



Kommunale Wärmeplanung Stadt Wilhelmshaven



Erläuterungsbericht



IMPRESSUM

Herausgeberin:

Stadt Wilhelmshaven

Erarbeitung:

Stadt Wilhelmshaven

Auftragnehmerin:

enercity AG

Glockseeplatz 1

30169 Hannover

Telefon: 0511 430 0

E-Mail: waermeplanung@enercity.de

In Kooperation mit:

IP SYSCON GmbH

Warmbüchenkamp 4

30159 Hannover

Telefon: 0511 85 03 03 0

E-Mail: info@ipsyscon.de

Stand

18.08.2026

Änderungen zur Fassung vom 10.08.2026 sind in dieser grünen Schriftfarbe.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	5
Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	8
Zusammenfassung	9
1 Einleitung	12
1.1 Kommunale Wärmeplanung.....	12
1.2 Projektmanagement.....	14
1.3 Kommunikations- und Beteiligungsstrategie	14
1.4 Bericht	16
2 Datenerhebung.....	17
2.1 Datengrundlage	17
2.2 Datenschutz.....	20
3 Bestandsanalyse	21
3.1 Wärmebedarf.....	21
3.2 Wärmeverbrauch	23
3.2.1 Georeferenzierung der Daten	25
3.2.2 Datenintegration und Qualitätssicherung	25
3.3 Betrachtungsebenen.....	25
3.4 Energie und Treibhausgasbilanz.....	27
3.5 Ergebnisse der Bestandsaufnahme	28
3.5.1 Beschreibung der Stadtstruktur	28
3.5.2 Gebäude- und Siedlungsstruktur	29
3.5.3 Bestehende Wärmeversorgungsinfrastruktur	35
3.5.4 Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfs- und - verbrauchs.....	40
3.5.5 Energie- und Treibhausgasbilanz	45
4 Potenzialanalyse	50
4.1 Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs durch Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz	51
4.2 Geothermie	54
4.2.1 Erdwärmesonden	55
4.2.2 Erdwärmekollektoren	55
4.2.3 Tiefengeothermie.....	59
4.3 Unvermeidbare Abwärme aus industriellen Prozessen	61
4.4 Abwärmepotenzial aus kommunalen Kläranlagen.....	62

4.5	Umweltwärme aus Oberflächengewässern	63
4.6	Solaranalyse	66
4.6.1	Solarthermie	66
4.6.2	Photovoltaik	68
4.7	Biomasse	71
4.7.1	Ermittlung des erschließbaren Holzpotenzials	71
4.7.2	Ermittlung des erschließbaren Potenzials auf Ackerflächen	71
4.7.3	Ermittlung des erschließbaren Potenzials auf Grasland	72
4.7.4	Ermittlung des technischen Potenzials aus der Abfallwirtschaft	72
4.8	Potenzial der Luft als Wärmequelle	73
4.9	Fazit der Potenzialanalyse	75
5	Zielszenario	77
5.1	Entwicklung des Wärmebedarfs im Zielszenario	77
5.2	Wärmelinienichte	79
5.3	Wärmenetzeignung	80
5.4	Entwicklung der Wärmeversorgung / Heizsysteme	82
5.5	Entwicklung der Treibhausgasemissionen (THG)	84
5.6	Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	84
6	Umsetzungsmaßnahmen und Steckbriefe	87
6.1	Umsetzungsmaßnahmen	87
6.2	Maßnahmen-Steckbriefe	89
6.3	Fokusgebiete	98
7	Wärmewendestrategie	106
7.1	Verstetigung	106
7.2	Controlling	107
8	Erläuterung Fachbegriffe	109
9	Literaturverzeichnis	111
10	Anhang	112

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
Basis-DLM	Digitales Landschaftsmodell
BfEE	Bundesstelle für Energieeffizienz
BHKW	Blockheizkraftwerk
DWD	Deutscher Wetterdienst
EFH	Einfamilienhaus
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistung
GW / GWh	Gigawatt / -stunden, 1 GWh entspricht 1 Mio. kWh
GuD-Heizkraftwerk	Gas- und Dampfturbinen-Heizkraftwerk
JAZ	Jahresarbeitszahl
kW / kWh	Kilowatt / -stunden
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWP	Kommunale Wärmeplanung
LoD2	3D-Gebäudemodell im Level of Detail 2
MaStR	Marktstammdatenregister
MFH	Mehrfamilienhaus
MW / MWh	Megawatt / -stunden
NKlimaG	Niedersächsisches Klimagesetz
RH	Reihenhaus
THG	Treibhausgas
TW / TWh	Terrawatt / -stunden
WGK	Wärmegestehungskosten
WLD	Wärmeliniendichte
WPG	Wärmeplanungsgesetz

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 0-1: Sektoraler Wärmeverbrauch in der Stadt Wilhelmshaven	9
Abbildung 0-2: Wärmebedarf und Wärmepotenziale der Stadt Wilhelmshaven	10
Abbildung 0-3: Wärmeversorgungsgebiet im Zieljahr 2040	11
Abbildung 1-1: Ablauf der kommunalen Wärmeplanung.....	13
Abbildung 1-2: Zeitplan der kommunalen Wärmeplanung in Wilhelmshaven	14
Abbildung 1-3: Relevante Akteur*innen.....	15
Abbildung 3-1:Ansatz für die Faktoren zur Anpassung der berechneten Energiekennwerte an das typische Niveau von Verbrauchskennwerten.....	23
Abbildung 3-2: Darstellung der unterschiedlichen Aggregationsebenen.....	27
Abbildung 3-3: Stadtteile des Stadtgebiets Wilhelmshaven.....	29
Abbildung 3-4: Verteilung der Gebädefunktionen nach Anzahl der Gebäudetypen	30
Abbildung 3-5: Verteilung der überwiegenden Gebäudenutzungen in der Stadt.....	31
Abbildung 3-6: Verteilung der Baualtersklassen	32
Abbildung 3-7: Verteilung der Baualtersklassen nach Gebäudetypen in der Stadt	33
Abbildung 3-8: Entwicklung der Bebauung in der Stadt.....	33
Abbildung 3-9: Verteilung der Nutzungsflächen in m ²	34
Abbildung 3-10: Verteilung der primären Energieträger in der Stadt Wilhelmshaven.....	36
Abbildung 3-11: Verteilung des überwiegenden Energieträgers in den Versorgungsgebieten	37
Abbildung 3-12: Anzahl der installierten Erdgas- und Heizöl-Heizungen nach Baujahr	37
Abbildung 3-13: Darstellung der im Stadtgebiet bestehenden KWK-Erzeugungsanlagen	38
Abbildung 3-14: Anteil des Stromverbrauchs für Wärmeanwendungen.....	39
Abbildung 3-15: Sektoraler Wärmeverbrauch in der Stadt Wilhelmshaven.....	40
Abbildung 3-16: Spezifischer Jahresheizenergieverbrauch in den Versorgungsgebieten als Wärmeverbrauchsichte	44
Abbildung 3-17:Spezifischer Wärmeenergieverbrauch pro Straßenmeter	45
Abbildung 3-18: Anteil der Energieträger am Gesamtverbrauch in der Stadt.....	46
Abbildung 3-19: Energiebilanz der Energieträger nach Sektoren	46
Abbildung 3-20: Anteil der THG-Emissionen in t CO ₂ eq. nach Energieträger	47
Abbildung 3-21: Verteilung der THG-Emissionen nach Sektoren	48
Abbildung 3-22: Absolute THG-Emissionen (CO ₂ eq) nach Sektoren und Energieträgern.....	48
Abbildung 3-23: Verteilung der absoluten THG-Emissionen in den Versorgungsgebieten.....	49
Abbildung 4-1: Entwicklung des Jahresheizenergiebedarfs.....	53
Abbildung 4-2: Entwicklung des theoretisch berechneten Prozesswärmebedarfs	54
Abbildung 4-3 Spezifische Wärmeentzugsleistung für Erdkollektoren	56
Abbildung 4-4: Gebiete mit nachgewiesenem hydrothermischem Potenzial.....	60
Abbildung 4-5: Standorte der Unternehmen mit relevantem Abwärmepotenzial und Projekte aus dem EnergyHub -WHV	62

Abbildung 4-6: Lage der Kläranlagen im Stadtgebiet	63
Abbildung 4-7: Lage der Flüsse Oker und Aller sowie der Umkreis von 1 km von diesen.....	65
Abbildung 4-8: Positivfreiflächen für die Berechnung des Solarthermie und Photovoltaik Potentials	68
Abbildung 4-9: Gegenüberstellung des solaren Potenzials	69
Abbildung 4-10: Gegenüberstellung des solaren Potenzials	69
Abbildung 4-11: Strompotenzial aus PV-Anlagen auf Dachflächen	70
Abbildung 4-12: Theoretische energetische Potenzial für Reststoffe des Siedlungsabfalls	73
Abbildung 4-13: Potenzial aus Reststoffe.....	73
Abbildung 4-14: Geeignete Grundstücke für Luftwärmepumpen	74
Abbildung 4-15: Grenzabstand von Wärmepumpen nach NBauO.....	75
Abbildung 4-16: Zusammenfassung der absoluten technischen Nachfrage-Potenzialen.....	76
Abbildung 5-1: Entwicklung Wärmebedarf bei Sanierungsrate 0,7 %.....	77
Abbildung 5-2: Wärmebedarf im Zieljahr 2040 je m ² Nutzfläche	78
Abbildung 5-3: Wärmelinien-dichte im Zieljahr 2040 bei 0,7 % Sanierungsrate	79
Abbildung 5-4: Wärmenetzeignung im Zieljahr 2040 bei 0,7 % Sanierungsrate	81
Abbildung 5-5: prognostizierte CO ₂ Emmissionen bis 2040.....	84
Abbildung 5-6: Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2040 bei 0,7 % Sanierungsrate.....	85
Abbildung 6-1: Fokusgebiet 1 – Wärmeverbrauchsdichte	99
Abbildung 6-2: Fokusgebiet 1 - Baualtersklasse.....	99
Abbildung 6-3: Fokusgebiet 2 – Wärmeverbrauchsdichte	100
Abbildung 6-4: Fokusgebiet 2 - Baualtersklasse.....	101
Abbildung 6-5: Fokusgebiet 3 – Wärmeverbrauchsdichte	102
Abbildung 6-6: Fokusgebiet 3 – Baualtersklasse.....	103
Abbildung 6-7: Fokusgebiet 4 - Wärmeverbrauchsdichte	104
Abbildung 6-8: Fokusgebiet 4 - Baualtersklasse.....	105

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1 Übersicht der durchgeführten Veranstaltungen	16
Tabelle 2-1: Darstellung der eingeflossenen Datenquellen	17
Tabelle 2-2: Baualtersklassenverteilung	19
Tabelle 3-1: Angenommene Volllaststunden für die kommunale Wärmeplanung Stadt Wilhelmshaven	24
Tabelle 3-2: Für die THG-Bilanzierung verwendeten Emissionsfaktoren	28
Tabelle 3-3: Flächendichte beheizte Nutzfläche im Sektor Wohnen	34
Tabelle 3-4: Zuordnung Wärmedichteklassen zur Eignung von Wärmenetzen in Clustergebieten	42
Tabelle 3-5: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmeliniendichte	43
Tabelle 4-1: Auflistung der untersuchten Potenziale	50
Tabelle 4-2: Entwicklung des Jahresheizenergiebedarfs in den Szenarien unter Annahme unterschiedlicher Sanierungsraten; prozentuale Einsparung gegenüber dem Ist-Zustand in Klammern angegeben.....	52
Tabelle 4-3: Potential der prozentualen Einsparungen bei der Prozesswärme nach KWW-Technikkatalog für die Sektoren Industrie und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen	54
Tabelle 4-4: Jährliches technisches Potenzial aus Erdwärmesonden in der Stadt Wilhelmshaven	58
Tabelle 4-5: Flächeneignung und jährliches Potenzial aus Erdwärmekollektoren in der Stadt Wilhelmshaven	58
Tabelle 4-6: Umweltwärmepotenzial Jade-Kanal.....	64
Tabelle 4-7: Umweltwärmepotenzial Maade.....	64
Tabelle 5-1: Verwendete Daten für die Ermittlung der Wärmenetzeignung	81
Tabelle 5-2: Annahmen für das Zielszenario der Wärmeversorgung	82
Tabelle 6-1: Übersicht der erarbeiteten Maßnahmen	87
Tabelle 7-1: Mögliche Indikatoren für ein Controlling.....	108
Tabelle 8-1: Erläuterung Fachbegriffe	109

Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht fasst die wesentlichen Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Wilhelmshaven zusammen. Ziel der Wärmeplanung ist es, eine langfristige, treibhausgasneutrale und wirtschaftlich tragfähige Wärmeversorgung für das gesamte Stadtgebiet zu entwickeln. Grundlage hierfür bilden umfangreiche Bestands- und Potenzialanalysen sowie räumlich differenzierte Szenarioberechnungen, die im Auftrag der Stadt Wilhelmshaven von der enercity AG und der IP SYSCON GmbH durchgeführt wurden. Die Ergebnisse der Wärmeplanung werden ergänzend in einer interaktiven Wärmekarte unter <https://waermeplanung-whv.ipsyscon.de> veröffentlicht.

Die Stadt Wilhelmshaven verfolgt im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung das Ziel, bis zum Jahr 2040 eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen. Damit orientiert sich die Planung sowohl an den gesetzlichen Anforderungen als auch an den übergeordneten klimapolitischen Zielsetzungen. Die Wärmeplanung dient dabei als strategisches Instrument, um die notwendigen Transformationsprozesse im Wärmesektor systematisch zu strukturieren und eine fundierte Entscheidungsgrundlage für zukünftige Investitionen und Maßnahmen zu schaffen.

Ausgangspunkt ist die Analyse der bestehenden Versorgungsstruktur und des aktuellen Wärmebedarfs, welcher sich auf etwa 880 GWh pro Jahr beläuft. Den größten Anteil am Wärmebedarf hat der Sektor Wohnen mit etwa 66 %. Die Wärmeversorgung wird aktuell stark durch fossile Energieträger geprägt, insbesondere durch Erdgas, das etwa 90 % des Wärmeverbrauchs ausmacht.

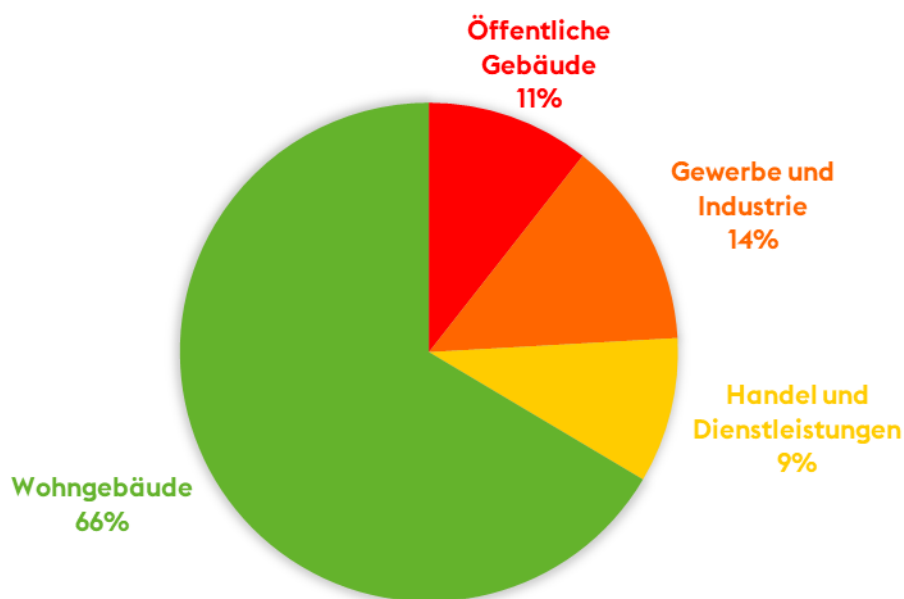


Abbildung 0-1: Sektoraler Wärmeverbrauch in der Stadt Wilhelmshaven

Die Analyse des Gebäudebestands zeigt, dass ein erheblicher Teil der Gebäude energetisch sanierungsbedürftig ist: Rund 65 % der Gebäude stammen aus der Zeit vor 1979 und weisen entsprechend erhöhte Wärmeverluste auf. Insgesamt umfasst die Betrachtung etwa 20.100 Gebäude, deren Wärmeversorgung überwiegend dezentral über Einzelheizungen erfolgt.

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden umfangreiche technische Potenziale für erneuerbare Wärmequellen identifiziert. Eine besondere Bedeutung kommt dabei Wärmepumpensystemen zu, die Wärme aus Luft, Erdreich oder Grundwasser (Umweltwärme) nutzen. Hervorzuheben sind auch die Potenziale der oberflächennahen Geothermie, sowie solarthermische Potenziale auf Dachflächen.

Rein rechnerisch übersteigen die ermittelten technischen Potenziale den prognostizierten Wärmebedarf deutlich. Dies ist vor allem auf das große Flächenangebot für Erdsonden und Kollektoren zurückzuführen. Für die praktische Umsetzung ist jedoch entscheidend, welche Anteile dieser Potenziale räumlich, wirtschaftlich und infrastrukturell tatsächlich erschlossen werden können.

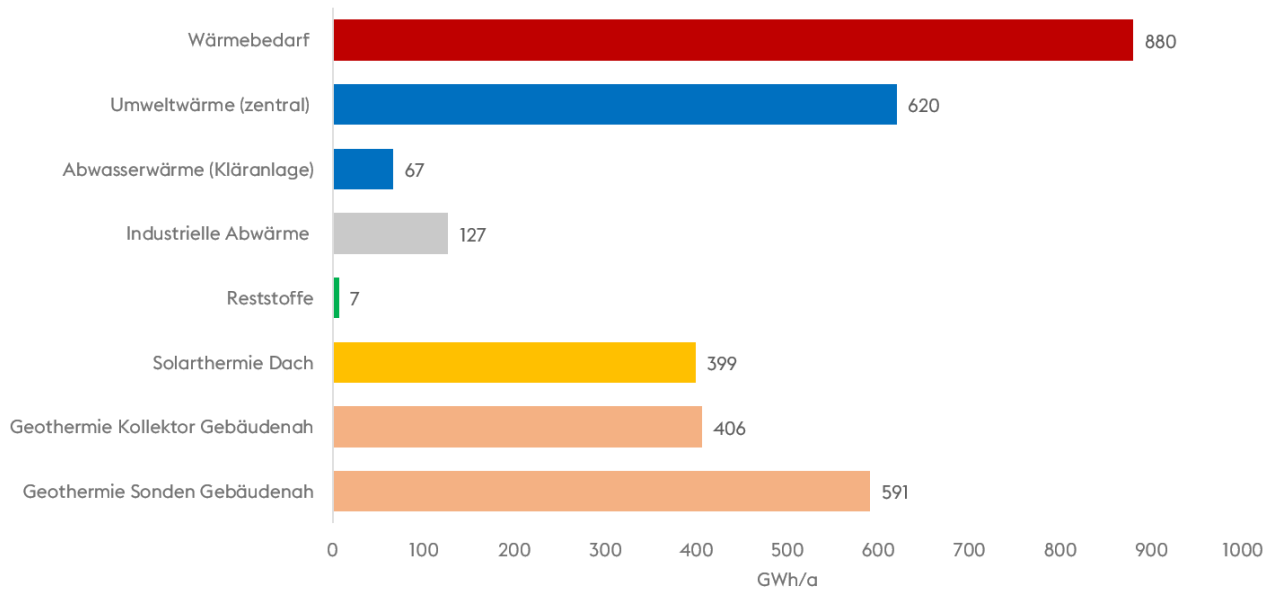


Abbildung 0-2: Wärmebedarf und Wärmepotenziale der Stadt Wilhelmshaven

Für das Zielszenario wird eine jährliche Sanierungsrate von 0,7 % zugrunde gelegt. Unter dieser Annahme wird der Wärmebedarf bis zum Jahr 2040 auf etwa 855 GWh/a reduziert, was einem Rückgang von rund 2,9 % entspricht. Parallel dazu erfolgt eine umfassende Transformation der Wärmeversorgung hin zu erneuerbaren Technologien. Dabei wird angenommen, dass sich in Zukunft jeweils die wirtschaftlich günstigsten Wärmeversorgungssysteme für die einzelnen Gebäude durchsetzen.

Ein zentrales Ergebnis der Wärmeplanung ist die räumlich differenzierte Strategie der zukünftigen Wärmeversorgung. In dicht bebauten Bereichen mit hohen Wärmedichten wie beispielsweise in der Innenstadt, Bant und Heppens aber auch im nördlichen Bereich in Fedderwardergroden bestehen geeignete Voraussetzungen für Wärmenetze. Weiterhin sollte Sengwarden aufgrund der räumlichen Nähe zu industrieller Abwärme mit entsprechend angepassten Rahmenbedingungen auf eine Wärmenetzeignung untersucht werden. Für diese Gebiete wird empfohlen, die Machbarkeit von Neubau- oder Erweiterungsmaßnahmen im Rahmen vertiefender Studien zu prüfen. Die Ausweisung von Wärmenetzeignungsgebieten stellt dabei ausdrücklich keine Verpflichtung zum Anschluss dar, sondern dient als planerische Orientierung für mögliche zukünftige Entwicklungen. In den übrigen Gebieten erweist sich eine dezentrale Wärmeversorgung als wirtschaftlich sinnvollste Lösung. In diesen Bereichen erfolgt die Wärmebereitstellung zukünftig vorrangig gebäudespezifisch, insbesondere über Wärmepumpen, häufig in Kombination mit Photovoltaikanlagen. In weniger dicht bebauten Gebieten sind zentrale Wärmenetze aufgrund geringer Wärmeliniendichten in der Regel nicht wirtschaftlich realisierbar.

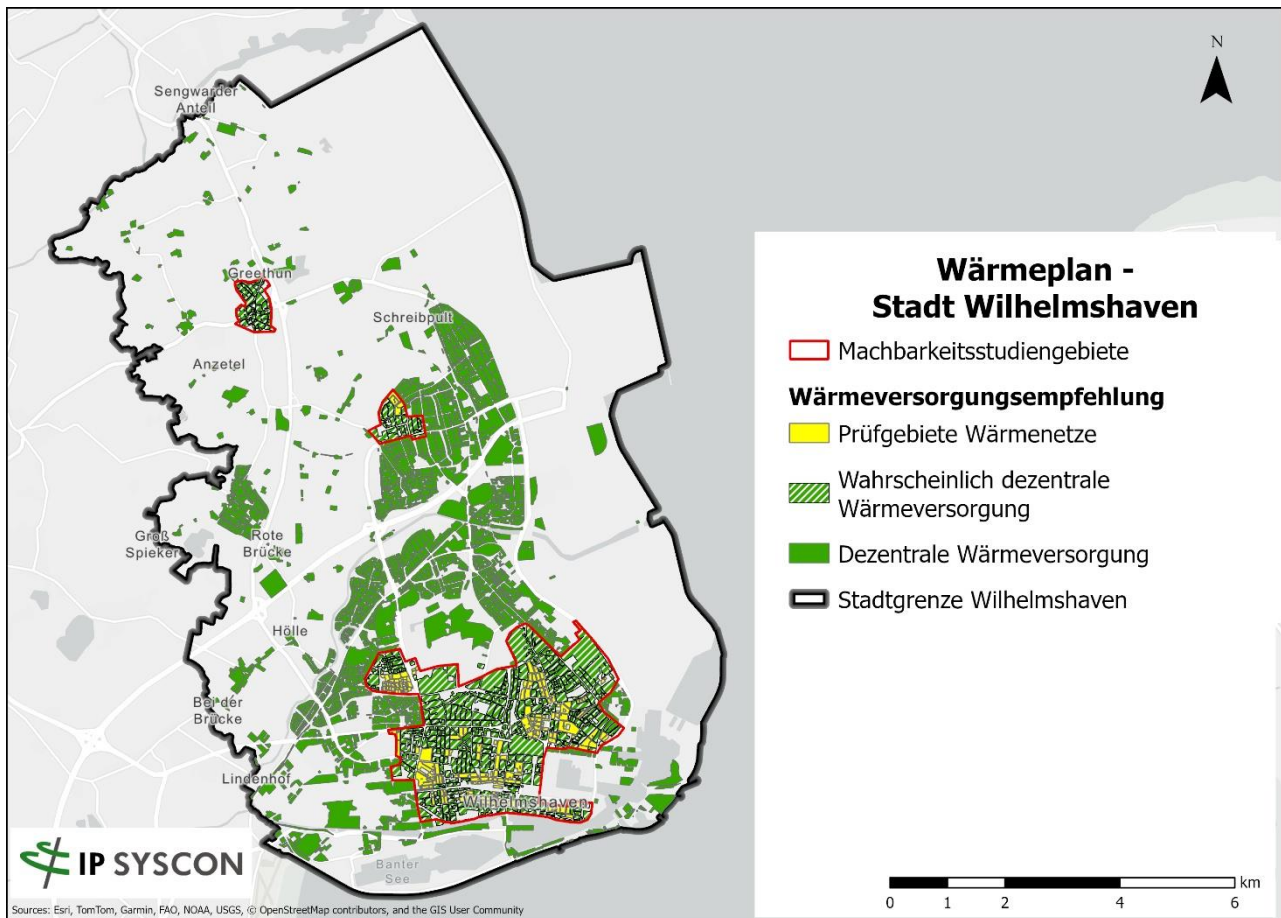


Abbildung 0-3: Wärmeversorgungsgebiet im Zieljahr 2040

In Abbildung 0-3 wird dargestellt, wo Machbarkeitsstudien für ein Wärmenetz in Wilhelmshaven sinnvoll sein können.

Dabei werden drei Gebiete voneinander unterschieden:

- **Dezentrale Wärmeversorgung:** Hier wird keine Machbarkeitsstudie für ein Wärmenetz durchgeführt. Dezentrale Wärmelösungen, in der Regel Wärmepumpen, werden hier empfohlen.
- **Wahrscheinlich dezentral Wärmeversorgung:** Hier wird eine Machbarkeitsstudie für ein Wärmenetz durchgeführt. Unterschiedliche Gründe wie z.B. eine geringe Wärmeverbrauchs-dichte sprechen nach heutigem Stand dafür, dass eine dezentrale Wärmeversorgung zu empfehlen ist.
- **Prüfgebiet für zentrale Wärmeversorgung:** Hier wird eine Machbarkeitsstudie für ein Wärmenetz durchgeführt. Dort wird im Detail geprüft, wo ein potenzielles Netz langlaufen könnte, es werden Erzeugerstandorte identifiziert und neben den technischen Rahmenbedingungen werden die wirtschaftlichen Kriterien betrachtet. Dies bedeutet nicht, dass hier auf jeden Fall ein Wärmenetz gebaut wird.

Auf Grundlage des Wärmeplans wurden konkrete Umsetzungsmaßnahmen abgeleitet, die sowohl kurzfristig wirksame Informations- und Beratungsangebote als auch langfristige strukturelle Maßnahmen umfassen. Dazu zählen unter anderem Energieberatungen, Wärmepumpen-Eignungschecks, die Sanierung öffentlicher Gebäude sowie die Prüfung und Weiterentwicklung von Wärmenetzen. Ergänzt werden diese Maßnahmen durch eine Verstätigungs- und Controlling-Strategie, um die Umsetzung der Wärmeplanung kontinuierlich zu begleiten und Fortschritte nachvollziehbar zu machen.

1 Einleitung

Die Wärmeversorgung in Deutschland steht vor großen Herausforderungen. Trotz erheblicher Fortschritte bei der Reduktion von Treibhausgasemissionen im Stromsektor bleibt die Wärmeversorgung weiterhin stark von fossilen Energieträgern wie Gas und Öl abhängig. Rund 80 % der Wärmenachfrage wird derzeit durch fossile Brennstoffe gedeckt (Umweltbundesamt 2025, S. 11), was erhebliche Auswirkungen auf die Klimabilanz hat. Die steigenden Preise für Gas und Öl sowie die geopolitischen Unsicherheiten verdeutlichen die Notwendigkeit einer nachhaltigen und unabhängigen Wärmeversorgung.

Um die Klimaziele der Bundesregierung zu erreichen und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu verringern, ist eine umfassende Umstellung auf erneuerbare Energien und die Nutzung unvermeidbarer Abwärme erforderlich. Diese Herausforderungen machen deutlich, dass eine strategische Planung und Umsetzung auf kommunaler Ebene unerlässlich sind. Eine nachhaltige Wärmeversorgung kann nur durch eine gezielte und koordinierte Vorgehensweise erreicht werden, die alle relevanten Akteure einbezieht und auf fundierten Daten und Analysen basiert. Hier setzt die kommunale Wärmeplanung (KWP) an, die es ermöglicht, maßgeschneiderte Lösungen für die spezifischen Bedürfnisse und Gegebenheiten jeder Kommune zu entwickeln.

Die Umsetzung und Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung ist eine zentrale Aufgabe der Kommune, da die Wärmeversorgung stark von den örtlichen Gegebenheiten abhängt und nur auf lokaler Ebene ganzheitlich koordiniert werden kann. Einzelnen Unternehmen fehlt hier die übergeordnete Koordinationsfähigkeit für das Gebiet der Kommune. Zu den wesentlichen Aufgaben der Kommune gehört es, die Interessen verschiedener Akteure wie Energieversorger, Netzbetreiber, Unternehmen, Gebäudeeigentümer und Bürgerinnen und Bürger zusammenzuführen und langfristige Planungssicherheit zu schaffen. Dadurch kann die lokale Wertschöpfung gestärkt werden und Investitionen in die Wärmewende werden erleichtert, da die Wirtschaftlichkeit von Projekten zunächst bewertet und geeignete Rahmenbedingungen geschaffen werden müssen.

Die Kommune trägt außerdem Verantwortung für die Erreichung von Klimaschutzzielen und die Sicherstellung einer zuverlässigen und bezahlbaren Wärmeversorgung. Da Marktakteure vor allem wirtschaftliche Interessen verfolgen, übernimmt die Kommune eine koordinierende Rolle, um eine flächendeckende und ausgewogene Wärmeversorgung zu gewährleisten, Investitionen anzustoßen und Potenziale wie industrielle Abwärme systematisch zu erschließen. Dies erfordert den Blick über die gesamte Kommune, den einzelne Unternehmen oft nicht haben.

1.1 Kommunale Wärmeplanung

Die kommunale Wärmeplanung ist ein strategischer Prozess zur nachhaltigen und effizienten Gestaltung der Wärmeversorgung einer Kommune. Sie analysiert die aktuelle Situation, identifiziert Potenziale für erneuerbare Energien und entwickelt Maßnahmen zur CO₂-Reduktion. Das Ziel ist die Planung einer langfristig stabilen, umweltfreundlichen und kosteneffizienten Wärmeversorgung. Dabei werden Nachhaltigkeit, Effizienz, soziale Gerechtigkeit und wirtschaftliche Stabilität angestrebt.

Die gesetzliche Grundlage der kommunalen Wärmeplanung in Niedersachsen ergibt sich aus dem Niedersächsischen Klimagesetz (NKlimaG), insbesondere § 20 NKlimaG, das Gemeinden verpflichtet, einen Wärmeplan zu erstellen, regelmäßig fortzuschreiben und zu veröffentlichen. Gleichzeitig setzt Niedersachsen mit der Novelle des Klimagesetzes die Vorgaben des Bundes-Wärmeplanungsgesetzes (WPG) um, das eine flächendeckende Wärmeplanung in allen Ländern vorschreibt.

Der generelle Ablauf einer kommunalen Wärmeplanung lässt sich in vier Hauptphasen unterteilen und ist in Abbildung 1-1 dargestellt:



Abbildung 1-1: Ablauf der kommunalen Wärmeplanung (Quelle: KEAN)

1. **Bestandsanalyse:** In dieser Phase wird der aktuelle Zustand der Wärmeversorgung in der Kommune erfasst. Dazu gehören die Analyse des Wärmeverbrauchs oder -bedarfs der Gebäude, die Ermittlung der wärmebezogenen Treibhausgasemissionen, die Beschreibung des Gebäudebestands und der Siedlungsstruktur sowie die Untersuchung der bestehenden Wärmeversorgungsstruktur.
2. **Potenzialanalyse:** Hier werden Möglichkeiten zur Senkung des Wärmebedarfs und zur Nutzung erneuerbarer Energien untersucht. Dies umfasst energetische Maßnahmen an Gebäuden, die Nutzung von Abwärme, Geothermie und Kraft-Wärme-Kopplung. Ziel ist es, die Potenziale für eine nachhaltige Wärmeversorgung zu identifizieren.
3. **Szenarien Wärmeversorgung:** In dieser Phase werden verschiedene Szenarien für die zukünftige Wärmeversorgung entwickelt und berechnet. Dabei werden die erforderlichen Wärmemengen für unterschiedliche Zeitpunkte, wie beispielsweise das Jahr 2030 als Zwischenziel und die langfristige Klimaneutralität, berücksichtigt.
4. **Handlungsstrategie und Maßnahmen:** Basierend auf den Ergebnissen der vorherigen Phasen werden konkrete Strategien und Maßnahmen zur Umsetzung entwickelt. Dazu gehören die Senkung des Wärmebedarfs durch energetische Verbesserungen an Gebäuden und die treibhausgasneutrale Wärmeversorgung der Gebäude.

Zusätzlich werden in allen Phasen die Beteiligung von Akteuren und der Öffentlichkeit sowie die Umsetzung, das Monitoring und die Fortschreibung der Maßnahmen berücksichtigt. Diese umfassende Vorgehensweise stellt sicher, dass die kommunale Wärmeplanung effektiv und nachhaltig umgesetzt wird.

Das Ergebnis der kommunalen Wärmeplanung soll eine umfassende und umsetzbare Strategie zur nachhaltigen Wärmeversorgung der Kommune sein. Diese Strategie umfasst konkrete Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien, zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Reduzierung von CO₂-Emissionen. Es sollen klare Ziele und Zwischenziele definiert werden, die den Weg zur Klimaneutralität aufzeigen. Zudem wird ein detaillierter Umsetzungsplan erstellt werden, der die Verantwortlichkeiten, Zeitpläne und den Ressourcenbedarf festlegt.

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

Um die komplexen Anforderungen der kommunalen Wärmeplanung effektiv umzusetzen, hat die Stadt Wilhelmshaven beschlossen, eine Bietergemeinschaft bestehend aus enercity AG und

IP SYSCON GmbH als Dienstleister mit der Bearbeitung zu beauftragen. Im folgenden Kapitel wird das Projektmanagement detailliert beschrieben, einschließlich der Struktur, Verantwortlichkeiten und der Einbindung der relevanten Akteure.

1.2 Projektmanagement

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

Der zeitliche Ablauf zur Erstellung der kommunalen Wärmeplanung ist in Abbildung 1-2 dargestellt.

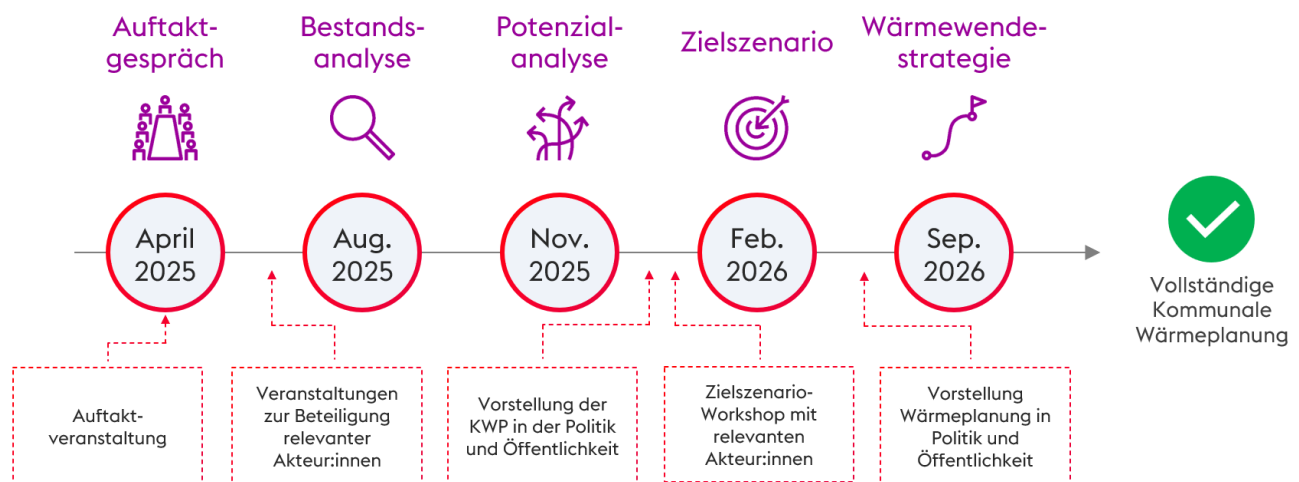


Abbildung 1-2: Zeitplan der kommunalen Wärmeplanung in Wilhelmshaven

In regelmäßig stattfindenden Austauschterminen zwischen der Stadt Wilhelmshaven, enercity und der IP SYSCON wurde ein Höchstmaß an Transparenz sichergestellt. Jeder dieser Termine wurde seitens enercity protokolliert, um eine stetige Nachverfolgung der Arbeitspakete zu ermöglichen.

1.3 Kommunikations- und Beteiligungsstrategie

Eine effektive Kommunikations- und Beteiligungsstrategie ist entscheidend für den Erfolg der kommunalen Wärmeplanung. Sie stellt sicher, dass alle relevanten Akteur*innen sowie die Öffentlichkeit umfassend informiert und aktiv eingebunden werden.

Durch transparente Kommunikation und gezielte Beteiligungsmaßnahmen können die Akzeptanz und Unterstützung für die geplanten Maßnahmen erhöht werden.

Relevante Akteur*innen

Zu Beginn der Wärmeplanung der Stadt Wilhelmshaven wurde eine Analyse der relevanten Akteur*innen durchgeführt. In diesem Rahmen wurden Akteur*innen aus fünf übergeordneten Kategorien zusammengetragen:

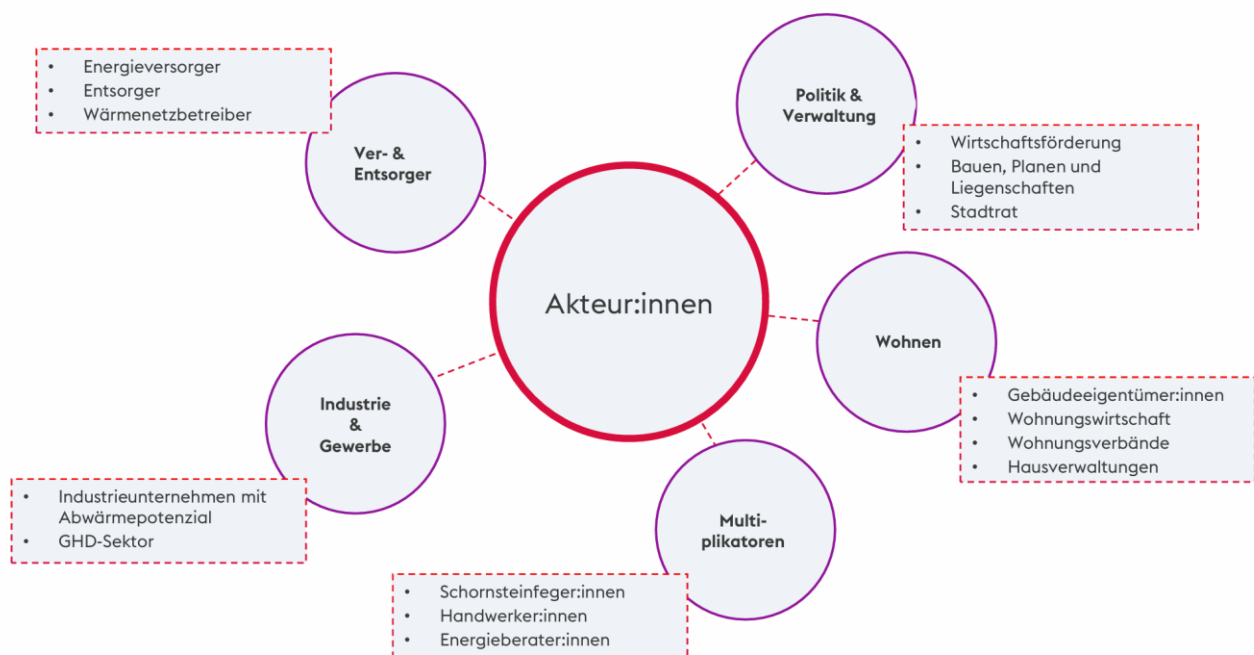


Abbildung 1-3: Relevante Akteur*innen

In Zusammenarbeit mit der Wirtschaftsförderung wurden die verschiedenen Unternehmen und Personen identifiziert und ihre Relevanz für die Wärmeplanung beurteilt. Dabei wurde unter anderem der Einfluss der jeweiligen Akteur*innen bewertet, welcher sich beispielsweise in der Größe des Unternehmens, der Menge potenzieller Abwärme, die zur Verfügung steht oder der Anzahl an verwalteten Wohngebäuden widerspiegelt.

Im Zuge der Akteursbeteiligungen spielt es eine wichtige Rolle, zum einen ein möglichst breites Spektrum an Organisationen und Unternehmen einzubeziehen, um verschiedene Blickwinkel abzubilden und Unterstützung in unterschiedlichen Bereichen und Fachgebieten erhalten zu können. Zum anderen sollte der Personenkreis gezielt gewählt werden, um eine aktive Beteiligung aller Akteur*innen in den Veranstaltungen gewährleisten zu können.

Mit der Beteiligung der aufgezeigten Akteur*innen und der Öffentlichkeit wurde der gesetzliche Rahmen (§ 7 WPG) erfüllt und einer der Grundsteine einer nachhaltig erfolgreichen Wärmeplanung gelegt.

Formate und Methoden

Begleitend zur kommunalen Wärmeplanung der Stadt Wilhelmshaven wurde eine umfassende Akteursbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit durchgeführt. In diesem Rahmen fanden verschiedene Informationsveranstaltungen für Bürger*innen und die politischen Vertreter*innen, sowie Beteiligungsformate für relevante Akteur*innen statt.

Darüber hinaus wurde die kommunale Wärmeplanung inklusive ihrer Ergebnisse auch in politischen Gremien präsentiert. Flankiert wurde der Planungsprozess von Pressemitteilungen.

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

Tabelle 1-1 Übersicht der durchgeführten Veranstaltungen

Datum	Art der Veranstaltung	Inhalte der Veranstaltung	Beteiligte Akteur*innen
18.06.2025	Beteiligung relevanter Akteur*innen	Vorstellung des Prozesses und Einbindung in die Planerstellung	Wohnungswirtschaft, Energiebranche, Handwerk, Einzelhandel, Energieberatung, Schornsteinfeger, energieintensive Unternehmen
04.11.2025	Beteiligung relevanter Akteur*innen	Biogasanlage Sengwarden - Austausch zu Machbarkeit Wärmenetz	Biogasanlagenbetreiber, politische Vertreterinnen, kommunale Verwaltung
03.12.2025	Ausschuss für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Brandschutz	Vorstellung des Prozesses	Ausschussmitglieder der Stadt Wilhelmshaven
22.01.2026	Informationsveranstaltung Bürger*innen	Vorstellung des Prozesses und der Bestandsanalyse	Öffentlichkeit
29.01.2026	Zweite Beteiligung relevanter Akteure*innen	Vorstellung der Bestands- und Potenzialanalyse und Entwicklung des Zielszenarios	Wohnungswirtschaft, Energiebranche, Handwerk, Einzelhandel, Energieberatung, Schornsteinfeger, energieintensive Unternehmen
05.05.2026	Politik-Dialog	Vorstellung und Dialog zu den erarbeiteten Maßnahmen	Ausschussmitglieder der Stadt Wilhelmshaven

Gemäß §13 Abs. 4 WPG wird der vorliegende Erläuterungsbericht zur kommunalen Wärmeplanung der Stadt Wilhelmshaven vom 30.09.2026 bis zum 30.11.2026 öffentlich ausgelegt.

1.4 Bericht

Der vorliegende Bericht ist wie folgt strukturiert: Zunächst wird in Kapitel 2 die Datenerhebung erläutert, wobei sowohl die Datengrundlage als auch der Datenschutz thematisiert werden.

Im Anschluss daran beschreibt Kapitel 3 die Bestandsanalyse, die den aktuellen Zustand der Wärmeversorgung in der Kommune erfasst. Kapitel 4 widmet sich der Potenzialanalyse, in der Möglichkeiten zur Senkung des Wärmebedarfs und zur Nutzung erneuerbarer Energien untersucht wurden. Darauf aufbauend stellt Kapitel 5 das Zielszenario dar, in dem verschiedene Szenarien für die zukünftige Wärmeversorgung entwickelt und berechnet wurden.

Kapitel 6 beschreibt die Umsetzungsmaßnahmen und Kapitel 7 die Wärmewendestrategie, einschließlich der Verstetigungsstrategie und des Controlling-Konzepts. Diese Kapitel (3-7) spiegeln die vier Phasen einer kommunalen Wärmeplanung wider: Bestandsanalyse, Potenzialanalyse, Zielszenario und Umsetzungsstrategie. Kapitel 8 erklärt die im Bericht verwendeten Fachbegriffe, während Kapitel 9 genutzte Quellen auflistet.

2 Datenerhebung

In diesem Kapitel wird die Datenerhebung detailliert beschrieben. Dabei werden sowohl die Datengrundlage als auch der Datenschutz thematisiert. Eine solide Datengrundlage ist essenziell, um fundierte Entscheidungen in der kommunalen Wärmeplanung treffen zu können. Der Datenschutz spielt hierbei eine zentrale Rolle, um die Integrität und Vertraulichkeit der erhobenen Daten zu gewährleisten.

2.1 Datengrundlage

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

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

Tabelle 2-1: Darstellung der eingeflossenen Datenquellen

Datenquelle	Information	Einsatzzweck	Stand
Basis-DLM	Siedlungsgebiete	Aggregationen	2025
ALKIS	Flurstücke, Geometrien, Gebäudenutzung	Gebäudemodell; Aggregationen	2025
LoD1	Gebäudehöhe	Gebäudemodell	2017
Zensus 2022	Baualtersklassen	Gebäudemodell	2024
Strom-, Wärme- und Gasnetzbetreiber	Verbrauchsdaten	Ermittlung des Endenergieverbrauchs für Heizung und Warmwasser	Strom: 2022-2024; Gas: 2022-2024;
Schornsteinfegerdaten	Heizsysteme, Brennstoffe	Ermittlung des eingesetzten Energieträgers	2025
Kommunale Fachinformationen	Vorhandene Planungen und Expertisen	Abgleich mit vorhandener Infrastruktur und Planung	Aktuell

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

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

Hinweis: Gebäudefunktion

Die für durchgeführte Berechnungen verwendete Gebäudefunktion stammt aus den offiziellen Daten des Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS-Daten). Diese werden durch die zuständigen Katasterämter erhoben und verwaltet. Stellenweise bestehen Unstimmigkeiten zwischen der in den ALKIS-Daten erfassten Gebäudefunktion und der realen Gebäudefunktion. Dies betrifft z.B. Nichtwohngebäude, die in den offiziellen Daten als Wohngebäude geführt werden. Im Rahmen des Projekts wurden grundsätzlich die Gebäudefunktionen aus den offiziellen ALKIS-Daten für die Berechnungen und Auswertungen verwendet. Auf Basis einer Stichprobe und einer Plausibilitätsprüfung wurden vereinzelt offensichtliche Unstimmigkeiten bei einzelnen Gebäuden manuell korrigiert. Dennoch können verbleibende Abweichungen in den Berechnungsergebnissen und statistischen Auswertungen nicht ausgeschlossen werden.

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

Gebäudefunktion

Eine für die Wärmeplanung essenzielle Information liegt in Form des Attributes „gfk“, d.h. der Gebäudefunktion einer jeweiligen Gebäudegeometrie, vor. Diese wurden im Zuge der Datenaufbereitung von den ALKIS-Hausumringen (HU) übernommen und stellte insbesondere die Grundlage für eine spätere Differenzierung - beheizter und unbeheizter Gebäudetypen einerseits sowie Wohn- bzw. Nichtwohngebäude andererseits - dar. Das in den HU enthaltene Attribut „gfk“ entspricht dabei einem Gebäudefunktionscode, welcher zwecks Datenles- und -nutzbarkeit übersetzt wurde. Dementsprechend ist ein zusätzliches Attribut „Funktion“ als Textfeld angelegt worden (z.B. „gfk“=‘31001_1000‘ erhält das Attribut „Funktion“=‘Wohngebäude‘ usw.). Da in den Gebäudefunktionen nach ALKIS häufig verschiedene Unsicherheiten bezüglich der Garagen bestehen, wurde zur Abgrenzung und Ausfilterung von Garagen innerhalb des Gebäudedatensatzes eine Abfrage anhand der Kombination aus der Gebäudefunktion (GFK) und der Gebäudehöhe verwendet. So wurden Garagen aus der Auswertung ausgeschlossen, wenn das Attribut gfk den Wert „Gebäude für Wirtschaft oder Gewerbe“ aufwies und die Traufhöhe kleiner als 3 Meter war.

Gebäudehöhe

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

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

Baualters- klasse	Daten- quelle	Charakteristische Eigenschaften
< 1919	Zensus	Massive Ziegel- oder Natursteinbauten ohne Dämmung, hoher Wärmeverlust durch einfache Verglasung und ungedämmte Dächer/Kellerdecken; sehr hohes energetisches Einsparpotenzial, insbesondere an der Gebäudehülle.
1919-1948	Zensus	Material- und kostensparender Bau ohne energetische Planung; dünnere Außenwände, einfache Verglasung, keine systematische Dämmung; insgesamt geringe energetische Qualität der Gebäudehülle.
1949-1978	Zensus	Ungedämmte Nachkriegs- und Wiederaufbaubauten aus Mauerwerk oder Stahlbeton, einfache bis frühe Isolierverglasung; errichtet vor Wärmeschutzvorgaben, daher niedriger energetischer Standard.
1979-1986	Zensus	Erste verbindliche Wärmeschutzanforderungen; geringe Dämmstoffdicken an Gebäudehülle, zweifach verglaste Fenster; moderates energetisches Niveau mit deutlichem Sanierungspotenzial.
1987-1990	Zensus	
1991-1995	Zensus	
1996-2000	Zensus	Verbesserte Dämmstandards durch verschärfte Wärmeschutzverordnung; größere Dämmstoffdicken, zweifach verglaste Fenster Standard; solides energetisches Ausgangsniveau, aber unter heutigen Anforderungen.
2001-2004	Zensus	Einführung der EnEV mit Fokus auf Gesamtenergiebedarf; deutlich bessere Dämmung und Fensterqualität, vereinzelt Dreifachverglasung; gute energetische Qualität mit weiterem Optimierungspotenzial.
2005-2009	Zensus	
2010-2015	Zensus	Hohe Dämmstandards, Berücksichtigung von Wärmebrücken und Luftdichtigkeit; überwiegend dreifach verglaste Fenster; Gebäudehülle energetisch hochwertig, Optimierung vor allem in der Anlagentechnik.
≥ 2016	Zensus	Sehr niedrige U-Werte und ganzheitliche Planung nach Effizienzstandards; sehr gute energetische Gebäudehülle, Einsparpotenziale hauptsächlich bei Betrieb und Anlageneffizienz.

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

Gebäudegrundfläche

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

Weitere Grundlagendaten

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

Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfes 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 Schornsteinfegern 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 Datenschutz

Bei der Erhebung und Verarbeitung von Daten spielt Datenschutz eine essenzielle Rolle, so auch im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung. Um den Datenschutz zu gewährleisten, wurden die gesetzlichen Anforderungen an die Datenverarbeitung (§ 21 NKlimaG sowie § 12 WPG) befolgt und ein Auftragsverarbeitungsvertrag geschlossen.

Die erhobenen Daten wurden nur zum Zwecke der kommunalen Wärmeplanung verwendet und für die Öffentlichkeit zudem nur auf Baublock-Ebene zur Verfügung gestellt. So wird garantiert, dass kein Rückschluss auf personenbezogene Daten möglich ist.

Darüber hinaus werden nach Abschluss der Wärmeplanung die Ergebnisse und Daten an die Kommune übergeben und anschließend aufseiten der Unternehmen IP SYSCON und enercity gelöscht. Dies geschieht im Rahmen eines datenschutzkonformen Löschkonzepts. Ausnahme bildet dabei die Datenvorhaltung für den [digitalen Zwilling](#) der IP SYSCON, welche ebenfalls den gesetzlichen Anforderungen an die Datenverarbeitung entspricht.

3 Bestandsanalyse

3.1 Wärmebedarf

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

Parameter für die Wärmebedarfsberechnung

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

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

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

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

Dabei sind:

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

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

Wohngebäude

Die Wärmemodellierung der Wohngebäude (WG) basiert auf dem Monatsbilanzverfahren nach DIN V 4108 in Verbindung mit spezifischen Gebäudeinformationen. Es wurde bewusst 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 Referenzgebäude auf Grundlage von Gebäudegeometrie, Nachbarschaft und 3D-Geoinformationen erzeugt. Über diese Daten werden für jedes Gebäude geometrische Parameter (z.B. Außenwandfläche oder Gebäudevolumen) errechnet. Diese Berechnungswerte der 3D-Gebäudegeometrie werden mit den Werten zur Dämmeigenschaft (U-Wert in $W/(m^2K)$) der Bauteile in Abhängigkeit vom Baualter und von der Gebäudetypologie kombiniert. Grundlage hierfür ist die deutsche Gebäudetypologie (Loga et al. 2015). Warmwasserbedarfe der jeweiligen Gebäude werden pauschal nach DIN 4108 mit $12,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ 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 Gebäudedefunktion 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 Gebäudedefunktion, 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). Dieser Anpassungsfaktor wurde in der durchgeführten Wärmebedarfsberechnung automatisch für jedes Gebäude, sowohl für den Ist-Zustand als auch für die Teil- und Vollsanie rung, interpoliert und verrechnet.

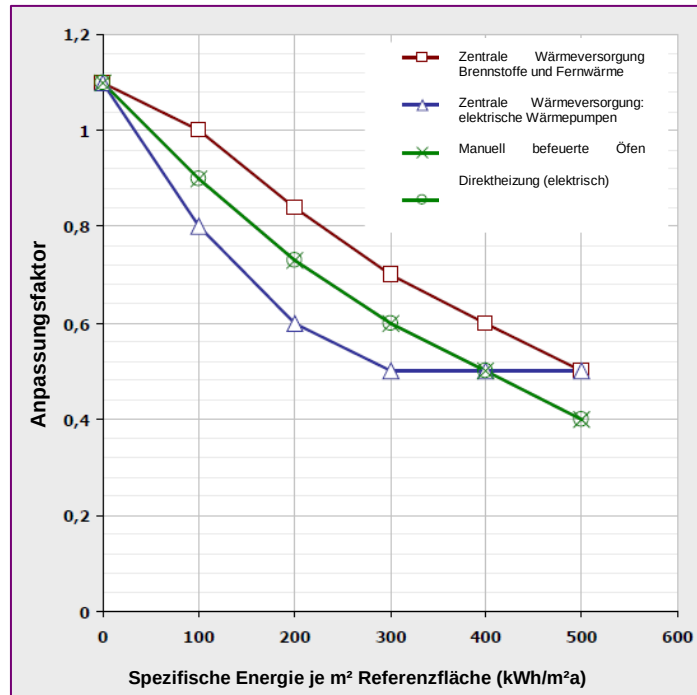


Abbildung 3-1: Ansatz für die Faktoren zur Anpassung der berechneten Energiekennwerte an das typische Niveau von Verbrauchskennwerten (Loga et al. 2015):

Für die Wärmebedarfsberechnung finden zusammenfassend folgende Verallgemeinerungen statt:

- Keine Berücksichtigung von individuellen Sanierungszuständen von Gebäuden. Es wird in Abhängigkeit vom Gebäudetyp und Baualtersklasse stets mit den gleichen Wärmedämmeigenschaften gerechnet.
- Es wird bei allen Gebäuden die gleiche Geschosshöhe (2,75 m) angenommen. Bei ausgewählten Gebäudefunktionen wird jedoch pauschal von nur einem Geschoss entsprechend Traufhöhe ausgegangen (z.B. Kirchen und Schwimmbäder)
- Keine individuelle Unterscheidung bei Warmwasserbedarfen. Für Wohngebäude wird stets ein einheitlicher Wert, für Nichtwohngebäude ein Wert in Abhängigkeit vom Gebäudetyp verwendet
- Zur Berechnung der solaren Gewinne über die solare Einstrahlung werden stets die gleichen solaren Strahlungsintensitäten je Himmelsrichtung verwendet. Es erfolgt keine nähere 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.

3.2 Wärmeverbrauch

Verschneidung von realen Verbrauchsdaten mit Gebäudegeometrien

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Wilhelmshaven 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:

1. Gasverbrauchsdaten des Energieversorgungsunternehmens

Der Energienetzbetreiber GEW hat gebäudescharfe Gasverbrauchsdaten bereitgestellt. Diese Daten konnten eindeutig den entsprechenden Gebäudeobjekten im Geoinformationssystem (GIS) zugeordnet werden. Die Verknüpfung erfolgte über adressbasierte Identifier (z. B. Hausnummer, Straße, Postleitzahl), die mit den Gebäudegeometrien aus dem Liegenschaftskataster abgeglichen wurden.

2. 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 GEW Wilhelmshaven. Diese stellten gebäudescharfe Jahresstromverbrauchsdaten zur Verfügung.

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

3. Wärmenetzverbräuche der Netzbetreiber

Die Wohnungsbaugenossenschaft Spar+ Bau stellte Informationen zu Wärmenetzen zur Verfügung, wobei nur eins dieser Netze als klassisches Wärmenetz mit mehr als 100 Wohneinheiten bezeichnet werden kann. Es lag nur der Gesamtverbrauch des Wärmenetzes über die Gasverbrauchsdaten vor. Weitere kleinere Gebäudenetze, bspw. an der Jade Hochschule oder den Liegenschaften der Stadt liegen vor.

4. Daten der Schornsteinfeger

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

Berechnung der Verbräuche nicht-leitungsgebundener Energieträger

Zur Berechnung der anzunehmenden Verbräuche der nichtleitungsgebundenen Energieträger 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 3-1: Angenommene Volllaststunden für die kommunale Wärmeplanung Stadt Wilhelmshaven

Leistungs- klasse	0-11 kW	>11-25 kW	>25-50 kW	>50-100 kW	>100 kW
Gebäudetyp					
Wohngebäude	1300	1075	1100	1350	1400
Öffentliche Gebäude	1200	1000	1580	1250	1250

Gewerbe und Industrie	1200	1500	1300	1250	1350
Handel- und Dienstleistungen	1200	1500	1500	1350	1350

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

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

3.2.1 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 werden die Verbrauchsdaten anteilig anhand der Nutzfläche auf die Geometrien verteilt.

3.2.2 Datenintegration und Qualitätssicherung

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

Annahmen für die Verbrauchsdatenberechnung

- Der Wärmeverbrauch ergibt sich für Wärmepumpen aus den in der Datengrundlage angegebenen Stromverbräuche in kWh mit einer 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 als „Erdgas“ angenommen sofern auf dem Flurstück ein Erdgasanschluss vorhanden war; andernfalls wurde „nicht definiert“ angenommen. Die Datenquelle der Verbrauchsdaten ist in der Spalte „INFO“ hinterlegt.

3.3 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).

Cluster

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

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)

Für die Berechnung der Wärmeliniendichte 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 Wärmeliniendichte berechnet.

Die Wärmeliniendichte 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 Wärmeliniendichte 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.

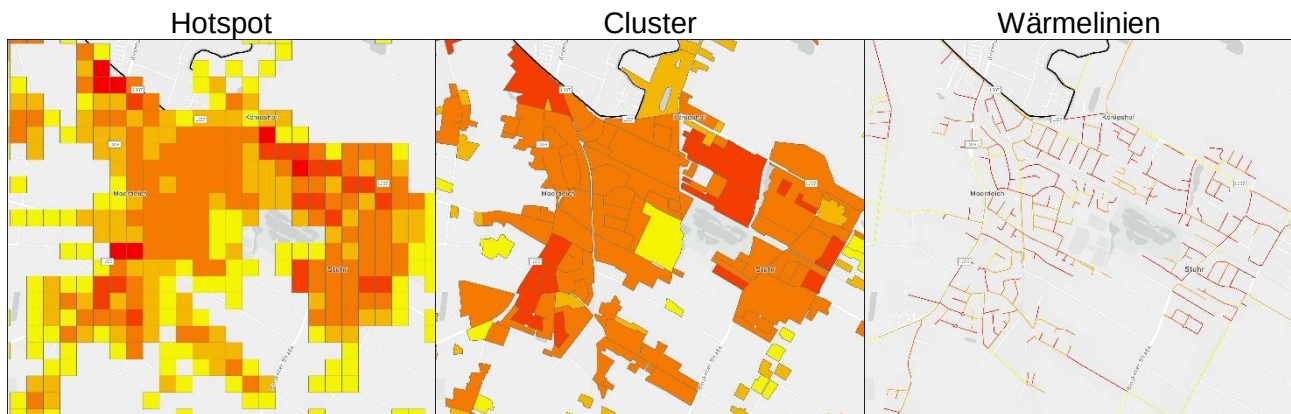


Abbildung 3-2: Darstellung der unterschiedlichen Aggregationsebenen (Quelle: IP SYSCON)

3.4 Energie und Treibhausgasbilanz

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

Datenbasis:

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

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

Bilanzierungsrahmen:

Die Systemgrenze der Bilanzierung umfasst ausschließlich den Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser in bestehenden Gebäuden. Die Bilanz erfolgt gebäudescharf, wodurch eine detaillierte geografische Verortung von Emissionsschwerpunkten („Hotspots“) ermöglicht wird. Berücksichtigt wurden alle Energieträger, die in den Schornsteinfegerdaten, Stromanwendungen für Wärme und den Wärmenetzen erfasst sind, darunter:

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

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

1. Zuordnung des jeweiligen Energieträgers auf Basis der Gebäudedaten,
2. Multiplikation des berechneten Wärmebedarfs mit dem entsprechenden Emissionsfaktor (in kg CO₂ -Äquivalent je kWh) gemäß GEMIS,

3. Aggregation der berechneten Emissionen auf verschiedenen Ebenen – von der Wärmelinie über Hotspot und Cluster bis hin zur gesamten Kommune.

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

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

Brennstoff	Emissionsfaktor (g/kWh)	Brennstoff	Emissionsfaktor (g/kWh)
Heizöl	313	Biogas	124
Steinkohle	433	Strom	479 (Bundesstrommix 2023)
Erdgas	255	feste Biomasse	22
Flüssiggas	276	Deponiegas	140

3.5 Ergebnisse der Bestandsaufnahme

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde für das gesamte Gebiet der Stadt Wilhelmshaven 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 2024 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.

3.5.1 Beschreibung der Stadtstruktur

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

Die Stadt Wilhelmshaven ist eine kreisfreie Stadt im Nordwesten Niedersachsens und liegt direkt am Jadebusen der Nordsee. Das Stadtgebiet ist stark urban geprägt und zeichnet sich durch eine kompakte Siedlungsstruktur mit mehrgeschossigen Wohngebäuden, Ein- und Zweifamilienhäusern sowie ausgedehnten Hafen, Gewerbe und Industrieflächen aus. Als Oberzentrum der Region übernimmt Wilhelmshaven zentrale Versorgungsfunktionen in den Bereichen Wirtschaft, Infrastruktur und Dienstleistungen.

Die Stadt erstreckt sich über eine Fläche von rund 107,1 km² und zählt etwa 78 420 Einwohnerinnen und Einwohner, was einer durchschnittlichen Bevölkerungsdichte von rund 732 Einwohnern je Quadratkilometer entspricht. Die Gesamtfläche der Stadt verteilt sich näherungsweise wie folgt (Landesamt für Statistik Niedersachsen, 2024):

- Siedlungsfläche: 3.604 ha (34%)
- Verkehrsfläche: 1.167 ha (11%)
- Vegetationsfläche: 5.342 ha (50%)

- Wasserfläche: 597 ha (5%)

Die Lage der Stadt Wilhelmshaven an der Nordseeküste sowie die Anbindung an überregionale Verkehrsachsen, insbesondere den Hafen, die Schienenanbindung und die Autobahn, prägen die räumliche Entwicklung und Nutzung der Stadtbereiche. Zugleich entwickelt sich Wilhelmshaven zunehmend zu einem zentralen Drehkreuz für die Energieversorgung, insbesondere für grüne Gase (Wasserstoff), sodass diese strukturellen Rahmenbedingungen die Ausgangsbasis für die nachfolgenden Analysen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung bilden.

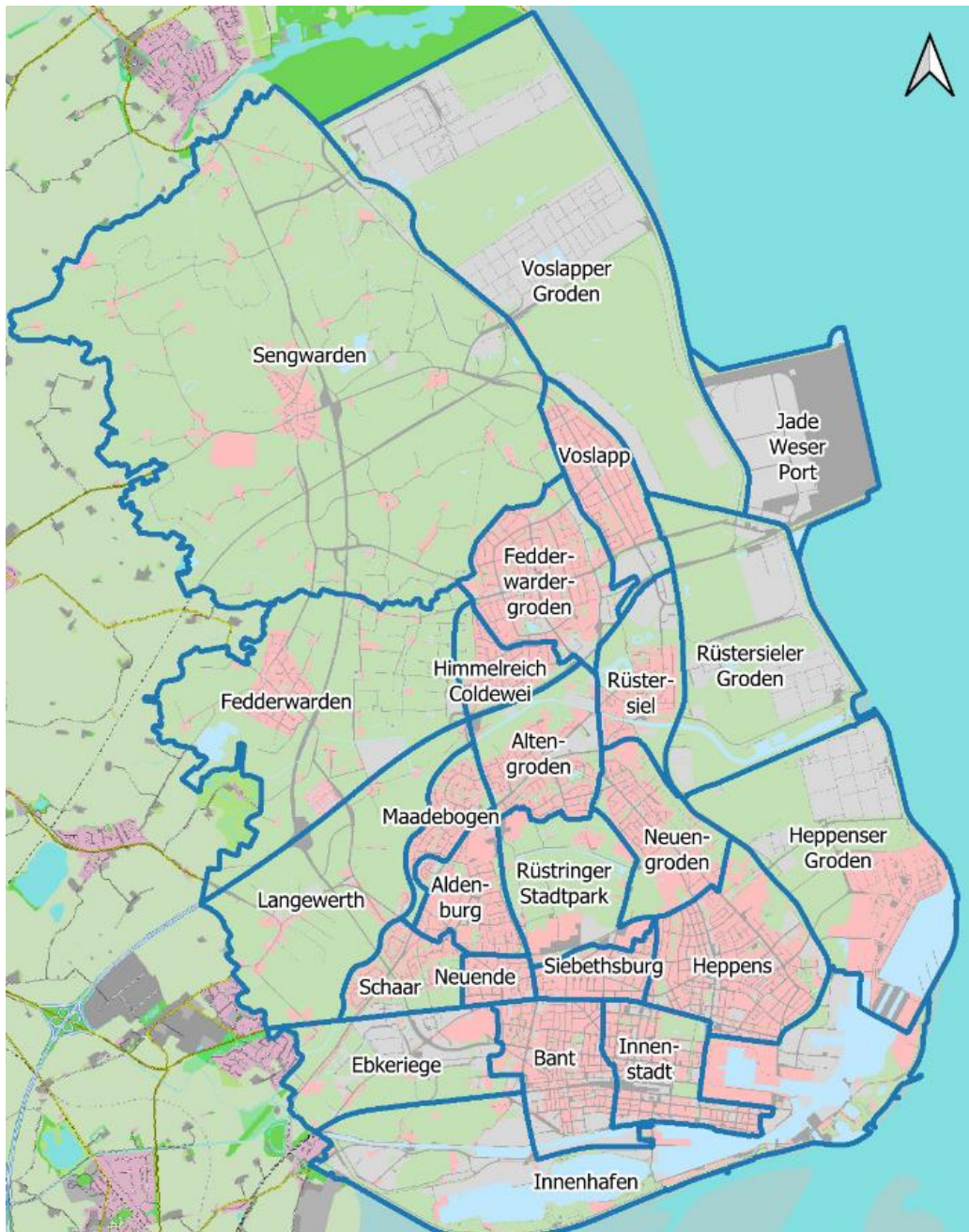


Abbildung 3-3: Stadteile des Stadtgebiets Wilhelmshaven (Stadt Wilhelmshaven, Fachbereich Stadtplanung und Stadterneuerung, 2021)

3.5.2 Gebäude- und Siedlungsstruktur

Die Stadt Wilhelmshaven gliedert sich in mehrere Stadteile und Quartiere, die eine räumlich differenzierte Siedlungsstruktur ausbilden. Im Stadtgebiet finden sich sowohl stark gewerblich und industriell geprägte Bereiche – insbesondere im Hafen und entlang der wasserwirtschaftlichen und

logistischen Infrastrukturen – als auch überwiegend wohngeprägte Stadtviertel mit unterschiedlich dichter Bebauung. Diese reichen von historisch gewachsenen Quartieren im innerstädtischen Bereich bis hin zu neueren Wohnsiedlungen und Einfamilienhausgebieten in den Randlagen.

Ein wesentlicher Teil der bebauten Flächen wird für Wohnzwecke genutzt, ergänzt durch umfangreiche Hafen-, Gewerbe- und Industrieareale, die eng mit der Rolle Wilhelmshavens als Energie- und Logistikstandort verbunden sind. Hinzu kommen kommunale Einrichtungen, Schulstandorte sowie Sport- und Freizeitanlagen, die über das Stadtgebiet verteilt sind und die Funktion Wilhelmshavens als regionales Zentrum für Versorgung, Bildung und Dienstleistungen unterstreichen. In Wilhelmshaven befindet sich ein bedeutender Marinestützpunkt, zudem prägen mehrere Kasernenstandorte die Nutzung einzelner Stadtbereiche.

Die Analyse der Gebäudetypologie zeigt einen hohen Wohnanteil in der Stadt auf. Mit einem Anteil von 31% stellen Einfamilienhäuser den dominierenden Gebäudetyp dar. Ergänzt wird diese Struktur durch Reihenhäuser (26 %) und Mehrfamilienhäuser (20%) (vgl. Abbildung 3-4)

Nichtwohngebäude, wie Gebäude für öffentliche Zwecke (4 %), Gewerbe und Industrie (12%) sowie Handel und Dienstleistungen (5 %), ergänzen das Siedlungsbild punktuell. Zu der Kategorie „Gewerbe und Industrie“ werden u.a. auch landwirtschaftlich genutzte Gebäude, etwa Stallungen, Scheunen und Wirtschaftsgebäude, sowie zum Teil auch Garagen und Nebengebäude gezählt.

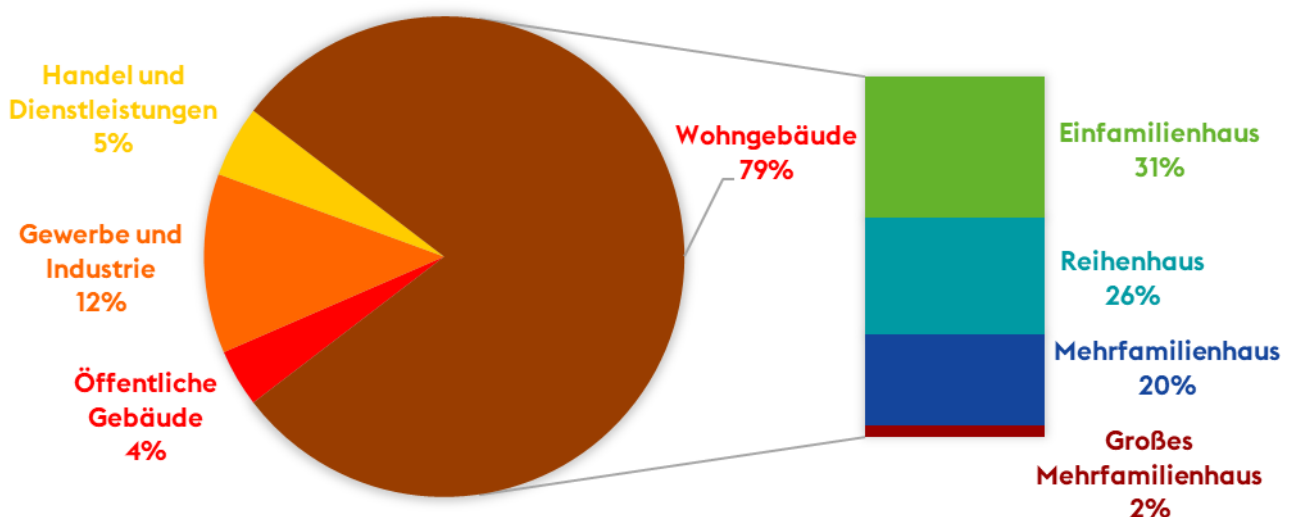


Abbildung 3-4: Verteilung der Gebädefunktionen nach Anzahl der Gebäudetypen für die Sektoren in der Stadt

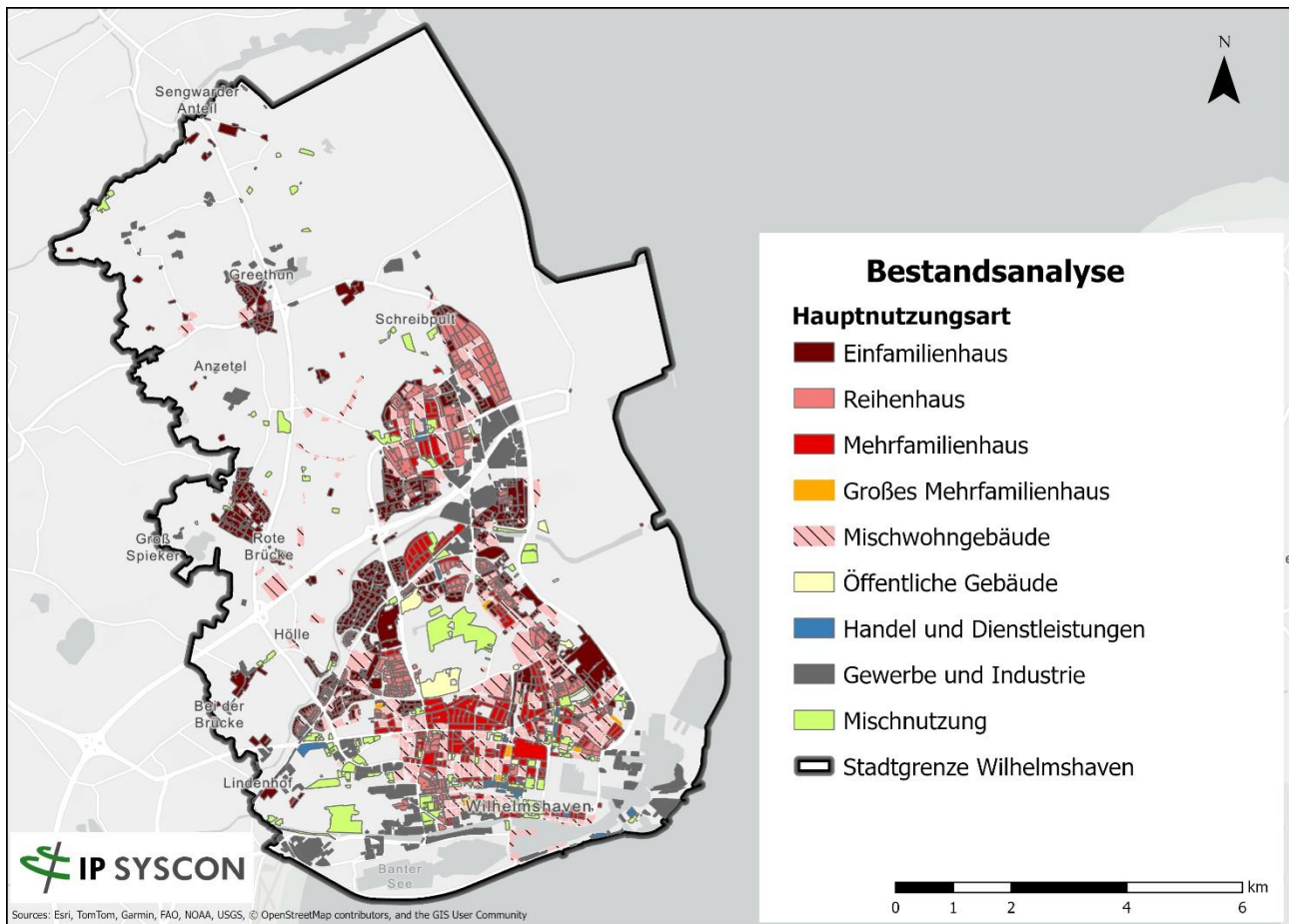


Abbildung 3-5: Verteilung der überwiegenden Gebäudenutzungen in der Stadt(Quelle: IP SYSCON)

Siedlungsentwicklung

Ein bedeutender Teil des Gebäudebestands in der Stadt Wilhelmshaven wurde in den Jahrzehnten nach dem Zweiten Weltkrieg errichtet. Rund 64,5% stammen aus der Zeit vor 1979, also vor dem Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung. Die Gebäude, die vor diesem Datum gebaut wurden, weisen daher in der Regel eine schlechtere Dämmung und höhere Wärmeverluste auf.

Jüngere Gebäude (Baujahr 2001 und später) machen zusammen nur etwa 8,5 % des Bestands aus.

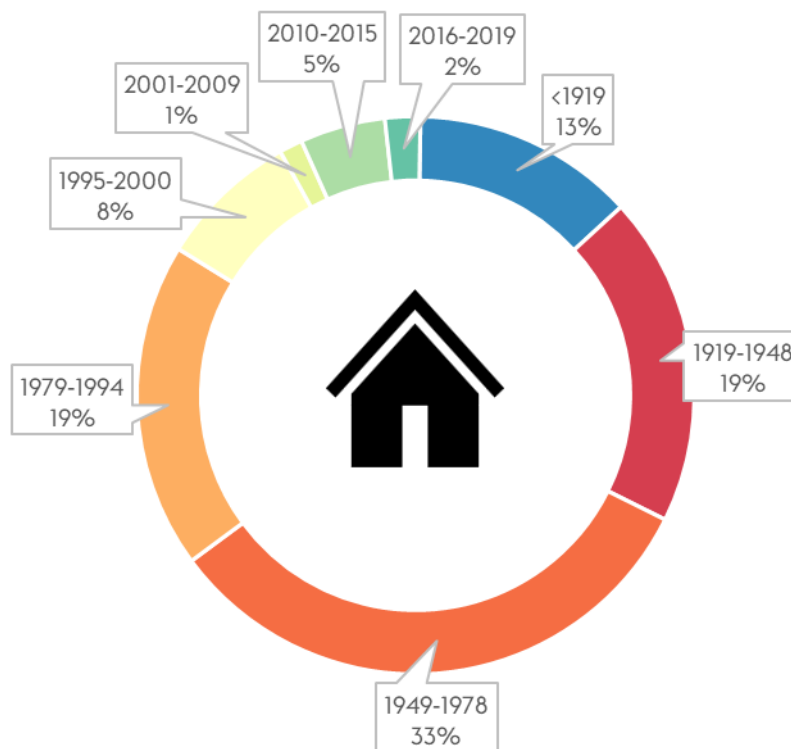


Abbildung 3-6: Verteilung der Baualtersklassen

Abbildung 3-7: Verteilung der Baualtersklassen nach Gebäudetypen in der Stadt

zeigt die Verteilung der Baualtersklassen nach Gebäudetypen im Stadtgebiet. Deutlich wird, dass ein großer Teil des Gebäudebestands in den Zeiträumen 1949–1978 sowie 1979–1994 und 1919–1948 errichtet wurde. Insbesondere Einfamilien- und Reihenhäuser prägen diese Baualtersklassen und stellen über alle Zeiträume hinweg den dominierenden Gebäudetyp dar.

Gewerbe- und Industriegebäude, öffentliche Gebäude sowie Gebäude für Handel und Dienstleistungen treten schwerpunktmäßig ebenfalls in den Nachkriegsjahrzehnten auf.

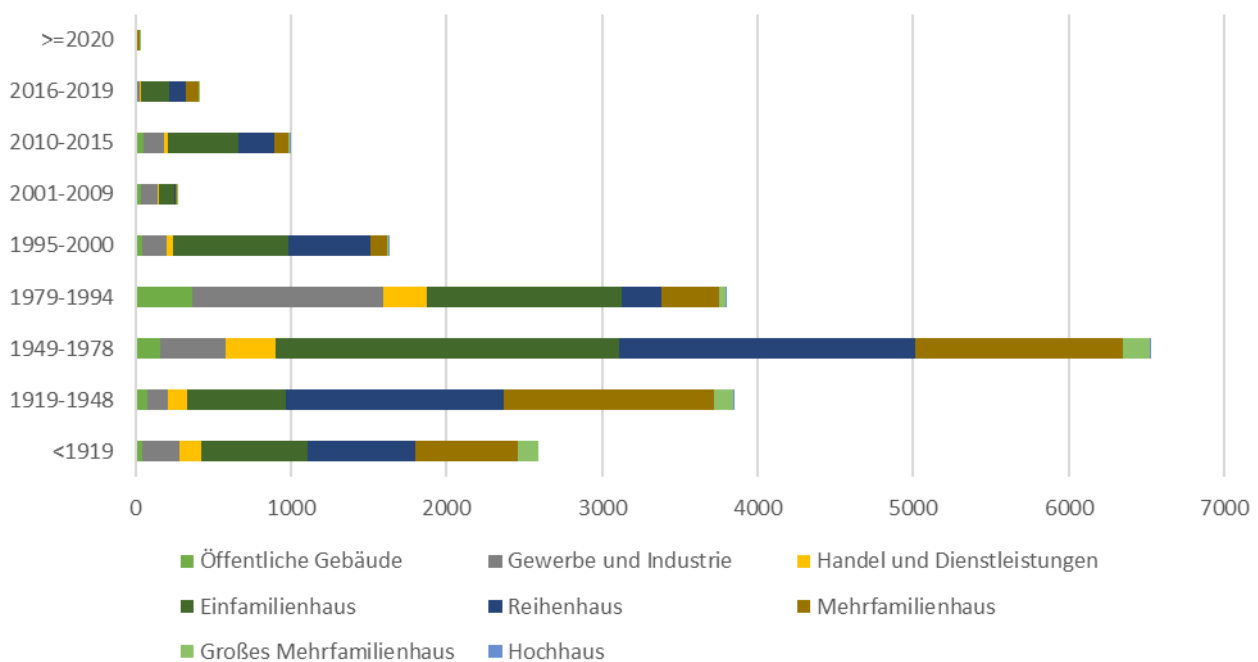


Abbildung 3-7: Verteilung der Baualtersklassen nach Gebäudetypen in der Stadt

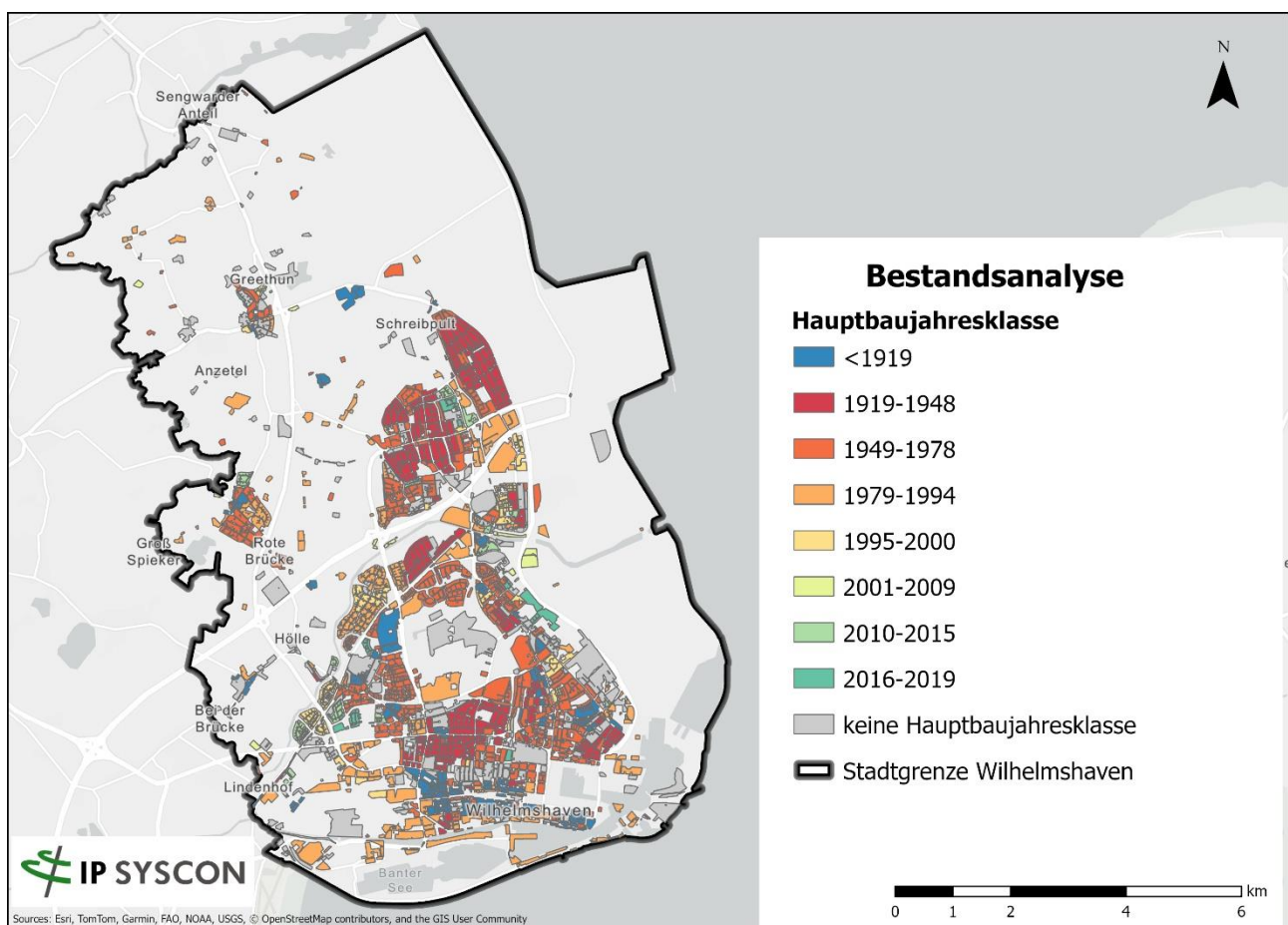


Abbildung 3-8: Entwicklung der Bebauung in der Stadt (überwiegende Baualtersklassen im Gebiet) (Quelle: IP SYSCON)

Die Abbildung 3-8 zeigt die Verteilung der Baualtersklassen im Stadtgebiet. Der Gebäudebestand wird, wie vorweg bereits ausgeführt, deutlich von Baujahren zwischen 1919 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.

Aus dieser Altersstruktur lässt sich ableiten, dass insbesondere in den Stadtteilen mit älterer Gebäudestruktur ein absolut höherer Bedarf an Sanierung besteht, da dort ein großer Teil des Gebäudebestands vor Einführung erster energetischer Mindestanforderungen errichtet wurde.

Flächendichte im Wohnsektor

Die Auswertung der Flächendichte liefert wichtige Anhaltspunkte für die Einschätzung des individuellen Wärmebedarfs sowie der baulichen Nutzungseffizienz. Die in Abbildung 3-9 Werte wurden ermittelt und mit Referenzwerten abgeglichen:

Die Gesamtverteilung der beheizten Flächen innerhalb des Stadtgebiets zeigt einen deutlichen Schwerpunkt auf dem Wohnsektor. Mit rund 4,2 Millionen m² entfallen etwa 48 % der gesamten beheizten Fläche auf Wohngebäude. Weitere bedeutende Flächenanteile bestehen im Bereich Gewerbe und Industrie (ca. 2,43 Mio. m², rund 28 %), während öffentliche Gebäude und der Bereich Handel und Dienstleistungen deutlich geringere Flächenanteile aufweisen (jeweils rund 12 %)

(vgl.Abbildung 3-9).

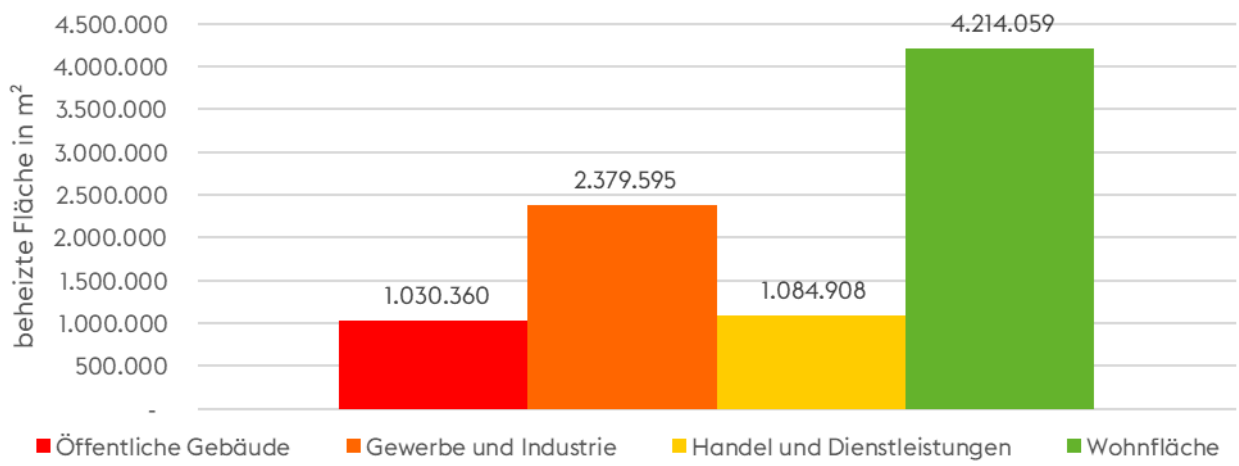


Abbildung 3-9: Verteilung der Nutzungsflächen in m²

Tabelle 3-3 weist die durchschnittliche Flächengröße der einzelnen Gebäudetypen aus. Die durchschnittlichen Wohnfläche von 53,7 m² je Einwohner in der Stadt liegt etwas über dem bundesweiten Durchschnitt von 48,4 m² (Statistisches Bundesamt, 2024).

Tabelle 3-3: Flächendichte beheizte Nutzfläche im Sektor Wohnen

Kennzahl	Bundesdurchschnitt	Stadt
Wohnfläche je Einwohner (in m²/EW)	48	53,7

3.5.3 Bestehende Wärmeversorgungsinfrastruktur

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

Wärmenetze

Im Stadtgebiet Wilhelmshaven besteht derzeit ein Wärmenetz, das gemäß den Kriterien der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze, also mit mehr als 16 angeschlossenen Gebäuden oder mehr als 100 Wohneinheiten, als klassisches Wärmenetz einzustufen ist. Die übrigen bestehenden Versorgungsstrukturen erfüllen diese Voraussetzungen nicht und sind daher als objektspezifische Gebäudenetze einzuordnen. Damit ist die leitungsgebundene Wärmeversorgung bislang nur in begrenztem Umfang als netzgebundene Infrastruktur ausgeprägt.

Das bestehende Wärmenetz befindet sich im Stadtteil Heppens und versorgt Gebäude in der Katharinenstraße, der Bismarckstraße sowie der Liebrechtstraße. Insgesamt sind 102 Wohneinheiten an das Netz angeschlossen. Die Wärmebereitstellung erfolgt über eine zentrale Heizungsanlage mit einer installierten Leistung von 800 kW.

Gasnetze

Das Strom- und Gasversorgungsnetz der Stadt wird durch die GEW Wilhelmshaven GmbH betrieben. Das Gasnetz stellt eine wesentliche Infrastruktur für die leitungsgebundene Energie- und Wärmeversorgung im Stadtgebiet dar. Insgesamt beziehen rund 17.500 Adressen über die verschiedenen Druckebenen hinweg Gas aus dem Netz.

Einzelfeuerungsanlagen - leitungs- und nichtleitungsgebunden

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

Die Wärmeversorgung erfolgt größtenteils dezentral über kleinere Heizungsanlagen in den Gebäuden. Insgesamt wurden 48.890 Heizungsanlagen in der Stadt Wilhelmshaven von den Schornsteinfegern übermittelt. Sie umfassen Gasfeuerungsanlagen (83 % der Anlagen) sowie nichtleitungsgebundene Wärmeerzeuger.

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

Biomasse spielt eine relevante Rolle in der Wärmeversorgung, 14 % der Heizungsanlagen werden mit fester Biomasse (Scheitholz, Pellets...) betrieben. Dabei handelt es sich jedoch häufig um Einzelöfen und Kamine, die vorrangig zur Unterstützung bestehender Heizsysteme genutzt werden. Diese Zahl ist Ausdruck von doppelt vorhandenen Wärmeerzeugern (Gas plus Holzöfen, Ölbrenner plus Holzöfen). So werden nur ca. 2 % der Gebäude in der Stadt primär mit fester Biomasse beheizt. Auch Heizöl spielt in Wilhelmshaven nur eine untergeordnete Rolle. Lediglich rund 4 % der Gebäude

Primärer Energieträger

Als *primärer Energieträger* wird in der Wärmeplanung der Energieträger bezeichnet, mit dem ein Gebäude überwiegend beheizt wird, also der Hauptenergieträger der Heizungsanlage. Weitere Energieträger, die nur ergänzend genutzt werden (z. B. Kaminofen oder Solarthermie), gelten nicht als primärer Energieträger.

werden primär mit Heizöl beheizt. Dies ist insbesondere auf den hohen Versorgungsgrad mit Erdgas zurückzuführen, der in weiten Teilen des Stadtgebiets eine leitungsgebundene und wirtschaftliche Alternative bietet.

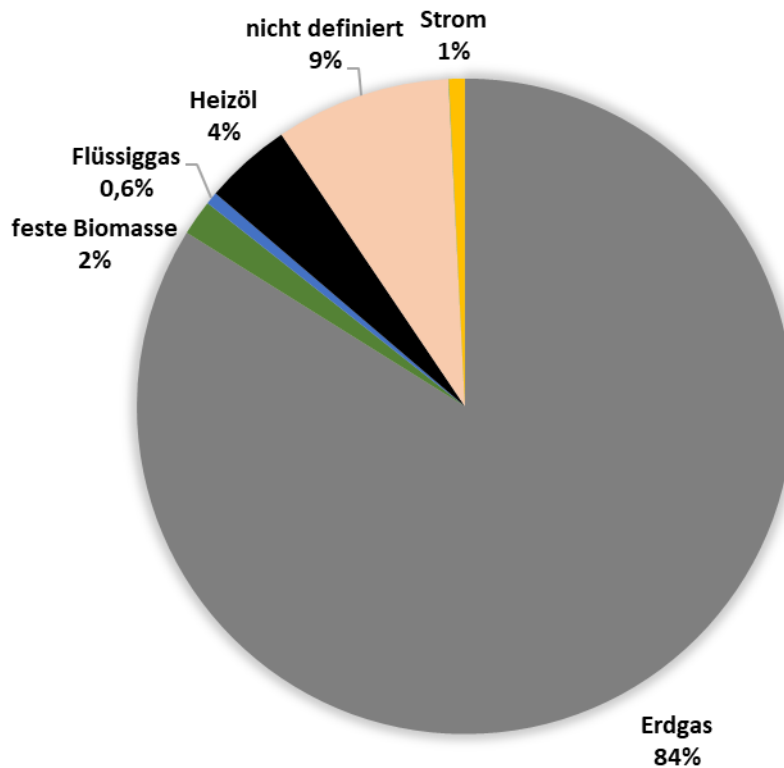


Abbildung 3-10: Verteilung der primären Energieträger in der Stadt Wilhelmshaven (nach Anzahl)

Die leitungsgebundene Versorgung erfolgt primär über Erdgas:

- rund 17.500 Adressen sind ans Erdgasnetz angeschlossen
- 857 Gebäude werden primär mit Heizöl versorgt
- 193 Adressen nutzen Strom zum Heizen
- 102 Wohneinheiten werden über eine zentrale Lösung versorgt

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

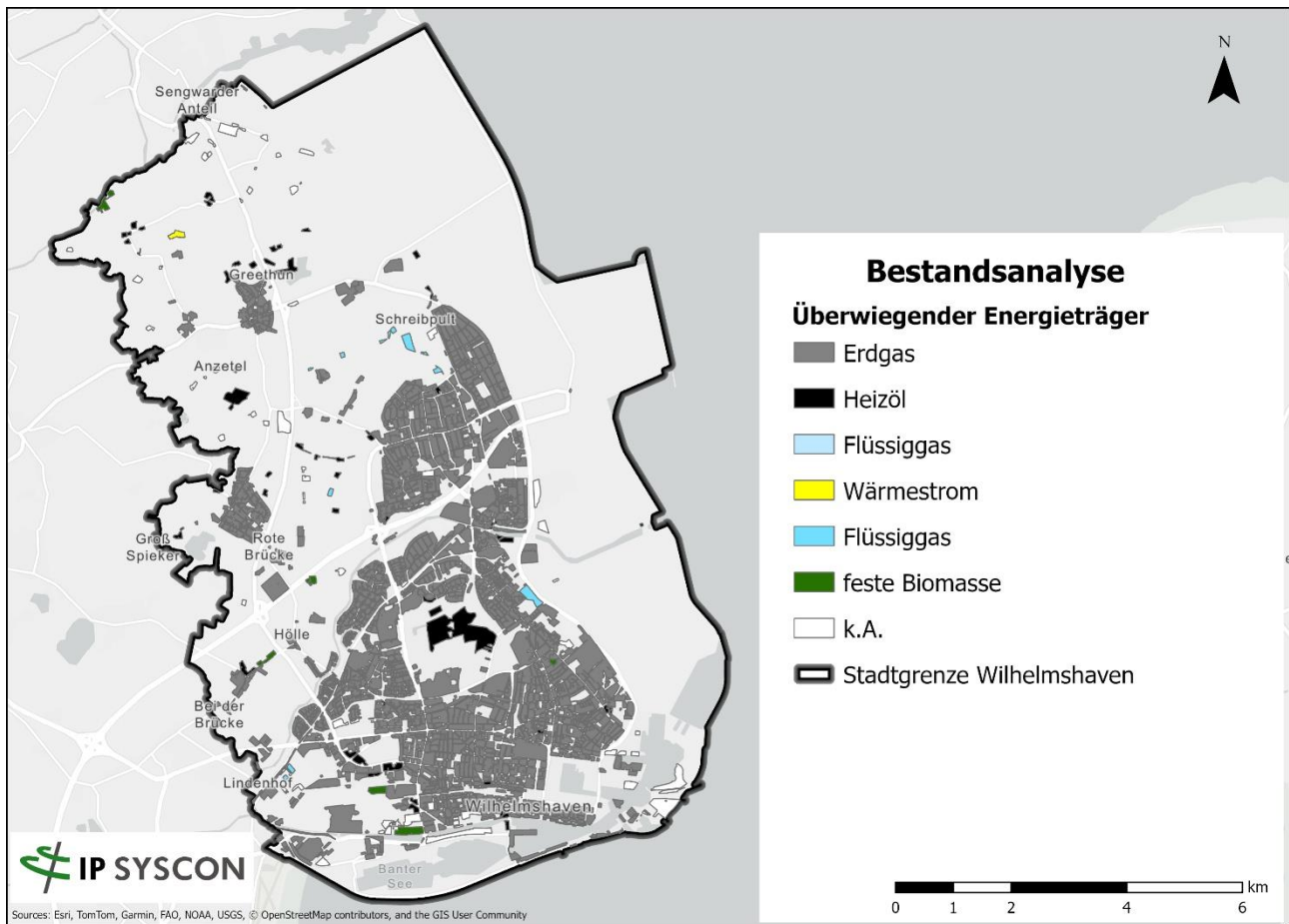


Abbildung 3-11: Verteilung des überwiegenden Energieträgers in den Versorgungsgebieten (Quelle: IP SYSCON)

Einbaujahr der fossilen Heizungen

Die Daten zum Einbaujahr der Heizungsanlagen in Gebäuden basieren auf den Kkehrbuchaufzeichnungen der Bezirksschornsteinfeger. Die Auswertung zeigt, dass rund 8.100 der Gas- und Ölheizungen vor dem Jahr 2000 installiert wurden und damit bereits älter als 25 Jahre sind. Diese Anlagen erreichen zunehmend das Ende ihrer technischen Lebensdauer und stehen daher kurz- bis mittelfristig zur Erneuerung an.

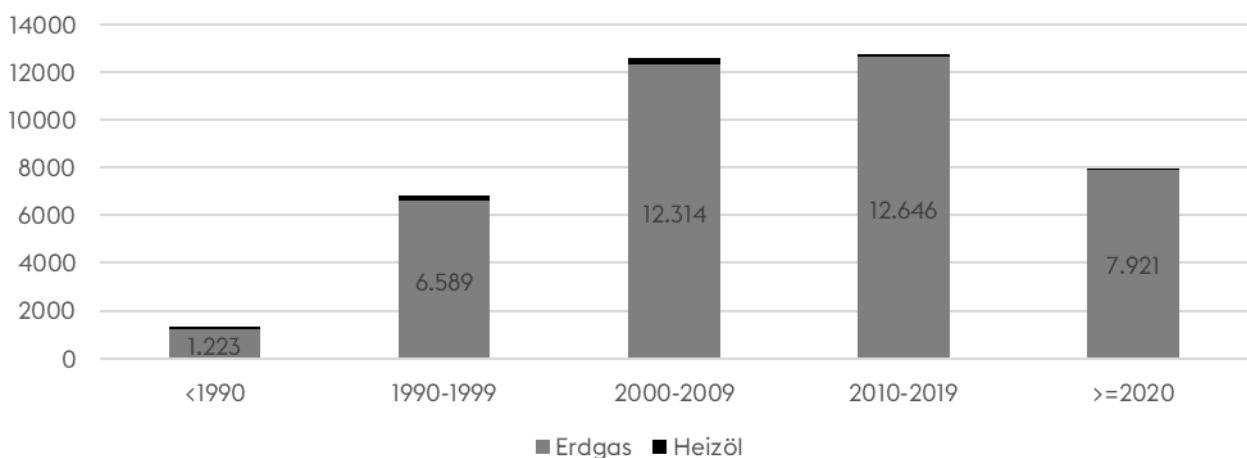


Abbildung 3-12: Anzahl der installierten Erdgas- und Heizöl-Heizungen nach Baujahr

KWK-Anlagen

Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) haben bislang nur eine geringe Bedeutung in der Wärmeversorgung der Stadt. Laut Marktstammdatenregister sind derzeit insgesamt 21 KWK-Anlagen im Gebiet registriert, davon 20 biogasbetriebene Anlagen und 3 Anlagen auf Erdgasbasis. Insgesamt beträgt die installierte Nettonennleistung 6.257 kW. 12 der mit Biogas betriebenen Anlagen versorgen die bestehende Wärmenetze mit Wärme.

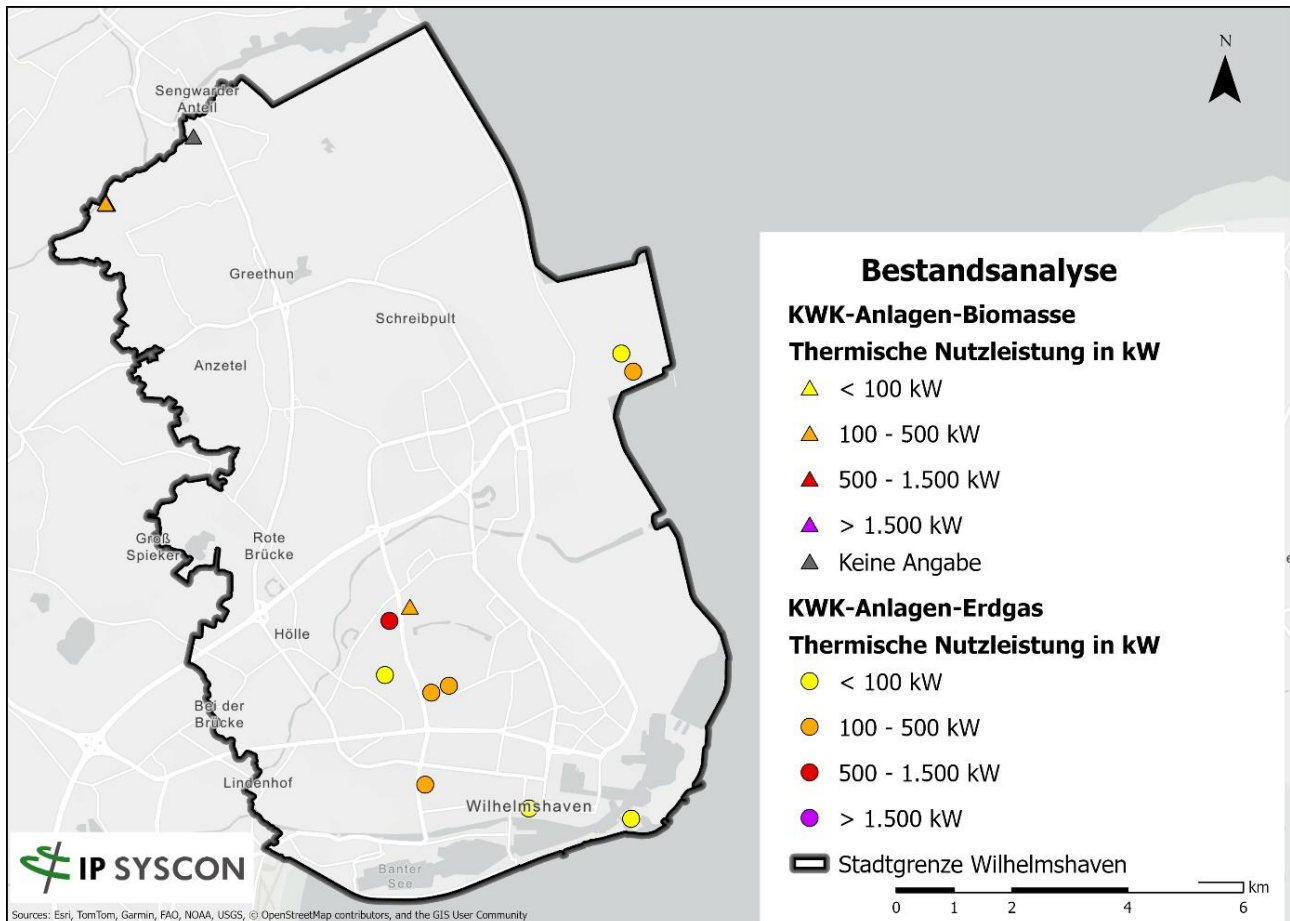


Abbildung 3-13: Darstellung der im Stadtgebiet bestehenden KWK-Erzeugungsanlagen (Quelle: IP SYSCON)

Wärmepumpen und Stromheizungen

Wärmepumpen sind in der Stadt derzeit noch wenig verbreitet, jedoch zunehmend von Bedeutung. Im Jahr 2024 lag der Stromverbrauch zur Wärmeerzeugung bei rund 1.190 MWh/a.

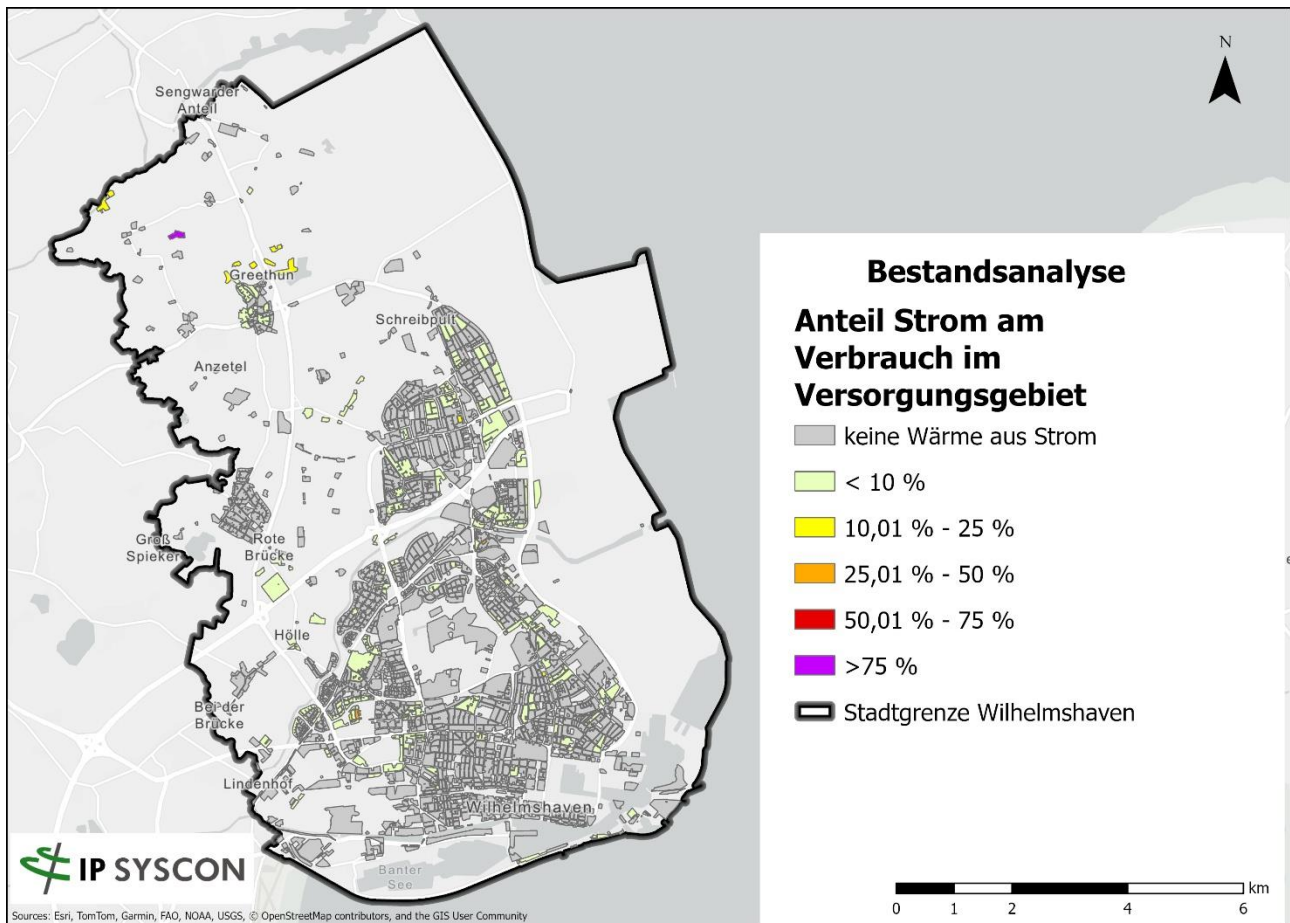


Abbildung 3-14: Anteil des Stromverbrauchs für Wärmeanwendungen am gesamten Energieverbrauch für Wärme in den Clustern (Quelle: IP SYSCON)

3.5.4 Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfs- und -verbrauchs

Die Analyse des räumlich aufgelösten Energieverbrauchs für Wärme in der Stadt basiert auf der Auswertung von insgesamt rund 20.100 beheizten Gebäuden. Der ermittelte Energieverbrauch für Wärme beträgt 847 GWh pro Jahr, der berechnete Energiebedarf für Wärme liegt bei 880 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 2022-2024.

Die Erhebung stützt sich auf gebäudescharfe Angaben aus Schornsteinfegerdaten, Verbrauchsdaten für Erdgas und Strom.

Die sektorale Betrachtung des Wärmeverbrauchs macht deutlich, dass Wohngebäude mit rund 563 GWh/a den größten Anteil ausmachen und damit etwa 66% des Gesamtverbrauchs abdecken. Dieser Wert spiegelt sowohl die hohe Anzahl an Wohngebäuden als auch die typischen Heizbedarfe in Ein- und Mehrfamilienhäusern wider.

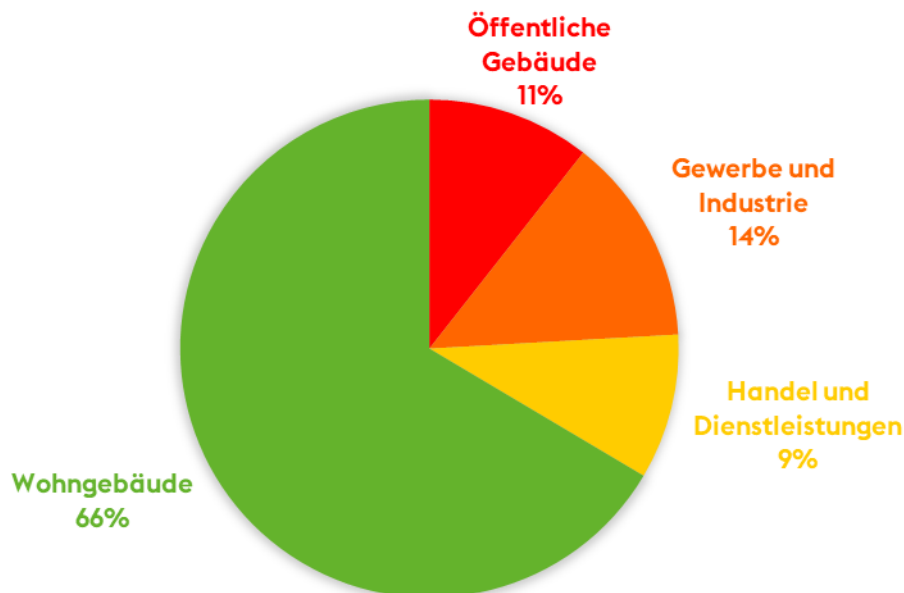


Abbildung 3-15: Sektoraler Wärmeverbrauch in der Stadt Wilhelmshaven

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.

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.

Darstellung der Wärmedichten

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 Szenarientwicklung.

Einen Überblick über die räumliche Verteilung des Wärmeverbrauchs vermittelt die Aggregation der gebäudescharfen Verbrauchsdaten auf Baublockebene in den Clustergebieten. Darüber lassen sich gezielt Gebiete mit hohem Wärmeverbrauch identifizieren (vgl. Abbildung 3-16)

Wärmedichtekarten bilden die räumliche Verteilung der Wärmebedarfe 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.

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 3-4: Zuordnung Wärmedichteklassen zur Eignung von Wärmenetzen in Clustergebieten (Quelle: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2020))

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

Tabelle 3-5: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmeliniendichte (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.

Abbildung 3-16 zeigt die räumliche Verteilung der Wärmedichte innerhalb der Quartiere der Stadt Wilhelmshaven. Die Darstellung basiert auf dem 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.

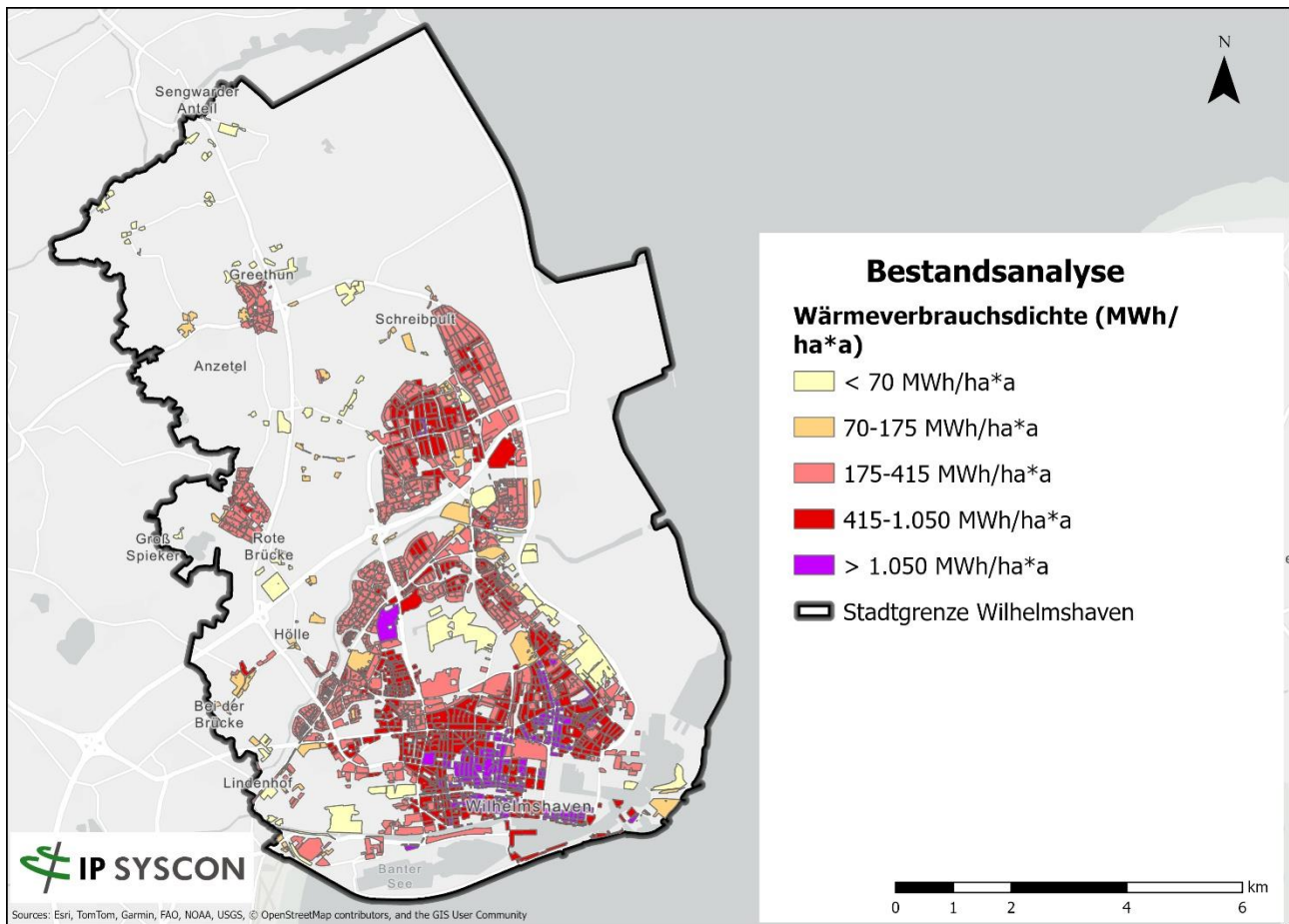


Abbildung 3-16: Spezifischer Jahresheizenergieverbrauch in den Versorgungsgebieten als Wärmeverbrauchsichte (MWh/ha*a) (Quelle: IP SYSCON)

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

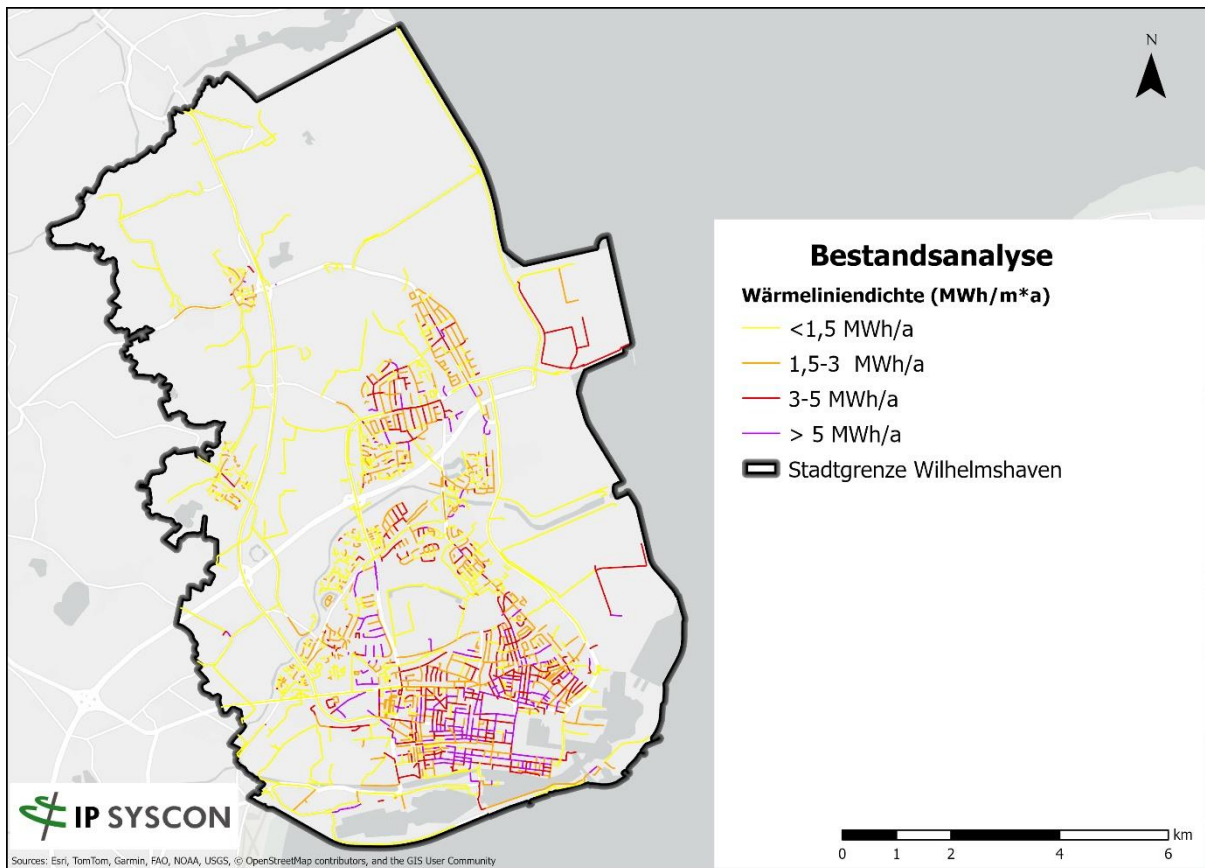


Abbildung 3-17: Spezifischer Wärmeenergieverbrauch pro Straßenmeter (Wärmelinienendichte MWh/m*a) (Quelle: IP SYSCON)

3.5.5 Energie- und Treibhausgasbilanz

Die Auswertung des gesamten Wärmebedarfs in der Stadt Wilhelmshaven zeigt eine klare Dominanz fossiler Energieträger. Mit einem jährlichen Verbrauch von rund 760 GWh/a ist Erdgas der mit Abstand dominierende Energieträger und deckt etwa 90 % des gesamten Wärmeverbrauchs ab. Deutlich nachrangig folgt Heizöl mit einem Jahresverbrauch von rund 50 GWh/a, was einem Anteil von etwa 6 % entspricht.

Feste Biomasse, z. B. in Form von Holzöfen oder Pelletheizungen, trägt mit knapp 28 GWh/a etwa 3 % zum Gesamtverbrauch bei. Der Anteil der Wärme aus Strom, etwa durch Wärmepumpen oder Direktheizsysteme, ist mit knapp 1,9 GWh/a derzeit noch gering (vgl. Abbildung 3-18 und Abbildung 3-19).

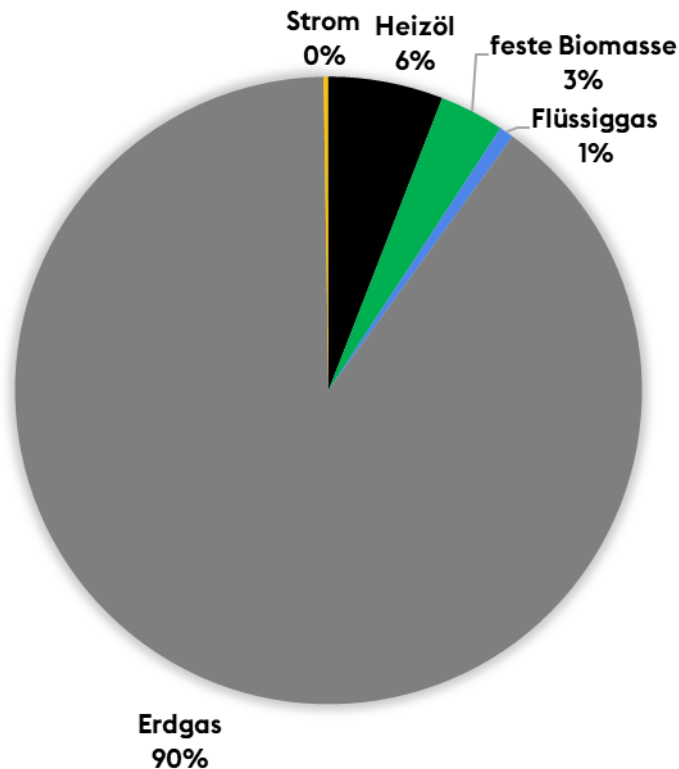


Abbildung 3-18: Anteil der Energieträger am Gesamtverbrauch in der Stadt

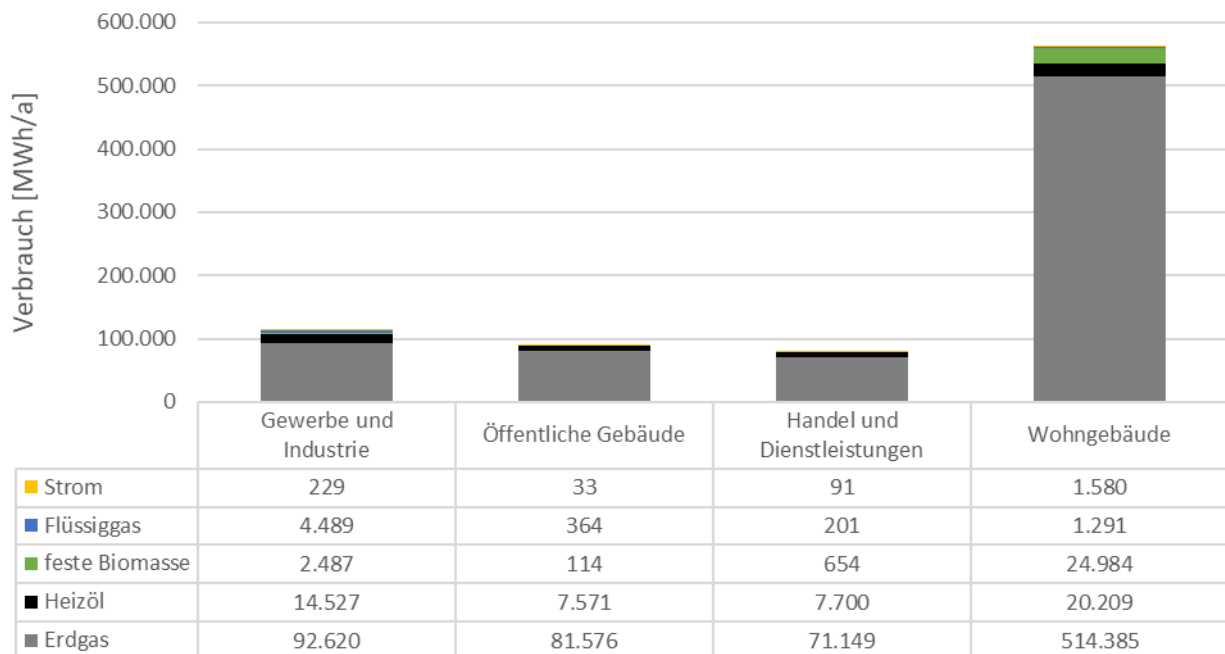


Abbildung 3-19: Energiebilanz der Energieträger nach Sektoren

Treibhausgasbilanz

Für die Bewertung der aktuellen Situation sowie die Ableitung von Klimaschutzzielen ist eine fundierte Erfassung des Wärmebedarfs und der damit verbundenen 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 Beitrag zu den wärmebedingten Emissionen in der Stadt leisten. Rund 65 % der Gesamtemissionen entfallen auf Wohngebäude, gefolgt von Gewerbe und Industrie mit 14 %. Öffentliche Gebäude sowie der Bereich Handel und Dienstleistungen tragen jeweils nur rund 11 bzw. 10 % zu den Gesamtemissionen bei.

Mit Blick auf die Energieträger ist Erdgas mit einem Anteil von 91 % mit Abstand der größte Verursacher von THG-Emissionen im Wärmesektor. An zweiter Stelle steht Heizöl mit 7 %, das trotz eines geringeren Verbrauchsanteils überdurchschnittlich stark zur Emissionsbilanz beiträgt. Flüssiggas und feste Biomasse spielen mit 0,8 % bzw. 0,3 % nur eine untergeordnete Rolle.

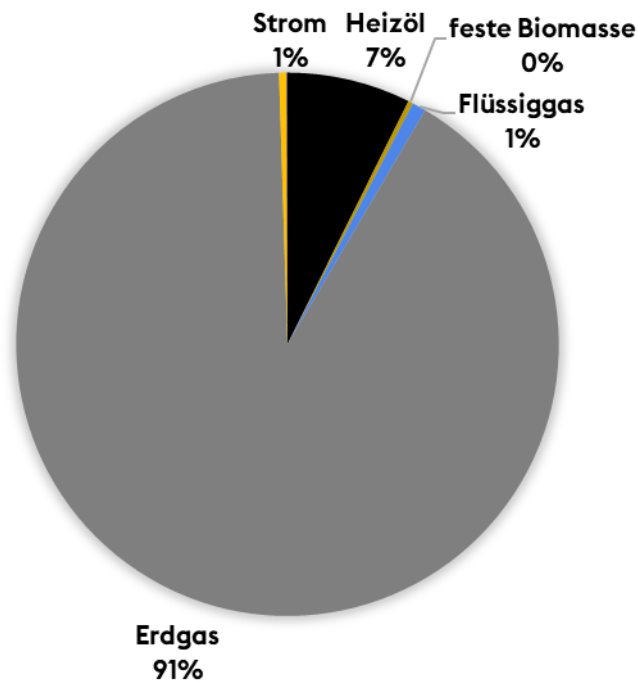


Abbildung 3-20: Anteil der THG-Emissionen in t CO₂eq. nach Energieträger

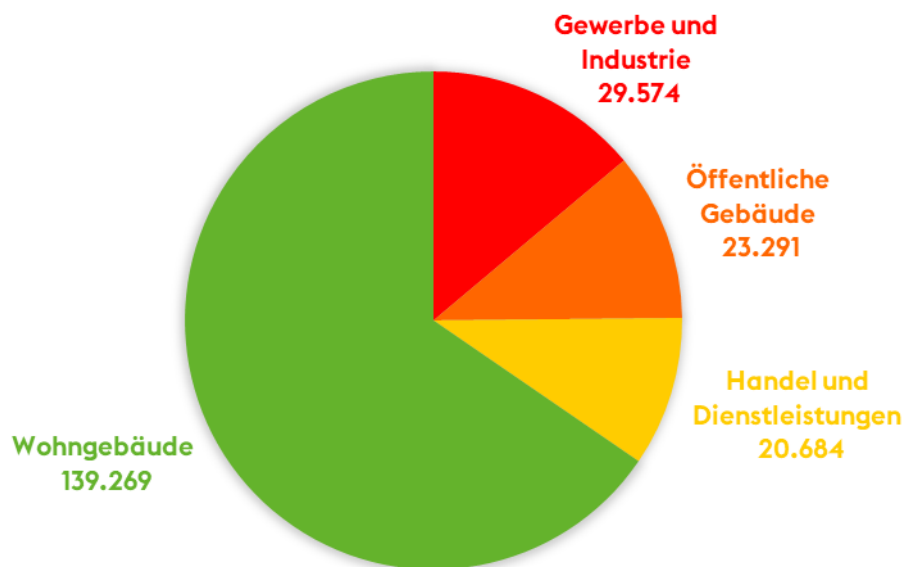


Abbildung 3-21: Verteilung der THG-Emissionen nach Sektoren

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 viele Treibhausgase bei der Erzeugung einer Kilowattstunde Wärme ausgestoßen werden. Energieträger wie Heizöl verursachen im Verhältnis zu ihrem Verbrauch vergleichsweise hohe Emissionen, während z. B. Biomasse deutlich geringere Emissionen pro erzeugter Wärmeeinheit aufweisen.

Die Ergebnisse verdeutlichen die Notwendigkeit, insbesondere fossile Energieträger wie Erdgas und Heizöl rasch zu substituieren, um die Klimaziele im Wärmesektor zu erreichen.

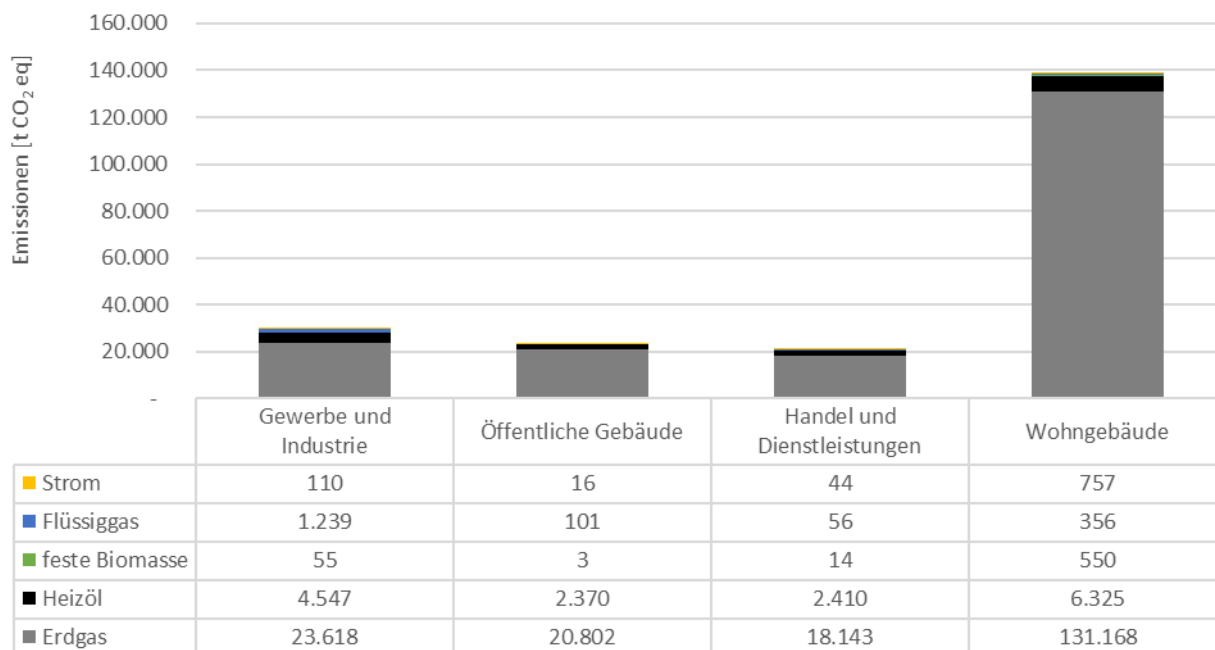


Abbildung 3-22: Absolute THG-Emissionen (CO₂eq) nach Sektoren und Energieträgern

Abbildung 3-22 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 die dominierende Emissionsquelle darstellt. Aber auch in den anderen Sektoren ergeben sich relevante Emissionsbeiträge, ebenfalls hauptsächlich durch den fossilen Energieträger Erdgas.

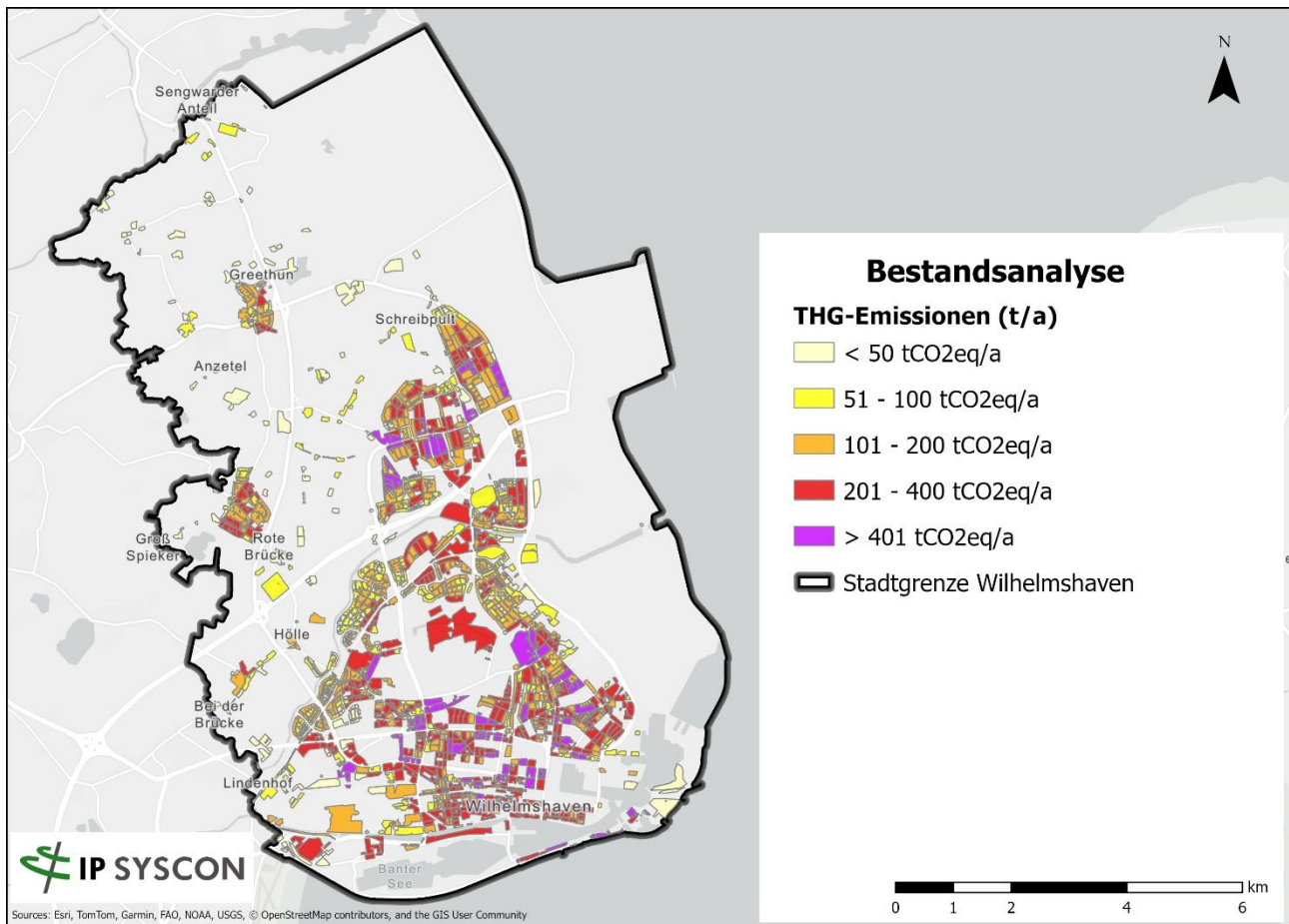


Abbildung 3-23: Verteilung der absoluten THG-Emissionen in den Versorgungsgebieten (Quelle: IP SYSCON)

4 Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse bildet die zweite zentrale Phase der kommunalen Wärmeplanung und untersucht, in welchem Umfang in der Stadt Wilhelmshaven künftig klimafreundliche 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 Stadt Wilhelmshaven lag der Fokus primär auf der technischen Potenzialermittlung, ergänzt durch erschließbare Potenziale in Bereichen mit bekannt restriktiven Rahmenbedingungen, etwa bei Geothermie. Die theoretischen Potenziale wurden nur informativ ausgewiesen, um das Gesamtbild der verfügbaren Ressourcen abzurunden.

Tabelle 4-1 zeigt die Potenziale, welche in den nachfolgenden Kapiteln untersucht werden.

Tabelle 4-1: Auflistung der untersuchten Potenziale

Potenzial	
Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs durch Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz	
Geothermie	Erdwärmesonden
	Erdwärmekollektoren

	Tiefengeothermie
Unvermeidbare Abwärme aus industriellen Prozessen	
Abwärmepotenzial aus kommunalen Kläranlagen	
Umweltwärme aus Oberflächengewässern	
Solaranalyse	Solarthermie
	Photovoltaik
Biomasse	Holzpotenzials
	Potenzial auf Ackerflächen
	Potenzials auf Grasland
	Potenzial der Abfallwirtschaft
Potenzial der Luft als Wärmequelle	

4.1 Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs durch Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz

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

Ein zentrales Kriterium für die Abschätzung der Entwicklung im Gebäudebestand ist die Sanierungsrate, also der Anteil der Gebäude, die pro Jahr energetisch modernisiert werden. Hierzu wurden drei Szenarien definiert: ein konservatives „Business-as-Usual“-Szenario (BaU) mit einer jährlichen Sanierungsrate von 0,7 %, ein realistisches Zielszenario mit 1,4 % sowie ein ambitioniertes Effizienz-szenario mit einer jährlichen Sanierungsrate von 2,0 %. Die Sanierungsraten werden dabei als Voll-sanierungsäquivalent angegeben. Im Rahmen des zweiten Workshops, insbesondere in den dort geführten Gesprächen mit lokalen Akteuren, wurde deutlich, dass die tatsächliche Sanierungsrate in Wilhelmshaven derzeit voraussichtlich unterhalb des bundesweiten Durchschnittswertes von 0,7 % liegt. Gleichzeitig wurden kurzfristig keine signifikanten Steigerungen der Sanierungsaktivitäten erwartet. Vor diesem Hintergrund wurde für das gesamtstädtische Gebiet eine jährliche Sanierungsrate von 0,7 % als realistisch erreichbarer Zielwert angesetzt, der die aktuellen strukturellen Rahmenbedingungen sowie die Marktentwicklung vor Ort angemessen berücksichtigt.

Ergänzend dazu wurde für die Sanierungstiefe folgende Werte angenommen¹: 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. Eine Auflistung

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

der verwendeten U-Werte für den Ist-Zustand sowie für die Sanierungszustände teil- und vollsaniert findet sich in der Tabelle Tabelle 4-2.

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.

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

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

Ergebnis

Im Ausgangsjahr beträgt der rechnerische kalibrierte Wärmebedarf für alle Gebäude insgesamt ca. 880 GWh/a. Hierbei wurden ausgehend vom berechneten Wärmebedarf von 1070 GWh/a angenommen, dass ein Teil der Gebäude bereits energetisch saniert wurde und dies im Modell bei den Sanierungsszenarien als kalibrierter Wärmebedarf hinterlegt². In allen Szenarien ergibt sich bis zum Jahr 2040 eine messbare Reduktion:

Tabelle 4-2: Entwicklung des Jahresheizenergiebedarfs in den Szenarien unter Annahme unterschiedlicher Sanierungs-raten; prozentuale Einsparung gegenüber dem Ist-Zustand in Klammern angegeben.

Szenario	2030 [GWh/a]	2035 [GWh/a]	2040 [GWh/a]
BaU (0,7%)	872 (1 %)	864 (2%)	854 (3%)
Szenario 1 (1,4 %)	864 (2%)	844 (4%)	822 (7%)
Szenario 2 (2 %)	856 (3%)	823 (7%)	816 (8%)

² Als saniert werden Gebäude angenommen, deren spezifischer Wärmeverbrauch unter 100 kWh/m²·a liegt und vom spezifischen Wärmebedarf deutlich abweicht.

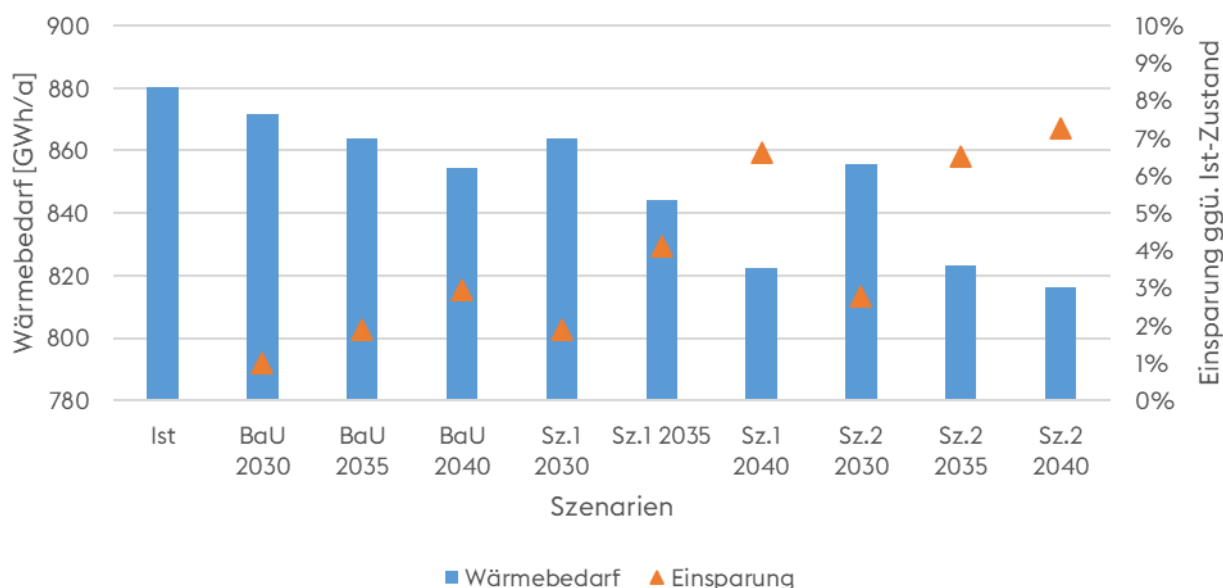


Abbildung 4-1: Entwicklung des Jahresheizenergiebedarfs im Ist-Zustand und in drei Sanierungsszenarien bis 2040

Die Abbildung 4-1 zeigt die Entwicklung des gesamten Jahresheizenergiebedarfs in der Stadt im Ist-Zustand (kalibrierter Wärmebedarf) sowie in drei Zukunftsszenarien mit unterschiedlichen Sanierungsraten bis zum Jahr 2040.

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

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass zwar erhebliche technische Sanierungspotenziale bestehen, diese jedoch unter realistischen Annahmen zu Sanierungsquoten und -raten nur in sehr begrenztem Umfang auf gesamtkommunaler Ebene wirksam werden, während die Maßnahmen punktuell auf Ebene der einzelnen Gebäude einen starken Rückgang des Wärmebedarfs bewirken können.

Effizienzpotenziale Prozesswärme

Die Abschätzung des zukünftigen Prozesswärmebedarfs basiert auf Kennwerten aus dem Technik-katalog 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 4-3) 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 4-2 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.

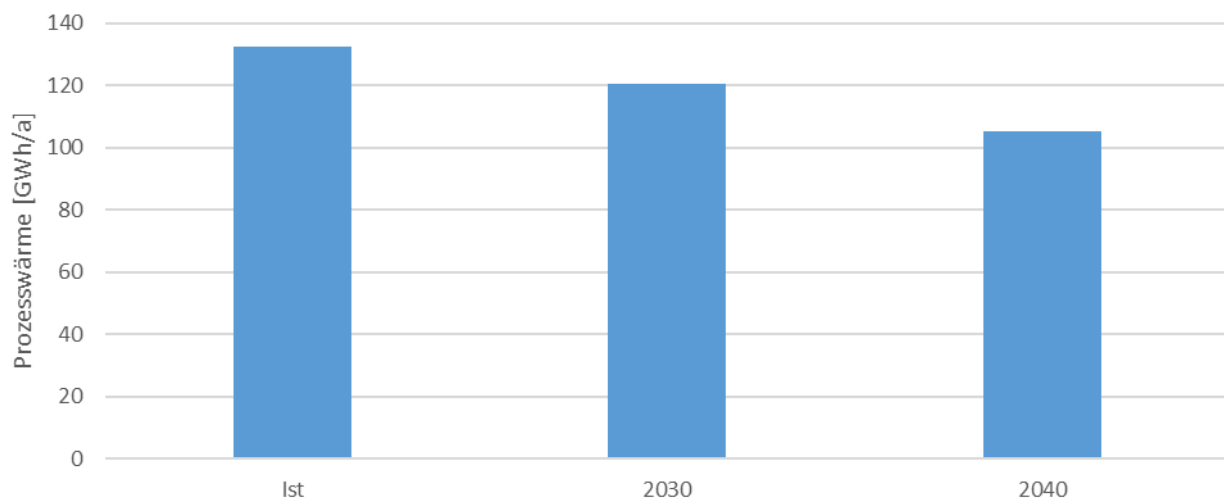


Abbildung 4-2: Entwicklung des theoretisch berechneten Prozesswärmebedarfs in der Stadt Wilhelmshaven bis 2040

Tabelle 4-3: 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

4.2 Geothermie

Hinsichtlich der energetischen Nutzung wird in Deutschland zwischen der tiefen (ab 400 m) und oberflächennahen (bis 400 m) Geothermie und Umgebungswärme unterschieden. Allen Systemen der Geothermie ist gemeinsam, dass ein Wärmeträgermedium (meist Wasser) zwischen Untergrund und Erdoberfläche zirkuliert und dabei Wärme 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 Stadt Wilhelmshaven 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.

4.2.1 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. Als technischer Wirkungsgrad der Wärmepumpensysteme wurde ein JAZ von 4 (Leistungszahl) unterstellt. Die Berechnung der potenziell nutzbaren Wärmemenge erfolgte auf dieser Grundlage und wurde unter Berücksichtigung sämtlicher Nutzungseinschränkungen, insbesondere Ausschlussflächen wie Trinkwasser- oder Heilquellenschutzgebiete, Gewässer, Verkehrsflächen und dichte Bebauung, flächenspezifisch durchgeführt.

4.2.2 Erdwärmekollektoren

Erdwärmekollektoren nutzen die im Oberboden gespeicherte Energie, die sich aus direkter Sonneneinstrahlung und atmosphärischen Einträgen speist. Diese Systeme werden in etwa 1,2 bis 2,5 m Tiefe horizontal im Erdreich verlegt. Die Standorteignung von Böden für Kollektoren ist gegeben, wenn die Böden eine gute Wärmeentzugsleistung aufweisen. Hierfür müssen die Böden eine gute Durchfeuchtung und/oder geringe Grundwasserflurabstände aufweisen. Im Gegensatz dazu sind trockene, sandige Böden mit einem großem Grundwasserflurabstand weniger geeignet. Auf Grundlage der räumlichen Differenzierung in bodenkundlichen Karten, den zugehörigen Beschreibungen der Bodenprofile in einer Tiefe von 1,2 m bis 1,5 m, den Angaben zum Grundwasserstand sowie der Bewertung von Bodenarten und Festgesteinen, existiert eine Karte der potenziellen Standorteignung für den Einsatz von Erdwärmekollektoren, welches auf dem NIBIS Kartenserver bereitgestellt wird. In der Karte der potenziellen Standorteignung sind drei Eignungsklassen angegeben: gut geeignet ($> 30 \text{ W/m}^2$), geeignet ($20\text{--}30 \text{ W/m}^2$) und wenig geeignet ($< 20 \text{ W/m}^2$) (vgl. Abbildung 4-3).

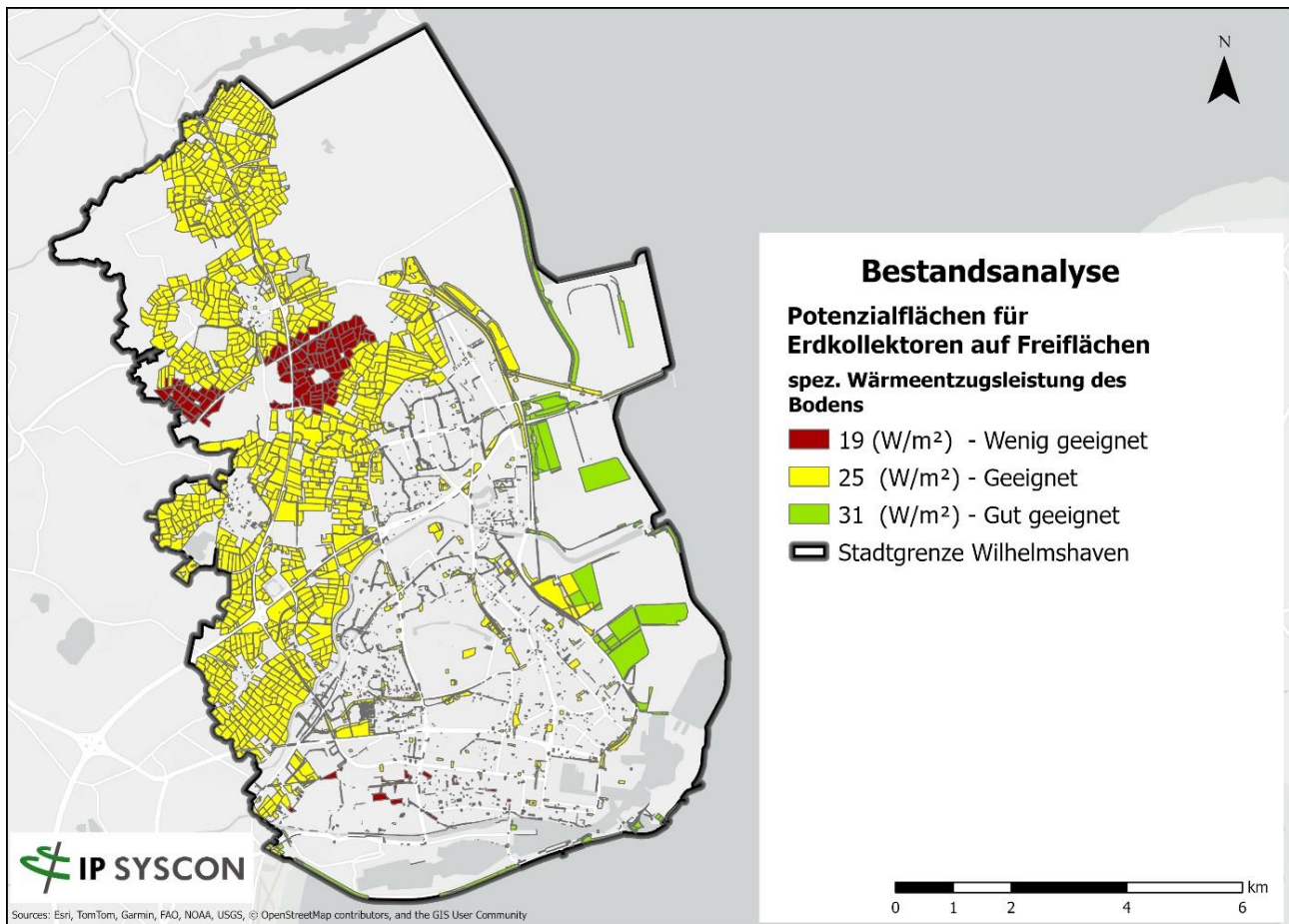


Abbildung 4-3 Spezifische Wärmeentzugsleistung für Erdkollektoren (Betriebsdauer 1.800 h/a) (NIBIS® Kartenserver, 2024)

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

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

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

Berechnungsansatz

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

- Sowohl für eine Betriebsdauer von 2.400 h/a als auch für eine Betriebsdauer von 1.800 h/a wurden Angaben zur nutzbaren Wärmemenge berechnet
- Wärmepumpenleistung (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 Stadt Wilhelmshaven vor, die in nachgelagerten Planungsschritten für die Entwicklung standortspezifischer Versorgungslösungen herangezogen werden kann.

Die Nutzung oberflächennaher Geothermie bietet ein hohes Potenzial zur klimafreundlichen Wärmeversorgung von Gebäuden. Auf Grundlage einer flächendeckenden Analyse aller geeigneten Flurstücke im Gebiet der Stadt Wilhelmshaven 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.

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 (quantitativ).

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

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

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

Im Stadtgebiet Wilhelmshaven bestehen keine Restriktionsflächen aus Wasser- oder Heilquellenschutzgebieten (WSG/HQSG), die beim Betrieb von Geothermieranlagen zu berücksichtigen wären.

Ergebnis – Jährliches Potenzial aus Erdwärmesonden in der Stadt Wilhelmshaven

Tabelle 4-4 zeigt das Ergebnis der oberflächennahen Geothermiefeldpotenzialanalyse mit Erdwärmesonden für die Stadt Wilhelmshaven und stellt den potenziellen Energieertrag in GWh und Jahr, ohne Einbezug von Flächenkonkurrenz zwischen Kollektoren und Sonden, dar.

Tabelle 4-4: Jährliches technisches Potenzial aus Erdwärmesonden in der Stadt Wilhelmshaven (Quelle: IP SYSCON GmbH)

Eignungskategorien	Energieertrag Wärme in GWh/a (1.800 h/a)	Energieertrag Wärme in GWh/a (2.400 h/a)
Oberflächennahe Geothermie Gebäudenah (Sonden)	1.880	2.088
Oberflächennahe Geothermie Freiflächen (Sonden)	9.520	10.580

Ergebnis – Jährliches Potenzial aus Erdwärmekollektoren in der Stadt Wilhelmshaven

Tabelle 4-5 zeigt das Ergebnis der oberflächennahen Geothermiepotezialanalyse mit Erdwärmekollektoren für die Stadt Wilhelmshaven und stellt den potenziellen Energieertrag in GWh und Jahr dar.

Tabelle 4-5: Flächeneignung und jährliches Potenzial aus Erdwärmekollektoren in der Stadt Wilhelmshaven (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)	470	1.500
Oberflächennahe Geothermie Freiflächen (Kollektoren)	1.640	2.190

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

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

- Freiflächen: Hier tritt eine Flächenkonkurrenz auf, da die für Kollektoren oder Sonden geeigneten Flächen in der Praxis häufig auch anderweitig beansprucht werden (z.B. Landwirtschaft, Bebauung). Zusätzlich ist der Abstand zu potenziellen Abnehmern entscheidend. Große Potenziale auf weit entfernten Flächen können in der Praxis nur schwer wirtschaftlich erschlossen werden. Es werden daher nur Freiflächen berücksichtigt, welche eine max. Entfernung von 500m zu Siedlungsgebieten mit erhöhtem Wärmebedarf haben.
- 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 Potenziale: Geothermisches Sondenpotenzial auf Flurstücken mit beheiztem Gebäude → 591 GWh/a

- Geothermisches Kollektorpotenzial auf Flurstücken mit beheiztem Gebäude → 406 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 46 % der Gebäude vollständig durch Erdwärmekollektoren und etwa 67 % 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.

Fazit

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

4.2.3 Tiefengeothermie

Zur Abschätzung des Potenzials tiefer Geothermie in der Stadt Wilhelmshaven wurden öffentlich verfügbare Daten aus dem Geothermie-Informationssystem (Geotis) ausgewertet. Grundlage bildet die Auswertung der erreichbaren Untergrundtemperaturen in Tiefenlagen ab 400 m. Dabei wurde insbesondere das hydrothermale Potenzial untersucht, also die Möglichkeit zur Nutzung von Thermalwasser aus tiefen, wasserführenden Gesteinsschichten. Die Potenzialkarte zeigt die zu erwartenden Temperaturen in >400 m Tiefe und liefert damit einen Hinweis auf die energetische Nutzbarkeit.

Ergebnisse

Die Potenzialanalyse zeigt, dass im Gebiet der Stadt Wilhelmshaven in weiten Teilen Temperaturen zwischen 60 °C und 100 °C in 3.000 m Tiefe erreicht werden können. In einigen Teilbereichen liegen die erreichbaren Temperaturen sogar im Bereich von 100 °C bis 130 °C. Diese Werte sind grundsätzlich geeignet für eine hydrothermale Nutzung, etwa in Form von Wärmenetzen mit niedriger bis mittlerer Vorlauftemperatur oder zur Einspeisung in bestehende Nahwärmesysteme. Die Voraussetzung für eine wirtschaftliche Nutzung ist jedoch das Vorhandensein einer ausreichend durchlässigen und ergiebigen Aquifer-Struktur, was in der Regel durch weiterführende geophysikalische Untersuchungen und Probebohrungen bestätigt werden muss. Die in der Karte dargestellten Temperaturzonen bieten daher zunächst einen Hinweis auf die theoretische Nutzbarkeit und dienen als Grundlage für eine vertiefte Machbarkeitsanalyse.

Obwohl die thermischen Potenziale der tiefen Geothermie in der Stadt Wilhelmshaven grundsätzlich gegeben sind und die erreichbaren Untergrundtemperaturen eine technische Nutzung zulassen, ist für eine wirtschaftliche Umsetzung eine ausreichend große und kontinuierliche Wärmeabnahme entscheidend. In Wilhelmshaven bestehen hierfür grundsätzlich geeignete Rahmenbedingungen, da neben verdichteten Siedlungsbereichen auch industrielle und gewerbliche Verbraucher mit dauerhaftem Wärmebedarf vorhanden sind. Insbesondere Prozesswärmeanwendungen oder größere Einzelabnehmer können eine stabile Grundlast bereitstellen und damit die Wirtschaftlichkeit eines geothermischen Projekts deutlich verbessern.

Für die Realisierung eines Tiefengeothermievorhabens, das in der Regel mit Investitionskosten im mehrstelligen Millionenbereich³ verbunden ist, ist jedoch eine sorgfältige Standortwahl erforderlich. Neben der geologischen Eignung sind die räumliche Nähe zu potenziellen Großabnehmern, die Einbindung in bestehende oder perspektivisch auszubauende Wärmenetze sowie geeignete Flächen für Bohr- und Anlagentechnik maßgebliche Faktoren. In Gebieten mit entsprechender Wärmedichte oder in räumlicher Nähe zu industriellen Standorten kann die tiefe Geothermie daher eine strategisch interessante Option darstellen.

Vor diesem Hintergrund wird die Nutzung tiefer Geothermie in Wilhelmshaven nicht grundsätzlich ausgeschlossen, sondern als perspektivisch verfügbare Versorgungsoption bewertet. Insbesondere im Kontext der Dekarbonisierung industrieller Prozesse, der Weiterentwicklung bestehender Wärmenetzstrukturen oder des Aufbaus neuer, zentraler Versorgungsachsen kann sie einen Beitrag zur klimaneutralen Wärmeversorgung leisten.

Die Analyse zeigt somit, dass in der Stadt Wilhelmshaven grundsätzlich geeignete geothermische Potenziale vorhanden sind, insbesondere in den in Abbildung 4-4 dargestellten Bereichen. Für eine konkrete Projektentwicklung sind jedoch vertiefende geologische Untersuchungen, Machbarkeitsstudien sowie betriebswirtschaftliche Bewertungen erforderlich.

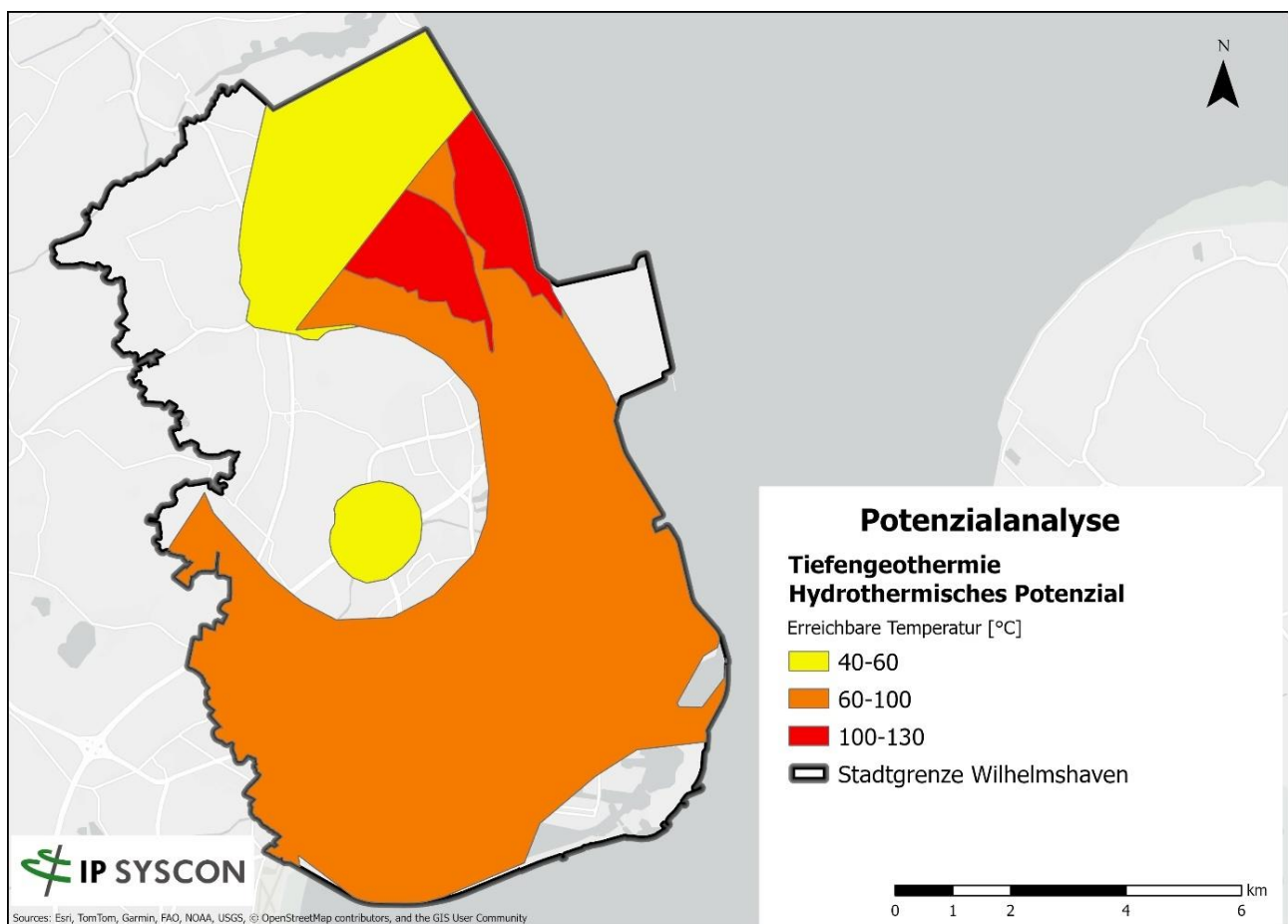


Abbildung 4-4: Gebiete mit nachgewiesenem hydrothermischem Potenzial auf Grundlage des geothermischen Informationssystems (<https://www.geotis.de/geotisapp/geotis.php>)

³ <https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/aktuelles/pressemitteilungen/niedersachsen-fordert-erstes-tiefengeothermie-projekt-in-munster-mit-7-millionen-euro-221929.html>

4.3 Unvermeidbare Abwärme aus industriellen Prozessen

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

Im ersten Schritt erfolgte eine Auswertung der im Abwärmeportal des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) bereitgestellten Daten. Dieses Portal verzeichnet Unternehmen mit einem jährlichen Gesamtenergieverbrauch von über 2,5 GWh.

Für das Stadtgebiet Wilhelmshaven sind im Abwärmeportal mehrere Unternehmen verzeichnet, darunter Betriebe aus den Bereichen Lebensmittelverarbeitung, Logistik, Energieerzeugung sowie Tanklager- und Umschlagsinfrastruktur. Die Auswertung zeigt, dass zwar grundsätzlich industrielle Standorte mit erhöhtem Energieeinsatz vorhanden sind, jedoch nicht alle Unternehmen automatisch für eine Abwärmenutzung geeignet sind.

Insbesondere Handels- und Logistikstandorte, wie großflächige Lebensmittelmärkte oder Distributionsszentren, weisen typischerweise keine kontinuierlich verfügbare Abwärme in nutzbarer Menge und Temperatur auf. Diese Standorte sind daher für eine Einspeisung in ein Wärmenetz in der Regel nicht geeignet. Bei energieintensiveren Industrie- und Kraftwerksstandorten ist eine Abwärmenutzung grundsätzlich denkbar, allerdings sind hier Faktoren wie Temperaturniveau, zeitliche Verfügbarkeit, betriebliche Rahmenbedingungen sowie die Entfernung zu potenziellen Abnehmern entscheidend.

Im zweiten Schritt wurde eine Unternehmensabfrage vorbereitet und gemeinsam mit der Stadt durchgeführt, um ansässige Gewerbe- und Industrieunternehmen mit relevantem Abwärmepotenzial zu identifizieren. Von insgesamt 36 angeschriebenen Unternehmen gingen acht Rückmeldungen ein. Die Auswertung zeigte, dass aufgrund der gemeldeten Abwärmemengen, der Temperaturniveaus sowie der zeitlichen Verfügbarkeit zwei Unternehmen grundsätzlich für eine vertiefte Betrachtung in Frage kommen.

Weitere Unternehmen signalisierten zwar prinzipiell vorhandene Abwärmepotenziale, gaben jedoch an, dass sie in ihrem unmittelbaren Umfeld kein geeignetes Abnahmepotenzial sehen oder derzeit kein Interesse an einer Kooperation zur Wärmeeinspeisung besteht. Vor diesem Hintergrund ist das realistisch erschließbare Potenzial industrieller Abwärme im Stadtgebiet aktuell als begrenzt einzustufen und stark von der konkreten Standort- und Nachfragesituation abhängig.

Darüber hinaus befinden sich derzeit zwei weitere industrielle Projekte in der Planungsphase, bei denen künftig mit erheblichen Abwärmemengen zu rechnen ist. Es handelt sich hierbei um Vorhaben zur Erzeugung von Wasserstoff mittels Elektrolyseuren, bei denen prozessbedingt kontinuierlich nutzbare Abwärme anfällt. Aufgrund des noch frühen Planungsstands liegen hierzu bislang keine belastbaren Kennwerte zu Abwärmemenge, Temperaturniveau oder zeitlicher Verfügbarkeit vor. Zwischen der Stadt und den beteiligten Unternehmen findet jedoch bereits ein fachlicher Austausch statt, um frühzeitig die Möglichkeiten einer potenziellen Abwärmenutzung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung zu prüfen und gegebenenfalls in zukünftige Netzkonzepte zu integrieren.

Zusammenfassend zeigt die Analyse, dass derzeit kein kurzfristig erschließbares, großskaliges Potenzial unvermeidbarer industrieller Abwärme für die kommunale Wärmeversorgung in Wilhelmshaven identifiziert werden konnte. Zwar bestehen einzelne Standorte mit grundsätzlich nutzbaren Abwärmemengen, jedoch begrenzen insbesondere Temperaturniveau, zeitliche Verfügbarkeit, fehlende Abnehmer in räumlicher Nähe sowie betriebliche Rahmenbedingungen die wirtschaftliche Realisierbarkeit.

Das realistisch nutzbare Potenzial ist daher aktuell als begrenzt einzustufen und stark von konkreten Projektkonstellationen abhängig. Perspektivisch könnten insbesondere die geplanten Wasserstoffprojekte mit Elektrolyseuren neue relevante Abwärmequellen erschließen.

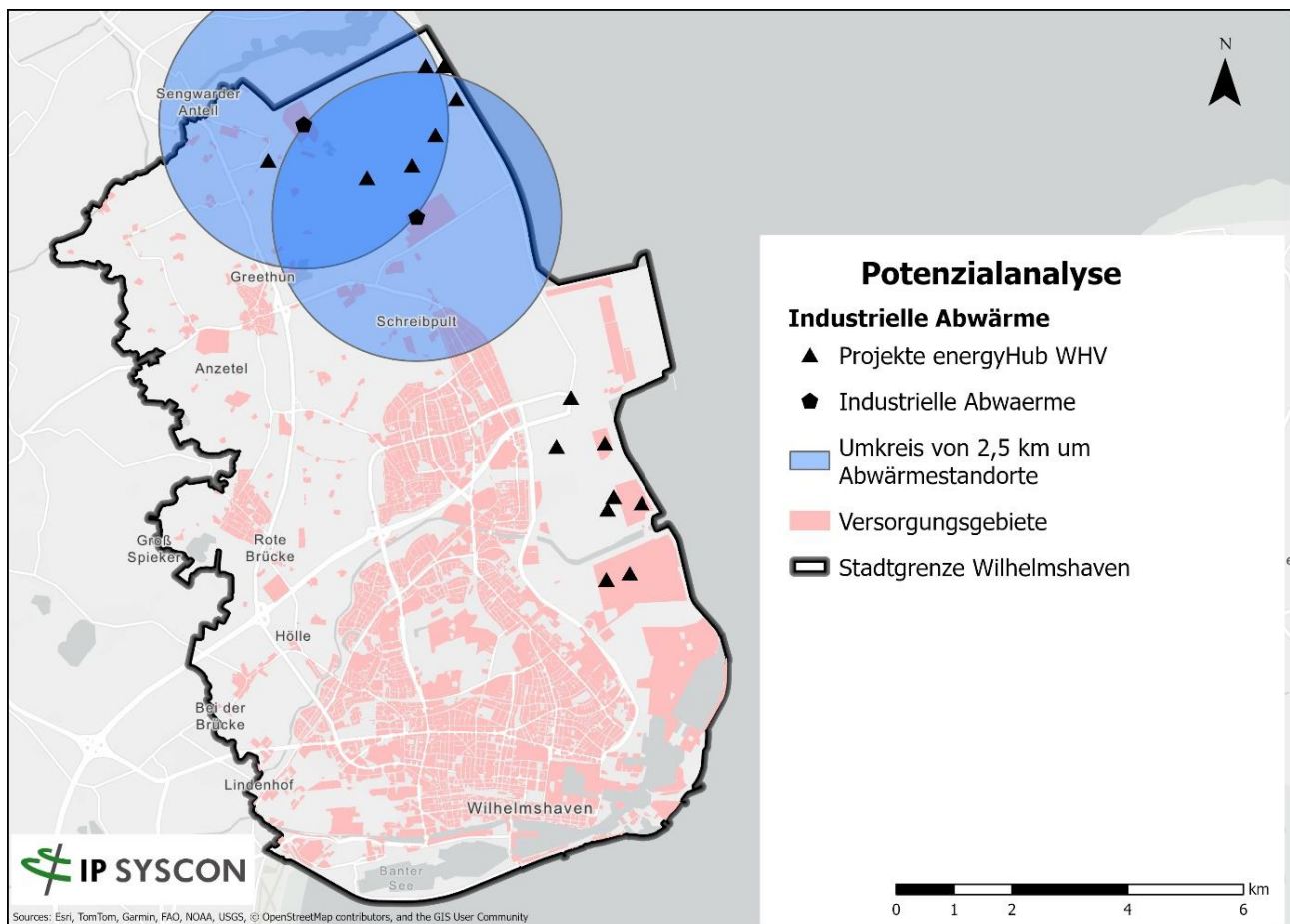


Abbildung 4-5: Standorte der Unternehmen mit relevantem Abwärmepotenzial und Projekte aus dem EnergyHub -WHV (Quelle: Fraunhofer IST)

4.4 Abwärmepotenzial aus kommunalen Kläranlagen

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde das nutzbare Abwärmepotenzial aus der kommunalen Abwasserbehandlung näher untersucht. In Wilhelmshaven existiert mit der Zentralkläranlage im Stadtteil Heppenser Groden eine zentrale Anlage, die das gesamte im Stadtgebiet anfallende Abwasser behandelt. An die Anlage sind rund 97.700 Einwohnerinnen und Einwohner angeschlossen. Aufgrund der kontinuierlichen Abwasserströme stellt das gereinigte Abwasser nach dem biologischen Reinigungsprozess grundsätzlich eine dauerhaft verfügbare und technisch gut erschließbare Wärmequelle dar.

Die Berechnung des potenziell nutzbaren Abwärmepotenzials aus der Kläranlage basiert auf den im Lagebericht „Kommunalabwasser Niedersachsen 2025“ des NLWKN ausgewiesenen Durchflusswerten für das Jahr 2025. Aus diesen Angaben wurde eine mittlere Abflussrate abgeleitet, die als Grundlage für die energetische Bewertung dient. Die Potenzialermittlung erfolgt analog zum Vorgehen bei der Abschätzung von Umweltwärmepotenzialen aus Fließgewässern: Unter Verwendung der spezifischen Wärmekapazität von Wasser, der angesetzten Temperaturdifferenz durch Abkühlung ($\Delta T = 4 \text{ K}$) sowie einer Annahme von 6.570 Volllaststunden pro Jahr wird zunächst die durchschnittlich entziehbare Wärmeleistung berechnet. Zur Einordnung der Nutzwärmebereitstellung über eine Wärmepumpe wird ergänzend eine Jahresarbeitszahl (JAZ) von 3 angesetzt. Auf dieser Basis kann sowohl die jährlich nutzbare Wärmemenge als auch die resultierende Abwärmemenge in MWh/a für die betrachtete Kläranlage ausgewiesen werden.

Die Berechnungsmethodik basiert auf den Vorgaben des Leitfadens „Abwasserwärmenutzung in Baden-Württemberg“ (DWA-Landesverband Baden-Württemberg, 2022).

Für die Zentralkläranlage in Wilhelmshaven ergibt sich daraus ein technisch verfügbares Wärmepotenzial von rund 67.300 MWh pro Jahr. Dieses Potenzial steht insbesondere im Bereich des gereinigten Ablaufwassers zur Verfügung und könnte prinzipiell über Wärmetauscher- und Wärmepumpensysteme in ein lokales oder übergeordnetes Wärmenetz eingespeist werden. Die tatsächliche technische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit hängt maßgeblich von der räumlichen Nähe geeigneter Wärmeabnehmer, den erforderlichen Temperaturniveaus sowie der Möglichkeit zur Integration in bestehende oder geplante Wärmenetzstrukturen ab. Das ausgewiesene Potenzial stellt daher ein technisches Gesamtpotenzial dar und bildet die Grundlage für eine vertiefende Machbarkeits- und Wirtschaftlichkeitsprüfung.

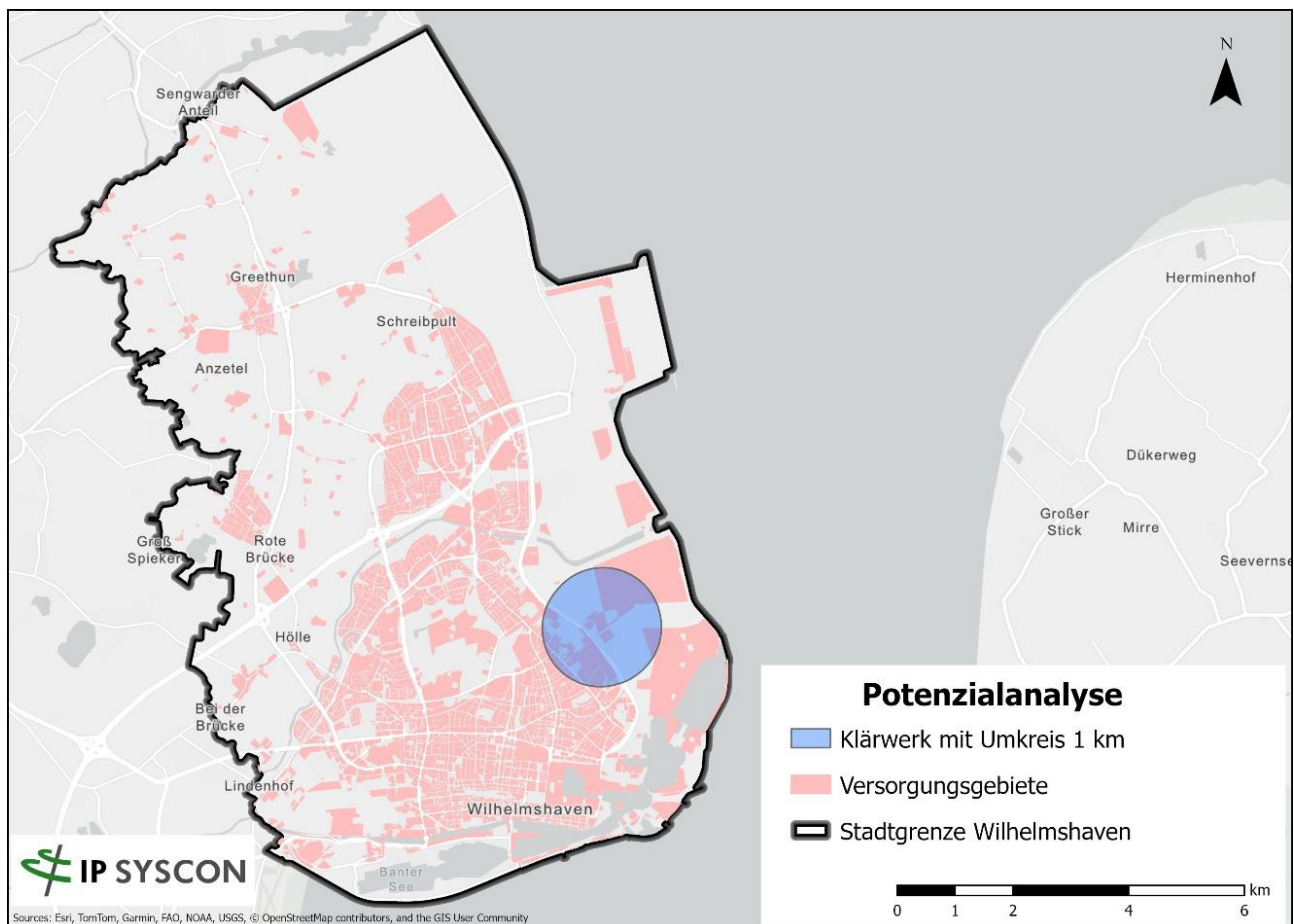


Abbildung 4-6: Lage der Kläranlagen im Stadtgebiet (Eingezeichnet mit Umgebungsradius von 1 km) (Quelle: IP SYSCON)

4.5 Umweltwärme aus Oberflächengewässern

Fließgewässer

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 wird normalerweise der mittlere Wasserabfluss (MQ) herangezogen. Da für die betrachteten Flüsse jedoch keine belastbaren MQ-Daten vorlagen, wurde der MQ ersatzweise auf Basis des Gewässerquerschnitts abgeschätzt und über die Gauckler-Manning-

Strickler-Formel mittels einer berechneten Fließgeschwindigkeit hergeleitet. Zur Vermeidung ökologischer Auswirkungen auf das Gewässerökosystem wurde die maximal zulässige Wasserentnahme weiterhin auf 15 % des MQ begrenzt.

Die technisch nutzbare Wärmemenge wurde für zwei Szenarien ermittelt: mit einer Temperaturspreizung von 2 K (konservativ) sowie 5 K (optimistisch) zwischen Entnahme- und Rückgabetemperatur. Diese Begrenzungen dienen dem Schutz aquatischer Lebensräume und entsprechen gängigen ökologischen Vorgaben. Aufgrund saisonaler Schwankungen der Wassertemperaturen wurde für die Ertragsberechnung ein konservativer Ansatz von 3.000 Volllaststunden pro Jahr zugrunde gelegt.

Die potenzielle thermische Leistung wurde auf dieser Basis flächenbezogen berechnet und als technisch erschließbares Potenzial ausgewiesen. Es ist zu beachten, dass sämtliche Wasserentnahmen und Rückleitungen genehmigungspflichtig sind; die dargestellten Potenziale stellen daher eine technische Machbarkeitsanalyse dar und ersetzen keine wasserrechtliche Prüfung.

Für Wilhelmshaven wurden der Jade-Kanal und die Maade hinsichtlich ihres technischen Potenzials ausgewertet (vgl. Tabelle 4-6 und Tabelle 4-7).

Jade-Kanal

Tabelle 4-6: Umweltwärmepotenzial Jade-Kanal

Temperaturunterschied Entnahme- und Rückgabetemperatur	Delta T: 2 K	Delta T: 5 K
thermische Gesamtleistung (MW) der Wärmepumpen	189	472
Wärmemenge (GWh/a)	566	1.416
davon Wärmeentzug Fluss	340	850

Maade

Tabelle 4-7: Umweltwärmepotenzial Maade

Temperaturunterschied Entnahme- und Rückgabetemperatur	Delta T: 2 K	Delta T: 5 K
thermische Gesamtleistung (MW) der Wärmepumpen	18,9	47
Wärmemenge (GWh/a)	56	141
davon Wärmeentzug Fluss	34	85

Stehende Gewässer und Hafengebiet

Zusätzlich wurden in Wilhelmshaven potenzielle Quellen für Umweltwärme aus stehenden Gewässern betrachtet, insbesondere der Banter See sowie das Hafenbecken.

Für diese Wärmequellen kann aufgrund zahlreicher unbekannter bzw. standortspezifisch stark variierender Rahmenbedingungen (u. a. tatsächliche nutzbare Wasservolumina, Temperaturverläufe und -schichtungen, Wassererneuerung, wasserrechtliche und betriebliche Randbedingungen, technische Einbindungsmöglichkeiten sowie mögliche Nutzungskonkurrenzen) ohne Vor-Ort- Untersuchungen keine belastbare quantitative Aussage zum erschließbaren Wärmepotenzial getroffen werden. Qualitativ wird das Potenzial jedoch als sehr groß eingeschätzt, da sowohl der Banter See als auch das Hafenbecken aufgrund ihrer Ausdehnung und thermischen Speicherfähigkeit grundsätzlich eine hohe Wärmemenge bereitstellen können. Die tatsächliche Nutzbarkeit hängt dabei maßgeblich von geeigneten Abnehmerstrukturen (Wärmesenken) in räumlicher Nähe ab, da die Wirtschaftlichkeit und Umsetzbarkeit insbesondere durch erforderliche Leitungsinfrastruktur und Systemintegration bestimmt werden. Aus diesem Grund ist in der Abbildung 4-7 die Umgebung dieser Wärmequellen jeweils in einem Umkreis von 1 km dargestellt, um potenzielle Senken und Anschlussmöglichkeiten im Nahbereich zu identifizieren.

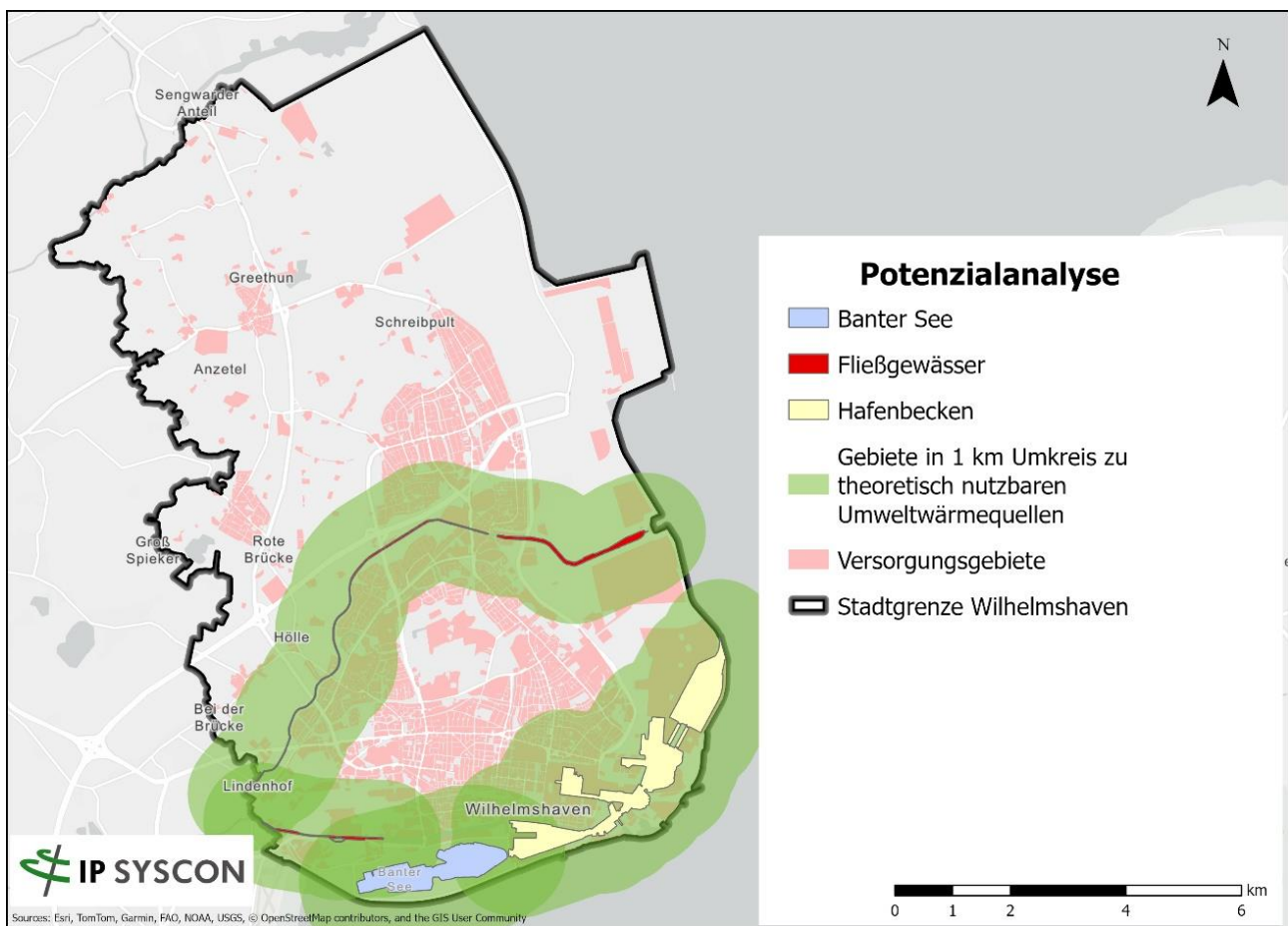


Abbildung 4-7: Lage der Flüsse Oker und Aller sowie der Umkreis von 1 km von diesen (Quelle: IP SYSCON)

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. Ergänzend weisen auch stehende Gewässer (z. B. der Banter See) sowie Meerwasser bzw. Hafenwasser grundsätzlich ein hohes Potenzial als Umweltwärmequelle auf; eine konkrete Erschließung ist jedoch stark von standortspezifischen Randbedingungen und insbesondere von geeigneten Abnehmerstrukturen (Wärmesenken) in räumlicher Nähe abhängig.

4.6 Solaranalyse

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

Im Zentrum der Potenzialermittlung steht die detaillierte Simulation der solaren Einstrahlung. Hierbei wird eine Ganzjahresanalyse der direkten und globalen Einstrahlung auf Minutenbasis durchgeführt, wobei der Sonnenstandsverlauf, Verschattungseffekte durch Umgebungselemente und Dachstrukturen sowie regionale Strahlungsverhältnisse auf Basis von DWD-Daten einbezogen werden. Stark verschattete Dachflächen werden aus der Eignung ausgeschlossen, geringfügig verschattete Flächen fließen mit angepassten Einstrahlungswerten in die Berechnung ein. Zu jeder geeigneten Dachteilfläche werden der potenzielle Strom- und Wärmeertrag, die mögliche CO₂-Einsparung und die mögliche zu installierende kW-Leistung errechnet. Aspekte wie die Statik des Gebäudes oder die Flächenkonkurrenz zwischen Solarthermie und Photovoltaik werden an dieser Stelle noch nicht berücksichtigt

4.6.1 Solarthermie

Für die Wärmeplanung ist insbesondere das solarthermische Potenzial von Bedeutung, da Solarthermie unmittelbar zur Wärmebereitstellung beiträgt. Die Bewertung erfolgt auf Grundlage spezifischer Wärmeertragskennwerte. So wird für die Warmwasserbereitung ein Mindestwert von 350 kWh/m²*a angesetzt, für die Heizungsunterstützung mindestens 165 kWh/m² in der Heizperiode (Oktober bis April). Dabei gelten auch Mindestflächengrößen: Schrägdächer müssen mindestens 4 m² (Warmwasser) bzw. 8 m² (Heizungsunterstützung) aufweisen, während bei Flachdächern mit Aufständerrung 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 rund 398 GWh ermittelt. Das Gesamtpotenzial über das gesamte Jahr liegt bei 1.061 GWh/a.

Damit könnte rein rechnerisch ein wesentlicher Anteil des jährlichen Heizendenergiebedarfs (mit Berücksichtigung von Sanierungseffekten) durch solare Warmegewinne 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

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

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.

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.

Freiflächen

Grundlage der Analyse bildet das bereits vorliegende Freiflächensuchkonzept der Stadt, in dem geeignete Flächen fachlich geprüft und abgegrenzt wurden.

Die im Suchkonzept identifizierten Potenzialflächen wurden vollständig und unverändert in die weitere Analyse übernommen. Damit basiert die Bewertung des Freiflächensolarpotenzials auf einer vorab abgestimmten und planerisch geprüften Flächenkulisse (Abbildung 4-8).

Die übernommenen Flächen wurden anschließend hinsichtlich ihres energetischen Potenzials für Solarthermie und Photovoltaik bewertet.

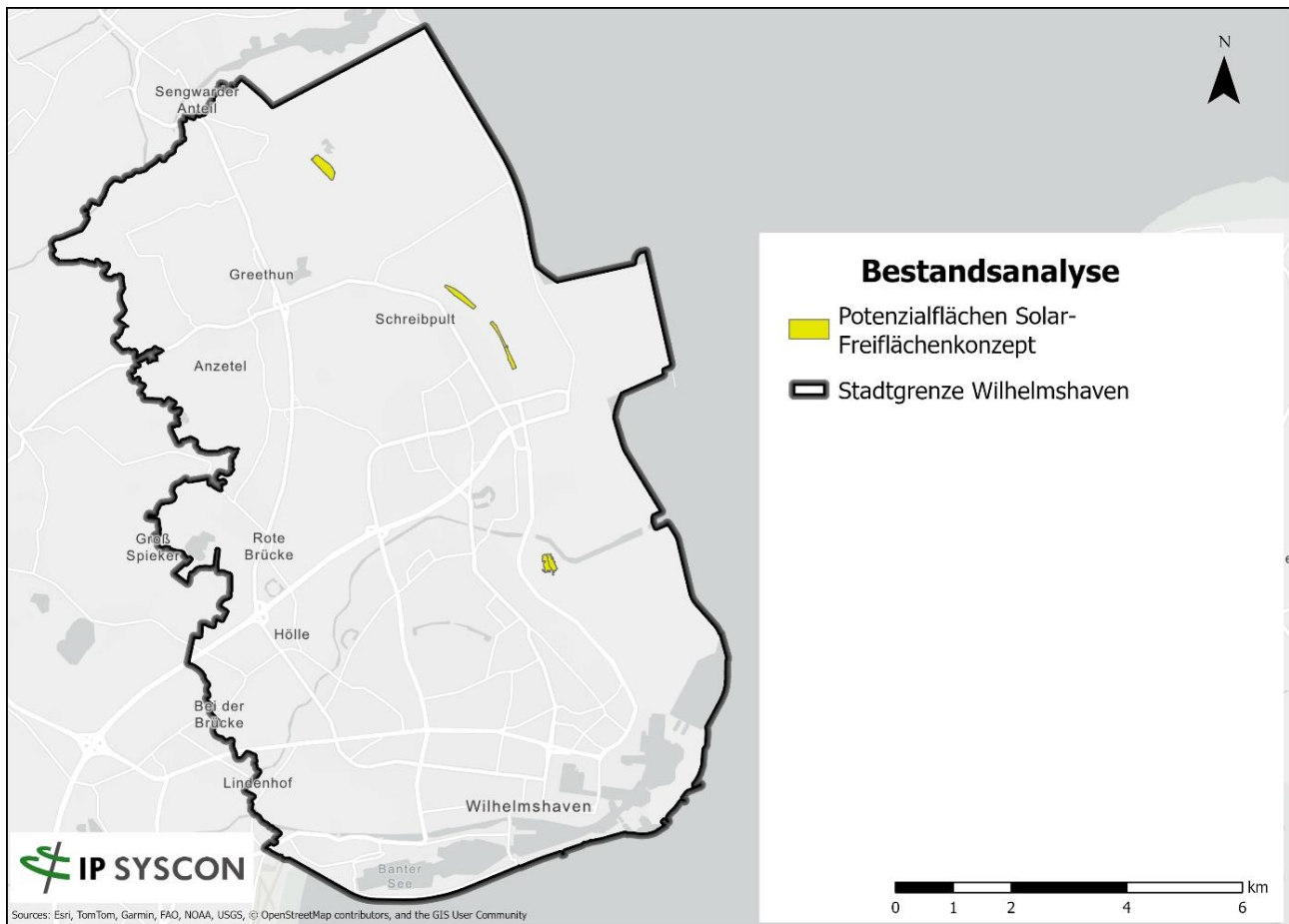


Abbildung 4-8: Positivfreiflächen für die Berechnung des Solarthermie und Photovoltaik Potentials (Quelle: IP SYSCON)

4.6.2 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 44 GWh ermittelt, über das gesamte Jahr hinweg betrachtet, ergibt sich ein technisches Potenzial auf allen Dachflächen von 136 GWh/a.

Freiflächen

Auch für die Auswahl geeigneter Flächen im Rahmen der Freiflächenanalyse für Photovoltaikanlagen wurden die von der Stadt ausgewiesenen Positivfreiflächen verwendet (Abbildung 4-8).

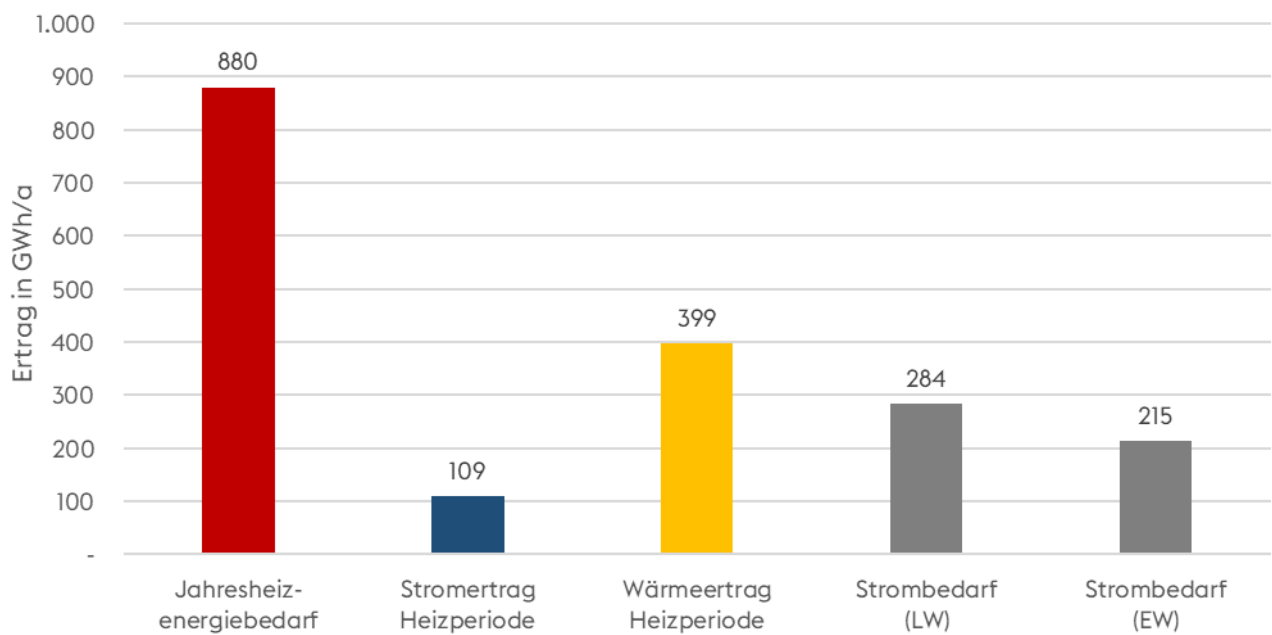


Abbildung 4-9: Gegenüberstellung des solaren Potenzials (Heizperiode) für Photovoltaik und Solarthermie auf Dachflächen mit dem Wärmebedarf im Untersuchungsgebiet.

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

Freiflächenanlagen

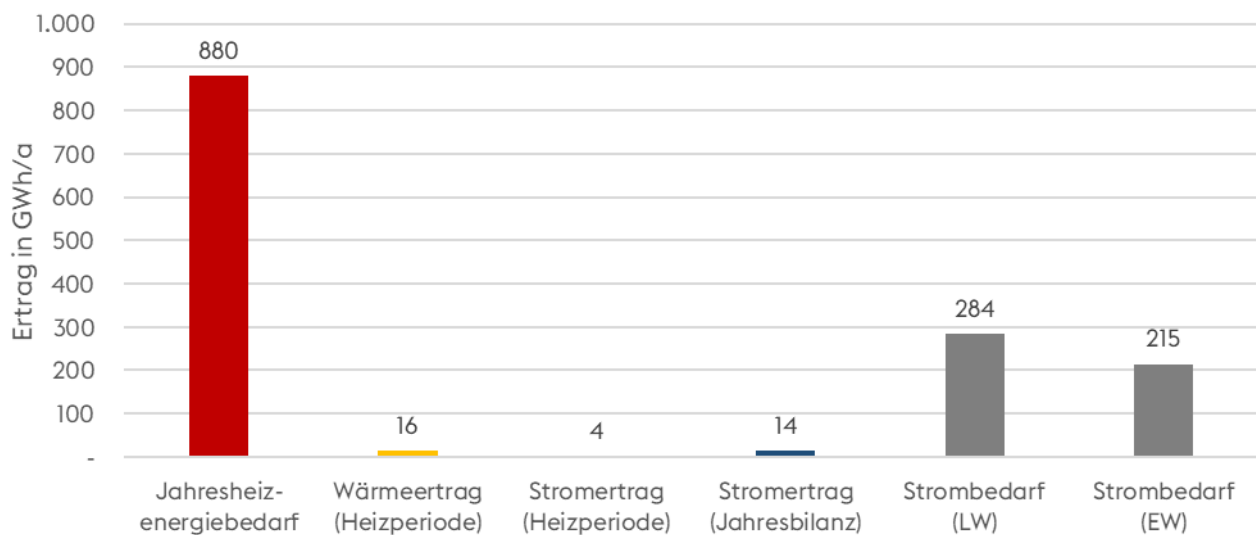


Abbildung 4-10: Gegenüberstellung des solaren Potenzials (Gesamtjahreszeitraum und Heizperiode) für Photovoltaik und Solarthermie auf Freiflächen mit dem Wärmebedarf im Untersuchungsgebiet.

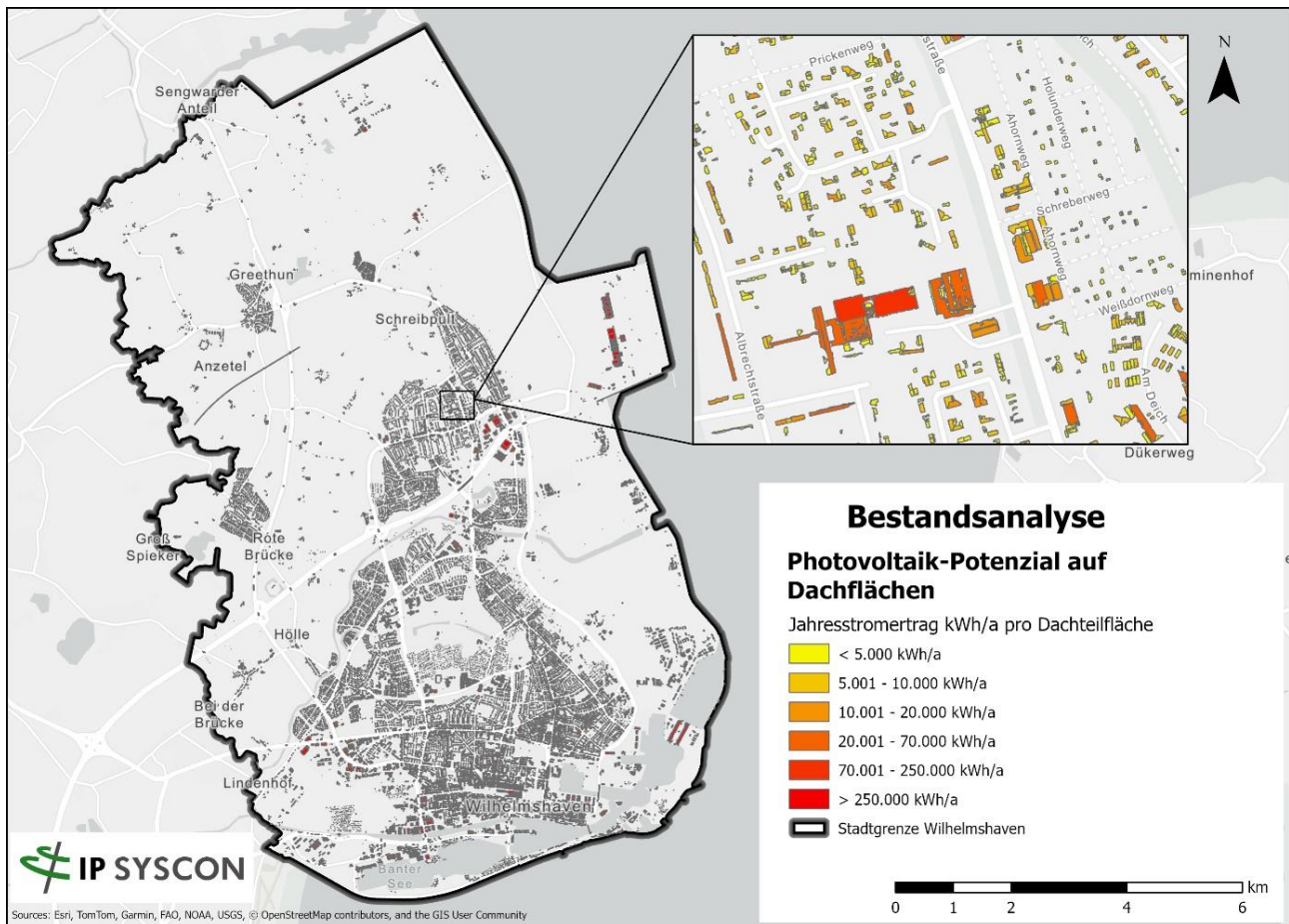


Abbildung 4-11: Strompotenzial aus PV-Anlagen auf Dachflächen in kWh/a je Dachfläche (Quelle: IP SYSCON)

Das Potenzial auf Dachflächen wird in Abbildung 4-11 dargestellt. Es handelt sich hierbei um geeignete Dachflächen, die für die Installation von Photovoltaikanlagen in Frage kommen. Dieses Potenzial ist als technisches Maximalpotenzial zu verstehen. In der Praxis wird es reduziert durch bereits belegte Dachflächen (z.B. durch Photovoltaikanlagen oder bestehende Solarthermieranlagen) sowie durch konkurrierende Ansprüche an die Dachnutzung

Fazit

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

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass die Solarthermie vor allem 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, saisonale Verfügbarkeit und wirtschaftliche Aspekte die tatsächliche Ausschöpfung einschränken. Für die Freiflächen wurden diese Restriktionen bereits im Rahmen des kommunalen Freiflächensuchkonzepts weitgehend berücksichtigt, sodass die ausgewiesenen Flächen das grundsätzlich erschließbare Potenzial abbilden.

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

4.7 Biomasse

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

Methodik der GIS-gestützten Analyse

Zur Ermittlung des erschließbaren Potenzials an Biomasse wurden die Flurstücksflächen in der Stadt Wilhelmshaven 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.

4.7.1 Ermittlung des erschließbaren Holzpotenzials

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

Zu berücksichtigen ist jedoch, dass der Holzeinschlag unterschiedlichen stofflichen und energetischen Nutzungen zugeführt wird. Das eingeschlagene Holz wird in der Regel in Stammholz, Industrieholz und Energieholz sortiert. Diese Nutzungen stehen in direkter Konkurrenz zueinander. Insbesondere die stoffliche Nutzung als Bau- und Konstruktionsholz gewinnt im Zuge des nachhaltigen Bauens weiter an Bedeutung, sodass der Bedarf an hochwertigem Holz perspektivisch eher steigen dürfte.

Vor diesem Hintergrund ist davon auszugehen, dass nur ein begrenzter Anteil des eingeschlagenen Holzes energetisch genutzt wird. Nach aktuellen statistischen Auswertungen liegt der Anteil des Energieholzes im Durchschnitt bei etwa 13 % des gesamten Holzeinschlags. Das energetische Potenzial aus Waldholz ist daher nicht mit dem gesamten Holzeinschlag gleichzusetzen, sondern beschränkt sich auf diesen vergleichsweise kleinen Anteil.

4.7.2 Ermittlung des erschließbaren Potenzials auf Ackerflächen

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

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

4.7.3 Ermittlung des erschließbaren Potenzials auf Grasland

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

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

Fazit zum Gesamtpotential der Biomasse

Als Gesamtpotenzial aller Flächen werden ca. 34 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 rein thermisch nutzbare Potenzial, bei ausschließlicher Wärmeerzeugung, entsprechend höher (ca. 59 GWh/a). Es ist nicht gesichert, dass die beschriebenen Potenziale wirklich ausgeschöpft werden können. Des Weiteren wurden im Rahmen der Auswertung Synergieeffekte, wie die Flächenkonkurrenz o.ä. nur teilweise betrachtet, was in der Betrachtung der Zahlen berücksichtigt werden muss.

4.7.4 Ermittlung des technischen Potenzials aus der Abfallwirtschaft

Für die Abschätzung des thermischen Nutzungspotenzials wurden die im Untersuchungsgebiet anfallenden Abfallströme nach Abfallarten aus der Abfallbilanz der Stadt Wilhelmshaven differenziert betrachtet. Grundlage bildete eine Aufteilung in die folgenden, abwärmerrelevanten Kategorien:

1. Hausmüll / Restabfall
2. Sperrmüll
3. Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle
4. Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (weitere Differenzierung nach Herkunft)
5. Baustellenmischabfälle
6. Altholz
7. Altreifen

Für jede Abfallart wurde ein spezifischer Energiegehalt in MWh/kg herangezogen, basierend auf Literaturwerten⁵. Die jährlich anfallenden Abfallmengen wurden mit diesen Heizwerten multipliziert, sodass sich die potenziell nutzbare Energiemenge je Abfallfraktion ergibt.

Unter der Annahme, dass 12 %⁶ der betrachteten Abfallstoffe einer energetischen Verwertung zugeführt werden können, ergibt sich daraus ein realistisches Nutzungspotenzial, das in die Wärmeplanung einbezogen werden kann.

Es ist hervorzuheben, dass es sich hierbei um eine theoretische Potenzialabschätzung handelt. Im Untersuchungsgebiet selbst existieren derzeit keine Anlagen zur energetischen Verwertung der be-

⁵ Heizwerte nach Abfallart: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-06-26_texte_51-2018_energieerzeugung-abfaelle.pdf

⁶ <https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertungsquoten-der-wichtigsten-abfallarten>

trachteten Abfallfraktionen. Die Errichtung solcher Anlagen wäre zudem kritisch zu prüfen, da insbesondere Aspekte wie Emissionen aus Abgasen, Aufbereitungsaufwand sowie Genehmigungs- und Akzeptanzfragen erhebliche Einschränkungen mit sich bringen können.

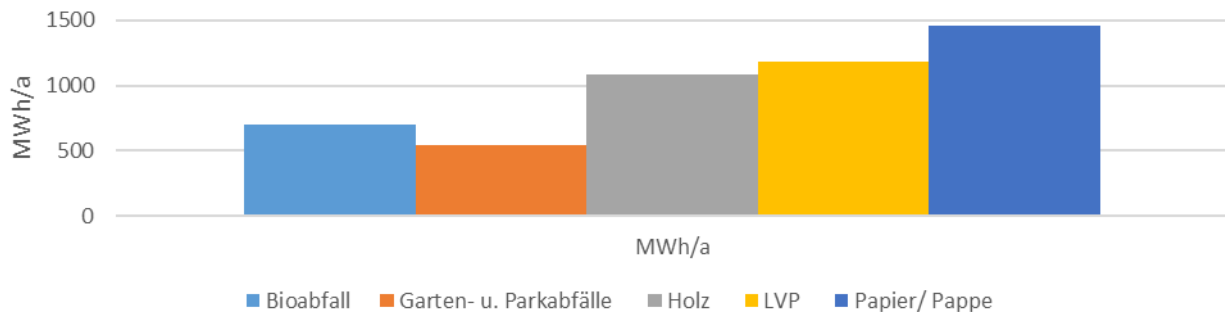


Abbildung 4-12: Theoretische energetische Potenzial für Reststoffe des Siedlungsabfalls

Gesamtauswertung des energetischen Potenzials aus Reststoffen

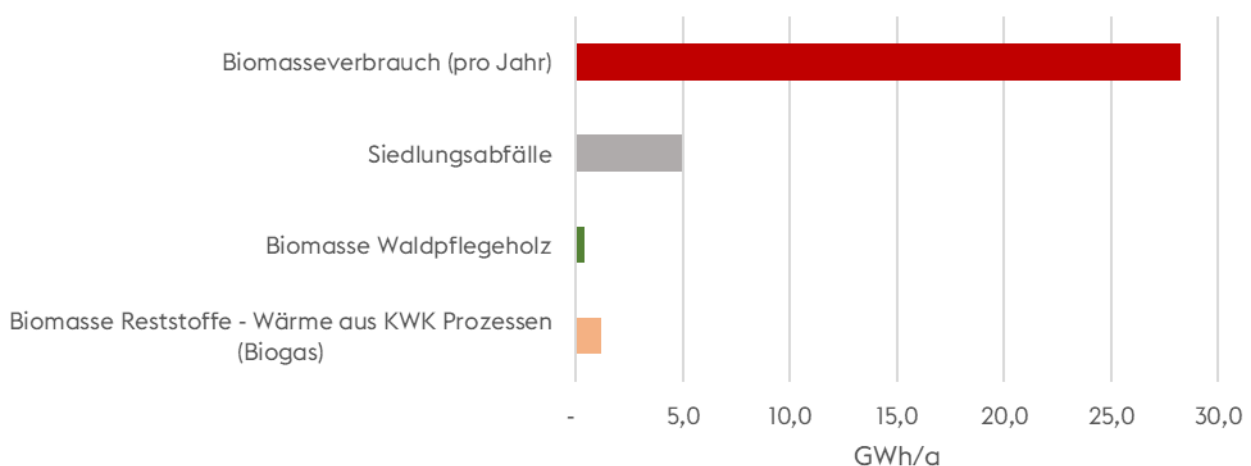


Abbildung 4-13: Potenzial aus Reststoffe der Landwirtschaft, Siedlungsabfallwirtschaft und Waldpflegeholz, sowie der aktuelle Verbrauch in der Stadt (Quelle: IP SYSCON)

Abbildung 4-13 zeigt, dass die verfügbaren Reststoffpotenziale in der Kommune insgesamt begrenzt sind und keinen substanziellen zusätzlichen Beitrag zur Deckung des Gesamtwärmebedarfs leisten können. Sie eignen sich daher eher als ergänzende Bausteine innerhalb eines diversifizierten erneuerbaren Energiemixes, nicht jedoch als tragende Säule der zukünftigen Wärmeversorgung.

4.8 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.

Dieser Ansatz orientiert sich an den bauordnungsrechtlichen Rahmenbedingungen der Niedersächsischen Bauordnung (NBauO). Wärmepumpen sind grundsätzlich zulässig, sofern öffentliche Belange, insbesondere Abstandsflächen, Immissionsschutz sowie nachbarrechtliche Anforderungen, gewahrt bleiben. Die Einhaltung eines Mindestabstands dient dabei insbesondere der vorsorglichen Berücksichtigung schalltechnischer Anforderungen und möglicher Konflikte mit angrenzenden Nutzungen.

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 4-14) sind als theoretische Potenziale zu verstehen. Sie geben an, wo unter technischen und planerischen Gesichtspunkten die Installation von Luftwärmepumpen (>1 m) grundsätzlich möglich wäre. Ob die Flächen in der Praxis tatsächlich genutzt werden können, hängt von weiteren Faktoren ab, wie z. B. Schallemissionen oder konkurrierenden Nutzungen.

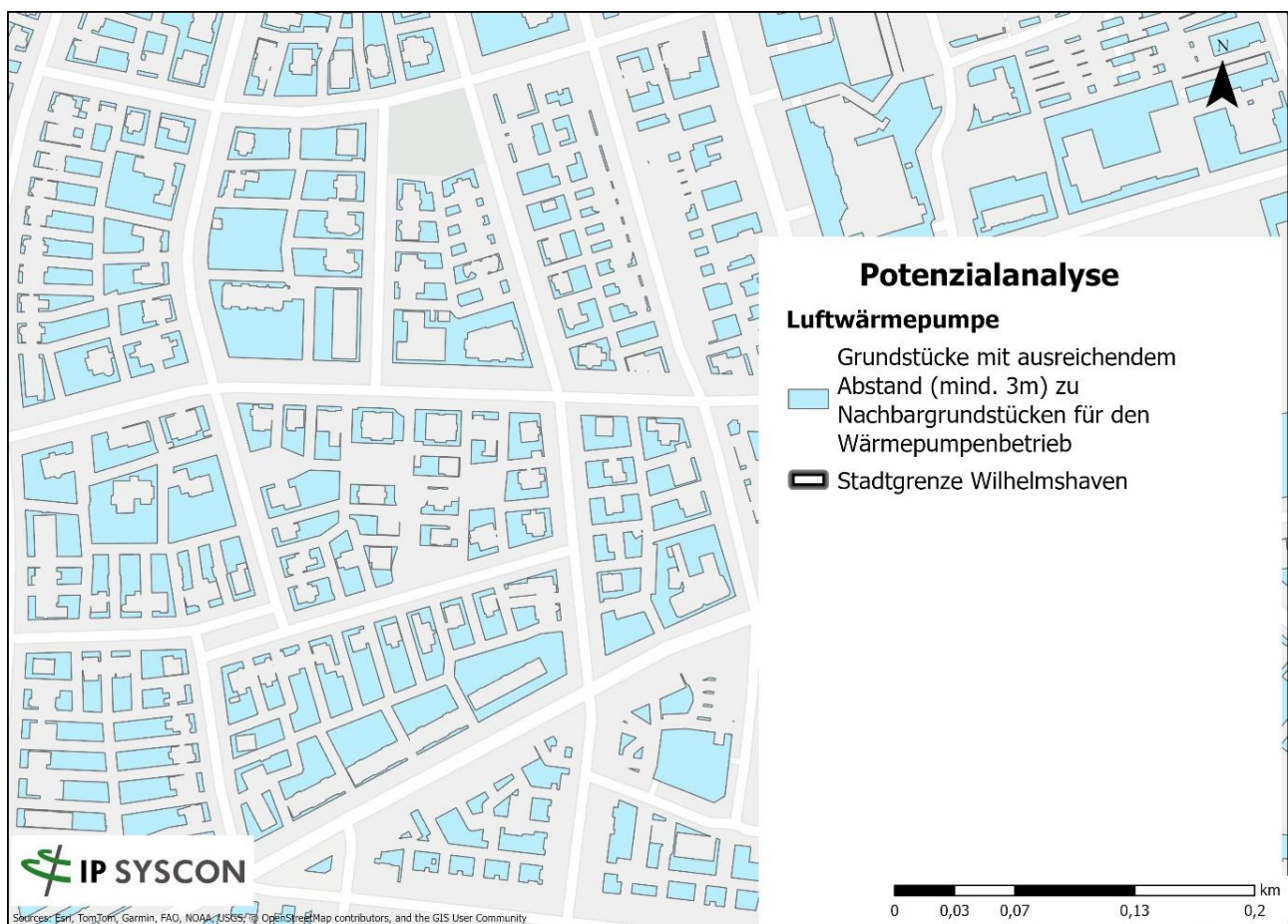
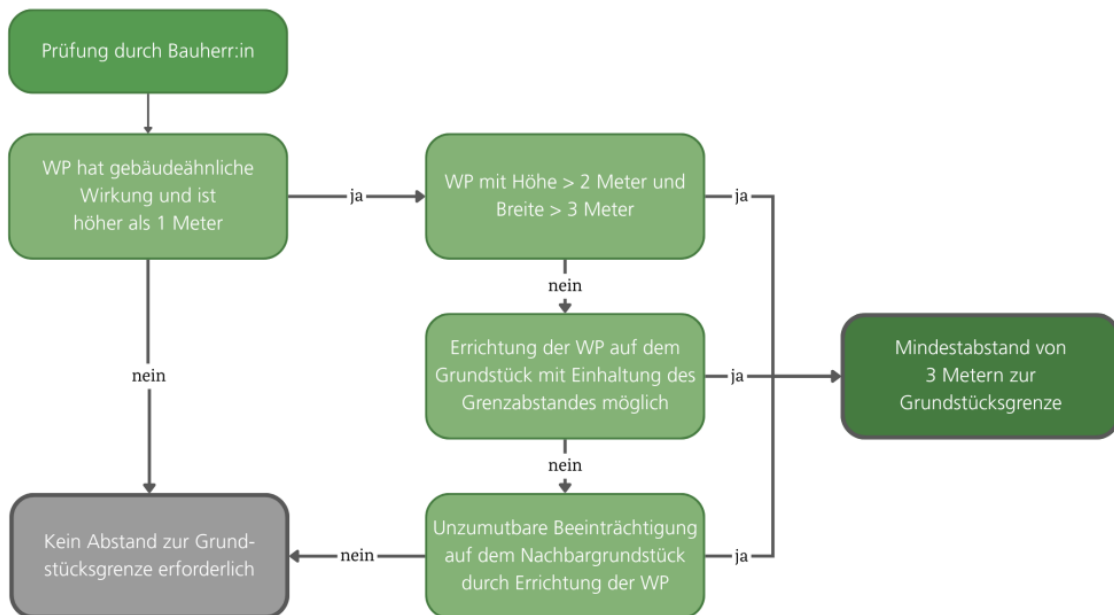


Abbildung 4-14: Geeignete Grundstücke für Luftwärmepumpen (Quelle: IP SYSCON)

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. 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.



Grafik: KEAN (Vorlage Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Bauen und Digitalisierung), Stand: Juni 2025

Klimaschutz- und
Energieagentur
Niedersachsen

Abbildung 4-15: Grenzabstand von Wärmepumpen nach NBauO (Quelle (KEAN, 2025))

4.9 Fazit der Potenzialanalyse

Die Ergebnisse der Potenzialanalyse zeigt eindrucksvoll, dass in der Stadt Wilhelmshaven 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 bei geeigneter Lage und hydrogeologischen Voraussetzungen zur Versorgung vieler Bestandsgebäude beitragen können.

Zentrale und gebündelte Potenziale für Wärmenetze:

Für eine zentrale Wärmeversorgung konnten mehrere relevante Potenziale identifiziert werden. Hervorzuheben sind die erheblichen Potenziale auf geeigneten Freiflächen zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie sowie Biomasse (aus Waldpflegeholz und Biogas). Ergänzend kann die Nutzung von Abwärme aus der Kläranlage und industriellen Prozessen punktuell eine sinnvolle Ergänzung darstellen, insbesondere in siedlungsnahen Bereichen mit dichter Bebauung. Die Flüsse und stehenden Gewässer, sowie das Hafenbecken weisen ein erhebliches thermisches Potenzial auf und verlaufen in räumlicher Nähe zu potenziellen Wärmenetzgebieten. Damit bieten sie grundsätzlich geeignete Voraussetzungen für eine zentrale Nutzung als nachhaltige Wärmequelle im Rahmen zukünftiger Netzlösungen.

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 Stadt Wilhelmshaven aus technischer Sicht möglich und gut anschlussfähig ist. 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.

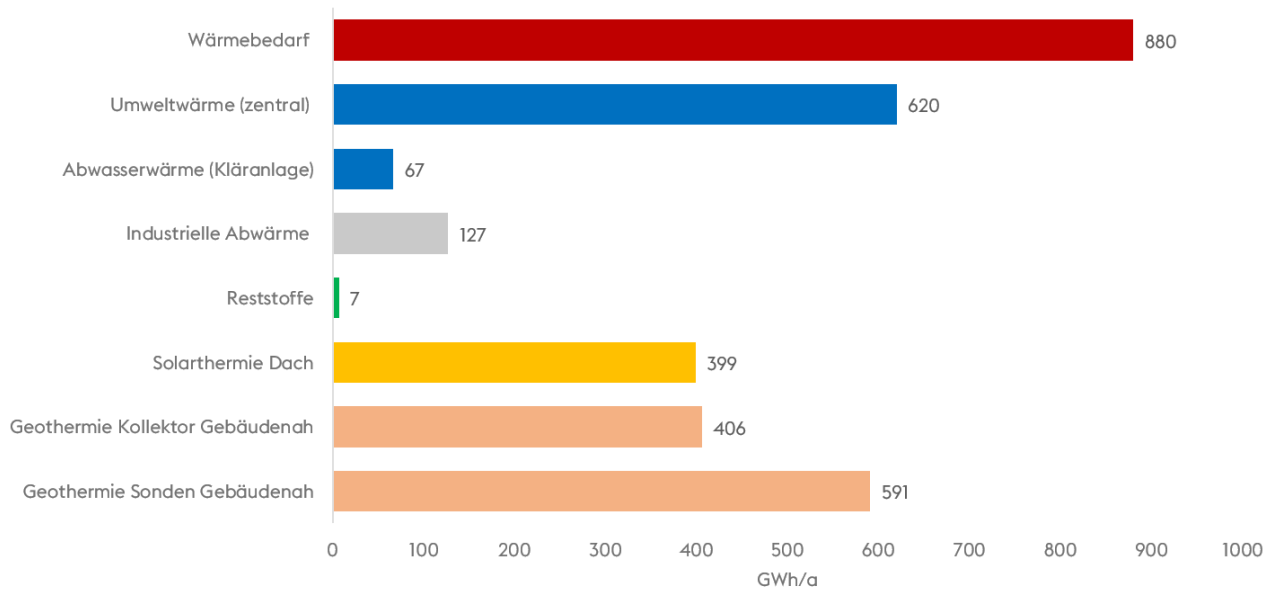


Abbildung 4-16: Zusammenfassung der absoluten technischen Nachfrage-Potenzialen in GWh/a (Solarpotenziale werden auf die Heizperiode bezogen). (Quelle: IP SYSCON)

5 Zielszenario

Das Zielszenario stellt den entscheidenden Schritt in der kommunalen Wärmeplanung dar. Aufbauend auf den Erkenntnissen der Potenzialanalyse werden in diesem Kapitel verschiedene Szenarien für die zukünftige Wärmeversorgung entwickelt und berechnet. Ziel ist es, eine nachhaltige und effiziente Wärmeversorgung zu gewährleisten, die den Anforderungen der Stadt Wilhelmshaven gerecht wird. Durch die Betrachtung unterschiedlicher Szenarien kann die optimale Lösung identifiziert und können konkrete Maßnahmen für die Umsetzung abgeleitet werden. Die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung können auch in einer interaktiven Wärmekarte unter <https://waermeplanung-whv.ipsyscon.de> eingesehen werden.

5.1 Entwicklung des Wärmebedarfs im Zielszenario

Ein wichtiger Teil des Zielszenarios stellt die Prognose des Wärmebedarfs der Stadt Wilhelmshaven im Zieljahr 2040 dar. Für diese Abschätzung wurden die verschiedenen Sanierungsraten (siehe Potenzialanalyse) gemeinsam mit der Stadt Wilhelmshaven und relevanten Akteur*innen im Rahmen von Workshops betrachtet und ihre Realisierbarkeit diskutiert. Abschließend wurde eine Sanierungsrate von 0,7 % festgelegt, welche für die Berechnung des Zielszenarios fortan verwendet wurde. Auf Basis dieser Fortschreibung des Wärmebedarfs wurde eine Reduktion des Wärmebedarfs um 2,9 % bis zum Zieljahr 2040 ermittelt. Abbildung 5-1 zeigt diese prognostizierte Entwicklung des Gesamt-Wärmebedarfs für Wilhelmshaven.

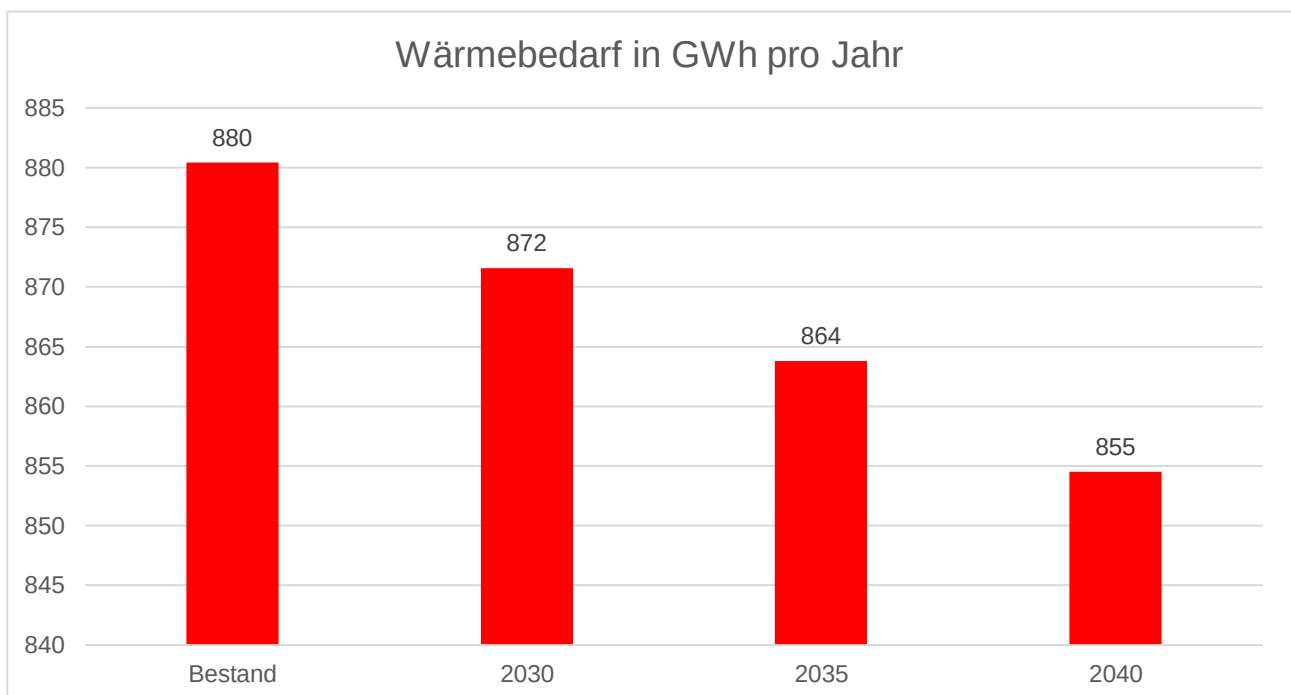


Abbildung 5-1: Entwicklung Wärmebedarf bei Sanierungsrate 0,7 %

Bis zum Zieljahr 2040 wird ein Rückgang des Gesamt-Wärmebedarfs von 880 GWh auf jährlich etwa 855 GWh erwartet. Die Reduktion der Wärmenachfrage ist im Wesentlichen auf die Sanierung des Gebäudebestands zurückzuführen. Dazu zählen Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmeschutzes, aber auch anlagentechnische Verbesserungen wie zum Beispiel der hydraulische Abgleich.

Da sich der Betrachtungszeitraum der Wärmeplanung bis in das Jahr 2040 erstreckt, werden auch langfristige Klimaeffekte berücksichtigt. Die anzunehmende Temperaturerhöhung führt dabei zu einem zusätzlichen Wärmebedarfsrückgang. Der daraus resultierende Rückgang des Wärmebedarfs beträgt etwa 0,08 % pro Jahr und ist in das Berechnungsmodell eingegangen.

Abbildung 5-2 stellt den prognostizierten Wärmebedarf je Quadratmeter Nutzfläche für das Zieljahr 2040 dar. Die Entwicklung ist ebenfalls geprägt von einer Reduktion des Wärmebedarfs im gesamten Stadtgebiet.

Niedrige Wärmedichten von unter etwa 70 kWh je m² Nutzfläche treten typischerweise in Gebieten mit einem hohen Anteil an energetisch sanierten Wohngebäuden oder Neubauten auf. In diesen Bereichen liegen die Wärmebedarfe von Wohngebäuden häufig im Bereich moderner Effizienzstandards zwischen rund 20 und 70 kWh/m²a.

Mittlere Wärmedichten im Bereich von etwa 70 bis 140 kWh je m² Nutzfläche sind häufig in gemischt genutzten Quartieren oder in Wohngebieten mit überwiegend unsaniertem oder teilmodernisiertem Gebäudebestand anzutreffen. Auch viele typische Nichtwohngebäude (z. B. Büro- oder Verwaltungsgebäude) weisen Wärmebedarfe in dieser Größenordnung auf (z. B. rund 120–130 kWh/m²a für Bestandsgebäude).

Hohe Wärmedichten von über 140 kWh je m² Nutzfläche finden sich insbesondere in Gebieten mit einem hohen Anteil an älteren Bestandsgebäuden ohne umfassende energetische Sanierung oder bei spezifischen Nichtwohnnutzungen mit erhöhtem Wärmebedarf (z. B. Gastronomie, Krankenhäuser oder Schwimmbäder mit etwa 150–175 kWh/m²a).

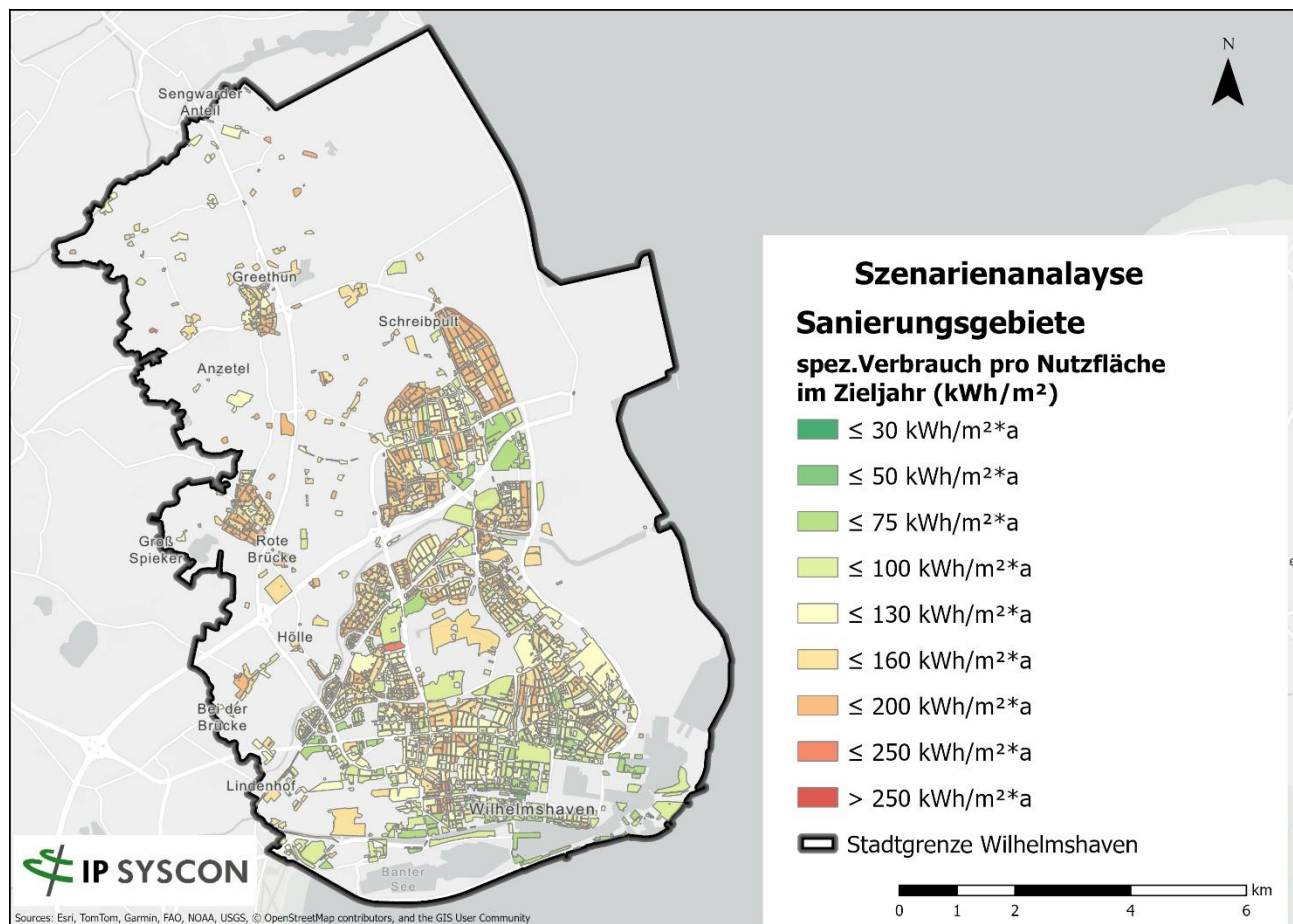


Abbildung 5-2: Wärmebedarf im Zieljahr 2040 je m² Nutzfläche

Die Ergebnisse der Jahre 2030, 2035 und 2040 einschließlich der ermittelten Bedarfswerte für jeden Baublock können der interaktiven Wärmekarte <https://waermeplanung-whv.ipsyscon.de> entnommen werden.

5.2 Wärmelinienindichte

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

Die berechneten Wärmelinienindichten für das Zieljahr 2040 bei einer Sanierungsrate von 0,7 % sind in Abbildung 5-3 dargestellt.

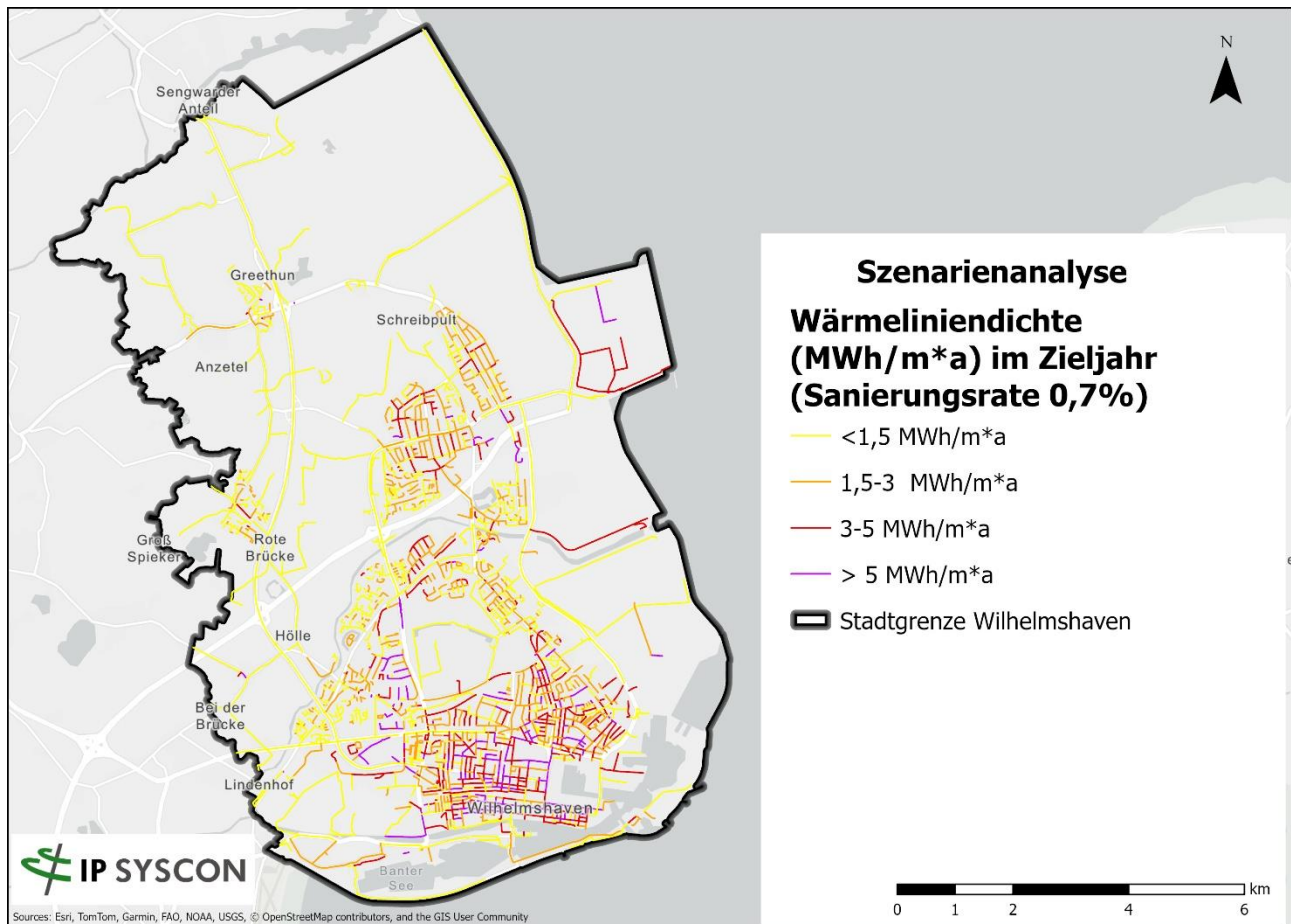


Abbildung 5-3: Wärmelinienindichte im Zieljahr 2040 bei 0,7 % Sanierungsrate

Im Zieljahr 2040 sind vor allem im Bereich der Innenstadt, rund um den Bahnhof und den Bauhafen sehr hohe Wärmelinienindichten von über 5.000 kWh/m*a festzustellen. Auch im westlichen Bereich der Stadt im Stadtteil Bant sowie östlich in Heppens sind vermehrt Wärmelinienindichten von über 3.000 kWh/m*a zu verzeichnen. Darüber hinaus gibt es im nördlichen Bereich des Stadtgebiets mit Fedderwardergroden und Voslapp Teile mit erhöhten Wärmelinienindichten, welche aufgrund der räumlichen Nähe zum Abwärmepotenzial der Elektrolyseure hinsichtlich einer Wärmenetzversorgung, überprüft werden könnten.

5.3 Wärmenetzeignung

In der Graphentheorie wird ein Netzwerk anhand von Knoten, die Objekte oder Orte repräsentieren, und Kanten, die Verbindungen zwischen diesen Knoten darstellen, modelliert. Häufig sind Kanten mit numerischen Werten versehen, um beispielsweise Kosten, Entfernungen oder Flusstärken zu beschreiben. Beim Einsatz dieses Ansatzes zur Bewertung der Eignung von Wärmenetzen werden zunächst alle relevanten Gebäude dem jeweils nächstgelegenen Straßenabschnitt zugeordnet. Jedes Gebäude erhält dadurch einen eindeutigen Referenzpunkt auf der Straße, der im anschließenden Graphen als Gebäudeknoten angelegt wird. Zusätzlich werden sämtliche Kreuzungen und Endpunkte der betreffenden Straßenabschnitte als Straßenknoten in das Netzwerk aufgenommen.

Die Verbindungen zwischen Gebäude- und Straßenknoten sowie zwischen benachbarten Straßenknoten bilden die Kanten des Graphen. Jede dieser Kanten trägt als Gewicht die zuvor berechnete Wärmelinien-dichte in Kilowattstunden pro Meter und Jahr. Eine hohe Wärmelinien-dichte zeigt an, dass der entsprechende Straßenabschnitt besonders geeignet ist, um Wärme effizient zu verteilen; Abschnitte mit einer Wärmeverbrauchs-dichte von weniger als 3.000 kWh/m/a gelten als unwirtschaftlich und werden aus dem weiteren Wärmenetzalgorithmus ausgeschlossen.

Parallel zur Bewertung der Straßenabschnitte wird die Anschlusswirtschaftlichkeit der einzelnen Gebäude geprüft: Fällt die Anschluss-Wärmelinien-dichte eines Gebäudes unter 500 kWh/m/a, so ist sein Anschluss aufgrund zu geringer Auslastung nicht rentabel. Da zudem längere Anschlussleitungen mit höheren Kosten verbunden sind, werden weiter entfernt gelegene Gebäude stärker benachteiligt und gegebenenfalls ebenfalls ausgeschlossen.

Die so bereinigte Graphenstruktur, aus der unwirtschaftliche Kanten und Knoten entfernt wurden, bildet das technisch und ökonomisch optimierte Teilnetz ab.

Damit ein Wärmenetz realisiert werden kann, müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein.

Eine wichtige Grundlage ist die sogenannte Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW).

Diese Förderung wird nur gewährt, wenn das geplante Netz mindestens 17 Gebäude oder alternativ 101 Wohneinheiten anschließt. Diese Grenze wurde festgelegt, um sicherzustellen, dass sich der Bau wirtschaftlich lohnt. Außerdem wird davon ausgegangen, dass sich nur etwa 70 % der Gebäude in einem Gebiet tatsächlich an das Netz anschließen lassen. Demnach müssen mindestens 25 Gebäude ($17 \text{ Gebäude} \cdot 0,7 = 24,3 \text{ Gebäude}$ bzw. gerundet 25) in einem Gebiet grundsätzlich für eine Versorgung mittels Wärmenetz infrage kommen, damit am Ende voraussichtlich mindestens 17 davon angeschlossen werden können. Entsprechend werden im Zielszenario nur Gebiete berücksichtigt, die diese Anforderungen erfüllen.

In Abbildung 5-4 wird kartografisch dargestellt, wie groß der Anteil der Gebäude mit einer Wärmenetzeignung in den einzelnen Baublöcken ist.

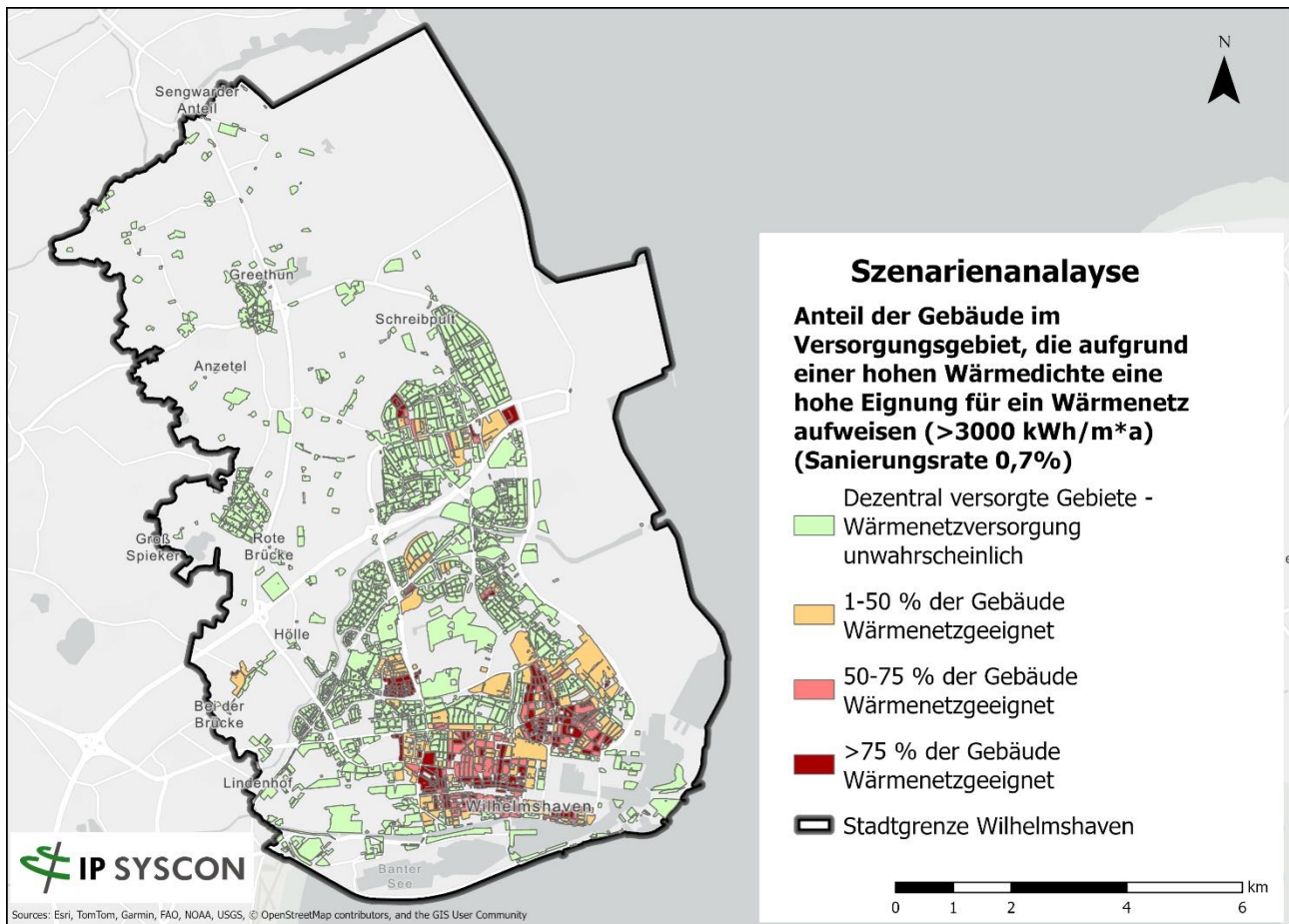


Abbildung 5-4: Wärmenetzsignung im Zieljahr 2040 bei 0,7 % Sanierungsrate

Die Baublöcke werden farblich in vier Kategorien unterteilt. Grün eingefärbt sind die Baublöcke, die für eine Wärmenetzversorgung nur auf Grundlage der Wärmedichte unwahrscheinlich sind. Hierbei sind noch keine Erzeugerpotenziale berücksichtigt, dies erfolgt in einem späteren Schritt. Insbesondere in den Kerngebieten der Stadt lässt sich eine hohe Wärmenetzsignung auf Basis der Wärmedichten feststellen. Dies deckt sich mit den Wärmelinienindichten, die im letzten Kapitel beschrieben wurde. Innerhalb dieser Gebiete lässt sich auf Basis des Graphenmodells ableiten, welche Straßenabschnitte für die zentrale Wärmeversorgung interessant werden können. Eine abschließende Machbarkeitsprüfung sollte jedoch stets im Rahmen einer projektbezogenen Detailuntersuchung erfolgen.

Tabelle 5-1: Verwendete Daten für die Ermittlung der Wärmenetzsignung

Daten	Verwendung
Wärmebedarfe	Siehe Potenzialanalyse
Digitales Landschaftsmodell (Basis-DLM)	Enthält Straßenabschnitte als Linien von Kreuzung zu Kreuzung mit Angabe des Straßentyps

5.4 Entwicklung der Wärmeversorgung / Heizsysteme

Die zukünftige Entwicklung der Heizsysteme wurde anhand eines Zielszenarios mit einer Sanierungsrate von 0,7 % prognostiziert.

Folgende Annahmen wurden dem Technikkatalog der KEA-BW entnommen (KEA-BW, 2024) und liegen dem Zielszenario zugrunde:

Tabelle 5-2: Annahmen für das Zielszenario der Wärmeversorgung

Merkmal	Annahme
Nahwärmeausbau	Abhängig von Wärmegestehungskosten
Ausbau Wärmepumpen	Abhängig von Wärmegestehungskosten
Ausbau Biomasseheizungen	Abhängig von Wärmegestehungskosten
Ausbau Wasserstoffheizungen	Abhängig von Wärmegestehungskosten
Strompreis (2040)	Strom Haushalte 27,9 Ct/kWh Strom GHD 18,7 Ct/kWh Strom Industrie 8 Ct/kWh
Preis Biomasse	Biomasse Stroh 3,04 Ct/kWh Biomasse Hackschnitzel 3,37 Ct/kWh Biomasse Pellets 4,07 Ct/kWh
Preis Wasserstoff	12,0 Ct/kWh
Preis Biogas	6,9 Ct/kWh

Folgende Heizsystemvarianten sind als dezentrale Wärmelösungen berücksichtigt:

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

In den Nahwärme-Varianten sind folgende Erzeugungsvarianten angesetzt:

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

Die Nahwärmenetze werden als Niedertemperatur-Wärmenetz modelliert. Dieses wird mit einer Betriebstemperatur von unter 70° C betrieben. Dadurch können auch erneuerbare Wärmequellen mit geringeren Temperaturen in das Wärmenetz eingebunden und somit nutzbar gemacht werden. Zudem lassen sich Verluste durch die geringere Temperatur reduzieren (Weidlich, 2020).

Die Wärmegestehungskosten (WGK) der Heizsystemvarianten sind für jedes Einzelgebäude im Stadtgebiet für unterschiedliche Jahre ermittelt. Je niedriger der Wert, umso günstiger lässt sich eine Kilowattstunde mit dem jeweiligen Heizsystem erzeugen und umso größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Technologiewechsel stattfindet. Die Wärmegestehungskosten sind die Kosten, die

entstehen, um Wärme zu erzeugen und zu liefern. In der kommunalen Wärmeplanung werden diese Kosten berechnet, um verschiedene Heiztechnologien miteinander zu vergleichen und die wirtschaftlichste Lösung zu finden.

Die Berechnung der Wärmegestehungskosten erfolgt auf Basis der folgenden, vereinfacht dargestellten Formel (Konstantin & Konstantin, 2022):

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

Die gezeigten Begriffe werden im Folgenden kurz erläutert:

Investitionskosten:

Investitionskosten sind die Kosten für den Bau und die Installation der Heizungsanlage, wie z.B. eine Wärmepumpe.

Betriebskosten:

Die Betriebskosten umfassen die laufenden Kosten für den Betrieb der Anlage, wie z.B. Brennstoffkosten, Wartung und Reparaturen.

Finanzierungskosten:

Für die Finanzierung der Erzeugungsanlage wird angenommen, dass sie über Kredite finanziert wird und entsprechen müssen auch die Zinsen und Tilgungen berücksichtigt werden.

Erzeugte Wärmemenge:

Die insgesamt erzeugte Wärmemenge wird verwendet, um die Kosten pro erzeugte Wärmeeinheit (z.B. pro Kilowattstunde) zu ermitteln.

5.5 Entwicklung der Treibhausgasemissionen (THG)

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

Durch die prognostizierten Veränderungen in den Bereichen Wärmebedarf, Heizsysteme und verwendete Energieträger verändern sich auch die Emissionen von Treibhausgasen. Nicht nur sinken die Wärmebedarfe, auch die Heizsysteme werden effektiver und vor allem werden in Zukunft immer mehr, bis ausschließlich klimaneutrale Energieträger eingesetzt. Zur Abbildung dieses Transformationspfads wurde die Anzahl der fossilen Heizungen auf die bis zum Zieljahr verbleibenden Jahre verteilt, sodass ein rechnerischer jährlicher Heizungstausch abgeleitet werden konnte. Dabei wurden die ältesten Heizungen zuerst ersetzt. Parallel wurde eine Bedarfsreduktion durch energetische Sanierungen berücksichtigt. Die jährlichen Emissionen wurden anschließend über hinterlegte Emissionsfaktoren der Energieträger sowie unter Berücksichtigung des Strommixes für strombasierte Wärmeerzeugung ermittelt.

Durch diese Kombination an Entwicklungen sinkt der Ausstoß von Treibhausgasen für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser bis zum Zieljahr 2040 auf null Tonnen CO₂-Äquivalent.

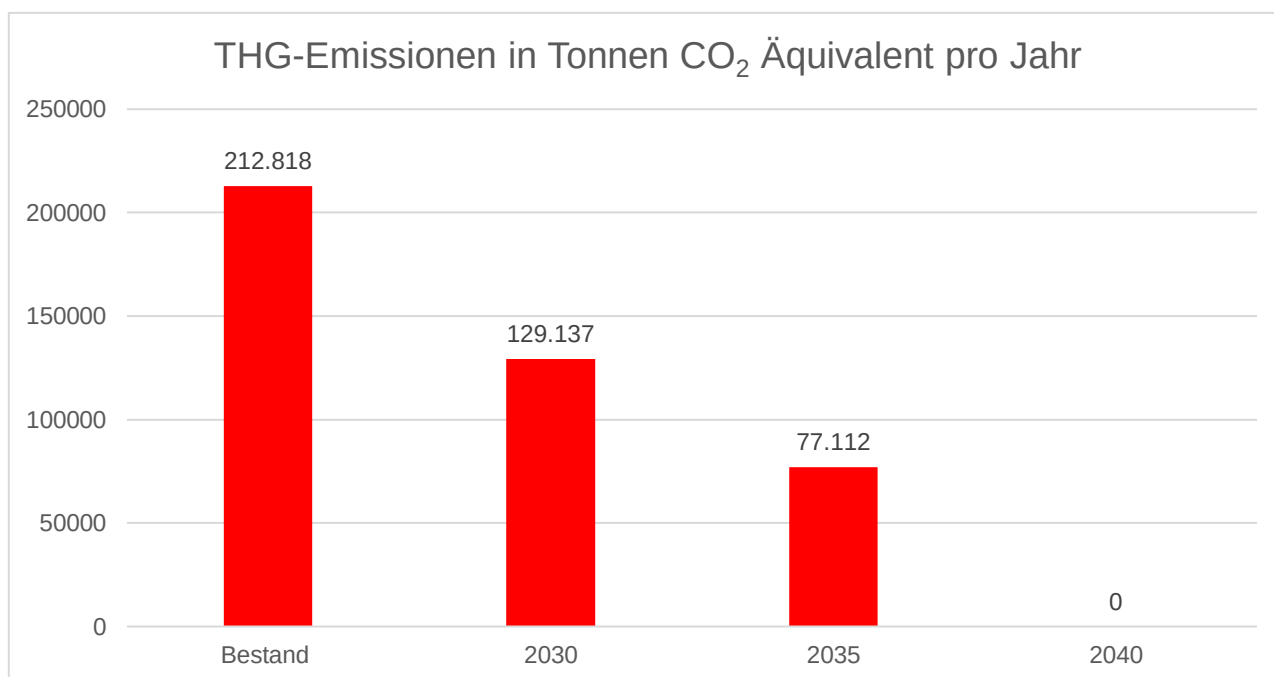


Abbildung 5-5: prognostizierte CO₂ Emissionen bis 2040

In Zahlen reduzieren sich die CO₂-Emissionen auf Basis der Prognosen von rund 212.818 t im Jahr 2025 auf 0 t im Zieljahr 2040. Bereits bis zum Jahr 2030 sinken die Emissionen, insbesondere durch den Austausch von Heizungen um rund 39 % auf 129.137 t. Bis zum Jahr 2035 verringern sich die Emissionen dann um insgesamt 64 % auf 77.112 t.

5.6 Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Das Stadtgebiet ist in sogenannte Baublöcke eingeteilt. Die Baublockeinteilung berücksichtigt den Verlauf von Infrastruktur wie Straßen, Bahntrassen. Eine Unterteilung erfolgt in zentrale Gebiete, in denen für ein Teil der Gebäude eine Wärmenetzeignung festgestellt wurde, und dezentrale Gebiete für eine Einzelversorgung, beispielsweise über Wärmepumpen. (Abbildung 5-6).

Mit den ausgewiesenen Wärmeversorgungsgebieten ist ausdrücklich keine Verpflichtung für Gebäudeeigentümer*innen verbunden, ein bestimmtes Heizsystem zu errichten und zu nutzen. Die Karte zeigt, wie die meisten Gebäude zukünftig am preisgünstigsten mit Wärme aus erneuerbaren Quellen

und unvermeidbarer Abwärme versorgt werden können. Ein Baublock mit einer Wärmenetzeignung, sagt nicht aus, dass auch alle Gebäude auch an ein potenzielles Wärmenetz angeschlossen werden können, sondern nur, dass in diesem Gebiet eine Wärmenetzeignung für ein Teil der Gebäude besteht. Eine individuelle, projektbezogene Planung ersetzt die Darstellung daher nicht.

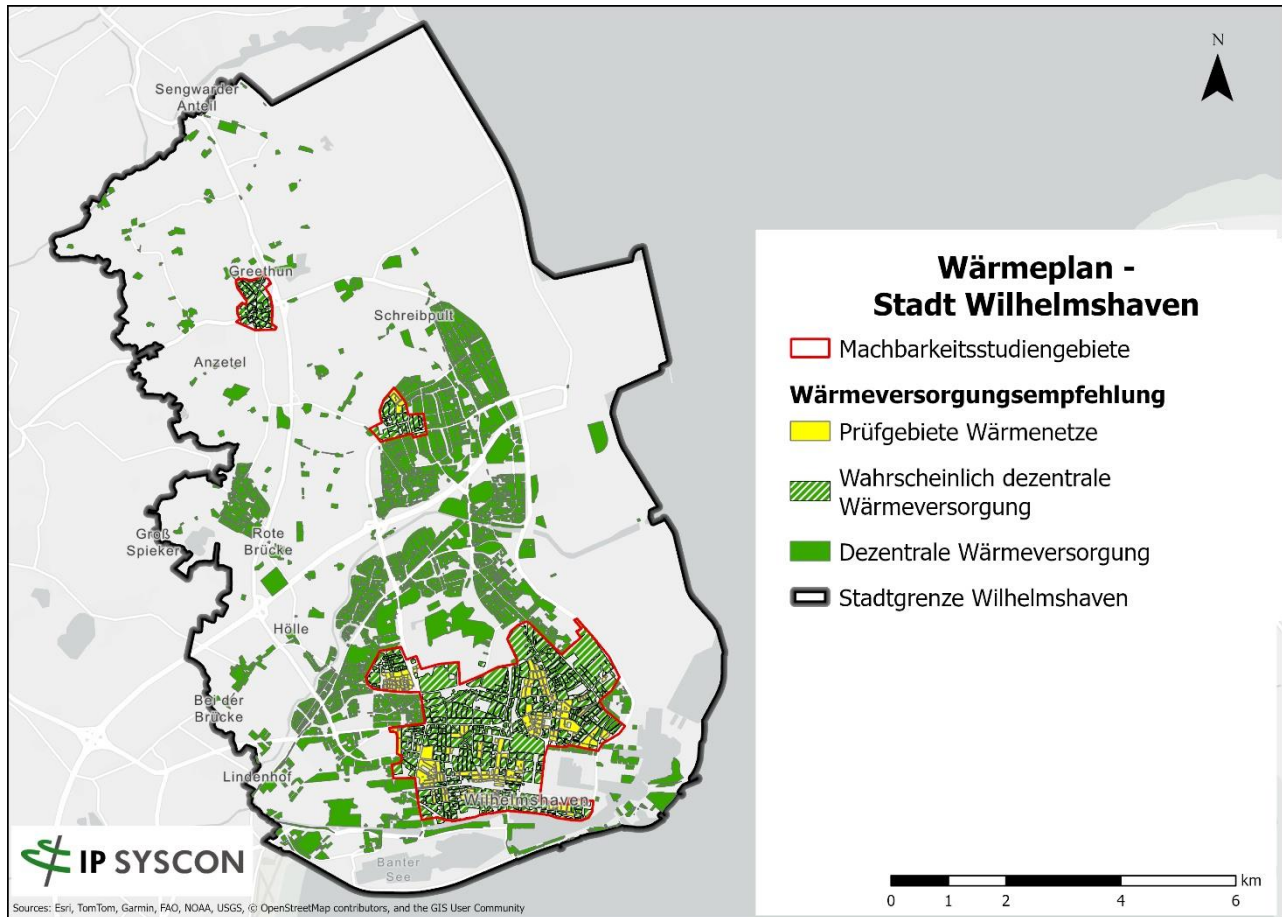


Abbildung 5-6: Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2040 bei 0,7 % Sanierungsrate

Im Zielszenario sind vor allem Baublöcke im Süden in der Innenstadt und den Stadtteilen Bant und Heppens potenziell für Wärmenetze geeignet. Zudem zeigt sich eine entsprechende Eignung im Norden des Stadtgebietes in den Stadtteilen Fedderwardergröden. Diese Baublöcke weisen eine überwiegend dichte Bebauungsstruktur mit hohem Wärmebedarf und hohen Wärmeliniendichten auf. In diesem Bereich ergibt die Kostensimulation für einen Teil der Gebäude, dass eine Versorgung durch ein Wärmenetz niedrigere oder vergleichbare Wärmegestehungskosten verursacht wie dezentrale Wärmelösungen. Weiterhin sollte Sengwarden aufgrund der räumlichen Nähe zu industrieller Abwärme mit entsprechend angepassten Rahmenbedingungen auf eine Wärmenetzeignung untersucht werden.

In den restlichen Gebieten in Wilhelmshaven empfiehlt sich eine **dezentrale Versorgung**, was bedeutet, dass jedes Haus eine individuelle Wärmeversorgung installiert und nicht an ein Wärmenetz angeschlossen wird. Gerade in den weniger dicht bebauten Bereichen, in denen der Wärmebedarf pro Meter Straße eher gering ist, lohnt sich wirtschaftlich der Bau eines Wärmenetzes oft nicht. In diesen Fällen ist die Versorgung Wärmepumpen die günstigere Option. In den Baublöcken, in denen heute vorrangig mit Gas und Öl geheizt wird, ist meist die Luft-Wasser-Wärmepumpe die Lösung mit den geringsten Wärmegestehungskosten. Dort, wo große Dachflächen vorhanden sind, ist die Kombination der Wärmepumpe mit einer Photovoltaikanlage auf dem Hausdach ratsam, die mit dem generierten Strom die Wärmepumpe versorgen kann.

Ebenfalls wurde Wasserstoff als möglicher Energieträger betrachtet. Da Wasserstoff aufgrund der geringen Verfügbarkeit und der hohen zu erwartenden Preise in den wenigsten Fällen der wirtschaftlichste Energieträger für eine Wärmeversorgung sein wird, ist eine Versorgung mit Wasserstoff unwahrscheinlich. Es soll eine Wasserstoffproduktion mittels Elektrolyseure in Wilhelmshaven und der Umgebung aufgebaut werden. Die räumliche Nähe zur Erzeugung bietet wegen der zuvor genannten Gründe keine plausible Begründung, dass Wasserstoff für die flächendeckende Gebäudewärmeversorgung zum Tragen kommt. Für industrielle Prozesse hingegen kann Wasserstoff jedoch eine Möglichkeit zur Dekarbonisierung sein.

Der Vergleich zwischen zentralen und dezentralen Lösungen zeigt, dass dezentrale Systeme, insbesondere Wärmepumpentechnologien, langfristig die dominierende Rolle in der Wärmeversorgung übernehmen werden. Diese Entwicklung ist auf den hohen Effizienzgrad, die zunehmende Wirtschaftlichkeit und die Möglichkeit zur Kombination mit erneuerbarem Strom zurückzuführen. Insgesamt zeigt das Zielszenario 2040 eine deutliche Verschiebung hin zu elektrisch basierten, dezentralen Versorgungslösungen.

Info-Box: Rechtswirkung der Gebietseinteilung

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

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

6 Umsetzungsmaßnahmen und Steckbriefe

6.1 Umsetzungsmaßnahmen

Gemäß dem Wärmeplanungsgesetz des Bunds (WPG) und dem niedersächsischen Klimaschutzgesetz (NKlimaG) ist eine kommunale Umsetzungsstrategie zu entwickeln. Laut NKlimaG muss diese mindestens fünf Maßnahmen enthalten, mit deren Umsetzung innerhalb der auf die Veröffentlichung des Wärmeplans folgenden fünf Jahren begonnen wird. Auf Grundlage des Zielszenarios und den durchgeführten Beteiligungen, in denen eine Priorisierung mit den Akteuren*innen der Stadt Wilhelmshaven stattfand, wurden acht Umsetzungsmaßnahmen vorgeschlagen.

Tabelle 6-1: Übersicht der erarbeiteten Maßnahmen

Nr.	Titel	Zeitraum	Priorität
1	Machbarkeitsstudie für die Neuerrichtung von Wärmenetzen	< 5 Jahre	Hoch
2	Koordinationsstelle für die Umsetzung der KWP	> 10 Jahre	Hoch
3	Energetische Sanierung öffentlicher Gebäude	> 10 Jahre	Hoch
4	Gründungsinitiative zu Energiegenossenschaften	< 2 Jahre	Mittel
5	Informationskampagne zur Wärmewende in Wilhelmshaven	< 5 Jahre	Mittel
6	Best-Practice-Beispiele verbreiten	< 5 Jahre	Mittel
7	Energieberatungsangebote für Gebäudeeigentümer*innen /kleine und mittelständische Unternehmen (KMU)	> 10 Jahre	Mittel

Die Maßnahmen der kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Wilhelmshaven zielen darauf ab, sowohl kurzfristig wirksame Impulse für die Wärmewende zu setzen als auch langfristige strukturelle Veränderungen vorzubereiten. Ein besonderer Fokus liegt auf Maßnahmen, die zeitnah umgesetzt werden können und die Grundlage für Investitionsentscheidungen bilden.

Eine zentrale Rolle nehmen dabei die Machbarkeitsstudien zur Neuerrichtung von Wärmenetzen sowie die Entwicklung integrierter Quartierskonzepte ein, die konkrete Projekte vorbereiten und die Transformation der Wärmeversorgung vor Ort vorantreiben. Ergänzend stellt die Koordinationsstelle für die Umsetzung der Wärmeplanung sicher, dass Maßnahmen abgestimmt, Fördermöglichkeiten genutzt und relevante Akteur*innen kontinuierlich eingebunden werden.

Zur Aktivierung von Gebäudeeigentümer*innen und Unternehmen werden Energieberatungsangebote, Informationskampagnen und die Aufbereitung von Best-Practice-Beispielen umgesetzt. Diese schaffen Transparenz über technische Möglichkeiten, Wirtschaftlichkeit und Fördermittel und unterstützen fundierte Investitionsentscheidungen.

Zur Erreichung der angestrebten Sanierungsrate von 0,7 % werden ergänzend niedrigschwellige Informations- und Beratungsangebote sowie praxisnahe Formate bereitgestellt. Einen wichtigen Beitrag leistet zudem die energetische Sanierung öffentlicher Gebäude, die sowohl zur Reduktion kommunaler Energieverbräuche beiträgt als auch eine Vorbildfunktion für private Akteur*innen einnimmt.

Alle Maßnahmen sollen möglichst engmaschig überwacht und relevante Daten im Optimalfall jährlich erhoben werden (siehe Tabelle 7-1). Nur so können bereits vor einer Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung in fünf Jahren mögliche Chancen und Hindernisse erkannt werden.

6.2 Maßnahmen-Steckbriefe

Machbarkeitsstudien für die Neuerrichtung von Wärmenetzen	
Verantwortlich für die Umsetzung	Stadt Wilhelmshaven (Koordinationsstelle kommunale Wärmeplanung) und/oder Dienstleister
Zielgruppe der Maßnahme	Gebäudeeigentümer*innen in den Wärmenetzgebieten
Priorität	Hoch
Beschreibung: Ziel der Maßnahme ist die Durchführung von zwei Machbarkeitsstudien, um die Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen in Wilhelmshaven zu überprüfen. Die Beauftragung und Durchführung der Studie können durch die Stadt oder Dritte erfolgen. Langfristig soll die Maßnahme zum Bau eines treibhausgasneutral versorgten Wärmenetzes führen und somit zur Treibhausgasreduktion in Wilhelmshaven beitragen.	
Mögliche Inhalte/Schritte der Maßnahme: • Genaue Eingrenzung des Wärmenetzgebietes • Absichtserklärung möglicher Ankerkunden • Mögliche Gebiete könnten sein: ○ z.B. im Stadtnorden Sengwarden, Fedderwardergroden ○ z.B. im Bereich der Innenstadt und Heppens • Vorgespräche mit Eigentümer*innen aus dem Untersuchungsbereich • Ausschreibung der Durchführung einer Machbarkeitsstudie oder direkt Durchführung durch qualifizierte Unternehmen • Verbindliche Untersuchung des Untergrunds hinsichtlich Platzverhältnis für den Rohrbau • Prüfung einer Integration von Großwärmepumpe und Speicherkapazität • Unterstützung in der Durchführung der Machbarkeitsstudie durch die Stadt	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Reduktion von CO ₂ -Emissionen durch regenerative Wärmenetzversorgung
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	kurzfristig, <5 Jahre
Kosten	ggf. Kosten für die Durchführung der Studie
Finanzierung/Kostenträger	Stadt Wilhelmshaven oder Wärmenetzprojektor
Fördermittel	50%ige Förderung des BEW Modul 1 durch das BAFA
Nachverfolgung/Controlling	Überwachung von gesetzten Meilensteinen wie beispielsweise die Beantragung der Förderung beim BAFA, die Zusage der Förderung und die Durchführung der Studie

Koordinationsstelle für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung	
Verantwortlich für die Umsetzung	Stadt Wilhelmshaven (Fachbereich 36)
Zielgruppe der Maßnahme	Alle Akteur*innen und Bürger*innen in Wilhelmshaven
Priorität	Hoch
Beschreibung: Ziel der Maßnahme ist die Weiterentwicklung der bestehenden Stelle für die kommunale Wärmeplanung zu einer zentralen Stelle, welche als Begleiter*in und Koordinator*in für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung fungiert. Diese Stelle soll als Bindeglied zwischen den verschiedenen Akteur*innen dienen und die effiziente und erfolgreiche Umsetzung der Wärmeplanung sicherstellen. Sie wird voraussichtlich durch die aktuelle Klimaschutzmanagerin besetzt. Bei der Koordinationsstelle handelt es sich also nicht um eine zusätzliche Personalstelle, sondern um eine stärkere Hinwendung von der strategischen Planung der Wärmewende zur Unterstützung der konkreten Umsetzung vor Ort in den Quartieren.	
Mögliche Inhalte/Schritte der Maßnahme: • Koordination und Controlling der Umsetzung der Wärmeplanung • Unterstützung bei der Planung und Durchführung von Wärmeprojekten • Beratung und Information der Bürger*innen sowie der ansässigen Unternehmen zu Fragen der Wärmeversorgung • Aufbau und Pflege eines Netzwerks von relevanten Akteur*innen, einschließlich Energieversorger*innen, Planungsbüros, Handwerksbetrieben etc. • Weiterführung der Zusammenarbeit mit umliegenden Gemeinden • Organisation und Moderation von regelmäßigen Treffen und Workshops zur Förderung des Austauschs und der Zusammenarbeit in einem Netzwerk • Bereitstellung von Fachwissen und technischen Informationen zur Wärmeplanung und -versorgung • Unterstützung bei der Identifikation und Bewertung geeigneter Wärmequellen und -technologien • Organisation und Unterstützung bei einem Klimabündnis für Unternehmen (Vernetzung von Unternehmen mit Wärmebedarfen und -potenzialen) • Beratung zu Fördermöglichkeiten und Unterstützungsprogramme • Identifikation und Management von Risiken sowie Erarbeitung von Lösungsstrategien bei auftretenden Problemen • Durchführung von Informationskampagnen zur Sensibilisierung der Bevölkerung für die Vorteile einer nachhaltigen Wärmeversorgung • Organisation von Informationsveranstaltungen und Schulungen für verschiedene Zielgruppen • Förderung der Akzeptanz und Unterstützung der kommunalen Wärmeplanung durch transparente Kommunikation und Öffentlichkeitsbeteiligung	

Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Keine direkten Auswirkungen, aber indirekt werden Aktivitäten zur Einsparung von Treibhausgasemissionen angestoßen
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	langfristig, > 10 Jahre
Kosten	Personalkosten
Finanzierung/Kostenträger	Stadt Wilhelmshaven
Fördermittel	Vollständige und dauerhafte Förderung der Personalkosten durch das Land Niedersachsen
Nachverfolgung/Controlling	Jährliche Überprüfung der Umsetzung des Maßnahmenpaketes aus der KWP

Energetische Sanierung öffentlicher Gebäude	
Verantwortlich für die Umsetzung	Stadt Wilhelmshaven (GGS, TBW)
Zielgruppe der Maßnahme	Stadt Wilhelmshaven
Priorität	Hoch
Beschreibung: Ziel der Maßnahme ist die Entwicklung einer maßgeschneiderten Sanierungsstrategie für die öffentlichen Gebäude und die Umsetzung der sich aus der Strategie ergebenden Maßnahmen. Die Umsetzung erfolgt durch die Stadt Wilhelmshaven (GGS) und soll neben der Treibhausgasneutralität auch die Reduktion der Heizkosten im Fokus haben. Darüber hinaus möchte die Stadt eine Vorreiterrolle einnehmen und so zur Nachahmung motivieren.	
Mögliche Inhalte/Schritte der Maßnahme: • Aufbau eines Gebäudekatasters mit relevanten Gebäudeinformationen • Prüfung des Anschlusses an ein Wärmenetz • Energetische Bewertung der einzelnen Gebäude • Ableitung von möglichen Sanierungsmaßnahmen zur Senkung von Emissionen und Kosten, z.B. über individuelle Sanierungsfahrpläne • Priorisierung der Maßnahmen hinsichtlich ihrer Kosten und des erwarteten Nutzens • Beantragung von Fördermitteln für die Umsetzung von Maßnahmen • Koordination der Sanierungsmaßnahmen • Möglichkeit der Herausstellung eines Mustergebäudes als Leuchtturmprojekt • Evaluation des Umsetzungserfolgs • Kommunikation der Maßnahmen an die Öffentlichkeit über vers. Formate (z.B. Website, Broschüren, Informationsveranstaltungen)	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Reduktion von CO ₂ -Emissionen durch energetische Sanierung und regenerative Wärmeversorgung
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	langfristig, > 10 Jahre
Kosten	Personalkosten für die Koordination und weitere Kosten in Abhängigkeit vom Umfang der Maßnahmen
Finanzierung/Kostenträger	Stadt Wilhelmshaven
Fördermittel	Zuschüsse für Sanierungsmaßnahmen sind im Einzelfall zu prüfen
Nachverfolgung/Controlling	Dokumentation und Evaluierung der umgesetzten Sanierungsmaßnahmen und jährliche Auswertung der Wärmebedarfsentwicklung öffentlicher Gebäude

Gründungsinitiative zu Energiegenossenschaften	
Verantwortlich für die Umsetzung	Stadt Wilhelmshaven (Koordinationsstelle kommunale Wärmeplanung)
Zielgruppe der Maßnahme	Interessierte Bürger*innen
Priorität	Mittel
Beschreibung: Energiegenossenschaften können ein wichtiger Akteur zur Initiierung von Projekten im Rahmen der Wärmewende sein. Mit der Initiative möchte die Stadtverwaltung eine Starthilfe liefern, um auch wärmebezogene Projekte von Energiegenossenschaften in die Umsetzung zu bringen.	
Mögliche Inhalte/Schritte der Maßnahme: • Informationsbereitstellung zur Gründung von Energiegenossenschaften • Erarbeitung eines Leitfadens • Aufbau/Pflege eines Akteursnetzwerks • Zusammenarbeit mit der Metropolregion Nordwest, weiteren Kommunen und der Bürgerenergiegenossenschaft ErdwärmeDich e.V. • Zusammenstellung von Best-Practice-Beispielen von Energiegenossenschaften • Vernetzung mit bestehenden Energiegenossenschaften • Lieferung von Informationen für die Umsetzung von Wärmeprojekten	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Keine direkte Wirkung durch die Gründungsinitiative, aber potenzielle Reduktion bei Umsetzung von Wärmeprojekten einer Energiegenossenschaft
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	kurzfristig, innerhalb der nächsten 2 Jahre
Kosten	Die Kosten beinhalten hauptsächlich bereits zur Verfügung stehende Personalkosten.
Finanzierung/Kostenträger	Stadt Wilhelmshaven
Fördermittel	Förderung durch Metropolregion Nordwest bereits bewilligt
Nachverfolgung/Controlling	Controlling des Projektfortschritts durch die Stadt Wilhelmshaven

Informationskampagne zur Wärmewende in Wilhelmshaven	
Verantwortlich für die Umsetzung	Stadt Wilhelmshaven
Zielgruppe der Maßnahme	Bürger*innen, Unternehmen in Wilhelmshaven
Priorität	Mittel
Beschreibung: Ziel der Maßnahme ist die Verbreitung von Wissen zur Wärmewende in Wilhelmshaven. Hierfür sollen regelmäßige Informationsveranstaltungen über z.B. Sanierung, Wärmepumpe, Wärmenetze initiiert werden. Des Weiteren soll mit relevanten Stakeholdern der Stadt eine Kommunikationsstrategie erarbeitet werden.	
Mögliche Inhalte/Schritte der Maßnahme: • Bereits durchgeführte Informationsformate weiterführen und ggf. ausweiten • Kommunikationsstrategie gemeinsam mit Kreishandwerkschaft Jade, GEW und der Stadt Wilhelmshaven entwickeln • Einrichten von Kommunikationskanälen • Informationsmaßnahmen für dezentrale Wärmelösungen umsetzen • Wärmepumpenveranstaltung • Zusammenarbeit VHS zu Energiethemen (z.B. Vortrag zu Balkonkraftwerk) • Ggf. Stammtisch Energiewende als Veranstaltungsformat nutzen	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Keine direkten Auswirkungen, aber indirekt werden Aktivitäten zur Einsparung von Treibhausgasemissionen angestoßen
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	Laufend in den nächsten 5 Jahren
Kosten	Miete von Räumlichkeiten, ggf. Honorar oder Reisekosten für Vortragende, Personalkosten für Planung und Durchführung von Veranstaltungen
Finanzierung/Kostenträger	Stadt Wilhelmshaven
Fördermittel	Aktuell gibt es keine Förderung für diese Maßnahme
Nachverfolgung/Controlling	Jährliche Dokumentation der Veranstaltungen/Veröffentlichungen und, wenn möglich, nachhalten der erfolgten Heizungsumrüstungen

Best-Practice-Beispiele verbreiten	
Verantwortlich für die Umsetzung	Stadt Wilhelmshaven
Zielgruppe der Maßnahme	Handwerker*innen, Hauseigentümer*innen und Eigentümergemeinschaften in Wilhelmshaven
Priorität	Mittel
Beschreibung: Ziel der Maßnahme ist die Dokumentation und Veröffentlichung erfolgreicher Wärme-lösungen, insbesondere der Einsatz von Wärmepumpen in verschiedenen Einbausituationen. Diese Maßnahme soll Mythen abbauen und als Informationsplattform dienen, um die Akzeptanz und Verbreitung effizienter und nachhaltiger Wärmetechnologien zu fördern. Durch die Veröffentlichung gelungener Beispiele können potenzielle Nutzer motiviert und unterstützt werden, ebenfalls auf effiziente und umweltfreundliche Wärmetechnologien umzusteigen.	
Mögliche Inhalte/Schritte der Maßnahme: • Sammlung und Dokumentation erfolgreicher Projekte aus dem Stadtgebiet, bspw. über Handwerker*innen oder die Klimaschutzagentur • Identifikation und Auswahl von geeigneten Best-Practice-Beispielen für den Einsatz von Wärmepumpen • Darstellung der spezifischen Einbausituationen (z.B. Neubau, Altbau, Gewerbe, Wohngebäude, Mehrfamilienhaus) • Informationsbereitstellung zu Seriellem Sanieren • Darstellung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen • Darstellung der CO₂-Einsparungen und anderer Umweltvorteile durch den Einsatz von Wärmepumpen • Ggf. Erstellung von anschaulichen und leicht verständlichen Informationsmaterialien (z.B. Broschüren, Online-Artikel, Videos) • Wärmepumpenbesichtigung • Nutzung verschiedener Kommunikationskanäle zur Verbreitung der Informationen (z.B. Websites, soziale Medien, Fachzeitschriften) • Organisation von Informationsveranstaltungen und Workshops zur Präsentation der erfolgreichen Projekte (siehe Maßnahme 6) • Förderung des Austauschs von Erfahrungen und Best Practices zwischen den Beteiligten	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Keine direkten Auswirkungen, aber indirekt werden Aktivitäten zur Einsparung von Treibhausgasemissionen angestoßen
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	kurzfristig, < 5 Jahre
Kosten	Personalkosten für die Koordination
Finanzierung/Kostenträger	Stadt Wilhelmshaven
Fördermittel	Aktuell gibt es keine Förderung für diese Maßnahme
Nachverfolgung/Controlling	Jährliche Dokumentation der Veranstaltungen/Veröffentlichungen und, wenn möglich, nachhalten der erfolgten Heizungsumrüstungen

Energieberatungsangebote für Gebäudeeigentümer*innen /kleine und mittelständische Unternehmen (KMU)	
Verantwortlich für die Umsetzung	Stadt Wilhelmshaven (Koordinationsstelle kommunale Wärmeplanung)
Zielgruppe der Maßnahme	Gebäudeeigentümer*innen und Eigentümergemeinschaften, ortsansässige Unternehmen
Priorität	Mittel
Beschreibung: Ziel der Maßnahme ist es die Gebäudeeigentümer*innen und Eigentümergemeinschaften sowie ortsansässige KMUs in Wilhelmshaven durch kostengünstige Energieberatungen umfassend über energetische Sanierungsmöglichkeiten und verfügbare Fördermittel zu informieren. Diese Beratungen sollen dazu beitragen, die Energieeffizienz von Gebäuden zu verbessern, Energiekosten zu senken und den Zugang zu finanziellen Unterstützungsprogrammen zu erleichtern.	
Mögliche Inhalte/Schritte der Maßnahme: • Organisation von individuellen Beratungen durch qualifizierte Energieberater*innen • Durchführung der Beratungen vor Ort, aber auch telefonisch oder online • Aufklärung über verschiedene Sanierungsmaßnahmen wie Dämmung, Fenster- und Türentausch, Heizungsmodernisierung und Nutzung erneuerbarer Energien • Bewertung der energetischen Ausgangssituation des Gebäudes und Identifikation von Einsparpotenzialen • Information und Unterstützung von Energy-Sharing-Modellen • Besonderes Beratungsangebot für gemeinschaftliche Nachbarschaftslösungen • Empfehlungen zur schrittweisen Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit und Effizienz • Information über verfügbare Förderprogramme auf kommunaler, regionaler und nationaler Ebene; Beratung zu Finanzierungsmöglichkeiten und zinsgünstigen Krediten für energetische Sanierungsmaßnahmen • Erstellung und Verbreitung von Informationsmaterialien wie Broschüren, Flyer und Online-Ressourcen • Zusammenarbeit mit lokalen Medien und Organisationen zur Erhöhung der Reichweite und Bekanntheit des Beratungsangebots • Sicherstellung der Qualität der Beratungsleistungen durch regelmäßige Schulungen und Weiterbildungen der Energieberater*innen • Wärmepumpeneignungscheck/Solarcheck • Quartierslotse zur Unterstützung von Nachbarschaftsinitiativen	

Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Indirekt: Aktivitäten zur Einsparung von THG-Emissionen werden angestoßen
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	langfristig, > 10 Jahre
Kosten	Personalkosten für die Koordination und ggf. Zuschüsse zu Energieberatungen
Finanzierung/Kostenträger	Stadt Wilhelmshaven
Fördermittel	Zuschüsse für Energieberatungen der Verbraucherzentrale und zum Teil kostenfreie Beratungskampagnen der KEAN
Nachverfolgung/Controlling	Dokumentation der durchgeführten Beratungen / Veranstaltungen und ggf. der Fördermittelinanspruchnahme

6.3 Fokusgebiete

Im Zuge der kommunalen Wärmeplanung werden Bereiche in der Stadt Wilhelmshaven näher betrachtet, in denen besondere Potenziale oder Herausforderungen für die zukünftige Wärmeversorgung bestehen. Die Auswahl dieser Fokusgebiete erfolgt auf Basis energetischer und städtebaulicher Kriterien und dient dazu, gezielte Maßnahmen effizient vorbereiten zu können.

Neben der Ausweisung von Gebieten, in denen eine bestimmte Versorgungstechnologie vorrangig betrachtet werden sollte, kann die Stadt Wilhelmshaven auch Fokusgebiete für eine energetische Sanierung definieren. Diese Fokusgebiete sind jedoch nicht mit Maßnahmen des besonderen Städtebaurechts zur Stadtsanierung aus dem BauGB (städtebauliche Sanierungs- und Entwicklungsmaßnahmen, Stadtumbau, städtebauliche Gebote) zu verwechseln. Die Fokusgebiete haben keinerlei rechtliche Außenwirkung, sondern dienen ausschließlich der Darstellung der Gebiete, in denen durch energetische Sanierungsmaßnahmen das Potenzial zur Energieeinsparung besonders hoch ist.

Diese Gebiete zeichnen sich in der Regel durch einen älteren Gebäudebestand und hohen Wärmebedarf aus. Die nachfolgend aufgeführten Bereiche weisen einen hohen Wärmebedarf im Bestand von Flächen mit über 175 MWh/ha*a auf. Zudem sind hier Gebäude der älteren Gebäudealtersklasse, vor 1978 erbaut, vermehrt vertreten. In den Fokusgebieten lassen sich außerdem unterschiedliche Bebauungsstrukturen wiederfinden.

Die Stadt Wilhelmshaven kann diese Gebiete als Startpunkt für dazu passende Maßnahmen nutzen. Hier sind zum Beispiel die Maßnahmen „Informationskampagne zur Wärmewende in Wilhelmshaven“, „Best-Practice-Beispiele verbreiten“ und „Energieberatungsangebote für Gebäudeeigentümer*innen“ anzuführen. Federführend kann die Koordinationsstelle für die Umsetzung der KWP bei diesen Maßnahmen agieren. Für das letzte Fokusgebiet ist die Maßnahme einer Machbarkeitsstudie für Wärmenetze angedacht.

Das erste Fokusgebiet liegt in Altengroden. Es liegt fast ausschließlich eine Mehrfamilienhausbebauung vor. Die Wärmeverbrauchsichte liegt bei über 175 MWh/ha*a bzw. teilweise sogar über 415 MWh/ha*a (Abbildung 6-1). Die Häuser sind überwiegend vor 1948 erbaut worden (Abbildung 6-2). Häuser, die vor 1948 erbaut wurden, haben regelmäßig einen höheren Verbrauch und benötigen höhere investive Maßnahmen, um einen ähnlich geringen Wärmeverbrauch zu erzielen, wie ihn derzeit der Neubau nachweisen muss. Daher ergibt es Sinn, sich hier auf die gering-investiven Maßnahmen zu fokussieren und sich dann auf die Investition in die Heizanlage zu konzentrieren. Unter diesen Bedingungen kommt häufig eine dezentrale Heizlösung wie eine Wärmepumpe in Frage. Bei Mehrfamilienhäusern können auch großflächigere Heizlösungen wirtschaftlicher sein, die Gebäude, Gebäudeblöcke oder auch mehrere Gebäudeblöcke zusammen versorgen können. Hier kann eine homogene Eigentümerstruktur oder eine Vernetzung unterschiedlicher Eigentümer*innen helfen eine Lösung für mehrere zusammenhängende Gebäudeblöcke mit ähnlichen Voraussetzungen zu finden. Die Stadt kann bei der Vernetzung von Akteuren sowie bei der Suche nach Beratungsoptionen für die Eigentümer*innen unterstützen.

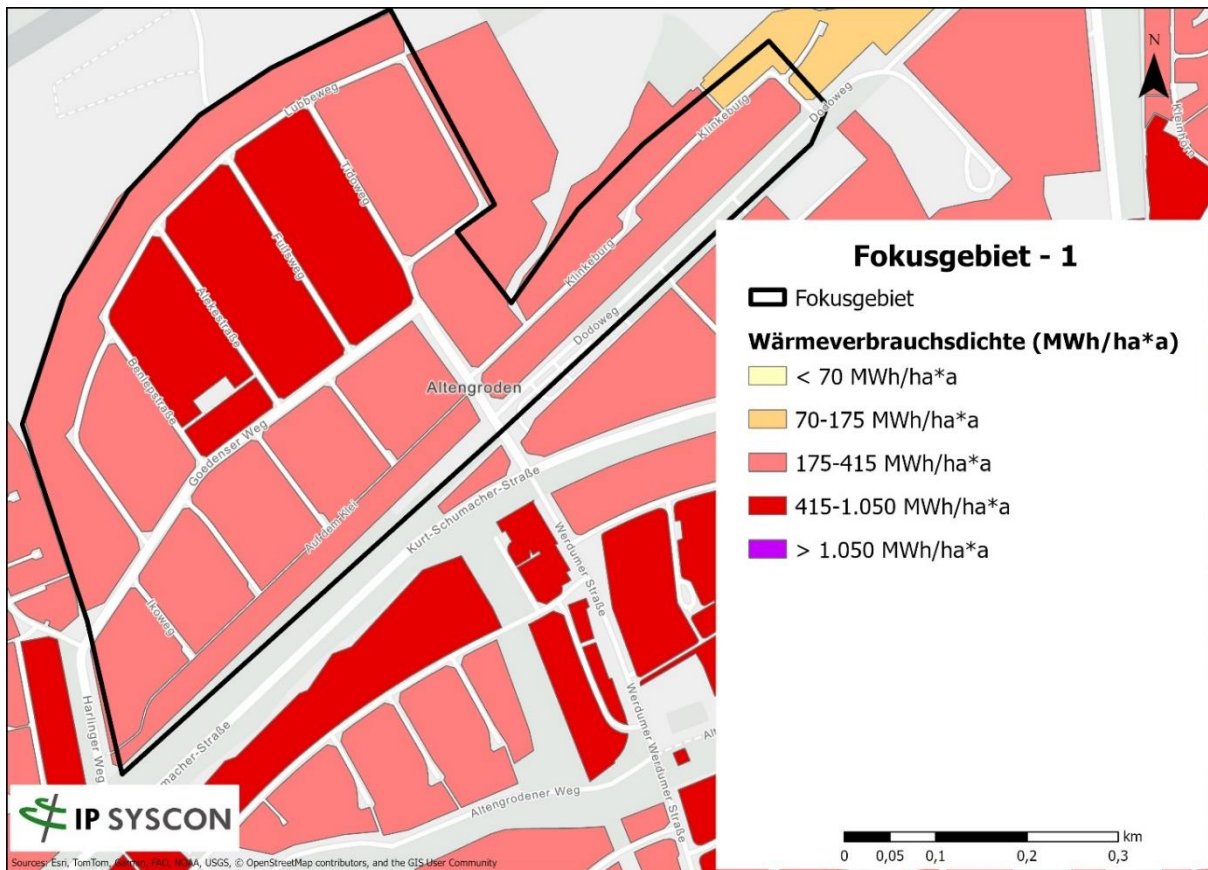


Abbildung 6-1: Fokusgebiet 1 – Wärmeverbrauchsichte

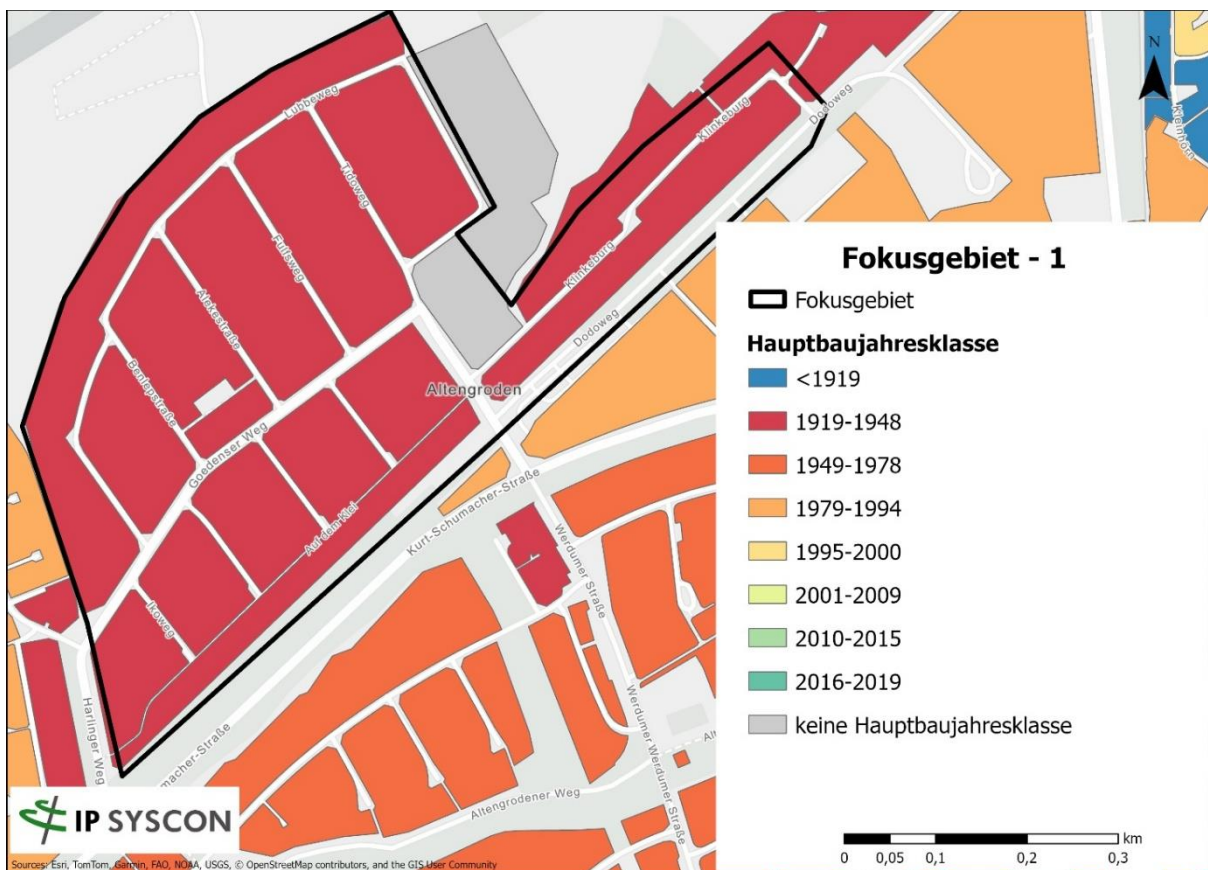


Abbildung 6-2: Fokusgebiet 1 - Baualtersklasse

In Voslapp, dem zweiten Fokusgebiet (Abbildung 6-3, Abbildung 6-4), lassen sich Mehrfamilienhäuser, Reihenhäuser und Einfamilienhäuser wiederfinden. Die Wärmeverbrauchsichte liegt ebenfalls bei über 175 MWh/ha*a bzw. teilweise sogar über 415 MWh/ha*a. Die Häuser sind überwiegend vor 1948 erbaut worden. In einigen Baublöcken liegt die Baualtersklasse 1949-1978 überwiegend vor. Im Vergleich zu Fokusgebiet 1 liegt eine heterogene Struktur der Häuser vor. Dies erschwert es eine einheitliche Lösung zu finden. Die dezentrale Heizlösung, wie z.B. eine Wärmepumpe, ist nach den Untersuchungen die beste Variante für dieses Gebiet. Bei Mehrfamilienhäusern verbleibt die Frage, ob es wirtschaftlicher ist, eine größere Wärmepumpe in Betracht zu ziehen und mehrere Wohnungen oder mehrere Gebäude mit einer Heizlösung zu versorgen. Dies ist im Einzelfall und nach Bedarf zu prüfen. Eine mögliche Lösung für Einfamilienhäuser und Reihenhäuser mit ähnlichen Voraussetzungen wäre auch die Sammelbestellung von mehreren Wärmepumpen, um die Konditionen beim Einkauf zu verbessern. Auch hier kann die Stadt bzw. die Koordinationsstelle für die Umsetzung der KWP eine Schlüsselrolle bieten und z.B. Informationsangebote organisieren und Akteure miteinander vernetzen.

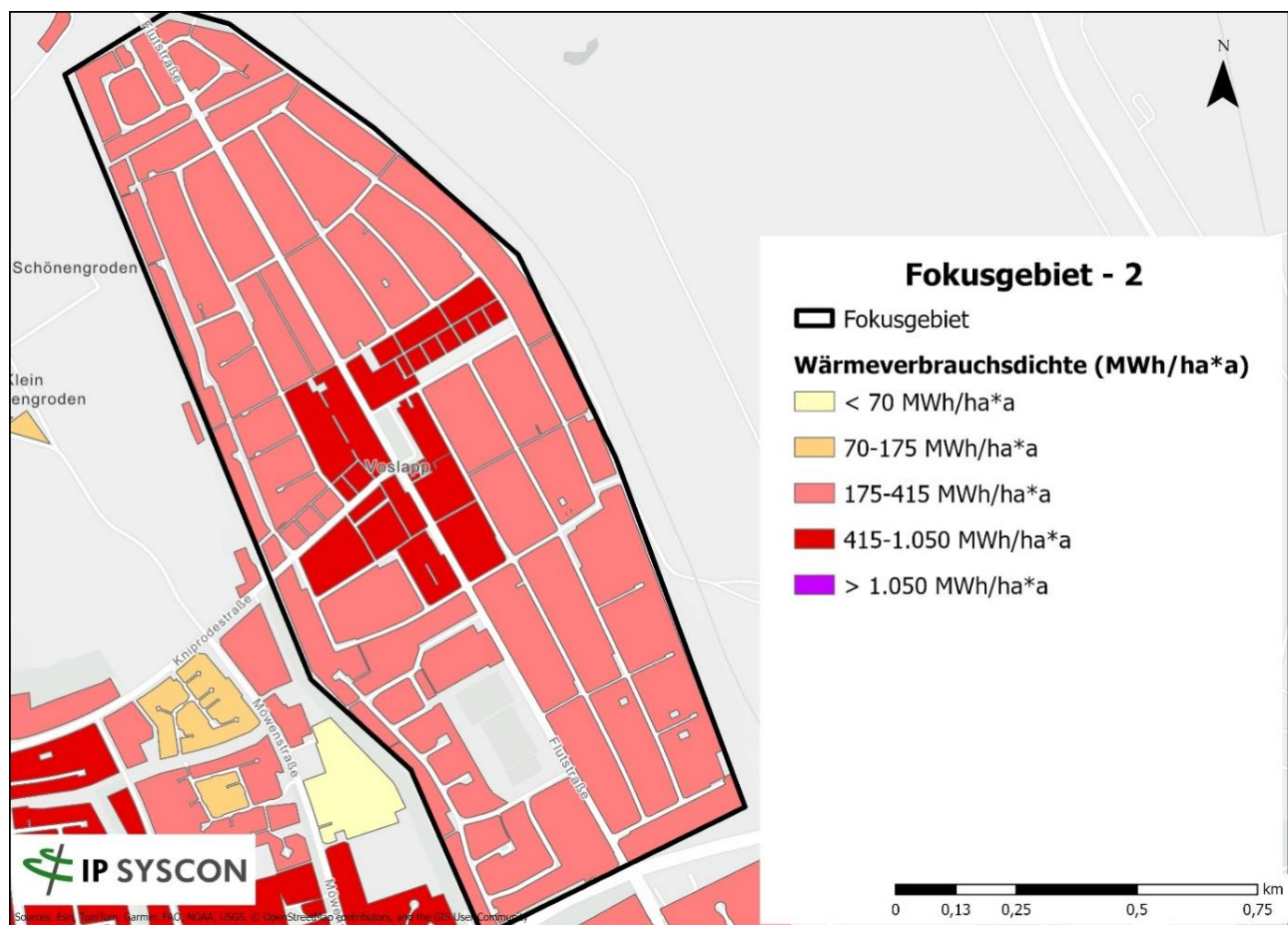


Abbildung 6-3: Fokusgebiet 2 – Wärmeverbrauchsichte

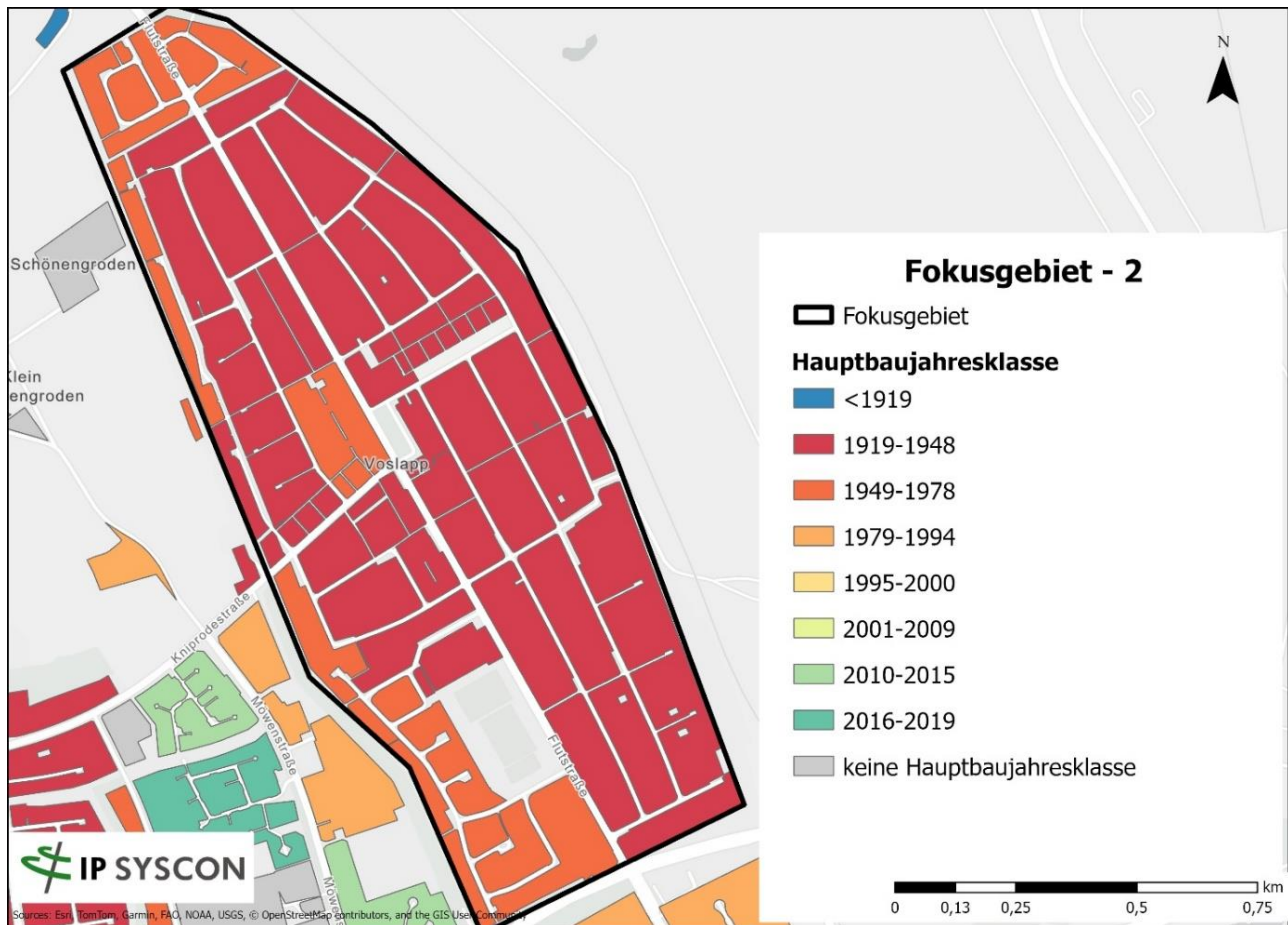


Abbildung 6-4: Fokusgebiet 2 - Baualtersklasse

Fedderwarden, das dritte Fokusgebiet, wird durch eine Einfamilienhausbebauung geprägt. Die Wärmeverbrauchsichte liegt größtenteils bei über 175 MWh/ha*a bzw. teilweise über 415 MWh/ha*a (Abbildung 6-5). Ein kleiner Teil am Südwestrand des Ortes hat eine Wärmeverbrauchsichte von unter 175 MWh/ha*a. Die Baualtersklassen sind etwas durchmischer als in den vorherigen Gebieten (Abbildung 6-6). Der alte Ortskern ist vor 1919 erbaut worden und ein weiterer großer Anteil ist vor der ersten Wärmeschutzverordnung 1978 erbaut worden. Des Weiteren gibt es einige Baublöcke, in denen die 80er und 90er Jahren als dominierende Baualtersgruppen vorliegen. Im Norden gibt es ein neueres Gebiet, welches überwiegend nach 2010 errichtet wurde. Gerade bei Gebäuden, die vor der Wärmeschutzverordnung 1978 erbaut wurden, ergibt es Sinn wie im Fokusgebiet 1 Altengroden sich hier auf die gering-investiven Maßnahmen und dann auf die Investition in die Heizanlage zu konzentrieren.

Fedderwarden hat sehr ähnliche Voraussetzungen für eine Wärmeversorgung im Vergleich zu Sengwarden. Es besteht jedoch der Unterschied, dass im Norden einige Quellen für unvermeidbare industrielle Abwärme zur Verfügung stehen, so wie Abbildung 4-5 zeigt. Die Erschließung dieser Wärmequellen und die Wirtschaftlichkeit für ein Wärmenetz im Norden (siehe Abbildung 0-3) muss erst durch eine Machbarkeitsstudie geprüft werden. Für Fedderwarden ist die Distanz zur nächsten Wärmequelle jedoch so hoch, dass es als Gebiet für dezentrale Wärmeversorgung eingeschätzt wird (siehe Abbildung 0-3 und Abbildung 4-5).

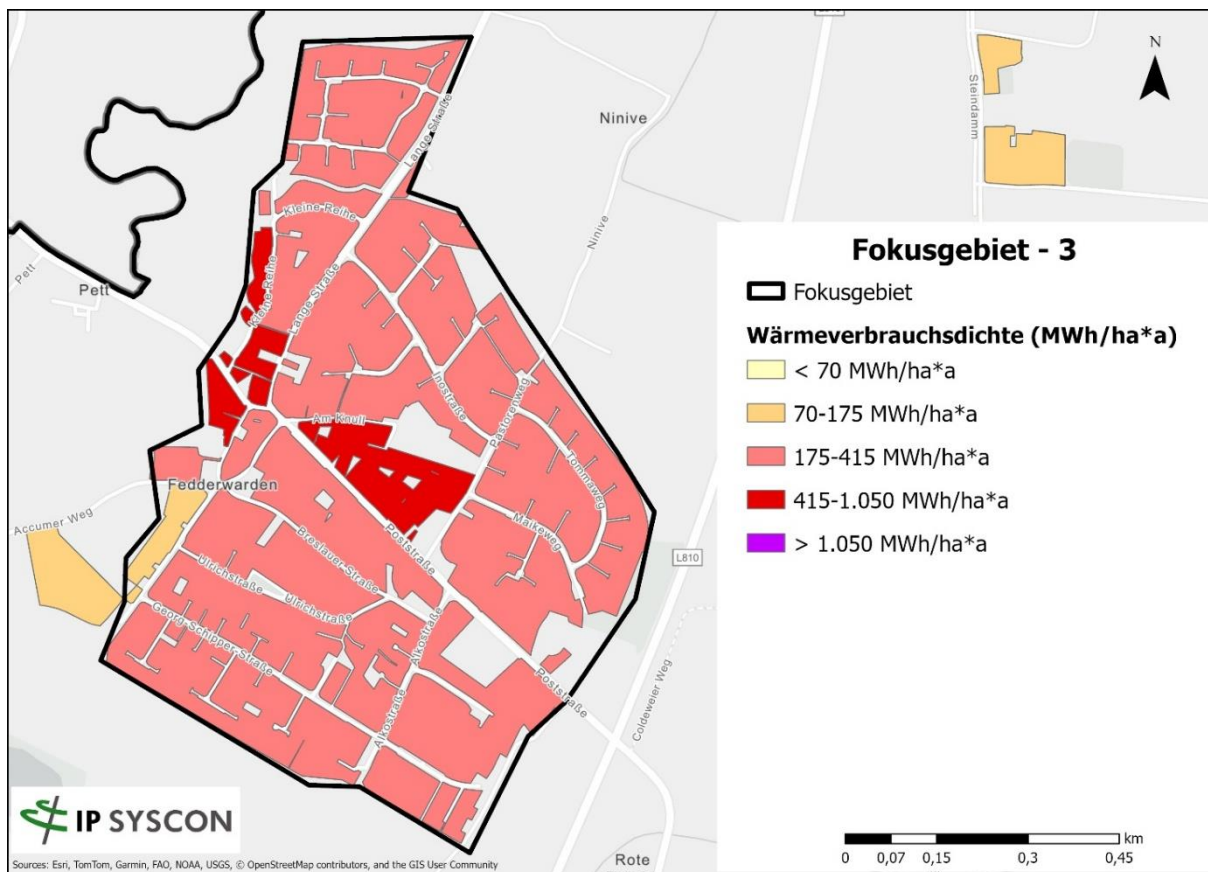
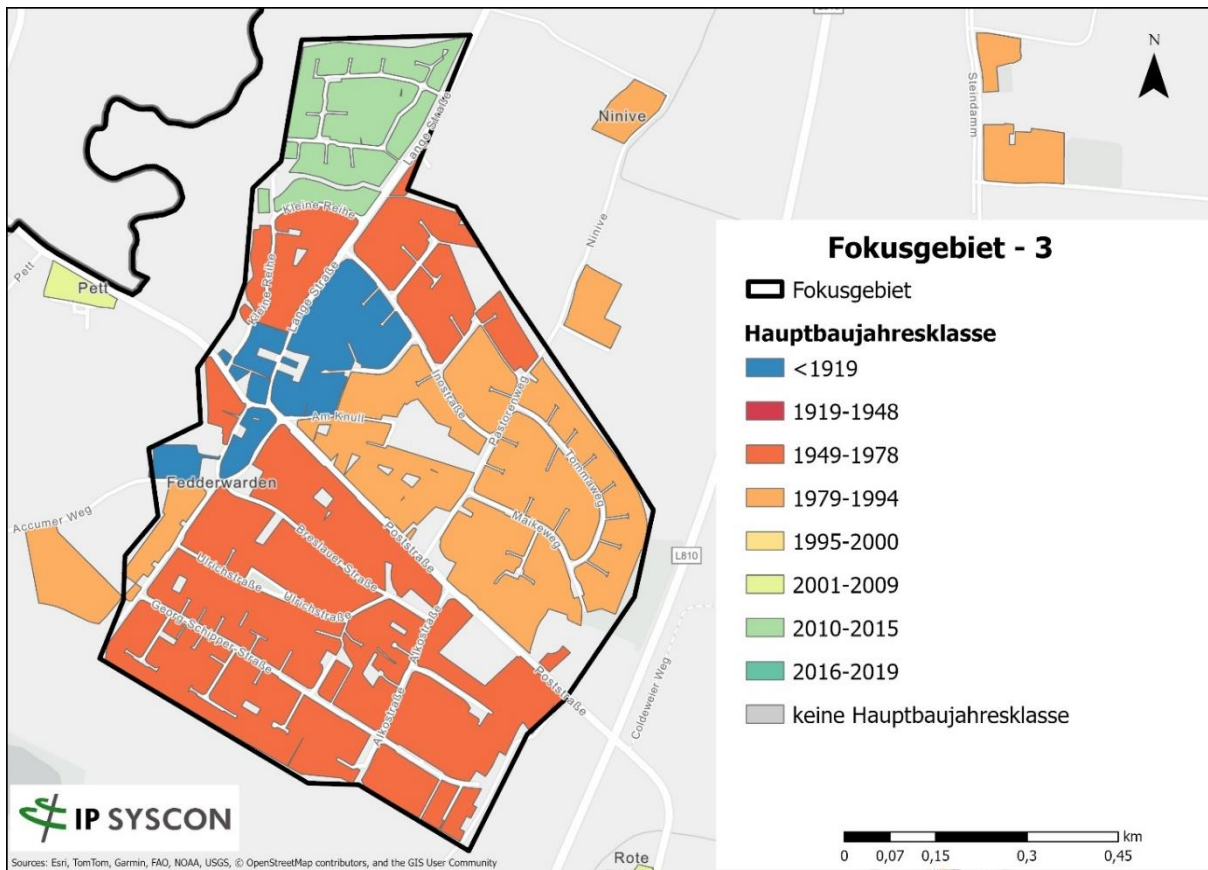


Abbildung 6-5: Fokusgebiet 3 – Wärmeverbrauchsichte



Die Innenstadt, das vierte Fokusgebiet, rückt den Fokus vermehrt auf zentrale Heizungslösungen. Sie ist durch eine gemischte Bebauungsstruktur geprägt. Die Wärmeverbrauchsichte liegt an vielen Stellen bei über 1.050 MWh/ha*a (Abbildung 6-7). Die Baualtersklassen sind durchmischt (Abbildung 6-8). Nach Tabelle 3-5: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmelinieindichte wird hier in großen Teilen die Empfehlung für eine zentrale Wärmelösung, für ein Wärmenetz ausgesprochen. Bevor hier ein Wärmenetz entstehen und die Häuser mit Wärme versorgen kann, muss jedoch noch eine Machbarkeitsstudie durchgeführt werden. Dort wird im Detail geprüft, wo ein potenzielles Netz langlaufen könnte, es werden Erzeugerstandorte identifiziert und neben den technischen Rahmenbedingungen werden die wirtschaftlichen Kriterien betrachtet. Darüber hinaus werden Anschlussquoten ermittelt und Ankerkunden identifiziert. Bis ein Wärmenetz zuverlässig Wärme liefern kann, wird es noch Jahre in Anspruch nehmen. Bei kurzfristigen Heizungstauschen ergibt es auch in diesem Gebiet Sinn sich nach energetischer Sanierung und einer klimafreundlichen Wärmelösung zu erkundigen.

Welche Gebiete wahrscheinlich zuerst für ein Wärmenetz in Betracht kommen bzw. zentral versorgt werden und welche in der Zukunft noch wahrscheinlich dezentral z.B. mit einer Wärmepumpe versorgt werden, wurde auf der Karte in Abbildung 0-3 dargestellt. Diese Informationen sind auch im [digitalen Zwilling](#) verfügbar und werden aktualisiert, sobald die Machbarkeitsstudien mehr Ergebnisse liefern.

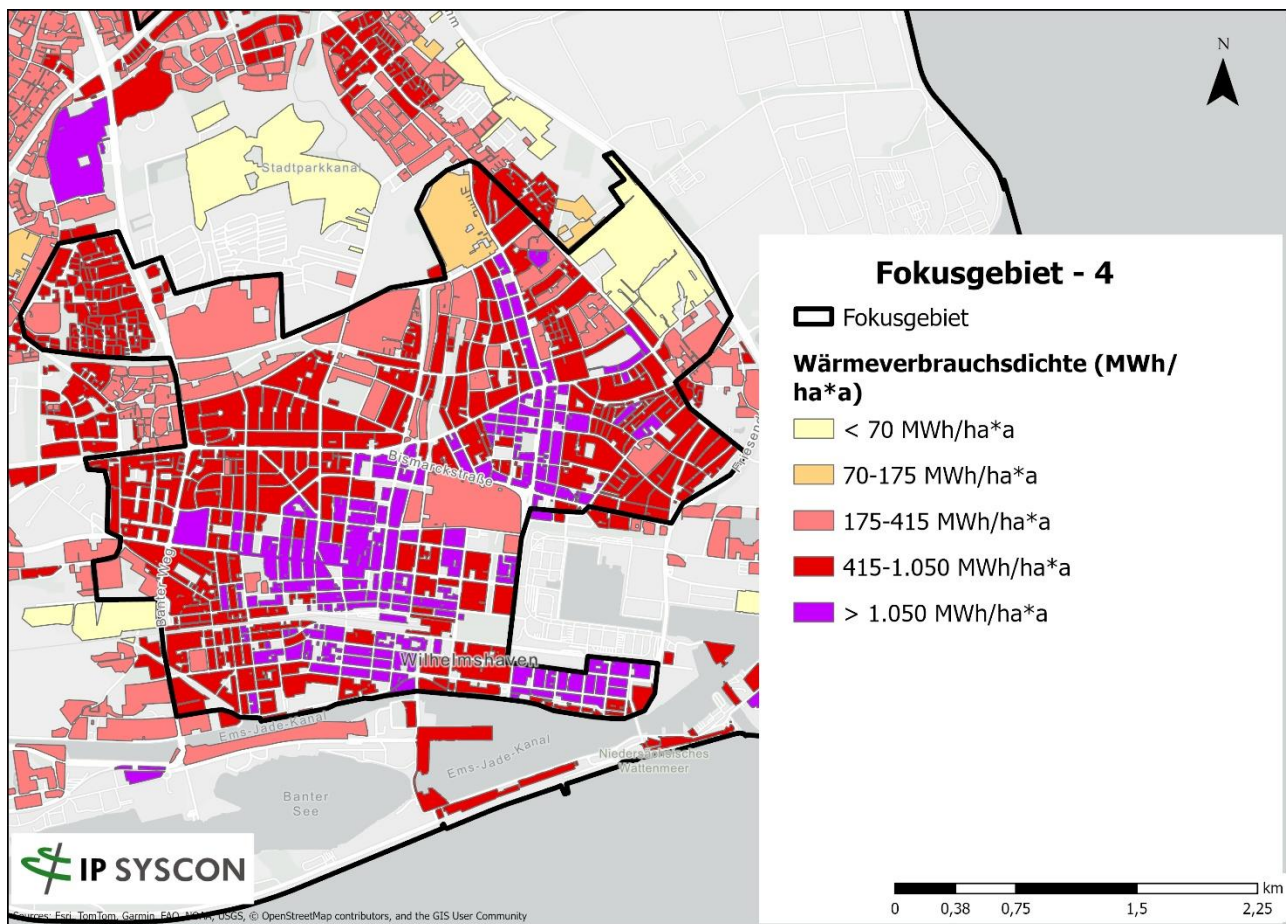


Abbildung 6-7: Fokusbereich 4 - Wärmeverbrauchsichte

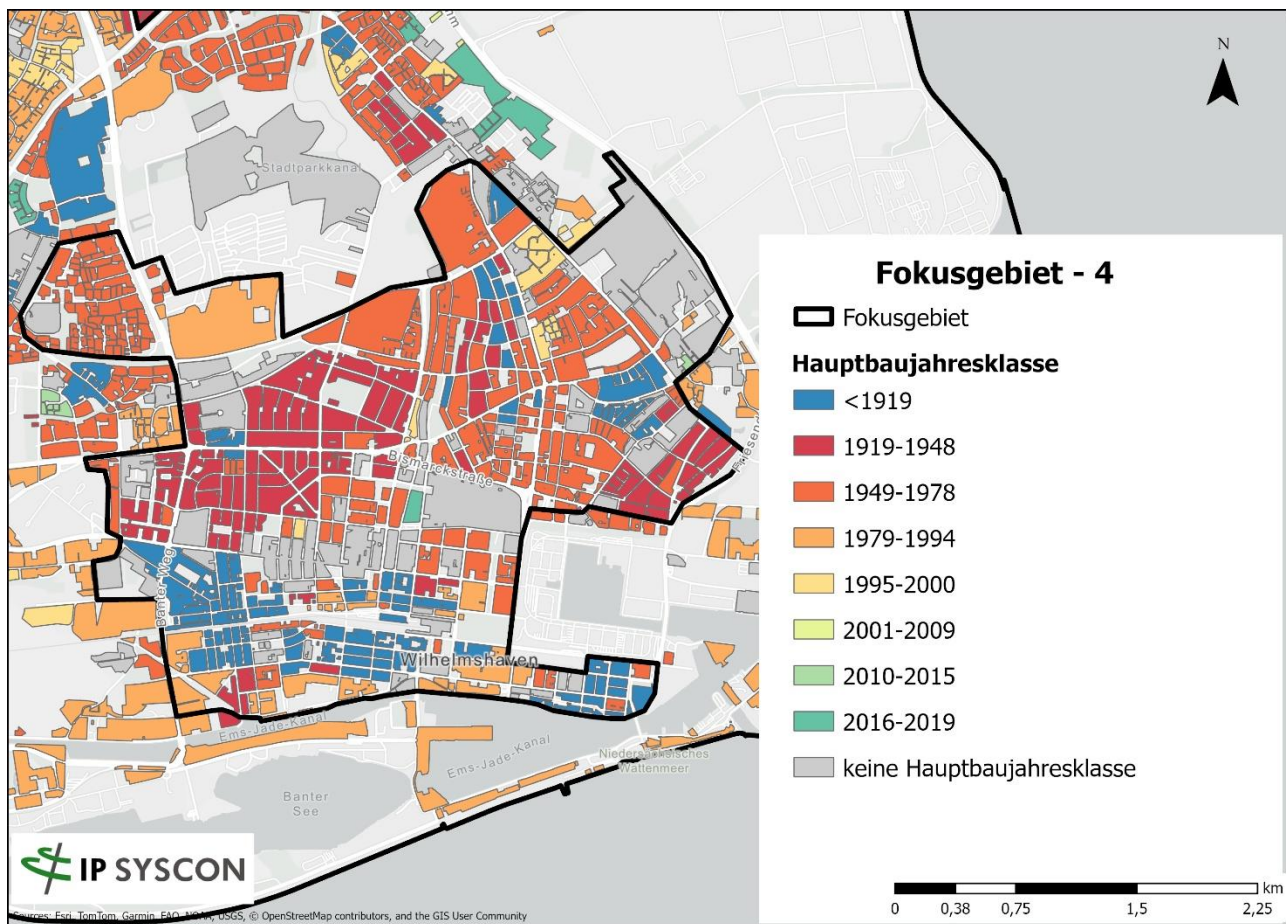


Abbildung 6-8: Fokusgebiet 4 - Baujahresklasse

Bis auf wenige Ausnahmen dominieren in Wilhelmshaven Erdgas und Heizöl als Energieträger zur Wärmeversorgung. Diese Tatsache gilt demnach auch für die ausgewählten Fokusgebiete. Um das Zielszenario erreichen zu können, müssen nachhaltige Wärmeversorgungslösungen in den Fokus rücken. Hierzu sollten umfassende Informationen zum Energieträgertausch hin zu einer nachhaltigen, fossilfreien Wärmeversorgungsmöglichkeit weitergegeben werden. Es sollten nicht nur die Anschaffungskosten betrachtet werden, sondern eine fundierte Laufzeitbetrachtung inklusive der Betriebskosten vorgenommen werden. Durch Energiekrisen und Besteuerungsmechanismen von CO₂-Ausstoß werden fossile Wärmeversorgungslösungen stetig teurer. Die Maßnahme des Heizungstauschs spielt auch in den Fokusgebieten Sanierung eine Rolle und sollte stets mitberücksichtigt werden.

7 Wärmewendestrategie

Die Stadt Wilhelmshaven hat sich das ambitionierte Ziel gesetzt, bis 2040 eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen und fossile Brennstoffe schrittweise durch erneuerbare Energien zu ersetzen.

Auf Basis der Untersuchung aus der Bestands- und Potenzialanalyse erfolgte die Entwicklung eines Zielszenarios, mit dem die Wärmeversorgung in Wilhelmshaven bis zum Jahr 2040 klimaneutral werden soll. Der Heizungstausch ist ein entscheidender Baustein für die Erreichung der Klimaneutralität in der Stadt Wilhelmshaven, da die Wärmeversorgung im Gebäudebestand derzeit noch überwiegend auf fossilen Energieträgern basiert. Ausgehend von rund 19.577 fossil versorgten Gebäuden mit relevantem Wärmebedarf ergibt sich ein erforderlicher Heizungstausch von durchschnittlich rund 1506 Gebäuden pro Jahr. Bis zum Jahr 2040 wird der Wärmebedarf in Wilhelmshaven um rund 3 % sinken. Diese Reduzierung des Wärmebedarfes um fast 25 GWh erfordert das Erreichen der angestrebten Sanierungsrate von 0,7 %, welche in Zusammenarbeit mit lokalen Akteur*innen festgelegt wurde. Für Teile Wilhelmshavens im Bereich der Innenstadt und in Norden des Stadtgebietes wird eine Wärmenetzeignung ausgewiesen, während die anderen Bereiche in Wilhelmshaven über dezentrale Heizungen versorgt werden. Betrachtungen der zukünftigen Rentabilität des Gasnetzes sowie einer Strategieentwicklung sind nicht Teil der Wärmeplanung, sondern Aufgabe des entsprechenden Gasnetzbetreibers. Anzumerken ist an dieser Stelle jedoch, dass z.B. Gasnetzentgelte steigen werden, je weniger Gasanschlüsse versorgt werden und auch eine steigende CO₂-Bepreisung geplant ist.

Ausgehend vom Zielszenario werden sieben Umsetzungsmaßnahmen empfohlen, von denen mindestens fünf innerhalb der nächsten fünf Jahre angefangen werden müssen. Die Maßnahmen der Wärmewendestrategie der Stadt Wilhelmshaven kombinieren kurzfristig wirksame Informations-, Beratungs- und Unterstützungsangebote für Gebäudeeigentümer*innen und Unternehmen mit strategischen, langfristigen Maßnahmen wie der Entwicklung und dem Ausbau von Wärmenetzen sowie der energetischen Sanierung öffentlicher Gebäude.

Parallel zu den inhaltlichen Betrachtungen fand eine breite Beteiligung von Bürger*innen, Fachleuten und Politiker*innen statt, um einen transparenten Planungsprozess zu gewährleisten und lokales Expertenwissen einzubinden. Zudem wurde so erreicht, dass die für eine Umsetzung der Maßnahmen notwendigen Akteure eng eingebunden wurden und der Zeitverzug zwischen Planungs- und Umsetzungsphase möglichst geringgehalten werden kann.

Der vorliegende Wärmeplan ermöglicht der Stadt Wilhelmshaven die Wärmewende aktiv zu steuern und gibt den Bürger*innen Klarheit darüber, wie sie in Zukunft heizen werden. Vor allem in Bereichen, in denen eine Wärmeversorgung über eine zentrale Lösung als ungeeignet eingestuft wird, wissen Bürger*innen schon jetzt, dass sie selbst aktiv werden und sich um eine individuelle Heizungslösung kümmern müssen. In vielen Fällen sieht diese Lösung eine Wärmepumpe vor, die oftmals bereits ohne eine umfangreiche Gebäudesanierung wirtschaftlich eingesetzt werden kann. In Kombination mit einer Photovoltaikanlage auf dem eigenen Dach kann rund ein Drittel des benötigten Wärmestroms selbst erzeugt werden. Die hohe Deckung des Wärmestrombedarfs durch die Solarpotenziale zeigt dieser Wärmeplan ebenfalls auf. Der zusätzlich auf dem eigenen Dach erzeugte Strom ist im Haushalt und in der Mobilität nutzbar, wodurch eine Eigenstromnutzung weiter erhöht wird. Über Fördermöglichkeiten für Verbraucher*innen informieren die Seiten des Bundes oder des Landes.

Wichtige Bausteine zur Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung sind die Verstetigung der Aktivitäten und ein Controlling der Maßnahmen, um kontinuierlich die Fortschritte zu überwachen. Beide Punkte der Strategie werden in den folgenden Kapiteln dargestellt.

7.1 Verstetigung

Die Stadt Wilhelmshaven verfolgt im Rahmen ihrer kommunalen Wärmeplanung das Ziel, den Wärmebedarf und die CO₂-Emissionen nachhaltig zu senken. Um die erreichten Erfolge langfristig zu

sichern und kontinuierlich zu verbessern, wird eine Verstetigungsstrategie implementiert, die folgende zentrale Elemente umfasst:

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

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

3. Kontinuierliche Überwachung und Bewertung: Ein zentrales Element der Verstetigungsstrategie ist die kontinuierliche Überwachung und Bewertung der Maßnahmen. Hierfür wird in Kapitel 7.2 ein Controlling-Konzept vorgeschlagen. Dieses ermöglicht es, den Fortschritt regelmäßig zu überprüfen und bei Bedarf Anpassungen vorzunehmen.

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

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

Durch die Implementierung dieser Verstetigungsstrategie wird die Stadt Wilhelmshaven in der Lage sein, ihre Wärmeplanung langfristig zu sichern und kontinuierlich zu verbessern. Die regelmäßige Überwachung und Anpassung der Maßnahmen stellt sicher, dass die angestrebten Klimaziele erreicht und die Erfolge nachhaltig gesichert werden. Eine zentrale Position in dieser Strategie nimmt, die in den Maßnahmen definierte Koordinierungsstelle für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung ein.

7.2 Controlling

Für die Zielerreichung in der Stadt Wilhelmshaven sollte in Verbindung mit der Verstetigungsstrategie ein umfassendes Controllingkonzept implementiert werden, das folgende zentrale Elemente umfasst:

1. Ziele und Aufgaben: Das Controllingkonzept definiert klare Ziele, wie bspw. die Reduktion des Wärmebedarfs und der CO₂-Emissionen. Diese Ziele sind eng mit den Klimaschutzmaßnahmen der Stadt verknüpft und tragen zur Erreichung der übergeordneten Klimaziele bei. Die Ziele hinsichtlich der Wärmebedarfsreduktion, des Heizungstauschs und der CO₂-Einsparung für den Bereich Wärme sind klar definiert und finden sich in den vorrangigen Beschreibungen wieder.

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

3. Controlling-Instrumente: Zur Erfüllung der Controlling-Aufgaben werden spezifische Instrumente und Methoden eingesetzt. Dazu gehören die Kennzahlenanalyse, die es ermöglicht, wichtige Leis-

tungsindikatoren zu überwachen und zu bewerten, sowie das Berichtswesen, das regelmäßige Berichte über den Fortschritt und die Ergebnisse der Maßnahmen liefert. Eine Übersicht über mögliche Indikatoren finden sich in Tabelle 7-1.

Tabelle 7-1: Mögliche Indikatoren für ein Controlling

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

4. Informationssysteme und Prozesse: Effiziente Informationssysteme und gut definierte Prozesse sind notwendig, um die erforderlichen Daten zu erfassen, zu verarbeiten und zu analysieren. Diese Systeme und Prozesse stellen sicher, dass die Daten zuverlässig und zeitnah zur Verfügung stehen, was eine fundierte Entscheidungsfindung ermöglicht. Für ein engmaschiges Controlling wäre eine jährliche Erhebung, bspw. von Verbrauchs- und Schornsteinfeger-Daten sinnvoll, um die Entwicklungen bei den Wärmebedarfen oder dem Heizungstausch im Blick zu haben. Eine Verarbeitung der Daten könnte über ein GIS oder auch Excel erfolgen.

Durch die Berücksichtigung dieser Vorschläge wird die Stadt Wilhelmshaven in der Lage sein, ihre Wärmeplanung effizient zu steuern und die angestrebten Klimaziele zu erreichen. Die kontinuierliche Überwachung und Bewertung der Maßnahmen stellen sicher, dass Anpassungen und Optimierungen zeitnah vorgenommen werden können, um den Erfolg der Wärmeplanung zu gewährleisten. Aktuell gibt es allerdings keine Rechtsgrundlage für die Lieferung dieser Daten und die Stadt Wilhelmshaven muss zunächst klären, welche Daten realistisch jährlich zu erheben sind.

8 Erläuterung Fachbegriffe

Tabelle 8-1: Erläuterung Fachbegriffe

Fachbegriff	Erläuterung
Abwärme	Wärme, die bei Prozessen als Nebenprodukt anfällt
Anaerober Abbau von Biomasse	Zersetzung von Biomasse durch Mikroorganismen in sauerstofffreier Atmosphäre
Baublock	Zusammenfassung von Gebäuden innerhalb von Infrastrukturgrenzen (z.B. Straßen, Bahntrassen, Fließgewässer) Je Baublock wird die dominierende Wärmeversorgungsart ausgewiesen
Dekarbonisierung	Umstieg von fossilen Brennstoffen auf kohlenstofffreie Energiequellen
Dezentrale Wärmeversorgung	Bei der dezentralen Wärmeversorgung erfolgt die Wärmeerzeugung gebäudeindividuell, beispielsweise durch Wärmepumpen, Biomasseheizungen oder andere Einzelheizsysteme.
Gebäudetypologie	Zur Klassifizierung des Wohngebäudebestands nach energetischen Kriterien werden seit 1990 Gebäudetypologien durch das Institut für Wohnen und Umwelt (IWU) publiziert Hierbei werden Wohngebäude nach Baualter und Größe in Klassen mit ähnlichen Komponenten und Energiekennwerten eingeteilt. Modellgebäude repräsentieren typische Beispiele einer Klasse und stellen die erreichbaren Einsparungen dar
Geothermie	In Form von Wärme gespeicherte Energie unterhalb der Erdoberfläche
Geothermie, hydrothermal	Lagerstätten in Tiefen von über 400 m, in denen Thermalwasser zirkuliert. Dieses kann in Karsthohlräumen, Klüften, Störungszonen oder Porengrundwasserleitern vorkommen.
Geothermie, oberflächennah	Anlagen zur Erdwärmennutzung bis in 400 m Tiefe Systeme zur Erdwärmegewinnung sind Sonden, Kollektoren, Brunnen oder thermisch aktivierte Gründungspfähle
Jahresgradzahlen	Maß für den Heizbedarf eines Jahres, berechnet aus der Differenz zwischen der durchschnittlichen Außentemperatur und einer festgelegten Raumtemperatur, um den Energieverbrauch für Heizung zu bewerten
KWK-Anlage	Hocheffiziente Anlage zur gleichzeitigen Erzeugung von Strom und Wärme
Luft-Wärmepumpe	Wärmepumpe, die die Umgebungsluft als Wärmequelle nutzt und dadurch vielfältig einsetzbar ist
Machbarkeitsstudieng Gebiet	In Abbildung 0-3 wird dargestellt, wo Machbarkeitsstudien für ein Wärmenetz in Wilhelmshaven sinnvoll sein können.

	Dabei werden drei Gebiete voneinander unterschieden: • Dezentrale Wärmeversorgung: Hier wird keine Machbarkeitsstudie für ein Wärmenetz durchgeführt. Dezentrale Wärmelösungen, in der Regel Wärmepumpen, werden hier empfohlen. • Wahrscheinlich dezentral Wärmeversorgung: Hier wird eine Machbarkeitsstudie für ein Wärmenetz durchgeführt. Unterschiedliche Gründe wie z.B. eine geringe Wärmeverbrauchsichte sprechen nach heutigem Stand dafür, dass eine dezentrale Wärmeversorgung zu empfehlen ist. • Prüfgebiet für zentrale Wärmeversorgung: Hier wird eine Machbarkeitsstudie für ein Wärmenetz durchgeführt. Dort wird im Detail geprüft, wo ein potenzielles Netz langlaufen könnte, es werden Erzeugerstandorte identifiziert und neben den technischen Rahmenbedingungen werden die wirtschaftlichen Kriterien betrachtet. Dies bedeutet nicht, dass hier auf jeden Fall ein Wärmenetz gebaut wird.
Prozesswärme	Wärme, die zur Herstellung, Weiterverarbeitung oder Veredelung von Produkten verwendet wird
Treibhausgas-Emissionen	Gase, die das Klima verändern: Neben Kohlendioxid zählen auch Methan, Lachgas und andere fluorierte Gase zu den Treibhausgasen Maßeinheit ist das Kohlendioxid-Äquivalent: Angabe der Klimawirksamkeit eines Treibhausgases im Vergleich zu Kohlendioxid
Wärmebedarf	Rechnerisch ermittelte Wärmemenge zum Heizen und zur Warmwasserbereitung sowie ggf. für gewerbliche Prozesswärme Die Kartendarstellungen zum Wärmebedarf sowie zur Wärmelinien-dichte enthalten keine Prozesswärme
Wärmegestehungskosten	Wärmegestehungskosten bezeichnen die durchschnittlichen jährlichen Kosten, die entstehen, um eine bestimmte Menge an nutzbarer Wärme zu erzeugen. Sie umfassen alle relevanten Ausgaben über die gesamte Betriebsdauer, wie etwa Investitionskosten, Betrieb und Wartung, Brennstoffkosten sowie Finanzierungskosten. Sie dienen dazu, die Wirtschaftlichkeit verschiedener Wärmeerzeugungstechnologien zu vergleichen
Wärmelinien-dichte	Wärmebedarfssumme aller einem Straßenabschnitt zugeordneten Gebäude geteilt durch die Länge des Straßenabschnitts Kriterium für die Eignung von Wärmenetzen
Zentrale Wärmeversorgung	Bei der zentralen Wärmeversorgung wird Wärme in einer gemeinsamen Anlage erzeugt und über ein Wärmenetz an mehrere Gebäude verteilt.

9 Literaturverzeichnis

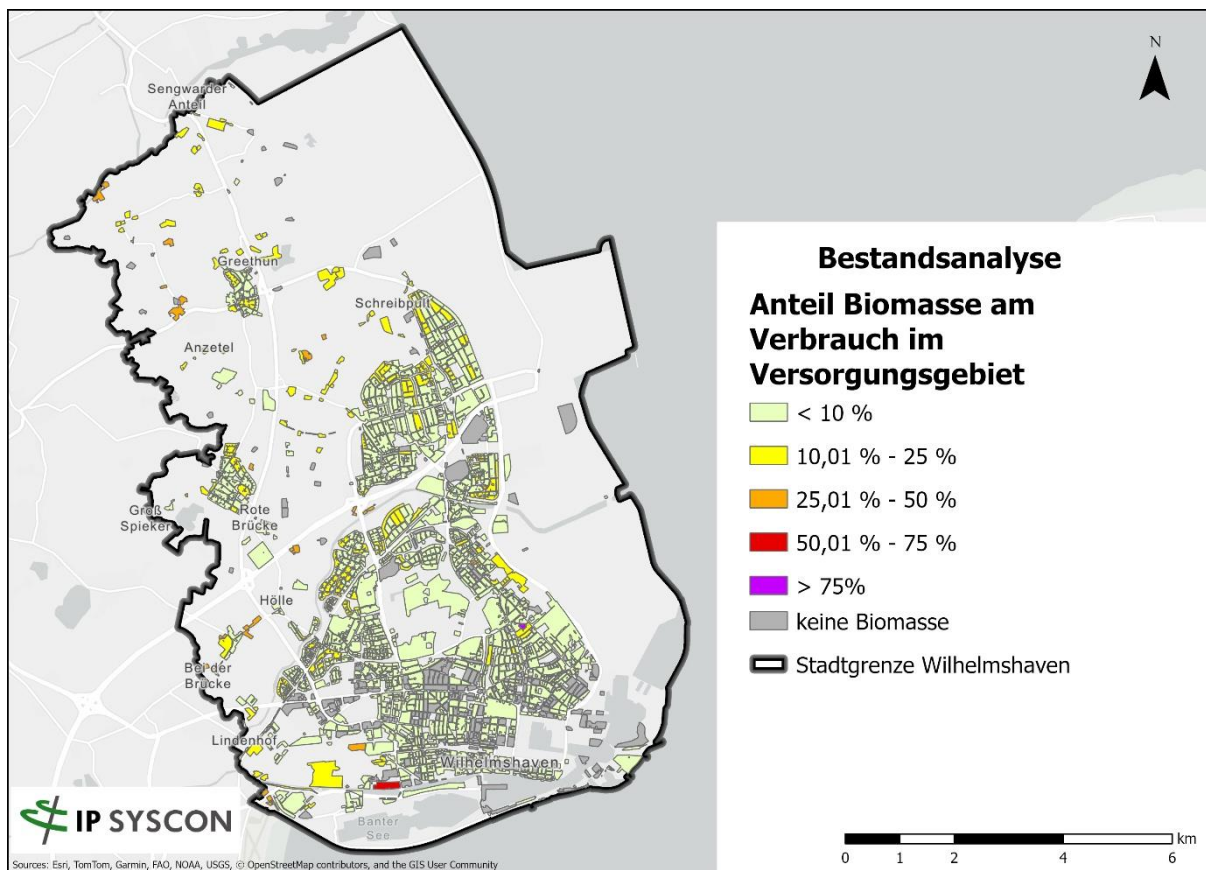
- BAFA. (2020). Merkblatt zu den technischen Mindestanforderungen- Heizen mit Erneuerbaren Energien.
- BEW (2022): Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze „BEW“ in der Fassung vom 01.08.2022.
- BMWK Bundesministerium für Wirtschaft, E. & -u. (2015). Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchswerte und der Vergleichswerte für Nichtwohngebäudebestand.
- DWA-Landesverband Baden-Württemberg. (2022). Abwasserwärmenutzung aus dem Auslauf von Kläranlagen. Von Lokalisierung von Standorten in Baden-Württemberg: https://www.abwasserwaerme-bw.de/cms/content/media/Abchlussbericht_Abwasserwaermenutzung-BW_komprimiert.pdf abgerufen
- FfE (2024): Wärmepumpen an Fließgewässern – Analyse des theoretischen Potenzials in Bayern.
- FfE. (2024). Wärmepumpen an Fließgewässern – Analyse des theoretischen Potenzials in Bayern. Von <https://www.ffe.de/wp-content/uploads/2024/04/Waermepumpen-an-Fliessgewaessern.pdf> abgerufen
- KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden- Württemberg GmbH (KEA- BW) (2024): Technikkatalog Kommunale Wärmeplanung. Version 1.1.4. Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden- Württemberg, Karlsruhe, März 2024.
- KEAN, K. u. (2018). Oberflächennahe Geothermie – Geht das auch bei mir? (Faktenpapier/Leitfaden, April 2018). Online.
- Konstantin, P., & Konstantin, M. (2022). Praxisbuch der Fernwärme- und Fernkälteversorgung. Berlin: Springer Vieweg.
- Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie – LBEG (Hrsg.) (2022): GeoBerichte24 - Leitfaden Erdwärmenutzung in Niedersachsen – Rechtliche und technische Grundlagen für erdgekoppelte Wärmepumpenanalgen, 3. Aufl., Hannover, 2022.
- Loga, T., Stein, B., Diefenbach, N., Born, R. (2015): Deutsche Wohngebäudetypologie. Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden. Zweite erweiterte Auflage, Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt
- NKlimaG (2023): Niedersächsisches Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes und zur Minderung der Folgen des Klimawandels (Niedersächsisches Klimagesetz - NKlimaG) in der Fassung vom 12.12.2023.
- Weidlich, I. (2020). Wärmenetze. In M. Kaltschmitt, W. Streicher, & A. Wiese, Erneuerbare Energien (S. 1203-1226). Berlin: Springer Vieweg.

10 Anhang

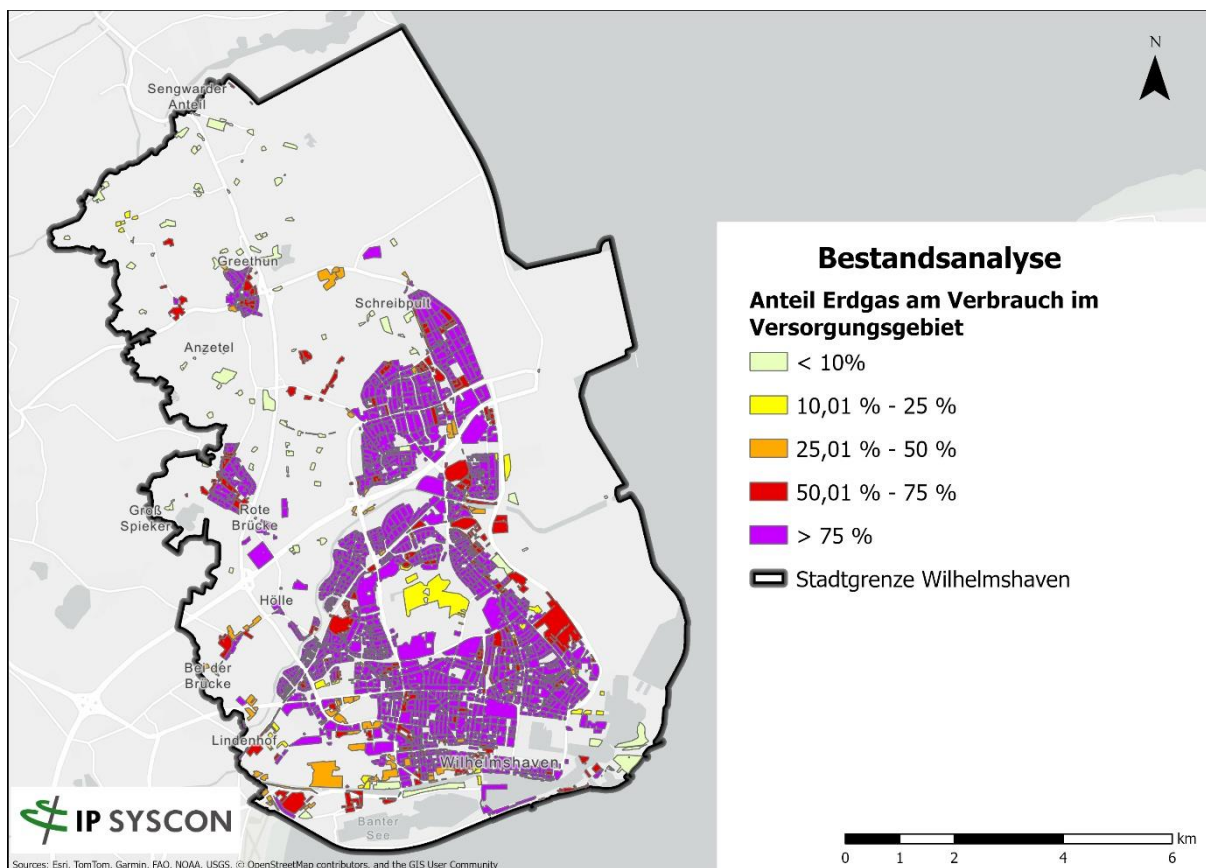
Bautyp	Bauteil	Baujahre (Ist-Zustand)												Sanierungszustand	
		Baujahre (Ist-Zustand)												I	II
		Bis 1918	1919 - 1948	1949 - 1957	1958 - 1968	1969 - 1978	1979 - 1983	1984 - 1994	1995 - 2001	2002 - 2009	2010 - 2015	2016 - 2021			
EFH	Dach	1,3	1,4	1,4	0,8	0,5	0,5	0,4	0,35	0,25	0,2	0,2	0,24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

Bautyp	Bauteil	Baujahre (Ist-Zustand)				Sanierungszustand	
		Baujahre (Ist-Zustand)				I	II
		Bis 1978	1979 - 2010	2010 - 2015	2016 - 2021		
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

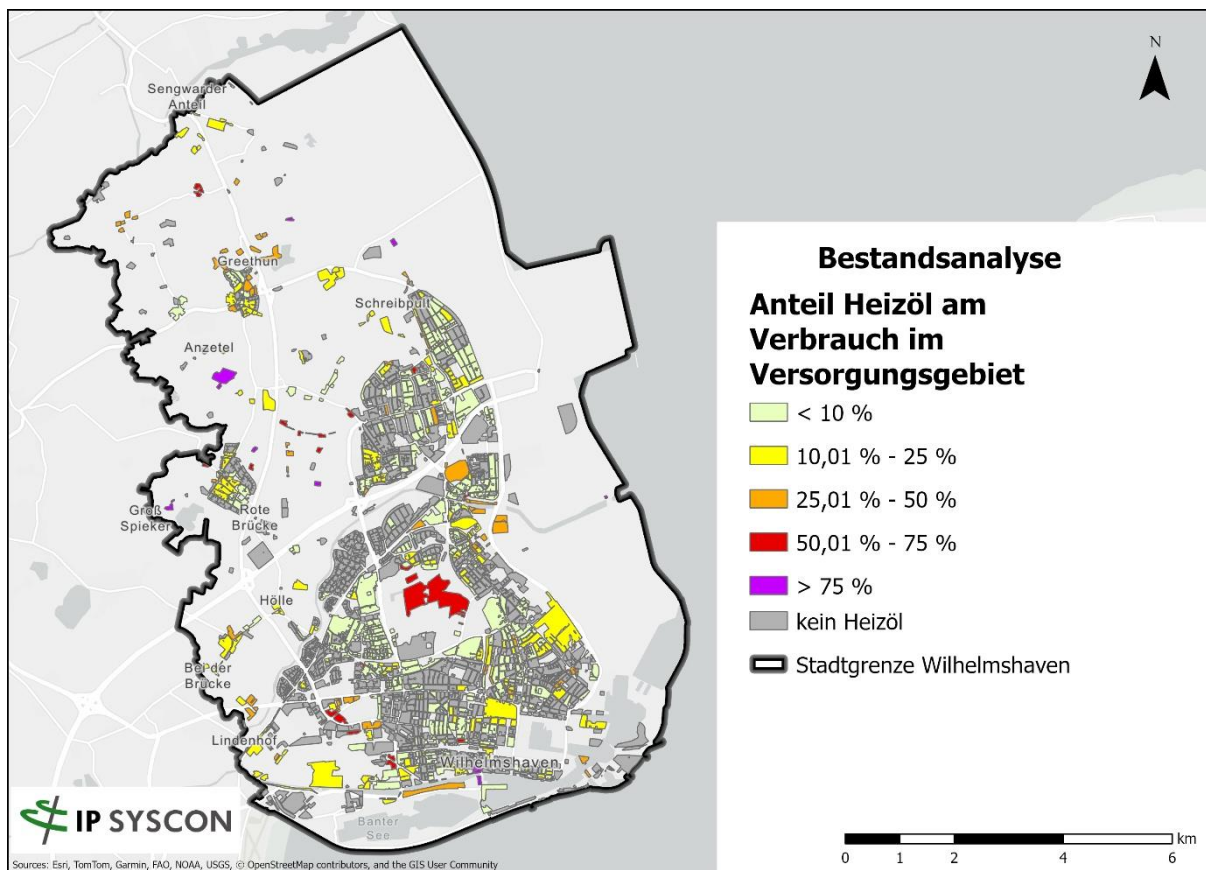
Anhang 1: Für die Bewertung der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) der Bauteile in sanierten Zuständen wurden die Anforderungen gemäß der aktuellen Fassung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) herangezogen.



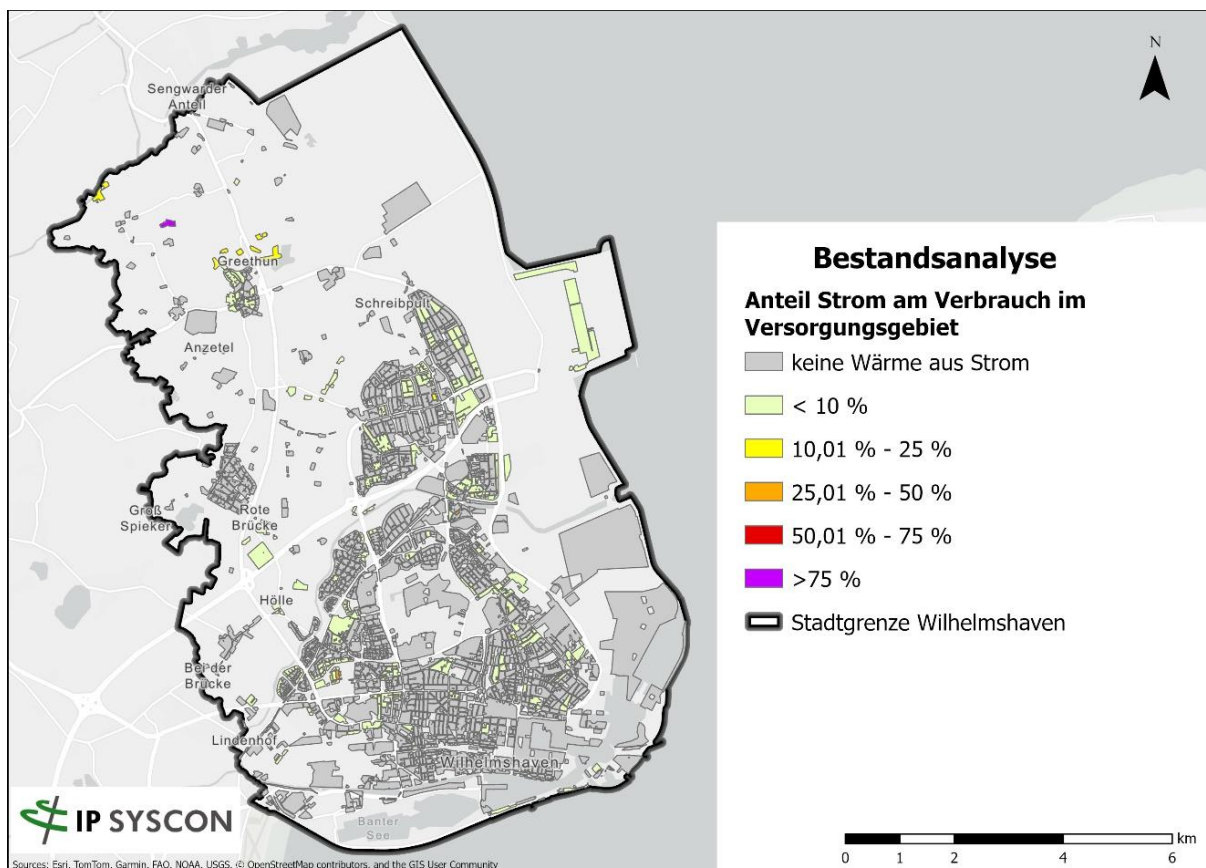
Anhang 2: Anteil der Biomasse am Gesamtverbrauch im Versorgungsgebiet



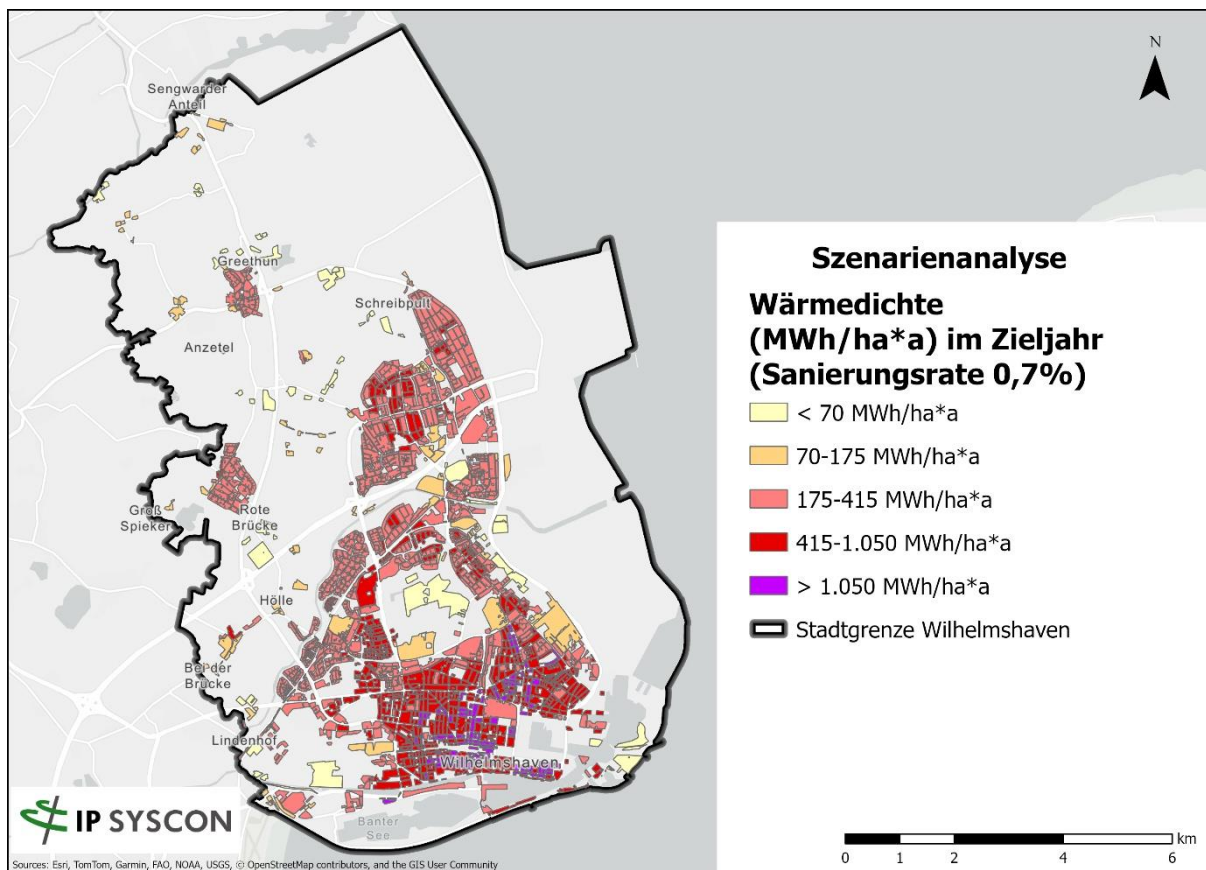
Anhang 3: Anteil Erdgas am Gesamtverbrauch im Versorgungsgebiet



Anhang 4: Anteil Heizöl am Gesamtverbrauch im Versorgungsgebiet



Anhang 5: Anteil der Stromanwendungen für Wärme am Gesamtverbrauch im Versorgungsgebiet



Anhang 6: Wärmedichte im Zieljahr 2040 bei Sanierungsrate 0,7 %