

ABSCHLUSSBERICHT

Kommunale Wärmeplanung
Amt Neuburg | Gemeinde Hornstorf

ABSCHLUSSBERICHT

Kommunale Wärmeplanung nach Wärmeplanungsgesetz für die Gemeinde Hornstorf

Stand März 2026

Durchgeführt von:



TRIGENIUS GmbH

Lübsche Str. 10

23966 Wismar

www.trigenius.de

Mit Unterstützung von:



Agentur für Nachhaltigkeit
und Kommunikation

Agentur 2020 GmbH

Mueßer Bucht 1

19063 Schwerin

www.2020.de

Im Auftrag von:

Amt Neuburg

Hauptstraße 10a

23974 Neuburg

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

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	5
1 Hintergrund und Aufgabenstellung	7
1.1 Gesetzlicher Rahmen und Zielsetzung.....	8
1.2 Vorbild Dänemark: Strategische Planung als Erfolgsmodell.....	8
2 Kommunikations- und Beteiligungsstrategie	8
2.1 Reichweite: Präsenz in 19 Gemeinden	9
2.2 Tiefe: Identifikation und Integration relevanter Akteure	10
2.3 Rückkopplung: Transformation von Beteiligung in Planungsergebnisse.....	11
2.4 Anschluss: Orientierung über den Projektabschluss hinaus.....	11
2.5 Fazit	12
3 Grundlagenermittlung	12
3.1 Kartografische Daten	12
3.2 Statistische Daten	14
3.3 Auswertung der planerischen Situation	14
4 Bestandsanalyse (Wärmebedarf und Infrastruktur).....	14
4.1 Rechtliche Rahmenbedingungen und Datenerhebungsbefugnisse.....	14
4.2 Methodik & Datengrundlage	15
4.3 Erfassung des Gebäudebestandes.....	16
4.4 Versorgungsstruktur	17
4.5 Energieinfrastruktur	17
4.6 Vorläufige Energiebedarfsermittlung	18
4.7 Akteursbefragung	18
4.8 Endgültige Bedarfsermittlung.....	19
4.9 Gebäude- und Flächenstruktur.....	19
4.10 Wärmebedarf	21
4.11 Endenergiebedarf und Treibhausgasemissionen	26
4.12 Prognose der Nutzflächen- und Bedarfsentwicklung	30
5 Potenzialanalyse (Erneuerbare Energien und Abwärme)	33

5.1	Gebäudesanierung und strategische Bedarfsreduktion	34
5.2	Tiefe Geothermie.....	39
5.3	Solare Freiflächen	39
5.4	Windenergie-Nutzung	44
5.5	Feste Biomasse	47
5.6	Punktuelle Wärmequellen und Abwärmenutzung	53
5.7	Solare Aufdachanlagen (Gebäudeinfrastruktur).....	56
5.8	Umweltwärme und oberflächennahe Geothermie	61
5.9	Grüne Gase (Wasserstoff, Biomethan und Bio-Flüssiggas)	64
5.10	Speichertechnologien und Systemflexibilität	66
6	Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	68
6.1	Wärmenetzgebiete.....	69
6.2	Versorgungsgebiet für Wasserstoff / Grüne Gase.....	69
6.3	Prüfgebiete	69
6.4	Gebiete für dezentrale Versorgung	69
6.5	Zusammenfassung der Gebietsausweisung	70
7	Bedarfsprognose und Zielbild 2045: Der Pfad zur Treibhausgasneutralität	90
7.1	Ausgangssituation (Status quo)	90
7.2	Bedarfsprognose und demografische Entwicklung	90
7.3	Zielbild 2045: Die klimaneutrale Gemeinde Hornstorf.....	90
7.4	Markteffekte und exogene Einflussfaktoren	91
7.5	Ergebnisdarstellung.....	92
8	Umsetzungsstrategie und Maßnahmenkatalog (§ 20 WPG)	122
8.1	Konkrete Maßnahmenbeschreibungen (Startphase 2026–2029)	122
8.2	Verantwortlichkeiten und Organisationsstruktur.....	123
8.3	Finanzierung und Förderkulissen.....	124
8.4	Verstetigung, Monitoring und Fortschreibung (§ 25 WPG).....	125
8.5	Praxisbeispiel: Energetische Transformation und intelligente Sektorenkopplung.....	125
9	Akteursbeteiligung und Erhebung der Datengrundlage	128
9.1	Erfassung der leitungsgebundenen Energieinfrastruktur.....	128
9.2	Identifikation und Einbindung der relevanten Akteursgruppen.....	128
9.3	Methodik der Datenerhebung (Kommunale und gewerbliche Sektoren)	129
10	Datenquellen und Rechtliche Grundlagen	130
11	Anhang	133

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Räumliche Darstellung des Gebäudebestandes im Untersuchungsgebiet.....	16
Abbildung 2: Übersicht der leitungsgebundenen Energieversorgung.....	17
Abbildung 3: Sektorale Verteilung der Nutzfläche nach Gemarkungen.....	20
Abbildung 4: Grafische Verteilung des Wärmebedarfs.....	21
Abbildung 5: Räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichte im gesamten Gemeindegebiet.	22
Abbildung 6: Wärmelinien dichten in den Ortsteilen Kritzow und Rüggow.....	24
Abbildung 7: Wärmelinien dichte in den Ortsteilen Hornstorf und Rohlstorf.....	25
Abbildung 8: Zusammensetzung des Endenergiebedarfs in den Ortsteilen.....	28
Abbildung 9: Verteilung der Energieträger am gesamten Endenergiebedarf.....	28
Abbildung 10: Verteilung der Treibhausgasemissionen nach Energieträgern und Gemarkungen.....	29
Abbildung 11: Zusammensetzung der Treibhausgasemissionen im Untersuchungsgebiet.....	30
Abbildung 12: Aktueller und prognostizierter Nutzenergiebedarfs.....	32
Abbildung 13: Räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichte inkl. Zubau.....	32
Abbildung 14: Gegenüberstellung des aktuellen Wärmebedarfs und des erwarteten Bedarfs.....	38
Abbildung 15: Potenziale zur Wärmebedarfsreduktion durch Gebäudesanierung.....	38
Abbildung 16: Identifikation theoretischer Eignungsflächen für Photovoltaik-Freiflächenanlagen.....	42
Abbildung 17: Verteilung der ermittelten Potenzialflächen für Solarthermie-Freiflächenanlagen.....	44
Abbildung 18: Lage bestehender Windkraftanlagen und ausgewiesener Windvorranggebiete.....	47
Abbildung 19: Preisentwicklung für Holzpellets im Vergleich zu Heizöl und Erdgas.....	50
Abbildung 20: Nutzflächen als Basis für das Biomasseaufkommen in Hornstorf.....	52
Abbildung 21: Gewerbliche und kommunale Abwärmequellen inklusive relevanter Suchradien.....	55
Abbildung 22: Wärmepotenziale für dachgebundene Solarthermieanlagen in den Siedlungsbereichen....	59
Abbildung 23: Verteilung theoretischer Strompotenziale für dachgebundene Photovoltaikanlagen.....	60
Abbildung 24: Wärmepotenzial für oberflächennahe Geothermie im Projektgebiet Hornstorf.....	63
Abbildung 25: Zusammenfassung der zugewiesenen Versorgungsarten.....	70
Abbildung 26: Zugeordnete Versorgungsarten für Rüggow - GEW Kritzow.....	71
Abbildung 27: Zugeordnete Versorgungsarten für Rüggow - GEW B-Plan 10.....	73
Abbildung 28: Zugeordnete Versorgungsarten für Hornstorf - GEW B-Plan 18.....	75
Abbildung 29: Zugeordnete Versorgungsarten für Hornstorf - GEW Hauptstr.	76
Abbildung 30: Zugeordnete Versorgungsarten für Kritzow - Dorf.....	78
Abbildung 31: Zugeordnete Versorgungsarten für Rüggow - Dorfstr.....	79
Abbildung 32: Zugeordnete Versorgungsarten für Hornstorf - Rügower Weg.....	81
Abbildung 33: Zugeordnete Versorgungsarten für Hornstorf - EFH Gärtnerweg.....	82
Abbildung 34: Zugeordnete Versorgungsarten für Hornstorf - Bergstr.....	84
Abbildung 35: Zugeordnete Versorgungsarten für Hornstorf - EFH Zum Kreienbarg.....	85
Abbildung 36: Zugeordnete Versorgungsarten für Hornstorf - Dorf.....	87
Abbildung 37: Zugeordnete Versorgungsarten für Hornstorf - Rohlstorf.....	88
Abbildung 38: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Gemeinde Hornstorf.....	96
Abbildung 39: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Gemeinde Hornstorf.....	97
Abbildung 40: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Rüggow - GEW Kritzow.....	98
Abbildung 41: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Rüggow - GEW Kritzow.....	99

Abbildung 42: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Rüggow - GEW B-Plan 10.....	100
Abbildung 43: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Rüggow - GEW B-Plan 10	101
Abbildung 44: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Hornstorf - GEW B-Plan 18	102
Abbildung 45: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Hornstorf - GEW B-Plan 18.....	103
Abbildung 46: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Hornstorf - GEW Hauptstr.	104
Abbildung 47: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Hornstorf - GEW Hauptstr.....	105
Abbildung 48: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Kritzow - Dorf	106
Abbildung 49: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Kritzow - Dorf	107
Abbildung 50: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Rüggow - Dorfstr.	108
Abbildung 51: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Rüggow - Dorfstr.	109
Abbildung 52: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Hornstorf - Rügower Weg.....	110
Abbildung 53: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Hornstorf - Rügower Weg	111
Abbildung 54: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Hornstorf - EFH Gärtnerweg.....	112
Abbildung 55: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Hornstorf - EFH Gärtnerweg	113
Abbildung 56: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Hornstorf - Bergstr.....	114
Abbildung 57: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Hornstorf - Bergstr.	115
Abbildung 58: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Hornstorf - EFH Zum Kreienbarg	116
Abbildung 59: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Hornstorf - EFH Zum Kreienbarg	117
Abbildung 60: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Hornstorf - Dorf	118
Abbildung 61: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Hornstorf - Dorf.....	119
Abbildung 62: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Hornstorf - Rohlstorf	120
Abbildung 63: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Hornstorf - Rohlstorf	121

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verteilung der beheizten Gebäude nach Gemarkung und Sektor	19
Tabelle 2: Beheizte Nutzfläche aufgeschlüsselt nach Gemarkung und Sektoren.....	20
Tabelle 3: Darstellung des Wärmebedarfs nach Gemarkung und Sektor.....	21
Tabelle 4: Übersicht der verwendeten Emissionsfaktoren nach Energieträgern	27
Tabelle 5: Aufteilung des Endenergiebedarfs zur Wärmebereitstellung.....	27
Tabelle 6: Treibhausgasemissionen durch Wärmebereitstellung nach Gemarkung und Energieträger	29
Tabelle 7: Prognostizierte Zunahme der beheizten Gebäudeanzahl nach Gemarkung und Sektor	30
Tabelle 8: Erwarteter Zuwachs der beheizten Nutzflächen nach Gemarkung	31
Tabelle 9: Prognostizierter Anstieg des Wärmebedarfs infolge der Baugebietsentwicklungen	31
Tabelle 10: Übersicht der rechnerischen Wärme-Einsparpotenziale durch Gebäudesanierungen	37
Tabelle 11: Theoretisches Flächen- und Leistungspotenzial für Photovoltaik-Freiflächenanlagen.....	42
Tabelle 12: Flächen- und Wärmepotenzial für großskalige Solarthermie-Freiflächenanlagen	43
Tabelle 13: Zusätzliche Potenziale für die Windenergienutzung in Hornstorf	46
Tabelle 14: Energetisches Wärmepotenzial verschiedener fester Biomassefraktionen	51
Tabelle 15: Wärmepotenziale aus Abwasserwärme auf Basis der kommunalen Kläranlage	55
Tabelle 16: Rechnerisches Abwärmepotenzial.....	56

Tabelle 17: Potenziale für Dachflächen-Photovoltaik und Solarthermie.....	58
Tabelle 18: Potenzial zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie	62
Tabelle 19: Struktur- und Potentialdaten für Rügghow - GEW Kritzow.....	72
Tabelle 20: Struktur- und Potentialdaten für Rügghow - GEW B-Plan 10	74
Tabelle 21: Struktur- und Potentialdaten für Hornstorf - GEW B-Plan 18.....	76
Tabelle 22: Struktur- und Potentialdaten für Hornstorf - GEW Hauptstr.	77
Tabelle 23: Struktur- und Potentialdaten für Kritzow – Dorf	79
Tabelle 24: Struktur- und Potentialdaten für Rügghow - Dorfstr.	80
Tabelle 25: Struktur- und Potentialdaten für Hornstorf - Rügghower Weg	82
Tabelle 26: Struktur- und Potentialdaten für Hornstorf - EFH Gärtnerweg.....	83
Tabelle 27: Struktur- und Potentialdaten für Hornstorf - Bergstr.	85
Tabelle 28: Struktur- und Potentialdaten für Hornstorf - EFH Zum Kreienbarg	86
Tabelle 29: Struktur- und Potentialdaten für Hornstorf - Dorf.....	88
Tabelle 30: Struktur- und Potentialdaten für Hornstorf - Rohlstorf	89
Tabelle 31: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Gemeinde Hornstorf	96
Tabelle 32: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Gemeinde Hornstorf	97
Tabelle 33: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Rügghow - GEW Kritzow.....	98
Tabelle 34: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Rügghow - GEW Kritzow	99
Tabelle 35: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Rügghow - GEW B-Plan 10	100
Tabelle 36: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Rügghow - GEW B-Plan 10	101
Tabelle 37: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Hornstorf - GEW B-Plan 18.....	102
Tabelle 38: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Hornstorf - GEW B-Plan 18	103
Tabelle 39: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Hornstorf - GEW Hauptstr.....	104
Tabelle 40: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Hornstorf - GEW Hauptstr.	105
Tabelle 41: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Kritzow - Dorf	106
Tabelle 42: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Kritzow - Dorf.....	107
Tabelle 43: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Rügghow - Dorfstr.	108
Tabelle 44: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Rügghow - Dorfstr.....	109
Tabelle 45: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Hornstorf - Rügghower Weg	110
Tabelle 46: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Hornstorf - Rügghower Weg	111
Tabelle 47: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Hornstorf - EFH Gärtnerweg.....	112
Tabelle 48: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Hornstorf - EFH Gärtnerweg	113
Tabelle 49: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Hornstorf - Bergstr.	114
Tabelle 50: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Hornstorf - Bergstr.....	115
Tabelle 51: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Hornstorf - EFH Zum Kreienbarg	116
Tabelle 52: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Hornstorf - EFH Zum Kreienbarg.....	117
Tabelle 53: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Hornstorf - Dorf.....	118
Tabelle 54: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Hornstorf - Dorf	119
Tabelle 55: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Hornstorf - Rohlstorf	120
Tabelle 56: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Hornstorf - Rohlstorf.....	121
Tabelle 57: Exemplarische Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpenheizungen	127

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 Hornstorf, gelegen im Amtsbereich Neuburg und Mitglied des Zweckverbandes Wismar, begegnet dieser anspruchsvollen Aufgabe proaktiv.

Die kommunale Wärmeplanung fungiert hierbei als essenzielles strategisches Planungs- und Steuerungsinstrument. Ziel ist es, eine zukunftssichere, kosteneffiziente und klimaneutrale Wärmeversorgung zu konzipieren und volkswirtschaftliche Fehlentwicklungen bei der Infrastrukturplanung zu verhindern. 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 Hornstorf den Grundstein für eine nachhaltige Entwicklung, die lokalen Klimaschutz mit regionaler Wertschöpfung vereint.

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

Der Planungsprozess gliedert sich methodisch in vier aufeinander aufbauende Kernphasen:

- **Bestandsanalyse:** Erfassung der aktuellen Siedlungs- und Gebäudestruktur, der bestehenden Versorgungsinfrastruktur, des gegenwärtigen Endenergiebedarfs sowie der daraus resultierenden Treibhausgasemissionen.
- **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.
- **Zielszenarien:** Verknüpfung der Erkenntnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse zur Erarbeitung belastbarer Entwicklungspfade hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung im Zieljahr 2045.
- **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 Hornstorf 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 Hornstorf 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 Hornstorf 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, Vorstandsvorsteherin 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 Hornstorf zuständige Amt Neuburg – fungierten während des gesamten Planungszeitraums als essenzielle administrative Schnittstellen zu den Mitgliedsgemeinden. Durch regelmäßige Abstimmungen wurden die Terminorganisation, die Kontaktierung lokaler Stakeholder sowie die Vor- und Nachbereitung von Publikationen zentral koordiniert.

2.3 Rückkopplung: Transformation von Beteiligung in Planungsergebnisse

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

- **Digitale Datenerhebung:** Ergänzend zur direkten Akteursansprache wurde über die Projektwebsite eine Online-Umfrage durchgeführt. Diese ermöglichte es Privathaushalten, spezifische Daten zum Gebäudebestand, zur bestehenden Wärmeversorgung sowie zum energetischen Sanierungsstand beizusteuern. Auf diese Weise konnten die makroskopischen Daten der Versorgungsunternehmen um eine detaillierte, nutzerzentrierte Perspektive erweitert werden.
- **Die Verbandsversammlung als Evaluationsgremium:** An markanten Projektmeilensteinen wurden die analytischen Zwischenergebnisse der Verbandsversammlung des Zweckverbandes Wismar präsentiert. Dieses Gremium fungierte nicht nur als Informationsplattform, sondern ermöglichte den politischen Repräsentanten der Gemeinden, proaktiv Rückmeldungen in die Planungsmatrix einzuspeisen. Dies garantierte einen einheitlichen Informationsstand und die frühzeitige Moderation potenzieller Zielkonflikte.
- **Planungsevaluierung vor Beschlussfassung ("Schulterblick"):** Ein zentrales Qualitätsmerkmal der Rückkopplung bildeten die Arbeitstermine zwischen dem ingenieurtechnischen Planungsteam und der Gemeindevertretung Hornstorf. 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 Hornstorf.

3 Grundlagenermittlung

Die Erstellung der kommunalen Wärmeplanung für die Gemeinde Hornstorf 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 Hornstorf 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:

3.1.1 Topografische Informationen

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

3.1.2 Administrative Gliederung

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

3.1.3 Planerische Situation

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

3.1.4 Energetische Situation

- Energieportal Nordwestmecklenburg¹³
- Fachkarten Erdwärmenutzung¹⁴

3.1.5 Naturschutzfachliche Belange

- Schutzgebiete¹⁵
- Geschützte Biotope¹⁶

¹ LAiV 01

² LAiV 02

³ LAiV 11

⁴ LAiV 12

⁵ LUNG 03

⁶ LAiV 03

⁷ LAiV 04

⁸ LAiV 05

⁹ LUNG 01

¹⁰ RPV WM 01

¹¹ LAND MV 01 sowie ergänzende Pläne, bereitgestellt durch Auftraggeber

¹² LAiV 06

¹³ LK NWM 01

¹⁴ LUNG 04

¹⁵ LUNG 02

¹⁶ LUNG 03

3.2 Statistische Daten

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

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

3.3 Auswertung der planerischen Situation

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

4 Bestandsanalyse (Wärmebedarf und Infrastruktur)

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

4.1 Rechtliche Rahmenbedingungen und Datenerhebungsbefugnisse

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

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

¹⁷ LAiV 07

¹⁸ LAiV 09

¹⁹ LAiV 10

²⁰ RPV WM 02

²¹ RPV WM 03

²² LAiV (2022)

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

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

4.2 Methodik & Datengrundlage

Die vorliegende Bestandsanalyse bildet das Fundament für die kommunale Wärmeplanung der Gemeinde Hornstorf. 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 Hornstorf 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 Hornstorf spezifische klimatische Bedingungen gelten, wurde ein **gewichtetes Mittel** aus den Daten der umliegenden Wetterstationen **Kirchdorf / Poel, Boltenhagen und Schwerin** gebildet. Dieses Verfahren stellt sicher, dass die bereinigten Werte die lokalen klimatischen Realitäten der Gemeinde (insbesondere die Küstennähe) widerspiegeln.

4.3 Erfassung des Gebäudebestandes

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

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

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



Abbildung 1: Räumliche Darstellung des Gebäudebestandes im Untersuchungsgebiet.

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

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

²⁴ LAiV 05

²⁵ LAiV 02

²⁶ LAND MV 01 sowie ergänzende Pläne, bereitgestellt durch Auftraggeber

²⁷ LAiV 06

4.4 Versorgungsstruktur

Ein zentraler Baustein der kommunalen Wärmeplanung ist die Analyse der bestehenden Energie- und Versorgungsinfrastruktur. Die kartografische Darstellung verdeutlicht die Ausdehnung der bestehenden Gasinfrastruktur innerhalb der Gemeindegrenzen. Ein Erdgasnetz ist abschnittsweise in den Siedlungsbereichen Hornstorf, Rüggow und Kritzow vorhanden. Flüssiggas- oder Wärmenetze wurden im Gemeindegebiet nicht identifiziert.

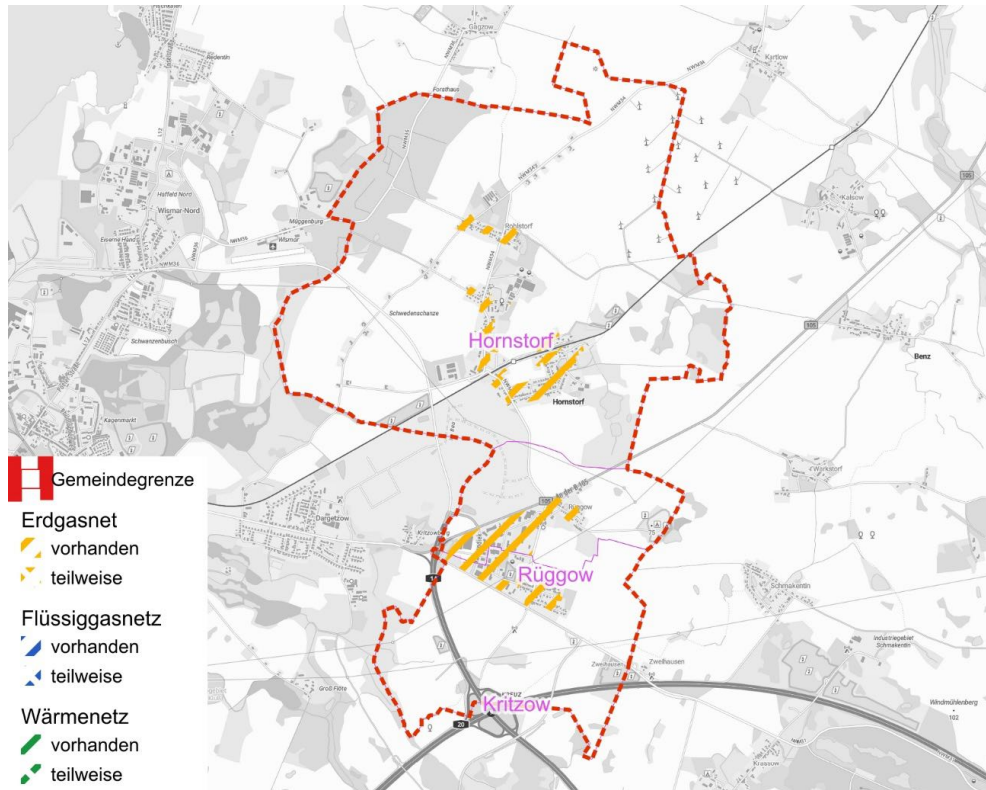


Abbildung 2: Übersicht der leitungsgebundenen Energieversorgung

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 Hornstorf durchgeführt.

Die Ergebnisse dieser Bestandsaufnahme zeigen eine konzentrierte und im Hinblick auf die Wärmeversorgung limitierte Ausgangslage: Im gesamten Gemeindegebiet wurden – mit Ausnahme einer Biogasanlage – keine weiteren größeren Wärmeerzeugerstrukturen identifiziert. Die Auswertung der verfügbaren Strukturdaten zu ansässigen Gewerbe- und Industriebetrieben sowie die Rückmeldungen der Akteursbefragung lassen aus diesem Sektor nicht auf nennenswerte nutzbare Abwärmemengen schließen. Des Weiteren sind im Untersuchungsgebiet über die Biogasanlage hinaus keine größeren KWK-Anlagen (Kraft-Wärme-Kopplung) und keine bestehenden Großwärmepumpen oder geothermischen Einspeisungen verzeichnet.

Die identifizierte Biogasanlage stellt aktuell somit die einzige potenzielle Schnittstelle für eine netzgebundene Abwärmenutzung im Gemeindegebiet dar. Die Anlage hat laut Registerangaben eine thermische Leistung von 600 kW_{th}.

Zu einer weiteren potenziellen Abwärmequelle könnte sich die bestehende Kläranlage entwickeln. Für diese ist im Zuge der Realisierung geplanter Gewerbegebiete ein deutlicher Ausbau vorgesehen, sodass voraussichtlich eine energetisch relevante Anlagengröße erreicht wird.

Im Übrigen sind Art und Umfang von Unternehmensansiedlungen in den aktuell in der Erschließung befindlichen Industrie- und Gewerbegebiete bisher nicht genau bekannt. Qualifizierte Rückschlüsse auf mögliche perspektivische Abwärmequellen aus z.B. Prozesswärme in diesen Bereichen sind daher zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht möglich und bleiben einer späteren Evaluierung und Fortschreibung dieser Studie vorbehalten.

4.6 Vorläufige Energiebedarfsermittlung

Der Wärmebedarf für Heizung und Warmwasserbereitung 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
- Schornsteinfeger
- Infrastrukturbetreiber (Zweckverbände, Gasnetzbetreiber)

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

Im Betrachtungsgebiet existieren insgesamt 462 beheizte Gebäude, wobei der Großteil mit 316 Objekten (68,4 %) auf die Gemarkung Hornstorf entfällt. Kritzow und Rüggow weisen mit 84 beziehungsweise 62 Gebäuden deutlich geringere Bestände auf. Sektoral betrachtet dominiert der private Bereich mit 379 Gebäuden (82 %), gefolgt von 78 gewerblichen Objekten (16,9 %) und lediglich 5 öffentlichen Gebäuden (1,1 %).

Gemarkung	Gebäudeanzahl (beheizt)			
	[-]			
	Sektor			
	privat	gewerbl.	öffentl.	gesamt
Hornstorf	288	23	5	316 68,4%
Kritzow	67	17	0	84 18,2%
Rüggow	24	38	0	62 13,4%
gesamt	379 82,0%	78 16,9%	5 1,1%	462 100,0%

Tabelle 1: Verteilung der beheizten Gebäude nach Gemarkung und Sektor

³¹ DWD 01

Die gesamte beheizte Nutzfläche beläuft sich auf 130.252 Quadratmeter, wovon die Gemarkung Hornstorf mit 72.690 Quadratmetern (55,8 %) den größten Anteil ausmacht. Es folgt Rüggow mit 34.327 Quadratmetern und Kritzow mit 23.235 Quadratmetern. Im sektoralen Vergleich sind die Nutzflächen des privaten Bereichs (63.115 Quadratmeter, 48,5 %) und des gewerblichen Sektors (64.917 Quadratmeter, 49,8 %) nahezu ausgeglichen, während öffentliche Gebäude lediglich 2.221 Quadratmeter (1,7 %) beanspruchen.

Gemarkung	Nutzfläche (beheizt) [m ²]				
	Sektor				
	privat	gewerbl.	öffentl.	gesamt	
Hornstorf	49.048	21.422	2.221	72.690	55,8%
Kritzow	11.180	12.056	0	23.235	17,8%
Rüggow	2.888	31.439	0	34.327	26,4%
gesamt	63.115 48,5%	64.917 49,8%	2.221 1,7%	130.252 100,0%	

Tabelle 2: Beheizte Nutzfläche aufgeschlüsselt nach Gemarkung und Sektoren

Die grafische Aufbereitung veranschaulicht die Verteilung der Nutzflächen auf die Sektoren in den drei Gemarkungen. In Hornstorf überwiegt der private Sektor mit knapp 50.000 Quadratmetern deutlich. Demgegenüber ist in Rüggow der gewerbliche Bereich mit über 30.000 Quadratmetern dominierend, während in Kritzow private und gewerbliche Flächen annähernd gleich verteilt sind.

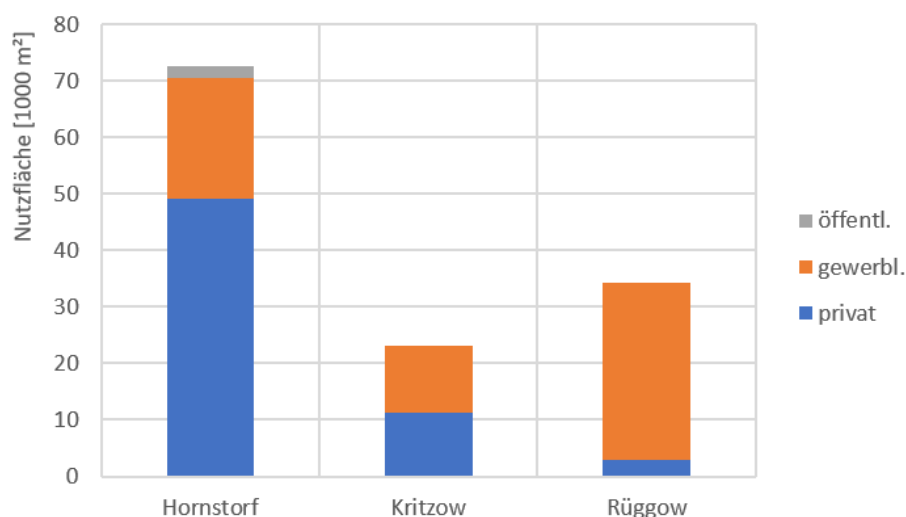


Abbildung 3: Sektoriale Verteilung der Nutzfläche nach Gemarkungen

4.10 Wärmebedarf

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

Der gesamte Wärmebedarf in der Gemeinde summiert sich auf 14.491 Megawattstunden pro Jahr. Den größten Anteil daran hat die Gemarkung Hornstorf mit 8.074 Megawattstunden (55,7 %), gefolgt von Rüggow mit 3.582 Megawattstunden und Kritzow mit 2.834 Megawattstunden. Sektoral betrachtet entfällt mit 7.881 Megawattstunden (54,4 %) mehr als die Hälfte des Bedarfs auf private Haushalte, während der gewerbliche Sektor 6.447 Megawattstunden (44,5 %) benötigt und kommunale Liegenschaften mit 163 Megawattstunden (1,1 %) nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Gemarkung	Wärmebedarf [MWh/a]				
	Sektor				
	privat	gewerblich	kommunal	Gesamt	
Hornstorf	6.155	1.756	163	8.074	55,7%
Kritzow	1.355	1.479	0	2.834	19,6%
Rüggow	370	3.212	0	3.582	24,7%
gesamt	7.881	6.447	163	14.491	100,0%
	54,4%	44,5%	1,1%	100,0%	

Tabelle 3: Darstellung des Wärmebedarfs nach Gemarkung und Sektor

Das Balkendiagramm visualisiert die deutlichen strukturellen Unterschiede im Wärmebedarf zwischen den drei Gemarkungen. In Hornstorf, das mit über 8.000 Megawattstunden pro Jahr den höchsten Gesamtbedarf aufweist, dominiert der private Sektor signifikant. Im Gegensatz dazu wird der Wärmebedarf in Rüggow, der bei knapp über 3.500 Megawattstunden liegt, fast ausschließlich vom gewerblichen Sektor verursacht, während in Kritzow eine annähernd ausgeglichene Verteilung zwischen privaten und gewerblichen Verbrauchern besteht.

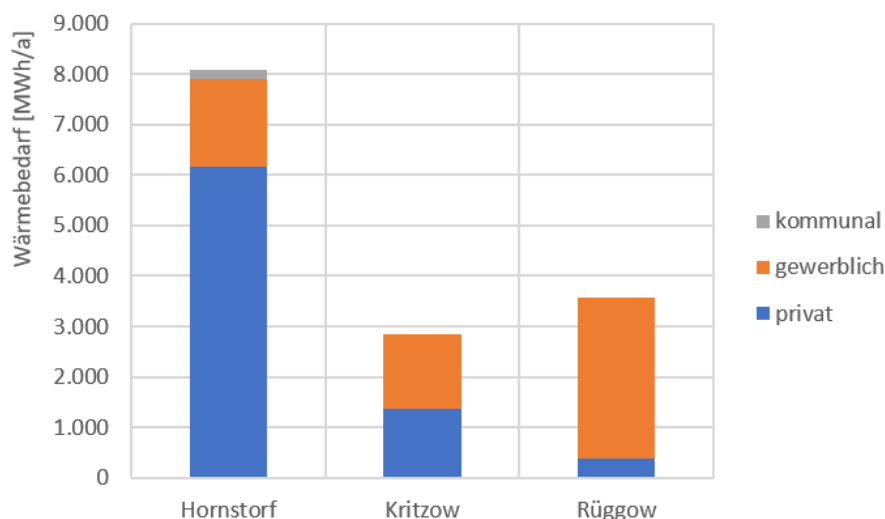


Abbildung 4: Grafische Verteilung des Wärmebedarfs

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

Erhöhte Wärmedichten von über 100 Megawattstunden pro Hektar und Jahr konzentrieren sich primär auf die verdichteten Siedlungs- und Gewerbekerne der Ortsteile Hornstorf, Kritzow und Rüggow. Die umliegenden Flächen weisen erwartungsgemäß nur eine sehr geringe bis keine Wärmebedarfsdichte auf, was die polyzentrische Siedlungsstruktur der Gemeinde widerspiegelt.

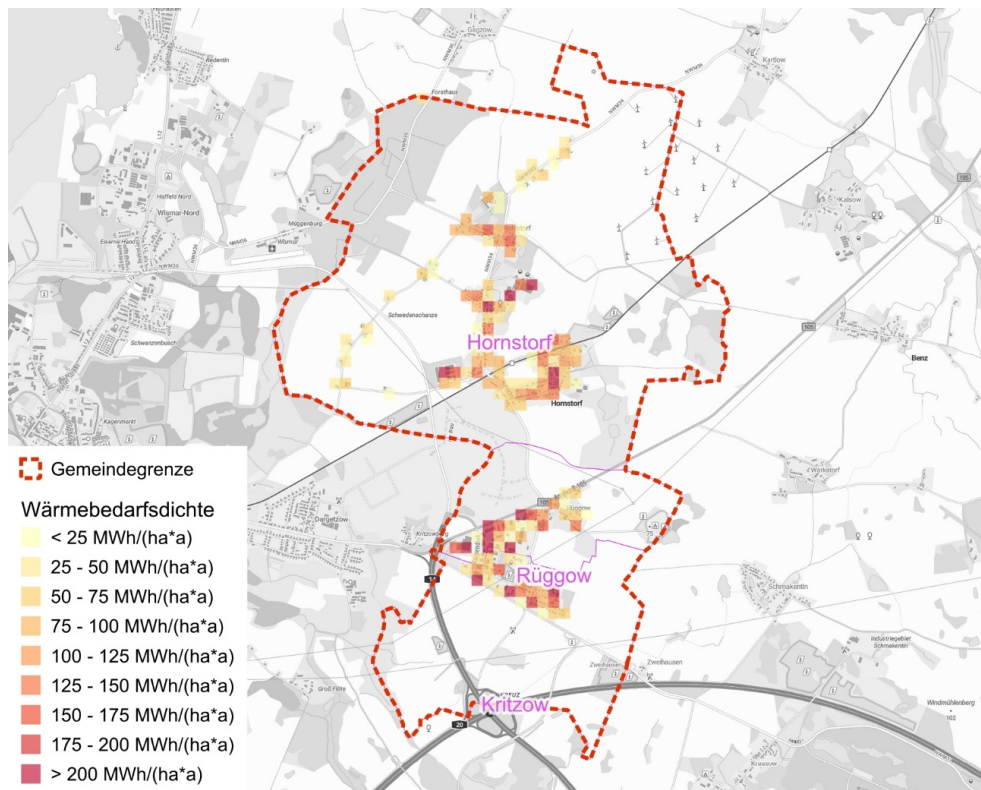


Abbildung 5: Räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichte im gesamten Gemeindegebiet.

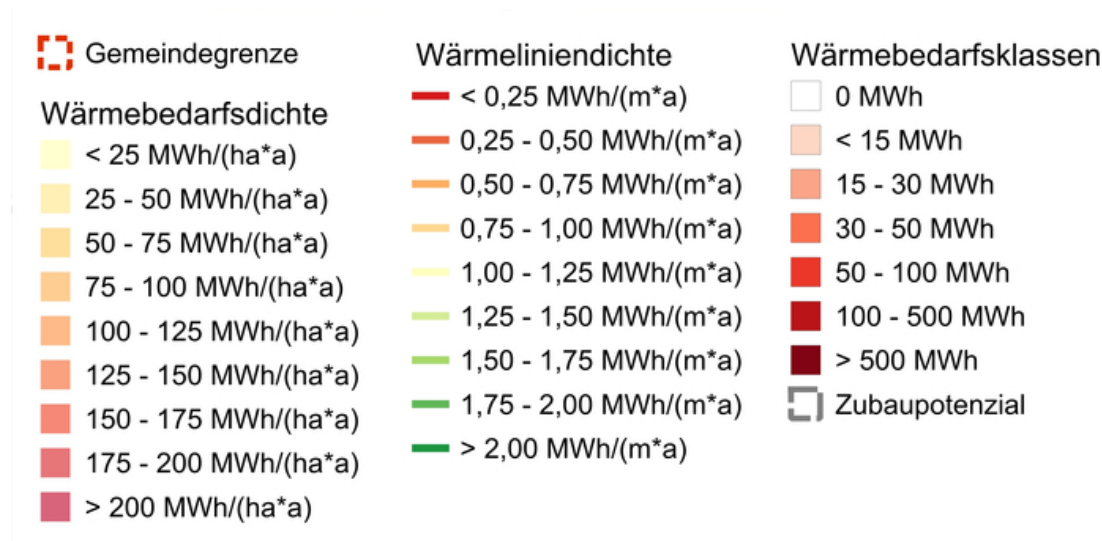
Ein entscheidender Indikator für die technische Machbarkeit und ökonomische Wirtschaftlichkeit von leitungsgebundenen Wärmeversorgungsstrukturen (Nah- und Fernwärmenetze) ist die sogenannte **Wärmelinien-dichte**. Sie beschreibt das Verhältnis zwischen dem jährlichen Nutzwärmebedarf der Gebäude in einem 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** ($> \text{ca. } 1,5 \text{ MWh}/(\text{m}^*\text{a})$): 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** ($< \text{ca. } 1,5 \text{ MWh}/(\text{m}^*\text{a})$): 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 Kritzow / Rüggow

Die Detailkarte für die Ortsteile Kritzow und Rüggow visualisiert die flächige Wärmebedarfsdichte und die Wärmeliniendichte. Es sind deutliche Konzentrationen in den zentralen Bebauungsbereichen und den ausgewiesenen Gewerbebezonen zu erkennen, wo streckenweise hohe Liniendichten erreicht werden. Diese gebündelten Bedarfe, markiert durch farbige Trassen, stellen potenziell interessante Bereiche für leitungsgebundene Wärmeversorgungslösungen dar.

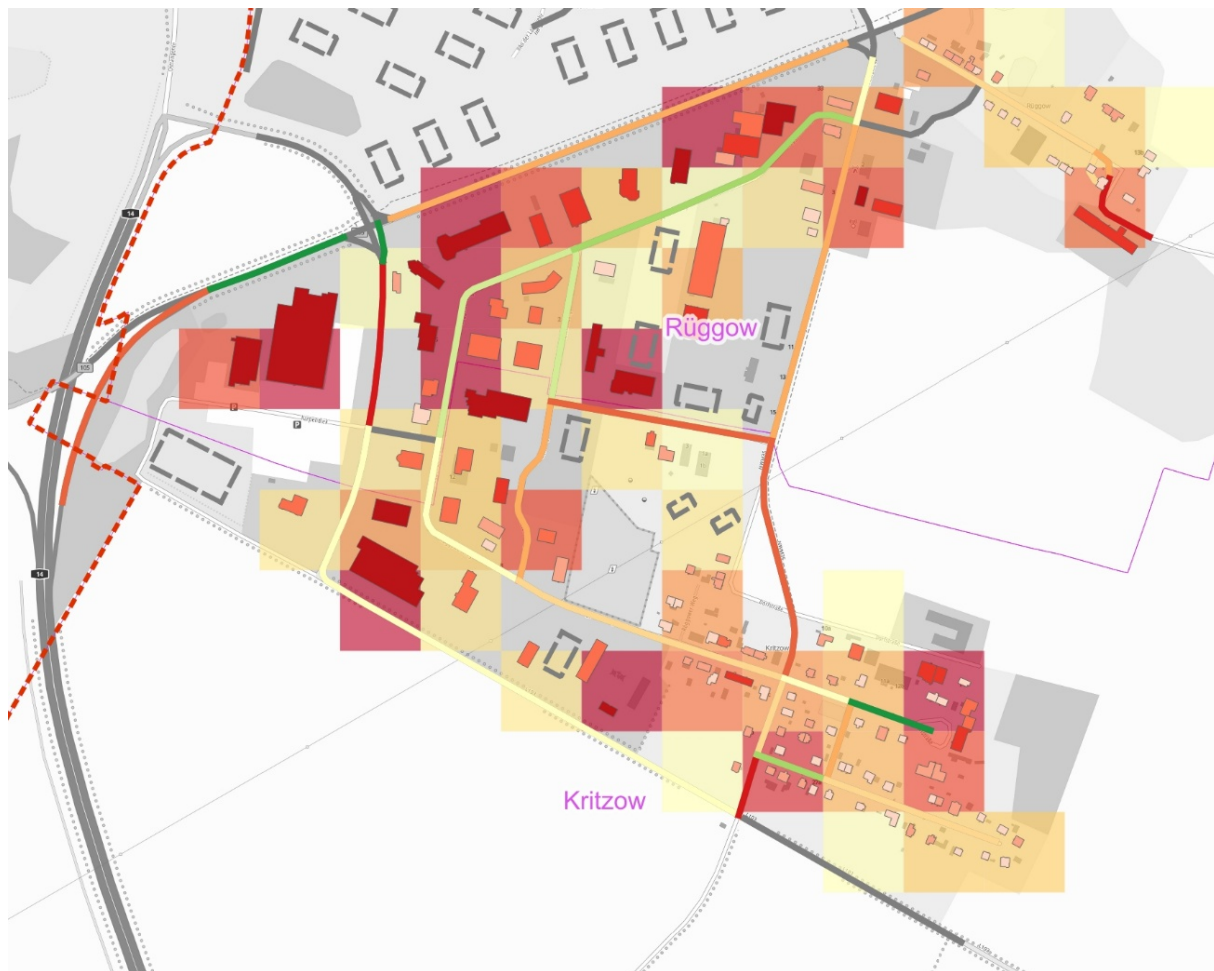


Abbildung 6: Wärmeliniendichten in den Ortsteilen Kritzow und Rüggow

4.10.2 Wärmeliniendichte OT Hornstorf / Rohlstorf

Der Kartenausschnitt für Hornstorf und Rohlstorf verdeutlicht die räumliche Konzentration des Wärmebedarfs entlang der Hauptverkehrsachsen und in kompakten Siedlungsbereichen. Insbesondere im Ortskern von Hornstorf sowie in größeren Gewerbestrukturen sind erhöhte Wärmeliniendichten zu verzeichnen, die farblich hervorgehoben sind. In den Randlagen und Streusiedlungen wie Rohlstorf flachen die Werte deutlich ab, was auf einen dortigen Fokus auf dezentrale Versorgungskonzepte hindeutet.

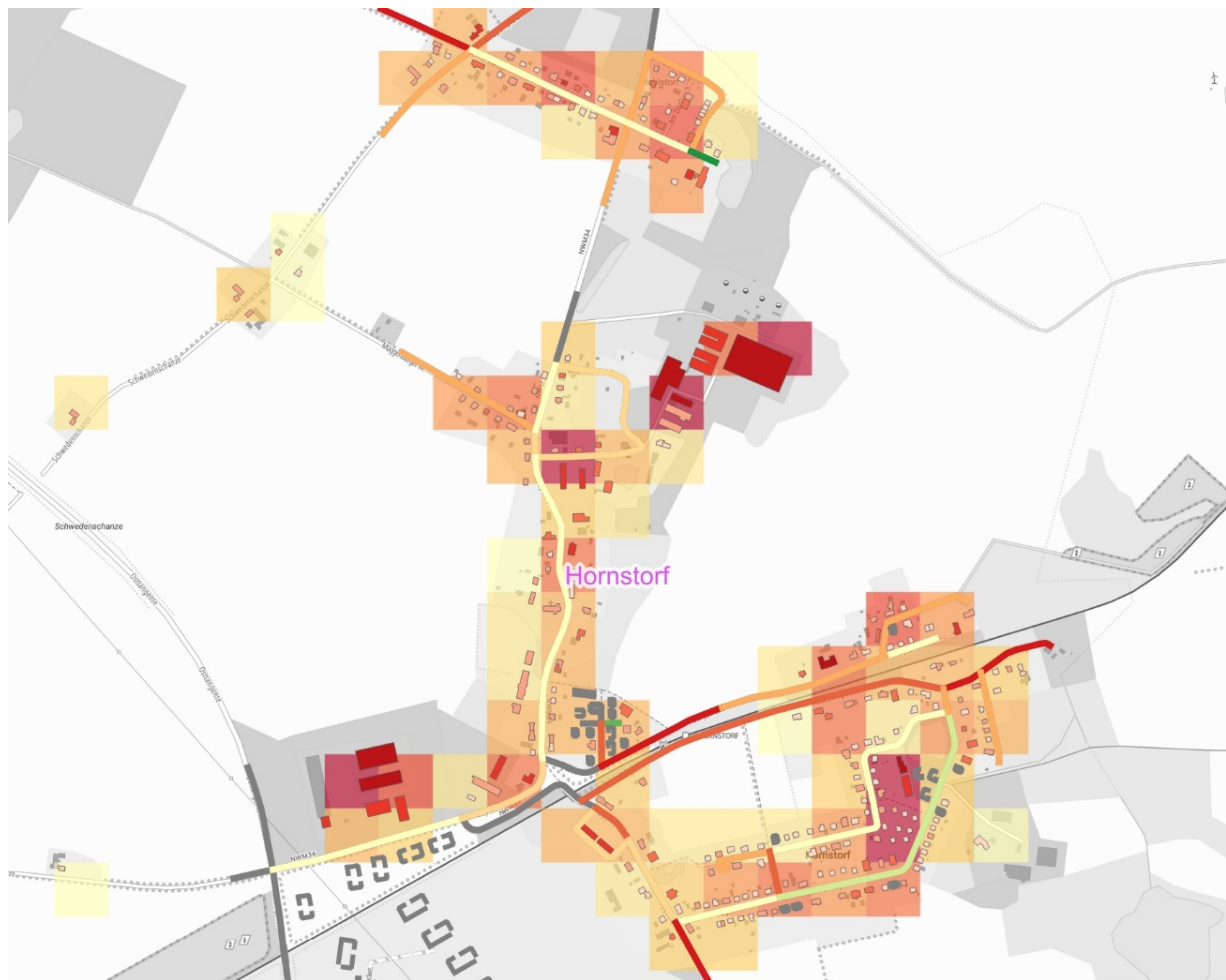


Abbildung 7: Wärmeliniendichte in den Ortsteilen Hornstorf und Rohlstorf

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 (CO_2) werden hierbei auch weitere klimawirksame Emissionen wie beispielweise Methan (CH_4) oder Lachgas (N_2O) berücksichtigt. Die Gesamtemissionen werden auf die entsprechende Menge an CO_2 umgerechnet. Die Angabe erfolgt als sogenanntes CO_2 -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:

Die Bilanzierung der Treibhausgasemissionen basiert auf den in der Tabelle aufgeführten spezifischen Emissionsfaktoren. Strom aus dem Netzbezug weist mit 560 Gramm CO_2 -Äquivalent pro Kilowattstunde den höchsten Wert auf, gefolgt von Kohle mit 415 Gramm und Heizöl mit 310 Gramm pro Kilowattstunde. Erneuerbare Energien wie Solarthermie, Photovoltaik und Windenergie werden richtliniengemäß mit einem Emissionsfaktor von Null bilanziert, während für Holz und Biogas geringe Werte von 20 beziehungsweise 75 Gramm pro Kilowattstunde angesetzt werden.

³² GEG

³³ GEMIS

³⁴ IWU 01

³⁵ FNR 04

³⁶ DENA 01

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	218,6	abgeleitet
Biogas	Brennstoff (Endenergie)	75	GEG Anlage 9 (gebäudenah)

Tabelle 4: Übersicht der verwendeten Emissionsfaktoren nach Energieträgern

4.11.1 Endenergiebedarf nach Energieträgern

Der gesamte Endenergiebedarf zur Wärmebereitstellung im Untersuchungsgebiet beläuft sich auf 14.009 Megawattstunden pro Jahr. Erdgas stellt mit insgesamt 10.153 Megawattstunden (72,5 %) den mit Abstand wichtigsten Energieträger dar, wovon allein 4.609 Megawattstunden auf die Gemarkung Hornstorf entfallen. Weitere fossile und erneuerbare Energieträger wie Flüssiggas, Heizöl, Biomasse und Strom spielen jeweils eine untergeordnete Rolle.

	Endenergiebedarf zur Wärmebereitstellung [MWh/a]							
	Erdgas	Flüssiggas	Heizöl	Biom. (fest)	Strom konv	Strom WP	Solar-thermie	Summe
Hornstorf	4.609	620	405	620	673	512	23	7.462 53,3%
Kritzow	2.279	0	194	110	0	141	2	2.727 19,5%
Rüggow	3.265	278	80	146	0	47	5	3.820 27,3%
Summe	10.153 72,5%	897 6,4%	679 4,9%	876 6,3%	673 4,8%	701 5,0%	30 0,2%	14.009 100,0%

Tabelle 5: Aufteilung des Endenergiebedarfs zur Wärmebereitstellung

Das folgende Diagramm veranschaulicht die Dominanz von Erdgas bei der Wärmebereitstellung in allen drei Gemarkungen. In Hornstorf, dem Ortsteil mit dem höchsten Gesamtbedarf von über 7.000 Megawattstunden, ist zudem ein diversifizierterer Energiemix mit sichtbaren Anteilen von Flüssiggas, Heizöl, Biomasse und Strom erkennbar. In Kritzow und Rüggow ist die Vorrangstellung von Erdgas noch stärker ausgeprägt.

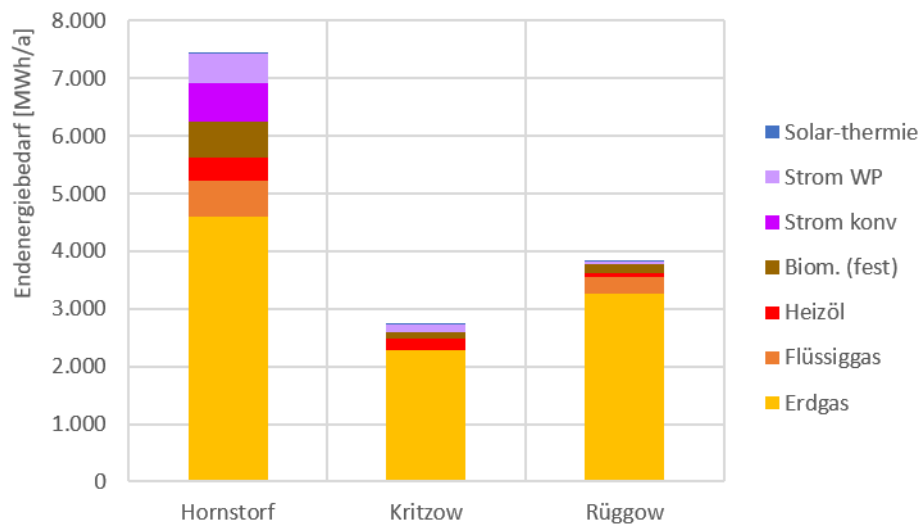


Abbildung 8: Zusammensetzung des Endenergiebedarfs in den Ortsteilen

Die sektorübergreifende Auswertung verdeutlicht die starke Abhängigkeit der Wärmeversorgung von fossilem Erdgas, welches 73 Prozent des gesamten Endenergiebedarfs deckt. Flüssiggas, Heizöl und feste Biomasse steuern jeweils etwa 5 bis 6 Prozent zur Deckung bei. Der Stromeinsatz für konventionelle Heizsysteme und Wärmepumpen macht zusammen 10 Prozent aus.

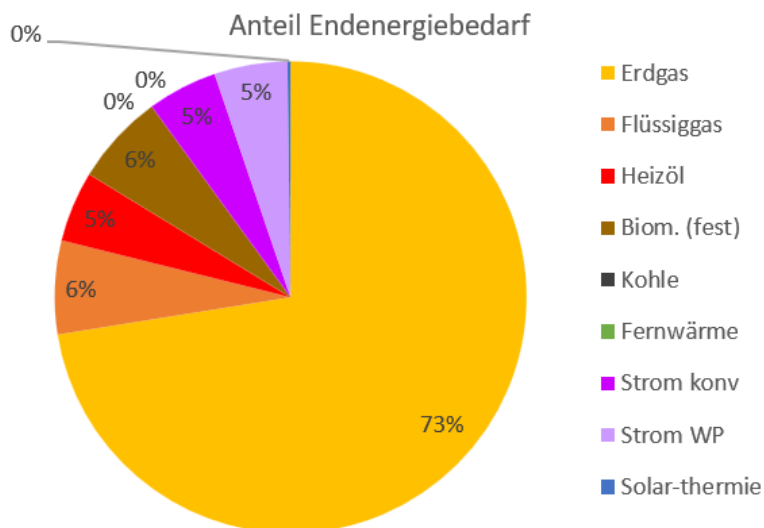


Abbildung 9: Verteilung der Energieträger am gesamten Endenergiebedarf

4.11.2 Treibhausgasemissionen (THG)

Die Treibhausgasemissionen infolge der Wärmebereitstellung belaufen sich gemeindeweit auf 3.676 Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr. Entsprechend seinem hohen Anteil am Endenergiebedarf ist Erdgas mit 2.437 Tonnen (66,3 %) der Hauptverursacher der Emissionen. Obwohl strombasierte Systeme nur einen geringen Anteil am Endenergiebedarf haben, verantworten konventioneller Strom und Wärmepumpen aufgrund des aktuellen Strommixes zusammen rund 21 Prozent der Emissionen (770 Tonnen).

	Treibhausgasemissionen der Wärmebereitstellung							
	[t/a]							
	Erdgas	Flüssiggas	Heizöl	Biom. (fest)	Strom konv	Strom WP	Solar-thermie	Summe
Hornstorf	1.106	167	126	12	377	287	0	2.075 56,4%
Kritzow	547	0	60	2	0	79	0	689 18,7%
Rüggow	784	75	25	3	0	26	0	913 24,8%
Summe	2.437	242	211	18	377	393	0	3.676 100,0%
	66,3%	6,6%	5,7%	0,5%	10,2%	10,7%	0,0%	100,0%

Tabelle 6: Treibhausgasemissionen durch Wärmebereitstellung nach Gemarkung und Energieträger

Die grafische Gegenüberstellung verdeutlicht, dass die Treibhausgasemissionen stark mit dem Erdgasverbrauch korrelieren. In Hornstorf, wo der Gesamtausstoß bei knapp 2.100 Tonnen pro Jahr liegt, sind zudem deutliche Emissionsanteile durch strombasierte Wärmeerzeuger und Heizöl erkennbar. Die Gemarkungen Rüggow und Kritzow weisen mit rund 900 beziehungsweise knapp 700 Tonnen geringere Emissionen auf, die primär vom Erdgasverbrauch getrieben werden.

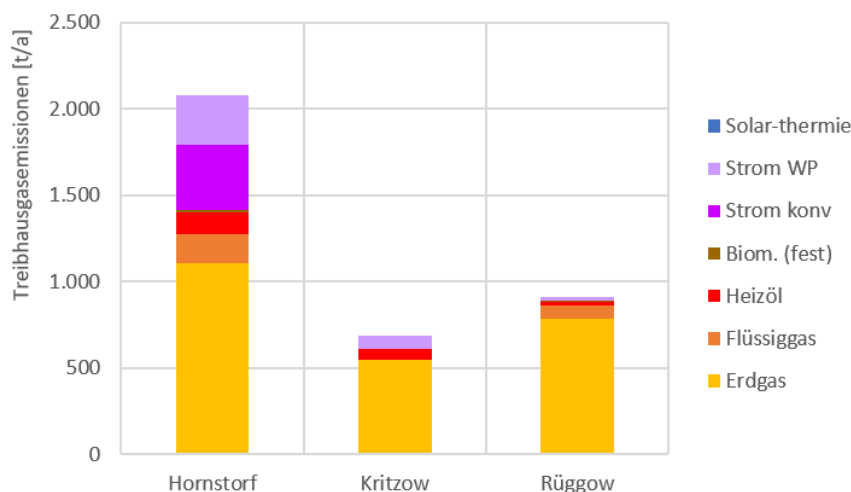


Abbildung 10: Verteilung der Treibhausgasemissionen nach Energieträgern und Gemarkungen

Das Kreisdiagramm stellt die relativen Anteile der eingesetzten Energiequellen an den gesamten klimawirksamen Emissionen dar. Die Verteilung verdeutlicht den maßgeblichen Einfluss von Erdgas, und Strom auf die Klimabilanz der Heizinfrastruktur in diesem Erfassungsgebiet

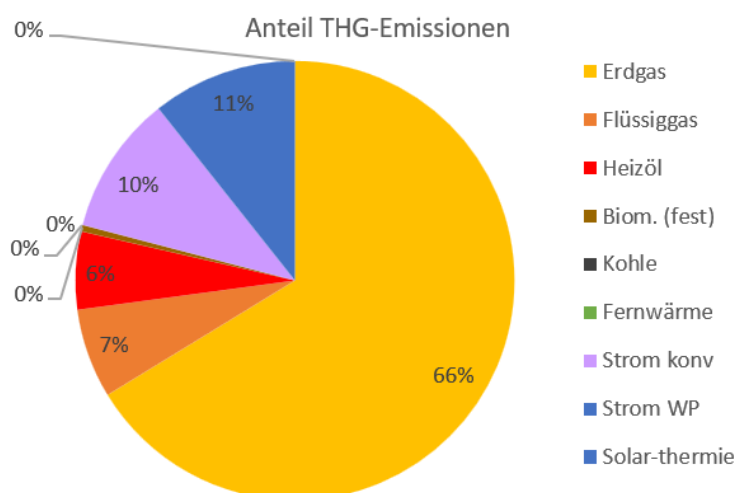


Abbildung 11: Zusammensetzung der Treibhausgasemissionen im Untersuchungsgebiet

4.12 Prognose der Nutzflächen- und Bedarfsentwicklung

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

4.12.1 Entwicklung der Nutzflächen

Für das Untersuchungsgebiet wird ein Zuwachs von insgesamt 76 beheizten Gebäuden prognostiziert, was einer relativen Steigerung des Gesamtbestands um 16,5 Prozent bezogen auf die Gebäudeanzahl entspricht. Markant ist der Anstieg im gewerblichen Sektor in den Gemarkungen Hornstorf und Rüggow. Dieser spiegelt vor allem die Realisierung des neuen Großgewerbegebiets wider.

Gemarkung	Gebäudeanzahl (beheizt)			
	[-]			
	Sektor			
	privat	gewerbl.	öffentl.	gesamt
Hornstorf	+20	+16		+36 +7,8%
Kritzow		+5		+5 +1,1%
Rüggow		+35		+35 +7,6%
gesamt	+20 +4,3%	+56 +12,1%		+76 +16,5%

Tabelle 7: Prognostizierte Zunahme der beheizten Gebäudeanzahl nach Gemarkung und Sektor

Die Ausweisung neuer Baugebiete führt zu einer signifikanten Zunahme der beheizten Nutzfläche um insgesamt 59.214 Quadratmeter (45,5 %). Dieser Anstieg ist mit 55.280 Quadratmetern fast ausschließlich auf den gewerblichen Sektor zurückzuführen. Besonders sticht die Gemarkung Rüggow hervor, in der sich die bestehende Nutzfläche durch einen gewerblichen Zuwachs von 34.360 Quadratmetern voraussichtlich verdoppeln wird (+100,1 %), während in Hornstorf neben 14.200 Quadratmetern Gewerbefläche auch knapp 4.000 Quadratmeter private Wohnfläche hinzukommen.

Gemarkung	Nutzfläche (beheizt) [m]			
	Sektor			
	privat	gewerbl.	öffentl.	gesamt
Hornstorf	+3.934	+14.200		+18.134 +24,9%
Kritzow		+6.720		+6.720 +28,9%
Rüggow		+34.360		+34.360 +100,1%
gesamt	+3.934 +6,2%	+55.280 +85,2%		+59.214 +45,5%

Tabelle 8: Erwarteter Zuwachs der beheizten Nutzflächen nach Gemarkung

4.12.2 Auswirkungen auf den Wärmebedarf

Die zu erwartenden Flächenzuwächse resultieren in einem zusätzlichen Wärmebedarf von 6.355 Megawattstunden pro Jahr (+43,9 %). Dieser Anstieg wird mit 5.954 Megawattstunden maßgeblich durch den Ausbau des gewerblichen Sektors getrieben. Den größten absoluten Zuwachs verzeichnet die Gemarkung Rüggow mit zusätzlichen 3.701 Megawattstunden, gefolgt von Hornstorf mit 1.931 Megawattstunden, wo neben gewerblichen Bedarfen auch ein Anstieg im privaten Sektor um 401 Megawattstunden prognostiziert wird.

Zu berücksichtigen ist hier, dass die genaue Art und der Umfang der Industrie- Gewerbeansiedlung bislang nicht bekannt sind. Da der Energiebedarf in diesem Sektor jedoch naturgemäß stark heterogen ist, ist hier mit entsprechenden Unschärfen in der Prognose zu rechnen.

Gemarkung	Wärmebedarf [MWh/a]			
	Sektor			
	privat	gewerblich	kommunal	Gesamt
Hornstorf	+401	+1.529		+1.931 +13,3%
Kritzow		+724		+724 +5,0%
Rüggow		+3.701		+3.701 +25,5%
gesamt	+401 +2,8%	+5.954 +41,1%		+6.355 +43,9%

Tabelle 9: Prognostizierter Anstieg des Wärmebedarfs infolge der Baugebietsentwicklungen

Ein Vergleich des Wärmebedarfs verdeutlicht die unterschiedlichen Wachstumspotenziale in den drei Hauptorten der Gemeinde. In Hornstorf steigt der Nutzenergiebedarf durch erwarteten Zubau ausgehend von einem Bestand von etwa 8.000 MWh/a auf rund 10.000 MWh/a. Für Kritzow wird ein moderates Wachstum von circa 2.800 MWh/a im Bestand auf knapp 3.600 MWh/a prognostiziert. Eine besonders

signifikante relative Zunahme ist in Rüggow zu verzeichnen, wo sich der Nutzenergiebedarf durch Zubau von etwa 3.600 MWh/a auf über 7.200 MWh/a nahezu verdoppelt.

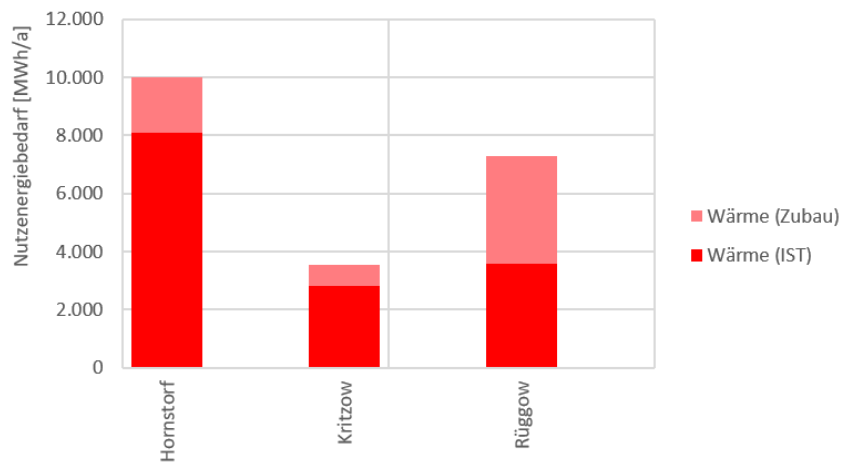


Abbildung 12: Aktueller und prognostizierter Nutzenergiebedarfs

Die Auswirkungen auf den Wärmebedarf durch den erwarteten erheblichen Zubau insbesondere im gewerblichen Sektor werden auch in der räumlichen Auswertung der Wärmebedarfsdichte sichtbar.

Im Vergleich zur Ist-Zustand (Abbildung 5) ist mit hinzukommenden Bereichen verdichteten Wärmebedarfs insbesondere im neuen Großgewerbegebiet (Gemarkungen Hornstorf und Rüggow) zu rechnen. Wie ausgeprägt diese sein werden, ist jedoch stark abhängig von der aktuell noch nicht im Detail bekannten Art der zukünftigen Ansiedlungen. Die Prognose ist daher mit entsprechenden Unschärfen behaftet.

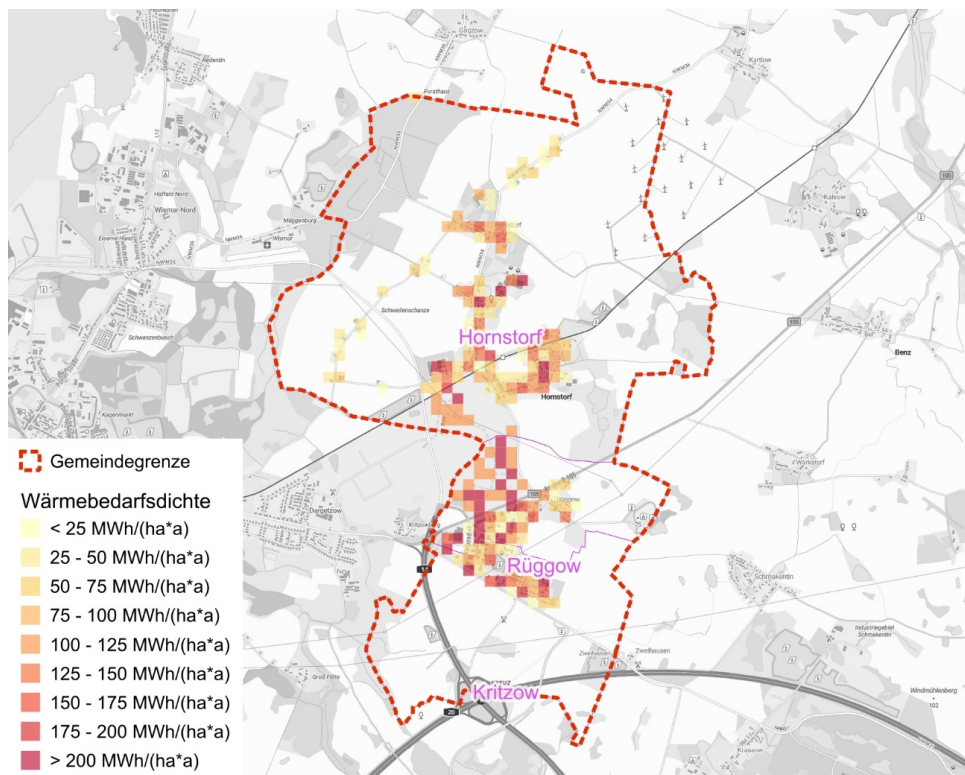


Abbildung 13: Räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichte inkl. Zubau

4.12.3 Zusammenfassende Einschätzung

Der zu erwartende umfangreiche Zubau insbesondere im Zuge der Neuerschließung großer Gewerbegebiete wird voraussichtlich zu einer signifikanten Veränderung der Wärmebedarfsstruktur in der Gemeinde Hornstorf führen. Da jedoch Art und Umfang der zukünftigen Ansiedlungen noch nicht genau bekannt sind, sind beinhalten entsprechende Prognosen naturgemäß größere Unschärfen. Die hier durchgeführte Modellrechnung kommt im Ergebnis zu einer Zunahme des Wärmebedarfs im Gemeindegebiet durch Zubau um ca. 44% (ca. 6.400 MWh/a).

Dieses erhebliche Zuwachspotenzial unterstreicht die Notwendigkeit, die energetische Entwicklung der geplanten Gewerbegebiete frühzeitig und aktiv zu gestalten. Neben den heterogenen Bedarfsprofilen im gewerblichen Sektor muss hierbei jedoch auch der Individualität unternehmensspezifischer Ansätze und Strategien hinsichtlich der Energieversorgung potenzieller Flächeninteressenten Rechnung getragen werden. Nichtsdestotrotz ist es ratsam, mögliche entstehende Synergien zwischen Gewerbe- und Siedlungsraum in der weiteren Entwicklung im Blick zu behalten.

5 Potenzialanalyse (Erneuerbare Energien und Abwärme)

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden lokale Quellen für erneuerbare Wärme und unvermeidbare Abwärme untersucht. Neben den Potenzialen der bereits vorhandenen Biogas- und Stromerzeugungsanlagen wurden hierbei auch die Voraussetzungen für die Nutzung weiterer erneuerbarer Energiequellen in den Blick genommen. Für netzgebundene Wärmeversorgungslösungen kommen, neben der bestehenden Biogasanlage, solare Freiflächenanlagen und der Einsatz regionaler biogener Reststoffe zur Wärmeproduktion als mögliche Quellen in Frage. Eine weitere perspektivische Option für netzgebundene Versorgungskonzepte stellt zudem der Einsatz von Abwärme aus dem Abwasser im Zuge der geplanten Kläranlagenerweiterung dar. Die Nutzung von oberflächennaher Geothermie eignet sich hingegen sowohl für netzgebundene als auch gebäudeindividuelle Versorgungslösungen. Dies gilt insbesondere in Verbindung mit dem Einsatz von regional erzeugtem Strom aus Windenergie und Photovoltaik-Freiflächenanlagen (netzgebundene Lösungen) bzw. aus Aufdach-Photovoltaikanlagen (gebäudeindividuelle Lösungen) für die entsprechend benötigten Wärmepumpen.

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

Konkret wurden folgende Potenziale berücksichtigt:

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

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

5.1 Gebäudesanierung und strategische Bedarfsreduktion

Um die Klimaneutralität der Wärmeversorgung in Hornstorf 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 Hornstorf, geprägt durch eine Mischung aus älterem Gebäudebestand, neueren Siedlungsgebieten und Großgewerblich geprägten Bereichen, liegt hier ein erhebliches Potenzial.

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

Maßnahmenswerpunkte

- **Dämmung der Dachflächen und Geschossdecken:** Die Ertüchtigung einer bestehenden Zwischensparrendämmung auf den aktuellen Stand der Technik sowie die meist sehr kostengünstige und hochwirksame Dämmung der obersten Geschossdecke (bei ungenutzten Dachräumen) bieten immense Einsparpotenziale.
- **Fassadendämmung:** Die Reduktion von Transmissionswärmeverlusten über die Außenwände durch moderne Wärmedämmverbundsysteme (WDVS). Bei erhaltenswerten oder historischen Gebäuden im Gemeindegebiet ist alternativ der fachgerechte Einsatz von Innendämmungen zu prüfen.
- **Kellerdeckendämmung:** Die Dämmung der Kellerdecke von unten ist eine minimalinvasive Maßnahme mit exzellentem Kosten-Nutzen-Verhältnis, die nicht nur Energie einspart, sondern auch den Wohnkomfort im Erdgeschoss spürbar erhöht.
- **Austausch von Fenstern und Türen:** Der Einbau von wärmeschutzverglasten Fenstern (z. B. moderne Dreifachverglasung) und energetisch optimierten Außentüren zur Schließung klassischer Schwachstellen in der Hülle.

- **Vermeidung bauphysikalischer Probleme:** Jede Sanierung muss unter strenger Berücksichtigung von Feuchteschutz und Luftdichtheit erfolgen. Eine fundierte Fachplanung (z. B. durch zertifizierte Energieberater) ist hierbei zwingend erforderlich, um Bauschäden wie Schimmelbildung proaktiv vorzubeugen.
- **Erhalt der Bausubstanz:** Gerade bei küstennahen Standorten wie Hornstorf ist ein besonderes Augenmerk auf die Witterungsbeständigkeit der gewählten Materialien (z.B. erhöhter Schlagregenschutz, Widerstandsfähigkeit gegen salzhaltige Luft) zu legen.

5.1.2 Verbrauchsreduktion durch Anlagentechnik und Heizkörperoptimierung

Neben der Sanierung der Gebäudehülle kann die Effizienz des Gesamtsystems durch gezielte Eingriffe in die Wärmeübergabe gesteigert werden. Dies ist insbesondere für den wirtschaftlichen Betrieb von Wärmepumpen (siehe Kapitel 5.8 Umweltwärme und oberflächennahe Geothermie) entscheidend, da deren Effizienz massiv von der benötigten Vorlauftemperatur abhängt. **Vorlauftemperaturabsenkung als Schlüssel:** Um bestehende Gebäude „Heat-Pump-Ready“ zu machen, ohne sofort eine Fußbodenheizung einbauen zu müssen, gibt es bewährte technische Lösungen:

- **Heizkörpervergrößerung:** Durch den Austausch einzelner Heizkörper gegen großflächigere Modelle (z. B. Typ 22 oder 33) kann die notwendige Heizleistung bereits bei deutlich geringeren Vorlauftemperaturen (z. B. 45-50 °C statt 70 °C) erbracht werden.
- **Niedertemperatur-Heizkörper mit aktiver Lüftung:** Sogenannte Heizkörper-Booster (kleine, leise Ventilatoren unter dem Heizkörper) erhöhen die Konvektion künstlich. Wie Feldstudien der Stadt Wien (Projekt Alterlaa, 2025) praxisnah belegen, erlaubt dies im baulichen Bestand eine massive Absenkung der Systemtemperaturen bei gleichbleibender Wärmeabgabe. Dies verbessert die Jahresarbeitszahl (JAZ) von Wärmepumpen signifikant – ein systemischer Effizienzgewinn, den auch das Fraunhofer ISE (z. B. im Projekt „WPsmart im Bestand“) als zentralen Baustein für den wirtschaftlichen Wärmepumpenbetrieb in Altbauten hervorhebt.

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

Dabei ist insbesondere beim Einsatz moderner Heizsysteme wie Wärmepumpen zwingend darauf zu achten, dass die Einzelraumregelung (ERR) und die zentrale Heizungssteuerung optimal aufeinander abgestimmt und harmonisiert werden. Schließen die intelligenten Thermostate beispielsweise zu viele Heizkreise gleichzeitig, kann der für die Wärmepumpe nötige Mindestvolumenstrom unterschritten werden, was zu einem ineffizienten Taktbetrieb führt (sogenanntes "Gegenseitiges Blockieren"). Nur durch eine präzise Abstimmung beider Systeme – etwa durch offene Referenzräume, Überströmventile und einen exakten hydraulischen Abgleich – lassen sich eine wirtschaftliche Betriebsweise sowie eine lange Haltbarkeit der Wärmepumpe sicherstellen.

Einsparpotenzial: Das Fraunhofer 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 ausgerüstet 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 Strom- und ggf. Wärmenetz integriert. Im Zentrum stehen dabei zwei moderne Instrumente, die es ermöglichen, die Stromkosten für die Heizung massiv zu senken: Dynamische Stromtarife und flexible Netzentgelte.

Für Bürgerinnen und Bürger bedeuten diese Fachbegriffe konkret Folgendes:

Dynamische Stromtarife: Im Gegensatz zu klassischen Tarifen mit einem festen Preis (z. B. immer 30 Cent pro Kilowattstunde) orientiert sich der Preis hier stündlich an der Strombörse. Weht viel Wind oder scheint die Sonne kräftig, gibt es ein Überangebot an Ökostrom. Der Preis fällt dann stark ab und wird zeitweise sogar negativ. Durch das Energiewirtschaftsgesetz (§ 41a EnWG) ist gesetzlich verankert, dass seit dem 1. Januar 2025 jeder Stromversorger solche Tarife 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 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 Cent pro Kilowattstunde (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 Hornstorf von diesen enormen Preisvorteilen profitieren kann:

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

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

- 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 Hornstorf bis 2045 klimaneutral zu gestalten, ist die Reduktion des Endenergieverbrauchs nach dem Prinzip „Efficiency First“ die wichtigste Grundvoraussetzung.

Eine Auswertung der Einsparpotenziale durch energetische Gebäudesanierung beziffert die mögliche Reduktion des Gesamtwärmebedarfs auf 4.632 MWh/a. Dies entspricht einer durchschnittlichen Einsparung von 32,0 % über alle Sektoren hinweg. Mit 2.626 MWh/a (-40,7 %) liegt das größte Minderungspotenzial im gewerblichen Sektor, während private Haushalte ein Potenzial von 1.973 MWh/a (-25,0 %) aufweisen. Auf Gemarkungsebene bietet Hornstorf mit 2.357 MWh/a das höchste absolute Einsparpotenzial, gefolgt von Rüggow mit 1.289 MWh/a und Kritzow mit 985 MWh/a.

Gemarkung	Wärme-Einsparpotenzial Gebäudesanierung							
	[MWh/a]							
	privat		gewerbl.		öffentl.		gesamt	
Hornstorf	-1.559	-25,3%	-766	-43,6%	-32	-19,8%	-2.357	-29,2%
Kritzow	-344	-25,4%	-642	-43,4%	0		-985	-34,8%
Rüggow	-70	-19,0%	-1.219	-37,9%	0		-1.289	-36,0%
gesamt	-1.973	-25,0%	-2.626	-40,7%	-32	-19,8%	-4.632	-32,0%

Tabelle 10: Übersicht der rechnerischen Wärme-Einsparpotenziale durch Gebäudesanierungen

Eine Gegenüberstellung des Ist-Zustands mit dem sanierten Zustand verdeutlicht die signifikanten Auswirkungen energetischer Maßnahmen auf den Wärmebedarf in der Gemeinde. In Hornstorf reduziert sich der Bedarf ausgehend von knapp 8.100 MWh/a auf rund 5.700 MWh/a. Auch in Kritzow ist ein merklicher Rückgang von etwa 2.800 MWh/a auf 1.800 MWh/a zu verzeichnen. Für Rüggow ergibt sich eine Reduktion des Bedarfs von circa 3.600 MWh/a im Ist-Zustand auf ungefähr 2.300 MWh/a nach erfolgter Sanierung.

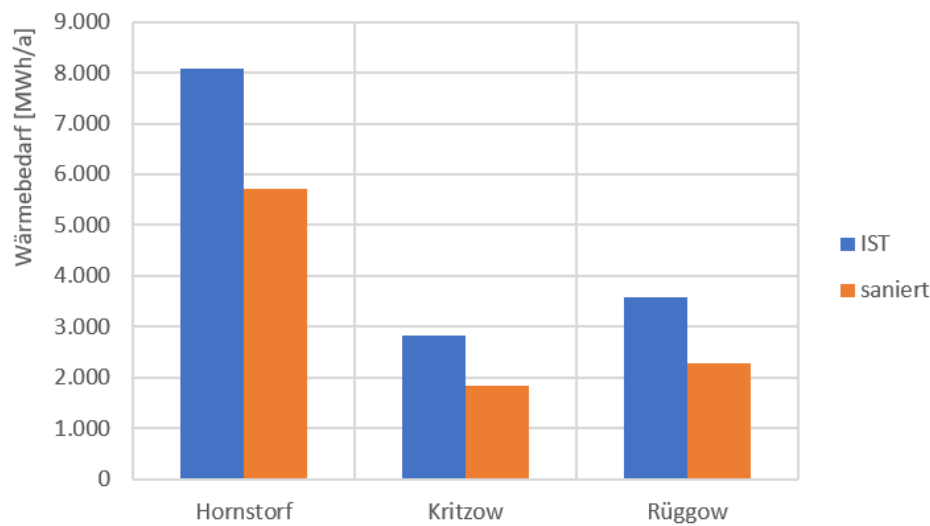


Abbildung 14: Gegenüberstellung des aktuellen Wärmebedarfs und des erwarteten Bedarfs

Die räumliche Verortung der Einsparpotenziale korreliert stark mit der bestehenden Wärmebedarfsdichte in den Siedlungskernen und Gewerbegebieten. Insbesondere in den zentralen Lagen konzentrieren sich Rasterzellen mit hohen Reduktionspotenzialen von teilweise über 55,5 MWh/a. In peripheren Wohngebieten fallen die möglichen Einsparungen mit Werten überwiegend unter 14 MWh/a pro Zelle deutlich moderater aus.

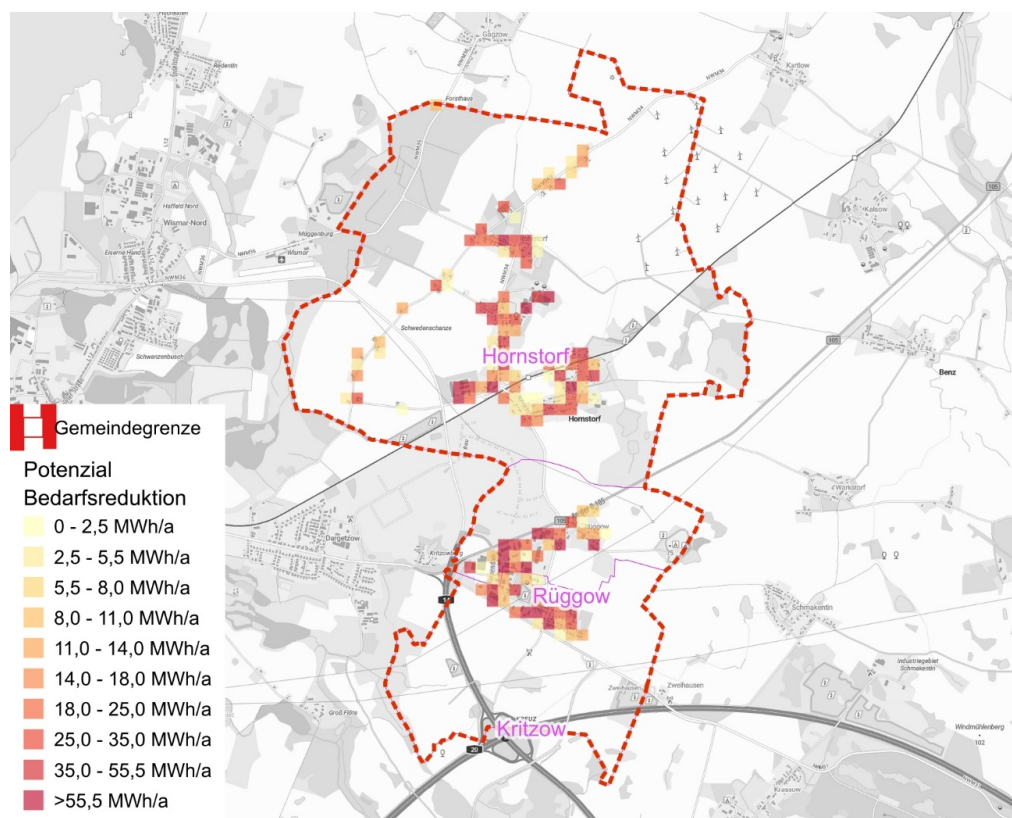


Abbildung 15: Potenziale zur Wärmebedarfsreduktion durch Gebäudesanierung

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 tiefegeothermischer Potenziale ist mit erheblichen Vorlauf- und Investitionskosten verbunden. Diese umfassen insbesondere aufwendige seismische Vorerkundungen, hochgradig 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 hochkomplexe **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 aktuellen Siedlungsstruktur mit eher ländlich geprägten Siedlungsbereichen und individuellen Versorgungsstrategien im gewerblichen Umfeld lässt im Ist-Zustand die Realisierung von netzgebundenen Wärmeversorgungslösungen unwahrscheinlich erscheinen. Inwieweit sich eine solche Versorgungsform im Zuge der Neuentwicklung des Gewerbegebietes als Vorteilhaft darstellen kann, ist mangels Kenntnis der zukünftigen Abnehmerstruktur noch nicht abschließend zu bewerten. Sollte dies zukünftig der Fall sein, bildet die Nutzung von solaren Freiflächenanlagen (sowohl PV-gekoppelte Großwärmepumpen als auch Solarthermie) im räumlichen Umfeld dieser Bereiche eine wichtige Option zur Wärmeerzeugung. Für die dezentral zu versorgenden Gebiete der Gemeinde stellen diese Großanlagen aufgrund der fehlenden Transportinfrastruktur und der regulatorischen Hürden im Stromnetz derzeit keinen direkten Lösungsansatz zur Dekarbonisierung der Gebäudebeheizung dar.

5.3.4 Ergebnisdarstellung: Photovoltaik-Freiflächenpotenzial

Eine detaillierte Aufschlüsselung der Potenziale für Photovoltaik-Freiflächenanlagen ergibt ein theoretisches Gesamtstrompotenzial von 229.627,8 MWh/a auf einer Potenzialfläche von 341,7 Hektar. Das größte Teilpotenzial entfällt auf die PPA-Kulisse mit 131.267,1 MWh/a und einer Fläche von 195,3 Hektar. Die EEG-Kulisse nach §35 BauGB bietet ein Potenzial von 71.513,6 MWh/a, zuzüglich weiterer 26.847,1 MWh/a im Rahmen von Zielabweichungsverfahren. Derzeit sind bereits Anlagen mit einer installierten Leistung von knapp 9,0 MWp und einem geschätzten Ertrag von 8.600,6 MWh/a realisiert, was verdeutlicht, dass das theoretische Potenzial den Status quo erheblich übersteigt.

	Potenzialfläche [ha]	Installierbare Leistung		Strompotenzial	
		spezifisch [MW _p /ha]	absolut [MW _p]	spezifisch [MWh _{el} /(MW _p *a)]	absolut [MWh _{el} /a]
EEG-Kulisse (§35 BauGB)	106,4	0,70	74,5	960,0	71.513,6
EEG-Kulisse (ZAV)	40,0	0,70	28,0	960,0	26.847,1
PPA-Kulisse	195,3	0,70	136,7	960,0	131.267,1
Potenzial	341,7		239,2		229.627,8
Installiert			8,959	960,0	8.600,6

Tabelle 11: Theoretisches Flächen- und Leistungspotenzial für Photovoltaik-Freiflächenanlagen

Eine kartografische Auswertung der Freiflächenpotenziale für Photovoltaik zeigt umfangreiche Eignungskulissen im nordwestlichen und zentralen Bereich der Gemeinde. Entlang der Hauptverkehrsachsen, wie der Autobahn A20 und der Bahnlinien, sind privilegierte Bereiche gemäß §35 BauGB sowie Flächen für Zielabweichungsverfahren markiert. Zusätzlich erstrecken sich weitreichende PPA-Kulissen über das gesamte Gemeindegebiet. Die ermittelten Flächen bieten grundsätzlich vielversprechende Rahmenbedingungen für großskalige solare Stromerzeugung, bedürfen jedoch einer detaillierten Vor-Ort-Prüfung hinsichtlich konkurrierender Nutzungen.

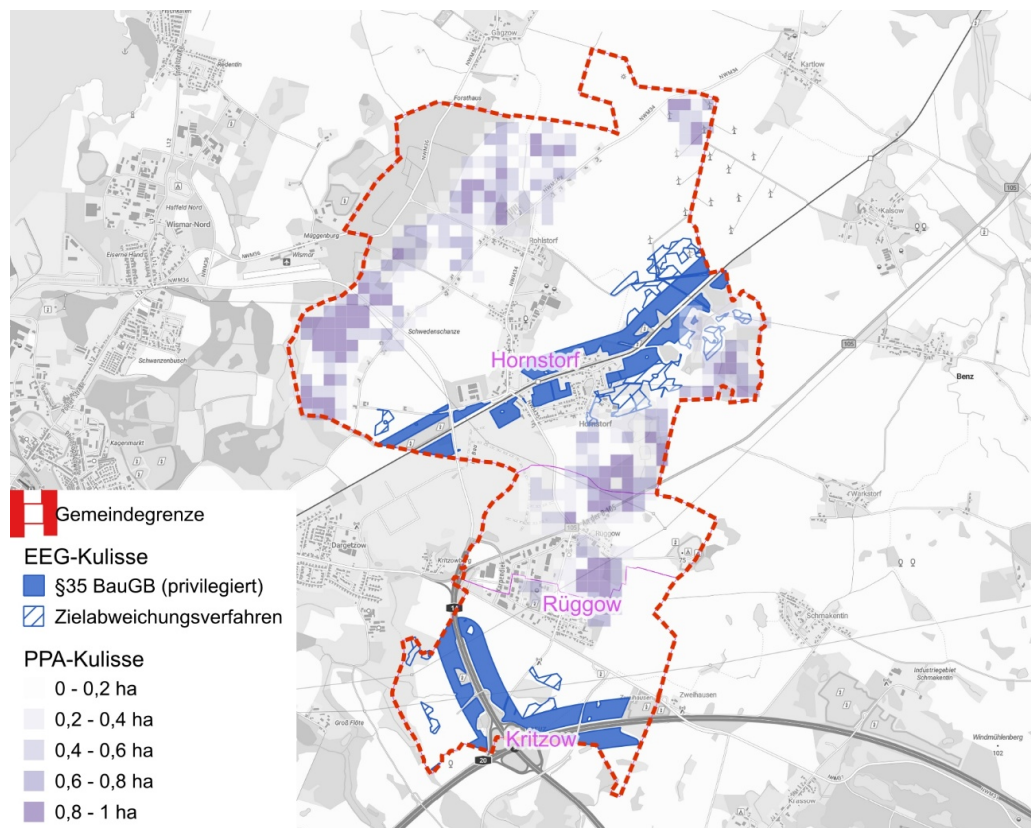


Abbildung 16: Identifikation theoretischer Eignungsflächen für Photovoltaik-Freiflächenanlagen

Ermittlungsmethodik:

EEG-Kulisse (§35 BauGB)

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

EEG-Kulisse (ZAV)

- Abstandsfläche 200 - 500m entlang Autobahnen und Schienenwegen
- Nutzbare Flächenarten: Ackerland, Grünland, Brachland, vegetationslose Fläche
- Ausschlussflächen: Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, Vogelschutzgebiete, FFH-Gebiete, geschützte Biotope
- Maximale Bodenqualität: 40BP
- Mindestgröße im räumlichen Zusammenhang: 1 ha

PPA-Kulisse

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

5.3.5 Ergebnisdarstellung: Solarthermie-Freiflächenpotenzial

Eine Analyse der Potenziale für Solarthermie-Freiflächenanlagen identifiziert eine theoretische Eignungsfläche von 261,5 Hektar im Gemeindegebiet. Unter Annahme einer spezifischen Ausbeute von 0,30 MWh pro Quadratmeter und Jahr summiert sich das ermittelte Gesamtwärmpotenzial auf 343.767,8 MWh/a bei einer installierbaren Kollektorfläche von über 1,1 Millionen Quadratmetern. Aktuell sind noch keine derartigen Anlagen auf Freiflächen installiert, weshalb die Erträge im Ist-Zustand null betragen. Eine Erschließung dieses Potenzials könnte bei einer eventuellen zukünftigen Entwicklung von netzgebundenen Versorgungslösungen einen maßgeblichen Beitrag zur treibhausgasneutralen Wärmeerzeugung leisten.

	Potenzial- fläche [ha]	Installierbare Kollektorfläche		Wärmpotenzial	
		spezifisch [m ² /ha]	absolut [m ²]	spezifisch [MWh _{th} /(m ² *a)]	absolut [MWh _{th} /a]
Eignungsfläche	261,5	4.348	1.136.869,6	0,30	343.767,8
Potenzial	261,5		1.136.869,6		343.767,8
Installiert			0	0,30	0,0

Tabelle 12: Flächen- und Wärmpotenzial für großskalige Solarthermie-Freiflächenanlagen

Eine räumliche Auswertung der Flächenpotenziale für solare Wärmeerzeugung verdeutlicht eine weite Verteilung über das gesamte Gemeindegebiet mit mehreren Schwerpunktclustern. Im westlichen und nördlichen Teil von Hornstorf sowie in den Randbereichen von Rügchow befinden sich ausgedehnte Gebiete mit hohen Eignungsanteilen von 0,6 bis 1,0 Hektar pro Rasterzelle. Diese Flächen sind potenziell geeignet, um großskalige Solarthermieranlagen zur Einspeisung in Wärmenetze aufzunehmen. Die tatsächliche

Nutzbarkeit hängt maßgeblich von der Entfernung zu potenziellen Wärmeabnehmern sowie den topografischen und rechtlichen Rahmenbedingungen ab.

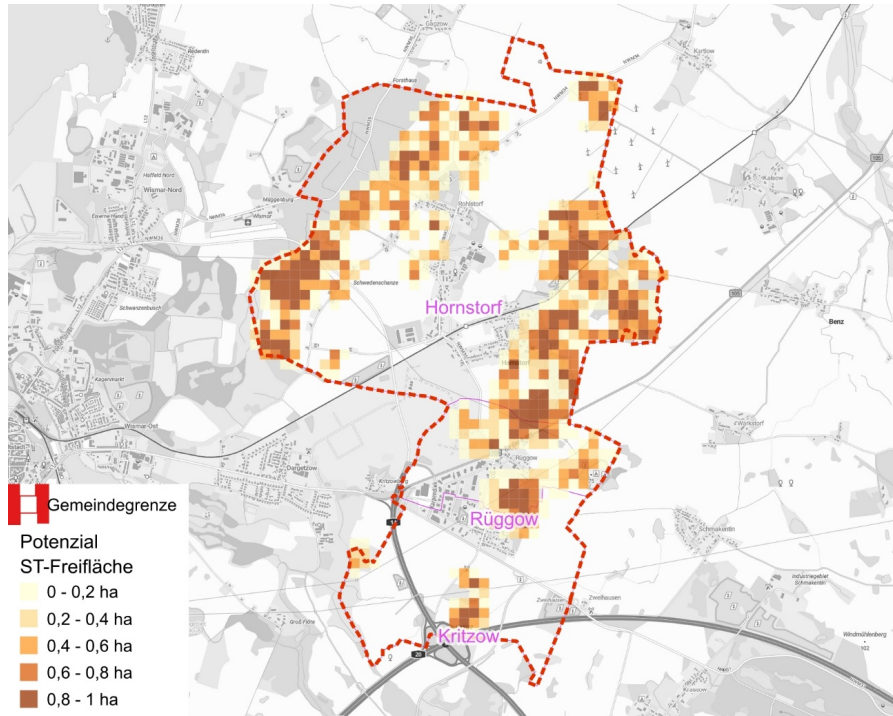


Abbildung 17: Verteilung der ermittelten Potenzialflächen für Solarthermie-Freiflächenanlagen

Ermittlungsmethodik:

Flächenkulisse

- Nutzbare Flächenarten: Ackerland, Grünland, Brachland, vegetationslose Fläche
- Ausschlussflächen: Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, Vogelschutzgebiete, FFH-Gebiete, geschützte Biotope
- Maximale Bodenqualität: 40BP
- Mindestgröße im räumlichen Zusammenhang: 1,15 ha ($= 2,3 \cdot 5.000 \text{ m}^2$ 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-Freiflächennutzung 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:

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

Zweckbindung der Erträge:

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

5.4.3 Raumordnerische Kulisse und Planungsstand (Westmecklenburg)

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

Regionales Raumentwicklungsprogramm (RREP) Westmecklenburg:

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

5.4.4 Die Gemeindeöffnungsklausel als strategisches Instrument

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

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

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

Fazit für die Wärmeplanung:

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

5.4.5 Ergebnisdarstellung: Windenergiepotenzial

Eine Betrachtung der Windenergiepotenziale zeigt, dass die Gemeinde derzeit über keine freien Vorranggebiete für den weiteren Ausbau verfügt. Die bereits installierte Leistung aus Bestandsanlagen beträgt 25,5 MW, was einem rechnerischen Strompotenzial von 76.500,0 MWh/a entspricht. Eine Erhöhung dieses Gesamtpotenzials wäre unter den aktuellen Rahmenbedingungen nur durch Repowering oder die Neuausweisung von Vorranggebieten möglich.

	Potenzial- fläche [ha]	Installierbare / installierte Leistung		Strompotenzial	
		spezifisch [MW _{el} /ha]	absolut [MW _{el}]	spezifisch [MWh _{el} /(MW _{el} *a)]	absolut [MWh _{el} /a]
Windvorranggebiete (frei)	0,0	0,20	0,0	3.000,0	0,0
Bestandsanlagen			25,5	3.000,0	76.500,0
Potenzial	0,0		25,5		76.500,0

Tabelle 13: Zusätzliche Potenziale für die Windenergienutzung in Hornstorf

der Gemeinde und des Fehlens potenzieller Wärmenetzgebiete im Ist-Stand, liegt der Fokus in dieser Potenzialbetrachtung auf der festen Biomasse (holzartige Biomasse). 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

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

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

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

5.5.3 Getreidestroh

In der Landwirtschaft anfallendes Stroh ist ebenfalls Energieträger zur 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

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

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

5.5.5 Dezentrale Nutzungskonzepte: Scheitholz-, Holzvergaser- und Pelletkessel

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

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

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

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

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

5.5.5.1 Wirtschaftliche Einordnung und Preisvolatilität am Beispiel von Pellets

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

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

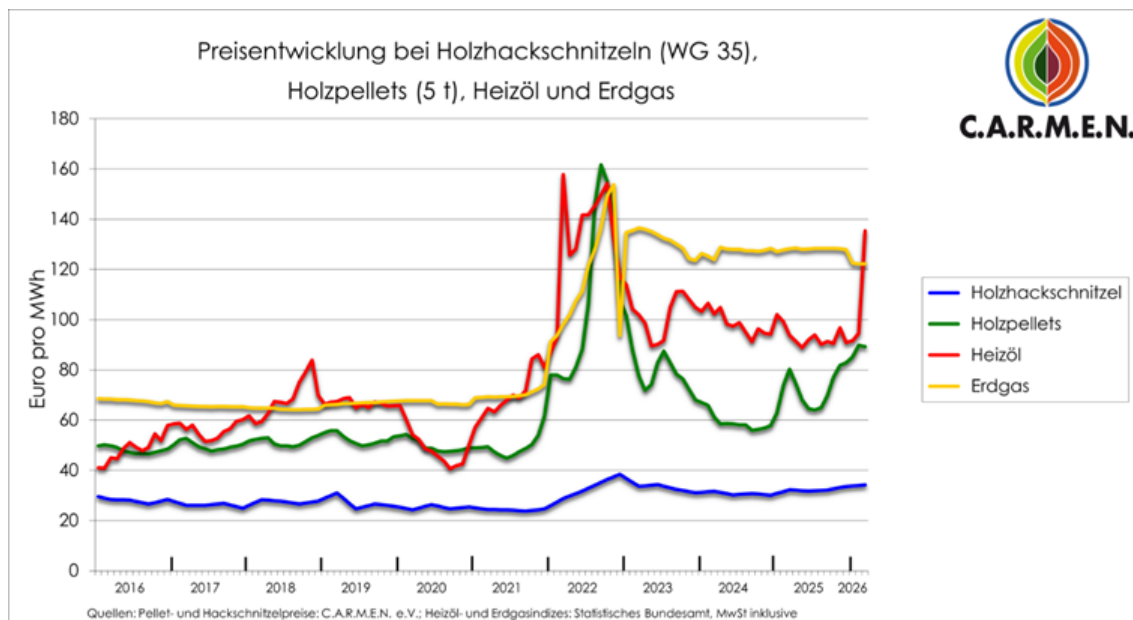


Abbildung 19: Preisentwicklung für Holzpellets im Vergleich zu Heizöl und Erdgas

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

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

Maßgeblich für die Planungssicherheit der Bürgerinnen und Bürger in der Gemeinde Hornstorf 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 Hornstorf (unter 100.000 Einwohner) hat der Gesetzgeber hierfür eine Frist bis spätestens zum 30. Juni 2028 eingeräumt.

Für die reale Umsetzungspraxis vor Ort bedeutet dies konkret:

Übergangsphase (bis zum Vorliegen des verbindlichen Wärmeplans): Solange die Gemeinde Hornstorf diesen Wärmeplan nicht formell rechtsverbindlich beschlossen hat (spätestens jedoch bis zum 30. Juni 2028), dürften defekte Heizungen im Bestand theoretisch noch durch rein fossile Anlagen (z. B. Gas- oder Ölheizungen) ersetzt werden. Voraussetzung hierfür ist lediglich eine verpflichtende, fachkundige Beratung, die die Gebäudeeigentümer über die massiv steigenden CO₂-Kosten im Rahmen des

Emissionshandels und das Risiko von irreversiblen Fehlinvestitionen ("Stranded Assets") aufklärt. Nach Beschluss des Wärmeplans (spätestens ab Mitte 2028): Sobald der Wärmeplan durch die Gemeindevertretung verabschiedet und veröffentlicht ist, greift die 65-Prozent-Regel des GEG auch in Hornstorf verbindlich. Ab diesem Zeitpunkt muss jeder Heizungstausch im Bestand diese Erneuerbare-Energien-Quote zwingend erfüllen.

5.5.5.3 Die Rolle der festen Biomasse als Erfüllungsoption

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

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

5.5.6 Ergebnisdarstellung: Feste Biomasse

Feste Biomasse bietet für die Gemeinde eine regional verfügbare, krisensichere und klimaneutrale Wärmequelle. Das Potenzial kann sowohl zur Versorgung eventuell später hinzukommender Wärmenetze und parallel zur Wärmeerzeugung in dezentralen Bestandsgebäuden genutzt werden. Eine Nutzung kann beispielsweise norm-konform (gem. GEG) über moderne Stückholz- oder Holzvergaseranlagen erfolgen.

Eine Quantifizierung der verfügbaren festen Biomassepotenziale beziffert den Gesamtwärmeertrag auf 6.057,3 MWh/a bei einer betrachteten Gesamtfläche von 1.187,4 Hektar. Das mit Abstand größte Potenzial entfällt auf Getreidestroh, welches auf 990,7 Hektar einen Ertrag von 4.852,3 MWh/a erzielen könnte. Landschaftspflegeheu steuert bei einer Fläche von 84,6 Hektar weitere 621,5 MWh/a zum Gesamtaufkommen bei. Waldrestholz und Landschaftspflegeholz bieten mit 301,3 MWh/a beziehungsweise 282,1 MWh/a lediglich untergeordnete Ergänzungspotenziale für eine lokale energetische Verwertung.

	Potenzialfläche [ha]	Wärmpotenzial	
		spezifisch [MWh _{th} /(h*a)]	absolut [MWh _{th} /a]
Waldrestholz	96,4	3,1	301,3
Landschaftspflegeholz	15,7	18,0	282,1
Getreidestroh	990,7	4,9	4.852,3
Landschaftspflegeheu	84,6	7,3	621,5
Potenzial	1.187,4		6.057,3

Tabelle 14: Energetisches Wärmpotenzial verschiedener fester Biomassefraktionen

Eine raumanalytische Betrachtung der Flächennutzungen verdeutlicht die dominante Rolle des Ackerlandes im gesamten Gemeindegebiet. Insbesondere die zentralen, östlichen und südlichen Gemeindeteile sind nahezu vollständig durch großflächige Ackerkulturen geprägt, welche die Grundlage für das hohe Strohpotenzial bilden. Größere zusammenhängende Waldgebiete beschränken sich vornehmlich auf den Nordwesten. Grünland- und Gehölzflächen treten nur punktuell oder als schmale Bänder auf und spielen für das Gesamtpotenzial an fester Biomasse eine untergeordnete Rolle.

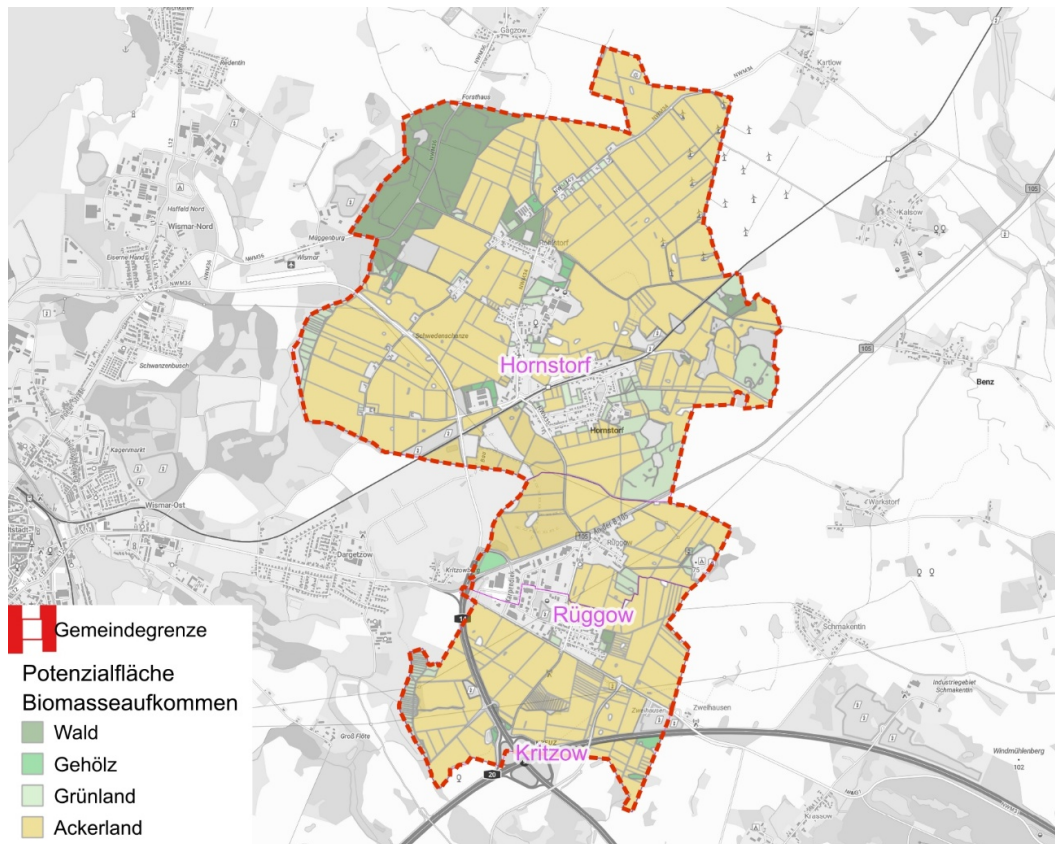


Abbildung 20: Nutzflächen als Basis für das Biomasseaufkommen in Hornstorf

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: $15 \text{ m}^3 / (100 \text{ m} \cdot 12 \text{ a})$
- Mittlere Knick-Breite (inkl. Vegetation): 5 m
- Schüttdichte (W15): 230 kg/m^3
- Spezifischer Massenertrag (W=15): $5,8 \text{ t}/(\text{ha} \cdot \text{a})$
- Bereitstellungsverluste: 5%
- Lagerverluste: 10%
- Mittl. Heizwert (W=15): $4,3 \text{ kWh/kg}$
- Jahresnutzungsgrad Umwandlung: 0,85

Getreidestroh

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

Landschaftspflegeheu

- Quellflächenart: Grünland
- Spezifischer Massenertrag (W=15): $4,5 \text{ t}/(\text{ha} \cdot \text{a})$
- 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 zwei 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 hier ebenfalls thermische Energie für den Betrieb von Großwärmepumpen zu entziehen. Auch hier ist ein hinreichend konstanter Abwasserfluss (Trockenwetterabfluss) erforderlich, welcher in der Regel ab einer Ausbaugröße der Kläranlage von ca. 5.000 Einwohnerwerten (EW) gegeben ist. Hinzu kommt, dass sich Kläranlagen oft eher entfernt von potenziellen Wärmeversorgungsgebieten befinden. Für die im Untersuchungsgebiet anzutreffenden Siedlungsstrukturen kann für einen sinnvollen Betrieb von einer maximal hinnehmbaren Entfernung von ca. 800 m ausgegangen werden.

Bewertung für das Untersuchungsgebiet: In der Gemeinde Hornstorf sind keine Abwasserkanäle entsprechender Größe im Umfeld möglicher Versorgungsgebiete vorhanden. Die Kläranlage erreicht im aktuellen Zustand nicht die erforderliche Mindestgröße von 5.000 EW. Allerdings ist im Zuge der Neuerschließung der Gewerbeflächen eine Erweiterung auf bis zu 12.000 EW vorgesehen, sodass mittelfristig mit dem Aufkommen entsprechender Abwärmepotenziale zu rechnen ist.

5.6.2 Abwärme aus Biogasanlagen (BHKW-Kopplung)

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

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

Systemische Vorteile:

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

Bewertung für das Untersuchungsgebiet: Die Abwärme der Biogasanlage stellt ein wertvolles Potenzial dar. Voraussetzung für dessen Nutzung stellt jedoch die Etablierung eines Wärmenetzes im räumlichen Umfeld dar. Dies ist nach aktuellem Stand nicht konkret geplant. Sollten sich dahingehend im Zuge der weiteren Gewerbegebietsentwicklung Änderungen ergeben, sollte die Biogasabwärme als mögliche Quelle in Betracht gezogen werden.

5.6.3 Ergebnisdarstellung: Abwärme

Eine Kartierung lokaler Abwärmequellen identifiziert zwei zentrale Standorte im mittleren und nördlichen Bereich von Hornstorf. Nördlich des Hauptortes befindet sich eine Biogasanlage mit einem potenziell nutzbaren thermischen Leistungsangebot von 600 kW, deren Erfassungsradien von ein und zwei Kilometern den Großteil von Hornstorf sowie benachbarte Siedlungsstrukturen abdecken. Unmittelbar am östlichen Ortsrand befindet sich zudem die Kläranlage. Im aktuellen Zustand erreicht diese mit einer Ausbaugröße von 3.000 Einwohnerwerten (EW) nicht den Schwellwert, der üblicherweise für eine sinnvolle Abwärmenutzung angesetzt wird. Allerdings ist im Zuge der Gewerbegebietsentwicklung eine

Vergrößerung der Anlage auf 12.000 EW vorgesehen, wodurch sich mittelfristig ein entsprechendes Potenzial ergeben dürfte. Daher wird die Anlage sowohl in der Kartendarstellung als auch in der Potenzialerhebung mit aufgeführt.

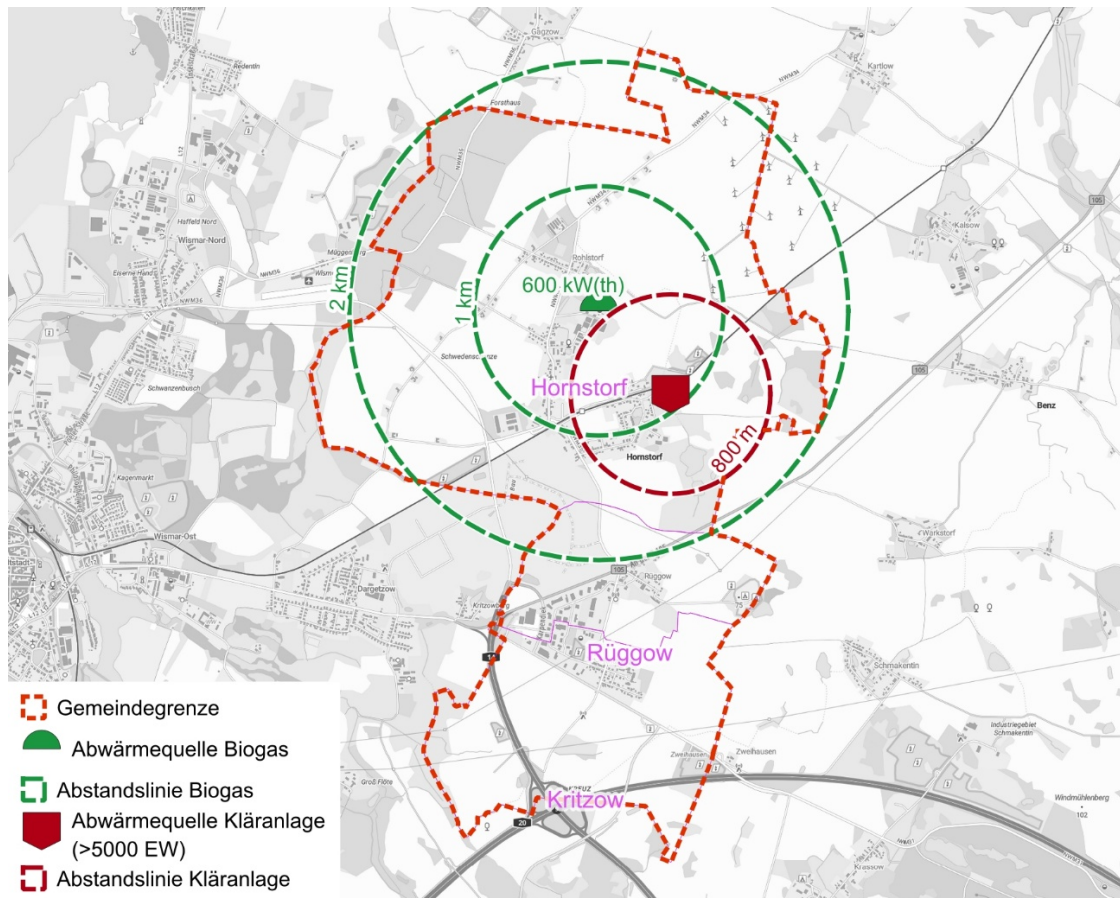


Abbildung 21: Gewerbliche und kommunale Abwärmequellen inklusive relevanter Suchradien

5.6.3.1 Abwasserwärme (Kanalnetz)

Eine systematische Erfassung der Abwasserwärmepotenziale beziffert das aktuell nutzbare Wärmepotenzial der Bestandsanlage bei 3.000 Einwohnerwerten (EW) auf 1.022,0 MWh/a. Durch eine geplante Erweiterung um 9.000 EW würde sich das Wärmepotenzial signifikant auf insgesamt 4.088,0 MWh/a bei 12.000 EW erhöhen. Der Strombedarf der für eine vollständige Abwärmenutzung benötigten Wärmepumpe wird im Endausbau auf 1.460,0 MWh/a abgeschätzt.

	Anlagengröße [EW]	Wärmepotenzial (Nutzwärme nach Wärmepumpe)		Strombedarf (Wärmepumpe) [MWh _{el} /a]
		spezifisch [kWh _{th} /(EW*a)]	absolut [MWh _{th} /a]	
Bestandsanlage	3.000,0	340,7	1.022,0	365,0
geplante Erweiterung	9.000,0	340,7	3.066,0	1.095,0
Potenzial	12.000,0		4.088,0	1.460,0

Tabelle 15: Wärmepotenziale aus Abwasserwärme auf Basis der kommunalen Kläranlage

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)

Eine Untersuchung der lokal nutzbaren Abwärmepotenziale identifiziert eine ansässige Biogasanlage als relevante thermische Energiequelle. Die installierte Leistung der Bestandsanlage von 600 kW ermöglicht eine kontinuierliche Bereitstellung von nutzbarer Wärme. Bei einem spezifischen Ertrag von 6,0 MWh pro Kilowatt thermischer Leistung und Jahr resultiert daraus ein erhebliches absolutes Wärmepotenzial von 3.600,0 MWh/a.

	Installierte Leistung absolut [kW _{th}]	Wärmepotenzial	
		spezifisch [MWh _{th} /(kW _{th} *a)]	absolut [MWh _{th} /a]
Bestands-Biogasanlage	600,0	6,0	3.600,0
Potenzial	600,0		3.600,0

Tabelle 16: Rechnerisches Abwärmepotenzial

Ermittlungsmethodik

- Vollbetriebsstunden: 8000 h/a
- 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 Aufdachpotenzialen stellt für die Gemeinde Hornstorf eine der maßgeblichen Säulen zur Dekarbonisierung der dezentralen Gebäudeversorgung dar, da sie flächenneutral – also ohne zusätzliche Flächenversiegelung oder Raumnutzungskonflikte – erfolgt.

Klimatische Einordnung und standortspezifische Rahmenbedingungen

Die Gemeinde Hornstorf weist durch ihre geografische Lage an der mecklenburgischen Ostseeküste überdurchschnittlich günstige Einstrahlungsparameter auf. Meteorologische Daten belegen, dass die Küstenregionen durch maritime Einflüsse (geringere Wolkenbildung durch lokale Seewindzirkulation) eine sehr hohe Globalstrahlung verzeichnen. Mit einem langjährigen Mittel von rund 1.050 bis 1.100

Kilowattstunden (kWh) pro Quadratmeter Horizontalfläche bietet der Standort eine hochgradig wirtschaftliche Basis für die solare Energiegewinnung.

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

Standortvorteil Hornstorf: Konvektive Kühlung durch Seewind Ein spezifischer physikalischer Effekt, der die Anlageeffizienz in Hornstorf 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 Hornstorf eine kontinuierliche Luftkühlung. Folglich erhitzen sich die Module an Einstrahlungsspitzentagen (Hochsommer) deutlich weniger, was den Wirkungsgrad stabilisiert und den absoluten jährlichen Stromertrag pro installierter Leistung (kWh/kWp) messbar steigert.

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

5.7.3 Photovoltaisch-thermische Hybridkollektoren (PVT)

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

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

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 Hornstorf, 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.

Eine vergleichende Potenzialanalyse für solare Aufdachanlagen bewertet zwei unterschiedliche Nutzungsszenarien. In Szenario 1, welches eine kombinierte Nutzung von Photovoltaik (PV) und Solarthermie (ST) vorsieht, beträgt das gemeindeweite Strompotenzial 9.332 MWh/a und das Wärmepotenzial 1.358 MWh/a. Im auf reine Stromerzeugung fokussierten Szenario 2 erhöht sich das PV-Potenzial auf 10.659 MWh/a bei einer installierbaren Leistung von 16.308 kWp. Hornstorf bietet mit knapp 70.000 Quadratmetern die größte absolute Eignungsfläche, gefolgt von Rüggow und Kritzow. Aktuell sind kleine Bestandsanlagen mit einem rechnerischen Ertrag von 1.562 MWh/a (Photovoltaik) und 30 MWh/a (Solarthermie) installiert.

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]
Hornstorf	69.285	36.180	7.236	4.712	5.391	786	41.571	8.314	5.470
Kritzow	25.248	13.696	2.739	1.782	1.453	225	15.149	3.030	1.990
Rüggow	41.370	22.081	4.416	2.837	2.741	347	24.822	4.964	3.200
Potenzial	135.903	71.958	14.392	9.332	9.584	1.358	81.542	16.308	10.659
Installiert			2.409	1.562		30			

Tabelle 17: Potenziale für Dachflächen-Photovoltaik und Solarthermie

Eine Kartierung der Solarthermie-Dachpotenziale verdeutlicht die erwartungsgemäße Konzentration innerhalb der bebauten Ortslagen. Im Ortskern von Hornstorf sowie im südlich angrenzenden Rüggow befinden sich dichte Zonen mit Potenzialen von 10 bis über 30 MWh/a pro Rasterfläche, was auf großflächige Dachstrukturen im gewerblichen Bereich hinweist. Kritzow im Süden weist ebenfalls nutzbare, wenngleich etwas geringere Dichten auf. Die Verteilung zeigt, dass die Einbindung dezentraler Solarthermie primär als ergänzende Wärmequelle für Einzelgebäude oder kleine Netze in Betracht kommt.

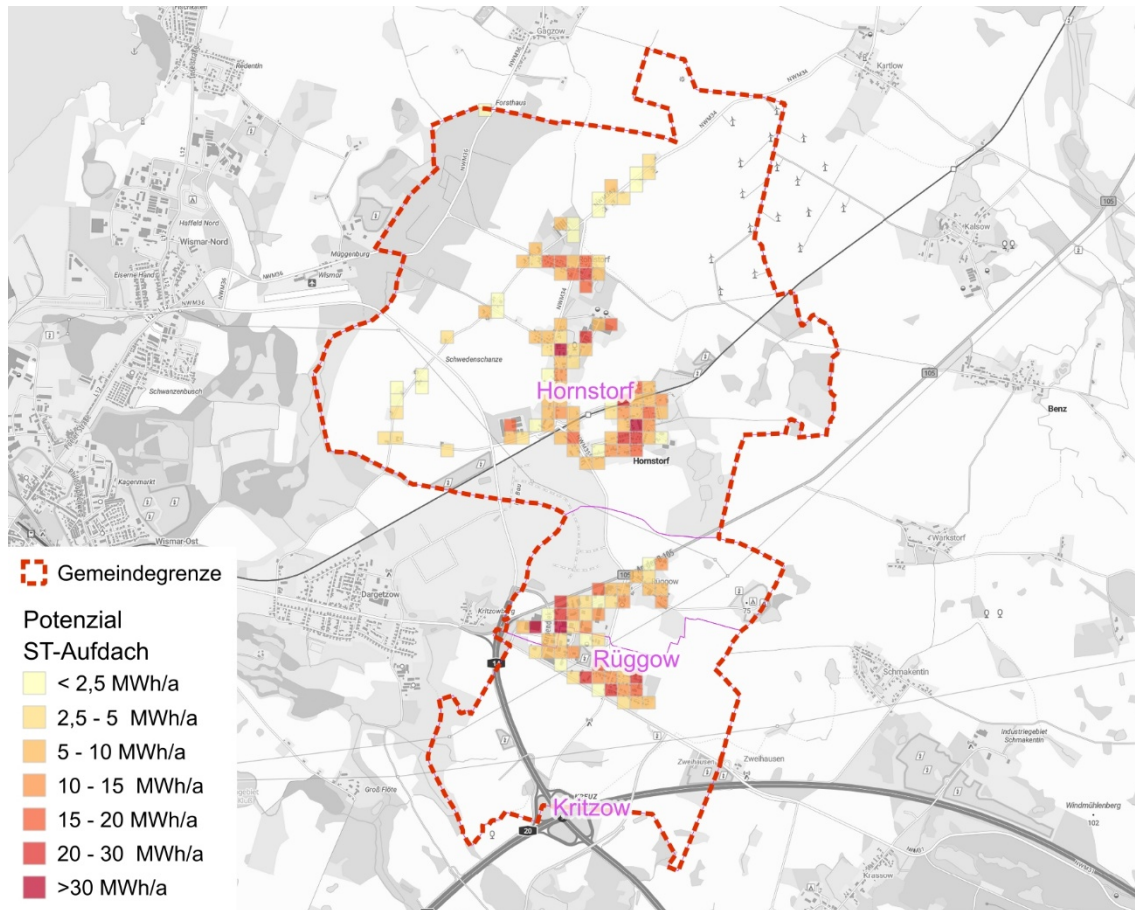


Abbildung 22: Wärmepotenziale für dachgebundene Solarthermieranlagen in den Siedlungsbereichen

Eine räumliche Auswertung der Dachflächenpotenziale für Photovoltaik zeigt eine hohe Dichte an nutzbaren Flächen in den bebauten Gebieten der Gemeinde. Herausstechend sind hierbei die Ortszentren von Hornstorf und Rüggeow, in denen gebietsweise sehr hohe Strompotenziale von über 80 MWh/a je analysiertem Raster erreicht werden können. Diese Hotspots korrelieren mit großflächigen Industrie- und Gewerbedächern sowie zusammenhängenden Wohnbauquartieren. Das ermittelte PV-Aufdachpotenzial kann eine wesentliche Grundlage für die lokale Stromversorgung und den Betrieb dezentraler Wärmepumpen bilden.

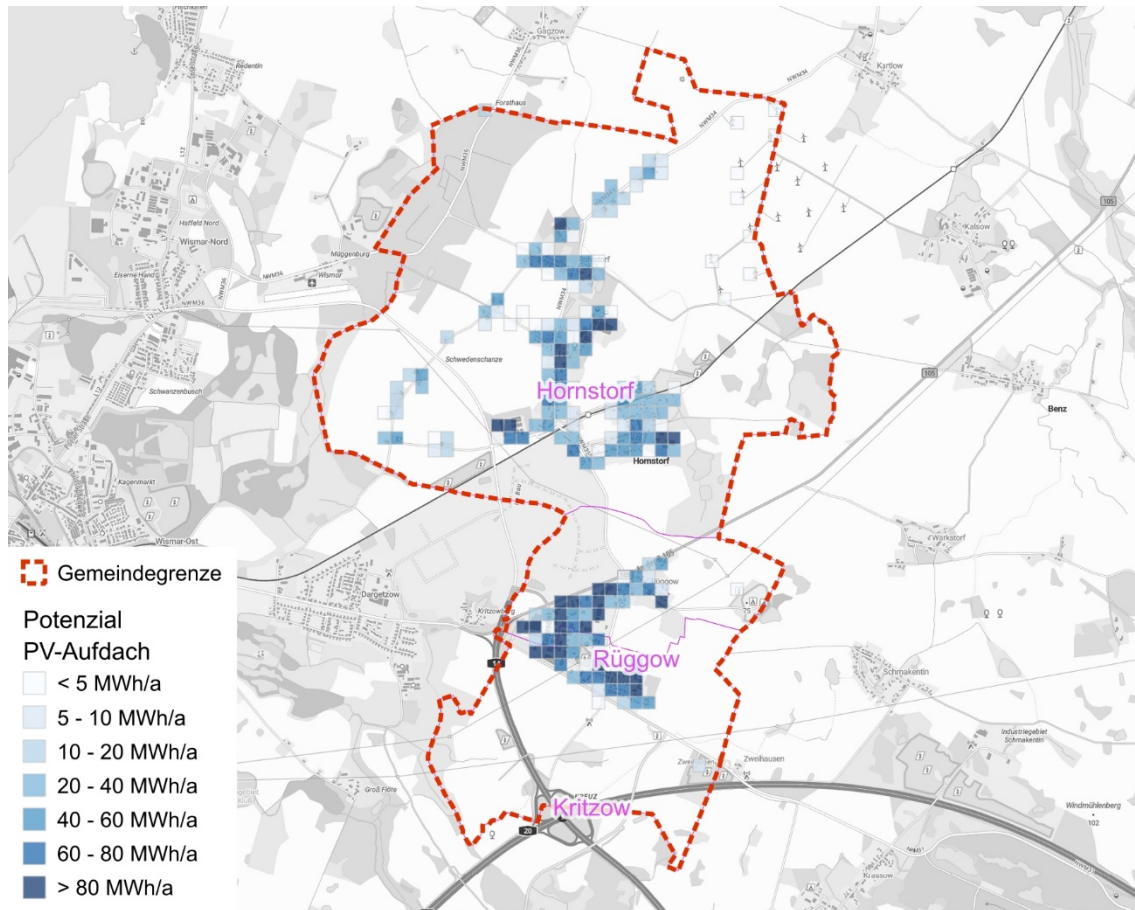


Abbildung 23: Verteilung theoretischer Strompotenziale für dachgebundene Photovoltaikanlagen

Ermittlungsmethodik

Flächenauswahl

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

Auslegung Photovoltaik

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

Auslegung Solarthermie

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

Wärmeplanerische Bewertung der Ergebnisse

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

- **Bedeutung der Sektorenkopplung (Szenario 2):** Durch die konsequente Ausrichtung der Dachflächen auf Photovoltaik lässt sich das lokale Stromerzeugungspotenzial auf **ca. 10.700 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 **37.000 MWh bis 42.800 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 2.409 kWp installierter PV-Leistung und lediglich 30 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 Hornstorf 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 Hornstorf:** Diese Technologie ist aufgrund der geringen Erschließungskosten und der einfachen Nachrüstbarkeit im Bestand die derzeit am häufigsten gewählte Lösung. Durch das maritime Klima in Hornstorf 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.

- **Situation in Hornstorf:** Im bestehenden Gewerbegebiet stehen die häufig versiegelten und vielfältig anderweitig genutzten Flächen nur bedingt für eine Geothermienutzung zur Verfügung. Die ländlicher strukturierten Siedlungsgebiete mit oft großzügigen Gartengrundstücken bieten dagegen gute Voraussetzungen für Flächenkollektoren.
- **Technischer Hinweis:** Die Fläche des Kollektors muss etwa das 1,5- bis 2-fache der zu beheizenden Wohnfläche betragen.

5.8.2.2 Erdwärmesonden (Vertikalkollektor)

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

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

5.8.2.3 Ergebnisdarstellung: Oberflächennahe Geothermie

Eine Potenzialermittlung für die oberflächennahe Geothermie bescheinigt dieser Technologie eine sehr hohe Relevanz für die lokale Wärmeversorgung. Auf einer geeigneten Fläche von insgesamt 44,5 Hektar kann ein Gesamtwärmepotenzial von 80.561,8 MWh/a erschlossen werden. Der absolute Großteil davon entfällt auf Erdwärmesonden, die auf 42,2 Hektar eine Ausbeute von 79.212,4 MWh/a ermöglichen. Horizontale Erdkollektoren spielen lediglich in den Artesikgebieten in der Gemeinde mit einem berechneten Ertrag von 1.349,4 MWh/a auf 2,2 Hektar eine marginale Rolle. Um dieses enorme Wärmepotenzial der Sonden und Kollektoren auf ein nutzbares Temperaturniveau anzuheben, bedarf es eines prognostizierten Antriebsstroms von rund 20.140,5 MWh/a.

	Potenzial- fläche [ha]	Installierbare Leistung (Wärmepumpe)		Wärmepotenzial (Nutzwärme nach Wärmepumpe)		Strom- bedarf (Wärmepumpe) [MWh _{el} /a]
		spezifisch [MW _{th} /ha]	absolut [MW _{th}]	spezifisch [MW _{th} /((MW _{th} *a))]	absolut [MWh _{th} /a]	
Erdsonden	42,2	1,04	44,0	1.800,0	79.212,4	19.803,1
Kollektorfeld	2,2	0,33	0,7	1.800,0	1.349,4	337,4
Potenzial	44,5		44,8		80.561,8	20.140,5

Tabelle 18: Potenzial zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie

Die folgende Auswertung der Potenziale für oberflächennahe Geothermie visualisiert geeignete Bereiche für die Nutzung von Erdwärmekollektoren. Im zentralen Gebiet von Hornstorf weisen Flächen eine Eignung mit Potenzialen zwischen 600 und 900 MWh/a auf. Die ermittelten Flächen bieten eine Basis für den dezentralen Ausbau erneuerbarer Wärmequellen in der Gemeinde.

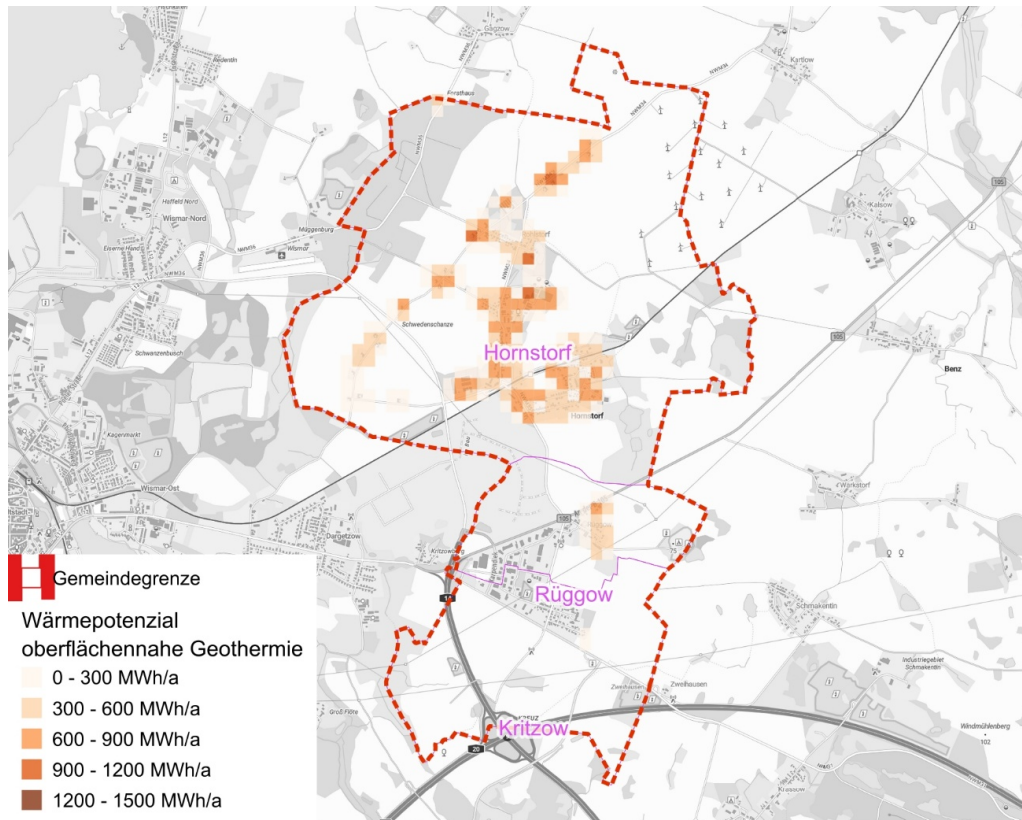


Abbildung 24: Wärmepotenzial für oberflächennahe Geothermie im Projektgebiet Hornstorf

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 Oberflächengewässern. Da in Hornstorf keine nennenswert großen Gewässer vorhanden sind, wird der Ansatz an dieser Stelle nicht weiter verfolgt.

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 Hornstorf besitzt dieser Prüfschritt eine hohe Relevanz, da weite Teile des Gemeindegebiets durch ein Erdgasnetz erschlossen sind.

In Abstimmung mit der Gemeindeverwaltung und nach Evaluierung der systemischen Rahmenbedingungen werden diese Gebiete im Zielszenario jedoch als **Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung** (mit Fokus auf Elektrifizierung) bzw. als **Prüfgebiete** ausgewiesen. Die ingenieurtechnischen und energie-wirtschaftlichen Grundlagen für diese Einordnung werden nachfolgend differenziert nach Energieträger dargelegt.

5.9.1 Wasserstoff (H₂) im Wärmemarkt

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

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

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

5.9.2 Biomethan (Bio-Erdgas) und Netzinfrastuktur

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

- **Erzeugerkapazitäten und Anlagenbestand:** Zahlreiche Bestands-Biogasanlagen fallen absehbar aus der 20-jährigen Förderkulisse des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG). Eine Umrüstung

dieser Anlagen von der Vor-Ort-Verstromung auf eine Biomethan-Einspeisung erfordert den kapitalintensiven Bau neuer Biogasaufbereitungsanlagen (BGAA). Ohne eine hinreichende staatliche Investitionsförderung ist ein Kapazitätszubau, der den Wärmemarkt bedienen könnte, derzeit nicht absehbar.

- **Netzökonomie und Fixkostenremanenz:** Das größte volkswirtschaftliche Risiko für den Endverbraucher resultiert aus der Kostenstruktur der Gasverteilnetze. Wie aktuelle Analysen (u.a. Fraunhofer-Studien zur Gasnetztransformation, 2025) aufzeigen, führt der politisch und wirtschaftlich motivierte Wechsel vieler Haushalte zur Wärmepumpe zu einem signifikanten Rückgang der transportierten Gasmengen im Netz. Gasnetze weisen jedoch extrem hohe Fixkosten (Betrieb, Wartung, Abschreibungen) auf. Bei sinkenden Durchsatzmengen müssen diese Fixkosten auf eine immer kleiner werdende Anzahl verbleibender Netzkunden umgelegt werden. Dies führt unweigerlich zu **stark steigenden spezifischen Netznutzungsentgelten** (Cent/kWh) und birgt das Risiko sogenannter "Stranded Assets" (gestrandeter Investitionen).

5.9.3 Biogenes Flüssiggas (Bio-LPG)

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

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

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

5.9.4 Regulatorischer Rahmen: Das Heizungsmodernisierungsgesetz und die „Biotreppe“

Die wärmeplanerische Bewertung dieser Restriktionen muss in Einklang mit der aktuellen Bundesgesetzgebung bewertet werden. Die von der aktuellen Regierungskoalition vorgelegten Eckpunkte zum neuen Heizungsmodernisierungsgesetz sehen eine technologische Öffnung vor. Ein zentraler Mechanismus ist die sogenannte „**Biotreppe**“: Sie gestattet den Weiterbetrieb und bedingt den Neueinbau von Gas- oder Flüssiggasheizungen, sofern ein gesetzlich definierter, stufenweise ansteigender Anteil an grünen Gasen durch den Eigentümer nachgewiesen wird.

Wärmeplanerische Implikationen für die Gemeinde Hornstorf: Aus Sicht der kommunalen Wärmeplanung stellt diese regulatorische Öffnungsklausel jedoch keine Lösung für die physikalischen und ökonomischen Engpässe dar. Der aktuelle Marktdialog mit verschiedenen 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.

Die strategische Entscheidung der Gemeinde Hornstorf, auch Gebiete mit bestehendem Erdgasnetz im Zielszenario als **Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung** (Fokus auf Wärmepumpen und partiell feste Biomasse) bzw. Prüfgebiete auszuweisen, ist daher fachlich zwingend. Sie schützt die Gebäudeeigentümer proaktiv vor den erheblichen Preisrisiken einer stark verknappten Verfügbarkeit grüner Gase sowie vor unverhältnismäßig steigenden Netzinfrastруктурkosten.

5.10 Speichertechnologien und Systemflexibilität

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

5.10.1 Saisonalspeicher (Langzeitspeicher)

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

5.10.1.1 Dezentrale Saisonalspeicher (Einzelgebäude)

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

5.10.1.2 Zentrale Saisonalspeicher (Wärmenetze)

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

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

Fazit für Hornstorf: Großwärmespeicher wie Erdbecken- oder Hochbauspeicher sind systemrelevant für städtische Fernwärmenetze aber nicht für ländlich strukturierte Gemeinden mit geringen Wärmenetzpotenzialen.

5.10.2 Kurzzeitspeicher und Systemflexibilität (Lastverschiebung)

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

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

Die Vorteile dieser intelligenten Steuerung sind:

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

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

5.10.2.1 Effizienzhierarchie der Speichermethoden

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

1. Thermische Bauteilaktivierung (Höchste Effizienz):

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

2. Isolierte Wasser-Pufferspeicher (Mittlere Effizienz):

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

3. Elektrische Batteriespeicher (Geringste Effizienz für Heizzwecke):

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

5.10.3 Ergebnisdarstellung: Speichersysteme

- **Netzgebundenes Gebiet** (sofern später relevant): Einsatz standardisierter zentraler Heißwasser-Pufferspeicher zur Glättung der Erzeugerspitzen (z.B. Biomassekessel/Abwärme) wird empfohlen. Großskalige Saisonalspeicher sind nicht wirtschaftlich .
- **Dezentrales Gebiet (Individuelle Versorgung):** Die Gemeinde empfiehlt in ihren Sanierungsleitfäden primär die **Ertüchtigung der Gebäude für die thermische Bauteilaktivierung** in Kombination mit einem **Energiemanagementsystem (EMS)**. Dies stellt die 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.

In der Gemeinde Hornstorf werden keine Wärmenetzgebiete ausgewiesen. Hintergrund ist die hinsichtlich der Bedarfsdichte und Verbraucherstruktur nur bedingte Eignung in den Siedlungsgebieten sowie der heterogenen und individuell sehr unterschiedlichen strategischen Ansätze der etablierten Betriebe im bestehenden Gewerbegebiet.

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

6.3 Prüfgebiete

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

6.4 Gebiete für dezentrale Versorgung

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

6.5.1 Zone SK24.12_01_02 Rüggow - GEW Kritzow

Die Gebäudestruktur ist durch große Gewerbeobjekte mit hohen Wärmebedarfsklassen charakterisiert. Die Wärmelinien dichten liegt im Mittel bei ca. 1 bis 1,5 MWh/(m*a).

Die Konzentration von Großverbrauchern spricht grundsätzlich für mögliche Synergieeffekte einer gemeinsamen Wärmeversorgung. Allerdings verfolgen größere Gewerbe- und Industrieunternehmen vielfach eigene, individuelle Strategien bezüglich ihrer zukünftigen Energieversorgung, was gemeinsame Lösungen häufig erschwert.

Nördlich angrenzend entsteht derzeit ein neues Großgewerbegebiet, was perspektivisch zu weiteren Synergien bei einer möglichen netzgebundenen Wärmeversorgung führen könnte. Da dort die zukünftige Nutzerstruktur aktuell jedoch noch unklar ist, sind belastbare Aussagen hierzu noch nicht möglich.

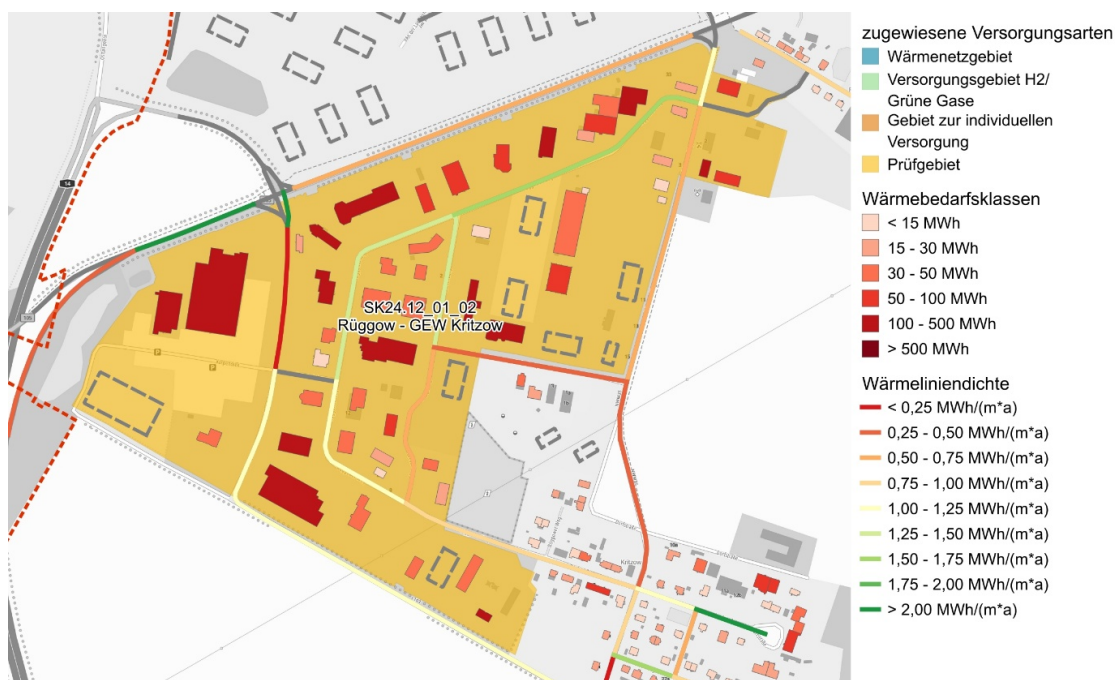


Abbildung 26: Zugeordnete Versorgungsarten für Rüggow - GEW Kritzow

Die statistische Erfassung der Zone umfasst aktuell 51 Gebäude, die primär in Hallenbauweise ausgeführt sind und überwiegend gewerblich oder öffentlich genutzt werden. Der jährliche Wärmebedarf beläuft sich auf 4.418 MWh/a, wobei ein rechnerisches Sanierungspotenzial von 37 % identifiziert wurde.

Das Gebiet ist an das Erdgasnetz angeschlossen, verfügt jedoch nicht über ein Wärmenetz. Für einen potenziellen Zubau von 8 Gebäuden wird ein zusätzlicher Wärmebedarf von 903 MWh/a prognostiziert.

Siedlungsstruktur

	<u>aktuell</u>	<u>± Zubau</u>
Gebäudeanzahl	51	+8
Bauweise	überw. Halle	
Baualter	gemischt	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	Gewerbe, öffentlich	

Bedarfsstruktur

	<u>aktuell</u>	<u>± Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	4.418 MWh/a	+903 MWh/a
Sanierungspotenzial	-37%	
Wärmebedarfsdichte	118 MWh/(ha*a)	142 MWh/(ha*a)

Versorgungsinfrastruktur

Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale

Biogasanlagen (2 km)	
Windkraftanlagen (5 km)	47.000 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	33.820 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	54 ha

Ausweisung Versorgungsart

Versorgungsart	Prüfgebiet
Umsetzungswahrscheinlichkeit	
Bemerkungen	Prüfung mögliche Synergien mit beabsichtigter angrenzender

Tabelle 19: Struktur- und Potentialdaten für Rüggow - GEW Kritzow

Das Gebiet wird als Prüfgebiet ausgewiesen.

Mit fortschreitender Klärung der Abnehmerstruktur im angrenzend neu entstehenden Großgewerbegebiet sollen mögliche Synergien hinsichtlich einer gemeinsamen Wärmeversorgung kontinuierlich evaluiert werden.

6.5.2 Zone SK24.12_01_01 Rüggow - GEW B-Plan 10

Im dargestellten Gebiet entsteht gemäß des kommunalen Bebauungsplans Nr. 10 derzeit ein neues Industrie- und Gewerbegebiet. Konkrete Informationen über Art, Umfang und Zeitpunkt zukünftiger Unternehmensansiedlungen sind derzeit noch nicht verfügbar.

Gerade im Gewerblichen Sektor besteht jedoch eine große Bandbreite hinsichtlich des zu erwartenden Wärmebedarfsprofils. Aus diesem Grunde wurde hier in einer Modellrechnung mit einer Durchschnittlichen Bau- und Bedarfsstruktur im Gewerbesektor kalkuliert. Entsprechende Unschärfen sind bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen.

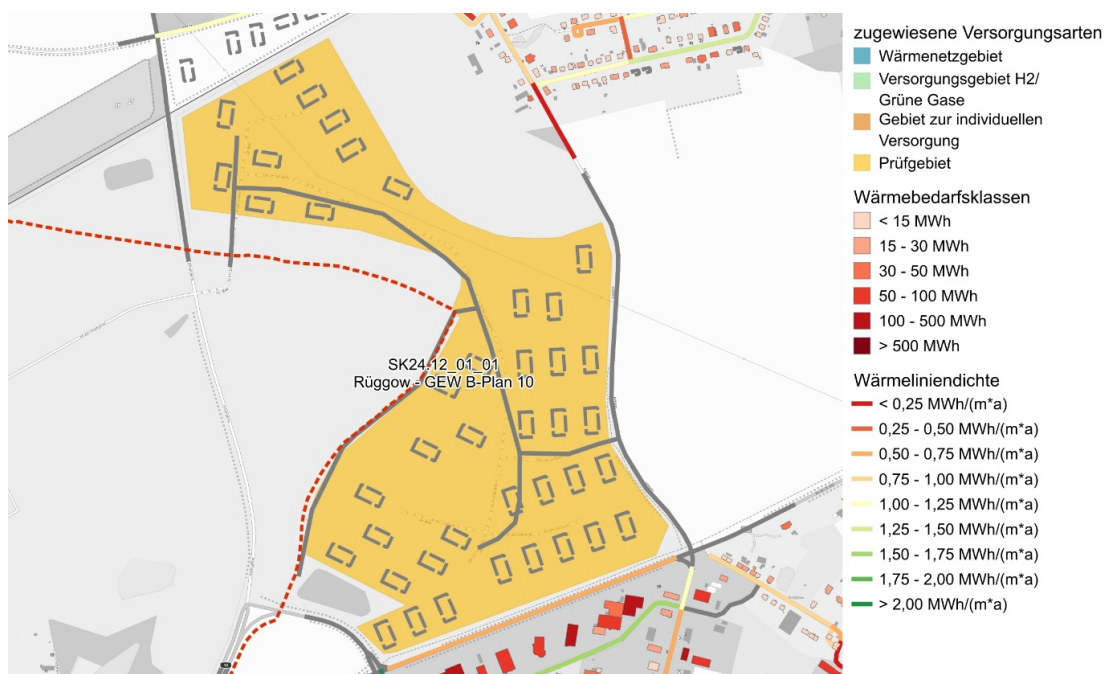


Abbildung 27: Zugeordnete Versorgungsarten für Rüggow - GEW B-Plan 10

Die Modellrechnung ergibt bei einem angenommenen Zubau von 41 Gewerbe- und Industriehallen einen prognostizierten jährlicher Wärmebedarf von ca. 4.000 MWh/a. Dies entspricht einer erwarteten Wärmebedarfsdichte von ca. 84 MWh/(ha*a).

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	0	+41
Bauweise	Halle	
Baualter	neuer Bestand	
Ausbaustatus	Ausbau geplant	
Nutzungsart	Gewerbe, öffentlich	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	0 MWh/a	+3.962 MWh/a
Sanierungspotenzial	#DIV/0!	
Wärmebedarfsdichte	0 MWh/(ha*a)	84 MWh/(ha*a)

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	benachbart
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	600 kW(th)
Windkraftanlagen (5 km)	45.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	35.387 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	54 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Prüfgebiet
Umsetzungswahrscheinlichkeit	
Bemerkungen	Art der Ansiedlung noch nicht bekannt

Tabelle 20: Struktur- und Potentialdaten für Rüggow - GEW B-Plan 10

Das Gebiet wird als Prüfgebiet ausgewiesen.

Für die Entscheidung über eine geeignete Wärmeversorgungsform ist eine tiefere Kenntnis zur Struktur der zukünftigen Unternehmensansiedlungen erforderlich. Zur Entwicklung entsprechender Szenarien beabsichtigt die Gemeinde derzeit die Durchführung einer vertieften Untersuchung mit dem Ziel der Entwicklung eines „Grünen Gewerbegebiets“. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sollen in die Evaluierung und Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung einfließen.

6.5.3 Zone SK24.12_01_09 Hornstorf - GEW B-Plan 18

Im Bereich zwischen der Bahntrasse und südlich der Ortslage Hornstorf ist ebenfalls die Neuentwicklung eines Gewerbegebiets vorgesehen. Auch hier ist die genaue zukünftige Nutzerstruktur noch nicht bekannt. Daher erfolgt auch hier eine Modellrechnung zur Abschätzung möglicher zukünftiger Wärmebedarfe. Obwohl die Zone in räumlicher Nachbarschaft zum neuen Großgewerbegebiet liegt, sind Synergien

hinsichtlich gemeinsamer netzgebundener Versorgungslösungen aufgrund der trennenden Bahntrasse eher nicht zu erwarten.

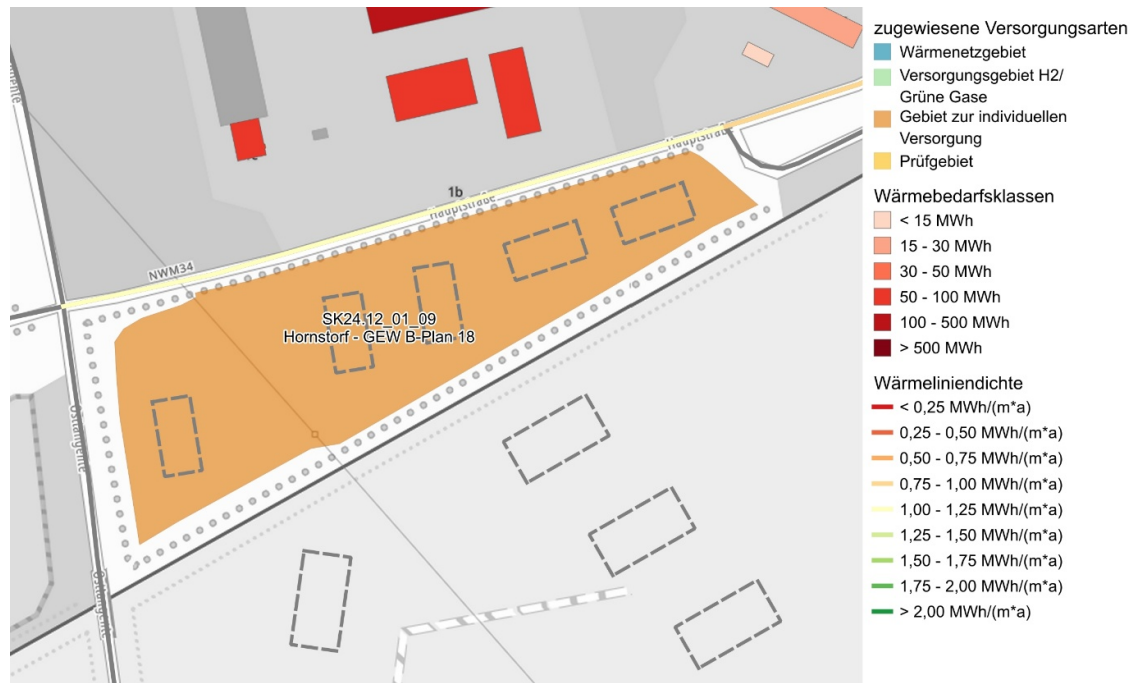


Abbildung 28: Zugeordnete Versorgungsarten für Hornstorf - GEW B-Plan 18

Die Modellrechnung ergibt bei einem angenommenen Zubau von 5 Gewerbehallen einen prognostizierten jährlicher Wärmebedarf von ca. 280 MWh/a. Dies entspricht einer erwarteten Wärmebedarfsdichte von ca. 104 MWh/(ha*a).

Siedlungsstruktur

	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	0	+5
Bauweise	Halle	
Baualter	neuer Bestand	
Ausbaustatus	Ausbau geplant	
Nutzungsart	Gewerbe, öffentlich	

Bedarfsstruktur

	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	0 MWh/a	+279 MWh/a
Sanierungspotenzial	#DIV/0!	
Wärmebedarfsdichte	0 MWh/(ha*a)	104 MWh/(ha*a)

Versorgungsinfrastruktur

Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	nicht vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

600 kW(th)
45.500 kW(el)

75
34.497 kW(el)
538.161 ha

nicht vorhanden
 nicht vorhanden
 nicht vorhanden

Potenziale

Biogasanlagen (2 km)	600 kW(th)
Windkraftanlagen (5 km)	45.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	34.497 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	54 ha

Ausweisung Versorgungsart

Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich
Bemerkungen	

Tabelle 21: Struktur- und Potentialdaten für Hornstorf - GEW B-Plan 18

Das Gebiet wird als **Gebiet zur individuellen Versorgung** ausgewiesen.

6.5.4 Zone SK24.12_01_06 Hornstorf - GEW Hauptstr.

Das Kartenbild der Zone zeigt eine gewerbliche Prägung mit großflächigen Gebäuden. Die Nutzungsperspektive dieser Objekte ist jedoch teilweise unklar.



Abbildung 29: Zugeordnete Versorgungsarten für Hornstorf - GEW Hauptstr.

Im betrachteten Bereich liegen 8 Gebäude vor, die vorwiegend gewerblich oder öffentlich genutzt werden. Der jährliche Wärmebedarf summiert sich auf 909 MWh/a, gekoppelt an eine Wärmebedarfsdichte von 174 MWh/(ha*a). Ein berechnetes Sanierungspotenzial von 48 % verdeutlicht erhebliche Einsparmöglichkeiten.

Siedlungsstruktur

	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	8	
Bauweise	überw. Halle	
Baualter	gemischt	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	Gewerbe, öffentlich	

Bedarfsstruktur

	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	909 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-48%	
Wärmebedarfsdichte	174 MWh/(ha*a)	

Versorgungsinfrastruktur

Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	benachbart
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale

Biogasanlagen (2 km)	600 kW(th)
Windkraftanlagen (5 km)	45.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	34.377 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	54 ha

Ausweisung Versorgungsart

Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich
Bemerkungen	

Tabelle 22: Struktur- und Potentialdaten für Hornstorf - GEW Hauptstr.

Das Gebiet wird als **Gebiet zur individuellen Versorgung** ausgewiesen.

6.5.5 Zone SK24.12_01_05 Kritzow - Dorf

Das Kartenbild der Dorflage zeigt eine homogene, weitläufige Bebauung. Die Gebäude weisen vorrangig einen niedrigen Wärmebedarf von unter 15 MWh pro Objekt auf. Aufgrund der Distanzen zwischen den Wohngebäuden liegt die Wärmeliniedichte auf einem geringen Niveau von 0,50 MWh/(m*a) bis 1,5 MWh/(m*a).

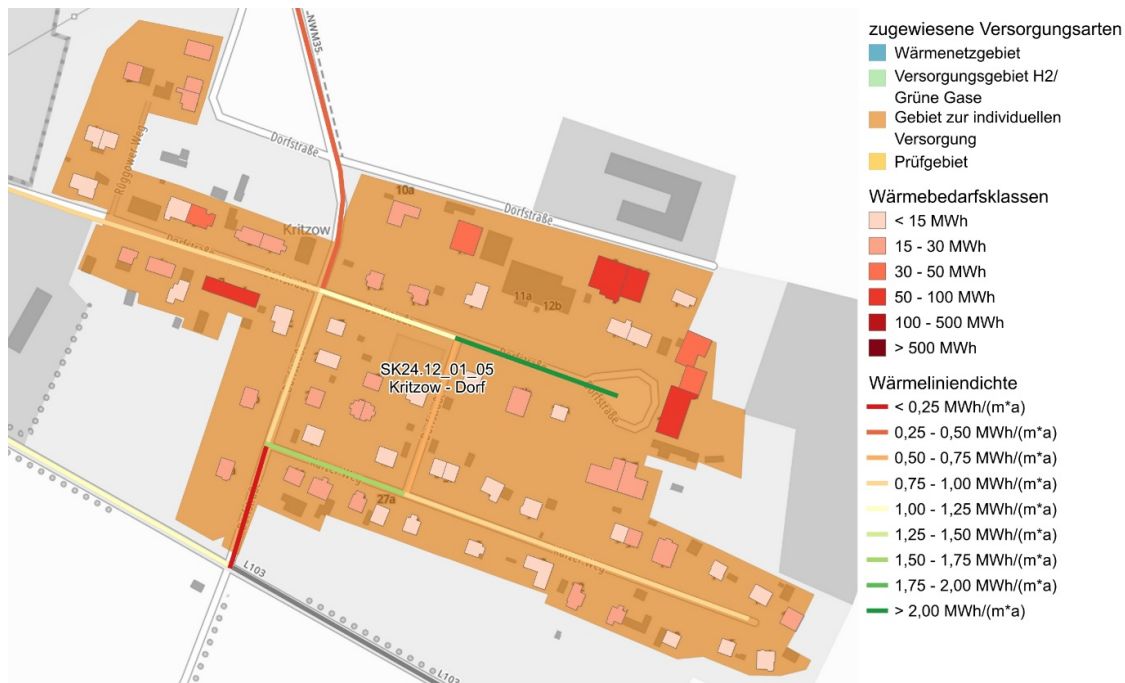


Abbildung 30: Zugeordnete Versorgungsarten für Kritzow - Dorf

Im betrachteten Bereich der Dorflage befinden sich 67 Gebäude, die überwiegend als Einfamilien- oder Doppelhäuser ausgelegt sind. Der jährliche Wärmebedarf summiert sich auf 1.386 MWh/a, gekoppelt an eine Wärmebedarfsdichte von 169 MWh/(ha*a). Ein geschätztes Sanierungspotenzial von 28 % bietet eine solide Basis für effizienzsteigernde Maßnahmen im überwiegend neueren Baubestand. Die bestehende individuelle Versorgung wird derzeit durch ein vorhandenes Erdgasnetz abgedeckt.

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	67	
Bauweise	überw. Einfamilien- / Doppelhaus	
Baualter	überw. neuer Bestand	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	überw. Wohnen	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	1.386 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-28%	
Wärmebedarfsdichte	169 MWh/(ha*a)	

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

47.000 kW(el)

307.397 kW(el)

538.161 ha

1.386 MWh/a
-28%
169 MWh/(ha*a)

nicht vorhanden
vorhanden
nicht vorhanden

TRIGENIUS
ENERGIE DER ZUKUNFT

Potenziale

Biogasanlagen (2 km)	
Windkraftanlagen (5 km)	47.000 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	30.397 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	54 ha

Ausweisung Versorgungsart

Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich
Bemerkungen	

Tabelle 23: Struktur- und Potentialdaten für Kritzow – Dorf

Das Gebiet wird als **Gebiet zur individuellen Versorgung** ausgewiesen.

6.5.6 Zone SK24.12_01_07 Rügow - Dorfstr.

Entlang der Dorfstraße zeigt sich eine klassische Straßendorfstruktur mit großen Abständen zwischen den Gebäuden. Der Wärmebedarf der Einzelgebäude bewegt sich im niedrigen bis mittleren Segment. Entsprechend weisen die Wärmelinienindichten sehr geringe Werte auf.

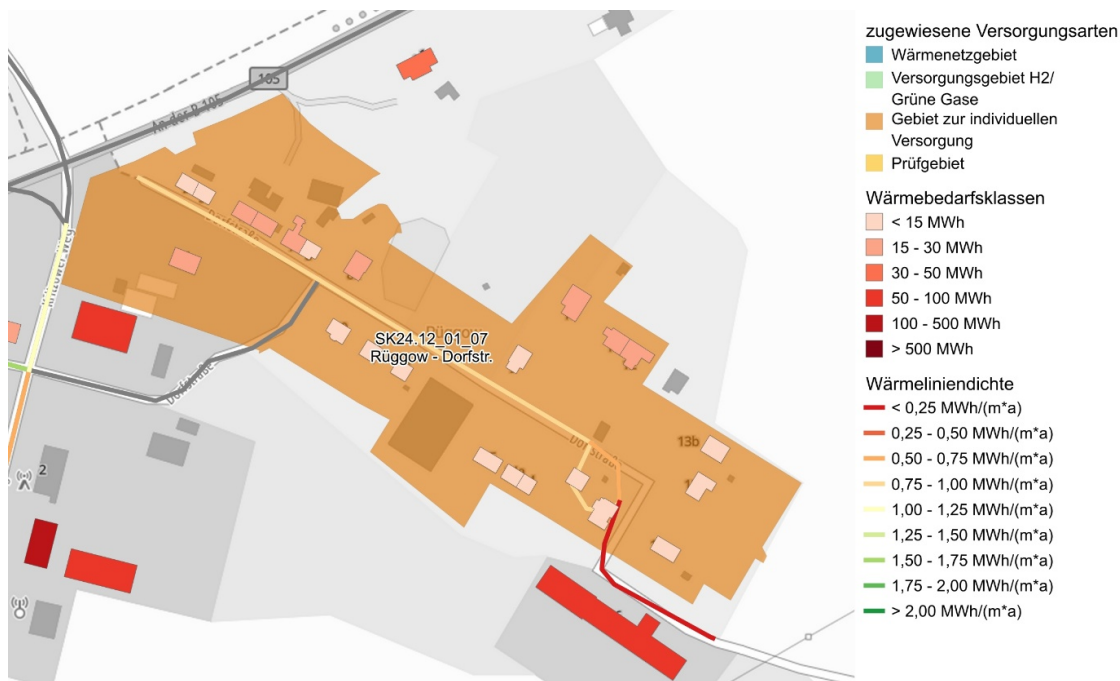


Abbildung 31: Zugeordnete Versorgungsarten für Rügow - Dorfstr.

Im untersuchten Straßenbereich liegen 23 Wohngebäude vor, die sich aus einer Mischung von älterem und neuerem Baubestand zusammensetzen. Der jährliche Wärmebedarf summiert sich auf 345 MWh/a, gekoppelt an eine niedrige Wärmebedarfsdichte von 84 MWh/(ha*a).

Ein berechnetes Sanierungspotenzial von 20 % verdeutlicht vorhandene Einsparmöglichkeiten. Zudem ist ein Erdgasnetz in diesem Bereich vorhanden.

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	23	
Bauweise	Einfamilien- / Doppelhaus	
Baualter	gemischt	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	Wohnen	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	345 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-20%	
Wärmebedarfsdichte	84 MWh/(ha*a)	

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	
Windkraftanlagen (5 km)	45.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	31.475 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	54 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich
Bemerkungen	

Tabelle 24: Struktur- und Potentialdaten für Rüggow - Dorfstr.

Das Gebiet wird als **Gebiet zur individuellen Versorgung** ausgewiesen.

6.5.7 Zone SK24.12_01_11 Hornstorf - Rügower Weg

Die kartografische Darstellung des Rügower Wegs zeigt eine lineare Bebauungsstruktur. Die Gebäude weisen vorrangig einen niedrigen Wärmebedarf auf. Lediglich vereinzelte Objekte in der nördlichen

Randlage weisen Werte zwischen 50 und 100 MWh auf. Insgesamt bleiben die Wärmelinienichten auf einem geringen Niveau.

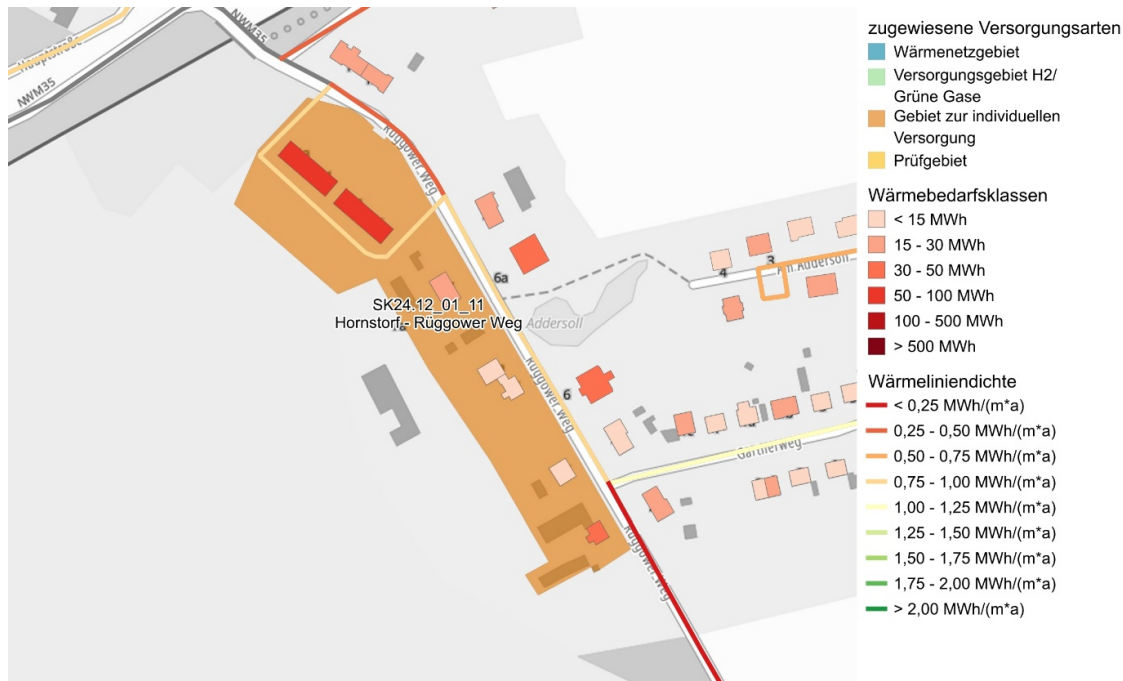


Abbildung 32: Zugeordnete Versorgungsarten für Hornstorf - Ruggower Weg

Im betrachteten Bereich liegen 7 Wohngebäude vor, die überwiegend aus älterem Bestand stammen. Der jährliche Wärmebedarf summiert sich auf 251 MWh/a, gekoppelt an eine Wärmebedarfsdichte von 164 MWh/(ha*a). Ein geschätztes Sanierungspotenzial von 18 % verdeutlicht vorhandene Einsparmöglichkeiten. Zudem ist in diesem Bereich ein Erdgasnetz vorhanden.

Siedlungsstruktur

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

Bedarfsstruktur

	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	251 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-18%	
Wärmebedarfsdichte	164 MWh/(ha*a)	

Versorgungsinfrastruktur

Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

600 kW(th)
45.500 kW(el)

381,93 kW(el)
538.161 ha

251 MWh/a
-18%
164 MWh/(ha*a)

nicht vorhanden
vorhanden
nicht vorhanden

TRIGENIUS
ENERGIE DER ZUKUNFT

Potenziale

Biogasanlagen (2 km)	600 kW(th)
Windkraftanlagen (5 km)	45.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	33.193 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	54 ha

Ausweisung Versorgungsart

Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich

Tabelle 25: Struktur- und Potentialdaten für Hornstorf - Rügower Weg

Das Gebiet wird als **Gebiet zur individuellen Versorgung** ausgewiesen.

6.5.8 Zone SK24.12_01_03 Hornstorf - EFH Gärtnerweg

Das ausgewertete Gebiet zeigt eine sehr homogene Siedlungsstruktur aus Einfamilienhäusern. Der Wärmebedarf der Gebäude liegt fast durchgängig in einem moderaten Bereich von unter 30 MWh pro Objekt. Entsprechend weisen die Wärmelinienichten geringe Werte auf.

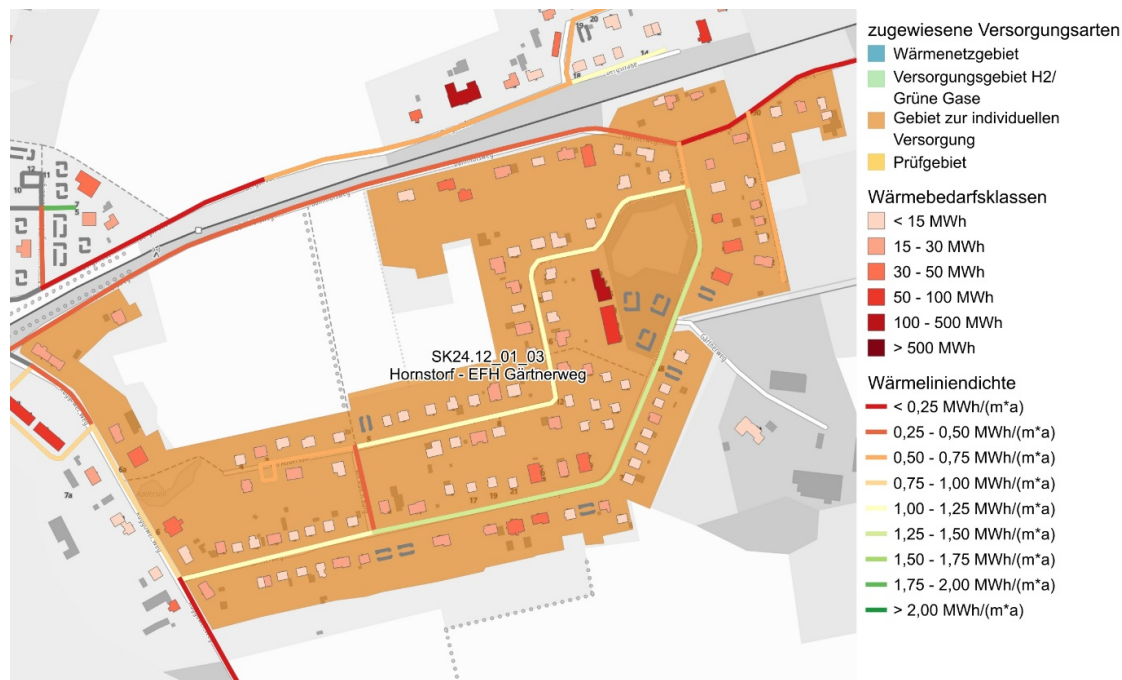


Abbildung 33: Zugeordnete Versorgungsarten für Hornstorf - EFH Gärtnerweg

Im betrachteten Bereich liegen 122 Gebäude vor, die überwiegend aus neuem Bestand stammen. Der jährliche Wärmebedarf summiert sich auf 2.208 MWh/a. Zukünftig ist ein moderater Zubau von 9 Gebäuden mit einem prognostizierten zusätzlichen Wärmebedarf von 140 MWh/a zu erwarten. Ein

berechnetes Sanierungspotenzial von 23 % verdeutlicht vorhandene Einsparmöglichkeiten. Zudem ist in diesem Bereich ein Erdgasnetz vorhanden.

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	122	+9
Bauweise	Einfamilien- / Doppelhaus	
Baualter	überw. neuer Bestand	
Ausbautstatus	Nachverdichtung möglich	
Nutzungsart	Wohnen	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	2.208 MWh/a	+140 MWh/a
Sanierungspotenzial	-23%	
Wärmebedarfsdichte	121 MWh/(ha*a)	128 MWh/(ha*a)

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	600 kW(th)
Windkraftanlagen (5 km)	45.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	35.443 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	54 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich

Tabelle 26: Struktur- und Potentialdaten für Hornstorf - EFH Gärtnerweg

Das Gebiet wird als **Gebiet zur individuellen Versorgung** ausgewiesen.

6.5.9 Zone SK24.12_01_08 Hornstorf - Bergstr.

Die räumliche Visualisierung dieser Zone zeigt eine aufgelockerte Bebauung. Der Wärmebedarf der Gebäude liegt durchweg in einem moderaten Bereich von unter 30 MWh pro Objekt. Lediglich ein einzelnes größeres Objekt weist einen Bedarf von über 100 MWh auf. Insgesamt bleiben die Wärmelinienindichten auf einem sehr geringen Niveau.



Abbildung 34: Zugeordnete Versorgungsarten für Hornstorf - Bergstr.

Im betrachteten Bereich liegen 17 Wohngebäude vor. Der jährliche Wärmebedarf summiert sich auf 449 MWh/a, gekoppelt an eine Wärmebedarfsdichte von 154 MWh/(ha*a). Zukünftig ist ein geringer Zubau von einem Gebäude mit einem prognostizierten zusätzlichen Wärmebedarf von 12 MWh/a zu erwarten. Ein geschätztes Sanierungspotenzial von 25 % verdeutlicht vorhandene Einsparmöglichkeiten. Zudem ist in diesem Bereich ein Erdgasnetz vorhanden.

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	17	+1
Bauweise	überw. Einfamilien- / Doppelhaus	
Baualter	gemischt	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	Wohnen	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	449 MWh/a	+12 MWh/a
Sanierungspotenzial	-25%	
Wärmebedarfsdichte	154 MWh/(ha*a)	157 MWh/(ha*a)

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

600 kW(th)
45.500 kW(el)

35843 kW(el)
538.161 ha

449 MWh/a
-25%
154 MWh/(ha*a)

+12 MWh/a
157 MWh/(ha*a)

nicht vorhanden
vorhanden
nicht vorhanden

TRIGENIUS
ENERGIE DER ZUKUNFT

Potenziale

Biogasanlagen (2 km)	600 kW(th)
Windkraftanlagen (5 km)	45.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	35.443 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	54 ha

Ausweisung Versorgungsart

Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich

Tabelle 27: Struktur- und Potentialdaten für Hornstorf - Bergstr.

Das Gebiet wird als **Gebiet zur individuellen Versorgung** ausgewiesen.

6.5.10 Zone SK24.12_01_10 Hornstorf - EFH Zum Kreienbarg

Das untersuchte Gebiet zeigt eine durch Neubauaktivitäten geprägte Bebauung. Der Wärmebedarf der Gebäude liegt mehrheitlich in einem Bereich zwischen 15 und 50 MWh pro Objekt. Entsprechend weisen die Straßenzüge mit unter 0,25 MWh/(m*a) sehr geringe Wärmelinienichten auf.

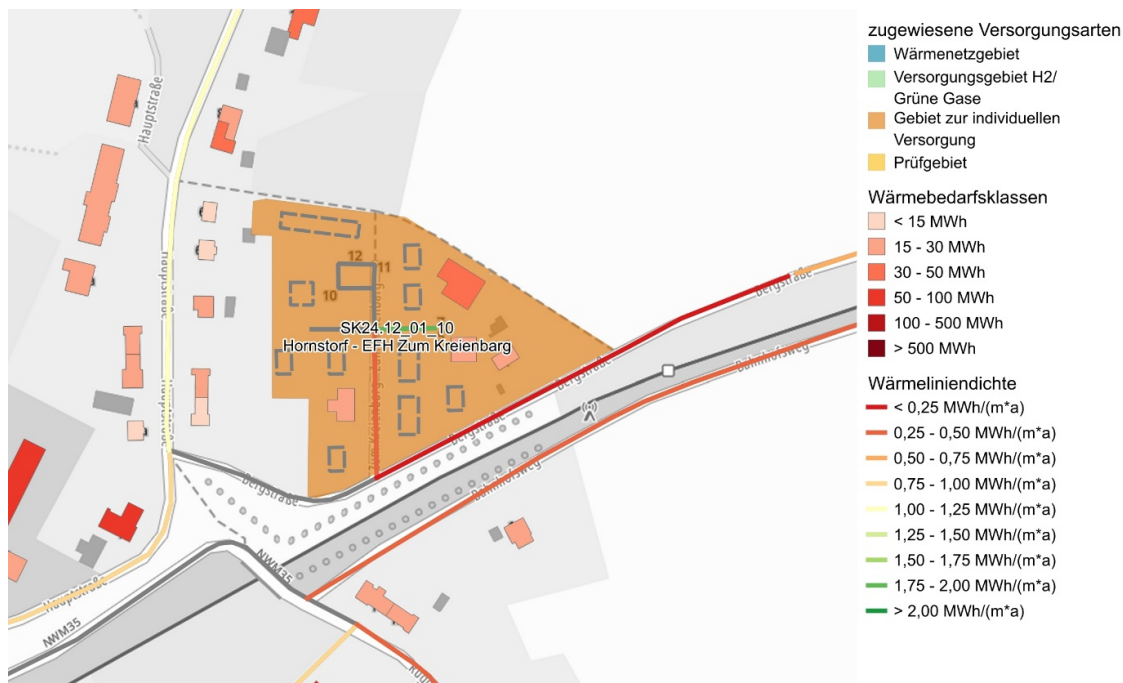


Abbildung 35: Zugeordnete Versorgungsarten für Hornstorf - EFH Zum Kreienbarg

Im betrachteten Bereich liegen aktuell 4 Gebäude vor. Der jährliche Wärmebedarf summiert sich auf 96 MWh/a, gekoppelt an eine Wärmebedarfsdichte von 58 MWh/(haa). Zukünftig ist ein Zubau von 10 weiteren Gebäuden mit einem prognostizierten zusätzlichen Wärmebedarf von 233 MWh/a zu erwarten, wodurch die Wärmebedarfsdichte auf voraussichtlich 198 MWh/(haa) ansteigen wird. Ein geringes berechnetes Sanierungspotenzial von 6 % resultiert aus dem jungen Gebäudealter. In diesem Bereich ist

aktuell weder ein Wärme- noch ein Erdgasnetz direkt vorhanden, letzteres liegt jedoch in der direkten Nachbarschaft an.

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	4	+10
Bauweise	überw. Einfamilien- / Doppelhaus	
Baualter	neuer Bestand	
Ausbaustatus	laufender Ausbau	
Nutzungsart	Wohnen	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	96 MWh/a	+233 MWh/a
Sanierungspotenzial	-6%	
Wärmebedarfsdichte	58 MWh/(ha*a)	198 MWh/(ha*a)

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	benachbart
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	600 kW(th)
Windkraftanlagen (5 km)	45.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	33.193 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	54 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich

Tabelle 28: Struktur- und Potentialdaten für Hornstorf - EFH Zum Kreienbarg

Das Gebiet wird als **Gebiet zur individuellen Versorgung** ausgewiesen.

6.5.11 Zone SK24.12_01_04 Hornstorf - Dorf

Das Kartenbild zeigt eine Bebauung, bei der die Gebäude überwiegend einen Wärmebedarf zwischen 15 und 30 MWh pro Objekt aufweisen. Vereinzelt treten auch Werte von bis zu 100 MWh auf. Die Wärmelinienindichten der Straßenzüge liegen entsprechend auf einem zumeist geringen Niveau von unter 0,50 MWh/(m*a).

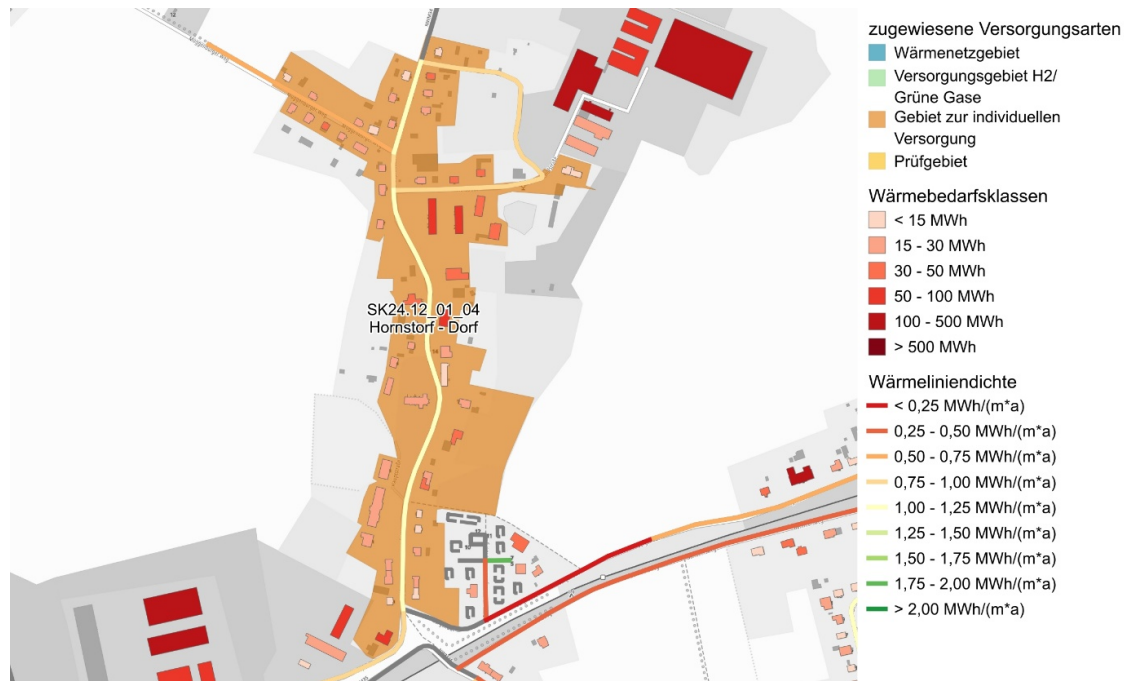


Abbildung 36: Zugeordnete Versorgungsarten für Hornstorf - Dorf

Im betrachteten Bereich liegen 54 Gebäude vor, die dominierend als Einfamilien- oder Doppelhäuser genutzt werden. Der jährliche Wärmebedarf summiert sich auf 1.439 MWh/a, gekoppelt an eine Wärmebedarfsdichte von 124 MWh/(ha*a). Ein berechnetes Sanierungspotenzial von 29 % verdeutlicht vorhandene Einsparmöglichkeiten in der gemischten Altersstruktur der Gebäude. Zudem ist in diesem Bereich ein Erdgasnetz vorhanden.

Siedlungsstruktur

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

Bedarfsstruktur

	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	1.439 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-29%	
Wärmebedarfsdichte	124 MWh/(ha*a)	

Versorgungsinfrastruktur

Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

600 kW(th)
45.500 kW(el)

338,193 kW(el)
538.161 ha

1.439 MWh/a
-29%
124 MWh/(ha*a)

nicht vorhanden
vorhanden
nicht vorhanden

Potenziale

Biogasanlagen (2 km)	600 kW(th)
Windkraftanlagen (5 km)	45.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	33.193 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	54 ha

Ausweisung Versorgungsart

Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich

Tabelle 29: Struktur- und Potentialdaten für Hornstorf - Dorf

Das Gebiet wird als **Gebiet zur individuellen Versorgung** ausgewiesen.

6.5.12 Zone SK24.12_03_01 Hornstorf - Rohlstorf

Der Siedlungsbereich zeigt eine Bebauung mit heterogenem Wärmebedarf. Die Werte der Einzelgebäude reichen von unter 15 MWh bis hin zu großen Einzelobjekten mit 100 bis 500 MWh pro Objekt. Die Wärmelinienindichten der Straßenzüge liegen überwiegend auf einem mittleren Niveau von 0,5 – 1,25 MWh/(ma), lediglich ein kurzer Abschnitt weist einen Wert von über 2,00 MWh/(ma) auf. Dennoch reicht dies nicht für den Aufbau eines zusammenhängenden Wärmenetzes aus, weshalb Einzellösungen präferiert werden.



Abbildung 37: Zugeordnete Versorgungsarten für Hornstorf - Rohlstorf

Im betrachteten Bereich liegen 54 Wohngebäude vor, die überwiegend als Einfamilien- und Doppelhäuser genutzt werden. Der jährliche Wärmebedarf summiert sich auf 1.275 MWh/a, gekoppelt an eine Wärmebedarfsdichte von 179 MWh/(ha*a). Ein berechnetes Sanierungspotenzial von 32 % verdeutlicht vorhandene Einsparmöglichkeiten in der gemischten Altersstruktur der Gebäude. Zudem ist in diesem Bereich ein Erdgasnetz vorhanden.

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

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	1.275 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-32%	
Wärmebedarfsdichte	179 MWh/(ha*a)	

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	600 kW(th)
Windkraftanlagen (5 km)	45.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	34.179 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	54 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich
Bemerkungen	

Tabelle 30: Struktur- und Potentialdaten für Hornstorf - Rohlstorf

Das Gebiet wird als **Gebiet zur individuellen Versorgung** ausgewiesen.

7 Bedarfsprognose und Zielbild 2045: Der Pfad zur Treibhausgasneutralität

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

7.1 Ausgangssituation (Status quo)

Die fundierte Planung erfordert zunächst die Betrachtung der aktuellen Versorgungsstruktur. Der Wärmesektor in der dörflichen Struktur von Hornstorf, mit den großen Anteilen an Gewerbeflächen, ist historisch bedingt stark fossil geprägt. Die Gebäudebeheizung und Trinkwassererwärmung erfolgen gegenwärtig überwiegend durch Erdgas- und Flüssiggasthermen sowie anteilig durch Ölheizkessel. Der Anteil an fester Biomasse zur Wärmeerzeugung ist im Gegensatz zur Nutzung von Wärmepumpen in Hornstorf mit einem Anteil von 6,3 % schon recht stark ausgebildet. Aus dieser Struktur resultieren dennoch signifikante Treibhausgasemissionen (THG) sowie eine hohe Abhängigkeit von importierten, fossilen Energieträgern.

7.2 Bedarfsprognose und demografische Entwicklung

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

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

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

7.3 Zielbild 2045: Die klimaneutrale Gemeinde Hornstorf

Bis zum Jahr 2045 soll in der Gemeinde Hornstorf 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 Erzeuger-struktur 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 Solarthermieanlagen auf den Dachflächen kombiniert.
- **Das Prüfgebiet (Ausstehende Machbarkeitsstudie):** Für dieses spezifisch ausgewiesene Gebiet steht die finale Entscheidung über die technologische Ausprägung der zukünftigen Wärmeversorgung zum aktuellen Zeitpunkt noch aus. Die konkrete Umsetzungsstrategie – insbesondere die Prüfung, ob hier mittelfristig eine netzgebundene Lösung realisierbar ist oder eine dezentrale Versorgung fokussiert werden muss – wird im Nachgang an diese Wärmeplanung im Rahmen einer detaillierten Machbarkeitsstudie untersucht und festgelegt. Unabhängig vom Ergebnis dieser Untersuchung und dem final gewählten technologischen Pfad gilt für dieses Prüfgebiet jedoch eine unumstößliche Prämisse: Die vollständige Transformation hin zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung (Reduktion auf 0 % Treibhausgasemissionen) bis zum festgelegten Zieljahr wird in jedem Fall vollumfänglich sichergestellt.

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 Hornstorf ein transformativer Pfad entwickelt. Die Herleitung der Erzeugerstruktur basiert auf einer differenzierten Betrachtung des Gemeindegebietes: Für die bestehenden und in der Entwicklung befindlichen Gewerbegebiete werden konkretisierende Machbarkeitsuntersuchen den genauen Transformationspfad festlegen. Für die ländlich geprägten Gemeindeteile wurde eine dezentrale Strategie 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:

- **Prüfgebiet (Gewerbegebiete):** Für den Bereich des (Groß-)Gewerbegebietes wird ein gesondertes Prüfgebiet ausgewiesen. Da die konkreten energetischen Profile und spezifischen Bedarfe der sich dort ansiedelnden Unternehmen zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht abschließend feststehen, bleibt die finale Versorgungsstrategie vorerst offen. Für die zukünftige Entwicklung werden im Wesentlichen zwei Szenarien betrachtet:
 - **Entwicklung zum netzgebundenen Gebiet:** Sollten die künftigen Unternehmen hohe, konzentrierte Wärme- oder Prozesswärmebedarfe aufweisen, kann sich das Areal zu einem netzgebundenen Versorgungsgebiet entwickeln. In diesem Fall wäre die Errichtung eines neuen (Areal-)Wärmenetzes oder die Erweiterung bestehender Infrastrukturen wirtschaftlich und ökologisch hochgradig sinnvoll.
 - **Verbleib als individuelles Versorgungsgebiet:** Zeigen die Bedarfe der Unternehmen hingegen eine geringe Dichte oder stark heterogene Anforderungen, kann das Gebiet für eine individuelle, dezentrale Versorgung ausgewiesen werden.

Welche dieser konkreten Pfade technologiespezifisch weiterverfolgt wird, ist Gegenstand einer im Nachgang anstehenden detaillierten Machbarkeitsstudie. Unabhängig davon, welches Szenario letztlich eintritt, gilt auch für dieses Prüfgebiet die unumstößliche Zielsetzung, die Wärmeversorgung bis zum festgelegten Zieljahr vollständig auf treibhausgasneutrale Quellen (Reduktion auf 0 % Treibhausgase) umzustellen.

- **Dezentrales Versorgungsgebiet (ländliches Gemeindegebiet):** In weiten Teilen des übrigen Gemeindegebietes dominieren geringe Wärmelinienichten, die typisch für ländlich geprägte Gebiete und aufgelockerte Einfamilienhaus-Siedlungen sind. Die Errichtung neuer Wärmenetze ist hier unrentabel, weshalb diese Bereiche als Gebiet zur individuellen, dezentralen Versorgung ausgewiesen 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 Umwandlungsverluste und fehlender Wirtschaftlichkeit als höchst unwahrscheinlich eingestuft.

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 24,3 %, im öffentlichen Bereich um 46,9 % und im Gewerbesektor um 51,7 % 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) im Gemeindegebiet ein enormes, theoretisches Wärmepotenzial von über 174.884,6 MWh/a, welches den künftigen Gesamtwärmebedarf der Gemeinde bei Weitem übersteigt.
- **Sektorenkopplung:** Auf den Dächern der Gemeinde Hornstorf liegt ein unerschlossenes Photovoltaik-Potenzial von über 17.873 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 955,1 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 und Heizöl, die aktuell noch über 56 % 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 das dekarbonisierte Wärmenetz in der Ortslage Hornstorf. 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 Wärmelinienindichten, 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.

Begründung des 80 %-Anteils für elektrische Wärmepumpen

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

- **Energetische Sanierung ("Efficiency First"):** Durch flächendeckende Sanierungsmaßnahmen kann der Wärmebedarf im privaten Sektor um 25,0 % und im Gewerbe um 40,7 % und im öffentlichen Sektor 19,8 % 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) im Gemeindegebiet ein enormes, theoretisches Wärmepotenzial von über 88.022 MWh/a, welches den künftigen Gesamtwärmebedarf der Gemeinde bei Weitem übersteigt.
- **Sektorenkopplung:** Auf den Dächern der Gemeinde Hornstorf liegt ein unerschlossenes Photovoltaik-Potenzial von über 10.695 MWh/a. Der flächendeckende Einsatz von Wärmepumpen in Kombination mit lokaler PV-Stromerzeugung minimiert die Betriebskosten drastisch und stellt die wirtschaftlich tragfähigste Lösung für Einzelgebäude dar.

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

Begründung des 20 %-Anteils für feste Biomasse

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

- **Limitierter Einsatzbereich:** Biomasse dient vorrangig als Lösung für schwer sanierbare Bestandsgebäude oder den Denkmalschutz, in denen der Betrieb einer Wärmepumpe bauphysikalisch oder wirtschaftlich nicht darstellbar ist.
- **Immissionsschutzrechtliche Restriktionen:** Auch modernste Biomassekessel unterliegen den strengen Vorgaben der 1. BImSchV. Eine flächendeckende Versorgung ganzer Straßenzüge mit Holzkesseln ist aufgrund der Kumulation von lokalen Luftschadstoffen (insbesondere Feinstaub) kritisch zu bewerten.
- **Ressourcenknappheit und Preisstabilität:** Zwar ist ein theoretisches lokales Biomassepotenzial von 5.809,7 MWh/a (primär durch Getreidestroh und Landschaftspflegeheu) vorhanden, die Verfügbarkeit von kommerziellen Pellets ist jedoch eng an volatile, internationale Energiemärkte gekoppelt. Biomasse ist in der Wärmeplanung daher als wertvolle, aber in ihrer Masse begrenzte Ressource zu betrachten.

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

- **Ordnungsrecht (GEG):** Spätestens ab dem 1. Juli 2028 (Ende der Übergangsfrist für Gemeinden unter 100.000 Einwohner) greift beim Heizungstausch die gesetzliche Pflicht zur Nutzung von mindestens 65 % erneuerbaren Energien flächendeckend. Ab diesem Zeitpunkt wird der Zubau fossiler Systeme faktisch gestoppt.
- **Wirtschaftliche Lenkung:** Die Einführung der europäischen CO₂-Bepreisung ab 2027 wird fossile Energieträger (wie Erdgas, Flüssiggas und Heizöl, die aktuell noch über 84 % des Bedarfs decken) sukzessive verteuern und so den wirtschaftlichen Druck zum Wechsel auf Wärmepumpen oder Biomasse erhöhen. Gleichzeitig stützen etablierte Förderkulissen wie die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) diesen kontinuierlichen Transformationspfad.

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

7.5.1 Gemeinde Hornstorf

Eine detaillierte Betrachtung des Untersuchungsgebiets offenbart einen signifikanten Anstieg des Gesamtwärmebedarfs von 14.864,6 MWh/a im Jahr 2026 auf 18.365,5 MWh/a im Zieljahr 2045. Diese Zunahme um 23,6 % resultiert primär aus einem massiven Zubau, der ab 2030 einsetzt und bis 2045 einen Bedarf von 5.591,4 MWh/a erreicht, während der Bestandsbedarf parallel um 14,1 % auf 12.774,1 MWh/a sinkt. Dominierte anfangs Erdgas mit einem Anteil von 60,6 % (9.004,9 MWh/a) die Versorgung, wird dieses ebenso wie Heizöl (7,3 %) und Flüssiggas (5,6 %) bis 2045 vollständig substituiert. Künftig übernimmt die Wärmepumpentechnologie mit 14.692,4 MWh/a (80,0 %) die Hauptlast, ergänzt durch feste Biomasse (14,3 %) und Solarthermie (5,7 %).

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf									
	[MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	14.864,6		14.475,6	-2,6%	13.888,1	-6,6%	13.300,9	-10,5%	12.774,1	-14,1%
Wärmebedarf (Zubau)			2.485,1	+16,7%	5.591,4	+37,6%	5.591,4	+37,6%	5.591,4	+37,6%
Summe Wärmebedarf	14.864,6		16.960,6	+14,1%	19.479,6	+31,0%	18.892,3	+27,1%	18.365,5	+23,6%
davon aus Erdgas	9.004,9	60,6%	8.141,2	48,0%	4.621,7	23,7%	2.144,4	11,4%	0,0	
davon aus Flüssiggas	827,7	5,6%	746,0	4,4%	480,7	2,5%	224,8	1,2%	0,0	
davon aus Heizöl	1.091,8	7,3%	989,1	5,8%	636,5	3,3%	299,4	1,6%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	672,7	4,5%	1.115,9	6,6%	1.702,0	8,7%	2.243,9	11,9%	2.617,5	14,3%
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	690,2	4,6%	646,8	3,8%	400,4	2,1%	196,1	1,0%	0,0	
davon aus Strom WP	2.547,2	17,1%	5.057,8	29,8%	10.867,5	55,8%	12.843,1	68,0%	14.692,4	80,0%
davon aus Solarthermie	30,0	0,2%	263,9	1,6%	770,8	4,0%	940,5	5,0%	1.055,6	5,7%

Tabelle 31: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Gemeinde Hornstorf

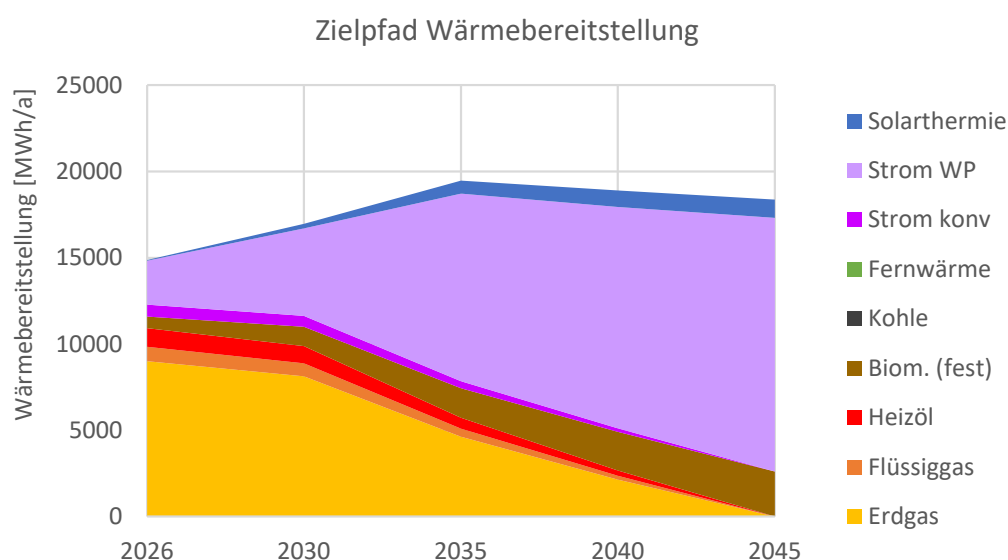


Abbildung 38: Zielfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Gemeinde Hornstorf

Die folgende detaillierte Auswertung der Treibhausgasemissionen offenbart im Betrachtungszeitraum eine vollständige Reduktion auf null. Im Ausgangsjahr 2026 beläuft sich der Ausstoß im gesamten

Gemeindegebiet auf 3.827,8 t/a, der maßgeblich von Erdgas mit 2.374,9 t/a (62,0 %) dominiert wird. Weitere fossile Energieträger wie Heizöl steuern 376,1 t/a (9,8 %) und Flüssiggas 245,6 t/a (6,4 %) bei. Bis zum Jahr 2035 wird bereits ein Rückgang der Gesamtemissionen um 54,4 % auf 1.746,0 t/a prognostiziert. Der zielgerichtete Abbau der fossilen Wärmeerzeugung führt im Jahr 2045 planmäßig zur vollständigen Klimaneutralität.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Treibhausgasemissionen									
	[t/a]									
Summe Treibhausgasemissionen	3.827,8		2.915,6	-23,8%	1.746,0	-54,4%	743,5	-80,6%	0,0	-100,0%
davon aus Erdgas	2.374,9	62,0%	2.147,1	73,6%	1.218,9	69,8%	565,5	76,1%	0,0	
davon aus Flüssiggas	245,6	6,4%	166,0	5,7%	71,3	4,1%	16,7	2,2%	0,0	
davon aus Heizöl	376,1	9,8%	340,7	11,7%	219,2	12,6%	103,1	13,9%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	16,8	0,4%	27,9	1,0%	42,6	2,4%	0,0		0,0	
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	406,9	10,6%	74,9	2,6%	23,2	1,3%	3,1	0,4%	0,0	
davon aus Strom WP	407,5	10,6%	159,0	5,5%	170,8	9,8%	55,0	7,4%	0,0	
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 32: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Gemeinde Hornstorf

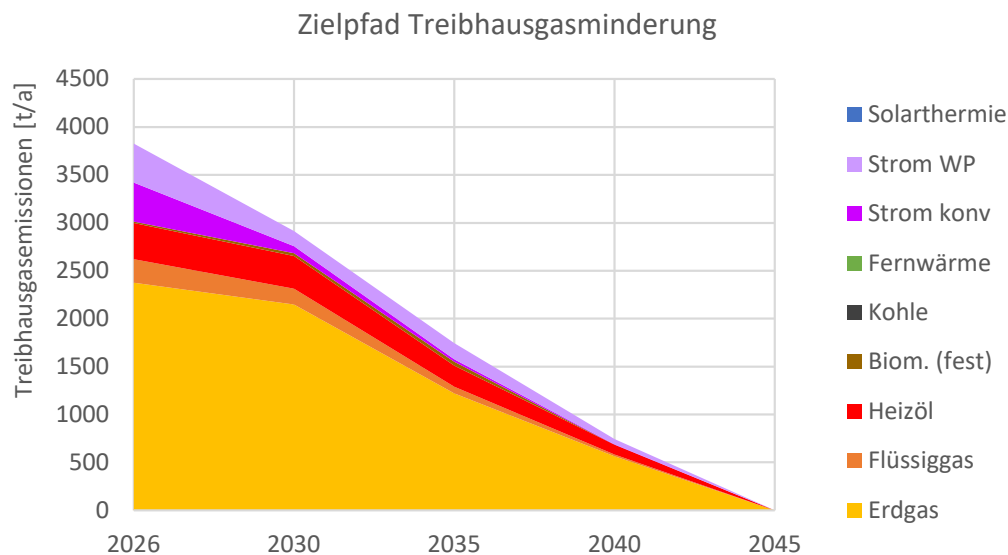


Abbildung 39: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Gemeinde Hornstorf

7.5.2 SK24.12_01_02 Rügghow - GEW Kritzow

Der vorliegende Bereich verzeichnet eine moderate Steigerung des Gesamtwärmebedarfs, welcher von initial 4.417,9 MWh/a um 5,2 % auf 4.647,9 MWh/a im Jahr 2045 anwächst. Ursächlich hierfür ist ein Neuzubau mit einem Endwert von 903,4 MWh/a, der die gleichzeitige Bedarfsreduktion im Altbestand um 15,2 % auf 3.744,5 MWh/a überkompensiert. Hinsichtlich der Energieträgerstruktur zeigt sich eine vollständige Abkehr vom anfangs stark prägenden Erdgas (79,0 % bzw. 3.488,8 MWh/a) sowie von Heizöl. Bis zum Zieljahr etabliert sich eine strombasierten Wärmeversorgung mittels Wärmepumpen (3.718,3 MWh/a, 80,0 %), flankiert durch jeweils 10,0 % feste Biomasse und Solarthermie.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	4.417,9		4.283,2	-3,0%	4.103,6	-7,1%	3.924,1	-11,2%	3.744,5	-15,2%
Wärmebedarf (Zubau)			401,5	+9,1%	903,4	+20,4%	903,4	+20,4%	903,4	+20,4%
Summe Wärmebedarf	4.417,9		4.684,7	+6,0%	5.007,0	+13,3%	4.827,5	+9,3%	4.647,9	+5,2%
davon aus Erdgas	3.488,8	79,0%	3.258,7	69,6%	1.402,5	28,0%	631,0	13,1%	0,0	
davon aus Flüssiggas	29,0	0,7%	27,1	0,6%	11,7	0,2%	5,2	0,1%	0,0	
davon aus Heizöl	47,9	1,1%	44,8	1,0%	19,3	0,4%	8,7	0,2%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	73,2	1,7%	234,2	5,0%	250,4	5,0%	386,2	8,0%	464,8	10,0%
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	170,8	3,9%	159,5	3,4%	68,7	1,4%	30,9	0,6%	0,0	
davon aus Strom WP	608,1	13,8%	936,9	20,0%	3.004,2	60,0%	3.379,2	70,0%	3.718,3	80,0%
davon aus Solarthermie	0,0		23,4	0,5%	250,4	5,0%	386,2	8,0%	464,8	10,0%

Tabelle 33: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Rügghow - GEW Kritzow

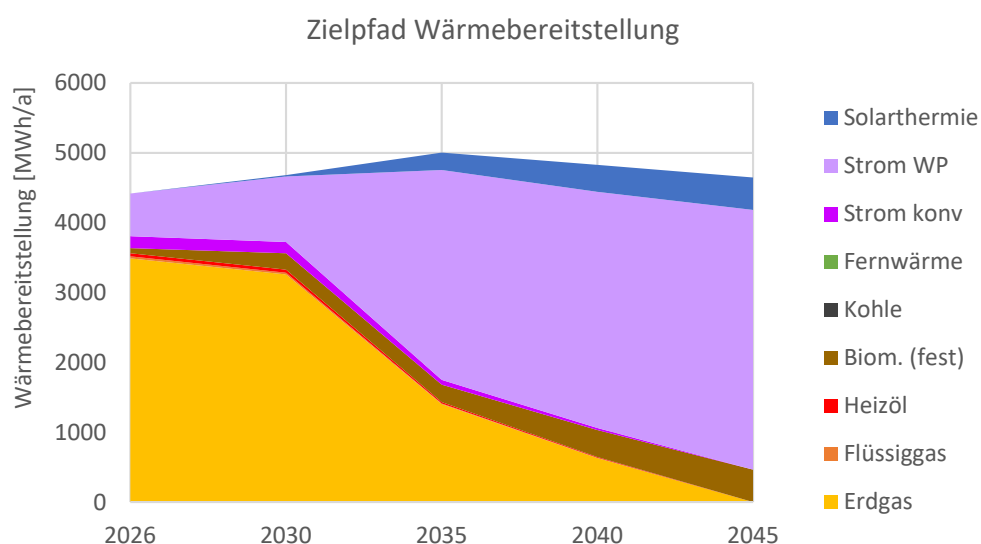


Abbildung 40: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Rügghow - GEW Kritzow

Für das vorliegende Versorgungsgebiet zeigt die Emissionsbilanz zu Beginn des Betrachtungszeitraums einen Wert von 1.145,1 t/a. Die Wärmebereitstellung stützt sich 2026 stark auf Erdgas, welches mit 920,1 t/a einen Anteil von 80,4 % an den Treibhausgasemissionen verursacht. Demgegenüber fallen Heizöl mit 16,5 t/a (1,4 %) und Flüssiggas mit 8,6 t/a (0,8 %) kaum ins Gewicht. Im Verlauf der Transformation sinkt der CO₂-Ausstoß kontinuierlich, wobei 2035 eine Reduzierung von 61,9 % auf 435,7 t/a erreicht wird. Die angestrebte Dekarbonisierung schließt 2045 erwartungsgemäß mit einer vollständigen Vermeidung sämtlicher Emissionen (0,0 t/a) ab.

	2026		2030		2035		2040		2045
	Treibhausgasemissionen								
	[t/a]								
Summe Treibhausgasemissionen	1.145,1		934,7	-18,4%	435,7	-61,9%	184,8	-83,9%	0,0
davon aus Erdgas	920,1	80,4%	859,4	92,0%	369,9	84,9%	166,4	90,1%	0,0
davon aus Flüssiggas	8,6	0,8%	6,0	0,6%	1,7	0,4%	0,4	0,2%	0,0
davon aus Heizöl	16,5	1,4%	15,4	1,6%	6,6	1,5%	3,0	1,6%	0,0
davon aus Biom. (fest)	1,8	0,2%	5,9	0,6%	6,3	1,4%	0,0		0,0
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Strom konv	100,7	8,8%	18,5	2,0%	4,0	0,9%	0,5	0,3%	0,0
davon aus Strom WP	97,3	8,5%	29,4	3,2%	47,2	10,8%	14,5	7,8%	0,0
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0

Tabelle 34: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Rügow - GEW Kritzow

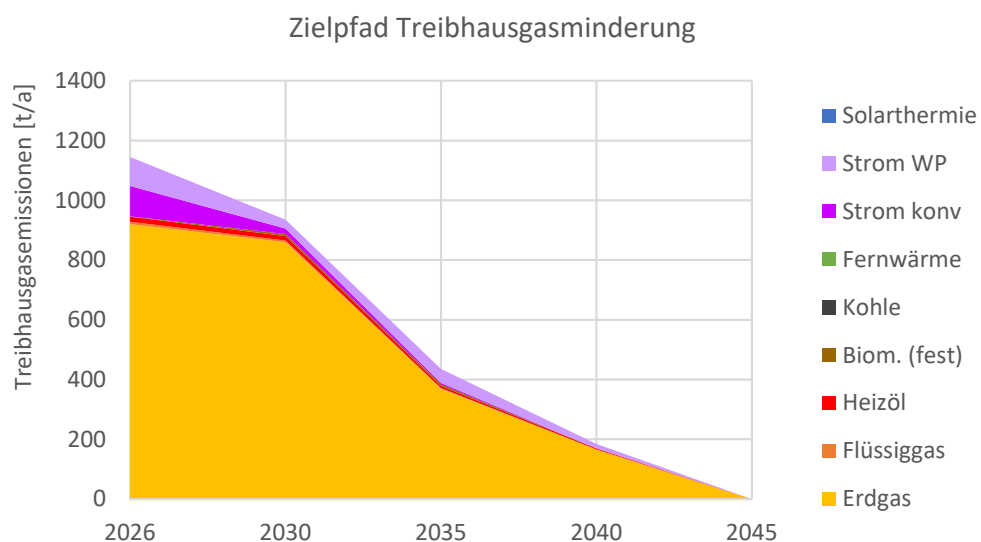


Abbildung 41: Zielfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Rügow - GEW Kritzow

7.5.3 SK24.12_01_01 Rügghow - GEW B-Plan 10

Bei diesem reinen Neubaugebiet entsteht bis zum Jahr 2045 ein Gesamtwärmebedarf von 3.961,9 MWh/a, beginnend mit 1.760,8 MWh/a im Jahr 2030. Die Versorgungskonzeption ist von Beginn an vollständig auf erneuerbare Energien ausgerichtet, sodass fossile Energieträger keine Anwendung finden. Als zentrale Bereitstellungstechnologie fungieren strombasierten Wärmepumpen, welche künftig 3.169,5 MWh/a und somit 80,0 % der benötigten Energie liefern. Flankierend tragen feste Biomasse und Solarthermie mit jeweils 396,2 MWh/a (10,0 %) zur Deckung der verbleibenden Lasten bei.

	2026	2030	2035	2040	2045
	Wärmebedarf [MWh/a]				
Wärmebedarf (Bestand)	0,0	0,0	#DIV/0!	0,0	#DIV/0!
Wärmebedarf (Zubau)		1.760,8	#DIV/0!	3.961,9	#DIV/0!
Summe Wärmebedarf	0,0	1.760,8	#DIV/0!	3.961,9	#DIV/0!
davon aus Erdgas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
davon aus Flüssiggas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
davon aus Heizöl	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
davon aus Biom. (fest)	0,0	176,1	10,0%	396,2	10,0%
davon aus Kohle	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
davon aus Fernwärme	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	1.408,7	80,0%	3.169,5	80,0%
davon aus Solarthermie	0,0	176,1	10,0%	396,2	10,0%

Tabelle 35: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Rügghow - GEW B-Plan 10

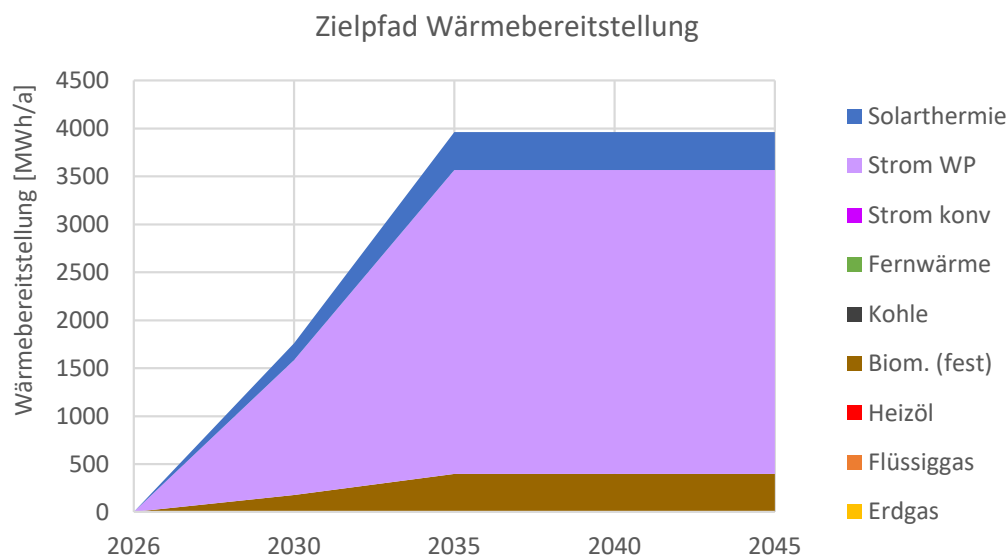


Abbildung 42: Zielfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Rügghow - GEW B-Plan 10

Im analysierten Quartier liegen im Basisjahr 2026 noch keine Treibhausgasemissionen vor. Erst im Zuge der Gebietsentwicklung verzeichnet die Bilanz im Jahr 2030 einen Ausstoß von 48,7 t/a, der primär aus dem Betrieb von Wärmepumpen (44,3 t/a bzw. 91,0 %) und fester Biomasse (4,4 t/a bzw. 9,0 %) resultiert. Die Emissionen steigen bis 2035 auf einen Spitzenwert von 59,7 t/a an, wobei der Strombedarf der Wärmepumpen mit 49,8 t/a weiterhin den größten Posten ausmacht. Durch die fortschreitende Defossilisierung des allgemeinen Stromnetzes fällt der Wert bis 2040 auf 13,6 t/a ab. Zum Zieljahr 2045 wird durch erneuerbare Energien vollständige Treibhausgasneutralität (0,0 t/a) erreicht.

	2026	2030	2035	2040	2045
Treibhausgasemissionen [t/a]					
Summe Treibhausgasemissionen	0,0	48,7	59,7	13,6	0,0
davon aus Erdgas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
davon aus Flüssiggas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
davon aus Heizöl	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
davon aus Biom. (fest)	0,0	4,4	9,9	0,0	0,0
davon aus Kohle	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
davon aus Fernwärme	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	44,3	49,8	13,6	0,0
davon aus Solarthermie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabelle 36: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Rügow - GEW B-Plan 10

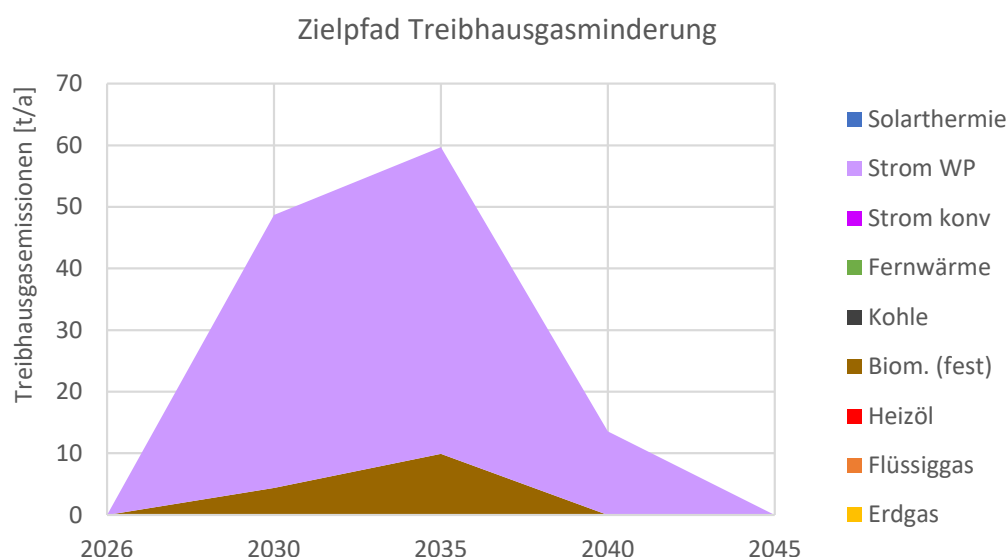


Abbildung 43: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Rügow - GEW B-Plan 10

7.5.4 SK24.12_01_09 Hornstorf - GEW B-Plan 18

Es handelt sich hierbei um ein reines Entwicklungsgebiet ohne anfänglichen Bestandsbedarf, dessen Gesamtwärmebedarf sich ausgehend von 124,0 MWh/a im Jahr 2030 auf 279,0 MWh/a im Jahr 2045 aufbaut. Ein Einsatz fossiler Brennstoffe ist in der Versorgungsstruktur konsequent ausgeschlossen. Vielmehr stützt sich das energetische Konzept mehrheitlich auf Wärmepumpen, die mit 223,2 MWh/a einen Anteil von exakt 80,0 % abdecken. Den restlichen Bedarf von zusammen 20,0 % stellen zu gleichen Teilen biomassebasierte Festbrennstoffe sowie solarthermische Anlagen mit jeweils 27,9 MWh/a bereit.

	2026	2030	2035	2040	2045
Wärmebedarf [MWh/a]					
Wärmebedarf (Bestand)	0,0	0,0	#DIV/0!	0,0	#DIV/0!
Wärmebedarf (Zubau)		124,0	#DIV/0!	279,0	#DIV/0!
Summe Wärmebedarf	0,0	124,0	#DIV/0!	279,0	#DIV/0!
davon aus Erdgas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
davon aus Flüssiggas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
davon aus Heizöl	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
davon aus Biom. (fest)	0,0	12,4	10,0%	27,9	10,0%
davon aus Kohle	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
davon aus Fernwärme	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	99,2	80,0%	223,2	80,0%
davon aus Solarthermie	0,0	12,4	10,0%	27,9	10,0%

Tabelle 37: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Hornstorf - GEW B-Plan 18

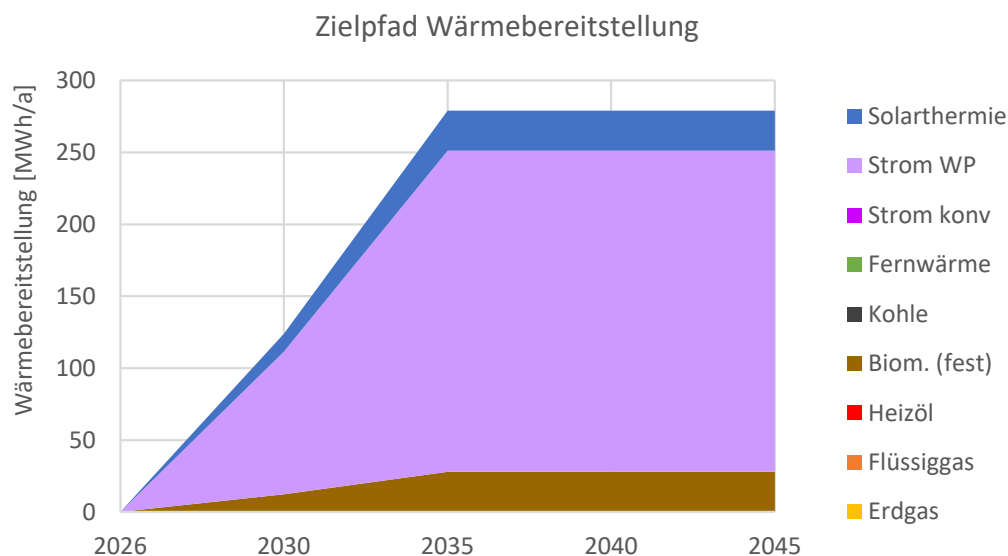


Abbildung 44: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Hornstorf - GEW B-Plan 18

Betrachtet man die zukünftige Emissionsentwicklung dieser Zone, so ist der Startwert im Jahr 2026 bei 0,0 t/a. Die anschließende Erschließung bedingt bis 2030 einen leichten Anstieg auf 3,4 t/a, welcher überwiegend durch den Strombezug für Wärmepumpen (3,1 t/a oder 91,0 %) sowie durch einen geringfügigen Anteil an fester Biomasse (0,3 t/a oder 9,0 %) verursacht wird. Das Maximum der klimatischen Belastung wird 2035 mit lediglich 4,2 t/a erreicht. In der Folge sinken die Werte parallel zur bundesweiten Dekarbonisierung des Stromsektors rasch auf 1,0 t/a im Jahr 2040. Zum Ende des Planungszeitraums im Jahr 2045 weist die Bilanz keine verbleibenden Treibhausgasemissionen auf.

	2026	2030	2035	2040	2045
	Treibhausgasemissionen [t/a]				
Summe Treibhausgasemissionen	0,0	3,4	4,2	1,0	0,0
davon aus Erdgas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
davon aus Flüssiggas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
davon aus Heizöl	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
davon aus Biom. (fest)	0,0	0,3	0,7	0,0	0,0
davon aus Kohle	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
davon aus Fernwärme	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	3,1	3,5	1,0	0,0
davon aus Solarthermie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabelle 38: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Hornstorf - GEW B-Plan 18

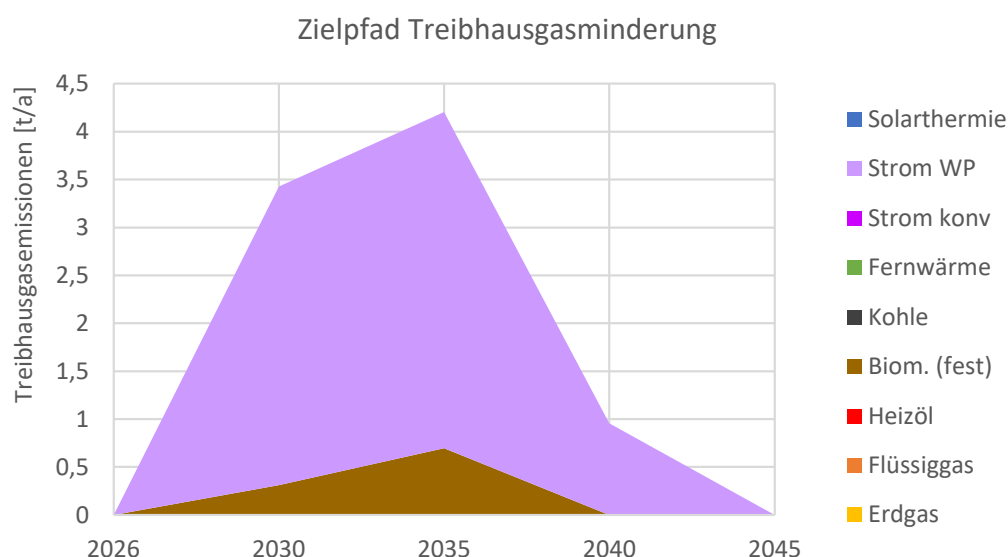


Abbildung 45: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Hornstorf - GEW B-Plan 18

7.5.5 SK24.12_01_06 Hornstorf - GEW Hauptstr.

Auffällig im untersuchten Sektor ist die reine Bestandsstruktur ohne jeglichen Neuzubau, was zu einer kontinuierlichen Bedarfsreduktion von 909,4 MWh/a um 12,1 % auf 799,2 MWh/a im Jahr 2045 führt. Bemerkenswert ist zudem die bereits im Ausgangsjahr 2026 erdgasfreie Versorgung, wobei Strom-Wärmepumpen mit 613,8 MWh/a (67,5 %) bereits von Beginn an den Hauptanteil stellen. Bis zum Zieljahr werden verbliebene fossile Relikte wie Heizöl (48,4 MWh/a) sowie konventioneller Strom (172,4 MWh/a) gänzlich eliminiert. Die finale Deckung erfolgt zu 80,0 % durch Wärmepumpen (639,4 MWh/a), komplementiert durch feste Biomasse und neu installierte Solarthermie mit jeweils 10,0 %.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	909,4		909,4		854,3	-6,1%	799,2	-12,1%	799,2	-12,1%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	909,4		909,4		854,3	-6,1%	799,2	-12,1%	799,2	-12,1%
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Flüssiggas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Heizöl	48,4	5,3%	47,4	5,2%	32,8	3,8%	17,5	2,2%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	74,8	8,2%	74,8	8,2%	85,4	10,0%	79,9	10,0%	79,9	10,0%
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	172,4	19,0%	168,9	18,6%	116,8	13,7%	62,4	7,8%	0,0	
davon aus Strom WP	613,8	67,5%	613,8	67,5%	598,0	70,0%	599,4	75,0%	639,4	80,0%
davon aus Solarthermie	0,0		4,5	0,5%	21,4	2,5%	40,0	5,0%	79,9	10,0%

Tabelle 39: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Hornstorf - GEW Hauptstr.

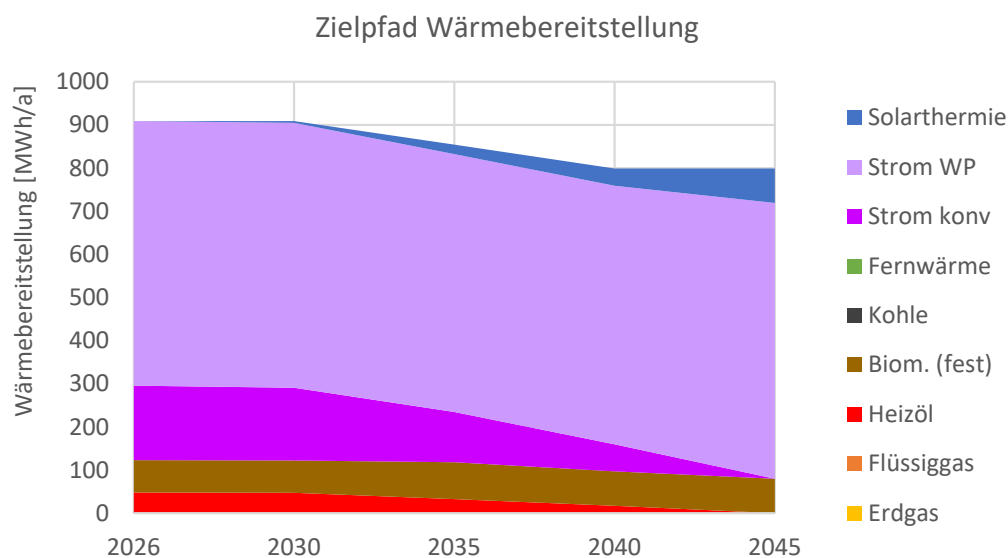


Abbildung 46: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Hornstorf - GEW Hauptstr.

Ein Blick auf die Startbilanz des Bereichs offenbart Emissionen in Höhe von 218,4 t/a im Jahr 2026. Auffallend ist das Fehlen von Erdgas, während konventioneller Strom mit 101,6 t/a (46,5 %) und Wärmepumpenstrom mit 98,2 t/a (45,0 %) die dominanten Verursacher darstellen. Fossiles Heizöl trägt lediglich 16,7 t/a (7,6 %) zur klimatischen Belastung bei. Über die Jahre vollzieht sich eine rasante Reduktion, sodass bereits 2030 der Ausstoß um 73,9 % auf 57,0 t/a gemindert wird. Diese konsequente Entlastung setzt sich fort und mündet 2045 in einer klimaneutralen Wärmeversorgung mit 0,0 t/a Emissionen.

	2026		2030		2035		2040		2045
	Treibhausgasemissionen								
	[t/a]								
Summe Treibhausgasemissionen	218,4		57,0	-73,9%	29,6	-86,5%	9,6	-95,6%	0,0
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Flüssiggas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Heizöl	16,7	7,6%	16,3	28,6%	11,3	38,1%	6,0	62,9%	0,0
davon aus Biom. (fest)	1,9	0,9%	1,9	3,3%	2,1	7,2%	0,0		0,0
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Strom konv	101,6	46,5%	19,6	34,3%	6,8	22,9%	1,0	10,3%	0,0
davon aus Strom WP	98,2	45,0%	19,3	33,8%	9,4	31,8%	2,6	26,8%	0,0
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0

Tabelle 40: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Hornstorf - GEW Hauptstr.

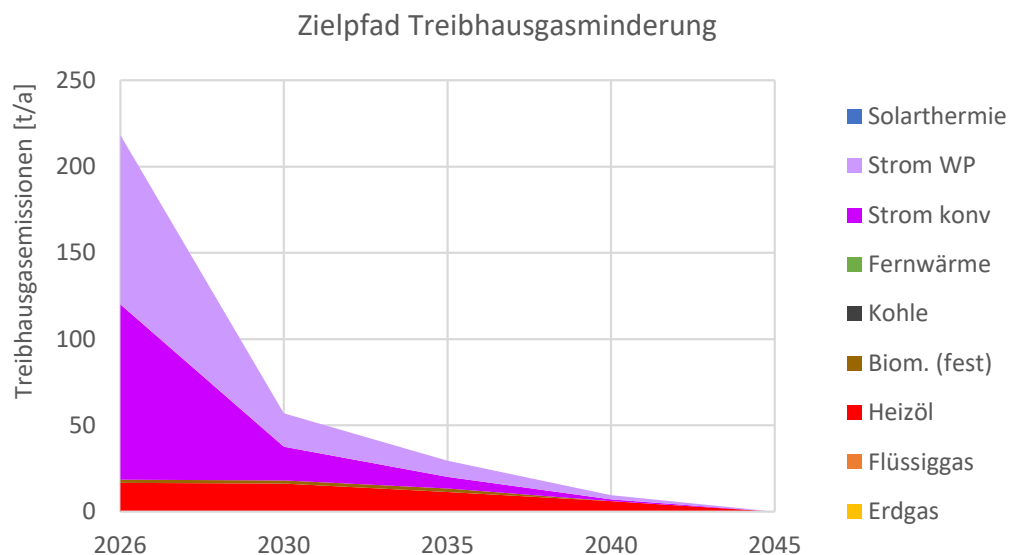


Abbildung 47: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Hornstorf - GEW Hauptstr.

7.5.6 SK24.12_01_05 Kritzow - Dorf

Hinsichtlich der quantitativen Entwicklung zeigt das betrachtete Gebiet einen stetigen Rückgang des Gesamtwärmebedarfs von 1.386,0 MWh/a auf 1.216,3 MWh/a, was einer Einsparung von 12,2 % im reinen Bestandssegment entspricht. Die anfänglich starke Abhängigkeit von Erdgas, welches im Jahr 2026 noch 67,9 % (941,3 MWh/a) der Versorgung sichert, wird durch eine konsequente Dekarbonisierungsstrategie bis 2045 komplett aufgelöst. Im finalen Ausbauzustand übernehmen Wärmepumpen mit 973,1 MWh/a (80,0 %) die dominierende Rolle im Versorgungsmix. Ergänzend dazu steigt die Nutzung fester Biomasse auf 19,0 % an, während die Solarthermie mit 1,0 % (12,2 MWh/a) eine untergeordnete Ergänzungsfunktion ausübt.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	1.386,0		1.350,3	-2,6%	1.305,6	-5,8%	1.261,0	-9,0%	1.216,3	-12,2%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	1.386,0		1.350,3	-2,6%	1.305,6	-5,8%	1.261,0	-9,0%	1.216,3	-12,2%
davon aus Erdgas	941,3	67,9%	863,3	63,9%	575,3	44,1%	271,0	21,5%	0,0	
davon aus Flüssiggas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Heizöl	51,2	3,7%	46,9	3,5%	31,3	2,4%	14,7	1,2%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	112,3	8,1%	109,4	8,1%	130,6	10,0%	189,1	15,0%	231,1	19,0%
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	58,6	4,2%	53,8	4,0%	35,8	2,7%	16,9	1,3%	0,0	
davon aus Strom WP	220,5	15,9%	270,1	20,0%	522,2	40,0%	756,6	60,0%	973,1	80,0%
davon aus Solarthermie	2,0	0,1%	6,8	0,5%	10,4	0,8%	12,6	1,0%	12,2	1,0%

Tabelle 41: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Kritzow - Dorf

Zielfad Wärmebereitstellung

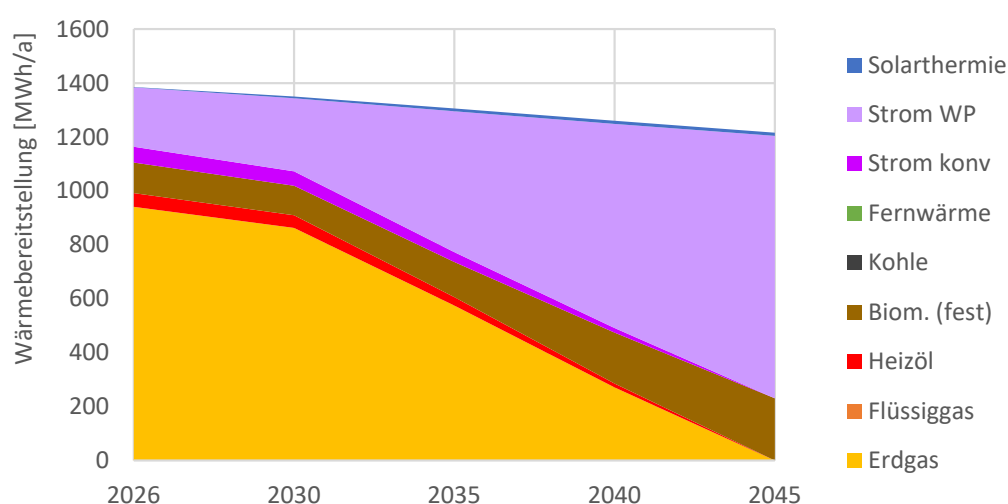


Abbildung 48: Zielfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Kritzow - Dorf

Der Startwert der klimatischen Belastung beträgt im betrachteten Areal exakt 338,5 t/a im Jahr 2026. Vorherrschender Energieträger ist hierbei Erdgas, das mit 248,3 t/a beachtliche 73,3 % der Emissionen verantwortet, während Heizöl mit 17,6 t/a (5,2 %) nur eine untergeordnete Rolle spielt. Der strombasierte Sektor summiert sich durch konventionelle Anlagen (34,6 t/a) und Wärmepumpen (35,3 t/a) auf etwa ein Fünftel des CO₂-Ausstoßes. Bis 2035 gelingt eine Halbierung der Werte auf 176,0 t/a, was einer Verringerung um 48,0 % entspricht. Im finalen Jahr 2045 ist die vollständige Dekarbonisierung erfolgreich abgeschlossen.

	2026		2030		2035		2040		2045
	Treibhausgasemissionen								
	[t/a]								
Summe Treibhausgasemissionen	338,5		261,3	-22,8%	176,0	-48,0%	80,1	-76,4%	0,0
davon aus Erdgas	248,3	73,3%	227,7	87,1%	151,7	86,2%	71,5	89,3%	0,0
davon aus Flüssiggas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Heizöl	17,6	5,2%	16,2	6,2%	10,8	6,1%	5,1	6,3%	0,0
davon aus Biom. (fest)	2,8	0,8%	2,7	1,0%	3,3	1,9%	0,0		0,0
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Strom konv	34,6	10,2%	6,2	2,4%	2,1	1,2%	0,3	0,3%	0,0
davon aus Strom WP	35,3	10,4%	8,5	3,2%	8,2	4,7%	3,2	4,1%	0,0
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0

Tabelle 42: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Kritzow - Dorf

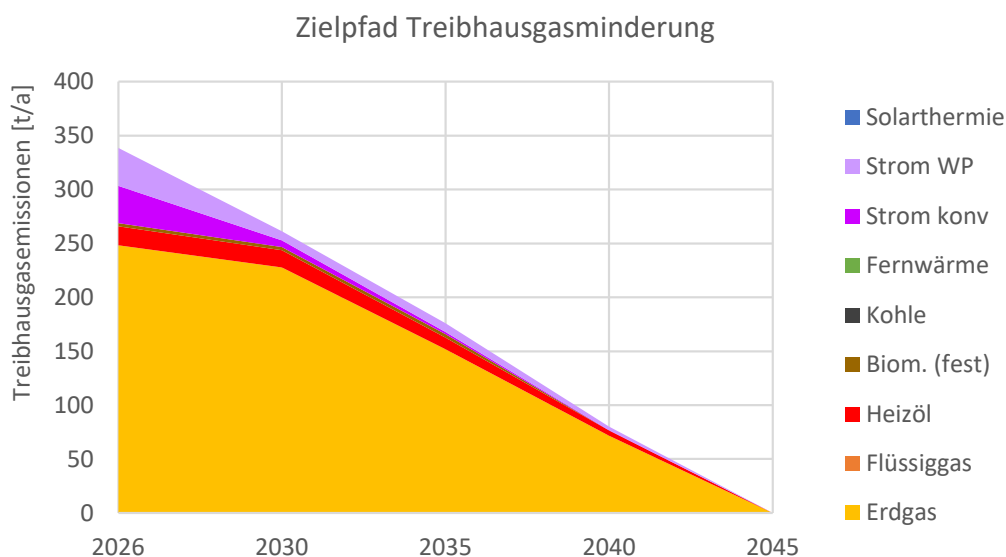


Abbildung 49: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Kritzow - Dorf

7.5.7 SK24.12_01_07 Rügghow - Dorfstr.

In dieser Zone verringert sich der ausschließlich auf den Bestand entfallende Gesamtwärmebedarf ausgehend von 345,3 MWh/a um 8,4 % auf 316,4 MWh/a im Jahr 2045. Das anfängliche Versorgungsprofil ist mit 49,0 % stark durch Flüssiggas (169,2 MWh/a) und zu 17,6 % durch Erdgas geprägt, welche beide perspektivisch vollständig verdrängt werden. Im Rahmen der Transformation steigt die Bedeutung der Strom-Wärmepumpen von initial 17,1 % massiv auf 80,0 % (253,1 MWh/a) an. Die feste Biomasse verdoppelt ihren absoluten Beitrag nahezu auf 60,1 MWh/a (19,0 %), während der solarthermische Anteil auf 1,0 % marginal zurückgeht.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	345,3		341,2	-1,2%	332,9	-3,6%	324,7	-6,0%	316,4	-8,4%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	345,3		341,2	-1,2%	332,9	-3,6%	324,7	-6,0%	316,4	-8,4%
davon aus Erdgas	60,9	17,6%	58,5	17,1%	39,7	11,9%	18,9	5,8%	0,0	
davon aus Flüssiggas	169,2	49,0%	162,5	47,6%	110,3	33,1%	52,5	16,2%	0,0	
davon aus Heizöl	4,7	1,3%	4,5	1,3%	3,0	0,9%	1,4	0,4%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	30,2	8,7%	29,8	8,7%	33,3	10,0%	48,7	15,0%	60,1	19,0%
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	16,6	4,8%	15,9	4,7%	10,8	3,2%	5,1	1,6%	0,0	
davon aus Strom WP	59,1	17,1%	68,2	20,0%	133,2	40,0%	194,8	60,0%	253,1	80,0%
davon aus Solarthermie	4,7	1,4%	1,7	0,5%	2,7	0,8%	3,2	1,0%	3,2	1,0%

Tabelle 43: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Rügghow - Dorfstr.

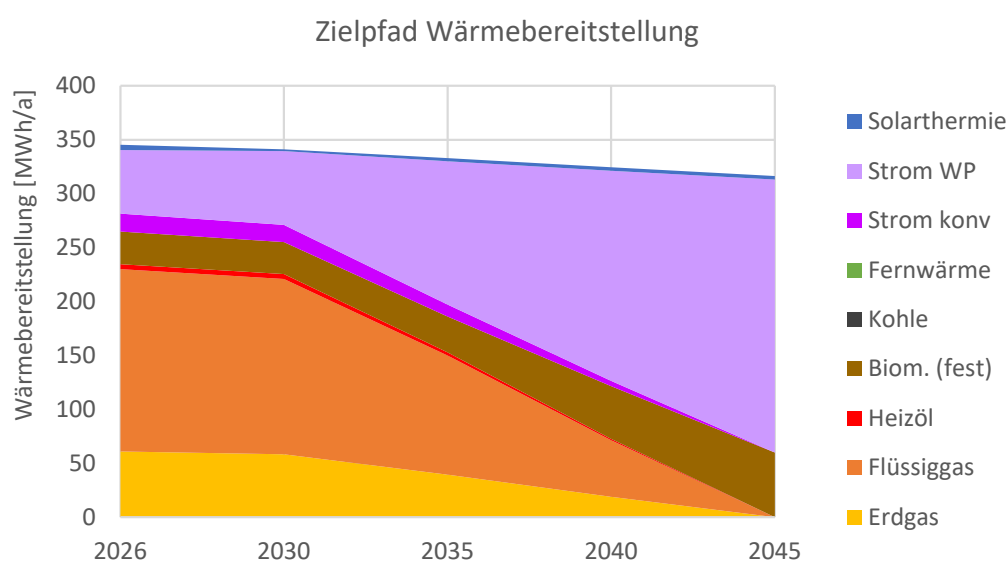


Abbildung 50: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Rügghow - Dorfstr.

Zu Beginn der Planungsphase emittiert das Gebiet insgesamt 87,9 t/a an Treibhausgasen. Eine Besonderheit in der lokalen Versorgungsstruktur ist die starke Abhängigkeit von Flüssiggas, das mit 50,2 t/a einen Anteil von 57,1 % der Emissionen ausmacht. Erdgas ist mit 16,1 t/a (18,3 %) deutlich weniger präsent, wohingegen Heizöl mit lediglich 1,6 t/a (1,8 %) nahezu irrelevant ist. Die Wärmewende spiegelt sich in einer stetigen Absenkung der Belastung wider, die bis 2035 um 64,2 % auf 31,4 t/a zurückgeht. Die Umstellung auf erneuerbare Quellen gipfelt 2045 in einer Nullemissionsbilanz.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Treibhausgasemissionen									
	[t/a]									
Summe Treibhausgasemissionen	87,9		57,9	-34,1%	31,4	-64,2%	10,3	-88,3%	0,0	-100,0%
davon aus Erdgas	16,1	18,3%	15,4	26,7%	10,5	33,3%	5,0	48,4%	0,0	
davon aus Flüssiggas	50,2	57,1%	36,2	62,5%	16,4	52,1%	3,9	37,8%	0,0	
davon aus Heizöl	1,6	1,8%	1,5	2,7%	1,0	3,3%	0,5	4,8%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	0,8	0,9%	0,7	1,3%	0,8	2,6%	0,0		0,0	
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	9,8	11,1%	1,8	3,2%	0,6	2,0%	0,1	0,8%	0,0	
davon aus Strom WP	9,5	10,8%	2,1	3,7%	2,1	6,7%	0,8	8,1%	0,0	
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 44: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Rügow - Dorfstr.

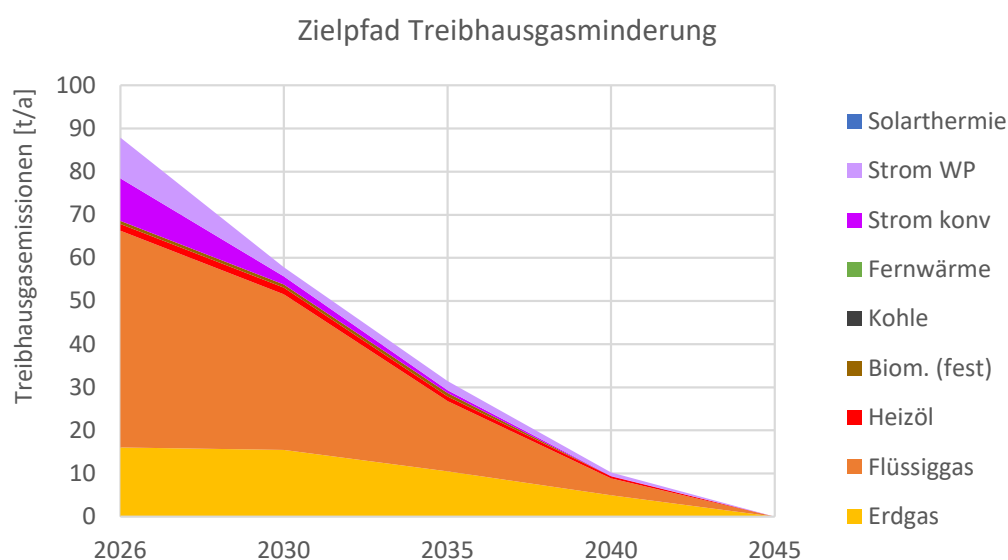


Abbildung 51: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Rügow - Dorfstr.

7.5.8 SK24.12_01_11 Hornstorf - Rügower Weg

Die Auswertung für diese Siedlungsstruktur offenbart einen Rückgang des reinen Bestandsbedarfs von 251,2 MWh/a im Ausgangsjahr auf 221,0 MWh/a, was einem Minus von 12,0 % entspricht. Im Jahr 2026 ist das Gebiet mit einem Anteil von 99,2 % (249,1 MWh/a) fast vollkommen von Erdgas abhängig, während Wärmepumpen noch nicht existent sind. Dieser Zustand wandelt sich grundlegend: Bis 2045 wird das Erdgas vollständig substituiert und die Wärmepumpentechnologie etabliert sich als neuer Hauptenergieträger mit 176,8 MWh/a (80,0 %). Zusätzlich wächst der Anteil der biomassebasierten Versorgung von anfänglich 0,8 % auf 19,0 % an.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	251,2		251,2		236,1	-6,0%	236,1	-6,0%	221,0	-12,0%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	251,2		251,2		236,1	-6,0%	236,1	-6,0%	221,0	-12,0%
davon aus Erdgas	249,1	99,2%	187,1	74,5%	116,1	49,2%	56,7	24,0%	0,0	
davon aus Flüssiggas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Heizöl	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Biom. (fest)	2,1	0,8%	12,6	5,0%	23,6	10,0%	35,4	15,0%	42,0	19,0%
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Fernwärme	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		50,2	20,0%	94,4	40,0%	141,6	60,0%	176,8	80,0%
davon aus Solarthermie	0,0		1,3	0,5%	1,9	0,8%	2,4	1,0%	2,2	1,0%

Tabelle 45: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Hornstorf - Rügower Weg

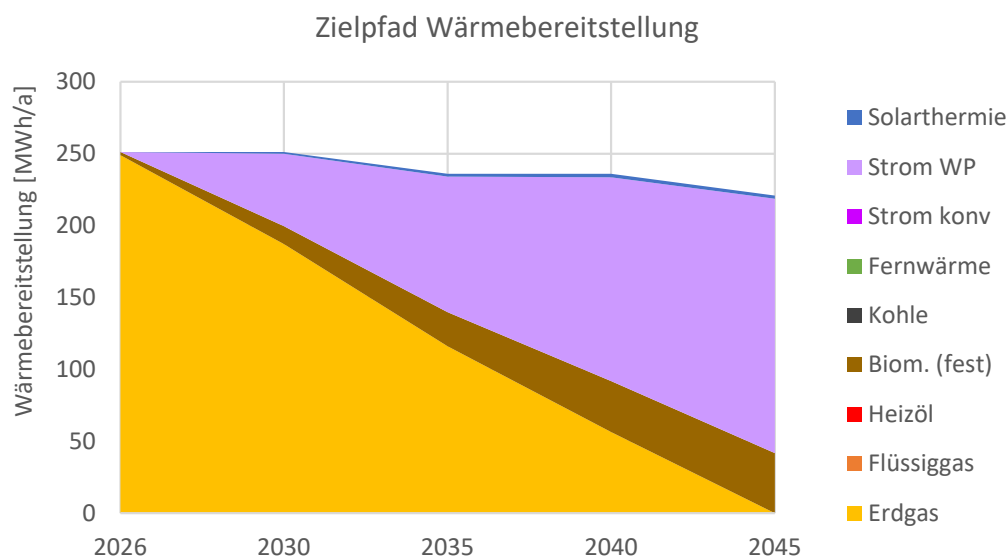


Abbildung 52: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Hornstorf - Rügower Weg

Basierend auf den vorliegenden Daten beläuft sich der Treibhausgasausstoß in diesem Siedlungsbereich im Jahr 2026 auf exakt 65,7 t/a. Die Struktur ist durch eine nahezu absolute Dominanz von Erdgas gekennzeichnet, welches 99,9 % der Emissionen (65,7 t/a) bedingt. Lediglich marginale 0,1 t/a (0,1 %) stammen aus der Verbrennung fester Biomasse. Der geplante Ausstieg aus den fossilen Brennstoffen zeigt bis 2035 eine spürbare Wirkung und drückt die Emissionen auf 32,7 t/a, also um 50,3 %. Entsprechend den klimapolitischen Vorgaben sinkt der absolute Wert bis 2045 auf 0,0 t/a, woraus eine einhundertprozentige Einsparung resultiert.

	2026	2030	2035	2040	2045
Treibhausgasemissionen					
[t/a]					
Summe Treibhausgasemissionen	65,7	51,2	32,7	15,5	0,0
davon aus Erdgas	65,7	49,4	30,6	14,9	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)	0,1	0,3	0,6	0,0	0,0
davon aus Kohle	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
davon aus Fernwärme	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	1,6	1,5	0,6	0,0
davon aus Solarthermie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabelle 46: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Hornstorf - Rügower Weg

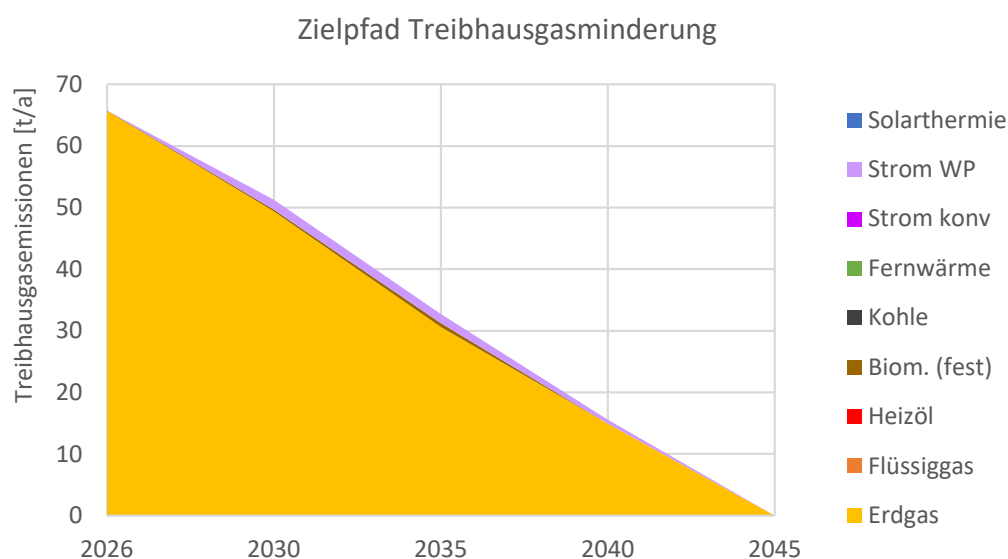


Abbildung 53: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Hornstorf - Rügower Weg

7.5.9 SK24.12_01_03 Hornstorf - EFH Gärtnerweg

Betrachtet man dieses Quartier, so sinkt der Gesamtwärmebedarf trotz eines ab 2030 hinzukommenden Zubaus (letztlich 140,0 MWh/a) insgesamt um 6,2 % von 2.207,9 MWh/a auf 2.071,2 MWh/a im Jahr 2045. Die historische Prägung durch fossiles Erdgas, welches zu Beginn mit 1.407,6 MWh/a noch 63,8 % der Last deckt, wird im Zeitverlauf konsequent abgebaut. Als zukünftiges Rückgrat der Versorgung dienen Wärmepumpen, deren Leistung von 368,3 MWh/a auf 1.657,0 MWh/a hochgefahren wird und somit im Zieljahr 80,0 % des Bedarfs stellt. Ergänzende Bausteine bilden die Festbiomasse mit 19,0 % sowie eine leichte Ausweitung der Solarthermie auf 1,0 %.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	2.207,9		2.152,6	-2,5%	2.081,4	-5,7%	2.002,4	-9,3%	1.931,3	-12,5%
Wärmebedarf (Zubau)			62,2	+2,8%	140,0	+6,3%	140,0	+6,3%	140,0	+6,3%
Summe Wärmebedarf	2.207,9		2.214,8	+0,3%	2.221,4	+0,6%	2.142,4	-3,0%	2.071,2	-6,2%
davon aus Erdgas	1.407,6	63,8%	1.353,3	61,1%	924,0	41,6%	434,7	20,3%	0,0	
davon aus Flüssiggas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Heizöl	153,9	7,0%	148,0	6,7%	101,0	4,5%	47,5	2,2%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	159,5	7,2%	160,0	7,2%	222,1	10,0%	321,4	15,0%	393,5	19,0%
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	103,4	4,7%	99,5	4,5%	67,9	3,1%	31,9	1,5%	0,0	
davon aus Strom WP	368,3	16,7%	443,0	20,0%	888,6	40,0%	1.285,4	60,0%	1.657,0	80,0%
davon aus Solarthermie	15,1	0,7%	11,1	0,5%	17,8	0,8%	21,4	1,0%	20,7	1,0%

Tabelle 47: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Hornstorf - EFH Gärtnerweg

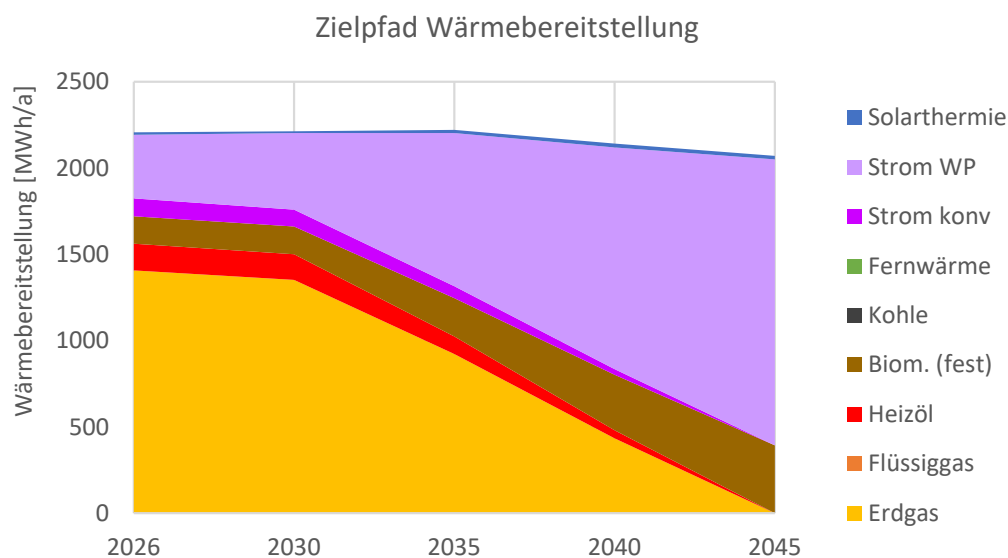


Abbildung 54: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Hornstorf - EFH Gärtnerweg

Eine umfassende Bilanzierung des Gebiets weist im Jahr 2026 Gesamtemissionen von 548,1 t/a aus. Erdgas nimmt mit einem absoluten Wert von 371,2 t/a und einem Anteil von 67,7 % die unumstrittene Spitzenposition unter den Emissionsquellen ein. Konventioneller Netzstrom sowie Wärmepumpenstrom sind mit 61,0 t/a (11,1 %) beziehungsweise 58,9 t/a (10,7 %) von ähnlicher Relevanz, während Heizöl mit 53,0 t/a (9,7 %) etwas geringer ausfällt. Der vorgegebene Transformationspfad führt zu einem kontinuierlichen Abbau der Klimabelastung, die bis 2035 um 44,9 % auf 301,9 t/a schrumpft. Das Ziel der vollständigen Dekarbonisierung wird planmäßig im Jahr 2045 (0,0 t/a) erreicht.

	2026		2030		2035		2040		2045
	Treibhausgasemissionen								
	[t/a]								
Summe Treibhausgasemissionen	548,1		437,3	-20,2%	301,9	-44,9%	137,0	-75,0%	0,0
davon aus Erdgas	371,2	67,7%	356,9	81,6%	243,7	80,7%	114,6	83,7%	0,0
davon aus Flüssiggas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Heizöl	53,0	9,7%	51,0	11,7%	34,8	11,5%	16,4	11,9%	0,0
davon aus Biom. (fest)	4,0	0,7%	4,0	0,9%	5,6	1,8%	0,0		0,0
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Strom konv	61,0	11,1%	11,5	2,6%	3,9	1,3%	0,5	0,4%	0,0
davon aus Strom WP	58,9	10,7%	13,9	3,2%	14,0	4,6%	5,5	4,0%	0,0
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0

Tabelle 48: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Hornstorf - EFH Gärtnerweg

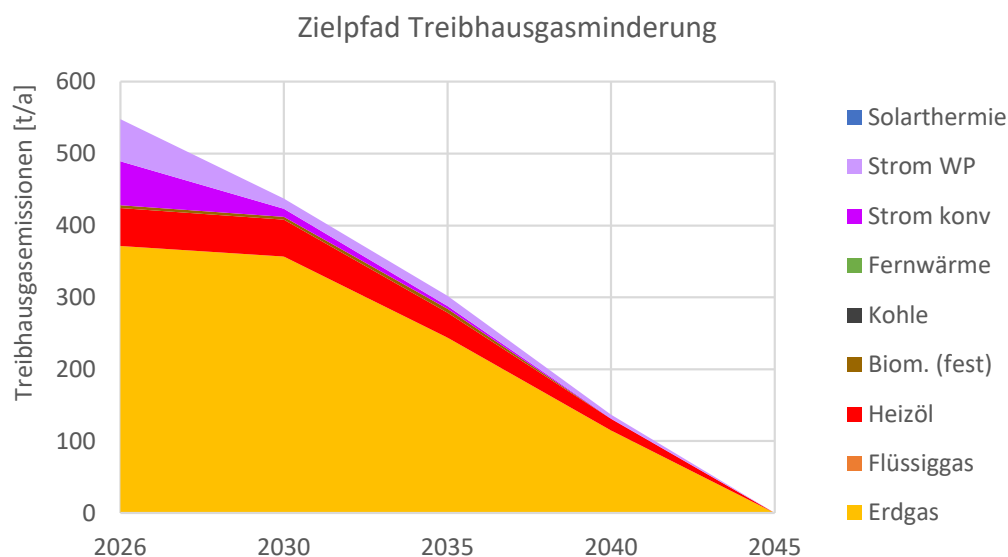


Abbildung 55: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Hornstorf - EFH Gärtnerweg

7.5.10 SK24.12_01_08 Hornstorf - Bergstr.

Ein detaillierter Blick auf dieses Gebiet zeigt eine Reduktion des gesamten Wärmebedarfs um 11,5 %, von anfangs 448,9 MWh/a auf 397,3 MWh/a im Jahr 2045. Diese Senkung wird trotz eines minimalen Neuzubaus von 11,7 MWh/a durch die deutliche Bedarfsminderung im Bestand (-14,1 %) realisiert. War die Ausgangssituation noch durch eine fast monopolartige Stellung von Erdgas (94,4 % bzw. 423,9 MWh/a) gekennzeichnet, vollzieht sich bis 2045 ein vollständiger Technologiewechsel. Die Strom-Wärmepumpen steigern ihren Anteil drastisch von 1,4 % auf 80,0 % (317,8 MWh/a), während die Holzbiomasse auf 19,0 % anwächst und das fossile Gas komplett verdrängt.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	448,9		436,2	-2,8%	423,6	-5,6%	398,3	-11,3%	385,6	-14,1%
Wärmebedarf (Zubau)			5,2	+1,2%	11,7	+2,6%	11,7	+2,6%	11,7	+2,6%
Summe Wärmebedarf	448,9		441,4	-1,7%	435,2	-3,0%	409,9	-8,7%	397,3	-11,5%
davon aus Erdgas	423,9	94,4%	327,1	74,1%	213,0	48,9%	97,9	23,9%	0,0	
davon aus Flüssiggas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Heizöl	0,5	0,1%	0,4	0,1%	0,3	0,1%	0,1	0,0%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	14,1	3,1%	22,1	5,0%	43,5	10,0%	61,5	15,0%	75,5	19,0%
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	1,8	0,4%	1,4	0,3%	0,9	0,2%	0,4	0,1%	0,0	
davon aus Strom WP	6,4	1,4%	88,3	20,0%	174,1	40,0%	246,0	60,0%	317,8	80,0%
davon aus Solarthermie	2,2	0,5%	2,2	0,5%	3,5	0,8%	4,1	1,0%	4,0	1,0%

Tabelle 49: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Hornstorf - Bergstr.

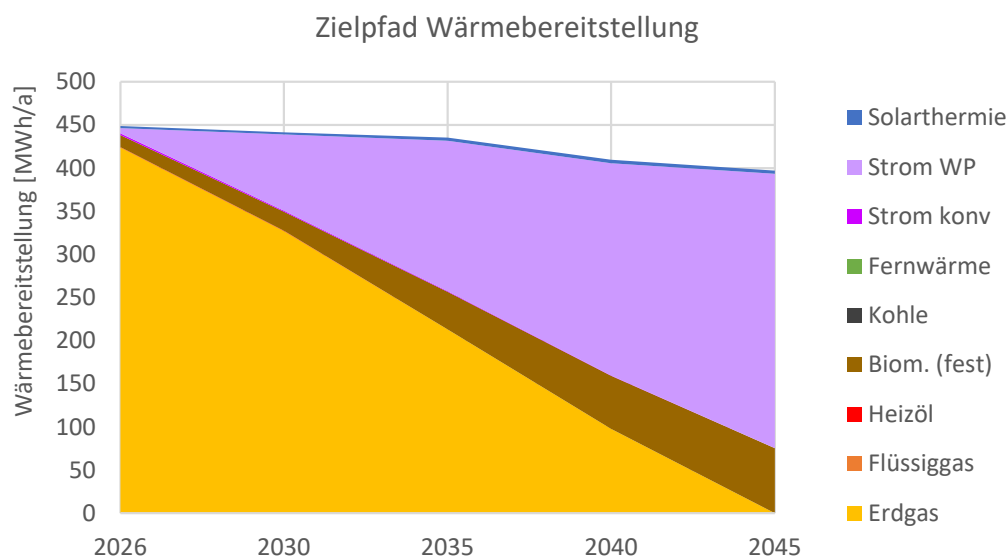


Abbildung 56: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Hornstorf - Bergstr.

Die Erstanalyse der Zone beziffert die Treibhausgasemissionen auf 114,4 t/a im Kalenderjahr 2026. Eine starke Abhängigkeit von Erdgas charakterisiert die lokale Wärmeversorgung, da dieser Energieträger 111,8 t/a und somit 97,7 % des Gesamtausstoßes verantwortet. Andere Quellen wie konventioneller Strom (1,1

t/a) oder Heizöl (0,2 t/a) treten als Verursacher kaum in Erscheinung. Durch gezielte Substitutionsmaßnahmen wird der THG-Ausstoß bis zum Jahr 2035 drastisch um 47,4 % auf 60,1 t/a reduziert. Zum Ende des Analysezeitraums im Jahr 2045 entfallen jegliche restlichen Emissionen, sodass der Wert von 0,0 t/a verzeichnet werden kann.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Treibhausgasemissionen									
	[t/a]									
Summe Treibhausgasemissionen	114,4		89,9	-21,4%	60,1	-47,4%	26,9	-76,5%	0,0	-100,0%
davon aus Erdgas	111,8	97,7%	86,3	96,0%	56,2	93,4%	25,8	95,9%	0,0	
davon aus Flüssiggas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Heizöl	0,2	0,2%	0,1	0,1%	0,1	0,1%	0,0	0,1%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	0,4	0,3%	0,6	0,6%	1,1	1,8%	0,0		0,0	
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	1,1	0,9%	0,2	0,2%	0,1	0,1%	0,0	0,0%	0,0	
davon aus Strom WP	1,0	0,9%	2,8	3,1%	2,7	4,5%	1,1	3,9%	0,0	
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 50: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Hornstorf - Bergstr.

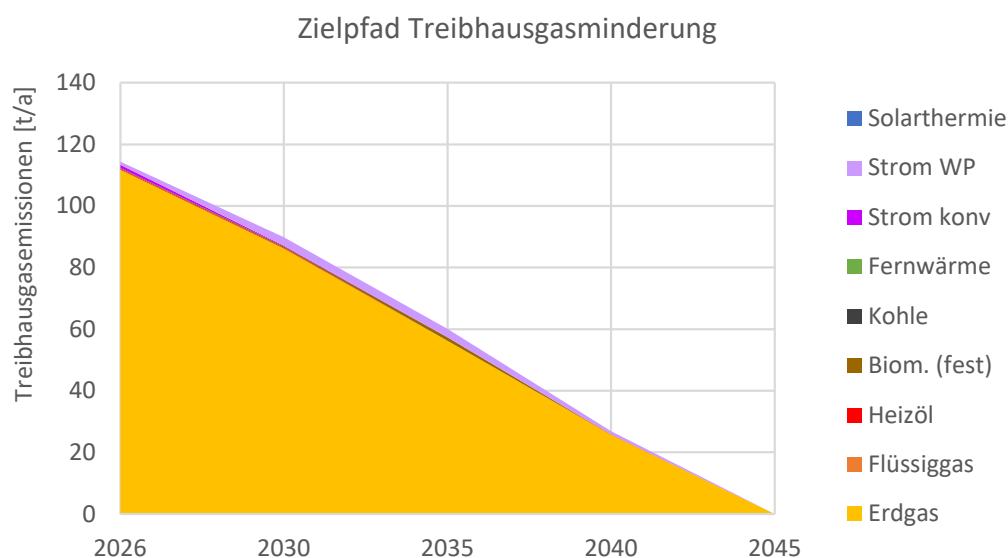


Abbildung 57: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Hornstorf - Bergstr.

7.5.11 SK24.12_01_10 Hornstorf - EFH Zum Kreienbarg

Für diesen Bereich prognostizieren die Berechnungen einen massiven Zuwachs des Gesamtwärmebedarfs um 236,4 %, sodass dieser von 96,1 MWh/a sprunghaft auf 323,2 MWh/a im Jahr 2045 steigt. Dieser Anstieg ist allein auf erhebliche Zubaupläne (232,7 MWh/a) zurückzuführen, welche die leichte Reduktion im Bestand (-5,8 %) bei weitem überlagern. Im Gegensatz zu vielen anderen Zonen sind Wärmepumpen hier mit 54,0 % (51,9 MWh/a) bereits 2026 die wichtigste Wärmequelle und bauen ihre Dominanz auf 80,0 % (258,6 MWh/a) aus. Parallel dazu werden anfänglich genutztes Heizöl (22,9 %) und konventioneller Strom (15,2 %) restlos eliminiert.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	96,1		96,1		90,5	-5,8%	90,5	-5,8%	90,5	-5,8%
Wärmebedarf (Zubau)			103,4	+107,6%	232,7	+242,2%	232,7	+242,2%	232,7	+242,2%
Summe Wärmebedarf	96,1		199,5	+107,6%	323,2	+236,4%	323,2	+236,4%	323,2	+236,4%
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Flüssiggas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Heizöl	22,0	22,9%	21,0	10,5%	19,8	6,1%	12,4	3,8%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	7,6	7,9%	20,9	10,5%	36,8	11,4%	48,5	15,0%	61,4	19,0%
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	14,6	15,2%	13,9	7,0%	13,1	4,1%	8,2	2,5%	0,0	
davon aus Strom WP	51,9	54,0%	142,7	71,5%	250,9	77,6%	250,9	77,6%	258,6	80,0%
davon aus Solarthermie	0,0		1,0	0,5%	2,6	0,8%	3,2	1,0%	3,2	1,0%

Tabelle 51: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Hornstorf - EFH Zum Kreienbarg

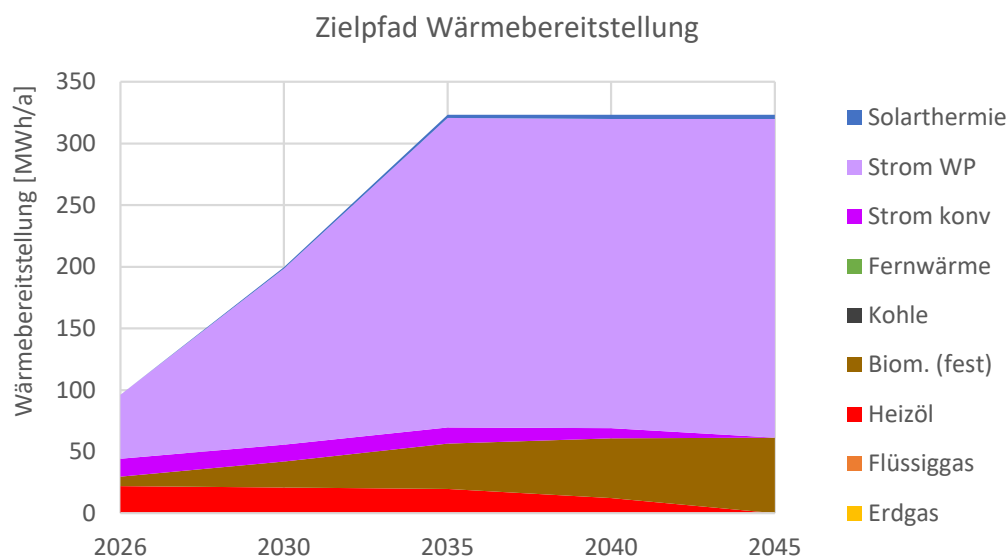


Abbildung 58: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Hornstorf - EFH Zum Kreienbarg

Bei der Betrachtung dieses spezifischen Quartiers offenbart sich ein anfänglicher Emissionswert von 24,7 t/a für das Jahr 2026. Das Verursacherprofil verteilt sich in diesem Fall relativ gleichmäßig auf konventionellen Strom mit 8,6 t/a (34,8 %), Wärmepumpenstrom mit 8,3 t/a (33,6 %) sowie Heizöl mit 7,6 t/a (30,8 %). Bemerkenswerterweise findet hier keine Verbrennung von Erdgas oder Flüssiggas statt. Der schrittweise Ausstieg aus fossiler Energiebereitstellung bewirkt bis 2035 eine Reduktion des Ausstoßes um 49,5 % auf 12,5 t/a. Letztlich schließt die kommunale Wärmeplanung auch dieses Gebiet im Jahr 2045 erfolgreich mit einer Nullemissionsbilanz ab.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Treibhausgasemissionen									
	[t/a]									
Summe Treibhausgasemissionen	24,7		13,9	-43,8%	12,5	-49,5%	5,5	-77,8%	0,0	-100,0%
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Flüssiggas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Heizöl	7,6	30,8%	7,2	52,2%	6,8	54,9%	4,3	78,0%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	0,2	0,8%	0,5	3,8%	0,9	7,4%	0,0		0,0	
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	8,6	34,8%	1,6	11,6%	0,8	6,1%	0,1	2,4%	0,0	
davon aus Strom WP	8,3	33,6%	4,5	32,4%	3,9	31,7%	1,1	19,6%	0,0	
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 52: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Hornstorf - EFH Zum Kreienbarg

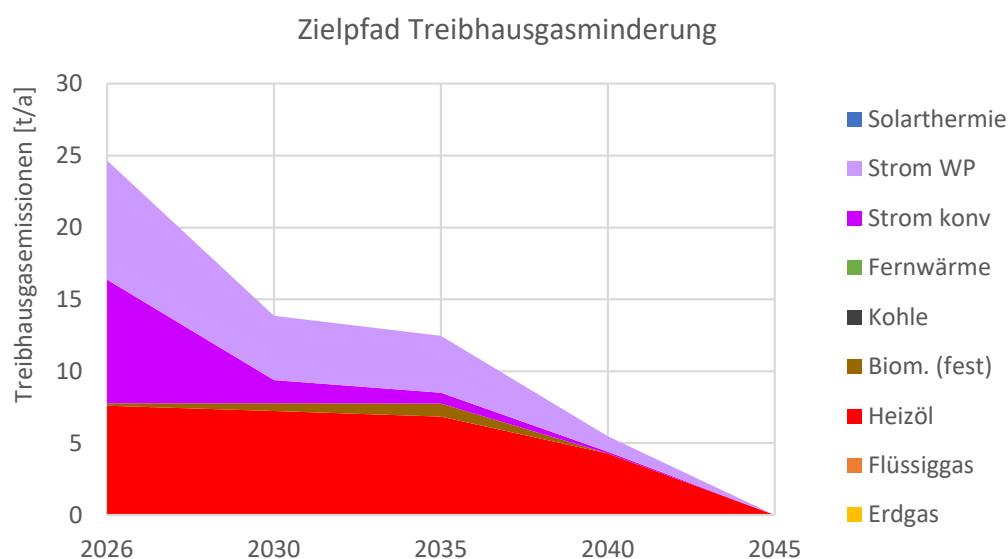


Abbildung 59: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Hornstorf - EFH Zum Kreienbarg

7.5.12 SK24.12_01_04 Hornstorf - Dorf

Gemäß der Analyse sinkt der rein auf Bestandsgebäude entfallende Wärmebedarf des Untersuchungsgebiets im Zeitraum bis 2045 um 10,8 % auf einen Endwert von 1.283,7 MWh/a. Ausgehend von einem 1.438,9 MWh/a starken Gesamtbedarf ist das Jahr 2026 maßgeblich durch Erdgas (78,9 % bzw. 1.135,1 MWh/a) sowie Flüssiggas (6,4 %) determiniert. Die Transformation führt zu einer tiefgreifenden Neustrukturierung, bei der sämtliche fossilen Energieträger auf Null gefahren werden. Stattdessen übernehmen ab 2045 strombasierten Wärmepumpen mit 1.026,9 MWh/a exakt 80,0 % der Versorgung, unterstützt durch feste Biomasse mit 19,0 % (243,9 MWh/a).

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	1.438,9		1.407,9	-2,2%	1.366,5	-5,0%	1.325,1	-7,9%	1.283,7	-10,8%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	1.438,9		1.407,9	-2,2%	1.366,5	-5,0%	1.325,1	-7,9%	1.283,7	-10,8%
davon aus Erdgas	1.135,1	78,9%	928,4	65,9%	595,1	43,5%	281,5	21,2%	0,0	
davon aus Flüssiggas	91,8	6,4%	75,1	5,3%	48,1	3,5%	22,8	1,7%	0,0	
davon aus Heizöl	28,8	2,0%	23,6	1,7%	15,1	1,1%	7,2	0,5%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	61,4	4,3%	70,4	5,0%	136,6	10,0%	198,8	15,0%	243,9	19,0%
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	26,7	1,9%	21,9	1,6%	14,0	1,0%	6,6	0,5%	0,0	
davon aus Strom WP	95,1	6,6%	281,6	20,0%	546,6	40,0%	795,1	60,0%	1.026,9	80,0%
davon aus Solarthermie	0,0		7,0	0,5%	10,9	0,8%	13,3	1,0%	12,8	1,0%

Tabelle 53: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Hornstorf - Dorf

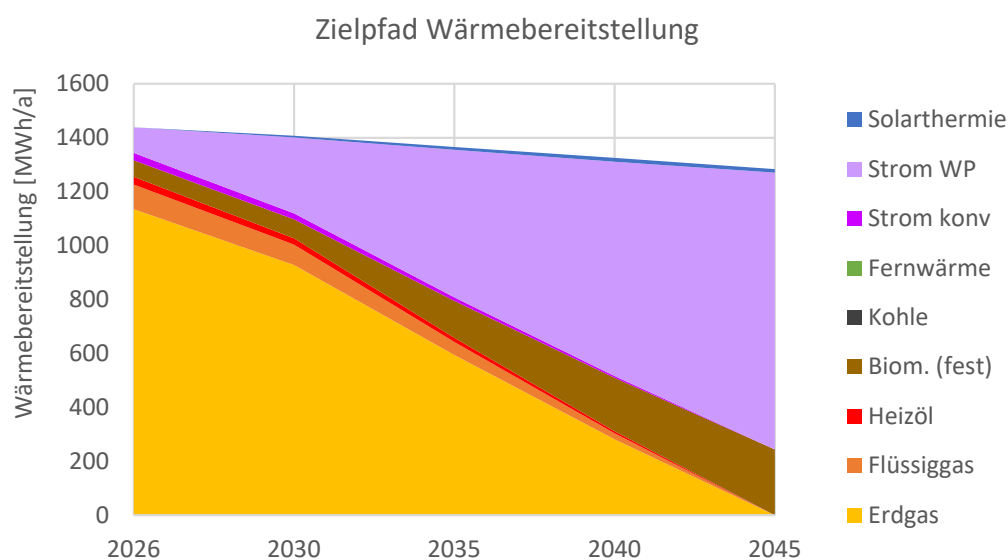


Abbildung 60: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Hornstorf - Dorf

Im Untersuchungsbereich summieren sich die freigesetzten Treibhausgase zu Beginn der Planungsperiode im Jahr 2026 auf 369,0 t/a. Den größten Faktor in der Bilanz bildet Erdgas, welches mit 299,4 t/a für 81,1 % der lokalen Emissionen verantwortlich zeichnet. Flüssiggas fungiert als zweitgrößte Quelle mit 27,2 t/a (7,4 %), wohingegen Strom und Heizöl nur untergeordnete Relevanz besitzen. Im Zuge der Wärmewende fällt die klimatische Belastung bis zum Jahr 2035 um 50,7 % auf 182,1 t/a. Die konsequente Ablösung der fossilen Strukturen gewährleistet schließlich bis 2045 eine komplette Befreiung von Emissionen (0,0 t/a).

	2026		2030		2035		2040		2045
	Treibhausgasemissionen								
	[t/a]								
Summe Treibhausgasemissionen	369,0		282,8	-23,4%	182,1	-50,7%	81,9	-77,8%	0,0
davon aus Erdgas	299,4	81,1%	244,8	86,6%	156,9	86,2%	74,2	90,6%	0,0
davon aus Flüssiggas	27,2	7,4%	16,7	5,9%	7,1	3,9%	1,7	2,1%	0,0
davon aus Heizöl	9,9	2,7%	8,1	2,9%	5,2	2,9%	2,5	3,0%	0,0
davon aus Biom. (fest)	1,5	0,4%	1,8	0,6%	3,4	1,9%	0,0		0,0
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Strom konv	15,8	4,3%	2,5	0,9%	0,8	0,4%	0,1	0,1%	0,0
davon aus Strom WP	15,2	4,1%	8,8	3,1%	8,6	4,7%	3,4	4,2%	0,0
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0

Tabelle 54: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Hornstorf - Dorf

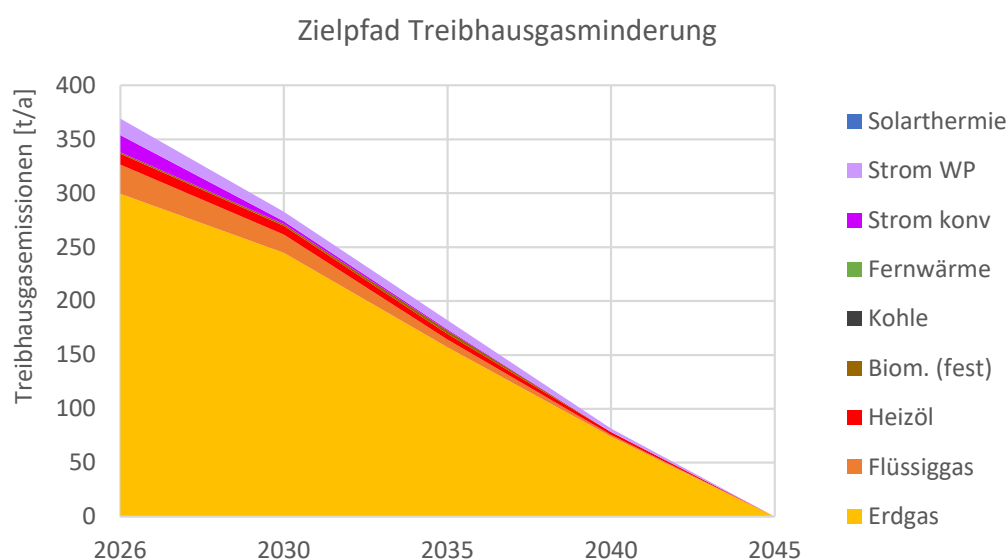


Abbildung 61: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Hornstorf - Dorf

7.5.13 SK24.12_03_01 Hornstorf - Rohlstorf

Letztlich verdeutlichen die Daten für diesen Bereich eine kontinuierliche Abschmelzung des Bestandsbedarfs um 10,6 %, wodurch sich der Gesamtwärmebedarf von 1.275,2 MWh/a auf 1.139,8 MWh/a im Zieljahr verringert. Der anfangs diverse fossile Mix, bestehend vorrangig aus Erdgas (54,8 % mit 699,0 MWh/a) und Flüssiggas (17,3 % mit 220,5 MWh/a), wird konsequent dekarbonisiert. Bis zum Jahr 2045 steigt die Leistungsbereitstellung durch Wärmepumpen von initial 14,4 % auf dominante 80,0 % (911,9 MWh/a) an. Die regenerative Bereitstellung wird durch den Ausbau der festen Biomasse auf 19,0 % sowie einen einprozentigen Solarthermie-Anteil vervollständigt.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	1.275,2		1.248,1	-2,1%	1.212,0	-5,0%	1.175,9	-7,8%	1.139,8	-10,6%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	1.275,2		1.248,1	-2,1%	1.212,0	-5,0%	1.175,9	-7,8%	1.139,8	-10,6%
davon aus Erdgas	699,0	54,8%	632,7	50,7%	419,0	34,6%	198,3	16,9%	0,0	
davon aus Flüssiggas	220,5	17,3%	199,6	16,0%	132,2	10,9%	62,6	5,3%	0,0	
davon aus Heizöl	23,6	1,8%	21,3	1,7%	14,1	1,2%	6,7	0,6%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	93,9	7,4%	91,9	7,4%	121,2	10,0%	176,4	15,0%	216,6	19,0%
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	51,6	4,0%	46,7	3,7%	31,0	2,6%	14,7	1,2%	0,0	
davon aus Strom WP	183,8	14,4%	249,6	20,0%	484,8	40,0%	705,6	60,0%	911,9	80,0%
davon aus Solarthermie	2,8	0,2%	6,2	0,5%	9,7	0,8%	11,8	1,0%	11,4	1,0%

Tabelle 55: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Hornstorf - Rohlstorf

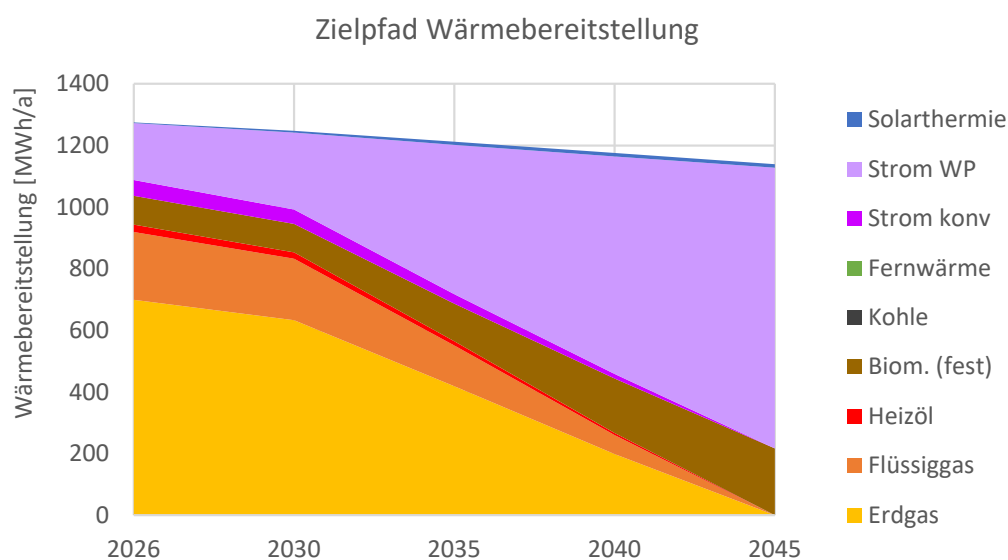


Abbildung 62: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Hornstorf - Rohlstorf

Der ausgewertete Emissionsbestand für die betrachtete Zone liegt im Jahr 2026 bei insgesamt 320,1 t/a. Als maßgeblicher Treiber lässt sich Erdgas identifizieren, auf das 184,3 t/a (57,6 %) der anfallenden Treibhausgase entfallen. Gleichzeitig weist das Gebiet einen signifikanten Einsatz von Flüssiggas auf,

welches mit 65,4 t/a (20,4 %) verbucht wird. Die Emissionen durch Strombezug bewegen sich addiert im Bereich von knapp zwanzig Prozent. Die Transformationsbemühungen führen bis 2035 zu einer Absenkung des Gesamtausstoßes um 53,9 % auf 147,4 t/a. Ein vollständig dekarbonisierter Zustand mit 0,0 t/a Emissionen wird dem Plan folgend im Zieljahr 2045 verzeichnet.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Treibhausgasemissionen									
	[t/a]									
Summe Treibhausgasemissionen	320,1		234,2	-26,8%	147,4	-53,9%	62,5	-80,5%	0,0	-100,0%
davon aus Erdgas	184,3	57,6%	166,9	71,3%	110,5	75,0%	52,3	83,7%	0,0	
davon aus Flüssiggas	65,4	20,4%	44,4	19,0%	19,6	13,3%	4,6	7,4%	0,0	
davon aus Heizöl	8,1	2,5%	7,3	3,1%	4,9	3,3%	2,3	3,7%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	2,3	0,7%	2,3	1,0%	3,0	2,1%	0,0		0,0	
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Strom konv	30,4	9,5%	5,4	2,3%	1,8	1,2%	0,2	0,4%	0,0	
davon aus Strom WP	29,4	9,2%	7,8	3,4%	7,6	5,2%	3,0	4,8%	0,0	
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 56: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Hornstorf - Rohlstorf

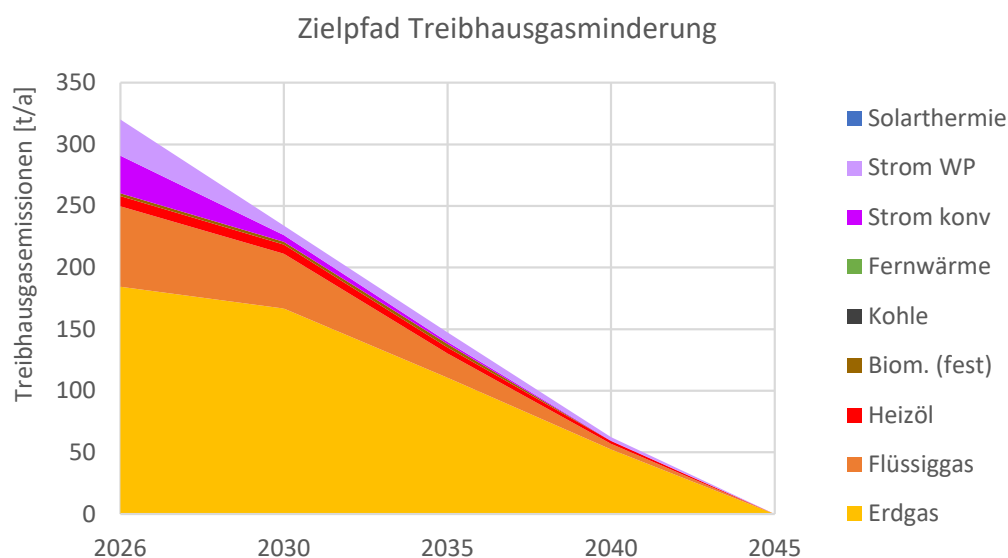


Abbildung 63: Zielfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Hornstorf - Rohlstorf

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

8.1 Konkrete Maßnahmenbeschreibungen (Startphase 2026–2029)

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

Maßnahme 1: Initiierung und Begleitung von Machbarkeitsstudien für Bestands- und Großgewerbegebiete unter Berücksichtigung der G3-Leitlinie MV

Beschreibung: Gewerbegebiete weisen aufgrund ihrer Struktur (hohe und teils stark fluktuierende Wärme- und Prozesswärmebedarfe) besondere Potenziale, aber auch spezifische Herausforderungen für die Wärmewende auf. Diese Maßnahme fokussiert sich auf die bestehenden Gewerbegebiete sowie auf die geplanten Entwicklungsflächen für Großgewerbegebiete, welche im Wärmeplan als Prüfgebiete ausgewiesen sind.

Wie bereits durch eine entsprechende Studie geschehen, wird für diese Prüfgebiete die Etablierung und Durchführung detaillierter, technologiespezifischer Machbarkeitsstudien als prioritäre Umsetzungsmaßnahme festgeschrieben. Diese Studien untersuchen die konkreten Pfade einer treibhausgasneutralen Versorgung (z. B. über eigene Arealnetze, Abwärmenutzung oder dezentrale Großanlagen).

Die Initiierung und Begleitung dieser Studien sollte von vornherein im Kontext der in Mecklenburg-Vorpommern üblichen „G3 – Grüne Gewerbegebiete“-Kriterien (nachhaltige Flächenentwicklung, CO₂-Neutralität und Ressourceneffizienz) erfolgen. Um eine dynamische und bedarfsgerechte Entwicklung zu gewährleisten, werden die im Rahmen der Erschließung und Unternehmensansiedlung neu gewonnenen Energiedaten und Versorgungsstrukturen regelmäßig und systematisch mit den Daten der kommunalen Wärmeplanung abgeglichen und in deren Fortschreibung integriert.

Zielgruppe: Ansässige und ansiedlungswillige Unternehmen, Wirtschaftsförderung, kommunale Liegenschafts- und Bauplanungsverwaltung, Träger der Regionalplanung sowie potenzielle Energie-Infrastrukturbetreiber.

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 regionale 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 (im Falle von Wärmenetzen):

- **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.
- **GRW-Mittel (Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“):** Dieses Förderinstrument von Bund und Land zielt auf die Stärkung der regionalen Wirtschaft ab. Für die Gemeinde ist dieses Programm besonders dann interessant, wenn das Wärmenetz zur Erschließung oder Aufwertung von Gewerbe- und Industriegebieten dient (Förderung der wirtschaftsnahen Infrastruktur). Zudem können lokale Unternehmen hierüber direkte Investitionszuschüsse beantragen, beispielsweise für den Anschluss an das Wärmenetz oder zur Umsetzung

betrieblicher Energieeffizienzmaßnahmen, wobei die Förderquoten von der jeweiligen Unternehmensgröße (KMU) abhängen.

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 Hornstorf, 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 Hornstorf 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 drama-

tisch: 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 57: 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 Hornstorf 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 Hornstorf 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 Flüssiggas-netzbetreiber zur Bewertung von Transformationspfaden der Bestandsnetze.
- **Zweckverbände (Wasser- und Abwasserverbände):** Zur Prüfung von Kanalthermie und aqua-thermischen Potenzialen.
- **Schornsteinfegerwesen:** Die zuständigen Bezirksschornsteinfegermeister liefern (über das Kkehrbuch) die präzisesten validen Daten über das Alter und die Art der dezentralen Feuerstätten im privaten Gebäudebestand.

9.3 Methodik der Datenerhebung (Kommunale und gewerbliche Sektoren)

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

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

10 Datenquellen und Rechtliche Grundlagen

Gesetzliche Rahmenbedingungen und Verordnungen

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

Institutionelle Datengrundlagen, Portale und statistische Quellen

- **BDEW 01** – Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft: Standard-Lastprofile für Erdgas (Verfahrensmatrix und Richtlinien zur Anwendung der *SigLinDe-Profile*).
- **Bundesnetzagentur (MaStR)** – Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur: Amtliches Register aller Stammdaten des deutschen Strom- und Gasmarktes (Online-Abfrage für das Gemeindegebiet Hornstorf).
- **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 Klützer Winkel (gewichtetes Mittel aus den Wetterstationen Schwerin, Boltenhagen und Kirchdorf / Poel).
- **Fraunhofer IBP** – Fraunhofer-Institut für Bauphysik: Wissenschaftliche Modellversuche zur Evaluierung realer Einsparpotenziale durch smarte Raumthermostate und vernetzte Einzelraumsteuerungen in Wohngebäuden (ibp.fraunhofer.de/smart-home).
- **Fraunhofer IFAM / Gasnetztransformation** – Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung: Wissenschaftliche Begleitstudien (Veröffentlichungsstand 2025) zur notwendigen Gasnetztransformation, Rückbauplanung und den ökonomischen Risiken sinkender Durchsatzmengen in Verteilnetzen (ifam.fraunhofer.de).
- **LAND MV 01** – Ministerium für Inneres, Bau und Digitalisierung Mecklenburg-Vorpommern: Landesportal für raumbezogene Planungsdaten, rechtskräftige Bebauungspläne sowie Unterlagen zu laufenden Aufstellungsverfahren der Kommunen.
- **LK NWM 01** – Landkreis Nordwestmecklenburg: Datenplattform und Regionalstatistiken des "Energieportals Nordwestmecklenburg" zur Erfassung lokaler Erzeugungskapazitäten.
- **PVGIS** – Photovoltaic Geographical Information System: Wissenschaftliches Simulationswerkzeug der Europäischen Kommission (Joint Research Centre) zur neigungs- und ausrichtungsabhängigen Berechnung spezifischer Solarerträge (re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools).
- **RECK 01 / WIKI 01** – Regionale Energiekonzepte und Datenbanken: Zusammenstellung typischer, witterungsbereinigter Energiebedarfskennwerte nach Gebäudeklassen und Baualterstufen.
- **RPV WM** – Regionaler Planungsverband Westmecklenburg:
 - **RPV WM 01:** Regionales Raumentwicklungsprogramm Westmecklenburg (RREP) inklusive des Entwurfs zur Teilfortschreibung des Kapitels 6.5 (Energie).
 - **RPV WM 02:** Regionales Energiekonzept Westmecklenburg zur strategischen Ausrichtung des ländlichen Raums.
 - **RPV WM 03:** Kleinräumige Bevölkerungsprognose und demografische Entwicklungsberichte für die Kreise und Ämter des Verbandsgebietes.
- **TSOL** – Simulationsprogramm für solarthermische Anlagen: Modellrechnungen zur Ermittlung spezifischer thermischer Kollektorserträge 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: Wärmelinienindichte

Anhang 4: Wärmebedarfsdichte inkl. Zubau

Anhang 5: Potenzial Wärmebedarfsreduktion

Anhang 6: Potenzial Photovoltaik-Freifläche

Anhang 7: Potenzial Solarthermie-Freifläche

Anhang 8: Potenzial Windenergienutzung

Anhang 9: Potenzialflächen Biomasseaufkommen

Anhang 10: Potenzial Abwärmequellen

Anhang 11: Potenzial Solarthermie-Aufdach

Anhang 12: Potenzial Photovoltaik-Aufdach

Anhang 13: Potenzial Oberflächennahe Geothermie

Anhang 14: Zuweisung Versorgungsarten