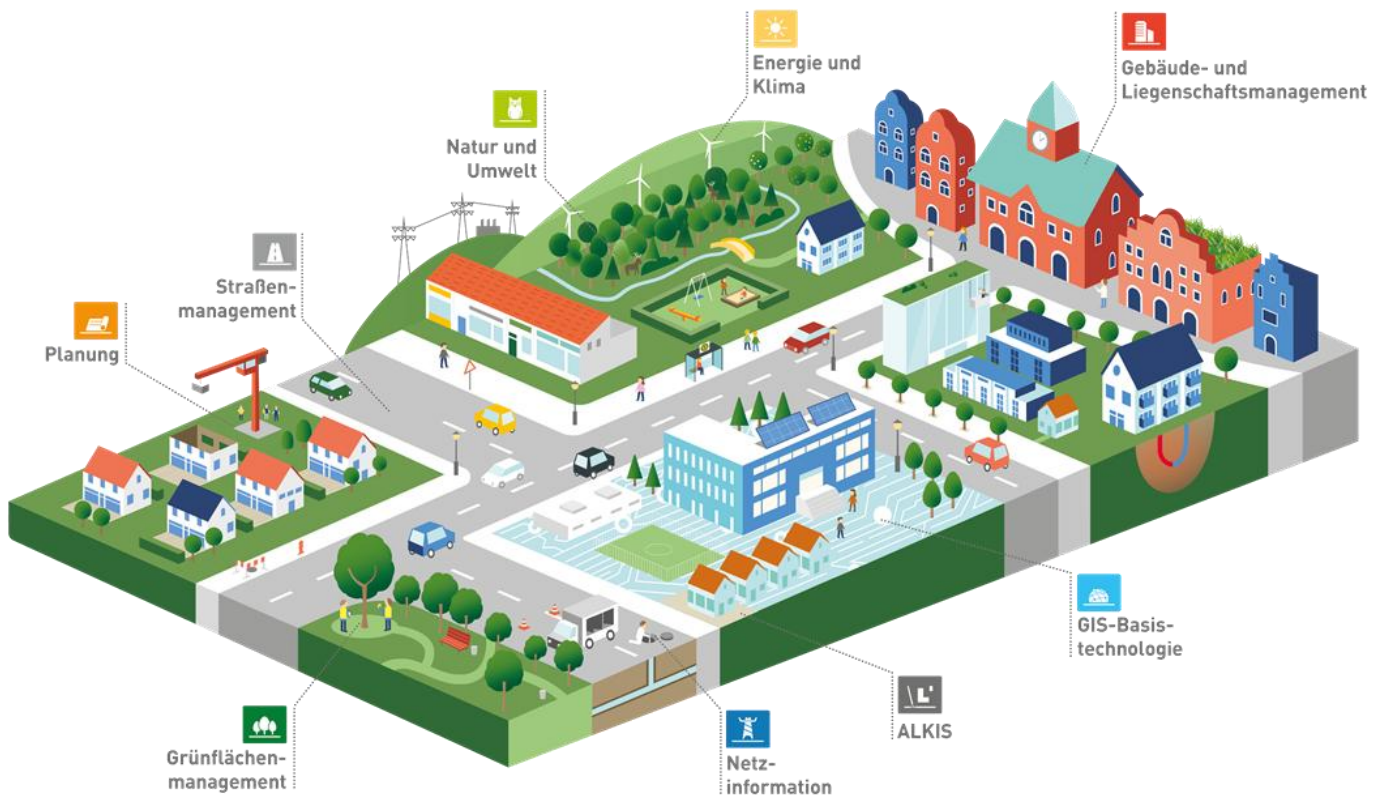


Bericht kommunale Wärmeplanung  
**Stadt Rotenburg (Wümme)**



## Ihre Ansprechpartnerin in diesem Projekt:

### Dienstleister IP SYSCON



Lucas Bender / IP SYSCON GmbH  
Tel.: +49 (511) / 85 03 03-0  
lucas.bender@ipsyscon.de

### Stadt Rotenburg (Wümme)

Carmen Cohrs – Klimaschutzmanagerin  
Tel.: 04261 / 71-219  
carmen.cohrs@rotenburg-wuemme.de



#### IP SYSCON GmbH

Warmbüchenkamp 4  
D-30159 Hannover

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

E-Mail: [info@ipsyscon.de](mailto:info@ipsyscon.de)

Internet: [www.ipsyscon.de](http://www.ipsyscon.de)

#### enercity AG

Glockseeplatz 1  
30169 Hannover

Tel.: +49 (511) / 430 0

E-Mail: [info@enercity.de](mailto:info@enercity.de)

Internet: [www.enercity.de](http://www.enercity.de)



## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	5
Tabellenverzeichnis .....	8
Abkürzungsverzeichnis .....	9
<b>1 Hintergrund und Motivation .....</b>	<b>11</b>
1.1 Projektmanagement .....	12
1.1.1 Projektteam .....	12
1.2 Kommunikationsstrategie .....	13
1.3 Aufbau des Berichts .....	14
<b>2 Bestandsanalyse .....</b>	<b>16</b>
2.1 Methodik .....	17
2.2 Wärmebedarf .....	21
2.3 Wärmeverbrauch .....	25
2.3.1 Georeferenzierung der Daten .....	26
2.3.2 Datenintegration und Qualitätssicherung .....	26
2.4 Betrachtungsebenen .....	27
2.5 Energie und Treibhausgasbilanz .....	30
2.6 Ergebnisse der Bestandsaufnahme .....	33
2.6.1 Beschreibung der Stadtstruktur .....	33
2.6.2 Gebäude- und Siedlungsstruktur .....	34
2.6.3 Bestehende Wärmeversorgungsinfrastruktur .....	39
2.6.4 Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfs- und -verbrauchs .....	46
2.6.5 Energie- und Treibhausgasbilanz .....	52
<b>3 Potenzialanalyse .....</b>	<b>56</b>
3.1 Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs durch Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz .....	57
3.2 Geothermie .....	62
3.2.1 Erdwärmesonden .....	63

3.2.2 Erdwärmekollektoren .....	63
3.3 Unvermeidbare Abwärme aus industriellen Prozessen .....	71
3.4 Abwärmepotenzial aus kommunalen Kläranlagen .....	72
3.5 Umweltwärme aus Oberflächengewässern .....	73
3.6 Solaranalyse .....	75
3.6.1 Solarthermie .....	75
3.7 Biomasse .....	78
3.7.1 Ermittlung des erschließbaren Holzpotenzials .....	78
3.7.2 Ermittlung des erschließbaren Potenzials auf Ackerflächen ...	78
3.7.3 Ermittlung des erschließbaren Potenzials auf Grasland .....	79
3.8 Potenzial der Luft als Wärmequelle .....	82
3.9 Fazit der Potenzialanalyse .....	84
<b>4 Zielszenario .....</b>	<b>86</b>
4.1 Entwicklung des Wärmebedarfs im Zielszenario .....	86
4.2 Wärmeliniendichte .....	88
4.3 Wärmenetzeignung .....	89
4.4 Entwicklung der Wärmeversorgung / Heizsysteme .....	91
4.5 Entwicklung der Treibhausgasemissionen (THG) .....	93
4.6 Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete .....	94
<b>5 Umsetzungsmaßnahmen und Steckbriefe .....</b>	<b>97</b>
5.1 Umsetzungsmaßnahmen .....	97
5.2 Maßnahmen-Steckbriefe .....	100
5.3 Fokusgebiete .....	109
<b>6 Wärmewendestrategie .....</b>	<b>114</b>
6.1 Verstetigung .....	115
6.2 Controlling .....	117
<b>7 Anhang .....</b>	<b>119</b>
<b>8 Literaturverzeichnis .....</b>	<b>122</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1 Zeitplan der kommunalen Wärmeplanung in der Stadt Rotenburg (Wümme) .....	12
Abbildung 2-1: Ansatz für die Faktoren zur Anpassung der berechneten Energiekennwerte an das typische Niveau von Verbrauchskennwerten.....	24
Abbildung 2-2: Darstellung der unterschiedlichen Aggregationsebenen .....	30
Abbildung 2-3: Stadt Rotenburg (Wümme).....	34
Abbildung 2-4: Verteilung der Gebäudefunktionen nach Anzahl der Gebäudetypen	35
Abbildung 2-5: Verteilung der überwiegenden Gebäudenutzungen in der Stadt Rotenburg (Wümme) .....	36
Abbildung 2-6: Verteilung der Baualtersklassen .....	37
Abbildung 2-7: Verteilung der Baualtersklassen nach Gebäudetypen in der Stadt Rotenburg (Wümme) .....	37
Abbildung 2-8: Entwicklung der Bebauung in der Stadt.....	38
Abbildung 2-9: Verteilung der Nutzungsflächen in m <sup>2</sup> .....	39
Abbildung 2-10: Übersicht der bestehenden Wärmenetze .....	40
Abbildung 2-11: Verteilung der primären Energieträger in der Stadt Rotenburg (Wümme).....	42
Abbildung 2-12: Verteilung des überwiegenden Energieträgers in den Versorgungsgebieten.....	43
Abbildung 2-13: Anzahl der installierten Erdgas- und Heizöl-Heizungen nach Baujahr .....	44
Abbildung 2-14: Darstellung der im Stadtgebiet bestehenden Erzeugungsanlagen für Wärme und Strom.....	45
Abbildung 2-15: Sektoraler Wärmeverbrauch.....	46
Abbildung 2-16: Spezifischer Jahresheizenergieverbrauch (Aggregation in Clustergebiete).....	50
Abbildung 2-17:Spezifischer Wärmeenergieverbrauch pro Straßenmeter.....	51
Abbildung 2-18: Anteil der Energieträger am Gesamtverbrauch .....	52
Abbildung 2-19: Endenergieverbrauch von Wärme nach Energieträgern und Sektoren .....	53

Abbildung 2-20: Anteil der Energieträger an den THG-Emissionen.....	54
Abbildung 2-21: Verteilung der THG-Emissionen nach Sektoren (Emissionen in Tonnen CO <sub>2</sub> -Äquivalente) .....	54
Abbildung 2-22: Treibhausgasemissionen des Endenergieverbrauchs von Wärme..	55
Abbildung 3-1: Hierarchische Einordnung der verschiedenen Potenzialstufen.....	57
Abbildung 3-2: Entwicklung des Jahresheizenergiebedarfs .....	60
Abbildung 3-3: Entwicklung des theoretisch berechneten Prozesswärmebedarfs....	61
Abbildung 3-4 Spezifische Wärmeentzugsleistung für Erdkollektoren .....	64
Abbildung 3-5: Einschränkunggründe für Erdkollektoren .....	66
Abbildung 3-6: Eignungsflächen für Sonden.....	67
Abbildung 3-7: Lage der Kläranlagen im Stadtgebiet .....	73
Abbildung 3-8: Lage der Wümme sowie Umkreis von 1 km von dieser .....	74
Abbildung 3-9: Positivfreiflächen für die Berechnung des Solarthermie Potentials...	77
Abbildung 3-10: Biomassepotenziale für Reststoffe und Waldpflegeholz .....	81
Abbildung 3-11: Theoretisch geeignete Grundstücke für Luftwärmepumpen .....	82
Abbildung 3-12: Zusammenfassung der absoluten technischen Nachfrage-Potenzialen .....	85
Abbildung 4-1: Entwicklung Wärmebedarf bei Sanierungsrate 1 %.....	86
Abbildung 4-2: Wärmebedarf im Zieljahr 2040 bei Sanierungsrate 1 % .....	87
Abbildung 4-3: Wärmebedarf im Zieljahr 2040 je m <sup>2</sup> Nutzfläche.....	88
Abbildung 4-4: Wärmeliniendichte im Zieljahr 2040 bei 1 % Sanierungsrate .....	89
Abbildung 4-5: Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen .....	94
Abbildung 4-6: Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2040 bei 1 % Sanierungsrate .....	95
Abbildung 5-1: Baualtersklassen im Fokusgebiet 1 .....	110
Abbildung 5-2: Spezifischer Wärmeverbrauch im Fokusgebiet 1 .....	111
Abbildung 5-3: Baualtersklassen im Fokusgebiet 2 .....	112
Abbildung 5-4: Spezifischer Wärmeverbrauch im Fokusgebiet 2 .....	113

Anhang 7-1: Für die Bewertung der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) der Bauteile in sanierten Zuständen wurden die Anforderungen gemäß der aktuellen Fassung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) herangezogen. ....	119
Abbildung 7-2: Anteil des Energieträgers Erdgas an der Wärmeversorgung .....	120
Abbildung 7-3: Anteil des Energieträgers Heizöl an der Wärmeversorgung .....	120
Abbildung 7-4: Anteil des Energieträgers feste Biomasse an der Wärmeversorgung .....	121
Abbildung 7-5: Anteil des Energieträgers Strom an der Wärmeversorgung .....	121

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1: Übersicht der durchgeführten Veranstaltungen .....	14
Tabelle 2-1: Übersicht der verwendeten Datenquellen und deren Einsatzzweck in der kommunalen Wärmeplanung .....	16
Tabelle 2-2: Baualtersklassenverteilung .....	19
Tabelle 2-3: Angenommene Volllaststunden für die kommunale Wärmeplanung Stadt Rotenburg (Wümme) .....	26
Tabelle 2-4: Für die THG-Bilanzierung verwendeten Emissionsfaktoren .....	32
Tabelle 2-5: Zuordnung Wärmedichteklassen zur Eignung von Wärmenetzen in Clustergebieten (Quelle: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2020)) .....	48
Tabelle 2-6: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmelinien-dichte.....	49
Tabelle 3-1: Entwicklung des Jahresheizenergiebedarfs in den Szenarien unter Annahme unterschiedlicher Sanierungsraten; prozentuale Einsparung gegenüber dem Ist-Zustand in Klammern angegeben. ....	59
Tabelle 3-2: Potential der prozentualen Einsparungen bei der Prozesswärme nach KWW-Technikkatalog für die Sektoren Industrie und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen .....	62
Tabelle 3-3: Jährliches technisches Potenzial aus Erdwärmesonden in der Stadt Rotenburg (Wümme) .....	68
Tabelle 3-4: Flächeneignung und jährliches Potenzial aus Erdwärmekollektoren in der Stadt Rotenburg (Wümme) .....	69
Tabelle 3-5: Umweltwärmepotenzial Wümme an der Messstelle TW15 in Rotenburg .....	74
Tabelle 4-1: Verwendete Daten für die Ermittlung der Wärmenetzeignung .....	91
Tabelle 4-2: Annahmen für das Zielszenario der Wärmeversorgung.....	91
Tabelle 5-1: Übersicht der Maßnahmen .....	97
Tabelle 6-1: Mögliche Indikatoren für ein Controlling.....	117

## Abkürzungsverzeichnis

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

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

# 1 Hintergrund und Motivation

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

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

Die Wärmeplanung erfolgt entlang der vier etablierten Phasen:

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

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

Mit der Umsetzung der Wärmeplanung leistet die Stadt Rotenburg (Wümme) nicht nur einen zentralen Beitrag zur Erreichung der niedersächsischen und bundesweiten

Klimaziele, sondern auch zur Sicherung einer bezahlbaren, resilienten und zukunftsfähigen Energieversorgung vor Ort.

## 1.1 Projektmanagement

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

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

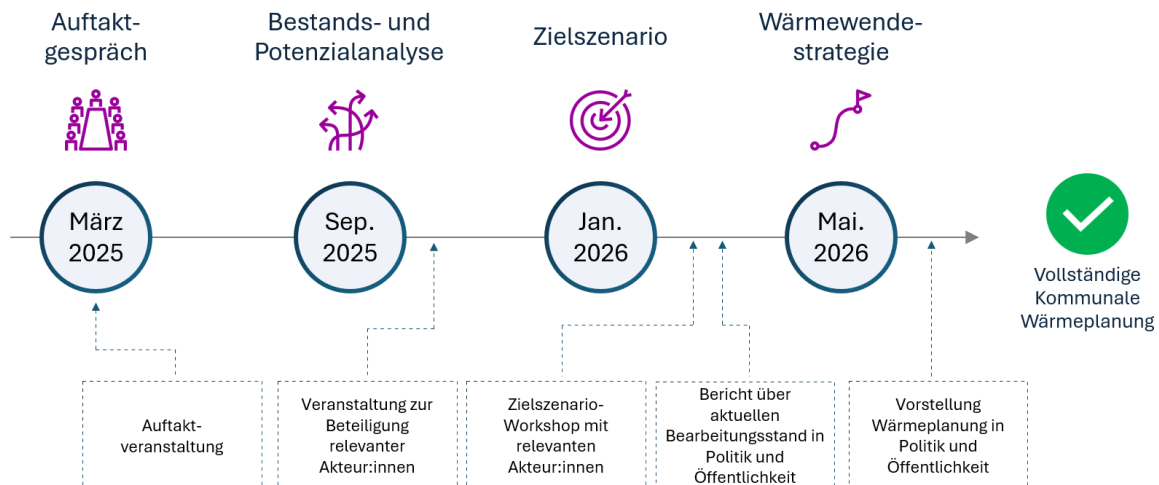


Abbildung 1-1 Zeitplan der kommunalen Wärmeplanung in der Stadt Rotenburg (Wümme)

### 1.1.1 Projektteam

Die kommunale Wärmeplanung für die Stadt Rotenburg (Wümme) wurde durch ein interdisziplinäres Konsortium aus erfahrenen Fachinstitutionen umgesetzt. Die Projektstruktur war klar arbeitsteilig organisiert und bündelte spezifisches Know-how aus den Bereichen kommunale Infrastrukturplanung, Energietechnik, Klimaschutz und Partizipation.

### **IP SYSCON GmbH – Projektleitung und technische Grundlagenarbeit**

Die IP SYSCON GmbH übernahm die übergeordnete Projektleitung für das Gesamtvorhaben und verantwortete die strategische und organisatorische Steuerung. Zudem führte sie die umfassende Bestandsanalyse durch, in der die derzeitige

Wärmeversorgung, der energetische Gebäudezustand sowie bestehende Infrastrukturen systematisch erfasst und ausgewertet wurden. Auch in der Potenzialanalyse – insbesondere im Bereich der Datenerhebung und -bewertung – war IP SYSCON maßgeblich beteiligt.

### **Enercity AG – Szenarienentwicklung und Beteiligungsprozesse**

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

## **1.2 Kommunikationsstrategie**

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

### **Formate und Methoden**

Begleitend zur kommunalen Wärmeplanung der Stadt Rotenburg wurde eine umfassende Öffentlichkeitsarbeit durchgeführt. In diesem Rahmen fanden verschiedene Informationsveranstaltungen für Bürger:innen und die politischen Vertreter:innen statt. Darüber hinaus wurde die kommunale Wärmeplanung inklusive ihrer Ergebnisse auch in 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 Rotenburg (Wümme) und den Teilnehmenden im Nachgang zur Verfügung gestellt.

Tabelle 1-1: Übersicht der durchgeführten Veranstaltungen

Datum	Art der Veranstaltung	Inhalte der Veranstaltung
06.10.2025	Workshop 1 - Akteursveranstaltung	Erster Austausch mit Akteuren zur Wärmeplanung und Vorstellung des Vorgehens
25.02.2026	Workshop 2 - Akteursveranstaltung	Vorstellung des Zielszenarios sowie der erarbeiteten Maßnahmen sowie Diskussion mit den Teilnehmenden
26.02.2026	Ratssitzung	Vorstellung der Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse sowie des weiteren Vorgehens der Wärmeplanung
28.02.2026	Mini Messe	Vorstellung der Wärmeplanung für die Öffentlichkeit
21.05.2026	Ratssitzung	Abschlussveranstaltung der Wärmeplanung

### 1.3 Aufbau des Berichts

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

#### **Kapitel 2 – Bestandsanalyse:**

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

#### **Kapitel 3 – Potenzialanalyse:**

Dieses Kapitel bewertet die lokalen Möglichkeiten zur Reduktion des Wärmebedarfs und zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen. Betrachtet werden Potenziale aus Geothermie, Abwärme, Umweltwärme, Solarenergie und Biomasse. Ziel ist es, die

technisch und räumlich nutzbaren Potenziale für eine klimafreundliche Wärmeversorgung zu identifizieren.

#### **Kapitel 4 – Zielszenario:**

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

#### **Kapitel 5 – Umsetzungsstrategie und Maßnahmenkatalog:**

Zuletzt werden konkrete Maßnahmen zur Umsetzung der Wärmewende vorgestellt, ergänzt durch Maßnahmen-Steckbriefe, die eine strukturierte Umsetzung aufzeigen.

## 2 Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse bildet die Grundlage der kommunalen Wärmeplanung und liefert einen umfassenden Überblick über die aktuelle Situation in der Stadt Rotenburg (Wümme). 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 Baualterklassen, energetische Zustände, eingesetzte Heiztechnologien sowie die Nutzung leitungsgebundener Energieträger ermöglichen. Neben der Wohnbebauung werden auch die Sektoren Gewerbe und Industrie, Handel und Dienstleistungen und öffentliche Liegenschaften berücksichtigt.

Die erhobenen Daten liefern die notwendige Informationsbasis für die anschließende Potenzialanalyse und die Entwicklung eines tragfähigen Zielszenarios für eine klimaneutrale Wärmeversorgung in der Stadt Rotenburg (Wümme).

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

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

Datenquelle	Information	Einsatzzweck	Stand
<b>Basis-DLM</b>	Siedlungsgebiete	Aggregationen	2025
<b>ALKIS</b>	Flurstücke, Geometrien, Gebäudenutzung,	Gebäudemodell; Aggregationen	2025
<b>LoD1</b>	Gebäudehöhe	Gebäudemodell	
<b>Zensus 2022</b>	Baualterklassen	Gebäudemodell	2024
<b>Strom-; Wärmenetz- und Gasnetzbetreiber</b>	Verbrauchsdaten und Lagedaten	Ermittlung der Versorgungsstruktur	Strom: 2021-2024; Gas: 2022-2024;
<b>Schornsteinfegerdaten</b>	Heizsysteme, Brennstoffe	Ermittlung des eingesetzten Energieträgers	2024

## 2.1 Methodik

### 2.1.1.1 Datengrundlage

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

Als Datengrundlage für die Gebäudeaufbereitung wurden folgende Datenquellen verwendet:

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

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

#### Hinweis: Gebäudefunktion

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

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

### **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



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 Energieeinsparverordnung 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 Luftdichtheit; 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 m<sup>2</sup> 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 Flurstücksnummern, 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 wieder, ist jedoch stark von individuellen Gewohnheiten, Leerständen und Witterungseinflüssen geprägt. Der Vorteil des Wärmebedarfs liegt in der guten Vergleichbarkeit und der Möglichkeit zur flächendeckenden Analyse, während der Verbrauch durch seine Realitätsnähe punktet, jedoch oft lückenhaft oder nur aggregiert vorliegt. In der kommunalen

Wärmeplanung werden daher idealerweise beide Methoden kombiniert, um ein möglichst genaues und belastbares Bild der Wärmesituation zu erhalten.

## 2.2 Wärmebedarf

Für die Wärmebedarfsberechnungen kam der von IP SYSCON GmbH entwickelte Wärmebedarfsservice (WBS) zum Einsatz. Im Wärmebedarfsservice werden einerseits interne und solare Gewinne, andererseits Lüftungs- und Transmissionswärmeverluste anhand von 3D-Gebäudemodellen modelliert. Die Gebäudemodelle werden dabei aus verschiedenen Datenquellen (ALKIS, LoD, GEG, EnEV, ...) erzeugt, um eine möglichst 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.

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

Dabei sind:

*Vollgeschosse* 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:

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

Der Umrechnungsfaktor ABGF ergibt sich aus der Gebäudfunktion. Die entsprechende Bekanntmachung (BMWK & BMUV 2015) gibt jedoch nicht für alle Gebäudfunktionen, 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  $12,5 \text{ kWh}/m^2 \cdot a$  berechnet.

### **Nichtwohngebäude**

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

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

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

### **Anpassungsfaktor**

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

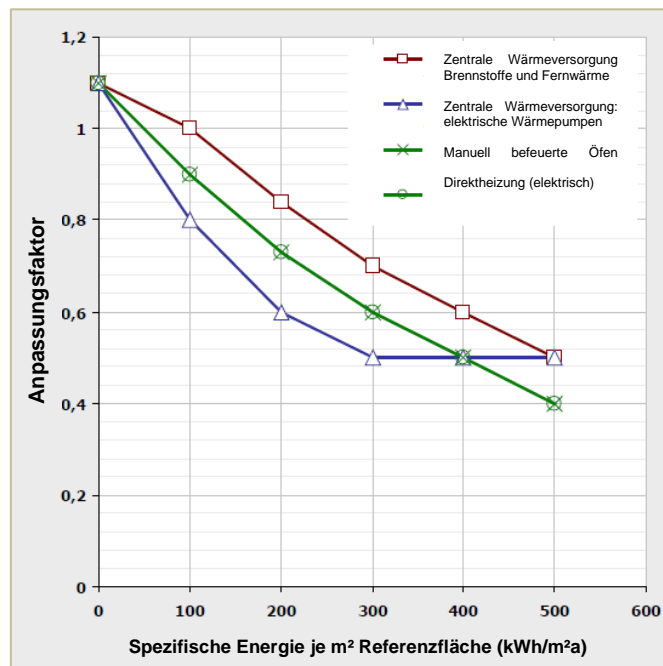


Abbildung 2-1: Ansatz für die Faktoren zur Anpassung der berechneten Energiekennwerte an das typische Niveau von Verbrauchskennwerten (Loga et al. 2015):

Für die Wärmebedarfsberechnung finden zusammenfassend folgende Verallgemeinerungen statt:

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

## 2.3 Wärmeverbrauch

### **Verschneidung von realen Verbrauchsdaten mit Gebäudegeometrien**

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Rotenburg (Wümme) 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**

Das Energieversorgungsunternehmen 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 zuständigen Stromnetzbetreiber herangezogen. Diese stellten gebäudescharfe Jahresstromverbrauchswerte zur Verfügung.

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

#### **3. Wärmenetzverbräuche der Netzbetreiber**

Die Stadtwerke Rotenburg (Wümme) stellte gebäudescharfe Verbrauchsdaten für die vorhandenen Wärmenetze zur Verfügung. Die Vorgehensweise zur räumlichen Zuordnung entsprach derjenigen bei den Gasverbräuchen: Über die Adressinformationen konnten die Daten eindeutig einzelnen Gebäuden zugewiesen und als Endenergieverbrauch verortet werden.

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

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

Für das Betrachtungsgebiet wurde der Mittelwert aus den Jahresvolllaststunden dabei für unterschiedliche Leistungsklassen und Gebäudetypen gebildet (vgl. Tabelle 2-3).

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

Tabelle 2-3: Angenommene Volllaststunden für die kommunale Wärmeplanung Stadt Rotenburg (Wümme)

Leistungsklasse Gebäudetyp	Leistungsklasse				
	0-11 kW	>11-25 kW	>25-50 kW	>50-100 kW	>100 kW
<b>Wohngebäude</b>	1500	1150	1150	1250	1350
<b>Öffentliche Gebäude</b>	1300	1300	1400	1500	1300
<b>Gewerbe und Industrie</b>	1300	1150	1450	1150	1300
<b>Handel- und Dienstleistungen</b>	1300	1700	1350	1450	1150

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

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

### 2.3.1 Georeferenzierung der Daten

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

Liegen mehrere beheizte Gebäudegeometrien mit derselben Adresse (z.B. Wohngebäude) auf einem Flurstück, so wurden die Verbrauchsdaten anteilig anhand der Nutzfläche auf die Geometrien verteilt.

### 2.3.2 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 Jahresarbeitszahl (JAZ) von 3,1.
- Für Nachtspeicherheizungen wurde der Wärmeverbrauch in Höhe des Stromverbrauchs angenommen.
- Für beheizte Gebäude (nach Wärmebedarfskarte) welchen keinen Verbrauchswert zugewiesen werden konnte, wurden die Wärmebedarfsdaten für den Verbrauch hinterlegt und der Energieträger 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.

#### Sonderfall: Wärmecontracting

In Rotenburg (Wümme) lag der Sonderfall vor, dass für einzelne Gebäude Wärmecontracting-Verbräuche vorlagen. Dabei wird die bezogene Wärmemenge direkt am Gebäude bilanziert und abgerechnet, während die zugehörigen Heizungsanlagen häufig an einem anderen Standort betrieben und in der Regel mit Erdgas versorgt werden.

Um eine Doppelbilanzierung zu vermeiden, wurde davon ausgegangen, dass die über Wärmecontracting bereitgestellte Wärme bereits in den Erdgasverbräuchen der zentralen Erzeugungsanlagen enthalten ist. Die entsprechenden Wärmecontracting-Mengen wurden daher in der weiteren Auswertung nicht zusätzlich berücksichtigt.

Zentrale Heizungsanlagen, die im Rahmen eines Wärmecontractings mehrere Gebäude mit Wärme versorgen, werden im Rahmen dieser Untersuchung nicht als Wärmenetze eingeordnet. Stattdessen erfolgt ihre Zuordnung zur gebäudebezogenen Wärmeversorgung, da es sich in der Regel um objektspezifische Versorgungslösungen mit begrenzter räumlicher Ausdehnung und ohne netzartige Versorgungsstruktur handelt.

## 2.4 Betrachtungsebenen

### Hotspots

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

Die Rasterzellen wurden dabei aus dem Zensus 2022 Datensatz übernommen, um die Ergebnisse ggf. um weitere Daten aus dem Zensus erweitern zu können (vgl. Abbildung 2-2).

## Cluster

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

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

## Wärmelinien

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

Für die Berechnung der Wärmeliniedichte 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 Wärmeliniedichte berechnet.

Die Wärmeliniedichte 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

erhielten dann eine eindeutige Identifikationsnummer, die Auskunft über den Straßenzug und den jeweiligen Abschnitt gibt.

Nach Überprüfung und ggf. Anpassung der Straßenschlüssel der Gebäude erfolgte die Zuordnung der Gebäude zu den einzelnen, vorher gebildeten Abschnitten innerhalb der Straßenzüge. Dabei wurden 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.

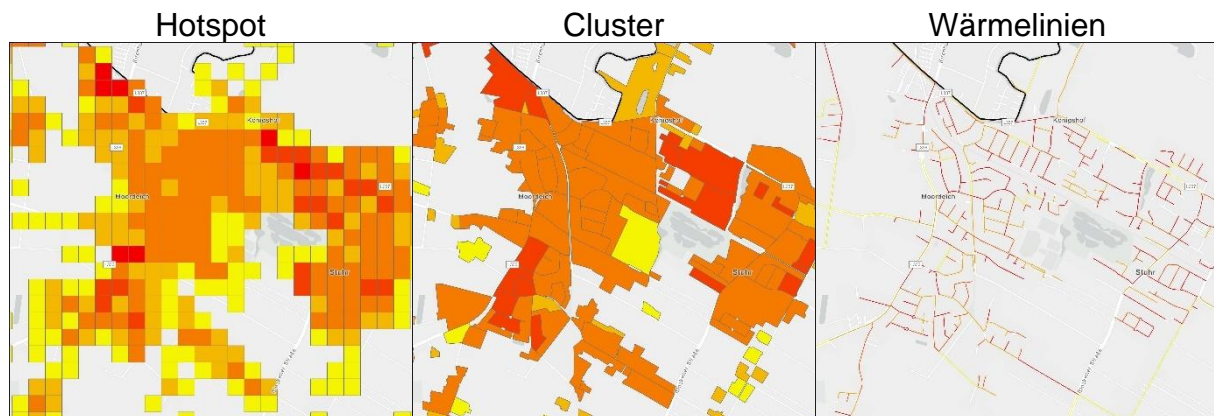


Abbildung 2-2: Darstellung der unterschiedlichen Aggregationsebenen (Quelle: IP SYSCON)

## 2.5 Energie und Treibhausgasbilanz

Die Treibhausgasbilanz (THG-Bilanz) stellt eine zentrale Grundlage für die kommunale Wärmeplanung dar. Sie ermöglicht die Bewertung des Ist-Zustands der Treibhausgasemissionen im Wärmesektor und bildet die Basis für die Entwicklung klimaneutraler Zielpfade. 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 dem globalen Emissions-Modell integrierter Systeme (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 CO<sub>2</sub>-Äquivalent je kWh) gemäß GEMIS (Tabelle 2-4),
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 THG-Emissionen im Wärmesektor.

Tabelle 2-4: Für die THG-Bilanzierung verwendeten Emissionsfaktoren

Brennstoff	Emissionsfaktor (g/kWh)	Brennstoff	Emissionsfaktor (g/kWh)
Heizöl	314	Biogas	156
Steinkohle	435	Strom	394
Erdgas	230	feste Biomasse	35
Flüssiggas	548	Deponiegas	39

## 2.6 Ergebnisse der Bestandsaufnahme

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde für das gesamte Gebiet der Stadt Rotenburg (Wümme) 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 2040 zu schaffen. Die Analyse umfasst insbesondere den jährlichen Endenergiebedarf für die Beheizung der Gebäude, die eingesetzten Energieträger sowie die bestehende leitungsgebundene Infrastruktur wie Gas- und Wärmenetze samt zugehöriger Erzeugungseinrichtungen.

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

### 2.6.1 Beschreibung der Stadtstruktur

Die Stadt Rotenburg (Wümme) liegt als Kreisstadt im gleichnamigen Landkreis Rotenburg (Wümme) in Niedersachsen. Das Stadtgebiet zeichnet sich durch eine funktionale Mischung aus einem urban geprägten Zentrum, ausgedehnten Gewerbegebieten und ländlich strukturierten Ortsteilen aus.

Die Bebauung in der Kernstadt ist durch eine höhere Dichte mit einem signifikanten Anteil an Mehrfamilienhäusern und Geschäftsbauten geprägt, während die Ortsteile überwiegend durch Ein- und Zweifamilienhäuser sowie landwirtschaftliche Hofstellen charakterisiert sind. Als Mittelzentrum nimmt Rotenburg (Wümme) eine wichtige Versorgungsfunktion für das Umland ein, was sich in einer hohen Konzentration an öffentlichen Einrichtungen (Verwaltung, Schulen, Krankenhäuser) widerspiegelt.

Die Stadt erstreckt sich über eine Fläche von 99,06 km<sup>2</sup> und zählt 23.776 Einwohnende (Stand: 12.2022). Daraus ergibt sich eine durchschnittliche Bevölkerungsdichte von 240,17 Einwohnenden pro Quadratkilometer

Die Gesamtfläche der Stadt verteilt sich wie folgt (LSN Datenbank;2024):

- **Siedlungsfläche:** 14.295 ha; 7%
- **Verkehrsfläche:** 9.697 ha; 5%
- **Vegetationsfläche:** 18.1492.295 ha; 87%
- **Wasserfläche:** 1.993 ha ;1%

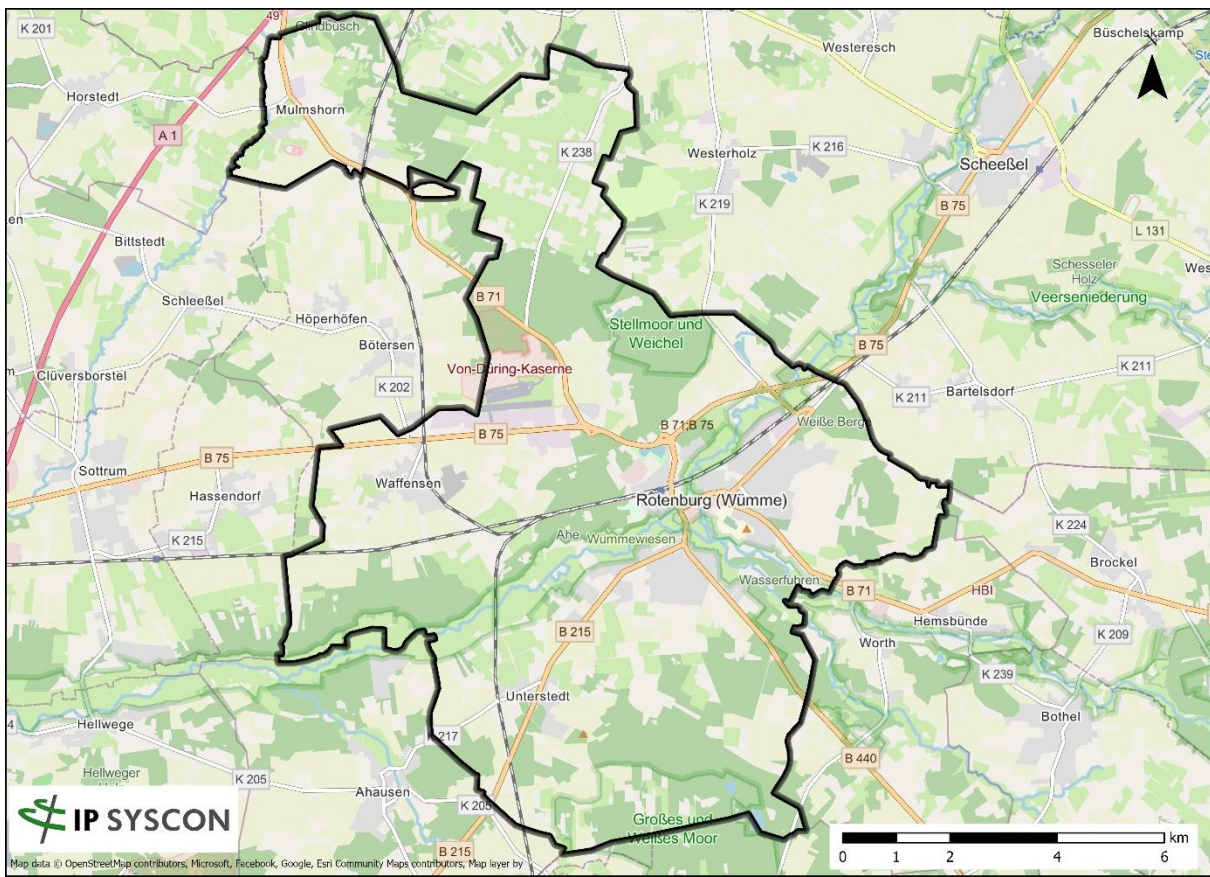


Abbildung 2-3: Stadt Rotenburg (Wümme) (Umrandung stellt die Stadtgrenze dar)

### 2.6.2 Gebäude- und Siedlungsstruktur

Die bauliche Struktur in Rotenburg (Wümme) ist räumlich differenziert. Während die historische Innenstadt und die angrenzenden Quartiere eine geschlossene Bauweise aufweisen, sind die Randbereiche und Ortsteile durch aufgelockerte Wohnsiedlungen und neuere Neubaugebiete geprägt. Ein prägendes Merkmal ist der hohe Anteil an größeren sozialen und öffentlichen Einrichtungen, insbesondere des Klinikum sowie verschiedene Bildungseinrichtungen. Als Mittelzentrum weist Rotenburg (Wümme) eine Konzentration von Gebäuden mit überdurchschnittlich hohem Wärmebedarf auf, die als Großverbraucher eine wichtige Rolle in der kommunalen Wärmeplanung einnehmen.

Die Analyse der Gebäudetypologie zeigt folgendes Bild:

- **Einfamilienhäuser:** 42,8%-Anteil
- **Reihen- und Doppelhäuser:** 21,3 %-Anteil
- **Mehrfamilienhäuser:** 15,7%-Anteil
- **Nichtwohngebäude (NWG):** 19,7%-Anteil (umfasst Gewerbe, Industrie, Handel und öffentliche Gebäude)

Die beheizte Gebäudefläche beläuft sich insgesamt auf rund 2,7 Mio. m<sup>2</sup>. Wohngebäude machen dabei rund 80 % der Gebäude aus. Im Nichtwohngebäudebereich entfällt ein signifikanter Anteil auf den Sektor öffentliche Gebäude sowie Gewerbe und Industrie, konzentriert in den Gewerbegebieten (vgl. Abbildung 2-4).

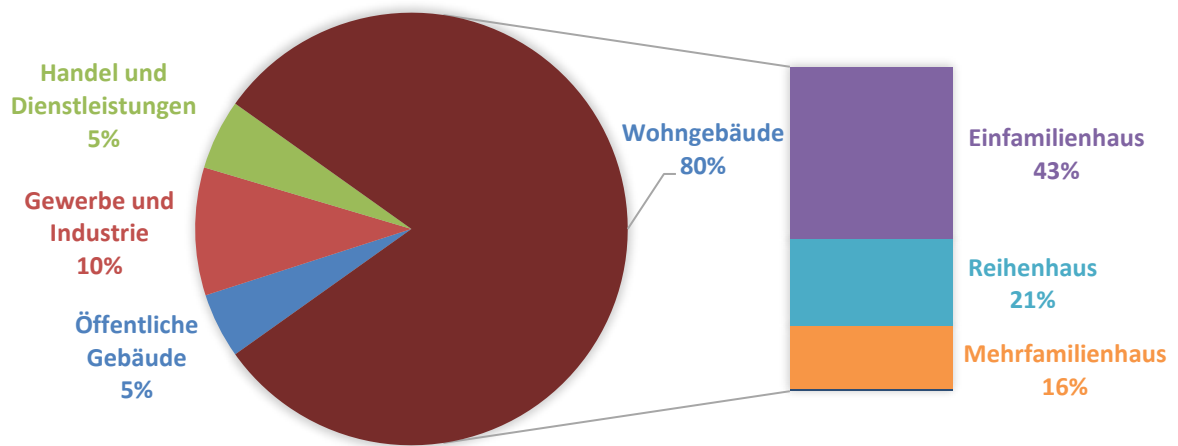


Abbildung 2-4: Verteilung der Gebäudefunktionen nach Anzahl der Gebäudetypen für die Sektoren

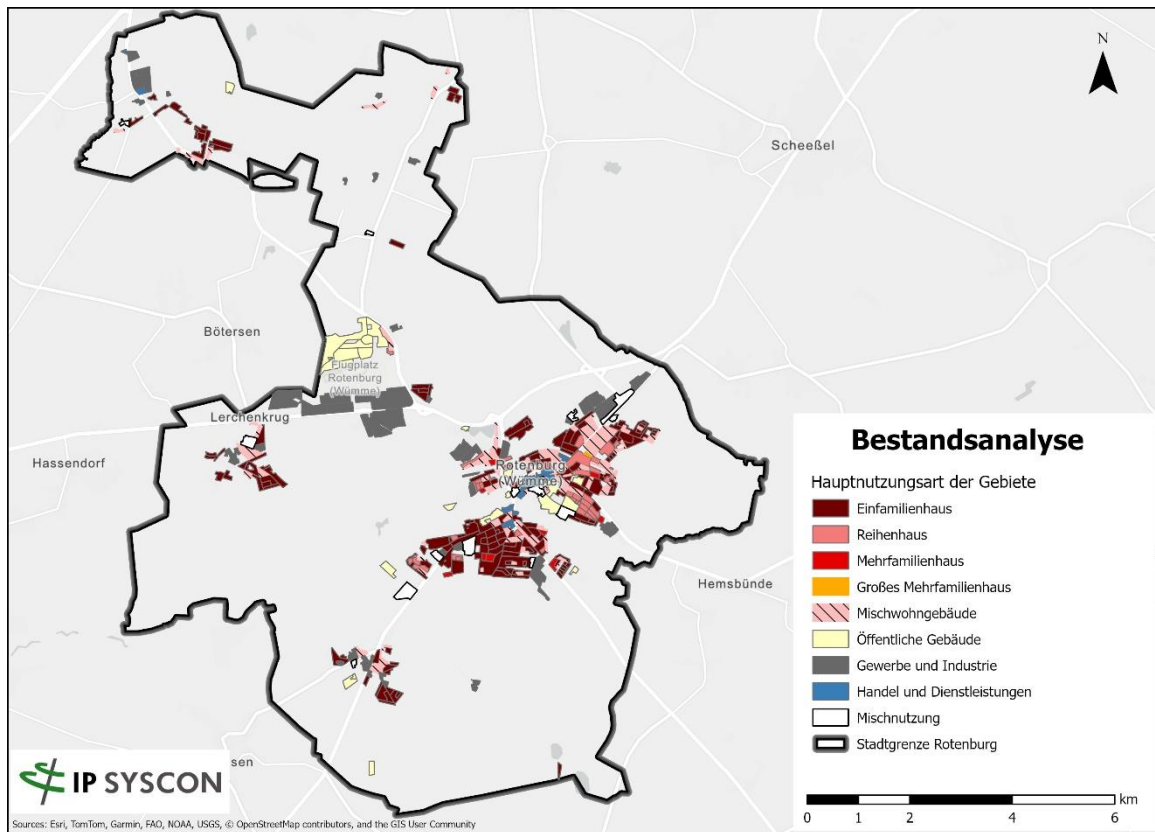


Abbildung 2-5: Verteilung der überwiegenden Gebäudenutzungen in der Stadt Rotenburg (Wümme) (Quelle: IP SYSCON)

## Siedlungsentwicklung

Ein bedeutender Teil des Gebäudebestands in der Stadt Rotenburg (Wümme) wurde in den Jahrzehnten nach dem Zweiten Weltkrieg errichtet. Rund 47,9% stammen aus der Zeit vor 1979, also vor dem Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung. Die Gebäude, die vor diesem Datum gebaut wurden, weisen daher in der Regel eine schlechtere Dämmung und höhere Wärmeverluste auf. Jüngere Gebäude (Baujahr 2001 und später) machen zusammen etwa 14,8 % des Bestands aus.

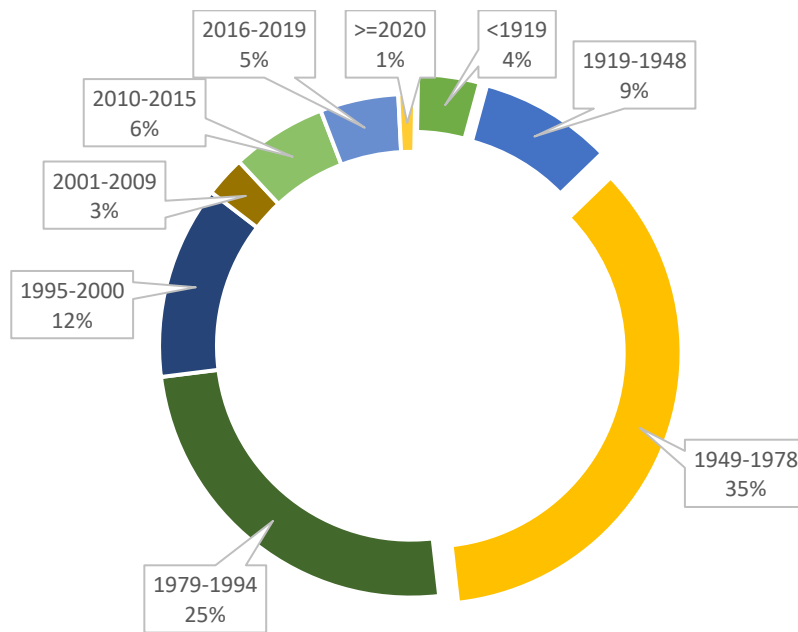


Abbildung 2-6: Verteilung der Baualtersklassen

Abbildung 2-6 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 errichtet wurde. Insbesondere Einfamilienhäuser 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.

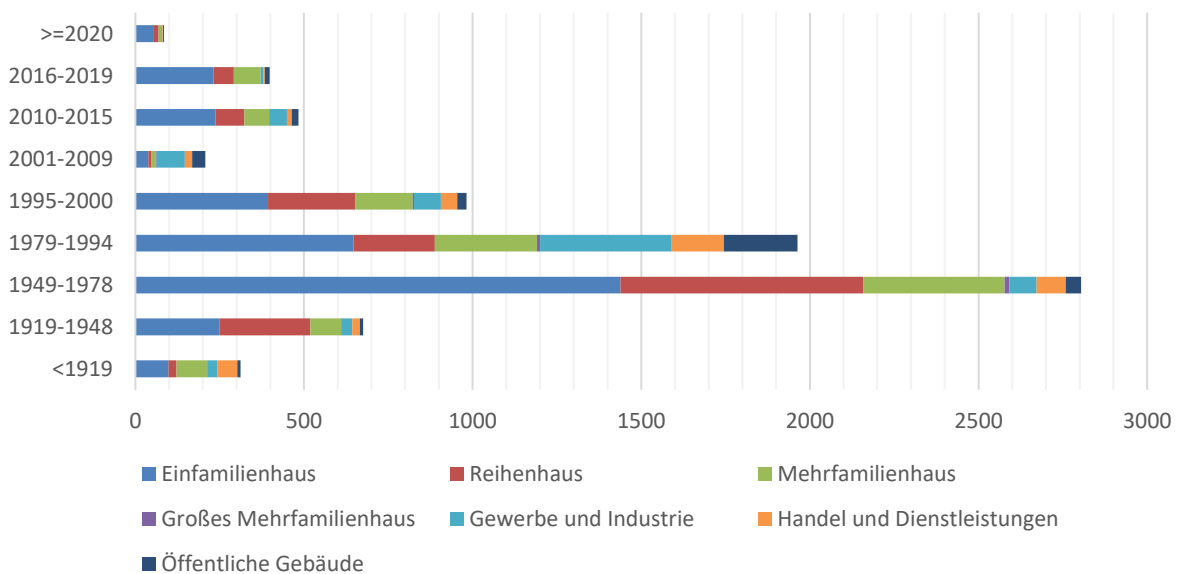


Abbildung 2-7: Verteilung der Baualtersklassen nach Gebäudetypen in der Stadt Rotenburg (Wümme)

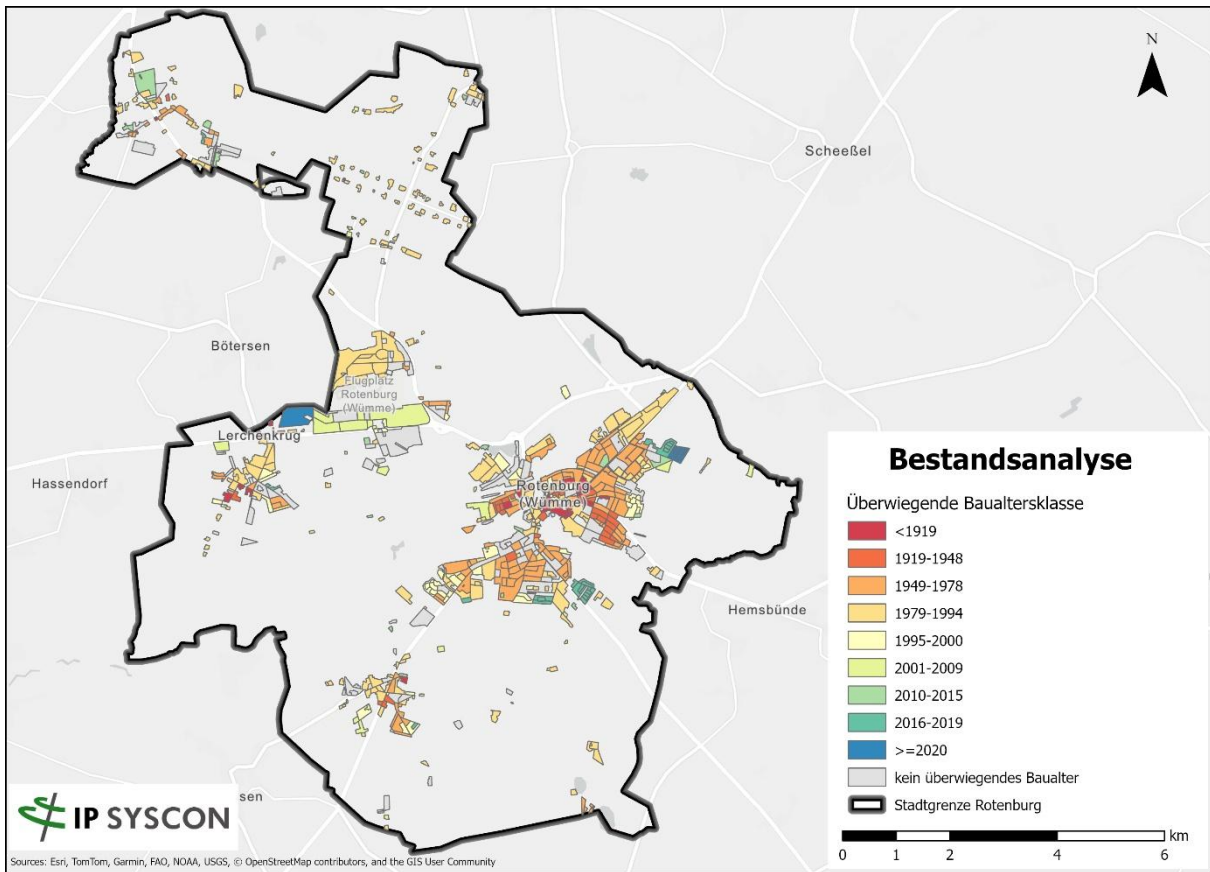


Abbildung 2-8: Entwicklung der Bebauung in der Stadt (überwiegende Baualterklassen im Gebiet) (Quelle: IP SYSCON)

Die Abbildung 2-8 zeigt die Verteilung der Baualterklassen im Stadtgebiet. Der Gebäudebestand wird, wie vorweg bereits ausgeführt, deutlich von Baujahren zwischen 1949 und 2000 geprägt, die einen Großteil der Siedlungsflächen ausmachen. Grundsätzlich weisen alle Ortsteile historisch gewachsene Siedlungsstrukturen mit einem relevanten Anteil älterer Gebäude aus der Nachkriegszeit auf, während vor allem am Ortsrand jüngere Baualterklassen (ab 2000) in Neubaugebieten dominieren.

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

### Flächendichte im Wohnsektor

Die Auswertung der Flächendichte liefert wichtige Anhaltspunkte für die Einschätzung des individuellen Wärmebedarfs sowie der baulichen Nutzungseffizienz.

Die Gesamtverteilung der beheizten Flächen innerhalb der Stadt zeigt einen deutlichen Schwerpunkt auf dem Wohnsektor. Mit rund 1.077.000 m<sup>2</sup> entfallen etwa 40 % der gesamten beheizten Fläche auf Wohngebäude. Weitere bedeutende Flächenanteile

bestehen im Bereich Gewerbe und Industrie (ca. 833.000 m<sup>2</sup>, rund 31 %) (vgl. Abbildung 2-9).

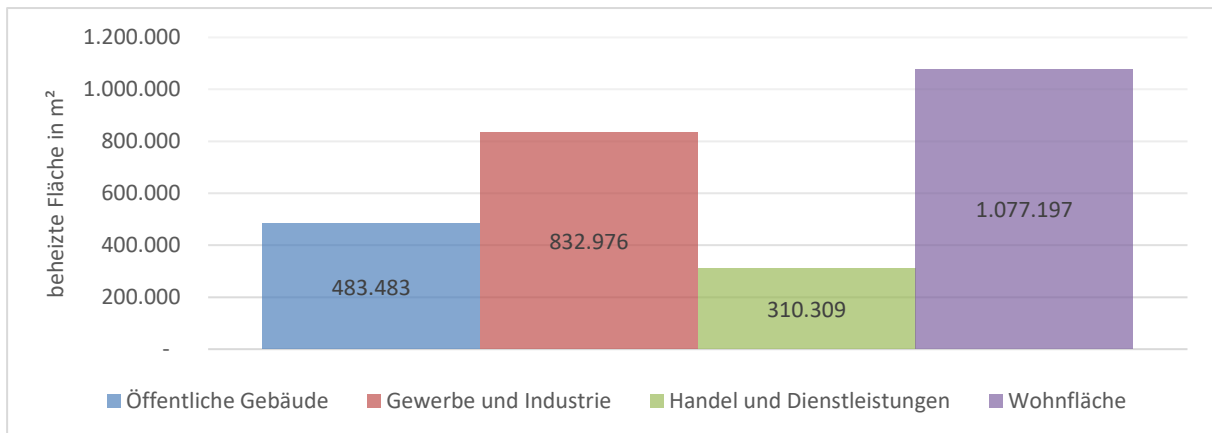


Abbildung 2-9: Verteilung der Nutzungsflächen in m<sup>2</sup>

Die durchschnittlichen Wohnfläche von 45 m<sup>2</sup> je Einwohner in der Stadt liegt etwas unter dem bundesweiten Durchschnitt von 48,4 m<sup>2</sup> (Statistisches Bundesamt, 2024).

### 2.6.3 Bestehende Wärmeversorgungsinfrastruktur

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

#### Wärmenetze

Aktuell bestehen in der Stadt Rotenburg (Wümme) drei (größere) Wärmenetzgebiete:

- Brockeler Straße
- Erika-Köster-Straße
- Vor dem Pausberge

Die bestehenden Wärmenetze versorgen derzeit rund 152 Gebäudeadressen mit Wärme. Die Wärmeerzeugung erfolgt überwiegend auf Basis von Erdgas.

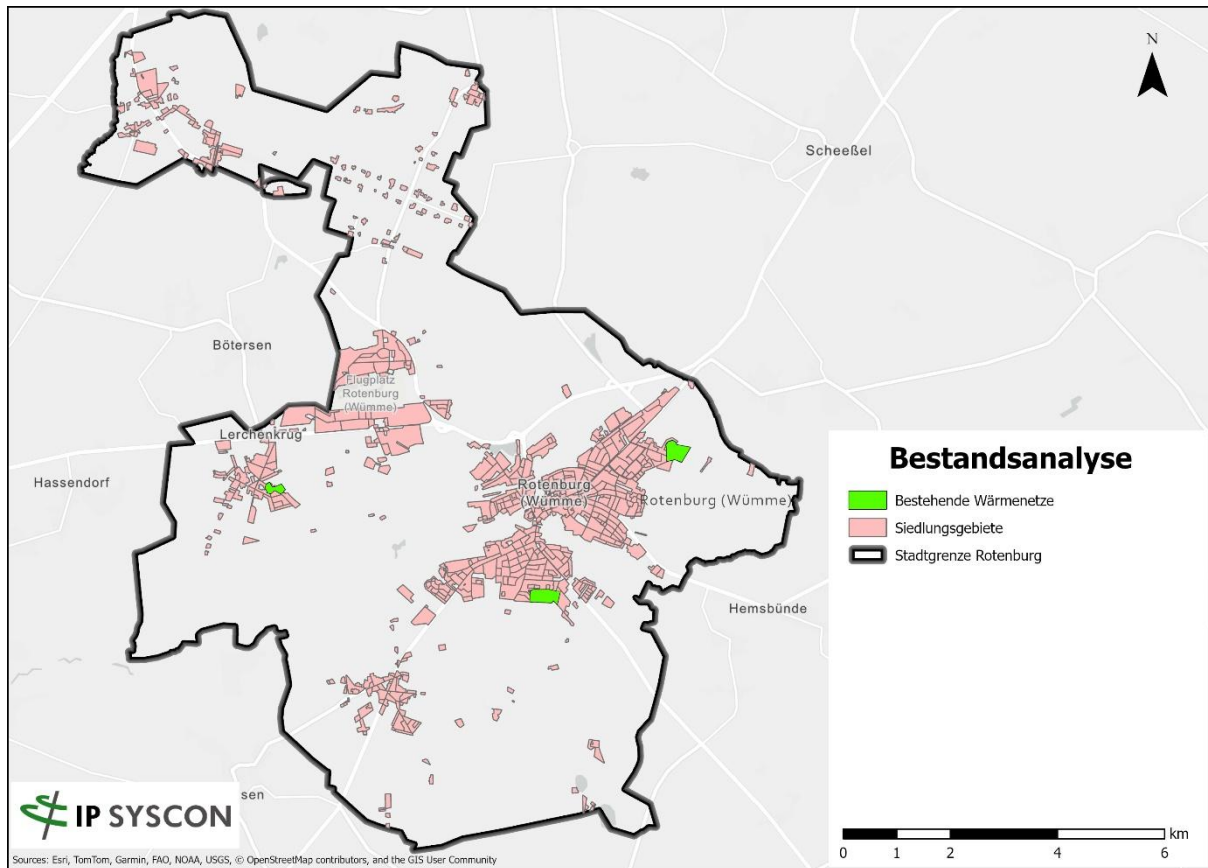


Abbildung 2-10: Übersicht der bestehenden Wärmenetze (Quelle: IP SYSCON)

## Gasnetze

Das Strom- und Gasversorgungsnetz der Stadt wird durch die Stadtwerke Rotenburg (Wümme) betrieben. Das Gasnetz stellt eine wesentliche Infrastruktur für die leitungsgebundene Energie- und Wärmeversorgung im Stadtgebiet dar. Insgesamt beziehen rund 5.500 Netznutzer über die verschiedenen Druckebenen hinweg Gas aus dem Netz.

Das Gasverteilnetz der Stadt umfasst rund 31 km Hochdruckleitungen sowie 6824 km Niederdruckleitungen.

### Ausblick

Derzeit ist kein weiterer Ausbau des Gasnetzes innerhalb der Stadt vorgesehen. Im Hinblick auf die zukünftige Transformation der Gasinfrastruktur sind die Stadtwerke Rotenburg (Wümme) auf die Bereitstellung von Wasserstoff durch den vorgelagerten Netzbetreiber angewiesen. Eine eigenständige Erzeugung von Wasserstoff mittels Elektrolyseanlagen ist nicht vorgesehen. Nach heutigem Stand ist daher nicht von einer Versorgung des Verteilnetzes mit Wasserstoff auszugehen.

## **Einzelfeuerungsanlagen - leitungs- und nichtleitungsgebunden**

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

Die Wärmeversorgung erfolgt größtenteils dezentral über kleinere Heizungsanlagen in den Gebäuden. Insgesamt wurden 11.345 Heizungsanlagen in der Stadt Rotenburg (Wümme) von den Schornsteinfegern übermittelt. Sie umfassen Gasfeuerungsanlagen (68 % der Anlagen) sowie nicht-leitungsgebundene Wärmeerzeuger.

Die *nicht-leitungsgebundene* 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, 28 % 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. 5 % der Gebäude in der Stadt primär mit fester Biomasse beheizt. Heizöl wurde in der Stadt Rotenburg (Wümme) bereits weitgehend durch Erdgas ersetzt, sodass nur noch rund 6,7 % der Gebäude primär mit Heizöl beheizt werden.

### **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.

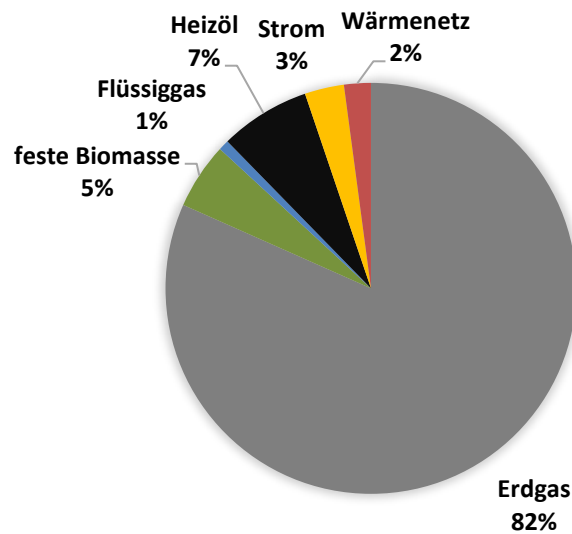


Abbildung 2-11: Verteilung der primären Energieträger in der Stadt Rotenburg (Wümme) (nach Anzahl)

Die leitungsgebundene Versorgung erfolgt primär über Erdgas:

- 5.500 Adressen werden mit Erdgas versorgt
- 152 Gebäude sind ans bestehende Wärmenetze angeschlossen
- 232 Adressen nutzen Strom zum Heizen

Diese Zahlen verdeutlichen die Relevanz dezentraler Heizsysteme und zugleich die noch 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.

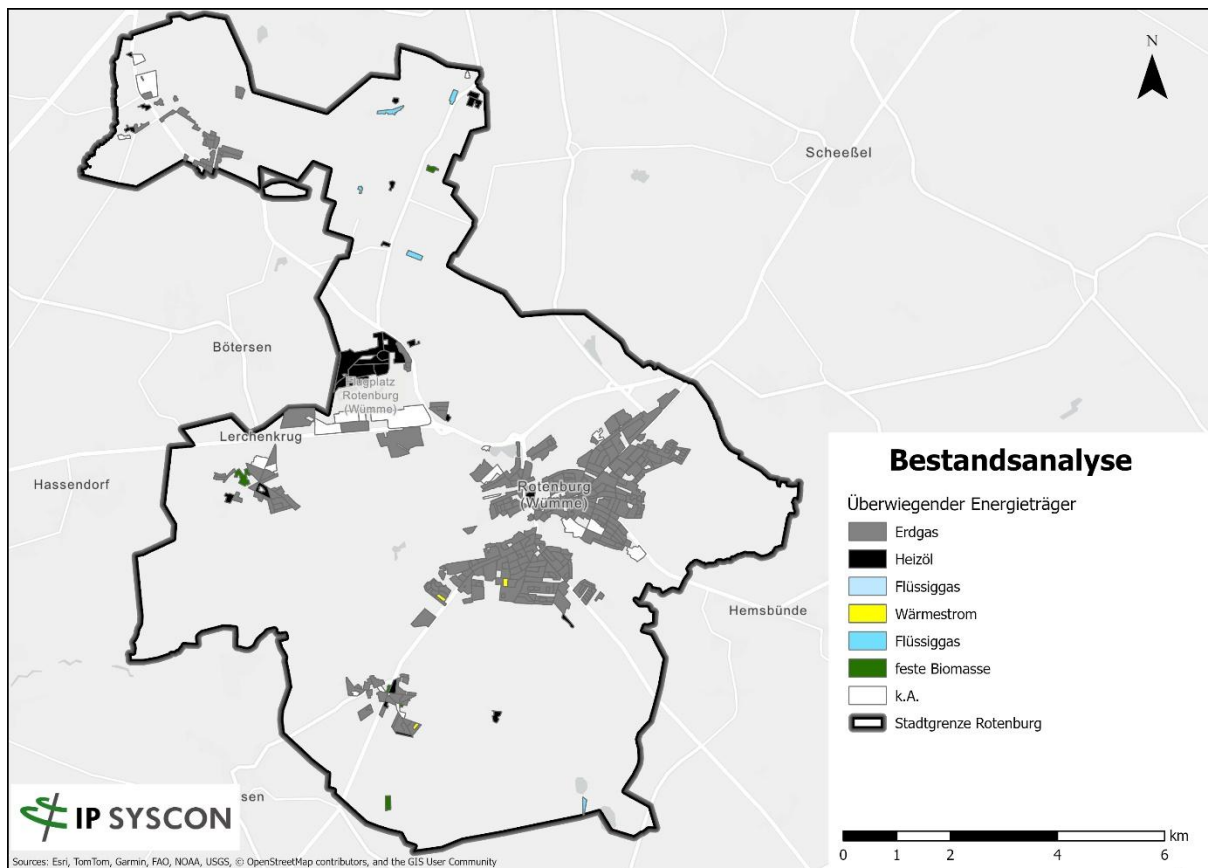


Abbildung 2-12: Verteilung des überwiegenden Energieträgers in den Versorgungsgebieten (Quelle: IP SYSCON)

### Einbaujahr der fossilen Heizungen

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

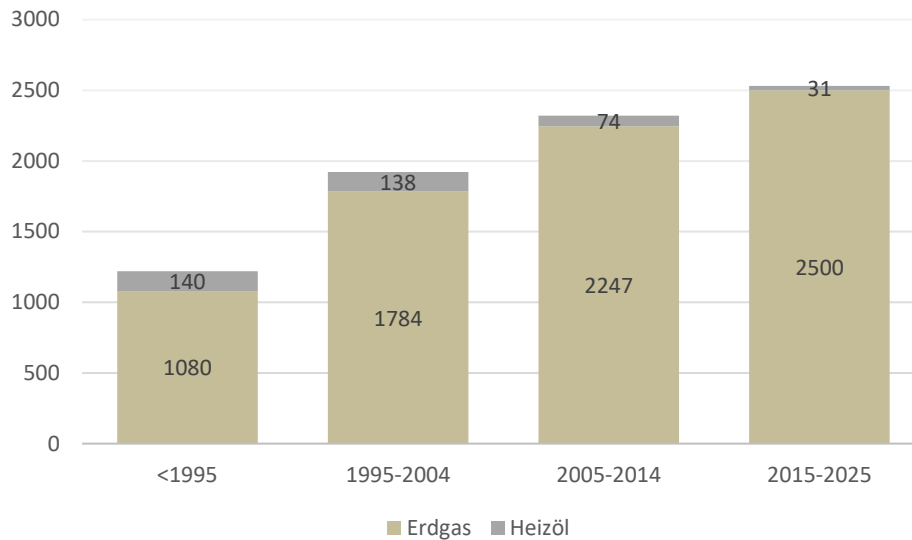


Abbildung 2-13: Anzahl der installierten Erdgas- und Heizöl-Heizungen nach Baujahr

## KWK-Anlagen

Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) haben bislang nur eine geringe Bedeutung in der Wärmeversorgung der Stadt. Laut Marktstammdatenregister sind derzeit insgesamt 61 KWK-Anlagen im Gebiet registriert, davon 15 biogasbetriebene Anlagen, 3 auf Basis von Mineralölprodukten und 43 Anlagen auf Erdgasbasis. Insgesamt beträgt die installierte Nettonennleistung 8.898 kW. Zwei der mit Erdgas betriebenen Anlagen versorgen die bestehende Wärmenetze mit Wärme.

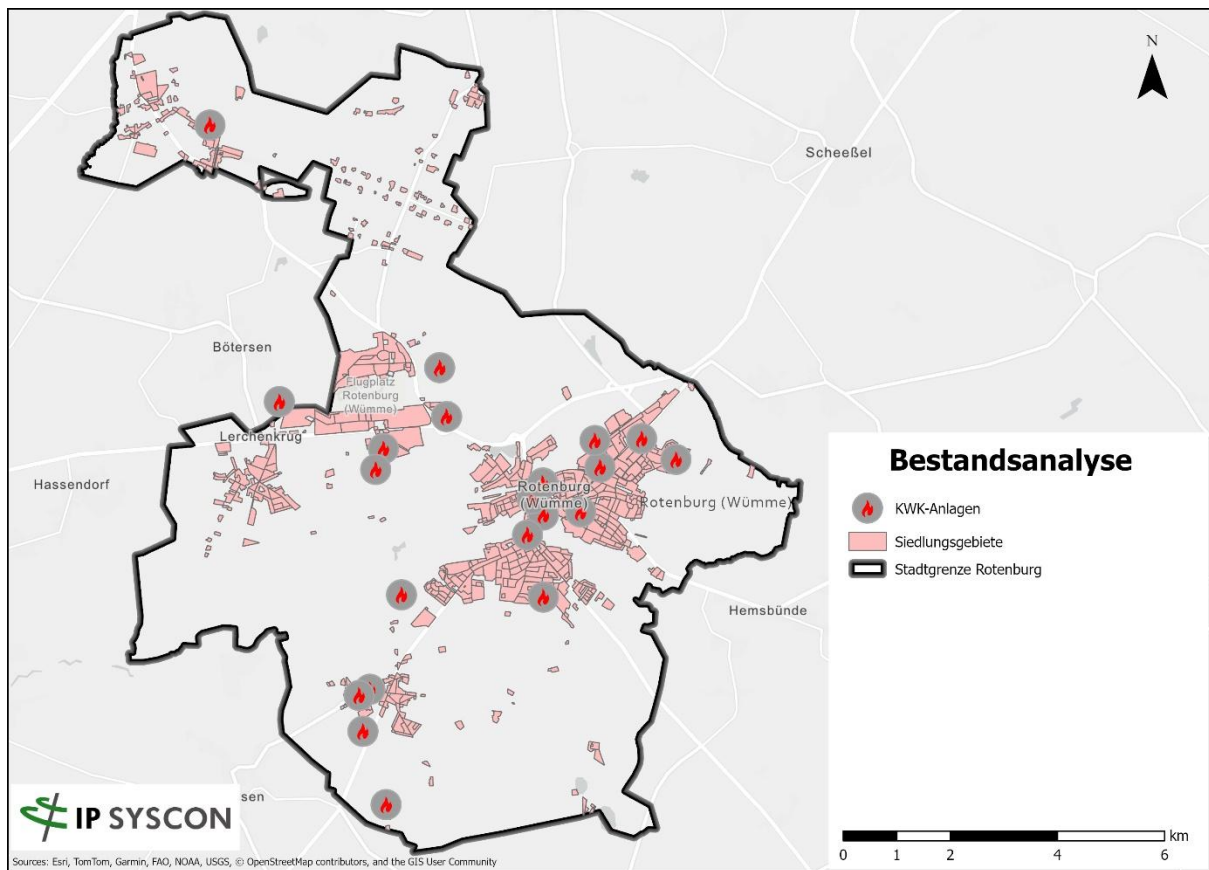


Abbildung 2-14: Darstellung der im Stadtgebiet bestehenden Erzeugungsanlagen für Wärme und Strom (Quelle: IP SYSCON)

## Wärmepumpen und Stromheizungen

Wärmepumpen sind in der Stadt derzeit noch wenig verbreitet. Im Durchschnitt der Jahre 2021 bis 2023 lag der Stromverbrauch zur Wärmeerzeugung bei rund 1.200 MWh pro Jahr. Dabei ist der Strombedarf für Wärmeanwendungen im betrachteten Zeitraum von 2021 bis 2023 um etwa 38 % angestiegen.

#### 2.6.4 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 7.904 beheizten Gebäuden. Der ermittelte Energieverbrauch für Wärme beträgt 333 GWh pro Jahr, der berechnete Energiebedarf für Wärme liegt bei 321 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 2021-2023.

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

Die sektorale Betrachtung des Wärmeverbrauchs macht deutlich, dass Wohngebäude mit rund 168 GWh/a den größten Anteil ausmachen und damit etwa 50% des Gesamtverbrauchs abdecken. Dieser Wert spiegelt sowohl die hohe Anzahl an Wohngebäuden als auch die typischen Heizbedarfe in Ein- und Mehrfamilienhäusern wider.

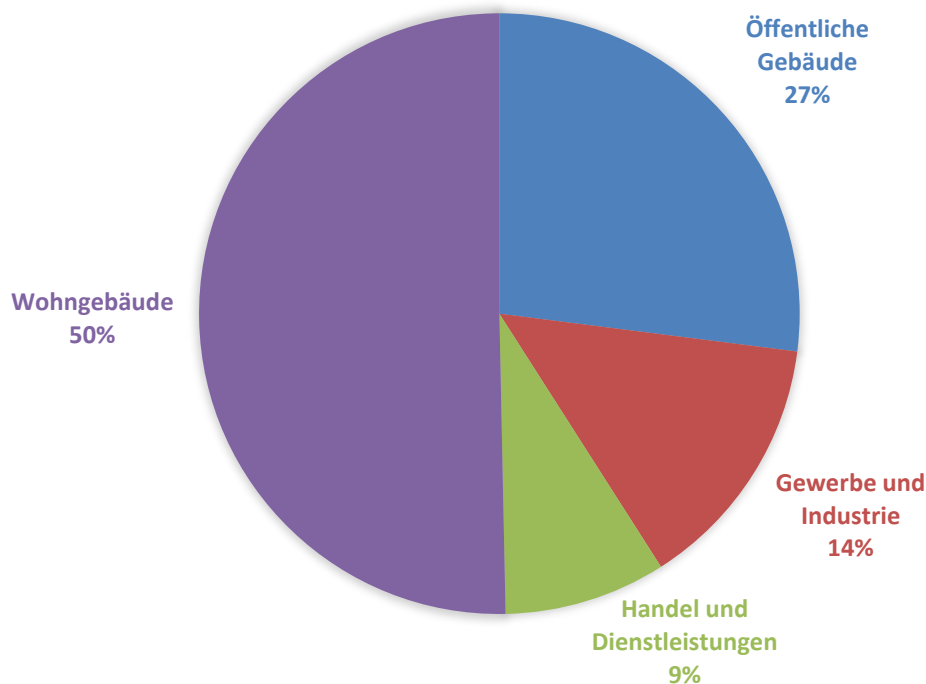


Abbildung 2-15: Sektoraler Wärmeverbrauch

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.

### **Abgleich von Bedarf und Verbrauch – der kalibrierte Wärmebedarf**

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

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

### **Darstellung der Wärmedichten**

Einen Überblick über die räumliche Verteilung des Wärmeverbrauchs vermittelt die Aggregation der gebäudescharfen Bedarfsdaten auf Baublockebene in den Clustergebieten. Darüber lassen sich gezielt Gebiete mit hohem Wärmebedarf identifizieren (vgl. Abbildung 2-16).

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 2-5: Zuordnung Wärmedichteklassen zur Eignung von Wärmenetzen in Clustergebieten (Quelle: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2020))

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

Tabelle 2-6: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmeliniendichte (Quelle: ifeu 2024, angelehnt an Stadt Hamburg (2019))

Wärmedichte- klasse (MWh/m*a)	Eignung für Wärmenetze
<b>&lt; 0,7</b>	Kein technisches Potenzial
<b>0,7-1,5</b>	Empfehlung für Wärmenetze bei Neuerschließung von Flächen für Wohnen, Gewerbe oder Industrie
<b>1,5-2</b>	Empfehlung für Wärmenetze in bebauten Gebieten
<b>&gt;2</b>	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 2-16 zeigt die räumliche Verteilung der Wärmedichte innerhalb der Quartiere der Stadt Rotenburg (Wümme). Die Darstellung basiert auf dem berechneten jährlichen Energieverbrauch pro Fläche (in Megawattstunden pro Hektar und Jahr, MWh/ha\*a) und ermöglicht eine differenzierte Bewertung des Wärmebedarfs im Siedlungsraum.

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

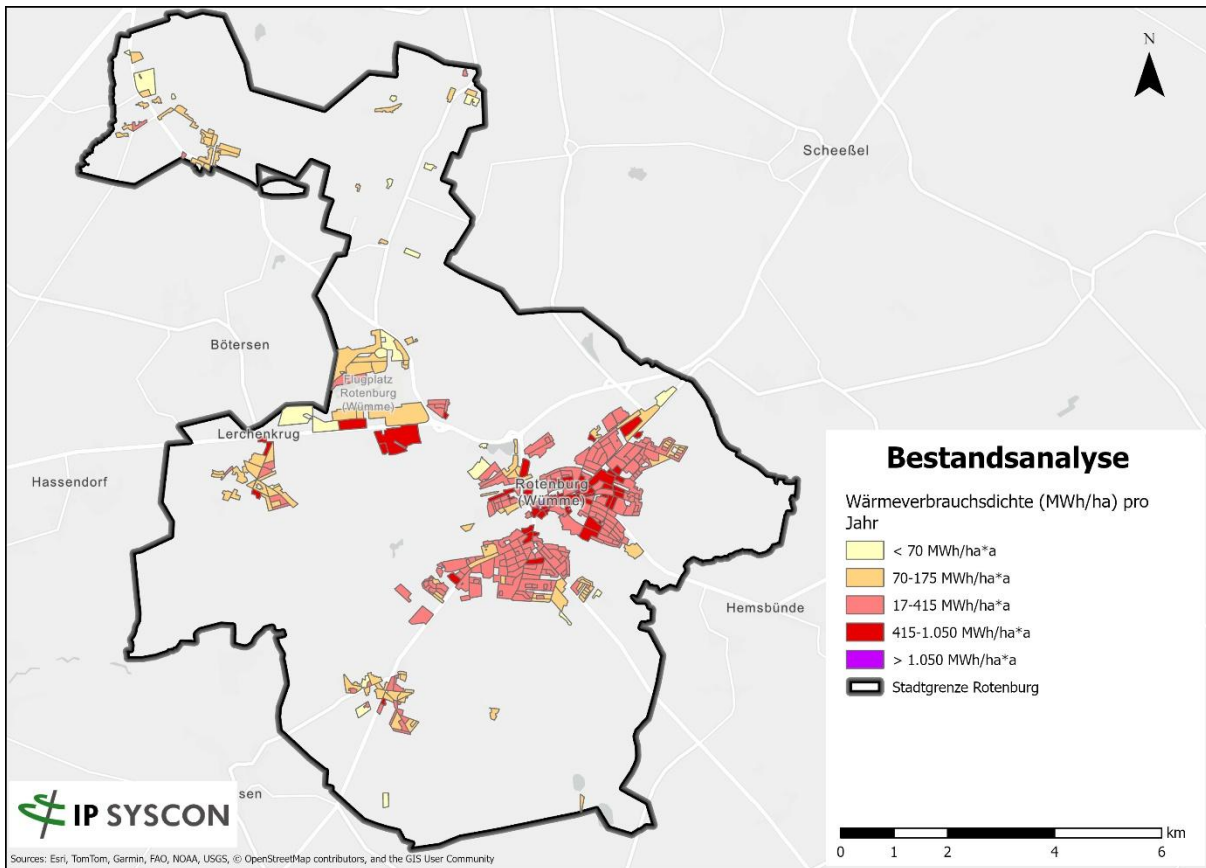


Abbildung 2-16: Spezifischer Jahresheizenergieverbrauch (Aggregation in Clustergebiete)

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

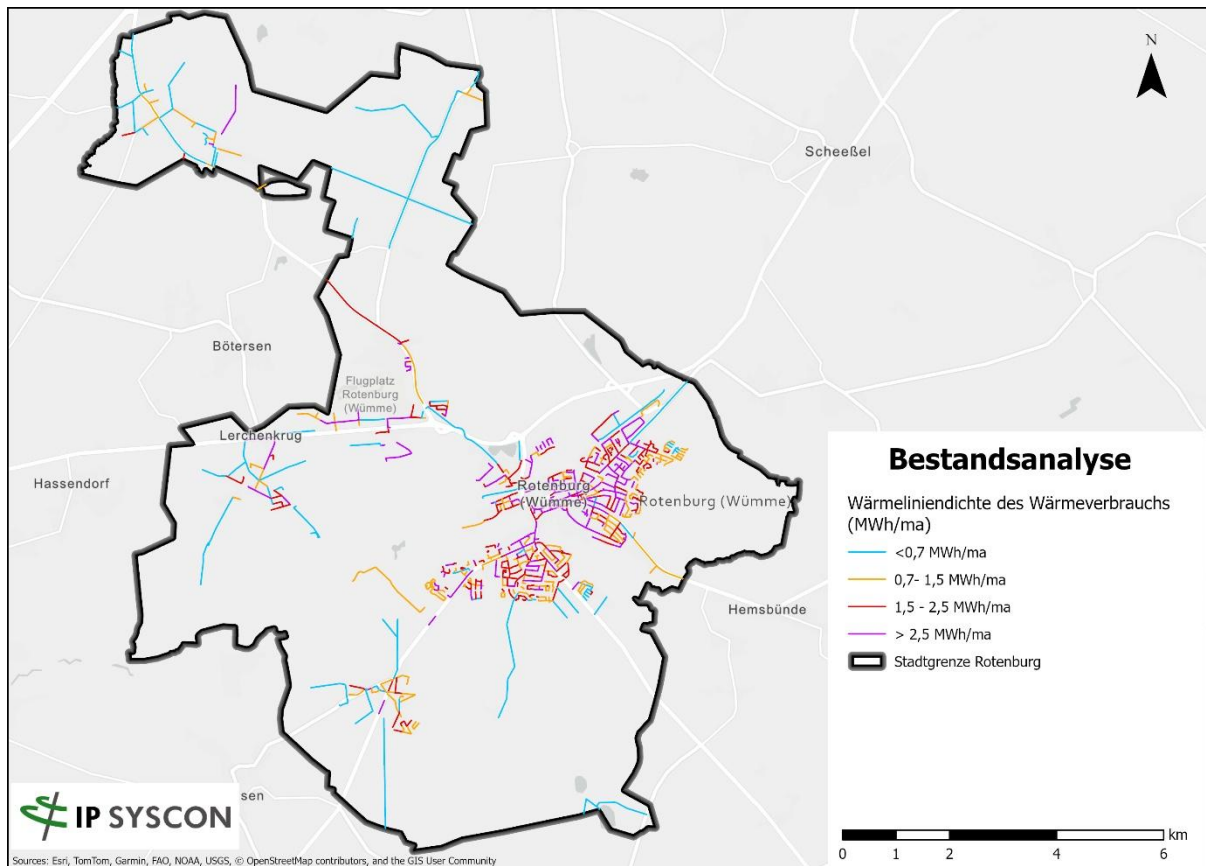


Abbildung 2-17: Spezifischer Wärmeenergieverbrauch pro Straßenmeter (Wärmelinien-dichte MWh/m\*a)

### 2.6.5 Energie- und Treibhausgasbilanz

Die Auswertung des gesamten Wärmebedarfs in der Stadt Rotenburg (Wümme) zeigt eine klare Dominanz fossiler Energieträger. Mit einem jährlichen Verbrauch von ca. 278.540 MWh stellt Erdgas den am häufigsten genutzten Energieträger dar, dies entspricht einem Anteil von 84% am Gesamtbedarf. An zweiter Stelle folgt Heizöl mit etwa 24.000 MWh bzw. 7%.

Feste Biomasse, z. B. in Form von Holzöfen oder Pelletheizungen, trägt mit knapp 20.200 MWh etwa 6 % zum Gesamtbedarf bei. Der Anteil der Wärme aus Strom, etwa durch Wärmepumpen oder Direktheizsysteme, ist mit knapp 4.800 MWh derzeit noch gering.

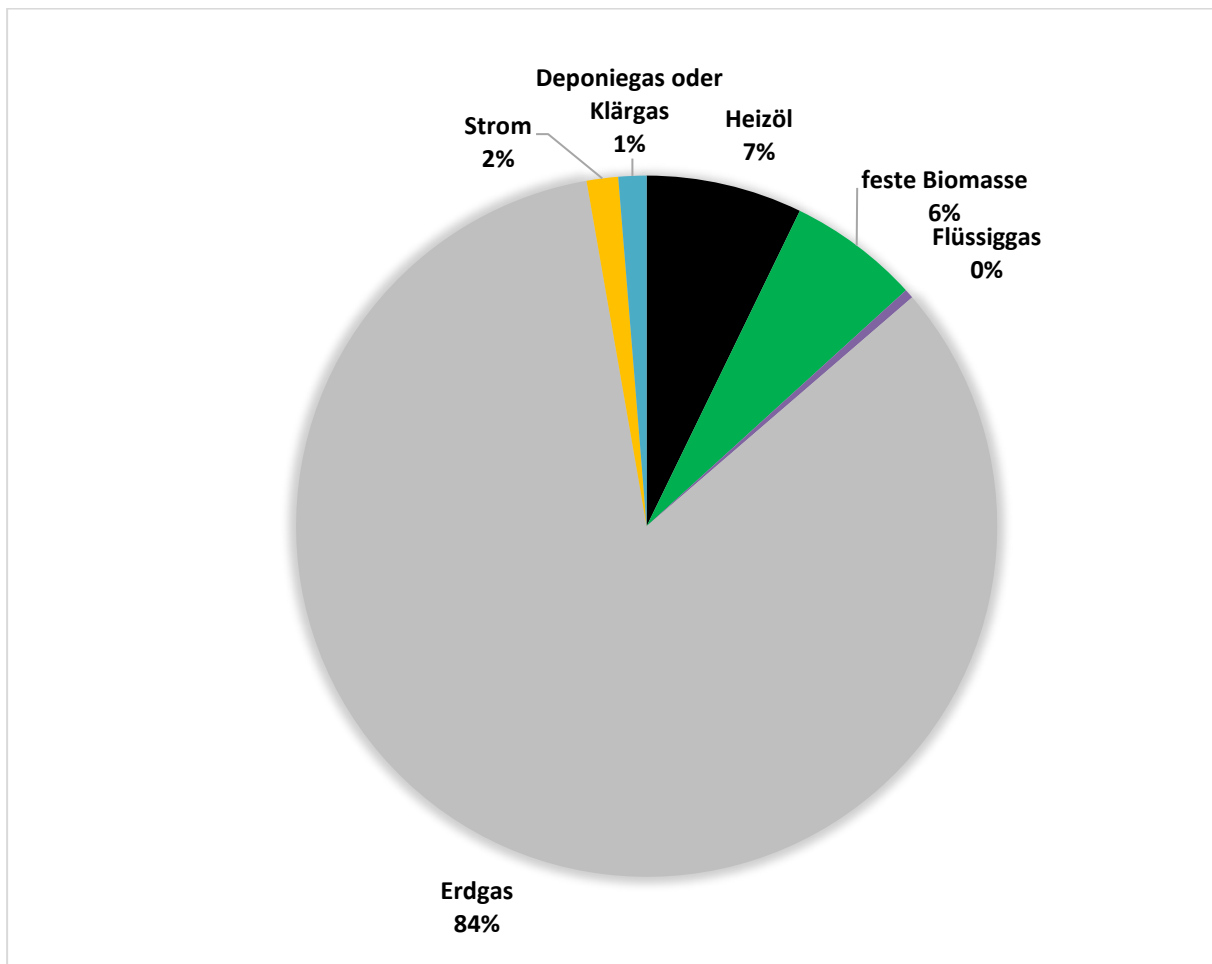


Abbildung 2-18: Anteil der Energieträger am Gesamtverbrauch

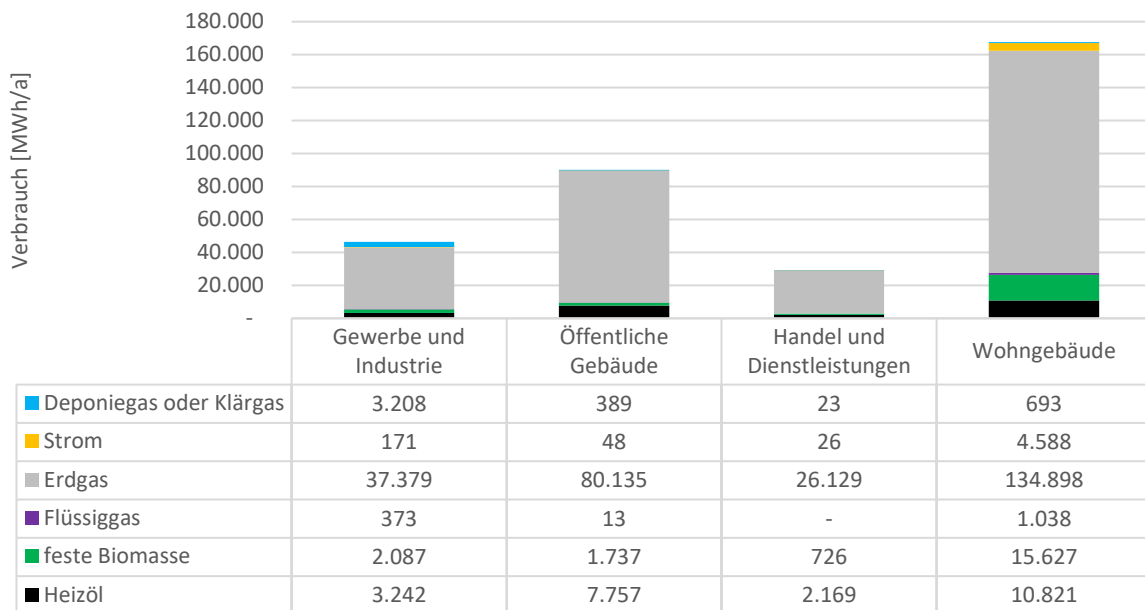


Abbildung 2-19: Endenergieverbrauch von Wärme nach Energieträgern und Sektoren

## 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 größten Beitrag zu den wärmebedingten Emissionen in der Stadt leistet. Rund 50% der Gesamtemissionen entfallen auf Wohngebäude, gefolgt von Öffentliche Gebäude mit 28%.

Mit Blick auf die Energieträger ist Erdgas mit einem Anteil von 85% der größte Verursacher von THG-Emissionen im Wärmesektor. An zweiter Stelle steht Heizöl mit 10%, das trotz eines geringeren Verbrauchsanteils überdurchschnittlich stark zur Emissionsbilanz beiträgt. Feste Biomasse spielt mit 1 % nur eine untergeordnete Rolle.

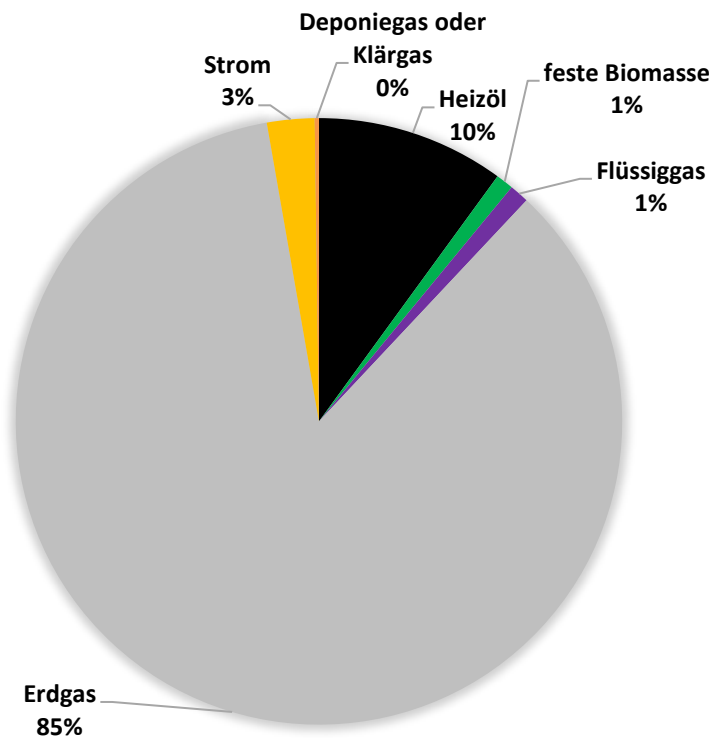


Abbildung 2-20: Anteil der Energieträger an den THG-Emissionen

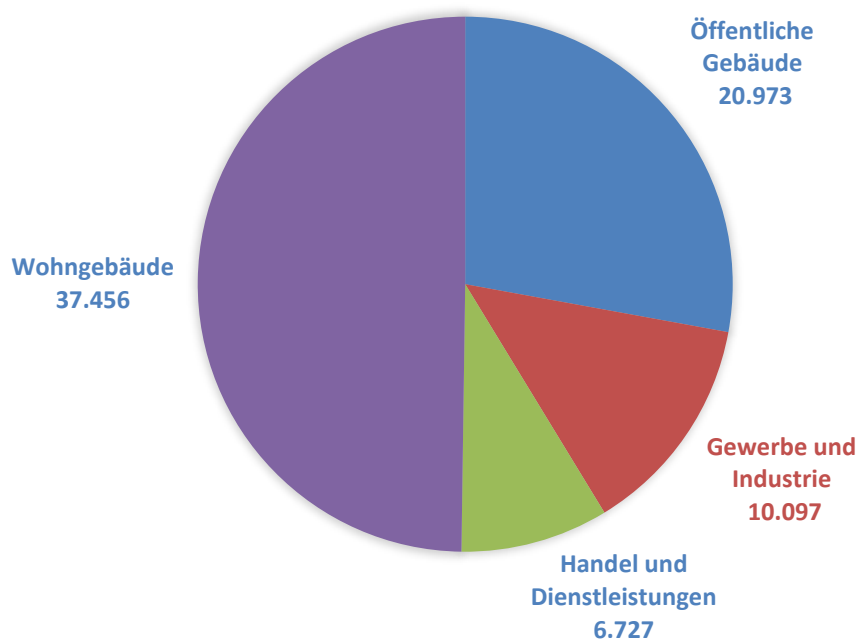


Abbildung 2-21: Verteilung der THG-Emissionen nach Sektoren (Emissionen in Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente)

Der Beitrag der einzelnen Energieträger zu den Treibhausgasemissionen unterscheidet sich zum Teil deutlich von ihrem Anteil am tatsächlichen Wärmebedarf. Dies liegt

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

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

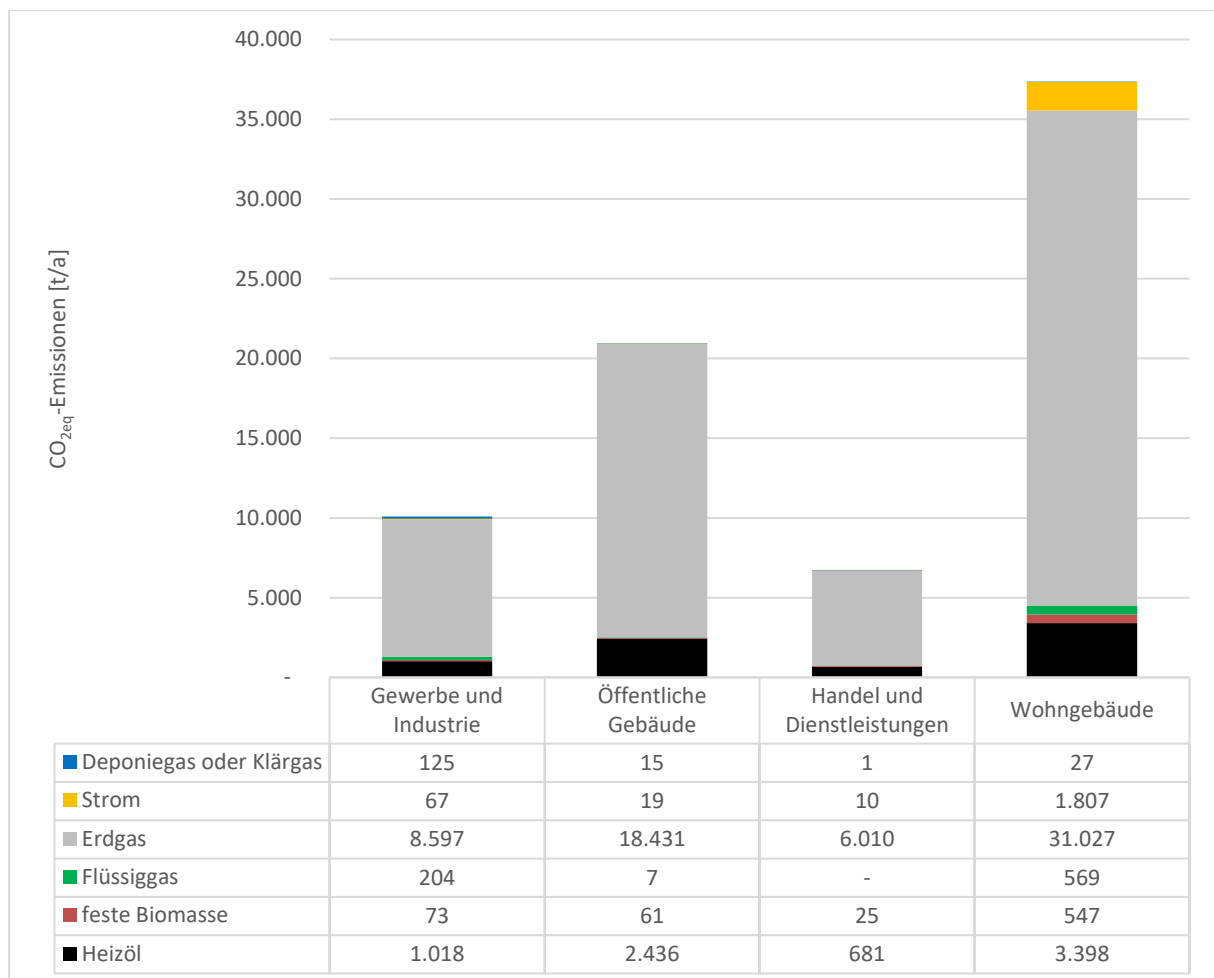


Abbildung 2-22: Treibhausgasemissionen des Endenergieverbrauchs von Wärme nach Energieträgern und Sektoren (in CO<sub>2</sub> Äquivalenten)

### 3 Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse bildet die zweite zentrale Phase der kommunalen Wärmeplanung und untersucht, in welchem Umfang in der Stadt Rotenburg (Wümme) 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, 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 konkrete 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.

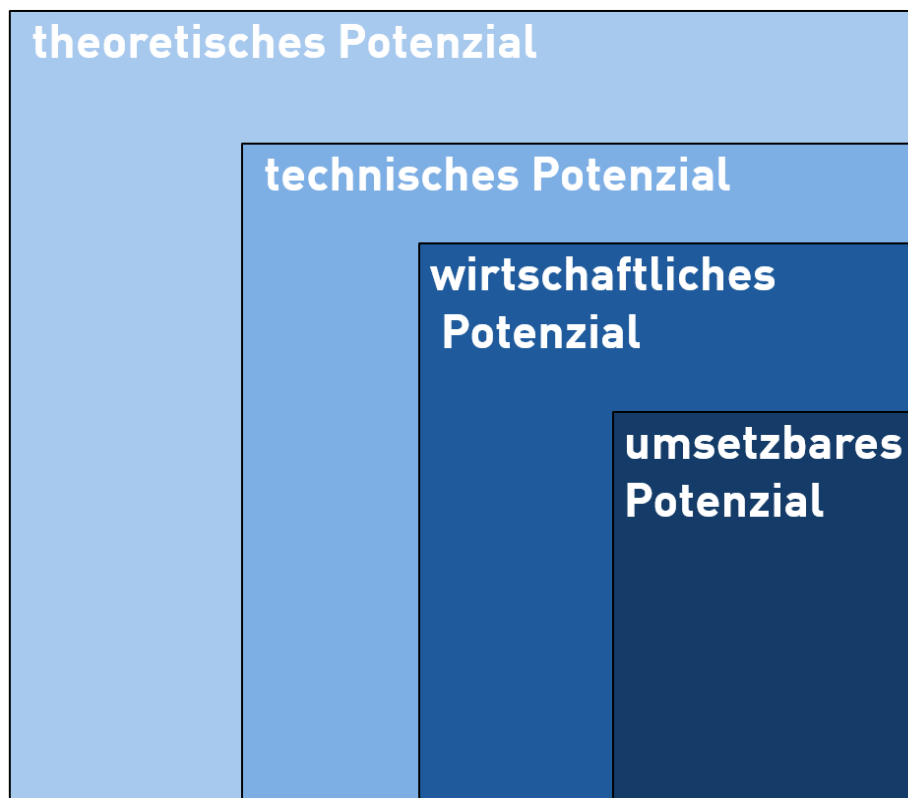


Abbildung 3-1: Hierarchische Einordnung der verschiedenen Potenzialstufen.

Für die kommunale Wärmeplanung in der Stadt Rotenburg (Wümme) 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.

### 3.1 Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs durch Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz

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

Ein zentrales Kriterium für die Abschätzung der Entwicklung im Gebäudebestand ist die Sanierungsrate, also der Anteil der Gebäude, die pro Jahr energetisch modernisiert werden. Hierzu wurden drei Szenarien definiert: ein konservatives „Business-as-Usual“-Szenario (BaU) mit einer jährlichen Sanierungsrate von 0,7 %, ein realistisches Zielszenario mit 1,0 % sowie ein ambitioniertes Effizienzscenario mit einer jährlichen Sanierungsrate von 1,4 %. Die Sanierungsraten werden dabei als Vollsanierungsäquivalent angegeben.

Ergänzend dazu wurde für die Sanierungstiefe folgende Werte angenommen<sup>1</sup>: 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 der verwendeten U-Werte für den Ist-Zustand sowie für die Sanierungszustände teil- und vollsaniert findet sich in der Tabelle im Anhang 7-1.

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

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

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

---

<sup>1</sup> Nach: [https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/PDF-Anlagen/BEG/beg-reporting-20240425.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/PDF-Anlagen/BEG/beg-reporting-20240425.pdf?__blob=publicationFile&v=3)

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. 280 GWh/a. Hierbei wurden ausgehend vom berechneten Wärmebedarf von 322 GWh/a angenommen, dass ein Teil der Gebäude bereits energetisch saniert wurde und dies im Modell bei den Sanierungsszenarien als kalibrierter Wärmebedarf hinterlegt<sup>2</sup>. In allen Szenarien ergibt sich bis zum Jahr 2040 eine messbare Reduktion:

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

Szenario	2030 [GWh/a]	2035 [GWh/a]	2040 [GWh/a]
<b>BaU (0,7%)</b>	277 (1 %)	274 (2%)	271 (3%)
<b>Szenario 1 (1,0 %)</b>	276 (2%)	271 (3%)	267 (5%)
<b>Szenario 2 (1,4 %)</b>	274 (2%)	268 (4%)	262 (6%)

---

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

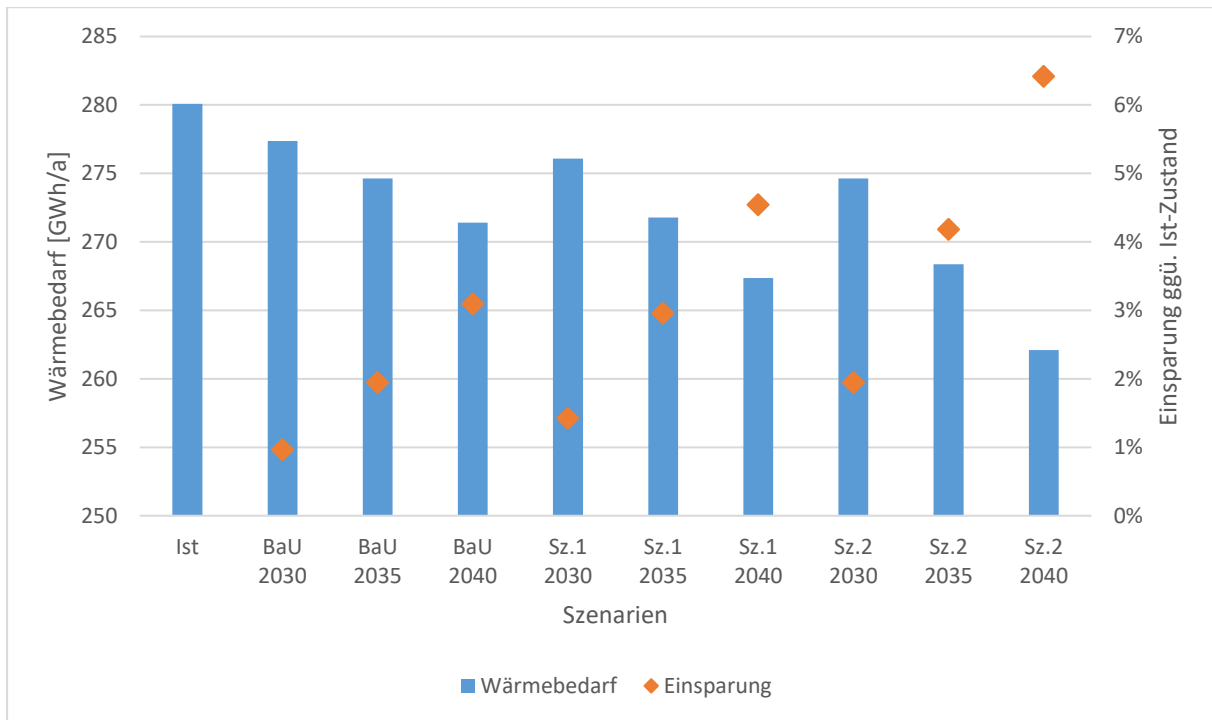


Abbildung 3-2: Entwicklung des Jahresheizenergiebedarfs im Ist-Zustand und in drei Sanierungsszenarien bis 2040

Die Abbildung 3-2 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. Insgesamt ist ein leichter Rückgang des Wärmebedarfs erkennbar.

Die Reduktion des Heizenergiebedarfs erfolgt vor allem durch energetische Sanierungen, wobei im ambitionierteren Szenario stärkere Einsparungen erreicht werden. Es wird jedoch deutlich, dass auch mit 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 Technikkatalog des Kompetenzzentrums Kommunale Wärmewende (KWW), konkret aus dem niedrigen Pfad des T45 RedEff-Szenarios. Für die Analyse wurde den Nichtwohngebäuden, zusätzlich zum Jahresheizenergiebedarf, ein statistisch

abgeleiteter spezifischer Prozesswärmebedarf zugewiesen, um den typischen Energieeinsatz in gewerblichen und industriellen Anwendungen abzubilden.

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

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.

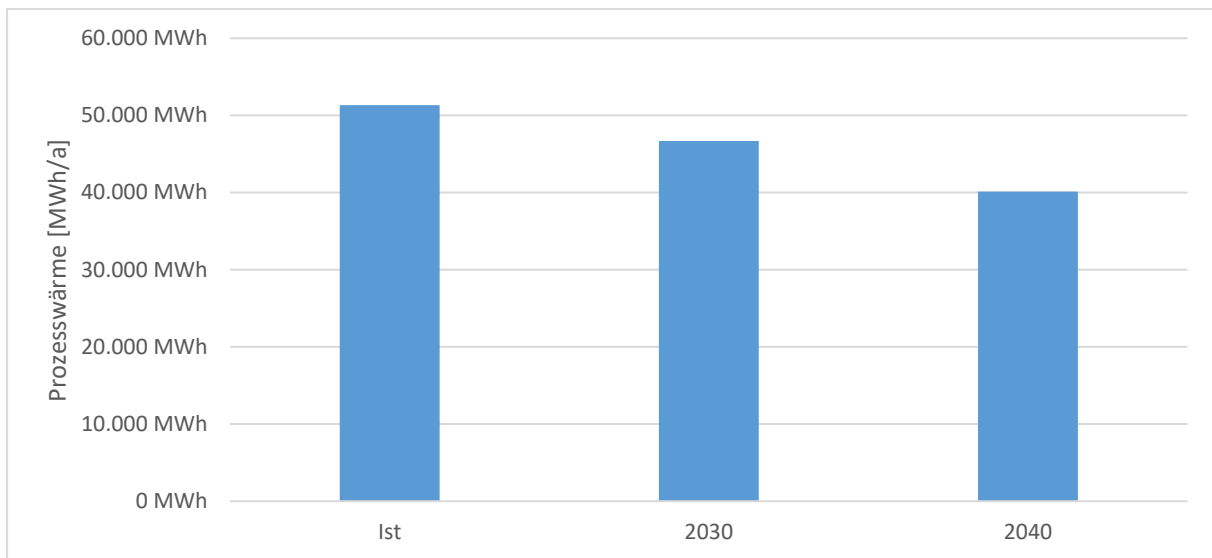


Abbildung 3-3: Entwicklung des theoretisch berechneten Prozesswärmebedarfs in der Stadt Rotenburg (Wümme) bis 2040

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

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

### 3.2 Geothermie

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

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurde das nutzbare oberflächennahe geothermische Potenzial in der Stadt Rotenburg (Wümme) systematisch untersucht. Dabei wurde zwischen den zwei technisch etablierten Systemen unterschieden:

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

Beide Systeme nutzen die im Untergrund gespeicherte Wärme in Kombination mit elektrisch betriebenen Wärmepumpen zur Beheizung von Gebäuden. Die Analyse stützt sich auf die einschlägigen gesetzlichen und technischen Grundlagen, insbesondere das Wasserhaushaltsgesetz (WHG), das Bundesberggesetz (BBergG), die VDI-

Richtlinie 4640 sowie auf raumbezogene Geodaten zur Geologie, Nutzungseinschränkungen und Standorteignung.

### 3.2.1 Erdwärmesonden

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

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

### 3.2.2 Erdwärmekollektoren

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

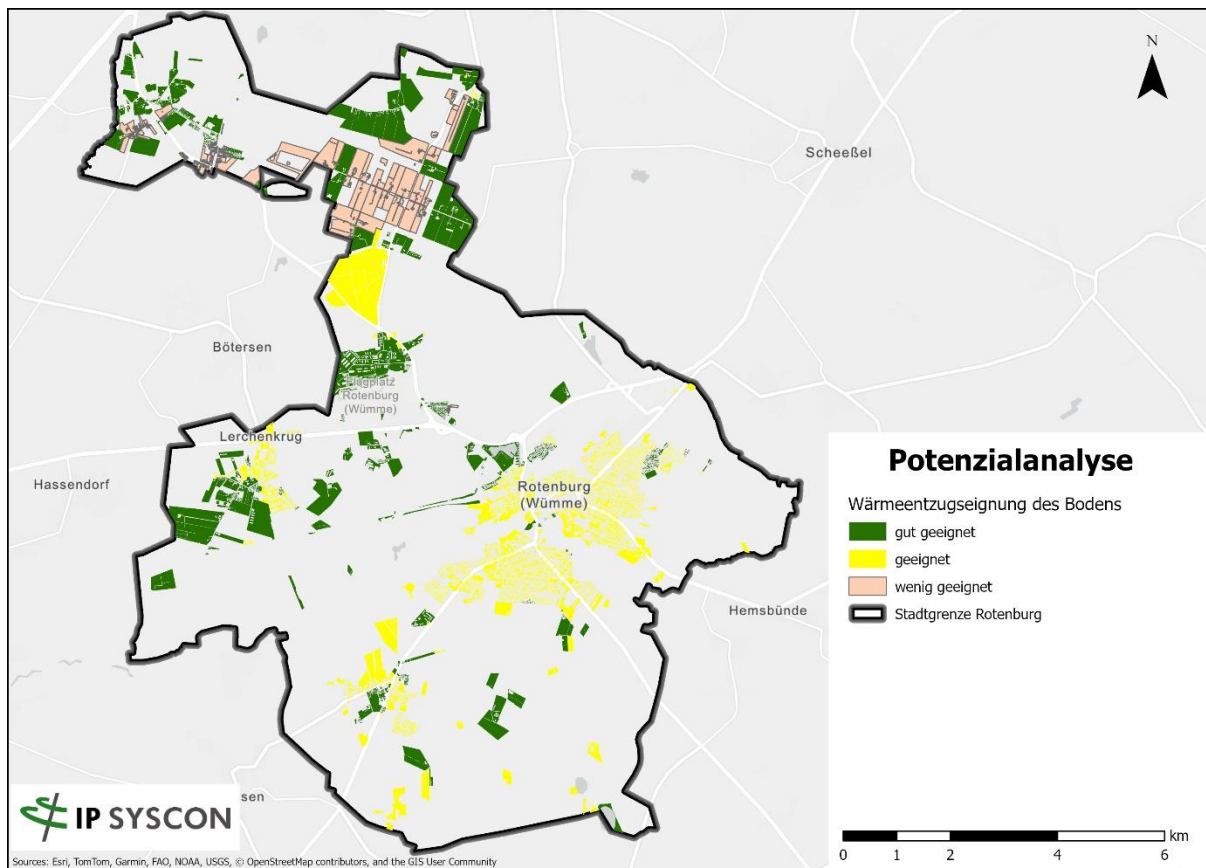


Abbildung 3-4 Spezifische Wärmeentzugsleistung für Erdkollektoren (Betriebsdauer 1.800 h/a) (NIBIS® Karten-server, 2024)

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

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

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

## Berechnungsansatz

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

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

Die potenziellen Wärmemengen wurden sowohl für Erdwärmesonden als auch für Erdwärmekollektoren rechnerisch bestimmt. Damit liegt eine differenzierte Bewertung des technisch nutzbaren geothermischen Potenzials für die Stadt Rotenburg (Wümme) 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 Rotenburg (Wümme) 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 Betreuung 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...)

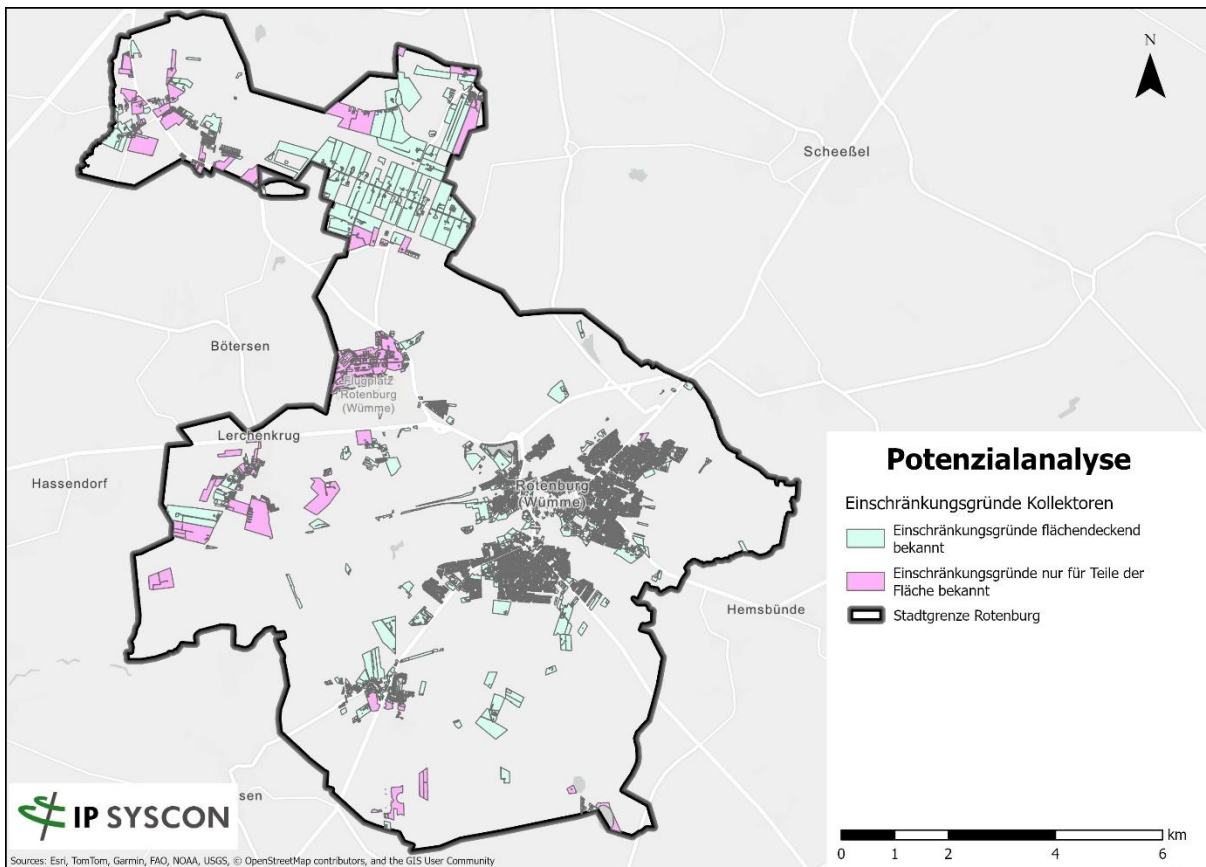


Abbildung 3-5: Einschränkungsründe für Erdkollektoren im Stadtgebiet auf Freiflächen (Eigene Berechnung und Darstellung auf Basis des NIBIS® Kartenserver (2024) nach VDI 4640)

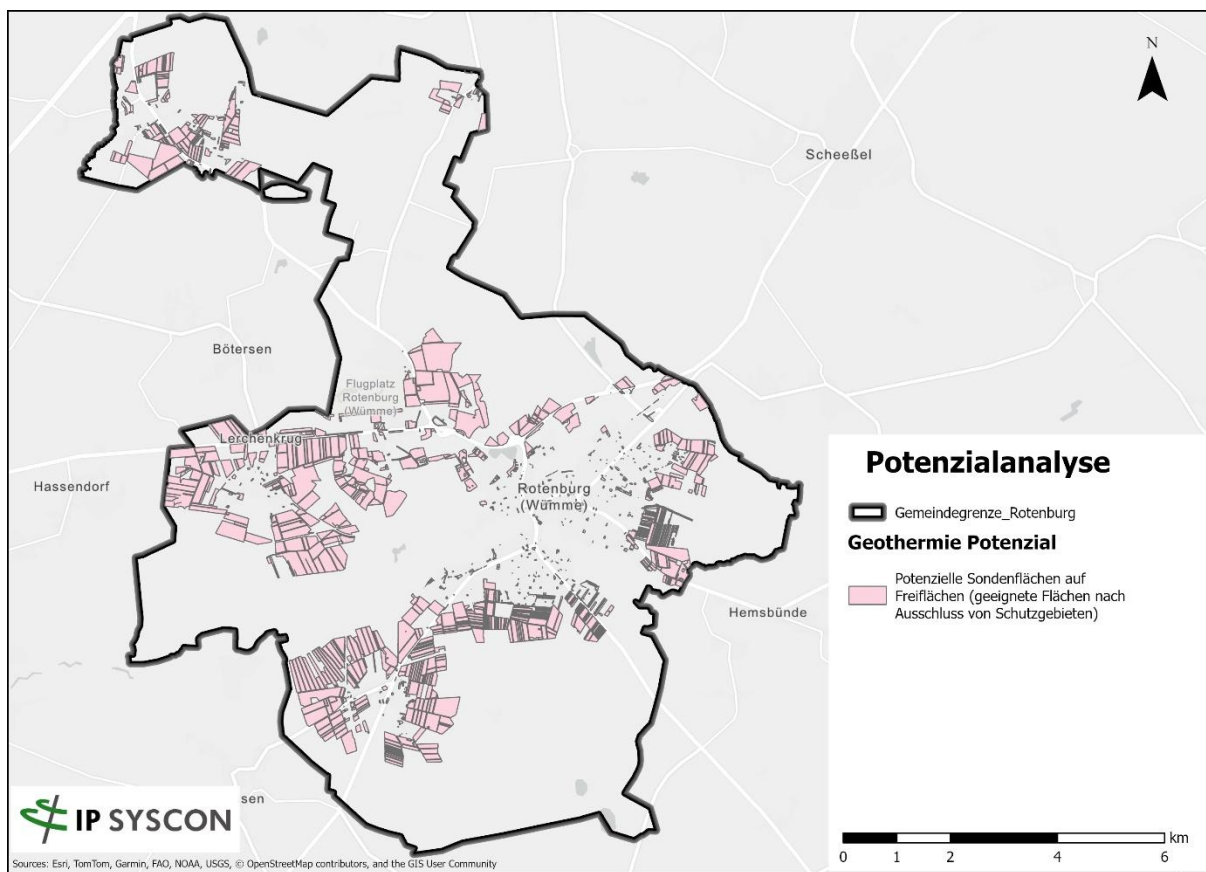


Abbildung 3-6: Eignungsflächen für Sonden im Stadtgebiet auf Freiflächen (Eigene Berechnung und Darstellung auf Basis des NIBIS® Kartenserver (2024) nach VDI 4640)

## Ergebnis – Jährliches Potenzial aus Erdwärmesonden in der Stadt Rotenburg (Wümme)

Tabelle 3-3 zeigt das Ergebnis der oberflächennahen Geothermiepotenzialanalyse mit Erdwärmesonden für die Stadt Rotenburg (Wümme) und stellt den potenziellen Energieertrag in GWh und Jahr, ohne Einbezug von Flächenkonkurrenz zwischen Kollektoren und Sonden, dar.

*Tabelle 3-3: Jährliches technisches Potenzial aus Erdwärmesonden in der Stadt Rotenburg (Wümme) (Quelle: IP SYSCON GmbH)*

Eignungskategorien	Energieertrag Wärme in GWh/a (1.800 h/a)	Energieertrag Wärme in GWh/a (2.400 h/a)
<b>Oberflächennahe Geothermie Gebäudenah (Sonden)</b>	800	890
<b>Oberflächennahe Geothermie Freiflächen (Sonden)</b>	5.970	6.630

## Ergebnis – Jährliches Potenzial aus Erdwärmekollektoren in der Stadt Rotenburg (Wümme)

Tabelle 3-4 zeigt das Ergebnis der oberflächennahen Geothermiepotenzialanalyse mit Erdwärmekollektoren für die Stadt Rotenburg (Wümme) und stellt den potenziellen Energieertrag in GWh und Jahr dar.

Tabelle 3-4: Flächeneignung und jährliches Potenzial aus Erdwärmekollektoren in der Stadt Rotenburg (Wümme)  
(Quelle: IP SYSCON GmbH)

Eignungskategorien	Energieertrag Wärme in GWh/a (1.800 h/a)	Energieertrag Wärme in GWh/a (2.400 h/a)
<b>Oberflächennahe Geothermie Gebäudenah (Kollektoren)</b>	200	270
<b>Oberflächennahe Geothermie Freiflächen (Kollektoren)</b>	1.120	1.500

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 → 164 GWh/a
  - Geothermisches Kollektorpotenzial auf Flurstücken mit beheiztem Gebäude → 122 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 73 % der Gebäude vollständig durch Erdwärmekollektoren und etwa 66 % der Gebäude durch Erdwärmesonden versorgt werden könnten. Für die praktische Wärmeplanung bedeutet dies, dass die Geothermie eine zentrale Rolle in der langfristigen Transformation der Wärmeversorgung einnehmen kann.

### Fazit

Die Analyse zeigt, dass Freiflächenpotenziale für die Nutzung oberflächennaher Geothermie in der Stadt großflächig nutzbar sind. Deutlich relevanter werden vrsll. 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.

### 3.3 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 die Stadt Rotenburg (Wümme) werden zwei BHKW Anlagen der Stadtwerke in der Lindenstraße, sowie die Anlage der Xella Deutschland GmbH aufgelistet.

Im zweiten Schritt wurde eine Unternehmensabfrage vorbereitet und gemeinsam mit der Stadt durchgeführt, um ansässige Gewerbe- und Industrieunternehmen mit relevantem Abwärmepotenzial zu identifizieren. Insgesamt gingen sechs Rückmeldungen ein. Dabei zeigte sich, dass vor Ort – abgesehen vom Abwärmepotenzial der Biogasanlagen – keine Industrieunternehmen oder Gewerbebetriebe mit relevanten, unvermeidbaren Abwärmequellen vorhanden sind. Die drei Unternehmen, die an der Umfrage teilgenommen haben, können Abwärme entweder nur saisonal bereitstellen oder planen eine Umstellung ihrer Prozesse, sodass eine langfristig gesicherte Abwärmeabgabe nicht gewährleistet ist.

Insgesamt konnte somit festgestellt werden, dass in der Stadt Rotenburg (Wümme) keine nutzbaren Abwärmepotenziale aus industriellen oder gewerblichen Prozessen bestehen (ausgenommen die Nutzung von Abwärme aus BHKW-Anlagen). Folglich sind weder räumliche Verortungen noch weiterführende Analysen oder Szenarien zur Nutzung industrieller Abwärme erforderlich.

### 3.4 Abwärmepotenzial aus kommunalen Kläranlagen

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

Die Berechnung des potenziell nutzbaren 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 ( $\Delta T = 4 \text{ K}$  (Kelvin)) 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 Kläranlage in am Stadtrand von Rotenburg (Wümme) (Zur Kumpwisch) ergibt sich daraus ein technisch verfügbares Wärmeangebot von rund 5.370 MWh (38.700 angeschlossenen Einwohnende) pro Jahr. Dieses Potenzial steht insbesondere im Bereich hinter dem Klärwerk zur Verfügung und könnte prinzipiell über Wärmetauscher- und Wärmepumpensysteme in ein lokales Wärmenetz oder zur Versorgung nahegelegener Verbraucher integriert werden.

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

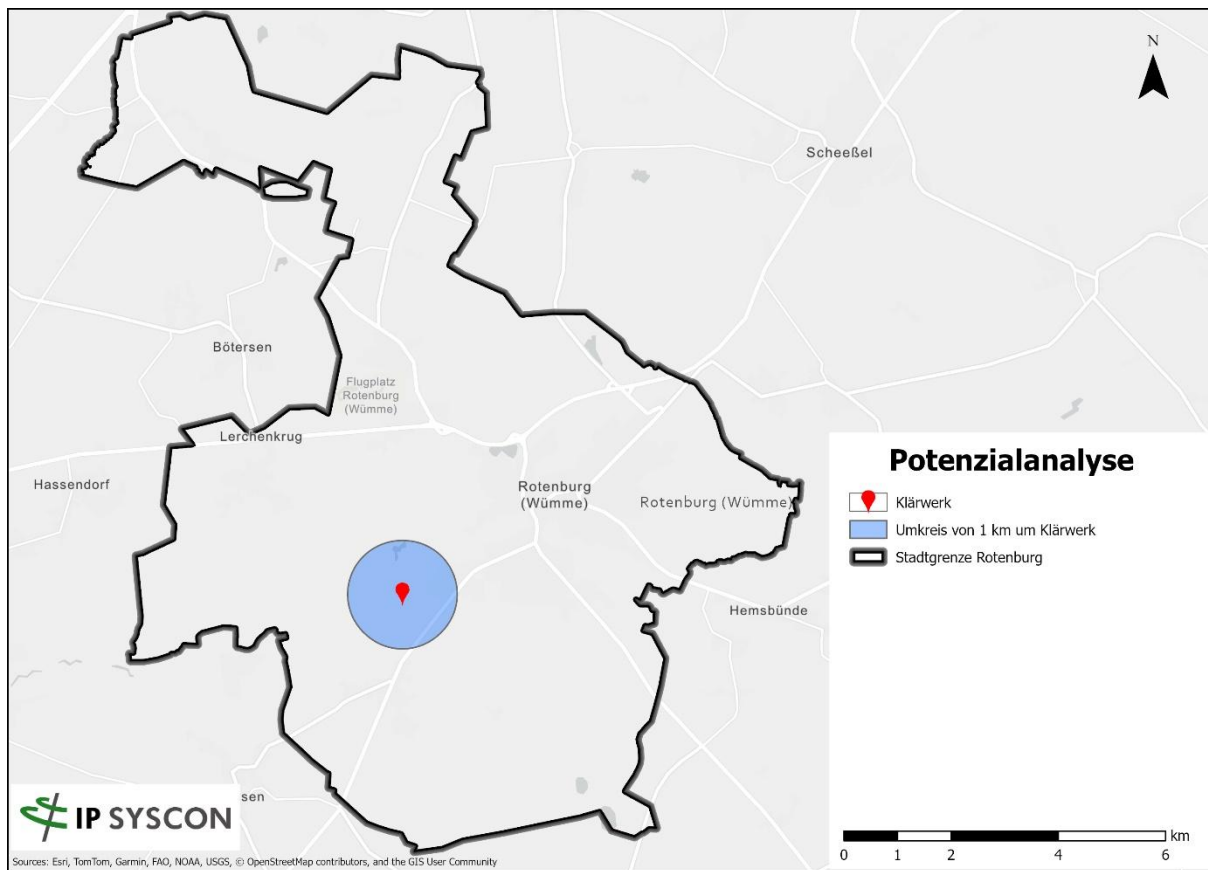


Abbildung 3-7: Lage der Kläranlagen im Stadtgebiet (Eingezeichnet mit Umgebungsradius von 1 km)

### 3.5 Umweltwärme aus Oberflächengewässern

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

Als hydrologische Bezugsgröße diente der mittlere Wasserabfluss (MQ). Um ökologische Auswirkungen auf das Gewässerökosystem zu vermeiden, wurde die maximal zulässige Wasserentnahme auf 15 % des MQ begrenzt. Zur Berechnung der technisch nutzbaren Wärmemenge wurde zudem eine Temperaturspreizung von 2 K im konservativem und 5 K im optimistischen Szenarien, zwischen Entnahme- und Rückgabetemperatur angesetzt. Diese Begrenzung dient dem Schutz der aquatischen Lebensräume und stellt eine gängige ökologische Vorgabe dar.

Aufgrund der saisonalen Schwankungen der Wassertemperaturen wurde für die Ertragsberechnung von einem Wert von 6.570 Volllaststunden pro Jahr ausgegangen. Die potenzielle thermische Leistung wurde auf dieser Basis flächenbezogen ermittelt und als technisch erschließbares Potenzial ausgewiesen.

Es ist zu beachten, dass sämtliche Wasserentnahmen und Rückleitungen genehmigungspflichtig sind. Die hier dargestellten Potenziale stellen daher eine technische Machbarkeitsanalyse dar und ersetzen keine wasserrechtliche Prüfung.

In der Stadt Rotenburg (Wümme) wurde die Wümme hinsichtlich ihres technischen Potenzials ausgewertet (vgl. Abbildung 3-8).

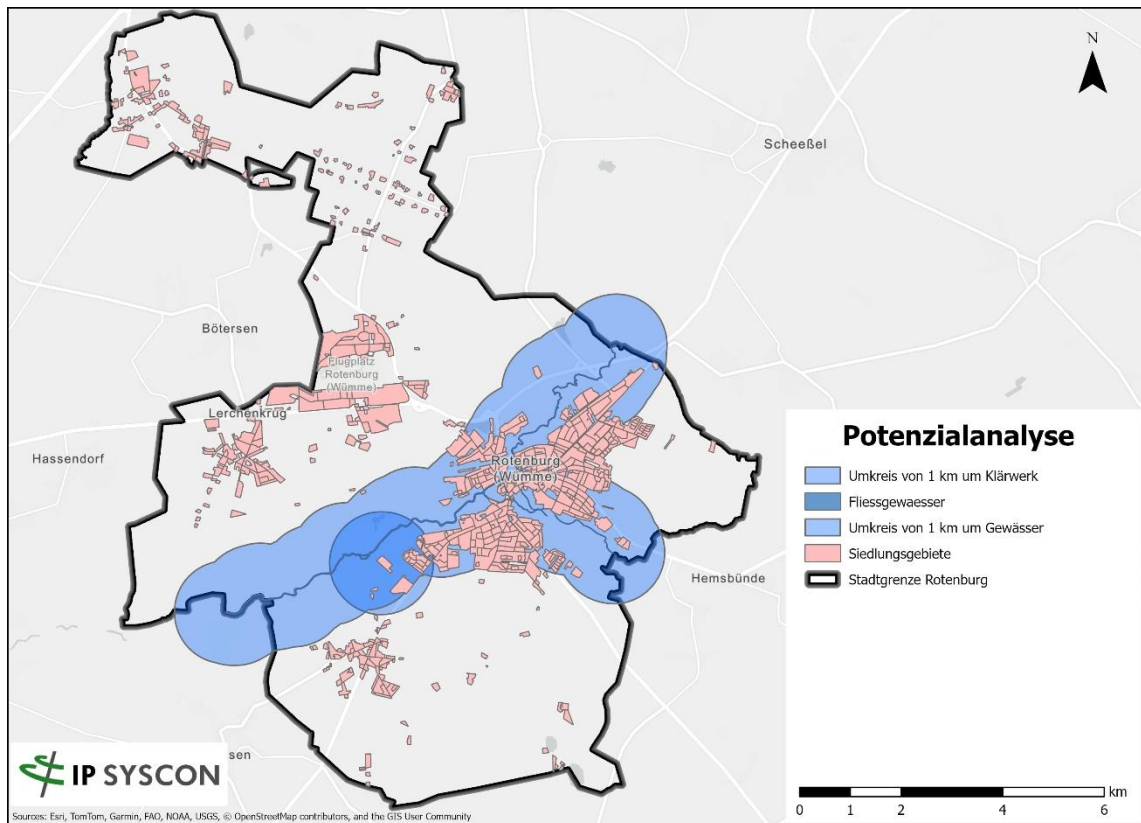


Abbildung 3-8: Lage der Wümme sowie Umkreis von 1 km von dieser (Quelle: IP SYSCON)

## Wümme

Tabelle 3-5: Umweltwärmepotenzial Wümme an der Messstelle TW15 in Rotenburg

Temperaturunterschied Entnahme- und Rückga- betemperatur	<b>Delta T: 2 K</b>	<b>Delta T: 5 K</b>
thermische Gesamtleis- tung (MW) der Wärme- pumpe	2,4	6
Wärmemenge (MWh/a)	15.880	39.700
davon Wärmeentzug Fluss	9.520	23.800

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

### 3.6 Solaranalyse

Auf Grundlage des hochauflösenden digitale Oberflächenmodells (DOM) ist flächendeckend für jedes Gebäude und für geeignete Freiflächen für die Stadt Rotenburg (Wümme) 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 CO<sub>2</sub>-Einsparung und die mögliche zu installierende kW-Leistung errechnet. Aspekte wie die Statik des Gebäudes oder die Flächenkonkurrenz zwischen Solarthermie und Photovoltaik werden an dieser Stelle noch nicht berücksichtigt

#### 3.6.1 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/m<sup>2</sup>\*a angesetzt, für die Heizungsunterstützung mindestens 165 kWh/m<sup>2</sup> in der Heizperiode (Oktober bis April). Dabei gelten auch Mindestflächengrößen: Schrägdächer müssen mindestens 4 m<sup>2</sup> (Warmwasser) bzw. 8 m<sup>2</sup> (Heizungsunterstützung) aufweisen, während bei Flachdächern mit Aufständerrung eine Fläche von mindestens 12,5 m<sup>2</sup> erforderlich ist. Neben Dachflächen wurden auch geeignete Freiflächen analysiert. Für Freiflächen wurde eine Kombination aus Einstrahlungsdaten und nutzbaren Flurstücken im GIS vorgenommen, um geeignete Flächen für bodengestützte solarthermische Großanlagen zu identifizieren.

Das technisch nutzbare Solarwärmepotenzial der Solarthermie auf Dachflächen in der Heizperiode wurde mit etwa 141 GWh ermittelt. Das Gesamtpotenzial über das gesamte Jahr liegt bei 381 GWh/a.

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

### **Investitions- und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung**

Solarthermieanlagen können typischerweise Amortisationszeiten im Bereich von rund 18 bis 21 Jahren erreichen. Für Einfamilienhäuser werden Investitionskosten im Bereich von ca. 10.000 Euro angenommen<sup>3</sup>.

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

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

---

<sup>3</sup>Solarthermie: Funktion, Kosten & Förderung: Online unter: <https://www.co2online.de/modernisieren-und-bauen/solarthermie/> Stand Oktober 2025

Strombereitstellung für elektrisch betriebene Heizsysteme, Batteriespeicher oder andere Anwendungen.

### Freiflächen

Für die Auswahl geeigneter Flächen im Rahmen der Freiflächenanalyse für Solarthermieanlagen wurden die von der Stadt ausgewiesenen Positivfreiflächen verwendet (Abbildung 3-9). Das technisch nutzbare Solarwärmepotenzial der Solarthermie auf Freiflächen in der Heizperiode wurde mit etwa 44 GWh ermittelt

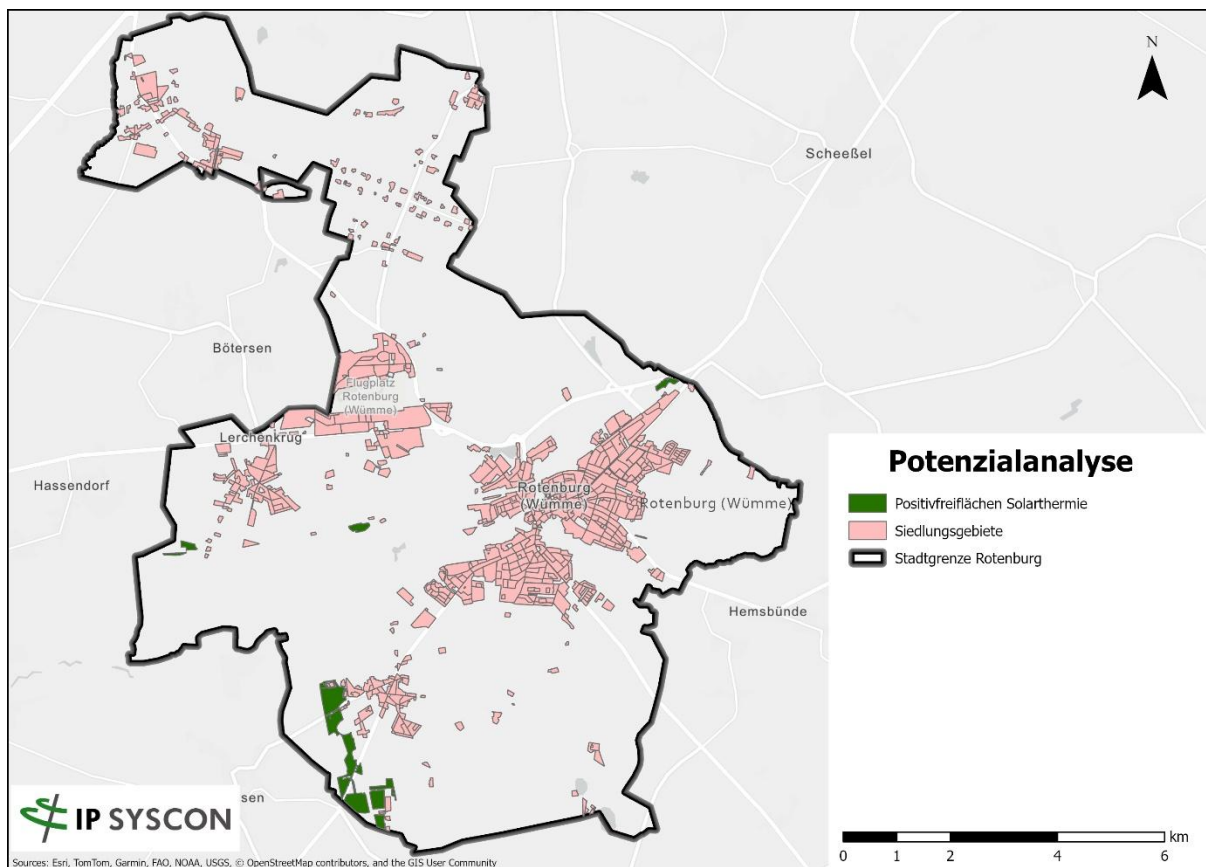


Abbildung 3-9: Positivfreiflächen für die Berechnung des Solarthermie Potentials auf Freiflächen

### Fazit

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

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass die Solarthermie sowohl auf Frei- als auch auf Dachflächen ein beträchtliches technisches Potenzial zur Reduktion des fossilen

Wärmeverbrauchs bietet. In der praktischen Umsetzung ist jedoch davon auszugehen, dass die realisierbaren Anteile deutlich geringer ausfallen, da konkurrierende Nutzungen, technische Randbedingungen, saisonale Verfügbarkeit und wirtschaftliche Aspekte die tatsächliche Ausschöpfung einschränken.

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

### 3.7 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 Rotenburg (Wümme) mit der Bezeichnung Ackerland, Grünland und Wald selektiert. Flächen innerhalb von Schutzgebieten wurden von der Analyse ausgeschlossen.

##### **Hinweis: Nutzung der Geodaten**

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

#### 3.7.1 Ermittlung des erschließbaren Holzpotenzials

Aus Waldflächen kann nachhaltig Waldpflegeholz entnommen werden. Daraus können in KWK-Anlagen 1,76 MWh/ha\*a thermische und 1,52 MWh/ha\*a elektrische Energie erzeugt werden. Steht genügend Strom aus anderen Quellen zur Verfügung, kann das Waldpflegeholz auch ausschließlich thermisch verwertet werden, dann kann aus 1 ha 3,4 MWh<sub>therm</sub>/ha Energie gewonnen werden.

#### 3.7.2 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 Nachwachsende-Rohstoff-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.

### 3.7.3 Ermittlung des erschließbaren Potenzials auf Grasland

Auf einem Hektar Graslandland 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.

### **Potenziale der Biomasse unter Berücksichtigung von Naturschutzbelangen**

Die ermittelten Biomassepotenziale werden in das kommunale Wärmeplanungskonzept integriert. Sie dienen als Grundlage zur Abschätzung von verfügbaren erneuerbaren Energiequellen in der Region und unterstützen die Planung geeigneter KWK-Anlagen und Biogasanlagen. Die Berücksichtigung von Schutzgebieten stellt sicher, dass ökologische Anforderungen mit der energetischen Nutzung in Einklang gebracht werden. Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden Landschaftsschutzgebiete, FFH-Gebiete und Naturschutzgebiete aus der Bewertung ausgeschlossen. Wasserschutzgebiete sowie Flächen im Naturparkgebiet wurden hingegen einbezogen, da hier keine unmittelbaren konkurrierenden Flächennutzungen bestehen und keine erheblichen Nutzungseinschränkungen für eine energetische Biomassenutzung erwartet werden.

## Ermittlung des technischen Potenzials aus der Abfallwirtschaft

Für die Abschätzung des thermischen Nutzungspotenzials wurden die im Untersuchungsgebiet anfallenden Abfallströme nach Abfallarten aus der Abfallbilanz des Landkreises Rotenburg (Wümme) differenziert betrachtet. Grundlage bildete eine Aufteilung in die folgenden, abwärmererelevanten 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 Literaturwerten<sup>4</sup>. Die jährlich anfallenden Abfallmengen wurden mit diesen Heizwerten multipliziert, sodass sich die potenziell nutzbare Energiemenge je Abfallfraktion ergibt.

Unter der Annahme, dass 12 %<sup>5</sup> 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 betrachteten 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.

## Fazit zum Gesamtpotential der Biomasse

Als Gesamtpotenzial aller Flächen werden ca. 12,4 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

---

<sup>4</sup> Heizwerte nach Abfallart: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-06-26\\_texte\\_51-2018\\_energieerzeugung-abfaelle.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-06-26_texte_51-2018_energieerzeugung-abfaelle.pdf)

<sup>5</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertungsquoten-der-wichtigsten-abfallarten>

ausschließlicher Wärmeerzeugung, entsprechend höher (ca. 24 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.

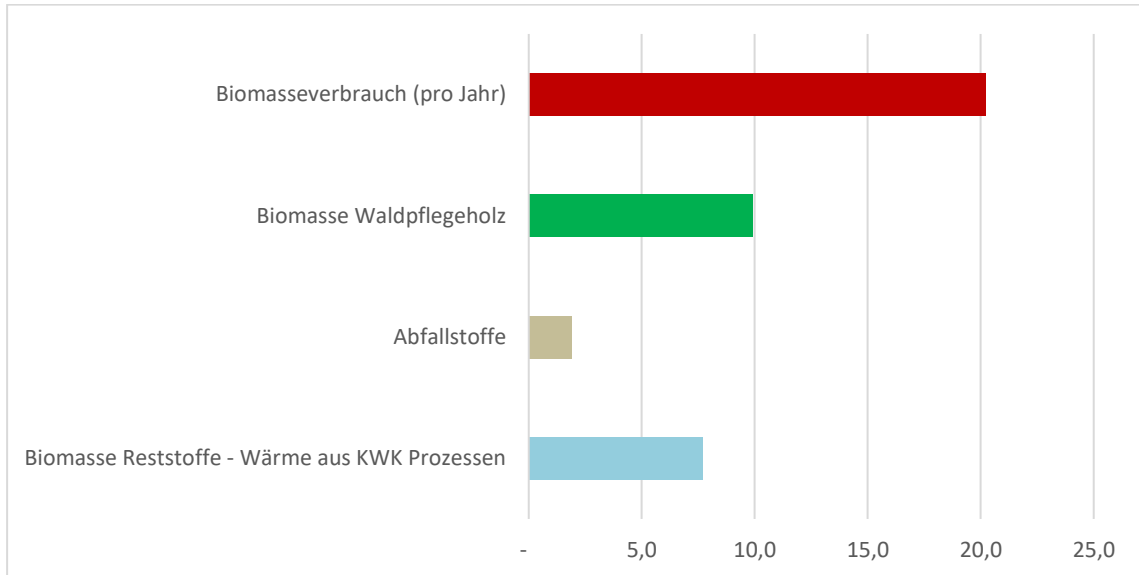


Abbildung 3-10: Biomassepotenziale für Reststoffe und Waldpflegeholz , sowie der aktuelle Verbrauch in der Stadt (Quelle: IP SYSCON)

### 3.8 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.

Zusätzlich wurden Flachdächer in die Analyse einbezogen. Hierbei wurde definiert, dass nur Dächer mit einer maximalen Dachneigung von 7 % und einer Mindestfläche von 4 m<sup>2</sup> als Potenzialflächen ausgewiesen werden. Diese Kriterien stellen sicher, dass die Wärmepumpen technisch sinnvoll aufgestellt und betrieben werden können. Flachdächer bieten insbesondere in dicht bebauten Bereichen oder dort, wo Flächen im direkten Gebäudeumfeld fehlen, eine wichtige Ergänzung.

Die ausgewiesenen Potenziale (vgl. Abbildung 3-11) sind als theoretische Potenziale zu verstehen. Sie geben an, wo unter technischen und planerischen Gesichtspunkten die Installation von Luftwärmepumpen (>1 m) grundsätzlich möglich wäre.

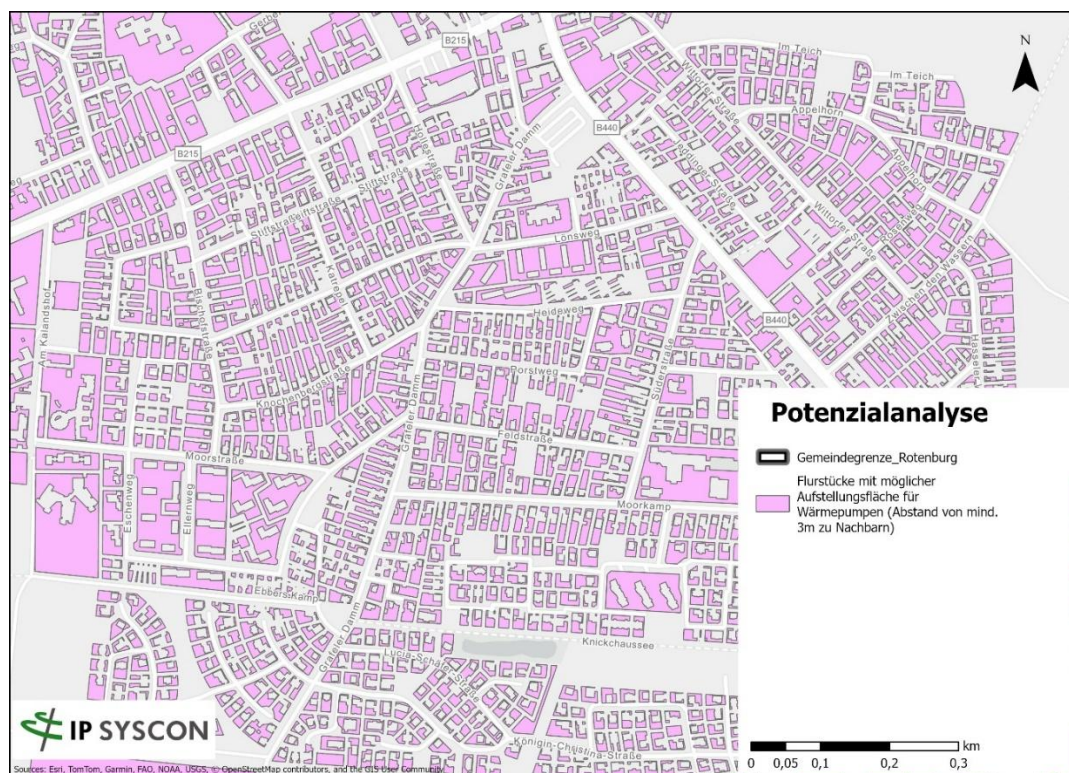


Abbildung 3-11: Theoretisch geeignete Grundstücke für Luftwärmepumpen mit ausreichendem Abstand zu Nachbargrundstücken (Quelle: IP SYSCON)

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

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

### 3.9 Fazit der Potenzialanalyse

Die Ergebnisse der Potenzialanalyse zeigt, dass in der Stadt Rotenburg (Wümme) 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 punktuell eine sinnvolle Ergänzung darstellen, insbesondere in siedlungsnahen Bereichen mit dichter Bebauung. Der Fluss Wümme weist ein erhebliches thermisches Potenzial auf und verläuft 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 Rotenburg (Wümme) 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.

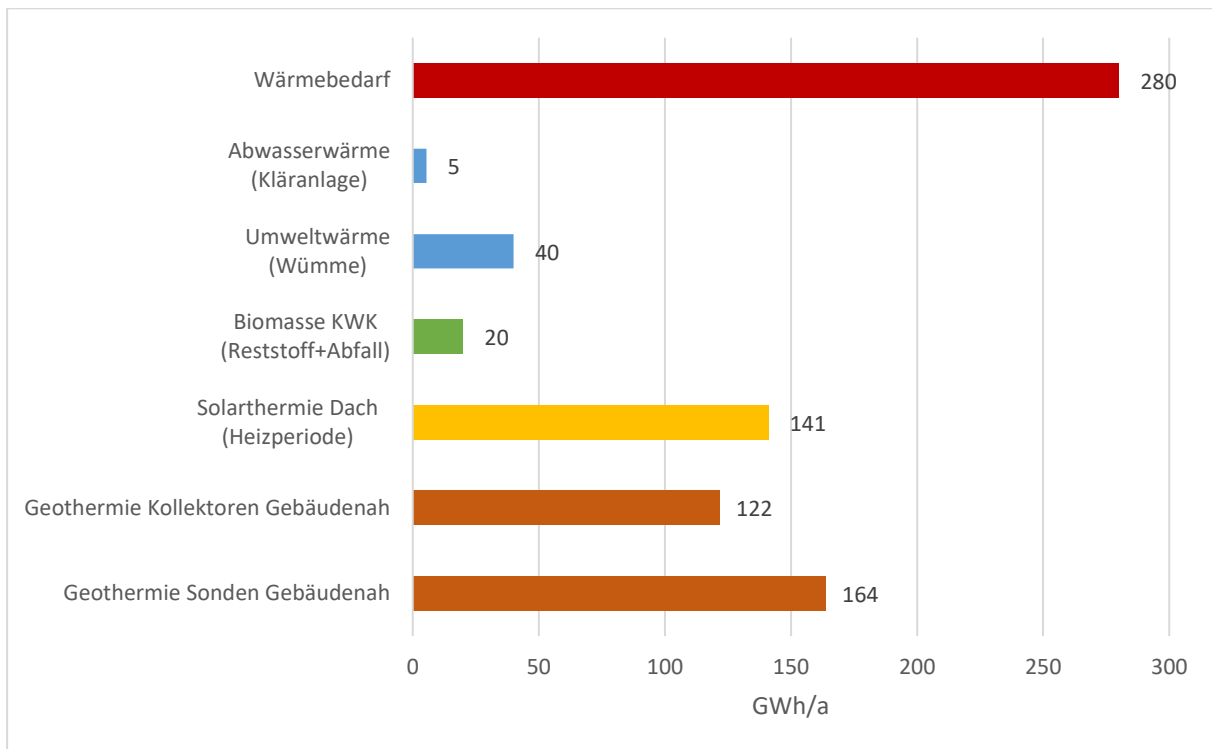


Abbildung 3-12: Zusammenfassung der absoluten technischen Nachfrage-Potenzialen in GWh/a (Solarpotenziale werden auf die Heizperiode bezogen). (Quelle: IP SYSCON)

## 4 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 Rotenburg (Wümme) gerecht wird. Durch die Betrachtung unterschiedlicher Szenarien kann eine optimale Lösung identifiziert und konkrete Maßnahmen für die Umsetzung abgeleitet werden.

### 4.1 Entwicklung des Wärmebedarfs im Zielszenario

Ein wichtiger Teil des Zielszenarios stellt die Prognose des Wärmebedarfs der Stadt Rotenburg (Wümme) im Zieljahr 2040 dar. Für diese Abschätzung wurden die verschiedenen Sanierungsraten gemeinsam mit der Stadt Rotenburg (Wümme), der Politik und relevanten Akteur:innen im Rahmen von Workshops betrachtet und ihre Realisierbarkeit bewertet. Abschließend wurde eine Sanierungsrate von 1 % festgelegt, welche für die Berechnung des Zielszenarios fortan verwendet wurde. Auf Basis dieser Fortschreibung des Wärmebedarfs wurde eine Reduktion des Wärmebedarfs um rund 4,5 % bis zum Zieljahr 2040 ermittelt. Abbildung 4-1 zeigt diese prognostizierte Entwicklung des Gesamt-Wärmebedarfs für die Stadt Rotenburg (Wümme).

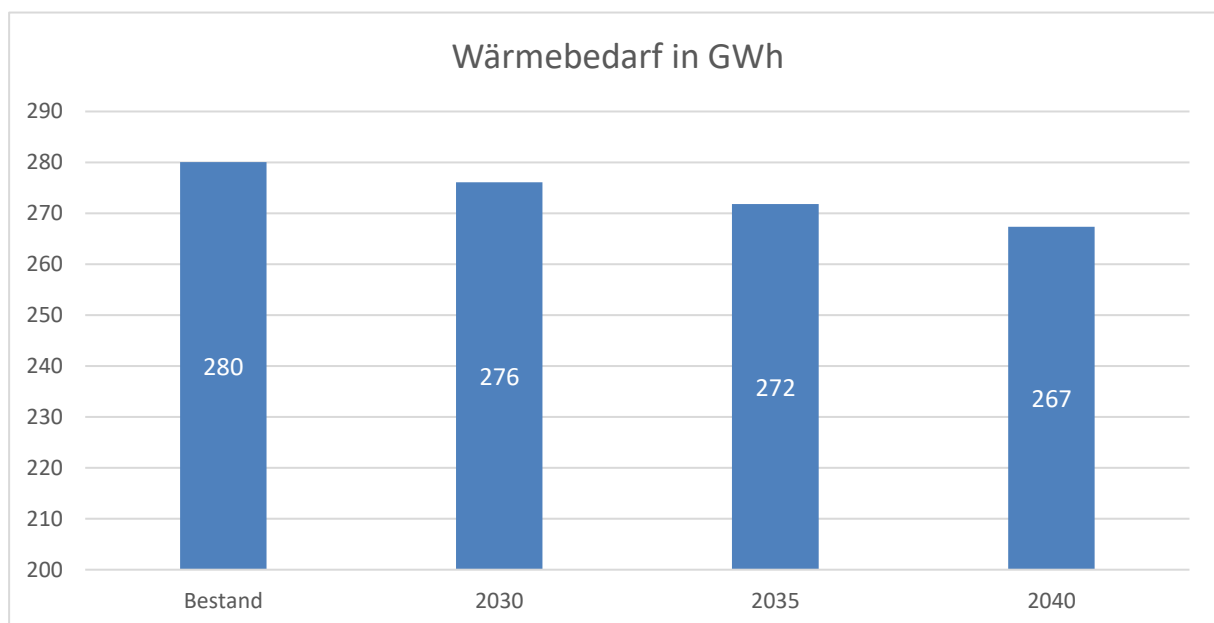


Abbildung 4-1: Entwicklung Wärmebedarf bei Sanierungsrate 1 %

Bis zum Zieljahr 2040 wird ein Rückgang des Gesamt-Wärmebedarfs von 280 GWh auf jährlich etwa 267 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.

Die räumliche Verteilung der Wärmebedarfe im Zieljahr zeigt die folgende Abbildung 4-2.

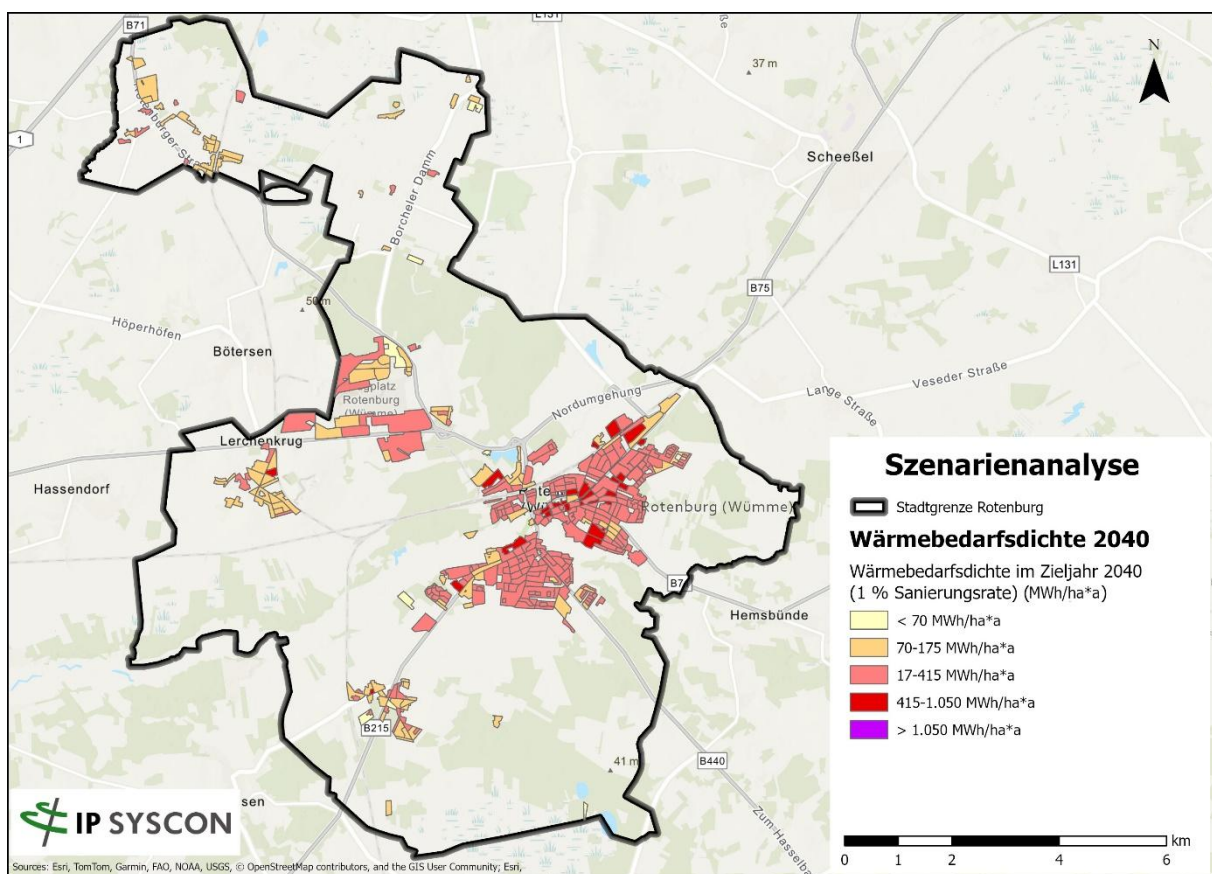


Abbildung 4-2: Wärmebedarf im Zieljahr 2040 bei Sanierungsrate 1 %

Abbildung 4-3 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 Wärme-kennwerte unter 75 kWh je m<sup>2</sup> Nutzfläche werden vor allem in Gebieten mit hohen Anteilen an Wohnnutzung erreicht. Baublöcke mit hohen Anteilen an Nichtwohngebäuden erreichen häufig mittlere Wärmebedarfe zwischen 75 und 120 kWh je m<sup>2</sup> Nutzfläche.

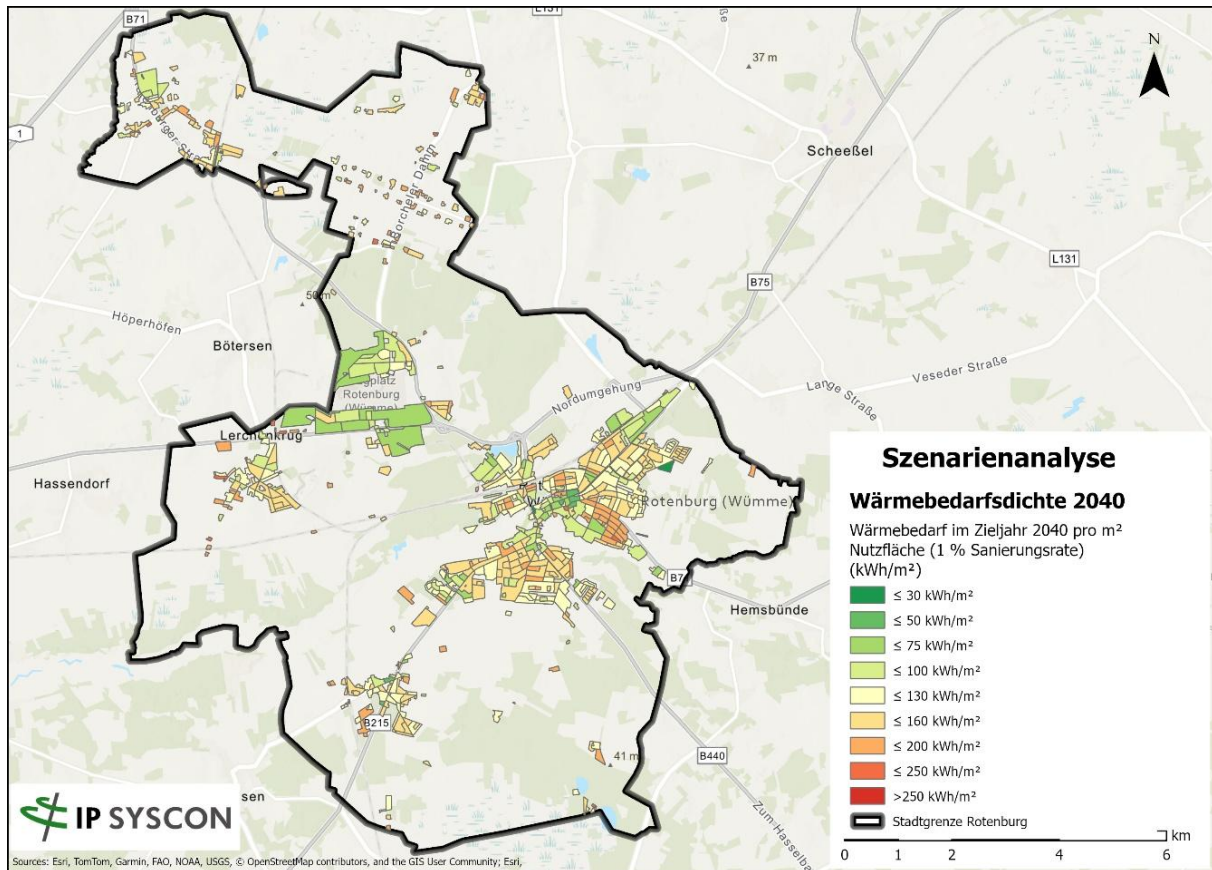


Abbildung 4-3: Wärmebedarf im Zieljahr 2040 je m<sup>2</sup> Nutzfläche

Die Ergebnisse der Jahre 2030, 2035 und 2040 einschließlich der ermittelten Bedarfs-werte für jeden Baublock können der interaktiven Wärmekarte auf <https://waermekataster-rotenburg-wuemme.ipsyscon.de> entnommen werden.

## 4.2 Wärmelinien-dichte

Die Wärmeabnahme pro Jahr und Meter Straßenlänge reduziert sich durch die Effizienzsteigerung infolge von Gebäudesanierungen. Die zeitliche Entwicklung der Wärmelinien-dichte 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 1 % sind in Abbildung 4.4 dargestellt.

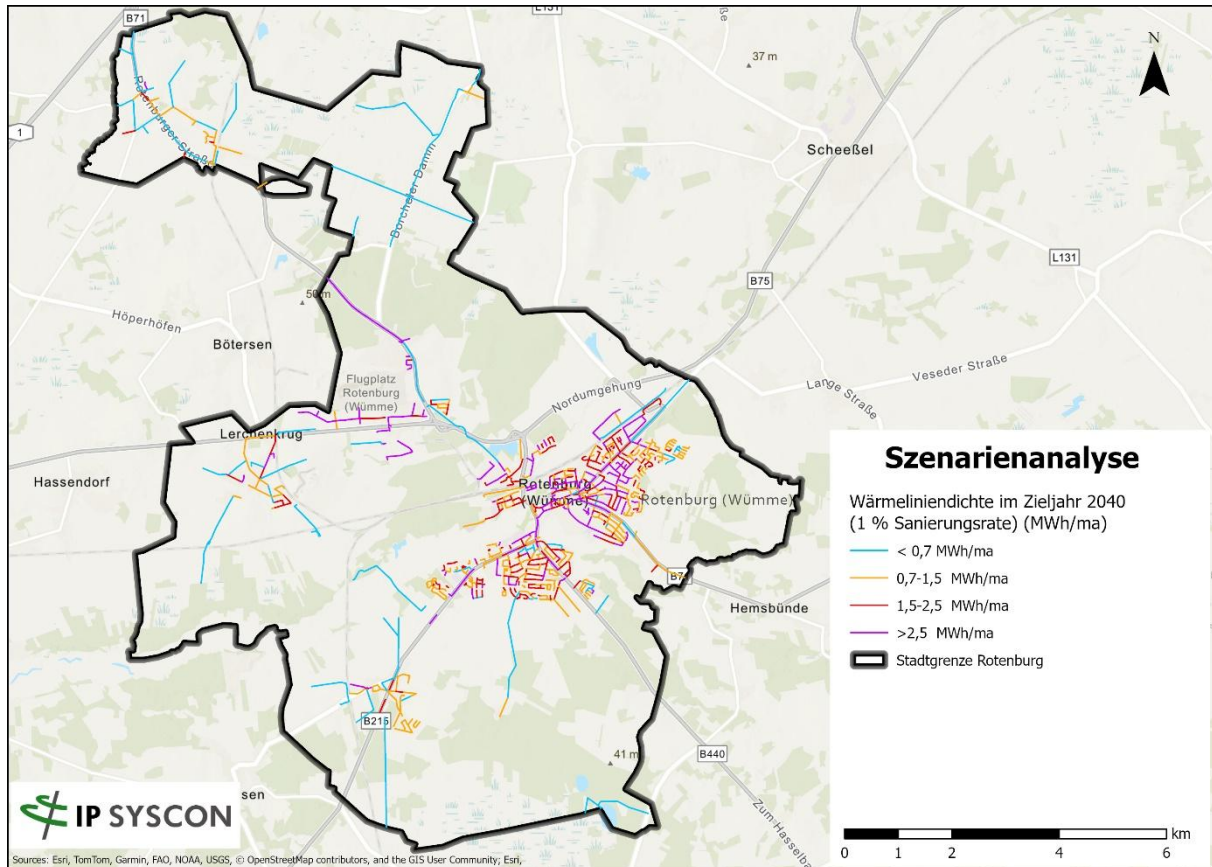


Abbildung 4-4: Wärmelinienindichte im Zieljahr 2040 bei 1 % Sanierungsrate

Im Bestandsjahr weisen vor allem die Kernbereiche von Rotenburg (Wümme) entlang der Großen Straße und der Lindenstraße hohe Wärmelinienindichten auf. Hier befindet sich neben dichter Bebauung mit gewerblich genutzten Flächen auch das Diakonieklinikum. Zum Stadtrand hin, nimmt nicht nur die Bebauungs-, sondern damit einhergehend auch die Wärmelinienindichte ab. Dieses Bild verstärkt sich über die Jahre bis zum Zieljahr 2040, wie aus Abbildung 4-4 hervorgeht.

### 4.3 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 Dichte von weniger als 2.500 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 ( $17 \text{ Gebäude} * 0,7 = 24,3 \text{ Gebäude}$  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.

Innerhalb dieser Gebiete lässt sich dann auf Basis des Graphenmodells fundiert entscheiden, welche Straßenabschnitte für die Wärmeversorgung genutzt und welche Gebäude realistisch angeschlossen werden können. Eine abschließende Machbarkeitsprüfung sollte jedoch stets im Rahmen einer projektbezogenen Detailuntersuchung erfolgen.

Tabelle 4-1: Verwendete Daten für die Ermittlung der Wärmenetzeignung

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

## 4.4 Entwicklung der Wärmeversorgung / Heizsysteme

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

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

Tabelle 4-2: 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 30,4 Ct/kWh Biomasse Hackschnitzel 33,71 Ct/kWh Biomasse Pellets 40,74 Ct/kWh
Preis Wasserstoff	120 Ct/kWh
Preis Biogas	69 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 in folgenden Varianten berechnet:

- Wärmenetze konventionell – Verteilungsnetze
- Wärmenetze Niedertemperatur
- Wärmenetze Kalte Nahwärme

Ein Niedertemperatur-Wärmenetz 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).

Kalte Nahwärmenetze hingegen werden mit Netztemperaturen von 15 – 25 °C betrieben, wodurch weitere Energiequellen wie Abwärme aus Klimaanlage direkt genutzt werden können. Auf der Abnehmerseite ist in einem kalten Nahwärmenetz jedoch eine Wärmepumpe oder ein elektrischer Durchlauferhitzer erforderlich, um höhere Temperaturen bereitzustellen.

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):

*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.

## 4.5 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 Berechnung dieses Transformationspfads wurde die Anzahl der fossilen Heizungen auf die bis zum Zieljahr verbleibenden Jahre verteilt, so dass 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 die Kombination an Entwicklungen sinkt der Ausstoß von Treibhausgasen für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser bis zum Zieljahr 2040 auf null Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent. Diese Entwicklung ist in Abbildung 4-5 dargestellt.

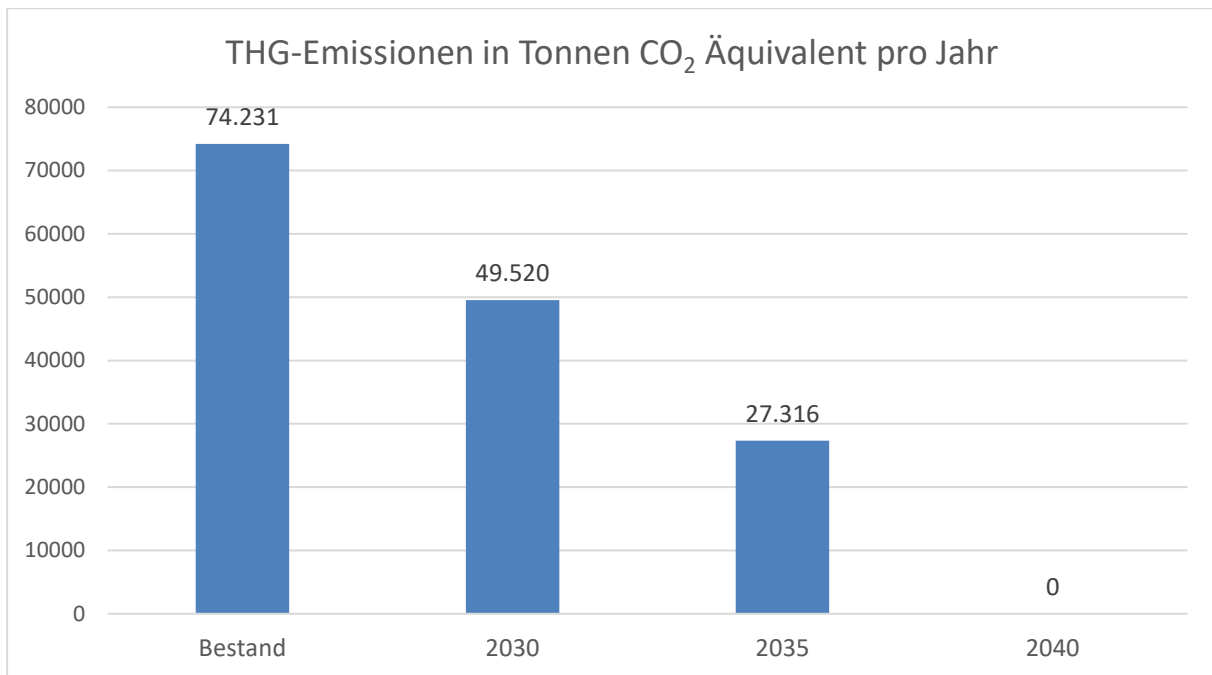


Abbildung 4-5: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen

In Zahlen reduzieren sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen auf Basis der Prognosen von rund 74.231 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 33 % auf 49.250 t. Bis zum Jahr 2035 verringern sich die Emissionen dann um insgesamt 63 % auf 27.316 t.

## 4.6 Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Das Stadtgebiet ist in sogenannte Baublöcke eingeteilt. Die Baublockeinteilung berücksichtigt den Verlauf von Infrastruktur wie Straßen, Bahntrassen und Fließgewässern. Eine Unterteilung erfolgt in zentrale Gebiete, die mehrheitlich über Wärmenetze versorgt werden, und dezentrale Gebiete für eine Einzelversorgung, beispielsweise über Wärmepumpen.

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 demnach nicht aus, dass auch alle Gebäude auch an ein potenzielles Wärmenetz angeschlossen werden können, sondern nur, dass in diesem Gebiet eine Wärmenetzeignung für den Großteil der Gebäude besteht. Eine individuelle, projektbezogene Planung ersetzt die Darstellung nicht.

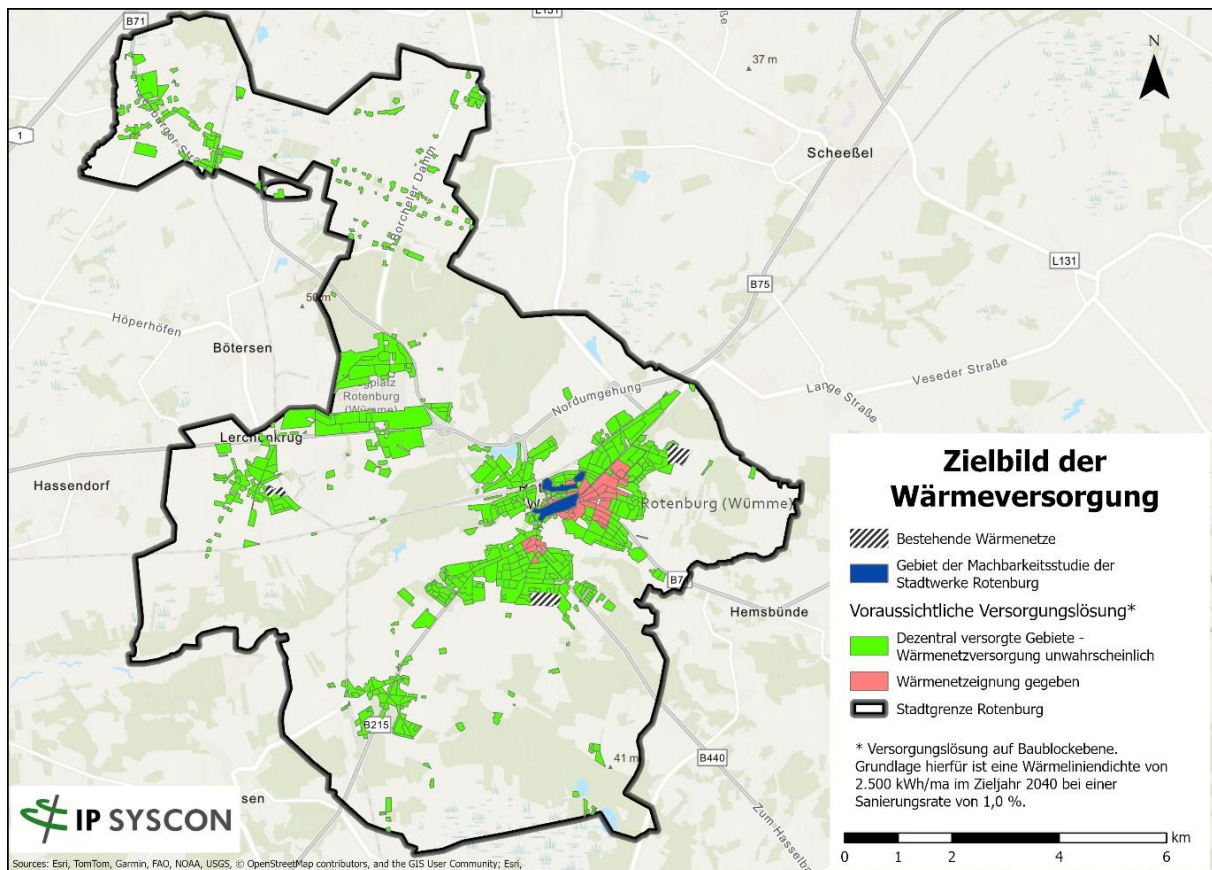


Abbildung 4-6: Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2040 bei 1 % Sanierungsrate

Im Zielszenario sind ausschließlich Baublöcke im Kernbereich von Rotenburg (Wümme) potenziell für Wärmenetze geeignet. Diese Baublöcke weisen eine überwiegend dichte Bebauungsstruktur mit hohem Wärmebedarf und hohen Wärmeliniedichten auf. In diesem Bereich ergibt die Kostensimulation für einen Teil der Gebäude, dass eine Wärmenetzversorgung niedrigere oder vergleichbare Wärmegegestehungskosten verursacht wie dezentrale Wärmelösungen. Für den westlichen Bereich des potenziellen Wärmenetzgebietes haben die Stadtwerke Rotenburg (Wümme) bereits Anträge zur Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) bei der BAFA beantragt. Es wird zudem davon ausgegangen, dass bestehende Wärmenetze auch im Zielszenario weiterhin betrieben werden.

In den restlichen Gebieten in Rotenburg (Wümme) 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 mit 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 Wärmegegestehungskosten. 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.

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.

## 5 Umsetzungsmaßnahmen und Steckbriefe

### 5.1 Umsetzungsmaßnahmen

Gemäß dem Wärmeplanungsgesetz des Bundes (WPG) und dem niedersächsischen Klimaschutzgesetz (NKlimaG) ist eine kommunale Umsetzungsstrategie zu entwickeln. Laut NKlimaG muss diese mindestens fünf Maßnahmen enthalten, mit deren Umsetzung innerhalb der auf die Veröffentlichung des Wärmeplans folgenden fünf Jahren begonnen wird. Auf Grundlage des Zielszenarios und den durchgeführten Beteiligungen wurden neun Umsetzungsmaßnahmen aus den Themenfeldern Organisation, dezentrale Versorgung, Nahwärme sowie Information und Beratung vorgeschlagen.

Tabelle 5-1: Übersicht der Maßnahmen

Nr.	Maßnahme	Zeitraum
1	Aufbau eines Netzwerkes für Akteur:innen und Expert:innen	langfristig (> 10 Jahre)
2	Koordinationsstelle für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung	langfristig (> 10 Jahre)
3	Energetische Sanierung öffentlicher Gebäude	langfristig (> 10 Jahre)
4	Best-Practice-Beispiele dezentraler Wärmelösungen	kurzfristig (< 5 Jahre)
5	Integriertes Quartierskonzept	kurzfristig (< 5 Jahre)
6	Angebot eines Wärmepumpen-Eignungschecks vor Ort	kurzfristig (< 5 Jahre)
7	Machbarkeitsstudie für die Neuerrichtung von Wärmenetzen	kurzfristig (< 5 Jahre)
8	Energieberatungsangebote für Gebäudeeigentümer:innen / kleine und mittelständische Unternehmen (KMU)	kurzfristig (< 5 Jahre)
9	Beteiligung der Wohnungsbaugesellschaft	mittelfristig (5 – 10 Jahre)

Die Maßnahmen der kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Rotenburg (Wümme) zielen darauf ab, die lokale Wärmewende systematisch voranzubringen und sowohl kurzfristig wirksame als auch mittel- und langfristig tragfähige Handlungsansätze zu etablieren.

Ein besonderer Fokus liegt auf der frühzeitigen Einbindung relevanter Akteur:innen aus Verwaltung, Wirtschaft, Wohnungswirtschaft und Zivilgesellschaft. Der Aufbau eines Netzwerks für Akteur:innen und Expert:innen schafft die Grundlage für einen kontinuierlichen Austausch, die Bündelung von Fachwissen sowie eine bessere Verzahnung von Angebot und Nachfrage im Bereich klimaneutraler Wärmeversorgung. Flankierend ist die Einrichtung einer Koordinationsstelle für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung vorgesehen, die als zentrale Schnittstelle fungiert und eine abgestimmte, effiziente Umsetzung der Maßnahmen sicherstellt. Sie übernimmt eine steuernde Rolle, identifiziert Fördermöglichkeiten und bindet relevante Akteur:innen dauerhaft in den Umsetzungsprozess ein.

Zur Entwicklung zukunftsfähiger Versorgungsstrukturen kommt der Analyse unterschiedlicher Wärmeversorgungsoptionen eine zentrale Bedeutung zu. Die Durchführung von Machbarkeitsstudien für die Neuerrichtung von Wärmenetzen ermöglicht es, potenziell geeignete Gebiete in Rotenburg (Wümme) zu identifizieren und fundierte Entscheidungsgrundlagen für langfristige Infrastrukturinvestitionen zu schaffen. Ergänzend dazu werden integrierte Quartierskonzepte erarbeitet, um quartiersbezogen sowohl energetische Sanierungsmaßnahmen als auch effiziente Versorgungslösungen aufeinander abzustimmen. Best-Practice-Beispiele dezentraler Wärmelösungen dienen dabei als praxisnahe Orientierungshilfen und zeigen auf, wie klimaneutrale Lösungen unter vergleichbaren Rahmenbedingungen erfolgreich umgesetzt werden können.

Einen weiteren Schwerpunkt bilden Maßnahmen zur Erhöhung der Sanierungsaktivitäten im Gebäudebestand. Energieberatungsangebote für private Gebäudeeigentümer:innen sowie kleine und mittelständische Unternehmen schaffen Transparenz hinsichtlich technischer Optionen, Wirtschaftlichkeit und Fördermöglichkeiten und unterstützen fundierte Investitionsentscheidungen. Ergänzend wird ein Wärmepumpen-Eignungsscheck vor Ort angeboten, der insbesondere in dezentral geprägten Gebieten von Rotenburg (Wümme) eine realistische Einschätzung der individuellen Umsetzbarkeit klimaneutraler Heizsysteme ermöglicht und bestehende Unsicherheiten abbaut.

Die energetische Sanierung öffentlicher Gebäude ist als eigenständige Maßnahme verankert und leistet einen wichtigen Beitrag zur Reduzierung kommunaler Energieverbräuche. Gleichzeitig übernimmt die Stadt Rotenburg (Wümme) damit eine Vorbildfunktion, indem konkrete Umsetzungsbeispiele geschaffen werden, die auch für private Akteur:innen übertragbar sind. Ergänzend wird die aktive Beteiligung der Wohnungsbaugesellschaft als zentraler Hebel betrachtet, um insbesondere im Mehrfamilienhausbestand größere Sanierungs- und Umsetzungspotenziale zu erschließen und skalierbare Lösungen voranzubringen.

Alle Maßnahmen sollen möglichst engmaschig überwacht und relevante Daten im Optimalfall jährlich erhoben werden (siehe Tabelle 6-1). Nur so können bereits vor einer Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung in fünf Jahren mögliche Chancen und Hindernisse erkannt werden.

## 5.2 Maßnahmen-Steckbriefe

1. Aufbau eines Netzwerkes für Akteur:innen und Expert:innen	
<b>Verantwortlich für die Umsetzung</b>	Stadt Rotenburg (Wümme)
<b>Zielgruppe der Maßnahme</b>	Stadtwerke, Energieberater:innen, Wohnungswirtschaft, Handwerk, Unternehmen, Netzbetreiber, Klimaschutzagentur, Bürgerinitiativen
<p><b>Beschreibung:</b></p> <p>Ziel der Maßnahme ist der dauerhafte Aufbau eines strukturierten Netzwerks aus Akteur:innen und Expert:innen, um den Wissens- und Erfahrungsaustausch zur kommunalen Wärmeplanung zu stärken. Das Netzwerk dient als zentrale Kommunikationsplattform, fördert die Abstimmung zwischen den beteiligten Institutionen und unterstützt die gemeinsame Entwicklung und Umsetzung von Projekten. Dadurch können Synergien identifiziert, Hemmnisse frühzeitig erkannt und Maßnahmen effizienter vorangetrieben werden.</p>	
<p><b>Mögliche Inhalte/Schritte der Maßnahme:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifikation relevanter Akteur:innen entlang der gesamten Wärmeversorgungskette</li> <li>• Aufbau einer regelmäßigen Arbeits- und Austauschstruktur (z. B. halbjährliche Netzwerktreffen)</li> <li>• Festlegung von thematischen Schwerpunkten (z. B. Sanierung, Wärmepumpen, Wärmenetzplanung, Förderung)</li> <li>• Einrichtung eines digitalen Informationsbereichs oder E-Mail-Verteilers für kontinuierlichen Austausch</li> <li>• Organisation und Moderation von regelmäßigen Treffen und Workshops zur Förderung des Austauschs und der Zusammenarbeit in einem Netzwerk</li> <li>• Dokumentation und Bereitstellung von relevanten Informationen, Fachwissen, Projektständen und Best-Practice-Beispielen</li> </ul>	
<b>Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios</b>	Keine direkten THG-Einsparungen; die Maßnahme wirkt indirekt durch Unterstützung von Umsetzungsmaßnahmen.
<b>Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme</b>	kontinuierlich, langfristig (> 10 Jahre)
<b>Kosten</b>	Personalkosten für Aufbau, Organisation und Moderation
<b>Finanzierung/Kostenträger</b>	Stadt Rotenburg (Wümme)
<b>Fördermittel</b>	Aktuell keine spezifischen Förderprogramme; ggf. im Rahmen einzelner Projekte möglich
<b>Nachverfolgung/Controlling</b>	Jährliche Dokumentation der Treffen, Teilnehmenden, Themenschwerpunkte und abgeleiteten Maßnahmen

2. Koordinationsstelle für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung	
<b>Verantwortlich für die Umsetzung</b>	Stadt Rotenburg (Wümme) als planungsverantwortliche Stelle
<b>Zielgruppe der Maßnahme</b>	Alle Akteur:innen und Bürger:innen in der Stadt Rotenburg (Wümme)
<p><b>Beschreibung:</b></p> <p>Ziel der Maßnahme ist die Einrichtung einer zentralen Stelle, welche als Begleiter:in und Koordinator:in für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung fungiert. Diese Stelle soll als Bindeglied zwischen den verschiedenen Akteur:innen dienen und die effiziente und erfolgreiche Umsetzung der Wärmeplanung sicherstellen.</p>	
<p><b>Mögliche Inhalte/Schritte der Maßnahme:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Koordination und Controlling der Umsetzung der Wärmeplanung</li> <li>• Unterstützung bei der Planung und Durchführung von Wärmeprojekten</li> <li>• Beratung und Information der Bürger:innen sowie der ansässigen Unternehmen zu Fragen der Wärmeversorgung</li> <li>• Unterstützung bei der Identifikation und Bewertung geeigneter Wärmequellen und -technologien</li> <li>• Beratung zu Fördermöglichkeiten und Unterstützungsprogramme</li> <li>• Identifikation und Management von Risiken sowie Erarbeitung von Lösungsstrategien bei auftretenden Problemen</li> <li>• Durchführung von Informationskampagnen zur Sensibilisierung der Bevölkerung für die Vorteile einer nachhaltigen Wärmeversorgung</li> <li>• Organisation von Informationsveranstaltungen und Schulungen für verschiedene Zielgruppen</li> <li>• Förderung der Akzeptanz und Unterstützung der kommunalen Wärmeplanung durch transparente Kommunikation und Öffentlichkeitsbeteiligung</li> </ul>	
<b>Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios</b>	Keine direkten THG-Einsparungen; die Maßnahme wirkt indirekt durch Unterstützung von Umsetzungsmaßnahmen.
<b>Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme</b>	langfristig (> 10 Jahre)
<b>Kosten</b>	Personalkosten
<b>Finanzierung/Kostenträger</b>	Stadt Rotenburg (Wümme)
<b>Fördermittel</b>	Aktuell gibt es keine Förderung für diese Maßnahme
<b>Nachverfolgung/Controlling</b>	Jährliche Überprüfung der Umsetzung des Maßnahmenpaketes aus der KWP

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

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

5. Integriertes Quartierskonzept	
<b>Verantwortlich für die Umsetzung</b>	Stadt Rotenburg (Wümme)
<b>Zielgruppe der Maßnahme</b>	Stadt Rotenburg (Wümme)/ Gebäudeeigentümer:innen
<p><b>Beschreibung:</b></p> <p>Ziel der Maßnahme ist die Beauftragung eines integrierten Quartierskonzeptes nach KfW 432. Ein integriertes Quartierskonzept entwickelt Maßnahmen u.a. in den Handlungsfeldern Gebäude und Sanierung, Wärme- und Kälteversorgung, erneuerbare Energien und Abwärme für ein ausgewähltes Quartier. Es zeigt auf, wie ein Quartier energetisch, städtebaulich, sozial und klimatisch zukunftsfähig weiterentwickelt werden kann und welche konkreten Projekte und Investitionen hierfür notwendig sind.</p> <p>Eine Ausschreibung erfolgt durch die Stadt Rotenburg (Wümme).</p>	
<p><b>Mögliche Inhalte/Schritte der Maßnahme:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifizierung eines oder mehrerer geeigneter Gebiete</li> <li>• Einholen eines Richtpreisangebots für die Erstellung eines integrierten Quartierskonzeptes</li> <li>• Erarbeiten eines Förderantrags inkl. Projektskizze und Beantragung einer KfW-Förderung (432) für das Quartierskonzept durch die Stadt Rotenburg (Wümme)</li> <li>• Erstellen eines Leistungsverzeichnisses für die Ausschreibung zur Erstellung eines integrierten Quartierskonzeptes</li> <li>• Ausschreibung und Vergabe der Planungsleistungen durch die Stadt Rotenburg (Wümme)</li> <li>• Koordination der Studienerstellung</li> <li>• Prüfung einer möglichen Sammelbestellung für Wärmepumpen</li> </ul>	
<b>Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios</b>	Eine Auswirkung kann erst aus den im Quartierskonzept erstellten Maßnahmen abgeleitet werden
<b>Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme</b>	kurzfristig (< 5 Jahre)
<b>Kosten</b>	Personalkosten für die Koordination und weitere Kosten in Abhängigkeit vom Umfang der Maßnahmen
<b>Finanzierung/Kostenträger</b>	Stadt Rotenburg (Wümme)
<b>Fördermittel</b>	75 – 90 % Förderung durch KfW 432
<b>Nachverfolgung/Controlling</b>	Dokumentation und Evaluierung der durchgeführten Ausschreibung

6. Angebot eines Wärmepumpen-Eignungschecks vor Ort	
<b>Verantwortlich für die Umsetzung</b>	Stadt Rotenburg (Wümme)
<b>Zielgruppe der Maßnahme</b>	Gebäudeeigentümer:innen
<b>Beschreibung:</b>	
Ziel der Maßnahme ist, ein niedrighschwelliges Angebot zu schaffen, welches Bürger:innen in dezentralen Wärmeversorgungsgebieten in der Stadt Rotenburg (Wümme) helfen soll, die Machbarkeit und Effizienz einer Wärmepumpe für ihr Gebäude zu prüfen. Dabei sollen fachkundige Expert:innen vor Ort kostenlos oder kostengünstig Beratungen durchführen.	
<b>Mögliche Inhalte/Schritte der Maßnahme:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koordination und Ausarbeitung der genauen Beratungsleistung</li> <li>• Aufbau eines Netzwerks mit passenden Energieberater:innen und Fachleuten</li> <li>• Angebot von Vor-Ort-Terminen mit Energieberater:innen oder technischen Fachleuten</li> <li>• Gebäudespezifische Analyse verschiedener Parameter wie Heizlast, Dämmstandard, vorhandene Heiztechnik, Platzverhältnisse</li> <li>• Bewertung der Eignung verschiedener Wärmepumpen-Lösungen</li> <li>• Empfehlung zur Umsetzung inkl. Fördermöglichkeiten und THG-Einsparpotenzial</li> <li>• Verknüpfung mit weiteren Maßnahmen wie Energieberatung möglich</li> </ul>	
<b>Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios</b>	Keine direkten THG-Einsparungen; die Maßnahme wirkt indirekt durch Unterstützung von Umsetzungsmaßnahmen.
<b>Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme</b>	kurzfristig (< 5 Jahre)
<b>Kosten</b>	Personalkosten für die Koordination und ggf. Durchführung
<b>Finanzierung/Kostenträger</b>	Stadt Rotenburg (Wümme)
<b>Fördermittel</b>	Aktuell gibt es keine Förderung für diese Maßnahme
<b>Nachverfolgung/Controlling</b>	Jährliche Dokumentation der Beratungen und, wenn möglich, Nachhalten der erfolgten Heizungsumrüstungen

7. Machbarkeitsstudie für die Neuerrichtung von Wärmenetzen	
<b>Verantwortlich für die Umsetzung</b>	Stadt Rotenburg (Wümme) und/oder Dienstleister
<b>Zielgruppe der Maßnahme</b>	Gebäudeeigentümer:innen in den Wärmenetzgebieten
<p><b>Beschreibung:</b></p> <p>Ziel der Maßnahme ist die Durchführung einer Machbarkeitsstudie, um die Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes in der Stadt Rotenburg (Wümme) zu überprüfen. Die Beauftragung und Durchführung der Studie kann durch die Stadtwerke Rotenburg in Zusammenarbeit mit der Stadt Rotenburg (Wümme) erfolgen. Langfristig soll die Maßnahme zum Bau eines treibhausgasneutral versorgten Wärmenetzes führen und somit zur Treibhausgasreduktion in der Stadt Rotenburg (Wümme) beitragen.</p>	
<p><b>Mögliche Inhalte/Schritte der Maßnahme:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Genaue Eingrenzung des Wärmenetzgebietes</li> <li>• Vorgespräche mit Eigentümer:innen aus dem Untersuchungsbereich</li> <li>• Die Durchführung der Studie erfolgt durch die Stadtwerke Rotenburg in Zusammenarbeit mit der Stadt Rotenburg (Wümme).</li> <li>• Unterstützung in der Durchführung der Machbarkeitsstudie durch die Stadt Rotenburg (Wümme)</li> </ul>	
<b>Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios</b>	Reduktion von THG-Emissionen durch regenerative Wärmenetzversorgung
<b>Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme</b>	kurzfristig (< 5 Jahre)
<b>Kosten</b>	ggf. Kosten für die Durchführung der Studie
<b>Finanzierung/Kostenträger</b>	Stadt Rotenburg (Wümme) oder Wärmenetzprojektierer
<b>Fördermittel</b>	50%ige Förderung des BEW Modul 1 durch das BAFA
<b>Nachverfolgung/Controlling</b>	Überwachung von gesetzten Meilensteinen wie beispielsweise die Beantragung der Förderung beim BAFA, die Zusage der Förderung und die Durchführung der Studie

8. Energieberatungsangebote für Gebäudeeigentümer:innen / kleine und mittelständische Unternehmen (KMU)	
<b>Verantwortlich für die Umsetzung</b>	Stadt Rotenburg (Wümme)
<b>Zielgruppe der Maßnahme</b>	Gebäudeeigentümer:innen und Eigentümergemeinschaften, ortsansässige Unternehmen
<p><b>Beschreibung:</b></p> <p>Ziel der Maßnahme ist es die Gebäudeeigentümer:innen und Eigentümergemeinschaften sowie ortsansässige KMUs in der Stadt Rotenburg (Wümme) 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.</p>	
<p><b>Mögliche Inhalte/Schritte der Maßnahme:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisation von individuellen Beratungen durch qualifizierte Energieberater:innen</li> <li>• Durchführung der Beratungen vor Ort, aber auch telefonisch oder online</li> <li>• Aufklärung über verschiedene Sanierungsmaßnahmen wie Dämmung, Fenster- und Türentausch, Heizungsmodernisierung und Nutzung erneuerbarer Energien</li> <li>• Bewertung der energetischen Ausgangssituation des Gebäudes und Identifikation von Einsparpotenzialen</li> <li>• Empfehlungen zur schrittweisen Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit und Effizienz</li> <li>• Information über verfügbare Förderprogramme auf kommunaler, regionaler und nationaler Ebene; Beratung zu Finanzierungsmöglichkeiten und zinsgünstigen Krediten für energetische Sanierungsmaßnahmen</li> <li>• Erstellung und Verbreitung von Informationsmaterialien wie Broschüren, Flyer und Online-Ressourcen</li> <li>• Zusammenarbeit mit lokalen Medien und Organisationen zur Erhöhung der Reichweite und Bekanntheit des Beratungsangebots</li> <li>• Sicherstellung der Qualität der Beratungsleistungen durch regelmäßige Schulungen und Weiterbildungen der Energieberater:innen</li> </ul>	
<b>Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios</b>	Keine direkten THG-Einsparungen; die Maßnahme wirkt indirekt durch Unterstützung von Umsetzungsmaßnahmen.
<b>Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme</b>	kurzfristig (< 5 Jahre)
<b>Kosten</b>	Personalkosten für die Koordination und ggf. Zuschüsse zu Energieberatungen
<b>Finanzierung/Kostenträger</b>	Stadt Rotenburg (Wümme)
<b>Fördermittel</b>	Zuschüsse für Energieberatungen der Verbraucherzentrale und zum Teil kostenfreie Beratungskampagnen der KEAN
<b>Nachverfolgung/Controlling</b>	Dokumentation der durchgeführten Beratungen / Veranstaltungen und ggf. der Fördermittelinanspruchnahme

9. Beteiligung der Wohnungsbaugesellschaft	
<b>Verantwortlich für die Umsetzung</b>	Stadt Rotenburg (Wümme)
<b>Zielgruppe der Maßnahme</b>	Wohnungsbaugesellschaften und große Bestandshalter
<p><b>Beschreibung:</b></p> <p>Ziel der Maßnahme ist es, die Wohnungsbaugesellschaften in Rotenburg (Wümme) frühzeitig und aktiv in die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung einzubinden. Sie besitzen häufig große zusammenhängende Gebäudebestände, die ein erhebliches THG-Reduktionspotenzial aufweisen. Durch eine gezielte Zusammenarbeit sollen gemeinsame Lösungen entwickelt, Sanierungsstrategien abgestimmt und Potenziale für Wärmenetze oder Quartierslösungen identifiziert werden. Die Maßnahme unterstützt eine kooperative Umsetzung der Wärmeplanung und schafft Planungssicherheit für die Wohnungswirtschaft.</p>	
<p><b>Mögliche Inhalte/Schritte der Maßnahme:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstgespräche mit den Wohnungsbaugesellschaften zur Datengrundlage, Sanierungsstrategie und geplanten Entwicklungen</li> <li>• Identifikation von Schwerpunktgebieten mit besonderem Sanierungs- oder Netzpotenzial</li> <li>• Unterstützung bei der Erarbeitung von Sanierungsfahrplänen oder Quartiersansätzen</li> <li>• Abstimmung über mögliche Beteiligung an Machbarkeitsstudien zu Wärmenetzen</li> <li>• Austausch über Förderprogramme für Sanierung, erneuerbare Wärme und Quartiersentwicklung</li> <li>• Regelmäßige Workshops oder Arbeitsrunden mit der Wohnungswirtschaft</li> <li>• Rückkopplung der Bedarfe und Pläne der Wohnungsbaugesellschaften in die Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung</li> </ul>	
<b>Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios</b>	Direkte THG-Einsparpotenziale durch koordinierte Sanierungs- und Netzmaßnahmen.
<b>Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme</b>	mittelfristig (5 – 10 Jahre)
<b>Kosten</b>	Personalkosten für Koordination, Workshops und Abstimmungen
<b>Finanzierung/Kostenträger</b>	Stadt Rotenburg (Wümme)
<b>Fördermittel</b>	Aktuell gibt es keine Förderung für diese Maßnahme
<b>Nachverfolgung/Controlling</b>	Dokumentation der durchgeführten Veranstaltungen und umgesetzten Projekte

### 5.3 Fokusgebiete

Im Zuge der kommunalen Wärmeplanung werden zwei Bereiche in der Stadt Rotenburg (Wümme) 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.

Ein Fokusgebiet ist dabei durch einen überwiegend älteren Gebäudebestand und einen entsprechend hohen Wärmebedarf gekennzeichnet. Durch gezielte energetische Sanierungsmaßnahmen können in solchen Bereichen signifikante Reduzierungen des Wärmebedarfs erzielt werden. Gleichzeitig ist in diesen Gebieten häufig keine zentrale Wärmeversorgung vorgesehen.

Das erste Fokusgebiet befindet sich im Süden von Rotenburg (Wümme) zwischen dem Lönsweg und der Feldstraße. An der Ecke Heideweg und Porstweg ist bereits ein sehr kleines Wärmenetz mit neueren Gebäuden vorhanden. Aufgrund der geringen Anzahl angeschlossener Gebäude wird dieses im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung jedoch nicht als eigenständiges Wärmenetz ausgewiesen.

Abgesehen davon ist das Gebiet, wie in Abbildung 5-1 dargestellt, durch eine überwiegend ältere Gebäudestruktur geprägt, wobei ein Großteil der Bebauung der Baualtersklasse zwischen 1949 und 1978 zuzuordnen ist.

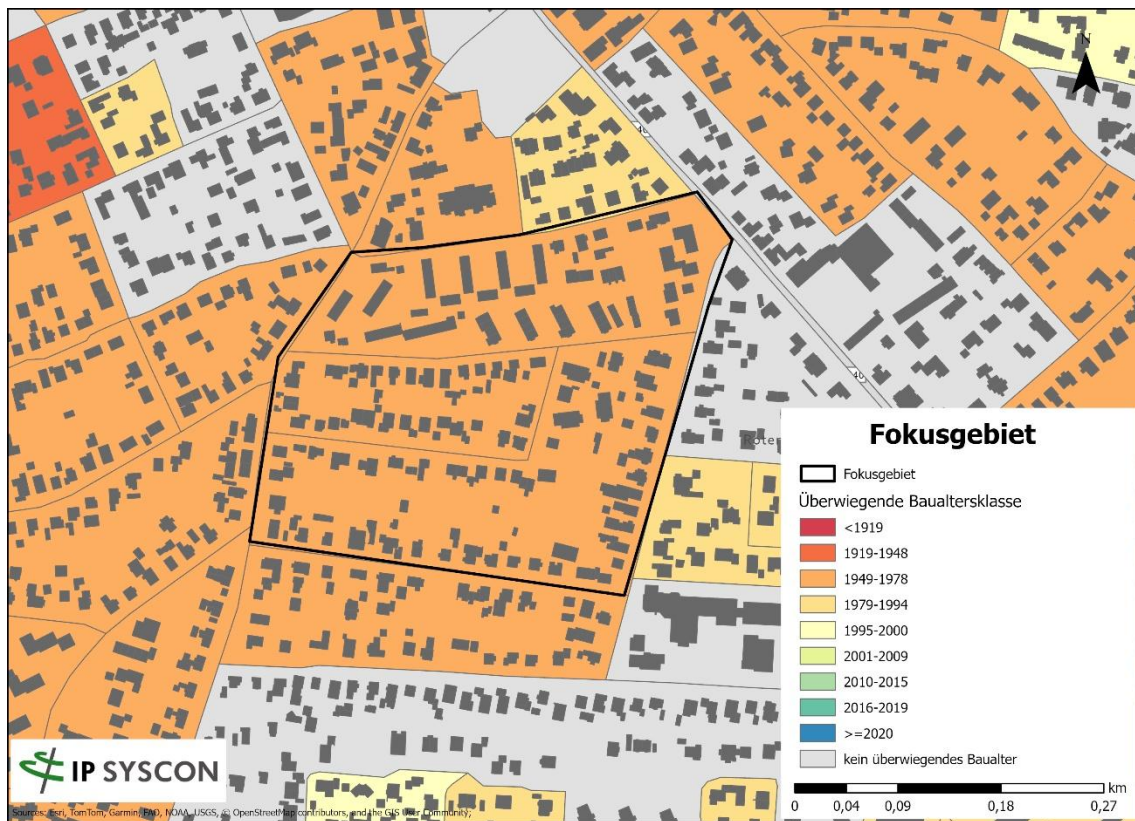


Abbildung 5-1: Baualtersklassen im Fokusgebiet 1

Zudem weisen die Gebäude aus der Nachkriegszeit einen erhöhten spezifischen Wärmeverbrauch pro Quadratmeter auf. Der spezifische Wärmeverbrauch pro Quadratmeter ist in Abbildung 5-2 dargestellt.

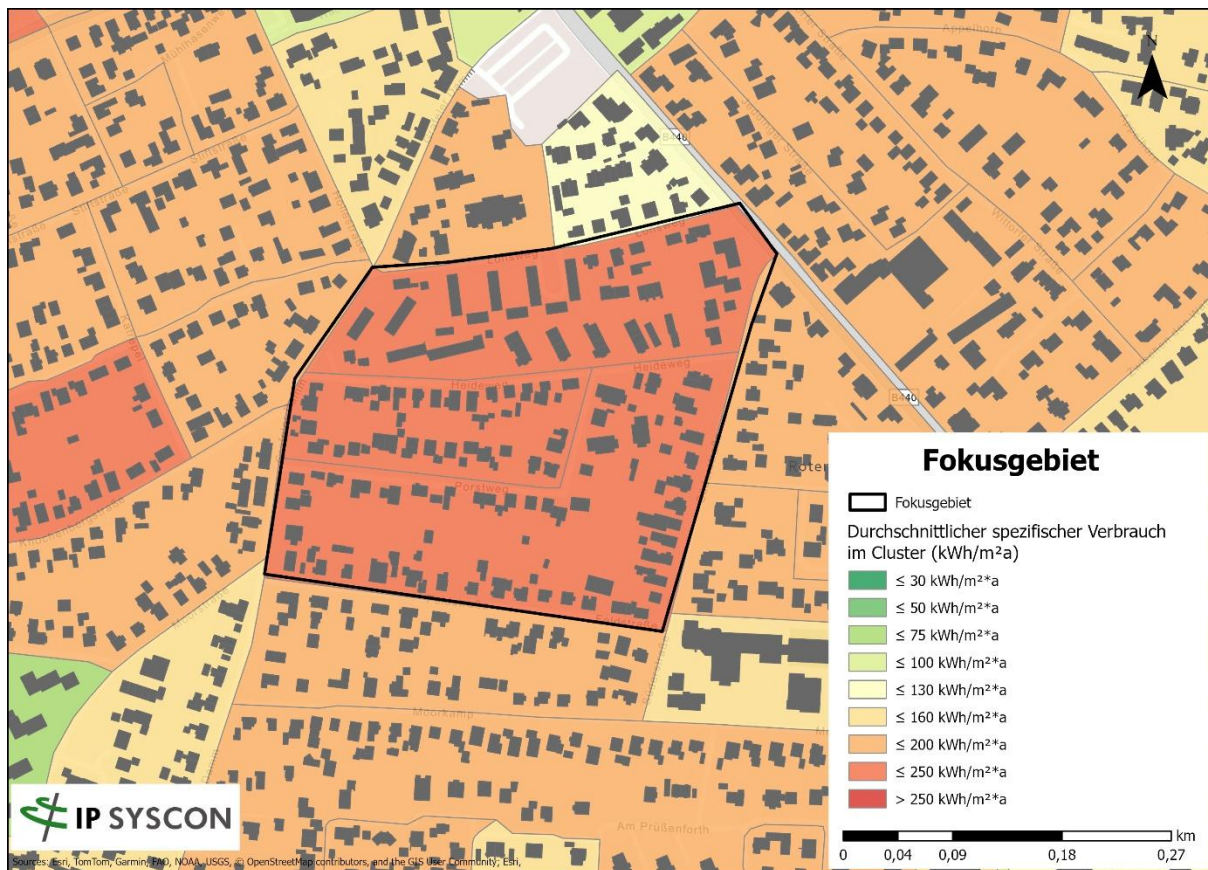


Abbildung 5-2: Spezifischer Wärmeverbrauch im Fokusgebiet 1

Der Bereich ist überwiegend durch Ein- und Mehrfamilienhäuser geprägt und weist entsprechend einen hohen Wärmebedarf im Gebäudebestand auf. Insbesondere sind große Flächen mit spezifischen Wärmeverbräuchen von über 200 kWh pro Quadratmeter zu verzeichnen.

Das zweite Fokusgebiet befindet sich im Osten zwischen der Soltauer Straße und der Buhrfeindstraße. Das Gebiet ist geprägt durch Gebäude der Baualtersklassen 1919 bis 1948 sowie 1949 bis 1978. Die Verteilung der Baualtersklassen ist in Abbildung 5-3 dargestellt.

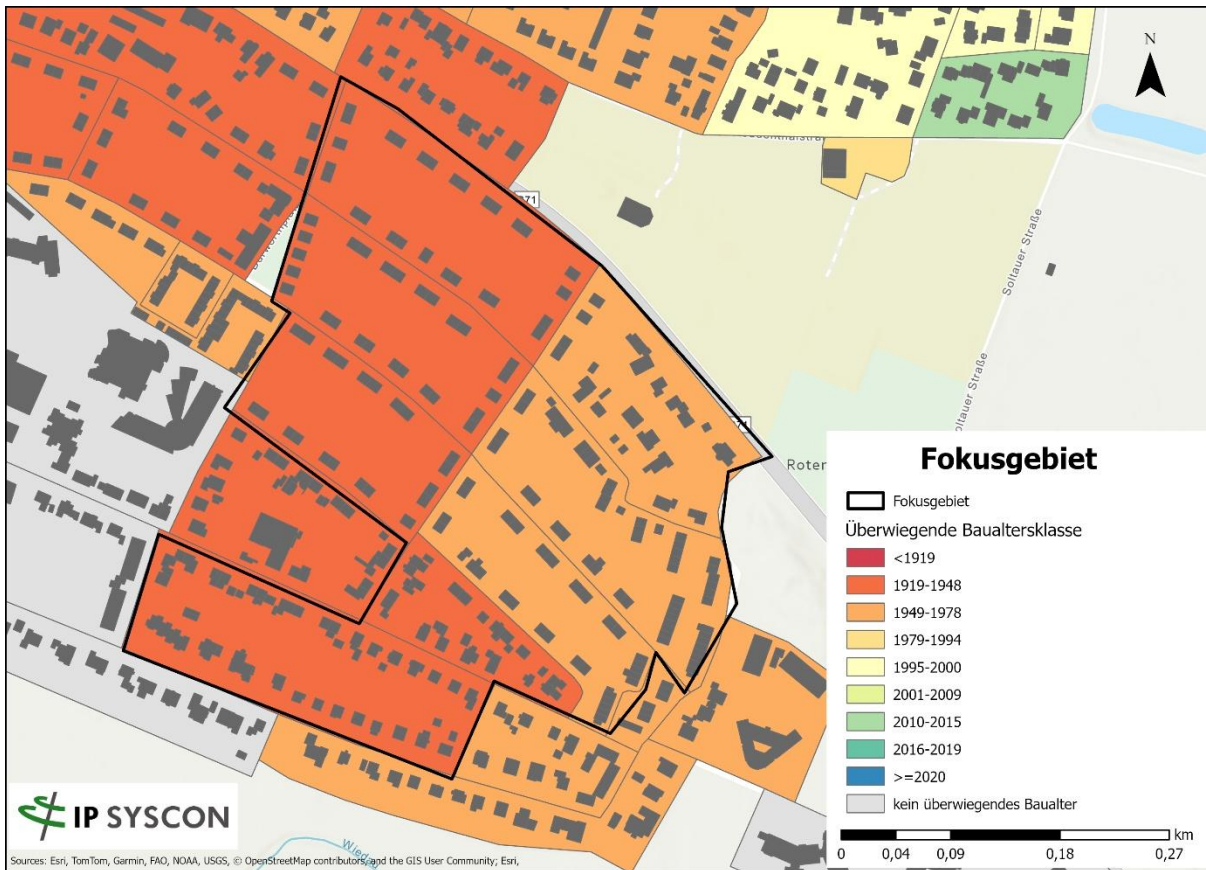


Abbildung 5-3: Baualtersklassen im Fokusgebiet 2

Westlich der Wiedastraße und der Saarlandstraße befinden sich überwiegend Gebäude, die in den Jahren zwischen 1919 und 1948 errichtet wurden. Östlich dieser Straßen dominiert hingegen die Baualtersklasse zwischen 1949 und 1978.

Wie bereits im ersten Fokusgebiet lassen sich auch im zweiten Fokusgebiet Bereiche mit einem erhöhten spezifischen Wärmeverbrauch feststellen. Der spezifische Wärmeverbrauch pro Quadratmeter ist in Abbildung 5-4 dargestellt.

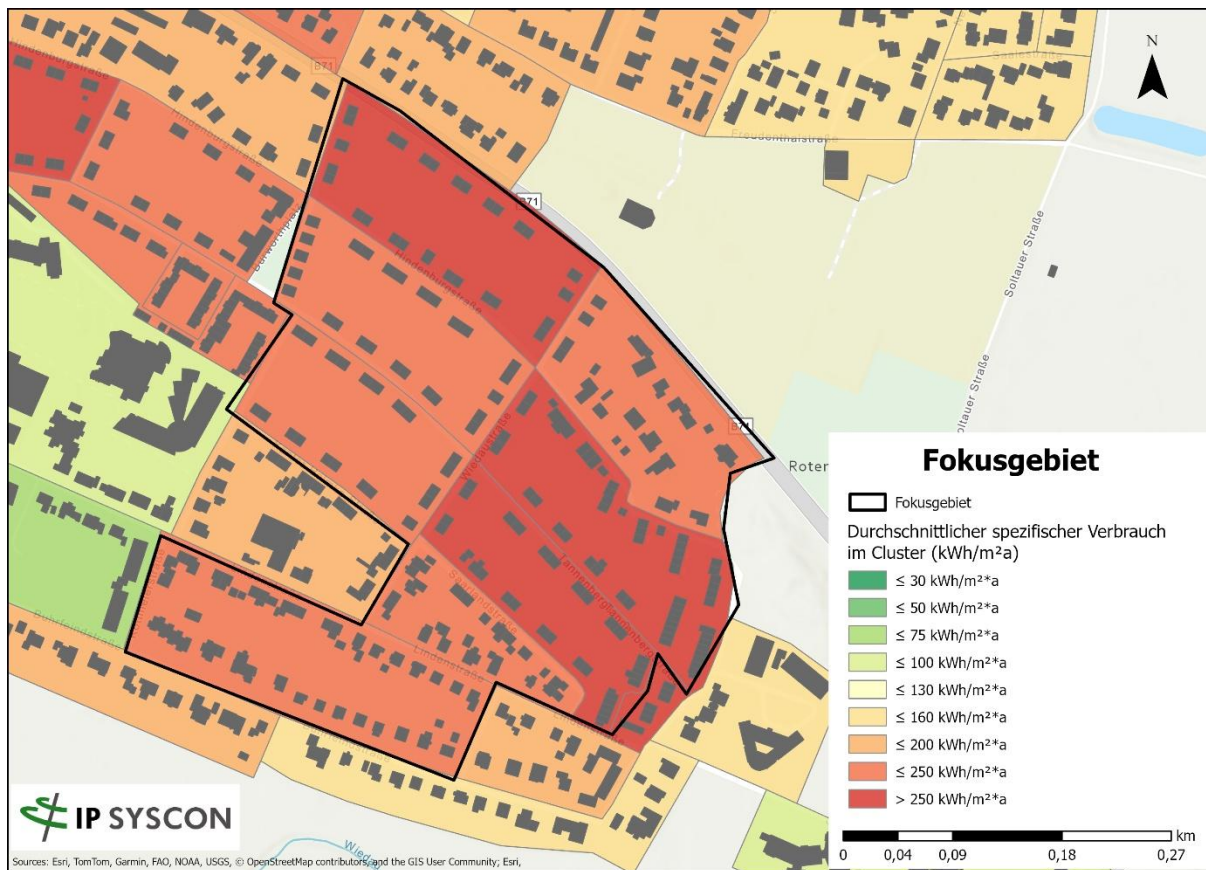


Abbildung 5-4: Spezifischer Wärmeverbrauch im Fokusgebiet 2

Auch im zweiten Fokusgebiet treten spezifische Wärmeverbräuche von über 200 kWh/m<sup>2</sup>\*a auf. Insbesondere die Baucluster östlich der Wiedastraße entlang der Tannenbergsstraße sowie westlich der Wiedastraße entlang der Soltauer Straße weisen spezifische Wärmeverbräuche von über 250 kWh/m<sup>2</sup>\*a auf.

Um die im Wärmeplan gesteckten Einsparziele zu erreichen ist eine Absenkung dieses Energieverbrauchs wichtig. Für die identifizierten Fokusgebiete eignen sich insbesondere Maßnahme 4 (Best-Practice-Beispiele dezentraler Wärmelösungen), Maßnahme 6 (Angebot eines Wärmepumpen-Eignungschecks vor Ort), sowie Maßnahme 8 (Energieberatungsangebote für Gebäudeeigentümer:innen und kleine sowie mittelständische Unternehmen). Diese Maßnahmen tragen dazu bei, Wissen zu vermitteln, konkrete Sanierungsoptionen aufzuzeigen und den Zugang zu qualifizierter Unterstützung zu erleichtern.

Eine weitere Möglichkeit zur Reduzierung des Wärmebedarfs in den ausgewiesenen „Fokusgebieten Sanierung“ ist die Umsetzung der Maßnahme 5. Hierbei werden quartiersweite Energiekonzepte erstellt, die eine detaillierte Bestandsaufnahme des Gebäudebestands umfassen und darauf aufbauend konkrete Empfehlungen für energetische Sanierungsmaßnahmen formulieren.

## 6 Wärmewendestrategie

Die Stadt Rotenburg (Wümme) hat sich das ehrgeizige Ziel gesetzt, bis 2040 eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen und fossile Brennstoffe schrittweise durch erneuerbare Energien zu ersetzen. Um dieses Ziel zu erreichen, wurde zunächst eine detaillierte Bestandsaufnahme des aktuellen Energieverbrauchs aller Gebäude durchgeführt. Diese zeigt, dass die Wärmeversorgung in Rotenburg (Wümme) zu über 82 % durch Erdgas und Öl in Einzelheizungen erfolgt.

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden sowohl die mögliche Absenkung des Wärmebedarfs modelliert als auch neue Erzeugungspotenziale ermittelt. Neben Solar- und Biomassepotenzialen wurden auch größere Potenziale in den Bereichen oberflächennaher Geothermie und unvermeidbarer Abwärme ermittelt. Wasserstoff wird in der flächendeckenden Versorgung in Rotenburg (Wümme) keine Rolle spielen. Auf Basis der Untersuchung aus der Potenzialanalyse erfolgte dann die Entwicklung eines Zielszenarios, mit dem die Wärmeversorgung in Rotenburg (Wümme) bis zum Jahr 2040 klimaneutral werden soll.

Bis zum Jahr 2040 wird der Wärmebedarf in Rotenburg (Wümme) um rund 4,5 % sinken. Diese Reduzierung des Wärmebedarfes um 13 GWh fordert eine Steigerung der für das Jahr 2023 bundesweit ermittelten Sanierungsrate von 0,7 % auf 1 %. Der Großteil der Wärmeversorgung in Rotenburg (Wümme) wird weiterhin über dezentrale Heizungen erfolgen. Gleichzeitig wurden für das Zielszenario ein Gebiet im Stadtkern mit einer Wärmenetzzeignung ausgewiesen.

Ausgehend vom Zielszenario werden für die Stadt Rotenburg (Wümme) neun Umsetzungsmaßnahmen empfohlen, von denen mindestens fünf innerhalb der kommenden fünf Jahre angestoßen werden sollten. Die Maßnahmen kombinieren organisatorische, konzeptionelle und investitionsvorbereitende Ansätze und bilden die Grundlage für eine schrittweise Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung.

Ein zentraler Fokus liegt auf der aktiven Einbindung relevanter Akteur:innen. Der Aufbau eines Netzwerks für Akteur:innen und Expert:innen sowie die Einrichtung einer Koordinationsstelle für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung innerhalb der Verwaltung stellen sicher, dass Prozesse abgestimmt und Synergien genutzt werden. Die Stadt Rotenburg (Wümme) übernimmt darüber hinaus eine wichtige Vorbildfunktion durch die energetische Sanierung öffentlicher Gebäude. Die Entwicklung solcher leitungsgebundenen Versorgungsoptionen soll im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für die Neuerrichtung von Wärmenetzen vertieft untersucht werden. Ergänzend werden integrierte Quartierskonzepte erarbeitet, um Sanierungsmaßnahmen und Wärmeversorgung räumlich aufeinander abzustimmen.

Zur Unterstützung der Wärmewende im Gebäudebestand sind niedrigschwellige Beratungs- und Informationsangebote vorgesehen. Energieberatungen für private Gebäudeeigentümer:innen sowie kleine und mittelständische Unternehmen schaffen Entscheidungsgrundlagen für Investitionen. Ergänzend unterstützt ein Wärmepumpen-Eignungscheck vor Ort insbesondere in dezentral geprägten Gebieten die Einschätzung klimaneutraler Heizlösungen. Best-Practice-Beispiele dezentraler Wärmelösungen sowie die Beteiligung der Wohnungsbaugesellschaft tragen dazu bei, Umsetzungshemmnisse abzubauen und größere Potenziale, insbesondere im Mehrfamilienhausbestand, zu erschließen.

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 Rotenburg (Wümme) die Wärmewende aktiv zu steuern und gibt den Bürger:innen Klarheit darüber, welche Optionen sie in Zukunft haben. 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.

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.

## 6.1 Verstetigung

Die Stadt Rotenburg (Wümme) verfolgt im Rahmen ihrer kommunalen Wärmeplanung das Ziel, den Wärmebedarf und die CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-Emissionen. Diese Ziele sind eng mit den übergeordneten Klimaschutzmaßnahmen der Stadt verknüpft und tragen zur Erreichung der nationalen und internationalen Klimaziele bei. Konkret soll bis zum Jahr 2040 eine Treibhausgasneutralität im Wärmesektor erreicht werden und der Wärmebedarf insgesamt wird um 4,5 % 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 6.2 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. Notwendige Anpassungen können durch die in Kapitel 5 vorgeschlagene Koordinierungsstelle erkannt und durch den Lenkungskreis beschlossen werden.

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 Bürger:innen 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 Rotenburg (Wümme) 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.

## 6.2 Controlling

Für die Zielerreichung in Rotenburg (Wümme) sollte in Verbindung mit der Verstärkungsstrategie 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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-Einsparung für den Bereich Wärme sind klar definiert.

**2. Organisationsstruktur:** Das Controlling wird in die bestehende Organisationsstruktur der Stadt Rotenburg (Wümme) 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 Leistungsindikatoren zu überwachen und zu bewerten, sowie das Berichtswesen, das regelmäßige Berichte über den Fortschritt und die Ergebnisse der Maßnahmen liefert. Eine Übersicht über mögliche Indikatoren finden sich in Tabelle 6-1.

Tabelle 6-1: Mögliche Indikatoren für ein Controlling

Indikator	Datenquelle	Datenlieferant	Erhebungsturnus
<b>Entwicklung des Wärmebedarfs</b>	Verbrauchsdaten	Schornsteinfeger / Netzbetreiber Gas, Strom und Wärme	möglichst jährlich, aber mindestens alle fünf Jahre
<b>Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen</b>	Verbrauchsdaten	Schornsteinfeger / Netzbetreiber Gas, Strom und Wärme	möglichst jährlich, aber mindestens alle fünf Jahre
<b>Heizungstausch dezentral</b>	Installierte Heizungsanlagen	Schornsteinfeger / ggf. Netzbetreiber Strom	alle fünf Jahre
<b>Anschlüsse Wärmenetze</b>	Installierte Hausübergabestationen	Netzbetreiber Wärme	jährlich
<b>Ausbau der Wärmenetze</b>	Errichtete Meter Wärmenetz	Netzbetreiber Wärme	jährlich
<b>Dekarbonisierung der Wärmenetze</b>	Primärenergiefaktor Nahwärme	Netzbetreiber Wärme	jährlich

<b>Beratungen zu Sanierung und Heizungstausch</b>	Anzahl Energieberatungen	Verbraucherzentrale / lokale Energieberater	jährlich
<b>Informationsveranstaltungen</b>	Anzahl Teilnehmende	Koordinierungsstelle zur Umsetzung der KWP	jährlich
<b>Informationsmaterial</b>	Anzahl verteilte Exemplare	Koordinierungsstelle zur Umsetzung der KWP	jährlich
<b>Umgesetzte Sanierungsmaßnahmen</b>	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.

Aktuell gibt es allerdings keine Rechtsgrundlage für die Lieferung dieser Daten und die Stadt Rotenburg (Wümme) muss zunächst klären, welche Daten realistisch jährlich zu erheben sind.

Durch die Berücksichtigung dieser Vorschläge wird die Stadt Rotenburg (Wümme) 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.

# 7 Anhang

Bautyp	Bauteil	Baujahre (Ist-Zustand)												Sanierungszustand	
		Bis 1918	1919 - 1948	1949 - 1957	1958 - 1968	1969 - 1978	1979 - 1983	1984 - 1994	1995 - 2001	2002 - 2009	2010 - 2015	2016 - 2021	I	II	
EFH	Dach	1,3	1,4	1,4	0,8	0,5	0,5	0,4	0,35	0,25	0,2	0,2	0,24	0,14	
EFH	Außenwand	1,7	1,7	1,4	1,2	1	0,8	0,5	0,3	0,3	0,28	0,28	0,24	0,2	
EFH	Bodenplatte	1,2	1	1,01	1,6	1	0,8	0,6	0,45	0,3	0,35	0,35	0,3	0,25	
EFH	Fenster, Fenstertüren	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	4,3	3,2	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3	0,95	
EFH	Türen	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1,8	1,8	1,8	1,3	
RH	Dach	1	0,8	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4	0,35	0,2	0,2	0,2	0,24	0,14	
RH	Außenwand	1,7	1,7	1,2	1,2	1	0,8	0,6	0,6	0,3	0,28	0,28	0,24	0,2	
RH	Bodenplatte	1,2	1	2,1	1,6	1	0,8	0,6	0,45	0,3	0,35	0,35	0,3	0,25	
RH	Fenster, Fenstertüren	2,7	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	1,6	1,3	1,3	1,3	1,3	0,95	
RH	Türen	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1,8	1,8	1,8	1,3	
MFH	Dach	1,3	1,4	1,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,35	0,2	0,2	0,2	0,24	0,14	
MFH	Außenwand	2,2	1,7	1,2	1,2	1	0,8	0,6	0,4	0,25	0,28	0,28	0,24	0,2	
MFH	Bodenplatte	1,2	1	2,2	1,6	1	0,8	0,6	0,45	0,35	0,35	0,35	0,3	0,25	
MFH	Fenster, Fenstertüren	2,7	3	3	3	3	3	3	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3	0,95	
MFH	Türen	3	3	3	3	4	4	4	2	3	1,8	1,8	1,8	1,3	
GMH	Dach	1,3	0,8	1,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,35	0,2	0,2	0,2	0,24	0,14	
GMH	Außenwand	1,7	1,4	1,2	1,2	1,1	0,8	0,6	0,4	0,25	0,28	0,28	0,24	0,2	
GMH	Bodenplatte	1,2	1	2,1	1,6	1	0,8	0,6	0,45	0,35	0,35	0,35	0,3	0,25	
GMH	Fenster, Fenstertüren	2,8	3	3	3	3	3	3	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3	0,95	
GMH	Türen	3	3	3	3	4	4	4	2	3	1,8	1,8	1,8	1,3	
HH	Dach	1,3	0,8	1,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,35	0,2	0,2	0,2	0,24	0,14	
HH	Außenwand	1,7	1,4	1,2	1,2	1,1	0,8	0,6	0,4	0,25	0,28	0,28	0,24	0,2	
HH	Bodenplatte	1,2	1	2,1	1,6	1	0,8	0,6	0,45	0,35	0,35	0,35	0,3	0,25	
HH	Fenster, Fenstertüren	2,8	3	3	3	3	3	3	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3	0,95	
HH	Türen	3	3	3	3	4	4	4	2	3	1,8	1,8	1,8	1,3	
Bautyp	Bauteil	Baujahre (Ist-Zustand)												Sanierungszustand	
		Bis 1978	1979 - 2010	2010 - 2015	2016 - 2021	I	II								
HD	Dach	0,51	0,3	0,2	0,2	0,24	0,14								
HD	Außenwand	0,88	0,44	0,28	0,28	0,24	0,2								
HD	Bodenplatte	0,6	0,44	0,35	0,35	0,3	0,25								
HD	Fenster, Fenstertüren	2,89	2,09	1,3	1,3	1,3	0,95								
HD	Türen	3	3	1,8	1,8	1,8	1,3								
GI	Dach	0,98	0,29	0,35	0,35	0,35	0,25								
GI	Außenwand	1,6	0,54	0,35	0,35	0,35	0,25								
GI	Bodenplatte	1,17	0,46	0,35	0,35	0,3	0,25								
GI	Fenster, Fenstertüren	4,06	4,18	1,9	1,9	1,9	1,3								
GI	Türen	3	3	2,9	2,9	1,8	2								
Oe	Dach	0,46	0,25	0,2	0,2	0,24	0,14								
Oe	Außenwand	1,23	0,47	0,28	0,28	0,24	0,2								
Oe	Bodenplatte	0,82	0,42	0,35	0,35	0,3	0,25								
Oe	Fenster, Fenstertüren	2,73	2,09	1,3	1,3	1,3	0,95								
Oe	Türen	3	3	1,8	1,8	1,8	1,3								

Anhang 7-1: Für die Bewertung der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) der Bauteile in sanierten Zuständen wurden die Anforderungen gemäß der aktuellen Fassung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) herangezogen.

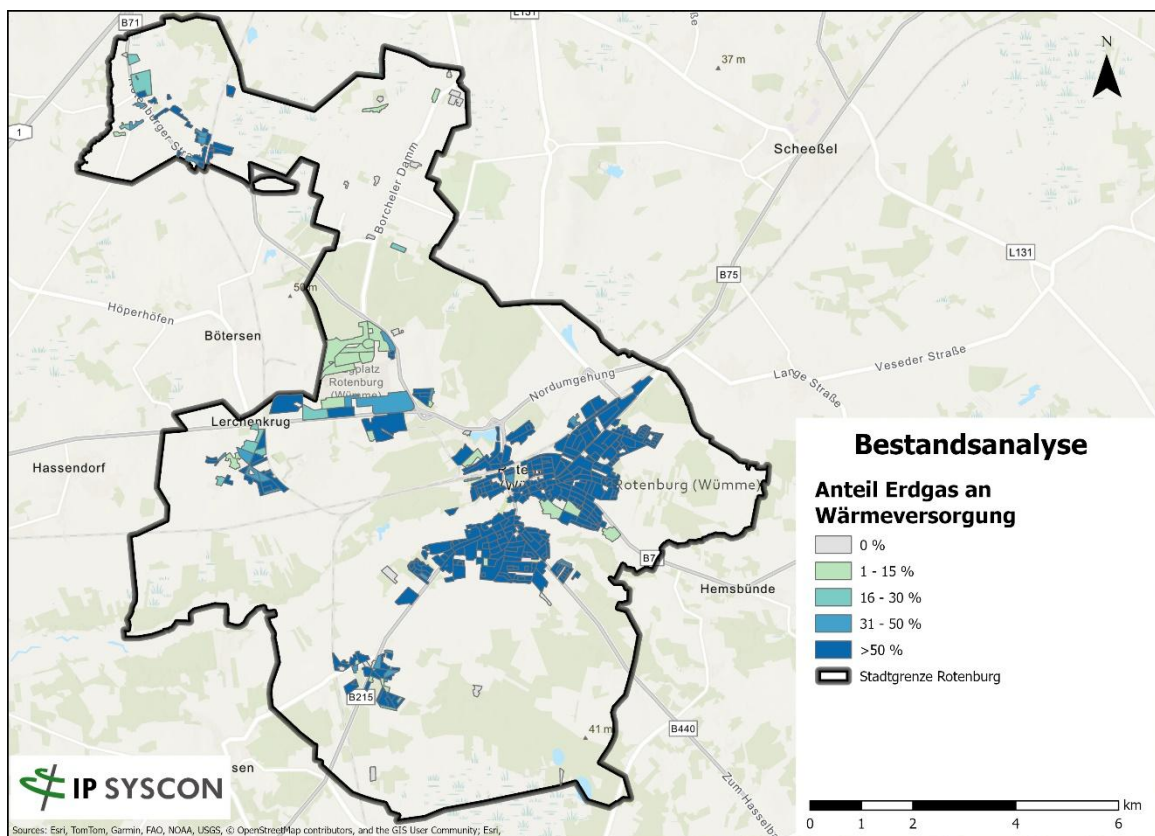


Abbildung 7-2: Anteil des Energieträgers Erdgas an der Wärmeversorgung im Versorgungsgebiet

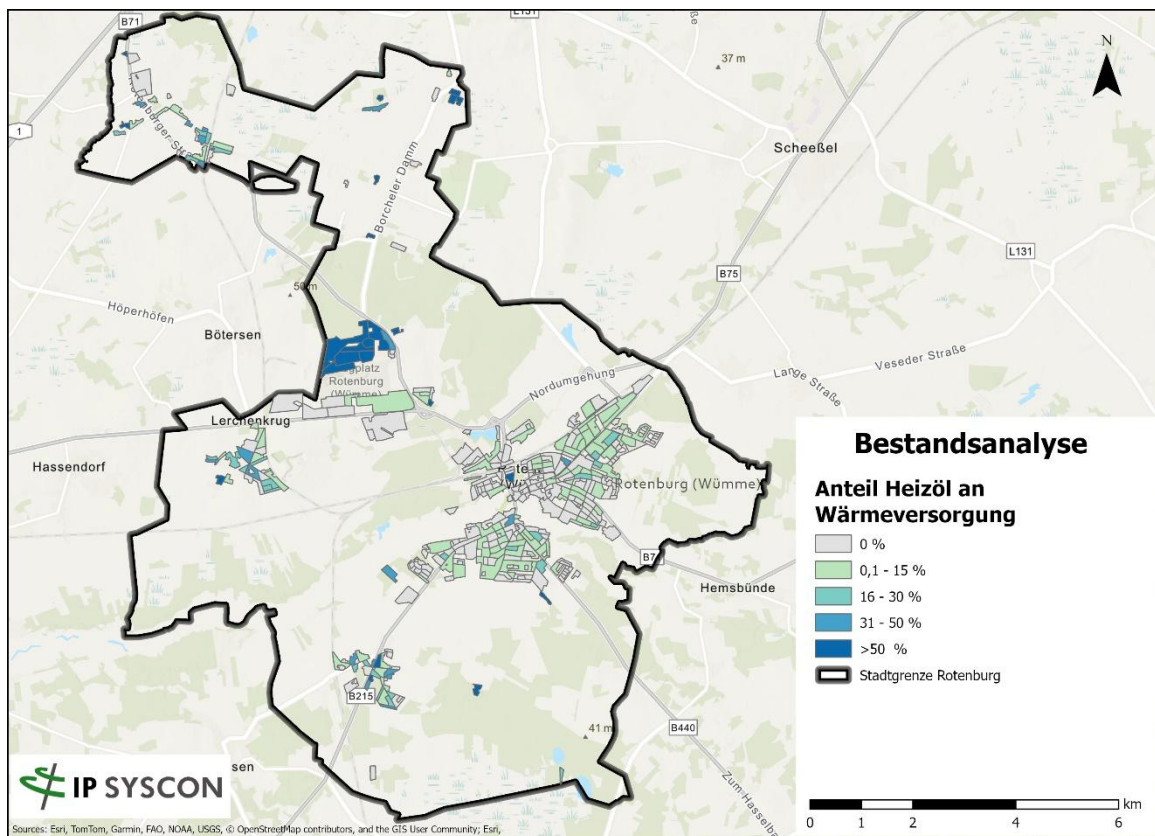


Abbildung 7-3: Anteil des Energieträgers Heizöl an der Wärmeversorgung im Versorgungsgebiet

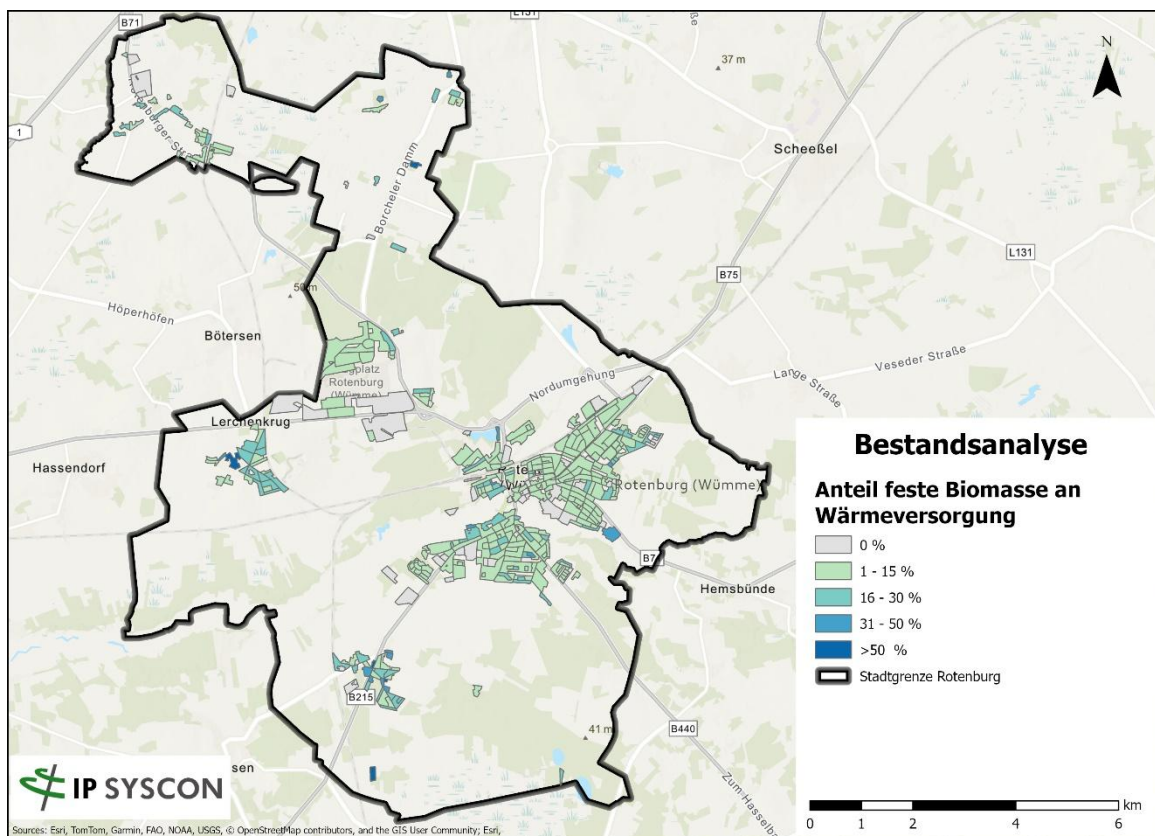


Abbildung 7-4: Anteil des Energieträgers feste Biomasse an der Wärmeversorgung im Versorgungsgebiet

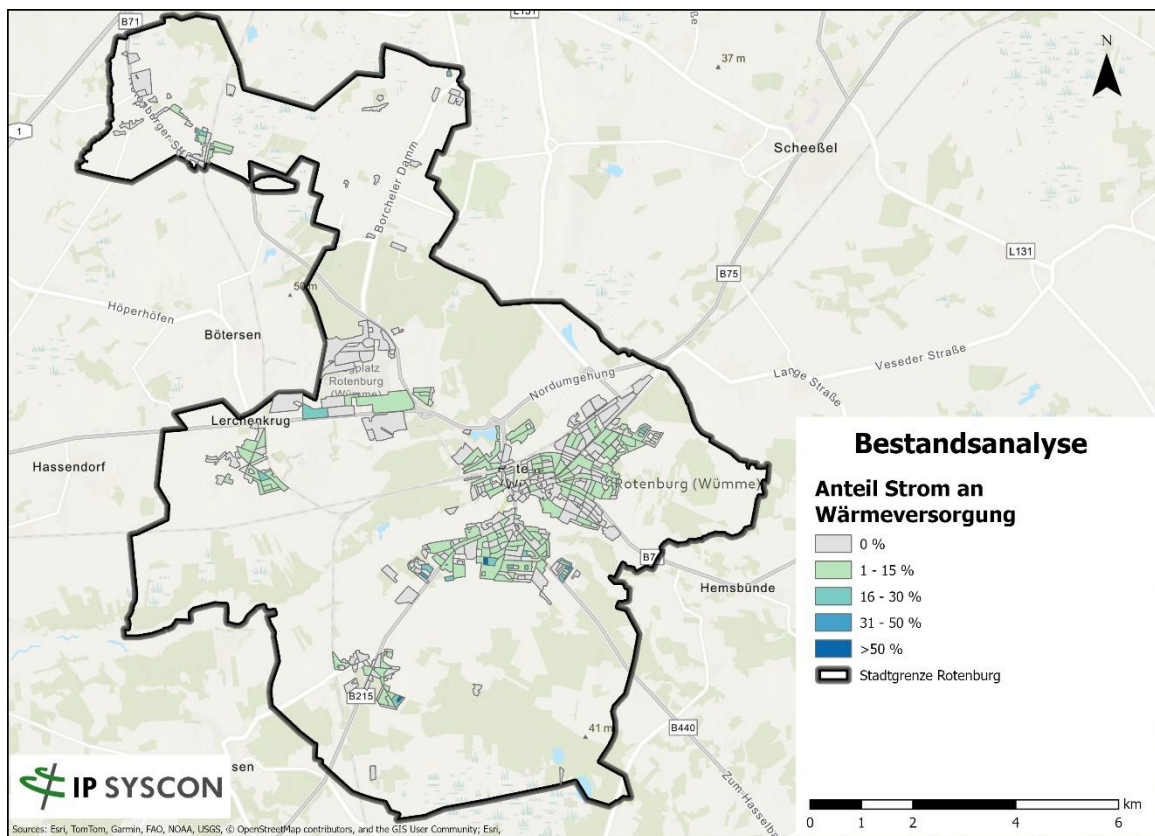


Abbildung 7-5: Anteil des Energieträgers Strom an der Wärmeversorgung im Versorgungsgebiet

## 8 Literaturverzeichnis

**(BMEL).** (2022). Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft 4. Bundeswaldinventur (BWI), Ergebnisdatenbank. Von <https://www.bundeswaldinventur.de/> abgerufen

**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/abschlussbericht\\_Abwasserwaermenutzung-BW\\_komprimiert.pdf](https://www.abwasserwaerme-bw.de/cms/content/media/abschlussbericht_Abwasserwaermenutzung-BW_komprimiert.pdf) abgerufen

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

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

**Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen.** (2023). Wärmebedarfskarte Niedersachsen. Hannover: Eigenverlag.

**Konstantin, P., & Konstantin, M.** (2022). Praxisbuch der Fernwärme- und Fernkälteversorgung. Berlin: Springer Vieweg.

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

**LSN.** (2024). Landesamt für Statistik Niedersachsen: Regionaldatenbank für Niedersachsen. Von <https://www1.nls.niedersachsen.de/statistik> abgerufen

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

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

**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.

**Statistisches Bundesamt.** (12. 11 2024). Wohnungsbestand im Zeitvergleich. Von Wohnungsbestand im Zeitvergleich: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Wohnen/Tabellen/liste-wohnungsbestand.html> abgerufen

**Weidlich, I.** (2020). Wärmenetze. In M. Kaltschmitt, W. Streicher, & A. Wiese, Erneuerbare Energien (S. 1203-1226). Berlin: Springer Vieweg.