



Kommunaler Wärmeplan für die Gemeinde Stuhr

**gem. § 20 des Niedersächsischen Gesetzes zur Förderung des
Klimaschutzes und zur Minderung der Folgen des Klimawandels**

10-01-2026

Ratsbeschluss am 10.Dezember 2025

Inhalt

Abkürzungsverzeichnis	9
0 Zusammenfassung	11
1 Einleitung	12
1.1 Hintergrund und Motivation	12
1.2 Projektablauf	13
1.3 Kommunikationsstrategie	13
1.4 Aufbau des Kommunalen Wärmeplans	14
2 Bestandsanalyse	15
2.1 Methodik	16
2.1.1 Datengrundlage	16
2.2 Wärmebedarf	19
2.3 Wärmeverbrauch	23
2.3.1 Verschneidung von realen Verbrauchsdaten mit Gebäudegeometrien	23
2.3.2 Georeferenzierung der Daten	25
2.3.3 Datenintegration und Qualitätssicherung	25
2.3.4 Annahmen für die Verbrauchsdatenberechnung	25
2.4 Betrachtungsebenen	26
2.5 Energie und Treibhausgasbilanz	28
2.6 Ergebnisse der Bestandsaufnahme	30
2.6.1 Beschreibung der Gemeindestruktur	30
2.6.2 Bestehende Wärmeversorgungsinfrastruktur – zentral / dezentral	37
2.6.3 Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfs und -verbrauchs	43
2.6.4 Energie- und Treibhausgasbilanz	48
2.7 Fazit der Bestandsanalyse	55

3	Potenzialanalyse	57
3.1	Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs durch Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz	58
3.2	Potential Geothermie	63
3.2.1	Erdwärmesonden	63
3.2.2	Erdwärmekollektoren	64
3.3	Potential Solaranalyse	70
3.3.1	Solarthermie	70
3.3.2	Photovoltaik	72
3.4	Potential Windenergie	76
3.5	Potential Biomasse	79
3.6	Potenzial der Luft als Wärmequelle	82
3.7	Potential Umweltwärme aus Oberflächengewässern	84
3.8	Potential Umweltwärme aus Abwasser	85
3.9	Fazit der Potenzialanalyse	87
3.10	Potential Wasserstoff	90
3.11	Interkommunale Betrachtung	91
4	Fördermöglichkeiten	92
4.1	Einzelmaßnahmen	92
4.2	Wärmenetze	93
4.2.1	Sonstige Förderungen	94
4.3	Biogasanlagen	95
5	Zielszenario	96
5.1	Methodik der Szenarienanalyse	96
5.1.1	Annahmen	96
5.1.2	Entwicklung des Wärmebedarfs	97
5.1.3	Entwicklung der Energiebilanz	97
5.1.4	Entwicklung der Treibhausgasbilanz	97
5.1.5	Versorgungsgebiete	98

	Seite
5.1.6 Entwicklung der Gasversorgung.....	100
5.2 Ergebnisse der Szenarienanalyse	101
5.2.1 Entwicklung des Wärmebedarfs.....	101
5.2.2 Entwicklung der Energiebilanz	102
5.2.3 Entwicklung der Treibhausgasbilanz.....	107
5.2.4 Versorgungsgebiete.....	110
5.2.5 Entwicklung der Gasversorgung.....	115
5.3 Fazit der Szenarienanalyse für eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis 2040 und Fortschreibung der Wärmeplanung.	115
6 Kommunale Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog..	116
6.1 Handlungsstrategie der Gemeinde Stuhr (i.S.v. § 20 Abs. 5 NKlimaG)	116
6.2 Maßnahmenkatalog der Gemeinde Stuhr (i.S.v. § 20 Abs. 5 NKlimaG)	118
6.2.1 Verhandlungen mit Netzbetreibern zur Realisierung von Wärmenetzen in geeigneten Ortsteilgebieten in der Gemeinde Stuhr sowohl für Wohngebäude als auch für Gewerbeflächen	118
6.2.2 Begleitung des Dekarbonisierungsvorhabens des Netzbetreibers im Wärmenetzgebiet BRISECK durch die Gemeindeverwaltung	119
6.2.3 Beratungsangebot für die Gründung von Bürgerenergiegenossenschaften und Interessengemeinschaften und Unternehmens-zusammenschlüsse zur Planung von neuen CO ₂ -neutralen Wärmenetzen und für bestehende „Bürgerenergiegenossenschaften“ o.ä. zur Dekarbonisierung ihres bestehenden Wärmenetzes (Heizzentralen)	120
6.2.4 Prüfung, Planung und ggf. Realisierung eines Wärmenetzes in Kooperation mit weiteren Nutzern für den neuen Ortskern Stuhr als „Musterprojekt“	121
6.2.5 Umstellung der Liegenschaften der Gemeinde Stuhr auf CO ₂ -neutrale Wärmeversorgung und Sanierung zur Absenkung der Energieverbräuche	122
7 Anhang.....	123
8 Literaturverzeichnis	126

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Zeitplan der kommunalen Wärmeplanung	13
Abbildung 2-1: Ansatz für die Faktoren zur Anpassung der berechneten Energiekennwerte an das typische Niveau von Verbrauchskennwerten	22
Abbildung 2-2: Darstellung der unterschiedlichen Aggregationsebenen.....	27
Abbildung 2-3: Gemeindegebiet mit Gemarkungen der Gemeinde Stuhr	31
Abbildung 2-4: Verteilung der Gebäude	32
Abbildung 2-5: Verteilung der überwiegenden Gebäudenutzungen in der Gemeinde Stuhr ..	33
Abbildung 2-6: Verteilung der Baualtersklassen nach Anzahl der Gebäude).....	34
Abbildung 2-7: Verteilung der Baualtersklassen nach Gebäudetypen in der Gemeinde	34
Abbildung 2-8: Entwicklung der Bebauung in der Gemeinde Stuhr	35
Abbildung 2-9: Verteilung der Nutzungsflächen in m ²	36
Abbildung 2-10: Verteilung der Energieträger, welche als primärer Energieträger (Hauptversorgung des Gebäudes) zum Einsatz kommen	37
Abbildung 2-11: Übersicht der bestehenden Wärmenetze	38
Abbildung 2-12: Lage des Gasnetzes im Gemeindegebiet	39
Abbildung 2-13: Anzahl der installierten Erdgas- und Heizöl-Heizungen nach Baujahr	40
Abbildung 2-14: Lage der KWK-Anlagen im Gemeindegebiet Stuhr	41
Abbildung 2-15: Verteilung des überwiegenden Energieträgers in den Clustergebieten	42
Abbildung 2-16: Anteil des Stromverbrauchs für Wärmeanwendungen.....	42
Abbildung 2-17: Sektoraler Wärmeverbrauch in MWh/a der Gemeinde Stuhr nach Gebäudenutzung.....	43
Abbildung 2-18: Sektoraler Wärmebedarf in MWh/a der Gemeinde Stuhr nach Gebäudenutzung.....	44
Abbildung 2-19: Spezifischer Jahresheizenergieverbrauch in MWh/ha*a.....	47
Abbildung 2-20: Spezifischer Wärmeenergieverbrauch pro Straßenmeter und Jahr.....	48
Abbildung 2-21: Anteil der Energieträger am Gesamtverbrauch in der Gemeinde.....	49
Abbildung 2-22: Energiebilanz der Energieträger nach Sektoren	49
Abbildung 2-23: Verteilung der THG-Emissionen in t CO ₂ eq. nach Sektoren	51
Abbildung 2-24: Anteil der THG-Emissionen in t CO ₂ eq. nach Energieträger	51

	Seite
Abbildung 2-25: Absolute THG-Emissionen (CO ₂ eq) nach Sektoren und Energieträgern im Gemeindegebiet.....	52
Abbildung 2-26: Verteilung der absoluten THG-Emissionen in den Versorgungsgebieten	53
Abbildung 3-1: Anzahl der Gebäude nach Baualtersklassen, aufgeteilt nach Sektoren	60
Abbildung 3-2: Entwicklung des theoretisch berechneten Prozesswärmebedarfs bis 2040 ..	61
Abbildung 3-3: Verteilung des absoluten Prozesswärmebedarfs im Cluster (MWh/a).....	62
Abbildung 3-4: Flächenanalyse zur Nutzung von Erdwärmeanlagen unter Berücksichtigung bekannter Restriktionsflächen.....	66
Abbildung 3-5: Flurstücke mit beheiztem Gebäude und geothermischen Potenzial für Sonden- bzw. Erdkollektorflächen auf dem Grundstück.....	67
Abbildung 3-6: Agri-PV Potenzialflächen mit entsprechendem absoluten potenziellem Stromertragspotenzial in MWh/a.....	73
Abbildung 3-7: Gegenüberstellung des solaren Potenzials von Photovoltaik- und Solarthermieranlagen auf Dachflächen gegenüber dem Strombedarf für Luft- und Erdwärmepumpen im Untersuchungsgebiet.....	74
Abbildung 3-8: Gegenüberstellung des Stromertrags aus Agri-PV Anlagen mit den Strombedarfen bei vollständiger Deckung des Wärmebedarfs durch Erd- oder Luftwärmepumpen.....	74
Abbildung 3-9: Stromertragspotenzial durch Photovoltaik auf Dachflächen in kWh/a je Dachfläche.....	75
Abbildung 3-10: Windpotenzialflächen in der Gemeinde Stuhr	78
Abbildung 3-11 Biomassepotenziale für Reststoffe und Waldpflegeholz	81
Abbildung 3-12: Darstellung der Flächennutzung nach ALKIS-Tatsächliche Nutzung	81
Abbildung 3-13: Theoretisch geeignete Grundstücke für Luftwärmepumpen mit ausreichendem Abstand zu Nachbargrundstücken	83
Abbildung 3-14: Lage der Ochtum und des Naturschutzgebiets Kladdinger Wiesen	85
Abbildung 3-15: Lage des für die Wärmeplanung relevanten Abschnitts des Abwassernetzes mit einem Rohrdurchmesser (DN) größer gleich 800 mm.....	86
Abbildung 3-16: Zusammenfassung der absoluten technischen Nachfrage-Potenzialen in GWh/a	88
Abbildung 3-17: Zusammenfassung der Potenziale zur Stromerzeugung.	89
Abbildung 3-18: Verlauf des genehmigten Wasserstoffkernnetzes um Bremen	90
Abbildung 3-19: Förderübersicht Bundesförderung für effiziente Gebäude- Einzelmaßnahmen (BAFA).....	93

	Seite
Abbildung 4-1 Entwicklung des Wärmebedarfs zwischen Ausgangszustand und 2040	101
Abbildung 4-2 Entwicklung des Wärmebedarfs nach Sektoren	102
Abbildung 4-3: Entwicklung des Wärmebedarfs nach ausgewiesenen Energieträgern	103
Abbildung 4-4: Entwicklung der technischen Stromerzeugungspotenziale	104
Abbildung 4-5: Entwicklung der Wärmepotenziale durch erneuerbare Energiequellen	105
Abbildung 4-6: Entwicklung der Energiebedarfe für Wärmeerzeugung	105
Abbildung 4-7: Entwicklung der Potenziale erneuerbare Energien nach Wärmepotenzial und Strompotenzial	106
Abbildung 4-8: Gegenüberstellung von Energiebedarfen und erneuerbaren Potenzialen für Wärme und Strom	107
Abbildung 4-9: Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen zwischen 2023 und 2040	108
Abbildung 4-10. Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Energieträgern	109
Abbildung 4-11: Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Sektoren	110
Abbildung 4-12: Wärmeversorgungsgebiete in der Gemeinde Stuhr.....	112
Abbildung 4-13: Mögliche Sanierungsgebiete der Gemeinde Stuhr, die mehr als drei Worst Performing Buildings beinhalten	113
Anhang 6-1: Wärmenetzeignungsgebiete mit spezifischen Heizwärmebedarfen und Kategorie der Wärmenetzeignung	124
Anhang 6-2: Für die Bewertung der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) der Bauteile in sanierten Zuständen wurden die Anforderungen gemäß der aktuellen Fassung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) herangezogen.....	125

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Übersicht der verwendeten Datenquellen und deren Einsatzzweck in der kommunalen Wärmeplanung	15
Tabelle 2-2: Baualtersklassenverteilung.....	18
Tabelle 2-3: Angenommene Volllaststunden nach Leistungsklasse der Heizungsanlage für die kommunale Wärmeplanung Gemeinde Stuhr.....	24
Tabelle 2-4: Für die THG-Bilanzierung verwendeten Emissionsfaktoren.....	29
Tabelle 2-5: Flächendichte beheizte Nutzfläche im Sektor Wohnen.....	36
Tabelle 2-6: Zuordnung Wärmedichteklassen zur Eignung von Wärmenetzen in Clustergebieten	46
Tabelle 2-7: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmeliniedichte	46
Tabelle 2-8: Kennwerte der Wärmeversorgung in Stuhr	54
Tabelle 3-1: Entwicklung des Wärmebedarfs in den Szenarien unter Annahme unterschiedlicher Sanierungsraten; Die prozentuale Einsparung gegenüber dem Ist-Zustand ist in Klammern angegeben.	59
Tabelle 3-2: Potential der prozentualen Einsparungen bei der Prozesswärme nach KWW-Technikkatalog für die Sektoren Industrie und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen	61
Tabelle 3-3: Jährliches technisches Potenzial aus Erdwärmesonden in der Gemeinde Stuhr	67
Tabelle 3-4: Jährliches technisches Potenzial aus Erdwärmekollektoren in der Gemeinde Stuhr	68
Tabelle 3-5: Kennzahlen der Windenergieanlage (Quelle: Enercon.de)	77
Tabelle 4-1 Anzahl der fossilen Heizungen nach Heizungsalter in der Gemeinde Stuhr	107
Tabelle 4-2: Wärmenetzeignung sowie Anzahl an Wärmenetzeignungsgebieten.....	111
Tabelle 4-3: Treibhausgasbilanz nach Wärmeverbrauch des gesamten Gemeindegebiets	112
Tabelle 4-4: Anzahl an Gebäuden mit Gasheizungen.....	115

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
CO ₂ eq	Kohlendioxidäquivalent; Maßeinheit zur Vergleichbarkeit der Klimawirkung verschiedener Treibhausgase
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 Technikkatalog“ (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

0 Zusammenfassung

Die Gemeinde Stuhr ist als Mittelzentrum nach § 20 des Niedersächsischen Gesetzes zur Förderung des Klimaschutzes und zur Minderung der Folgen des Klimawandels (NKlimaG) in der Fassung vom 12. Dezember 2023 verpflichtet, bis zum 31. Dezember 2026 einen Wärmeplan zu erstellen.

Mit der Datengewinnung und Analyse i.S.v. § 20 Abs. 4 NKlimaG wurden nach entsprechender Ausschreibung IP SYSCON GmbH und EKP Energie. Klima. Plan. GmbH beauftragt, die kommunale Wärmeplanung gemäß der gesetzlichen Vorgaben durchzuführen.

Gem. § 20 Abs. 4 NKlimaG werden in diesem Wärmeplan für das Gebiet der Gemeinde Stuhr räumlich aufgelöst dargestellt:

1. der aktuelle Wärmebedarf und -verbrauch der Gebäude und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen, einschließlich Informationen zu den vorhandenen Gebäudetypen und den Baualtersklassen sowie die aktuelle Wärmeversorgungsstruktur (Bestandsanalyse) auf Grundlage einer systematischen und qualifizierten Datenerhebung,
2. die Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs und zur treibhausgasneutralen Versorgung der Gebäude mit Wärme aus erneuerbaren Energien einschließlich Geothermie sowie zur Versorgung der Gebäude mit Wärme aus Abwärme und Kraft-Wärme-Kopplung (Potenzialanalyse) und
3. Berechnungen darüber, wie sich der Wärmebedarf der Gebäude und die Wärmeversorgungsstruktur bis zum Jahr 2030 und darüber hinaus entwickeln müssen, um bis zum Jahr 2040 eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung der Gebäude zu erreichen.

Auf Grundlage dieser Darstellungen und Berechnungen werden in diesem Wärmeplan gem. Absatz § 20 Abs. 5 NKlimaG Handlungsstrategien der Gemeinde zur Senkung und treibhausgasneutralen Deckung des Wärmebedarfs der Gebäude dargestellt sowie 5 Maßnahmen zur Umsetzung der Handlungsstrategien benannt.

1 Einleitung

1.1 Hintergrund und Motivation

Mit dem Ziel, die Wärmeversorgung bis spätestens 2040 klimaneutral zu gestalten, wurde in Niedersachsen das Instrument der kommunalen Wärmeplanung im Klimagesetz des Landes (Niedersächsisches Klimagesetz – NKlimaG) verankert. Auf dieser Grundlage sind derzeit Einheitsgemeinden und Gemeinden mit einem Ober- oder Mittelzentrum verpflichtet, bis Ende 2026 einen kommunalen Wärmeplan zu erstellen.

Die Gemeinde Stuhr als Mittelzentrum ist gesetzlich zur Erstellung eines solchen kommunalen Wärmeplans verpflichtet und kommt dieser Aufgabe mit Vorlage des kommunalen Wärmeplans nach.

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 erfolgte entlang der gesetzlich in § 20 Abs. 4 und 5 NKlimaG vorgegebenen Phasen:

1. auf Grundlage einer systematischen und qualifizierten Datenerhebung der aktuelle Wärmebedarf und -verbrauch der Gebäude und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen, einschließlich Informationen zu den vorhandenen Gebäudetypen und den Baualtersklassen sowie die aktuelle Wärmeversorgungsstruktur (Bestandsanalyse),
2. die Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs und zur treibhausgasneutralen Versorgung der Gebäude mit Wärme aus erneuerbaren Energien einschließlich Geothermie sowie zur Versorgung der Gebäude mit Wärme aus Abwärme und Kraft-Wärme-Kopplung (Potenzialanalyse) und
3. Berechnungen darüber, wie sich der Wärmebedarf der Gebäude und die Wärmeversorgungsstruktur bis zum Jahr 2030 und darüber hinaus entwickeln müssen, um bis zum Jahr 2040 eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung der Gebäude zu erreichen.

Schließlich wurden auf Grundlage dieser Darstellungen und Berechnungen in diesem Wärmeplan gem. Absatz § 20 Abs. 5 NKlimaG Handlungsstrategien der Gemeinde zur Senkung und treibhausgasneutralen Deckung des Wärmebedarfs der Gebäude formuliert sowie 5 Maßnahmen zur Umsetzung der Handlungsstrategien benannt.

1.2 Projektablauf

Der zeitliche Projektablauf zur Erstellung dieses Kommunalen Wärmeplans ist in Abbildung 1.1 dargestellt.

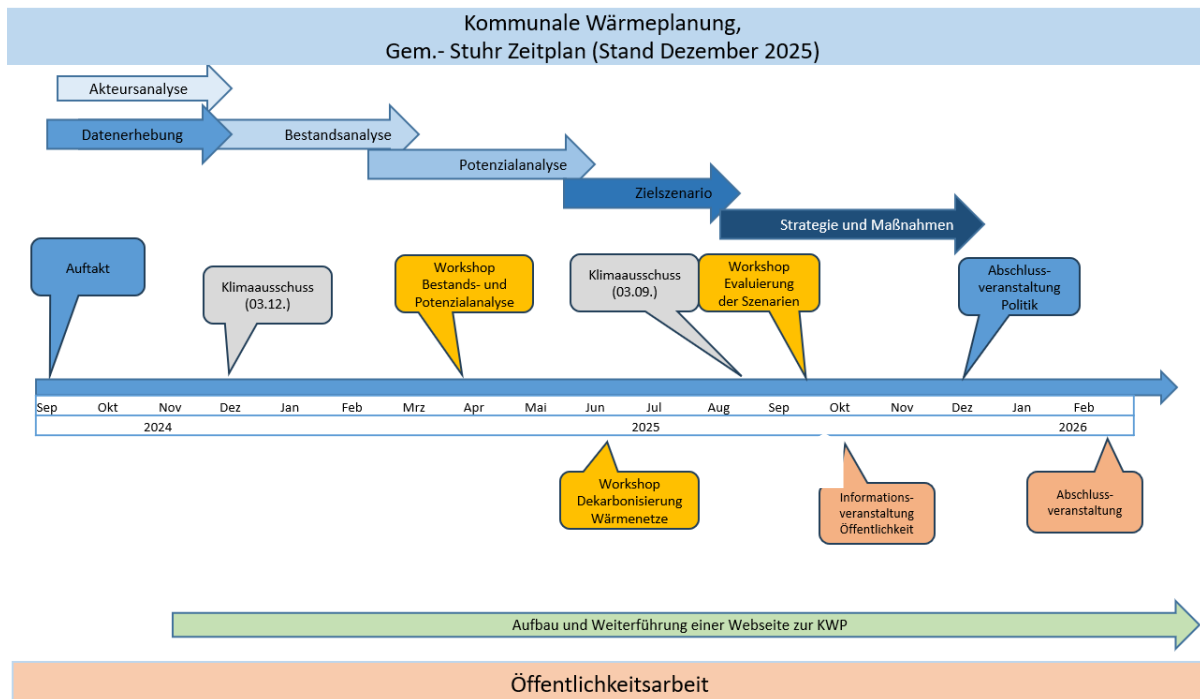


Abbildung 1-1: Zeitplan der kommunalen Wärmeplanung

1.3 Kommunikationsstrategie

Begleitend zum Prozess der Entwicklung des Kommunalen Wärmeplans der Gemeinde Stuhr wurde eine umfassende Öffentlichkeitsarbeit durchgeführt. In diesem Rahmen fanden verschiedene Informationsveranstaltungen für Bürger*innen und die politischen Vertreter*innen statt. Darüber hinaus wurde die kommunale Wärmeplanung inklusive ihrer Ergebnisse auch in öffentlichen politischen Gremien präsentiert.

1.4 Aufbau des Kommunalen Wärmeplans

Der Kommunalen Wärmeplan gliedert sich in vier Kapitel, die die gesetzlichen Vorgaben aus § 20 Abs. 4 und 5 NKlimaG abbilden:

Kapitel 2 – Bestandsanalyse:

Hier wird die Methodik zur Datenerhebung erläutert und der aktuelle Wärmebedarf sowie der Wärmeverbrauch 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 beschreibt die Umsetzungsstrategie und die 5 Maßnahmen entsprechend der gesetzlichen Vorgabe aus § 20 Abs. 5 NKlimaG.

2 Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse bildet entsprechend § 20 Abs. 4 und 5 NKlimaG die Grundlage der kommunalen Wärmeplanung und liefert einen umfassenden Überblick über die aktuelle Situation in der Gemeinde Stuhr. Der bestehende Wärmebedarf/-verbrauch, die vorhandene Versorgungsstruktur sowie die damit verbundenen Treibhausgasemissionen wurden systematisch erfasst und dargestellt.

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

Die erhobenen Daten liefern die notwendige Informationsbasis für die anschließende Potenzialanalyse und die Entwicklung eines tragfähigen Zielszenarios für eine klimaneutrale Wärmeversorgung in der Gemeinde Stuhr.

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

Datenquelle	Information	Einsatzzweck	Stand
Basis-DLM	Siedlungsgebiete	Aggregationen	2024
ALKIS	Flurstücke, Geometrien, Gebäudenutzung,	Gebäudemodell; Aggregationen	2024
LoD1	Gebäudehöhe	Gebäudemodell	2020
Zensus 2022	Baualtersklassen	Gebäudemodell	2024
Strom-; Netz- und Gasnetzbetreiber	Verbrauchsdaten und Lagedaten	Ermittlung des Endenergiebedarfs für Heizung und Warmwasser	Gas (2020-2022); Strom (2020-2022) Wärmenetz (07.22-06.23)
Schornsteinfegerdaten	Heizsysteme, Brennstoffe	Ermittlung des eingesetzten Energieträgers	2024
Kommunale Fachinformationen	Sanierungsgebiete; Bebauungspläne	Abgleich mit vorhandener Infrastruktur und Planung	2024

2.1 Methodik

2.1.1 Datengrundlage

Die gebäudescharfe Betrachtung sämtlicher Gebäudeparameter setzt die Berücksichtigung und Verschneidung verschiedener Geobasisdaten voraus.

Als Datengrundlage für die Gebäudeaufbereitung wurden 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.

Gebäudedefunktion

Eine für die Wärmeplanung essenzielle Information liegt in Form des Attributes „gfk“, d.h. der Gebäudedefunktion 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 Gebäudedefunktionscode, welcher zwecks Datenlese- 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 Gebäudedefunktionen 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 Gebäudedefunktion (gfk) und der Gebäudehöhe verwendet. Garagen wurden aus der Auswertung ausgeschlossen, wenn das Attribut gfk den Wert „Gebäude für Wirtschaft oder Gewerbe“ aufwies und gleichzeitig entweder die Gebäudehöhe kleiner als 4 Meter und die Fläche kleiner als 200 m² war oder, bei Gebäudehöhen über 4 Meter, die Fläche weniger als 75 m² betrug. Durch diese erweiterte Regel konnte eine realitätsnahe Ausfilterung von Garagen und ähnlichen Nebengebäuden erreicht werden.

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 Gemeindeschlüssel, 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 2022) 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 und -verbrauchs

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 Wärmeverbrauch hingegen beruht auf real gemessenen Verbrauchsdaten, wie sie etwa von Energieversorgern oder Schornsteinfeuern bereitgestellt werden. Während der Wärmebedarf eine flächendeckende, konsistente und modellgestützte Einschätzung erlaubt – auch dort, wo keine Verbrauchsdaten vorliegen –, spiegelt der Wärmeverbrauch das tatsächliche Nutzerverhalten und Betriebsverhalten wider, ist jedoch stark von individuellen Gewohnheiten, Leerständen und Witterungseinflüssen geprägt. Der Vorteil des Wärmebedarfs liegt in der guten Vergleichbarkeit und der Möglichkeit zur flächendeckenden Analyse, während der Verbrauch durch seine Realitätsnähe punktet, jedoch oft lückenhaft oder nur aggregiert vorliegt. In der kommunalen Wärmeplanung werden daher idealerweise beide Methoden kombiniert, um ein möglichst genaues und belastbares Bild der Wärmesituation zu erhalten.

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 realitätsnahe 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-Identifikationsnummer
- 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 mittleren 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):

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

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 Gebädefunktion. Die entsprechende Bekanntmachung (BMWK & BMUV 2015) gibt jedoch nicht für alle Gebädefunktionen, wie sie in den amtlichen Datenvorkommen, einen eindeutigen Umrechnungsfaktor an. 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, da dieses speziell auf Wohngebäude ausgerichtet ist und mit einer vergleichsweise geringen, statistisch gut verfügbaren Datengrundlage belastbare Aussagen zum Heizwärmebedarf ermöglicht. Es werden möglichst reale Gebäudereferenzmodelle 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/(m²K)) 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 $12,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ 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.

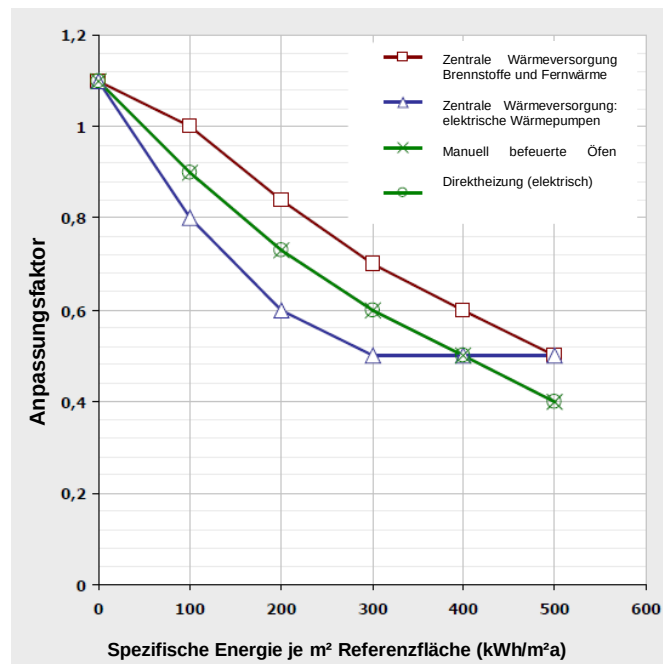


Abbildung 2-1: Ansatz für die Faktoren zur Anpassung der berechneten Energiekennwerte an das typische Niveau von Verbrauchskennwerten (Loga et al. 2025)

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 geografische Unterscheidung.
- Die Zonierung von Nichtwohngebäuden ist für alle Gebäude mit derselben amtlichen Gebäudefunktion 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 Wärmeverbrauch

2.3.1 Verschneidung von realen Verbrauchsdaten mit Gebäudegeometrien

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für die Gemeinde Stuhr wurde eine detaillierte Analyse der realen Wärmeverbräuche auf Gebäudeebene durchgeführt. Ziel war es, die verfügbaren Verbrauchsdaten 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:

a. Gasverbrauchsdaten der Energieversorgungsunternehmen

Lokale Energieversorgungsunternehmen stellten aggregierte Gasverbrauchsdaten zur Verfügung, die im Geoinformationssystem (GIS) den jeweiligen Gebäudeobjekten zugeordnet wurden. Adressen wurde durch den Netzbetreiber wesernetz GmbH dabei so anonymisiert, dass immer mindestens fünf benachbarte Hausnummern zu einer Gruppe zusammengefasst werden. Dafür werden schrittweise verschiedene räumliche Ebenen geprüft – vom einzelnen Gebäude über Straßenabschnitte und Siedlungsblöcke bis hin zur gesamten Gemeinde – bis sich genügend Nachbaradressen finden. Auf dieser Grundlage entsteht ein amtlich basiertes Adressverzeichnis, das jeder Adresse ihre vier nächstgelegenen Nachbarn zuordnet. Die Verbrauchsdaten dieser fünf Adressen werden anschließend über drei Jahre gemittelt, um einen anonymisierten Durchschnittswert zu berechnen.

Durch diese Aggregation wurden Verbräuche unterschiedlicher Gebäudetypen zusammengefasst, teils über natürliche Grenzen (Straßen etc.) hinweg.

Nach interner Abstimmung wurde jedoch entschieden, diese Daten nicht für die weiteren Berechnungen zu verwenden. Stattdessen erfolgte die Berechnung der Energieverbräuche für alle Energieträger auf Basis von berechneten Volllaststunden. Die übermittelten durchschnittlichen Gasverbrauchsdaten wurden zwar dem Datensatz beigelegt, dienten jedoch ausschließlich der Dokumentation und nicht der Modellierung. Die Zuordnung der Verbrauchsdaten zu den Gebäuden erfolgte über adressbasierte Kennungen (Hausnummer, Straße, Postleitzahl), die mit den Geometrien des Liegenschaftskatasters abgeglichen wurden.

b. Stromverbrauchsdaten für Wärmeanwendungen

Zur Ermittlung des Stromverbrauchs, der für die Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser verwendet wird – hauptsächlich durch Wärmepumpen und Stromdirektheizungen –, wurden Verbrauchsdaten der zuständigen Stromnetzbetreiber herangezogen. Diese stellten gebäudescharfe Jahresstromverbrauchswerte zur Verfügung, die auf Basis von Abrechnungsdaten aggregiert wurden.

Über die räumliche Zuordnung anhand der Adressinformationen konnten die Stromverbräuche eindeutig den jeweiligen Gebäuden zugewiesen werden.

c. Wärmenetzverbräuche der Netzbetreiber

Die jeweiligen Netzbetreiber stellten Verbrauchsdaten, sowie Skizzen der Lage der Netzleitungen für die vorhandenen Wärmenetze zur Verfügung. Die Vorgehensweise zur räumlichen Zuordnung entsprach derjenigen bei den Stromverbräuchen: Über die Adressinformationen konnten die Daten eindeutig einzelnen Gebäuden zugewiesen und als Endenergieverbrauch verortet werden.

Zur Erfassung der privat betriebenen Wärmenetze wurden diese zunächst über den zuständigen Schornsteinfeger identifiziert. Anschließend erfolgte die direkte Datenabfrage bei den jeweiligen privaten Netzverantwortlichen.

d. Daten der Schornsteinfeger

Die Daten aus dem Schornsteinfegerregister wurden gebäudescharf bereitgestellt.

Die Informationen (Kesselbaujahr, Energieträger, Nennwärmeleistung und Feuerstättenart) wurden über die Adressinformationen eindeutig den Gebäuden zugewiesen.

Berechnung der Verbräuche nicht-leitungsgebundener Energieträger

Zur Berechnung der anzunehmenden Verbräuche der nichtleitungs- und leitungsgebundenen Energieträgern mussten die durchschnittlichen Jahresvolllaststunden ermittelt werden. Hierzu wurden Gebäude herangezogen, die ausschließlich über Erdgas versorgt werden. Über folgende Gleichung konnte anhand des Erdgasverbrauchs und der dazugehörigen installierten Leistung des Erdgaskessels die durchschnittlichen Jahresvolllaststunden berechnet werden:

$$\text{Jahresvolllaststunden}[h] = \text{Erdgasverbrauch [kWh]} / \text{Installierte Leistung [kW]}$$

Für das Betrachtungsgebiet wurde der Mittelwert aus den Jahresvolllaststunden dabei für unterschiedliche Leistungsklassen und Gebäudetypen gebildet (vgl. Tabelle).

Im Mittel ergeben sich für das Betrachtungsgebiet somit folgende Jahresvolllaststunden für die unterschiedlichen Leistungsklassen pro Jahr: Für Feuerstätten der Klasse Holz ≤ 11 kW wurden lediglich 300 Volllaststunden pro Jahr angenommen.

Tabelle 2-3: Angenommene Volllaststunden nach Leistungsklasse der Heizungsanlage für die kommunale Wärmeplanung Gemeinde Stuhr

Leistungsklasse Gebäudetyp	0-11 kW	>11-25 kW	>25-50 kW	>50-100 kW	>100 kW
Wohngebäude	1460	1100	900	950	950
Öffentliche Gebäude	1200	1800	1680	1200	900
Gewerbe und Industrie	1300	1800	1680	1200	800
Handel- und Dienstleistungen	1200	1800	1680	1200	600

Der errechnete Mittelwert der Volllaststunden wurde in Verbindung mit der installierten Leistung je Energieträger für die Berechnung der Verbräuche der nicht-leitungsgebundenen Energieträger genutzt:

$$Verbrauch \left[\frac{kWh}{a} \right] = InstallierteLeistung [kW] * Volllaststunden \left[\frac{h}{a} \right]$$

2.3.2 Georeferenzierung der Daten

Die adressbezogenen Daten der Schornsteinfeger und der Gas- sowie Stromverbräuche 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 wurden die Verbrauchsdaten anteilig anhand der Nutzfläche auf die Geometrien verteilt. Diese Zuordnung erfolgte ausschließlich für Gebäude, die demselben Flurstück zugeordnet sind.

2.3.3 Datenintegration und Qualitätssicherung

Alle Verbrauchsdaten wurden in einem gemeinsamen GIS-Datenmodell zusammengeführt. Die Verschneidung mit den Gebäudegeometrien erfolgte mittels Georeferenzierung und adressbasierter Matching-Verfahren. Im Anschluss wurden automatisierte und manuelle Plausibilitätsprüfungen durchgeführt, um Inkonsistenzen (z. B. unrealistisch hohe oder doppelt zugewiesene Verbrauchswerte) zu identifizieren und zu korrigieren.

2.3.4 Annahmen für die Verbrauchsdatenberechnung

- Der Wärmeverbrauch ergibt sich für Wärmepumpen aus den in der Datengrundlage angegebenen Stromverbräuche in kWh mit einer Jahresarbeitszahl (JAZ) von 3,1.
- Für Nachtspeicherheizungen wurde der Wärmeverbrauch in Höhe des Stromverbrauchs angenommen.
- Für beheizte Gebäude (nach Wärmebedarfskarte), welchen keinen Verbrauchswert zugewiesen werden konnte, wurden die Wärmebedarfsdaten für den Verbrauch hinterlegt und der Energieträger *Erdgas* angenommen. Die Datenquelle der Verbrauchsdaten ist in der Spalte „INFO“ im Geodatensatz hinterlegt.

2.4 Betrachtungsebenen

Hotspots

Die Hotspot-Karte dient zur übersichtlichen Visualisierung der Wärmebedarfe/-verbräuche 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 (vgl. Abbildung 2-2.)

Cluster

Der Wärmebedarf-/verbrauch auf Versorgungsgebietsebene (Clusterebene) kann als Grundlage für mögliche Quartierskonzepte und Versorgungsempfehlungen herangezogen werden (vgl. Abbildung 2-2.).

Im Rahmen der Wärmeplanung wurden Versorgungsgebiete (Cluster) 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.

Wärmelinien

Die Wärmelinien und vor allem die Darstellung der Wärmeliniendichte bieten eine erste Orientierung, welche Art der Wärmeversorgung (Netz oder Dezentral) sinnvoll sein könnte (vgl. Abbildung 2-2.).

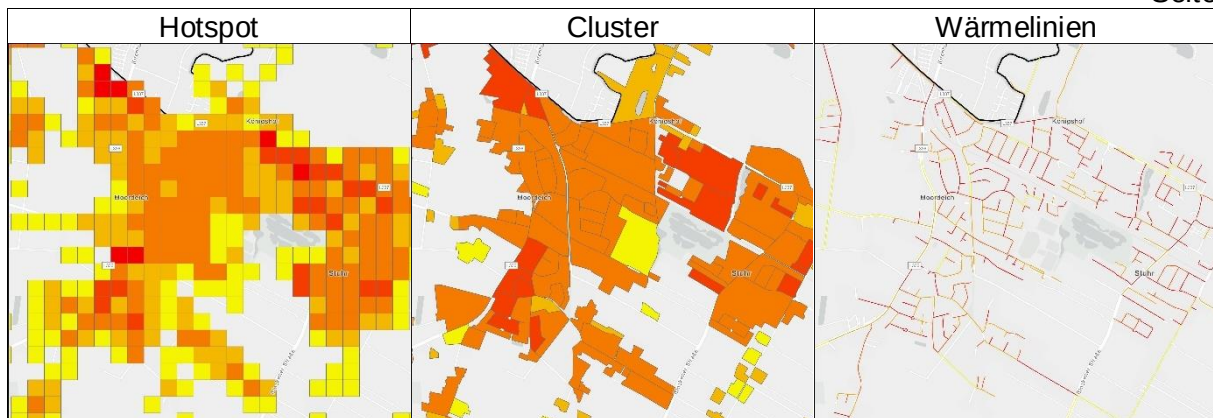


Abbildung 2-2: Darstellung der unterschiedlichen Aggregationsebenen (Quelle: IP SYSCON)

Für die Berechnung der Wärmelinienindichte 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 Wärmelinienindichte berechnet.

Die Wärmelinienindichte gibt an, wie viel Wärmebedarf pro Meter Leitungslänge in einem Gebiet besteht und dient als wichtige Kennzahl zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen.

Ein Endpunkt verfügte über keine Verbindung zu anderen Straßenzügen oder -abschnitten. Ein Kreuzungspunkt lag überall dort vor, 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 Straßenzuges zugeordnet. Für die Berechnung der Wärmelinienindichte 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.

2.5 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 in der Gebäudewärmeversorgung. 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 Kehrbuchdaten der Schornsteinfeger herangezogen, die detaillierte Informationen über die installierten Heizungsanlagen liefern. Zum anderen wurden für Gebäude mit Wärmenetzanschluss zusätzlich Verbrauchsdaten berücksichtigt.

Für die Umrechnung der ermittelten Energieverbräuche 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.

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 THG“) 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 pro Jahr nach folgendem Schema berechnet:

1. Zuordnung des jeweiligen Energieträgers auf Basis der Gebäudedaten,
2. Multiplikation des angegebenen oder abgeleiteten Wärmeverbrauchs 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 2-4: Für die THG-Bilanzierung verwendeten Emissionsfaktoren (IINAS GmbH, 1989)

Brennstoff	Emissionsfaktor (g/kWh)	Brennstoff	Emissionsfaktor (g/kWh)
Braunkohle	310	Biogas	137
Steinkohle	400	Strom	499 (Bundesstrommix)
Erdgas	240	feste Biomasse	20
Flüssiggas	548	Grubengas	180
Heizöl	310		

2.6 Ergebnisse der Bestandsaufnahme

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde für das gesamte Gebiet der Gemeinde Stuhr eine gebäudescharfe Bestandsanalyse durchgeführt. Ziel war es, die aktuelle Wärmeversorgung detailliert zu erfassen, die damit verbundenen Treibhausgasemissionen zu berechnen und eine solide Datenbasis für die künftige Wärmewendestrategie hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung im Jahr 20240 zu schaffen. Die Analyse umfasst insbesondere den jährlichen Endenergiebedarf für die Beheizung der Gebäude, die eingesetzten Energieträger sowie die bestehende leitungsgebundene Infrastruktur wie Gas- und Wärmenetze samt zugehöriger Erzeugungseinrichtungen.

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

2.6.1 Beschreibung der Gemeindestruktur

Die Gemeinde Stuhr liegt im Landkreis Diepholz im Land Niedersachsen. Das Gemeindegebiet erstreckt sich über eine Fläche von rund 81,84 km² und liegt in einer Höhenlage zwischen 3 und 42 Metern über dem Meeresspiegel (NN).

Stuhr besteht aus den acht Ortsteilen Brinkum, Fahrenhorst, Groß Mackenstedt, Heiligenrode, Moordeich, Seckenhausen, Stuhr und Varrel. Das Gemeindegebiet weist eine Mischung aus dörflichen und suburbanen Strukturen auf und ist durch eine enge räumliche Verflechtung mit der Stadt Bremen geprägt. Neben Wohn- und Gewerbegebieten prägen landwirtschaftlich genutzte Flächen und Grünräume das Landschaftsbild.

Die Gesamtfläche der Gemeinde verteilt sich wie folgt:

- Siedlungsfläche: 1.585 ha
- Verkehrsfläche: 651 ha
- Vegetationsfläche: 5.803 ha
- Wasserfläche: 144 ha

Mit einer Fläche von 81,84 km² und 34.176 Einwohnerinnen und Einwohnern (31.12.2023) beträgt die Bevölkerungsdichte der Gemeinde Stuhr rund 418 Einwohner je Quadratkilometer. Damit weist Stuhr im Vergleich zu vielen anderen Gemeinden des Landkreises Diepholz eine überdurchschnittlich hohe Siedlungsdichte auf, was die stadtnahe Lage im Bremer Umland widerspiegelt.

Der mit Abstand größte Ortsteil ist Brinkum mit 11.129 Einwohnerinnen und Einwohnern, was einem Anteil von rund 31,7 % der Gesamtbevölkerung entspricht. Brinkum bildet damit den bevölkerungsreichsten Ortsteil der Gemeinde und zeichnet sich durch eine dichte Wohnbebauung, einen hohen Anteil an Gewerbeflächen, die insbesondere entlang der Autobahn A 1

und im Bereich des Brinkumer Gewerbeparks konzentriert sind, und eine unmittelbare Nähe zur Stadt Bremen aus.

Ebenfalls stark besiedelt sind die Ortsteile Moordeich mit 15,0 %, Varrel mit 12,5 % und Stuhr mit 10,4 % der Gesamtbevölkerung. Diese Ortsteile bilden gemeinsam die Siedlungsschwerpunkte der Gemeinde und sind durch eine suburbane Struktur mit Ein- und Mehrfamilienhausgebieten geprägt.¹

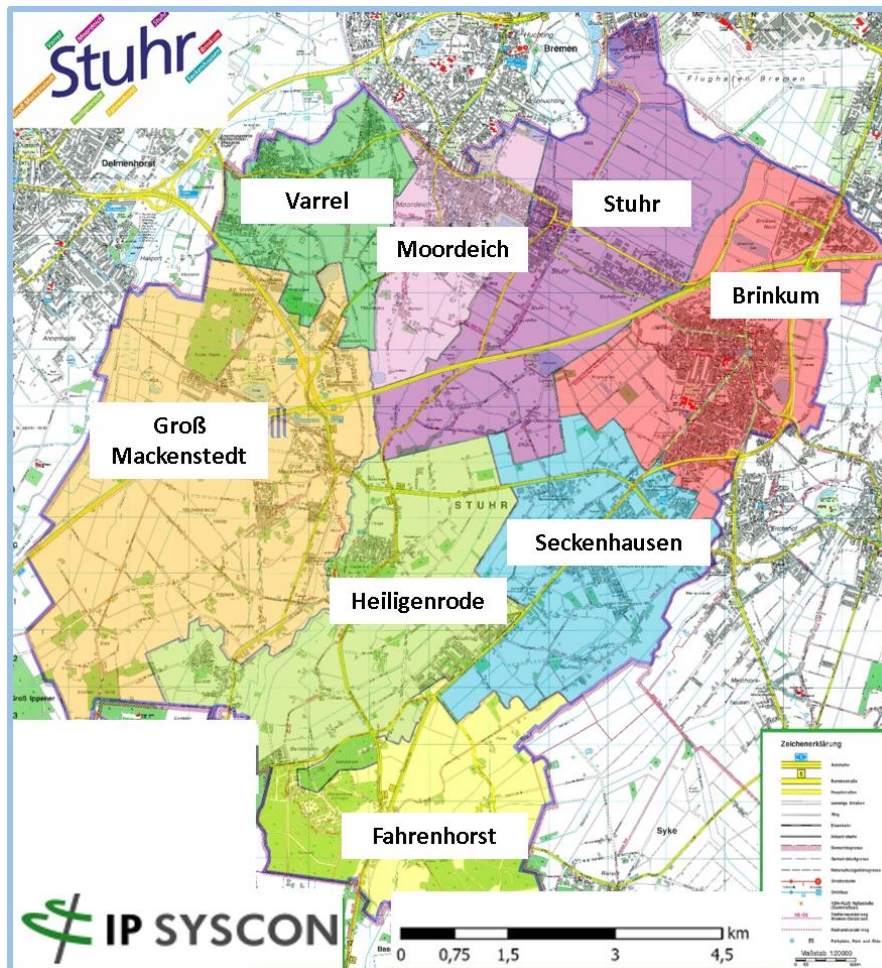


Abbildung 2-3: Gemeindegebiet mit Gemarkungen der Gemeinde Stuhr (Quelle: Gemeinde,Stuhr/IP SYSCON)

2.6.1.1 Gebäude- und Siedlungsstruktur

Die Analyse der vorhandenen Siedlungsstruktur liefert ein differenziertes Bild der baulichen und nutzungsbezogenen Ausgangslage im Gemeindegebiet und ermöglicht wichtige Rückschlüsse auf die Herausforderungen und Potenziale der Wärmewende.

¹ Zahlen Daten Fakten Gemeinde Stuhr: <https://www.stuhr.de/portal/seiten/portrait-900000210-21780.html>

Die überwiegende Nutzung der bebauten Flächen in der Gemeinde entfällt auf Wohnzwecke, insbesondere auf Einfamilienhausgebiete mit durchweg geringer bis mittlerer Bebauungsdichte. Ergänzend dazu finden sich vereinzelt größere gewerbliche Nutzungen in ausgewiesenen Gewerbegebieten. Weitere punktuelle Sondernutzungen sind in Form von kommunalen Einrichtungen, Schulstandorten, Sport- und Freizeitanlagen über das Gemeindegebiet verteilt.

Die Analyse der Gebäudetypologie zeigt einen hohen Wohnanteil in der Gemeinde auf. Mit einem Anteil von 39% stellen Einfamilienhäuser den dominierenden Gebäudetyp dar. Ergänzt wird diese Struktur durch Reihenhäuser (27 %) und Mehrfamilienhäuser (15%) (vgl. Abbildung 2-4).

Nichtwohngebäude, wie Gebäude für öffentliche Zwecke (2 %), Gewerbe und Industrie (14%) sowie Handel und Dienstleistungen (3 %), ergänzen das Siedlungsbild punktuell. Zu der Kategorie „Gewerbe und Industrie“ werden u.a. auch landwirtschaftlich genutzte Gebäude, etwa Ställe, Scheunen und Wirtschaftsgebäude, sowie zum Teil auch Garagen und Nebengebäude gezählt.

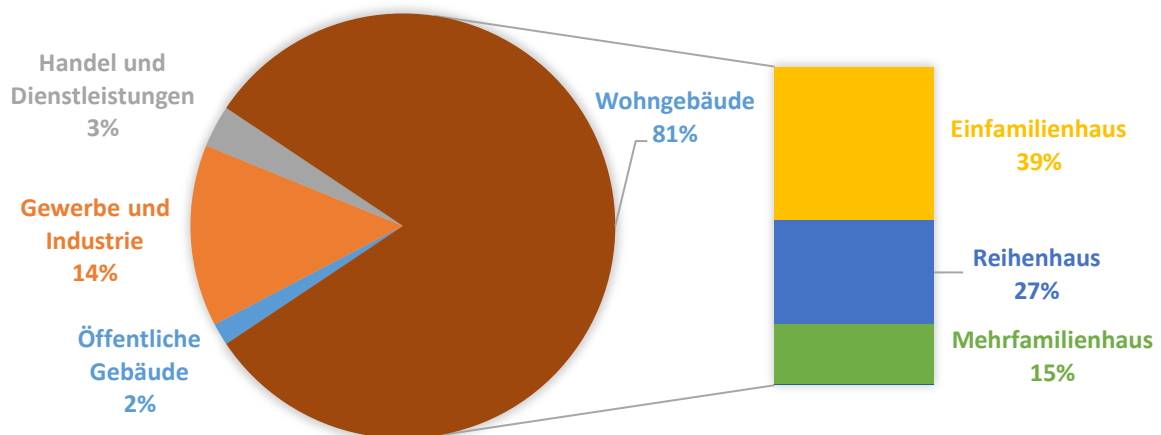


Abbildung 2-4: Verteilung der Gebäude (Prozentuale Anzahl nach Bautyp)

Hauptnutzungstypen der Gebäudestruktur auf Gebietsebene

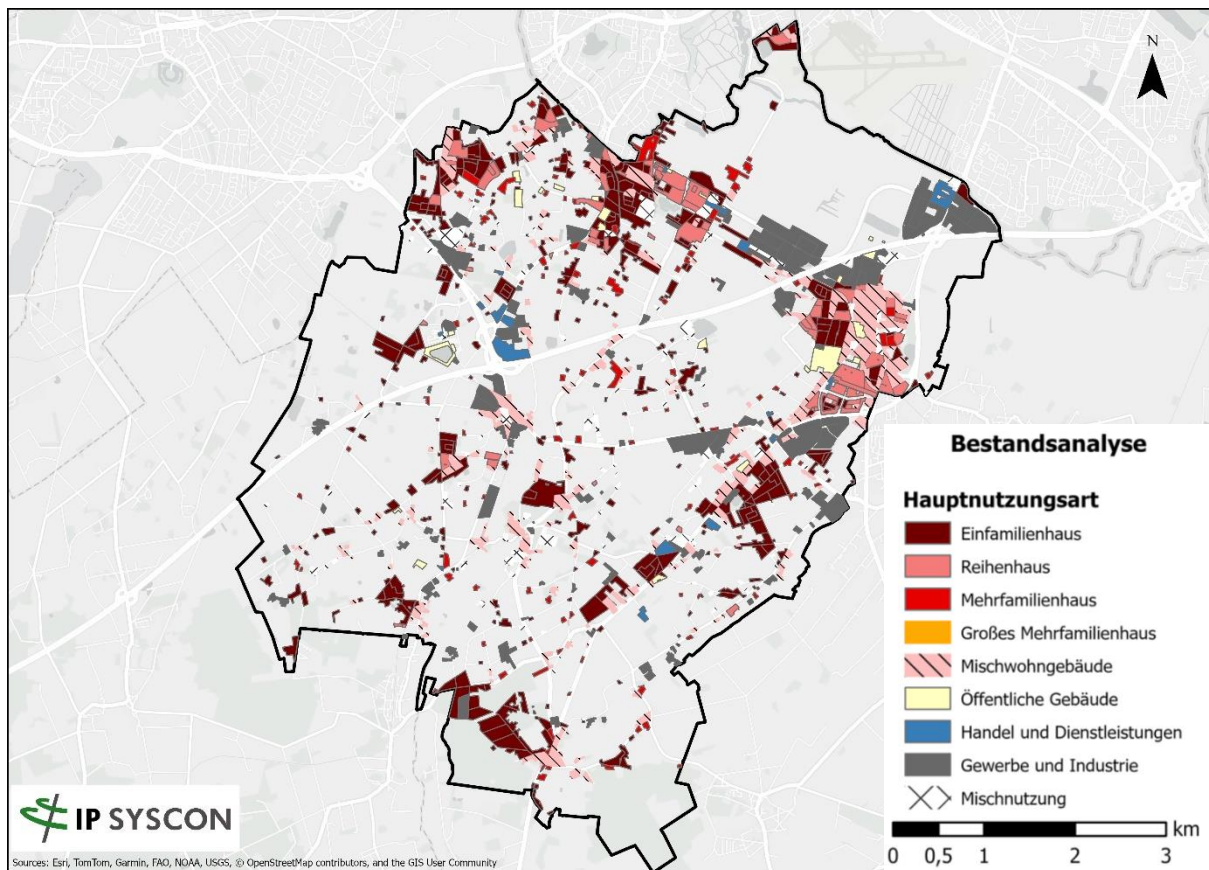


Abbildung 2-5: Verteilung der überwiegenden Gebäudenutzungen in der Gemeinde Stuhr (Quelle: IP SYSCON)

Siedlungsentwicklung

Ein bedeutender Teil des Gebäudebestands in der Gemeinde Stuhr wurde in den Jahrzehnten nach dem Zweiten Weltkrieg errichtet (95%). Rund 50% stammen aus der Zeit vor 1979, und damit aus einer Zeit vor dem Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung. Dabei entfällt ein Anteil von 44 % auf den Zeitraum von 1949 bis 1979.

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 15 % des Bestands aus (siehe nachfolgende Graphik 2-6).

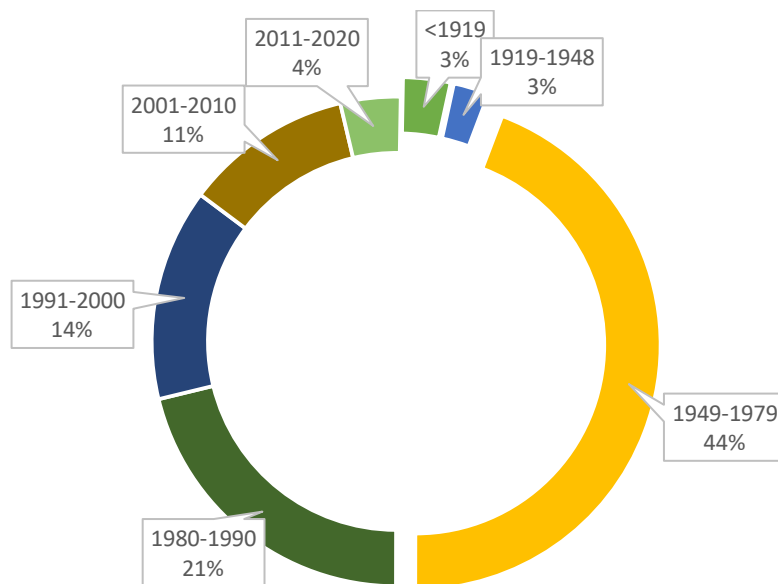


Abbildung 2-6: Verteilung der Baualtersklassen nach Anzahl der Gebäude)

Abbildung 2-7 zeigt die Verteilung der Baualtersklassen nach Gebäudetypen im Gemeindegebiet. Deutlich wird, dass ein großer Teil des Gebäudebestands in den Zeiträumen 1949–1979 sowie 1980–1990 errichtet wurde. Insbesondere Einfamilien- und Reihenhäuser prägen diese Baualtersklassen und stellen über alle Zeiträume hinweg den dominierenden Gebäudetyp dar.

Gewerbe- und Industriegebäude sowie Gebäude für Handel und Dienstleistungen treten schwerpunktmäßig ebenfalls in den Nachkriegsjahrzehnten auf, während öffentliche Gebäude insgesamt nur einen vergleichsweise geringen Anteil am Gesamtbestand ausmachen.

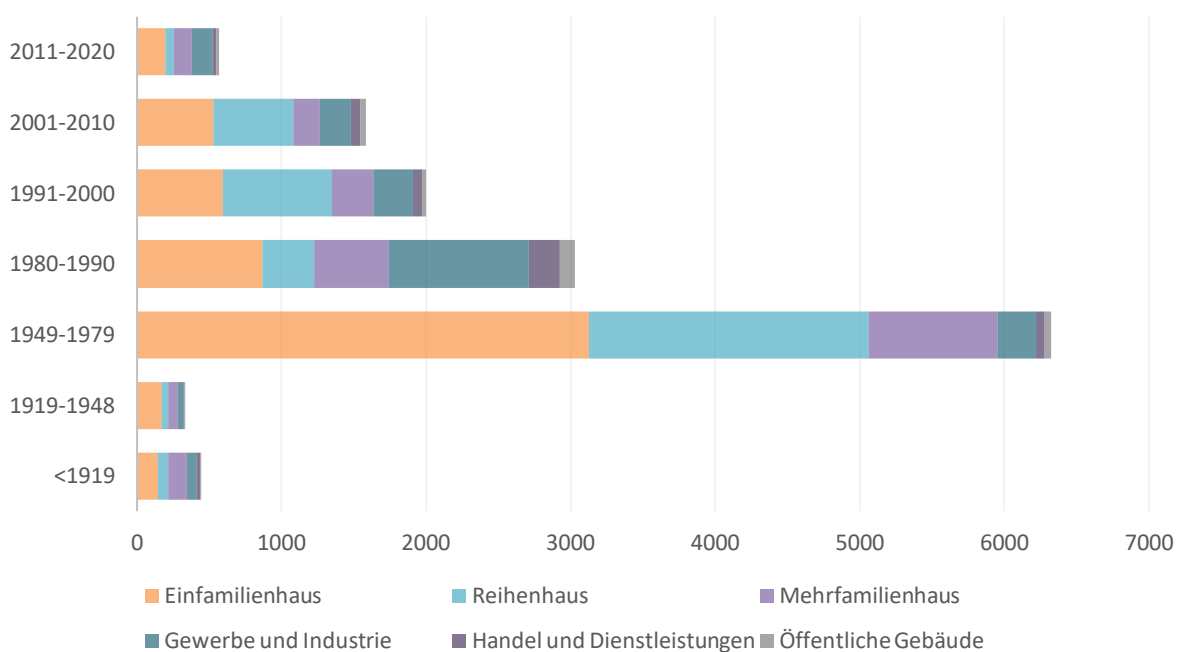


Abbildung 2-7: Verteilung der Baualtersklassen nach Gebäudetypen in der Gemeinde

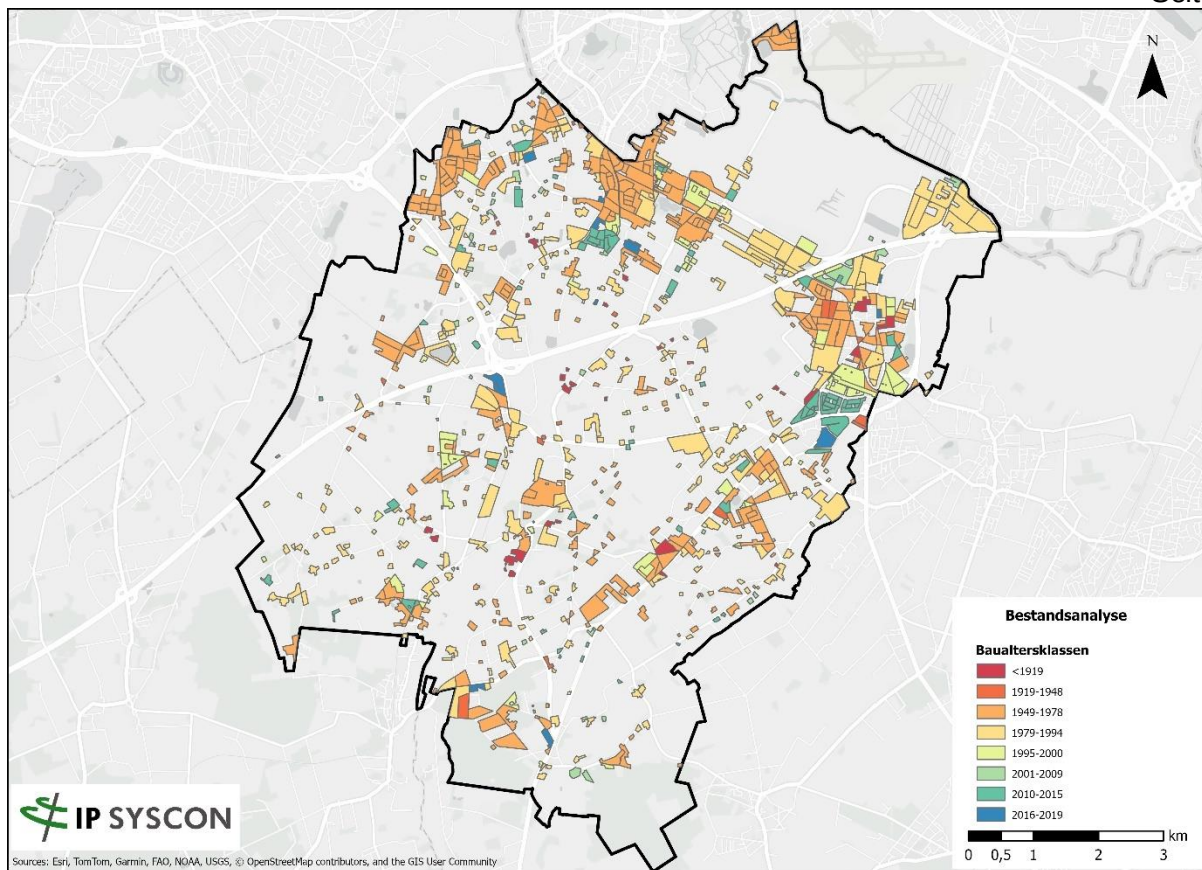


Abbildung 2-8: Entwicklung der Bebauung in der Gemeinde Stuhr (überwiegende Baualtersklassen im Gebiet) (Quelle: IP SYSCON)

Die Abbildung 2-8 zeigt die Verteilung der Baualtersklassen im Gemeindegebiet von Stuhr.

Der Gebäudebestand wird, wie vorweg bereits ausgeführt, deutlich von Baujahren zwischen 1949 und 1994 geprägt, die einen Großteil der Siedlungsflächen ausmachen. Grundsätzlich weisen alle Ortsteile historisch gewachsene Siedlungsstrukturen mit einem relevanten Anteil älterer Gebäude aus der Nachkriegszeit auf. Besonders ausgeprägt ist diese Struktur jedoch in den Ortsteilen Varrel, Moordeich, Stuhr und Brinkum, in denen ein hoher Anteil von Gebäuden aus diesem Zeitraum vorliegt, während vor allem am Ortsrand jüngere Baualtersklassen (ab 2000) in Neubaugebieten dominieren.

Aus dieser Altersstruktur lässt sich ableiten, dass insbesondere in den genannten Ortsteilen mit älterer Gebäudestruktur ein absolut höherer Bedarf an Sanierung besteht, da dort ein großer Teil des Gebäudebestands vor Einführung erster energetischer Mindestanforderungen errichtet wurde. In Verbindung mit der räumlichen Auswertung der Treibhausgasemissionen nach Clustern (vgl. Abbildung 2-26) wird zudem deutlich, dass neben den Wohngebieten auch die Gewerbegebiete einen hohen absoluten, quartiersbezogenen Emissionsbeitrag aufweisen.

Flächendichte im Wohnsektor

Die Auswertung der Flächendichte liefert wichtige Anhaltspunkte für die Einschätzung des individuellen Wärmebedarfs sowie der baulichen Nutzungseffizienz. Die in Tabelle 2-5 aufgeführten Werte wurden ermittelt und mit Referenzwerten abgeglichen:

Die Gesamtverteilung der beheizten Flächen innerhalb der Gemeinde zeigt einen deutlichen Schwerpunkt auf dem Wohnsektor. Mit rund 1.827.428 m² entfallen etwa 43 % der gesamten beheizten Fläche auf Wohngebäude. Weitere bedeutende Flächenanteile bestehen im Bereich Gewerbe und Industrie (ca. 1.732.023 m², rund 41 %), während öffentliche Gebäude und der Bereich Handel und Dienstleistungen deutlich geringere Flächenanteile aufweisen (zusammen rund 15 %) (vgl. Abbildung 2-9).

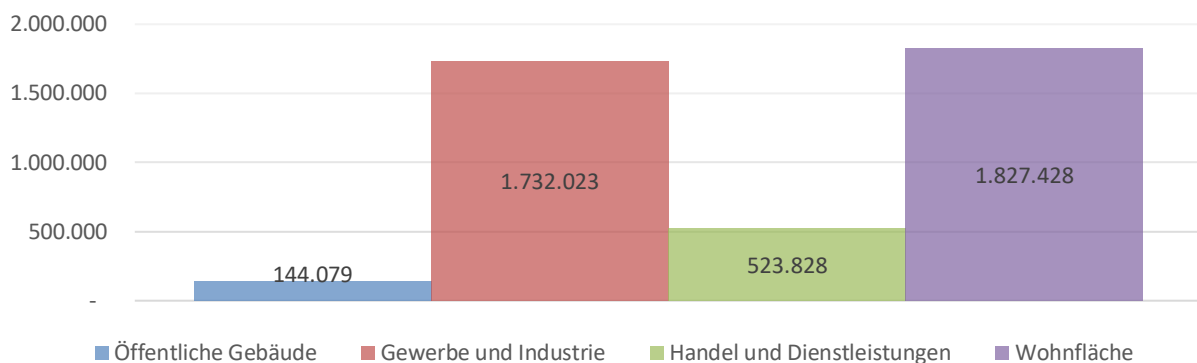


Abbildung 2-9: Verteilung der Nutzungsflächen in m²

Tabelle 2-5 weist die durchschnittliche Flächengröße der einzelnen Gebäudetypen aus. Die Einzelbetrachtung der Wohnflächendichte von 53 m² je Einwohner liegt leicht über dem deutschlandweiten Durchschnitt von 48,4 m² (Statistisches Bundesamt, 2024) und weist auf eine im städtischen Vergleich durchschnittliche bis leicht überdurchschnittliche Flächenausstattung hin.

Tabelle 2-5: Flächendichte beheizte Nutzfläche im Sektor Wohnen

Kennzahl	Wert (in m ²)
Wohnfläche je Einfamilienhaus	117
Wohnfläche je Reihenhäuser	99
Wohnfläche je Wohnung (Statista)	92
Wohnfläche je Einwohner (Statista)	48
Wohnfläche je Einwohner (Ist-Wert aus der Bestandsaufnahme)	53
Wohnfläche je Wohnung (Ist-Wert aus der Bestandsaufnahme)	112

2.6.2 Bestehende Wärmeversorgungsinfrastruktur – zentral / dezentral

Die bestehende Energieinfrastruktur ist heterogen und unterscheidet sich je nach Ortsteil und Gebäudetyp. Der Einsatz fossiler Energieträger dominiert, wird jedoch zunehmend durch erneuerbare und leitungsgebundene Systeme ergänzt.

Die Wärmeversorgung in der Gemeinde Stuhr erfolgt überwiegend dezentral (Einzelfeuerungsanlagen) und basiert auf einer Vielzahl von Energieträgern und Versorgungssystemen. Ebenfalls finden sich 12 Wärmenetze, die aktuell fossil betrieben werden.

Einzelfeuerungsanlagen - leitungs- und nichtleitungsgebunden

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

Die Erhebung zeigt, dass die Wärmeversorgung größtenteils dezentral über kleinere Heizungsanlagen in den Gebäuden erfolgt. Insgesamt wurden Daten zu 17.183 Heizungsfeuerungsanlagen in der Gemeinde Stuhr übermittelt. Sie umfassen Gasfeuerungsanlagen (68 %) sowie nichtleitungsgebundene Wärmeerzeuger. Hier erfolgt die Wärmebereitstellung hauptsächlich über Heizöl und Biomasse (Pellets, Scheitholz). Die Energieträger Flüssiggas, Steinkohle sowie Braunkohle spielen eine eher geringe Rolle und kommen nur vereinzelt zum Einsatz.

Biomasse spielt eine relevante Rolle in der Wärmeversorgung, 32 % der Heizungsanlagen wird mit Biomasse betrieben. Diese Zahl ist Ausdruck von doppelt vorhanden Wärmeerzeugern (Gas plus Holzöfen, Ölbrenner plus Holzöfen). Bei den Holzfeuerungsanlagen handelt es sich jedoch häufig um Einzelöfen und Kamine, die vorrangig zur Unterstützung bestehender Heizsysteme als Einzelraumheizung genutzt werden (2,1% der Biomasseanlagen). Auch Heizöl ist noch weit verbreitet, rund 11 % der Heizungsanlagen werden mit Heizöl betrieben.

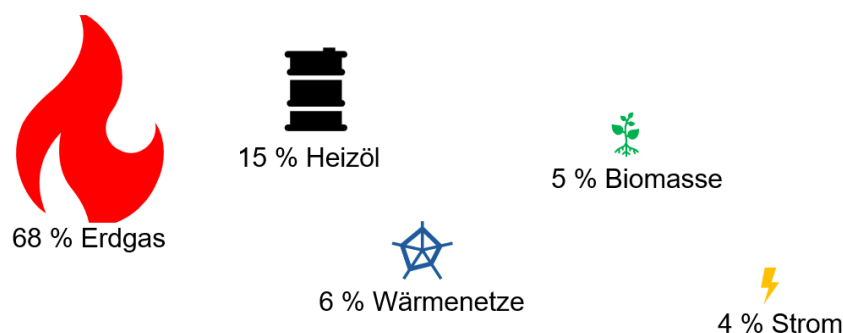


Abbildung 2-10: Verteilung der Energieträger, welche als primärer Energieträger (Hauptversorgung des Gebäudes) zum Einsatz kommen (Quelle: IP SYSCON)

Die leitungsgebundene Versorgung erfolgt primär über Erdgas. Wärmenetze und Stromanwendungen kommen in weniger Gebäuden zum Einsatz:

- 8.142 Adressen werden mit Erdgas versorgt
- 847 Adressen sind ans bestehende Wärmenetze angeschlossen
- 688 Adressen 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.

Wärmenetze – zentral Wärmeversorgung auf Basis fossiler Energieträger

In der Gemeinde Stuhr bestehen derzeit zwölf Wärmenetze, davon elf privat betriebene Anlagen sowie ein Netz der AVACON Natur GmbH. Diese Netze versorgen aktuell rund 847 Gebäudeadressen mit Wärme und befinden sich überwiegend in den Ortsteilen Brinkum (AVACON) und Stuhr. Von den bestehenden Netzen werden sieben mit Heizöl und fünf mit Erdgas betrieben. Die insgesamt über die Wärmenetze bereitgestellte Wärmemenge beläuft sich auf etwa 9,15 GWh pro Jahr.

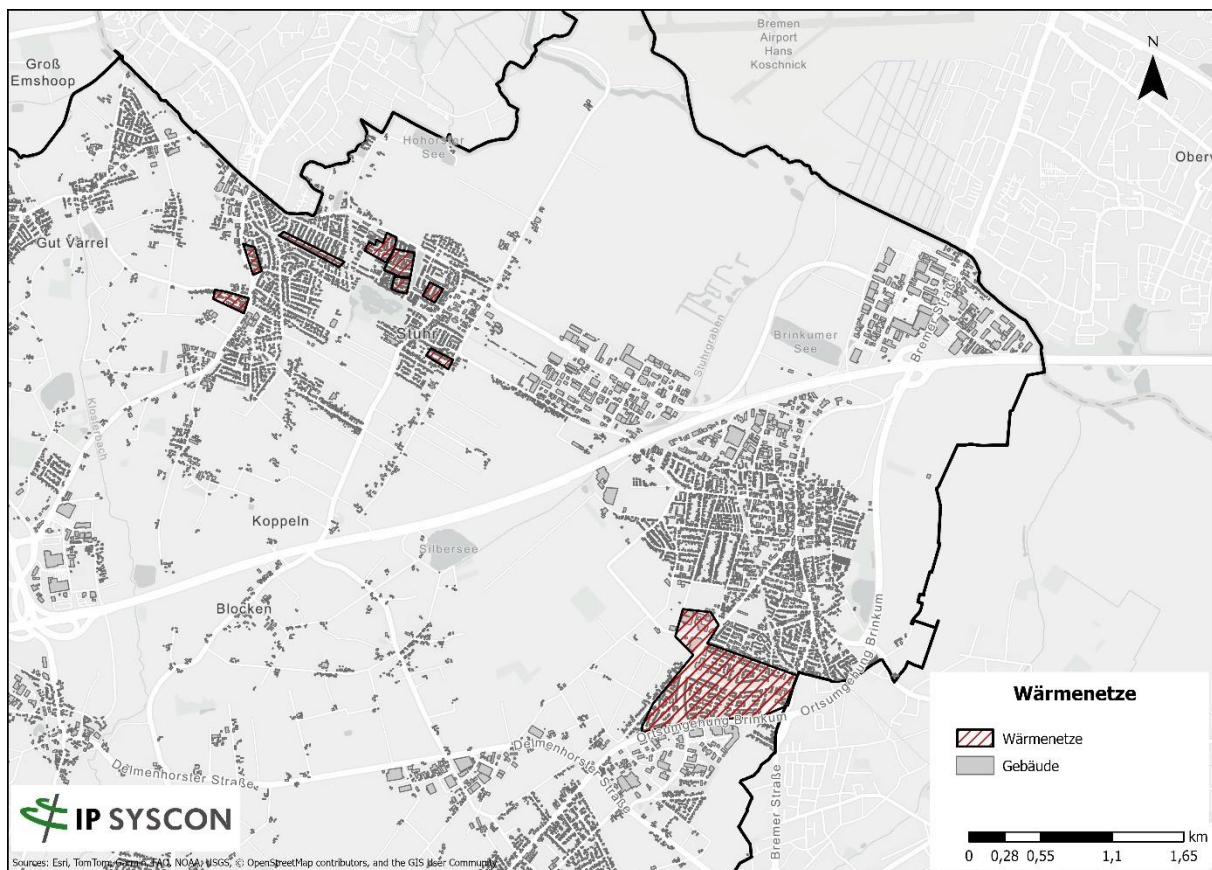


Abbildung 2-11: Übersicht der bestehenden Wärmenetze (Quelle: IP SYSCON)

Gasnetze – zentrale Wärmeversorgung auf Basis fossiler Energieträger

Das Gasnetz in der Gemeinde Stuhr wird im Wesentlichen durch die wesernetz Stuhr GmbH & Co. KG betrieben, während die wesernetz Bremen GmbH eine übergeordnete Hochdruckleitung unterhält. Insgesamt umfasst das Gasversorgungsnetz eine Länge von rund 270 Kilometern. Davon entfallen etwa 130 km auf das Niederdrucknetz, 97 km auf das Mitteldrucknetz und rund 11 km auf Druckleitungen. Die Hochdruckleitung der wesernetz Bremen GmbH weist eine Länge von rund 33 km auf. Das vorhandene Netz gewährleistet eine weitgehende flächendeckende Gasversorgung im Gemeindegebiet und bildet derzeit die zentrale Infrastruktur der leitungsgebundenen Wärmeversorgung. Im Netz wird Erdgas verteilt. Erdgas stellt aktuell den mengenmäßig bedeutendsten Energieträger dar. Insgesamt liegt für 8.142 Adressen ein Erdgasverbrauchswert vor.

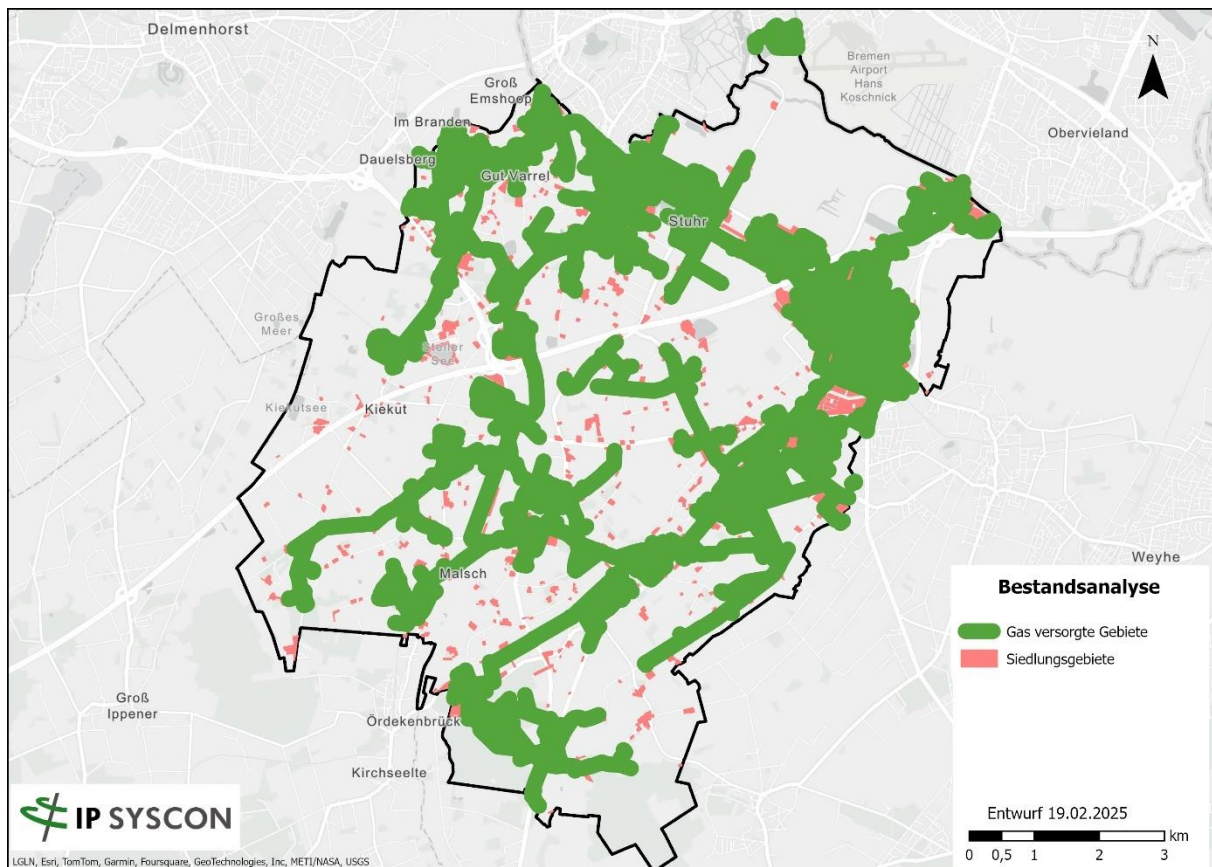


Abbildung 2-12: Lage des Gasnetzes im Gemeindegebiet (Quelle: IP SYSCON)

Die Siedlungsgebiete ohne Erdgasanschluss werden vornehmlich Heizöl oder Biomasse-basiert mit Wärme versorgt.

Einbaujahr der fossilen Heizungen

Die Daten zum Einbaujahr der Heizungsanlagen in Gebäuden basieren auf den Kehrbuchaufzeichnungen der Bezirksschornsteinfeger. Die Auswertung zeigt, dass rund 3.672 der Gas- und Ölheizungen vor dem Jahr 2005 installiert wurden und damit bereits älter als 20 Jahre sind. Diese Anlagen erreichen zunehmend das Ende ihrer technischen Lebensdauer und stehen daher kurz- bis mittelfristig zur Erneuerung an.

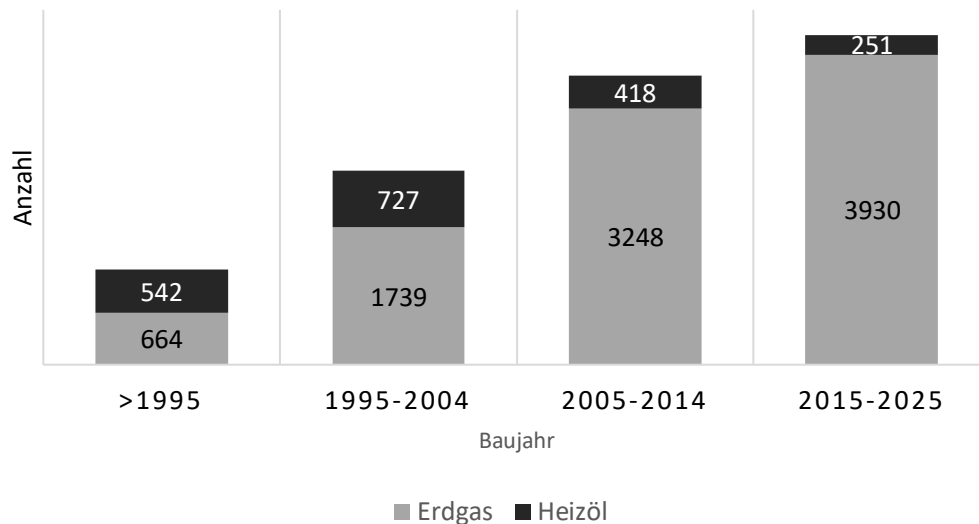


Abbildung 2-13: Anzahl der installierten Erdgas- und Heizöl-Heizungen nach Baujahr

KWK-Anlagen

Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) haben bislang nur eine geringe Bedeutung in der Wärmeversorgung der Gemeinde. Laut Marktstammdatenregister sind derzeit insgesamt 35 KWK-Anlagen im Gemeindegebiet registriert und in Betrieb, davon 28 Anlagen auf Erdgasbasis, vier biogasbetriebene Anlagen sowie drei Anlagen, in welchen Mineralölprodukte zum Einsatz kommen. Insgesamt beträgt die installierte Nettonennleistung 4.064 kW. Für sieben dieser Anlagen liegen auch räumliche Informationen vor. (siehe Abbildung 2-14). Die Wärme im Wärmenetz BRISECK wird über zwei erdgasbetriebene KWK-Anlagen zur Verfügung gestellt, welche eine Nettonennleistung in Summe von 1,7 MW aufweisen.

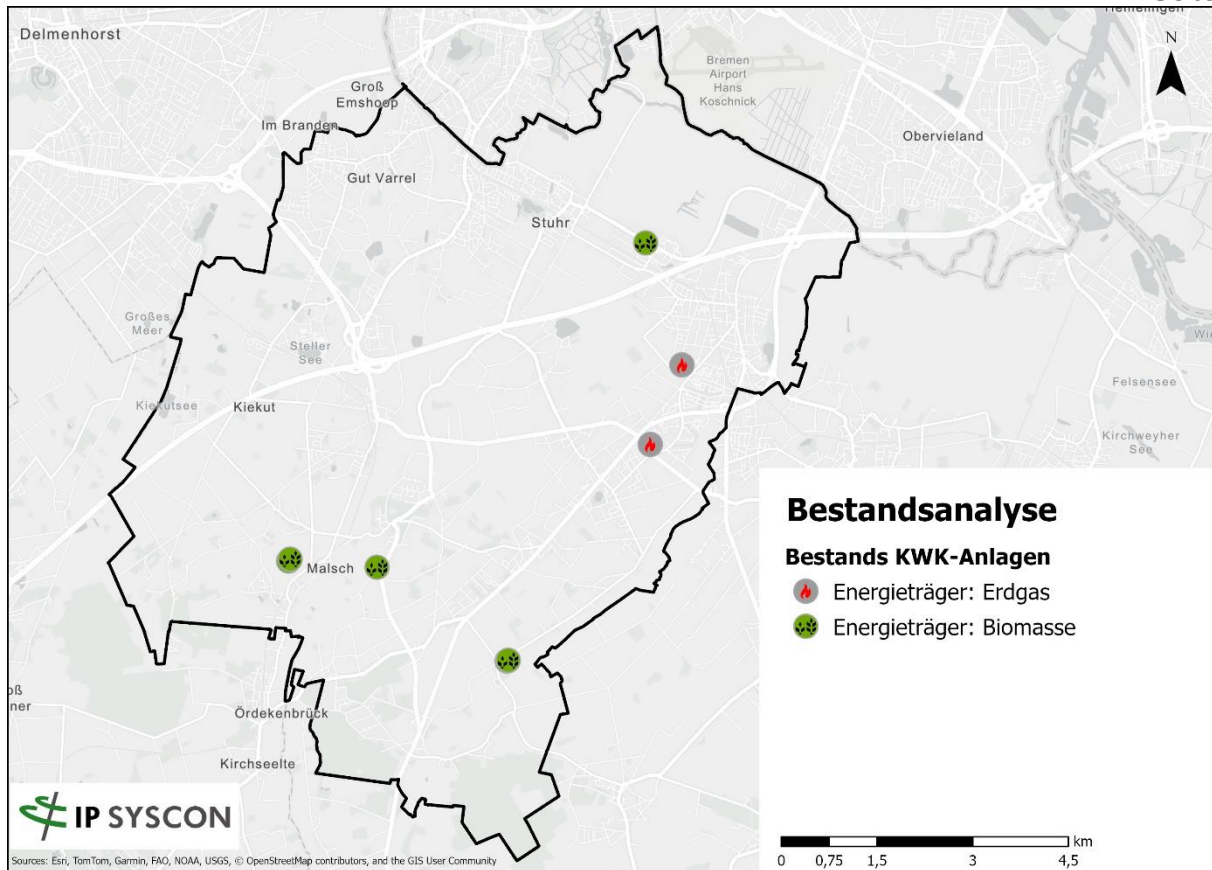


Abbildung 2-14: Lage der KWK-Anlagen im Gemeindegebiet Stuhr (nördlichste Biomasse KWK-Anlage aktuell außer Betrieb) (Quelle: IP SYSCON)

Wärmepumpen und Stromheizungen

Wärmepumpen sind in der Gemeinde derzeit noch wenig verbreitet, jedoch zunehmend von Bedeutung – vor allem in Neubauten. Im Mittel der Jahre 2020-2022 lag der Stromverbrauch zur Wärmeerzeugung in der Gemeinde Stuhr im Durchschnitt bei 5.780 MWh/a.

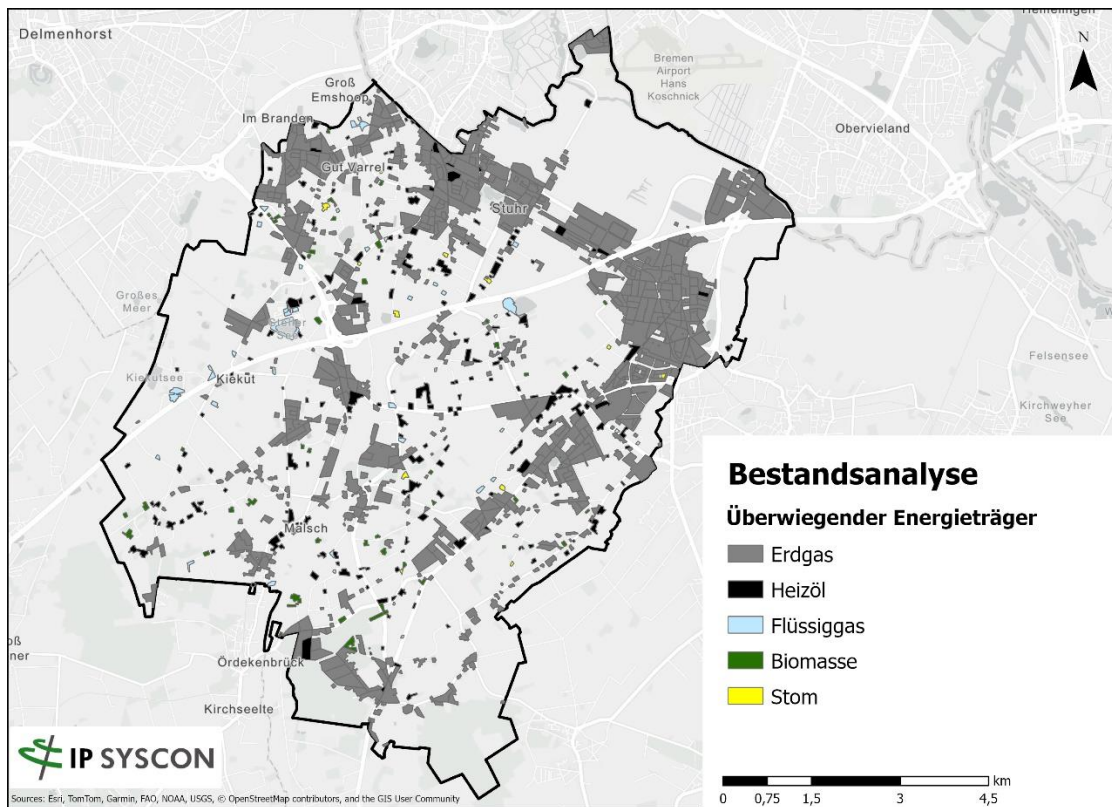


Abbildung 2-15: Verteilung des überwiegenden Energieträgers in den Clustergebieten (Quelle: IP SYSCON)

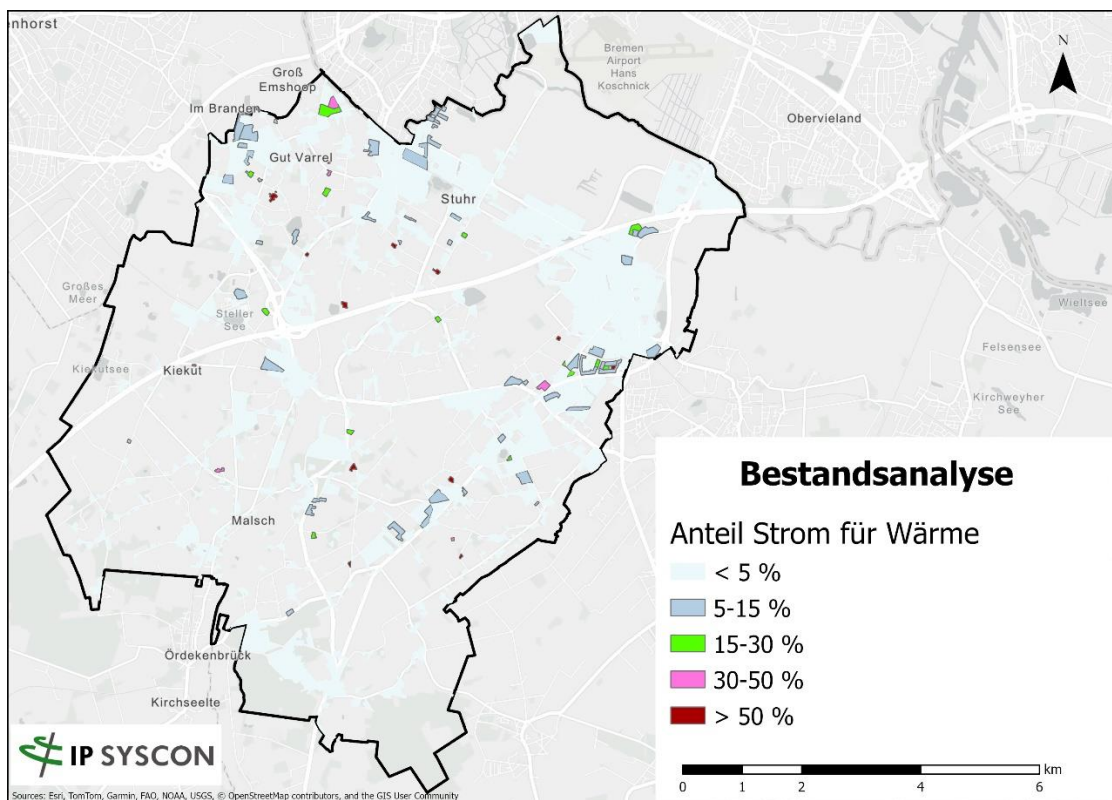


Abbildung 2-16: Anteil des Stromverbrauchs für Wärmeanwendungen am gesamten Energieverbrauch für Wärme in den Clustern (Quelle: IP SYSCON)

2.6.3 Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfs und -verbrauchs

Die Analyse des räumlich aufgelösten Energieverbrauchs für Wärme in der Gemeinde Stuhr basiert auf der Auswertung von insgesamt 14.311 beheizten Gebäuden. Der ermittelte Energieverbrauch für Wärme beträgt 432 GWh pro Jahr, der berechnete Energiebedarf für Wärme liegt bei 509 GWh pro Jahr. Der Energiebedarf ergibt sich aus der Berechnung anhand der baulichen und energetischen Struktur der Gebäude. Der Energieverbrauch hingegen wird auf Grundlage der eingesetzten Heiztechnologien sowie der vorliegenden Verbrauchsdaten abgeleitet. Die Verbrauchsdaten beziehen sich dabei auf die Jahre 2020-2022.

Die Erhebung stützt sich auf gebäudescharfe Angaben aus Schornsteinfegerdaten, Verbrauchsdaten für Wärmenetze und Strom, sowie auf aggregierte Erdgasverbrauchswerten.

Die sektorale Betrachtung des Wärmeverbrauchs macht deutlich, dass Wohngebäude mit rund 292 GWh/a den größten Anteil ausmachen und damit etwa 68% des Gesamtverbrauchs abdecken. Dieser Wert spiegelt sowohl die hohe Anzahl an Wohngebäuden als auch die typischen Heizbedarfe in Ein- und Mehrfamilienhäusern wider.

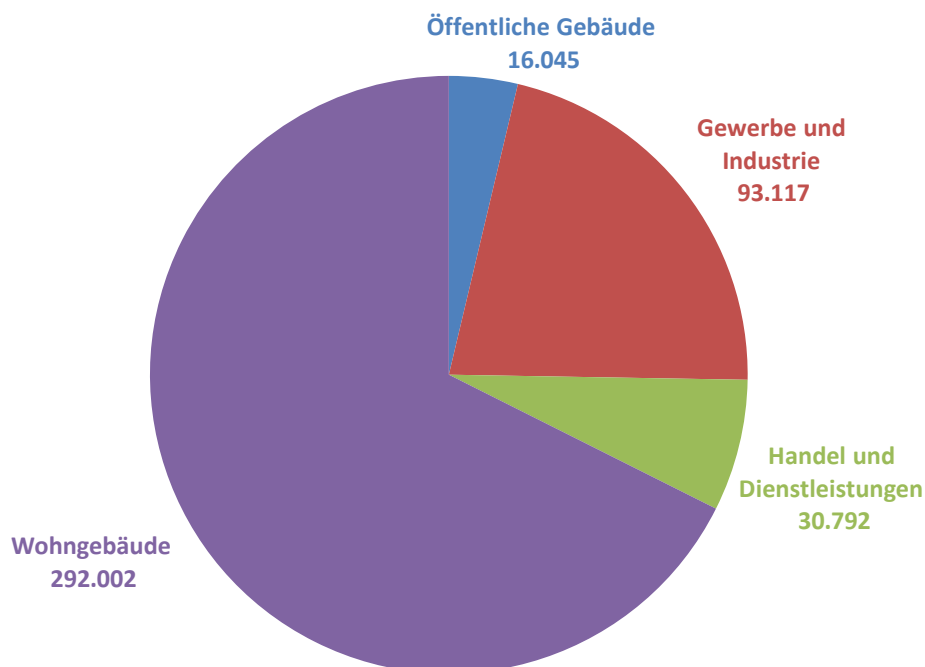


Abbildung 2-17: Sektoraler Wärmeverbrauch in MWh/a der Gemeinde Stuhr nach Gebäudenutzung

Die ermittelten Wärmebedarfsdaten leiten sich, wie in Kapitel 2.2 beschrieben, im Wesentlichen aus der IWU-Gebäudetypologie ab. Grundlage bilden u.a. die amtlichen Informationen zu Baujahr und Gebäudefunktion. Darauf aufbauend werden statistische Annahmen zu den Eigenschaften der Gebäudehülle, zum energetischen Standard sowie zum Bedarf an Warmwasser getroffen. Auf diese Weise lässt sich der Wärmebedarf für jedes Gebäude modellhaft berechnen, auch wenn keine individuellen Verbrauchsdaten vorliegen.

Da es sich um modellierte Werte handelt, können sich für einzelne Gebäude teils größere Abweichungen gegenüber den tatsächlichen Wärmeverbräuchen ergeben. Im Gesamtvergleich zeigt sich jedoch, dass die Ergebnisse für die Sektoren Wohnen sowie öffentliche Gebäude ein vergleichbares Bild zu den erhobenen Verbrauchsdaten ergeben.

Deutlich größere Differenzen bestehen dagegen in den Sektoren Handel und Dienstleistungen sowie insbesondere Gewerbe und Industrie. Der insgesamt um rund 18 % höhere Wärmebedarf im Vergleich zu den gemessenen Wärmeverbräuchen ist dabei vor allem auf diese Sektoren zurückzuführen. Diese Abweichung lässt sich vor allem durch die hohe Heterogenität der Nutzungsarten erklären: Der tatsächliche Wärmeverbrauch hängt hier stark von den spezifischen Betriebsprozessen, der Nutzungshäufigkeit und der Beheizungsintensität ab.

Insbesondere großflächige Hallen und Produktionsgebäude, wie sie beispielsweise im Gewerbegebiet Stuhrbaum vorkommen, werden häufig nur teilweise oder gar nicht beheizt. Da solche Nutzungsprofile in der Gebäudetypologie nicht differenziert abgebildet werden können, führt das Modell zu einer Überschätzung des theoretischen Wärmebedarfs. Da diese Hallen über sehr große Flächen verfügen, wirkt sich die daraus resultierende Überschätzung des Wärmebedarfs auch in absoluten Zahlen besonders stark aus.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die modellierten Wärmebedarfswerte für den überwiegenden Teil des Gebäudebestands eine gute Annäherung an die realen Verbrauchsdaten darstellen. In den gewerblichen und industriellen Sektoren sind die Ergebnisse hingegen mit erhöhter Unsicherheit behaftet, weshalb die dort ausgewiesenen Bedarfswerte als orientierende Größen zu verstehen sind.

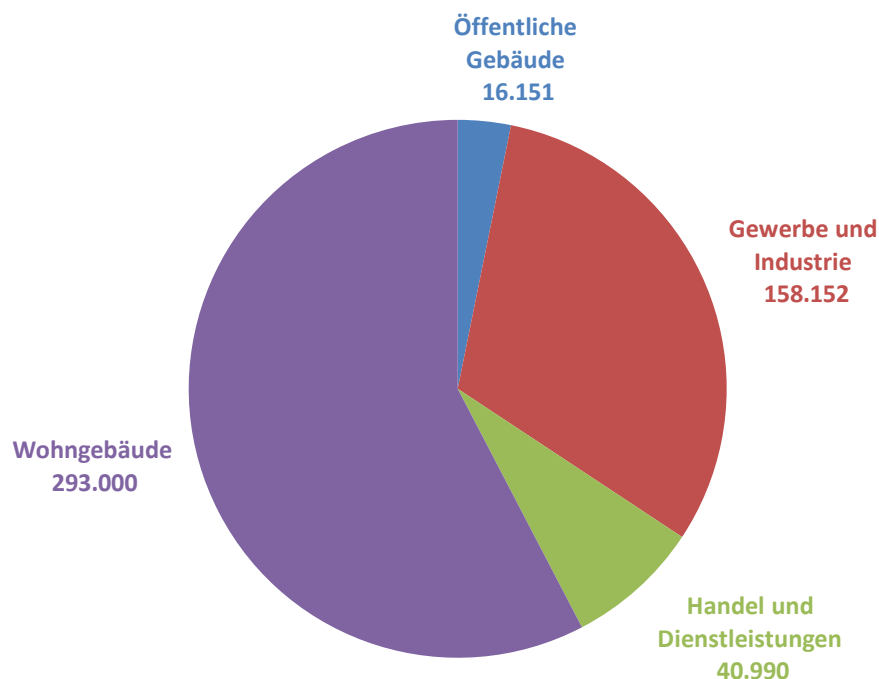


Abbildung 2-18: Sektoraler Wärmebedarf in MWh/a der Gemeinde Stuhr nach Gebäudenutzung

Abgleich von Bedarf und Verbrauch – der kalibrierte Wärmebedarf

Um die zuvor beschriebenen Vor- und Nachteile der beiden Kennwerte Wärmebedarf und Wärmeverbrauch zusammenzuführen, wurde ein **kalibrierter Wärmebedarf** entwickelt. Hierzu wurden die Verbrauchsdaten herangezogen, um den berechneten Wärmebedarf sowie den energetischen Zustand der einzelnen Gebäude besser einschätzen zu können.

Auf dieser Grundlage wurde ein neuer, angepasster Wert ermittelt, der kalibrierte Wärmebedarf. Dieser stellt eine realitätsnahe Annäherung des Wärmebedarfs an den Verbrauchswert dar und dient als einheitliche und vergleichbare Datengrundlage für die weiteren Analysen und Szenarienentwicklung.

Darstellung der Wärmedichten

Einen Überblick über die räumliche Verteilung des Wärmeverbrauchs vermittelt die Aggregation der gebäudescharfen Verbrauchswerte auf Baublockebene in den Clustergebieten. Darüber lassen sich gezielt Gebiete mit hohem Wärmebedarf identifizieren.

Wärmedichtekarten bilden die räumliche Verteilung der Wärmeverbräuche ab. Die Darstellungsart macht sichtbar, in welchen Gebieten (Straßen oder Quartiere) besonders hohe Wärmelasten auftreten, typischerweise in kompakt bebauten Wohnlagen oder Gewerbegebieten, und wo die Wärmenachfrage eher gering ausfällt, etwa in locker bebauten Randlagen oder Streusiedlungen. Besonders in den Ortsteilen Stuhr, Moordeich und Brinkum, sowie in kompakt bebauten Wohngebieten werden hohe Wärmedichten erreicht. In peripheren Ortsteilen und Streulagen überwiegen hingegen deutlich niedrigere Wärmedichten (vgl. Abbildung 2-19).

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 2-6: 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)	Empfohlen für Wärmenetze in Neubaugebieten (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

Tabelle 2-7: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmelinien-dichte (Quelle: ifeu 2024, angelehnt an Stadt Hamburg (2019))

Wärmedichteklasse (MWh/m*a)	Eignung für Wärmenetze
< 0,7	Kein technisches Potenzial
0,7-1,5	Empfehlung für Wärmenetze bei Neuerschließung von Flächen für Wohnen, Gewerbe oder Industrie
1,5-2	Empfehlung für Wärmenetze in bebauten Gebieten
>2	Empfehlung wenn Verlegung von Wärmetrassen mit zusätzlichen Hürden versehen ist

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.

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

Gebiete mit hoher Bebauungsdichte insbesondere in den Ortszentren und verdichteten Wohnquartieren, weisen entsprechend hohe Wärmedichten auf (Wärmebedarf > 415 MWh/ha*a). In diesen Bereichen kann die Errichtung oder der Ausbau von leitungsgebundenen Wärmenetzen wirtschaftlich sinnvoll und technisch gut umsetzbar sein. In locker bebauten oder ländlich geprägten Bereichen mit geringer Wärmedichte ist hingegen eher von einer dezentralen Einzelversorgung auszugehen.

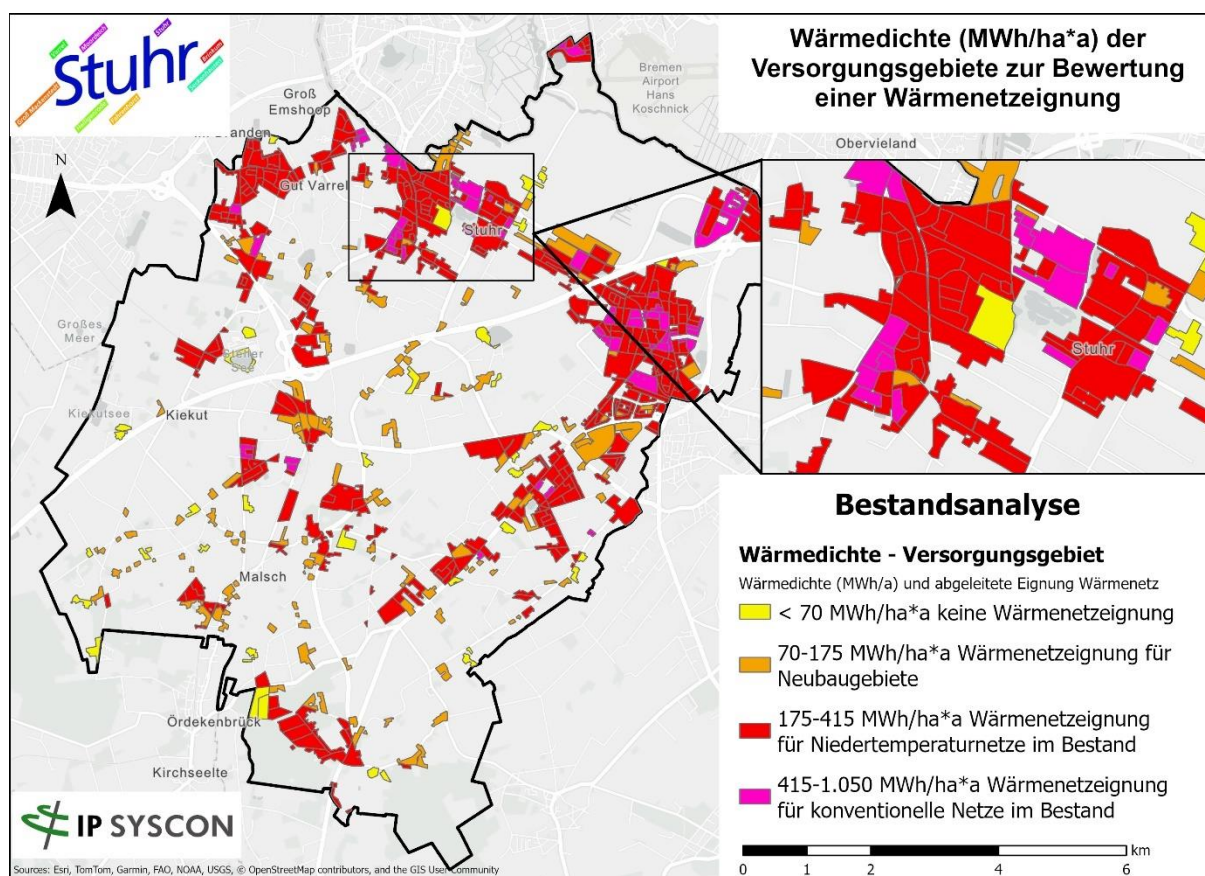


Abbildung 2-19: Spezifischer Jahresheizenergieverbrauch in MWh/ha*a (aggregiert nach Versorgungsgebieten) mit daraus abgeleiteter Versorgungsempfehlung gemäß Leitfaden der KEA Baden-Württemberg. (Quelle: IP SYSCON)

Die Auswertung der Wärmelinienindichte entlang der Straßenachsen, angegeben in Megawattstunde pro laufendem Straßenmeter und Jahr (MWh/m*a), unterstützt vor allem Kommunen und Wärmenetzplaner als Planungs- und Entscheidungsgrundlage, um zu beurteilen, in welchen Bereichen eine leitungsgebundene Wärmeversorgung wirtschaftlich sinnvoll erscheint und wo dezentrale Einzelversorgungssysteme vorzuziehen sind.

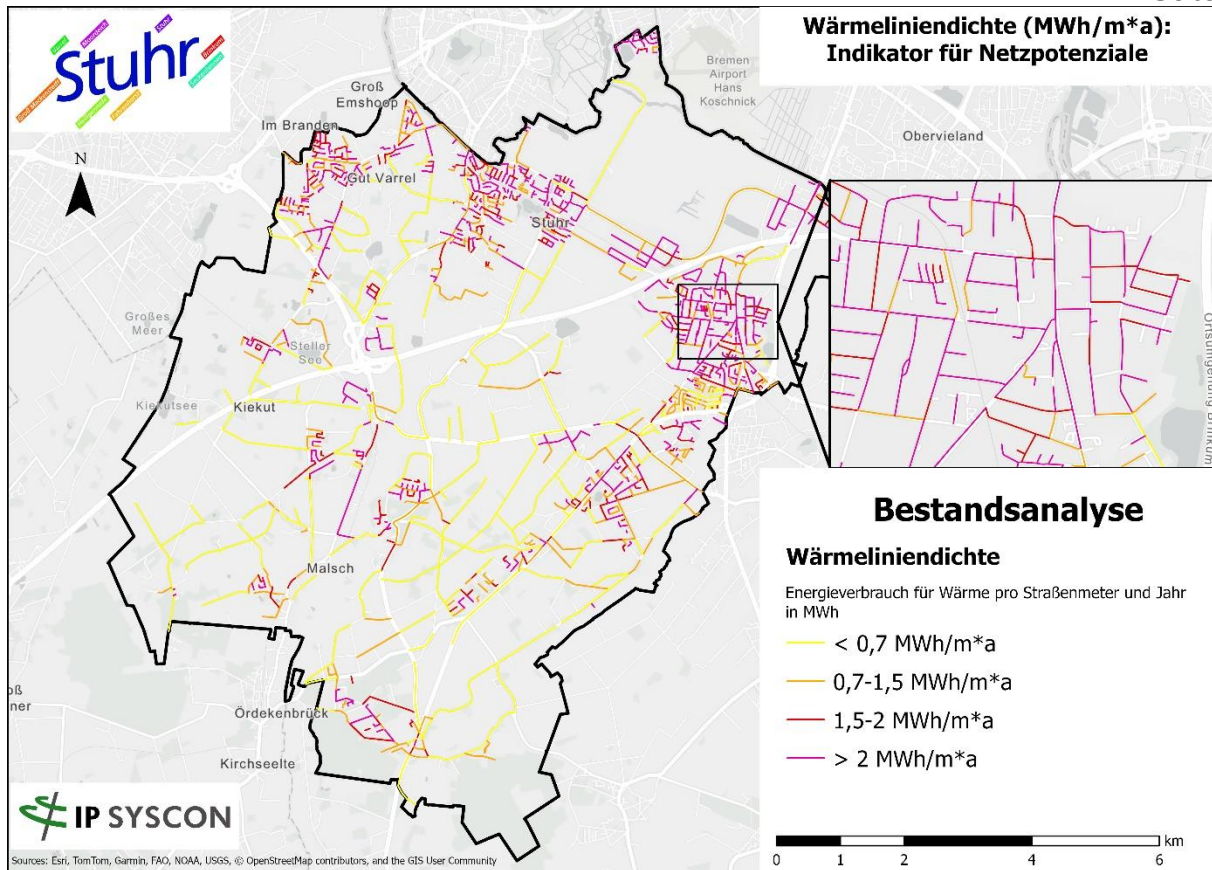


Abbildung 2-20: Spezifischer Wärmeenergieverbrauch pro Straßenmeter und Jahr (Wärmelinienverbrauchsichte (MWh/m*a)) (Quelle: IP SYSCON)

2.6.4 Energie- und Treibhausgasbilanz

Energiebilanz

Die Auswertung des gesamten Wärmeverbrauchs in der Gemeinde Stuhr zeigt eine klare Dominanz fossiler Energieträger. Mit einem Verbrauch von ca. 321,6 GWh/a stellt Erdgas den am häufigsten genutzten Energieträger dar, dies entspricht einem Anteil von 75% am Gesamtverbrauch. An zweiter Stelle folgt Heizöl mit etwa 69,6 GWh/a bzw. 16%.

Feste Biomasse, z. B. in Form von Holzöfen oder Pelletheizungen, trägt mit knapp 31 GWh/a etwa 7 % zum Gesamtverbrauch bei. Der Anteil des Stroms, etwa durch Wärmepumpen oder Direktheizsysteme, ist mit rund 5,8 GWh/a bzw. 1% derzeit noch gering (vgl. Abb 2-21 und 2-22).

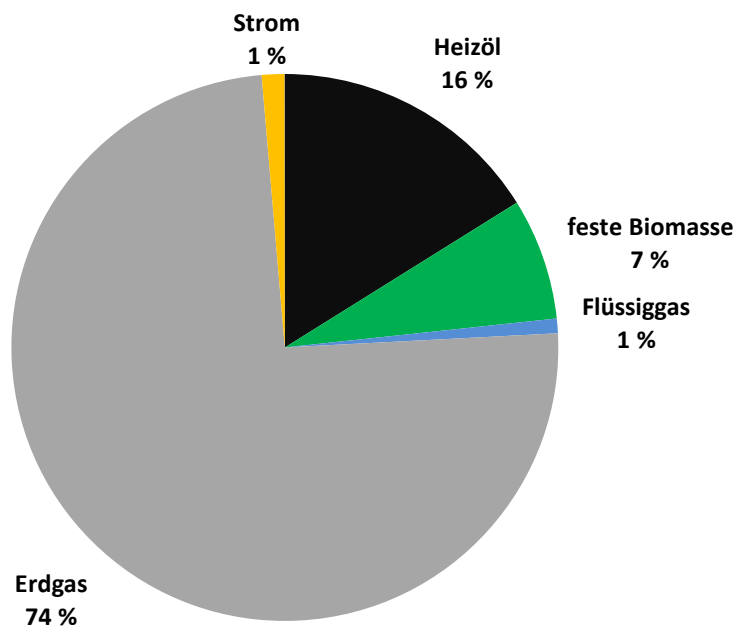


Abbildung 2-21: Anteil der Energieträger am Gesamtverbrauch in der Gemeinde

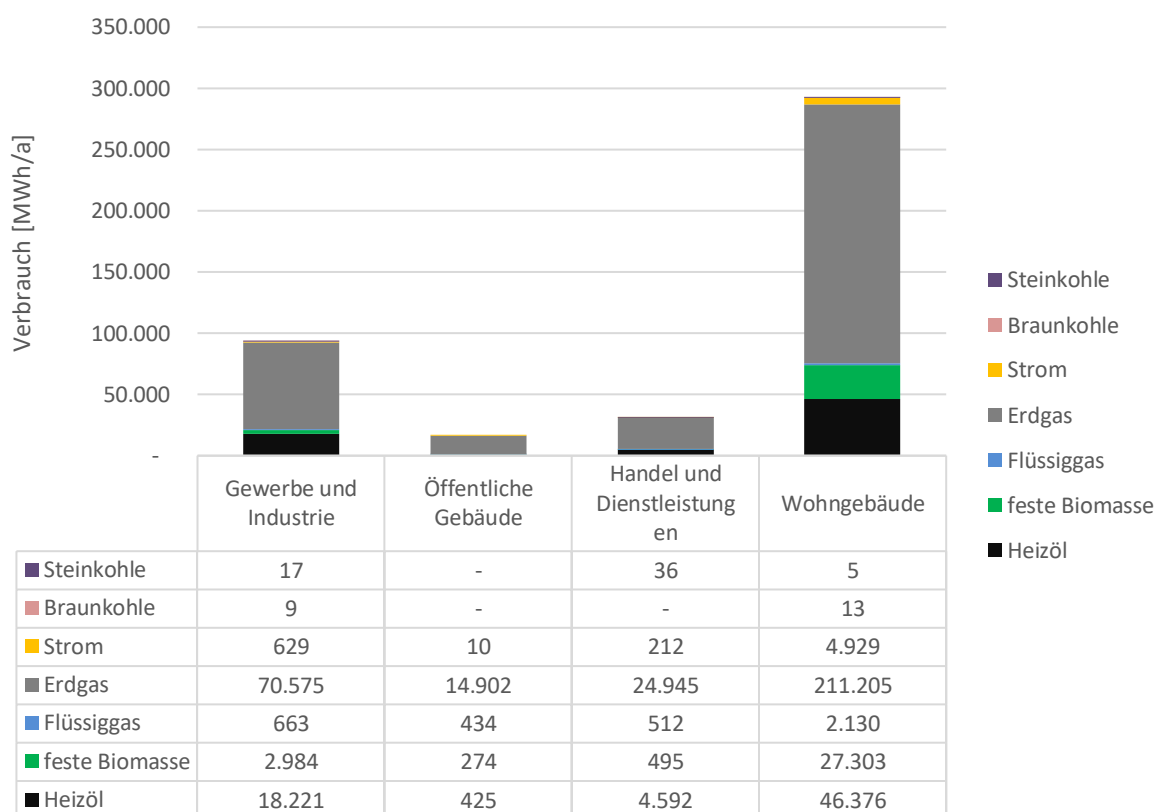


Abbildung 2-22: Energiebilanz der Energieträger nach Sektoren

Die Auswertung der Energieträgerverteilung zeigt, dass Erdgas mit deutlichem Abstand den größten Anteil an der Wärmeversorgung in allen Sektoren einnimmt. Mit insgesamt rund 322 GWh/a stellt es den zentralen Energieträger der Wärmebereitstellung dar. Besonders im Wohngebäudebereich (rund 211 GWh/a) sowie im Gewerbe- und Industriesektor (rund 70 GWh/a) dominiert Erdgas eindeutig die Wärmeversorgung.

Heizöl bleibt insbesondere im Wohnsektor mit rund 46 GWh/a ein relevanter, wenn auch rückläufiger Energieträger. Auch in Gewerbe und Industrie ist Heizöl mit rund 18 GWh/a noch verbreitet, während es im öffentlichen Bereich kaum eine Rolle spielt.

Feste Biomasse leistet mit insgesamt rund 31 GWh/a einen wesentlichen Beitrag zur Wärmeversorgung, vor allem in Wohngebäuden, wo sie nach Erdgas und Heizöl den drittgrößten Anteil stellt. In Gewerbe und öffentlichen Gebäuden ist ihr Anteil dagegen deutlich geringer.

Elektrische Heizsysteme (Wärmepumpen und Direktheizungen) sind mit insgesamt rund 6 GWh/a noch untergeordnet und hauptsächlich im Wohnbereich vorzufinden.

Die Wärmeversorgung in der Gemeinde wird aktuell noch stark durch fossile Energieträger, insbesondere Erdgas und Heizöl, geprägt. Der Anteil erneuerbarer Wärmequellen ist bislang gering und konzentriert sich vor allem auf den Einsatz fester Biomasse im Wohnsektor.

Treibhausgasbilanz

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

Die Analyse der THG-Emissionen zeigt deutlich, dass der Wohngebäudesektor den mit Abstand größten Anteil an den wärmebedingten Emissionen in der Gemeinde hat. Rund 66 % der Gesamtemissionen entfallen auf Wohngebäude, gefolgt von Gewerbe und Industrie mit 23 %. Öffentliche Gebäude sowie der Bereich Handel und Dienstleistungen tragen jeweils nur rund 4 bzw. 8 % zu den Gesamtemissionen bei.

Mit Blick auf die Energieträger ist Erdgas mit einem Anteil von 74 % der größte Verursacher von THG-Emissionen im Wärmesektor. An zweiter Stelle steht Heizöl mit 21 %, das trotz eines geringeren Verbrauchsanteils überdurchschnittlich stark zur Emissionsbilanz beiträgt. Flüssiggas und feste Biomasse spielen mit unter 2 % nur eine untergeordnete Rolle.

Der Beitrag der einzelnen Energieträger zu den Treibhausgasemissionen unterscheidet sich zum Teil deutlich von ihrem Anteil am tatsächlichen Wärmeverbrauch. Dies liegt an den variierenden Emissionsfaktoren der Energieträger - also daran, wie welche Treibhausgasmengen 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 zu erreichen.

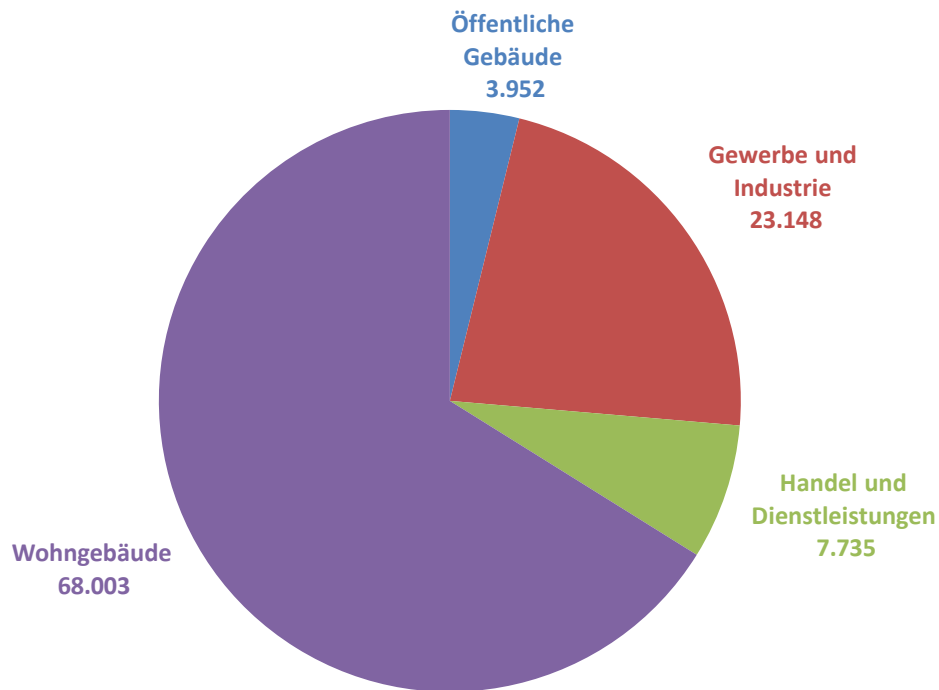


Abbildung 2-23: Verteilung der THG-Emissionen in t CO₂eq. nach Sektoren

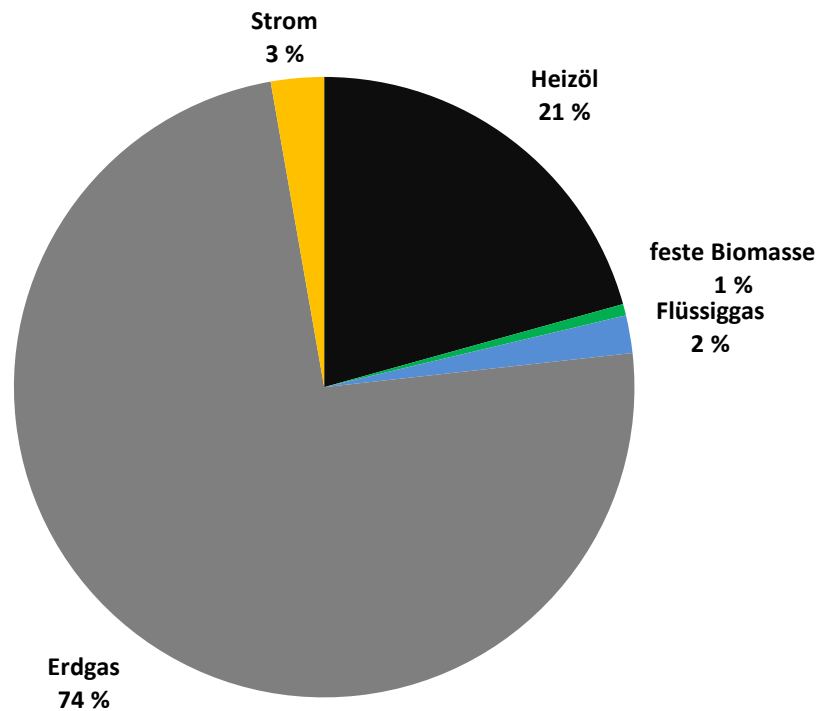


Abbildung 2-24: Anteil der THG-Emissionen in t CO₂eq. nach Energieträger

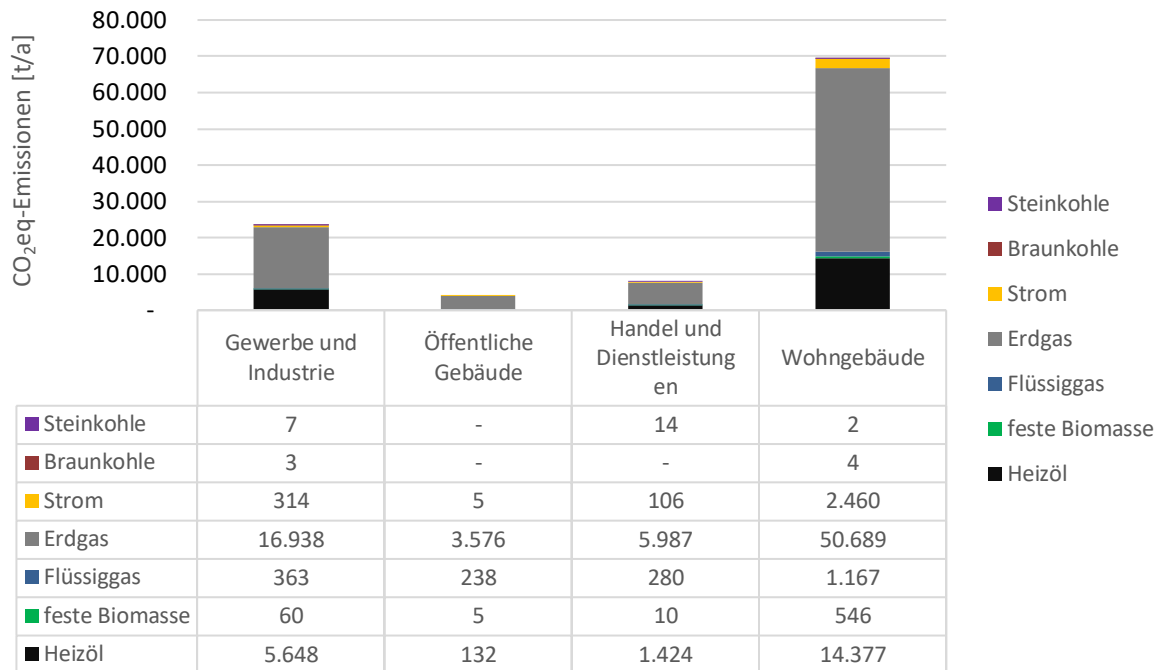


Abbildung 2-25: Absolute THG-Emissionen (CO₂eq) nach Sektoren und Energieträgern im Gemeindegebiet

Abbildung 2-25 zeigt die THG-Emissionen der Wärmeversorgung nach Sektoren und eingesetzten Energieträgern. Deutlich wird, dass der Wohngebäudesektor mit Abstand den größten Anteil an den Gesamtemissionen verursacht, wobei insbesondere Erdgas und Heizöl die dominierenden Emissionsquellen darstellen. Auch im Sektor Gewerbe und Industrie ergeben sich relevante Emissionsbeiträge, ebenfalls überwiegend aus fossilen Energieträgern. Die Emissionen der öffentlichen Gebäude sowie des Sektors Handel und Dienstleistungen fallen im Vergleich deutlich geringer aus.

In Abbildung 2-26 sind die Treibhausgasemissionen auf Quartiersebene dargestellt. Hohe absolute Treibhausgasemissionen finden sich in Gewerbe-/Industriegebieten sowie in den Wohngebieten mit älterer Gebäudestruktur sowie verdichteter Bebauung.

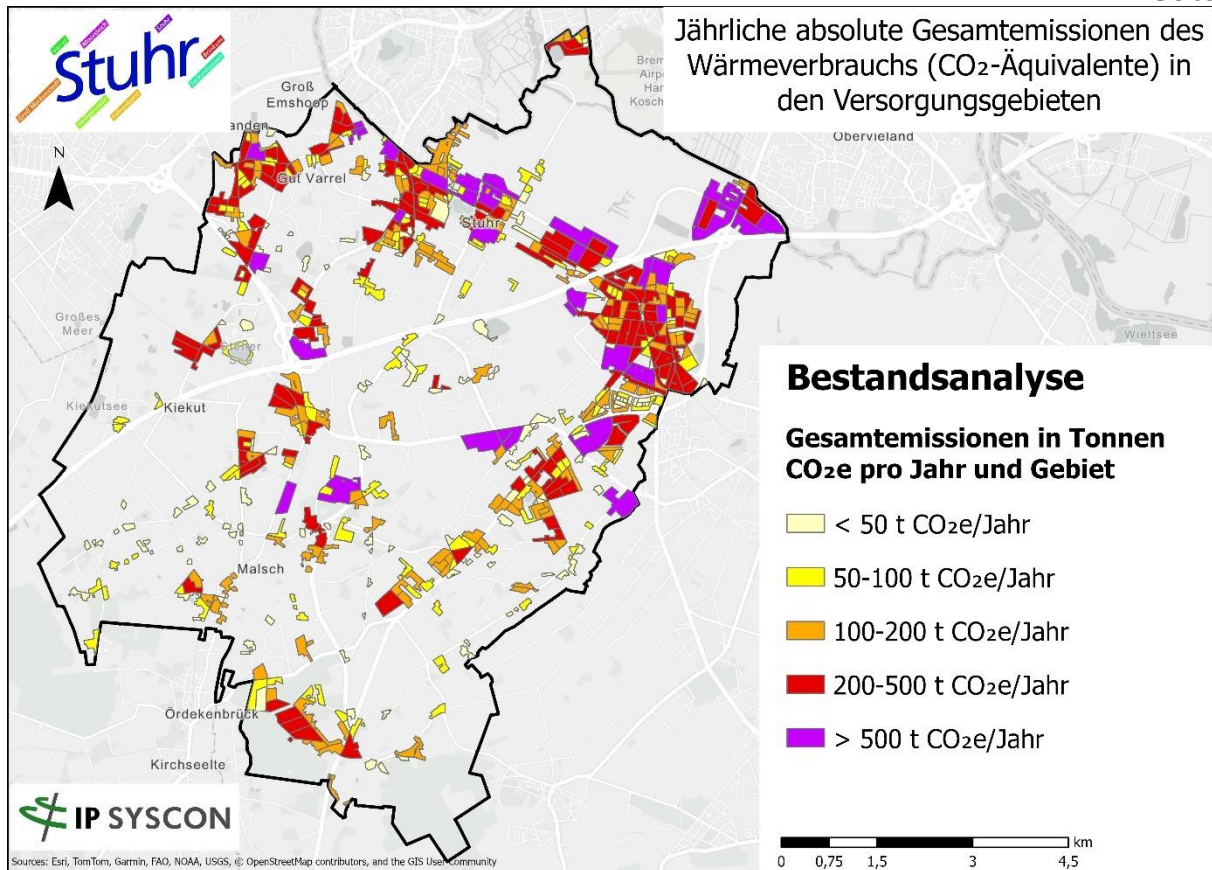


Abbildung 2-26: Verteilung der absoluten THG-Emissionen in den Versorgungsgebieten (Quelle: IP SYSCON)

Tabelle 2-8: Kennwerte der Wärmeversorgung in Stuhr

Nr.	Kennwert	Einheit	Wert
i	Endenergieverbrauch Haushalte & kommunale Liegenschaften	kWh/EW	9.243
i	Treibhausgasemissionen Haushalte & kommunale Liegenschaften	kg CO ₂ equ/EW	2.196
ii	Endenergiebedarf Wärme Wohngebäude	kWh/m ²	160
iii	Stromverbrauch zur Wärmeversorgung der Haushalte	kWh/EW	148
iv	Endenergieverbrauch GHD & Industrie	kWh/EW	2.794
iv	Treibhausgasemissionen GHD & Industrie	kg CO ₂ equ/EW	700
v	Einsatz erneuerbarer Energien (Biomasse)	kWh/EW	932
vi	Anteil erneuerbarer Energien an lokaler Wärmebereitstellung	%	7
vii	Nutzung synthetischer Brennstoffe (PtX)	kWh/EW	k.A.
viii	Stromverbrauch für Wärmebereitstellung (Wärmepumpen, Direktstrom)	kWh _{el} /kWh _{Wärme}	0,62
ix	Fläche PV-Anlagen	m ² /EW	7,30
x	Installierte KWK-Leistung elektrisch	kW _{el} /EW	0,26
x	Installierte KWK-Leistung thermisch	kW _{therm} /EW	0,29
xi	Installierte Speicherkapazität Strom	kW _{el} /EW	0,19
xi	Installierte Speicherkapazität Wärme	kW _{therm} /EW	k.A.
xii	Anzahl der Hausanschlüsse Gasnetz	Anzahl	8.142
xii	Anzahl der Hausanschlüsse Wärmenetz	Anzahl	847
xiii	Länge der Gasleitungen (Hoch-, Mittel-, Nieder-, Druckleitungen)	m	270.541
xiii	Länge der Wärmenetze	m	21.147

2.7 Fazit der Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse verdeutlicht, dass die Gemeinde Stuhr durch eine heterogene, teilweise verdichtete, insgesamt jedoch kleinteilig strukturierte Bebauung geprägt ist. Die Siedlungsstruktur weist sowohl ländlicher geprägte Ortsteile mit Einfamilienhausbebauung als auch gewerbliche Konzentrationen entlang der Hauptverkehrsachsen auf.

Der Gebäudebestand wird klar vom Wohnsektor dominiert. Mit einem Anteil von 39 % stellen Einfamilienhäuser den häufigsten Gebäudetyp dar, gefolgt von Reihenhäusern (27 %) und Mehrfamilienhäusern (15 %). Nichtwohngebäude, wie Gebäude für öffentliche Zwecke (2 %), Gewerbe- und Industriegebäude (14 %) sowie Gebäude für Handel und Dienstleistungen (3 %), ergänzen das Siedlungsbild punktuell. Etwa die Hälfte aller Gebäude wurde vor 1979 errichtet, also vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung. Daraus ergibt sich ein hohes Potenzial zur energetischen Sanierung und zur Verbesserung der Energieeffizienz im Gebäudebestand.

Die Analyse der Energieträgerstruktur zeigt eine nach wie vor deutliche Dominanz fossiler Brennstoffe. Mit rund 322 GWh/a Erdgas und rund 70 GWh/a Heizöl werden über 95 % des gesamten Wärmeverbrauchs aus fossilen Quellen gedeckt. Der Wärmesektor wird damit maßgeblich von Erdgasheizungen bestimmt, insbesondere in Wohngebäuden und im Gewerbe- und Industriesektor. Erneuerbare Energieträger wie feste Biomasse (rund 31 GWh/a) tragen bisher nur in begrenztem Umfang zur Wärmebereitstellung bei und konzentrieren sich überwiegend auf den Wohnbereich. Elektrische Heizsysteme, meist Wärmepumpen oder Direktheizungen, spielen mit rund 6 GWh/a bislang eine untergeordnete Rolle.

Insgesamt verfügt die Gemeinde über zwölf Wärmenetze, von denen elf privat betrieben werden. Hinzu kommt ein Netz der AVACON Natur GmbH, das die kommunale Energieinfrastruktur ergänzt. Trotz dieser Strukturen erfolgt die Wärmeversorgung überwiegend dezentral, gebäudebezogen und individuell. Leitungsgebundene Systeme sind bisher nur in Teilbereichen der Ortskerne vorhanden und tragen noch nicht wesentlich zur Gesamtversorgung bei.

Die gebäudescharfe Analyse des Wärmebedarfs zeigt ein differenziertes Bild: Während die meisten Ortsteile durch niedrige Wärmedichten geprägt sind und vorrangig für dezentrale Versorgungslösungen geeignet erscheinen, bestehen in den verdichteten Bereichen, insbesondere im Zentralort Stuhr, Brinkum und in Teilen der größeren Ortsteile, potenzielle Ansätze für die Entwicklung oder Erweiterung leitungsgebundener Wärmeversorgungsstrukturen.

Die Wärmeversorgung der Gemeinde Stuhr basiert aktuell noch überwiegend auf fossilen Energieträgern, insbesondere Erdgas und Heizöl. Erneuerbare Wärmequellen, wie Biomasse, Wärmepumpen oder Wärmenetze, spielen bislang eine untergeordnete Rolle. Gleichzeitig verfügen viele Gebäude über ein erhebliches energetisches Verbesserungspotenzial, insbesondere jene mit hohem Baualter, die aufgrund ihres Errichtungszeitpunkts häufig einen vergleichsweise schlechten energetischen Zustand aufweisen. Für die zukünftige Wärmeplanung ergibt sich daraus, dass die Gemeinde beim Austausch veralteter fossiler Heizsysteme sowie der energetischen Sanierungen gezielt mit Informationen unterstützen und Eigentümerinnen

und Eigentümer frühzeitig über bestehende rechtliche Vorgaben und Fördermöglichkeiten informieren muss. Dazu zählen insbesondere die Austauschpflichten für alte Ölheizungen mit einem Alter von über 30 Jahren sowie die perspektivische Umstellung auf erneuerbare und leitungsgebundene Wärmeversorgungen in geeigneten Gebieten. Der kommunale Wärmeplan bildet hierfür eine zentrale Grundlage, da er konkrete Maßnahmen zur Umsetzung der Wärmewende definiert, geeignete Gebiete für den Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen ausweist und die lokal verfügbaren Potenziale erneuerbarer Energien systematisch erfasst. Die Ausgangslage verdeutlicht, dass sich die zukünftigen Lösungen je nach Gebäudetyp, Dichte und infrastrukturellem Umfeld unterscheiden werden, von individuellen, gebäudebezogenen Systemen bis hin zu gebietsbezogenen Wärmenetzen in geeigneten Teilräumen.

3 Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse bildet die zweite zentrale Phase in der Erarbeitung der kommunalen Wärmeplanung und untersucht, in welchem Umfang in der Gemeinde Stuhr künftig das Potential zur Senkung des Energiebedarfs durch energetische Sanierungen und durch den Einsatz klimafreundlicher Energiequellen zur Wärmeversorgung genutzt werden können. Ziel ist es, nutzbare Potenziale für die Reduktion des Wärmebedarfs sowie 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 Gemeinde Stuhr 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 der Raumwärmebedarfe 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 drei Szenarien definiert: ein konservatives „Business-as-Usual“-Szenario mit einer jährlichen Sanierungsrate von 0,7 %, ein realistisches Zielszenario mit 1,4 % sowie ein ambitioniertes Effizienzscenario mit einer jährlichen Sanierungsrate von 1,9 %. Die Sanierungsraten werden dabei als Vollsanierungsäquivalent angegeben.

Ergänzend dazu wurde für die Sanierungstiefe folgende Werte angenommen²: 90 % der angenommenen Sanierungen sind Teilsanierungen (Fenster- und Dachdämmung), 10 % als Vollsanierungen (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. Der Bedarf an Warmwasser wurde in allen Szenarien als konstant angenommen, da hier keine wesentlichen Effizienzsteigerungen durch Sanierungsmaßnahmen erwartet werden und sich der Bedarf primär aus nutzerbedingten Faktoren ergibt.

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

² Nach: https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/PDF-Anlagen/BEG/beg-reporting-20240425.pdf?__blob=publicationFile&v=3

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 2030, 2035 und 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.

Ergebnis

Im Ausgangsjahr beträgt der kalibrierte Wärmebedarf für alle Gebäude insgesamt ca. 452 GWh/a (nach Berücksichtigung von bereits sanierten Gebäuden³). In allen Szenarien ergibt sich bis zum Jahr 2040 eine messbare Reduktion:

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

Szenario	2030 [GWh/a]	2035 [GWh/a]	2040 [GWh/a]
BaU (0,7 %)	450 (0,3 %)	448 (0,7 %)	446 (1,1 %)
Szenario 1 (1,2 %)	448 (0,7 %)	444 (1,5 %)	441 (2,3 %)
Szenario 2 (2 %)	447 (0,9 %)	442 (2,1 %)	437 (3,1 %)

Im Szenario 2 sinkt der rechnerische Wärmebedarf somit bis 2040 um rund 3 % gegenüber dem Ist-Zustand. Dies zeigt: Selbst bei gesteigerter Sanierungsrate ist die Energieeinsparung im Gebäudebestand bei angenommener Sanierungstiefe (Mindestvorgaben nach GEG) begrenzt, was die Notwendigkeit des zügigen Aufbaus von erneuerbaren Versorgungsstrukturen zusätzlich unterstreicht.

Das energetische Einsparpotenzial von Gebäuden ist in der Regel eng mit deren Baualterklasse verknüpft. Die nachfolgende Abbildung zeigt die prozentuale Verteilung der Baualterklassen innerhalb der einzelnen Sektoren und ermöglicht so eine Einschätzung der Sanierungspotenziale im Bestand.

³ Als saniert werden Gebäude angenommen, deren spezifischer Wärmeverbrauch unter 100 kWh/m²·a liegt.

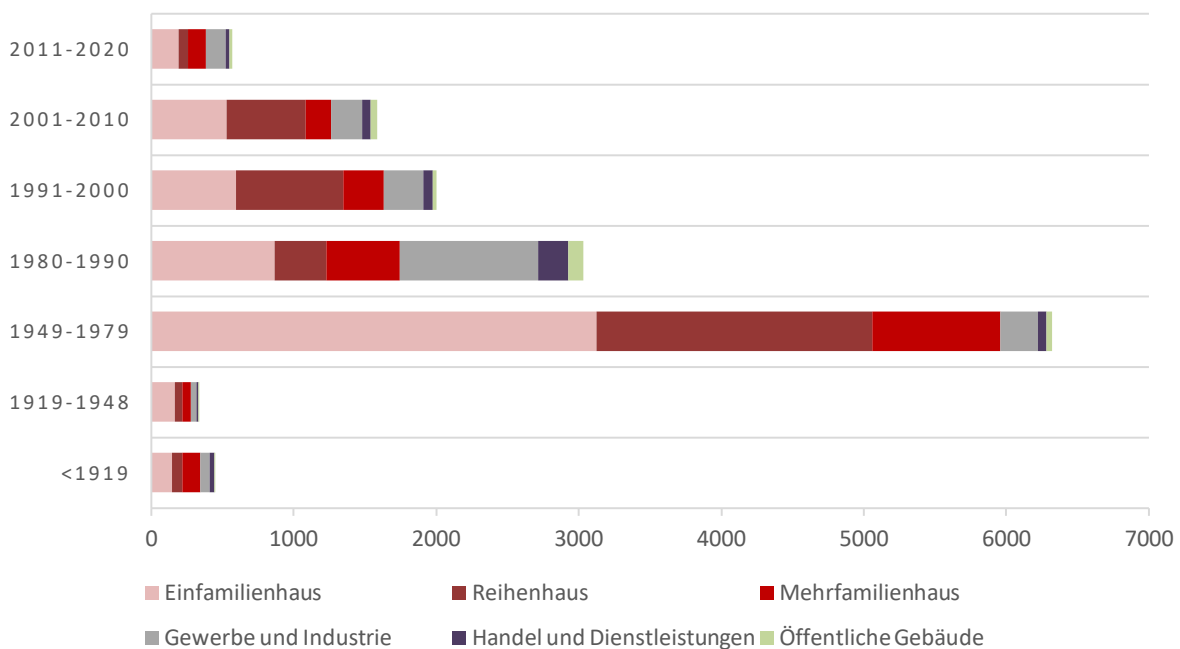


Abbildung 3-1: Anzahl der Gebäude nach Baualtersklassen, aufgeteilt nach Sektoren

Effizienzpotenziale durch 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 für die Nichtwohngebäuden, prozentual anhand des Gesamtverbrauch, ein statistisch abgeleiteter spezifischer Prozesswärmebedarf berechnet, um den typischen Energieeinsatz in gewerblichen und industriellen Anwendungen abzubilden.

Unter Berücksichtigung der darin enthaltenen technischen Effizienzpotenziale für die einzelnen Sektoren (vgl. Tabelle 3-2) 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.

Die berechneten Einsparpotenziale der Prozesswärme sind im Datensatz hinterlegt, werden jedoch aufgrund der bestehenden Unsicherheiten bei der Abschätzung der Prozesswärme in den Auswertungen der Wärmedichten für die Jahre 2030 bis 2040 nicht berücksichtigt.

Tabelle 3-2: Potential der prozentualen Einsparungen bei der Prozesswärme nach KWW-Technikkatalog für die Sektoren Industrie und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen

Baujahr	<=1978	<=2009	>2009
Einsparung pro Jahr (%) für Gebäudetyp Industrie	1,8	1,6	0,2
Einsparung pro Jahr (%) für Gebäudetypen Gewerbe, Handel und Dienstleistungen	0,7	0,6	0,2

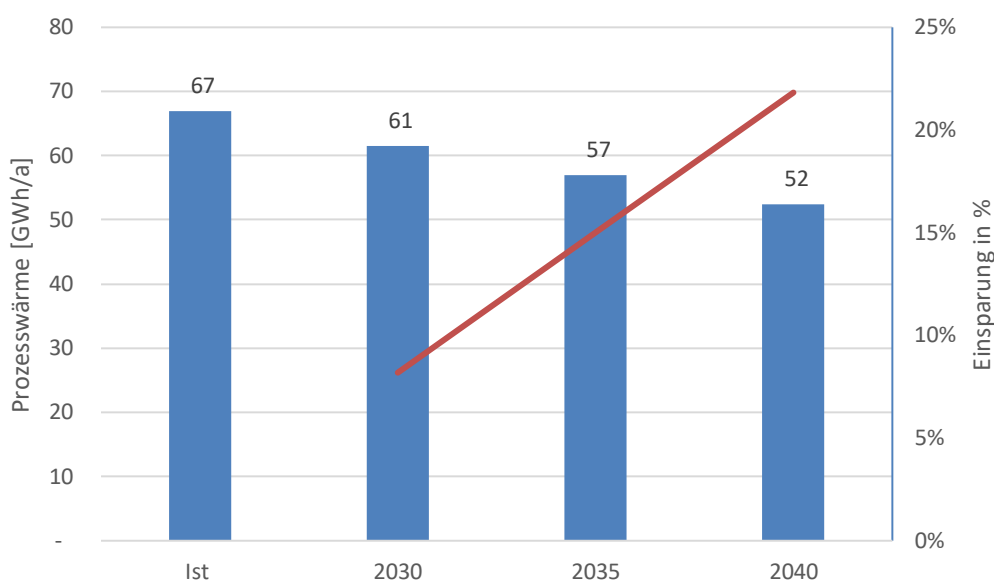


Abbildung 3-2: Entwicklung des theoretisch berechneten Prozesswärmebedarfs bis 2040

Abbildung 3-3 stellt den berechneten Prozesswärmebedarf der Industrie- und Gewerbebetriebe im Gemeindegebiet Stuhr dar. Dabei zeigt sich, dass die größten in den ausgeprägten Gewerbestandorten Stuhrbaum und Brinkum-Nord auftreten, wo Bedarfswerte an Prozesswärme im Bereich von mehreren hundert Megawattstunden pro Jahr erreicht werden. Diese Konzentrationen verdeutlichen die hohe Dichte an verarbeitenden und produzierenden Betrieben in diesen Gebieten. In den übrigen Ortsteilen sind dagegen nur vereinzelt kleinere Prozesswärmebedarfe festzustellen, die überwiegend von kleineren Gewerbeeinheiten verursacht werden. Insgesamt spiegelt die räumliche Verteilung den wirtschaftlichen Schwerpunkt der Gemeinde in den nördlichen und zentralen Gewerbegebieten wider. Die Berechnung des Prozesswärmebedarfs erfolgte auf Grundlage der vorliegenden Verbrauchsdaten, unter Anwendung der im Technikkatalog der KWW enthaltenen Kennwerte zu den sektoralen Anteilen der Prozesswärme.

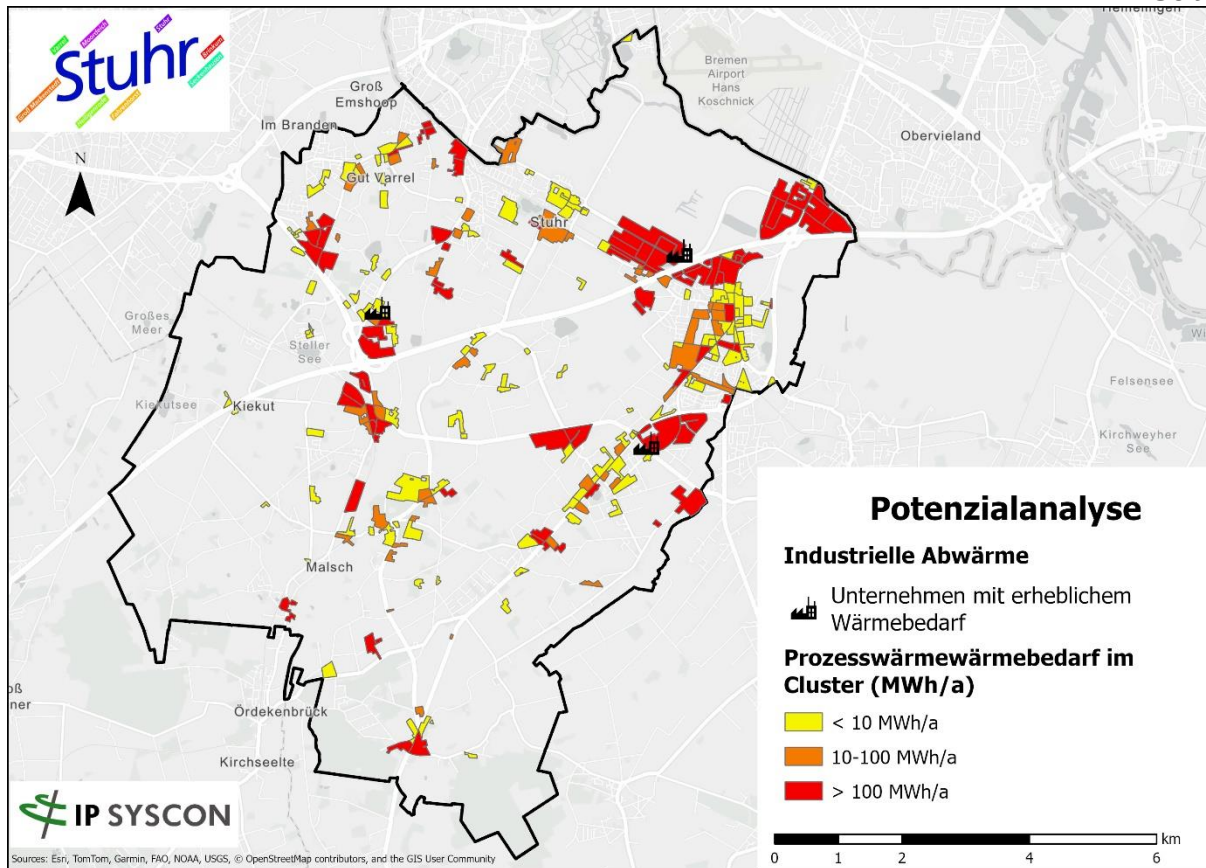


Abbildung 3-3: Verteilung des absoluten Prozesswärmebedarfs im Cluster (MWh/a) (Quelle: IP SYSCON)

3.2 Potential Geothermie

Hinsichtlich der energetischen Nutzung wird in Deutschland zwischen der tiefen (ab 400 m) und oberflächennahen (bis 400 m) Geothermie unterschieden. Allen Systemen der Tiefengeothermie ist gemeinsam, dass ein Wärmeträgermedium (meist Wasser) zwischen Untergrund und Erdoberfläche zirkuliert und dabei Wärme gewinnt. 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 das nutzbare oberflächennahe geothermische Potenzial in der Gemeinde Stuhr 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.

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, um unterschiedliche Nutzungs- und Auslegungsstrategien abzubilden. Als technischer Wirkungsgrad der Wärmepumpensysteme wurde eine JAZ von 4 (Jahresarbeitszahl) 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 großen 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 ($< 20 \text{ W/m}^2$).

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 (JAZ): 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 Gemeinde Stuhr 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 und A.

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 (Abbildung 3-4):

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

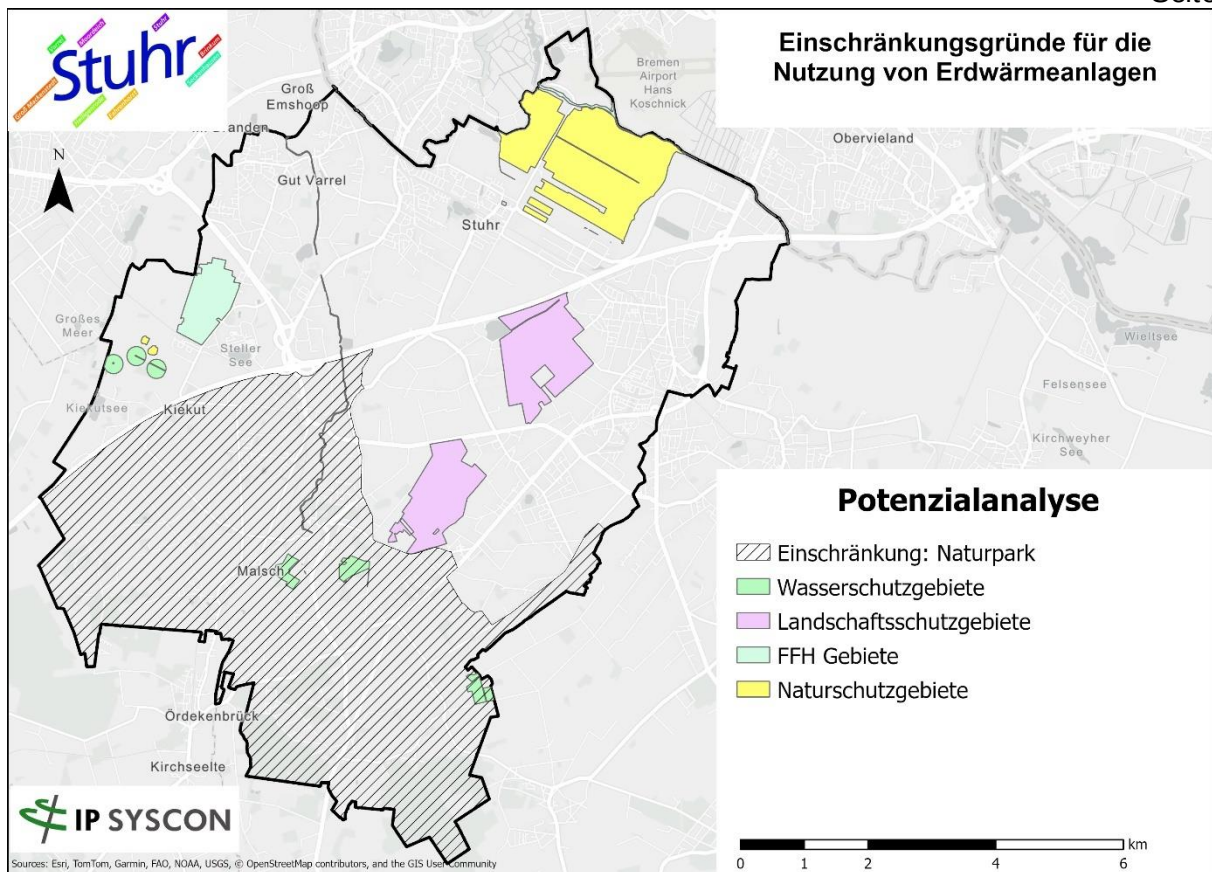


Abbildung 3-4: Flächenanalyse zur Nutzung von Erdwärmeanlagen unter Berücksichtigung bekannter Restriktionsflächen (Quelle: IP SYSCON)

Die Fläche des Naturparks Wildeshauser Geest wurde in die Analyse aufgenommen, jedoch im Gegensatz zu streng geschützten Gebieten wie Natur- oder Landschaftsschutzgebieten nur für die Freiflächen als ausschussrelevanter Grund bewertet.

Die kartenbasierten Ergebnisdarstellungen, die auch im online-Wärmekataster einsehbar sind, weisen die Eignungsflächen unter Berücksichtigung aller der in diesem Kapitel dargelegten Restriktionen aus.

Berechnung:

Die Nutzung oberflächennaher Geothermie bietet ein hohes Potenzial zur klimafreundlichen Wärmeversorgung von Gebäuden. Auf Grundlage einer flächendeckenden Analyse aller geeigneten Flurstücke im Gebiet der Gemeinde Stuhr wurde das technisch nutzbare Potenzial berechnet. Die rechtlichen Rahmenbedingungen, insbesondere das Niedersächsische Wassergesetz (NWG), das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) sowie das Bundesberggesetz (BBergG), wurden im Rahmen der Bewertung berücksichtigt.

Die Berechnung erfolgte getrennt für Freiflächenpotenziale sowie für Gebäude-bezogene Potenziale, also Flurstücke mit mindestens einem bestehenden Gebäude. Die folgenden Werte beziehen sich auf eine typische Betriebsdauer von 1.800 Stunden pro Jahr, wie sie im heizungstechnischen Betrieb üblich ist.

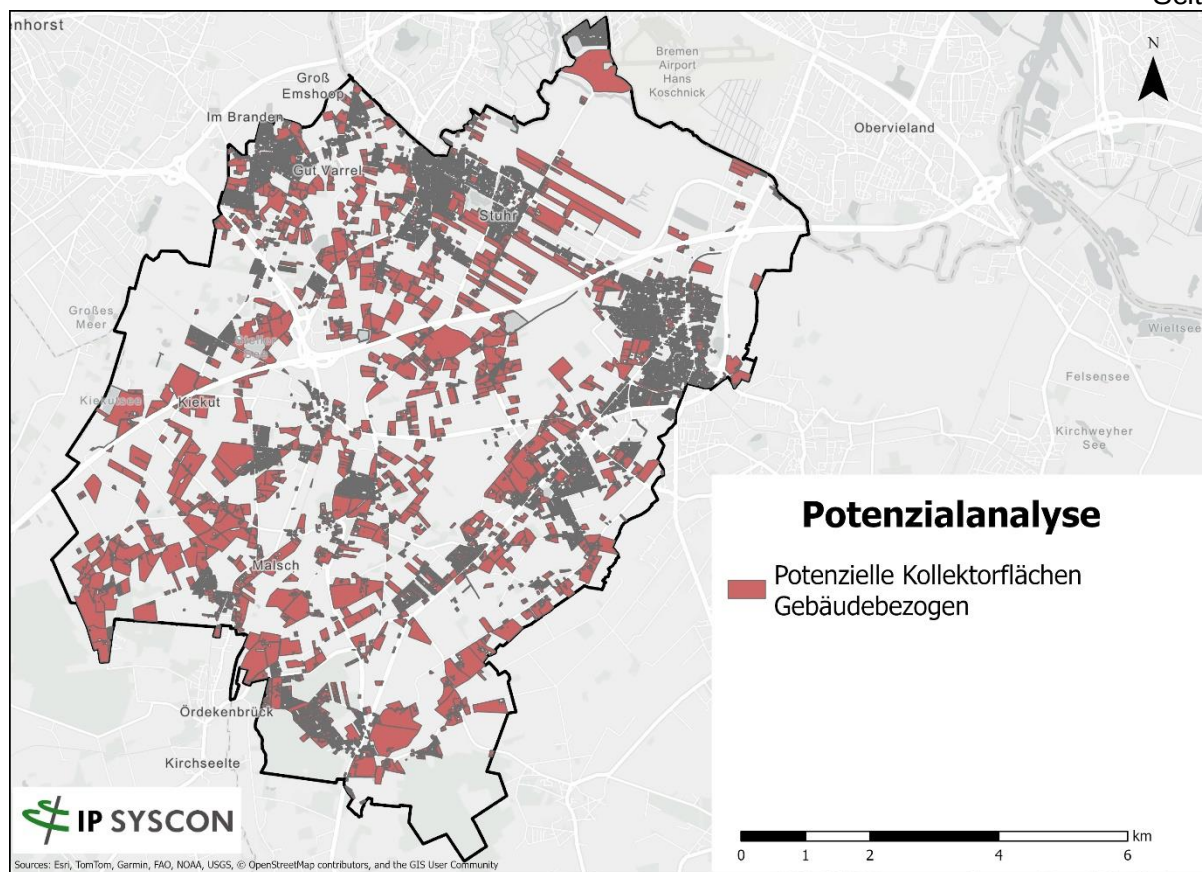


Abbildung 3-5: Flurstücke mit beheiztem Gebäude und geothermischen Potenzial für Sonden- bzw. Erdkollektorflächen auf dem Grundstück (Quelle: IP SYSCON)

3.2.2.1 Ergebnis – Jährliches Potenzial aus Erdwärmesonden in der Gemeinde Stuhr

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

Tabelle 3-3: Jährliches technisches Potenzial aus Erdwärmesonden in der Gemeinde Stuhr (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)	3.708	4.120
Oberflächennahe Geothermie, auf Freiflächen (Sonden)	5.932	6.592

3.2.2.2 Ergebnis – Jährliches Potenzial aus Erdwärmekollektoren in der Gemeinde Stuhr

Tabelle 3-4 zeigt das Ergebnis der oberflächennahen Geothermiefunktionsanalyse mit Erdwärmekollektoren für die Gemeinde Stuhr und stellt den potenziellen Energieertrag in GWh und Jahr dar.

Tabelle 3-4: Jährliches technisches Potenzial aus Erdwärmekollektoren in der Gemeinde Stuhr (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)	849	1133
Oberflächennahe Geothermie, auf Freiflächen (Kollektoren)	1.236	1.648

Es handelt sich bei den dargestellten Werten um technische Angebots-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. In diesem Zusammenhang wird von einem sogenannten Nachfragepotenzial gesprochen. Unter Berücksichtigung der Wärmenachfrage auf dem Flurstück ergeben sich folgende, vom technischen Potential getrennt zu betrachtende Potenziale:
 - Geothermisches Sondenpotenzial auf Flurstücken mit beheiztem Gebäude
→ 272 GWh/a
 - Geothermisches Kollektorpotenzial auf Flurstücken mit beheiztem Gebäude
→ 241 GWh/a

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. Wird das geothermische Potenzial der einzelnen Flurstücke dem jeweiligen Wärmebedarf der darauf befindlichen Gebäude gegenübergestellt, **zeigt sich, dass rund 47 % der Gebäude vollständig durch Erdwärmekollektoren und etwa 66 % der Gebäude durch Erdwärmesonden versorgt werden könnten.** 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.

Fazit

Die Analyse zeigt, dass die ermittelten technischen Freiflächenpotenziale für die Nutzung oberflächennaher Geothermie in der Gemeinde teilweise 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, höhere Erschließungskosten bei der Nutzung geothermischer Systeme zu berücksichtigen, was ihre Wirtschaftlichkeit im Einzelfall beeinflussen kann.

3.3 Potential Solaranalyse

Auf Grundlage des hochauflösenden digitalen Oberflächenmodells (DOM) ist flächendeckend für jedes Gebäude und für geeignete Freiflächen für die Gemeinde Stuhr 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 Leistung (kW) errechnet.

Aspekte wie die Statik des Gebäudes oder die Flächenkonkurrenz zwischen Solarthermie und Photovoltaik werden an dieser Stelle nicht berücksichtigt.

3.3.1 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 (in den 7 Monate von 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 94 GWh/a ermittelt.

Damit könnte rein rechnerisch ein wesentlicher Anteil des jährlichen Heizenergiebedarfs von 177 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

Solarthermieranlagen können typischerweise Amortisationszeiten im Bereich von rund 18 bis 21 Jahren erreichen. Für Einfamilienhäuser werden Investitionskosten im Bereich von ca. 10.000 Euro angenommen⁴.

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.

Aus wirtschaftlicher Sicht gilt: Je niedriger der Wärmebedarf (vor allem der Warmwasserbedarf) und je ungünstiger die Dachflächenverhältnisse (Ausrichtung, Verschattung, Neigung), desto länger fällt die Amortisationszeit aus. Förderprogramme können die Rentabilität verbessern, mindern jedoch nicht den Grundsatz: Solarthermie ist eine langfristige Investition, die vorrangig zur Ergänzung und Dekarbonisierung dient, nicht zur vollständigen Substitution konventioneller Wärmequellen.

Das technische Potenzial in der Heizperiode von Oktober bis April auf Dachflächen von 259 GWh ist erheblich und 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 Wärmeerzeugung beiträgt, ermöglicht Photovoltaik die Strombereitstellung für elektrisch betriebene Heizsysteme, Batteriespeicher oder andere Anwendungen.

⁴Solarthermie: Funktion, Kosten & Förderung: Online unter: <https://www.co2online.de/modernisieren-und-bauen/solarthermie/> Stand Oktober 2025

3.3.2 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 72 GWh (Oktober bis April) ermittelt.

Freiflächen- Ermittlung des Potenzials von Agri-PV auf landwirtschaftlichen Freiflächen

Die Ermittlung des Potenzials für Agri-Photovoltaik (Agri-PV) auf Freiflächen basiert auf der Identifikation landwirtschaftlich genutzter Flächen und der Ableitung realistischer energetischer Kennwerte für eine kombinierte landwirtschaftliche und photovoltaische Nutzung. Grundlage der Flächenauswahl bildet das Digitale Landschaftsmodell (Basis-DLM), in dem landwirtschaftliche Nutzungen ausgewiesen sind. Ergänzende Informationen zur konkreten Nutzungsart, etwa Ackerland oder Grünland, werden über das Attributfeld „Info“ herangezogen. Die potenziellen Agri-PV-Flächen müssen überwiegend innerhalb der im Basis-DLM als landwirtschaftlich ausgewiesenen Gebiete liegen. Als Ausschlussfläche werden Schutzgebiete wie Naturschutzgebiete und Naturparke berücksichtigt.

Für die energetische Bewertung der Flächen wird angenommen, dass die installierbare Leistung einer Agri-PV-Anlage rund 80 % der Leistung einer konventionellen Freiflächen-Photovoltaikanlage entspricht. Diese Annahme stützt sich auf Ergebnisse des Agri-PV-Pilotprojekts in Heggelbach ⁵sowie auf weitere Studien zur Stromerzeugung auf Agrarflächen. Entsprechend werden die Berechnungsgrundlagen der Flächenpotenziale angepasst, indem die ermittelte Modulfläche um den Faktor 0,8 reduziert wird. Die weiteren Kennwerte wie Stromertrag, CO₂-Einsparung, installierte Leistung und spezifischer Ertrag werden auf Basis dieser reduzierten Modulfläche neu berechnet. Der Stromertrag ergibt sich aus der jährlichen Globalstrahlung multipliziert mit der modifizierten Modulfläche.

Zur Sicherstellung der technischen und wirtschaftlichen Relevanz erfolgt eine einfache Eignungsklassifikation: Flächen mit einer effektiven Modulfläche unter 500 m² werden als zu klein und damit ungeeignet eingestuft. Ebenso gelten Flächen mit einem spezifischen Ertrag unter

⁵ https://agripv-bw.de/dokumente/14/FAQs_zu_Agri-PV_Jul2023_skLhw4u.pdf

350 kWh/kWp als energetisch nicht sinnvoll nutzbar. Nur Flächen, die beide Kriterien erfüllen, werden als potenziell geeignet für die Installation von Agri-PV-Anlagen bewertet.

Das Verfahren ermöglicht eine einheitliche und nachvollziehbare Bewertung landwirtschaftlicher Freiflächen hinsichtlich ihrer Eignung für Agri-PV-Anlagen. Die resultierenden Flächen werden in Abbildung 3-6 abgebildet. Unter den genannten Kriterien ergibt sich für diese Flächen ein technisches Potenzial des Stromertrags in der Heizperiode von 174 GWh, für die Jahresbilanz ein Potenzial von 546 GWh/a.

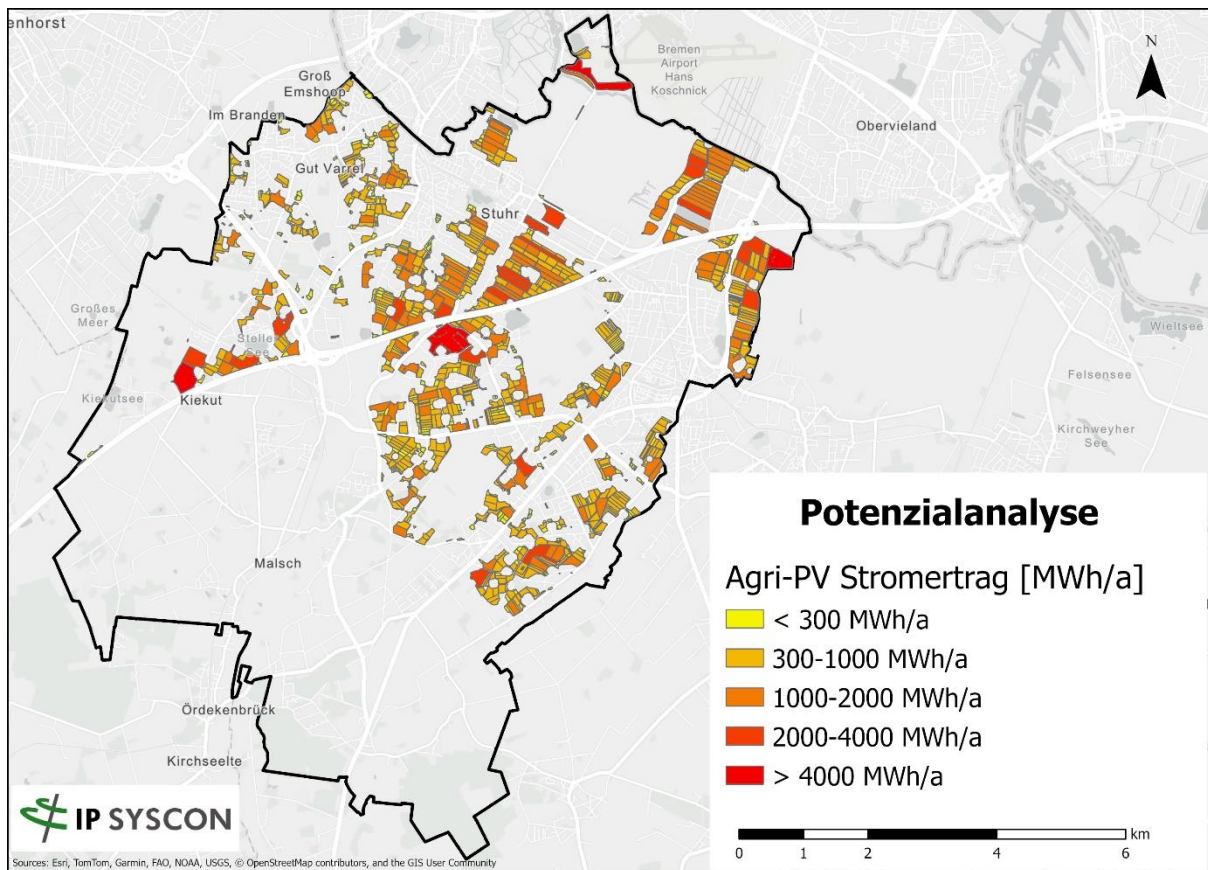


Abbildung 3-6: Agri-PV Potenzialflächen mit entsprechendem absoluten potenziellem Stromertragspotenzial in MWh/a. (Quelle: IP SYSCON)

Zusammenstellung der Solarpotenziale

Dachflächenanlagen Photovoltaik und Solarthermie

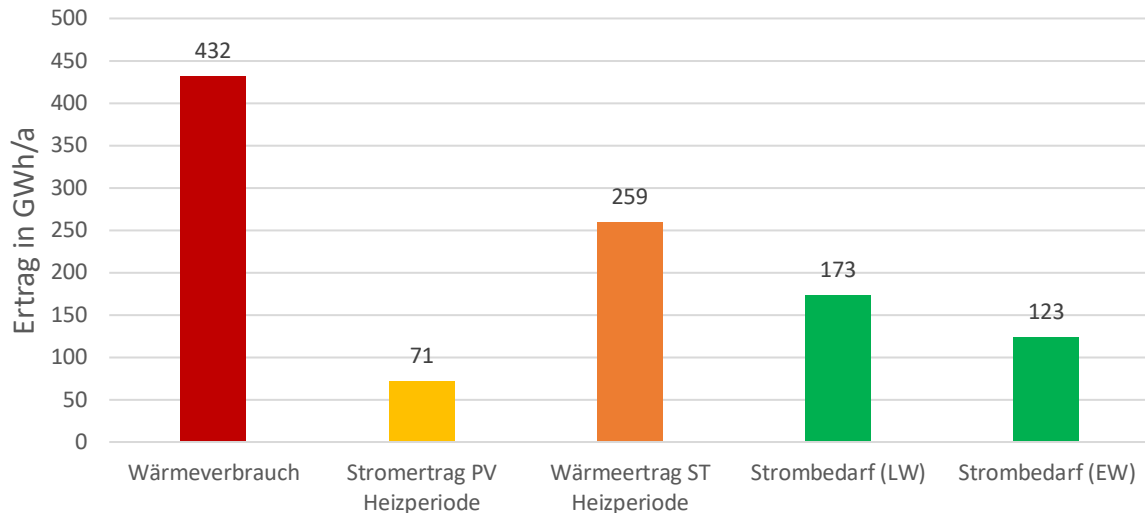


Abbildung 3-7: Gegenüberstellung des solaren Potenzials von Photovoltaik- und Solarthermieanlagen auf Dachflächen gegenüber dem Strombedarf für Luft- und Erdwärmepumpen im Untersuchungsgebiet. (Quelle: IP SYSCON)

Dargestellt in Abbildung 3-7 sind der jährliche Heizenergiebedarf, das in der Heizperiode verfügbare solarthermische Potenzial sowie der potenzielle Stromertrag. Zum Vergleich sind die Strombedarfe aufgeführt, die bei einer vollständigen Deckung des Wärmebedarfs durch Luftwärmepumpen (LW) bzw. Erdwärmepumpen (EW) anfallen würden.

Freiflächenanlagen Photovoltaik

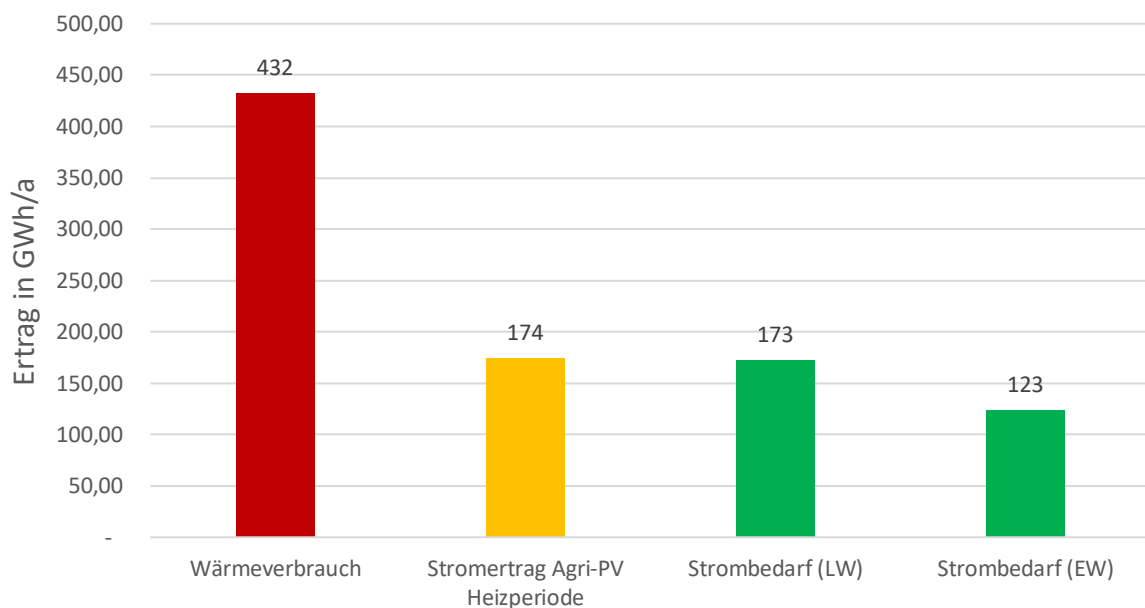


Abbildung 3-8: Gegenüberstellung des Stromertrags aus Agri-PV Anlagen mit den Strombedarfen bei vollständiger Deckung des Wärmebedarfs durch Erd- oder Luftwärmepumpen. (Quelle: IP SYSCON)

Dachflächenpotential Photovoltaik

Das Potenzial für Photovoltaik auf Dachflächen wird in Abbildung 3-9 dargestellt. Es handelt sich hierbei um geeignete Dachflächen, die ebenso für die Installation von Solarthermieanlagen 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 Solarthermieanlagen) sowie durch konkurrierende Ansprüche an die Dachnutzung.

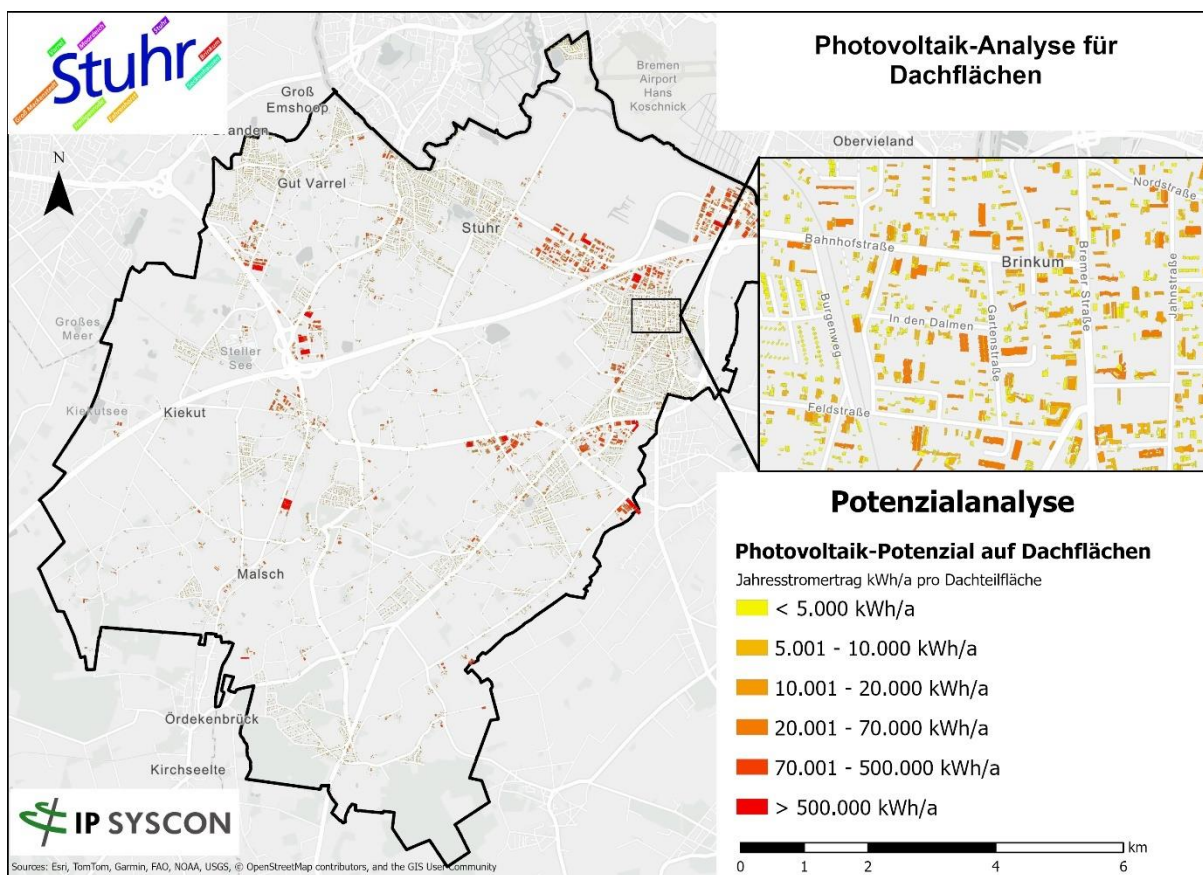


Abbildung 3-9: Stromertragspotenzial durch Photovoltaik auf Dachflächen in kWh/a je Dachfläche (Quelle: IP SYSCON)

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. Wird das Stromerzeugungspotenzial der einzelnen Dächern dem jeweiligen Strombedarf einer

Wärmepumpe in der Heizperiode gegenübergestellt, zeigt sich, dass rund 9 % der Gebäude vollständig den Strombedarf einer Wärmepumpe auf der Dachfläche erzeugen können (ohne Stromspeicher) und etwa 12,3 % der Gebäude, wenn die solarthermische Wärme vom Dach in der Heizperiode dem Wärmebedarf des Gebäudes gegenübergestellt wird.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass die Solarthermie 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 kommunale Wärmeplanung ergibt sich daraus die Notwendigkeit einer ganzheitlichen Flächenstrategie, bei der sowohl Strom- als auch Wärmeerzeugung in ihrer Wechselwirkung betrachtet und optimiert werden.

3.4 Potential Windenergie

Die Potenzialanalyse für Windkraft basiert auf einer 1:1-Repowering-Analyse und einer Neubelebung von Windenergieanlagen auf ausgewiesene Potenzialflächen.

Für die Durchführung der Windpotenzialanalyse werden verschiedene Geodaten und technische Informationen benötigt, die als Grundlage für Flächenselektion und Ertragsberechnung dienen. Im Einzelnen werden folgende Datenquellen herangezogen:

- Vorliegende kommunalspezifische Planungen aus dem RROP.
- Windgeschwindigkeiten: Rasterdaten zu mittleren Windgeschwindigkeiten in 100 m Höhe bereitgestellt durch den Deutschen Wetterdienst (DWD).
- Technische Angaben zu Windenergieanlagen (WEA): Standardisierte Parameter wie Nennleistung, Rotordurchmesser, Nabenhöhe und Ertragskennwerte für typische kleine und große Anlagentypen.
- Bestandsanlagen aus dem Marktstammdatenregister (MaStR): Standortdaten und technische Eckdaten bestehender Windenergieanlagen zur Berücksichtigung bestehender Nutzungen und Einhaltung von Abstandsregelungen.

Die Informationen zu den Bestandsanlagen wurden hinsichtlich der Inbetriebnahme der Anlage, des jährlichen Ertrags und den Abständen zur nächsten Anlage aufbereitet. Alle Bestandsanlagen, die den Betriebsstatus „aufgestellt“ und „geplant“ sowie einen Inbetriebnahmejahr ab 2020 besitzen, wurden in der Repowering-Analyse berücksichtigt und werden nicht mit einer neuen Anlage ausgetauscht. Im Gegensatz dazu werden alle Bestandsanlagen vor einem Inbetriebnahmejahr von 2020 mit einer neueren Windenergieanlage unter Berücksichtigung der Abstände zur nächsten Anlage, ausgetauscht.

Es wurden die Windenergieanlage ENERCON E-138 und E-160 für die Potenzialberechnung herangezogen. Die Kennzahlen der Windenergieanlage sind in der folgenden Tabelle 3-5 zusammengefasst.

Tabelle 3-5: Kennzahlen der Windenergieanlage (Quelle: Enercon.de)

Anlagenbezeichnung	Kleine Anlage: ENERCON E-138 EP3 E2	Große Anlage: ENERCON E-160 EP5 E2
Nennleistung	4,2 MW	5,5 MW
Nabenhöhe	130 m	160
Rotordurchmesser	138,25 m	160
Abstand zur nächsten Windenergieanlage	3,25 * Rotordurchmesser = 450 m	3,25 * Rotordurchmesser = 520 m

Die Windenergieanlagen ab Inbetriebnahmejahr 2020 wurden mit dem 3,25-fachen des Rotordurchmessers gepuffert. Diese Flächen sind von der Repowering-Analyse ausgeschlossen worden. Auf den restlichen, nach Abzug der Abstände zu Bestandsanlagen, zur Verfügung stehenden Flächen wurde eine potenzielle Stromertragsrechnung durchgeführt.

Der potenzielle Stromertrag einer Windenergieanlage berechnet sich aus dem Produkt der Stundenanzahl, der relativen Häufigkeit der einzelnen Windgeschwindigkeit und der Leistung der Windenergieanlagen in Bezug auf die jeweilige Windgeschwindigkeit sowie der Addition der Produkte der einzelnen Windenergieanlagen.

Die Flächenbewertung erfolgte auf Basis des „Rotor-in“-Kriteriums, bei dem die gesamte Anlage einschließlich Rotorblätter innerhalb der Potenzialfläche liegen muss. Für jede geeignete Fläche wurde ermittelt, wie viele große und kleine Windenergieanlagen dort platzierbar sind. Ergänzend wurde eine Windertragsberechnung durchgeführt, die auf flächenspezifischen Windgeschwindigkeiten sowie technischen Anlagendaten basiert. Der Median der theoretisch erzielbaren Stromerträge (in GWh/a) pro Anlage wurde je Fläche ermittelt und mit der Anzahl der platzierbaren Anlagen multipliziert. Das Ergebnis ist eine flächenbezogene Abschätzung des Windstrompotenzials.

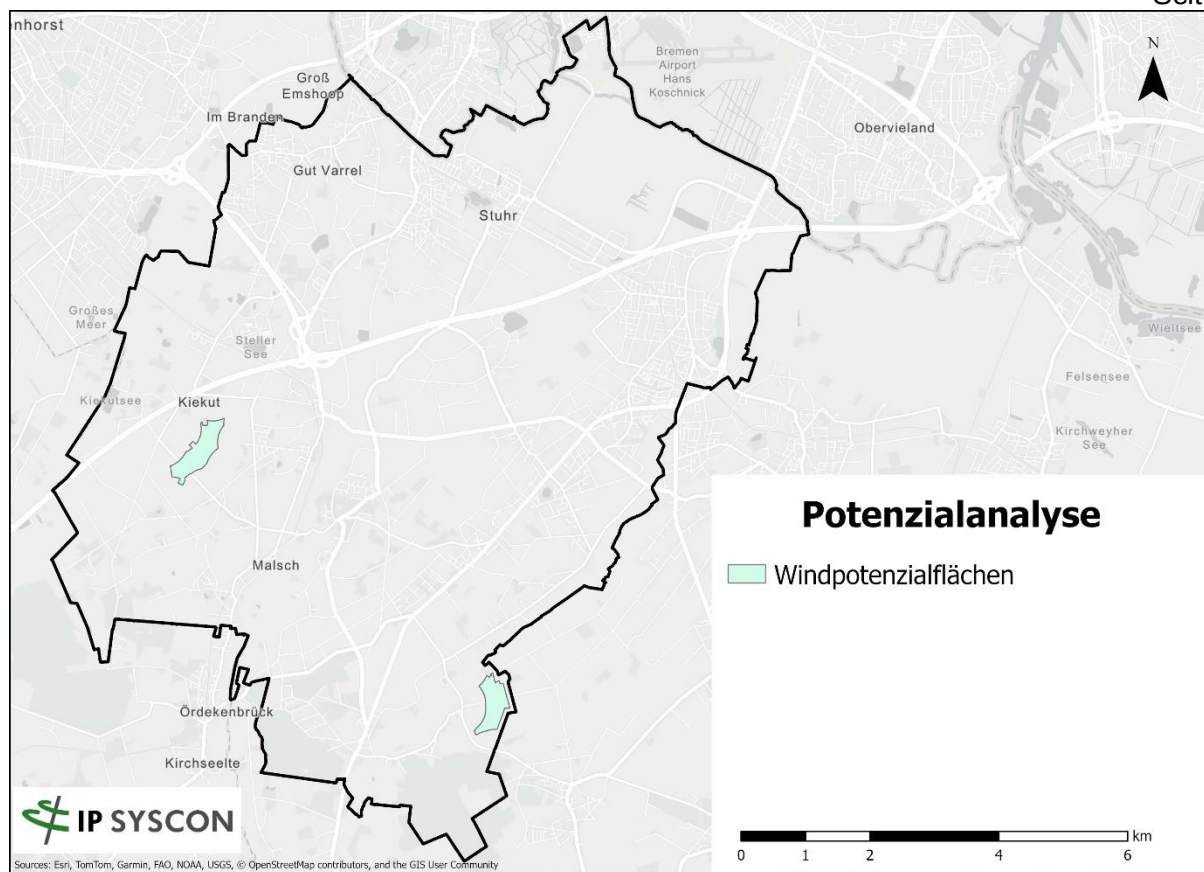


Abbildung 3-10: Windpotenzialflächen in der Gemeinde Stuhr (Quelle: IP SYSCON)

Fazit

Das errechnete Windstrompotenzial beträgt rund 34,8 GWh pro Jahr und stellt damit eine bedeutende erneuerbare Energiequelle für die zukünftige Wärmeversorgung dar. Diese Energiemenge würde ausreichen, um den jährlichen Strombedarf für die Wärmebereitstellung von etwa 5.400 durchschnittlichen Einfamilienhäusern mit Wärmepumpen zu decken.

Bei der Windstromerzeugung handelt es sich primär um die Bereitstellung elektrischer Energie. Dennoch hat dieser Strom eine hohe Relevanz für den Wärmesektor, da er über verschiedene Technologien direkt oder indirekt zur Deckung des Wärmebedarfs genutzt werden kann:

- Wärmepumpen: Durch die Versorgung mit Windstrom kann der Anteil erneuerbarer Wärme deutlich gesteigert werden. Insbesondere in Kombination mit intelligenter Steuerung und Wärmespeichern lassen sich volatile Einspeisungen gut mit der Wärmebedarfsstruktur koppeln.
- Direktheizsysteme (z. B. Infrarotheizungen, elektrische Speicherheizungen): In speziellen Anwendungen oder als Ergänzung in Niedrigenergiehäusern kann Windstrom direkt zur Raumwärmeerzeugung genutzt werden.
- Power-to-Heat-Konzepte: Überschüssiger Windstrom kann zur Wärmeerzeugung in Heizpatronen oder elektrischen Kesseln genutzt und in Nahwärmenetze eingespeist

werden. In Kombination mit Wärmepumpentechnologien (Luftwärme- oder Erdwärmepumpe typische Jahresarbeitszahl 3–4) könnten bis zu 105–140 GWh/a an Nutzwärme generiert werden.

- Sektorenkopplung: Die Einbindung des Windstroms in den Wärmesektor unterstützt die Ziele der sektorübergreifenden Dekarbonisierung und verbessert die Auslastung des Stromnetzes durch lokale Nutzung.

Einschränkungen:

- Der tatsächliche Zubau von Windenergieanlagen ist abhängig von Genehmigungsverfahren, Akzeptanz vor Ort und der konkreten Ausweisung geeigneter Flächen im Flächennutzungsplan.
- Die Integration in lokale Wärmeversorgungskonzepte erfordert Speicherlösungen und ggf. Netzerhöhungen.

Das Windenergiepotenzial stellt eine strategisch bedeutende Option zur Versorgung des Wärmesektors mit erneuerbarer Energie dar.

3.5 Potential Biomasse

Biomasse hat sowohl ein Strom- als auch ein Wärmeerzeugungspotenzial. Neben Holz aus Wäldern liegt das Potenzial biogener Energieträger 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.

Methodik der GIS-gestützten Analyse

Zur Ermittlung des erschließbaren Potenzials an Biomasse wurden die Flurstücksflächen in der Gemeinde Stuhr 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.

Ermittlung des erschließbaren Holzpotenzials

Aus Waldflächen kann nachhaltig Waldpflegeholz entnommen werden. Daraus können in KWK-Anlagen 1,76 MWh/ha*a thermische und 1,52 MWh/ha*a 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_{therm}/ha Energie gewonnen werden.

Ermittlung des erschließbaren Potenzials auf Ackerflächen

Auf Ackerlandflächen kann durch Substratanbau Biomasse zur Erzeugung von Biogas erzeugt werden. Hierfür wird unterstellt, dass 10 % der Ackerfläche auf dem Kommunalgebiet genutzt werden können. Daraus können in KWK-Anlagen 20,3 MWh/ha*a thermische und 17,5 MWh/ha*a 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 Ackerland können in KWK-Anlagen 2,64 MWh/ha*a thermische und 2,28 MWh/ha*a elektrische Energie erzeugt werden. Steht genügend Strom aus anderen Quellen zur Verfügung, können diese auch ausschließlich thermisch verwertet werden, sodass etwa 5,1 MWh/ha*a Energie gewonnen werden können. Hierbei wird berücksichtigt, dass nur ein Teil der Ernterückstände verwertbar ist.

Ermittlung des erschließbaren Potenzials auf Grasland

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

Potenziale der Biomasse unter Berücksichtigung von Naturschutzbelangen

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. Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden Landschaftsschutzgebiete, FFH-Gebiete und Naturschutzgebiete aus der Bewertung ausgeschlossen. Wasserschutzgebiete sowie Flächen im Naturparkgebiet wurden hingegen einbezogen, da hier keine unmittelbaren konkurrierenden Flächennutzungen bestehen und keine erheblichen Nutzungseinschränkungen für eine energetische Biomassenutzung erwartet werden.

Fazit zum Gesamtpotential der Biomasse

Als Gesamtpotenzial aller Flächen werden ca.12,3 GWh/a Wärme (aus KWK-Prozessen) aus landwirtschaftlicher Biomasse und Forstwirtschaft identifiziert. Bei der Bewertung des Biomassepotenzials wurde unterstellt, dass sämtliche verfügbaren Stoffe in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) zur gleichzeitigen Erzeugung von Wärme und Strom eingesetzt werden. Da in KWK-Prozessen ein Teil der eingesetzten Energie in Strom umgewandelt wird, liegt das

Seite
rein thermisch nutzbare Potenzial, bei ausschließlicher Wärmeerzeugung, entsprechend höher. 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.

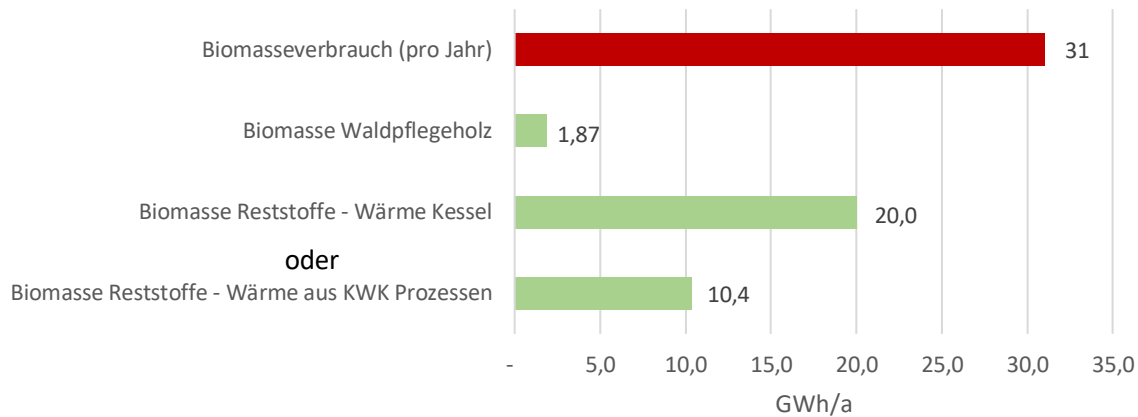


Abbildung 3-11 Biomassepotenziale für Reststoffe und Waldpflegeholz (Das Potenzial aus der Nutzung der landwirtschaftlichen Reststoffe steht in Konkurrenz zueinander) (Quelle: IP SYSCON)

Da der ermittelte Biomasseverbrauch aktuell höher als ist, als das berechnete nachhaltige Potenzial im Gemeindegebiet, ist davon auszugehen, dass der Bedarf durch Einkauf von außerhalb des Gemeindegebiets gedeckt wird.

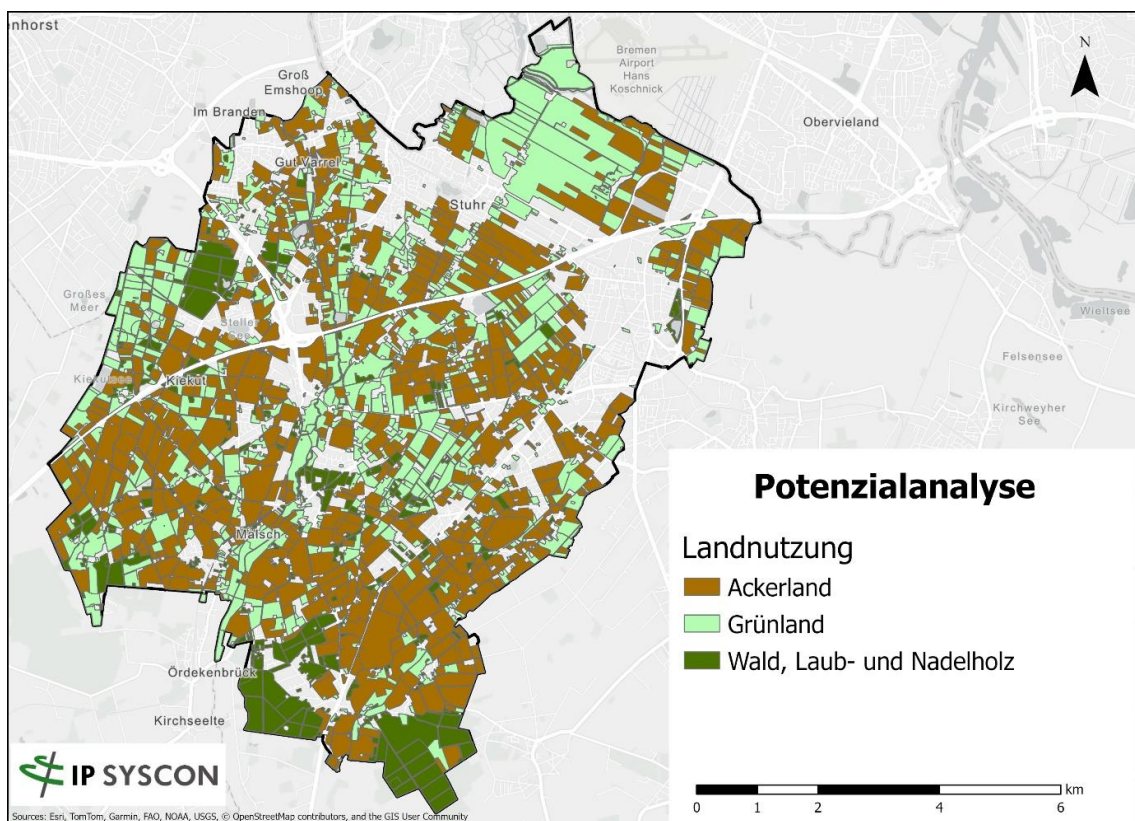


Abbildung 3-12: Darstellung der Flächennutzung nach ALKIS-Tatsächliche Nutzung (Quelle: IP SYSCON)

3.6 Potenzial der Luft als Wärmequelle

Die Nutzung von Umweltwärme aus der Luft erfolgt in der kommunalen Wärmeplanung vorrangig über Luft-Wasser-Wärmepumpen. Für die Analyse wurden ausschließlich Flächenpotenziale betrachtet, also die potenziell theoretisch geeigneten Standorte für die Aufstellung von Luftwärmepumpen.

Ein wesentlicher Teil der Untersuchung bezieht sich auf Flurstücke mit Gebäuden, bei denen eine Luftwärmepumpe im unmittelbaren Umfeld installiert werden könnte. Dabei wurde ein Mindestabstand von drei Metern zu angrenzenden Grundstücksgrenzen eingehalten, um mögliche Beeinträchtigungen durch Lärmemissionen zu vermeiden.

Zusätzlich wurden Flachdächer in die Analyse einbezogen. Hierbei wurde definiert, dass nur Dächer mit einer maximalen Dachneigung von 7 % und einer Mindestfläche von 4 m² als Potenzialflächen ausgewiesen werden. Diese Kriterien stellen sicher, dass die Wärmepumpen technisch sinnvoll aufgestellt und betrieben werden können. Flachdächer bieten insbesondere in dicht bebauten Bereichen oder dort, wo Flächen im direkten Gebäudeumfeld fehlen, eine wichtige Ergänzung.

Die ausgewiesenen Potenziale (vgl. Abbildung 3-13) sind als **theoretische** Potenziale zu verstehen. Sie geben an, wo unter technischen und planerischen Gesichtspunkten die Installation von Luftwärmepumpen (>1 m) grundsätzlich möglich wäre.

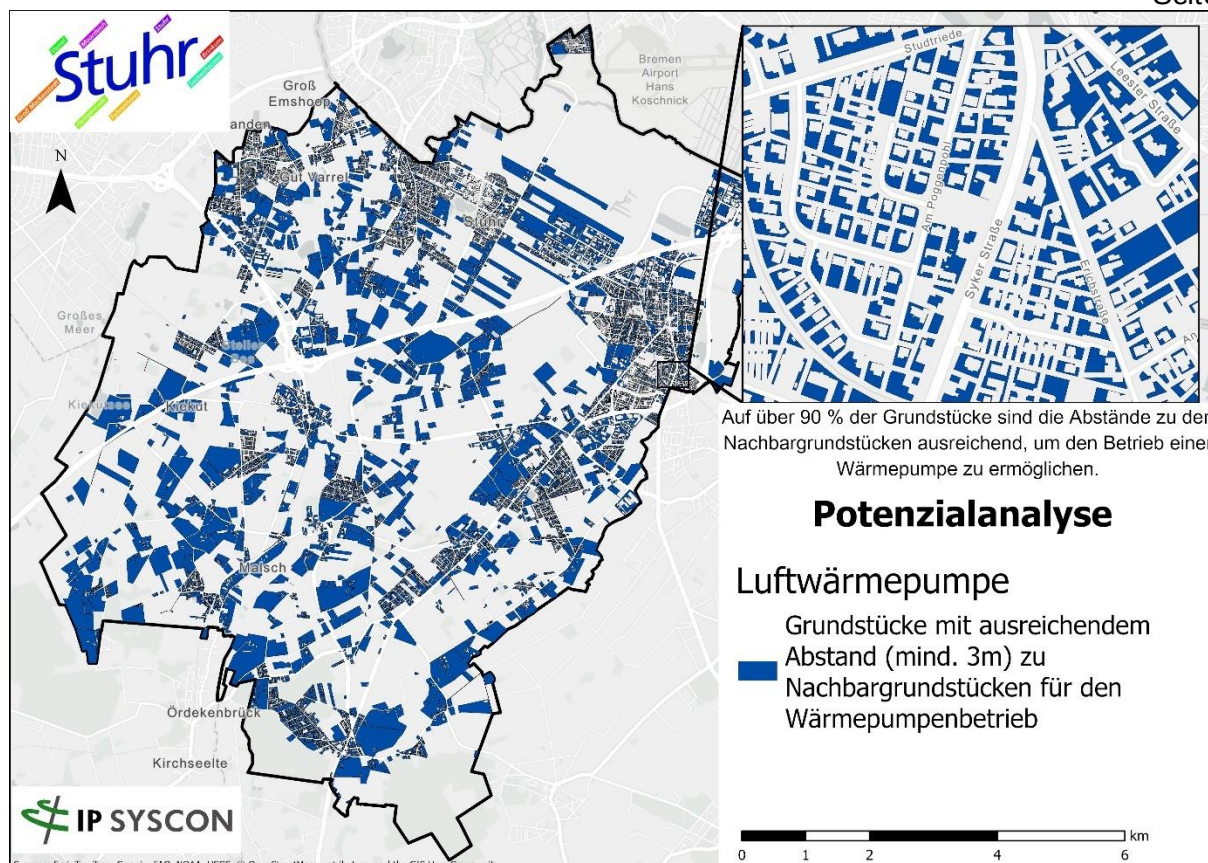


Abbildung 3-13: Theoretisch geeignete Grundstücke für Luftwärmepumpen mit ausreichendem Abstand zu Nachbargrundstücken (Quelle: IP SYSCON)

Ob die Flächen in der Praxis tatsächlich genutzt werden können, hängt von weiteren Faktoren ab, wie z. B. Schallemissionen oder konkurrierenden Nutzungen.

Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl auf Flurstücken mit Gebäuden als auch auf Flachdächern ein erhebliches technisches Potenzial zur Nutzung von Umweltwärme aus der Luft besteht. Insbesondere die bodennahen Aufstellmöglichkeiten von Luftwärmepumpen werden in der Potenzialbetrachtung vorrangig berücksichtigt, da sie im Vergleich zu Dachaufstellungen geringere statische Anforderungen, einen reduzierten schallschutztechnischen Planungsaufwand sowie eine einfachere Zugänglichkeit für Wartung und Betrieb aufweisen. Ergänzend bieten Flachdächer in geeigneten Fällen eine zusätzliche Option zur Aufstellung, um räumliche Einschränkungen auf dem Grundstück zu überwinden und weitere Potenziale zu erschließen. Grundsätzlich ist für ca. 90 % der Gebäude auf Grundlage dieser Untersuchung demnach eine Wärmepumpe mit ausreichendem Abstand von 3 m zum Nachbargrundstück bodennah realisierbar. Für die Umsetzung im Rahmen der Wärmeplanung ist jedoch zu berücksichtigen, dass das ausgewiesene Gesamtpotenzial nicht vollständig nutzbar ist, sondern durch bauliche Gegebenheiten eingeschränkt wird.

3.7 Potential Umweltwärme aus Oberflächengewässern

Für die Potenzialanalyse der Umweltwärme aus Fließgewässern wurde die Methodik auf Grundlage der Arbeitshilfe Umweltwärme aus Flüssen des Landes Niedersachsen (Stand: April 2024) angewendet. Ziel war es, die theoretisch nutzbaren Wärmemengen unter Berücksichtigung hydrologischer und ökologischer Rahmenbedingungen realitätsnah abzuschätzen.

Als hydrologische Bezugsgröße diente der mittlere Niedrigwasserabfluss (MNQ). Der Niedrigwasserabfluss bildet den charakteristischen Abflusswert in Trockenperioden ab und gewährleistet somit eine verlässliche, konservative Bemessungsgrundlage. Um ökologische Auswirkungen auf das Gewässerökosystem zu vermeiden, wurde die maximal zulässige Wasserentnahme auf 15 % des MNQ ($0,45\text{m}^3/\text{s}$) begrenzt. Zur Berechnung der technisch nutzbaren Wärmemenge wurde zudem eine Temperaturspreizung von 1,5 K (Kelvin) (Rückmeldung der Unteren Wasserbehörde) zwischen Entnahme- und Rückgabetemperatur angesetzt. Diese Begrenzung dient dem Schutz der aquatischen Lebensräume und stellt eine gängige ökologische Vorgabe dar.

Aufgrund der saisonalen Schwankungen der Wassertemperaturen wurde für die Ertragsberechnung von einem konservativen Wert von 1.600 Volllaststunden pro Jahr ausgegangen. Die potenzielle thermische Leistung wurde auf dieser Basis flächenbezogen ermittelt und als technisch erschließbares Potenzial ausgewiesen.

Es ist zu beachten, dass sämtliche Wasserentnahmen und Rückleitungen genehmigungspflichtig sind. Die hier dargestellten Potenziale stellen daher eine technische Machbarkeitsanalyse dar und ersetzen keine wasserrechtliche Prüfung. Sie bilden jedoch eine belastbare Grundlage zur Identifikation geeigneter Standorte für die Nutzung von Umweltwärme aus Fließgewässern im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung.

In der Gemeinde Stuhr wurde die Ochtum hinsichtlich ihres technischen Potenzials ausgewertet (vgl. Abb. 3-14).

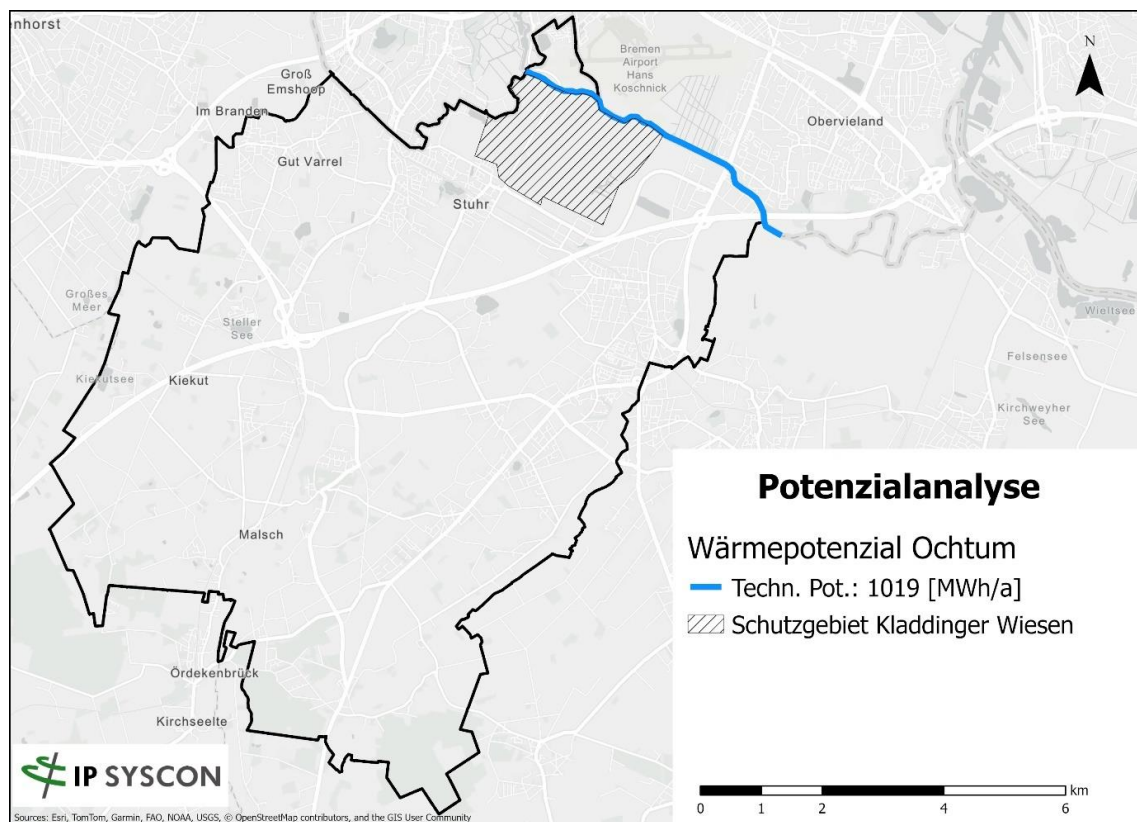


Abbildung 3-14: Lage der Ochtum und des Naturschutzgebiets Kladdinger Wiesen (Quelle: IP SYSCON)

Unter Annahme einer Großwärmepumpe mit einer Jahresarbeitszahl von 3 ergibt sich eine mögliche Wärmeentzugsleistung von ca. 425 MW. Daraus resultiert eine thermische Gesamtleistung von etwa 638 MWh/a.

Auf das Jahr hochgerechnet entspricht dies einer bereitstellbaren Wärmemenge von ca. 1.020 MWh/a. Davon entfallen rund 408 MWh/a auf den erforderlichen Strombedarf der Wärmepumpe, während etwa 612 MWh/a direkt aus der Umwelt, d. h. durch die Entzugsleistung aus dem Flusswasser, bereitgestellt werden.

Diese Auswertung basiert auf einer eher konservativen Einschätzung des Potenzials. Unter Annahme leicht günstigerer Rahmenbedingungen ergibt sich jedoch ein höheres, optimistisches Potenzial von rund 6,8 GWh/a (Anlagenauslastung von 50 % bei etwa 3.200 Volllaststunden).

Damit zeigt sich, dass die Nutzung der Flusswärme ein Potenzial für die Wärmeversorgung in umliegenden Gebieten darstellen kann, sofern die technischen, ökologischen und genehmigungsrechtlichen Rahmenbedingungen eine Umsetzung zulassen.

3.8 Potential Umweltwärme aus Abwasser

Abwasser stellt eine verlässlich verfügbare und lokal nutzbare Wärmequelle dar. Über Wärmetauscher in der Kanalisation oder an Kläranlagen kann die im Abwasser enthaltene Wärmeenergie zur Versorgung angrenzender Gebäude oder Wärmenetze genutzt werden. Die

Abwasserwärme zählt damit zu den Wärmequellen für eine zentrale erneuerbare Wärmeversorgung, insbesondere in dicht bebauten Siedlungsbereichen mit hohem Wärmebedarf und kontinuierlichem Abwasseranfall.

Im Gemeindegebiet Stuhr verläuft im Ortsteil Brinkum eine Hauptkanalleitung mit einem Rohrdurchmesser von DN 800 mm, die aufgrund ihrer Dimension grundsätzlich für die Nutzung von Abwasserwärme geeignet ist (vgl. Abb. 3-15).

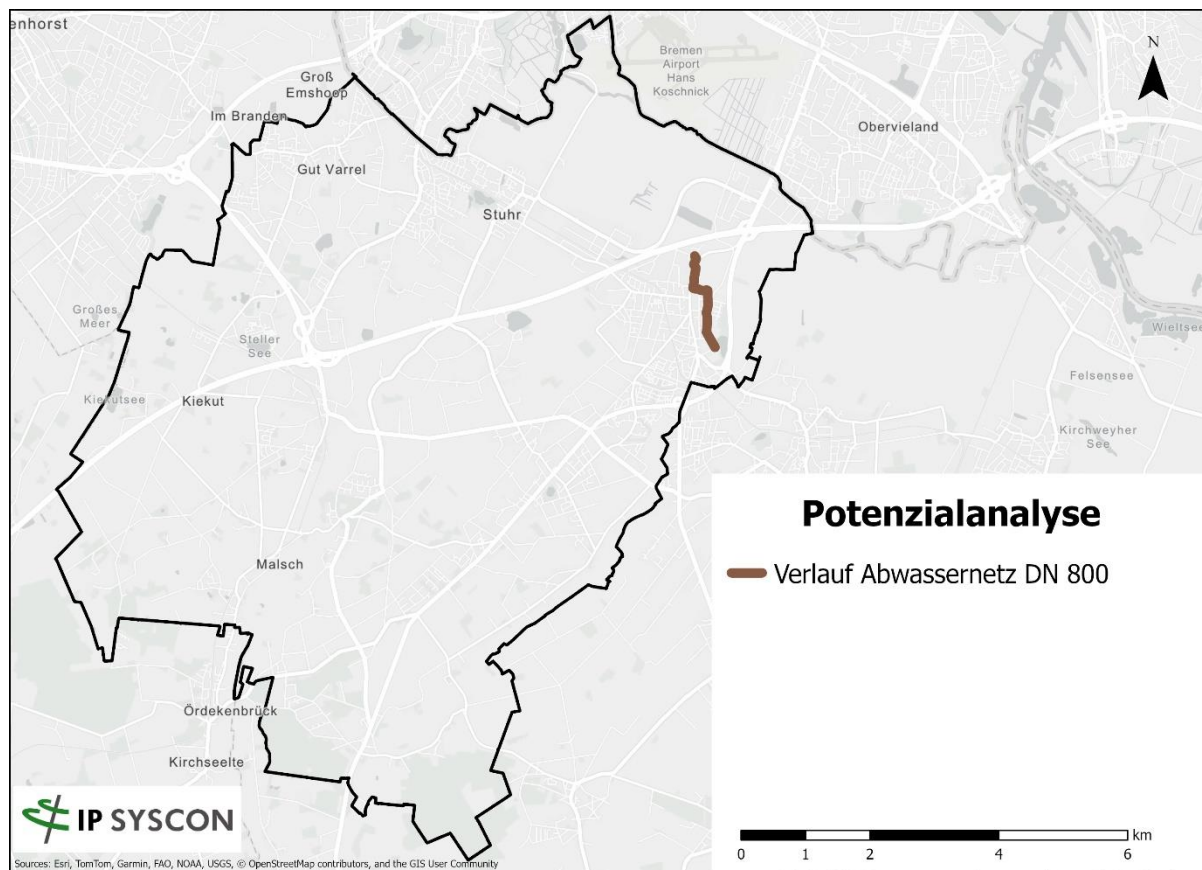


Abbildung 3-15: Lage des für die Wärmeplanung relevanten Abschnitts des Abwassernetzes mit einem Rohrdurchmesser (DN) größer gleich 800 mm (Quelle: IP SYSCON)

Für den betrachteten Abschnitt liegen derzeit jedoch keine belastbaren Kennwerte zu Abwasserdurchfluss und Temperaturverlauf vor. Diese Parameter sind jedoch entscheidend, um das technisch nutzbare Wärmepotenzial bewerten zu können. Um die Eignung des Kanalabschnitts verlässlich einschätzen zu können, wäre daher eine vertiefende Untersuchung erforderlich. Hierbei sollten über einen längeren Zeitraum Messungen des Durchflusses und der Temperatur des Abwassers erfolgen, um daraus die saisonalen Schwankungen und das verfügbare Wärmepotenzial ableiten zu können.

Erst auf Basis dieser Detaildaten kann beurteilt werden, ob eine Wärmenutzung über Kanalwärmetauscher technisch und wirtschaftlich realisierbar ist. Sollte sich das Potenzial bestätigen, könnte der Abschnitt in Brinkum ein lokal relevantes Wärmequellenareal darstellen, das perspektivisch zur Einspeisung in ein Nahwärmenetz oder zur Versorgung größerer Verbraucher beitragen kann.

3.9 Fazit der Potenzialanalyse

Die Ergebnisse der Potenzialanalyse zeigen eindrucksvoll, dass in der Gemeinde Stuhr eine Vielzahl klimafreundlicher Energiequellen für die zukünftige Wärmeversorgung zur Verfügung steht – sowohl für eine dezentrale als für eine zentrale Wärmeversorgung. 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 und Luft-Wasser-Wärmepumpen 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 182 GWh/a an Wärme zur Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitung in der Heizperiode bereitgestellt werden. Diese dezentralen Lösungen sind für Gebäude geeignet, in denen ein Anschluss an ein Wärmenetz unwirtschaftlich ist.

Zentrale und gebündelte Potenziale für Wärmenetze:

Für eine zentrale Wärmeversorgung konnten mehrere relevante erneuerbare Energie-Potenziale identifiziert werden, die eine zukünftige Einbindung in Wärmenetze ermöglichen. Besonders hervorzuheben sind die erheblichen Potenziale auf Freiflächen zur Nutzung oberflächennaher Geothermie sowie die auf Quartiersebene begrenzte Potentiale zur Wärmegewinnung aus Abwasser und Fließgewässern. Diese Potenziale konzentrieren sich vor allem auf siedlungsnahen Bereichen mit höherer Bebauungsdichte, in denen eine leitungsgebundene Wärmeversorgung technisch und wirtschaftlich sinnvoll umgesetzt werden kann.

Darüber hinaus konnten im Rahmen der Analyse keine belastbaren Rückmeldungen zu potenziell nutzbarer Wärme aus bestehenden Biogasanlagen gewonnen werden. Das tatsächliche Potenzial dieser Quellen ist daher derzeit noch unsicher einzuschätzen und kann zum aktuellen Zeitpunkt nicht verlässlich bewertet werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass eine Nutzung von Biogaswärme allenfalls in einzelnen ländlich geprägten Gebieten eine Rolle spielen könnte.

Die Untersuchung möglicher industrieller Abwärmepotenziale zeigt, dass eine Nutzung zum aktuellen Zeitpunkt nicht wirtschaftlich umsetzbar ist. Hauptgründe sind die geringe und stark schwankende Verfügbarkeit der Abwärme, die fehlende zeitliche Konstanz der Wärmequellen sowie größere Entfernungen zu potenziellen Abnehmern, die eine wirtschaftliche Erschließung erschweren.

Die Analyse zur Nutzung von Biomasse zeigt, dass Biomasse im Gemeindegebiet bereits in relevantem Umfang zur Wärmebereitstellung genutzt wird und der Verbrauch das Potenzial aktuell übersteigt. Das errechnete Biomassepotential, wie Pflegeschnitt und Mahtgut, z. B. aus der Wegeseitenstreifenpflege muss auf seine wirtschaftliche Nutzbarkeit hin geprüft werden. Aktuell wird das Potential auf Grund fehlender Verwertungsmöglichkeiten zur Verbrennung über den Abfallwirtschaftsbetrieb aus dem Gemeindegebiet kostenpflichtig abgefahren.

Bedeutung der Ergebnisse der Potentialanalyse für die kommunale Wärmeplanung:

Die Ergebnisse machen deutlich, dass Stuhr über ein breit gefächertes Portfolio an erneuerbaren Energiequellen zur Wärmeerzeugung verfügt. Dabei sind die dezentralen Optionen (Erd-/Luftwärmepumpen; Biomasse; Solarthermie) besonders wichtig für die ländlich geprägten Ortsteile, während die zentralen Potenziale insbesondere für den Aufbau und die Weiterentwicklung von Wärmenetzen in Verdichtungsbereichen nutzbar sind. Hierzu zählen die Potenziale aus Abwärme (Flusswasser, Abwasser und Industrieprozesse); Erdwärme und Biomasse. Die Kombination verschiedener Technologien, angepasst an die Siedlungsstruktur, Flächenverfügbarkeit und bestehende Infrastruktur, wird entscheidend für die Realisierbarkeit einer klimaneutralen Wärmeversorgung sein und muss über Machbarkeitsstudien geprüft werden.

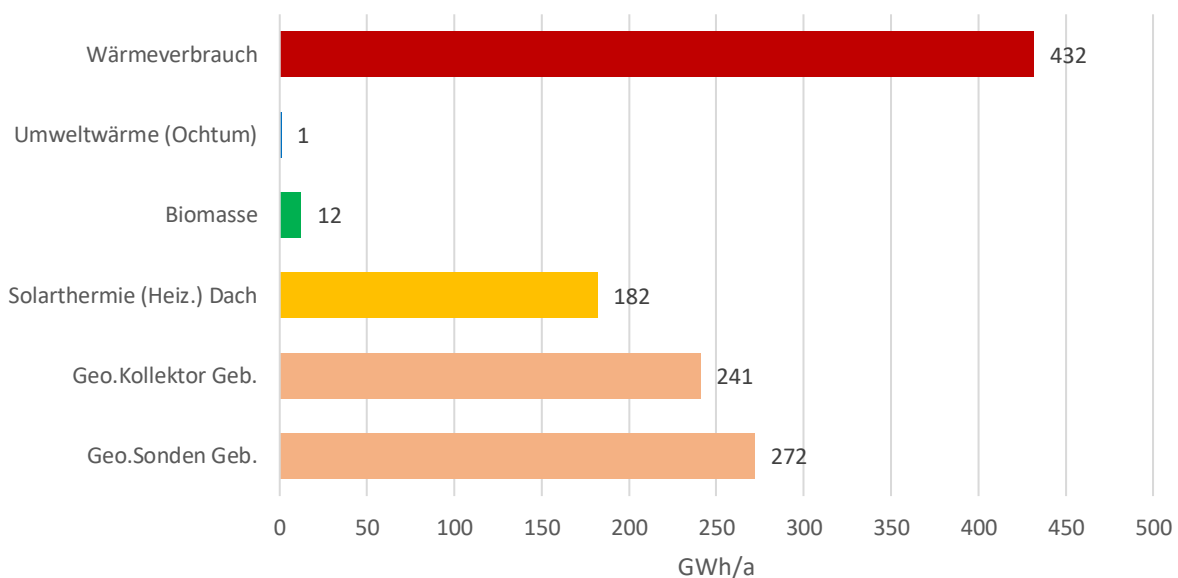


Abbildung 3-16: Zusammenfassung der absoluten technischen Nachfrage-Potenziale in GWh/a (Solarpotenziale werden auf die Heizperiode bezogen). (Quelle: IP SYSCON)

In Abb. 3-16 werden die flächenbezogenen Nachfrage-Potenziale angegeben. Das Luftwärmepotenzial wird daher hier nicht quantitativ dargestellt.

Abb. 3-17 weist die Bedarfe der Stromerzeugung zur Deckung des Wärmebedarfs über Luft- und Erdwärmepumpen aus und stellt diese dem aktuellen Wärmeverbrauch von 432 GWh/a gegenüber. Darüber hinaus werden die Stromerzeugungspotenziale auf dem Gemeindegebiet ermittelt.

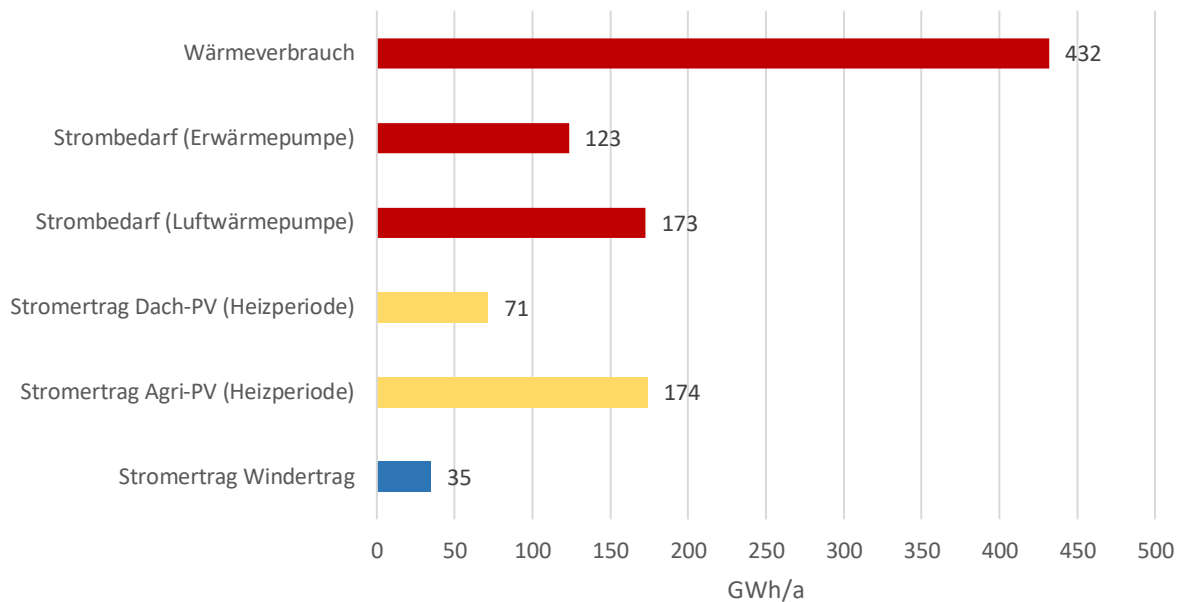


Abbildung 3-17: Zusammenfassung der Potenziale zur Stromerzeugung. Theoretischer Strombedarf zur Wärmezeugung mithilfe von Wärmepumpen und Potenzial der erneuerbaren Stromquellen zur Wärmezeugung (GWh/a). (Quelle: IP SYSCON)

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 Gemeinde Stuhr aus technischer Sicht möglich und gut anschlussfähig ist.

3.10 Potential Wasserstoff

Die derzeitigen technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen lassen erwarten, dass Wasserstoff im Wärmesektor vorrangig für industrielle Anwendungen und Großverbraucher relevant sein wird, bei denen hohe und kontinuierliche Temperaturniveaus nachfrageseitig bestehen. Für den Gebäudebereich und vor allem private Haushalte gilt der Einsatz von Wasserstoff dagegen aufgrund der hohen Umwandlungsverluste, der derzeit noch geringen Verfügbarkeit sowie der absehbar höheren Kosten im Vergleich zu strombasierten Wärmepumpen oder Nahwärmelösungen als nicht wirtschaftlich.

Das geplante Wasserstoff-Kernnetz des Bundes verläuft in der Region nördlich an der Gemeindegrenze entlang und bindet unter anderem den Wirtschaftsraum Bremen an.

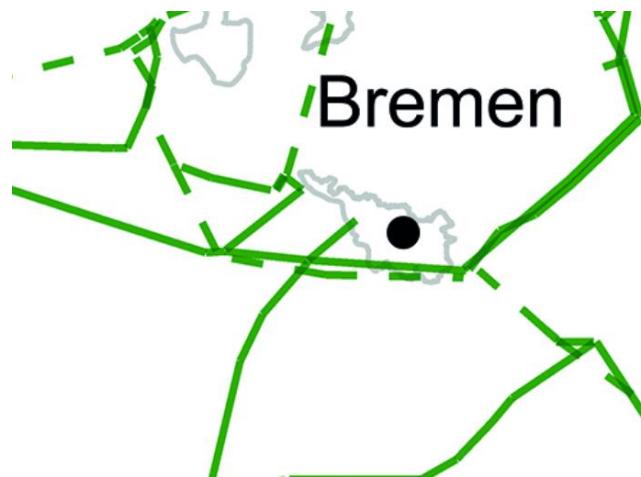


Abbildung 3-18: Verlauf des genehmigten Wasserstoffkernnetzes um Bremen (<https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Wasserstoff/Kernnetz/start.html>)

Insgesamt ist somit festzuhalten, dass für die Gemeinde Stuhr gegenwärtig kein relevantes Potenzial für den Einsatz von Wasserstoff in der Wärmeversorgung besteht. Wasserstoff kann langfristig eine ergänzende Rolle im überregionalen Energiesystem einnehmen, spielt jedoch für die lokale Wärmeplanung und insbesondere für die Dekarbonisierung des Gebäudesektors derzeit keine strategische Rolle. Der Fokus der Wärmeplanung liegt daher auf strom- und netzbasierten erneuerbaren Technologien wie Wärmepumpen, Nahwärmenetzen und Geothermie.

3.11 Interkommunale Betrachtung

Ziel der interkommunalen Betrachtung ist die gemeinsame Nutzung von Wärmeversorgungsstrukturen, Energieversorgungsstrukturen, Wärmepotenzialen sowie Verwaltungs- und Planungsstrukturen von aneinandergrenzenden Kommunen. Für die Gemeinde Stuhr ist dahingehend die Zusammenarbeit mit den angrenzenden Gemeinden und Städten Bremen, Weyhe, Syke und Delmenhorst von Bedeutung. Vor allem der Ortsteil Moordeich der Gemeinde Stuhr grenzt unmittelbar an den Stadtteil Huchting (Bremen) und der Ortsteil Brinkum (Stuhr) grenzt unmittelbar an den Ortsteil Erichshof (Weyhe). Aufgrund der räumlichen Nähe dieser Gebiete ist eine grenzübergreifende Betrachtung von Potenzialen oder die Ausweitung von Versorgungsgebieten nicht auszuschließen und könnte in zukünftigen Planungen berücksichtigt werden.

Aktuell befinden sich in näherer Umgebung der Gemeinde Stuhr einige größere Energieerzeugungsanlagen, die für eine interkommunale Zusammenarbeit in Frage kommen würden. Beispielsweise befindet sich in Bremen Huchting eine KWK-Anlage der swb Services GmbH mit einer Bruttoleistung von 4,7 MW elektrischer sowie thermischer Leistung in gleichem Umfang. Des Weiteren stehen mehrere Windenergieanlagen in Delmenhorst, Groß Ippener und Syke mit Potenzial für die lokale erneuerbare Stromerzeugung. Zusätzlich bietet das Fließgewässer Ochtum im Norden des Gemeindegebiets Stuhr ein Wärmepotenzial, welches jedoch auch im angrenzenden Gebiet der Stadt Bremen oder der Gemeinde Weyhe erschlossen werden kann. Auch hier besteht die Möglichkeit einer Zusammenarbeit zwischen Bremen, Weyhe und Stuhr.

Die Gemeinden Stuhr und Weyhe stehen bereits in verschiedenen Projekten in enger Zusammenarbeit. So bilden die Gemeinden eine gemeinsame [LEADER-Region](#) und setzen sich damit für eine klimagerechte Regionalentwicklung ein. Die Erteilung der Erlaubnis zur Aufsuchung von Erdwärme zu gewerblichen Zwecken im „Erlaubnisfeld Hemelingen“, das sich über 14,4 km² auf den Gemeindegebieten von Weyhe und Stuhr erstreckt hat das Potenzial gemeindeübergreifend zu einer wirtschaftlichen, fossilfreien Wärmeversorgung in beiden Gemeinden beizutragen. Mit dem [Umweltzentrum Stuhr/Weyhe](#) besteht die Zielsetzung die Bürgerschaft einzubinden. Auch das Erdgas-Versorgungsgebiet der wesernetz Bremen GmbH erstreckt sich nicht nur über die Gemeinde Stuhr, sondern verläuft ebenfalls durch die Stadt Bremen und die Gemeinden Weyhe und Thedinghausen. Dieses Netz ermöglicht somit eine überregionale Versorgung und betont die Relevanz einer interkommunalen Betrachtung für die Wärmeplanung.

4 Fördermöglichkeiten

4.1 Einzelmaßnahmen

Im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) wird die energetische Sanierung von Gebäuden und der Einsatz klimaneutraler Heizungsanlagen gefördert. Die Förderung besteht aus drei Teilprogrammen, die BEG-Wohngebäude, die BEG-Nichtwohngebäude und die BEG-Einzelmaßnahmen. Im Teilprogramm [BEG-Einzelmaßnahmen](#) werden Anlagen zur Wärmeherzeugung über den KfW-Zuschuss 458 und Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle über die BAFA gefördert (vgl. Abbildung 4-1). Für den Einbau einer förderfähigen, klimafreundlichen Heizungsanlage kann je nach Bonus 30 % bis 70 % Zuschuss und für sonstige Einzelmaßnahmen 15 % bzw. 20 % gewährt werden. Die Heizungsförderung beinhaltet neben den Investitionskosten der Anlagen auch Kosten zur Inbetriebnahme, zu Optimierungsmaßnahmen der Heizung, zu notwendigen fachtechnischen Arbeiten, zu Wartungs- und Inspektionsleistungen, zur elektrischen Infrastruktur der Anlagentechnik, sowie die Kosten für notwendige Wand- und Deckeneinbrüche. Folgende Anlagen zur Wärmebereitstellung werden dabei gefördert (Stand Oktober 2025) (BAFA, Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), 2025):

- solarthermische Anlagen, darunter auch photovoltaisch-thermische (PVT) Kollektoren,
- Biomasseheizungen für die thermische Nutzung ab mindestens 5 kW,
- elektrisch angetriebene Wärmepumpen inklusive deren notwendigen Netzanschlüsse sowie die Erschließungs- und Anschaffungskosten u. a. für Erdsondenbohrungen, Erdflächenkollektoren, Brunnenbohrungen, solarthermische Kollektoren, Luft-Sole-Wärmeübertrager und weitere Wärmepumpenvarianten,
- Brennstoffzellenheizungen, die zu 100 % mit grünem oder blauem Wasserstoff oder Biomethan betrieben werden,
- wasserstofffähige Heizungen: lediglich die Investitionsmehrkosten,
- innovative Heizungstechnik auf Basis erneuerbarer Energien: hier ist Voraussetzung die Aufnahme in die [Positivliste](#) entsprechender Anlagen (BAFA, 2025),
- sowie der Anschluss an ein Gebäude- oder Wärmenetz.

Der Grundfördersatz der BEG-EM Anlagen zur Wärmeherzeugung liegt bei 30 %. Dazu kann ein Klimageschwindigkeitsbonus von bis zu 20 % gewährleistet werden. Hinzu kann ein Einkommensbonus von 30 % kommen, wenn das zu versteuernde Haushaltsjahreseinkommen maximal 40.000 € beträgt. Der maximale Fördersatz für den Heizungstausch ist mit 70 % gedeckelt. Eine Übersicht der Förderung BEG-EM gibt Abbildung 4-1. Antragsberechtigt für die BEG-EM im Allgemeinen sind grundsätzlich alle Investoren (z. B. Hauseigentümer, bzw. Wohnungseigentümergeinschaften, Contractoren, Unternehmen, gemeinnützige Organisationen und Kommunen) von förderfähigen Maßnahmen an Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden. Antragsberechtigt für die spezifische Heizungsförderung für Privatpersonen – Wohngebäude (Zuschuss Nr. 458) sind Privatpersonen, die Eigentümer*innen von Gebäuden sind

oder Wohnungseigentümergeinschaften (Stand Oktober 2025) (BAFA, Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), 2025).

Förderübersicht: Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM)

Im Einzelnen gelten die nachfolgend genannten Prozentsätze mit einer Obergrenze von 70 Prozent.

Durchführer	Richtlinien-Nr.	Einzelmaßnahme	Grundfördersatz	iSFP-Bonus	Effizienz-Bonus	Klimageschwindigkeits-Bonus ²	Einkommens-Bonus	Fachplanung und Baubegleitung
BAFA	5.1	Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle	15 %	5 %	–	–	–	50 %
BAFA	5.2	Anlagentechnik (außer Heizung)	15 %	5 %	–	–	–	50 %
	5.3	Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik)						
KfW	a)	Solarthermische Anlagen	30 %	–	–	max. 20 %	30 %	– ³
KfW	b)	Biomasseheizungen ¹	30 %	–	–	max. 20 %	30 %	– ³
KfW	c)	Elektrisch angetriebene Wärmepumpen	30 %	–	5 %	max. 20 %	30 %	– ³
KfW	d)	Brennstoffzellenheizungen	30 %	–	–	max. 20 %	30 %	– ³
KfW	e)	Wasserstofffähige Heizungen (Investitionsmehrausgaben)	30 %	–	–	max. 20 %	30 %	– ³
KfW	f)	Innovative Heizungstechnik auf Basis erneuerbarer Energien	30 %	–	–	max. 20 %	30 %	– ³
BAFA	g)	Errichtung, Umbau, Erweiterung eines Gebäudenetzes ¹	30 %	–	–	max. 20 %	30 %	50 %
BAFA/KfW	h)	Anschluss an ein Gebäudenetz	30 %	–	–	max. 20 %	30 %	50 % ¹
KfW	i)	Anschluss an ein Wärmenetz	30 %	–	–	max. 20 %	30 %	– ³
	5.4	Heizungsoptimierung						
BAFA	a)	Maßnahmen zur Verbesserung der Anlageneffizienz	15 %	5 %	–	–	–	50 %
BAFA	b)	Maßnahmen zur Emissionsminderung von Biomasseheizungen	50 %	–	–	–	–	50 %

¹ Bei Biomasseheizungen wird bei Einhaltung eines Emissionsgrenzwertes für Staub von 2,5 mg/m³ ein zusätzlicher pauschaler Zuschlag in Höhe von 2.500 Euro gemäß Richtlinien-Nr. 8.4.6 gewährt.

² Der Klimageschwindigkeits-Bonus reduziert sich gestaffelt gemäß Richtlinien-Nr. 8.4.4 und wird ausschließlich selbstnutzenden Eigentümern gewährt. Bis 31. Dezember 2028 gilt ein Bonusatz von 20 Prozent.

³ Bei der KfW ist keine Förderung gemäß Richtlinien-Nr. 5.5 möglich. Die Kosten der Fach- und Baubegleitung werden mit den Fördersätzen des Heizungsaustausches als Umfeldmaßnahme gefördert.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz (CC BY-ND4.0)

Stand: 1. März 2025

Abbildung 4-1: Förderübersicht Bundesförderung für effiziente Gebäude- Einzelmaßnahmen (BAFA)

4.2 Wärmenetze

Mit der [Bundesförderung für effiziente Wärmenetze \(BEW\)](#) wird der Neubau von Wärmenetzen auf Basis erneuerbarer Energien sowie die Dekarbonisierung bestehender Netze gefördert. Die Förderung der BAFA umfasst vier aufeinander aufbauende Module mit unterschiedlichen Anforderungen (BAFA, 2025):

- Im ersten Modul werden Machbarkeitsstudien und Transformationspläne von Wärmenetzen zu 50 % gefördert. Bei Machbarkeitsstudien für den Neubau von Wärmenetzen sind beispielsweise nur die Untersuchung von Wärmenetzen, die zu mindestens 75 % von erneuerbaren Energien und/oder unvermeidbarer Abwärme gespeist werden, förderfähig. Außerdem müssen die Wärmenetze eine Mindestgröße von 17 Gebäuden oder 101 versorgte Wohneinheiten vorweisen. Für die Transformation bestehender Netze gelten keine Mindestanteile erneuerbarer Energien für den Ausgangszustand. Die Mindestgröße ist jedoch die Gleiche wie für den Neubau von Wärmenetzen. Für eine Machbarkeitsstudie für neue und bestehende Netze ist jeweils ein Pfad zur Treibhausneutralität bis 2045 darzulegen und als Zwischenschritte der Zustand des Wärmenetzes in den Jahren 2030, 2035 und 2040 zu skizzieren.
- Im zweiten Modul werden der Neubau sowie die Transformation bestehender Netze zu 40 % gefördert. Auch hier gelten die gleichen Anforderungen wie im Modul 1. Innerhalb

des zweiten Moduls werden verschiedene Wärmeerzeuger, Wärmespeicher, Wärmenetztrassen, Hausanschlüsse und Übergabestationen, Heizzentralen, Anlagen zur Absicherung, MSR-Technik und Digitalisierungskomponenten gefördert.

- Im dritten Modul wird die Umsetzung von Einzelmaßnahmen bestehender Wärmenetze zu 40 % gefördert. Hier gleichen die Anforderungen der förderfähigen Komponenten denen aus Modul 2. Förderungen von Einzelmaßnahmen des Neubaus von Wärmenetzen sind nicht zugelassen.
- Im vierten Modul werden die Betriebskosten bei der Nutzung erneuerbarer Wärme aus Solarthermieanlagen oder stromgetriebenen Wärmepumpen gefördert. Innerhalb dieser Förderung gibt es Anforderungen an den SCOP der strombetriebenen Wärmepumpen.

Antragsberechtigt für die [Bundesförderung für effiziente Wärmenetze \(BEW\)](#) sind Unternehmen, Kommunen und kommunale Unternehmen, eingetragene Vereine und eingetragene Genossenschaften (Stand Oktober 2025) (BAFA, 2025).

4.2.1 Sonstige Förderungen

Im Rahmen der KfW [Zuschuss Nr. 432](#) (Energetische Stadtsanierung) werden Zuschüsse für Klimaschutz und Klimaanpassung in Quartieren in Höhe von 75 % und 90 % der förderfähigen Ausgaben gewährleistet. Es werden dabei Maßnahmen gefördert, die die Energieeffizienz im Quartier erhöhen und insbesondere die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung beschleunigen. In Baustein A der Förderung wird die Erstellung eines integrierten Quartierskonzepts mit einem Höchstbetrag von 200.000 € gefördert und in Baustein B werden die Personal- und Sachausgaben für ein Sanierungsmanagement mit einem Höchstbetrag von 400.000 € gefördert. Antragsberechtigt sind kommunale Gebietskörperschaften, deren Eigenbetriebe und kommunale Zweckverbände (Stand Dezember 2025) (KfW, 2025).

Die Förderung [Modernisierung von Mietwohnungen in Mehrfamilienhäusern](#) der NBank fördert die Modernisierung und energetische Modernisierung von Mietwohnungen in Niedersachsen. Zu den Modernisierungsmaßnahmen zählen die nachhaltige Erhöhung des Gebrauchswertes des Wohnraums, die dauerhafte Verbesserung der allgemeinen Wohnverhältnisse, die nachhaltige Einsparung von Energie oder Wasser, der Austausch von Bleileitungen in der Trinkwasserinstallation, Maßnahmen, bei denen unter wesentlichem Bauaufwand Wohnraum an geänderte Wohnbedürfnisse angepasst wird (z. B. barrierefreies Wohnen) und die Anpassung von Wohngebäuden an die Folgen des Klimawandels. Bei der energetischen Modernisierung werden Maßnahmen zur nachträglichen Wärmedämmung der Gebäudewände, des Daches, der Kellerdecke oder von erdberührten Außenflächen beheizter Räume, die Fenster und Außentürenerneuerung, die Erneuerung von Heizungstechnik und Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energieträger gefördert (Stand Dezember 2025) (NBank, 2025).

Mit der Förderung [Klimaschutz und Energieeffizienz](#) der NBank werden Unternehmen, öffentliche Träger oder Kultureinrichtung in Niedersachsen zwischen 50 und 70 % bezuschusst. Ak-

tuelles Förderende ist der 1. März 2026. Förderfähig sind dabei Investitionen in die energetische Sanierung von Nichtwohngebäuden, Investitionen von energieeffizienten/treibhausgas-mindernden Produktionsprozessen, die Errichtung von Wärmenetzen und die betriebliche Energieeffizienz. Hierbei werden kleine und mittlere Unternehmen, juristische Personen, kommunale Unternehmen, Bürgerenergiegenossenschaften und Landesgesellschaften mit privater Rechtsform gefördert (Stand Oktober 2025).

Im Rahmen der Richtlinie zur Bundesförderung kommunaler Klimaschutz ([Kommunalrichtlinie](#)) der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) werden Kommunen und kommunale Akteure für Klimaschutzmaßnahmen gefördert. Diese Förderung umfasst strategische Klimaschutzmaßnahmen wie beispielsweise Energiesparmodelle (70 %) sowie investive Klimaschutzmaßnahmen wie z. B. Klimafreundliche Abfall- (40 %) und Abwasserbewirtschaftung (30 %) unter dem Aspekt der thermischen Energieverwertung (Stand Oktober 2025).

4.3 Biogasanlagen

In Deutschland besteht für Betreiber von Biogasanlagen eine Anschlussförderung über das Gesetz zur Änderung der Erneuerbaren-Energien-Gesetzes zur Flexibilisierung von Biogasanlagen und Sicherung der Anschlussförderung („[Biomasse-Paket](#)“). Damit können Bestandsanlagen nach Ablauf ihrer ursprünglichen EEG-Vergütung über Ausschreibungen eine neue Förderung erhalten – Voraussetzung ist z. B. ein flexibler Betrieb (Strom- und Wärmeerzeugung) und ggf. Einbindung ins Wärmenetz. Gleichzeitig bieten Programme wie das Landesförderprogramm der [NBank](#) („Klimaschutz und Energieeffizienz“ in Niedersachsen) Zuschüsse für Investitionen in erneuerbare Energien sowie für Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energien, einschließlich solcher, die in ein Wärmenetz eingebunden sind (Nummer 2.1.3 der Förderrichtlinie).

5 Zielszenario

5.1 Methodik der Szenarienanalyse

5.1.1 Annahmen

Der erste Teil der Szenarienanalyse hat i.S.v. § 20 Abs. 4 Ziff. 3 NKlimaG das Ziel, auf Basis der in der Bestands- und Potenzialanalyse ermittelten Sanierungsraten, Wärmebedarfe und Energieerzeugungspotenziale eine möglichst realistische Darstellung der fossilfreien Wärmeversorgung für das Zieljahr 2040 zu entwickeln. Nach Beschluss dieses Zielbildes werden die Zwischenjahre 2030 und 2035 abgeleitet.

Auf Grundlage der gebäudescharfen Datenstruktur war eine detaillierte Szenarienermittlung möglich. Für jedes Gebäude konnten Netzeignung, Versorgungsart und Autarkiegrad individuell bestimmt und kartographisch dargestellt werden. Diese Ergebnisstruktur ermöglicht es, die berechneten Eignungsgebiete nach politischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten anzupassen und als Planungsgrundlage weiterzuverwenden.

Die Szenarienermittlung basiert auf dem Wärmebedarf des Zieljahres 2040 nach Umsetzung der in der Potenzialanalyse definierten Sanierungsraten. Für solarthermiegeeignete Gebäude wurde ein durchschnittlicher Deckungsanteil von rund 30 % des Heizwärmebedarfs durch Solarthermie angenommen. Hierfür wurde berechnet, welche Kollektorfläche auf den potenziell geeigneten Dachflächen erforderlich wäre, um diesen Anteil zu erreichen. Anschließend wurde geprüft, ob die verfügbaren Dachflächen ausreichen. Nicht belegte Flächen wurden für Photovoltaikanlagen vorgesehen, deren potenzieller Ertrag anteilig berechnet wurde. Eine Doppelnutzung von Dachflächen für PV und Solarthermie wurde ausgeschlossen. Dieser reduzierte Wärmebedarf dient als Berechnungsgrundlage für die Wärmedichtebewertung in Kapitel 4.1.5, fließt jedoch nicht in die Energiebilanz oder die Treibhausgasbilanz ein.

Der Ausgangszustand der Szenarienrechnung stellt keinen stichtagsgenauen Erhebungszeitpunkt dar. Er basiert auf den im Rahmen der Bestandsanalyse verfügbaren Daten aus den Jahren 2020 bis 2022, die hierfür konsolidiert zusammengeführt wurden, und dient als Startpunkt der zeitlichen Entwicklung bis zum Zieljahr 2040.

Für die zeitliche Entwicklung wird angenommen, dass alle fossilen Heizsysteme schrittweise durch erneuerbare Systeme ersetzt werden. Heizungen auf Basis erneuerbarer Energieträger wie Wärmepumpen, Biomasseanlagen oder bestehende Wärmenetze bleiben bestehen. Bis 2030 werden alle Heizsysteme ersetzt, die zur Zeit älter als 20 Jahre sind, bis 2035 alle, die zur Zeit älter als 10 Jahre sind oder deren Alter unbekannt ist. Spätestens bis 2040 erfolgt der vollständige Austausch der verbleibenden fossilen Heizungen. Es wird davon ausgegangen, dass die bestehenden Wärmenetze in Stuhr bis 2040 vollständig strombasiert (Wärmepumpen) betrieben werden.

Das nachhaltige Biomassepotenzial übersteigt die bestehende Erzeugungskapazität; der Bau neuer Anlagen wurde im Szenario nicht berücksichtigt. Photovoltaik wird ergänzend zur Stromversorgung von Wärmepumpen und zur Sektorenkopplung eingesetzt.

5.1.2 Entwicklung des Wärmebedarfs

Der Wärmebedarf für das Zieljahr 2040 sowie die Zwischenjahre 2030 und 2035 wurde auf Grundlage des aktuellen, angepassten Heizenergiebedarfs und der im Szenario *Business as Usual (BaU)* angenommenen Sanierungsrate ermittelt. Dabei wurde zunächst ausschließlich der Einfluss des baulichen Zustands der Gebäude berücksichtigt.

Die für die Jahre 2030, 2035 und 2040 fortgeschriebenen Wärmebedarfswerte bilden die Grundlage für die anschließende Energiebilanzierung und Szenarienentwicklung.

5.1.3 Entwicklung der Energiebilanz

Die Energiebilanz wurde für die Jahre 2030, 2035 und 2040 nach Sektoren und Energieträgern erstellt. Grundlage bilden die in Kapitel 4.1.2 ermittelten Wärmebedarfe sowie die technisch maximal erreichbaren Potenziale zur Eigenstromerzeugung aus Windenergie, Photovoltaik sowie Biomasse in KWK-Anlagen sowie zur Eigenwärmeerzeugung aus Solarthermie, Biogasanlagen und dezentralen Holzfeuerungsstätten.

Für das Zieljahr 2040 wurde das volle technische Potenzial dieser erneuerbaren Energiequellen berücksichtigt. Für die Zwischenjahre wurde ein linearer Aufbau der Eigenenergieerzeugung angenommen, wobei im Jahr 2030 ein Drittel und im Jahr 2035 zwei Drittel des Potenzials von 2040 erreicht werden. Der aktuelle Anlagenbestand wurde dabei berücksichtigt.

Die Energiebilanz ergibt sich jeweils aus der Gegenüberstellung von Energiebedarf und erneuerbarer Eigenenergieerzeugung. Die verbleibende Differenz beschreibt den verbleibenden Energiebedarf, der über externe Strom- oder Energielieferungen zu decken ist. Sie wurde getrennt nach Sektoren und Energieträgern aufgestellt, um die Entwicklung des Wärmemarkts und die Fortschritte bei der Dekarbonisierung differenziert darstellen zu können. Berücksichtigt wurden dabei insbesondere:

- Wärmebedarf nach Energieträgern (Erdgas, Heizöl, Flüssiggas, feste Biomasse) für die Jahre 2023, 2030, 2035 und 2040
- Wärmebedarf nach Gebäudetypen,
- Strombedarf für den Betrieb von Wärmepumpen und Stromdirektheizungen.

Der Strombedarf für Wärmepumpen wurde auf Grundlage der Jahresarbeitszahl (JAZ) berechnet. Für die aktuell bestehenden Wärmenetze wird im Zieljahr 2040 ein vollständig strombasierter Betrieb mit Großwärmepumpen angenommen.

5.1.4 Entwicklung der Treibhausgasbilanz

Die Treibhausgasbilanz wurde für die Jahre 2030, 2035 und 2040 auf Basis der ermittelten Wärmebedarfe und der jeweils eingesetzten Energieträger erstellt. Sie dient der quantitativen

Bewertung der Emissionsentwicklung im Zuge der Umstellung auf eine fossilfreie Wärmeversorgung.

Die Berechnung der Treibhausgasemissionen erfolgte sektor- und energieträgerspezifisch. Für jedes Gebäude bzw. jeden Versorgungstyp wurden der Energiebedarf, der eingesetzte Energieträger und der zugehörige Emissionsfaktor herangezogen. Dabei kamen die aktuellen in der GEMIS-Datenbank (IINAS GmbH, 1989) hinterlegten Emissionsfaktoren zum Einsatz (vgl. Tabelle 2-4).

Für die Zwischenjahre 2030 und 2035 sowie für das Zieljahr 2040 wurden für alle Energieträger, mit der Ausnahme von Strom, unveränderte Emissionsfaktoren angenommen. Für den Energieträger Strom wird hingegen von einer zukünftigen Absenkung des Emissionsfaktors ausgegangen. Grundlage hierfür bildet eine Studie des Umweltbundesamtes, die die Entwicklung der Stromemissionsfaktoren bis zum Jahr 2050 prognostiziert (Umweltbundesamt, 2025). Auf Basis dieser Studie wurden für das Jahr 2030 ein Stromemissionsfaktor von 120,5 g/kWh, für 2035 von 72,5 g/kWh und für 2040 von 51,4 g/kWh angesetzt. Aufgrund dieser Annahmen wird im Zieljahr 2040 keine vollständige Treibhausgasneutralität erreicht, da sowohl für den Energieträger Strom als auch für die übrigen Energieträger, insbesondere für feste Biomasse, deren Emissionsfaktor gegenüber dem Ausgangsjahr unverändert angesetzt wurde, weiterhin Emissionen berücksichtigt werden.

Die Bilanzierung ermöglicht eine sektorale und energieträgerspezifische Auswertung der Emissionsentwicklung und zeigt auf, in welchem Umfang die Reduktion von Treibhausgasen bis 2040 durch die Umstellung auf erneuerbare Energien und die Sanierung des Gebäudebestands erreicht werden kann.

5.1.5 Versorgungsgebiete

Zur Ableitung der Versorgungsstruktur wurden auf Basis des Zieljahres 2040 potenzielle Eignungsgebiete für leitungsgebundene und nicht-leitungsgebundene Wärmeversorgung ermittelt. Als Eignungsgebiete für Wärmenetze werden im Folgenden räumlich zusammenhängende Bereiche innerhalb der Siedlungsstruktur verstanden, die auf Grundlage der Wärmedichtebewertung grundsätzlich für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung geeignet sind. Die Bewertung erfolgt getrennt nach Wärmenetzeignung, Einzelversorgung, Sanierungsbedarf und Gasversorgung. Die Zuordnung der Gebäude zu den jeweiligen Versorgungstypen basiert auf den reduzierten Wärmebedarfen nach Sanierung und Berücksichtigung des Solarthermieanteils von 30 %.

5.1.5.1 Wärmenetzeignungsgebiete

Die Bestimmung der Wärmenetzeignungsgebiete erfolgte auf Basis des Wärmebedarfs des Szenarios Business as Usual (BaU) für das Jahr 2040, der zuvor um den angenommenen Solarthermieanteil von 30 % reduziert wurde. Damit bildet der nach Solarthermie korrigierte Wärmebedarf die energetische Grundlage für die räumliche Bewertung.

Zunächst wurde ein flächenhafter Wärmedichteansatz gemäß den Schwellenwerten des KEAN-Leitfadens angewandt, um potenzielle Quartiere mit ausreichend hoher Wärmedichte zu identifizieren. Ergänzend wurde eine linienbezogene Wärmebedarfsanalyse entlang des Straßennetzes durchgeführt, um kompakte Siedlungsbereiche mit hoher räumlicher Konzentration des Wärmebedarfs zu erkennen. Durch die Kombination beider Ansätze – flächen- und linienbezogen – konnten die potenziellen Netzeignungsgebiete (NEG) realitätsnah abgegrenzt und Disjunktionen innerhalb der Bebauungsstruktur ausgeglichen werden.

Die Einstufung der Wärmedichte erfolgte nach folgenden Grenzwerten (Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen, 2023):

- $< 7,5 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ → keine Netzeignung (Einzelversorgung)
- $7,5 - 41,5 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ → bedingte Eignung
- $> 41,5 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ → hohe Eignung (neue Wärmenetze)

Auf Grundlage dieser Einstufung wurden räumlich zusammenhängende Cluster mit mittlerer bis hoher Wärmedichte zu Eignungsgebieten zusammengeführt. Diese werden in der Ergebnisveröffentlichung als Wärmenetzprüfgebiete benannt.

In einem zweiten Schritt erfolgte die Zuordnung potenzieller Wärmequellen zu diesen Gebieten. Dazu wurden um Biogasanlagen, industrielle Abwärmestandorte und Fließgewässer Erreichbarkeitszonen entlang des Straßennetzes gebildet und mit den Wärmedichteflächen verschnitten. So konnten Gebiete identifiziert werden, in denen ein ausreichender Wärmebedarf in wirtschaftlicher Entfernung zu einer nutzbaren Wärmequelle besteht.

In Fällen, in denen Gebäuden oder Gebieten keine Wärmequelle direkt zugeordnet werden konnte, wurde das geothermische Potenzial auf angrenzenden Freiflächen untersucht. Wo ausreichendes Potenzial vorlag, wurde eine zentrale Wärmeversorgung über Erdsondenfelder oder Flächenkollektoren mit Sole-Wasser-Großwärmepumpen vorgesehen. Wenn weder geothermisches Potenzial noch eine nutzbare Wärmequelle in der Nähe vorhanden war, wurde die Versorgung über Luft-Wasser-Großwärmepumpen vorgesehen.

Das Ergebnis dieser methodischen Schritte ist eine räumliche Abgrenzung der potenziellen Wärmenetzeignungsgebiete, differenziert nach Wärmedichte, Quelle und technischer Versorgungsoption. Diese Gebiete bilden die Grundlage für die nachgelagerte wirtschaftliche und technische Machbarkeitsprüfung.

5.1.5.2 Einzelversorgung

Für Gebäude, die keinem Wärmenetzeignungsgebiet zugeordnet werden konnten, wurde die Eignung zur dezentralen Wärmeversorgung gebäudescharf ermittelt. Grundlage war der Wärmebedarf im Jahr 2040 nach Umsetzung der Sanierungsraten und unter Berücksichtigung eines Solarthermieanteils von 30 %, sofern das Dach eine entsprechende Nutzung zuließ.

Zunächst wurde geprüft, ob das jeweilige Flurstück für den Einsatz oberflächennaher Geothermie geeignet ist. Anschließend wurde das geothermische Potenzial mit dem Heizwärmebedarf des Gebäudes abgeglichen:

- Deckungsgrad ≥ 1 : Gebäude gilt als geothermisch geeignet → Versorgung über Sole-Wasser-Wärmepumpe (JAZ = 3,5).
- Deckungsgrad < 1 : keine ausreichende geothermische Eignung → Versorgung über Luft-Wasser-Wärmepumpe (JAZ = 2,5).

Bei solarthermiegeeigneten Gebäuden wurde ein Deckungsanteil von 30 % des Heizwärmebedarfs berücksichtigt. Für die verbleibenden Dachflächen wurde geprüft, ob das theoretische PV-Potenzial ausreicht, um den jährlichen Strombedarf der Wärmepumpe zu decken (ohne zeitliche Einschränkungen der Erzeugung). Eine Doppelnutzung der Dachflächen wurde ausgeschlossen.

Das heißt, jedes Gebäude der Einzelversorgung bzw. jedes wärmenetzgeeignete Gebiet wurde jeweils einen Wert für Wärmenetzeignung, Versorgungstyp, Jahresheizwärmebedarf und weitere Eckdaten der Energieversorgung zugeordnet. Zu beachten ist dabei, dass die technischen Potenziale wie z.B. Geothermie, PV oder Solarthermie dabei voll ausgeschöpft sind und Doppelnutzung ausgeschlossen wurde.

5.1.5.3 Sanierungsgebiete

Für die Ausweisung potenzieller Sanierungsgebiete wurden sogenannte (KfW, 2024) innerhalb des Gemeindegebiets identifiziert. Als WPB gelten alle Gebäude mit einem angepassten spezifischen Jahresenergiebedarf von mehr als 250 kWh/m²·a. Der angepasste Energiebedarf wurde über einen Korrekturfaktor an den tatsächlichen Verbrauch angenähert und umfasst sowohl Raumwärme als auch Warmwasser.

Für diese Gebäude wurden zusätzlich die spezifischen Energiebedarfe bei Teil- und Vollsanierung berechnet, um das Einsparpotenzial im Vergleich zum Ist-Zustand zu bestimmen. Auf dieser Grundlage konnten energetische Verbesserungs- und Emissionseinsparpotenziale quantifiziert werden. Die zugehörigen Treibhausgasemissionen wurden anhand des jeweiligen Heizenergiebedarfs, der eingesetzten Energieträger und der Emissionsfaktoren der GEMIS-Datenbank (Klimaschutz-Planer) berechnet.

Gebäudecluster mit einem hohen Anteil an WPB wurden als potenzielle Sanierungsgebiete ausgewiesen. Diese Gebiete sind aus energetischer Sicht besonders geeignet, um durch gezielte Maßnahmen den Endenergiebedarf zu senken und die Transformation zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung nach § 1 Wärmeplanungsgesetz zu unterstützen. Eine spätere städtebauliche Festlegung als Sanierungsgebiet im Sinne der §§ 136 ff. BauGB ist hier grundsätzlich möglich.

5.1.6 Entwicklung der Gasversorgung

Die Entwicklung der Gasversorgung wurde anhand der Austauschrate der fossilen Heizungen zu erneuerbaren Heizungen bestimmt. Durch den Austausch der Heizungen geht der Anteil an Gasheizungen künftig zurück.

5.2 Ergebnisse der Szenarienanalyse

5.2.1 Entwicklung des Wärmebedarfs

In Abbildung 5-1 ist die Entwicklung des Wärmebedarfs in der Gemeinde Stuhr dargestellt. Der kalibrierte Wärmebedarf beträgt 471,94 GWh/a und wird bei einer Sanierungsrate von 0,7 % der Gebäude bis 2040 auf 467,03 GWh/a zurückgehen. In den Zwischenjahren 2030 und 2035 liegt der Wärmebedarf bei 470,38 GWh/a bzw. 468,81 GWh/a.

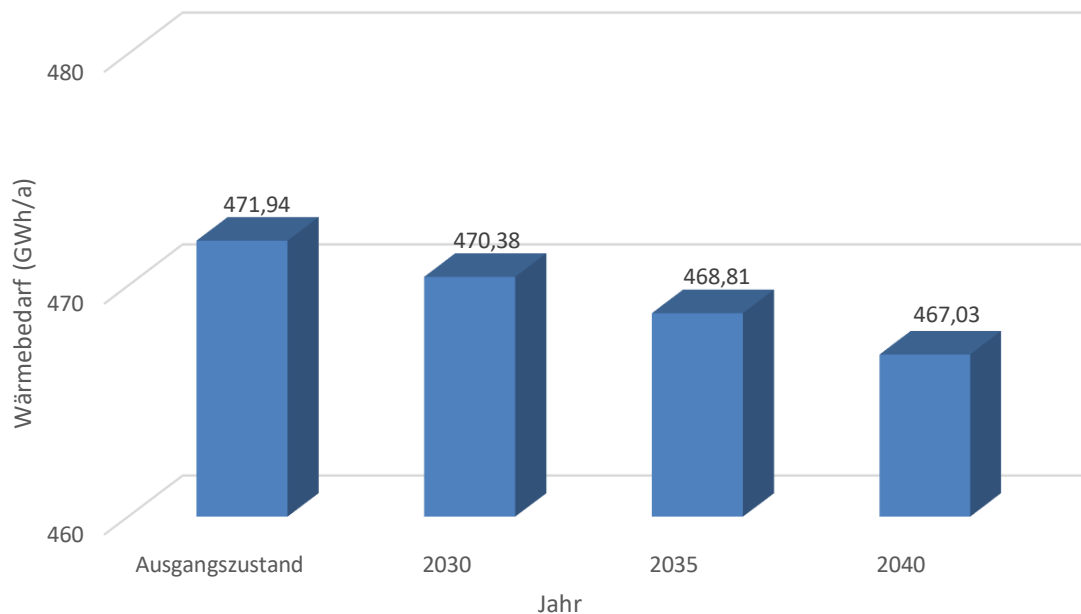


Abbildung 5-1 Entwicklung des Wärmebedarfs zwischen Ausgangszustand und 2040 in der Gemeinde Stuhr

Die Entwicklung des Heizwärmebedarfs der verschiedenen Sektoren verläuft entsprechend der vorgegebenen Sanierungsraten analog zur Entwicklung der Gebäude in der Gesamtbeurteilung und ist Abbildung 5-2 zu entnehmen.

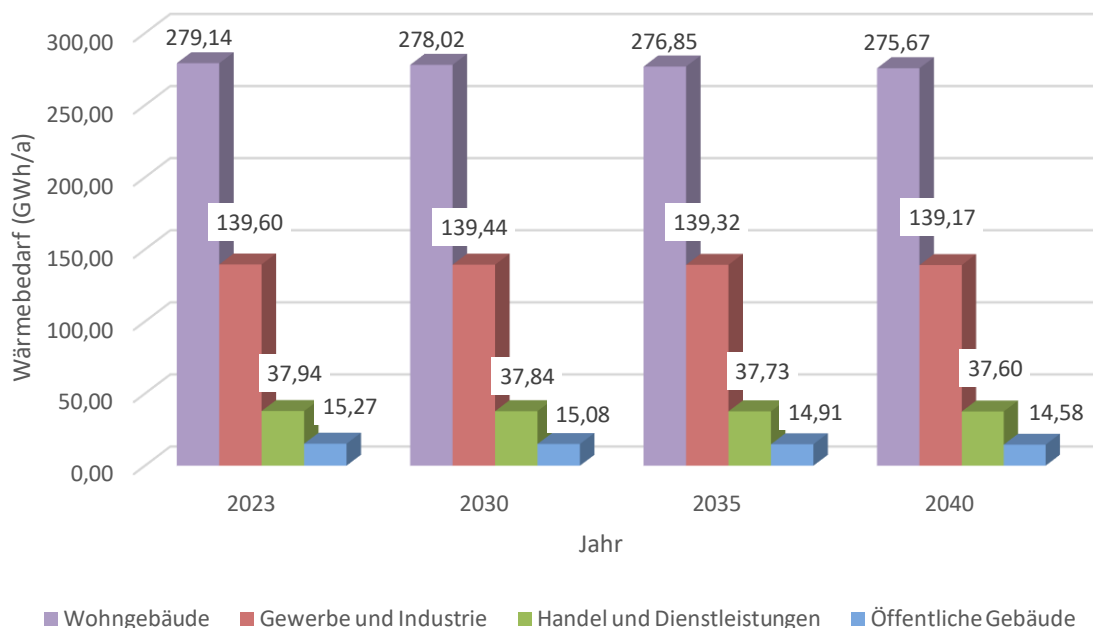


Abbildung 5-2 Entwicklung des Wärmebedarfs nach Sektoren

5.2.2 Entwicklung der Energiebilanz

Bei der Betrachtung der Energiebilanz wird zunächst die Veränderung der Nutzung verschiedener Energieträger bei der Wärmeversorgung analysiert. Diese Entwicklung des Wärmebedarfs nach Energieträgern ist Abbildung 5-3 zu entnehmen. Ausgehend von einer linearen Transformation von fossilen zu fossilfreien Energieträgern sollte im Jahre 2035 die THG-neutralen Energieträger überwiegen. Ab 2040 müsste die gesamte Wärmeversorgung Strom- oder Biomasse-basiert sein. Bei Abbildung 5-3 ist zu beachten, dass es sich hier um die den Wärmebedarf und nicht den Strombedarf handelt. Dieser liegt im Jahre 2040 aufgrund der Jahresarbeitszahlen der überwiegend eingesetzten Wärmepumpen bei 166 GWh/a – also weit unter dem Wert des Wärmebedarfs.

Allerdings sollte idealerweise der aus heutiger Sicht steigende Bedarf an Strom als Energieträger die lokale Stromerzeugung ebenfalls signifikant erhöhen und die vorhandenen Potenziale so weit wie möglich ausschöpfen.

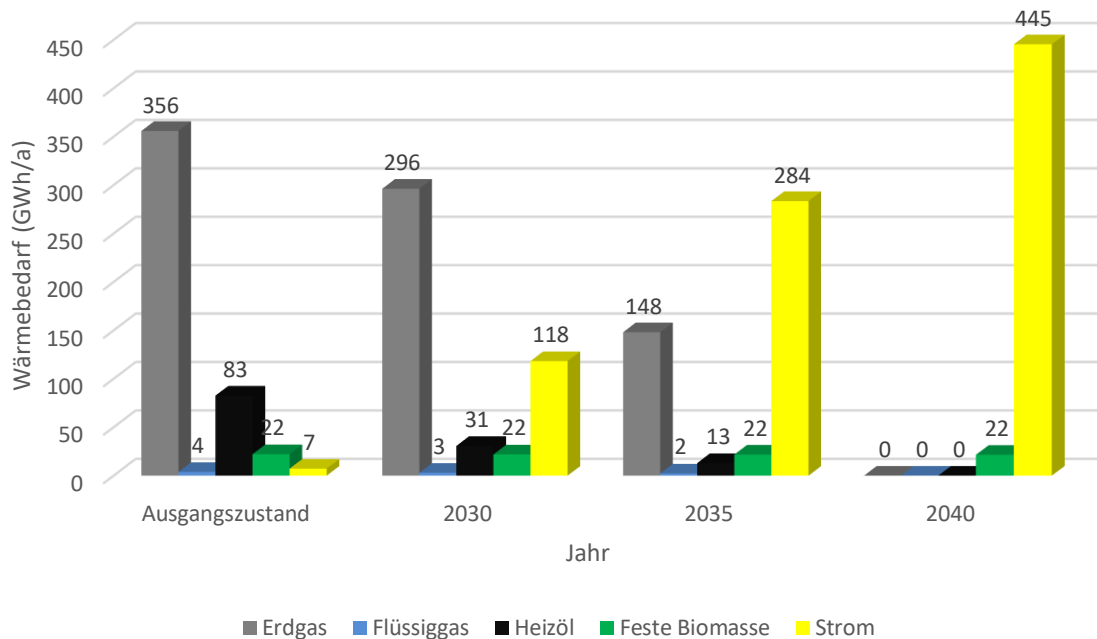


Abbildung 5-3: Entwicklung des Wärmebedarfs nach ausgewiesenen Energieträgern (unter Berücksichtigung der Wirkung von Wärmepumpen anhand der Jahresarbeitszahl)

Bei der Betrachtung der Entwicklung des erneuerbaren Strompotenzials in Abbildung 5-4 zeigt sich vor allem bei der Nutzung von Dach-Photovoltaik ein enormes Entwicklungspotenzial. Bei maximaler Nutzung der vorhandenen Dachflächen (nach Abzug der Flächen für Solarthermie) könnten 131 GWh/a Strom erzeugt werden. Dabei gilt es trotz vorsichtig gewählten technischen Stromerzeugungskapazitäten auf dem Stand der heutigen Technik einige Aspekte zu beachten:

- Es wurde die Annahme getroffen, dass alle laut niedersächsischem Solardachkatalog nutzbaren Dachflächen nach Anwendung der Dreißigprozentvorgabe für Solarthermie auch genutzt werden. Damit ist jedoch nicht zu rechnen, da eine flächendeckende Umsetzung der Solarthermie im Gebäudebestand aufgrund wirtschaftlicher Rahmenbedingungen, konkurrierender Dachnutzungen (insbesondere Photovoltaik), technischer Restriktionen sowie individueller Eigentümerentscheidungen nicht realistisch ist.
- Der durch Dach-PV erzeugte Strom wird nicht ausschließlich für die Wärmeherzeugung, sondern sektorübergreifend genutzt und stellt damit lediglich eine rechnerische Größe dar.
- Die Verfügbarkeit des durch Photovoltaik erzeugten Stroms ist sowohl saisonal als auch tageszeitabhängig. Aufgrund der geringen Erzeugung im Winterhalbjahr kann der PV-Strom in der Jahresbilanz nur einen unterdurchschnittlichen direkten Beitrag zur Deckung des Strombedarfs von Wärmepumpen leisten.

Die gegenwärtig erzeugten 25 GWh/a Strom aus den fünf im Gemeindegebiet Stuhr befindlichen biogasbetriebenen KWK-Anlagen, mit einer durchschnittlichen Leistung von jeweils 1.000 kW, übertreffen das lokale Biomassepotenzial, welches nachhaltig erzeugt werden

kann. Aus diesem Grunde wurde in der Szenarienentwicklung das maximal nachhaltig erzeugbare Biogaspotenzial von 9 GWh/a angenommen.

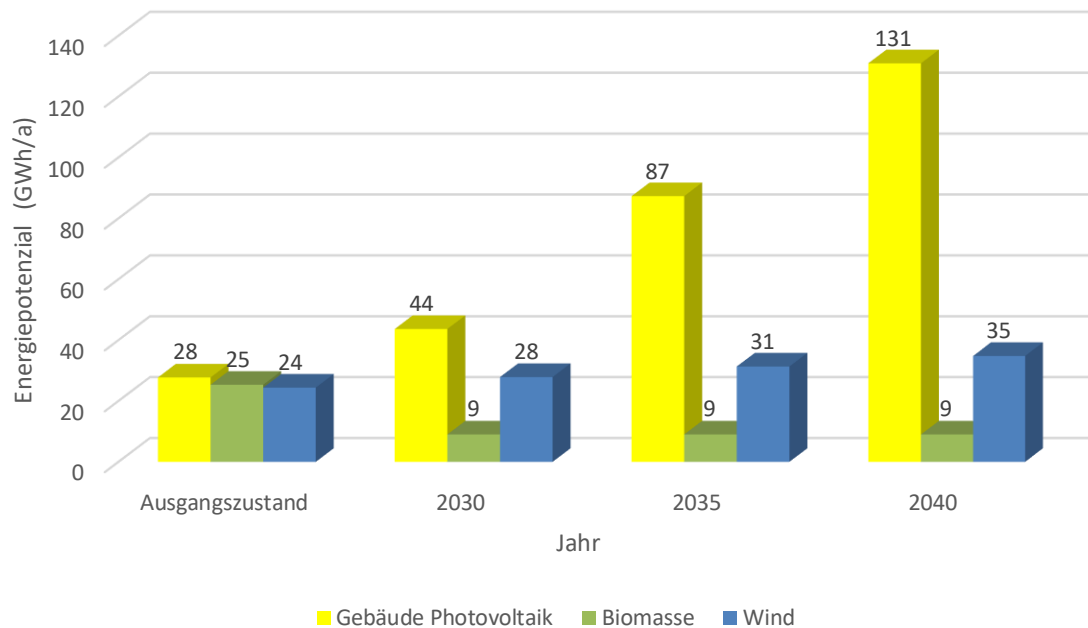


Abbildung 5-4: Entwicklung der technischen Stromerzeugungspotenziale im Gemeindegebiet Stuhr

Für die Berechnung der Wärmepotenziale wurden sowohl Biomasse als auch Dach-Solarthermie herangezogen, welche Abbildung 5-5 entnommen werden können. Die Diskrepanz zwischen rezent hoher Wärmeenergieerzeugung aus Biomasse von 31 GWh/a und den in den Szenarien eingesetztem Wert von 10 GWh/a ergibt sich wie bei der Stromerzeugung aus den Nachhaltigkeitsvorgaben. Bei der Solarthermie wurde wie o. g. eine dreißigprozentige Abdeckung der Wärmeerzeugung angenommen. Auch hier ist davon auszugehen, dass dieses Maximalpotenzial nicht ausgeschöpft werden kann.

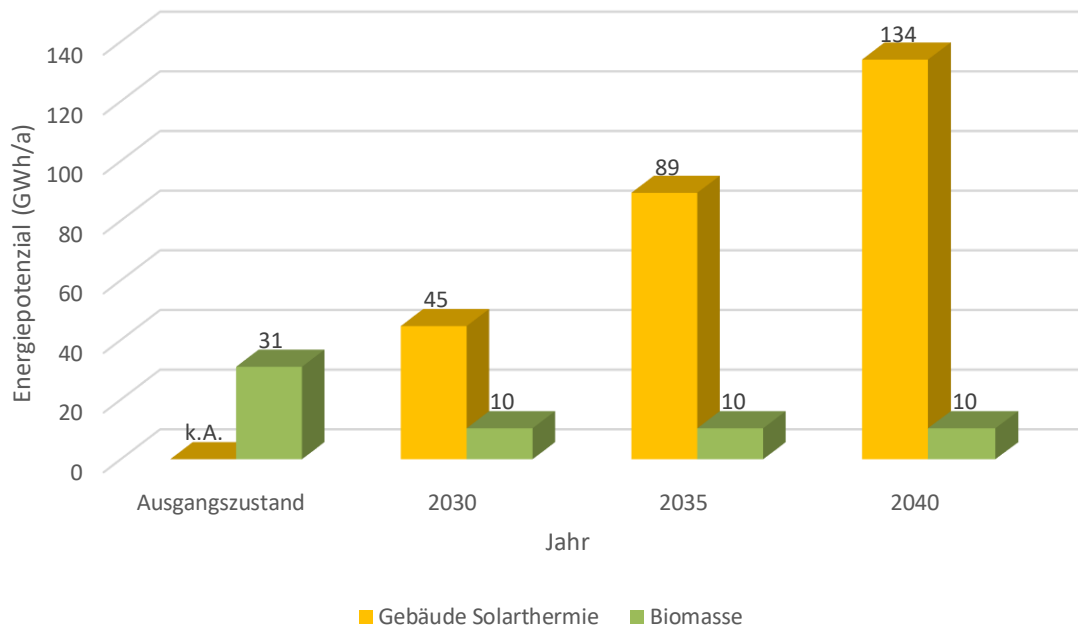


Abbildung 5-5: Entwicklung der Wärmepotenziale durch erneuerbare Energiequellen

In Abbildung 5-6 ist der Strombedarf für Wärme (z. B. Wärmepumpen und Stromdirektheizungen) sowie der Wärmebedarf ohne Strom (z. B. fossile Energieträger und Biomasse) dargestellt. Die Entwicklung zeigt sowohl die deutliche Abnahme des nicht-strombasierten Wärmebedarfs als auch die zunehmende Verlagerung der Wärmebereitstellung hin zu strombasierten Systemen. Gleichzeitig wird der vergleichsweise geringe Strombedarf für die Wärmeerzeugung infolge der hohen Jahresarbeitszahlen der Wärmepumpen deutlich.

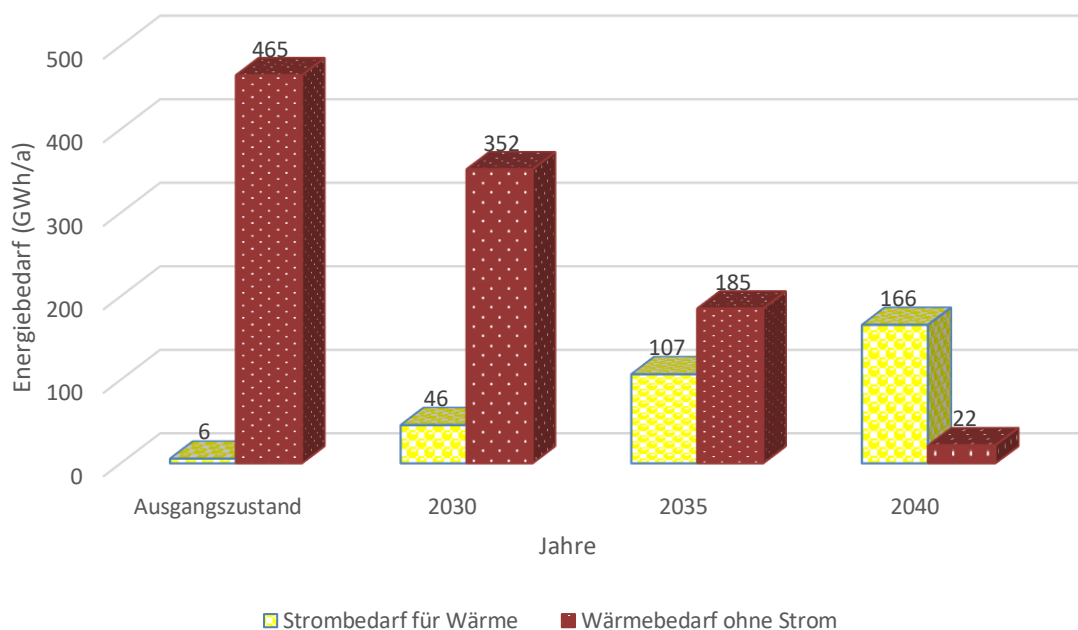


Abbildung 5-6: Entwicklung der Energiebedarfe für Wärmeerzeugung

Die Entwicklung der erneuerbaren Potenziale für Wärme und Strom ist in Abbildung 5-7 dargestellt. Diese bildet die technisch verfügbaren Potenziale für die erneuerbare Wärme- und Stromerzeugung in der Gemeinde Stuhr bis zum Zieljahr 2040 ab.

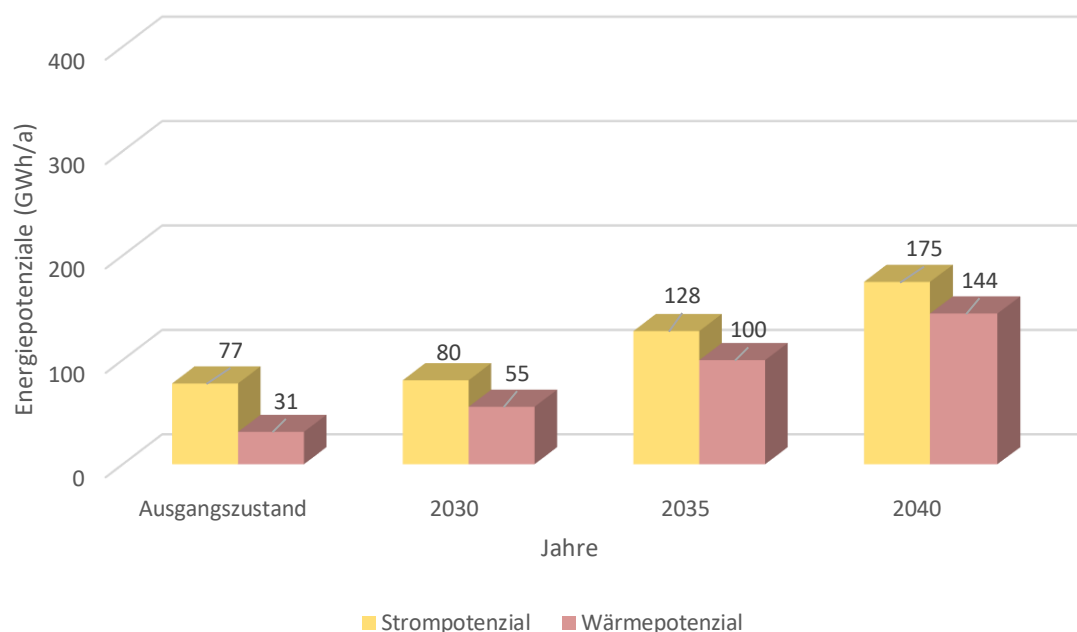


Abbildung 5-7: Entwicklung der Potenziale erneuerbare Energien nach Wärmepotenzial und Strompotenzial

Die Gegenüberstellung von Energiebedarfen und erneuerbaren Potenzialen ist zusammenfassend in Abbildung 5-8 dargestellt. Es zeigt sich, dass sowohl der verbleibende Wärmebedarf als auch der Strombedarf für die Wärmeerzeugung im Zieljahr 2040 bilanziell durch erneuerbare Energiepotenziale gedeckt werden können. Bereits in den Zwischenjahren wird deutlich, dass die erneuerbaren Strompotenziale den steigenden Strombedarf für Wärmepumpen rechnerisch abdecken können, während die Wärmepotenziale den stark sinkenden nicht-strombasierten Wärmebedarf zunehmend übertreffen.

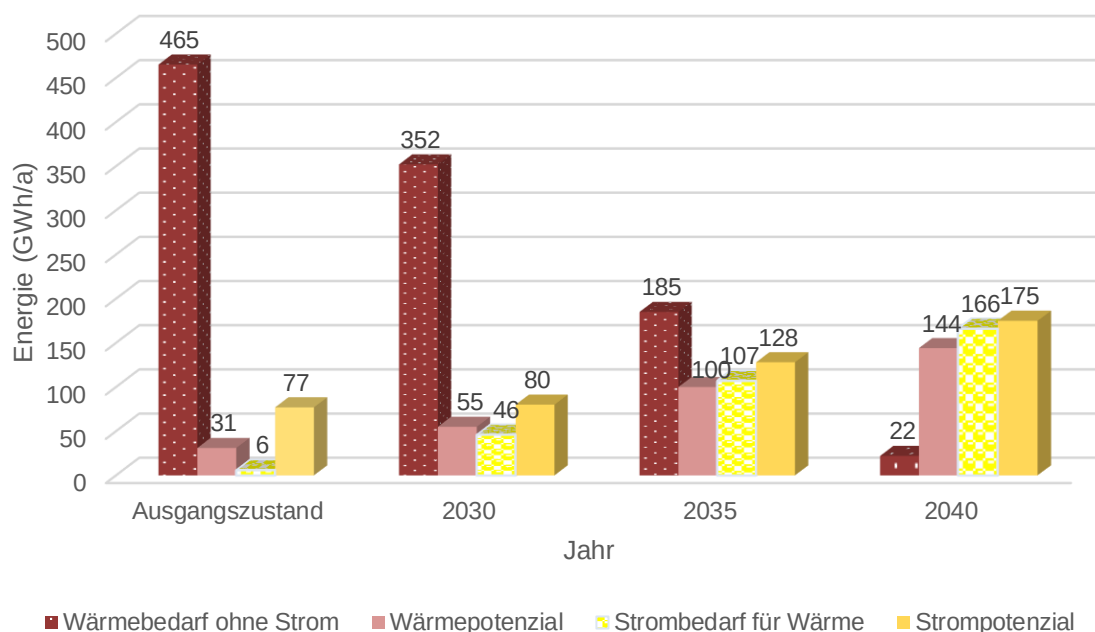


Abbildung 5-8: Gegenüberstellung von Energiebedarfen und erneuerbaren Potenzialen für Wärme und Strom vom Ausgangszustand bis 2040

5.2.3 Entwicklung der Treibhausgasbilanz

Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist es, einen belastbaren Entwicklungspfad hin zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis zum Zieljahr 2040 aufzuzeigen. Ausgangspunkt hierfür ist der Bestand fossiler Heizsysteme in der Gemeinde Stuhr. Insgesamt sind im Ausgangsjahr 12.451 Gebäude mit Heizungen auf Basis fossiler Energieträger ausgestattet.

Die Altersstruktur dieser Heizsysteme, die insbesondere bei älteren Anlagen ein erhebliches Austauschpotenzial erkennen lässt, ist in Tabelle 4-1 dargestellt. Auf Basis dieses Bestands ergibt sich zur Erreichung der Treibhausgasneutralität gemäß den Zielvorgaben des Niedersächsischen Klimagesetzes (NKlimaG) ein durchschnittlicher jährlicher Austauschbedarf von rund 825 fossilen Heizungen bis 2040.

Tabelle 5-1 Anzahl der fossilen Heizungen nach Heizungsalter in der Gemeinde Stuhr (Ausgangsjahr 2025)

Heizungsalter	Anzahl fossiler Heizungen
Älter als 20 Jahre (Einbau vor 2005)	3.382
Zwischen 10 und 20 Jahre (Einbau 2005-2015)	3.380
Jünger als 10 Jahre (Einbau ab 2015)	4.331
Keine Altersangabe	1.279

Auf Grundlage dieses Austauschpfads wurde die Entwicklung der Treibhausgasemissionen bis 2040 berechnet. Abbildung 5-9 zeigt die Entwicklung der angepassten Treibhausgasemissionen auf Basis des Heizenergiebedarfs für die Jahre 2023 bis 2040. In diesem

Szenario wurde ein zeitlich variabler, sinkender Stromemissionsfaktor angesetzt, der sich an den Prognosen der GEMIS-Datenbank (IINAS GmbH, 1989) orientiert.

Im Ausgangszustand betragen die Treibhausgasemissionen 116.378 t CO₂eq. Bis 2030 sinken sie infolge des beginnenden Austauschs fossiler Heizsysteme und erster Effizienzgewinne auf 88.252 t CO₂eq und reduzieren sich bis 2035 weiter auf 49.013 t CO₂eq. Im Zieljahr 2040 verbleiben trotz weitgehend abgeschlossener Umstellung auf erneuerbare Wärmeerzeugung noch 8.750 t CO₂eq, die im Wesentlichen aus der strombasierten Wärmeversorgung resultieren, da der Stromemissionsfaktor weiterhin positiv angesetzt wird. Unter der Annahme, dass die Stromerzeugung im Bundesstrommix bis 2045 klimaneutral erfolgt, sind die Treibhausgasemissionen 2040 mit 8.750 t CO₂eq ermittelt.

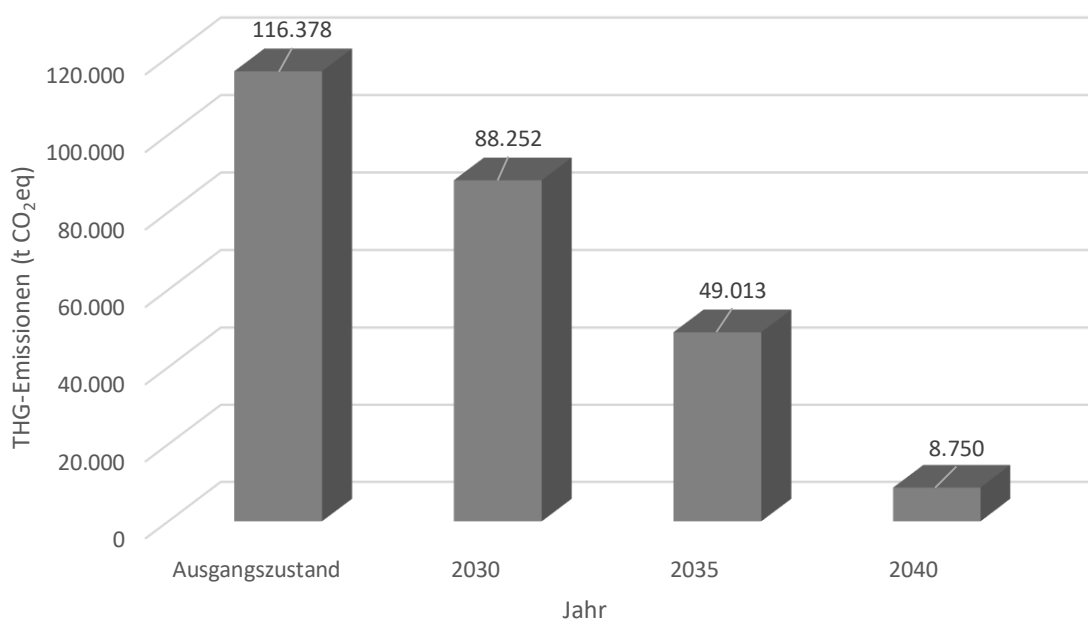


Abbildung 5-9: Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen zwischen 2023 und 2040 in der Gemeinde Stuhr

Die Differenzierung der Treibhausgasemissionen nach Energieträgern ist in Abbildung 5-10 dargestellt. Die Abbildung zeigt die Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Energieträgern auf Basis der angepassten Emissionsberechnung mit einem zeitlich sinkenden, jedoch weiterhin positiven Stromemissionsfaktor. Die Treibhausgasbilanz wird im Ausgangszustand maßgeblich durch den Energieträger Erdgas geprägt, gefolgt von Heizöl, während die Emissionen aus Flüssiggas und fester Biomasse eine untergeordnete Rolle spielen. Mit dem fortschreitenden Austausch fossiler Heizsysteme gehen die Emissionen aus fossilen Energieträgern bis 2035 deutlich zurück. Ab 2035 weist der Energieträger Strom den größten Anteil an den verbleibenden Treibhausgasemissionen auf.

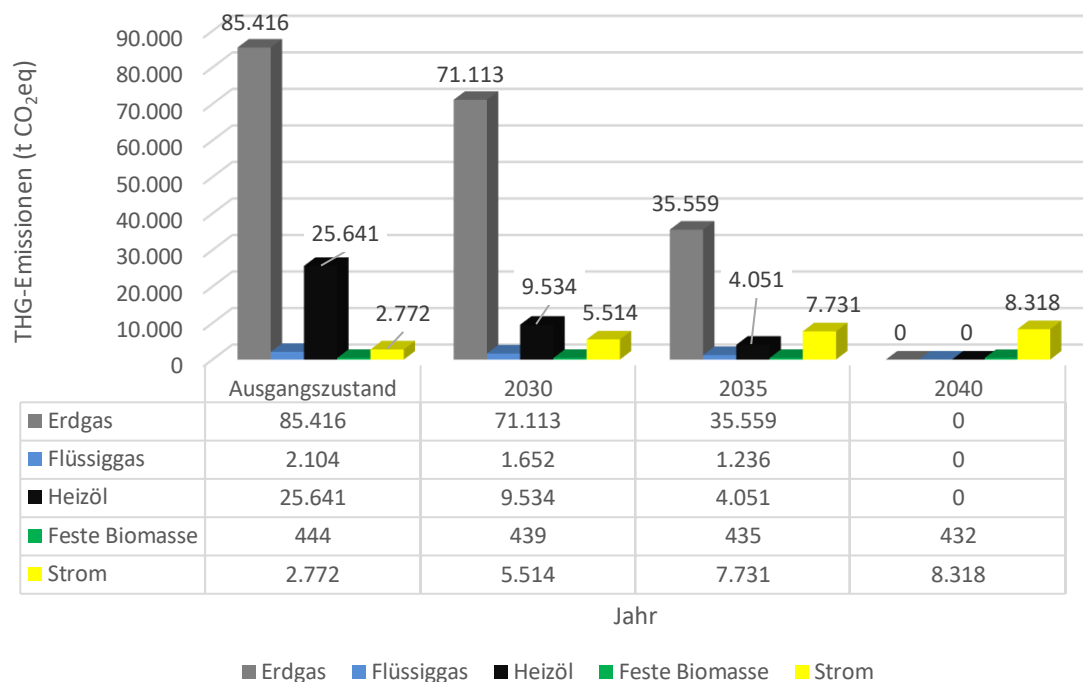


Abbildung 5-10. Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Energieträgern zwischen Ausgangszustand und 2040 (angepasste Emissionsberechnung)

Die Treibhausgasemissionen werden, wie in Abbildung 5-11 dargestellt, vor allem durch die Wärmebereitstellung in Wohngebäuden geprägt, gefolgt von den Emissionen in Gewerbe- und Industriegebäuden. Die Emissionen in den Bereichen Handel und Dienstleistungen sowie öffentliche Gebäude liegen deutlich darunter. Mit dem fortschreitenden Austausch fossiler Heizsysteme und der Umstellung auf erneuerbare Wärmeerzeugung gehen die Treibhausgasemissionen in allen Gebäudekategorien bis 2035 kontinuierlich zurück. Im Zieljahr 2040 wird in allen betrachteten Sektoren aufgrund der weiterhin nicht vollständig treibhausgasneutralen Strombereitstellung noch keine vollständig treibhausgasneutrale Wärmeversorgung erreicht.

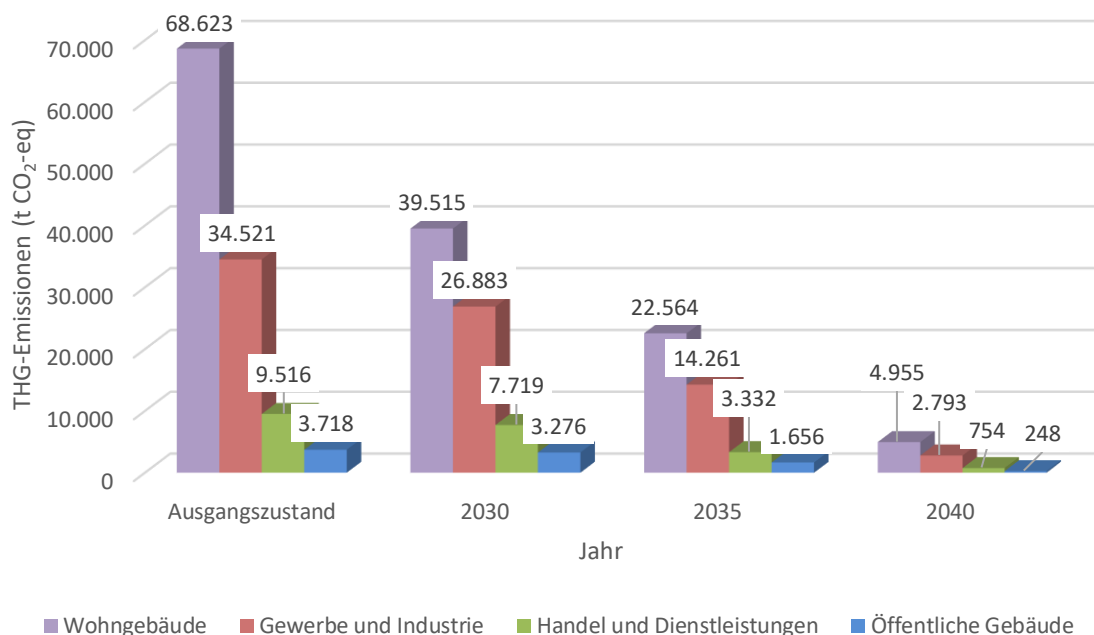


Abbildung 5-11: Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Sektoren zwischen Ausgangszustand und 2040 (angepasste Emissionsberechnung)

5.2.4 Versorgungsgebiete

5.2.4.1 Wärmenetzeignungsgebiete

Insgesamt wurden 60 potenzielle Wärmenetzeignungsgebiete identifiziert und analysiert. Die Eignung der Gebiete wurde nachfolgenden Kriterien bewertet:

- Grundlage der Bewertung war der spezifische Heizwärmebedarf ($\text{kWh/a} \cdot \text{m}^2$ bezogen auf die Gesamtfläche des Wärmenetzeignungsgebietes), ergänzt durch die Wärmelinienendichten,
- Bestehende Wärmenetze wurden berücksichtigt, um Erweiterungspotenziale zu erschließen,
- Industrielle Abwärme wurde dort eingebunden, wo sie zur Deckung des lokalen Wärmebedarfs beitragen kann.
- Bei der Nutzung industrieller Abwärme wird die Größe des Eignungsgebietes primär durch die verfügbare Abwärmemenge und den daraus resultierenden versorgbaren Wärmebedarf bestimmt; die flächenhafte Wärmedichte des Gebietes ist in diesem Fall von untergeordneter Bedeutung.
- Biogasanlagen (BGA) wurden auf ihre potenzielle Einspeisung geprüft und je nach Heizlast bestimmten Gebieten zugeordnet,
- Fließgewässer wurden analysiert, ob ihre nutzbare thermische Energie ausreicht, um benachbarte Wärmenetze zu versorgen,
 - Ergebnis: In einem Fall konnte das Fließgewässer ca. 55 % des Wärmebedarfs eines nahegelegenen Gebietes abdecken.

- Geothermie (Sondenflächen): In jedem Gebiet wurde geprüft, ob das Freiflächenpotenzial in der Nähe der Gebiete – wenn vorhanden - für Erdsonden ausreicht. Bei positiver Bewertung wird von einer vollständigen Versorgung des Netzes durch Geothermie ausgegangen. (Versorgung über Großwärmepumpe SW)
- Sole-Wasser-Wärmepumpe (WP SW): JAZ = 3,5

Versorgungsoptionen bei fehlendem lokalem Potenzial:

- Wenn keine geeigneten Potenziale (Abwärme, BGA, Geothermie) vorhanden waren, wurde die Versorgung über Luft-Wasser-Wärmepumpen vorgesehen:
- Luft-Wasser-Wärmepumpe (WP LW): JAZ = 2,5
- Zusätzlich wurde für jedes Netzgebiet berechnet, ob die verfügbaren Dachflächen für Photovoltaik ausreichen, um den Strombedarf der Wärmepumpen vollständig zu decken.

Tabelle 5-2 gibt eine Übersicht über die Einordnung der ausgewiesenen Wärmenetzeignungsgebiete nach ihrem spezifischen Heizwärmebedarf.

Tabelle 5-2: Wärmenetzeignung sowie Anzahl an Wärmenetzeignungsgebieten im Gemeindegebiet Stuhr

Wärmenetzeignung	Spezifischer Heizwärmebedarf 2040 kWh/m ² *a (Clusterfläche)	Anzahl
Sehr hoch	> 105	0
Hoch	41,5 bis < 105	3
Moderat	17,5 bis < 41,5	54
Bedingte	10 bis < 17,5	3

5.2.4.2 Treibhausgasbilanz der Wärmenetzeignungsgebiete

In Tabelle 5-3 sind die Treibhausgasemissionen der Einzelversorgungsgebiete sowie der ausgewiesenen Wärmenetzeignungsgebiete dargestellt, einschließlich ihres Anteils an den Gesamtemissionen. Die Werte beziehen sich auf den tatsächlichen Ist-Wärmeverbrauch und nicht auf den kalibrierten Wärmebedarf, um die derzeitigen Emissionen möglichst realistisch abzubilden. Etwa ein Viertel der Gesamtemissionen entfallen auf die ausgewiesenen Wärmenetzeignungsgebiete, während rund drei Viertel auf die Einzelversorgungsgebiete zurückzuführen sind.

Tabelle 5-3: Treibhausgasbilanz nach Wärmeverbrauch des gesamten Gemeindegebiets, der Einzelversorgungsgebiete und der Wärmenetzeignungsgebiete

	Gesamtes Gemeindegebiet	Einzelversorgungsgebiete	Wärmenetzeignungsgebiete
THG t CO _{2eq} /a	102.813	75.443	27.370
Anteil	100,00 %	73,38 %	26,62 %

5.2.4.3 Einzelversorgung

In Abbildung 5-12 sind die Gebiete, die mit hoher Wahrscheinlichkeit dezentral versorgt werden müssen, abgebildet. Dies ist ein Großteil des Gemeindegebiets, wo die Wärmedichten nicht ausreichen, um ein wirtschaftliches Wärmenetz zu betreiben. 75 % des Wärmebedarfs ist auf eine Einzelversorgung angewiesen, während 25 % des Wärmebedarfs mit hoher, moderater oder bedingter Wahrscheinlichkeit mittels Wärmenetze gedeckt wird. Diese 60 Gebiete werden als Wärmenetzeignungsgebiete bezeichnet. Die Gebäude in einem dezentralen Versorgungsgebiet sind demnach auf eine dezentrale Wärmeversorgung mittels Sole-Wasser- oder Luft-Wasser-Wärmepumpe, je nach Eignung, angewiesen.

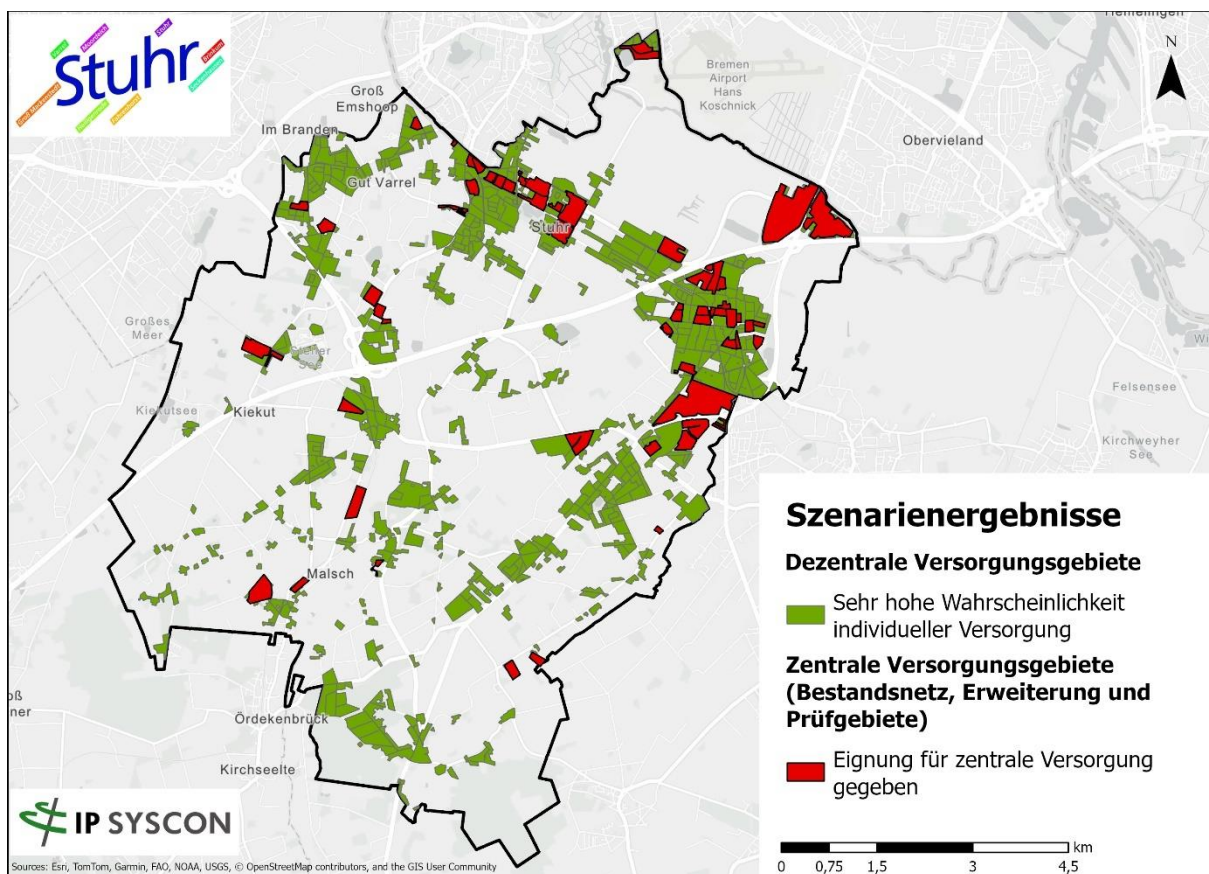


Abbildung 5-12: Wärmeversorgungsgebiete in der Gemeinde Stuhr: a) dezentrale Versorgung (grün) und b) Gebiete, die als Wärmenetzeignungsgebiete für eine zentrale Versorgung (rot). (Quelle: IP SYSCON)

5.2.4.4 Sanierungsgebiete

Von den 14.386 beheizten Gebäuden in der Gemeinde Stuhr weisen 290 Gebäude einen angepassten Jahresheizenergiebedarf von über 250 kWh/m²*a auf. Damit zählen 2,02 % der Gebäude zu den *Worst Performing Buildings* (WPB: die energetisch am schlechtesten aufgestellten Gebäude) (KfW, 2024). 206 Gebäude zählen davon zu den Wohngebäuden. 202 Gebäude (70 %) der WPB wurden vor 1950 erbaut und damit vor der ersten Wärmeschutzverordnung von 1977, die erstmals bauliche Vorschriften zu energiesparenden Wärmeschutzmaßnahmen von Gebäuden vorschrieb. Der Jahresenergiebedarf aller WPB (5,72 GWh/a, vornehmlich 1- und 2 Familienhäuser) entspricht 1,12 % des Gesamtjahreswärmebedarfs (510,73 GWh/a) der gesamten Gemeinde. Bei einer Teilsanierung der WPB wird 13,92 % der Energie gegenüber dem Ist-Zustand eingespart (Jahresheizenergiebedarf teilsaniert: 4,92 GWh/a). Bei einer Vollsaniierung wird 44,33 % der Jahresheizenergie eingespart (Jahresheizenergiebedarf vollsaniert: 3,18 GWh/a). Bei einer Teilsanierung gelten damit nur noch 19 Gebäude als WPB mit einem spezifischen Jahresheizenergiebedarf von über 250 kWh/m² a. Bei einer Vollsaniierung ist es nur noch ein Gebäude, welches ein Land- und forstwirtschaftliches Betriebsgebäude ist.

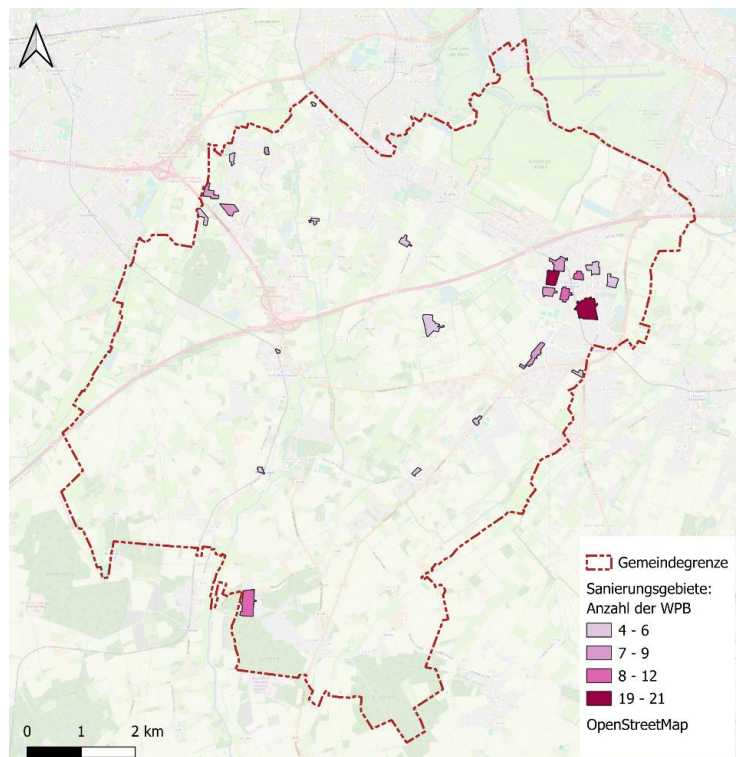


Abbildung 5-13: Mögliche Sanierungsgebiete der Gemeinde Stuhr, die mehr als drei Worst Performing Buildings beinhalten (Quelle: EKP)

Im Ist-Zustand verursacht die Wärmebereitstellung aller WPB-Gebäude zusammen jährliche Treibhausgasemissionen in Höhe von 1.427 t CO₂eq./a. Im Vergleich zu den Treibhausgasemission aller beheizten Gebäude von 116.378 t CO₂eq./a entspricht das einem Anteil von 1,23 %. Im teilsanierten Zustand liegen die Treibhausgasemissionen der WPB bei

1.229 t CO₂eq./a (Reduktion um 13,87 % im Vergleich zum Ist-Zustand) und im vollsanierten Zustand liegen diese bei 796 t CO₂eq./a (Reduktion um 44,2 % im Vergleich zum Ist-Zustand).

Die anhand der WPB ermittelten Sanierungsgebiete sind Abbildung 5-13 zu entnehmen. Von den 24 Sanierungsgebieten liegen 10 in der Gemarkung Brinkum, von denen ebenfalls die meisten zu den Gebieten mit der höchsten Anzahl an WPB zählen.

Sanierungsgebiete und Wärmenetzeignungsgebiete basieren auf unterschiedlichen fachlichen Kriterien und erfüllen unterschiedliche Funktionen. Sanierungsgebiete werden anhand einer räumlichen Konzentration von Worst Performing Buildings (WPB) abgegrenzt und dienen der Identifikation von Schwerpunkten für energetische Gebäudesanierungen.

Wärmenetzeignungsgebiete hingegen werden auf Grundlage der Wärmedichte und der potenziellen Wärmequellen ausgewiesen und beziehen sich auf die Eignung für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung. Beide Gebietstypen adressieren somit unterschiedliche Aspekte der Wärmeplanung.

5.2.5 Entwicklung der Gasversorgung

In Tabelle 5-4 ist die Anzahl der Gebäude mit Gasheizung bis zum Zieljahr 2040 dargestellt. Die Entwicklung zeigt einen deutlichen Rückgang der Gasheizungen über die nächsten Jahre.

Tabelle 5-4: Anzahl an Gebäuden mit Gasheizungen zwischen dem Ausgangszustand und 2040

Jahr	Anzahl Gebäude mit Gasheizung
2025	10.039
2030	8.119
2035	3.974
2040	0

In den nächsten 5 Jahren sollen knapp 20 % der Gasheizungen durch Heizungen auf Basis erneuerbarer Energieträger ersetzt werden. Bis 2035 sollen bereits über 60 % der Gasheizungen ausgetauscht werden.

5.3 Fazit der Szenarienanalyse für eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis 2040

In der Szenarienanalyse wurden alle Datensätze einschließlich der in Wert gesetzten Potenziale und der ermittelten Gesamtpotenziale mit dem im Gemeindegebiet zu erwartenden (räumlich-explicit dargestellten) Gesamtwärmebedarf zusammengeführt.

Dies ermöglicht der Gemeinde und allen relevanten Akteuren nun den Diskussions- und Entscheidungsprozess weiterzuführen. Die Resultate eines solchen Vorgehens können künftig in den Szenariendatensatz eingepflegt werden.

Die in diesem Bericht eingesetzten Annahmen können während des folgenden Akteursprozesses modifiziert werden und konsistent in eine Neuberechnung übernommen werden.

Das bedeutet auch, dass in den nachfolgenden Arbeitsschritten Fokusgebiete räumlich und numerisch ermittelt und Maßnahmen konkret in Zahlen und Gebietsgrößen gefasst werden können. Ein solches Vorgehen ermöglicht einen lückenlosen und plausiblen Prozess der strategischen Wärmeplanung von der Bestandsaufnahme über die Aufstellung des Maßnahmenkatalogs hin zur Weiterentwicklung der Maßnahmen- und Umsetzungsplanung für den Zeitraum bis 2040.

6 Kommunale Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog

6.1 Handlungsstrategie der Gemeinde Stuhr (i.S.v. § 20 Abs. 5 NKlimaG)

Das Handlungsziel der Gemeinde Stuhr ist der schnellstmögliche Ausstieg aus der fossilen Wärmeversorgung. Dabei sollen aber weder Bürgerinnen und Bürger noch Unternehmen durch die Gemeinde Stuhr gezwungen werden ihre bestehende Wärmeversorgung auf eine CO₂-neutrale Wärmeversorgung umzustellen. Für Neubaugebiete schließt die Gemeinde Stuhr aber bereits mittels der Bebauungspläne die fossile Wärmeversorgung aus.

Die Strategie zur Zielerreichung ist, dass sich die Gemeinde Stuhr dort für die Errichtung von CO₂-neutralen Wärmenetzen einsetzt oder für die Dekarbonisierung bestehender Wärmenetze, wo dies ökologisch und ökonomisch sinnvoll ist. Dabei beabsichtigt die Gemeinde Stuhr überwiegend nicht, solche Wärmenetze selbst zu errichten oder zu finanzieren, weil eine solche Aufgabenübernahme für eine Gemeinde von der Größe der Gemeinde Stuhr nicht realisierbar ist. Die Gemeinde Stuhr will sich aber gegenüber den großen Energieversorgern deutlich dafür einsetzen, solche CO₂-neutralen Wärmenetze dort so schnell wie möglich zu errichten, wo dies ökologisch und ökonomisch realistisch erscheint, und zwar in Wohn- und Gewerbegebieten.

Ferner will die Gemeinde Stuhr Bürgerinnen und Bürger sowie Unternehmen beraten, wie sie selbst-organisiert, z.B. durch Gründung von Genossenschaften, z.B. für ihren Straßenzug, gemeinsam mit anderen Bürgerinnen und Bürger und/oder Unternehmen kleine Wärmenetze entwickeln und betreiben können und wo dies ökologisch und ökonomisch sinnvoll erscheint. Gegebenenfalls wird die Gemeinde Stuhr hierfür auch Flächen zur Verfügung stellen, sofern dies möglich ist.

Darüber hinaus will die Gemeinde Stuhr in Bezug auf gemeindeeigene Immobilien als Vorreiter vorangehen und deren Sanierung im Hinblick auf Wärmeeinsparung vorantreiben und - so schnell wie ökologisch und ökonomisch sinnvoll - auf eine CO₂-neutrale Wärmeversorgung umstellen, auch weil dies insbesondere mittel- und langfristig den Haushalt der Gemeinde Stuhr entlasten wird und somit einen einzig verantwortungsvollen Umgang mit Steuergeldern darstellt.

Die Gemeinde Stuhr will aber auch transparent und ehrlich gegenüber ihren Bürgerinnen und Bürgern sein und Steuergelder und Ressourcen für die CO₂-neutrale Wärmeversorgung nur da einsetzen, wo dies sowohl ökologisch als auch ökonomisch sinnvoll ist und auch nur da agieren, wo kommunales Handeln erforderlich ist, weil es keine Unternehmen oder Institutionen gibt, die diese Aufgabe bereits wahrnehmen. Daher weist der Kommunale Wärmeplan aus, wo es räumlich ökonomisch nicht sinnvoll erscheint, dass gemeinschaftliche Lösungen

für eine zentrale Wärmeversorgung entwickelt werden, weil es auch für die Betroffenen ökonomischer ist, dass Haushalte oder Unternehmen die CO₂-neutrale Wärmeversorgung selbst (dezentral) realisieren, wenn sie eine neue Anlage zur Wärmeversorgung benötigen, z.B. mittels Luft-Wärme-Pumpen. Für diese Fälle wird die Gemeinde Stuhr, neben der Ausweisung dieser Orte, auch keine Beratungsleistung anbieten, da diese durch Verbraucherzentralen und Energieberatung bereits sehr versiert und zum Teil kostenneutral angeboten werden.

6.2 Maßnahmenkatalog der Gemeinde Stuhr (i.S.v. § 20 Abs. 5 NKlimaG)

6.2.1 Verhandlungen mit Netzbetreibern zur Realisierung von Wärmenetzen in geeigneten Ortsteilgebieten in der Gemeinde Stuhr sowohl für Wohngebäude als auch für Gewerbeflächen

Umsetzungsbeginn:

2026

Dauer der Maßnahme:

2026 bis Bedarfsende

Wärmenetzeignungsgebiete und CO₂-Einsparungspotenzial:

Netznummer	Verortung im Gemeindegebiet	CO ₂ -Emissionen 2022 (t CO ₂ /a)
57 & 58	Gewerbegebiet Brinkum Nord	5.957
55	Gewerbegebiet Brinkum, Marie-Curie-Straße	361
54	Kiefernweg: Wohngebiet Ortsteil Stuhr, Südl. Linie 8, östlich Blockener Straße	1.480
60	Am Schmiedekamp	330
18	Vechtaer Weg	229
32	Dammer Weg	275
26	Goldenstedter Weg	246
59	Marienburger Weg	231
14	Modelallee	150
11, 46 & 48	Mainstraße, Erftstraße, Wupperstraße	1.900
	Summe CO₂-Emissionen	11.159*

* Teilsumme der Maßnahme in Kap. 5.2.3.

Beschreibung der Maßnahme:

Ziel ist die Realisierung einer schnellstmöglichen wärmenetzbasierenden, CO₂-neutralen Wärmeversorgung für ausgewählte Wärmenetzeignungsgebiete sowohl für Wohngebäude als auch für Gewerbeflächen, mit dem Ziel, dass in der Gemeinde Stuhr dort CO₂-neutrale Wärmenetze entstehen und betrieben werden, wo dies ökologisch und für Bürgerinnen und Bürger sowie für Unternehmen ökonomisch sinnvoll ist.

6.2.2 Begleitung des Dekarbonisierungsvorhabens des Netzbetreibers im Wärmenetzgebiet BRISECK durch die Gemeindeverwaltung

Umsetzungsbeginn:

Bereits begonnen

Dauer der Maßnahme:

fortlaufend

Wärmenetzeignungsgebiet:

Netznummer: 56, Wärmenetz BRISECK

CO₂-Einsparungspotenzial:

2.103 t/a

Anzahl der Gebäude:

687

Beschreibung der Maßnahme:

Die Gemeinde Stuhr begleitet das Dekarbonisierungsvorhaben des Netzbetreibers im bestehenden Wärmenetzgebiet BRISECK und setzt sich dafür ein, dass die Dekarbonisierung so schnell als möglich erfolgt und so, dass es für die Anlieger ökonomisch sinnvoll ist.

6.2.3 Beratungsangebot für die Gründung von Bürgerenergiegenossenschaften und Interessengemeinschaften und Unternehmens-zusammenschlüsse zur Planung von neuen CO₂-neutralen Wärmenetzen und für bestehende „Bürgerenergiegenossenschaften“ o.ä. zur Dekarbonisierung ihres bestehenden Wärmenetzes (Heizzentralen)

Umsetzungsbeginn:

2026

Dauer der Maßnahme:

bis 2030

Infrage kommende Eignungsgebiete:

11 Heizzentralen; Netznummern: 59, 60, 18, 26, 32, 1, 11, 48, 46, 14, 54 und alle weiteren Wärmenetzeignungsgebiete

CO₂-Einsparungspotenzial:

27.370 t CO_{2eq}/a

Beschreibung der Maßnahme:

Die Gemeindeverwaltung Stuhr schafft ein Beratungsangebot für Genossenschaften und / oder zivilgesellschaftliche Verbraucher-Initiativen und / oder Zusammenschlüsse von Unternehmen, die erwägen, eine vernetzte CO₂-neutrale Wärmeversorgung zu errichten und zu betreiben ebenso wie für bestehende Bürgerenergiegenossenschaften u.a. zur Dekarbonisierung ihres bestehenden Wärmenetzes (Heizzentralen).

6.2.4 Prüfung, Planung und ggf. Realisierung eines Wärmenetzes in Kooperation mit weiteren Nutzern für den neuen Ortskern Stuhr als „Musterprojekt“

Umsetzungsbeginn:

2026

Dauer der Maßnahme:

Ab 2026, geförderte Netzwerkphase 2026 nach Zuwendungsbescheid ab ca. 2027

Infrage kommende Eignungsgebiete:

Netznummer: 50 im Ortskern Stuhr

CO₂-Einsparungspotenzial:

1.038 t/a

Beschreibung der Maßnahme:

Der Ortskern Stuhr wurde als potenziell geeignetes Wärmenetzgebiet identifiziert. Gleichzeitig ist der Ortskern Stuhr städtebauliches Sanierungsgebiet (Förderphase 2023 bis 2038). Die Gemeinde Stuhr wird ein Gutachten zur Möglichkeit der Realisierung eines CO₂-neutralen Wärmenetzes in Kooperation mit weiteren Nutzern für den neuen Ortskern Stuhr als „Musterprojekt“ beauftragen und – wenn dies ökologisch und ökonomisch sinnvoll ist – dieses Wärmenetz, mind. als Kooperationspartner, realisieren. Ziel der Machbarkeitsstudie ist es im aktuellen Sanierungsgebiet Ortskern Stuhr auf Basis der positiven Wärmenetzeignungsprüfung die Umsetzung einer wärmenetzbasierter Versorgung zu prüfen.

6.2.5 Umstellung der Liegenschaften der Gemeinde Stuhler auf CO₂-neutrale Wärmeversorgung und Sanierung zur Absenkung der Energieverbräuche

Umsetzungsbeginn:

Bereits begonnen

Dauer der Maßnahme:

Fortlaufend

Infrage kommende Eignungsgebiete:

Gebäude im Eigentum der Gemeinde Stuhler

CO₂-Einsparungspotenzial: 3.719 t CO₂/a

Diese Angaben ergeben sich aus den Ergebnissen des Gebäudeenergiekatasters. Hier wurden 2024/25 für 84 Gebäude (Liegenschaften der Gemeinde) jeweils ein detaillierter Energiebericht und ein Energieausweis durch einen Energieeffizienzexperten erstellt.

Beschreibung der Maßnahme:

Die Gemeinde Stuhler wird in Bezug auf gemeindeeigene Immobilien als Vorreiter vorangehen und deren Sanierung im Hinblick auf Wärmeeinsparung vorantreiben und - so schnell wie ökologisch und ökonomisch sinnvoll - auf eine CO₂-neutrale Wärmeversorgung umstellen. Dazu wird die Gemeinde Stuhler jährlich eine 3-Jahresplanung erstellen und fortschreiben, die alle für die Entscheidung, welche Immobilien prioritär und jeweils in den kommenden 3 Jahren energetisch saniert, bzw. deren Wärmeversorgung umgestellt werden soll, enthält und die die Grundlage der Beschlussfassung des Rats der Gemeinde Stuhler darstellt.

7 Anhang

Anhang 7-1: Wärmenetzeignungsgebiete mit spezifischen Heizwärmebedarfen und Kategorie der Wärmenetzeignung

Netznummer	Spezifischer Heizwärmebedarf (kWh/m ² *a)	Wärmenetzeignung
1	36	Moderate Wärmenetzeignung
2	30	Moderate Wärmenetzeignung
3	31	Moderate Wärmenetzeignung
4	31	Moderate Wärmenetzeignung
5	31	Moderate Wärmenetzeignung
6	31	Moderate Wärmenetzeignung
7	36	Moderate Wärmenetzeignung
8	31	Moderate Wärmenetzeignung
9	35	Moderate Wärmenetzeignung
10	15	Bedingte Wärmenetzeignung
11	30	Moderate Wärmenetzeignung
12	35	Moderate Wärmenetzeignung
13	30	Moderate Wärmenetzeignung
14	32	Moderate Wärmenetzeignung
15	15	Bedingte Wärmenetzeignung
16	32	Moderate Wärmenetzeignung
17	31	Moderate Wärmenetzeignung
18	33	Moderate Wärmenetzeignung
19	51	Hohe Wärmenetzeignung
20	31	Moderate Wärmenetzeignung
21	30	Moderate Wärmenetzeignung
22	27	Moderate Wärmenetzeignung
23	40	Moderate Wärmenetzeignung
24	33	Moderate Wärmenetzeignung
25	35	Moderate Wärmenetzeignung
26	30	Moderate Wärmenetzeignung
27	32	Moderate Wärmenetzeignung
28	32	Moderate Wärmenetzeignung
29	31	Moderate Wärmenetzeignung
30	31	Moderate Wärmenetzeignung
31	30	Moderate Wärmenetzeignung
32	31	Moderate Wärmenetzeignung
33	21	Moderate Wärmenetzeignung
34	39	Moderate Wärmenetzeignung
35	33	Moderate Wärmenetzeignung
36	35	Moderate Wärmenetzeignung
37	34	Moderate Wärmenetzeignung
38	32	Moderate Wärmenetzeignung
39	34	Moderate Wärmenetzeignung
40	28	Moderate Wärmenetzeignung
41	31	Moderate Wärmenetzeignung
42	29	Moderate Wärmenetzeignung
43	14	Bedingte Wärmenetzeignung
44	21	Moderate Wärmenetzeignung
45	29	Moderate Wärmenetzeignung
46	33	Moderate Wärmenetzeignung
47	33	Moderate Wärmenetzeignung
48	34	Moderate Wärmenetzeignung
49	35	Moderate Wärmenetzeignung
50	22	Moderate Wärmenetzeignung
51	31	Moderate Wärmenetzeignung
52	37	Moderate Wärmenetzeignung
53	33	Moderate Wärmenetzeignung
54	43	Hohe Wärmenetzeignung
55	59	Hohe Wärmenetzeignung
56	18	Moderate Wärmenetzeignung
57	30	Moderate Wärmenetzeignung
58	31	Moderate Wärmenetzeignung
59	41	Moderate Wärmenetzeignung
60	25	Moderate Wärmenetzeignung

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	
EFH	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	
EFH	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	
EFH	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	
EFH	Türen	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1,8	1,8	1,8	1,3	
RH	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	
RH	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	
RH	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	
RH	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	
RH	Türen	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1,8	1,8	1,8	1,3	
MFH	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	
MFH	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	
MFH	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	
MFH	Fenster, Fenstertüren	2,7	3	3	3	3	3	3	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3	0,95	
MFH	Türen	3	3	3	3	4	4	4	2	3	1,8	1,8	1,8	1,3	
GMH	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	
GMH	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	
GMH	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	
GMH	Fenster, Fenstertüren	2,8	3	3	3	3	3	3	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3	0,95	
GMH	Türen	3	3	3	3	4	4	4	2	3	1,8	1,8	1,8	1,3	
HH	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	
HH	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	
HH	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	
HH	Fenster, Fenstertüren	2,8	3	3	3	3	3	3	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3	0,95	
HH	Türen	3	3	3	3	4	4	4	2	3	1,8	1,8	1,8	1,3	
Bautyp	Bauteil	Baujahre (Ist-Zustand)					Sanierungszustand								
		Bis 1978	1979 - 2010	2010 - 2015	2016 - 2021	I	II								
HD	Dach	0,51	0,3	0,2	0,2	0,24	0,14								
HD	Außenwand	0,88	0,44	0,28	0,28	0,24	0,2								
HD	Bodenplatte	0,6	0,44	0,35	0,35	0,3	0,25								
HD	Fenster, Fenstertüren	2,89	2,09	1,3	1,3	1,3	0,95								
HD	Türen	3	3	1,8	1,8	1,8	1,3								
GI	Dach	0,98	0,29	0,35	0,35	0,35	0,25								
GI	Außenwand	1,6	0,54	0,35	0,35	0,35	0,25								
GI	Bodenplatte	1,17	0,46	0,35	0,35	0,3	0,25								
GI	Fenster, Fenstertüren	4,06	4,18	1,9	1,9	1,9	1,3								
GI	Türen	3	3	2,9	2,9	1,8	2								
Oe	Dach	0,46	0,25	0,2	0,2	0,24	0,14								
Oe	Außenwand	1,23	0,47	0,28	0,28	0,24	0,2								
Oe	Bodenplatte	0,82	0,42	0,35	0,35	0,3	0,25								
Oe	Fenster, Fenstertüren	2,73	2,09	1,3	1,3	1,3	0,95								
Oe	Türen	3	3	1,8	1,8	1,8	1,3								

Seite

Anhang 7-2: Für die Bewertung der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) der Bauteile in sanierten Zuständen wurden die Anforderungen gemäß der aktuellen Fassung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) herangezogen.

8 Literaturverzeichnis

- BAFA. (Dezember 2025). *Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)*. Von https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Foerderprogramm_im_Ueberblick/foerderprogramm_im_ueberblick_node.html abgerufen
- BAFA. (Dezember 2025). *Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)*. Von https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermeneetze/effiziente_waermenetze_node.html abgerufen
- BAFA. (Dezember 2025). *Liste der innovativen Heiztechnk.* Von https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/beg_innovative_heiztechnik.html abgerufen
- IINAS GmbH. (1989). *GEMIS: Globales Emissions-Modell integrierter Systeme*. Darmstadt: Eigenverlag. Abgerufen am 2024 von <https://iinas.org/arbeitsgemis/>
- KfW. (2024). *Worst Performing Building (WPB) – die neue Gebäudekategorie*. Frankfurt: Eigenverlag. Abgerufen am 2024 von [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Bundesfoerderung-f%C3%BCr-effiziente-Geb%C3%A4ude/Worst-Performing-Building-\(WPB\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Bundesfoerderung-f%C3%BCr-effiziente-Geb%C3%A4ude/Worst-Performing-Building-(WPB)/)
- KfW. (Dezember 2025). *Zuschuss Nr. 432 Energtische Stadtsanierung*. Von [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Energie-Versorgung-und-Netze/Energetische-Stadtsanierung-\(432\)/?redirect=791872](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Energie-Versorgung-und-Netze/Energetische-Stadtsanierung-(432)/?redirect=791872) abgerufen
- Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen. (2023). *Wärmebedarfskarte Niedersachsen*. Hannover: Eigenverlag.
- Modellregion Agri-Photovoltaik Baden-Württemberg. (2023). *FAQs zu Agri-Photovoltaik: Häufig gestellte Fragen beantwortet* (Stand Juli 2023). AgriPV BW. Abgerufen von https://agripv-bw.de/dokumente/14/FAQs_zu_Agri-PV_Jul2023_skLhw4u.pdf
- NBank. (Dezember 2025). *Modernisierung von Mietwohnungen in Mehrfamilienhäusern*. Von <https://www.nbank.de/F%C3%B6rderprogramme/Aktuelle-F%C3%B6rderprogramme/Modernisierung-von-Mietwohnungen-in-Mehrfamilienh%C3%A4usern.html#unserefoerderleistungen> abgerufen
- Statistisches Bundesamt. (12. 11 2024). *Wohnungsbestand im Zeitvergleich*. Von <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Wohnen/Tabellen/liste-wohnungsbestand.html> abgerufen
- Umweltbundesamt. (2025). *Datentabelle zu den Treibhausgas-Projektionen 2025 (ehemals Kernindikatoren)*. Abgerufen am November 2025 von

<https://www.umweltbundesamt.de/dokument/datentabelle-zu-den-treibhausgas-projektionen-2025>

- 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.
- Walter, Anna; Wiehe, Julia; Schlömer, Gerrit; Hashemifarazad, Ali; Wenzel, Tim; Albert, In-grid et al. (2018): Naturverträgliche Energieversorgung aus 100 erneuerbaren Energien 2050. Bonn - Bad Godesberg (BfN-Skripten 501), 2018. Online verfügbar unter https://bfm.bsz-bw.de/frontdoor/deliver/index/docId/202/file/Skript_501.pdf
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) 2014: Faustzahlen. Themenportal Biogas. <https://biogas.fnr.de/daten-und-fakten/faustzahlen>
- Jochum et al. 2015 Jochum, P., Mellwig, P., Lempik, J., von Oehsen, A., Kulka, M., Pehnt, M., Blachut, T., Fehr, J., Wolff, J., Fortuniak, A., Wallstab, T. 2015. Dämmbarkeit des deutschen Gebäudebestands. Beuth Hochschule für Technik Berlin & ifeu- Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg.



Ihre Ansprechpartnerin in diesem Projekt



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



EKP
ENERGIE. KLIMA. PLAN.

EKP Energie. Klima. Plan. GmbH
Albert-Einstein-Straße 8
49076 Osnabrück

