

ABSCHLUSSBERICHT

Kommunale Wärmeplanung
Amt Dorf Mecklenburg – Bad Kleinen
Gemeinde Groß Stieten

ABSCHLUSSBERICHT

Kommunale Wärmeplanung nach Wärmeplanungsgesetz für die Gemeinde Groß Stieten

Stand März 2026

Durchgeführt von:



TRIGENIUS GmbH

Lübsche Str. 10

23966 Wismar

www.trigenius.de

Mit Unterstützung von:



Agentur für Nachhaltigkeit
und Kommunikation

Agentur 2020 GmbH

Mueßer Bucht 1

19063 Schwerin

www.2020.de

Im Auftrag von:

Amt Dorf Mecklenburg – Bad Kleinen

Am Wehberg 17

23972 Dorf Mecklenburg

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

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	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.....	15
4.4 Versorgungsstruktur	16
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 und -verbräuche.....	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	33
5.2 Tiefe Geothermie.....	38
5.3 Solare Freiflächen	38
5.4 Windenergie-Nutzung	43
5.5 Feste Biomasse	46
5.6 Punktuelle Wärmequellen und Abwärmenutzung.....	52
5.7 Solare Aufdachanlagen (Gebäudeinfrastruktur).....	55

5.8	Umweltwärme und oberflächennahe Geothermie	59
5.9	Grüne Gase (Wasserstoff, Biomethan und Bio-Flüssiggas)	62
5.10	Speichertechnologien und Systemflexibilität	64
6	Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	66
6.1	Wärmenetzgebiete	66
6.2	Versorgungsgebiet für Wasserstoff / Grüne Gase.....	67
6.3	Prüfgebiete	67
6.4	Gebiete für dezentrale Versorgung	67
6.5	Zusammenfassung der Gebietsausweisung	67
7	Bedarfsprognose und Zielbild 2045: Der Pfad zur Treibhausgasneutralität	76
7.1	Ausgangssituation (Status quo)	76
7.2	Bedarfsprognose und demografische Entwicklung	76
7.3	Zielbild 2045: Die klimaneutrale Gemeinde Groß Stieten	77
7.4	Markteffekte und exogene Einflussfaktoren	77
7.5	Ergebnisdarstellung	78
8	Umsetzungsstrategie und Maßnahmenkatalog (§ 20 WPG)	97
8.1	Konkrete Maßnahmenbeschreibungen (Startphase 2026–2029)	97
8.2	Verantwortlichkeiten und Organisationsstruktur.....	98
8.3	Finanzierung und Förderkulissen.....	99
8.4	Verstetigung, Monitoring und Fortschreibung (§ 25 WPG).....	99
8.5	Praxisbeispiel: Energetische Transformation und intelligente Sektorenkopplung.....	100
9	Akteursbeteiligung und Erhebung der Datengrundlage	102
9.1	Erfassung der leitungsgebundenen Energieinfrastruktur.....	102
9.2	Identifikation und Einbindung der relevanten Akteursgruppen.....	103
9.3	Methodik der Datenerhebung (Kommunale und gewerbliche Sektoren)	103
10	Datenquellen und Rechtliche Grundlagen	104
11	Anhang	107

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: 3D-Visualisierung zur Erfassung des Gebäudebestandes in der Gemeinde	16
Abbildung 2: Übersicht der bestehenden Versorgungsstruktur für leitungsgebundene Energien	17
Abbildung 3: Grafische Verteilung für Gebäude und Flächenstruktur	20
Abbildung 4: Anteile der Sektoren am Gesamtwärmebedarf	21
Abbildung 5: Räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichte für Wärmebedarf und -verbräuche	22
Abbildung 6: Darstellung der Wärmelinienendichte OT Neu Stieten	24
Abbildung 7: Darstellung der Wärmelinienendichte OT Groß Stieten	25
Abbildung 8: Endenergiebedarf nach Energieträgern aufgeteilt nach Gemarkungen	27
Abbildung 9: Endenergiebedarf nach Energieträgern	28
Abbildung 10: Treibhausgasemissionen (THG) nach Energieträgern in den Gemarkungen.....	29
Abbildung 11: Treibhausgasemissionen (THG) nach verwendeten Energieträgern	29
Abbildung 12: Prognose der Auswirkungen auf den Wärmebedarf durch Zubau (Groß Stieten)	31
Abbildung 13: Räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichte (Groß Stieten)	32
Abbildung 14: Vergleich des aktuellen und sanierten Wärmebedarfs (Groß Stieten)	37
Abbildung 15: Räumliche Verteilung des Potenzials zur Bedarfsreduktion.....	37
Abbildung 16: Räumliche Verteilung der Potenzialflächen für Photovoltaik-Freiflächenanlagen.....	41
Abbildung 17: Räumliche Verteilung der Eignungsflächen für Solarthermie-Freiflächenanlagen	42
Abbildung 18: Räumliche Darstellung von Windvorranggebieten und Windkraftanlagen	45
Abbildung 19: Preisentwicklung für Holzpellets im Vergleich zu Heizöl und Erdgas	48
Abbildung 20: Räumliche Verteilung der Flächen für das Biomasseaufkommen.....	50
Abbildung 21: Räumliche Verortung potenzieller Abwärmequellen	53
Abbildung 22: Räumliche Verteilung des Potenzials für Solarthermie-Aufdachanlagen.....	57
Abbildung 23: Räumliche Verteilung des Potenzials für Photovoltaik-Aufdachanlagen	58
Abbildung 24: Verteilung des Wärmepotenzials für oberflächennahe Geothermie	60
Abbildung 25: Zusammenfassung der Gebietsausweisung	68
Abbildung 26: Zugeordnete Versorgungsarten für Groß Stieten - Süd	69
Abbildung 27: Zugeordnete Versorgungsarten für Groß Stieten - Alte Dorfstr.....	70
Abbildung 28: Zugeordnete Versorgungsarten für Groß Stieten - MFH.....	71
Abbildung 29: Zugeordnete Versorgungsarten für Groß Stieten - EFH Mitte	72
Abbildung 30: Zugeordnete Versorgungsarten für Groß Stieten - EFH Nord	73
Abbildung 31: Zugeordnete Versorgungsarten für Groß Stieten - EFH West.....	74
Abbildung 32: Zugeordnete Versorgungsarten für Neu Stieten.....	75
Abbildung 33: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Gemeinde Groß Stieten	81
Abbildung 34: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Gemeinde Groß Stieten	82
Abbildung 35: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - Süd	83
Abbildung 36: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - Süd	84
Abbildung 37: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - Alte Dorfstr.....	85
Abbildung 38: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - Alte Dorfstr.	86
Abbildung 39: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - MFH.....	87
Abbildung 40: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - MFH	88
Abbildung 41: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - EFH Mitte	89
Abbildung 42: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - EFH Mitte	90
Abbildung 43: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - EFH Nord	91

Abbildung 44: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - EFH Nord	92
Abbildung 45: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - EFH West	93
Abbildung 46: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - EFH West	94
Abbildung 47: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Neu Stieten	95
Abbildung 48: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Neu Stieten	96

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gebäude und Flächenstruktur	19
Tabelle 2: Beheizte Nutzfläche nach Gemarkung und Sektor in Quadratmetern	20
Tabelle 3: Wärmebedarf und -verbräuche: Verteilung des Bedarfs nach Sektoren	21
Tabelle 4: Emissionsfaktoren für Endenergiebedarf und Treibhausgasemissionen nach Energieträgern ...	26
Tabelle 5: Endenergiebedarf nach Energieträgern zur Wärmebereitstellung	27
Tabelle 6: Treibhausgasemissionen (THG) nach Energieträgern und Gemarkungen	28
Tabelle 7: Prognose für Entwicklung der Nutzflächen bis zum Jahr 2045	30
Tabelle 8: Prognostizierte Entwicklung der Nutzflächen in Quadratmetern	30
Tabelle 9: Zusätzlicher Wärmebedarf durch Gebäudezubau	31
Tabelle 10: Wärme-Einsparpotenzial durch Gebäudesanierung nach Sektoren und Gemarkungen	36
Tabelle 11: Photovoltaik-Freiflächenpotenzial und installierte Leistung	40
Tabelle 12: Flächenpotenziale und theoretischer Ertrag für Solarthermie-Freiflächenanlagen	42
Tabelle 13: Flächen- und Ertragspotenziale für Windenergie	45
Tabelle 14: Flächen- und Ertragspotenziale für feste Biomasse nach Kategorien	50
Tabelle 15: Potenzial der Abwasserwärmenutzung aus dem Kanalnetz	54
Tabelle 16: Installierte Leistung und Wärmepotenzial von Bestands-Biogasanlagen	54
Tabelle 17: Ertragspotenziale für solare Aufdachanlagen in zwei Ausbauszenarien	56
Tabelle 18: Potenzial der oberflächennahen Geothermie	60
Tabelle 19: Struktur- und Potentialdaten für Groß Stieten - Süd	69
Tabelle 20: Struktur- und Potentialdaten für Groß Stieten - Alte Dorfstr.	70
Tabelle 21: Struktur- und Potentialdaten für Groß Stieten - MFH	71
Tabelle 22: Struktur- und Potentialdaten für Groß Stieten - EFH Mitte	72
Tabelle 23: Struktur- und Potentialdaten für Groß Stieten - EFH Nord	73
Tabelle 24: Struktur- und Potentialdaten für Groß Stieten - EFH West	74
Tabelle 25: Struktur- und Potentialdaten für Neu Stieten	75
Tabelle 26: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Gemeinde Groß Stieten	81
Tabelle 27: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Gemeinde Groß Stieten	82
Tabelle 28: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - Süd	83
Tabelle 29: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Groß Stieten - Süd	84
Tabelle 30: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - Alte Dorfstr.	85
Tabelle 31: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Groß Stieten - Alte Dorfstr.	86
Tabelle 32: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - MFH	87
Tabelle 33: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Groß Stieten - MFH	88
Tabelle 34: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - EFH Mitte	89
Tabelle 35: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Groß Stieten - EFH Mitte	90

Tabelle 36: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - EFH Nord.....	91
Tabelle 37: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Groß Stieten - EFH Nord	92
Tabelle 38: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - EFH West.....	93
Tabelle 39: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Groß Stieten - EFH West	94
Tabelle 40: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Neu Stieten.....	95
Tabelle 41: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Neu Stieten	96
Tabelle 42: Exemplarische Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpenheizungen	101

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 Groß Stieten, gelegen im Amtsbereich Dorf Mecklenburg - Bad Kleinen und Mitglied des Zweckverbandes Wismar, begegnet dieser anspruchsvollen Aufgabe proaktiv.

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

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

Der Planungsprozess gliedert sich methodisch in vier aufeinander aufbauende Kernphasen:

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

1.1 Gesetzlicher Rahmen und Zielsetzung

Im Fokus der kommunalen Wärmeplanung steht die Schaffung einer verlässlichen Planungssicherheit für alle lokalen Akteure, insbesondere für die Bürgerschaft, ansässige Firmen und Energieversorgungsunternehmen. Der gesetzliche Rahmen fordert den vollständig treibhausgasneutralen Betrieb sämtlicher zentraler und dezentraler Wärmeversorgungssysteme bis spätestens zum Jahr 2045. Um dies zu erreichen, wird das Kommunalgebiet Groß Stieten räumlich differenziert betrachtet, um für jedes Teilgebiet die techno-logisch 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 Groß Stieten 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 Groß Stieten 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 Groß Stieten zuständige Amt – fungierten während des gesamten Planungszeitraums als essenzielle administrative Schnittstellen zu den Mitgliedsgemeinden. Durch regelmäßige Abstimmungen wurden die Terminorganisation, die Kontaktierung lokaler Stakeholder sowie die Vor- und Nachbereitung von Publikationen zentral koordiniert.

2.3 Rückkopplung: Transformation von Beteiligung in Planungsergebnisse

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

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

3 Grundlagenermittlung

Die Erstellung der kommunalen Wärmeplanung für die Gemeinde Groß Stieten 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 Groß Stieten konnte ein digitaler Wärmeatlas erstellt werden. Dieser bildet die räumliche Basis für die Identifikation von Wärmedichteschwerpunkten und die spätere Ausweisung von Eignungsgebieten.

Im Einzelnen wurden folgende Informationen ausgewertet:

3.1 Kartografische Daten

Im Zuge der vorliegenden Studie wurden umfangreiche Übersichts- und Fachkarten zu unterschiedlichen Themen ausgewertet. Darüber hinaus wurden während der Erarbeitung verschiedene raumbezogene Informationen generiert. Um diese vielfältigen Daten übersichtlich und flexibel darstellen, verknüpfen und auswerten zu können, wurde das Geoinformationssystem (GIS) QGIS genutzt. Die Verwendung des etablierten ESRI-Shape-Standards stellt hierbei eine problemlose Weiterverwendung in nachfolgenden Projektschritten sicher. Folgende Übersichts- und Fachkarten wurden genutzt:

Topografische Informationen

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

Administrative Gliederung

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

Planerische Situation

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

Energetische Situation

- Energieportal Nordwestmecklenburg¹³
- Fachkarten Erdwärmenutzung¹⁴

Naturschutzfachliche Belange

- Schutzgebiete¹⁵
- Geschützte Biotope¹⁶

¹ LAiV 01

² LAiV 02

³ LAiV 11

⁴ LAiV 12

⁵ LUNG 03

⁶ LAiV 03

⁷ LAiV 04

⁸ LAiV 05

⁹ LUNG 01

¹⁰ RPV WM 01

¹¹ LAND MV 01 sowie ergänzende Pläne, bereitgestellt durch Auftraggeber

¹² LAiV 06

¹³ LK NWM 01

¹⁴ LUNG 04

¹⁵ LUNG 02

¹⁶ LUNG 03

3.2 Statistische Daten

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

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

3.3 Auswertung der planerischen Situation

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

4 Bestandsanalyse (Wärmebedarf und Infrastruktur)

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

4.1 Rechtliche Rahmenbedingungen und Datenerhebungsbefugnisse

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

Hierzu zählt insbesondere die verpflichtende Übermittlung von Bestandsdaten durch Betreiber von Energieversorgungsnetzen, Betreiber von Wärme- und Kälteinfrastrukturen sowie durch die **bevollmächtigten Bezirksschornsteinfeger**. Letztere sind gemäß § 11 WPG verpflichtet, gebäude- und anlagenspezifische Daten – etwa zu Brennstoffarten, Nennwärmeleistungen und dem Alter der Feuerungsanlagen – bereitzustellen. Diese gesetzliche Legitimation ermöglicht es der Kommune, auch ohne

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>

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 Groß Stieten. 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 Groß Stieten 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 Groß Stieten spezifische klimatische Bedingungen gelten, wurde ein **gewichtetes Mittel** aus den Daten der umliegenden Wetterstationen **Kirchdorf / Poel, Boltenhagen und Schwerin** gebildet. Dieses Verfahren stellt sicher, dass die bereinigten Werte die lokalen klimatischen Realitäten der Gemeinde (insbesondere die Küstennähe) widerspiegeln.

4.3 Erfassung des Gebäudebestandes

Anhand des amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystems (ALKIS®)²⁴ sowie ergänzend durch die Auswertung aktueller Luftbilddaufnahmen²⁵ wurden zunächst sämtliche energetisch relevante Gebäude im Untersuchungsgebiet kartografisch und tabellarisch erfasst. Unter ergänzender Berücksichtigung der

²⁴ LAiV 05

²⁵ LAiV 02

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

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

Das Luftbild zeigt ein dreidimensionales Modell der Siedlungsstruktur im Untersuchungsgebiet. Die Darstellung dient als Grundlage für die weitere Analyse der Flächenstruktur.



Abbildung 1: 3D-Visualisierung zur Erfassung des Gebäudebestandes in der Gemeinde

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...)

4.4 Versorgungsstruktur

Ein zentraler Baustein der kommunalen Wärmeplanung ist die Analyse der bestehenden Energie- und Versorgungsinfrastruktur.

²⁶ LAND MV 01 sowie ergänzende Pläne, bereitgestellt durch Auftraggeber

²⁷ LAiV 06

Die Karte illustriert die aktuelle Ausdehnung der leitungsgebundenen Energienetze. Es ist ersichtlich, dass ein Erdgasnetz in weiten Teilen des primären Siedlungsraums vorhanden ist. Ein Wärmenetz sowie ein Flüssiggasnetz sind in der Fläche nicht verzeichnet.

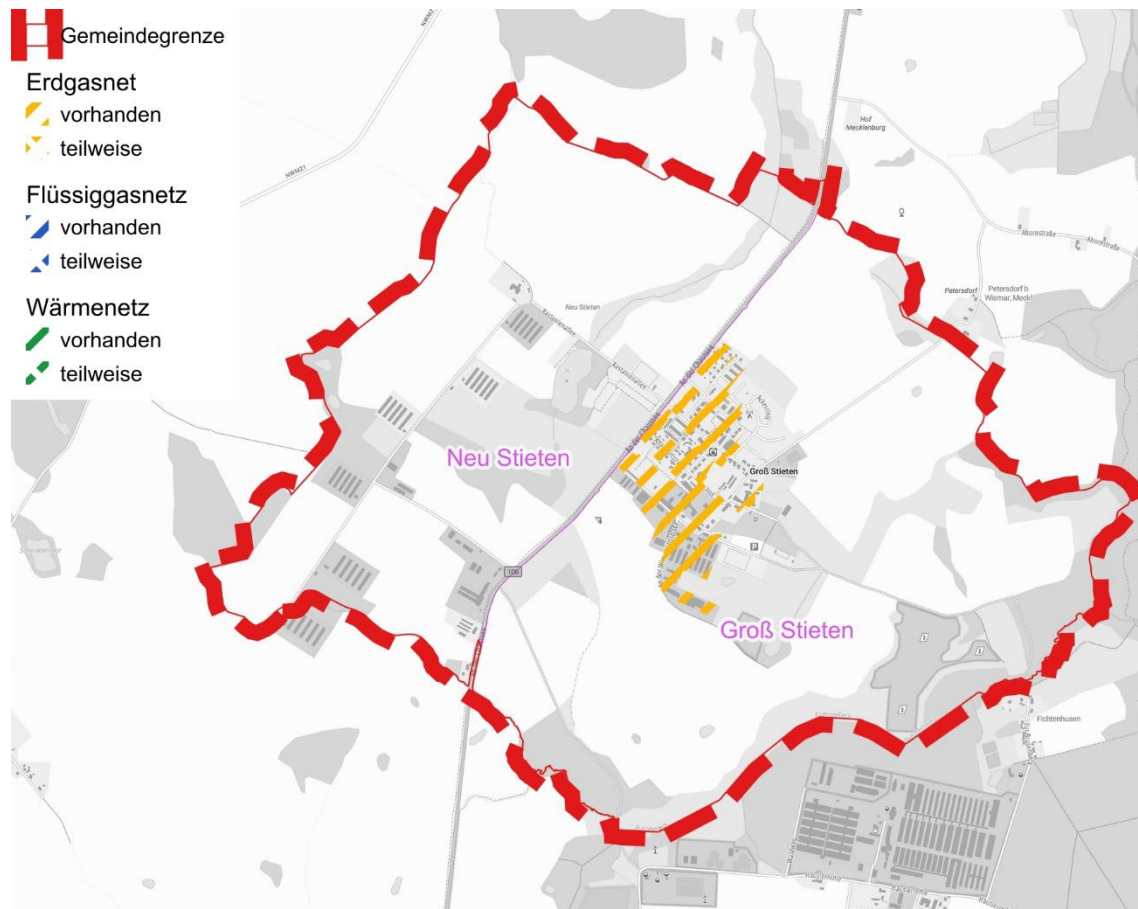


Abbildung 2: Übersicht der bestehenden Versorgungsstruktur für leitungsgebundene Energien

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 Groß Stieten durchgeführt.

Die Ergebnisse dieser Bestandsaufnahme zeigen eine sehr konzentrierte und im Hinblick auf die Wärmeversorgung stark limitierte Ausgangslage: Im gesamten Gemeindegebiet konnten – mit Ausnahme einer Biogasanlage in der angrenzenden Ortslage Bad Kleinen – keinerlei nennenswerte energietechnische Infrastrukturen oder größeren Erzeugungsanlagen identifiziert werden. Es existieren derzeit keine industriellen oder gewerblichen Großbetriebe mit nutzbarer Abwärme, keine größeren KWK-Anlagen (Kraft-Wärme-Kopplung) und keine bestehenden Großwärmepumpen oder geothermischen Einspei-

sungen. Die identifizierte Biogasanlage stellt somit die einzige potenzielle Schnittstelle für eine netzgebundene Abwärmenutzung im Gemeindegebiet dar. Die Anlage hat laut Registerangaben eine thermische Leistung von 546 kWth.

4.6 Vorläufige Energiebedarfsermittlung

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

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

Anhand von Klimaaufzeichnungen des Deutschen Wetterdienstes²⁹ wurde hieraus der jeweilige Verlauf des Wärmebedarfs in einem Jahr mit durchschnittlichem Temperaturverlauf (Typjahr) abgeleitet. Dabei wurden die weiterentwickelten Standard-Lastprofile für Erdgas (SigLinDe-Profile)³⁰ zugrunde gelegt. Die zeitliche Auflösung beträgt 24 Stunden.

4.7 Akteursbefragung

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

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

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

Mehr dazu unter 8.1 Akteursbeteiligung.

²⁸ u.a. RECK 01, WIKI 01

²⁹ DWD 01

³⁰ BDEW 01

4.8 Endgültige Bedarfsermittlung

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

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

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

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

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

4.9 Gebäude- und Flächenstruktur

Im Untersuchungsgebiet existieren insgesamt 200 beheizte Gebäude. Der Großteil entfällt mit 155 Gebäuden (77,5 %) auf die Gemarkung Groß Stieten, während in Neu Stieten 45 Gebäude (22,5 %) erfasst wurden. Sektorübergreifend dominiert der private Bereich mit 130 Gebäuden (65,0 %), gefolgt vom Gewerbe mit 66 Objekten (33,0 %) und vier öffentlichen Gebäuden (2,0 %). Regional überwiegt im südöstlichen Ortsteil deutlich der private Sektor, wohingegen im nordwestlichen Bereich gewerbliche Gebäude den größten Anteil ausmachen.

Gemarkung	Gebäudeanzahl (beheizt)			
	[-]			
	Sektor			
	privat	gewerbl.	öffentl.	gesamt
Groß Stieten	124	28	3	15577,5%
Neu Stieten	6	38	1	4522,5%
gesamt	13065,0%	6633,0%	42,0%	200100,0%

Tabelle 1: Gebäude und Flächenstruktur

³¹ DWD 01

Die gesamte beheizte Nutzfläche beläuft sich auf 76.168 m², wovon 47.623 m² (62,5 %) in der Gemarkung Groß Stieten und 28.545 m² (37,5 %) in Neu Stieten liegen. Entgegen der reinen Gebäudeanzahl stellt der gewerbliche Sektor mit insgesamt 43.510 m² (57,1 %) den größten Anteil an der Nutzfläche dar. Der private Sektor umfasst 30.720 m² (40,3 %), während öffentliche Gebäude lediglich 1.938 m² (2,5 %) beanspruchen.

<i>Gemarkung</i>	<i>Nutzfläche (beheizt)</i> [m ²]				
	<i>Sektor</i>				
	privat	gewerbl.	öffentl.	gesamt	
Groß Stieten	28.669	17.126	1.828	47.623	62,5%
Neu Stieten	2.051	26.385	110	28.545	37,5%
gesamt	30.720	43.510	1.938	76.168	100,0%
	40,3%	57,1%	2,5%	100,0%	

Tabelle 2: Beheizte Nutzfläche nach Gemarkung und Sektor in Quadratmetern

Das Säulendiagramm visualisiert die absolute Nutzflächentrennung zwischen den erfassten Gemarkungen. Es wird deutlich, dass im größeren Ortsteil der private Sektor die meiste Fläche einnimmt, ergänzt durch einen signifikanten gewerblichen Anteil. In der zweiten betrachteten Gemarkung ist die Nutzfläche fast ausschließlich durch gewerbliche Gebäude geprägt, während private Flächen nur eine stark untergeordnete Rolle spielen. Öffentliche Liegenschaften fallen in der Gesamtbetrachtung kaum ins Gewicht.

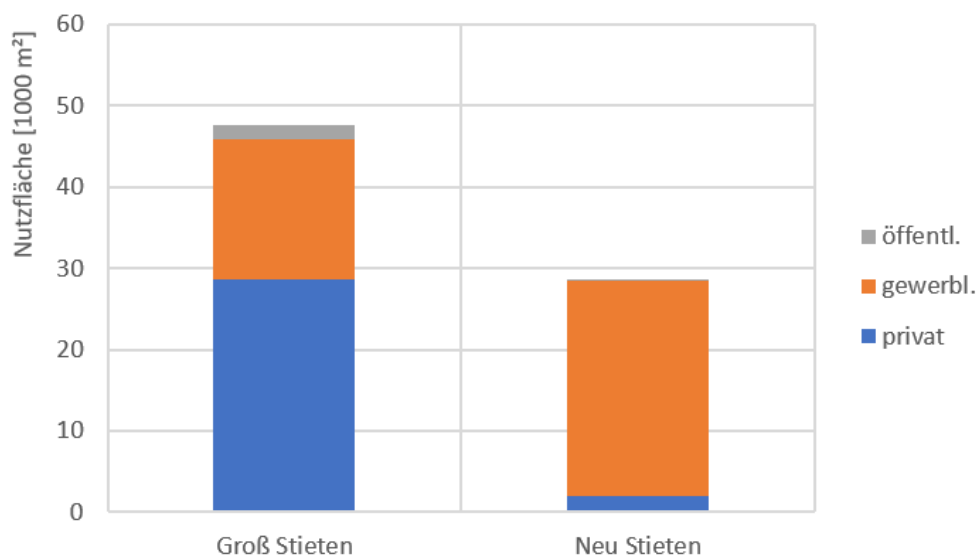


Abbildung 3: Grafische Verteilung für Gebäude und Flächenstruktur

4.10 Wärmebedarf und -verbräuche

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

Der ermittelte Gesamtwärmebedarf für das Projektgebiet beträgt 8.609 MWh/a. Mit 6.194 MWh/a (71,9 %) entfällt der Großteil auf die Gemarkung Groß Stieten, gefolgt von Neu Stieten mit 2.415 MWh/a (28,1 %). Sektorübergreifend verursacht der private Bereich mit 5.059 MWh/a (58,8 %) den höchsten Wärmebedarf, während der gewerbliche Sektor 3.306 MWh/a (38,4 %) und der kommunale Sektor 243 MWh/a (2,8 %) beanspruchen.

<i>Gemarkung</i>	<i>Wärmebedarf</i> [MWh/a]				
	<i>Sektor</i>				
	privat	gewerblich	kommunal	Gesamt	
Groß Stieten	4.651	1.313	230	6.194	71,9%
Neu Stieten	409	1.993	13	2.415	28,1%
gesamt	5.059	3.306	243	8.609	100,0%
	58,8%	38,4%	2,8%	100,0%	

Tabelle 3: Wärmebedarf und -verbräuche: Verteilung des Bedarfs nach Sektoren

Das Säulendiagramm verdeutlicht die unterschiedlichen Verbrauchsprofile der beiden betrachteten Gemarkungen. Im Hauptsiedlungsbereich bildet der private Sektor die eindeutig größte Bedarfsgruppe, ergänzt durch einen sichtbaren gewerblichen Anteil sowie einen geringfügigen kommunalen Verbrauch. Die Verbrauchsstruktur im zweiten Ortsteil ist hingegen stark gewerblich geprägt; der private Wärmebedarf fällt im direkten Vergleich minimal aus. Diese markanten Strukturunterschiede sind essenziell für die weitere Planung der Versorgungsinfrastruktur in den jeweiligen Zonen.

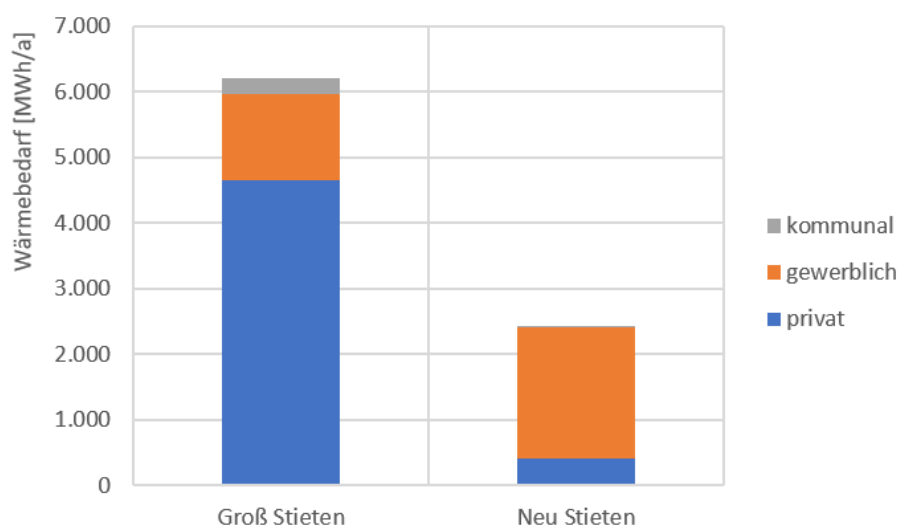


Abbildung 4: Anteile der Sektoren am Gesamtwärmebedarf

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

Die Rasterkarte visualisiert die Wärmebedarfsdichten in Megawattstunden pro Hektar und Jahr. Auffällig ist ein deutlicher Schwerpunkt hoher Dichten im zentralen Bereich der Hauptortslage, wo Werte von über 200 MWh/(ha·a) erreicht werden. In den verbleibenden Siedlungsbereichen verteilen sich mittlere Dichten von 75 bis 150 MWh/(ha·a).

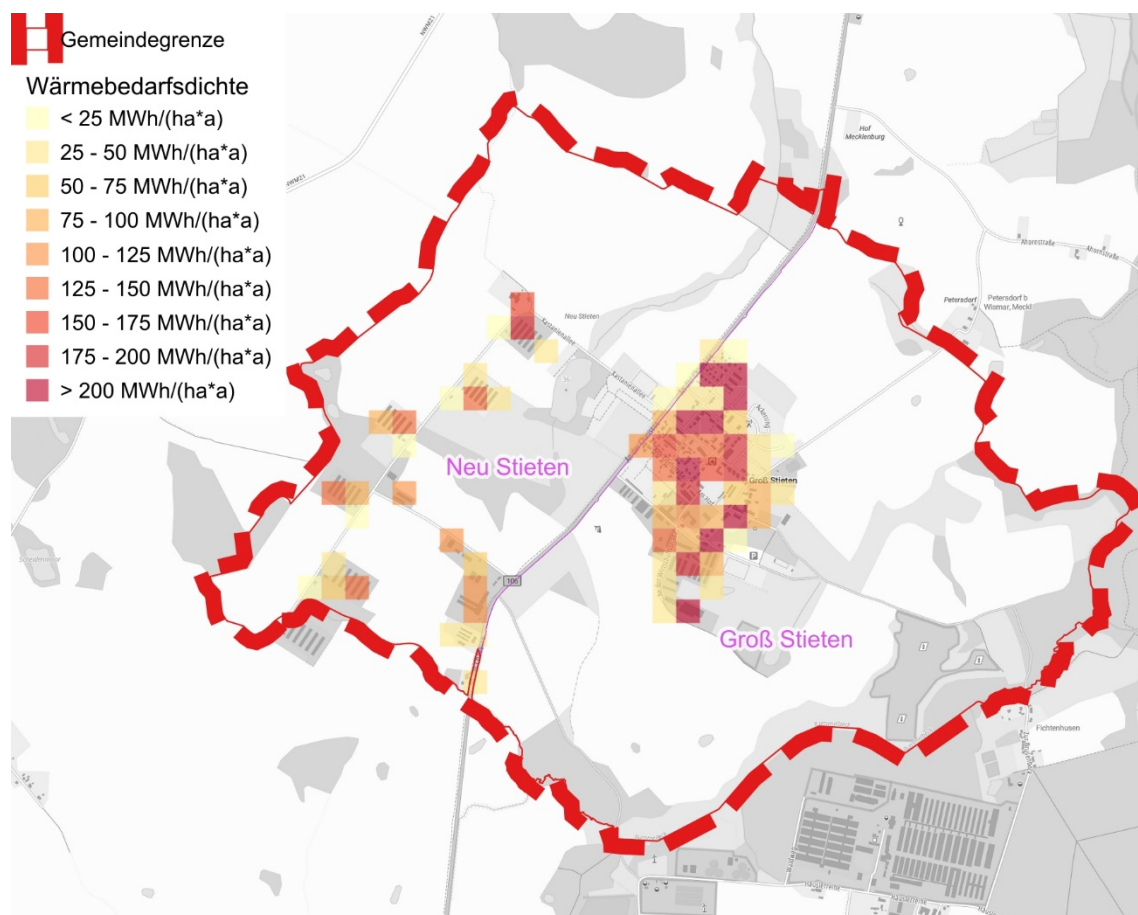


Abbildung 5: Räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichte für Wärmebedarf und -verbräuche

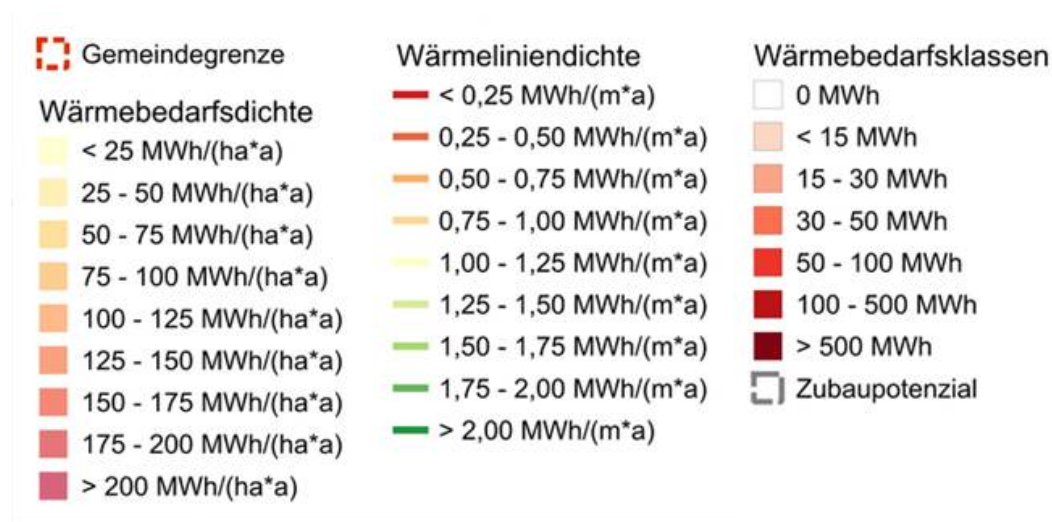
Ein entscheidender Indikator für die technische Machbarkeit und ökonomische Wirtschaftlichkeit von leitungsgebundenen Wärmeversorgungsstrukturen (Nah- und Fernwärmenetze) ist die sogenannte **Wärmelinien-dichte**. Sie beschreibt das Verhältnis zwischen dem jährlichen Nutzwärmebedarf der Gebäude in einem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

Der Kartenausschnitt fokussiert sich auf die berechnete Liniendichte entlang der Straßenabschnitte im betrachteten Gebiet. Es zeigen sich keine interessanten Wärmeliniendichten.



Abbildung 6: Darstellung der Wärmeliniendichte OT Neu Stieten

4.10.2 Wärmeliniendichte OT Groß Stieten

Die Abbildung illustriert die berechneten Liniendichten entlang des Straßennetzes im Kernbereich der Ortschaft. Im Zentrum, welches sich räumlich mit den Gebieten höchster Wärmebedarfsdichte deckt, sind zusammenhängende Straßenzüge mit sehr hohen Dichtewerten zu erkennen. Ausgehend von diesem Kernbereich nehmen die Werte in den angrenzenden Straßenzügen kontinuierlich ab. Diese konzentrierte Netzstruktur bietet vielversprechende strukturelle Voraussetzungen für die Konzeption eines zentralen Wärmenetzes in dieser Zone.

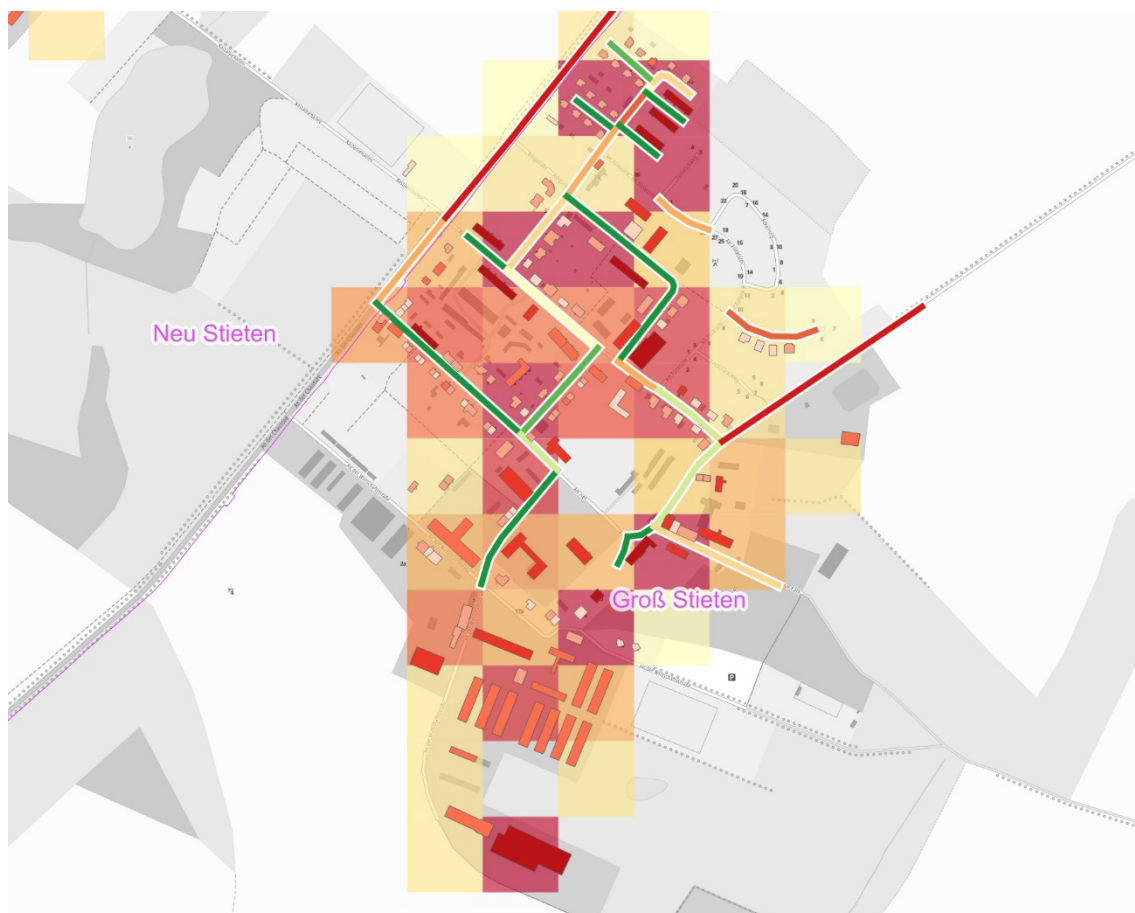


Abbildung 7: Darstellung der Wärmeliniendichte OT Groß Stieten

4.11 Endenergiebedarf und Treibhausgasemissionen

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

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

Die durch die Wärmeversorgung anfallenden Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) wurden mit Hilfe spezifischer **Emissionsfaktoren** aus dem erforderlichen Endenergiebedarf ermittelt. Neben dem bedeutendsten Treibhausgas Kohlenstoffdioxid (CO₂) werden hierbei auch weitere klimawirksame Emissionen wie beispielweise Methan (CH₄) oder Lachgas (N₂O) berücksichtigt. Die Gesamtemissionen werden auf die entsprechende Menge an CO₂ umgerechnet. Die Angabe erfolgt als sogenanntes CO₂-Äquivalent. Darüber hinaus werden nicht nur die unmittelbar bei der Nutzung (z.B. Verbrennung) freiwerdenden Emissionen berücksichtigt, sondern auch der gesamte Bereitstellungsprozess, die sogenannte Vorkette.

Die genutzten Emissionsfaktoren wurden Anhang 9 des Gebäudeenergiegesetzes³² sowie ergänzend den veröffentlichten Ergebnisdaten des vom Internationalen Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien (IINAS) entwickelten GEMIS-Modells³³ bzw. Fachveröffentlichungen des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU)³⁴ sowie der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR)³⁵ und der Deutschen Energie-Agentur (dena)³⁶ entnommen. Folgende Emissionsfaktoren wurden genutzt:

Energieträger	Bezug	Emissionsfaktor [g/kWh CO ₂ -Äqu.]	Quelle
Heizöl	Brennstoff (Endenergie)	310,0	GEG Anlage 9
Erdgas	Brennstoff (Endenergie)	240,0	GEG Anlage 9
Flüssiggas	Brennstoff (Endenergie)	270,0	GEG Anlage 9
Kohle	Brennstoff (Endenergie)	415,0	GEH Anlage 9 (Mittelwert)
Holz	Brennstoff (Endenergie)	20,0	GEG Anlage 9
Biomethan	Brennstoff (Endenergie)	140,0	GEG Anlage 9 (Biogas)
Solarthermie	Wärme (Nutzenergie)	0,0	GEG Anlage 9
Photovoltaik	Strom (Endenergie)	0,0	GEG Anlage 9 (gebäudenah)
Windenergie	Strom (Endenergie)	0,0	GEG Anlage 9 (gebäudenah)
Strom (Netzbezug)	Strom (Endenergie)	560,0	GEG Anlage 9
Fernwärme	Endenergie	218,6	abgeleitet
Biogas	Brennstoff (Endenergie)	75	GEG Anlage 9 (gebäudenah)

Tabelle 4: Emissionsfaktoren für Endenergiebedarf und Treibhausgasemissionen nach Energieträgern

³² GEG

³³ GEMIS

³⁴ IWU 01

³⁵ FNR 04

³⁶ DENA 01

4.11.1 Endenergiebedarf nach Energieträgern

Der berechnete Endenergiebedarf im gesamten Gebiet beläuft sich auf 9.466 MWh/a. Im Hauptortsteil (6.819 MWh/a) stellt Erdgas mit 4.990 MWh/a den mit Abstand wichtigsten Energieträger dar, ergänzt durch Heizöl (500 MWh/a) und Flüssiggas (473 MWh/a). In der zweiten betrachteten Gemarkung (2.647 MWh/a) wird der Energiebedarf hingegen fast vollständig durch Flüssiggas (2.547 MWh/a) gedeckt. Erneuerbare Energien wie feste Biomasse (444 MWh/a), Umweltwärme für Wärmepumpen (10 MWh/a) und Solarthermie (92 MWh/a) spielen mit einem Gesamtanteil von unter sechs Prozent bislang eine stark untergeordnete Rolle in der Wärmeversorgung.

	Endenergiebedarf zur Wärmebereitstellung [MWh/a]							
	Erdgas	Flüssiggas	Heizöl	Biom. (fest)	Strom konv	Strom WP	Solar-thermie	Summe
Groß Stieten	4.990	473	500	444	391	10	11	6.819 72,0%
Neu Stieten	0	2.547	18	0	0	0	81	2.647 28,0%
Summe	4.990	3.019	518	444	391	10	92	9.466 100,0%
	52,7%	31,9%	5,5%	4,7%	4,1%	0,1%	1,0%	100,0%

Tabelle 5: Endenergiebedarf nach Energieträgern zur Wärmebereitstellung

Das Säulendiagramm verdeutlicht die grundlegend unterschiedlichen Versorgungsstrukturen innerhalb der beiden Ortsteile. Im größeren Siedlungsbereich dominiert Erdgas die Wärmebereitstellung deutlich, ergänzt durch einen sichtbaren Mix aus Heizöl, fester Biomasse und konventionellem Strom. Das zweite Gebiet weist ein völlig abweichendes Profil auf, bei dem die Versorgung beinahe exklusiv auf Flüssiggas basiert.

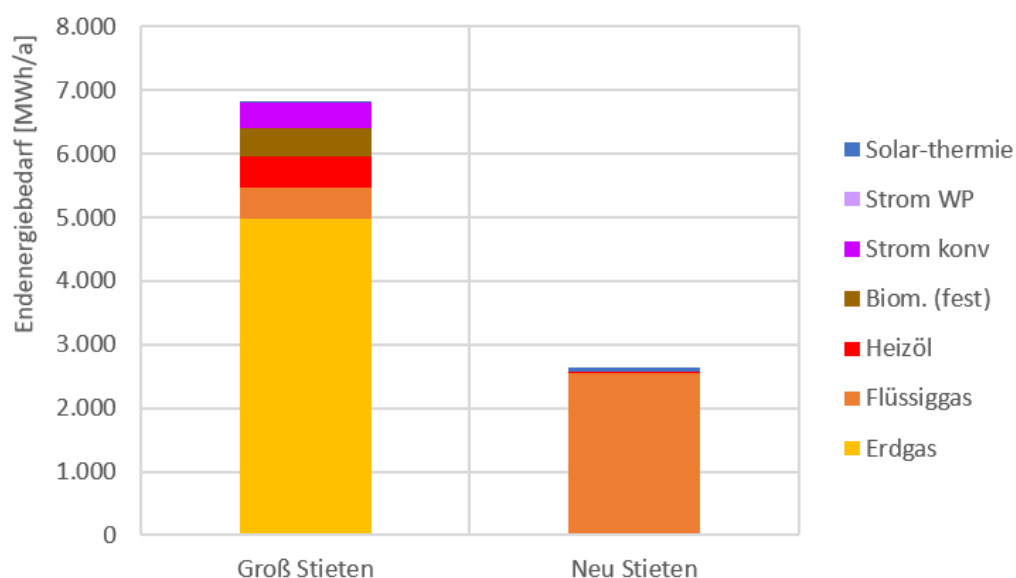


Abbildung 8: Endenergiebedarf nach Energieträgern aufgeteilt nach Gemarkungen

Die Kreisgrafik fasst die Anteile der eingesetzten Energieträger am gesamten Bedarf des Projektgebietes zusammen und bestätigt die enorme Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen. Erdgas bildet mit 53 % das Fundament der Wärmeversorgung, während Flüssiggas mit 32 % den zweitgrößten Anteil ausmacht. Heizöl (5 %) sowie feste Biomasse (5 %) und konventioneller Strom (4 %) nehmen lediglich ergänzende Funktionen ein. Der marginale Anteil erneuerbarer Wärmeerzeugung, wie Solarthermie mit 1 %, indiziert ein erhebliches Substitutionspotenzial zur Erreichung der gesetzten Klimaschutzziele.

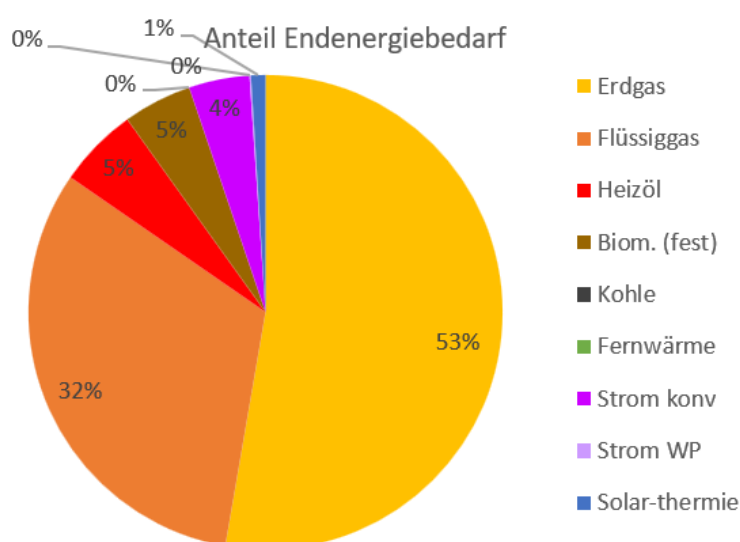


Abbildung 9: Endenergiebedarf nach Energieträgern

4.11.2 Treibhausgasemissionen (THG)

Die aus der aktuellen Wärmebereitstellung resultierenden Treibhausgasemissionen summieren sich auf 2.407 t/a im Untersuchungsgebiet. Auf den Hauptortsteil entfallen davon 1.714 t/a (71,2 %), welche maßgeblich durch die lokale Erdgasnutzung (1.198 t/a) sowie konventionellen Strom (219 t/a) und Heizöl (155 t/a) verursacht werden. In der zweiten Gemarkung werden 693 t/a (28,8 %) emittiert, was beinahe ausschließlich auf die intensive Verbrennung von Flüssiggas (688 t/a) zurückzuführen ist.

	Treibhausgasemissionen der Wärmebereitstellung [t/a]							
	Erdgas	Flüssiggas	Heizöl	Biom. (fest)	Strom konv	Strom WP	Solar-thermie	Summe
Groß Stieten	1.198	128	155	9	219	6	0	1.714 71,2%
Neu Stieten	0	688	6	0	0	0	0	693 28,8%
Summe	1.198	815	161	9	219	6	0	2.407 100,0%
	49,8%	33,9%	6,7%	0,4%	9,1%	0,2%	0,0%	

Tabelle 6: Treibhausgasemissionen (THG) nach Energieträgern und Gemarkungen

Die Visualisierung der Emissionswerte veranschaulicht die divergierenden Treiber der Klimabelastung in den beiden Ortsteilen. Im primären Siedlungsraum wird der größte Teil der Emissionen durch Erdgas verursacht, während der Beitrag von Heizöl und Flüssiggas verhältnismäßig moderat ausfällt. Zudem ist ein sichtbarer Emissionsanteil durch den konventionellen Strombezug zu verzeichnen. Demgegenüber resultieren die Treibhausgase im sekundären Bereich fast ausschließlich aus der Nutzung von Flüssiggas, was den dortigen gewerblichen Verbrauchsstruktur-Schwerpunkt exakt widerspiegelt.

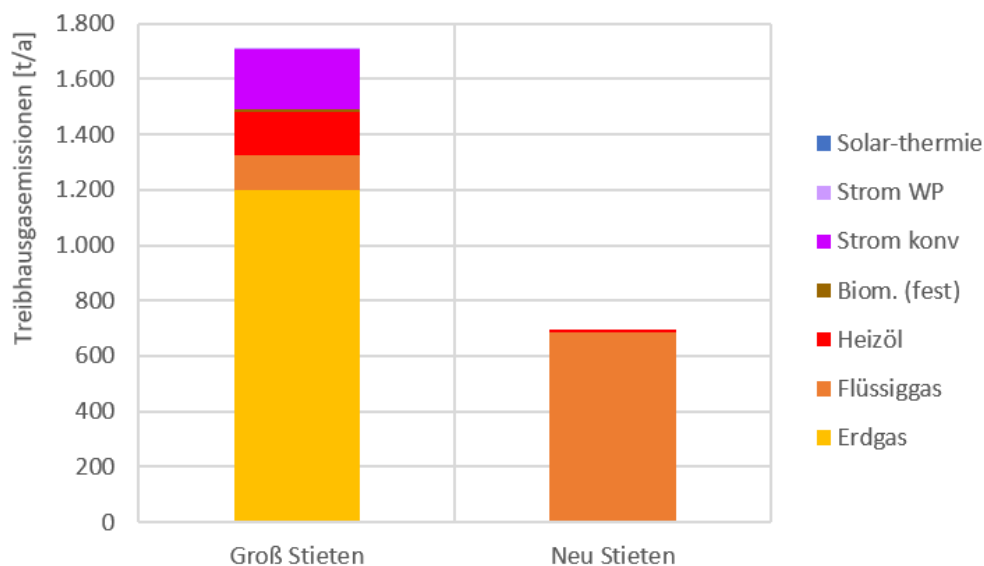


Abbildung 10: Treibhausgasemissionen (THG) nach Energieträgern in den Gemarkungen

Das Kreisdiagramm aggregiert die Anteile der eingesetzten Energieträger an den Gesamtemissionen der betrachteten Region.

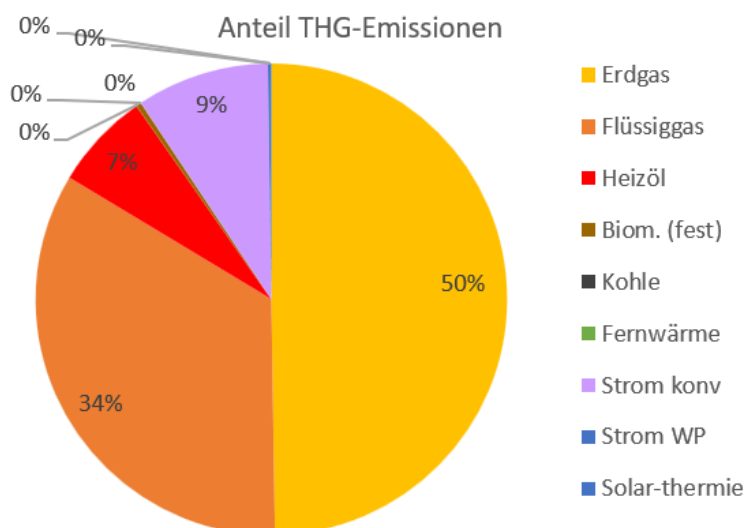


Abbildung 11: Treibhausgasemissionen (THG) nach verwendeten Energieträgern

4.12 Prognose der Nutzflächen- und Bedarfsentwicklung

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

4.12.1 Entwicklung der Nutzflächen

Die Prognose zur Gebäudeentwicklung geht von einem Zuwachs von insgesamt 68 beheizten Gebäuden im gesamten Betrachtungsraum aus, was einer relativen Steigerung von 34,0 % entspricht. Dieser bauliche Zubau konzentriert sich laut Datengrundlage ausschließlich auf die Gemarkung Groß Stieten. Sektoral betrachtet entfällt die prognostizierte Neubautätigkeit fast komplett auf den privaten Bereich mit 67 neuen Gebäuden (33,5 %), während im gewerblichen Sektor lediglich ein neues Gebäude (0,5 %) erwartet wird. Für kommunale Gebäude wird branchenübergreifend kein baulicher Zuwachs angenommen.

Gemarkung	Gebäudeanzahl (beheizt)			
	[-]			
	Sektor			
	privat	gewerbl.	öffentl.	gesamt
Groß Stieten	+67	+1		+68 +34,0%
gesamt	+67 +33,5%	+1 +0,5%		+68 +34,0%

Tabelle 7: Prognose für Entwicklung der Nutzflächen bis zum Jahr 2045

Entsprechend dem erwarteten baulichen Zubau wird eine Ausweitung der beheizten Nutzfläche um insgesamt 11.506 m² (15,1 %) für das Zieljahr prognostiziert. Auch dieser Flächenzuwachs beschränkt sich räumlich komplett auf die Hauptgemarkung. Der private Sektor verzeichnet dabei mit 11.106 m² (36,2 %) den mit Abstand stärksten flächenmäßigen Anstieg, was die Erwartung neuen Wohnraums statistisch untermauert. Im gewerblichen Bereich fällt die kalkulierte Flächenzunahme mit 400 m² (0,9 %) hingegen äußerst moderat aus.

Gemarkung	Nutzfläche (beheizt)			
	[m]			
	Sektor			
	privat	gewerbl.	öffentl.	gesamt
Groß Stieten	+11.106	+400		+11.506 +24,2%
gesamt	+11.106 +36,2%	+400 +0,9%		+11.506 +15,1%

Tabelle 8: Prognostizierte Entwicklung der Nutzflächen in Quadratmetern

4.12.2 Auswirkungen auf den Wärmebedarf

Durch die prognostizierte Ausweitung der Gebäudestruktur wird ein zusätzlicher Wärmebedarf von 1.156 MWh/a im ermittelten Projektgebiet erwartet, was einem planungsrelevanten Anstieg von 13,4 % entspricht. Analog zur analysierten Flächenentwicklung konzentriert sich dieser Zusatzbedarf vollständig auf die wachsende Gemarkung Groß Stieten. Der Anstieg wird primär durch den dortigen privaten Sektor getrieben, für den ein deutlicher Mehrbedarf von 966 MWh/a (11,2 %) errechnet wurde. Der Zuwachs im gewerblichen Bereich schlägt mit zusätzlichen 190 MWh/a (2,2 %) deutlich geringer zu Buche.

Gemarkung	Wärmebedarf [MWh/a]			
	Sektor			Gesamt
	privat	gewerblich	kommunal	
Groß Stieten	+966	+190		+1.156 +13,4%
gesamt	+966 +11,2%	+190 +2,2%		+1.156 +13,4%

Tabelle 9: Zusätzlicher Wärmebedarf durch Gebäudezubau

Ein Vergleich des aktuellen Wärmebedarfs mit der Prognose unter Berücksichtigung potenziellen Zubaus verdeutlicht den erwarteten Anstieg. Der Ist-Zustand des Nutzenergiebedarfs für das Gebiet beläuft sich auf rund 6.200 MWh/a. Durch prognostizierten Zubau wird ein zusätzlicher Bedarf von knapp 1.100 MWh/a erwartet. Insgesamt steigt der Nutzenergiebedarf des Bereichs somit auf etwa 7.300 MWh/a an. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, zukünftige Versorgungsstrukturen auf diesen Zuwachs ausulegen.

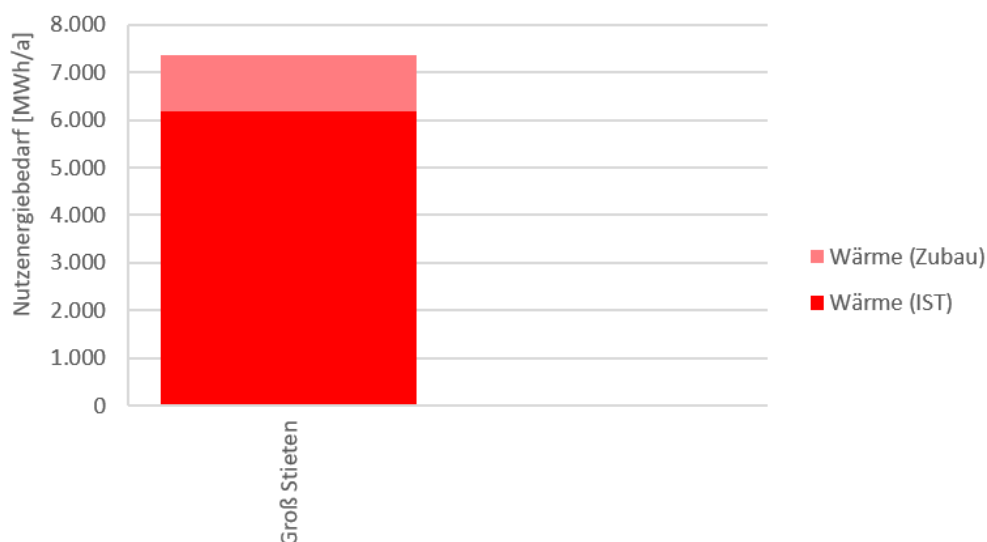


Abbildung 12: Prognose der Auswirkungen auf den Wärmebedarf durch Zubau (Groß Stieten)

Die kartografische Darstellung zeigt die räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichte im Untersuchungsgebiet. Die höchsten Dichten von über 200 MWh/(ha·a) konzentrieren sich auf den zentralen Siedlungsbereich, was auf eine dichte Bebauung und potenziell günstige Voraussetzungen für wärmenetzgebundene Versorgungslösungen hindeutet. In den Randlagen und den Außenbereichen des Gebiets fallen die Werte deutlich ab und liegen überwiegend unter 25 MWh/(ha·a).

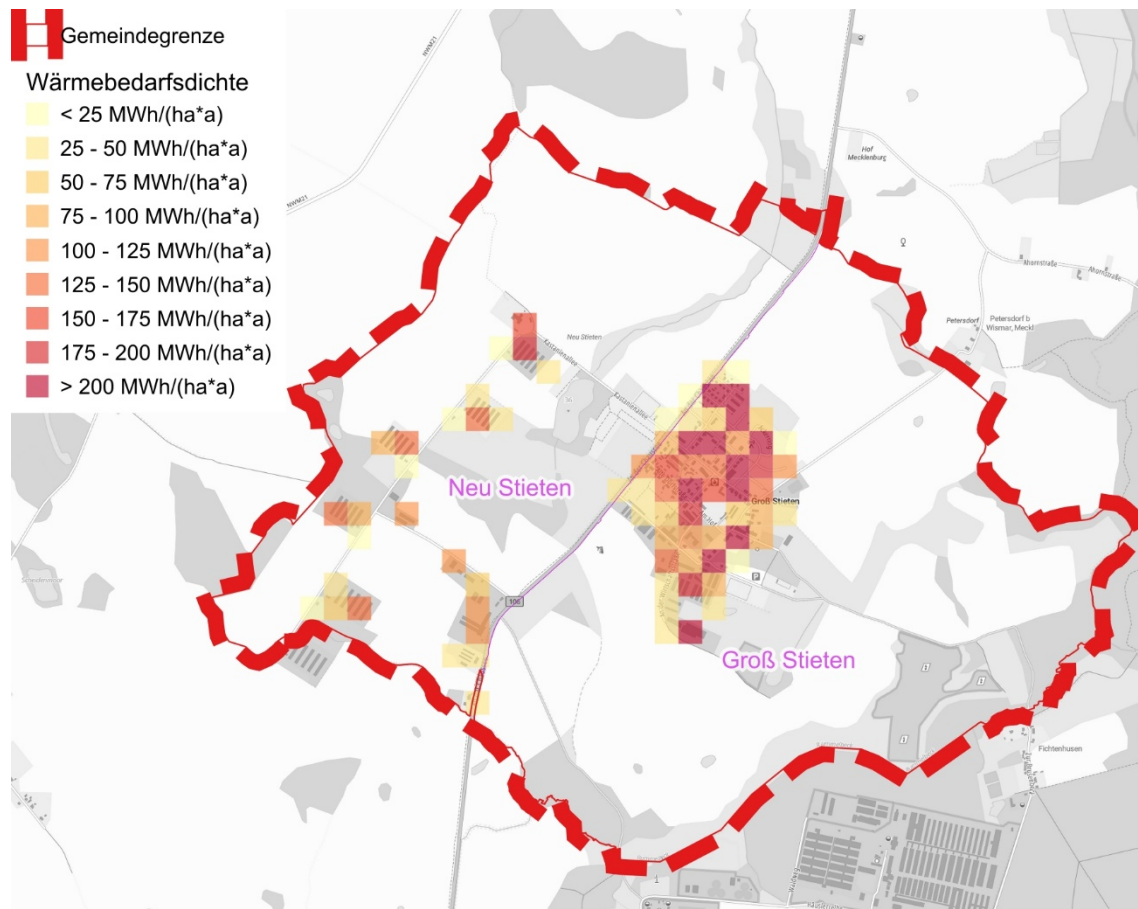


Abbildung 13: Räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichte (Groß Stieten)

4.12.3 Zusammenfassende Einschätzung

Der Gesamtwärmebedarf der Gemeinde Groß Stieten wird sich durch die geplanten Baumaßnahmen von aktuell **rund 8.609 MWh/a auf ca. 9.765 MWh/a** erhöhen.

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

5 Potenzialanalyse (Erneuerbare Energien und Abwärme)

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden lokale Quellen für erneuerbare Wärme und unvermeidbare Abwärme untersucht. Für das Gemeindegebiet wurden insbesondere Potenziale im Bereich der Abwärmenutzung aus der angrenzenden Biogasanlage sowie der Solarenergie identifiziert. Aufgrund der vorliegenden Bebauungsdichte in den Kerngebieten der Gemeinde bietet die Nutzung der unvermeidbaren Abwärme aus der Biogasanlage besteht hier eine potenzielle wirtschaftliche Grundlage für die Einspeisung in ein lokales Wärmenetz. In einem weiteren Schwerpunkt wurden einerseits das Einsparpotenzial durch energetische Gebäudesanierung und andererseits die Potenziale lokal verfügbarer erneuerbarer Energieträger untersucht. Konkret wurden folgende Potenziale berücksichtigt:

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

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

5.1 Gebäudesanierung und strategische Bedarfsreduktion

Um die Klimaneutralität der Wärmeversorgung in Groß Stieten 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 Groß Stieten, geprägt durch eine Mischung aus historischem Bestand und neueren Siedlungsgebieten, liegt hier ein erhebliches Potenzial.

Ziele und Kennwerte: Die Bedarfsanalyse zeigt, dass durch eine umfassende Sanierung (Dämmung von Außenwänden, Dachflächen und Kellerdecken sowie der Austausch von Fenstern) ein spezifischer Zielwert

von **100 kWh/(m²·a)** im Bestandsbau in der Regel erreicht werden kann. Dieser Wert dient als Orientierungsmarke für die kommunale Planung, um die künftige Lastverteilung im Gemeindegebiet zu simulieren.

Maßnahmenswerpunkte

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

5.1.2 Verbrauchsreduktion durch Anlagentechnik und Heizkörperoptimierung

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

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

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

5.1.3 Intelligente Steuerung und vernetzte Einzelraumregelung

Ein oft unterschätztes Potenzial zur Bedarfsreduktion liegt in der Digitalisierung der Wärmeübergabe. Während die klassische Sanierung Jahre dauern kann, sind intelligente Steuerungssysteme kurzfristig und mit geringem investivem Aufwand umsetzbar.

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

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

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

5.1.4 Synergien: Gebäude als aktiver Teil des Energiesystems

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

Für Bürgerinnen und Bürger bedeuten diese Fachbegriffe konkret Folgendes:

Dynamische Stromtarife: Im Gegensatz zu klassischen Tarifen mit einem festen Preis (z. B. immer 30 Cent pro Kilowattstunde) orientiert sich der Preis hier stündlich an der Strombörse. Weht viel Wind oder scheint die Sonne kräftig, gibt es ein Überangebot an Ökostrom. Der Preis fällt dann stark ab und wird zeitweise sogar negativ. Durch das Energiewirtschaftsgesetz (§ 41a EnWG) ist gesetzlich verankert, dass seit dem 1. Januar 2025 jeder Stromversorger dynamische Stromtarife anbieten muss. Wer seinen Verbrauch (z. B. durch die Wärmepumpe) gezielt in diese günstigen Zeitfenster verlegt, kann im Vergleich zu einem Festpreistarif oft 5 bis 15 Cent pro Kilowattstunde (ct/kWh) einsparen. Was in Deutschland noch relativ neu ist, ist in Skandinavien längst bewährter Alltag: In Schweden, dem europäischen Vorreiter bei der Digitalisierung des Stromnetzes, nutzen beispielsweise bereits über 50 Prozent der Kunden dynamische Tarife³⁸. Diese breite, gezielte Nutzung günstiger Zeitfenster entlastet die Stromnetze spürbar und trägt dort mittlerweile maßgeblich zur Stabilisierung des allgemeinen Strompreisniveaus bei.

Flexible Netzentgelte: Netzentgelte sind die Gebühren, die für den reinen Transport des Stroms durch die Leitungen anfallen. Um das Stromnetz vor lokalen Überlastungen zu schützen, dürfen Netzbetreiber seit dem 1. Januar 2024 gemäß § 14a EnWG die Leistung von großen, steuerbaren Verbrauchern (wie Wärmepumpen oder Wallboxen) in Spitzenzeiten für kurze Zeit dimmen. Als Gegenleistung für diese netzdienliche Flexibilität erhalten die Anlagenbetreiber stark reduzierte Netzentgelte. Diese Gebühren

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

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

sinken dabei häufig von den regulären ca. 7 bis 9 ct/kWh auf nur noch etwa 2 bis 3 ct/kWh. Das entspricht einer direkten Ersparnis von rund 4 bis 6 ct/kWh (alternativ lässt sich oft auch ein pauschaler Rabatt von ca. 110 bis 190 Euro im Jahr wählen).

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

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

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

5.1.5 Ergebnisdarstellung: Bedarfsminderungspotenzial

Um die Wärmeversorgung in Groß Stieten bis 2045 klimaneutral zu gestalten, ist die Reduktion des Endenergie-verbrauchs nach dem Prinzip „Efficiency First“ die wichtigste Grundvoraussetzung.

Eine Aufschlüsselung der Einsparpotenziale durch Gebäudesanierung zeigt über alle Sektoren hinweg eine mögliche Reduktion des Wärmebedarfs um 3.626 MWh/a, was einer relativen Einsparung von 42,1 % entspricht. Den größten absoluten Beitrag liefert der private Sektor mit 2.215 MWh/a, gefolgt vom gewerblichen Bereich mit 1.305 MWh/a. Auf kommunaler Ebene entfällt der überwiegende Teil der absoluten Einsparungen mit 2.459 MWh/a auf den Hauptort, während der restliche Bereich eine proportionale Reduktion von 48,3 % oder 1.167 MWh/a aufweist. Der öffentliche Sektor birgt mit insgesamt 106 MWh/a das geringste absolute Potenzial in der Zone.

Gemarkung	Wärme-Einsparpotenzial Gebäudesanierung [MWh/a]					
	privat		gewerbl.		öffentl.	gesamt
Groß Stieten	-2.017	-43,4%	-343	-26,1%	-99	-2.459
Neu Stieten	-198	-48,5%	-962	-48,3%	-7	-1.167
gesamt	-2.215	-43,8%	-1.305	-39,5%	-106	-3.626

Tabelle 10: Wärme-Einsparpotenzial durch Gebäudesanierung nach Sektoren und Gemarkungen

Eine Gegenüberstellung des aktuellen und des potenziell sanierten Wärmebedarfs verdeutlicht deutliche Einsparmöglichkeiten in beiden dargestellten Bereichen. Im dichter besiedelten Hauptort lässt sich der Bedarf durch Sanierungsmaßnahmen von rund 6.200 MWh/a auf etwa 3.700 MWh/a reduzieren. Im zweiten betrachteten Bereich ist eine annähernde Halbierung des Wärmebedarfs von circa 2.400 MWh/a auf knapp 1.200 MWh/a realisierbar. Insgesamt zeigt sich, dass energetische Sanierungen einen signifikanten Beitrag zur Senkung des Gesamtbedarfs in dem Gebiet leisten können.

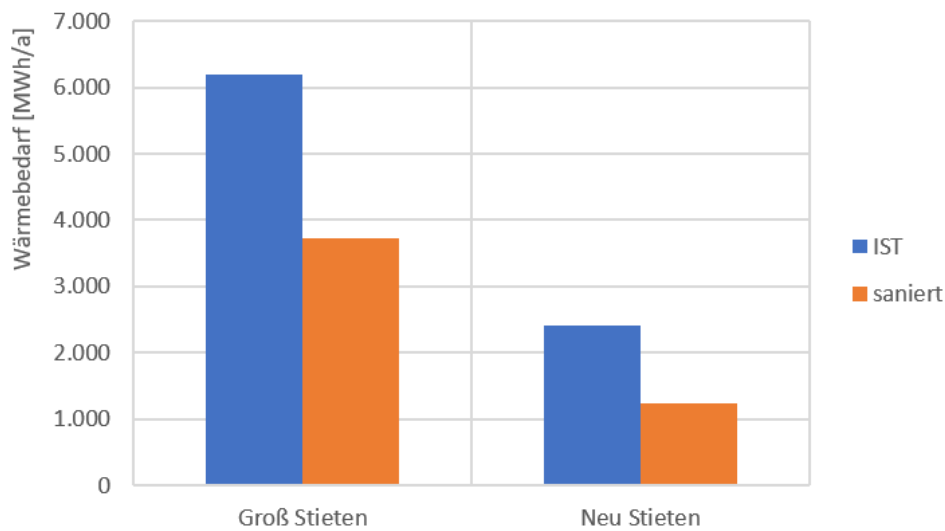


Abbildung 14: Vergleich des aktuellen und sanierten Wärmebedarfs (Groß Stieten)

Die kartografische Analyse der potenziellen Bedarfsreduktion verdeutlicht die räumlichen Schwerpunkte für energetische Sanierungen.

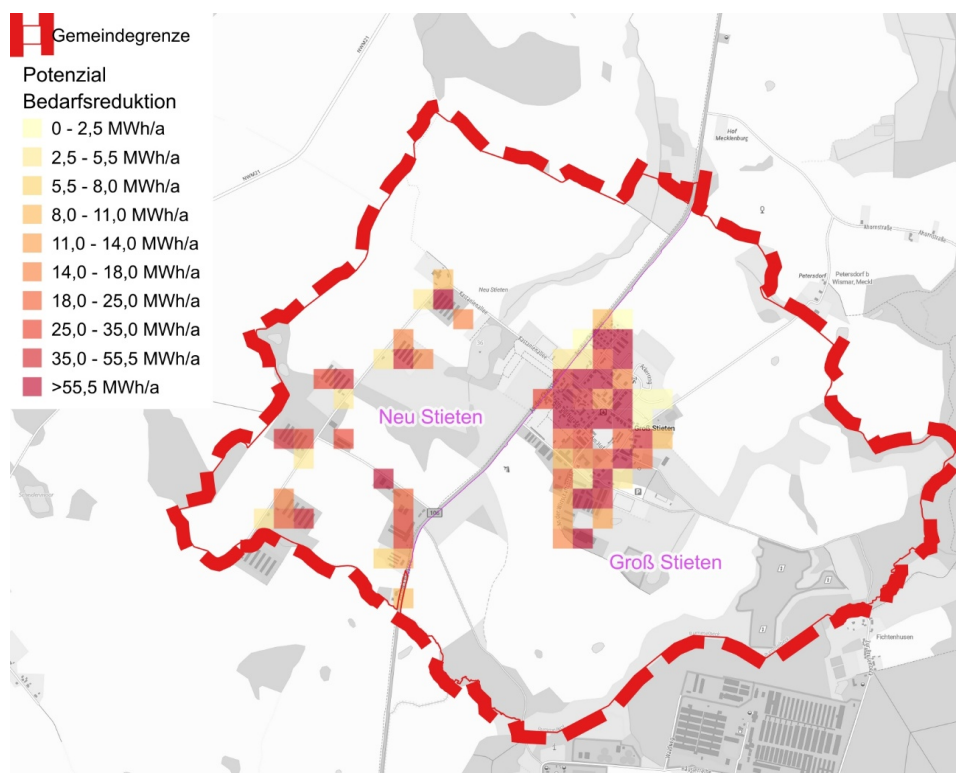


Abbildung 15: Räumliche Verteilung des Potenzials zur Bedarfsreduktion

5.2 Tiefe Geothermie

Allgemeine Einordnung und Definition

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

Wirtschaftliche Bewertung und Relevanz für das Untersuchungsgebiet

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

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

Fazit zur Potenzialbetrachtung

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

5.3 Solare Freiflächen

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

5.3.1 Flächenkulisse: Photovoltaik-Freiflächenanlagen (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 Speichereinrichtungen ist daher strikt auf die unmittelbare Peripherie potenzieller Wärmenetzgebiete beschränkt.

5.3.3 Systemische Integration und Wirtschaftlichkeitsaspekte

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

³⁹ Copenhagen Centre on Energy Efficiency / UNEP, 2019

- **Wirtschaftliche Restriktionen bei Photovoltaik (Power-to-Heat):** Soll der Strom aus einer PV-Freiflächenanlage zum Betrieb von Großwärmepumpen genutzt werden, ist die Netzinfrastruktur der limitierende Faktor. Wird der PV-Strom über das öffentliche Netz der allgemeinen Versorgung zur Wärmepumpe geleitet, wird er mit diversen Letztverbraucherabgaben belegt (Netzentgelte, Stromsteuer, Konzessionsabgaben, gesetzliche Umlagen). Diese Abgaben neutralisieren den Kostenvorteil der günstigen solaren Erzeugung vollständig. Ein wirtschaftlicher Betrieb erfordert daher zwingend **Direktversorgungskonzepte (Direct Wire)** oder **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.

Aufgrund der ländlich geprägten Siedlungsstruktur der Gemeinde und der daraus resultierenden geringen Wärmedichte im Außenbereich existiert aktuell nur ein klar abgegrenztes, potenzielles Wärmenetzgebiet. Eine Nutzung von solaren Freiflächenanlagen (sowohl PV-gekoppelte Großwärmepumpen als auch Solarthermie) ist daher primär im räumlichen Umfeld dieses ausgewiesenen Netzes sinnvoll umsetzbar. Für die restlichen, dezentral zu versorgenden Gebiete der Gemeinde stellen diese Großanlagen aufgrund der fehlenden Transportinfrastruktur und der regulatorischen Hürden im Stromnetz derzeit keinen direkten Lösungsansatz zur Dekarbonisierung der Gebäudebeheizung dar.

5.3.4 Ergebnisdarstellung: Photovoltaik-Freiflächenpotenzial

Die Untersuchung der Photovoltaik-Freiflächenpotenziale zeigt ein erhebliches Potenzial ausschließlich innerhalb der PPA-Kulisse. Hier stehen 133,5 Hektar Potenzialfläche zur Verfügung, was einer installierbaren Leistung von 93,4 MW_p entspricht. Daraus resultiert ein berechnetes Strompotenzial von 89.684,4 MWh_{el}/a. Demgegenüber beläuft sich die derzeit bereits installierte Leistung auf 8,416 MW_p mit einem Ertrag von rund 8.079,4 MWh_{el}/a. Die EEG-Kulissen, weder nach Paragraph 35 BauGB noch im Zielabweichungsverfahren, weisen nutzbare Flächen auf.

	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)		0,70	0,0	960,0	0,0
EEG-Kulisse (ZAV)		0,70	0,0	960,0	0,0
PPA-Kulisse	133,5	0,70	93,4	960,0	89.684,4
Potenzial	133,5		93,4		89.684,4
Installiert			8,416	960,0	8.079,4

Tabelle 11: Photovoltaik-Freiflächenpotenzial und installierte Leistung

Die kartografische Übersicht veranschaulicht die räumliche Ausdehnung der identifizierten Potenzialflächen.



Abbildung 16: Räumliche Verteilung der Potenzialflächen für Photovoltaik-Freiflächenanlagen

Ermittlungsmethodik:

EEG-Kulisse (§35 BauGB)

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

EEG-Kulisse (ZAV)

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

PPA-Kulisse

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

5.3.5 Ergebnisdarstellung: Solarthermie-Flächenanlagenpotenzial

Die Potenzialanalyse für Solarthermie-Freiflächenanlagen identifiziert eine nutzbare Eignungsfläche von insgesamt 144,8 Hektar in dem Gebiet. Diese Fläche ermöglicht rechnerisch die Installation einer Kollektorfläche von knapp 630.000 Quadratmetern. Unter Annahme eines spezifischen Ertrags von 0,30 $\text{MWh}_{\text{th}}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ resultiert daraus ein theoretisches Gesamtwärmpotenzial von rund 190.404,1 $\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$. Bislang sind im betrachteten Gebiet noch keine derartigen Freiflächenanlagen installiert, weshalb das ermittelte Potenzial vollständig zur Erschließung zur Verfügung stünde.

	Potenzial- fläche [ha]	Installierbare Kollektorfläche		Wärmpotenzial	
		spezifisch [m^2/ha]	absolut [m^2]	spezifisch [$\text{MWh}_{\text{th}}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$]	absolut [$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$]
Eignungsfläche	144,8	4.348	629.682,6	0,30	190.404,1
Potenzial	144,8		629.682,6		190.404,1
Installiert			0	0,30	0,0

Tabelle 12: Flächenpotenziale und theoretischer Ertrag für Solarthermie-Freiflächenanlagen

Die Karte visualisiert die räumliche Ausprägung der ermittelten Potenzialflächen für Solarthermie-Freiflächenanlagen.

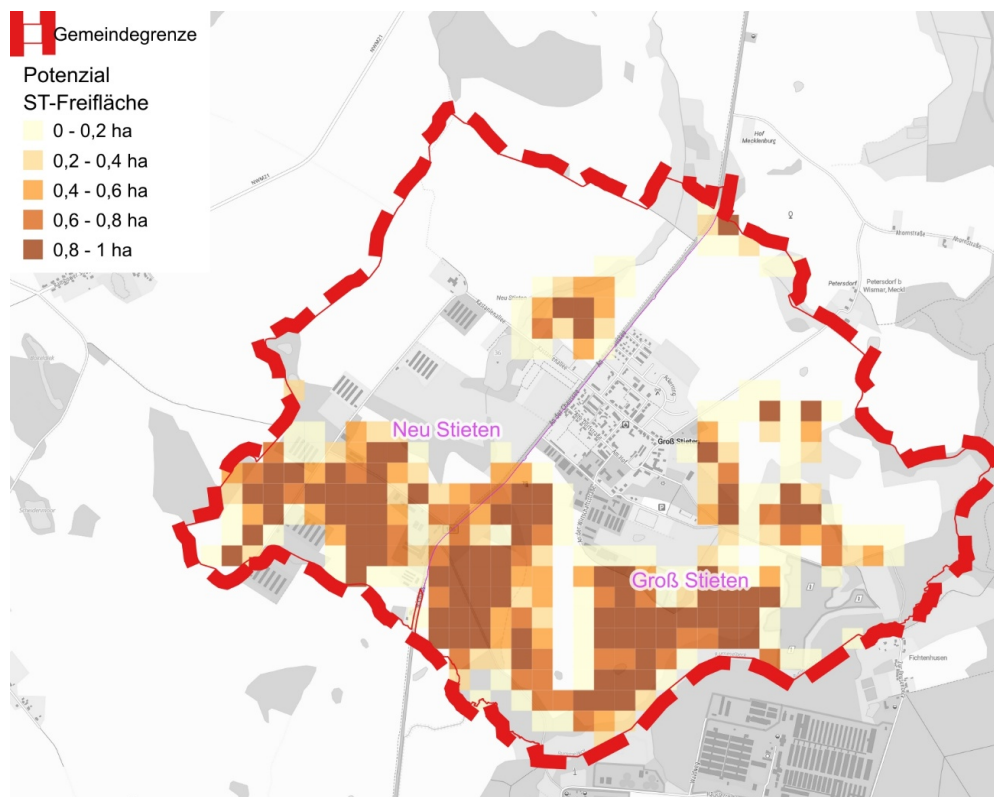


Abbildung 17: Räumliche Verteilung der Eignungsflächen für Solarthermie-Freiflächenanlagen

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

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

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

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

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

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

5.4.2 Kommunale und bürgerseitige Teilhabe

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

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

Zweckbindung der Erträge:

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

5.4.3 Raumordnerische Kulisse und Planungsstand (Westmecklenburg)

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

Regionales Raumentwicklungsprogramm (RREP) Westmecklenburg:

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

5.4.4 Die Gemeindeöffnungsklausel als strategisches Instrument

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

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

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

Fazit für die Wärmeplanung:

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

5.4.5 Ergebnisdarstellung: Windenergiepotenzial

Die Analyse des Windenergiepotenzials zeigt, dass im Untersuchungsgebiet derzeit keine ausweisbaren Flächen zur Verfügung stehen.

	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			0,0	3.000,0	0,0
Potenzial	0,0		0,0		0,0

Tabelle 13: Flächen- und Ertragspotenziale für Windenergie

Innerhalb der Grenzen sind weder ausgewiesene Windvorranggebiete noch bestehende Windkraftanlagen zu verzeichnen. Lediglich an der äußersten südlichen Gebietsgrenze ist eine Einzelanlage kartiert, die sich jedoch außerhalb des eigentlichen Betrachtungsraums befindet.

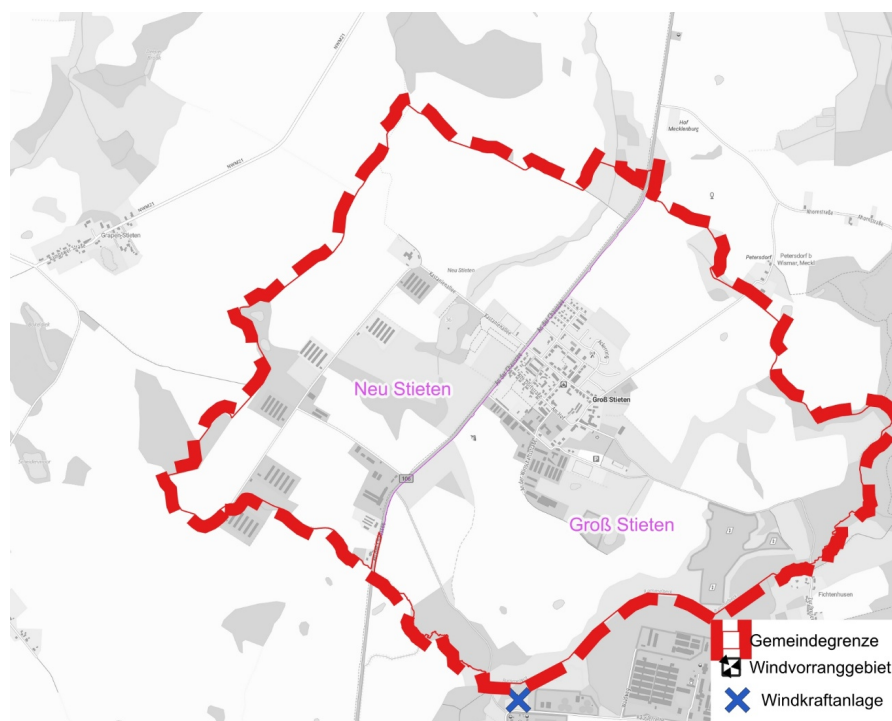


Abbildung 18: Räumliche Darstellung von Windvorranggebieten und Windkraftanlagen

Ermittlungsmethodik:

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

5.5 Feste Biomasse

Die energetische Nutzung von Biomasse stellt eine etablierte, witterungsunabhängige und speicherbare Möglichkeit zur Bereitstellung von erneuerbarer Wärme dar. Aufgrund der spezifischen Siedlungsstruktur der Gemeinde und des daraus resultierenden, räumlich stark begrenzten potenziellen Wärmenetzgebietes, 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 (WRH)

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

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

5.5.2 Landschaftspflegeholz (LPH)

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

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

5.5.3 Getreidestroh (STROH)

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

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

5.5.4 Landschaftspflegeheu (Heu)

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

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

5.5.5 Dezentrale Nutzungskonzepte: Scheitholz-, Holzvergaser- und Pelletkessel

Während Holz hackschnitzel oder lokal verfügbares Restholz für die Mittel- und Spitzenlastabdeckung in Wärmenetzen genutzt werden kann, sind Pellets oder Scheitholz v.a. im dezentralen Bereich relevant und stellen eine maßgebliche Erfüllungsoption im Rahmen der gesetzlichen Dekarbonisierungsvorgaben dar.

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

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

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

Pelletkessel (Vollautomatische Komfortlösung): Diese Anlagen verfeuern normierte, gepresste Holzstäbchen (Pellets), die meist aus Sägenebenprodukten hergestellt werden. Sie bieten den höchsten Automatisierungsgrad unter den Biomasseheizungen, da die Beschickung, die Zündung und oft auch die Ascheaustragung vollautomatisch erfolgen. Dadurch bieten sie einen Bedienkomfort, der mit herkömmlichen Gas- oder Ölheizungen vergleichbar ist. Besonders hervorzuheben ist die hervorragende Kombinier-

barkeit von Pelletkesseln mit Solarthermie. In den Sommermonaten und in der Übergangszeit kann die solarthermische Anlage auf dem Dach die Trinkwassererwärmung und die Heizungsunterstützung fast vollständig übernehmen. Der Pelletkessel bleibt in dieser Zeit komplett abgeschaltet. Dies schont die Anlagentechnik, vermeidet ineffiziente Taktungen (ständiges Ein- und Ausschalten im Teillastbetrieb) und reduziert den jährlichen Brennstoffbedarf spürbar.

5.5.5.1 Wirtschaftliche Einordnung und Preisvolatilität am Beispiel von Pellets

Bei der Bewertung von Biomasse als künftigem Energieträger muss neben der Technik auch die Herkunft und Preisbindung des Brennstoffs berücksichtigt werden. Im Gegensatz zu regional geschlagenem Scheitholz oder lokal anfallenden Holzhackschnitzeln handelt es sich bei Holzpellets um ein international gehandeltes Massengut (Commodity). Dies bedeutet, dass die Pelletpreise in hohem Maße den Schwankungen der globalen Energiemärkte unterliegen. Wie sich während der vergangenen Energiekrisen eindrücklich gezeigt hat, folgten die Preise für Holzpellets in der Tendenz den internationalen Preisspitzen von Erdgas und Heizöl. Regionale Holzhackschnitzel und lokales Scheitholz weisen im direkten Vergleich eine weitaus höhere Preisstabilität und Unabhängigkeit von geopolitischen Markteffekten auf.

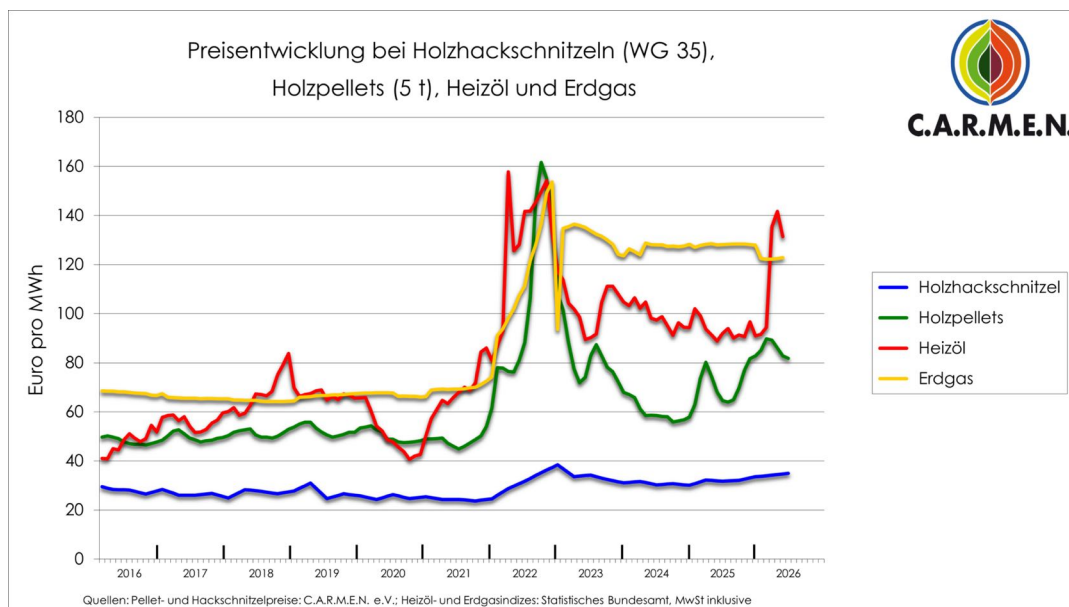


Abbildung 19: Preisentwicklung für Holzpellets im Vergleich zu Heizöl und Erdgas

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 „Gebäudemoderisierungsgesetz“ (welches unter anderem eine sogenannte „Biotreppe“ für Gasheizungen vorsieht und die 65-Prozent-Regel modifizieren soll) ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt (Stand: März 2026) lediglich ein Gesetzesentwurf auf Bundesebene und nicht rechtskräftig.

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

Für die reale Umsetzungspraxis vor Ort bedeutet dies konkret:

Übergangsphase (bis zur verbindlichen Gebietsausweisung oder spätestens 30. Juni 2028): Solange in der Gemeinde keine rechtsverbindliche Entscheidung zur Ausweisung von Wärmenetz- oder Wasserstoffnetzausbaubereichen getroffen wurde, dürfen defekte Heizungen im Bestand theoretisch noch durch rein fossile Anlagen (z. B. Gas- oder Ölheizungen) ersetzt werden. Voraussetzung hierfür ist lediglich eine verpflichtende, fachkundige Beratung, die die Gebäudeeigentümer über die massiv steigenden CO₂-Kosten im Rahmen des Emissionshandels und das Risiko von irreversiblen Fehlinvestitionen („Stranded Assets“) aufklärt. Spätestens endet diese Übergangsphase jedoch am 30. Juni 2028.

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

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

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

5.5.5.3 Die Rolle der festen Biomasse als Erfüllungsoption

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

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

5.5.6 Ergebnisdarstellung: Feste Biomasse

Feste Biomasse bietet für die Gemeinde eine regional verfügbare, krisensichere und klimaneutrale Wärmequelle. Das Potenzial ist ausreichend, einige dezentrale Bestandsgebäude der Bürger über moderne Scheitholz- oder Holzvergaseranlagen norm-konform (gem. GEG) zu versorgen.

Die Untersuchung der Potenziale für feste Biomasse identifiziert eine nutzbare Gesamtfläche von 510,3 Hektar, aus der sich ein aggregiertes Wärmepotenzial von 2.927,8 MWh_{th}/a ergibt. Den mit Abstand größten Beitrag liefert Getreidestroh mit einer Potenzialfläche von 336,9 Hektar und einem Ertrag von 1.649,9 MWh_{th}/a. Landschaftspflegeheu stellt mit 125,9 Hektar und 924,6 MWh_{th}/a die zweitstärkste Position dar.

	Potenzialfläche [ha]	Wärmepotenzial	
		spezifisch [MWh _{th} /(h*a)]	absolut [MWh _{th} /a]
Waldrestholz	33,9	3,1	105,8
Landschaftspflegeholz	13,8	18,0	247,4
Getreidestroh	336,9	4,9	1.649,9
Landschaftspflegeheu	125,9	7,3	924,6
Potenzial	510,3		2.927,8

Tabelle 14: Flächen- und Ertragspotenziale für feste Biomasse nach Kategorien

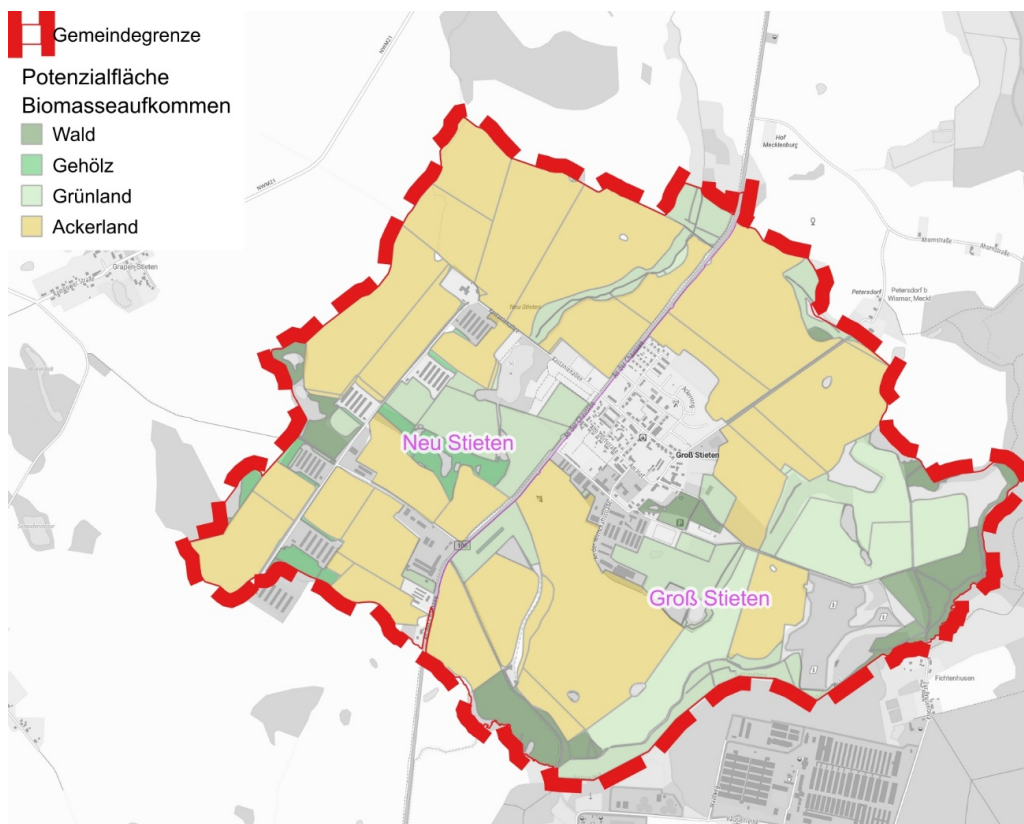


Abbildung 20: Räumliche Verteilung der Flächen für das Biomasseaufkommen

Ermittlungsmethodik

Waldrestholz

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

Landschaftspflegeholz

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

Getreidestroh

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

Landschaftspflegeheu

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

5.6 Punktuelle Wärmequellen und Abwärmenutzung

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

5.6.1 Abwasserwärmenutzung

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

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

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

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

5.6.2 Abwärme aus Biogasanlagen (BHKW-Kopplung)

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

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

Systemische Vorteile:

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

Bewertung für das Untersuchungsgebiet: Für die Gemeinde ergibt sich hier ein theoretisches Potenzial und somit die Chance, trotz der räumlichen Entfernung, die Biogasanlage im benachbarten Losten für ein räumlich begrenztes, netzgebundenes Versorgungsgebiet zu nutzen. Dies senkt nicht nur die CO₂-Emissionen der Gebäudeheizung drastisch, sondern stärkt auch die regionale Wertschöpfung, da ein lokaler Energieträger effizient weitergenutzt wird.

5.6.3 Ergebnisdarstellung: Abwärme

Auf Basis der Standortstruktur und Auswertung der Anlagendaten ergeben sich für das Gemeindegebiet keine Potenziale durch relevante Anlagen. Weder Biogasanlagen noch kommunale Kläranlagen mit einem Ausbaugrad von über 5.000 Einwohnerwerten sind innerhalb der Grenzen oder in deren unmittelbarem Umfeld kartiert. Folglich lassen sich aus diesen spezifischen Quellen aktuell keine nutzbaren Abwärmepotenziale für eine lokale Wärmeversorgung ableiten.

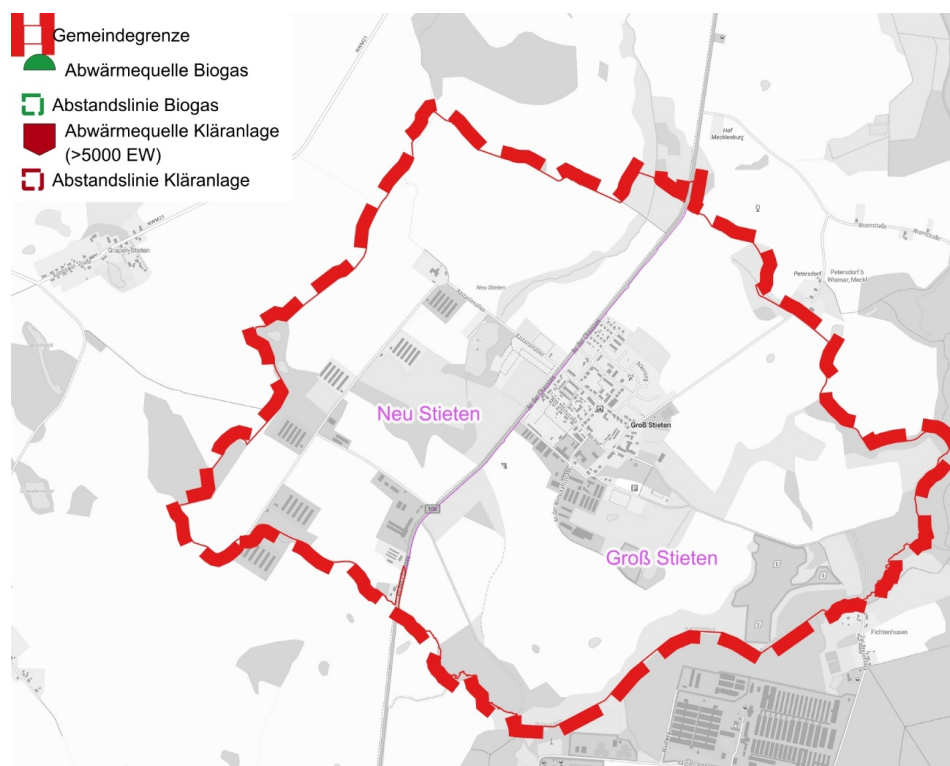


Abbildung 21: Räumliche Verortung potenzieller Abwärmequellen

5.6.3.1 Abwasserwärme (Kanalnetz)

Die Auswertung zur Abwasserwärmenutzung aus dem Kanalnetz ergibt für das Untersuchungsgebiet kein ausweisbares Potenzial. Eine energetische Nutzung von Abwasserwärme ist unter den gegebenen lokalen Voraussetzungen somit nicht realisierbar.

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

Tabelle 15: Potenzial der Abwasserwärmenutzung aus dem Kanalnetz

Ermittlungsmethodik:

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

5.6.3.2 Biogasanlage (BHKW-Abwärme)

Die Erhebung zu Bestands-Biogasanlagen weist für das Gebiet eine Anlage mit einer installierten thermischen Leistung von 546,0 kW_{th} aus. Bei einem angenommenen spezifischen Ertrag von 6,0 MWh_{th}/(kW_{th}*a) errechnet sich daraus ein absolutes nutzbares Wärmepotenzial von 3.276,0 MWh_{th}/a. Dieses Potenzial aus der Abwärme der Verstromung könnte bei entsprechender infrastruktureller Anbindung einen signifikanten Beitrag zur lokalen und erneuerbaren Wärmeversorgung leisten.

	Installierte Leistung absolut [kW _{th}]	Wärmepotenzial	
		spezifisch [MWh _{th} /(kW _{th} *a)]	absolut [MWh _{th} /a]
Bestands-Biogasanlage	546,0	6,0	3.276,0
Potenzial	546,0		3.276,0

Tabelle 16: Installierte Leistung und Wärmepotenzial von Bestands-Biogasanlagen

Ermittlungsmethodik

- Vollbetriebsstunden: 8000
- Eigenbedarf Anlage: 25 %

5.6.3.3 Sonstige industrielle/gewerbliche Abwärme

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

Verfügbares Potenzial: 0 MWh/a

5.7 Solare Aufdachanlagen (Gebäudeinfrastruktur)

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

Klimatische Einordnung und standortspezifische Rahmenbedingungen

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

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

5.7.1 Solarthermie (Aufdach)

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

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

5.7.2 Photovoltaik (Aufdach) und Sektorenkopplung

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

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

Wärmeplanerische Bewertung: Der wirtschaftliche Betrieb einer dezentralen Wärmepumpe hängt elementar von den Stromgestehungskosten ab. Wird der Strom aus dem Netz bezogen, unterliegt er Netzent-

gelten 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 Außeneinheiten aus.

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

5.7.4 Ergebnisdarstellung: Solare Aufdachanlagen

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

Die Potenzialanalyse für solare Aufdachanlagen basiert auf einer nutzbaren Gesamtdachfläche von 64.524 Quadratmetern. In Szenario 1, einer kombinierten Nutzung, beläuft sich das Strompotenzial aus Photovoltaik auf 4.561 MWh/a bei einer Leistung von 6.798 kWp, ergänzt durch ein Solarthermie-Potenzial von 643 MWh/a. Szenario 2 betrachtet eine exklusive PV-Nutzung, wodurch sich das Strompotenzial auf 5.222 MWh/a bei 7.743 kWp installierbarer Leistung erhöht. Aktuell sind bereits Anlagen mit einer PV-Leistung von 3.825 kWp sowie 92 Quadratmeter Solarthermie installiert, was auf weitere, noch zu erschließende Ausbaureserven hindeutet.

Gemarkung	Potenzialfläche [m ²]	Szenario 1				Szenario 2			
		Fläche [m ²]	PV (Strom) Installierb. Leistung [kWp]	Strom- potenzial [MWh/a]	Fläche [m ²]	ST (Wärme) Wärme- potenzial [MWh/a]	Fläche [m ²]	PV (Strom) Installierb. Leistung [kWp]	Strom- potenzial [MWh/a]
Groß Stieten	41.573	21.207	4.241	2.795	3.737	510	24.944	4.989	3.318
Neu Stieten	22.951	12.784	2.557	1.766	986	133	13.771	2.754	1.904
Potenzial	64.524	33.991	6.798	4.561	4.723	643	38.714	7.743	5.222
Installiert			3.825	2.566		92			

Tabelle 17: Ertragspotenziale für solare Aufdachanlagen in zwei Ausbauszenarien

Die kartografische Darstellung visualisiert die Verteilung der Solarthermie-Potenziale auf den Gebäude-dächern im Untersuchungsgebiet. Die höchsten Ertragspotenziale von über 30 MWh/a konzentrieren sich erwartungsgemäß auf die dicht bebauten Siedlungszentren. In den Rand- und Außenbereichen dominieren geringere spezifische Erträge unterhalb von 5 MWh/a, was auf eine lockerere Bebauungsstruktur oder ungünstigere Dachausrichtungen zurückzuführen ist. Die räumliche Konzentration der Potenziale deckt sich weitgehend mit den Gebieten höchster Wärmebedarfsdichte in der Zone, was Synergien für eine dezentrale Wärmeversorgung eröffnet.

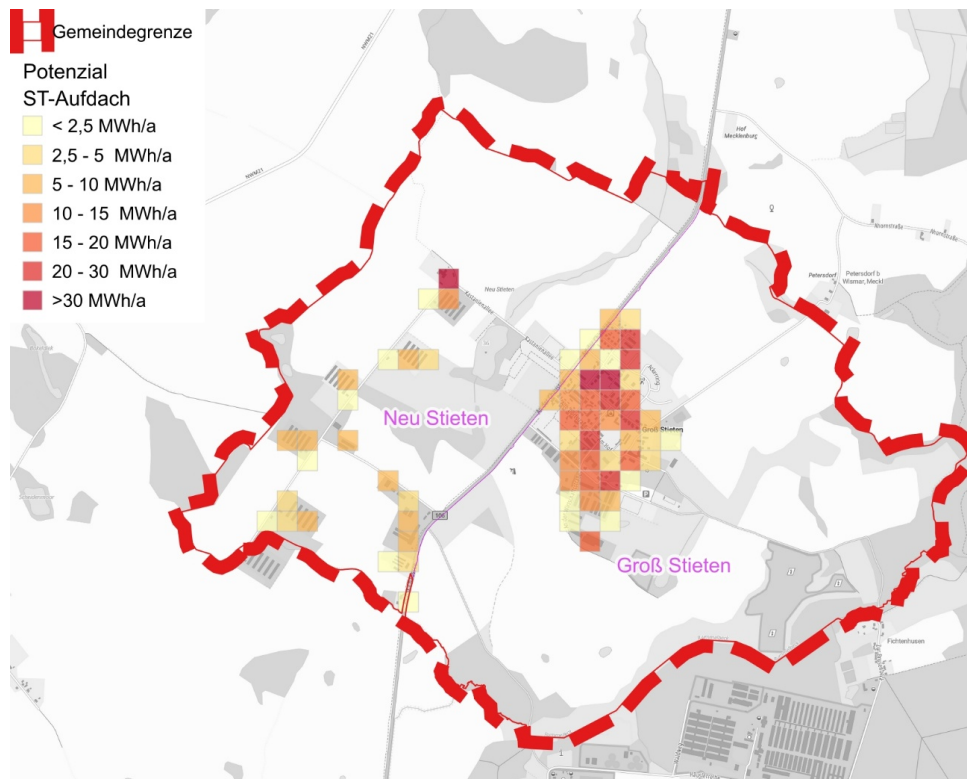


Abbildung 22: Räumliche Verteilung des Potenzials für Solarthermie-Aufdachanlagen

Die folgende Kartierung der Photovoltaik-Aufdachpotenziale zeigt ebenfalls eine deutliche Konzentration hoher spezifischer Erträge in den kompakten Siedlungsbereichen. Besonders im Hauptort weisen zahlreiche Rasterzellen Potenziale von über 80 MWh/a auf, was das Vorhandensein geeigneter, zusammenhängender Dachflächen unterstreicht. In den weniger dicht besiedelten Randzonen nehmen die Werte kontinuierlich ab und liegen überwiegend im Bereich unterhalb von 20 MWh/a.

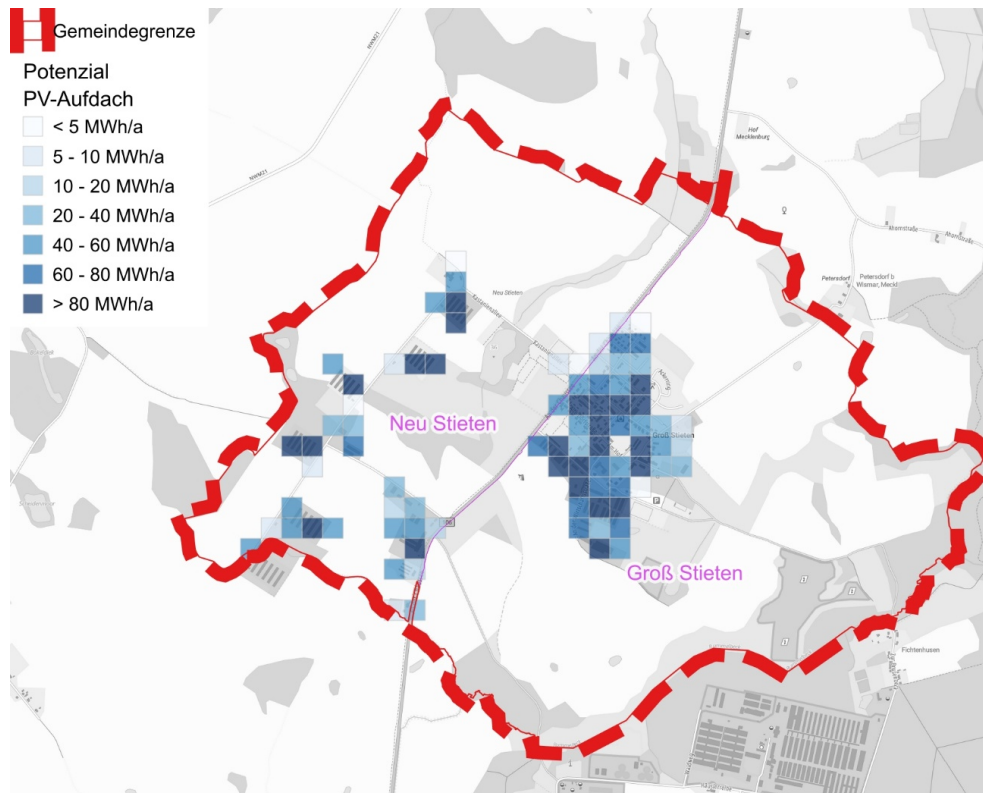


Abbildung 23: Räumliche Verteilung des Potenzials für Photovoltaik-Aufdachanlagen

Ermittlungsmethodik

Flächenauswahl

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

Auslegung Photovoltaik

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

Auslegung Solarthermie

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

Wärmeplanerische Bewertung der Ergebnisse

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

- **Bedeutung der Sektorenkopplung (Szenario 2):** Durch die konsequente Belegung der Dachflächen mit Photovoltaik lässt sich das lokale Stromerzeugungspotenzial auf **5.222 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 **18.277 MWh bis 20.888 MWh thermische Energie** transformiert werden. Damit übersteigt der Nutzeffekt der Sektorenkopplung die direkte thermische Solarnutzung aus Szenario 1 bei Weitem.

- **Erheblicher Zubau-Bedarf:** Ein Blick auf den Ist-Zustand zeigt, dass mit derzeit 3.825 kWp installierter PV-Leistung bereits ein großer Teil des Potenzials gehoben wurde, was der starken landwirtschaftlichen Nutzungsstruktur geschuldet ist. Im Bereich der Solarthermie sind mit 92 MWh/a erst ein Bruchteil des flächenneutralen Potenzials gehoben worden.

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

5.8.2 Oberflächennahe Geothermie (Erdwärme)

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

5.8.2.1 Erdwärmekollektoren (Flächenkollektor)

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

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

5.8.2.2 Erdwärmesonden (Vertikalkollektor)

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

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

5.8.2.3 Ergebnisdarstellung: Oberflächennahe Geothermie

Die Evaluierung der Potenziale für oberflächennahe Geothermie ergibt für das gesamte Untersuchungsgebiet keine nutzbaren Flächen. Weder für Erdsonden noch für flächige Kollektorfelder konnten geeignete Potenzialflächen ausgewiesen werden.

	Potenzial- fläche [ha]	Installierbare Leistung (Wärmepumpe)		Wärmepotenzial (Nutzwärme nach Wärmepumpe)		Strom- bedarf (Wärmepumpe) [MWh _{el} /a]
		spezifisch [MW _{th} /ha]	absolut [MW _{th}]	spezifisch [MWh _{th} /(MW _{th} *a)]	absolut [MWh _{th} /a]	
Erdsonden	0,0	1,04	0,0	1.800,0	0,0	0,0
Kollektorfeld	0,0	0,33	0,0	1.800,0	0,0	0,0
Potenzial	0,0		0,0		0,0	0,0

Tabelle 18: Potenzial der oberflächennahen Geothermie



Abbildung 24: Verteilung des Wärmepotenzials für oberflächennahe Geothermie

Ermittlungsmethodik

Flächenauswahl

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

Erdsonden

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

Kollektorfelder

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

5.8.3 Aquathermie (Wärme aus Oberflächengewässern)

Die Aquathermie nutzt die thermische Energie von oberirdischen Gewässern. Für Groß Stieten ist zu diesem Zwecke insbesondere die Ostsee interessant.

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

- **Physikalische Limitationen:** Um einer Wärmepumpe Umweltwärme aus einem Gewässer bereitzustellen, muss dem Wasser thermische Energie entzogen werden. Hierbei wird das Wasser typischerweise um etwa 2 - 3 °C abgekühlt. Bei niedrigen Wassertemperaturen im Winter besteht die Gefahr, dass der Wärmetauscher vereist (Einfriergefahr), was zum Systemausfall führt. Daher kann eine Wärmenutzung nur bei Wassertemperaturen über 3 - 4 °C stattfinden. Diese Quelle fällt demnach für die kalten Wintertage weg und ist i.d.R. nur im Sommer und in der Übergangszeit verfügbar.
- **Technischer Aufwand:** Der Schutz vor Korrosion (Salzwasser), die Filterung von Sand und biologischem Aufwuchs (Muscheln, Algen) sowie die aufwendige Verlegung von Leitungen im Küstenbereich erfordern Dimensionen und Wartungsaufwände, die für ein Einfamilienhaus wirtschaftlich nicht darstellbar sind. Aquathermie ist technisch primär für großskalige Wärmenetzlösungen an Fließgewässern oder gut durchströmten Meeresgebieten relevant, nicht jedoch für die dezentrale Einzelversorgung.

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

Gemäß den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) ist die Nutzung von treibhausgasneutralen, gasförmigen Energieträgern (sogenannten „grünen Gasen“) als mögliche Erfüllungsoption für die kommunale Wärmeversorgung zu prüfen. Für die Gemeinde Groß Stieten besitzt dieser Prüfschritt keine Relevanz, da im Untersuchungsgebiet eine historisch gewachsene Flüssiggas-Netzinfrastuktur zur Versorgung von Teilen des Gebäudebestands existiert.

5.9.1 Wasserstoff (H₂) im Wärmemarkt

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

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

Eine Studie des Fraunhofer Instituts liefert hierzu weitere Erkenntnisse:

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

5.9.2 Biomethan (Bio-Erdgas) und 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** und birgt das Risiko sogenannter "Stranded Assets" (gestrandeter Investitionen).

5.9.3 Biogenes Flüssiggas (Bio-LPG)

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

Analyse der Lieferketten und Verfügbarkeit: Eine ingenieurtechnische Bewertung der Lieferketten zeigt aktuell jedoch eine hohe systemische Fragilität. Bio-LPG wird am Markt derzeit nicht als Primärprodukt synthetisiert. Es fällt nahezu ausschließlich als Kuppel- bzw. Nebenprodukt industrieller Raffinerieprozesse an – primär bei der Herstellung von hydrierten Pflanzenölen (HVO-Biodiesel) oder nachhaltigen Flugkraftstoffen (SAF) in nordwesteuropäischen Raffineriezentren.⁴⁰

Daraus resultiert eine vollständige Abhängigkeit der Produktionsmengen von den Kernprozessen der Kraftstoffindustrie. Sollten sich diese industriellen Verfahren in Zukunft technologisch wandeln oder Produktionslinien umgestellt werden, würde die Verfügbarkeit von Bio-LPG unmittelbar sinken. Alternative, rein synthetische Erzeugungsverfahren (wie z.B. erneuerbarer Dimethylether, rDME) befinden sich noch in frühen Forschungs- und Entwicklungsstadien. Sie weisen aktuell nicht die notwendige technologische Reife (Technology Readiness Level) auf, um eine marktwirtschaftlich skalierbare und preislich wettbewerbsfähige Grundversorgung von Wohngebäuden zu gewährleisten.⁴¹

Regulatorischer Rahmen: Das Heizungsmodernisierungsgesetz und die „Biotreppe“

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

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

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

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

5.10 Speichertechnologien und Systemflexibilität

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

5.10.1 Saisonalspeicher (Langzeitspeicher)

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

5.10.1.1 Dezentrale Saisonalspeicher (Einzelgebäude)

- **Eisspeicher:** Eine technologisch ausgereifte Lösung für Einzelgebäude (oder kleine Quartiere) ist der Eisspeicher. Dabei handelt es sich um eine im Erdreich verbaute, wassergefüllte Zisterne, die im Sommer durch Umweltwärme (Luft/Sonne) erwärmt wird. Im Winter entzieht eine Wärmepumpe diesem Wasser die Energie, bis es gefriert. Das System nutzt den physikalischen Effekt der *Kristallisationswärme*: Beim Phasenübergang von Wasser zu Eis wird extrem viel nutzbare Energie freigesetzt. Der Eisspeicher agiert somit als saisonale Wärmequelle und Speicher in einem. In Groß Stieten ist dies eine effiziente, wenn auch investitionsintensive High-End-Lösung für Grundstücke, auf denen keine Erdwärmepumpen 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 (Behälterwärmespeicher):** Hierbei handelt es sich um riesige „Thermoskannen“ aus Stahl, wie sie beispielsweise die Stadtwerke Rostock an der Warnow betreiben. Diese speichern zehntausende Kubikmeter heißes Wasser und ermöglichen es, die

Wärmeerzeugung (z. B. durch Abwärme oder Großwärmepumpen) völlig unabhängig vom aktuellen Verbrauch der Stadt zu betreiben.

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

5.10.2 Kurzzeitspeicher und Systemflexibilität (Lastverschiebung)

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

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

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

Die Vorteile dieser intelligenten Steuerung sind:

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

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

5.10.2.1 Effizienzhierarchie der Speichermethoden

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

1. Thermische Bauteilaktivierung (Höchste Effizienz):

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

2. Isolierte Wasser-Pufferspeicher (Mittlere Effizienz):

Wenn keine ausreichende Bauteilmasse vorhanden ist (z. B. bei Bestandsgebäuden mit Heizkörpern), dient Wasser als Speichermedium. Das EMS steuert die Beladung des Puffer Pufferspeichers typischerweise zu den Nacht- und Mittagsstunden. Nachteilig sind die oft notwendigen höheren Vorlauftemperaturen, die die Effizienz der Wärmepumpe im Vergleich zur Flächenheizung leicht mindern.

3. Elektrische Batteriespeicher (Geringste Effizienz für Heizzwecke):

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

5.10.3 Ergebnisdarstellung: Speichersysteme

- **Netzgebundenes Gebiet:** Einsatz standardisierter zentraler Heißwasser-Pufferspeicher zur Glättung der Erzeugerspitzen (z.B. Biomassekessel/Abwärme) wird empfohlen. Großskalige Saisonspeicher 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 Bio-

masse, was den einzelnen Gebäudeeigentümern den Umstieg auf klimaneutrale Wärme ohne eigene komplexe Anlagentechnik erleichtert.

6.2 Versorgungsgebiet für Wasserstoff / Grüne Gase

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

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

6.3 Prüfgebiete

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

6.4 Gebiete für dezentrale Versorgung

Gebiete für eine dezentrale, individuelle Versorgung umfassen vorrangig Bereiche mit geringer Wärmebedarfsdichte. Dies betrifft beispielsweise Einzelgehöfte oder locker bebaute Wohngebiete, etwa Einfamilienhaussiedlungen am Ortsrand. In diesen Zonen ist der Bau eines Wärmenetzes aufgrund der hohen Leitungskosten pro Anschluss wirtschaftlich meist nicht darstellbar. Die Wärmeversorgung erfolgt hier individuell pro Gebäude oder durch kleine Nachbarschaftslösungen. Im Fokus stehen dabei klimafreundliche Technologien wie elektrische Wärmepumpen, Biomasseheizungen oder solarthermische Ergänzungen, die eigenverantwortlich durch die Eigentümer umgesetzt werden.

6.5 Zusammenfassung der Gebietsausweisung

Die Wärmeplanung für Groß Stieten konzentriert sich auf zwei wesentliche Säulen:

- **Wärmenetzgebiet:** In den verdichteten Bereichen der Gemeinde wird eine zentrale Versorgung über ein Wärmenetz angestrebt, um lokale Potenziale effizient zu bündeln.
- **Dezentrale Versorgung:** Die übrigen Gemeindeteile eignen sich aufgrund ihrer Struktur vorrangig für individuelle Lösungen (z. B. Wärmepumpen).

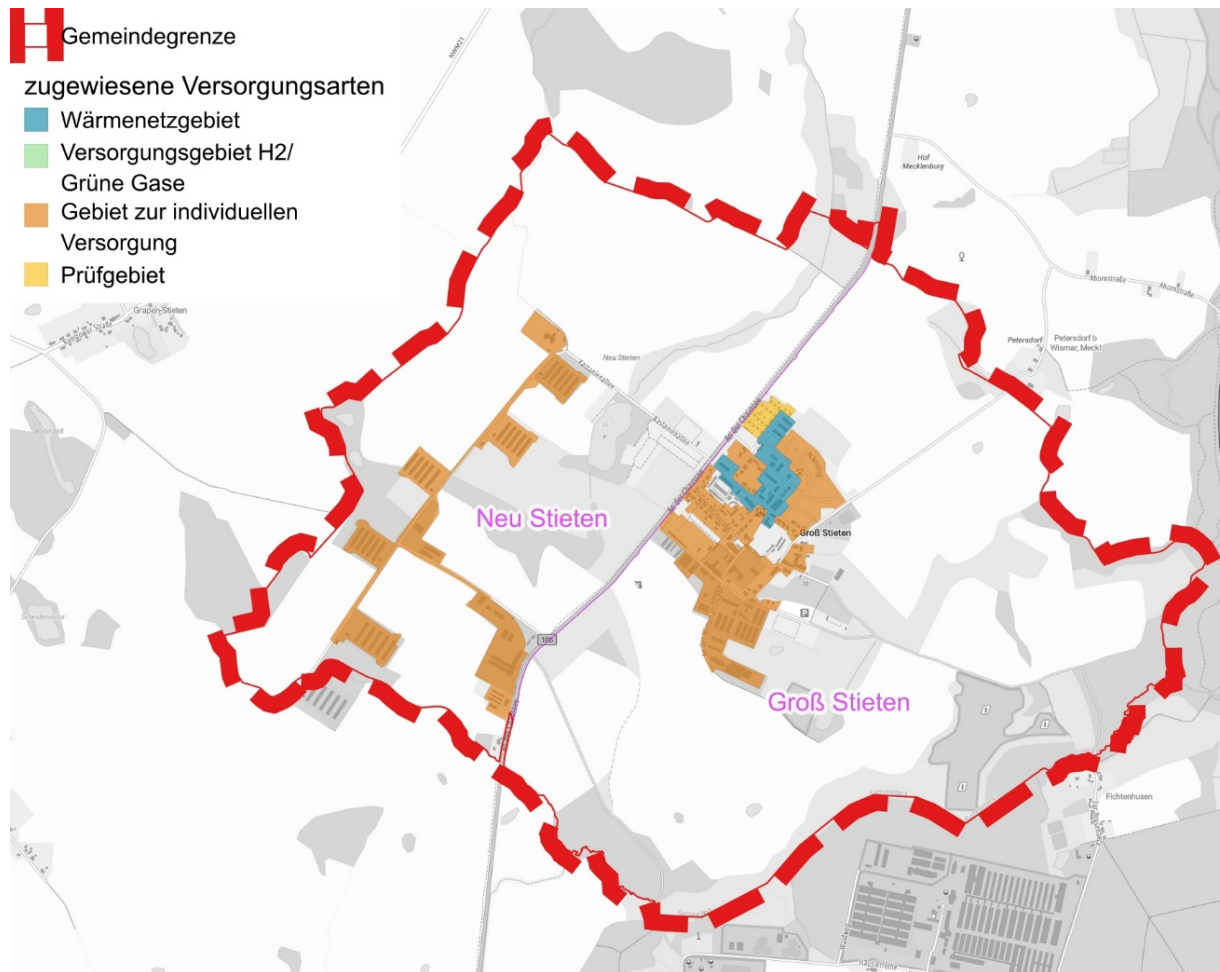


Abbildung 25: Zusammenfassung der Gebietsausweisung

Im Folgenden werden die Gebiete jeweils einzeln dargestellt:

6.5.1 Zone SK24.19_02_01 Groß Stieten - Süd

Die Bestandsanalyse dokumentiert 50 bestehende Gebäude mit einer gemischten Bauweise, die überwiegend durch gewerbliche und öffentliche Nutzungen geprägt sind. Ein Zubau von 6 weiteren Gebäuden ist verzeichnet. Der aktuelle jährliche Wärmebedarf summiert sich auf 2.362 MWh/a.

Auf Grundlage der Datenanalyse wird das Gebiet zur individuellen Versorgung ausgewiesen.

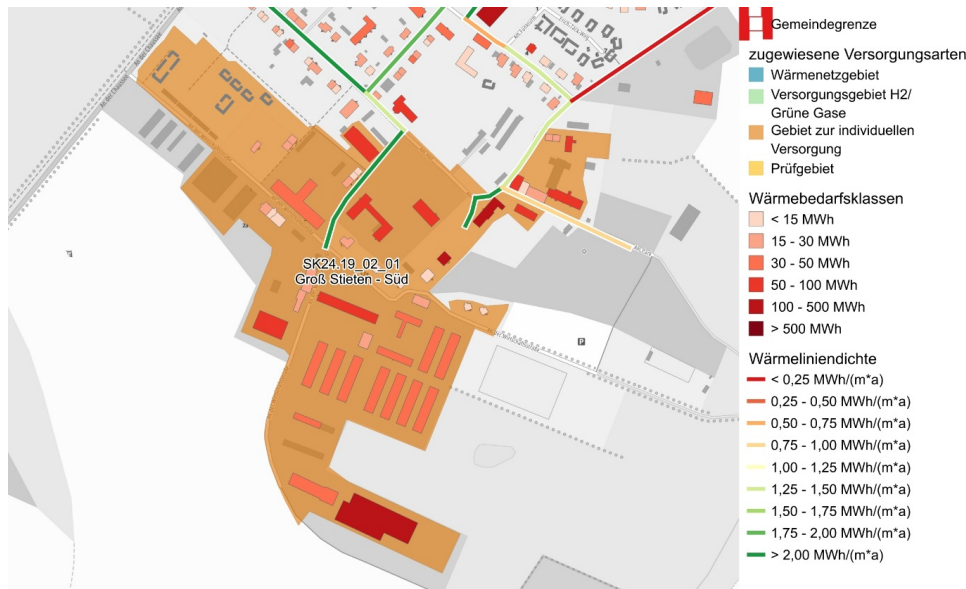


Abbildung 26: Zugeordnete Versorgungsarten für Groß Stieten - Süd

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	50	+6
Bauweise	gemischt	
Baualter	überw. älterer Bestand	
Ausbaustatus	Nachverdichtung möglich	
Nutzungsart	überw. Gewerbe, öffentlich	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	2.362 MWh/a	+255 MWh/a
Sanierungspotenzial	-39%	
Wärmebedarfsdichte	153 MWh/(ha*a)	169 MWh/(ha*a)

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	1.116 kW(th)
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	14.109 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	62,2 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich

Tabelle 19: Struktur- und Potentialdaten für Groß Stieten - Süd

6.5.2 Zone SK24.19_02_04 Groß Stieten - Alte Dorfstr.

Der untersuchte Bestand umfasst 41 Wohngebäude, welche mehrheitlich als Einfamilien- oder Doppelhäuser älteren Baujahres ausgeführt sind. Der aktuelle Wärmebedarf beläuft sich auf insgesamt 1.017 MWh/a, woraus sich eine Wärmebedarfsdichte von 232 MWh/(ha*a) ergibt.

Auf Grundlage der Datenanalyse wird das Gebiet zur individuellen Versorgung ausgewiesen.



Abbildung 27: Zugeordnete Versorgungsarten für Groß Stieten - Alte Dorfstr.

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	41	
Bauweise	überw. Einfamilien- / Doppelhaus	
Baualter	überw. älterer Bestand	
Ausbauzustand	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	überw. Wohnen	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	1.017 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-41%	
Wärmebedarfsdichte	232 MWh/(ha*a)	

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	1.116 kW(th)
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	15.707 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	41,6 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich

Tabelle 20: Struktur- und Potentialdaten für Groß Stieten - Alte Dorfstr.

6.5.3 Zone SK24.19_02_03 Groß Stieten - MFH

Die strukturelle Erfassung weist 21 bestehende Mehrfamilienhäuser älteren Baujahres sowie eine geplante Nachverdichtung um 3 weitere Gebäude aus. Der aggregierte Wärmebedarf von 1.951 MWh/a führt in Kombination mit der kompakten Bebauung zu einer Wärmebedarfsdichte von 341 MWh/(ha*a). Die Wärmeliniedichte ist in einem mittleren bis hohen Bereich, was die Etablierung eines Wärmenetzes ermöglichen würde.

Auf Grundlage der Datenanalyse wird das Gebiet als Wärmenetzgebiet ausgewiesen.

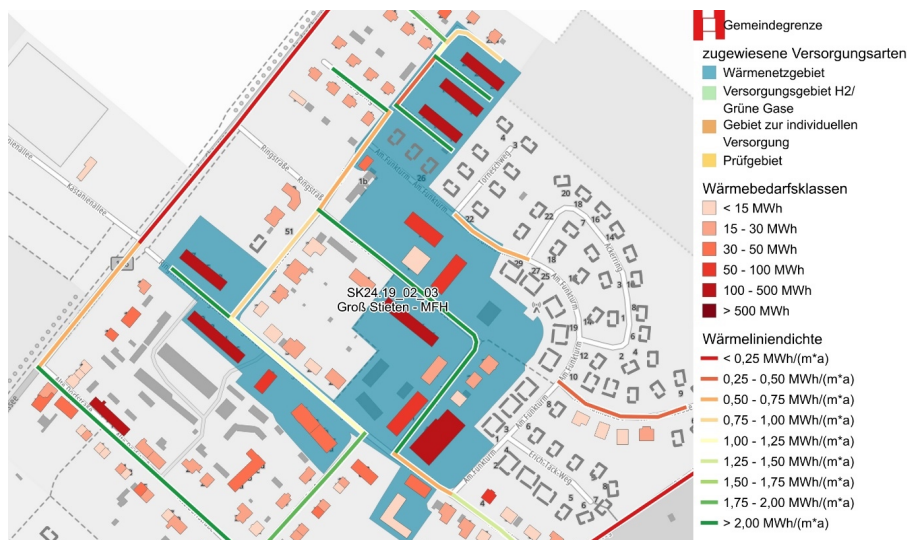


Abbildung 28: Zugeordnete Versorgungsarten für Groß Stieten - MFH

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	21	+3
Bauweise	überw. Mehrfamilienhaus	
Baualter	überw. älterer Bestand	
Ausbautstatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	überw. Wohnen	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	1.951 MWh/a	+31 MWh/a
Sanierungspotenzial	-44%	
Wärmebedarfsdichte	341 MWh/(ha*a)	346 MWh/(ha*a)

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	1.116 kW(th)
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	15.707 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	41,6 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Wärmenetzgebiet
Umsetzungswahrscheinlichkeit	wahrscheinlich
Bemerkungen	Wärmenetzentwicklung angestrebt

Tabelle 21: Struktur- und Potentialdaten für Groß Stieten - MFH

6.5.4 Zone SK24.19_02_05 Groß Stieten - EFH Mitte

Das Gebiet umfasst aktuell 11 Wohneinheiten, die mehrheitlich als Einfamilien- oder Doppelhäuser im neueren Bestand ausgeführt sind. Der jährliche Wärmebedarf beläuft sich auf 176 MWh/a, was zu einer Wärmebedarfsdichte von 96 MWh/(ha*a) führt.

Auf Grundlage der Datenanalyse wird das Gebiet zur individuellen Versorgung ausgewiesen.

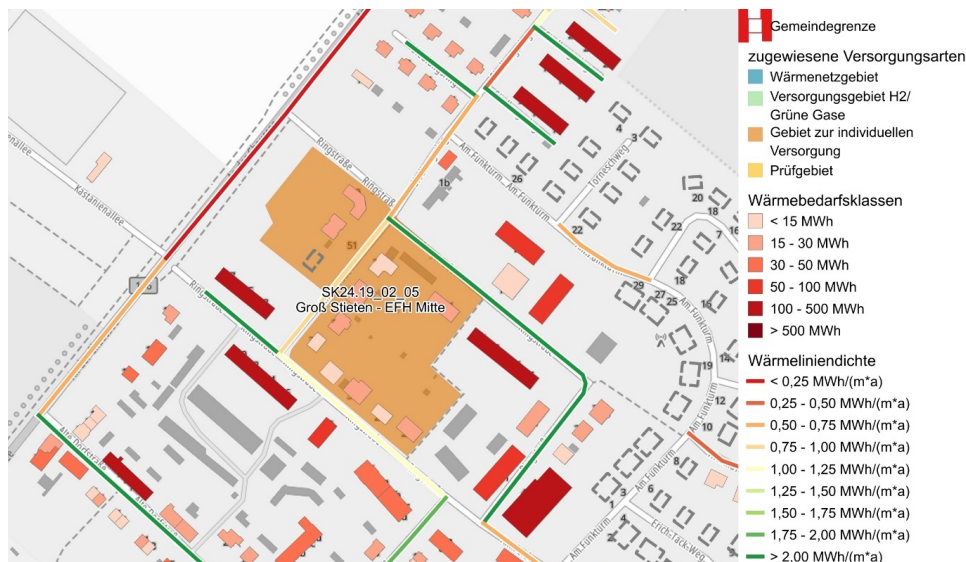


Abbildung 29: Zugeordnete Versorgungsarten für Groß Stieten - EFH Mitte

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	11	+1
Bauweise	Einfamilien- / Doppelhaus	
Baualter	neuer Bestand	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	Wohnen	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	176 MWh/a	+10 MWh/a
Sanierungspotenzial	-12%	
Wärmebedarfsdichte	96 MWh/(ha*a)	102 MWh/(ha*a)

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	1.116 kW(th)
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	15.707 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	41,6 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich

Tabelle 22: Struktur- und Potentialdaten für Groß Stieten - EFH Mitte

6.5.5 Zone SK24.19_02_06 Groß Stieten - EFH Nord

Die Bestandserhebung verzeichnet 18 Wohngebäude in gemischter Altersstruktur mit einem kumulierten Wärmebedarf von 432 MWh/a. Die Wärmebedarfsdichte beträgt 289 MWh/(ha*a).

Auf Grundlage der Datenanalyse wird das Gebiet als Prüfgebiet ausgewiesen.

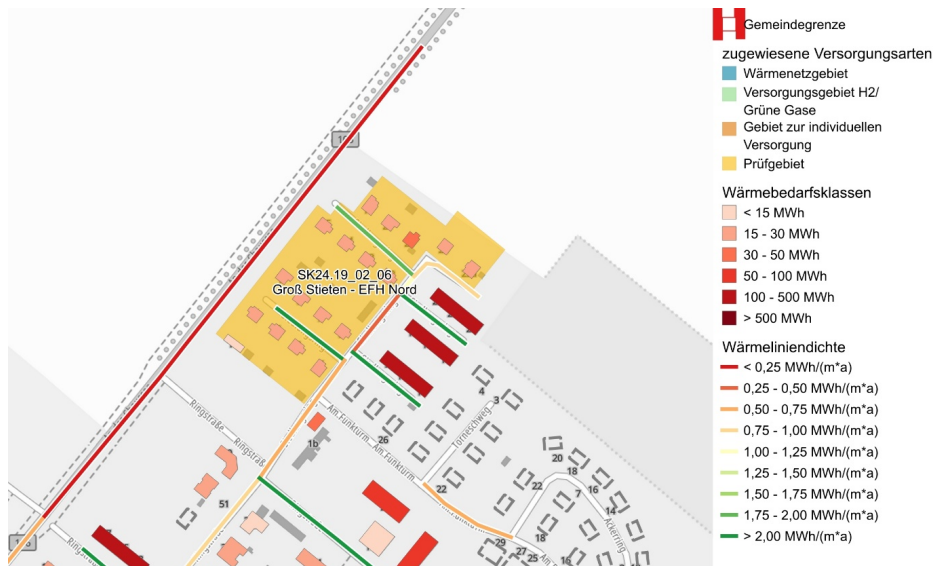


Abbildung 30: Zugeordnete Versorgungsarten für Groß Stieten - EFH Nord

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

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	432 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-42%	
Wärmebedarfsdichte	289 MWh/(ha*a)	

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	15.211 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	41,6 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Prüfgebiet
Umsetzungswahrscheinlichkeit	möglich
Bemerkungen	Prüfung Wärmenetzentwicklung

Tabelle 23: Struktur- und Potentialdaten für Groß Stieten - EFH Nord

6.5.6 Zone SK24.19_02_02 Groß Stieten - EFH West

Das Areal verzeichnet aktuell einen Bestand von 13 Wohngebäuden und erfährt eine Erweiterung durch den geplanten Zubau von 57 weiteren Einheiten. Der derzeitige Wärmebedarf von 229 MWh/a wird sich durch die Neubauten voraussichtlich um 849 MWh/a erhöhen.

Auf Grundlage der Datenanalyse wird das Gebiet zur individuellen Versorgung ausgewiesen.

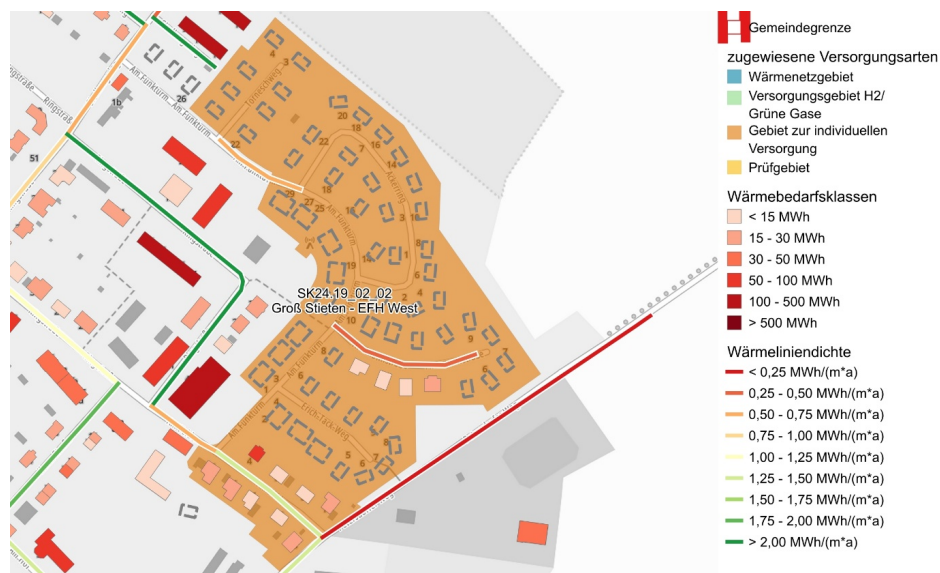


Abbildung 31: Zugeordnete Versorgungsarten für Groß Stieten - EFH West

Siedlungsstruktur	aktuell	+ Zubau
Gebäudeanzahl	13	+57
Bauweise	Einfamilien- / Doppelhaus	
Baualter	neuer Bestand	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	Wohnen	

Bedarfsstruktur	aktuell	+ Zubau
jährlicher Wärmebedarf	229 MWh/a	+849 MWh/a
Sanierungspotenzial	-26%	
Wärmebedarfsdichte	39 MWh/(ha*a)	184 MWh/(ha*a)

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	benachbart
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	1.116 kW(th)
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	15.707 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	41,6 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich

Tabelle 24: Struktur- und Potentialdaten für Groß Stieten - EFH West

6.5.7 Zone SK24.19_01_01 Neu Stieten

Die Strukturanalyse des Gewerbegebietes dokumentiert 44 Gebäude, die als Hallen eines älteren Bestandes charakterisiert werden. Der resultierende jährliche Wärmebedarf summiert sich auf 2.397 MWh/a bei einer Wärmebedarfsdichte von 103 MWh/(ha·a).

Auf Grundlage der Datenanalyse wird das Gebiet zur individuellen Versorgung ausgewiesen.

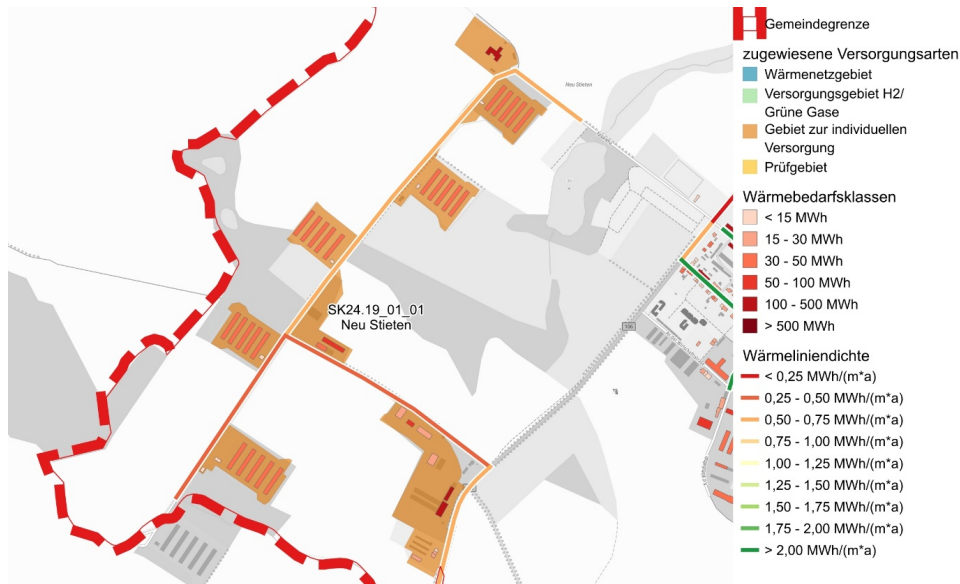


Abbildung 32: Zugeordnete Versorgungsarten für Neu Stieten

Siedlungsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
Gebäudeanzahl	44	
Bauweise	überw. Halle	
Baualter	älterer Bestand	
Ausbaustatus	weitgehend ausgebaut	
Nutzungsart	Gewerbe, öffentlich	

Bedarfsstruktur	<u>aktuell</u>	<u>+ Zubau</u>
jährlicher Wärmebedarf	2.397 MWh/a	
Sanierungspotenzial	-48%	
Wärmebedarfsdichte	103 MWh/(ha·a)	

Versorgungsinfrastruktur	
Wärmenetz	nicht vorhanden
Erdgasnetz	nicht vorhanden
Flüssiggasnetz	nicht vorhanden

Potenziale	
Biogasanlagen (2 km)	1.116 kW(th)
Windkraftanlagen (5 km)	11.500 kW(el)
Windvorranggebiete (5 km)	
PV-Anlagen >100 kW (5 km)	16.919 kW(el)
geplante PV-Flächen (5 km)	104,9 ha

Ausweisung Versorgungsart	
Versorgungsart	Gebiet zur individuellen Versorgung
Umsetzungswahrscheinlichkeit	sehr wahrscheinlich

Tabelle 25: Struktur- und Potentialdaten für Neu Stieten

7 Bedarfsprognose und Zielbild 2045: Der Pfad zur Treibhausgasneutralität

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

7.1 Ausgangssituation (Status quo)

Die fundierte Planung erfordert zunächst die Betrachtung der aktuellen Versorgungsstruktur. Der Wärme-markt in der dörflichen Struktur von Groß Stieten ist historisch bedingt stark fossil geprägt. Die Gebäude-beheizung und Trinkwassererwärmung erfolgen gegenwärtig überwiegend durch Erdgas- und Flüssiggas-thermen sowie anteilig durch Ölheizkessel. Wärmepumpen und moderne Biomasseanlagen machen aktuell nur einen geringen Bruchteil der installierten Erzeugerleistung aus. Aus dieser Struktur resultieren signifikante Treibhausgasemissionen (THG) sowie eine hohe Abhängigkeit von importierten, fossilen Energieträgern.

7.2 Bedarfsprognose und demografische Entwicklung

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

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

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

7.3 Zielbild 2045: Die klimaneutrale Gemeinde Groß Stieten

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

- **Das individuelle Versorgungsgebiet:** Hier wird eine Aufteilung der Erzeugerstruktur von etwa 80 % zu 20 % angestrebt.
 - **ca. 80 % Wärmepumpen:** Die Elektrifizierung der Wärme bildet das Rückgrat der dörflichen Versorgung. Um die Betriebskosten zu minimieren, wird der Einsatz der Wärmepumpen flächendeckend mit der Installation von Photovoltaikanlagen (PV) zur Sektorenkopplung (Eigenstromnutzung) kombiniert.
 - **ca. 20 % Biomasse:** Für schwer sanierbare Bestandsgebäude oder den Denkmalschutz werden moderne Holzvergaser- oder Pelletkessel eingesetzt. Zur Optimierung der Anlageneffizienz in den Sommermonaten wird diese Technologie präferiert mit Solarthermieranlagen auf den Dachflächen kombiniert.
- **Das Wärmenetzgebiet:** Dieses räumlich begrenzte Gebiet wird 2045 vollständig über zentrale, erneuerbare Erzeuger (z.B. Großwärmepumpe und Biomasse-Spitzenlast) versorgt. Im Zielbild wird davon ausgegangen, dass signifikante Anteile des Strombedarfs für Großwärmepumpen aus den regionalen Energiequellen Wind und Solar gedeckt werden.
- **Das Prüfgebiet:** Die finale Technologieauswahl in diesem Gebiet (Netzanschluss oder individuelle Lösung) richtet sich nach den Ergebnissen der noch ausstehenden Machbarkeitsprüfung, wird 2045 jedoch ebenfalls den Kriterien der 100-prozentigen Treibhausgasneutralität entsprechen.

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 Lübow ein transformativer Pfad entwickelt. Die Herleitung der Erzeugerstruktur basiert auf einer differenzierten Betrachtung des Gemeindegebiets: Für die Zone SK24.19_02_03 Groß Stieten - MFH, steht die Entwicklung eines Wärmenetzes im Fokus (netzgebundene Versorgung). Für die übrigen, ländlich geprägten Gemeindeteile wurde eine dezentrale Strategie hergeleitet.

Differenzierte Gebietsausweisung und Ausschluss gasförmiger Einzelversorgungsoptionen

- **Netzgebundenes Versorgungsgebiet (Ortslage Groß Stieten):** In der Ortslage Groß Stieten (Zone SK24.19_02_03 Groß Stieten - MFH) ist auf Grund der vorliegenden Wärmelinienichte und konzentrierten Bedarfe der Betrieb eines Wärmenetzes grundsätzlich sinnvoll. Die in diesem Bereich ausgewiesenen Zonen werden daher als Fokusgebiete für eine netzgebundene Versorgung ausgewiesen.
- **Dezentrales Versorgungsgebiet (Übriges Gemeindegebiet):** In weiten Teilen des übrigen Gemeindegebietes dominieren geringe Wärmelinienichten, die typisch für ländlich geprägte Gebiete und aufgelockerte Einfamilienhaus-Siedlungen sind. Die Errichtung neuer Wärmenetze ist hier oft 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 19 %, im öffentlichen Bereich um 9,2 % und im Gewerbesektor um 6,1 % gesenkt werden. Diese Absenkung des Grundbedarfs ermöglicht erst die Reduzierung der Vorlauftemperaturen, wodurch Bestandsgebäude „Heat-Pump-Ready“ werden und Wärmepumpen hochgradig wirtschaftlich arbeiten können.
- **Lokale Umweltwärmepotenziale:** Das maritime Klima der Ostseeküste mit moderaten Wintern begünstigt den effizienten Betrieb von Luft-Wasser-Wärmepumpen (Aerothermie). Zudem bietet die oberflächennahe Geothermie (Erdsonden und Kollektorfelder) im Gemeindegebiet ein enormes, theoretisches Wärmepotenzial von über 35.383,4 MWh/a, welches den künftigen Gesamtwärmebedarf der Gemeinde bei Weitem übersteigt.
- **Sektorenkopplung:** Auf den Dächern der Gemeinde Groß Stieten liegt ein unerschlossenes Photovoltaik-Potenzial von über 8.052 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 275,6 MWh/a (primär Waldrestholz) vorhanden, die Verfügbarkeit von kommerziellen Pellets ist jedoch eng an volatile, internationale Energiemärkte gekoppelt. Biomasse ist in der Wärmeplanung daher als wertvolle, aber in ihrer Masse begrenzte Ressource zu betrachten.

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

Die in den Zielszenarien abgebildeten Zwischenschritte stellen ein lineares Basis-Szenario für den Austausch von Anlagentechnik, den Umbau des Wärmenetzes und die fortschreitende Gebäudesanierung dar. Diese zeitliche Modellierung orientiert sich an exogenen, regulatorischen Rahmenbedingungen:

- **Ordnungsrecht (GEG):** Spätestens ab dem 1. Juli 2028 (Ende der Übergangsfrist für Gemeinden unter 100.000 Einwohner) greift beim Heizungstausch die gesetzliche Pflicht zur Nutzung von mindestens 65 % erneuerbaren Energien flächendeckend. Ab diesem Zeitpunkt wird der Zubau rein fossiler Systeme faktisch gestoppt.
- **Wirtschaftliche Lenkung:** Die Einführung der europäischen CO₂-Bepreisung ab 2027 wird fossile Energieträger (wie Flüssiggas, Heizöl und Erdgas, die aktuell noch über 94 % des Bedarfs decken) sukzessive verteuern. Dies erhöht sowohl den wirtschaftlichen Druck zum Wechsel auf dezentrale Systeme (Wärmepumpen/Biomasse) als auch den Anreiz zum Anschluss an ein klimaneutrales Gebäudenetz in der Ortslage Groß Stieten. Gleichzeitig stützen etablierte Förderkulissen wie die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) diesen kontinuierlichen Transformationspfad.

Ausschluss zentraler und gasförmiger Versorgungsoptionen

Die Grundlage für die dezentrale Strategie bildet die räumliche Wärmebedarfsdichte. In weiten Teilen der Gemeinde dominieren geringe Wärmeliniendichten, die typisch für ländlich geprägte Gebiete und

aufgelockerte Einfamilienhaus-Siedlungen sind. Die Errichtung von Wärmenetzen ist hier unrentabel, weshalb die ländlich strukturierten Areale als Gebiet zur individuellen, dezentralen Versorgung ausgewiesen wurde. Gleichzeitig scheiden gasförmige Alternativen wie Biomethan für die Gebäudeversorgung aus, da am Markt perspektivisch kaum entsprechende Mengen zu den wirtschaftlichen Konditionen zur Verfügung stehen. Die Nutzung von Wasserstoff im dezentralen Wärmemarkt ist aufgrund hoher Umwandlungsverluste und fehlender Wirtschaftlichkeit als höchst unwahrscheinlich eingestuft wird.

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

7.5.1 Gemeinde Groß Stieten

Eine aggregierte Betrachtung des gesamten Gebiets zeigt einen marginalen Rückgang des Gesamtwärmebedarfs von 8.609,4 MWh/a im Jahr 2026 auf 8.513,1 MWh/a in 2045. Dies entspricht einer Reduktion um 1,1 %, wobei ein zusätzlicher Wärmebedarf durch Zubau in Höhe von 1.156,1 MWh/a ab 2035 den Einsparungen im Bestand entgegenwirkt. Zu Beginn des Betrachtungszeitraums dominieren fossile Energieträger, insbesondere Erdgas mit 4.540,9 MWh/a (52,7 %) und Flüssiggas mit 2.747,6 MWh/a (31,9 %). Bis zum Zieljahr 2045 erfolgt eine vollständige Substitution dieser fossilen Quellen. Stattdessen wird die Versorgung größtenteils durch Wärmepumpenstrom (5.815,1 MWh/a, 68,3 %) sowie Fernwärme (1.327,2 MWh/a, 15,6 %) und feste Biomasse (1.302,3 MWh/a, 15,3 %) sichergestellt.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf									
	[MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	8.609,4		8.307,4	-3,5%	7.977,5	-7,3%	7.691,7	-10,7%	7.357,0	-14,5%
Wärmebedarf (Zubau)			513,8	+6,0%	1.156,1	+13,4%	1.156,1	+13,4%	1.156,1	+13,4%
Summe Wärmebedarf	8.609,4		8.821,2	+2,5%	9.133,5	+6,1%	8.847,7	+2,8%	8.513,1	-1,1%
davon aus Erdgas	4.540,9	52,7%	2.540,5	28,8%	1.587,9	17,4%	747,8	8,5%	0,0	
davon aus Flüssiggas	2.747,6	31,9%	2.560,1	29,0%	1.676,6	18,4%	812,2	9,2%	0,0	
davon aus Heizöl	466,4	5,4%	205,3	2,3%	138,6	1,5%	69,1	0,8%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	355,4	4,1%	409,4	4,6%	788,4	8,6%	1.083,5	12,2%	1.302,3	15,3%
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		1.146,6	13,0%	1.365,4	14,9%	1.413,4	16,0%	1.327,2	15,6%
davon aus Strom konv	371,7	4,3%	146,4	1,7%	99,6	1,1%	51,1	0,6%	0,0	
davon aus Strom WP	34,8	0,4%	1.778,5	20,2%	3.418,6	37,4%	4.599,9	52,0%	5.815,1	68,3%
davon aus Solarthermie	92,5	1,1%	34,6	0,4%	58,5	0,6%	70,8	0,8%	68,5	0,8%

Tabelle 26: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Gemeinde Groß Stieten

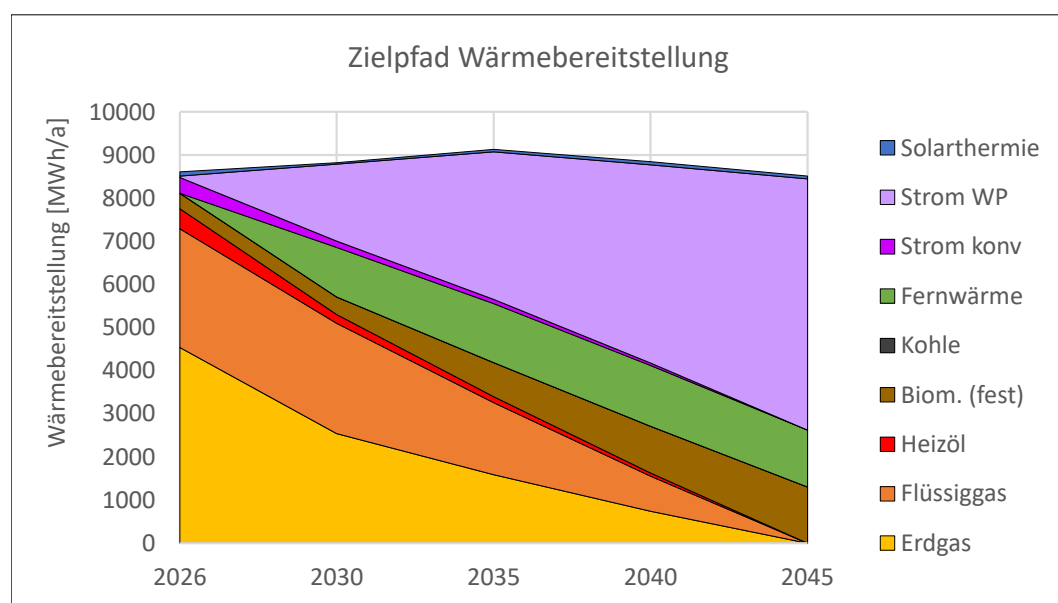


Abbildung 33: Zielfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Gemeinde Groß Stieten

Eine Betrachtung der Gesamtemissionen des betrachteten Gebiets verdeutlicht eine kontinuierliche Reduktion von anfänglich 2.382,3 t/a im Jahr 2026 auf den Zielwert von 0,0 t/a bis 2045. Im Basisjahr stellen Erdgas mit 1.145,5 t/a (48,1 %) und Flüssiggas mit 1.012,0 t/a (42,5 %) die dominierenden Verursacher dar. Der geplante Transformationspfad bewirkt bereits bis 2030 eine Minderung auf 1.481,6 t/a (-37,8 %), wobei Fernwärme mit 88,1 t/a erstmalig als Emissionsquelle auftritt. Fossile Energieträger werden sukzessive zurückgedrängt, wodurch bis 2040 ein Emissionsniveau von 350,7 t/a (-85,3 %) erreicht wird, bevor im Jahr 2045 eine vollständige Klimaneutralität vorliegt.

	2026		2030		2035		2040		2045
	Treibhausgasemissionen								
	[t/a]								
Summe Treibhausgasemissionen	2.382,3		1.481,6	-37,8%	884,1	-62,9%	350,7	-85,3%	0,0
davon aus Erdgas	1.145,5	48,1%	670,0	45,2%	418,8	47,4%	197,2	56,2%	0,0
davon aus Flüssiggas	1.012,0	42,5%	569,7	38,5%	248,7	28,1%	60,2	17,2%	0,0
davon aus Heizöl	95,1	4,0%	70,7	4,8%	47,7	5,4%	23,8	6,8%	0,0
davon aus Biom. (fest)	6,3	0,3%	10,2	0,7%	19,7	2,2%	0,0		0,0
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
davon aus Fernwärme	0,0		88,1	5,9%	89,6	10,1%	49,0	14,0%	0,0
davon aus Strom konv	117,8	4,9%	16,9	1,1%	5,8	0,7%	0,8	0,2%	0,0
davon aus Strom WP	5,6	0,2%	55,9	3,8%	53,7	6,1%	19,7	5,6%	0,0
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0

Tabelle 27: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Gemeinde Groß Stieten

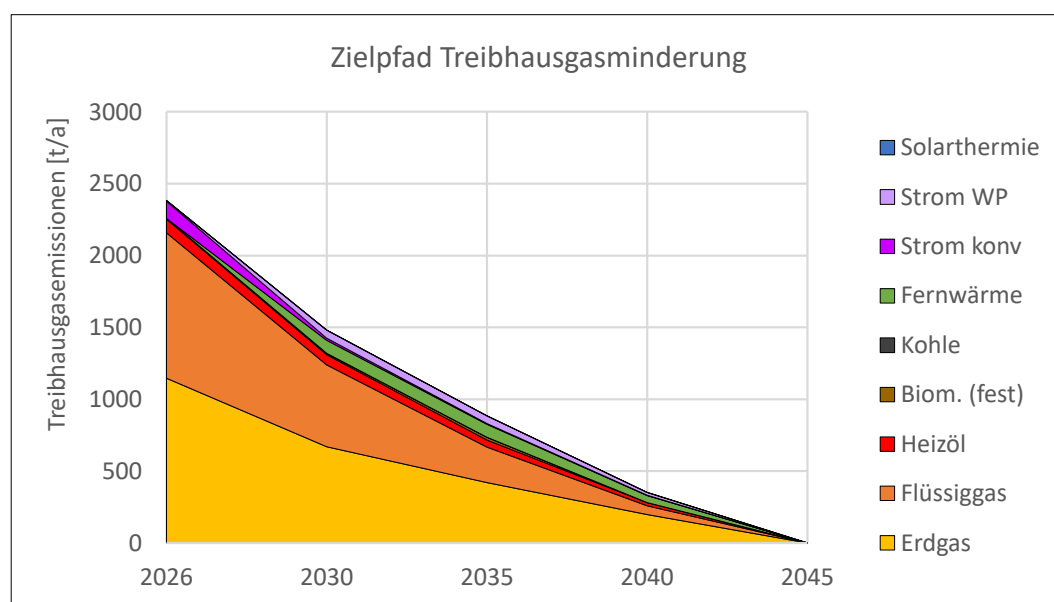


Abbildung 34: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Gemeinde Groß Stieten

7.5.2 SK24.19_02_01 Groß Stieten - Süd

Für diesen Teilbereich lässt sich eine leichte Abnahme des Gesamtwärmebedarfs von 2.361,9 MWh/a im Ausgangsjahr auf 2.303,6 MWh/a im Jahr 2045 quantifizieren, was einem Minus von 2,5 % gleichkommt. Ein moderater Neubaubedarf von 255,4 MWh/a kompensiert hierbei teilweise die energetischen Einsparungen der Bestandsgebäude. Die anfängliche Versorgungsstruktur wird maßgeblich durch Erdgas (1.258,8 MWh/a, 53,3 %) und Flüssiggas (889,9 MWh/a, 37,7 %) geprägt. Im Zuge der Transformation entfallen fossile Energieträger bis 2045 restlos. Die Deckung des Bedarfs wird im Zieljahr stattdessen von stromgeführten Wärmepumpen (1.842,9 MWh/a, 80,0 %) dominiert, flankiert durch feste Biomasse (437,7 MWh/a, 19,0 %) und einen geringen Anteil Solarthermie (23,0 MWh/a, 1,0 %).

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	2.361,9		2.294,7	-2,8%	2.205,0	-6,6%	2.115,4	-10,4%	2.048,2	-13,3%
Wärmebedarf (Zubau)			113,5	+4,8%	255,4	+10,8%	255,4	+10,8%	255,4	+10,8%
Summe Wärmebedarf	2.361,9		2.408,1	+2,0%	2.460,4	+4,2%	2.370,8	+0,4%	2.303,6	-2,5%
davon aus Erdgas	1.258,8	53,3%	984,7	40,9%	664,4	27,0%	312,3	13,2%	0,0	
davon aus Flüssiggas	889,9	37,7%	696,1	28,9%	469,7	19,1%	220,8	9,3%	0,0	
davon aus Heizöl	71,0	3,0%	55,5	2,3%	37,5	1,5%	17,6	0,7%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	68,4	2,9%	120,4	5,0%	246,0	10,0%	355,6	15,0%	437,7	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	73,8	3,1%	57,7	2,4%	38,9	1,6%	18,3	0,8%	0,0	
davon aus Strom WP	0,0		481,6	20,0%	984,2	40,0%	1.422,5	60,0%	1.842,9	80,0%
davon aus Solarthermie	0,0		12,0	0,5%	19,7	0,8%	23,7	1,0%	23,0	1,0%

Tabelle 28: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - Süd

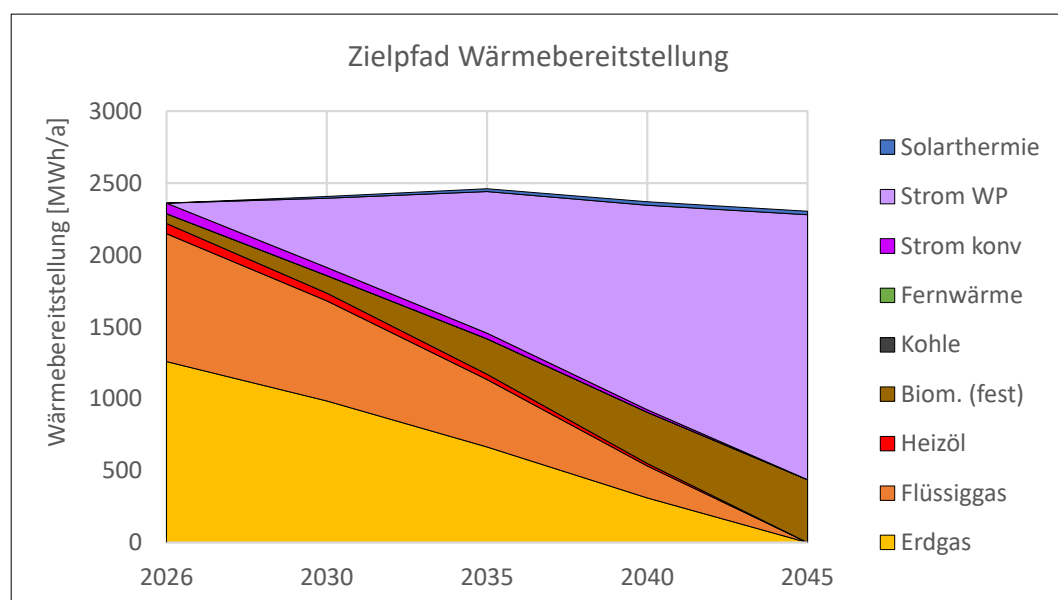


Abbildung 35: Zielfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - Süd

Der Dekarbonisierungsverlauf in diesem Teilbereich zeichnet sich durch eine Absenkung der Treibhausgasemissionen von 665,7 t/a auf null im Jahr 2045 aus. Zu Beginn des Betrachtungszeitraums werden die Werte maßgeblich durch Erdgas (332,0 t/a bzw. 49,9 %) und Flüssiggas (264,0 t/a bzw. 39,7 %) determiniert. Im Rahmen der Transformation sinken die Gesamtemissionen bis 2030 auf 458,6 t/a ab, was einer Minderung von 31,1 % entspricht, während Wärmepumpenstrom mit 15,1 t/a in die Bilanz eingeht. Durch die fortschreitende Defossilisierung verringert sich der Ausstoß bis 2040 auf 111,2 t/a, bevor schlussendlich die vollständige Emissionsfreiheit realisiert wird.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Treibhausgasemissionen									
	[t/a]									
Summe Treibhausgasemissionen	665,7		458,6	-31,1%	281,7	-57,7%	111,2	-83,3%	0,0	-100,0%
davon aus Erdgas	332,0	49,9%	259,7	56,6%	175,2	62,2%	82,4	74,1%	0,0	
davon aus Flüssiggas	264,0	39,7%	154,9	33,8%	69,7	24,7%	16,4	14,7%	0,0	
davon aus Heizöl	24,5	3,7%	19,1	4,2%	12,9	4,6%	6,1	5,5%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	1,7	0,3%	3,0	0,7%	6,2	2,2%	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	43,5	6,5%	6,7	1,5%	2,3	0,8%	0,3	0,3%	0,0	
davon aus Strom WP	0,0		15,1	3,3%	15,5	5,5%	6,1	5,5%	0,0	
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 29: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Groß Stieten - Süd

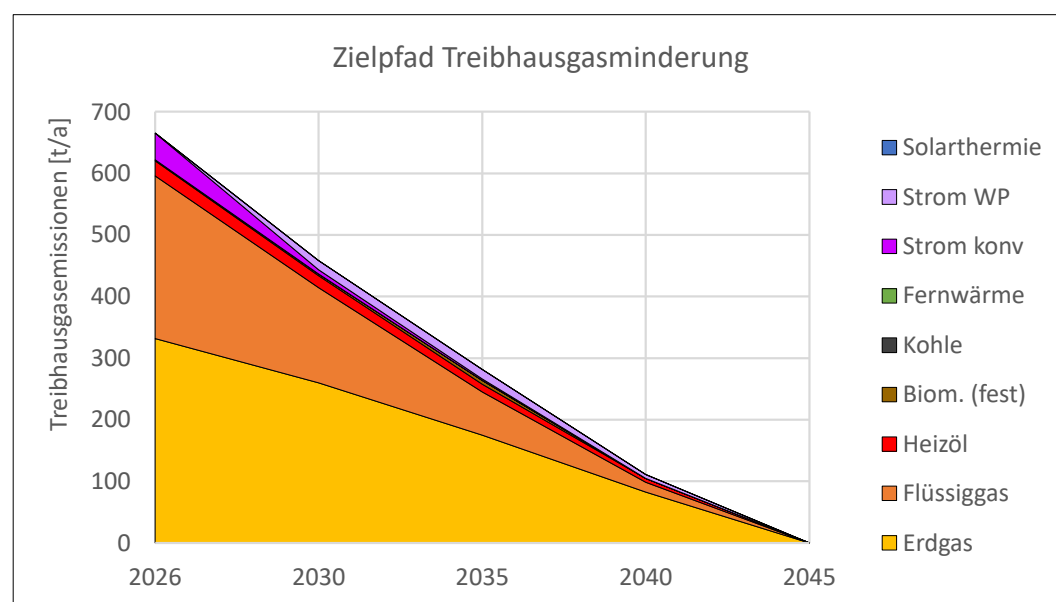


Abbildung 36: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - Süd

7.5.3 SK24.19_02_04 Groß Stieten - Alte Dorfstr.

In der vorliegenden Zone reduziert sich der Wärmebedarf deutlich von initial 1.017,3 MWh/a auf 886,9 MWh/a im Jahr 2045, was einer Einsparung von 12,8 % entspricht. Da kein baulicher Zubau prognostiziert wird (0,0 MWh/a), resultiert dieser Rückgang rein aus Bestandssanierungen. Das Jahr 2026 ist durch eine extreme Abhängigkeit von Erdgas charakterisiert, welches mit 916,3 MWh/a ganze 90,1 % des Bedarfs stellt. Bis 2045 findet ein vollständiger Technologiewechsel statt, durch den Wärmepumpen (709,5 MWh/a) einen Versorgungsanteil von 80,0 % erreichen. Die verbleibende Restlast wird dann primär durch feste Biomasse mit 168,5 MWh/a (19,0 %) sowie durch Anlagen zur Solarthermie (8,9 MWh/a, 1,0 %) abgedeckt.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	1.017,3		995,6	-2,1%	952,1	-6,4%	919,5	-9,6%	886,9	-12,8%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	1.017,3		995,6	-2,1%	952,1	-6,4%	919,5	-9,6%	886,9	-12,8%
davon aus Erdgas	916,3	90,1%	698,2	70,1%	441,0	46,3%	207,7	22,6%	0,0	
davon aus Flüssiggas	43,4	4,3%	33,1	3,3%	20,9	2,2%	9,8	1,1%	0,0	
davon aus Heizöl	6,7	0,7%	5,1	0,5%	3,2	0,3%	1,5	0,2%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	43,9	4,3%	49,8	5,0%	95,2	10,0%	137,9	15,0%	168,5	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	7,0	0,7%	5,3	0,5%	3,4	0,4%	1,6	0,2%	0,0	
davon aus Strom WP	0,0		199,1	20,0%	380,8	40,0%	551,7	60,0%	709,5	80,0%
davon aus Solarthermie	0,0		5,0	0,5%	7,6	0,8%	9,2	1,0%	8,9	1,0%

Tabelle 30: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - Alte Dorfstr.

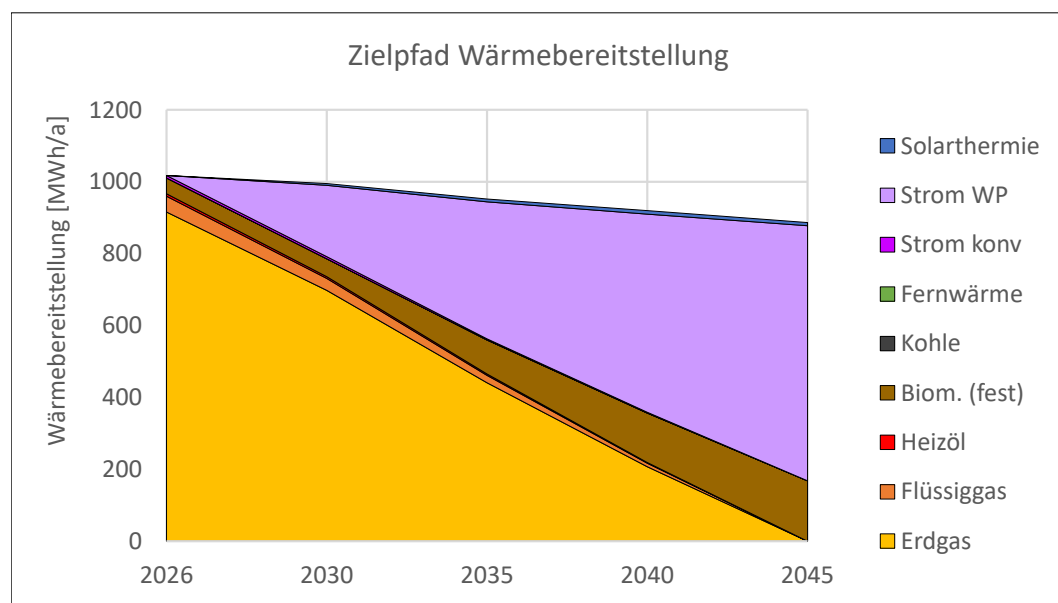


Abbildung 37: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - Alte Dorfstr.

Für die vorliegende Zone lässt sich ein Rückgang der jährlichen Emissionslast von 262,1 t/a im Jahr 2026 auf den Zielwert der Klimaneutralität im Jahr 2045 konstatieren. Die Ausgangslage ist extrem stark durch Erdgas geprägt, welches mit 241,7 t/a einen Anteil von 92,2 % verantwortet. Bis zum Jahr 2030 ist eine Reduktion auf 201,4 t/a (-23,2 %) zu verzeichnen, einhergehend mit einem initialen Emissionsanteil des Wärmepumpenstroms in Höhe von 6,3 t/a. Die konsequente Umstrukturierung der Wärmeversorgung führt zu einem Restausstoß von 58,4 t/a im Jahr 2040 (-77,7 %), bis schließlich 2045 keine Emissionen mehr anfallen.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Treibhausgasemissionen									
	[t/a]									
Summe Treibhausgasemissionen	262,1		201,4	-23,2%	129,1	-50,7%	58,4	-77,7%	0,0	-100,0%
davon aus Erdgas	241,7	92,2%	184,1	91,4%	116,3	90,1%	54,8	93,8%	0,0	
davon aus Flüssiggas	12,9	4,9%	7,4	3,7%	3,1	2,4%	0,7	1,2%	0,0	
davon aus Heizöl	2,3	0,9%	1,8	0,9%	1,1	0,9%	0,5	0,9%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	1,1	0,4%	1,2	0,6%	2,4	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	4,1	1,6%	0,6	0,3%	0,2	0,2%	0,0	0,0%	0,0	
davon aus Strom WP	0,0		6,3	3,1%	6,0	4,6%	2,4	4,0%	0,0	
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 31: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Groß Stieten - Alte Dorfstr.

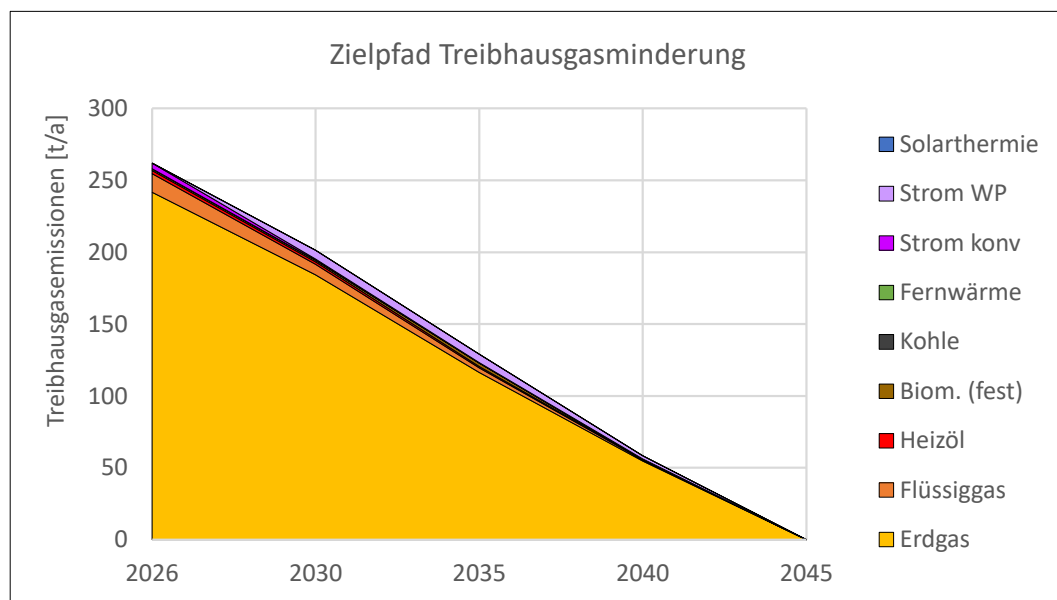


Abbildung 38: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - Alte Dorfstr.

7.5.4 SK24.19_02_03 Groß Stieten - MFH

Gemäß der Berechnung verzeichnet das Gebiet einen signifikanten Bedarfsrückgang von 1.950,9 MWh/a im Jahr 2026 auf 1.659,0 MWh/a zum Ende des Planungszeitraums, was einer prozentualen Abnahme von 15,0 % entspricht. Ein marginaler Zubau von 31,2 MWh/a fällt dabei kaum ins Gewicht. Die anfängliche Wärmeversorgung stützt sich fast ausschließlich auf Erdgas, das mit 1.745,5 MWh/a einen Anteil von 89,5 % ausmacht. Eine grundlegende Umstrukturierung führt bis 2045 zu einer gänzlich veränderten Versorgungslage, in der Fernwärme mit 1.327,2 MWh/a (80,0 %) die dominierende Rolle einnimmt. Den verbleibenden Bedarf von 331,8 MWh/a (20,0 %) übernehmen strombetriebene Wärmepumpen, während alle anderen Energieträger vollständig substituiert werden.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf									
	[MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	1.950,9		1.897,1	-2,8%	1.789,3	-8,3%	1.735,5	-11,0%	1.627,7	-16,6%
Wärmebedarf (Zubau)			13,9	+0,7%	31,2	+1,6%	31,2	+1,6%	31,2	+1,6%
Summe Wärmebedarf	1.950,9		1.911,0	-2,0%	1.820,6	-6,7%	1.766,7	-9,4%	1.659,0	-15,0%
davon aus Erdgas	1.745,5	89,5%	512,9	26,8%	211,8	11,6%	47,4	2,7%	0,0	
davon aus Flüssiggas	137,2	7,0%	40,3	2,1%	16,6	0,9%	3,7	0,2%	0,0	
davon aus Heizöl	21,2	1,1%	6,2	0,3%	2,6	0,1%	0,6	0,0%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	24,9	1,3%	7,3	0,4%	3,0	0,2%	0,7	0,0%	0,0	
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		1.146,6	60,0%	1.365,4	75,0%	1.413,4	80,0%	1.327,2	80,0%
davon aus Strom konv	22,0	1,1%	6,5	0,3%	2,7	0,1%	0,6	0,0%	0,0	
davon aus Strom WP	0,0		191,1	10,0%	218,5	12,0%	300,3	17,0%	331,8	20,0%
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 32: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - MFH

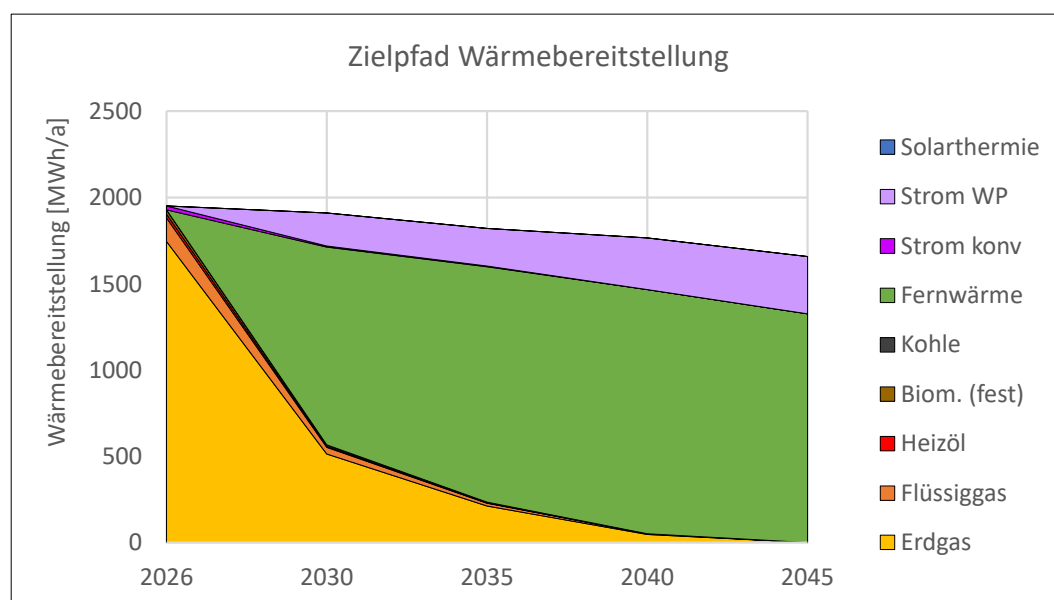


Abbildung 39: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - MFH

Aus der Datenlage dieses Bereichs geht eine Halbierung der Emissionen bereits in der ersten Planungsphase hervor, wobei der Ausgangswert von 522,0 t/a im Jahr 2026 auf 241,4 t/a bis 2030 sinkt (-53,7 %). Initiale Hauptquelle ist das Erdgas mit 460,4 t/a, was einem Anteil von 88,2 % entspricht. Maßgeblicher Treiber der frühen Emissionssenkung ist die Integration von Fernwärme, welche 2030 bereits 88,1 t/a an Emissionen verursacht. Bis 2040 minimiert sich der gesamte Treibhausgasausstoß auf 63,3 t/a, bevor die Transformation im Jahr 2045 abgeschlossen ist.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Treibhausgasemissionen									
	[t/a]									
Summe Treibhausgasemissionen	522,0		241,4	-53,7%	152,5	-70,8%	63,3	-87,9%	0,0	-100,0%
davon aus Erdgas	460,4	88,2%	135,3	56,0%	55,8	36,6%	12,5	19,8%	0,0	
davon aus Flüssiggas	40,7	7,8%	9,0	3,7%	2,5	1,6%	0,3	0,4%	0,0	
davon aus Heizöl	7,3	1,4%	2,1	0,9%	0,9	0,6%	0,2	0,3%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	0,6	0,1%	0,2	0,1%	0,1	0,0%	0,0		0,0	
davon aus Kohle	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Fernwärme	0,0		88,1	36,5%	89,6	58,8%	49,0	77,4%	0,0	
davon aus Strom konv	13,0	2,5%	0,7	0,3%	0,2	0,1%	0,0	0,0%	0,0	
davon aus Strom WP	0,0		6,0	2,5%	3,4	2,3%	1,3	2,0%	0,0	
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 33: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Groß Stieten - MFH

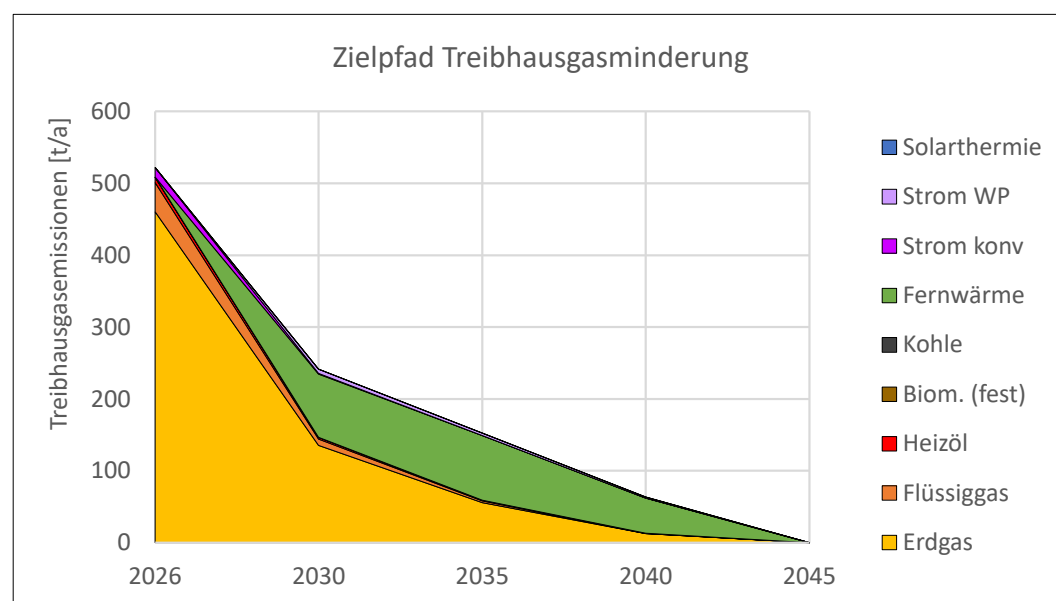


Abbildung 40: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - MFH

7.5.5 SK24.19_02_05 Groß Stieten - EFH Mitte

Aus den Daten dieses Bereichs geht eine Reduktion des Gesamtwärmebedarfs von 175,8 MWh/a auf 165,4 MWh/a im Zieljahr 2045 hervor (-5,9 %). Der Wärmebedarf durch Zubau ist mit 10,4 MWh/a relativ gering. Die energetische Ausgangslage in 2026 stellt sich heterogen dar: Neben Erdgas (58,2 MWh/a, 33,1 %) und Flüssiggas (49,1 MWh/a, 27,9 %) kommen bereits stromgeführte Wärmepumpen mit 34,8 MWh/a (19,8 %) zum Einsatz. Im Verlauf der Transformation setzen sich die Wärmepumpen als Haupttechnologie durch und stellen 2045 mit 132,3 MWh/a (80,0 %) den Großteil der Versorgung. Ergänzt wird dieses System durch feste Biomasse (31,4 MWh/a, 19,0 %) sowie durch einen marginalen Beitrag aus Solarthermie (1,7 MWh/a, 1,0 %).

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf									
	[MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	175,8		165,4	-5,9%	165,4	-5,9%	154,9	-11,9%	154,9	-11,9%
Wärmebedarf (Zubau)			4,6	+2,6%	10,4	+5,9%	10,4	+5,9%	10,4	+5,9%
Summe Wärmebedarf	175,8		170,0	-3,3%	175,8	-0,0%	165,4	-5,9%	165,4	-5,9%
davon aus Erdgas	58,2	33,1%	53,7	31,6%	41,0	23,3%	18,8	11,4%	0,0	
davon aus Flüssiggas	49,1	27,9%	45,3	26,6%	34,6	19,7%	15,9	9,6%	0,0	
davon aus Heizöl	7,6	4,3%	7,0	4,1%	5,3	3,0%	2,5	1,5%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	13,9	7,9%	13,5	7,9%	17,6	10,0%	24,8	15,0%	31,4	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	7,9	4,5%	7,3	4,3%	5,5	3,2%	2,5	1,5%	0,0	
davon aus Strom WP	34,8	19,8%	42,5	25,0%	70,3	40,0%	99,2	60,0%	132,3	80,0%
davon aus Solarthermie	4,3	2,4%	0,9	0,5%	1,4	0,8%	1,7	1,0%	1,7	1,0%

Tabelle 34: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - EFH Mitte

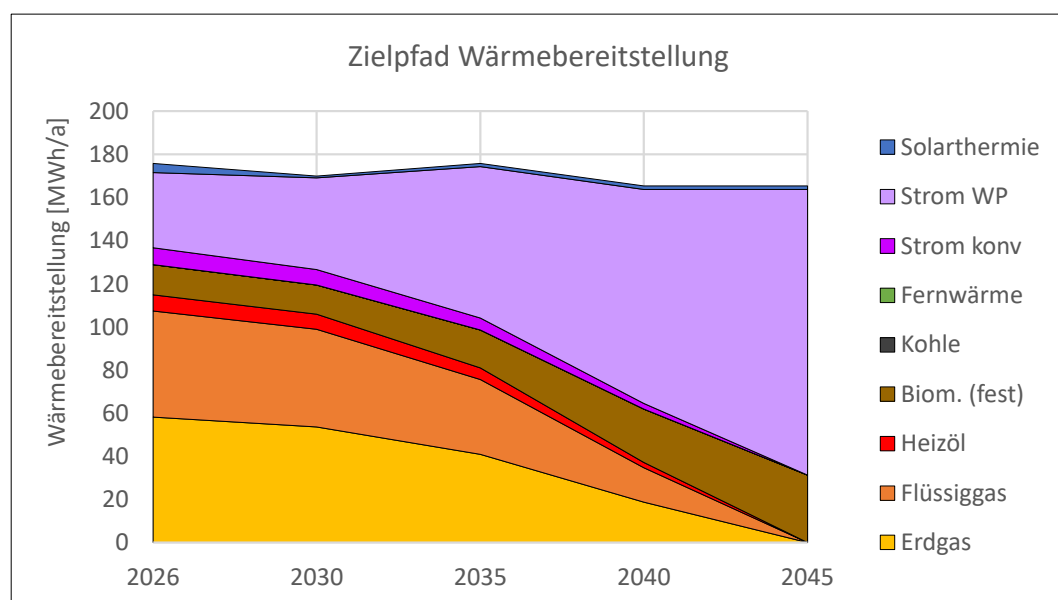


Abbildung 41: Zielfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - EFH Mitte

Signifikant in der Entwicklung dieses Quartiers ist das verhältnismäßig geringe absolute Emissionsniveau, welches von 43,1 t/a im Basisjahr 2026 auf 0,0 t/a im Jahr 2045 sinkt. Zu Beginn ist das Portfolio heterogen aufgebaut, mit Erdgas (15,4 t/a, 35,6 %) und Flüssiggas (14,6 t/a, 33,8 %) als stärksten Faktoren, gefolgt von Wärmepumpenstrom (5,6 t/a, 12,9 %) und konventionellem Strom (4,6 t/a, 10,8 %). Eine stetige Minderung führt bis 2030 zu einem Rückgang auf 29,2 t/a (-32,4 %). Im weiteren Verlauf verringern sich die Werte über 7,4 t/a im Jahr 2040 bis hin zur vollständigen Klimaneutralität am Ende der Planungsperiode.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Treibhausgasemissionen									
	[t/a]									
Summe Treibhausgasemissionen	43,1		29,2	-32,4%	19,7	-54,4%	7,4	-82,7%	0,0	-100,0%
davon aus Erdgas	15,4	35,6%	14,2	48,6%	10,8	55,0%	5,0	66,6%	0,0	
davon aus Flüssiggas	14,6	33,8%	10,1	34,6%	5,1	26,1%	1,2	15,8%	0,0	
davon aus Heizöl	2,6	6,1%	2,4	8,3%	1,8	9,4%	0,8	11,3%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	0,3	0,8%	0,3	1,2%	0,4	2,2%	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	4,6	10,8%	0,8	2,9%	0,3	1,6%	0,0	0,5%	0,0	
davon aus Strom WP	5,6	12,9%	1,3	4,6%	1,1	5,6%	0,4	5,7%	0,0	
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 35: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Groß Stieten - EFH Mitte

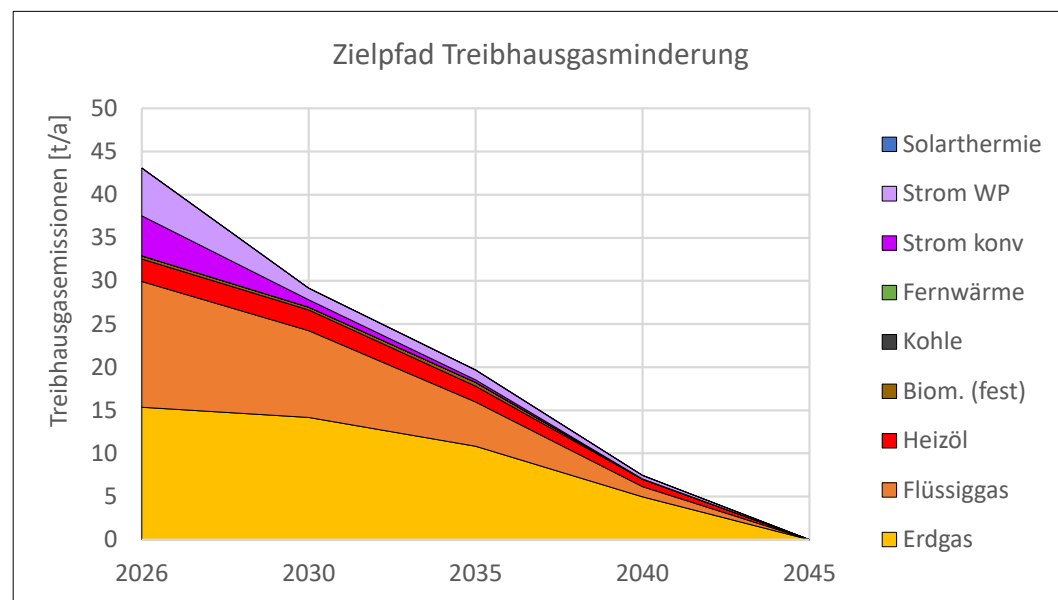


Abbildung 42: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - EFH Mitte

7.5.6 SK24.19_02_06 Groß Stieten - EFH Nord

Aus den Daten dieses Bereichs geht eine Reduktion des Gesamtwärmebedarfs von 432,2 MWh/a (2026) kontinuierlich auf 381,4 MWh/a im Jahr 2045 hervor, was einer Minderung um 11,8 % entspricht. Ein Ausbau durch Neubauten findet laut der Prognose nicht statt (0,0 MWh/a). Die initiale Struktur basiert zu mehr als der Hälfte auf Erdgas (231,8 MWh/a, 53,6 %), gefolgt von Heizöl mit 92,1 MWh/a (21,3 %) und Flüssiggas (65,0 MWh/a, 15,0 %). Nach dem vollständigen Ausstieg aus den fossilen Brennstoffen bis zum Ende der Betrachtung wird ein Anteil von 80,0 % (305,1 MWh/a) über Wärmepumpenstrom generiert. Feste Biomasse deckt mit 72,5 MWh/a (19,0 %) den Großteil der übrigen Versorgung ab.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	432,2		422,0	-2,4%	411,8	-4,7%	391,5	-9,4%	381,4	-11,8%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	432,2		422,0	-2,4%	411,8	-4,7%	391,5	-9,4%	381,4	-11,8%
davon aus Erdgas	231,8	53,6%	177,8	42,1%	117,6	28,6%	54,5	13,9%	0,0	
davon aus Flüssiggas	65,0	15,0%	49,9	11,8%	33,0	8,0%	15,3	3,9%	0,0	
davon aus Heizöl	92,1	21,3%	70,7	16,7%	46,7	11,3%	21,7	5,5%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	29,8	6,9%	29,1	6,9%	41,2	10,0%	58,7	15,0%	72,5	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	10,4	2,4%	8,0	1,9%	5,3	1,3%	2,5	0,6%	0,0	
davon aus Strom WP	0,0		84,4	20,0%	164,7	40,0%	234,9	60,0%	305,1	80,0%
davon aus Solarthermie	3,0	0,7%	2,1	0,5%	3,3	0,8%	3,9	1,0%	3,8	1,0%

Tabelle 36: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - EFH Nord

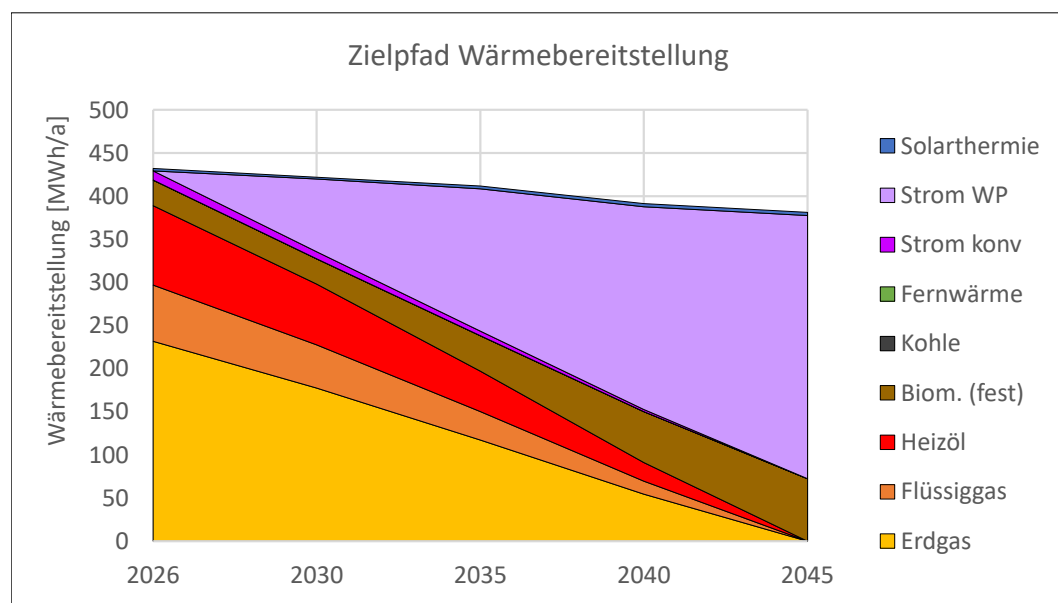


Abbildung 43: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - EFH Nord

Bei der Auswertung der vorliegenden Zone zeigt sich eine Reduktion der Treibhausgasemissionen ausgehend von 119,1 t/a im Jahr 2026 auf null im Jahr 2045. Die Ausgangssituation wird vorrangig durch Erdgas mit 61,1 t/a (51,4 %) und Heizöl mit 31,7 t/a (26,7 %) bestimmt. Entlang des Dekarbonisierungspfades verringert sich die Summe bis 2030 auf 86,7 t/a, während Strom für Wärmepumpen erstmals mit 2,7 t/a in Erscheinung tritt. Im Zuge der weiteren Substitution fossiler Energieträger fällt der Ausstoß bis 2040 auf 24,0 t/a ab, woraufhin fünf Jahre später die gänzliche Vermeidung von Emissionen erzielt wird.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Treibhausgasemissionen									
	[t/a]									
Summe Treibhausgasemissionen	119,1		86,7	-27,2%	55,9	-53,0%	24,0	-79,8%	0,0	-100,0%
davon aus Erdgas	61,1	51,4%	46,9	54,1%	31,0	55,5%	14,4	59,9%	0,0	
davon aus Flüssiggas	19,3	16,2%	11,1	12,8%	4,9	8,7%	1,1	4,7%	0,0	
davon aus Heizöl	31,7	26,7%	24,3	28,1%	16,1	28,8%	7,5	31,1%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	0,7	0,6%	0,7	0,8%	1,0	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	6,1	5,2%	0,9	1,1%	0,3	0,5%	0,0	0,2%	0,0	
davon aus Strom WP	0,0		2,7	3,1%	2,6	4,6%	1,0	4,2%	0,0	
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 37: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Groß Stieten - EFH Nord

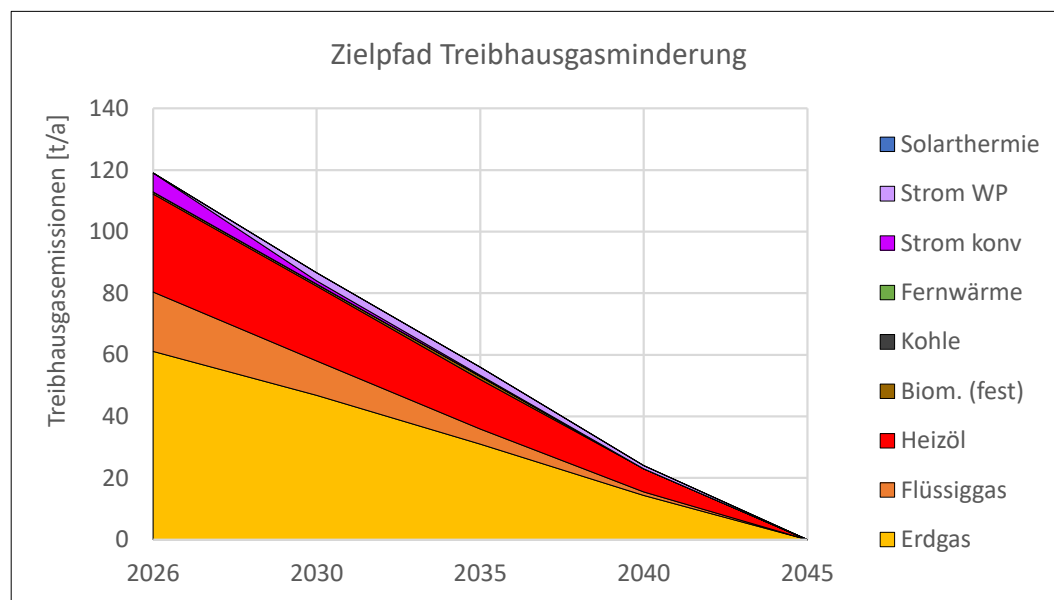


Abbildung 44: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - EFH Nord

7.5.7 SK24.19_02_02 Groß Stieten - EFH West

Auffällig in dieser Zone ist ein massiver Anstieg des Summenwärmebedarfs von 229,3 MWh/a im Jahr 2026 auf 1.018,4 MWh/a im Zieljahr, woraus sich ein Zuwachs von 344,1 % ergibt. Ursächlich hierfür ist ein erheblicher Zubau, dessen Bedarf ab 2035 konstant bei 848,6 MWh/a liegt. Im Startjahr dominieren noch Erdgas (119,2 MWh/a, 52,0 %) und Flüssiggas (62,7 MWh/a, 27,3 %) das Portfolio. Das zukünftige Versorgungskonzept für den stark wachsenden Bereich basiert hingegen zu 80,0 % auf strombetriebenen Wärmepumpen, die im Jahr 2045 insgesamt 814,7 MWh/a bereitstellen. Flankierend kommen feste Biomasse (193,5 MWh/a, 19,0 %) und ein geringer Anteil Solarthermie (10,2 MWh/a, 1,0 %) zum Tragen.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf									
	[MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	229,3		169,7	-26,0%	169,7	-26,0%	169,7	-26,0%	169,7	-26,0%
Wärmebedarf (Zubau)			377,2	+164,5%	848,6	+370,1%	848,6	+370,1%	848,6	+370,1%
Summe Wärmebedarf	229,3		546,9	+138,5%	1.018,4	+344,1%	1.018,4	+344,1%	1.018,4	+344,1%
davon aus Erdgas	119,2	52,0%	101,9	18,6%	103,6	10,2%	102,4	10,1%	0,0	
davon aus Flüssiggas	62,7	27,3%	53,5	9,8%	54,4	5,3%	53,8	5,3%	0,0	
davon aus Heizöl	9,7	4,2%	8,3	1,5%	8,4	0,8%	8,3	0,8%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	23,8	10,4%	65,6	12,0%	152,8	15,0%	173,1	17,0%	193,5	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	10,1	4,4%	8,6	1,6%	8,7	0,9%	8,6	0,8%	0,0	
davon aus Strom WP	0,0		306,3	56,0%	682,3	67,0%	661,9	65,0%	814,7	80,0%
davon aus Solarthermie	3,8	1,7%	2,7	0,5%	8,1	0,8%	10,2	1,0%	10,2	1,0%

Tabelle 38: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - EFH West

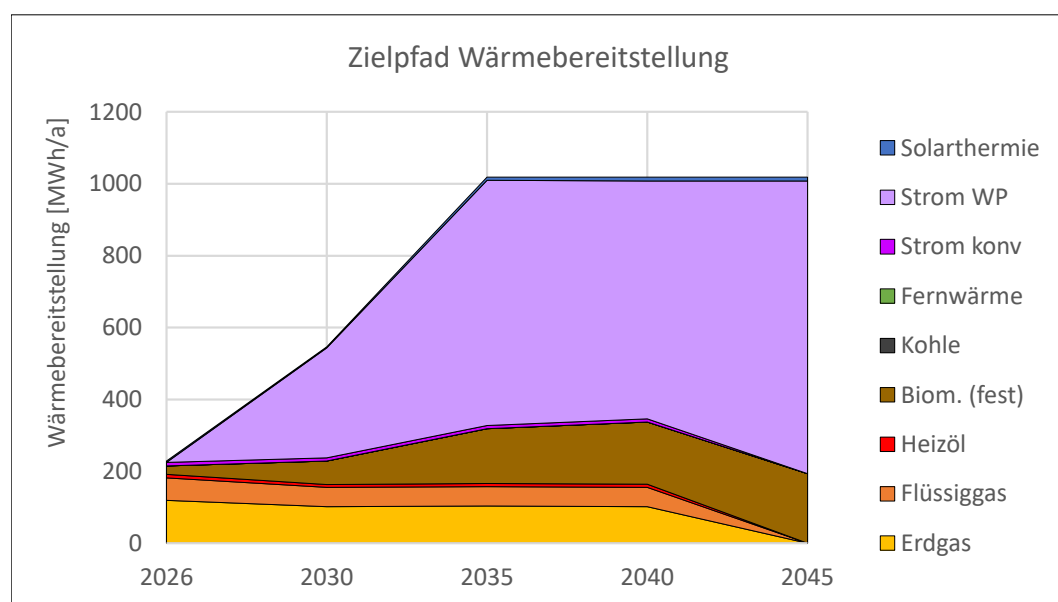


Abbildung 45: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - EFH West

Das Emissionsprofil dieses Gebiets offenbart einen vergleichsweise moderaten Rückgang in den ersten Jahren, wobei der Basiswert von 59,9 t/a bis 2030 lediglich auf 53,9 t/a (-10,0 %) abfällt. Im Jahr 2026 wird die Bilanz primär durch Erdgas mit 31,4 t/a (52,5 %) sowie Flüssiggas mit 18,6 t/a (31,0 %) dominiert. Ab 2030 leistet Strom für Wärmepumpen mit 9,6 t/a einen sichtbaren Beitrag. Erst gegen Ende des Zeitraums intensiviert sich die Reduktion, sodass 2040 noch 36,8 t/a (-38,5 %) verbleiben, welche bis 2045 im Rahmen der finalen Umstellung vollständig eliminiert werden.

	2026	2030	2035	2040	2045
Treibhausgasemissionen [t/a]					
Summe Treibhausgasemissionen	59,9	53,9	53,3	36,8	0,0
davon aus Erdgas	31,4	26,9	27,3	27,0	0,0
davon aus Flüssiggas	18,6	11,9	8,1	4,0	0,0
davon aus Heizöl	3,3	2,8	2,9	2,9	0,0
davon aus Biom. (fest)	0,6	1,6	3,8	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	5,9	1,0	0,5	0,1	0,0
davon aus Strom WP	0,0	9,6	10,7	2,8	0,0
davon aus Solarthermie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabelle 39: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Groß Stieten - EFH West

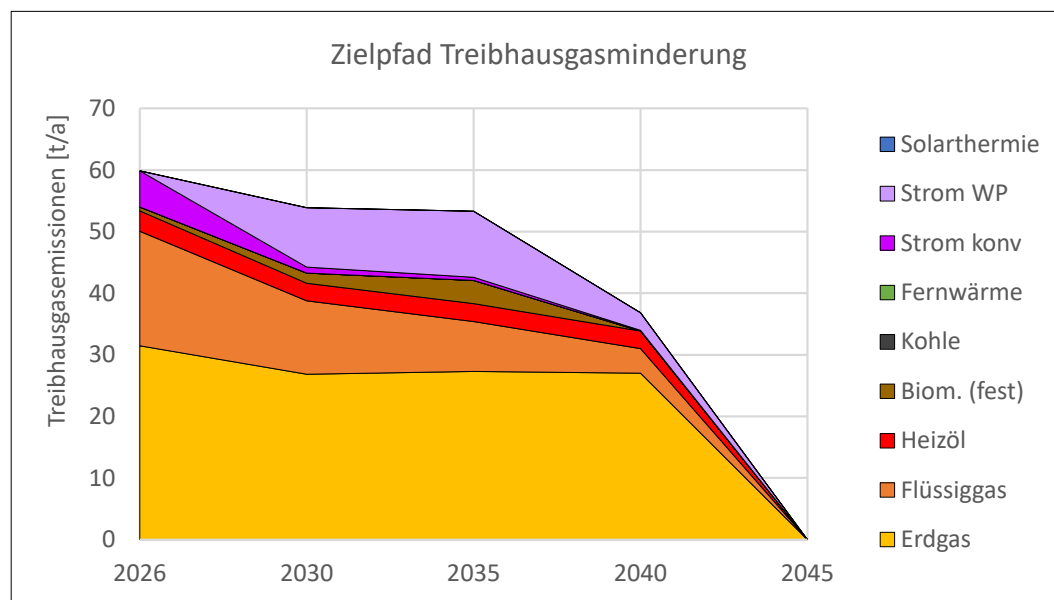


Abbildung 46: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Groß Stieten - EFH West

7.5.8 SK24.19_01_01 Neu Stieten

Der ermittelte Wärmebedarf für diesen Abschnitt verringert sich von anfänglich 2.396,8 MWh/a auf 2.054,6 MWh/a im Jahr 2045, gleichbedeutend mit einer Einsparung von 14,3 %. Ein zukünftiger Bedarf durch Neubaugebiete ist hier nicht verzeichnet. Bemerkenswert an der Startbilanz für 2026 ist die vollständige Absenz von Erdgas, während Flüssiggas mit 2.163,5 MWh/a (90,3 %) eine erhebliche Monopolstellung einnimmt. Bis zum Ende der Planungsphase wird dieses fossile Gas jedoch komplett verdrängt. Das Zielbild im Jahr 2045 zeigt stattdessen eine klare Dominanz der Wärmepumpe mit 1.643,7 MWh/a (80,0 %), deren System durch den Einsatz fester Biomasse mit 390,4 MWh/a (19,0 %) gestützt wird.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Wärmebedarf [MWh/a]									
Wärmebedarf (Bestand)	2.396,8		2.317,8	-3,3%	2.238,9	-6,6%	2.159,9	-9,9%	2.054,6	-14,3%
Wärmebedarf (Zubau)			0,0		0,0		0,0		0,0	
Summe Wärmebedarf	2.396,8		2.317,8	-3,3%	2.238,9	-6,6%	2.159,9	-9,9%	2.054,6	-14,3%
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Flüssiggas	2.163,5	90,3%	1.641,8	70,8%	1.047,3	46,8%	492,9	22,8%	0,0	
davon aus Heizöl	54,9	2,3%	41,7	1,8%	26,6	1,2%	12,5	0,6%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	39,9	1,7%	115,9	5,0%	223,9	10,0%	324,0	15,0%	390,4	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	57,0	2,4%	43,3	1,9%	27,6	1,2%	13,0	0,6%	0,0	
davon aus Strom WP	0,0		463,6	20,0%	895,5	40,0%	1.295,9	60,0%	1.643,7	80,0%
davon aus Solarthermie	81,4	3,4%	11,6	0,5%	17,9	0,8%	21,6	1,0%	20,5	1,0%

Tabelle 40: Wärmebedarfentwicklung 2026 bis 2045 für Neu Stieten

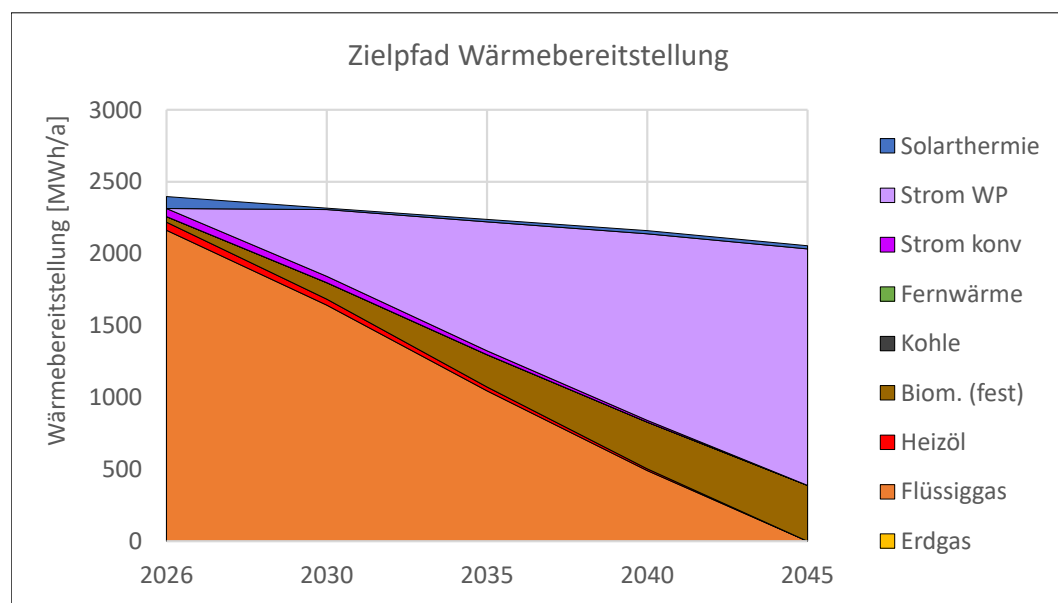


Abbildung 47: Zielpfad Wärmebereitstellung 2026 bis 2045 für Neu Stieten

Prägendes Merkmal des betrachteten Siedlungsbereichs ist die immense Dominanz von Flüssiggas im Basisjahr 2026, welches mit 641,9 t/a rund 92,3 % der Gesamtemissionen von 695,5 t/a verursacht, während Erdgas keine Rolle spielt. Die eingeleiteten Maßnahmen bewirken eine rasche Absenkung der Gesamtlast auf 402,2 t/a (-42,2 %) bis zum Jahr 2030. In dieser Phase verzeichnet Wärmepumpenstrom einen Anteil von 14,6 t/a. Die fortlaufende Dekarbonisierung führt zu einer fortschreitenden Reduktion auf 46,6 t/a im Jahr 2040 (-93,3 %), welche bis zum Zieljahr 2045 in die angestrebte Nullemission mündet.

	2026		2030		2035		2040		2045	
	Treibhausgasemissionen									
	[t/a]									
Summe Treibhausgasemissionen	695,5		402,2	-42,2%	185,8	-73,3%	46,6	-93,3%	0,0	-100,0%
davon aus Erdgas	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
davon aus Flüssiggas	641,9	92,3%	365,4	90,8%	155,4	83,6%	36,6	78,4%	0,0	
davon aus Heizöl	18,9	2,7%	14,4	3,6%	9,2	4,9%	4,3	9,2%	0,0	
davon aus Biom. (fest)	1,0	0,1%	2,9	0,7%	5,6	3,0%	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	33,6	4,8%	5,0	1,2%	1,6	0,9%	0,2	0,4%	0,0	
davon aus Strom WP	0,0		14,6	3,6%	14,1	7,6%	5,6	11,9%	0,0	
davon aus Solarthermie	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Tabelle 41: Treibhausgasemissionen 2026 bis 2045 für Neu Stieten

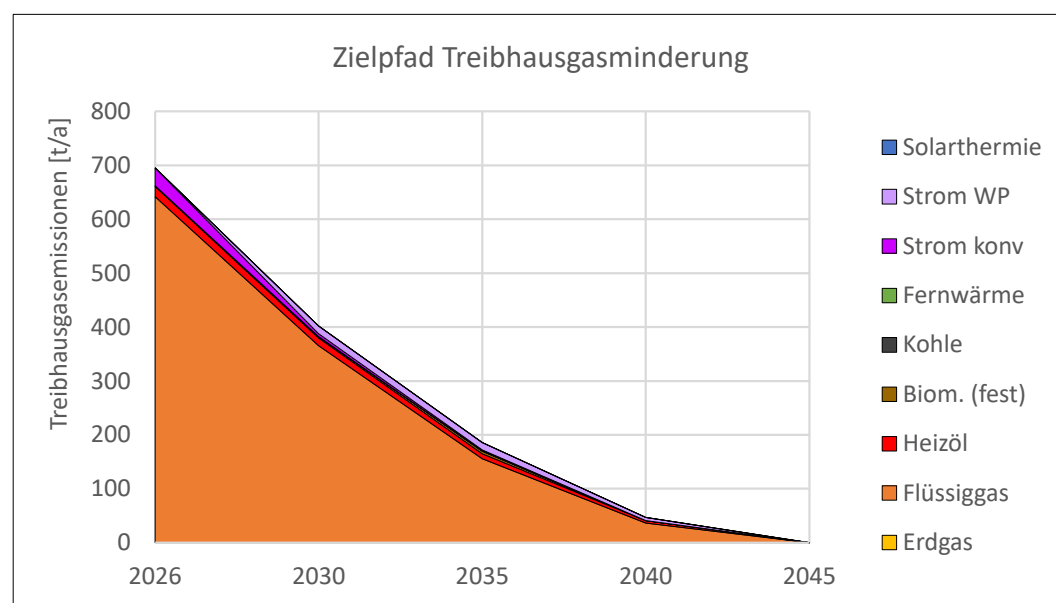


Abbildung 48: Zielpfad THG Minderung 2026 bis 2045 für Neu Stieten

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

8.1 Konkrete Maßnahmenbeschreibungen (Startphase 2026–2029)

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

Maßnahme 1: Initiierung der vertiefenden Machbarkeitsstudie für das Wärmenetzgebiet

- **Beschreibung:** Für das identifizierte Fokusgebiet (potenzielles Wärmenetzgebiet) muss die Systementscheidung technisch und wirtschaftlich finalisiert werden. Hierzu ist eine tiefergehende, umsetzungsvorbereitende Planungsstudie (Leistungsphasen 1 und 2 nach HOAI) zu beauftragen. Diese quantifiziert die exakten Trassenverläufe, simuliert die Einbindung der Großwärmepumpe und Spitzenlast-Biomassekessel und entwickelt ein wirtschaftliches Betreibermodell (z. B. Genossenschaftsmodell oder Contracting).
- **Zielgruppe:** Kommunale Liegenschaften, Wohnungswirtschaft, Großabnehmer .

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

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

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

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

Maßnahme 4: Runder Tisch „Infrastruktur und Handwerkskapazitäten“

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

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

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

8.2 Verantwortlichkeiten und Organisationsstruktur

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

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

"Kümmerer", steuert die operative Umsetzung der identifizierten Maßnahmen, hilft aktiv dabei, weitere Fördermittel für die Kommune und kommunale Liegenschaften zu generieren, und fungiert als Bindeglied zwischen Ingenieurbüros, Zweckverband, Amtsverwaltung und der Bürgerschaft.

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

8.3 Finanzierung und Förderkulissen

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

Für die Gemeinde und das Wärmenetz:

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

Für die Bürger (Dezentrales Gebiet):

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

8.4 Verstetigung, Monitoring und Fortschreibung (§ 25 WPG)

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

- **Monitoring-Rhythmus:** Die Verwaltung führt ein rollierendes Monitoring ein. Hierbei werden wesentliche Indikatoren (Zubau PV-Anlagen, Austauschrate fossiler Heizungen laut Kkehrbuch des Schornsteinfegers, Planungsfortschritt im Fokusgebiet) jährlich intern abgeglichen.
- **Gesetzliche Fortschreibung:** Gemäß § 25 WPG verpflichtet sich die Gemeinde Groß Stieten, 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 Groß Stieten mit dem energetischen Standard der späten 1990er/frühen 2000er Jahre. Dieses Beispiel verdeutlicht, wie durch das Zusammenspiel von effizienter Gerätetechnik, lokaler Energieerzeugung und der Nutzung moderner Strommarkt-Mechanismen eine ökologisch und ökonomisch attraktive Energieversorgung realisiert werden kann.

8.5.1 Die Ausgangslage und das Prinzip der Effizienz

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

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

8.5.2 Modernisierung der Wärmeübergabe und thermische Speicherung

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

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

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

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

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

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

In diesem Beispiel wird das Modul 3 (zeitvariable Netzentgelte) genutzt. Das bedeutet, dass nachts sowohl der Börsenstrompreis als auch die Gebühren für die Netznutzung deutlich reduziert sind. Durch die Kombination aus dynamischen Stromtarifen und reduzierten Netzentgelten sinkt der durchschnittliche Netzbezugspreis auf ca. 21 ct/kWh (inkl. Steuern/Abgaben).

8.5.4 Synergieeffekt Elektromobilität: Kostenvergleich pro Kilometer

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

Laden mit eigenem PV-Strom (Ansatz 10 ct/kWh):

Die Fahrkosten liegen bei lediglich 1,60 € bis 2,00 € pro 100 km (entspricht ca. 1,6 bis 2,0 Cent pro Kilometer).

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

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

8.5.5 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Wärmeversorgung

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

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

Tabelle 42: Exemplarische Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpenheizungen

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

8.5.6 Investitionen und Förderung (BEG / KfW)

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

Investitionskosten (Schätzwerte nach Verbraucherzentrale & BWP):

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

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

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

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

Fördermöglichkeiten:

Grundförderung: 30 % für den Heizungstausch.

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

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

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

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

Zusammenfassend zeigt dieses Beispiel, dass die Transformation zu einem klimaneutralen Haus in Groß Stieten 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 Groß Stieten und der Amtsverwaltung) das lokal vorhandene Know-how zu bündeln und reale Verbrauchsdaten in den Planungsprozess zu integrieren. Nur durch diese kooperative Datenkonsolidierung wird sichergestellt, dass die entwickelten Zielszenarien auf einem soliden, praxisgeprüften Fundament stehen.

9.1 Erfassung der leitungsgebundenen Energieinfrastruktur

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

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

9.2 Identifikation und Einbindung der relevanten Akteursgruppen

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

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

9.3 Methodik der Datenerhebung (Kommunale und gewerbliche Sektoren)

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

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

10 Datenquellen und Rechtliche Grundlagen

Gesetzliche Rahmenbedingungen und Verordnungen

- 1. BImSchV – Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen).
- **BauGB** – Baugesetzbuch, insbesondere § 35 (Bauen im Außenbereich) und § 249 Abs. 4 (Sonderregelungen zur Windenergie / Gemeindeöffnungsklausel).
- **BüGembeteilG MV** – Bürger- und Gemeindeneteiligungsgesetz Mecklenburg-Vorpommern (in der Fassung der Novellierung vom 23. April 2024).
- **EEG** – Erneuerbare-Energien-Gesetz, insbesondere § 6 (Finanzielle Beteiligung der Kommunen am Ausbau).
- **EnWG** – Energiewirtschaftsgesetz, insbesondere § 14a (Steuerung von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen / flexible Netzentgelte) und § 41a EnWG (Verpflichtung zu dynamischen Stromtarifen seit 01.01.2025).
- **GEG** – Gebäudeenergiegesetz (oft umgangssprachlich „Heizungsgesetz“ genannt, maßgeblicher Stand: GEG 2024).
- **LEP MV** – Landesraumentwicklungsprogramm Mecklenburg-Vorpommern (Fassung 2016 sowie dessen aktuelle Fortschreibung).
- **LPrG MV** – Landesplanungsgesetz Mecklenburg-Vorpommern, insbesondere § 9 (Zielabweichungsverfahren).
- **ROG** – Raumordnungsgesetz des Bundes, insbesondere § 6 Abs. 2 (Zielabweichungen).
- **WPG** – Wärmeplanungsgesetz (Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze), insbesondere §§ 10–12 (Datenbereitstellung und -erhebung) , § 14 (Potenzialermittlung) , § 19 (Umsetzungsstrategie) und § 20 (Fortschreibung).

Institutionelle Datengrundlagen, Portale und statistische Quellen

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

- **Cleanthinking / Bund der Energieverbraucher** – Branchen- und Marktberichte zur Digitalisierung der europäischen Stromnetze und zum skandinavischen Hochlauf dynamischer Stromtarife.
- **DWD 01** – Deutscher Wetterdienst: Historische und gewichtete Klima- und Wetteraufzeichnungsdaten für den Planungsraum (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: Wärmeliniendichte

Anhang 4: Wärmebedarfsdichte (Inkl. Zubaupotenzial)

Anhang 5: Potenzial Bedarfsreduktion

Anhang 6: Potenzial Solarthermie Freifläche

Anhang 7: Potenzial Windenergienutzung

Anhang 8: Potenzialflächen Biomasseaufkommen

Anhang 9: Potenzial Solarthermie Aufdach

Anhang 10: Potenzial Photovoltaik-Aufdach

Anhang 11: Potenzial oberflächennahe Geothermie

Anhang 12: Zuweisung Versorgungsarten

