



MIRK MEDIA AG

ABSCHLUSSBERICHT KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG SAMTGEMEINDE HARPSTEDT

Abteilung: Energieträgerkonzepte und -systeme
Projekt: Kommunale Wärmeplanung Samtgemeinde Harpstedt
Verfasser: Ilyass Zaam
Datum: 04.12.2025
Vertraulichkeit: öffentlich

Inhaltverzeichnis

Inhaltverzeichnis	2
Tabellenverzeichnis.....	6
Abbildungsverzeichnis	8
Abkürzungsverzeichnis	12
Abstract	13
Einleitung	14
Ziel der Kommunalen Wärmeplanung.....	14
Ziele der Gemeinde	14
1 Bestandsanalyse	16
1.1 Analyse der Gebäude- und Siedlungsstruktur.....	16
1.1.1 Ermittlung des überwiegenden Gebäudetyps	16
1.1.2 Ermittlung der überwiegenden Baualtersklasse der Gebäude.....	17
1.1.3 Analyse der Siedlungstypologien	19
1.2 Analyse der Energieinfrastruktur	24
1.2.1 Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger in Gebäuden, einschließlich Hausübergabestationen.....	25
1.2.2 Analyse bestehender und geplanter Netze	29
1.3 Ermittlung der Energiemengen im Bereich Wärme	31
1.3.1 Bedarfswerte Wärme (Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfs)	32
1.3.2 Verbrauchswerte Wärme	34
1.3.3 Endenergieverbrauch Strom und Wärme	36
1.3.4 Kennzahlen zur Energienutzung im Bereich Wärme.....	38
1.4 Ermittlung der THG-Emissionen im Bereich Wärme.....	43

1.4.1	Ermittlung der THG-Emissionen im Bereich Wärme	44
1.5	Eignungsprüfung	46
1.5.1	Bewertung der Eignung von Teilgebieten für Wärmenetze.....	46
1.5.2	Bewertung der Eignung von Teilgebieten für die Versorgung durch ein Wasserstoffnetz	48
2	Potenzialanalyse.....	49
2.1	Potentialanalyse zur Ermittlung von Energieeinsparpotentialen	49
2.1.1	Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden.....	49
2.2	Nutzung unvermeidbarer Abwärme.	57
2.3	Lokale Potenziale zur Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien	57
2.3.1	Ermittlung der im beplanten Gebiet vorhandenen Potenziale zur Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien	58
2.4	Potenziale zur zentralen Wärmespeicherung	66
2.4.1	Ermittlung der vorhandenen Potenziale zur zentralen Wärmespeicherung	67
3	Zielszenario	69
3.1	Zielszenarien und Pfade für die langfristige Entwicklung der Wärmeversorgung	71
3.1.1	Entwicklung von Szenarien und Entwicklungspfaden	71
3.1.2	Entwicklung des maßgeblichen Zielszenarios	74
3.1.3	Ermittlung von Rahmendaten und Energiemengen für das Zielszenario ...	80
3.2	Einteilung des beplanten Gebiets nach Wärmeversorgungsart und Einsparpotenzialen	93
3.2.1	Einteilung der Grundstücke und Baublöcke in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	93
3.2.2	Ausweisung von Gebieten mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial.....	96
4	Umsetzungsstrategie	98
4.1	Entwicklung der Umsetzungsstrategie.....	98
4.1.1	Leitbild und Handlungsprinzipien	98

4.1.2	Fokusgebiete	99
4.1.3	Akteure und Zuständigkeit.....	101
4.1.4	Kosten und Finanzierung	101
4.1.5	Zeitliche Priorisierung	102
4.2	Verstetigungsstrategie	103
4.3	Maßnahmenübersicht.....	104
4.4	Controlling-Konzept.....	104
4.4.1	Top-down (strategische Ebene)	105
4.4.2	Bottom-up (operative Ebene).....	105
5	Fazit	107
	Anhang	109
	Anhang 1	109
	PV-Eignung Cluster in Groß Ippener.....	109
	PV-Eignung Cluster in Groß Ippener.....	110
	PV-Eignung Cluster in Krichseelte	110
	PV-Eignung Cluster in Dünsen.....	111
	PV-Eignung Cluster in Beckeln	111
	PV-Eignung Cluster in Colnrade	112
	Anhang 2	113
	Wärmebedarf im Jahr 2025– Samtgemeinde Harpstedt - Nord	113
	Wärmebedarf im Jahr 2030– Samtgemeinde Harpstedt - Nord	113
	Wärmebedarf im Jahr 2045– Samtgemeinde Harpstedt - Nord	114
	Wärmebedarf im Jahr 2025 – Samtgemeinde Harpstedt - Süd	115
	Wärmebedarf im Jahr 2030 – Samtgemeinde Harpstedt – Süd	115
	Wärmebedarf im Jahr 2045 – Samtgemeinde Harpstedt - Süd	116
	Anhang 3	117
	Fokusgebiet 1 & 2 – Harpstedt Mischgebiet und Ortskern	117

Fokusgebiet 2 – Dünsen	117
Fokusgebiet 4 – Groß Ippener	118
Fokusgebiet 5 – Klein Henstedt	118
Fokusgebiet 6 – Colnrade	119
Literaturverzeichnis	120

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Gebäudestatistik Samtgemeinde Harpstedt	17
Tabelle 2: Baualtersklasse in Samtgemeinde Harpstedt	18
Tabelle 3: Energieträger und deren Beitrag zum Wärmebedarf in der Samtgemeinde Harpstedt.	26
Tabelle 4: Wärmeerzeugungsanlage in Wärmenetz Eiskamp	31
Tabelle 5: Wärmebedarf und Verbrauchswerte Samtgemeinde Harpstedt.....	32
Tabelle 6: Endenergieverbrauch Wärme der kommunalen Liegenschaften	37
Tabelle 7: Energiekennzahlen der Wohngebäude pro Fläche und Hausbewohner	43
Tabelle 8: Anzahl geeigneter Gebäude für Erdsondenwärmepumpen	63
Tabelle 9: Kollektorwirkungsgrad.....	64
Tabelle 10: Jährlicher Ertrag von Solarkollektorsystemen in Samtgemeinde Harpstedt ..	65
Tabelle 11: Eignung und Ertrag PV-Anlage Samtgemeinde Harpstedt	65
Tabelle 12: Szenario A: Sanierungsrate 1%	72
Tabelle 13: Szenario B: Sanierungsrate 2%	72
Tabelle 14: Szenario C: Sanierungsrate 5%	73
Tabelle 15: Wirtschaftlich Bewertung der Szenarien (Sanierungsrate ab 2026).....	74
Tabelle 16: Grundparameter	75
Tabelle 17: Bewertungskriterien Versorgungsstruktur	76
Tabelle 18: Zielanteile erneuerbarer Wärmequellen/-systeme	79
Tabelle 19: Datengrundlagen und annahmen	80
Tabelle 20: Entwicklung des Wärmebedarfs nach Energieträger und Versorgungssysteme 2025-2045	84
Tabelle 21: Anteil EE in ZielSzenarien 2025-2045	88
Tabelle 22: zentrale versorgungsgebiete Wärmebedarf 2045	89

Tabelle 23: Zentrale Wärmeversorgung in Zieljahren 2030-2045.....	89
Tabelle 24: Entwicklung der THG-Emissionen im Zielszenario 2025–2045.....	92
Tabelle 25: Entwicklung der Wärmeeinsparpotential	92
Tabelle 26: Anteil Wärmebedarf nach Versorgungsart	96
Tabelle 27: Potential und Handlungsempfehlung.....	97
Tabelle 28: Fokusgebiete 1-6 zur Umsetzung der Paßnahmen	100
Tabelle 29: Aufstellung der Akteure und ihre Rolle.....	101
Tabelle 30: Finanzierungsmaßnahmen	102
Tabelle 31: Zeitliche Priorisierung	103
Tabelle 32: Organisatorische Verankerung	103
Tabelle 33: Maßnahmenübersicht	104
Tabelle 34: Controlling-Konzept: Top-down	105
Tabelle 35: Controlling-Konzept: Bottom-up	106

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Siedlungsentwicklung in Samtgemeinde Harpstedt.....	19
Abbildung 2: Siedlungsentwicklung in den Gemeinden Groß Ippener, Kirschseelte, Düsen und Prinzhöfte.....	20
Abbildung 3: Siedlungsentwicklung in den Gemeinden Winkelstett, Beckeln und Colnade	21
Abbildung 4: Siedlungsentwicklung in der Gemeinde Harpstedt	21
Abbildung 5: Hauptnutzungsarten in den Gemeinden Groß Ippener, Kirschseelte, Düsen und Prinzhöfte.....	22
Abbildung 6: Hauptnutzungsarten in den Gemeinden Harpstedt Düsen, Winkelsett und Beckeln	23
Abbildung 7: Hauptnutzungsarten in der Gemeinde Colnade	23
Abbildung 8: Verteilung der Bruttogrundfläche in der Samtgemeinde	24
Abbildung 9: Anzahl der Gebäude nach Art des Wärmeerzeugers.....	25
Abbildung 10: Prozentueller Anteil Energieträger	27
Abbildung 11: Überwiegende Versorgungsart der Gemeinden Groß Ippener und Prinzhöfte	27
Abbildung 12: Überwiegende Versorgungsart der Gemeinden Harpstedt, Prinzhöfte, Düsen und Kirchseelte.....	28
Abbildung 13: Überwiegende Versorgungsart der Gemeinden Winkelsett und Beckeln. .	28
Abbildung 14: Überwiegende Versorgungsart der Gemeinde Colnade	29
Abbildung 15: Kartografische Darstellung der bestehenden und geplanten Wärmenetz ..	30
Abbildung 16: Jährlicher Wärmebedarf Groß Ippener, Prinzhöfte, Kirschseelte und Düsen	33
Abbildung 17: Jährlicher Wärmebedarf Harpstedt, Beckeln und Winkelsett und Colnade	33

Abbildung 18: Jährliche Verbrauchswerte Groß Ippener, Prinzhöfte, Kirchseelte und Düsen34

Abbildung 19: Jährliche Verbrauchswerte Harpstedt, Winkelsett, Beckeln und Düsen...35

Abbildung 20: Jährliche Verbrauchswerte Colnrade35

Abbildung 21: Jährlicher Endenergieverbrauch nach Sektoren36

Abbildung 22: Jährlicher Endenergieverbrauch nach Energieträger in GWh/a38

Abbildung 23: Jährlich Wärmebedarfsdichte in Harpstedt.....39

Abbildung 24: Jährliche Wärmebedarfsdichte in Groß Ippener, Düsen, Kirchseelte und Prinzhöfte.....40

Abbildung 25: Jährliche Wärmebedarfsdichte in Winkelsett, Beckeln und Colnrade.....40

Abbildung 26: Jährliche Wärmelinien-Karte Groß Ippner, Prinzhöfte, Düsen und Kirchseelte41

Abbildung 27: Jährliche Wärmelinien-Karte Harpstedt, Düsen, Winkelset und Beckeln42

Abbildung 28: Jährliche Wärmelinien-Karte Colnrade42

Abbildung 29: Jährliche Treibhausgasemissionen nach Gebäudenutzung Samtgemeinde Harpstedt44

Abbildung 30: Jährliche Treibhausgasemissionen Gemeinden Groß Ippener, Prinzhöfte, Kirchseelte, Harpstedt und Düsen45

Abbildung 31: Jährliche Treibhausgasemissionen Gemeinden Winkelsett, Beckeln und Colnrade46

Abbildung 32: Fernwärmeeignung Groß Ippener, Prinzhöfte und Kirchseelte47

Abbildung 33: Fernwärmeeignung Harpstedt, Düsen, Beckeln und Winkelsett.....47

Abbildung 34: Fernwärmeeignung Colnrade48

Abbildung 35: Sanierungsstand in der Gemeinde Groß Ippener, Prinzhöfte und Kirchseelte51

Abbildung 36: Sanierungsstand in den Gemeinden Harpstedt, Düsen, Winkelsett und Beckeln52

Abbildung 37: Sanierungsstand in der Gemeinde Colnrade52

Abbildung 38: Pareto-Diagramm Energieeinsparung nach Baujahr53

Abbildung 39: Anzahl sanierbarer Gebäude nach Nutzungsart	54
Abbildung 40: Jährliche Energieeinsparung in Abhängigkeit von der Sanierungsrate.....	55
Abbildung 41: Prozentuale Reduktion des Wärmebedarfs nach Vollsanierung in Groß Ippener, Prinz Höfte und Kirchseele	56
Abbildung 42: Prozentuale Reduktion des Wärmebedarfs nach Vollsanierung in Harpstedt, Winkelsett, Dünsen und Beckeln.....	56
Abbildung 43: Prozentuale Reduktion des Wärmebedarfs nach Vollsanierung in Colnade	57
Abbildung 44: Anzahl der Einfamilienhäuser zur Nutzung von Luft-Wärmepumpen.....	59
Abbildung 45: Biomasspotential in Samtgemeinde Harpstedt	60
Abbildung 46: Potenzielle Standorteignung für Erdwärmekollektoren für Einbautiefe 1,2 – 1,5 m.....	62
Abbildung 47: Anzahl der Gebäude, die für die Installation von Erdsondenwärmepumpen geeignet sind	63
Abbildung 48: PV-Eignung Cluster in Harpstedt	66
Abbildung 49: Prinzip der solaren Nahwärmeversorgung	67
Abbildung 50 Geeignete Standorte für die Anwendung von Wärmepeichern	68
Abbildung 51: Zeitliche Entwicklung des Wärmebedarfs in den Szenarien	73
Abbildung 52: technische und wirtschaftliche Fernwärmeeignung	76
Abbildung 53: Versorgungsstruktur 2045 zentrale und dezentrale Versorgung	77
Abbildung 54: Versorgungsstruktur 2045 - Zentrale Versorgung.....	78
Abbildung 55: Versorgungsstruktur 2045 - Dezentrale Versorgung	79
Abbildung 56: Wärmebedarfsprognose 2025-2045.....	81
Abbildung 57: Wärmebedarf im Jahr 2025 Mitte	82
Abbildung 58: Wärmebedarf im Jahr 2030 Mitte	82
Abbildung 59: Wärmebedarf im Jahr 2045 Mitte	83
Abbildung 60: Entwicklung des Wärmebedarfs nach Energieträger und Versorgungssysteme 2025, 2030 und 2045	85

Abbildung 61: Wärmeverterteilung Samtgemeinde Harpstedt 2045.....87

Abbildung 62: Dezentrale Wärmeversorgung – Einteilung der Baublöcke im Jahr 2045 – Nord90

Abbildung 63: Dezentrale Wärmeversorgung – Einteilung der Baublöcke im Jahr 2045 – Süd91

Abbildung 64: Entwicklung der THG-Emission und Wärmebedarfseinsparpotential93

Abbildung 65: Fokusgebiete Samtgemeinde Harpstedt100

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BEG EM - BEG EM - Bundesförderung für effiziente Gebäude einzelmaßnahmen

BEW - Bundesförderung für effiziente Wärmenetze

BHKW - Blockheizkraftwerk

BMVBS - Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

EDL-G Energiedienstleistungsgesetz

EFRE - Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

GHD - Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

GNF – Gebäudenetzfläche

IBN – Inbetriebnahme

KfW - Kreditanstalt für Wiederaufbau

KWK - Kraft-Wärme-Kopplung

NKI - Nationale Klimaschutzinitiative

THG - Treibhausgas

ABSTRACT

Der Abschlussbericht zur kommunalen Wärmeplanung der Samtgemeinde Harpstedt untersucht systematisch den aktuellen Wärmebedarf, die bestehende Energieinfrastruktur sowie die lokalen Potenziale für erneuerbare Wärme. Der jetzige jährliche Wärmebedarf beträgt ca. 228 GWh/a, wovon rund 83 % durch Erdgas und etwa 10 % durch Heizöl gedeckt werden. Die bestehenden Wärmenetze liefern derzeit lediglich etwa 7,2 GWh/a, sodass die Wärmeversorgung weit überwiegend zentral und fossil geprägt ist.

Die Analyse der Gebäude- und Siedlungsstruktur zeigt einen hohen Anteil unsanierter bzw. teilsanierter Gebäude, was wesentliche Effizienzpotenziale eröffnet. Eine vollständige energetische Sanierung könnte den Wärmebedarf theoretisch um bis zu 180 GWh/a reduzieren. Die Treibhausgas(THG)-Emissionen aus der Wärme- und Stromnutzung betragen aktuell rund 80.200 t/a und entfallen überwiegend auf private Haushalte und Gewerbe.

Für Wärme aus erneuerbaren Energieträger stehen der Samtgemeinde verschiedene Potenziale zur Verfügung. Das technisch nutzbare Potenzial der Umweltwärme (Luftwärmepumpen) liegt bei etwa 140 GWh/a, das Solarkollektorpotenzial bei rund 970 GWh/a und die Photovoltaiknutzung kann energiewirtschaftlich ca. 200 GWh/a Strom bereitstellen. Das theoretische Biomassepotenzial aus der Agrarfläche wurde mit 563 GWh/a berechnet, wird jedoch im Rahmen der Wärmeplanung nur eingeschränkt als nachhaltige Option bewertet.

Für das Zielszenario wird eine Sanierungsrate von 2 % pro Jahr ab 2026 angenommen. Der Wärmebedarf sinkt dadurch bis 2045 auf ca. 157 GWh/a, während der Anteil erneuerbarer Energien stark ansteigt. Die THG-Emissionen reduzieren sich im Zielpfad bis 2045 um ≈ 95 % und ermöglichen damit eine weitgehend klimaneutrale Wärmeversorgung. Für die Umsetzung wurden sechs Fokusgebiete identifiziert, in denen priorisiert Wärmepumpen, Biomasseanlagen, Großwärmepumpen sowie Fernwärmeverdichtung oder -ausbau realisiert werden sollen.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass eine Kombination aus systematischer Gebäudesanierung, der Transformation der Heizsysteme und dem Ausbau lokaler erneuerbarer Potenziale notwendig ist, um die Wärmeversorgung der Samtgemeinde Harpstedt zukunftssicher und klimaneutral zu gestalten.

EINLEITUNG

Die Transformation der Wärmeversorgung hin zu einer treibhausgasneutralen Struktur ist ein zentraler Baustein für das Gelingen des kommunalen Klimaschutzes. Die kommunale Wärmeplanung stellt dabei einen strategischen Steuerungsprozess dar, der den Rahmen für die langfristige Entwicklung des Wärmesektors vorgibt.

Die Umsetzung dieser Aufgabe erfordert das Zusammenspiel verschiedener Akteure: der Verwaltung, der lokalen Energieversorger, der Unternehmen sowie der Bürgerinnen und Bürger. Nur wenn alle Ebenen zusammenwirken, kann der Umbau der Wärmeversorgung sozialverträglich, wirtschaftlich tragfähig und ökologisch wirksam gestaltet werden.

Ziel der Kommunalen Wärmeplanung

Ziel der kommunalen Wärmeplanung in der Samtgemeinde Harpstedt ist es, einen langfristigen, räumlich differenzierten Transformationspfad hin zu einer weitgehend klimaneutralen Wärmeversorgung zu entwickeln. Dazu werden in einem ersten Schritt die Bestandsstruktur, die Energieinfrastruktur, die Energiemengen und die Treibhausgasemissionen analysiert. Darauf aufbauend werden Energieeinspar- und Nutzungspotenziale identifiziert und in Zielszenarien überführt, die schließlich in einer Umsetzungsstrategie konkretisiert werden.

Die Wärmeplanung ist kein einmaliger Planungsakt, sondern ein kontinuierlicher Prozess über die nächsten zwei bis drei Jahrzehnte. Sie ist bei städtebaulichen Planungen, Infrastrukturentscheidungen und kommunalen Investitionen fortlaufend zu berücksichtigen und regelmäßig an veränderte Rahmenbedingungen anzupassen.

Ziele der Gemeinde

Gebäudescharfe Geoinformationen bilden eine wesentliche Grundlage der Wärmeplanung. Sie ermöglichen eine räumlich differenzierte Betrachtung auf Baublock-, Quartiers- und Gemeindeebene und damit eine zielgerichtete Ableitung von Versorgungsstrategien und Maßnahmen.

Die Samtgemeinde Harpstedt verfolgt mit der kommunalen Wärmeplanung insbesondere folgende Ziele:

- Transparenz über den aktuellen Stand der Wärmeversorgung und die damit verbundenen Emissionen,
- Identifikation geeigneter Gebiete für zentrale und dezentrale Wärmeversorgung,
- Ausschöpfung der lokalen Potenziale erneuerbarer Energien und Effizienzmaßnahmen,
- Unterstützung politischer Entscheidungen durch belastbare Datengrundlagen und Szenarien.

1 BESTANDSANALYSE

Die Bestandsanalyse bildet die Grundlage für die kommunale Wärmeplanung der Samtgemeinde Harpstedt. Sie erfasst die strukturellen, energetischen und technischen Gegebenheiten der Gemeinde, einschließlich des Gebäudebestands, der Siedlungsstruktur und der aktuellen Wärmeversorgung. Ein besonderes Augenmerk liegt auf den unterschiedlichen Sektoren wie Wohngebäuden, kommunalen Einrichtungen und Gewerbeeinrichtungen, die den Wärmeverbrauch maßgeblich beeinflussen. Zudem wird die bestehende Infrastruktur, wie z. B. bereits vorhandene Wärmenetze und die Verteilung von dezentralen Heizsystemen, genau analysiert. Die Bestandsanalyse ermöglicht es, die Wärmebedarfsdichte sowie die räumlichen Gegebenheiten zu erfassen und zu bewerten. Sie stellt somit die Basis für die Identifikation von Bereichen mit hohem Potenzial für erneuerbare Wärmequellen und für die Festlegung der geeigneten Maßnahmen zur Umsetzung einer klimaneutralen Wärmeversorgung.

1.1 Analyse der Gebäude- und Siedlungsstruktur

Ziel dieses Abschnitts ist die systematische Erfassung der Gebäude- und Siedlungsstruktur in der Samtgemeinde Harpstedt. Dabei werden die Gebäudetypen, Baualtersklassen und Hauptnutzungsarten untersucht, um Rückschlüsse auf den energetischen Zustand und die Wärmebedarfsstruktur ziehen zu können.

1.1.1 Ermittlung des überwiegenden Gebäudetyps

Die Gesamtnutzfläche des Gebäudebestands in der Samtgemeinde Harpstedt beträgt rund 3,0 Mio. m². Sie verteilt sich auf die Gebäudenutzarten wie in Tabelle 1 dargestellt:

Tabelle 1: Gebäudestatistik Samtgemeinde Harpstedt

Gebäudenutzung-sart	Gebäude-anzahl	Rel. Anteil in %	Gebäudenutzfläche in 10 ⁶ m ²	Rel. Anteil in %
Gemischt Genutzt	469	3,75%	2,26	4,10%
Gewerbe	6.901	55,20%	29,51	53,49%
Industrie	166	1,33%	1,31	2,38%
Kommunale Einrichtung	27	0,22%	0,11	0,20%
Private Haushalte	3.653	29,22%	18,28	33,13%
Sonstiges	1.285	10,28%	3,70	6,70%
Gesamt	12.501	100,00%	55,16	100,00%

Quelle: Eigene Darstellung mit den Daten von Eneka (ENEKA Energie & Karten GmbH, 2024)

Die Zuordnung der Gebäude zu den Verbrauchssektoren lässt sich wie folgt unterteilen:

- Industrie (Betriebe des verarbeitenden Gewerbes)
- Private Haushalte (Ein- und Mehrpersonenhaushalte, inkl. Gemeinschaftsunterkünften)
- Kommunale Einrichtungen (darunter z. B. Verwaltungsgebäude, Schulen, Kindertagesstätten)
- GHD/Sonstiges (alle bisher nicht erfassten wirtschaftlichen Betriebe (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie Betriebe des Bergbaus, der Gewinnung von Steinen und Erden, dem verarbeitenden Gewerbe mit weniger als 20 Mitarbeitern und landwirtschaftliche Betriebe))

Aus der Auswertung geht hervor, dass private Haushalte und Gewerbegebäude den größten Anteil (insgesamt: 87%) an der Gebäudenutzfläche stellen. Der Sektor „Sonstiges“ (z. B. Ferienwohnungen, Handelsflächen) nimmt ebenfalls einen relevanten Anteil (7%) ein. Die Kommunale Liegenschaften stellen flächenmäßig nur einen kleinen, aber für die Vorbildfunktion ein wichtigen Anteil (0,2%) dar. Diese Struktur prägt maßgeblich die räumliche Verteilung des Wärmebedarfs und bildet die Grundlage für die spätere Einteilung in Versorgungsgebiete.

1.1.2 Ermittlung der überwiegenden Baualtersklasse der Gebäude

Die Baualtersstruktur ist ein zentraler Indikator für den energetischen Zustand der Gebäude. Ältere Baualtersklassen weisen in der Regel höhere Wärmebedarfe auf und bieten damit größere Energieeinsparpotenziale. Für die Samtgemeinde Harpstedt wurden

die Gebäude den Baualtersklassen des Instituts Wohnen und Umwelt (IWU) zugeordnet (Tobias Loga, 2015). Die Verteilung ist in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Baualtersklasse in Samtgemeinde Harpstedt

Baujahr	Klasse	Anzahl von Gebäuden	Anteil in %
1918 < Baujahr ≤ 1948	C	2.032	16,29%
1948 < Baujahr ≤ 1957	D	1.446	11,59%
1957 < Baujahr ≤ 1968	E	949	7,61%
1968 < Baujahr ≤ 1978	F	1.257	10,08%
1978 < Baujahr ≤ 1983	G	2.307	18,50%
1983 < Baujahr ≤ 1994	H	1.064	8,53%
1994 < Baujahr ≤ 2001	I	1.807	14,49%
2001 < Baujahr ≤ 2009	J	924	7,41%
2009 < Baujahr ≤ 2015	K	686	5,50%
Gesamt		12.501	100%

Quelle: eigene Darstellung mit den Daten von ENEKA (ENEKA Energie & Karten GmbH, 2024) und IWU (Tobias Loga, 2015)

Auf Basis der Baualtersklassen können standardisierte U-Werte und weitere bautechnische Parameter zugeordnet werden. Dies ermöglicht eine typologiebasierte Berechnung des Wärmebedarfs und der Effekte von Sanierungsmaßnahmen.

Die Auswertung zeigt, dass ein großer Teil des Bestands in Baualtersklassen (C,D,E,F und G) liegt, die vor der Einführung moderner Wärmeschutzstandards 1977 errichtet wurden. Diese Gebäude bilden einen Schwerpunkt für zukünftige Sanierungsmaßnahmen. Die bei ENEKA verwendeten Baualtersklassen (ENEKA Energie & Karten GmbH, 2024) entsprechen den Baualtersklassen des IWU (Tobias Loga, 2015).

Nachfolgend wird die Baublockbezogene Verteilung der Überwiegenden Baualtersklassen der Gebäude in Abbildung 1 dargestellt.

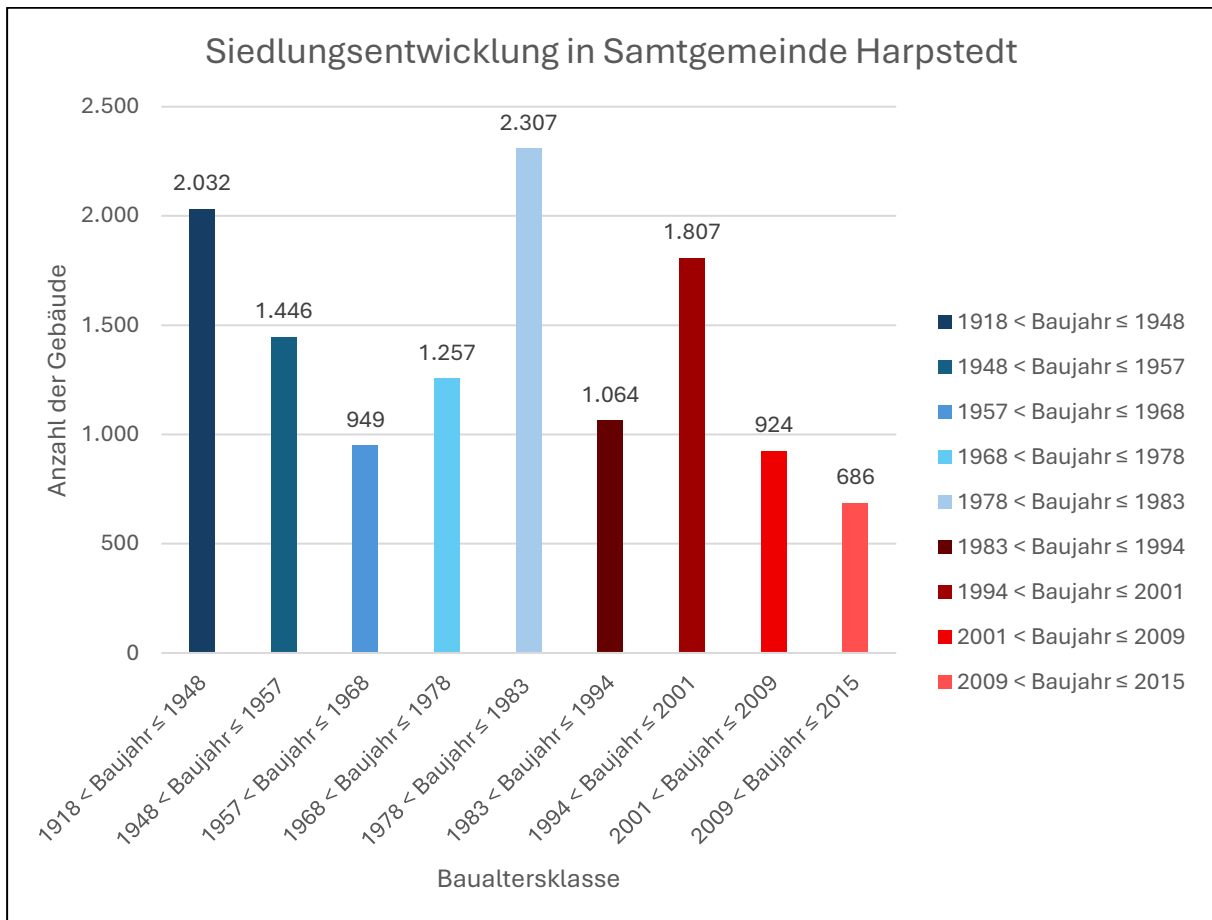


Abbildung 1: Siedlungsentwicklung in Samtgemeinde Harpstedt
Quelle: Eigene Darstellung

1.1.3 Analyse der Siedlungstypologien

Die Analyse der Siedlungstypologien untersucht die Siedlungsstrukturen in der Samtgemeinde Harpstedt, wobei Siedlungen nach Bebauungsdichte, Nutzungsmix und Baualtersklassen kategorisiert werden. Diese Einteilung ermöglicht es, die Eignung der Siedlungen für zentrale oder dezentrale Wärmesysteme zu bewerten. Besonders relevante Faktoren sind die Wärmebedarfsdichte und das Alter der Gebäude, da ältere Gebäude tendenziell ein höheres Sanierungspotenzial aufweisen. Die Ergebnisse unterstützen die gezielte Planung der Wärmeversorgung und die Festlegung von Fokusgebieten.

1.1.3.1 Baublockbezogene Darstellung der Gebäude- und Siedlungstypen unter anderem nach Baualtersklassen

Die Siedlungsentwicklung wurde baublockbezogen analysiert und kartografisch in den Abbildung 2, Abbildung 3 und Abbildung 4 dargestellt. Die entsprechenden Karten zeigen die

dominierenden Baualtersklassen in den einzelnen Gemeinden und Ortsteilen der Samtgemeinde Harpstedt.

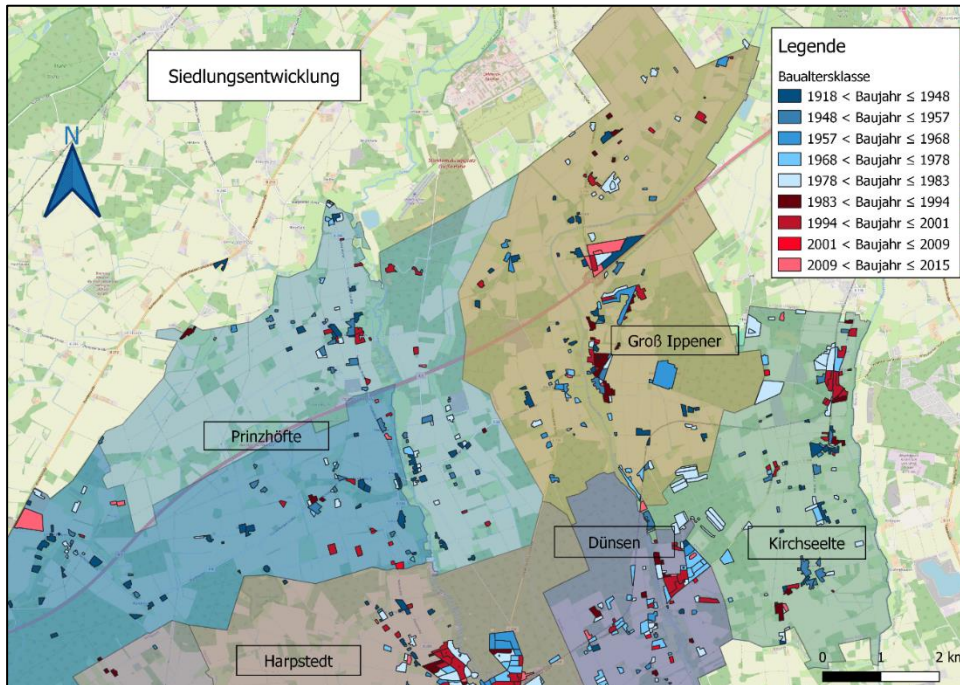


Abbildung 2: Siedlungsentwicklung in den Gemeinden Groß Ippener, Kirschseelte, Dünsen und Prinzhöfte

Quelle: Eigene Darstellung

Die Siedlungsentwicklung in den Gemeinden Winkelstett, Beckeln und Colnrade wird in Abbildung 3 dargestellt.

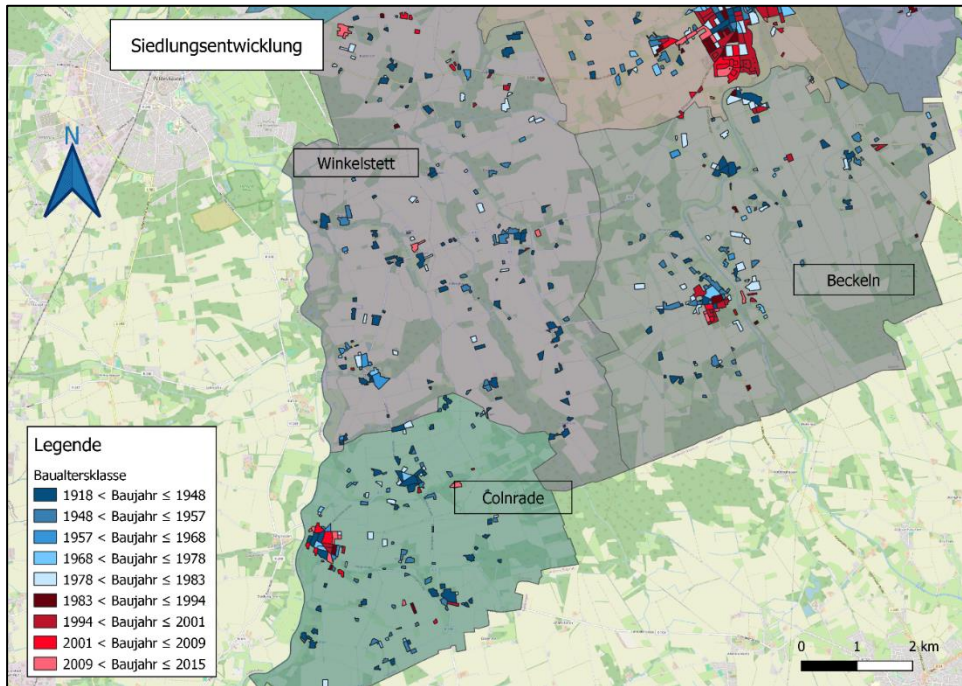


Abbildung 3: Siedlungsentwicklung in den Gemeinden Winkelstett, Beckeln und Colnrade
Quelle: Eigene Dartellung

Die Siedlungsentwicklung in der Gemeinde Harpstedt wird in Abbildung 4 gezeigt.

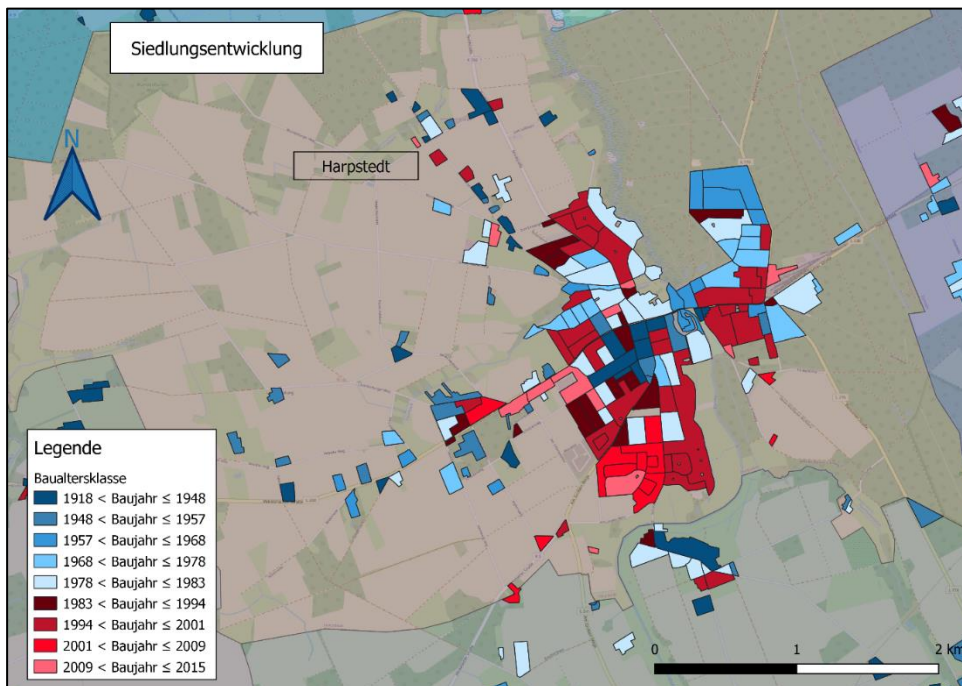


Abbildung 4: Siedlungsentwicklung in der Gemeinde Harpstedt
Quelle: Eigene Dartellung

Aus der Siedlungsanalyse wird deutlich, dass die Ortskerne überwiegend ältere Baualterklassen (C, D und F) aufweisen, in den Randlagen und Neubaugebieten modernere Gebäude mit besserem energetischem Standard zu finden sind, ländlich geprägte Ortsteile eher kleinteilige, freistehende Wohnbebauung aufweisen.

1.1.3.2 Baublockbezogene Darstellung der Gebäude- und Siedlungstypen nach Hauptnutzungsart

Als Grundlage der Bestimmung der Gebäudetypologie dienen grundlegend die Gebäudenutzungen 1. und 2. Ordnung des amtlichen Liegenschaftskatasters bishin zur Kombination der Parameter *Gebäudefunktion* und *Bauweise* für eine detaillierte Spezifizierung. Anschließend werden entsprechend der Typologien für Wohngebäude des IWU und für Nichtwohngebäude der Typologien des Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) bautechnische Charakteristika vergeben. (Tobias Loga, 2015).

Die Darstellung des überwiegenden Gebäudetyps in den Gemeinden Groß Ippener, Kirchseele, Dünsen und Prinzhöfte wird in Abbildung 5 gezeigt.

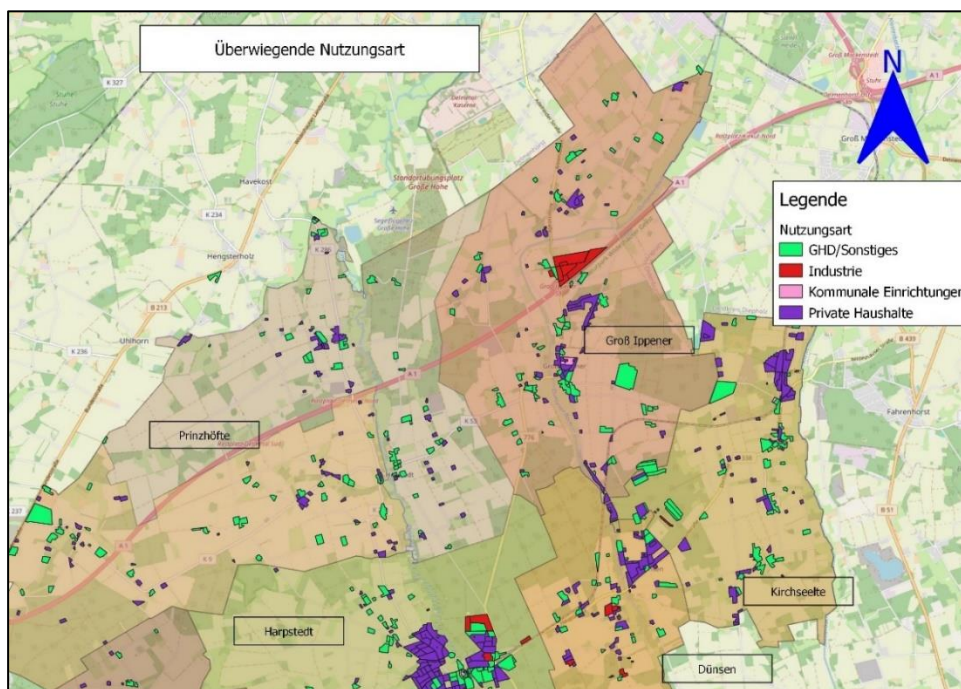


Abbildung 5: Hauptnutzungsarten in den Gemeinden Groß Ippener, Kirchseele, Dünsen und Prinzhöfte

Quelle: Eigene Darstellung

Die überwiegende Hauptnutzungsart in den Gemeinden Harpstedt, Dünsen, Winkelsett und Beckeln wird in Abbildung 6 dargestellt.

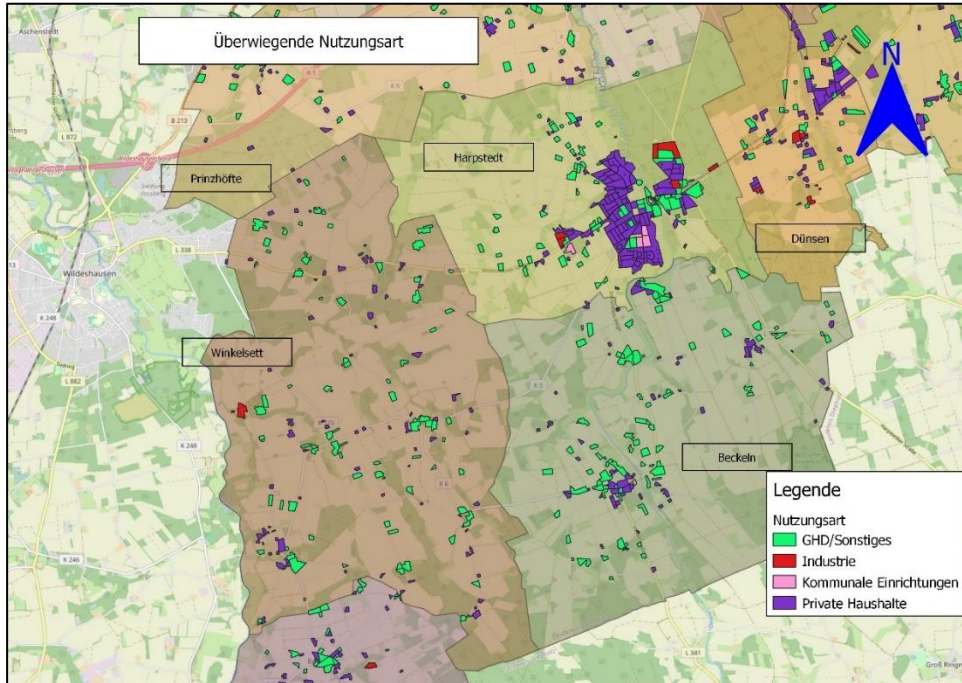


Abbildung 6: Hauptnutzungsarten in den Gemeinden Harpstedt Dünsen, Winkelsett und Beckeln
Quelle: Eigene Darstellung

Die Hauptnutzungsart in der Gemeinde Colnrade wird in Abbildung 7 gezeigt.

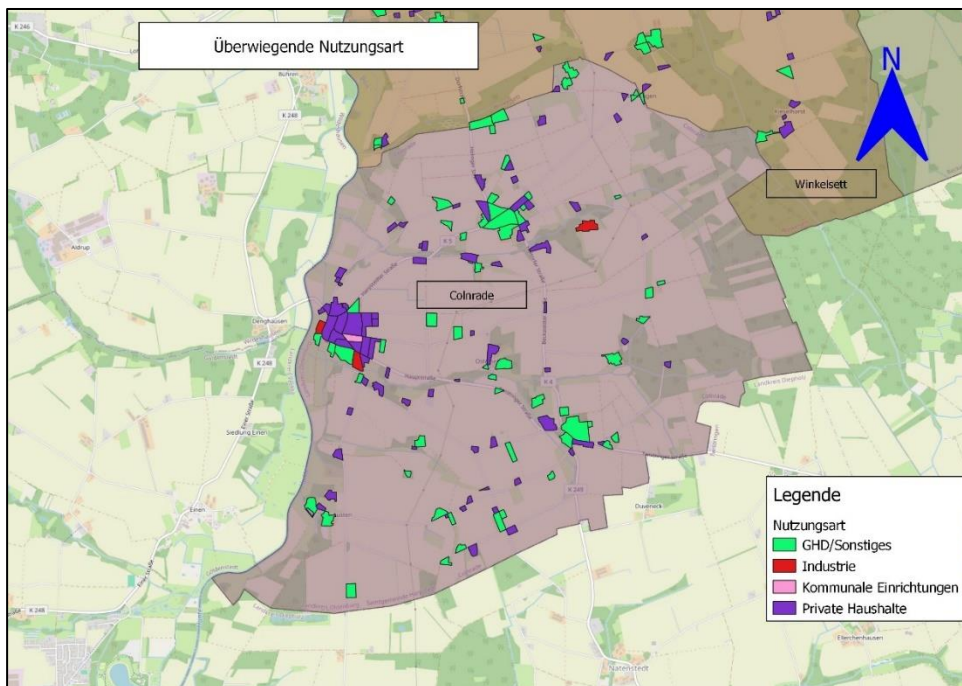


Abbildung 7: Hauptnutzungsarten in der Gemeinde Colnrade
Quelle: Eigene Darstellung

Die Darstellung der Gebäudenutzung außerhalb der o.g. Vorschriften zeigt eine detaillierte Aufteilung des BSKO-Sektors "GHD/Sonstiges" in die Unterkategorien "Gewerbe", "gemischt genutzt" und "Sonstiges". Folgende Statistiken lassen sich für den Gebäudebestand aus Tabelle 1 in der Abbildung 8 ableiten. Die Verteilung der Bruttogrundfläche in der Samtgemeinde Harpstedt wird in Abbildung 8 dargestellt.

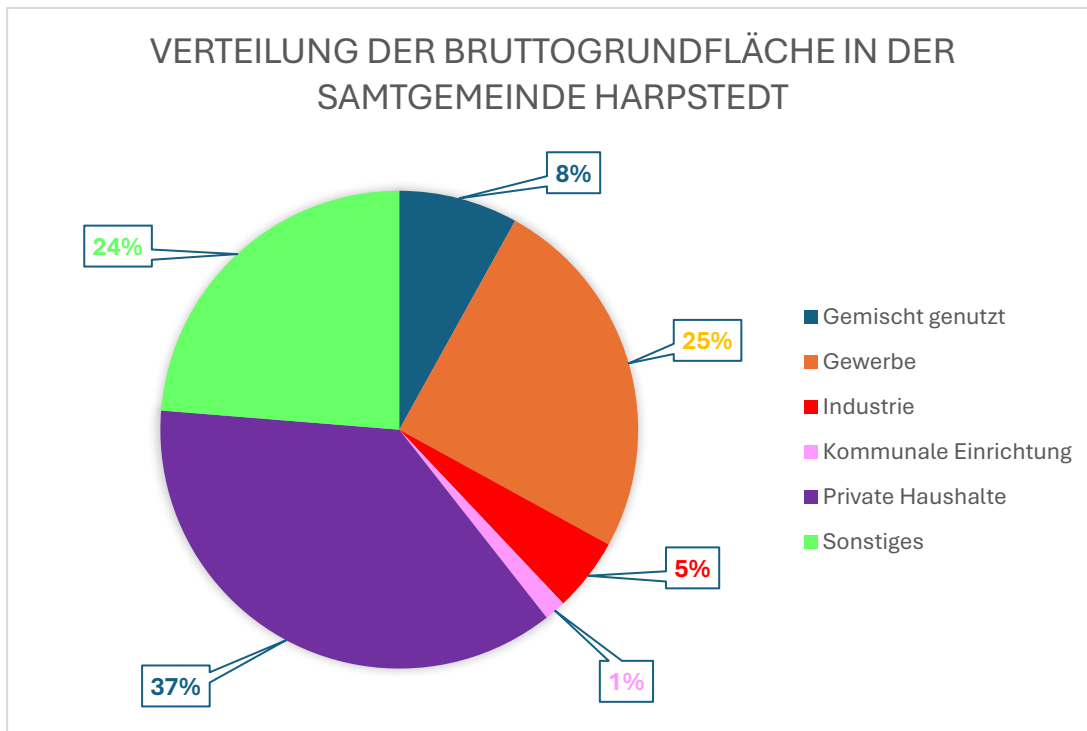


Abbildung 8: Verteilung der Bruttogrundfläche in der Samtgemeinde
Quelle: Eigene Darstellung

Bei der Analyse der Nutzflächenverteilung in der Samtgemeinde wird deutlich, dass der größte Anteil auf private Haushalte (37%) und Gewerbebetriebe (25%) entfällt. Den zweitgrößten Anteil bildet die Kategorie „sonstiges“ (24%), zu der unter anderem Ferienwohnungen, Einkaufszentren und Handelsbetriebe zählen.

1.2 Analyse der Energieinfrastruktur

Ein zentraler Bestandteil der Bestandsaufnahme ist die Analyse der bestehenden Energieinfrastruktur. Ziel dieses Abschnitts ist die systematische Erfassung der aktuellen Wärmebereitstellung in der Samtgemeinde Harpstedt. Betrachtet werden sowohl dezentral installierte Wärmeerzeuger als auch leitungsgebundene Infrastrukturen.

1.2.1 Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger in Gebäuden, einschließlich Hausübergabestationen

Die dezentralen Wärmeerzeuger wurden auf Basis der Schornsteinfegerdaten und weiterer verfügbarer Informationen erfasst. Unterschieden werden u. a.:

- Heizkessel für Erdgas und Heizöl,
- Biomassekessel (z. B. Holzpellets),
- elektrische Direktheizungen und Nachtspeicher,
- Wärmepumpen,
- Hausübergabestationen von Wärmenetzen.

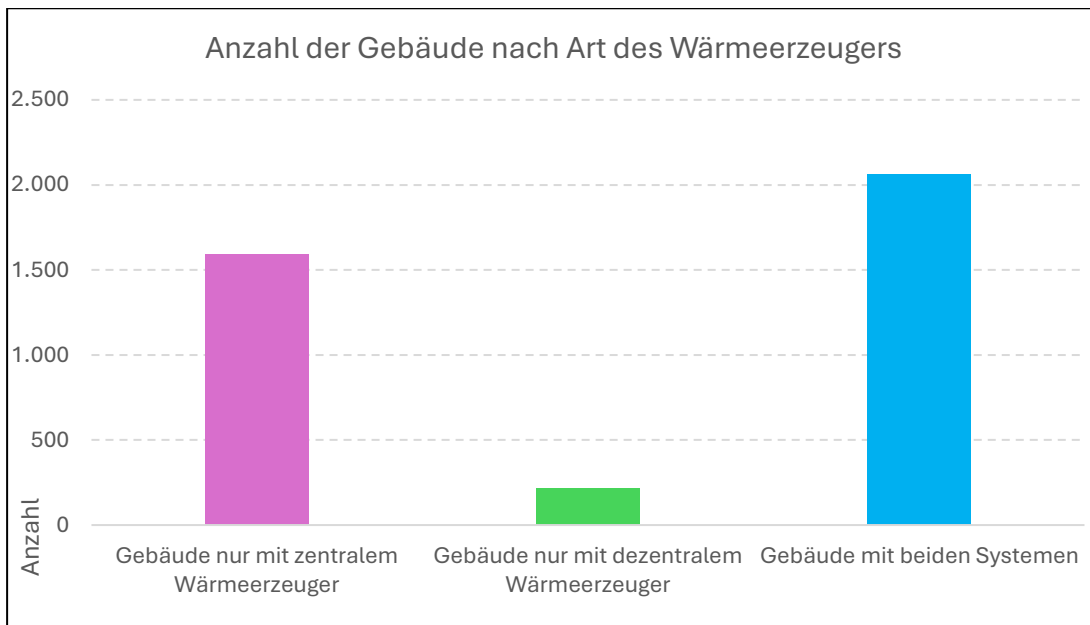


Abbildung 9. Anzahl der Gebäude nach Art des Wärmeerzeugers
Quelle: Eigene Darstellung

Die Anzahl der Gebäude nach Art des Wärmeerzeugers werde in Abbildung 9 gezeigt. Die Daten bilden die Grundlage zur Bestimmung der Anzahl und Art der Wärmeerzeuger, der Energieträgerstruktur im Bestand (siehe Tabelle 3 und Abbildung 10 zu Energieträgern), und der Baublockzuordnung (über dominante Energieträger. Siehe Abbildung 11, Abbildung 12, Abbildung 13 und Abbildung 14).

1.2.1.1 Ermittlung der eingesetzten Energieträger

Die Zusammensetzung der Energiequellen ist in Tabelle 3 zusammengefasst. Wichtig ist hier weniger der genaue Wert als vielmehr die folgenden Aussagen:

- Erdgas ist mit einem Anteil von 83 % die dominierende Energiequelle in der Samtgemeinde.
- Heizöl liegt mit 10,25 % an zweiter Stelle.
- Erneuerbare Energien (Biomasse, Wärmepumpen, erneuerbare Fernwärme) spielen bislang eine untergeordnete Rolle,
- Elektrische Heizsysteme sind zwar mengenmäßig vorhanden, ihr Energieanteil ist jedoch gering (2,19 %).

Tabelle 3: Anteil Wärmebedarf nach Versorgungsart

Versorgungsart	Wärmebedarf GWh/a	Anteil in %
Biogas	0,09	0,04%
Biomasse (Holzpellets)	2,42	1,06%
Erdgas	189,26	82,92%
Fernwärme	7,2	2,15%
Heizöl	23,40	10,25%
Heizstrom	4,99	2,19%
Wärmepumpe - Strommix	0,88	0,39%
Gesamtergebnis	228,25	100,00%

Quelle: Eigene Darstellung

Der Prozentueller Anteil der Energieträger/-systeme aus Tabelle 3 wird bildlich in der Abbildung 10 dargestellt.

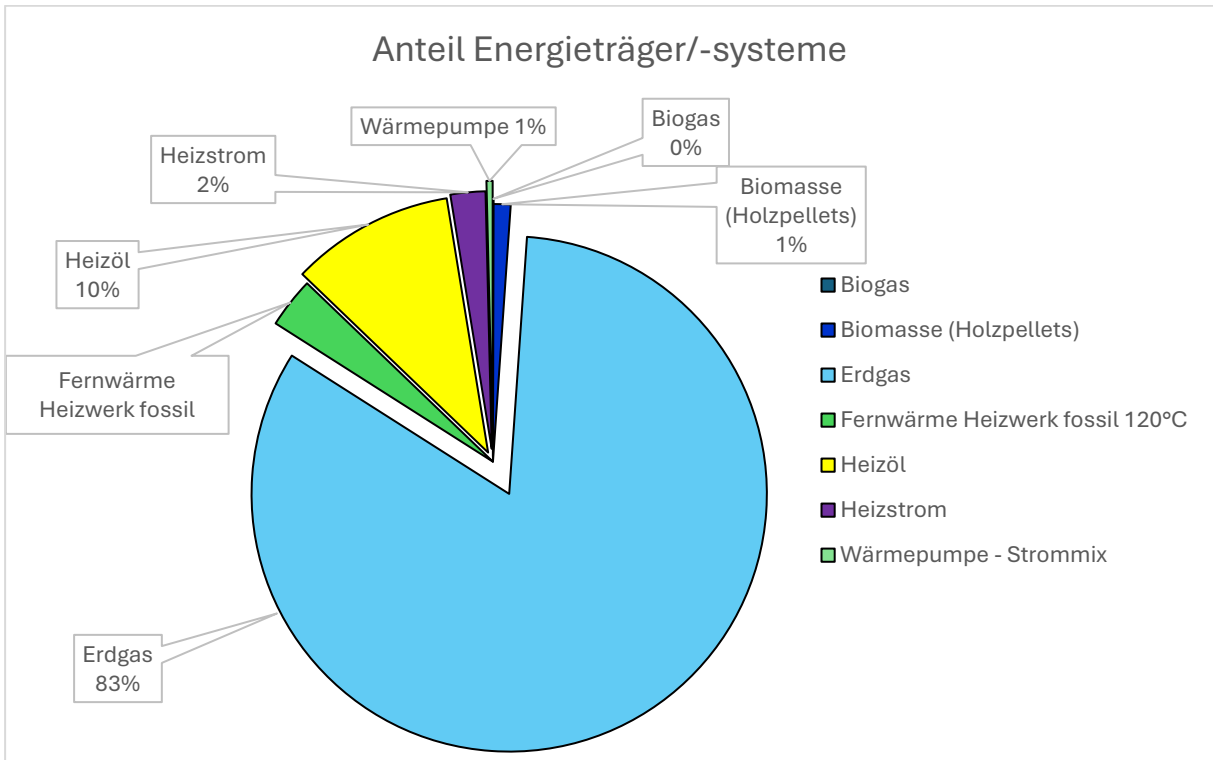


Abbildung 10: Prozentueller Anteil Energieträger
Quelle: Eigene Darstellung

Die Einteilung der überwiegenden Versorgungsarten in der Samtgemeinde Harpstedt werden in den Abbildungen 11-14 gezeigt.

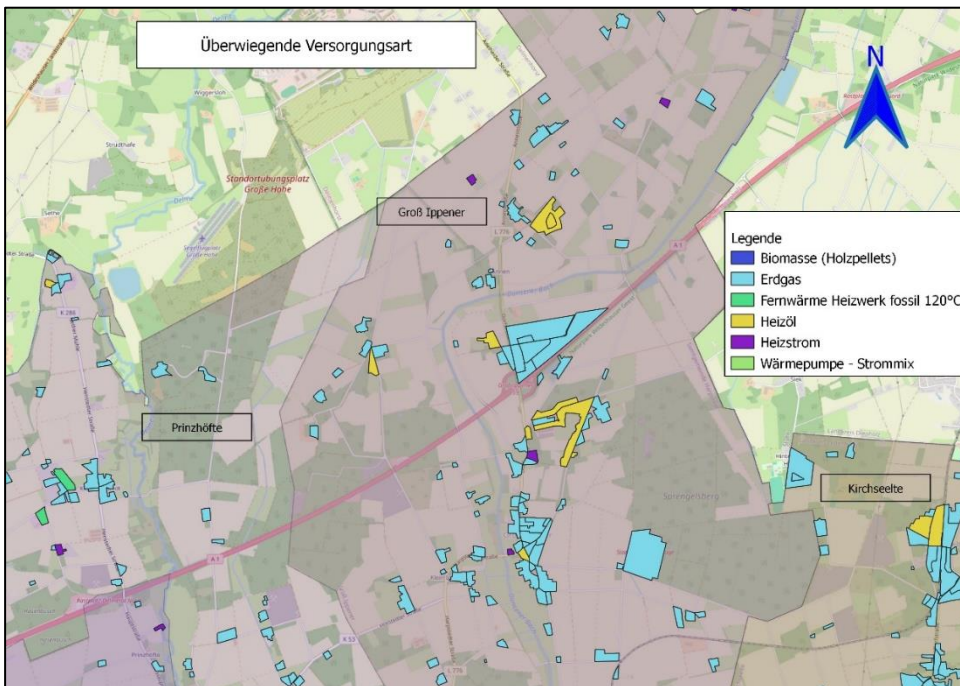


Abbildung 11: Überwiegende Versorgungsart der Gemeinden Groß Ippener und Prinzhöfte
Quelle: Eigene Darstellung

Die überwiegende Versorgungsart der Gemeinden Harpstedt, Prinzhöfte, Dünsen und Kirchseele werden in Abbildung 12 gezeigt.

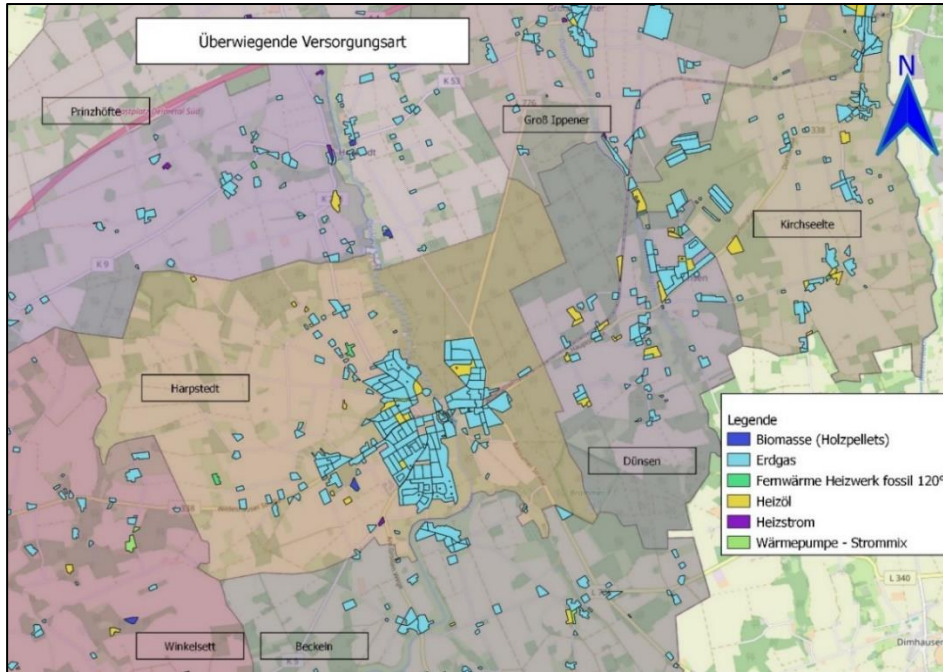


Abbildung 12: Überwiegende Versorgungsart der Gemeinden Harpstedt, Prinzhöfte, Dünsen und Kirchseele Quelle: Eigene Darstellung

Die überwiegende Versorgungsart der Gemeinden Winkelsett und Beckeln werden in Abbildung 13 dargestellt.

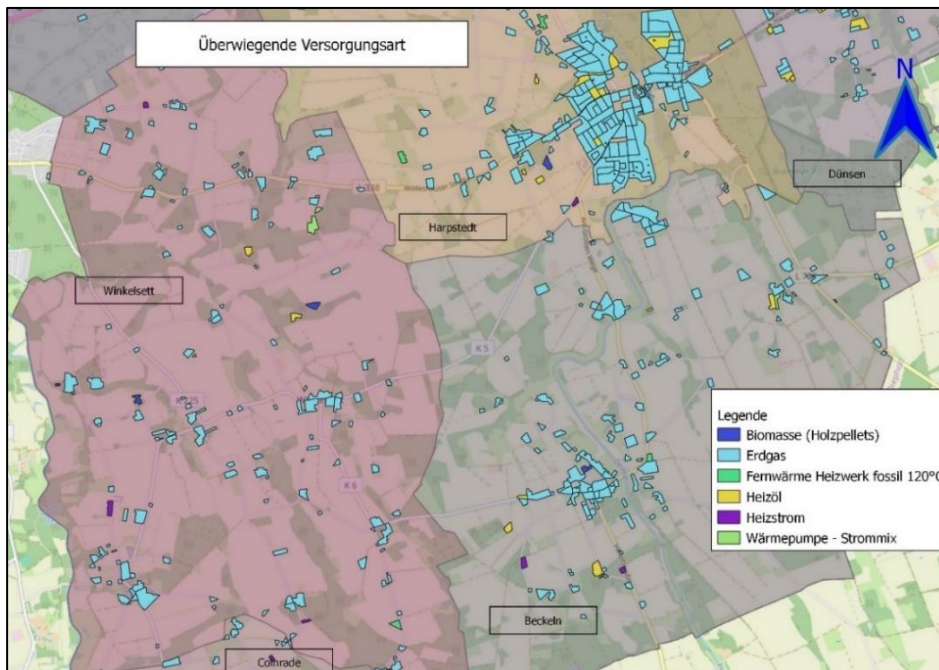


Abbildung 13: Überwiegende Versorgungsart der Gemeinden Winkelsett und Beckeln. Quelle: Eigene Darstellung

Die überwiegende Versorgungsart der Gemeinde Colnrade wird in Abbildung 14 gezeigt.

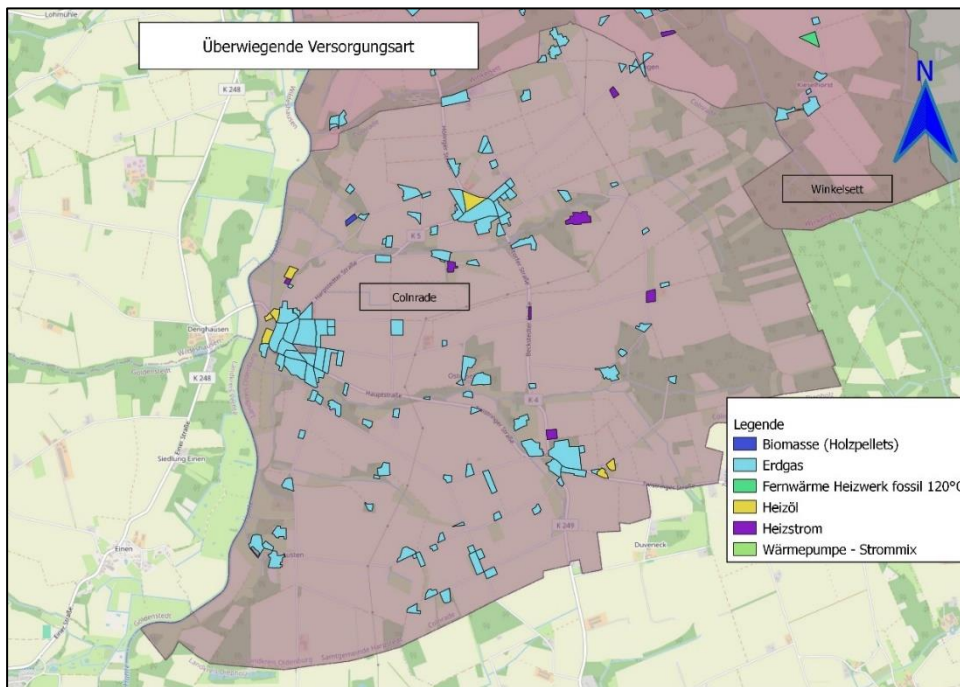


Abbildung 14: Überwiegende Versorgungsart der Gemeinde Colnrade
Quelle: Eigene Darstellung

1.2.2 Analyse bestehender und geplanter Netze

Die leitungsgebundene Energieinfrastruktur der Samtgemeinde Harpstedt umfasst Wärmenetze, Stromnetze und Gasnetze, die unterschiedlich stark ausgebaut sind und jeweils eigene Rahmenbedingungen für die zukünftige Wärmeversorgung mitbringen. Während einzelne Nahwärmenetze bereits bestehen und erste Erweiterungsplanungen vorliegen, ist das Gasverteilnetz flächendeckend in den verdichteten Bereichen vorhanden und spielt aktuell eine zentrale Rolle im Wärmemix. Ein Wasserstoffnetz existiert hingegen nicht. Die Analyse dieser Netze bildet die Grundlage, um technische Potenziale, räumliche Chancen und Grenzen für eine zukünftige leitungsgebundene Wärmeversorgung zu bewerten.

1.2.2.1 Analyse der Wärmenetze und -leitungen

In der Samtgemeinde Harpstedt bestehen bereits mehrere kleinere Nahwärmenetze. Diese versorgen Wohn- und Nichtwohngebäude u. a. in:

- der Gemeinde Harpstedt (7,2 GWh/a) (Abwärmenutzung aus Biogas-BHKW, z. B. Anlage Eiskamp), siehe Abbildung 15,

- weiteren Ortsteilen wie Prinzhöfte, Winkelsett und Beckeln. Hierzu verfügen die Verfasser dieses Berichts über keinerlei Information über die Leistung.

Die Wärmenetze in Dreiangel (3,4 GWh/a) und am Freibad/an den Schulen in Harpstedt sind auf Straßenebene kartografisch (3,8 GWh/a) dargestellt (Eiskamp). Zu weiteren Nahwärmenetzen liegen uns keine weitere Daten vor, wie die KiTa Zwergnase und die geplante Leitung zum Amtshof, sodass diese kartographisch nicht dargestellt sind.

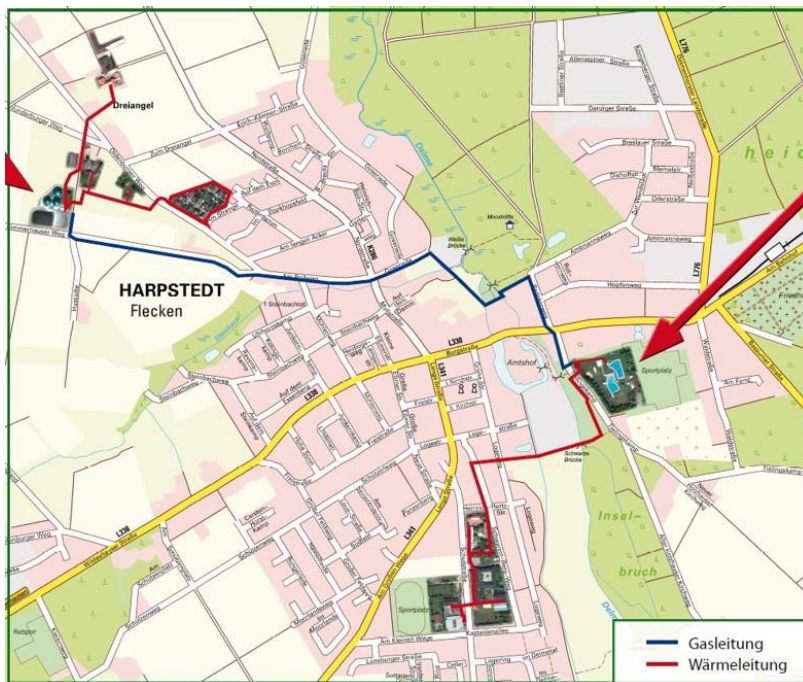


Abbildung 15: Kartografische Darstellung der bestehenden und geplanten Wärmenetz
Quelle: (Eiskamp)

1.2.2.2 Wärmeeerzeugungsanlagen in Wärmenetzen

Die in Wärmenetze Harpstedt einspeisenden Anlagen (z. B. Biogas-BHKW) werden standortbezogen erfasst, mit Angaben zu:

- thermisch jährliche Wärmeabsatz (MWh/a),
- Jahr der Inbetriebnahme,
- eingesetztem Energieträger.

Die Parameter von Wärmequelle und Wärmenetz Eiskamp werden in Tabelle 4 dargelegt.

Tabelle 4: Wärmeerzeugungsanlage in Wärmenetz Eiskamp

Wärmenetz	Energieträger	IBN Jahr	Jährliche Wärmevergung (GWh/a)
Am Dreieangel	Biogas-BHKW	2008	3,38
Freibad/schule	Biogas-BHKW, Erdgaskessel für Spitzenlast	2012	3,82

Quelle: (Eiskamp)

1.2.2.3 Gasnetze

Die Gasversorgung erfolgt über ein Verteilernetz, das insbesondere die dicht besiedelten Gebiete des Gemeindeverbands versorgt. Für die kartografische Darstellung liegen uns leider keine entsprechenden Informationen seitens der Gemeinde oder des Gasnetzbetreibers vor.

In der Samtgemeinde Harpstedt werden derzeit ausschließlich methanbasierte Gase (Erdgas, ggf. mit einem Anteil an Biogas) verteilt; ein Wasserstoffverteilungsnetz existiert nicht.

1.3 Ermittlung der Energiemengen im Bereich Wärme

Einer der Hauptziele der Bestandsanalyse ist es, den Wärmebedarf, den Wärmeverbrauch und den Endenergieverbrauch im Bereich Wärme räumlich und sektorbezogen zu erfassen. Die weitere wichtige Parameter ist die Wärmebedarfsdichte. Diese ermöglicht uns eine gezielte Identifikation räumlicher Gebiete, die potential gut geeignet sind für eine zentrale (leitungsgebundene) Wärmeversorgung mit Wärmenetzen.

- **Wärmebedarf** : Dies ist der theoretische Wert, der angibt, wie viel Wärme benötigt wird, um einen Raum oder ein Gebäude auf eine bestimmte Temperatur zu bringen und diese Temperatur aufrechtzuerhalten. Er basiert auf Berechnungen und berücksichtigt Faktoren wie die Größe des Gebäudes, die Dämmung, die Außentemperatur und die gewünschte Innentemperatur.
- **Wärmeverbrauch** : Dies ist der tatsächliche Wert, der angibt, wie viel Wärmeenergie tatsächlich über einen bestimmten Zeitraum verbraucht wurde. Der Wärmeverbrauch kann von verschiedenen Faktoren beeinflusst werden, darunter das Nutzerverhalten, die Effizienz des Heizsystems und die aktuellen Wetterbedingungen.

Der jährliche Wärmebedarf sowie die Verbrauchswerte der Samtgemeinde Harpstedt werden in der Tabelle 5 gezeigt.

Tabelle 5: Wärmebedarf und Verbrauchswerte Samtgemeinde Harpstedt

Gebäudetyp	Wärmebedarf GWh/Jahr	Verbrauchswerte GWh/Jahr
Einfamilienhaus	70,29	83,01
Gemischt genutzte Gebäude	18,58	21,75
Hochhaus	0,48	0,57
Großs Mehrfamilienhaus	0,50	0,60
Nichtwohngebäude	100,95	118,49
Reihenhaus	13,02	15,32
Sonstige Wohngebäude	24,41	28,66
Gesamt	228,25	268,43

Quelle: Eigene Darstellung

Wesentliche Erkenntnisse: Der **berechnete Wärmebedarf 228,25 GWh/a** liegt unter dem gemessenen Verbrauch (268,43 GWh/a). Dies gibt die Hinweise auf Effizienzpotenziale und Verbesserung der Nutzerverhalten. Besonders hohe Bedarfswerte zeigen Nichtwohngebäude und größere Wohngebäude.

1.3.1 Bedarfswerte Wärme (Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfs)

Die Ermittlung des Wärmebedarfs bildet die Grundlage für die Bewertung der aktuellen Versorgungssituation sowie für die Entwicklung zukünftiger Versorgungsszenarien. Der Wärmebedarf wird gebäudescharf berechnet und anschließend auf Baublockebene aggregiert, um räumliche Schwerpunkte und Unterschiede zwischen den Ortsteilen sichtbar zu machen. Dabei fließen Gebäudetyp, Baualter und Nutzung ebenso ein wie spezifische energetische Kenndaten. Die kartografische Darstellung ermöglicht eine klare Identifikation von Bereichen mit erhöhtem Wärmebedarf und dient als Basis für die spätere Einteilung in zentrale und dezentrale Versorgungslösungen.

Der gesamte Wärmebedarf der Samtgemeinde wurde bereits in Tabelle 5 erfasst. Der Wärmebedarf wird räumlich in den Abbildungen 16-18 dargestellt.

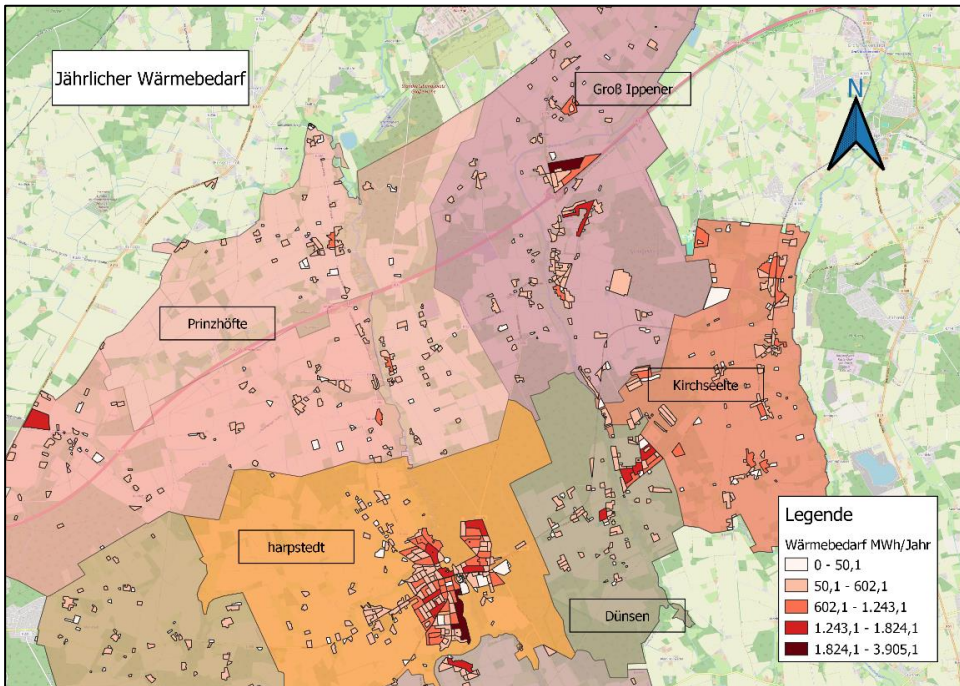


Abbildung 16: Jährlicher Wärmebedarf Groß Ippener, Prinzhöfte, Kirschseele und Dünsen
Quelle: Eigene Darstellung

Der jährliche Wärmebedarf in der Gemeinde Harpstedt, Beckeln, Winkelsett und Colnade wird in Abbildung 17 angezeigt.

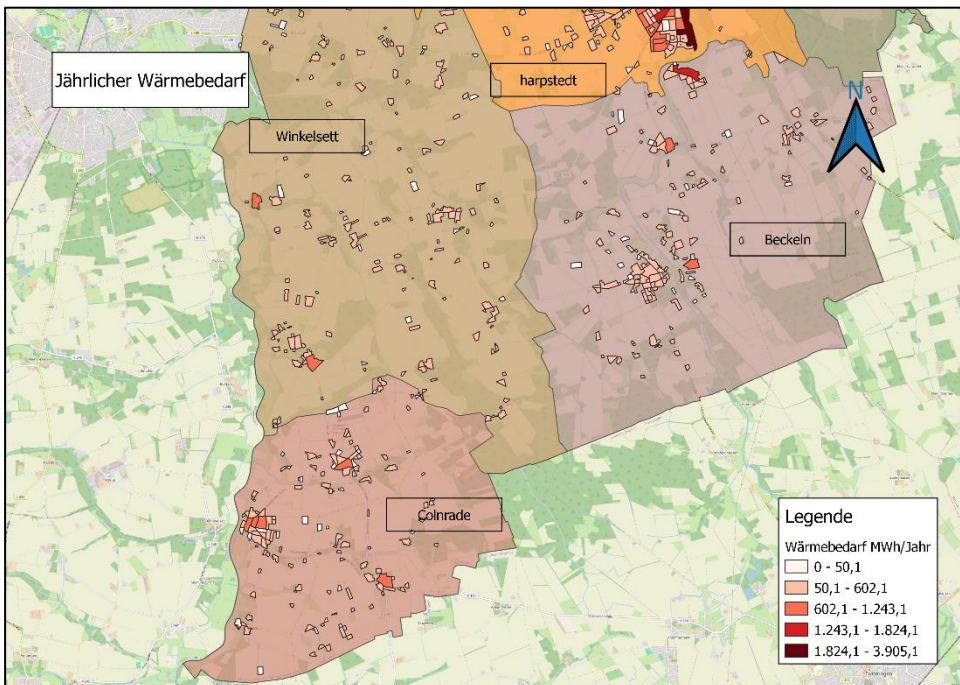


Abbildung 17: Jährlicher Wärmebedarf Harpstedt, Beckeln und Winkelsett und Colnade
Quelle: Eigene Darstellung

1.3.2 Verbrauchswerte Wärme

Die Analyse der Wärmeverbrauchswerte ergänzt die berechneten Bedarfswerte um den tatsächlichen energetischen Ist-Zustand. Auf Basis der verfügbaren Verbrauchsdaten werden die realen Wärmeverbräuche gebäudescharf erfasst und auf Baublockebene dargestellt. Dadurch lassen sich Abweichungen zwischen theoretischem Bedarf und tatsächlicher Nutzung identifizieren, die Hinweise auf energetische Schwachstellen, unterschiedliche Nutzerverhalten oder ineffiziente Heizsysteme geben. Die räumliche Visualisierung unterstützt zudem die Bewertung von Einsparpotenzialen und die Priorisierung späterer Maßnahmen. Die kartografische Darstellung des Wärmeverbrauchs auf Baublockebene wird in Abbildung 18, Abbildung 19 und Abbildung 20 dargestellt.

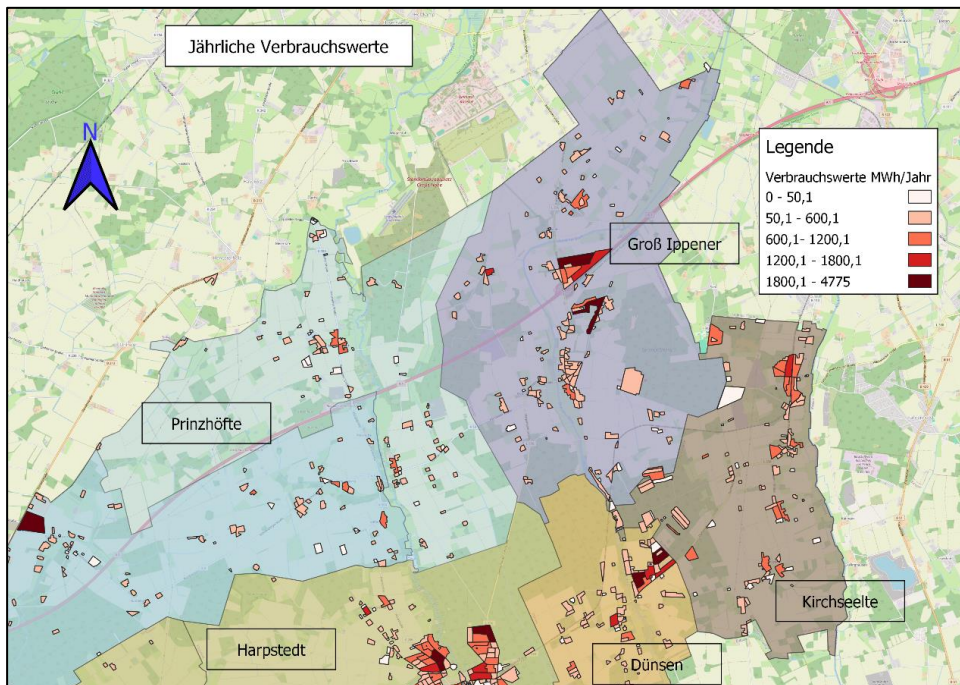


Abbildung 18: Jährliche Verbrauchswerte Groß Ippener, Prinzhöfte, Kirchseele und Dünsen
Quelle: Eigene Darstellung

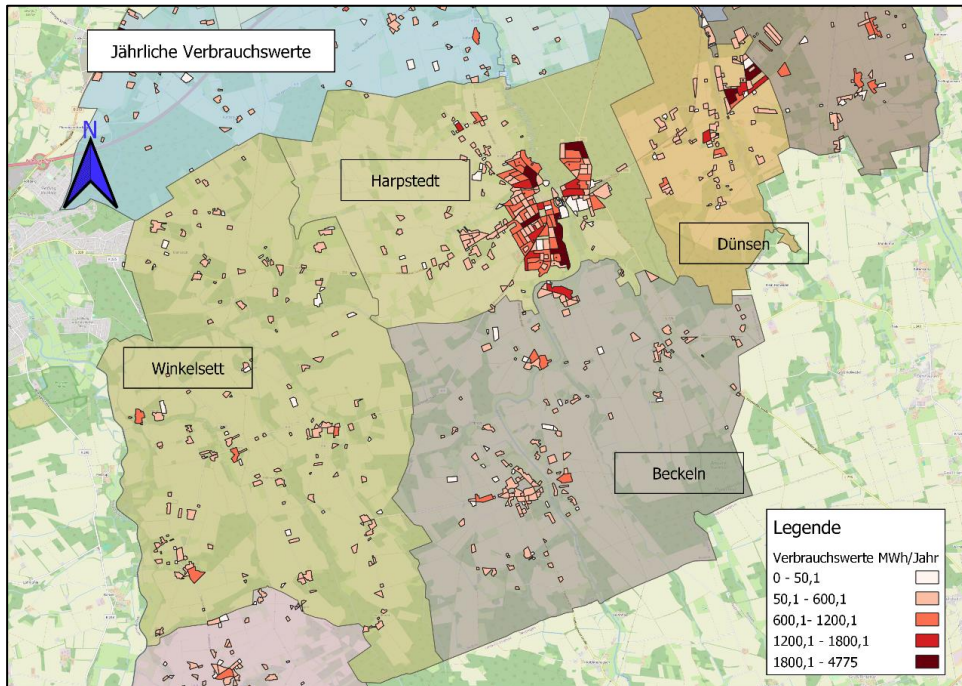


Abbildung 19: Jährliche Verbrauchswerte Harpstedt, Winkelsett, Beckeln und Dünsen
Quelle: Eigene Darstellung

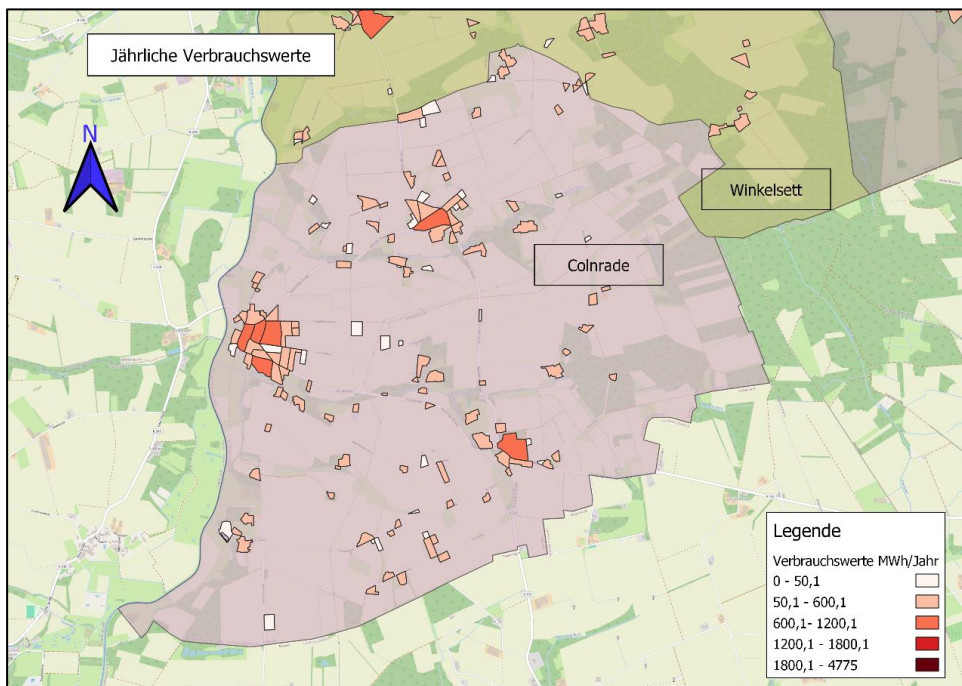


Abbildung 20: Jährliche Verbrauchswerte Colnrade
Quelle: Eigene Darstellung

1.3.3 Endenergieverbrauch Strom und Wärme

Die Endenergieanalyse beschreibt die tatsächlich eingesetzte Energiemenge zur Wärmeerzeugung in den Gebäuden der Samtgemeinde Harpstedt. Sie berücksichtigt alle relevanten Energieträger und bildet damit die reale Struktur der Wärmeversorgung ab. Durch die sektorale und räumliche Auswertung wird sichtbar, welche Energieträger dominieren, wo hohe Verbräuche auftreten und welche Bereiche besonders von einer Umstellung auf erneuerbare Energien profitieren können. Die Ergebnisse dienen als Grundlage für die Entwicklung eines klimaneutralen zukünftigen Energiemixes.

1.3.3.1 Erfassung des aktuellen jährlichen Endenergieverbrauchs nach Sektoren

Der jährliche Endenergieverbrauch 268 GWh/a wird sektorbezogen erfasst und in Abbildung 21 dargestellt. Berücksichtigt werden dabei die Sektoren: Wohngebäude (137,52 GWh/a), Gewerbe und Industrie (103 GWh/a), Handel und Dienstleistungen (10,78 GWh/a), unbeheizte Nichtwohngebäude (11,55 GWh/a) sowie sonstige Nutzungen (5,51 GWh/a). Die räumlich differenzierte Darstellung ermöglicht eine gezielte Analyse der Verbrauchsverteilung in der Samtgemeinde.

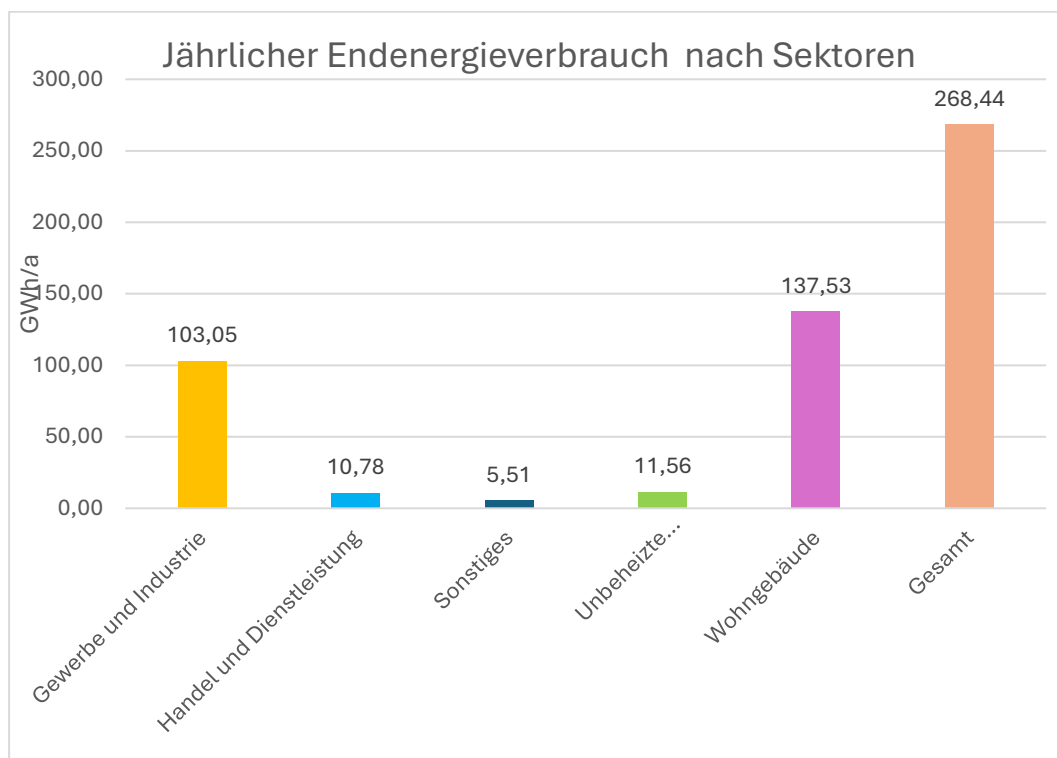


Abbildung 21: Jährlicher Endenergieverbrauch nach Sektoren
Quelle: Eigene Darstellung

Die Abbildung 21 zeigt, dass der größte Anteil des Endenergieverbrauchs auf die Sektoren Wohngebäude (51%) sowie Gewerbe und Industrie (39%) entfällt. Diese bilden somit die zentralen Ansatzpunkte für Effizienzsteigerungen und Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung.

Endenergieverbrauchs der kommunalen Liegenschaften

Die kommunalen Liegenschaften der Samtgemeinde Harpstedt verursachen laut Tabelle 6 einen jährlichen Endenergieverbrauch von insgesamt 5,51 GWh/a Wärme. Den größten Anteil haben Büro- und Verwaltungsgebäude mit 2,14 GWh/a, gefolgt von Einrichtungen der Heilbehandlung (1,23 GWh/a), Sportanlagen (1,12 GWh/a) und Bildungseinrichtungen (0,74 GWh/a). Kulturelle Einrichtungen tragen mit 0,21 GWh/a vergleichsweise wenig zum Gesamtverbrauch bei.

Ein Großteil dieser Gebäude wird noch mit fossilen Energieträgern beheizt, wodurch erhebliche Effizienz- und Einsparpotenziale bestehen. Aufgrund ihrer zentralen Lage und höheren Wärmebedarfsdichten eignen sich viele kommunale Liegenschaften besonders für den Anschluss an vorhandene oder geplante Fern- und Nahwärmenetze. Damit stellen sie ein wirksames und gut steuerbares Handlungsfeld dar, das frühzeitig zur THG-Minderung beitragen und gleichzeitig als Vorbild für private Haushalte und Unternehmen wirken kann.

Tabelle 6: Endenergieverbrauch Wärme der kommunalen Liegenschaften

Zeilenbeschriftungen	Endenergieverbrauch Wärme GWh/a
Bildung	0,74
Büro und Verwaltung	2,14
Heilbehandlung	1,23
Sport	1,12
Kultur	0,21
Gesamtergebnis	5,44

Quelle: Eigene Darstellung

1.3.3.2 Erfassung des aktuellen jährlichen Endenergieverbrauchs nach Energieträger

Der Endenergieverbrauch für Wärme wird nach Energieträgern differenziert dargestellt (Erdgas, Heizöl, Biomasse, Fernwärme, Heizstrom, Wärmepumpen etc.). Der Endenergieverbrauch nach Energieträgern wird in Abbildung 22 als Diagramm dargestellt.

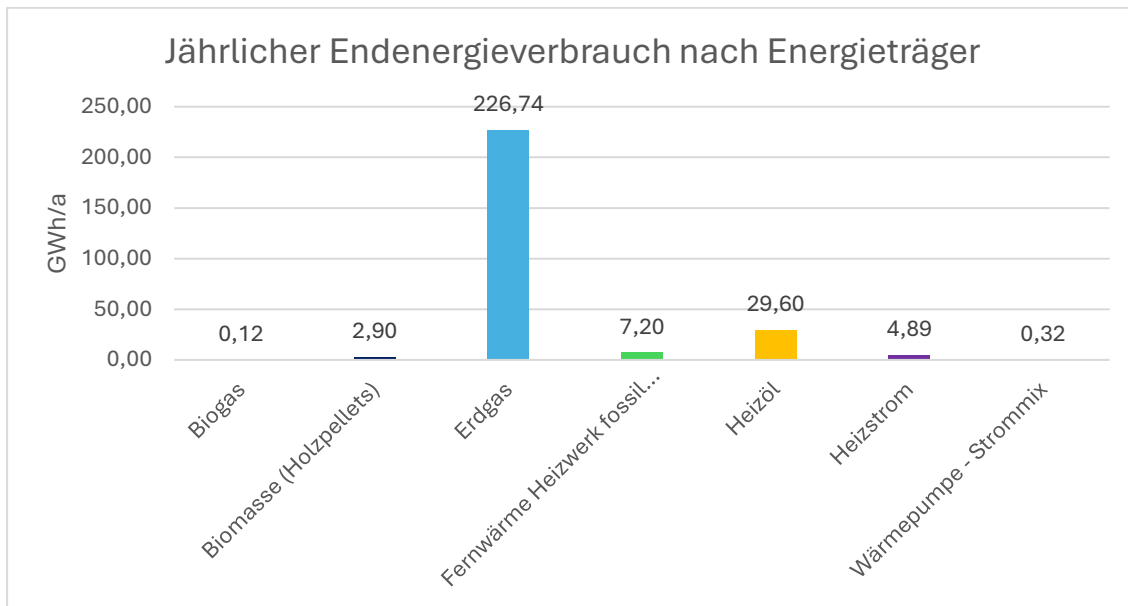


Abbildung 22: Jährlicher Endenergieverbrauch nach Energieträger in GWh/a
Quelle: Eigene Darstellung

Die Abbildung 22 zeigt, dass Erdgas mit 226,74 GWh/a der dominierte Energieträger ist. Heizöl bildet den zweitgrößten Anteil mit 29,60 GWh/a, erneuerbare Energieträger (Biomasse, Wärmepumpen, Solarthermie) tragen bisher nur einen geringen Anteil (8,2 GWh/a) zum Endenergieverbrauch bei. Leitungsgebundene Wärme (Fern-/Nahwärme) ist mit 7,20 GWh/a vorhanden, aber im Gesamtbild mengenmäßig noch untergeordnet.

1.3.4 Kennzahlen zur Energienutzung im Bereich Wärme

Die energetischen Kennzahlen liefern eine verdichtete Bewertung des Wärmeverbrauchs in Relation zu Gebäudeflächen und Bewohnerzahlen. Sie ermöglichen einen Vergleich zwischen verschiedenen Gebäudetypen und zeigen, wo der Wärmeverbrauch besonders hoch oder niedrig ausfällt. Durch die Auswertung spezifischer Kennwerte wie kWh/m²a oder kWh/Bewohner.a lassen sich energetische Schwachstellen identifizieren und Prioritäten für Sanierungsmaßnahmen ableiten. Diese Kennzahlen bilden somit eine wichtige Grundlage für die Bewertung der Effizienzpotenziale in der Samtgemeinde Harpstedt.

Die Kennzahlen (kWh/m².a, kWh/Bewohner.a) werden auf Basis der Gebäudenutzfläche und der Einwohnerzahlen in Tabelle 7 berechnet.

1.3.4.1 Erstellung von Wärmedichte-Karte

Zur Identifikation von Wärmeversorgungsschwerpunkten wird eine Wärmebedarfsdichte-Karte erstellt. Sie bildet die jährliche Wärmebedarf pro Flächeneinheit ab und zeigt somit auf, in welchen Bereichen des Untersuchungsgebiets besonders hohe Wärmebedarfsdichte vorliegen. Grundlage der Karte sind die zuvor ermittelten Daten zum Wärmebedarf in Tabelle 5, bezogen auf Baublockebene. Die Wärmedichte-Karte dient als zentrales Planungselement für die Bewertung der Effizienz potenzieller Versorgungsoptionen wie Wärmenetze und dezentrale Lösungen. Diese wird in Abbildung 23 dargestellt.

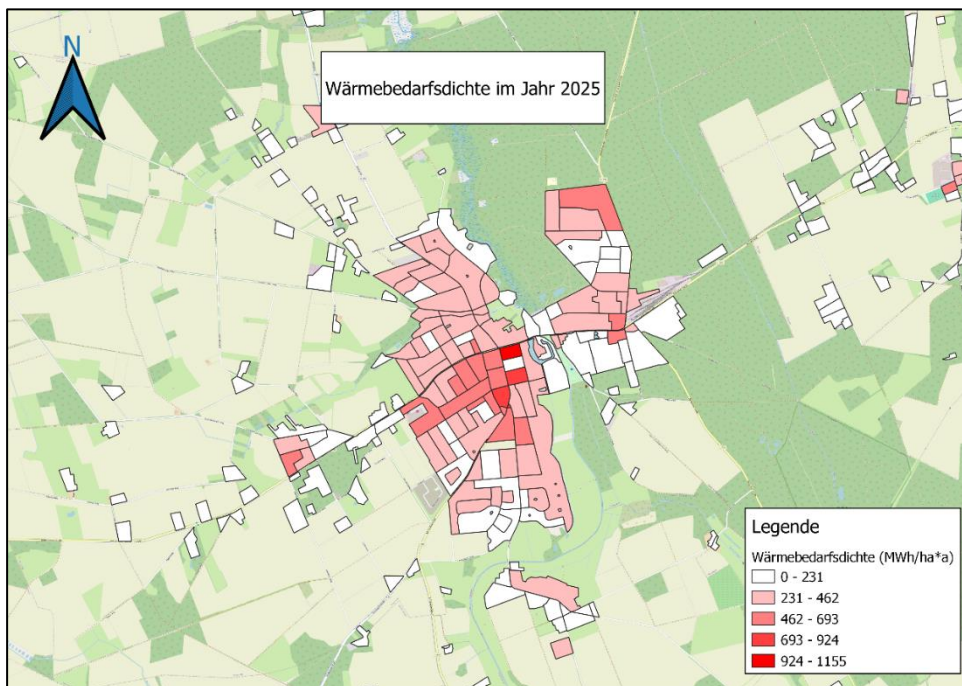


Abbildung 23. Jährlich Wärmebedarfsdichte in Harpstedt
Quelle: Eigene Darstellung

Die jährliche Wärmebedarfsdichte in der Gemeinde Groß Ippener, Dünsen, Kirchseele und Prinzhöfte wird in Abbildung 24 dargestellt.

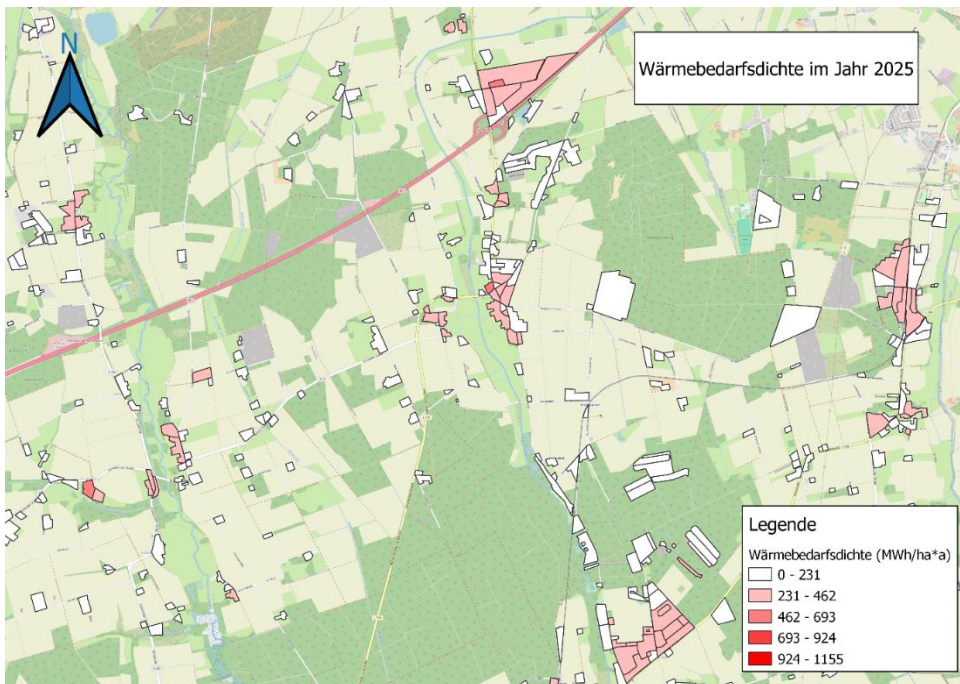


Abbildung 24: Jährliche Wärmebedarfsdichte in Groß Ippener, Dünsen, Kirchseele und Prinzhöfte
Quelle: Eigene Darstellung

Die jährliche Wärmebedarfsdichte in der Gemeinde Winkelsett, Beckeln und Colnrade wird in Abbildung 25 gezeigt

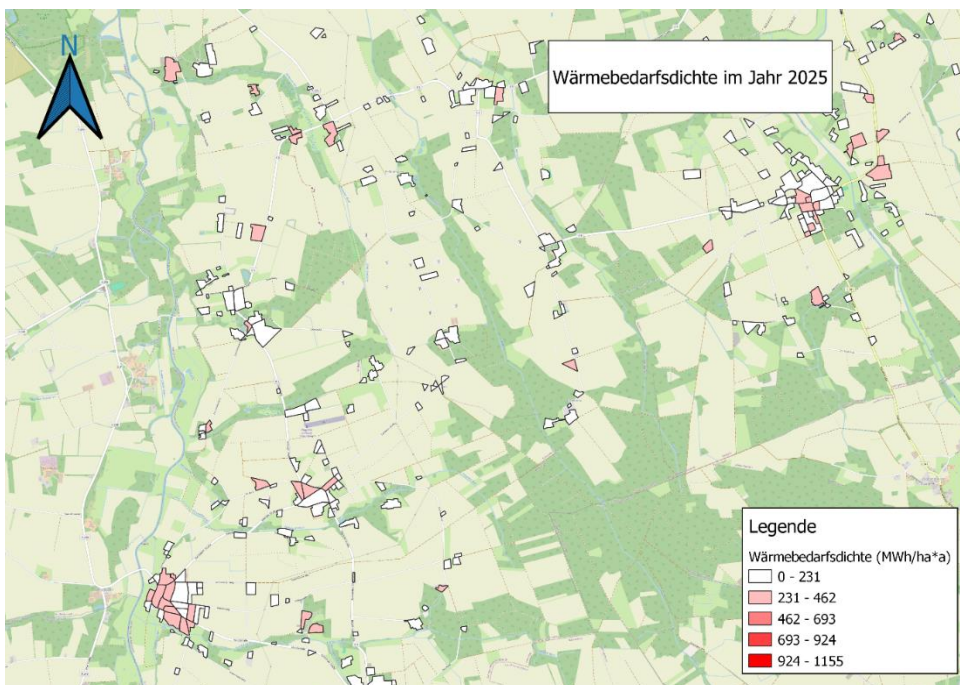


Abbildung 25: Jährliche Wärmebedarfsdichte in Winkelsett, Beckeln und Colnrade
Quelle: Eigene Darstellung

1.3.4.2 Erstellung von Wärmelinienkarte-Karten

Zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit potenzieller leitungsgebundener Wärmeversorgungen werden sogenannte Wärmelinienkarte-Karten erstellt. Dabei wird die ermittelte Wärmemenge auf die potenzielle Leitungslänge bezogen und in Kilowattstunden pro Leitungsmeter (kWh/m) dargestellt. Die Wärmelinienkarte gibt Aufschluss darüber, in welchen Straßenzügen oder Gebieten ein wirtschaftlicher Betrieb von Wärmenetzen besonders vielversprechend ist. Diese Karten bilden damit eine wichtige Entscheidungsgrundlage für die Priorisierung und Planung von Aus- oder Neubau leitungsgebundener Wärmeinfrastrukturen.

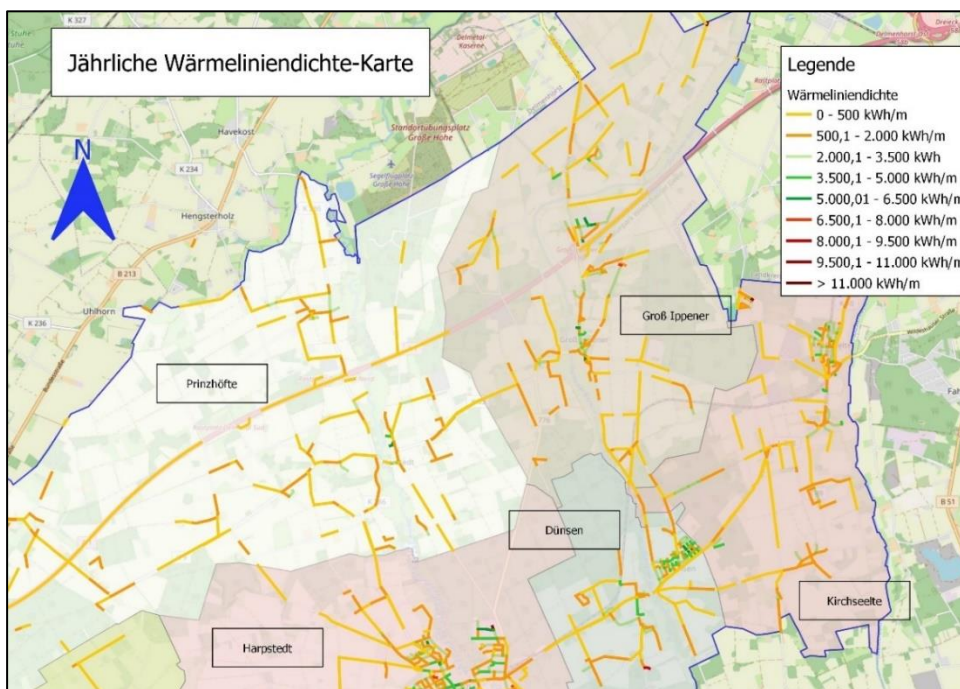


Abbildung 26: Jährliche Wärmelinienkarte Groß Ippener, Prinzhöfte, Dünsen und Kirchseele
Quelle: Eigene Darstellung

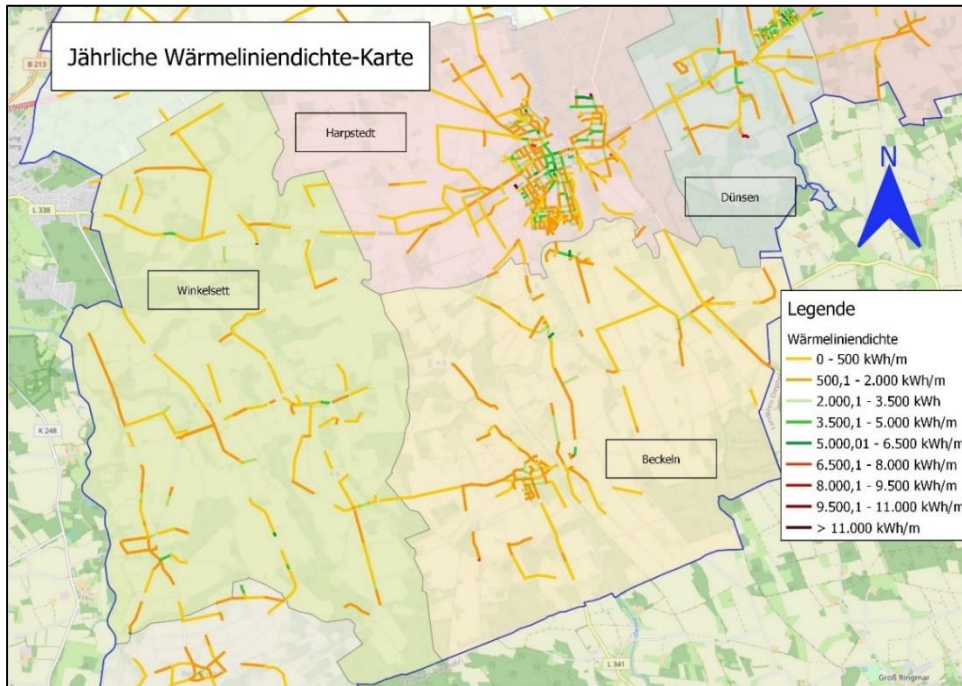


Abbildung 27: Jährliche Wärmelinien-Karte Harpstedt, Dünsen, Winkelsett und Beckeln
Quelle: Eigene Darstellung

Die Jährliche Jährliche Wärmelinien-Karte in der Gemeinde Colnrade wird in Abbildung 28 dargestellt.

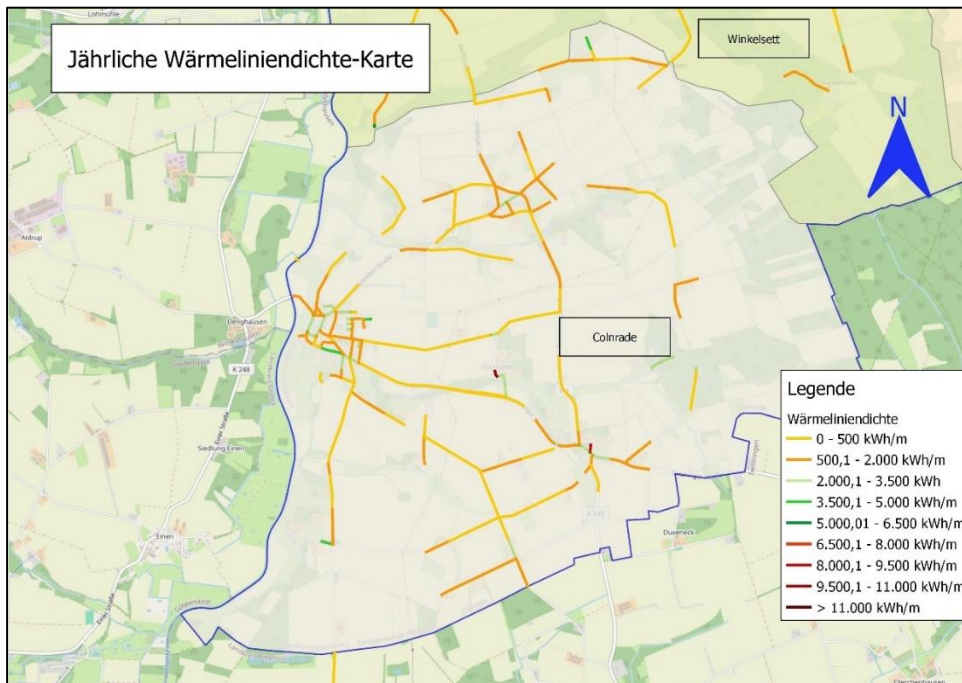


Abbildung 28: Jährliche Wärmelinien-Karte Colnrade
Quelle: Eigene Darstellung

1.3.4.3 Ermittlung relevanter Energiekennzahlen

Bei der Bewertung der Energieeffizienz und des Heizbedarfs werden die Flächen berücksichtigt, in denen tatsächlich gelebt wird und Heizungen benötigt werden. Aus diesem Grund wird die Gebäudenutzfläche (GNF) verwendet. Die jährlichen Energiekennzahlen werden in der Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Energiekennzahlen der Wohngebäude pro Fläche und Hausbewohner

Wohngebäude-typologie	GNF m ²	Hausbewohner (HB)	Endwärmebedarf GWh/a	Ratio kWh/m ² *a	Ratio kWh/HB*a
Einfamilienhaus	384.022	5.677	72,10	187,76	12.701,19
Gemischt genutzte Gebäude	27.267	154	3,48	127,74	22.617,23
Großes Mehrfamilienhaus	964	3	0,13	137,93	44.341,79
Hochhaus	3.015	6	0,66	220,77	110.953,69
Mehrfamilienhaus	164.217	1.396	24,17	147,23	17.318,96
Reihenhaus	56.362	868	11,96	212,24	13.781,56
Sonstige Wohngebäude	159.732	1.373	23,23	145,48	16.924,84
Gesamtergebnis	795.579	9.477	135,76	170,65	14.325,62

Quelle: Eigene Darstellung

Die Analyse der energetischen Kennzahlen zeigt klare Unterschiede zwischen den Gebäudetypen der Samtgemeinde Harpstedt. Einfamilienhäuser und Reihenhäuser weisen mit 188–212 kWh/m²*a die höchsten spezifischen Wärmeverbräuche auf, während Mehrfamilienhäuser deutlich niedrigere Werte von 147 kWh/m²*a erreichen. Hochhäuser heben sich mit 220 kWh/m²*a und über 110.000 kWh pro Bewohner als auffällige Verbrauchsspitzen hervor. Im Mittel liegt der spezifische Verbrauch aller Wohngebäude bei 171 kWh/m²*a.

Die ergänzenden Karten zu Wärmebedarfs- und Wärmelinienindichten verdeutlichen räumliche Lastschwerpunkte – insbesondere im Ortskern Harpstedt – und unterstützen die Bewertung der Wirtschaftlichkeit zentraler Wärmeversorgungssysteme.

1.4 Ermittlung der THG-Emissionen im Bereich Wärme

Die Ermittlung der Treibhausgasemissionen (THG) im Bereich Wärme dient der quantitativen Bewertung der klimarelevanten Auswirkungen der aktuellen Wärmeversorgung in der Samtgemeinde Harpstedt. Auf Grundlage des bestehenden Wärmeverbrauchs werden die

Emissionen für verschiedene Energieträger, wie Erdgas, Heizöl, Biogas, Fernwärme und Wärmepumpen, berechnet. Hierbei kommen die standardisierten CO₂-Äquivalente aus dem Technikkatalog der Bundesregierung zum Einsatz, um eine konsistente und nachvollziehbare Bilanz zu erstellen. Die Berechnung umfasst sowohl die direkten Emissionen der Heizsysteme als auch die indirekten Emissionen aus der Stromproduktion für Wärmepumpen. Die ermittelten Emissionswerte bilden die Basis für die Festlegung von Reduktionszielen und Maßnahmen zur Senkung der Emissionen im Zuge der kommunalen Wärmeplanung.

1.4.1 Ermittlung der THG-Emissionen im Bereich Wärme

Die Treibhausgasemissionen wurden auf Grundlage des Endenergieverbrauchs und spezifischer Emissionsfaktoren getrennt nach Wärme- und Stromsektor berechnet.

$$THG_{Gesamt} = \sum_i (Q_{End,i} \times EF_i) \quad (1)$$

Die Emissionen werden nach Gebäudenutzungsarten (private Haushalte, Gewerbe, Industrie, kommunale Einrichtungen etc.) wie in Tabelle 1 unterteilt und in Abbildung 29 dargestellt. Die räumliche Darstellung (baublockbezogen) wird in der Abbildung 30 und Abbildung 31 aufgezeigt.

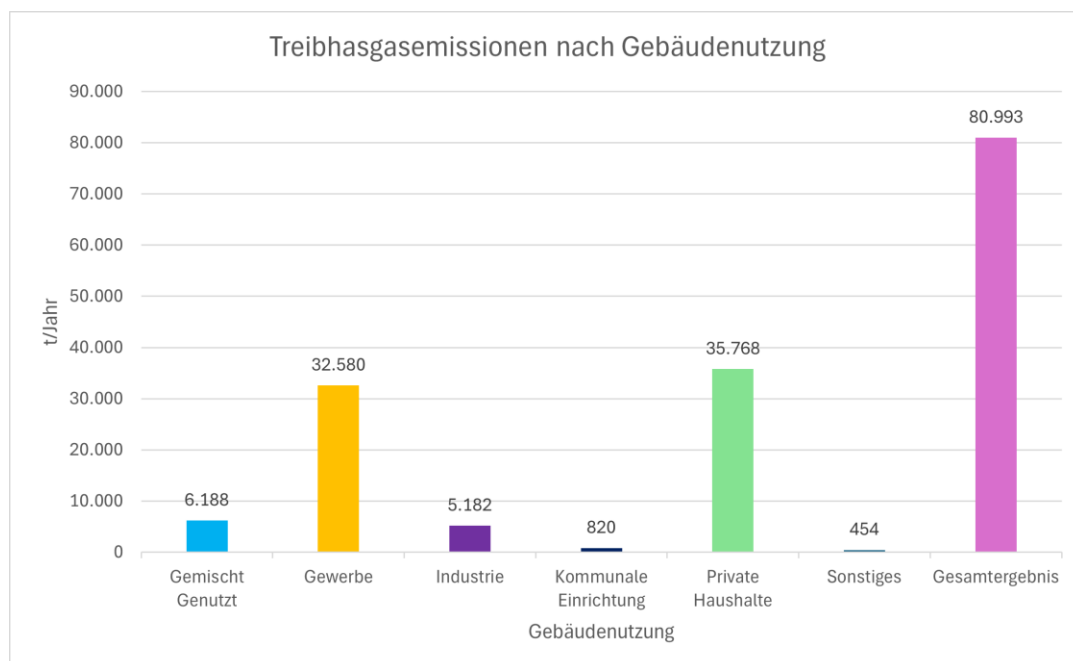


Abbildung 29: Jährliche Treibhausgasemissionen nach Gebäudenutzung Samtgemeinde Harpstedt
Quelle: Eigene Darstellung

Die Abbildung 29 zeigt, dass der Grossteil der Emissionen aus privaten Haushalten (35.768 t/a) und Gewerbebetrieben (32.580 t/a) stammt. Geringer sind die Emissionen in der Industrie und in kommunalen Einrichtungen mit insgesamt 6.002 t/a, wobei letztere in Zukunft eine Vorbildfunktion bei der Emissionsreduktion übernehmen sollen. Die jährliche Treibhausgasemissionen in den Gemeinden Groß Ippener, Prinzhöfte, Kirchseele, Harpstedt und Dünsen werden in Abbildung 30 dargestellt.

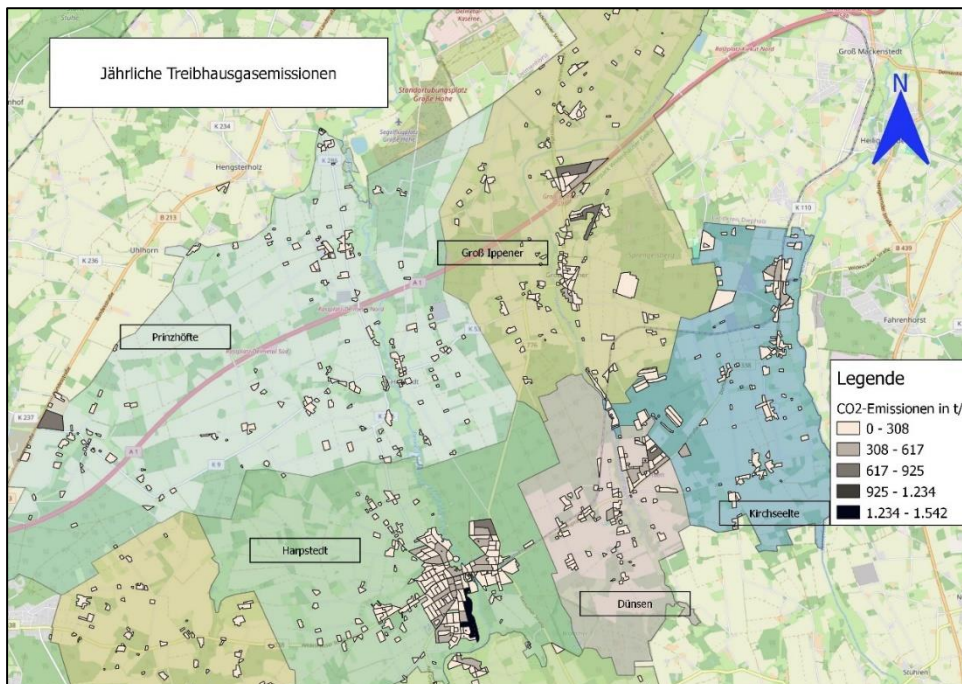


Abbildung 30: Jährliche Treibhausgasemissionen Gemeinden Groß Ippener, Prinzhöfte, Kirchseele, Harpstedt und Dünsen
Quelle: Eigene Darstellung

Die Jährliche Treibhausgasemissionen in den Gemeinden Winkelsett, Beckeln und Colnrade werden in Abbildung 31 dargestellt.

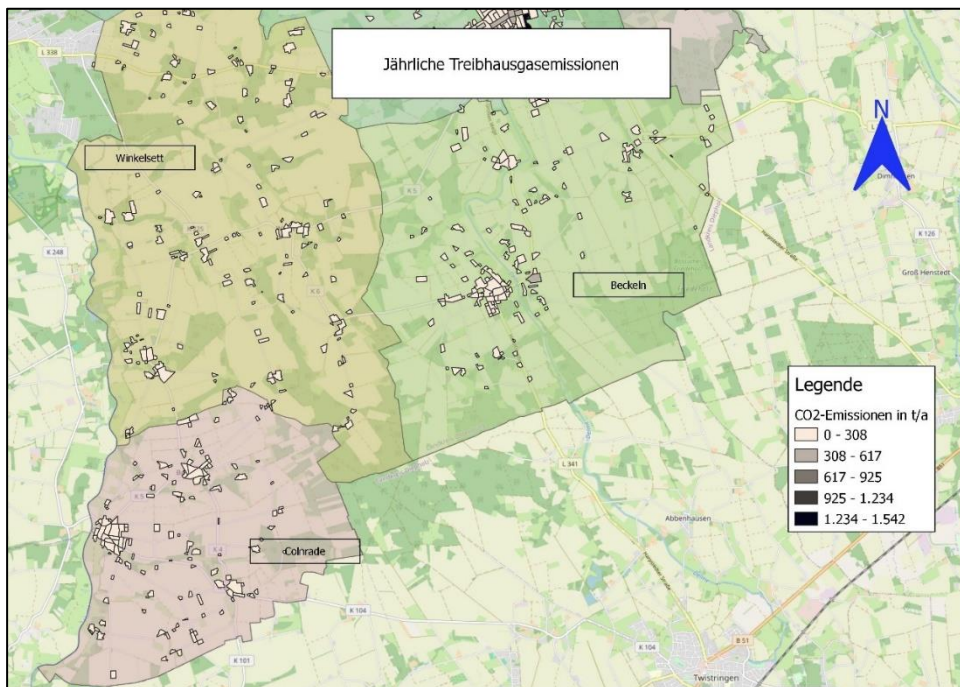


Abbildung 31: Jährliche Treibhausgasemissionen Gemeinden Winkelsett, Beckeln und Colnrade
Quelle: Eigene Darstellung

1.5 Eignungsprüfung

Schließlich wird in diesem Kapitel geprüft, wo ein Wärmenetz wirtschaftlich und technisch sinnvoll eingerichtet werden könnte. Dabei werden insbesondere die Wärmebedarfsdichte, die Wärmelinien- und die geplante Anschlussleistung pro Quadratmeter herangezogen. Je höher diese Werte sind, desto besser eignet sich das betreffende Gebiet. Die entsprechenden Karten in den folgenden Unterkapiteln zeigen im Detail, wo solche Netze sinnvoll wären.

1.5.1 Bewertung der Eignung von Teilgebieten für Wärmenetze

Die Identifizierung der Gebiete, die für die Nutzung von Wärmenetzen geeignet sind, entspricht denjenigen, die eine Nachfrage von mehr als 150 MWh/ha*a haben (Technische Universität München, Hausladen, & Hamacher, 2011). Für die Gebiete, die nicht diesen Energiebedarf erreichen, sind dezentrale Heizsysteme eine geeignete Alternative.

Die Fernwärmeeignung in den Gemeinden Groß Ippener, Prinzhöfte und Kirchseele wird in der Abbildung 32 gezeigt.

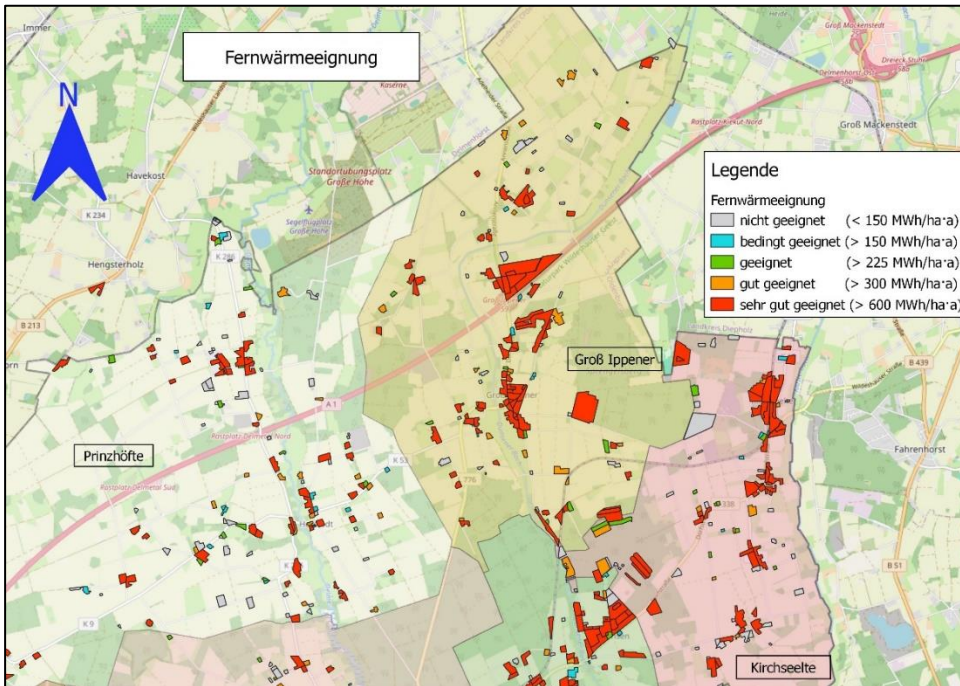


Abbildung 32: Fernwärmeeignung Groß Ippener, Prinzhöfte und Kirchseele
Quelle: Eigene Darstellung

Die Fernwärmeeignung in den Gemeinden Harpstedt, Düsen, Beckeln und Winkelsett wird in Abbildung 33 gezeigt.

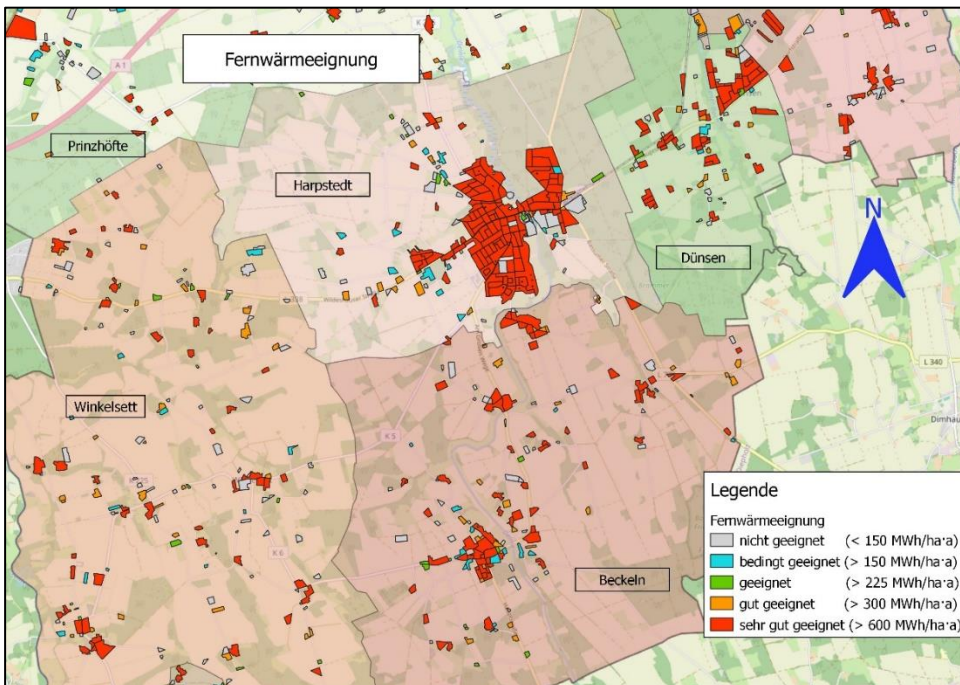


Abbildung 33: Fernwärmeeignung Harpstedt, Düsen, Beckeln und Winkelsett
Quelle: Eigene Darstellung

Die Fernwärmeeignung in Colnrade wird in der Abbildung 34 dargestellt.

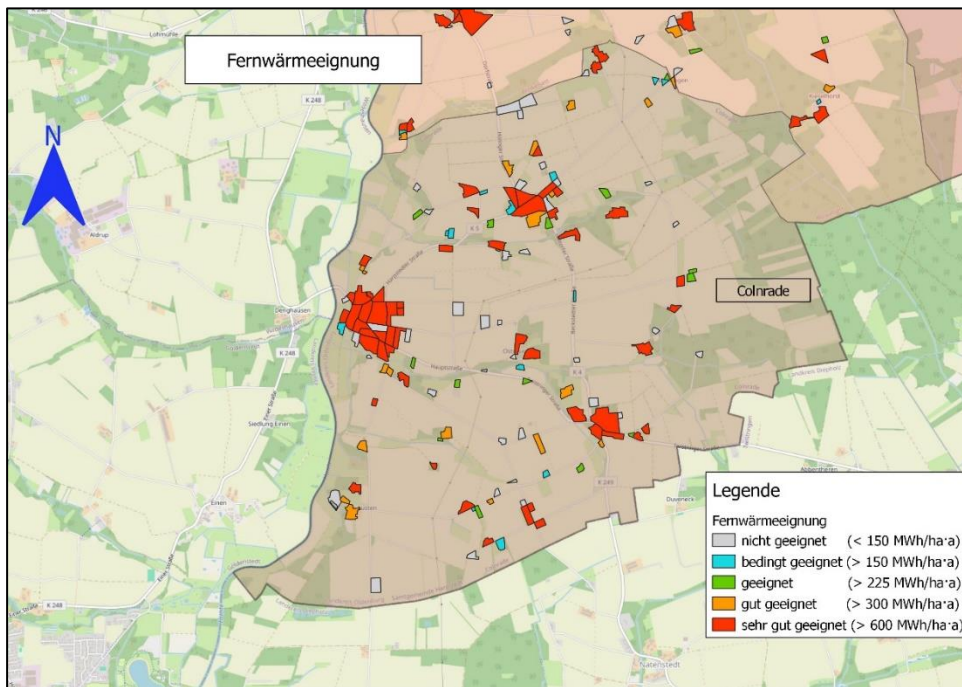


Abbildung 34: Fernwärmeeignung Colnrade
Quelle: Eigene Darstellung

1.5.2 Bewertung der Eignung von Teilgebieten für die Versorgung durch ein Wasserstoffnetz

Der Aufbau eines separaten Wasserstoffwärmenetzes wird in Deutschland für relevante Chemie-, Raffinerie- und/oder Hochofenstandorte angewandt (Wachsmuth, et al., 2019), was auf Harpstedt nicht zutrifft. Die gleiche Literaturquelle weist darauf hin, dass der Bau eines Netzes zur Versorgung von Haushalten allein nicht sinnvoll darstellbar ist.

2 POTENZIALANALYSE

Die Potenzialanalyse untersucht, welche Energieeinsparungen im Gebäudebestand erreichbar sind und welche lokalen erneuerbaren Wärmequellen in der Samtgemeinde Harpstedt genutzt werden können. Sie ergänzt die Bestandsanalyse um eine vorausschauende Bewertung der Sanierungspotenziale sowie der regional verfügbaren Energiequellen wie Umweltwärme, Geothermie, Solarthermie, Biomasse und Photovoltaik. In den Unterkapiteln werden zunächst die Einsparpotenziale durch Sanierungsmaßnahmen analysiert, gefolgt von der Bewertung unvermeidbarer Abwärmequellen sowie der lokal verfügbaren erneuerbaren Wärme- und Strompotenziale. Abschließend werden die Möglichkeiten zentraler Wärmespeicherung untersucht. Die Ergebnisse dienen als Grundlage für die Entwicklung des Zielszenarios und die spätere Festlegung geeigneter Wärmeversorgungsstrukturen.

2.1 Potentialanalyse zur Ermittlung von Energieeinsparpotentialen

In diesem Kapitel wird untersucht, in welchem Umfang der Wärmebedarf in der Samtgemeinde Harpstedt durch Effizienzmaßnahmen reduziert werden kann. Im Mittelpunkt stehen dabei die energetischen Eigenschaften des Gebäudebestands, der Sanierungsstand sowie technische und wirtschaftliche Einsparpotenziale. Auf Basis der Baualtersklassen, typischen U-Werte und der identifizierten Sanierungsstände werden die möglichen Energieeinsparungen rechnerisch abgeleitet und räumlich zugeordnet. Die Analyse zeigt, dass insbesondere Gebäude aus den Baujahren 1919 bis 1979 den größten Beitrag zur Wärmebedarfsreduktion leisten können und damit den Haupthebel für eine erfolgreiche Wärmewende darstellen. Insgesamt bietet der Gebäudebestand erhebliche Einsparpotenziale, die durch gezielte Sanierungsmaßnahmen und Effizienzstrategien systematisch aktiviert werden können.

2.1.1 Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden

Die Wärmebedarfsreduktion bildet einen zentralen Baustein der Potenzialanalyse, da energetische Sanierungsmaßnahmen maßgeblich zur Senkung des Wärmeverbrauchs beitragen. In diesem Abschnitt wird untersucht, in welchem Umfang der Gebäudebestand der

Samtgemeinde Harpstedt durch Sanierungen an Gebäudehülle und Anlagentechnik energetisch verbessert werden kann. Dazu werden Sanierungsstand, Sanierungsraten und die daraus ableitbaren Einsparpotenziale bewertet. Die Analyse zeigt auf, welche Gebäudetypen den größten Beitrag zur Reduktion des Wärmebedarfs leisten können und welche Effekte verschiedene Sanierungsszenarien bis 2045 erzielen.

Die Bewertung der Energieeinsparpotenziale setzt eine Analyse des aktuellen Sanierungsstandes der Gebäude voraus. Der Sanierungsstand beschreibt, in welchem Umfang zentrale Gebäudeelemente wie Fassade, Dach, Fenster, oberste und unterste Geschosdecke sowie die Lüftungstechnik, im Verhältnis zum Baujahr modernisiert wurden.

2.1.1.1 Analyse des Sanierungszustandes

- Bestimmung des Sanierungsstandes

Die folgenden Kriterien werden beschrieben, um den Sanierungsstandes der Gebäude aus einer Energetischer Sicht zu bestimmen. Die Kriterien wurden mithilfe des Softwareunternehmens ENEKA aufgestellt. (ENEKA Energie & Karten GmbH, 2024).

- a. Gebäude mit einer ursprünglichen Bauteilkonstellation, einem Baujahr und einem Gebäudetyp: unsaniert
- b. Festlegung von einem Sanierungszyklus von 40 Jahren.
 - i. Sanierung von Gebäuden innerhalb des Zyklus: Teilsaniert.
 - ii. Erneuerung der Bauteileigenschaften nach weiteren 40 Jahren: Vollsaniert
 - iii. Beispiel. Modernes Gebäude aus dem Jahr 2010: Unsaniert
- c. Informationen zum Zustand einer Wohnlage durch die Firma 360 GmbH. Wohnlage wird „sehr gut“ eingestuft: Vollsaniert. Ist ein Gebäude bspw. erst zwischen 40 und 79 Jahren alt, aber als „sehr gut“ bestimmt, gilt es als vollsaniert.

- Beispiele des Sanierungsstandes

- a. Unsaniert
 - I. Baujahr > 2000 und unabhängig von der Wohnlagequalität
 - II. Baujahr < 1990 und sehr schlechte Wohnlagequalität
 - III. Baujahr > 1990 und mittlere bis schlechte Wohnlagequalität
- b. Teilsaniert

- I. Baujahr zwischen 1990 und 2000 und mittlere bis sehr gute Wohnlagequalität
- II. Baujahr < 1990 und mittlere bis schlechte Wohnlagequalität
- c. Vollsaniert
 - I. Baujahr < 1990 und sehr gute Wohnlagequalität

Auf Grundlage dieser Bestimmung wurde der Sanierungszustand der Gebäude Baublock-bezogen zusammengefasst. Die räumliche Verteilung des Sanierungszustandes in der Samtgemeinde Harpstedt werden zur Veranschaulichung in Abbildung 35 Abbildung 36 und Abbildung 37 gezeigt. Zunächst wird der Sanierungszustand in den Gemeinden Groß Ippener, Prinzhöfte und Kirchseelte in Abbildung 35 betrachtet.

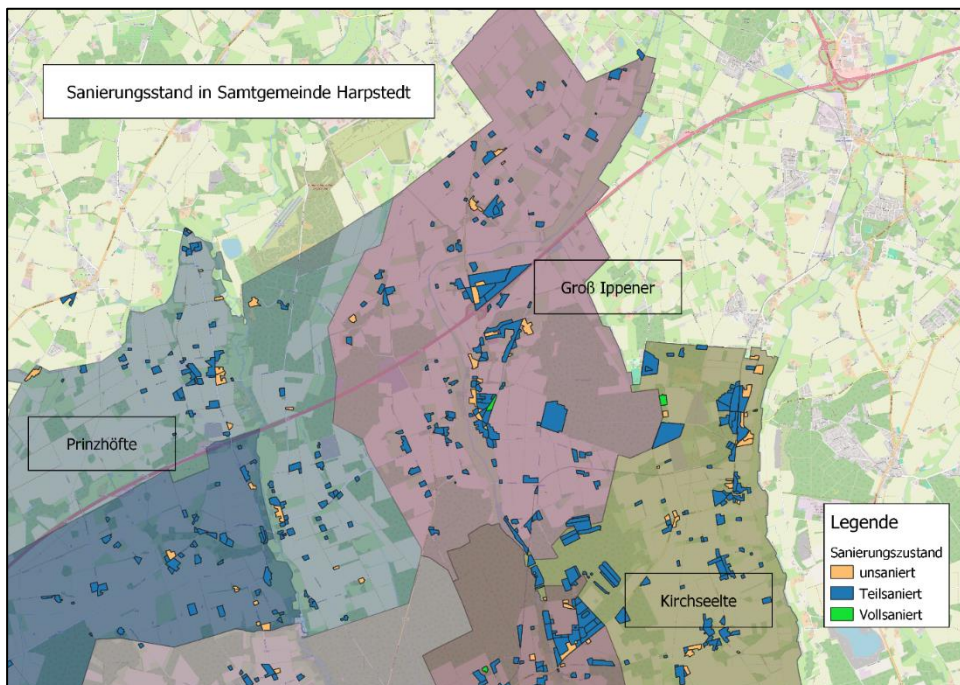


Abbildung 35: Sanierungsstand in der Gemeinde Groß Ippener, Prinzhöfte und Kirchseelte
Quelle: Eigene Dartellung

Der Sanierungszustand in den Gemeinden Harpstedt, Dünsen, Winkelsett und Beckeln wird in Abbildung 36 dargestellt.

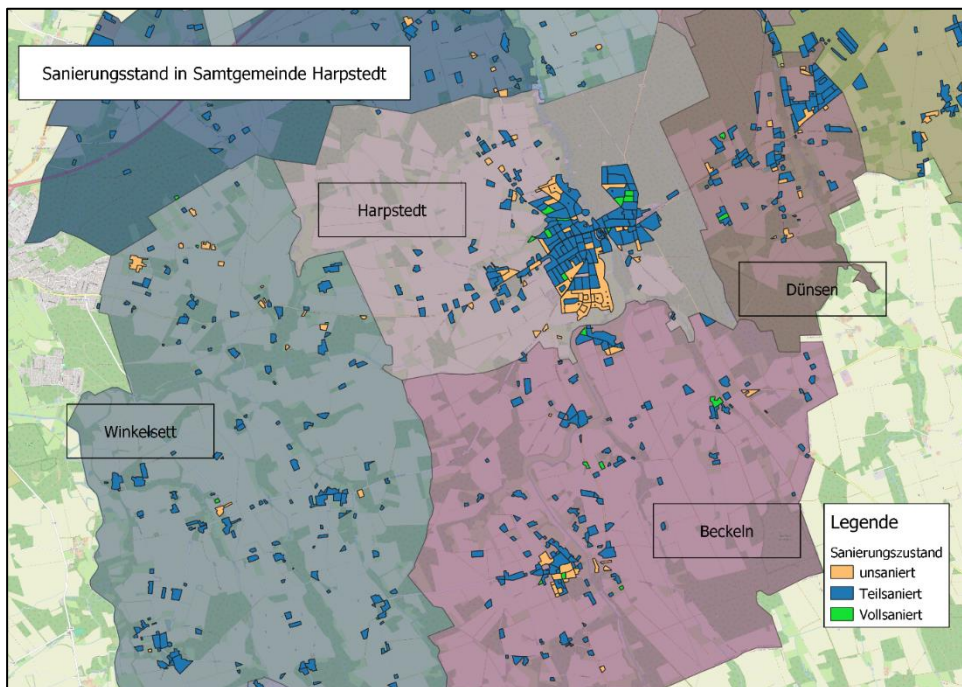


Abbildung 36: Sanierungsstand in den Gemeinden Harpstedt, Dünsen, Winkelsett und Beckeln
Quelle: Eigene Darstellung

Der Sanierungszustand in der Gemeinde Colnrade wird in Abbildung 37 gezeigt.

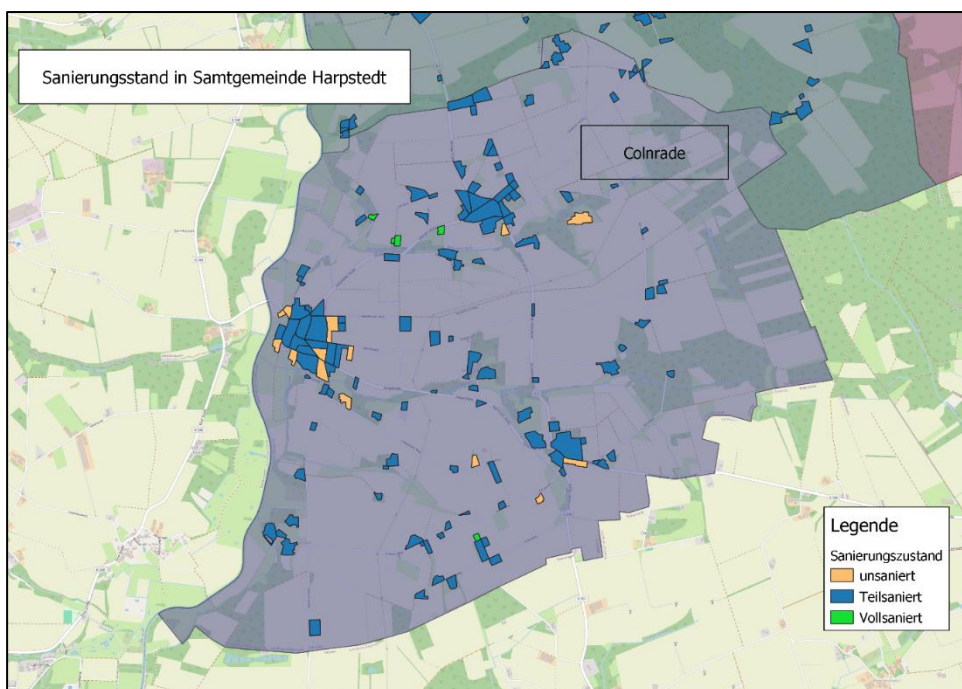


Abbildung 37: Sanierungsstand in der Gemeinde Colnrade
Quelle: Eigene Darstellung

Die Abbildungen 36-38 zeigen, dass in der Samtgemeinde Harpstedt rund 84 % der Gebäude als teilsaniert einzustufen sind. Weitere 13 % gelten als unsaniert, während

lediglich 3 % bereits vollsaniert sind. Diese Verteilung macht deutlich, dass ein erhebliches energetisches Einsparpotenzial im Gebäudebestand vorhanden ist. In den folgenden Unterkapiteln wird dieses Potenzial detaillierter analysiert und hinsichtlich seiner Wirkung auf den zukünftigen Wärmebedarf bewertet.

2.1.1.2 Analyse Energieeinsparpotential nach Baujahr

Zur Bewertung des Energieeinsparpotenzials werden die bereits vorliegenden Daten des Softwareanbieters ENEKA genutzt und mit den zuvor ermittelten Sanierungszuständen verknüpft. Auf dieser Grundlage wird berechnet, in welchem Umfang der Wärmebedarf im vollständig sanierten Zustand reduziert werden kann.

Nach Angaben von ENEKA liegt das gesamte Einsparpotenzial durch eine Vollsanierung des Gebäudebestands bei rund 180 GWh/a und damit bei einem Großteil des heutigen Wärmebedarfs von 228 GWh/a (siehe Tabelle 5). Besonders relevant sind dabei Gebäude der Baujahre 1919 bis 1979 sowie 1999, die zusammen etwa 80 % der möglichen Einsparungen ausmachen. Dies verdeutlicht die in Abbildung 38 dargestellte starke Konzentration des Potenzials auf bestimmte Baualtersklassen.

Pareto-Diagramm zu Energieeinsparung nach Baujahr durch eine Vollsanierung wird in Abbildung 38 gezeigt.

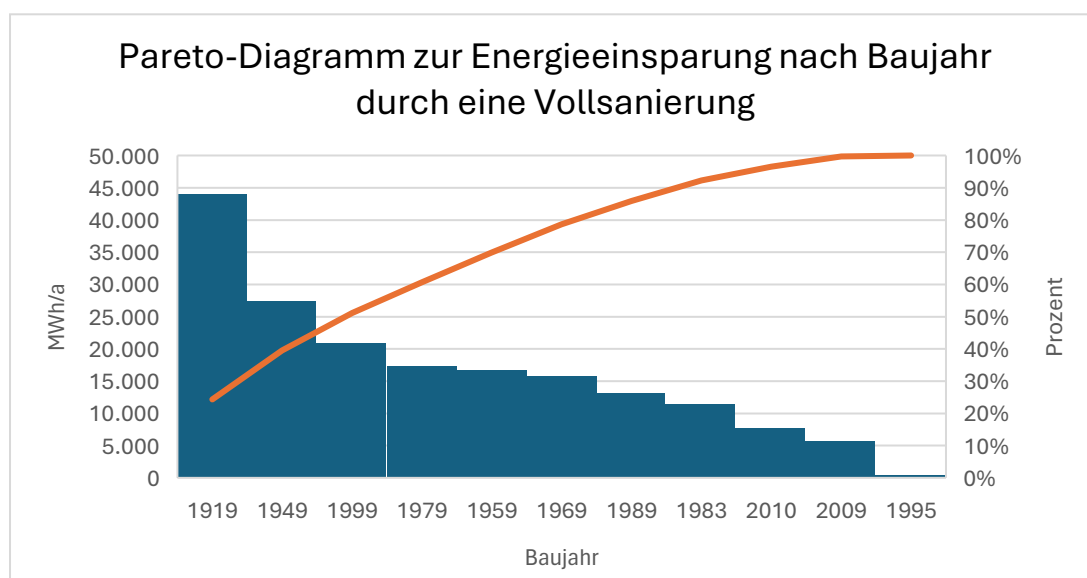


Abbildung 38: Pareto-Diagramm Energieeinsparung nach Baujahr
Quelle: Eigene Darstellung

Das Pareto-Diagramm zeigt, dass sich das größte Einsparpotenzial bei einer Vollsanierung auf Gebäude der Baujahre 1919 bis 1979 konzentriert. Diese Baualtersklassen verursachen

mit Abstand den höchsten Wärmebedarf und weisen folglich das größte Modernisierungspotenzial auf. Bereits die Baujahre bis 1949 machen einen erheblichen Anteil der möglichen Einsparungen aus, während jüngere Gebäude ab etwa 1995 nur noch einen geringen Beitrag leisten. Die kumulierte Kurve verdeutlicht, dass rund 80 % der gesamten Einsparungen auf wenige, ältere Baualtersklassen entfallen, was die hohe Relevanz zielgerichteter Sanierungsprogramme für diesen Gebäudebestand unterstreicht.

2.1.1.3 Analyse der Einergieeinsparpotential nach Nutzungsart

In diesem Unterkapitel wird untersucht, welche Art von Gebäuden überwiegenden Sanierungsbedürftig sind. Die Anzahl der Gebäude nach Nutzungsart, die saniert werden können, ist in der Abbildung 39 dargestellt.

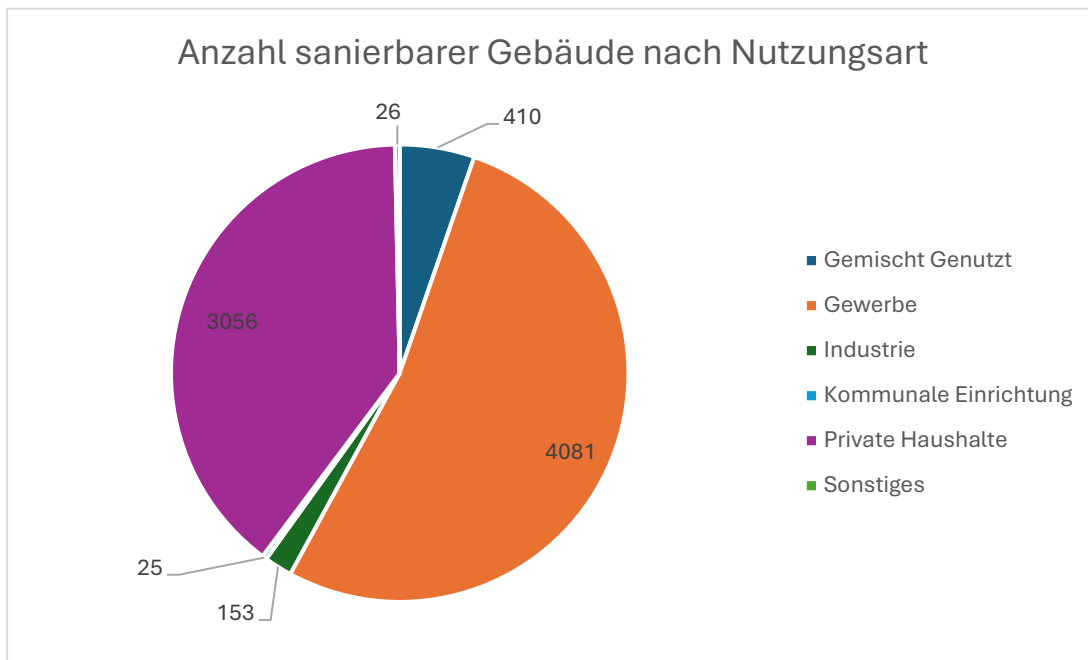


Abbildung 39: Anzahl sanierbarer Gebäude nach Nutzungsart
Quelle: Eigene Darstellung

Die Abbildung 39 zeigt, dass der überwiegende Teil des Sanierungspotenzials im Sektor Gewerbe liegt, der mit 4.081 Gebäuden den größten Anteil ausmacht. Auch der Bereich der privaten Haushalte weist mit 3.056 Gebäuden ein erhebliches Potenzial auf, da hier ein großer Teil des Wohngebäudebestands zusammengefasst ist. Die Industriegebäude folgen mit 153 sanierbaren Objekten, während kommunale Einrichtungen mit 25 Gebäuden nur einen sehr kleinen Anteil darstellen. Diese Verteilung macht deutlich, dass der Schwerpunkt möglicher Effizienzmaßnahmen sowohl im gewerblichen Bereich als auch im Wohngebäudebestand liegt und insbesondere private Eigentümer und Gewerbetreibende eine zentrale Rolle für die Erreichung der Wärme- und Klimaziele einnehmen.

2.1.1.4 Analyse des Energieeinsparpotentials mit unterschiedlichen Sanierungsraten

Die jährliche Einsparwirkung in Abhängigkeit von unterschiedlichen Sanierungsraten (1–5 %) wurde modelliert. Die Szenariografik (Abbildung 40) zeigt, dass bei einer Sanierungsrate von 5 % bis 2045 ein nahezu vollständig sanierter Bestand erreicht werden könnte; bei 2 % entsteht ein realistischer, aber ambitionierter Zielpfad.

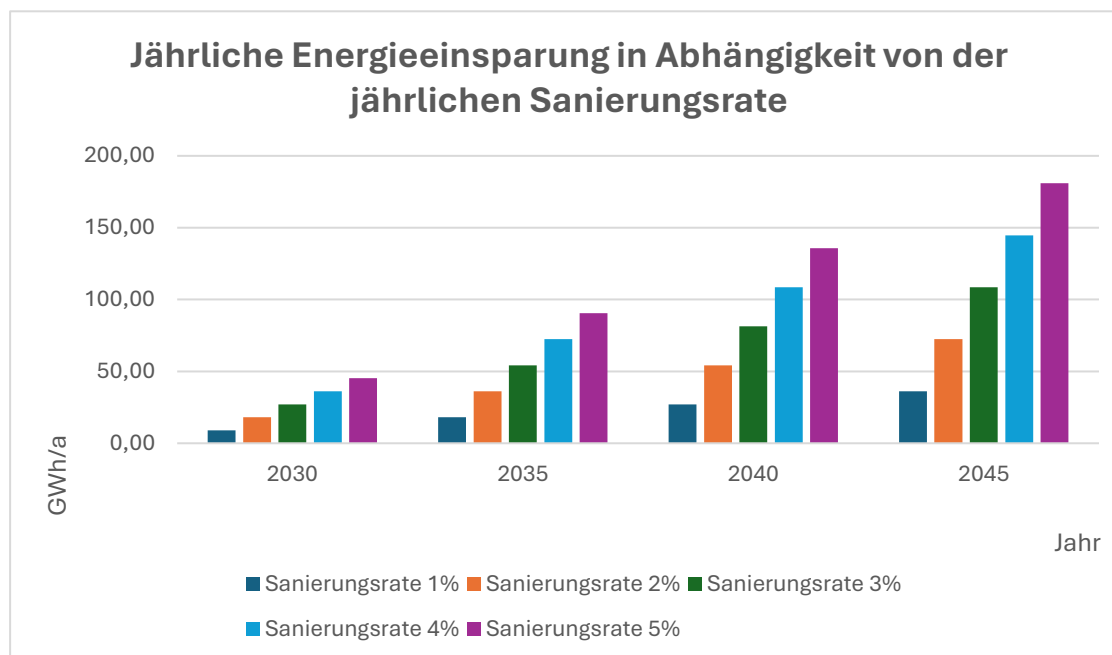


Abbildung 40: Jährliche Energieeinsparung in Abhängigkeit von der Sanierungsrate
Quelle: Eigene Darstellung

Die prozentuale Reduktion des Wärmebedarfs nach einer Vollsanierung wird baublockbezogen für alle Gemeinden der Samtgemeinde Haprstedt dargestellt. Angefangen mit den Gemeinden Groß Ippener, Prinz Höfte und Kirchseelte in Abbildung 41.

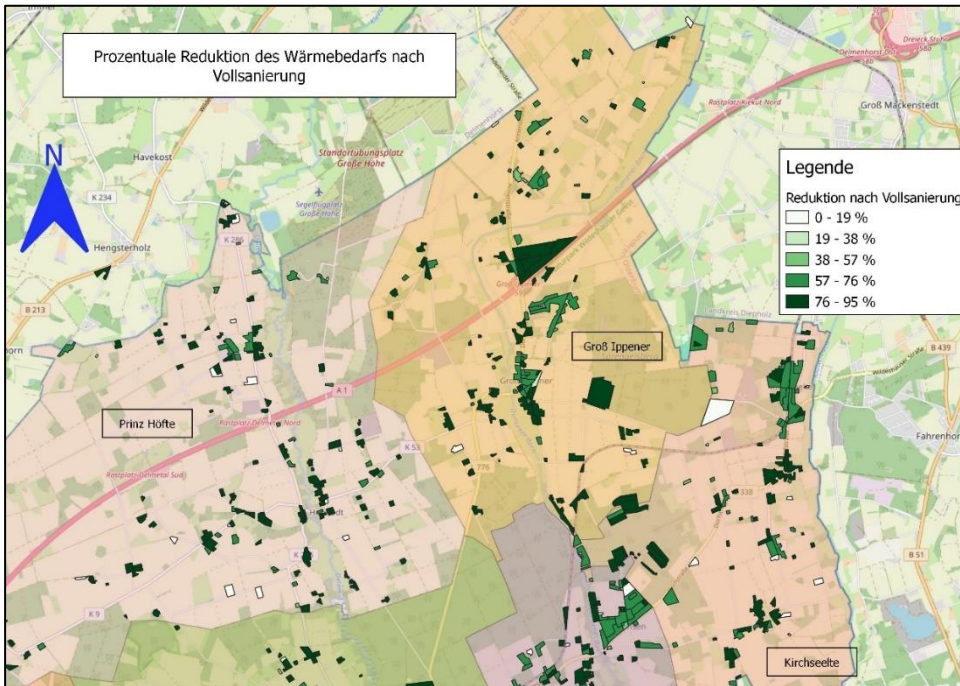


Abbildung 41: Prozentuale Reduktion des Wärmebedarfs nach Vollsanie-
rung in Groß Ippener, Prinz Höfte und Kirchseele
Quelle: Eigene Darstellung

Die prozentuale Reduktion des Wärmebedarfs nach Vollsanie-
rung in Harpstedt, Winkelsett, Dünsen und Beckeln wird in Abbildung 42 gezeigt.

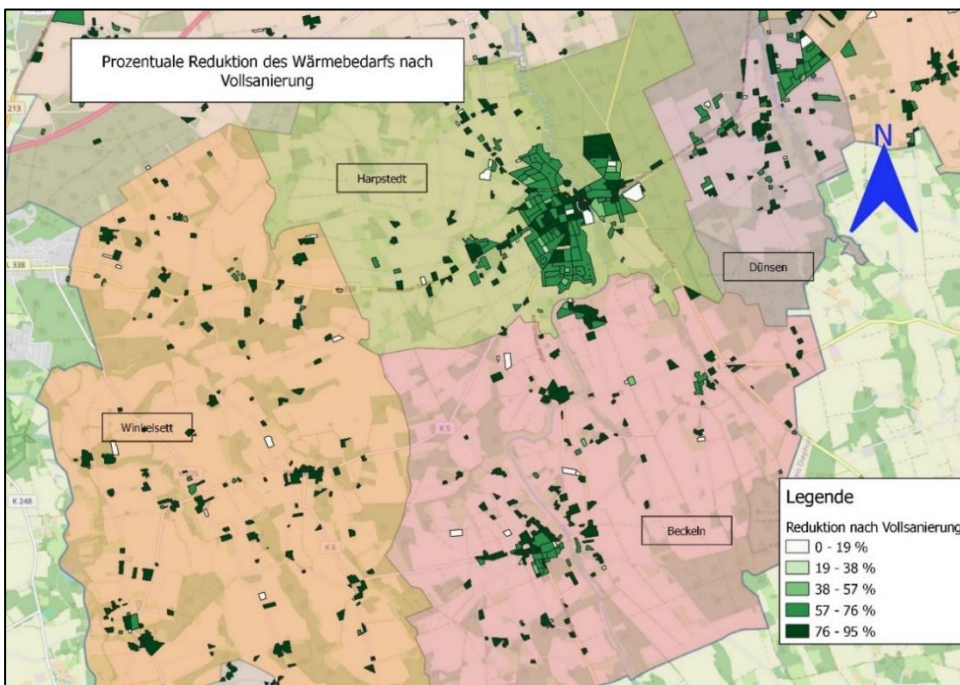


Abbildung 42: Prozentuale Reduktion des Wärmebedarfs nach Vollsanie-
rung in Harpstedt, Winkelsett, Dünsen und Beckeln
Quelle: Eigene Darstellung

Die prozentuale Reduktion des Wärmebedarfs nach Vollsanieung in Colnrade wird in Abbildung 43 dargestellt.

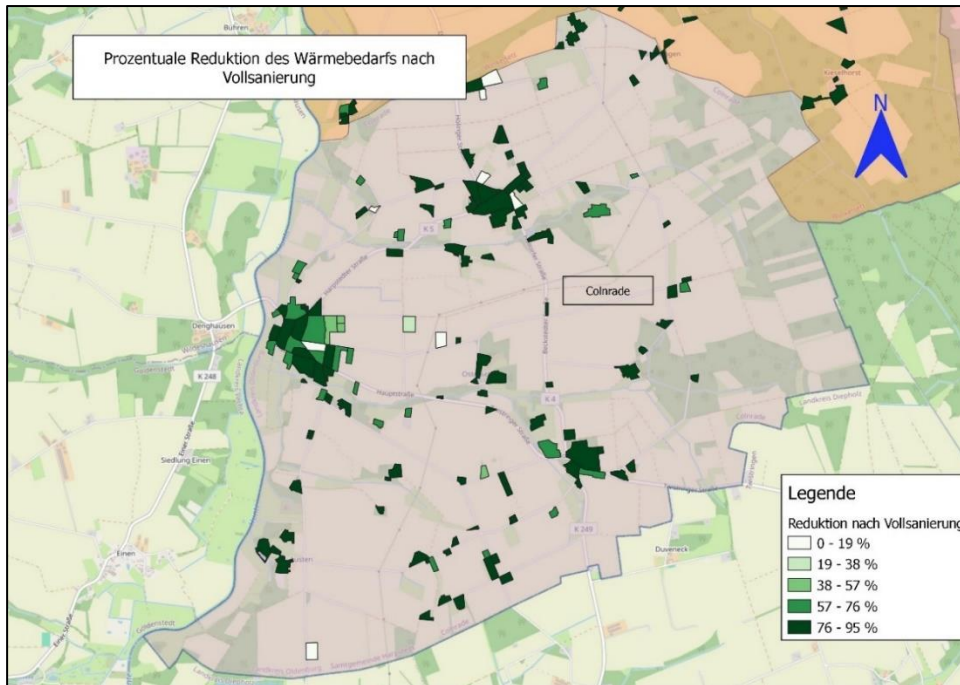


Abbildung 43: Prozentuale Reduktion des Wärmebedarfs nach Vollsanieung in Colnrade
Quelle: Eigene Darstellung

2.2 Nutzung unvermeidbarer Abwärme.

Die Industriestruktur der Samtgemeinde Harpstedt ist überwiegend kleinteilig. Zum Zeitpunkt der Erstellung des Berichts ist kein Unternehmen igemäß § 8a des Energiedienstleistungsgesetz (EDL-G) mit einem Endenergieverbrauch < 2,5 GWh/a meldepflichtig (Bundesstelle für Energie Effizienz, 2025). Es gibt daher derzeit keine bedeutende und kontinuierlich nutzbare industrielle Abwärmequelle in der Samtgemeinde Harpstedt. (quelle pfa hinzufügen). Allerdings können bestimmte Gewerbegebiete (z. B. das Schwerpunktgebiet Groß Ippener) ein Potenzial für Abwärme aus industrieller Tätigkeit aufweisen, das in späteren Projektphasen näher untersucht werden kann. Dieses Potenzial wird im Rahmen der Umsetzungsstrategie als potenzielle Fernwärme- und Wärmerückgewinnungsprojekte berücksichtigt.

2.3 Lokale Potenziale zur Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien

Die Samtgemeinde Harpstedt verfügt über vielfältige erneuerbare Wärmequellen, die einen wesentlichen Beitrag zur zukünftigen klimaneutralen Wärmeversorgung leisten können. Im

Fokus stehen insbesondere Umweltwärme, Biomasse, Solarthermie sowie oberflächennahe und tiefe Geothermie. Aufgrund der ländlichen Struktur und der Verteilung der Gebäudebestände bestehen sowohl für zentrale als auch für dezentrale Versorgungslösungen geeignete Rahmenbedingungen. Die Potenzialanalyse untersucht dabei, in welchem Umfang diese Ressourcen technisch erschließbar sind und welche räumlichen Voraussetzungen die Nutzung ermöglichen. Hierzu zählen die Eignung von Gebäuden für Wärmepumpensysteme, die Nutzbarkeit landwirtschaftlicher Flächen für biogene Wärmeerzeugung, die Dachflächenpotenziale für solarthermische Anlagen sowie geologische Bedingungen für Erdwärmeanlagen. Die Ergebnisse der detaillierten Bewertung werden in den folgenden Unterkapiteln dargestellt und bilden eine zentrale Grundlage für das spätere Zielszenario und die Ableitung geeigneter Maßnahmen.

2.3.1 Ermittlung der im beplanten Gebiet vorhandenen Potenziale zur Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien

Auf Grundlage der identifizierten erneuerbaren Wärmequellen werden in diesem Abschnitt die konkret nutzbaren Potenziale im Gemeindegebiet ermittelt. Dabei wird geprüft, welche Gebäude, Flächen und Standorte technisch für Umweltwärme, Solarthermie, Biomasse und Geothermie geeignet sind und wo Einschränkungen bestehen. Die detaillierten Potenziale werden in den folgenden Unterkapiteln dargestellt.

2.3.1.1 Umweltwärme (z.B. Luft-Wasser Wärmepumpe)

Luft-Wasser-Wärmepumpen nutzen die Außenluft als Wärmequelle und können grundsätzlich an nahezu jedem Standort installiert werden, sofern geeignete Aufstellflächen und die Einhaltung von Schallschutzanforderungen gewährleistet sind. Sie eignen sich insbesondere für den Einsatz in Wohngebäuden, können aber auch in Nichtwohngebäuden zur Deckung des Heiz- und Warmwasserbedarfs beitragen.

Die Potenzialabschätzung für Luft-Wärmepumpen in der Samtgemeinde Harpstedt wurde mit Hilfe der Software ENEKA (ENEKA Energie & Karten GmbH, 2024) durchgeführt. Grundlage der Bewertung sind:

- die Gebäudetypologie (Gebäudenutzung, Baualtersklasse, Größe), die Lage im Siedlungsgefüge,
- technische Eignungskriterien (Aufstellflächen, typische Systemtemperaturen),
- sowie die bisherige Wärmeversorgung.

2.3.1.2 Biomasse

Biomasse spielt im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung eine potenzielle Rolle als erneuerbare Wärmequelle, insbesondere durch die Erzeugung von Biogas und dessen Nutzung in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK). In der Samtgemeinde Harpstedt wurde das Biomassepotenzial anhand der Ackerflächen und Dauergrünlandflächen ermittelt, die sich auf insgesamt 16.171,93 ha verbreitet. Die Potenzialanalyse erfolgte auf Grundlage der durch CLC bereitgestellten Flächen- und Ertragsdaten (CORINE Land Cover (CLC) V20 Lineage, 2020) sowie in ENEKA hinterlegten Standardparameter für die Ermittlung Biogaserzeugung (ENEKA Energie & Karten GmbH, 2024). Unter Einsatz dieser Parameter ergibt sich ein rechnerisches Gesamtpotenzial von 562,78 GWh/a an nutzbarer Wärmeenergie. Dieses Potenzial beschreibt die maximale energetische Ausbeute bei vollständiger Umwandlung der vorhandenen Flächen in Biomasse zur Biogaserzeugung.

Die räumliche Verteilung der potenziell nutzbaren Flächen ist in der entsprechenden Karte dargestellt (siehe Abbildung 45). Sie zeigt, dass sich die Biomasseflächen vor allem in den landwirtschaftlich geprägten Bereichen außerhalb des zentralen Siedlungskerns befinden und weite Teile der Samtgemeinde abdecken.

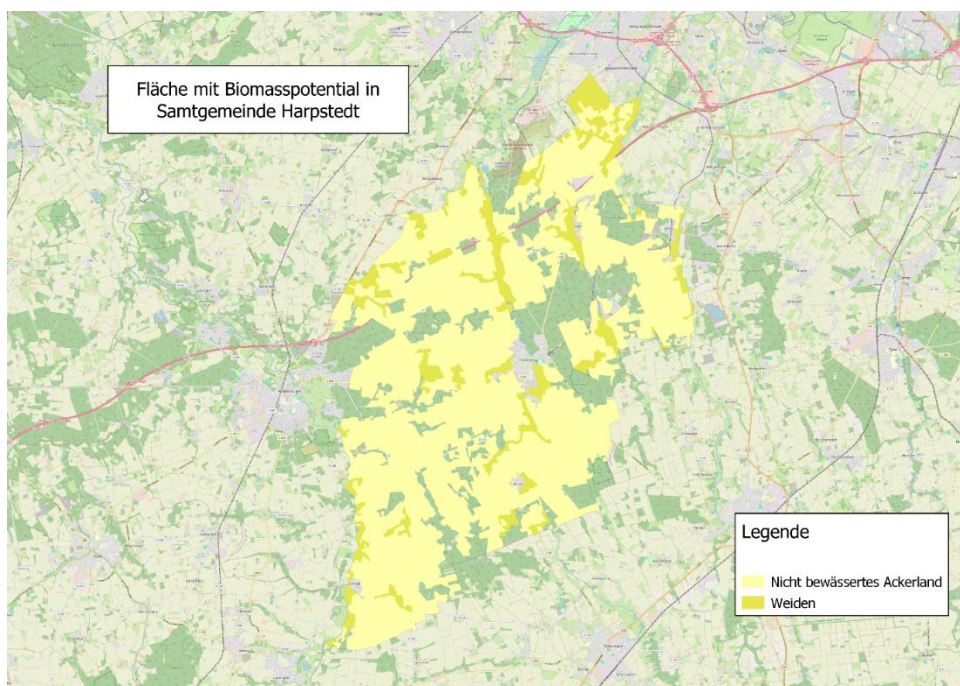


Abbildung 45: Biomasspotential in Samtgemeinde Harpstedt
 Quelle: Eigene Darstellung mit den Daten von CORINE (CORINE Land Cover (CLC) V20 Lineage, 2020)

Vor dem Hintergrund der bundesweiten und landesrechtlichen Vorgaben zur Wärmeplanung wird Biomasse im Zielszenario als relevante, jedoch begrenzt verfügbare Ressource

betrachtet. Biomasse weist im Vergleich zu anderen erneuerbaren Wärmequellen eine hohe Flächenbindung auf und steht in unmittelbarer Konkurrenz zu Landwirtschaft, Ernährungssicherung, Naturschutz und Biodiversität. Daher wird die Nutzung von Biomasse im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nicht generell ausgeschlossen, jedoch vorrangig auf nachhaltige Rest- und Abfallstoffe ausgerichtet. Die energetische Nutzung primärer Energiepflanzen oder der Ausbau entsprechender Anbauflächen wird im Zielszenario nicht vorgesehen.

Bestehende Biogasanlagen und ihre KWK-Strukturen können weiterhin einen ergänzenden Beitrag leisten, insbesondere in Form von flexibler Spitzenlastabdeckung, Übergangstechnologien bis zum vollständigen Aufbau klimaneutraler Wärmenetze, dezentraler Wärmebereitstellung in Bereichen ohne Wärmenetzanschluss, sowie Ausnutzung vorhandener Abwärmeerträge aus KWK-Prozessen.

Damit übernimmt Biomasse im Zielszenario keine systemtragende Rolle, wird jedoch als stützende, regional verfügbare Wärmequelle berücksichtigt, insbesondere dort, wo technisch oder wirtschaftlich keine Alternativen wie Wärmepumpen oder leitungsgebundene Wärmeversorgung realisierbar sind. Biomasse bleibt somit ein ergänzender Baustein in der zukünftigen Wärmeversorgung der Samtgemeinde Harpstedt, der auf den vorhandenen Strukturen und Reststoffpotenzialen aufbaut, ohne zusätzliche Flächenkonkurrenzen zu erzeugen.

2.3.1.3 Geothermie

Für die Nutzung der Geothermie werden sowohl oberflächennahe Systeme wie Erdwärmekollektoren als auch Erdsonden bis 200 m Tiefe betrachtet. Die Eignung hängt wesentlich von den geologischen Bedingungen, der verfügbaren Grundstücksfläche sowie wasserrechtlichen Vorgaben ab. In weiten Teilen der Samtgemeinde bestehen grundsätzlich geeignete Voraussetzungen für den Einsatz geothermischer Wärmepumpen, wobei einzelne Bereiche aufgrund von Schutzgebieten oder hydrogeologischen Einschränkungen ausgeschlossen sein können. Die technische Eignung der Gebäude und Standorte wird im weiteren Verlauf räumlich differenziert dargestellt.

Erdwärmekollektoren

Auf Basis von NIBIS-Daten (NIBIS, 2024) wurde die Eignung der Samtgemeinde Harpstedt für oberflächennahe Geothermie bewertet. Für Erdwärmekollektoren (1,2–1,5 m Tiefe)

ergibt sich eine grundsätzlich gute Eignung im gesamten Gemeindegebiet (Siehe Abbildung 46).

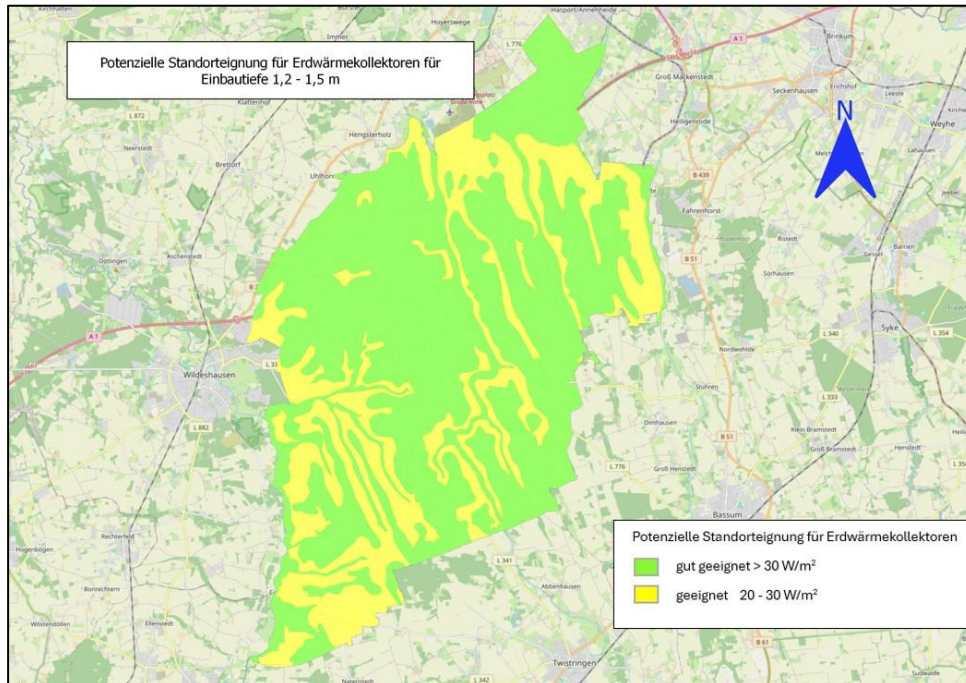


Abbildung 46. Potenzielle Standorteignung für Erdwärmekollektoren für Einbautiefe 1,2 – 1,5 m
Quelle: Eigene Darstellung mit den Daten von NIBIS (NIBIS, 2024)

Erdsonden bis 200 m

Die Nutzung von Erdsondenwärmepumpen stellt eine effiziente Form der Geothermie dar, da in Tiefen bis zu 200 m ganzjährig stabile Temperaturen vorliegen, die hohe Leistungszahlen ermöglichen. Auf Grundlage der geologischen Daten des Landes Niedersachsen wurde geprüft, welche Gebäude der Samtgemeinde Harpstedt grundsätzlich für den Einsatz von Tiefensonden geeignet sind. Die Analyse zeigt, dass ein großer Teil des Bestands, unabhängig von der Gebäudenutzung, geeignete geologische Rahmenbedingungen aufweist. Damit besteht insbesondere in Wohn- und Gewerbegebieten ein erhebliches Potenzial zur Nutzung dieser Technologie. Einschränkungen ergeben sich lediglich in Bereichen mit hydrogeologischen Schutzanforderungen oder technischen Konflikten, die im weiteren Planungsverlauf berücksichtigt werden müssen.

Die geeigneten Gebiete für die Nutzung der Erdsondenwärmepumpe werden räumlich in Abbildung 47 dargestellt.

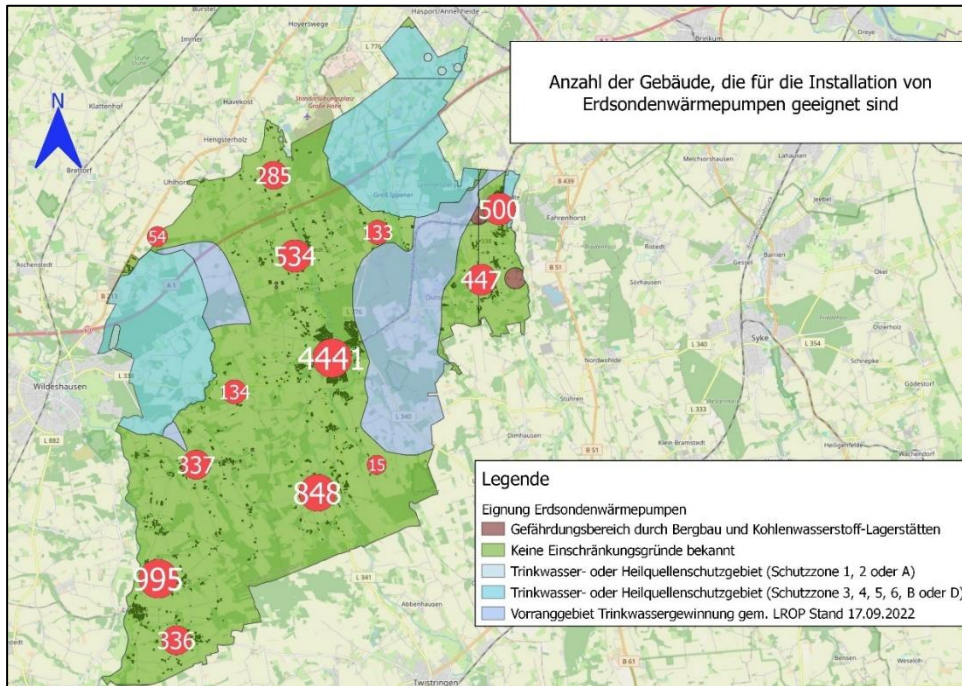


Abbildung 47: Anzahl der Gebäude, die für die Installation von Erdsondenwärmepumpen geeignet sind

Quelle: Eigene Darstellung mit den Daten von NIBIS (NIBIS, 2024)

Die Anzahl der Gebäude die für die Nutzung von Erdsondenwärmepumpen geeignet sind, werden in Tabelle 8 aufgelistet.

Tabelle 8: Anzahl geeigneter Gebäude für Erdsondenwärmepumpen

Gebäudenutzung	Anzahl
Gemischt genutzt	366
Gewerbe	4.954
Industrie	105
Kommunale Einrichtung	21
Private Haushalte	2.618
Sonstiges	909
Gesamtergebnis	8.973

Quelle: Eigene Darstellung mit den Daten von NIBIS (NIBIS, 2024) und ENEKA (ENEKA Energie & Karten GmbH, 2024)

Die Tabelle 8 zeigt, dass etwa 72% der Gebäude der Samtgemeinde Harpstedt für die Nutzung von Erdsondenwärmepumpen geeignet sind. Trotz dieses umfangreichen Potentials wird die Technologie im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung jedoch nicht priorisiert. Grund hierfür sind die hohen Investitionskosten, die aufwändige Genehmigungs- und Bohrtechnik, sowie die vergleichsweise hohen Montage- und Erschließungskosten, die

die Wirtschaftlichkeit im breiten Einsatz deutlich einschränken. Damit bleibt die Tiefengeothermie vor allem eine Option für Einzelfälle oder spezielle Projekte, während für die Breitenanwendung kosteneffizientere Technologien bevorzugt werden.

2.3.1.4 Solarthermie

Für die Nutzung von Solarthermie werden geeignete Dach- und Freiflächen hinsichtlich ihrer Ausrichtung, Neigung und Verschattung bewertet. Besonders Wohngebäude und Gewerbeflächen bieten günstige Voraussetzungen für den Einsatz solarthermischer Anlagen zur Unterstützung der Warmwasser- und Heizwärmeerzeugung. Die häufig verwendeten Solarkollektorsysteme entsprechen Flachkollektoren und Vakuumröhrenkollektoren. Ihr Wirkungsgrad wird in der Tabelle 9 angezeigt.

Tabelle 9: Kollektorwirkungsgrad

Kollektortyp	Wirkungsgrad η
Flachkollektor, Doppelverglasung, selektiver Absorber	0,73
Vakuumröhrenkollektor	0,80

Quelle: Quasching (Quasching, 2019)

Aus dem Durchschnitt beider Wirkungsgrade, die in der Tabelle 9 angezeigt werden, ergibt sich ein Wert von 0,76. Der durchschnittliche Wert für die Solarkollektorsysteme, der von dem Softwareanbieter bereitgestellt wird, beträgt 0,70 (ENEKA Energie & Karten GmbH, 2024), was ähnlich dem in der Literatur angegebenen Wert ist. Aus diesem Grund und um die Analyse zu vereinfachen, wird der bereitgestellte Wert des Softwareanbieters verwendet.

Das technisch nutzbare Solarthermiepotenzial wird auf ca. 970 GWh/a geschätzt (Tabelle 9). Dies stellt ein erhebliches Potenzial dar, das perspektivisch sowohl in dezentralen Anlagen als auch in solaren Nahwärmesystemen (mit zentralen Speichern) genutzt werden kann.

Tabelle 10. Jährlicher Ertrag von Solarkollektorsystemen in Samtgemeinde Harpstedt

Gebäudenutzung	Potenzial MWh/a
Gemischt genutzt	56,90
Gewerbe	342,35
Industrie	82,40
Kommunale Einrichtung	12,15
Private Haushalte	272,32
Sonstiges	204,38
Gesamtergebnis	970,52

Quelle: Eigene Darstellung mit den Daten von ENEKA (ENEKA Energie & Karten GmbH, 2024)

2.3.1.5 PV-Anlage

Für die Bewertung des Photovoltaikpotenzials werden die vorhandenen Dachflächen im Gemeindegebiet hinsichtlich ihrer grundsätzlichen Eignung zur Stromerzeugung untersucht. Dabei stehen verfügbare Fläche, bauliche Beschaffenheit und mögliche Verschattungen im Vordergrund. PV-Anlagen können einen wesentlichen Beitrag zur Versorgung von elektrischen Heizsystemen wie Wärmepumpen leisten und erhöhen gleichzeitig den Anteil lokal erzeugter erneuerbarer Energie. Die geeignetsten Bereiche für den PV-Ausbau werden in den Abbildung 48 und Anhang 1 separat ausgewiesen.

Photovoltaikanlagen auf Dachflächen gelten als wirtschaftlich, wenn ein jährlicher Ertrag von mindestens 100 kWh/m²*a erreicht wird. In der Samtgemeinde Harpstedt erfüllen rund 7.558 Gebäude diese Voraussetzung (siehe Tabelle 11). Das damit verbundene jährliche PV-Erzeugungspotenzial wird auf etwa 200 GWh/a geschätzt, was einer installierbaren Leistung von rund 374.233 kWp entspricht. Daraus ergibt sich ein spezifisches Verhältnis von etwa 1.871 kWp pro GWh/a erzeugbarer PV-Energie. Die Eignungskriterien für PV-Anlagen werden in Tabelle 11 gezeigt.

Tabelle 11. Eignung und Ertrag PV-Anlage Samtgemeinde Harpstedt

Eignung	Potenzial GWh/a	Gebäudeanzahl
Geeignet (≥ 100 kWh/m ² *a)	201,14	7.558
Nicht geeignet (< 100 kWh/m ² *a)	67,27	4.914
Gesamt	268,41	12.472

Quelle: Eigene Darstellung mit den Daten von ENEKA (ENEKA Energie & Karten GmbH, 2024)

Die räumliche Darstellung der PV-Eignung in Samtgemeinde Harpstedt wird in Anhang 1. Als Beispiel wird die PV-Eignung in der Gemeinde Harpstedt in Abbildung 48 dargestellt.

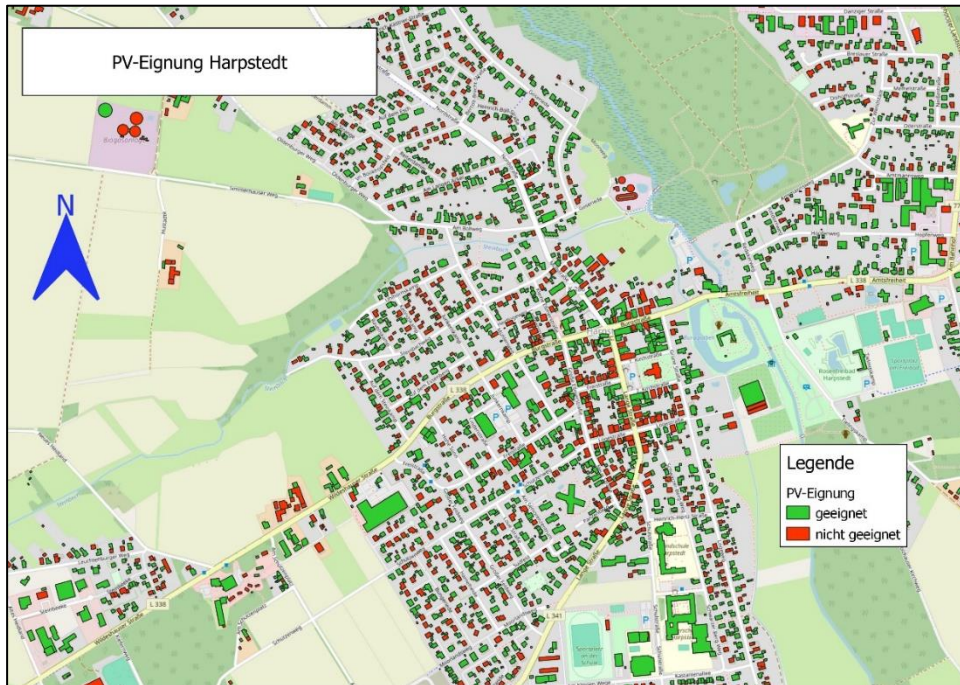


Abbildung 48: PV-Eignung Cluster in Harpstedt
Quelle: Eigene Darstellung

2.3.1.6 Räumlich differenzierte Ausweisung von Ausschlussgebieten wie Wasserschutzgebieten

Auf Basis der verfügbaren Geodaten (NIBIS, Landesdatenportale) wurden Wasserschutzgebiete, Natura 2000-Gebiete und weitere relevante Schutzgebiete erfasst und in die Potenzialbewertung einbezogen (NIBIS, 2024). In diesen Gebieten sind bestimmte Nutzungen (z. B. tiefe Geothermie, großflächige Erdwärmesondensfelder) eingeschränkt oder ausgeschlossen. Die räumlich differenzierte Ausweisung dieser Ausschlussgebiete ist in Abbildung 47 dargestellt und wurde bei der Bewertung der erneuerbaren Potenziale berücksichtigt.

2.4 Potenziale zur zentralen Wärmespeicherung

Für die zentrale Wärmespeicherung werden mögliche Standorte und Siedlungsbereiche betrachtet, in denen saisonale oder großvolumige Wärmespeicher sinnvoll eingesetzt werden können. Solche Speicher können vor allem in Kombination mit Solarthermie, Großwärmepumpen oder Wärmenetzen zur Glättung von Lastspitzen und zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Wärme beitragen. Geeignete Bereiche zeichnen sich durch

ausreichend verfügbare Flächen, eine ausreichend hohe lokale Wärmenachfrage und potenzielle Anbindung an bestehende oder geplante Wärmenetze aus. Die potenziell nutzbaren Standorte werden im weiteren Verlauf räumlich dargestellt und hinsichtlich ihrer technischen Umsetzbarkeit bewertet.

2.4.1 Ermittlung der vorhandenen Potenziale zur zentralen Wärmespeicherung

Die Potenziale für zentrale Wärmespeicher wurden in Anlehnung an Literatur und bereits realisierte Pilotanlagen bewertet. Großvolumige Wasserspeicher (2.700–12.000 m³) werden in Kombination mit solaren Nahwärmenetzen betrachtet. Sie ermöglichen eine saisonale Verschiebung von Solarwärmeerträgen und können den Wärmebedarf von 100–300 Wohneinheiten je Speicher decken (Deutsche Energie-Agentur (Hrsg) dena, 2023). Für die Samtgemeinde Harpstedt wurden geeignete Standorte identifiziert, an denen:

- eine ausreichende Anzahl von Gebäuden (z. B. ≥ 100 Haushalte) räumlich konzentriert liegt,
- potenziell solare Wärmequellen (Solarthermie, PV mit Power-to-Heat) und Wärmenetze entwickelt werden können (Quasching, 2019).

Die Zahl der grundsätzlich geeigneten Gebäude wird mit 1.948 angegeben. Die räumliche Verteilung dieser Standorte ist in Abbildung 50 dargestellt. Ein System mit einem zentralen Wärmespeicher wird zur besseren Veranschaulichung in Abbildung 49 gezeigt.

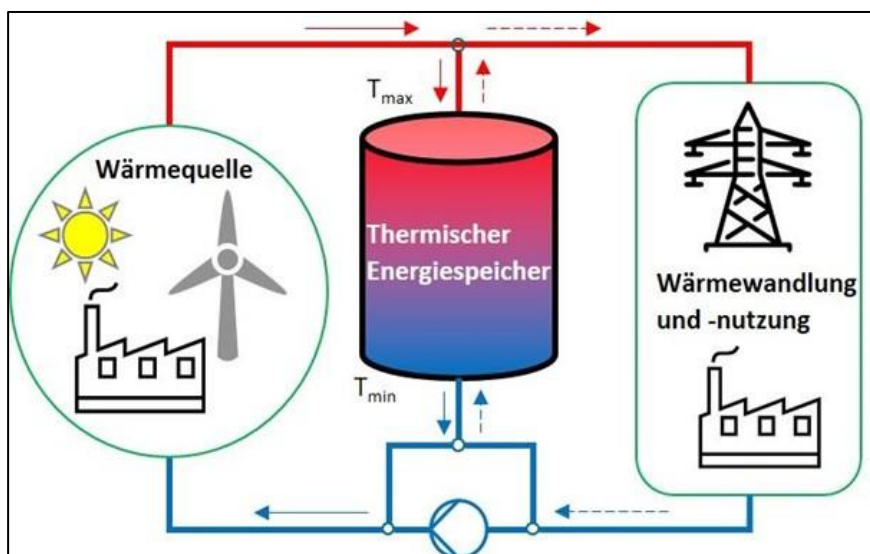


Abbildung 49. Prinzip der solaren Nahwärmeversorgung
Quelle: Quasching (Quasching, 2019)

Die geeignete Standorte für die Anwendung von Wärmespeichern werden in Abbildung 57 gezeigt.

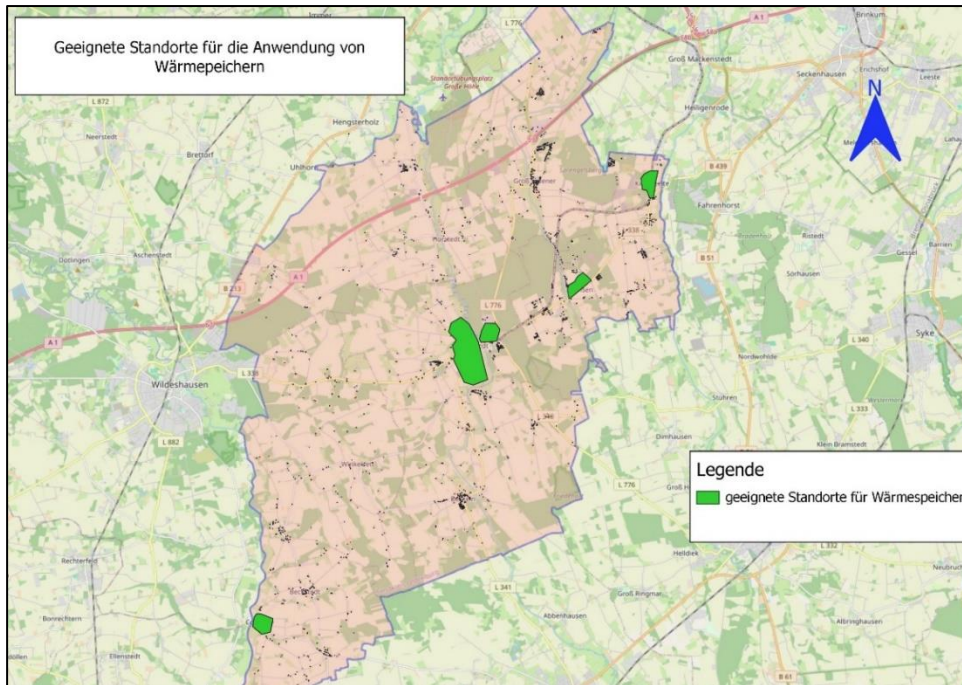


Abbildung 50. Geeignete Standorte für die Anwendung von Wärmespeichern
Quelle: Eigene Darstellung

3 ZIELSZENARIO

Ziel der Szenarienentwicklung ist es, mögliche und zielkonforme Entwicklungswege für die zukünftige Wärmeversorgung in der Samtgemeinde Harpstedt aufzuzeigen, mit denen bis 2045 eine klimaneutrale Wärmeversorgung erreicht werden kann. Die dargestellten Szenarien sind als hypothetische Entwicklungspfade zu verstehen, die unter definierten Prämissen und Rahmenbedingungen erstellt wurden. Sie bilden keine Prognosen, sondern veranschaulichen mögliche Auswirkungen unterschiedlicher technischer, wirtschaftlicher und politischer Entwicklungen auf die lokale Wärmeversorgung. Dementsprechend ist die vorliegende Planung im Kontext der ihr zugrunde liegenden Annahmen und gesetzlichen Vorgaben zu verstehen. Die Szenarien stützen sich auf die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse sowie auf die gesetzlichen Zielvorgaben des Bundes und des Landes Niedersachsen. Da eine vollständige Bewertung aller Szenarien hinsichtlich der Wärmegestehungskosten, Treibhausgasemissionen und Energieeinsparungen den Rahmen dieser Wärmeplanung überschreiten würde, wird nur für das relevante bzw. maßgebliche Zielszenario eine detaillierte Bewertung durchgeführt. Die anderen Szenarien dienen der qualitativen Ableitung und dem Vergleich verschiedener Entwicklungspfade.

Zur Bewertung der räumlichen Entwicklung wurde das Samtgemeindegebiet in Teilgebiete und Baublöcke unterteilt. Da die Samtgemeinde Harpstedt überwiegend aus ländlichen, geografisch weit voneinander entfernten Ortsteilen besteht, wurde beschlossen, die Analyse auf Ebene der einzelnen Baublöcke durchzuführen. Dieser Ansatz gewährleistet eine an die lokalen Gegebenheiten angepasste Analyse und eine realistische Bewertung der zukünftigen Optionen für die Wärmeversorgung.

Um zwischen zentraler und dezentraler Wärmeversorgung zu unterscheiden, wurden die Wärmebedarfsdichte (MWh/ha) und die Wärmeleitungsichte (kWh/m Leitung) als entscheidende technische und wirtschaftliche Bewertungskriterien herangezogen. Anhand dieser Parameter lassen sich gezielt Gebiete identifizieren, in denen ein wirtschaftlicher Betrieb von Fernwärmenetzen möglich ist, und solche, in denen dezentrale Versorgungssysteme wie Wärmepumpen oder Biomasseanlagen (Holzpellets) die sinnvollste Option darstellen.

1. **Zentrale Wärmeversorgung (Fernwärme):** Gebiete mit hoher Wärmebedarfsdichte (≥ 150 MWh/ha) (Technische Universität München, Hausladen, & Hamacher, 2011) und ausreichend hoher Wärmelinien-dichte (≥ 1.500 kWh/m) (C.A.R.M.E.N e.V.) gelten als technisch und wirtschaftlich geeignet für den Betrieb oder Ausbau von Wärmenetzen.
2. **Dezentrale Wärmeversorgung:** Gebiete mit niedriger Bedarfsdichte (< 150 MWh/ha) werden vorrangig für individuelle Heizsysteme (z. B. Wärmepumpen, Biomasseanlagen) versorgt. (Panos Kostantin, 2024)

Die Entwicklung der Szenarien folgt der im Leitfaden zur kommunalen Wärmeplanung beschriebenen Vorgehensweise (BMWK, 2024). Die einzelnen methodischen Schritte umfassen:

- 1) Klärung der Rahmenbedingungen
 - a) Sammlung und Analyse der relevanten gesetzlichen, strategischen und politischen Vorgaben.
 - b) Festlegung der Voraussetzungen, die für die Entwicklung des Zielszenarios gelten.
- 2) Ableitung des zukünftigen Wärmebedarfs
 - a) Ermittlung des voraussichtlichen Wärmebedarfs im Zieljahr.
 - b) Orientierung am Vorgehen der Potenzialanalyse (z. B. Gebäudebestand, Sanierungsraten, Effizienzsteigerungen).
- 3) Strukturierung der Versorgungsgebiete
 - a) Erste Gebietsabgrenzung
 - i) Vorschläge der Akteure (Kommune, Netzbetreiber und Energiebetreiber) prüfen.
 - ii) Erste Zuordnung der Gebiete zu potenziellen Wärmeversorgungsarten (z. B. Fernwärme, Wärmepumpen, individuelle Lösungen).
 - b) Bewertung der Eignung der Wärmeversorgungsarten nach Kriterien wie:
 - i) Versorgungssicherheit
 - ii) Realisierungsrisiken
 - iii) Kumulative Treibhausgasemissionen
 - c) Abgleich und Überarbeitung
 - i) Vorschläge der Netzbetreiber mit der Eignungsbewertung abgleichen
 - ii) Gebietsabgrenzung anpassen und iterativ verbessern.
- 4) **Erstellung der Endenergiebilanz** für die Zieljahre 2030, 2035, 2040 und 2045 unter Berücksichtigung der erwarteten Entwicklung des Energiebedarfs, der Systemwirkungsgrade und der Energieträgerstruktur.

- 5) **Ableitung der CO₂-Bilanz** auf Grundlage der spezifischen Emissionsfaktoren der Energieträger gemäß Technologiecatalog (2024). Die Bilanz wird gemäß Vorgabe als **CO₂-Äquivalent** dargestellt, um unterschiedliche Treibhausgase vergleichbar abzubilden.
- 6) **Bewertung des maßgeblichen Zielszenarios** hinsichtlich der Kriterien Treibhausgasreduktion, Anteil erneuerbarer Energien, Versorgungssicherheit und technischer Umsetzbarkeit.

3.1 Zielszenarien und Pfade für die langfristige Entwicklung der Wärmeversorgung

Im ersten Schritt der Szenarienentwicklung wird ausschließlich die Wärmebedarfsentwicklung unter verschiedenen Sanierungsraten betrachtet. Die drei Szenarien - 1 %, 2 % und 5 % jährliche Sanierungsrate zeigen auf, wie sich der Endenergiebedarf bis 2045 verändert und welchen Beitrag die Gebäudemodernisierung allein leisten kann. Auf dieser Grundlage wird der realistische Entwicklungspfad ausgewählt, der sowohl technisch machbar als auch wirtschaftlich vertretbar ist.

Im zweiten Abschnitt 3.1.2 werden anschließend die Auswirkungen des maßgeblichen Zielszenarios detailliert untersucht. Dazu gehören die Entwicklung der Treibhausgasemissionen, die Integration erneuerbarer Energien, die Veränderungen der Versorgungsstruktur, der Netzausbau sowie die Anforderungen an Infrastruktur und Stromnetz. Damit bildet Kapitel Zielszenarien und Pfade für die langfristige Entwicklung der Wärmeversorgung die strategische Grundlage, um eine langfristig tragfähige und klimaneutrale Wärmeversorgung der Samtgemeinde Harpstedt zu entwickeln.

3.1.1 Entwicklung von Szenarien und Entwicklungspfaden

Dieses Kapitel hat zum Ziel, mögliche Szenarien zur Entwicklungen der Wärmeversorgung in der Gemeinde Harpstedt bis zum Jahr 2045 aufzuzeigen.

3.1.1.1 Entwicklung von Szenarien

Szenario 1 - Referenzpfad (Sanierungsrate 1 %)

Dieses Szenario orientiert sich an einer moderaten Sanierungsdynamik und bildet damit den unteren realistischen Entwicklungspfad ab. Die gewählte Sanierungsrate von 1 % pro Jahr liegt leicht über dem aktuellen bundesweiten Durchschnitt (0,69 % im Jahr 2024; (Bundesverband energieeffiziente Gebäudehülle e.V., kein Datum)), wird jedoch als realistische Fortschreibung der bisherigen Entwicklung eingestuft.

Mit einer jährlichen Sanierungsquote von 1 % sinkt der Wärmebedarf nur langsam und erreicht bis 2045 lediglich eine moderate Reduktion. Dieses Szenario dient vor allem als Vergleichs- und Ausgangsszenario, zeigt jedoch deutlich, dass eine ambitioniertere Sanierungsrate erforderlich ist, um eine deutliche Absenkung des Wärmebedarfs zu erreichen.

Tabelle 12: Szenario A: Sanierungsrate 1%

Zieljahre	2025	2030	2035	2040	2045
Wärmebedarf [GWh/a]	228,25	219,33	210,41	201,49	192,57

Quelle: Eigene Darstellung

Szenario 2 - Zielpfad (maßgebliches Zielszenario, Sanierungsrate 2 %)

Das Zielszenario orientiert sich an einer Sanierungsrate von 2 % pro Jahr und liegt damit im unteren Bereich der von der aktuellen Forschung empfohlenen Quote von 2 bis 4 %, die laut Umweltbundesamt (Popovic & Reichard-Chahine, 2024) erforderlich ist, um die deutschen und europäischen Klimaziele zu erreichen. Mit dieser Sanierungsdynamik kann ein erheblicher Teil des Gebäudebestands bis 2045 energetisch modernisiert werden. Der Wärmebedarf reduziert sich dadurch deutlich stärker als im Referenzpfad und bildet damit einen realistischen, aber ambitionierten Entwicklungspfad.

Dieses Szenario wird als maßgebliches Zielszenario für die weitere Planung zugrunde gelegt, da es sowohl technisch und wirtschaftlich umsetzbar als auch mit den bundesweiten Zielvorgaben zur Treibhausgasneutralität kompatibel ist.

Tabelle 13: Szenario B: Sanierungsrate 2%

Zieljahre	2025	2030	2035	2040	2045
Wärmebedarf [GWh/a]	228,25	210,41	192,57	174,73	156,89

Quelle: Eigene Darstellung mit den Daten von ENEKA (ENEKA Energie & Karten GmbH, 2024) und UBA (Popovic & Reichard-Chahine, 2024)

Szenario 3 - Transformationspfad (intensive Sanierung 5 %)

Dieses Szenario beschreibt eine stark beschleunigte Transformation mit einer Sanierungsrate von 5 % pro Jahr. Damit würde ein Großteil des Gebäudebestands bereits bis 2040 umfassend modernisiert sein. Der Wärmebedarf sinkt in diesem Szenario folglich sehr schnell und erreicht bis 2045 ein Minimum. Obwohl dieses Szenario den technisch ambitioniertesten Pfad darstellt, wäre seine Umsetzung aufgrund der erforderlichen Ressourcen – Fachkräfte, Materialverfügbarkeit sowie erhebliche Investitionen – kurz- bis mittelfristig nicht realistisch. Es dient daher primär als Orientierung für das maximal mögliche Potenzial.

Tabelle 14: Szenario C: Sanierungsrate 5%

Zieljahre	2025	2030	2035	2040	2045
Wärmebedarf [GWh/a]	228,25	183,65	139,05	94,45	49,85

Quelle: Eigene Darstellung mit den Daten von ENEKA (ENEKA Energie & Karten GmbH, 2024)

3.1.1.2 Vergleich und Auswahl des Entwicklungspfad

Der Vergleich der drei Szenarien zeigt, dass nur eine Sanierungsrate von rund 2 % pro Jahr (Szenario B) eine realistische und gleichzeitig wirksame Reduktion des Wärmebedarfs ermöglicht.

- Szenario A (Sanierungsrate 1 %) führt zu einer zu langsamen Absenkung und ist daher nicht ausreichend.
- Szenario C (Sanierungsrate 5 %) wäre zwar energetisch optimal, ist jedoch aufgrund des immensen Aufwands und fehlender Machbarkeit nicht realistisch umsetzbar.

Szenario B stellt daher den maßgeblichen Entwicklungspfad dar und bildet die Grundlage für die räumliche und technologische Ausgestaltung in den folgenden Kapiteln. Die drei Entwicklungspfade werden in Abbildung 51 visualisiert.

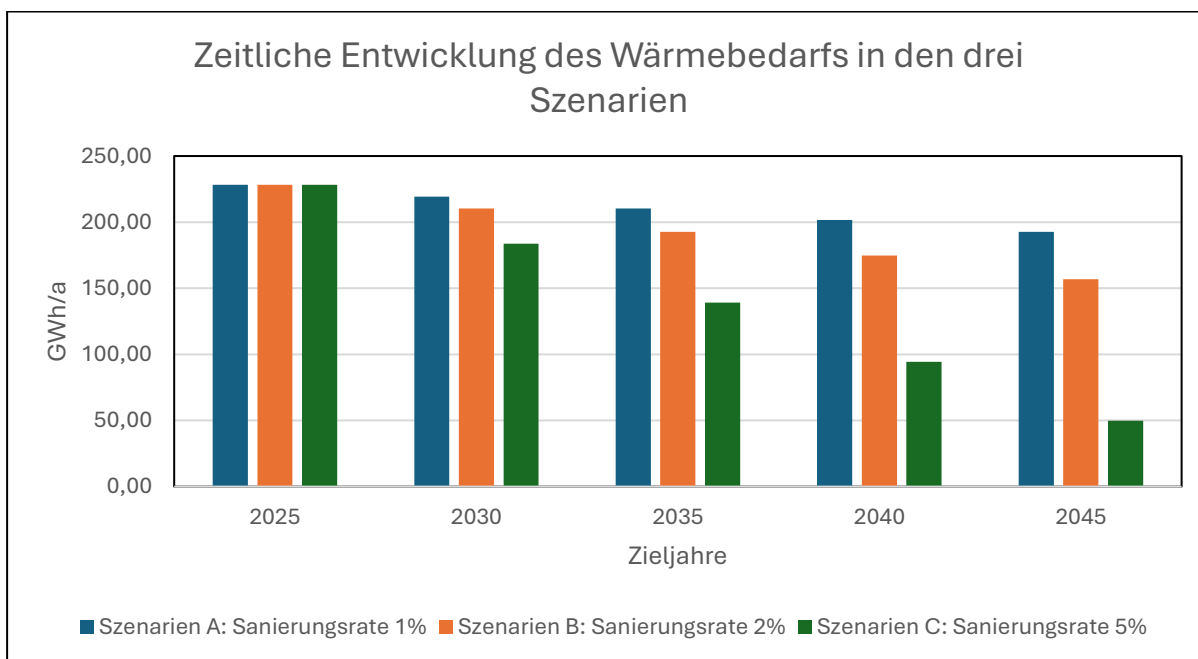


Abbildung 51: Zeitliche Entwicklung des Wärmebedarfs in den Szenarien

Quelle: Eigene Darstellung

Zur Einordnung der wirtschaftlichen Auswirkungen wurden zusätzlich die Gesamtkosten der drei Entwicklungspfade bis 2045 berechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 15 dargestellt.

Tabelle 15: Wirtschaftlich Bewertung der Szenarien (Sanierungsrate ab 2026)

Szenario	Jährliche Sanierungsrate (ab 2026)	Gesamtkosten (Mio €)
Pessimistisch	1%	323,86
Realistisch	2%	647,73
Optimistisch	5%	1.619,32

Quelle: Eigene Darstellung mit den Daten von ENEKA (ENEKA Energie & Karten GmbH, 2024)

Die Tabelle 15 zeigt, dass der Zielpfad B zwar höhere Investitionen als Szenario A verursacht, aber gleichzeitig der einzige Pfad ist. Szenario C führt zwar zu den größten Einsparungen beim Wärmebedarf, ist jedoch mit sehr hohen Gesamtkosten verbunden und im ländlich geprägten Raum der Samtgemeinde Harpstedt kurzfristig weder organisatorisch noch finanziell realisierbar.

Szenario B wird daher als maßgebliches Zielszenario für die weitere Analyse definiert und in den folgenden Kapiteln im Hinblick auf Energiequellen, Treibhausgasbilanz und räumliche Versorgung vertieft betrachtet.

3.1.2 Entwicklung des maßgeblichen Zielszenarios

Das gewählte Zielszenario beschreibt die angestrebte Entwicklung der Wärmeversorgung in der Samtgemeinde Harpstedt bis 2045 auf Grundlage einer Sanierungsrate von 2 % pro Jahr und der lokal nutzbaren erneuerbaren Potenziale. Es bildet einen realistischen Pfad zwischen technischer Machbarkeit, Wirtschaftlichkeit und den bundes- sowie landesrechtlichen Klimazielen. Im Fokus stehen die kontinuierliche Reduzierung des Wärmebedarfs, der Ausbau erneuerbarer Heizsysteme und die räumliche Strukturierung in zentrale und dezentrale Versorgungsgebiete. Verdichtete Bereiche werden schrittweise an erneuerbare Wärmenetze angeschlossen, während in den ländlich geprägten Zonen vor allem Wärmepumpensysteme eingesetzt werden. Das Zielszenario zeigt damit, wie durch Sanierung, Effizienzsteigerung und den Ausbau erneuerbarer Technologien eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis 2045 erreicht werden kann.

3.1.2.1 Grundannahmen

Das maßgebliche Zielszenario wurde auf Grundlage der in Kapitel Entwicklung von Szenarien und Entwicklungspfaden beschriebenen Szenarien und der im Leitfaden empfohlenen

Vorgehensweise erstellt (BMWK, 2024). Die Berechnung basiert auf den ermittelten Energieverbräuchen der Bestandsanalyse, den Potenzialdaten und den folgenden zentralen Annahmen, die in Tabelle 16 dargestellt sind.

Tabelle 16: Grundparameter

Parameter	Annahme / Vorgehensweise
Sanierungsrate	2 %/a bis 2045 -> signifikante Senkung des Endenergiebedarfs
Zieljahre	2030 - 2035 - 2040 - 2045
Zielwert THG	95 % Minderung bis 2045 (gegenüber Basisjahr)
Berechnung THG	auf Basis der Emissionsfaktoren gemäß Technologiecatalog (Bundesregierung 2024)
EE-Anteil je Energieträger	Wärmepumpe -> 50 % - Holzpellets -> 12 % - Solarthermie -> 8 % (Ziel 2045)
Bewertungskriterien	Wirtschaftlichkeit, technische Machbarkeit, räumliche Eignung
Raumgliederung	Baublockbasiert, Zusammenfassung räumlich zusammenhängender Blöcke zu Versorgungsgebieten

Quelle: Eigene Darstellung

Der zukünftige Wärmebedarf wurde für jeden Energieträger getrennt berechnet und für die einzelnen Zieljahre aggregiert. Für die Berechnung gilt die Formel

(1) der THG-Emissionen.

Mit $Q_{i,End}$ als Endenergiebedarf des Energieträgers i und EF_i als spezifischem Emissionsfaktor. Die Emissionsfaktoren wurden gemäß Technikkatalog Wärmeplanung (Prognos AG, 2024) entnommen und für die jeweiligen Zieljahre angepasst, um die fortschreitende Dekarbonisierung des Strom- und Wärmemixes zu berücksichtigen. Hierdurch ergibt sich eine kontinuierliche THG-Minderung bis 2045.

3.1.2.2 Identifikation von Wärmeversorgungsstrukturen

Methodische Abgrenzung zentraler und dezentraler Versorgungsbereiche

Zur Bestimmung der zukünftigen Versorgungsstruktur wurde das Gemeindegebiet anhand der Wärmebedarfsdichte (MWh/ha*a) und der Wärmeliniedichte (kWh/m*a) bewertet. Beide Kenngrößen ermöglichen eine technisch-wirtschaftliche Einschätzung, ob in einem Teilgebiet eine zentrale, leitungsgebundene Versorgung sinnvoll ist oder ob eine dezentrale Gebäudeversorgung vorzuziehen ist.

Während die Wärmebedarfsdichte die räumliche Konzentration des Wärmebedarfs beschreibt, dient Wärmeliniedichte als technischer und wirtschaftlicher

Schlüsselparameter für die Bewertung der Netztragfähigkeit. Die Kombination beider Kriterien erlaubt eine präzise Abgrenzung geeigneter Gebiete und stellt für den Verfasser die Grundlage der weiteren räumlichen Planung dar. Die angewendeten Bewertungskriterien werden in Tabelle 17 aufgelistet.

Tabelle 17: Bewertungskriterien Versorgungsstruktur

Bewertungskriterium	Zentrale Versorgung	Dezentrale Versorgung
Wärmebedarfsdichte	$\geq 150 \text{ MWh/ha}^*a$	$< 150 \text{ MWh/ha}^*a$
Wärmelinien-dichte	$\geq 1500 \text{ kWh/m}^*a$	$< 1500 \text{ kWh/m}^*a$

Quelle: Eigene Darstellung nach (Technische Universität München, Hausladen, & Hamacher, 2011) und C.A.R.M.E.N (C.A.R.M.E.N e.V.)

Die Ergebnisse der technisch-wirtschaftlichen Fernwärmeeignung sind in Abbildung 52 dargestellt.

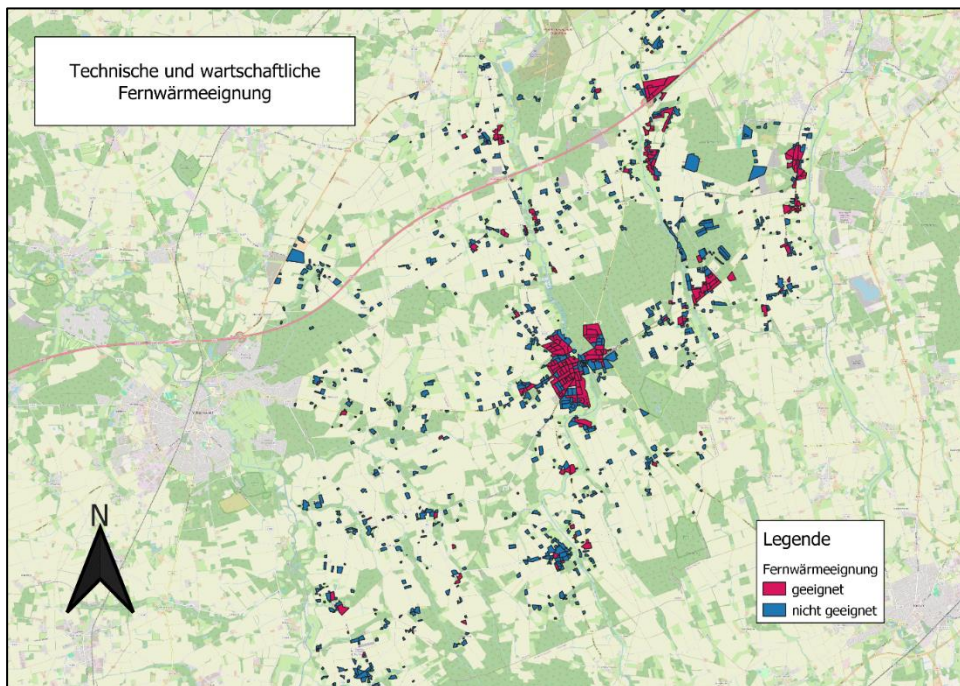


Abbildung 52: technische und wirtschaftliche Fernwärmeeignung

Quelle: Eigene Darstellung mit den Daten von ENEKA (ENEKA Energie & Karten GmbH, 2024) und nach TUM (Technische Universität München, Hausladen, & Hamacher, 2011) und C.A.R.M.E.N (C.A.R.M.E.N e.V.)

Weiter wurden die geeigneten Baublöcke für die Fernwärmeversorgung, die eine hohe Wärmebedarfsdichte aufweisen (siehe Abbildung 23, Abbildung 24 und Abbildung 25) und sich in räumlicher Nähe zu bestehenden Wärmenetzen oder potenziellen Wärmequellen befinden, identifiziert und anschließend aggregiert, um größere, wirtschaftlich tragfähige Teilgebiete zu bilden. Auf dieser Grundlage ergeben sich sechs Teilgebiete, die für eine zentrale Wärmeversorgung mit Fern- oder Nahwärme geeignet sind. Alle übrigen

Baublöcke, die in Randlagen und ländlich geprägten Bereiche sind, werden der dezentralen Wärmeversorgung zugeordnet.

Die final vorgeschlagene Versorgungsstruktur in der Samtgemeinde Harpstedt wird in Abbildung 53 dargestellt.

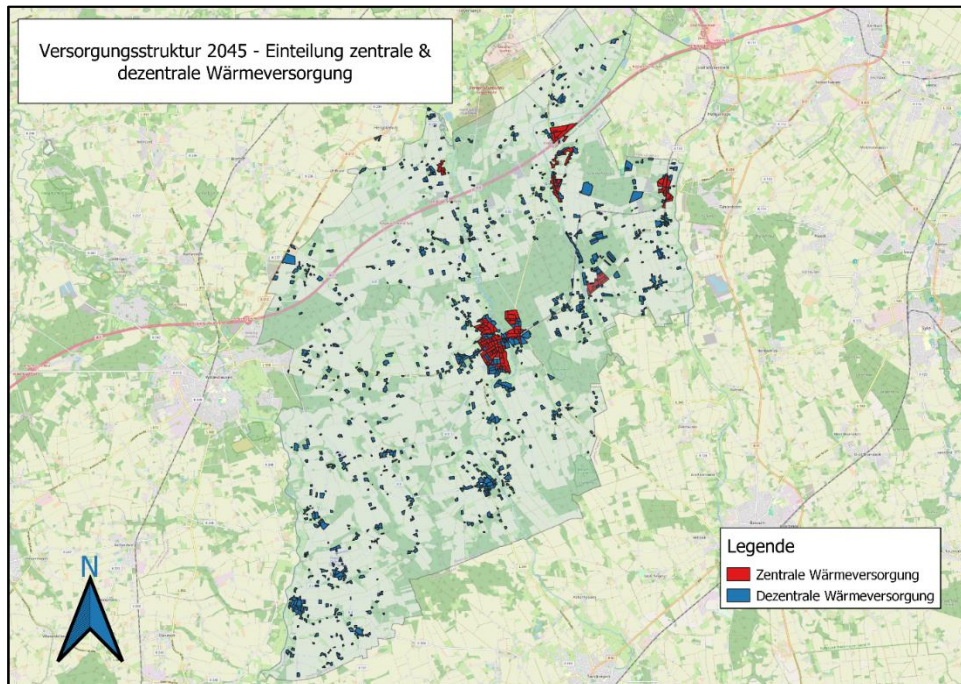


Abbildung 53: Versorgungsstruktur 2045 zentrale und dezentrale Versorgung
Quelle: Eigene Darstellung

Zentrale Wärmeversorgung

Die zentrale Wärmeversorgung umfasst insgesamt **sechs Teilgebiete**, die aufgrund ihrer strukturellen Eignung leitungsgebunden erschlossen werden können. Zusammen verfügen sie über eine **Gebäudenutzfläche von 97,10 ha**, die eine wirtschaftliche Versorgung über Fern- bzw. Nahwärme ermöglicht.

Die sechs Teilgebiete, die für eine zentrale Wärmeversorgung in der Samtgemeinde Harpstedt vorgesehen sein könnten, werden in Abbildung 54 dargestellt.

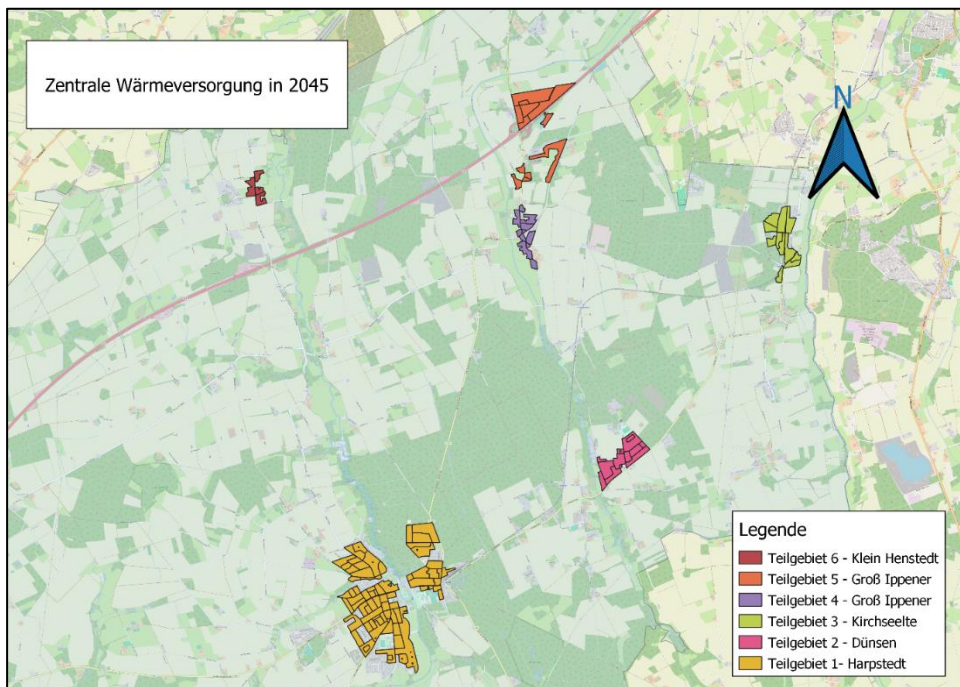


Abbildung 54: Versorgungsstruktur 2045 - Zentrale Versorgung
Quelle: Eigene Darstellung

Dezentrale Wärmeversorgung

Die dezentrale Wärmeversorgung umfasst alle Baublöcke außerhalb der zentral geeigneten Gebiete und bildet damit den überwiegenden Teil des Gemeindegebiets ab. Insgesamt erstrecken sich diese Bereiche über eine Gebäudenutzfläche von 146,87 ha, die primär durch individuelle erneuerbare Heizsysteme wie Wärmepumpen versorgt wird. Die dezentrale Wärmeversorgung wird in Abbildung 55 visualisiert.

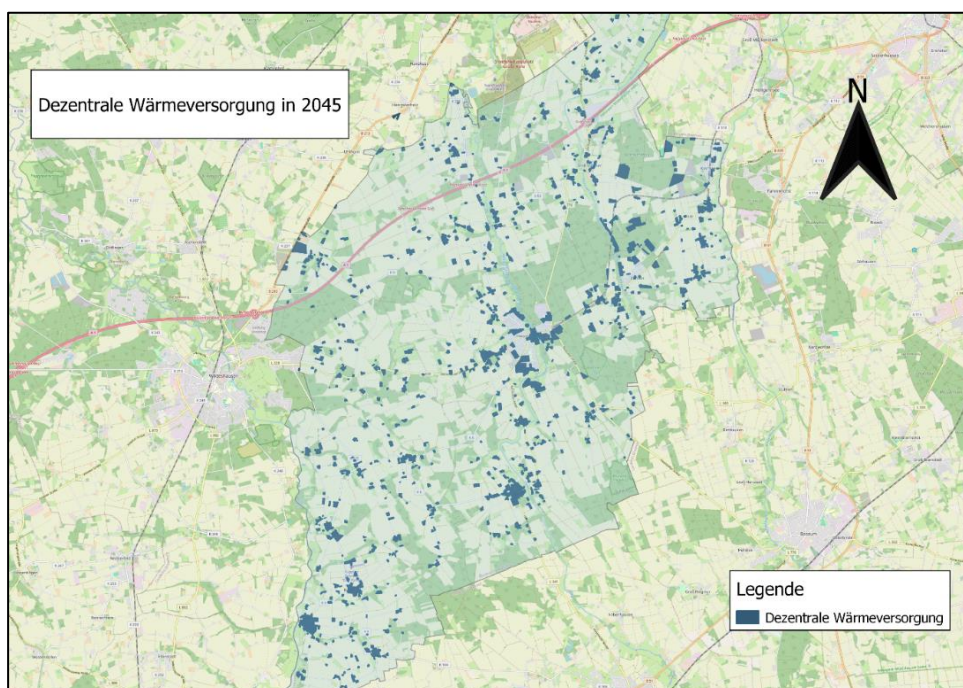


Abbildung 55: Versorgungsstruktur 2045 - Dezentrale Versorgung
Quelle: Eigene Darstellung

3.1.2.3 Anteil angenommen Energieträgerstruktur und Entwicklungspfade

Die Energieträgerstruktur im Zielszenario entwickelt sich schrittweise hin zu einem überwiegend erneuerbaren Energiemix. Grundlage bilden die definierten Zielanteile für Wärmepumpen, Holzpellets und Solarthermie, wie in Tabelle 18 aufgelistet ist.

Tabelle 18: Zielanteile erneuerbarer Wärmequellen/-systeme

Energieträger / Jahr	2030	2035	2040	2045
Wärmepumpe	20 %	30 %	40 %	50 %
Holzpellets	4 %	6 %	8 %	12 %
Solarthermie	2 %	4 %	6 %	8 %

Quelle: Eigene Darstellung

Die Fernwärme gewinnt durch den gezielten Ausbau in den Fokusgebieten und den Neubau weiterer Netze an Bedeutung und deckt bis 2045 alle zentral geeigneten Teilgebiete ab. Die detaillierte Quantifizierung des Fernwärmepfads erfolgt in den folgenden Kapiteln.

Konventionelle Energieträger wie **Heizöl und Erdgas** werden im gesamten Zeitraum schrittweise zurückgedrängt. Die verbleibenden Restanteile werden im Zieljahr **2045 vollständig durch erneuerbare Brennstoffe** (z. B. Biogas, synthetische grüne Gase oder grünes Heizöl) ersetzt, sodass keine fossilen Energieträger mehr im Einsatz sind.

Damit beschreibt das Zielszenario einen klaren Pfad: einen kontinuierlichen Ausbau erneuerbarer Heiztechnologien, die Elektrifizierung der Wärmeversorgung, einen moderaten Einsatz nachhaltiger Biomasse sowie eine vollständige Substitution fossiler Brennstoffe bis 2045. Die quantitative Ausgestaltung erfolgt in den nachfolgenden Unterkapiteln.

3.1.2.4 Treibhausgasbilanz

Die Berechnung der THG-Emissionen erfolgt mit Hilfe der Formel

(1) getrennt nach Energieträgern und Versorgungssystemen, analog zu Kapitel Ermittlung der THG-Emissionen im Bereich Wärme.

3.1.3 Ermittlung von Rahmendaten und Energiemengen für das Zielszenario

3.1.3.1 Grundlagen und Zielsetzung

Im maßgeblichen Zielszenario wird die zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs der Samtgemeinde Harpstedt für die Zieljahre 2030, 2035, 2040 und 2045 differenziert nach Energieträgern berechnet und dargestellt. Grundlage bilden die Ergebnisse der Bestandsanalyse, die in Bestandsanalyse ermittelten Kennzahlen sowie die im Entwicklungspfad (Kapitel Entwicklung von Szenarien und Entwicklungspfaden) angesetzte Sanierungsrate von 2 % pro Jahr ab 2026.

Dabei werden sowohl leitungsgebundene als auch dezentrale Energieformen berücksichtigt. Die Darstellung erfolgt baublockbezogen und bildet damit die räumlich differenzierte Entwicklung der Versorgungsstruktur im Zielszenario ab.

3.1.3.2 Datengrundlagen und Berechnungsansatz

Die Berechnungen der Endenergie- und Emissionswerte beruhen auf folgenden Grundlagen, die in Tabelle 19 gezeigt werden.

Tabelle 19: Datengrundlagen und annahmen

Datenquelle / Modell	Beschreibung
Wärmebedarfsreduktion	Fortschreibung des Bestandsverbrauchs mit Sanierungsrate 2 %
Technologiekatalog Wärmeplanung (2024)	Emissionsfaktoren je Energieträger (THG in t CO ₂ e/MWh)
Potenzialanalyse	Lokale erneuerbare Quellen (Umweltabwärme, Biomasse, Solarthermie)
GIS-Analyse	Räumliche Aggregation der Baublöcke und Zuweisung zu Versorgungsarten

Quelle: Eigene Dargestellung

3.1.3.3 Entwicklung des Endenergiebedarfs

Der Gesamtwärmebedarf der Samtgemeinde 228,25 GWh/a sinkt im Zielszenario kontinuierlich dank der 2% Sanierungsrate des Gebäudebestands und des zunehmenden Einsatzes effizienter Heiztechnologien. Gleichzeitig verändert sich die Zusammensetzung der Energiequellen erheblich zugunsten erneuerbarer Wärmequellen. Der Entwicklungspfad des Wärmebedarfs wird in Abbildung 56 als Diagramm dargestellt.

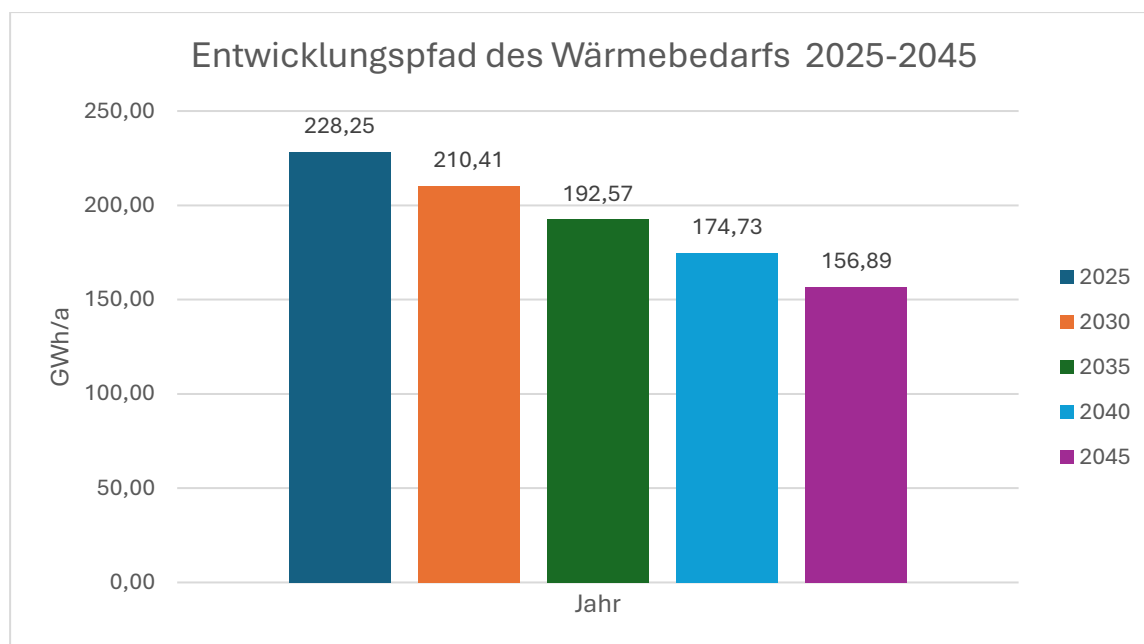


Abbildung 56: Wärmebedarfsprognose 2025-2045
 Quelle: Eigene Darstellung mit den Daten von ENEKA (ENEKA Energie & Karten GmbH, 2024)

Die Abbildung 56 zeigt den kontinuierlichen Rückgang des Wärmebedarfs im Zielszenario infolge der jährlichen Sanierungsrate von 2 %. Gegenüber dem Ausgangsjahr 2025 (228,25 GWh/a) sinkt der Bedarf bis 2030 um 7,82 %, bis 2035 um 15,63 % und erreicht 2040 eine Reduktion von 23,45 %. Im Zieljahr 2045 beträgt der Wärmebedarf nur noch 156,89 GWh/a, was einer Gesamtabnahme von 31,26 % entspricht. Der Entwicklungspfad verdeutlicht damit die zentrale Rolle der Effizienzsteigerungen durch die energetische Gebäudesanierung.

Die räumliche Entwicklung des Wärmebedarfs in der Samtgemeinde Harpstedt wird in den Anhang 2 dargestellt. Zur Veranschaulichung wird ein ausgewählter Ausschnitt zusätzlich als Beispielkarte in Abbildung 57, Abbildung 58 und Abbildung 59 gezeigt. Der Wärmebedarf im Jahr 2025 wird in Abbildung 57 dargestellt.

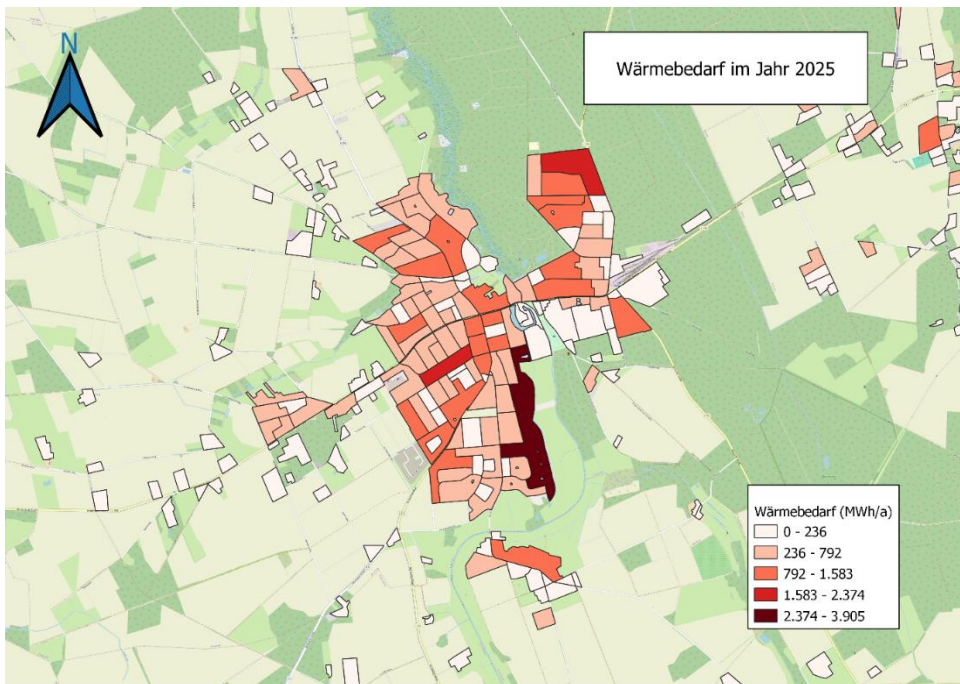


Abbildung 57: Wärmebedarf im Jahr 2025 Mitte
Quelle: Eigene Darstellung

Der Wärmebedarf im Jahr 2030 wird in Abbildung 58 gezeigt.

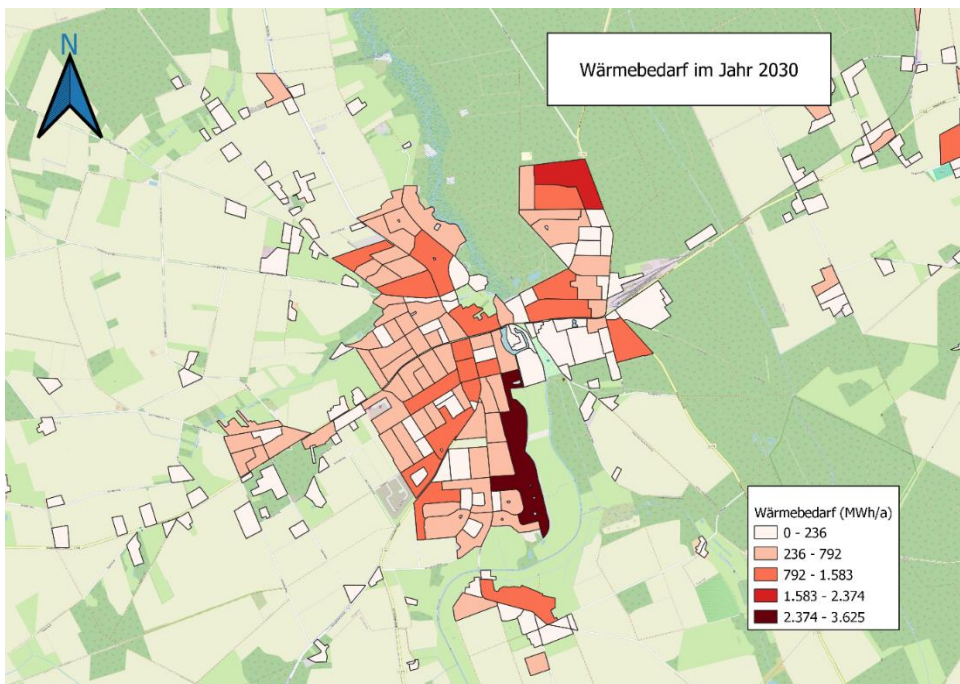


Abbildung 58: Wärmebedarf im Jahr 2030 Mitte
Quelle: Eigene Darstellung

Der Wärmebedarf im Jahr 2045 wird in Abbildung 59 visualisiert.

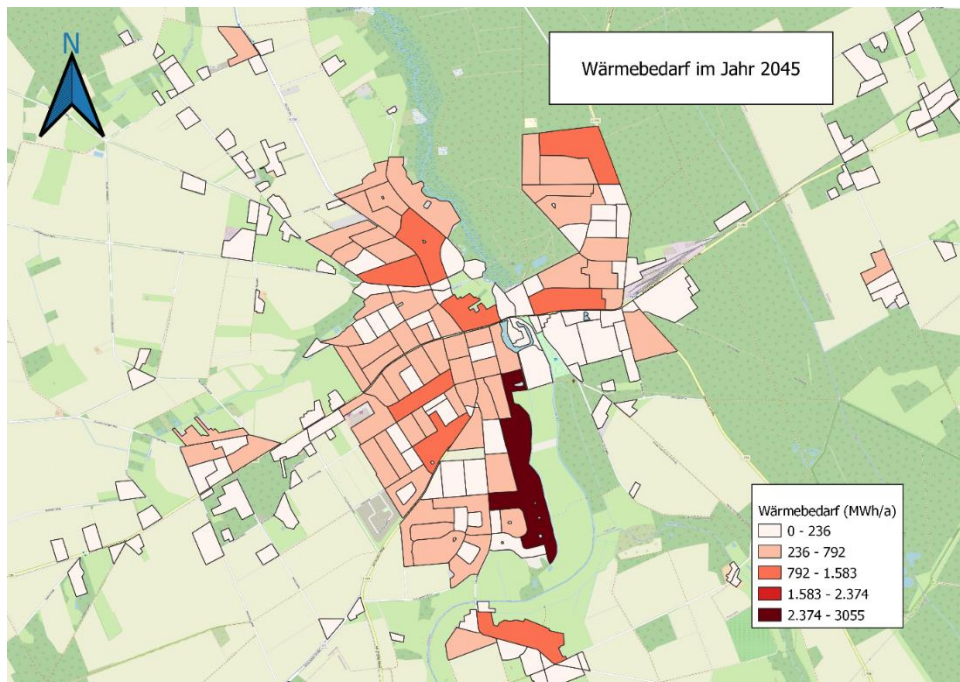


Abbildung 59: Wärmebedarf im Jahr 2045 Mitte
Quelle: Eigene Darstellung

3.1.3.4 Transformation des Energiemixes

Für die Zieljahre wurde der Wärmebedarf nach Energieträgern und Versorgungssystemen ermittelt und tabellarisch zusammengefasst. Die berechneten Anteile sind in Tabelle 20 aufgeführt und bilden die Grundlage für die in Abbildung 60 dargestellten Energiemixe. Die Entwicklung zeigt den schrittweisen Übergang von einer heute überwiegend fossilen Wärmeversorgung hin zu einem erneuerbaren Energiemix. In der Abbildung 60 werden exemplarisch der Energiemix des Ausgangsjahres 2025 sowie die Zieljahre 2030 und 2045 dargestellt, um die wesentlichen Veränderungen und den zunehmenden Anteil klimaneutraler Energieträger zu verdeutlichen.

Die Entwicklung des Wärmebedarfs nach Energieträger/-systeme in 2025-2045 wird in Tabelle 20 dargestellt.

Tabelle 20: Entwicklung des Wärmebedarfs nach Energieträger und Versorgungssysteme 2025-2045

Energieträger (GWh/a)	2025	2030	2035	2040	2045
Wärmepumpe	0,88	28,15	38,57	46,55	51,38
Holzpellets	2,42	5,63	7,71	9,31	13,70
Heizstrom	4,99	5,27	5,78	6,60	7,74
grünes Heizöl ¹ /Heizöl	23,40	18,78	16,18	14,18	9,55
H2 / Erdgas ²	189,26	140,43	99,22	61,31	22,57
Biogas	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Solarthermie	0	2,81	5,14	6,98	9,13
Fernwärme (Bestand + Ausbau)	7,2	9,22	19,85	29,67	52,67

Quelle: Eigene Darstellung

Der Wärmebedarfanteil der Energieträger/-systeme in den Jahren 2025, 2030 und 2045 wird in Abbildung 60 verschaulicht.

¹ Öleinsatz in Zielszenario 2040 als EE-Brennstoff

² Gaseinsatz in Zielszenario als EE-Brennstoff

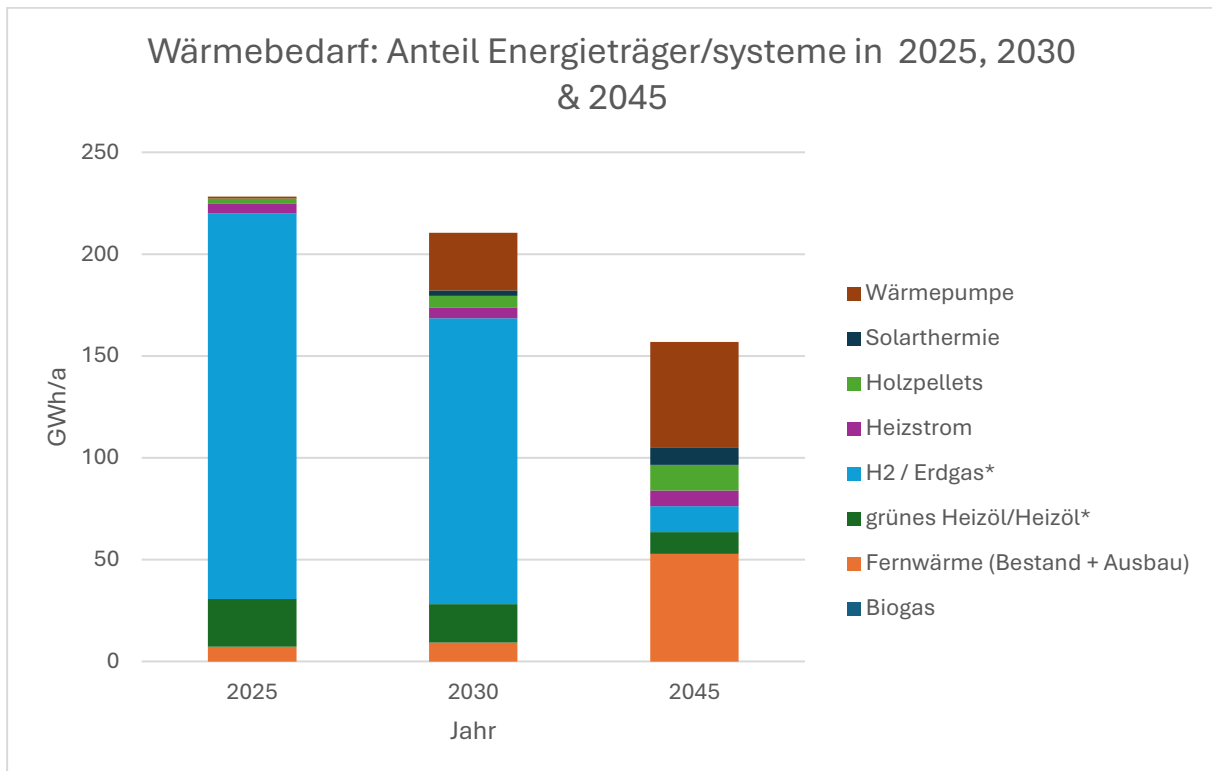


Abbildung 60: Entwicklung des Wärmebedarfs nach Energieträger und Versorgungssysteme 2025, 2030 und 2045

Quelle: Eigene Darstellung

Das Diagramm in Abbildung 60 zeigt den Wandel von einer heute fossil dominierten Wärmeversorgung hin zu einem erneuerbaren Energiemix im Jahr 2045. Die Entwicklung erfolgt schrittweise und orientiert sich an realistischen Umsetzungszeiträumen, wie sie auch in vergleichbaren kommunalen Wärmeplanungen beschrieben werden.

Erneuerbare Energien 2030

Im Jahr 2030 steigt der Anteil erneuerbarer Energieträger spürbar, bleibt jedoch noch deutlich hinter dem fossilen Anteil zurück:

- Wärmepumpen: 28,15 GWh/a -> Anteil 13,37 %
- Holzpellets: 5,63 GWh/a -> Anteil 2,6 %
- Solarthermie: 2,82 GWh/a -> Anteil 1,3 %

Fernwärme: 9,22 GWh/a -> leichter Anstieg durch Verdichtung bestehender Netze, da ein schneller Netzausbau, wie in vielen Kommunen, technisch und organisatorisch nicht kurzfristig umsetzbar ist. Damit erreichen die erneuerbaren Systeme gemeinsam rund 17 % des Energiemixes.

Konventionelle Energien 2030

Während die erneuerbaren Energieträger wachsen, dominieren fossile Brennstoffe zu diesem Zeitpunkt weiterhin:

- Erdgas: 140,43 GWh/a -> Anteil 66,74 % (-25,8 % ggü. 2025)
- Heizöl: 18,79 GWh/a -> Anteil 8,92 % (-19,72 % ggü. 2025)

2030 stellt damit eine Übergangsphase dar, in der sich erste strukturelle Verschiebungen abzeichnen.

Erneuerbare Energien 2045

Im Zieljahr 2045 bilden erneuerbare Energieträger die zentrale Säule der Wärmeversorgung:

- Wärmepumpen: 52,10 GWh/a -> Anteil 50 %
- Holzpellets: 12,50 GWh/a -> Anteil 12 %
- Solarthermie: 8,30 GWh/a -> Anteil 8 %

Fernwärme: 52,67 GWh/a -> deutlich erhöht durch Ausbau und Neubau von Netzinfrastrukturen in den zentral geeigneten Teilgebieten. Die erneuerbaren Systeme decken damit den überwiegenden Teil der Wärmeversorgung.

Konventionelle Energien 2045

Fossile Energieträger werden bis 2045 nahezu vollständig verdrängt:

- Erdgas: 12,8 GWh/a -> Anteil 12,4 % (-93,2 % ggü. 2025)
- Heizöl: 10,7 GWh/a -> Anteil 10,3 % (-54,2 % ggü. 2025)

Diese Restmengen werden vollständig durch grüne Ersatzbrennstoffe ersetzt (z. B. synthetische grüne Gase, grünes Heizöl), sodass keine fossilen Brennstoffe mehr eingesetzt werden.

Die Wärmebedarfsverteilung im Jahr 2045 in Samtgemeinde Harpstedt zeigt eine klare Schwerpunktsetzung zugunsten der dezentralen Versorgungssysteme. Insgesamt entfallen **52,67 GWh/a** (ca. 34 %) auf die **zentrale Wärmeversorgung** in den sechs definierten Teilgebieten, während **104,21 GWh/a** (ca. 66 %) durch **dezentrale erneuerbare Heizsysteme** gedeckt werden. Diese zukünftige Struktur der Wärmeversorgung in der Samtgemeinde Harpstedt wird im Diagramm in Abbildung 61 verdeutlicht.

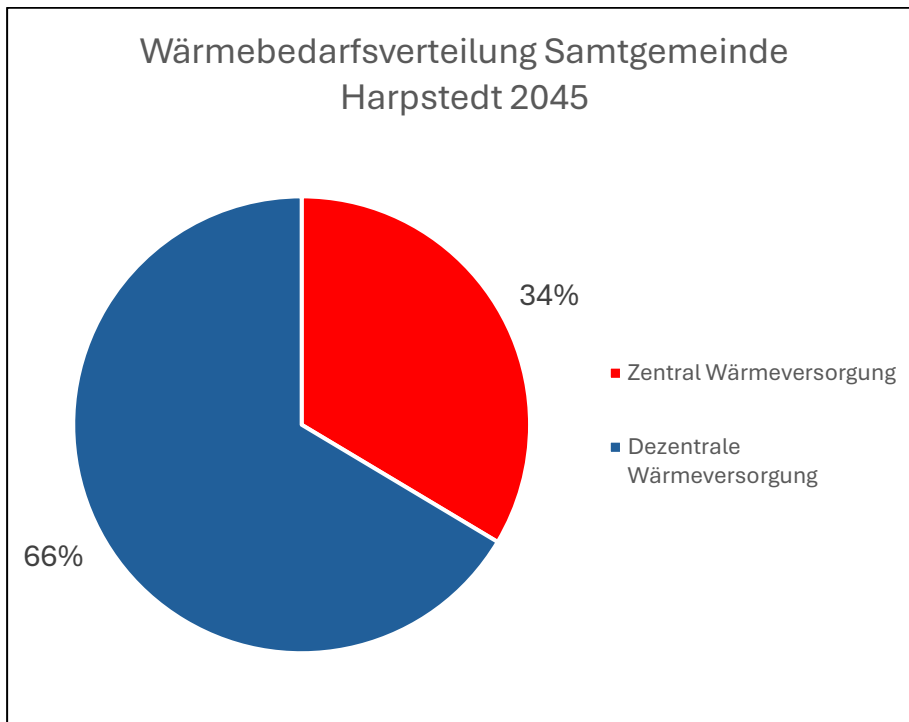


Abbildung 61: Wärmeverteilung Samtgemeinde Harpstedt 2045
Quelle: Eigene Darstellung

3.1.3.5 Elektrifizierung der Wärmeversorgung und notwendige Heizleistung

Ein zentraler Bestandteil des Zielszenarios ist die zunehmende Elektrifizierung der Wärmeversorgung. Wärmepumpen stellen im Jahr 2045 mit 52,10 GWh/a den größten Anteil der dezentralen erneuerbaren Wärme bereit. Daraus resultiert eine erforderliche thermische Leistung von 27,4 MW (Russ, et al., 2010), die bei einem typischen Jahresleistungsfaktor COP von 4 (Quasching, 2019) einer zusätzlichen elektrischen Leistung von 6,85 MW entspricht

Die zusätzliche elektrische Last durch Wärmepumpen kann anteilig durch lokale Photovoltaik gedeckt werden. Das Gesamt-PV-Potenzial im Gemeindegebiet beträgt laut Potenzialanalyse rund 200 GWh/a, entsprechend 374.233 kWp installierbarer Leistung. Um die erforderliche elektrische Leistung der Wärmepumpen von 6,85 MW vollständig zu decken, wären lediglich 24.371 kWp nötig, also ein kleiner Anteil des vorhandenen Potentials. Damit bleibt die Netzintegration der Wärmepumpen technisch beherrschbar. Durch kontinuierliche Betriebsprofile, wachsende PV-Einspeisung und mögliche Lastmanagementmaßnahmen kann die elektrische Zusatzlast bis 2045 zuverlässig in das bestehende Netz eingebunden werden. Diese Annahmen sind in den Endenergieprognosen berücksichtigt

und fließen in die räumliche Abwägung zwischen zentralen und dezentralen Versorgungspfaden ein.

3.1.3.6 Erneuerbare-Energien-Anteil und Strukturentwicklung

Mit fortschreitender Umsetzung des Zielszenarios steigt der Anteil erneuerbarer Energien stetig an. Die größten Beiträge leisten Wärmepumpen, Biomasse (Pellets / Biogas) und Heizstrom. Zudem wird die Fernwärme schrittweise dekarbonisiert, wodurch auch hier der EE-Anteil zunimmt. Der Anteil an Erneuerbaren Energien in den Zielszenarien 2025 bis 2045 wird in Tabelle 21 gezeigt.

Tabelle 21: Anteil EE in ZielSzenarien 2025-2045

Jahr	Anteil EE an Wärmeversorgung %	Haupteinspeiser
2025	6,83%	WP, Holz, Biogas
2030	24,33 %	WP, Holz, Fernwärme-EE, Solar, Biogas
2035	40,07%	WP, Holz, Fernwärme-EE, Solar, Biogas
2040	56,79%	WP, Holz, Fernwärme-EE, Solar, Biogas
2045	80,75 %	WP, Holz, Fernwärme-EE, Solar, Biogas, H ₂ (grün)

Quelle: Eigene Darstellung

3.1.3.7 Baublockbezogene Darstellung

Baublockbezogene Darstellung - Zentral

Die energetische und räumliche Bilanzierung erfolgte für das gesamte Gemeindegebiet baublockbezogen. Damit werden sowohl leitungsgebundene als auch dezentrale Versorgungssysteme räumlich differenziert erfasst. Die baublockbezogene Eignung und Zuordnung zur Fernwärme wurde bereits in Abbildung 54 dargestellt. Aufbauend darauf folgt nachstehend die quantitative Darstellung des Wärmebedarfs in den sechs zentralen Versorgungsgebieten. Der Wärmebedarf in den Sechs zentralen Versorgungsgebiete erfolgt quantitative in Tabelle 22.

Tabelle 22: zentrale versorgungsgebiete Wärmebedarf 2045

Teilgebiete	Wärmebedarf [GWh/a]
Teilgebiet 1	32,57
Teilgebiet 2	6,18
Teilgebiet 3	4,97
Teilgebiet 4	2,46
Teilgebiet 5	5,27
Teilgebiet 6	1,19

Quelle: Eigene Darstellung

Zur Einordnung des Zusammenspiels aus Bestand, Ausbau und Neubau der Fernwärme wird die Entwicklung der bedeckten Wärmebedarf in Tabelle 23 gezeigt.

Tabelle 23: Zentrale Wärmeversorgung in Zieljahren 2030-2045

Fernwärme in GWh/a	2025	2030	2035	2040	2045
Fernwärme bestand	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20
Fernwärmeausbau	0	2,02	5,17	9,50	23,07
Fernwärme neubau	0	0	7,47	12,97	22,39
Gesamt Fernwärme	7,20	9,22	19,85	29,68	52,67
Gesamt zentral vorgesehene Wärmever-sorg.	75,30	69,64	63,99	58,33	52,67
Rest zentral W.ver-sorg.	68,10	60,41	44,13	28,65	0,00

Quelle: Eigene Darstellung

Baublockbezogene Darstellung - Dezentral

Die tabellarische Darstellung der dezentralen Wärmeversorgung wurde bereits im Rahmen der Transformation des Energiemixes in Tabelle 20 , Abschnitt 3.1.3.4 sowie der Auswertung der Strom- und EE-Anteile in Abschnitt 3.1.3.5 und 3.1.3.6 erläutert. Ergänzend folgt nun die räumliche Darstellung der zukünftigen dezentralen Wärmeversorgung auf Baublockebene. Dabei werden die jeweils überwiegenden Versorgungssysteme ausgewiesen, um die Verteilung der nicht an Fernwärme angeschlossenen Gebäude nachvollziehbar darzustellen.

Für die Zuordnung der Wärmepumpen wurde auf die Ergebnisse der Potenzialanalyse zurückgegriffen. Die dort ausgewiesene Umweltwärmeeignung zeigt ein nutzbares

Potenzial von rund 140 GWh/a, welches die Grundlage für die Identifikation geeigneter Baublöcke bildet.

Die Biomasseversorgung (Holzpellets) wird dort berücksichtigt, wo heute überwiegend Heizöl die leitende Wärmeversorgung darstellt. In diesen Gebäuden ist ein Umstieg auf Pelletheizungen technisch realistisch und wirtschaftlich plausibel. Wie bereits in Tabelle 20 dargestellt, beträgt der durch Holzpellets gedeckte Wärmebedarf im Jahr 2045 insgesamt 13,70 GWh/a. Dafür werden etwa 3.256 t Pellets pro Jahr benötigt, was einer erforderlichen installierten Kesselleistung von rund 6,25 MW entspricht. Diese Vorgehensweise ermöglicht eine konsistente und gebäudetypspezifische Abbildung der dezentralen Versorgungssysteme, die im Anschluss kartografisch dargestellt wird. Die Einteilung der dezentralen Baublöcke im nördlichen Teil der Samtgemeinde ist in der Abbildung 62 dargestellt.

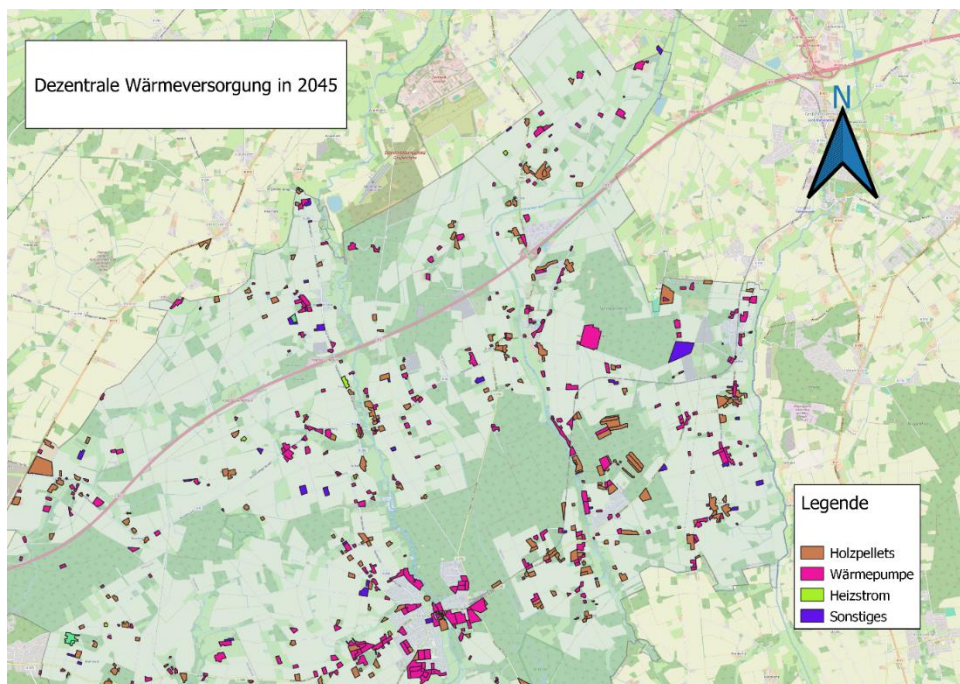


Abbildung 62: Dezentrale Wärmeversorgung – Einteilung der Baublöcke im Jahr 2045 – Nord
Quelle: Eigene Darstellung

Die Einteilung der Dezentralen Baublöcke im südlichen Teil der Samtgemeinde wird in Abbildung 63 gezeigt.

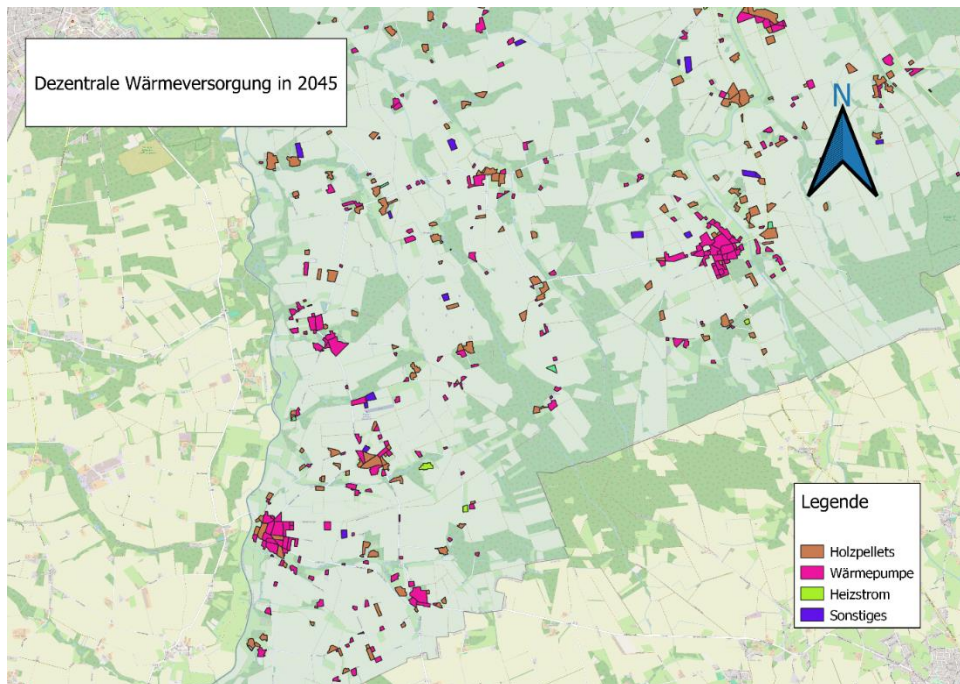


Abbildung 63: Dezentrale Wärmeversorgung – Einteilung der Baublöcke im Jahr 2045 – Süd
Quelle: Eigene Darstellung

3.1.3.8 Entwicklungspfad THG Bilanz und Wärmeeinsparpotential

Die Entwicklung der Treibhausgasemissionen wurde analog zu Abschnitt 1.4.1 auf Basis der spezifischen Emissionsfaktoren der eingesetzten Energieträger berechnet. Die Ergebnisse zeigen einen stetigen Rückgang der Emissionen infolge der Sanierungsrate von 2 % pro Jahr, des Ausbaus erneuerbarer Heiztechnologien sowie der schrittweisen Substitution fossiler Brennstoffe.

Bereits bis 2030 halbieren sich die Emissionen nahezu auf 41.248 t/a, was einer Minderung um 48,6 % gegenüber 2025 entspricht. Bis 2035 sinken die Emissionen auf 30.249 t/a (ca. 62,3 %). Im Jahr 2040 werden nur noch 20.960 t/a ausgestoßen, was einer Reduktion um 74 % entspricht. Im Zieljahr 2045 fallen die THG-Emissionen schließlich auf 3.668 t/a, womit eine nahezu vollständige Dekarbonisierung erreicht wird (95 % Minderung gegenüber 2025).

Der größte Beitrag zur Reduktion stammt aus dem Ersatz fossiler Heizsysteme durch Wärmepumpen, dem Anstieg erneuerbarer Energien in der dezentralen Versorgung sowie dem wachsenden Anteil erneuerbarer Fernwärme durch Ausbau und Neubau der Netzinfrastruktur. Die vollständige Substitution konventioneller Energieträger bis 2045 trägt ebenfalls maßgeblich zum Erreichen des Reduktionsziels bei.

Die Entwicklung der THG-Emissionen wird zur einfachen Verschaunlichung in Tabelle 24 dargestellt.

Tabelle 24: Entwicklung der THG-Emissionen im Zielszenario 2025–2045

Jahr	Gesamtemissionen [t CO ₂ e/a]	Minderung ggü. 2025 [%]
2030	41.248	48,6%
2035	30.249	62,3%
2040	20.960	74%
2045	3.668	95 %

Quelle: Eigene Darstellung

Parallel zu THG-Emissionen steigt das Wärmeeinsparpotenzial durch die Sanierungsmaßnahmen kontinuierlich an. Ausgehend von einem Sanierungsrate von 2 % pro Jahr ergeben sich die Einsparmengen, die in Tabelle 25 aufgelistet wurden.

Tabelle 25: Entwicklung der Wärmeeinsparpotential

Jahr	Wärmeeinsparpotential [GWh/a]
2030	17,84
2035	35,68
2040	53,52
2045	71,36

Quelle: Eigene Darstellung

Die kontinuierlichen Einsparungen wirken dämpfend auf die absolute Energienachfrage und bilden gemeinsam mit der Elektrifizierung und dem Ausbau erneuerbarer Wärme die Grundlage für die starke Absenkung der THG-Emissionen. Die Entwicklung der Emissionen sowie das kumulierte Einsparpotenzial werden in den folgenden Diagrammen in Abbildung 64 visualisiert.

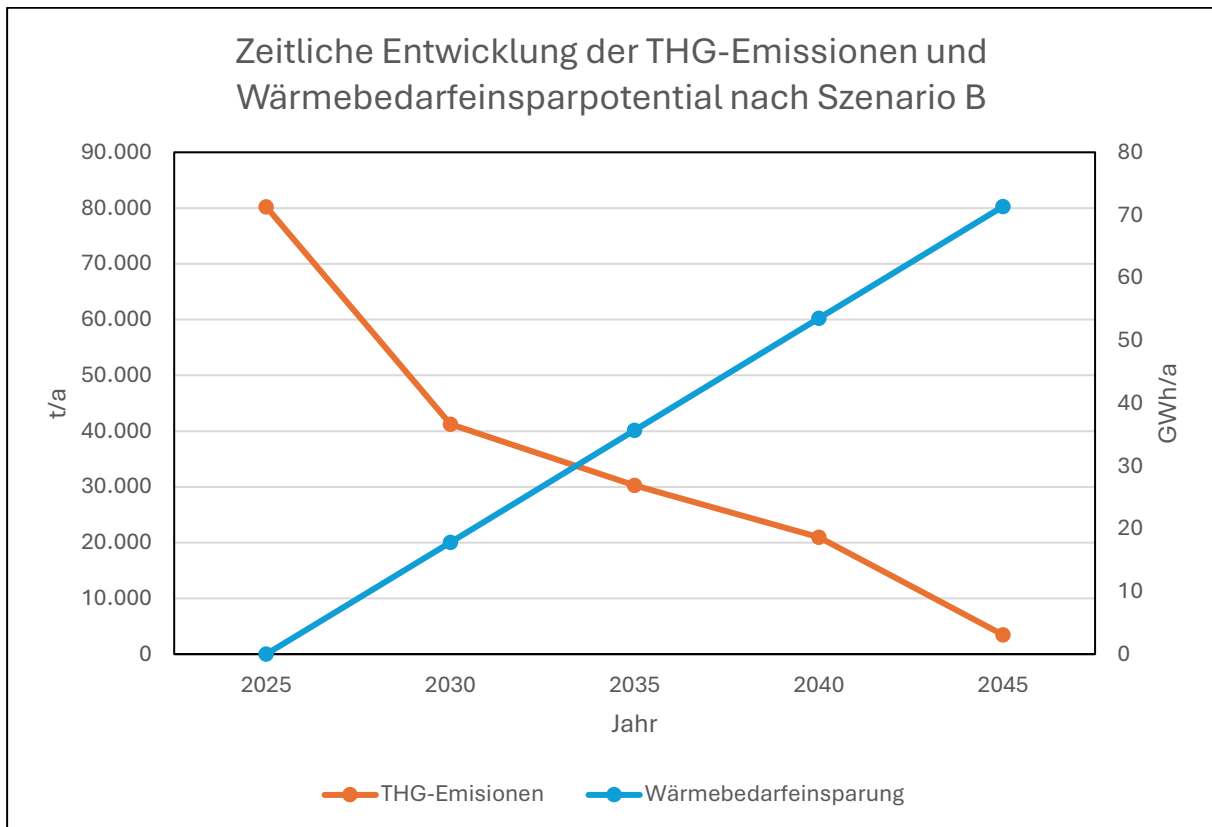


Abbildung 64: Entwicklung der THG-Emission und Wärmebedarfseinsparpotential
Quelle: Eigene Darstellung

3.2 Einteilung des beplanten Gebiets nach Wärmeversorgungsart und Einsparpotenzialen

Die Einteilung des beplanten Gebiets in zentrale und dezentrale Wärmeversorgungsgebiete erfolgt auf Grundlage der in Kapitel Zielszenarien und Pfade für die langfristige Entwicklung der Wärmeversorgung dargestellten Analyse- und Bewertungsschritte. Die Zuordnung basiert insbesondere auf den Ergebnissen zur Fernwärmeeignung, den ermittelten Wärmebedarfs- und Wärmelinien-dichten sowie den technologischen Potenzialen der dezentralen Versorgung

3.2.1 Einteilung der Grundstücke und Baublöcke in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

3.2.1.1 Zielsetzung und Vorgehen

Auf Grundlage des ausgewählten Zielszenarios (Kapitel Entwicklung von Szenarien und Entwicklungspfaden) wurde das Gebiet der Samtgemeinde Harpstedt in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete unterteilt. Ziel dieser Einteilung ist es, die zukünftige

Wärmeversorgung räumlich zwischen zentrale leitungsgebundene Systeme und dezentrale, gebäudegebundene Systeme zu differenzieren, um eine nachhaltige, wirtschaftliche und technisch realisierbare Wärmewende sicherzustellen.

Die Abgrenzung erfolgte auf Basis der Parameter:

- Wärmebedarfsdichte (MWh/ha)
- Wärmeliniendichte (kWh/m)
- **Räumliche Nähe** zu bestehenden oder potenziellen Wärmequellen und Wärmenetzen
- Siedlungsstruktur und Bebauungsdichte

3.2.1.2 Ergebnisse der Gebietszuordnung

Die Baublöcke mit hohem Wärmebedarfs- und Wärmeliniendichte wurden zu zusammenhängenden Teilgebieten zusammengefasst und als geeignete Gebiete für zentrale Wärmeversorgung klassifiziert (Siehe Abbildung 54). Baublöcke mit geringer Wärmebedarfsdichte oder sehr verstreuter Lage wurden der dezentralen Wärmeversorgung zugewiesen (Siehe Abbildung 62 und Abbildung 63).

Insgesamt konnten sechs Teilgebiete identifiziert werden, die technisch und wirtschaftlich für eine zentrale Wärmeversorgung geeignet sind. Diese Gebiete befinden sich hauptsächlich in dicht besiedelten Gebieten und entlang bestehender oder geplanter Wärmenetze. Alle anderen Gebiete, die weniger dicht besiedelt oder weit von der Infrastruktur entfernt sind, wurden als dezentral zu versorgende Gebiete ausgewiesen und nach überwiegender Versorgungssysteme in Abbildung 62 und Abbildung 63 dargestellt.

Der Anteil der Gebäudenutzfläche für zentrale und dezentrale Wärmeversorgungsgebiete wurde im Abschnitt Zentrale Wärmeversorgung und Dezentrale Wärmeversorgung ausgewiesen.

3.2.1.3 Zentrale Wärmeversorgungsgebiete

Die zentralen Gebiete zeichnen sich durch einen hohen Wärmebedarf und eine günstige Leitungsstruktur aus. Sie umfassen hauptsächlich die Ortskerne und angrenzende Mischgebiete mit mehrstöckigen Kommunal-, Gewerbe- und Wohngebäuden.

Für die zentralen Gebiete wird ein gestufter Ausbau vorgesehen:

- 1) Ausbau/erweiterung bis 2030

- a) Anschluss von Gebäuden in Straßen mit vorhandener Fernwärmeinfrastruktur
 - b) Einbindung von kommunalen Liegenschaften und Mehrfamilienhäusern
 - c) Nutzung lokaler Wärmequellen (Biomasse)
- 2) Ausbau bis 2040
- a) Erschließung zusätzlicher Quartiere in Eignungsgebieten
 - b) Integration von Großwärmepumpen, Solarthermieflächen und Power-to-Heat
 - c) Netzerweiterung zu Nahwärmesystemen in angrenzenden Ortsteilen
- 3) Erweiterung bis 2045
- a) Einbindung bisheriger Prüfgebiete
 - b) Vollständige Umstellung auf erneuerbare Einspeiser

Die Wärmenetze werden im Zieljahr 2045 vollständig treibhausgasneutral betrieben. (Siehe Tabelle 23)

3.2.1.4 Dezentrale Wärmeversorgungsgebiete

In dezentralen Gebieten wird die Wärmeversorgung gebäudeweise durch erneuerbare Energiesysteme gewährleistet. Die Haupttechnologien sind:

- Wärmepumpen (überwiegend Luftwärmepumpen, einige Hybridsysteme mit Gas-Spitzenlast)
- Pelletheizungen vorzugsweise als Ersatz für Ölheizungen und für Gebäude, in denen Wärmepumpen technisch oder wirtschaftlich nicht realisierbar sind.
- Solarthermie als Ergänzung zur Heizung, insbesondere für Pelletheizungen während der Heizperiode. Für Wärmepumpen ist dies nicht sinnvoll.
- Grüne Brennstoffe (Synthesegas/Heizöl) als Alternative ab 2040, vorausgesetzt, die Technologie ist bis dahin ausgereift und in ausreichendem Maße verfügbar.

Bestehende erneuerbare Systeme (z. B. Biomasse, Wärmepumpen) werden weiterhin genutzt und bleiben in der Bilanz erhalten.

Verbleibende fossile Heizsysteme werden schrittweise ersetzt oder mit synthetischen Energieträgern betrieben (Siehe Tabelle 20).

3.2.2 Ausweisung von Gebieten mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial

3.2.2.1 Vorgehensweise zur Berechnung des Energieeinsparpotentials

Um Bereiche mit überdurchschnittlichem Energieeinsparpotenzial zu identifizieren, wurde der Gebäudebestand hinsichtlich des Baualters, des Sanierungszustands und des spezifischen Wärmebedarfs analysiert. Die Bewertung basiert auf den in Kapitel 1 dargestellten Ist-Stand und den in Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden. Die Bewertungssindikatoren werden in Tabelle 26 aufgelistet.

Tabelle 26: Kriterientabelle zur Ausweisung von Gebieten mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial

Kriterium	Bewertung	Gewichtung
Baualtersklasse	vor 1980 = hoch / 1980–1995 = mittel / ab 1995 = gering	40 %
Spezifischer Wärmebedarf [kWh/m ² a]	> 180 = hoch / 120–180 = mittel / < 120 = gering	30 %
Anteil unsanierter Gebäude [%]	> 70 % = hoch	20 %
Energieträgerstruktur	fossile Dominanz = hoch	10 %

Quelle: Eigene Darstellung

Gebiete mit einer Gesamtbewertung über 70% wurden als Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial ausgewiesen (Siehe Abbildung 41-Abbildung 43).

3.2.2.2 Ergebnisse der Ausweisung der Gebiete

Die Analyse zeigt, dass vor allem ältere Wohnquartiere mit überwiegend unsaniertem Gebäudebestand ein hohes Einsparpotenzial aufweisen. Diese befinden sich vorrangig in den älteren Siedlungsbereichen der Ortskerne und in gemischt genutzten Randzonen. Die Ergebnisse der Analyse werden in Tabelle 27 dargestellt.

Tabelle 27: Potential und Handlungsempfehlung

Kategorie	Anzahl Baublöcke	Charakteristik	Handlungsempfehlung
Hohes Potenzial	156	Unsanierete Altbauten, fossile Heizung	Prioritäre Sanierung, WP-Umstellung
Mittleres Potenzial	967	Teilmodernisierte Bestände	Heizungsmodernisierung, PV-Integration
Geringes Potenzial	33	Neubauten, effiziente Systeme	Monitoring, Optimierung

Quelle: Eigene darstellung

Für die ausgewiesenen Einspargebiete wird empfohlen, sie in die zukünftige kommunale Förderstrategie aufzunehmen und mit gezielten Beratungs- und Sanierungsprogrammen zu begleiten.

3.2.2.3 Integration in das Zielszenario

Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial sind integraler Bestandteil der Zielstrategie. Sie wurden bei der Ermittlung des Wärmebedarfs mit höheren Reduktionsfaktoren berücksichtigt und gelten als vorrangige Sanierungsgebiete. Bis 2040 wird in diesen Ortsteilen eine überdurchschnittliche Reduzierung des Wärmebedarfs erwartet. Dadurch wird der Gesamtenergiebedarf der Samtgemeinde gesenkt und der Anteil erneuerbarer Energien entsprechend erhöht.

4 UMSETZUNGSSTRATEGIE

Die Umsetzungsstrategie beschreibt die zentralen Schritte zur schrittweisen Umsetzung einer klimaneutralen Wärmeversorgung in der Samtgemeinde Harpstedt bis 2045. Sie konkretisiert die im Zielszenario definierten Entwicklungspfade und legt fest, welche Maßnahmen, von welchen Akteuren, in welchem Zeitraum und mit welchen Ressourcen umgesetzt werden müssen.

Dabei folgt die Strategie einem integrierten Ansatz, der technische, organisatorische und finanzielle Anforderungen miteinander verbindet. Sie berücksichtigt die Rollen von Kommune, Energieversorgern, Gebäudeeigentümern, Gewerbe und privaten Haushalten gleichermaßen und orientiert sich an den Vorgaben des Bundeswärmepanungsgesetzes (WPG) sowie der Wärmeplanungsrichtlinie des Landes Niedersachsen.

4.1 Entwicklung der Umsetzungsstrategie

4.1.1 Leitbild und Handlungsprinzipien

Die Samtgemeinde Harpstedt verfolgt das Leitbild, bis 2045 eine weitgehend treibhausgasneutrale Wärmeversorgung zu erreichen, die auf lokalen erneuerbaren Energien, hoher Effizienz und einer tragfähigen Infrastruktur basiert. Das Leitbild wird durch klar definierte, quantitative Zielgrößen untermauert, die den zukünftigen Ausbaupfad der Wärmeversorgung konkret bestimmen.

Ausbau erneuerbarer Wärmeerzeugung

1. Wärmepumpen als Haupttechnologie
 - a. Bereitgestellter Wärmebedarf: 52,10 GWh/a
 - b. Zu installierende thermische Leistung: 27,4 MW
 - c. Erforderliche elektrische Leistung (COP = 4): 6,85 MW
 - d. Notwendige PV-Leistung zur Abdeckung der WP-Stromlast: 24.372 kWp
 - Ziel: Wärmepumpen decken rund 50% des gesamten Wärmebedarfs ab
2. Biomasse für Gebäude mit begrenzter WP-Eignung
 - a. Bereitgestellter Wärmebedarf: 13,70 GWh/a

- b. Jahresbedarf an Holzpellets: 3.256 t
 - c. Notwendige installierte Kesselleistung: 6,25 MW
 - Ziel: Pelletheizungen ersetzen überwiegend bestehende Heizölkessel.
3. Optimale Zuordnung der Versorgungssysteme
- a. Zentrale Wärmeversorgung, wo Wärmedichte und Leitungslängen wirtschaftlich sind
 - b. Dezentrale Systeme (WP, Pellets), wo Gebäudestruktur und Lage dies ermöglichen.
 - Ziel: 34 % zentrale und 66 % dezentrale Wärmeversorgung im Endzustand
4. Akteursbeteiligung und Umsetzungskooperation
- a. Systematische Einbindung von Energieversorgern, Gewerbe, Eigentümergruppen und Bürgerinnen und Bürger
 - Ziel: Aufbau eines dauerhaften Regionalen Wärmeverbunds
5. Anpassungsfähigkeit und Monitoring
- a. Fortschreibung des Wärmeplans alle 5 Jahre
 - b. Integration technischer Entwicklung (z.B Strom-/ Wärmespeicher, PV, Lastmanagement)
 - Ziel: Sicherstellung der Investitions- und Zukunftsfähigkeit bis 2045

4.1.2 Fokusgebiete

Auf Grundlage des maßgeblichen Zielszenarios wurden insgesamt sechs Fokusgebiete identifiziert, die aufgrund ihrer Wärmebedarfsstrukturen, vorhandenen Infrastrukturen sowie ihrer technischen und wirtschaftlichen Eignung kurz- und mittelfristig prioritär entwickelt werden sollen. Die Fokusgebiete umfassen sowohl zentrale Lagen mit hoher Wärmebedarfsdichte und bestehender oder geplanter Fernwärmetechnik als auch ländlich geprägte Bereiche mit Potenzial für Nahwärmelösungen oder dezentrale erneuerbare Heizsysteme.

Die sechs Fokusgebiete sind in Tabelle 28 aufgeführt. Ihre räumliche Lage ist in Abbildung 65 dargestellt. Detailkarten zu jedem Fokusgebiet befinden sich im Anhang 3 und zeigen die jeweilige Gebietsausdehnung.

Tabelle 28: Fokusgebiete 1-6 zur Umsetzung der Maßnahmen

Fokusgebiet	Lage / Charakteristik	Maßnahme	Zeitraum
FG 1 – Ortskern Harpstedt	Hohe Dichte, bestehende Fernwärmestruktur, kommunale Gebäude, Wohn- und Mischgebäude	Fernwärmeverdichtung, Einbindung der Biogasanlage Eiskamp (KWK-Abwärme)	bis 2030
FG 2 – Mischgebiete Harpstedt	Kommunale Gebäude, Wohnquartiere, mittlere Dichte	Fernwärmeausbau, erneute Prüfung KWK-Einbindung	bis 2035
FG 3 – Wohnquartiere Dünsen	Mittlere Baudichte, EFH/MFH und kommunale Gebäude	Machbarkeitsstudie für Nahwärmenetz mit Großwärmepumpe	bis 2035
FG 4 – Gewerbegebiet Groß Ippener	Gewerbliche Nutzung, mittlere Dichte, Abwärmepotenziale	Machbarkeitsstudie mit Nahwärmenetz, Abwärmennutzung, Großwärmepumpe	bis 2040
FG 5 – Wohnquartiere Prinzhöfte / Klein Henstedt	EFH/MFH, geringe bis mittlere Dichte, Nähe Biogasanlage	Machbarkeitsstudie Nahwärmenetz mit KWK-Biogasanlage Klein Henstedt	bis 2030
FG 6 – Wohnquartiere Colnrade	Ländlich, EFH/MFH, geringe Dichte	Quartierskonzept Wärmepumpen/Biomasse (WP-first-Prinzip)	Bis 2035

Quelle: Eigene Darstellung

Die räumliche Einteilung der Fokusgebiete wird in Abbildung 65 dargestellt.

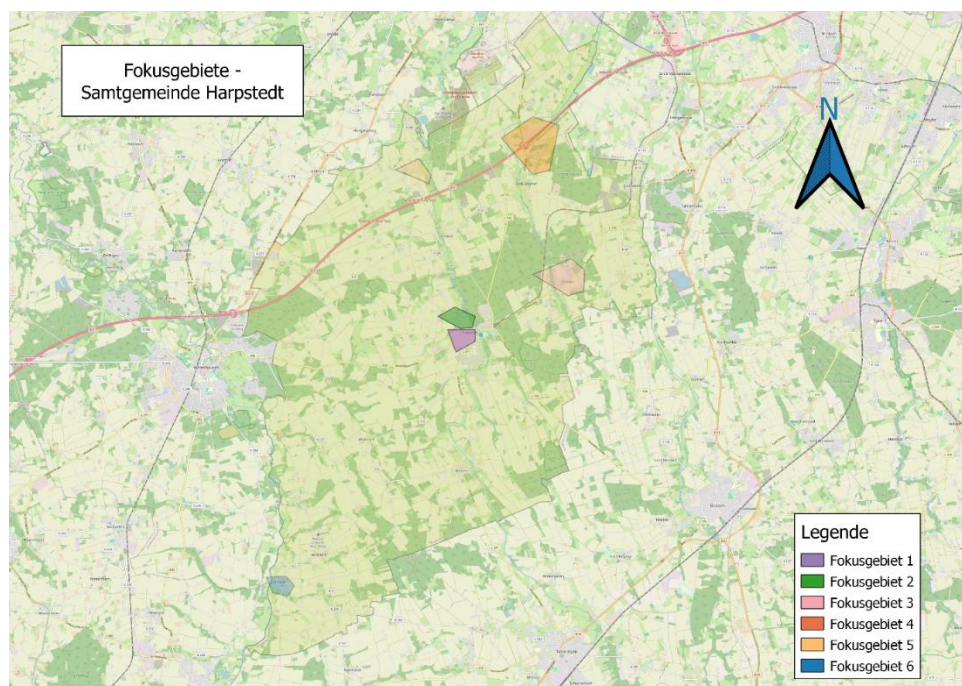


Abbildung 65: Fokusgebiete Samtgemeinde Harpstedt

Quelle: Eigene Darstellung

4.1.3 Akteure und Zuständigkeit

Die Umsetzung erfordert ein koordiniertes Zusammenwirken verschiedener Akteure. Diese wird detailliert in Tabelle 29 aufgelistet.

Tabelle 29: Aufstellung der Akteure und ihre Rolle

Akteur	Rolle
Samtgemeinde Harpstedt	Koordination, Förderakquise, Öffentlichkeitsarbeit
Mitgliedsgemeinden	Umsetzung auf Grundstücksebene, Genehmigungen
Netzbetreiber (Strom/Gas)	technische Planung WP-Netzlasten, Rückbau Gas
Wärmenetzbetreiber	Ausbau/Neubau Nahwärme, Betrieb
Private Eigentümer	Sanierung & Heizungstausch
Gewerbe & Industrie	Abwärmenutzung, Contracting
Landkreis Oldenburg	Förderung, Regionalplanung
Planungsbüros	technische Auslegung Netze/Speicher/WP

Quelle: Eigene Darstellung

4.1.4 Kosten und Finanzierung

Die Kosten der Maßnahmen variieren je nach Art und Umfang des Projekts sowie nach der gewählten Technologie. Für die wirtschaftliche Bewertung und die Ableitung realistischer Kostenbandbreiten wurden die im Technikkatalog zur Kommunalen Wärmeplanung hinterlegten Standardwerte verwendet (Prognos AG, 2024). Diese bundesweit einheitlichen Kostengrundlagen erlauben eine vergleichbare Abschätzung der Investitionsbedarfe für zentrale und dezentrale Maßnahmen.

Zentrale Projekte zum Ausbau des Wärmenetzes, wie Leitungsbau, Wärmeerzeugungsanlagen oder Speicher, werden überwiegend über öffentliche Förderprogramme (u. a. BEW, KfW, EFRE, NKI) sowie über Betreiber- und Contractingmodelle finanziert.

Dezentrale Maßnahmen wie Wärmepumpeninstallationen, individuelle Sanierungsschritte oder der Austausch von Heizungen werden vor allem durch Förderinstrumente der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), die KfW und ergänzende Landesprogramme unterstützt.

Die relevanten Kostenspannen der zentralen und dezentralen Maßnahmen gemäß Technikatalog (Prognos AG, 2024) sowie die jeweiligen Hauptfinanzierungsquellen werden in Tabelle 30 gezeigt:

Tabelle 30: Finanzierungsmaßnahmen

Maßnahmengruppe	Kostenspanne €/Projekt	Hauptfinanzierungsquelle
Zentrale Wärmenetze (Leitungsbau, Erzeuger, Speicher)	700.000 – 8.000.000 € (je nach Gebiet, Leitungsdichte und Erzeugung)	BEW, EFRE, kommunale Eigenmittel, Contracting
Dezentrale Systeme (Wärmepumpen, Biomasse, Gebäudeintegration)	15.000 – 150.000 € (gebäude- oder objektbezogen)	BEG EM, BEG WG, Landesförderung
Energieberatung / Sanierungsmaßnahmen	1.500 – 25.000 €	KfW, BAFA, kommunale Zuschüsse

Quelle: Eigene Darstellung

Die Spannweiten orientieren sich an den typischen Systemgrößen und Marktpreisen der im Zielszenario relevanten Technologien:

- Wärmepumpen: 15.000–45.000 € pro Gebäude
- Holzpelletanlagen: 18.000–30.000 €
- Wärmenetzleitungen: 700–1.500 €/m
- Hausübergabestationen: 4.000–12.000 €
- Großwärmepumpen / Biomassekessel: 500–1.500 €/kW
- Saisonspeicher: 30–60 €/m³

Diese Kostenansätze ermöglichen eine realistische Einschätzung des zukünftigen Investitionsbedarfs und bilden die Grundlage für die Entwicklung geeigneter Finanzierungs- und Förderstrategien.

4.1.5 Zeitliche Priorisierung

Die Umsetzung der Maßnahmen erfolgt stufenweise entlang eines zeitlich priorisierten Entwicklungspfad. Die drei Phasen orientieren sich an der technischen Umsetzbarkeit, der Wirtschaftlichkeit sowie den infrastrukturellen Voraussetzungen der Samtgemeinde Harpstedt. Damit wird gewährleistet, dass zentrale und dezentrale Maßnahmen in einer logisch aufeinander aufbauenden Reihenfolge realisiert werden. Die zeitliche Priorisierung wird in Tabelle 31 ausführlich erläutert.

Tabelle 31: Zeitliche Priorisierung

Phase	Priorität	Zeitraum	Schwerpunkt
Kurzfristig	Rot	2025–2030	Verdichtung und ausbau bestehender Fernwärme, Prüfung neuer Potenzialgebiete, Förderstrukturen
Mittelfristig	Geld	2030–2035	Ausbau weiterer Nahwärmenetze, Umsetzung, verstärkte Wärmepumpenförderung
Langfristig	Grün	2035–2045	Vollständige Dekarbonisierung der Wärmenetze, Restumstellungen im Gebäudebestand, Monitoring und Fortschreibung

Quelle: Eigene Darstellung

4.2 Verstetigungsstrategie

Die Verstetigungsstrategie gewährleistet die kontinuierliche Aktualisierung, Bewertung und Anpassung der Wärmeplanung. Zu diesem Zweck wird innerhalb der Samtgemeinde eine dauerhafte Organisationsstruktur eingerichtet. Diese wird in Tabelle 32 dargestellt

Tabelle 32: Organisatorische Verankerung

Funktion / Stelle	Aufgabe
Koordinierungsstelle Wärmeplanung	Steuerung aller Wärmeplanungsaktivitäten, Fortschreibung alle 5 Jahre
Technischer Arbeitskreis	Abstimmung mit Energieversorgern, Fachbehörden und externen Planungsbüros
Bürgerplattform Energie & Wärme	Öffentlichkeitsarbeit, Bürgerbeteiligung, Rückmeldung aus Projekten
Controlling- und Berichtswesen	Datensammlung, Evaluation, Monitoring-berichte

Quelle: Eigene Darstellung

Die Samtgemeinde übernimmt die allgemeine Koordination, während die Umsetzung der verschiedenen Projekte in Zusammenarbeit mit den Energieversorgern und den Mitgliedsgemeinden erfolgt.

4.3 Maßnahmenübersicht

Die Maßnahmenübersicht fasst alle prioritären technischen und organisatorischen Schritte zusammen, die zur Umsetzung des Zielszenarios erforderlich sind. Sie zeigt, welche Projekte in den sechs Fokusgebieten umgesetzt werden sollen, welche Akteure beteiligt sind und in welchem zeitlichen Rahmen die Maßnahmen realisiert werden.

Eine Maßnahmenübersicht wird in Tabelle 33 dargestellt, um einen strukturierten Überblick über die zentralen Maßnahmenpakete, deren inhaltliche Schwerpunkte, Zuständigkeiten, Kostenrahmen und Umsetzungszeiträume zu schaffen.

Tabelle 33: Maßnahmenübersicht

Fokusgebiet	Maßnahme	Verantwortlich	Fördermöglichkeiten	Prio
FG 1 – Mischgebiete Harpstedt	Fernwärmeausbau (7,4 GWh/a abgedeckte Wärmebedarf)	SG Harpstedt, EVU	- BEW , BEG, KfW, EFRE, NKI	Gelb
FG 2 – Ortskern Harpstedt	Fernwärmeausbau (zusätzlich: abgedeckte Wärmebedarf 5,1Gwh/a)	SG Harpstedt, EVU	BEW, NKI Kommunalrichtlinie KfW 218/219 EFRE	Rot
FG 3 – Wohnquartiere Dünsen	Machbarkeitsstudie Nahwärmenetz	SG Harpstedt, EVU, Ingenieurbüro	- BEW, BEG, KfW	Gelb
FG 4 – Gewerbegebiet Groß Ippener	Machbarkeitsstudie Nahwärmenetz	SG Harpstedt, Gewerbe, Netzbetreiber	- BEW Module 1 (Abwärmenetze) - BEG, KfW, EFRE, NKI	Grün
FG 5 – Wohnquartiere Prinzhöfte / Klein Henstedt	Machbarkeitsstudie Nahwärmenetz	SG, Biogasanlagenbetreiber	BEW, BEG, KfW, EFRE, NKI, Betreiber und contractingmodelle	Gelb
FG 6 – Wohnquartiere Colnrade	Quartierskonzept	SG Harpstedt, Energieberater	- BEG EM (WP, Biomasse), KfW 432 - Regionale Förderung EWE/Avacon	Rot

Quelle: Eigene Darstellung

4.4 Controlling-Konzept

Zur Überprüfung der Zielerreichung wird ein zweistufiges Controlling-System eingerichtet, bestehend aus einem Top-down- und einem Bottom-up-Ansatz.

4.4.1 Top-down (strategische Ebene)

Die strategische Ebene des Monitorings bewertet die Zielerreichung anhand übergeordneter Kennzahlen, die den Fortschritt der Wärmewende auf Gemeindeebene abbilden. Die folgenden Indikatoren definieren die zentralen strategischen Zielwerte bis 2045.

Die Überwachung der Fortschritte erfolgt anhand aggregierter Indikatoren, die in Tabelle 34 aufgelistet sind und eine verlässliche Bewertung der Zielerreichung ermöglichen.

Tabelle 34: Controlling-Konzept: Top-down

Indikator	Einheit	Zielwert 2045
Gesamte THG-Emissionen	t/a	95 % ggü. 2020
Anteil EE an Wärmeversorgung	%	> 85 %
Endenergiebedarf	GWh/a	-50 % ggü. 2025
Anschlussgrad an zentrale Systeme	%	5 %
Sanierungsrate	%/a	2 %

Quelle: Eigene Darstellung

4.4.2 Bottom-up (operative Ebene)

Die operative Ebene des Monitorings bewertet die tatsächliche Umsetzung der Maßnahmen im Gebäudebestand und in den technischen Infrastrukturen. Die nachfolgenden Leistungskennzahlen ermöglichen eine fortlaufende Überprüfung, ob die zentralen Ausbauziele bis 2045 erreicht werden. Diese werden in Tabelle 35 dargestellt.

Tabelle 35: Controlling-Konzept: Bottom-up

Indikator	Zielwert 2045	Key Performance Indicator / Leistungskennzahl
Sanierung	40%	Sanierte Gebäude / Gesamtzahl Gebäude
Wärmepumpe	27,4 MW	Vorhandene installierte WP-Leistung / theoretische erzielbare WP-Leistung
Photovoltaik	24.372 kWp	Vorhanden installierte kWp / theoretisch erzielbare kWp
Pellets	6,25 MW	Vorhandene installierte Kesselleistung / theoretische erzielbarer Leistung
Zentrale Wärmeversorgung (Fernwärme)	97,10 ha	vorhanden versorgte Fläche / theoretisch versorgte Fläche

Quelle: Eigene Darstellung

5 FAZIT

Die kommunale Wärmeplanung zeigt, dass die Samtgemeinde Harpstedt über realistische und wirksame Transformationspfade verfügt, um bis 2045 eine weitgehend treibhausgasneutrale Wärmeversorgung zu erreichen. Zentrale Voraussetzung dafür ist die energetische Sanierung des Gebäudebestands mit einer kontinuierlichen Sanierungsrate von 2 % pro Jahr. Durch diese Entwicklung sinkt der Wärmebedarf bis 2045 auf 156,2 GWh/a und wird damit um 31,26 % gegenüber dem Ausgangswert reduziert. Dieses Einsparpotenzial ist essenziell, um die Wärmewende technisch und wirtschaftlich umsetzbar zu machen, gleichzeitig erfordert es die aktive Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger.

Im Energiemix des Jahres 2045 dominieren erneuerbare Wärmequellen. Die zentrale Wärmeversorgung deckt künftig 52,67 GWh/a, während 104,21 GWh/a dezentral bereitgestellt werden. Die Wärmepumpe bildet die tragende Säule der dezentralen Wärmeversorgung: Es werden 27,4 MW Heizleistung benötigt, die einer elektrischen Leistung von 6,85 MW entsprechen. Diese Last kann perspektivisch durch lokale Photovoltaik gedeckt werden, wofür rund 24.372 kWp PV-Leistung erforderlich sind. Ergänzend stellt Biomasse eine wichtige Ausweichoption dar, wofür 6,25 MW Pelletkesselleistung vorzuhalten sind.

Die Priorisierung der Maßnahmen folgt einer klaren strategischen Logik: Fernwärmeausbau in geeigneten Teilgebieten, flächendeckender Ausbau von Wärmepumpen und PV-Anlagen, sowie konsequente Nutzung der verfügbaren Förderprogramme (BEW, BEG, KfW). Diese Maßnahmen bilden das Fundament für eine robuste und zukunftsfähige Wärmeversorgung.

Eine Bewertung der strukturellen Ausgangslage zeigt, dass die Samtgemeinde Harpstedt über echte Standortvorteile verfügt: Ein hohes Biogaspotenzial, gute Flächenverfügbarkeit für PV, bestehende Netzansätze für Wärmenetze sowie eine hohe Eignung für Wärmepumpen. Der vorgeschlagene Transformationspfad (Sanierung, Elektrifizierung und gezielter Wärmenetzausbau) ist damit realistisch, solide und technisch umsetzbar. Entscheidend wird jedoch sein, das Stromnetz zu ertüchtigen, flexibel auszulegen und langfristig an künftige Lastspitzen anzupassen. Hierfür ist eine enge Zusammenarbeit mit dem Netzbetreiber Avacon erforderlich.

Gleichzeitig sind die zentralen Risiken realistisch einzuschätzen:

- unzureichender Sanierungsfortschritt aufgrund finanzieller Hemmnisse,
- zu langsamer Wärmepumpen-Rollout durch fehlende Information und Förderzugänge,
- hoher zeitlicher und finanzieller Aufwand beim Fernwärmeausbau,
- begrenzte handwerkliche und planerische Kapazitäten.

Um diese Hemmnisse wirksam zu reduzieren, müssen Bürgerinnen und Bürger **aktiv eingebunden** und durch verlässliche Förderbedingungen unterstützt werden. Dazu können folgende Impulse wesentlich beitragen:

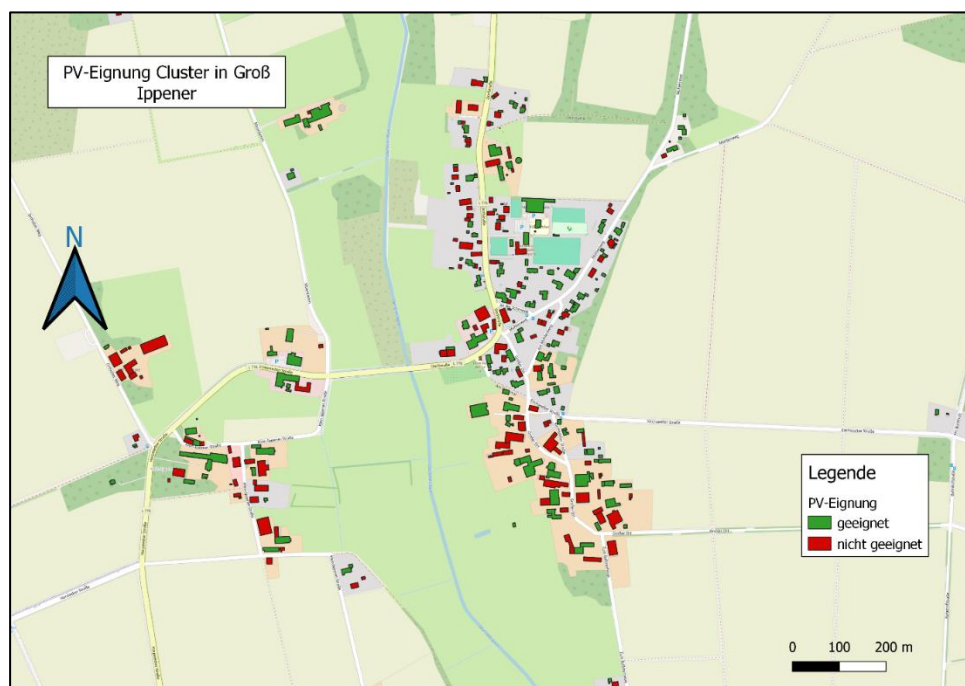
Impulse für die erfolgreiche Umsetzung:

- Einführung eines kommunalen Sanierungsfahrplans pro Quartier,
- Aufbau eines kommunalen Wärmebüros für Beratung, Fördermittelmanagement und Öffentlichkeitsarbeit,
- Stärkung der kommunalen Energiekompetenz (Personal, Schulungen, digitale Tools),
- Entwicklung einer einheitlichen kommunalen Wärme-Datenbank,
- Ausbau digitaler Infrastruktur für Monitoring, Controlling und Planungsfortschreibung,
- Erhöhung der Transparenz, um Vertrauen bei den Bürgerinnen und Bürgern zu stärken.

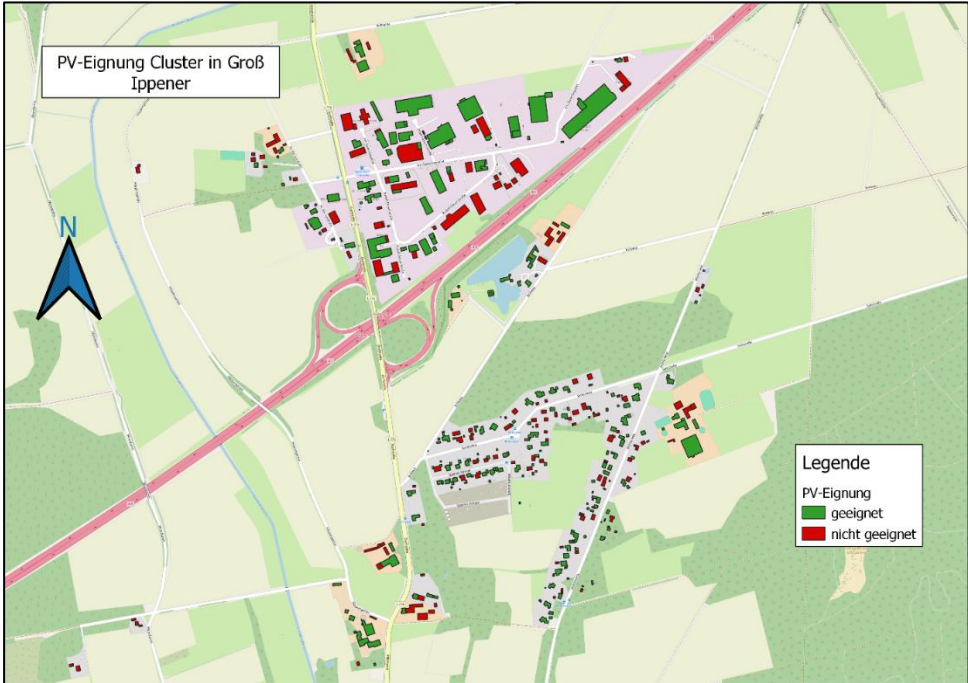
Mit diesen Maßnahmen verfügt die Samtgemeinde Harpstedt über eine belastbare, technisch fundierte und sozial tragfähige Grundlage, um die Wärmewende erfolgreich umzusetzen und die Klimaziele bis 2045 zu erreichen.

ANHANG

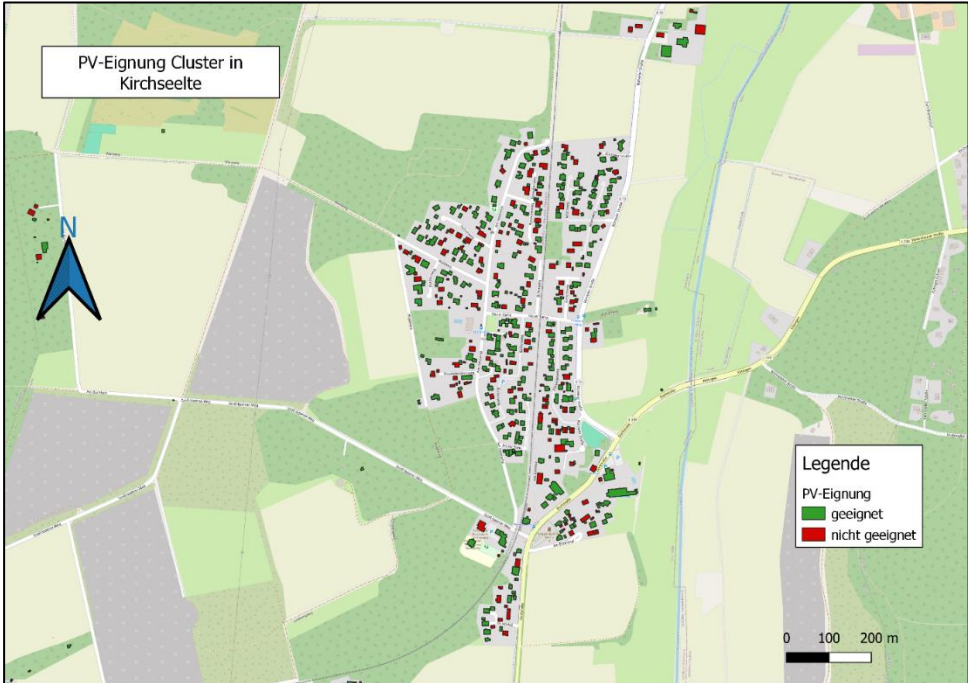
Anhang 1 PV-Eignung Cluster in Groß Ippener



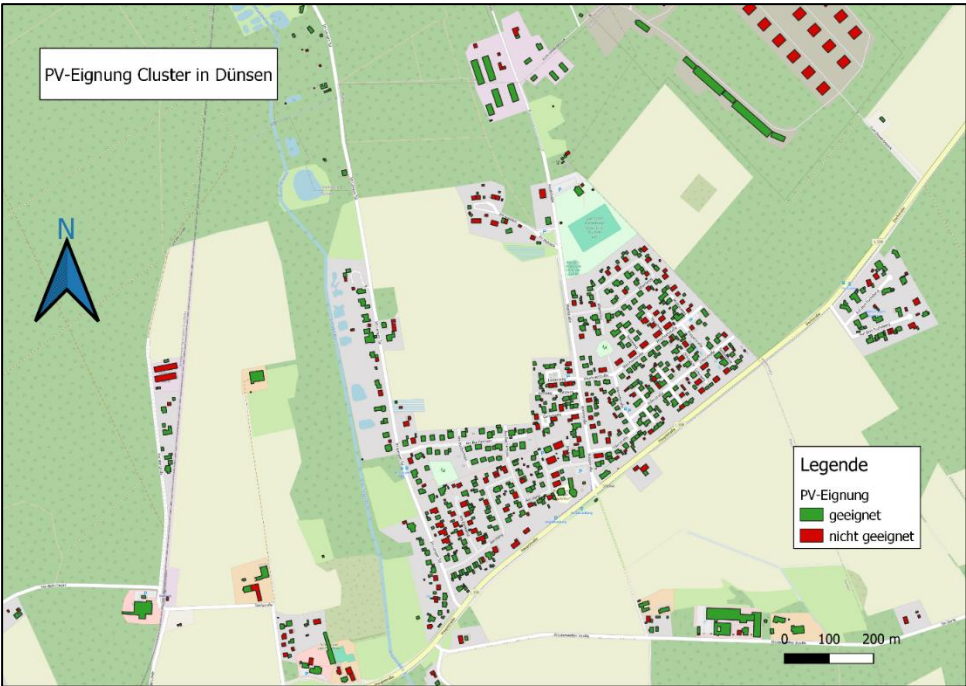
PV-Eignung Cluster in Groß Ippener



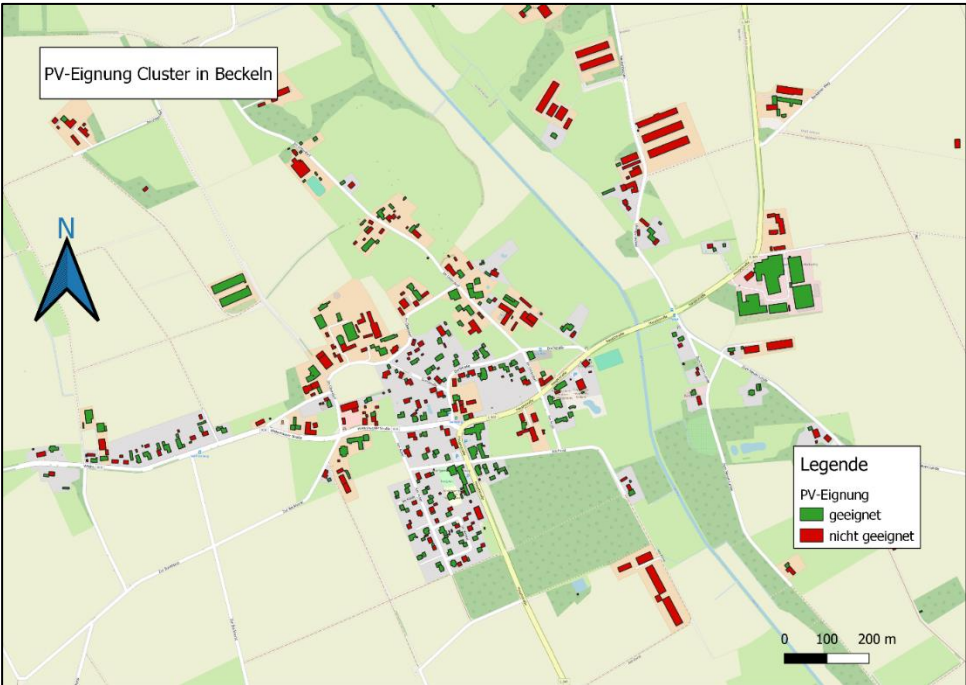
PV-Eignung Cluster in Krichseelte



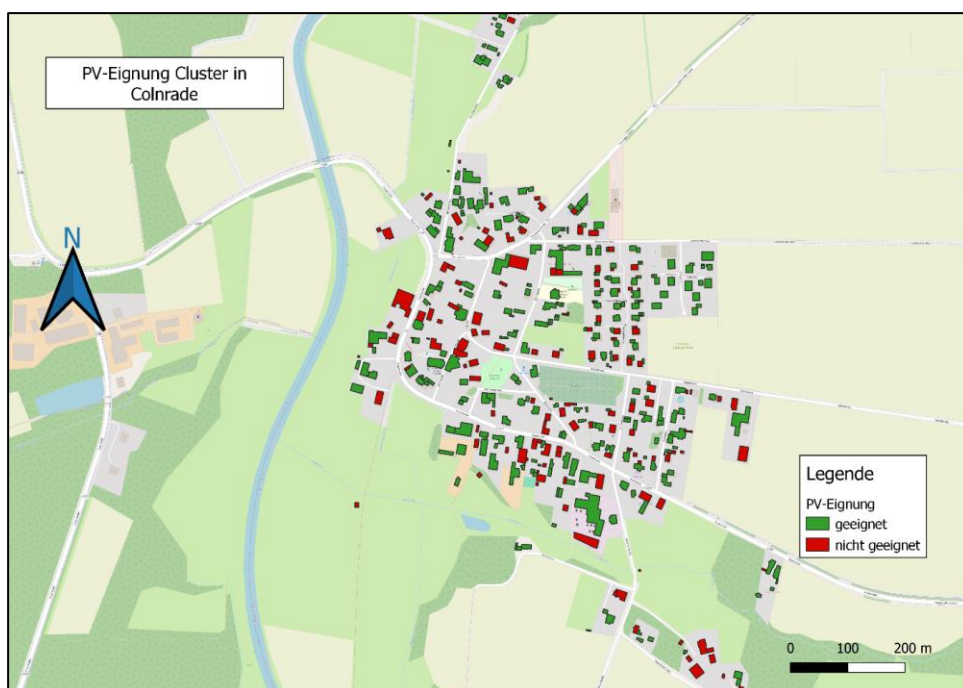
PV-Eignung Cluster in Dünsen



PV-Eignung Cluster in Beckeln

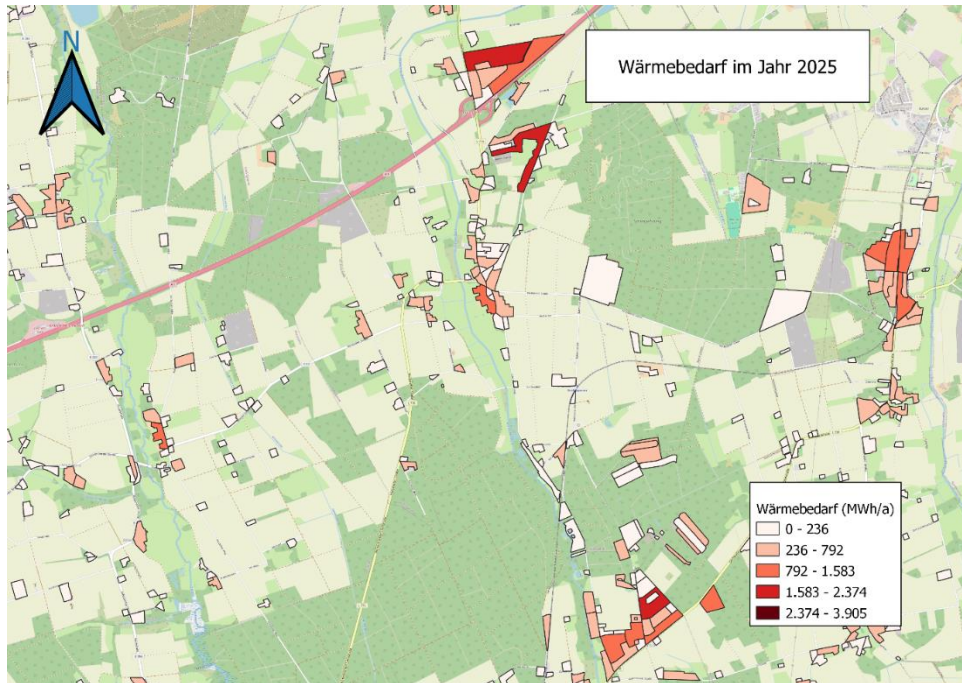


PV-Eignung Cluster in Colnrade

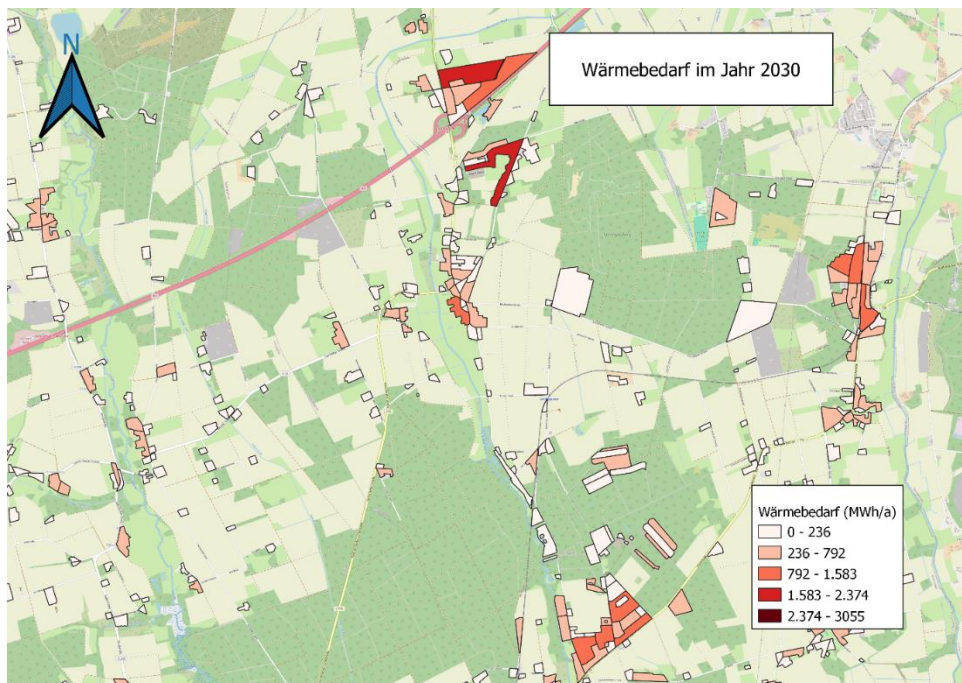


Anhang 2

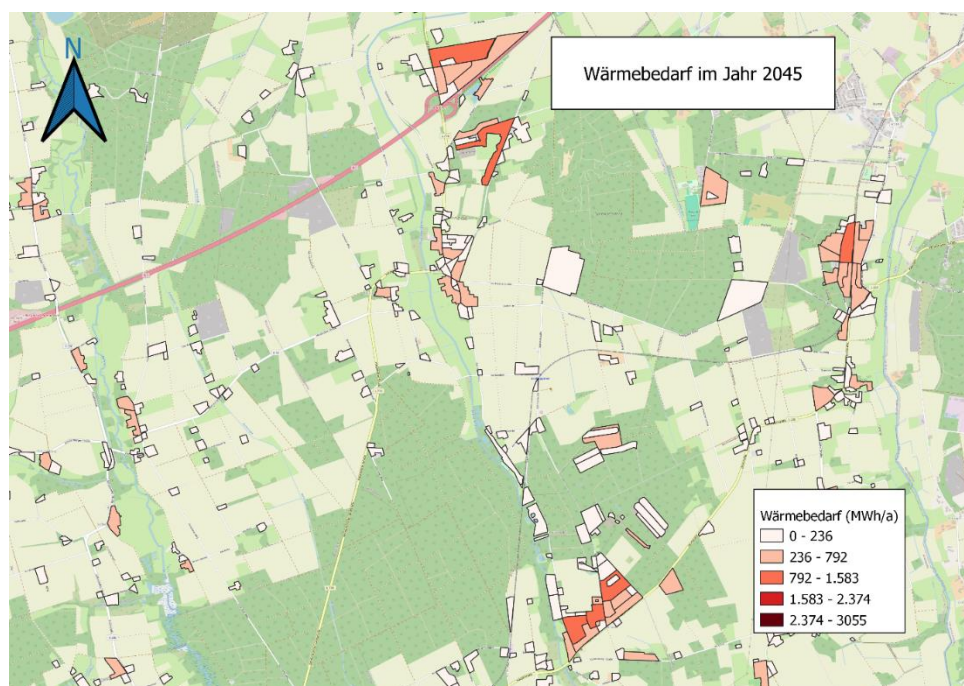
Wärmebedarf im Jahr 2025– Samtgemeinde Harpstedt - Nord



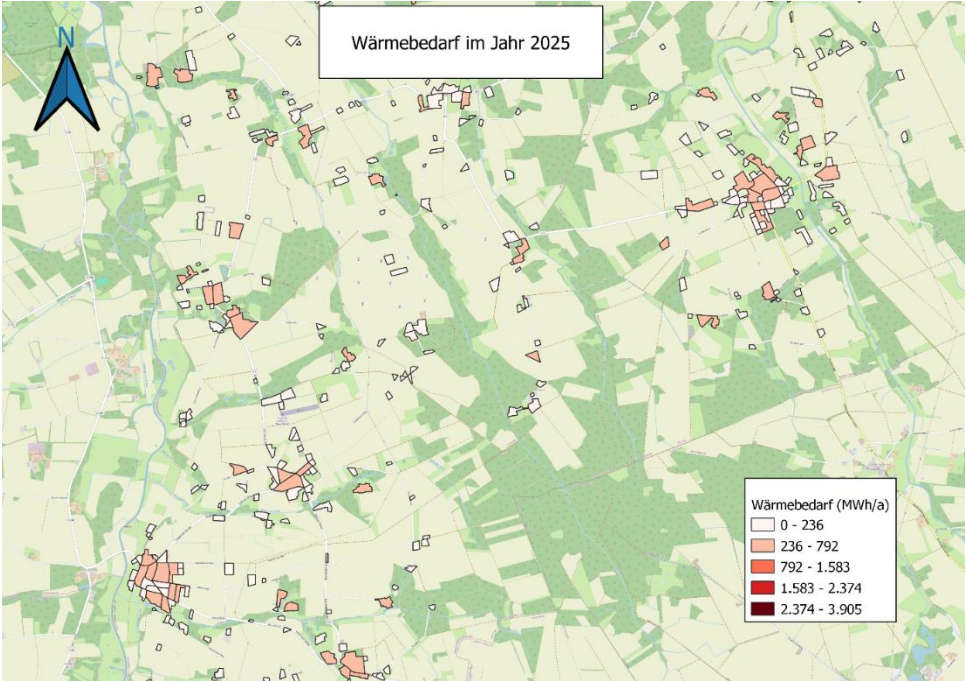
Wärmebedarf im Jahr 2030– Samtgemeinde Harpstedt - Nord



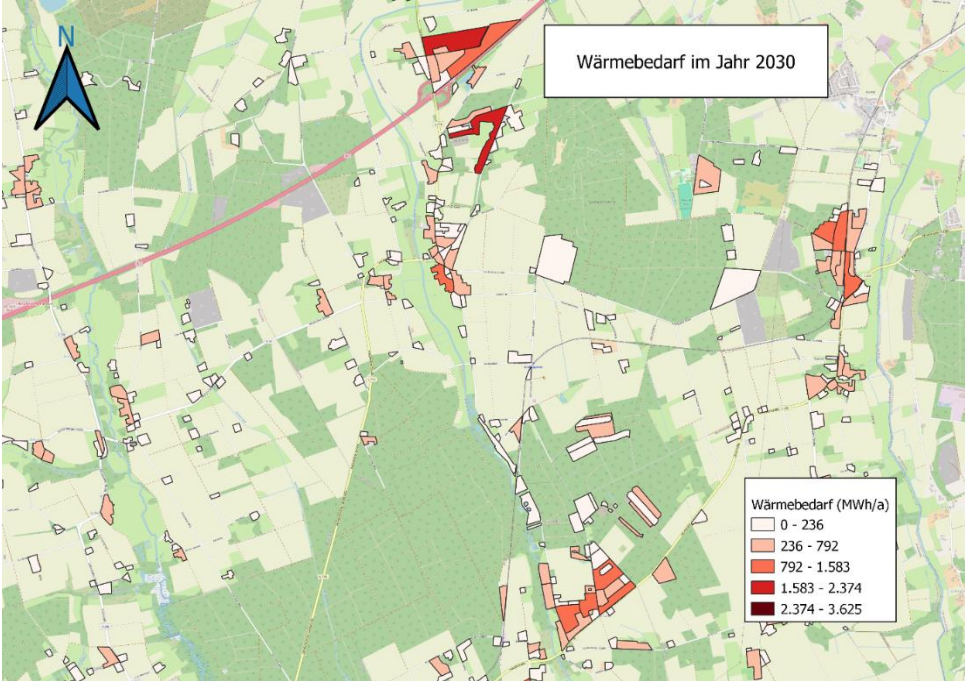
Wärmebedarf im Jahr 2045– Samtgemeinde Harpstedt - Nord



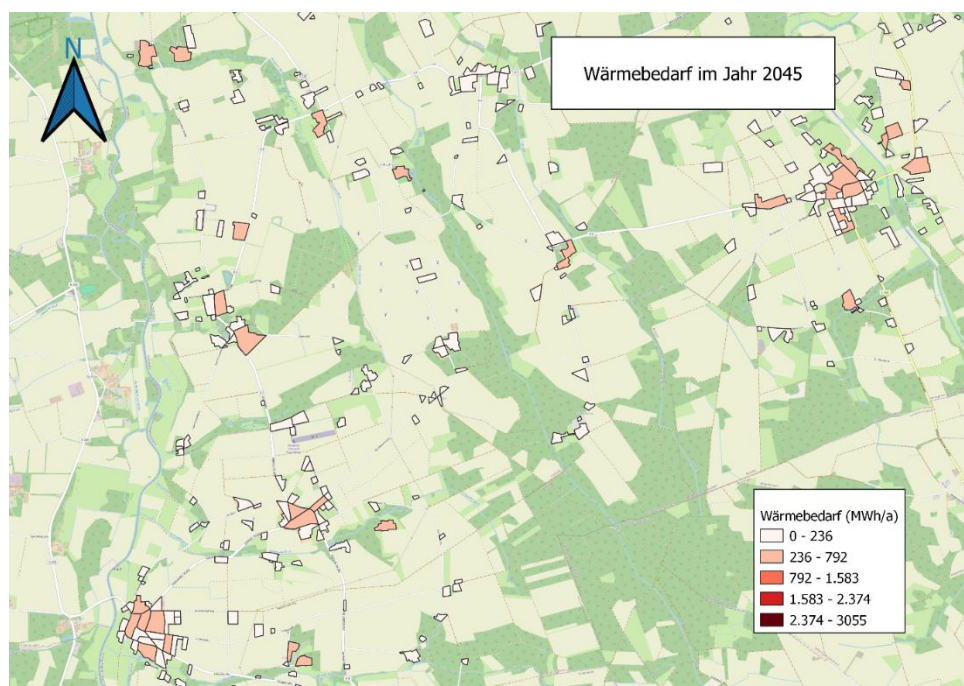
Wärmebedarf im Jahr 2025 – Samtgemeinde Harpstedt - Süd



Wärmebedarf im Jahr 2030 – Samtgemeinde Harpstedt – Süd

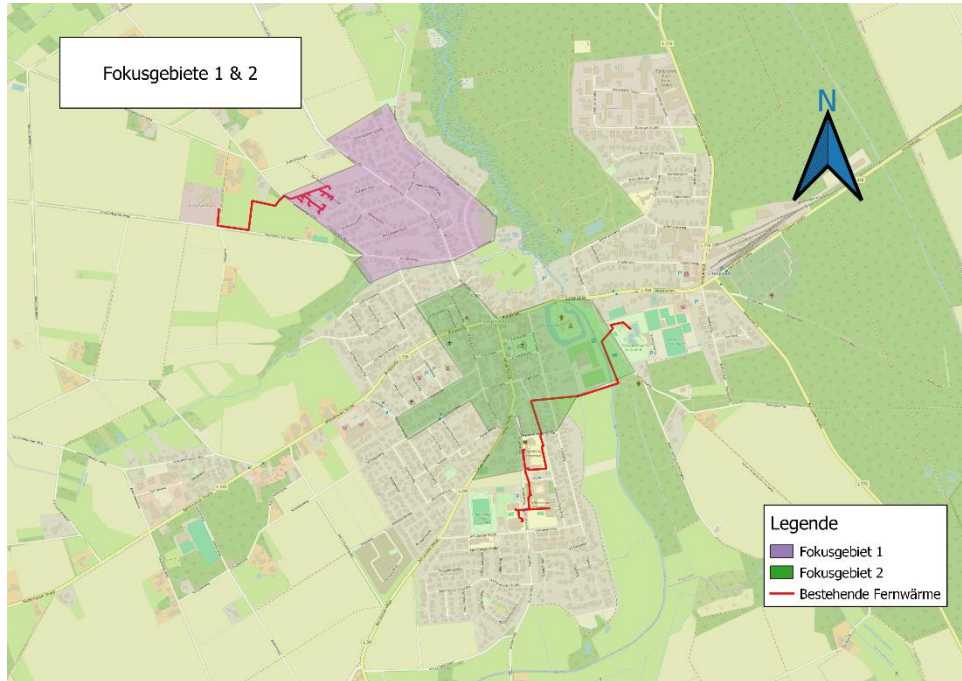


Wärmebedarf im Jahr 2045 – Samtgemeinde Harpstedt - Süd



Anhang 3

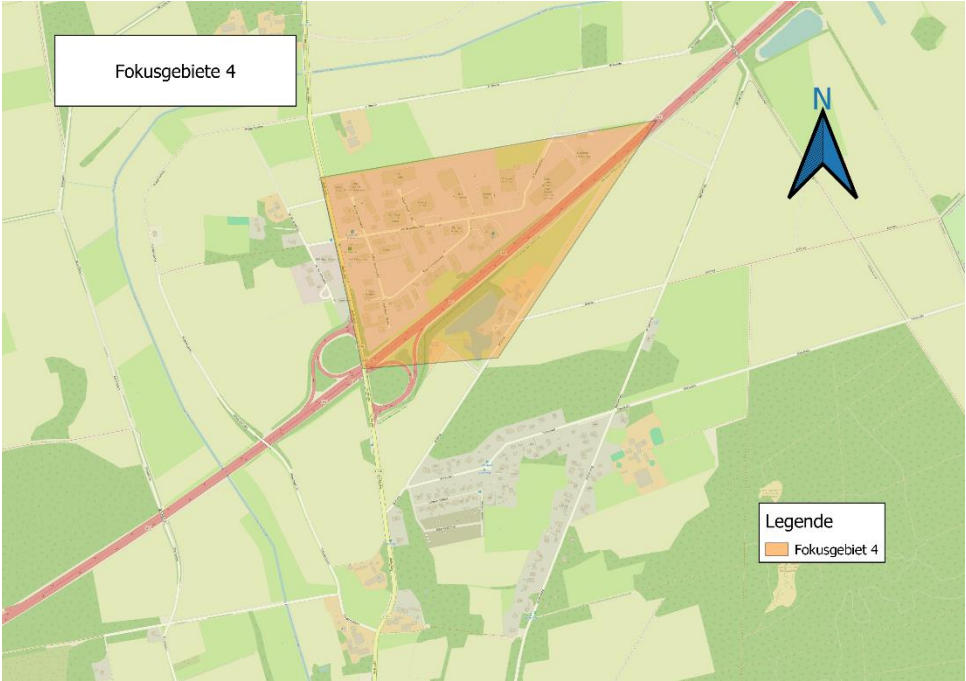
Fokusgebiet 1 & 2 – Harpstedt Mischgebiet und Ortskern



Fokusgebiet 2 – Dünsen



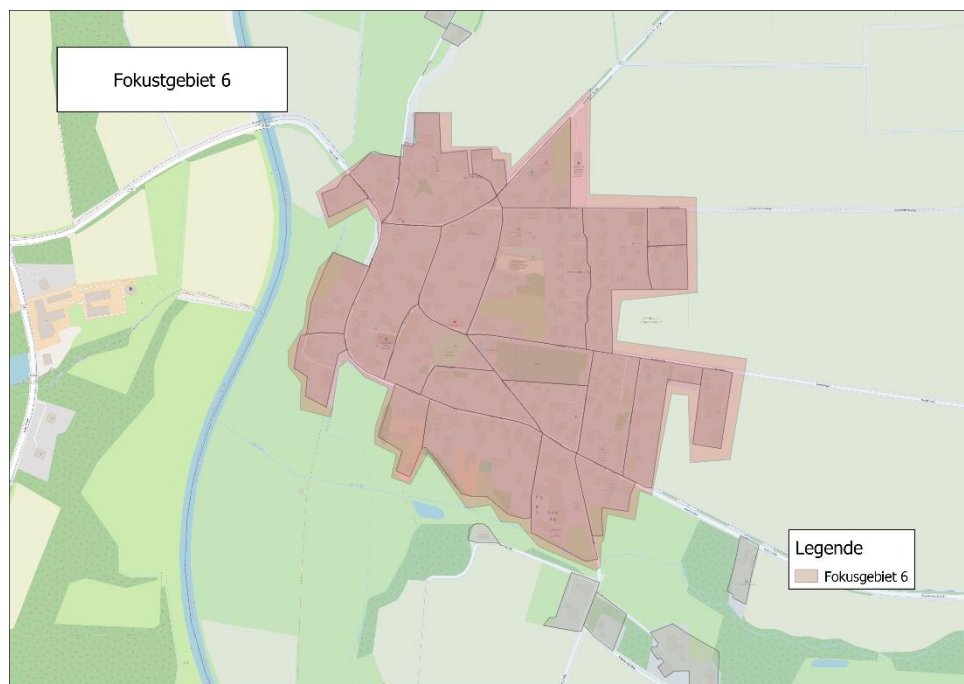
Fokusgebiet 4 – Groß Ippener



Fokusgebiet 5 – Klein Henstedt



Fokusgebiet 6 – Colnrade



LITERATURVERZEICHNIS

BMWK, B. f. (2024). „Leitfaden kompakt“: Einordnung und Zusammenfassung des Leitfadens Wärmeplanung. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK).

Bundesinstitut für Bau-, S. u. (o. J.). *Zukunft Bauen: Effizienzhaus Plus - Planungsempfehlungen Band 15*. Bundesinstitut für Bau- Stadt- und Raumforschung. Retrieved März 04, 2025, from https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/zukunft-bauen-fp/2019/band-15-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=3

Bundesland Niedersachsen. (2024, Januar 01). *Niedersächsisches Klimagesetz - NKlimaG*. Retrieved März 06, 2025, from <https://voris.wolterskluwer-online.de/browse/document/d083c42e-5da3-3833-baba-23cde5d8b2b5>

Bundesministerium für Wohnen, S. u. (2023, September). *Gebäudeenergiegesetz*. Retrieved from Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen: https://www.bmwsb.bund.de/DE/bauen/innovation-klimaschutz/gebäudeenergiegesetz/gebäudeenergiegesetz_node.html#

Bundesverband energieeffiziente Gebäudehülle e.V. (n.d.). *Sanierungsquote*. Retrieved 11 11, 2025, from <https://buveg.de/sanierungsquote/>

Bundesverband Geothermie. (2020, März). *Erdwärmekollektor*. Retrieved März 17, 2025, from <https://www.geothermie.de/bibliothek/lexikon-der-geothermie/e/erdwaermekollektor>

C.A.R.M.E.N e.V. (n.d.). Nahwärmenetze und Bioenergieanlagen - Ein Beitrag zur effizienten Wärmenutzung und zum Klimaschutz. *C.A.R.M.E.N. Merkblatt*.

CORINE Land Cover (CLC) V20 Lineage. (2020, 02 24). *CLC V20 Lineage*. CORINE Land Cover.

Deutsche Energie-Agentur (Hrsg) dena. (2023). *Thermische Energiespeicher für Quartiere - Aktualisierung, Überblick zu Rahmenbedingungen, Marktsituation und Technologieoptionen für Planung, Beratung und politische Entscheidungen im Gebäudesektor*. Retrieved Februar 27, 2025, from https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2023/Thermische_Energiespeicher_fuer_Quartiere_-_Aktualisierung.pdf

Eiskamp, G. (n.d.). Präsentation von Eiskamp GmbH - Bestehende Wärmenetze.

ENEKA Energie & Karten GmbH. (2024, November). Dokumentation.

Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen. (o.D.). *Klimaschutz in Niedersachsen*. Retrieved März 06, 2025, from <https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/themen/klimaschutz/klimaschutz-in-niedersachsen.php#:~:text=Am%2011.,um%2090%20Prozent%20gesenkt%20werden.>

N. K. (2024). *Metadaten Niedersächsisches Bodeninformationssystem*. Retrieved Februar 25, 2025, from <https://nibis.lbeg.de/net3/public/ikxcms/default.aspx?>

Panos Kostantin, M. K. (2024). *Praxisbuch der Fernwärme- und Fernkälteversorgung*. Springer Vieweg.

Popovic, T., & Reichard-Chahine, J. (2024). *Finanzierung von energetischen Gebäudesanierungen*. Stuttgart: Umweltbundesamt.

Prognos AG. (2024, August). Technikkatalog Wärmeplanung. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWK).

Quasching, V. (2019). Regenerative Energiesysteme. Technologie - Berechnung - Klimaschutz. 10, 133. Regensburg, Deutschland.

Russ, C., Miara, M., Platt, M., Günther, D., Kramer, T., Dittmer, H., . . . Kurz, C. (2010). *Feldmessung, Wärmepumpen im Gebäudebestand*. Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg. Retrieved November 12, 2025, from https://www.wp-monitoring.ise.fraunhofer.de/wp-im-gebaeudebestand/download/WP_im_Gebaeudebestand_Kurzfassung.pdf?

- Technische Universität München, Hausladen, G., & Hamacher, T. (2011, Februar 11). *Leitfaden Energienutzungsplan*. (B. S. (StMUG), Ed.) Retrieved 02 17, 2025, from https://www.arc.ed.tum.de/fileadmin/w00cgv/klima/Publikationen/Berichte/Leitfaden_Energienutzungsplan.pdf
- Tobias Loga, B. S. (2015, 2 10). Deutsche Wohngebäudetypologie, Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden. Darmstadt. Retrieved from https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/episcope/2015_IWU_LogaEtAl_Deutsche-Wohngeb%C3%A4udetypologie.pdf
- Wachsmuth, J., Michaelis, J., Neumann, F., Wietschel, M., Duscha, V., Fraunhofer-Institut ISI, . . . DVGW-Forschungsstelle KIT. (2019, Dezember). Roadmap Gas für die Energiewende - Nachhaltiger Klimabeitrag des Gassektors. (Umweltbundesamt, Ed.) Retrieved Februar 18, 2025, from https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-04-15_cc_12-2019_roadmap-gas_2.pdf