

Kommunale Wärmeplanung

Abschlussbericht

für die
Gemeinde Rastede



Auftraggebender:

Gemeinde Rastede
Sophienstraße 27
26180 Rastede

© EWE NETZ GmbH in Kooperation mit greenventory GmbH

Dieses Dokument unterliegt dem Copyright der EWE NETZ GmbH. Dieses Dokument in Gänze oder in Teilen zu reproduzieren, zu versenden oder in elektronischer Form auf Web-Seiten oder anders gearteten elektronischen Speichermedien abzulegen, ist nur unter Nennung der Quelle zulässig. Alle Kopien dieses Dokuments müssen diesen Copyright Hinweis enthalten.

EWE NETZ GmbH
Cloppenburg Straße 302
26133 Oldenburg

greenventory GmbH
Georges-Köhler-Allee 302
79110 Freiburg im Breisgau

Wir vernetzen Ihre Zukunft | www.ewenetz.de

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis.....	5
Tabellenverzeichnis.....	7
Abkürzungsverzeichnis.....	8
1. Einführung.....	10
1.1. Motivation.....	10
1.2. Ziele der KWP und Einordnung in den planerischen Kontext	11
1.3. Erarbeitung der kommunalen Wärmeplanung	12
1.4. „Digitaler Zwilling“ als zentrales Arbeitswerkzeug.....	13
1.5. Aufbau des Berichts	14
2. Grundlagen der kommunalen Wärmeplanung	15
2.1. Was ist ein Wärmeplan?	15
2.2. Gibt es verpflichtende Ergebnisse?.....	15
2.3. Wie ist der Zusammenhang zwischen GEG, BEG und kommunaler Wärmeplanung?	16
2.4. Welche Gebiete sind prinzipiell für den Bau von Wärmenetzen geeignet?	17
2.5. In welchen Gebieten werden Wärmenetze ausgebaut?.....	17
2.6. Kann eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung erreicht werden?.....	18
2.7. Welchen Mehrwert bietet die Wärmeplanung?	18
2.8. Was bedeutet die Erstellung eines kommunalen Wärmeplans für die Anwohnerschaft?	19
3. Bestandsanalyse.....	20
3.1. Das Projektgebiet	21
3.2. Datengrundlage und Methodik der Erhebung	22
3.3. Gebäudebestand	25
3.4. Wärmebedarf	30
3.5. Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger	32
3.6. Eingesetzte Energieträger	36
3.7. Gas- und Stromnetzinfrastruktur	38
3.8. Wärmenetze.....	39
3.9. Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung	40
3.10. Zusammenfassung und Fazit der Bestandsanalyse.....	44
4. Potenzialanalyse	45
4.1. Erfasste Potenziale	46

4.2.	Methode: Indikatorenmodell	47
4.3.	Thermische und elektrische Potenziale	50
4.3.1.	Potenziale zur Stromerzeugung	51
4.3.2.	Potenziale zur Wärmeerzeugung	56
4.3.3.	Einsatz von Wasserstoff	64
4.3.4.	Sanierung	67
4.4.	Zusammenfassung und Fazit der Potenzialanalyse	70
5.	Eignungsgebiete für Wärmenetze	72
5.1.	Einordnung der Verbindlichkeit zum Neu- und Ausbau von Wärmenetzen	73
5.2.	Eignungsgebiete im Projektgebiet	74
5.3.	Prüfgebiet	80
6.	Zielszenario	81
6.1.	Erneuerbare Beheizungsoptionen und Wärmegestehungskostenvergleich	82
6.2.	Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs	87
6.3.	Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgung	88
6.4.	Zusammensetzung der Fernwärmeerzeugung	94
6.5.	Entwicklung der eingesetzten Energieträger	95
6.6.	Bestimmung der Treibhausgasemissionen	96
6.7.	Zusammenfassung des Zielszenarios	97
7.	Maßnahmen und Wärmewendestrategie	99
7.1.	Übergreifende Wärmewendestrategie	100
7.1.1.	Empfehlungen für private Haushalte	115
7.2.	Konzept für ein Monitoring der Zielerreichung	116
7.2.1.	Monitoringziele	116
7.2.2.	Instrumente und Methoden	116
7.2.3.	Datenerfassung und -analyse	117
7.3.	Kommunikationsstrategie und Berichterstattung	117
7.4.	Verstetigungsstrategie	117
7.5.	Finanzierung	118
7.6.	Lokale ökonomische und finanzielle Vorteile der Wärmewende	119
7.7.	Fördermöglichkeiten	119
8.	Fazit	121
	Literaturverzeichnis	123

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Visualisierung der Betrachtungsobjekte im KWP-Prozess	12
Abbildung 2: Vorgehen bei der Bestandsanalyse.....	20
Abbildung 3: Projektgebiet Rastede.....	21
Abbildung 4: Gebäudeanzahl nach Sektoren in Rastede	25
Abbildung 5: Räumliche Gebäudeverteilung nach Sektoren in Rastede.....	26
Abbildung 6: Gebäudeanzahl nach Baualtersklassen in Rastede.....	27
Abbildung 7: Räumliche Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen in Rastede	28
Abbildung 8: Gebäudeverteilung nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte) in Rastede	29
Abbildung 9: Wärmebedarf nach Sektoren in Rastede.....	30
Abbildung 10: Räumliche Gebäudeverteilung nach spezifischem Wärmebedarf in Rastede	31
Abbildung 11: Stückzahl installierter Heizungsanlagen nach Energieträger in Rastede	32
Abbildung 12: Gebäudeanzahl nach Alter der bekannten Heizsysteme in Rastede	33
Abbildung 13: Räumliche Verteilung nach Alter der bekannten Heizsysteme in Rastede.....	34
Abbildung 14: Wärmebedarf nach Energieträgern in Rastede	36
Abbildung 15: Räumliche Verteilung nach Energieträgern in Rastede	37
Abbildung 16: Gasnetzinfrastruktur in Rastede.....	38
Abbildung 17: Treibhausgasemissionen nach Sektoren in Rastede.....	40
Abbildung 18: Treibhausgasemissionen nach Energieträgern in Rastede	41
Abbildung 19: Räumliche Verteilung der Treibhausgasemissionen in Rastede	43
Abbildung 20: Vorgehensweise bei der Ermittlung von Potenzialen	45
Abbildung 21: Vorgehen und Datenquellen der Potenzialanalyse	46
Abbildung 22: Erneuerbare Strompotenziale in Rastede.....	51
Abbildung 23: Potenziale von PV-Freiflächen in Rastede	52
Abbildung 24: Potenziale von Windenergieanlagen in Rastede	53
Abbildung 25: Potenziale von PV-Dachflächen in Rastede	54
Abbildung 26: Potenziale von Biomassenutzung in Rastede	55
Abbildung 27: Erneuerbare Wärmepotenziale in Rastede	56
Abbildung 28: Potenziale von Solarthermie-Freiflächen in Rastede.....	57
Abbildung 29: Potenziale von oberflächennaher Geothermie (Erdwärmekollektoren) in Rastede	59
Abbildung 30: Potenziale von oberflächennaher Geothermie (Erdwärmesonden) in Rastede.....	60
Abbildung 31: Potenziale von Solarthermie-Dachflächen in Rastede.....	61
Abbildung 32: Funktionsweise von Biogaseinspeisung.....	63
Abbildung 33: Übersicht Wasserstoff-Kernnetz in Deutschland.....	65
Abbildung 34: Lokale Versorgung des Wasserstoffs	66
Abbildung 35: Reduktionspotenzial nach Baualtersklassen in Rastede	67

Abbildung 36: Vorgehensweise bei der Identifikation von Eignungsgebieten	72
Abbildung 37: Räumliche Verteilung von Wärmenetzeignungsgebieten in Rastede	75
Abbildung 38: Eignungsgebiet „Rastede -Mühlenstraße“	77
Abbildung 39: Eignungsgebiet „Rastede- KGS / Feldbreite.....	79
Abbildung 40: Prüfgebiete in Rastede - Wahnbek	80
Abbildung 41: Komponenten des Zielszenarios für 2040	81
Abbildung 42: Funktionsschema einer Wärmepumpe	82
Abbildung 43: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion nach energetischer Sanierung in Ziel- und Zwischenjahren in Rastede	88
Abbildung 44: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2040 in Rastede	89
Abbildung 45: Gebäudeanzahl nach Energieträgern im Jahr 2040 in Rastede	90
Abbildung 46: Wärmebedarf nach Energieträgern im Jahr 2040 in Rastede.....	91
Abbildung 47: Endenergiebedarf nach Energieträgern im Jahr 2040 in Rastede	92
Abbildung 48: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040 in Rastede	93
Abbildung 49: Fernwärmeerzeugung nach Energieträgern im Zieljahr 2040 in Rastede.....	94
Abbildung 50: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträgern im zeitlichen Verlauf in Rastede	95
Abbildung 51: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträgern im zeitlichen Verlauf in Rastede	97
Abbildung 52: Emissionsfaktoren in tCO ₂ /MWh (Heizwert) (Quelle: KWW Halle, 2024)	98
Abbildung 53: Entwicklung von Maßnahmen zur Erreichung des Zielszenarios.....	99
Abbildung 54: Möglicher Verlauf einer Wärmeleitung in Rastede	105
Abbildung 55: Räumliche Gebäudeverteilung nach Baualterklassen bis 1978 in Rastede	113

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Heizwertbezogene Emissionsfaktoren nach Energieträger (KWW-Halle, 2024)	42
Tabelle 2: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien	48
Tabelle 3: Übersicht über definierte Wärmenetzeignungsgebiete in Rastede	75
Tabelle 4: Wärmegestehungskostenvergleich verschiedener Versorgungsstrukturen mit und ohne Wärmenetz im Jahr 2030	87
Tabelle 5: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien	101
Tabelle 6: Kurzübersicht der erarbeiteten Maßnahmen in Rastede	122

Abkürzungsverzeichnis

ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMWSB	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
CO₂-e	CO ₂ -Äquivalente
Dena	Deutsche Energie-Agentur
DVGW e.V.	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
EE	Erneuerbare Energien
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor
GIS	Geoinformationssystem
IKK	Investitionskredit Kommunen
IKU	Investitionskredit Kommunale und Soziale Unternehmen
IWU	Institut Wohnen und Umwelt
KEA-BW	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg

KEMS	Kommunales Energiemanagementsystem
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KSG	Klimaschutzgesetz
KWP	Kommunale Wärmeplanung
KWK	Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen
KWW	Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende
LoD2	Level of Detail 2
LPG	Liquified Petroleum Gas
LWK	Landwirtschaftskammer
NKlimaG	Niedersächsisches Klimagesetz
PPP	Public-Private-Partnerships
PV	Photovoltaik
THG	Treibhausgas
WEA	Windenergieanlagen
WLD	Wärmeliniendichte
WPG	Wärmeplanungsgesetz

1. Einführung

In den vergangenen Jahren ist zunehmend deutlich geworden, dass Deutschland angesichts des fortschreitenden Klimawandels und internationaler Krisen eine sichere, kosteneffiziente und treibhausgasneutrale Energieversorgung benötigt. Die Wärmeversorgung spielt dabei eine zentrale Rolle. Die kommunale Wärmeplanung (KWP) dient der systematischen Analyse des energetischen Ist-Zustands, der Ermittlung lokaler Potenziale sowie der Bewertung klimafreundlicher Versorgungsoptionen – mit dem Ziel, eine zukunftsfähige Wärmewende zu gestalten. Dabei werden gezielt Gebiete identifiziert, die sich besonders für den Ausbau von Wärmenetzen oder für dezentrale Versorgungslösungen eignen.

Der Niedersächsische Landtag hat am 28. Juni 2022 das „Gesetz zur Änderung des Niedersächsischen Gesetzes zur Förderung des Klimaschutzes und zur Minderung der Folgen des Klimawandels sowie zur Änderung weiterer Gesetze“ beschlossen. Die in diesem Zuge neu geschaffenen §§ 20, 21 NKlimaG verpflichten alle niedersächsischen Kommunen, die Ober- oder Mittelzentrum im Sinne des Landes-Raumordnungsprogramms sind, bis zum 31. Dezember 2026 einen kommunalen Wärmeplan nach einem gesetzlich vorgegebenen systematischen Analyseprozess zu erstellen. Dieser Wärmeplan muss eine Handlungsstrategie mit konkreten Maßnahmen zur Erreichung der Treibhausgasneutralität der Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040 beinhalten. Mit der Umsetzung von mindestens fünf identifizierten Maßnahmen soll innerhalb von fünf Jahren nach Veröffentlichung des Wärmeplans begonnen werden. Die Umsetzung der Maßnahmen ist nicht Bestandteil der KWP. Die Fortschreibung des Wärmeplans hat in einem Abstand von spätestens fünf Jahren zu erfolgen. Die Umsetzung der Maßnahmen ist ein nachgelagerter Prozess resultierend aus den Ergebnissen der KWP.

1.1. Motivation

Angesichts des fortschreitenden Klimawandels hat die Bundesrepublik Deutschland im Klimaschutzgesetz (KSG) das Ziel der Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045 gesetzlich verankert. Das Land Niedersachsen geht noch einen Schritt weiter und strebt gemäß des Niedersächsischen Klimagesetzes (NKlimaG) bereits bis 2040 die vollständige Treibhausgasneutralität an.

Dem Wärmesektor kommt dabei eine Schlüsselrolle zu, da bundesweit rund die Hälfte des gesamten Endenergieverbrauchs auf die Bereitstellung von Wärme und Kälte entfällt (Umweltbundesamt, 2024). Dazu zählen unter anderem Prozesswärme, Raumheizung, Warmwasserbereitung sowie Kälteerzeugung. Während im Stromsektor bereits über 50 % der Energie aus erneuerbaren Quellen stammt, liegt der Anteil im Wärmesektor bislang lediglich bei 18,8 % (Umweltbundesamt, 2023).

Kommunen tragen eine zentrale Verantwortung für die Dekarbonisierung des Wärmesektors. Durch ihre planerischen und steuernden Kompetenzen, ihre Vorbildfunktion sowie durch die Umsetzung konkreter Maßnahmen zur Energieeinsparung und zum Ausbau erneuerbarer Energien leisten sie einen entscheidenden Beitrag zur Erreichung nationaler und internationaler Klimaziele. Die KWP bildet hierfür eine strategische Grundlage.

Vor diesem Hintergrund hat die Gemeinde Rastede frühzeitig beschlossen, den Prozess der KWP einzuleiten. Dabei kann sie auf bestehende Konzepte, Strukturen und Erfahrungen aus der kommunalen Energie- und Klimaschutzarbeit zurückgreifen. Diese fließen in die Erstellung des Wärmeplans ein und bilden eine wertvolle Basis für die Entwicklung einer zukunftsfähigen und klimaneutralen Wärmeversorgung.

1.2. Ziele der KWP und Einordnung in den planerischen Kontext

Da Investitionen in die Energieinfrastruktur mit hohen Kosten und langen Zykluszeiten verbunden sind, ist eine ganzheitliche Strategie unerlässlich, um eine solide Grundlage für zukünftige Maßnahmen zu schaffen. Die KWP ist ein strategisches Planungsinstrument, welches drei übergreifende Ziele verfolgt:

1. Versorgungssicherheit

Das Ziel der Versorgungssicherheit bedeutet, dass die kommunale Wärmeversorgung langfristig stabil und verlässlich gewährleistet ist. Dies umfasst die Bereitstellung von Energie für Heizung und Warmwasser. Die Versorgungssicherheit soll sicherstellen, dass Haushalte, öffentliche Einrichtungen und Unternehmen nicht von plötzlichen Energieengpässen betroffen sind.

2. Treibhausgasneutralität

Das Ziel der Treibhausgasneutralität ist es, den Ausstoß von Treibhausgasen aus der Wärmeversorgung so weit wie möglich zu reduzieren und alle verbleibenden Emissionen durch klimafreundliche Maßnahmen auszugleichen. Dies beinhaltet den Einsatz erneuerbarer Energien, die Verbesserung der Energieeffizienz und die Umstellung auf CO₂-neutrale Technologien, um die Erderwärmung und die damit verbundenen Klimawandelfolgen zu minimieren.

3. Wirtschaftlichkeit

Die Wärmeversorgung ist kosteneffizient zu gestalten, sodass sowohl die Investitions- als auch die Betriebskosten für die Wärmeinfrastruktur angemessen und tragbar bleiben. Dabei sollen Kostenoptimierungen erreicht werden, ohne die Versorgungssicherheit oder Umweltziele zu gefährden, sodass langfristig eine finanzielle Entlastung für Kommunen, Unternehmen und Privathaushalte gewährleistet wird.

Zudem stellt sie eine hochwertige erste Planungsgrundlage für Investitionsentscheidungen in Heizungssysteme sowie die Eingrenzung der möglichen Lösungsansätze und Handlungsoptionen für städtische Energieprojekte dar. Die KWP ist eng mit anderen planerischen Instrumenten wie dem Klimaschutzkonzept oder dem Flächennutzungsplan verknüpft.

Durch die Integration der KWP in den planerischen Kontext wird eine ganzheitliche Betrachtung der Energieversorgung möglich. Synergien können genutzt und Maßnahmen effizient koordiniert werden, um die Durchführung von Vorstudien, Machbarkeitsstudien, die Planung und Realisierung von Quartierskonzepten sowie die Entwicklung und Ausführung von sowohl öffentlichen als auch privaten Bauprojekten erfolgreich zu gestalten. Somit profitieren von dieser erhöhten Planungssicherheit neben der Kommune auch die Unternehmen sowie die Bevölkerung der Gemeinde Rastede.

1.3. Erarbeitung der kommunalen Wärmeplanung

Die KWP gliedert sich in vier aufeinanderfolgende Prozessphasen, die systematisch durchlaufen werden (siehe Abbildung 1).



Abbildung 1: Visualisierung der Betrachtungsobjekte im KWP-Prozess

Den Auftakt bildet die Bestandsanalyse, in der die aktuelle Situation der Wärmeversorgung in der Gemeinde Rastede umfassend untersucht wurde. Zunächst erfolgte eine Erfassung der vorhandenen Gebäudetypen und ihrer Baualtersklassen. Darauf aufbauend wurden der aktuelle Wärmebedarf und -verbrauch sowie die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen ermittelt. Auch die bestehende Infrastruktur der Gas- und Wärmenetze wurde analysiert. Die Beheizungsstrukturen in Wohn- und Nichtwohngebäuden konnten so detailliert erfasst werden. Ergänzend wurden bereits genutzte erneuerbare Energiequellen dokumentiert, um ein vollständiges Bild des energetischen Ist-Zustands zu erhalten.

In der anschließenden Potenzialanalyse wurden die lokalen Möglichkeiten zur Energieeinsparung sowie zur Nutzung erneuerbarer Energien für die Wärme- und Stromerzeugung untersucht. Ziel war es, Bereiche zu identifizieren, in denen Effizienzmaßnahmen sinnvoll umgesetzt werden können, um den Energieverbrauch nachhaltig zu senken. Gleichzeitig wurde geprüft, in welchem Umfang erneuerbare Energiequellen wie Solarenergie, Geothermie, Biomasse oder Abwärme zur Deckung des lokalen Energiebedarfs beitragen können.

Diese Analyse bildet die Grundlage für eine langfristig klimafreundliche und resiliente Energieversorgung in der Gemeinde.

Auf Basis dieser Erkenntnisse wurde im dritten Schritt ein Zielszenario für die zukünftige Wärmeversorgung entwickelt. Dabei wurden Eignungsgebiete für den Ausbau von Wärmenetzen sowie geeignete Energiequellen identifiziert. Ebenso wurden Bereiche bestimmt, in denen dezentrale Wärmeversorgungslösungen besonders geeignet erscheinen. Das Zielszenario beschreibt eine mögliche räumlich differenzierte Versorgungsstruktur für das Jahr 2040 und dient als strategische Orientierung für die weitere Planung.

Im vierten und letzten Schritt wurde eine Gesamtstrategie zur Umsetzung der Wärmewende formuliert. Daraus wurden konkrete Maßnahmen abgeleitet, priorisiert und als erste Umsetzungsschritte für die kommenden Jahre festgelegt. Die Entwicklung dieser Maßnahmen erfolgte unter aktiver Beteiligung der Gemeindeverwaltung sowie weiterer lokaler Mitwirkender. Ihre Kenntnisse der örtlichen Gegebenheiten waren entscheidend für die realistische und praxisnahe Ausgestaltung der Maßnahmen. Die Gemeinde Rastede wurden eng in den Planungsprozess eingebunden und wirkte bei der Validierung von Analysen sowie der Ausweisung von Wärmenetzeignungsgebieten mit.

Es ist zu betonen, dass die KWP ein dynamischer und fortlaufender Prozess ist. Sie muss regelmäßig überprüft, weiterentwickelt und an neue technische, rechtliche und gesellschaftliche Rahmenbedingungen angepasst werden. Der kontinuierliche Austausch und die enge Zusammenarbeit aller beteiligten Akteurinnen und Akteure tragen maßgeblich zur Qualität und Wirksamkeit des Wärmeplans bei.

1.4. „Digitaler Zwilling“ als zentrales Arbeitswerkzeug

Ein zentrales Merkmal der KWP ist der Einsatz eines sogenannten digitalen Zwillings. Dieser wurde von der Firma greenventory GmbH entwickelt und dient als zentrales Arbeitsinstrument für alle Projektbeteiligten. Der digitale Zwilling ist ein spezialisiertes, interaktives Kartentool, das ein virtuelles, gebäudescharfes Abbild des gesamten Gemeindegebiets darstellt. Er bildet nicht nur die Grundlage für sämtliche Analysen, sondern fungiert zugleich als zentrale Plattform für die Datenhaltung und -verarbeitung im Projekt.

Ein wesentlicher Vorteil dieses Werkzeugs liegt in der hohen Datenqualität und -konsistenz, die für fundierte Analysen und belastbare Entscheidungen unerlässlich ist. Durch die Integration verschiedenster Datenquellen – etwa zu Gebäudestrukturen, Energieverbräuchen, Versorgungsnetzen und erneuerbaren Potenzialen – entsteht ein umfassendes, dynamisches Abbild der realen Wärmeinfrastruktur. Dieses kann kontinuierlich aktualisiert und erweitert werden, wodurch auch zukünftige Entwicklungen und Szenarien simuliert und bewertet werden können.

Darüber hinaus erleichtert der digitale Zwilling die Zusammenarbeit innerhalb des Projektteams erheblich. Alle Beteiligten können auf einer gemeinsamen Plattform arbeiten, Informationen austauschen und Planungsstände transparent nachvollziehen. Dies trägt wesentlich zu einer effizienten und koordinierten Prozessgestaltung bei.

Nicht zuletzt eignet sich der digitale Zwilling hervorragend für die Kommunikation der Projektergebnisse. Komplexe Sachverhalte und technische Zusammenhänge lassen sich anschaulich visualisieren und so auch für nicht fachlich vorgebildete Interessensgruppen verständlich aufbereiten. Damit wird der digitale Zwilling nicht nur zu einem technischen Werkzeug, sondern auch zu einem wichtigen Instrument für Beteiligung, Transparenz und Akzeptanz in der kommunalen Wärmewende.

1.5. Aufbau des Berichts

Der vorliegende Bericht ist in acht Kapitel gegliedert. Nach der Einführung, in welcher Zielsetzung und methodisches Vorgehen erläutert werden, folgen in den Kapiteln über die Grundlagen der kommunalen Wärmeplanung grundlegende Informationen zur KWP. Die folgenden Kapitel Bestandsanalyse, Potenzialanalyse, Eignungsgebiete für Wärmenetze und Zielszenario bilden den Kern des Berichts und behandeln die vier Phasen der Wärmeplanung. Das Kapitel der Eignungsgebiete für Wärmenetze enthält Steckbriefe zu den identifizierten Wärmenetzeignungsgebieten, die eine detaillierte räumliche Einordnung ermöglichen. Kapitel 7 stellt die entwickelten Maßnahmen und die übergreifende Wärmewendestrategie vor, die das Herzstück der Wärmewendestrategie bilden. Den Abschluss bildet das Fazit mit einer Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse der KWP und einem Ausblick.

2. Grundlagen der kommunalen Wärmeplanung

Dieser Abschnitt bietet eine Einführung in die Thematik der KWP sowie eine sorgfältig zusammengestellte Auswahl der wichtigsten und am häufigsten gestellten Fragen.

2.1. Was ist ein Wärmeplan?

Der Wärmeplan ist ein strategisches Instrument zur vorausschauenden und integrierten Gestaltung der kommunalen Wärmeversorgung. Ziel ist es, den zukünftigen Wärmebedarf methodisch zu prognostizieren und auf dieser Grundlage eine treibhausgasneutrale, sichere und wirtschaftlich tragfähige Versorgung zu gewährleisten.

Der Plan umfasst die Analyse der aktuellen Versorgungssituation, die Abschätzung des zukünftigen Wärmebedarfs sowie die Identifikation lokaler Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien und zur Steigerung der Energieeffizienz. Diese Erkenntnisse fließen in ein räumlich differenziertes Zielszenario ein, das als Leitbild für die künftige Wärmeversorgung dient.

Darüber hinaus beinhaltet der Wärmeplan die Entwicklung konkreter Strategien und Maßnahmen, die als erste Schritte zur Zielerreichung umgesetzt werden sollen. Der Plan ist dabei spezifisch auf die Gegebenheiten und Bedürfnisse der Kommune zugeschnitten, um lokale Rahmenbedingungen bestmöglich zu berücksichtigen.

2.2. Gibt es verpflichtende Ergebnisse?

Der Wärmeplan dient als strategischer Fahrplan zur Gestaltung einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung und liefert erste Handlungsempfehlungen sowie fundierte Entscheidungsgrundlagen für die relevanten Mitwirkenden. Die Ergebnisse der durchgeführten Analysen ermöglichen es, kommunale Prioritäten und Planungen gezielt auf dieses Ziel auszurichten. Ergänzend werden konkrete Maßnahmenvorschläge formuliert, die sowohl den Ausbau der Wärmeversorgungsinfrastruktur als auch die Integration erneuerbarer Energien betreffen.

Nach Ende der Projektlaufzeit liegt das Ergebnis der KWP der Kommune in Form einer umfassenden Transformationsstrategie vor. Diese enthält einen konkreten Maßnahmenkatalog zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Bereich der Wärmeversorgung innerhalb der Kommune. Die Ergebnisse und Empfehlungen bilden eine zentrale Grundlage für die weitere Kommunen- und Energieplanung – sowohl für die Verwaltung als auch für politische Entscheidungsgremien.

Die KWP ist dabei kein einmaliger Vorgang, sondern ein fortlaufender Prozess. Sie muss regelmäßig überprüft, an neue technische und gesetzliche Entwicklungen angepasst und im Dialog mit relevanten Mitwirkenden – wie Energieversorgern, Industrie, Handwerk und Verwaltung – weiterentwickelt werden. Durch diese kontinuierliche Zusammenarbeit bleibt der Wärmeplan ein lebendiges Instrument der kommunalen Energiewende und trägt langfristig zur Klimaneutralität bei.

2.3. Wie ist der Zusammenhang zwischen GEG, BEG und kommunaler Wärmeplanung?

Die gesetzliche Grundlage für Energieeffizienz und Klimaschutz im Gebäudesektor ist komplex und vielschichtig. Zentrale Instrumente sind das Gebäudeenergiegesetz (GEG), die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), das NKlimaG und das WPG. Obwohl diese Regelwerke auf unterschiedlichen Ebenen ansetzen, verfolgen sie ein gemeinsames Ziel: die Reduktion von CO₂-Emissionen und die Förderung einer nachhaltigen, effizienten Energieversorgung.

Das GEG definiert die energetischen Mindestanforderungen an Gebäude sowie den Einsatz erneuerbarer Energien. Die BEG flankiert diese Vorgaben durch finanzielle Anreize für Sanierungen und Neubauten, die über die gesetzlichen Mindeststandards hinausgehen. Die KWP ergänzt diese Instrumente durch eine strategische Perspektive auf die Wärmeversorgung im gesamten Gebiet der Kommune.

Ein zentrales Element des GEG ist die 65 %-Regelung (§ 71 GEG): Für Neubauten, deren Bauantrag nach dem 1. Januar 2024 gestellt wird, dürfen nur noch Heizsysteme installiert werden, die mindestens 65 % erneuerbare Energien nutzen. Bei Bestandsgebäuden gilt die 65 %-Regelung nach § 71 (8) GEG ab dem 01. Juli 2028. Dies kann z. B. durch den Einsatz von Wärmepumpen, Photovoltaik, Biogas oder andere klimaneutrale Energieträger erfüllt werden.

Diese Vorgaben sind eng mit dem Stand der KWP verzahnt. In Gebieten, die durch Satzung als Wärmenetzausbaugebiete oder Wasserstoffnetzausbaugebiete ausgewiesen wurden (§ 26 WPG), gelten die 65 %-Vorgaben bereits einen Monat nach Bekanntgabe. Für Wärmenetze gilt eine Übergangsfrist von zehn Jahren, für Wasserstoffnetze bis zu deren vollständiger Inbetriebnahme – spätestens jedoch bis Ende 2044. Während dieser Übergangsphasen dürfen auch Heizsysteme eingebaut werden, die die 65 %-Anforderung noch nicht erfüllen. Bestehende Heizungen dürfen weiterhin betrieben und repariert werden.

Wichtig ist: Die Ausweisung solcher Gebiete erfolgt nicht durch den Wärmeplan selbst, sondern ausschließlich durch eine separate Satzung der Kommune. Der Wärmeplan (§ 23 (4) WPG) entfaltet keine unmittelbare Rechtswirkung und begründet keine einklagbaren Rechte oder Pflichten.

Für bereits bestehende Wärmepläne, die nach dem NKlimaG erstellt wurden, gilt ein Bestandsschutz, sofern sie mit Bundes- oder Landesmitteln gefördert wurden oder anerkannten Leitfäden entsprechen und im Wesentlichen den Anforderungen des WPG genügen.

Die BEG fungiert als zentrales Umsetzungsinstrument: Sie unterstützt Eigentümerinnen und Eigentümer dabei, die Anforderungen des GEG zu erfüllen oder zu übertreffen, und erleichtert so die Umsetzung der KWP. Insbesondere in Neubaugebieten können Kommunen über die gesetzlichen Mindeststandards hinausgehen und ambitioniertere Ziele in ihre Wärmeplanung integrieren – etwa durch die Festlegung höherer Effizienzstandards oder den gezielten Ausbau erneuerbarer Wärmenetze.

In der Praxis greifen GEG, BEG und KWP ineinander und bilden ein abgestimmtes Instrumentensystem zur Förderung einer klimafreundlichen und zukunftssicheren Wärmeversorgung.

2.4. Welche Gebiete sind prinzipiell für den Bau von Wärmenetzen geeignet?

Im Rahmen der KWP wurden sogenannte Eignungsgebiete identifiziert – also Bereiche, die sich aufgrund ihrer strukturellen und energetischen Merkmale besonders gut für den Ausbau von Wärmenetzen eignen. Ein zentrales Kriterium bei der Auswahl dieser Gebiete ist die Wärmeliniendichte, also die Menge an Wärmebedarf pro Meter Straßenlänge. Eine hohe Wärmeliniendichte ermöglicht eine besonders effiziente und wirtschaftliche Versorgung über ein Wärmenetz.

Darüber hinaus wird die Eignung durch die Nähe zu potenziellen Wärmequellen – etwa Industrieanlagen, Klärwerken oder Biomasseheizkraftwerken – sowie zu größeren Wärmesenken wie Wohn- oder Gewerbegebieten begünstigt. Diese räumliche Nähe von Quelle und Verbrauch schafft Synergien, die eine ressourcenschonende und kosteneffiziente Wärmeversorgung ermöglichen.

In den identifizierten Eignungsgebieten erscheint eine vertiefte Planung daher besonders sinnvoll und vielversprechend – sowohl aus technischer als auch aus wirtschaftlicher Sicht.

2.5. In welchen Gebieten werden Wärmenetze ausgebaut?

Auf Basis der identifizierten Eignungsgebiete können in einem nachgelagerten Schritt konkrete Ausbaupläne für Wärmenetzausbaugebiete entwickelt werden. Diese Pläne berücksichtigen neben der Wärmebedarfsdichte auch weitere Kriterien wie die wirtschaftliche Tragfähigkeit, die technische Machbarkeit sowie die Verfügbarkeit lokaler Ressourcen.

Die Erstellung dieser Ausbaupläne obliegt der Gemeinde Rastede in Zusammenarbeit mit Projektentwickelnden und Wärmenetzbetreibenden. Der Ausbau der Wärmenetze soll schrittweise bis zum Jahr 2040 erfolgen und wird maßgeblich von infrastrukturellen, wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen beeinflusst. Sobald entsprechende Ausbaupläne vorliegen, werden sie von der Gemeinde Rastede veröffentlicht.

2.6. Kann eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung erreicht werden?

Die Umsetzung des kommunalen Wärmeplans schafft grundsätzlich die Voraussetzungen dafür, die Treibhausgasneutralität im Wärmesektor bis zum angestrebten Zieljahr 2040 zu erreichen. Allerdings ist dieses Ziel nicht ausschließlich auf lokaler Ebene vollständig realisierbar. Der Grund dafür liegt in der Verfügbarkeit emissionsfreier Technologien sowie in der Tatsache, dass einige derzeit genutzte oder künftig verfügbare Wärmequellen weiterhin Treibhausgase emittieren. In dem Zusammenhang sind Wärmepumpen zu nennen, die mit Strom aus dem öffentlichen Stromnetz betrieben werden. Mit dem Ausbau erneuerbarer Energien wie Windenergieanlagen und PV-Anlagen, sinkt der THGE-Faktor des Bundesstrommixes sukzessive, so dass die Emissionen einer Wärmepumpe erst im Zeitverlauf auf 0 g/kWh sinken. Dennoch sind Wärmepumpen wegen ihrer hohen Effizienz bereits klimafreundlicher als der Betrieb eines Erdgaskessels.

Hinzu kommen infrastrukturelle und wirtschaftliche Herausforderungen: Der vollständige Umstieg auf klimaneutrale Versorgungslösungen erfordert erhebliche Investitionen und ist mit langen Planungs- und Umsetzungszeiträumen verbunden. In der Folge verbleiben sogenannte Restemissionen, z.B. durch die Verbrennung von Abfällen, die durch geeignete Kompensationsmaßnahmen ausgeglichen werden müssen.

Auch wenn die vollständige Treibhausgasneutralität allein durch die im Wärmeplan vorgesehenen Maßnahmen nicht garantiert werden kann, stellen diese dennoch einen entscheidenden Schritt in Richtung Klimaneutralität dar. Sie schaffen die strukturellen und planerischen Grundlagen für eine nachhaltige Transformation des Wärmesektors und leisten damit einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der übergeordneten Klimaziele.

2.7. Welchen Mehrwert bietet die Wärmeplanung?

Die Umsetzung einer KWP bietet vielfältige Vorteile. Durch das koordinierte Zusammenspiel von strategischer Wärmeplanung, integrierten Quartierskonzepten und privaten Initiativen kann eine kosteneffiziente und zielgerichtete Wärmewende realisiert werden. Dies trägt dazu bei, Fehlinvestitionen zu vermeiden und das Investitionsrisiko für alle Beteiligten deutlich zu senken. Insbesondere durch die gezielte Eingrenzung potenzieller Ausbaugebiete für Wärmenetze wird die Planungssicherheit erhöht und das Risiko für Fehlentscheidungen minimiert.

Eine fundierte Planungsgrundlage ermöglicht es, frühzeitig relevante Daten zu erfassen, zu analysieren und in die Entscheidungsprozesse einzubinden. Diese vorausschauende Auseinandersetzung mit lokalen Gegebenheiten und Potenzialen schafft Orientierung – sowohl für kommunale Akteurinnen und Akteure als auch für Bürgerinnen und Bürger. Sie fördert die Transparenz, stärkt die Akzeptanz und erhöht die Bereitschaft zur aktiven Mitwirkung.

Insgesamt leistet die KWP einen wesentlichen Beitrag zur Gestaltung einer zukunftssicheren, klimafreundlichen und sozial verträglichen Energieversorgung.

2.8. Was bedeutet die Erstellung eines kommunalen Wärmeplans für die Anwohnerschaft?

Die KWP dient in erster Linie als strategische Planungsgrundlage und identifiziert potenzielle Handlungsfelder für die Gemeinde Rastede. Die im Wärmeplan ausgewiesenen Eignungsgebiete für Wärmenetze oder dezentrale Versorgungslösungen sowie die vorgeschlagenen Maßnahmen sind dabei als Orientierungshilfe zu verstehen – nicht als verbindliche Vorgaben. Vielmehr bilden sie eine fundierte Ausgangsbasis für weiterführende Überlegungen in der kommunalen Planung und Energieplanung und sollten an den relevanten Schnittstellen berücksichtigt werden.

Insbesondere bei der Entwicklung von Wärmenetzen – aber auch in Gebieten, die perspektivisch nicht für den Netzanschluss geeignet sind – ist eine frühzeitige Information und Einbindung der Bevölkerung vorgesehen. So kann sichergestellt werden, dass individuelle Entscheidungen zur Umstellung der Wärmeversorgung im Einklang mit der kommunalen Planung getroffen werden (BMWK, 2023).

Ich lebe zur Miete: Informieren Sie sich über mögliche geplante Maßnahmen und suchen Sie das Gespräch mit Ihrer Vermieterin oder Ihrem Vermieter, um sich über bevorstehende Änderungen auszutauschen.

Ich besitze Gebäudeeigentum: Berücksichtigen Sie die Empfehlungen des kommunalen Wärmeplans bei Sanierungen oder Neubauten. Prüfen Sie die Wirtschaftlichkeit möglicher Maßnahmen auf Gebäudeebene – zum Beispiel durch energetische Sanierungen, den Einbau einer regenerativen Wärmeerzeugungsanlage oder den Anschluss an ein Wärmenetz – im Hinblick auf langfristige Wertsteigerung und mögliche Auswirkungen auf Mietverhältnisse. Achten Sie bei der Umsetzung auf eine transparente Kommunikation mit den Mietparteien, da Sanierungsmaßnahmen mit temporären Einschränkungen und Kostensteigerungen verbunden sein können.

Ermitteln Sie, ob sich Ihre Immobilie in einem ausgewiesenen Eignungsgebiet für den Wärmenetzausbau befindet. Ist dies der Fall, können Sie sich bei der Gemeindeverwaltung über konkrete Ausbaupläne informieren. Liegt Ihre Immobilie außerhalb dieser Gebiete, ist ein kurzfristiger Anschluss an ein Wärmenetz eher unwahrscheinlich. Dennoch stehen zahlreiche Alternativen zur Verfügung, um die Energieeffizienz zu steigern und CO₂-Emissionen zu reduzieren. Dazu zählen etwa Heizsysteme auf Basis erneuerbarer Energien – wie Wärmepumpen mit Luft-, Erd- oder Grundwasserquellen – sowie Photovoltaikanlagen zur Eigenstromversorgung.

Auch energetische Sanierungsmaßnahmen wie die Dämmung von Dach und Fassade, der Austausch von Fenstern, der hydraulische Abgleich der Heizungsanlage oder der Einbau moderner Lüftungssysteme mit Wärmerückgewinnung können einen wesentlichen Beitrag leisten. Die Erstellung eines individuellen Sanierungsfahrplans kann dabei helfen, Maßnahmen sinnvoll zu priorisieren und schrittweise umzusetzen.

Zudem stehen verschiedene Förderprogramme zur Verfügung – von der BEG bis hin zu kommunalen Angeboten. Eine qualifizierte Energieberatung kann Sie dabei unterstützen, passende Maßnahmen zu identifizieren und auf Ihre individuellen Bedürfnisse abzustimmen.

3. Bestandsanalyse

Die Grundlage der KWP bildet eine detaillierte Analyse der aktuellen Ist-Situation, gestützt auf eine umfassende und sorgfältig aufbereitete Datenbasis. Diese Daten wurden digital erfasst, systematisch ausgewertet und für die Bestandsanalyse nutzbar gemacht. Dabei flossen zahlreiche Datenquellen zusammen, die integriert und allen Beteiligten der Wärmeplanung zur Verfügung gestellt wurden.

Die Bestandsanalyse liefert einen fundierten Überblick über den aktuellen Energiebedarf, die Energieverbräuche, die bestehende Versorgungsstruktur, die eingesetzten Energieträger, die Gebäudestruktur sowie die damit verbundenen Treibhausgasemissionen im kommunalen Kontext (siehe Abbildung 2). Sie bildet damit das Fundament für alle weiteren Planungsschritte.

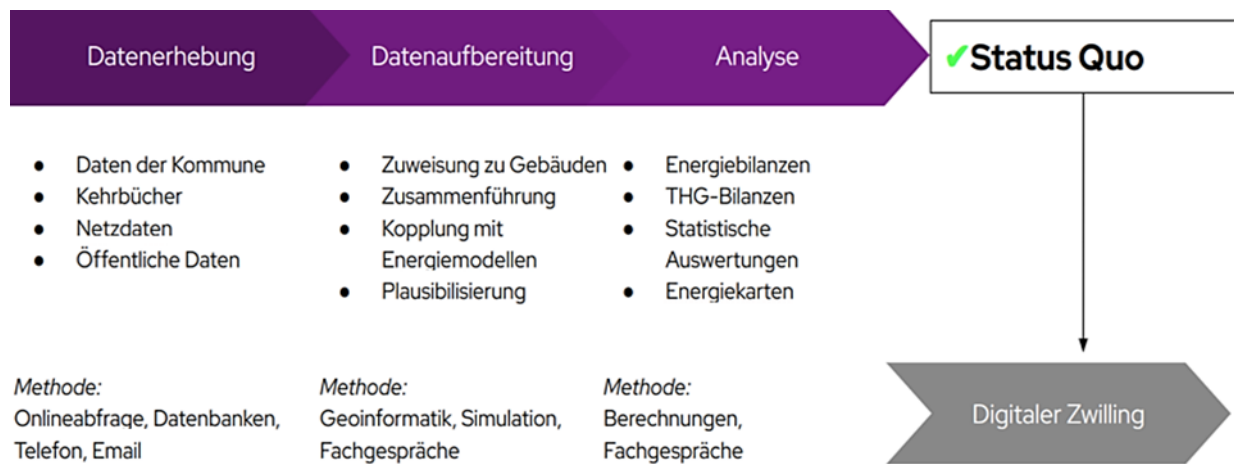


Abbildung 2: Vorgehen bei der Bestandsanalyse

3.1. Das Projektgebiet

Die Gemeinde Rastede liegt im Nordwesten Niedersachsens im Landkreis Ammerland, nördlich von Oldenburg (siehe Abbildung 3). Sie erstreckt sich über eine Fläche von rund 123,61 km². Zum Stichtag 31. Dezember 2022 zählte Rastede 22.896 Einwohnerinnen und Einwohner, was einer Bevölkerungsdichte von etwa 185 Personen pro Quadratkilometer entspricht.

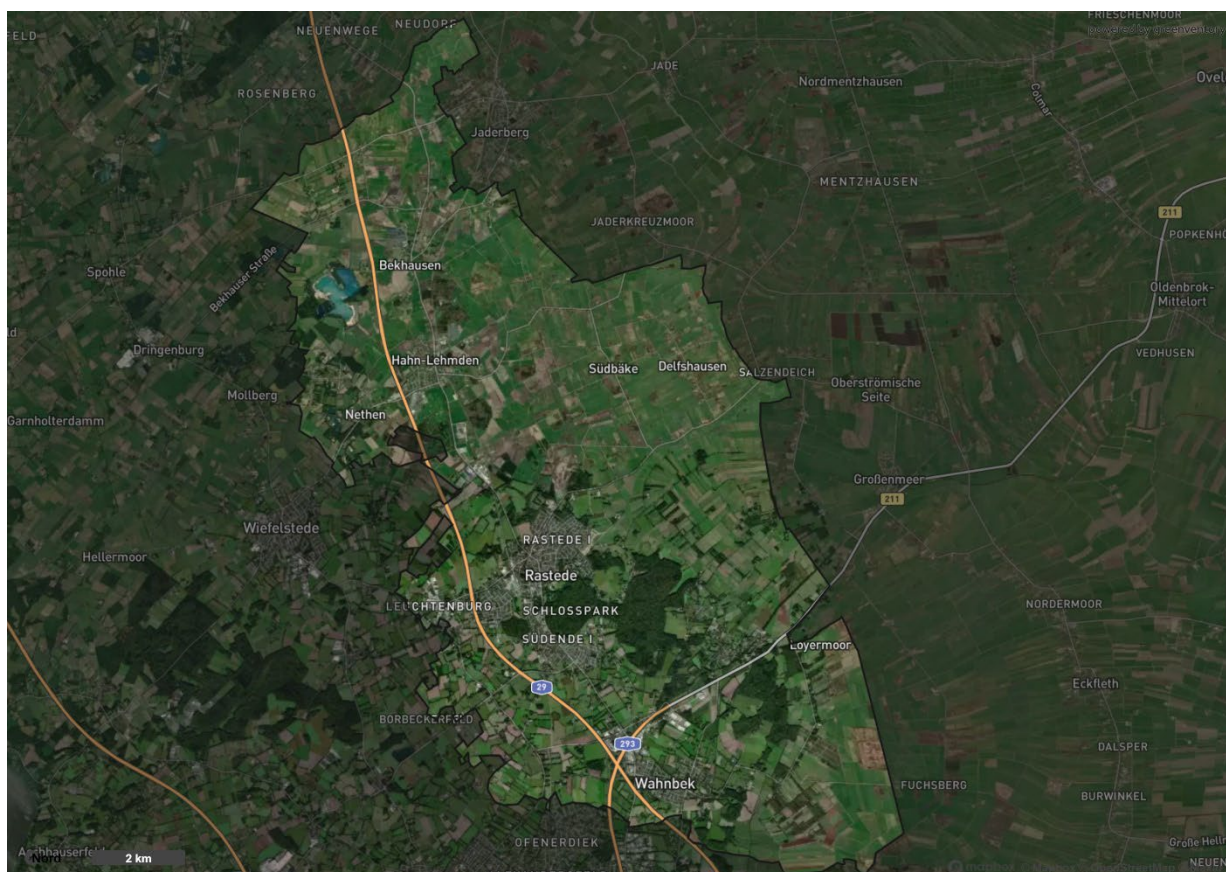


Abbildung 3: Projektgebiet Rastede

Das Gemeindegebiet zeichnet sich durch eine vielfältige Landschaftsstruktur aus. Es umfasst landwirtschaftlich geprägte Flächen, Waldgebiete, kleinere Siedlungszentren und gewerbliche Nutzungen. Die ländlich geprägte Umgebung mit ihren zahlreichen Ortsteilen bietet eine hohe Lebensqualität und verbindet naturnahes Wohnen mit der Nähe zu urbanen Zentren wie Oldenburg und Bremen. Rastede verfügt über eine gute Verkehrsanbindung: Die Autobahnen A28, A29 und A293 sowie die Bundesstraße B211 sorgen für eine direkte Anbindung an das europäische Verkehrsnetz.

Die Wirtschaftsstruktur der Gemeinde ist durch eine Mischung aus mittelständischen Unternehmen, Handwerksbetrieben und Dienstleistungsanbietenden geprägt. Rastede bietet mehrere voll erschlossene Gewerbe- und Industriegebiete, darunter das Industriegebiet Liethe und das Gewerbegebiet Brombeerweg im Ortsteil Wahnbeck.

Die Nähe zu den Wirtschaftsstandorten Oldenburg, Bremen und Wilhelmshaven sowie die gute Erreichbarkeit von See- und Binnenhäfen, dem Küstenkanal und dem Wesertunnel machen Rastede zu einem attraktiven Standort für Unternehmen und Beschäftigte. Ergänzt wird das wirtschaftliche Profil durch die hohe Lebensqualität und Freizeitangebote, die insbesondere für Familien von Bedeutung sind.

3.2. Datengrundlage und Methodik der Erhebung

Die KWP basiert auf einer fundierten Bestandsaufnahme des Wärmebedarfs sowie der bestehenden Versorgungsstruktur in der Gemeinde Rastede. Die Methodik zur Datenerhebung richtet sich dabei konsequent nach den Vorgaben des NKlimaG.

Gemäß § 20 (4) Nr. 1 NKlimaG bildet eine systematische und qualifizierte Erhebung des aktuellen Wärmebedarfs bzw. -verbrauchs sowie der damit verbundenen Treibhausgasemissionen die Grundlage für die KWP.

Die rechtliche Ermächtigungsgrundlage zur Erhebung der hierfür erforderlichen – teils sensiblen – Daten liefert § 21 NKlimaG. Dieser Paragraph räumt der Gemeinde Rastede die entsprechenden Befugnisse ein und verpflichtet zugleich relevante Datenhaltende zur Mitwirkung.

Im Rahmen der Bestandsanalyse wurden zunächst die Verbrauchsdaten für Wärme systematisch erhoben – einschließlich der Gasverbräuche und der relevanten Stromverbräuche zu Heizzwecken. Auf Grundlage des § 21 NKlimaG wurden zudem die bevollmächtigten Schornsteinfegerinnen und -feger zur Bereitstellung der elektronischen Kheirbücher angefragt und entsprechend autorisiert. Ergänzend wurden bei der Gemeinde Rastede ortsspezifische Daten aus den Planungs- und Geoinformationssystemen (GIS) angefragt.

Bei der Erstellung eines kommunalen Wärmeplans ist es üblich und fachlich geboten, unterschiedliche Datenstände und Zeiträume bei der Analyse zu verwenden. Dies liegt daran, dass verschiedene Datenquellen unterschiedliche Aktualität, Genauigkeit und Anwendungszwecke besitzen, welche sich ergänzen und gemeinsam ein aussagekräftiges Gesamtbild ermöglichen.

Die wesentlichen Datenquellen für die Bestandsanalyse umfassten:

- ☐ Statistik- und Katasterdaten aus dem Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS)
- ☐ Strom- und Gasverbrauchsdaten, bereitgestellt durch den zuständigen Netzbetreiber
- ☐ Informationen zu bestehenden Wärmenetzen
- ☐ Auszüge aus den elektronischen Kheirbüchern der Schornsteinfeger mit Angaben zu Feuerstätten
- ☐ Leitungsverläufe des Gas- und Abwassernetzes
- ☐ Daten zu industriellen Abwärmequellen, erhoben durch Befragungen lokaler Betriebe
- ☐ 3D-Gebäudemodelle (LoD2)

Verbrauchsdaten mit mehrjährigem Betrachtungszeitraum:

Die Verbrauchsdaten der Energieversorger werden in der Regel über mehrere Jahre gesammelt und der Medianwert verwendet, um saisonale, witterungsbedingte und nutzungsbedingte Schwankungen auszugleichen. Dies ist eine etablierte Methodik, die auch von Forschungseinrichtungen und kommunalen Planungsstellen empfohlen wird. Der Median über mehrere Jahre sichert eine stabile und robuste Datengrundlage, da einzelne Ausreißer oder außergewöhnliche Wetterjahre die Analyse nicht verzerren. In der KWP der Gemeinde Rastede wurden die Verbrauchsdaten von 2020 bis 2022 verwendet.

Schornsteinfegerdaten:

Die Kkehrbuchdaten der bevollmächtigten Bezirksschornsteinfeger sind meist aktueller, da sie regelmäßig und zeitnah geführt werden und die tatsächliche Ausstattung der Feuerstätte (Art, Alter und Brennstoff) widerspiegeln. Diese Daten sind für die Bewertung der Wärmeerzeugerstruktur unverzichtbar, da sie aktuelle technologische Entwicklungen und Umrüstungen erfassen, die in älteren Verbrauchsdaten noch nicht abgebildet sein können. Das jüngste Datenjahr gewährleistet eine präzise Abbildung des Status quo, um insbesondere Veränderungen im Bereich Heiztechnik und Brennstoffe zu berücksichtigen. In der KWP der Gemeinde Rastede wurden die Kkehrbücher im Jahr 2024 angefragt und verwendet.

ALKIS-Daten und Geodaten:

ALKIS-Daten und kommunale Geodaten werden regelmäßig aktualisiert, jedoch je nach Datenquelle und Aktualisierungszyklus zu unterschiedlichen Zeitpunkten. Grundstücks- und Gebäudebestandsdaten spiegeln den aktuellen baulichen Zustand wider, der für die räumliche Analyse notwendig ist, jedoch erfolgen diese Aktualisierungen oft in jährlichen Intervallen, daher können diese Datenstände variieren. Ihre Einbindung erfolgt dennoch, da sie wichtige raumbezogene Informationen zur Gebäudestruktur, Nutzungsarten und baulichen Gegebenheiten liefern, die für eine ganzheitliche Wärmebedarfsanalyse unerlässlich sind.

Datenqualität und Methodik des Zensus 2022:

Die Daten des Zensus 2022 bilden eine zentrale Grundlage für die raumbezogene Analyse im Rahmen der KWP, insbesondere hinsichtlich von Wohngebäuden (z. B. Gebäudeanzahl, Baualtersklassen, Heizenergieträger). Allerdings werden diese Daten nicht auf Gebäudeebene, sondern aggregiert auf Rasterzellen mit einer Größe von 100 × 100 m veröffentlicht.

Diese Aggregation führt zu methodisch bedingten Einschränkungen, insbesondere bei der Zuordnung der Baualtersklassen: Innerhalb einer Rasterzelle wird in der Regel die dominierende Baualtersklasse aller darin erfassten Gebäude als repräsentativ für die gesamte Zelle ausgewiesen. Das Dominanzprinzip, nach dem jeweils nur die überwiegende Baualtersklasse pro Rasterzelle ausgewiesen wird, führt dazu, dass kleinere, energetisch relevante Gebäudegruppen mit abweichendem Baualter nicht erfasst werden. Dadurch wird die tatsächliche Heterogenität der Gebäudestruktur oft stark unterschätzt.

Diese Vereinfachung kann insbesondere in innerstädtischen Quartieren mit gemischter Bebauung zu erheblichen Verzerrungen führen, da energetische Ausreißer wie unsanierte Altbauten oder Neubauten mit Niedrigenergie-Standard in der Rasterzelle nicht differenziert abgebildet werden.

Trotz dieser Einschränkungen besitzen die Zensus 2022-Daten einen hohen Wert, insbesondere wenn sie durch aktuellere und detailliertere Datenquellen ergänzt werden.

Die kommunale Wärmeplanung profitiert von einem integrativen Datenmanagement, das verschiedene Datenquellen mit ihren unterschiedlichen Aktualitätsgraden und Genauigkeiten berücksichtigt. Die Kombination aus langjährigen Verbrauchsdaten, aktuellen Schornsteinfegerdaten sowie differenzierten ALKIS- und Geodaten ermöglicht eine belastbare und realistische Abbildung des Wärmebedarfs und der technischen Gebäudesituation. Verbrauchsdaten zeigen langfristige Verbrauchsmuster, Schornsteinfegerdaten liefern aktuelle, gebäudescharfe Informationen zu Wärmeerzeugern und Brennstoffen, und ALKIS-Daten ermöglichen eine präzise räumliche Verortung und Modellierung fehlender Werte.

Im Gegensatz dazu weisen die Zensus 2022-Daten – insbesondere die Baualtersklassen, die auf aggregierten 100×100 m Rasterzellen basieren – methodische Einschränkungen und potenzielle Verzerrungen auf, die bei der Wärmeplanung kritisch berücksichtigt werden müssen. Darüber hinaus ist die methodische Inkompatibilität der aggregierten Zensusdaten mit anderen Quellen wie ALKIS- oder Schornsteinfegerdaten eine Herausforderung, die aufwändige Harmonisierungs- und Plausibilisierungsverfahren erfordert. Auch die regional unterschiedliche Qualität und Aktualität der registergestützten Ursprungsdaten kann die Verlässlichkeit der Baualtersklassen-Daten beeinträchtigen.

Aus diesen Gründen sollten die Zensus-Daten nicht als alleinige Entscheidungsgrundlage dienen, sondern nur ergänzend und kritisch in einem ganzheitlichen Datenverbund eingesetzt werden. Nur durch die multiperspektivische Verknüpfung und Abwägung der Stärken und Schwächen aller Datenquellen lässt sich eine realitätsnahe, belastbare und zukunftsfähige Wärmeplanung gewährleisten.

Hinweis: Die in diesem Bericht dargestellten räumlich verorteten Informationen werden ausschließlich in aggregierter Form (mindestens fünf Gebäude) und somit anonymisiert präsentiert. Rückschlüsse auf einzelne Gebäude sind nicht möglich. Aufgrund der Zusammenfassung mehrerer Gebäude können die angegebenen Werte im Einzelfall deutlich abweichen.

3.3. Gebäudebestand

Nach einer Analyse des offenen Kartenmaterials sowie der Informationen des amtlichen Liegenschaftskatasters befinden sich im Gebiet der Gemeinde Rastede 12.006 beheizte Gebäude (siehe Abbildung 4). Unbeheizte Gebäude wie zum Beispiel Garagen oder Lagerhallen werden im folgenden Bericht nicht berücksichtigt, da sie nicht über eine aktive Heizungsanlage verfügen und somit keiner regelmäßigen Beheizung unterliegen. Wie Abbildung 4 und Abbildung 5 zeigen, besteht mit 86,4 % ein überwiegender Anteil der räumlich dargestellten Gebäude aus privaten Wohngebäuden. Gebäude des Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektors (GHD) sowie Industrie- und Produktionsgebäude, worunter beispielsweise auch die Landwirtschaft fällt, machen einen Anteil von 12,8 % aus. Öffentliche Gebäude haben mit 0,8 % lediglich einen geringen Anteil am Gebäudebestand. Hieraus wird ersichtlich, dass die Wärmewende eine kleinteilige Aufgabe ist und sich hauptsächlich im Wohnbereich abspielen muss.

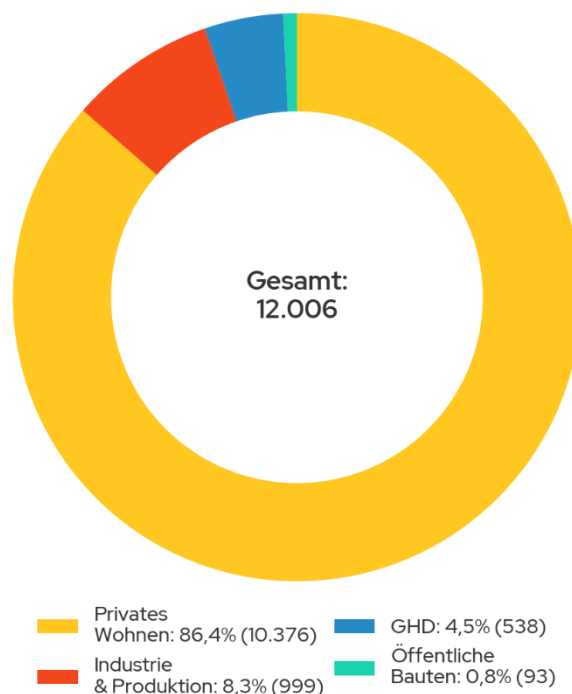


Abbildung 4: Gebäudeanzahl nach Sektoren in Rastede

Abbildung 5 veranschaulicht die räumliche Struktur der Gemeinde Rastede anhand verschiedener Nutzungssektoren. Aus der Abbildung geht hervor, dass der Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor (blau) nur vereinzelt im Gemeindegebiet vertreten ist. Auffällig ist die größere Fläche des GHD-Sektors in Randbereich des Ortsteiles Wahnbeek. Diese Konzentration des GHD-Sektors ist auf die Ansiedlung mehrerer Autohäuser entlang der Oldenburger Str. zurückzuführen.

Wie oben bereits beschrieben, wird das Gemeindegebiet deutlich von privaten Wohnnutzungen (gelb) dominiert. Diese bilden kompakte, zusammenhängende Siedlungsbereiche, die sich insbesondere in zentralen Lagen sowie siedlungsnahen Randbereichen konzentrieren. Die Struktur ist typisch für gewachsene Wohngebiete mit einer klaren funktionalen Trennung zu gewerblichen Nutzungen.

Die Flächen für Industrie und Produktion (rot) sind über das gesamte Gebiet der Gemeinde Rastede verteilt, treten jedoch in moderatem Umfang auf. Eine Konzentration des Sektors ist vor allem im Industriepark „Liethe“, dem Gewerbepark „Bgm.-Brötje-Straße“ und dem Gewerbepark „Klinkerstraße / Klein Feldhus“ zu erkennen.

Öffentliche Bauten (grün) erscheinen punktuell und strategisch verteilt, etwa in zentralen Lagen oder in der Nähe wichtiger Infrastruktureinrichtungen. Diese Einrichtungen übernehmen zentrale Aufgaben der Daseinsvorsorge und sind essenziell für eine vorausschauende kommunale Infrastrukturplanung.

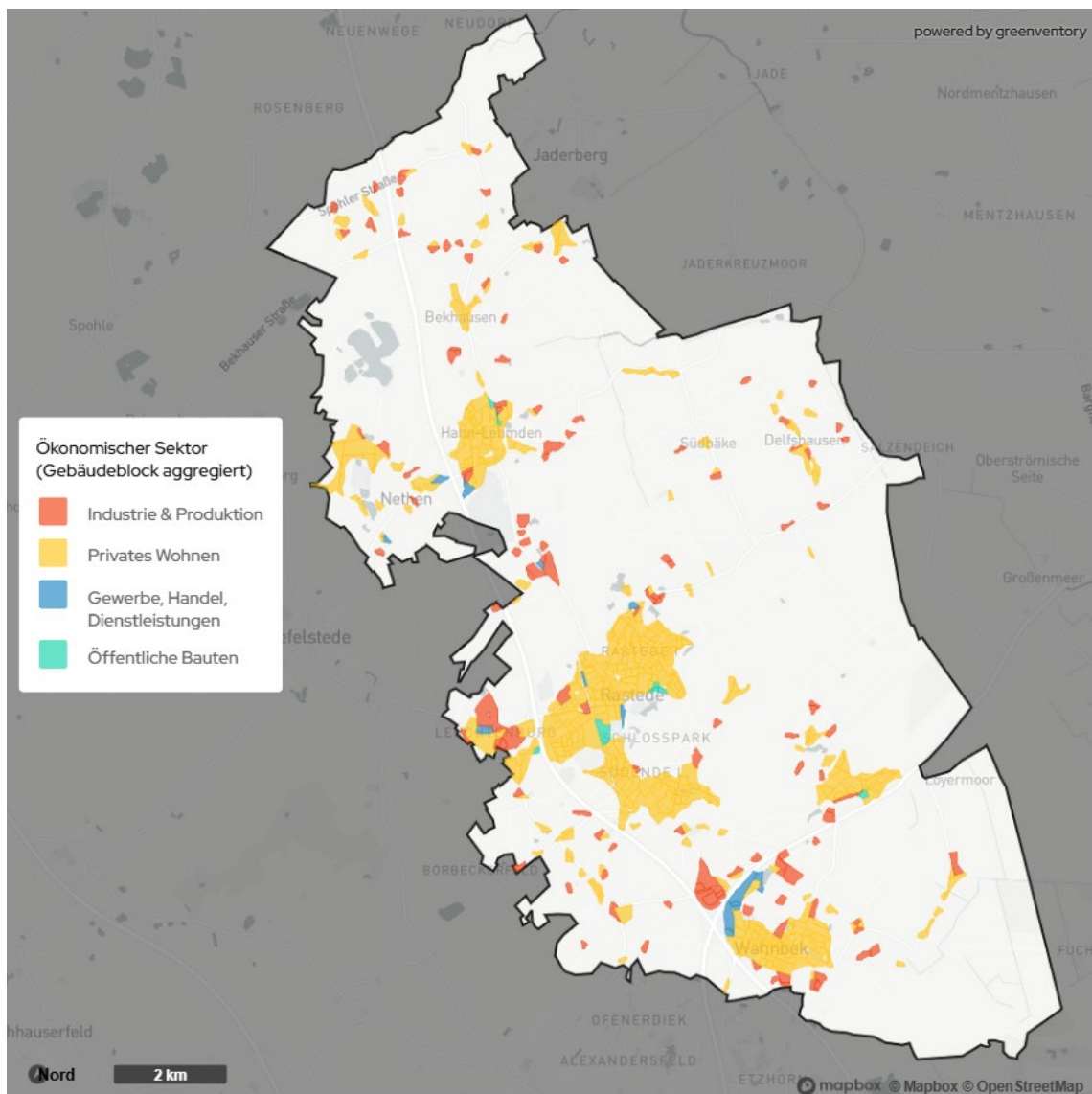


Abbildung 5: Räumliche Gebäudeverteilung nach Sektoren in Rastede

Die Auswertung der Gebäudeanzahl nach Baualtersklassen der Gemeinde Rastede (siehe Abbildung 6) verdeutlicht, dass etwa 57,9 % der Gebäude vor dem Jahr 1979 errichtet wurden. Damit stammen sie aus einer Zeit vor dem Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung, die erstmals verbindliche Anforderungen an die energetische Qualität der Gebäudehülle stellte. Besonders ins Auge fällt der hohe Anteil der zwischen 1949 und 1978 errichteten Gebäude. Mit einem Anteil von 45,7 % stellen sie die größte Gruppe im Bestand dar und weisen somit ein erhebliches Potenzial für energetische Sanierungsmaßnahmen auf.

Um das vorhandene Sanierungspotenzial dieser Gebäude bestmöglich zu erschließen, sind individuelle Energieberatungen sowie passgenaue Sanierungskonzepte erforderlich. Diese müssen sowohl technische als auch rechtliche Rahmenbedingungen berücksichtigen, um wirtschaftlich und nachhaltig wirksame Lösungen zu ermöglichen.

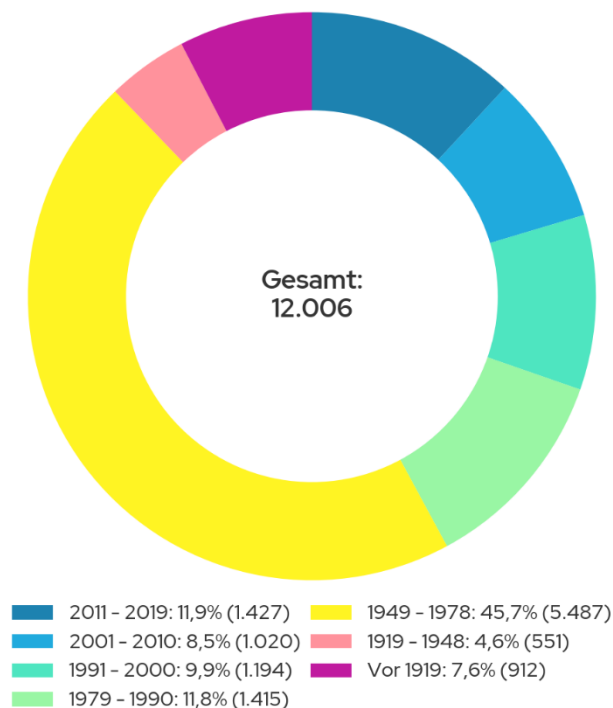


Abbildung 6: Gebäudeanzahl nach Baualtersklassen in Rastede

Abbildung 7 veranschaulicht die zeitliche Entwicklung der Bebauung in der Gemeinde Rastede anhand farblich differenzierter Baualtersklassen. Die Siedlungsstruktur zeigt sich dabei als vielschichtig und über einen langen Zeitraum gewachsen.

Gebäude aus der Zeit vor 1919 (lila) sowie aus den Jahren 1919 bis 1948 (rosa) prägen insbesondere die älteren Ortskerne. Sie sind punktuell verteilt und weisen auf historische Siedlungskerne hin. Die Nachkriegsbebauung von 1949 bis 1978 (gelb) tritt in mehreren Bereichen flächendeckend auf.

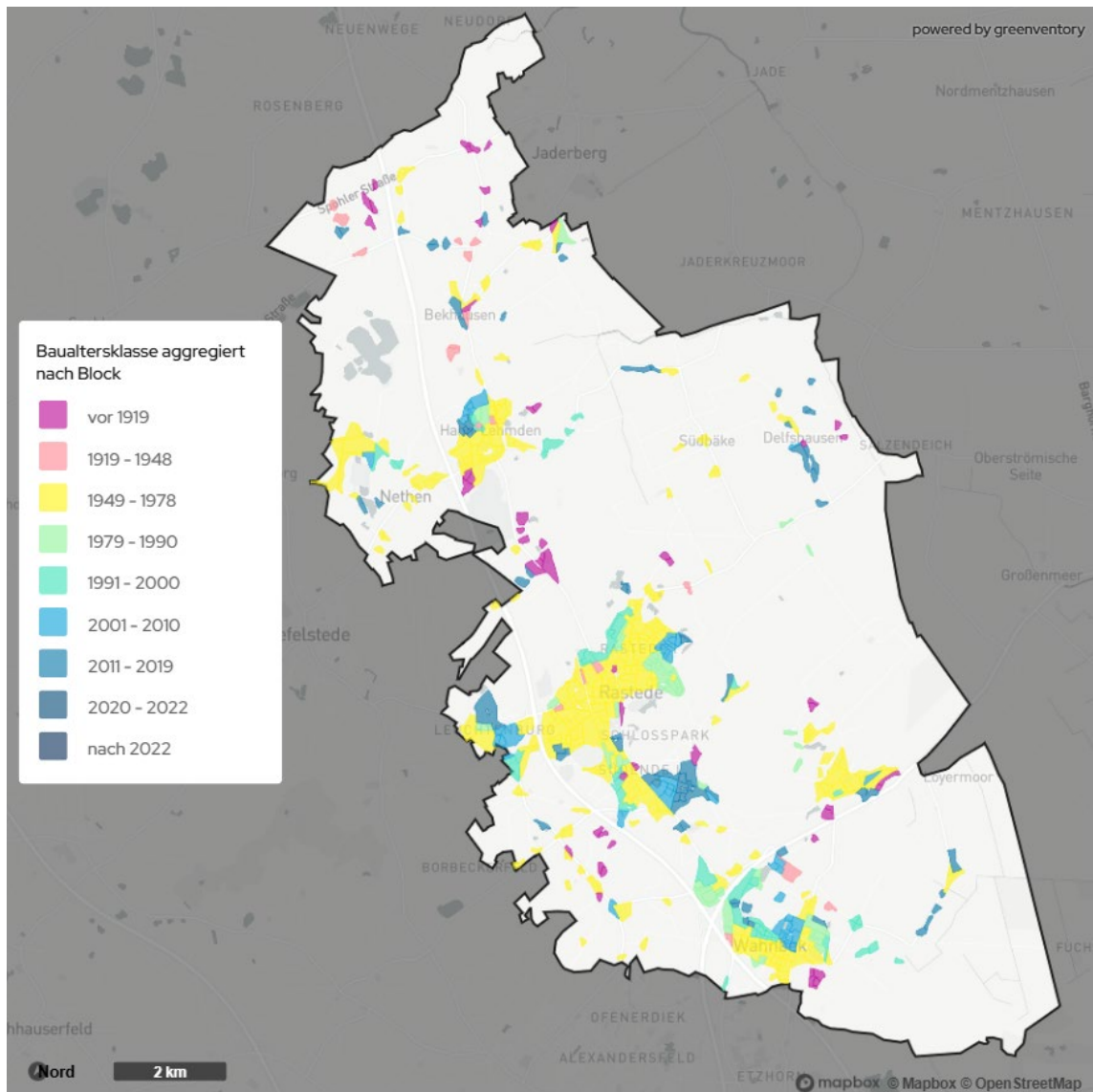


Abbildung 7: Räumliche Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen in Rastede

Die Baualtersklassen von 1979 bis 1990 (hellgrün) und 1991 bis 2000 (türkis) sind vereinzelt über das gesamte Gebiet der Gemeinde Rastede verteilt und häufig in Form von Siedlungserweiterungen erkennbar. Diese Phase markiert eine Phase kontinuierlicher Wohnraumerweiterung.

Jüngere Gebäude aus den Jahren 2001 bis 2010 (hellblau) sowie 2011 bis 2019 (dunkelblau) konzentrieren sich vor allem auf periphere Lagen oder schließen Lücken innerhalb bestehender Strukturen. Die jüngsten Bauaktivitäten ab 2020 (petrol) sowie nach 2022 (navy) sind punktuell verteilt und deuten auf eine selektive Nachverdichtung und Erschließung neuer Wohnflächen hin.

Insgesamt ergibt sich ein heterogenes Bild der Siedlungsentwicklung, das sowohl historische Kontinuität als auch moderne Entwicklungsimpulse widerspiegelt.

Zur Abschätzung des energetischen Sanierungsstands wurde eine überschlägige Einordnung der Gebäude in die Energieeffizienzklassen gemäß GEG vorgenommen. Grundlage hierfür bildeten das Baujahr, der Energieverbrauch sowie die jeweilige Grundfläche der Gebäude.

Die Auswertung zeigt eine deutliche Häufung im mittleren bis unteren Effizienzbereich (siehe Abbildung 8). Besonders hervorzuheben ist die Energieeffizienzklasse H, die mit einem Anteil von 18,0 % den größten Teil des Gebäudebestands ausmacht. Diese Gebäude entsprechen häufig dem energetischen Standard von insbesondere den Baujahren zwischen den 1950er- und 1970er-Jahren. Sie liegen im schlechtesten Bereich der Effizienzska – besonders ineffizient sowie unsaniert. Rund 24,7 % der analysierten Gebäude entfallen auf die Klassen F und G, die typischerweise unsanierten oder nur geringfügig modernisierten Altbauten entsprechen. Diese Gebäude weisen einen deutlich erhöhten energetischen Sanierungsbedarf auf. Die Analyse offenbart eine heterogene Verteilung der Energieeffizienz, die sowohl auf erhebliche Potenziale für gezielte Sanierungsmaßnahmen als auch auf den differenzierten energetischen Zustand des Gebäudebestands hinweist.

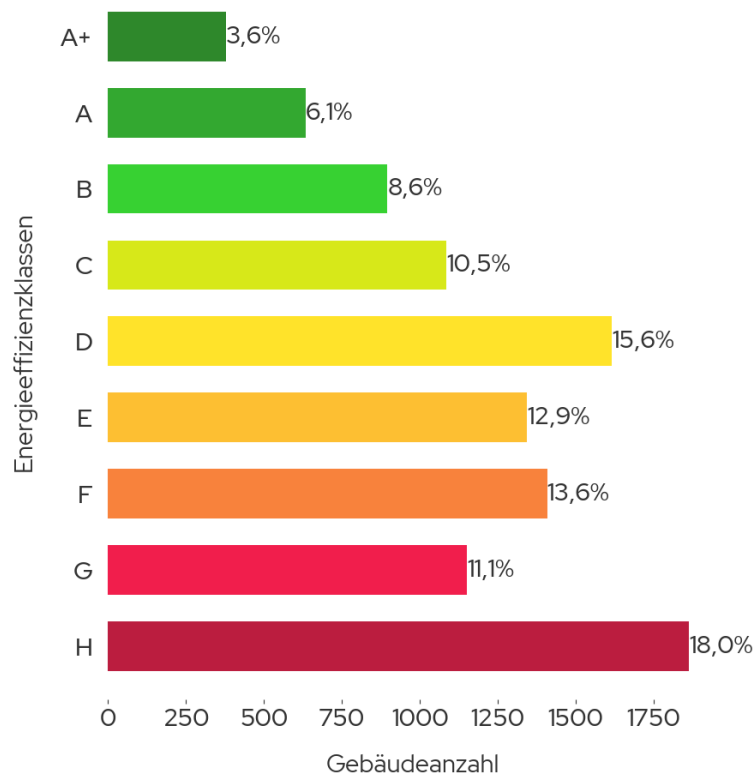


Abbildung 8: Gebäudeverteilung nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte) in Rastede

3.4. Wärmebedarf

Die Bestimmung des Wärmebedarfs erfolgte für die leitungsgebundenen Heizsysteme (Gas, Strom für Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen) über die von EWE NETZ GmbH bereitgestellten gemessenen Verbrauchsdaten (Endenergieverbräuche). In Verschneidung mit Wirkungsgraden der verschiedenen Heiztechnologien und weiteren Gebäudedaten konnte so der Wärmebedarf bzw. die Nutzenergie ermittelt werden. Bei nicht-leitungsgebundenen Heizsystemen (Öl, Holz, Kohle) und bei beheizten Gebäuden mit fehlenden Informationen zum verwendeten Heizsystem wurde der Wärmebedarf auf Basis der beheizten Fläche, des Gebäudetyps und weiteren gebäudespezifischen Datenpunkten berechnet. Für die Gebäude mit nicht-leitungsgebundenen Heizsystemen konnte unter Verwendung der entsprechenden Wirkungsgrade auf die Endenergieverbräuche geschlossen werden.

Insgesamt beläuft sich der aktuelle Wärmebedarf in der Gemeinde Rastede auf jährlich 234,8 GWh (siehe Abbildung 9). Mit einem Anteil von 80,2 % ist der Wohnsektor am stärksten vertreten. An zweiter Stelle folgt der Sektor der Industrie und Produktion mit 10,5 % des Gesamtwärmebedarfs. Der Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor (GHD) beansprucht 7,5 %. Der geringste Anteil entfällt mit 1,8 % auf den öffentlichen Bereich, welcher auch kommunale Liegenschaften beinhaltet.

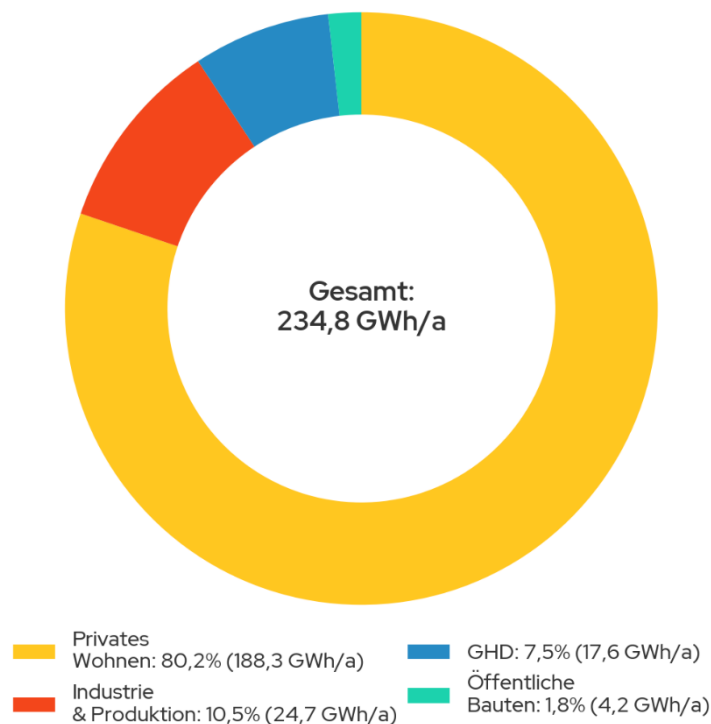


Abbildung 9: Wärmebedarf nach Sektoren in Rastede

Die räumliche Verteilung spezifischer Wärmebedarfsdichten ist in anonymisierter Darstellung in Abbildung 10 zu sehen. In der Gemeinde Rastede zeigt sich eine differenzierte räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichten. Besonders hohe Werte ab 300 MWh / (ha*a) treten vor allem im Bereich der Oldenburger Straße im Ortskern Rastede auf. Die höchste Wärmelinieindichte mit >850 MWh / (ha*a) ist an der Straße „Zum Roten Hahn“ im Gemeindeteil Hahn-Lehmden zu finden.

Insgesamt deutet diese Konzentration auf eine dichte Bebauung oder besonders energieintensive Nutzungen hin. Diese Struktur liefert wichtige Anhaltspunkte für die Planung effizienter Wärmenetze und die gezielte Umsetzung energetischer Maßnahmen.

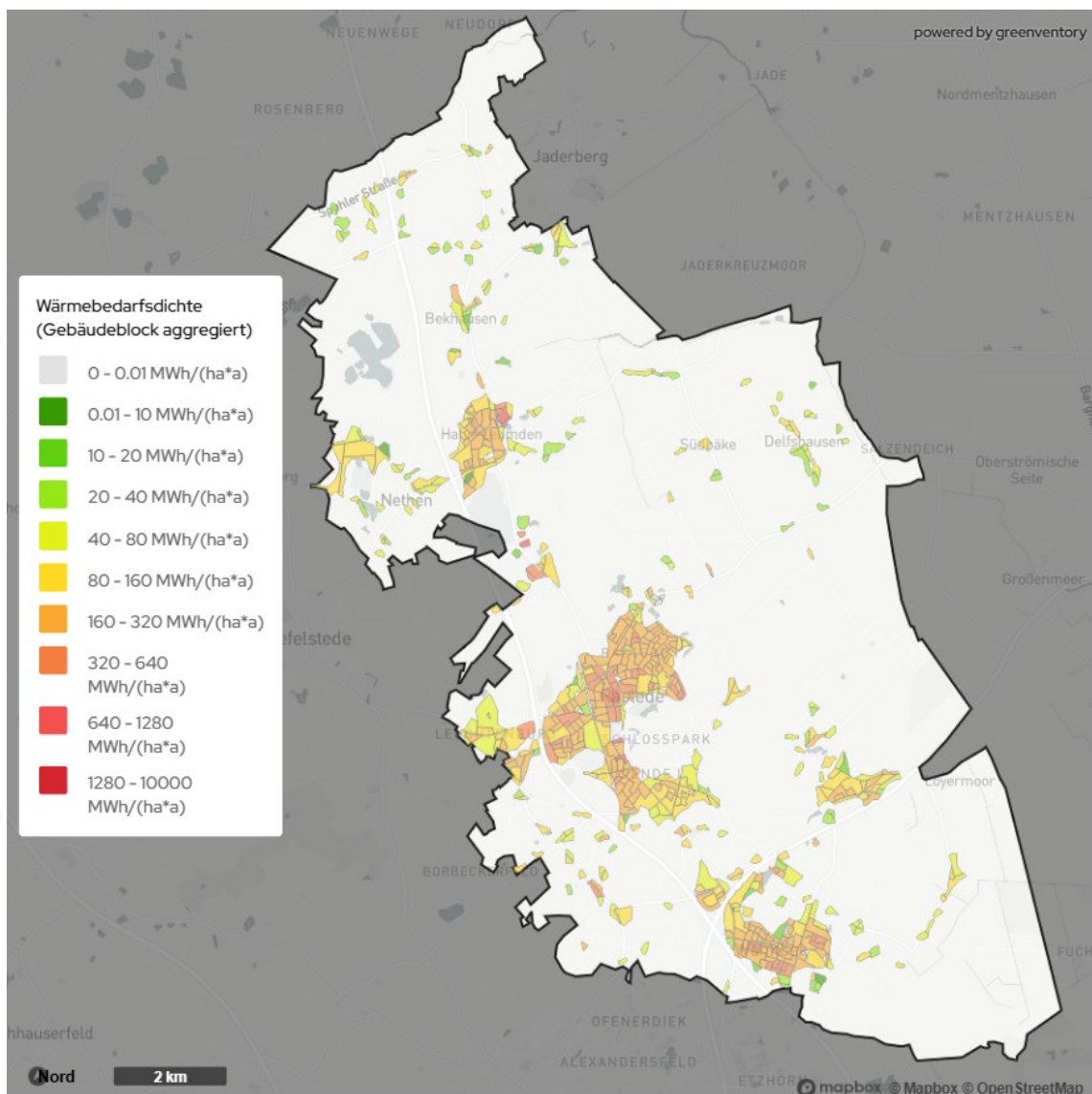


Abbildung 10: Räumliche Gebäudeverteilung nach spezifischem Wärmebedarf in Rastede

3.5. Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger

Die Grundlage für die Untersuchung der dezentralen Wärmeerzeuger in der Gemeinde Rastede bildeten die elektronischen Kheirbücher der Bezirksschornsteinfeger. Diese enthielten detaillierte Angaben zu verwendeten Brennstoffen, zur Art sowie zum Alter der jeweiligen Feuerungsanlagen. Insgesamt konnten auf diese Weise Daten zu ca. 7.400 Gebäuden mit Heizsystemen ausgewertet werden. Ergänzt wurden diese Informationen durch Verbrauchs- und Netzdaten des regionalen Energieversorgers.

Gebäude, zu denen keine Angaben zum Alter der Heizungsanlage vorlagen oder die über keine Heizung verfügen, blieben in der Analyse unberücksichtigt. Heizsysteme auf Basis von Wärmepumpen wurden über spezifische Heizstromverbrauchswerte identifiziert.

Abbildung 11 veranschaulicht die zeitliche Entwicklung der installierten Heizleistung differenziert nach Energieträgern. Seit Mitte der 1980er-Jahre ist ein deutlicher und kontinuierlicher Anstieg bei Gasheizungen zu beobachten, was auf deren zunehmende Verbreitung im Gebäudebestand hinweist. Im Vergleich dazu fällt die installierte Leistung von Ölheizungen deutlich geringer aus; ein moderater Zuwachs ist insbesondere im Zeitraum zwischen 1990 und 2000 erkennbar.

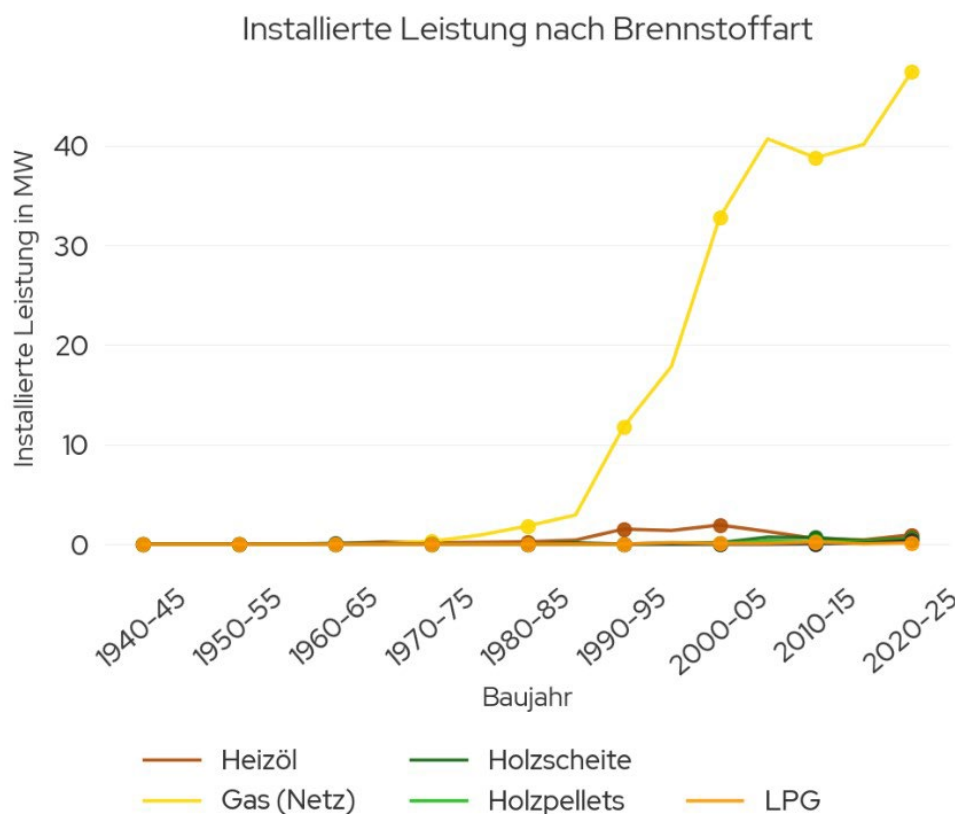


Abbildung 11: Stückzahl installierter Heizungsanlagen nach Energieträger in Rastede

Um in Zukunft Treibhausgasneutralität im Wärmesektor gewährleisten zu können, müssen alle fossil betriebenen Heizsysteme ersetzt werden. Die Untersuchung des Alters der derzeit eingebauten Heizsysteme liefert wichtige Anhaltspunkte für eine gezielte Priorisierung beim Austausch dieser Systeme.

Eine Auswertung der Altersstruktur dieser Systeme auf Gebäudeebene der Gemeinde Rastede (siehe Abbildung 12) offenbart einen signifikanten Anteil veralteter beziehungsweise stark veralteter Heizanlagen, unter der Annahme einer technisch begründeten Nutzungsdauer von 20 Jahren.

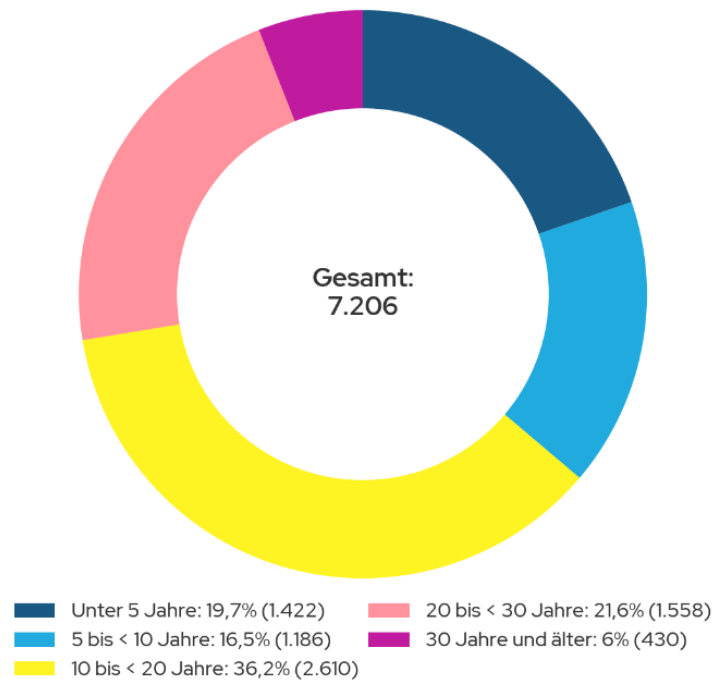


Abbildung 12: Gebäudeanzahl nach Alter der bekannten Heizsysteme in Rastede

Diese Annahme führt zu einer klaren Erkenntnis hinsichtlich des dringenden Handlungsbedarfs:

- 21,6 % aller Heizsysteme überschreiten bereits die Altersgrenze von 20 Jahren, sind aber noch nicht älter als 30 Jahre.
- Bei 6 % der Heizungsanlagen ist sogar die 30-Jahre-Marke überschritten, was insbesondere vor dem Hintergrund des § 72 GEG (Betriebsverbot alter Heizkessel und Ölheizungen) von hoher Relevanz ist.

Abbildung 13 zeigt die anonymisierte räumliche Verteilung des durchschnittlichen Alters der Heizsysteme in der Gemeinde Rastede. In weiten Teilen der Gemeinde Rastede liegt das durchschnittliche Alter der Heizungsanlagen zwischen 11 und 20 Jahren, in einigen Bereichen sogar bei über 21 Jahren. Lediglich in den neueren Siedlungsgebieten ist ein junges Heizungsalter festzustellen – ein Befund, der mit der dortigen Baualtersstruktur korrespondiert.

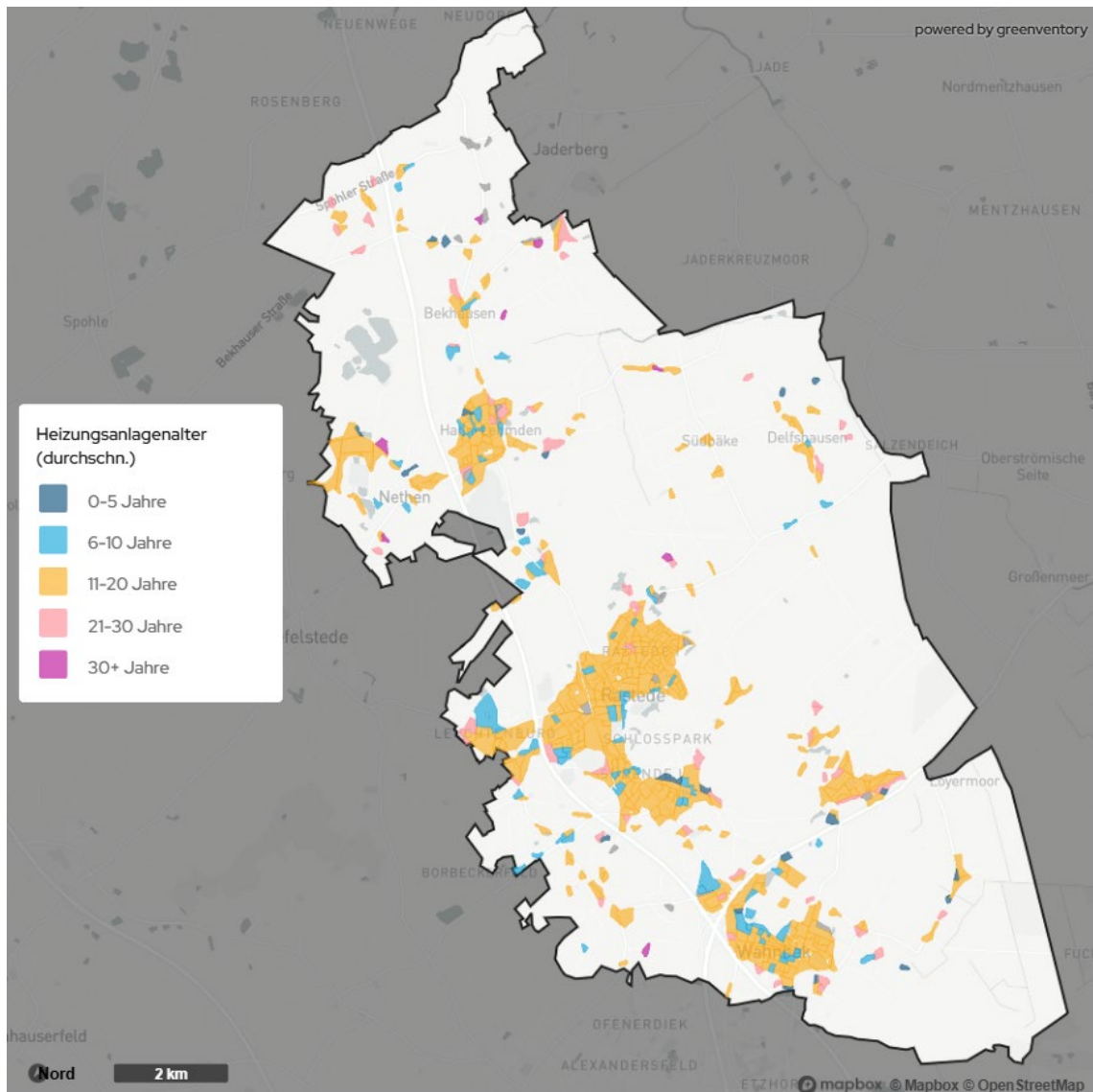


Abbildung 13: Räumliche Verteilung nach Alter der bekannten Heizsysteme in Rastede

Die Kenntnis über das Alter der Heizsysteme ist ein zentraler Baustein für die KWP. Sie ermöglicht die Identifikation von Modernisierungspotenzialen, die gezielte Ausgestaltung von Förderprogrammen, die vorausschauende Entwicklung der Energieinfrastruktur sowie die Reduktion von CO₂-Emissionen. Eine fundierte Datengrundlage schafft somit die Voraussetzung für eine ökologisch wie ökonomisch tragfähige Wärmeplanung.

Gemäß § 72 des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) dürfen Heizkessel, die flüssige oder gasförmige Brennstoffe nutzen und vor dem 1. Januar 1991 installiert wurden, nicht weiter betrieben werden. Gleiches gilt für später installierte Anlagen, sobald sie eine Betriebsdauer von 30 Jahren überschreiten. Ausgenommen sind u. a. Niedertemperatur- und Brennwertkessel, Anlagen mit sehr geringer oder sehr hoher Leistung sowie bestimmte Hybridheizungen, sofern sie nicht mit fossilen Brennstoffen betrieben werden. Auch Eigentümerinnen und Eigentümer von Ein- oder Zweifamilienhäusern, die ihre Immobilie bereits zum 1. Februar 2002 selbst bewohnt haben, sind unter bestimmten Bedingungen ausgenommen. Unabhängig davon dürfen Heizkessel auf Basis fossiler Brennstoffe spätestens zum 31. Dezember 2044 außer Betrieb genommen werden (GEG 2024).

Mit Inkrafttreten der GEG-Novelle zum 1. Januar 2024 gilt: In Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohnerinnen und Einwohnern dürfen ab dem 1. Juli 2026 nur noch Heizsysteme neu eingebaut werden, die zu mindestens 65 % mit erneuerbaren Energien betrieben werden. In kleineren Kommunen greift diese Regelung ab dem 1. Juli 2028. Diese Vorgaben stehen im Einklang mit den Zielen des NKlimaG, welches eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis spätestens 2040 anstrebt.

Für Neubaugebiete bedeutet dies, dass Heizungsanlagen bereits heute so geplant werden sollten, dass sie langfristig den Anforderungen an eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung entsprechen. Das NKlimaG verpflichtet Kommunen zur aktiven Mitwirkung am Klimaschutz und zur Umsetzung entsprechender Maßnahmen in der Bauleitplanung. Damit wird sichergestellt, dass neue Quartiere von Anfang an auf eine zukunftsfähige, erneuerbare Wärmeversorgung ausgerichtet sind.

Vor diesem Hintergrund ergibt sich ein erheblicher Handlungsbedarf für Gebäudeeigentümerinnen und Gebäudeeigentümer. Für 6 % der Heizsysteme, die bereits seit über 30 Jahren in Betrieb sind, ist zu prüfen, ob eine gesetzliche Austauschpflicht besteht. Weitere 21,6 % der Anlagen mit einem Alter zwischen 21 und 30 Jahren sollten technisch überprüft und – sofern wirtschaftlich und technisch sinnvoll – modernisiert werden. Eine solche Maßnahme sollte idealerweise durch eine ganzheitliche Energieberatung begleitet werden, um Synergien mit weiteren Effizienzmaßnahmen zu identifizieren.

3.6. Eingesetzte Energieträger

Um den gesamten Wärmebedarf (Raumwärme, Warmwasser sowie Prozesswärme) zu decken wird in der Gemeinde Rastede jährlich eine Wärmemenge von 234,8 GWh benötigt. Diese Energiemenge wird durch unterschiedliche Träger bereitgestellt (siehe Abbildung 14).

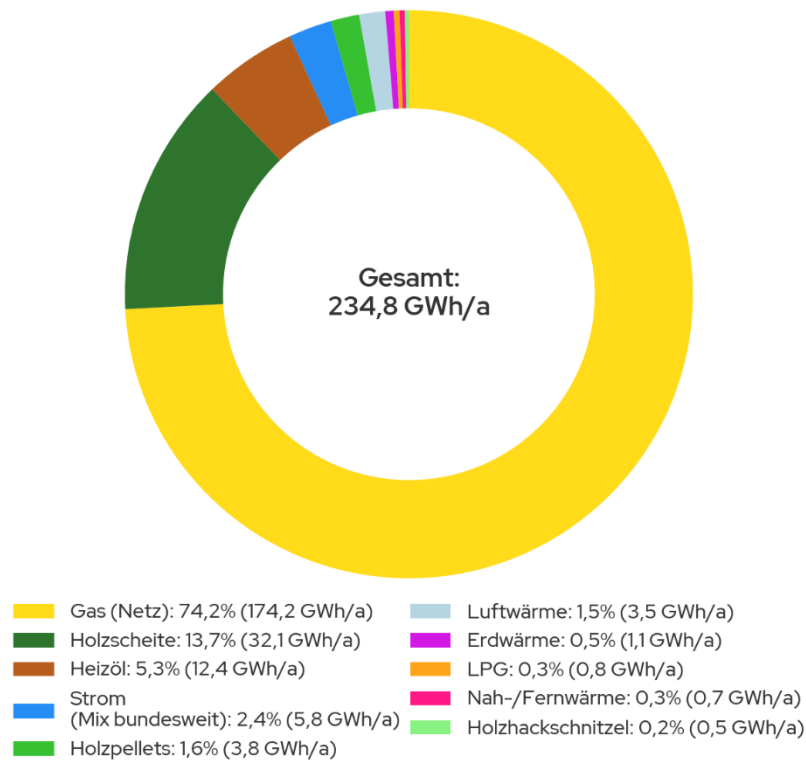


Abbildung 14: Wärmebedarf nach Energieträgern in Rastede

In vielen Regionen, darunter auch die Gemeinde Rastede, ist die Wärmeversorgung historisch stark auf Erdgas ausgerichtet. Abbildung 14 zeigt deutlich, dass auch hier fossile Energieträger nach wie vor den mit Abstand größten Anteil an der lokalen Wärmebereitstellung haben. Den Hauptanteil trägt dabei Erdgas mit einer jährlichen Wärmemenge von 174,2 GWh, was einem Anteil von 74,2 % entspricht. Heizöl spielt mit einer jährlichen Wärmemenge von 12,4 GWh, was einem Anteil von 5,3 % entspricht, ebenfalls eine Rolle.

Ein nennenswerter Teil des Wärmebedarfs in der Gemeinde Rastede wird bereits durch erneuerbare Energien gedeckt. An dieser Stelle steht hier die thermische Nutzung von Biomasse, die jährlich 15,5 % (36,4 GWh pro Jahr) zur Wärmeversorgung beiträgt.

Weitere Energiequellen sind Strom mit 2,4 % (5,8 GWh pro Jahr), Wärmepumpen mit 2 % (4,6 GWh pro Jahr) sowie Nah- und Fernwärmenetze mit 0,3 % (0,7 GWh pro Jahr).

Die derzeitige räumliche Struktur der Wärmeversorgung (siehe Abbildung 15) macht die enormen Herausforderungen auf dem Weg zur Dekarbonisierung deutlich. Eine nachhaltige und klimaneutrale Wärmeversorgung erfordert technologische Innovationen, den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien, den Ausbau von Wärmenetzen sowie die intelligente Integration verschiedener Technologien in bestehende Infrastrukturen. Eine gezielte technische Strategie ist hierbei von zentraler Bedeutung.

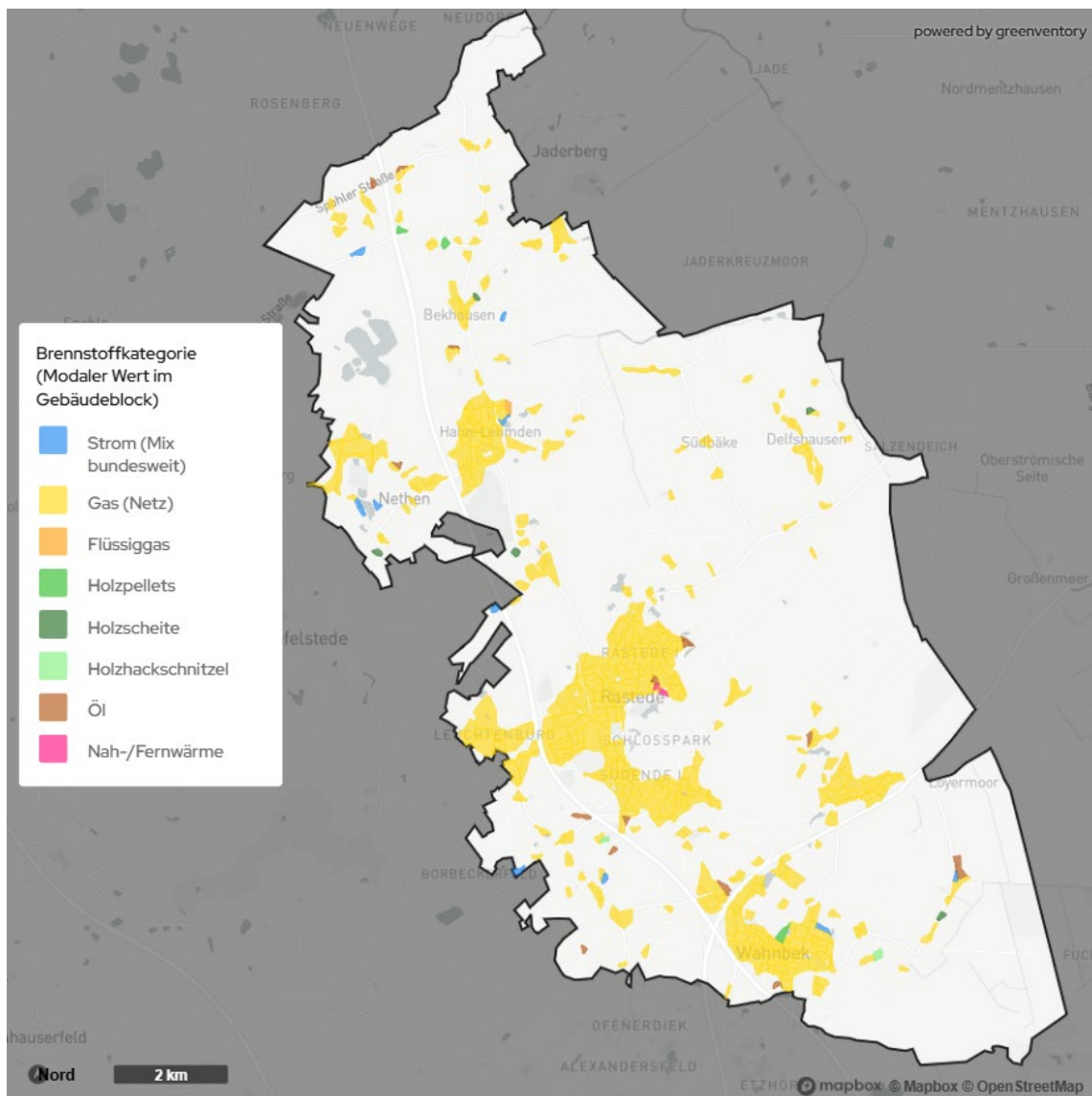


Abbildung 15: Räumliche Verteilung nach Energieträgern in Rastede

3.7. Gas- und Stromnetzinfrastuktur

EWE NETZ GmbH versorgt das gesamte Gemeindegebiet Rastede bereits seit vielen Jahren mit Erdgas. Durch das Ziel der Klimaneutralität bis 2045 müssen die Netze transformiert werden. Die Versorgungssicherheit von Kundinnen und Kunden steht dabei an oberster Stelle. Entscheidend für diesen Prozess sind die Bedarfe von Endverbrauchenden und die politisch-gesetzlichen Vorgaben, die es gilt einzuhalten und umzusetzen. Die Erdgasnetze werden sich in diesem Zuge den Bedürfnissen anpassen.

Die Gasinfrastruktur ist im gesamten Siedlungsgebiet der Gemeinde Rastede flächendeckend ausgebaut (siehe Abbildung 16).

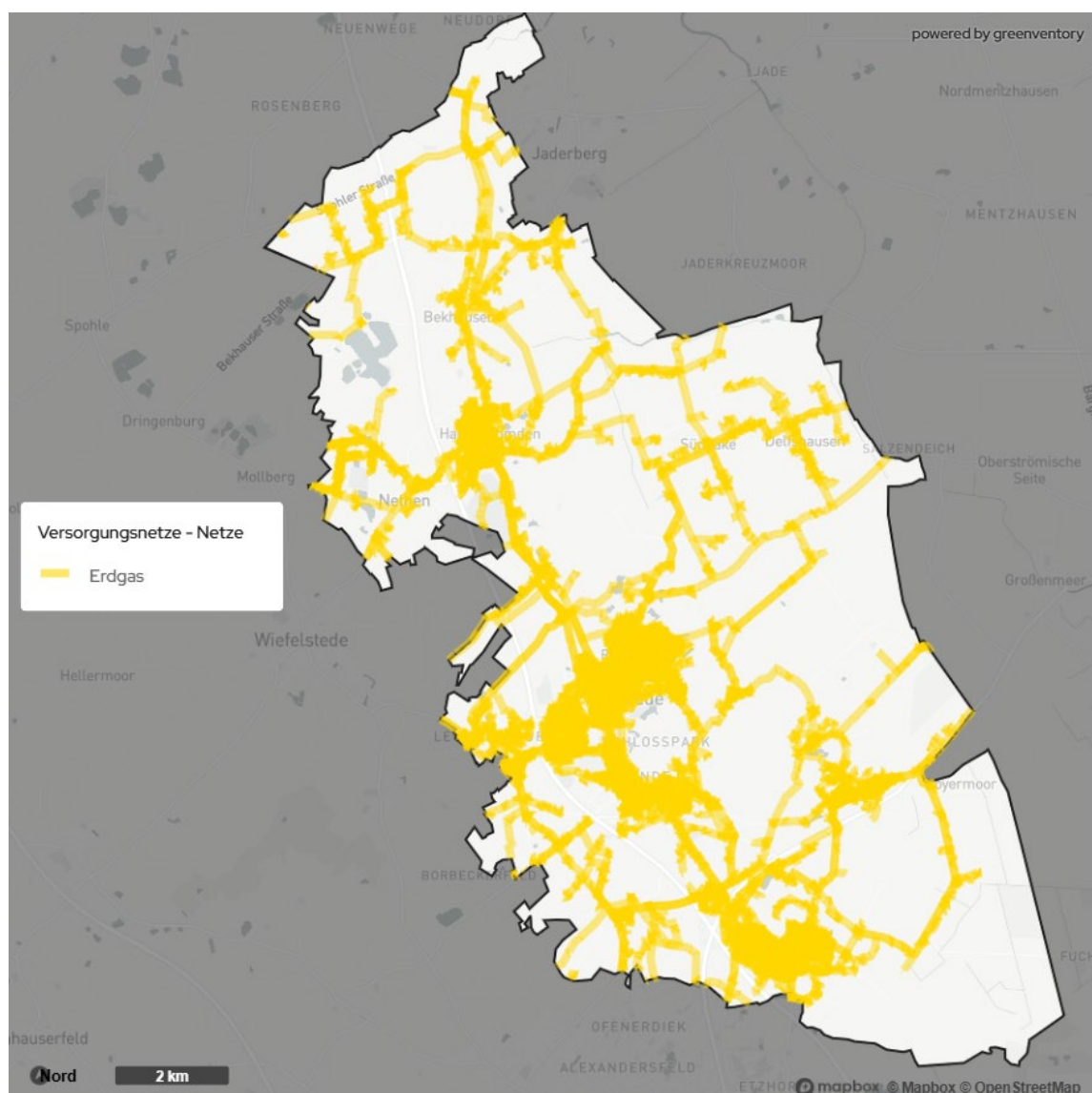


Abbildung 16: Gasnetzinfrastuktur in Rastede

Technisch gesehen können die Erdgasleitungen für Wasserstoff oder Biomethan genutzt werden und somit einen Teil zur Dekarbonisierung der Energieversorgung beitragen (siehe dazu auch Kapitel 4.3.3). Die zukünftigen Nutzungen werden ortsbezogen sehr unterschiedlich sein. Ein Rückbau der Infrastruktur, wenn diese aufgrund der Nutzung anderer Energieträger (z. B. Wärmepumpe) nicht mehr in dem Umfang benötigt wird, ist technisch jedoch nicht erforderlich und sollte aus Kostengründen vermieden werden. Der Anteil an fossilen Gasen in den verbleibenden Netzen wird sukzessiv sinken und durch grüne Gase (wie bspw. Biomethan oder Wasserstoff) ersetzt. Die zukünftige Verfügbarkeit von Wasserstoff hinsichtlich Menge und Preis ist allgemein jedoch noch nicht abzusehen. Effizienter als Wasserstoff ist die direkte Nutzung erneuerbarer Energien, da ein Wasserstoffnetzgebiet für die Haushaltskundschaft mit hoher Wahrscheinlichkeit aufgrund des Aufwands und der Kosten für die Herstellung und den Transport nicht wirtschaftlich sein wird.

Das Stromnetz von EWE NETZ GmbH wird stetig ausgebaut und an wichtigen Knotenpunkten verstärkt, um erneuerbare Energien aber auch die steigende Anzahl an Wärmepumpen, Speicher und Ladeinfrastruktur anschließen zu können.

Grundlage hierfür ist eine intelligente Energieversorgung mit entsprechender moderner Mess- und Kommunikationstechnik, um das Netz effizient und bedarfsorientiert betreiben zu können. Beispielhaft hierfür ist der Einsatz von Ortsnetzstationen mit intelligenter Technik, die automatisch die Spannung im Netz regeln, damit mehr erneuerbare Energien aufgenommen werden können.

3.8. Wärmenetze

In der Gemeinde Rastede bestehen derzeit zwei räumlich getrennte kleine Wärmenetze, die jeweils durch ein eigenes Blockheizkraftwerk mit Biogas versorgt werden. Das Biogas stammt aus zwei Biogasanlagen in Wahnbeck und Kleibrok, die organische Reststoffe aus der Region verarbeitet.

Die beiden Satelliten-BHKW befinden sich in den Ortsteilen Wahnbeck und Rastede. Das BHKW in Rastede verfügt über eine thermische Leistung von 251,9 kW und das BHKW in Wahnbeck stellt eine thermische Leistung von 291 kW für die Wärmeversorgung des Arealnetzes bereit.

Die erzeugte Wärme wird lokal über jeweils ein eigenständiges Wärmenetz verteilt, vorwiegend werden Kommunale- und Gewerbegebäude versorgt. Durch die dezentrale Struktur und die Nutzung von Biogas als regenerativer Energieträger wird eine hohe Versorgungssicherheit bei gleichzeitig niedrigen CO₂-Emissionen erreicht.

3.9. Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung

Im Zuge der Wärmeerzeugung werden in der Gemeinde Rastede jährlich 52.223,2 Tonnen CO₂-Äquivalente (CO₂-e) freigesetzt. Diese entfallen vornehmlich, zu 78,2 %, auf den Wohnsektor. Weitere 11,4 % fallen auf den Sektor der Industrie und Produktion, 8,5 % auf den Gewerbe-, Dienstleistungs- und Handelssektor und 2,0 % auf den Sektor der öffentlichen Bauten (siehe Abbildung 17). Die Anteile der Sektoren an den Treibhausgasemissionen entsprechen weitgehend ihren Anteilen am Wärmebedarf. Das bedeutet, dass jeder Sektor pro verbrauchter Gigawattstunde Wärme eine ähnliche Menge an Treibhausgasen emittiert, sodass eine Priorisierung der Sektoren nach spezifischen Emissionen nicht notwendig ist.

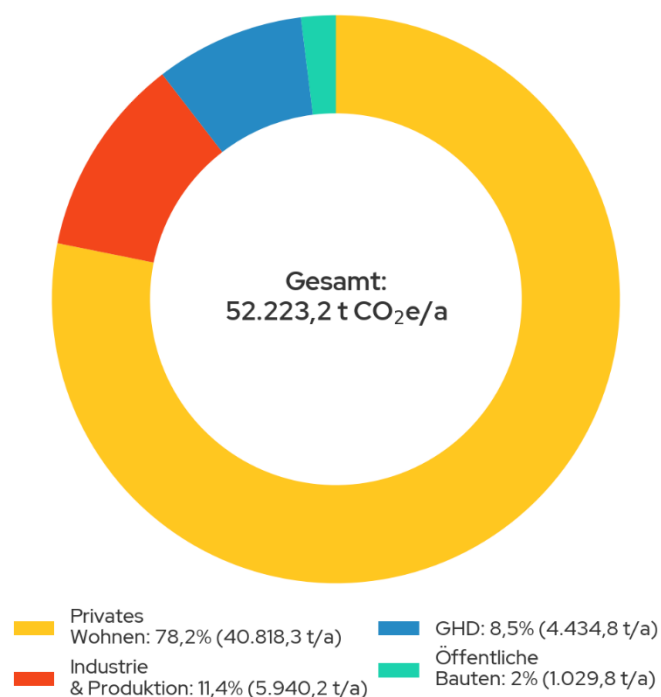


Abbildung 17: Treibhausgasemissionen nach Sektoren in Rastede

Hauptverursacher der THG-Emissionen im Bereich Wärme ist in der Gemeinde Rastede mit großem Abstand das Erdgas (siehe Abbildung 18). Es verursacht 88,2 % der gesamten Emissionen, was einer jährlichen Menge von rund 46.060,3 Tonnen CO₂-Äquivalenten entspricht. Gemeinsam mit Heizöl, welches hier einen Anteil von 6,1 % ausmacht, verursachen die beiden Wärmeerzeuger 94,3 % der Emissionen im Wärmesektor der Gemeinde Rastede.

Der Anteil von Strom mit 3,7 % (1.935,6 t/a) und Biomasse mit 1,6 % (813 t/a) fallen in der Gesamtbetrachtung der Treibhausgasemissionen kaum ins Gewicht.

An diesen Zahlen wird deutlich, dass der Schlüssel für die Reduktion der Treibhausgase in der Abkehr von Erdgas und Heizöl liegt, aber auch in der erneuerbaren Stromerzeugung, zumal dem Strom durch die prognostizierte starke Zunahme von Wärmepumpen zukünftig eine zentrale Rolle zufallen wird.

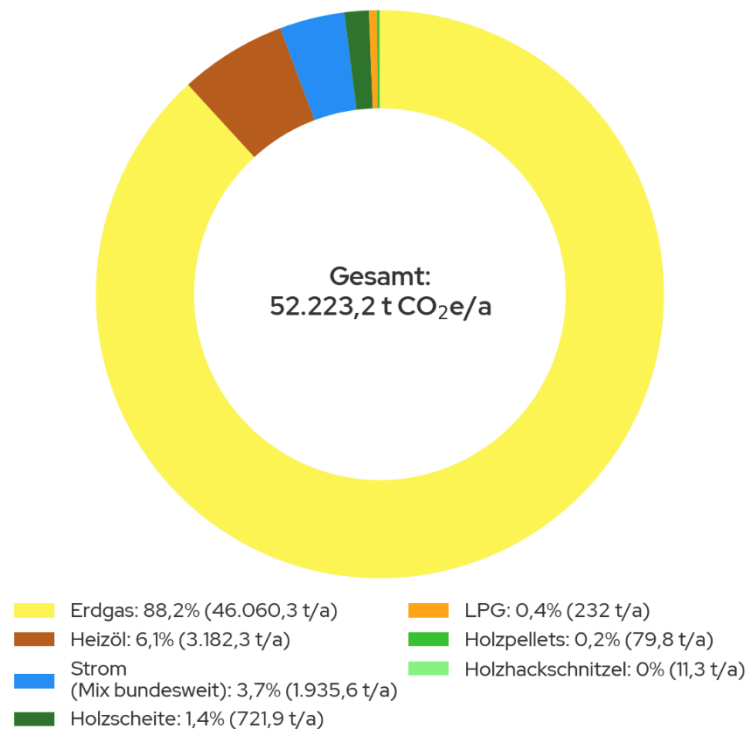


Abbildung 18: Treibhausgasemissionen nach Energieträgern in Rastede

Der dominierende Beitrag von Erdgas zur Treibhausgasbilanz lässt sich sowohl auf den hohen Verbrauch als auch auf den ungünstigen Emissionsfaktor zurückführen. Während emissionsärmere Energieträger wie Biomasse lediglich einen marginalen Anteil ausmachen, prägen fossile Energieträger weiterhin maßgeblich das Emissionsgeschehen. Besonders deutlich fällt der Anstieg bei Heizöl (6,1 %) und Strom (3,7 %) ins Gewicht, da deren spezifische Emissionsfaktoren über denen anderer Energieträger liegen. Allerdings ist mittelfristig mit einer Reduktion des Emissionsfaktors im deutschen Strommix zu rechnen.

Die verwendeten heizwertbezogenen Emissionsfaktoren lassen sich aus Tabelle 1 entnehmen. Diese werden in Brennwertäquivalente umgerechnet, um den Endenergieeinsatz zu bewerten und somit den einzelnen Energieträgern vollumfänglich zuzuordnen. Bei der Betrachtung der Emissionsfaktoren wird der Einfluss der Brennstoffe bzw. Energiequellen auf den Treibhausgasausstoß deutlich. Zudem spiegelt sich die erwartete Dekarbonisierung des Stromsektors in den Emissionsfaktoren wider. Dieser entwickelt sich für den deutschen Strommix von 0,499 tCO₂/MWh im Jahr 2022 auf zukünftig 0,025 tCO₂/MWh – ein Effekt, der elektrische Heizsysteme wie Wärmepumpen zukünftig weiter begünstigen dürfte.

Tabelle 1: Heizwertbezogene Emissionsfaktoren nach Energieträger (KWW-Halle, 2024)

Energieträger	Faktor Heizwert zu Brennwert	Emissionsfaktoren (tCO ₂ /MWh)		
		2022	2030	2040
Jahr				
Strom	1	0,499	0,110	0,025
Heizöl	1,06	0,310	0,310	0,310
Erdgas	1,11	0,240	0,240	0,240
Steinkohle	1,06	0,400	0,400	0,400
Biogas	1,11	0,139	0,133	0,126
Biomasse (Holz)	1,1	0,020	0,020	0,020
Solarthermie	1	0	0	0

Eine örtliche Verteilung der aggregierten Treibhausgasemissionen auf Baublockebene (anonymisiert) der Gemeinde Rastede ist in Abbildung 19 dargestellt.

Die grafische Darstellung der CO₂-Emissionen aus Heizsystemen in der Gemeinde Rastede zeigt eine insgesamt gleichmäßige Verteilung der Emissionen, wobei ein klarer Rückgang in den Randbereichen zu erkennen ist. Diese räumliche Differenzierung lässt sich unter anderem durch die höhere Dichte an Gebäuden mit geringem energetischem Standard in den zentralen Siedlungsbereichen erklären. Neben dem möglichen Einfluss größerer Industrieanlagen tragen insbesondere schlecht sanierte Wohngebäude in dicht besiedelten Gebieten maßgeblich zu erhöhten lokalen Treibhausgasemissionen bei.

Eine gezielte Reduktion dieser Emissionen würde nicht nur zur Erreichung klimapolitischer Ziele beitragen, sondern auch die Luftqualität in den betroffenen Wohnquartieren verbessern – ein bedeutender Faktor für die Lebensqualität der Bevölkerung.

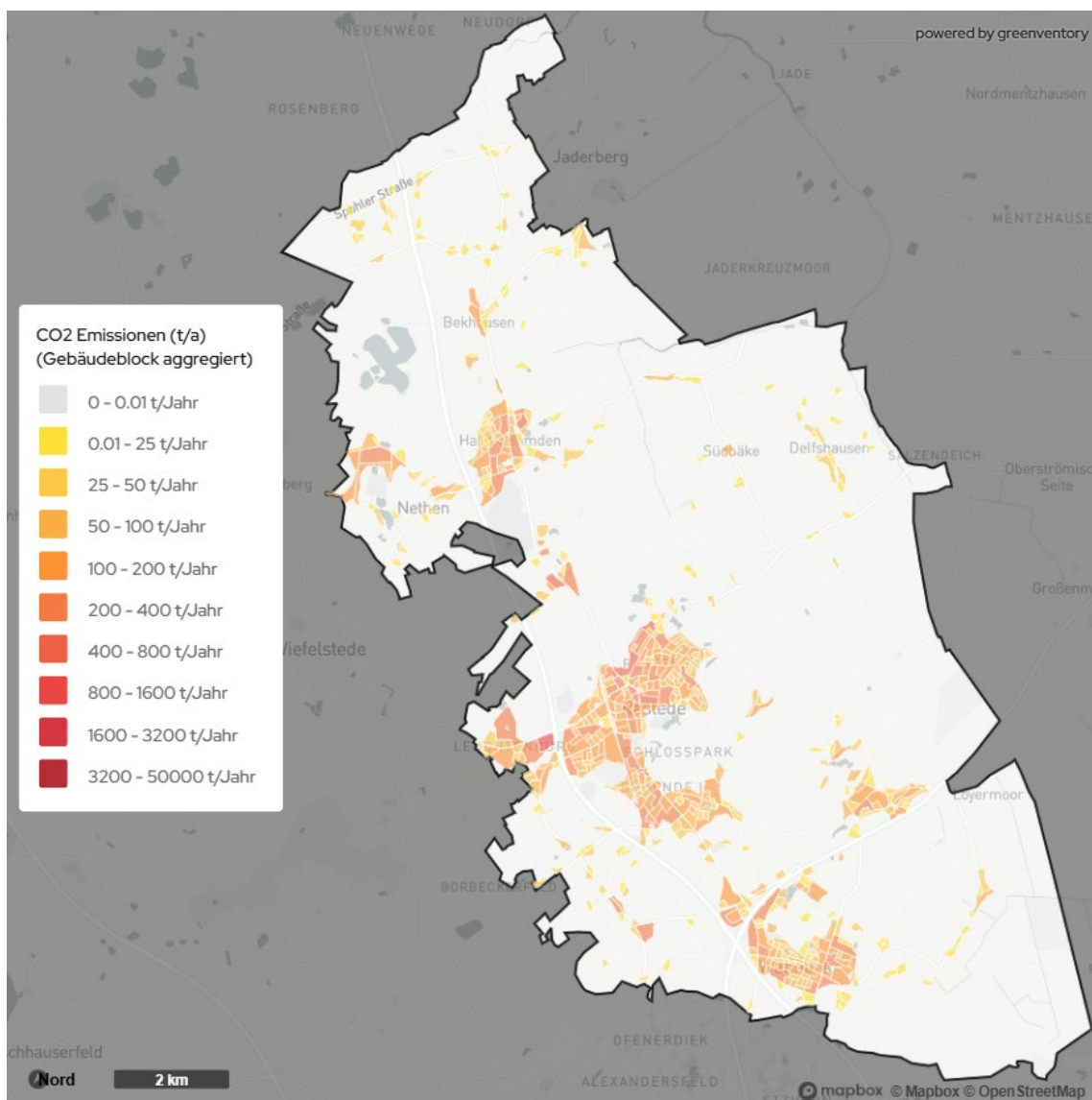


Abbildung 19: Räumliche Verteilung der Treibhausgasemissionen in Rastede

3.10. Zusammenfassung und Fazit der Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse verdeutlicht die zentrale Rolle fossiler Energieträger in der aktuellen Wärmeversorgungsstruktur der Gemeinde Rastede. Als überwiegend wohngeprägte Gemeinde entfällt der Großteil der Gebäudeanzahl und der damit verbundenen Emissionen (zirka 78,2 %) auf den Wohnsektor. Daraus ergibt sich ein besonders hoher Handlungsbedarf zur Dekarbonisierung in diesem Bereich.

Erdgas stellt mit etwa 74 % den dominierenden Energieträger in den Heizsystemen dar. Andere Energieträger wie Strom, Heizöl oder Biomasse spielen lediglich eine untergeordnete Rolle. Die Analyse unterstreicht den dringenden Bedarf an technischer Erneuerung und an der Umstellung auf erneuerbare Energien, um den hohen Anteil fossiler Brennstoffe in der Wärmeversorgung signifikant zu senken.

Trotz dieser herausfordernden Ausgangslage lassen sich auch positive Perspektiven ableiten: Die Bestandsanalyse zeigt nicht nur die Notwendigkeit eines systematischen, technisch fundierten Transformationsprozesses auf, sondern identifiziert auch konkrete Ansatzpunkte und Chancen für die zukünftige Gestaltung der Wärmeversorgung. Zentrale Maßnahmen sind dabei die Umstellung auf erneuerbare Energieträger – insbesondere durch den Einsatz von Wärmepumpen – sowie die energetische Sanierung der Gebäudehüllen. Unterstützt durch das Engagement der Gemeinde Rastede und vorhandene Erfahrungen mit kleineren Wärmenetzen kann so eine nachhaltige Reduktion der Treibhausgasemissionen erreicht werden.

Ein wesentlicher Hebel zur Senkung des Gesamtwärmebedarfs liegt in der vertieften Betrachtung des Wohnsektors. Hier können Effizienzsteigerungen den Energiebedarf um zirka 50 % reduzieren, während die Umstellung auf klimafreundliche Energiequellen die Emissionen signifikant senkt.

EWE NETZ GmbH versorgt die Gemeinde Rastede seit vielen Jahren zuverlässig mit Erdgas und plant, das bestehende Netz im Zuge der angestrebten Klimaneutralität bis 2045 schrittweise zu transformieren. Die Gasinfrastruktur ist flächendeckend vorhanden und technisch geeignet, künftig auch Wasserstoff oder Biomethan aufzunehmen. Ein Rückbau ist daher nicht erforderlich – stattdessen wird der Anteil fossiler Gase sukzessive durch grüne Gase ersetzt. Parallel dazu wird das Stromnetz kontinuierlich ausgebaut und modernisiert, um den steigenden Anforderungen durch Wärmepumpen, Photovoltaik, Speicherlösungen und Ladeinfrastruktur gerecht zu werden. Intelligente Messsysteme und automatisierte Ortsnetzstationen mit Spannungsregelung ermöglichen eine bedarfsgerechte und effiziente Energieverteilung.

Die jährlichen Treibhausgasemissionen im Wärmebereich der Gemeinde Rastede belaufen sich auf rund 52.223 Tonnen CO₂-Äquivalente, wobei über 78,2 % auf den Wohnsektor entfallen. Erdgas ist mit einem Anteil über 88 % der Hauptverursacher, gefolgt von Heizöl mit 6,1 %. Insgesamt stammen über 90 % der Emissionen aus fossilen Energieträgern. Eine konsequente Abkehr von Erdgas und Heizöl sowie der verstärkte Einsatz erneuerbarer Energien sind daher unerlässlich – nicht nur zur Emissionsminderung, sondern auch zur Verbesserung der Luftqualität und der Lebensverhältnisse in den Wohngebieten.

4. Potenzialanalyse

Zur Ermittlung der technischen Potenziale erneuerbarer Energien wurde eine umfassende Flächenanalyse durchgeführt. Dabei kamen sowohl übergeordnete Ausschlusskriterien als auch spezifische Eignungskriterien zur Anwendung. Diese methodische Vorgehensweise ermöglicht eine belastbare, quantitative und räumlich differenzierte Bewertung aller relevanten erneuerbaren Energiequellen im gesamten Gebiet der Gemeinde Rastede.

Die tatsächliche Nutzbarkeit der identifizierten Potenziale hängt jedoch von weiteren Faktoren ab – etwa der wirtschaftlichen Umsetzbarkeit, den Eigentumsverhältnissen sowie standortspezifischen Restriktionen. Diese Aspekte sind Gegenstand weiterführender Untersuchungen und fließen in die spätere Maßnahmenplanung ein.

Ergänzend wurde eine Abschätzung der zukünftigen Entwicklung des Energieverbrauchs vorgenommen, um die Potenziale in einen realistischen Kontext zu setzen. Die schematische Vorgehensweise zur Ermittlung der Potenziale erneuerbarer Energien ist in Abbildung 20 dargestellt.

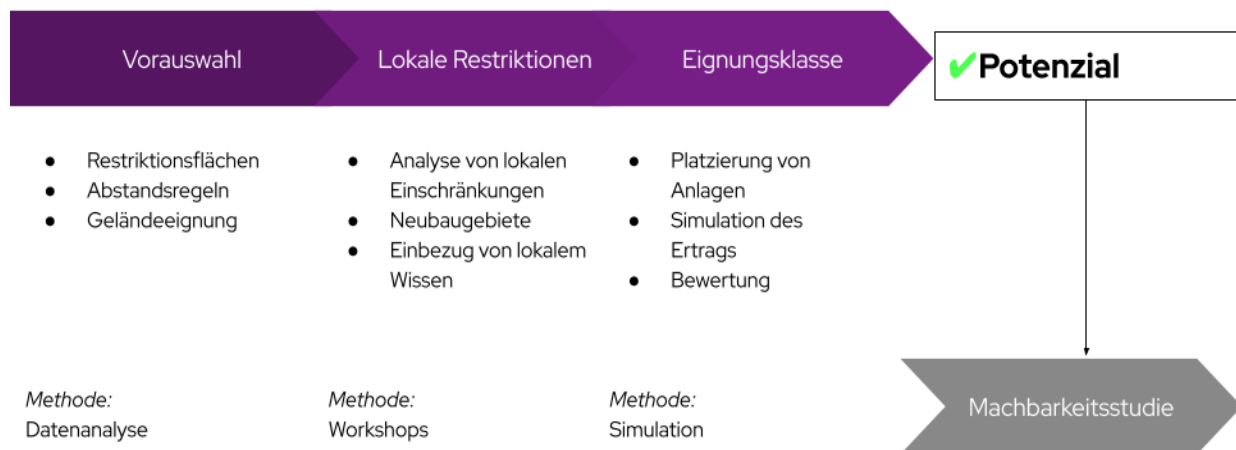


Abbildung 20: Vorgehensweise bei der Ermittlung von Potenzialen

4.1. Erfasste Potenziale

Die Potenzialanalyse konzentriert sich auf die technischen Möglichkeiten zur Erschließung erneuerbarer Wärmequellen im Untersuchungsgebiet. Grundlage bildet eine umfassende Auswertung öffentlich zugänglicher Datensätze, die eine räumlich differenzierte Eingrenzung und Quantifizierung der identifizierten Potenziale ermöglicht. Neben der Bewertung erneuerbarer Wärmequellen wurde auch das Potenzial zur Erzeugung regenerativen Stroms systematisch erfasst.

Die wesentlichen Datenquellen für die Potenzialanalyse umfassten:

- ☐ **Biomasse:** Nutzbare Energie aus organischen Reststoffen
 - ☐ **Windkraft:** Potenzial zur Stromerzeugung aus Windenergie
 - ☐ **Solarthermie (Freifläche & Aufdach):** Wärmeengewinnung durch Sonnenstrahlung
 - ☐ **Photovoltaik (Freifläche & Aufdach):** Stromerzeugung durch solare Einstrahlung
 - ☐ **Oberflächennahe Geothermie:** Nutzung der Wärme aus den oberen Erdschichten
 - ☐ **Tiefengeothermie:** Nutzung tieferliegender Erdwärme zur Strom- und Wärmeerzeugung
- Hinweis:** Aufgrund bestehender Restriktionsflächen – insbesondere Siedlungsgebiete und notwendige Abstände – wurde in der Kommune kein wirtschaftlich nutzbares Potenzial für Tiefengeothermie identifiziert. Daher wurde diese Energiequelle im weiteren Verlauf nicht weiter betrachtet.
- ☐ **Luftwärmepumpe:** Nutzung der Umgebungswärme aus der Außenluft
 - ☐ **Gewässerwärmepumpe:** Nutzung der thermischen Energie aus Flüssen und Seen
 - ☐ **Abwärme aus Klärwerken:** Rückgewinnung nutzbarer Wärme aus Abwasserbehandlungsprozessen
 - ☐ **Industrielle Abwärme:** Nutzung überschüssiger Prozesswärme aus Industrieanlagen

Diese Erhebung bildet eine wichtige Grundlage für die strategische Planung und Priorisierung zukünftiger Maßnahmen zur Energiegewinnung und -versorgung. Eine wirtschaftliche Bewertung der Potenziale erfolgt im Anschluss an die KWP im Rahmen vertiefender Machbarkeitsstudien (siehe Abbildung 21).

Restriktionen	Geodaten	Potenzialflächen	Technische Bewertung	Wirtschaftliche Bewertung
→ Kriterienkatalog ◆ Positive Restriktionen ◆ Harte Restriktionen ◆ Weiche Restriktionen → Datenquellen ◆ Genehmigungsrecht ◆ Effizienzgrenzwerte	→ Datenquellen ◆ OpenStreetMap ◆ Bundesämter (BKG, BAF, BFG, BFN) ◆ European Environment Agency ◆ Wind- & Solaratlas	→ Erzeugung ◆ Verschneidung ◆ Kategorisierung → Verfeinerung ◆ Segmentierung ◆ Metadaten ◆ Ranking	→ Anlagenplatzierung ◆ Mindestabstände → Berechnungsmodelle ◆ Wetterdaten ◆ reale Anlagendaten → Aggregation	→ Erschließungskosten → Betriebskosten → Energiekosten → Emissionen

Abbildung 21: Vorgehen und Datenquellen der Potenzialanalyse

4.2. Methode: Indikatorenmodell

Zur Bestimmung der technischen Potenziale erneuerbarer Energien in der Gemeinde Rastede wurde eine stufenweise Flächenanalyse durchgeführt. Grundlage hierfür bildet ein Indikatorenmodell, das sämtliche Flächen systematisch bewertet. Dabei werden sie mit technologiespezifischen Indikatoren – wie etwa Windgeschwindigkeit oder solare Einstrahlung – versehen und analysiert. Diese Methodik ermöglicht eine robuste, räumlich differenzierte und quantitativ belastbare Bewertung der Potenziale im gesamten Untersuchungsgebiet.

Die Potenzialermittlung erfolgt in drei Schritten:

1. **Erfassung struktureller Merkmale** aller Flächen im Untersuchungsgebiet
2. **Eingrenzung geeigneter Flächen** anhand harter und weicher Restriktionskriterien sowie technologiespezifischer Anforderungen (z. B. Mindestflächengrößen für PV-Freiflächenanlagen)
3. **Berechnung des jährlichen energetischen Potenzials** je Fläche oder Energiequelle auf Basis aktuell verfügbarer Technologien

In Tabelle 2 ist eine Auswahl der wichtigsten für die Analyse herangezogenen Flächenkriterien aufgeführt. Diese Kriterien erfüllen die gesetzlichen Vorgaben nach Bundes- und Landesrecht, können jedoch keine raumplanerischen Abwägungen um konkurrierende Flächennutzung ersetzen.

Im Rahmen der KWP dient die Potenzialanalyse insbesondere der Präzisierung und Bewertung von Versorgungsoptionen in den identifizierten Eignungsgebieten – mit besonderem Fokus auf die Fernwärmeversorgung. Gemäß dem Handlungsleitfaden der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW, 2021) liegt der Schwerpunkt auf der Identifikation des technischen Potenzials (siehe Infobox „Definition von Potenzialen“).

Gleichzeitig ist zu beachten, dass neben der technischen Machbarkeit auch ökonomische und soziale Aspekte bei der späteren Entwicklung konkreter Flächen eine zentrale Rolle spielen. Die KWP erhebt dabei nicht den Anspruch, eine vollständige Potenzialstudie zu ersetzen. Vielmehr bildet sie die Grundlage für weiterführende Machbarkeitsuntersuchungen, die eine detaillierte Ausarbeitung im Rahmen kommunaler Planungsprozesse anstoßen sollen.

Tabelle 2: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien

Potenzial		Auswahl wichtiger Kriterien
Elektrische Potenziale	Windkraft	Abstand zu Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte
	PV-Freiflächen	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte
	PV-Dachflächen	Dachflächen, Mindestgrößen, Gebäudetyp, techno-ökonomische Anlagenparameter
Thermische Potenziale	Abwärme aus Klärwerken	Klärwerk-Standort, Anzahl versorgter Haushalte, techno-ökonomische Anlagenparameter
	Industrielle Abwärme	Wärmemengen, Temperaturniveau, zeitliche Verfügbarkeit
	Biomasse	Landnutzung, Naturschutz, Hektarerträge von Energiepflanzen, Heizwerte, techno-ökonomische Anlagenparameter
	Solarthermie Freiflächen	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte, Nähe zu Wärmeverbrauchern
	Solarthermie Dachflächen	Dachflächen, Mindestgrößen, Gebäudetyp, techno-ökonomische Anlagenparameter
	Oberflächennahe Geothermie	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Wasserschutzgebiete, Nähe zu Wärmeverbrauchern
	Tiefengeothermie	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Wasserschutzgebiete, Potenzial, Gesteinstypen
	Luftwärmepumpe	Gebäudeflächen, Gebäudealter, techno-ökonomische Anlagenparameter, gesetzliche Vorgaben zu Abständen
	Großwärmepumpen Flüsse und Seen	Landnutzung, Naturschutz, Temperatur- und Abflussdaten der Gewässer, Nähe zu Wärmeverbrauchern, techno-ökonomische Anlagenparameter

Infobox: Potenzialbegriffe

Theoretisches Potenzial:

Physikalisch vorhandenes Potenzial der Region, z. B. die gesamte Strahlungsenergie der Sonne, Windenergie auf einer bestimmten Fläche in einem definierten Zeitraum.

Technisches Potenzial:

Eingrenzung des theoretischen Potenzials durch Einbeziehung der rechtlichen Rahmenbedingungen und technologischen Möglichkeiten und unter Einbezug wirtschaftlicher Indikatoren (z. B. Mindestvolllaststunden). Das technische Potenzial wird im Rahmen der KWP ermittelt und analysiert. Differenzierung in:

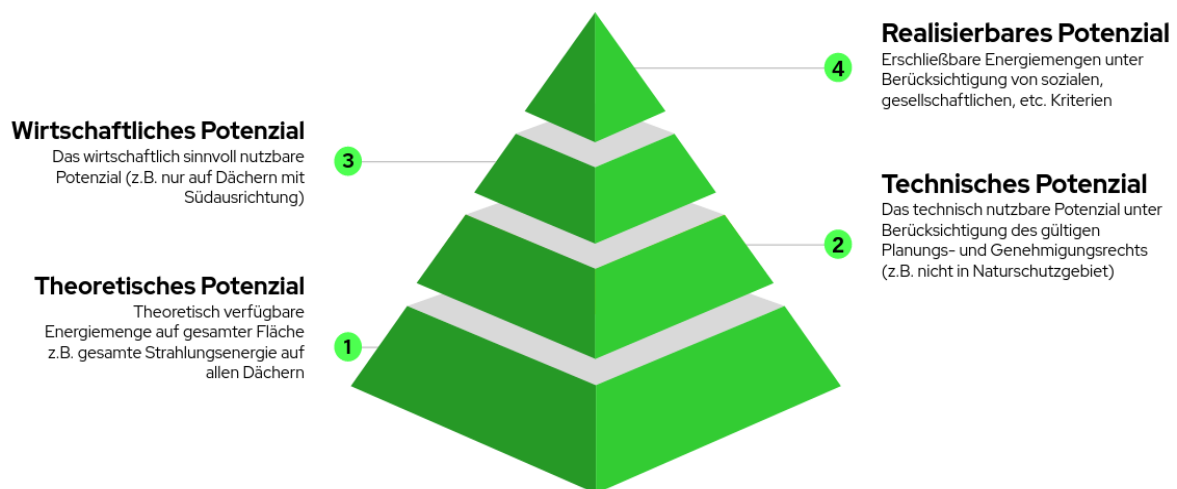
- *Geeignetes Potenzial* (weiche und harte Restriktionen): unter Anwendung harter Kriterien (Restriktionen, die einer Wärme-/Stromerzeugung entgegenstehen) und weicher Kriterien (Restriktionen, die eine Nutzung bestehender Potenziale einschränken können). Natur- und Artenschutz wird grundsätzlich ein „politischer Vorrang“ eingeräumt, weshalb sich die verfügbare Fläche zur Nutzung von erneuerbaren Energien verringert.
- *Bedingt geeignetes Potenzial* (nur harte Restriktionen): Natur- und Artenschutz wird der gleiche oder ein geringerer Wert eingeräumt als dem Klimaschutz (z. B. durch Errichtung von Wind-, PV- und Solarthermieanlagen in Landschaftsschutz- und FFH-Gebieten).

Wirtschaftliches Potenzial:

Eingrenzung des technischen Potenzials durch Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit (beinhaltet z. B. Bau- und Erschließungs- sowie Betriebskosten sowie erzielbare Energiepreise).

Realisierbares Potenzial:

Die tatsächliche Umsetzbarkeit hängt von zusätzlichen Faktoren (z. B. Akzeptanz, raumplanerische Abwägung von Flächenkonkurrenzen, kommunalen Prioritäten) ab. Werden diese Punkte berücksichtigt, spricht man von dem realisierbaren Potenzial bzw. „praktisch nutzbaren Potenzial“.



4.3. Thermische und elektrische Potenziale

Die im Zuge der KWP betrachteten thermischen Potenziale für die zukünftige Wärmeversorgung gliedern sich in acht Kategorien auf, während die elektrischen Potenziale zur Stromversorgung in vier Bereiche unterteilt sind. Gemeinsam eröffnen sie ein vielfältiges Spektrum an Möglichkeiten zur lokalen Energiegewinnung und zur darauf basierenden Versorgung der Gemeinde Rastede. Die auf den folgenden Flächen dargestellten Energieerträge sind als bilanzielle Größen zu verstehen. Daten zur tatsächlichen Verfügbarkeit der Wärmemengen, etwa durch Lastgänge oder vergleichbare Methoden, wurden bei der Erhebung des Wärmepotenzials nicht berücksichtigt.

Die Kategorien der berechneten und im weiteren Verlauf diskutieren Potenziale sind folgende:

Thermische Potenziale	Elektrische Potenziale
• Geothermie (oberflächennahe Kollektoren) • Geothermie (oberflächennahe Sonden) • Luftwärmepumpen • Solarthermie (Dachanlage) • Solarthermie (Freifläche) • Biomasse • Seewärme/ Flusswärme • Industrielle Abwärme	• Photovoltaik (Dachanlage) • Photovoltaik (Freifläche) • Windkraftanlagen • Biomasse

Besonders hervorzuheben ist, dass es sich hierbei um technische Potenziale aus Hochrechnungen von öffentlichen und freiverfügbaren Datensätzen zur Energiegewinnung handelt, die nur durch gesetzliche Restriktionen, wie beispielsweise Natura 2000 eingegrenzt sind. In der KWP werden durch die Potenzialanalyse große mögliche Wärmemengen aufgezeigt, die in nachgelagerten Studien nochmals genau verifiziert werden müssen.

Weitere Aspekte der Wirtschaftlichkeit und der Realisierbarkeit für die Nutzung der Potenzialflächen werden im Prozess der KWP nicht betrachtet und sind daher im Nachgang zu untersuchen und zu bewerten. Ferner gibt es ebenfalls ein Flächenkonflikt innerhalb der Potenziale. Dort, wo beispielsweise ein Flächenpotenzial für eine Freiflächen-Photovoltaikanlage vorliegt und ein Potenzial für eine Freiflächen Solarthermieanlage, stehen diese Potenziale in Konkurrenz zueinander und nur eines der jeweiligen Potenziale kann für die Fläche genutzt werden. Ähnlich verhält es sich mit den Potenzialflächen der oberflächennahen Geothermie (Kollektoren und Sonden) oder mit den Potenzialen der Biomasse zur thermischen und elektrischen Nutzung.

Auch eine mögliche Reduktion des Wärmebedarfs zählt in die Betrachtung der Potenziale mit ein. Bei einer konsequenten Sanierung der vorhandenen Bestandsgebäude ist es möglich, große Mengen an thermischer Energie einzusparen, was sich direkt auf den zukünftigen Wärmebedarf der Gemeinde Rastede auswirkt.

4.3.1. Potenziale zur Stromerzeugung

Die Analyse der Potenziale in der Gemeinde Rastede zeigt verschiedene Optionen für die lokale Erzeugung von erneuerbarem Strom (siehe Abbildung 22).

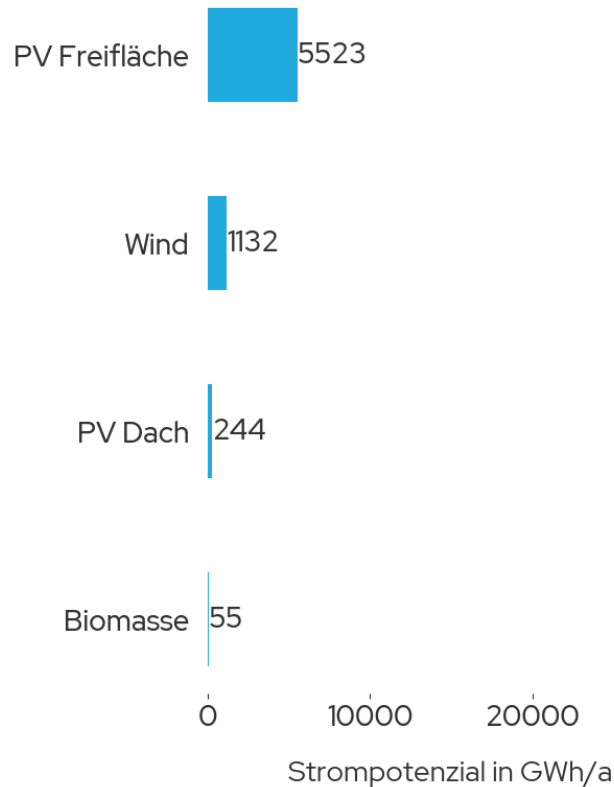


Abbildung 22: Erneuerbare Strompotenziale in Rastede

Photovoltaik auf Freiflächen

Das größte Potenzial bietet hier die Photovoltaik auf Freiflächen. Diese Flächen bieten ein geschätztes Stromerzeugungspotenzial von rund 5.523 GWh pro Jahr (siehe Abbildung 22). Die Berechnung basiert auf einer optimierten Modulplatzierung unter Berücksichtigung von Verschattung, Sonneneinstrahlung, Volllaststunden und Geländeprofil. Nur wirtschaftlich nutzbare Flächen – definiert durch Mindestvolllaststunden und geeignete Neigungswinkel – werden einbezogen. Zusätzlich sind mögliche Nutzungskonflikte, etwa mit landwirtschaftlichen Flächen, sowie die Netzanschlussfähigkeit zu berücksichtigen. Ein wesentlicher Vorteil von PV-Freiflächen in Kombination mit Großwärmepumpen liegt in der räumlichen Entkopplung von Erzeugung und Verbrauch, was eine flexible Standortwahl ermöglicht. Besonders geeignete Areale für PV-Freiflächen in der Gemeinde Rastede sind in Abbildung 23 veranschaulicht.

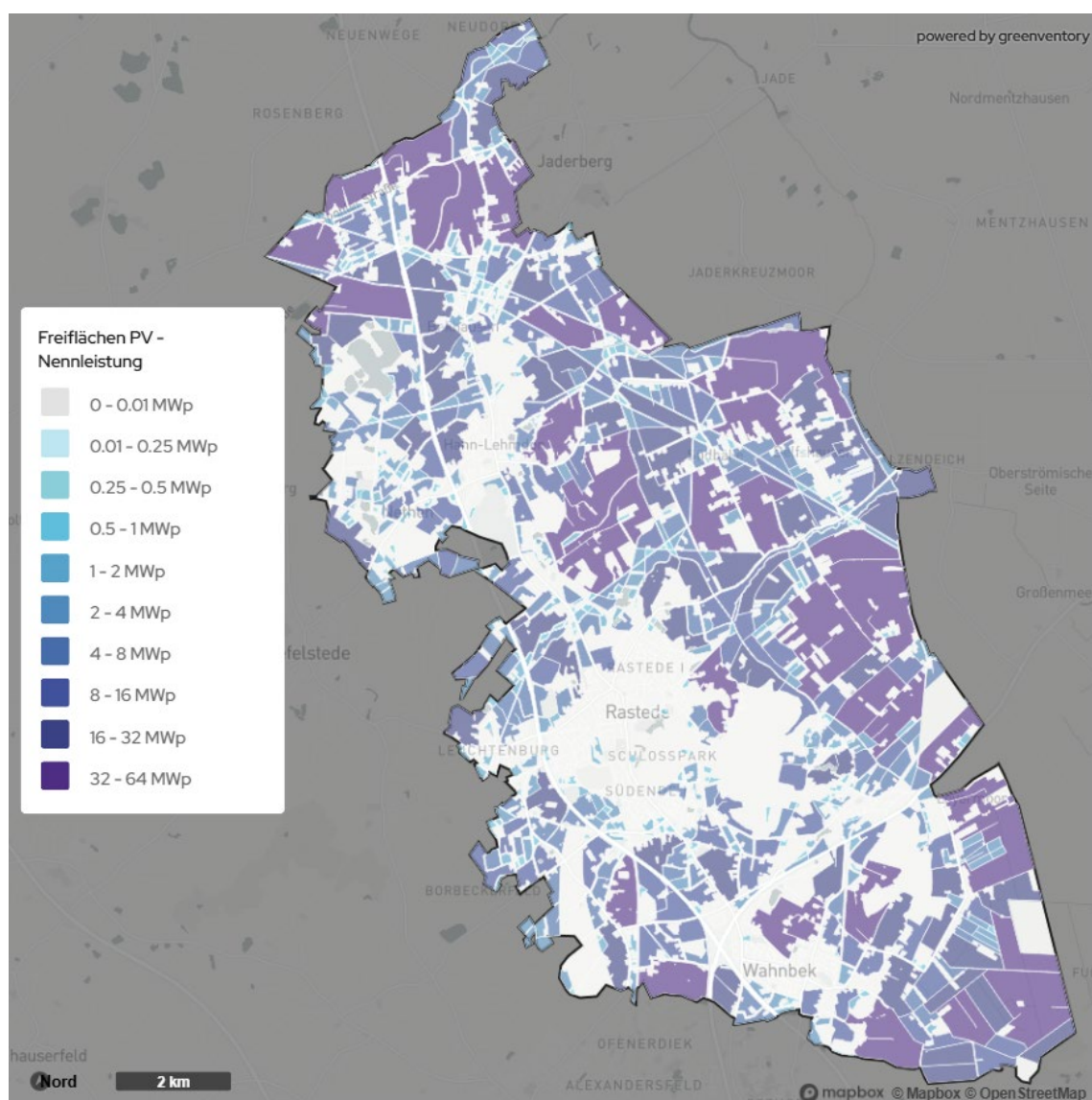


Abbildung 23: Potenziale von PV-Freiflächen in Rastede

Windkraft

Ebenso die Nutzung von Windkraft stellt ein ergänzendes Potenzial dar. Potenzialflächen für Windenergieanlagen (WEA) werden anhand technischer, ökologischer und rechtlicher Kriterien ausgewiesen. Als gut geeignet gelten Flächen mit mindestens 1.900 Volllaststunden. Die Berechnung berücksichtigt lokale Windverhältnisse, Anlagentypen und zu erwartende Energieerträge. Flächen mit geringerer Ausbeute werden ausgeschlossen. Mit einem jährlichen Potenzial von 1.132 GWh stellt die Windkraft eine weitere bedeutende Option dar (siehe Abbildung 22). Neben technischen und rechtlichen Aspekten sind auch Akzeptanzfragen sowie Auswirkungen auf Flora und Fauna zu berücksichtigen. Besonders geeignete Areale für WEA in der Gemeinde Rastede sind in Abbildung 24 veranschaulicht. Eine detailliertere Analyse verfügbarer Flächen erfolgt jedoch außerhalb der KWP

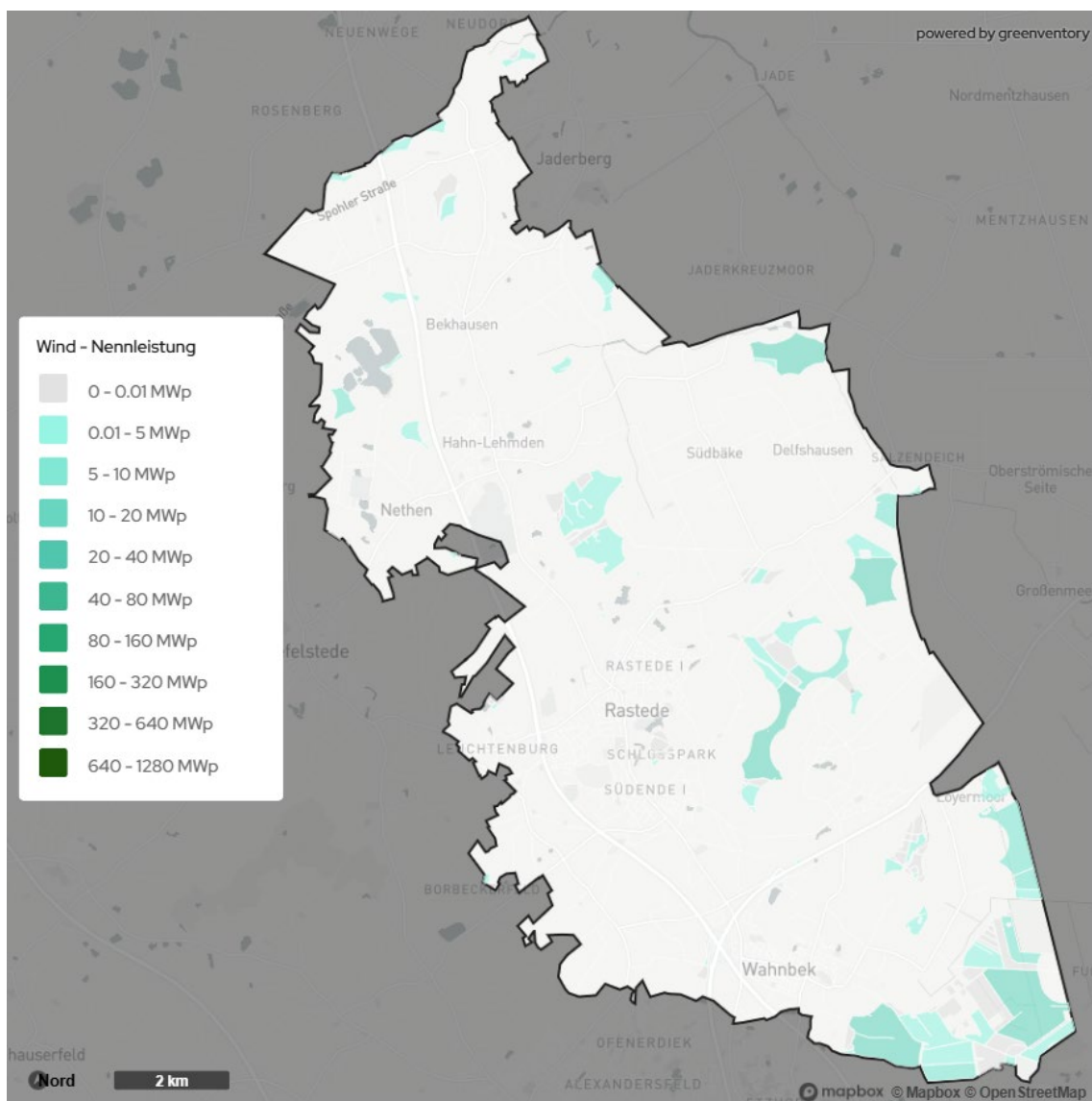


Abbildung 24: Potenziale von Windenergieanlagen in Rastede

Photovoltaik auf Dachflächen

Ein weiteres bedeutendes Potenzial bietet die Photovoltaik auf Dachflächen, mit einem geschätzten Ertrag von 244 GWh pro Jahr (siehe Abbildung 22). Die Analyse geht davon aus, dass 50 % der Dachflächen von Gebäuden mit mehr als 50 m² nutzbar sind (vgl. KEA, 2020). Die Stromproduktion wird auf Basis einer spezifischen Leistung von 160 kWh/m²a berechnet. Zwar sind die spezifischen Investitionskosten höher als bei Freiflächenanlagen, jedoch eignet sich diese Form der Stromerzeugung besonders gut für die Warmwasserbereitung im Sommer sowie die Gebäudeheizung in den Übergangszeiten, insbesondere in Kombination mit Wärmepumpen. Besonders geeignete Areale für PV-Dachflächen in der Gemeinde Rastede sind in Abbildung 25 veranschaulicht.

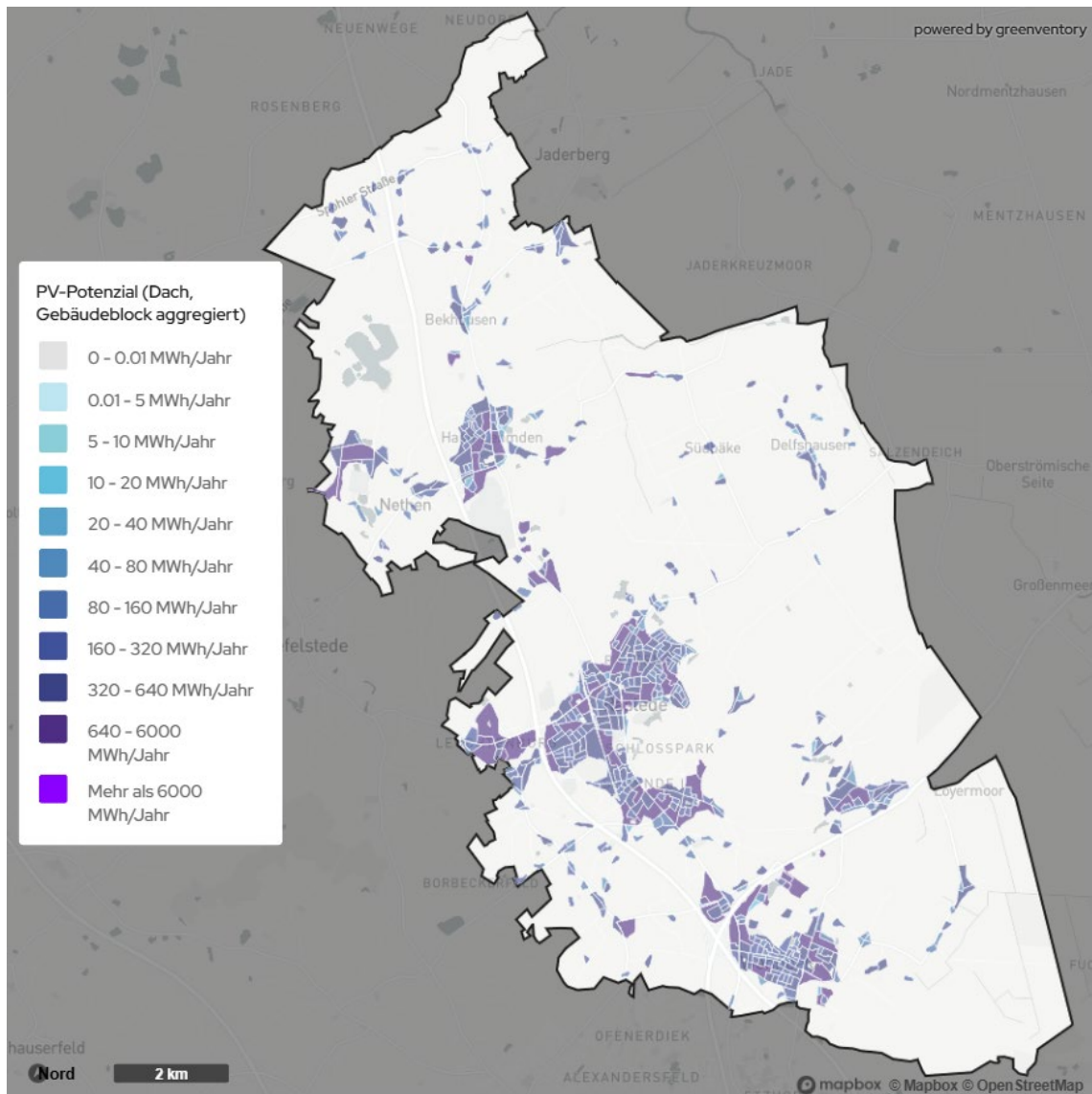


Abbildung 25: Potenziale von PV-Dachflächen in Rastede

Biomasse

Zuletzt stellt die Biomassenutzung ein weiteres Potenzial dar. Biomasse kann entweder direkt thermisch verwertet oder zu Biogas vergoren werden. Geeignete Quellen umfassen landwirtschaftliche Reststoffe, Waldrestholz, Grünschnitt und kommunale Bioabfälle (siehe Abbildung 26). Die Potenzialabschätzung basiert auf durchschnittlichen Erträgen sowie der Anzahl an Einwohnenden. Für die Gemeinde ergibt sich daraus ein nutzbares Biomassepotenzial von 55 GWh pro Jahr (siehe Abbildung 22). Aufgrund ihrer guten Speicherfähigkeit eignet sich Biomasse besonders für die Wärmeerzeugung in Zeiten geringer Verfügbarkeit anderer erneuerbarer Energien.

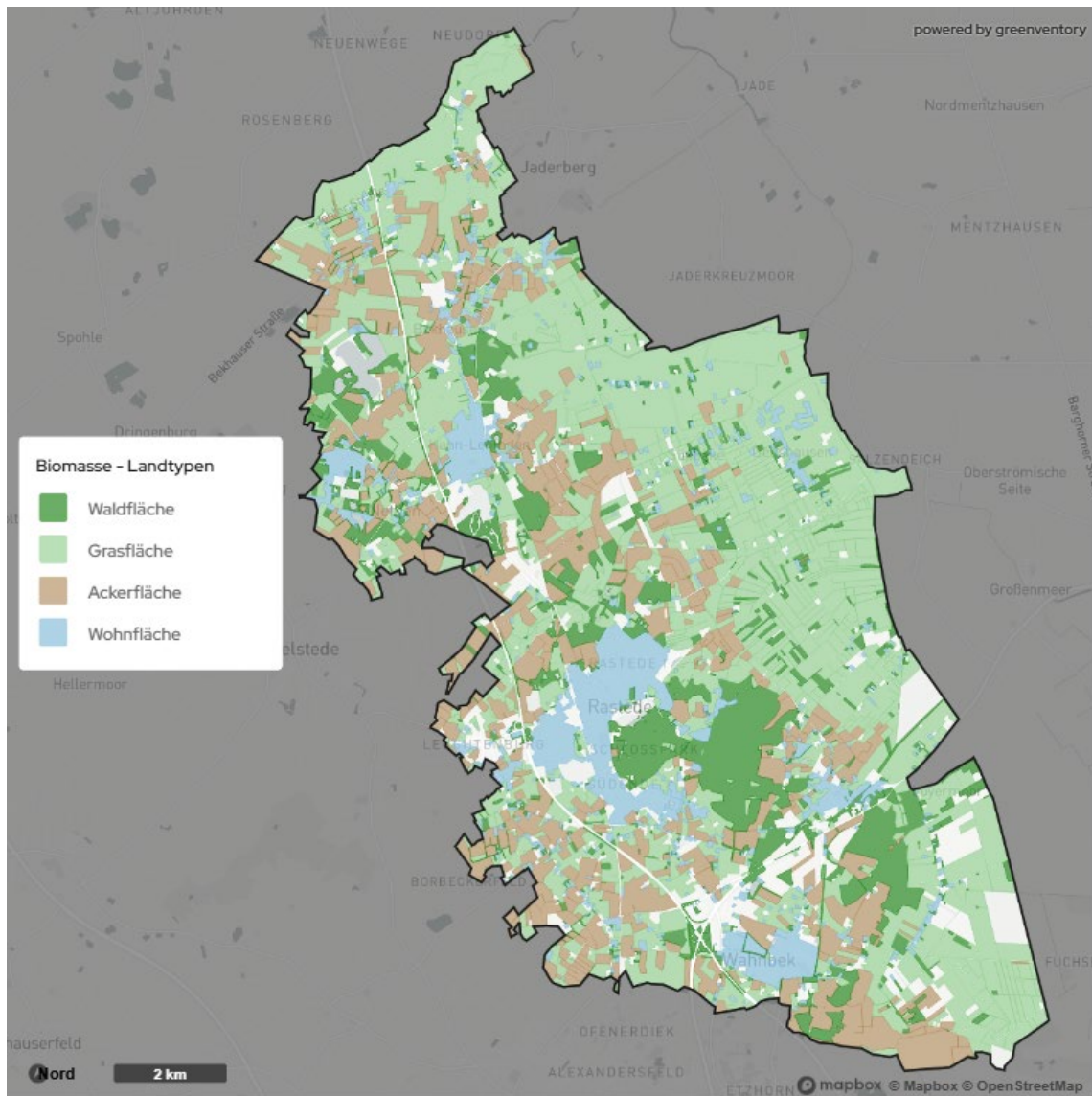


Abbildung 26: Potenziale von Biomassenutzung in Rastede

4.3.2. Potenziale zur Wärmeerzeugung

Die Untersuchung der thermischen Potenziale offenbart ein breites Spektrum an Möglichkeiten für die lokale Wärmeversorgung in der Gemeinde Rastede (siehe Abbildung 27).

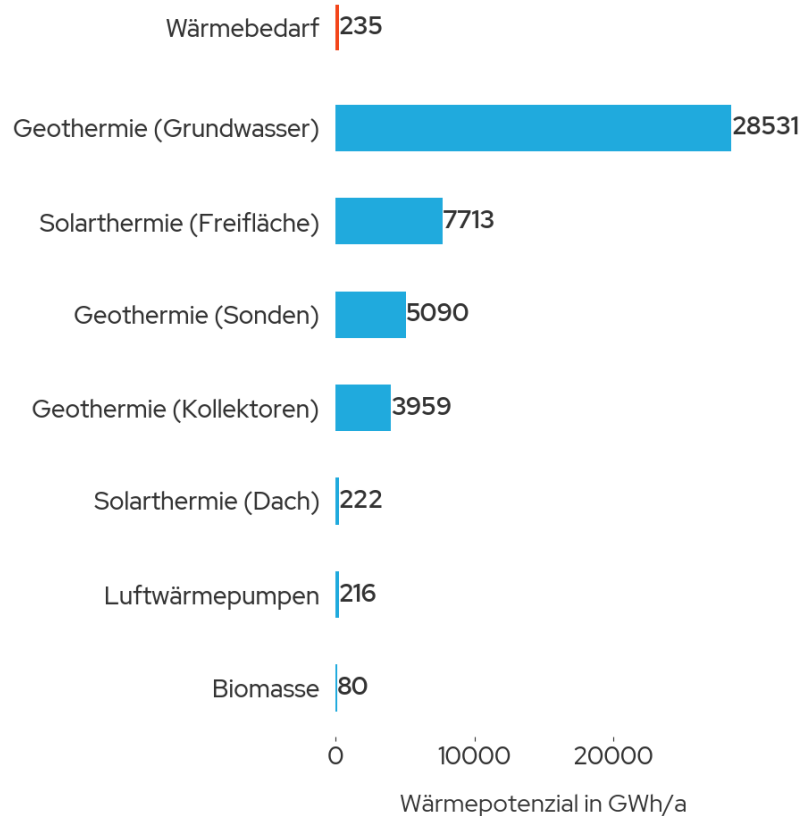


Abbildung 27: Erneuerbare Wärmepotenziale in Rastede

Solarthermie auf Freiflächen

Mit einem jährlichen Potenzial von rund 7.713 GWh stellt die Solarthermie auf Freiflächen eine bedeutende erneuerbare Wärmequelle in der Gemeinde Rastede dar (siehe Abbildung 27). Dabei wird Sonnenstrahlung über Kollektoren in nutzbare Wärme umgewandelt und über ein Verteilsystem bereitgestellt. Die Potenzialflächen wurden anhand technischer Kriterien ausgewählt – unter Ausschluss von Schutzgebieten, baulichen Restriktionen und Flächen unter 500 m². Besonders geeignete Areale in der Gemeinde Rastede sind in Abbildung 28 dargestellt.

Die Potenzialberechnung basiert auf einer Leistungsdichte von 3.000 kW/ha und berücksichtigt Einstrahlung, Verschattung sowie eine wirtschaftliche Entfernung von maximal 1.000 m zur nächsten Siedlungsfläche. Für die praktische Umsetzung sind neben der Flächenverfügbarkeit insbesondere die Anbindung an Wärmenetze sowie geeignete Speicherlösungen entscheidend.

Bei geringen solaren Deckungsanteilen (bis ca. 5 %) kann die erzeugte Wärme meist direkt ins Netz eingespeist werden – häufig genügt ein kleiner Pufferspeicher zur hydraulischen Entkopplung und zur Optimierung der Netzsteuerung.

Steigt der Deckungsanteil auf etwa 15 %, ist in der Regel ein mehrtägiger Pufferspeicher erforderlich (Richtwert: $0,2 \text{ m}^3/\text{m}^2$ Bruttokollektorfläche), insbesondere wenn die Anlagenleistung die Engpassleistung am Einspeisepunkt übersteigt.

Bei höheren Deckungsanteilen wächst der Speicherbedarf deutlich: Für eine solare Deckung von 50 % ist ein saisonaler Langzeitspeicher notwendig (Richtwert: $2 \text{ m}^3/\text{m}^2$ Bruttokollektorfläche). Die Integration solcher Systeme erfordert daher eine sorgfältige Planung.

Zudem besteht eine Flächenkonkurrenz zwischen Solarthermie- und Photovoltaik-Freiflächenanlagen. Die Herausforderung liegt darin, die thermischen Potenziale effizient mit den Wärmesenken zu verbinden. Daher ist die wirtschaftliche Integration von Solarthermie in Wärmenetze nur in ausgewählten Gebieten sinnvoll.

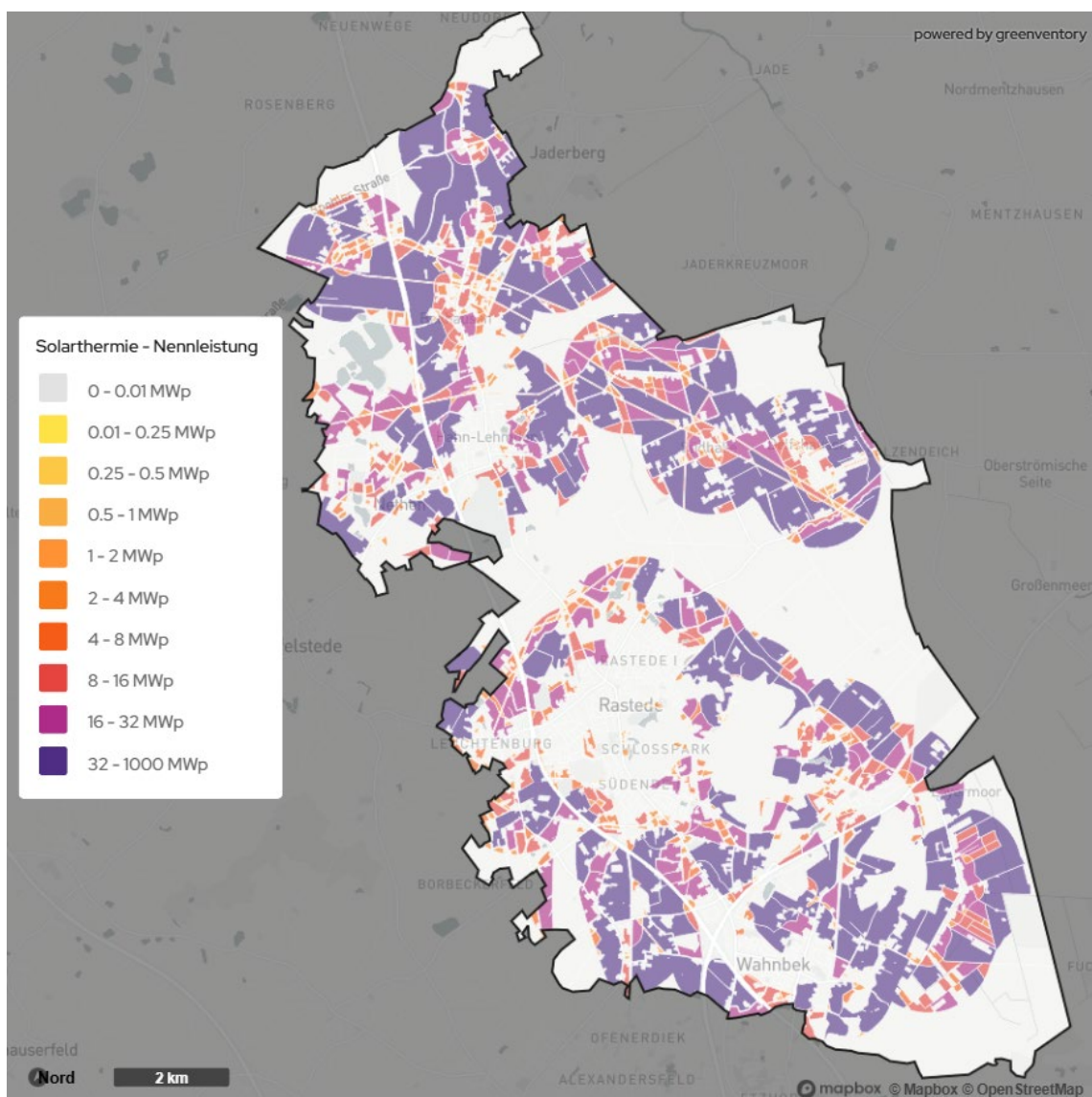


Abbildung 28: Potenziale von Solarthermie-Freiflächen in Rastede

Wärmepumpen

Wärmepumpen spielen erwartungsgemäß eine zentrale Rolle in der klimaneutralen Wärmeversorgung. Sie gelten als etablierte und unter geeigneten Rahmenbedingungen hocheffiziente Technologie zur Wärmeerzeugung. Dabei entziehen sie der Umgebung – etwa Luft, Wasser oder Erdreich – Wärme und heben diese mithilfe eines Kältemittelkreislaufs auf ein nutzbares Temperaturniveau, vergleichbar mit einem umgekehrt arbeitenden Kühlschrank. So lassen sich Gebäude effizient beheizen und mit Warmwasser versorgen. In der Gemeinde Rastede bieten sich vielfältige Einsatzmöglichkeiten für Wärmepumpen.

Luftwärmepumpen

Luftwärmepumpen haben hier ein jährliches Potenzial von 216 GWh (siehe Abbildung 27). Die Potenziale von Luftwärmepumpen und Erdwärmekollektoren ergeben sich jeweils im direkten Umfeld der Gebäude.

Geothermie (Kollektoren)

Erdwärmekollektoren sind flach im Boden verlegte Wärmetauscher, die die über das Jahr hinweg konstante Temperatur des Erdreichs nutzen. Über ein Rohrsystem mit Wärmeträgerflüssigkeit wird die Wärme zur Wärmepumpe geleitet und dort für Heizzwecke aufbereitet. Die oberflächennahe Geothermie stellt mit einem jährlichen Potenzial von 3.959 GWh eine besonders geeignete Ressource für die Gemeinde Rastede dar (siehe Abbildung 27). Die räumlich besonders geeigneten Flächen für Erdwärmekollektoren sind in Abbildung 29 dargestellt.

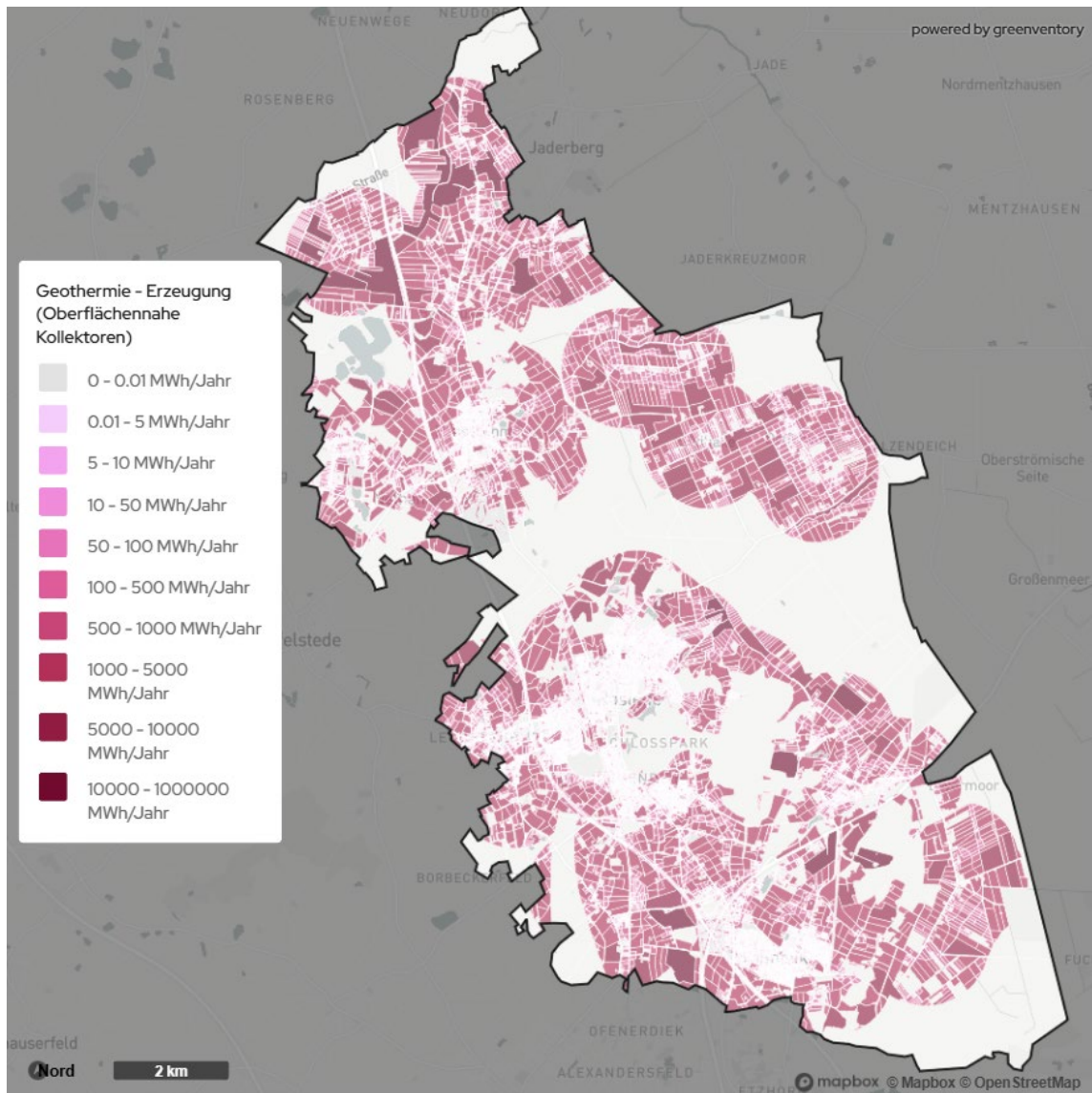


Abbildung 29: Potenziale von oberflächennaher Geothermie (Erdwärmekollektoren) in Rastede

Geothermie (Sonden)

Oberflächennahe Geothermie in Form von Erdwärmesonden hat in der Gemeinde Rastede ein jährliches Potenzial von 5.090 GWh (siehe Abbildung 27). Die räumlich besonders geeigneten Flächen für Erdwärmesonden sind in Abbildung 30 dargestellt.

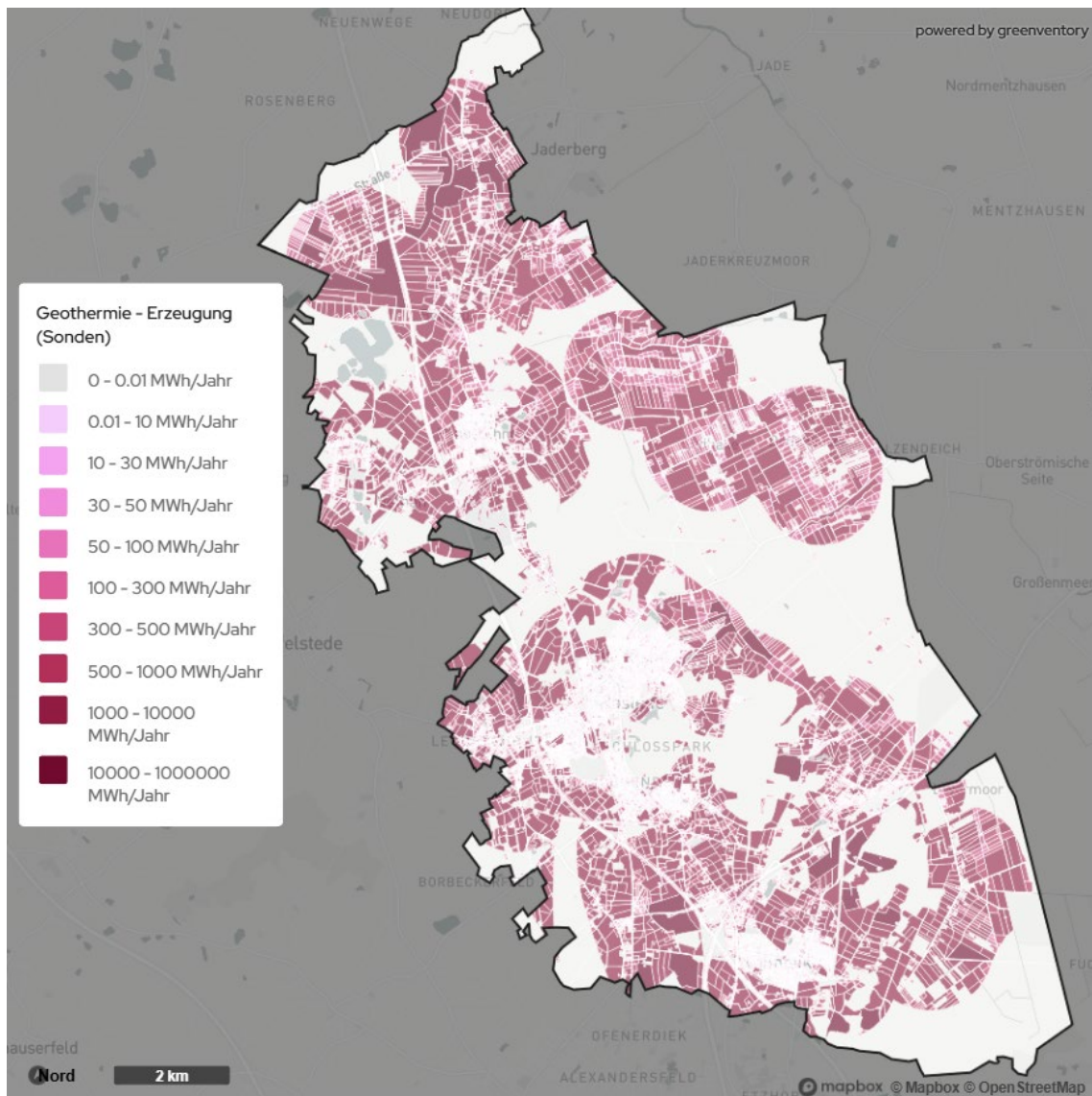


Abbildung 30: Potenziale von oberflächennaher Geothermie (Erdwärmesonden) in Rastede

Diese Technologie nutzt konstante Erdtemperaturen bis 100 m Tiefe mit einem System aus Erdwärmesonden und Wärmepumpe zur Wärmeextraktion und -anhebung. Die Potenzialberechnung berücksichtigt spezifische geologische Daten und schließt Wohn- sowie Gewerbegebiete ein, wobei Gewässer und Schutzzonen ausgeschlossen und die Potenziale einzelner Bohrlöcher unter Verwendung von Kennzahlen abgeschätzt werden. Die Entscheidung, ob eine Bohrung in einer etwaigen Wasserschutzzone zulässig ist, unterliegt der unteren Wasserbehörde des Landkreises und hängt von verschiedenen Faktoren ab.

Eine weitere Form der oberflächennahen Geothermie liegt in der Nutzung von Grundwasser als potenzielle Wärmequelle. Die Wärme wird über zwei Brunnen (Förder- und Schluckbrunnen) aus dem Grundwasser gezogen und mittels einer Wärmepumpe zur Beheizung des Gebäudes verwendet. Im Sommer kann das System auch zur Gebäudekühlung eingesetzt werden. In der Gemeinde Rastede weist das Potenzial einen sehr hohen Wert von 28.531 GWh/a auf. Bei der Installation geothermischer Anlagen ist ein enger Austausch mit den zuständigen Behörden unerlässlich. Dabei müssen alle geltenden Gesetze und Verordnungen strikt eingehalten werden – insbesondere, da Grundwasser eine der wichtigsten Quellen für die Trinkwasserversorgung darstellt und daher besonders geschützt werden muss.

Solarthermie auf Dachflächen

Auch auf Dachflächen kann Solarthermie genutzt werden. In der Gemeinde Rastede bietet Solarthermie auf Dachflächen ein eher kleineres jährliches Potenzial von 222 GWh (siehe Abbildung 27). Besonders geeignete Areale in der Gemeinde Rastede sind in Abbildung 31 dargestellt.

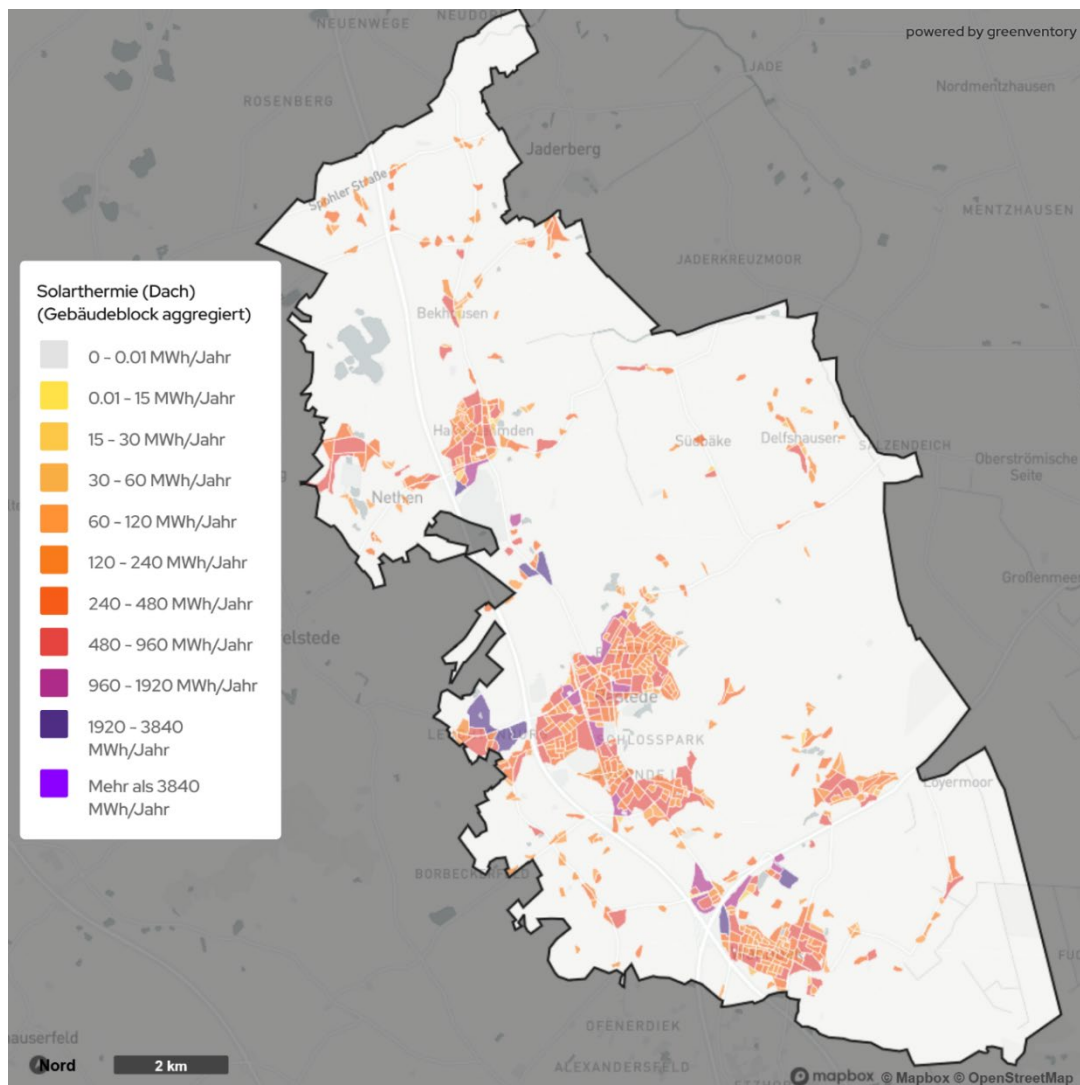


Abbildung 31: Potenziale von Solarthermie-Dachflächen in Rastede

Bei Solarthermie auf Dachflächen wird mittels KEA-BW Methode das Potenzial aus 25 % der Dachflächen über 50 m² für die Wärmeerzeugung geschätzt. Die jährliche Produktion basiert auf 400 kWh/m² durch flächenspezifische Leistung und durchschnittliche Volllaststunden. Die Potenziale der Dachflächen für Solarthermie konkurrieren direkt mit den Potenzialen für Photovoltaik-Anlagen auf Dächern. Eine Entscheidung für die Nutzung des einen oder anderen Potenzials sollte individuell getroffen werden.

Fluss / Seewärme

In der Gemeinde Rastede bietet die Nutzung von Fluss / Seewärme kein nennenswertes Potenzial, da die Restriktionsflächen um den Nethener See zu umfassend für eine wirtschaftliche Nutzung des Potenzials sind.

Biomasse

Das thermische Biomassepotenzial in der Gemeinde Rastede beläuft sich auf rund 80 GWh pro Jahr (siehe Abbildung 27). Es setzt sich aus verschiedenen Quellen zusammen, darunter Waldrestholz, Biomüll, Grünschnitt sowie potenziell anbaubare Energiepflanzen. Während Waldrestholz und Grünschnitt in Holz- oder Hackschnitzelkesseln energetisch genutzt werden können, dienen Energiepflanzen als Substrat für Biogasanlagen. In diesen Anlagen wird Biogas durch die anaerobe Vergärung organischer Stoffe im Fermenter erzeugt – ein Prozess, bei dem unter Ausschluss von Sauerstoff und mithilfe von Bakterien klimaneutrales Gas entsteht. Das bei der Verbrennung freigesetzte Kohlendioxid wurde zuvor im Pflanzenwachstum gebunden, wodurch Biogas als CO₂-neutral gilt. Ein wesentlicher Vorteil gegenüber wetterabhängigen Technologien wie Photovoltaik ist die grundlastfähige und flexible Einsatzmöglichkeit von Biogasanlagen.

Grundsätzlich lassen sich zwei Typen von Biogasanlagen unterscheiden. Beim ersten Typ wird das erzeugte Biogas vor Ort genutzt: Nach Trocknung und Entschwefelung wird es in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) zur Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt. Die dabei entstehende Abwärme kann sowohl zur Beheizung des Fermenters als auch für Gebäude oder Wärmenetze verwendet werden. Der zweite Typ, die Biogaseinspeisung ins Gasnetz, sieht eine weitergehende Aufbereitung des Biogases vor. Nach Reinigung, Trocknung und Konditionierung wird es zu Biomethan veredelt, das in seiner Zusammensetzung Erdgas entspricht. Nach Verdichtung auf Netzdruck kann es in das öffentliche Gasnetz eingespeist und standortunabhängig genutzt werden – etwa für Brennwertkessel oder BHKWs. Diese Form der Nutzung ermöglicht eine flexible, bilanzielle Verwertung des erzeugten Biomethans, unabhängig vom Standort der Biogasanlage (siehe Abbildung 32).

Ein wichtiger Aspekt bei der Bewertung des Biomassepotenzials ist die begrenzte Verfügbarkeit von Energiepflanzen. Angesichts ihrer geringen Flächeneffizienz – insbesondere im Vergleich zu Wind- und Solarenergie (vgl. Thünen-Institut, 2023) – erscheint es zunehmend sinnvoll, klimafreundlichere Alternativen zu klassischen Kulturen wie Mais zu fördern. Vorrang sollte künftig der Nutzung von Abfall- und Reststoffen eingeräumt werden, um Flächenkonkurrenzen zu vermeiden und die Nachhaltigkeit der Biomassenutzung zu erhöhen. Vor diesem Hintergrund empfiehlt sich der Einsatz von Biomasse insbesondere zur Deckung von Spitzenlasten, bei denen ihre flexible und grundlastfähige Verfügbarkeit gezielt zur Stabilisierung der Wärmeversorgung beitragen kann.

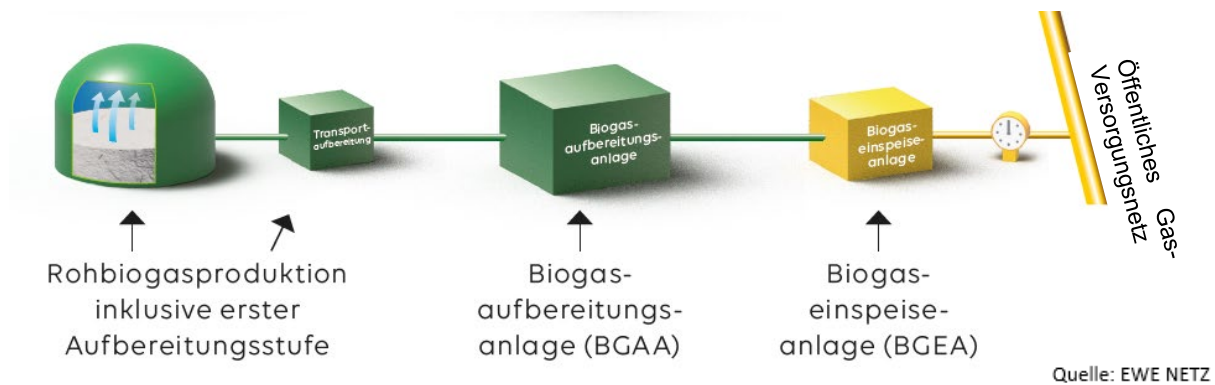


Abbildung 32: Funktionsweise von Biogaseinspeisung

Ein wichtiger Aspekt, der in der Betrachtung der erhobenen Potenziale Berücksichtigung finden muss, ist das Temperaturniveau des jeweiligen Wärmeerzeugers. Das Temperaturniveau hat einen signifikanten Einfluss auf die Nutzbarkeit und Effizienz von Wärmeerzeugern, insbesondere Wärmepumpen. Des Weiteren gilt es zu berücksichtigen, dass die meisten hier genannten Wärmeerzeugungspotenziale eine Saisonalität aufweisen, sodass Speicherlösungen für die bedarfsgerechte Wärmebereitstellung bei der Planung mitberücksichtigt werden sollten.

4.3.3. Einsatz von Wasserstoff

Die Anwendungen von Wasserstoff sind vielseitig. Alle Sektoren und verschiedene Wirtschaftsbereiche können von klimafreundlichem Wasserstoff als Energieträger oder Rohstoff profitieren. Fokus für den Wasserstoffeinsatz ist jedoch der Einsatz im Gewerbe- und Industriesektor, um Produktions- und notwendige Wärmeprozesse klimafreundlich darstellen zu können.

Industrie: Die Industrie stellt den wichtigsten Einsatzbereich für Wasserstoff dar und bietet die größten Emissionseinsparungen. In der für Deutschland wichtigen Großindustrie wie der Stahlerzeugung, Glasproduktion oder der Herstellung von Ammoniak können Kohle oder Erdgas aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen nicht durch Strom ersetzt werden. Grüner Wasserstoff kann hier fossile Energieträger ersetzen und CO₂-Emissionen deutlich reduzieren.

Rückverstromung: Die erneuerbaren Energiequellen unterliegen Schwankungen. Je nachdem, wie der Wind weht und die Sonne scheint, wird mehr Strom erzeugt, als genutzt werden kann. Zu anderen Zeiten dagegen steht zu wenig Strom zur Verfügung. Durch einen Elektrolyseur kann überschüssiger Strom in Wasserstoff umgewandelt und dann gespeichert werden. Wird mehr Strom benötigt, kann der Wasserstoff zur Stromerzeugung in Gaskraftwerken genutzt werden.

Weitere Anwendungsbereiche: Wasserstoff kann außerdem in der Mobilität (z.B. in Lkw oder Zügen mit Brennstoffzellen) und in Einzelfällen im Wärmemarkt (z.B. durch Wasserstoffheizungen) eingesetzt werden. Der Einsatz von Wasserstoff bei privaten Endverbrauchern ist nach heutigem Stand aufgrund kostengünstigerer Alternativen unwahrscheinlich. Mit der Wärmepumpe sowie dem Anschluss an ein Fern- oder Nahwärmenetz stehen in der häuslichen Wärmeversorgung anders als bei Industrie und Gewerbe technische Alternativen zur Verfügung

Wasserstoff kann in flüssigem oder gasförmigem Zustand per Tankwagen auf der Straße transportiert werden. Über längere Strecken ist jedoch der Transport durch Leitungsnetze (Pipelines) deutlich effizienter. Bisher existiert jedoch noch keine Netzinfrastuktur für Wasserstoff, um Erzeugung, Abnehmer oder auch Speicher miteinander zu vernetzen. Das von den Ferngasnetzbetreibern erarbeitete und kürzlich durch die Bundesnetzagentur genehmigte Wasserstoff-Kernnetz ist der Startschuss für eine deutschlandweiten Wasserstoffinfrastruktur (siehe Abbildung 33). Das Kernnetz ist ein bundesweites Wasserstoffnetz, welches den Transport von Wasserstoff in viele Regionen Deutschlands ermöglicht (im Straßenverkehr vergleichbar mit den Autobahnen).



Abbildung 33: Übersicht Wasserstoff-Kernnetz in Deutschland

Die lokale Versorgung des Wasserstoffs zu den Industriekunden bzw. zu den Kommunen erfolgt dann durch die Verteilnetzbetreiber über das nachgelagerte Regionalnetz (vergleichbar mit Bundes- und Landesstraßen, (siehe Abbildung 34). Positiv ist, dass die bestehende Erdgasinfrastruktur ideale Voraussetzungen bietet, um klimaneutrale Gase wie Wasserstoff (oder auch Biomethan) aufzunehmen, zu transportieren und zu verteilen. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Rohrleitungen in den deutschen Gasverteilnetzen zu über 97 % aus den wasserstofftauglichen Materialien Stahl und Kunststoff bestehen. Auch bei den verbauten Armaturen und Einbauteilen sind laut DVGW e.V. grundlegend keine signifikanten Hürden zu erwarten. Bei den rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen für den Betrieb von Wasserstoffnetzen sind allerdings derzeit noch viele Punkte offen.

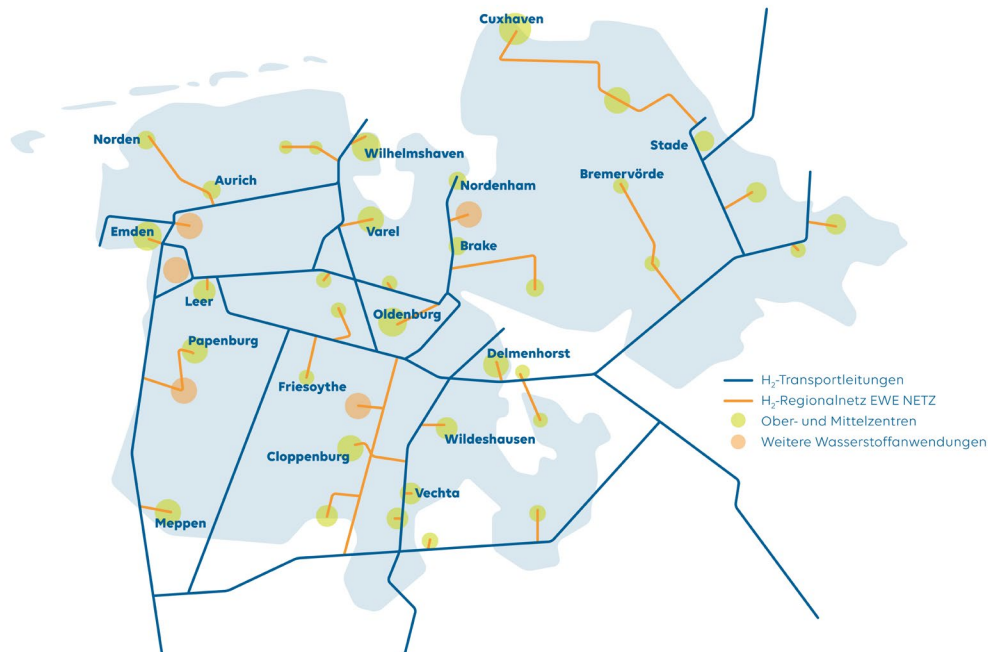


Abbildung 34: Lokale Versorgung des Wasserstoffs

Die dezentrale Erzeugung von Wasserstoff wird aufgrund der aktuellen hohen Kosten und der fehlenden Wasserstoff-Netzinfrastrukturen (Regional- bzw. Verteilnetz) nicht weiter betrachtet. Eine mögliche zukünftige Nutzung kann und sollte jedoch bei sich ändernden Rahmenbedingungen (rechtlich, regulatorisch etc.) in die Planungen aufgenommen werden. Dies kann im Rahmen der Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans erfolgen.

4.3.4. Sanierung

Die energetische Sanierung des Gebäudebestands ist ein zentrales Instrument zur Erreichung der kommunalen Klimaziele. Die Analyse zeigt, dass durch umfassende Sanierungsmaßnahmen eine Reduktion des jährlichen Gesamtwärmeverbrauchs in der Gemeinde um bis zu 72,5 GWh bzw. knapp 30,88 % möglich wäre.

Wie zu erwarten, entfällt der größte Teil dieses Einsparpotenzials auf Gebäude, die vor 1978 errichtet wurden (siehe Abbildung 35). Diese Bauwerke sind sowohl aufgrund ihrer Anzahl als auch ihres energetischen Zustands besonders relevant, da sie vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnungen entstanden und daher einen erhöhten Sanierungsbedarf aufweisen.

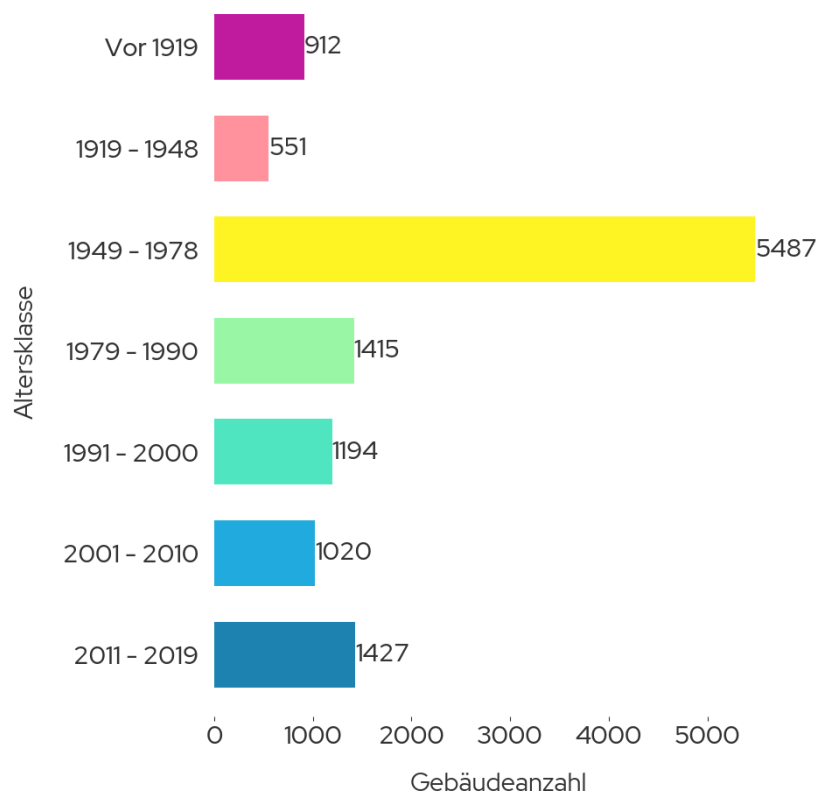
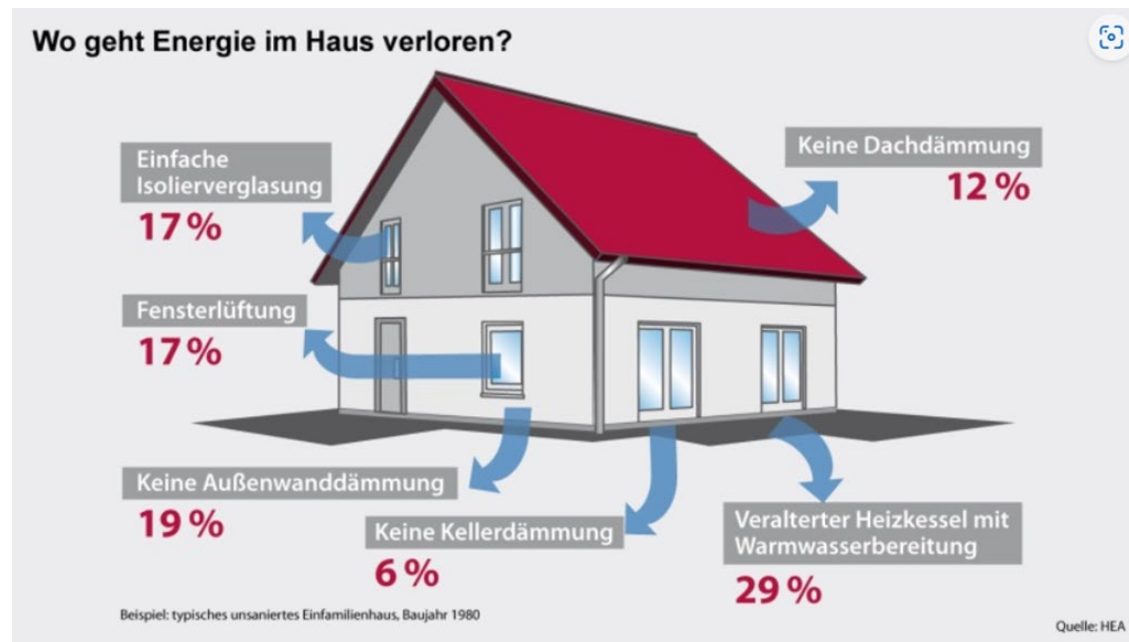


Abbildung 35: Reduktionspotenzial nach Baualtersklassen in Rastede

Insbesondere im Wohngebäudebereich offenbart sich ein erhebliches Potenzial: Durch die energetische Optimierung der Gebäudehülle lassen sich signifikante Energieeinsparungen erzielen. In Kombination mit dem Austausch veralteter Heiztechnik ergibt sich vor allem bei Gebäuden mit Einzelversorgung ein großer Hebel zur Effizienzsteigerung. Wie nachfolgend dargestellt, ist das Spektrum möglicher Sanierungsmaßnahmen äußerst vielfältig.

Infobox: Energieverlust im Wohngebäude



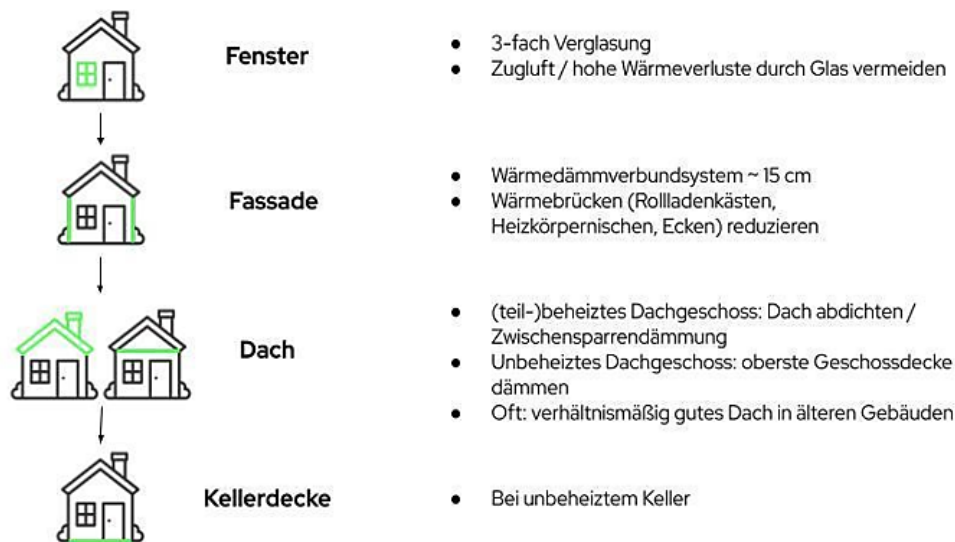
- 1. Dämmung der Fassade:** Reduktion von Wärmeverlusten des Gebäudes und Verhinderung des Aufheizens im Sommer. Es gibt unterschiedliche Arten der Dämmung, wie z.B. Kern- und Einblasdämmung, Wärmeverbundsysteme oder hinterlüftete Vorhangfassaden.
- 2. Dämmung des Daches:** Oftmals erfolgt eine Dämmung zwischen bzw. auf oder unter den bestehenden Sparren (Tragkonstruktion). Bei einer Nichtnutzung vom Dachgeschoss kann auch die obere Geschossdecke gedämmt werden.
- 3. Dämmung der Kellerdecke:** In Abhängigkeit der baulichen Gegebenheiten kann die Dämmung oberhalb oder unterhalb der Kellerdecke erfolgen.
- 4. Erneuerung der Fenster und Sonnenschutz:** Fenster mit Zweifach- oder besser mit Dreifachverglasung und optimierten Fensterrahmen haben einen niedrigeren Wärmedurchgangskoeffizienten und somit geringere Energieverlust. Ferner schützen sie besser vor Lärm und Einbrechern. Hinsichtlich des Sonnenschutzes können Außenrollos und Markisen eingesetzt werden.
- 5. Einbau oder Erneuerung einer Lüftungsanlage:** Lüftungsanlagen reduzieren die Feuchtigkeit und Geruchsbildung und ersetzen die Fensterlüftung bei der Energieverluste entstehen. Es gibt Systeme mit einer Wärmerückgewinnung aus der Abluft von bis zu 90%.
- 6. Erneuerung der Heizung:** Neue Heizungsanlagen sind effizienter. Ferner benötigen Wärmepumpen und Biomassenkessel keine fossilen Energieträger, wie z.B. Erdgas und Heizöl, und können somit klimaneutral betrieben werden.

7. Einbau einer PV-Anlage: Photovoltaik-Anlagen nutzen die Sonnenenergie zur Erzeugung von Strom. Der Strom kann im eigenen Haushalt genutzt werden (z.B. für eine Wärmepumpe). Für den Überschuss, welcher nicht selbst genutzt wird, besteht die Möglichkeit der Einspeisung ins Stromnetz. Zusätzlich zur PV-Anlage kann optional ein Stromspeicher installiert werden, sodass der tagsüber erzeugter Strom auch nachts genutzt werden kann. Sollte Ihre Photovoltaik-Anlage einmal mehr Strom produzieren als Sie benötigen, können Sie jederzeit die Überschüsse ins öffentliche Stromnetz einspeisen. Somit profitieren alle von Ihrer erneuerbaren Energie.

8. Einbau einer Solarthermie-Anlage: Eine Solarthermie-Anlage nutzt die Sonnenenergie zur Unterstützung der Gebäudeheizung und für die Warmwasserbereitung. Die Kollektoren werden auf dem Gebäudedach installiert und der Warmwasserspeicher der Heizungsanlage wird größer ausgelegt, sodass mehr Volumen für das durch die Sonne erwärmte Wasser vorhanden ist.

Einige wichtige energetische Sanierungsmaßnahmen für die Gebäudehülle sind in der Infobox: „Energetische Gebäudesanierung – Maßnahmen“ dargestellt. Diese können von der Dämmung der Außenwände bis hin zur Erneuerung der Fenster reichen und sollten im Kontext des Gesamtpotenzials der energetischen Sanierung betrachtet werden.

Infobox: Energetische Gebäudesanierung – Maßnahmen



4.4. Zusammenfassung und Fazit der Potenzialanalyse

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden ausschließlich technisch erschließbare Potenziale identifiziert und räumlich bewertet. Dabei ist zu beachten, dass die tatsächliche Realisierbarkeit dieser Potenziale maßgeblich von wirtschaftlichen, rechtlichen und technischen Randbedingungen abhängt. So können z. B. hohe Investitionskosten, unsichere Amortisationszeiträume oder sich ändernde Förderbedingungen die Umsetzung von Maßnahmen wirtschaftlich einschränken. Rechtlich können Eigentumsverhältnisse, Denkmalschutzaufgaben oder genehmigungsrechtliche Vorgaben (z. B. im Wasser- oder Bauordnungsrecht) relevante Einschränkungen darstellen. Auch technische Faktoren wie unzureichende Dachneigungen, Verschattung, fehlende Tragreserven, geringe Heizlastdichten oder unzureichende Netzkapazitäten können die nutzbare Energiemenge deutlich reduzieren.

Die vorliegende Potenzialanalyse versteht sich daher nicht als Umsetzungsprognose, sondern als erster planerischer Aufschlag. Für die vertiefte Bewertung der wirtschaftlichen Machbarkeit und technischen Umsetzung sind in der Folge detaillierte Machbarkeitsstudien, Wirtschaftlichkeitsberechnungen sowie Abstimmungen mit Eigentümer und Eigentümerinnen sowie Fachbehörden erforderlich.

Die Analyse der Potenziale für die Verwendung erneuerbarer Energien in der Gemeinde Rastede zeigt vielversprechende Möglichkeiten für eine nachhaltige Wärmeversorgung auf.

Die Verteilung dieser Potenziale ist jedoch nicht gleichmäßig: In dicht bebauten Bereichen bieten sich insbesondere Solarthermie- und Photovoltaikanlagen auf Dachflächen sowie Erdwärmekollektoren in der direkten Umgebung von Gebäuden an. In den Randbereichen der Gemeinde Rastede gibt es zudem einzelne Freiflächen, die sich technisch gut für den Einsatz von Solarthermie oder Erdwärmesonden eignen. Außerhalb der Siedlungsbereiche sind zudem Erdwärmekollektoren-Felder oder größere Erdwärmesonden-Anlagen als mögliche Wärmequellen denkbar. Solarthermie auf Freiflächen weist ebenfalls ein großes Potenzial auf, erfordert jedoch eine detaillierte Planung hinsichtlich der Flächennutzung, der Integration in bestehende oder neue Wärmenetze sowie geeigneter Speichermöglichkeiten. Die Untersuchung dieser Potenziale kann auch in die weitere Analyse der Wärmenetzeignungsgebiete einfließen.

In der Gemeinde Rastede liegt das größte Einsparpotenzial in der energetischen Sanierung von Gebäuden, insbesondere bei öffentlichen Liegenschaften und Wohngebäuden. Vor allem Objekte, die vor 1978 errichtet wurden, bieten durch gezielte Sanierungsmaßnahmen erhebliche Effizienzsteigerungen. Wichtige erneuerbare Wärmequellen ergeben sich unter anderem durch die Kombination von Photovoltaik auf Dächern mit Wärmepumpen, den Einsatz von Solarthermie sowie die Nutzung von Erdwärme. Großformatige Luftwärmepumpen bieten ebenfalls eine flexible Lösung für Wärmenetze, insbesondere auf Gewerbeflächen, die sich als Standorte besonders gut eignen.

Die umfassende Untersuchung zeigt, dass es technisch möglich ist, den gesamten Wärmebedarf des Gebiets durch lokal verfügbare erneuerbare Energien zu decken. Dieses Ziel setzt jedoch eine differenzierte Betrachtung voraus, da die Potenziale in Abhängigkeit von Standort und Jahreszeit unterschiedlich ausgeprägt sind. Zudem muss die Nutzung von Flächen nicht nur aus energetischer, sondern auch aus städtebaulicher und wirtschaftlicher Perspektive abgewogen werden.

Bei der dezentralen Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien spielt die Verfügbarkeit geeigneter Flächen eine zentrale Rolle. Um eine effiziente Wärmeversorgung sicherzustellen, sind individuell angepasste Lösungen notwendig. Dabei sollten Dachflächenpotenziale sowie bereits versiegelte Flächen vorrangig betrachtet werden, bevor Freiflächen für die Energiegewinnung genutzt werden.

5. Eignungsgebiete für Wärmenetze

Wärmenetze sind eine Schlüsseltechnologie für die Wärmewende, jedoch sind diese nicht überall wirtschaftlich. Die Ermittlung von Eignungsgebieten für die Versorgung mit Wärmenetzen ist eine zentrale Aufgabe der KWP und dient als Grundlage für weiterführende Planungen und Investitionsentscheidungen (siehe Abbildung 36). Die identifizierten und in der KWP beschlossenen Eignungsgebiete können dann in weiteren Planungsschritten bis hin zur Umsetzung entwickelt werden.

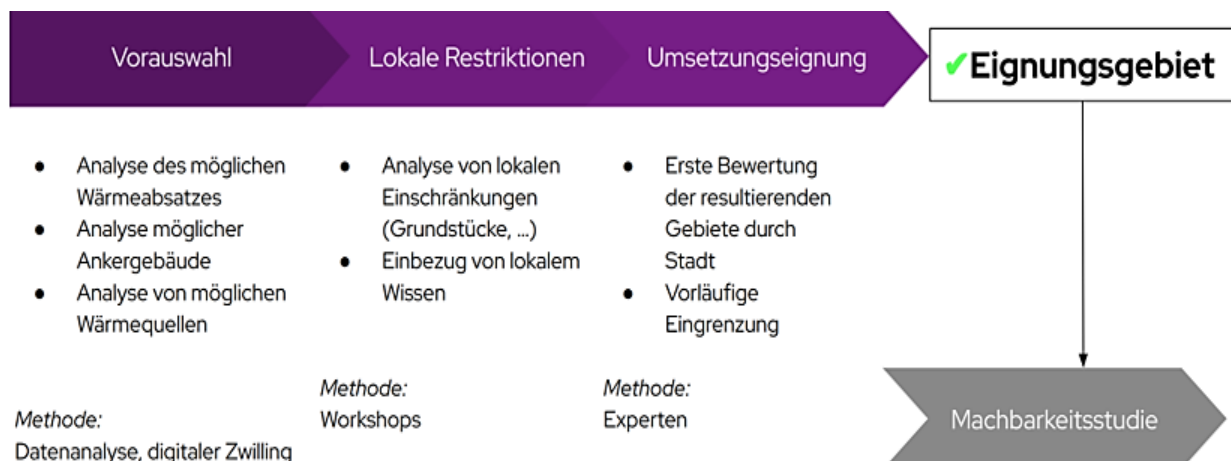


Abbildung 36: Vorgehensweise bei der Identifikation von Eignungsgebieten

Wärmenetze stellen eine effiziente Technologie dar, um große Versorgungsgebiete mit erneuerbarer Wärme zu erschließen und den Verbrauch mit den Potenzialen, welche sich oft an den Ortsrändern der Kommune oder außerhalb befinden, zu verbinden. Die Implementierung solcher Netze erfordert allerdings erhebliche Anfangsinvestitionen sowie einen beträchtlichen Aufwand in der Planungs-, Erschließungs- und Bauphase. Aus diesem Grund ist die sorgfältige Auswahl potenzieller Gebiete für Wärmenetze von großer Bedeutung.

Ein wesentliches Kriterium für die Auswahl geeigneter Gebiete ist die Wirtschaftlichkeit, welche durch den Zugang zu kosteneffizienten Wärmeerzeugern und einen hohen Wärmeabsatz pro Meter Leitung charakterisiert wird. Diese Faktoren tragen dazu bei, dass das Netz nicht nur nachhaltig, sondern auch wirtschaftlich tragfähig ist. Darüber hinaus hängt die Realisierbarkeit maßgeblich von den Tiefbaukosten und -möglichkeiten, der Akzeptanz und dem Potenzial der Kundschaft sowie vom Erschließungsrisiko der Wärmequelle ab. Schließlich ist die Versorgungssicherheit ein entscheidendes Kriterium. Diese wird sowohl organisatorisch durch die Wahl verlässlicher Betreiber und Lieferanten als auch technisch durch die Sicherstellung der Energieträgerverfügbarkeit, geringen Preisschwankungen einzelner Energieträger und das minimierte Ausfallrisiko der Versorgungseinheiten gewährleistet. Diese Kriterien sorgen dafür, dass die Wärmenetze nicht nur effizient und wirtschaftlich, sondern auch nachhaltig und zuverlässig betrieben werden können.

Bis es zum tatsächlichen Bau von Wärmenetzen kommt, müssen zahlreiche Planungsschritte durchlaufen werden. Die Wärmeplanung ist hier als ein erster Schritt zu sehen, in welcher geeignete Fokusgebiete identifiziert werden. Eine detaillierte, technische Ausarbeitung des Wärmeversorgungssystems ist nicht Teil des Wärmeplans, sondern wird im Rahmen von Machbarkeitsstudien erarbeitet. In diesem Bericht wird zwischen zwei Kategorien von Versorgungsgebieten unterschieden:

Eignungsgebiete für Wärmenetze

- ☐ Gebiete, welche auf Basis der unter Kapitel 2.4 genannten Bewertungskriterien für Wärmenetze grundsätzlich geeignet sind.

Einzelversorgungsgebiete

- ☐ Gebiete, in welchen eine wirtschaftliche Erschließung durch Wärmenetze nicht gegeben ist. Die Wärmeerzeugung erfolgt individuell im Einzelgebäude.

5.1. Einordnung der Verbindlichkeit zum Neu- und Ausbau von Wärmenetzen

Im Rahmen dieses Wärmeplans werden keine verbindlichen Ausbauentscheidungen getroffen. Die ausgewiesenen Eignungsgebiete für den Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen dienen vielmehr als strategisches Planungsinstrument zur Orientierung für die zukünftige Infrastrukturentwicklung. Sie bieten eine erste räumliche Einschätzung, die jedoch keine Aussage über die tatsächliche Wirtschaftlichkeit oder technische Umsetzbarkeit trifft. Für eine konkrete Umsetzung sind daher vertiefende Einzeluntersuchungen erforderlich.

Grundsätzlich hat die Kommune die Möglichkeit, auf Grundlage des Wärmeplans sogenannte Wärmenetzvorranggebiete auszuweisen. In diesen kann ein Anschluss- und Benutzungszwang eingeführt werden. Für Neubauten gilt dieser unmittelbar, während im Gebäudebestand erst bei einer grundlegenden Änderung der bestehenden Wärmeversorgung eine Anschlussverpflichtung entsteht. Aufbauend auf den identifizierten Eignungsgebieten sollen in einem nachgelagerten Schritt Projektentwickler und Wärmenetzbetreiber konkrete Ausbauplanungen erarbeiten.

Im Hinblick auf die rechtliche Verzahnung mit dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) ist zu beachten: Wird auf Grundlage eines Wärmeplans vor dem 30. Juni 2026 (in Kommunen mit über 100.000 Einwohnenden) bzw. vor dem 30. Juni 2028 (in kleineren Kommunen) ein Gebiet für den Neu- oder Ausbau eines Wärme- oder Wasserstoffnetzes ausgewiesen und öffentlich bekannt gemacht, greift die Verpflichtung zur Nutzung von mindestens 65 % erneuerbarer Energien in Heizsystemen bereits ab diesem Zeitpunkt. Der Wärmeplan allein entfaltet jedoch keine rechtliche Bindung – erst die förmliche Gebietsausweisung durch Ratsbeschluss und Veröffentlichung löst die entsprechenden Pflichten nach § 71 GEG aus (BMWK, 2023).

Das bedeutet: Sollte die Gemeinde Rastede vor 2028 entsprechende Gebiete ausweisen und veröffentlichen, tritt die 65 %-EE-Pflicht für neu eingebaute Heizsysteme in Bestandsgebäuden bereits einen Monat nach Bekanntgabe in Kraft.

5.2. Eignungsgebiete im Projektgebiet

Im Rahmen der Wärmeplanung lag der Fokus auf der Identifikation von Eignungsgebieten. Der Prozess der Identifikation der Eignungsgebiete erfolgte in drei Stufen:

1. Vorauswahl: Zunächst wurden die Eignungsgebiete automatisiert ermittelt, wobei ausreichender Wärmeabsatz pro Fläche bzw. Straßenzug und vorhandene Ankergebäude, wie kommunale Gebäude, berücksichtigt wurden.

2. Lokale Restriktionen: In einem zweiten Schritt wurden die automatisiert erzeugten Eignungsgebiete im Rahmen von Expertengesprächen näher betrachtet. Dabei flossen sowohl örtliche Fachkenntnisse als auch die Ergebnisse der Potenzialanalyse ein. Es wurde analysiert, in welchen Gebieten neben einer hohen Wärmedichte auch die Nutzung der Potenziale zur Wärmeerzeugung günstig erschien. Auch wurden Gebiete beleuchtet, die außerhalb des Vorauswahlprozesses lagen.

3. Umsetzungseignung: Im letzten Schritt unterzog die Verwaltung der Gemeinde Rastede die verbleibenden Gebiete einer weiteren Analyse und grenzte sie ein. Im Projektgebiet wurden die in Abbildung 37 eingezeichneten Fokusgebiete für eine zentrale Wärmeversorgung identifiziert. Sämtliche Gebiete, die nach den durchgeführten Analysen zum aktuellen Zeitpunkt als wenig geeignet für ein Wärmenetz eingestuft werden, sind als Einzelversorgungsgebiete ausgewiesen.

Zusammensetzung der Wärmeerzeugung: Mittels Kennzahlen und üblichen Auslegungsregeln wurde für die Eignungsgebiete ein Wärmeversorgungs-Szenario skizziert. Hierbei wurde davon ausgegangen, dass 80 % der Heizlast des Versorgungsgebiet mittels einer Grundlast-Technologie erzeugt werden. Die Spitzenlast deckt die Energiemenge, die an den kältesten Tagen oder zu Stoßzeiten benötigt wird. Diese wird in der Praxis mit einer Technologie, die gut regelbar ist, realisiert (bspw. Biomethankessel).

Es handelt sich hierbei um ein technisch sinnvolles Zielszenario, welches als Orientierung für die Definition der folglich ermittelten Maßnahmen gedeutet werden soll. Die vorgeschlagenen Wärmeversorgungstechnologien sind nicht verbindlich und wurden auf der aktuell verfügbaren Datengrundlage ermittelt.

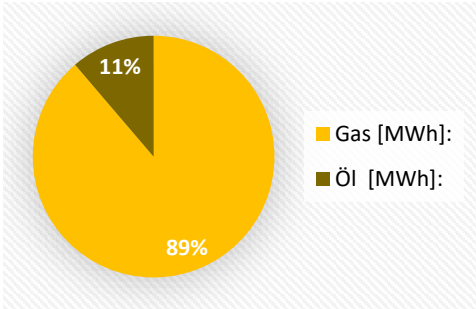
In den folgenden Abschnitten werden die Eignungsgebiete in kurzen Steckbriefen vorgestellt und eine mögliche Wärmeversorgung anhand der lokal vorliegenden Potenziale skizziert. In Tabelle 3 sind die Eignungsgebiete übersichtlich zusammengestellt. Die vorgeschlagenen nutzbaren Potenziale müssen auf die Machbarkeit, Umsetzbarkeit, Finanzierbarkeit und Wirtschaftlichkeit vertieft untersucht werden.



Abbildung 37: Räumliche Verteilung von Wärmenetzeignungsgebieten in Rastede

Tabelle 3: Übersicht über definierte Wärmenetzeignungsgebiete in Rastede

ID	Ort	Wärmenetzeignungsgebiet	Wärmebedarf heute [GWh/a] - Wärmeliniendichte (WLD)
EG1	Rastede	Eignungsgebiet „Rastede – Mühlenstraße“	1.380 MWh/m*a 1.830 kWh/m*a
EG2	Rastede	Eignungsgebiet „Rastede- KGS / Feldbreite“	3.000 MWh/m*a 3.550 kWh/m*a

Eignungsgebiet	Titel	Maßnahmenart	Aufwand						
Eignungsgebiet „Rastede - Mühlenstraße“	Eignungsgebiet für zentrale Wärmeversorgung	Technisch	Hoch						
Gebietsbeschreibung: Das Gebiet rund um das Freibad Rastede wurde im Rahmen der Analyse als besonders geeignet identifiziert. Ausschlaggebend hierfür sind der hohe bestehende Wärmebedarf sowie die potenziellen Ankerkunden wie die AWO-Einrichtung, der Kindergarten Mühlenstraße und das TCH Sport Center. Ein weiterer Vorteil liegt in der bereits vorhandenen Infrastruktur: In diesem Bereich wird aktuell ein Wärmenetz betrieben, über das bereits ein Großteil der Gebäude versorgt wird. Zum jetzigen Zeitpunkt umfasst das Gebiet 29 Gebäude – wobei diese Zahl nicht mit der Anzahl potenzieller Wärmeabnehmenden gleichzusetzen ist. Die Bebauung ist überwiegend durch Wohngebäude geprägt, die zwischen 1969 und 1984 errichtet wurden. Die betrachtete Fläche erstreckt sich über rund 13,8 Hektar (siehe Abbildung 38).		 <table><caption>Energiequellenverteilung</caption><tr><th>Energiequelle</th><th>Anteil [%]</th></tr><tr><td>Gas [MWh]</td><td>89%</td></tr><tr><td>Öl [MWh]</td><td>11%</td></tr></table>		Energiequelle	Anteil [%]	Gas [MWh]	89%	Öl [MWh]	11%
Energiequelle	Anteil [%]								
Gas [MWh]	89%								
Öl [MWh]	11%								
Energieversorgung: Im identifizierten Eignungsgebiet liegt der aktuelle jährliche Wärmebedarf bei rund 1.400 MWh. Unter Berücksichtigung der unten aufgeführten Versorgungsoptionen wird dieser Bedarf bis zum Jahr 2040 voraussichtlich auf etwa 1.000 MWh pro Jahr sinken – was einer Reduktion von rund 40 % entspricht. Derzeit stellt Biogas den dominierenden Energieträger im Gebiet dar. Die damit verbundenen Treibhausgasemissionen belaufen sich auf etwa 360 tCO ₂ jährlich. Insgesamt sind Heizungsanlagen mit einer installierten Leistung von ca. 2.300 kW vorhanden, wobei das durchschnittliche Anlagenalter bei 13 Jahren liegt. Auch langfristig ist von einem hohen Energiebedarf auszugehen. Besonders hervorzuheben ist die hohe Wärmeliniedichte von durchschnittlich 1.880 kWh/m*a, die das Gebiet aus energetischer Sicht besonders attraktiv für eine effiziente Wärmeversorgung macht.									
Versorgungsoptionen: Im Rahmen der KWP wurden Gespräche mit dem Betreibenden des bestehenden Wärmenetzes im identifizierten Eignungsgebiet geführt. Dabei zeigte sich dieser offen für eine Erweiterung des Nahwärmenetzes und bekundete konkretes Interesse an einer Ausweitung der Versorgung. Nach Angaben des Betreibenden bestünde zudem die Möglichkeit, die Biogas-Kapazitäten zu erhöhen, um zusätzliche Gebäude in das Netz einzubinden. Dadurch ergibt sich die Perspektive, das bestehende Wärmenetz gezielt auszubauen und die Wärmeversorgung im Gebiet sowohl effizient als auch nachhaltig weiterzuentwickeln.									

Auswirkungen:

Die durch die Wärmeversorgung erzeugten THG-Emissionen, wie im Kapitel 3.9 erläutert, belaufen sich im potenziellen Wärmenetzversorgungsgebiet auf bisher 360 tCO₂-e pro Jahr.

Im Zieljahr belaufen sich die CO₂-Emissionen auf 65 t/a, was einer Einsparung von 295 t/a bzw. einer Reduktion um 80 % gegenüber dem aktuellen Emissionsniveau entspricht.

Gestehungskosten:

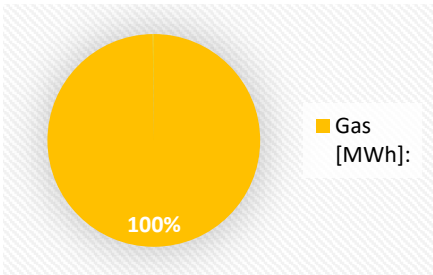
Die Gesteungskosten spiegeln die Gesamtkosten für die Wärmebereitstellung im betrachteten potenziellen Wärmenetzzeignungsgebiet wider. Sie setzen sich aus den Investitionskosten für den Bau der Netzinfrastruktur und der Erzeugungsanlagen bzw. der Erschließung der Wärmequelle sowie den laufenden Betriebskosten für Wartung, Brennstoffe und Personal zusammen.

Diese Kosten sind ein zentraler Faktor für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit des Wärmenetzes im Vergleich zu alternativen Wärmeversorgungsoptionen (siehe dazu auch Kapitel 6.2).

Eine erste Ermittlung der Gestehungskosten in diesem Gebiet hat Kosten von 0,25 – 0,30 €/kWh ergeben (dieser Wert ist stark abhängig von der Einbindung der Wärmequelle und der einzusetzenden Anlagentechnik).



Abbildung 38: Eignungsgebiet „Rastede -Mühlenstraße“

Eignungsgebiet	Titel	Maßnahmenart	Aufwand
Eignungsgebiet „Rastede- KGS / Feldbreite“	Eignungsgebiet für zentrale Wärmeversorgung mittels Geothermie und Biomasse	Technisch	Hoch
Gebietsbeschreibung: Das identifizierte Eignungsgebiet zwischen der KGS und der Grundschule Feldbreite weist aufgrund der angrenzenden Einrichtungen – darunter die Mehrzweckhalle, die Kindertagesstätte Feldbreite, das Hallenbad Rastede, die KGS, das Palais sowie die Sparkasse – einen insgesamt hohen Wärmebedarf auf. Aktuell umfasst das Gebiet 53 Gebäude, wobei diese Zahl nicht mit der Anzahl potenzieller Wärmeabnehmenden gleichzusetzen ist. Das Areal ist überwiegend durch Bildungs- und öffentliche Einrichtungen geprägt und erstreckt sich über eine Fläche von rund 18 Hektar (siehe Abbildung 39).		 100% ■ Gas [MWh]:	
Energieversorgung: Im betrachteten Gebiet liegt der aktuelle jährliche Wärmebedarf bei rund 3.000 MWh, wobei der Großteil über das bestehende Erdgasnetz gedeckt wird. Für das Zieljahr 2040 wird ein Wärmebedarf von etwa 1.800 MWh/a prognostiziert – dies entspricht einer Reduktion um rund 40 %. Unter der derzeitigen Versorgungssituation entstehen Treibhausgasemissionen in Höhe von etwa 760 tCO ₂ -e pro Jahr. Die installierten Heizungsanlagen verfügen über eine Gesamtleistung von rund 3.500 kW, bei einem durchschnittlichen Anlagenalter von 14 Jahren. Aufgrund der älteren Gebäudestruktur, der potenziellen Ankerkunden – darunter die Mehrzweckhalle, die Kindertagesstätte Feldbreite, das Hallenbad Rastede und die KGS – sowie einer hohen Wärmeliniedichte von durchschnittlich 3.550 kWh/m ² a, bietet das Gebiet günstige Voraussetzungen für die Prüfung einer möglichen Wärmenetzumsetzung.			
Versorgungsoptionen: Im Rahmen der KWP wurden Gespräche mit dem Betreibenden des bestehenden Wärmenetzes im identifizierten Eignungsgebiet geführt. Dabei bekundete dieser Interesse an einer Erweiterung des Nahwärmenetzes. Die zukünftige Wärmeversorgung soll über eine neu zu verlegende Leitung erfolgen, die aus Richtung der Mühlenstraße über den Turnierplatz in das potenzielle Wärmenetzeignungsgebiet geführt wird. Laut Aussagen des Betreibenden bestünde zudem die Möglichkeit, die Biogas-Kapazitäten zu erhöhen, um zusätzliche Gebäude versorgen zu können. Damit eröffnet sich die Chance, das bestehende Netz gezielt auszubauen und die Wärmeversorgung im Gebiet effizient sowie nachhaltig weiterzuentwickeln.			

Auswirkungen:

Die durch die Wärmeversorgung erzeugten THG-Emissionen, wie im Kapitel 3.9 erläutert, belaufen sich im potenziellen Wärmenetzversorgungsgebiet auf bisher 760 tCO₂-e pro Jahr.

Im Zieljahr belaufen sich die CO₂-Emissionen auf 110 t/a, was einer Einsparung von 650 t/a bzw. einer Reduktion um 85 % gegenüber dem aktuellen Emissionsniveau entspricht.

Ein genaues Vorgehen sollte hierbei in der empfohlenen anschließenden Vorstudie erarbeitet werden und auch etwaige andere Baumaßnahmen beachten.

Gestehungskosten:

Die Gestehungskosten spiegeln die Gesamtkosten für die Wärmebereitstellung im betrachteten potenziellen Wärmenetzeignungsgebiet wider. Sie setzen sich aus den Investitionskosten für den Bau der Netzinfrastruktur und der Erzeugungsanlagen bzw. der Erschließung der Wärmequelle sowie den laufenden Betriebskosten für Wartung, Brennstoffe und Personal zusammen.

Diese Kosten sind ein zentraler Faktor für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit des Wärmenetzes im Vergleich zu alternativen Wärmeversorgungsoptionen (siehe dazu auch Kapitel 6.2).

Eine erste Ermittlung der Gestehungskosten in diesem Gebiet hat Kosten von 0,25 – 0,30 €/kWh ergeben (dieser Wert ist stark abhängig von der Einbindung der Wärmequelle und der einzusetzenden Anlagentechnik).



Abbildung 39: Eignungsgebiet „Rastede- KGS / Feldbreite

5.3. Prüfgebiet

Im Zuge der Untersuchungen zur zentralen Wärmeversorgung wurden neben den Bereichen an der Mühlenstraße sowie rund um die KGS und die Grundschule Feldbreite auch weitere potenzielle Eignungsgebiete innerhalb des Orts Wahnbek identifiziert (siehe Abbildung 40).

Nach vertiefenden Analysen und in enger Abstimmung mit dem Betreiber des bestehenden Wärmenetzes wurde eines der Prüfgebiete aus der weiteren Betrachtung ausgeschlossen. Die Entscheidung beruht auf folgenden Gründen:

- **Geringe wirtschaftliche Umsetzbarkeit:** Die Investitions- und Betriebskosten stehen in keinem angemessenen Verhältnis zum erwarteten Nutzen.
- **Niedrige Akzeptanzwahrscheinlichkeit:** Eine Erweiterung des bestehenden Wärmenetzes in diesem Bereich erscheint aus Sicht des Betreibers wenig realistisch.

Das betreffende Gebiet sollte trotz der aktuellen Entscheidung nicht aus dem Blick geraten. Erste Indikatoren deuten darauf hin, dass grundsätzlich Potenzial für die Realisierung eines Wärmenetzes besteht. Im Rahmen zukünftiger Wärmeplanungen könnte sich die Gelegenheit ergeben, das Gebiet erneut zu betrachten und die Möglichkeit einer zentralen Wärmeversorgung nochmals zu prüfen.

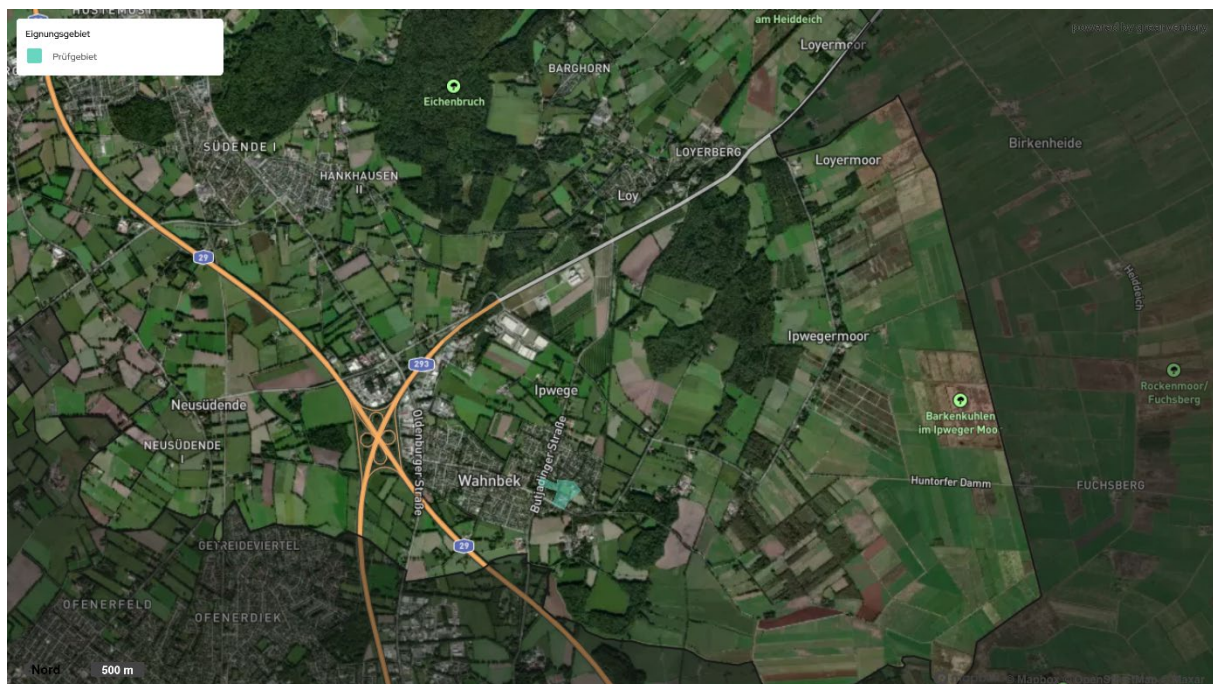


Abbildung 40: Prüfgebiete in Rastede - Wahnbek

6. Zielszenario

Das Zielszenario zeigt die mögliche Wärmeversorgung im Zieljahr, basierend auf den Eignungsgebieten und nutzbaren Potenzialen. Dieses Kapitel beschreibt die Methodik sowie die Ergebnisse einer Simulation des ausgearbeiteten Zielszenarios (siehe Abbildung 41).

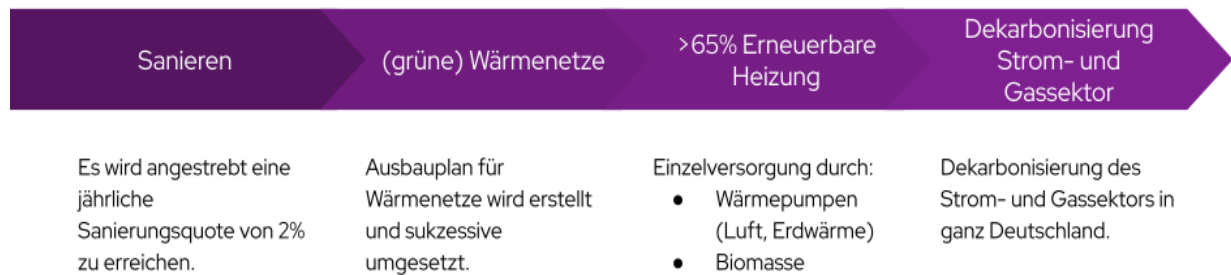


Abbildung 41: Komponenten des Zielszenarios für 2040

Die Formulierung des Zielszenarios ist zentraler Bestandteil des kommunalen Wärmeplans. Das Zielszenario dient als Blaupause für eine treibhausgasneutrale und effiziente Wärmeversorgung.

Das Zielszenario beantwortet qualitativ folgende Kernfragen:

- Wo können künftig Wärmenetze liegen?
- Wie lässt sich die Wärmeversorgung dieser Netze treibhausgasneutral gestalten?
- Wie erfolgt die Wärmeversorgung für Gebäude, die nicht an ein Wärmenetz angeschlossen werden können?

Die Erstellung des Zielszenarios erfolgt in drei Schritten:

1. Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs mittels Modellierung
2. Identifikation geeigneter Gebiete für Wärmenetze
3. Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgung.

Zu beachten ist, dass das Zielszenario die Technologien zur Wärmeerzeugung nicht verbindlich festlegt, sondern als Ausgangspunkt für die strategische Infrastrukturentwicklung dient. Die Umsetzung dieser Strategie hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab – darunter die technische Realisierbarkeit der Einzelprojekte, die lokalen politischen Rahmenbedingungen, wirtschaftliche Aspekte (z. B. Energiepreise) sowie eine hohe Bereitschaft zur Gebäudesanierung und zum Heizungstausch sowie der Erfolg bei der Gewinnung von Kundschaft für Wärmenetze.

6.1. Erneuerbare Beheizungsoptionen und Wärmegestehungskostenvergleich

Um eine Grundlage zu schaffen, an der sich Eigentümerinnen und Eigentümer orientieren können, werden folgend einige gängige erneuerbare Heizoptionen erläutert und deren einhergehende Wärmegestehungskosten vergleichend abgeschätzt. Insbesondere die Betrachtung dezentraler Beheizungstechnologien kann mit weiteren Problemstellungen einhergehen, da mitunter größere individuelle Anpassungen innerhalb des Gebäudes vorgenommen werden müssen. Der Wärmegestehungskostenvergleich bezieht sich daher lediglich auf die Gebäudehülle und ist in der Realität stark abhängig von der individuell vorliegenden Gesamtsituation. Als Basisjahr für die Berechnung wurde mit Preis- und Kostenprognosen für das Jahr 2030 gerechnet.

1. Dezentrale Wärmeversorgung:

Die Wärmepumpe wird zukünftig bei der dezentralen Wärmeversorgung eine zentrale Rolle einnehmen und eine stark verbreitete Technologie sein. Sie gewinnt aus der Umwelt, z. B. dem Erdreich, aus dem Grundwasser oder der Luft die vorhandene Wärmeenergie und wandelt diese mithilfe eines Kältekreislaufs auf ein höheres Temperaturniveau um (siehe Abbildung 42). Mittels der gewonnenen Wärme wird dann ein Gebäude beheizt und das Warmwasser aufbereitet. Je höher und konstanter dabei die gewonnene Wärme ist, desto geringer sind die benötigten Energiekosten. Gemessen wird diese Effizienz einer Wärmepumpe mittels der Jahresarbeitszahl (JAZ).

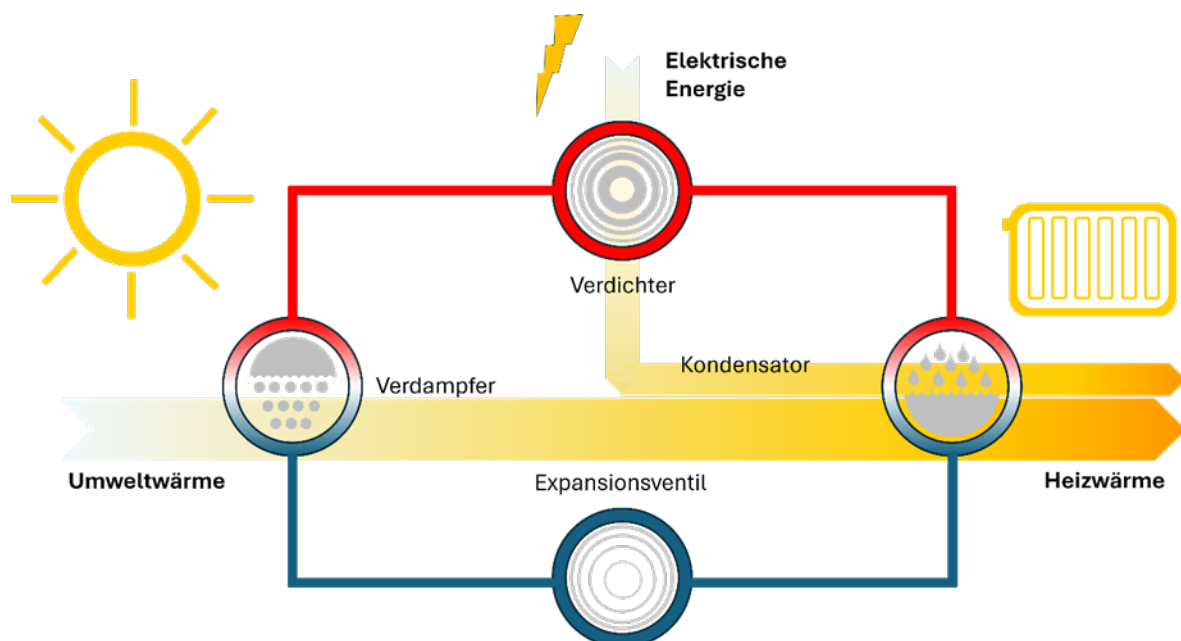


Abbildung 42: Funktionsschema einer Wärmepumpe

Die einzelnen Pumpenarten einer Wärmepumpe unterscheiden sich nach den verschiedenen Wärmequellen in Luft-Wasser-Wärmepumpen, Sole-Wasser-Wärmepumpen und Wasser-Wasser-Wärmepumpen. Die Lautstärke einer Wärmepumpe hängt von verschiedenen Faktoren ab, einschließlich des Modells, Typs und der Installationsweise. Im Allgemeinen sind die meisten modernen Wärmepumpen konzipiert, um so leise wie möglich zu arbeiten.

Luft-Wasser- und Luft-Luft-Wärmepumpen können Geräusche im Bereich von 40-60 dB(A) erzeugen, was vergleichbar ist mit einem leisen Gespräch oder Hintergrundmusik. Sole-Wasser-Wärmepumpen sind in der Regel leiser, da die Hauptkomponenten im Haus installiert werden können. Sie können Geräusche im Bereich von 35-45 dB(A) erzeugen. Es ist auch wichtig zu berücksichtigen, wo die Wärmepumpe installiert wird. Ein Standort weiter von den Ruhebereichen entfernt, minimiert die eventuelle Geräuschbelästigung.

Die Amortisationszeit nach dem Kauf einer Wärmepumpe, beispielsweise für ein Einfamilienhaus, variiert abhängig von verschiedenen Faktoren wie den spezifischen Installationskosten, den lokalen Energiepreisen, der Energieeffizienz der Wärmepumpe, der Nutzung und den Wartungskosten. Jede Situation ist einzigartig, und es ist hilfreich, eine Kosten-Nutzen-Analyse durchzuführen, um eine genauere Schätzung der Amortisationszeit im eigenen Fall zu erhalten. Bei der Anschaffung einer modernen Wärmepumpe erhält man zurzeit staatliche Fördermittel.

Funktion der Luft-Wasser-Wärmepumpe: Die Luft-Wasser-Wärmepumpe ist hinsichtlich der Investitionen die günstigste Variante und auch die am stärksten verbreitete Wärmepumpe. Eine Luft-Wasser-Wärmepumpe sorgt einerseits für die Versorgung eines Gebäudes mit Wärme und andererseits für die Aufbereitung des Warmwassers. Dazu saugt ein eingebauter Ventilator die Umgebungsluft aktiv an und leitet sie an einen Verdampfer weiter, in dem sich ein flüssiges Kältemittel befindet. Dieses Kältemittel verändert bereits bei geringer Temperatur seinen Aggregatzustand. Sobald die „warme“ Umgebungsluft und das Kältemittel aufeinanderstoßen, verdampft das Kältemittel. Da die Temperatur des dabei entstehenden Dampfes noch zu niedrig ist, strömt der Dampf zu einem elektrisch angetriebenen Verdichter weiter. Dieser sorgt dafür, dass das Temperaturniveau des Dampfes ansteigt, sprich es wird heißer. Ist das gewünschte Temperaturniveau erreicht, gelangt der erwärmte und unter Druck stehende Kältemitteldampf in einen Verflüssiger. Hier gibt er seine Wärme an das Heizsystem ab und kondensiert. Anschließend wird das Kältemittel zu einem Expansionsventil weitergeleitet, in dem der Druck und die Temperatur des Kältemittels wieder sinken und somit wieder den Ausgangszustand erreichen. Das nun flüssige, entspannte Kältemittel wird schließlich zum Verdampfer zurückgeführt.

Vorteile der Luft-Wasser-Wärmepumpe: Die Luft-Wasser-Wärmepumpe gewinnt den Großteil der Wärme aus der kostenfreien Umgebungsluft, und das zu jeder Jahreszeit. Es werden keine Bohrungen, Kollektoren etc. für die Wärme Gewinnung benötigt. Neben der Luft benötigt sie noch Strom. Mit Einsatz von grünem Strom kann somit CO₂-neutral geheizt werden. Allgemein besteht beim Einsatz einer Wärmepumpe nicht mehr die Abhängigkeit von Erdgas oder Heizöl. Bei Luft-Wasser-Wärmepumpen sind üblicherweise keine behördlichen Genehmigungen notwendig.

Kombination der Wärmepumpe mit einer Photovoltaik- oder Solarthermieranlage: Wärmepumpen können auch mit einer Solarthermieranlage zur Unterstützung der Warmwassererwärmung und/oder mit einer Photovoltaikanlage zur Stromerzeugung kombiniert werden. Damit können die Energiekosten weiter gesenkt und die Umwelt entsprechend geschont werden.

Einsatz der Wärmepumpe in Altbauten: Trotz höherer Vorlauftemperaturen sind Wärmepumpen in Altbauten durchaus effizient. Dies lässt sich belegen durch eine Studie des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme (Quelle: Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE); Abschlussbericht, Wärmepumpen in Bestandsgebäuden, Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „WPsmart im Bestand“).

In der Erhebung des Fraunhofer ISE kommen die untersuchten Luft-Wärmepumpen in Bestandsbauten auf Jahresarbeitszahlen zwischen 2,5 und 3,8, woraus sich ein Mittelwert von 3,1 ergibt. Zur Einordnung: Als effizient gilt eine Wärmepumpe ab einem Wert von etwa 3. Somit lässt sich belegen, dass Wärmepumpen im Altbau durchaus effizient sind – trotz höherer Vorlauftemperaturen (circa 45 Grad Celsius).

Inwiefern sich ein Bestandsgebäude für die Wärmepumpe eignet, hängt weniger vom Alter als vom Zustand eines Gebäudes ab. Denn wenn das Heizsystem eine höhere Vorlauftemperatur benötigt, dann um die größeren Wärmeverluste der Gebäudehülle zu decken. Das bedeutet aber keineswegs, dass Wärmepumpen für Altbauten per se keine Option sind. Es gibt verschiedene Maßnahmen, mit denen die notwendige Vorlauftemperatur im Altbau effektiv abgesenkt werden kann.

Wirksame Dämmung: Um die notwendige Vorlauftemperatur zu senken und damit die Wärmepumpe zu entlasten, müssen Wärmeverluste nach Möglichkeit vermieden werden. Je weniger Wärme beispielsweise über die Wände, das Dach, Fenster und Türen an die Umgebung verloren geht, desto weniger neue Energie muss das Heizsystem nachliefern. Bleibt die Wärme möglichst lang erhalten, lässt sich auch die Vorlauftemperatur niedriger einstellen. Insofern gehört eine wirksame Wärmedämmung zu den effektivsten Maßnahmen, damit eine Wärmepumpe im Altbau effizient arbeitet.

Großflächige Heizkörper: Mit den richtigen Heizkörpern lassen sich Räume auch mit niedrigen Temperaturen effektiv beheizen. Je größer die Übertragungsfläche, desto besser gibt die Heizung ihre eingestellte Temperatur an den Raum ab. Für eine hohe Anlageneffizienz bietet sich vor allem die Fußbodenheizungen an (weitere Vorteile: angenehme Wärme, geringere Luftzirkulation und Staubaufwirbelungen, Gewinn an Raumfläche durch Entfall der Heizkörper).

Eine preiswertere Alternative zur Fußbodenheizung sind Niedertemperaturheizkörper, die häufig auch als Wärmepumpenheizkörper bezeichnet werden. Dabei handelt es sich um besonders großflächige Flachheizkörper, die schon bei einer geringen Vorlauftemperatur zwischen 35 und 45 Grad Celsius angenehm schnell und energiesparend Wärme erzeugen.

Hydraulischer Abgleich: Beim hydraulischen Abgleich stellen Fachleute die Heizungsanlage so ein, dass alle Heizkörper im Gebäude ideal mit warmem Heizwasser versorgt werden. Auf diese Weise erwärmen sich auch diejenigen Radiatoren schnell, die weiter von der Heizungsanlage entfernt liegen – zum Beispiel in den oberen Stockwerken eines Wohnhauses.

Biomasseheizungsanlagen: Neben dem Einsatz von Wärmepumpe kann perspektivisch der Energieträger Biomasse an Bedeutung zunehmen. Mit diesem lassen sich große Leistungen sowie Temperaturen erzielen und der Brennstoff ist verlustfrei speicherbar. Beispiele sind klassische Holzheizungen, wie auch Holzpelletheizungen.

In Holzpelletkesseln bzw. -öfen werden wenige Zentimeter lange und ca. 6 mm dünne Holzpresslinge (Pellets) verbrannt. Diese Holzpellets bestehen aus getrocknetem, naturbelassenem Sägemehl, Hobelspäne oder Waldrestholz. Die Pelletkessel werden oftmals vollautomatisch mittels Förderschnecke oder Saugsystem mit Pellets aus einem Pellet- Lagerraum beschickt. Der Bedienkomfort ist ähnlich wie bei anderen Heizungsanlagen.

Der Einbau von Pufferspeichern bei der Installation der Pelletheizung liefert den Vorteil, dass die Anzahl der Brennerstarts reduziert werden und der Kessel unter Volllastbetrieb laufen kann. Dadurch ergibt sich ein besserer Wirkungsgrad und die Emissionen können reduziert werden.

Durch die Kombination der Holzpelletheizung mit einer Solarthermie-Anlage kann eine noch sparsamere und effizientere Wärmeversorgung realisiert werden.

Solarthermie: Bei der Solarthermie wird die Sonnenenergie über Kollektoren für die Erwärmung einer sogenannten Solarflüssigkeit genutzt. Die Solarflüssigkeit strömt über ein Rohrleitungssystem zum Pufferspeicher. Über Heizwendel gibt die Flüssigkeit die Wärme an das Wasser im Speicher ab. Bei der Solarthermie wird ein zusätzlicher Wärmeerzeuger benötigt, zumal die Sonnenenergie nicht immer zur Verfügung steht.

Hybridheizungen: Eine Hybridheizung kombiniert die Vorteile mehrerer Heizsysteme (z. B. Solarthermie, Wärmepumpe, Holzheizung, Erdgasheizung, Biomethanheizung) mittels einer intelligenten Regelung und einem Pufferspeicher miteinander. Werden ausschließlich regenerative Heizsysteme kombiniert, dann spricht man von einer sogenannten Erneuerbaren Energien-Hybridheizung. Oftmals kommt bei Hybridheizungen die Solarthermie zum Einsatz.

Elektroheizung: Die Elektroheizungen (E-Heizungen) werden für die Raumerwärmung oder auch für die Warmwassererzeugung eingesetzt. Elektroheizungen benötigen keine Rohrleitungen, sondern lediglich Stromanschlüsse, zumal die Wärme direkt in den einzelnen „Geräten“ erzeugt wird. Sie sind klimafreundlich, sofern sie mit regenerativem Strom versorgt werden. Folgende unterschiedliche Arten kommen zum Einsatz:

Die Elektrodirektheizung wird oftmals als Raumheizung (Heizlüfter, Heizstrahler, Elektroflächenheizung in Wand, Decken oder Böden) genutzt, um in kurzer Zeit Wärme liefern zu können.

Die Infrarotheizung überträgt die Wärme nicht an die Luft, sondern über Strahlung an andere Körper bzw. Objekte. Sie wird oftmals als Fußboden- oder auch Wandheizung eingesetzt oder auch als Strahler (z. B. im Außenbereich von Restaurants).

Elektroheizpatronen kommen oftmals in Wandheizkörpern in Badezimmer mit Fußbodenheizung als Zusatzheizung zum Einsatz. Der Heizeinsatz wird direkt im Heizkörper installiert, sodass in kurzer Zeit eine Erwärmung der Raumluft erfolgen kann.

Nachspeicheröfen sind eine Heizungstechnik, die verstärkt in den vergangenen Jahrzehnten zum Einsatz kam. Nachts erfolgt die Aufheizung des Speichers mittels günstigen Stromes und tagsüber kann die Wärmeenergie z. B. über Heizlüfter der Raumluft zugeführt werden.

2. Zentrale Wärmeversorgung:

Neben der dezentralen Wärmeversorgung kann die Wärme auch zentral erzeugt und mittels eines Leitungsnetzes verteilt werden. Wärmenetze bieten Vorteile hinsichtlich des Platzbedarfs für Übergabestationen sowie eventueller Lagerstätten für Energieträger, da letztere zentral beim Wärmeerzeuger angesiedelt sind. In der Regel wird eine Hausanschlussleitung an das Wärmenetz angelegt und eine Durchführung in das Gebäude realisiert. Dort wird die Übergabestation installiert und an das gebäudeinterne Leitungsnetz angebunden. Ein elementarer Vorteil gegenüber der Wärmepumpentechnologie ist die geräuschlose und platzeffiziente Umsetzbarkeit dieses Systems und der Fakt, dass keine Stellfläche bereitgestellt werden muss. Dies ist im Besonderen eine Herausforderung in städtischen Gebieten. Des Weiteren sind je nach zentralem Erzeuger beliebige Temperaturniveaus erreichbar, wobei etwaige Energieverluste beim Wärmetransport mit der Vorlauftemperatur steigen.

Im Gegensatz zur dezentralen Wärmeversorgung, bei der der Energieanbieter gewechselt werden kann, ist das Wärmenetz ein Monopol, sodass man an mögliche Veränderungen der Kostenstrukturen gebunden ist. Ein Wechsel des Heizungssystems ist aufwendig, was auch für den Aufbau eines Wärmenetzes gilt. Allerdings kann die Nutzung eines Wärmenetzes wirtschaftlich vorteilhaft sein, durch Skalen- und Gleichzeitigkeitseffekte. Zudem sind die Anfangsinvestitionen sowie die Instandhaltungs- und Wartungskosten für Endverbrauchende geringer.

3. Wärmegestehungskostenvergleich:

Die zuvor beschriebenen Beheizungsoptionen haben unterschiedliche Eigenschaften, wie erzielbare Temperaturen oder auch Leistungskenngrößen, inne. Somit ist ein bloßer Vergleich anhand Wärmegestehungskosten mitunter unzureichend und es bedarf eines individuellen Vergleichs der jeweils vorliegenden Gesamtsituation. Dieser sollte unter anderem Wärmebedarf, Leistungsbezug sowie das benötigte Temperaturniveau berücksichtigen.

In Tabelle 4 sind einige klassische Versorgungsfälle dargestellt. Um relative Vergleichbarkeit bei den dezentralen Versorgungsoptionen zu erhalten, wurde von einem Verbrauchenden ausgegangen, der jährlich 18 MWh an Wärme bezieht, mit einer Anlagengröße von 10 kW und einer Förderungsquote von 40 %.

Die zentralen Wärmenetzlösungen bedienen dasselbe Wärmenetz mit einem Wärmebedarf von 8 GWh und einer Netzlänge von 2.000 Metern und sind jeweils mit einem Redundanzheizkessel auf Biomethanbasis versehen, der 20 % der Jahreslast übernimmt. Ebenfalls ist zur Entkoppelung des Strom- und Wärmesektors ein Mehrtagespeicher bei den Wärmepumpenszenarien einbezogen. Gleiches gilt für das Biomasseheizwerk, um eine Teillastfahrweise zu vermeiden. Es ist darauf hinzuweisen, dass insbesondere die zukünftigen Kosten des Energieträgers Biomethan als äußerst ungewiss gelten, da die Nachfragestruktur die der Preisprognose zugrunde liegt enorm steigen könnte.

Tabelle 4: Wärmegestehungskostenvergleich verschiedener Versorgungsstrukturen mit und ohne Wärmenetz im Jahr 2030

Zentral/Dezentral	Wärmeerzeuger	Wärmegestehungskosten [ct/kWh]
Dezentral	LW-Wärmepumpe	21 - 25
Dezentral	SW-Wärmepumpe	18 - 22 exklusive Bohrung
Dezentral	Biomasseheizung	18 - 23
Zentral	LW-Wärmepumpe	24 - 28
Zentral	Flusswasser-Wärmepumpe	20 - 24
Zentral	Biomasseheizwerk	23 - 28
Zentral	Biomethan	24 - 30

6.2. Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs

Die Senkung des Wärmebedarfs stellt eine zentrale Voraussetzung für das Gelingen der Wärmewende dar. Im Zuge der Analyse wurde ein Zielszenario mit einer jährlichen Sanierungsrate von 2 % entwickelt (dena, 2016).

Die Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs erfolgt unter Nutzung von repräsentativen Typgebäuden. Diese basieren auf den Gebäudetypologien nach TABULA (IWU, 2012). Für Nichtwohngebäude wird eine Reduktion des Wärmebedarfs anhand von Reduktionsfaktoren berechnet. Es werden folgende Einsparungen des Wärmebedarfs bis 2050 angenommen und entsprechend auf 2040 angepasst:

- Gewerbe, Handel & Dienstleistungen: 37,0 %
- Industrie: 29,0 %
- Kommunale Liegenschaften: 33,0 %

Die Sanierung der Gebäude wird differenziert nach Jahr und Objekt durchgeführt. Jährlich werden gezielt jene 2 % der Gebäude mit dem schlechtesten energetischen Zustand saniert. Abbildung 43 veranschaulicht den Effekt der Sanierung auf den zukünftigen Wärmebedarf.

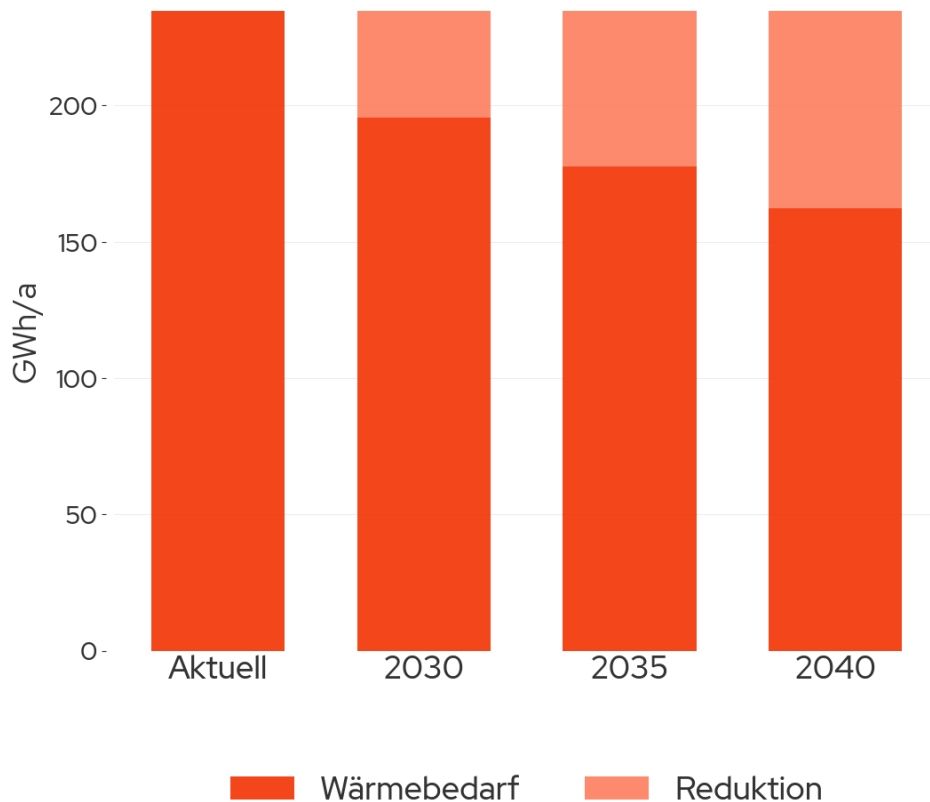


Abbildung 43: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion nach energetischer Sanierung in Ziel- und Zwischenjahren in Rastede

Für das Zwischenjahr 2030 ergibt die Simulation einen Wärmebedarf von ca. 195,6 GWh/a, also eine Minderung von ca. 16,70 % ggü. dem Basisjahr. Für 2035 ergibt sich eine Senkung auf ca 177,6 GWh/a, also 24,36 % Reduktion des Wärmebedarfs gegenüber dem Basisjahr. Durch fortlaufende Sanierungen ließe sich also zum Zieljahr 2040 fast 31 % des Wärmebedarfs einsparen. Es wird deutlich, dass sich durch eine Priorisierung der Gebäude mit dem höchsten Sanierungspotenzial bis 2030 bereits ca. 54 % des gesamten Reduktionspotenzials erschließen lassen.

6.3. Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgung

Nach der Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs und der Bestimmung der Eignungsgebiete für Wärmenetze erfolgt die Ermittlung der zukünftigen Versorgungsinfrastruktur. Es wird jedem Gebäude eine Wärmeerzeugungstechnologie zugewiesen. Bei den Wärmenetzen wird nicht davon ausgegangen, dass alle Gebäude sich anschließen, sondern eine Anschlussquote von 70 % mittels Hausübergabestation angenommen. In diesem Szenario werden etwa 0,5 % der Gebäude über Wärmenetze versorgt (siehe Abbildung 44).

Gebäude außerhalb der Eignungsgebiete werden individuell beheizt. Dort, wo die Voraussetzungen für den Einsatz einer Wärmepumpe gegeben sind, etwa ausreichender Platz oder geeignete geologische Bedingungen, wird entweder eine Luftwärmepumpe oder eine Erdwärmepumpe vorgesehen. Ist dies nicht möglich, wird ein Biomassekessel als Wärmeerzeuger angenommen.

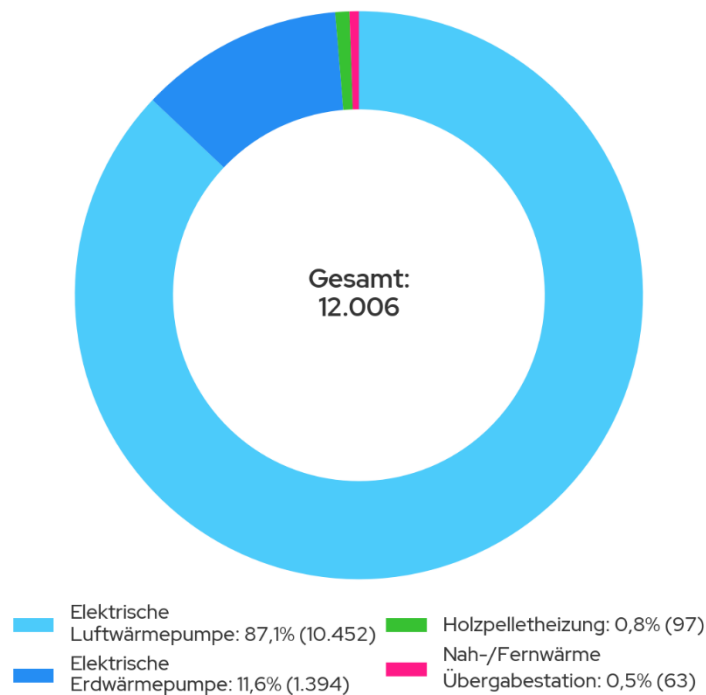


Abbildung 44: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2040 in Rastede

Der potenzielle Einsatz von Wasserstoff wurde in diesem Szenario nicht berücksichtigt, da dessen zukünftige Verfügbarkeit derzeit nur schwer abschätzbar ist. Sobald sich jedoch konkrete Pläne zur Transformation des Gasnetzes in einzelnen Gebieten abzeichnen, kann Wasserstoff in künftige Fortschreibungen des Wärmeplans integriert werden.

Abbildung 44 veranschaulicht die Ergebnisse der Simulation für das Jahr 2040. Die Analyse der eingesetzten Wärmeerzeugungstechnologien zeigt, dass 87,1 % der beheizten Gebäude zukünftig mit Luftwärmepumpen beheizt werden könnten, was einer Gebäudeanzahl von 10.452 Gebäuden entspricht.

Um diesen Ausbaugrad an Wärmepumpen bis 2040 zu erreichen, müssten ab dem Jahr 2025 jährlich etwa 750 Luftwärmepumpen installiert werden. Dies unterstreicht die zentrale Bedeutung einer engen Zusammenarbeit mit dem lokalen Handwerk, das über die notwendigen Kapazitäten für Installation, Umrüstung und Wartung der Heizsysteme verfügen muss.

Einzelheizungen mit Biomasse könnten nach den vorliegenden Berechnungen künftig in 0,8 % der Gebäude, also in 97 Fällen, eingesetzt werden (siehe Abbildung 45).

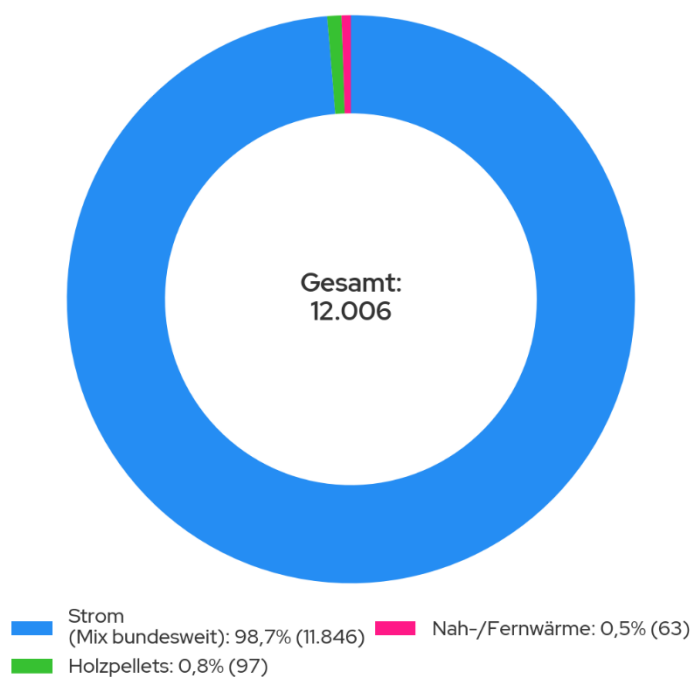


Abbildung 45: Gebäudeanzahl nach Energieträgern im Jahr 2040 in Rastede

Die Darstellungen des Wärme- und Endenergiebedarfs in Abbildung 46 und Abbildung 47 verdeutlichen den Wandel der Wärmeversorgung: Die bisher dominierende Rolle von Erdgas wird schrittweise durch Strom, Biomasse und Wärmenetze ersetzt.

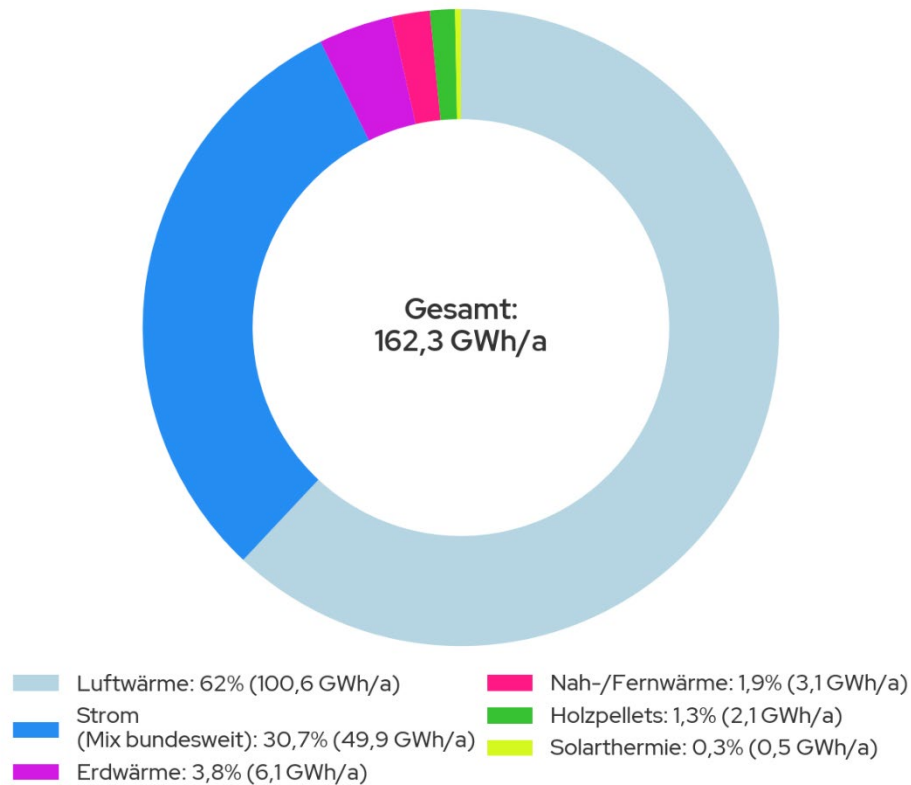


Abbildung 46: Wärmebedarf nach Energieträgern im Jahr 2040 in Rastede

Eine weitere Entwicklung im Rahmen der Transformation liegt im deutlich geringeren jährlichen potenziellen Endenergiebedarf (56,1 GWh) im Vergleich zum prognostizierten jährlichen Wärmebedarf von 162,3 GWh. Die Differenz zwischen Endenergiebedarf und Wärmebedarf lässt sich unter anderem durch künftige technologische Fortschritte sowie Effizienzsteigerungen in der Heiztechnik erklären. Hauptsächlich jedoch ist sie auf die Art und Weise der Nutzung der eingesetzten Energieträger zurückzuführen.

Wie in Abbildung 46 dargestellt, decken sowohl Luft- als auch Erdwärmepumpen einen Großteil des individuellen Wärmebedarfs durch die Nutzung von Umweltenergie. Während Luftwärmepumpen die Umgebungsluft als Energiequelle nutzen, entziehen Erdwärmepumpen dem Erdreich Wärme. Insgesamt werden so rund 106,7 GWh pro Jahr des Wärmebedarfs durch Umweltwärme gedeckt.

Ein gewisser Anteil an elektrischer Energie ist jedoch weiterhin erforderlich – etwa zum Betrieb der Wärmepumpen oder zur Überbrückung ungünstiger Wetterbedingungen. Dieser Strombedarf beläuft sich auf etwa 49,9 GWh pro Jahr und wird der Kategorie „Strom“ zugeordnet.

Die Zusammenhänge werden in Abbildung 47 nochmals veranschaulicht, in der sämtliche zur Versorgung der Gemeinde Rastede benötigten Endenergieträger dargestellt sind.

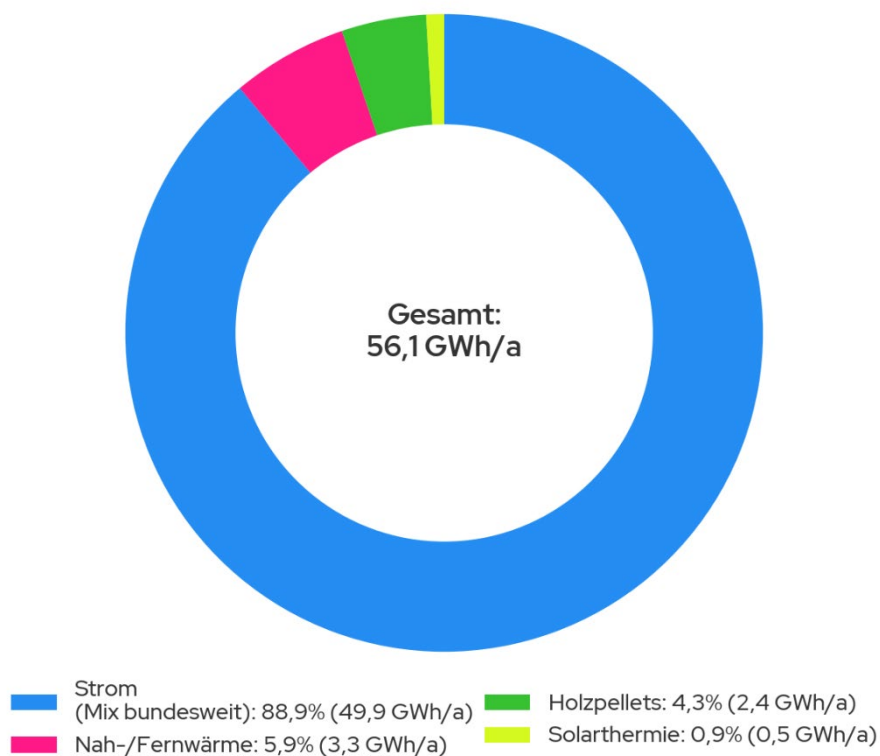


Abbildung 47: Endenergiebedarf nach Energieträgern im Jahr 2040 in Rastede

Abbildung 48 stellt das modellierte zukünftige Versorgungsszenario in der Gemeinde Rastede dar. Darin sind die Eignungsgebiete für Wärmenetze sowie die Einzelversorgungsgebiete dargestellt, welche durch in Form von Strom und Biomasse betriebene dezentrale Heizsysteme versorgt werden.

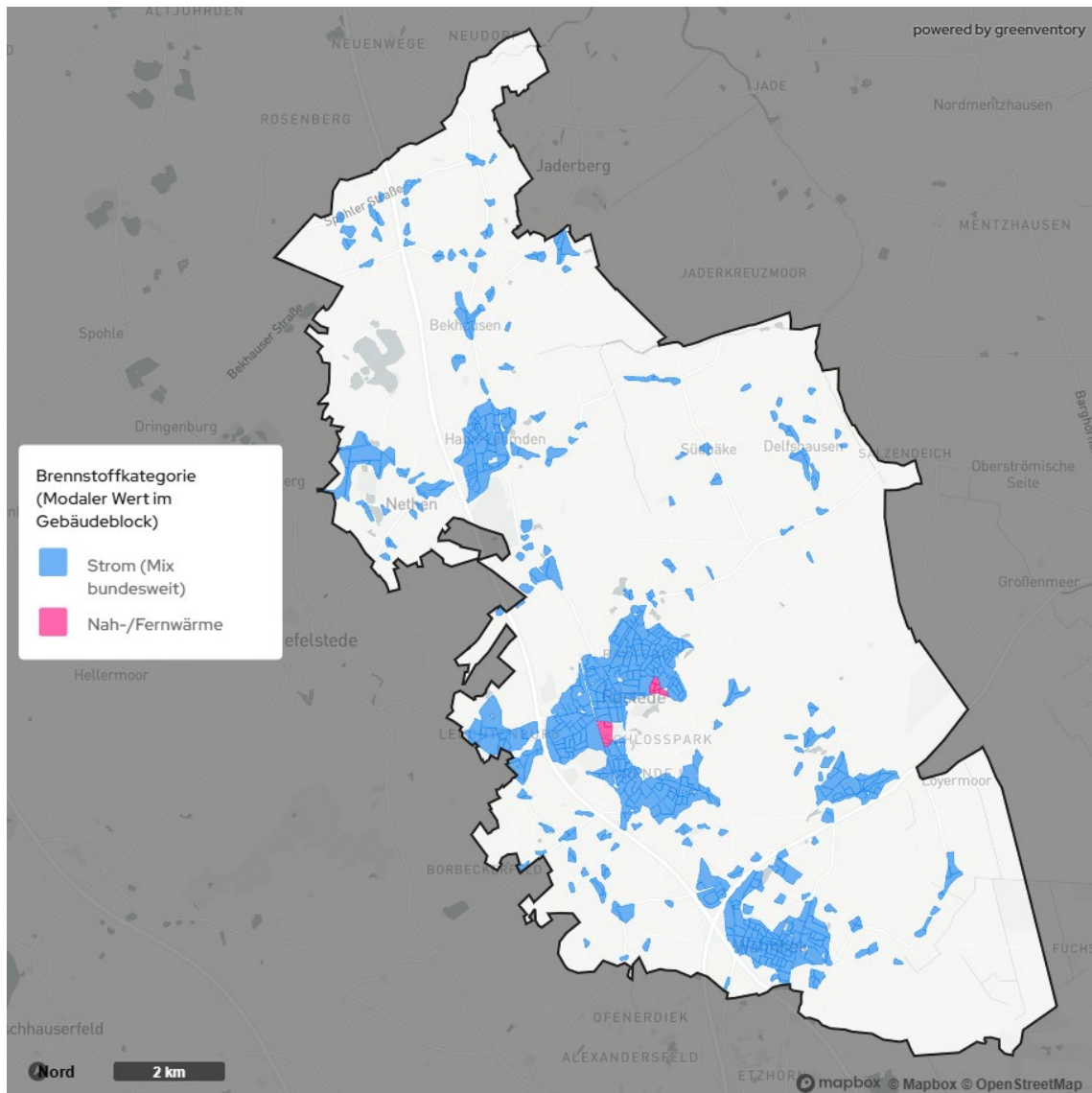


Abbildung 48: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040 in Rastede

6.4. Zusammensetzung der Fernwärmeerzeugung

Im Kontext der geplanten Fernwärmeerzeugung bis 2040 wurde eine Prognose hinsichtlich der Zusammensetzung der im Zieljahr verwendeten Energieträger durchgeführt. Diese basiert auf Kenntnissen zu aktuellen und zukünftigen Energieerzeugungstechnologien sowie lokalen Potenzialen zur erneuerbaren Energiebereitstellung.

Die Zusammensetzung der im Zieljahr 2040 voraussichtlich für die Fernwärmeversorgung eingesetzten Energieträger ist in Abbildung 49 dargestellt.

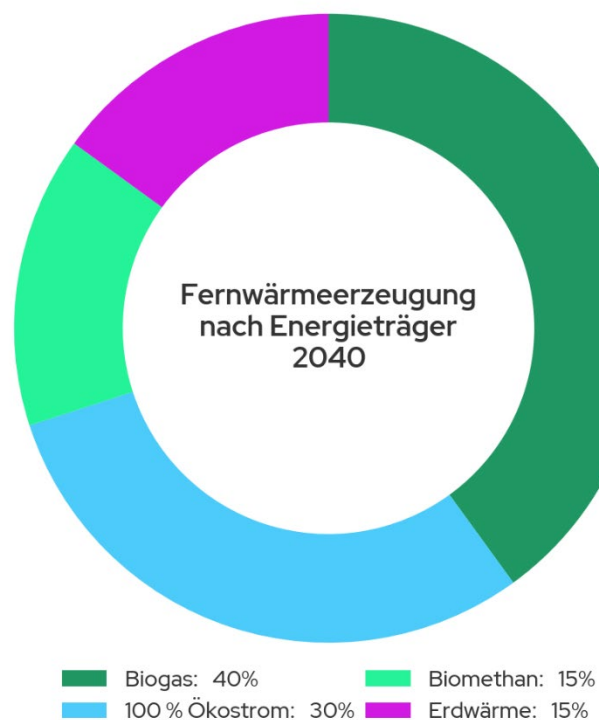


Abbildung 49: Fernwärmeerzeugung nach Energieträgern im Zieljahr 2040 in Rastede

Zu einem Anteil von 55 % könnten die Wärmenetze im Zieljahr 2040 durch Biogas als Energieträger, eingesetzt in BHKWs, versorgt werden. Durch die Nutzung regionaler Biomassequellen – wie landwirtschaftlicher Reststoffe oder organischer Abfälle – wird nicht nur die Umwelt geschont, sondern auch die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern reduziert. Gerade für ländliche Gemeinden stellt Biogas eine zukunftsfähige Lösung dar, um Klimaziele zu erreichen und gleichzeitig lokale Ressourcen sinnvoll zu nutzen.

Großwärmepumpen, welche Umweltwärme und Strom kombinieren, könnten zukünftig 45% der benötigten Wärme für die Fernwärme bereitstellen. Als mögliche Quellen für Umweltwärme kommen sowohl die Umgebungsluft als auch das Erdreich in Frage. Die Gemeinde Rastede weist die dafür nötigen Potenzialflächen für die Nutzung von oberflächennaher Geothermie auf.

Die Auswahl der jeweiligen Energieträger erfolgte unter Berücksichtigung ihrer technischen Eignung, Umweltverträglichkeit und Effizienz im Kontext einer nachhaltigen Fernwärmeerzeugung. Es ist hervorzuheben, dass diese ersten Annahmen im Rahmen nachgelagerter Machbarkeitsstudien, die gegebenenfalls für die jeweiligen Eignungsgebiete durchgeführt werden, weiter präzisiert und validiert werden müssen.

6.5. Entwicklung der eingesetzten Energieträger

Auf Grundlage, der den einzelnen Gebäuden in der Gemeinde Rastede zugewiesenen Wärmeerzeugungstechnologien wurde, der Energieträgermix für das Zieljahr 2040 berechnet. Dieser Mix gibt Aufschluss darüber, welche Energieträger künftig in der Einzelversorgung dominieren werden und welchen Anteil Nah- bzw. Fernwärme in der Gemeinde Rastede einnehmen wird.

Zunächst wird jedem Gebäude ein Energieträger zugeordnet. Anschließend erfolgt die Berechnung des Endenergiebedarfs, basierend auf dem spezifischen Wärmebedarf und dem Wirkungsgrad der jeweiligen Wärmeerzeugungstechnologie. Hierzu wird der Wärmebedarf im Zieljahr durch den thermischen Wirkungsgrad der eingesetzten Technologie dividiert. Die daraus resultierenden Endenergiebedarfe nach Energieträger sind für die Zwischenjahre 2030 und 2035 bis zum Zieljahr 2040 in Abbildung 50 dargestellt.

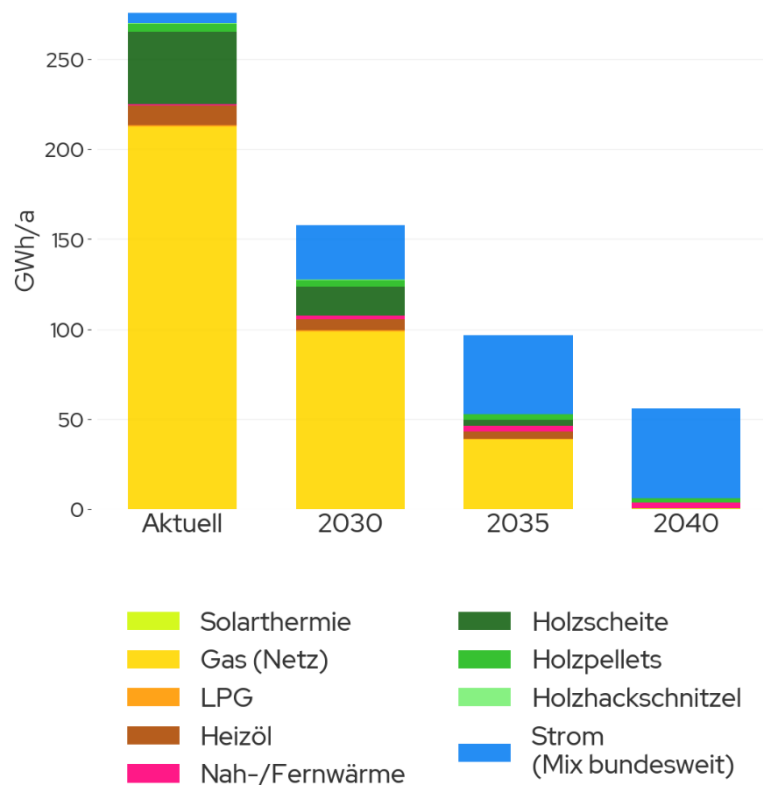


Abbildung 50: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträgern im zeitlichen Verlauf in Rastede

Die Zusammensetzung der Energieträger zeigt einen klaren Wandel: Der Anteil fossiler Energien nimmt deutlich ab, während nachhaltige Energieträger zunehmend an Bedeutung gewinnen. Gleichzeitig sinkt der gesamte Endenergiebedarf infolge der angenommenen Fortschritte bei der energetischen Sanierung des Gebäudebestands.

Trotz der Tatsache, dass im Jahr 2040 ein Großteil der Gebäude mit dezentralen Luft- oder Erdwärmepumpen beheizt werden, fällt der Stromanteil am Endenergiebedarf gering aus. Dies liegt an der angenommenen Jahresarbeitszahl von etwa drei, wodurch der Strombedarf deutlich unter der tatsächlich bereitgestellten Wärmemenge liegt. Die zusätzlich genutzte Umweltwärme wird bei der Berechnung des Endenergiebedarfs nicht berücksichtigt und ist daher in der Darstellung ebenso wenig enthalten wie der Anteil der Wärmenetze, die durch Großwärmepumpen gespeist werden.

6.6. Bestimmung der Treibhausgasemissionen

Die dargestellten Veränderungen in der Zusammensetzung der Energieträger bei der Einzelversorgung und in Wärmenetzen führen zu einer kontinuierlichen Reduktion der Treibhausgasemissionen (siehe Abbildung 51). Es zeigt sich, dass im angenommenen Szenario im Zieljahr 2040 eine Reduktion um ca. 97 % verglichen mit dem Basisjahr erzielt werden kann. Dies bedeutet, dass ein CO₂-Restbudget im Wärmesektor von ca. 1.492,8 tCO₂-e im Jahr 2040 anfällt. Dieses muss kompensiert oder durch weitere technische Maßnahmen im Rahmen des kommunalen Klimaschutzes bilanziell reduziert werden, um die Treibhausgasneutralität im Zieljahr zu erreichen. Das Restbudget ist den Emissionsfaktoren der erneuerbaren Energieträger zuzuschreiben, die auf die Emissionen entlang der Wertschöpfungskette (z. B. Fertigung und Installation) zurückzuführen sind.

Einen wesentlichen Einfluss auf die zukünftigen THG-Emissionen haben neben der eingesetzten Technologie auch die zukünftigen Emissionsfaktoren. Für die vorliegende Berechnung wurden die Tabelle 1 aufgeführten Faktoren angenommen. Insbesondere im Stromsektor wird von einer erheblichen Reduktion der CO₂-Intensität ausgegangen, was sich positiv auf die CO₂-Emissionen von Wärmepumpenheizungen auswirkt.

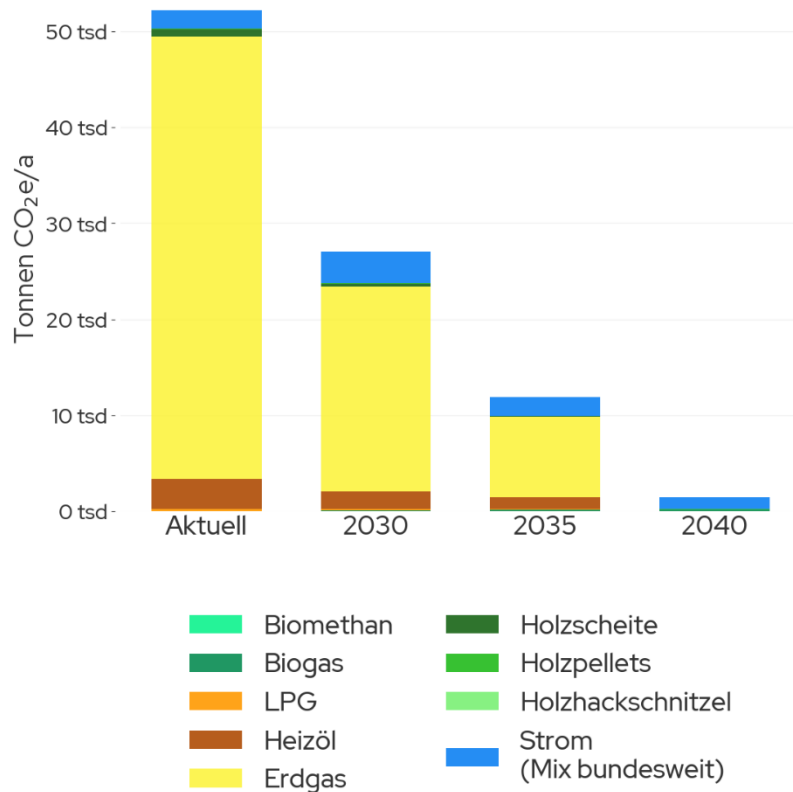


Abbildung 51: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträgern im zeitlichen Verlauf in Rastede

6.7. Zusammenfassung des Zielszenarios

Durch die Simulation des Zielszenarios zeigt sich, wie sich der Wärmebedarf bis ins Zieljahr 2040 bei einer Sanierungsquote von 2,0 % entwickelt. Der bundesweite Durchschnitt der Sanierungsquote liegt aktuell jedoch bei lediglich 0,83 %. Dies unterstreicht die Dringlichkeit großflächiger Sanierungen, um die Wärmewende erfolgreich zu gestalten.

Im betrachteten Szenario werden fast alle Gebäude dezentral über Wärmepumpen oder Biomasse beheizt. Parallel dazu wird der Ausbau der Fernwärmeversorgung vorangetrieben und es wird angenommen, dass im Zieljahr 2040 alle Wärmenetze der erarbeiteten Eignungsgebiete umgesetzt sind. Um die Dekarbonisierung des Wärmesektors in der Gemeinde Rastede zu erreichen, müssen konsequent erneuerbare Energiequellen im Projektgebiet erschlossen werden. Auch wenn dies, wie im Zielszenario angenommen, erreicht wird, bleiben 2040 Restemissionen von jährlich 1.492,8 tCO₂-e. Im Rahmen der Fortschreibungen des Wärmeplans müssen hierzu weitere Maßnahmen und Strategien entwickelt werden, um eine vollständige Treibhausgasneutralität des Wärmesektors erreichen zu können.

Eine Übersicht von verschiedenen Emissionsfaktoren in tCO₂/MWh für die Jahre 2022, 2030 und 2040 ist in Abbildung 52 dargestellt. Es fällt auf, dass sich die Emissionsfaktoren für die meisten Energieträger nicht bzw. nur geringfügig ändern werden. Beim Strom jedoch werden die Emissionsfaktoren durch den Ausbau der erneuerbaren Energien zukünftig massiv sinken.

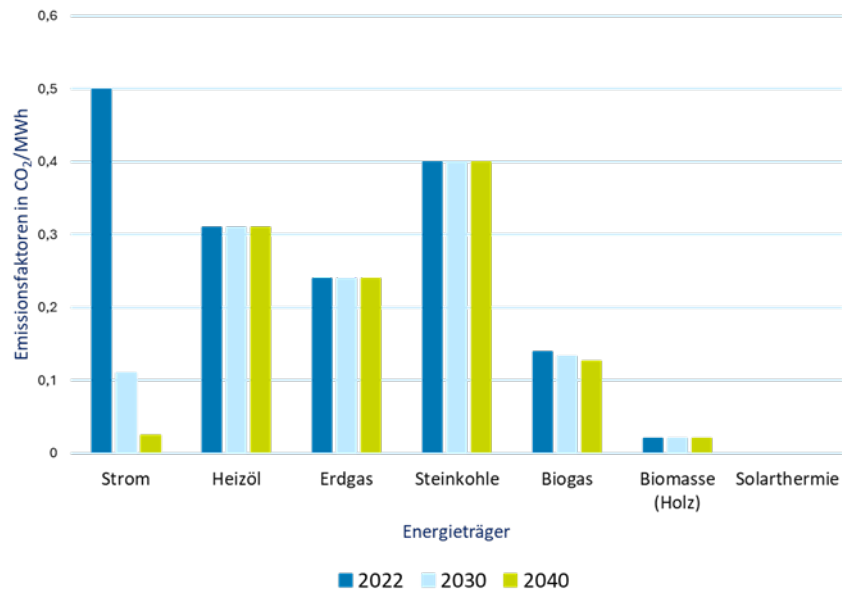


Abbildung 52: Emissionsfaktoren in tCO₂/MWh (Heizwert) (Quelle: KWW Halle, 2024)

7. Maßnahmen und Wärmewendestrategie

In den vorhergehenden Kapiteln dieses Berichts wurden die wichtigsten Elemente einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung identifiziert, Eignungsgebiete bestimmt und simulativ quantifiziert. Auf dem Weg zur Umsetzung der Wärmewende wurden diese im Rahmen der Beteiligung konkretisiert und in Maßnahmen überführt. Die Vorgehensweise ist in Abbildung 53 dargestellt.

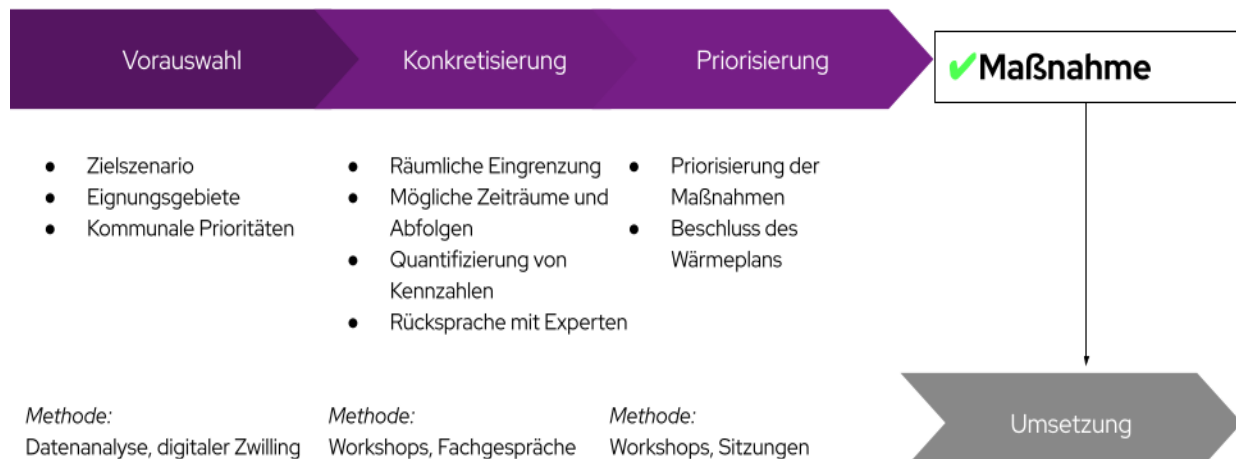


Abbildung 53: Entwicklung von Maßnahmen zur Erreichung des Zielszenarios

Die Maßnahmen bilden den Kern des Wärmeplans und bieten den Einstieg in die Transformation zum angestrebten Zielszenario. Diese können sowohl „harte“ Maßnahmen mit messbarer CO₂-Einsparung als auch "weiche" Maßnahmen, etwa in der Öffentlichkeitsarbeit, sein. Für die Auswahl der quantitativen Maßnahmen dienten die Erkenntnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse als Grundlage. In Kombination mit dem Fachwissen Mitwirkender, greenventory GmbH sowie der lokalen Expertise der Verwaltung der Gemeinde Rastede, wurden nachfolgende Maßnahmen formuliert. Zu jeder Maßnahme werden eine geografische Verortung vorgenommen sowie die wichtigsten Kennzahlen ausgewiesen.

Zur Berechnung von Treibhausgaseinsparungen wird zunächst der initiale Wärmebedarf erfasst und mit den zugehörigen Bestands-Technologien und deren CO₂e-Faktoren ¹ gemäß dem KEA-Technikkatalog (KEA, 2024) verknüpft ("CO₂e: vorher"). Im Rahmen einer Maßnahme erfolgen Änderungen wie der Austausch der Wärmequelle, der Anschluss an ein Wärmenetz oder Sanierungen. Nach Umsetzung der Maßnahme wird der neue Wärmebedarf zusammen mit den aktualisierten Technologien und den zugehörigen CO₂e-Faktoren bestimmt ("CO₂e: nachher"). Die Differenz zwischen den CO₂e-Werten vor und nach der Maßnahme ergibt die Einsparungen.

¹Um die Klimawirkung einzelner Treibhausgase miteinander zu vergleichen und zusammenzufassen, werden diese in CO₂-e umgerechnet. So wird die Wirkung aller Treibhausgase auf die Wirkung von CO₂ normiert.

7.1. Übergreifende Wärmewendestrategie

In der Anfangsphase der Umsetzung des Wärmeplans sollte der Fokus auf der Prüfung der Umsetzbarkeit einer Wärmenetzversorgung in den als geeignet identifizierten Gebieten liegen. Ziel ist es, den Anwohnerinnen und Anwohnern möglichst frühzeitig Klarheit darüber zu verschaffen, ob und wann ein Wärmenetz in ihrer Straße realisiert wird. Hierfür sind insbesondere Machbarkeitsstudien erforderlich, etwa zur Nutzung erneuerbarer Wärmequellen.

Grundsätzlich sollten Synergien zwischen einem potenziellen Ausbau der Wärmenetze und bereits geplanten Infrastrukturmaßnahmen erkannt und gezielt genutzt werden.

Die erfolgreiche Umsetzung der Wärmewende in der Gemeinde Rastede hängt jedoch nicht allein von technischen Maßnahmen ab. Ebenso entscheidend ist der Aufbau und die Stärkung geeigneter kommunaler Strukturen. Eine zentrale Rolle spielt dabei die personelle Ausstattung: Um kontinuierlich fachliche Expertise und administrative Kapazitäten sicherzustellen, müssen ausreichend qualifizierte Personalressourcen bereitgestellt werden. Diese werden nicht nur für die Umsetzung, sondern auch für die fortlaufende Überwachung, Optimierung und Kommunikation der Maßnahmen benötigt.

Ein weiterer Schwerpunkt sollte auf der Reduktion des Energiebedarfs sowohl in kommunalen Liegenschaften als auch in privaten Gebäuden liegen. Kommunale Gebäude verdienen hierbei besondere Aufmerksamkeit – nicht nur aufgrund ihres Vorbildcharakters, sondern auch, weil sie Impulse für private Sanierungsmaßnahmen setzen können, selbst wenn ihr Anteil am Gesamtenergiebedarf gering ist.

In der mittelfristigen Phase bis 2030 sollte – wie in den Maßnahmen beschrieben – mit dem Bau der Wärmenetze in den definierten Fokusgebieten begonnen werden. Voraussetzung dafür ist die vorherige Prüfung der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit.

Gemäß dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) des Bundes ist der Wärmeplan alle fünf Jahre fortzuschreiben. Bestandteil dieser Fortschreibung ist die Überprüfung der Umsetzung der festgelegten Strategien und Maßnahmen. Daraus ergibt sich eine kontinuierliche Weiterentwicklung des Wärmeplans mit dem Ziel, die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung in der Gemeinde Rastede bis 2040 weiter zu konkretisieren.

Die langfristigen Ziele bis 2035 und 2040 umfassen die konsequente Fortführung einer Strategie zur Dekarbonisierung durch einen systematischen Ausbau der Wärmenetze. Dabei sollten auch der Stromsektor sowie gegebenenfalls der Einsatz von Wasserstoff berücksichtigt werden. Bis 2040 ist eine durchschnittliche jährliche Sanierungsquote von etwa 2 % anzustreben. Die vollständige Umstellung konventioneller Wärmequellen auf erneuerbare Energien sollte bis dahin abgeschlossen sein. Ein wichtiger Baustein zur besseren Integration fluktuierender erneuerbarer Energien ist zudem der Aufbau von Wärmespeichern.

In Tabelle 5 sind auf Grundlage der Wärmewendestrategie weiterführende Handlungsempfehlungen sowie Optionen zur aktiven Gestaltung der Energiewende aufgeführt.

Tabelle 5: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien

Mitwirkende	Handlungsvorschläge
Immobilienbesitzende	→ Inanspruchnahme von Gebäudeenergieberatungen → Gebäudesanierungen sowie Investition in energieeffiziente und erneuerbare Heizsysteme unter Berücksichtigung der zukünftigen Wärmeversorgung laut Wärmeplan → Installation von Photovoltaikanlagen, bei Ein- und Mehrfamilienhäusern
Energieversorgende	Wärme: → Strategische Evaluation von Wärmenetzbau → Bewertung der Machbarkeit von Wärmenetzen → Ausbau von Energieeffizienz-Dienstleistungen sowie Contracting → Physische und vertragliche Erschließung und Sicherung von Flächen sowie Energiequellen für Wärmenetze → Digitalisierung und Monitoring für Wärmenetze → Abschluss von Gestattungsverträgen für die Verlegung von Fernwärmeleitungen im Gebiet der Kommune Strom: → Erstellung von detaillierten Netzstudien basierend auf den Ergebnissen der KWP und nachgelagerter Machbarkeitsstudien → Modernisierung und Ausbau der Stromnetzinfrastuktur → Konsequenter Ausbau von erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung unter Berücksichtigung der Lastveränderung durch Wärmeerzeugung → Implementierung von Lastmanagement-Systemen im Verteilnetz Vertrieb: → Flexible Tarifgestaltung für Energielieferung sowie Gestaltung von Wärme- bzw. Heizstromprodukten → Vorverträge mit Wärmeabnehmenden in Eignungsgebieten und eventuellen Abwärmeliefernden
Kommune	→ Aufbau und Weiterentwicklung von Wärmenetzen im Dialog mit Energieversorger und Projektierern → Mitwirkendensuche für die Erschließung der Potenziale und der Eignungsgebiete → Schaffung von personellen Kapazitäten für die Wärmewende → Erhöhung der Sanierungsquote für kommunale Liegenschaften → Ausbau von Förderprogrammen und Informationskampagnen für Gebäudeenergieeffizienz → Öffentlichkeitsarbeit, Information zu KWP → Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans → Verpflichtende energetische und versorgungstechnische Vorgaben für Neubaugebiete und Neubauten (gem. § 9 (1) Nr. 12, 23b; § 11 (1) Nr. 4 und 5 BauGB) → Festsetzung spezieller Flächen für erneuerbare Wärme in Flächennutzungsplänen → Einführung von Verbrennungsverboten für fossile Energieträger in bestimmten Gebieten (Vorgabe von Emissionsschutznormen gem. § 9 (1) Nr. 23a BauGB) → Einbindung von Klimaschutz und -anpassung in städtebauliche Erneuerungsprozesse → Proaktive Informationskampagnen und Bürgerschaftsbeteiligungsformate zur Steigerung der Akzeptanz von Wärmewende-Maßnahmen → Umsetzung von Best-Practice-Beispielen in öffentlichen Gebäuden

Maßnahme	1.1	
Maßnahmen-Bezeichnung	Vorstudie „Eignungsgebiet Rastede- Mühlenstraße“	
Maßnahmen-Typ	Planung & Studie Wärmenetz	
Fläche/Ort	Gemeinde Rastede	
Gebäudetypologie	Gewerbegebäude	
Anzahl Gebäude	29	Stück
Wärmebedarf	1,38	MWh/a
Wärmeflächendichte	99,83	MWh/ha
Fläche	13,8	ha
Trassenlänge	ca.720	m
Wärmelinien-dichte	1,830	MWh/m*a
Erzielbare CO ₂ -Einsparung	t/a	Hinweis: Erst nach dem zweiten Rechengang bezifferbar
Akteurinnen und Akteure	Gemeinde Rastede, Ingenieurbüro und Biogasanlagenbetreiber	
Handlungsschritte	Schrittbeschreibung	Akteurinnen und Akteure
	1. Alle Akteurinnen und Akteure im Eignungsgebiet zusammenführen, Netzwerke bilden und vom Projekt überzeugen.	Kommune
	2. Absichtserklärung zur detaillierten Untersuchung der Wärmenetzeignung in einer Vorstudie und anteilige Finanzierung der Studie unterzeichnen.	Kommune, Mehrfamilienhauseigentümerinnen und -eigentümer
	3. Nach erfolgreicher Vorstudie: Interessenbekundungsverfahren zur Findung eines Energiedienstleistenden, der eine BEW-Machbarkeitsstudie finanziert und erstellt und anschließend eine Investitionsentscheidung trifft.	Kommune
Geschätzte Kosten	25.000€	
Umsetzungsbeginn	2026	

Beschreibung der Maßnahme:

Im Bereich rund um die Mühlenstraße ist bereits ein Wärmenetz eines lokalen Biogasbetreibenden in Betrieb. Über ein Satelliten-BHKW in unmittelbarer Nähe zum Kindergarten Mühlenstraße werden die Gebäude der AWO, das Freibad sowie der Kindergarten bereits mit Wärme aus dem Nahwärmenetz versorgt. Die Biogaszufuhr erfolgt über eine Leitung aus Richtung der Kleibrokerstraße in das Quartier.

Laut Aussage des Betreibenden besteht die Möglichkeit, die Biogaskapazitäten zu erhöhen, um weitere Gebäude zu versorgen. Konkret bietet sich die Option, zusätzliche Einrichtungen der AWO sowie Hallen und Umkleiden des Tennisclubs an das bestehende Netz anzuschließen.

Angesichts eines jährlichen Wärmebedarfs von 1,38 GWh und eines durchschnittlichen Heizungsanlagenalters von 16 Jahren erscheint das Gebiet grundsätzlich geeignet für die Prüfung einer zentralen Wärmeversorgung.

Die potenzielle Wärmeerzeugung im Eignungsgebiet basiert auf einer Erweiterung der bestehenden Biogasversorgung. Ein wesentlicher Vorteil dieser Lösung liegt in der bereits vorhandenen Infrastruktur, die lediglich punktuell ergänzt oder ausgebaut werden müsste.

Der erste und entscheidende Schritt zur Projektinitiierung ist der Aufbau eines Netzwerks aller relevanten Beteiligten im Eignungsgebiet. Ziel ist es, diesen Beteiligten das Projekt vorzustellen – insbesondere das Potenzial einer wirtschaftlichen und klimaneutralen Wärmeversorgung. Die Gemeinde Rastede übernimmt hierbei eine zentrale Rolle: Als neutrale Instanz kann sie moderierend und koordinierend wirken und so eine tragfähige Lösung für alle Beteiligten unterstützen.

Ziel der Netzwerkbildung ist die Unterzeichnung einer gemeinsamen Absichtserklärung (Letter of Intent), in der die Beteiligten ihre Unterstützung für die Erstellung einer Vorstudie zusichern.

In einem zweiten Schritt soll diese Vorstudie folgende Inhalte umfassen: eine Wärmesystems simulation unter Berücksichtigung des geplanten Technikeinsatzes, eine erste Trassenplanung inklusive Standortvorschlag für die Heizzentrale mit Einbindung erneuerbarer Energiequellen sowie eine dynamische Wirtschaftlichkeitsanalyse zur Validierung der im Steckbrief genannten Wärmegestehungskosten.

Im Rahmen einer Vor- bzw. Machbarkeitsstudie soll anschließend die Umsetzbarkeit eines Wärmenetzes im genannten Gebiet detailliert untersucht werden. Dabei sind insbesondere folgende Aspekte zu prüfen: die konkrete Ausgestaltung möglicher Netzerweiterungen, eine sinnvolle Trassenführung, die Einbindung treibhausgasneutraler Energiequellen sowie die Wirtschaftlichkeit des Vorhabens. Ein zentraler Bestandteil der Analyse ist die Frage, ob die für einen wirtschaftlichen Betrieb erforderliche Anschlussquote erreicht werden kann.

Maßnahme	1.2	
Maßnahmen-Bezeichnung	Vorstudie „Eignungsgebiet KGS Feldbreite“	
Maßnahmen-Typ	Planung & Studie Wärmenetz	
Fläche/Ort	Gemeinde Rastede	
Gebäudetypologie	Öffentliche Liegenschaften, Wohn- und Gewerbegebäude	
Anzahl Gebäude	53	Stück
Wärmebedarf	3.000	MWh/a
Wärme-flächendichte	166,01	MWh/ha
Fläche	18	ha
Trassenlänge	ca. 820	m
Wärmelinien-dichte	3.630	MWh/m*a
Erzielbare CO ₂ -Einsparung	t/a	Hinweis: Erst nach dem zweiten Rechengang bezifferbar
Akteurinnen und Akteure	Gemeinde Rastede, Ingenieurbüro und Biogasanlagenbetreiber	
Handlungsschritte	Schrittbeschreibung	Akteurinnen und Akteure
	1. Alle Akteurinnen und Akteure im Eignungsgebiet zusammenführen, Netzwerk bilden und vom Projekt überzeugen.	Kommune
	2. Absichtserklärung zur detaillierten Untersuchung der Wärmenetzeignung in einer Vorstudie und anteilige Finanzierung der Studie unterzeichnen.	Kommune, Mehrfamilienhauseigentümerinnen und -eigentümer
	3. Nach erfolgreicher Vorstudie: Interessenbekundungsverfahren zur Findung eines Energiedienstleistenden, der eine BEW-Machbarkeitsstudie finanziert und erstellt und anschließend eine Investitionsentscheidung trifft.	Kommune
Geschätzte Kosten	25.000 €	
Umsetzungsbeginn	2028	

Beschreibung der Maßnahme

Zwischen der Oldenburger Straße und der Grundschule an der Feldbreite befindet sich das zweite Wärmenetzgebietsgebiet der Gemeinde Rastede. Dieses Gebiet zeichnet sich durch eine hohe Dichte potenzieller Ankerkunden aus – darunter das Schulzentrum Feldbreite, die Mehrzweckhalle, die KGS, die Kinderkrippe Rasselbande, das Palais sowie das Hallenbad. Der hohe Wärmebedarf von rund 3.000 MWh pro Jahr und eine durchschnittliche Wärmelinienendichte von 3.600 kWh/m*a unterstreichen die energetische Relevanz des Gebiets.

Die Kombination aus öffentlichen und privaten potenziellen Abnehmenden bildet einen attraktiven Stamm an Kundschaft, der insbesondere für zukünftige Investierende von Interesse sein dürfte.

Die geplante Wärmeerzeugung basiert auf einer Erweiterung der bestehenden zentralen Wärmeversorgung in der Mühlenstraße (siehe Abbildung 54). Nach Aussage des Betreibenden kann die für die zukünftige Versorgung erforderliche Biogasmenge vollständig durch die bestehende Biogasanlage bereitgestellt werden.

Gemäß einer ersten Grobplanung soll die Wärme über eine neu zu verlegende Leitung von der Mühlenstraße unter dem Turnierplatz bis zur gegenüberliegenden Straßenseite und weiter zur KGS geführt werden. Von dort aus wäre eine flächendeckende Wärmeverteilung an alle angeschlossenen Abnehmenden möglich.

Die genaue Trassenführung der Haupt- und Stichleitungen sollte im Rahmen einer vertiefenden Vorstudie detailliert untersucht und planerisch ausgearbeitet werden.

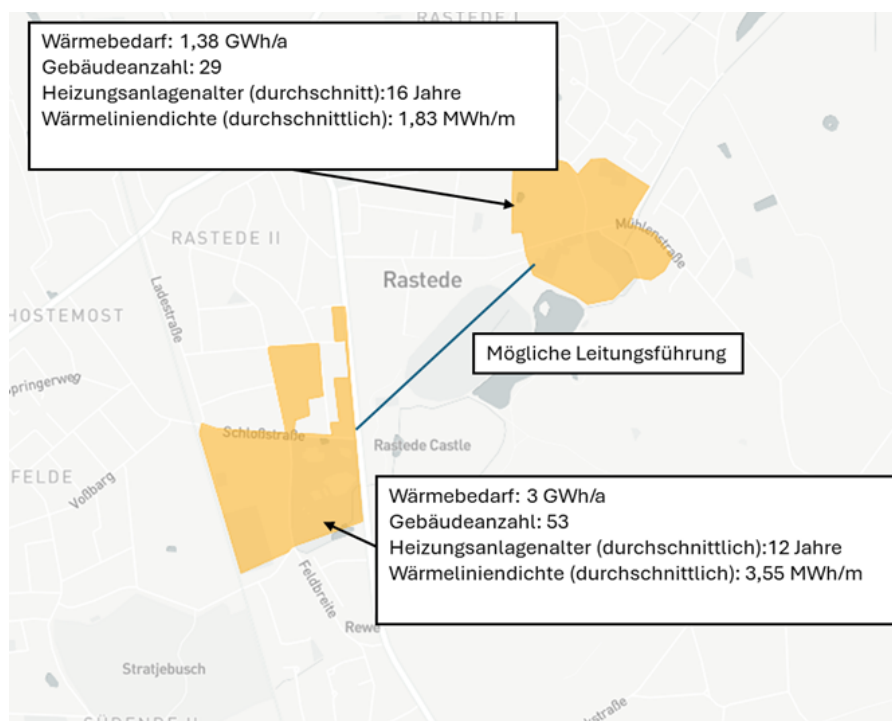


Abbildung 54: Möglicher Verlauf einer Wärmeleitung in Rastede

Der erste und zugleich zentrale Schritt zur Initiierung des Projekts besteht im Aufbau eines Netzwerks aller relevanten Akteurinnen und Akteure innerhalb des Eignungsgebiets. Ziel ist es, diesen Beteiligten das Vorhaben vorzustellen – insbesondere das Potenzial einer wirtschaftlichen und klimaneutralen Wärmeversorgung. Die Gemeinde Rastede übernimmt hierbei eine Schlüsselrolle: Als neutrale Instanz kann sie moderierend und koordinierend wirken und so eine tragfähige Lösung für alle Beteiligten unterstützen.

Ziel dieser Netzwerkbildung ist die Unterzeichnung einer gemeinsamen Absichtserklärung (Letter of Intent), in der die Beteiligten ihre Unterstützung für die Erstellung einer Vorstudie zusichern.

In einem zweiten Schritt soll die Vorstudie folgende Inhalte umfassen: eine Wärmesystems simulation unter Berücksichtigung des geplanten Technikeinsatzes, eine erste Trassenplanung inklusive Standortvorschlag für die Heizzentrale mit Einbindung erneuerbarer Energiequellen sowie eine dynamische Wirtschaftlichkeitsanalyse zur Validierung der im Steckbrief genannten Wärmegestehungskosten.

Im Rahmen einer Vor- bzw. Machbarkeitsstudie soll anschließend die Umsetzbarkeit eines Wärmenetzes im genannten Gebiet eingehend geprüft werden. Dabei sind insbesondere folgende Aspekte zu analysieren: die konkrete Ausgestaltung möglicher Netzerweiterungen, eine sinnvolle Trassenführung, die Einbindung treibhausgasneutraler Energiequellen sowie die Wirtschaftlichkeit des Vorhabens. Ein zentraler Bestandteil der Analyse ist die Frage, ob die für einen wirtschaftlichen Betrieb erforderliche Anschlussquote erreicht werden kann.

Maßnahme	2.1	
Maßnahmen-Bezeichnung	Energieberatung - aufsuchend, stationär und digital	
Maßnahmen-Typ	Beratung, Koordination & Management Förderung	
Fläche/Ort	Gemeindegebiet	
Gebäudetypologie	Wohn- und Gewerbegebäude	
Akteurinnen und Akteure	Gemeinde Rastede, Energieberatende, Ingenieurbüros	
Geschätzte Kosten	Individuell, je nach Projektumfang	
Umsetzungsbeginn	2027	

Beschreibung der Maßnahme:

Die energetische Sanierung stellt ein zentrales Instrument zur Senkung des Wärmebedarfs dar und trägt maßgeblich zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen bei. Um die nationalen Klimaziele erreichen zu können, ist laut dem Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung eine jährliche Sanierungsquote von etwa 2 % erforderlich. Tatsächlich lag diese Quote in den Jahren 2023 und 2024 auf Bundesebene jedoch lediglich bei rund 0,7 % (Quelle: Bundesbaublatt). Diese Zahlen verdeutlichen ein erhebliches Defizit und machen deutlich, dass deutlich größere Anstrengungen notwendig sind, um die Sanierungsquote zeitnah zu steigern.

Die Planung, Finanzierung und Umsetzung energetischer Sanierungsmaßnahmen stellen viele Eigentümerinnen und Eigentümer vor große Herausforderungen. Um sie bei diesen komplexen Aufgaben zu unterstützen und umfassend zu informieren, sollte die Gemeinde Rastede eine qualifizierte Energieberatung bereitstellen.

Ziel ist es, den Bürgerinnen und Bürgern konkrete Energiespar- und Sanierungsmaßnahmen sowie verfügbare Förder- und Finanzierungsmöglichkeiten vorzustellen. Eigenheimbesitzende und Mietende sollen einen fundierten Überblick über das Themenfeld erhalten und möglichst von Förderprogrammen wie der Bundesförderung für Energieberatung für Wohngebäude oder den KfW-Förderungen profitieren. So kann eine Vielzahl einzelner Maßnahmen zur Energieeinsparung und Sanierung angestoßen werden.

Ergänzend kann die Einführung eines digitalen Beratungstools die Erschließung der ermittelten Sanierungspotenziale gezielt fördern.

Einführung eines digitalen Erstberatungstools:

Sofern in der Gemeinde Rastede ein hoher Informationsbedarf und eine entsprechende Nachfrage bestehen, bietet sich die Einführung eines kostenfreien digitalen Erst- bzw. Initialberatungstools für Bürgerinnen und Bürger an. Dieses webbasierte Tool zur energetischen Gebäudesanierung markiert den Beginn einer Pilotphase, in der erste Erfahrungen gesammelt und Prozesse validiert werden können.

Das Tool ermöglicht es den Nutzenden, sich eigenständig mit dem Thema Gebäudesanierung auseinanderzusetzen und eine erste Einschätzung zu möglichen Maßnahmen, deren Kosten und Wirtschaftlichkeit zu erhalten – sowohl für Eigenheime als auch für Mietobjekte. Eigentümerinnen und Eigentümer erhalten somit bereits vor einem persönlichen Beratungstermin eine fundierte Orientierung und erste Modernisierungsempfehlungen.

Maßnahme	3.1	
Maßnahmen-Bezeichnung	Prüfung von Ausweisungen von einzelnen Sanierungsgebieten	
Maßnahmen-Typ	Beratung, Koordination & Management Förderung	
Fläche/Ort	Ortskern und bis 1978 entstandene Siedlungen	
Gebäudetypologie	Wohngebäude	
Anzahl Gebäude	2.700	Stück bis inkl. 1978
Erzielbare Energieeinsparungen	58,3	GWh/a
	Hinweis: Angabe unter Annahme der Ausschöpfung des Sanierungspotenzials sämtlicher Gebäude im Gemeindegebiet (nicht nur jener bis 1978)	
Akteurinnen und Akteure	Gemeinde Rastede, Ingenieurbüro	
Geschätzte Kosten	Individuell, je nach Projektumfang	
Umsetzungsbeginn	2027	

Beschreibung der Maßnahme:

Die energetische Sanierung spielt eine zentrale Rolle bei der Reduzierung des Wärmebedarfs und der Senkung von Treibhausgasemissionen. Besonders betroffen sind ältere Gebäude, die vor 1978 errichtet wurden und häufig noch mit veralteten Heizsystemen betrieben werden. In der Gemeinde Rastede befinden sich rund 2.700 Gebäude, die den GEG-Effizienzklassen F bis H zugeordnet sind und einen erhöhten spezifischen Wärmebedarf von über 160 kWh/m²a aufweisen.

Die Ausweisung eines Sanierungsgebiets ermöglicht eine gezielte und koordinierte Modernisierung der Gebäudestruktur. Neben einer verbesserten Energieeffizienz und der Verringerung von Emissionen trägt dies auch zur Steigerung der Lebensqualität der Bewohnerschaft bei. Der erste Schritt in diesem Prozess ist eine umfassende Bestandsanalyse, die den energetischen Zustand der Gebäude detailliert erfasst. Darauf aufbauend wird ein energetisches Quartierskonzept entwickelt, das konkrete Maßnahmen und Zielsetzungen für die Sanierung definiert. Eine enge Abstimmung mit Eigentumspersonen, der Anwohnerschaft sowie gegebenenfalls der Denkmalschutzbehörde ist dabei von zentraler Bedeutung.

Basierend auf diesem Konzept kann gemäß §§ 136 ff. BauGB die offizielle Festlegung eines Sanierungsgebiets erfolgen. Damit verbunden sind steuerliche Vorteile für Immobilienbesitzende, etwa nach § 7h und § 10f EStG.

Da finanzielle Hürden häufig eine große Herausforderung darstellen, kommt Förderprogrammen und staatlichen Zuschüssen eine wesentliche Bedeutung zu.

In der Vergangenheit wurden durch die KfW Programme zur Erstellung energetischer Quartierskonzepte gefördert – aktuell sind diese jedoch nicht mehr verfügbar. Es ist daher empfehlenswert, die aktuelle Förderlandschaft kontinuierlich zu beobachten und neue Entwicklungen frühzeitig zu berücksichtigen.

Die gezielte Identifikation und Entwicklung von Sanierungsgebieten bildet eine wichtige Grundlage für eine nachhaltige kommunale Entwicklung und leistet einen wirksamen Beitrag zum Klimaschutz, indem umfassende Sanierungsmaßnahmen effizient umgesetzt werden können.

Maßnahme	4.1	
Maßnahmen-Bezeichnung	Einsatz regenerativer Energiequellen und Steigerung der Energieeffizienz für kommunale Gebäude	
Maßnahmen-Typ	Planung & Studie	
Fläche/Ort	Gemeindegebiet	
Gebäudetypologie	Öffentliche Bauvorhaben	
Erzielbare CO ₂ -Einsparung	Zu prüfen	
Akteurinnen und Akteure	Gemeinde Rastede, Ingenieurbüro, Bauunternehmen	
Geschätzte Kosten	Individuell, je nach Projektumfang	
Umsetzungsbeginn	ab 2026	

Beschreibung der Maßnahme:

Die Gemeinde Rastede hat sich in ihrer Vorbildfunktion als zukunftsorientierte Kommune dazu entschlossen, die Erkenntnisse und Empfehlungen der KWP in die Bauleitplanung zu integrieren. Im Rahmen dieses ambitionierten Vorhabens sollen nicht nur die Bausubstanz und die Energieeffizienz zukünftiger Bauprojekte stärker berücksichtigt werden, sondern auch veraltete Heizsysteme durch moderne, umweltfreundliche Technologien ersetzt werden, die auf erneuerbare Energieträger setzen.

Ziel dieser strategischen Initiative ist es, das Sanierungspotenzial kommunaler Gebäude im gesamten Gemeindegebiet konsequent auszuschöpfen. Durch die Umstellung auf nachhaltige Energiequellen wie Solarenergie, Geothermie und Umweltwärme können nicht nur die Betriebskosten deutlich gesenkt, sondern auch substantielle Beiträge zur Reduzierung der CO₂-Emissionen geleistet werden.

Neben der ökologischen Verantwortung steht auch die ökonomische Effizienz im Fokus: Verbesserte energetische Standards führen zu einem deutlich geringeren Energieverbrauch und damit langfristig zu erheblichen Einsparungen.

Mit der sorgfältigen Planung und Umsetzung dieser Maßnahmen unterstreicht die Gemeinde Rastede ihr Engagement für Umweltverantwortung und positioniert sich als beispielgebende Kommune. Die Verankerung der Grundsätze der KWP in der Bauleitplanung stellt einen wichtigen Schritt auf dem Weg zur Klimaneutralität dar und spiegelt die Vision der Gemeinde wider, eine nachhaltige und lebenswerte Zukunft aktiv zu gestalten.

Maßnahme	5.1	
Maßnahmen-Bezeichnung	Informationskampagne für Gebäude- und Heizungssanierung sowie Realisierung von erneuerbaren Energien für Gebäude	
Maßnahmen-Typ	Information, Kommunikation, Beratung Gebäudeeffizienz	
Fläche/Ort	Gesamtes Gemeindegebiet	
Gebäudetypologie	Gewerbegebäude, Wohngebäude	
Akteurinnen / Akteure	Gemeindeverwaltung, Energieberatung, Handwerksunternehmen, ggf. Banken	
Nächste Umsetzungsschritte	1. Durchführung Bürgerinformation hinsichtlich Gebäude- und Heizungssanierung 2. Optionale Einführung digitales Erstberatungstool	
Geschätzte Kosten	Individuell, je nach Projektumfang	
CO₂-Einsparung	nicht konkret bezifferbar	
Förderung	Keine direkte Förderung der Maßnahmen	
Umsetzungsbeginn	ab 2026	

Beschreibung der Maßnahme:

Die Bevölkerung der Gemeinde Rastede sollte die Möglichkeit erhalten, sich umfassend über energetische und gebäudetechnische Optimierungsmaßnahmen zu informieren. Der Landkreis Ammerland führt seit mehreren Jahren eine Klimakampagne durch, die vielfältige Informationen rund um den Klimaschutz bereitstellt. Es ist empfehlenswert, diese Kampagne fortzuführen und gezielt auf die Gemeinde Rastede auszuweiten.

Für eine wirkungsvolle Sensibilisierung sollte der Fokus insbesondere auf Ortsteile mit einem hohen Anteil älterer Gebäude gelegt werden. In diesen Bereichen besteht häufig ein erhöhter Informations- und Beratungsbedarf hinsichtlich energetischer Sanierung und Fördermöglichkeiten.

Abbildung 55 zeigt die räumliche Verteilung der Gebäude nach Baualtersklassen bis zum Jahr 1978 im Gemeindegebiet. Die Darstellung verdeutlicht, dass ein erheblicher Anteil der Gebäude vor 1978 errichtet wurde – ein klarer Hinweis auf ein potenziell großes Interesse an einer zielgerichteten Informationskampagne.

Eine weitere Möglichkeit zur zielgerichteten Wissensvermittlung besteht in der Einführung sogenannter Expertengespräche. Dabei geben Fachpersonen in kurzen Impulsvorträgen Einblicke in relevante Themen wie Energieberatung, Planung, Energieversorgung, Finanzierung, Fördermöglichkeiten oder nachhaltiges Bauen („Greenbuilding“). Dieses Format kann sowohl in Präsenz als auch digital angeboten werden.

Im Mittelpunkt steht der aktive Dialog zwischen Expertinnen, Experten und Teilnehmenden. Fragen sind ausdrücklich erwünscht und werden direkt beantwortet, um einen praxisnahen und interaktiven Austausch zu ermöglichen.

Denkbar ist auch die Gestaltung als kompakte Veranstaltungsreihe mit mehreren kurzweiligen Fachvorträgen. So erhalten Teilnehmende die Möglichkeit, sich entsprechend ihres individuellen Wissensstands und ihrer persönlichen Interessen gezielt zu informieren. Die thematische Vielfalt und die Kürze der Beiträge fördern eine breite Ansprache und erleichtern den Zugang zu komplexen Inhalten.

Die Organisation und Durchführung dieser Maßnahmen kann durch das Klimamanagement der Gemeinde Rastede übernommen werden. Dadurch wird sichergestellt, dass die Inhalte fachlich fundiert, zielgerichtet und in enger Abstimmung mit den kommunalen Klimazielen umgesetzt werden. Das Klimamanagement fungiert dabei als zentrale Koordinationsstelle und Ansprechpartner für sowohl Referierende als auch Teilnehmende.

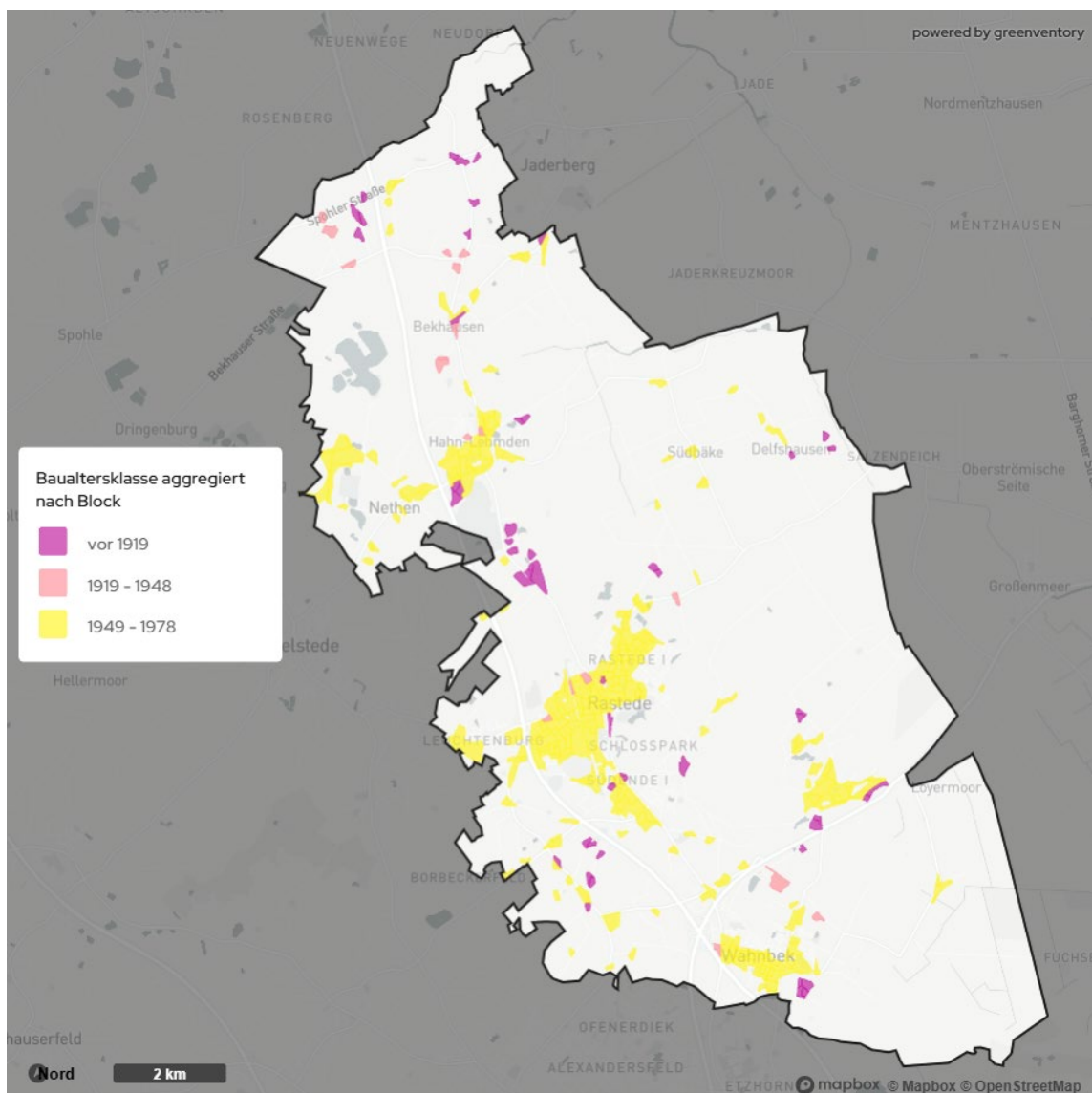


Abbildung 55: Räumliche Gebäudeverteilung nach Baualterklassen bis 1978 in Rastede

Maßnahme	6.1	
Maßnahmen-Bezeichnung	Runder Tisch zum Thema: Energie- und Industrievernetzung	
Maßnahmen-Typ	Koordination & Management	
Fläche/Ort	Gemeindegebiet	
Gebäudetypologie	Gewerbe und Industrie	
Erzielbare CO ₂ -Einsparung	zu prüfen	
Akteurinnen und Akteure	Gemeinde Rastede, Industrie und Gewerbe, Energieversorger	
Geschätzte Kosten	Individuell, je nach Projektumfang	
Umsetzungsbeginn	ab 2026	

Beschreibung der Maßnahme:

Ein runder Tisch zum Thema „Energie- und Industrievernetzung“ verfolgt das Ziel die Zusammenarbeit zwischen kommunalen Energieversorgungsunternehmen und der lokalen Industrie zu stärken, um die Wärmeversorgung zu optimieren und die Energieeffizienz nachhaltig zu steigern. Der Runde Tisch soll als regelmäßiges Forum dienen, in welchem Fachpersonen aus kommunalen Energieunternehmen, Industrieunternehmen, Gemeindeverwaltungen sowie Wissenschaft und Forschung zusammenkommen. Gemeinsam sollen Strategien und Maßnahmen entwickelt werden, um die Wärmeversorgung der Gemeinde Rastede effizienter, klimafreundlicher und zukunftsfähiger zu gestalten.

Ein inhaltlicher Schwerpunkt soll auf der Bestandsaufnahme und Analyse der aktuellen Wärmeversorgungssituation liegen. Darüber hinaus soll der Austausch über neue Technologien und bewährte Verfahren zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Reduktion von Emissionen gefördert werden. Weitere zentrale Themen sind die Entwicklung von Kooperationsmodellen zwischen Energieversorgenden und Industrieunternehmen sowie die Information über Förderprogramme und Finanzierungsmöglichkeiten. Zusätzlich sollen konkrete Maßnahmen geplant und deren Fortschritt regelmäßig überprüft werden.

Von der Maßnahme werden mehrere positive Effekte erwartet: eine deutliche Verbesserung der Energieeffizienz und eine Reduktion der CO₂-Emissionen in der Gemeinde Rastede, eine intensivere Zusammenarbeit zwischen kommunalen Akteurinnen und Akteuren sowie der Industrie, die Entwicklung innovativer Lösungen für eine nachhaltige Wärmeversorgung sowie eine gesteigerte Attraktivität der Gemeinde als Standort für umweltbewusste Unternehmen.

Der Runde Tisch soll regelmäßig stattfinden, beginnend im dritten Quartal des kommenden Jahres. Die Organisation und Moderation übernimmt das Klimaschutzmanagement in enger Kooperation mit dem lokalen Energieversorgungsunternehmen.

7.1.1. Empfehlungen für private Haushalte

Eine gezielte Information der Bürgerinnen und Bürger in der Gemeinde Rastede über die möglichen Wärmeversorgungsoptionen und Beratung zum Einbau klimaneutraler Wärmetechniken ist eine wesentliche Voraussetzung für die Umsetzung der Maßnahmen im Bereich dezentraler Wärmeversorgungsgebiete. Es wird daher empfohlen ein zentrales Informationsangebot beim Internetauftritt der Gemeinde Rastede zu entwickeln, um über die Ergebnisse der Wärmeplanung zu informieren und unterstützende Hinweise für die Umsetzung der Maßnahmen zu veröffentlichen. Folgende Inhalte bieten sich an, um im Bereich der dezentralen Wärmeversorgungsgebiete die Erreichung der voraussichtlich zukunftsfähigsten Wärmeversorgungsart zu ermöglichen:

- ☐ Verweis auf den **Wärmepumpencheck** von heizspiegel.de: <https://www.heizspiegel.de/heizkosten-pruefen/energiesparchecks/waermepumpencheck/>

Hinweis: Der Wärmepumpencheck gibt Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümern eine Orientierung, ob ihr Gebäude für den Betrieb einer Wärmepumpe generell geeignet ist und welche begleitenden Maßnahmen beim Wärmepumpeneinbau vorgenommen werden können, um einen effizienten Betrieb zu gewährleisten.

- ☐ Verweis auf die aktuellen Energieberatungsangeboten der Verbraucherzentrale
- ☐ Nutzung des digitalen Zwillings zur Visualisierung der Ergebnisse der KWP

Neben der Bereitstellung von Informationen wird empfohlen eine zentrale Anlaufstelle für KWP in der Gemeinde Rastede zu schaffen. Hier könnte neben der Einrichtung einer Homepage zur KWP in der Gemeinde ein Funktionspostfach mit Telefonnummer eingerichtet werden, um ansprechbar für die Bürgerinnen und Bürgern zu sein.

7.2. Konzept für ein Monitoring der Zielerreichung

Das Monitoringkonzept dient der regelmäßigen Überprüfung und Dokumentation von Fortschritten und Wirksamkeit der im kommunalen Wärmeplan festgelegten Maßnahmen. Ziel ist es, die Erreichung hinsichtlich einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung systematisch zu erfassen, zu bewerten und gegebenenfalls Anpassungen vorzunehmen.

7.2.1. Monitoringziele

- ☐ Erfassung der Effektivität der umgesetzten Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen
- ☐ Kontinuierliche Prüfung des Ausbaufortschritts infrastruktureller Vorhaben (Fernwärme-Leitungen, Energiezentralen etc.)
- ☐ Frühzeitige Identifikation von Abweichungen und Handlungsbedarf
- ☐ Sicherstellung der kontinuierlichen Verbesserung der Energieeffizienz kommunaler Liegenschaften
- ☐ Dokumentation des Fortschritts

7.2.2. Instrumente und Methoden

1. Energiemanagementsystem: Implementierung eines kommunalen Energiemanagementsystems (KEMS) zur Erfassung, Analyse und Verwaltung des Energieverbrauchs der kommunalen Liegenschaften. Das KEMS soll Energieverbrauchsdaten möglichst vollständig automatisiert erfassen, um den manuellen Erfassungsaufwand zu minimieren und die Datenqualität zu verbessern.

2. Interne Energieaudits: Regelmäßige Durchführung von internen Energieaudits in kommunalen Liegenschaften zur Identifikation von Einsparpotenzialen und zur Überprüfung der Wirksamkeit bereits umgesetzter Maßnahmen.

3. KWP-Kennzahlen und -Indikatoren (nach Möglichkeit georeferenziert): Entwicklung und Anwendung spezifischer Indikatoren für Energieeffizienz, Energieinfrastruktur-Ausbau und Treibhausgasemissionen, um den Fortschritt auf der gesamtstädtischen Ebene und insbesondere der kommunalen Liegenschaften quantitativ messen zu können. Wichtige Indikatoren können hierbei sein: Energiebedarf, Erneuerbare Erzeugungsleistung, CO₂-Emissionen sowie Reduktionen, durchgeführte Sanierungsmaßnahmen, Wärmenetzbau in km, Anzahl installierter Wärmepumpen, Anzahl PV-Anlagen.

4. Benchmarking: Vergleich der genannten Indikatoren mit ähnlichen Kommunen, um Best Practices zu identifizieren und Schwachpunkte aufzudecken.

7.2.3. Datenerfassung und -analyse

Jährliche interne Energieverbrauchsdocumentation: Alle Energieverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften werden im Rahmen des KEMS jährlich erfasst und ausgewertet. Dazu gehören Strom, Wärme, Kälte und Gas. Diese können im digitalen Zwilling aktualisiert werden.

Treibhausgasbilanzierung im Drei-Jahres-Zyklus (kommunenweit): Fortschreibung der THG-Bilanz für die gesamte Kommune inkl. aller Wirtschaftssektoren, basierend auf Endenergieverbräuchen (inkl. Wärme), um die Entwicklung der Emissionen und Verbräuche im Zeitverlauf verfolgen zu können.

7.3. Kommunikationsstrategie und Berichterstattung

Kommunikation, Beteiligung und Akzeptanz stellen wichtige Bausteine für die erfolgreiche Planung und Umsetzung der KWP dar. Im Fokus bei der Beteiligung und der Kommunikation steht daher die Identifikation und frühzeitige, aktive Einbindung der relevanten Mitwirkenden bzw. Stakeholder, wie z. B. politische Gremien, Verwaltungsmitarbeitende der Kommune, Energieversorgende, Netzbetreibende, Industrie- und Gewerbetriebe, Betreibende von großen Wärmeerzeugungsanlagen, Investorinnen und Investoren, Handwerkerinnen und Handwerker, Anwohnende, potenzielle Kundinnen und Kunden und weiterer Interessengruppen. Der Umfang und die Art werden je Maßnahme einzeln bestimmt.

Die Öffentlichkeitsarbeit soll möglichst viele Mitwirkende und Zielgruppen erreichen, weshalb verschiedene Kommunikationsmedien verwendet werden sollen. Zur schnellen Bereitstellung von Informationen werden die Homepage der Gemeinde Rastede und die sozialen Medien genutzt. Auch über Printmedien wird über die aktuellen Geschehnisse und Veranstaltungen berichtet.

Darüber hinaus sollen jährliche Berichte in Form von Mitteilungsvorlagen für die Politik der Gemeinde Rastede erstellt werden, um die Entwicklungen, Erfolge und Herausforderungen der Wärmewende transparent zu machen.

7.4. Verstetigungsstrategie

Die Erstellung des Abschlussberichtes der KWP mit den Fokusgebieten und Maßnahmen stellt den Startschuss zur Umsetzung dar. Ab dem Zeitpunkt soll, gemäß Wärmeplanungsgesetz, die KWP alle fünf Jahre weitergeführt und stetig evaluiert werden. Der Einsatz des digitalen Zwillings bzw. einer digitalen Plattform wird dabei eine wichtige Rolle spielen. Jährliche Datenupdates visualisieren den Fortschritt der beschlossenen Maßnahmen deutlich. Die Gesamtkoordination soll von einer zentralen Stelle durchgeführt werden. Die mit der Aufgabe betraute Person fungiert als Schnittstelle zwischen den internen und externen Interessengruppen und ist die zentrale Anlaufstelle für Fragen und Anliegen rund um die Wärmewende vor Ort.

7.5. Finanzierung

Die Umsetzung der Wärmewende stellt eine erhebliche finanzielle Herausforderung dar, die eine koordinierte Anstrengung von öffentlichen, privaten und zivilgesellschaftlichen Akteurinnen und Akteuren erfordert. Es ist unerlässlich, eine multifaktorielle Finanzierungsstrategie zu entwickeln, die mehrere Einkommensquellen und Finanzinstrumente berücksichtigt.

Öffentliche Finanzierung: Staatliche Förderprogramme, sowohl auf nationaler als auch auf EU-Ebene, sind ein entscheidender Faktor der Finanzierungsstruktur. Diese Mittel könnten insbesondere für anfängliche Investitionen in Infrastruktur und Technologieeinführung entscheidend sein. Zudem wird empfohlen, einen festen Anteil des kommunalen Haushalts für die Wärmewende vorzusehen. Eine genaue Quantifizierung muss von den beschlossenen und geplanten Zielen der Gemeinde Rastede abhängen.

Private Investitionen und PPP: Über die Einbindung von Privatunternehmen durch Public-Private-Partnerships (PPP) können finanzielle Ressourcen für Wärmeprojekte mobilisiert werden. Gerade für den großflächigen Ausbau von Wärmenetzen ist es gewünscht, auch lokale Initiativen und Mitwirkende aus dem privaten Sektor zu unterstützen. Darüber hinaus können spezialisierte Kreditprogramme von Banken und Finanzinstituten eine wichtige Rolle spielen.

Bürgerschaftsbeteiligung: Die Möglichkeit einer Bürgerschaftsfinanzierung über Genossenschaftsmodelle oder Crowdfunding-Plattformen sollte aktiv beworben werden. Das erhöht die finanzielle Kapazität und stärkt die öffentliche Akzeptanz der Maßnahmen.

Gebühren und Einnahmen: Eine strategische Preisgestaltung für Wärmeabgabe und Energieeinspar-Contracting kann sowohl die Kosten decken als auch den Verbrauch regulieren.

7.6. Lokale ökonomische und finanzielle Vorteile der Wärmewende

Die Investition in eine erneuerbare Wärmeversorgung bietet nicht nur ökologische, sondern kann auch ökonomische Vorteile bieten. Einer der entscheidenden Aspekte ist die Schaffung neuer Arbeitsplätze in unterschiedlichen Sektoren, von der Entwicklung bis zur Wartung erneuerbarer Wärmetechnologien. Diese Diversifizierung des Arbeitsmarktes belebt die regionale Wirtschaft und fördert gleichzeitig die lokale Wertschöpfung. Kapital, das in lokale erneuerbare Energieressourcen und Technologien investiert wird, bleibt innerhalb der Kommune und fördert die lokale Wirtschaft in einem breiten Spektrum. Die langfristigen Betriebskosten für erneuerbare Wärmequellen wie Solarthermie und Geothermie sind in der Regel niedriger als bei fossilen Brennstoffen. Da dies jedoch von vielen Faktoren abhängt, bleibt abzuwarten, ob dadurch signifikante finanzielle Entlastungen bei den Wärmeabnehmern möglich sein werden. Lokale Handwerksbetriebe und Zulieferanten können von der gesteigerten Nachfrage nach Installations- und Wartungsdienstleistungen profitieren. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist der potenzielle Anstieg der Steuereinnahmen durch die Erhöhung der regionalen Wertschöpfung. Zudem kann die lokale Energieproduktion die Abhängigkeit von volatilen, globalen Energiemärkten reduzieren. Insgesamt sollte die Finanzierung der Wärmewende als eine Investition in die wirtschaftliche Vitalität und nachhaltige Zukunft betrachtet werden.

7.7. Fördermöglichkeiten

Folgende Fördermöglichkeiten orientieren sich an den beschriebenen Maßnahmen und werden zu deren Umsetzung empfohlen:

- ☐ Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)
- ☐ Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)
- ☐ Investitionskredit Kommunen / Investitionskredit Kommunale und Soziale Unternehmen (KfW)

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) hat die BEW entwickelt, die Zuschüsse für Investitionen in Wärmenetze ermöglicht. Zielgruppen sind Energieversorgungsunternehmen, Kommunen, Stadtwerke und Vereine / Genossenschaften. Das Förderprogramm soll den Neubau und die Dekarbonisierung der Wärmenetze in Deutschland beschleunigen. Die Förderung konzentriert sich entsprechend auf den Neubau von Wärmenetzen mit hohen Anteilen (mindestens 75 %) an erneuerbaren Energien und Abwärme sowie den Ausbau und die Umgestaltung bestehender Netze. Das Förderprogramm ist in vier Module gegliedert, die im Folgenden beschrieben werden:

Gefördert werden im ersten Schritt (Modul 1) die Kosten für Machbarkeitsstudien für neue Wärmenetze und Transformationspläne für den Umbau bestehender Wärmenetzsysteme. Die Förderung beträgt bis zu 50 % der förderfähigen Ausgaben und ist auf 2 Mio. Euro pro Antrag begrenzt. Es gibt darüber hinaus Investitionszuschüsse von bis zu 40 % für Maßnahmen für den Neubau von Wärmenetzen, die zu mindestens 75 % mit erneuerbaren Energien und Abwärme gespeist werden, sowie für die Bestandsinfrastruktur von Wärmenetzen (Modul 2).

Auch bei Bestandswärmenetzen sind gewisse Einzelmaßnahmen (Modul 3) wie Solarthermieranlagen, Wärmepumpen, Biomassekessel, Wärmespeicher, Rohrleitungen für den Anschluss von EE-Erzeugern und Abwärme sowie für die Erweiterung von Wärmenetzen und Wärmeübergabestationen mit bis zu 40 % der Ausgaben förderfähig. Des Weiteren besteht eine Betriebskostenförderung (Modul 4) für erneuerbare Wärmeerzeugung aus Solarthermieranlagen und strombetriebenen Wärmepumpen, die in Wärmenetze einspeisen (BAFA, 2024a).

Im Hinblick auf das novellierte GEG wurde die BEG angepasst (BMWSB, 2023). Die BEG vereint verschiedene frühere Förderprogramme zu Energieeffizienz und erneuerbaren Energien im Gebäudebereich. Sie fördert verschiedene Maßnahmen in den Bereichen Einzelmaßnahmen (BEG EM), Wohngebäude (BEG WG) und Nichtwohngebäude (BEG NWG). Im Rahmen der BEG EM werden Maßnahmen an der Gebäudehülle, der Anlagentechnik, der Wärmeerzeugung, der Heizungsoptimierung, der Fachplanung und Baubegleitung gefördert. Die Fördersätze variieren je nach Maßnahme. Für den Heizungstausch gibt es Zuschüsse von bis zu 70 %, abhängig von der Art des Wärmeerzeugers und des Antragstellers (BAFA, 2024b). Für Personen, die sich über die verschiedenen Fördermöglichkeiten im Bereich der Energieeffizienz und erneuerbaren Energien informieren möchten, stellt das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) eine zentrale Informations- und Antragsstelle dar. Hier können sowohl allgemeine Informationen als auch spezifische Details zu einzelnen Förderprogrammen und Antragsverfahren eingeholt werden. Ende Februar 2024 wurde mit dem KfW-Programm 458 zusätzlich eine Heizungsförderung für Privatpersonen etabliert (KfW, 2024a).

Der KfW-Zuschuss "Energetische Stadtsanierung (Programmnummer 432) für Klimaschutz und -anpassung im Quartier" wurde Ende 2023 eingestellt. Bereits zugesagte Zuschüsse sind von der Beendigung des Programms nicht betroffen und werden ausgezahlt. Als Alternative für die Finanzierung energetischer Maßnahmen nennt die KfW die Programme „Investitionskredit Kommunen (IKK)“ und „Investitionskredit Kommunale und Soziale Unternehmen (IKU)“, mit denen Investitionen in die kommunale und soziale Infrastruktur gefördert werden (KfW, 2024b).

8. Fazit

Die Umsetzung der KWP schafft sowohl innerhalb als auch außerhalb der für Wärmenetze geeigneten Gebiete eine höhere Planungssicherheit für die Bevölkerung. Für Kommunen, Netzbetreibende, Energieversorgende und weitere Interessengruppen bietet sie zudem eine klare Orientierung und Priorisierung, welche Gebiete für weiterführende Untersuchungen und konkrete Folgeaktivitäten besonders relevant sind. Zentrale Erfolgsfaktoren bei der Erstellung des Wärmeplans war die regelmäßige Abstimmung und Berücksichtigung der kommunalen Fachkompetenz der Verwaltung der Gemeinde Rastede sowie der Einsatz des digitalen Zwillings und weiterer relevanter Mitwirkenden.

Die Bestandsanalyse der aktuellen Wärmeversorgung in der Gemeinde Rastede verdeutlicht den dringenden Handlungsbedarf: Mehr als 90 % der bereitgestellten Wärme basiert stets auf fossilen Energieträgern, insbesondere Erdgas und Heizöl. Um das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen, ist es essenziell, diese durch nachhaltige Energiequellen zu ersetzen. Besonders der Wohnsektor, der für einen Großteil der CO₂-Emissionen verantwortlich ist, spielt dabei eine entscheidende Rolle.

Maßnahmen wie Energieberatungen, Gebäudesanierungen und der Ausbau von Wärmenetzen spielen eine zentrale Rolle für eine erfolgreiche Wärmewende. Die im Rahmen der KWP erstellte Datengrundlage bietet hierbei Transparenz und dient als entscheidende Basis für die Umsetzung. Der digitale Zwilling leistet durch die Veranschaulichung dieser Daten einen wichtigen Beitrag zur Optimierung des gesamten Planungsprozesses.

Basierend auf der Bestandsanalyse wurden im Rahmen des Projekts Wärmenetzeignungsgebiete identifiziert. Für diese Bereiche wurden erneuerbare Energiequellen, insbesondere lokales Biogas, untersucht und konkrete Maßnahmen zur Wärmeversorgung definiert. In diesen priorisierten Eignungsgebieten kann die Wärmewende nun gezielt vorangetrieben werden. In den nächsten Planungsschritten sollen die potenziellen Wärmenetzeignungsgebiete hinsichtlich technischer Machbarkeit und wirtschaftlicher Tragfähigkeit weiter untersucht werden, um eine belastbare Grundlage für den Bau zu schaffen. Hierfür sind sowohl die in den Maßnahmen formulierten Projektskizzen als auch nachgelagerte Machbarkeitsstudien erforderlich.

Während in den ausgewiesenen Wärmenetzeignungsgebieten die Umsetzung von Wärmenetzen in den kommenden Jahren vorangetrieben wird, prägt den Großteil der Gemeinde Rastede weiterhin die Einzelversorgung. Dies betrifft insbesondere Gebiete mit Einfamilien-, Doppel- und kleineren Mehrfamilienhäusern, in denen eine dezentrale Wärmeversorgung im Vordergrund stehen wird. Hier werden voraussichtlich Wärmepumpen als bevorzugte Heizlösung dominieren, während Biomasseheizungen wie etwa Pelletheizungen eine ergänzende Rolle spielen könnten (siehe Abbildung 48). Biomethan kann im Gasnetz als mittelfristige Übergangslösung fungieren, während der Einsatz von Wasserstoff nicht zu erwarten ist. Um diese Einzelversorgungsgebiete bestmöglich zu unterstützen, sollen gezielte Beratungsangebote zu Gebäudesanierung, Heizungsmodernisierung und der Nutzung erneuerbarer Energien bereitgestellt werden.

Die im Zuge der KWP erarbeiteten konkreten Maßnahmen (siehe Tabelle 6) bilden die ersten Schritte hin zur Transformation der Wärmeversorgung.

Tabelle 6: Kurzübersicht der erarbeiteten Maßnahmen in Rastede

Nr.	Maßnahmen	Art der Maßnahme	Kosten [€]	Fördermittel	Umsetzungsjahr			
					2025	2026	2027	2028
1.1	Vorstudie „Eignungsgebiet Rastede-Mühlenstraße“	Planung & Studie Wärmenetz	ca. 25.000	BEW-Förderung 50 % möglich				
1.2	Vorstudie „Eignungsgebiet KGS Feldbreite“	Planung & Studie Wärmenetz	ca. 25.000	BEW-Förderung 50 % möglich				
2.1	Energieberatung - aufsuchend, stationär und digital	Beratung, Koordination & Management Förderung	Individuell, je nach Projektumfang	BEW-Förderung 50 % möglich				
3.1	Prüfung von Ausweisungen von einzelnen Sanierungsgebieten	Beratung, Koordination & Management Förderung	Individuell, je nach Projektumfang					
4.1	Einsatz regenerativer Energiequellen und Steigerung der Energieeffizienz für kommunale Gebäude	Planung & Studie	Individuell, je nach Projektumfang					
5.1	Informationskampagne für Gebäude- und Heizungssanierung sowie Realisierung von erneuerbaren Energien für Gebäude	Information, Kommunikation, Beratung Gebäudeeffizienz	Individuell, je nach Projektumfang					
6.1	Runder Tisch zum Thema Energie und Industrievernetzung	Koordination & Management	Individuell, je nach Projektumfang					

Neben dem Wohnsektor sollte auch besonderer Fokus auf die Bereiche Industrie und GHD gelegt werden. Die ortsansässigen Unternehmen müssen aktiv in die Umsetzung der Wärmewende eingebunden werden, um beispielsweise Einsparpotenziale innerhalb ihrer Betriebe auszuschöpfen oder industrielle Abwärme effizient zu nutzen.

Die Energiewende erfordert erhebliche Investitionen und stellt damit eine große Herausforderung für die Volkswirtschaft dar. Ein entscheidender Faktor für den Erfolg der Wärmewende ist der Einstieg mit wirtschaftlich tragfähigen Projekten, um Akzeptanz zu schaffen und langfristig eine erfolgreiche Umsetzung zu gewährleisten. Für Transformation und Ausbau von Wärmenetzen stehen attraktive Förderprogramme zur Verfügung, die gezielt genutzt werden sollten, um Projekte erfolgreich umzusetzen.

Gleichzeitig muss deutlich gemacht werden, dass fossile Energiequellen in Zukunft mit steigenden Kosten und zunehmenden Versorgungsrisiken verbunden sein werden, etwa durch die kontinuierliche Bepreisung von CO₂-Emissionen. Die Wärmewende kann nur durch die Zusammenarbeit zahlreicher engagierter lokaler Interessengruppen gelingen.

Durch die Beteiligung innovativer regionaler Unternehmen und die Schaffung neuer Arbeitsplätze entstehen zudem wertvolle wirtschaftliche Chancen für die gesamte Region. Gleichzeitig werden nachhaltige Strukturen aufgebaut, die langfristig zur Stabilität und Unabhängigkeit der lokalen Energieversorgung beitragen.

Literaturverzeichnis

BAFA. (2024a). *Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)*. BAFA.de. Aufgerufen am 22. Juli 2024 unter https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html

BAFA. (2024b). *Förderprogramm im Überblick*. BAFA.de. Aufgerufen am 12. Februar 2024 unter https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Foerderprogramm_im_Ueberblick/foerderprogramm_im_ueberblick_node.html

BMWK. (2023). *Häufig gestellte Fragen und Antworten zum Gebäudeenergiegesetz (GEG)*. Energiewechsel.de. Aufgerufen am 12. Oktober 2023 unter <https://www.energiewechsel.de/KAENEf/Navigation/DE/Service/FAQ/GEG/faq-geg.html>

BMWSB. (2023). *Bundesregierung einigt sich auf neues Förderkonzept für erneuerbares Heizen*. BMWSB.bund.de. Aufgerufen am 13. Februar 2024 unter <https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/pressemitteilungen/Webs/BMWSB/DE/2023/04/geg-foerderkonzept.html>

dena. (2016). *Der dena-Gebäudereport 2016. Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand*. Deutsche Energie-Agentur dena.de. Aufgerufen am 12. Februar 2024 unter https://www.dena.de/fileadmin/user_upload/8162_dena-Gebaeudereport.pdf

EWE. *Ratgeber: Wärmepumpe im Altbau*. ewe-waerme.de. Aufgerufen am 05.12.2024 unter <https://ewe-waerme.de/zuhause/ratgeber/waermepumpe-altbau>

Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz - WPG)

IWU. (2012). „TABULA“ – *Entwicklung von Gebäudetypologien zur energetischen Bewertung des Wohngebäudebestands in 13 europäischen Ländern*. Institut Wohnen und Umwelt (IWU). Aufgerufen am 12. Oktober 2023 unter <https://www.iwu.de/index.php?id=205>

KEA-BW. (2020). *Leitfaden Kommunale Wärmeplanung*. KEA-BW.de. Aufgerufen am 12. Februar 2024 unter https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/094_Leitfaden-Kommunale-Waermeplanung-022021.pdf

KEA-BW. (2024). *Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung | Wärmewende*. KEA-BW.de. Aufgerufen am 15. Juli 2024 unter <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/technikkatalog>

KfW. (2024a). *Heizungsförderung für Privatpersonen – Wohngebäude – Zuschuss (458)*. KfW.de. Aufgerufen am 22. Juli 2024 unter [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/F%C3%B6rderprodukte/Heizungsf%C3%B6rderung-f%C3%BCr-Privatpersonen-Wohngeb%C3%A4ude-\(458\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/F%C3%B6rderprodukte/Heizungsf%C3%B6rderung-f%C3%BCr-Privatpersonen-Wohngeb%C3%A4ude-(458)/)

KfW. (2024b). *Energetische Stadtsanierung - Zuschuss (432)*. KfW.de. Aufgerufen am 12. Februar 2024 unter [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Quartiersversorgung/F%C3%B6rderprodukte/Energetische-Stadtsanierung-Zuschuss-Kommunen-\(432\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Quartiersversorgung/F%C3%B6rderprodukte/Energetische-Stadtsanierung-Zuschuss-Kommunen-(432)/)

KWW, Emissionsfaktoren nach Energieträger (2024); *Technikkatalog Wärmeplanung 1.1 (Excel-Tabelle) Wärmeplanungsgesetz (WPG) - Leitfaden und Technikkatalog - Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende*

Niedersächsisches Klimagesetz (NKlimaG)

Umweltbundesamt. (2023). *Erneuerbare Energien in Zahlen*. Umweltbundesamt.de. Aufgerufen am 12. Oktober 2023 unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#uberblick>

Umweltbundesamt. (2024). *Energieverbrauch für fossile und erneuerbare Wärme*.

Umweltbundesamt.de. Aufgerufen am 14. Februar 2024 unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme>