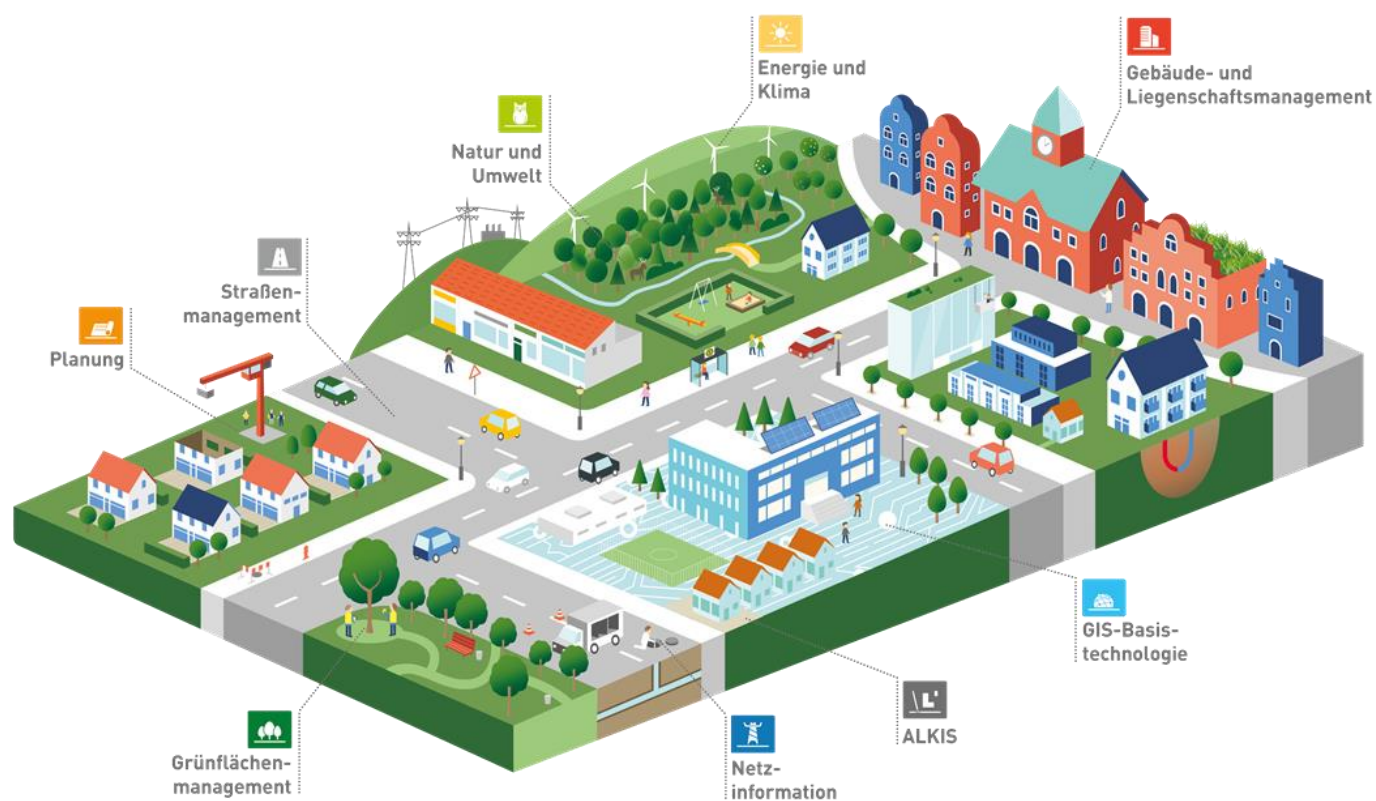


Abschlussbericht kommunale Wärmeplanung

Samtgemeinde Nenndorf



Ihre Ansprechpartnerin in diesem Projekt:

Dienstleister IP SYSCON



Lucas Bender / IP SYSCON GmbH

Tel.: +49 (511) / 85 03 03-0

lucas.bender@ipsyscon.de

Samtgemeinde Nenndorf



Uwe Wolf / Samtgemeinde Nenndorf

Tel.: 05723/ 704-63

uwe.wolf@nenndorf.de

Energieagentur Schaumburg



Sabine Schröder / Energieagentur Schaumburg

Tel: 05721 9671882

sabine.schroeder@energieagentur-shg.de,



IP SYSCON GmbH

Warmbüchenkamp 4

D-30159 Hannover

Tel.: +49 (5 11) / 85 03 03-0

E-Mail: info@ipsyscon.de

Internet: www.ipsyscon.de

enercity AG

Glockseeplatz 1

30169 Hannover

Tel.: +49 (511) / 430 0

E-Mail: info@enercity.de

Internet: www.enercity.de



Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	5
Abbildungsverzeichnis	7
1 Hintergrund und Motivation	9
1.1 Projektmanagement	9
1.1.1 Projektteam	10
1.2 Kommunikationsstrategie	11
1.3 Aufbau des Berichts	13
2 Bestandsanalyse	14
2.1 Methodik	15
2.2 Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfes und -verbrauchs	18
2.3 Wärmebedarf	18
2.4 Wärmeinfrastruktur	21
2.4.1 Verschneidung von realer Wärmeinfrastruktur mit Gebäudegeometrien	21
2.5 Betrachtungsebenen	23
2.5.1 Energie und Treibhausgasbilanz	24
2.6 Abweichungen zwischen Wärmebedarf und tatsächlichem Verbrauch	26
2.7 Ergebnisse der Bestandsaufnahme	27
2.7.1 Beschreibung der Gemeindestruktur	28
2.7.2 Gebäude- und Siedlungsstruktur	29
2.7.3 Bestehende Wärmeversorgungsinfrastruktur	35
2.7.4 Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfs	41
2.7.5 Energie- und Treibhausgasbilanz	47
3 Potenzialanalyse	49
3.1 Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs durch Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz	50
3.2 Geothermie	54

	Seite
3.2.1 Erdwärmesonden	55
3.2.2 Erdwärmekollektoren	56
3.3 Abwärme	61
3.4 Abwärmepotenzial aus kommunalen Kläranlagen	62
3.5 Solaranalyse	63
3.5.1 Solarthermie.....	64
3.5.2 Photovoltaik	66
3.6 Windkraft.....	69
3.7 Biomasse	69
3.7.1 Methodik der GIS-gestützten Analyse.....	69
3.7.2 Ermittlung des erschließbaren Holzpotenzials	70
3.7.3 Ermittlung des erschließbaren Potenzials auf Ackerflächen	70
3.7.4 Ermittlung des erschließbaren Potenzials auf Grasland	70
3.8 Fazit der Potenzialanalyse.....	71
4 Zielszenario	73
4.1 Entwicklung des Wärmebedarfs im Zielszenario.....	73
4.2 Wärmeliniendichte	73
4.3 Methodik zur Bestimmung der Wärmenetzeignung	74
4.4 Wärmeversorgung / Heizsysteme	75
4.5 Wärmeversorgungsgebiete mit den wirtschaftlichsten Energieträgern im Zieljahr 2040	77
4.6 Treibhausgasemissionen (THG)	80
5 Umsetzungsstrategie und Maßnahmenkatalog	81
5.1 Maßnahmen	81
5.2 Maßnahmen-Steckbriefe	84
6 Verstetigung	93
7 Controlling-Konzept.....	93
8 Anhang.....	96
9 Literaturverzeichnis	97

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
a	Jahr
ABGF	Umrechnungsfaktor für Bruttogrundfläche gemäß Standardmethoden.
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem – Katasterdaten zu Grundstücken und Gebäuden.
APF	Anpassungsfaktor
Basis-DLM	Digitales Landschaftsmodell
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
COP	Coefficient of Performance – Effizienzkennzahl von Wärmepumpen.
DIN	Deutsche Industrienorm
DIN V 18599	Energetische Bewertung von Gebäuden und Anlagentechnik.
DIN V 4108	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden.
DLM	Digitales Landschaftsmodell
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DWD	Deutscher Wetterdienst
EFH	Einfamilienhaus
EnEV	Energieeinsparverordnung (Vorgängerregelung des GEG)
EVU	Energieversorgungsunternehmen
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GI	Gewerbe und Industrie
GMH	Großes Mehrfamilienhaus
GW / GWh	Gigawatt / -stunden, 1 GWh entspricht 1 Mio. kWh
ha	Hektar
HD	Handel und Dienstleistung
HH	Hochhaus
HQSG	Heilquellenschutzgebietszonen
IWU	Institut für Wohnen und Umwelt
JAZ	Jahresarbeitszahl
K	Kelvin
KEAN	Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kW / kWh	Kilowatt / -stunden
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWP	Kommunale Wärmeplanung

LoD1/2	3D-Gebäudemodell im Level of Detail 1 bzw. 2
m	Meter
m ²	Quadratmeter
MaStR	Marktstammdatenregister
MFH	Mehrfamilienhaus
MW / MWh	Megawatt / -stunden
NATREG	Naturräumliche Region
NaWaRo	Nachwachsende Rohstoffe
NIBIS	Niedersächsisches Bodeninformationssystem (Geodatenportal Niedersachsen)
NKlimaG	Niedersächsisches Klimagesetz
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
NWG	Nichtwohngebäude
Oe	Öffentliches Gebäude
RH	Reihenhaus
spez.	spezifisch
T45RedEff	Langfristiges Effizienzscenario aus „KWW Technikatalog“ (Reduktions- und Effizienzmaßnahmen)
THG	Treibhausgas(-Emissionen)
TW / TWh	Terrawatt / -stunden
u.a.	unter anderem
U-Wert	Wärmedurchgangskoeffizient von Außenbauteilen in W/(m ² K)
vgl.	vergleiche
W	Watt
WBS	Wärmebedarfsservice
WG	Wohngebäude
WGK	Wärmegestehungskosten
WLD	Wärmeliniendichte
WPG	Wärmeplanungsgesetz
WSF	World Settlement Footprint (globale Siedlungs- und Bebauungsdaten.)
WSG	Wasserschutzgebiet

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1 Zeitplan der kommunalen Wärmeplanung in der Samtgemeinde Nenndorf.....	10
Abbildung 2-1: Ansatz für die Faktoren zur Anpassung der berechneten Energiekennwerte an das typische Niveau von Verbrauchskennwerten	21
Abbildung 2-2: Beispielhafte Abbildung der Hotspots	23
Abbildung 2-3: Samtgemeinde Nenndorf mit Mitgliedsgemeinden	28
Abbildung 2-4: Verteilung der Gebäudefunktionen nach Anteil der beheizten Nutzfläche	29
Abbildung 2-5: Vergleich der Nutzungsanteile der Gebäude nach beheizter Nutzfläche	31
Abbildung 2-6: Verteilung der überwiegenden Gebäudenutzungen in der Samtgemeinde	32
Abbildung 2-7: Verteilung der Baualtersklassen	33
Abbildung 2-8: Verteilung der Baualtersklassen nach Mitgliedsgemeinde	33
Abbildung 2-9: Entwicklung der Bebauung in den Mitgliedsgemeinden	34
Abbildung 2-10: Übersicht des bestehenden Wärmenetz	35
Abbildung 2-11: Prozentuale Verteilung der Energieträger in den Heizungsanlagen	36
Abbildung 2-12: Darstellung der im Samtgemeindegebiet bestehenden Erzeugungsanlagen für Wärme und Strom.....	37
Abbildung 2-13: Verteilung der jeweils dominierenden Energieträger	38
Abbildung 2-14: Anzahl der installierten Erdgas- und Heizöl-Heizungen nach Baujahr	39
Abbildung 2-15: Darstellung des durchschnittlichen Heizungsalters.....	40
Abbildung 2-16: Sektoraler Wärmebedarf in den Mitgliedsgemeinden	41
Abbildung 2-17: Absolute Jahresheizenergiebedarfe	44
Abbildung 2-18: Wärmedichte in den Mitgliedsgemeinden	45
Abbildung 2-19: Spezifischer Wärmeenergiebedarf pro Straßenmeter	46
Abbildung 2-20: Anteil der Energieträger am Gesamtbedarf in den Mitgliedsgemeinden	47
Abbildung 2-21: Anteil der Energieträger an den THG-Emissionen	48
Abbildung 2-22: Verteilung der THG-Emissionen nach Sektoren	48
Abbildung 3-1: Entwicklung des Jahresheizenergiebedarfs	51
Abbildung 3-2: Gegenüberstellung der Wärmebedarfsdichte im Ist- Zustand und im Zieljahr 2040....	53
Abbildung 3-3: Entwicklung des theoretisch berechneten Prozesswärmebedarfs	54

Abbildung 3-4: Mittlere Spezifische Wärmeentzugsleistung	55
Abbildung 3-5 Spezifische Wärmeentzugsleistung für Erdkollektoren	56
Abbildung 3-6: Geothermische Freiflächenpotenzialflächen	60
Abbildung 3-7: Lage der Kläranlagen im Samtgemeindegebiet	63
Abbildung 3-8: Positivfreiflächen für die Berechnung des Solarthermie Potentials	65
Abbildung 3-9: Positivfreiflächen für die Berechnung des Photovoltaik-Potenzials auf Freiflächen....	66
Abbildung 3-10: Gegenüberstellung des solaren Potenzials	67
Abbildung 3-11: Gegenüberstellung des solaren Potenzials	67
Abbildung 3-12: Strompotenzial aus PV-Anlagen auf Dachflächen	68
Abbildung 3-13: Zusammenfassung der absoluten technischen Wärmepotenziale in GWh/a für den Zeitraum eines Jahres bzw. einer Heizperiode.	72
Abbildung 4-1: Wärmeliniendichte im Zieljahr 2040	74
Abbildung 4-2: Ausweisung des wirtschaftlichsten Energieträgers im Zieljahr 2040	78
Anhang 8-1: Für die Bewertung der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) der Bauteile in sanierten Zuständen wurden die Anforderungen gemäß der aktuellen Fassung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) herangezogen.	96

1 Hintergrund und Motivation

Im Zuge der nationalen und internationalen Klimaschutzverpflichtungen gewinnt die kommunale Wärmeplanung auch in Niedersachsen zunehmend an Bedeutung. Mit dem Ziel, die Wärmeversorgung bis spätestens 2040 klimaneutral zu gestalten, wurde in Niedersachsen das Instrument der kommunalen Wärmeplanung bereits 2020 im Klimagesetz des Landes (Niedersächsisches Klimagesetz – NKlimaG) verankert. Auf dieser Grundlage sind derzeit Einheitsgemeinden und Samtgemeinden mit einem Ober- oder Mittelzentrum verpflichtet, bis Ende 2026 einen kommunalen Wärmeplan zu erstellen.

Der kommunale Wärmeplan ist ein strategisches Planungsinstrument, das Kommunen in die Lage versetzt, fundierte Entscheidungen über die zukünftige Wärmeversorgung auf ihrem Gebiet zu treffen. Ziel ist es, eine langfristige, wirtschaftlich tragfähige und sozialverträgliche Transformation hin zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung zu entwickeln. Im Mittelpunkt steht dabei die Frage, wie der bestehende Wärmebedarf durch effiziente und klimafreundliche Technologien gedeckt werden kann – sei es durch Wärmenetze, dezentrale Lösungen oder den Einsatz erneuerbarer Energien.

Die Wärmeplanung erfolgt entlang der vier etablierten Phasen:

- ➔ Bestandsanalyse: Erhebung der aktuellen Wärmebedarfe, Versorgungsstrukturen und Treibhausgasemissionen,
- ➔ Potenzialanalyse: Ermittlung nutzbarer lokaler Potenziale zur Effizienzsteigerung sowie zur Nutzung erneuerbarer Energien und Abwärme,
- ➔ Zielszenario: Entwicklung eines zukunftsfähigen Versorgungsszenarios für das Zieljahr 2040 mit Zwischenzielen für 2030 und 2035,
- ➔ Maßnahmenkatalog: Ableitung konkreter Handlungsstrategien zur Erreichung der Wärmewendeziele.

Diese kommunale Wärmeplanung bildet die Grundlage für nachgelagerte Entscheidungsprozesse, sowohl innerhalb der kommunalen Verwaltung als auch im Zusammenspiel mit Energieversorgern, Wohnungswirtschaft, Industrie, Gewerbe und privaten Akteuren. Sie liefert belastbare Daten und zeigt auf, wo Wärmenetze sinnvoll ausgebaut werden können, wo dezentrale Lösungen vorteilhaft sind und welche Maßnahmen zur Effizienzsteigerung besonders dringlich erscheinen.

Mit der Umsetzung der Wärmeplanung leistet die Kommune nicht nur einen zentralen Beitrag zur Erreichung der niedersächsischen und bundesweiten Klimaziele, sondern auch zur Sicherung einer bezahlbaren, resilienten und zukunftsfähigen Energieversorgung vor Ort.

1.1 Projektmanagement

Ein funktionierendes Projektmanagement ist entscheidend für die kommunale Wärmeplanung, da es eine strukturierte Erarbeitung des Wärmeplans sicherstellt. Es ermöglicht effiziente Ressourcennutzung, klare Verantwortlichkeiten und fördert die Zusammenarbeit zwischen den Akteuren. So werden die Ziele der Wärmeplanung effektiv erreicht und Risiken minimiert.

Der zeitliche Ablauf zur Erstellung der kommunalen Wärmeplanung ist in Abbildung 1-1 dargestellt.

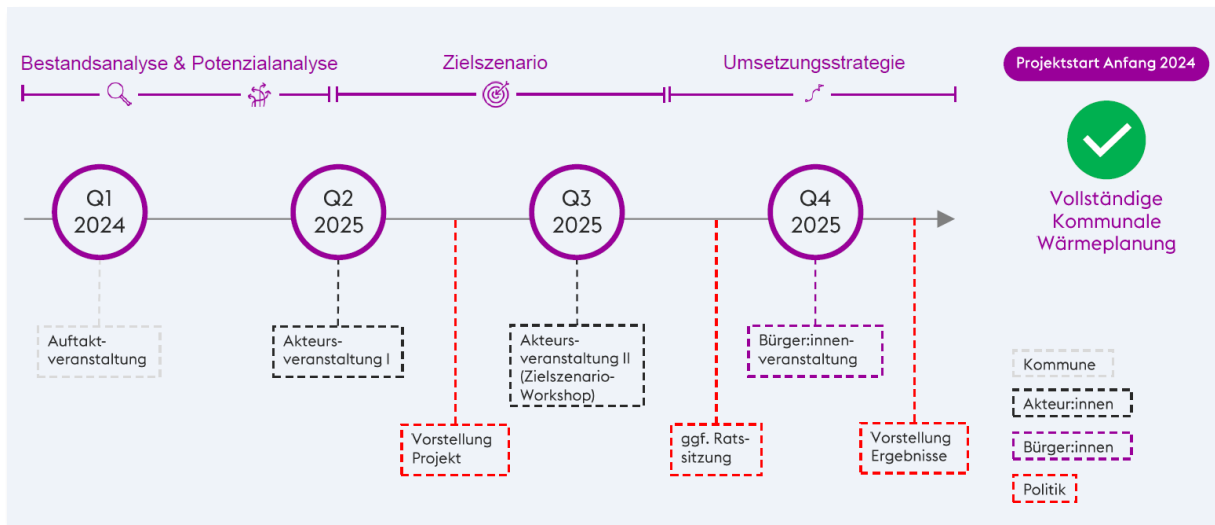


Abbildung 1-1 Zeitplan der kommunalen Wärmeplanung in der Samtgemeinde Nenndorf

1.1.1 Projektteam

Die kommunale Wärmeplanung für die Samtgemeinde Nenndorf wurde durch ein interdisziplinäres Konsortium aus erfahrenen Fachinstitutionen umgesetzt. Die Projektstruktur war klar arbeitsteilig organisiert und bündelte spezifisches Know-how aus den Bereichen kommunale Infrastrukturplanung, Energietechnik, Klimaschutz und Partizipation. Ergänzend wurde das Vorhaben durch externe Unterstützer begleitet: Mitarbeitende der KEAN (Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen), des Kompetenzzentrums Kommunale Wärmewende (KWW) sowie der Energieagentur Schaumburg wirkten beratend mit und unterstützten insbesondere bei fachlichen Rückfragen, strategischer Einordnung und der regionalen Vernetzung.

IP SYSCON GmbH – Projektleitung und technische Grundlagenarbeit

Die IP SYSCON GmbH übernahm die übergeordnete Projektleitung für das Gesamtvorhaben und verantwortete die strategische und organisatorische Steuerung. Zudem führte sie die umfassende Bestandsanalyse durch, in der die derzeitige Wärmeversorgung, der energetische Gebäudezustand sowie bestehende Infrastrukturen systematisch erfasst und ausgewertet wurden. Auch in der Potenzialanalyse – insbesondere im Bereich der Datenerhebung und -bewertung – war IP SYSCON maßgeblich beteiligt.

Enercity AG – Szenarienentwicklung und Beteiligungsprozesse

Als Teil der Bienergiewirtschaft brachte die enercity AG ihre umfassende Expertise in der strategischen Wärmeplanung ein. Das Unternehmen war verantwortlich für die Entwicklung von Szenarien zur möglichen zukünftigen Wärmeversorgung und die Ableitung konkreter Maßnahmen. Ein besonderer Schwerpunkt lag zudem auf der Gestaltung und Durchführung der Akteurs- und Öffentlichkeitsbeteiligung. enercity übernahm hier die Federführung und sorgte für eine transparente, dialogorientierte Kommunikation mit den relevanten Anspruchsgruppen – von lokalen Energieversorgern über Immobilienwirtschaft und Industrie bis hin zur interessierten Öffentlichkeit.

1.2 Kommunikationsstrategie

Eine effektive Kommunikations- und Beteiligungsstrategie ist entscheidend für den Erfolg der kommunalen Wärmeplanung. Sie stellt sicher, dass alle relevanten Akteur:innen sowie die Öffentlichkeit umfassend informiert und aktiv eingebunden werden. Durch transparente Kommunikation und gezielte Beteiligungsmaßnahmen können die Akzeptanz und Unterstützung für die geplanten Maßnahmen erhöht werden.

Formate und Methoden

Während der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung der Samtgemeinde Nenndorf wurde eine umfassende Öffentlichkeitsarbeit durchgeführt. In diesem Rahmen fanden verschiedene Informationsveranstaltungen für Netzbetreiber, Energieversorger, Handwerker und Großverbraucher, sowie Bürger:innen und die politischen Vertreter:innen statt. Darüber hinaus wurde die kommunale Wärmeplanung inklusive ihrer Ergebnisse auch in politischen Gremien präsentiert. Flankiert wurde der Planungsprozess von Mitteilungen auf den Internetseiten der Samtgemeinde und der Energieagentur Schaumburg gGmbH.

Eine Übersicht der durchgeführten Termine ist der Tabelle 1-1 zu entnehmen. Die Dokumentationen und Nachbereitungen der Veranstaltungen wurden der Samtgemeinde Nenndorf und den Teilnehmenden im Nachgang zur Verfügung gestellt.

Tabelle 1-1: Übersicht der durchgeführten Veranstaltungen

Datum	Art der Veranstaltung	Inhalte der Veranstaltung
23.09.2024	Ausschuss für Planung, Umwelt und Klimaschutz	Vorstellung der Wärmeplanung und der Zwischenergebnisse Bestands- und Potenzialanalyse
06.02.2025	Akteursveranstaltung	Erster Austausch mit Akteuren zur Wärmeplanung
26.05.2025	Ausschuss für Planung, Umwelt und Klimaschutz	Vorstellung der Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse sowie des weiteren Vorgehens der Wärmeplanung
16.06.2025	Akteursveranstaltung	Vorstellung der Wärmeplanung sowie Einbezug der Teilnehmenden
18.09.2025	Zielszenario-Workshop	Vorstellung des Zielszenarios sowie der erarbeiteten Maßnahmen sowie Einbezug der Teilnehmenden
11.11.2025	Ausschuss für Planung, Umwelt und Klimaschutz	Vorstellung der finalen Ergebnisse des Wärmeplans für die Samtgemeinde Nenndorf
18.11.2025	Samtgemeindeausschuss	Vorstellung der finalen Ergebnisse des Wärmeplans für die Samtgemeinde Nenndorf
01.12.2025	Informationsveranstaltung Bürger:innen	Vorstellung der finalen Ergebnisse des Wärmeplans für die Samtgemeinde Nenndorf inkl. Fragestunde
18.12.2025	Samtgemeinderat	Vorstellung der finalen Ergebnisse des Wärmeplans für die Samtgemeinde Nenndorf sowie Beschlussfassung

1.3 Aufbau des Berichts

Der Bericht gliedert sich in sechs zentrale Kapitel, die den Prozess der kommunalen Wärmeplanung systematisch abbilden:

Kapitel 2 – Bestandsanalyse:

Hier wird die Methodik zur Datenerhebung erläutert und der aktuelle Wärmebedarf sowie der Wärmebedarfe in der Kommune analysiert. Grundlage sind gebäudescharfe Daten, die räumlich aufgelöst dargestellt werden. Ergänzt wird die Analyse durch eine Energie- und Treibhausgasbilanz, die den Ist-Zustand der Emissionen im Wärmesektor abbildet.

Kapitel 3 – Potenzialanalyse:

Dieses Kapitel bewertet die lokalen Möglichkeiten zur Reduktion des Wärmebedarfs und zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen. Betrachtet werden Potenziale aus Geothermie, Abwärme, Umweltwärme, Solarenergie und Biomasse. Ziel ist es, die technisch und räumlich nutzbaren Potenziale für eine klimafreundliche Wärmeversorgung zu identifizieren.

Kapitel 4 – Zielszenario:

Hier wird ein zukunftsfähiges Versorgungsszenario entwickelt, das die wirtschaftlichsten Energieträger im Zieljahr benennt. Es werden Sanierungsgebiete und Bereiche mit besonders hohem Energieverbrauch ausgewiesen, um gezielte Maßnahmen ableiten zu können.

Kapitel 5 – Umsetzungsstrategie und Maßnahmenkatalog:

Dieses Kapitel stellt konkrete Maßnahmen zur Umsetzung der Wärmewende vor, ergänzt durch Maßnahmen-Steckbriefe, die eine strukturierte Umsetzung aufzeigen.

Kapitel 6 – Verstetigungsstrategie

In diesem Kapitel werden die Maßnahmen beschrieben, die erforderlich sind, um die im Wärmeplan festgelegten Strategien und Ziele zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung langfristig umzusetzen.

Kapitel 7 – Controlling-Konzept:

Abschließend wird ein Konzept vorgestellt, mit dem Fortschritte bei der Umsetzung der Wärmeplanung systematisch überwacht und evaluiert werden können.

2 Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse bildet die Grundlage der kommunalen Wärmeplanung und liefert einen umfassenden Überblick über die aktuelle Situation der Wärmeversorgung in der Samtgemeinde Nenndorf. Ziel ist es, den bestehenden Wärmebedarf/-verbrauch, die vorhandene Versorgungsstruktur sowie die damit verbundenen Treibhausgasemissionen systematisch zu erfassen und darzustellen.

Hierzu werden gebäudescharfe Daten ausgewertet, die Rückschlüsse auf Baualtersklassen, eingesetzte Heiztechnologien sowie die Nutzung leitungsgebundener Energieträger ermöglichen. Neben der Wohnbebauung werden auch die Sektoren Gewerbe und Industrie, Handel und Dienstleistungen und öffentliche Liegenschaften berücksichtigt.

Die von Schornsteinfegern und Netzbetreibern erhobenen Daten liefern die notwendige Informationsbasis für die anschließende Potenzialanalyse und die Entwicklung eines tragfähigen Zielszenarios für eine klimaneutrale Wärmeversorgung in Samtgemeinde Nenndorf.

Tabelle 2-1 gibt einen Überblick über die in der Bestandsanalyse eingesetzten Datenquellen, ihren jeweiligen Verwendungszweck sowie die verwendeten Informationen.

Tabelle 2-1: Übersicht der verwendeten Datenquellen und deren Einsatzzweck in der kommunalen Wärmeplanung

Datenquelle	Information	Einsatzzweck
Basis-DLM	Siedlungsgebiete	Aggregationen
ALKIS	Flurstücke, Geometrien, Gebäudenutzung,	Gebäudemodell; Aggregationen
LoD1	Gebäudehöhe	Gebäudemodell
Zensus 2022	Baualtersklassen	Gebäudemodell
Netz- und Gasnetzbetreiber	Netzleitungen	Ermittlung der Versorgungsstruktur
Schornsteinfegerdaten	Heizsysteme, Brennstoffe	Ermittlung des eingesetzten Energieträgers

2.1 Methodik

2.1.1.1 Datengrundlage

Die gebäudescharfe Betrachtung sämtlicher Gebäudeparameter setzt die Berücksichtigung und Verschneidung verschiedener Geobasisdaten voraus. Als Datengrundlage diente dabei die Wärmebedarfskarte für Niedersachsen der Klimaschutzagentur Niedersachsen (Stand 2022). Die dort enthaltenen Informationen wurden dabei nach Möglichkeit aktualisiert.

Als Datengrundlage für die Gebäudeaufbereitung werden folgende Datenquellen verwendet:

- Basis DLM
- ALKIS-Daten
- LoD1 Gebäudemodell
- ZENSUS 2022

Zur Erstellung des Gebäudebestands wurden die verschiedenen Datensätze miteinander verschnitten und aufbereitet, um eine Datengrundlage mit allen erforderlichen Parametern für die anschließende gebäudescharfe Analyse bereitzustellen.

Hinweis: Gebäudefunktion

Die für durchgeführte Berechnungen verwendete Gebäudefunktion stammt aus den offiziellen Daten des Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS-Daten). Diese werden durch die zuständigen Katasterämter erhoben und verwaltet. Stellenweise bestehen Unstimmigkeiten zwischen der in den ALKIS-Daten erfassten Gebäudefunktion und der realen Gebäudefunktion. Dies betrifft z.B. Nichtwohngebäude, die in den offiziellen Daten als Wohngebäude geführt werden.

Im Rahmen des Projekts wurden grundsätzlich die Gebäudefunktionen aus den offiziellen ALKIS-Daten für die Berechnungen und Auswertungen verwendet. Auf Basis einer Stichprobe und einer Plausibilitätsprüfung wurden vereinzelt offensichtliche Unstimmigkeiten bei einzelnen Gebäuden manuell korrigiert. Dennoch können verbleibende Abweichungen in den Berechnungsergebnissen und statistischen Auswertungen nicht ausgeschlossen werden.

Die umfassende Datenaufbereitung fußt auf den Daten der ALKIS-Hausumringe. Den jeweiligen, darin enthaltenen Gebäudegeometrien wurden Informationen aus weiteren Datenbeständen, wie z.B. ALKIS-Hauskoordinaten oder LoD1-Gebäudedaten, zugeordnet. Auf einzelne, wesentliche Parameter und deren Herkunft wird im Folgenden eingegangen.

Gebäudefunktion

Eine für die Wärmeplanung essenzielle Information liegt in Form des Attributes „gfk“, d.h. der Gebäudefunktion einer jeweiligen Gebäudegeometrie, vor. Diese wurden im Zuge der Datenaufbereitung von den ALKIS-Hausumringen (HU) übernommen und stellte insbesondere die Grundlage für eine spätere Differenzierung - beheizter und unbeheizter Gebäudetypen einerseits sowie Wohn- bzw. Nichtwohngebäude andererseits - dar. Das in den HU enthaltene Attribut „gfk“ entspricht dabei einem Gebäudefunktionscode, welcher zwecks Datenles- und -nutzbarkeit übersetzt wurde. Dementsprechend ist ein

zusätzliches Attribut „Funktion“ als Textfeld angelegt worden (z.B. „gfk“=‘31001_1000‘ erhält das Attribut „Funktion“=‘Wohngebäude‘ usw.). Da in den Gebädefunktionen nach ALKIS häufig verschiedene Unsicherheiten bezüglich der Garagen bestehen, wurde zur Abgrenzung und Ausfilterung von Garagen innerhalb des Gebäudedatensatzes eine Abfrage anhand der Kombination aus der Gebäudefunktion (GFK) und der Gebäudehöhe verwendet. So wurden Garagen aus der Auswertung ausgeschlossen, wenn das Attribut gfk den Wert „Gebäude für Wirtschaft oder Gewerbe“ aufwies und die Traufhöhe kleiner als 3 Meter war.

Gebäudehöhe

Die Gebäudehöhe stellt einen weiteren wichtigen Parameter im Rahmen der durchgeführten Wärmebedarfsberechnung dar, zumal hierüber die Geschossanzahl und letztlich die beheizte Nutzfläche abgeleitet werden kann. Die Höheninformationen entsprechen der Gebäudegeometrie und sind nicht in den genannten Hausumringen enthalten, sondern in einem separaten ALKIS-Datensatz, den LoD1-Daten. Diese LoD1-Gebäude-Features wurden dem zugehörigen ALKIS-Hausumring zugewiesen und dadurch entsprechende Höhenwerte, zusammen mit weiteren Attributen, wie dem amtlichen Gemeindegemeinschaftsschlüssel, angehängt.

Baualter

Vor der Ermittlung des Baualters eines Gebäudes galt es zunächst, die zugehörigen Baualtersklassen festzulegen. Die Baualtersklassen geben eine Zeitspanne an, in der das Gebäude wahrscheinlich errichtet wurde. Diese teilen sich wie folgt auf und entstammen der IWU Gebäudetypologie (Loga et al. 2016):

Tabelle 2-2: Baualtersklassenverteilung

Baualtersklasse	Datenquelle
< 1919	Zensus
1919-1948	Zensus
1949-1978	Zensus
1979-1986	Zensus
1987-1990	Zensus
1991-1995	Zensus
1996-2000	Zensus
2001-2004	Zensus
2005-2009	Zensus
2010-2015	Zensus
≥ 2016	Zensus

Für die Bestimmung der Baualtersklassen an den Gebäuden standen zwei Datenquellen zur Verfügung: Zensus-Daten (Stand 2011) und World Settlement Footprint-Daten. Bei der Zuordnung einer Zensus-Baualtersklasse wurde der am häufigsten auftretende und numerisch höhere Wert einer Zeitspanne je Rasterzelle als Baualter definiert und an die Gebäude übertragen. Für Gebäude ohne Überschneidung mit einer Zensus-Kachel wurde als weitere Datenquelle das World Settlement Footprint vom DLR herangezogen. Gebäudeumringe, die sich nicht innerhalb einer Zensus-Zelle oder DLR-Rasterzelle befanden, wurde das Baualter auf Basis eines Durchschnittswerts der nächstgelegenen Nachbargebäude bestimmt und entsprechend zugewiesen.

Gebäudegrundfläche

Grundsätzlich ist die Gebäudegrundfläche Teil der Gebäudegeometrie (s.o.). Freistehende Gebäude, welche durch ihre Gebäudefunktion zwar als beheizte Gebäude eingestuft wurden aber eine Grundfläche von unter 30 m² aufwiesen, wurden von der Wärmebedarfsberechnung ausgeschlossen. So wurden z.B. Gartenhäuser, Bauten in Schrebergärten und ähnliche Gebäude nicht in die Berechnung einbezogen.

Weitere Grundlagendaten

Neben den vorab genannten Daten wurden außerdem die Flurstückskennzeichen, die Adresse und der Straßenschlüssel, die Zonierung gemäß der naturräumlichen Gliederung sowie die Temperaturdaten der naturräumlichen Gliederungen als Berechnungsgrundlage und für die Aggregation verwendet.

Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfes

Der Wärmebedarf beschreibt den theoretisch berechneten Energiebedarf eines Gebäudes zur Beheizung und Warmwasserbereitung unter standardisierten Bedingungen, wie sie beispielsweise in DIN-Normen festgelegt sind. Er basiert auf Gebäudeparametern wie Baualtersklasse, Dämmstandard, Gebäudefunktion und Klimadaten. Der Wärmebedarf erlaubt eine flächendeckende, konsistente und modellgestützte Einschätzung. Der Vorteil des Wärmebedarfs liegt in der guten Vergleichbarkeit und der Möglichkeit zur flächendeckenden Analyse. In dieser kommunalen Wärmeplanung wurden daher die Wärmebedarfswerte eingesetzt.

2.2 Wärmebedarf

Für die Wärmebedarfsberechnungen kam der von IP SYSCON GmbH entwickelte Wärmebedarfsservice (WBS) zum Einsatz. Im Wärmebedarfsservice werden einerseits interne und solare Gewinne, andererseits Lüftungs- und Transmissionswärmeverluste anhand von 3D-Gebäudemodellen modelliert. Die Gebäudemodelle werden dabei aus verschiedenen Datenquellen (ALKIS, LoD, GEG, EnEV, ...) erzeugt, um eine möglichst reelle Abbildung des Gebäudebestandes zu erhalten. Der Wärmebedarf ist dann die Differenz von Gewinnen und Verlusten.

Parameter für die Wärmebedarfsberechnung

Für den Wärmebedarfsservice (WBS) sind fünf Eingangsparameter je Gebäude erforderlich:

- Gebäude-ID
- Baujahr
- Geometrie des Gebäudes
- Mittlere Dachhöhe des Gebäudes
- Gebäudefunktion (Wohngebäude / Nichtwohngebäude)

Im Ergebnis wurde für die digitale Wärmebedarfskarte ein Berechnungsansatz basierend auf dem 3D-Gebäudemodell sowie der Gebäudefunktion herangezogen. Grundlegend hierfür ist die Bruttogrundfläche des Gebäudes sowie die Anzahl der Vollgeschosse. Diese berechnen sich gemäß Gleichung. 1.1

aus der mittlere Traufhöhe aus den LoD1-Daten. Die Geschosshöhe von 2,75 m ist dabei eine Annahme. Grundlage der Annahme ist die anwendbare Methodik gemäß EnEV, bei der eine Geschosshöhe zwischen 2,5 m und 3 m vorausgesetzt wird. Nach Abgleichen zur Plausibilisierung der berechneten Ergebnisse lieferte eine Geschosshöhe von 2,75 m im Ergebnis die höchste Genauigkeit beim Abgleich der berechneten Bedarfswerte mit vorliegenden, aggregierten Verbrauchswerten.

$$Vollgeschosse = Traufhöhe / 2,75 \quad (1.1)$$

Dabei sind:

<i>Vollgeschosse</i>	die Anzahl an Vollgeschossen, stets abgerundet auf ganze Zahlen [-]
<i>Traufhöhe</i>	die angelegte Höhe in m
2,75	die angelegte Höhe je Vollgeschosse [-]

Nachfolgend kann mit der Anzahl der Vollgeschosse die beheizte Nutzfläche je Gebäude berechnet werden (Gleichung. 1.2):

$$NFL_{bh} = Grundfläche * Anzahl Vollgeschosse * A_{BGF} \quad (1.2)$$

Dabei sind:

<i>NFL_{bh}</i>	die beheizte Nutzfläche [m ²]
<i>Grundfläche</i>	die Bruttogrundfläche der Gebäudegeometrie [m ²]
<i>Anzahl Vollgeschosse</i>	die Anzahl der Vollgeschosse [-]
<i>A_{BGF}</i>	ist der Umrechnungsfaktor für die Bruttogrundfläche gemäß (BMWK & BMUV 2015) [-]

Der Umrechnungsfaktor ABGF ergibt sich aus der Gebäudefunktion. Die entsprechende Bekanntmachung (BMWK & BMUV 2015) gibt jedoch nicht für alle Gebäudefunktionen, wie sie in den amtlichen Datenvorkommen, einen eindeutigen Umrechnungsfaktor. Sofern kein eindeutiger Faktor vorliegt, gibt die genannte Literatur hier einen vereinfachten Faktor von ABGF = 0,85 an. Dieser wurde u.a. für Wohngebäude angewendet.

Wohngebäude

Die Wärmemodellierung der Wohngebäude (WG) basiert auf dem Monatsbilanzverfahren nach DIN V 4108 in Verbindung mit spezifischen Gebäudeinformationen. Es wurde bewusst die auf die Nutzung der DIN V 18599 verzichtet und auf das etabliertere Verfahren nach DIN V 4108 – 6 zurückgegriffen. Es werden möglichst reale Referenzgebäude auf Grundlage von Gebäudegeometrie, Nachbarschaft und 3D-Geoinformationen erzeugt. Über diese Daten werden für jedes Gebäude geometrische Parameter (z.B. Außenwandfläche oder Gebäudevolumen) errechnet. Diese Berechnungswerte der 3D-Gebäudegeometrie werden mit den Werten zur Dämmeigenschaft (U-Wert in $W/(m^2K)$) der Bauteile in Abhängigkeit vom Baualter und von der Gebäudetypologie kombiniert. Grundlage hierfür ist die deutsche Gebäudetypologie (Loga et al. 2015). Warmwasserbedarfe der jeweiligen Gebäude werden pauschal nach DIN 4108 mit $12,5 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{a}$ berechnet.

Nichtwohngebäude

In der Analyse für Nichtwohngebäude (NWG) wird die Nutzung des Gebäudes über einzelne Nutzungszonen berücksichtigt. Die Wärmebedarfsberechnung für Nichtwohngebäude erfolgt nach den Randbedingungen für Nutzungszeiten, Personenbelegung und interne Wärmequellen, welche in Teil 10 der DIN V 18599 geregelt sind. Können bei einem Nichtwohngebäude deutliche Nutzungsunterschiede in einzelnen Gebäudeteilen angenommen werden, wird dieses Gebäude in Zonen unterteilt. Da in den Geobasisdaten keine entsprechende Einteilung (Zonierung) der Nichtwohngebäude vorliegt und keine allumfassende Literatur bzw. Forschungsergebnisse hierzu vorliegen, erfolgte die Zonierung anhand der amtlichen Gebäudefunktion auf Basis von Erfahrungswerten. Aufgrund der Heterogenität der Nichtwohngebäude ist hier von teils deutlichen Abweichungen zur Realität auszugehen.

Vorbereitend für die Berechnung des Wärmebedarfs werden die Nichtwohngebäude, abhängig von der Gebäudefunktion, in die Gebäudetypen Gewerbe und Industrie (GI), Handel und Dienstleistung (HD) oder Öffentliche Gebäude (Oe) eingeteilt.

Die Berechnung des Warmwasserbedarfs für Nichtwohngebäude erfolgt ebenfalls in Abhängigkeit von den zugeordneten Gebäudetypen. Anders als bei Wohngebäuden gibt es für Nichtwohngebäude jedoch keinen Richtwert für Warmwasserbedarfe nach DIN 18599, der angelegt werden kann. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Nutzungen im Nichtwohngebäudebestand ist von einem sehr heterogenen Warmwasserbedarf auszugehen (in Anlehnung an Jochum et al. 2015).

Anpassungsfaktor

Um die berechneten Wärmebedarfe mit dem Verbrauchsniveau anzunähern, wurde ein vom Institut für Wohnen und Umwelt (IWU) entwickelte Anpassungsfaktor (APF) verwendet (Loga et al. 2015) (Abbildung 2-1). Dieser Anpassungsfaktor wurde in der durchgeführten Wärmebedarfsberechnung automatisch für jedes Gebäude, sowohl für den Ist-Zustand als auch für die Teil- und Vollsanierung, interpoliert und verrechnet.

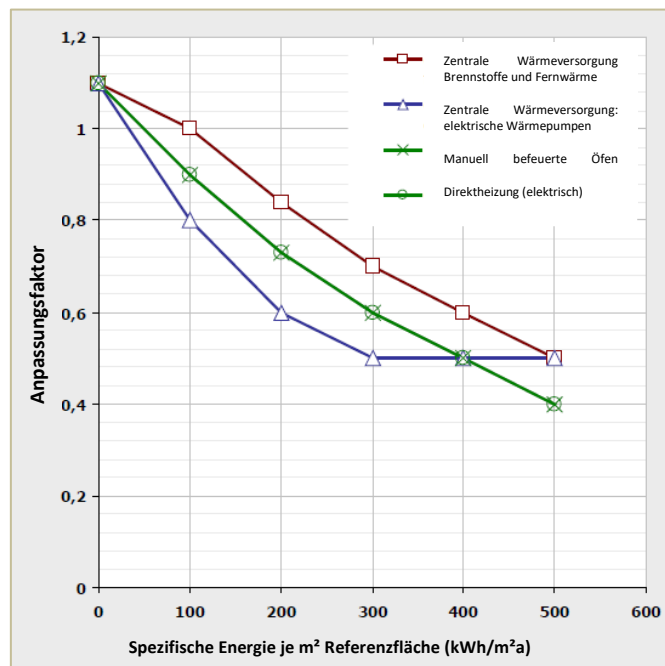


Abbildung 2-1: Ansatz für die Faktoren zur Anpassung der berechneten Energiekennwerte an das typische Niveau von Verbrauchskennwerten (Loga et al. 2015):

Für die Wärmebedarfsberechnung finden zusammenfassend folgende Verallgemeinerungen statt:

- Keine Berücksichtigung von individuellen Sanierungszuständen von Gebäuden. Es wird in Abhängigkeit vom Gebäudetyp und Baualtersklasse stets mit den gleichen Wärmedämmeigenschaften gerechnet.
- Es wird bei allen Gebäuden die gleiche Geschosshöhe (2,75 m) angenommen. Bei ausgewählten Gebäudefunktionen wird jedoch pauschal von nur einem Geschoss entsprechend Traufhöhe ausgegangen (z.B. Kirchen und Schwimmbäder)
- Keine individuelle Unterscheidung bei Warmwasserbedarfen. Für Wohngebäude wird stets ein einheitlicher Wert, für Nichtwohngebäude ein Wert in Abhängigkeit vom Gebäudetyp verwendet
- Zur Berechnung der solaren Gewinne über die solare Einstrahlung werden stets die gleichen solaren Strahlungsintensitäten je Himmelsrichtung verwendet. Es erfolgt keine nähere geographische Unterscheidung.
- Die Zonierung von Nichtwohngebäuden ist für alle Gebäude mit derselben amtlichen Gebäudedefunktion identisch. Abweichungen einzelner Gebäude werden nicht berücksichtigt.
- Systematische Abweichungen von Bedarfs- und Verbrauchswerten für Raumwärme werden abhängig vom spezifischen Wärmebedarf über einen Anpassungsfaktor berücksichtigt, der auf empirischen Untersuchungen basiert und typische Differenzen zwischen berechneten Bedarfen und tatsächlichen Verbrauchsdaten abbildet. Weitere Abweichungen bleiben unberücksichtigt.

2.3 Wärmeinfrastruktur

2.3.1 Verschneidung von realer Wärmeinfrastruktur mit Gebäudegeometrien

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für die Samtgemeinde Nenndorf wurde eine detaillierte Analyse der realen Infrastruktur auf Gebäudeebene durchgeführt. Ziel war es, die verfügbaren

Versorgungsinformationen mit den Gebäudegeometrien zu verschneiden, um eine belastbare Datengrundlage für die Bestandsanalyse und die zukünftige Wärmeversorgungsplanung zu schaffen. Die Methodik beruht auf vier zentralen Datenquellen:

Stromverbrauchsinfrastruktur für Wärmeanwendungen

Zur Ermittlung der Stromversorgten Gebäude, der für die Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser verwendet wird – hauptsächlich durch Wärmepumpen und Stromdirektheizungen –, wurden Infrastrukturdaten der zuständigen Stromnetzbetreiber herangezogen. Diese stellten gebäudescharfe Informationen zur Versorgungstechnologie zur Verfügung.

Über die räumliche Zuordnung anhand der Adressinformationen konnte die Strominfrastruktur eindeutig den jeweiligen Gebäuden zugewiesen werden.

Wärmenetzinfrastruktur der Netzbetreiber

Auch die jeweiligen Netzbetreiber stellten Informationen für die vorhandenen Wärmenetze zur Verfügung. Über die Adressinformationen konnten die Daten eindeutig einzelnen Gebäuden zugewiesen und als Erzeugungstechnologie verortet werden.

Daten der Schornsteinfeger

Die Daten aus dem Schornsteinfegerregister wurden gebäudescharf bereitgestellt. Die Informationen (Kesselbaujahr, Energieträger, Nennwärmeleistung) wurden über die Adressinformationen eindeutig einzelnen Gebäuden zugewiesen.

2.3.1.1 Georeferenzierung der Daten

Die Adressbezogenen Daten der Schornsteinfeger und der Gas- sowie Strominfrastrukturdaten werden anhand der Adresse geocodiert (räumliche Verortung) und anschließend räumlich den Gebäuden des ALKIS-Datensatzes zugeordnet. Bei der Verortung der Adressen kann es zu räumlichen Abweichungen zwischen den geocodierten Punkten und den Gebäudeumringen kommen, sodass diese dem Gebäude mit der räumlich nächsten Entfernung zugeordnet werden. Eine Zuordnung über die Grenze der Flurstücke hinweg erfolgt dabei nicht.

Liegen mehrere beheizte Gebäudegeometrien mit derselben Adresse (z.B. Wohngebäude) auf einem Flurstück, so werden die Informationen auf alle diese Gebäude übertragen.

2.3.1.2 Datenintegration und Qualitätssicherung

Alle Versorgungsinformationen wurden in einem gemeinsamen GIS-Datenmodell zusammengeführt. Die Verschneidung mit den Gebäudegeometrien erfolgte mittels Georeferenzierung und adressbasierter Abgleich. Im Anschluss wurden automatisierte und manuelle Plausibilitätsprüfungen durchgeführt, um Inkonsistenzen zu identifizieren und zu korrigieren.

2.4 Betrachtungsebenen

Hotspots

Die Hotspot-Karte dient zur übersichtlichen Visualisierung der Wärmebedarfe und Versorgungsoptionen in einem 100 m x 100 m Raster. Für jede einzelne Rasterzelle erfolgte eine Auswertung der Wärmebedarfe sämtlicher darin enthaltener beheizter Gebäude. Dazu wurde innerhalb jeder Gitterzelle der spezifische Wärmebedarf sowie die Wärmedichte berücksichtigt. Zusätzlich finden sich weitere Informationen zu der Anzahl der Gebäude, unterschieden nach Wohn- und Nichtwohngebäuden.

Die Rasterzellen wurden dabei aus dem Zensus 2022 Datensatz übernommen, um die Ergebnisse ggf. um weitere Daten aus dem Zensus erweitern zu können.

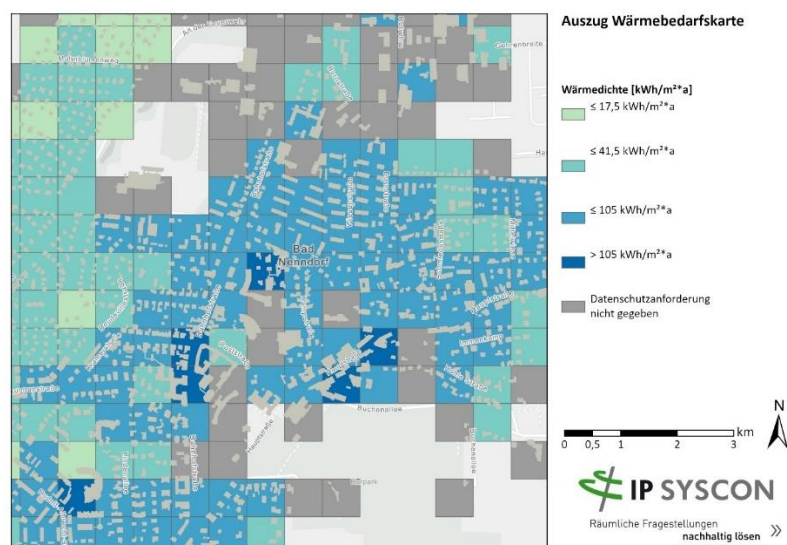


Abbildung 2-2: Beispielhafte Abbildung der Hotspots

Cluster

Der Wärmebedarf auf Versorgungsgebietsebene kann als Grundlage für mögliche Quartierskonzepte und Versorgungsempfehlungen herangezogen werden.

Im Rahmen der Wärmeplanung wurden Versorgungsgebiete gebildet, um zusammenhängende Siedlungsbereiche systematisch zu erfassen und auszuwerten. Die Erstellung erfolgte auf Basis von Geodaten, insbesondere den Hotspot-Rastern, den Flurstücksinformationen sowie den Siedlungsflächen aus dem Basis-DLM. Zunächst wurden benachbarte Flurstücke, die sich innerhalb eines Hotspots befanden, zu vorläufigen Gebieten zusammengefasst. Anschließend erfolgte eine Verfeinerung anhand der Siedlungsabgrenzungen, sodass klar abgegrenzte Ortslagen gebildet werden konnten. Um den Datenschutzvorgaben zu entsprechen, mussten alle Versorgungsgebiete mindestens fünf beheizte Gebäude umfassen. Kleinere Einheiten wurden, sofern möglich, mit benachbarten Gebieten zusammengeführt. Abschließend wurden alle Versorgungsgebiete mit einer eindeutigen Identifikationsnummer versehen und dokumentiert (vgl. bspw. Abbildung 2-15).

Wärmelinien

Die Wärmelinien bieten eine erste Orientierung, welche Art der Wärmeversorgung (Netz oder Dezentral) sinnvoll sein könnte.

Für die Berechnung der Wärmelinienichte wurden Informationen aus dem digitalen Landschaftsmodell herangezogen. Relevant waren hierbei die Straßenzüge in Siedlungsgebieten mit Gebäudeanbindung. Ausgenommen wurden demnach Verkehrswege wie beispielsweise Autobahnen und Bundesfernstraßen sowie Verkehrswege ohne eindeutige Adresse wie Rad- und Privatwege. Für jeden Straßenabschnitt, definiert durch Kreuzungs- und Endpunkte, wurde unter Berücksichtigung des Datenschutzes eine Wärmelinienichte berechnet.

Ein Straßenabschnitt wurde durch seine begrenzenden Kreuzungs- oder Endpunkte definiert. Ein Endpunkt verfügte über keine Verbindung zu anderen Straßenzügen oder -abschnitten. Ein Kreuzungspunkt lag überall dort, wo mehrere Straßenzüge oder -abschnitte (entsprechend der Digitalisierung aus dem Basis-DLM) zusammentreffen. Überall dort, wo Kreuzungspunkte innerhalb eines Straßenzuges der Straßendatei auftraten (d.h. wo digitalisierte Abschnitte desselben Straßenzuges des Basis-DLM zusammentrafen), wurde der Straßenzug in Abschnitte unterteilt. Diese Abschnitte erhalten dann eine eindeutige Identifikationsnummer, die Auskunft über den Straßenzug und den jeweiligen Abschnitt gibt.

Nach Überprüfung und ggf. Anpassung der Straßenschlüssel der Gebäude folgt die Zuordnung der Gebäude zu den einzelnen, vorher gebildeten Abschnitten innerhalb der Straßenzüge. Dabei werden die Gebäude jeweils dem nächsten Abschnitt des zugeordneten Straßenzuges zugeordnet. Für die Berechnung der Wärmelinienichte sind aus Datenschutzgründen mindestens fünf Gebäude entlang eines Straßenabschnitts erforderlich.

Liegen an einem Straßenabschnitt weniger als fünf Gebäude, so wird dieser Straßenabschnitt mit dem nächstgelegenen Abschnitt, der zum gleichen Straßenzug gehört, verbunden. Dies geschieht so lange, bis die Mindestanzahl von fünf Gebäuden erreicht wird (vgl. bspw. Abbildung 2-19).

2.4.1 Energie und Treibhausgasbilanz

Die Treibhausgasbilanz (THG-Bilanz) stellt eine zentrale Grundlage für die kommunale Wärmeplanung dar. Sie ermöglicht die Bewertung des Ist-Zustands der Treibhausgasemissionen im Wärmesektor und bildet die Basis für die Entwicklung klimaneutraler Zielpfade. Die nachfolgende Methodik beschreibt das Vorgehen zur Erhebung, Verarbeitung und Bilanzierung der THG-Emissionen auf Gebäudeebene.

Datenbasis:

Zentrale Grundlage für die THG-Bilanzierung sind gebäudescharfe Angaben zum eingesetzten Energieträger. Diese Informationen wurden aus zwei Hauptquellen gewonnen: Zum einen wurden die Kehr- buchdaten der Schornsteinfeger herangezogen, die detaillierte Informationen über die installierten Heizungsanlagen liefern. Zum anderen wurden die vorliegenden Versorgungsinfrastrukturinformationen für Wärmenetze/Strom und Gas berücksichtigt.

Für die Umrechnung der ermittelten Energiebedarfe in THG-Emissionen kamen standardisierte Emissionsfaktoren aus der GEMIS-Datenbank zum Einsatz. Dabei werden sowohl direkte Emissionen aus der Verbrennung als auch vorgelagerte Emissionen aus der Vorkette berücksichtigt, um eine realitätsnahe Bilanzierung der klimawirksamen Emissionen zu ermöglichen.

Zur Ermittlung des Endenergiebedarfs wurde der berechnete Wärmebedarf der Gebäude, also die benötigte Nutzenergie für Raumwärme und Warmwasser, auf die erforderliche Endenergie umgerechnet. Die Umrechnung erfolgt auf Basis typischer Wirkungsgrade der jeweils eingesetzten Heiztechnologien.

Endenergiebedarf

Da bei der Wärmeerzeugung durch Heizsysteme Verluste entstehen, muss zur Deckung des Wärmebedarfs stets eine größere Energiemenge in Form von Endenergie bereitgestellt werden. Der Wirkungsgrad (η) eines Heizsystems beschreibt dabei das Verhältnis von abgegebener Nutzenergie zur eingesetzten Endenergie und ist abhängig vom Energieträger sowie dem technischen Zustand der Anlage.

Für die Umrechnung wurden pauschale, technologiebezogene Wirkungsgradannahmen verwendet. Diese orientieren sich an anerkannten Standardwerten. Die angewendeten Wirkungsgrade betragen:

Energieträger	Endenergie/Nutzenergie Raumwärme	Endenergie/Nutzenergie Warmwasser
Erdgas	0,9	0,9
Heizöl	0,85	0,6
Biomasse	0,9	0,6
Deponiegas	0,9	0,65
Steinkohle	0,85	0,65
Flüssiggas	0,9	0,65
Strom	2,5	2
Wärmenetz	0,9	0,6

Bilanzierungsrahmen:

Die Systemgrenze der Bilanzierung umfasst ausschließlich den Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser in bestehenden Gebäuden. Die Bilanz erfolgt gebäudescharf, wodurch eine

detaillierte geografische Verortung von Emissionsschwerpunkten („Hotspots“) ermöglicht wird. Berücksichtigt wurden alle Energieträger, die in den Schornsteinfegerdaten, Stromanwendungen für Wärme und den Wärmenetzen erfasst sind, darunter:

- feste Biomasse
- Erdgas
- Heizöl
- Flüssiggas
- Strom
- Braunkohle
- Steinkohle
- Deponiegas/Klärgas
- Biogas

Für jedes einzelne Gebäude wurden die THG-Emissionen nach folgendem Schema berechnet:

1. Zuordnung des jeweiligen Energieträgers auf Basis der Gebäudedaten,
2. Multiplikation des berechneten Wärmebedarfs mit dem entsprechenden Emissionsfaktor (in kg CO₂-Äquivalent je kWh) gemäß GEMIS,
3. Aggregation der berechneten Emissionen auf verschiedenen Ebenen – von der Wärmelinie über Hotspot und Cluster bis hin zur gesamten Kommune.

Die Ergebnisse der Berechnung wurden gebäudescharf ausgewiesen und bilden eine wesentliche Grundlage für die Entwicklung wirksamer Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen im Wärmesektor.

Tabelle 2-3: Für die THG-Bilanzierung verwendeten Emissionsfaktoren

Brennstoff	Emissionsfaktor (g/kWh)	Brennstoff	Emissionsfaktor (g/kWh)
Heizöl	313	Wärmenetz	156
Steinkohle	435	Strom	324
Erdgas	257	feste Biomasse	34
Flüssiggas	276	Deponiegas	144

2.5 Abweichungen zwischen Wärmebedarf und tatsächlichem Verbrauch

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung der Samtgemeinde Nenndorf wurde der Wärmebedarf auf Basis standardisierter Kennwerte und Modellannahmen berechnet. Dabei handelt es sich um eine bedarfsgestützte Abschätzung der jährlichen Nutzenergie, die zur Beheizung von Gebäuden erforderlich wäre, unter Annahme normierter Klimabedingungen, durchschnittlicher Raumtemperaturen sowie standardisierter Gebäudeeigenschaften.

Die tatsächlichen Verbrauchsdaten der Gebäude wurden dagegen nicht herangezogen und für die Wärmeplanung berücksichtigt. Es liegt jedoch für den leitungsgebundenen Energieträger Gas der

Gesamtbedarf für das Samtgemeindegebiet vor von ca. 125 GWh, während der modellierte Wärmebedarf bei etwa 185 GWh liegt. Dies entspricht einem Verhältnis von etwa 67 % (Verbrauch zu Bedarf) und deutet auf eine systematische Überschätzung der Bedarfswerte im Vergleich zum realen Verbrauch hin.

Die Differenz lässt sich auf verschiedene Ursachen zurückführen:

- Die Wärmebedarfsberechnung berücksichtigt keine individuellen Sanierungszustände der Gebäude. Effekte durch energetische Modernisierungen (z. B. Dämmung, Fenstertausch, Heizungsoptimierung) fließen somit nicht ein, obwohl sie den realen Verbrauch häufig deutlich reduzieren.
- Die Klimadatenbasis der Bedarfsermittlung basiert auf Normklimajahren (typischerweise mittlere Außentemperaturen), während der reale Verbrauch je nach Wetterjahr schwanken kann.
- Nutzerverhalten und Absenkbetrieb (z. B. in Ferienwohnungen oder leerstehenden Objekten) führen in der Praxis regelmäßig zu niedrigeren Verbräuchen.
- Im ländlichen Raum ist zudem die Beheizung einzelner Gebäudeteile oder Nebengebäude oft eingeschränkt oder ganz unterlassen, was in der Bedarfsermittlung nicht abgebildet wird.

Auswirkung auf die weitere Betrachtungen

Die vorgenannten Differenzen haben unmittelbare Auswirkungen auf die Bewertung potenzieller Wärmenetzgebiete, insbesondere im Hinblick auf die Wärmeliniendichte als zentralem Indikator für Wirtschaftlichkeit und technische Eignung.

Im vorliegenden Projekt wurde aus methodischen Gründen entschieden, die berechneten Bedarfswerte nicht nachträglich pauschal zu skalieren, sondern die Wärmeliniendichte-Grenzwerte für die Klassifizierung von Eignungsgebieten moderat abzusenken. Während in vergleichbaren Projekten häufig Schwellenwerte ab ca. 3000 kWh/(m·a) als Orientierung dienen, wurde hier, in Abwägung mit dem insgesamt etwas höheren Bedarf, ein etwas höherer Grenzwert von z. B. 5.000 kWh/(m·a) zur Abgrenzung potenzieller Wärmenetzgebiete angesetzt. Diese Vorgehensweise ermöglicht eine realistischere Gebietsausweisung, ohne pauschale Korrekturfaktoren auf alle Berechnungen anzuwenden.

2.6 Ergebnisse der Bestandsaufnahme

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde für das gesamte Gebiet der Samtgemeinde Nenndorf eine gebäudescharfe Bestandsanalyse durchgeführt. Ziel war es, die aktuelle Wärmeversorgung detailliert zu erfassen und eine solide Datenbasis für die künftige Wärmewendestrategie zu schaffen. Die Analyse umfasst insbesondere den jährlichen Endenergiebedarf für die Beheizung der Gebäude,

Aus Datenschutzgründen werden gebäudescharfe Daten in der öffentlichen Darstellung nicht ausgewiesen. Stattdessen erfolgt die Visualisierung in aggregierter Form, beispielsweise auf Quartiers- oder Raster-Ebene, um Rückschlüsse auf einzelne Gebäude zu verhindern.

die eingesetzten Energieträger sowie die bestehende leitungsgebundene Infrastruktur wie Gas- und Wärmenetze samt zugehöriger Erzeugungseinrichtungen.

2.6.1 Beschreibung der Gemeindestruktur

Die Samtgemeinde Nenndorf liegt im Landkreis Schaumburg in Niedersachsen und umfasst die Stadt Bad Nenndorf sowie die Gemeinden Haste, Hohnhorst und Suthfeld. Das Gemeindegebiet ist durch eine Mischung aus städtisch geprägten Bereichen und ländlichen Strukturen charakterisiert. Während die Stadt Bad Nenndorf als Mittelzentrum fungiert und infrastrukturell gut angebunden ist, weisen die umliegenden Mitgliedsgemeinden eine eher kleinteilige und durchgrünte Siedlungsstruktur mit einem hohen Anteil an Ein- und Zweifamilienhäusern auf.

Die Samtgemeinde erstreckt sich über eine Fläche von rund 51,41 km² und zählt etwa 18.145 Einwohner (Stand: 2024). Daraus ergibt sich eine Bevölkerungsdichte von rund 353 Einwohnern pro Quadratkilometer. Diese vergleichsweise hohe Dichte im ländlich geprägten Raum ist vor allem auf die zentrale Lage im Verkehrsraum Hannover–Minden und die Funktion als Wohnstandort im Umland der Region Hannover zurückzuführen.

Die strukturelle Ausgangslage mit teils verdichteten Ortslagen und gleichzeitig vorhandenen Randbereichen mit geringerer Bebauungsdichte stellt differenzierte Anforderungen an die zukünftige Wärmeversorgung.

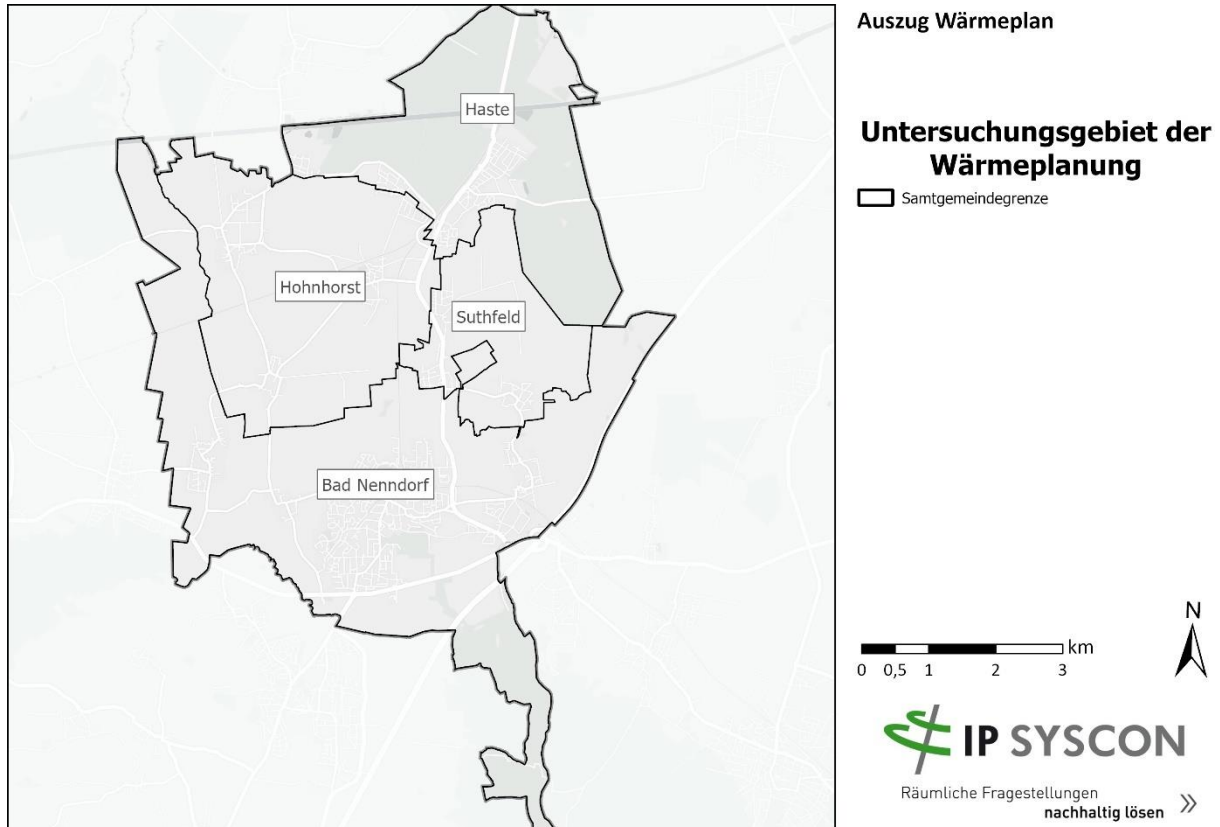


Abbildung 2-3: Samtgemeinde Nenndorf mit Mitgliedsgemeinden

2.6.2 Gebäude- und Siedlungsstruktur

Die Samtgemeinde Nenndorf weist eine differenzierte Siedlungs- und Gebäudestruktur auf, die durch einen Wechsel aus gewachsenen Ortskernen, kleineren Neubaugebieten und dörflich geprägten Siedlungsbereichen gekennzeichnet ist. Sie besteht aus den vier Mitgliedsgemeinden Bad Nenndorf, Haste, Hohnhorst und Suthfeld. Jede dieser Gemeinden ist durch eine kleinteilige Siedlungsstruktur mit hohem Wohnnutzungsschwerpunkt geprägt, wobei Bad Nenndorf als zentraler Ort über eine ausgeprägte öffentliche Infrastruktur sowie überörtliche Versorgungsfunktionen verfügt.

Die bauliche Nutzung ist klar vom Wohnungsbestand dominiert. Einfamilienhäuser (EFH) stellen mit 36 % den größten Anteil der Gebäude, gefolgt von Mehrfamilienhäusern (MFH) mit 34 % und Reihenhäusern (RH) mit 14 %. Ergänzt wird das Siedlungsbild durch gewerbe- und landwirtschaftliche Gebäuden (12 %), Handels- und Dienstleistungsimmobiliien (3 %) sowie öffentliche Gebäude (2 %), die sich punktuell in ausgewiesenen Bereichen wiederfinden. Vor allem im Zentralort Bad Nenndorf sind dabei strukturell wichtige Einrichtungen wie Schulen, Verwaltungsgebäude, Kultureinrichtungen sowie medizinische und touristische Infrastrukturen konzentriert.

Die beheizte Gebäudefläche innerhalb der Samtgemeinde beläuft sich insgesamt auf rund 1,73 Millionen Quadratmeter. Der größte Flächenanteil entfällt dabei auf Mehrfamilienhäuser mit etwa 843.400 m², was 49 % der gesamten beheizten Fläche entspricht. Einfamilienhäuser tragen mit rund 274.400 m² 16 % zur Gesamtfläche bei, Reihenhäuser mit ca. 85.900 m² etwa 5 %. Zusammen machen Wohngebäude damit rund 70 % der beheizten Flächen aus.

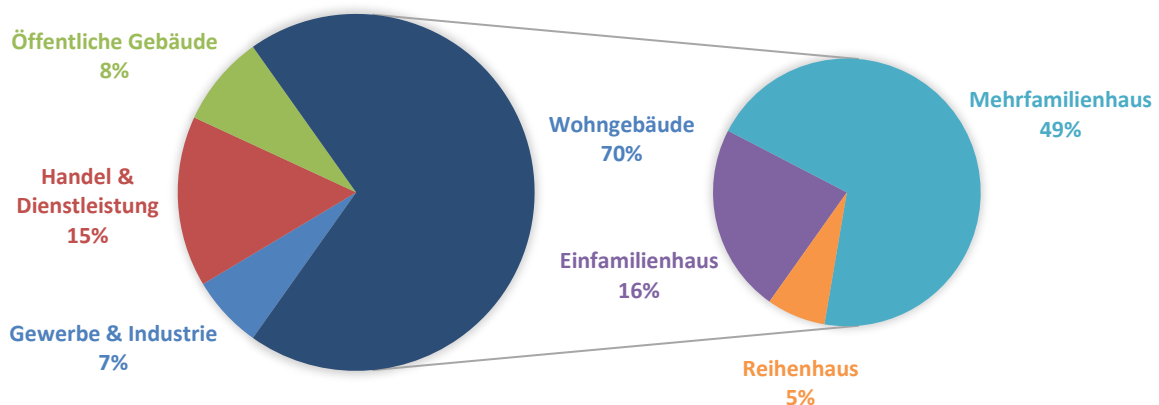


Abbildung 2-4: Verteilung der Gebäudefunktionen nach Anteil der beheizten Nutzfläche für die Sektoren in der Samtgemeinde

Im Nichtwohngebäudebereich entfällt der größte Anteil auf den Sektor Handel und Dienstleistungen mit etwa 267.500 m² (15 %), gefolgt von öffentlichen Gebäuden (143.300 m², 8 %) sowie Gewerbe- und Industriegebäuden (114.000 m², 7 %). Diese verteilen sich überwiegend auf ausgewiesene Gewerbegebiete und zentrale Versorgungsbereiche.

Die Analyse unterstreicht die zentrale Rolle des Wohnsektors für den zukünftigen Wärmebedarf der Samtgemeinde. Gleichzeitig erfordern die funktional gemischten Strukturen in Bad Nenndorf sowie die dezentralen gewerblichen Nutzungen differenzierte Planungsansätze für die zukünftige Wärmeversorgung, etwa durch eine Kombination aus dezentralen Systemen in Einfamilienhausgebieten und möglichen Wärmenetzlösungen in dichter bebauten oder funktional konzentrierten Quartieren.

Unterschiede in der Gebäudestruktur zwischen den Mitgliedsgemeinden

Ein Vergleich der vier Mitgliedsgemeinden zeigt deutliche Unterschiede in der baulichen Nutzung und Funktionsverteilung. Bad Nenndorf weist mit einem Anteil von 20 % im Bereich Handel und Dienstleistungen sowie 11 % öffentlicher Gebäude die höchste funktionale Dichte auf. Dies unterstreicht die Rolle der Stadt als zentraler Ort mit überörtlicher Versorgungsfunktion und städtischem Charakter. Gleichzeitig ist hier der Anteil an Mehrfamilienhäusern mit 46 % zwar hoch, liegt aber unter dem Niveau der anderen Gemeinden.

In den Gemeinden Haste, Suthfeld und Hohnhorst dominieren hingegen die Mehrfamilienhäuser mit Anteilen von 57 %, 53 % bzw. 56 % noch stärker. Auch Einfamilienhäuser machen in diesen drei Gemeinden jeweils rund 21 % bis 24 % des Gebäudebestands aus, deutlich mehr als in Bad Nenndorf (13 %). Dies spiegelt die stärker wohnlich geprägte, ländlich-suburbane Struktur dieser Orte wider.

Ebenso zeigt sich in Bad Nenndorf ein deutlich urbanerer Charakter durch die Ballung von Handels- und Dienstleistungsflächen sowie öffentlichen Einrichtungen, während die Umlandgemeinden stärker durch Wohnnutzung und geringe Anteile an Infrastruktureinrichtungen geprägt sind.

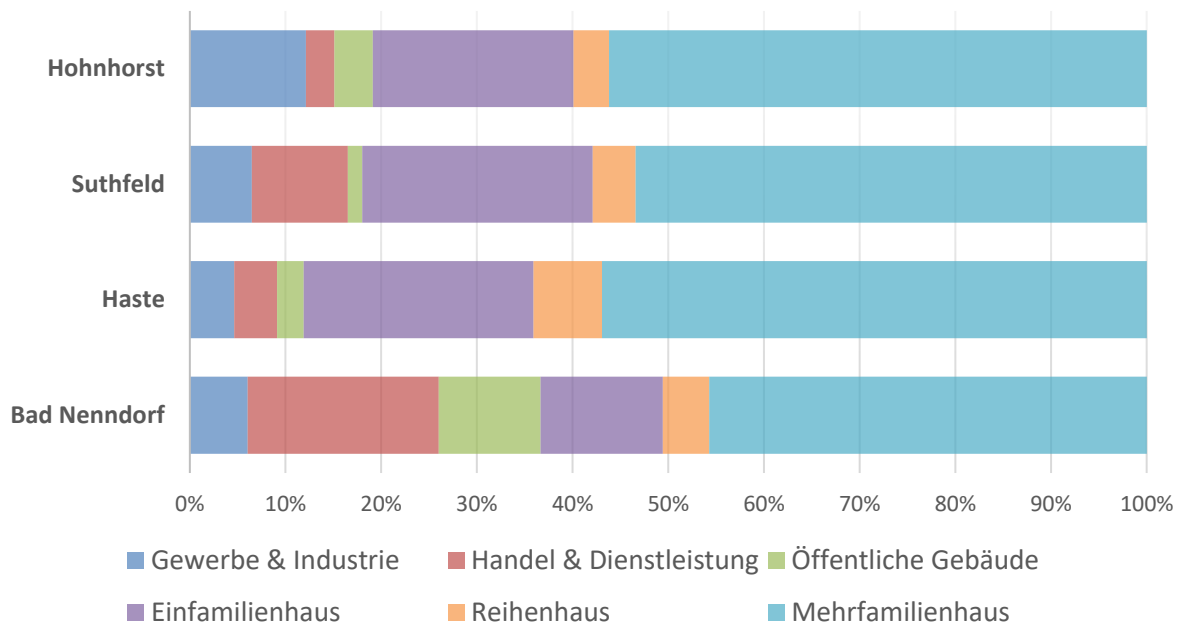


Abbildung 2-5: Vergleich der Nutzungsanteile der Gebäude nach beheizter Nutzfläche in den Mitgliedsgemeinden

Einordnung des hohen Anteils an Mehrfamilienhäusern

Der auffallend hohe Anteil an Mehrfamilienhäusern (MFH) innerhalb der Samtgemeinde Nenndorf, insbesondere in den Mitgliedsgemeinden Haste, Hohnhorst und Suthfeld, ist im Kontext der Datenbasis und Klassifikationsmethode zu betrachten. Die Zuordnung der Gebäudetypen in den Wohngebäuden erfolgte auf Grundlage der beheizten Nutzflächen.

Gebäude mit einer besonders großen beheizten Fläche wurden dabei systematisch als Mehrfamilienhäuser eingestuft, unabhängig davon, ob sie tatsächlich über mehrere abgeschlossene Wohneinheiten verfügen oder nicht. Gerade im ländlichen Raum ist jedoch davon auszugehen, dass viele Wohngebäude größere Wohnflächen pro Einheit aufweisen, z. B. durch Anbauten, Einliegerwohnungen, großzügige Grundrisse oder Nebengebäude mit Wohnnutzung. Solche Strukturen finden sich häufig bei landwirtschaftlich genutzten Anwesen, ehemaligen Hofstellen oder auch modernisierten Einfamilienhäusern mit großen Wohnflächen.

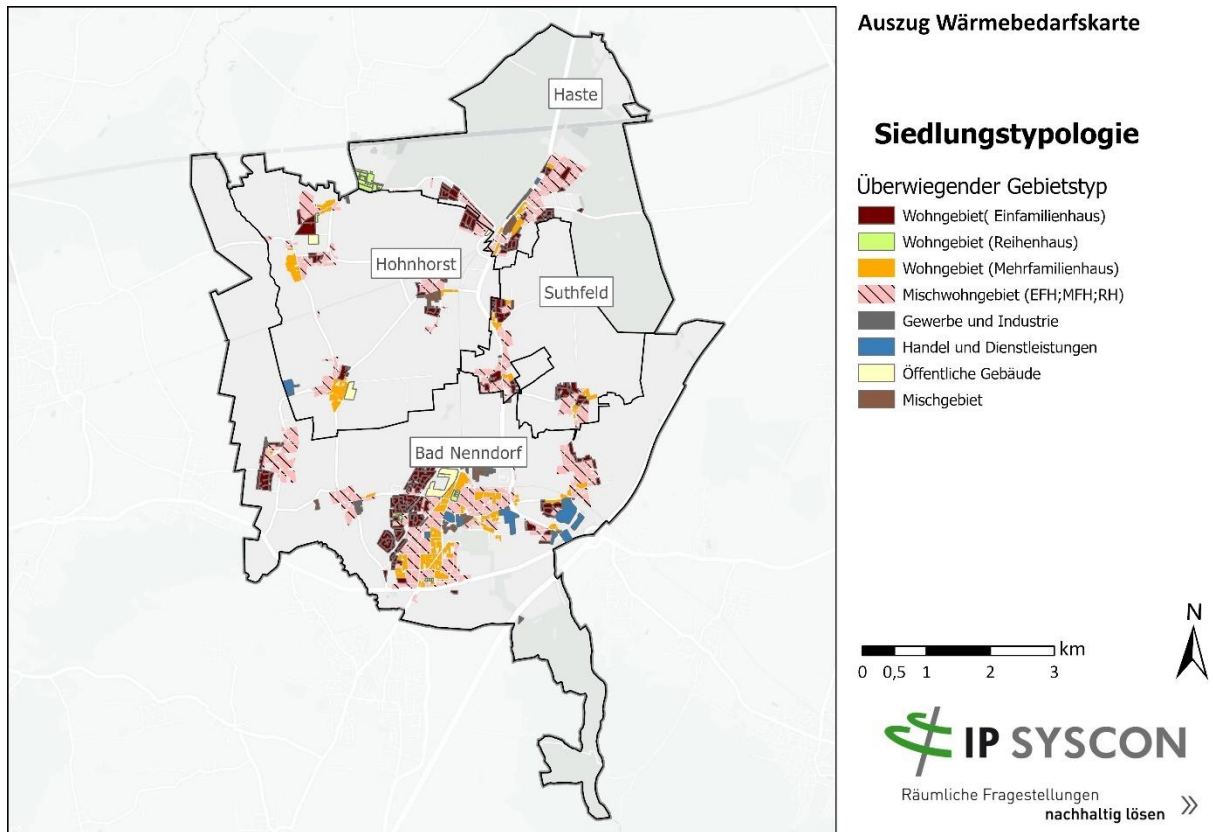


Abbildung 2-6: Verteilung der überwiegenden Gebäudenutzungen in der Samtgemeinde

Siedlungsentwicklung

Ein bedeutender Teil des Gebäudebestands in der Samtgemeinde Nenndorf wurde in den Jahrzehnten nach dem Zweiten Weltkrieg errichtet. Rund 76% stammen aus der Zeit vor 1979, also vor dem Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung. Die Gebäude, die vor diesem Datum gebaut wurden, weisen daher in der Regel eine schlechtere Dämmung und höhere Wärmeverluste auf.

Jüngere Gebäude (Baujahr 2001 und später) machen zusammen etwa 12 % des Bestands aus.

Die Gebäude in der Samtgemeinde Nenndorf stammen überwiegend aus den Jahren 1949 bis 1978, mit Anteilen zwischen 60% und 40% in allen Mitgliedsgemeinden.

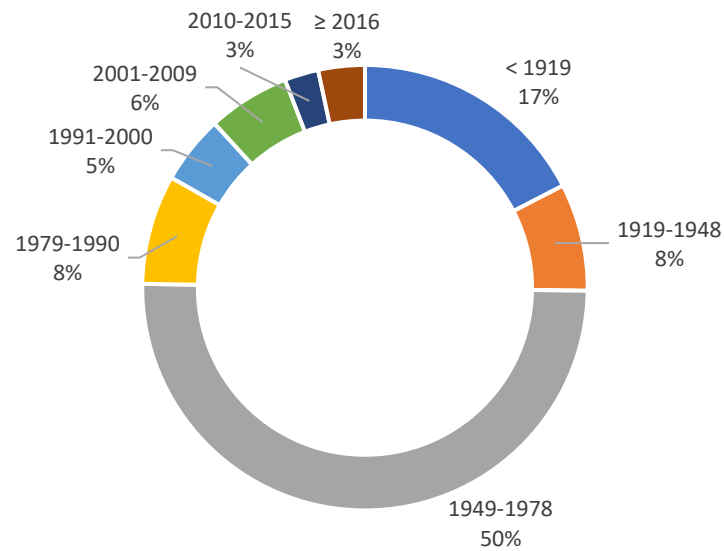


Abbildung 2-7: Verteilung der Baualtersklassen (Samtgemeinde)

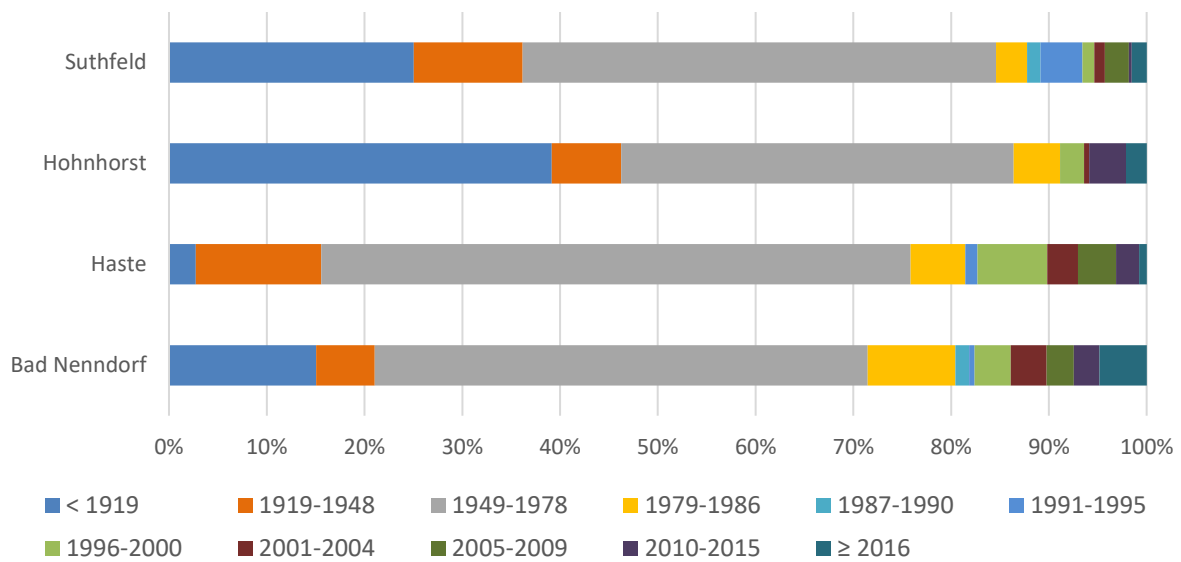


Abbildung 2-8: Verteilung der Baualtersklassen nach Mitgliedsgemeinde

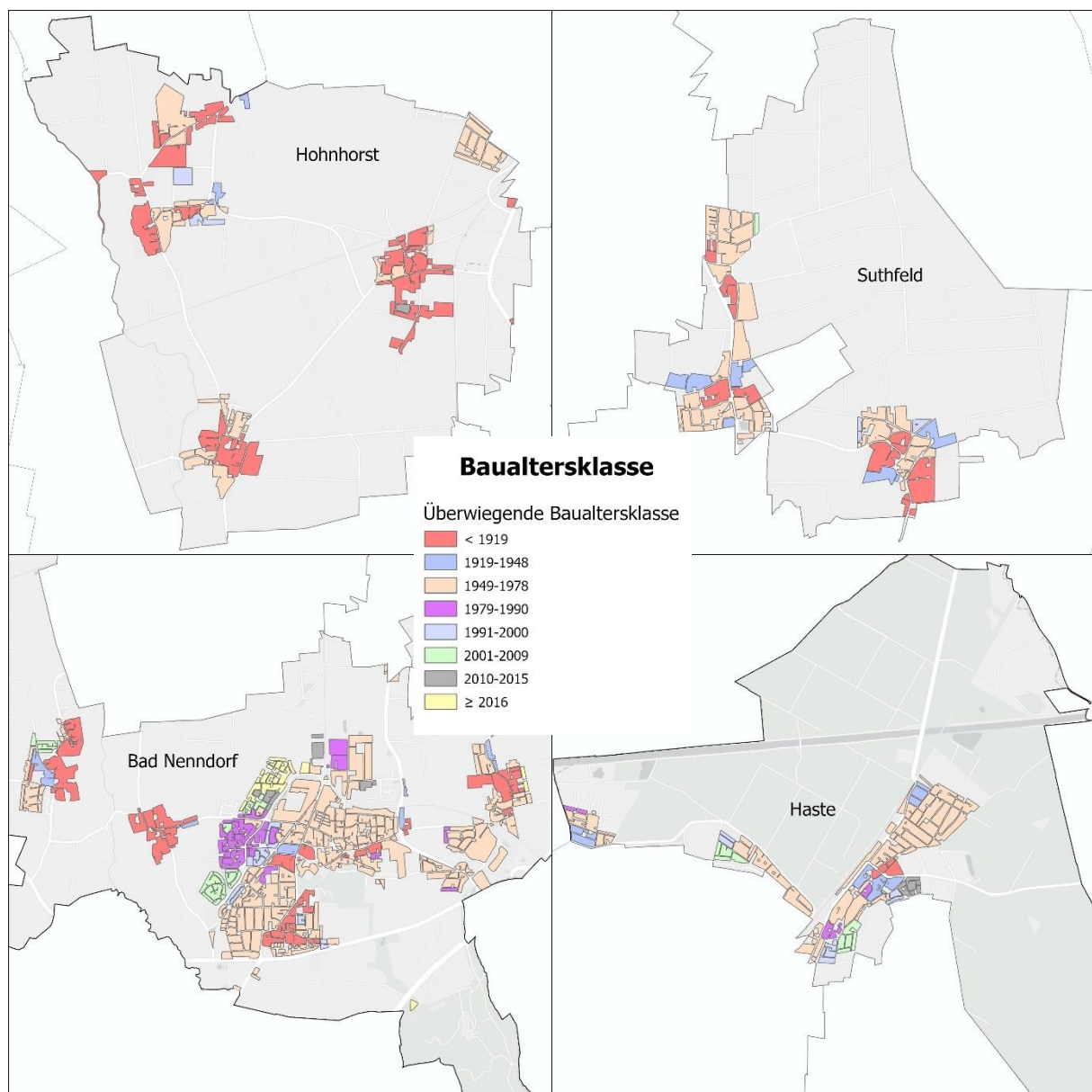


Abbildung 2-9: Entwicklung der Bebauung in den Mitgliedsgemeinden (Clusterebene)

2.6.3 Bestehende Wärmeversorgungsinfrastruktur

Die Wärmeversorgung in der Samtgemeinde Nenndorf erfolgt derzeit überwiegend dezentral und basiert auf einer Vielzahl von Energieträgern und Versorgungssystemen. Die bestehende Energieinfrastruktur ist heterogen und unterscheidet sich je nach Ortsteil und Gebäudetyp. Der Einsatz fossiler Energieträger ist noch weit verbreitet, wird jedoch zunehmend durch erneuerbare und leitungsgebundene Systeme ergänzt.

Wärmenetze

Aktuell besteht in der Stadt Bad Nenndorf ein Wärmenetz, das an die Biogasanlage der Bioenergie Nenndorf GmbH & Co. KG angeschlossen ist und zur Versorgung des Hallenbads sowie der beiden angrenzenden Sporthallen dient.

Es bestehen weitere Pläne und erste Untersuchungen für den Aufbau eines Wärmenetzes auf der Basis von Bioenergie in Hohnhorst-Scheller.



Abbildung 2-10: Übersicht des bestehenden Wärmenetz (links) und des potenziellen Wärmenetz in Planung in Hohnhorst-Scheller (rechts)

Gasnetze

Die Versorgung mit Erdgas ist flächendeckend in allen Mitgliedsgemeinden vorhanden. Erdgas stellt aktuell den mengenmäßig bedeutendsten Energieträger dar. Insgesamt sind 4.592 Gebäude an das Erdgasnetz angeschlossen, das entspricht etwa 74 % aller Gebäude, die einen Erdgasanschluss haben.

Heizungsanlagen

Grundlage der Erhebung zur Energieträgerverteilung sind Daten der Netzbetreiber sowie Angaben der Schornsteinfeger.

Die Wärmeversorgung erfolgt größtenteils dezentral über kleinere Heizungsanlagen in den Gebäuden. Insgesamt wurden Daten zu 8.201 Heizungsanlagen in der Samtgemeinde Nenndorf von den Schornsteinfegern übermittelt.

Die nichtleitungsgebundene Wärmeerzeugung erfolgt hauptsächlich über Heizöl und Biomasse (Pellets, Scheitholz), die Energieträger Flüssiggas, Steinkohle sowie Braunkohle spielen eine eher geringe Rolle und kommen nur vereinzelt zum Einsatz.

In allen Mitgliedsgemeinden spielt Biomasse eine relevante Rolle in der Wärmeversorgung. Dabei handelt es sich jedoch häufig um Einzelöfen und Kamine, die vorrangig zur Unterstützung bestehender Heizsysteme genutzt werden. In den Gemeinden Haste (37%), Hohnhorst (41 %) und Suthfeld (43%) ist der Anteil der installierten Heizungsanlagen mit Biomasse sehr hoch. Heizöl ist vor allem in Haste (23%) und Hohnhorst (24%) noch relativ häufig als Energieträger im Einsatz.

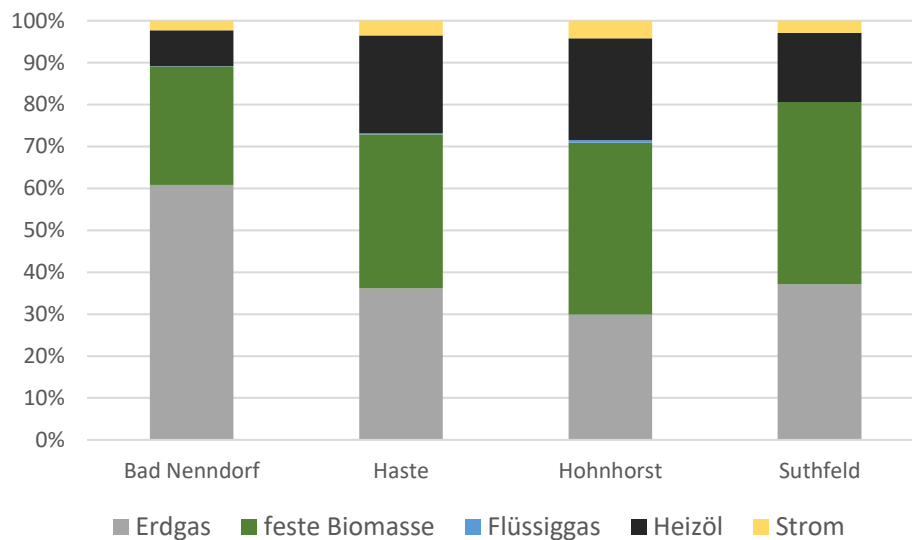


Abbildung 2-11: Prozentuale Verteilung der Energieträger in den Heizungsanlagen (Gesamtanzahl aller Heizungsanlagen)

Die leitungsgebundene Versorgung erfolgt primär über Erdgas und Stromanwendungen:

- 4.592 Gebäude werden mit Erdgas versorgt
- 3 Adressen sind ans bestehende Wärmenetze angeschlossen
- 235 Gebäude nutzen Strom zum Heizen, insbesondere in Neubauten

Diese Zahlen verdeutlichen die Relevanz dezentraler Heizsysteme und die noch relativ geringe Verbreitung strombasierter Heiztechnologien. Gleichzeitig zeigen sie zentrale Ansatzpunkte für die zukünftige Transformation der Wärmeversorgung hin zu erneuerbaren, emissionsarmen Systemen.

KWK-Anlagen

Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) haben bislang nur eine geringe Bedeutung in der Wärmeversorgung der Samtgemeinde. Laut Marktstammdatenregister sind derzeit insgesamt 23 KWK-Anlagen im Gemeindegebiet registriert, davon 20 Anlagen auf Erdgasbasis, 3 biogasbetriebene Anlagen, von denen eine die Wärme des Wärmenetzes bereitstellt.

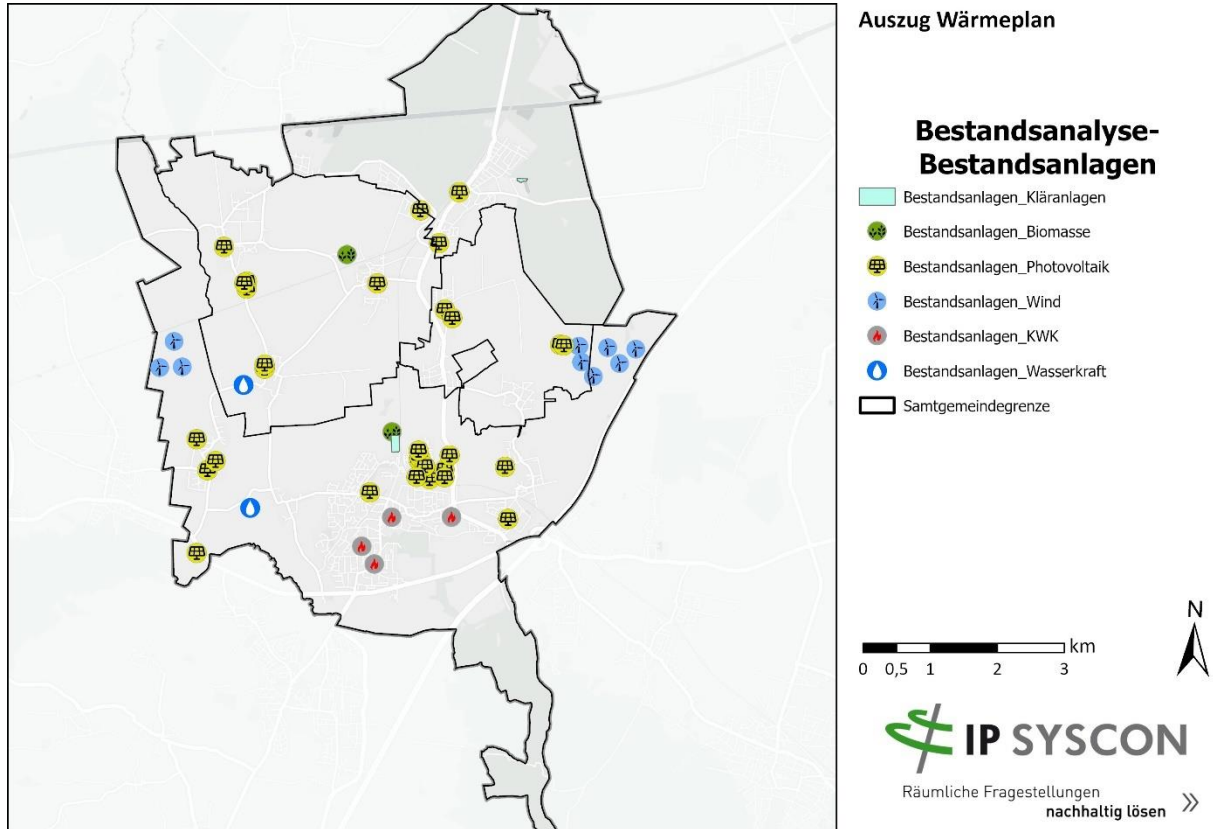


Abbildung 2-12: Darstellung der im Samtgemeindegebiet bestehenden Erzeugungsanlagen für Wärme und Strom

Wärmepumpen und Stromheizungen

Wärmepumpen sind in der Samtgemeinde derzeit noch wenig verbreitet, jedoch zunehmend von Bedeutung – vor allem in Neubauten.

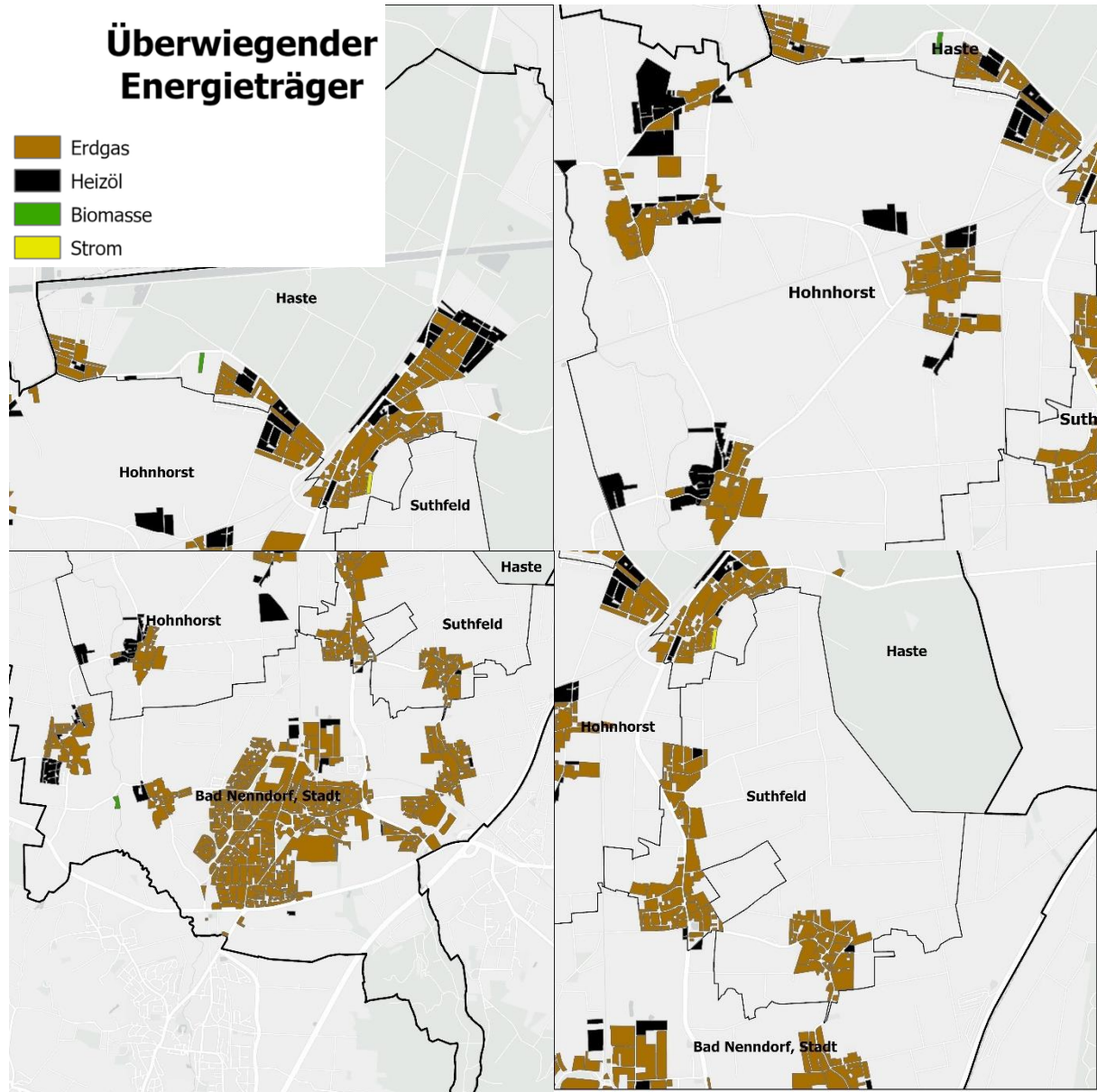


Abbildung 2-13: Verteilung der jeweils dominierenden Energieträger in den Clustergebieten der Mitgliedsgemeinden

Einbaujahr der fossilen Heizungen

Die Daten zum Einbaujahr der Heizungsanlagen in Gebäuden basieren auf den Kkehrbuchaufzeichnungen der Bezirksschornsteinfeger. Die Auswertung zeigt, dass rund 2290 der Gas- und Ölheizungen vor dem Jahr 2005 installiert wurden. Diese Anlagen erreichen zunehmend das Ende ihrer technischen Lebensdauer und stehen daher kurz- bis mittelfristig zur Erneuerung an.

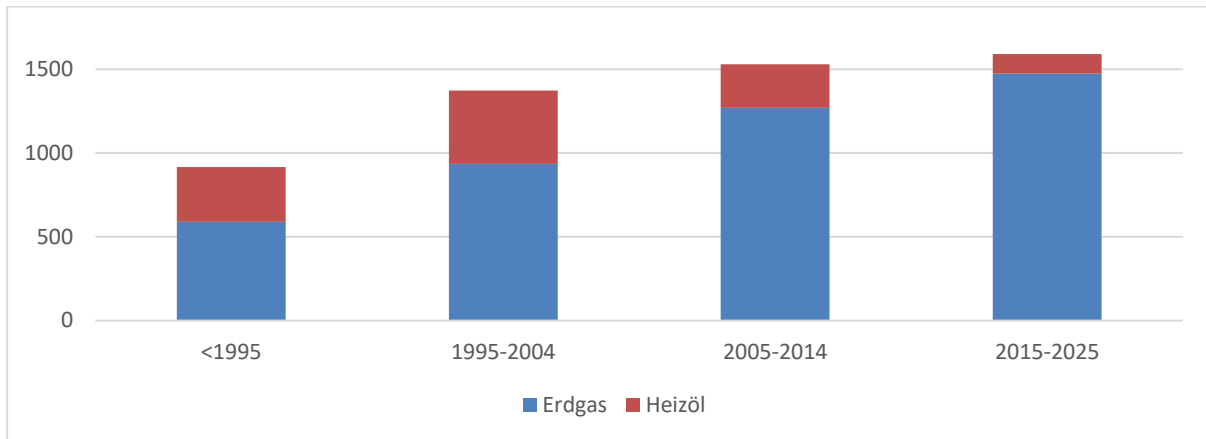


Abbildung 2-14: Anzahl der installierten Erdgas- und Heizöl-Heizungen nach Baujahr

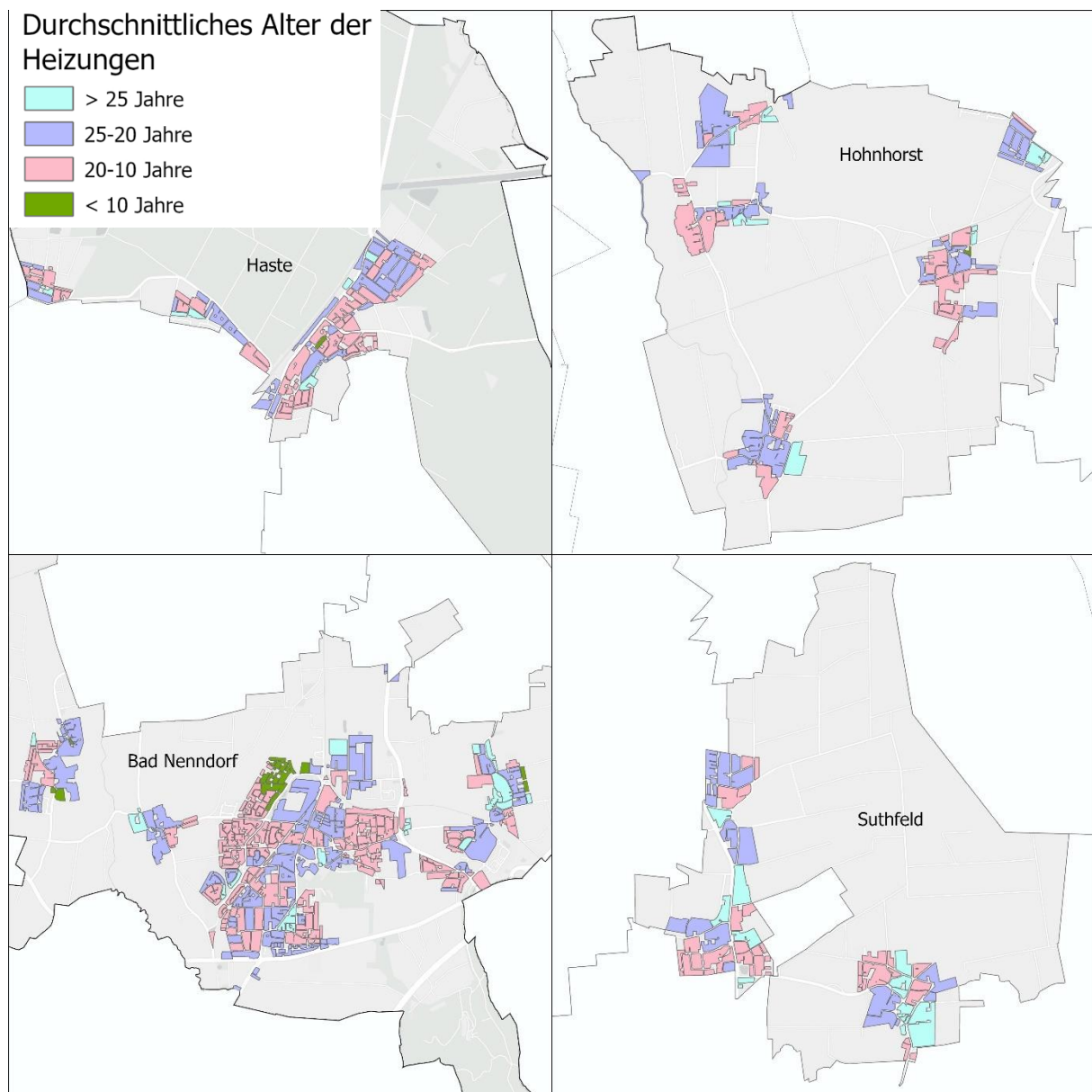


Abbildung 2-15: Darstellung des durchschnittlichen Heizungsalters in den Mitgliedsgemeinde für die Clustergebiete

2.6.4 Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfs

Die Analyse des räumlich aufgelösten Energiebedarfs für Wärme in der Samtgemeinde Nenndorf basiert auf der Auswertung von insgesamt 6.196 beheizten Gebäuden. Der berechnete *Endenergiebedarf* für Wärme ohne Berücksichtigung des Sanierungsstandes der Gebäude, liegt bei 303.692 MWh. Der Energiebedarf ergibt sich aus der Berechnung anhand der baulichen und energetischen Struktur der Gebäude.

Die sektorale Betrachtung des Wärmebedarf macht deutlich, dass Wohngebäude mit rund 235.563 MWh den größten Anteil ausmachen und damit etwa 77% des Gesamtbedarf abdecken. Dieser Wert spiegelt sowohl die hohe Anzahl an Wohngebäuden als auch die typischen Heizbedarfe in Ein- und Mehrfamilienhäusern wider.

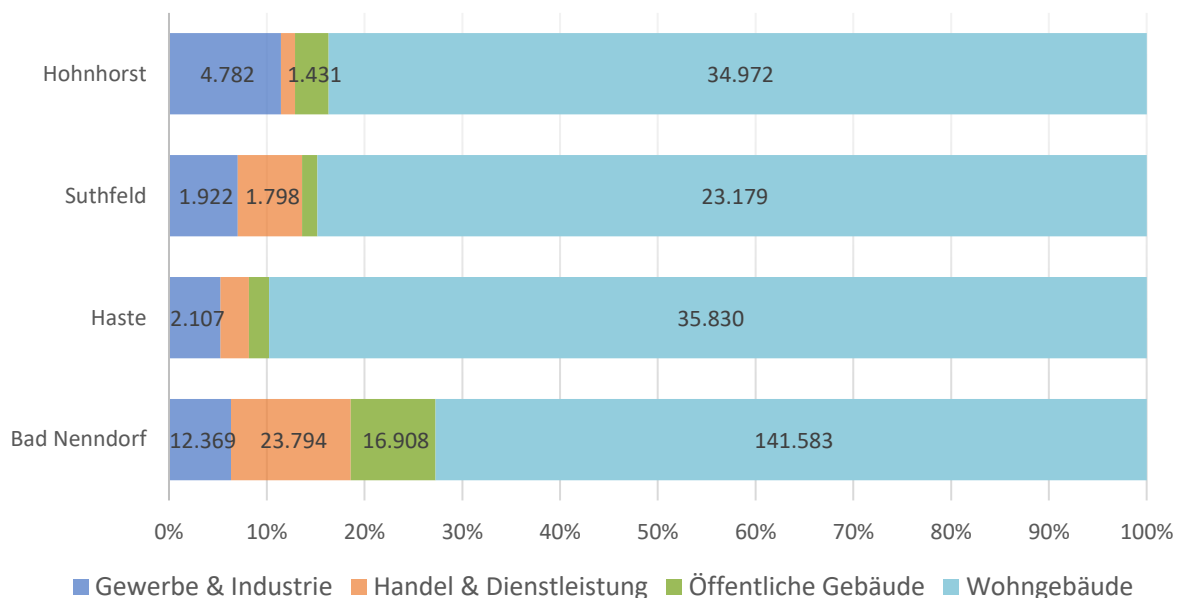


Abbildung 2-16: Sektoraler Wärmebedarf in den Mitgliedsgemeinden Nenndorf (Werte in MWh/a)

Einen Überblick über die räumliche Verteilung des Wärmebedarfs vermittelt die Aggregation der gebäudescharfen Bedarfsdaten auf Baublockebene in den Clustergebieten. Darüber lassen sich gezielt Gebiete mit hohem Wärmebedarf identifizieren (vgl. Abbildung 2-18). Zur Auswertung und Bewertung der Daten wurden Wärmedichtekarten erstellt.

Wärmedichtekarten bilden die räumliche Verteilung der Wärmebedarfe ab. Die Darstellungsart macht sichtbar, in welchen Gebieten (Straßen oder Quartiere) besonders hohe Wärmebedarfe auftreten, typischerweise in kompakt bebauten Wohnlagen oder Gewerbegebieten, und wo die Wärmenachfrage eher gering ausfällt, etwa in locker bebauten Randlagen oder Streusiedlungen.

Diese kartografische Darstellung ermöglicht eine gezielte Identifikation potenzieller Eignungsgebiete für Wärmenetze. Eine erste Einteilung erfolgt gemäß den Empfehlungen des Leitfadens Kommunale Wärmeplanung der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW) in fünf Wärmedichteklassen mit jeweils unterschiedlicher Eignung für leitungsgebundene Wärmeversorgung:

Tabelle 2-4: Zuordnung Wärmedichteklassen zur Eignung von Wärmenetzen in Clustergebieten (Quelle: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2020))

Wärmedichteklasse (MWh/ha*a)	Beschreibung	Eignung für Wärmenetze
< 70	Sehr geringe Dichte (Einzellagen, Streusiedlungen)	Kein technisches Potenzial
70–175	Geringe Dichte (überwiegend EFH, Randlagen)	Wärmenetze in Neubaugebieten empfohlen (z. B. kalte Netze)
175–415	Mittlere Dichte (Bestandssiedlungen, Mischgebiete)	Empfohlen für Niedertemperatur-Wärmenetze im Gebäudebestand
415–1.050	Hohe Dichte (geschlossene Wohnquartiere, Ortskerne)	Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand
> 1.050	Sehr hohe Dichte (Gewerbe, verdichtete Quartiere)	Sehr hohe Eignung für den Ausbau von Wärmenetzen

Diese Einteilung dient als Orientierungsrahmen bei der Identifikation von Eignungsgebieten für Wärmenetze in der kommunalen Wärmeplanung. Die Einschätzung berücksichtigt dabei technische, wirtschaftliche und infrastrukturelle Aspekte.

Abbildung 2-18 zeigt die räumliche Verteilung der Wärmedichte innerhalb der Quartiere der Samtgemeinde Nenndorf. Die Darstellung basiert auf dem berechneten jährlichen Energiebedarf pro Fläche (in Megawattstunden pro Hektar und Jahr, MWh/ha*a) und ermöglicht eine differenzierte Bewertung des Wärmebedarfs im Siedlungsraum.

Gebiete mit hoher Wärmedichte ($> 415 \text{ MWh/ha*a}$) werden insbesondere in den Ortszentren und verdichteten Wohnquartieren ausgewiesen. In diesen Bereichen kann die Errichtung oder der Ausbau von leitungsgebundenen Wärmenetzen wirtschaftlich sinnvoll und unter bestimmten Bedingungen technisch gut umsetzbar sein. In locker bebauten oder ländlich geprägten Bereichen mit geringer Wärmedichte ist hingegen eher von einer dezentralen Einzelversorgung auszugehen.

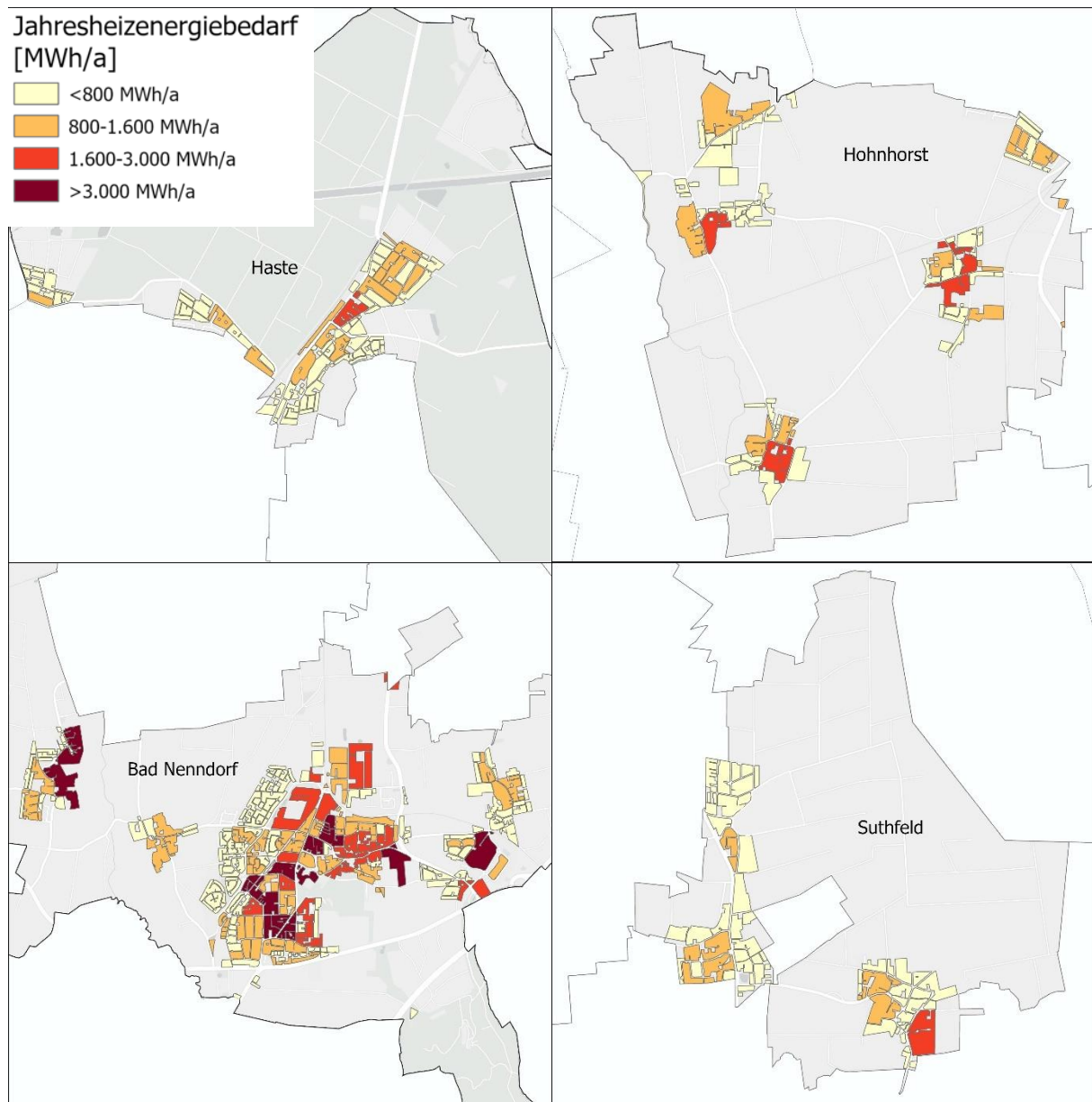


Abbildung 2-17: Absolute Jahresheizenergiebedarfe (Aggregation in Clustergebiete)

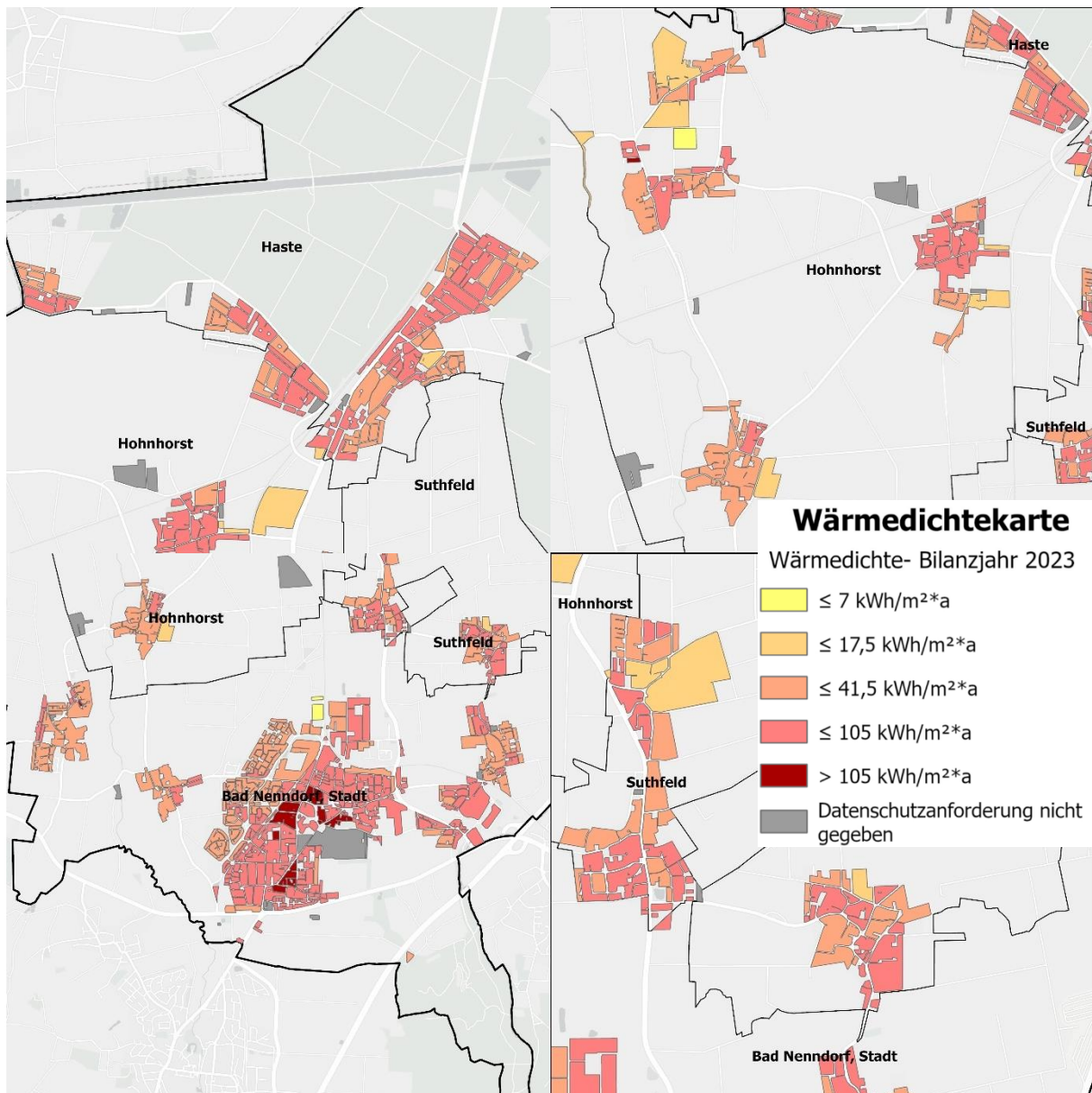


Abbildung 2-18: Wärmedichte in den Mitgliedsgemeinden (Aggregation in Clustergebiete)

Die Auswertung der Wärmedichte entlang der Straßenachsen, angegeben in kWh pro laufendem Straßenmeter ergibt die Wärmeliniendichte. Sie unterstützt vor allem als Planungs- und Entscheidungsgrundlage, um zu beurteilen, in welchen Bereichen eine leitungsgebundene Wärmeversorgung wirtschaftlich sinnvoll erscheint und wo dezentrale Einzelversorgungssysteme vorzuziehen sind.

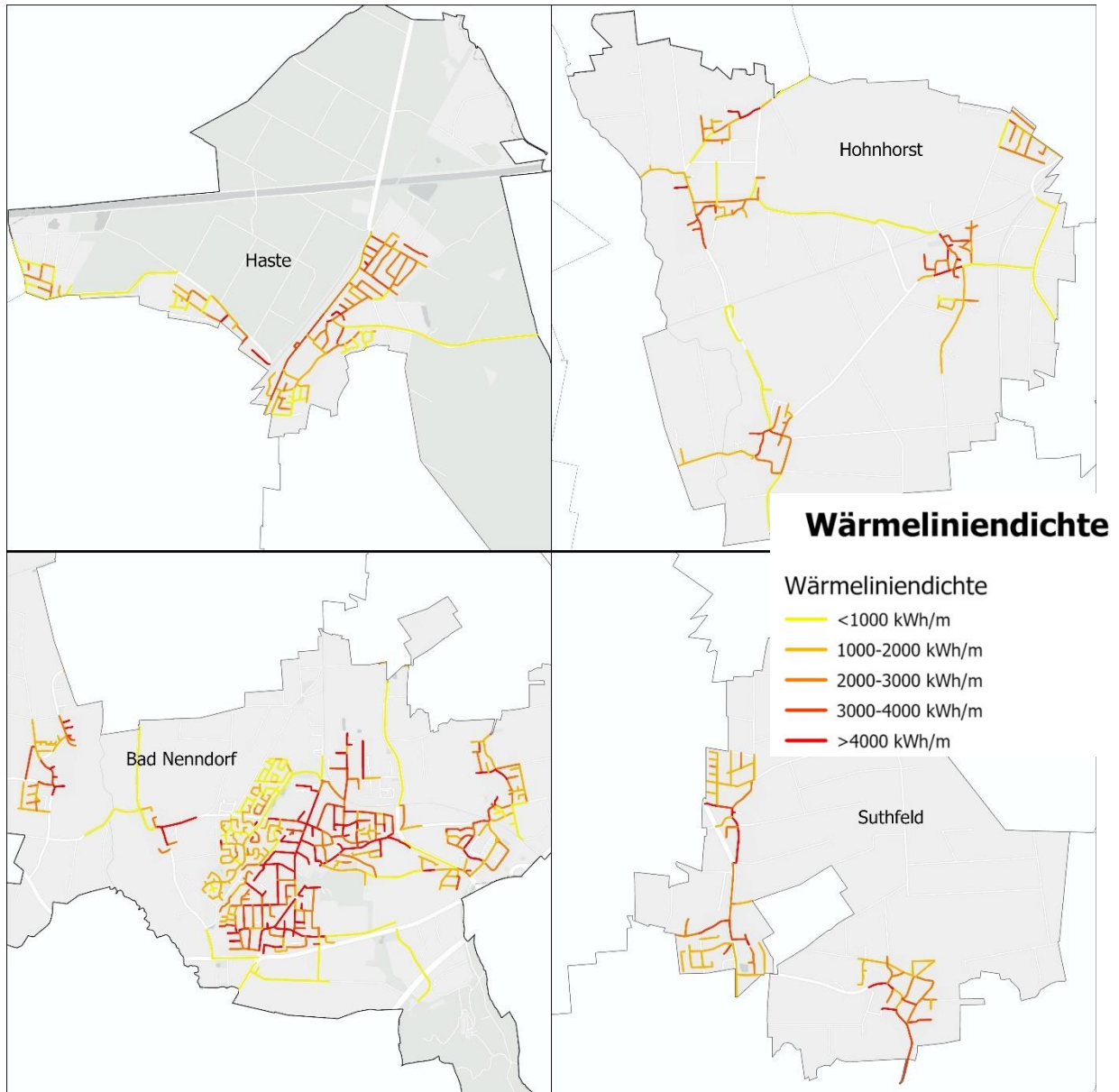


Abbildung 2-19: Spezifischer Wärmeenergiebedarf pro Straßenmeter (Wärmeliniendichte MWh/m*a)

2.6.5 Energie- und Treibhausgasbilanz

Die Auswertung des gesamten Wärmebedarfs in der Samtgemeinde Nenndorf zeigt wie beschrieben eine klare Dominanz fossiler Energieträger. Mit einem jährlichen Bedarf von ca. 207.000 MWh stellt Erdgas den am häufigsten genutzten Energieträger dar, dies entspricht einem Anteil von 68% am Gesamtbedarf. An zweiter Stelle folgt Heizöl mit etwa 84.000 MWh bzw. 28%.

Feste Biomasse, z. B. in Form von Holzöfen oder Pelletheizungen, trägt mit knapp 12.000 MWh etwa 4 % zum Gesamtbedarf bei. Der Einsatz von Biogas, hauptsächlich in Verbindung mit KWK-Anlagen, liegt bei rund 530 MWh. Der Anteil des Stroms, etwa durch Wärmepumpen oder Direktheizsysteme, ist mit knapp 810 MWh derzeit noch gering.

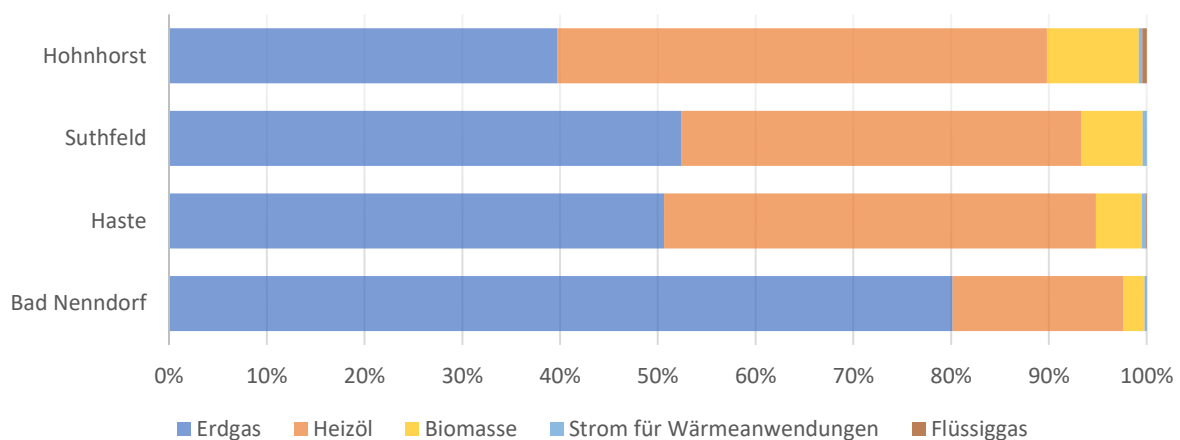


Abbildung 2-20: Anteil der Energieträger am Gesamtbedarf in den Mitgliedsgemeinden

Für die Bewertung der aktuellen Situation sowie die Ableitung von Klimaschutzzielen ist eine fundierte Erfassung des Wärmebedarfs und der damit verbundenen Treibhausgasemissionen unerlässlich. Eine Treibhausgasbilanz (THG-Bilanz) bildet die Grundlage, um Maßnahmen zur klimaneutralen Umgestaltung der Wärmeversorgung gezielt zu entwickeln, zu priorisieren und effizient umzusetzen.

Dazu wurde den Wärmebedarfen der Gebäude die in Tabelle 2.3. aufgeführten Treibhausgasemissionsfaktoren je nach Heizart zugeordnet.

Die Analyse der THG-Emissionen zeigt deutlich, dass der Wohngebäudesektor den mit Abstand größten Beitrag zu den wärmebedingten Emissionen in der Samtgemeinde leisten. Rund 78 % der Gesamtemissionen entfallen auf Wohngebäude, gefolgt von Gewerbe und Industrie mit 7%. Öffentliche Gebäude sowie der Bereich Handel und Dienstleistungen tragen jeweils nur rund 6 bzw. 7 % zu den Gesamtemissionen bei.

Mit Blick auf die Energieträger ist Erdgas mit einem Anteil von 66% der größte Verursacher von THG-Emissionen im Wärmesektor. An zweiter Stelle steht Heizöl mit 33%, das trotz eines geringeren Verbrauchsanteils überdurchschnittlich stark zur Emissionsbilanz beiträgt. Feste Biomasse spielt mit 1 % nur eine untergeordnete Rolle.

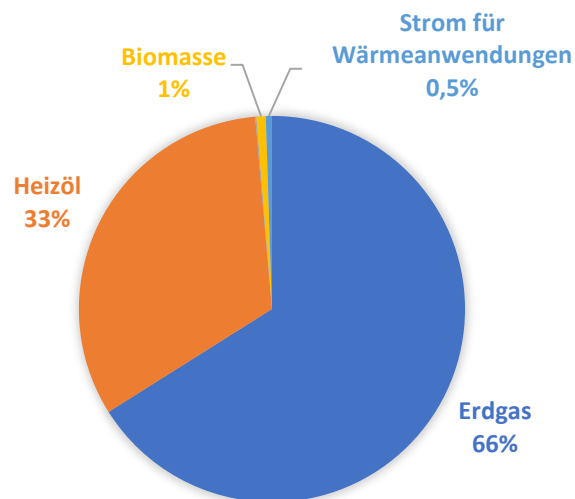


Abbildung 2-21: Anteil der Energieträger an den THG-Emissionen

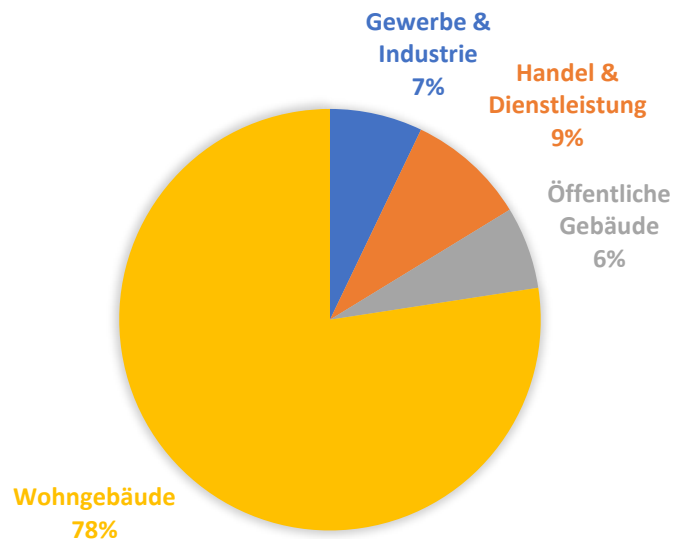


Abbildung 2-22: Verteilung der THG-Emissionen nach Sektoren

Der Beitrag der einzelnen Energieträger zu den Treibhausgasemissionen unterscheidet sich zum Teil deutlich von ihrem Anteil am tatsächlichen Wärmebedarf. Dies liegt an den variierenden Emissionsfaktoren der Energieträger also daran, wie viele Treibhausgase bei der Erzeugung einer Kilowattstunde Wärme ausgestoßen werden. Energieträger wie Heizöl verursachen im Verhältnis zu ihrem Verbrauch vergleichsweise hohe Emissionen, während z. B. Biomasse deutlich geringere Emissionen pro erzeugter Wärmeeinheit aufweisen.

Die Ergebnisse verdeutlichen die Notwendigkeit, insbesondere fossile Energieträger wie Erdgas und Heizöl rasch zu substituieren, um die Klimaziele im Wärmesektor (Treibhausgasneutralität bis 2040 nach NKlimaG oder bis 2045 nach Wärmeplanungsgesetz des Bundes) zu erreichen.

3 Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse bildet die zweite zentrale Phase der kommunalen Wärmeplanung und untersucht, in welchem Umfang in der Samtgemeinde Nenndorf künftig klimafreundliche Energiequellen zur Wärmeversorgung genutzt werden können. Ziel ist es, sowohl nutzbare Potenziale für die Reduktion des Wärmebedarfs als auch für den Einsatz erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme systematisch zu erfassen, räumlich zu verorten und deren Beitrag zur künftigen Wärmeversorgung energetisch zu bewerten.

Die Datengrundlage umfasst insbesondere Flächen- und Nutzungskarten (z. B. aus ALKIS oder dem Basis-DLM), Geodaten zu vorhandener Infrastruktur (Wärmebedarfsdaten), Umwelt- und Klimadaten (z. B. solare Einstrahlung, Windgeschwindigkeiten, hydrogeologische Informationen) sowie Unternehmensdaten zur Ermittlung industrieller Abwärme. Ergänzt wird dies durch statistische und planerische Informationen zur Bebauung, Bevölkerung und Wirtschaftsstruktur.

Das methodische Vorgehen basiert auf einer geografischen Auswertung dieser Daten, der Bewertung technischer und räumlicher Eignung sowie der energetischen Quantifizierung der Potenziale. Die Ergebnisse bilden die Grundlage für die spätere Entwicklung von Versorgungsszenarien und Handlungsempfehlungen im Sinne einer langfristig klimaneutralen Wärmeversorgung.

Bewertung und Einordnung der ermittelten Potenziale

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden verschiedene Arten von Potenzialen systematisch betrachtet und – soweit möglich – energetisch quantifiziert. Dabei wird grundsätzlich zwischen theoretischen, technischen und erschließbaren Potenzialen unterschieden, wobei jede Potenzialstufe unterschiedliche Aussagen über die tatsächliche Nutzbarkeit trifft.

- Theoretische Potenziale umfassen die physikalisch maximal mögliche Energie, die in einer Ressource gespeichert ist – z. B. die gesamte Einstrahlungsmenge der Sonne auf alle geeigneten Dachflächen. Diese Potenziale sind wertvoll für eine grobe Abschätzung, lassen jedoch noch keine konkreten Rückschlüsse auf die reale Nutzung zu.
- Technische Potenziale berücksichtigen bereits Einschränkungen wie Flächennutzung, Verschattung oder technische Umsetzbarkeit. Für Photovoltaik bedeutet dies beispielsweise: nur geneigte Dachflächen mit ausreichender Ausrichtung und Neigung werden einbezogen, wobei der Denkmalschutz bei vorhandenen Daten berücksichtigt werden kann.
- Erschließbare Potenziale gehen einen Schritt weiter und beziehen zusätzlich rechtliche, wirtschaftliche und infrastrukturelle Rahmenbedingungen mit ein. Diese umfassen u. a. Fragen der Genehmigungsfähigkeit, Erschließungskosten oder der Integration in bestehende Netze. Für Geothermie etwa werden nur Gebiete betrachtet, in denen die Nutzung gemäß hydrogeologischer Bedingungen und wasserrechtlicher Vorgaben zulässig ist.

Für die kommunale Wärmeplanung in der Samtgemeinde Nenndorf lag der Fokus primär auf der technischen Potenzialermittlung, ergänzt durch erschließbare Potenziale in Bereichen mit bekannt

restriktiven Rahmenbedingungen, etwa bei Geothermie oder Abwärmenutzung. Die theoretischen Potenziale wurden nur informativ ausgewiesen, um das Gesamtbild der verfügbaren Ressourcen abzurunden.

3.1 Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs durch Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz

Zur Ermittlung der Einsparpotenziale im Gebäudesektor wurden unterschiedliche Sanierungsszenarien modelliert, die auf Annahmen zur Sanierungsrate, Sanierungstiefe und Sanierungsreihenfolge basieren. Die Berechnung erfolgte auf Grundlage gebäudescharfer Wärmebedarfsdaten, die mithilfe des Wärmebedarfsservices (WBS) simuliert wurden.

Ein zentrales Kriterium für die Abschätzung der Entwicklung im Gebäudebestand ist die Sanierungsrate, also der Anteil der Gebäude, die pro Jahr energetisch modernisiert werden. Hierzu wurden zwei Szenarien definiert: ein konservatives Szenario a mit einer jährlichen Sanierungsrate von 1,1 %, ein ambitioniertes Zielszenario mit 1,6% (Szenario 2).

Ergänzend dazu wurde für die Sanierungstiefe folgende Werte angenommen¹: 90 % der angenommenen Sanierungen sind Teilsanierungen (Fenster- und Dachdämmung), 10 % wurden als Vollsaniierungen (umfassende Gebäudesanierung aller Gewerke) modelliert. Für die Bewertung der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) der Bauteile in sanierten Zuständen wurden die Anforderungen gemäß der aktuellen Fassung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) herangezogen. Eine Auflistung der verwendeten U-Werte für den Ist-Zustand sowie für die Sanierungszustände teil- und vollsaniert findet sich in der Tabelle im Anhang 8-1.

Zur Priorisierung der Gebäude kam ein Worst-Performing-Ansatz zum Einsatz: Sanierungen wurden vorrangig bei Gebäuden mit dem höchsten spezifischen Wärmebedarfe angesetzt, da hier die größten Einsparpotenziale vermutet werden. Gebäude mit bereits geringem Wärmebedarfe wurden im Modell hingegen mit einer niedrigen Sanierungswahrscheinlichkeit belegt.

Die Berechnung erfolgte in zwei Schritten: Zunächst wurde das theoretische Einsparpotenzial pro Gebäude für den teil- und vollsanierten Zustand berechnet. Anschließend wurden diese Werte unter Berücksichtigung der jeweiligen Sanierungsrate und -tiefe auf die Gesamtzahl der Gebäude in den Szenarien (Stützjahre z.B. 2030, 2040) übertragen. So konnten projektspezifische Wärmebedarfsszenarien entwickelt werden, die das zukünftig mögliche Einsparpotenzial im Gebäudesektor realitätsnah abbilden. Diese können so auch in den unterschiedlichen Aggregationsstufen abgebildet werden.

¹ Nach: https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/PDF-Anlagen/BEG/beg-reporting-20240425.pdf?__blob=publicationFile&v=3

Im Bereich des Warmwasserwärmebedarfs wird davon ausgegangen, dass bis 2040 keine nennenswerten Reduzierungen zu erzielen sind. Der Bedarf ist in hohem Maße durch nutzungsbedingte Anforderungen geprägt und unterliegt nur begrenzt technischen Einsparpotenzialen. Da wesentliche Effizienzsteigerungen in der Warmwasserbereitung bereits umgesetzt sind, wird für diesen Bereich ein Einsparwert von 0 % angenommen.

Ergebnis

Im Ausgangsjahr beträgt der rechnerische kalibrierte Wärmebedarf für alle Gebäude insgesamt ca. 268 GWh/a. Hierbei wurden ausgehend vom berechneten Wärmebedarf von 303 GWh/a angenommen, dass ein Teil der Gebäude bereits energetisch saniert wurde und dies im Modell bei den Sanierungsszenarien als kalibrierter Wärmebedarf hinterlegt. In allen Szenarien ergibt sich bis zum Jahr 2040 eine messbare Reduktion:

Tabelle 3-1: Entwicklung des Jahresheizenergiebedarfs in den Szenarien unter Annahme unterschiedlicher Sanierungsraten; prozentuale Einsparung gegenüber dem Ist-Zustand in Klammern angegeben.

Szenario	2030 [GWh/a]	2035 [GWh/a]	2040 [GWh/a]
Szenario 1 (1,1 %)	265 (1%)	261 (3%)	255 (5%)
Szenario 2 (1,6 %)	263 (2%)	256 (4%)	246 (8%)

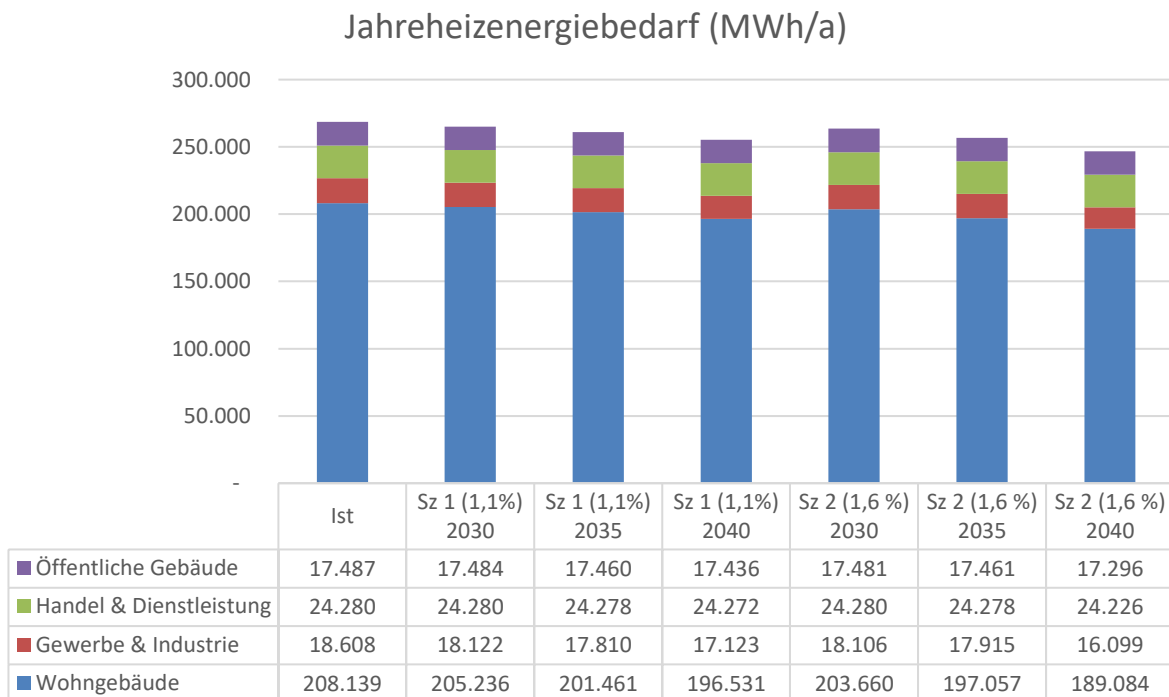


Abbildung 3-1: Entwicklung des Jahresheizenergiebedarfs im Ist-Zustand und in zwei Sanierungsszenarien bis 2040 nach Sektoren

Die Abbildung 3-1 zeigt die Entwicklung des gesamten Jahresheizenergiebedarfs in der Samtgemeinde im Ist-Zustand (kalibrierter Wärmebedarf) sowie in zwei Zukunftsszenarien mit unterschiedlichen

Sanierungsraten bis zum Jahr 2040. Insgesamt ist ein leichter Rückgang des Wärmebedarfs über alle Sektoren hinweg erkennbar. Der größte Anteil entfällt dabei durchgehend auf den Wohngebäudebestand.

Die Reduktion des Heizenergiebedarfs erfolgt vor allem durch energetische Sanierungen, wobei im ambitionierteren Szenario stärkere Einsparungen erreicht werden. Es wird jedoch deutlich, dass auch bei größeren Anstrengungen bei den Sanierungen in Zukunft noch erhebliche Energiemengen für die Wärmebereitstellung benötigt werden.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass zwar erhebliche technische Sanierungspotenziale bestehen, diese jedoch unter realistischen Annahmen zu Sanierungsquoten und -raten nur in sehr begrenztem Umfang auf gesamtstädtischer Ebene wirksam werden, während die Maßnahmen punktuell auf Ebene der einzelnen Gebäude einen starken Rückgang des Wärmebedarfs bewirken können. Eine wesentliche Senkung des städtischen Gesamtwärmebedarfs allein durch Sanierung ist daher nicht zu erwarten. Dies wird auch in Abbildung 3-2 ersichtlich.

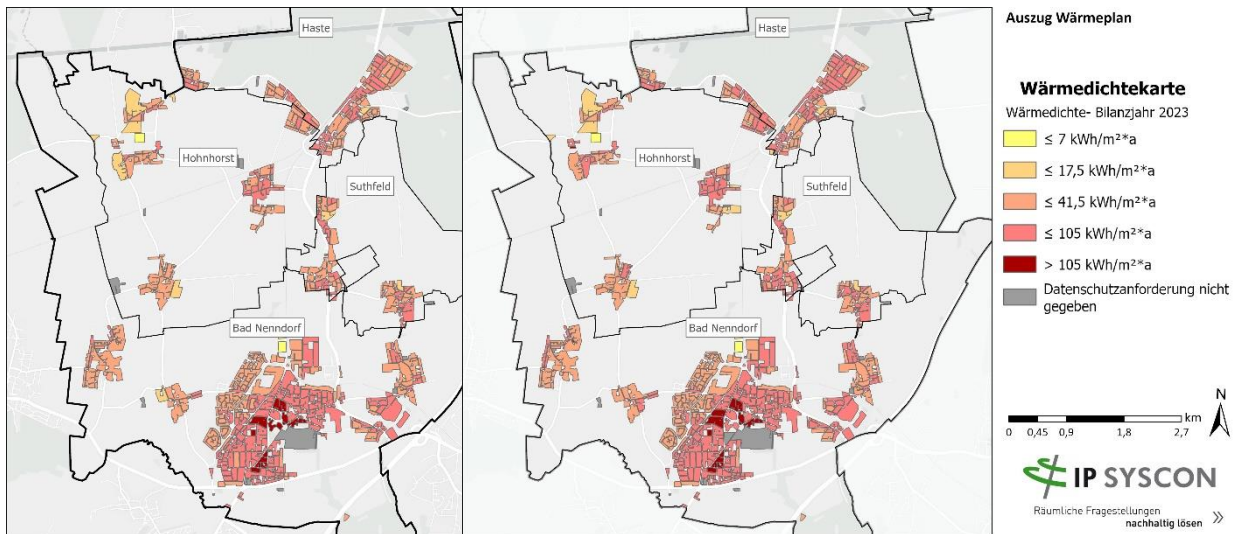


Abbildung 3-2: Gegenüberstellung der Wärmebedarfsdichte im Ist- Zustand und im Zieljahr 2040 (rechts) unter den getroffenen Annahmen einer Sanierungsrate von 1,6 %.

Effizienzpotenziale Prozesswärme

Die Abschätzung des zukünftigen Prozesswärmebedarfs basiert auf Kennwerten aus dem Technikkatalog des Kompetenzzentrums Kommunale Wärmewende (KWW), konkret aus dem niedrigen Pfad des T45 RedEff-Szenarios. Für die Analyse wurde den Nichtwohngebäuden, zusätzlich zum Jahresheizenergiebedarf, ein statistisch abgeleiteter spezifischer Prozesswärmebedarf zugewiesen, um den typischen Energieeinsatz in gewerblichen und industriellen Anwendungen abzubilden.

Unter Berücksichtigung der darin enthaltenen technischen Effizienzpotenziale für die einzelnen Sektoren ergibt sich ein mögliches Einsparpotenzial von bis zu 22 % im Bereich der Prozesswärme bis zum Jahr 2040. Die Entwicklung dieses Potenzials wird in der folgenden Abbildung dargestellt.

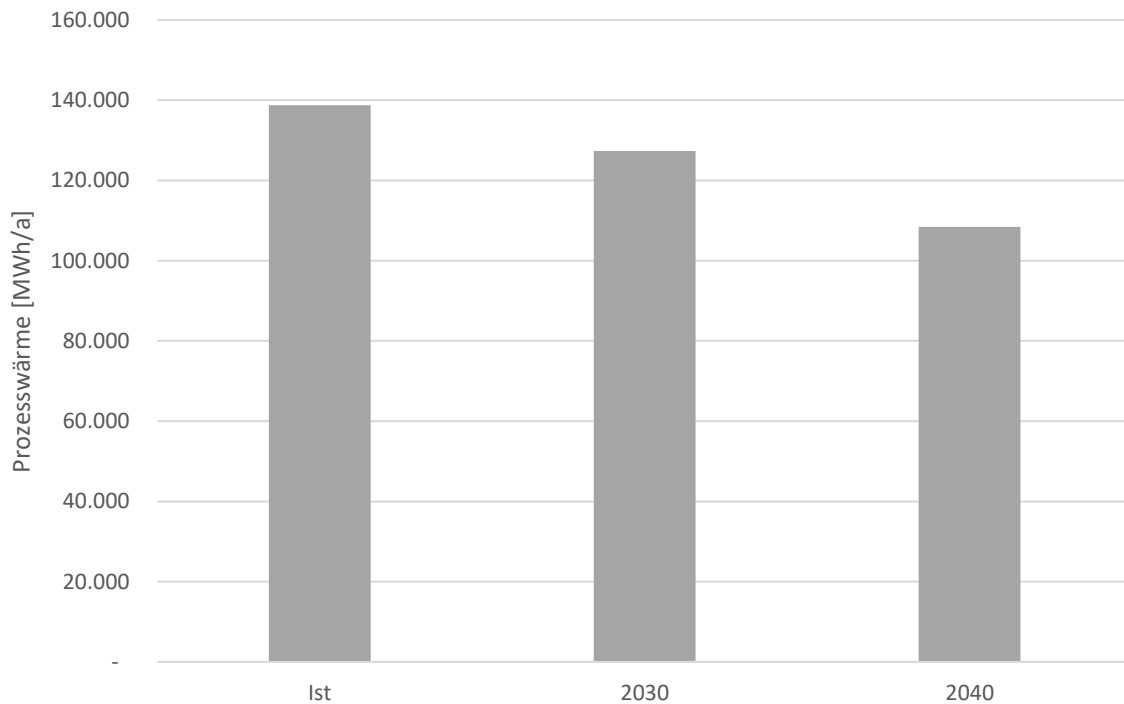


Abbildung 3-3: Entwicklung des theoretisch berechneten Prozesswärmebedarfs in der Samtgemeinde Nenndorf bis 2040

3.2 Geothermie

Hinsichtlich der energetischen Nutzung wird in Deutschland zwischen der tiefen (ab 400 m) und oberflächennahen (bis 400 m) Geothermie und Umgebungswärme unterschieden. Allen Systemen der Geothermie ist gemeinsam, dass ein Wärmeträgermedium (meist Wasser) zwischen Untergrund und Erdoberfläche zirkuliert und dabei Wärme aufnimmt. Das Temperaturniveau der tiefen Geothermie ist zumeist ausreichend, um ein Wärmenetz zu speisen, oder um Strom zu erzeugen. Oberflächennahe Erdwärmesysteme benötigen eine Wärmepumpe, um die dem Untergrund entzogene Wärme vom niedrigen Quelltemperaturniveau (Erdreichtemperatur) auf ein höheres, zur Gebäudebeheizung nutzbares, Temperaturniveau anzuheben. Zu den Oberflächennahen Erdwärmesystemen gehören die Erdwärmesonden und -kollektoren, die in Kombination mit Wärmepumpen funktionieren. In Niedersachsen gewinnt die oberflächennahe Geothermie zunehmend an Bedeutung, weil sie im Gegensatz zu den meisten anderen erneuerbaren Energieträgern wie Wind, Wasser oder Sonne eine Energieform ist, die unabhängig von Witterung, Tages- und Jahreszeit nahezu ständig zur Verfügung steht.

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurde zunächst das nutzbare oberflächennahe geothermische Potenzial in der Samtgemeinde Nenndorf systematisch untersucht. Dabei wurde zwischen den zwei technisch etablierten Systemen unterschieden:

- Erdwärmesonden (vertikale Erschließung bis ca. 100 m Tiefe)
- Erdwärmekollektoren (horizontale Verlegung in 1,2 bis 2,5 m Tiefe).

Beide Systeme nutzen die im Untergrund gespeicherte Wärme in Kombination mit elektrisch betriebenen Wärmepumpen zur Beheizung von Gebäuden. Die Analyse stützt sich auf die einschlägigen

gesetzlichen und technischen Grundlagen, insbesondere das Wasserhaushaltsgesetz (WHG), das Bundesberggesetz (BBergG), die VDI-Richtlinie 4640 sowie auf raumbezogene Geodaten zur Geologie, Nutzungseinschränkungen und Standorteignung.

3.2.1 Erdwärmesonden

Erdwärmesonden erschließen die Wärme im Untergrund durch vertikale Bohrungen. Die spezifische Wärmeentzugsleistung hängt wesentlich vom geologischen Aufbau, dem Feuchtigkeitsgehalt und der thermischen Leitfähigkeit des Untergrunds ab. Die Potenzialermittlung erfolgte unter Verwendung flächendeckender Daten des Landes Niedersachsen, die für unterschiedliche Untergrundtypen typische Entzugsleistungen in einer Bandbreite von etwa 40 bis 70 W/m ausweisen. Je nach geologischer Zone wurden diese Entzugswerte standortspezifisch im GIS-Modell zugewiesen.

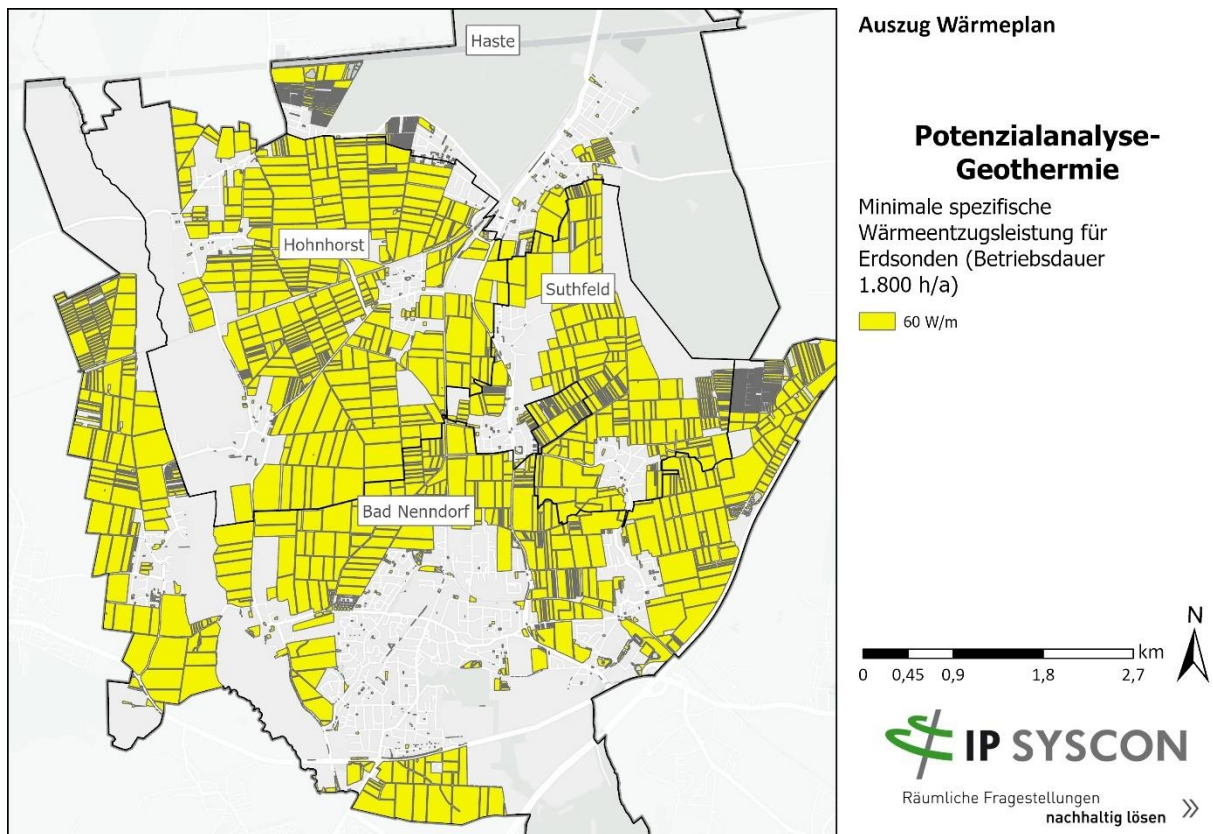


Abbildung 3-4: Mittlere Spezifische Wärmeentzugsleistung (Betriebsdauer 1.800 h/a) in W/m im Samtgemeindegebiet (Eigene Berechnung und Darstellung auf Basis des NIBIS® Kartenserver (2024) nach VDI 4640)

Zur Berechnung der potenziellen thermischen Leistung wurde eine Standard-Sondentiefe von 100 m, ein Sondenabstand von 6 m sowie ein Mindestabstand von 10 m zur Flurstücksgrenze angesetzt. Für die Betriebsdauer wurden zwei gängige Nutzungsszenarien mit 1.800 und 2.400 Vollbenutzungsstunden pro Jahr angenommen. Als technischer Wirkungsgrad der Wärmepumpensysteme wurde ein COP von 4 (Leistungszahl) unterstellt. Die Berechnung der potenziell nutzbaren Wärmemenge erfolgte auf dieser Grundlage und wurde unter Berücksichtigung sämtlicher Nutzungseinschränkungen, insbesondere Ausschlussflächen wie Trinkwasser- oder Heilquellenschutzgebiete, Gewässer, Verkehrsflächen und dichte Bebauung, flächenspezifisch durchgeführt.

3.2.2 Erdwärmekollektoren

Erdwärmekollektoren nutzen die im Oberboden gespeicherte Energie, die sich aus direkter Sonneneinstrahlung und atmosphärischen Einträgen speist. Diese Systeme werden in etwa 1,2 bis 2,5 m Tiefe horizontal im Erdreich verlegt. Die Standorteignung von Böden für Kollektoren ist gegeben, wenn die Böden eine gute Wärmeentzugsleistung aufweisen. Hierfür müssen die Böden eine gute Durchfeuchtung und/oder geringe Grundwasserflurabstände aufweisen. Im Gegensatz dazu sind trockene, sandige Böden mit einem großem Grundwasserflurabstand weniger geeignet. Auf Grundlage der räumlichen Differenzierung in bodenkundlichen Karten, den zugehörigen Beschreibungen der Bodenprofile in einer Tiefe von 1,2 m bis 1,5 m, den Angaben zum Grundwasserstand sowie der Bewertung von Bodenarten und Festgesteinen, existiert eine Karte der potenziellen Standorteignung für den Einsatz von Erdwärmekollektoren, welches auf dem NIBIS Kartenserver bereitgestellt wird. In der Karte der potenziellen Standorteignung sind drei Eignungsklassen angegeben: gut geeignet ($> 30 \text{ W/m}^2$), geeignet ($20\text{--}30 \text{ W/m}^2$) und wenig geeignet ($< 20 \text{ W/m}^2$) (vgl. Abbildung 3-5).

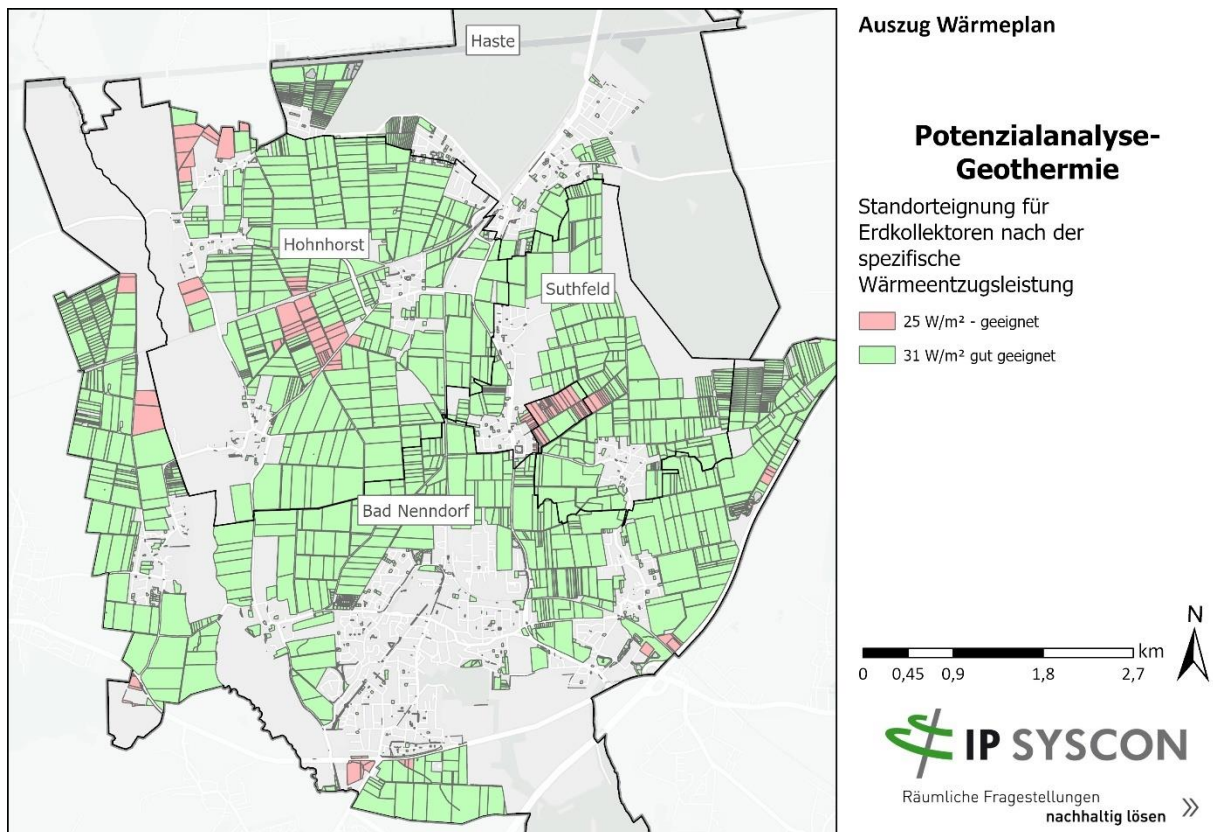


Abbildung 3-5 Spezifische Wärmeentzugsleistung für Erdkollektoren (Betriebsdauer 1.800 h/a) (NIBIS® Kartenserver, 2024)

Gut geeignet sind Böden im Einflussbereich des Grundwassers sowie Böden mit hohem Wasserspeichervermögen. Wenig geeignet sind flachgründige Böden auf Festgesteinen sowie trockene Böden. Nicht geeignet sind Felsböden (Bodenklasse 7 nach DIN 18300).

Zudem dürfen die Flächen für Erdwärmekollektoren nicht verschattet oder überbaut sein, da sonst eine vollständige Regeneration des Bodens durch Sonneneinstrahlung nicht mehr gewährleistet werden kann.

Die potenziellen Entzugsflächen wurden im GIS identifiziert und flächenscharf mit den jeweiligen Wärmeentzugswerten verknüpft. Die Berechnung der jährlich verfügbaren Wärmemenge erfolgte in Abhängigkeit der nutzbaren Fläche, der spezifischen Entzugsleistung und einer angenommenen Betriebsdauer analog zu den Erdwärmesonden.

Berechnungsansatz

Die potenziellen Flächen und die zu erwartende potenzielle Wärmemenge wurden mit Hilfe einer räumlichen Analyse unter Anwendung der folgenden Rahmenparameter berechnet:

- Sowohl für eine Betriebsdauer von 2.400 h/a als auch für eine Betriebsdauer von 1.800 h/a wurden Angaben zur nutzbaren Wärmemenge berechnet
- Wärmepumpenleistung (COP): 4
- Datengrundlage: spezifische Wärmeentzugsleistungen je geologischer Einheit (bereitgestellt durch das Land Niedersachsen)

Die potenziellen Wärmemengen wurden sowohl für Erdwärmesonden als auch für Erdwärmekollektoren rechnerisch bestimmt. Damit liegt eine differenzierte Bewertung des technisch nutzbaren geothermischen Potenzials für die Samtgemeinde Nenndorf vor, die in nachgelagerten Planungsschritten für die Entwicklung standortspezifischer Versorgungslösungen herangezogen werden kann.

Restriktionen:

Zur Errichtung und Betreibung der Erdwärmeanlagen sind als gesetzliche Grundlagen insbesondere das Niedersächsische Wassergesetz (NWG), das Wasserhaushaltsgesetz (WHG), das Bundesberggesetz (BbergG) und das Gesetz über die Durchforschung des Reichgebietes nach nutzbaren Lagerstätten (LagerstG) zu beachten. In Trinkwassergewinnungsgebiete sowie bei weiteren Nutzungen besteht eine besondere Schutzbedürftigkeit des Grundwassers. So kann es innerhalb von Schutzgebieten oder Gebieten mit hydrogeologischen Besonderheiten vorkommen, dass die Nutzung von Erdwärmeanlagen nur bedingt möglich oder verboten ist. Zu den unzulässigen Gebieten gehören die Trinkwasserschutzzonen I und II sowie die Heilquellenschutzgebietszonen I, II.

Es existieren darüber hinaus weitere Angaben zu den Restriktionen, die zu beachten sind. Anderweitig genutzte Flächen, wie Gebäude, Verkehrsflächen, Gewässer, Industrie und Gewerbe, Flugverkehr etc. zählen ebenfalls zu den ausgeschlossenen Flächen.

Die Ausschlusskriterien aus den genehmigungsrechtlichen Anforderungen und Grenzen sind im Folgenden zusammengefasst:

- WSG (Schutzzone I; Schutzzone II)
- HQSG (Schutzzone I; Schutzzone II)
- Restriktionsflächen (u.a. Industrie & Gewerbe; Verkehrsflächen; Naturschutzgebiete...)

Im Zuge der Potenzialanalyse fanden Gespräche mit dem Betreiber des Kalibergbauwerks in Haste statt, um die grundsätzliche Eignung des Standorts für die Nutzung von Umgebungswärme, etwa durch Wasser- oder Sole-Wärmepumpen, zu klären. Aufgrund der technischen Rahmenbedingungen vor Ort

ist eine Nutzung jedoch nicht realisierbar. Insbesondere geologische, hydrogeologische oder sicherheitstechnische Faktoren führen dazu, dass ein Wärmepumpeneinsatz an diesem Standort ausgeschlossen werden muss. Das Potenzial wird daher im weiteren Verlauf der Wärmeplanung nicht weiterverfolgt und findet in der Szenarienentwicklung keine Berücksichtigung.

Ergebnis – Jährliches Potenzial aus Erdwärmesonden in der Samtgemeinde Nenndorf

Tabelle 3-2 zeigt das Ergebnis der oberflächennahen Geothermiepotezialanalyse mit Erdwärmesonden für die Samtgemeinde Nenndorf und stellt den potenziellen Energieertrag in GWh und Jahr, ohne Einbezug von Flächenkonkurrenz zwischen Kollektoren und Sonden, dar.

Tabelle 3-2: Jährliches technisches Potenzial aus Erdwärmesonden in der Samtgemeinde Nenndorf (Quelle: IP SYSCON GmbH)

Eignungskategorien	Energieertrag Wärme in GWh/a (1.800 h/a)	Energieertrag Wärme in GWh/a (2.400 h/a)
Oberflächennahe Geothermie Gebäudenah (Sonden)	1.114	1.238
Oberflächennahe Geothermie Freiflächen (Sonden)	7.626	8.473

Ergebnis – Jährliches Potenzial aus Erdwärmekollektoren in der Samtgemeinde Nenndorf

Tabelle 3-3 zeigt das Ergebnis der oberflächennahen Geothermiepotezialanalyse mit Erdwärmekollektoren für die Samtgemeinde Nenndorf und stellt den potenziellen Energieertrag in GWh und Jahr dar.

Tabelle 3-3: Flächeneignung und jährliches Potenzial aus Erdwärmekollektoren in der Samtgemeinde Nenndorf (Quelle: IP SYSCON GmbH)

Eignungskategorien	Energieertrag Wärme in GWh/a (1.800 h/a)	Energieertrag Wärme in GWh/a (2.400 h/a)
Oberflächennahe Geothermie Gebäudenah (Kollektoren)	302	403
Oberflächennahe Geothermie Freiflächen (Kollektoren)	1.552	2.070

In der Auflistung wird dabei zwischen gebäudenahen Flächen (Flurstücke mit einem beheizten Gebäude) und Freiflächen (Flurstücke ohne Gebäudegeometrie) unterschieden.

Es handelt sich bei den dargestellten Werten um technische Potenziale. Sie stellen also die Energiemenge dar, die unter Berücksichtigung physikalischer und planerischer Restriktionen erschließbar wäre. Bei einer realistischen Umsetzung sind jedoch weitere Einschränkungen zu beachten:

- Freiflächen: Hier tritt eine Flächenkonkurrenz auf, da die für Kollektoren oder Sonden geeigneten Flächen in der Praxis häufig auch anderweitig beansprucht werden (z.B. Landwirtschaft, Bebauung). Zusätzlich ist der Abstand zu potenziellen Abnehmern entscheidend. Große Potenziale auf weit entfernten Flächen können in der Praxis nur schwer wirtschaftlich erschlossen werden.
- Flurstücke mit Abnehmern: Auf diesen Flächen ergibt sich die Besonderheit, dass der Wärmebedarf des Gebäudes oftmals mehr als gedeckt wird. Dies gilt insbesondere im Sektor Wohnen, wo es unrealistisch ist, dass das gesamte technische Potenzial eines Flurstücks ausgeschöpft wird. In der Praxis ist daher eher von einer Teilnutzung auszugehen, die den Wärmebedarf der Gebäude deckt, aber nicht das gesamte geothermische Potenzial ausschöpft.

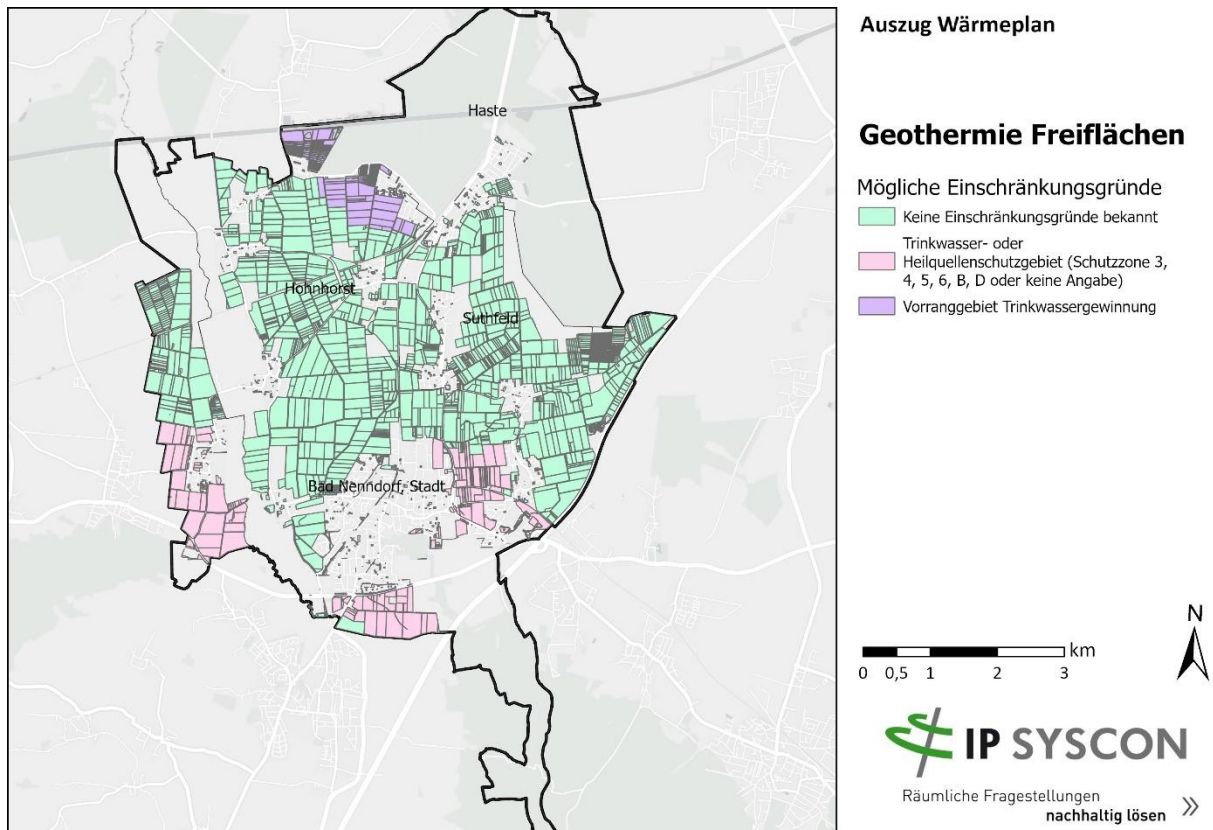


Abbildung 3-6: Geothermische Freiflächenpotenzialflächen mit möglichen Einschränkungsgründe für eine Geothermische Nutzung der Flächen

In Abbildung 3-6 werden die geologisch für Erdwärme geeigneten Freiflächen für die Nutzung von Erdwärmekollektoren und -sonden im Zusammenhang mit zu berücksichtigenden möglichen Einschränkungsgründen dargestellt.

Die Analyse zeigt, dass die Geothermie ein enormes technisches Potenzial zur Deckung des kommunalen Wärmebedarfs bietet. Selbst unter Berücksichtigung von Restriktionen und Hemmnissen

übersteigen die Potenziale den aktuellen Bedarf deutlich. Für die praktische Wärmeplanung bedeutet dies, dass die Geothermie eine zentrale Rolle in der langfristigen Transformation der Wärmeversorgung einnehmen kann.

Gleichwohl ist das Potenzial differenziert zu betrachten: Während in den kleineren Mitgliedsgemeinden der Samtgemeinde, bedingt durch die dörfliche Siedlungsstruktur und vergleichsweise große Freiflächen, ein hohes technisches Potenzial insbesondere für oberflächennahe Systeme wie Erdwärmekollektoren besteht, ist die Situation in der Stadt Bad Nenndorf deutlich eingeschränkter. Hier wirken weite Teile des Heilquellenschutzgebiets als maßgebliches Ausschlusskriterium, das sowohl die Nutzung von Sonden als auch von Kollektoren erheblich einschränkt oder ausschließt. Eine pauschale Betrachtung der Geothermiefpotenziale ist daher nicht zielführend.

Fazit

Die Analyse zeigt, dass Freiflächenpotenziale für die Nutzung oberflächennaher Geothermie in der Samtgemeinde nur eingeschränkt nutzbar sind. Deutlich relevanter sind die Potenziale auf bebauten Flurstücken, da sie eine realistischere Grundlage für die zukünftige Wärmeversorgung darstellen. Dennoch ist auch hier nicht von einer flächendeckenden Ausschöpfung auszugehen, da die tatsächliche Umsetzbarkeit von standortspezifischen Gegebenheiten und Nutzungsanforderungen abhängt. Zudem sind die im Vergleich zu anderen Technologien, insbesondere Luftwärmepumpen, höheren Erschließungskosten bei der Nutzung geothermischer Systeme zu berücksichtigen, was ihre Wirtschaftlichkeit im Einzelfall beeinflussen kann.

3.3 Abwärme

Für die Bewertung des Potenzials unvermeidbarer Abwärme aus industriellen Prozessen wurde geprüft, ob belastbare Datengrundlagen vorliegen, die Informationen zu vorhandenen Abwärmemengen und deren zeitlicher Verfügbarkeit enthalten. Dabei wurden zwei Datenquellen herangezogen.

Im ersten Schritt erfolgte eine Auswertung der im Abwärmeportal des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) bereitgestellten Daten. Dieses Portal verzeichnet Unternehmen mit einem jährlichen Gesamtenergieverbrauch von über 2,5 GWh. Für die Samtgemeinde Nenndorf sind dort jedoch keine Unternehmen gelistet.

Im zweiten Schritt wurde eine Unternehmensabfrage vorbereitet, bei der mit der Samtgemeinde zusammen ansässige Gewerbe- und Industrieunternehmen mit relevantem Abwärmepotential identifiziert werden sollten. Hierbei zeigte sich, dass vor Ort keine Industrieunternehmen oder Gewerbebetriebe mit relevanten Prozesswärmequellen vorhanden sind.

Im Rahmen der Abwärmeuntersuchung wurde auch der Standort des Kalibergwerks Sigmundshall in Bokeloh in der Nachbargemeinde betrachtet. Auf Grundlage eines fachlichen Austauschs mit dem Unternehmen kann die Nutzung der geothermischen Wärme aus dem Bergwerk jedoch nicht als technisch umsetzbar und wirtschaftlich tragfähig bewertet werden.

Trotz grundsätzlich vorhandener Temperaturpotenziale in den tiefer liegenden Grubenteilen bestehen erhebliche technische Risiken, insbesondere infolge der notwendigen Flutung des Bergwerks mit gesättigter Salzlauge.

Auch unter optimistischen Annahmen zur technischen Machbarkeit wurde im Rahmen unternehmensinterner Untersuchungen keine wirtschaftlich tragfähige Nutzung identifiziert. Zudem wurden die Temperaturniveaus als vergleichsweise gering bewertet, was die Nutzungsmöglichkeiten zusätzlich einschränkt.

Das Abwärmepotenzial des Kalibergwerks wird somit für die Wärmeplanung nicht weiterverfolgt.

Insgesamt konnte somit festgestellt werden, dass in der Samtgemeinde Nenndorf keine nutzbaren Abwärmepotenziale bestehen. Folglich sind weder räumliche Verortungen noch weiterführende Analysen oder Szenarien zur Nutzung industrieller Abwärme erforderlich.

3.4 Abwärmepotenzial aus kommunalen Kläranlagen

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde das nutzbare Abwärmepotenzial aus kommunalen Kläranlagen näher betrachtet. Der Fokus liegt hierbei auf der energetischen Nutzung des gereinigten Abwassers nach dem biologischen Klärprozess, unmittelbar vor der Einleitung in den Vorfluter. Diese Wärmequelle bietet aufgrund ihrer kontinuierlichen Verfügbarkeit ein grundsätzlich gut nutzbares Potenzial, insbesondere für nahegelegene Wärmeverbraucher.

Die Berechnung des potenziell nutzbaren Wärmemengenzuflusses basiert auf dem sogenannten Einwohnergleichwert, der das Abwärmepotenzial pro angeschlossenem Einwohner beschreibt. Für eine Temperaturabsenkung von 0,5 Kelvin (K) wird pro Einwohner ein jährliches Nutzungspotenzial von 39 kWh/a angesetzt. Bei einer höheren zulässigen Temperaturspreizung, wie sie bei der Einleitung in ein Gewässer zulässig ist, kann entsprechend ein höheres Potenzial angenommen werden. Für die vorliegende Potenzialanalyse wurde eine realistische Temperaturdifferenz von 5 K unterstellt. Daraus ergibt sich ein nutzbares Potenzial von 195 kWh/a pro Einwohner.

Das Klärwerk in Bad Nenndorf hat demnach mit 13.900 angeschlossenen Einwohnenden ein Wärmepotenzial von 5,42 GWh/a. Das Klärwerk in Haste mit 3.900 Einwohnenden ein theoretisches Potenzial von 1,5 GWh/a.

Insbesondere der hohe Temperaturentzug nach dem Klärwerk (5 K) bietet eine interessante Möglichkeit zur Energiegewinnung ohne ökologische Einschränkungen, da das gereinigte Abwasser bereits dem Gewässer zugeführt wird. Dies erleichtert sowohl Genehmigungsprozesse als auch die technische Umsetzung.

Die tatsächliche technische und wirtschaftliche Nutzbarkeit hängt unter anderem von der Entfernung zu potenziellen Abnehmern, den Temperaturanforderungen der Nutzung sowie der Möglichkeit zur Einbindung in ein Nah- oder Fernwärmesystem ab. Die hier ermittelte Wärmemenge stellt daher ein technisches Potenzial dar und bildet die Grundlage für eine weiterführende Machbarkeits- und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.

Aufgrund der Lage der Kläranlage in Bad Nenndorf in unmittelbarer Nähe zu einem bestehenden Wärmenetz in Bad Nenndorf in der Nähe des Bahnhofs, stellt die Einbindung in das bestehende Netz eine interessante Möglichkeit zur Dekarbonisierung der aktuellen Wärmeversorgung dar. In diesem Kontext kann die Abwasserwärme einen sinnvollen Beitrag zur schrittweisen Umstellung auf erneuerbare Energien leisten und zur Reduktion fossiler Anteile im Wärmemix beitragen.

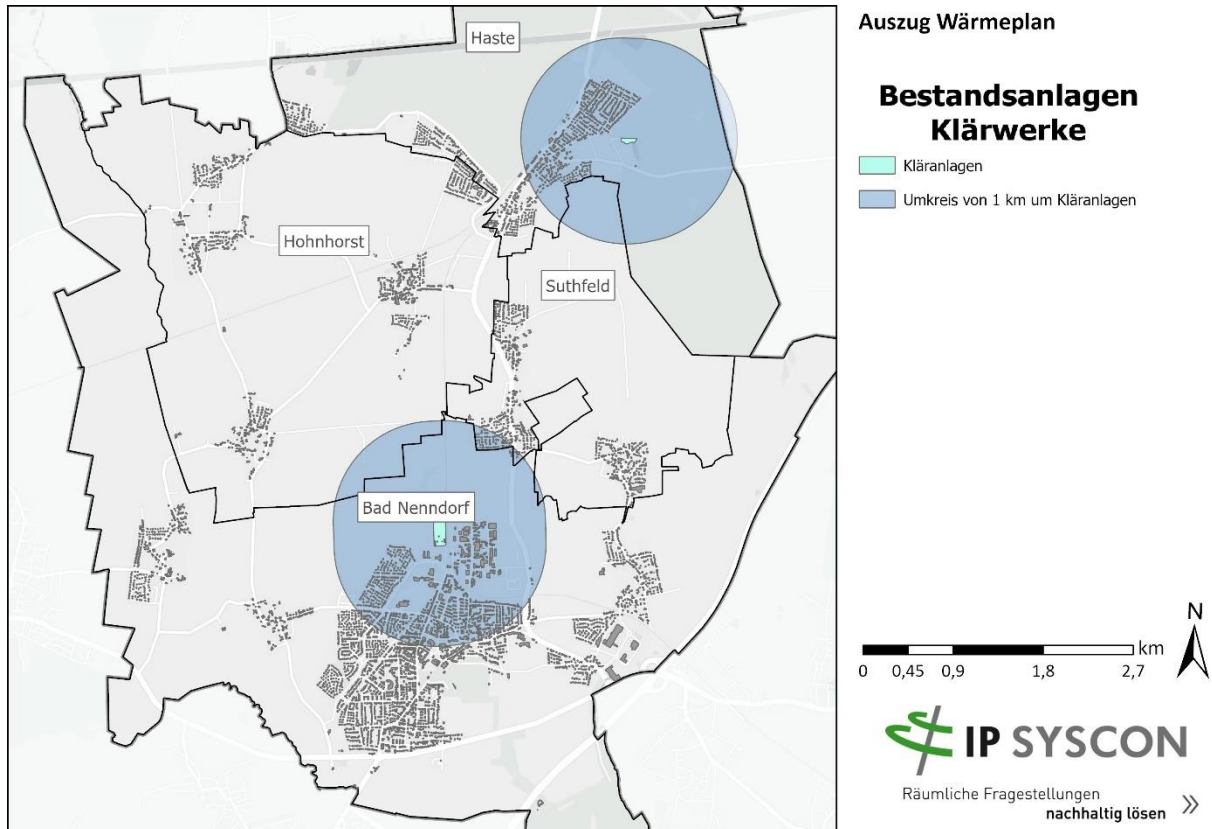


Abbildung 3-7: Lage der Kläranlagen im Samtgemeindegebiet (Eingezeichnet mit Umgebungsradius von 1 km)

3.5 Solaranalyse

Auf Grundlage des hochauflösenden digitale Oberflächenmodells (DOM) ist flächendeckend für jedes Gebäude und für geeignete Freiflächen für die Samtgemeinde Nenndorf das Solarpotenzial errechnet worden. Ergänzend wurden Gebäudegrundrisse aus dem Amtlichen Liegenschaftskataster verwendet. Die Potenzialanalyse stützt sich auf eine räumlich differenzierte Bestandsaufnahme, bei der neben Dachaufbauten wie Gauben, Schornsteinen und Antennen auch topografische Gegebenheiten, Geländeformen und vorhandene Vegetation in die modellbasierte Berechnung von Verschattungseffekten und solaren Einstrahlungswerten einbezogen wurden.

Im Zentrum der Potenzialermittlung steht die detaillierte Simulation der solaren Einstrahlung. Hierbei wird eine Ganzjahresanalyse der direkten und globalen Einstrahlung auf Minutenbasis durchgeführt, wobei der Sonnenstandsverlauf, Verschattungseffekte durch Umgebungselemente und Dachstrukturen sowie regionale Strahlungsverhältnisse auf Basis von DWD-Daten einbezogen werden. Stark verschattete Dachflächen werden aus der Eignung ausgeschlossen, geringfügig verschattete Flächen

fließen mit angepassten Einstrahlungswerten in die Berechnung ein. Zu jeder geeigneten Dachteilfläche werden der potenzielle Strom- und Wärmeertrag, die mögliche CO₂-Einsparung und die mögliche zu installierende kW-Leistung errechnet. Aspekte wie die Statik des Gebäudes oder die Flächenkonkurrenz zwischen Solarthermie und Photovoltaik werden an dieser Stelle noch nicht berücksichtigt

3.5.1 Solarthermie

Für die Wärmeplanung ist insbesondere das solarthermische Potenzial von Bedeutung, da Solarthermie unmittelbar zur Wärmebereitstellung beiträgt. Die Bewertung erfolgt auf Grundlage spezifischer Wärmeertragskennwerte. So wird für die Warmwasserbereitung ein Mindestwert von 350 kWh/m²*a angesetzt, für die Heizungsunterstützung mindestens 165 kWh/m² in der Heizperiode (Oktober bis April). Dabei gelten auch Mindestflächengrößen: Schrägdächer müssen mindestens 4 m² (Warmwasser) bzw. 8 m² (Heizungsunterstützung) aufweisen, während bei Flachdächern mit Aufständigung eine Fläche von mindestens 12,5 m² erforderlich ist. Neben Dachflächen wurden auch geeignete Freiflächen analysiert. Für Freiflächen wurde eine Kombination aus Einstrahlungsdaten und nutzbaren Flurstücken im GIS vorgenommen, um geeignete Flächen für bodengestützte solarthermische Großanlagen zu identifizieren.

Das technisch nutzbare Solarwärmepotenzial der Solarthermie auf Dachflächen in der Heizperiode wurde mit etwa 90 GWh ermittelt. Das Gesamtpotenzial über das gesamte Jahr liegt bei 485 GWh/a.

Damit könnte rein rechnerisch ein wesentlicher Anteil des jährlichen Heizendenergiebedarfs (mit Berücksichtigung von Sanierungseffekten) von 263 GWh/a durch solare Wärmegewinne gedeckt werden. Eine vollständige Versorgung ist aufgrund der jahreszeitlich bedingten Schwankungen jedoch nicht möglich. Das Solarpotenzial kann somit einen bedeutenden, aber nicht allein tragfähigen Beitrag zur zukünftigen Wärmeversorgung darstellen.

Investitions- und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Solarthermieanlagen können typischerweise Amortisationszeiten im Bereich von rund 18 bis 21 Jahren erreichen. Für Einfamilienhäuser werden Investitionskosten im Bereich von ca. 10.000 Euro angenommen².

Für die Nutzung der Solarthermie gilt, dass nur ein Teil des Energiebedarfs für Warmwasser und Raumwärme gedeckt werden kann und eine Kombination mit anderen Heiztechnologien notwendig bleibt. Der realistische Deckungsanteil liegt z. B. bei der reinen Warmwasserbereitung bei etwa 60 % und bei Anlagen mit Heizungsunterstützung im Jahresmittel typischerweise bei etwa 30 %, in Abhängigkeit von der Dachflächeneignung.

²Solarthermie: Funktion, Kosten & Förderung: Online unter: <https://www.co2online.de/modernisieren-und-bauen/solarthermie/> Stand Oktober 2025

Die Solarthermie kann einen wichtigen Baustein in der Wärmeversorgung darstellen, insbesondere durch die Reduktion fossiler Anteile, aber sie ersetzt nicht allein Heizkessel. Darüber hinaus steht die Solarthermie in direkter Konkurrenz zur Photovoltaik um verfügbare Dachflächen. Diese Konkurrenz wird in Zukunft weiter an Bedeutung gewinnen, da Photovoltaikanlagen für die Stromversorgung von Wärmepumpensystemen eingesetzt werden können, die im Zuge der Wärmewende eine zentrale Rolle einnehmen.

Die Entscheidung für eine solare Nutzung von Dachflächen sollte daher stets im Kontext der geplanten Gebäudestrategie und Versorgungstechnologie erfolgen. Während Solarthermie direkt zur Wärmeherzeugung beiträgt, ermöglicht Photovoltaik die Strombereitstellung für elektrisch betriebene Heizsysteme, Batteriespeicher oder andere Anwendungen.

Freiflächen

Für die Analyse potenzieller Solarthermie-Freiflächen wurden im Geoinformationssystem ausschließlich zusammenhängende Flächen mit einer Mindestgröße von 500 m² berücksichtigt. Zusätzlich wurde geprüft, ob diese Flächen maximal 1.000 Meter von bestehenden Siedlungsgebieten entfernt liegen, um eine wirtschaftliche Anbindung an die Wärmeinfrastruktur sicherzustellen. Grundlage der Bewertung bildeten Flurstücksdaten, Schutzgebiete wie Naturparke sowie siedlungsbezogene Nutzungsklassen aus dem amtlichen Liegenschaftskataster.

Die Kombination beider Kriterien gewährleistet, dass nur solche Flächen ausgewiesen werden, die aus technischer, wirtschaftlicher und infrastruktureller Sicht ein realistisches Potenzial für eine solarthermische Nutzung aufweisen. Die identifizierten Flächen bilden die Grundlage für die weitere Priorisierung und detaillierte Projektentwicklung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung (Abbildung 3-8).

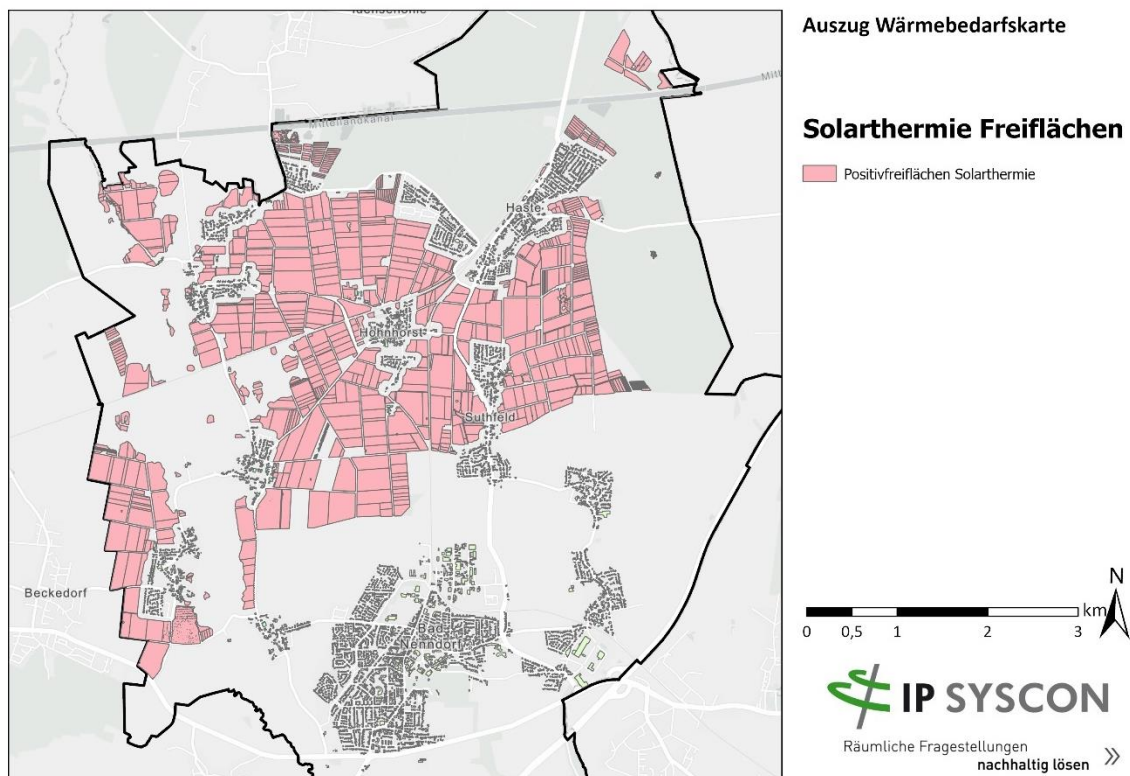


Abbildung 3-8: Positivfreiflächen für die Berechnung des Solarthermie Potentials auf Freiflächen

3.5.2 Photovoltaik

Ergänzend wurde das Potenzial der Photovoltaik bewertet, da diese eine bedeutende Rolle für die Stromversorgung strombasierter Heiztechnologien, insbesondere Wärmepumpen, spielen kann. Als Referenzwert wurde ein marktüblicher Modulwirkungsgrad von 22 % angesetzt. Für die Auslegung wurden zwei typische Aufständerszenarien berücksichtigt: Ost-West-Ausrichtung mit 10° Neigung (80 % Flächennutzung) und Südausrichtung mit 30° Neigung (40 % Flächennutzung). Eignungskriterien für eine PV-Nutzung sind u. a. eine belegbare Fläche von mindestens 4 m². Die CO₂-Einsparpotenziale wurden auf Basis des durchschnittlichen Strommixes (0,429 kg CO₂/kWh, Stand 2022) berechnet.

Das Potenzial der Photovoltaiknutzung auf Dachflächen wurde für die Heizperiode mit einem Stromertrag von rund 28 GWh ermittelt, über das gesamte Jahr hinweg betrachtet, ergibt sich ein technisches Potenzial auf allen Dachflächen von 84 GWh/a.

Freiflächen

Für die Auswahl geeigneter Flächen im Rahmen der Freiflächenanalyse für Photovoltaikanlagen wurden die im Suchraumkonzept der Samtgemeinde ausgewiesenen Positivfreiflächen verwendet.

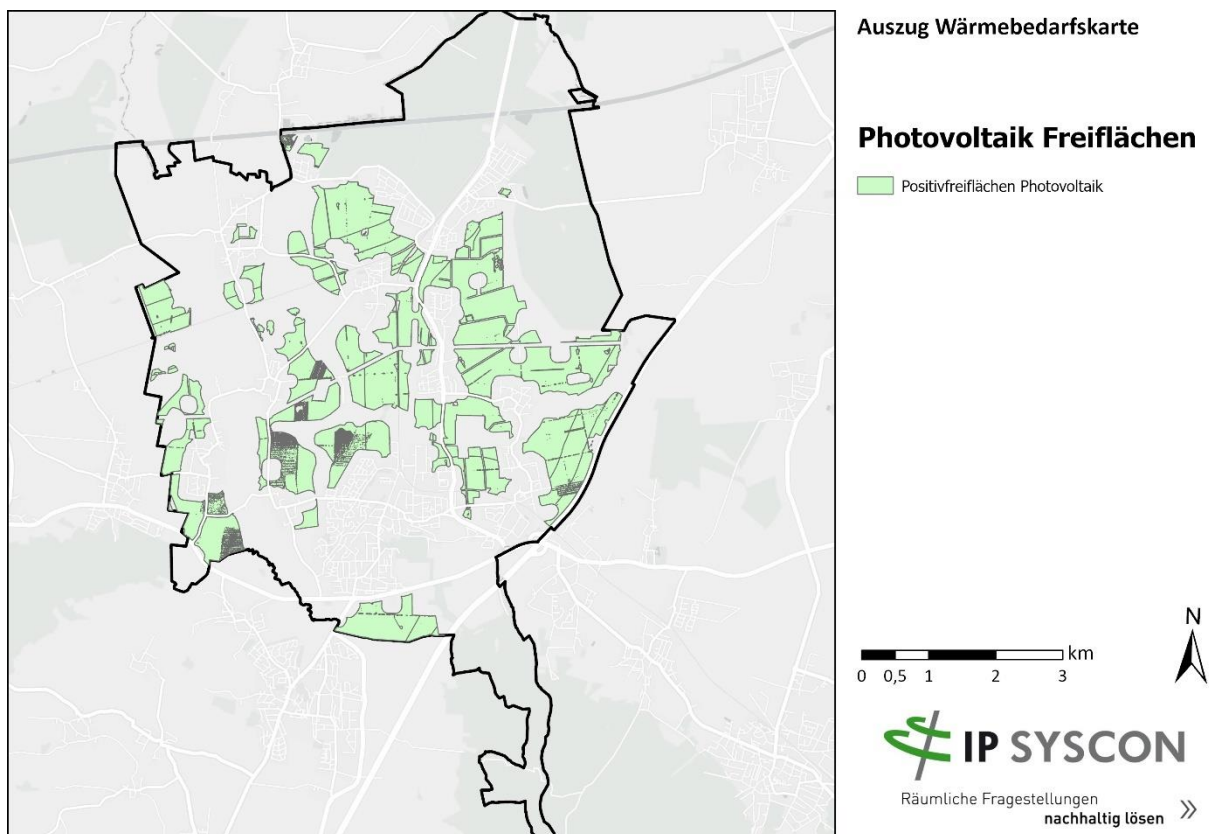


Abbildung 3-9: Positivfreiflächen für die Berechnung des Photovoltaik-Potenzials auf Freiflächen

Zusammenstellung der Solarpotenziale

Dachflächenanlagen

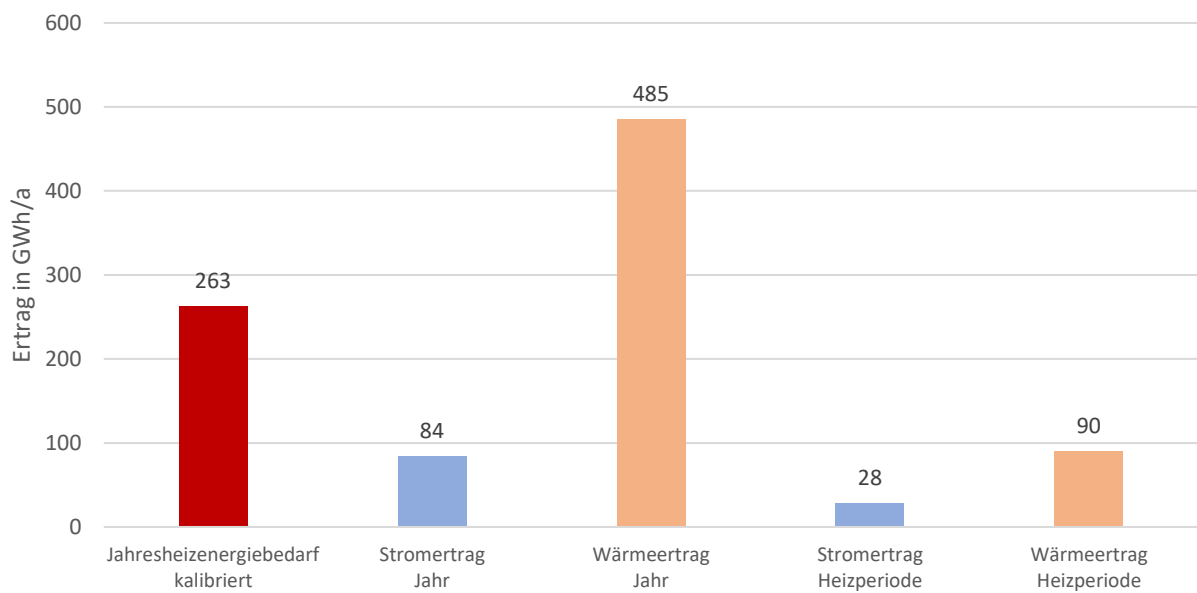


Abbildung 3-10: Gegenüberstellung des solaren Potenzials (Gesamtjahreszeitraum und Heizperiode) für Photovoltaik und Solarthermie auf Dachflächen mit dem Wärmebedarf im Untersuchungsgebiet.

Dargestellt sind der jährliche Heizenergiebedarf, das in der Heizperiode verfügbare solarthermische Potenzial sowie der potenzielle Stromertrag.

Freiflächenanlagen

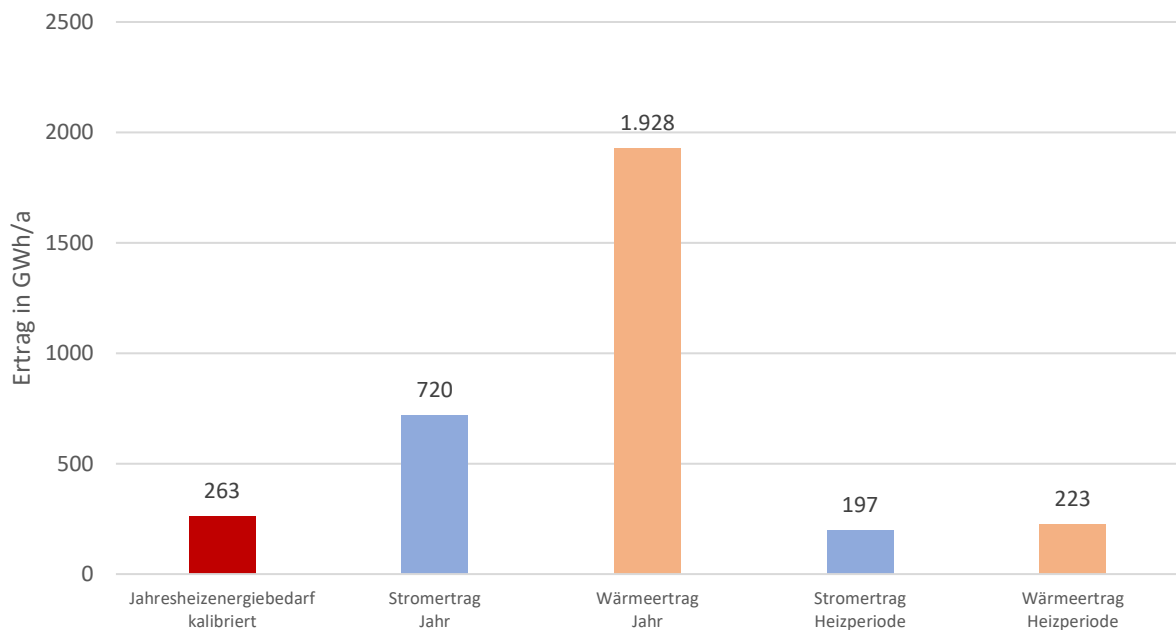


Abbildung 3-11: Gegenüberstellung des solaren Potenzials (Gesamtjahreszeitraum und Heizperiode) für Photovoltaik und Solarthermie auf Freiflächen mit dem Wärmebedarf im Untersuchungsgebiet.

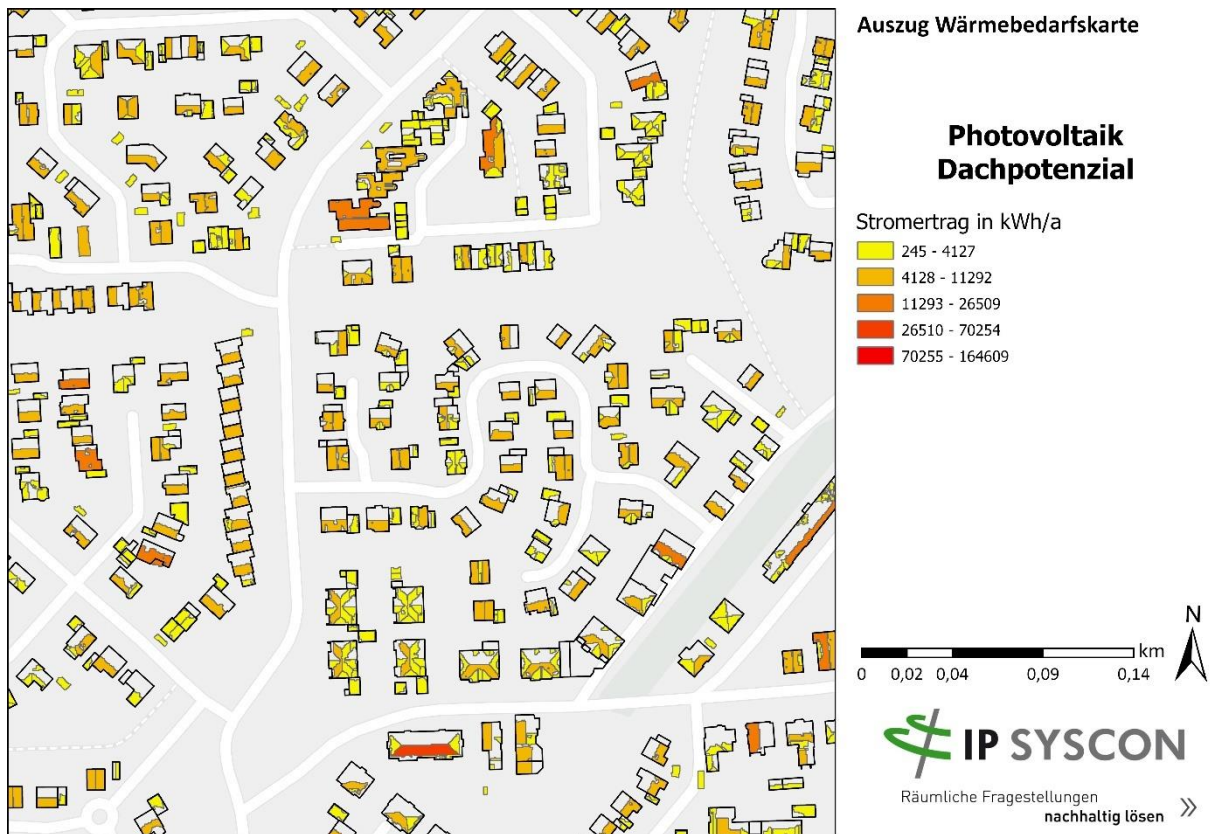


Abbildung 3-12: Strompotenzial aus PV-Anlagen auf Dachflächen in kWh/a je Dachfläche

Das Potenzial auf Dachflächen wird in Abbildung 3-12 dargestellt. Es handelt sich hierbei um geeignete Dachflächen, die für die Installation von Solarthermieranlagen in Frage kommen. Dieses Potenzial ist als technisches Maximalpotenzial zu verstehen. In der Praxis wird es reduziert durch bereits belegte Dachflächen (z.B. durch Photovoltaikanlagen oder bestehende Solarthermieranlagen) sowie durch konkurrierende Ansprüche an die Dachnutzung

Fazit

Die ausgewiesenen Potenziale sind als technische Maximalpotenziale auf die Heizperiode zu verstehen. Diese sind darüber hinaus monatsgenau in den jeweiligen Geodatenätzen mit aufgenommen, um diese in Detailplanungen hinzuziehen zu können. Sie stellen die maximal mögliche Energiemenge dar, die unter optimaler Nutzung der Flächen gewonnen werden könnte. Einschränkungen wie Flächenkonkurrenzen mit Photovoltaik, bestehende Belegungen oder weitere planerische Restriktionen sind in den vorliegenden Werten noch nicht berücksichtigt.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass die Solarthermie sowohl auf Frei- als auch auf Dachflächen ein beträchtliches technisches Potenzial zur Reduktion des fossilen Wärmeverbrauchs bietet. In der praktischen Umsetzung ist jedoch davon auszugehen, dass die realisierbaren Anteile deutlich geringer ausfallen, da konkurrierende Nutzungen, technische Randbedingungen und wirtschaftliche Aspekte die tatsächliche Ausschöpfung einschränken.

Für die weitere kommunale Planung ergibt sich daraus die Notwendigkeit einer ganzheitlichen Flächenstrategie, bei der sowohl Strom- als auch Wärmeerzeugung in ihrer Wechselwirkung betrachtet und optimiert werden.

3.6 Windkraft

Für das Untersuchungsgebiet wurde kein neues Windenergiepotenzial ermittelt. Hintergrund ist die Lage in unmittelbarer Nähe eines militärisch genutzten Areals sowie innerhalb einer Einflugschneise, wodurch erhebliche restriktive Rahmenbedingungen bestehen. Diese Einschränkungen betreffen insbesondere die Luftraumnutzung, Höhenbegrenzungen und Sicherheitsabstände, die eine Errichtung von Windenergieanlagen faktisch ausschließen.

Aufgrund dieser Rahmenbedingungen wurde im Rahmen der Wärmeplanung kein Windenergiepotenzial analysiert, da unter den gegebenen Voraussetzungen keine realistische Umsetzbarkeit im Untersuchungsgebiet besteht.

Unabhängig davon befinden sich im Gebiet der Samtgemeinde bereits zehn bestehende Windenergieanlagen mit einer installierten Leistung von insgesamt 19,6 MW. Diese Anlagen stellen eine wertvolle erneuerbare Stromquelle dar, deren Energie perspektivisch auch für den Betrieb von Wärmepumpen genutzt werden könnte.

3.7 Biomasse

Biomasse hat Strom- und Wärmeerzeugungspotenzial. Neben Holz aus Wäldern liegt das Potenzial im Biogas und in Reststoffen aus landwirtschaftlich genutzten Flächen. Begrenzt wird das Potenzial durch die territoriale Betrachtung und die Flächenkonkurrenz, sowie der stofflichen Nutzung der Stoffe. Nachhaltig können nur ca. 10 % der Ackerfläche und ein Drittel des jährlichen Holzzuwachses der Wälder energetisch genutzt werden. Hier ist eine geringere Nutzung der Flächen und eine effektivere Nutzung des Substrates anzustreben.

Methodik der GIS-gestützten Analyse

Zur Ermittlung des erschließbaren Potenzials an Biomasse wurden die Flurstücksflächen in der Samtgemeinde Nenndorf mit der Bezeichnung Ackerland, Grünland und Wald selektiert. Flächen innerhalb von Schutzgebieten wurden von der Analyse ausgenommen.

Hinweis: Nutzung der Geodaten

Die Potenziale wurden auf Flurstücksebene berechnet und dann auf Kommunalebene summiert und ausgewertet. Etwaige Abschläge wurden nicht auf Flurstücksebene einberechnet, sondern nur auf Kommunalebene.

3.7.1 Ermittlung des erschließbaren Holzpotenzials

Aus einem Hektar Wald kann nachhaltig Waldpflegeholz entnommen werden, daraus können in KWK-Anlagen 1,76 MWh thermische und 1,52 MWh elektrische Energie erzeugt werden. Steht genügend Strom aus anderen Quellen zur Verfügung, kann das Waldpflegeholz auch ausschließlich thermisch verwertet werden, dann kann aus 1 ha 3,4 MWh Energie gewonnen werden.

3.7.2 Ermittlung des erschließbaren Potenzials auf Ackerflächen

Auf 1 ha Ackerland kann durch Substratanbau Biogas erzeugt werden. Hierfür wird unterstellt, dass 10 % der Ackerfläche auf dem Kommunalgebiet genutzt werden können. Daraus können in KWK-Anlagen 20,3 MWh thermische und 17,5 MWh elektrische Energie erzeugt werden. Angenommen wurde für die NaWaRo-Nutzung ein Anteil von 81 %.

Beim Anbau von Nutzpflanzen entstehen bei der Ernte je nach Pflanzenart Ernterückstände. Diese können für die Energiegewinnung genutzt werden. Auf einem ha Ackerland können in KWK-Anlagen 2,64 MWh thermische und 2,28 MWh elektrische Energie erzeugt werden. Steht genügend Strom aus anderen Quellen zur Verfügung, können diese auch ausschließlich thermisch verwertet werden, sodass aus 1 ha etwa 5,1 MWh Energie gewonnen werden können. Hierbei wird berücksichtigt, dass nur ein Teil der Ernterückstände verwertbar ist.

3.7.3 Ermittlung des erschließbaren Potenzials auf Grasland

Auf einem ha Grasland kann Landschaftspflegeheu entnommen werden. Daraus können in KWK-Anlagen 7,92 MWh thermische und 6,84 MWh elektrische Energie erzeugt werden. Steht genügend Strom aus anderen Quellen zur Verfügung, kann das Landschaftspflegeheu auch ausschließlich thermisch verwertet werden, sodass aus 1 ha etwa 15,3 MWh Energie gewonnen werden können. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass nur ein Teil (ca. 20 %) der Grasland-Flächen für energetische Nutzung zur Verfügung steht.

Die ermittelten Biomassepotenziale werden in das kommunale Wärmeplanungskonzept integriert. Sie dienen als Grundlage zur Abschätzung von verfügbaren erneuerbaren Energiequellen in der Region und unterstützen die Planung geeigneter KWK-Anlagen und Biogasanlagen. Die Berücksichtigung von Schutzgebieten stellt sicher, dass ökologische Anforderungen mit der energetischen Nutzung in Einklang gebracht werden.

Potenziale der Biomasse

Als Gesamtpotenzial werden 5,5 GWh Wärme (aus Biogas in KWK-Prozessen) aus landwirtschaftlicher Biomasse und 3,38 GWh/a aus Forstwirtschaft identifiziert. Als Grundlage für die Abschätzung des Potenzials dienen die von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR, 2014) veröffentlichten Faustzahlen. Diese abgeschätzten Potenziale sind jedoch wie die anderen betrachteten Analysen als Maximalpotenziale zu betrachten. Es ist nicht gesichert, dass die beschriebenen Potenziale wirklich ausgeschöpft werden können. Des Weiteren sind im Rahmen der Studie keine Synergieeffekte, wie die Flächenkonkurrenz o.ä. betrachtet, welches in der Betrachtung der Zahlen berücksichtigt werden muss.

3.8 Fazit der Potenzialanalyse

Die Ergebnisse der Potenzialanalyse zeigt eindrucksvoll, dass in der Samtgemeinde Nenndorf eine Vielzahl klimafreundlicher Energiequellen für die zukünftige Wärmeversorgung zur Verfügung steht – sowohl im dezentralen als auch im zentralen Maßstab. Die betrachteten Potenziale wurden systematisch identifiziert, räumlich zugeordnet und hinsichtlich ihrer technischen Nutzbarkeit bewertet. Die Ergebnisse bilden eine tragfähige Grundlage für die Entwicklung von Versorgungsszenarien und Maßnahmenpfaden im Rahmen der weiteren kommunalen Wärmeplanung.

Dezentrale Potenziale für gebäudeindividuelle Versorgung:

Für die dezentrale Wärmeversorgung auf Gebäudeebene zeigen sich vor allem in der Nutzung oberflächennaher Geothermie, Umweltwärme aus der Luft sowie Solarthermie auf Dachflächen große Potenziale für eine klimaneutrale Wärmeversorgung. Die Analyse belegt, dass insbesondere Erdwärmesonden bei geeigneter Lage und hydrogeologischen Voraussetzungen zur Versorgung vieler Bestandsgebäude beitragen können. Auch das solarthermische Potenzial auf geeigneten Dachflächen ist beachtlich: Rein rechnerisch könnten etwa 90 GWh/a an Wärme zur Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitung in der Heizperiode bereitgestellt werden. Diese dezentralen Lösungen sind besonders für Ein- und Mehrfamilienhäuser geeignet, in denen ein Anschluss an ein Wärmenetz unwirtschaftlich ist.

Zentrale und gebündelte Potenziale für Wärmenetze:

Für eine zentrale Wärmeversorgung konnten mehrere relevante Potenziale identifiziert werden. Hervorzuheben sind die erheblichen Potenziale auf geeigneten Freiflächen zur Nutzung von Solarthermie (großflächige Kollektoranlagen), oberflächennaher Geothermie sowie Biomasse (aus Waldpflegeholz und Biogas). Ergänzend kann die Nutzung von Abwärme aus der Kläranlage punktuell eine sinnvolle Ergänzung darstellen, insbesondere in siedlungsnahen Bereichen mit dichter Bebauung.

Für die weitere Planung gilt es nun, die technisch ermittelten Potenziale mit wirtschaftlichen, rechtlichen und praktischen Umsetzungsfaktoren abzugleichen, konkrete Projekte zu priorisieren und die Koordination mit Netzbetreibern, Grundstückseigentümer*innen und Förderstellen frühzeitig aufzunehmen. Die Potenzialanalyse legt hierfür den Grundstein und zeigt, dass die Wärmewende in der Samtgemeinde Nenndorf aus technischer Sicht möglich und gut anschlussfähig ist.

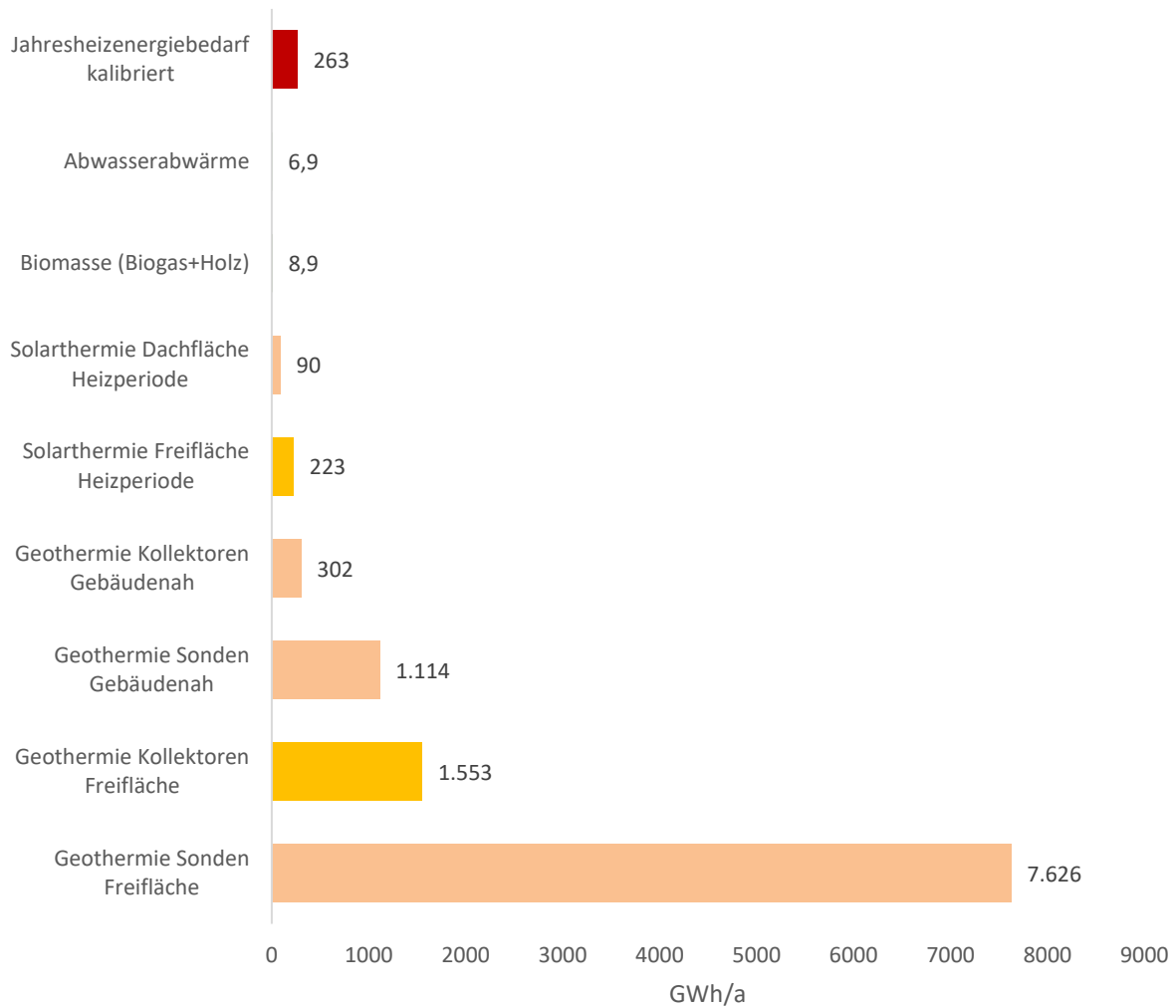


Abbildung 3-13: Zusammenfassung der absoluten technischen Wärmepotenziale in GWh/a für den Zeitraum eines Jahres bzw. einer Heizperiode.

4 Zielszenario

Das Zielszenario stellt den entscheidenden Schritt in der kommunalen Wärmeplanung dar. Aufbauend auf den Erkenntnissen der Bestands- und Potenzialanalyse wird in diesem Kapitel ein Szenario für die zukünftige Wärmeversorgung entwickelt und berechnet. Ziel ist es, eine nachhaltige und effiziente Wärmeversorgung zu gewährleisten, die den Anforderungen der Samtgemeinde Nenndorf gerecht wird. Basierend auf dem Zielszenario können im Anschluss konkrete Maßnahmen für die Umsetzung abgeleitet werden.

4.1 Entwicklung des Wärmebedarfs im Zielszenario

Ein wichtiger Teil des Zielszenarios stellt die Prognose des Wärmebedarfs der Samtgemeinde Nenndorf im Zieljahr 2040 dar. Für diese Abschätzung wurden die verschiedenen Sanierungsraten gemeinsam mit der Samtgemeinde betrachtet und ihre Realisierbarkeit bewertet. Abschließend wurde eine Sanierungsrate von 1,6 % festgelegt, welche für die Berechnung des Zielszenarios fortan verwendet wurde. Auf Basis dieser Fortschreibung des Wärmebedarfs wurde eine Reduktion des Wärmebedarfs um rund 8 % bis zum Zieljahr 2040 ermittelt. Die Reduktion der Wärmenachfrage ist im Wesentlichen auf die Sanierung des Gebäudebestands zurückzuführen, dazu zählen Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmeschutzes an der Gebäudehülle.

4.2 Wärmeliniendichte

Im Bestandsjahr 2022 weisen vor allem die Kernbereiche von Nenndorf und den umliegenden Ortschaften höhere Wärmeliniendichten auf. Zum Ortsrand hin nimmt nicht nur die Bebauungs-, sondern damit einhergehend auch die Wärmeliniendichte ab. Dieses Bild verstärkt sich über die Jahre bis zum Zieljahr 2040, wie aus Abbildung 4-1 hervorgeht.

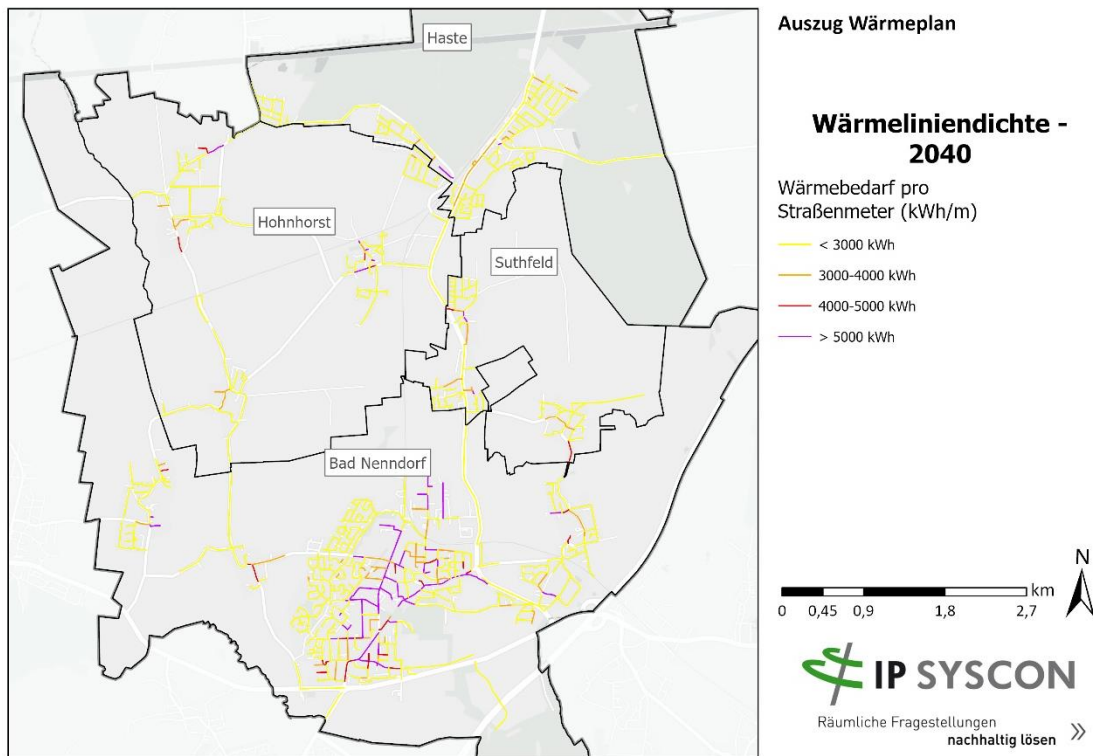


Abbildung 4-1: Wärmelinienindichte im Zieljahr 2040

Die Wärmeabnahme pro Jahr und Meter Straßenlänge reduziert sich durch die Effizienzsteigerung infolge von Gebäudesanierungen. Die zeitliche Entwicklung der Wärmelinienindichte ist für die Bestimmung von potenziellen Wärmenetzgebieten entscheidend. Die Verlegung neuer Wärmenetze zur Versorgung bestehender Wohngebäude ist nur dann empfehlenswert, wenn langfristig von einer hohen Wärmeabnahme auszugehen ist.

4.3 Methodik zur Bestimmung der Wärmenetzeignung

Im Rahmen der Erarbeitung des Zielszenarios für das Zieljahr 2040 wurden Berechnungen durchgeführt, um potenzielle Wärmenetze zu lokalisieren. Für die Bestimmung der Wärmenetzeignung wird die Graphentheorie herangezogen, welche ein Teilgebiet der Mathematik darstellt und sich mit der Untersuchung von Netzwerken befasst. In der Graphentheorie wird ein Netzwerk anhand von Knoten, die Objekte oder Orte repräsentieren, und Kanten, die Verbindungen zwischen diesen Knoten darstellen, modelliert. Häufig sind Kanten mit numerischen Werten versehen, um beispielsweise Kosten, Entfernungen oder Flussstärken zu beschreiben. Beim Einsatz dieses Ansatzes zur Bewertung der Eignung von Wärmenetzen werden zunächst alle relevanten Gebäude dem jeweils nächstgelegenen Straßenabschnitt zugeordnet. Jedes Gebäude erhält dadurch einen eindeutigen Referenzpunkt auf der Straße, der im anschließenden Graphen als Gebäudeknoten angelegt wird. Zusätzlich werden sämtliche Kreuzungen und Endpunkte der betreffenden Straßenabschnitte als Straßenknoten in das Netzwerk aufgenommen.

Die Verbindungen zwischen Gebäude- und Straßenknoten sowie zwischen benachbarten Straßenknoten bilden die Kanten des Graphen. Jede dieser Kanten trägt als Gewicht die zuvor berechnete

Wärmelinien-dichte in Kilowattstunden pro Meter und Jahr. Eine hohe Wärmelinien-dichte zeigt an, dass der entsprechende Straßenabschnitt besonders geeignet ist, um Wärme effizient zu verteilen; Abschnitte mit einer geringen Wärmelinien-dichte gelten als unwirtschaftlich und werden aus dem weiteren Wärmenetzalgorithmus ausgeschlossen.

Parallel zur Bewertung der Straßenabschnitte wird die Anschlusswirtschaftlichkeit der einzelnen Gebäude geprüft: Da längere Anschlussleitungen mit höheren Kosten verbunden sind, werden weiter entfernt gelegene Gebäude benachteiligt und gegebenenfalls ausgeschlossen. Die so bereinigte Graphenstruktur, in der unwirtschaftliche Kanten und Knoten entfernt wurden, bildet das technisch und ökonomisch optimierte Teilnetz ab.

Um ein Wärmenetz überhaupt realisieren zu können, gelten zusätzliche Rahmenbedingungen: Es wird von einer Anschlussquote von 70 % der potenziellen Gebäude ausgegangen, und erst ab mindestens 17 tatsächlich angeschlossenen Gebäuden wird der Netzausbau vom BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle) gefördert und somit als lohnend betrachtet. Verrechnet mit der Anschlussquote kommen nur Gebiete mit mindestens 25 in Frage kommenden Gebäuden als mögliche Wärmenetzgebiete zur weiteren Analyse in Betracht. Innerhalb dieser Gebiete lässt sich dann auf Basis des Graphenmodells fundiert entscheiden, welche Straßenabschnitte für die Wärmeversorgung genutzt und welche Gebäude realistisch angeschlossen werden können. Eine abschließende Machbarkeitsprüfung muss jedoch stets im Rahmen einer projektbezogenen Detailuntersuchung erfolgen.

Wärmequellen bzw. Wärmeerzeugungsanlagen sollten maximal 500 Meter vom Wärmenetz entfernt liegen, da Wärmeleitungen recht hohe Verluste von 10 bis 20 Prozent aufweisen. Dies reduziert die Wettbewerbsfähigkeit bei großen zu überbrückenden Entfernungen.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden mehrere Szenarien mit verschiedenen Grenz-Wärmelinien-dichten berechnet und gemeinsam mit der Samtgemeinde Nenndorf sowie in Workshops mit relevanten Akteur:innen betrachtet und diskutiert. Abschließend wurde eine Grenz-Wärmelinien-dichte von 5.000 Kilowattstunden pro Meter und Jahr festgelegt und zur weiteren Erarbeitung des Zielszenarios verwendet. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass dieser Schwellenwert über den in vergleichbaren Projekten üblichen Werten liegt. Hintergrund hierfür ist, dass in der Wärmeplanung der Samtgemeinde Nenndorf ausschließlich berechnete Wärmebedarfe zugrunde lagen, nicht jedoch reale Wärmeverbräuche. Da erfahrungsgemäß die modellierten Bedarfe etwa 10–20 % über den tatsächlichen Verbräuchen liegen, wurde die Grenz-Wärmelinien-dichte entsprechend konservativ gewählt, um eine realistische Einschätzung der wirtschaftlich darstellbaren Netzgebiete zu ermöglichen.

4.4 Wärmeversorgung / Heizsysteme

Die zukünftige Entwicklung der Heizsysteme wurde anhand eines Zielszenarios mit einer Sanierungsrate von 1,6 % prognostiziert.

Folgende Heizsystemvarianten sind als dezentrale Wärmelösungen berücksichtigt:

- Biomassekessel

- Wasserstoffkessel
- Stromdirektheizung
- Luft-Wasser-Wärmepumpe
- Sole-Wasser-Wärmepumpe
- BHKW-Biogas
- Großwärmepumpe Luft

In den Nahwärme-Varianten sind folgende Erzeugungsvarianten angesetzt:

- Großwärmepumpe Luft
- Blockheizkraftwerk Wasserstoff
- Biomasse Heizkraftwerk
- BHKW-Biogas

Bei der Betrachtung der Nahwärmenetze werden Niedertemperatur-Wärmenetze herangezogen. Diese werden mit einer Betriebstemperatur von unter 70° C betrieben. Dadurch können auch erneuerbare Wärmequellen mit geringeren Temperaturen in das Wärmenetz eingebunden und somit nutzbar gemacht werden. Zudem lassen sich Verluste durch die geringere Temperatur reduzieren.

Die Wärmegestehungskosten (WGK) der Heizsystemvarianten sind für jedes Einzelgebäude im Samtgemeindegebiet für unterschiedliche Jahre ermittelt. Je niedriger der Wert, um so günstiger lässt sich eine Kilowattstunde mit dem jeweiligen Heizsystem erzeugen und umso größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Technologiewechsel stattfindet. Die Wärmegestehungskosten sind die Kosten, die entstehen, um Wärme zu erzeugen und zu liefern. In der kommunalen Wärmeplanung werden diese Kosten berechnet, um verschiedene Heiztechnologien miteinander zu vergleichen und die wirtschaftlichste Lösung zu finden.

$$\text{Wärmegestehungskosten} = \frac{\text{Investitionskosten} + \text{Betriebskosten} + \text{Finanzierungskosten}}{\text{erzeugte Wärmemenge}}$$

4.5 Wärmeversorgungsgebiete mit den wirtschaftlichsten Energieträgern im Zieljahr 2040

Eine Unterteilung des Samtgemeindegebietes erfolgte in zentrale Gebiete, die mehrheitlich über Wärmenetze versorgt werden könnten, und dezentrale Gebiete, die sich eher für eine Einzelversorgung, beispielsweise über Wärmepumpen, eignen. Das Samtgemeindegebiet ist dabei in den folgenden Darstellungen in Baublöcke eingeteilt. Damit wird der erforderliche Datenschutz berücksichtigt. Die Baublockeinteilung berücksichtigt den Verlauf von Infrastruktur wie Straßen, Bahntrassen und Fließgewässern und basiert auf den in der Wärmebedarfskarte Niedersachsen ausgewiesenen Baublöcken. Die Karte der Wärmeversorgungssysteme für das Zieljahr 2040 stellt jeweils die – mögliche und wirtschaftlich sinnvollste – dominierende Versorgungsart in den Baublöcken dar. Die Eignung eines Baublocks für eine zentrale Versorgung (siehe Abb.4.2.) sagt nicht aus, dass zwingend alle Gebäude in diesem Bereich an ein Wärmenetz angeschlossen werden müssen. Ein Wärmenetz wäre aber für die Mehrheit der Gebäude in den so ausgewiesenen Baublöcken im Zieljahr 2040 die wirtschaftlichste Lösung. Die Gebiete stellen also eine **Empfehlung für zukünftig dominierende, klimafreundliche Versorgungsarten** dar. Für eine bessere Abschätzung des Verlaufs potenzieller Wärmenetze in der datenschutzkonformen Darstellung wurde zudem eine prozentuale Abstufung der Wärmenetzeignung je Baublock gewählt.

Mit den ausgewiesenen Wärmeversorgungsgebieten in Abbildung 4.2. ist ausdrücklich keine Verpflichtung für Gebäudeeigentümer:innen verbunden, ein bestimmtes Heizsystem zu errichten und zu nutzen. Die Karte zeigt, wie die meisten Gebäude zukünftig am preisgünstigsten mit Wärme aus erneuerbaren Quellen und unvermeidbarer Abwärme versorgt werden können. Eine individuelle, projektbezogene Planung ersetzt die Darstellung nicht.

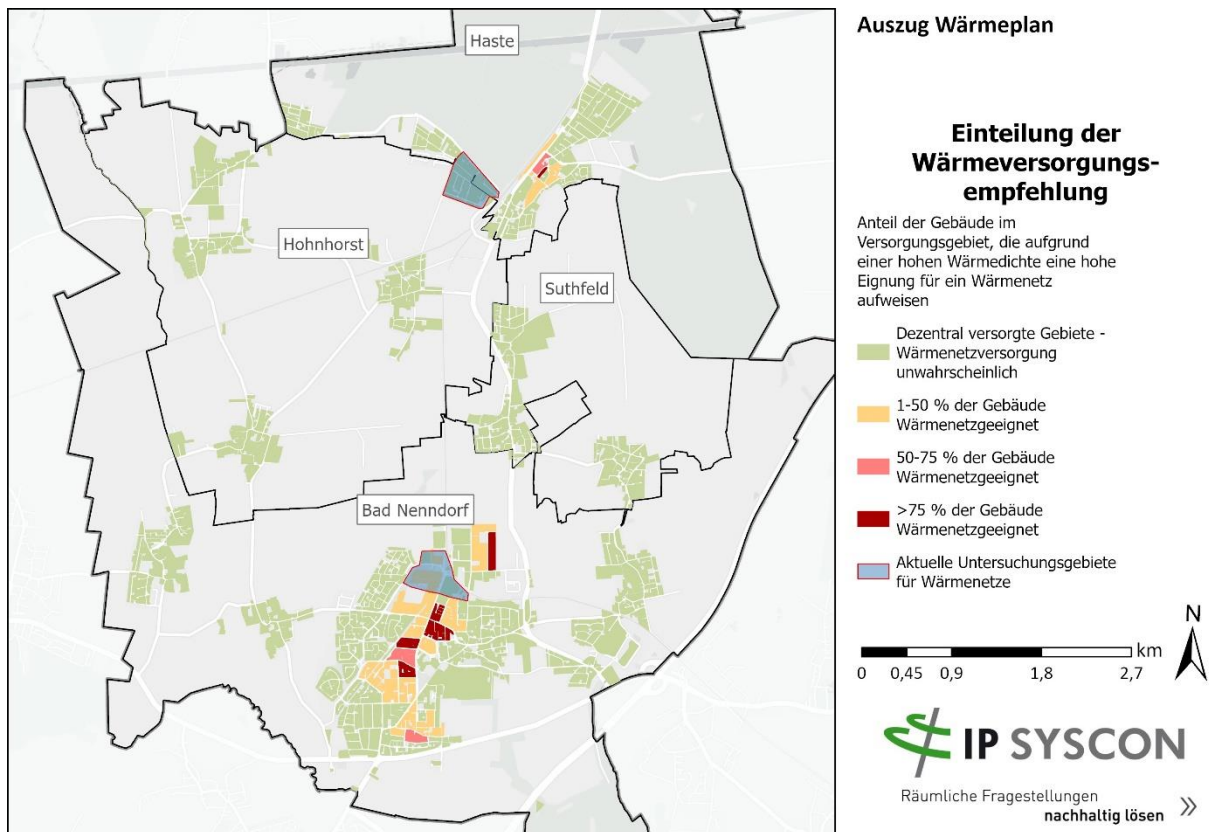


Abbildung 4-2: Ausweisung des wirtschaftlichsten Energieträgers im Zieljahr 2040 je Baublock

In Abbildung 4-2 ist die Einteilung der Wärmeversorgungsempfehlungen auf der Karte der Samtgemeinde Nenndorf veranschaulicht. Unterschieden wird zwischen den dezentralen Versorgungstechnologien, worunter z.B. die Großwärmepumpe, Wärmepumpe Luft-Wasser und Pelletöfen zählen, sowie den zentralen Gebieten der Wärmenetze.

Fazit

Der Großteil der Gebäude in der Samtgemeinde Nenndorf wird im Zielszenario als dezentral versorgt ausgewiesen. In einigen Gebieten könnte jedoch die Versorgung durch ein Wärmenetz die wirtschaftlichste Versorgungsform sein. Die Gebiete mit einer Eignung für eine zentrale Energieversorgung weisen eine überwiegend dichte Bebauungsstruktur mit hohem Wärmebedarf und hohen Wärmelinien-dichten auf. In diesen Bereichen ergibt die Kostensimulation, dass eine Nahwärmeversorgung niedrigere oder vergleichbare Wärmegestehungskosten verursacht wie dezentrale Wärmelösungen.

Erforderliche Prüfungen und weiteres Vorgehen (s. Kapitel 5)

Zur Klärung der Umsetzbarkeit sind Machbarkeitsstudien und die Erkundung von Versorgungswünschen in den Quartieren erforderlich. In den dargestellten Baublöcken bieten sich in Teilen sowohl die Nahwärme als auch dezentrale Lösungen an. Deshalb ist für die betroffenen Bereiche der Anschluss an ein Wärmenetz im Einzelfall zu prüfen.

Die Baublöcke, in denen es schon jetzt eine Versorgung über Wärmenetze gibt, sind in der Wärmeplanung ebenfalls als Wärmenetzgebiete ausgewiesen. In diesen Gebieten sind bereits zwei Sporthallen und ein Hallenbad an das Wärmenetz der Biogasanlage Nenndorf angeschlossen.

Geprüft werden sollte der Bau neuer Wärmenetze in den weiteren ausgewiesenen Gebieten in den Bereichen Bahnhofsstraße, Horster Straße, Erlengrundstraße und Im Niedernfeld in Bad Nenndorf sowie im Bereich Hauptstraße in Haste.

Zusätzlich sind zwei Gebiete in der Kartendarstellung als aktuelle Untersuchungsgebiete abgebildet. Bei diesen Gebieten in Hohnhorst und Bad Nenndorf handelt es sich um Bereiche, zu denen schon Vorgespräche stattfinden. Zum einen wird die Möglichkeit eines an die Biogasanlage angeschlossenen Wärmenetzes sowie einer Wärme-Genossenschaft in Hohnhorst untersucht. Zum anderen finden Vorgespräche zu einem potenziellen Netz in Bad Nenndorf zwischen der Energieservices Westfalen Weser und der Samtgemeinde Nenndorf statt.

In den restlichen Gebieten empfiehlt sich eine dezentrale Versorgung, was bedeutet, dass für jedes Haus eine individuelle Wärmeversorgung empfohlen wird. Die Wahrscheinlichkeit, dass hier die Versorgung über ein Wärmenetz stattfinden wird, ist unter den gegebenen technischen und finanziellen Bedingungen auch in Zukunft als gering einzuschätzen. Gerade in den weniger dicht bebauten Bereichen, in denen der Wärmebedarf pro Meter Straße eher gering ist, rechnet sich wirtschaftlich der Bau eines Wärmenetzes oft nicht. In diesen Fällen ist die Versorgung durch Wärmepumpen, Pelletöfen oder andere dezentrale Technologien die günstigere Option. In den Baublöcken, in denen heute vorrangig mit Gas und Öl geheizt wird, ist meist die Luft-Wasser-Wärmepumpe die Lösung mit den geringsten Wärmegestehungskosten. Dort, wo große Dachflächen vorhanden sind, ist die Kombination der Wärmepumpe mit einer Photovoltaikanlage auf dem Hausdach ratsam, die mit dem generierten Strom die Wärmepumpe versorgen kann.

Rechtswirkung der Gebietseinteilung

Grundsätzlich ist die kommunale Wärmeplanung ein informelles, strategisches Instrument ohne rechtliche Außenwirkung. Für Wärmenetzgebiete besteht die Möglichkeit der verbindlichen Ausweisung von Wärmenetz- oder Wasserstoffgebieten per Satzungsbeschluss; siehe §26 Wärmeplanungsgesetz.

In diesen Fällen greifen in den jeweiligen Satzungsgebieten die Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes einen Monat nach Bekanntgabe der Satzungsentscheidung, spätestens aber am 30.06.2028. Gebäudeeigentümer:innen könnten in Satzungsgebieten von einer zusätzlichen Versorgungsoption mittels Wärmenetzanschluss profitieren.

4.6 Treibhausgasemissionen (THG)

Die mit der Wärmeversorgung der Gebäude verbundenen Treibhausgasemissionen berechnen sich durch Multiplikation der Endenergiemenge des jeweiligen Energieträgers mit dem zugehörigen Treibhausgasemissionsfaktor.

Durch die prognostizierten Veränderungen in den Bereichen Wärmebedarf, Heizsysteme und verwendete Energieträger verändern sich auch die Emissionen von Treibhausgasen. Nicht nur sinken die Wärmebedarfe, auch die Heizsysteme werden effektiver und vor allem werden in Zukunft immer mehr, bis ausschließlich, klimaneutrale Energieträger eingesetzt. Durch diese Kombination an Entwicklungen sinkt der Ausstoß von Treibhausgasen für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser entsprechend den Vorgaben aus dem NKlimaG bis zum Zieljahr 2040 auf null Tonnen CO₂-Äquivalent in der Samtgemeinde Nenndorf.

In Zahlen reduzieren sich die CO₂-Emissionen auf Basis der Prognosen von rund 52.200 t im Bestand für Wohngebäude auf 0 t im Zieljahr 2040. Bereits bis zum Jahr 2030 sinken die Emissionen, insbesondere durch den Austausch von Heizungen, um 4% auf 18.600 t. Bis zum Jahr 2035 verringern sich die CO₂-Emissionen dann um insgesamt 85 % auf 7.500 t.

5 Umsetzungsstrategie und Maßnahmenkatalog

Ausgehend vom Zielszenario werden Umsetzungsmaßnahmen empfohlen und eine Strategie zum Tracking und zur Erreichung der Maßnahmen entwickelt.

5.1 Maßnahmen

Gemäß dem Wärmeplanungsgesetz des Bundes (WPG) und dem niedersächsischen Klimaschutzgesetz (NKlimaG) ist eine kommunale Umsetzungsstrategie zu entwickeln. Laut NKlimaG muss diese mindestens fünf Maßnahmen enthalten, mit deren Umsetzung innerhalb der auf die Veröffentlichung des Wärmeplans folgenden fünf Jahre begonnen wird. Auf Grundlage des Zielszenarios und den durchgeführten Beteiligungen wurden neun Umsetzungsmaßnahmen erarbeitet, welche in der untenstehenden Tabelle sowie in den folgenden Steckbriefen festgehalten und erläutert sind.

Tabelle 5-1: Übersicht der erarbeiteten Maßnahmen

Nr.	Maßnahme	Verantwortlichkeit	Umsetzungshorizont	Priorität
1	Machbarkeitsstudie für die Neuerrichtung von Wärmenetzen	Samtgemeinde Nenndorf und/oder Dienstleister	kurzfristig, <3 Jahre	★★★
2	Energetische Sanierung öffentlicher Gebäude	Samtgemeinde Nenndorf	langfristig, > 10 Jahre	★★★
3	Koordinationsstelle für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung	Samtgemeinde Nenndorf	langfristig, > 10 Jahre	★★
4	Aufbau einer Datenbank mit lokalen Fachleuten	Samtgemeinde Nenndorf	kurzfristig, < 5 Jahre	★★
5	Workshopreihe „Selbst sanieren“ für Hauseigentümer:innen	Samtgemeinde Nenndorf/Energieagentur Schaumburg	Kurzfristig, < 5 Jahre	★★
6	Energieberatungsangebote für Gebäudeeigentümer:innen / kleine und mittelständische Unternehmen	Samtgemeinde Nenndorf/Energieagentur Schaumburg	kurzfristig, < 5 Jahre	★★★
7	Angebot eines Wärmepumpen-Eignungschecks vor Ort	Samtgemeinde Nenndorf/Energieagentur Schaumburg	kurzfristig, < 3 Jahre	★★★
8	Best-Practice-Beispiele dezentraler Wärmelösungen	Samtgemeinde Nenndorf/Handwerksbetriebe	kurzfristig, < 5 Jahre	★★★
9	Erstellung von Leitfäden für die Einsparung von Wärmeenergie	Samtgemeinde Nenndorf/Energieagentur Schaumburg	kurzfristig, < 5 Jahre	★★

Die Wärmewendestrategie in Nenndorf besteht aus Maßnahmen, die möglichst zügig nach Fertigstellung der Wärmeplanung begonnen werden sollten. Insbesondere die Machbarkeitsstudien für die potenziellen Wärmenetzgebiete sollten priorisiert betrachtet werden. Auf das Ziel, die angestrebte Sanierungsrate von 1,6 % zu erreichen bzw. zu halten, zählen die Maßnahmen

Energieberatungsangebote, der Sanierung öffentlicher Gebäude sowie der Workshopreihe „Selbst sanieren“ ein. Um allen Bürger:innen in dezentral ausgewiesenen Gebieten die vielfältigen Möglichkeiten der klimaneutralen Wärmeversorgung näher zu bringen, werden das Angebot des Wärmepumpen-Eignungschecks sowie die Veröffentlichung der Best-Practice-Beispiele helfen.

Alle Maßnahmen sollen möglichst engmaschig überwacht und relevante Daten im Optimalfall jährlich erhoben werden. Nur so können bereits vor einer Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung in fünf Jahren mögliche Chancen und Hindernisse erkannt werden.

5.2 Maßnahmen-Steckbriefe

1. Machbarkeitsstudie für die Neuerrichtung von Wärmenetzen	
Verantwortlich	Samtgemeinde Nenndorf und/oder Dienstleister
Zielgruppe	Gebäudeeigentümer:innen in den Wärmenetzgebieten
Beschreibung: Ziel der Maßnahme ist die Durchführung einer Machbarkeitsstudie, um die Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes in der Samtgemeinde Nenndorf zu überprüfen. Die Beauftragung und Durchführung der Studie können durch die Samtgemeinde Nenndorf oder Dritte erfolgen. Langfristig soll die Maßnahme zum Bau eines treibhausgasneutral versorgten Wärmenetzes führen und somit zur Treibhausgasreduktion in der Samtgemeinde beitragen.	
Mögliche Inhalte der Maßnahme: <ul style="list-style-type: none"> • Genaue Eingrenzung des Wärmenetzgebietes • Vorgespräche mit Eigentümer:innen aus dem Untersuchungsbereich • Ausschreibung der Durchführung einer Machbarkeitsstudie oder direkt Durchführung durch qualifizierte Unternehmen • Unterstützung in der Durchführung der Machbarkeitsstudie durch die Samtgemeinde Nenndorf 	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Reduktion von CO ₂ -Emissionen durch regenerative Wärmenetzversorgung
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	kurzfristig, <3 Jahre
Kosten	ggf. Kosten für die Durchführung der Studie
Finanzierung/Kostenträger	Samtgemeinde Nenndorf oder Wärmenetzprojektor
Fördermittel	50%ige Förderung des BEW Modul 1 durch das BAFA
Nachverfolgung/Controlling	Überwachung von gesetzten Meilensteinen wie beispielsweise die Beantragung der Förderung beim BAFA, die Zusage der Förderung und die Durchführung der Studie

2. Energetische Sanierung öffentlicher Gebäude	
Verantwortlich für die Umsetzung	Samtgemeinde Nenndorf
Zielgruppe der Maßnahme	Samtgemeinde Nenndorf
Beschreibung: Ziel der Maßnahme ist die Entwicklung einer maßgeschneiderten Sanierungsstrategie für die öffentlichen Gebäude und die Umsetzung der sich aus der Strategie ergebenden Maßnahmen. Die Umsetzung erfolgt durch die Samtgemeinde Nenndorf und soll neben der Treibhausgasneutralität auch die Reduktion der Heizkosten im Fokus haben. Darüber hinaus möchte die Samtgemeinde eine Vorreiterrolle einnehmen und so zur Nachahmung motivieren	
Mögliche Inhalte/Schritte der Maßnahme: <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau eines Gebäudekatasters mit relevanten Gebäudeinformationen • Prüfung des Anschlusses an ein Wärmenetz • Energetische Bewertung der einzelnen Gebäude • Ableitung von möglichen Sanierungsmaßnahmen zur Senkung von Emissionen und Kosten • Priorisierung der Maßnahmen hinsichtlich ihrer Kosten und des erwarteten Nutzens • Beantragung von Fördermitteln für die Umsetzung von Maßnahmen • Koordination der Sanierungsmaßnahmen • Evaluation des Umsetzungserfolgs • Kommunikation der Maßnahmen an die Öffentlichkeit über vers. Formate (z.B. Website, Broschüren, Informationsveranstaltungen) 	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Reduktion von CO ₂ -Emissionen durch energetische Sanierung und regenerative Wärmeversorgung
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	langfristig, > 10 Jahre
Kosten	Personalkosten für die Koordination und weitere Kosten in Abhängigkeit vom Umfang der Maßnahmen
Finanzierung/Kostenträger	Samtgemeinde Nenndorf
Fördermittel	Zuschüsse für Sanierungsmaßnahmen sind im Einzelfall zu prüfen
Nachverfolgung/Controlling	Dokumentation und Evaluierung der umgesetzten Sanierungsmaßnahmen und jährliche Auswertung der Wärmebedarfsentwicklung öffentlicher Gebäude

3. Koordinationsstelle für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung	
Verantwortlich für die Umsetzung	Samtgemeinde Nenndorf als planungsverantwortliche Stelle
Zielgruppe der Maßnahme	Alle Akteur:innen und Bürger:innen in der Samtgemeinde Nenndorf
Beschreibung: Ziel der Maßnahme ist die Einrichtung einer zentralen Stelle, welche als Begleiter:in und Koordinator:in für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung fungiert. Diese Stelle soll als Bindeglied zwischen den verschiedenen Akteur:innen dienen und die effiziente und erfolgreiche Umsetzung der Wärmeplanung sicherstellen.	
Mögliche Inhalte/Schritte der Maßnahme: <ul style="list-style-type: none"> • Koordination und Controlling der Umsetzung der Wärmeplanung • Unterstützung bei der Planung und Durchführung von Wärmeprojekten • Beratung und Information der Bürger:innen sowie der ansässigen Unternehmen zu Fragen der Wärmeversorgung • Aufbau und Pflege eines Netzwerks von relevanten Akteur:innen, einschließlich Energieversorger:innen, Planungsbüros, Handwerksbetrieben etc. • Organisation und Moderation von regelmäßigen Treffen und Workshops zur Förderung des Austauschs und der Zusammenarbeit in einem Netzwerk • Bereitstellung von Fachwissen und technischen Informationen zur Wärmeplanung und -versorgung • Unterstützung bei der Identifikation und Bewertung geeigneter Wärmequellen und -technologien • Beratung zu Fördermöglichkeiten und Unterstützungsprogramme • Identifikation und Management von Risiken sowie Erarbeitung von Lösungsstrategien bei auftretenden Problemen • Durchführung von Informationskampagnen zur Sensibilisierung der Bevölkerung für die Vorteile einer nachhaltigen Wärmeversorgung • Organisation von Informationsveranstaltungen und Schulungen für verschiedene Zielgruppen • Förderung der Akzeptanz und Unterstützung der kommunalen Wärmeplanung durch transparente Kommunikation und Öffentlichkeitsbeteiligung 	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Keine direkten Auswirkungen, aber indirekt werden Aktivitäten zur Einsparung von Treibhausgasemissionen angestoßen
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	langfristig, > 10 Jahre
Kosten	Personalkosten
Finanzierung/Kostenträger	Samtgemeinde Nenndorf
Förderung	Aktuell gibt es keine Förderung für diese Maßnahme
Nachverfolgung/Controlling	Jährliche Überprüfung der Umsetzung des Maßnahmenpaketes aus der KWP

4. Aufbau einer Datenbank mit lokalen Fachleuten	
Verantwortlich für die Umsetzung	Samtgemeinde Nenndorf
Zielgruppe der Maßnahme	Bürger:innen und Handwerker:innen in der Samtgemeinde Nenndorf
Beschreibung: Ziel der Maßnahme ist der Aufbau einer umfassenden Datenbank für die Bürger:innen in der Samtgemeinde Nenndorf. Es sollen die Kontaktdaten von lokalen Fachleuten zusammengetragen und dabei verschiedene Themenbereiche abgedeckt werden (z.B. Sanierung, Energieberatung, Heizungswechsel). Alle Information werden zielgruppengerecht aufbereitet und sollen Gebäudeeigentümer:innen wie auch deren Nutzer:innen ansprechen und bei der Suche nach Fachpersonal unterstützen. Die Datenbank soll der Information dienen und den Zugang zu qualifizierten Fachkräften erleichtern.	
Mögliche Inhalte/Schritte der Maßnahme: <ul style="list-style-type: none"> • Zielgruppen und Themenbereiche für die Datenbank definieren • Prüfen, welche Unternehmen und Betriebe es im Samtgemeindegebiet (oder der Region) gibt • Struktur für die neue Datenbank erarbeiten • Daten recherchieren und klären, welche Informationen und Hinweise in die Datenbank aufgenommen werden sollen bzw. dürfen • Einbindung von lokalen Akteur:innen und Abklärung des Datenschutzes • Sicherstellung der Qualität / Qualifizierung des Fachpersonals • Sicherstellung, dass die Inhalte verständlich und ansprechend aufbereitet sind • Überprüfung und Feedback von weiteren Personen einholen, die nicht in den Erstellungsprozess eingebunden waren • Klärung, in welcher Form über die Datenbank informiert werden soll • Klärung, in welchem Intervall die Datenbank aktualisiert werden soll und Festlegung der Zuständigkeit 	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Keine direkten Auswirkungen, aber indirekte werden Aktivitäten zur Einsparung von Treibhausgasemissionen angestoßen
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	kurzfristig, < 5 Jahre
Kosten	Personalkosten und ggf. Kosten für die Erstellung von Drucksachen
Finanzierung/Kostenträger	Samtgemeinde Nenndorf
Fördermittel	Aktuell gibt es keine Förderung für diese Maßnahme
Nachverfolgung/Controlling	Jährliche Dokumentation der erarbeiteten und verteilten Unterlagen

5. Workshopreihe „Selbst sanieren“ für Hauseigentümer:innen	
Verantwortlich	Samtgemeinde Nenndorf/Energieagentur Schaumburg
Zielgruppe	Gebäudeeigentümer:innen und Eigentümer:innengemeinschaften
Beschreibung: Ziel der Maßnahme ist es, die Gebäudeeigentümer:innen und Eigentümergemeinschaften in der Samtgemeinde Nenndorf durch eine Workshopreihe umfassend über energetische Sanierungsmöglichkeiten zu informieren, die sie selbst an ihren Häusern durchführen können. Diese Veranstaltungen sollen dazu beitragen, die Energieeffizienz von Gebäuden zu verbessern und somit Wärmeverbräuche und Energiekosten zu senken.	
Mögliche Inhalte der Maßnahme: <ul style="list-style-type: none"> • Organisation von Workshops ggf. unter Mithilfe von qualifizierten Beratungsunternehmen • Durchführung von Workshops in der Samtgemeinde Nenndorf • Aufklärung über verschiedene Sanierungsmaßnahmen wie Dämmungen, die die Eigentümer:innen mit wenig Kapitaleinsatz selbst durchführen können • Empfehlungen zu Sanierungsmaßnahmen unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit und Effizienz • Information über verfügbare Förderprogramme auf kommunaler, regionaler und nationaler Ebene • Erstellung und Verbreitung von Informationsmaterialien wie Broschüren, Flyer und Online-Ressourcen • Zusammenarbeit mit lokalen Medien und Organisationen zur Erhöhung der Reichweite und Bekanntheit des Workshopangebots 	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Keine direkten Auswirkungen, aber indirekt werden Aktivitäten zur Wärmebedarfsreduktion und somit zur Einsparung von Treibhausgasemissionen angestoßen
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	Kurzfristig, < 5 Jahre
Kosten	Personalkosten für die Koordination und ggf. Kosten für Dienstleister
Finanzierung/Kostenträger	Samtgemeinde Nenndorf
Fördermittel	Aktuell gibt es keine Förderung für diese Maßnahme
Nachverfolgung/Controlling	Dokumentation der durchgeführten Veranstaltungen und Einholen von Feedback der Teilnehmer:innen

6. Energieberatungsangebote für Gebäudeeigentümer:innen / kleine und mittelständische Unternehmen (KMU)	
Verantwortlich für die Umsetzung	Samtgemeinde Nenndorf Energieagentur Schaumburg
Zielgruppe der Maßnahme	Gebäudeeigentümer:innen und Eigentümergemeinschaften, ortsansässige Unternehmen
Beschreibung: Ziel der Maßnahme ist es die Gebäudeeigentümer:innen und Eigentümergemeinschaften sowie ortsansässige KMUs in der Samtgemeinde durch kostengünstige Energieberatungen umfassend über energetische Sanierungsmöglichkeiten und verfügbare Fördermittel zu informieren. Diese Beratungen sollen dazu beitragen, die Energieeffizienz von Gebäuden zu verbessern, Energiekosten zu senken und den Zugang zu finanziellen Unterstützungsprogrammen zu erleichtern.	
Mögliche Inhalte/Schritte der Maßnahme: <ul style="list-style-type: none"> • Organisation von individuellen Beratungen durch qualifizierte Energieberater:innen • Durchführung der Beratungen vor Ort, aber auch telefonisch oder online • Aufklärung über verschiedene Sanierungsmaßnahmen wie Dämmung, Fenster- und Türen-tausch, Heizungsmodernisierung und Nutzung erneuerbarer Energien • Bewertung der energetischen Ausgangssituation des Gebäudes und Identifikation von Einsparpotenzialen • Empfehlungen zur schrittweisen Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit und Effizienz • Information über verfügbare Förderprogramme auf kommunaler, regionaler und nationaler Ebene; Beratung zu Finanzierungsmöglichkeiten und zinsgünstigen Krediten für energetische Sanierungsmaßnahmen • Erstellung und Verbreitung von Informationsmaterialien wie Broschüren, Flyer und Online-Ressourcen • Zusammenarbeit mit lokalen Medien und Organisationen zur Erhöhung der Reichweite und Bekanntheit des Beratungsangebots • Sicherstellung der Qualität der Beratungsleistungen durch regelmäßige Schulungen und Weiterbildungen der Energieberater:innen 	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Indirekt: Aktivitäten zur Einsparung von THG-Emissionen werden angestoßen
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	kurzfristig, < 5 Jahre
Kosten	Personalkosten für die Koordination und ggf. Zuschüsse zu Energieberatungen
Finanzierung/Kostenträger	Samtgemeinde Nenndorf
Fördermittel	Zuschüsse für Energieberatungen der Verbraucherzentrale und zum Teil kostenfreie Beratungskampagnen der KEAN
Nachverfolgung/Controlling	Dokumentation der durchgeführten Beratungen / Veranstaltungen und ggf. der Fördermittelinanspruchnahme

7. Angebot eines Wärmepumpen-Eignungschecks vor Ort	
Verantwortlich für die Umsetzung	Samtgemeinde Nenndorf/Energieagentur Schaumburg
Zielgruppe der Maßnahme	Gebäudeeigentümer:innen
Beschreibung: Ziel der Maßnahme ist, ein niedrighschwelliges Angebot zu schaffen, welches Bürger:innen in dezentralen Wärmeversorgungsgebieten in der Samtgemeinde Nenndorf helfen soll, die Machbarkeit und Effizienz einer Wärmepumpe für ihr Gebäude zu prüfen. Dabei sollen fachkundige Expert:innen vor Ort kostenlos oder kostengünstig Beratungen durchführen.	
Mögliche Inhalte/Schritte der Maßnahme: <ul style="list-style-type: none"> • Koordination und Ausarbeitung der genauen Beratungsleistung • Aufbau eines Netzwerks mit passenden Energieberater:innen und Fachleuten • Angebot von Vor-Ort-Termine mit Energieberater:innen oder technischen Fachleuten • Gebäudespezifische Analyse verschiedener Parameter wie Heizlast, Dämmstandard, vorhandene Heiztechnik, Platzverhältnisse • Bewertung der Eignung verschiedener Wärmepumpen-Lösungen • Empfehlung zur Umsetzung inkl. Fördermöglichkeiten und CO₂-Einsparpotenzial • Verknüpfung mit weiteren Maßnahmen wie Energieberatung möglich 	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Indirekt: Aktivitäten zur Einsparung von THG-Emissionen werden angestoßen
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	kurzfristig, < 3 Jahre
Kosten	Personalkosten für die Koordination und ggf. Durchführung
Finanzierung/Kostenträger	Samtgemeinde Nenndorf
Fördermittel	Aktuell gibt es keine Förderung für diese Maßnahme
Nachverfolgung/Controlling	Jährliche Dokumentation der Beratungen und, wenn möglich, Nachhalten der erfolgten Heizungsumrüstungen

8. Best-Practice-Beispiele dezentraler Wärmelösungen	
Verantwortlich für die Umsetzung	Samtgemeinde Nenndorf/Handwerksbetriebe
Zielgruppe der Maßnahme	Handwerker:innen, Klimaschutzagentur und Bürger:innen in der Samtgemeinde Nenndorf
Beschreibung: Ziel der Maßnahme ist die Dokumentation und Veröffentlichung erfolgreicher Wärmelösungen, insbesondere der Einsatz von Wärmepumpen in verschiedenen Einbausituationen. Diese Maßnahme soll Mythen abbauen und als Informationsplattform dienen, um die Akzeptanz und Verbreitung effizienter und nachhaltiger Wärmetechnologien zu fördern. Durch die Veröffentlichung gelungener Beispiele können potenzielle Nutzer motiviert und unterstützt werden, ebenfalls auf effiziente und umweltfreundliche Wärmetechnologien umzusteigen.	
Mögliche Inhalte/Schritte der Maßnahme: <ul style="list-style-type: none"> • Sammlung und Dokumentation erfolgreicher Projekte aus dem Samtgemeindegebiet, bspw. über Handwerker:innen oder die Klimaschutzagentur • Identifikation und Auswahl von geeigneten Best-Practice-Beispielen für den Einsatz von Wärmepumpen • Darstellung der spezifischen Einbausituationen (z.B. Neubau, Altbau, Gewerbe, Wohngebäude) • Darstellung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen • Darstellung der CO₂-Einsparungen und anderer Umweltvorteile durch den Einsatz von Wärmepumpen • Erstellung von anschaulichen und leicht verständlichen Informationsmaterialien (z.B. Broschüren, Online-Artikel, Videos) • Nutzung verschiedener Kommunikationskanäle zur Verbreitung der Informationen (z.B. Websites, soziale Medien, Fachzeitschriften) • Organisation von Informationsveranstaltungen und Workshops zur Präsentation der erfolgreichen Projekte • Aufbau eines Netzwerks von Expert:innen und Fachleuten zur Unterstützung bei der Planung und Umsetzung von Wärmepumpenprojekten • Förderung des Austauschs von Erfahrungen und Best Practices zwischen den Beteiligten 	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Keine direkten Auswirkungen, aber indirekt werden Aktivitäten zur Einsparung von Treibhausgasemissionen angestoßen
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	kurzfristig, < 5 Jahre
Kosten	Personalkosten für die Koordination
Finanzierung/Kostenträger	Samtgemeinde Nenndorf
Fördermittel	Aktuell gibt es keine Förderung für diese Maßnahme
Nachverfolgung/Controlling	Jährliche Dokumentation der Veranstaltungen/Veröffentlichungen und, wenn möglich, nachhalten der erfolgten Heizungsumrüstungen

9. Erstellung von Leitfäden für die Einsparung von Wärmeenergie	
Verantwortlich für die Umsetzung	Samtgemeinde Nenndorf/Energieagentur Schaumburg
Zielgruppe der Maßnahme	Bürger:innen in der Samtgemeinde Nenndorf
Beschreibung: Ziel der Maßnahme ist die Erstellung von niederschwelligem Informationsmaterial für die Bürger:innen in der Samtgemeinde Nenndorf. Die Leitfäden sollten verschiedene Themenbereiche abdecken und dadurch Gebäudeeigentümer:innen wie auch deren Nutzer:innen ansprechen. Alle Information werden zielgruppengerecht aufbereitet. Sie dienen zum einen der Information und sollen zum anderen auch einen Handlungsleitfaden für die Umsetzung von Maßnahmen darstellen. Bereits vorhandene Leitfäden und mögliche Kooperationen, bspw. auf Regionsebene, sollen berücksichtigt werden.	
Mögliche Inhalte/Schritte der Maßnahme: <ul style="list-style-type: none"> • Zielgruppen und Themen für die Leitfäden definieren • Prüfen, welche Unterlagen und Leitfäden es schon gibt und inwiefern es einen Bedarf für die Erstellung neuer Dokumente gibt • Strukturen und Inhalte für die neuen Leitfäden erstellen (lassen) • Ggf. selbst Inhalte recherchieren und klären, welche Informationen und Hinweise in den Leitfäden aufgenommen werden sollen • Einbindung von lokalen Akteur:innen und Best-Practice-Beispielen • Sicherstellung, dass die Inhalte verständlich und ansprechend aufbereitet sind • Überprüfung und Feedback von weiteren Personen einholen, die nicht in den Erstellungsprozess eingebunden waren • Klärung, in welcher Form die Verteilung der Leitfäden stattfinden soll 	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Keine direkten Auswirkungen, aber indirekte werden Aktivitäten zur Einsparung von Treibhausgasemissionen angestoßen
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	kurzfristig, < 5 Jahre
Kosten	Personalkosten und ggf. Kosten für die Erstellung von Drucksachen
Finanzierung/Kostenträger	Samtgemeinde Nenndorf
Fördermittel	Aktuell gibt es keine Förderung für diese Maßnahme
Nachverfolgung/Controlling	Jährliche Dokumentation der verteilten Unterlagen

6 Verstetigung

Die Samtgemeinde Nenndorf verfolgt im Rahmen ihrer kommunalen Wärmeplanung das Ziel, den Wärmebedarf und die CO₂-Emissionen nachhaltig zu senken. Um die erreichten Erfolge langfristig zu sichern und kontinuierlich zu verbessern, wird eine Verstetigungsstrategie implementiert, die folgende zentrale Elemente umfasst:

1. Langfristige Zielsetzung: Die Verstetigungsstrategie definiert klare, langfristige Ziele für die Reduktion des Wärmebedarfs und der CO₂-Emissionen. Diese Ziele tragen zur Erreichung der nationalen und internationalen Klimaziele bei. Konkret soll bis zum Jahr 2040 eine Treibhausgasneutralität im Wärmesektor erreicht werden und der Wärmebedarf insgesamt wird um 8% sinken.

2. Institutionalisierung von Strukturen: Um die Nachhaltigkeit der Wärmeplanung zu gewährleisten, werden bestehende Strukturen und Prozesse institutionalisiert. Dies umfasst die Integration des Controllings in die Organisationsstruktur der Samtgemeinde, insbesondere in das Klimaschutzmanagement, sowie die Schaffung fester Gremien und Arbeitsgruppen, die regelmäßig zusammenkommen, um den Fortschritt zu überwachen und Maßnahmen zu koordinieren.

3. Kontinuierliche Überwachung und Bewertung: Ein zentrales Element der Verstetigungsstrategie ist die kontinuierliche Überwachung und Bewertung der Maßnahmen. Hierfür wird im Folgenden ein Controlling-Konzept vorgeschlagen. Dieses ermöglicht es, den Fortschritt regelmäßig zu überprüfen und bei Bedarf Anpassungen vorzunehmen.

4. Anpassung und Optimierung: Die Verstetigungsstrategie sieht vor, dass Maßnahmen und Prozesse regelmäßig überprüft und optimiert werden. Dies stellt sicher, dass die Wärmeplanung stets an aktuelle Entwicklungen und neue Erkenntnisse angepasst wird. Flexibilität und Innovationsbereitschaft sind hierbei entscheidend, um langfristig erfolgreich zu sein.

5. Öffentlichkeitsarbeit und Beteiligung: Ein weiterer wichtiger Aspekt der Verstetigungsstrategie ist die Einbindung der Öffentlichkeit und relevanter Interessengruppen. Durch transparente Kommunikation und aktive Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger wird das Bewusstsein für die Bedeutung der Wärmeplanung gestärkt und die Akzeptanz der Maßnahmen erhöht. Die Basis für diese Beteiligung wurde bereits im Rahmen des Planungsprozesses gelegt und wird durch die Koordinierungsstelle, unter anderem auf Basis der vorgeschlagenen Maßnahmen, fortgesetzt.

Durch die Implementierung dieser Verstetigungsstrategie wird die Samtgemeinde Nenndorf in der Lage sein, ihre Wärmeplanung langfristig zu sichern und kontinuierlich zu verbessern. Die regelmäßige Überwachung und Anpassung der Maßnahmen stellt sicher, dass die angestrebten Klimaziele erreicht und die Erfolge nachhaltig gesichert werden.

7 Controlling-Konzept

Für die Zielerreichung in der Samtgemeinde Nenndorf sollte ein umfassendes Controllingkonzept implementiert werden, welches folgende zentrale Elemente umfasst:

1. Ziele und Aufgaben: Das Controllingkonzept definiert klare Ziele, wie bspw. die Reduktion des Wärmebedarfs und der CO₂-Emissionen. Diese Ziele sind eng mit den Klimaschutzmaßnahmen der Samtgemeinde verknüpft und tragen zur Erreichung der übergeordneten Klimaziele bei.

2. Organisationsstruktur: Das Controlling wird in die bestehende Organisationsstruktur der Samtgemeinde Nenndorf integriert, insbesondere in das Klimaschutzmanagement. Diese Integration ermöglicht eine effektive Zusammenarbeit und Koordination zwischen den verschiedenen Abteilungen und Projekten, die an der Wärmeplanung beteiligt sind.

3. Controlling-Instrumente: Zur Erfüllung der Controlling-Aufgaben werden spezifische Instrumente und Methoden eingesetzt. Dazu gehören die Kennzahlenanalyse, die es ermöglicht, wichtige Leistungsindikatoren zu überwachen und zu bewerten, sowie das Berichtswesen, das regelmäßige Berichte über den Fortschritt und die Ergebnisse der Maßnahmen liefert. Eine Übersicht über mögliche Indikatoren finden sich in Tabelle 7-1.

Tabelle 7-1 Mögliche Indikatoren für ein Controlling

Indikator	Datenquelle	Datenlieferant	Erhebungsturnus
Entwicklung des Wärmebedarfs	Verbrauchsdaten	Schornsteinfeger / Netzbetreiber Gas, Strom und Wärme	möglichst jährlich, aber mindestens alle fünf Jahre
Entwicklung der CO₂-Emissionen	Verbrauchsdaten	Schornsteinfeger / Netzbetreiber Gas, Strom und Wärme	möglichst jährlich, aber mindestens alle fünf Jahre
Heizungstausch dezentral	Installierte Heizungsanlagen	Schornsteinfeger / ggf. Netzbetreiber Strom	alle fünf Jahre
Beratungen zu Sanierung und Heizungstausch	Anzahl Energieberatungen	Verbraucherzentrale / lokale Energieberater	jährlich
Informationsveranstaltungen	Anzahl Teilnehmende	Koordinierungsstelle zur Umsetzung der KWP	jährlich
Informationsmaterial	Anzahl verteilte Exemplare	Koordinierungsstelle zur Umsetzung der KWP	jährlich
Umgesetzte Sanierungsmaßnahmen	Abgerufene Fördermittel	Fördermittelgeber, wie BAFA / KfW / NBank	jährlich

4. Informationssysteme und Prozesse: Effiziente Informationssysteme und gut definierte Prozesse sind notwendig, um die erforderlichen Daten zu erfassen, zu verarbeiten und zu analysieren. Diese Systeme und Prozesse stellen sicher, dass die Daten zuverlässig und zeitnah zur Verfügung stehen, was eine fundierte Entscheidungsfindung ermöglicht. Für ein engmaschiges Controlling wäre eine jährliche Erhebung, bspw. von Verbrauchs- und Schornsteinfeger:innen-Daten sinnvoll, um die Entwicklungen bei

den Wärmebedarfen oder dem Heizungstausch im Blick zu haben. Eine Verarbeitung der Daten könnte über ein GIS (Geoinformationssystem) oder auch Excel erfolgen.

Durch die Berücksichtigung dieser Vorschläge wird die Samtgemeinde Nenndorf in der Lage sein, ihre Wärmeplanung effizient zu steuern und die angestrebten Klimaziele zu erreichen. Die kontinuierliche Überwachung und Bewertung der Maßnahmen stellt sicher, dass Anpassungen und Optimierungen zeitnah vorgenommen werden können, um den Erfolg der Wärmeplanung zu gewährleisten.

Die Rolle der Kommune in der Wärmeplanung

Dabei verfügt die Samtgemeinde Nenndorf jedoch nur über einen indirekten Hebel zur Steuerung oder Beschleunigung der Umsetzung. Die Umgestaltung der Wärmeversorgung und damit die Realisierung der Wärmeplanung hängen maßgeblich von privaten Investitionsentscheidungen ab. Diese sind wiederum stark von verschiedenen Rahmenbedingungen anhängig wie Gesetzgebung und Förderprogrammen. Die Samtgemeinde wird durch die Umsetzung der erarbeiteten Maßnahmen das allgemeine Bewusstsein stärken und die Bürgerinnen und Bürger sowie Unternehmen auf unterschiedlichen Wegen unterstützen. Die Umsetzung der Wärmewende ist dabei aber eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe, die durch die gesamte Samtgemeinde getragen werden muss.

8 Anhang

Bautyp	Bauteil	Baujahre (Ist-Zustand)												Sanierungszustand	
		Bis 1918	1919 - 1948	1949 - 1957	1958 - 1968	1969 - 1978	1979 - 1983	1984 - 1994	1995 - 2001	2002 - 2009	2010 - 2015	2016 - 2021	I	II	
EFH	Dach	1,3	1,4	1,4	0,8	0,5	0,5	0,4	0,35	0,25	0,2	0,2	0,24	0,14	
	Außenwand	1,7	1,7	1,4	1,2	1	0,8	0,5	0,3	0,3	0,28	0,28	0,24	0,2	
	Bodenplatte	1,2	1	1,01	1,6	1	0,8	0,6	0,45	0,3	0,35	0,35	0,3	0,25	
	Fenster, Fenstertüren	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	4,3	3,2	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3	0,95	
	Türen	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1,8	1,8	1,8	1,3	
	Dach	1	0,8	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4	0,35	0,2	0,2	0,2	0,24	0,14	
	Außenwand	1,7	1,7	1,2	1,2	1	0,8	0,6	0,6	0,3	0,28	0,28	0,24	0,2	
	Bodenplatte	1,2	1	2,1	1,6	1	0,8	0,6	0,45	0,3	0,35	0,35	0,3	0,25	
	Fenster, Fenstertüren	2,7	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	1,6	1,3	1,3	1,3	1,3	0,95	
	Türen	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1,8	1,8	1,8	1,3	
	Dach	1,3	1,4	1,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,35	0,2	0,2	0,2	0,24	0,14	
	Außenwand	2,2	1,7	1,2	1,2	1	0,8	0,6	0,4	0,25	0,28	0,28	0,24	0,2	
	Bodenplatte	1,2	1	2,2	1,6	1	0,8	0,6	0,45	0,35	0,35	0,35	0,3	0,25	
	Fenster, Fenstertüren	2,7	3	3	3	3	3	3	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3	0,95	
	Türen	3	3	3	3	4	4	4	2	3	1,8	1,8	1,8	1,3	
	Dach	1,3	0,8	1,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,35	0,2	0,2	0,2	0,24	0,14	
	Außenwand	1,7	1,4	1,2	1,2	1,1	0,8	0,6	0,4	0,25	0,28	0,28	0,24	0,2	
	Bodenplatte	1,2	1	2,1	1,6	1	0,8	0,6	0,45	0,35	0,35	0,35	0,3	0,25	
	Fenster, Fenstertüren	2,8	3	3	3	3	3	3	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3	0,95	
Türen	3	3	3	3	4	4	4	2	3	1,8	1,8	1,8	1,3		
Dach	1,3	0,8	1,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,35	0,2	0,2	0,2	0,24	0,14		
Außenwand	1,7	1,4	1,2	1,2	1,1	0,8	0,6	0,4	0,25	0,28	0,28	0,24	0,2		
Bodenplatte	1,2	1	2,1	1,6	1	0,8	0,6	0,45	0,35	0,35	0,35	0,3	0,25		
Fenster, Fenstertüren	2,8	3	3	3	3	3	3	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3	0,95		
Türen	3	3	3	3	3	4	4	2	3	1,8	1,8	1,8	1,3		
Dach	1,3	0,8	1,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,35	0,2	0,2	0,2	0,24	0,14		
Außenwand	1,7	1,4	1,2	1,2	1,1	0,8	0,6	0,4	0,25	0,28	0,28	0,24	0,2		
Bodenplatte	1,2	1	2,1	1,6	1	0,8	0,6	0,45	0,35	0,35	0,35	0,3	0,25		
Fenster, Fenstertüren	2,8	3	3	3	3	3	3	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3	0,95		
Türen	3	3	3	3	3	4	4	2	3	1,8	1,8	1,8	1,3		
Dach	1,3	0,8	1,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,35	0,2	0,2	0,2	0,24	0,14		
Außenwand	1,7	1,4	1,2	1,2	1,1	0,8	0,6	0,4	0,25	0,28	0,28	0,24	0,2		
Bodenplatte	1,2	1	2,1	1,6	1	0,8	0,6	0,45	0,35	0,35	0,35	0,3	0,25		
Fenster, Fenstertüren	2,8	3	3	3	3	3	3	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3	0,95		
Türen	3	3	3	3	3	4	4	2	3	1,8	1,8	1,8	1,3		
Dach	1,3	0,8	1,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,35	0,2	0,2	0,2	0,24	0,14		
Außenwand	1,7	1,4	1,2	1,2	1,1	0,8	0,6	0,4	0,25	0,28	0,28	0,24	0,2		
Bodenplatte	1,2	1	2,1	1,6	1	0,8	0,6	0,45	0,35	0,35	0,35	0,3	0,25		
Fenster, Fenstertüren	2,8	3	3	3	3	3	3	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3	0,95		
Türen	3	3	3	3	3	4	4	2	3	1,8	1,8	1,8	1,3		
Dach	1,3	0,8	1,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,35	0,2	0,2	0,2	0,24	0,14		
Außenwand	1,7	1,4	1,2	1,2	1,1	0,8	0,6	0,4	0,25	0,28	0,28	0,24	0,2		
Bodenplatte	1,2	1	2,1	1,6	1	0,8	0,6	0,45	0,35	0,35	0,35	0,3	0,25		
Fenster, Fenstertüren	2,8	3	3	3	3	3	3	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3	0,95		
Türen	3	3	3	3	3	4	4	2	3	1,8	1,8	1,8	1,3		
Dach	1,3	0,8	1,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,35	0,2	0,2	0,2	0,24	0,14		
Außenwand	1,7	1,4	1,2	1,2	1,1	0,8	0,6	0,4	0,25	0,28	0,28	0,24	0,2		
Bodenplatte	1,2	1	2,1	1,6	1	0,8	0,6	0,45	0,35	0,35	0,35	0,3	0,25		
Fenster, Fenstertüren	2,8	3	3	3	3	3	3	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3	0,95		
Türen	3	3	3	3	3	4	4	2	3	1,8	1,8	1,8	1,3		
Dach	1,3	0,8	1,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,35	0,2	0,2	0,2	0,24	0,14		
Außenwand	1,7	1,4	1,2	1,2	1,1	0,8	0,6	0,4	0,25	0,28	0,28	0,24	0,2		
Bodenplatte	1,2	1	2,1	1,6	1	0,8	0,6	0,45	0,35	0,35	0,35	0,3	0,25		
Fenster, Fenstertüren	2,8	3	3	3	3	3	3	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3	0,95		
Türen	3	3	3	3	3	4	4	2	3	1,8	1,8	1,8	1,3		
Dach	1,3	0,8	1,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,35	0,2	0,2	0,2	0,24	0,14		
Außenwand	1,7	1,4	1,2	1,2	1,1	0,8	0,6	0,4	0,25	0,28	0,28	0,24	0,2		
Bodenplatte	1,2	1	2,1	1,6	1	0,8	0,6	0,45	0,35	0,35	0,35	0,3	0,25		
Fenster, Fenstertüren	2,8	3	3	3	3	3	3	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3	0,95		
Türen	3	3	3	3	3	4	4	2	3	1,8	1,8	1,8	1,3		
Dach	1,3	0,8	1,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,35	0,2	0,2	0,2	0,24	0,14		
Außenwand	1,7	1,4	1,2	1,2	1,1	0,8	0,6	0,4	0,25	0,28	0,28	0,24	0,2		
Bodenplatte	1,2	1	2,1	1,6	1	0,8	0,6	0,45	0,35	0,35	0,35	0,3	0,25		
Fenster, Fenstertüren	2,8	3	3	3	3	3	3	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3	0,95		
Türen	3	3	3	3	3	4	4	2	3	1,8	1,8	1,8	1,3		
Dach	1,3	0,8	1,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,35	0,2	0,2	0,2	0,24	0,14		
Außenwand	1,7	1,4	1,2	1,2	1,1	0,8	0,6	0,4	0,25	0,28	0,28	0,24	0,2		
Bodenplatte	1,2	1	2,1	1,6	1	0,8	0,6	0,45	0,35	0,35	0,35	0,3	0,25		
Fenster, Fenstertüren	2,8	3	3	3	3	3	3	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3	0,95		
Türen	3	3	3	3	3	4	4	2	3	1,8	1,8	1,8	1,3		
Dach	1,3	0,8	1,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,35	0,2	0,2	0,2	0,24	0,14		
Außenwand	1,7	1,4	1,2	1,2	1,1	0,8	0,6	0,4	0,25	0,28	0,28	0,24	0,2		
Bodenplatte	1,2	1	2,1	1,6	1	0,8	0,6	0,45	0,35	0,35	0,35	0,3	0,25		
Fenster, Fenstertüren	2,8	3	3	3	3	3	3	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3	0,95		
Türen	3	3	3	3	3	4	4	2	3	1,8	1,8	1,8	1,3		
Dach	1,3	0,8	1,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,35	0,2	0,2	0,2	0,24	0,14		
Außenwand	1,7	1,4	1,2	1,2	1,1	0,8	0,6	0,4	0,25	0,28	0,28	0,24	0,2		
Bodenplatte	1,2	1	2,1	1,6	1	0,8	0,6	0,45	0,35	0,35	0,35	0,3	0,25		
Fenster, Fenstertüren	2,8	3	3	3	3	3	3	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3	0,95		
Türen	3	3	3	3	3	4	4	2	3	1,8	1,8	1,8	1,3		
Dach	1,3	0,8	1,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,35	0,2	0,2	0,2	0,24	0,14		
Außenwand	1,7	1,4	1,2	1,2	1,1	0,8	0,6	0,4	0,25	0,28	0,28	0,24	0,2		
Bodenplatte	1,2	1	2,1	1,6	1	0,8	0,6	0,45	0,35	0,35	0,35	0,3	0,25		
Fenster, Fenstertüren	2,8	3	3	3	3	3	3	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3	0,95		
Türen	3	3	3	3	3	4	4	2	3	1,8	1,8	1,8	1,3		
Dach	1,3	0,8	1,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,35	0,2	0,2	0,2	0,24	0,14		
Außenwand	1,7	1,4	1,2	1,2	1,1	0,8	0,6	0,4	0,25	0,28	0,28	0,24	0,2		
Bodenplatte	1,2	1	2,1	1,6	1	0,8	0,6	0,45	0,35	0,35	0,35	0,3	0,25		
Fenster, Fenstertüren	2,8	3	3	3	3	3	3	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3	0,95		
Türen	3	3	3	3	3	4	4	2	3	1,8	1,8	1,8	1,3		
Dach	1,3	0,8	1,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,35	0,2	0,2	0,2	0,24	0,14		
Außenwand	1,7	1,4	1,2	1,2	1,1	0,8	0,6	0,4	0,25	0,28	0,28	0,24	0,2		
Bodenplatte	1,2	1	2,1	1,6	1	0,8	0,6	0,45	0,35	0,35	0,35	0,3	0,25		
Fenster, Fenstertüren	2,8	3	3	3	3	3	3	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3	0,95		
Türen	3	3	3	3	3	4	4	2	3	1,8	1,8	1,8	1,3		
Dach	1,3	0,8	1,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,35	0,2	0,2	0,2	0,24	0,14		
Außenwand	1,7	1,4	1,2	1,2	1,1	0,8	0,6	0,4	0,25	0,28	0,28	0,24	0,2		
Bodenplatte	1,2	1	2,1	1,6	1	0,8	0,6	0,45	0,35	0,35	0,35	0,3	0,25		
Fenster, Fenstertüren	2,8	3	3	3	3	3	3	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3	0,95		
Türen	3	3	3	3	3	4	4	2	3	1,8	1,8	1,8	1,3		
Dach	1,3	0,8	1,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,35	0,2	0,2	0,2	0,24	0,14		
Außenwand	1,7	1,4	1,2	1,2	1,1	0,8	0,6	0,4	0,25	0,28	0,28	0,24	0,2		
Bodenplatte	1,2	1	2,1	1,6	1	0,8	0,6	0,45	0,35	0,35	0,35	0,3	0,25		
Fenster, Fenstertüren	2,8	3	3	3	3	3	3	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3	0,95		
Türen	3	3	3	3	3	4	4	2	3	1,8	1,8	1,8	1,3		
Dach	1,3	0,8	1,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,35	0,2	0,2	0,2	0,24	0,14		
Außenwand	1,7	1,4	1,2	1,2	1,1	0,8	0,6	0,4	0,25	0,28	0,28	0,24	0,2		
Bodenplatte	1,2	1	2,1	1,6	1	0,8	0,6	0,45	0,35	0,35	0,35	0,3	0,25		
Fenster, Fenstertüren	2,8	3	3	3	3	3	3	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3</			

Anhang 8-1: Für die Bewertung der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) der Bauteile in sanierten Zuständen wurden die Anforderungen gemäß der aktuellen Fassung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) herangezogen.

9 Literaturverzeichnis

KEAN. (Oktober 2023). Flächenpotenzialanalyse für Windenergie an Land in Niedersachsen (WinNiePot). Hannover.

Loga et al. 2015 Loga, T., Stein, B., Diefenbach, N., Born, R. 2015. Deutsche Wohngebäude-typeologie. Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden. Zweite erweiterte Auflage. Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt.

NIBIS® Kartenserver (2024): [Potenzielle Standorteignung für Erdwärmekollektoren]. - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover, aufrufbar unter: <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/>

NIBIS® Kartenserver (2024): [Wärmeleitfähigkeiten für Erdwärmesondenanlagen]. - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover, aufrufbar unter: <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/>

FNR- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (2014): Faustzahlen. Themenportal Bio-gas; aufrufbar unter: <https://biogas.fnr.de/daten-und-fakten/faustzahlen>