overath
Stadt an Agger und Sülz

Projektabschlussbericht

Kommunale **Wärmeplanung** Stadt Overath

BMU Energy Consulting

Impressum

Kommunale Wärmeplanung Stadt Overath

Auftraggeber: Stadt Overath, Hauptstr. 25, 51491 Overath

Durchgeführt durch die BMU Energy Consulting GmbH

Autoren

Dr.-Ing Björn Uhlemeyer

Jöran Schirmer

Anschrift

BMU Energy Consulting GmbH

Lise-Meitner-Straße 1-13

42119 Wuppertal

E-Mail: info@bmu-energy-consulting.de

Webseite: https://bmu-energy-consulting.de/

Stand

Februar 2025

Bildnachweis

Titelbild: https://www.overath.de/stadtmarketing.aspx

Logo Stadt Overath: https://de.wikipedia.org/wiki/Overath#/media/Datei:DEU_Overath_COA.svg

Inhalt

Impressum 2
Inhalt 3
Kurzfassung 5
1 Einleitung 7
2 Grundlagen der kommunalen Wärmeplanung 9
2.1 Projektablauf 9
2.2 Verbindlichkeit der kommunalen Wärmeplanung 9
2.3 Was kann man von der kommunalen Wärmeplanung erwarten? 10
2.4 Methode und Konzept „digitaler Zwilling“ 10
2.5 Datenschutz 11
2.6 Gesetzliche Anforderungen 12
2.7 Energiebedarf in Deutschland 21
2.8 Detaillierte Analyse des Wärmbedarfes 22
2.9 Sanierung 27
2.10 EE-Technologien zur Wärmeerzeugung 35
2.11 Wärmenetze 45
2.12 Wirtschaftlichkeitsgrundlagen 47
3 Bestandsanalyse 52
3.1 Allgemeines 52
3.2 Datengrundlage 52
3.3 Vorprüfung 52
3.4 Allgemeine Informationen 53
3.5 Wärmebedarf nach Energieträgern und Sektoren 58
3.6 Anzahl dezentraler Erzeuger 65
3.7 Wärmebedarfsdichte und Großverbraucher 70
3.8 Anteil der Erneuerbaren Energien 73
3.9 Treibhausgasemissionen nach Energieträgern und Sektoren 73
4 Potenzialanalyse 77
4.1 Allgemeines 77
4.2 Potenzialstudie zur zukünftigen Wärmeversorgung 77
4.3 Solare Potenziale 78
4.4 Abwasser und Kläranlagen 80

4.5 Gewässer ... 83
4.6 Biomasse ... 86
4.7 Geothermie ... 87
4.8 Industrielle Abwärme ... 88
4.9 Wärme- und Gasspeicher ... 88
4.10 Außenluft ... 89
4.11 Energieeinsparungen durch Sanierung ... 89
4.12 Zusammenfassung der Potenziale ... 93
5 Entwicklung der Zielszenarien ... 95
5.1 Allgemeines ... 95
5.2 Technologiewechsel und Versorgungsoptionen ... 95
5.3 Technologieeignung ... 97
5.4 Ergebnisse der Szenarien ... 104
6 Strategie und Maßnahmenkatalog ... 111
6.1 Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete ... 111
6.2 Darstellung der empfohlenen Maßnahmen ... 117
7 Verstetigungskonzept ... 122
7.1 Aufgaben der Akteure ... 122
7.2 Maßnahmen zur Verstetigung ... 123
8 Controllingkonzept ... 124
8.1 Akteursübergreifende Aufgaben ... 125
8.2 Akteurspezifische Aufgaben im Controlling-Prozess ... 126
8.3 Maßnahmen zur Implementierung des Controlling-Konzepts ... 127
9 Beteiligung und Kommunikation ... 128
9.1 Einrichtung einer Projektwebseite ... 128
9.2 Kommunikation über E-Mail ... 128
9.3 Bürgerveranstaltung ... 128
10 Literaturverzeichnis ... 130
11 Abbildungsverzeichnis ... 132
12 Tabellenverzeichnis ... 134

Kurzfassung

Die Stadt Overath hat im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung eine detaillierte Analyse der aktuellen Wärmeversorgung sowie der zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten durchgeführt. Ziel dieser Planung ist eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045, die auf einer Kombination aus Wärmenetzen, erneuerbaren Energien und dezentralen Versorgungslösungen basiert. Die Untersuchung ergab, dass die derzeitige Wärmeversorgung überwiegend auf fossilen Brennstoffen wie Erdgas und Heizöl basiert, die zusammen etwa 85 Prozent des gesamten Wärmebedarfs ausmachen. Erneuerbare Energien, insbesondere Biomasse und Wärmepumpen, spielen bislang nur eine untergeordnete Rolle und tragen lediglich geringfügig zur Wärmebereitstellung bei. Gleichzeitig zeigen die Analysen, dass erhebliche Potenziale für die Nutzung erneuerbarer Wärmequellen bestehen, insbesondere durch die Nutzung der Wärme der Agger, Solarthermie, Geothermie, Abwärme aus Abwasser und dem damit einhergehenden gezielten Ausbau von Wärmenetzen.

Ein wesentlicher Bestandteil der Planung war die Analyse der Eignung unterschiedlicher Gebäude für verschiedene Wärmetechnologien. Die Ergebnisse zeigen, dass etwa 91 Prozent der Gebäude in Overath grundsätzlich für den Einsatz von Wärmepumpen geeignet sind. Rund 26 Prozent der Gebäude befinden sich in Gebieten, in denen der wirtschaftliche Ausbau eines Wärmenetzes sinnvoll erscheint. Allerdings gibt es auch vier Prozent der Gebäude, die weder für den Anschluss an ein Wärmenetz noch für die Nutzung einer Wärmepumpe geeignet sind. Für diese Gebäude müssen alternative Lösungen wie Biomasseheizungen oder Hybridheizsysteme genutzt werden.

Das Zielszenario für die Wärmeversorgung bis 2045 sieht eine schrittweise Ablösung fossiler Energieträger vor, sodass diese am Ende des Planungszeitraums vollständig aus der Wärmeversorgung verschwunden sind. Stattdessen soll der Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung durch Wärmenetze kontinuierlich steigen und bis 2045 etwa 45 Prozent des gesamten Wärmebedarfs decken. Die verbleibenden Anteile sollen durch Wärmepumpen sowie andere erneuerbare Technologien gedeckt werden. Eine entscheidende Rolle spielt auch die Reduzierung des Wärmebedarfs durch energetische Sanierungen, die den Gesamtenergieverbrauch um voraussichtlich 22 Prozent senken können. Durch diese Maßnahmen soll die CO_2-Bilanz der Wärmeversorgung erheblich verbessert werden. Während die Treibhausgasemissionen im Ausgangsjahr noch bei rund 75.000 Tonnen CO_2-Äquivalenten pro Jahr liegen, wird erwartet, dass sie durch die geplanten Maßnahmen bis 2045 nahezu auf null sinken.

Um die Umsetzung dieser Strategie sicherzustellen, sind verschiedene Maßnahmen vorgesehen. Der Ausbau der Wärmenetze soll gestaffelt erfolgen, wobei die größten Potenziale vorrangig erschlossen werden. Gleichzeitig soll der Einsatz von Wärmepumpen gezielt gefördert werden, insbesondere durch finanzielle Anreize und Beratungsangebote für Gebäudeeigentümer. Ein kontinuierliches Controlling- und Monitoring-System wird eingerichtet, um den Fortschritt der Maßnahmen zu überwachen und bei Bedarf Anpassungen vorzunehmen. Ergänzend dazu werden Bürgerbeteiligungsprozesse und Informationskampagnen durchgeführt, um die Akzeptanz der geplanten Veränderungen in der Bevölkerung zu erhöhen.

Insgesamt stellt die kommunale Wärmeplanung für Overath eine strategische Grundlage für die nachhaltige Transformation der Wärmeversorgung dar. Sie ermöglicht es der Stadt, langfristig eine umweltfreundliche, wirtschaftliche und sozialverträgliche Wärmeversorgung sicherzustellen und ihre

Klimaziele konsequent zu verfolgen. Die Kombination aus technologischer Umstellung, Energieeffizienzmaßnahmen und gezielter Steuerung schafft eine belastbare Basis für eine klimaneutrale Zukunft.

1 Einleitung

Kommunen in Deutschland sind seit Anfang 2024 zur Erstellung und Weiterschreibung kommunaler Wärmepläne verpflichtet. Mit dem Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz - WPG) wird den Bundesländern die Aufgabe der Durchführung einer Wärmeplanung für ihr Hoheitsgebiet verpflichtend auferlegt. Die Länder werden diese Pflicht auf Rechtsträger innerhalb ihres Hoheitsgebiets bzw. auf eine zuständige Verwaltungseinheit übertragen.[1] In Nordrhein-Westfalen (NRW) wurde dies mit dem LWPG Ende 2024 umgesetzt.[2]

Grundlegende Aufgabenstellung dabei ist die Entwicklung einer Strategie für die langfristig CO_2-neutrale Wärmeversorgung des Gebietes der Kommune bis zum Jahr 2035. Der kommunale Wärmeplan zeigt dafür den Status quo der Wärmeversorgung sowie verschiedenste Perspektiven der Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energiequellen, Abwärme und KWK auf. Über einen Zwischenstand für das Jahr 2027 und 2030 ist daraus das klimaneutrale Zielszenario 2035 zu entwickeln.

Für die Umstellung der Erzeugung von Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme aus fossilen auf erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme in Deutschland bis spätestens zum Jahr 2045 ist eine erhebliche Steigerung der Bemühungen notwendig. Mehr als die Hälfte der in Deutschland verbrauchten Endenergie wird für die Bereitstellung von Wärme eingesetzt. Für die Erzeugung von Raumwärme kommen nach wie vor zu einem überwiegenden Anteil Erdgas sowie Heizöl zum Einsatz. Der Anteil erneuerbarer Energien beträgt in der Erzeugung von Raumwärme in privaten Haushalten aktuell lediglich ca. 18 Prozent. Etwa 14 % der Haushalte in Deutschland werden derzeit über Fernwärme versorgt. Auch hier beträgt der Anteil erneuerbarer Energien nur etwa 20 Prozent. Die Bereitstellung von Prozesswärme erfolgt zum Großteil über Erdgas und Kohle, der Anteil erneuerbarer Energien liegt hier lediglich bei rund sechs Prozent. Ohne eine signifikante Reduktion des Wärmeverbrauchs und einen gleichzeitig erheblich beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien können die Ziele des Bundes-Klimaschutzgesetzes (KSG) nicht erreicht werden. Neben der notwendigen flächendeckenden Umstellung der dezentralen Wärmeversorgung von Gebäuden auf erneuerbare Energien, die insbesondere mit dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) erreicht werden soll, ist als zweite Säule einer effizienten und treibhausgasneutralen Wärmeversorgung die leitungsgebundene Wärmeversorgung über Wärmenetze weiter verstärkt und beschleunigt auszubauen und sind Wärmenetze bis spätestens 2045 vollständig auf die Nutzung erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme umzustellen.

Den Städten und Gemeinden kommt für das Gelingen der Wärmewende eine entscheidende Rolle zu. Die relevanten Weichenstellungen werden nicht nur auf Bundes- und Landesebene, sondern vor Ort getroffen. Daher entscheiden die langfristigen und strategischen Entscheidungen darüber, wie die Wärmeversorgung organisiert und in Richtung Treibhausgasneutralität transformiert wird. Gemeinsam mit den Bürgern und Unternehmen müssen weitere Planungsprozesse vorbereitet, diskutiert, beschlossen und anschließend umgesetzt werden. Dieser Prozess, der als Wärmeplanung bezeichnet wird, soll mit diesem Gesetz einen einheitlichen Rahmen erhalten.

[1] Im Rahmen dieses Berichts beziehen wir uns auf das Wärmeplanungsgesetz mit dem Stand 27.11.2024

[2] Im Rahmen dieses Berichts beziehen wir uns auf das Landeswärmeplanungsgesetz mit dem Stand 20.01.2025

Die aktuellen Ziele der Bundesregierung, auf welche die kommunale Wärmeplanung insbesondere eingehen soll, sind:

- bis zum Jahr 2030 im bundesweiten Mittel 50 % der leitungsgebundenen Wärme klimaneutral zu erzeugen
- Bestehende Wärmenetze müssen ab dem Jahr 2030 zu einem Anteil von mindestens 30 % und bis 2040 von mindestens 80 % mit Wärme aus erneuerbaren Energien unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination daraus gespeist werden.
- für neue Wärmenetze wird mit den neuen Vorgaben des GEG ein Erneuerbaren Energien-/ unvermeidbarer Abwärme-Anteil von 65 % verlangt.

2 Grundlagen der kommunalen Wärmeplanung

2.1 Projektablauf

Der Projektablauf der kommunalen Wärmeplanung gliedert sich in vier Hauptphasen: Bestandsanalyse, Potentialanalyse, Szenarioentwicklung und Wärmewendestrategie. In der ersten Phase, der Bestandsanalyse, wird der aktuelle Wärmebedarf ermittelt, die bestehende Infrastruktur untersucht und relevante Daten gesammelt. Das Ergebnis dieser Phase ist eine räumliche Darstellung des Wärmebedarfs. In der zweiten Phase, der Potentialanalyse, werden die Potenziale zur Effizienzsteigerung identifiziert und bewertet sowie die Möglichkeiten zur Nutzung erneuerbarer Wärmequellen und Abwärme analysiert. Das Resultat dieser Phase sind Potenzialkarten, die die identifizierten Potenziale räumlich darstellen. In der dritten Phase, der Szenarioentwicklung, werden konkrete Ziele für die zukünftige Wärmeversorgung definiert, Meilensteine zur Zielerreichung festgelegt und bestehende Pläne integriert. Das Ergebnis dieser Phase ist ein Zielszenario. Die vierte und letzte finale Phase ist die Wärmewendestrategie, in der geplante Maßnahmen sowie Fördermittel festgelegt werden und in einem Maßnahmenplan resultieren. Während des gesamten Prozesses werden Monitoring und Fortschreibung sowie die Beteiligung von Akteuren kontinuierlich durchgeführt.

2.2 Verbindlichkeit der kommunalen Wärmeplanung

Da die Wärmewende und die Gesetzgebung in den letzten Monaten und Jahren an einigen Stellen zu Verwirrung geführt hat, wird im Folgenden kurz auf die Verbindlichkeit, die zum Zeitpunkt der Erstellung der Studie gilt, eingegangen. Diese ergibt aus dem Wärmeplanungsgesetz [1]. Nachfolgend sind die aus unserer Sicht wesentliche Auszüge zitiert:

Definition der Wärmeplanung

„[Die] Wärmeplanung [ist] eine rechtlich unverbindliche, strategische Fachplanung, die

a) Möglichkeiten für den Ausbau und die Weiterentwicklung leitungsgebundener Energieinfrastrukturen für die Wärmeversorgung, die Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien, aus unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination hieraus sowie zur Einsparung von Wärme aufzeigt und
b) *die mittel- und langfristige Gestaltung der Wärmeversorgung für das beplante Gebiet beschreibt"*

sowie

§ 26 Entscheidung über die Ausweisung als Gebiet zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder als Wasserstoffnetzausbaugebiet

(1) „Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Wärmeplanung nach § 23 und unter Abwägung der berührten öffentlichen und privaten Belange gegen- und untereinander kann die planungsverantwortliche Stelle oder eine andere durch Landesrecht hierzu bestimmte Stelle eine Entscheidung über die Ausweisung eines Gebiets zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen […] treffen. Die Entscheidung erfolgt grundstücksbezogen.
(2) Ein Anspruch auf Einteilung eines Grundstücks zu einem Gebiet nach Absatz 1 besteht nicht."

und

§ 27 Rechtswirkung der Entscheidung

(1) […]

(2) Die Entscheidung über die Ausweisung eines Gebiets als Gebiet zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder als Wasserstoffnetzausbaugebiet bewirkt keine Pflicht, eine bestimmte Wärmeversorgungsart tatsächlich zu nutzen oder eine bestimmte Wärmeversorgungsinfrastruktur zu errichten, auszubauen oder zu betreiben.

(3) Entscheidungen über die Ausweisung als Gebiet zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder als Wasserstoffnetzausbaugebiet sind zu berücksichtigen in Abwägungs- und Ermessensentscheidungen bei 1. einer Aufstellung, Änderung, Ergänzung oder Aufhebung eines Bauleitplans und 2. einer anderen flächenbedeutsamen Planung oder Maßnahme einer öffentlichen Stelle oder von einer Person des Privatrechts in Wahrnehmung öffentlicher Aufgaben.

2.3 Was kann man von der kommunalen Wärmeplanung erwarten?

Die kommunale Wärmeplanung stellt wie im vorherigen Abschnitt dargelegt zunächst eine unverbindliche Planung für die klimaneutrale Wärmeversorgung dar. Dies wirkt auf den ersten Blick so als ob dies wenig unmittelbar hilft, jedoch ist es der erste Schritt, welcher eigentlich schon lange überfällig ist. Wir möchten hier vorweg zum Bericht die wichtigsten Punkte festhalten, welche insbesondere aus Sicht der Bürger zu erwarten ist:

1) Gewissheit: Eine Gewissheit, ob Wärmenetze gebaut werden, liegt nach der kommunalen Wärmeplanung noch nicht vor! Es wird lediglich empfohlen in den potenziellen Wärmenetzeignungsgebieten weiterführende Machbarkeitsstudien durchzuführen. Diese werden dann weiterführende Erkenntnisse über die Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit liefern. Wodurch danach zusammen mit der Bereitschaft der anzuschließenden Kunden eine Entscheidung über den Bau des Wärmenetz gefällt werden wird.
2) Heizungsentscheidung: Falls eine Entscheidung über eine neue Heizungsanlage ansteht, kann die kommunale Wärmeplanung helfen, aber keinen abschließenden Rat geben. Dazu empfehlen wir Kontakt zu zertifizierten Energieberatern (z.B. unter https://www.energie-effizienz-experten.de/) aufzunehmen. Hier jedoch einige Tendenzen, die sich aus der Wärmeplanung ergeben:
    a. Wenn Sie in einem Wärmenetzeignungsgebiet liegen und
        i. ihre Heizung kurzfristig (< 3 Jahre) noch nicht ausgetauscht werden muss, könnten Sie zunächst die weiteren Machbarkeitsstudien abwarten.
        ii. ihre Heizung kurzfristig ausgetauscht werden muss, sollten sie sich mit Übergangslösungen oder grundsätzlichen Alternativen beschäftigen.
    b. Wenn Sie nicht in einem Wärmenetzeignungsgebiet liegen, sollten Sie sich mit dezentralen Alternativen wie Wärmepumpen, Biomasseanlagen oder Hybridheizungen beschäftigen. Je älter ihre Heizung ist, insbesondere wenn Sie > 20 Jahre alt ist, sollten Sie sich kurzfristig mit dem Heizungswechsel beschäftigen.

2.4 Methode und Konzept „digitaler Zwilling“

Für die Datenverwaltung innerhalb des Projekts wird das Konzept des „digitalen Zwillings“ genutzt, das in Abbildung 1 dargestellt ist. Beim Thema des „digitalen Zwillings“ wird nicht auf eine separate Software gesetzt, sondern herkömmliche Geographische Informationssysteme (GIS) genutzt. Das

Konzept kommt ohne Lizenzen aus und zeichnet sich dadurch aus, dass die Kommune auch unabhängig von der BMU Energy Consulting GmbH vollständig mit den Daten arbeiten kann.

Alle Daten und Visualisierungen (GIS-Layer) werden während und zum Ende des Projekts auf einen Datenserver abgelegt. Von diesem Server kann die Kommune und wenn gewünscht der Netzbetreiber auf alle bzw. ausgewählte Daten zugreifen. Dies gewährleistet eine vollständige Transparenz und Nachvollziehbarkeit. Zudem liegt die Datenhoheit bei der Kommune. Die GIS-Daten können aufgrund der standardisierten Formate leicht in die hauseigenen GIS-Systeme eingebunden werden. Dies vermeidet den Aufbau von Parallelsystemen. Ausgewählte Daten können dann den Bürgern über die Webseite der Kommune zur Verfügung gestellt werden.

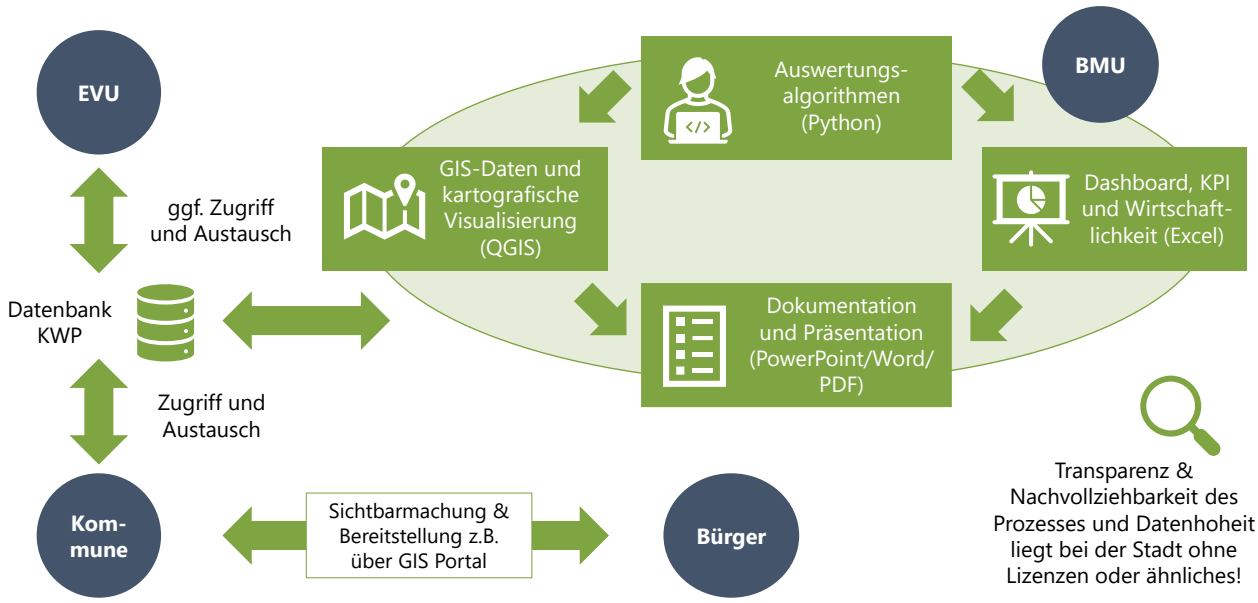


Abbildung 1: Methode der Untersuchung und Datenhaltung

2.5 Datenschutz

In dem Projekt zur kommunalen Wärmeplanung stellte die planungsverantwortliche Stelle bei der Datenverarbeitung sicher, dass das unmittelbar geltende Recht der Europäischen Union sowie Rechtsvorschriften des Bundes oder der Länder hinsichtlich der Vertraulichkeit oder der Sicherheit der Daten sowie zum Schutz personenbezogener Daten beachtet wurde. Sie ergriff unter Berücksichtigung des Stands der Technik geeignete technische und organisatorische Maßnahmen zur Sicherstellung der Vertraulichkeit und der Sicherheit der Daten sowie zum Schutz personenbezogener Daten.

Die planungsverantwortliche Stelle stellte sicher, dass Veröffentlichungen, insbesondere eines Wärmeplans, keine personenbezogenen Daten, Betriebs- oder Geschäftsgeheimnisse oder vertraulichen Informationen zu kritischen Infrastrukturen enthalten. Sobald es im Hinblick auf die Aufgabenwahrnehmung möglich war, pseudonymisierte oder anonymisierte die planungsverantwortliche Stelle personenbezogene Daten, sofern der Zweck der Verarbeitung dies zuließ. Sobald personenbezogene Daten nicht mehr, auch nicht in pseudonymisierter Form, benötigt wurden, löschte sie diese unverzüglich.

2.6 Gesetzliche Anforderungen[3]

2.6.1 Gebäudeenergiegesetz - GEG

Das GEG spielt eine zentrale Rolle in der kommunalen Wärmeplanung. Es bildet die gesetzliche Grundlage und definiert die energetischen Standards und Anforderungen, die bei der Planung und Umsetzung von Wärmeversorgungssystemen auf kommunaler Ebene zu beachten sind. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung dient das Kapitel zu den allgemeinen Vorschriften als Basis für die rechtliche Einordnung und Anwendung des GEG. Die Begriffsbestimmungen und Anwendungsbereiche sind entscheidend für das Verständnis und die Umsetzung der gesetzlich geforderten Maßnahmen. Für die kommunale Wärmeplanung sind die Anforderungen an Neubauten relevant, da sie sicherstellen, dass diese energieeffizient geplant und gebaut werden.

Dies umfasst die Einhaltung bestimmter Standards für den Jahres-Primärenergiebedarf und den Wärmeschutz. Bei der Sanierung bestehender Gebäude müssen ebenfalls die Anforderungen des GEG berücksichtigt werden. Sie schreiben vor, dass bei Modernisierungsmaßnahmen energetische Verbesserungen durchgeführt werden müssen, wie die Dämmung von Wänden, Dächern und Decken sowie der Austausch ineffizienter Heizungsanlagen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt des GEG ist die Nutzung erneuerbarer Energien. Neubauten müssen einen bestimmten Anteil ihres Energiebedarfs durch erneuerbare Energien decken, und auch bei Bestandsgebäuden soll die Integration solcher Technologien gefördert werden. Dies ist entscheidend für die kommunale Wärmeplanung, da die Nutzung erneuerbarer Energien zur Erreichung der Klimaziele beiträgt. Die Ausstellung, Verwendung und der Aushang von Energieausweisen informieren Eigentümer und Käufer über den energetischen Zustand von Gebäuden und unterstützen so die Transparenz und das Bewusstsein für Energieeffizienz. Dies ist relevant für die kommunale Wärmeplanung, da es eine Grundlage für die Bewertung und Optimierung der energetischen Qualität von Gebäuden bietet.

Die Pflichten der Länder und Kommunen umfassen die Umsetzung und Überwachung der Vorschriften des GEG. Dies bedeutet, dass die Kommune für die Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen sorgen und Maßnahmen zur Förderung der Energieeffizienz und der Nutzung erneuerbarer Energien unterstützen muss. Die Marktüberwachung und Sanktionierung bei Verstößen gegen das GEG sind ebenfalls zur Sicherstellung der Einhaltung gesetzlicher Vorgaben wichtige Maßnahmen. Besondere Anforderungen an bestimmte Gebäudetypen, wie Nichtwohngebäude oder öffentliche Gebäude müssen in der kommunalen Wärmeplanung berücksichtigt werden.

Dies betrifft auch die Planung und Umsetzung von Maßnahmen zur Energieeinsparung und Nutzung erneuerbarer Energien in solchen Gebäuden. Übergangs- und Schlussvorschriften regeln das Inkrafttreten des Gesetzes und den Übergang von alten zu neuen Regelungen. Dies ist wichtig für die Planungssicherheit und die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung. Insgesamt unterstützt das GEG die Ziele der kommunalen Wärmeplanung, den Energieverbrauch zu senken und den Einsatz erneuerbarer Energien zu fördern. Die gesetzlichen Vorgaben und Anforderungen des GEG bilden

[3] Hinweis: Die Abschnitte in diesem Kapitel werden aufgrund, da sie grundlegende Informationen enthalten, in mehreren Abschlussberichten in ähnlicher Form genutzt.

den Rahmen für die energetische Optimierung von Gebäuden und die nachhaltige Wärmeversorgung in der Kommune.

Die wichtigsten Punkte des GEG gemäß der aktuellen Gesetzesfassung sind im Folgenden aufgeführt:

- Nutzungspflicht von 65 % erneuerbaren Energien zur Wärmebereitstellung - § 71: Bei der Bereitstellung von Wärme muss ein Anteil von mindestens 65 % aus erneuerbaren Energien stammen. Diese Regelung zielt darauf ab, den Einsatz umweltfreundlicher und nachhaltiger Energieträger zu fördern und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu reduzieren.
- Beratungspflicht bei Einbau fossiler Heizungsanlagen - § 71 (11): Vor dem Einbau fossiler Heizungsanlagen besteht eine Beratungspflicht. Eigentümer müssen sich über Alternativen und die Vorteile erneuerbarer Energien informieren lassen, um fundierte Entscheidungen treffen zu können.
- Gebäudeautomation - § 71a: Anforderungen an die Gebäudeautomation werden festgelegt, um den Energieverbrauch durch optimierte Steuerung und Regelung der Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlagen zu senken. Dies kann zur Erhöhung der Energieeffizienz und zur Einsparung von Energiekosten beitragen.
- Regelmäßige Überprüfung von Wärmepumpen - § 60a: Wärmepumpen müssen regelmäßig überprüft werden, um ihre Effizienz und Funktionsfähigkeit sicherzustellen. Regelmäßige Wartungen tragen dazu bei, die Lebensdauer der Geräte zu verlängern und ihre Energieeffizienz zu erhalten.
- Regelmäßige Überprüfung älterer Heizungsanlagen - § 60b: Ältere Heizungsanlagen müssen regelmäßig überprüft werden, um sicherzustellen, dass sie effizient und sicher betrieben werden können. Dies hilft, den Energieverbrauch zu minimieren und potenzielle Sicherheitsrisiken zu erkennen und zu beheben.
- Hydraulischer Abgleich und Heizungsoptimierung - § 60c: Ein hydraulischer Abgleich und die Optimierung der Heizungsanlage sind erforderlich, um die Wärmeverteilung im Gebäude zu verbessern und den Energieverbrauch zu reduzieren. Dies trägt zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Senkung der Betriebskosten bei.
- Erweiterung bestehender Nichtwohngebäude >100% der Nutzfläche - § 51: Wenn die Nutzfläche eines bestehenden Nichtwohngebäudes um mehr als 100 % erweitert wird, muss das Gebäude hinsichtlich der Energiebilanzierung wie ein Neubau behandelt werden. Dies bedeutet, dass die aktuellen energetischen Anforderungen für Neubauten erfüllt werden müssen.
- Energieausweis muss Art der erneuerbaren Energien ausweisen - § 85: Der Energieausweis muss die Art der eingesetzten erneuerbaren Energien ausweisen. Diese Transparenz informiert potenzielle Käufer oder Mieter über die Energiequellen des Gebäudes und trägt zur Förderung erneuerbarer Energien bei.
- Verlängerung der Nutzungsdauer für Gebäude zur Unterbringung geflüchteter Menschen - § 102 (4) Befreiungen: Für Gebäude, die zur Unterbringung von geflüchteten Menschen genutzt werden, kann die Nutzungsdauer verlängert werden. Dies ermöglicht es, diese Gebäude länger zu nutzen, ohne sofortige umfassende energetische Sanierungen durchführen zu müssen. [2]

Die Entwicklung der Energieeinspar- und Klimaschutzgesetze in Deutschland umfasst bedeutende gesetzliche Meilensteine von den 1970er Jahren bis heute. Im Folgenden wird ein historischer Überblick über das Energieeinsparrecht in Deutschland präsentiert, einschließlich der wesentlichen Entwicklungen und Meilensteine der gesetzlichen Regelungen zur Energieeinsparung und zum Klimaschutz im Gebäudebereich. Ergänzend wird dieser Überblick auch in Abbildung 2 anschaulich dargestellt.

1970er bis 1990er Jahre:

- EnEG 1976 (Energieeinspargesetz): Einführung des Energieeinspargesetzes als erstes umfassendes Regelwerk zur Energieeinsparung in Gebäuden.
- WärmeschutzV 1977 (Wärmeschutzverordnung): Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung, die Mindestanforderungen an den Wärmeschutz von Gebäuden festlegte.
- WärmeschutzV 1984 und 1995: Weitere Verschärfungen der Wärmeschutzverordnung zur Reduzierung des Energieverbrauchs.

2000er Jahre:

- EPBD 2002 (EU-Gebäuderichtlinie): Einführung der europäischen Gebäuderichtlinie, die alle EU-Mitgliedstaaten dazu verpflichtet, Maßnahmen zur Energieeffizienz in Gebäuden zu ergreifen.
- EnEV 2002 (Energieeinsparverordnung): Ablösung der Wärmeschutzverordnung durch die Energieeinsparverordnung, die umfassendere Anforderungen an die Energieeffizienz von Neubauten und Bestandsgebäuden stellte.
- EnEV 2004 und 2007: Weitere Verschärfungen der Energieeinsparverordnung und Einführung des Energieausweises für Bestandsgebäude.
- EnEG 2005 und 2009: Anpassungen des Energieeinspargesetzes.
- EEWärmeG 2009: Einführung des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes zur Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmebereich.

2010er Jahre:

- EPBD 2010 und 2018: Aktualisierungen der EU-Gebäuderichtlinie.
- EnEG 2013: Weitere Anpassungen des Energieeinspargesetzes.
- EnEV 2014: Weitere Verschärfung der Energieeinsparverordnung.
- Klimaschutzgesetz 2019: Einführung des Bundes-Klimaschutzgesetzes zur verbindlichen Festlegung von Klimazielen.

2020er Jahre:

- Koalitionsvertrag 2021: Vereinbarungen zur Förderung der Energieeffizienz und zum Klimaschutz.
- Klimaschutzgesetz 2021: Weitere Anpassungen des Klimaschutzgesetzes.
- BEHG 2023 (Brennstoffemissionshandelsgesetz): Einführung des Brennstoffemissionshandelsgesetzes zur Bepreisung von CO_2-Emissionen.
- GEG 2020 und 2023 (Gebäudeenergiegesetz): Einführung des Gebäudeenergiegesetzes, das EnEG, EnEV und EEWärmeG zusammenfasst und den Primärenergiebedarf weiter reduziert.
- CO2KostAufG 2023 (Kohlendioxidkostenaufteilungsgesetz): Gesetz zur Aufteilung der CO_2-Kosten zwischen Vermieter und Mieter.
- GEG 2024: Anhebung der Nutzungspflicht erneuerbarer Energien auf 65 %.

Ziel:

- Das langfristige Ziel ist ein klimaneutraler Gebäudebestand bis 2045.

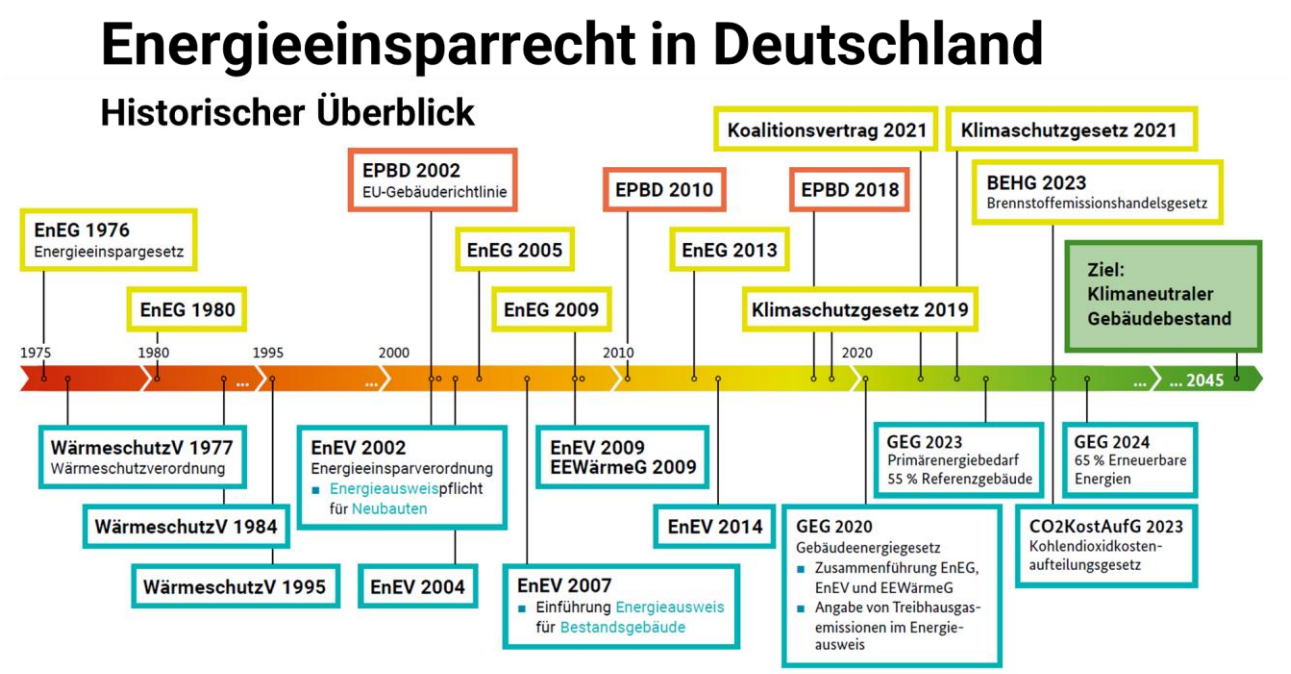


Abbildung 2: Energiesparrecht in Deutschland – Historischer Überblick [3]

Um die Nutzungspflicht von 65 % erneuerbarer Energien zu erfüllen, stehen verschiedene Heizsysteme zur Verfügung, die unterschiedliche Ansätze zur Wärmebereitstellung bieten. Im Folgenden werden Heiztechnologien vorgestellt, die durch den Einsatz erneuerbarer Energiequellen oder deren Kombinationen dazu beitragen können, die festgelegten Anforderungen zu erfüllen:

- Wärmenetz: Ein leitungsgebundenes System zur Versorgung mehrerer Gebäude mit thermischer Energie, bei dem ein Wärmeträgermedium die Wärme von einer zentralen Energiequelle zu den Verbrauchern transportiert. Stammt die Energiequelle aus erneuerbaren Energien, tragen Wärmenetze zur Erfüllung der Anforderungen bei.
- Wärmepumpe: Eine Heizung, die Umweltwärme (aus Luft, Wasser oder Erde) aufnimmt und mittels elektrischer Energie in nutzbare Wärme umwandelt. Wärmepumpen sind sehr effizient und können mit erneuerbarem Strom betrieben werden.
- Stromdirektheizung: Heizsysteme, die elektrische Energie direkt in Wärme umwandeln. Wenn der Strom aus erneuerbaren Quellen stammt, kann diese Technologie die Anforderungen erfüllen.
- Solarthermische Heizung: Nutzt Sonnenkollektoren, um Sonnenenergie in Wärme umzuwandeln. Diese Wärme kann direkt für Heizung und Warmwasser genutzt werden.
- Flüssige oder gasförmige Biomasse: Heizsysteme, die flüssige oder gasförmige Biomasse (wie Biogas oder Bioöl) verbrennen, um Wärme zu erzeugen. Diese Brennstoffe stammen aus erneuerbaren Quellen.
- Wasserstoff-Heizung: Heizsysteme, die Wasserstoff verbrennen. Wenn der Wasserstoff aus erneuerbaren Energiequellen gewonnen wird (grüner Wasserstoff), trägt dies zur Erfüllung der Anforderungen bei.
- Feste Biomasse: Heizsysteme, die feste Biomasse (wie Holzpellets oder Hackschnitzel) verbrennen. Diese Materialien stammen aus erneuerbaren Quellen und können nachhaltig produziert werden.

- Wärmepumpen-Hybridheizung: Eine Kombination aus einer Wärmepumpe und einem zusätzlichen Heizsystem (z.B. Gas- oder Ölkessel) zur Deckung des Spitzenbedarfs. Der überwiegende Teil der Wärme wird durch die Wärmepumpe bereitgestellt.
- Solarthermie-Hybridheizung: Eine Kombination aus solarthermischer Heizung und einem zusätzlichen Heizsystem. Die Sonnenenergie deckt einen großen Teil des Wärmebedarfs, während das zusätzliche System bei Bedarf einspringt.

2.6.2 Wärmeplanungsgesetz - WPG

Das WPG ist eine wichtige gesetzliche Grundlage in Deutschland, die die kommunale Wärmeplanung und -strategie regelt. Ziel des Gesetzes ist es, bis spätestens 2045 eine kosteneffiziente, nachhaltige, sparsame, bezahlbare, resiliente und treibhausgasneutrale Wärmeversorgung zu erreichen und Endenergieeinsparungen zu erzielen. §1 betont die Umstellung auf erneuerbare Energien oder Abwärme bis 2045 und ermöglicht den Ländern, ein früheres Zieljahr festzulegen. §2 legt Ziele für die leitungsgebundene Wärmeversorgung fest, einschließlich eines Anteils von 50 % erneuerbarer Energien ab 2030, den Ausbau von Wärmenetzen und die vorrangige Berücksichtigung erneuerbarer Energien in Schutzgüterabwägungen bis 2040. Die Bundesregierung soll bis Ende 2030 über die Anwendung dieser Regelung berichten und bei Bedarf gesetzgeberische Maßnahmen vorschlagen.

Das WPG legt die Verpflichtung zur Erstellung von Wärmeplänen gemäß §4 fest. Diese Verpflichtung betrifft Gemeindegebiete, wobei unterschiedliche Zeitrahmen je nach Einwohnerzahl gelten. Für Gemeinden mit über 100.000 Einwohnern (Stand: 1. Januar 2024) muss der Wärmeplan bis zum 30. Juni 2026 erstellt werden, während für Gemeinden mit 100.000 Einwohnern oder weniger (Stand: 1. Januar 2024) die Frist bis zum 30. Juni 2028 reicht. Gemeindegebiete mit weniger als 10.000 Einwohnern können ein vereinfachtes Verfahren durch gemeinsame Wärmeplanung nutzen. Liegenschaften des Bundes für Landes- oder Bündnisverteidigung sind von der Wärmeplanung ausgenommen, es sei denn, das Bundesministerium der Verteidigung stimmt dem Unterfangen zu. Bereits beplante Gebiete müssen keine erneute Durchführung vornehmen, wenn entweder ein Wärmeplan gemäß Landesrecht vor den Umsetzungsfristen erstellt und veröffentlicht wurde oder ein Beschluss zur Durchführung bis zum 1. Januar 2024 vorliegt und der Plan bis zum 30. Juni 2026 erstellt und veröffentlicht wurde und im Wesentlichen den Anforderungen des Gesetzes entspricht.

Gemäß §6 ist die planungsverantwortliche Stelle für die Wärmeplanung im beplanten Gebiet verantwortlich und kann Dritte beauftragen, um sie bei der Erfüllung dieser Aufgabe zu unterstützen. Im Rahmen der Wärmeplanung müssen (gemäß §7) verschiedene Parteien beteiligt werden, darunter die Öffentlichkeit, Behörden, Energieversorgungs- und Wärmenetz-Betreiber, zukünftige Betreiber, die betroffene Gemeinde oder Gemeindeverband, sowie das Bundesministerium der Verteidigung und Behörden für Liegenschaften der verbündeten Streitkräfte gemäß Abkommen. Weitere Parteien können auf Anfrage der planungsverantwortlichen Stelle beteiligt werden, wenn ihre Interessen berührt werden oder ihre Beteiligung Vorteile bzw. einen Mehrwert bietet. Die beteiligten Parteien müssen allerdings sicherstellen, dass ihre Mitwirkungshandlungen nicht gegen Wettbewerbsbeschränkungen verstoßen. Bei der Wärmeplanung für deutsche Grenzgebiete können auch informell die zuständigen Hoheitsträger oder andere Betroffene jenseits der Bundesgrenze beteiligt werden.

Im Rahmen der Mitwirkung teilen bestimmte Beteiligte gemäß §8 ihre Planungen über den Aus- oder Umbau von Strom-, Gas- oder Wärmenetzinfrastruktur im beplanten Gebiet mit der planungsverantwortlichen Stelle. Diese Beteiligten müssen bei ihren Aus- oder Umbauplanungen die Darstellungen

des Wärmeplans berücksichtigen. Die planungsverantwortliche Stelle hat die Wärmeplanung gemäß §9 so auszurichten, dass sie die nationalen Ziele des Bundes-Klimaschutzgesetzes berücksichtigt. Dabei sind vorliegende Planungen, Transformationspläne, Machbarkeitsstudien, Wärmenetzausbau- und -dekarbonisierungsfahrpläne, allgemeine physikalische, technische und energiewirtschaftliche Grundsätze sowie wissenschaftlich fundierte Annahmen mit einzubeziehen.

Die planungsverantwortliche Stelle hat außerdem das Recht, Daten in schriftlicher und elektronischer Form zu verarbeiten, um ihre Aufgaben zu erfüllen. Die Verarbeitung von Endenergieverbräuchen von Gas oder Wärme ist jedoch nur aggregiert für mindestens fünf benachbarte Hausnummern erlaubt. Daten, die für die Wärmeplanung benötigt werden, können von Statistikämtern und anderen öffentlichen Datenbanken erhoben werden, sofern keine gesetzlichen Bestimmungen dagegensprechen. Daten zu Heizungsanlagen und Wärmenetzen dürfen jedoch nur mit Zustimmung des Bundesministeriums der Verteidigung oder der zuständigen Bundesbehörde für Liegenschaften verbündeter Streitkräfte verarbeitet werden.

Die Verarbeitung von Daten zu anderen Zwecken als den ursprünglich erhobenen ist zulässig, wenn es sich nicht um personenbezogene Daten handelt und dies im öffentlichen Interesse liegt, beispielsweise für städtebauliche Förderungskonzepte. Behörden des Bundes oder der Länder sowie Betreiber von Energieversorgungsnetzen und anderen Einrichtungen sind zur Auskunft für Erhebungen verpflichtet. Die planungsverantwortliche Stelle kann angemessene Fristen zur Datenübermittlung setzen und Maßnahmen zur Einhaltung der Auskunftspflicht anordnen, wenn ein Auskunftspflichtiger seinen Verpflichtungen nicht nachkommt.

Es ist jedoch von großer Wichtigkeit, dass die planungsverantwortliche Stelle bei der Datenverarbeitung geltende EU-Rechtsakte sowie nationale Rechtsvorschriften zur Vertraulichkeit, Sicherheit und Datenschutz beachten muss. Es müssen angemessene technische und organisatorische Maßnahmen ergriffen werden um die Vertraulichkeit und Sicherheit der Daten sowie den Datenschutz zu gewährleisten. Veröffentlichungen von Wärmeplänen dürfen keine personenbezogenen Daten, Betriebs- oder Geschäftsgeheimnisse enthalten und Daten, die die Bundeswehr oder verbündete Streitkräfte betreffen, dürfen nicht ohne Zustimmung der entsprechenden Behörde veröffentlicht werden. Personenbezogene Daten sollen, wenn möglich, pseudonymisiert/anonymisiert werden. Werden personenbezogene Daten nicht mehr benötigt, müssen sie sofort gelöscht werden. Es besteht zwar keine Pflicht zur Information der betroffenen Personen gemäß der Datenschutz-Grundverordnung, aber die planungsverantwortliche Stelle muss die Information ortüblich bekannt machen.

Die Wärmeplanung selbst beinhaltet viele verschiedene Schritte. Diese umfassen den Beschluss oder die Entscheidung zur Durchführung der Wärmeplanung, Eignungsprüfungen, Bestands- und Potenzialanalysen sowie die Entwicklung eines Zielszenarios und einer Umsetzungsstrategie. Die Öffentlichkeit wird über den Beschluss informiert, und die Ergebnisse der Eignungsprüfung werden veröffentlicht. Nach Durchführung dieser Schritte erstellt die planungsverantwortliche Stelle einen Entwurf für das Zielszenario, die Einteilung des Gebiets in Wärmeversorgungsgebiete und die optimale Umsetzungsstrategie. Die Öffentlichkeit, Behörden und andere Beteiligte haben die Möglichkeit zur Einsicht- und Stellungnahme.

Die Eignungsprüfung untersucht die Eignung des Gebiets für Wärme- oder Wasserstoffnetze. Gebiete, die sich nicht für solche Netze eignen, unterliegen einer verkürzten Wärmeplanung. Die

Fortschreibung des Wärmeplans erfolgt alle fünf Jahre für ungeeignete Gebiete, um Änderungen in der Eignung zu berücksichtigen bzw. erneut zu überprüfen. Die Bestandsanalyse ermittelt den aktuellen Wärmebedarf, die genutzten Energieträger und die vorhandenen Wärmeerzeugungsanlagen im Gebiet. Die Potenzialanalyse quantifiziert Potenziale zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und zur Energieeinsparung.

Das Zielszenario beschreibt die langfristige Entwicklung der Wärmeversorgung basierend auf den Ergebnissen der Analysen und unter Beteiligung der betroffenen Akteure. Die Einteilung des Gebiets in Wärmeversorgungsgebiete und die Darstellung der Wärmeversorgungsarten werden ebenfalls berücksichtigt. Die planungsverantwortliche Stelle kann Maßnahmen zur Umsetzung identifizieren und realisieren.

Für Gemeindegebiete mit mehr als 45.000 Einwohnern müssen Wärmepläne zusätzliche Anforderungen erfüllen, wie die Einhaltung des Grundsatzes der Energieeffizienz und die Analyse von Finanzierungsmöglichkeiten. Ein vereinfachtes Verfahren für die Wärmeplanung reduziert den Beteiligtenkreis und ermöglicht den Ausschluss eines Wasserstoffnetzes für Teilgebiete unter bestimmten Bedingungen.

Der Wärmeplan enthält zudem eine Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse der durchgeführten Wärmeplanung sowie eine Dokumentation des Fertigstellungszeitpunkts. Die wesentlichen Bestandteile des Wärmeplans umfassen die Ergebnisse der Eignungsprüfung, Bestands- und Potenzialanalysen, das Zielszenario, die Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete, die Darstellung der Wärmeversorgungsart für das Zieljahr und die Umsetzungsmaßnahmen. Der Wärmeplan wird durch das zuständige Gremium oder die zuständige Stelle beschlossen und im Internet veröffentlicht. Es ist jedoch zu beachten, dass der Wärmeplan keine rechtliche Außenwirkung hat und keine einklagbaren Rechte oder Pflichten begründet.

Gemäß §24 kann durch Landesrecht bestimmt werden, dass die planungsverantwortliche Stelle den Wärmeplan einer durch Landesrecht bestimmten Stelle anzeigen muss.

Die Fortschreibung des Wärmeplans gemäß §25 erfolgt alle fünf Jahre durch die planungsverantwortliche Stelle. Dabei werden die ermittelten Strategien und Maßnahmen zur Wärmeversorgung überprüft und bei Bedarf überarbeitet und aktualisiert. Die Entwicklung der Wärmeversorgung bis zum Zieljahr für das gesamte beplante Gebiet wird im Zuge der Fortschreibung aufgezeigt. Prüfgebiete können bis zum Zieljahr als voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete dargestellt werden, wenn eine andere Art der Wärmeversorgung geplant ist. Die Bestimmungen des Gesetzes gelten auch für die Fortschreibung bestehender Wärmepläne nach §5, wobei ab dem 1. Juli 2030 die Vorgaben dieses Gesetzes zu berücksichtigen sind, sofern keine Maßnahmen oder Projekte bereits vor dem 1. Januar 2024 begonnen wurden.

Die planungsverantwortliche Stelle oder eine andere durch Landesrecht bestimmte Stelle ist in der Lage, unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Wärmeplanung eine Entscheidung über die Ausweisung eines Gebiets zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder als Wasserstoffnetzausbaugebiet treffen. Diese Entscheidung erfolgt grundstücksbezogen, und es besteht kein Anspruch auf die Einteilung eines bestimmten Grundstücks zu einem solchen Gebiet. Die Durchführung einer strategischen Umweltprüfung gemäß den Vorschriften des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung bleibt unberührt, und im Falle eines bestehenden Wärmeplans sind die Ergebnisse dieses

Plans zu berücksichtigen. Die Entscheidung hat keine rechtliche Außenwirkung bezüglich der tatsächlichen Nutzung einer bestimmten Wärmeversorgungsart oder -infrastruktur.

Die Entscheidung gemäß §27 entspricht einer Entscheidung nach dem Gebäudeenergiegesetz und verpflichtet nicht zur Nutzung einer spezifischen Wärmeversorgungsart oder Infrastruktur. Entscheidungen über die Ausweisung solcher Gebiete sind in Aufstellungs-, Änderungs- oder Aufhebungsprozessen von Bauleitplänen und anderen flächenbedeutsamen Planungen oder Maßnahmen zu berücksichtigen. Die planungsrechtliche Zulässigkeit und Genehmigung von Vorhaben zur Umsetzung der Wärmeplanung und der Entscheidung gemäß §26 richten sich nach den geltenden rechtlichen Grundlagen.

In Bezug auf die Transformation von Gasverteilernetzen kann die planungsverantwortliche Stelle im Wärmeplan darstellen, welche Grundstücke an einem bestehenden oder geplanten Gasverteilernetz liegen, um Gebäudeeigentümer zu informieren, die eine Heizungsanlage mit grünem Methan betreiben oder betreiben wollen. Die Eignung für eine Versorgung mit grünem Methan im Zieljahr wird für jedes beplante Teilgebiet, das als Prüfgebiet ausgewiesen ist und ein Gasverteilernetz hat oder plant, bestimmt und entsprechend dargestellt. Der Betreiber eines bestehenden Gasverteilernetzes muss der planungsverantwortlichen Stelle unaufgefordert mitteilen, wenn er sein Netz vom vorgelagerten Netz entkoppelt oder die Gasversorgung einschränkt oder einstellt. Diese Informationen werden im Rahmen der Wärmeplanung berücksichtigt, und der erwartete Bedarf an grünem Methan für das Zieljahr wird an die zuständige Stelle nach Landesrecht gemeldet.

Gemäß Teil 3 des Gesetzes sind Betreiber von Wärmenetzen verpflichtet, einen bestimmten Anteil erneuerbarer Energien in ihren Netzen zu gewährleisten. Ab dem 1. Januar 2030 muss mindestens 30% der jährlichen Nettowärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien stammen, bis zum 1. Januar 2040 erhöht sich dieser Anteil auf mindestens 80 %. Unter besonderen Umständen können Fristverlängerungen bis zum 31. Dezember 2034 oder 2044 gewährt werden. Es gibt Ausnahmen für komplexe Maßnahmen sowie für Wärmenetze, die vorrangig gewerbliche oder industrielle Verbraucher mit Prozesswärme versorgen, und zusätzliche Regelungen für Wärmenetze mit hohem Anteil an Nutzwärme aus geförderten KWK-Anlagen. Betreiber müssen die Erfüllung dieser Vorgaben gegenüber der zuständigen Behörde bestätigen, und Kunden haben das Recht, Nachweise oder Befreiungen zu verlangen und sich bei Nichterfüllung abzukoppeln. Landesrecht kann strengere Anforderungen festlegen.

Für neue Wärmenetze ab dem 1. März 2025 gilt eine Mindestanforderung von 65 % erneuerbaren Energien an der jährlichen Nettowärmeerzeugung. Ab dem 1. Januar 2024 wird der Biomasseanteil in neuen Wärmenetzen über 50 Kilometer Länge auf maximal 25 % begrenzt, mit Ausnahme von Wärme aus thermischer Abfallbehandlung. Bestehende Anlagen, die Biomasse-Wärme in ein Wärmenetz einspeisen, die bis zum 1. Januar 2024 genehmigt wurden, werden bei der Biomasseanteilsbestimmung nicht berücksichtigt.

Des Weiteren müssen alle Wärmenetze bis zum 31. Dezember 2044 vollständig mit Wärme aus erneuerbaren Energien, unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination betrieben werden, um bis zum 1. Januar 2045 klimaneutral zu sein. Der Biomasseanteil in Wärmenetzen über 50 Kilometer Länge wird ab dem 1. Januar 2045 auf maximal 15 % begrenzt.

Betreiber von nicht vollständig dekarbonisierten Wärmenetzen müssen bis zum 31. Dezember 2026 Ausbau- und Dekarbonisierungsfahrpläne erstellen und ebenfalls alle fünf Jahre überprüfen und aktualisieren. Es gibt Ausnahmen für bestimmte Betreiber und Wärmenetze in Bezug auf die Länge und den Anteil erneuerbarer Wärme. Die Fahrpläne müssen den bestehenden oder geplanten Wärmeplan berücksichtigen. Daten betreffend Bundeswehr oder verbündeter Streitkräfte bedürfen der Zustimmung des Verteidigungsministeriums.

Gemäß den Schlussbestimmungen werden verschiedene Verordnungsermächtigungen den Landesregierungen übertragen. Diese umfassen die Möglichkeit, Pflichten und Aufgaben auf Gemeinden oder andere Rechtsträger zu übertragen und als planungsverantwortliche Stellen zu bestimmen, sowie die Befugnis, Stellen für Entscheidungen gemäß § 26 Absatz 1 und Überprüfungen gemäß §28 (Absatz 5) zu bestimmen. Auch das vereinfachte Verfahren gemäß §22 kann durch Rechtsverordnung näher ausgestaltet werden. Darüber hinaus können die Landesregierungen ein Anzeigeverfahren gemäß § 24 einführen, die zuständige Behörde bestimmen und das Verfahren zur Bewertung nach § 21 Nummer 5 regeln. Zudem können sie die Behörde bestimmen, die für die Überwachung der Pflichten gemäß Teil 3 des Gesetzes zuständig ist.

Des Weiteren sieht das Gesetz vor, dass das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz erstellte Wärmepläne auf einer zentralen Internetseite veröffentlicht. Diese Veröffentlichung erfolgt erstmals sechs Monate nach Ablauf der Fristen in § 4 (Absatz 2). Die Internetseite zeigt den bundesweiten Anteil der Nettowärmeerzeugung in Wärmenetzen aus erneuerbaren Energien für die Jahre 2030, 2040 und den Stichtag 1. Januar 2045. Die Länder müssen dem Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz auf Anforderung die erforderlichen Informationen mitteilen.

Eine Evaluation der Wirkung der Wärmeplanungsregelungen und der Zielerreichung gemäß verschiedenen Absätzen des Gesetzes ist auch vorgesehen. Die Bundesregierung führt die Evaluierung durch und überprüft verschiedene Aspekte, darunter die Wärmeplanerstellung, die Anzahl der erstellten Wärmepläne, Entscheidungen gemäß § 26 Absatz 1, die Gewährleistung der Zielerreichung gemäß §2 (Absatz 1) und §29 (Absatz 1), die Notwendigkeit und Umfang der Biomassebegrenzung in neuen Wärmenetzen und die Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff. Die Evaluierung erfolgt zu verschiedenen Zeitpunkten bis zum Jahr 2045, um sicherzustellen, dass die Ziele des Gesetzes erreicht werden. [1]

2.6.3 Landeswärmeplanungsgesetz – LWPG

Das Landeswärmeplanungsgesetz Nordrhein-Westfalen (LWPG) wurde im Dezember 2024 verabschiedet und verpflichtet alle Gemeinden des Bundeslandes, bis spätestens Mitte 2028 kommunale Wärmepläne zu erstellen. Großstädte über 100.000 Einwohner haben hierfür eine Frist bis zum 30. Juni 2026. Ziel des Gesetzes ist es, eine flächendeckende Wärmeplanung einzuführen, um eine effiziente, wirtschaftliche und klimafreundliche Wärmeversorgung sowie den Klimaschutz zu fördern.

Wesentliche Punkte des LWPG NRW:

- Verantwortung der Gemeinden: Die Erstellung der Wärmepläne liegt in der Zuständigkeit der einzelnen Gemeinden, die dabei als planungsverantwortliche Stellen agieren.
- Finanzielle Unterstützung: Das Land gewährt den Gemeinden einen Belastungsausgleich für die Erstellung der Wärmepläne.

- Datenmanagement und Monitoring: Das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) stellt den Gemeinden Grundlagendaten für die Wärmeplanung bereit und übernimmt das Monitoring der kommunalen Wärmeplanung. Nach Fertigstellung der Wärmepläne sind die Ergebnisse in Form einer Datenzusammenstellung an das LANUV zu übermitteln.

2.7 Energiebedarf in Deutschland

Der Energiebedarf in Deutschland lässt sich in die Sektoren Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (GHD), Verkehr und Industrie unterteilen. Innerhalb dieser Sektoren kann der Energiebedarf weiter in Nutzenergieformen und Energieträger differenziert werden. Der Energiebedarf in den verschiedenen Sektoren sowie die Aufteilung nach Energieträgern und Verwendung wird in Abbildung 3 dargestellt. Es lassen sich folgende Erkenntnisse zusammenfassen:

- Haushalte, Verkehr und Industrie haben mit jeweils ca. 650 TWh einen ähnlichen Energiebedarf, während der GHD-Sektor mit ca. 360 TWh etwa 45 % weniger Energie benötigt.
- In den Haushalten ist der Bedarf an Raumwärme besonders hoch, was auch im GHD-Sektor ähnlich ist.
- In der Industrie dominiert die Prozesswärme, während im Verkehrssektor die mechanische Energie im Vordergrund steht.
- Im Wärmebereich ist Erdgas der vorherrschende Energieträger. Strom bzw. elektrische Energie fungiert als eine Art Universalenergieträger, der in fast allen Bereichen genutzt wird.

Die aktuellen Daten zeigen Trends, die Rückschlüsse auf die zukünftige Entwicklung des Energiebedarfs und der Energienutzung zulassen. Durch die Elektrifizierung werden Bereiche wie die Raumwärmebereitstellung, beispielsweise mittels Wärmepumpen, und die Mobilität durch Elektrofahrzeuge deutlich effizienter. Allerdings stellt die Ablösung von Gas- und Ölheizungen durch klimaneutrale Technologien eine enorme Herausforderung dar. Der Technologiewechsel in der Heizungsbranche hängt stark von der Netzebene ab und hat massive Auswirkungen auf alle Netzinfrastrukturen. Derzeit wird der Großteil der Gebäude über das Erdgasnetz versorgt, ergänzt durch nicht leitungsgebundene Technologien wie Ölheizungen. In Zukunft wird es entscheidend sein, welche Netzinfrastrukturen in welchem Umfang genutzt werden. Die folgenden Punkte fassen die erwarteten Veränderungen zusammen:

- Das Stromnetz wird stark an Wichtigkeit gewinnen.
- Fern- und Nahwärmenetze werden ausgebaut.
- Nicht leitungsgebundene Heizungssysteme, insbesondere Ölheizungen, werden gezwungen sein, auf strom-, gas- oder wärmenetzgekoppelte Systeme umzusteigen.
- Das Erdgasnetz wird stark an Wichtigkeit verlieren und Wasserstoffnetze werden Erdgasnetze teilweise ablösen

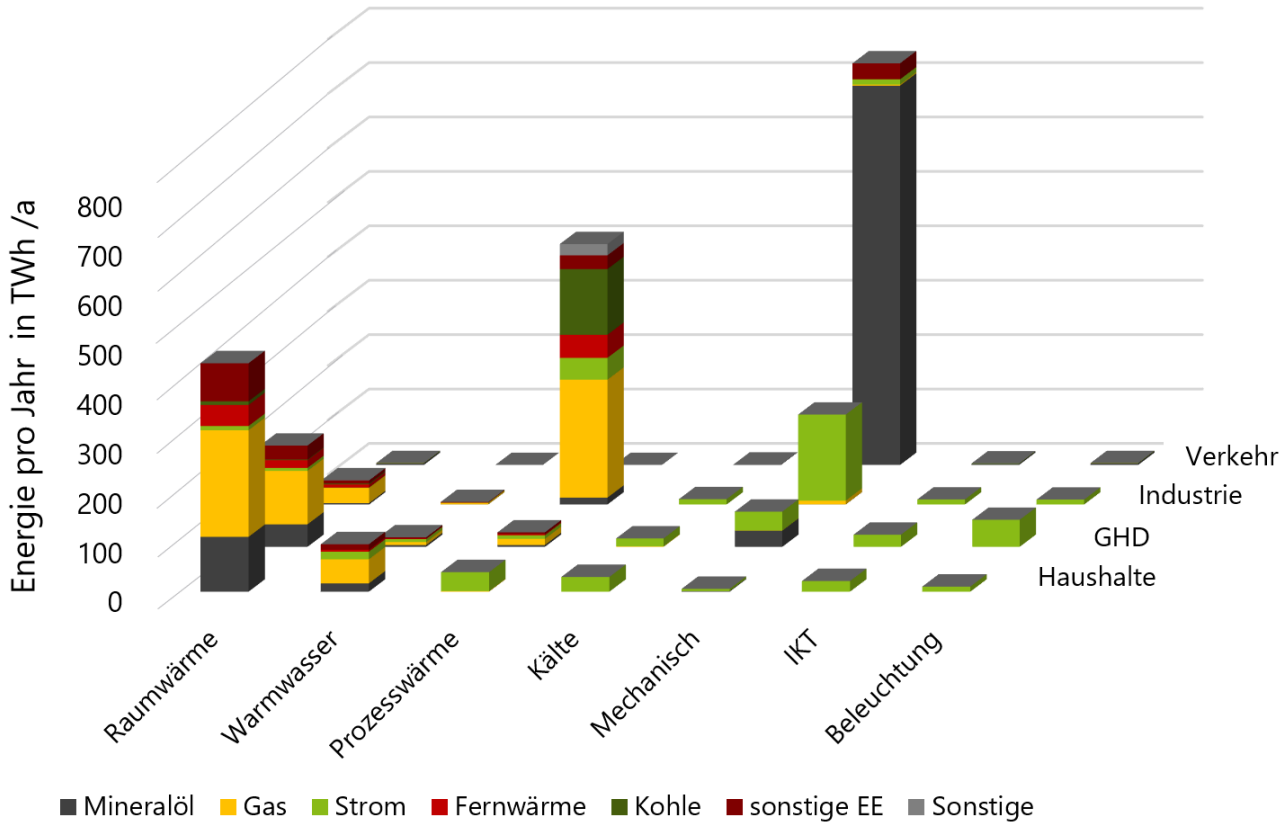


Abbildung 3: Energiebedarf in Deutschland in den Sektoren Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen, Verkehr und Industrie aufgeteilt nach Energieträgern und Verwendung [4]

2.8 Detaillierte Analyse des Wärmbedarfes

2.8.1 Raumwärmebedarf

2.8.1.1 Gebäudetypen und -alter

Die Bauentwicklung in Deutschland hat über die Jahrzehnte hinweg erhebliche Veränderungen und Fortschritte erlebt. Von handwerklich geprägten Techniken in der vorindustriellen Phase bis hin zu modernen energieeffizienten Gebäuden spiegeln die Bauweisen und Normen den technischen Fortschritt und die gesellschaftlichen Bedürfnisse wider. Insbesondere der Wärmeschutz hat in den letzten 100 Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen, nicht zuletzt durch ökologische, ökonomische und rechtliche Anforderungen. Die folgenden Abschnitte geben einen Überblick über die unterschiedlichen Bauphasen und die Entwicklungen im Bereich des Wärmeschutzes, die maßgeblich zur heutigen Baupraxis beigetragen haben. Diese Informationen sind auch in Tabelle 1 zusammengefasst und veranschaulicht.

Tabelle 1: Charakterisierung der Wohngebäude nach Baujahresklassen nach IWU [5]

Zeitraum	Charakterisierung
<1919	Vorindustrielle Phase, handwerklich geprägte Bautechniken, aufbauend auf Erfahrungen, kaum gesetzliche Regelungen; Fachwerk mit Strohlehm-Ausfachung; Gründerzeit: Ausdehnung der Städte und einsetzende Industrialisierung, Standardisierung und Normung der Bauweisen;
1919 – 1948	zunehmende Industrialisierung der Baustoffherstellung, Verwendung kostengünstiger und einfacher Materialien sowie materialsparender Konstruktionen, nationale Standardisierung und Normung Dominanz von ein- und zweischaligen Mauerwerksbauten, massive Kellerdecken, etwas verbesserter Wärmeschutz durch verstärkten Einsatz von Bauelementen mit Luftkammern
1949 – 1979	einfache Bauweise der Nachkriegszeit, häufig mit Trümmer-Materialien, Weiterentwicklung der Normen, Einführung von Anforderungen für den sozialen Wohnungsbau, Einführung der DIN 4108 „Wärmeschutz in Hochbau" (1952)
1979 – 1986	im Einfamilienhaus-Bereich ausgelöst durch 1. Ölkrise erhält der Wärmeschutz größere Bedeutung; 1. Wärmeschutzverordnung als Folge der Ölkrise; auch in der DDR verbesserte wärmetechnische Anforderungen (Rationalisierungsstufe 11) bei monolithischen Wänden immer kleinere Luftkammern bzw. porosierte Materialien
1987 – 1995	2. Wärmeschutzverordnung (WSchV 84); in der DDR weiter verbesserter Wärmeschutz erste Niedrigenergiehäuser im Markt vertreten, teilweise gefördert durch regionale / Landesprogramme
1996 – 2004	3. Wärmeschutzverordnung (WSchV 95)
> 2001	Energieeinsparverordnung EnEV 2002 und weitere EnEV 2009 und KFW-Effizienzhäuser

2.8.1.2 Typische Heizwärmebedarfe

Tabelle 2 gibt eine Übersicht über den Heizwärmebedarf von Gebäuden in Abhängigkeit vom Baujahr und zeigt die Entwicklung der energetischen Anforderungen im Laufe der Zeit. Unsanierte Altbauten haben den höchsten Heizwärmebedarf, während dieser bei Neubauten, insbesondere nach 2002, deutlich geringer ausfällt. Der spezifische Wärmebedarf, also die benötigte Heizleistung pro Quadratmeter, sinkt ebenfalls kontinuierlich mit dem Baujahr. Neuere Gebäude benötigen weniger Heizfläche und können mit niedrigeren Systemtemperaturen betrieben werden, was auf eine verbesserte Wärmedämmung und energieeffiziente Bauweise zurückzuführen ist. Die Tabelle verdeutlicht, wie sich der Energieverbrauch und die technischen Anforderungen an Heizsysteme im Zuge fortschreitender Bauvorschriften und technologischer Entwicklungen verändert haben.

Tabelle 2: Typische Heizwärmebedarfe von Wohngebäuden [6]

Baujahr der Gebäude	Heizwärme-bedarf in kWh/m²a	spez. Wärmebedarf in W/m²	Wärmebedarf Wohnraum[1] in W	notwendige Heizfläche[1] in m²	notwendige Übertemperatur[2] in K	mögliche Systemtemperatur[2] in °C
unsanierter Altbau	360-440	180-220	4.000	10	62,5	90/70
bis 1977	280-360	140-180	3.200	8	50	80/60
1977 - 1983	200-260	100-130	2.300	5,75	35,9	65/45
1984 - 1994	140-180	70-90	1.600	4	25	55/35
1995 - 2001	100-120	50-60	1.100	2,75	17,2	45/30
> 2002	70-80	35-40	800	2	12,5	38/28

[1] Beispiel für: Wohnraumgrundfläche 20 m², Wassertemperatur 80/60°C, Lufttemperatur 20°C, Δt = 50 K, k = 8 W/m² K (U-Wert), bei 2000 Heizstunden pro Jahr. Q= k x F x Δt (Mittelwerte).

[2] Bei der Übertemperatur und Systemtemperatur handelt es sich um Richtwerte bei konstanter angenommener Heizfläche F = 8 m²

Tabelle 3 zeigt die Entwicklung der Heizlastdichte (in Watt pro Quadratmeter) für verschiedene Gebäudetypen, abhängig vom Baujahr. Die Heizlastdichte beschreibt die erforderliche Heizleistung pro Fläche und nimmt bei jüngeren Gebäuden kontinuierlich ab. Freistehende Einfamilienhäuser haben generell den höchsten Heizbedarf, während Reihenmittelhäuser und größere Mehrfamilienhäuser die geringste Heizlastdichte aufweisen. Die Werte verdeutlichen, dass durch verbesserte Bauweisen und Dämmstandards ab etwa 1978 deutlich geringere Heizlasten erforderlich wurden. Ab 1995 fallen die Werte nochmals stark ab, was auf strengere Energiestandards und eine verstärkte Ausrichtung auf energieeffizientes Bauen hinweist.

Tabelle 3: Heizlastdichte in W/m² für unterschiedliche Baujahre und Gebäudetypen [6]

Baujahr	bis 1958	1959-68	1969-73	1974-77	1978-83	1984-94	ab 1995
Gebäude	Heizlastdichte in W/m²						
Einfamilien-haus freiste-hend	180	170	150	115	95	75	60
Reihenhaus-endhaus	160	150	130	110	160	90	55
Reihenhaus-mittelhaus	140	130	120	100	140	85	50
Mehrfamili-enhaus - bis 8 WE	130	120	110	75	65	60	45
Mehrfamili-enhaus - über 8 WE	120	110	100	70	60	55	40

2.8.1.3 Trinkwarmwasseraufbereitung

Die Warmwasseraufbereitung ist neben der Raumwärme ein wesentlicher Bestandteil des Wärmebedarfs von Haushalten. Technisch kann diese entweder in Kombination mit dem Heizungssystem oder separat organisiert werden. Abbildung 4 zeigt, dass in Deutschland die kombinierte Bereitstellung von Heizung und Warmwasser dominiert. Über alle Gebäude hinweg beträgt der Anteil dieser kombinierten Systeme 77 %, und mit zunehmend jüngerem Baujahr steigt dieser Anteil auf 90 %. Daher wird davon ausgegangen, dass der Trend zur integrierten Warmwasseraufbereitung in modernen Gebäuden weiterhin zunehmen wird.

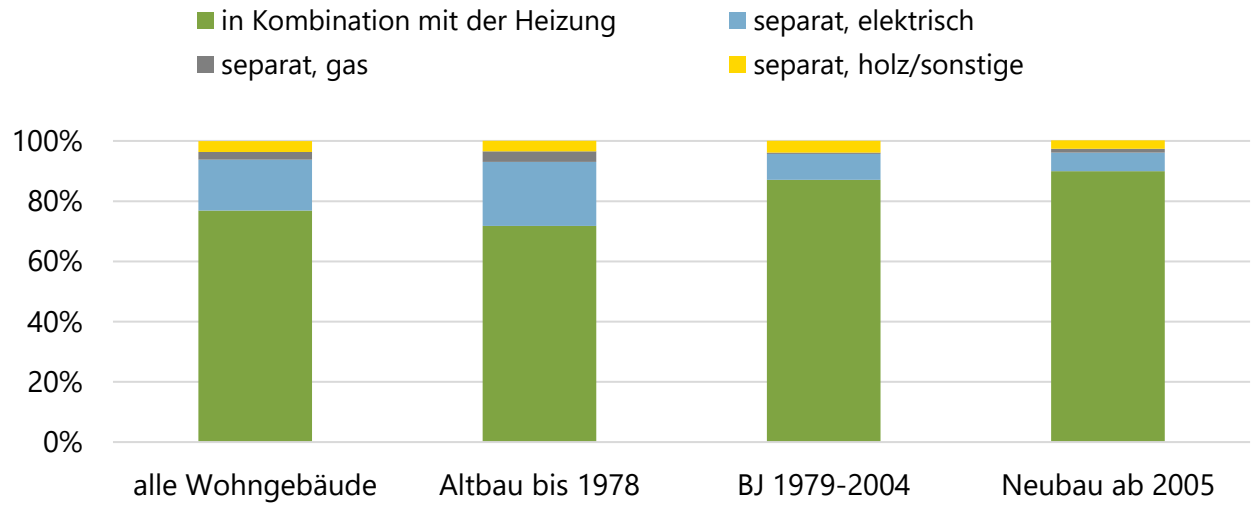


Abbildung 4: Trinkwassererhitzung nach Gebäudetyp [7]

2.8.1.4 Jahresdauerlinie Haushaltswärmebedarf

Die Jahresdauerlinie zeigt den Wärmeleistungsbedarf von Haushalten eines Jahres geordnet von den höchsten zu den niedrigsten Werten. Die Grundlast resultiert aus dem Trinkwarmwasserbedarf, welcher ganzjährig vorliegt. Die Raumwärme hingegen wird nur in der Heizperiode benötigt und hat ihren Hochpunkt an den kältesten Tagen des Jahres. In Abbildung 5 ist eine Jahresdauerlinie beispielhaft dargestellt. Daraus lassen sich u.a. zwei wichtige Kenngrößen erkennen. Die Spitzenleistung und den Jahreswärmebedarf (Integral der Fläche). Mittels der Jahresdauerlinie können Wärmeerzeuger hinsichtlich ihrer Leistung ausgelegt werden. Dies ist insbesondere bei der Kombination mehrerer Erzeuger bspw. in einem Wärmenetz relevant. In Abbildung 7 wird exemplarisch die Jahresdauerlinie einer Wärmeversorgung dargestellt, bei der Wärmeerzeuger kombiniert werden, um eine effiziente Energieversorgung zu gewährleisten. Eine typische Konfiguration besteht aus einem Wärmeerzeuger für die Grundlastdeckung und einem zusätzlichen System zur Abdeckung von Spitzenlasten, wobei häufig Gaskessel zum Einsatz kommen [8].

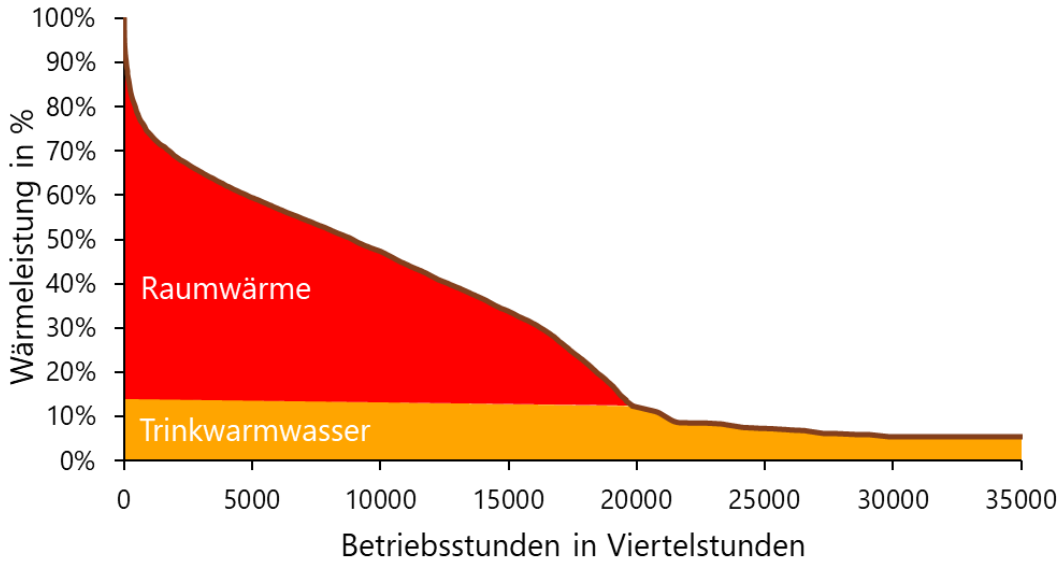


Abbildung 5: Jahresdauerlinie aufgeteilt nach Raumwärme und Trinkwarmwasser [8]

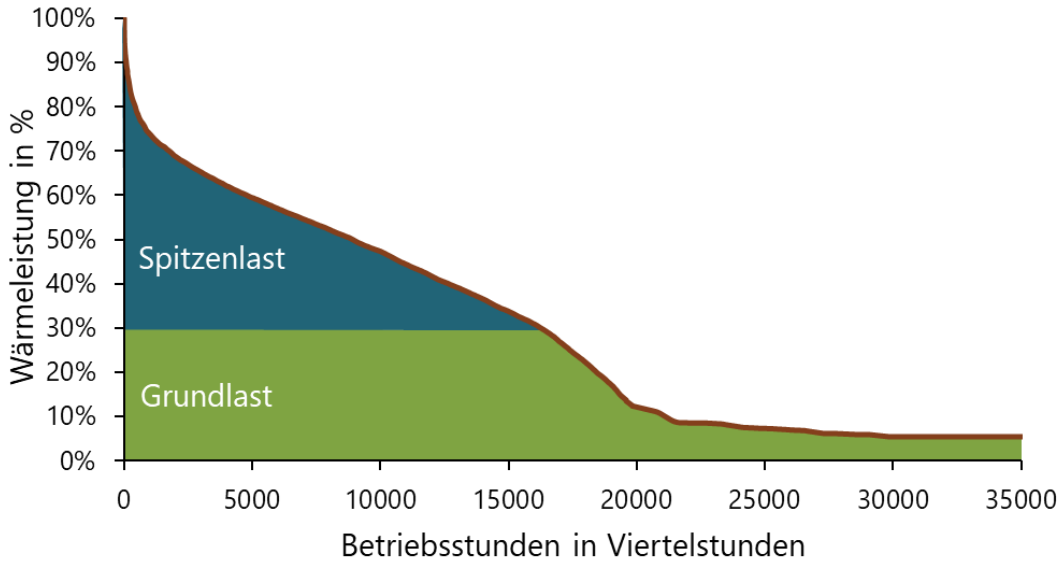


Abbildung 6: Jahresdauerlinie aufgeteilt nach Grundlast und Spitzenlast[8]

2.8.2 Prozesswärmebedarf

Der Prozesswärmebedarf in der Industrie bezieht sich auf die Menge an Wärmeenergie, die benötigt wird, um spezifische Aufgaben in verschiedenen industriellen Prozessen auszuführen. Diese Wärmeenergie ist essenziell für eine Vielzahl von Anwendungen, die zur Herstellung von Produkten oder zur Durchführung bestimmter Verfahren benötigt werden.

Industrielle Prozesse variieren stark in ihren Anforderungen an Wärmeenergie. Beispielsweise benötigen manche Prozesse Wärme zum Schmelzen von Metallen oder Kunststoffen, während andere Wärme für chemische Reaktionen, Trocknungsverfahren, Dampferzeugung oder zur Aufrechterhaltung spezifischer Temperaturen in Produktionsanlagen benötigen. Das Temperaturniveau der benötigten Wärme kann ebenfalls stark variieren, abhängig von den spezifischen Anforderungen des Prozesses. Manche Anwendungen erfordern niedrige Temperaturen nahe der Umgebungstemperatur, während andere Prozesse sehr hohe Temperaturen von mehreren hundert Grad Celsius benötigen können. Die Energiequellen zur Bereitstellung dieser Wärmeenergie sind vielfältig und hängen oft von der Verfügbarkeit, den Kosten und den Umweltüberlegungen ab. Häufig genutzte Energiequellen sind fossile Brennstoffe wie Erdgas und Kohle, erneuerbare Energien wie Biomasse und Solarenergie sowie elektrische Heizsysteme. Die Übertragung und Nutzung der Wärmeenergie erfolgt durch verschiedene technische Systeme wie Öfen, Dampfkessel oder Wärmeübertrager. Effiziente Wärmeübertragung ist entscheidend für die Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit industrieller Prozesse.

Unternehmen führen oft detaillierte Analysen durch, um den spezifischen Wärmebedarf ihrer Prozesse zu bestimmen. Dabei werden Möglichkeiten zur Optimierung der Energieeffizienz und zur Reduzierung der Kosten identifiziert. Dies kann durch die Implementierung von Wärmerückgewinnungssystemen, die Optimierung der Prozessführung oder den Einsatz moderner Technologien wie Wärmepumpen erfolgen.

2.9 Sanierung

2.9.1 Allgemeines

Unter einer Sanierung versteht man im Bauwesen die baulich-technische Wiederherstellung oder Modernisierung einer oder mehrerer Etagen bzw. eines gesamten Bauwerks oder mehrerer Bauwerke, um Schäden zu beseitigen und/oder den Wohnstandard zu erhöhen. In erster Linie geht es um die Werterhaltung der Bausubstanz. Dies betrifft sowohl die Fassade als auch den Kern.

Eine Sanierung geht über die Instandhaltung und Instandsetzung hinaus. Sie kann erhebliche Eingriffe in die Bausubstanz beinhalten wie u. a. Kernsanierung unter Beibehaltung der Fassaden und beinhaltet meist eine Modernisierung. Ein Teilgebiet ist die energetische Sanierung. Für behindertengerechtes Wohnen bzw. Arbeiten kann auch das barrierefreie Bauen Ziel einer Teilmodernisierung sein.

2.9.2 Rolle der EU

Die Europäische Union (EU) spielt eine entscheidende Rolle bei der Festlegung von Standards zur Energieeffizienz und zur Reduzierung der Umweltauswirkungen durch verbindliche Vorgaben wie die Mandatory Minimum Energy Performance Standards. Diese Standards sind Teil eines umfassenderen

Rahmens, der darauf abzielt, den Energieverbrauch zu senken und den Übergang zu einer nachhaltigen Energieversorgung zu fördern.

In der kommunalen Wärmeplanung kommen diese Standards besonders zum Tragen, da sie die Grundlage für die Entwicklung und Umsetzung effizienter Wärmeversorgungssysteme in Städten und Gemeinden bilden. Konkret legen die Standards fest, welche Mindestanforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden und Heizanlagen erfüllt werden müssen. Dies betrifft sowohl Neubauten als auch bestehende Gebäude, insbesondere wenn diese saniert oder modernisiert werden. Für Kommunen bedeutet dies, dass sie bei der Planung ihrer Wärmeinfrastruktur die Einhaltung dieser Standards berücksichtigen müssen. Dies kann die Auswahl energieeffizienter Heiz- und Kühlsysteme, die Verbesserung der Gebäudedämmung, den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien wie Solarenergie oder Biomasse sowie die Implementierung von Fernwärme- oder Kältenetzen umfassen.

Die EU-Richtlinien und Standards fördern auch die Integration innovativer Technologien und erneuerbarer Energiequellen in die kommunale Wärmeplanung. Sie unterstützen Kommunen dabei, ihre Klimaziele zu erreichen, indem sie den CO_2-Ausstoß reduzieren und die Umweltbelastung durch Wärmeerzeugung verringern. Darüber hinaus können Kommunen von Förderprogrammen der EU profitieren, die finanzielle Unterstützung für die Umsetzung energieeffizienter Maßnahmen bereitstellen.

Insgesamt bieten die EU-Richtlinien und die Mandatory Minimum Energy Performance Standards einen wesentlichen Rahmen für die kommunale Wärmeplanung. Sie unterstützen die Entwicklung und Umsetzung nachhaltiger und zukunftsfähiger Wärmeversorgungssysteme, die sowohl wirtschaftliche als auch ökologische Vorteile bieten [9].

2.9.3 Gebäudehülle

Der Aufbau der Gebäudehülle in Deutschland hat sich über die Jahrzehnte hinweg stark verändert, insbesondere in Bezug auf die Verbesserung der energetischen Effizienz und die Reduktion des Energieverbrauchs. Bis in die 1970er Jahre hinein waren Gebäudehüllen oft schlecht gedämmt und bestanden aus massiven Wänden ohne zusätzliche Dämmmaterialien. Fenster waren einfach verglast und boten wenig Wärmeschutz, was zu hohen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werten) führte und zu einem hohen Energieverlust durch die Gebäudehülle.

Mit den energiepolitischen Veränderungen und der Ölkrise in den 1970er Jahren begannen erste Regelungen zur Verbesserung der Wärmedämmung von Neubauten. In den 1980er und 1990er Jahren wurden mehrschichtige Wandaufbauten mit Dämmstoffen wie Polystyrol oder Mineralwolle üblich. Fenster erhielten allmählich Verbesserungen durch den Einsatz von Isolierverglasungen mit niedrigeren U-Werten. Seit den 1990er Jahren wurden die energetischen Anforderungen an Gebäude weiter verschärft, insbesondere durch die Einführung der Energieeinsparverordnung (EnEV) in Deutschland. Die Nutzung hochwertiger Dämmmaterialien wie expandiertem Polystyrol (EPS) oder Polyurethan (PUR) nahm zu, um eine bessere Wärmedämmung zu erreichen. Wände wurden besser isoliert, und Fenster erhielten immer häufiger Dreifachverglasungen mit deutlich niedrigeren U-Werten. Heute sind Neubauten in Deutschland in der Regel so gestaltet, dass sie den Anforderungen des aktuellen Gebäudeenergiegesetzes (GEG) entsprechen. Diese Gesetzgebung legt fest, dass Gebäude einen bestimmten maximalen Energiebedarf pro Quadratmeter und Jahr einhalten müssen, was zu einem sehr niedrigen U-Wert für die Gebäudehülle führt. Moderne Häuser sind oft Passivhaus-Standard oder Niedrigenergiehaus-Standard, was bedeutet, dass sie sehr wenig Energie für Heizung und

Kühlung benötigen. Mögliche Ausführungen der Dämmung für die Wesentlichen Bauteile von Gebäuden sind in Abbildung 7 aufgeführt. Zusammengefasst lässt sich sagen, dass sich der Aufbau der Gebäudehülle in Deutschland erheblich verbessert hat, von ungeeigneten und energieverschwenderischen Konstruktionen zu hochgradig dämmenden und energieeffizienten Gebäudehüllen, die den modernen Anforderungen an Nachhaltigkeit und Umweltschutz gerecht werden.

Bauteil	Mögliche Ausführungen	U-Wert in W/(m²K)
Außenwand	Eichenfachwerk mit Lehmausfachung, Vollziegelmauerwerk, zweischaliges Ziegelmauerwerk, Bimsvollsteine, Gitterziegel, Kalksandlochsteine, Holzständerwand, Wärmedämmverbundsystem	1,90 bis 0,21
Kellerdecke	Holzbalkendecke mit Strohlehmwickel, scheitrechte Kappendecke, Ortbetondecke, Stahlbetondecke, +Trittschalldämmung, Kellerdeckendämmung	1,04 bis 0,30
Oberste Geschossdecke	Holzbalkendecke mit Strohlehmwickel oder mit Blindboden und Lehmschlag, Stahlbetondecke, + Mineralwolle, Dämmplatten	1,22 bis 0,17
Dachschräge	Steildach, ohne Dämmung, Holzschalung, Heraklithplatten unter den Sparren, Mineralwolle zwischen den Sparren, Gipskartonplatten, + Dämmung	1,80 bis 0,13
Fenster	Einfachverglasung in Holzrahmen, Isolierverglasung in Holz- oder Kunststoffrahmen, Holz-Verbundfenster, Zweischeiben-Wärmeschutzverglasung	5,20 bis 1,10

Abbildung 7: Mögliche Ausführungen der wesentlichen Bauteile von Gebäuden hinsichtlich der Dämmung [10]

2.9.4 Temperaturklassen und Heizkörper

Heizungssysteme werden in Hoch-, Mittel- und Niedrigtemperaturklassen unterschieden, basierend auf der Vorlauftemperatur des Heizwassers, das sie benötigen. Die Vorlauftemperatur bezeichnet die Temperatur des Wassers, das den Heizkörpern zugeführt wird, während die Rücklauftemperatur die niedrigere Temperatur des Wassers beschreibt, das nach der Wärmeabgabe zum Wärmeerzeuger zurückfließt. Hochtemperatur-Heizkörper sind für Systeme ausgelegt, bei denen das Heizwasser Temperaturen von 70 bis 90 Grad Celsius erreicht. Mitteltemperatur-Heizkörper arbeiten bei moderaten Vorlauftemperaturen zwischen 50 und 70 Grad Celsius. Niedrigtemperatur-Heizkörper sind für Heizsysteme konzipiert, die mit Vorlauftemperaturen unter 50 Grad Celsius arbeiten, wie es bei modernen Wärmepumpen der Fall ist. Die Effizienz, insbesondere im Zusammenhang mit Wärmepumpen, steigt mit sinkender Systemtemperatur. Eine Übersicht der drei Heizklassen ist in Abbildung 8 dargestellt.

	Heizkörper	Vor- und Rücklauf-temperatur	Effizienz
Hoch-temperatur	Guss-, Rippen- Flach-, Kompakt-heizkörper	90/70 °C	Niedrig
Mittel-temperatur	Niedertemperatur-Konvektoren, Flach-, Kompakt-heizkörper	70/50 °C	Mittel
Niedrig-temperatur	Fußbodenheizung, Niedertemperatur-Konvektoren	40/30 °C	Hoch

Abbildung 8: Temperaturklassen und Heizkörper [11]

2.9.5 Heizkurve

Die Heizkurve beschreibt den Zusammenhang zwischen Außentemperatur und Vorlauftemperatur, wobei sie bestimmt, mit welcher Vorlauftemperatur die Heizflächen bei unterschiedlichen Außentemperaturen versorgt werden. Sie hängt von Faktoren wie der Auslegungs-Vorlauftemperatur, der Art der Heizungsanlage (z. B. Fußboden- oder Radiatorenheizung) sowie der Gebäudehülle und -dämmung ab. Ein Regler passt kontinuierlich die Vorlauftemperatur an die aktuellen Bedingungen an. Durch Gebäudeleittechnik können zusätzlich weitere Einflussgrößen, wie die Sonnenstrahlung, berücksichtigt werden. Eine korrekt eingestellte Heizkurve reduziert Wärmeverluste, verbessert die Regelung der Raumtemperaturen und trägt so zur Energieeinsparung bei. Die Heizkurven der drei Temperaturklassen sind in Abbildung 9 veranschaulicht. Diese Darstellung zeigt, wie sich die Vorlauftemperatur je nach Außentemperatur für Hoch-, Mittel- und Niedrigtemperatur-Heizsysteme ändert.

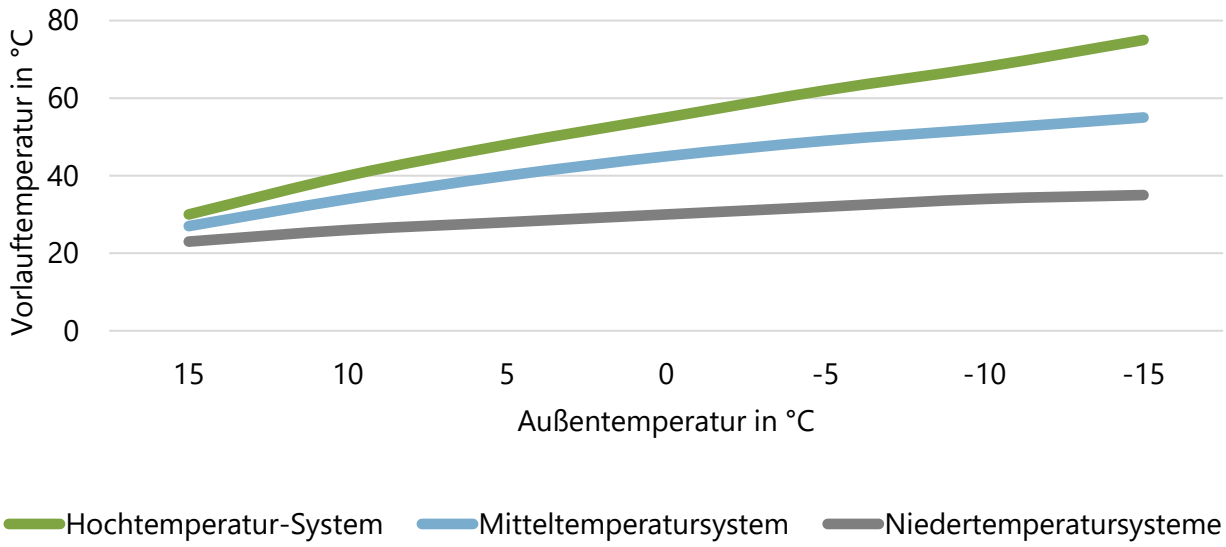


Abbildung 9: Beispielhafte Heizkurven verschiedener Heizsysteme [11]

2.9.6 Nachträgliche Fassadendämmung

Bei der Dämmung von Fassaden kann zwischen Außen-, Innendämmung sowie der Dämmung im Zwischenraum bzw. dem Bauteil selbst unterschieden werden. Die Statistik der IWU in Abbildung 10 zeigt, so wie es auch als Stand der Technik gilt, dass die Außendämmung bevorzugt genutzt wird und insgesamt 75 % der Fälle einnimmt. Die Innendämmung kommt am meisten nur bei Fachwerkhäusern vor, was darauf zurückzuführen ist, dass das Aussehen dort oft denkmalgeschützt ist. Die Dämmung im Zwischenraum ist mit 9 % ebenfalls weniger relevant, was daran liegt das diese nur bei zweischaligen Mauerwerken mit Hohlraum möglich ist.

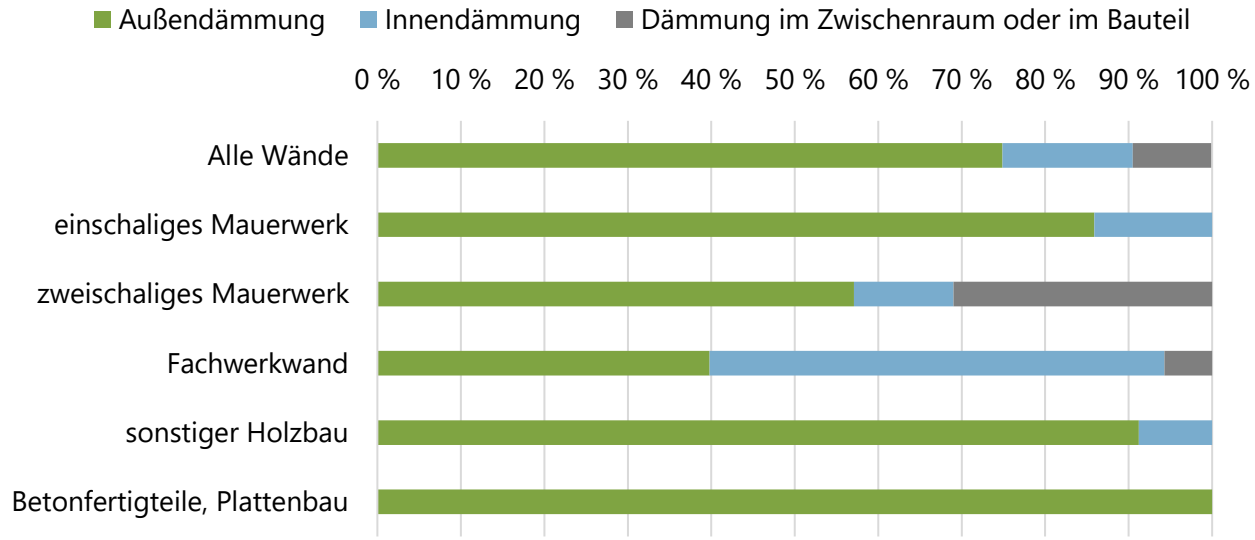


Abbildung 10: Art der Wärmedämmung im Überblick und nach Wandtypen [7]

2.9.6.1 Typische Fassadendämmung in der Praxis

Die Fassadendämmung variiert erheblich je nach Gebäudetyp und -alter. Fachwerkhäuser, die durch ihre Konstruktion eine komplexe Dämmproblematik aufweisen, erhalten in der Regel eine innenliegende Wärmedämmung. Diese Methode schützt die historische Fassade und optimiert gleichzeitig die Energieeffizienz, ohne das äußere Erscheinungsbild zu verändern.

Bei Gründerzeithäusern ist die Anwendung von Dämmmaßnahmen oft mit einer genauen Kosten-Nutzen-Analyse verbunden. Hier muss sorgfältig abgewogen werden, ob und in welchem Umfang eine Dämmung sinnvoll ist, da bauliche Veränderungen an diesen historischen Gebäuden besondere Anforderungen und Restriktionen mit sich bringen können.

Für Zwischenkriegsbauten, die modernisiert und für viele Jahre genutzt werden sollen, bietet sich in der Regel ein außenliegender Vollwärmeschutz als geeignete Lösung an. Dieser Ansatz ermöglicht eine umfassende Verbesserung der Energieeffizienz und verlängert die Nutzungsdauer des Gebäudes erheblich. Der außenliegende Vollwärmeschutz schützt nicht nur vor Wärmeverlusten, sondern kann auch die Fassade vor Witterungseinflüssen bewahren und zur Werterhaltung des Gebäudes beitragen.

2.9.6.2 Außen- vs. Innenwanddämmung

Die Außenwanddämmung bietet im Vergleich zur Innenwanddämmung deutliche bauphysikalische Vorteile. Bei der Außenwanddämmung werden alle tragenden Außenwände und Zwischendecken vollständig isoliert, wodurch Wärmebrücken weitgehend vermieden werden. Zudem reduziert diese Methode das Risiko von Tauwasserbildung und Feuchteschäden wie Schimmel erheblich, da die Dämmung das gesamte Wandaufbausystem schützt. Auch Wasserleitungen in den Außenwänden sind durch die Außendämmung vor Frost geschützt.

Jedoch bringt die Außenwanddämmung auch einige Nachteile mit sich. Die äußere Erscheinung des Hauses wird durch die angebrachte Dämmschicht verändert, was auch Anpassungen an Fenstern, Dachüberständen und Grundstücksgrenzen nach sich ziehen kann. Bei kleineren Fenstern kann die

Verdickung der Außenwände zudem zu einer verminderten Lichtdurchlässigkeit führen. In vielen Fällen überwiegen die Vorteile der Außendämmung die Nachteile, insbesondere wenn es um die Vermeidung von Wärmebrücken und Feuchtigkeitsschäden geht. Ausnahmen bestehen jedoch, etwa wenn eine Fassade aus denkmalpflegerischen Gründen erhalten bleiben soll oder bei Ferienhäusern, die schnell aufgeheizt werden müssen, wo eine Innendämmung oft die bessere Wahl darstellt.

2.9.7 Fenster

Fenster in Wohngebäuden gibt es in verschiedenen Ausführungen, darunter Ein-, Zwei- und Dreifachverglasungen. Während Einfachverglasung bis in die 1970er Jahre weit verbreitet war, hat sich die Dreifachverglasung seit Mitte der 2000er Jahre zunehmend durchgesetzt. Abbildung 11 zeigt den aktuellen Bestand der Verglasungen in deutschen Wohngebäuden und verdeutlicht, dass mit 94 % die Zweifachverglasung am häufigsten vertreten ist. Fenster mit Mehrfachverglasung bieten eine deutlich bessere Wärmedämmung und tragen erheblich zur Energieeffizienz eines Gebäudes bei. Während Einfachverglasungen in älteren Gebäuden oft zu hohen Wärmeverlusten führen, reduziert Dreifachverglasung den Energieverbrauch und die Heizkosten durch ihre überlegene Isolierwirkung.

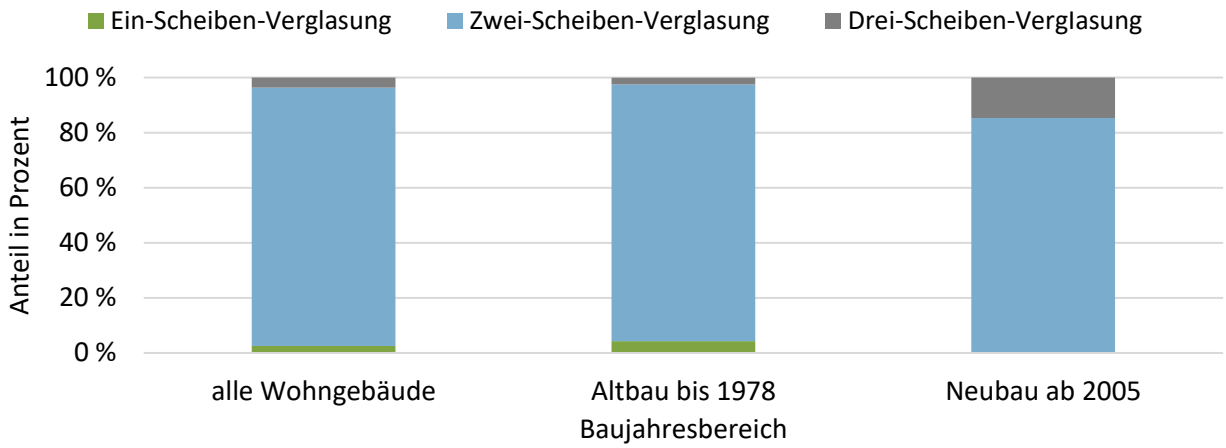


Abbildung 11: Verglasungsarten nach Fensterbaujahr in Deutschland [7]

2.9.8 Historische Sanierungsraten

Unter Sanierungsrate versteht man eine Kennzahl, welche Aufschluss über die durchschnittlich durchgeführte Anzahl an Sanierungen durchgeführt wurde. Oft wird diese pauschal im Sinne einer „Gesamtsanierungsquote" in Bezug auf Wohngebäude genutzt. Dies ist jedoch bedingt zielführend, da sich die Sanierungsquote zwischen den Gebäudeelementen stark unterscheidet. In Abbildung 12 ist dargestellt, wie sich die Sanierungsrate je Maßnahme unterscheidet. Zudem wird der Sanierungszyklus aufgezeigt, also die Dauer, bis 100 % des Gebäudebestands eine entsprechende Sanierung erfahren hätten. Dabei fällt auf, dass Heizungserneuerungen mit einem Zyklus von 34 Jahren seltener durchgeführt werden als aufgrund ihrer typischen Lebensdauer zu erwarten wäre. Weiterhin zeigt sich, dass Fassadendämmungen und Kellerdeckendämmungen mit Zyklen von über 100 Jahren praktisch oberhalb der erwarteten Nutzungsdauer von Wohngebäuden liegen und somit in der Regel nicht durchgeführt werden.

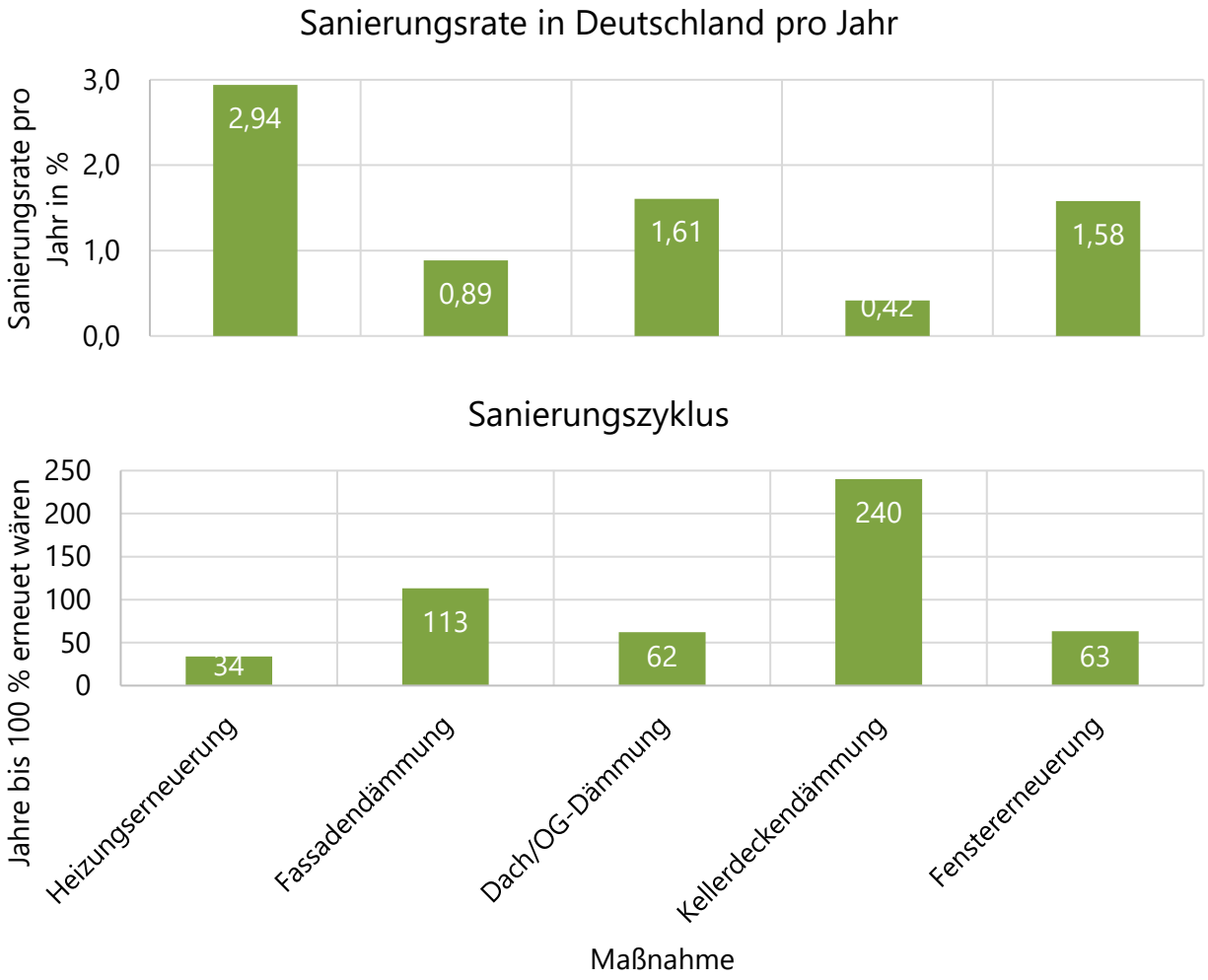


Abbildung 12: Sanierungsrate und -zyklus [12]

Hingegen sind die Fenstererneuerung und die Dach- bzw. Obergeschossdämmung mit je ca. 60 Jahren deutlich häufiger und insbesondere für den Hauptgebäudebestand in den Jahrzehnten nach dem zweiten Weltkrieg gebaut wurden sehr relevant. Hier ist demnach anzunehmen, dass an einem Großteil der Gebäude entsprechende Maßnahmen durchgeführt wurden, wodurch sich der energetische Standard um etwa 50 bis 60 Jahre verbessert hat.

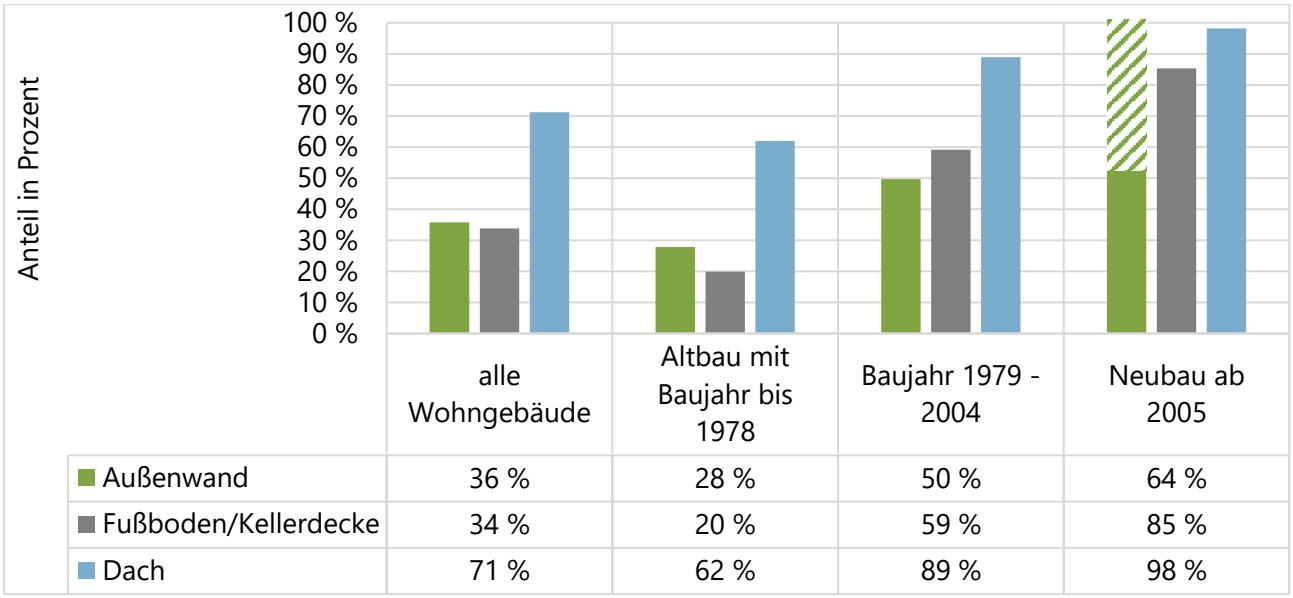
2.9.9 Status quo der Sanierung

Abbildung 13 veranschaulicht den prozentualen Anteil der der gedämmten Flächen von Außenwänden, Fußböden/Kellerdecken und Dächern in verschiedenen Wohngebäudetypen, unterteilt nach Baujahren. Bei allen Wohngebäuden beträgt der Anteil gedämmter Außenwände 36 %, der gedämmten Fußböden/Kellerdecken 34 % und der gedämmten Dächer 71 %.

In Altbauten mit Baujahr bis 1978 ist der Anteil deutlich niedriger: Nur 28 % der Außenwände, 20 % der Fußböden/Kellerdecken und 62 % der Dächer sind gedämmt. Für Gebäude mit Baujahren von 1979 bis 2004 sind die Dämmungsraten höher, wobei 50 % der Außenwände, 59 % der Fußböden/Kellerdecken und 89 % der Dächer gedämmt sind.

Die höchsten Dämmungsanteile finden sich in Neubauten ab 2005: 64 % der Außenwände, 85 % der Fußböden/Kellerdecken und 98 % der Dächer sind gedämmt. Bei den Außenwänden ist zu beachten,

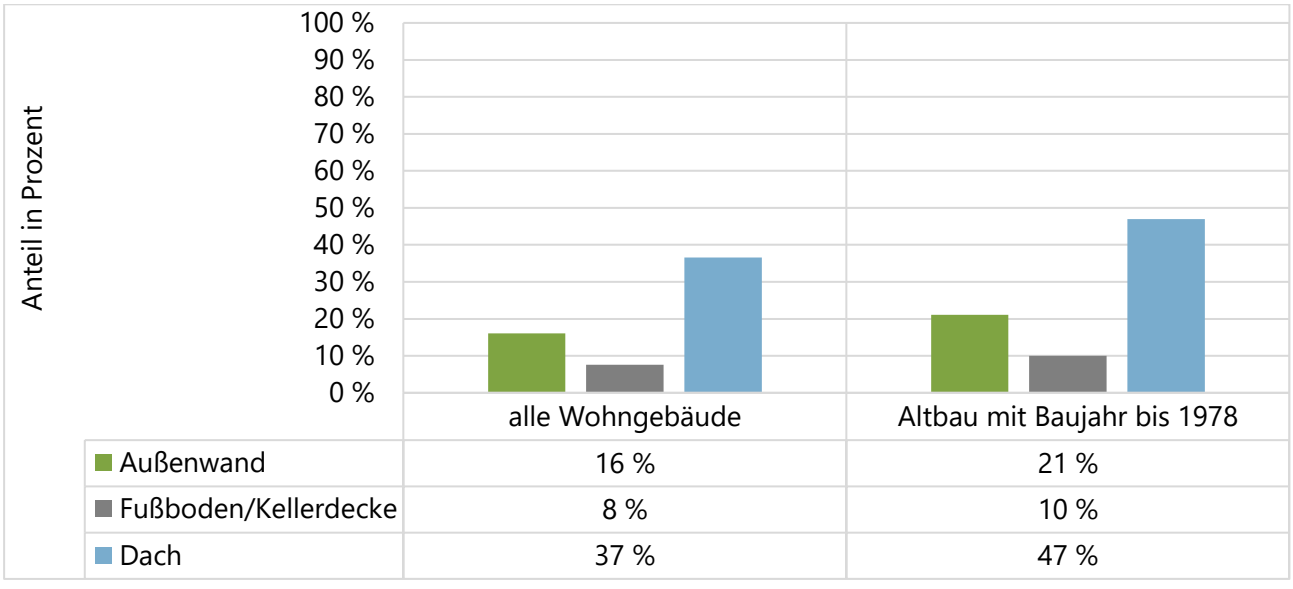
dass nur bestimmte Wärmedämmschichten als echte Dämmung gewertet werden. Gut gedämmte Mauersteine, die in dem verbleibenden Drittel der Gebäude wahrscheinlich vorherrschend sind, werden daher nicht explizit berücksichtigt. Dies zeigt, dass neuere Gebäude signifikant bessere Dämmstandards aufweisen, während ältere Gebäude vergleichsweise schlechter gedämmt sind. Der Trend geht eindeutig in Richtung umfassender Dämmung, insbesondere bei neu errichteten Gebäuden.



	alle Wohngebäude	Altbau mit Baujahr bis 1978	Baujahr 1979 - 2004	Neubau ab 2005
Außenwand	36 %	28 %	50 %	64 %
Fußboden/Kellerdecke	34 %	20 %	59 %	85 %
Dach	71 %	62 %	89 %	98 %

Abbildung 13: Prozentualer Anteil der gedämmten Flächen von Außenwänden, Fußböden, Kellerdecken und Dächern in verschiedenen Wohngebäudetypen, unterteilt nach Baujahren (Stand 2010) [7]

Die nachträgliche Dämmung von Bauteilflächen zeigt deutliche Unterschiede je nach Gebäudetyp und Baujahr. Abbildung 14 veranschaulicht, dass Außenwände, Fußböden/Kellerdecken und Dächer in vielen Bestandsgebäuden nachträglich gedämmt wurden, um den Wärmeschutz zu verbessern. Besonders Altbauten von vor 1978, die nicht den heutigen energetischen Standards entsprechen, wurden durch nachträgliche Dämmmaßnahmen erheblich aufgewertet.



	alle Wohngebäude	Altbau mit Baujahr bis 1978
Außenwand	16 %	21 %
Fußboden/Kellerdecke	8 %	10 %
Dach	37 %	47 %

Abbildung 14: Nachträglich gedämmte Bauteilfläche von Außenwänden, Fußböden/Kellerdecken und Dächern (Stand 2010) [6]

2.10 EE-Technologien zur Wärmeerzeugung

Im Rahmen der Potenzialanalyse werden quantitativ und räumlich differenziert die im beplanten Gebiet vorhandenen Potenziale zur Erzeugung von Wärme aus erneuerbaren Energien, zur Nutzung von unvermeidbarer Abwärme und zur zentralen Wärmespeicherung ermittelt. Bei der Ermittlung der Potenziale ist dem Ziel Rechnung zu tragen, einen möglichst großen Anteil der klimaneutralen Wärmeversorgung über lokale Energiequellen bereitzustellen. Bekannte räumliche, technische oder rechtliche Restriktionen für die Nutzung von Wärmeerzeugungspotenzialen sind zu berücksichtigen. Dabei werden zudem Potenziale zur Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion (Sanierung) in Gebäuden und industriellen und gewerblichen Prozessen abgeschätzt. Abbildung 15 zeigt eine Übersicht der potenziellen Technologien zur Wärmeerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien und die Möglichkeiten zur Wärmereduktion.

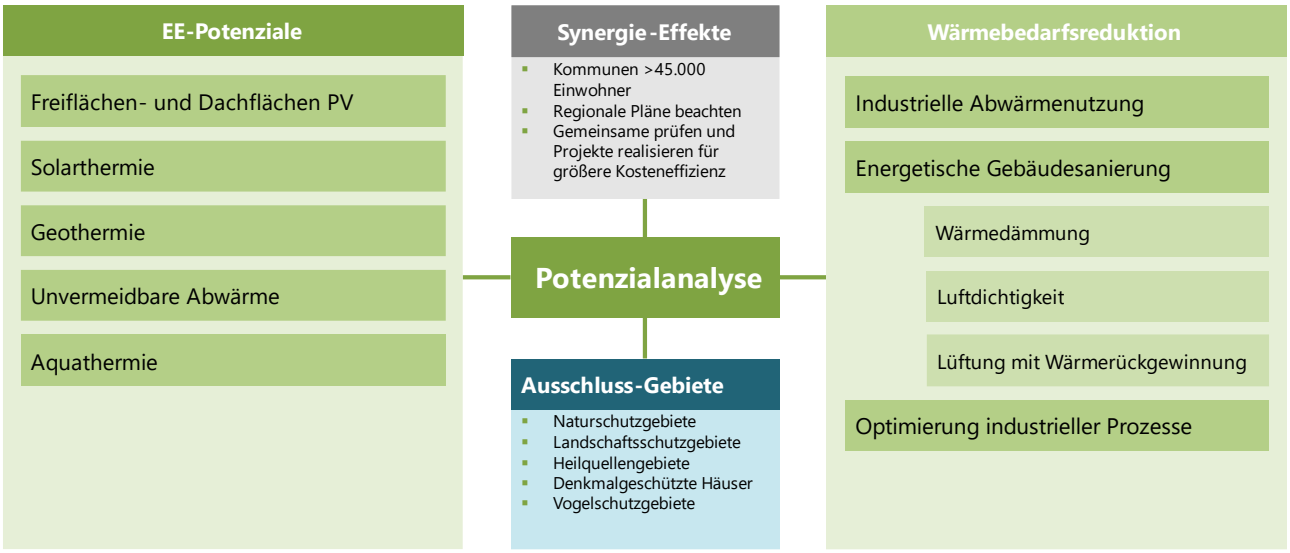


Abbildung 15: EE-Technologien zur Wärmeerzeugung

2.10.1 Wärmepumpen

2.10.1.1 Allgemeines

Eine Wärmepumpe für Wohngebäude nutzt das Prinzip der thermodynamischen Kreisprozesse, um Wärmeenergie aus einer niedrigeren Temperaturquelle zu entziehen und auf ein höheres Temperaturniveau zu bringen, das für Heizzwecke genutzt werden kann. Der detaillierte Ablauf ist wie folgt:

1. Verdampfung (Außeneinheit): Die Wärmepumpe nimmt Wärme aus der Umgebungsluft, dem Erdreich oder dem Grundwasser auf. In der Außeneinheit befindet sich ein Verdampfer, in dem das Kältemittel (ein spezielles Gas oder eine Flüssigkeit) durch den Kontakt mit der Umgebungsluft verdampft. Dabei nimmt das Kältemittel die Umgebungswärme auf.
2. Kompression (Kompressor): Das verdampfte Kältemittel wird in den Kompressor geleitet, wo es komprimiert wird. Durch die Kompression erhöht sich der Druck und die Temperatur des Kältemittels erheblich. Die elektrische Energie, die für den Betrieb des Kompressors benötigt wird, ist der Hauptenergieverbrauchspunkt der Wärmepumpe.
3. Kondensation (Inneneinheit): Das heiße, komprimierte Kältemittel strömt nun durch einen Kondensator in der Inneneinheit der Wärmepumpe. Hier gibt das Kältemittel die aufgenommene

Wärmeenergie an das Heizungssystem des Gebäudes ab. Durch die Wärmeübertragung im Kondensator wird das Kältemittel abgekühlt und kondensiert wieder zu einer Flüssigkeit.

4. Entspannung (Expansionsventil): Das abgekühlte und flüssige Kältemittel durchläuft nun ein Expansionsventil, das den Druck und die Temperatur des Kältemittels senkt. Dadurch wird es wieder auf das Niveau gebracht, das für den Verdampfungsprozess in der Außeneinheit erforderlich ist.

Dieser Kreislauf setzt sich kontinuierlich fort, solange die Wärmepumpe in Betrieb ist und Wärme für das Heizsystem oder auch für die Warmwasserbereitung benötigt wird. Wärmepumpen nutzen die kostenlose Umweltenergie effizient, indem sie nur einen kleinen Teil elektrischer Energie für den Betrieb des Kompressors benötigen. Die Effizienz einer Wärmepumpe wird durch den sogenannten COP (Coefficient of Performance) gemessen, der das Verhältnis von abgegebener Heizleistung zur aufgenommenen elektrischen Leistung angibt. Moderne Wärmepumpen erreichen typischerweise einen COP von über 4, was bedeutet, dass sie mehr als das Vierfache der eingesetzten elektrischen Energie als Heizenergie erzeugen können. Zusätzlich zur Heizfunktion können Wärmepumpen auch im Sommer für die Kühlung genutzt werden. Hierbei wird der Kreisprozess umgekehrt, wodurch die Wärme aus dem Innenraum abgeführt und nach außen transportiert wird.

Insgesamt bieten Wärmepumpen eine nachhaltige und effiziente Alternative zu konventionellen Heizsystemen, da sie erneuerbare Umweltenergie nutzen und so zur Reduzierung der CO_2-Emissionen und der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen beitragen können.

2.10.1.2 Umgebungsluft

Luft-Wärmepumpen nutzen die Umgebungsluft als Wärmequelle und können Wasser oder Luft auf der Sekundärseite als Wärmeübertragungsmedium verwenden. Der Vorteil dieser Systeme liegt vor allem in ihrem vergleichsweise geringen Installationsaufwand und den niedrigen Anschaffungskosten, die typischerweise zwischen 12.000 und 25.000 Euro für ein Einfamilienhaus liegen. Sie haben auch den Vorteil, dass Luft als Wärmequelle leicht verfügbar ist. Jedoch ist die Effizienz dieser Systeme oft geringer als bei anderen Wärmepumpen. Besonders bei geringen Außentemperaturen sinkt die Leistungsfähigkeit erheblich. Darüber hinaus ist in dicht bebauten Gebieten oft nur begrenzt Platz für Außengeräte von Luftwärmepumpen verfügbar. Ein weiterer Nachteil sind die potenziellen Schallemissionen, die als störend empfunden werden können. Die Lebensdauer einer Luftwärmepumpe beträgt in der Regel 15 bis 20 Jahre.

Die Effizienz der Luft-Wärmepumpe kann durch mehrere Faktoren verbessert werden. Eine gute Wärmedämmung des Gebäudes minimiert Wärmeverluste, eine Fußboden- oder Wandheizung ermöglicht den Betrieb mit niedrigen Heizwassertemperaturen und die Installation an einem schallgeschützten Ort kann die Geräuschbelastung reduzieren. Es gibt auch spezialisierte Luft-Luft-Wärmepumpen, die sich besonders für Passivhäuser eignen. Diese Geräte verzichten auf Heizkessel und Heizkörper, indem sie die Wärme direkt in die Lüftungsanlage einspeisen.

2.10.1.3 Erdkollektoren

Die Sole-Wasser-Wärmepumpe wird auch als Erdwärmepumpe bezeichnet. „Sole“ ist die frostgeschützte Flüssigkeit, die durch die Heizschlangen im Boden zirkuliert und dabei Wärme aus dem Erdreich (oberflächennahe Geothermie) aufnimmt. Diese Systeme können entweder horizontal als Kollektoren verlegt oder vertikal als Sonden in den Boden eingebracht werden.

Erdwärme-Kollektoren werden flächig unterhalb der Frostgrenze in etwa 1,5 Metern Tiefe verlegt, weshalb sie auch als Flächenkollektoren bezeichnet werden. In dieser Tiefe wird die Erdwärme hauptsächlich durch im Erdreich gespeicherte Sonnenenergie und Regenwasser bereitgestellt. Die Fläche über den Kollektoren sollte daher nicht überbaut oder versiegelt werden, und tiefwurzelnde Pflanzen sollten dort nicht gepflanzt werden. Einmal verlegt, sind die Kollektoren an der Oberfläche nicht mehr sichtbar.

Flächenkollektoren erfordern häufig umfangreiche Grabungen. Ein Quadratmeter Boden kann etwa 25 Watt Wärme liefern (Spanne: 10 bis 40 W/m^2). Bei einer Heizleistung von 10 Kilowatt werden daher etwa 300 Quadratmeter Kollektoren benötigt, vorausgesetzt, die Jahresarbeitszahl (JAZ) der Wärmepumpe beträgt 4. Der Platzbedarf kann reduziert werden, wenn die Rohre als Körbe oder übereinander geschichtete Grabenkollektoren verlegt werden.

2.10.1.4 Erdwärmesonden

Erdwärmesonden sind platzsparend, da sie im Vergleich zu Kollektoren nicht das gesamte Grundstück umgegraben werden muss. Die Sonden werden in der Regel 30 bis 200 Meter tief gebohrt, durchschnittlich etwa 100 Meter. Mehrere kürzere Bohrungen sind ebenfalls möglich, jedoch sollten die Sonden mindestens 6 bis 10 Meter voneinander entfernt sein, um gegenseitige Beeinflussungen zu vermeiden.

Erdwärmesonden heizen besonders effizient, da sie auf das hohe Temperaturniveau der Wärmequelle zugreifen. Ab einer Tiefe von etwa 10 Metern liegt die Temperatur ganzjährig bei etwa 10 °C, sodass der Heizstab selten die Wärmepumpe unterstützen muss. Für eine Heizleistung von 10 kW muss die Bohrtiefe etwa 150 Meter betragen. Bei kürzeren und kostengünstigeren Bohrungen kann der Boden im Sommer durch eine Solarthermie-Anlage mit Wärme „beladen" werden.

Obwohl Erdwärmesonden hohe Kosten für Bohrarbeiten verursachen, bieten sie einen höheren Wirkungsgrad und damit niedrigere laufende Stromkosten. Die Kosten für die Wärmepumpe betragen bei einem Einfamilienhaus etwa 9.000 bis 11.000 Euro, während die Bohrkosten für die Sonden bei einem Einfamilienhaus durchschnittlich etwa 6.000 Euro betragen. Die Bohrkosten variieren je nach Untergrund; bei stark gesteinshaltigem Boden können sie bis zu 100 Euro pro Meter kosten, normalerweise liegen sie jedoch zwischen 45 und 75 Euro. Laut dem Fraunhofer-Institut ISE erreichen Erdwärmepumpen in Bestandsgebäuden eine durchschnittliche Jahresarbeitszahl von 4,1. Aufgrund ihres geringen Stromverbrauchs eignen sie sich besonders für Altbauten mit höherem Wärmebedarf, was daran liegt, dass man eine größere Investition in Kauf nimmt, um dann niedrige Betriebskosten zu ermöglichen, was sich bei hohem Wärmebedarf eher lohnt.

2.10.1.5 Tiefe Geothermie

Tiefengeothermie nutzt die im Inneren der Erde gespeicherte Wärme für die Stromerzeugung sowie die Heizung und Kühlung von Gebäuden. Hierzu werden Bohrungen von mehreren hundert bis mehreren tausend Metern Tiefe durchgeführt, um heiße Gesteinsschichten zu erreichen, in denen Temperaturen von mehreren hundert Grad Celsius herrschen. Ein Medium, typischerweise Wasser, wird durch diese Bohrlöcher gepumpt, erwärmt sich durch den Kontakt mit den heißen Gesteinen und wird dann wieder an die Oberfläche geleitet. Die gewonnene Wärme kann direkt genutzt oder in einem Kraftwerk zur Stromerzeugung verwendet werden, indem der Dampf, der durch die Wärme erzeugt wird, eine Turbine antreibt.

Das Potenzial der Tiefengeothermie liegt in der nahezu unbegrenzten Verfügbarkeit der Energiequelle und ihrer konstanten Verfügbarkeit unabhängig von Wetterbedingungen. Dies ermöglicht eine zuverlässige und kontinuierliche Energieversorgung. Allerdings sind die sehr hohen Investitionskosten für Bohrverfahren und Infrastruktur eine wesentliche Herausforderung. Zudem sind nicht überall geeignete geologische Bedingungen vorhanden, was die tatsächliche Nutzung des geothermischen Potenzials einschränkt. Die technische Komplexität der Anlagen erfordert zudem spezialisierte Technologien. Weitere Herausforderungen sind mögliche geologische Auswirkungen wie Erdbeben und Umweltauswirkungen durch das Management und die Wiedereinspeisung von abgekühltem Wasser in den Untergrund.

Trotz dieser Herausforderungen stellt Tiefengeothermie in Regionen mit einer hohen Wärmeverbrauchsdichte eine vielversprechende Option für eine nachhaltige Energieversorgung dar, insbesondere in Regionen mit geeigneten geologischen Bedingungen. Technische Fortschritte, wie verbesserte Bohrtechniken könnten dazu beitragen, diese Hürden zu überwinden und die Nutzung dieser umweltfreundlichen Energiequelle weiter auszubauen.

2.10.1.6 Grundwasser

Eine Grundwasser-Wärmepumpe bietet einen mindestens ebenso hohen Wirkungsgrad wie eine Erdwärmepumpe, da Grundwasser auch im Winter Temperaturen von 8 bis 10 °C aufweist. Zur Nutzung von Grundwasser werden zwei Brunnen benötigt: ein Förderbrunnen, durch den das Wasser entnommen wird, und ein Schluckbrunnen, durch den das Wasser wieder in den Boden zurückgeführt wird.

Die Bohrtiefe für Förder- und Schluckbrunnen kann bis zu 50 Meter betragen. Idealerweise sollten die Fördertiefen zwischen 10 und 20 Meter liegen, da die Betriebskosten der Wasserpumpen mit zunehmender Tiefe steigen. Die erforderliche Förderrate liegt bei etwa 1 Liter pro Sekunde für eine Heizleistung von 15 kW, daher muss die Wassermenge ausreichend sein.

Grundwasser-Wärmepumpen erreichen laut Erfahrung der Verbraucherzentralen eine Jahresarbeitszahl (JAZ) von bis zu 5, was sie besonders wirtschaftlich macht. Die konstante Temperatur des Grundwassers und die geringeren Wärmeübertrager-Verluste im Vergleich zu Erdwärmepumpen tragen zu diesem hohen Wirkungsgrad bei. Wirtschaftlich vorteilhaft sind Grundwasser-Wärmepumpen häufig ab einer Heizleistung von 10 Kilowatt, wodurch sie sich besonders für Mehrfamilienhäuser und Altbauten eignen.

2.10.1.7 See- und Flusswasserwärme

Die Nutzung von See- und Flusswasserwärme zur Energiegewinnung ist eine Form der oberflächennahen Geothermie, die auf natürliche Gewässer als Wärmequelle zurückgreift. Dabei wird die konstante Temperatur des Wassers genutzt, um Gebäude zu heizen oder zu kühlen, insbesondere in der Nähe von Seen, Flüssen oder küstennahen Gebieten. Die Technologie funktioniert durch einen Wärmeübertrager im Gewässer, der vom Wasser durchlaufen wird und dessen Wärmeenergie auf ein integriertes Kältemittel überträgt. Das erwärmte Kältemittel wird dann zur Wärmepumpe transportiert, die die Wärme durch Verdichtung und Kondensation auf ein höheres Temperaturniveau bringt. Diese Wärme kann direkt für Heiz- oder Kühlzwecke genutzt werden. Das abgekühlte Wasser wird anschließend zurück ins Gewässer geleitet, wobei darauf geachtet wird, die ökologische Balance des Gewässers zu erhalten. Die Nutzung von See- und Flusswasser zur Wärmeerzeugung ist umweltfreundlich und bietet eine konstante, zuverlässige Energiequelle, jedoch erfordert sie spezifische

technische Anpassungen und Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten sowie Genehmigungen für den Betrieb.

2.10.2 Feste Biomasse & Holz

Die Nutzung fester Biomasse, speziell Holz, als Wärmequelle ist eine bewährte Methode zur Erzeugung von Wärmeenergie in Wohnhäusern und Industrieanlagen. Biomasse umfasst Holz in Form von Scheitholz, Holzpellets oder Hackschnitzeln sowie andere organische Materialien wie Stroh oder biologisch abbaubare Abfälle. Diese Biomasse wird in speziellen Kesseln oder Öfen verbrannt, um Wärme zu erzeugen. Moderne Heizsysteme nutzen Pelletkessel oder -öfen, die automatisch Holzpellets zuführen und eine kontinuierliche Wärmeversorgung sicherstellen. Die Verbrennung erfolgt unter kontrollierten Bedingungen, um eine effiziente Verbrennung und minimale Emissionen zu gewährleisten. Biomasse ist weitgehend CO_2-neutral, da das bei der Verbrennung freigesetzte CO_2 zuvor während des Wachstums der Biomasse aus der Atmosphäre aufgenommen wurde. Diese Eigenschaft trägt zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Vergleich zu fossilen Brennstoffen bei. Biomasseheizungen finden Anwendung in Einzelhäusern, Wohnanlagen, landwirtschaftlichen Betrieben und Industrieanlagen für die Raumheizung und Warmwasserbereitung. Sie ist eine erneuerbare Energiequelle, solange die Wälder nachhaltig bewirtschaftet und die Bäume nachgepflanzt werden. Herausforderungen umfassen die Beschaffung von qualitativ hochwertiger Biomasse, die logistische Organisation der Brennstofflieferung und die Einhaltung von Umweltstandards für die Verbrennung. Die Nutzung fester Biomasse, besonders Holz, bietet eine kostengünstige, umweltfreundliche und nachhaltige Alternative zu fossilen Brennstoffen und spielt eine wichtige Rolle in der dezentralen Energieversorgung.

2.10.3 Solare Energiequellen

Die Nutzung solarer Energie spielt eine entscheidende Rolle in der Energie- und Wärmewende, da sie eine nachhaltige und erneuerbare Energiequelle darstellt. Photovoltaik (PV) wandelt Sonnenlicht direkt in elektrische Energie um. Sie ist unerschöpflich, lokal verfügbar, reduziert fossile Brennstoffe und Treibhausgasemissionen. PV und Solarthermie bieten Potenzial für eine breitere Anwendung. Herausforderungen sind die intermittierende Verfügbarkeit, Flächenbedarf für PV-Anlagen und Effizienz in kälteren Klimazonen. Aufgrund der Volatilität von Solarenergie sind Speichermöglichkeiten und Netzintegration wichtig. Regierungen fördern die Nutzung durch finanzielle Anreize, Netzeinspeisevergütungen und Vorschriften zur Gebäudeeffizienz. Solarenergie ist eine Schlüsselkomponente für die Energie- und Wärmewende, liefert saubere Energie, reduziert Umweltbelastungen und trägt zur Energiesicherheit bei.

2.10.3.1 Solarenergie auf Dächern und Fassaden

Die Nutzung solarer Energie auf Dächern und Fassaden ist eine effektive Methode zur direkten Umwandlung von Sonnenlicht in elektrische Energie oder Wärme für Gebäude. Auf Dächern werden Photovoltaikanlagen installiert, bestehend aus Solarzellen, die Sonnenlicht absorbieren und durch den photovoltaischen Effekt in Gleichstrom umwandeln. Ein Wechselrichter wandelt diesen in nutzbaren Wechselstrom um, der entweder im Gebäude verwendet oder ins öffentliche Netz eingespeist wird. Dächer bieten ausreichend Fläche für die Installation von PV-Modulen, optimiert für maximale Sonneneinstrahlung.

PV-Module können auch auf Fassaden installiert werden, um zusätzliche Flächen zur Stromerzeugung zu nutzen. Diese Integration erfordert spezielle Befestigungssysteme und berücksichtigt ästhetische Aspekte, um das architektonische Design zu bewahren. Solarthermische Anlagen nutzen ebenfalls häufig Dächer zur Erzeugung von Wärme. Kollektoren absorbieren Sonnenstrahlen und wandeln sie in Wärme um, die für Warmwasser oder Heizungsunterstützung genutzt wird. Die Kombination von PV-Anlagen auf Dächern und Fassaden ermöglicht energieautarke Gebäude, die ihren eigenen Strom erzeugen und Heizungsbedürfnisse durch Solarenergie decken.

2.10.3.2 Photovoltaik-Thermische-Systeme (PVT)

Die PVT-Technik kombiniert die Vorteile von PV und Solarthermie in einer Anlage. PV-Zellen auf der Vorderseite wandeln Sonnenlicht direkt in elektrische Energie um. Gleichzeitig nutzen sie die erzeugte Wärme über Wärmeübertrager auf der Rückseite, um Wasser zu erwärmen oder Heizungsanlagen zu unterstützen. Herausforderungen bestehen in den Kosten im Vergleich zu separaten Anlagen und der spezifischeren Planung. Obwohl die Gesamteffizienz der Module in der Regel gut abschneidet, sind die Effizienzen einzeln betrachtet oft schlechter als spezialisierte PV- oder Solarthermieanlagen.

Kombinierte Anlagen eignen sich daher insbesondere für Gebäude, bei denen sowohl eine Eigennutzung von Wärme als auch von Strom im bereitgestellten Umfang möglich ist. Fortschritte und Kostenreduktionen könnten die Verbreitung der PVT-Technik weiter fördern und ihre Wirtschaftlichkeit verbessern.

2.10.3.3 Solarthermie-Freiflächenanlage

Solarthermie-Freiflächenanlagen nutzen große offene Flächen zur direkten Gewinnung von Sonnenenergie. Sie bestehen aus Solarkollektoren mit einem Absorber, der Sonnenlicht in Wärme umwandelt, und einem Rohrsystem für ein Wärmeträgermedium. Dieses transportiert die Wärme zu einem Wärmeübertrager, der sie entweder in einem Wärmespeicher speichert oder direkt ins Heizungssystem leitet. Solche Anlagen werden für industrielle Prozesswärme, Raumheizung in großen Gebäuden und Warmwasserbereitung genutzt. Auch als Quelle für Wärmenetze können Solarthermie-Freiflächenanlagen dienen. Sie sind effizient und reduzieren den Energiebedarf aus fossilen Brennstoffen. Flächenanforderungen und die saisonale Variabilität der Sonneneinstrahlung stellen Herausforderungen dar. Durch staatliche Förderungen und Netzeinspeisevergütungen sind sie wirtschaftlich attraktiv. Solarthermie-Freiflächenanlagen sind eine nachhaltige Lösung zur Wärmeerzeugung, die zur Reduktion von CO_2-Emissionen und zur Energiewende beitragen können.

2.10.3.4 PV-Freiflächenanlage

Photovoltaik-Freiflächenanlagen nutzen große offene Flächen zur direkten Umwandlung von Sonnenlicht in elektrische Energie. Sie bestehen aus Solarzellen, die in Arrays (=Feldern) aufgestellt sind, um maximale Sonnenenergie zu absorbieren und in Strom umzuwandeln. PV-Module bestehen aus vielen Solarzellen, die aus Silizium oder anderen Halbleitermaterialien bestehen. Diese Zellen wandeln Sonnenlicht durch den photovoltaischen Effekt direkt in Gleichstrom um. Auf Freiflächen werden die PV-Module auf speziellen Montagesystemen installiert, die eine optimale Ausrichtung zur Sonne gewährleisten. Diese können feste, geneigte oder nachgeführte Systeme umfassen, um die Sonneneinstrahlung über den Tag hinweg zu maximieren. Der erzeugte Gleichstrom wird durch Wechselrichter in Wechselstrom umgewandelt, der entweder für den Eigenbedarf genutzt oder ins öffentliche

Stromnetz eingespeist wird. PV-Freiflächenanlagen können eine große Menge an elektrischer Energie erzeugen und tragen zur Stromversorgung von Industrieanlagen, Gemeinden oder als Teil des öffentlichen Stromnetzes bei. Diese Anlagen bieten eine effiziente Nutzung der Sonnenenergie und können eine bedeutende Menge an elektrischer Energie erzeugen, die zur Reduzierung der CO_2-Emissionen und der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen beiträgt. Herausforderungen umfassen die Notwendigkeit großer Flächen für die Installation, die Entwicklung von Standorten und gegebenenfalls die Integration in bestehende landwirtschaftliche oder ökologische Systeme. Die Integration solcher Anlagen erfordert sorgfältige Planung und Berücksichtigung von Umwelt- und Sozialverträglichkeit. Kostenreduktionen und staatliche Unterstützung durch Förderprogramme und Einspeisevergütungen können die Wirtschaftlichkeit verbessern. Photovoltaik-Freiflächenanlagen sind eine nachhaltige Lösung zur Erzeugung von sauberem Strom, die zur Energiewende beiträgt und erhebliches Potenzial für zukünftige Entwicklungen bietet.

2.10.4 Abwasserwärmenutzung

Die Abwasserwärmenutzung nutzt die Wärmeenergie aus Abwasserströmen zur Beheizung oder Kühlung von Gebäuden. Das Abwasser, das aus Haushalten, Industrieanlagen oder anderen Quellen stammt, enthält Wärmeenergie, die durch Wärmeübertrager entzogen wird. Diese Wärmeenergie kann auch in Wärmenetze eingespeist werden. Ein Wärmeträgermedium wie Wasser transportiert die Wärme dann zur Gebäudeheizung oder Kühlung. Diese Technologie könnte in städtischen Gebieten zunehmend verbreitet werden, wo genügend Abwasser zur Verfügung steht. Sie reduziert den Energieverbrauch für Heizung und Kühlung erheblich, senkt CO_2-Emissionen und ist wirtschaftlich attraktiv. Herausforderungen ist dabei die Integration in die bestehenden Systeme. Die Abwasserwärmenutzung ist eine effiziente und nachhaltige Nutzung erneuerbarer Wärmequellen für eine verbesserte Energieeffizienz.

2.10.5 Biogas

Biogas entsteht durch die anaerobe Vergärung organischer Materialien wie Biomasse, landwirtschaftliche Reststoffe oder organische Abfälle. Dieser Prozess erfolgt in geschlossenen Fermentern, in denen Mikroorganismen die Materialien zersetzen, wobei Methan (CH_4) und Kohlendioxid (CO_2) als Hauptbestandteile des entstehenden Biogases produziert werden.

Das Biogas wird nach der Fermentation aufbereitet, um Verunreinigungen wie Wasserstoffsulfid und Feuchtigkeit zu entfernen. Anschließend kann es zur Erzeugung von Wärme und Strom verwendet werden. Dies geschieht entweder durch die Verbrennung des Biogases in Blockheizkraftwerken (BHKW), die gleichzeitig Strom und Wärme produzieren, oder durch seine Nutzung in Gasturbinen oder Brennstoffzellen zur ausschließlichen Stromerzeugung. Biogas findet vor allem in der dezentralen Energieversorgung Anwendung, besonders auf Bauernhöfen und in ländlichen Gemeinden. Es kann auch in größeren Anlagen aus städtischen und industriellen Abfällen gewonnen werden. Die Nutzung von Biogas ist ökologisch vorteilhaft, da es eine erneuerbare Energiequelle darstellt und zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen beiträgt. Es unterstützt zudem die regionale Energieversorgung und fördert die Kreislaufwirtschaft, indem es organische Abfälle effizient verwertet.

Herausforderungen der Biogasnutzung umfassen die Verfügbarkeit geeigneter Substrate für die Fermentation, die Optimierung der Biogasproduktionsprozesse und die Sicherstellung einer stabilen und effizienten Betriebsführung der Anlagen. Die kontinuierliche Weiterentwicklung und

technologische Innovationen in der Biogastechnologie sind entscheidend, um die Effizienz zu steigern und die Wirtschaftlichkeit dieser nachhaltigen Energiequelle zu verbessern.

2.10.6 Abwärme aus der Industrie

Industrieabwärme entsteht als Nebenprodukt industrieller Prozesse wie Verbrennung, Schmelzen oder chemische Reaktionen in Fabriken und Produktionsstätten. Diese Wärme wird üblicherweise als Abfall betrachtet, kann jedoch effizient genutzt werden, um Heizungs- und Kühlungsbedarfe zu decken oder zur Stromerzeugung beizutragen.

Die Nutzung von Industrieabwärme beginnt mit der effizienten Erfassung mithilfe von Wärmeübertragern oder anderen Technologien, die die Wärme aus Abgasen oder Abwässern extrahieren. Anschließend wird die gewonnene Abwärme durch Rohrleitungen oder andere Kanäle zu einem Speicher- oder Nutzungsort transportiert. Abhängig von ihrer Temperatur und Menge kann die Abwärme entweder direkt genutzt oder zur späteren Verwendung gespeichert werden.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten der Nutzung von Industrieabwärme:

- Direkte Beheizung von Gebäuden oder industriellen Prozessen.
- Verwendung zur Kühlung von Räumen oder Prozessen, besonders bei niedrigeren Temperaturen.
- Einsetzen in Dampfturbinen oder thermischen Kraftwerken zur Stromerzeugung.
- Direkte Verwendung in industriellen Prozessen zur Aufrechterhaltung oder Erhöhung der benötigten Temperaturen.

Die Vorteile der Nutzung von Industrieabwärme liegen in ihrer hohen Effizienz, da sie eine bereits vorhandene und oft ungenutzte Energiequelle nutzt. Dadurch können Energiekosten gesenkt und gleichzeitig die CO_2-Emissionen reduziert werden, da weniger primäre Energiequellen benötigt werden.

Herausforderungen bei der Nutzung von Industrieabwärme umfassen die technische Integration in bestehende Produktionsanlagen, die Auswahl geeigneter Wärmeübertragertechnologien und die Notwendigkeit einer effizienten Wärmeübertragung und -nutzung. Eine sorgfältige Planung und technologische Innovationen sind entscheidend, um das volle Potenzial der Industrieabwärmenutzung auszuschöpfen und die Umweltbelastung zu minimieren.

2.10.7 Müllverbrennung

Die Nutzung der Abwärme aus Müllverbrennungsprozessen ist eine wichtige Methode, um Energie aus Abfallprodukten zu gewinnen. In Müllverbrennungsanlagen werden Abfälle unter kontrollierten Bedingungen verbrannt, wobei hohe Temperaturen entstehen und Wärme freigesetzt wird. Diese Wärme wird in Form von heißem Gas oder Dampf erzeugt und kann vielseitig genutzt werden.

Die Hauptanwendungen der Abwärmenutzung sind die direkte Beheizung von Gebäuden oder industriellen Prozessen sowie die Bereitstellung von Prozesswärme. Weiterhin wird die erzeugte Wärme oft zur Erzeugung von Dampf verwendet, der eine Dampfturbine antreibt, die wiederum an einen Generator gekoppelt ist und elektrischen Strom erzeugt. Dieser Strom kann entweder vor Ort verwendet oder ins Stromnetz eingespeist werden. Die Nutzung der Abwärme aus Müllverbrennungsprozessen trägt zur Effizienzsteigerung bei, da sie zusätzliche Energie aus einem ansonsten

entsorgten Abfallprodukt gewinnt. Dies hilft, die Umweltbelastung zu verringern und fördert eine nachhaltigere Abfallwirtschaft, da weniger fossile Brennstoffe zur Energieerzeugung benötigt werden.

Herausforderungen bei der Nutzung der Abwärme aus Müllverbrennungsprozessen umfassen die effiziente Wärmeübertragung und -nutzung sowie die technische Integration in bestehende Industrieanlagen. Durch fortschrittliche Technologien und eine optimierte Betriebsführung können diese Herausforderungen gemeistert werden, um die Potenziale der Abwärmenutzung voll auszuschöpfen und die Umweltvorteile weiter zu maximieren.

2.10.8 Hybridsysteme

Eine Hybridheizung kombiniert verschiedene Heiztechnologien, um die Vorteile der jeweiligen Systeme zu nutzen. Das BAFA fördert Gas-Hybridheizungen, bei denen ein effizienter Gas-Brennwertkessel mit einem erneuerbaren Wärmeerzeuger kombiniert wird. Der erneuerbare Wärmeerzeuger muss dabei mindestens 25 % der Heizlast des Gebäudes übernehmen, um die Förderung zu erhalten.

In einem Hybridheizsystem kann eine Wärmepumpe die Rolle einer Ergänzung zum Gaskessel übernehmen. Dies ermöglicht eine geringere Leistung der Wärmepumpe im Vergleich zu einer reinen Wärmepumpen-Heizung, was die Kosten senkt und eine sinnvolle Übergangslösung darstellen kann. Dies ist besonders relevant, wenn derzeit keine Dämmung oder kein Austausch der Heizkörper möglich ist, um die Effizienz einer reinen Wärmepumpen-Heizung zu gewährleisten. Abbildung 16 veranschaulicht, wie die Wärmeanforderungen im Jahresverlauf variieren und wie ein Hybridheizsystem diese Anforderungen durch die Kombination von Gas- und Wärmepumpentechnologie effizient abdecken kann.

Gas-Hybridheizungen haben den Vorteil, dass sie geringere CO_2-Emissionen verursachen als reine Gasheizungen und stellen damit eine kostengünstige Übergangslösung auf dem Weg zu einer Heizlösung dar, die vollständig mit erneuerbaren Energien betrieben werden kann.

Die Umrüstung von Gas- oder Ölkesseln auf Wärmepumpen stellt besonders in alten Mehrfamilienhäusern eine große Herausforderung dar. Die hohen Vorlauftemperaturen solcher Systeme können die Effizienz der Wärmepumpe erheblich verringern. Zudem sind umfassende Sanierungen erforderlich, die mehrere Mieter oder Eigentümer betreffen, und in Eigentümergemeinschaften muss ein entsprechender Beschluss gefasst werden. Auch der begrenzte Platz für Außeneinheiten und die problematischen Schallgrenzwerte bei geringen Abständen zu Nachbargebäuden können zusätzliche Hürden darstellen.

Eine praktikable Lösung könnte eine Hybridheizung aus Wärmepumpe und fossiler Heizung zur Spitzenlastabdeckung sein, die gemäß dem GEG zulässig ist. Nach § 71 des GEG muss die Wärmepumpe dabei mindestens 30 % der Heizlast übernehmen. Dies reduziert die Herausforderungen im Vergleich zu reinen Wärmepumpensystemen erheblich. Auch wenn der Nachteil in der „doppelten" Anlagentechnik liegt, ist die Integration solcher Systeme in bestehende Gebäude deutlich einfacher als bei einer reinen Wärmepumpe. Darüber hinaus bietet sich der Vorteil, dass ein Gasnetz, wenn kein Wärmenetz vorhanden ist, oft schneller und einfacher nutzbar ist.

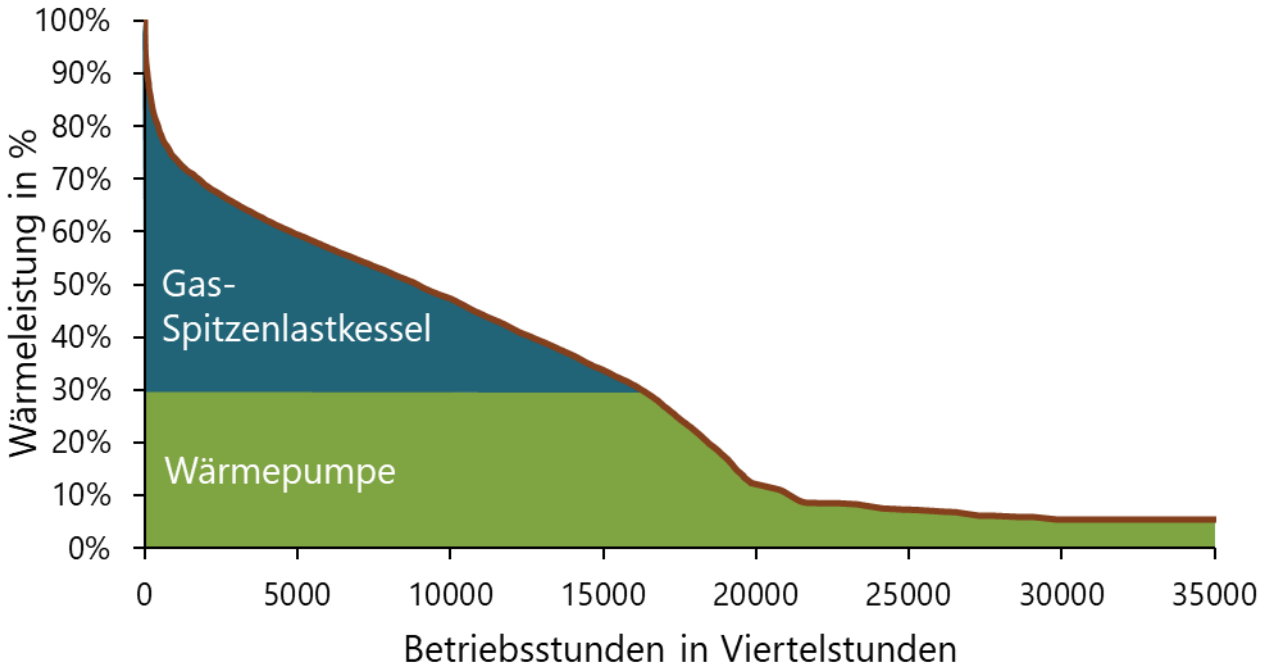


Abbildung 16: Typische Wärme-Jahresdauerlinie von Haushalten für ein Hybridsystem [8]

2.10.9 Wasserstoff

Die Nutzung von Wasserstoff als Energieträger in der Wärmeversorgung bringt sowohl Herausforderungen als auch Vorteile mit sich. Wird Wasserstoff mithilfe erneuerbarer Energien gewonnen, kann der CO_2-Ausstoß deutlich reduziert werden. Bei seiner Verbrennung werden keine weiteren Treibhausgase emittiert. Durch die Reaktion mit Sauerstoff entsteht wieder Wasser, aus dem das Gas zuvor abgespalten wurde.

Die Nutzung bestehender Erdgasnetzinfrastrukturen kann die Verteilungs- und Nutzungskosten senken. Wasserstoff ist vielseitig einsetzbar, von der Verbrennung in Heizkesseln bis zur Nutzung in Brennstoffzellen für Wärme und Strom.

Die größten Herausforderungen bestehen aktuell in der Verfügbarkeit und den Herstellungskosten, da die Elektrolyse zur Wasserstoffproduktion derzeit teurer ist als die Herstellung fossiler Brennstoffe. Ein Grund liegt insbesondere im vergleichsweisen geringen Wirkungsgrad der Elektrolyse. Darüber hinaus erfordert das Gas zudem spezielle Lager- und Transportinfrastrukturen aufgrund seiner geringen Energiedichte. Die Integration in die bestehende Erdgasnetzinfrastruktur wird begrenzt durch Materialeigenschaften und Korrosionsprobleme, die angepasst werden müssen.

Die Fortschritte in der Wasserstofftechnologie und die Senkung der Produktionskosten sind entscheidend für eine breitere Anwendung und Integration in die Energiesysteme der Zukunft. Ob Wasserstoff die kosteneffizienteste Wärmeversorgung und für die Versorgung im Bereich der Gebäudewärme ausreichend verfügbar sein wird, ist nach heutiger Sicht ungewiss, weshalb der Fokus zunächst häufig auf andere Technologien gesetzt wird.

2.10.10 Windkraftanlagen

Windenergieanlagen nutzen die kinetische Energie des Windes, um über Rotorblätter mechanische Energie zu erzeugen, die dann durch einen Generator in elektrische Energie umgewandelt wird. Diese

Technologie spielt eine zentrale Rolle in der erneuerbaren Energieerzeugung und trägt zur Reduzierung von CO_2-Emissionen bei.

In Bezug auf die Wärmeversorgung ist Windenergie relevant, da sie grünen Strom erzeugt, der für den Betrieb von Wärmepumpen genutzt werden kann. Wärmepumpen nutzen elektrische Energie, um Wärme aus der Umgebungsluft, dem Grundwasser oder dem Erdreich zu entziehen und für Heizungszwecke zu nutzen. Durch die Nutzung grüner Energien wie Windenergie zur Stromerzeugung können strombasierte Wärmequellen noch effizienter betrieben werden. Zudem kann der Bedarf an fossilen Brennstoffen reduziert und die Wärmeversorgung nachhaltig gesichert werden.

2.11 Wärmenetze

2.11.1 Allgemeines

Wärmenetze sind komplexe Infrastrukturen, die dazu dienen, Wärmeenergie von zentralen oder dezentralen Erzeugungsanlagen zu Verbrauchsstellen zu transportieren. Diese komplexen Infrastrukturen bestehen aus einem System von Rohrleitungen, die Wärme von Heizkraftwerken, Biomasseanlagen, Solarthermieanlagen oder anderen Wärmequellen zu Wohngebäuden, Gewerbegebieten und industriellen Prozessen bringen.

Die Funktionsweise eines Wärmenetzes umfasst mehrere Schlüsselkomponenten. Die Wärmeerzeugungsanlagen erzeugen die Wärme, die dann über Wärmeübertrager in das Verteilnetz eingespeist wird. Von dort aus wird die Wärme zu den Verbrauchsstellen transportiert, wo sie für Heizung, Warmwasserbereitung und industrielle Prozesse genutzt wird. Wärmenetze können je nach Größe und Reichweite unterschiedliche Formen annehmen. Fernwärmenetze sind großflächige Netzwerke, die über weite Entfernungen viele Gebäude versorgen, während Nahwärmenetze kleiner sind und oft eine Nachbarschaft oder Wohnsiedlungen bedienen. Es ist jedoch zu beachten, dass Nahwärme- und Fernwärmenetze rechtlich gleichbehandelt werden. Dezentrale Lösungen wie Blockheizkraftwerke (BHKW) versorgen einzelne Gebäude oder Cluster von Gebäuden direkt vor Ort.

Die Vorteile von Wärmenetzen liegen in ihrer Energieeffizienz durch die Nutzung zentraler Erzeugungsanlagen mit hohen Effizienzgraden und in ihrer Flexibilität bei der Auswahl der Energiequellen. Durch die Integration erneuerbarer Energien und die Nutzung von Abwärme tragen Wärmenetze zur Reduzierung von CO_2-Emissionen und zur Sicherstellung einer zuverlässigen Wärmeversorgung bei. Dennoch gibt es auch Herausforderungen, darunter die hohen Investitionskosten für den Aufbau und die Erweiterung der Infrastruktur sowie technische und regulatorische Komplexitäten. Die kontinuierliche Weiterentwicklung und Optimierung der Wärmenetze sind entscheidend, um ihre Rolle in einer nachhaltigen Energieversorgung zu stärken und ihre Effizienz weiter zu steigern.

2.11.2 Wärmenetzgenerationen

Die Entwicklung der Wärmenetze lässt sich in vier Generationen unterteilen, die jeweils verschiedene technologische und konzeptionelle Fortschritte widerspiegeln. Jede Generation baut auf den Erfahrungen und Fortschritten der vorherigen auf und treibt die Entwicklung hin zu nachhaltigeren und effizienteren Wärmeversorgungssystemen voran.

Die erste Generation, vor den 1950er Jahren, umfasste einfache Dampf- oder Heißwassersysteme, den hauptsächlich industriellen Prozessen oder öffentliche Einrichtungen versorgten, aber oft

ineffizient waren. In den 1950er bis 1970er Jahren entwickelte sich die zweite Generation mit zentralisierten Fernwärmesystemen auf Basis von Hochtemperaturwasser. Diese Netze wurden erweitert, um eine größere Anzahl von Haushalten und Gewerbegebäuden zu versorgen und waren effizienter als ihre Vorgänger. Die dritte Generation, von den 1970er bis 1990er Jahren, führte die Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ein, wodurch gleichzeitig Strom und Wärme erzeugt wurden. Diese Systeme integrierten zunehmend erneuerbare Energien wie Biomasse und Müll, um die Umweltbelastung zu verringern. Ab den 1990er Jahren begann die vierte Generation, die verstärkt auf erneuerbare Energien und die Nutzung von Abwärmequellen setzte. Niedertemperatur- und Nahwärmesysteme wurden entwickelt, um besonders effizient in städtischen Gebieten eingesetzt zu werden, und neue Technologien wie Wärmepumpen und Solarenergie kamen vermehrt zum Einsatz.

2.11.3 Wärmenetzarten

2.11.3.1 Kalte Netze

Kalte Netze arbeiten mit niedrigen Systemtemperaturen zwischen 6 °C und 25 °C und nutzen verschiedene Wärmequellen wie Erdwärme, Eisspeicher, Abwärme und Grundwasser. Im Gegensatz zu konventionellen Wärmenetzen wird hier meist auf eine zentrale Wärmeerzeugung verzichtet, stattdessen erzeugen dezentrale Wärmepumpen in den angeschlossenen Gebäuden die notwendige Vorlauftemperatur für Heizung und Warmwasser.

Dieses System bringt zahlreiche Vorteile mit sich. Durch die niedrigen Systemtemperaturen ist eine Rohrdämmung nicht nötig, was die Baukosten erheblich senkt. Trotz fehlender Dämmung entstehen kaum Wärmeverluste, im Gegenteil, es kann sogar Energie aus der Umgebung gewonnen werden. Durch den Einsatz von Wärmepumpen in den Gebäuden ist auch die Naturkühlung im Sommer eine Option. Allerdings ist bei der Installation mehr Platz in den Gebäuden nötig, da die Wärmepumpen individuell gewartet und betrieben werden müssen. Zu den Nachteilen gehört auch, dass nicht alle sekundärseitigen Systemtemperaturen möglich sind, die Investitionskosten linear mit der Anzahl der Gebäude steigen und ein großes Netzvolumen sowie die Verwendung von Glykol erforderlich sind.

2.11.3.2 Mittelwarme Netze (LowEx-Netze)

Mittelwarme oder LowEx-Netze sind Wärmenetze, die mit niedrigen bis mittleren Temperaturen zwischen 25 °C und 70 °C betrieben werden. Diese Netze minimieren Exergieverluste, indem sie die Temperaturunterschiede zwischen den Wärmequellen und dem Wärmebedarf senken. Dies ermöglicht eine effiziente Nutzung erneuerbarer Energiequellen und Abwärme, die häufig bei niedrigeren Temperaturen zur Verfügung steht.

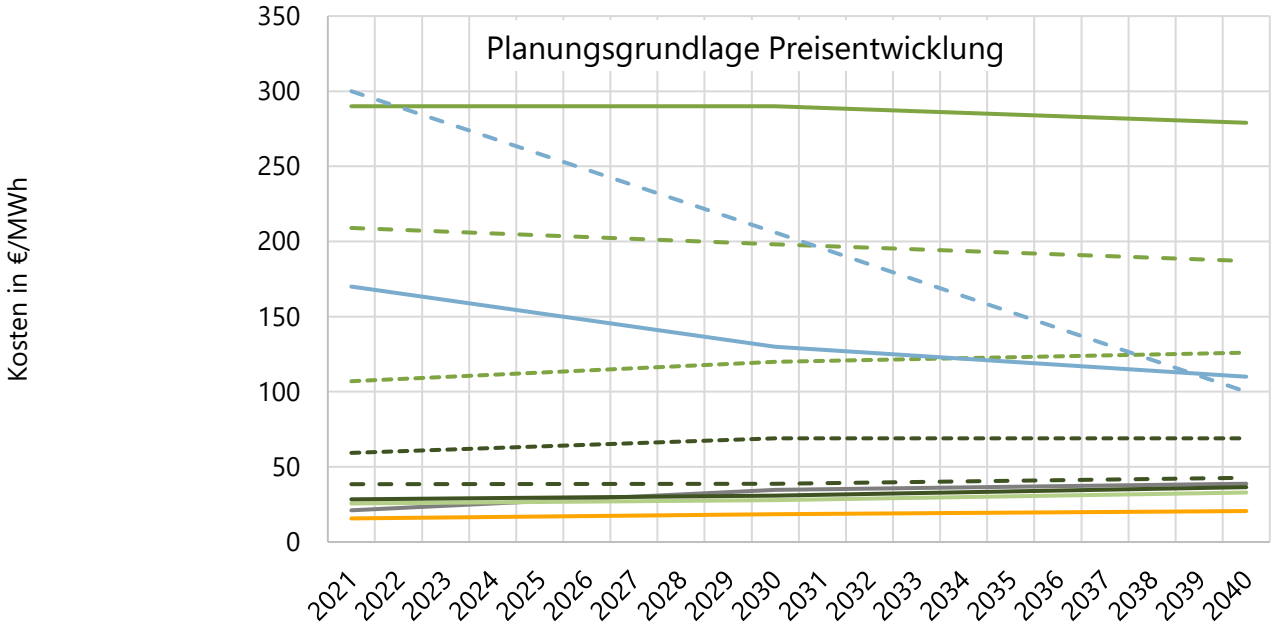
LowEx-Netze ermöglichen eine flexible Nutzung verschiedener erneuerbarer Wärmequellen wie Solarthermie, Geothermie und industrieller Abwärme. Durch die geringere Vorlauftemperatur sinken die Wärmeverluste im Netz, was die Energieeffizienz des Gesamtsystems erhöht. Gebäude, die an ein LowEx-Netz angeschlossen sind, benötigen jedoch ebenfalls Niedertemperatur-Heizsysteme, wie Flächenheizungen oder entsprechend dimensionierte Heizflächen, um den Wärmebedarf decken zu können. Für Gebäude mit höherem Temperaturbedarf lassen sich LowEx-Netze auch gut mit dezentralen Wärmepumpen kombinieren.

2.12 Wirtschaftlichkeitsgrundlagen

2.12.1 Preisentwicklung der Energieträger

Abbildung 17 zeigt die prognostizierte Preisentwicklung verschiedener Energiequellen von 2021 bis 2040 in Euro pro Megawattstunde auf Basis von [13]. Dabei handelt es sich um den Großhandelspreis ohne die staatlich induzierten Preisbestandteile (Steuern, Umlagen etc.).

Die meisten Preise unterliegen leichten Preissteigerungen. Nur die klimaneutralen Energien unterliegen prognostizierten Preisdegressionen. Dies betrifft sowohl die elektrische Energie, sowie die grünen Gase (grüner Wasserstoff und grünes Methan)



	2021	2030	2040
Erdgas	16	19	21
Biogas	59	69	69
Erdöl	21	35	39
Strom (Haushalte)	290	290	279
Strom (GHD)	209	198	187
Strom (Industrie)	107	120	126
Stroh	26	28	33
Hackschnitzel	28	31	37
Pellets	38	39	43
Grünes Methan (CH4)	300	206	100
Grüner Wasserstoff (H2)	170	130	110

Abbildung 17: Preisentwicklung der Energieträger [13]

2.12.2 Wirtschaftlichkeit von Heizungssystemen

Abbildung 18 zeigt eine Förderübersicht des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) zur Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM). Diese Übersicht bietet detaillierte Informationen zu den verschiedenen Einzelmaßnahmen und den entsprechenden Fördersätzen, die zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden gefördert werden können. Die

Tabelle ist in mehrere Spalten unterteilt, die die spezifischen Maßnahmen, die Fördersätze und zusätzliche Boni darstellen.

Zu den Einzelmaßnahmen unter der Durchführung durch das BAFA gehören unter anderem Maßnahmen an der Gebäudehülle mit einem Grundfördersatz von 15 % und einem zusätzlichen iSFP-Bonus von 5 Prozent. Auch Anlagentechnik (außer Heizung) wird mit einem Grundfördersatz von 15 % und einem iSFP-Bonus von 5 % gefördert. Für beide Maßnahmen beträgt die Förderung für Fachplanung und Baubegleitung 50 Prozent.

Es gibt verschiedene Maßnahmen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik) die gefördert werden. Dazu gehören solarthermische Anlagen, Biomasseheizungen, elektrisch angetriebene Wärmepumpen, Brennstoffzellenheizungen, wasserstofffähige Heizungen sowie innovative Heizungstechnik auf Basis erneuerbarer Energien. Diese Maßnahmen haben einen Grundfördersatz von jeweils 30 Prozent. Zusätzlich gibt es Boni wie den Klimageschwindigkeits-Bonus (maximal 20 Prozent), den Einkommens-Bonus (30 Prozent) und eine Förderung für Fachplanung und Baubegleitung (50 Prozent). Für elektrisch angetriebene Wärmepumpen wird zudem ein Effizienz-Bonus von 5 % gewährt.

Weitere Maßnahmen umfassen die Errichtung, den Umbau oder die Erweiterung eines Gebäudenetzes sowie den Anschluss an ein Gebäude- oder Wärmenetz, jeweils mit einem Grundfördersatz von 30 Prozent, einem Einkommens-Bonus von 30 % und einer Förderung für Fachplanung und Baubegleitung von 50 Prozent.

Die Heizungsoptimierung wird ebenfalls gefördert, mit einem Grundfördersatz von 15 % und einem iSFP-Bonus von 5 Prozent, sowie einer Förderung für Fachplanung und Baubegleitung von 50 Prozent. Maßnahmen zur Verbesserung der Anlageneffizienz und Maßnahmen zur Emissionsminderung von Biomasseheizungen werden mit einem Grundfördersatz von 15 bzw. 50 % gefördert, ebenfalls jeweils mit einem iSFP-Bonus von 5 % und einer Förderung für Fachplanung und Baubegleitung von 50 Prozent.

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

[1] Bei Biomasseheizungen wird bei Einhaltung eines Emissionsgrenzwert für Staub von 2,5 mg/m³ ein zusätzlicher pauschaler Zuschlag in Höhe von 2.500 Euro gemäß Nummer 8.4.6 gewährt.
[2] Der Klimageschwindigkeits-Bonus reduziert sich gestaffelt gemäß Nummer 8.4.4. und wird ausschließlich selbstnutzenden Eigentümern gewährt. Bis 31. Dezember 2028 gilt ein Bonussatz von 20 Prozent.

Abbildung 18: BEG Förderung [14]

2.12.3 Wirtschaftlichkeit von Sanierung

Die Sanierungsmodellierung befasst sich mit verschiedenen Sanierungsszenarien für Gebäude, um deren Energieeffizienz zu verbessern und die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen zu bewerten. Die Baualtersklassen umfassen Zeiträume von vor 1900 bis zurzeit ab 2016.

Das Modernisierungspotenzial der Gebäude wird teilweise aus Immobilienportalen eingeschätzt. Dabei spielen die Kaufkraft der Eigentümer und die Marktstruktur (Mietpreisniveau) eine Rolle bei der Realisierung der Maßnahmen, was jedoch auf Häuser-Ebene als fragwürdig betrachtet wird. Sanierungspakete werden nach den Richtlinien aus [15] definiert und verschiedene Sanierungsszenarien mit unterschiedlichen Reduktionszielen der Wärmebedarfe bis 2045 beschrieben. Diese Ziele umfassen eine moderate Gebäudeeffizienz mit einer Reduktion von 23%, eine erhöhte Gebäudeeffizienz mit einer Reduktion von 30% und eine hohe Gebäudeeffizienz mit einer Reduktion von 37%.

Energetische Sonderfälle wie Fachwerkhäuser, Kaffeemühlenhäuser, Blockrandbebauung und Flachdachhäuser werden ebenfalls berücksichtigt. Es werden dabei bauliche Maßnahmen je nach Gebäudetyp und Baualtersklasse modelliert und die spezifischen energetischen Einsparungen sowie die Kosten pro Quadratmeter ermittelt. Der Return on Investment (ROI) wird ebenfalls berechnet.

Die Datenbank der Sanierungsmaßnahmen enthält spezifische Ansätze für unterschiedliche Gebäudearten wie Einfamilienhäuser, Reihenhäuser und Mehrfamilienhäuser. Die erwarteten Wärmebedarfsreduktionen und die notwendigen Kosten werden detailliert berechnet. Dabei stellt sich heraus, dass die ROI-Berechnungen bei den meisten Gebäudetypen eine geringe Sensitivität auf die Sanierungsstufen zeigen, wobei neuere Gebäude aufgrund geringerer Einsparungen höhere ROI aufweisen. Insgesamt wird betont, dass für eine merkliche Einsparung Gebäude mit hohem Aufwand saniert werden müssen. Insbesondere bei neueren Gebäuden sind wirtschaftliche Sanierungsmöglichkeiten begrenzt.

Die Wirtschaftlichkeit der Sanierungsszenarien variiert stark je nach Sanierungsklasse. Während Pinselsanierungen durch sehr geringe Investitionen und kurzfristige Amortisation wirtschaftlich attraktiv sind, erfordern mittelintensive und tiefgreifende Sanierungen höhere Investitionen, bieten jedoch langfristig deutlich höhere Energieeinsparungen und Wertsteigerungen der Immobilien.

Für die Umsetzung der Sanierungsszenarien spielen Förderprogramme eine entscheidende Rolle. Sie können in Form von Zuschüssen, zinsgünstigen Darlehen oder Steuererleichterungen bereitgestellt werden. In Deutschland stehen verschiedene Programme zur Verfügung, darunter die Förderungen der KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) und des BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle).

Förderungen sind aus folgenden Gründen notwendig:

- Reduzierung der finanziellen Belastung: Insbesondere für tiefgreifende Sanierungen sind die Investitionskosten ohne Förderungen für viele Hausbesitzer nicht tragbar. Förderungen helfen, die finanzielle Belastung zu reduzieren.
- Anreiz zur Sanierung: Attraktive Förderprogramme erhöhen die Bereitschaft der Eigentümer, in energieeffiziente Maßnahmen zu investieren. Dies ist besonders wichtig, um die Sanierungsrate zu erhöhen und die Klimaziele zu erreichen.

- Langfristige wirtschaftliche Vorteile: Durch Förderungen wird nicht nur die finanzielle Einstiegshürde gesenkt, sondern auch langfristig die Wirtschaftlichkeit verbessert, da die Energiekosteneinsparungen die verbleibenden Investitionskosten schneller amortisieren.

2.12.4 Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzinfrastruktur

Die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) unterstützt den Ausbau und die Modernisierung von Wärmenetzen, um die Nutzung erneuerbarer Energien zu fördern und die Energieeffizienz zu steigern. Das Programm richtet sich an Unternehmen, Kommunen und andere Akteure, die in den Ausbau und die Modernisierung von Wärmenetzen investieren möchten.

Förderfähige Maßnahmen umfassen sowohl den Neubau von Wärmenetzen als auch die Modernisierung bestehender Netze. Beim Neubau werden die Planung und Errichtung neuer Wärmenetze gefördert, die einen hohen Anteil erneuerbarer Energien oder Abwärme nutzen. Zudem werden Erzeugungsanlagen unterstützt, die erneuerbare Energien wie Biomasse, Solarthermie und Geothermie oder Abwärme aus Industrieprozessen nutzen. Bei der Modernisierung bestehender Netze werden Maßnahmen zur Erneuerung und Erweiterung gefördert, um den Anteil erneuerbarer Energien zu erhöhen und die Effizienz zu verbessern. Auch die Integration zusätzlicher erneuerbarer Energiequellen in bestehende Netze wird unterstützt.

Effizienzsteigerungen in Wärmenetzen können durch die Optimierung der Netzsteuerung und den Bau von Wärmespeichern erreicht werden. Diese Maßnahmen zielen darauf ab, Verluste zu minimieren und den Betrieb zu optimieren, wodurch die Flexibilität und Effizienz der Netze erhöhten wird.

Die BEW bietet verschiedene Förderarten an, darunter Investitionszuschüsse und zinsgünstige Kredite. Zuschüsse werden in der Regel als Prozentsatz der förderfähigen Investitionskosten gewährt, wobei die genaue Höhe von der Art der Maßnahme und dem Anteil erneuerbarer Energien abhängt. Es gibt auch Obergrenzen für die förderfähigen Kosten, die je nach Projekt variieren können. Zusätzlich zu den direkten Zuschüssen können zinsgünstige Kredite für die Finanzierung von Projekten in Anspruch genommen werden.

Das Antragsverfahren umfasst mehrere Schritte. Zunächst wird eine Initialberatung empfohlen, um die Förderfähigkeit des Projekts zu überprüfen und die optimalen Maßnahmen zu identifizieren. Ein detailliertes Konzept, das die geplanten Maßnahmen und deren erwartete Effekte beschreibt, muss erstellt werden. Der Antrag muss bei der zuständigen Behörde, in der Regel bei der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) oder dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), eingereicht werden. Nach der Prüfung der Anträge wird bei Bewilligung ein Förderbescheid erteilt.

Die geförderten Projekte müssen bestimmte technische Mindestanforderungen erfüllen, um sicherzustellen, dass die Maßnahmen tatsächlich zu einer Effizienzsteigerung und einem höheren Anteil erneuerbarer Energien führen. Nach Abschluss der Maßnahmen muss der Nachweis erbracht werden, dass die Mittel zweckgemäß verwendet wurden und die geplanten Effekte erreicht wurden.

Die BEW-Förderung bietet zahlreiche Vorteile. Durch Zuschüsse und zinsgünstige Kredite wird die finanzielle Belastung für die Projektträger reduziert. Die geförderten Maßnahmen tragen zur Steigerung der Energieeffizienz der Wärmenetze bei und erhöhen den Anteil erneuerbarer Energien, was zur Reduktion der CO_2-Emissionen beiträgt. Effiziente und gut gesteuerte Wärmenetze führen zu langfristigen Kosteneinsparungen für Betreiber und Endnutzer. Beispielsweise können für

Erzeugungsanlagen, die erneuerbare Energien nutzen, bis zu 40% der förderfähigen Kosten erstattet werden. Für den Ausbau und die Modernisierung von Wärmenetzen können bis zu 30% der Kosten gefördert werden, und für den Bau und die Integration von Wärmespeichern können bis zu 50% der Kosten übernommen werden.

Insgesamt bietet die BEW-Förderung eine umfassende Unterstützung für die Modernisierung und den Ausbau von Wärmenetzen. Sie trägt dazu bei, den Anteil erneuerbarer Energien zu erhöhen, die Energieeffizienz zu verbessern und die CO_2-Emissionen zu reduzieren.

3 Bestandsanalyse

3.1 Allgemeines

Die Bestandsanalyse bildet eine wesentliche Grundlage für die Entwicklung und Optimierung von Wärmeversorgungssystemen in der Region. Im Rahmen der Bestandsanalyse findet eine Erhebung des aktuellen Wärmebedarfs und -verbrauchs und der daraus resultierenden Treibhausgasemissionen, einschließlich Informationen zu den vorhandenen Gebäudetypen und den Baualtersklassen, der Versorgungsstruktur aus Gas- und Wärmenetzen, Heizzentralen und Speichern sowie Ermittlung der Beheizungsstruktur der Wohn- und Nichtwohngebäude statt. Zudem werden Energie- und Treibhausgasbilanzen nach Energieträgern und Sektoren erstellt. Durch die umfassende Analyse dieser Faktoren können gezielt Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz und Reduzierung der CO_2-Emissionen entwickelt werden. Diese Analyse ermöglicht es weiterhin, spezifische Anforderungen und Potenziale innerhalb der unterschiedlichen Bereiche der Stadt zu identifizieren, um eine nachhaltige und zukunftsfähige Wärmeversorgung zu gewährleisten Struktur der Kommune und derer Gebäude.

3.2 Datengrundlage

Für die Erstellung der Bestandsanalyse war eine umfassende Datensammlung und -aufbereitung notwendig. In Tabelle 4 sind die relevanten Datenquellen aufgeführt, die zur fundierten Erfassung der aktuellen Wärmestruktur herangezogen wurden. Diese umfassen sowohl geografische und infrastrukturelle Informationen als auch spezifische Gebäudedaten, die beispielsweise die Wärmeverbrauchswerte und die technische Ausstattung betreffen. Die Datengrundlage beinhaltet eine Kombination aus öffentlich zugänglichen sowie spezifisch erhobenen Daten, die eine detaillierte Analyse ermöglichen.

Tabelle 4: Datengrundlage für die Bestandsanalyse

Bezeichnung	Inhalte	Quelle
Geofabrik (OpenStreetMap)	Flächennutzung	[16]
AggerEnergie	Gasnetzinfrastruktur	-
Zensus 2022	Statistische Daten zu Heizungstechnologien	[17]
Raumwärmebedarfsmodell (2024)	Statistische Daten zu Wärmebedarf, Sanierungsstand, Gebäudenutzung, Baujahresklasse und ähnliches	[18]
Kehrdaten der Schornsteinfeger	Dezentrale Heizungstechnologien (Verbrennungstechnologien)	-
ALKIS	Flurstücke	[19]

3.3 Vorprüfung

Gemäß §14 des WPG kann für Teilgebiete, welche sich weder für ein Wärme- oder Wasserstoffnetz eignen, eine verkürzte Wärmeplanung durchgeführt. Diese Teilgebiete können im Rahmen einer Vorprüfung identifiziert werden. Um für das komplette Stadtgebiet von Overath eine Aussage über die heutige und zukünftige Wärmeversorgung treffen zu können, wurde im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für alle Teilgebiete eine vollständige Wärmeplanung durchgeführt.

3.4 Allgemeine Informationen

3.4.1 Flächennutzung

Overath ist eine Stadt im Rheinisch-Bergischen Kreis in Nordrhein-Westfalen und erstreckt sich über etwa 92 Quadratkilometer am östlichen Rand des Bergischen Landes. Die Flächennutzung ist ausgewogen zwischen Landwirtschaft, Wald, Wohnbau, Verkehr und Gewerbe.

Ein bedeutender Teil der Fläche (siehe auch Abbildung 19) wird landwirtschaftlich genutzt und prägt die Landschaft mit Wiesen, Weiden und Feldern. Etwa ein Drittel besteht aus Waldgebieten, die sowohl forstwirtschaftlich als auch als Naherholungsräume genutzt werden. Wohnbauflächen konzentrieren sich auf das Stadtzentrum und größere Ortsteile wie Vilkerath, Heiligenhaus und Marialinden, geprägt von Ein- und Zweifamilienhäusern.

Verkehrsflächen, darunter die Autobahn A4 und die Bahnstrecke Köln-Gummersbach, sichern die überregionale Anbindung. Gewerbeflächen sind begrenzt und befinden sich vor allem in kleineren Gewerbegebieten am Stadtrand. Ergänzend sorgen Erholungs- und Grünflächen für eine hohe Lebensqualität. Weitere Flächen umfassen öffentliche Infrastruktur, Wasserflächen wie die Agger und unbebaute Grundstücke.

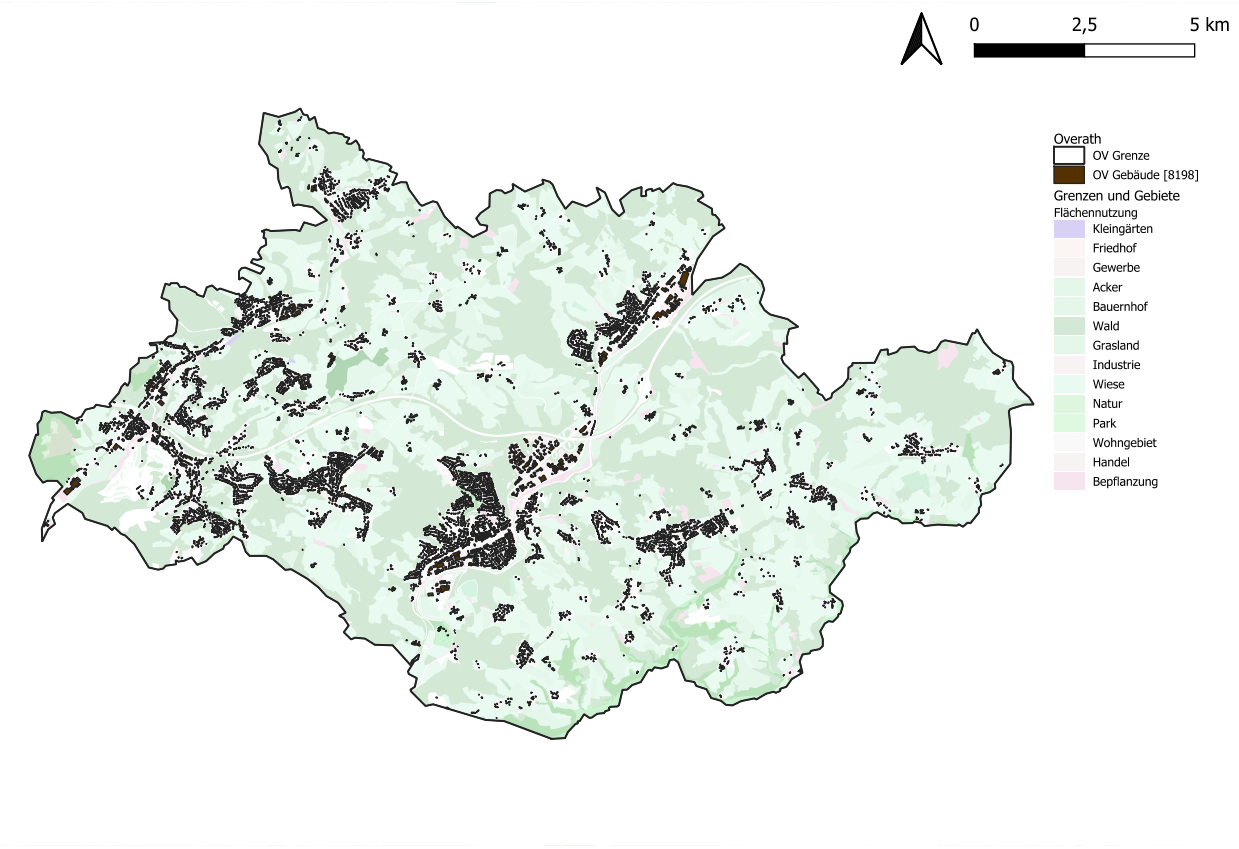


Abbildung 19: Flächennutzung der Stadt Overath

3.4.2 Gebäudetypologie

Der dominierte Gebäudetyp variiert in Overath nur leicht je nach Teil des Stadtgebiets. Dies kann Abbildung 20 entnommen werden, welche den dominierenden Gebäudetyp (bezogen auf Anzahl der

Gebäude) je Baublock darstellt.[4] Bezogen auf die Gesamtanzahl an beheizten Gebäuden (8189 Gebäude) sind es in der Stadt Overath knapp 80 % Einfamilienhäuser, 4 % Reihenhäuser, 5 % Mehrfamilienhäuser, 4 % große Mehrfamilienhäuser und 7 % Nichtwohngebäude.

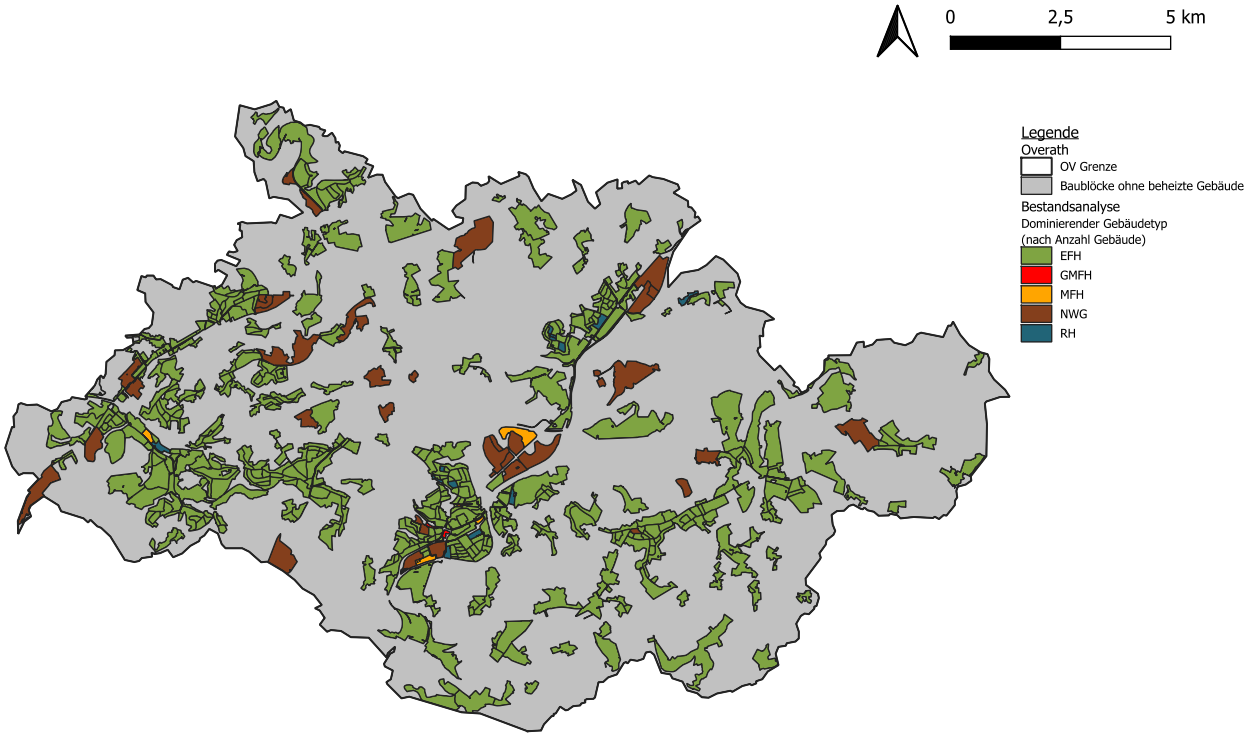


Abbildung 20: Dominierender Gebäudetyp auf Baublockebene

Neben dem Gebäudetyp ist für die Wärmeversorgung von Gebäuden insbesondere noch das Baujahr relevant, da dieses den spezifischen Wärmebedarf je nach Sanierungsstand stark beeinflusst. In Abbildung 21 ist die Anzahl an Gebäuden je Baujahresklasse für die Stadt Overath dargestellt. Die dominierende Baujahraltersklasse je Baublock ist wiederum in Abbildung 22 dargestellt.

Wie aus Abbildung 21 zu entnehmen ist, überwiegt in der Stadt Overath der Gebäudebestand aus den Baujahren zwischen 1900 und 1995. Diese Gebäude machen mit in Summe 6746 Gebäuden knapp 82 % des Gebäudebestandes aus. Hierbei sind die Gebäude mit einem Baujahr zwischen 1961 und 1980 nochmal hervorzuheben, denn diese zeichnen sich grundsätzlich durch einen sehr hohen spezifischen Wärmebedarf von 200 kWh/(m^2*a) bis 250 kWh/(m^2*a) aus [20]. Dieser Baujahresbereich macht in der Stadt Overath 41 % des Gebäudebestandes aus. Gebäude, welche vor 1945 und ab 2005 errichtet wurden, sind deutlich effizienter mit einem spezifischen Wärmebedarf unter 150 kWh/(m^2*a). Diese haben in der Stadt Overath einen Anteil von 17 % am Gebäudebestand.

[4] Ein Baublock ist gemäß Wärmeplanungsgesetz folgendermaßen definiert: „[…] ein Gebäude oder mehrere Gebäude oder Liegenschaften, das oder die von mehreren oder sämtlichen Seiten von Straßen, Schienen oder sonstigen natürlichen oder baulichen Grenzen umschlossen und für die Zwecke der Wärmeplanung als zusammengehörig zu betrachten ist oder sind“

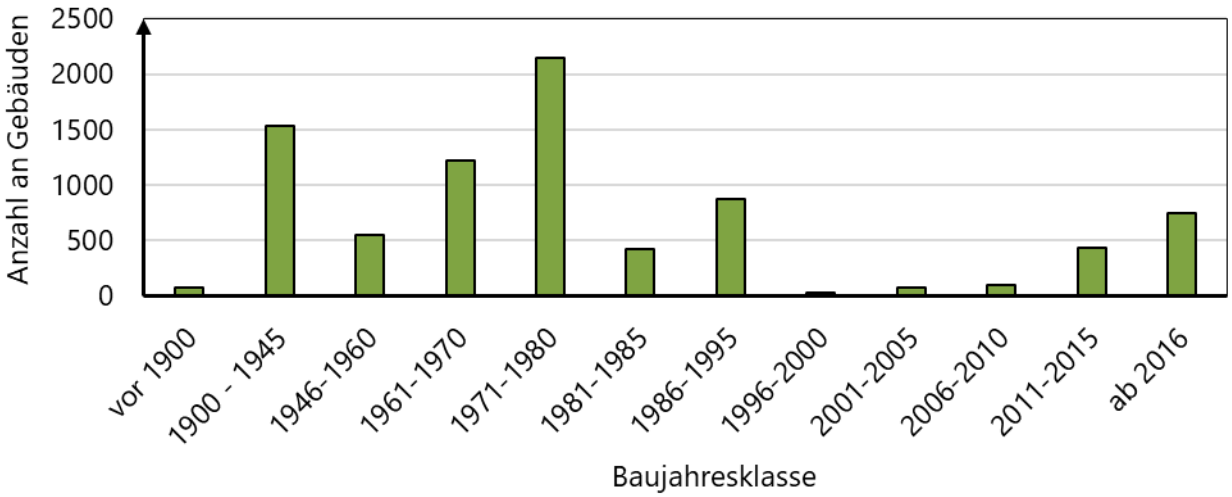


Abbildung 21: Anzahl der Gebäude je Baujahresklasse

Anhand von Abbildung 22 ist zu sehen, dass das Alter der Gebäudestruktur in Overath je nach Stadtteil variieren kann. Besonders auffällig ist die Konzentration älterer Gebäude in den zentraleren und dicht bebauten Bereichen, während neuere Baugebiete eher dezentral und in kleineren Clustern zu finden sind.

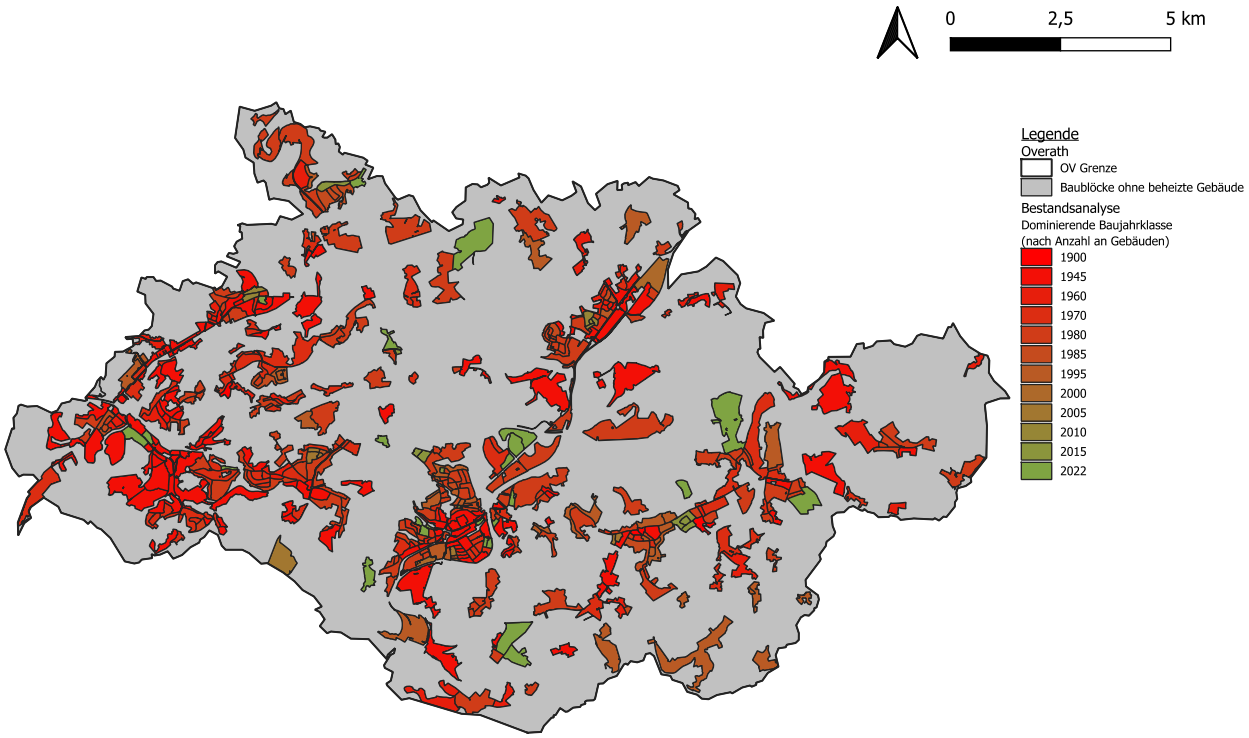


Abbildung 22: Dominierende Baujahresklasse auf Baublockebene

Abbildung 23 zeigt die Verteilung der Gebäude in Overath nach ihrem spezifischen Wärmebedarf in kWh/m², einem Maß für die benötigte Wärmeenergie pro Quadratmeter beheizter Fläche pro Jahr. Dieser Wert dient als Indikator für die Energieeffizienz eines Gebäudes. Die meisten Gebäude fallen in die Kategorie 100-150 kWh/m², gefolgt von der Gruppe mit 150-200 kWh/m². Weniger Gebäude haben einen sehr niedrigen (<50 kWh/m²) oder einen sehr hohen (>200 kWh/m²) spezifischen Wärmebedarf.

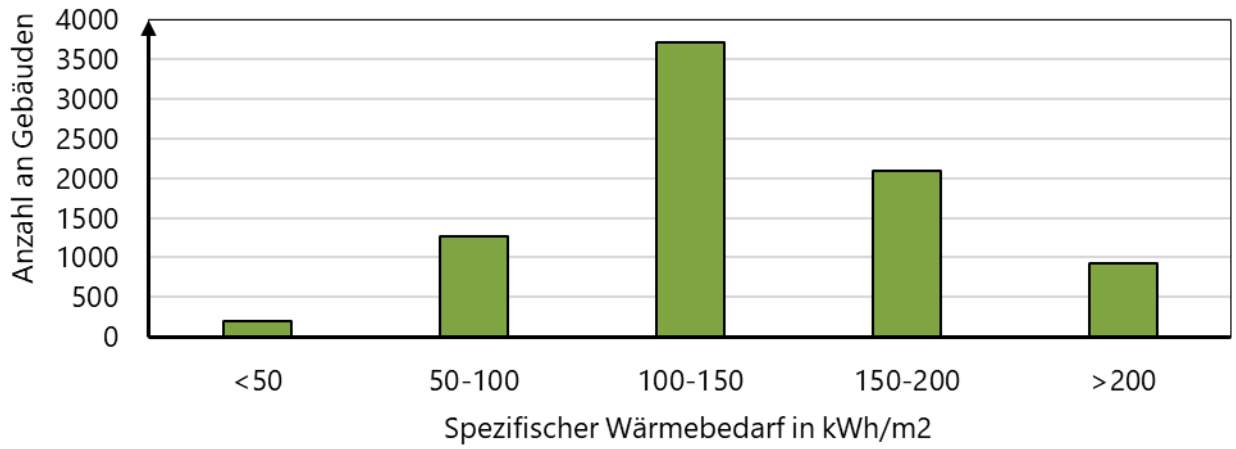


Abbildung 23: Anzahl der Gebäude nach spezifischem Wärmebedarf

3.4.3 Netzinfrastrukturen

3.4.3.1 Erdgasnetz

Die Wärmeversorgung basierend auf dem öffentlichen Erdgasnetz spielt in Overath eine entscheidende Rolle. Abbildung 24 zeigt hierbei die Lage des Erdgasnetzes auf Baublockebene. Im Großteil der Baublöcke in der Stadt Overath sind Gebäude an das Erdgasnetz angeschlossen. Insgesamt sind 5659 Gebäude an dieses Gasnetz angeschlossen, was wiederum knapp 69 % aller beheizten Gebäude entspricht. Das Gasnetz in Overath wird von der AggerEnergie GmbH betrieben, die in der Region auch als Hauptversorger für Strom und Gas tätig ist.

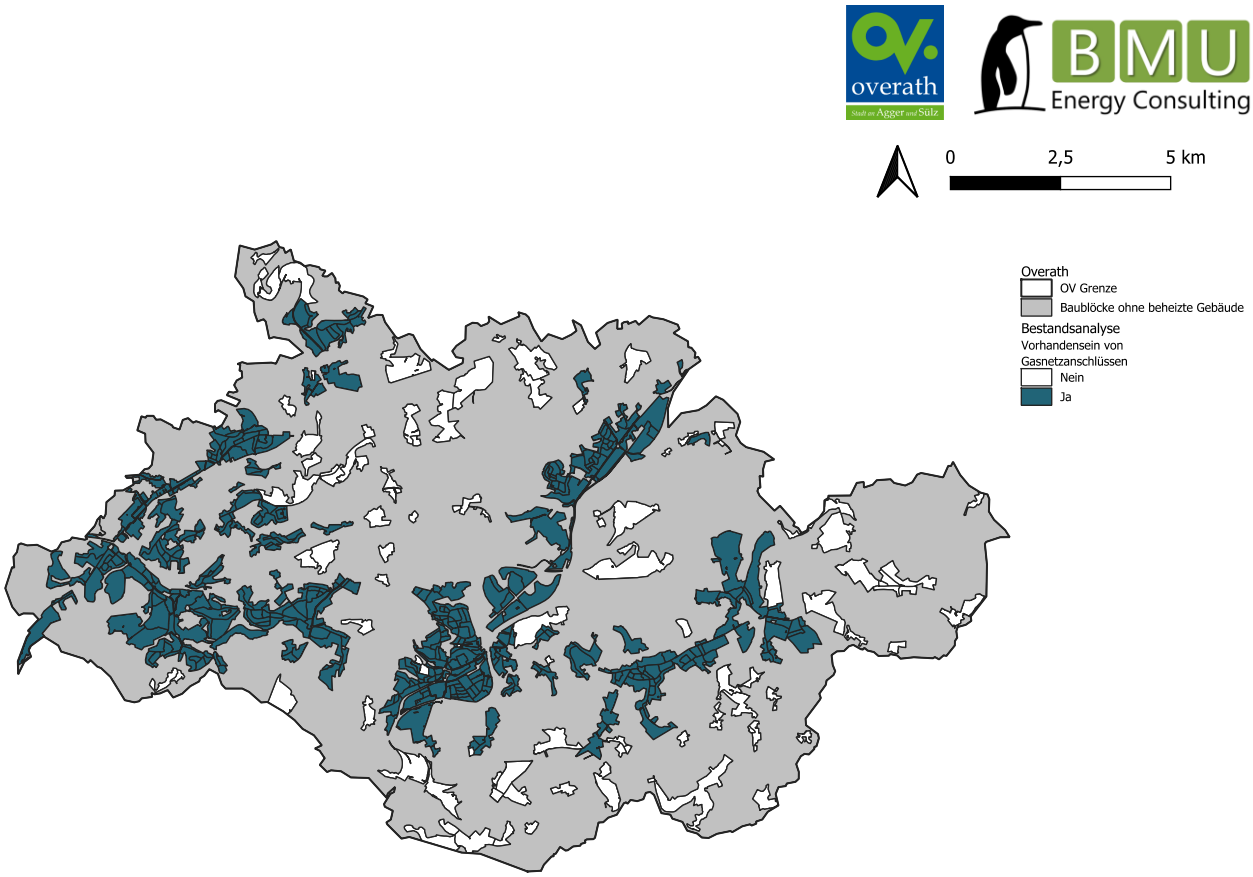


Abbildung 24: Lage des Erdgasnetzes auf Baublockebene

3.4.3.2 Stromnetz

Der Strom wird größtenteils aus dem öffentlichen Netz bezogen, das von der AggerEnergie GmbH betrieben wird. Darüber hinaus gibt es in Overath Bestrebungen zur verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien, insbesondere durch Photovoltaikanlagen. Einige Haushalte und Unternehmen haben bereits Solaranlagen installiert, um ihren eigenen Strom zu erzeugen und überschüssigen Strom ins Netz einzuspeisen.

3.4.3.3 Wärmenetze

Anhand der Zensusdaten wurden in Overath zwei Wärmenetze identifiziert. Es handelt sich bei beiden Netzen um kleine Nahwärmenetze. Aufgrund ihrer geringen Größe und des damit verbundenen begrenzten Einflusses wurden keine weitergehenden Untersuchungen durchgeführt. Die Standpunkte der Wärmenetze sind in Abbildung 32 zu sehen.

Das erste Wärmenetz befindet sich im Westen von Overath und wird von der Biogas Diez Stinn GmbH & Co. KG betrieben. Laut Angaben auf der Unternehmenswebsite wird dort ein Blockheizkraftwerk mit Biogas betrieben, das Wärme für externe Abnehmer bereitstellt.

Das zweite Wärmenetz liegt im Süden von Overath und basiert auf einer Hackspäneheizung in Cyriax. Laut dem Betreiber Hof Becher GbR werden auf dem Hof Restholzmengen aus den umliegenden Waldflächen zu Hackspänen verarbeitet, getrocknet und ganzjährig zur Wärmeerzeugung genutzt. Diese Wärme wird über ein Nahwärmenetz im Ort Cyriax verteilt, sodass auch benachbarte Gebäude klimaneutral beheizt werden können.

3.4.3.4 Wasserstoffnetze

In Overath werden aktuell keine Wasserstoffnetze betrieben.

3.4.3.5 Abwasser

Overath ist in zwei Abwasserentsorgungsgebiete unterteilt. Das Kanalnetz wird von den Stadtwerken Overath betrieben. Die Ortschaften Heiligenhaus, Untereschbach, Steinenbrück, Immekeppel und Brombach entwässern in die Kläranlage Lehmbach, während die Ortschaften Overath, Vilkerath und Marialinden in die Kläranlage Overath entwässern. Beide Kläranlagen werden vom Aggerverband betrieben. Grundstücke, die keinen Anschluss an das öffentliche Kanalsystem haben, entsorgen ihre Abwässer über Kleinkläranlagen oder abflusslose Gruben. Weitere Details zum Thema Abwasser werden in der Potenzialanalyse untersucht.

3.5 Wärmebedarf nach Energieträgern und Sektoren

Gemäß dieser Wärmeplanung werden folgende acht Gruppen an Energieträgern für die Bestandsanalyse, aber auch potenzielle zukünftige Szenarien, berücksichtigt:

- Erdgas (Versorgung über das öffentliche Erdgasnetz)
- Heizöl
- Wärmenetz
- Strom (Wärmepumpen und Direktheizungen)
- Wasserstoff (liegt im Bestand in Overath nicht vor)
- Biomasse (insb. Pellets und weitere holzbasierte Energieträger)
- Sonstiger Brennstoff (insb. Kohle und Flüssiggas)

Der jährliche Gesamtwärmebedarf für die Stadt Overath liegt bei 299,8 GWh (siehe Abbildung 25). Von diesem Gesamtwärmebedarf entfallen 201,8 GWh auf den Energieträger Erdgas, was wiederum knapp 67 % entspricht. Heizöl macht mit 53,2 GWh 18 % des Wärmebedarfs aus. Wärmenetze tragen nur mit 1,6 GWh (entspricht 0,5 %) bei. Strombasierte Heizungen und Umweltwärme decken 14,2 GWh (5 %), während Biomasse (7 %) und sonstige Brennstoffe (2 %) zusammen über 9 % des Wärmebedarfs ausmachen (6,7 GWh und 22,3 GWh). Aus diesen Ergebnissen kann eindeutig identifiziert werden, dass die Wärmeversorgung in der Stadt Overath eine hohe Abhängigkeit von fossilen Energieträgern hat, da Erdgas und Heizöl zusammen 85 % des Wärmebedarfs in Overath decken.

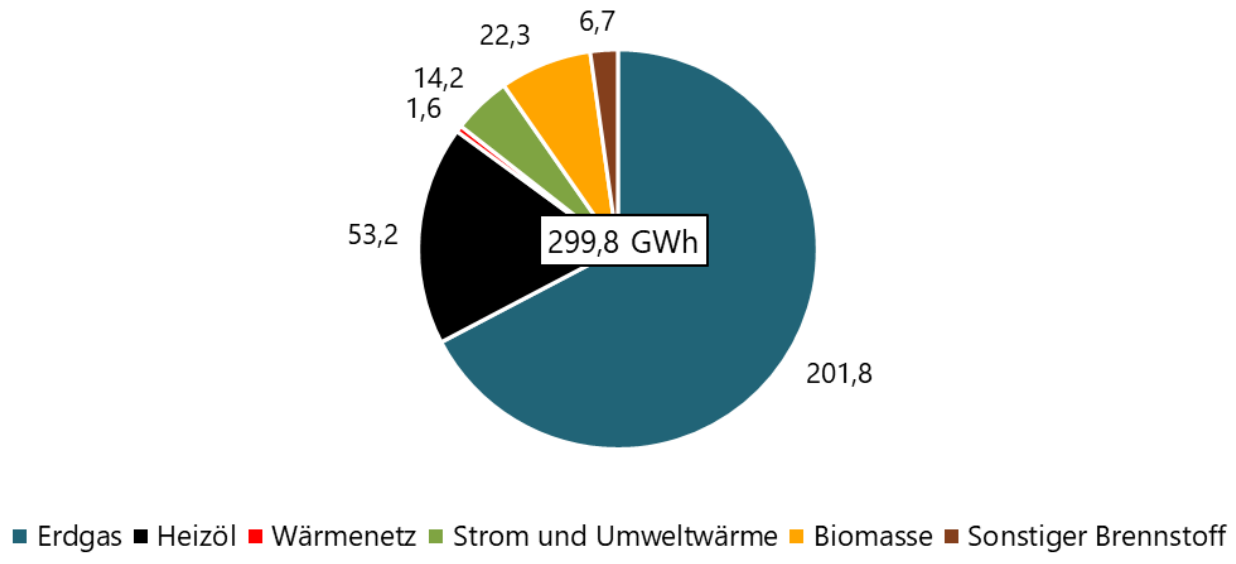


Abbildung 25: Jährlicher Wärmebedarf (alle Sektoren) in GWh

Mit 210,9 GWh (siehe Abbildung 26) macht der Haushaltssektor (Wohngebäude) knapp 67 % des jährlichen Wärmebedarfs aus. Damit ist dieser Sektor bezogen auf den Wärmebedarf der wichtigste Sektor im Vergleich zu den Sektoren GHD, Industrie und Kommune. Die Verteilung des Wärmebedarfs auf die einzelnen Energieträger ist hierbei sehr ähnlich zum Gesamtwärmebedarf der Stadt Overath. 67 % des Wärmebedarfs wird über den Energieträger Erdgas gedeckt. Heizöl ist im Haushaltssektor mit 18 % relevanter als im Kontext des Gesamtwärmebedarfs über alle Sektoren.

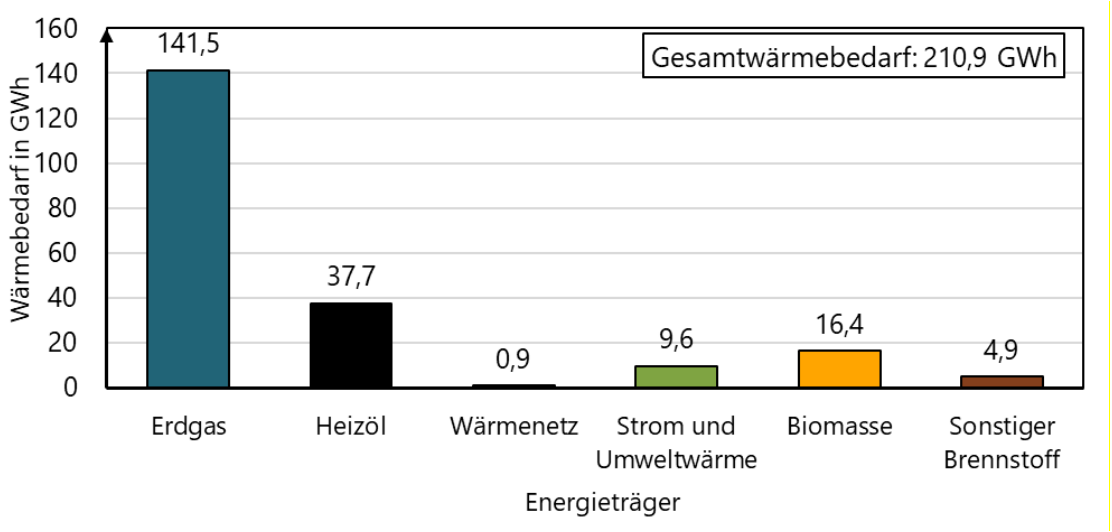


Abbildung 26: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Haushalte) in GWh

Der kommunale Sektor macht im Vergleich zum Haushaltssektor mit 8 GWh nur einen Anteil von 3,8 % des jährlichen Gesamtwärmebedarfs aus (siehe Abbildung 27). Dem kommunalen Sektor werden hierbei insbesondere Schulen, Kindergärten und z. B. das Rathaus zugeordnet. Während Erdgas 76 % des Wärmebedarfs ausmacht, wird im kommunalen Sektor nur ein geringer Anteil an Heizöl eingesetzt (15 %). Dies lässt sich damit erklären, dass kommunale Gebäude in der Regel relativ zentral in der dichteren Bebauung liegen, welche in Overath entweder vom Gasnetz oder durch andere zentrale Energiequellen versorgt werden.

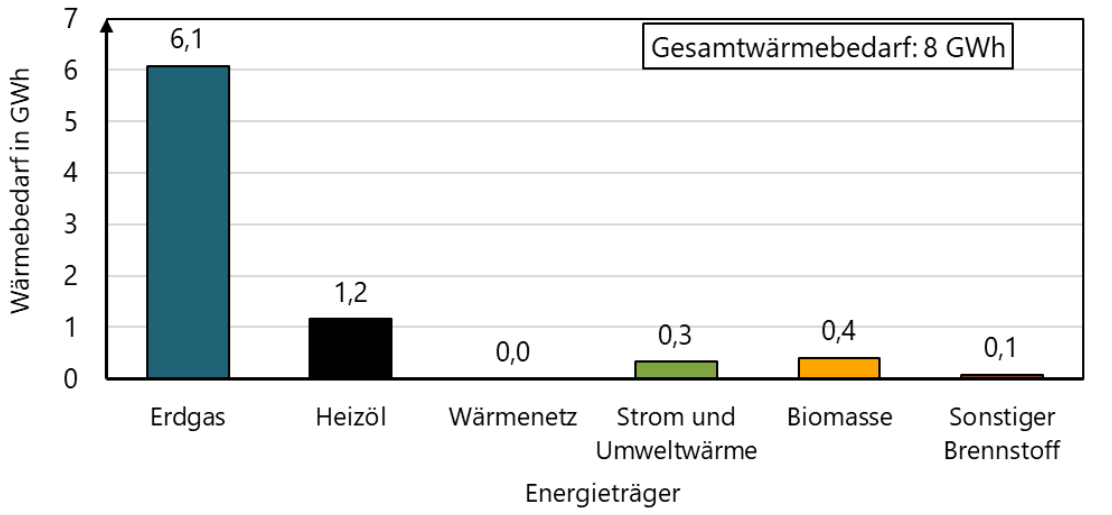


Abbildung 27: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Kommune) in GWh

Der jährliche Wärmebedarf für den GHD-Sektor (aufgeteilt auf die Energieträger) ist in Abbildung 28 dargestellt. Mit 60,5 GWh macht dieser knapp 20 % des Gesamtwärmebedarfs aus. Zur Deckung dieses Bedarfs werden 37,0 GWh über Erdgas (61 % des Bedarfs) bereitgestellt.

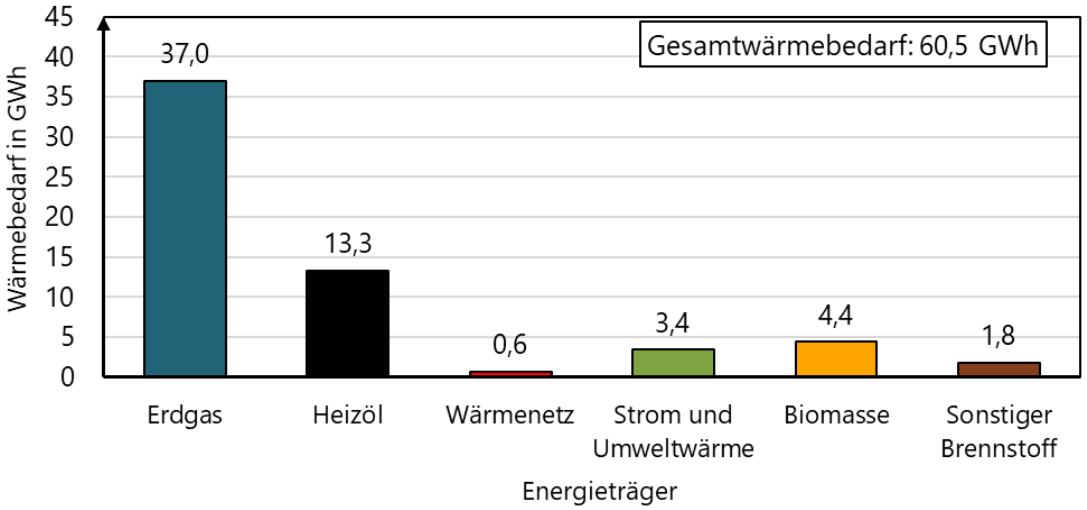


Abbildung 28: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor GHD) in GWh

Zuletzt ist noch der Industrie-Sektor zu betrachten, welcher in Abbildung 29 dargestellt ist. Große Teile der Industrie in Overath sind dem Osten des Stadtteils Overath zuzuordnen, wo ein großes Industriegebiet liegt. Insgesamt macht dieser Sektor mit 45,08 GWh nur 11 % des jährlichen Gesamtwärmebedarfs. Die Versorgung erfolgt im Industriesektor insbesondere über Erdgas, welches mit 32,72 GWh 73 % des Bedarfs ausmacht. Dadurch das Teile des Industriegebiets im Osten des Stadtteils Overath vom Wärmenetz versorgt werden, machen Wärmenetze mit 6,76 GWh 15 % aus.

Zuletzt ist noch der Industrie-Sektor zu betrachten, welcher in Abbildung dargestellt ist. Insgesamt macht dieser Sektor mit 20,4 GWh nur 7 % des jährlichen Gesamtwärmebedarfs aus. Die Versorgung erfolgt im Industriesektor insbesondere über Erdgas, welches mit 17,2 GWh 84 % des Bedarfs ausmacht.

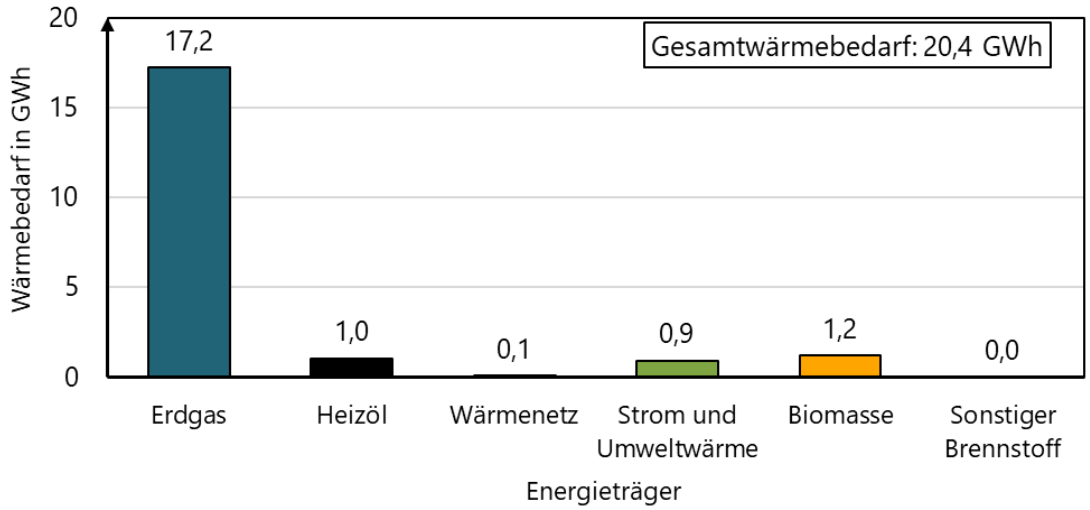


Abbildung 29: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Industrie) in GWh

Im Folgenden wird die geographische Verortung der Gesamtwärmebedarfe nach Energieträger auf Baublockeben beschrieben.

In Abbildung 24 ist zu erkennen, dass das Erdgasnetz in der Stadt Overath sehr flächendeckend ausgebaut ist. Dies spiegelt sich auch in Abbildung 30 wider, in welcher der Anteil an Erdgas als Energieträger am Wärmebedarf auf Baublockebene dargestellt ist. Es ist zu sehen, dass in allen Baublöcken, in welcher Gasnetzanschlüsse vorhanden sind, Erdgas in der Regel mindestens 25 % des Wärmebedarfs ausmacht. Ebenso ist zu sehen, dass es viele Baublöcke im Stadtgebiet von Overath gibt, welche über 90 % ihres Wärmebedarfs über das Erdgasnetz decken. Diese Baublöcke befinden sich insbesondere in den dichter besiedelten Stadtteilen.

Der Anteil von Heizöl am Wärmebedarf auf Baublockebene ist wiederum in Abbildung 31 dargestellt. Wie bereits in Abbildung 25 beschrieben ist, macht Heizöl 18 % des Wärmebedarfs im Stadtgebiet aus. Dies spiegelt sich auch in der Auswertung auf Baublockebene wider. Gerade in den Gebieten, in denen kein Gasnetz vorhanden ist, spielt Heizöl als Energieträger eine große Rolle. Knapp 13% der Baublöcke weisen Anteile von Heizöl von mindestens 50 % auf. Dies sind primär Baublöcke in den dünn besiedelten Bereichen der Stadt Overath, welche sich ebenso durch eine geringe Anzahl an Gebäuden auszeichnen.

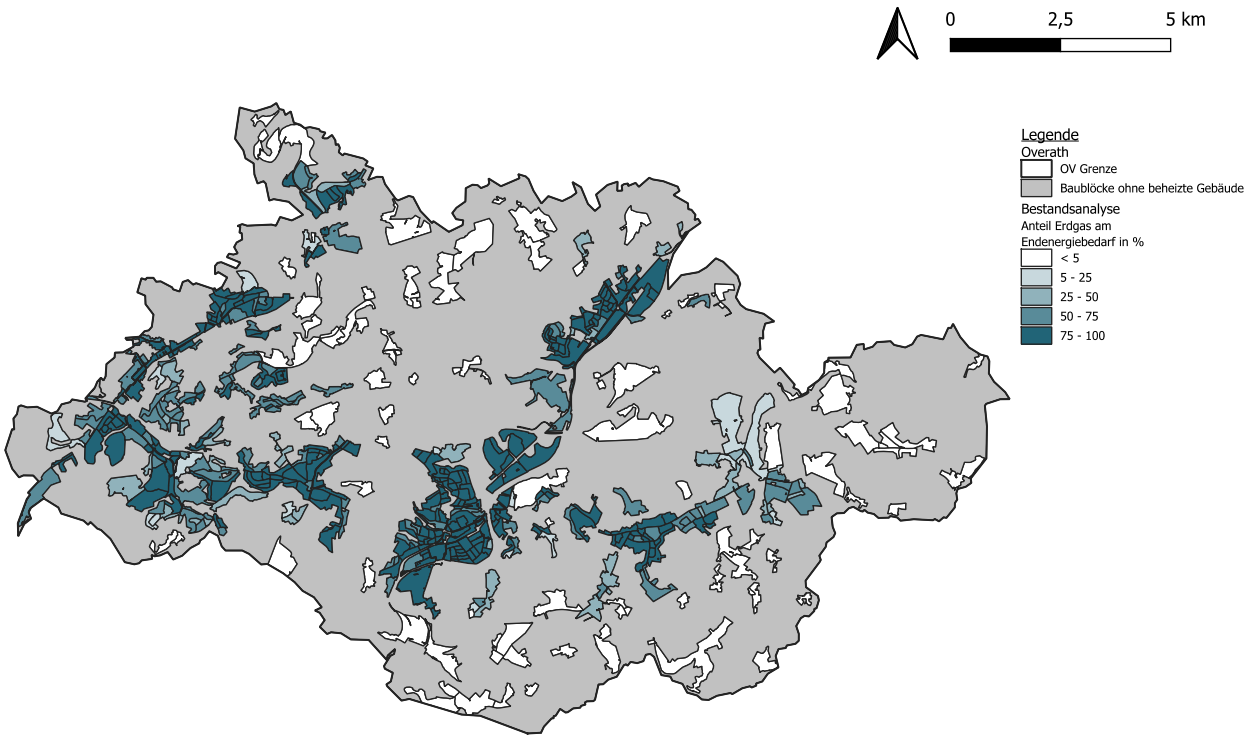


Abbildung 30: Anteil von Erdgas am Wärmebedarf auf Baublockebene

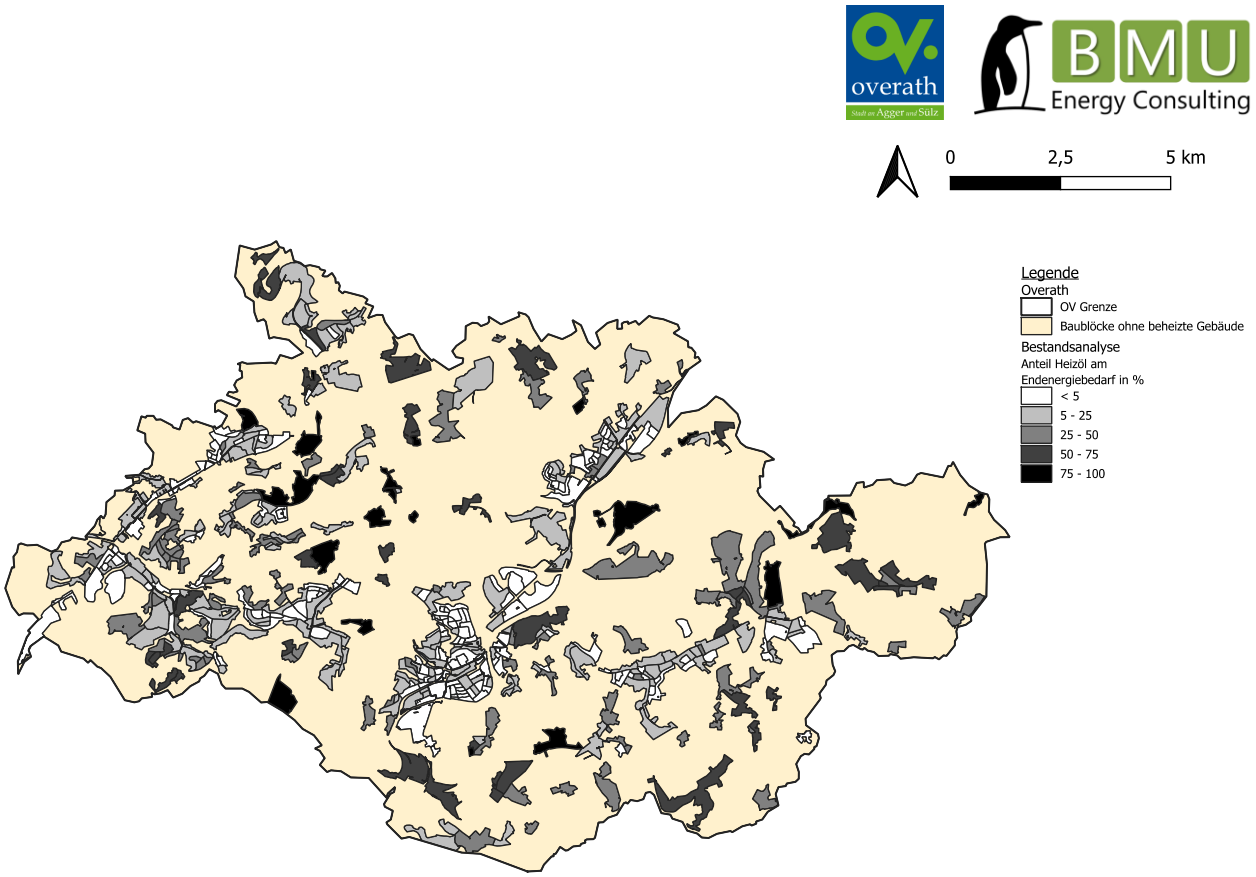


Abbildung 31: Anteil von Heizöl am Wärmebedarf auf Baublockebene

Wärmenetze spielen in der Overather Wärmeversorgung eine untergeordnete Rolle. Der Anteil von Wärmenetzen am Wärmebedarf auf Baublockebene ist in Abbildung 32 dargestellt. Wie bereits in Abschnitt 3.4.3.3 beschrieben, handelt es sich hierbei um zwei kleinere Nahwärmenetze. Diese versorgen lediglich 10 Baublöcke, was etwa 2 % aller Baublöcke in Overath entspricht.

In der Wärmeversorgung der Stadt Overath spielt Strom nur eine untergeordnete Rolle. Gemäß Abbildung 25 macht Strom mit 14,2 GWh knapp 5 % des Gesamtwärmebedarfs aus. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass Strom im Bereich der Trinkwarmwassererzeugung eine relevante Rolle spielt, da in knapp 14 % der Gebäude Strom als Energieträger für Trinkwarmwassererzeugung genutzt wird. Aus Abbildung 33, welche den Anteil von Strom am Wärmebedarf auf Baublockebene darstellt, ist zu sehen, dass Strom als Energieträger des Wärmesektors im Stadtteil Overath nur wenig vertreten ist.

Mit 22,3 GWh (entspricht 7 % des Gesamtwärmebedarfs) weist Biomasse eine ähnliche Größenordnung bezogen auf den Wärmebedarf im Vergleich zu Strom auf. Hierbei ist jedoch gemäß Abbildung 34 zu erkennen, dass die Anzahl von Gebäuden, welche mit Biomasse als Energieträger zur Raumwärmebereitstellung versorgt werden, nicht mal 4 % beträgt. Jedoch gibt es eine nennenswerte Anzahl an biomassebasierten Einzelraumheizungen (primär Kamine). Fast die Hälfte aller Gebäude weisen Einzelraumheizungen mit Biomasse als Energieträger auf, welche wiederum einen Teil der Raumwärmebereitstellung übernehmen. Daher ist die Verteilung auf Gemeindeebene sehr homogen.

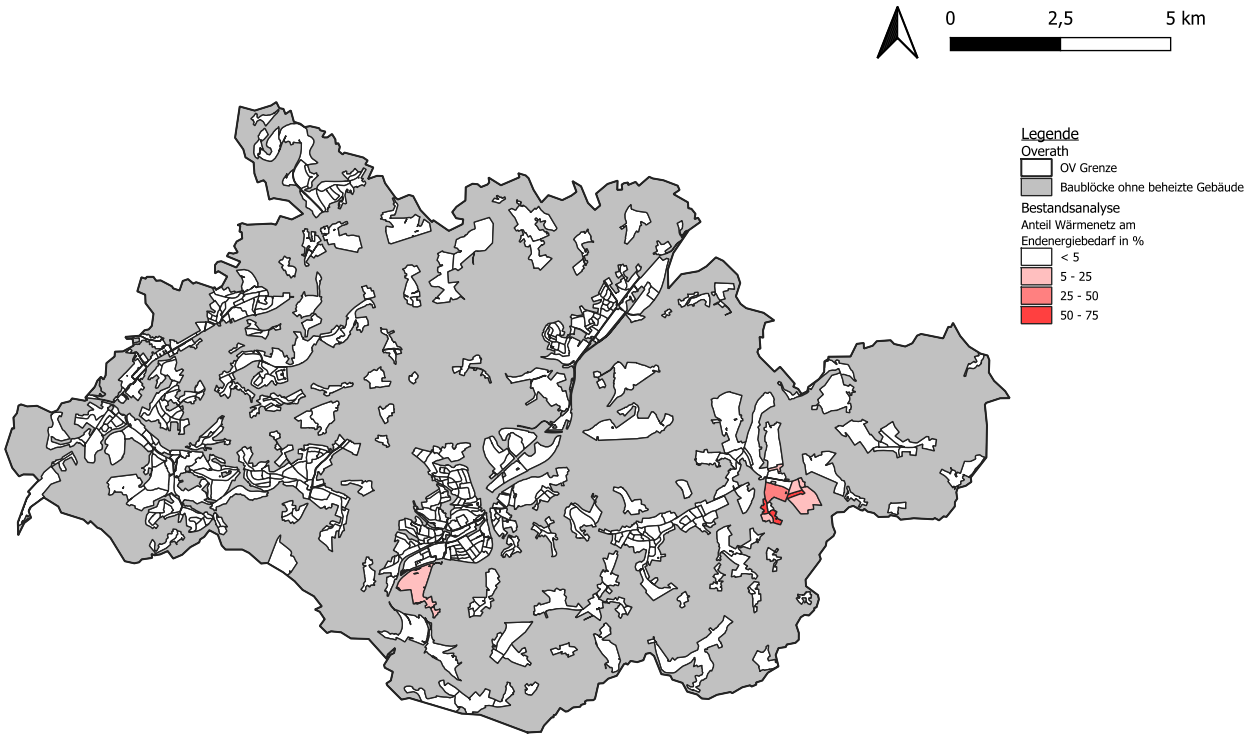


Abbildung 32: Anteil von Wärmenetzen am Wärmebedarf auf Baublockebene

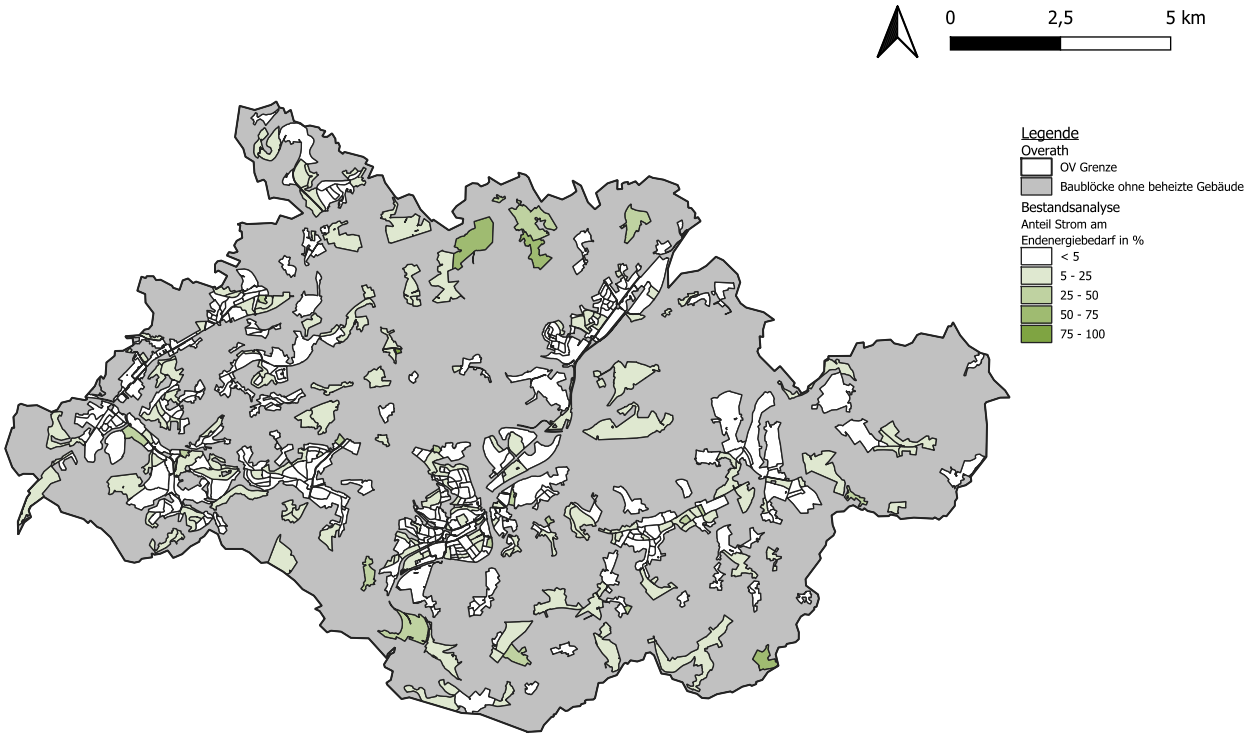


Abbildung 33: Anteil von Strom am Wärmebedarf auf Baublockebene

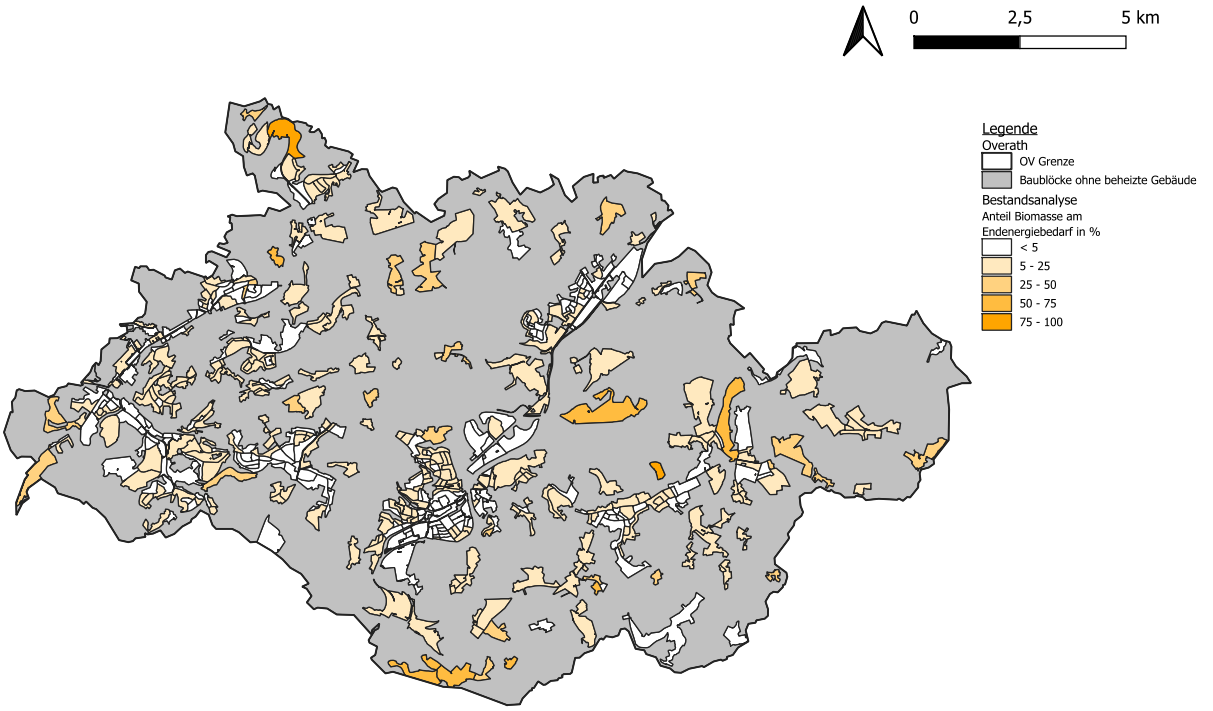


Abbildung 34: Anteil von Biomasse am Wärmebedarf auf Baublockebene

In Bezug auf Energieträger, welche der Kategorie „Sonstiges" zugeordnet sind, sind in der Stadt Overath fast ausschließlich Heizungen basierend auf Flüssiggas relevant. In Abbildung 35 sind die Anteile von sonstigen Energieträgern auf Baublockebene dargestellt. Es ist zu erkennen, dass diese Heizungen eigentlich nur in ländlicher geprägten Baublöcken vorkommen. In Baublöcken mit dichterer Bebauung, kommen sie so gut wie gar nicht vor. Dies ist dadurch begründet, dass bei Heizungen basierend auf Flüssiggas ein großer Tank benötigt wird.

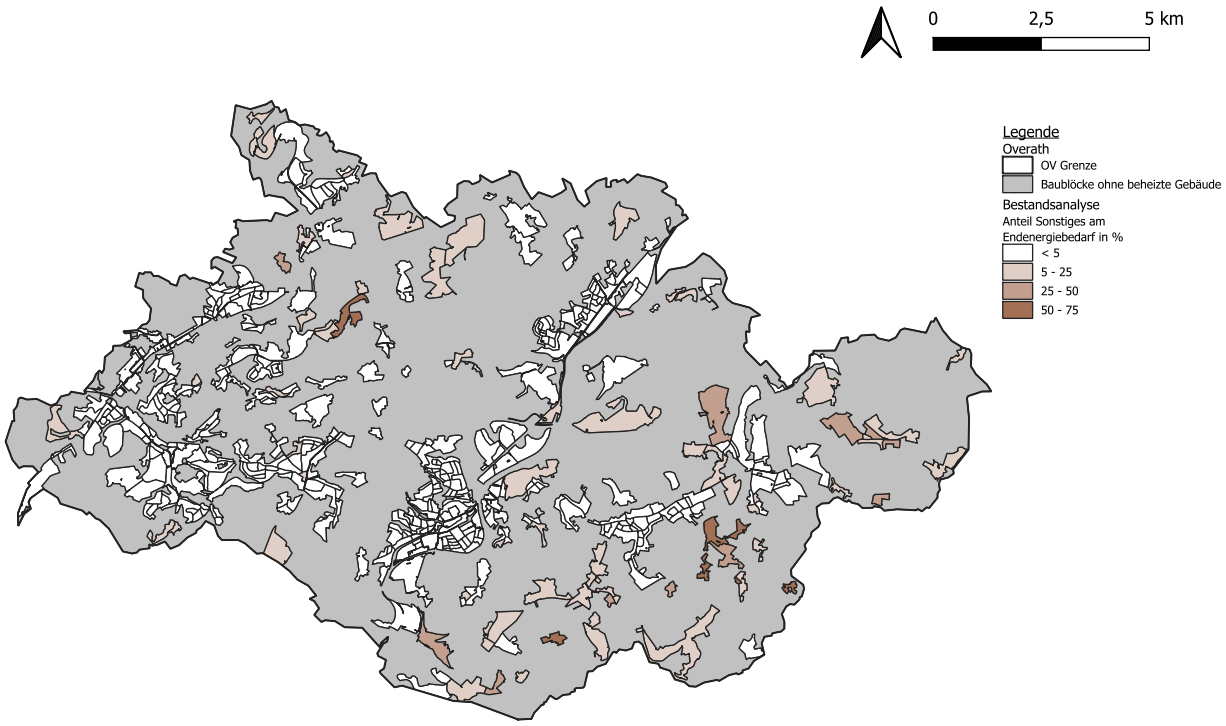


Abbildung 35: Anteil von sonstigen Energieträgern am Wärmebedarf auf Baublockebene

In Abbildung 36 ist aufbauend auf den bereits beschriebenen Auswertungen der dominierende Energieträger (Energieträger mit dem höchsten Anteil am Wärmebedarf) auf Baublockebene dargestellt. Die Abbildung zeigt, dass dieser dominierende Energieträger stark nach Teil des Stadtgebiets schwankt. Dort wo Gasnetze vorhanden sind, machen diese je Baublock auch meist den größten Anteil des zu deckenden Wärmebedarfs aus.

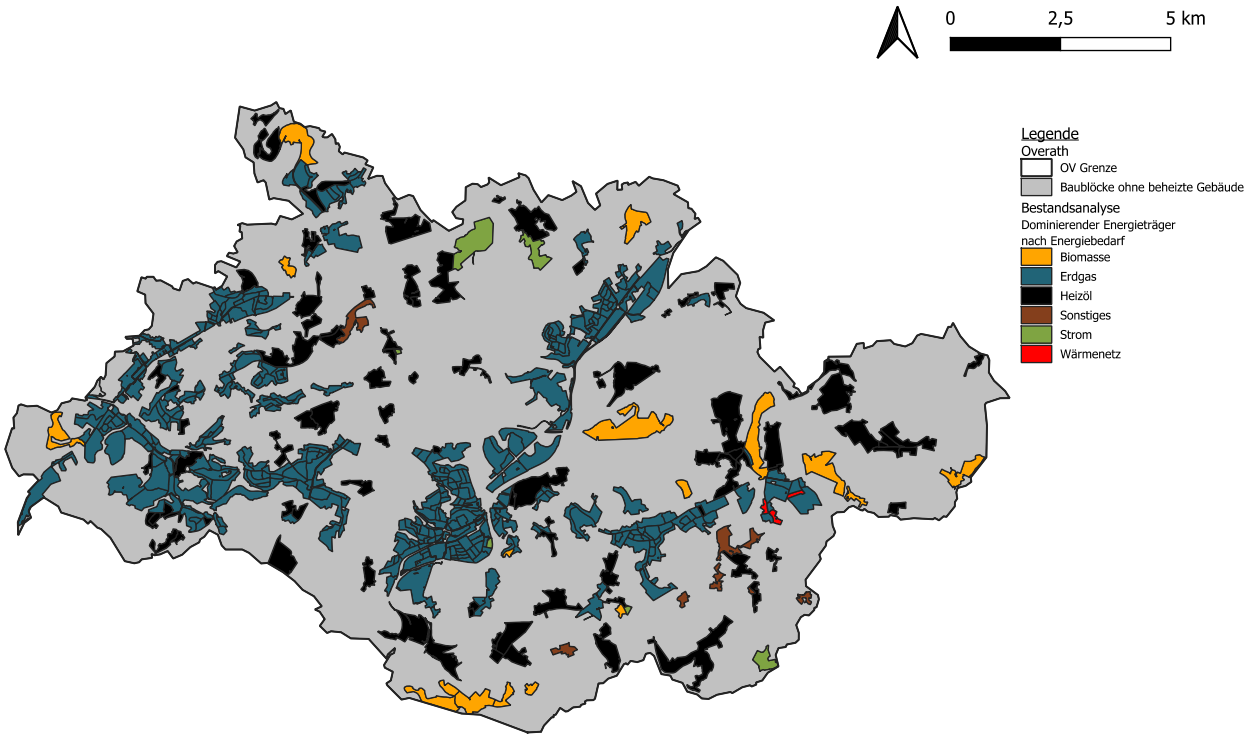


Abbildung 36: Dominierender Energieträger (bezogen auf Wärmebedarf) auf Baublockebene

3.6 Anzahl dezentraler Erzeuger

Aufbauend auf den Auswertungen zum Anteil der Energieträger am Wärmbedarf (siehe Abschnitt 3.5) wird in diesem Abschnitt die Anzahl der Gebäude nach Energieträger aufgewertet. Ausschlaggebend für diese Zuteilung ist hierbei der Energieträger, welcher für Raumwärme genutzt wird. Die Energieträger, die im Gebäude für Trinkwarmwasser oder als Einzelraumheizung genutzt werden, sind hierbei nicht Teil der Auswertung.

In Abbildung 37 ist die Anzahl der Gebäude nach Energieträger für die Stadt Overath dargestellt. Von den insgesamt 8.198 beheizten Gebäuden werden 5.659 über den Energieträger Erdgas versorgt, was 69 % entspricht. Heizöl macht mit 1.510 Gebäuden knapp 18 % aus. Rund 6 % der Gebäude nutzen strombasierte Heizungen, während 4 % mit Biomasse beheizt werden. Fast 3 % entfallen auf sonstige Brennstoffe, hauptsächlich Flüssiggas, und weniger als 1 % der Gebäude sind an Wärmenetze angeschlossen.

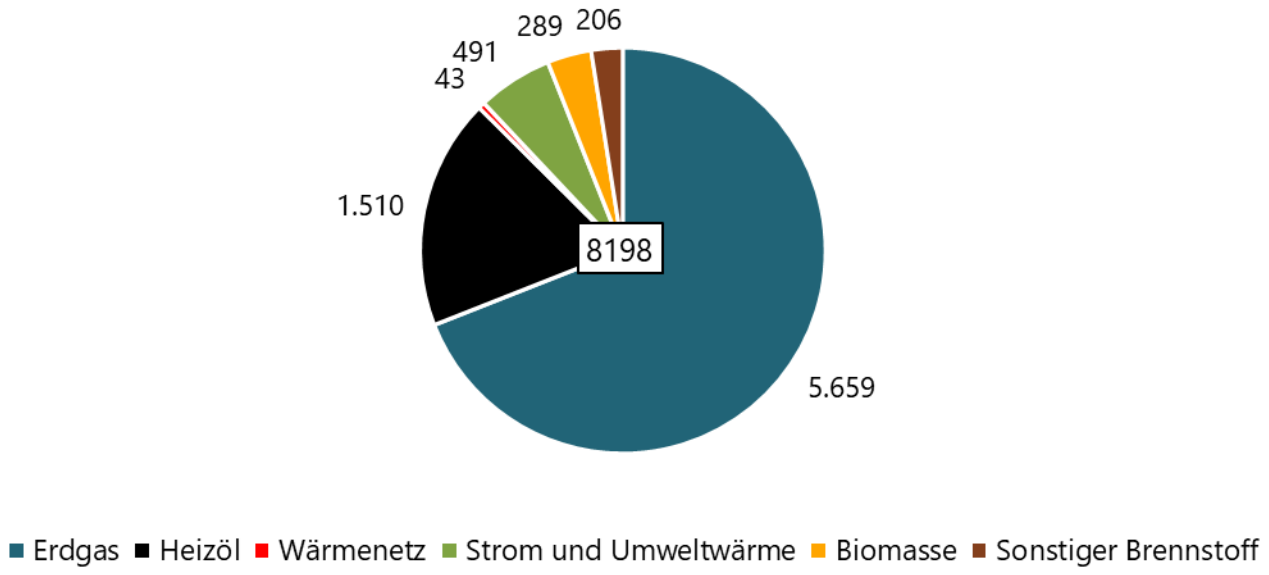


Abbildung 37: Anzahl Gebäude nach Energieträger

Die absolute Anzahl an Gebäuden, welche mit Erdgas zur Raumwärmebereitstellung versorgt werden, ist in Abbildung 38 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass in über 80 % der Baublöcken mindestens ein Gebäude Erdgas als Energieträger für die Raumwärmebereitstellung nutzt. Gebäude ohne Erdgasheizung sind entsprechend primär in Baublöcken, wo kein Gasnetz ausgebaut ist. In den Bereichen, wo das Gasnetz gut ausgebaut ist, gibt es auch Baublöcke mit mehr als 50 und bis zu 64 Gebäuden, welche Erdgas zur Bereitstellung der Raumwärme nutzen.

Die Anzahl an Gebäuden, welche Heizöl zur Raumwärmebereistellung nutzen, ist in Abbildung 39 dargestellt. Wie auch in Abbildung 31 und Abbildung 36 zu sehen ist, spielt Heizöl in der Stadt Overath insbesondere in den dünner besiedelten Teilen eine relevante Rolle. Die Gebäudeanzahl in diesen ländlichen Baublöcken ist jedoch in der Regel gering, sodass auch die absolute Anzahl an Gebäuden mit Heizöl als Energieträger geringer ist. Es ist in Abbildung 39 deutlich zu erkennen, dass auch die Baublöcke, wo Heizöl der dominante Energieträger ist, in der Regel weniger als 10 mit Heizöl versorgte Gebäude aufweisen. Insgesamt gibt es in über 70 % der Baublöcke Gebäude, die Heizöl zur Raumwärmebereitstellung nutzen. Heizöl wird demnach auch in Gebieten eingesetzt, in denen Gasnetze vorhanden sind und Gas der dominante Energieträger ist.

Wie bereits in Bezug Abbildung 37 beschrieben wurde, spielen Wärmenetze bezogen auf die versorgten Gebäude in der Stadt Overath eine untergeordnete Rolle. In Abbildung 40 ist die Anzahl an Gebäuden, welche über Wärmenetze mit Raumwärme versorgt werden, auf Baublockebene dargestellt.

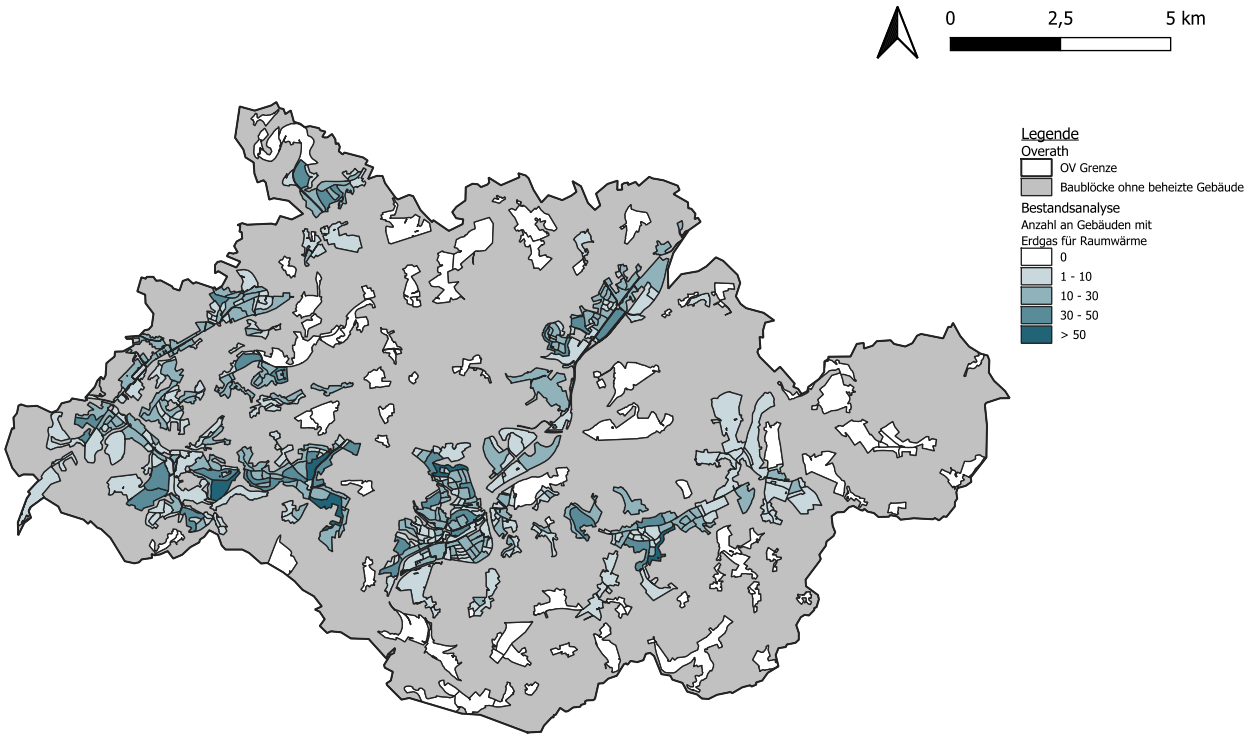


Abbildung 38: Anzahl der Gebäude mit Erdgas zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene

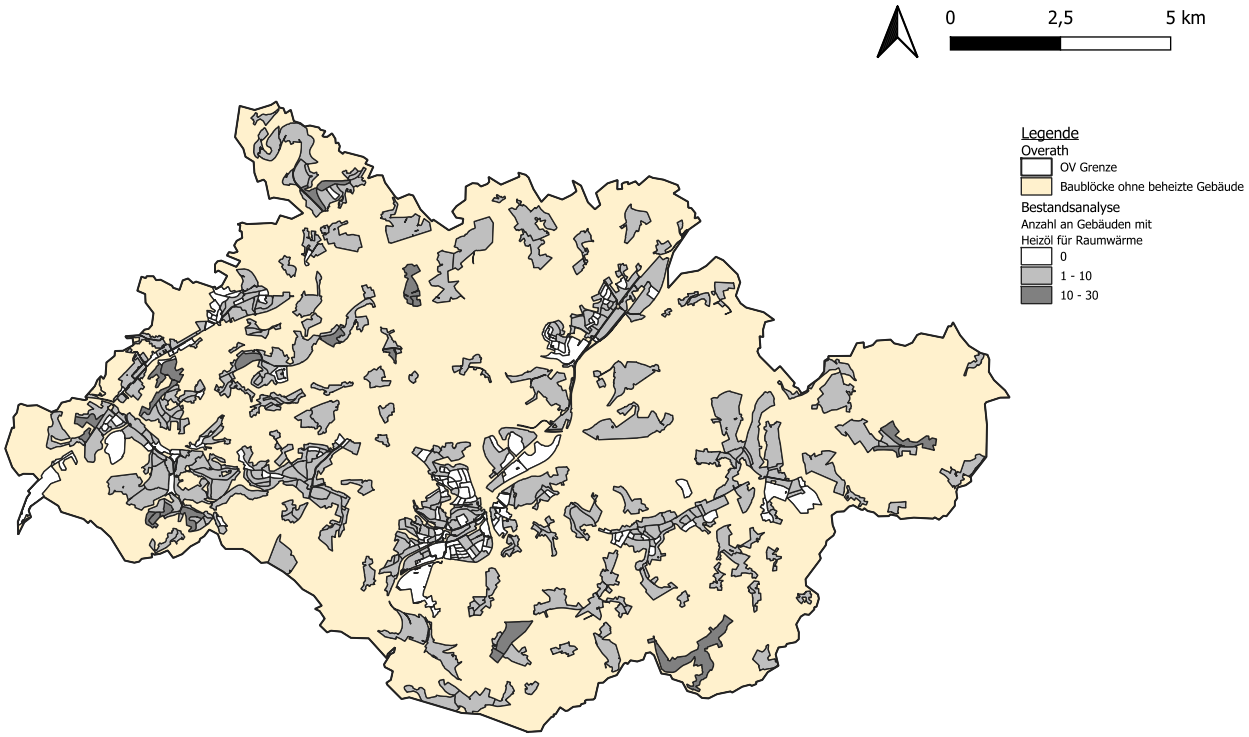


Abbildung 39: Anzahl der Gebäude mit Heizöl zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene

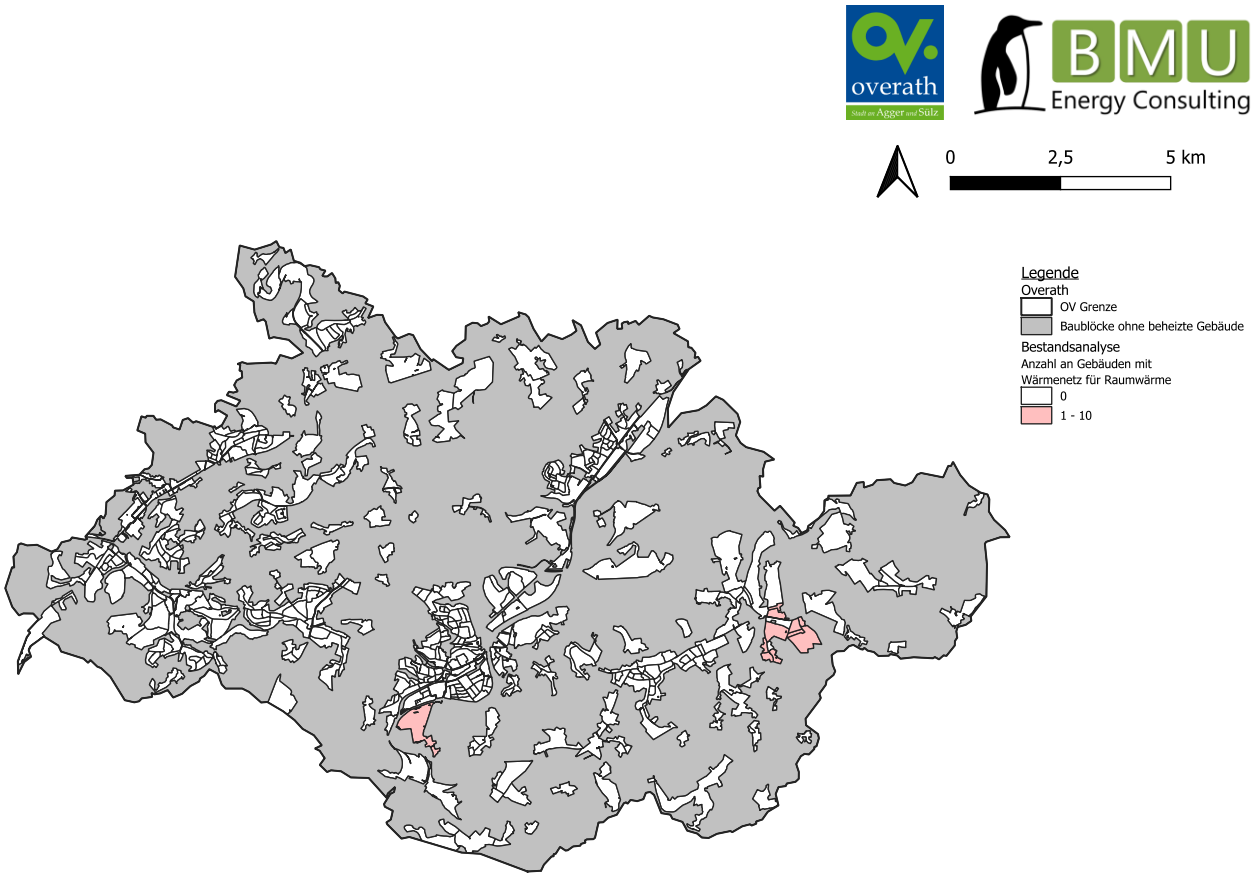


Abbildung 40: Anzahl der Gebäude mit Wärmenetzanschluss zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene

Strombasierte Heizungen machen mit 289 Gebäuden knapp 6 % der gesamten Gebäudeanzahl aus. Die Verteilung auf die Baublöcke ist in Abbildung 41 dargestellt. Es zeigt sich, dass sowohl in den ländlichen Teilen als auch den dicht besiedelten Teilen des Stadtgebiets vereinzelt strombasierte Heizungen verwendet werden. Insgesamt sind in 48 % der Baublöcke Strombasierte Heizungen vertreten.

Obwohl Biomasse knapp 7 % des Gesamtwärmebedarfs deckt, nutzen nur 4 % der Gebäude Biomasse-Heizungen zur Bereitstellung von Raumwärme, was wiederum 289 Gebäuden entspricht (siehe Abbildung 25 und Abbildung 37). Durch diese geringe Anzahl zeigt sich gemäß Abbildung 42 keine lokale Häufung an Gebäude mit Biomasse-Heizungen zur Bereitstellung von Raumwärme. Insgesamt sind sie aber eher in weniger dicht bebauten Gebieten vorzufinden. Es gibt in der Stadt Overath keinen Baublock mit mehr als fünf Gebäuden mit Raumwärmebereitstellung durch Biomasse.

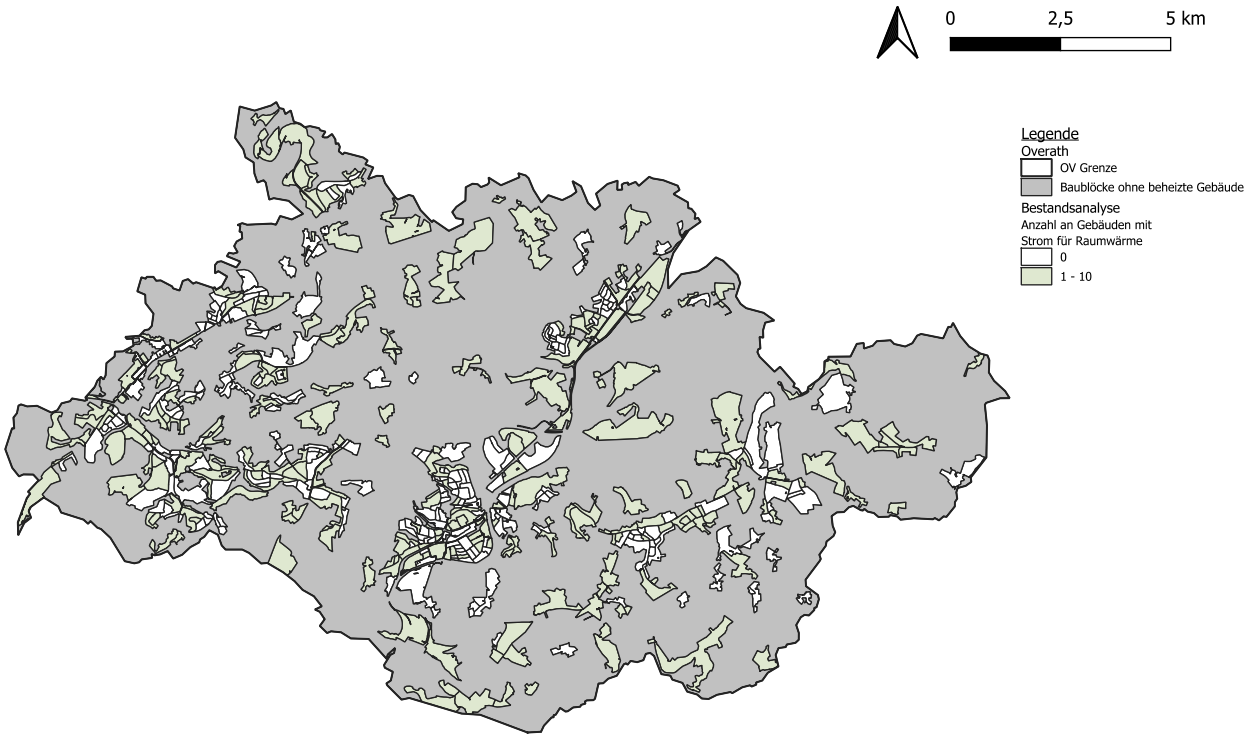


Abbildung 41: Anzahl der Gebäude mit Strom zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene

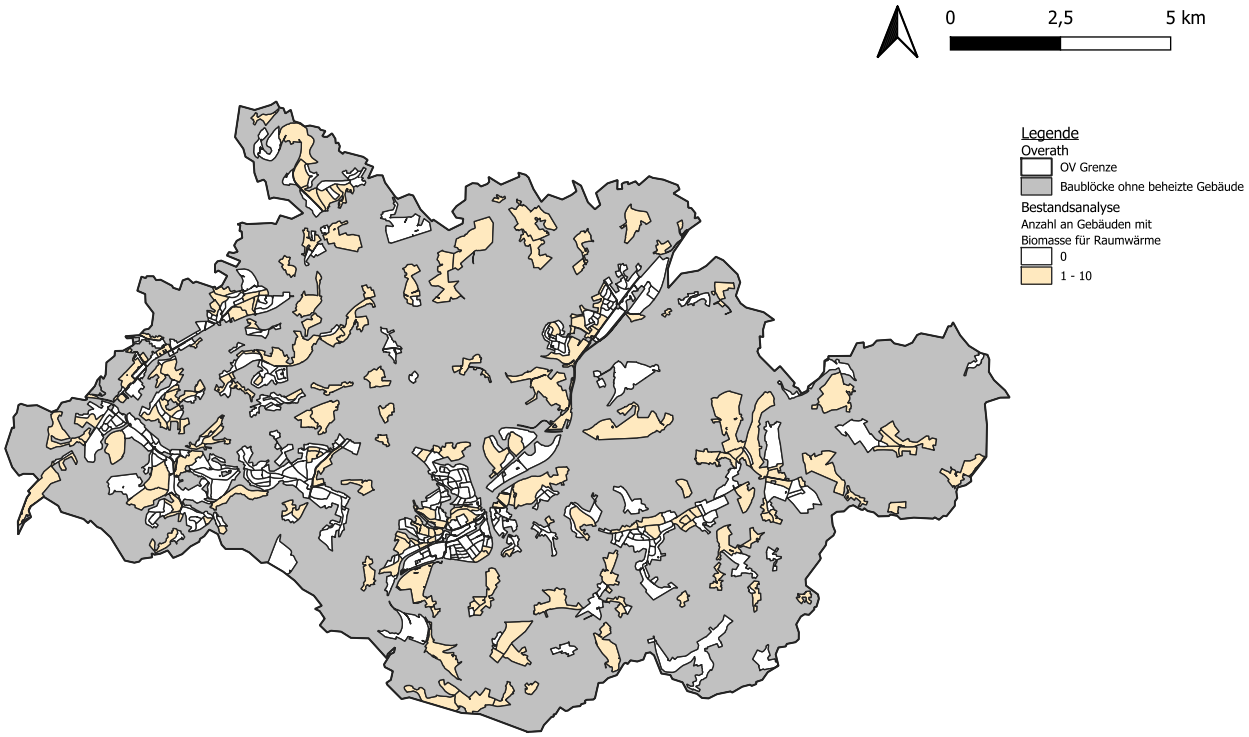


Abbildung 42: Anzahl der Gebäude mit Biomasse zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene

Mit 206 versorgten Gebäuden, spielen die als „sonstige Energieträger“ definierten Energieträger nur eine geringe Rolle in der Wärmeversorgung in der Stadt Overath. Vergleichbar zum Energieträger Öl finden sich diese sonstigen Energieträger, welche insbesondere von Flüssiggaslösungen repräsentiert werden, insbesondere in den ländlichen Teilen des Stadtgebiets wieder. Aufgrund der geringen Anzahl dieser Heizungen, zeigt sich in Abbildung 43, welche die absolute Anzahl auf Baublockebene darstellt, keine lokale Häufung dieser Heizungen.

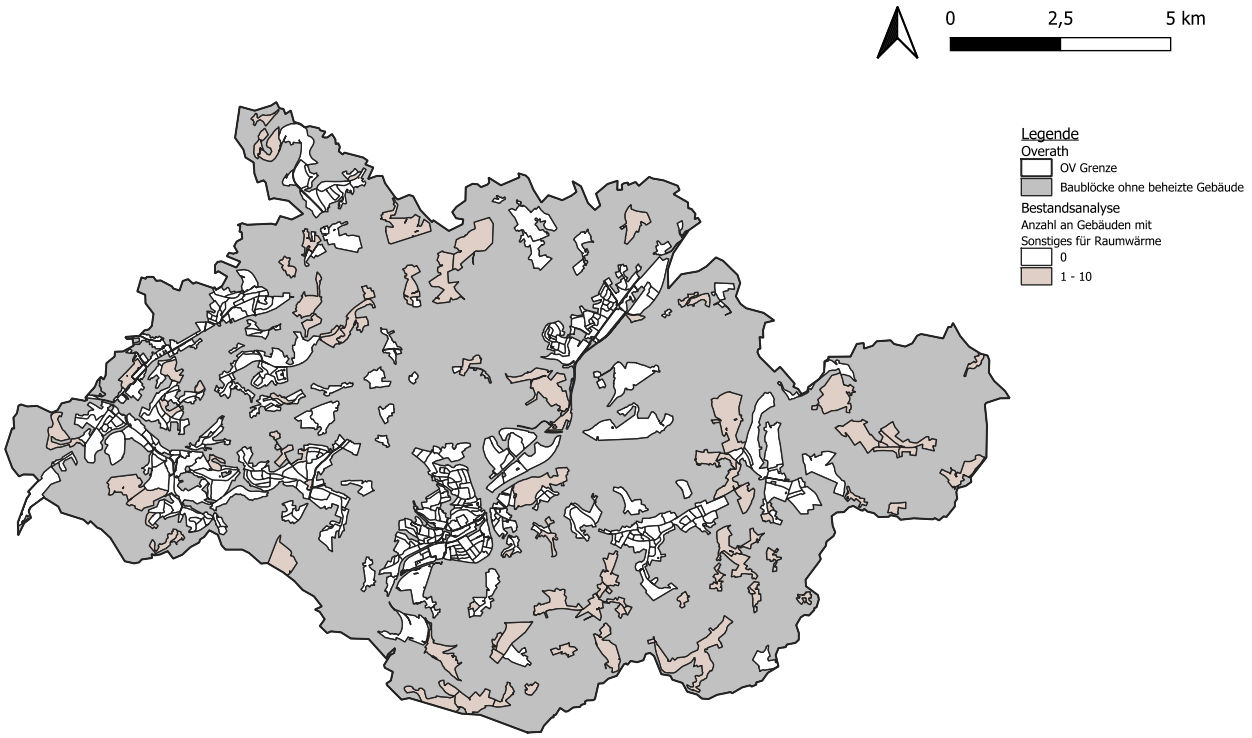


Abbildung 43: Anzahl der Gebäude mit sonstigem Energieträger zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene

3.7 Wärmebedarfsdichte und Großverbraucher

In diesem Abschnitt werden verschiedene Auswertungen zu Wärmebedarfsdichten thematisiert. Die Wärmebedarfsdichte gibt als Metrik an, wie hoch der Wärmebedarf in Bezug auf eine geometrische Bezugsgröße ist. Diese Bezugsgröße ist typischerweise entweder eine Fläche oder eine Länge. Wärmebedarfsdichten werden häufig genutzt, um die Eignung für den wirtschaftlichen Bau und Betrieb von Wärmenetzen abzuschätzen.

In Abbildung 44 ist die Wärmebedarfsdichte als Wärmeflächendichte auf Baublockebene dargestellt. Gemäß [21] muss die Wärmeflächendichte bei mindestens 175 MWh/ha liegen, damit eine Eignung für ein Niedertemperaturnetz bei Bestandsgebäuden vorliegt. Für eine Eignung konventioneller Wärmenetze sollte die Wärmeflächendichte mindestens 415 MWh/ha betragen. Abbildung 44 zeigt, dass in den ländlich geprägten Teilen der Stadt Overath die Wärmeflächendichten unterhalb von 50 MWh/ha bzw. 100 MWh/ha liegen. In diesen Gebieten ist dementsprechend kein verbrauchsseitiges Potenzial für Wärmenetze vorhanden. Im Stadtzentrum und den Stadtteilen Marialinden, Vilkerath, Brombachberg, Untereschbach und Heiligenhaus, welche eine dichtere Bebauung aufweisen,

sind die Wärmeflächendichten deutlich höher. In einigen Teilen dieser Stadtteile wird je Baublock eine Wärmeflächendichte von über 200 MWh/ha erreicht. Auch eine Wärmeflächendichte von mindestens 400 MWh/ha kann insbesondere im Stadtzentrum von Overath und Marialinden erreicht werden. Dies zeigt, dass verbrauchsseitig in einigen Stadtteilen grundsätzlich ein Potenzial für Wärmenetze besteht. Da jedoch keine flächendeckenden Gebiete mit Wärmeflächendichten von über 200 MWh/ha vorhanden sind, ist das Potenzial insgesamt eher begrenzt, insbesondere in Bezug auf einen flächendeckenden Ausbau von Wärmenetzen.

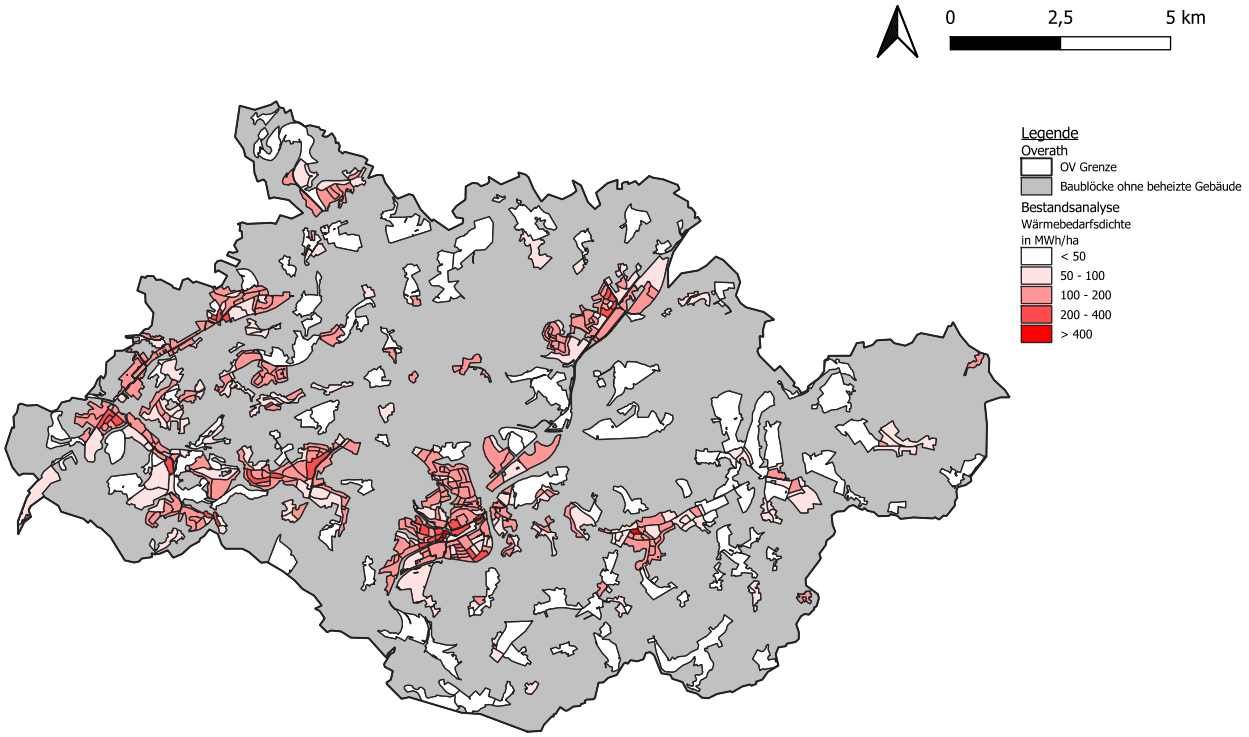


Abbildung 44: Wärmeflächendichte auf Baublockebene

Neben der Wärmeflächendichte ist die Wärmeliniendichte die gängigste Metrik zur Angabe der Wärmebedarfsdichte. In Abbildung 45 ist die Wärmeliniendichte auf Straßenzugebene für die Stadt Overath dargestellt. Auch nach der Metrik der Wärmeliniendichte liegen die Straßenabschnitte mit den höchsten Wärmebedarfsdichten im Stadtzentrum und den Stadtteilen Marialinden, Vilkerath, Brombachberg, Untereschbach und Heiligenhaus. Gemäß [22] wird für eine Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes im Gebäudebestand eine jährliche Wärmeliniendichte von 2000 kWh/m mindestens vorgesehen. Anhand von Abbildung 45 ist zu erkennen, dass in den beschriebenen Stadtteilen die jährlichen Wärmeliniendichten in vielen Straßenabschnitten über 2000 kWh/m liegen. Damit kann auch nach der Metrik der Wärmeliniendichte eine grundsätzliche Eignung für Wärmenetze aus Verbrauchssicht bescheinigt werden. Allerdings treten viele Straßenabschnitte mit hoher Wärmeliniendichte recht isoliert auf. Für die effiziente Umsetzung von Wärmenetzen wäre es jedoch vorteilhafter, wenn mehrere dieser Abschnitte zusammenhängend auftreten würden.

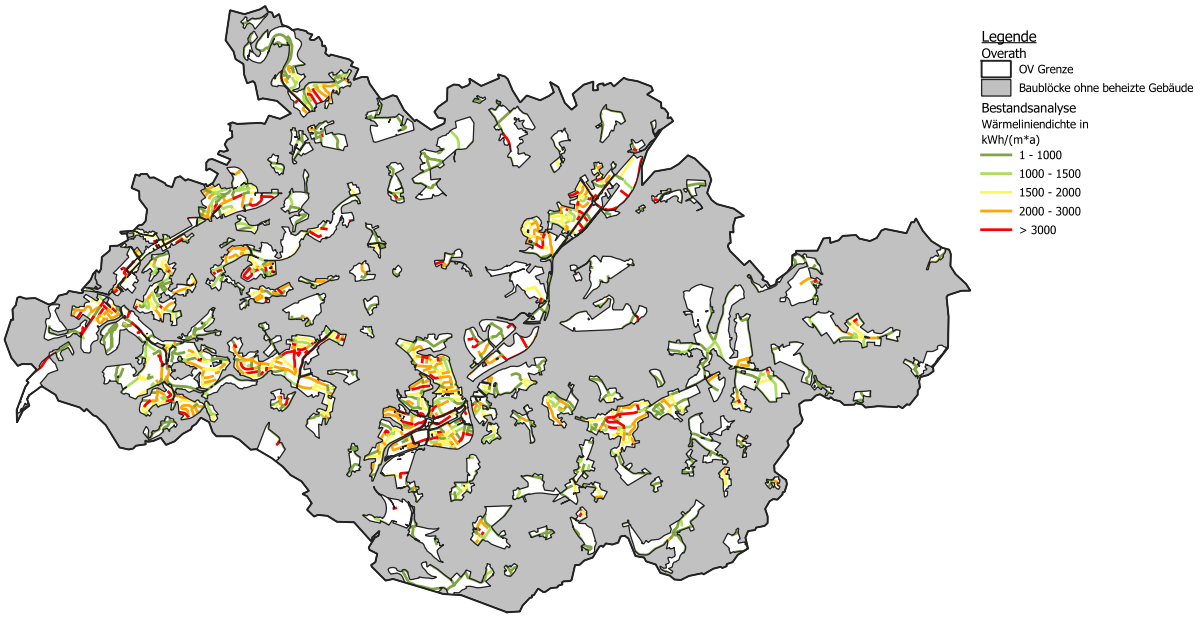


Abbildung 45: Wärmeliniendichte auf Straßenzugebene

Für die Stadt Overath konnten insgesamt 28 Großverbraucher identifiziert werden. Als Großverbraucher werden Verbraucher bezeichnet, deren Wärmebedarf 500 MWh überschreitet. Hierbei handelt es sich primär um kommunale Gebäude (z.B. Schulen) als auch um Gebäude der Sektoren Industrie und GHD. Die Lokalisation dieser Großverbraucher auf Baublockebene ist in Abbildung 46 dargestellt. Grundsätzlich sind diese Großverbraucher im ganzen Stadtgebiet verteilt, sowohl im dünn als auch dicht bebauten Raum, jedoch befindet sich ein großer Anteil dieser Großverbraucher in der Nähe des Stadtzentrums von Overath.

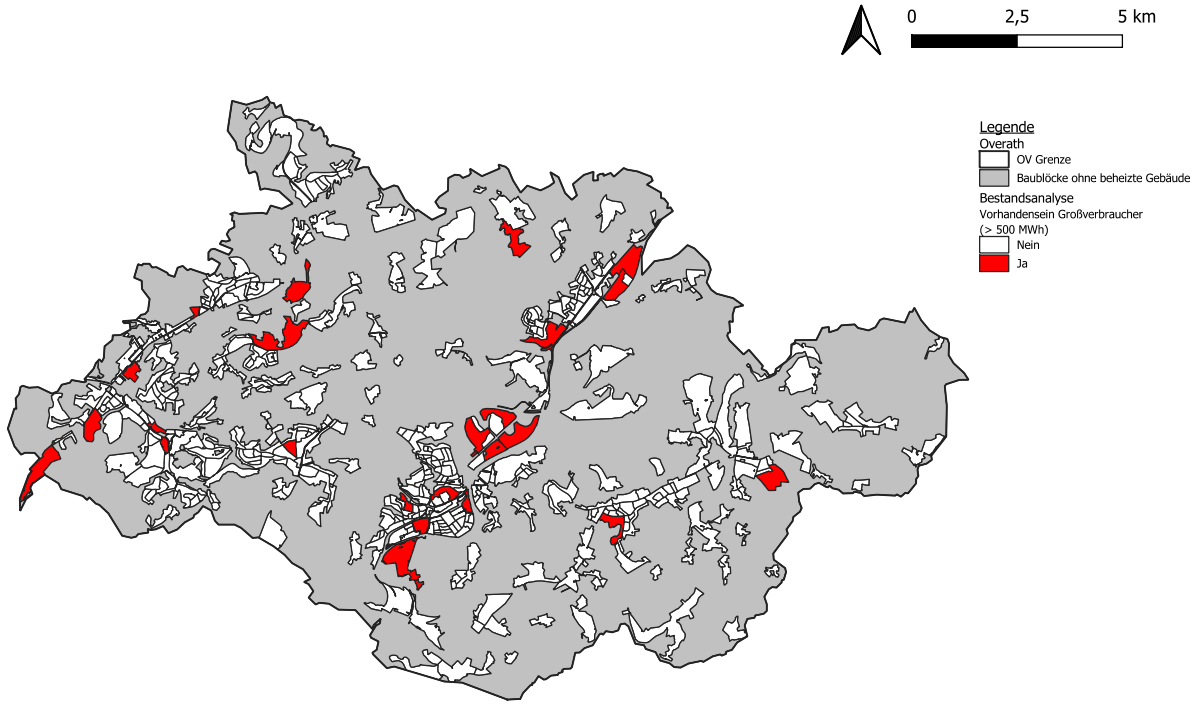


Abbildung 46: Lokalisation von Großverbrauchern auf Baublockebene

3.8 Anteil der Erneuerbaren Energien

Im folgenden Abschnitt wird der Anteil der Erneuerbaren Energien an der Wärmeversorgung der Stadt Overath in Abhängigkeit der Energieträger beschrieben. In Abbildung 47 ist dieser Anteil sowie der Anteil fossiler Energieträger als Säulendiagramm dargestellt.

Die Wärmebereitstellung in der Stadt Overath ist überwiegend geprägt vom öffentlichen Erdgasnetz und Heizöl. Dies sorgt dafür, dass mit 266 GWh die fossilen Energieträger 88,7 % des Wärmebedarfs ausmachen. Erneuerbare Energien wiederum machen dementsprechend mit rund 34 GWh (11,3 %) aus. Diese wiederum werden beispielsweise über die strombasierten Heizungen sowie Biomasse bereitgestellt. Biomasse wird als nachwachsender Rohstoff hierbei als vollständig erneuerbar definiert. Der Strommix in Deutschland wird in dieser Berechnung mit einem Anteil erneuerbarer Energien von 56 % angenommen. Für Wärmepumpen wurde eine Jahresarbeitszahl von 3 angesetzt, wodurch der Anteil erneuerbarer Energien an der von Wärmepumpen bereitgestellten Wärme bei 85,3 % liegt [23]. Begründet durch den Mix aus Stromdirektheizungen und der Nutzung klimaneutraler Umweltenergie durch Wärmepumpen ergibt sich für die strombasierten Heizungen in der Stadt Overath ein Anteil erneuerbarer Energien von 70,7 %. Dieser Anteil wird durch die zu erwartende Steigerung des EE-Anteils im deutschen Strommix für die Bestandsheizungen weiter steigen.

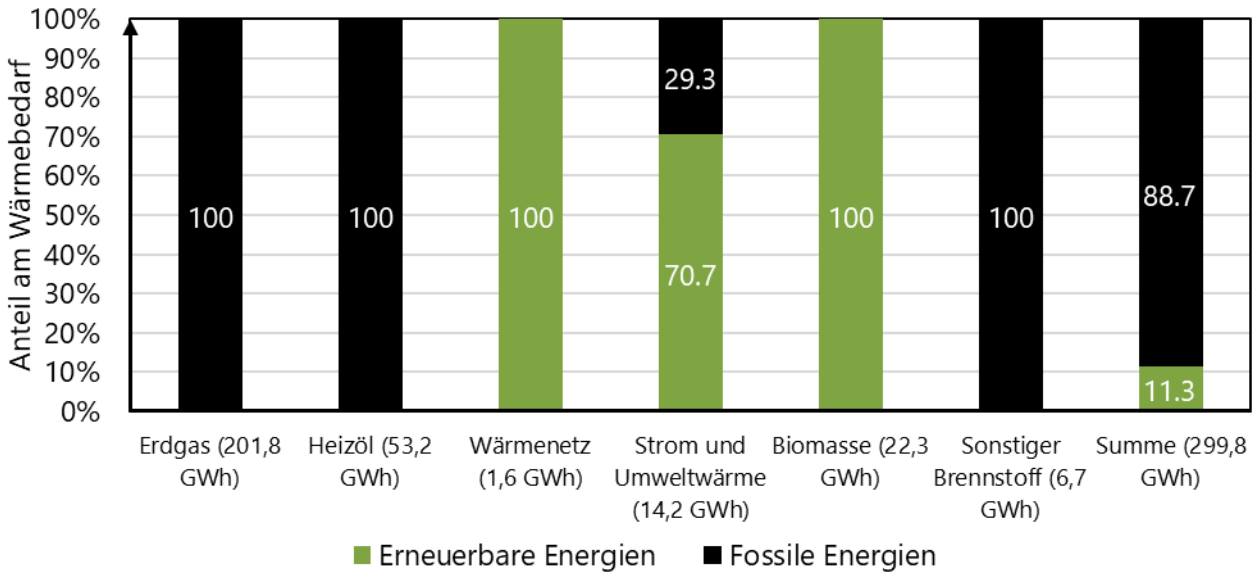


Abbildung 47: Anteil Erneuerbarer Energien am Wärmebedarf in Abhängigkeit des Energieträgers

3.9 Treibhausgasemissionen nach Energieträgern und Sektoren

Neben dem Anteil an Erneuerbaren Energien sind die absoluten Treibhausgasemissionen eine sehr wichtige Metrik, um die Klimafreundlichkeit der lokalen Wärmeversorgung und der jeweiligen Energieträger zu bewerten. Die Treibhausgasemissionen der Overather Wärmeversorgung werden im Folgenden beschrieben (aufgeteilt auf Energieträger und Sektoren).

In Abbildung 48 sind die absoluten Treibhausgasemissionen (pro Jahr) der gesamten Wärmeversorgung über alle Verbrauchssektoren in Abhängigkeit der Energieträger abgebildet. Insgesamt liegen die jährlichen Treibhausgasemissionen bei 71,8 Tsd. t. Diese entfallen zu 67 % auf Erdgas, zu 23 %

auf Heizöl und zuletzt 9 % auf die übrigen Energieträger, darunter 7 % auf Strom- und Umweltwärme, 2 % auf Biomasse, 1 % auf sonstige Brennstoffe und unter 1 % auf Wärmenetze.

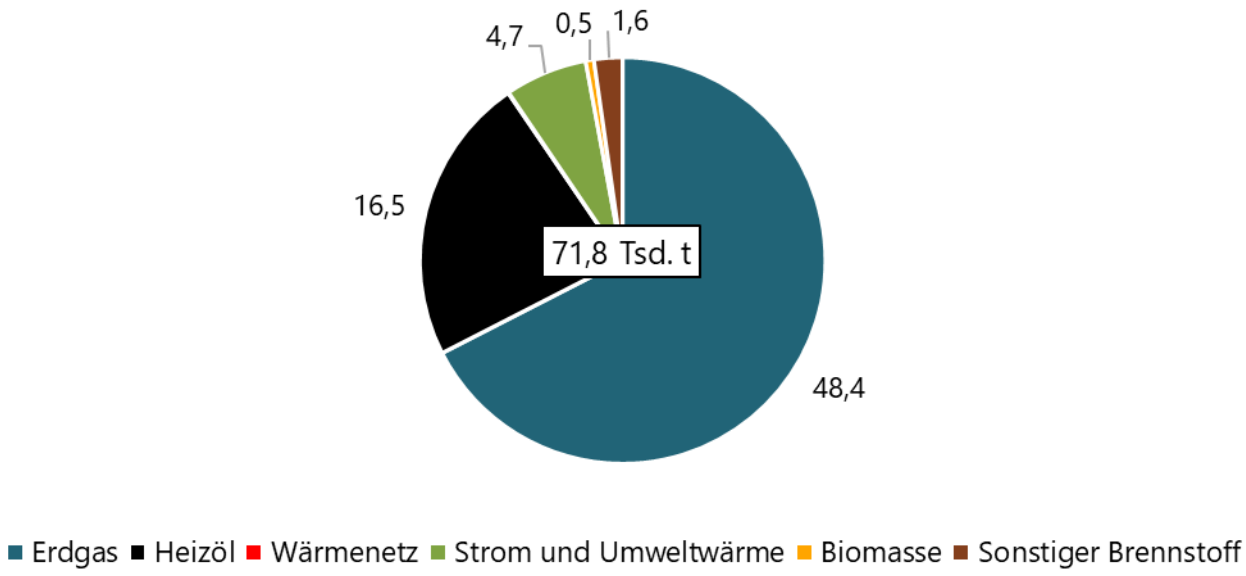


Abbildung 48: Jährliche Treibhausgasemissionen (alle Sektoren) in Tsd. T

Die Treibhausgasemissionen im Haushaltssektor sind in Abbildung dargestellt. Da die Haushalte den Großteil des Wärmebedarfs ausmachen (siehe Abbildung 25 und Abbildung 26), machen diese auch den Großteil der Treibhausgasemissionen aus, nämlich 50,3 Tsd. t, was wiederum 85 % entspricht. Die Verteilung auf die Energieträger ist näherungsweise identisch mit der Verteilung über alle Sektoren. Die Emissionen teilen sich zu 67 % auf Erdgas, 23 % auf Heizöl und 10 % auf die anderen Energieträger auf, darunter 6 % auf Strom- und Umweltwärme, 0,6 % auf Biomasse und 2 % auf sonstige Brennstoffe.

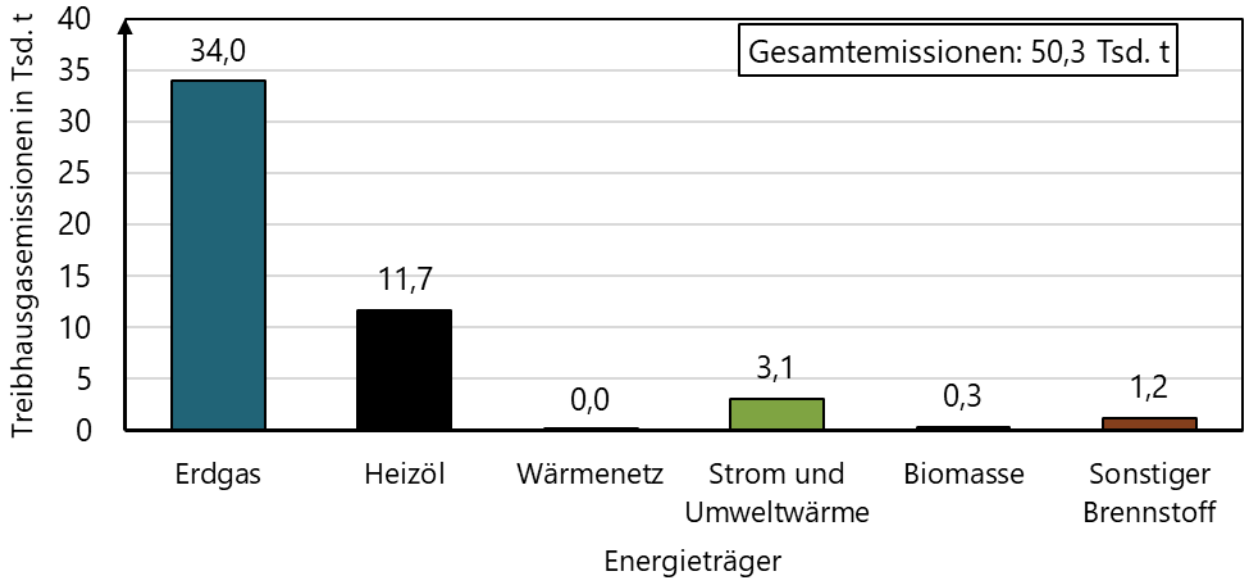


Abbildung 49: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Haushalte) in Tsd. t

Durch den geringen Wärmebedarf verursachen die kommunalen Gebäude nur 1,9 Tsd. t Treibhausgasemissionen (siehe Abbildung 50). Wie in der entsprechenden Abbildung zu sehen ist, werden die kommunalen Gebäude insbesondere über Erdgas beheizt, welches 79 % der entsprechenden Treibhausgasemissionen ausmacht. Heizöl verursacht weitere 21 % der Treibhausgasemissionen.

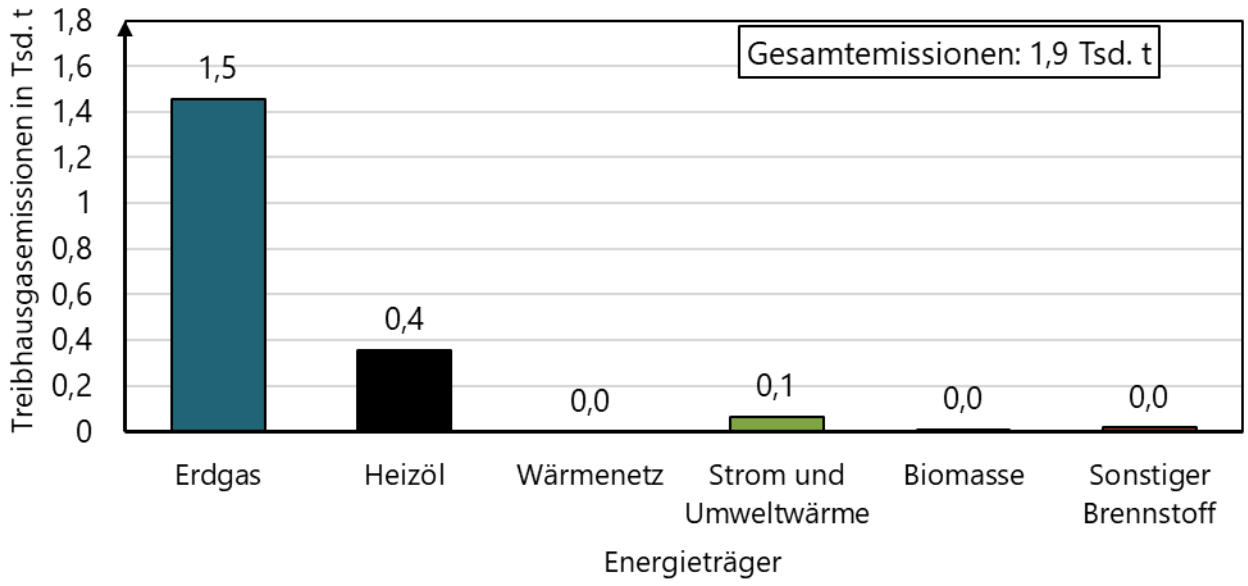


Abbildung 50: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Kommune) in Tsd. T

Der GHD-Sektor macht mit 14,8 Tsd. t 20 % der Treibhausgasemissionen aus (siehe Abbildung 51). Mit 8,9 Tsd. t macht hierbei Erdgas mit 60 % den größten Anteil aus. Heizöl verursacht mit 4,1 Tsd. t 28 % der Emissionen, während Strom- und Umweltwärme 1,2 Tsd. t (8 %) beitragen. Biomasse und sonstige Brennstoffe spielen mit jeweils 0,1 Tsd. t und 0,4 Tsd. t eine untergeordnete Rolle.

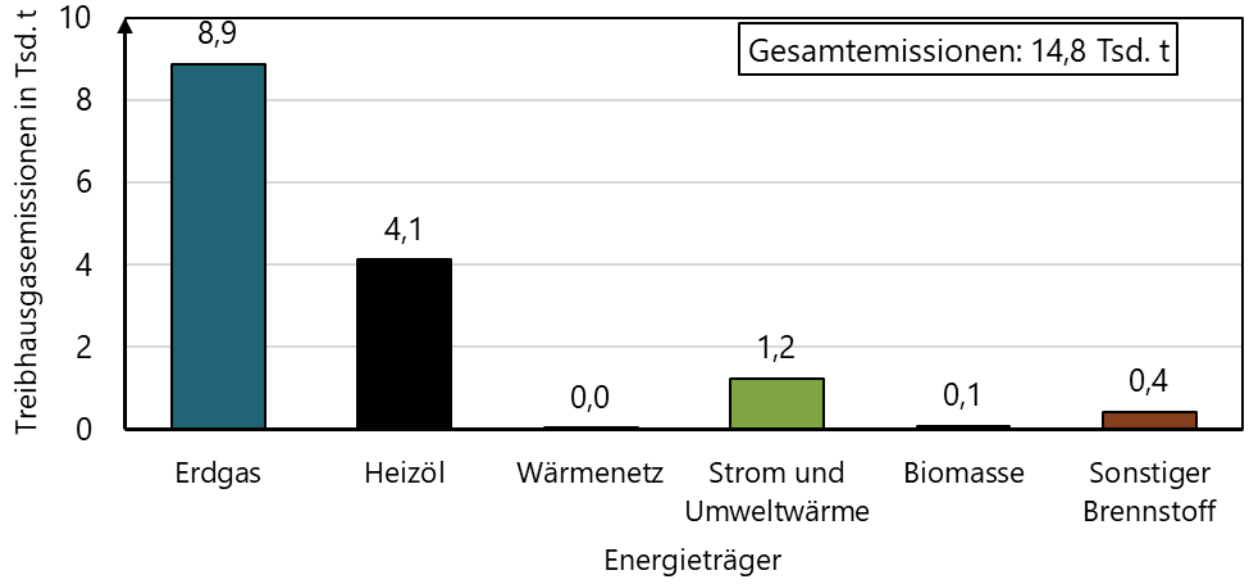


Abbildung 51: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor GHD) in Tsd. t

Zuletzt ist der Industrie-Sektor auszuwerten. Die verursachten Treibhausgasemissionen nach den Energieträgern sind in Abbildung 52 dargestellt. Obwohl der Wärmebedarf des Industrie-Sektors minimal höher ist im Vergleich zum GHD-Sektor (siehe Abbildung 28 und Abbildung 29), sind die Treibhausgasemissionen mit 4,8 Tsd. t signifikant niedriger. Dies ist dadurch begründet, dass im Industriesektor Erdgas der primäre Energieträger im Stadtgebiet ist, welches mit 4,1 Tsd. t 85 % der Emissionen ausmacht und niedrigere Emissionsfaktoren aufweist als andere Energieträger. Heizöl und Strom- und Umweltwärme verursachen jeweils 0,3 Tsd. t (jeweils 6 %), während Biomasse und sonstige Brennstoffe keine relevante Rolle spielen.

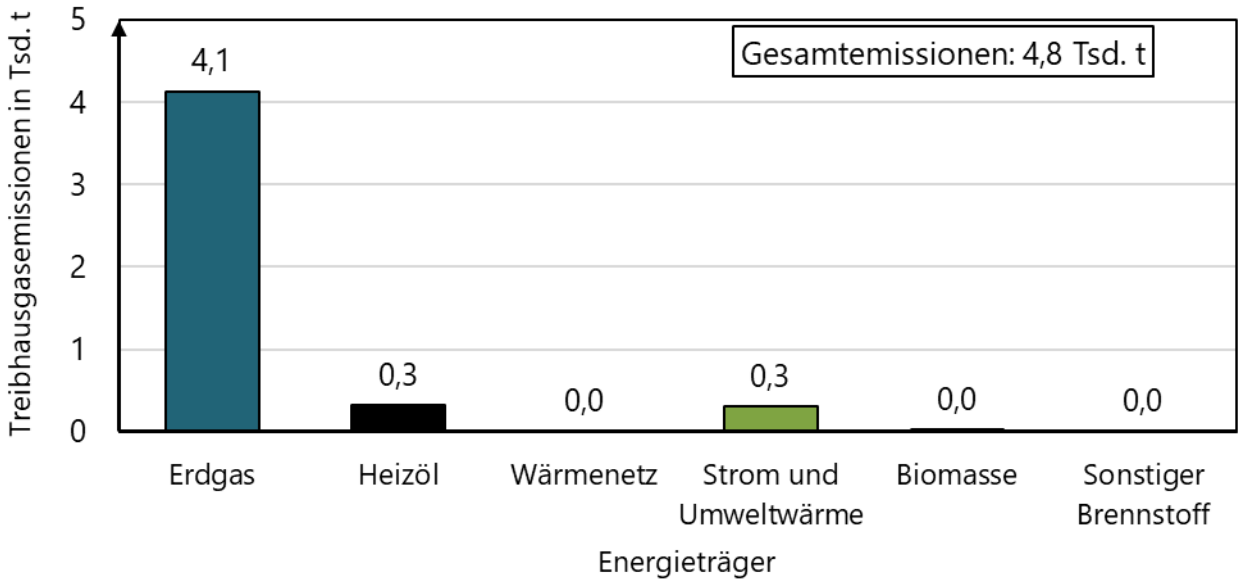


Abbildung 52: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Industrie) in Tsd. t

4 Potenzialanalyse

4.1 Allgemeines

Die Potentialanalyse bildet einen entscheidenden Schritt in der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Overath. Auf der Basis der vorhergehenden Bestandsanalyse, die den aktuellen Wärmebedarf und die bestehende Infrastruktur der Region untersucht hat, konzentriert sich die Potentialanalyse auf die Identifikation und Bewertung von Möglichkeiten zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen. Ziel dieser Analyse ist es, Potenziale für eine nachhaltige und effiziente Wärmeversorgung aufzuzeigen und so die Grundlage für die zukünftige Energieversorgung in Overath zu schaffen.

In diesem Kapitel werden die unterschiedlichen Potenziale für erneuerbare Energien in der Stadt Overath untersucht und bewertet. Die Analyse umfasst verschiedene Technologien und Energiequellen, darunter solare Potentiale wie PV oder Solarthermie auf Freiflächen, sowie die Nutzung von Solarthermie auf Dachflächen. Darüber hinaus werden Möglichkeiten zur Energiegewinnung aus Biomasse, Gewässern und Abwasser betrachtet und die geothermische Eignung der Region analysiert. Die Bewertung dieser Potenziale ermöglicht es, die energetischen Ressourcen der Region umfassend zu erfassen und gezielt Maßnahmen für eine nachhaltige Wärmeversorgung zu entwickeln.

4.2 Potenzialstudie zur zukünftigen Wärmeversorgung

Die „Potenzialstudie zur zukünftigen Wärmeversorgung in NRW", erstellt vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV), liefert eine umfassende Analyse der erneuerbaren Energiepotenziale in Nordrhein-Westfalen. Ziel der Studie ist es, Möglichkeiten zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen im Bereich der Wärmeversorgung zu identifizieren und Ansätze für die Wärmewende zu entwickeln. Der Fokus liegt auf den Potenzialen von Solarenergie, Biomasse, Geothermie und Abwärmenutzung. Die Studie bietet wertvolle Einblicke in die Ressourcen, die in den verschiedenen Regionen NRWs für die Wärmeerzeugung genutzt werden können. Die für Overath relevanten Potenziale aus dieser Studie sind in Abbildung 53 dargestellt.

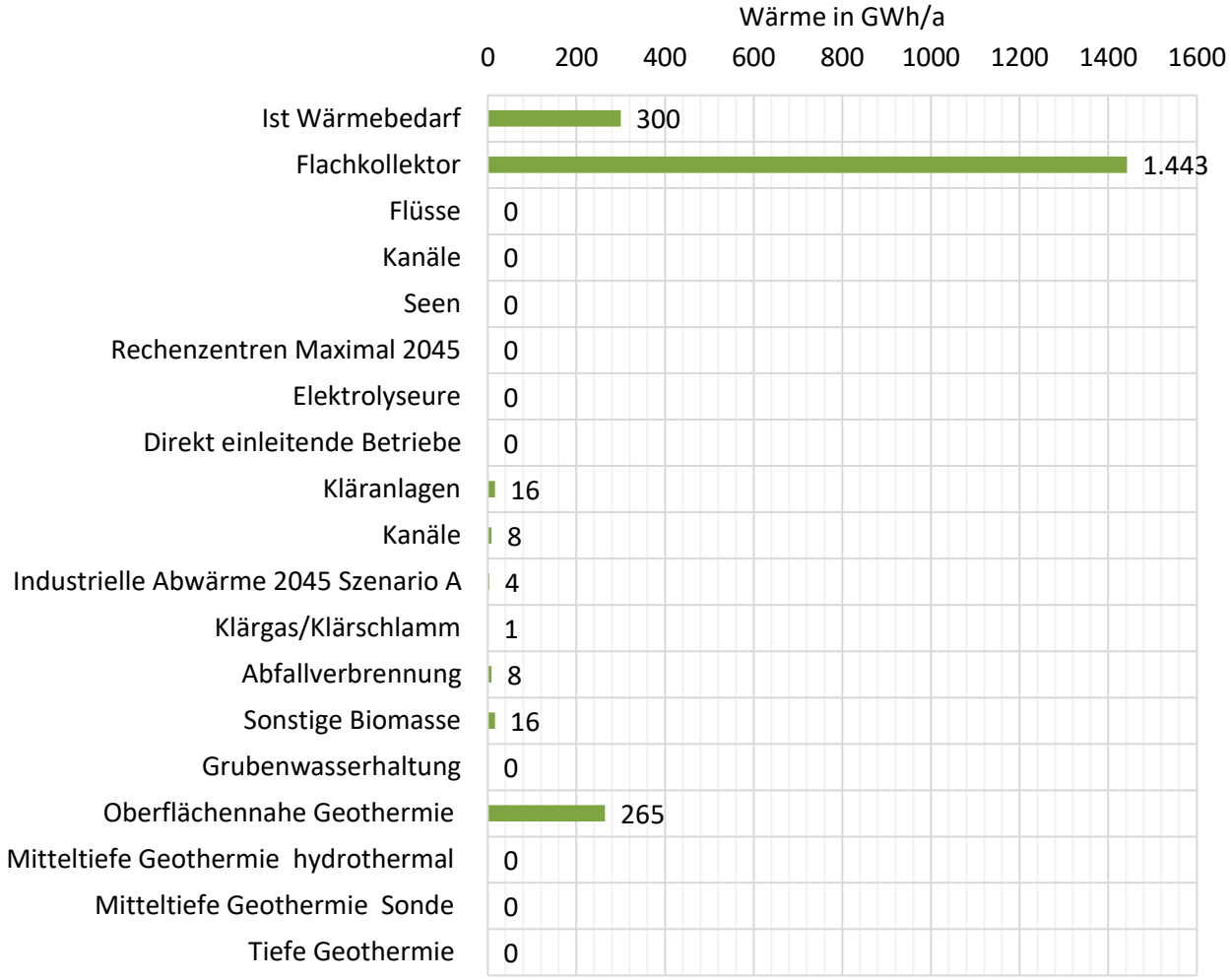


Abbildung 53: Potentiale erneuerbarer Wärmeerzeugung Overath aus der Potentialstudie zur zukünftigen Wärmeversorgung in NRW [24]

Für die Stadt Overath wurden in dieser Potenzialanalyse beachtliche Ressourcen zur nachhaltigen Wärmeversorgung ermittelt. Besonders hervorzuheben sind die solaren Potenziale, die mit Flachkollektoren ein Potential von über 1.400 GWh aufweisen. Dabei handelt es sich jedoch um ein theoretisches maximales Potenzial, das in der Praxis nicht vollständig ausgeschöpft werden kann.

Darüber hinaus existieren Potenziale zur Nutzung von Abwärme, vor allem durch Kläranlagen, Kanäle und industrielle Abwärme, die zusammen rund 28 GWh/a bereitstellen. Auch Biomasse, insbesondere aus Klärgas, Klärschlamm und Abfallverbrennung, kann mit weiteren 25 GWh/a zur zukünftigen Wärmeversorgung beitragen. Ein weiteres großes Potenzial zeigt sich in der oberflächennahen Geothermie, die mit etwa 265 GWh/a einen signifikanten Beitrag zur Wärmeversorgung leisten könnte.

Diese Potenzialstudie gibt einen guten Überblick über mögliche Potenziale in Overath. Im weiteren Verlauf werden die konkreten Potentiale detailliert betrachtet und analysiert.

4.3 Solare Potenziale

Solarthermie und Photovoltaik sind zwei unterschiedliche Technologien zur Nutzung der Sonnenenergie, die jeweils für verschiedene Zwecke eingesetzt werden. Solarthermie nutzt

Sonnenkollektoren, um Wärme zu erzeugen, die direkt für die Warmwasserbereitung oder zur Unterstützung der Heizungsanlage verwendet wird. Diese Technologie eignet sich vor allem für Haushalte oder Unternehmen, die ihren Wärmebedarf teilweise durch erneuerbare Energie decken möchten. Photovoltaik hingegen wandelt Sonnenlicht in elektrischen Strom um. Dies geschieht durch Solarzellen, die in Modulen zusammengefasst sind. Der so erzeugte Strom kann entweder direkt verbraucht oder ins öffentliche Stromnetz eingespeist werden. Beide Technologien haben in der kommunalen Wärmeplanung großes Potenzial, sowohl auf Dachflächen als auch auf Freiflächen installiert zu werden.

Die solaren Potenziale lassen sich nach dem Ort der Installation in Module auf Dächern und Module auf Freiflächen unterteilen. Freiflächen PV bezieht sich auf die Installation von Solarmodulen auf offenen Landflächen wie brachliegenden Flächen, landwirtschaftlichen Gebieten oder eigens dafür errichteten Solarparks. Abbildung 54 zeigt das Potenzial für Freiflächen PV in der Region. Diese Flächen dienen primär als Suchräume für Photovoltaikanlagen, lassen sich jedoch auch für solarthermische Anlagen übertragen. Das Potenzial der Solarthermie auf Freiflächen in Overath beläuft sich auf etwa 1.443 GWh.

Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass dieses Potenzial als theoretisch einzuschätzen ist. Einerseits müssen die Anlagen in unmittelbarer Nähe zu den Wärmebedarfen errichtet werden, um eine effiziente Nutzung zu gewährleisten. Andererseits ergibt sich bei Solarthermie ein strukturelles Problem aus der Divergenz zwischen Erzeugung und Verbrauch. Während der Wärmebedarf insbesondere in den Wintermonaten hoch ist, fällt der Großteil der solaren Wärmeproduktion in den Sommermonaten an. Dies führt dazu, dass nur ein Bruchteil des gesamten Potenzials direkt genutzt werden kann. Um dieser Herausforderung zu begegnen, könnten Wärmespeicher eingesetzt werden, die es ermöglichen, überschüssige Wärme aus den Sommermonaten für die spätere Nutzung zu speichern. Dies erfordert jedoch großvolumige Speicherlösungen, die sowohl technisch als auch wirtschaftlich betrachtet werden müssen. Zudem ist die Integration in bestehende oder geplante Wärmenetze ein entscheidender Faktor für die praktische Umsetzbarkeit.

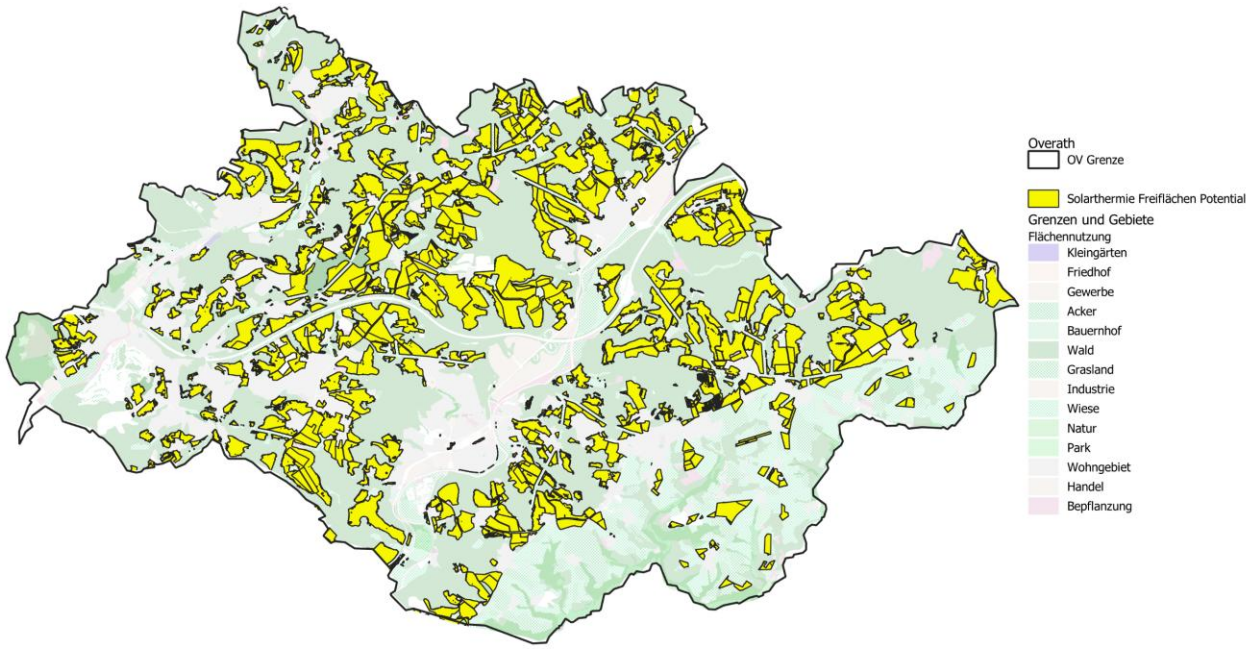


Abbildung 54: Potenziale für Freiflächen Anlagen der Stadt Overath [25]

Solarthermie und Photovoltaik auf Dachflächen bieten ebenfalls signifikante Potenziale zur Energieerzeugung. Die Installation von Solarkollektoren auf Dächern zur Wärmeproduktion ist besonders für Wohnhäuser, Gewerbebauten oder öffentliche Gebäude interessant, da die Wärmeenergie vor Ort direkt genutzt werden kann. In Overath könnten durch Solarthermie-Anlagen auf Dachflächen insgesamt 430 GWh Wärmeenergie pro Jahr erzeugt werden.

Zusätzlich bietet die Nutzung von Photovoltaikanlagen auf Dachflächen eine weitere Möglichkeit zur Stromerzeugung. Die zahlreichen Dachflächen von Wohn- und Gewerbegebäuden in Overath könnten ebenfalls für die Installation von PV-Modulen genutzt werden, was ein Gesamtpotenzial für den Stromertrag von etwa 140 GWh pro Jahr ergibt. Diese Art der Nutzung ergänzt die Freiflächen-PV.

4.4 Abwasser und Kläranlagen

4.4.1 Abwassernetz

Das Abwasserpotenzial in Overath birgt eine vielversprechende Möglichkeit zur Nutzung konstanter und verlässlicher Abwasserströme als Wärmequelle. Abwasser zeichnet sich durch ganzjährig stabile Temperaturen aus, die sich ideal zur Wärmeerzeugung mittels Wärmetauschern eignen. Da Abwasser kontinuierlich und unabhängig von äußeren Einflüssen wie dem Wetter anfällt, bietet es eine planbare und zuverlässige Wärmequelle. Besonders in dicht besiedelten Gebieten mit hoher Wärmeverbrauchsdichte könnte die Einspeisung dieser Wärme in ein Wärmenetz wirtschaftlich von Vorteil sein.

Das Kanalnetz der Stadtwerke Overath ist technisch in zwei getrennte Systeme unterteilt. Die Ortschaften Heiligenhaus, Untereschbach, Steinenbrück, Immekeppel und Brombach entwässern in die

Kläranlage Lehmbach. Im Gegensatz dazu wird das Abwasser aus den Ortschaften Overath, Vilkerath und Marialinden in die Kläranlage Overath geleitet. Die Einzugsgebiete und die Lage der Kläranlagen sind in Abbildung 55 dargestellt.

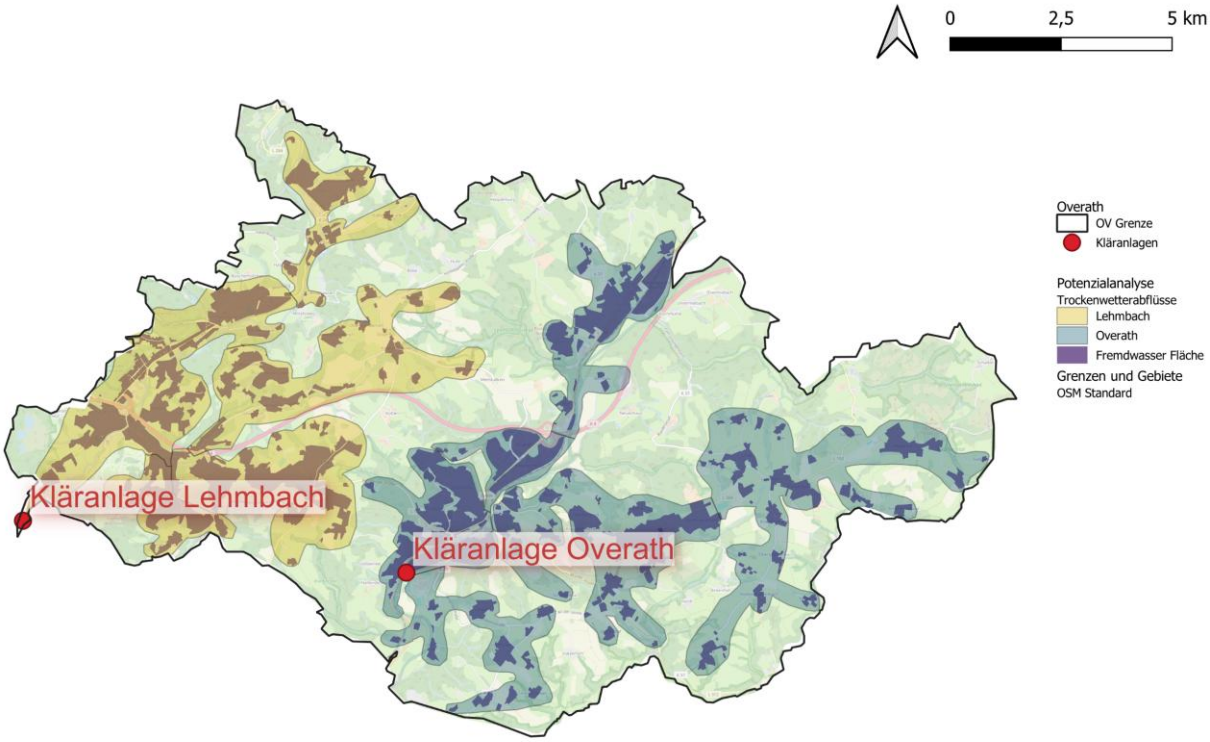


Abbildung 55: Kläranlagen und Abwassergebiete in Overath

Um das Wärmepotenzial in den Abwasserkanälen in Overath zu bewerten, wurde der Trockenwetterabfluss berechnet, der den Kläranlagen in Overath und Lehmbach zugeführt wird. Der Trockenwetterabfluss ist die Menge an Abwasser, die bei trockenen Wetterbedingungen – also ohne Niederschlagswasser – durch die Kanäle geleitet wird. Er setzt sich zusammen aus dem Schmutzwasser (hauptsächlich häusliches und gewerbliches Abwasser) und dem Fremdwasser (Grund- und Sickerwasser, das in die Kanalisation eindringt).

Die Berechnung des Trockenwetterabflusses erfolgte auf Grundlage der Einwohnerzahlen im jeweiligen Kanaleinzugsgebiet, um die Menge des anfallenden Schmutzwassers zu bestimmen. Zusätzlich wurde das Fremdwasser über die Größe der Entwässerungsfläche abgeschätzt. Die Einzugsgebiete und die entsprechenden Flächen sind in Abbildung 56 dargestellt. Diese Methode liefert eine erste Annäherung an den realen Trockenwetterabfluss, jedoch sind diese Werte als grobe Abschätzung zu verstehen und keine exakten Messungen. Vor der Kläranlage Overath ergibt sich ein Trockenwetterabfluss von 45 l/s, während in Lehmbach ein Abfluss von 42 l/s vorliegt. In den vorgelagerten Kanalabschnitten sind die Trockenwetterabflüsse entsprechend geringer, wie ebenfalls in Abbildung 56 zu sehen ist.

Auf Basis dieser Abflusswerte lässt sich die theoretisch nutzbare Wärmeenergie berechnen. Diese Berechnungen basieren auf der Annahme, dass die Wassertemperatur um 4 Grad Celsius abgesenkt

wird. Für das Gebiet rund um die Kläranlage Overath beträgt das Wärmepotenzial etwa 6,5 GWh pro Jahr. Für die Kläranlage Lehmbach beträgt es 6,3 GWh pro Jahr. Es zeigt sich auch, dass Kanalabschnitte, die weit von den Kläranlagen entfernt liegen, eine eher geringe Abwassermenge aufweisen. In solchen Bereichen wäre eine Wärmeentnahme vermutlich nicht wirtschaftlich, da die verfügbaren Abwassermengen und damit das nutzbare Wärmepotenzial zu gering sind.

Die Entnahme von Wärme direkt aus dem Abwasser in den Kanälen wäre theoretisch möglich, ist jedoch mit erheblichen Herausforderungen verbunden. Kläranlagen benötigen für einen effizienten Klärprozess ein bestimmtes Temperaturniveau des Abwassers, das durch eine frühzeitige Wärmeentnahme in den Kanälen beeinträchtigt werden könnte. Um diese Einschränkungen zu vermeiden, wird empfohlen, die Wärme des Abwassers erst hinter der Kläranlage zu entnehmen.

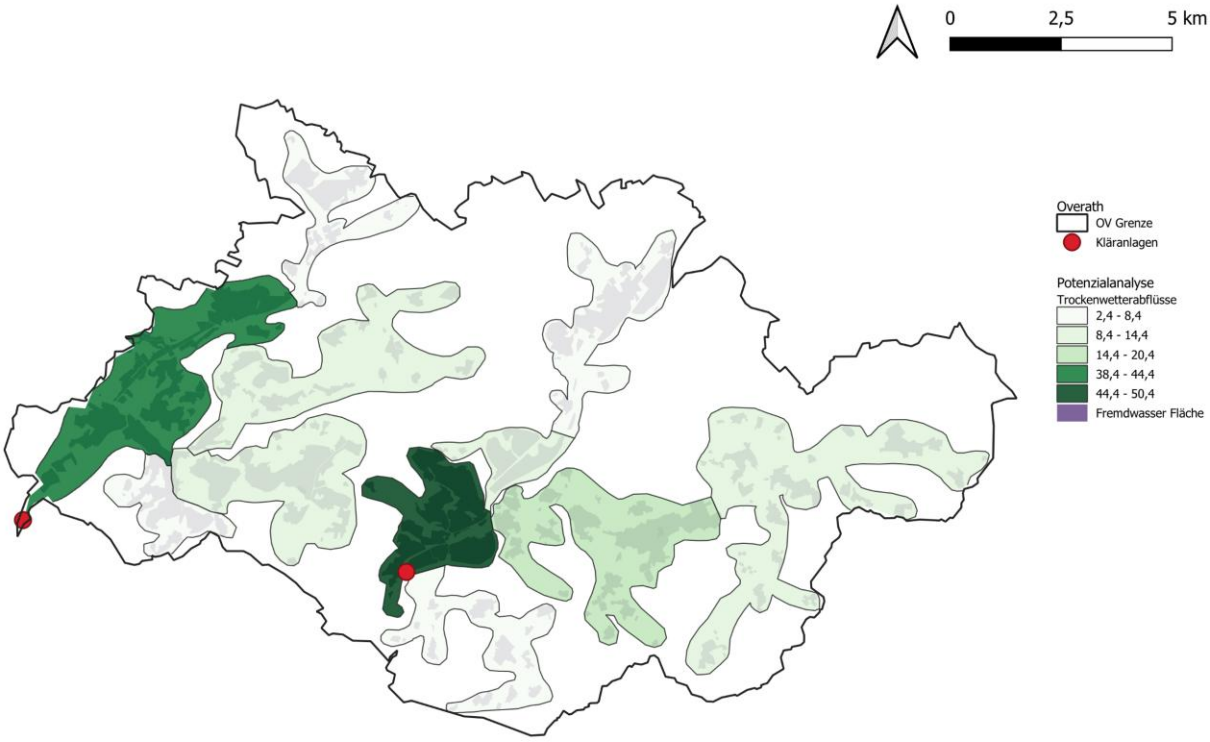


Abbildung 56: Trockenwetterabflüsse in Overath

4.4.2 Kläranlagen

In Overath gibt es zwei Kläranlagen, die vom Aggerverband betrieben werden: die Kläranlage Lehmbach und die Kläranlage Overath. Für diese beiden Kläranlagen wird vom LANUV ein jährliches Wärmepotenzial von insgesamt 16 GWh angegeben. Aufgrund der ähnlichen Größe und des vergleichbaren Trockenwetterabflusses lassen sich diese 16 GWh Potenzial gleichmäßig auf die beiden Kläranlagen aufteilen, sodass jede ein Potenzial von etwa 8 GWh aufweist.

Nach der Kläranlage fließt das gereinigte Wasser in Flüsse, wodurch sich zusätzliche Möglichkeiten ergeben. Die Kläranlage Overath speist ihr gereinigtes Abwasser in die Agger ein, während die Kläranlage Lehmbach in die Sülz entwässert. Hier könnten die Abwärme des Kläranlagenabwassers und die natürliche Wärmeenergie des jeweiligen Flusswassers kombiniert genutzt werden. Diese

Vorgehensweise erlaubt eine Maximierung des Wärmepotenzials und reduziert gleichzeitig den Einfluss auf die Prozesse innerhalb der Kläranlage. Ein Wärmetauscher hinter der Kläranlage könnte somit sowohl die Energie des geklärten Abwassers als auch des Flusswassers effizient nutzbar machen. Diese Kombination bietet eine nachhaltige und wirtschaftlich interessante Möglichkeit zur Erzeugung von Wärme für nahegelegene Wärmenetze.

Insbesondere die Kläranlage Overath, die sich in unmittelbarer Nähe zum Stadtkern befindet, bietet durch ihre zentrale Lage ein besonders hohes Potenzial zur Nutzung der gewonnenen Wärmeenergie. Ihre Lage ermöglicht kurze Transportwege und eine effiziente Einspeisung der Wärme in ein mögliches Wärmenetz, was die Wirtschaftlichkeit und Umweltfreundlichkeit einer solchen Nutzung zusätzlich steigert.

4.5 Gewässer

4.5.1 Fließgewässer

In der LANUV-Potenzialstudie wurde das Potenzial der Flusswärme aus der Agger und der Sülz nicht berücksichtigt. Dennoch bietet die Nutzung von Fließgewässern mittels Wärmepumpen auch in Overath ein bedeutendes Potenzial zur nachhaltigen Wärmebereitstellung. Besonders die Flüsse Agger und Sülz sind aufgrund ihrer Wassermenge und Temperaturverhältnisse vielversprechend. Diese Flüsse ermöglichen es, kontinuierlich Wärme zu entziehen, da ihre Wassertemperatur im Jahresverlauf relativ stabil bleibt, was sie zu geeigneten Quellen für Wärmepumpenanlagen macht.

Wärmepumpen, die an Fließgewässern eingesetzt werden, basieren auf einer bewährten Technologie, die bereits in verschiedenen Projekten in Deutschland und der Schweiz erfolgreich genutzt wurde. Durch einen Wärmetauscher wird die Wärme aus dem Flusswasser entnommen und mittels elektrischer Energie auf ein höheres Temperaturniveau für die Gebäudeheizung gebracht. Dabei ist der konstante Wasserfluss ein großer Vorteil gegenüber anderen Wärmequellen wie der Außenluft oder dem Erdreich. Ein weiterer Vorteil der Nutzung von Fließgewässern ist, dass eine moderate Abkühlung des Wassers, besonders in den Sommermonaten, als positiver Nebeneffekt angesehen werden kann. Da die Wassertemperaturen aufgrund des Klimawandels steigen, könnte die Wärmeentnahme helfen, die Temperatur der Flüsse auf einem ökologisch günstigeren Niveau zu halten.

Die Effizienz und der Betrieb solcher Anlagen hängen stark von den lokalen Bedingungen ab. Wie bei allen Anlagen dieser Art spielen umweltrechtliche Genehmigungen eine entscheidende Rolle, um sicherzustellen, dass die Eingriffe in das Ökosystem der Flüsse minimal sind. Hierbei wird festgelegt, wie stark das Wasser abgekühlt werden darf, um negative Umweltauswirkungen zu vermeiden.

Das thermische Potenzial der Flusswärme aus der Agger und der Sülz in Overath wurde grob anhand ihres Wasserdurchflusses abgeschätzt. Hierfür wurden die Messdaten aus den Jahren 2015 bis 2023, bereitgestellt über ELWAS-WEB, analysiert [26]. Abbildung 57 zeigt die Standorte der entsprechenden Messstationen. Da die Messstation der Agger hinter der Stelle liegt, an der Agger und Sülz zusammenfließen, wurde zur Abschätzung des Wasserdurchflusses der Agger im Stadtzentrum von Overath die Wassermenge der Sülz abgezogen. Die verbleibenden Zuflüsse zwischen der Messstelle und Overath wurden anhand der Gesamtlänge des Flusses sowie der Strecke zwischen dem Stadtzentrum und der Messstation linearisiert abgeschätzt und entsprechend vom gemessenen

Durchflusswert subtrahiert. Diese Methode ermöglicht eine näherungsweise Bestimmung des Wasserdurchflusses der Agger im Stadtgebiet von Overath.

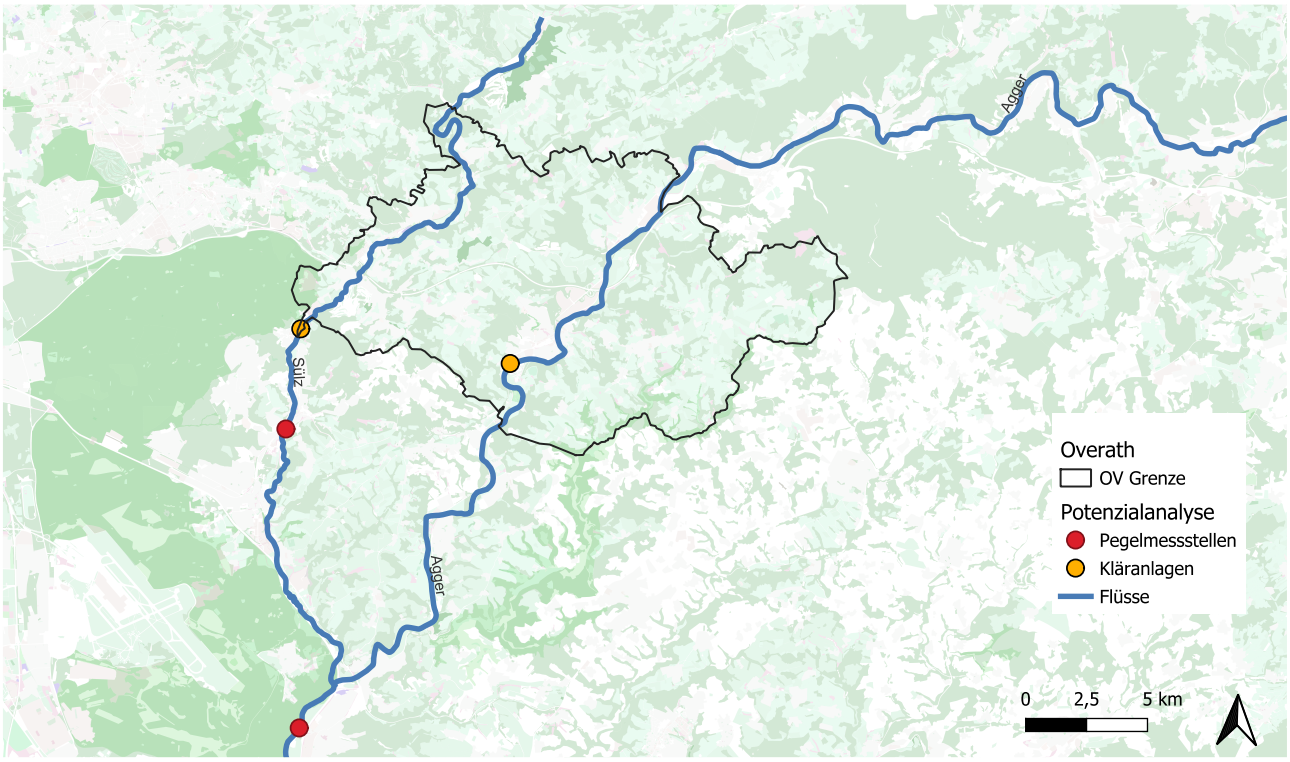


Abbildung 57: Übersicht der Flüsse, Kläranlagen und Messstationen [26]

Vom Aggerverband liegt die Aussage vor, dass die Wassertemperatur dabei nicht um mehr als 1,5 K verändert werden darf. Dieser Richtwert dient als Orientierung und sollte für einzelne Flüsse individuell geprüft werden. Für die Berechnung des Potenzials wird angenommen, dass maximal ein Achtel des Durchflusses genutzt wird und dieser um 3 K abgekühlt wird. Diese Annahme stellt sicher, dass die Temperatur des gesamten Flusses nur um maximal 0,4 K absinkt, wodurch ökologische Auswirkungen auf das Gewässer minimiert werden.

Basierend auf diesen Annahmen lässt sich ein jährliches Wärmepotenzial von durchschnittlich 109 GWh pro Jahr berechnen. Um die Schätzung realistischer zu gestalten, ist es sinnvoll, einen maximalen Durchfluss für den Wärmetauscher festzulegen. Andernfalls könnten bei Hochwasser unrealistisch hohe Energiemengen errechnet werden. Mit einem Wärmetauscher, der auf einen Durchfluss von 1500 l/s ausgelegt ist, ergibt sich ein nutzbares Wärmepotenzial von etwa 80 GWh pro Jahr.

Mit einer Wärmepumpe, die eine Jahresarbeitszahl von 3 aufweist und mit 4.000 Volllaststunden pro Jahr betrieben wird, kann theoretisch eine jährliche Wärmeleistung von etwa 120 GWh bereitgestellt werden. Diese Schätzung basiert auf der Annahme, dass die Wärmepumpe optimal ausgelegt ist und die gesamte zur Verfügung stehende Energie unter Berücksichtigung der gegebenen Einschränkungen vollständig genutzt wird. Es ist jedoch zu beachten, dass diese Berechnung nicht mit einem typischen Wärmebedarf eines Wärmenetzes abgeglichen wurde, der zeitlich stark variieren kann. Da die Berechnung auf einem konstanten Abnahmeprofil basiert, fallen die Volllaststunden entsprechend hoch aus. In der Realität wären die tatsächlichen Volllaststunden jedoch geringer, da der Wärmebedarf über das Jahr hinweg schwankt. Alternativ könnte die Anlage entsprechend kleiner

dimensioniert werden, um besser an reale Bedarfsprofile angepasst zu sein. Da es sich hierbei jedoch um eine Potenzialabschätzung handelt, wurde bewusst von einer idealisierten Nutzung der verfügbaren Energie ausgegangen.

Die Berechnung des Wärmepotenzials wurde nicht nur für die Agger, sondern auch für die Sülz durchgeführt. Unter den gleichen Annahmen stehen theoretisch etwa 54 GWh Wärme pro Jahr zur Verfügung. Bei einer Begrenzung des maximalen Durchflusses im Wärmetauscher auf 500 l/s ergibt sich jedoch eine realistische Wärmeausbeute von rund 33 GWh pro Jahr. Mit einer Wärmepumpe, die einer JAZ von 3 aufweist und 4.000 Volllaststunden pro Jahr betrieben wird, lässt sich theoretisch eine jährliche Wärmeleistung von etwa 48 GWh bereitstellen.

Tabelle 5: Rahmenbedingungen für die Berechnung des Potenzials aus Agger und Sülz

Beschreibung	**Agger**	**Sülz**
Maximal genutzter Durchfluss	1/8 des Durchflusses	1/8 des Durchflusses
Abkühlung des Wassers	3 K	3 K
Jährliches Wärmepotenzial aus dem Fließgewässer (theoretisch)	109 GWh	54 GWh
Maximaler Durchfluss Wärmetauscher	1.500 l/s	500 l/s
Jährliches Wärmepotenzial aus dem Fließgewässer (realistisch)	80 GWh	33 GWh
Vollaststunden Flusswärmepumpe	4.000 h	4.000 h
JAZ Flusswärmepumpe	3	3
Thermische Leistung Flusswärmepumpe	30 MW	12 MW
Jährliches Wärmepotenzial nach Wärmepumpe	**120 GWh**	**48 GWh**

Besonders in den Wintermonaten, wenn der Wasserdurchfluss in den Flüssen durch erhöhte Niederschläge steigt, steht mehr Energie zur Verfügung. Dies stellt einen Vorteil gegenüber Solarenergie dar, die in den Wintermonaten weniger Ertrag bringt. Flüsse haben in dieser Zeit oft einen höheren Wasserstand, was das Potenzial zur Energieentnahme erhöht. Abbildung 58 zeigt beispielhaft den monatlichen Durchfluss der Agger.

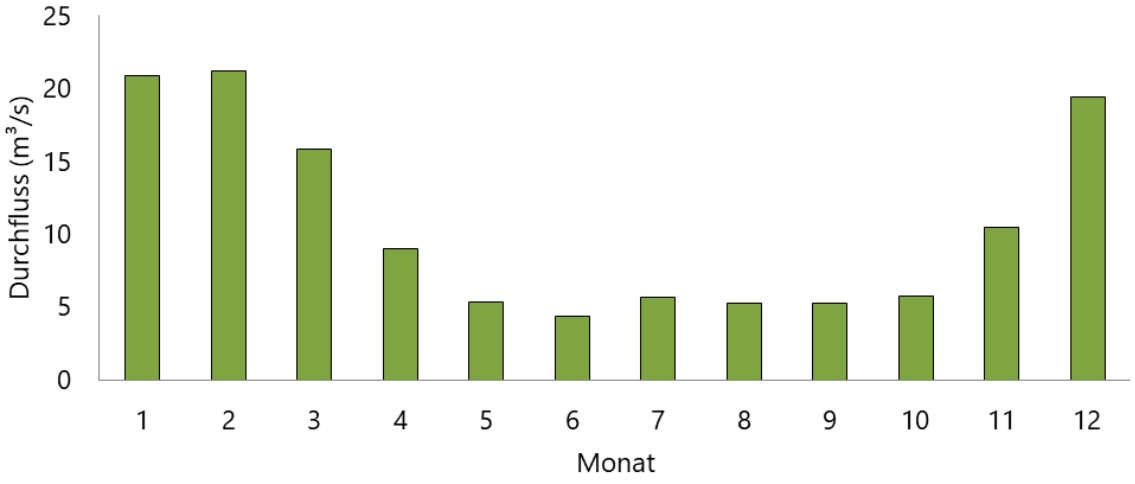


Abbildung 58: Durchschnittlicher monatlicher Durchfluss der Agger (basierend auf Messdaten 2015–2023) [26]

Ein Nachteil sind jedoch die niedrigeren Flusstemperaturen im Winter, die die Effizienz der Wärmepumpe verringern. Dies könnte durch eine Kombination der Wärmeentnahme aus Flüssen mit der Abwärme aus Kläranlagen kompensiert werden. Kläranlagenabflüsse weisen auch im Winter ein höheres Temperaturniveau auf, wodurch die Effizienz der Wärmepumpe gesteigert werden kann. Diese Synergie könnte dazu beitragen, die Wärmebereitstellung über das gesamte Jahr hinweg effizienter zu gestalten.

Die Fließgewässer in Overath bieten ein vielversprechendes Potenzial für die nachhaltige Wärmegewinnung, insbesondere die Agger in der Kernstadt. Um das genaue Potenzial und mögliche Umweltauswirkungen zu bestimmen, sind jedoch weitere Studien erforderlich, die technische, wirtschaftliche und ökologische Aspekte umfassend analysieren.

4.5.2 Seen

Die Stadt Overath besitzt keine Seen, welche sich für die Nutzung von Wärme aus Gewässern eignen.

4.6 Biomasse

In der Potenzialstudie des LANUV wurde ein Biomassepotenzial von 16 GWh für die zukünftige Wärmeversorgung ermittelt, das sich auf drei wesentliche Bereiche verteilt: Abfallwirtschaft, Forstwirtschaft und Landwirtschaft. In der Abfallwirtschaft bestehen geringe Potenziale, insbesondere in Klärgas und Klärschlamm sowie in Bio- und Grünabfällen. Darüber hinaus könnte Biomasse aus der Landschaftspflege und dem Straßenbegleitgrün zur Energieerzeugung genutzt werden, jedoch ist dieses Potenzial aufgrund logistischer Hürden schwer zu erschließen. Viele der verbleibenden Stoffströme in diesem Bereich werden bereits heute umfangreich genutzt. Da es in Overath keine Müllverbrennungsanlage gibt, kann der anfallende Abfall vor Ort nicht zur Energiegewinnung genutzt werden, was die Verfügbarkeit dieses Potentials einschränkt.

Im Bereich der Forstwirtschaft sind die Potenziale begrenzt. In Nordrhein-Westfalen wird bereits heute mehr Holz energetisch genutzt, als nachhaltig geerntet werden kann, unter anderem durch Importe. Geringe Potenziale bestehen lediglich in privaten, wenig bewirtschafteten Wäldern. Zudem gibt es starke jährliche Schwankungen bei der Holzernte, besonders in Bezug auf Schadholz. Dies deutet darauf hin, dass keine signifikanten Ausbaupotenziale in der Forstwirtschaft vorhanden sind.

Die größten Potenziale im Biomassebereich liegen in der Landwirtschaft. Der Ausbau könnte vor allem durch die verstärkte Nutzung von Wirtschaftsdüngern und Ernteabfällen erfolgen. Allerdings sind auch hier logistische und wirtschaftliche Herausforderungen zu überwinden, insbesondere im Hinblick auf die Sammlung und Verarbeitung dieser Stoffströme. Zudem müssen Nährstoffaspekte berücksichtigt werden, um die landwirtschaftlichen Böden nicht zu belasten.

In der Kommunalen Wärmeplanung kann das Biomassepotenzial nicht weiter räumlich differenziert oder detaillierter spezifiziert werden. Daher dient der vom LANUV ermittelte Wert als grober Richtwert. Eine genauere Bestimmung der tatsächlich nutzbaren Biomassemengen wäre nur durch weiterführende Untersuchungen möglich, insbesondere im Hinblick auf Verfügbarkeit, wirtschaftliche Umsetzbarkeit und ökologische Auswirkungen.

4.7 Geothermie

Oberflächennahe Geothermie umfasst Bohrungen bis zu einer Tiefe von etwa 400 Metern, bei denen die im Erdreich gespeicherte Wärme für Heizungssysteme, insbesondere Wärmepumpen, genutzt wird. Diese Technologie ist besonders effizient in Kombination mit gut durchlässigen Böden und einer entsprechenden Wärmeleitfähigkeit. Die Nutzung von Geothermie in Overath bezieht sich hauptsächlich auf die oberflächennahe Geothermie, welche laut der Potenzialstudie des LANUV ein Energiepotenzial von 265 GWh pro Jahr aufweist. Das Potenzial ergibt sich aus einer Abschätzung, bei der geprüft wurde, ob auf den jeweiligen Grundstücken Geothermie möglich ist und welcher Anteil des Wärmebedarfs damit gedeckt werden kann. Neben den dezentralen Lösungen besteht auch ein Potenzial für großflächige geothermische Anlagen. Dieses hängt von den vorhandenen Flächen ab und muss individuell je nach Verfügbarkeit und Standortbedingungen ermittelt werden.

Im Süden von Overath befinden sich Wasserschutzgebiete der Klassen 1, 2 und 3a, wie in Abbildung 59 dargestellt. Die Wasserschutzgebiete haben einen maßgeblichen Einfluss auf die Nutzungsmöglichkeiten von Geothermie. In Zone 1, die besonders streng geschützt ist, sind geothermische Bohrungen nicht zulässig, um die Trinkwasservorkommen zu schützen. In Zone 2 sind Bohrungen nur unter strengen Auflagen möglich, während in Zone 3a geothermische Projekte prinzipiell erlaubt sind, jedoch weiterhin gewissen Einschränkungen unterliegen, um das Trinkwasser nicht zu gefährden. Naturschutzgebiete und hydrologisch sensible Bereiche stellen weitere wichtige Einschränkungen für die Nutzung von Geothermie dar. In diesen Gebieten können Bohrungen und der Einsatz von Erdwärmesonden aufgrund möglicher Beeinträchtigungen von Ökosystemen, Grundwasserschichten oder geschützten Arten nur eingeschränkt oder gar nicht erfolgen. Zudem sind in hydrologisch sensiblen Bereichen besondere Vorsichtsmaßnahmen erforderlich, um eine Verunreinigung des Grundwassers zu vermeiden. Die betroffenen Flächen sind in Abbildung 41 dargestellt.

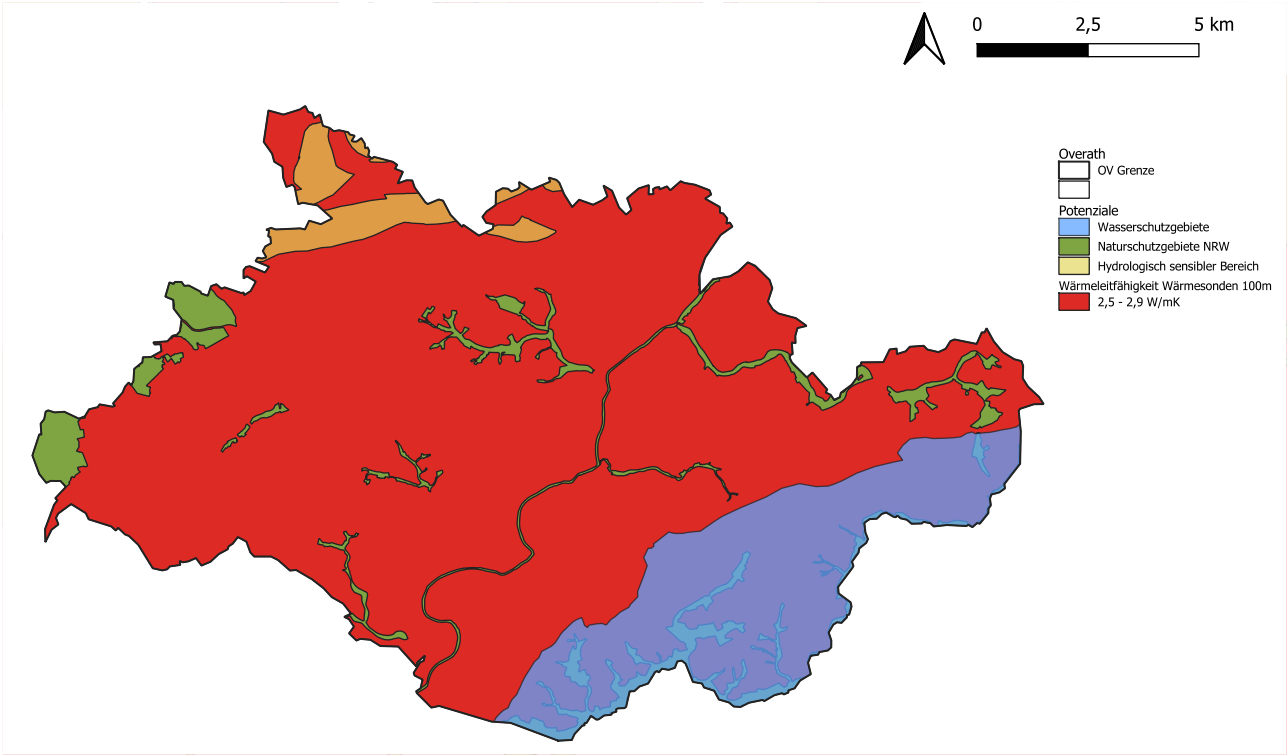


Abbildung 59: Oberflächennahe Geothermie: Ausschlussgebiete und Wärmeleitfähigkeit des Bodens [27]

Ein weiterer wichtiger Faktor bei der Nutzung von Wärmequellen ist die Wärmeleitfähigkeit des Bodens, die in Abbildung 59 dargestellt wird. Der Geologische Dienst NRW weist für das gesamte Stadtgebiet von Overath eine Wärmeleitfähigkeit des Bodens zwischen 2,5 und 2,9 W/mK aus. Diese Werte gelten für Sondenlängen im Bereich von 40 bis 100 Metern Tiefe. Die Einschätzung des Geologischen Dienstes NRW zu einer solchen Wärmeleitfähigkeit ist positiv, da sie als gut eingestuft wird und somit günstige Voraussetzungen für die Nutzung geothermischer Energie im Stadtgebiet bietet.

Die Potenzialstudie des LANUV zeigt zudem, dass für mitteltiefe und tiefe Geothermie, die auf Bohrungen in größere Tiefen abzielt, in Overath kein nennenswertes Potenzial besteht. Somit liegt der Fokus der Geothermie-Nutzung in Overath auf der oberflächennahen Variante, die in Gebieten mit günstigen geologischen Voraussetzungen eine wichtige Rolle in der zukünftigen Wärmeversorgung spielen kann.

4.8 Industrielle Abwärme

Industrielle Abwärme entsteht bei Produktionsprozessen in Unternehmen, bei denen nicht die gesamte erzeugte Energie genutzt wird und somit als Wärme freigesetzt wird. Diese Wärme kann entweder direkt im Unternehmen genutzt oder, bei größeren Mengen, in ein Wärmenetz eingespeist werden.

In Overath wurden Unternehmen angefragt, ob sie industrielle Abwärme in relevanten Mengen produzieren, die für ein Wärmenetz genutzt werden könnte. Es hat sich jedoch kein Betrieb herausgestellt, der ausreichend Abwärme bereitstellt, um in ein kommunales Wärmenetz eingespeist zu werden. Das vorhandene Potenzial besteht daher in der Nutzung der Abwärme für die Unternehmen selbst. Ein kleiner Betrieb mit geringerer Abwärme könnte diese beispielsweise nutzen, um seine eigenen Hallen oder Büros zu beheizen.

4.9 Wärme- und Gasspeicher

Die Installation von Wärme- oder Gasspeichern auf verfügbaren Flächen ist grundsätzlich technisch machbar und könnte eine wichtige Rolle in der zukünftigen Energieversorgung spielen. Solche Speicher ermöglichen es, überschüssige Wärme oder Gas temporär zu lagern und bei Bedarf wieder in das System einzuspeisen. Besonders in Kombination mit erneuerbaren Energien, wie beispielsweise Solarthermie oder Biogas, könnten Speicherlösungen helfen, eine kontinuierliche und bedarfsgerechte Wärmeversorgung sicherzustellen.

Trotz dieser theoretischen Möglichkeiten wurde die Integration von Wärme- oder Gasspeichern in der Potenzialanalyse nicht näher untersucht. Der Hauptgrund dafür ist das Fehlen eines konkreten Anwendungsfalls innerhalb des derzeit betrachteten Versorgungsmodells. Ohne spezifische Projekte oder eine bereits bestehende Infrastruktur, die von Speichern profitieren könnte, wäre eine detaillierte Untersuchung mit hohen Unsicherheiten behaftet.

Zudem sind bei der Planung und Umsetzung solcher Speicher verschiedene Faktoren zu berücksichtigen. Dazu gehören unter anderem die benötigte Speicherkapazität, die Netzintegration, wirtschaftliche Rahmenbedingungen sowie regulatorische Anforderungen. Die potenziellen Standorte müssten zudem hinsichtlich ihrer Eignung für eine effiziente Einbindung in das Wärme- oder Gasnetz geprüft werden.

Sollte sich in Zukunft ein konkreter Bedarf ergeben, beispielsweise durch den Ausbau erneuerbarer Wärmeerzeuger oder die Optimierung bestehender Versorgungsstrukturen, könnte eine detailliertere Untersuchung der Speicherpotenziale sinnvoll sein.

4.10 Außenluft

Die Außenluft ist eine weit verbreitete und leicht zugängliche Wärmequelle für Wärmepumpensysteme. Luft-Wasser-Wärmepumpen nutzen die Umgebungswärme, um sie auf ein höheres Temperaturniveau anzuheben und für die Raumwärmeversorgung oder die Warmwasserbereitung nutzbar zu machen. Der Betrieb einer Wärmepumpe basiert auf einem Kältekreislauf, bei dem die in der Außenluft enthaltene Wärme mithilfe eines Verdichters auf ein für Heizsysteme nutzbares Niveau gebracht wird. Aufgrund der einfachen Installation und der breiten Verfügbarkeit ist die Außenluft eine attraktive Wärmequelle, insbesondere für dezentrale, gebäudeintegrierte Wärmepumpensysteme.

Ein zentrales Hindernis für die flächendeckende Nutzung von dezentralen Luft-Wasser-Wärmepumpen sind die damit verbundenen Schallemissionen. Da Wärmepumpen Ventilatoren und Verdichter nutzen, entstehen Geräusche, die in dicht bebauten Wohngebieten problematisch sein können. Die Installation in Innenhöfen oder direkt an Wohngebäuden erfordert daher oft Maßnahmen zur Schalldämmung oder eine sorgfältige Standortwahl. In Kapitel 5.3.1 wird die Eignung von Gebäuden für dezentrale Wärmepumpen detailliert untersucht, wobei auch Schallbelastung und verfügbare Installationsflächen berücksichtigt wurden.

Neben der dezentralen Nutzung durch Einzelgebäude bieten Großwärmepumpen eine vielversprechende Möglichkeit, Außenluft als Wärmequelle in Wärmenetzen zu nutzen. Diese Systeme arbeiten nach dem gleichen Prinzip wie kleinere Wärmepumpen, sind jedoch für eine zentrale Wärmeversorgung ausgelegt. Großwärmepumpen können in Kombination mit Wärmenetzen eine klimafreundliche Alternative zu fossilen Heizsystemen darstellen und sind insbesondere dann wirtschaftlich sinnvoll, wenn eine stabile und kostengünstige Stromversorgung sichergestellt ist.

Für den Betrieb von Großwärmepumpen sind jedoch bestimmte Voraussetzungen zu erfüllen. Neben einer ausreichenden Freifläche für die Installation der Anlagen müssen auch Aspekte wie Netzkompatibilität, Temperaturanforderungen und saisonale Schwankungen der Außenlufttemperatur berücksichtigt werden. Ein Vorteil dieser Systeme liegt in der Möglichkeit, Abwärmequellen oder erneuerbaren Strom effizient zu nutzen, um die Wärmeversorgung mit minimalem CO_2-Ausstoß zu gewährleisten. Auf der anderen Seite können hohe Investitionskosten, ein größerer Platzbedarf und mögliche Lärmemissionen Herausforderungen für die Umsetzung darstellen.

Da Außenluft als Wärmequelle praktisch unbegrenzt zur Verfügung steht, kann in dieser Potenzialanalyse kein spezifisches Potenzial in GWh angegeben werden. Die tatsächliche Nutzung hängt maßgeblich von den technischen Rahmenbedingungen und der Wirtschaftlichkeit einzelner Projekte ab. Insbesondere die Installation von Großwärmepumpen auf Freiflächen müsste individuell geprüft werden.

4.11 Energieeinsparungen durch Sanierung

Um die Wärmewende in der Stadt Overath erfolgreich voranzutreiben, ist sowohl die Umstellung auf erneuerbare Energien in der Wärmeversorgung als auch eine umfassende energetische Sanierung bestehender Gebäude unerlässlich. Um die Gebäude effizient und wirtschaftlich zu sanieren, werden

drei Sanierungsklassen definiert. Jede Sanierungsklasse beschreibt verschiedene Maßnahmenpakete und deren wirtschaftliche Auswirkungen. Darüber hinaus wird die Notwendigkeit von Förderungen hervorgehoben, um die finanzielle Belastung für die Eigentümer zu minimieren und die Sanierung attraktiv zu machen.

4.11.1 Sanierungsklassen

Die energetische Sanierung bestehender Gebäude ist ein zentraler Baustein der kommunalen Wärmeplanung in der Stadt Overath. In Tabelle 6 ist eine Übersicht der betrachteten Sanierungsklassen dargestellt. Durch die Definition und Umsetzung der drei Sanierungsklassen wird eine Struktur geschaffen, die es ermöglicht, Gebäude je nach Bedarf und finanziellen Möglichkeiten effizient zu sanieren. Förderprogramme sind dabei unerlässlich, um die finanziellen Hürden zu senken und die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen zu erhöhen. So kann langfristig eine nachhaltige und klimafreundliche Wärmeversorgung sichergestellt werden.

Die energetische Sanierung bestehender Gebäude ist ein zentraler Baustein der kommunalen Wärmeplanung in der Stadt Overath. In Tabelle 6 ist eine Übersicht der betrachteten Sanierungsklassen dargestellt. Durch die Definition und Umsetzung dieser Klassen wird eine strukturierte Grundlage geschaffen, um das Sanierungspotenzial der Gebäude zu bestimmen. Die Einteilung erfolgt auf Basis von Gebäudetyp, Baujahr und spezifischem Wärmebedarf. Für jede Gebäudeart gibt es typische spezifische Wärmebedarfe, die als Vergleichswerte dienen, um den aktuellen Sanierungsstand eines Gebäudes zu bestimmen und das damit verbundene Sanierungspotenzial abzuleiten.

Ein unsaniertes Gebäude hat demnach mit Maßnahmen aus Sanierungsklassen 1 bis 3 verschiedene Möglichkeiten, seinen Energieverbrauch zu senken. Ein Gebäude, das bereits in Sanierungsklasse 2 eingestuft ist, kann nur noch durch Maßnahmen aus Sanierungsklasse 3 weiter optimiert werden. Gebäude, die sich bereits in Sanierungsklasse 3 befinden, verfügen über kaum noch weiteres Potenzial zur Effizienzsteigerung. Förderprogramme sind dabei essenziell, um finanzielle Hürden zu senken und die Umsetzung wirtschaftlich attraktiver zu gestalten.

Für Nichtwohngebäude kann dieses Vorgehen jedoch nicht flächendeckend angewendet werden. Insbesondere in gewerblich und industriell genutzten Gebäuden hängt der Wärmebedarf stark von der individuellen Nutzung der Gebäude ab. Eine detaillierte Bewertung und Einordnung in Sanierungsklassen müsste daher für jedes Gebäude individuell erfolgen, was im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nicht geleistet werden kann.

Tabelle 6: Betrachtete Sanierungsklassen

1: Geringintensive Sanierung	
Maßnahmen	Austausch alter Heizkörperventile gegen thermostatische Ventile, Durchführung kleinerer Abdichtungsarbeiten an Fenstern und Türen, Installation von Heizkörperreflektoren hinter alten Heizkörpern, Einbau von programmierbaren Heizungssteuerungen.
Investitionskosten	Sehr gering.
Energieeinsparung	Gering bis moderat, hauptsächlich durch verbesserte Wärmeverteilung und Vermeidung von Wärmeverlusten.
Amortisationszeit	Sehr kurz, in der Regel innerhalb weniger Jahre.
Förderung	Förderungen für kleinere Maßnahmen sind begrenzt, aber lokale und regionale Programme bieten möglicherweise kleine Zuschüsse.
2: Mittelintensive Sanierung	
Maßnahmen	Austausch der Heizungsanlage durch eine Wärmepumpe oder ein Biomasseheizsystem, Vollständige Dämmung der Außenwände und des Dachs, Austausch alter Fenster gegen moderne, dreifach verglaste Fenster.
Investitionskosten	Mittel bis hoch.
Energieeinsparung	Hoch, da umfassende Dämmmaßnahmen und effiziente Heizsysteme eingesetzt werden.
Amortisationszeit	Mittel bis lang, abhängig von den Energiekosten.
Förderung	Umfangreiche Förderprogramme können bis zu 50% der Kosten abdecken, insbesondere für Wärmepumpen und Dämmmaßnahmen.
3: Tiefgreifende Sanierung	
Maßnahmen	Komplettsanierung des Gebäudes auf Passivhaus-Standard, Einbau einer kontrollierten Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung, Installation von Photovoltaik-Anlagen zur Eigenstromversorgung, Nutzung von Solarthermie für die Warmwasserbereitung
Investitionskosten	Hoch bis sehr hoch.
Energieeinsparung	Sehr hoch, Gebäude benötigen kaum noch externe Energiezufuhr.
Amortisationszeit	Lang, aber sehr hohe Einsparungen bei den Energiekosten.
Förderung	Umfangreiche Förderungen notwendig, die bis zu 60% der Kosten decken können, einschließlich spezieller Kredite zu günstigen Konditionen.

4.11.2 Entwicklung des Wärmebedarfs

Im folgenden Abschnitt wird die Entwicklung des Wärmebedarfs in der Stadt Overath bei der Anwendung von den drei vorgestellten Sanierungsszenarien betrachtet. In Abbildung 60 wird die Entwicklung des aufgezeigt. Dabei wird der gesamte Wärmebedarf vor der Sanierung sowie nach der Umsetzung der Sanierungsklassen 1, 2 und 3 dargestellt. Während bei Sanierungsklasse 1 der Wärmebedarf nahezu unverändert bleibt und nur eine minimale Einsparung erreicht wird, zeigt Sanierungsklasse 2 bereits eine Reduktion des Wärmebedarfs um etwa 2 %. Die umfangreichste Sanierung, die in Sanierungsklasse 3 definiert wurde, führt zu einer Reduktion des Wärmebedarfs um 22 %, was 66 GWh entspricht.

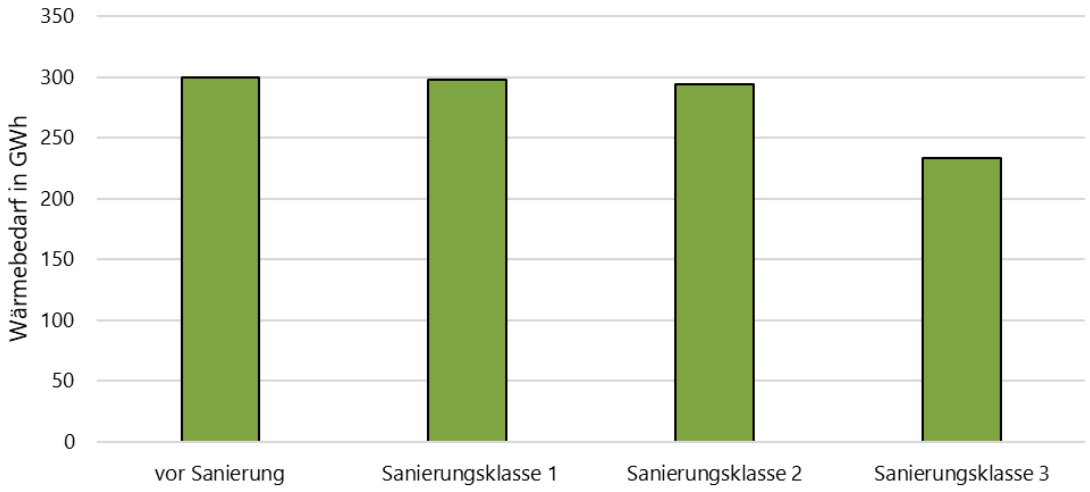


Abbildung 60: Entwicklung des Wärmebedarfs

Wie sich das Sanierungspotenzial örtlich verteilt, ist in Abbildung 61 dargestellt. Hierfür wurde das maximale Sanierungspotenzial, also die Effizienzsteigerung durch Maßnahmen der Sanierungsklasse 3, auf die Gebäude angewendet. Die Abbildung zeigt die potenziellen Energieeinsparungen pro Baublock, die durch eine vollständige Sanierung erzielt werden könnten. Obwohl das durchschnittliche Sanierungspotenzial in Overath bei etwa 22 % liegt, gibt es einzelne Baublöcke, in denen durch umfassende Sanierungsmaßnahmen mehr als die Hälfte des aktuellen Energieverbrauchs eingespart werden könnte. Dies betrifft insbesondere Baublöcke mit einem hohen Anteil an unsanierten, älteren Gebäuden, da diese in der Regel deutlich höhere spezifische Wärmeverbräuche aufweisen als neuere oder bereits modernisierte Gebäude.

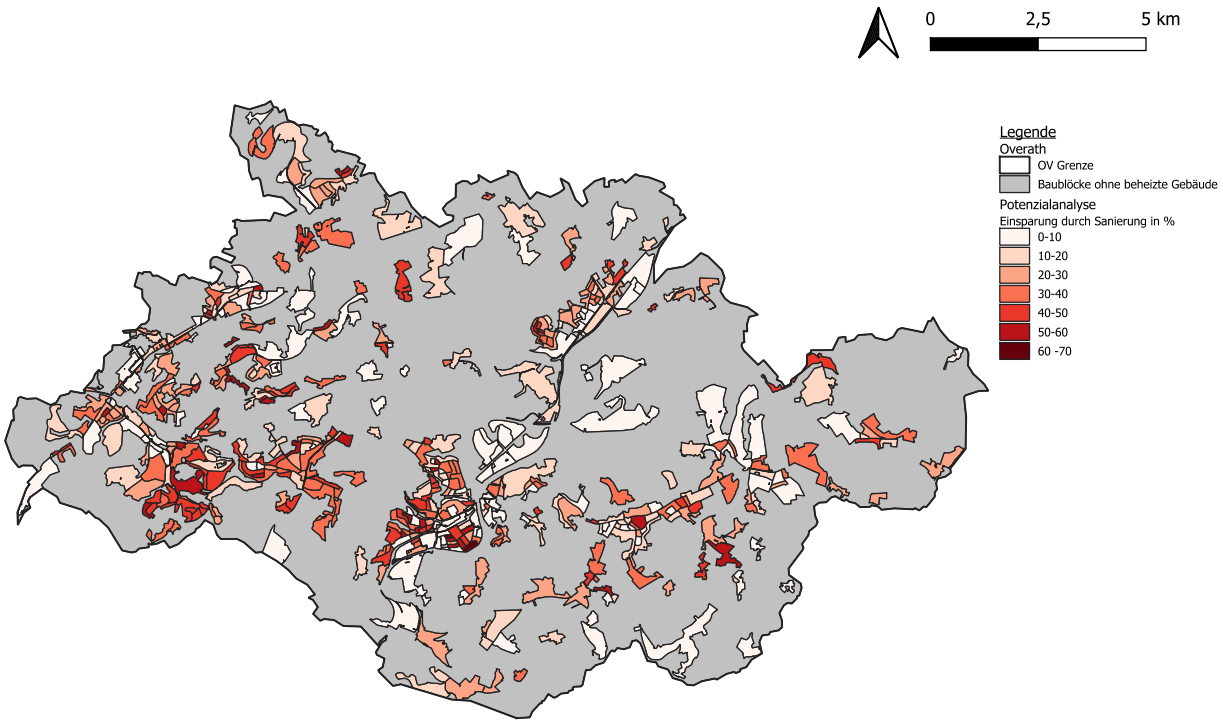


Abbildung 61: Mögliche Energieeinsparung bei maximaler Sanierung pro Baublock

4.12 Zusammenfassung der Potenziale

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden verschiedene Wärmequellen untersucht, die zur nachhaltigen Wärmeversorgung in Overath beitragen können. Die identifizierten Potenziale sind in Abbildung 62 zusammengefasst.

Solarthermie kann auf geeigneten Freiflächen installiert werden und stellt eine der größten regenerativen Wärmequellen dar. Das theoretische Potenzial beläuft sich auf bis zu 1.443 Gigawattstunden, wobei die tatsächliche Umsetzung von der Verfügbarkeit geeigneter Flächen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen abhängt.

In der Nähe von Kläranlagen kann Abwasserwärme als Energiequelle genutzt werden. Die Analyse zeigt, dass durch Wärmerückgewinnung aus Abwasserkanälen ein Potenzial von 13 Gigawattstunden erschlossen werden könnte. Auch die Kläranlagen Overath und Lehmach bieten Möglichkeiten zur Nutzung von Abwärme. Durch den Einsatz von Wärmetauschern kann ein Wärmebeitrag von 16 Gigawattstunden bereitgestellt werden, der für eine Integration in Wärmenetze genutzt werden könnte.

Die Flüsse Agger und Sülz stellen eine bedeutende Wärmequelle dar, die durch Wärmepumpensysteme nutzbar gemacht werden kann. Das ermittelte Potenzial beträgt 113 Gigawattstunden, wobei die Nutzung durch ökologische Rahmenbedingungen sowie Genehmigungsanforderungen limitiert sein kann.

Das Potenzial für Biomasse wurde auf Basis einer LANUV-Studie abgeleitet. Es ergibt sich ein nutzbares Energiepotenzial von 16 Gigawattstunden, wobei hier vor allem regionale Verfügbarkeit und nachhaltige Nutzungskonzepte entscheidend sind.

Oberflächennahe Geothermie kann durch Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden erschlossen werden. Das Potenzial liegt bei 265 Gigawattstunden, wodurch Geothermie eine zentrale Rolle in der nachhaltigen Wärmeversorgung spielen kann. Die praktische Nutzung hängt jedoch von den geologischen Gegebenheiten und der Genehmigungssituation ab.

Luftwärmepumpen bieten ein nahezu unbegrenztes Potenzial, da Außenluft überall verfügbar ist. Aufgrund von Lärmschutzanforderungen ist der Einsatz jedoch nicht überall uneingeschränkt möglich. Da die Energiequelle praktisch unbegrenzt ist, kann hier kein konkretes Potenzial in Gigawattstunden angegeben werden.

Ein wesentlicher Beitrag zur Reduktion des Wärmebedarfs kann durch energetische Sanierungsmaßnahmen erzielt werden. Durch die Umsetzung der maximal möglichen Sanierungsmaßnahmen ergibt sich ein Einsparpotenzial von 66 Gigawattstunden, wobei insbesondere ältere Gebäude ein hohes Potenzial zur Effizienzsteigerung aufweisen.

Diese Potenziale bilden die Grundlage für eine nachhaltige Wärmeplanung in Overath und dienen als Entscheidungsbasis Zukünftige Strategien und Maßnahmen.

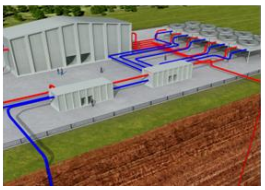
Quelle	Solarthermie	Abwasserkanäle	Kläranlagen	Fließgewässer
Ort	Freiflächen	In nähe der Kläranlagen	Kläranlage Overath und Lehmbach	Agger und Sülz
Energie	Bis zu 1.443 GWh	13 GWh	16 GWh	113 GWh
Beispiel-bild				
Quelle	Biomasse	Geothermie	Außenluft	Energieeinsparungen
Ort	Potenzial aus LANUV-Studie abgeleitet	Oberflächennah	Lärmschutzbedingt eingeschränkt	Sanierungsmaßnahmen an Gebäuden
Energie	16 GWh	265 GWh	Praktisch unbegrenzt	66 GWh
Beispiel-bild				

Abbildung 62: Übersicht der Potenziale

5 Entwicklung der Zielszenarien

5.1 Allgemeines

Im Anschluss an die Bestands- und Potenzialanalyse wird die Entwicklung des Zielszenarios nach § 17 WPG für eine möglichst klimaneutrale Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 durchgeführt. Dieses Szenario beschreibt, wie sich die Wärmeversorgung unter Berücksichtigung der identifizierten Potenziale für Energieeinsparung und erneuerbare Energien entwickeln könnte. Dabei werden die jeweils aktuell gültigen THG-Minderungsziele der Bundesregierung einbezogen sowie die notwendigen Energieeinsparungen, die zukünftige Versorgungsstruktur und die damit verbundenen Kostenprognosen analysiert.

Ein zentraler Bestandteil der Analyse ist die Prüfung der Eignung von Gebäuden für Wärmepumpen und Wärmenetze. Durch diese Eignungsprüfung wird bestimmt, welche Gebäude für welche Technologie geeignet sind. Auf Basis der Wärmenetzeignung werden Gebiete identifiziert, die für ein Wärmenetz geeignet sind. In den Zielszenarien werden Gebiete mit einer wahrscheinlichen oder sehr wahrscheinlichen Eignung als zukünftige Wärmenetzgebiete festgelegt. Gebäude in den verbleibenden Bereichen werden dezentralen Technologien zugewiesen. Der Heizungswechsel erfolgt dabei modellgestützt unter Berücksichtigung einer Wirtschaftlichkeitsanalyse bis zum Jahr 2045.

Nach der Festlegung der jeweils sinnvollsten Heizungstechnologie wird für die langfristige Modellierung der Wärmeversorgung jedem Gebäude ein voraussichtliches Heizungswechseljahr zugewiesen. Falls erforderlich, werden zusätzlich notwendige Sanierungsmaßnahmen eingeplant. Auf diese Weise lässt sich die Entwicklung der Wärmeversorgung über die kommenden Jahrzehnte systematisch darstellen. Die Ergebnisse dieser Analyse werden in einer Energie- und Treibhausgasbilanz zusammengeführt. Darüber hinaus erfolgt eine räumlich aufgelöste Beschreibung der zukünftigen Versorgungsstruktur, insbesondere die Einteilung in Eignungsgebiete für Wärmenetze und dezentrale Einzelversorgung. Aus dem Zielszenario lassen sich im Anschluss konkrete Maßnahmen ableiten, die zur Umsetzung der klimaneutralen Wärmeversorgung erforderlich sind.

5.2 Technologiewechsel und Versorgungsoptionen

5.2.1 Faktoren für den Technologiewechsel bei Heizsystemen

Die Technologiewechsel der Heizung sind von verschiedenen Faktoren abhängig. Ein wesentlicher Aspekt ist die Machbarkeit im Gebäude sowie der Aufwand einer Umrüstung, insbesondere im Hinblick auf notwendige Sanierungsmaßnahmen, Vorlauftemperaturen und den benötigten Platz. Weiterhin spielen die Investitions- und Betriebskosten der neuen Technologie eine entscheidende Rolle, wobei auch mögliche Förderungen berücksichtigt werden müssen. Das Alter und der Zustand der bestehenden Heizungsanlagen beeinflussen ebenfalls den Zeitpunkt des Wechsels, da ältere oder defekte Anlagen eher ausgetauscht werden müssen. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Verfügbarkeit von Netzinfrastruktur, die notwendig ist, um die neue Technologie effizient betreiben zu können. Die Verfügbarkeit und Lieferzeit von Anlagen sowie die Verfügbarkeit von Fachkräften sind ebenfalls von Bedeutung, da sie den zeitlichen Rahmen und die Durchführbarkeit der Umrüstung bestimmen. Schließlich müssen auch gesetzliche Vorgaben beachtet werden, wie etwa Verbote von Ölheizungen, die den Wechsel auf andere Heiztechnologien erzwingen können.

Zusammengefasst sind Technologiewechsel der Heizung abhängig von folgenden Faktoren:

- Machbarkeit im Gebäude bzw. Aufwand einer Umrüstung (insbesondere durch Sanierung, Vorlauftemperaturen, Platz)
- Investitions- und Betriebskosten (inkl. Förderungen) der neuen Technologie
- Alter bzw. Zustand der Heizungsanlagen (Einfluss auf den Wechselzeitpunkt)
- Verfügbarkeit von Netzinfrastruktur
- Verfügbarkeit, Lieferzeit von Anlagen sowie Fachkräfteverfügbarkeit
- Gesetze (Verbote von z. B. Ölheizungen)

5.2.2 Heiztechnologien und deren Einsatzmöglichkeiten

Es gibt verschiedene Technologien zur Wärmeversorgung, die je nach Gebäude, Standort und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen infrage kommen. Jede Technologie hat spezifische Vorteile und Einschränkungen, weshalb eine individuelle Betrachtung erforderlich ist.

Wärmepumpen nutzen Umweltwärme aus Luft, Wasser oder dem Erdreich und wandeln diese mit Hilfe eines Kältekreislaufs in nutzbare Heizwärme um. Sie sind besonders effizient in gut gedämmten Gebäuden und ermöglichen eine hohe Flexibilität durch die Kombination mit Photovoltaikanlagen. Allerdings können Schallemissionen in dicht bebauten Gebieten die Nutzung von Luft-Wasser-Wärmepumpen einschränken.

Wärmenetze bieten eine zentrale Wärmeversorgung, die besonders in Gebieten mit hoher Wärmedichte wirtschaftlich sinnvoll ist. Sie können aus verschiedenen Wärmequellen gespeist werden, beispielsweise durch Großwärmepumpen, Geothermie, Abwärme oder Biomasse. Damit Wärmenetze wirtschaftlich tragfähig sind, ist eine ausreichend hohe Anschlussquote erforderlich.

Hybridheizungen kombinieren zwei unterschiedliche Wärmeerzeuger, beispielsweise eine Wärmepumpe mit einem Gas- oder Biomassekessel. Sie sind besonders als Übergangstechnologie geeignet, da sie mehr Flexibilität bieten und in älteren Gebäuden mit hohem Wärmebedarf eine Alternative zu reinen Wärmepumpensystemen darstellen.

Biomasseheizungen nutzen nachwachsende Rohstoffe wie Holzpellets oder Hackschnitzel zur Wärmeerzeugung. Sie sind besonders in ländlichen Gebieten mit ausreichender regionaler Brennstoffverfügbarkeit sinnvoll. Allerdings erfordern sie ausreichend Lagerraum und verursachen Feinstaubemissionen, was ihre Nutzung in dicht besiedelten Gebieten einschränken kann.

Wasserstoffheizungen werden langfristig als mögliche Alternative betrachtet, insbesondere für industrielle Anwendungen oder als Bestandteil hybrider Heizsysteme. Derzeit ist Wasserstoff jedoch nicht flächendeckend verfügbar, und eine eigenständige Versorgung für Wohngebäude ist aufgrund hoher Kosten und begrenzter Infrastruktur unwirtschaftlich.

Fossile Brennstoffe wie Erdgas und Heizöl sollten langfristig vermieden werden, da sie nicht mit den Klimazielen vereinbar sind. Bestehende Heizungen unterliegen einem Bestandsschutz, sollten jedoch

aufgrund steigender Energiepreise und gesetzlicher Vorgaben nur noch als Übergangslösung betrachtet werden. Ab 2045 sind fossile Heizungen nicht mehr zulässig.

Grundsätzlich gibt es mehrere denkbare Optionen für die Wärmeversorgung in der Stadt Overath. Das Venn-Diagramm in Abbildung 63 veranschaulicht beispielhaft die Eignung von Gebäuden für verschiedene Wärmetechnologien sowie deren Verbreitung. Es zeigt, welche Menge an Gebäuden für jede Technologie in Betracht kommt und verdeutlicht die Überschneidungen zwischen den verschiedenen Optionen.

So gibt es Gebäude, die sowohl für Wärmepumpen als auch für Hybrid-Heizungen geeignet sind, während andere für den Anschluss an ein Wärmenetz infrage kommen. In einigen Fällen ist eine Eignung sowohl für Wärmepumpen als auch für Wärmenetze gegeben, wodurch verschiedene Versorgungswege möglich sind. Es ist jedoch zu beachten, dass das Diagramm lediglich ein allgemeines Beispiel darstellt und nicht die spezifische Verteilung der Wärmetechnologien in Overath repräsentiert. Dennoch verdeutlicht es die Vielfalt der verfügbaren Optionen und unterstreicht die Notwendigkeit, je nach Gebäudetyp und Standort die individuell passende Lösung zu wählen.

Es ist daher zunächst zu definieren, welche Technologie für welches Gebäude grundsätzlich möglich ist, um anschließend mithilfe der Wirtschaftlichkeitsberechnung die beste Alternative zu bestimmen. Dieses Vorgehen bildet die Grundlage für die weitere Analyse. Im nächsten Kapitel wird daher die Eignung der Gebäude für Wärmepumpen und Wärmenetze untersucht, bevor im Anschluss das daraus resultierende Zielszenario präsentiert wird.

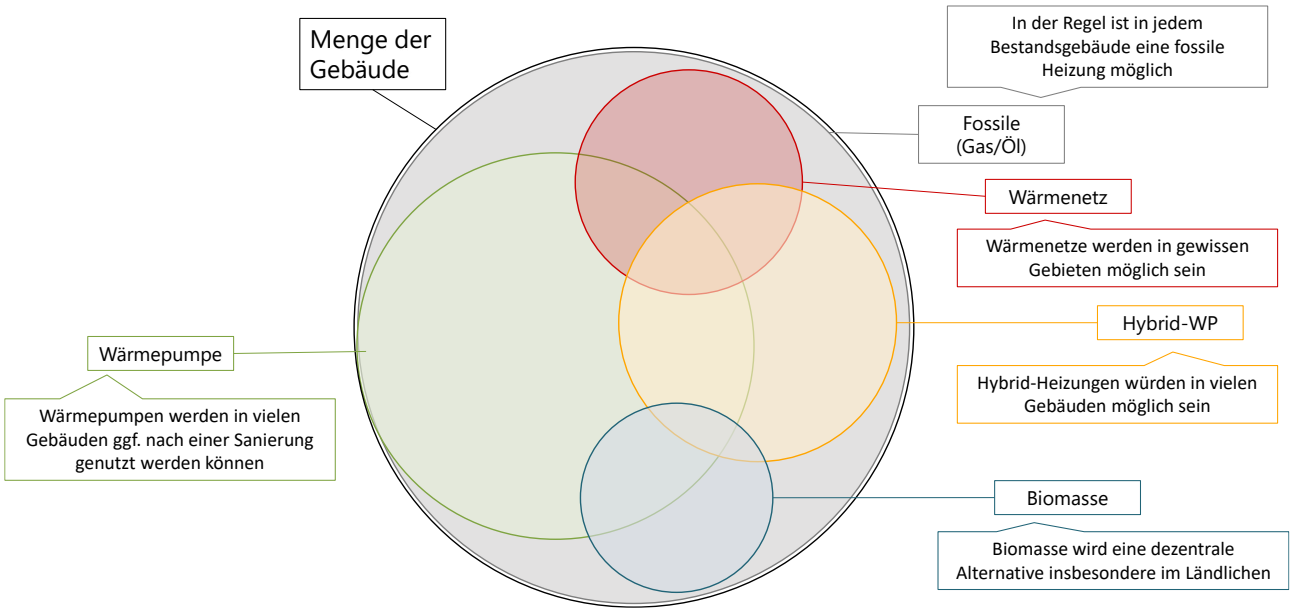


Abbildung 63: Lösungsraum der Wärmetechnologien

5.3 Technologieeignung

5.3.1 Wärmepumpeneignung

5.3.1.1 Faktoren zur Bestimmung der Wärmepumpeneignung

Grundsätzlich könnten sich sehr viele Gebäude für Wärmepumpen eignen. Allerdings sind dabei, wie in Abbildung 64 dargestellt, eine Reihe von Anforderungen und Restriktionen zu beachten. Diese

betreffen die Vorlauftemperatur, den Platzbedarf, die Wärmequelle, die Schallemissionen und die Leistung.

Welche Gebäude eignen sich für dezentrale elektrische Wärmepumpen?

Grundsätzlich könnten sich sehr viele Gebäude für Wärmepumpen eignen. Es sind dabei eine Reihe von Anforderungen / Restriktionen zu beachten:

Vorlauftemperatur (VLT): Diese variieren in Heizungssystemen zwischen 40 und 90 °C. Je niedriger diese ist, desto effizienter können Wärmepumpen arbeiten. Grundsätzlich gibt es WP-Lösungen für viele Temperaturniveaus, jedoch sollte eine Heizflächenvergrößerung in Betracht gezogen werden, falls die VLT im Bestand zu hoch ist.

Platzbedarf: Sowohl für den innerhalb als auch außerhalb des Gebäudes benötigten Teil der Wärmepumpe wird Platz benötigt. Dies betrifft entweder geeignete Bodenflächen oder Aufstellorte.

Wärmequelle: Als Wärmequellen stehen grundsätzlich Luft, und Wasser/Sole zur Verfügung. Dabei wird aktuell meistens Luft genutzt, da der initiale Aufwand deutlich geringer ist und sich der Mehraufwand für Bodenarbeiten oft nicht rechnet.

Schallemissionen: Luft/Wasser-WP benötigen ein Außengerät, welches der Luft Wärmeenergie entzieht. Dieses Außengerät verursacht Schallemissionen. Diese dürfen nicht die Grenzwerte der TA Lärm überschreiten.

Leistung: Die benötigte Heizleistung muss durch die Wärmepumpe (ggf. inkl. Heizstab oder Spitzenlastkessel) abgedeckt werden. Es gibt WP mittlerweile für viele Leistungsbereiche, daher ist dies nur selten eine kritische Restriktion.

Abbildung 64: Wärmepumpeneignungsidentifikation

5.3.1.2 Ergebnisse der Analyse zur Wärmepumpeneignung

Für die Zielszenarien wurde eine Wärmepumpeneignungsidentifikation durchgeführt. Diese ermöglicht eine gebäudespezifische Analyse zur Eignung von Luft-Wasser-Wärmepumpen, basierend auf den erforderlichen Abständen zur Einhaltung der Schallgrenzwerte. Sie berechnet die Schallemissionen abhängig von der Heizleistung und zeigt an, ob der Abstand des Außengeräts zur Grundstücksgrenze ausreichend ist, um Nachbarn vor Lärmbelästigung zu schützen.

Abbildung 65 zeigt die Ergebnisse der Wärmepumpeneignung für drei verschiedene Szenarien. Im ersten Szenario wird die Eignung auf Basis des aktuellen spezifischen Wärmebedarfs betrachtet. Hier zeigt sich, dass 93 % der Gebäude für eine Wärmepumpe geeignet sind, während für 7 % eine Wärmepumpe nicht möglich ist.

Im zweiten Szenario wird die Wärmepumpeneignung unter der Annahme einer Vollsanierung (Sanierungsklasse 3) betrachtet. Durch die energetische Verbesserung steigt der Anteil der Gebäude, die für eine Wärmepumpe geeignet sind, auf 95 Prozent, während nur noch 5 % der Gebäude als ungeeignet eingestuft werden.

Im dritten Szenario wird die Eignung für Hybridwärmepumpen untersucht. Hier zeigt sich, dass nahezu alle Gebäude, nämlich 99 Prozent, für eine Hybridlösung geeignet wären, sodass nur 1 % der Gebäude keine Möglichkeit für eine Wärmepumpenlösung bietet.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass Wärmepumpen für den Großteil der Gebäude eine realistische Option darstellen. Besonders durch energetische Sanierung kann die Anzahl der geeigneten Gebäude weiter erhöht werden. Hybridwärmepumpen stellen zudem eine Möglichkeit dar, die Eignung weiter zu verbessern, da sie in Kombination mit anderen Heizsystemen eine höhere Flexibilität bieten.

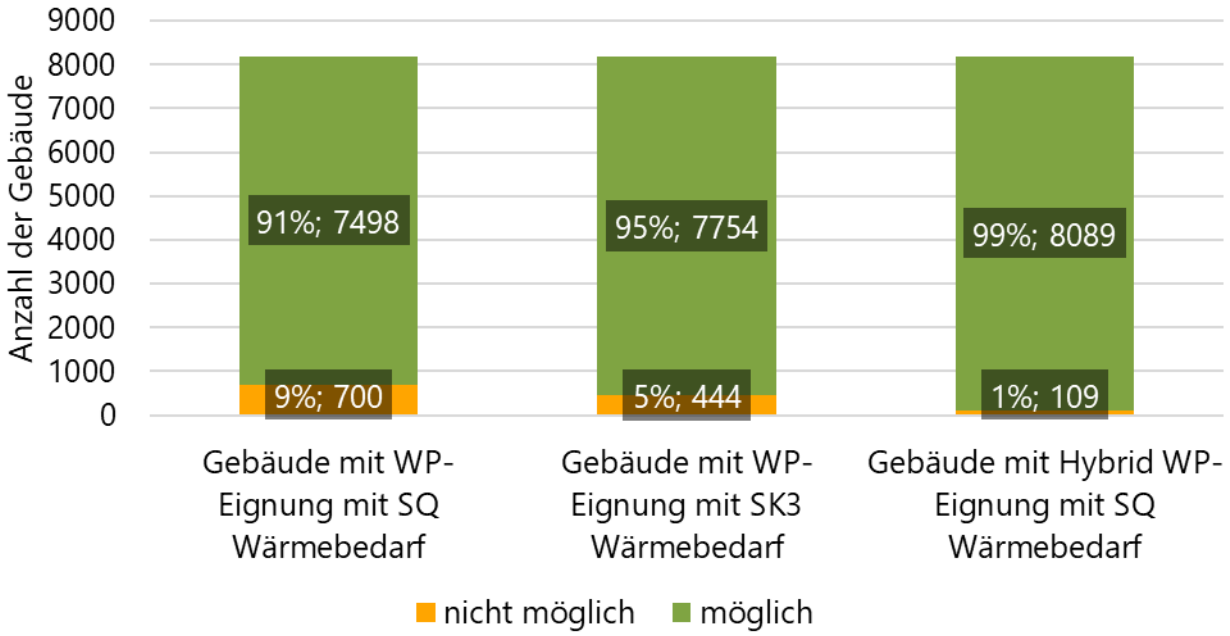


Abbildung 65: Eignung von Gebäuden für Wärmepumpen und Hybridwärmepumpen

Abbildung 66 zeigt die Eignung von Gebäuden für die Installation von Wärmepumpen auf Baublockebene mit dem Wärmebedarf des Status quo. Die Flächen sind farblich nach ihrer Eignungswahrscheinlichkeit kategorisiert. Grün markierte Bereiche sind sehr wahrscheinlich geeignet für die Wärmepumpennutzung. Es ist zu beachten, dass diese Analyse auf Basis des aktuellen Wärmebedarfs erfolgt.

Da die gesetzliche Forderung einer Eignungswahrscheinlichkeit nicht trivial mit einer gebäudespezifischen Auswertung kombinierbar ist, sind die gesetzliche Anforderung folgendermaßen ausgewiesen:

- wenn über 80 % der Gebäude in einem Baublock für eine Wärmepumpe geeignet sind dieser als ***sehr wahrscheinlich geeignet*** eingefärbt wird
- wenn 50 % bis 80 % der Gebäude in einem Baublock für eine Wärmepumpe geeignet sind dieser als ***wahrscheinlich geeignet*** eingefärbt wird
- wenn 20 % bis 50 % der Gebäude in einem Baublock für eine Wärmepumpe geeignet sind dieser als ***wahrscheinlich ungeeignet*** eingefärbt wird
- wenn unter 20 % der Gebäude in einem Baublock für eine Wärmepumpe geeignet sind dieser als ***sehr wahrscheinlich ungeeignet*** eingefärbt wird

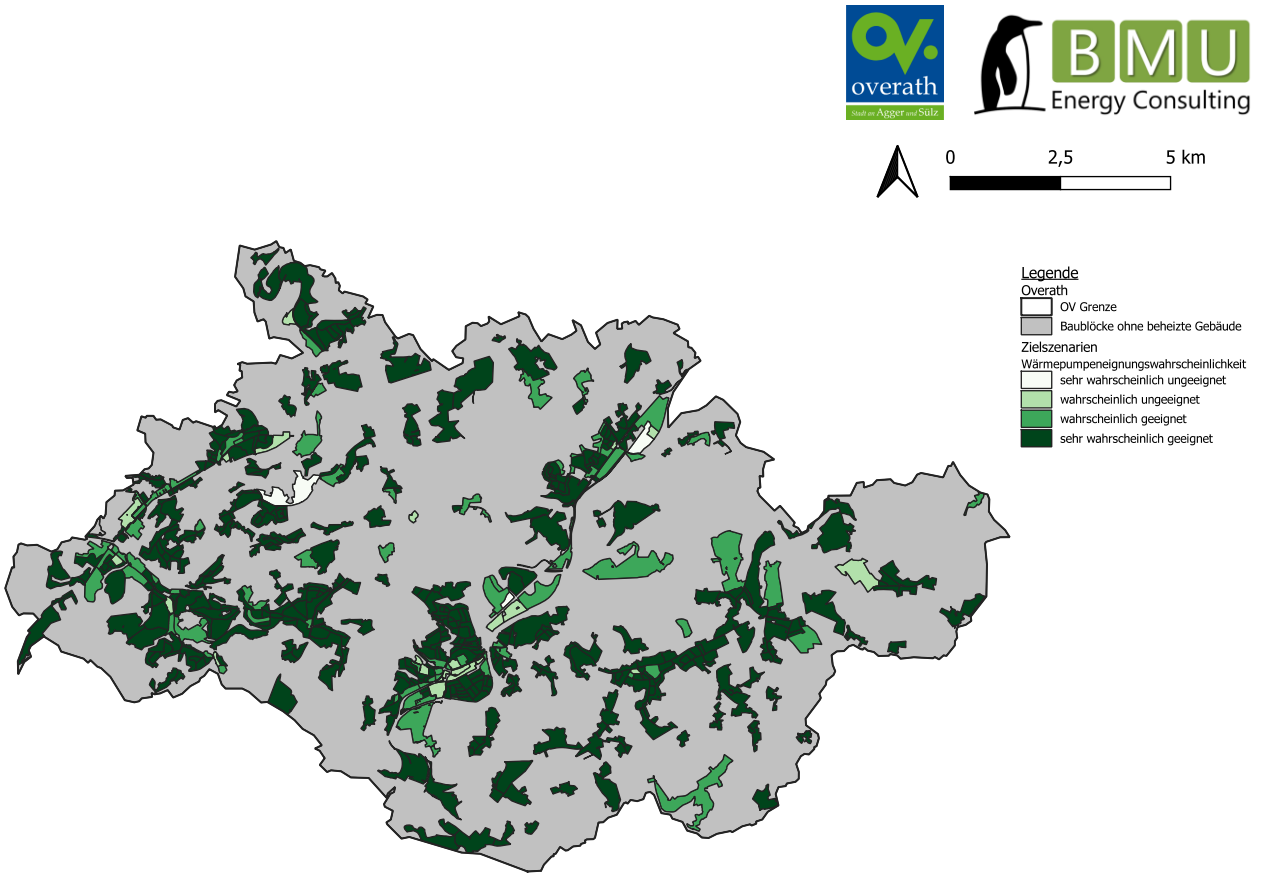


Abbildung 66: Eignungswahrscheinlichkeit von Gebäuden für Luft-Wasser-Wärmepumpen basierend auf dem Wärmebedarf im Status quo

5.3.2 Wärmenetzeignung

5.3.2.1 Faktoren zur Bestimmung der Wärmenetzeignung

Die Eignung eines Gebiets für ein Wärmenetz basiert auf mehreren Faktoren, die sowohl den aktuellen Wärmebedarf als auch zukünftige Entwicklungen berücksichtigen. Dabei wurden vier zentrale Einflussgrößen untersucht, um eine fundierte Einschätzung vorzunehmen (siehe Abbildung 67). Ein wesentlicher Aspekt ist die Wärmeverbrauchsdichte sowie die Wärmeliniendichte. Hohe Werte in beiden Kategorien deuten darauf hin, dass ein Wärmenetz wirtschaftlich tragfähig sein könnte, da die notwendige Infrastruktur effizient genutzt werden kann. Besonders in dicht bebauten Gebieten mit hohem Wärmebedarf pro Straßenzug steigen die Chancen für eine erfolgreiche Netzentwicklung.

Ein weiterer wichtiger Faktor ist das Sanierungspotenzial der Gebäude. Energetische Sanierungen führen langfristig zu einem geringeren Wärmebedarf, was die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes beeinflussen kann. In Gebieten mit vielen unsanierten Gebäuden könnte die Nachfrage nach Wärme zunächst hoch sein, jedoch im Laufe der Zeit durch energetische Maßnahmen deutlich sinken. Daher wurde analysiert, inwieweit Sanierungen möglich und wahrscheinlich sind, um eine realistische Einschätzung der zukünftigen Wärmebedarfsentwicklung zu erhalten.

Neben der Nachfrage nach Wärme wurde auch das Angebot an verfügbaren Wärmequellen aus der Potenzialanalyse berücksichtigt. Die Existenz regenerativer oder industrieller Abwärmequellen kann die Attraktivität eines Wärmenetzes erheblich steigern, da sie eine klimafreundliche und kosteneffiziente Versorgung ermöglichen. Regionen mit ausreichenden nachhaltigen Wärmequellen haben

daher grundsätzlich bessere Voraussetzungen für ein Wärmenetz als Gebiete, in denen Wärme ausschließlich durch neue Erzeugungsanlagen bereitgestellt werden müsste.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die realisierbare Anschlussquote. Obwohl hierzu im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung nur bedingt Aussagen getroffen werden können, lassen sich aus der Wärmepumpeneignung und der Bestandsanalyse wichtige Indizien ableiten. Eine geringe Eignung für Wärmepumpen deutet auf einen Mangel an klimaneutralen Alternativen hin und begünstigt die Einführung von Wärmenetzen. Umgekehrt ist es in Gebieten, in denen bereits viele Wärmepumpen installiert sind, weniger sinnvoll, ein neues Wärmenetz zu errichten, da die Nachfrage nach einer zentralen Wärmeversorgung dort voraussichtlich geringer wäre.

Durch die Berücksichtigung dieser vier Faktoren – Wärmeverbrauchsdichte, Sanierungspotenzial, verfügbare Wärmequellen und realisierbare Anschlussquote – wurde eine differenzierte Bewertung der Wärmenetzeignung in Overath vorgenommen.

Wärmelinien oder -verbrauchsdichte	Sanierungspotenzial des Gebiets	Verfügbare Wärmequellen	Realisierbare Anschlussquote
Grundvoraussetzung für wirtschaftliche Wärmenetze ist ein entsprechend hoher Wärmeabsatz (ca. 2000 kWh/m).	Die Sanierung von Gebäuden in potenziellen Wärmenetze senkt den Wärmebedarf, daher sollte dies je nach Struktur, Zustand bzw. Alter der Gebäude einberechnet werden.	Dazu gehören vor allem die in der Potenzialanalyse identifizierten erneuerbaren Energiequellen. Je größer und nachhaltiger diese Quellen sind, desto kosteneffizienter und ökologischer kann das Wärmenetz betrieben werden.	Die Anschlussquote gibt an, wie viele Gebäude im Versorgungsgebiet tatsächlich an das Wärmenetz angeschlossen werden. Eine hohe Quote verbessert die Wirtschaftlichkeit, da Fixkosten auf mehr Nutzer verteilt werden.

Abbildung 67: Faktoren zur Bestimmung der Wärmenetzeignung

5.3.2.2 Ergebnisse der Analyse zur Wärmenetzeignung

Auf Basis der analysierten Faktoren wurde eine Einteilung der Gebiete in vier Wahrscheinlichkeitsstufen für die Realisierung eines Wärmenetzes vorgenommen. Diese sind in Abbildung 67 auf Baublockebene dargestellt.

Gebiete, die als **sehr wahrscheinlich geeignet** gelten, weisen eine sehr hohe Wärmeliniendichte und vielversprechende Potenziale auf. Sie sind daher die aussichtsreichsten Standorte für den Aufbau eines Wärmenetzes und sollten vorrangig betrachtet werden. Zu diesen Gebieten gehören der Stadtkern, Vilkerath und Untereschbach.

Gebiete, die als **wahrscheinlich geeignet** eingestuft wurden, liegen in direkter Nachbarschaft zu den priorisierten Gebieten und weisen ebenfalls eine hohe Wärmeliniendichte auf. Sie bieten Potenzial für eine spätere Erweiterung eines möglichen Wärmenetzes. Dazu gehören Teilbereiche von Untereschbach, Vilkerath und dem Stadtkern.

Die Kategorie **wahrscheinlich ungeeignet** umfasst Gebiete, die trotz einer hohen Wärmeliniendichte weniger attraktive Potenziale aufweisen. Da die Stadt sich zunächst auf wirtschaftlich und infrastrukturell günstigere Gebiete konzentrieren muss und in diesen Bereichen Wärmepumpen oft eine

sinnvolle Alternative darstellen, werden sie in den Zielszenarien nicht berücksichtigt. Dazu zählen Marialinden, Brombacherberg, Steinenbrück/Immekeppel und Heiligenhaus.

Gebiete, die als **sehr wahrscheinlich ungeeignet** eingestuft wurden, weisen eine zu geringe Wärmeliniendichte auf, sodass der wirtschaftliche Betrieb eines Wärmenetzes unwahrscheinlich ist. Dennoch sind kleinere, lokal organisierte Nahwärmenetze in bestimmten Fällen möglich. Dazu gehören alle weiß eingefärbten Baublöcke in Abbildung 72.

In Kapitel 6 wird für die als sehr wahrscheinlich und wahrscheinlich geeigneten Gebiete näher erläutert, wie dort ein Konzept für ein Wärmenetz entwickelt werden könnte.

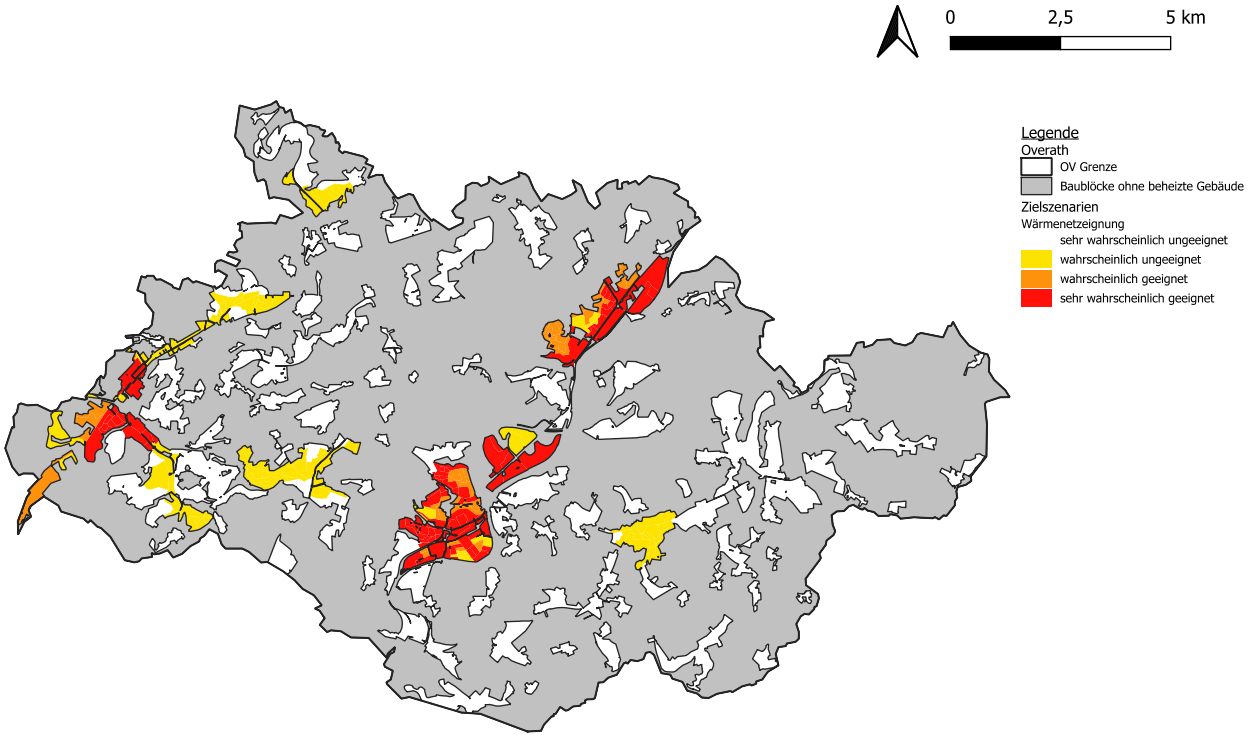


Abbildung 68: Wärmenetzeignungswahrscheinlichkeit auf Baublockebene

5.3.3 Wärmenetz- und Wärmepumpeneignung

Nach Anwendung der in Kapitel 5.3.1 und Kapitel 5.3.2 beschriebenen Methode, sind ca. 91 % der Gebäude in Overath grundsätzlich für Wärmepumpen geeignet (siehe Abbildung 69). Des Weiteren liegen 26 % der Gebäude in Gebieten, in denen auch Wärmenetze möglich sind. Daraus ergeben sich 1.796 Gebäude (22 %), die sowohl durch eine Wärmepumpe als auch durch ein Wärmenetz versorgt werden könnten. Nur 366 Gebäude (4 %) können nach jetzigem Stand weder durch eine Wärmepumpe noch durch ein Wärmenetz versorgt werden. Dort wird wohl in der Regel eine Hybridheizung oder eine reine Biomasseheizung wie z.B. eine Pelletheizung eine der geeignetsten Technologien sein. Die Lage dieser Gebäude ist in Abbildung 70 baublockscharf dargestellt.

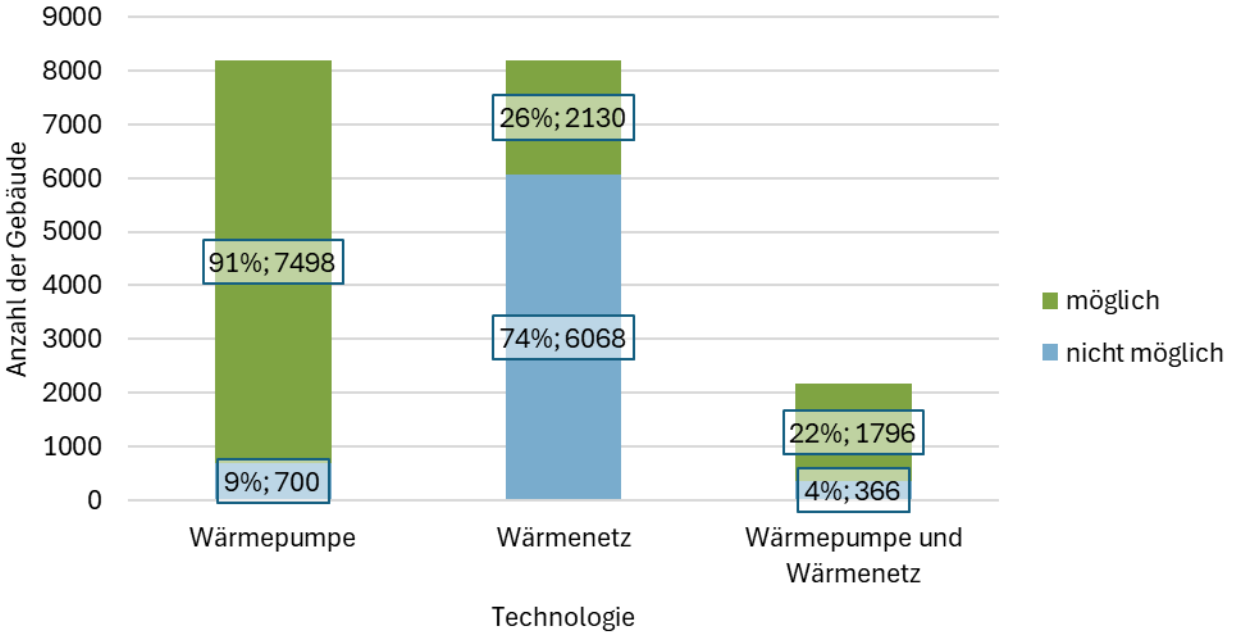


Abbildung 69: Wärmenetz- und Wärmepumpeneignung

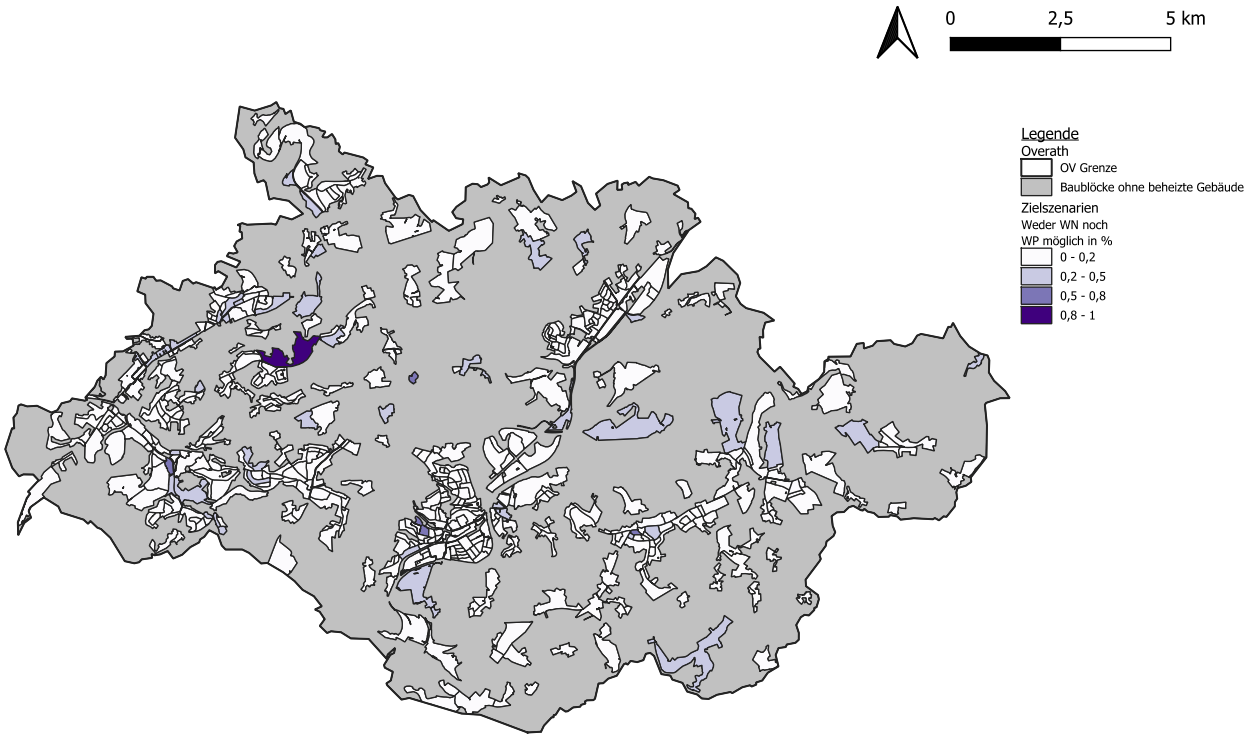


Abbildung 70: Anteil der Gebäude ohne Wärmenetzeignung und Wärmepumpeneignung auf Baublockebene

5.3.4 Weitere dezentrale Wärmeversorgung

Alle Gebiete bzw. Gebäude, welche weder für Wärmepumpen noch für Wärmenetze geeignet sind, werden zusammengefasst durch weitere dezentrale Wärmeversorgung versorgt. Dafür könnten insbesondere Biomasseheizungen (wie Pelletheizungen), Stromdirektheizungen oder auch Hybridheizungen (bis 2045 mit 65 %-EE und ab 2045 dann mit 100 % EE-Anteil) genutzt werden.

5.4 Ergebnisse der Szenarien

5.4.1 Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete

Für das Zielszenario wurden die Baublöcke in Wärmeversorgungsgebiete unterteilt, die sich in Wärmenetzgebiete und Gebiete mit dezentraler Versorgung gliedern. Dabei wurden alle Baublöcke, die als sehr wahrscheinlich geeignet oder wahrscheinlich geeignet für Wärmenetze eingestuft wurden, als Wärmenetzgebiete klassifiziert. Die räumliche Verteilung dieser Gebiete ist in Abbildung 71 dargestellt.

Für das Zielszenario wurde angenommen, dass innerhalb dieser Wärmenetzeignungsgebiete alle Gebäude an ein Wärmenetz angeschlossen werden. Der Ausbau der Wärmenetze erfolgt schrittweise und wird mit den Ausbaujahren 2035, 2040 und 2044 simuliert. Das Heizungswechseljahr in diesen Gebieten orientiert sich an den jeweiligen Ausbaustufen, also dem Baujahr des Wärmenetzes. Es wird simuliert, dass alle Gebäude spätestens ein Jahr nach Fertigstellung des Wärmenetzes an das Netz angeschlossen werden. Die genauen Ausbaustufen und die räumliche Umsetzung sind in Kapitel 6.1 detailliert beschrieben. Für die Gebiete mit dezentraler Versorgung wurde unter Berücksichtigung der Eignung der verschiedenen Heiztechnologien eine Wirtschaftlichkeitsanalyse durchgeführt, um für jedes Gebäude die wirtschaftlichste Option zu bestimmen. Zudem wurde im Zielszenario angenommen, dass das maximale Sanierungspotenzial (Sanierungsklasse 3) vollständig ausgeschöpft wird, wodurch der Wärmebedarf der Gebäude signifikant reduziert und die Effizienz der gewählten Heiztechnologien optimiert wird. Zusätzlich wurde davon ausgegangen, dass die Sanierungsmaßnahmen im selben Jahr wie der Heizungstausch durchgeführt werden, um eine bestmögliche Abstimmung zwischen Gebäudehülle und Heiztechnik zu gewährleisten.

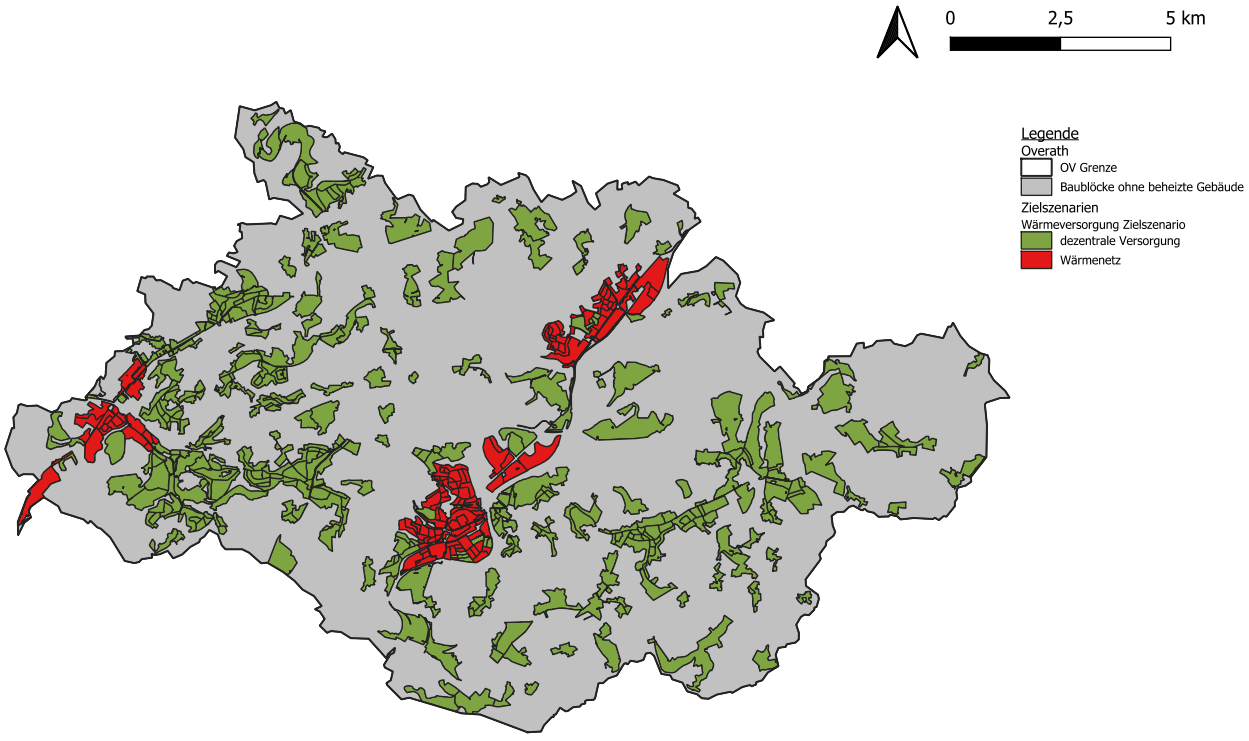


Abbildung 71: Wärmeversorgungsgebiete für das Zielszenario im Jahr 2045

5.4.2 Entwicklung Wärmebedarf nach Energieträger

Die prognostizierte Entwicklung des Wärmeendenergieverbrauchs in Overath bis 2045 zeigt, wie sich die Nutzung verschiedener Energieträger im Zielszenario verändert. Abbildung 72 verdeutlicht, dass fossile Energieträger wie Gas und Öl kontinuierlich zurückgehen und bis 2045 vollständig aus der Wärmeversorgung verschwinden.

Der Gasverbrauch, der 2024 noch bei 211 Gigawattstunden liegt, reduziert sich stetig und erreicht im Jahr 2045 null. Auch der Heizölverbrauch nimmt kontinuierlich ab und wird ebenfalls bis 2045 vollständig eingestellt. Dieser Rückgang ist ein direktes Ergebnis der zunehmenden Umstellung auf erneuerbare Energien und effizientere Heiztechnologien. Parallel dazu steigt der Wärmeverbrauch, der durch strombasierte Heiztechnologien wie Wärmepumpen erzeugt wird, deutlich an. Während dieser 2024 noch bei 12 Gigawattstunden liegt, erhöht er sich bis 2045 auf 128 Gigawattstunden. Dies unterstreicht die zunehmende Bedeutung elektrischer Wärmeerzeugung in der zukünftigen Wärmeversorgung. Auch das Wärmenetz gewinnt an Bedeutung, wobei sich aus dem Zielszenario spezifische Ausbaustufen ergeben, die in Kapitel 6 näher beschrieben werden. Diese geplanten Erweiterungen führen zu einem sprunghaften Anstieg der durch Wärmenetze bereitgestellten Energie, insbesondere in den Jahren mit Netzverdichtungsmaßnahmen. Biomasse bleibt über den gesamten Zeitraum hinweg ein stabiler Bestandteil der Wärmeversorgung, mit einem leichten Anstieg auf 26 Gigawattstunden. Diese Entwicklung zeigt, dass die Transformation der Wärmeversorgung in Overath stark auf eine Elektrifizierung durch Wärmepumpen und eine schrittweise Ablösung fossiler Energieträger setzt. Wärmenetze spielen insbesondere in hochdichten Gebieten eine ergänzende Rolle.

Neben der Umstellung auf erneuerbare Energieträger spielt auch die Reduzierung des Wärmebedarfs eine zentrale Rolle in der Transformation der Wärmeversorgung. Durch energetische Sanierungen, die den Gebäudebestand sukzessive verbessern, nimmt der Gesamtwärmebedarf über die Jahre hinweg kontinuierlich ab. Maßnahmen wie die Verbesserung der Dämmung, der Austausch ineffizienter Heizsysteme und die Optimierung der Heiztechnik führen dazu, dass der Heizenergiebedarf bis 2045 um 22 % abnimmt.

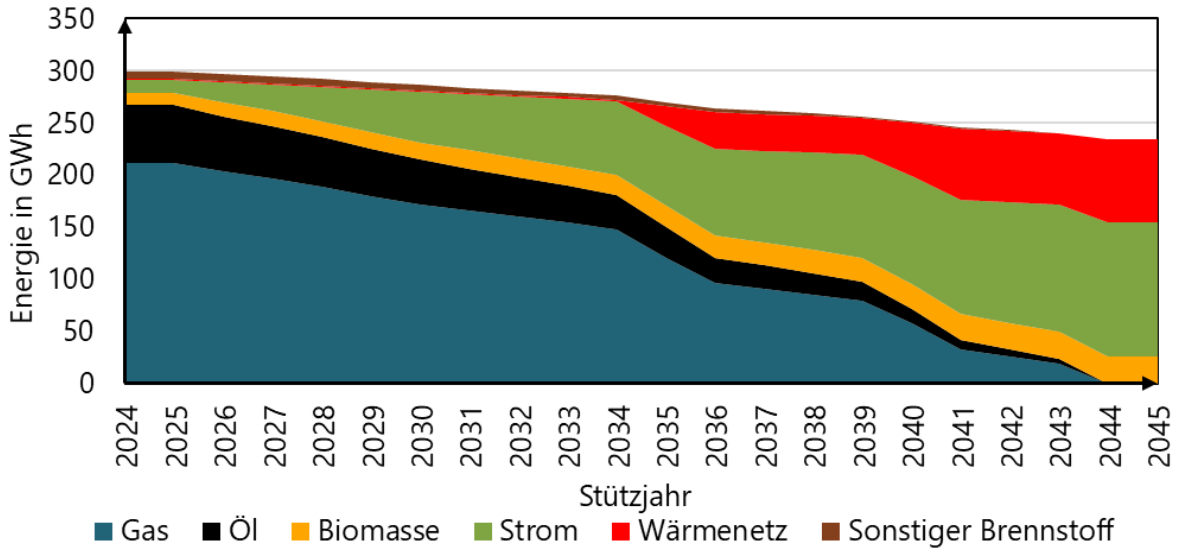


Abbildung 72: Entwicklung Wärmebedarf nach Energieträger

5.4.3 Treibhausgasemissionen des Wärmebedarfs

Die Entwicklung der Treibhausgasemissionen zeigt, wie sich die Wärmeversorgung in Overath im Zielszenario bis 2045 in Richtung Klimaneutralität verändert. Abbildung 73 stellt die prognostizierte Entwicklung der THG-Emissionen nach Energieträgern dar. Es wird deutlich, dass insbesondere durch den schrittweisen Rückgang von fossilen Brennstoffen eine kontinuierliche Reduktion der Emissionen erreicht wird. Im Jahr 2024 liegen die THG-Emissionen noch bei etwa 75 Tausend Tonnen CO_2-Äquivalenten, wobei Gas und Heizöl die Hauptquellen der Emissionen darstellen. Durch den sukzessiven Ersatz dieser fossilen Energieträger durch erneuerbare Alternativen nimmt der CO_2-Ausstoß über die Jahre hinweg stetig ab. Bis 2030 sinken die Emissionen bereits auf 60 Tausend Tonnen, was einer Reduktion um etwa 20 % gegenüber dem Ausgangswert entspricht.

Besonders signifikant ist der Rückgang der Emissionen nach 2035, wenn der Anteil fossiler Brennstoffe in der Wärmeversorgung weiter abnimmt. Der verbleibende CO_2-Ausstoß stammt dann hauptsächlich aus Biomasse, Wärmenetzen und sonstigen Brennstoffen, wobei Biomasse im Gegensatz zu fossilen Energieträgern als CO_2-neutral betrachtet wird. Bis zum Jahr 2045 erreichen die THG-Emissionen nahezu null, womit das Ziel der Klimaneutralität für die Wärmeversorgung in Overath erfüllt wird. Diese Entwicklung wird durch verschiedene Maßnahmen unterstützt, darunter der verstärkte Einsatz von Wärmepumpen, der Ausbau der Wärmenetze sowie die energetische Sanierung von Gebäuden, wodurch der Gesamtenergieverbrauch zusätzlich gesenkt wird.

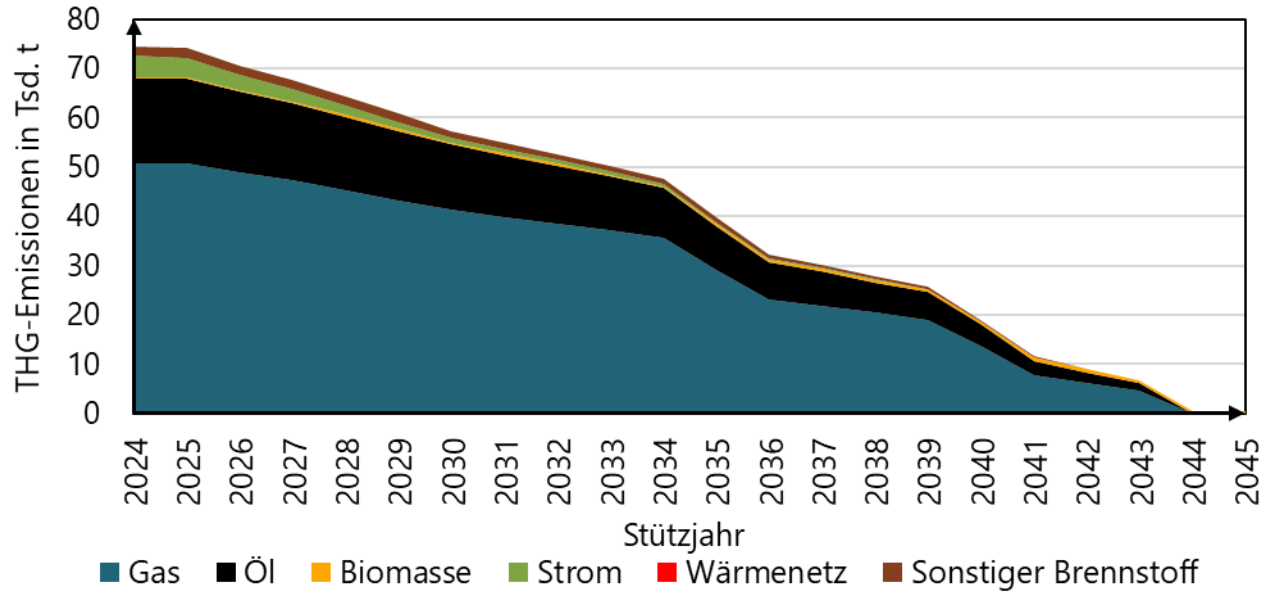


Abbildung 73: Treibhausgasemissionen des Wärmebedarfs

5.4.4 Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung

Nach Anlage 2 des WPG ist der *jährliche Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung nach Energieträgern in kWh/a und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung in Prozent"* darzustellen. Dies ist aufgrund der Detailtiefe der Wärmeplanung nicht möglich. Es kann lediglich eine Bandbreite, welche derzeit wahrscheinlich erscheint, aufgezeigt werden.

Wie später in Kapitel 6 aufgezeigt wird, sind für die Wärmenetzeignungsgebiete mehrere EE-Wärmequellen denkbar. Grundsätzlich wird dabei, wie in den meisten Wärmenetzen, eine Kombination aus Grund- und Spitzenlast sowie ggf. weiterer Erzeugungskomponenten sinnvoll sein. Dabei werden insbesondere Wärmepumpen mit den Wärmequellen: Abwasser, Geothermie, Flussthermie und Außenluft eine Rolle spielen. Zudem werden Solarthermie, Biomasse und Spitzenlasterzeuger mit übergangsweisen fossilen und langfristig dann auf Biomasse oder grünen Gasen basierender Wärmeerzeugung geprüft werden. Dabei wird die Grundlast bzw. der EE-Anteil der Netze wie im WPG § 30 gefordert mindestens 65 % betragen.

5.4.5 Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung

Unter der Annahme, dass die Wärmenetze zu den in Kapitel 6 erläuterten Zeitpunkten fertiggestellt werden und alle als sinnvoll identifizierten Gebäude an das Wärmenetz angeschlossen werden, kann der nachfolgend dargestellte Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung erreicht werden. Abbildung 74 zeigt die potenzielle Entwicklung des Anteils von Wärmenetzen im Vergleich zu anderen Energiequellen im Zeitraum von 2024 bis 2045. Zu Beginn liegt der Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung noch bei unter einem Prozent. Erst in den Jahren 2035, 2040 und 2044 ist ein deutlicher Anstieg zu erkennen, da dies die festgelegten Bau- und Ausbauzeitpunkte für die Wärmenetze sind.

Im Jahr 2036 beträgt der Anteil der aus Wärmenetzen gelieferten Wärme 14 Prozent, im Jahr 2041 steigt dieser auf 28 % und erreicht schließlich 2045 einen Anteil von 45 % am Gesamtwärmeverbrauch. Diese Entwicklung verdeutlicht, dass Wärmenetze mit fortschreitendem Ausbau eine zunehmend zentrale Rolle in der Wärmeversorgung einnehmen. Diese Entwicklung zeigt, dass Wärmenetze im Laufe der Zeit an Bedeutung gewinnen und einen immer größeren Anteil am Energiemix einnehmen. Dies könnte auf verstärkte Investitionen in Wärmenetze und eine zunehmende Akzeptanz und Nutzung dieser Technologie hinweisen. Der stetige Anstieg deutet auf eine langfristige strategische Verschiebung hin, die auf eine nachhaltigere und effizientere Wärmeversorgung abzielt.

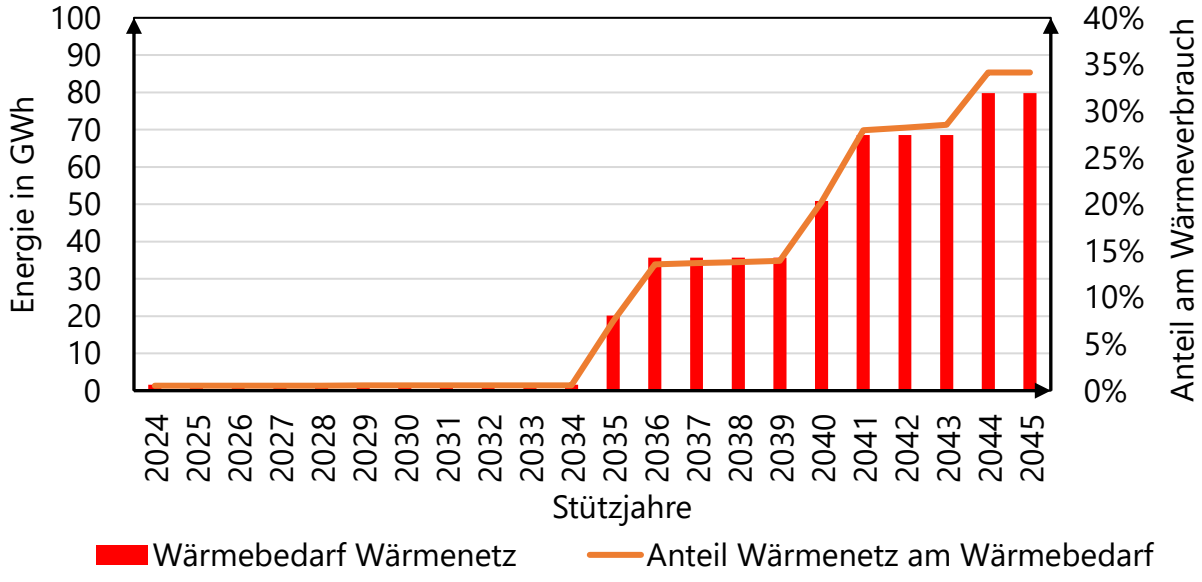


Abbildung 74: Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung

5.4.6 Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet

Die Entwicklung der an Wärmenetze angeschlossenen Gebäude gibt Aufschluss darüber, wie sich die leitungsgebundene Wärmeversorgung im Zielszenario ausbreitet und welchen Anteil sie bis 2045 einnehmen kann. Abbildung 75 zeigt die prognostizierte Zunahme der angeschlossenen Gebäude im Zeitverlauf, die maßgeblich von den geplanten Netzausbaustufen und der Anschlussbereitschaft der Gebäudeeigentümer beeinflusst wird. Zu Beginn liegt dieser Anteil bei unter einem Prozent. In den darauffolgenden Jahren bleibt die Anzahl der angeschlossenen Gebäude zunächst konstant, bis in den definierten Bau- und Ausbauzeitpunkten 2035, 2040 und 2044 ein deutlicher Anstieg erfolgt.

Im Jahr 2036 sind 11 % der Gebäude an ein Wärmenetz angeschlossen, bis 2041 steigt dieser Anteil auf 21 % und erreicht schließlich im Jahr 2045 einen Wert von 27 Prozent. Diese Entwicklung verdeutlicht, dass der Ausbau der Wärmenetze nicht nur zu einem steigenden Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung führt, sondern auch immer mehr Gebäude von dieser Versorgung profitieren.

Der gestaffelte Anstieg zeigt, dass die Umsetzung des Netzausbaus schrittweise erfolgt und stark von Investitionen, Planungssicherheit und der Anschlussbereitschaft der Gebäudeeigentümer abhängt. Mit zunehmender Ausdehnung der Netze steigt nicht nur die Abdeckung in geeigneten Gebieten, sondern auch die gesamtwirtschaftliche Effizienz der Wärmenetze. Die erreichten Werte unterstreichen die langfristige Strategie zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung und zeigen, dass Wärmenetze mit der Zeit eine wachsende Rolle im Energiemix von Overath einnehmen.

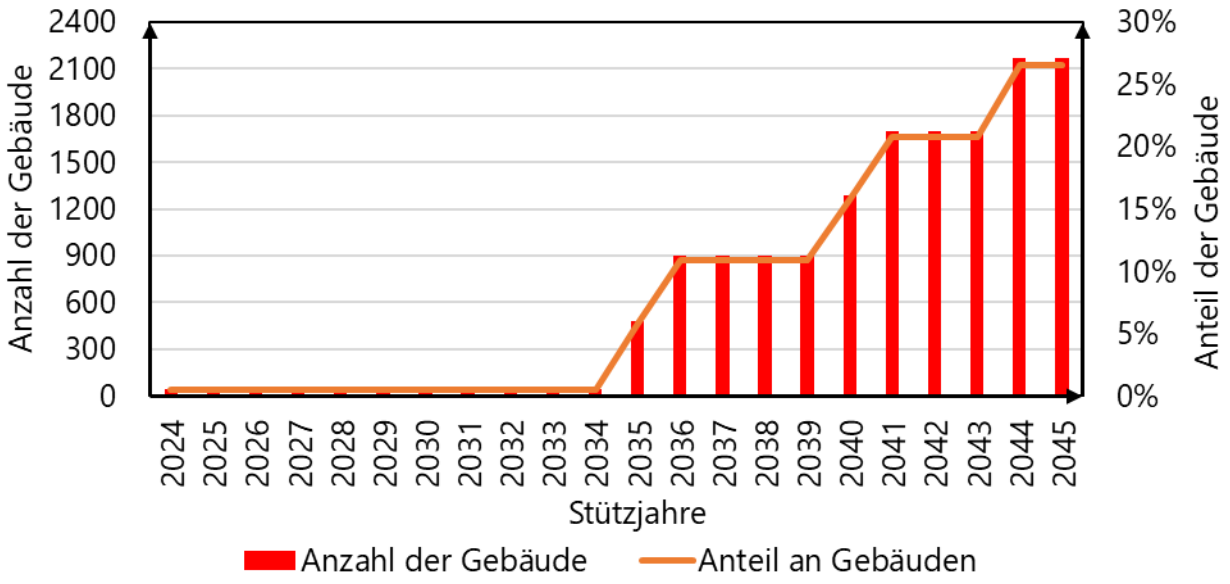


Abbildung 75: Anzahl und Anteil der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz

5.4.7 Endenergieverbrauch aus Gasnetzen

Die Nutzung von Erdgas als Energieträger spielt derzeit noch eine zentrale Rolle in der Wärmeversorgung von Overath. Abbildung 76 zeigt die prognostizierte Entwicklung des Wärmebedarfs im Gasnetz sowie den Anteil von Erdgas am Gesamtwärmeverbrauch im Zeitraum von 2024 bis 2045.

Im Jahr 2024 beträgt der Anteil von Erdgas am gesamten Wärmeverbrauch noch 70 Prozent. In den folgenden Jahren nimmt dieser Anteil kontinuierlich ab, bedingt durch die schrittweise Umstellung auf alternative Heiztechnologien und den Rückgang des Gasbedarfs. Bis 2030 reduziert sich der Anteil auf 60 Prozent, im Jahr 2035 liegt er noch bei 45 Prozent.

Nach 2035 beschleunigt sich der Rückgang, insbesondere durch den verstärkten Einsatz von Wärmepumpen, den Ausbau der Wärmenetze und die zunehmenden Stilllegungen von Gasheizungen. Bis 2040 beträgt der Anteil von Erdgas nur noch 23 Prozent, und bis 2045 verschwindet Erdgas vollständig aus der Wärmeversorgung.

Diese Entwicklung zeigt, dass das Gasnetz in Overath schrittweise an Bedeutung verliert und bis 2045 vollständig außer Betrieb genommen wird. Der Rückgang erfolgt sowohl durch den Wechsel zu erneuerbaren Wärmetechnologien als auch durch die energetische Sanierung von Gebäuden, die den Gesamtwärmebedarf zusätzlich senkt. Die Transformation des Wärmesektors erfordert eine koordinierte Planung, um eine geordnete Stilllegung der Gasinfrastruktur sicherzustellen und gleichzeitig alternative Versorgungswege rechtzeitig bereitzustellen.

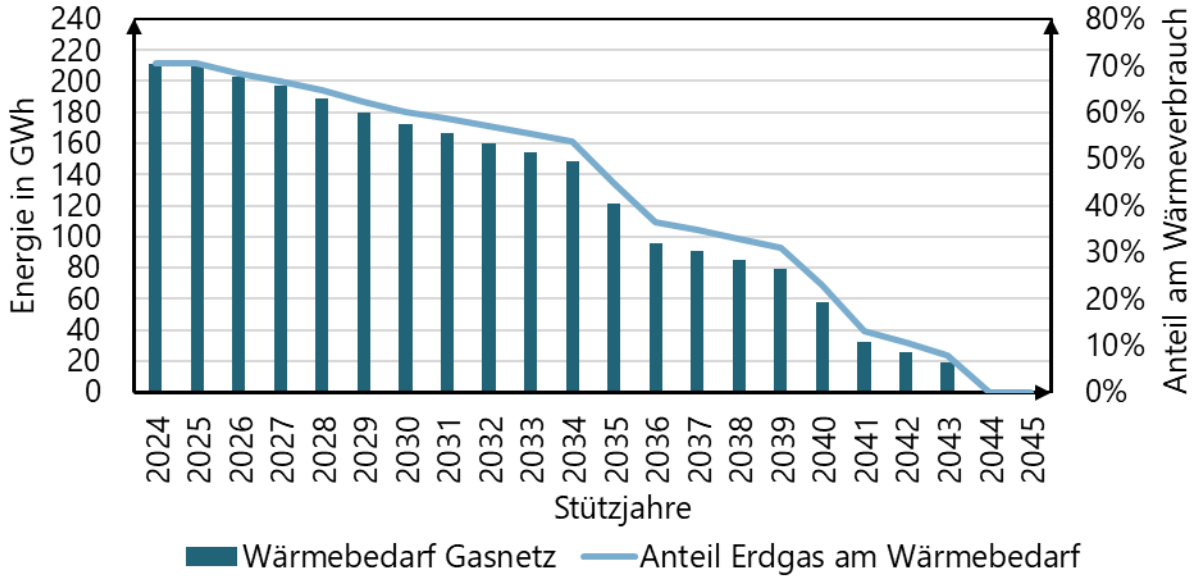


Abbildung 76: Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträgern und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der gasförmigen Energieträger

5.4.8 Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in Prozent

Die Anzahl der Gebäude, die über das Gasnetz versorgt werden, nimmt im Zielszenario kontinuierlich ab. Abbildung 77 zeigt die prognostizierte Entwicklung der Gebäudeanzahl und den Anteil der an

das Gasnetz angeschlossenen Gebäude im Zeitraum von 2024 bis 2045. Im Jahr 2024 sind noch etwa 5.600 Gebäude an das Gasnetz angeschlossen, was einem Anteil von knapp 70 % aller Gebäude entspricht. Durch die schrittweise Umstellung auf alternative Heizsysteme nimmt diese Zahl kontinuierlich ab. Bis 2045 verschwindet die Erdgasversorgung vollständig.

Diese Entwicklung verdeutlicht, dass das Gasnetz in Overath schrittweise außer Betrieb genommen wird. Der Rückgang erfolgt sowohl durch den Wechsel zu erneuerbaren Wärmetechnologien als auch durch Sanierungsmaßnahmen, die den Gesamtwärmebedarf senken. Die geplante Transformation erfordert eine strukturierte Planung, um einen reibungslosen Übergang zu klimaneutralen Alternativen sicherzustellen.

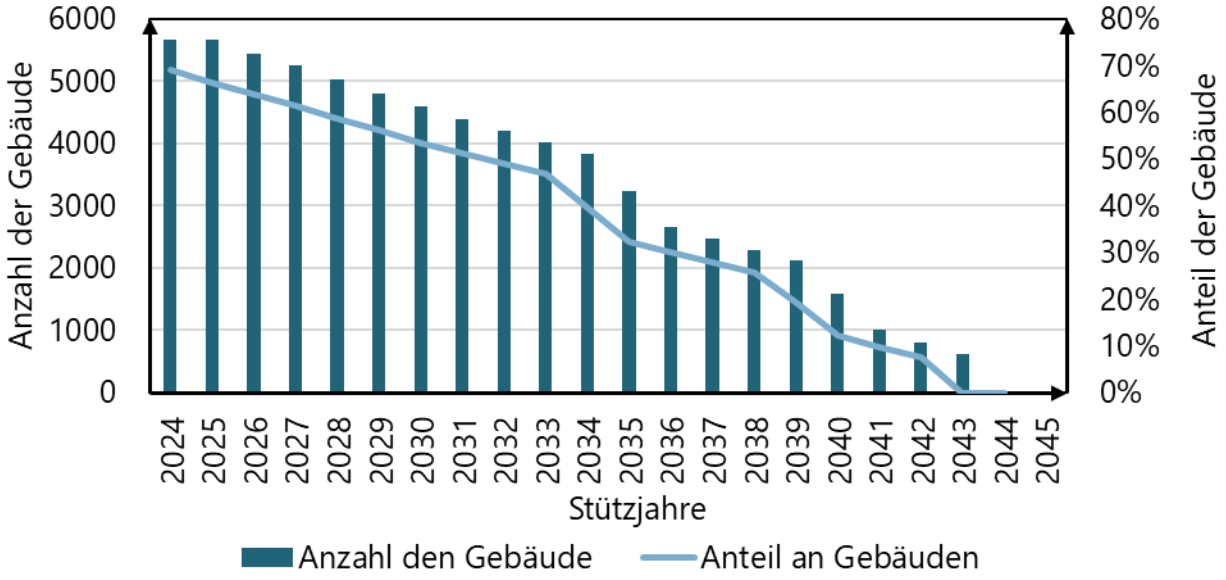


Abbildung 77: Gebäude mit Anschluss ans Gasnetz und Anteil im beplanten Gebiet

6 Strategie und Maßnahmenkatalog

6.1 Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

6.1.1 Wärmenetzprüfgebiete

Für das Zielszenario wurden anhand verschiedener Faktoren Eignungswahrscheinlichkeiten für Wärmenetze bestimmt, die in Kapitel 5.3.2 erläutert wurden. Auf dieser Grundlage wurden jene Gebiete als Wärmenetzgebiete ausgewiesen, die eine Einstufung als „wahrscheinlich geeignet" oder „sehr wahrscheinlich geeignet" erhalten haben. In der strategischen Planung werden daher ausschließlich diese Gebiete berücksichtigt. Allerdings ergibt sich durch die Betrachtung auf Baublockebene eine gewisse Unschärfe, da die Eignung nicht zwangsläufig für jedes einzelne Gebäude innerhalb eines Baublocks exakt zutrifft. Besonders problematisch sind Fälle, in denen eine Straße einen Baublock teilt und die Gebäude auf der einen Straßenseite als „wahrscheinlich geeignet" eingestuft wurden, während jene auf der gegenüberliegenden Seite als „wahrscheinlich ungeeignet" gelten. In einer realen Planungssituation würde in solchen Fällen jedoch mit hoher Wahrscheinlichkeit eine gesamthafte Betrachtung erfolgen, sodass alle Gebäude entlang der Straße in das Wärmenetz einbezogen werden könnten. Um diese methodische Einschränkung zu berücksichtigen, wurden in Abbildung 46 sogenannte Wärmenetzprüfgebiete ausgewiesen. Diese umfassen alle Gebäude, die potenziell für einen Anschluss an ein Wärmenetz in Betracht kommen und eine genauere Prüfung erfordern. Für Bürgerinnen und Bürger bedeutet dies, dass sie sich an diesen Prüfgebieten orientieren sollten. Auch wenn ihr Gebäude im Zielszenario nicht als Teil eines Wärmenetzeignungsgebiets ausgewiesen ist, kann eine spätere detaillierte Betrachtung des gesamten Prüfgebiets zeigen, dass ein Anschluss an das Wärmenetz dennoch sinnvoll und wirtschaftlich wäre.

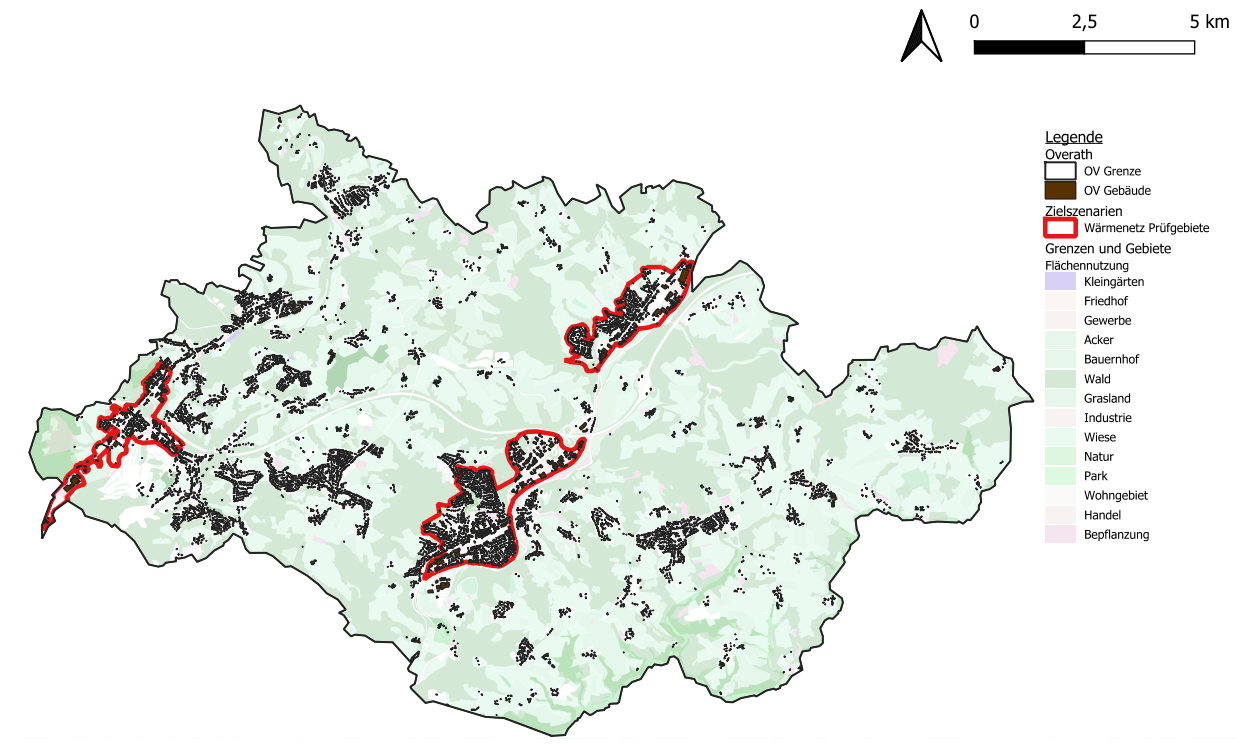


Abbildung 78: Wärmenetzprüfgebiete

6.1.2 Stadtkern

Das Zentrum von Overath weist eine hohe Verdichtung der Wärmebedarfsgebiete auf, wodurch es als vielversprechender Standort für ein Wärmenetz identifiziert wurde. In Abbildung 79 ist das Wärmenetz-Prüfgebiet für den Stadtkern von Overath dargestellt. Die Grafik zeigt weiterhin die für die Zielszenarien genutzten Ausbaustufen, mit Baujahren 2035 und 2040. Zudem sind die Potenzialflächen für Wärmeerzeugungsanlagen, die Agger als mögliche Wärmequelle sowie der Standort der Kläranlage ersichtlich.

Als potenzielle Energiequelle steht das Fließgewässer Agger zur Verfügung, welches eine Gesamtleistung von 80 GWh/a bereitstellen könnte. Zudem befindet sich eine Kläranlage in Overath, die mit einem zusätzlichen Potenzial von 8 GWh/a zur Wärmeversorgung beitragen kann. Zur Spitzenlastabdeckung können Gas oder Biomasse genutzt werden. Für eine ergänzende Nutzung von Geothermie, Solarthermie oder Großwärmepumpen vorhanden, was die Möglichkeiten zur zusätzlichen regenerativen Wärmeerzeugung einschränkt.

Der aktuelle Wärmebedarf in diesem Gebiet beträgt 49 GWh/a. Durch die Annahme einer Vollsanierung (Sanierungsklasse 3) sinkt der Bedarf auf 39 GWh/a. Der schrittweise Ausbau des Wärmenetzes erfolgt entsprechend der ermittelten Wärmenetzeignungswahrscheinlichkeit in zwei Phasen:

- **Ausbaustufe 1 (2035):** Anschluss der Gebäude aus den am besten geeigneten Baublöcken mit einem Wärmebedarf von insgesamt 34 GWh/a
- **Ausbaustufe 2 (2040):** Erweiterung des Netzes um weitere Gebäude mit einem zusätzlichen Bedarf von 5 GWh/a

Die potenzielle Länge des Wärmenetzes für das Prüfgebiet beträgt 34 km.

Alle Gebäude innerhalb des Prüfgebiets sollten im Rahmen einer detaillierten Machbarkeitsstudie weiter untersucht werden, um die Wirtschaftlichkeit und technische Umsetzung eines Anschlusses sicherzustellen. Ebenso müssen die potenziellen Wärmequellen hinsichtlich ihrer technischen Realisierbarkeit und wirtschaftlichen Tragfähigkeit geprüft werden, da deren Verfügbarkeit und Effizienz maßgeblich die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes beeinflussen. Sollte die Idee eines Wärmenetzes im Stadtkern weiter verfolgt werden, kann entweder das gesamte Prüfgebiet betrachtet werden oder nur ein ausgewählter Teilbereich. Die Einteilung der Gebiete in den Zielszenarien stellt lediglich ein empfohlenes Szenario dar. Welche Teile des Prüfgebiets letztlich realisiert werden, hängt maßgeblich von den Ergebnissen weiterführender Machbarkeitsstudien ab, die eine genauere Bewertung der wirtschaftlichen und technischen Umsetzung ermöglichen.

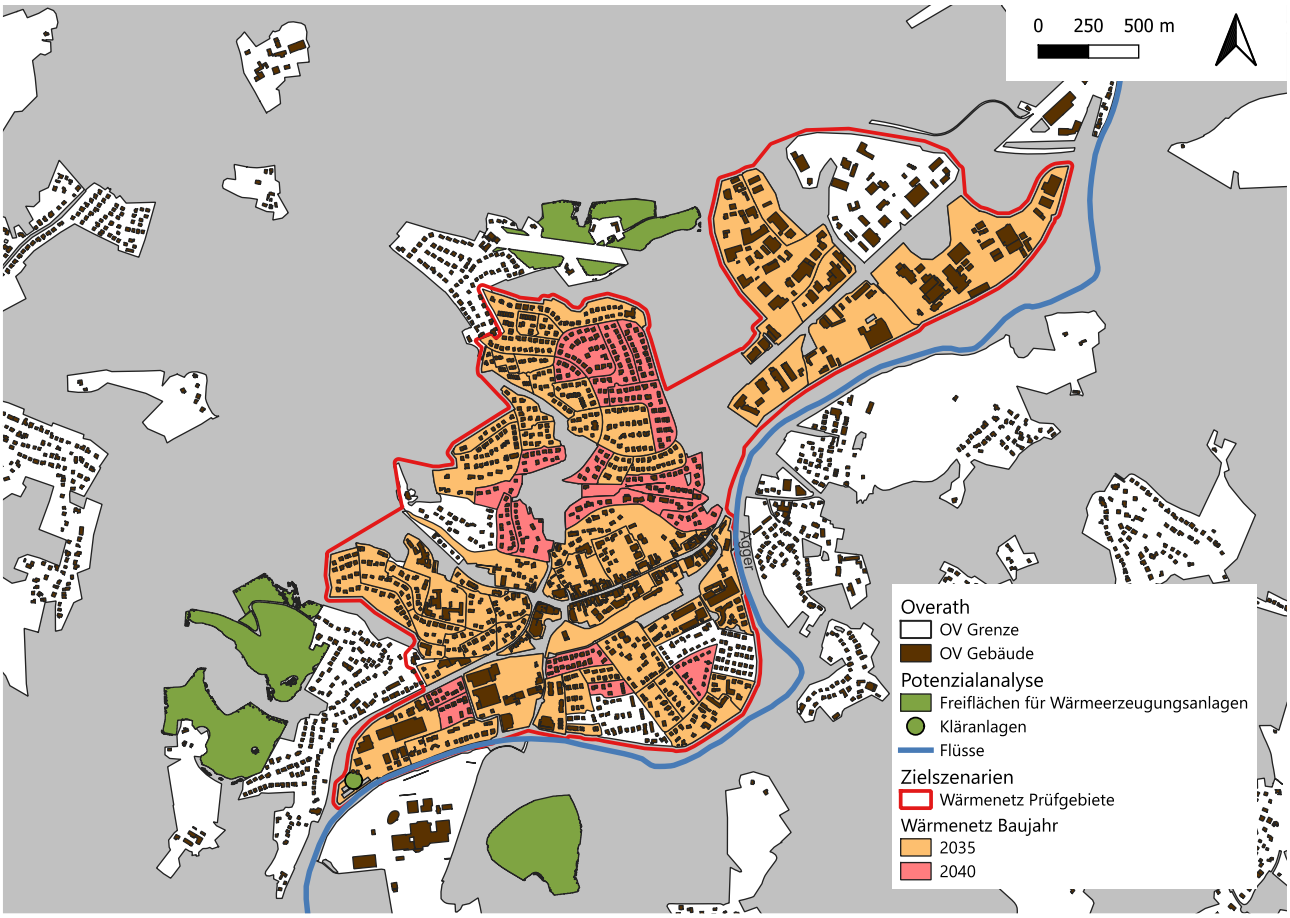


Abbildung 79: Wärmenetz-Prüfgebiet Stadtkern Overath mit Ausbaustufen und Potenzialflächen für Wärmeerzeugung

6.1.3 Vilkerath

Vilkerath wurde als weiteres potenzielles Wärmenetzgebiet identifiziert. In Abbildung 79 ist das Wärmenetz-Prüfgebiet für diesen Stadtteil dargestellt. Die Grafik zeigt zudem die für die Zielszenarien genutzten Ausbaustufen mit den Baujahren 2040 und 2044. Darüber hinaus sind die Potenzialflächen für Wärmeerzeugungsanlagen sowie die Agger als mögliche Wärmequelle ersichtlich.

Als potenzielle Energiequelle steht die Agger theoretisch zur Verfügung, jedoch würde deren Nutzung in Konkurrenz zur geplanten Wärmenutzung im Stadtkern von Overath stehen, sodass eine abgestimmte Bewertung erforderlich wäre. Eine weitere Möglichkeit zur regenerativen Wärmeerzeugung bietet die Kläranlage in Vilkerath, die zur Wärmerückgewinnung genutzt werden könnte. Zudem sind in Vilkerath größere Freiflächen vorhanden, die für erneuerbare Wärmequellen wie Geothermie, Solarthermie oder große Luftwärmepumpen genutzt werden könnten. Insbesondere großflächige Luftwärmepumpen könnten eine wirtschaftliche Alternative zur zentralen Wärmeerzeugung darstellen.

Der aktuelle Wärmebedarf in diesem Gebiet beträgt 26 GWh/a. Durch die Annahme einer Vollsanierung (Sanierungsklasse 3) sinkt der Bedarf auf 21 GWh/a. Der schrittweise Ausbau des Wärmenetzes erfolgt entsprechend der ermittelten Wärmenetzeignungswahrscheinlichkeit in zwei Phasen:

- **Ausbaustufe 1 (2040):** Anschluss der Gebäude aus den am besten geeigneten Baublöcken mit einem Wärmebedarf von insgesamt 17 GWh/a

- **Ausbaustufe 2 (2044):** Erweiterung des Netzes um weitere Gebäude mit einem zusätzlichen Bedarf von 9 GWh/a

Die potenzielle Länge des Wärmenetzes für das Prüfgebiet beträgt 17 km.

Alle Gebäude innerhalb des Prüfgebiets sollten im Rahmen einer detaillierten Machbarkeitsstudie weiter untersucht werden, um die Wirtschaftlichkeit und technische Umsetzung eines Anschlusses sicherzustellen. Ebenso müssen die potenziellen Wärmequellen hinsichtlich ihrer technischen Realisierbarkeit und wirtschaftlichen Tragfähigkeit geprüft werden, da deren Verfügbarkeit und Effizienz maßgeblich die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes beeinflussen. Sollte die Idee eines Wärmenetzes im Stadtkern weiter verfolgt werden, kann entweder das gesamte Prüfgebiet betrachtet werden oder nur ein ausgewählter Teilbereich. Die Einteilung der Gebiete in den Zielszenarien stellt lediglich ein empfohlenes Szenario dar. Welche Teile des Prüfgebiets letztlich realisiert werden, hängt maßgeblich von den Ergebnissen weiterführender Machbarkeitsstudien ab, die eine genauere Bewertung der wirtschaftlichen und technischen Umsetzung ermöglichen.

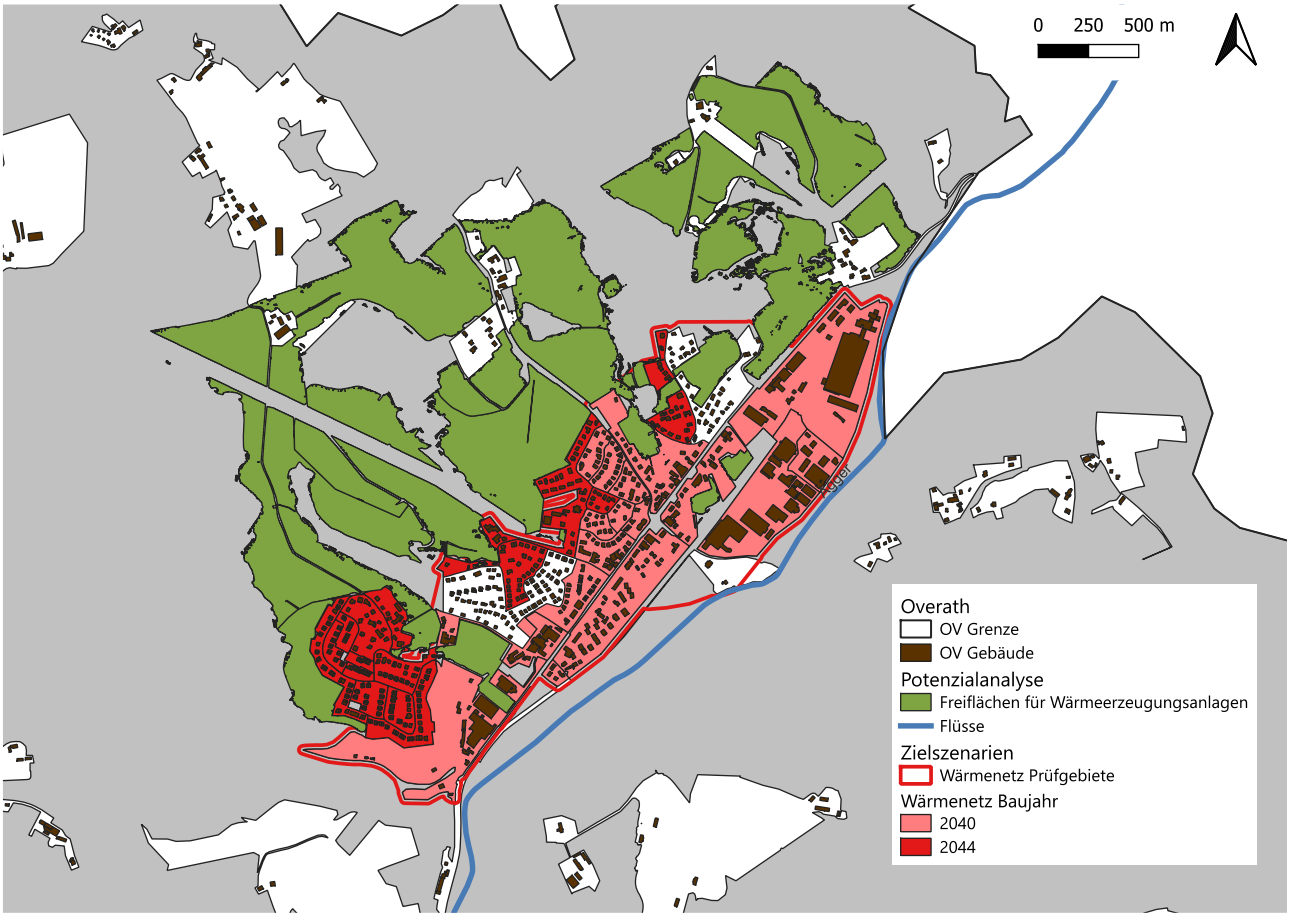


Abbildung 80: Wärmenetz-Prüfgebiet Vilkerath mit Ausbaustufen und Potenzialflächen für Wärmeerzeugung

6.1.4 Untereschbach

Untereschbach wurde als weiteres potenzielles Wärmenetzgebiet identifiziert. In Abbildung 80 ist das Wärmenetz-Prüfgebiet für diesen Stadtteil dargestellt. Die Grafik zeigt zudem die für die

Zielszenarien genutzten Ausbaustufen mit den Baujahren 2040 und 2044. Darüber hinaus sind die Potenzialflächen für Wärmeerzeugungsanlagen sowie die Sülz als mögliche Wärmequelle ersichtlich.

Als potenzielle Energiequelle steht die Sülz zur Verfügung, deren Nutzung für Wärmepumpensysteme in Betracht gezogen werden könnte. Zudem bietet die Kläranlage Untereschbach ein weiteres Potenzial zur Wärmerückgewinnung. Im Gegensatz zum Stadtkern von Overath sind in Untereschbach zudem größere Freiflächen vorhanden, die eine Nutzung von Geothermie, Solarthermie oder großen Luftwärmepumpen ermöglichen. Gerade großflächige Luftwärmepumpen könnten eine praktikable Alternative zur zentralen Wärmeerzeugung im Wärmenetz darstellen.

Der aktuelle Wärmebedarf in diesem Gebiet beträgt 21 GWh/a. Durch die Annahme einer Vollsanierung (Sanierungsklasse 3) sinkt der Bedarf auf 18 GWh/a. Der schrittweise Ausbau des Wärmenetzes erfolgt entsprechend der ermittelten Wärmenetzeignungswahrscheinlichkeit in zwei Phasen:

- **Ausbaustufe 1 (2040):** Anschluss der Gebäude aus den am besten geeigneten Baublöcken mit einem Wärmebedarf von insgesamt 12 GWh/a
- **Ausbaustufe 2 (2044):** Erweiterung des Netzes um weitere Gebäude mit einem zusätzlichen Bedarf von 5 GWh/a

Die potenzielle Länge des Wärmenetzes für das Prüfgebiet beträgt 11 km.

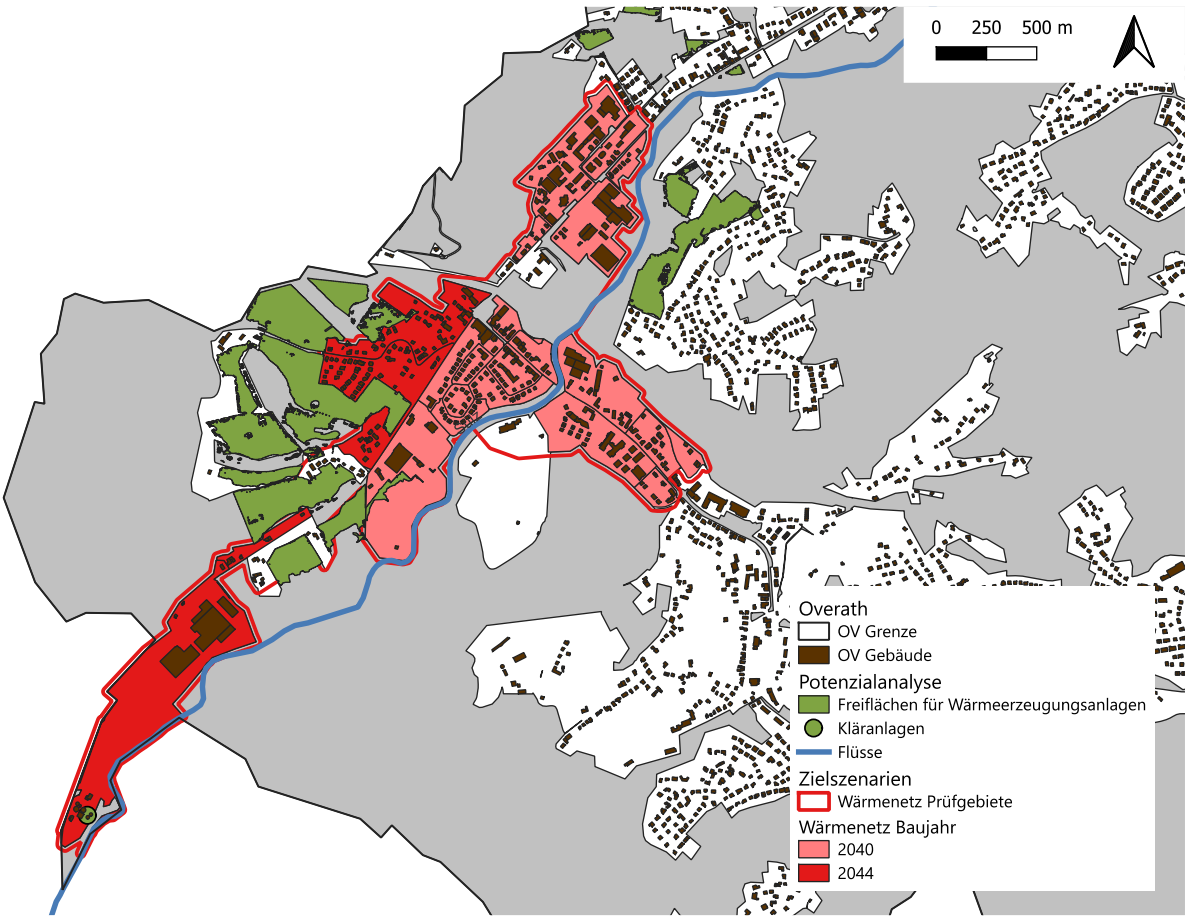


Abbildung 81: Wärmenetz-Prüfgebiet Untereschbach mit Ausbaustufen und Potenzialflächen für Wärmeerzeugung

Alle Gebäude innerhalb des Prüfgebiets sollten im Rahmen einer detaillierten Machbarkeitsstudie weiter untersucht werden, um die Wirtschaftlichkeit und technische Umsetzung eines Anschlusses sicherzustellen. Ebenso müssen die potenziellen Wärmequellen hinsichtlich ihrer technischen Realisierbarkeit und wirtschaftlichen Tragfähigkeit geprüft werden, da deren Verfügbarkeit und Effizienz maßgeblich die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes beeinflussen. Sollte die Idee eines Wärmenetzes im Stadtkern weiter verfolgt werden, kann entweder das gesamte Prüfgebiet betrachtet werden oder nur ein ausgewählter Teilbereich. Die Einteilung der Gebiete in den Zielszenarien stellt lediglich ein empfohlenes Szenario dar. Welche Teile des Prüfgebiets letztlich realisiert werden, hängt maßgeblich von den Ergebnissen weiterführender Machbarkeitsstudien ab, die eine genauere Bewertung der wirtschaftlichen und technischen Umsetzung ermöglichen.

6.1.5 Gebiete mit dezentraler Wärmeversorgung

Die Umstellung auf eine dezentrale Wärmeversorgung mit Wärmepumpen wird eine erhebliche Zusatzbelastung für die Stromnetze im Lastfall mit sich bringen. Laut dem Zielszenario werden über 80 % der Gebäude mit dezentraler Wärmeversorgung zukünftig eine Wärmepumpe nutzen. Besonders problematisch ist hierbei der hohe Gleichzeitigkeitsfaktor von Wärmepumpen, da viele Geräte zur selben Zeit elektrische Energie abrufen, insbesondere während kalter Witterungsperioden.

Die elektrische Belastung durch die im Hauptszenario verteilten Wärmepumpen unter Berücksichtigung der Gleichzeitigkeitskurve aus [28] für das Zieljahr 2045 auf Baublockebene ist in Abbildung 82 dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass besonders in dichter bebauten Gebieten die elektrische Zusatzlast durch Wärmepumpen vergleichsweise hoch ist. Dies betrifft insbesondere Mehrfamilienhäuser und Straßenzüge mit vielen angeschlossenen Einfamilienhäusern, da hier eine hohe Anzahl an Wärmepumpen gleichzeitig betrieben wird.

Insgesamt ergibt sich eine zusätzliche elektrische Last von über 15.000 kVA. Dies entspricht vereinfacht der Kapazität von etwa 38 Ortsnetzstationen mit einer Bemessungsscheinleistung von 400 kVA. Die Analyse zeigt, dass die Einführung von Wärmepumpen als dominante Heiztechnologie eine erhebliche Herausforderung für die Stromnetzinfrastruktur darstellt. Daher wird die Netzplanung und gegebenenfalls der Netzausbau eine zunehmend zentrale Rolle spielen, um die Versorgungssicherheit auch in Zukunft zu gewährleisten.

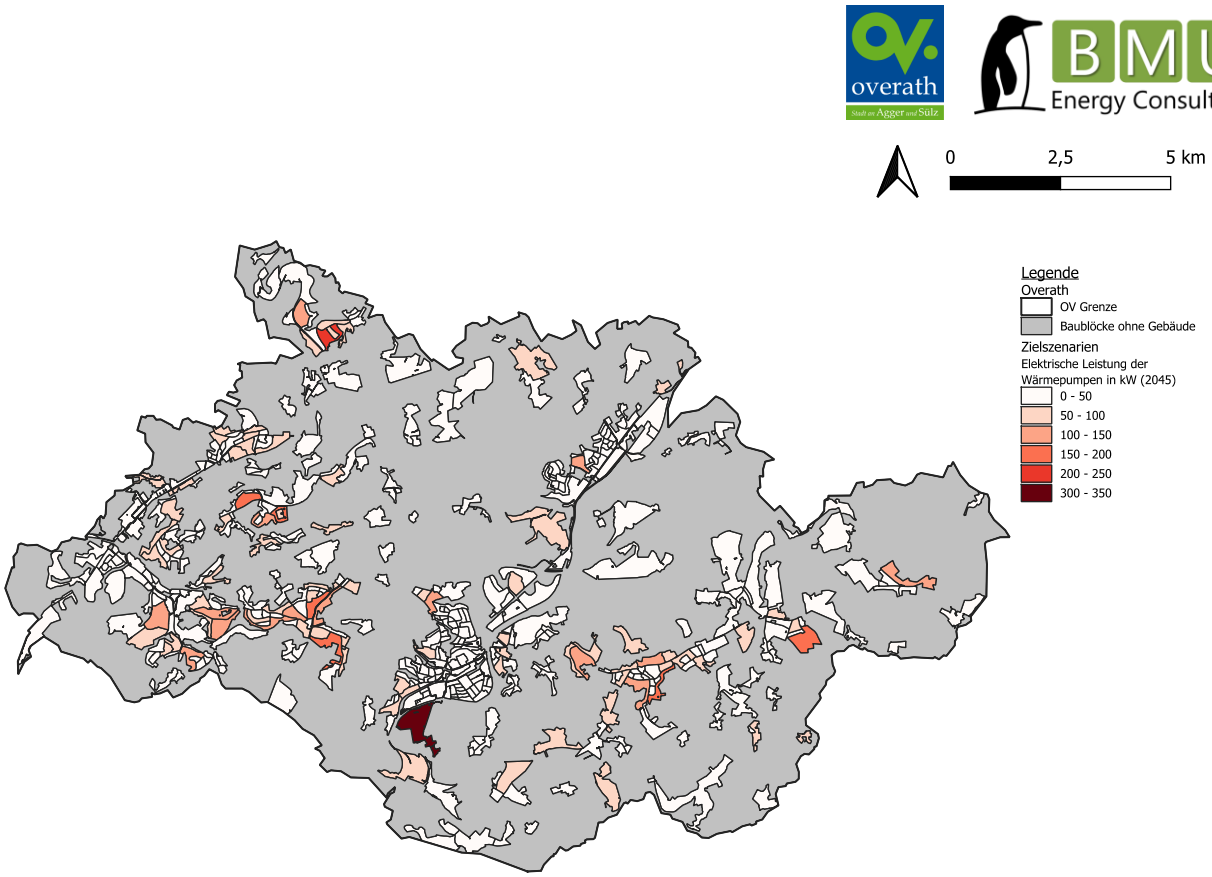


Abbildung 82: Elektrische Leistung der Wärmepumpen im Stützjahr 2045 auf Baublockebene

6.2 Darstellung der empfohlenen Maßnahmen

6.2.1 Maßnahme 1: Durchführung weiterer Informationsveranstaltungen zur Wärmewende

Eine Infoveranstaltung mit den Bürgern stellt einen zentralen Baustein der kommunalen Wärmeplanung dar. Ziel dieser Maßnahme ist es, auch nach Abschluss der kommunalen Wärmeplanung, Bürgerinnen und Bürger regelmäßig über aktuelle Entwicklungen, Möglichkeiten und Maßnahmen im Bereich der Wärmewende zu informieren und gleichzeitig den Austausch mit relevanten Akteuren wie Energieversorgern, Handwerksbetrieben und dem Verbraucherschutz zu fördern.

Da gemäß den Ergebnissen aus Kapitel 5 für Overath drei Wärmenetzeignungsgebiete bestimmt wurden, kann eine Bürgerveranstaltung insbesondere für die betroffenen Gebiete einen erheblichen Mehrwert bieten. Die frühzeitige Einbindung der Bürgerinnen und Bürger ermöglicht es, über die Planungen für Wärmenetze zu informieren, offene Fragen zu klären und mögliche Unsicherheiten oder Vorbehalte gegenüber einem Netzanschluss zu adressieren. Ein hoher Anschlussgrad ist essenziell für die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen, weshalb die Akzeptanz in der Bevölkerung eine entscheidende Rolle spielt. Durch die Veranstaltung können zudem verschiedene Betreibermodelle vorgestellt und diskutiert werden, um eine möglichst breite Zustimmung für den Ausbau der Wärmenetze zu erreichen.

Da zusätzlich dezentrale Wärmelösungen einen großen Anteil an der zukünftigen klimaneutralen Wärmeversorgung der Stadt ausmachen werden, kann diese Maßnahme ebenfalls dazu beitragen, Hürden und Vorurteile gegenüber bestimmten Technologien, insbesondere Wärmepumpen,

abzubauen. Dies ist besonders relevant, da Schallemissionen und die Stromnetzbelastung häufig genannte Bedenken bei dieser Technologie sind. Eine transparente Kommunikation und die Bereitstellung verlässlicher Informationen können dazu beitragen, dass die Bürgerinnen und Bürger fundierte Entscheidungen für ihre individuelle Wärmeversorgung treffen.

Die erste Veranstaltung sollte unmittelbar nach Projektabschluss der kommunalen Wärmeplanung stattfinden. Ein festgelegtes Ende gibt es nicht, ggf. frühestens nach Erreichen der Klimaneutralität im Jahr 2045, jedoch kann auch dann noch ein potenziell fortgesetzter Mehrwert entstehen. Die Veranstaltungen sollten ein- bis zweimal jährlich organisiert werden und sind somit ein wiederkehrendes Element. Diese Regelmäßigkeit sorgt für eine kontinuierliche Kommunikation und schafft Verlässlichkeit im Dialog mit den Bürgern.

Um die Veranstaltungen erfolgreich umzusetzen, sind folgende Schritte erforderlich: Zunächst müssen der Rhythmus und der allgemeine thematische Fokus festgelegt werden. Danach folgt die Organisation konkreter Termine und Veranstaltungsorte sowie die Abstimmung mit potenziellen Partnern wie Energieversorgern, dem Handwerk und dem Verbraucherschutz. Eine gezielte Bewerbung der Veranstaltung und die Einladung der Bürger und der weiteren Akteure ist essenziell, um eine hohe Beteiligung sicherzustellen. Schließlich erfolgt die eigentliche Durchführung der Veranstaltung, die durch informative Inhalte und interaktive Elemente geprägt sein sollte.

Die finanziellen Aufwendungen für solche Veranstaltungen dürften sich in einem überschaubaren Rahmen halten. Pro Veranstaltung ist mit Kosten im oberen drei- bis niedrigen vierstelligen Bereich zu rechnen, was bis 2045 (bei einem jährlichen Workshop) Gesamtkosten von unter 20.000 € erwarten lässt. Förderungsmöglichkeiten für diese Maßnahme sind zwar nicht bekannt, jedoch gilt die Finanzierung angesichts der geringen Kosten als unproblematisch.

Insgesamt bietet die regelmäßige Durchführung von Infoveranstaltungen eine kosteneffiziente und effektive Möglichkeit, die Bürger aktiv in die kommunale Wärmeplanung einzubinden, die Akzeptanz für Maßnahmen zu erhöhen und den Wissensaustausch zwischen den relevanten Akteuren zu fördern.

6.2.2 Maßnahme 2: Bürgerinformationen über den weiteren Fortschritt der Wärmewende

Die Bürgerinformation durch die Kommune zur Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung ist ein zentraler Bestandteil, um die Öffentlichkeit für die Ziele und Maßnahmen der lokalen Klimaschutz- und Energiewendestrategie zu sensibilisieren und einzubinden.

Die Maßnahme kann je nach Priorisierung im Zusammenhang mit anderen Projekten oder aber unmittelbar nach Abschluss der Kommunalen Wärmeplanung gestartet werden. Ein fester Abschlusszeitpunkt ist nicht vorgesehen, da die Bürgerinformation eine fortlaufende Aufgabe darstellt. Insbesondere durch die dynamische Entwicklung im Bereich erneuerbarer Energien und effizienter Heiztechnologien bleibt das Thema langfristig relevant und ist potenziell auch nach Erreichen der Klimaziele noch von Bedeutung.

Um die Bürger effektiv zu informieren, ist eine umfassende Sammlung von Themen und Formaten notwendig. Zu den relevanten Themen zählen u. a. der Heizungswechsel und der Einsatz von Wärmepumpen, der Ausbau von Photovoltaik-Anlagen und anderen erneuerbaren Energien sowie die

Nutzung dynamischer Stromtarife. Diese Inhalte können über verschiedene Formate vermittelt werden, wie z. B. durch eine ansprechende und gut strukturierte Webseite, begleitende Beiträge in sozialen Medien, lokale Veröffentlichungen unter dem Titel „Kommunale Informationen", interaktive Elemente wie digitale Marktstände oder Informationsveranstaltungen vor Ort.

Die Kosten hängen stark vom Umfang und der Qualität der Informationsmaßnahmen ab. Demnach sollte ein Budgetrahmen gesetzt werden, sodass beispielsweise Summen von 20.000, 50.000 oder 100.000 Euro über einen bestimmten Zeitraum eingeplant werden könnten. Die Kommune könnte diese Mittel selbst tragen oder gemeinsam mit lokalen Energieversorgern als potenzielle Kostenträger bereitstellen. Fördermöglichkeiten sind derzeit nicht umfassend bekannt, jedoch könnte eine Prüfung von Programmen wie der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) zusätzliche finanzielle Unterstützung erschließen.

Mit einer klaren Zielsetzung und einer strategischen Umsetzung bietet die Bürgerinformation eine wertvolle Grundlage, um das Bewusstsein der Bevölkerung für die kommunale Wärmeplanung zu stärken und sie aktiv in den Transformationsprozess einzubinden.

6.2.3 Maßnahme 3: Gasnetzstrategie

Die Gasnetzstrategie dient in Overath als zentrales Instrument für den geordneten Rückbau des Gasnetzes und die schrittweise Substitution von Gas als Energieträger. Da im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung keine Gasnetze identifiziert wurden, die sich für eine zukünftige Umrüstung auf Wasserstoff oder EE-Gase eignen, liegt der Fokus der Strategie auf der Stilllegung bestehender Gasinfrastruktur.

Die kommunale Wärmeplanung hat bereits erste Erkenntnisse darüber geliefert, welche Alternativen für die Wärmeversorgung der derzeit mit Gas beheizten Gebäude zur Verfügung stehen. Basierend darauf sind gezielte Maßnahmen zur Stilllegung des Gasnetzes zu planen. Dies umfasst unter anderem die schrittweise Umstellung der betroffenen Gebäude auf Wärmenetze oder dezentrale Wärmelösungen sowie die Entwicklung von Konzepten zur Netzintegration für die Übergangszeit. Ziel der Strategie ist es, eine sichere und wirtschaftliche Wärmeversorgung ohne fossile Energieträger zu gewährleisten und gleichzeitig den Rückbau der Gasnetzinfrastruktur effizient zu gestalten.

Bezüglich des zeitlichen Horizonts sollte zeitnah nach Projektende der Kommunalen Wärmeplanung gestartet werden. Ausgehend von einer abgeschätzten Dauer der Planungsmaßnahmen zwischen 6 und 12 Monaten, sollte die Maßnahme in 2 bis 3 Jahren abgeschlossen sein (ebenfalls nur die Planungsmaßnahmen betreffend). Die jeweiligen Netzumstellungs- und Netzstilllegungsmaßnahmen an sich sind dann ein kontinuierlicher Prozess nach der Planung.

Der erste Schritt ist eine Abstimmung mit dem zuständigen Gasnetzbetreiber, um den Stand der Gasnetzstrategie und die Vorstellungen für die Zukunft zu klären. Außerdem muss ein Zeithorizont für die Strategieentwicklung abgesteckt werden. Daraufhin kann die Erstellung der Gasnetzstrategie erfolgen. Als Resultat soll die Identifikation von Netzumstellungs- sowie Netzstilllegungsmaßnahmen erzielt werden. Dies beinhaltet neben der Frage, welche der Maßnahmen wo umzusetzen ist, insbesondere auch eine Aussage dazu, wann das Netz umgestellt bzw. wann welcher Teil des Netzes stillgelegt werden soll. Die identifizierten Maßnahmen müssen dann mit der Kommune und den zuständigen Behörden abgestimmt werden, um im Anschluss durchgeführt werden zu können.

Die erwarteten Kosten für die Gasnetzstrategie, das heißt die reine Planung, belaufen sich auf 40.000 € bis 90.000 €, je nach Stand der bisherigen Strategie und dem davon abhängigen Aufwand der weiteren Planungen. Die Kosten für die Netzumstellungs- und Netzstilllegungsmaßnahmen können erst mit vorliegender Gasnetzstrategie verlässlich abgeschätzt werden. Der Kostenträger der Gasnetzstrategie ist der Netzbetreiber oder der Konzessionsgeber. Was mögliche Finanzierungsmechanismen betrifft, so sind keinerlei Förderungsmöglichkeiten bekannt.

Die Gasnetzstrategie ist ein essenzieller Bestandteil der strategischen Energieinfrastrukturplanung. Sie ermöglicht es, die vorhandenen Gasnetze effizient und zielgerichtet auf die Anforderungen der Energiewende auszurichten. Durch die frühzeitige Planung und enge Abstimmung mit den Gasnetzbetreibern können die notwendigen Schritte zeitnah und im Einklang mit den Klimazielen umgesetzt werden.

6.2.4 Maßnahme 4: Überplanung der Stromnetzinfrastruktur

Die Stromnetzplanung stellt eine essenzielle Grundlage für die Integration dezentraler Technologien und den Ausbau erneuerbarer Energien in Kommunen dar. Besonders in Gebieten, die einen starken Fokus auf dezentrale Lösungen legen, ist eine strategische Überprüfung und Anpassung der bestehenden Netzstruktur unabdingbar. Sollten bereits Stromnetzplanungen existieren, könnte es erforderlich sein, diese zu überarbeiten, um den aktuellen und zukünftigen Anforderungen gerecht zu werden.

Die Maßnahmen zur Stromnetzplanung sollten zeitnah nach Projektabschluss der Kommunalen Wärmeplanung initiiert werden. In einigen Teilgebieten könnte es sinnvoll sein, die Ergebnisse zur Machbarkeit von Wärmenetzen (s. Kapitel 6.1.5) abzuwarten, um einerseits Synergieeffekte zu nutzen und andererseits Gewissheit über den Bedarf an Stromnetzinfrastruktur zu haben. Die Planungsmaßnahmen selbst sollen innerhalb eines Zeitraums von 6 bis 12 Monaten abgeschlossen sein. Der gesamte Prozess, inklusive der Durchführung von Netzausbaumaßnahmen, ist jedoch langfristig angelegt und erfordert eine kontinuierliche Anpassung und Umsetzung.

Die Stromnetzplanung beginnt mit einer engen Abstimmung mit dem zuständigen Stromnetzbetreiber, um den aktuellen Stand der Netzplanung zu bewerten und den zeitlichen Rahmen für eine Über- oder Neuplanung zu definieren. Anschließend erfolgt die eigentliche Netzplanung, bei der sowohl bestehende als auch zukünftige Anforderungen berücksichtigt werden. Im nächsten Schritt werden konkrete Netzausbaumaßnahmen identifiziert. Diese bedürfen einer sorgfältigen Abstimmung mit den Genehmigungsbehörden und weiteren relevanten Akteuren und werden nach der Planung schrittweise umgesetzt.

Die Kosten für die reine Netzplanung werden auf 30.000 bis 60.000 Euro geschätzt, wobei die tatsächlichen Ausgaben vom Detailgrad der Untersuchung abhängen. Die Kosten für den Netzausbau lassen sich derzeit nicht verlässlich beziffern, da diese stark von den spezifischen Anforderungen und Gegebenheiten abhängen. Der Stromnetzeigentümer bzw. -betreiber ist für die Netzplanung und den Ausbau verantwortlich. Fördermöglichkeiten für diese Maßnahmen sind bislang nicht bekannt, sodass eine Finanzierung primär durch den Netzbetreiber erfolgen muss.

Die Stromnetzplanung ist ein entscheidender Schritt, um die Infrastruktur an die Anforderungen einer dezentralen und nachhaltigen Energieversorgung anzupassen. Sie erfordert eine enge

Zusammenarbeit zwischen der Kommune und dem Stromnetzbetreiber sowie eine klare zeitliche und finanzielle Planung.

6.2.5 Maßnahme 5: Machbarkeitsstudie Wärmenetze

Die Machbarkeitsstudie für Wärmenetze stellt einen zentralen Schritt dar, um im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung identifizierte potenzielle Wärmenetze auf ihre Realisierbarkeit hin zu prüfen. Nachdem solche Netzprojekte durch erste Planungen als potenziell geeignet identifiziert wurden, gilt es, deren Machbarkeit zu konkretisieren, um fundierte Entscheidungen treffen zu können. Voraussetzung ist der klare Wille der Verantwortlichen, sei es von der Kommune oder den Stadtwerken, diese Projekte weiter zu verfolgen und deren Machbarkeit prüfen zu lassen.

Für Overath ist prioritär die Machbarkeitsprüfung eines Wärmenetzes im Stadtkern zu empfehlen. Aufgrund der hohen Wärmedichte und der vorhandenen potenziellen Wärmequellen, insbesondere die Agger und die Kläranlage, bietet dieser Standort gute Voraussetzungen für ein wirtschaftlich tragfähiges Wärmenetz. Die Prüfung sollte die technische Umsetzbarkeit, die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sowie die Akzeptanzpotenziale unter den Gebäudeeigentümern bewerten.

Die Maßnahme sollte zeitnah nach Abschluss der Kommunalen Wärmeplanung gestartet werden, um Verzögerungen zu vermeiden und durch Wärmenetze beeinflusste Planungen, z. B. der Stromnetzinfrastruktur, zu ermöglichen. Die eigentliche Machbarkeitsstudie, als reine Planungsmaßnahme, nimmt in der Regel 6 bis 12 Monate in Anspruch.

Als erster Schritt sollte die Finanzierung geklärt werden. Dies kann entweder durch Beantragung von Fördermitteln im Rahmen der BEW-Förderung oder durch alternative Finanzierungsquellen erfolgen. Gegebenenfalls ist eine Ausschreibung der Planungsleistung erforderlich, um geeignete Partner für die Studie zu gewinnen. Daraufhin erfolgt die eigentliche Untersuchung der Wärmenetzmachbarkeit nach den Vorgaben, beispielsweise des BEW-Merkblatts. Dabei werden unter anderem folgende Aspekte beleuchtet: die Auflistung der potenziellen Projektbeteiligten bzw. Akteure (darunter Kommune, Stadtwerke, Fachplaner und mögliche Betreiber), die Analyse des Standorts und der spezifischen Bedingungen für das geplante Wärmenetzsystem, die Entwicklung eines Konzepts für das Wärmenetz (einschließlich technischer und wirtschaftlicher Parameter) und die Erstellung eines Zeitplans sowohl für die Machbarkeitsstudie als auch für den späteren Bau des Wärmenetzes.

Die Kosten für die Machbarkeitsstudie bewegen sich in einem Bereich von 20.000 bis 200.000 Euro, können jedoch je nach Projektumfang auch darüber hinausgehen. Die exakten Kosten für den späteren Netzausbau sind in dieser Phase nicht verlässlich abzuschätzen. Der Kostenträger können die Kommune, das Stadtwerk oder der Netzbetreiber sein, je nachdem wer das Wärmenetz betreiben wird. Die Finanzierung der Machbarkeitsstudie kann über die BEW-Förderung erfolgen, welche Planungskosten subventioniert.

Die Durchführung einer Machbarkeitsstudie für Wärmenetze ist ein notwendiger Schritt, um langfristig nachhaltige und wirtschaftliche Lösungen für die kommunale Wärmeversorgung zu schaffen. Die frühzeitige Klärung von Finanzierung und Zuständigkeiten sowie eine strukturierte Herangehensweise an die Planung sind entscheidend für den Erfolg der Maßnahme.

7 Verstetigungskonzept

Die Umsetzung einer nachhaltigen und zukunftsfähigen Wärmeversorgung in der Stadt Overath erfordert eine Verstetigungsstrategie. Diese Strategie stellt sicher, dass die einmal angestoßenen Projekte langfristig wirken und kontinuierlich weiterentwickelt werden. Dabei spielen verschiedene Akteure eine zentrale Rolle, die mit klar definierten Aufgaben zur erfolgreichen Umsetzung der Wärmewende beitragen.

7.1 Aufgaben der Akteure

Die Kommunalverwaltung übernimmt die zentrale Rolle in der Koordination und Steuerung der Wärmeplanung. Sie fungiert als Schnittstelle zwischen den verschiedenen Akteuren und stellt sicher, dass alle Aktivitäten im Einklang mit den übergeordneten Zielen stehen. Zudem ist sie für das Fördermittelmanagement verantwortlich, indem sie Fördermittel auf Landes-, Bundes- und EU-Ebene identifiziert und beantragt. Energieversorger sind für die technische Umsetzung zuständig, einschließlich Planung, Bau und Betrieb von Wärmenetzen sowie der Integration erneuerbarer Energien wie Solarthermie, Geothermie und Biomasse. Sie bieten auch Beratung und Unterstützung für private Haushalte und Gewerbebetriebe bei der Nutzung und Umstellung auf erneuerbare Wärmequellen. Bürgerinnen und Bürger sollen sich aktiv an Planungsprozessen und Informationsveranstaltungen beteiligen, um die Akzeptanz und Unterstützung für die Projekte zu erhöhen. Sie investieren auch in erneuerbare Heizsysteme wie Wärmepumpen oder Solarthermieanlagen im privaten Bereich. Wohnungsbaugesellschaften und Immobilienentwickler berücksichtigen die Wärmeplanung bei der Errichtung neuer Wohn- und Gewerbegebäude, um von Anfang an eine nachhaltige Wärmeversorgung zu gewährleisten. Sie führen auch energetische Sanierungen bestehender Gebäude durch und rüsten diese mit modernen, erneuerbaren Heizsystemen nach. Handwerksbetriebe und Fachfirmen sind für die Installation, Wartung und Reparatur von Wärmeversorgungssystemen zuständig und bieten fachkundige Beratung für Haushalte und Unternehmen zur Auswahl und Implementierung der besten Heizlösungen. Finanzinstitute stellen maßgeschneiderte Finanzierungslösungen und Kredite für Investitionen in erneuerbare Wärmetechnologien bereit und beraten zu verfügbaren Förderprogrammen und unterstützen bei der Beantragung.

Tabelle 7: Aufgaben der Akteure

Akteur	Aufgaben	
Kommunalverwaltung	Koordination und Steuerung: Die Kommunalverwaltung übernimmt die zentrale Rolle in der Koordination und Steuerung der Wärmeplanung. Sie fungiert als Schnittstelle zwischen den verschiedenen Akteuren und stellt sicher, dass alle Aktivitäten im Einklang mit den übergeordneten Zielen stehen.	Fördermittelmanagement: Identifikation und Beantragung von Fördermitteln auf Landes-, Bundes- und EU-Ebene zur Finanzierung der Projekte.
Energieversorger	Technische Umsetzung: Planung, Bau und Betrieb von Wärmenetzen sowie der Integration erneuerbarer Energien wie Solarthermie, Geothermie und Biomasse.	Beratung und Unterstützung: Bereitstellung von Expertise und Beratung für private Haushalte und Gewerbebetriebe hinsichtlich der Nutzung und Umstellung auf erneuerbare Wärmequellen.
Bürgerinnen und Bürger	Aktive Beteiligung an Planungsprozessen und Informationsveranstaltungen, um die Akzeptanz und Unterstützung für die Projekte zu erhöhen.	Eigene Investitionen: Investitionen in erneuerbare Heizsysteme wie Wärmepumpen oder Solarthermieanlagen im privaten Bereich.

Wohnungsbaugesellschaften und Immobilienentwickler	Integration in Neubauten: Berücksichtigung der Wärmeplanung bei der Errichtung neuer Wohn- und Gewerbegebäude, um von Anfang an eine nachhaltige Wärmeversorgung zu gewährleisten.	Sanierung und Nachrüstung: Durchführung von energetischen Sanierungen bestehender Gebäude und Nachrüstung mit modernen, erneuerbaren Heizsystemen.
Handwerksbetriebe und Fachfirmen	Installation und Wartung: Installation, Wartung und Reparatur von Wärmeversorgungssystemen. Hierbei spielen die Weiterbildung und Spezialisierung der Mitarbeiter eine wichtige Rolle.	Beratung: Fachkundige Beratung von Haushalten und Unternehmen zur Auswahl und Implementierung der besten Heizlösungen.
Finanzinstitute	Finanzierungslösungen: Bereitstellung von maßgeschneiderten Finanzierungslösungen und Krediten für Investitionen in erneuerbare Wärmetechnologien.	Fördermittelberatung: Beratung zu verfügbaren Förderprogrammen und Unterstützung bei der Beantragung.

7.2 Maßnahmen zur Verstetigung

Die Verstetigungsstrategie für die kommunale Wärmeplanung in der Stadt Overath setzt auf die Zusammenarbeit aller relevanten Akteure. Durch klar definierte Aufgaben und kontinuierliche Anpassungen kann die Wärmewende erfolgreich und nachhaltig gestaltet werden.

1. Langfristige Planung und Monitoring: Entwicklung eines langfristigen Wärmeplans mit klar definierten Meilensteinen und regelmäßiger Überprüfung des Fortschritts.
2. Bildung und Aufklärung: Kontinuierliche Bildungs- und Aufklärungskampagnen für die Bevölkerung und beteiligte Akteure.
3. Netzwerke und Kooperationen: Aufbau und Pflege von Netzwerken zwischen den Akteuren, um den Austausch von Wissen und Erfahrungen zu fördern.
4. Transparenz und Kommunikation: Offene und transparente Kommunikation über Fortschritte, Herausforderungen und Erfolge der Wärmeplanung.
5. Anpassungsfähigkeit: Flexibilität und Bereitschaft zur Anpassung der Strategien basierend auf neuen Erkenntnissen und technologischen Entwicklungen.

8 Controllingkonzept

Das Controllingkonzept zur Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung in Overath ist ein entscheidender Schritt zur Erreichung der Klimaschutzziele und zur Sicherstellung einer nachhaltigen und effizienten Energieversorgung. Ein systematisches Controllingkonzept ist erforderlich, um die Umsetzung der Planung zu überwachen, die Zielerreichung sicherzustellen und bei Abweichungen steuernd einzugreifen. Das Controllingkonzept soll die Umsetzung der Maßnahmen der Wärmeplanung transparent und effizient gestalten, den Fortschritt der Maßnahmen überwachen und Abweichungen frühzeitig identifizieren, eine datenbasierte Entscheidungsfindung ermöglichen sowie die Einbindung und Koordination aller relevanten Akteure sicherstellen.

Die Verantwortlichkeiten sind klar definiert. Die Stadt Overath übernimmt die Koordination der Wärmeplanung und fungiert als zentrale Controllingstelle. Kommunale Energieversorger (insbesondere die AggerEnergie) stellen Daten bereit und setzen Maßnahmen im Bereich der Infrastruktur um, die die Wärmewende ermöglichen. Externe Fachberater begleiten das Controlling und analysieren die Fortschritte, während die Bürgerbeteiligung Feedback zu Umsetzungsfortschritten und Bedarfen liefert.

Das Controlling basiert auf verschiedenen Instrumenten. Ein regelmäßiges Monitoring und Berichtswesen sorgt für Transparenz. Vierteljährliche Fortschrittsberichte und ein jährlicher Evaluationsbericht mit Empfehlungen zur Anpassung stellen sicher, dass die Entwicklung stets im Blick behalten wird. Zudem werden Kennzahlen zur Erfolgsmessung verwendet, darunter die CO_2-Reduktion durch Wärmeplanmaßnahmen, der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung, die Anzahl umgesetzter Maßnahmen sowie das Investitionsvolumen und finanzielle Einsparungen. Ein digitales Controlling-Tool ermöglicht die Erfassung von Echtzeit-Daten zu Energieverbrauch und Emissionen sowie die Visualisierung der Fortschritte über ein Dashboard.

Die Steuerungsmechanismen beinhalten regelmäßige Steuerungstreffen, die regelmäßig mit allen relevanten Akteuren stattfinden. Engpässe werden identifiziert und Maßnahmen entsprechend angepasst. Ein Eskalationsmanagement definiert Schwellwerte für kritische Verzögerungen und sorgt für die Entwicklung von Korrekturmaßnahmen und Eskalationspfaden. Zudem wird die Strategie jährlich überprüft und auf Basis neuer Erkenntnisse und Entwicklungen angepasst.

Das Controllingkonzept gewährleistet eine strukturierte und zielgerichtete Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung in Overath. Durch ein effektives Monitoring, klare Verantwortlichkeiten und flexible Steuerungsmechanismen kann die Stadt Overath ihre Klimaziele effizient und nachhaltig erreichen.

Ziele und Kennzahlen definieren	Klare Ziele und Leistungskennzahlen werden Beginn festgelegt. Zum Beispiel der EE-Anteil in der Wärmeversorgung.
Verantwortlichkeiten festlegen	Klare Verantwortlichkeiten für die Umsetzung werden festgelegt. Sowohl intern (Kommunalverwaltung) als auch mit externen Partnern.
Budgetierung und Finanzierung	Ohne ausreichende finanzielle Mittel ist eine Umsetzung nicht möglich. Insbesondere Fördermöglichkeiten werden dargelegt.
Kommunikation und Akteure	Bürger*innen und Interessengruppen werden kontinuierlich über den Wärmeplan informiert und beteiligen sich an der Umsetzung.
Monitoring und Reporting	Mit einem Monitoring wird regelmäßig der Fortschritt der Umsetzung verfolgt. Insbesondere anhand der Leistungskennzahlen.
Anpassung und Optimierung	Pläne ändern sich, wenn sich Rahmenbedingungen ändern. Die kontinuierliche Optimierung ist ein wichtiger Bestandteil des Prozesses.
Langfristige Perspektive	Neben der kurzfristen Betrachtung dürfen die Langfristziele dabei nicht aus den Augen verloren werden.

Ein effektives Controlling-Konzept ist unerlässlich, um die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung zu überwachen und sicherzustellen, dass die gesetzten Ziele erreicht werden. Dieses Konzept umfasst regelmäßige Überprüfungen, die Analyse von Kennzahlen sowie die Identifikation von Abweichungen und entsprechenden Korrekturmaßnahmen. Es stellt sicher, dass die Projekte zur Wärmewende kontinuierlich optimiert und an veränderte Bedingungen angepasst werden.

8.1 Akteursübergreifende Aufgaben

Die erfolgreiche Umsetzung der Wärmeplanung erfordert eine enge Zusammenarbeit aller beteiligten Akteure. Gemeinsam müssen sie übergeordnete Aufgaben bewältigen, die für den gesamten Controlling-Prozess von zentraler Bedeutung sind. Diese umfassen die Festlegung klarer Ziele und entsprechender Kennzahlen, die systematische Erhebung und Analyse relevanter Daten, die transparente Kommunikation der Ergebnisse sowie die kontinuierliche Überprüfung und Anpassung der Maßnahmen. Durch die kollektive Verantwortung und das koordinierte Handeln aller Beteiligten kann die Effizienz und Effektivität der Wärmeplanung nachhaltig gesteigert werden.

1. Zieldefinition und Kennzahlen
   - Festlegung der Ziele: Definition klarer, messbarer Ziele für die Wärmeplanung (z.B. Reduktion von CO2-Emissionen, Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung, Anzahl der neu installierten Wärmepumpen).
   - Kennzahlen (KPIs): Entwicklung von Kennzahlen zur Messung des Fortschritts (z.B. Energieverbrauch pro Haushalt, Kosten pro erzeugter Wärmeeinheit, Anzahl der angeschlossenen Haushalte an Wärmenetze).
2. Datenerhebung und -analyse
   - Datenerhebung: Systematische Erhebung relevanter Daten durch die Kommunalverwaltung, Energieversorger und andere Akteure.
   - Datenanalyse: Regelmäßige Analyse der erhobenen Daten zur Überprüfung der Zielerreichung und Identifikation von Abweichungen.
3. Reporting und Kommunikation
   - Regelmäßiges Reporting: Erstellung regelmäßiger Berichte (quartalsweise, jährlich) zur Darstellung des Fortschritts gegenüber den definierten Zielen und Kennzahlen.

- Transparente Kommunikation: Offene Kommunikation der Ergebnisse an alle beteiligten Akteure und die Öffentlichkeit zur Förderung von Transparenz und Akzeptanz.

4. Abweichungsanalyse und Korrekturmaßnahmen
   - Abweichungsanalyse: Identifikation und Analyse von Abweichungen zwischen den Soll- und Ist-Werten der Kennzahlen.
   - Korrekturmaßnahmen: Entwicklung und Implementierung von Maßnahmen zur Korrektur identifizierter Abweichungen und zur Optimierung der Prozesse.
5. Regelmäßige Überprüfung und Anpassung
   - Kontinuierliche Verbesserung: Regelmäßige Überprüfung und Anpassung der Controlling-Prozesse und -Instrumente basierend auf neuen Erkenntnissen und technologischen Entwicklungen.
   - Feedback-Schleifen: Einrichtung von Feedback-Schleifen zwischen den Akteuren zur kontinuierlichen Verbesserung und Anpassung der Maßnahmen.

8.2 Akteurspezifische Aufgaben im Controlling-Prozess

Ein effektives Controlling im Bereich der Wärmeplanung erfordert die Zusammenarbeit verschiedener Akteure, die jeweils spezifische Aufgaben und Verantwortlichkeiten übernehmen. Der Erfolg dieses Prozesses hängt maßgeblich von einer präzisen Datenerhebung, kontinuierlichen Berichterstattung und der aktiven Beteiligung aller relevanten Stakeholder ab.

Die Kommunalverwaltung spielt eine zentrale Rolle bei der Koordination der Datenerhebung und -analyse sowie der Sicherstellung regelmäßiger Berichtszyklen. Lokale Energieversorger sind für die Bereitstellung technischer und wirtschaftlicher Daten verantwortlich, die eine fundierte Bewertung der Energieversorgungssysteme ermöglichen.

Auch Bürgerinnen und Bürger tragen durch Rückmeldungen zu den installierten Systemen und ihre Teilnahme an Umfragen zur Verbesserung des Controlling-Prozesses bei. Wohnungsbaugesellschaften und Immobilienentwickler liefern wichtige Informationen über Fortschritte bei Bau- und Sanierungsprojekten und kooperieren bei der Datenerhebung.

Handwerksbetriebe und Fachfirmen spielen eine essenzielle Rolle in der Qualitätssicherung, indem sie regelmäßige Wartungsberichte erstellen und auftretende Mängel melden. Durch die enge Zusammenarbeit dieser Akteure kann der Controlling-Prozess kontinuierlich optimiert und an neue Herausforderungen angepasst werden.

Hier nochmal die wichtigsten Punkte aufgelistet:

Kommunalverwaltung

- Leitung: Koordination der Datenerhebung und -analyse, Sicherstellung der Einhaltung der Berichtszyklen.
- Berichterstellung: Erstellung und Verteilung der regelmäßigen Berichte.

Lokale Energieversorger

- Datenbereitstellung: Bereitstellung von Daten zur Energieerzeugung und -verbrauch, Betriebskosten und Effizienz der Systeme.
- Technische Analysen: Durchführung technischer Analysen zur Identifikation von Optimierungspotenzialen.

Bürgerinnen und Bürger

- Rückmeldung: Bereitstellung von Rückmeldungen zu den installierten Systemen und deren Performance.
- Teilnahme an Umfragen: Teilnahme an regelmäßigen Umfragen zur Erhebung zusätzlicher Daten.

Wohnungsbaugesellschaften und Immobilienentwickler

- Berichtspflichten: Regelmäßige Berichterstattung über Fortschritte bei Neubauten und Sanierungsprojekten.
- Kooperation: Zusammenarbeit bei der Erhebung und Analyse von Daten.

Handwerksbetriebe und Fachfirmen

- Qualitätssicherung: Sicherstellung der Qualität der installierten Systeme durch regelmäßige Wartungsberichte und Rückmeldungen.
- Mängelreporting: Meldung von Installations- und Wartungsmängeln zur schnellen Behebung.

8.3 Maßnahmen zur Implementierung des Controlling-Konzepts

Die erfolgreiche Implementierung eines Controlling-Konzepts in der kommunalen Wärmeplanung erfordert gezielte Maßnahmen, die eine effektive Steuerung und Überwachung des Prozesses gewährleisten. Dazu zählen die Einrichtung spezialisierter Strukturen innerhalb der Kommunalverwaltung, die Qualifizierung der beteiligten Akteure sowie der Einsatz moderner Technologien. Durch die Durchführung von Pilotprojekten können Prozesse erprobt und optimiert werden, während etablierte Feedback-Mechanismen eine kontinuierliche Verbesserung sicherstellen. Diese Schritte sind essenziell, um die Wärmewende in der Stadt Overath nachhaltig und effizient voranzutreiben.

1. Einrichtung einer Controlling-Abteilung: Einrichtung einer spezialisierten Abteilung innerhalb der Kommunalverwaltung zur Steuerung und Überwachung des Controlling-Prozesses.
2. Schulung und Weiterbildung: Schulung der beteiligten Akteure in den Bereichen Datenerhebung, -analyse und Berichtserstellung.
3. Technologische Unterstützung: Einsatz moderner Technologien und Softwarelösungen zur Erhebung, Analyse und Visualisierung der Daten.
4. Pilotprojekte: Durchführung von Pilotprojekten zur Erprobung und Optimierung der Controlling-Prozesse.
5. Feedback-Mechanismen: Einrichtung von Feedback-Mechanismen zur kontinuierlichen Verbesserung und Anpassung der Maßnahmen.

Durch die Implementierung dieses Controlling-Konzepts kann die Stadt Overath sicherstellen, dass die Wärmewende nachhaltig und effizient voranschreitet. Regelmäßige Überprüfungen und Anpassungen gewährleisten die kontinuierliche Optimierung der Prozesse und die erfolgreiche Umsetzung der Wärmeplanung.

9 Beteiligung und Kommunikation

Im Rahmen der Wärmeplanung in der Stadt Overath wurden verschiedene Maßnahmen getroffen, um den Bürgern Informationen zur Verfügung zu stellen. Dies ist entscheidend, um Akzeptanz und Unterstützung für das Projekt zu gewährleisten. Im Folgenden werden die wesentlichen Maßnahmen und Aktivitäten im Bereich Beteiligung und Kommunikation beschrieben:

9.1 Einrichtung einer Projektwebseite

Zu Beginn des Projekts wurde eine Themenseite auf der Webseite eingerichtet: https://www.overath.de/kommunale-waermeplanung.aspx. Diese Webseite dient als zentrale Informationsplattform für alle Interessierten. Sie bietet umfassende Informationen über die Ziele, den Fortschritt und die einzelnen Schritte des Wärmeplanungsprojekts. Auf der Webseite werden regelmäßig Aktualisierungen, Berichte und relevante Dokumente veröffentlicht, um die Bürger stets auf dem neuesten Stand zu halten.

9.2 Kommunikation über E-Mail

Um den Dialog mit den Bürgern zu erleichtern und eine unkomplizierte Möglichkeit zur Klärung von Fragen zu bieten, wurde die E-Mail-Adresse waermeplanung@overath.de eingerichtet. Über diese E-Mail-Adresse konnten Bürger ihre Fragen und Anregungen direkt an das Projektteam richten.

9.3 Bürgerveranstaltung

9.3.1 1. Bürgerinformationsveranstaltung

Am 08.10.2024 hat die Stadt Overath zur Informationsveranstaltung "Kommunale Wärmeplanung in Overath" eingeladen. Interessierte Bürgerinnen und Bürger fanden sich im Bürgersaal des Kulturbahnhofs ein und hatten die Gelegenheit mehr zum Hintergrund der Kommunalen Wärmeplanung, zum Projektstand, zur Rolle der Stadt Overath und über Beispiele klimaneutraler Energieträger zu erfahren. Wir danken allen Anwesenden für die rege Beteiligung!

Ablauf:

1. Stadt Overath / Julian Lucas (Klimaschutzmanagement)
   - Kommunale Wärmeplanung (KWP) - Was ist das?
   - Welche Bedeutung hat die KWP für Overath?
   - Warum hat sich Overath für die Vorreiterrolle entschieden?
   - Ihre Meinung zählt!

2. BMU Energy Consulting / Dr. Björn Uhlemeyer (Geschäftsführung)
   - Fakten zur Kommunalen Wärmeplanung
   - Gesetzeslage
   - Projektaufbau, -struktur und Zeitplan

3. AggerEnergie GmbH / Christian Lorenz (Abteilung Technik, Teamleitung Projektplanung)
   - Bedeutung des Wärmesektors
   - Lösungsansätze für eine nachhaltige Wärmeversorgung

5. Offene Fragerunde

9.3.2 2. Bürgerinformationsveranstaltung

Die Stadt Overath hat am Mittwoch, den 12. März 2025, von 18:00 bis 20:00 Uhr die zweite Informationsveranstaltung zur Kommunalen Wärmeplanung im Bürgerhaus abgehalten. Dabei stellte das stadteigene Klimaschutzmanagement gemeinsam mit dem Fachbüro BMU Energy Consulting den aktuellen Stand der Wärmeplanung vor. Anschließend hatten die Bürgerinnen und Bürger die Möglichkeit, sich auf einem „Markt der Möglichkeiten" bei verschiedenen Ausstellern über energetische Gebäudesanierung und klimafreundliche Heizsysteme zu informieren.

10 Literaturverzeichnis

[1] Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz - WPG). 2024.

[2] Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden. 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://www.gesetze-im-internet.de/geg/GEG.pdf

[3] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), „GEG 2024". [Online]. Verfügbar unter: https://www.gebaeudeforum.de/ordnungsrecht/geg/geg-2024/

[4] AG Energiebilanzen e.V., „Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland - Daten für die Jahre von 1990 bis 2023". 30. November 2023. [Online]. Verfügbar unter: https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2023/11/awt_2023_d.pdf

[5] Institut Wohnen und Umwelt (IWU), „Deutsche Wohngebäudetypologie - Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden". 10. Februar 2015. [Online]. Verfügbar unter: https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/episcope/2015_IWU_LogaEtAl_Deutsche-Wohngeb%C3%A4udetypologie.pdf

[6] IBS Ingenieurbüro für Haustechnik Schreiner, „Energetische, thermodynamische und bauphysikalische Begriffe und Zusammenhänge". [Online]. Verfügbar unter: http://energieberatung.ibs-hlk.de/eb_begr.htm

[7] Institut Wohnen und Umwelt (IWU), „Datenbasis Gebäudebestand", Dez. 2010. [Online]. Verfügbar unter: https://datenbasis.iwu.de/dl/Endbericht_Datenbasis.pdf

[8] „BHKW – vier Buchstaben für mehr Effizienz - SHK Profi". Zugegriffen: 29. Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.shk-profi.de/artikel/shk_BHKW_vier_Buchstaben_fuer_mehr_Effizienz-3530375.html

[9] Guidhouse, „Ausblick auf potenziell die MEPS erfüllende Maßnahmen für Einfamilienhäuser in Deutschland". 24. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: https://deneff.org/wp-content/uploads/2023/09/20230829_Abschlusspraesentation_Guidehouse_MEPS_EFH.pdf

[10] Institut Wohnen und Umwelt (IWU), „Energieeinsparung durch Verbesserung des Wärmeschutzes und Modernisierung der Heizungsanlage für 31 Musterhäuser der Gebäudetypologie". 22. Januar 2003. [Online]. Verfügbar unter: https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/2003_IWU_BornEtAl_Energieeinsparung-für-31-Musterhäuser-der-Gebäudetypologie.pdf

[11] Vaillant, „Vorlauftemperatur: Fußbodenheizung & Heizanlage richtig einstellen". Zugegriffen: 24. Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: http://www.vaillant.de/heizung/heizung-verstehen/tipps-rund-um-ihre-heizung/vorlauf-rucklauftemperatur/

[12] Umweltbundesamtes, „Wohnen und Sanieren", 2019. [Online]. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-05-23_cc_22-2019_wohnenundsanieren_hintergrundbericht.pdf

[13] „Kommunale Wärmeplanung Einführung in den Technikkatalog", 2023. [Online]. Verfügbar unter: https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Energie/Kommunale-Waermeplanung-Einfuehrung-in-den-Technikkatalog.pdf

[14] D. Brumme, „BEG EM: Heizungstausch 2024 – Förderung auf einen Blick", 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://blog.paradigma.de/beg-em-heizungstausch-2024-foerderung-auf-einen-blick/

[15] H. Cischinski und N. Diefenbach, „Datenerhebung Wohngebäudebestand 2016“, Institut Wohnen und Umwelt (IWU), Apr. 2018. [Online]. Verfügbar unter: https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/2018_IWU_CischinskyEtDiefenbach_Datenerhebung-Wohngebäudebestand-2016.pdf
[16] Geofabrik, „OpenStreetMap Data Extracts“. [Online]. Verfügbar unter: https://download.geofabrik.de/
[17] Statistisches Bundesamt, „Zensus 2022“. 15. Mai 2022. [Online]. Verfügbar unter: https://www.zensus2022.de/DE/Ergebnisse-des-Zensus/_inhalt.html
[18] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), „Daten kommunale Wärmeplanung“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/umwelt_klima/klima/kwp/
[19] Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Digitalisierung des Landes Nordrhein-Westfalen, „ALKIS Flurstücke - Flächen“. [Online]. Verfügbar unter: https://open.nrw/dataset/alkis-flurstucke-flachen-bi
[20] Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V, „Spezifischer Wärmebedarf von Gebäuden nach Baujahr“. [Online]. Verfügbar unter: https://asue.de/enev/grafiken/spezifischer_waermebedarf_von_gebaeuden_nach_baujahr
[21] M. Peters, S. Steidle, und H. Böhnsich, „Kommunale Wärmeplanung - Handlungsleitfaden“, Stuttgart, Dez. 2020.
[22] Behörde für Umwelt und Energie, „Wärmekataster Handbuch“, Hamburg, 2019.
[23] Statistisches Bundesamt, „Stromerzeugung 2023: 56 % aus erneuerbaren Energieträgern“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2024/03/PD24_087_43312.html
[24] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, „Wärmestudie NRW“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.energieatlas.nrw.de/site/waermestudienrw_ergebnisse
[25] LANUV, „Solarkataster NRW“. Zugegriffen: 1. September 2022. [Online]. Verfügbar unter: https://www.energieatlas.nrw.de/site/karte_solarkataster
[26] Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr NRW, „ELWAS-WEB“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.elwasweb.nrw.de/elwas-web/help/index.xhtml?anchor=_pegel&page=#
[27] Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen, „Geothermie in NRW – Standortcheck“.
[28] S. Kippelt, „Dezentrale Flexibilitätsoptionen und ihr Beitrag zum Ausgleich der fluktuierenden Stromerzeugung Erneuerbarer Energien“, TU Dortmund.

11 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Methode der Untersuchung und Datenhaltung 11
Abbildung 2: Energiesparrecht in Deutschland – Historischer Überblick [3] 15
Abbildung 3: Energiebedarf in Deutschland in den Sektoren Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen, Verkehr und Industrie aufgeteilt nach Energieträgern und Verwendung [4] 22
Abbildung 4: Trinkwassererhitzung nach Gebäudetyp [7] 25
Abbildung 5: Jahresdauerlinie aufgeteilt nach Raumwärme und Trinkwarmwasser [8] 26
Abbildung 6: Jahresdauerlinie aufgeteilt nach Grundlast und Spitzenlast[8] 26
Abbildung 7: Mögliche Ausführungen der wesentlichen Bauteile von Gebäuden hinsichtlich der Dämmung [10] 29
Abbildung 8: Temperaturklassen und Heizkörper [11] 29
Abbildung 9: Beispielhafte Heizkurven verschiedener Heizsysteme [11] 30
Abbildung 10: Art der Wärmedämmung im Überblick und nach Wandtypen [7] 31
Abbildung 11: Verglasungsarten nach Fensterbaujahr in Deutschland [7] 32
Abbildung 12: Sanierungsrate und -zyklus [12] 33
Abbildung 13: Prozentualer Anteil der gedämmten Flächen von Außenwänden, Fußböden, Kellerdecken und Dächern in verschiedenen Wohngebäudetypen, unterteilt nach Baujahren (Stand 2010) [7] 34
Abbildung 14: Nachträglich gedämmte Bauteilfläche von Außenwänden, Fußböden/Kellerdecken und Dächern (Stand 2010) [6] 34
Abbildung 15: EE-Technologien zur Wärmeerzeugung 35
Abbildung 16: Typische Wärme-Jahresdauerlinie von Haushalten für ein Hybridsystem [8] 44
Abbildung 17: Preisentwicklung der Energieträger [13] 47
Abbildung 18: BEG Förderung [14] 48
Abbildung 19: Flächennutzung der Stadt Overath 53
Abbildung 20: Dominierender Gebäudetyp auf Baublockebene 54
Abbildung 21: Anzahl der Gebäude je Baujahresklasse 55
Abbildung 22: Dominierende Baujahresklasse auf Baublockebene 55
Abbildung 23: Anzahl der Gebäude nach spezifischem Wärmebedarf 56
Abbildung 24: Lage des Erdgasnetzes auf Baublockebene 57
Abbildung 25: Jährlicher Wärmebedarf (alle Sektoren) in GWh 58
Abbildung 26: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Haushalte) in GWh 59
Abbildung 27: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Kommune) in GWh 59
Abbildung 28: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor GHD) in GWh 60
Abbildung 29: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Industrie) in GWh 60
Abbildung 30: Anteil von Erdgas am Wärmebedarf auf Baublockebene 61
Abbildung 31: Anteil von Heizöl am Wärmebedarf auf Baublockebene 62
Abbildung 32: Anteil von Wärmenetzen am Wärmebedarf auf Baublockebene 63
Abbildung 33: Anteil von Strom am Wärmebedarf auf Baublockebene 63
Abbildung 34: Anteil von Biomasse am Wärmebedarf auf Baublockebene 64
Abbildung 35: Anteil von sonstigen Energieträgern am Wärmebedarf auf Baublockebene 64
Abbildung 36: Dominierender Energieträger (bezogen auf Wärmebedarf) auf Baublockebene 65
Abbildung 37: Anzahl Gebäude nach Energieträger 66

Abbildung 38: Anzahl der Gebäude mit Erdgas zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene 67
Abbildung 39: Anzahl der Gebäude mit Heizöl zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene 67
Abbildung 40: Anzahl der Gebäude mit Wärmenetzanschluss zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene 68
Abbildung 41: Anzahl der Gebäude mit Strom zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene 69
Abbildung 42: Anzahl der Gebäude mit Biomasse zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene 69
Abbildung 43: Anzahl der Gebäude mit sonstigem Energieträger zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene 70
Abbildung 44: Wärmeflächendichte auf Baublockebene 71
Abbildung 45: Wärmeliniendichte auf Straßenzugebene 72
Abbildung 46: Lokalisation von Großverbrauchern auf Baublockebene 72
Abbildung 47: Anteil Erneuerbarer Energien am Wärmebedarf in Abhängigkeit des Energieträgers 73
Abbildung 48: Jährliche Treibhausgasemissionen (alle Sektoren) in Tsd. T 74
Abbildung 49: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Haushalte) in Tsd. t 74
Abbildung 50: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Kommune) in Tsd. T 75
Abbildung 51: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor GHD) in Tsd. t 75
Abbildung 52: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Industrie) in Tsd. t 76
Abbildung 53: Potentiale erneuerbarer Wärmeerzeugung Overath aus der Potentialstudie zur zukünftigen Wärmeversorgung in NRW [24] 78
Abbildung 54: Potenziale für Freiflächen Anlagen der Stadt Overath [25] 80
Abbildung 55: Kläranlagen und Abwassergebiete in Overath 81
Abbildung 56: Trockenwetterabflüsse in Overath 82
Abbildung 57: Übersicht der Flüsse, Kläranlagen und Messstationen [26] 84
Abbildung 58: Durchschnittlicher monatlicher Durchfluss der Agger (basierend auf Messdaten 2015–2023) [26] 85
Abbildung 59: Oberflächennahe Geothermie: Ausschlussgebiete und Wärmeleitfähigkeit des Bodens [27] 87
Abbildung 60: Entwicklung des Wärmebedarfs 92
Abbildung 61: Mögliche Energieeinsparung bei maximaler Sanierung pro Baublock 92
Abbildung 62: Übersicht der Potenziale 94
Abbildung 63: Lösungsraum der Wärmetechnologien 97
Abbildung 64: Wärmepumpeneignungsidentifikation 98
Abbildung 65: Eignung von Gebäuden für Wärmepumpen und Hybridwärmepumpen 99
Abbildung 66: Eignungswahrscheinlichkeit von Gebäuden für Luft-Wasser-Wärmepumpen basierend auf dem Wärmebedarf im Status quo 100
Abbildung 67: Faktoren zur Bestimmung der Wärmenetzeignung 101
Abbildung 68: Wärmenetzeignungswahrscheinlichkeit auf Baublockebene 102
Abbildung 69: Wärmenetz- und Wärmepumpeneignung 103

Abbildung 70: Anteil der Gebäude ohne Wärmenetzeignung und Wärmepumpeneignung auf Baublockebene 103
Abbildung 71: Wärmeversorgungsgebiete für das Zielszenario im Jahr 2045 104
Abbildung 72: Entwicklung Wärmebedarf nach Energieträger 105
Abbildung 73: Treibhausgasemissionen des Wärmebedarfs 106
Abbildung 74: Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung 107
Abbildung 75: Anzahl und Anteil der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz 108
Abbildung 76: Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträgern und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der gasförmigen Energieträger 109
Abbildung 77: Gebäude mit Anschluss ans Gasnetz und Anteil im beplanten Gebiet 110
Abbildung 78: Wärmenetzprüfgebiete 111
Abbildung 79: Wärmenetz-Prüfgebiet Stadtkern Overath mit Ausbaustufen und Potenzialflächen für Wärmeerzeugung 113
Abbildung 80: Wärmenetz-Prüfgebiet Vilkerath mit Ausbaustufen und Potenzialflächen für Wärmeerzeugung 114
Abbildung 81: Wärmenetz-Prüfgebiet Untereschbach mit Ausbaustufen und Potenzialflächen für Wärmeerzeugung 115
Abbildung 82: Elektrische Leistung der Wärmepumpen im Stützjahr 2045 auf Baublockebene 117

12 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Charakterisierung der Wohngebäude nach Baujahresklassen nach IWU [5] 23
Tabelle 2: Typische Heizwärmebedarfe von Wohngebäuden [6] 24
Tabelle 3: Heizlastdichte in W/m² für unterschiedliche Baujahre und Gebäudetypen [6] 25
Tabelle 4: Datengrundlage für die Bestandsanalyse 52
Tabelle 5: Rahmenbedingungen für die Berechnung des Potenzials aus Agger und Sülz 85
Tabelle 6: Betrachtete Sanierungsklassen 91
Tabelle 7: Aufgaben der Akteure 122