen	860,8		558,6	-35,1%	212,4	-75,3%	88,1	-89,8%	0,0	-100,0%
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Flüssiggas	19,0	2,2%	11,6	2,1%	3,3	1,5%	0,4	0,4%	0,0	
davon aus Heizöl	203,8	23,7%	166,9	29,9%	70,7	33,3%	15,9	18,1%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	5,1	0,6%	4,2	0,7%	1,8	0,8%	0,0		0,0	
davon aus Kohle	18,9	2,2%	15,5	2,8%	6,6	3,1%	1,5	1,7%	0,0	
davon aus Fernwärme	546,6	63,5%	348,2	62,3%	124,5	58,6%	68,4	77,7%	0,0	
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	25,1	2,9%	4,0	0,7%	0,9	0,4%	0,1	0,1%	0,0	
davon aus Strom WP	42,3	4,9%	8,2	1,5%	4,8	2,2%	1,8	2,0%	0,0	
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 47: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – West

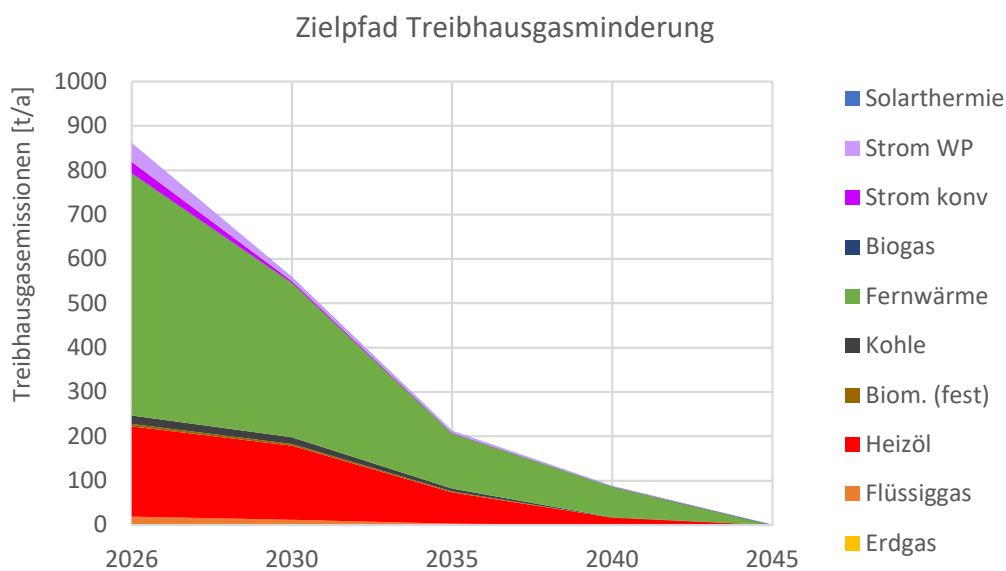


Abbildung 58: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – West

7.5.4 SK24.06_01_04 Bad Kleinen - MFH Mitte

Auffällig in diesem Bereich ist der sehr hohe Fernwärmeanteil, welcher bereits im Jahr 2026 eine Quote von 95 % an der Gesamtdeckung von 4.122,9 MWh/a einnimmt. Der Gesamtwärmebedarf sinkt bis 2045 moderat auf 3.871 MWh/a (-6,1 %). Fossile Energieträger, repräsentiert durch einen initialen Erdgasanteil von 4,5 %, werden bis zum Ende des Betrachtungszeitraums vollständig verdrängt. Das Zielbild für 2045 setzt sich unverändert aus 95,0 % Fernwärme und neu hinzukommenden Wärmepumpen mit 5,0 % zusammen.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	4.122,9		4.069,0	-1,3%	3.997,1	-3,1%	3.925,1	-4,8%	3.871,2	-6,1%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	4.122,9		4.069,0	-1,3%	3.997,1	-3,1%	3.925,1	-4,8%	3.871,2	-6,1%
davon aus Erdgas	187,3	4,5%	129,0	3,2%	90,2	2,3%	34,7	0,9%	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)	16,1	0,4%	11,1	0,3%	7,7	0,2%	3,0	0,1%	0,0	
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Fernwärme	3.918,2	95,0%	3.866,9	95,0%	3.798,6	95,0%	3.730,3	95,0%	3.679,0	95,0%
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom WP	0,0		61,0	1,5%	99,9	2,5%	157,0	4,0%	192,2	5,0%
davon aus Solarthermie	1,3	0,0%	0,9	0,0%	0,6	0,0%	0,2	0,0%	0,0	

Tabelle 48: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – MFH Mitte

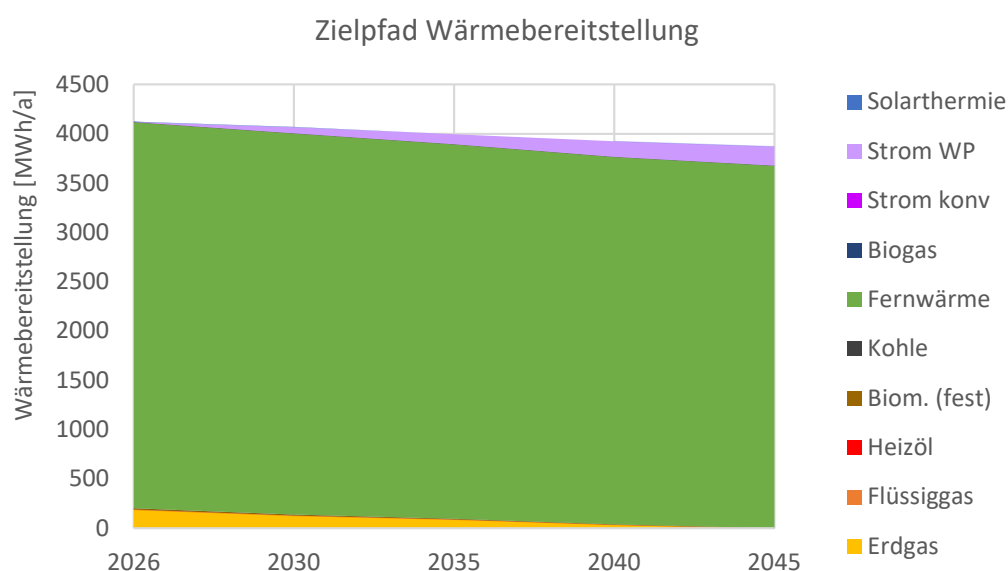


Abbildung 59: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – MFH Mitte

Auffällig ist die extreme Dominanz der Fernwärme, welche im Ausgangsjahr 2026 mit 1.499,0 t/a für 96,8 % der gesamten Treibhausgasemissionen von 1.548,8 t/a verantwortlich ist. Lediglich Erdgas verzeichnet mit 49,4 t/a (3,2 %) noch einen nennenswerten Anteil, während andere Energieträger kaum ins Gewicht fallen. Der Reduktionspfad zeigt eine signifikante Abnahme von 82,3 % bis zum Jahr 2035. Bis 2045 werden sämtliche Emissionen vollständig substituiert.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Treibhausgasemissionen [t/a]									
Summe Treibhausgasemissionen	1.548,8		902,8	-41,7%	274,9	-82,3%	139,1	-91,0%	0,0	-100,0%
davon aus Erdgas	49,4	3,2%	34,0	3,8%	23,8	8,7%	9,1	6,6%	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)	0,4	0,0%	0,3	0,0%	0,2	0,1%	0,0		0,0	
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Fernwärme	1.499,0	96,8%	866,6	96,0%	249,4	90,7%	129,3	92,9%	0,0	
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom WP	0,0		1,9	0,2%	1,6	0,6%	0,7	0,5%	0,0	
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 49: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – MFH Mitte

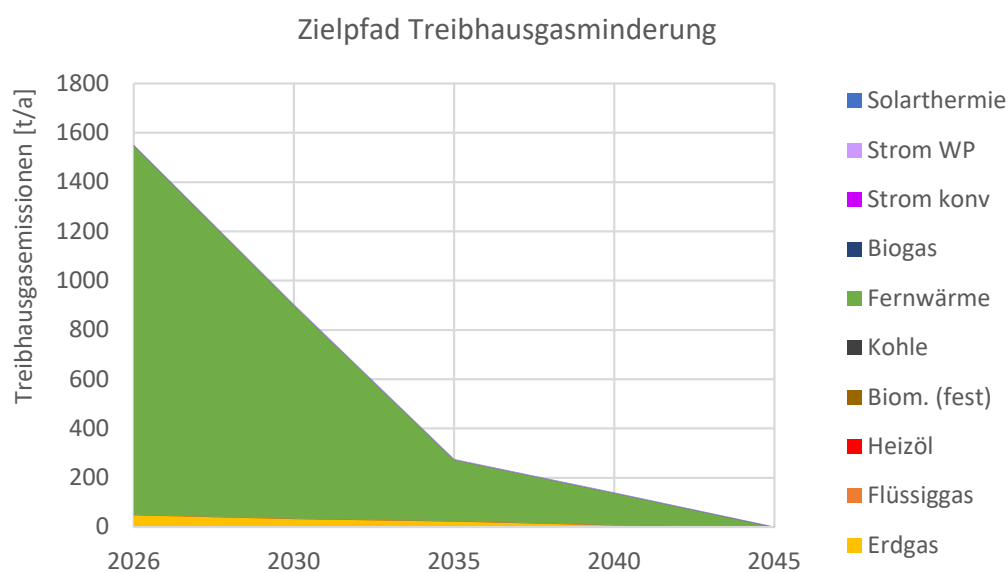


Abbildung 60: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – MFH Mitte

7.5.5 SK24.06_01_06 Bad Kleinen - EFH Mitte

Die Bilanzierung verdeutlicht einen sinkenden Gesamtwärmebedarf, ausgehend von 1.400 MWh/a im Jahr 2026 auf 1.256 MWh/a am Ende der Planungsperiode (-10,2 %). Erdgas stellt im Ist-Zustand mit 72,3 % das dominierende Heizmedium dar. Durch eine tiefgreifende technologische Umstellung wird dieser fossile Anteil sukzessive abgebaut und bis 2045 vollständig substituiert. Künftig gewährleisteten primär stromgeführte Wärmepumpen mit 80 % (1.005,4 MWh/a) sowie der Ausbau von Festbiomasse auf 19 % eine klimaneutrale Wärmeversorgung.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	1.400,2		1.370,0	-2,2%	1.332,3	-4,9%	1.294,5	-7,5%	1.256,8	-10,2%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	1.400,2		1.370,0	-2,2%	1.332,3	-4,9%	1.294,5	-7,5%	1.256,8	-10,2%
davon aus Erdgas	1.012,3	72,3%	816,7	59,6%	543,1	40,8%	257,4	19,9%	0,0	
davon aus Flüssiggas	35,4	2,5%	28,6	2,1%	19,0	1,4%	9,0	0,7%	0,0	
davon aus Heizöl	76,3	5,4%	61,5	4,5%	40,9	3,1%	19,4	1,5%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	105,7	7,5%	103,4	7,5%	133,2	10,0%	194,2	15,0%	238,8	19,0%
davon aus Kohle	9,0	0,6%	7,3	0,5%	4,8	0,4%	2,3	0,2%	0,0	
davon aus Fernwärme	78,3	5,6%	63,2	4,6%	42,0	3,2%	19,9	1,5%	0,0	
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	10,5	0,7%	8,5	0,6%	5,6	0,4%	2,7	0,2%	0,0	
davon aus Strom WP	65,2	4,7%	274,0	20,0%	532,9	40,0%	776,7	60,0%	1.005,4	80,0%
davon aus Solarthermie	7,5	0,5%	6,9	0,5%	10,7	0,8%	12,9	1,0%	12,6	1,0%

Tabelle 50: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – EFH Mitte

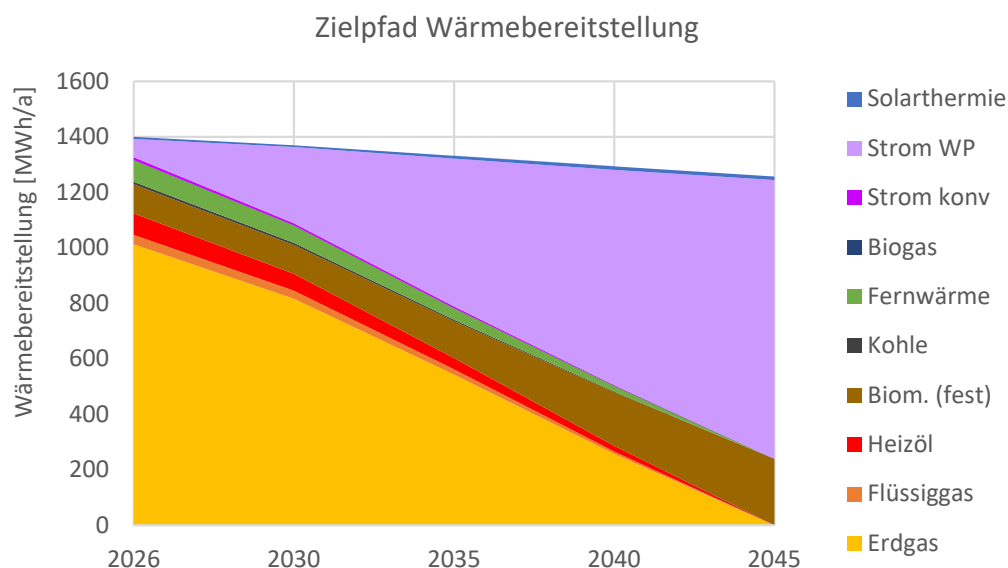


Abbildung 61: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – EFH Mitte

Im Gegensatz zu anderen Gebieten wird der initiale Ausstoß von 357,6 t/a im Jahr 2026 stark durch Erdgas geprägt, welches 267 t/a (74,6 %) der Emissionen ausmacht. Fernwärme und Heizöl tragen mit 30 t/a (8,4 %) und 26,3 t/a (7,3 %) in weitaus geringerem Maße zur Belastung bei. Im Verlauf des Planungszeitraums sinken die Emissionen kontinuierlich. Nach einer Minderung von 77,5 % bis zum Jahr 2040 erfolgt die vollständige Dekarbonisierung bis 2045.

	2026		2030		2035		2040		2045
	Treibhausgasemissionen								
	[t/a]								
Summe Treibhausgasemissionen	357,6		273,1	-23,7%	177,4	-50,4%	80,5	-77,5%	0,0
davon aus Erdgas	267,0	74,6%	215,4	78,9%	143,2	80,7%	67,9	84,4%	0,0
davon aus Flüssiggas	10,5	2,9%	6,4	2,3%	2,8	1,6%	0,7	0,8%	0,0
davon aus Heizöl	26,3	7,3%	21,2	7,8%	14,1	7,9%	6,7	8,3%	0,0
davon aus Biom. (fest)	2,6	0,7%	2,6	0,9%	3,3	1,9%	0,0		0,0
davon aus Kohle	4,7	1,3%	3,8	1,4%	2,5	1,4%	1,2	1,5%	0,0
davon aus Fernwärme	30,0	8,4%	14,2	5,2%	2,8	1,6%	0,7	0,9%	0,0
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Strom konv	6,2	1,7%	1,0	0,4%	0,3	0,2%	0,0	0,1%	0,0
davon aus Strom WP	10,4	2,9%	8,6	3,2%	8,4	4,7%	3,3	4,1%	0,0
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0

Tabelle 51: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – EFH Mitte

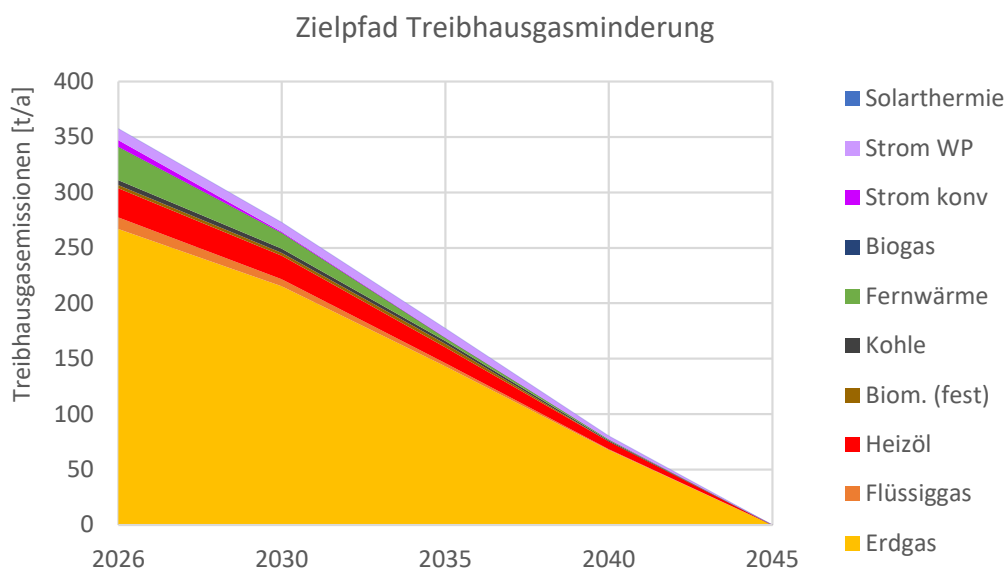


Abbildung 62: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – EFH Mitte

7.5.6 SK24.06_01_11 Bad Kleinen - Hauptstr. Mitte

Eine Analyse der Daten zeigt eine Verringerung des zu deckenden Wärmebedarfs um 11,7 %, von 572,2 MWh/a im Basisjahr auf 505,2 MWh/a im Jahr 2045. Die Ausgangssituation wird vorrangig durch Erdgas (50 %) und den bestehenden Fernwärmeanteil (30,4 %) bestimmt. Der Dekarbonisierungspfad sieht einen vollständigen Ausstieg aus Erdgas und Heizöl (initial 6,5 %) vor. Im Zielzustand wird die Grundlast zu 60 % über Fernwärme und zu 35 % über dezentrale Wärmepumpensysteme abgesichert, ergänzt durch feste Biomasse (5 %).

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	572,2		561,0	-1,9%	538,7	-5,8%	527,5	-7,8%	505,2	-11,7%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	572,2		561,0	-1,9%	538,7	-5,8%	527,5	-7,8%	505,2	-11,7%
davon aus Erdgas	287,1	50,2%	239,5	42,7%	162,4	30,1%	68,5	13,0%	0,0	
davon aus Flüssiggas	6,0	1,1%	5,0	0,9%	3,4	0,6%	1,4	0,3%	0,0	
davon aus Heizöl	37,5	6,5%	31,2	5,6%	21,2	3,9%	8,9	1,7%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	23,8	4,2%	22,4	4,0%	21,5	4,0%	23,7	4,5%	25,3	5,0%
davon aus Kohle	4,3	0,8%	3,6	0,6%	2,4	0,5%	1,0	0,2%	0,0	
davon aus Fernwärme	174,1	30,4%	196,4	35,0%	215,5	40,0%	263,8	50,0%	303,1	60,0%
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	5,0	0,9%	4,2	0,8%	2,9	0,5%	1,2	0,2%	0,0	
davon aus Strom WP	31,4	5,5%	56,1	10,0%	107,7	20,0%	158,3	30,0%	176,8	35,0%
davon aus Solarthermie	3,0	0,5%	2,5	0,4%	1,7	0,3%	0,7	0,1%	0,0	

Tabelle 52: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Hauptstr. Mitte

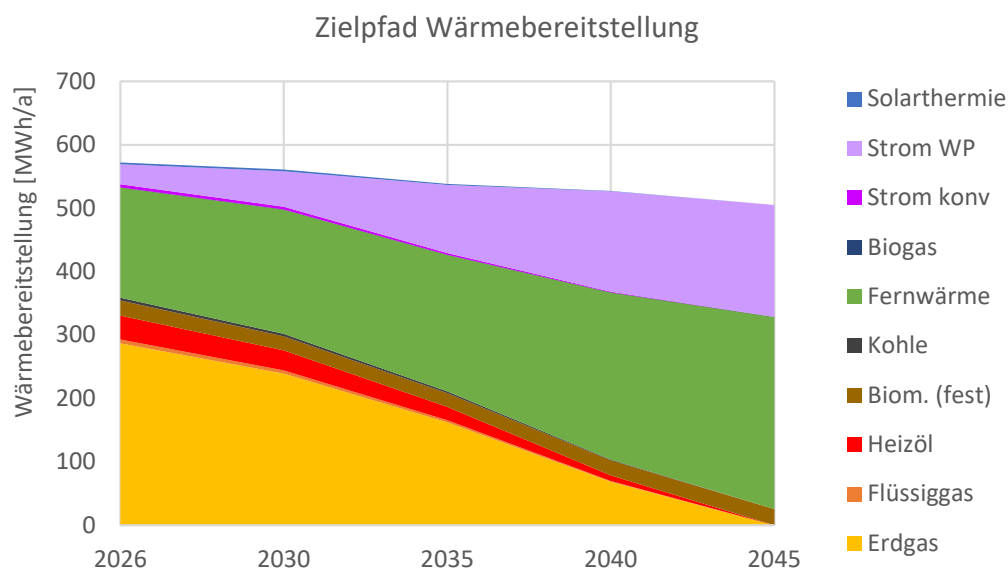


Abbildung 63: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Hauptstr. Mitte

Die Analyse des Emissionsprofils zeigt für 2026 einen Gesamtausstoß von 167,8 t/a, der sich vorrangig auf Erdgas und Fernwärme verteilt. Während Erdgas mit 75,7 t/a einen Anteil von 45,1 % aufweist, schlägt Fernwärme mit 66,6 t/a (39,7 %) zu Buche. Auch Heizöl ist mit 12,9 t/a (7,7 %) noch vertreten. Der Transformationsprozess führt zu einer Halbierung der Emissionen bis etwa 2035 (68,4 t/a) und mündet in einer vollständigen Vermeidung sämtlicher Treibhausgase im Jahr 2045.

	2026		2030		2035		2040		2045
	Treibhausgasemissionen								
	[t/a]								
Summe Treibhausgasemissionen	167,8		123,7	-26,3%	68,4	-59,2%	31,6	-81,2%	0,0
davon aus Erdgas	75,7	45,1%	63,2	51,1%	42,8	62,6%	18,1	57,1%	0,0
davon aus Flüssiggas	1,8	1,1%	1,1	0,9%	0,5	0,7%	0,1	0,3%	0,0
davon aus Heizöl	12,9	7,7%	10,8	8,7%	7,3	10,7%	3,1	9,7%	0,0
davon aus Biom. (fest)	0,6	0,4%	0,6	0,5%	0,5	0,8%	0,0		0,0
davon aus Kohle	2,2	1,3%	1,9	1,5%	1,3	1,9%	0,5	1,7%	0,0
davon aus Fernwärme	66,6	39,7%	44,0	35,6%	14,1	20,7%	9,1	28,9%	0,0
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Strom konv	3,0	1,8%	0,5	0,4%	0,2	0,2%	0,0	0,1%	0,0
davon aus Strom WP	5,0	3,0%	1,8	1,4%	1,7	2,5%	0,7	2,1%	0,0
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0

Tabelle 53: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Hauptstr. Mitte

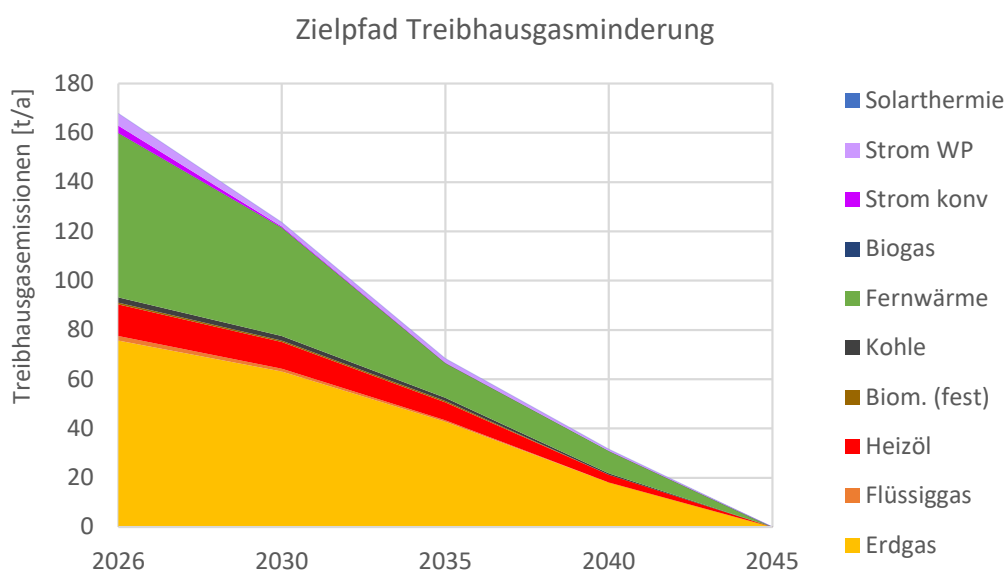


Abbildung 64: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Hauptstr. Mitte

7.5.7 SK24.06_01_08 Bad Kleinen – Schulstr.

Wesentliches Merkmal dieser Gebietseinheit ist der bereits initial hohe Fernwärmeanteil von 94 % bei einem Gesamtbedarf von 934,7 MWh/a. Über den Betrachtungszeitraum bis 2045 reduziert sich der absolute Energiebedarf auf 818,1 MWh/a, was einer Einsparung von 12,5 % gleichkommt. Da restliche fossile Bestände wie Heizöl und Flüssiggas gänzlich verschwinden, festigt sich die netzgebundene Versorgung weiter. Das Zielbild 2045 weist demnach eine Verteilung von 95 % Fernwärme und 5 % Wärmepumpen aus.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	934,7		911,4	-2,5%	888,1	-5,0%	841,4	-10,0%	818,1	-12,5%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	934,7		911,4	-2,5%	888,1	-5,0%	841,4	-10,0%	818,1	-12,5%
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Flüssiggas	4,1	0,4%	3,1	0,3%	1,1	0,1%	0,0		0,0	
davon aus Heizöl	7,1	0,8%	5,5	0,6%	1,8	0,2%	0,0		0,0	
davon aus Biom. (fest)	16,8	1,8%	12,9	1,4%	4,3	0,5%	0,0		0,0	
davon aus Kohle	2,9	0,3%	2,3	0,2%	0,8	0,1%	0,0		0,0	
davon aus Fernwärme	879,1	94,1%	857,6	94,1%	843,7	95,0%	799,4	95,0%	777,2	95,0%
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	3,4	0,4%	2,6	0,3%	0,9	0,1%	0,0		0,0	
davon aus Strom WP	21,2	2,3%	27,3	3,0%	35,5	4,0%	42,1	5,0%	40,9	5,0%
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 54: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Schulstr.

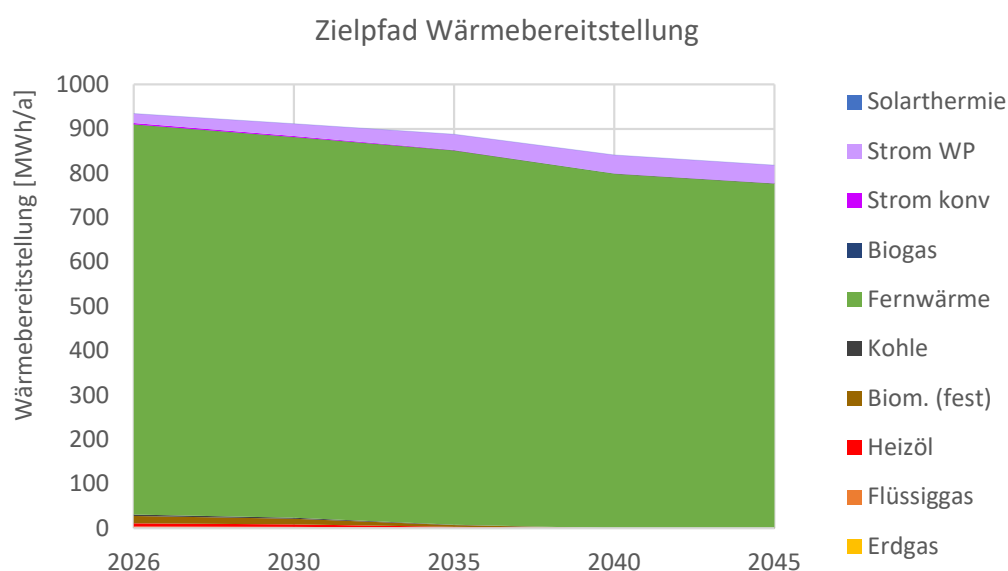


Abbildung 65: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Schulstr.

Ausgehend von einer Gesamtbelastung in Höhe von 347,3 t/a im Jahr 2026 wird das Gebiet beinahe exklusiv durch die Fernwärmeversorgung mit Emissionen beaufschlagt, deren Ausstoß bei 336,3 t/a (96,8 %) liegt. Andere Energieträger wie Wärmepumpenstrom (3,4 t/a) und Heizöl (2,5 t/a) spielen lediglich eine marginale Rolle. Die systematische Reduktion führt zu einem Ausstoß von lediglich 27,9 t/a im Jahr 2040, was einem Rückgang von 92 % entspricht, gefolgt von einer kompletten Emissionsfreiheit bis 2045.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Treibhausgasemissionen									
	[t/a]									
Summe Treibhausgasemissionen	347,3		197,4	-43,2%	57,3	-83,5%	27,9	-92,0%	0,0	-100,0%
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Flüssiggas	1,2	0,3%	0,7	0,4%	0,2	0,3%	0,0		0,0	
davon aus Heizöl	2,5	0,7%	1,9	1,0%	0,6	1,1%	0,0		0,0	
davon aus Biom. (fest)	0,4	0,1%	0,3	0,2%	0,1	0,2%	0,0		0,0	
davon aus Kohle	1,5	0,4%	1,2	0,6%	0,4	0,7%	0,0		0,0	
davon aus Fernwärme	336,3	96,8%	192,2	97,3%	55,4	96,7%	27,7	99,4%	0,0	
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	2,0	0,6%	0,3	0,2%	0,1	0,1%	0,0		0,0	
davon aus Strom WP	3,4	1,0%	0,9	0,4%	0,6	1,0%	0,2	0,6%	0,0	
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 55: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Schulstr.

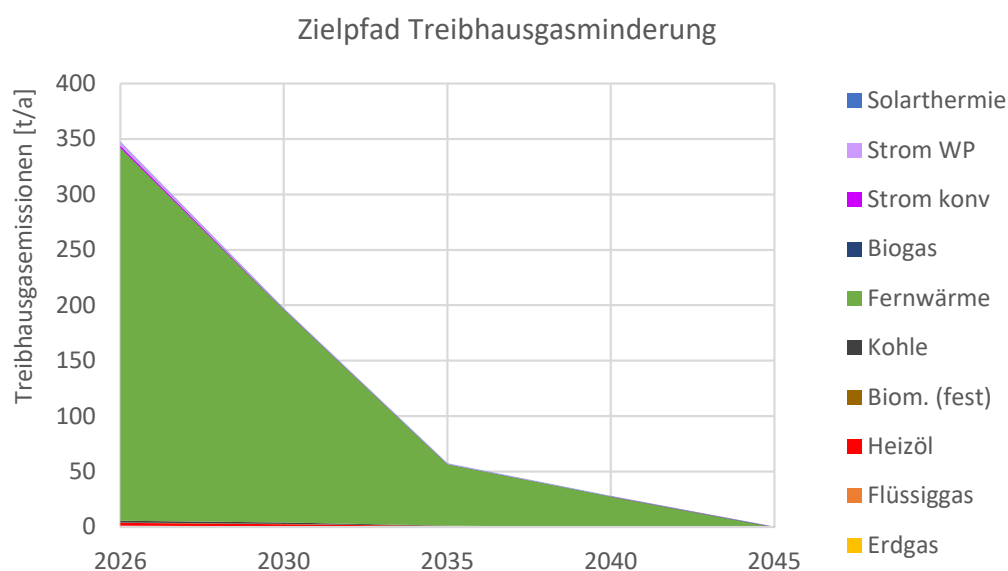


Abbildung 66: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Schulstr.

7.5.8 SK24.06_01_09 Bad Kleinen – Koppelweg

Im Vergleich zu anderen Quartieren fällt die absolute Bedarfsreduktion mit 3,6 % von 283,5 MWh/a auf 273,3 MWh/a eher gering aus. Die initiale Versorgungsstruktur basiert zu knapp drei Vierteln auf Erdgas (71,9 %), gefolgt von Flüssiggas (9,5 %). Bis 2045 erfolgt ein umfangreicher technologischer Wandel hin zu elektrifizierten Heizsystemen. Dementsprechend stellen Wärmepumpen im Zieljahr mit 80 % die Hauptwärmequelle dar, flankiert von fester Biomasse, deren Anteil auf 19 % anwächst.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf									
	[MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	283,5		279,7	-1,4%	272,0	-4,1%	268,2	-5,4%	260,5	-8,1%
Wärmebedarf (Zubau)			5,7	+2,0%	12,7	+4,5%	12,7	+4,5%	12,7	+4,5%
Summe Wärmebedarf	283,5		285,4	+0,6%	284,8	+0,4%	280,9	-0,9%	273,3	-3,6%
davon aus Erdgas	203,8	71,9%	172,7	60,5%	117,7	41,3%	56,7	20,2%	0,0	
davon aus Flüssiggas	27,0	9,5%	22,9	8,0%	15,6	5,5%	7,5	2,7%	0,0	
davon aus Heizöl	6,2	2,2%	5,3	1,8%	3,6	1,3%	1,7	0,6%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	21,2	7,5%	21,3	7,5%	28,5	10,0%	42,1	15,0%	51,9	19,0%
davon aus Kohle	2,5	0,9%	2,2	0,8%	1,5	0,5%	0,7	0,3%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	3,0	1,0%	2,5	0,9%	1,7	0,6%	0,8	0,3%	0,0	
davon aus Strom WP	18,5	6,5%	57,1	20,0%	113,9	40,0%	168,6	60,0%	218,6	80,0%
davon aus Solarthermie	1,3	0,5%	1,4	0,5%	2,3	0,8%	2,8	1,0%	2,7	1,0%

Tabelle 56: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Koppelweg

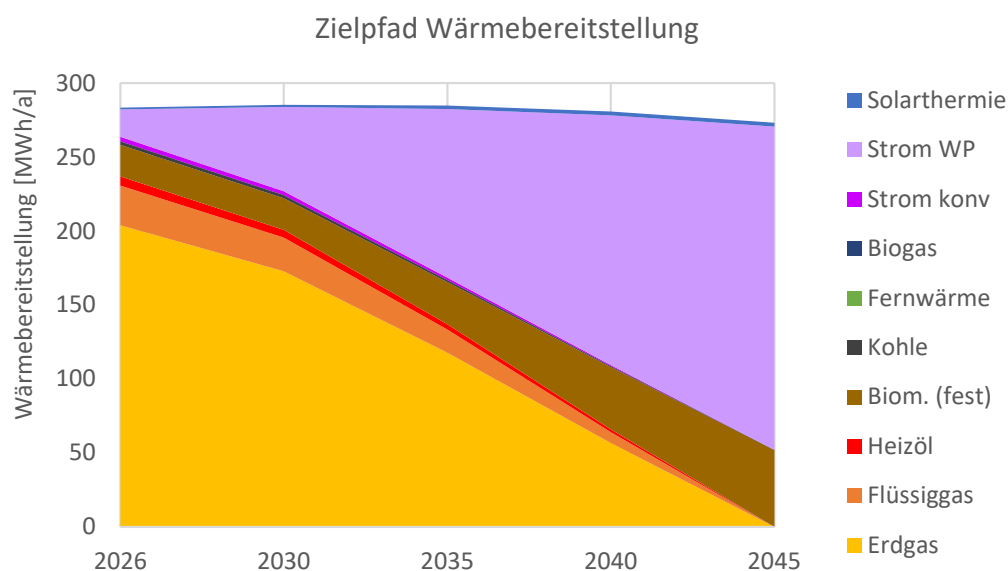


Abbildung 67: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Koppelweg

Bei der Auswertung der Initialwerte fällt auch der Gesamtausstoß mit 70,5 t/a im Jahr 2026 vergleichsweise niedrig aus. Davon werden 53,8 t/a (76,3 %) durch die Nutzung von Erdgas verursacht. Flüssiggas bildet mit 8,0 t/a (11,4 %) die zweitgrößte Emissionsquelle. Die schrittweise Dekarbonisierung reduziert die Belastung bis zum Jahr 2040 auf 17,2 t/a, bevor sie 2045 vollständig auf 0,0 t/a absinkt.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Treibhausgasemissionen									
	[t/a]									
Summe Treibhausgasemissionen	70,5		56,2	-20,3%	38,0	-46,1%	17,2	-75,6%	0,0	-100,0%
davon aus Erdgas	53,8	76,3%	45,6	81,1%	31,1	81,8%	14,9	86,9%	0,0	
davon aus Flüssiggas	8,0	11,4%	5,1	9,1%	2,3	6,1%	0,6	3,2%	0,0	
davon aus Heizöl	2,1	3,0%	1,8	3,2%	1,2	3,3%	0,6	3,5%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	0,5	0,8%	0,5	0,9%	0,7	1,9%	0,0		0,0	
davon aus Kohle	1,3	1,9%	1,1	2,0%	0,8	2,0%	0,4	2,1%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	1,8	2,5%	0,3	0,5%	0,1	0,3%	0,0	0,1%	0,0	
davon aus Strom WP	3,0	4,2%	1,8	3,2%	1,8	4,7%	0,7	4,2%	0,0	
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 57: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Koppelweg

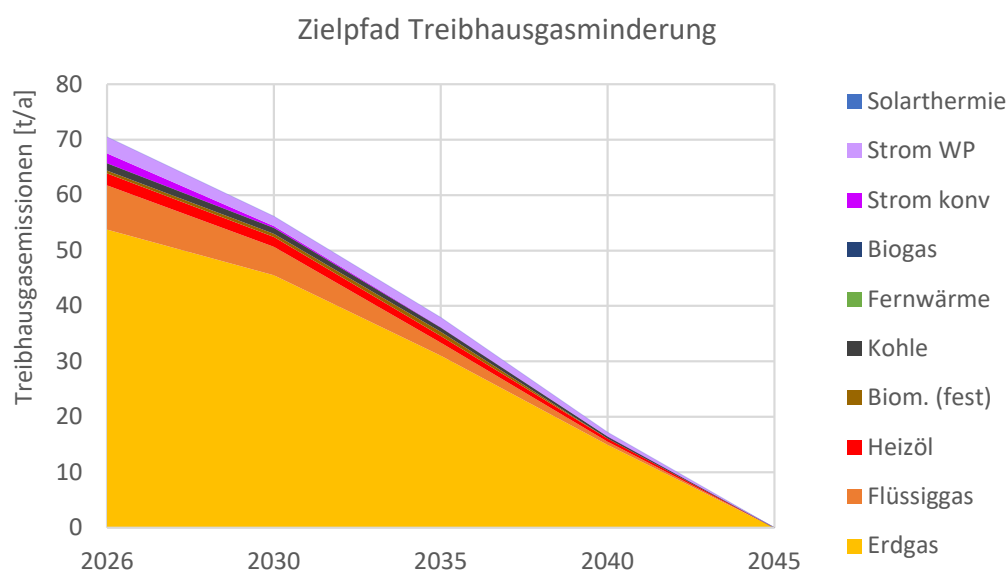


Abbildung 68: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Koppelweg

7.5.9 SK24.06_01_10 Bad Kleinen – Mühlenstr.

Zum Ausgangszeitpunkt der Analyse zeichnet sich das Gebiet durch eine ausgeprägte Abhängigkeit von Erdgas aus, welches 92,9 % des Wärmebedarfs von 997,6 MWh/a deckt. Durch Effizienzmaßnahmen sinkt der Gesamtbedarf bis 2045 auf 881,4 MWh/a (-11,7 %). Der vollständige Ausstieg aus der fossilen Gasnutzung wird hier durch die Erschließung mit leitungsgebundener Wärme realisiert. Somit entfallen im Zieljahr 80,0 % auf Fernwärme und die restlichen 20,0 % auf dezentrale Wärmepumpensysteme.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	997,6		978,3	-1,9%	939,5	-5,8%	920,1	-7,8%	881,4	-11,7%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	997,6		978,3	-1,9%	939,5	-5,8%	920,1	-7,8%	881,4	-11,7%
davon aus Erdgas	926,6	92,9%	280,3	28,7%	116,7	12,4%	26,4	2,9%	0,0	
davon aus Flüssiggas	5,3	0,5%	1,6	0,2%	0,7	0,1%	0,2	0,0%	0,0	
davon aus Heizöl	9,3	0,9%	2,8	0,3%	1,2	0,1%	0,3	0,0%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	20,6	2,1%	6,2	0,6%	2,6	0,3%	0,6	0,1%	0,0	
davon aus Kohle	3,8	0,4%	1,2	0,1%	0,5	0,1%	0,1	0,0%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		587,0	60,0%	704,6	75,0%	736,1	80,0%	705,1	80,0%
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	4,4	0,4%	1,3	0,1%	0,6	0,1%	0,1	0,0%	0,0	
davon aus Strom WP	27,6	2,8%	97,8	10,0%	112,7	12,0%	156,4	17,0%	176,3	20,0%
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 58: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Mühlenstr.

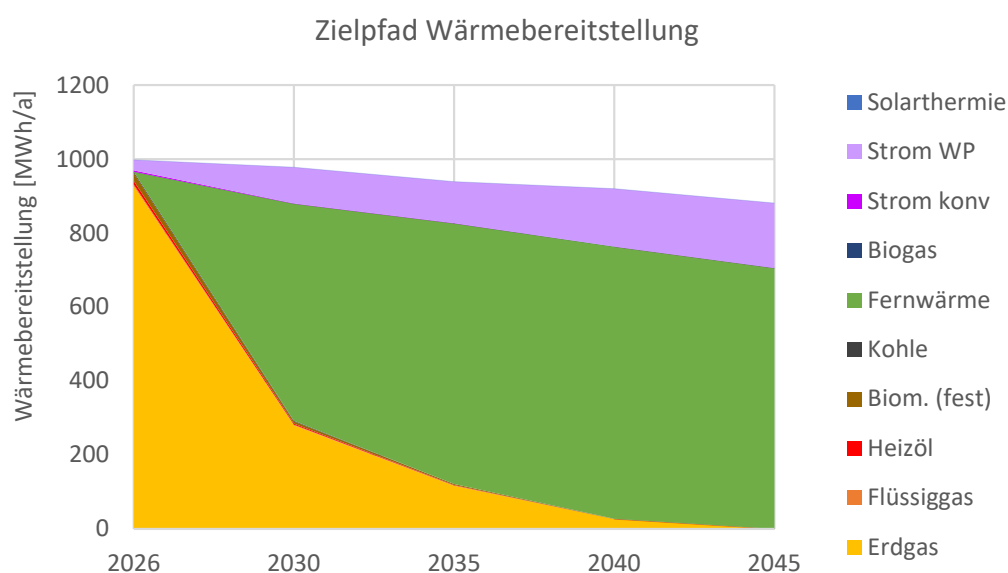


Abbildung 69: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Mühlenstr.

Mit Blick auf das Ausgangsjahr 2026 wird ein Gesamtausstoß von 258,7 t/a ermittelt, der zu 94,5 % (244,4 t/a) aus der Erdgasverbrennung stammt. Bemerkenswert ist die strukturelle Veränderung ab 2030, in der Fernwärme mit 131,5 t/a (62,4 %) in die Bilanz eintritt, während der Anteil von Erdgas auf 73,9 t/a sinkt. Der resultierende Rückgang der Gesamtemissionen beläuft sich auf 87,1 % bis zum Jahr 2040, ehe im Zieljahr 2045 die vollständige Treibhausgasneutralität realisiert wird.

	2026		2030		2035		2040		2045
	Treibhausgasemissionen								
	[t/a]								
Summe Treibhausgasemissionen	258,7		210,8	-18,5%	79,6	-69,2%	33,3	-87,1%	0,0
davon aus Erdgas	244,4	94,5%	73,9	35,1%	30,8	38,6%	7,0	20,9%	0,0
davon aus Flüssiggas	1,6	0,6%	0,4	0,2%	0,1	0,1%	0,0	0,0%	0,0
davon aus Heizöl	3,2	1,2%	1,0	0,5%	0,4	0,5%	0,1	0,3%	0,0
davon aus Biom. (fest)	0,5	0,2%	0,2	0,1%	0,1	0,1%	0,0		0,0
davon aus Kohle	2,0	0,8%	0,6	0,3%	0,2	0,3%	0,1	0,2%	0,0
davon aus Fernwärme	0,0		131,5	62,4%	46,3	58,1%	25,5	76,6%	0,0
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Strom konv	2,6	1,0%	0,2	0,1%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0
davon aus Strom WP	4,4	1,7%	3,1	1,5%	1,8	2,2%	0,7	2,0%	0,0
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0

Tabelle 59: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Mühlenstr.

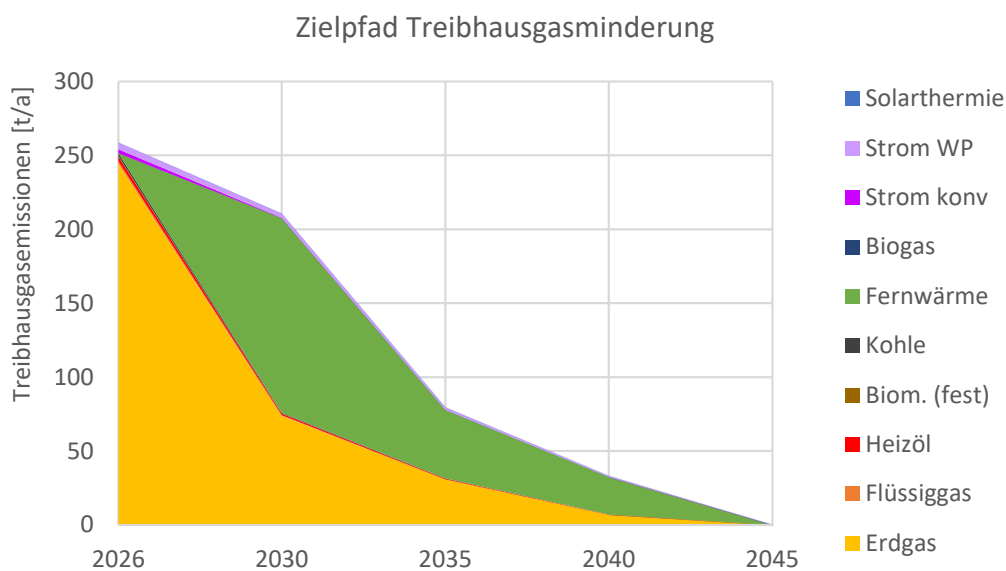


Abbildung 70: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Mühlenstr.

7.5.10 SK24.06_01_05 Bad Kleinen – Ost

Mit einer Verringerung um 11,5 % entwickelt sich der absolute Gesamtwärmebedarf von 895,1 MWh/a im Jahr 2026 auf 792,4 MWh/a im Jahr 2045. Auffallend ist der bereits 2026 bestehende Anteil von Wärmepumpen (20,3 %), obwohl Erdgas mit 49,2 % die größte Einzelquelle bleibt. Im Rahmen der Dekarbonisierungsstrategie wird die Stromdirektheizung mittels Wärmepumpen bis 2045 auf dominante 80,0 % ausgebaut. Der Einsatz fester Biomasse erhöht sich parallel auf 19,0 % zur Abdeckung der verbleibenden Lasten.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	895,1		872,3	-2,5%	849,5	-5,1%	815,2	-8,9%	792,4	-11,5%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	895,1		872,3	-2,5%	849,5	-5,1%	815,2	-8,9%	792,4	-11,5%
davon aus Erdgas	440,3	49,2%	430,1	49,3%	296,8	34,9%	140,6	17,2%	0,0	
davon aus Flüssiggas	43,2	4,8%	42,2	4,8%	29,1	3,4%	13,8	1,7%	0,0	
davon aus Heizöl	74,9	8,4%	73,2	8,4%	50,5	5,9%	23,9	2,9%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	94,6	10,6%	92,2	10,6%	89,8	10,6%	122,3	15,0%	150,6	19,0%
davon aus Kohle	25,1	2,8%	24,5	2,8%	16,9	2,0%	8,0	1,0%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	29,3	3,3%	28,6	3,3%	19,7	2,3%	9,3	1,1%	0,0	
davon aus Strom WP	181,8	20,3%	177,2	20,3%	339,8	40,0%	489,1	60,0%	633,9	80,0%
davon aus Solarthermie	5,9	0,7%	4,4	0,5%	6,8	0,8%	8,2	1,0%	7,9	1,0%

Tabelle 60: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Ost

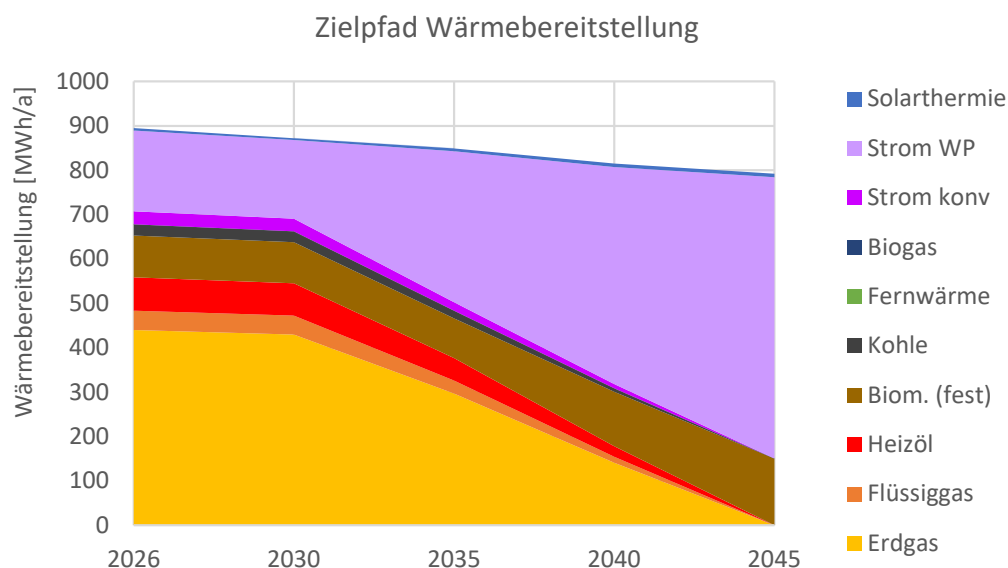


Abbildung 71: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Ost

Die strukturelle Zusammensetzung der Emissionen, welche im Jahr 2026 bei insgesamt 216,4 t/a liegen, zeigt einen starken Erdgasanteil von 116,1 t/a (53,6 %). Zusätzlich belasten Wärmepumpenstrom (29,1 t/a), Heizöl (25,8 t/a) sowie Kohle (13,0 t/a) die Bilanz in erheblichem Umfang. Eine kontinuierliche Substitution führt dazu, dass die Gesamtbelastung bis zum Jahr 2035 um 45,7 % abnimmt. Gemäß Zielpfad werden im Jahr 2045 sämtliche Emissionen (0,0 t/a) vermieden.

	2026		2030		2035		2040		2045
	Treibhausgasemissionen								
	[t/a]								
Summe Treibhausgasemissionen	216,4		171,9	-20,6%	117,5	-45,7%	52,7	-75,6%	0,0
davon aus Erdgas	116,1	53,6%	113,4	66,0%	78,3	66,6%	37,1	70,3%	0,0
davon aus Flüssiggas	12,8	5,9%	9,4	5,5%	4,3	3,7%	1,0	1,9%	0,0
davon aus Heizöl	25,8	11,9%	25,2	14,7%	17,4	14,8%	8,2	15,6%	0,0
davon aus Biom. (fest)	2,4	1,1%	2,3	1,3%	2,2	1,9%	0,0		0,0
davon aus Kohle	13,0	6,0%	12,7	7,4%	8,8	7,5%	4,2	7,9%	0,0
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Strom konv	17,2	8,0%	3,3	1,9%	1,1	1,0%	0,1	0,3%	0,0
davon aus Strom WP	29,1	13,4%	5,6	3,2%	5,3	4,5%	2,1	4,0%	0,0
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0

Tabelle 61: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Ost

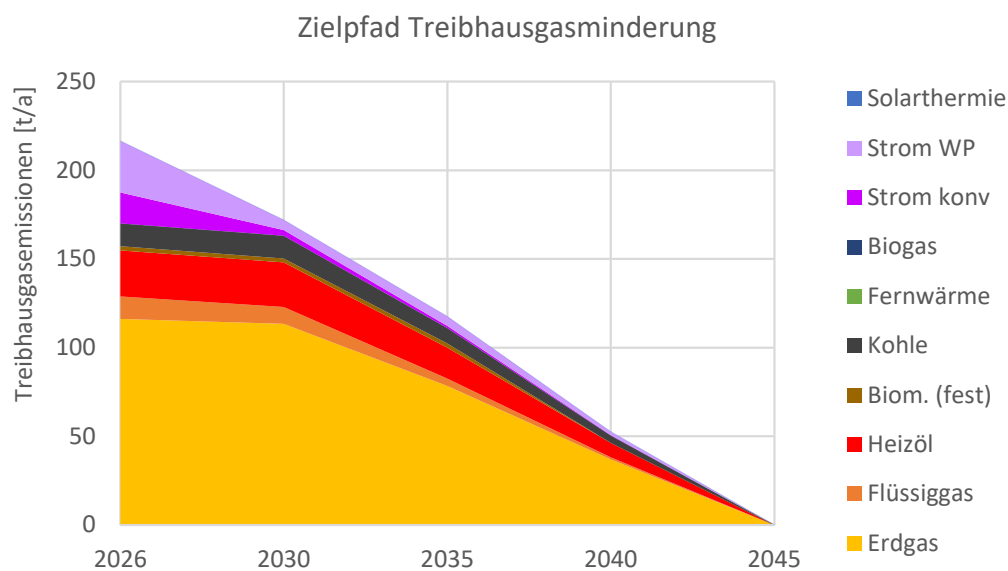


Abbildung 72: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Ost

7.5.11 SK24.06_01_03 Bad Kleinen - Seeufer

Ein deutlicher Rückgang von 13,7 % prägt die Nachfrageentwicklung, die sich von initial 2.657,4 MWh/a auf 2.292,3 MWh/a zum Ende des Betrachtungshorizonts reduziert. Die Ausgangsbasis stützt sich vorrangig auf fossiles Erdgas, welches fast zwei Drittel (65,7 %) der Wärmeversorgung übernimmt. Um die Klimaschutzziele zu erreichen, findet eine tiefgreifende Elektrifizierung des Wärmesektors statt. Infolgedessen decken Wärmepumpenanlagen im Jahr 2045 rund 80,0 % des Bedarfs ab, während feste Biomasse als Ergänzung auf 19,0 % anwächst.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	2.657,4		2.582,5	-2,8%	2.488,9	-6,3%	2.385,9	-10,2%	2.292,3	-13,7%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	2.657,4		2.582,5	-2,8%	2.488,9	-6,3%	2.385,9	-10,2%	2.292,3	-13,7%
davon aus Erdgas	1.745,9	65,7%	1.471,9	57,0%	991,6	39,8%	463,7	19,4%	0,0	
davon aus Flüssiggas	110,2	4,1%	92,9	3,6%	62,6	2,5%	29,3	1,2%	0,0	
davon aus Heizöl	228,1	8,6%	192,3	7,4%	129,5	5,2%	60,6	2,5%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	242,2	9,1%	235,3	9,1%	248,9	10,0%	357,9	15,0%	435,5	19,0%
davon aus Kohle	33,2	1,2%	28,0	1,1%	18,9	0,8%	8,8	0,4%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	38,8	1,5%	32,7	1,3%	22,0	0,9%	10,3	0,4%	0,0	
davon aus Strom WP	240,9	9,1%	516,5	20,0%	995,6	40,0%	1.431,6	60,0%	1.833,9	80,0%
davon aus Solarthermie	18,3	0,7%	12,9	0,5%	19,9	0,8%	23,9	1,0%	22,9	1,0%

Tabelle 62: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Seeufer

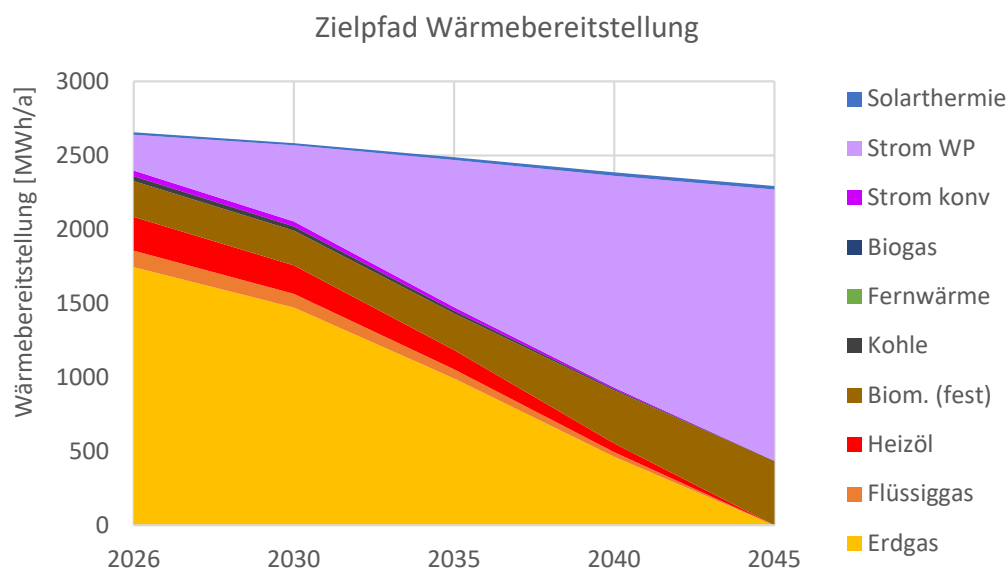


Abbildung 73: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Seeufer

Innerhalb des bilanzierten Bereichs ergibt sich für das Startjahr ein Gesamtausstoß von 656,4 t/a, angetrieben durch Erdgas mit einem Wert von 460,4 t/a (70,2 %). Die Emissionen aus Heizöl summieren sich auf 78,6 t/a (12,0 %), gefolgt von Strom für Wärmepumpen und Flüssiggas mit 38,5 t/a und 32,7 t/a. Der Dekarbonisierungsverlauf senkt die Gesamtemissionen bis zum Jahr 2040 drastisch auf 156,2 t/a, was einer Verringerung von 76,2 % entspricht. 2045 ist eine emissionsfreie Versorgung sichergestellt.

	2026		2030		2035		2040		2045
	Treibhausgasemissionen								
	[t/a]								
Summe Treibhausgasemissionen	656,4		515,5	-21,5%	348,3	-46,9%	156,2	-76,2%	0,0
davon aus Erdgas	460,4	70,2%	388,2	75,3%	261,5	75,1%	122,3	78,3%	0,0
davon aus Flüssiggas	32,7	5,0%	20,7	4,0%	9,3	2,7%	2,2	1,4%	0,0
davon aus Heizöl	78,6	12,0%	66,2	12,8%	44,6	12,8%	20,9	13,4%	0,0
davon aus Biom. (fest)	6,1	0,9%	5,9	1,1%	6,2	1,8%	0,0		0,0
davon aus Kohle	17,2	2,6%	14,5	2,8%	9,8	2,8%	4,6	2,9%	0,0
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Strom konv	22,8	3,5%	3,8	0,7%	1,3	0,4%	0,2	0,1%	0,0
davon aus Strom WP	38,5	5,9%	16,2	3,1%	15,6	4,5%	6,1	3,9%	0,0
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0

Tabelle 63: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Seeufer

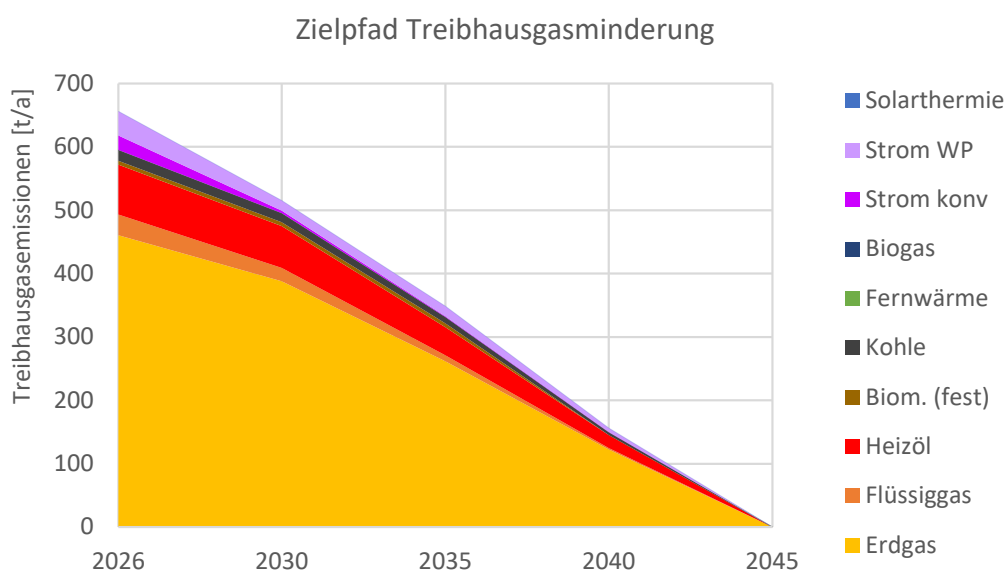


Abbildung 74: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Seeufer

7.5.12 SK24.06_01_12 Bad Kleinen – Mühlenquartier

Gänzlich abweichend von allgemeinen Einspartrends steigt der Wärmebedarf hier von 1.111,4 MWh/a auf 1.596,1 MWh/a (+43,6 %), was auf einen strukturellen Zubau (524,1 MWh/a) zurückzuführen ist. Während im Jahr 2026 noch Erdgas mit 58,3 % die Hauptversorgungsart darstellt, ist bereits ein Wärmepumpenanteil von 19,5 % vorhanden. Die künftige Versorgung dieses wachsenden Quartiers wird zu 80 % durch dezentrale Strom-Wärmepumpen sichergestellt. Feste Biomasse leistet 2045 mit 19 % einen Beitrag zur Deckung der Spitzenlasten.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	1.111,4		1.111,4		1.072,0	-3,5%	1.072,0	-3,5%	1.072,0	-3,5%
Wärmebedarf (Zubau)			232,9	+21,0%	524,1	+47,2%	524,1	+47,2%	524,1	+47,2%
Summe Wärmebedarf	1.111,4		1.344,3	+21,0%	1.596,1	+43,6%	1.596,1	+43,6%	1.596,1	+43,6%
davon aus Erdgas	648,0	58,3%	773,3	57,5%	615,2	38,5%	300,1	18,8%	0,0	
davon aus Flüssiggas	41,6	3,7%	49,6	3,7%	39,5	2,5%	19,3	1,2%	0,0	
davon aus Heizöl	72,8	6,6%	86,9	6,5%	69,1	4,3%	33,7	2,1%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	67,5	6,1%	81,6	6,1%	159,6	10,0%	239,4	15,0%	303,3	19,0%
davon aus Kohle	29,9	2,7%	35,7	2,7%	28,4	1,8%	13,8	0,9%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	34,9	3,1%	41,6	3,1%	33,1	2,1%	16,1	1,0%	0,0	
davon aus Strom WP	216,7	19,5%	268,9	20,0%	638,4	40,0%	957,6	60,0%	1.276,9	80,0%
davon aus Solarthermie	0,0		6,7	0,5%	12,8	0,8%	16,0	1,0%	16,0	1,0%

Tabelle 64: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Mühlenquartier

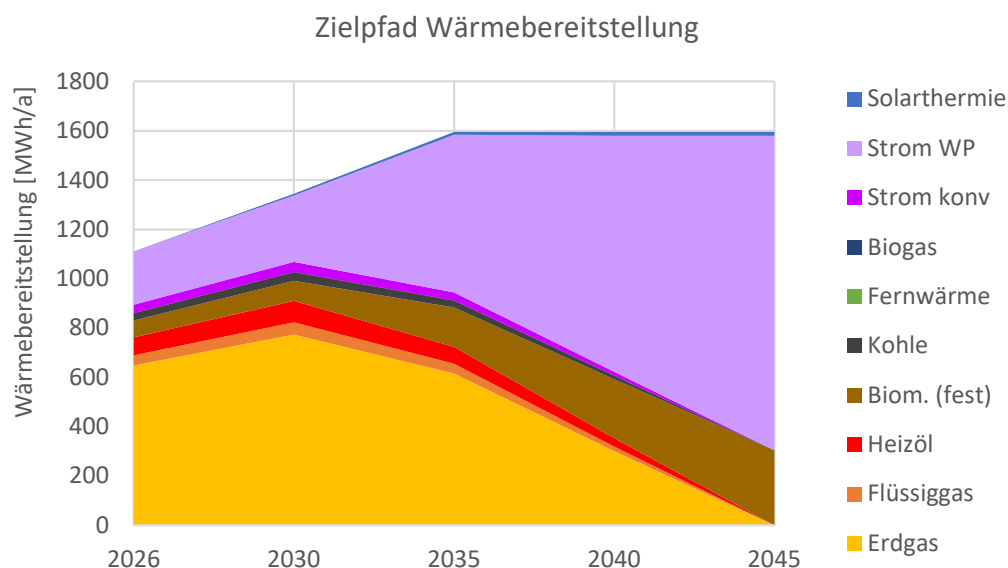


Abbildung 75: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Mühlenquartier

Zu Beginn der Betrachtung beläuft sich die Summe der Treibhausgase auf 280,7 t/a, wovon 170,9 t/a (60,9 %) auf die Erdgasversorgung entfallen. Darüber hinaus generieren der Strombedarf für Wärmepumpen (34,7 t/a) sowie Heizöl (25,1 t/a) und Kohle (15,5 t/a) weitere Emissionen. Im Zuge der Maßnahmen zur Wärmewende reduziert sich der Gesamtausstoß bis 2035 um 20,7 %. Im finalen Planungsjahr 2045 sinken sämtliche Anteile auf 0,0 t/a ab.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Treibhausgasemissionen [t/a]									
Summe Treibhausgasemissionen	280,7		278,7	-0,7%	222,6	-20,7%	103,7	-63,1%	0,0	-100,0%
davon aus Erdgas	170,9	60,9%	203,9	73,2%	162,2	72,9%	79,1	76,3%	0,0	
davon aus Flüssiggas	12,3	4,4%	11,0	4,0%	5,9	2,6%	1,4	1,4%	0,0	
davon aus Heizöl	25,1	8,9%	29,9	10,7%	23,8	10,7%	11,6	11,2%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	1,7	0,6%	2,0	0,7%	4,0	1,8%	0,0		0,0	
davon aus Kohle	15,5	5,5%	18,5	6,6%	14,7	6,6%	7,2	6,9%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	20,6	7,3%	4,8	1,7%	1,9	0,9%	0,3	0,2%	0,0	
davon aus Strom WP	34,7	12,4%	8,4	3,0%	10,0	4,5%	4,1	4,0%	0,0	
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 65: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Mühlenquartier

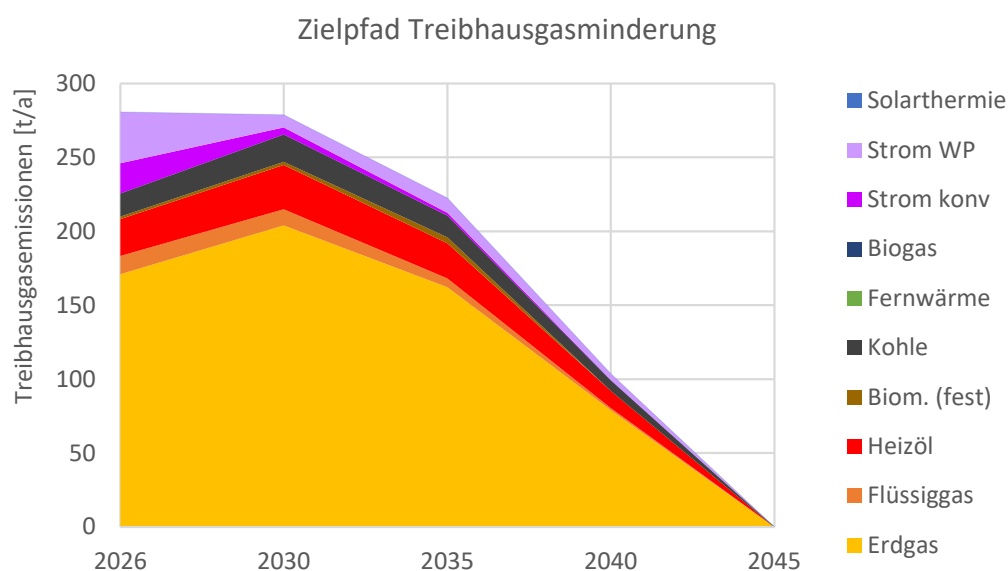


Abbildung 76: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – Mühlenquartier

7.5.13 SK24.06_01_01 Bad Kleinen – EFH Buchenring

Bedingt durch gegenläufige Effekte aus Sanierung und Neubauvolumen sinkt der Gesamtwärmebedarf nur leicht von 3.520,0 MWh/a auf 3.386,7 MWh/a (-3,8 %). Die Ist-Situation offenbart eine hohe Abhängigkeit von fossilen Energieträgern, da Erdgas zu 88,2 % den Markt bestimmt. Im Zuge der Wärmewende wird dieses Substitutionspotenzial vollständig erschlossen. Der finale Zielzustand 2045 verzeichnet eine Abdeckung von 80,0 % durch elektrisch angetriebene Wärmepumpen, gestützt durch 19,0 % biogene Festbrennstoffe.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	3.520,0		3.463,8	-1,6%	3.394,4	-3,6%	3.325,0	-5,5%	3.255,6	-7,5%
Wärmebedarf (Zubau)			58,3	+1,7%	131,1	+3,7%	131,1	+3,7%	131,1	+3,7%
Summe Wärmebedarf	3.520,0		3.522,1	+0,1%	3.525,5	+0,2%	3.456,1	-1,8%	3.386,7	-3,8%
davon aus Erdgas	3.105,4	88,2%	2.531,5	71,9%	1.688,0	47,9%	807,2	23,4%	0,0	
davon aus Flüssiggas	19,9	0,6%	16,2	0,5%	10,8	0,3%	5,2	0,1%	0,0	
davon aus Heizöl	34,8	1,0%	28,4	0,8%	18,9	0,5%	9,0	0,3%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	198,6	5,6%	198,7	5,6%	352,5	10,0%	518,4	15,0%	643,5	19,0%
davon aus Kohle	14,3	0,4%	11,6	0,3%	7,8	0,2%	3,7	0,1%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	16,7	0,5%	13,6	0,4%	9,1	0,3%	4,3	0,1%	0,0	
davon aus Strom WP	103,6	2,9%	704,4	20,0%	1.410,2	40,0%	2.073,6	60,0%	2.709,3	80,0%
davon aus Solarthermie	26,8	0,8%	17,6	0,5%	28,2	0,8%	34,6	1,0%	33,9	1,0%

Tabelle 66: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – EFH Buchenring

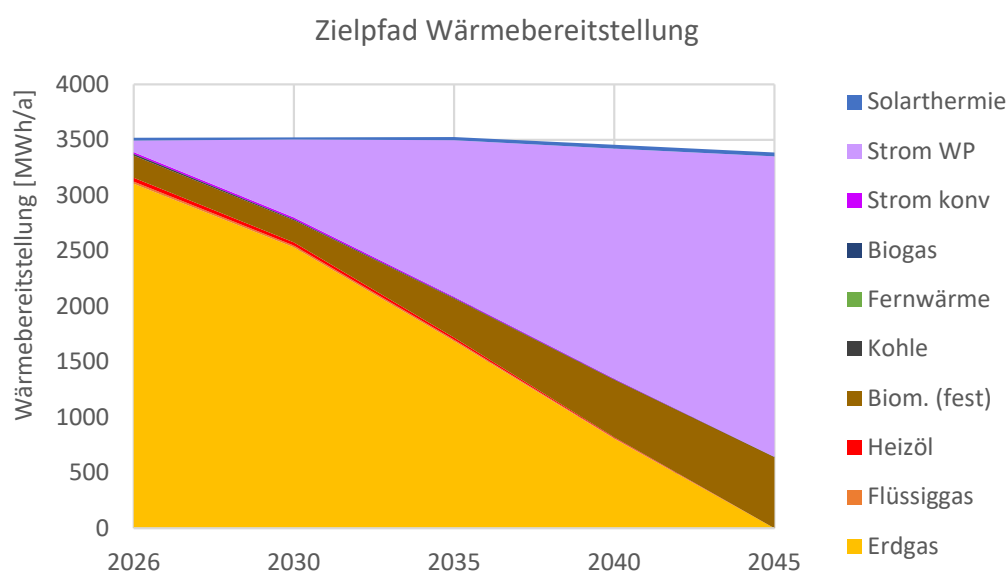


Abbildung 77: Zielfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – EFH Buchenring

Die Bestandsanalyse für das Jahr 2026 beziffert den Gesamtausstoß an Treibhausgasen auf 875,7 t/a. Hiervon ist Erdgas mit 819,0 t/a (93,5 %) der absolute Hauptemittent. Alle übrigen Energieträger, darunter Wärmepumpenstrom mit 16,6 t/a und Heizöl mit 12,0 t/a, fallen lediglich marginal ins Gewicht. Bis 2040 verzeichnet der Sektor einen erheblichen Rückgang um 74,0 % auf 227,3 t/a. Anschließend wird die Emission bis 2045 komplett eliminiert.

	2026		2030		2035		2040		2045
	Treibhausgasemissionen								
	[t/a]								
Summe Treibhausgasemissionen	875,7		715,8	-18,3%	488,8	-44,2%	227,3	-74,0%	0,0
davon aus Erdgas	819,0	93,5%	667,7	93,3%	445,2	91,1%	212,9	93,7%	0,0
davon aus Flüssiggas	5,9	0,7%	3,6	0,5%	1,6	0,3%	0,4	0,2%	0,0
davon aus Heizöl	12,0	1,4%	9,8	1,4%	6,5	1,3%	3,1	1,4%	0,0
davon aus Biom. (fest)	5,0	0,6%	5,0	0,7%	8,8	1,8%	0,0		0,0
davon aus Kohle	7,4	0,8%	6,0	0,8%	4,0	0,8%	1,9	0,8%	0,0
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Strom konv	9,8	1,1%	1,6	0,2%	0,5	0,1%	0,1	0,0%	0,0
davon aus Strom WP	16,6	1,9%	22,1	3,1%	22,2	4,5%	8,9	3,9%	0,0
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0

Tabelle 67: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – EFH Buchenring

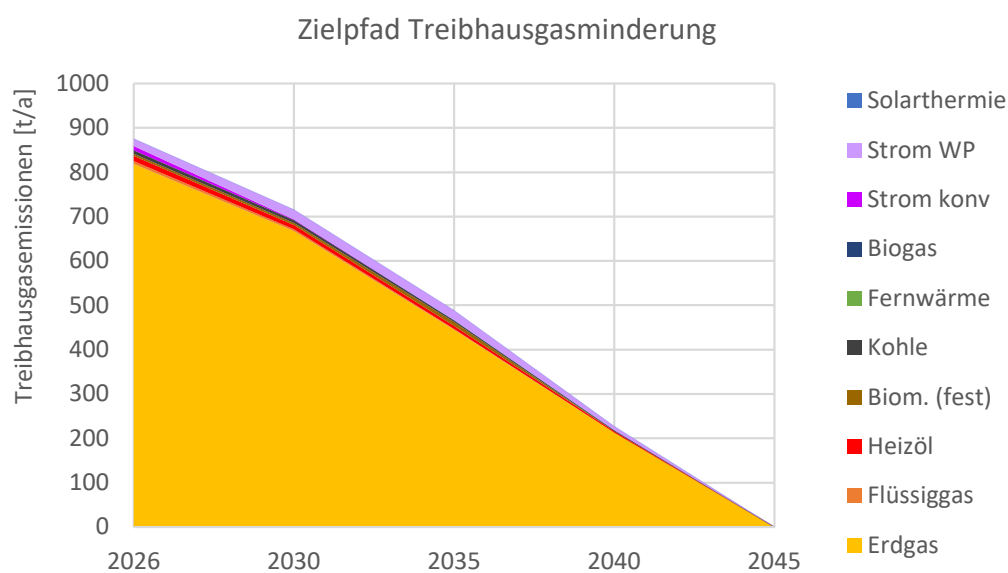


Abbildung 78: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Bad Kleinen – EFH Buchenring

7.5.14 SK24.06_07_01 Gallentin – EFH Bad Kleinerer Chaussee

Hierbei verringert sich der energetische Gesamtaufwand für Wärme über den Projektionszeitraum von 1.407,5 MWh/a um 6,3 % auf 1.318,2 MWh/a. Die aktuelle Wärmebereitstellung ist mit einem Erdgasanteil von 88,6 % signifikant von fossilen Systemen abhängig. Dieser Umstand erfordert einen umfassenden Technologiewechsel bis 2045. Die zukünftige Wärmeversorgung wird durch den forcierten Einsatz von strombetriebenen Wärmepumpenlösungen (80 %) getragen, während Anlagen für feste Biomasse mit 19 % den zweitgrößten Anteil ausmachen.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	1.407,5		1.385,6	-1,6%	1.356,4	-3,6%	1.327,2	-5,7%	1.301,7	-7,5%
Wärmebedarf (Zubau)			7,4	+0,5%	16,6	+1,2%	16,6	+1,2%	16,6	+1,2%
Summe Wärmebedarf	1.407,5		1.392,9	-1,0%	1.373,0	-2,5%	1.343,8	-4,5%	1.318,2	-6,3%
davon aus Erdgas	1.247,2	88,6%	982,7	70,5%	665,6	48,5%	317,8	23,6%	0,0	
davon aus Flüssiggas	4,3	0,3%	3,4	0,2%	2,3	0,2%	1,1	0,1%	0,0	
davon aus Heizöl	7,5	0,5%	5,9	0,4%	4,0	0,3%	1,9	0,1%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	111,2	7,9%	110,1	7,9%	137,3	10,0%	201,6	15,0%	250,5	19,0%
davon aus Kohle	3,1	0,2%	2,4	0,2%	1,7	0,1%	0,8	0,1%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	3,6	0,3%	2,8	0,2%	1,9	0,1%	0,9	0,1%	0,0	
davon aus Strom WP	22,5	1,6%	278,6	20,0%	549,2	40,0%	806,3	60,0%	1.054,6	80,0%
davon aus Solarthermie	8,0	0,6%	7,0	0,5%	11,0	0,8%	13,4	1,0%	13,2	1,0%

Tabelle 68: Wärmebedarfsentwicklung für Gallentin – EFH Bad Kleinerer Chaussee

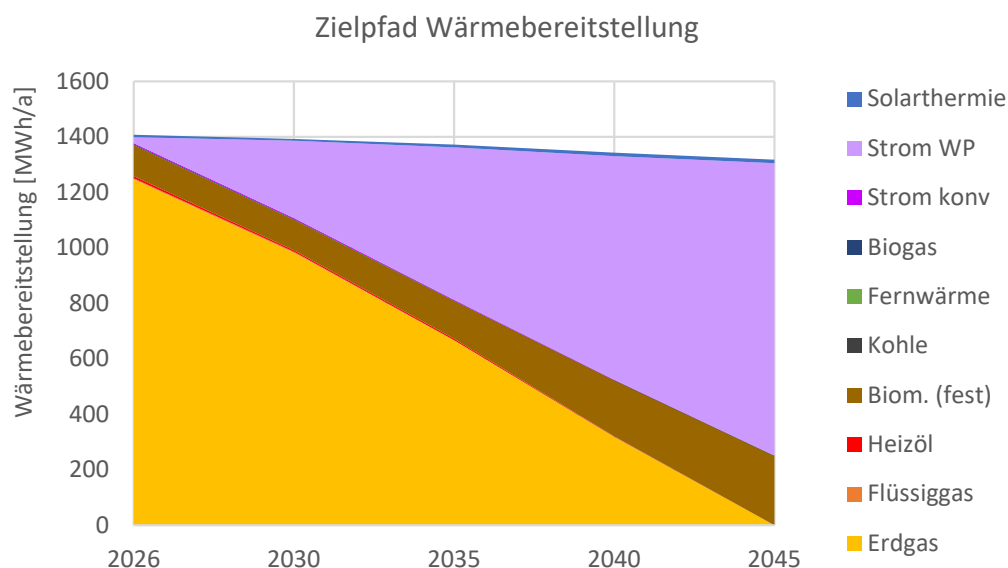


Abbildung 79: Zielpfad Wärmebereitstellung für Gallentin – EFH Bad Kleinerer Chaussee

Für das betrachtete Quartier wird ein anfänglicher Gesamtausstoß von 342,9 t/a ausgewiesen, der stark vom Erdgas dominiert ist. Letzteres trägt im Jahr 2026 mit 328,9 t/a zu 95,9 % der Gesamtbelastung bei. Die Werte für Wärmepumpenstrom und Heizöl bewegen sich mit 3,6 t/a und 2,6 t/a im unteren einstelligen Bereich. Die geplante Transformation führt zu einer Abnahme der Emissionen um 44,5 % bis 2035 und mündet in einer Nulllinie im Jahr 2045.

	2026		2030		2035		2040		2045
	Treibhausgasemissionen								
	[t/a]								
Summe Treibhausgasemissionen	342,9		275,1	-19,8%	190,3	-44,5%	88,4	-74,2%	0,0
davon aus Erdgas	328,9	95,9%	259,2	94,2%	175,5	92,2%	83,8	94,8%	0,0
davon aus Flüssiggas	1,3	0,4%	0,8	0,3%	0,3	0,2%	0,1	0,1%	0,0
davon aus Heizöl	2,6	0,8%	2,0	0,7%	1,4	0,7%	0,7	0,7%	0,0
davon aus Biom. (fest)	2,8	0,8%	2,8	1,0%	3,4	1,8%	0,0		0,0
davon aus Kohle	1,6	0,5%	1,3	0,5%	0,9	0,5%	0,4	0,5%	0,0
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Strom konv	2,1	0,6%	0,3	0,1%	0,1	0,1%	0,0	0,0%	0,0
davon aus Strom WP	3,6	1,0%	8,8	3,2%	8,6	4,5%	3,5	3,9%	0,0
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0

Tabelle 69: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Gallentin – EFH Bad Kleinerer Chaussee

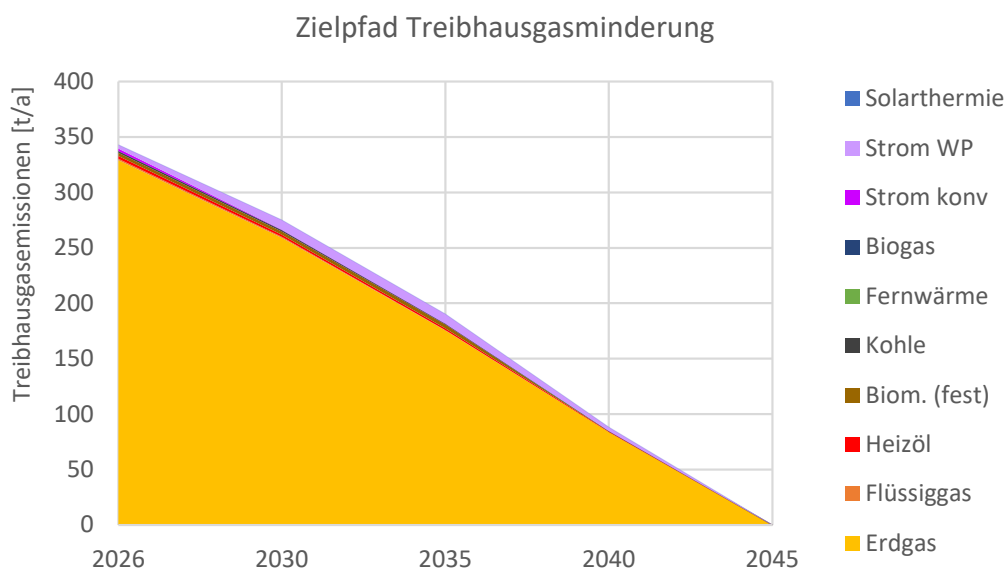


Abbildung 80: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Gallentin – EFH Bad Kleinerer Chaussee

7.5.15 SK24.06_07_02 Gallentin – Nord

Mit Blick auf das Endjahr 2045 reduziert sich der Gesamtbedarf dieser Einheit ausgehend von 274,9 MWh/a um 10,5 % auf 246,1 MWh/a. Neben der ausgeprägten Erdgasversorgung (79 %) fällt im Basisjahr 2026 ein Anteil von 6,8 % Kohlefeuerung auf, was einen besonderen Handlungsbedarf erzeugt. Alle fossilen Energieträger werden plangemäß eliminiert. Stattdessen übernehmen ab 2045 Wärmepumpensysteme mit einem Marktanteil von 80,0 % die Hauptlast, abgerundet durch den Einsatz von Festbiomasse (19 %).

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	274,9		269,1	-2,1%	263,4	-4,2%	251,9	-8,4%	246,1	-10,5%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	274,9		269,1	-2,1%	263,4	-4,2%	251,9	-8,4%	246,1	-10,5%
davon aus Erdgas	217,2	79,0%	166,8	62,0%	114,6	43,5%	55,0	21,8%	0,0	
davon aus Flüssiggas	0,8	0,3%	0,6	0,2%	0,4	0,2%	0,2	0,1%	0,0	
davon aus Heizöl	1,4	0,5%	1,1	0,4%	0,7	0,3%	0,4	0,1%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	31,3	11,4%	30,7	11,4%	30,0	11,4%	37,8	15,0%	46,8	19,0%
davon aus Kohle	18,7	6,8%	14,3	5,3%	9,9	3,7%	4,7	1,9%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	0,7	0,2%	0,5	0,2%	0,3	0,1%	0,2	0,1%	0,0	
davon aus Strom WP	4,1	1,5%	53,8	20,0%	105,4	40,0%	151,1	60,0%	196,9	80,0%
davon aus Solarthermie	0,7	0,2%	1,3	0,5%	2,1	0,8%	2,5	1,0%	2,5	1,0%

Tabelle 70: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Gallentin – Nord

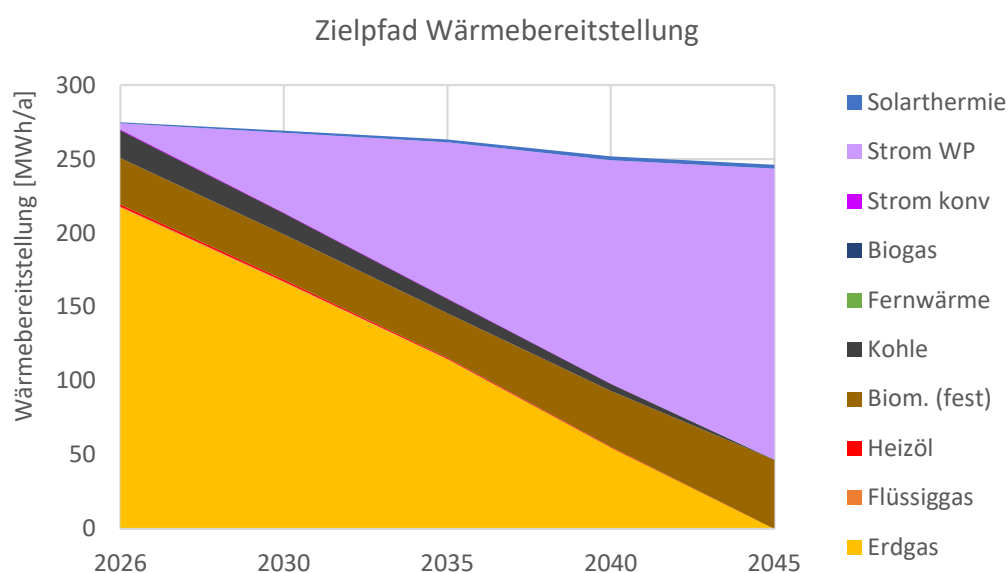


Abbildung 81: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Gallentin – Nord

Aus den Daten zum Ausgangsjahr 2026 geht hervor, dass sich die Summe der Treibhausgasemissionen auf 69,5 t/a beläuft. Mit 57,3 t/a stellt Erdgas den Hauptanteil von 82,4 %. Eine signifikante Nebenquelle ist Kohle, deren Nutzung 9,7 t/a (13,9 %) emittiert. Im Zeitverlauf erfolgt eine schrittweise Reduktion des Ausstoßes, welche im Jahr 2040 bei 17,7 t/a (-74,5 %) liegt. Der Zustand der Emissionsfreiheit wird im Abschlussjahr 2045 erzielt.

	2026		2030		2035		2040		2045
	Treibhausgasemissionen								
	[t/a]								
Summe Treibhausgasemissionen	69,5		54,4	-21,7%	38,1	-45,3%	17,7	-74,5%	0,0
davon aus Erdgas	57,3	82,4%	44,0	80,8%	30,2	79,4%	14,5	81,7%	0,0
davon aus Flüssiggas	0,2	0,3%	0,1	0,2%	0,1	0,2%	0,0	0,1%	0,0
davon aus Heizöl	0,5	0,7%	0,4	0,7%	0,3	0,7%	0,1	0,7%	0,0
davon aus Biom. (fest)	0,8	1,1%	0,8	1,4%	0,8	2,0%	0,0		0,0
davon aus Kohle	9,7	13,9%	7,4	13,7%	5,1	13,4%	2,5	13,8%	0,0
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Strom konv	0,4	0,6%	0,1	0,1%	0,0	0,1%	0,0	0,0%	0,0
davon aus Strom WP	0,7	0,9%	1,7	3,1%	1,7	4,3%	0,6	3,6%	0,0
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0

Tabelle 71: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Gallentin – Nord

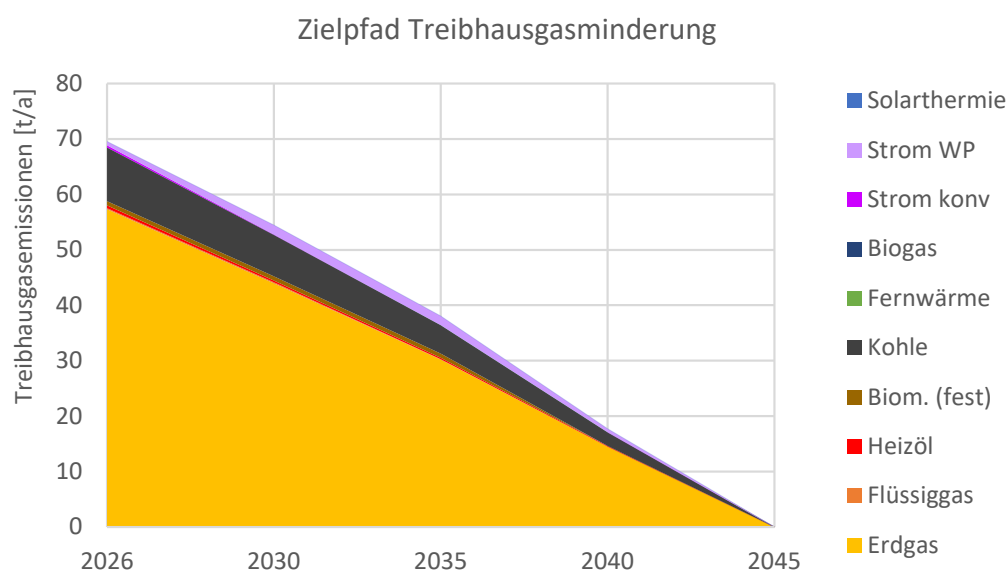


Abbildung 82: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Gallentin – Nord

7.5.16 SK24.06_06_01 Gallentin – Süd

Das energetische Profil zeigt eine rückläufige Entwicklung des Wärmebedarfs, der bis 2045 moderat um 4,9 % von 804,1 MWh/a auf 764,9 MWh/a absinkt. Ein prägendes Element der Ausgangsstruktur ist die weitreichende Durchdringung mit Erdgasheizungen (81,5 %), flankiert von geringeren Anteilen an fester Biomasse (8,6 %) und Heizöl. Das avisierte Dekarbonisierungsziel wird vorrangig durch die Implementierung dezentraler elektrischer Wärmepumpen (80 % im Jahr 2045) sowie einen Anstieg bei holzartigen Bioenergieträgern auf 19 % verwirklicht.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	804,1		796,2	-1,0%	785,8	-2,3%	775,3	-3,6%	764,9	-4,9%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	804,1		796,2	-1,0%	785,8	-2,3%	775,3	-3,6%	764,9	-4,9%
davon aus Erdgas	655,2	81,5%	530,2	66,6%	363,0	46,2%	174,7	22,5%	0,0	
davon aus Flüssiggas	6,8	0,8%	5,5	0,7%	3,8	0,5%	1,8	0,2%	0,0	
davon aus Heizöl	25,1	3,1%	20,3	2,6%	13,9	1,8%	6,7	0,9%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	69,1	8,6%	68,4	8,6%	78,6	10,0%	116,3	15,0%	145,3	19,0%
davon aus Kohle	4,9	0,6%	4,0	0,5%	2,7	0,3%	1,3	0,2%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	5,7	0,7%	4,6	0,6%	3,2	0,4%	1,5	0,2%	0,0	
davon aus Strom WP	35,4	4,4%	159,2	20,0%	314,3	40,0%	465,2	60,0%	611,9	80,0%
davon aus Solarthermie	1,8	0,2%	4,0	0,5%	6,3	0,8%	7,8	1,0%	7,6	1,0%

Tabelle 72: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Gallentin – Süd

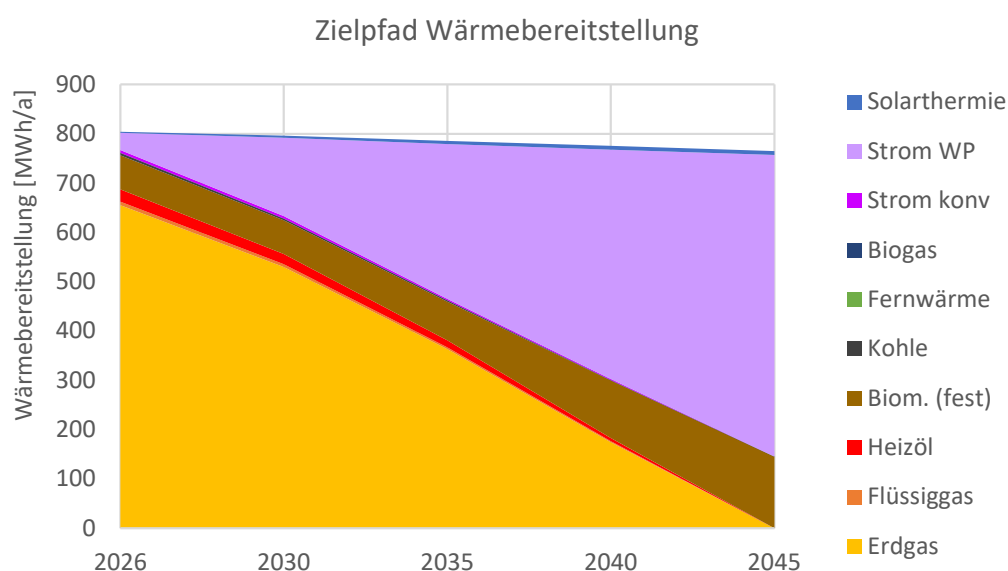


Abbildung 83: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Gallentin – Süd

Im Basisjahr der Ermittlung verursachen die gebäudetechnischen Anlagen Gesamtemissionen von 196,8 t/a. Die Zusammensetzung offenbart eine deutliche Erdgasdominanz, die sich in einem Wert von 172,8 t/a beziehungsweise 87,8 % niederschlägt. Andere fossile Energieträger wie Heizöl steuern lediglich 8,7 t/a bei. Durch die Implementierung klimaneutraler Lösungen fällt der Gesamtausstoß bis 2035 auf 109,6 t/a ab und erreicht schließlich im Jahr 2045 den Wert 0,0 t/a.

	2026		2030		2035		2040		2045
	Treibhausgasemissionen								
	[t/a]								
Summe Treibhausgasemissionen	196,8		157,4	-20,0%	109,6	-44,3%	51,2	-74,0%	0,0
davon aus Erdgas	172,8	87,8%	139,8	88,9%	95,7	87,4%	46,1	90,0%	0,0
davon aus Flüssiggas	2,0	1,0%	1,2	0,8%	0,6	0,5%	0,1	0,3%	0,0
davon aus Heizöl	8,7	4,4%	7,0	4,5%	4,8	4,4%	2,3	4,5%	0,0
davon aus Biom. (fest)	1,7	0,9%	1,7	1,1%	2,0	1,8%	0,0		0,0
davon aus Kohle	2,5	1,3%	2,1	1,3%	1,4	1,3%	0,7	1,3%	0,0
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Strom konv	3,4	1,7%	0,5	0,3%	0,2	0,2%	0,0	0,0%	0,0
davon aus Strom WP	5,7	2,9%	5,0	3,2%	4,9	4,5%	2,0	3,9%	0,0
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0

Tabelle 73: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Gallentin – Süd

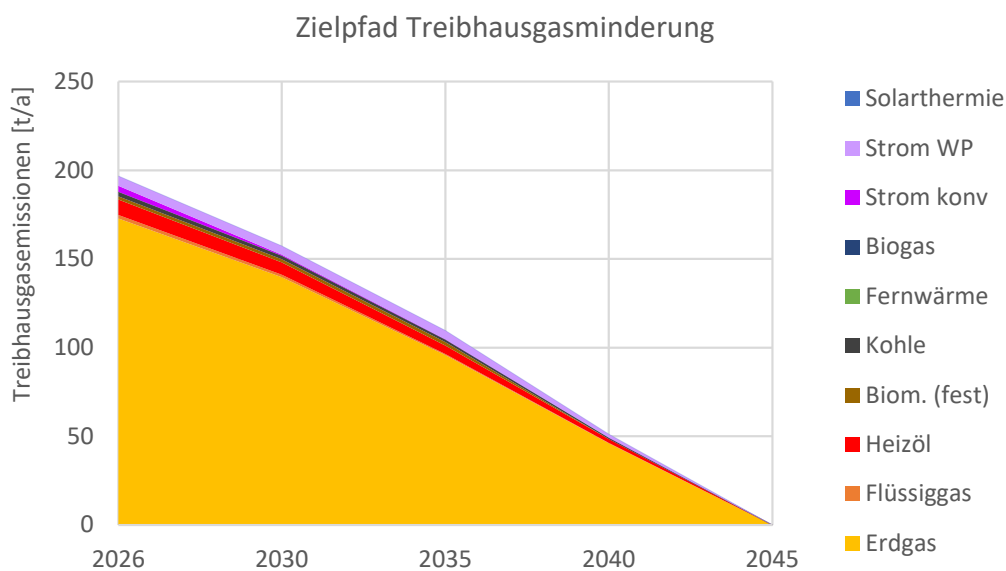


Abbildung 84: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Gallentin – Süd

7.5.17 SK24.06_06_02 Gallentin – FEH

Überdurchschnittlich hoch fällt hier die prozentuale Energieeinsparung aus, da der erforderliche Gesamtwärmebedarf ausgehend von 888,5 MWh/a (2026) um 19 % auf 720,1 MWh/a sinkt. Zwar dominiert Erdgas anfänglich mit 71,6 %, jedoch etabliert sich bereits ein initialer Wärmepumpenanteil von 12,1 %. Der prognostizierte Transformationspfad führt zu einem gänzlichen Verzicht auf fossile Brennstoffe. In der Konsequenz wird die Wärmebereitstellung im Jahr 2045 zu 80 % über moderne Wärmepumpentechnologien und zu 19 % über Biomasseheizanlagen realisiert.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	888,5		849,6	-4,4%	810,8	-8,7%	758,9	-14,6%	720,1	-19,0%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	888,5		849,6	-4,4%	810,8	-8,7%	758,9	-14,6%	720,1	-19,0%
davon aus Erdgas	636,4	71,6%	546,3	64,3%	349,8	43,2%	159,7	21,0%	0,0	
davon aus Flüssiggas	20,7	2,3%	17,8	2,1%	11,4	1,4%	5,2	0,7%	0,0	
davon aus Heizöl	36,3	4,1%	31,1	3,7%	19,9	2,5%	9,1	1,2%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	55,0	6,2%	52,5	6,2%	81,1	10,0%	113,8	15,0%	136,8	19,0%
davon aus Kohle	14,9	1,7%	12,8	1,5%	8,2	1,0%	3,7	0,5%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	17,4	2,0%	14,9	1,8%	9,5	1,2%	4,4	0,6%	0,0	
davon aus Strom WP	107,9	12,1%	169,9	20,0%	324,3	40,0%	455,4	60,0%	576,1	80,0%
davon aus Solarthermie	0,0		4,2	0,5%	6,5	0,8%	7,6	1,0%	7,2	1,0%

Tabelle 74: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Gallentin – FEH

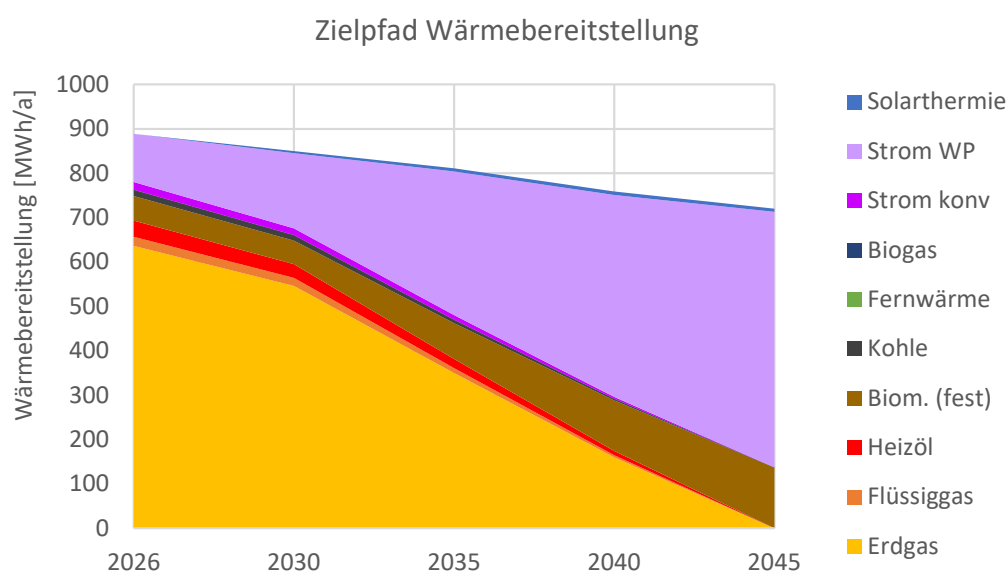


Abbildung 85: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Gallentin – FEH

Der Startwert der THG-Belastung wird für 2026 mit 223,1 t/a angegeben. Hierbei macht die Verbrennung von Erdgas mit 167,8 t/a (75,2 %) den Großteil der Emissionen aus. Ergänzende Beiträge resultieren aus dem Strombezug für Wärmepumpen (17,3 t/a) sowie der Heizölnutzung (12,5 t/a). Gemäß den Reduktionszielen wird die Summe bis zum Jahr 2040 um 77,8 % auf 49,6 t/a gesenkt. Die finale Dekarbonisierung schließt 2045 ab.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Treibhausgasemissionen [t/a]									
Summe Treibhausgasemissionen	223,1		173,8	-22,1%	112,7	-49,5%	49,6	-77,8%	0,0	-100,0%
davon aus Erdgas	167,8	75,2%	144,1	82,9%	92,3	81,8%	42,1	84,9%	0,0	
davon aus Flüssiggas	6,1	2,8%	4,0	2,3%	1,7	1,5%	0,4	0,8%	0,0	
davon aus Heizöl	12,5	5,6%	10,7	6,2%	6,9	6,1%	3,1	6,3%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	1,4	0,6%	1,3	0,8%	2,0	1,8%	0,0		0,0	
davon aus Kohle	7,7	3,5%	6,6	3,8%	4,2	3,8%	1,9	3,9%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	10,2	4,6%	1,7	1,0%	0,6	0,5%	0,1	0,1%	0,0	
davon aus Strom WP	17,3	7,7%	5,3	3,1%	5,1	4,5%	2,0	3,9%	0,0	
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 75: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Gallentin – FEH

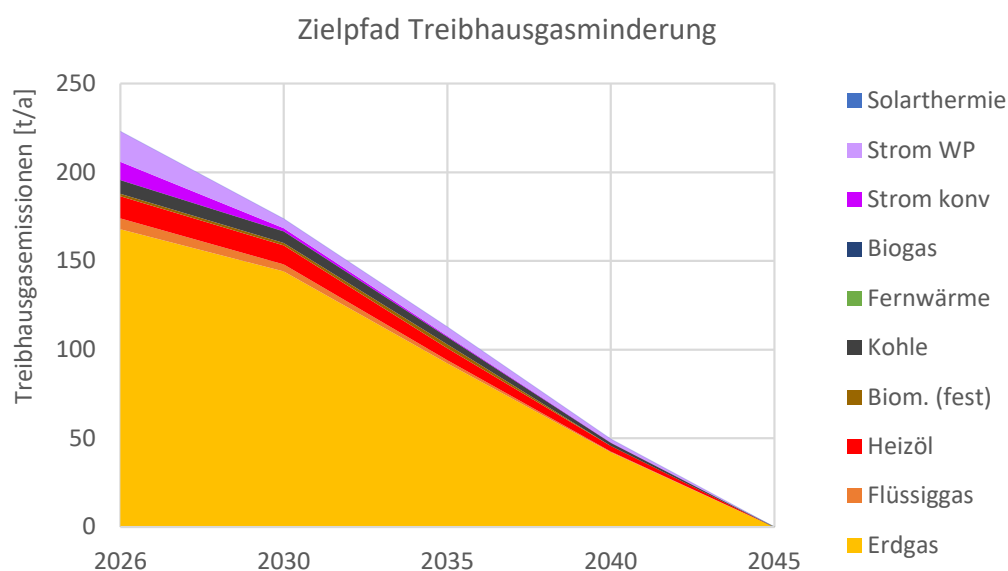


Abbildung 86: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Gallentin – FEH

7.5.18 SK24.06_10_01 Wendisch Rambow – An der Bahn

Betrachtet man den Gesamtwärmebedarf, so verringert sich dieser leicht von 162,1 MWh/a im Ausgangsjahr auf 151,4 MWh/a bis 2045 (-6,6 %). Heterogen ist die initiale Energieträgerstruktur: Neben Wärmepumpen (29,8 %) und fester Biomasse (20,9 %) finden sich signifikante Anteile von netzunabhängigen fossilen Quellen wie Flüssiggas (20,1 %) und Heizöl (19,1 %). Die strategische Neuausrichtung eliminiert den fossilen Sektor vollständig und bündelt die Wärmeversorgung in Zukunft auf 80,0 % elektrische Wärmepumpen sowie 19,0 % Biomasse.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	162,1		162,1		156,8	-3,3%	151,4	-6,6%	151,4	-6,6%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	162,1		162,1		156,8	-3,3%	151,4	-6,6%	151,4	-6,6%
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Flüssiggas	32,6	20,1%	33,1	20,4%	25,1	16,0%	11,5	7,6%	0,0	
davon aus Heizöl	30,9	19,1%	31,4	19,4%	23,8	15,2%	10,9	7,2%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	33,8	20,9%	33,8	20,9%	32,7	20,9%	31,6	20,9%	28,8	19,0%
davon aus Kohle	6,7	4,1%	6,8	4,2%	5,1	3,3%	2,3	1,5%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	7,8	4,8%	7,9	4,9%	6,0	3,8%	2,7	1,8%	0,0	
davon aus Strom WP	48,2	29,8%	48,2	29,8%	62,7	40,0%	90,9	60,0%	121,2	80,0%
davon aus Solarthermie	2,1	1,3%	0,8	0,5%	1,3	0,8%	1,5	1,0%	1,5	1,0%

Tabelle 76: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Wendisch Rambow – An der Bahn

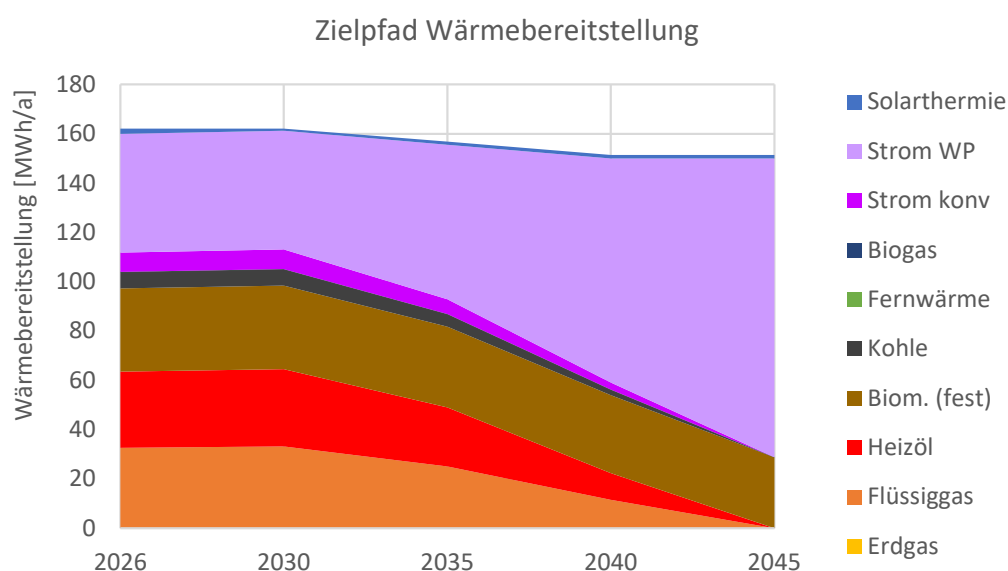


Abbildung 87: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Wendisch Rambow – An der Bahn

Eine differenzierte Verteilung kennzeichnet das Ausgangsprofil dieses Bereiches, welches im Jahr 2026 Gesamtemissionen von 36,9 t/a umfasst. Dabei entfallen auf Heizöl 10,6 t/a (28,8 %), gefolgt von Flüssiggas mit 9,7 t/a (26,2 %). Strom für Wärmepumpen und konventioneller Strom verursachen zudem 7,7 t/a und 4,6 t/a. Bis zum Jahr 2040 gelingt es, die Emissionen auf 6,2 t/a zu reduzieren, ehe sie bis 2045 komplett substituiert sind.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Treibhausgasemissionen									
	[t/a]									
Summe Treibhausgasemissionen	36,9		25,0	-32,3%	16,7	-54,6%	6,2	-83,1%	0,0	-100,0%
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Flüssiggas	9,7	26,2%	7,4	29,5%	3,7	22,3%	0,9	13,6%	0,0	
davon aus Heizöl	10,6	28,8%	10,8	43,3%	8,2	49,0%	3,7	60,0%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	0,8	2,3%	0,8	3,4%	0,8	4,9%	0,0		0,0	
davon aus Kohle	3,5	9,3%	3,5	14,0%	2,7	15,9%	1,2	19,4%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	4,6	12,4%	0,9	3,7%	0,3	2,1%	0,0	0,7%	0,0	
davon aus Strom WP	7,7	20,9%	1,5	6,1%	1,0	5,9%	0,4	6,2%	0,0	
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 77: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Wendisch Rambow – An der Bahn

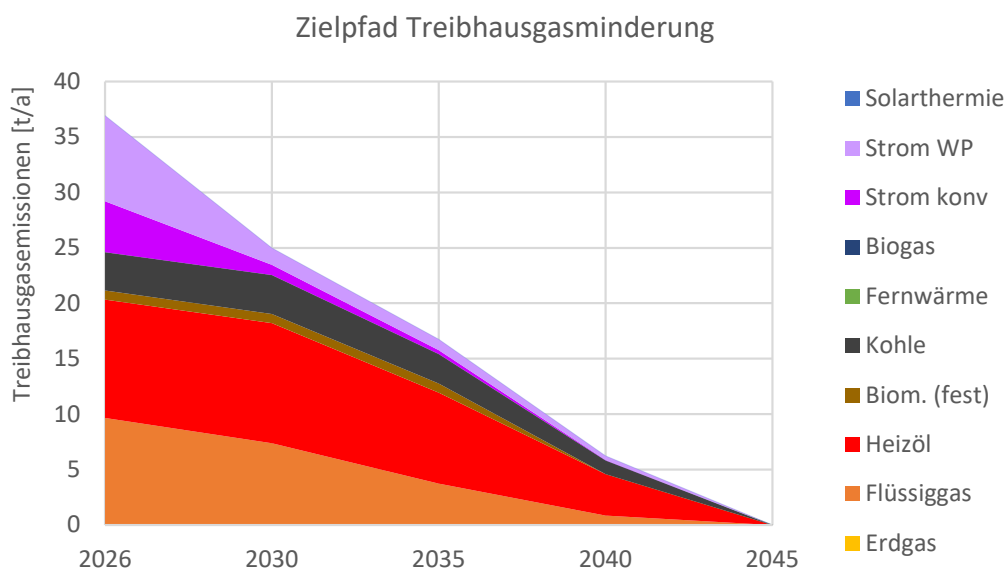


Abbildung 88: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Wendisch Rambow – An der Bahn

7.5.19 SK24.06_08_01 Niendorf

Für dieses Gebiet wird eine kontinuierliche Bedarfsabsenkung um 8,1 % auf 857,1 MWh/a im Jahr 2045 ausgewiesen (Startwert: 932,9 MWh/a). Eine Besonderheit stellt die Abwesenheit von Erdgas im Jahr 2026 dar; stattdessen stützt sich die Versorgung primär auf Flüssiggas (33,2 %), feste Biomasse (24,1 %) und strombetriebene Systeme (19,8 %). Im Zieljahr 2045 zeigt sich ein klimaneutrales Bild, bei welchem Wärmepumpen mit 77,1 % den mit Abstand größten Anteil an der Wärmebereitstellung leisten, gefolgt von Biomasse (21,9 %).

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf									
	[MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	932,9		911,2	-2,3%	889,6	-4,6%	878,8	-5,8%	857,1	-8,1%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	932,9		911,2	-2,3%	889,6	-4,6%	878,8	-5,8%	857,1	-8,1%
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Flüssiggas	309,9	33,2%	299,8	32,9%	185,5	20,9%	77,9	8,9%	0,0	0,0%
davon aus Heizöl	156,9	16,8%	151,8	16,7%	93,9	10,6%	39,4	4,5%	0,0	0,0%
davon aus Biom. (fest)	224,6	24,1%	219,4	24,1%	214,2	24,1%	211,6	24,1%	187,7	21,9%
davon aus Kohle	25,5	2,7%	24,6	2,7%	15,2	1,7%	6,4	0,7%	0,0	0,0%
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	29,7	3,2%	28,8	3,2%	17,8	2,0%	7,5	0,8%	0,0	0,0%
davon aus Strom WP	184,7	19,8%	182,2	20,0%	355,8	40,0%	527,3	60,0%	660,9	77,1%
davon aus Solarthermie	1,6	0,2%	4,6	0,5%	7,1	0,8%	8,8	1,0%	8,6	1,0%

Tabelle 78: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Niendorf

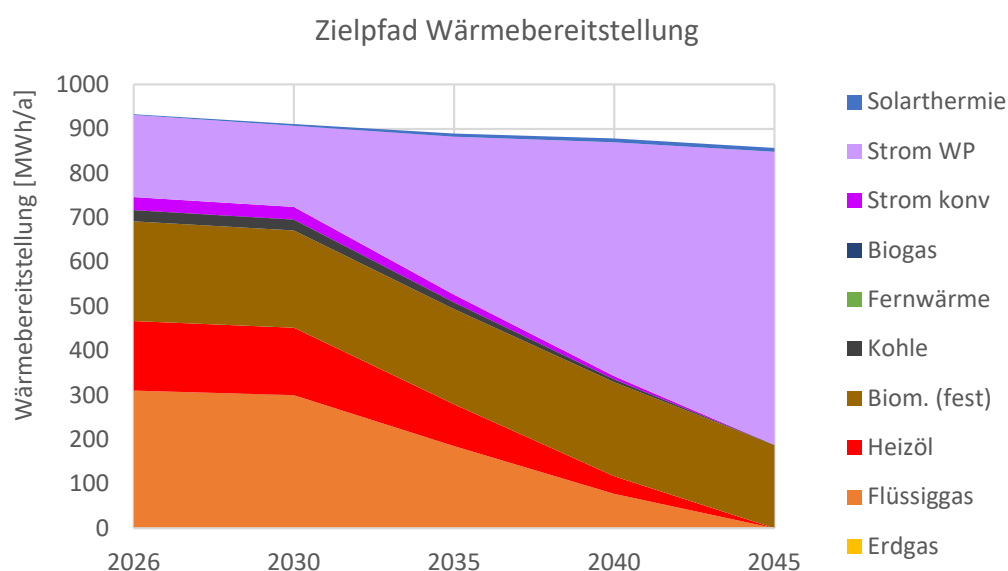


Abbildung 89: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Niendorf

Die Auswertung des Versorgungsbereichs zeigt im Jahr 2026 eine Gesamtmenge an Treibhausgasemissionen von 211,9 t/a. Im Fokus steht hier die intensive Nutzung von Flüssiggas und Heizöl, deren Ausstoß bei 91,9 t/a (43,4 %) beziehungsweise 54,0 t/a (25,5 %) liegt. Auch der Strombedarf für Wärmepumpen bedingt Emissionen in Höhe von 29,6 t/a. Die Transformationsstrategie bewirkt eine Minderung um 88,2 % bis 2040 und eine vollständige Emissionsvermeidung bis 2045.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Treibhausgasemissionen									
	[t/a]									
Summe Treibhausgasemissionen	211,9		146,3	-30,9%	79,8	-62,4%	25,1	-88,2%	0,0	-100,0%
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Flüssiggas	91,9	43,4%	66,7	45,6%	27,5	34,5%	5,8	23,1%	0,0	
davon aus Heizöl	54,0	25,5%	52,3	35,7%	32,4	40,6%	13,6	54,2%	0,0	80,4%
davon aus Biom. (fest)	5,6	2,6%	5,5	3,7%	5,4	6,7%	0,0		0,0	
davon aus Kohle	13,2	6,2%	12,8	8,7%	7,9	9,9%	3,3	13,3%	0,0	19,6%
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	17,5	8,3%	3,3	2,3%	1,0	1,3%	0,1	0,5%	0,0	
davon aus Strom WP	29,6	13,9%	5,7	3,9%	5,6	7,0%	2,3	9,0%	0,0	
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 79: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Niendorf

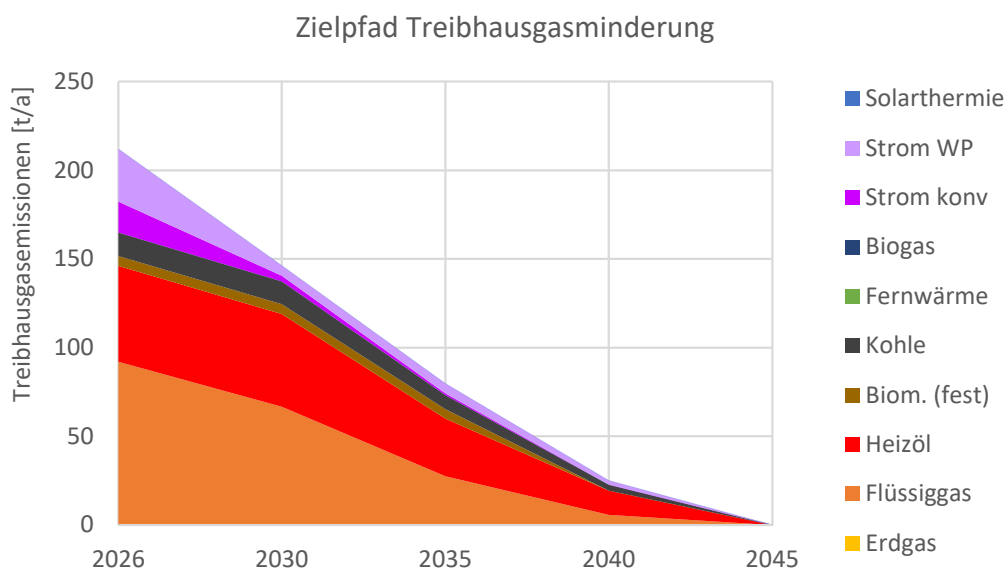


Abbildung 90: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Niendorf

7.5.20 SK24.06_09_01 Hoppenrade

Einzigartig in der Analyse ist hier die nahezu stagnierende Nachfrageentwicklung, die bei 573,0 MWh/a startet und sich geringfügig auf 575,1 MWh/a (+0,4 %) erhöht. Das Basisjahr wird durch leitungsungebundene fossile Brennstoffe geprägt, konkret durch Heizöl mit 32,9 % und Flüssiggas mit 27,1 %. Bis zum Abschluss der Transformation werden diese Energieträger restlos ersetzt. Folglich stützt sich die Wärmebilanz im Jahr 2045 fast ausschließlich auf den Einsatz von Wärmepumpen (80,0 %) und Bioenergie (19,0 %).

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	573,0		561,8	-2,0%	556,1	-2,9%	544,9	-4,9%	533,6	-6,9%
Wärmebedarf (Zubau)			18,4	+3,2%	41,5	+7,2%	41,5	+7,2%	41,5	+7,2%
Summe Wärmebedarf	573,0		580,2	+1,3%	597,6	+4,3%	586,4	+2,3%	575,1	+0,4%
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Flüssiggas	155,1	27,1%	155,8	26,9%	115,2	19,3%	57,4	9,8%	0,0	
davon aus Heizöl	188,2	32,9%	189,2	32,6%	139,9	23,4%	69,6	11,9%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	68,2	11,9%	69,1	11,9%	71,1	11,9%	88,0	15,0%	109,3	19,0%
davon aus Kohle	17,1	3,0%	17,2	3,0%	12,7	2,1%	6,3	1,1%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	20,0	3,5%	20,1	3,5%	14,9	2,5%	7,4	1,3%	0,0	
davon aus Strom WP	124,4	21,7%	125,9	21,7%	239,1	40,0%	351,8	60,0%	460,1	80,0%
davon aus Solarthermie	0,0		2,9	0,5%	4,8	0,8%	5,9	1,0%	5,8	1,0%

Tabelle 80: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Hoppenrade

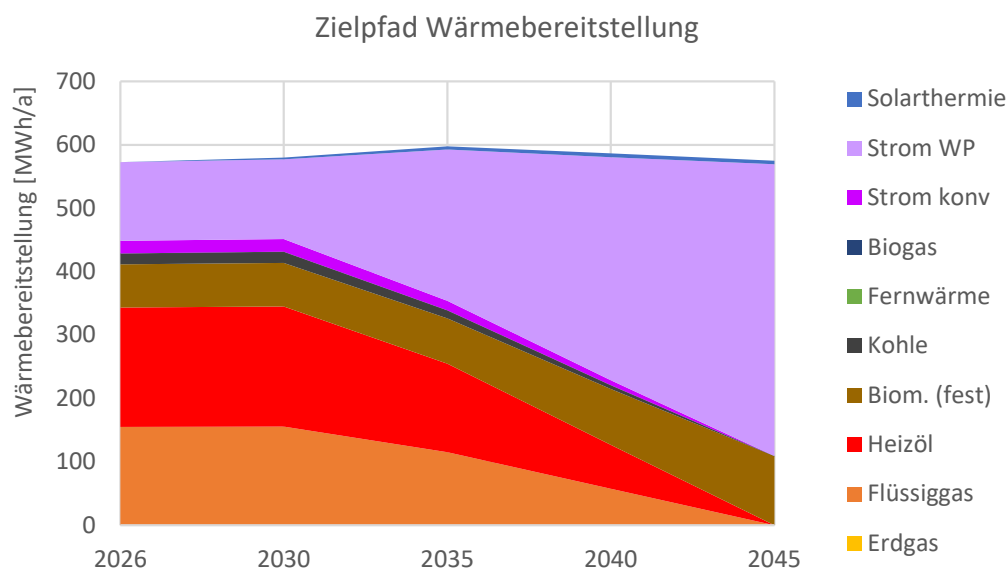


Abbildung 91: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Hoppenrade

Für den Beginn der Planungsphase wird eine Emission von insgesamt 153,1 t/a konstatiert. Als primäre Emittenten agieren Heizöl mit 64,8 t/a (42,3 %) und Flüssiggas mit 46,0 t/a (30,0 %). Zusätzlich schlagen Wärmepumpen mit 19,9 t/a zu Buche, wohingegen Fernwärme und Erdgas nicht verzeichnet sind. Die sukzessive Reduktion minimiert die Belastung bis zum Jahr 2035 um knapp die Hälfte (78,3 t/a). Ab 2045 ist der Bestand emissionsfrei.

	2026	2030	2035	2040	2045
Treibhausgasemissionen [t/a]					
Summe Treibhausgasemissionen	153,1	116,8	78,3	33,2	0,0
davon aus Erdgas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
davon aus Flüssiggas	46,0	34,7	17,1	4,3	0,0
davon aus Heizöl	64,8	65,2	48,2	24,0	0,0
davon aus Biom. (fest)	1,7	1,7	1,8	0,0	0,0
davon aus Kohle	8,9	8,9	6,6	3,3	0,0
davon aus Fernwärme	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
davon aus Biogas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
davon aus Strom konv	11,8	2,3	0,9	0,1	0,0
davon aus Strom WP	19,9	4,0	3,8	1,5	0,0
davon aus Solarthermie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabelle 81: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Hoppenrade

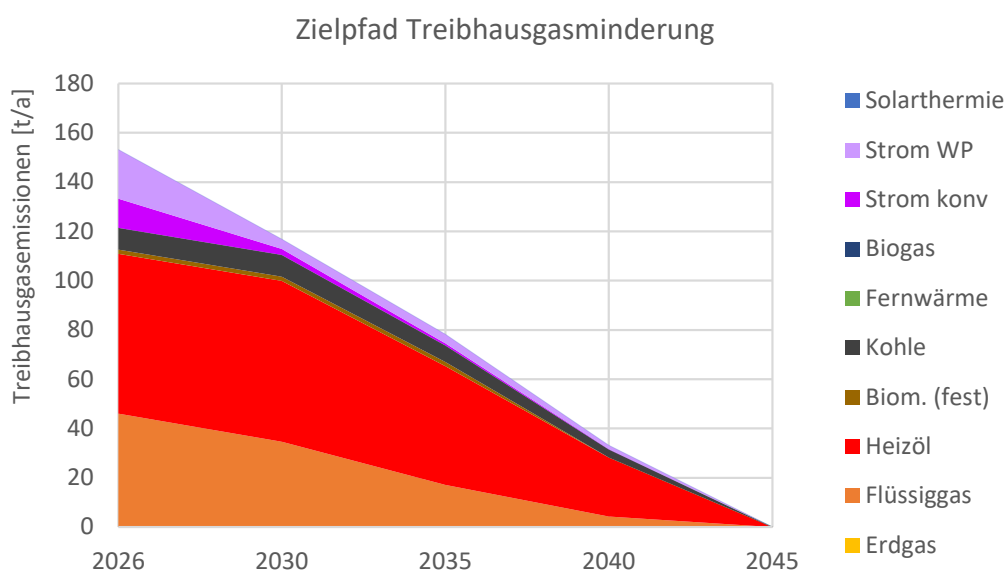


Abbildung 92: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Hoppenrade

7.5.21 SK24.06_02_01 LW Lossen

Gemäß den erhobenen Daten verzeichnet der Gesamtwärmebedarf eine messbare Senkung von 5.684,1 MWh/a auf 4.938,2 MWh/a (-13,1 %). Der Versorgungsbestand 2026 wird maßgeblich durch einen hohen Biogasanteil von 60,9 % definiert, ergänzt durch Erdgas (11 %). Das Zielszenario bis 2045 sieht ein weitreichendes Phase-out von Biogas sowie den fossilen Trägern vor. Zur Kompensation werden stromgeführte Wärmepumpen auf 60 % ausgebaut, unterstützt durch Beiträge aus Festbiomasse (25 %) und Solarthermieranlagen (15 %).

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	5.684,1		5.528,7	-2,7%	5.342,2	-6,0%	5.124,7	-9,8%	4.938,2	-13,1%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	5.684,1		5.528,7	-2,7%	5.342,2	-6,0%	5.124,7	-9,8%	4.938,2	-13,1%
davon aus Erdgas	625,6	11,0%	461,9	8,4%	282,3	5,3%	200,6	3,9%	0,0	
davon aus Flüssiggas	225,8	4,0%	166,7	3,0%	101,9	1,9%	72,4	1,4%	0,0	
davon aus Heizöl	395,3	7,0%	291,9	5,3%	178,4	3,3%	126,8	2,5%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	350,1	6,2%	340,5	6,2%	347,2	6,5%	768,7	15,0%	1.234,5	25,0%
davon aus Kohle	162,2	2,9%	119,8	2,2%	73,2	1,4%	52,0	1,0%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Biogas	3.464,0	60,9%	3.593,7	65,0%	3.472,4	65,0%	1.793,6	35,0%	0,0	
davon aus Strom konv	189,3	3,3%	139,7	2,5%	85,4	1,6%	60,7	1,2%	0,0	
davon aus Strom WP	268,5	4,7%	276,4	5,0%	534,2	10,0%	1.537,4	30,0%	2.962,9	60,0%
davon aus Solarthermie	3,3	0,1%	138,2	2,5%	267,1	5,0%	512,5	10,0%	740,7	15,0%

Tabelle 82: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für LW Lossen

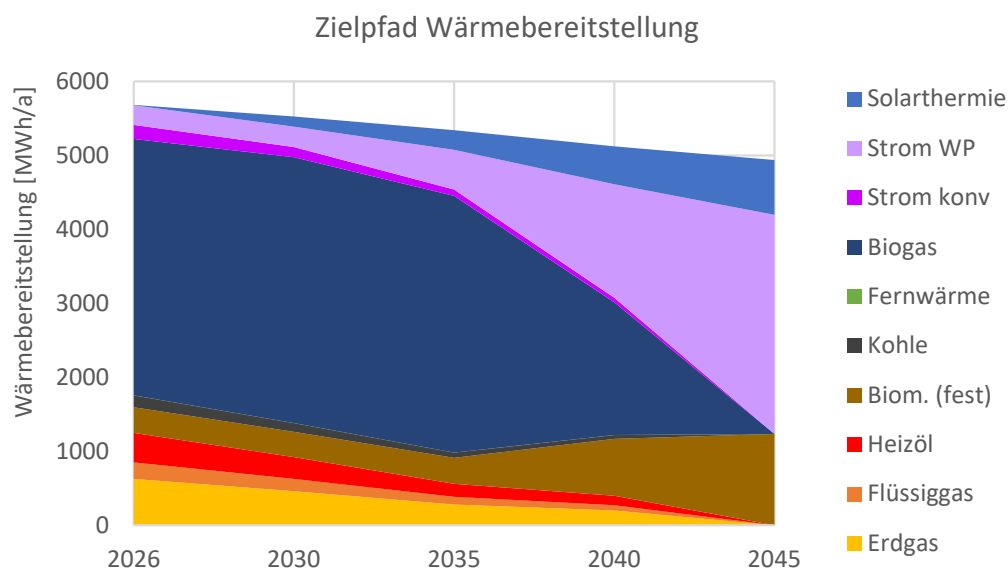


Abbildung 93: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für LW Lossen

Betrachtet man die hohen Initialemissionen von 907,2 t/a im Jahr 2026, so sticht Biogas mit 291,6 t/a (32,1 %) als größter Einzelemittent hervor. Zudem generieren Erdgas (165,0 t/a), Heizöl (136,2 t/a) und konventioneller Strombedarf (111,6 t/a) erhebliche Belastungen. Der Zielpfad skizziert einen Rückgang der Summe auf 287,4 t/a im Jahr 2040, was einer Minderung von 68,3 % entspricht. 2045 wird die Nulllinie vollständig erreicht.

	2026		2030		2035		2040		2045
	Treibhausgasemissionen								
	[t/a]								
Summe Treibhausgasemissionen	907,2		657,4	-27,5%	503,3	-44,5%	287,4	-68,3%	0,0
davon aus Erdgas	165,0	18,2%	121,8	18,5%	74,5	14,8%	52,9	18,4%	0,0
davon aus Flüssiggas	67,0	7,4%	37,1	5,6%	15,1	3,0%	5,4	1,9%	0,0
davon aus Heizöl	136,2	15,0%	100,5	15,3%	61,4	12,2%	43,7	15,2%	0,0
davon aus Biom. (fest)	8,8	1,0%	8,5	1,3%	8,7	1,7%	0,0		0,0
davon aus Kohle	84,2	9,3%	62,1	9,5%	38,0	7,5%	27,0	9,4%	0,0
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Biogas	291,6	32,1%	302,5	46,0%	292,3	58,1%	151,0	52,5%	0,0
davon aus Strom konv	111,6	12,3%	16,2	2,5%	4,9	1,0%	1,0	0,3%	0,0
davon aus Strom WP	43,0	4,7%	8,7	1,3%	8,4	1,7%	6,6	2,3%	0,0
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0

Tabelle 83: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für LW Lasten

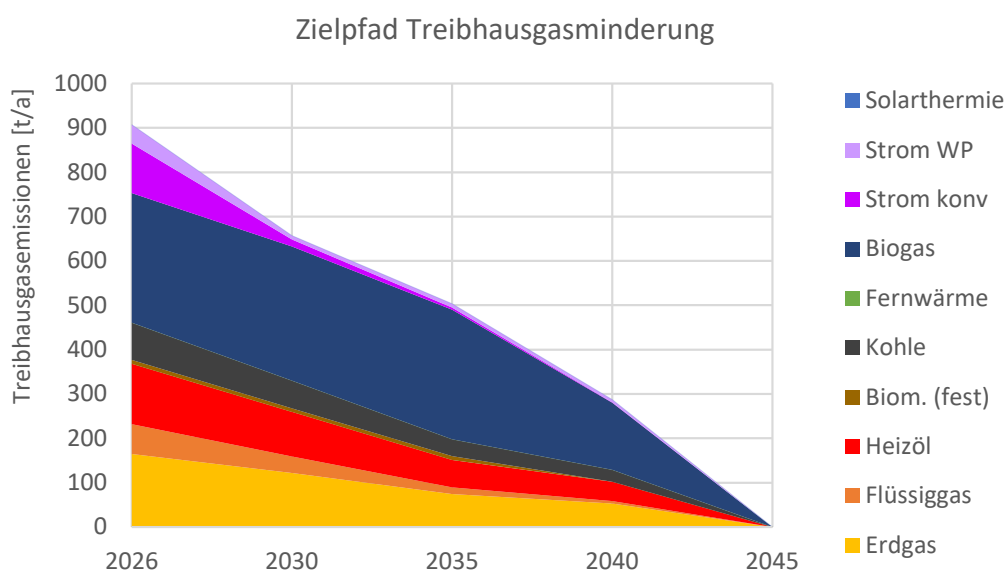


Abbildung 94: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für LW Lasten

7.5.22 SK24.06_03_01 Lossen - EFH Häuslerreihe

Dem generellen Effizienztrend folgend nimmt der absolute Energiebedarf zur Gebäudebeheizung hier um 11,0 % von 339,2 MWh/a auf 301,7 MWh/a ab. Eine konventionelle Erdgasversorgung deckt zu Beginn der Betrachtung 69,5 % der Last ab. Um die Treibhausgasneutralität herzustellen, ist eine konsequente Abkehr von dieser Versorgungsform erforderlich. Bis zum Stichtag 2045 etabliert sich ein klimaschonender Mix, der zu 80 % auf dezentralen elektrischen Wärmepumpen und zu 19 % auf fester Biomasse fußt.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	339,2		331,7	-2,2%	324,2	-4,4%	309,2	-8,8%	301,7	-11,0%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	339,2		331,7	-2,2%	324,2	-4,4%	309,2	-8,8%	301,7	-11,0%
davon aus Erdgas	235,6	69,5%	199,8	60,2%	132,4	40,8%	61,6	19,9%	0,0	
davon aus Flüssiggas	6,1	1,8%	5,2	1,6%	3,4	1,1%	1,6	0,5%	0,0	
davon aus Heizöl	32,7	9,7%	27,8	8,4%	18,4	5,7%	8,6	2,8%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	23,4	6,9%	22,9	6,9%	32,4	10,0%	46,4	15,0%	57,3	19,0%
davon aus Kohle	4,4	1,3%	3,7	1,1%	2,5	0,8%	1,1	0,4%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	5,1	1,5%	4,3	1,3%	2,9	0,9%	1,3	0,4%	0,0	
davon aus Strom WP	31,8	9,4%	66,3	20,0%	129,7	40,0%	185,5	60,0%	241,4	80,0%
davon aus Solarthermie	0,0		1,7	0,5%	2,6	0,8%	3,1	1,0%	3,0	1,0%

Tabelle 84: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Lossen - EFH Häuslerreihe

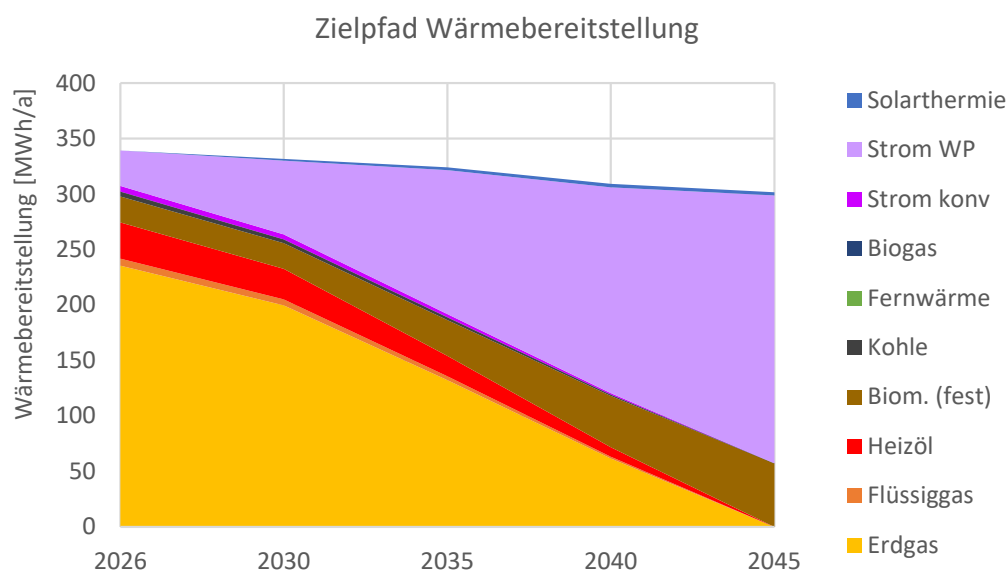


Abbildung 95: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Lossen - EFH Häuslerreihe

Zum Startzeitpunkt der Bilanzierung summiert sich der Treibhausgasausstoß auf 86,2 t/a. Die Wärmeversorgung basiert primär auf Erdgas, woraus 62,1 t/a resultieren, was einem relativen Anteil von 72,1 % entspricht. Weiterhin fließen Heizöl mit 11,3 t/a und Strom für Wärmepumpen mit 5,1 t/a in die Bilanz ein. Eine stringente Dekarbonisierung sorgt für eine Reduktion der Gesamtemissionen um 76,0 % bis 2040, bis schließlich im Zieljahr 0,0 t/a anfallen.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Treibhausgasemissionen									
	[t/a]									
Summe Treibhausgasemissionen	86,2		68,5	-20,5%	46,0	-46,6%	20,7	-76,0%	0,0	-100,0%
davon aus Erdgas	62,1	72,1%	52,7	76,9%	34,9	75,8%	16,2	78,4%	0,0	
davon aus Flüssiggas	1,8	2,1%	1,2	1,7%	0,5	1,1%	0,1	0,6%	0,0	
davon aus Heizöl	11,3	13,1%	9,6	14,0%	6,3	13,8%	2,9	14,2%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	0,6	0,7%	0,6	0,8%	0,8	1,8%	0,0		0,0	
davon aus Kohle	2,3	2,6%	1,9	2,8%	1,3	2,8%	0,6	2,9%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	3,0	3,5%	0,5	0,7%	0,2	0,4%	0,0	0,1%	0,0	
davon aus Strom WP	5,1	5,9%	2,1	3,0%	2,0	4,4%	0,8	3,8%	0,0	
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 85: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Losten - EFH Häuslerreihe

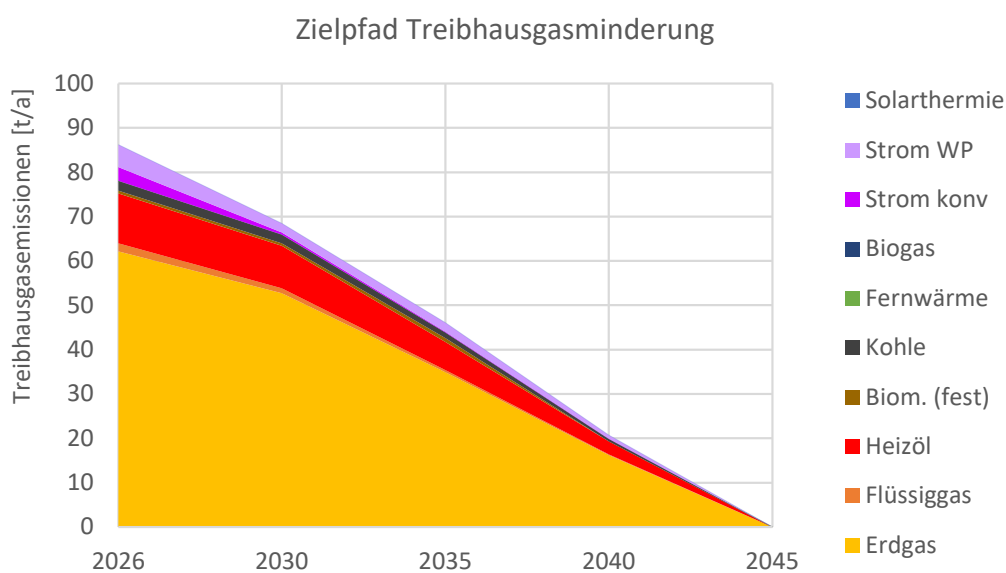


Abbildung 96: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Losten - EFH Häuslerreihe

7.5.23 SK24.06_05_01 Eck Lasten

Aus der Gegenüberstellung resultiert eine Bedarfsreduktion im Sektor Wärme von 143,3 MWh/a auf 128,6 MWh/a, was einer absoluten Einsparung von 10,2 % entspricht. Das energetische Profil 2026 zeigt Anteile von Erdgas (52,0 %), Heizöl (18,0 %) und Flüssiggas (17,5 %). Die künftige Entwicklung impliziert den Rückbau all dieser emittierenden Anlagen. Die resultierende Lücke wird im Zieljahr 2045 zu 80,0 % durch effiziente Wärmepumpen sowie durch Festbiomassekessel (19,0 %) geschlossen.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	143,3		143,3		136,0	-5,1%	128,6	-10,2%	128,6	-10,2%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	143,3		143,3		136,0	-5,1%	128,6	-10,2%	128,6	-10,2%
davon aus Erdgas	74,5	52,0%	61,4	42,8%	39,4	29,0%	18,2	14,1%	0,0	
davon aus Flüssiggas	25,0	17,5%	20,6	14,4%	13,2	9,7%	6,1	4,7%	0,0	
davon aus Heizöl	25,8	18,0%	21,2	14,8%	13,6	10,0%	6,3	4,9%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	9,6	6,7%	9,6	6,7%	13,6	10,0%	19,3	15,0%	24,4	19,0%
davon aus Kohle	0,6	0,4%	0,5	0,3%	0,3	0,2%	0,1	0,1%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	0,7	0,5%	0,6	0,4%	0,4	0,3%	0,2	0,1%	0,0	
davon aus Strom WP	4,2	2,9%	28,7	20,0%	54,4	40,0%	77,2	60,0%	102,9	80,0%
davon aus Solarthermie	2,8	2,0%	0,7	0,5%	1,1	0,8%	1,3	1,0%	1,3	1,0%

Tabelle 86: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Eck Lasten

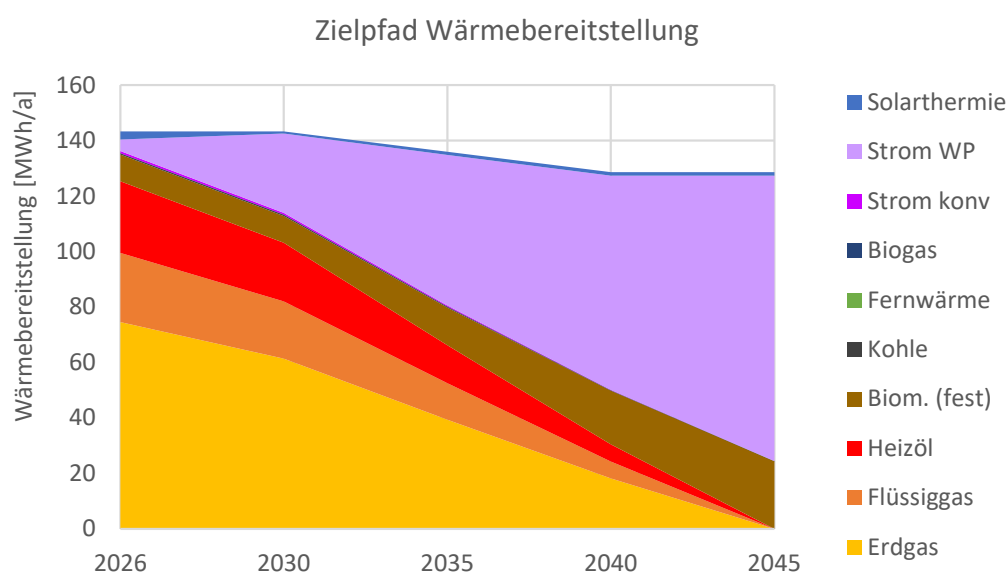


Abbildung 97: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Eck Lasten

Die Analyse des Emissionsgeschehens dokumentiert für 2026 einen verhältnismäßig moderaten Gesamtausstoß von 37,6 t/a. Den größten Faktor bildet Erdgas mit 19,7 t/a (52,3 %). Heizöl und Flüssiggas verursachen zusätzliche Emissionen von 8,9 t/a und 7,4 t/a. Entlang des Prognosezeitraums verringern sich diese Mengen kontinuierlich. So wird bis 2035 ein Rückgang um 51,0 % auf 18,4 t/a erreicht, gefolgt von einer vollständigen Emissionsfreiheit ab 2045.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Treibhausgasemissionen									
	[t/a]									
Summe Treibhausgasemissionen	37,6		29,5	-21,4%	18,4	-51,0%	7,8	-79,2%	0,0	-100,0%
davon aus Erdgas	19,7	52,3%	16,2	54,8%	10,4	56,4%	4,8	61,3%	0,0	
davon aus Flüssiggas	7,4	19,8%	4,6	15,5%	2,0	10,6%	0,5	5,8%	0,0	
davon aus Heizöl	8,9	23,6%	7,3	24,8%	4,7	25,5%	2,2	27,7%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	0,2	0,6%	0,2	0,8%	0,3	1,8%	0,0		0,0	
davon aus Kohle	0,3	0,8%	0,2	0,8%	0,2	0,9%	0,1	0,9%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	0,4	1,1%	0,1	0,2%	0,0	0,1%	0,0	0,0%	0,0	
davon aus Strom WP	0,7	1,8%	0,9	3,0%	0,9	4,6%	0,3	4,2%	0,0	
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 87: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Eck Lasten

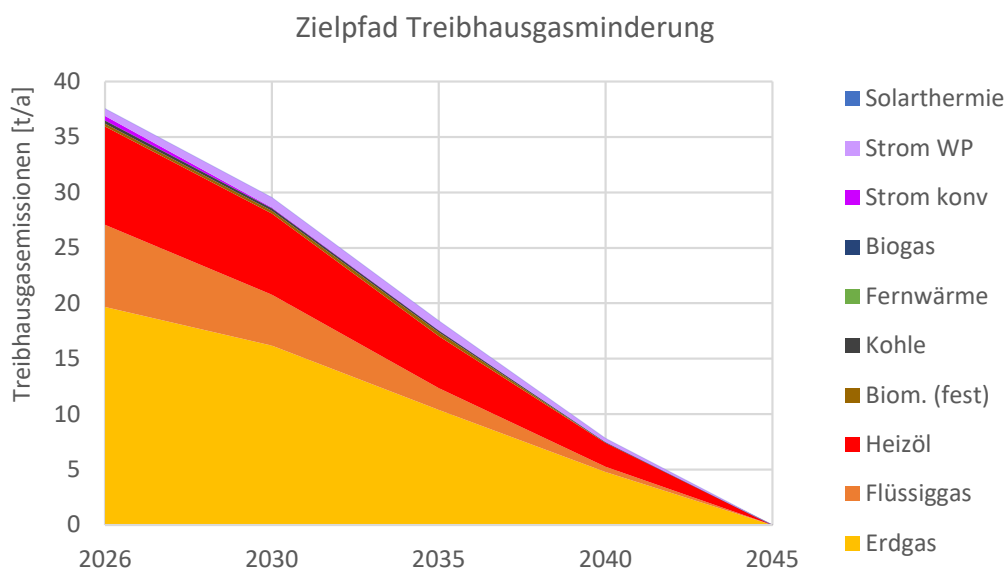


Abbildung 98: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Eck Lasten

7.5.24 SK24.06_04_01 Fichtenhusen

In dieser Analyseinheit sinkt der kumulierte Endenergiebedarf für Wärmezwecke von 186,7 MWh/a um 7,9 % auf 171,9 MWh/a im Jahr 2045. Das Ausgangsjahr ist durch das Fehlen von Erdgas gekennzeichnet, stattdessen bestehen Versorgungsanteile von Wärmepumpen (33,5 %), Flüssiggas (28,7 %) und fester Biomasse (15,5 %). Der Transformationsprozess baut auf dem initialen Elektrifizierungsgrad auf. Folglich steigt der Anteil elektrisch betriebener Wärmepumpenanlagen bis 2045 auf 80,0 %, was gemeinsam mit 19,0 % Biomasse die Klimaneutralität absichert.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	186,7		181,7	-2,6%	181,7	-2,6%	176,8	-5,3%	171,9	-7,9%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	186,7		181,7	-2,6%	181,7	-2,6%	176,8	-5,3%	171,9	-7,9%
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Flüssiggas	53,6	28,7%	52,6	29,0%	45,6	25,1%	23,8	13,5%	0,0	
davon aus Heizöl	21,0	11,3%	20,7	11,4%	17,9	9,8%	9,4	5,3%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	29,0	15,5%	28,2	15,5%	28,2	15,5%	27,4	15,5%	32,7	19,0%
davon aus Kohle	8,6	4,6%	8,5	4,7%	7,3	4,0%	3,8	2,2%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	10,1	5,4%	9,9	5,4%	8,6	4,7%	4,5	2,5%	0,0	
davon aus Strom WP	62,6	33,5%	60,9	33,5%	72,7	40,0%	106,1	60,0%	137,5	80,0%
davon aus Solarthermie	1,8	1,0%	0,9	0,5%	1,5	0,8%	1,8	1,0%	1,7	1,0%

Tabelle 88: Wärmebedarfsentwicklung 2026 bis 2045 für Fichtenhusen

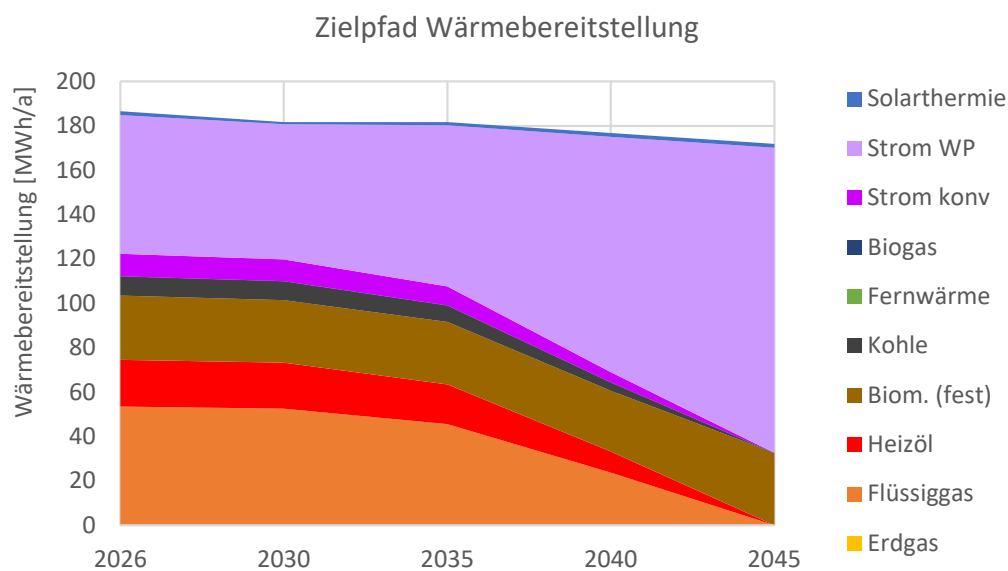


Abbildung 99: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Fichtenhusen

Ausgehend von einer Summe der Treibhausgase in Höhe von 44,3 t/a im Jahr 2026, wird der Sektor von Flüssiggas dominiert, welches 15,9 t/a (35,9 %) emittiert. Einen weiteren relevanten Anteil steuert der Betrieb von Wärmepumpenstrom mit 10,0 t/a (22,6 %) bei, gefolgt von Heizöl mit 7,2 t/a (16,4 %). Bis 2040 sinkt der Ausstoß auf 7,5 t/a, wodurch die Zielvorgabe von 0,0 t/a im Jahr 2045 plangemäß realisiert wird.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Treibhausgasemissionen									
	[t/a]									
Summe Treibhausgasemissionen	44,3		27,0	-39,1%	19,1	-56,9%	7,5	-83,0%	0,0	-100,0%
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Flüssiggas	15,9	35,9%	11,7	43,4%	6,8	35,4%	1,8	23,5%	0,0	
davon aus Heizöl	7,2	16,4%	7,1	26,4%	6,2	32,3%	3,2	42,9%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	0,7	1,6%	0,7	2,6%	0,7	3,7%	0,0		0,0	
davon aus Kohle	4,5	10,1%	4,4	16,3%	3,8	20,0%	2,0	26,5%	0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Biogas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	5,9	13,4%	1,1	4,2%	0,5	2,6%	0,1	0,9%	0,0	
davon aus Strom WP	10,0	22,6%	1,9	7,1%	1,1	6,0%	0,5	6,1%	0,0	
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 89: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Fichtenhusen

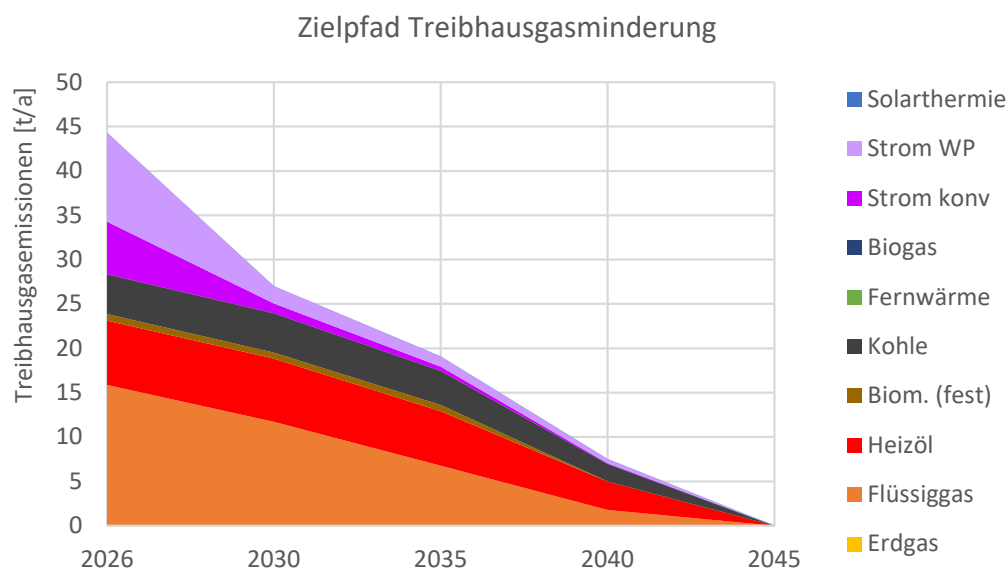


Abbildung 100: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Fichtenhusen

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 Bad Kleinen 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 prioritäre Maßnahmen definiert:

Maßnahme 1: Flankierende Begleitung und Unterstützung der Wärmenetz-Transformation in der Ortslage Bad Kleinen.

- **Beschreibung:** Für das bestehende Wärmenetz in der Ortslage Bad Kleinen erarbeitet der Zweckverband Wismar derzeit einen Transformationsplan zur schrittweisen Dekarbonisierung der Erzeugerstruktur (30 % erneuerbar bis 2030, 100 % bis 2045). Diese Maßnahme umfasst die proaktive und koordinierende Unterstützung dieses Prozesses durch die Gemeinde. Dies beinhaltet die enge behördliche Abstimmung zur zügigen Schaffung planungs- und baurechtlicher Voraussetzungen (z. B. Flächensicherung und Bauleitplanung für die Integration von Großwärmepumpen, PV-Freiflächenanlagen oder Biomassekesseln). Zudem erfolgt eine strategische Koordinierung anstehender kommunaler Tiefbauarbeiten, um Synergieeffekte bei einer eventuellen Netzverdichtung im Straßenraum zu nutzen. Ergänzend prüft die Gemeinde die langfristige vertragliche Bindung eigener Liegenschaften als verlässliche Ankerkunden, um die wirtschaftliche Tragfähigkeit des Systemumbaus für den Zweckverband zu stützen.
- **Zielgruppe:** Zweckverband Wismar, kommunale Liegenschaftsverwaltung, lokale Wohnungswirtschaft, private und gewerbliche (Potenzial-) Anschlussnehmer im Wärmenetzgebiet.

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

dem 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 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 § 25 WPG verpflichtet sich die Gemeinde Bad Kleinen, 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, 2040) 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 Bad Kleinen 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 „zu überheizen“, 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 90: 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 Bad Kleinen 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 Bad Kleinen 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) , § 14 (Potenzialermittlung) , § 19 (Umsetzungsstrategie) und § 20 (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 Bad Kleinen).

- **BMWK / Energiewechsel** – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz: Offizielles Infoportal zur Energiewende und zum Heizungstausch (Handlungsempfehlungen unter 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).
- **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 (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 Baualtersstufen.
- **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 Netzinfrastrukturen).
- **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. Zubaupotenzial)

Anhang 5: Potenzial Bedarfsreduktion

Anhang 6: Potenzial Photovoltaik Freifläche

Anhang 7: Potenzial Solarthermie Freifläche

Anhang 8: Potenzial Windenergienutzung

Anhang 9: Potenzialflächen Biomasseaufkommen

Anhang 10: Potenzial punktuelle Wärmequellen

Anhang 11: Potenzial Solarthermie Aufdach

Anhang 12: Potenzial Photovoltaik Aufdach

Anhang 13: Zuweisung Versorgungsarten

