

Projektabschlussbericht (Entwurfsfassung)

Kommunale **Wärmeplanung** der Stadt Wermelskirchen.

Impressum

Kommunale Wärmeplanung Stadt Wermelskirchen

Auftraggeber: Stadt Wermelskirchen, Telegrafenstraße 29-33, 42929 Wermelskirchen

Durchgeführt durch die BEW Bergische Energie- und Wasser-GmbH und die BMU Energy Consulting GmbH (Unterauftragnehmer)

Autoren:

Dr.-Ing. Christian Möller (BMU Energy Consulting GmbH)

Dr.-Ing. Tobias Müller (BMU Energy Consulting GmbH)

Jöran Schirmer (BMU Energy Consulting GmbH)

Christopher Kanski (BEW Bergische Energie- und Wasser-GmbH)

Volker Blechmann (BEW Bergische Energie- und Wasser-GmbH)

Andreas Groll (BEW Bergische Energie- und Wasser-GmbH)

Anschrift BEW Bergische Energie- und Wasser-GmbH:

BEW Bergische Energie- und Wasser-GmbH

Sonnenweg 30, 51688 Wermelskirchen

E-Mail: info@bergische-energie.de

Webseite: https://www.bergische-energie.de/

Anschrift BMU Energy Consulting GmbH:

BMU Energy Consulting GmbH

Lise-Meitner-Straße 1-13, 42119 Wuppertal

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

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

Datum:

Oktober 2026

Titelbild-Bildnachweis:

Stadt Wermelskirchen

Gender-Hinweis:

Zur besseren Lesbarkeit wird in diesem Bericht in Teilen das generische Maskulinum verwendet. Die in dieser Arbeit verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich auf alle Geschlechter.

Inhalt

Impressum 2
Inhalt 3
Kurzfassung 5
Abkürzungsverzeichnis 8
1 Einleitung 10
2 Grundlagen der kommunalen Wärmeplanung 11
2.1 Projektablauf 11
2.2 Verbindlichkeit der kommunalen Wärmeplanung 11
2.3 Was kann von der kommunalen Wärmeplanung erwartet werden? 12
2.4 Gesetzliche Anforderungen 12
2.5 Detaillierte Analyse des Wärmbedarfes 16
2.6 Wärmebedarfsreduktion durch Sanierung 21
2.7 Technologien zur klimaneutralen Wärmeerzeugung 28
2.8 Wärmenetze 36
3 Bestandsanalyse 38
3.1 Datengrundlage 38
3.2 Vorprüfung 38
3.3 Gebäudebestand und Netzinfrastrukturen 39
3.4 Wärmebedarf nach Energieträgern und Sektoren 45
3.5 Anzahl versorgter Gebäude 53
3.6 Altersstruktur der Heizungen 58
3.7 Wärmebedarfsdichte und Großverbraucher 61
3.8 Anteil der erneuerbaren Energien 63
3.9 Treibhausgasemissionen nach Energieträgern und Sektoren 65
3.10 Kurzzusammenfassung der Bestandsanalyse 67
4 Potenzialanalyse 68
4.1 Potenzialstudie zur zukünftigen Wärmeversorgung 68
4.2 Schutzgebiete 70
4.3 Solare Potenziale 72
4.4 Gewässer 75
4.5 Abwasser aus Kanälen und Kläranlagen 78
4.6 Geothermie 81
4.7 Industrielle Abwärme 84
4.8 Biomasse 86

4.9 Luft-Wasser-Wärmepumpen 87
4.10 Kurzzusammenfassung der Potenzialanalyse 88
5 Entwicklung des Zielszenarios 90
5.1 Allgemeines 90
5.2 Grundlagen 90
5.3 Auswirkungen von Sanierung 92
5.4 Eignung der Gebäude für Wärmeversorgungstechnologien 95
5.5 Wirtschaftlichkeitsrechnung für Wärmenetze 103
5.6 Zielszenario 107
6 Umsetzungsstrategie mit Maßnahmen 119
6.1 Gesamtübersicht über Maßnahmen 119
6.2 Prioritäre Maßnahmen 120
6.3 Weitere Maßnahmen 128
7 Partizipations- und Kommunikationsstrategie 134
7.1 Einrichtung einer Projektwebseite 134
7.2 Kommunikation über E-Mail 134
7.3 Bürgerveranstaltungen 134
7.4 Stakeholder-Veranstaltungen 135
8 Verstetigungsstrategie 136
8.1 Akteure der Verstetigung 138
8.2 Organisation der Verstetigungsstrategie in Arbeitsgruppen 139
9 Controlling-Konzept 142
9.1 Aufgaben der Akteure im Controlling-Prozess 143
9.2 Kennzahlen für das Controlling 144
Literaturverzeichnis 146
Abbildungsverzeichnis 149
Tabellenverzeichnis 152

Kurzfassung

Die Stadt Wermelskirchen hat auf Basis der Bundesgesetzgebung, konkret des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) und des nordrhein-westfälischen Landeswärmeplanungsgesetzes (LWPG), eine kommunale Wärmeplanung erarbeiten lassen. Sie dient als Planungsgrundlage für die Stadt Wermelskirchen zur Transformation des Wärmesektors. Das zentrale Ziel ist eine Strategie, die bis zum Jahr 2045 eine vollständig CO_2-neutrale Wärmeversorgung für das Stadtgebiet mit seinen rund 35.000 Einwohnern ermöglicht.

Ausgangssituation

Von den etablierten öl- und gasbasierten Heizungen hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung zu gelangen, stellt eine große Herausforderung dar. Der Gesamtwärmebedarf der Stadt beträgt rund 357 GWh pro Jahr, wovon 89 % durch fossile Energieträger, überwiegend Erdgas (64 %) und Heizöl (23 %), gedeckt werden. Erneuerbare Energien machen bislang nur rund 10 % aus. Die daraus resultierenden jährlichen Treibhausgasemissionen liegen bei ca. 87 Tsd. Tonnen CO_2-Äquivalenten. Das Erdgasnetz der BEW Bergische Energie- und Wasser-GmbH versorgt dabei 67 % aller beheizten Gebäude, während vor allem im ländlichen Umland Heizöl dominiert. Wärmenetze gibt es in Wermelskirchen nicht.

Um eine klimaneutrale Wärmeversorgung aufzubauen, sind die Optionen grundsätzlich begrenzt. Insbesondere elektrische Wärmepumpen (Luft-Wasser oder Sole-Wasser) und klimaneutrale Wärmenetze sind zukünftig die vielversprechendsten Versorgungsarten in Deutschland. Biomasse (z.B. Pellet oder biogenes Flüssiggas) kann hierbei als weitere Ergänzung dienen, muss jedoch ressourcenschonend und ressourcendeckend eingeplant werden.

Technologie-Eignungen und Potenziale der erneuerbaren Energien

Aufgrund der weitestgehend geringen Siedlungsdichte stellen die Platzverfügbarkeit für Außengeräte und deren Schallemissionen bei Luft-Wasser-Wärmepumpen in Wermelskirchen keine nennenswerte Restriktion dar. Knapp 96 % der Gebäude sind aus Sicht der Schallemissionen und der Platzverfügbarkeit für Luft-Wasser-Wärmepumpen geeignet. Zudem sind 52 % der Wermelskirchener Gebäude für Sole-Wasser-Wärmepumpen geeignet, wobei die Einschränkungen u. a. von den vorhandenen Wasserschutzgebieten herrühren.

Für einen wirtschaftlichen Betrieb eines zu bauenden Wärmenetzes ist eine entsprechend hohe Wärmebedarfsdichte notwendig. Gemäß des Wärmeabsatzes sind insbesondere die Innenstadt von Wermelskirchen sowie das Gewerbegebiete Elbringhausen für Wärmenetze geeignet und dementsprechend als Eignungsgebiete ausgewiesen. Auf Seiten der Wärmequellen muss in Wermelskirchen in erster Linie auf Freiflächen-Potenziale zurückgegriffen werden, auf denen zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen, Erdsonden oder Solarthermieanlagen errichtet werden können.

Wasserstoff soll in Deutschland aus volkswirtschaftlicher Sicht insbesondere im Industrie- und Mobilitätsektor eingesetzt werden, weshalb die Nutzung im Wärmesektor nur bei begünstigten lokalen Faktoren vorgesehen ist. Die Stadt Wermelskirchen liegt nach aktuellem Stand zwar in der Nähe des Wasserstoffkernnetzes, weist jedoch aufgrund von geringem Prozesswärmebedarf keine hohe Nachfrage für Wasserstoff aus der Industrie auf. Nichtsdestotrotz kommen einige Industrieunternehmen

als potenzielle Abnehmer in Frage, sodass die entsprechenden Gebiete mit einer mittleren Eignungswahrscheinlichkeit versehen sind.

Zielszenario 2045

Auf Basis der Erkenntnisse aus Bestands- und Potenzialanalyse sowie der Identifikation der Eignungsgebiete für dezentrale Wärmepumpen und klimaneutrale Wärmenetze wurde ein Zielszenario für die Transformation des Wärmesektors aufgestellt. Das Szenario berücksichtigt den Neubau von einem Wärmenetz in der Innenstadt von Wermelskirchen, dessen Versorgung über eine zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpe sichergestellt werden kann. Im Zieljahr 2045 macht dieses Wärmenetz dann 5 % des Wärmebedarfs in Wermelskirchen aus. Das Gewerbegebiet Elbringhausen ist zudem als Prüfgebiet definiert, da dort sowohl eine dezentrale Versorgung als auch eine zentrale Versorgung über ein Wärmenetz oder ein Biogasnetz möglich erscheint. Der Großteil der zukünftigen Wärmeversorgung wird jedoch über dezentrale Stromheizungen (insb. Luft-Wasser-Wärmepumpen) bereitgestellt werden müssen. 76 % des Wärmebedarfs, jedoch 96 % der Gebäude, entfallen auf die strombasierten Heizungen. Eine wesentliche Herausforderung des Szenarios liegt somit in der Auswirkung auf die Stromnetze durch die Zusatzlast der Wärmepumpen. Auch Biomasse wird in flüssiger und fester Form mit 19 % des Wärmebedarfs eine wichtige Teillösung darstellen.

Neben dem Wechsel auf eine klimaneutrale Heizung spielt auch die Wärmebedarfsreduktion durch Sanierungs- und Effizienzmaßnahmen eine wichtige Rolle in der Dekarbonisierung des Wärmesektors. Für Wermelskirchen konnte ein wirtschaftliches Sanierungspotenzial von ca. 11 % bezogen auf den Wärmebedarf identifiziert werden. Im Zieljahr 2045 werden entsprechend 100 % des Wärmebedarfs durch erneuerbare Energien gedeckt; verbleibende Treibhausgasemissionen von ca. 9 Tsd. Tonnen sind auf Vorketten zurückzuführen, welche außerhalb der kommunalen Wärmeplanung liegen.

Umsetzungsstrategie und Maßnahmen

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden sechs prioritäre Maßnahmen identifiziert, welche die Transformation des Wermelskirchener Wärmesektors in Richtung der Klimaneutralität in die Realität umsetzen sollen. Dazu gehören Machbarkeitsstudien für ein Wärmenetz in der Wermelskirchener Innenstadt und ggf. für die Möglichkeiten einer zentralen Versorgung im Gewerbegebiet Elbringhausen, die sowohl von der Stadt als auch einem potenziellen Wärmenetzbetreiber durchgeführt werden können. Ergänzt wird die Kategorie Netze und Infrastruktur durch eine Stromnetzplanung, mit der die BEW Bergische Energie- und Wasser-GmbH bereits begonnen hat, und eine Gasnetzstrategie, welche sich ebenso bereits in Vorbereitung befindet. Auf Seiten der Stadt sollte eine Klimaschutzstelle etabliert werden, um u. a. die Umsetzung der Maßnahmen zu koordinieren, sowie weiterhin Informationsveranstaltungen und die digitale Information zur Wärmewende für Bürgerschaft und Stakeholder vorangetrieben werden.

Hinzu kommen weitere Maßnahmen, bei denen die Verantwortlichkeit in erster Linie bei der Stadt liegt. Dazu gehören die begleitende Kommunikation der Machbarkeitsstudie für eine Biogasanlage in Wipperfürth, die Integration des Wärmeplans in die Bauleitplanung, die Aktualisierung der kommunalen Wärmeplanung sowie insbesondere die Entwicklung und Umsetzung einer Gesamtstrategie zur Dekarbonisierung kommunaler Liegenschaften. Auch hinsichtlich der Öffentlichkeitsarbeit bzw. Unterstützung der Bürgerschaft sind mit der Erstellung einer Übersicht der zur Verfügung stehenden Beratungsangebote im Bereich energetische Gebäudesanierung (inkl. Förderung und Ausweitung

des Angebots), der Gründung einer Arbeitsgruppe bzw. eines regulären Stakeholderaustausches zur Wärmewende, der Fortführung des Austauschs mit Nachbarkommunen, der Sanierungsberatung in Quartieren mit besonderem Sanierungsbedarf sowie Aktionen und Angeboten durch lokalen Energieversorger (und/oder Handwerk) für Heizungen eine Vielzahl an weiteren Maßnahmen zur Transformation des Wärmesektors angedacht.

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEHG	Brennstoffemissionshandelsgesetz
BEW	Bergische Energie- und Wasser-GmbH
BHKW	Blockheizkraftwerk
CH4	Methan
CO_2	Kohlendioxid
CO2KostAufG	Kohlendioxidkostenaufteilungsgesetz
COP	Coefficient of Performance
DDR	Deutsche Demokratische Republik
DN	Diameter Nominal (Nennweite)
EE	Erneuerbare Energien
EEWärmeG	Erneuerbare Energien-Wärmegesetz
EFH	Einfamilienhaus
EnEV	Energiesparverordnung
EnEG	Energieeinspargesetz
EPBD	EU-Gebäuderichtlinie
EPS	Polystyrol
EU	Europäische Union
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FFH	Flora-Fauna-Habitat
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe-Handel-Dienstleistungen
GIS	Geoinformationssystem
GMFH	Großes Mehrfamilienhaus
GModG	Gebäudemodernisierungsgesetz
GWh/a	Gigawattstunden pro Jahr
IWU	Institut Wohnen und Umwelt
JAZ	Jahresarbeitszahl
K	Kelvin
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
km	Kilometer
km^2	Quadratkilometer
kVA	KiloVoltAmpere
kW	Kilowatt
kWh/m	Kilowattstunden pro Meter
kWh/(m^2*a)	Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KSG	Klimaschutzgesetz
LANUK	Landesamt für Natur- Umwelt und Klima NRW
LG	Landschaftsgesetz
l/s	Liter pro Sekunde
m	Meter
m^3	Kubikmeter

MFH	Mehrfamilienhaus
MNQ	Niedrigwasserabfluss
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunden
MWh/ha	Megawattstunden pro Hektar
NKI	Nationale Klimaschutzinitiative
NRW	Nordrhein-Westfalen
NWG	Nichtwohngebäude
PUR	Polyurethan
PV	Photovoltaik
PVT	Photovoltaik-Thermisch
RH	Reihenhaus
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
THG	Treibhausgas
Tsd. t	Tausend Tonnen
Vbh	Vollbenutzungsstunden
WE	Wohneinheit
WPG	Wärmeplanungsgesetz
WSchV	Wärmeschutzverordnung
W/(m*K)	Watt pro Meter und Kelvin
°C	Grad Celsius

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 Landeswärmeplanungsgesetz (LWPG) Ende 2024 umgesetzt.[2]

Grundlegende Aufgabenstellung ist die Entwicklung einer Strategie für die langfristig CO_2-neutrale Wärmeversorgung des Gebietes der Kommune bis zum Jahr 2045. Der kommunale Wärmeplan zeigt dafür den Status quo der Wärmeversorgung sowie verschiedenste Perspektiven der klimaneutralen Wärmeversorgung auf. Über Zwischenstände der Jahre 2030, 2035 und 2040 ist daraus das klimaneutrale Zielszenario für das Jahr 2045 zu entwickeln.

Für die Umstellung der Erzeugung von Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme aus fossilen auf erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme 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 Wärme und Kälte in Deutschland (Stand 2023) aktuell lediglich ca. 19 % [1]. Von diesen 19 % (205 Terawattstunden) entfallen über 80 % auf Biomasse (fest, flüssig und gasförmig) [1].

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.[3] Neben der flächendeckenden Umstellung der dezentralen Wärmeversorgung der Gebäude auf erneuerbare Energien gilt es, die leitungsgebundene Wärmeversorgung über Wärmenetze weiter auszubauen und zu beschleunigen. Wärmenetze sollen gemäß den Vorgaben des WPG bis spätestens 2045 vollständig auf erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme umgestellt werden, um eine effiziente und treibhausgasneutrale Wärmeversorgung zu erreichen.

Die relevanten Weichenstellungen für eine erfolgreiche Wärmewende werden nicht nur auf Bundes- und Landesebene, sondern auch auf lokaler Ebene getroffen. Daher entscheiden die langfristigen und strategischen Entscheidungen darüber, wie die Wärmeversorgung organisiert und in Richtung Treibhausgasneutralität transformiert wird. Gemeinsam mit den Bürgerinnen und Bürgern, Unternehmen und Energieversorgern müssen weitere Planungsprozesse vorbereitet, diskutiert, beschlossen und anschließend umgesetzt werden.

[1] Der Bericht bezieht sich auf das Wärmeplanungsgesetz mit dem Stand 04.03.2025.

[2] Der Bericht bezieht sich auf das Landeswärmeplanungsgesetz mit dem Stand 04.03.2025

[3] Der Bericht bezieht sich auf das Bundes-Klimaschutzgesetz mit dem Stand 04.03.2025

2 Grundlagen der kommunalen Wärmeplanung

2.1 Projektablauf

Der inhaltliche Projektablauf der kommunalen Wärmeplanung gliedert sich in vier Hauptphasen: Bestandsanalyse, Potenzialanalyse, Szenarienentwicklung (inkl. Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete) und die Ableitung von entsprechenden Maßnahmen. In der Bestandsanalyse wird die aktuelle Wärmeversorgung der Kommune analysiert. Dies beinhaltet beispielsweise die Erhebung des aktuellen Wärmebedarfs, der verwendeten Energieträger und der verursachten Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen). In der zweiten Phase, der Potenzialanalyse, werden die Potenziale zur Effizienzsteigerung identifiziert und bewertet sowie die Möglichkeiten zur Nutzung erneuerbarer Wärmequellen und Abwärme analysiert. In der dritten Phase, der Szenarienentwicklung, werden konkrete Szenarien und Pfade zur Erreichung der Klimaneutralität im Wärmesektor aufgezeigt. Die vierte und letzte Phase ist die Definition von geplanten Maßnahmen zur Erreichung dieser Ziele, welche zu einer Umsetzungsstrategie zusammengeführt werden.

2.2 Verbindlichkeit der kommunalen Wärmeplanung

Im Folgenden wird kurz auf die Verbindlichkeit, die zum Zeitpunkt der Erstellung der Studie gilt, eingegangen. Diese ergibt sich aus dem Wärmeplanungsgesetz. Nachfolgend sind wesentliche Auszüge zitiert:

Definition der Wärmeplanung

§ 3 Begriffsbestimmungen

„[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"*

§ 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 von der kommunalen Wärmeplanung erwartet werden?

Die kommunale Wärmeplanung stellt, wie im vorherigen Abschnitt dargelegt, eine unverbindliche Planung für die Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung dar. Auch wenn die Wärmeplanung zunächst ein strategisches Planungsinstrument der Kommune ist, ergeben sich daraus wichtige Informationen und Orientierungsmöglichkeiten für Bürgerinnen und Bürger, die im Folgenden aufgelistet sind:

1) Gewissheit: Eine finale Entscheidung, ob Wärmenetze gebaut werden, liegt nach der kommunalen Wärmeplanung noch nicht vor. Es wird lediglich empfohlen in Wärmenetzeignungsgebieten weiterführende Machbarkeitsstudien durchzuführen. Diese werden dann weiterführende Erkenntnisse über die Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit liefern, wodurch danach unter zusätzlichem Einbezug der Bereitschaft der anzuschließenden Kunden eine Entscheidung über den Bau des Wärmenetzes gefällt werden wird. Gleichzeitig werden jedoch ebenso Gebiete in der kommunalen Wärmeplanung erarbeitet, welche mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit zukünftig nicht an ein Wärmenetz angeschlossen werden.
2) Heizungsentscheidung: Falls ein Heizungswechsel in einem Gebäude bevorsteht, kann die kommunale Wärmeplanung zur ersten Meinungsbildung beitragen, aber keinen abschließenden Rat geben. Dahingehend ist zu empfehlen, Kontakt zu zertifizierten Energieberatern aufzunehmen. Die kommunale Wärmeplanung ergibt jedoch erste Tendenzen, die bei der Wechselentscheidung berücksichtigt werden können:
    a. Wenn das Gebäude in einem Wärmenetzeignungsgebiet liegt und
        i. Die Heizung kurzfristig noch nicht ausgetauscht werden muss, können zunächst die weiteren Machbarkeitsstudien abgewartet werden.
        ii. Die Heizung kurzfristig ausgetauscht werden muss, sollten Alternativen für eine temporäre oder finale Lösung gesucht werden.
    b. Wenn das Gebäude nicht in einem Wärmenetzeignungsgebiet liegt, sind dezentrale Alternativen wie Wärmepumpen, Biomasseanlagen oder Hybridheizungen eine sinnvolle Heizungslösung. Je älter die Heizung ist, insbesondere wenn sie mehr als 20 Jahre alt ist, steht vermutlich zeitnah ein potenzieller Heizungswechsel an.

2.4 Gesetzliche Anforderungen

2.4.1 Gebäudeenergiegesetz - GEG und Gebäudemodernisierungsgesetz - GModG

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) spielte jahrelang eine zentrale Rolle in der kommunalen Wärmeplanung. Es bildete die gesetzliche Grundlage und definierte die energetischen Standards und Anforderungen, die bei der Planung und Umsetzung von Wärmeversorgungssystemen auf kommunaler

Ebene zu beachten sind. Im Laufe dieses kommunalen Wärmeplanungsprojekts wurde mit der Reformierung des GEG begonnen, welches durch das Gebäudemodernisierungsgesetz (GModG) abgelöst werden soll. Im Februar 2026 wurden erste Eckpunkte für diesen Reformierungsprozess vorgestellt. Ein wichtiger Kernpunkt soll hierbei die Erlaubnis zum Einbau neuer Gas- und Ölheizungen über das Jahr 2028 hinaus darstellen. Verknüpft werden soll dies mit einer steigenden Beimischungsquote von biogenen Energieträgern. Im Mai 2026 wurde der Gesetzentwurf vom Bundeskabinett beschlossen, im Juli 2026 folgten dann die Beschlüsse in Bundestag- und Bundesrat. Zum Zeitpunkt der Anfertigung dieses Abschlussberichts ist jedoch das Gesetzgebungsverfahren noch nicht vollständig abgeschlossen.

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.

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 %.
- GModG 2026: Ablösung des GEG mit Abschaffung der Nutzungspflicht erneuerbarer Energien auf 65 % und Etablierung von Beimischungsquoten biogener Brennstoff

2.4.2 Wärmeplanungsgesetz - WPG

Das WPG ist die gesetzliche Grundlage in Deutschland, die die kommunale Wärmeplanung regelt. Ziel des Gesetzes ist es, bis spätestens 2045 eine kosteneffiziente, nachhaltige, sparsame, bezahlbare, resiliente und treibhausgasneutrale Wärmeversorgung zu erreichen und Endenergieeinsparungen zu erzielen. Ähnlich zum GEG und GModG befindet sich auch das WPG aktuell in einem Reformierungsprozess, jedoch haben die geplanten Änderungen keinen Einfluss auf die aktuelle Bearbeitung der kommunalen Wärmeplanung in Wipperfürth.

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 muss der Wärmeplan bis zum 30. Juni 2026 erstellt werden, während für Gemeinden mit 100.000 Einwohnern oder weniger die Frist bis zum 30. Juni 2028 reicht. Gemeindegebiete mit weniger als 10.000 Einwohnern können ein vereinfachtes Verfahren durch gemeinsame Wärmeplanung nutzen.

Die Wärmeplanung selbst beinhaltet verschiedene Bearbeitungsschritte. Diese umfassen den Beschluss oder die Entscheidung zur Durchführung der Wärmeplanung, Durchführung von Eignungsprüfung, Bestands- und Potenzialanalyse sowie die Entwicklung eines Zielszenarios und einer Umsetzungsstrategie. Im Rahmen des Bearbeitungsprozesses erfolgt eine transparente Kommunikation gegenüber der Öffentlichkeit.

Die Eignungsprüfung untersucht die Eignung des kommunalen Gebiets für Wärme- oder Wasserstoffnetze. Für Gebiete, die sich nicht für solche Netze eignen, kann eine verkürzte Wärmeplanung durchgeführt werden. Der Umgang mit der Eignungsprüfung in dieser Wärmeplanung wird Kapitel 3 beschrieben. Die Bestandsanalyse ermittelt den aktuellen Wärmebedarf, die genutzten Energieträger und die vorhandenen Wärmeerzeugungsanlagen im Gebiet der Kommune. 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.

Der finale 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.

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 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 zu 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.

Gemäß Teil 3 des WPG sind Betreiber von Wärmenetzen verpflichtet, einen bestimmten Anteil erneuerbarer Energien in ihren Netzen zu gewährleisten. Ab dem 1. Januar 2030 müssen 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 Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen).

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.

2.5 Detaillierte Analyse des Wärmbedarfes

2.5.1 Raumwärme- und Trinkwarmwasserbedarf

2.5.1.1 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 Institut Wohnen und Umwelt (IWU) [2]

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

2.5.1.2 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 [3]

Baujahr der Gebäude	Heizwärmebedarf 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 in Abhängigkeit des Baujahrs. Die Heizlastdichte beschreibt die erforderliche Heizleistung pro Fläche und nimmt bei neueren Gebäuden kontinuierlich ab. Freistehende Einfamilienhäuser haben den höchsten Heizbedarf, während Reihenmittelhäuser und größere Mehrfamilienhäuser die geringste Heizlastdichte aufweisen. Die Werte verdeutlichen, dass durch verbesserte Bauweisen und Dämmstandards ab 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 zurückzuführen ist.

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

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
Reihenend-haus	160	150	130	110	90	70	55
Reihenmittel-haus	140	130	120	100	85	65	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

2.5.1.3 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 erbracht werden. Abbildung 1 zeigt, dass in Deutschland die kombinierte Bereitstellung von Heizung und Warmwasser dominiert.

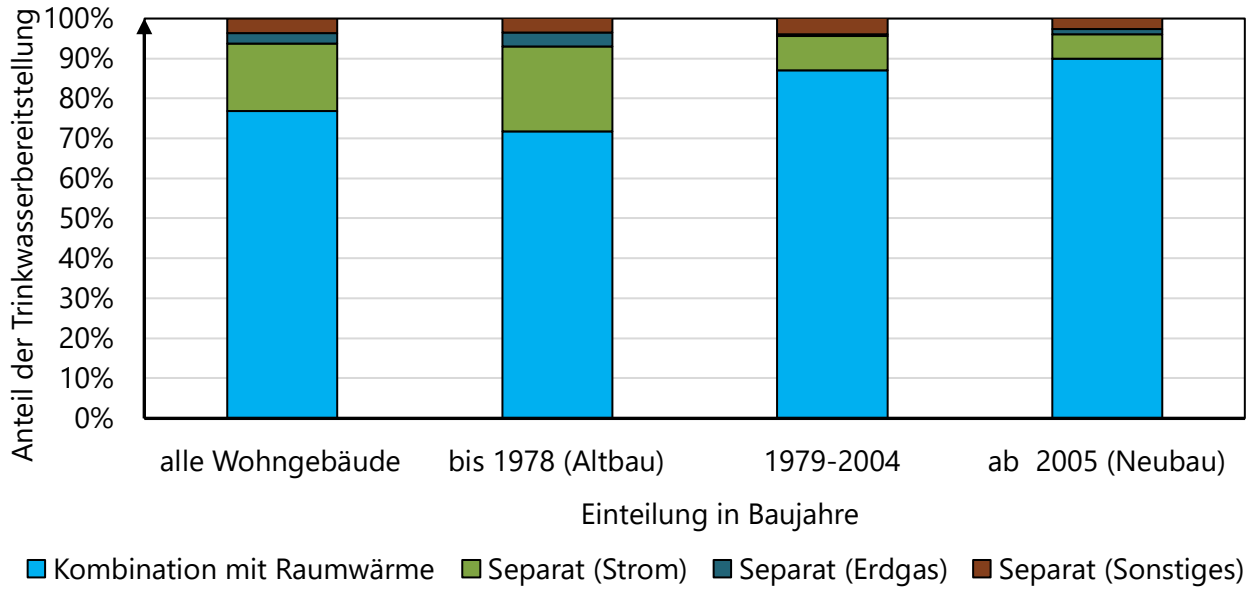


Abbildung 1: Trinkwasserbereitstellung nach Gebäudetyp (eigene Darstellung nach [4])

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.

2.5.1.4 Jahresdauerlinie des Haushaltswärmebedarfs

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 2 ist eine beispielhafte Jahresdauerlinie dargestellt.

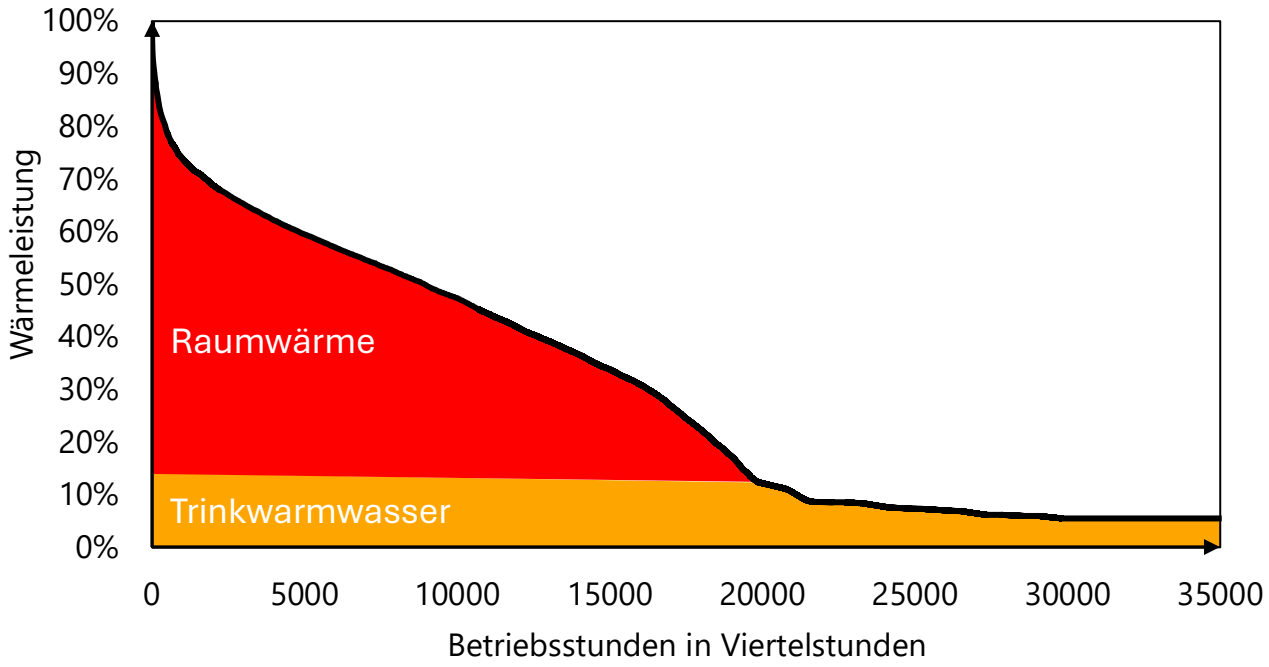


Abbildung 2: Jahresdauerlinie aufgeteilt nach Raumwärme und Trinkwarmwasser (eigene Darstellung nach [5])

Daraus lassen sich zwei wichtige Kenngrößen erkennen: Die Spitzenleistung und der 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 3 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 [5].

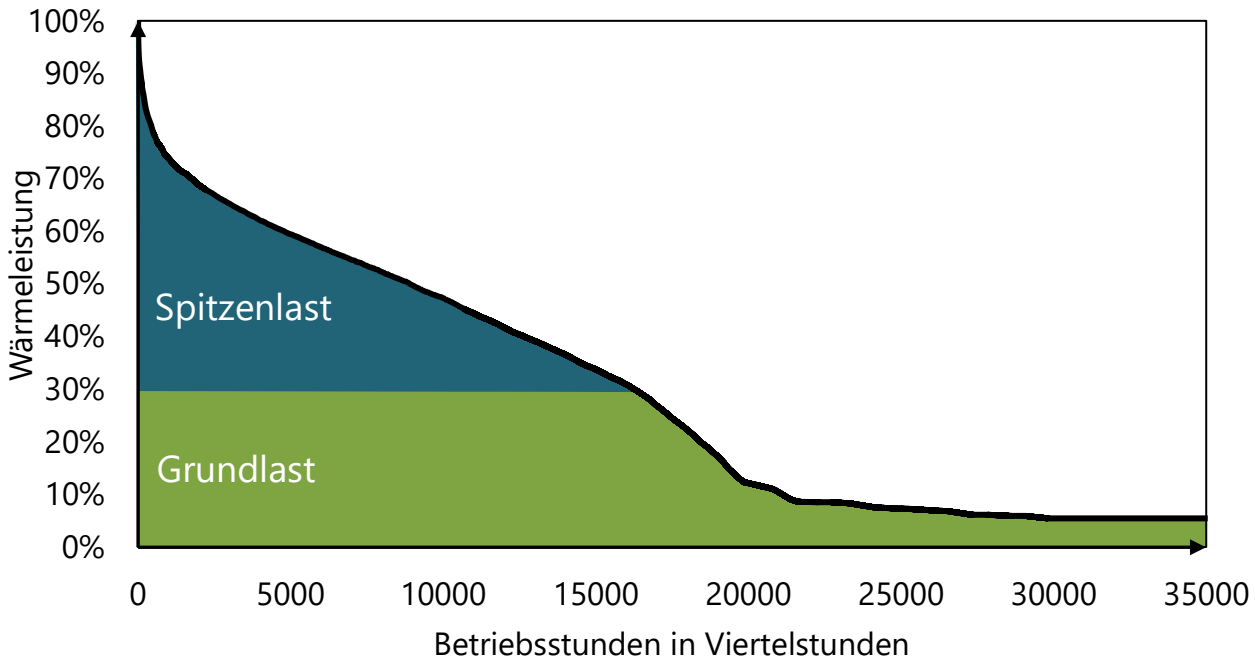


Abbildung 3: Jahresdauerlinie aufgeteilt nach Grundlast und Spitzenlast (eigene Darstellung nach [5])

2.5.2 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.

2.6 Wärmebedarfsreduktion durch Sanierung

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.

2.6.1 Gebäudehülle

Der allgemeine 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 (siehe Abschnitt 2.4 und 2.5). 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 4 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 4: Mögliche Ausführungen der wesentlichen Bauteile von Gebäuden hinsichtlich der Dämmung [6]

2.6.2 Temperaturklassen und Heizkörper

Heizungssysteme werden in Hoch-, Mittel- und Niedrigtemperaturklassen unterschieden, basierend auf der Vorlauftemperatur des Heizwassers, das sie benötigen. Eine Übersicht der drei Heizklassen ist in Abbildung 5 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 5: Temperaturklassen und Heizkörper [7]

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.

2.6.3 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 Gebäudedämmung 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 6 veranschaulicht [7]. Diese Darstellung zeigt, wie sich die Vorlauftemperatur je nach Außentemperatur für Hoch-, Mittel- und Niedrigtemperatur-Heizsysteme verändert.

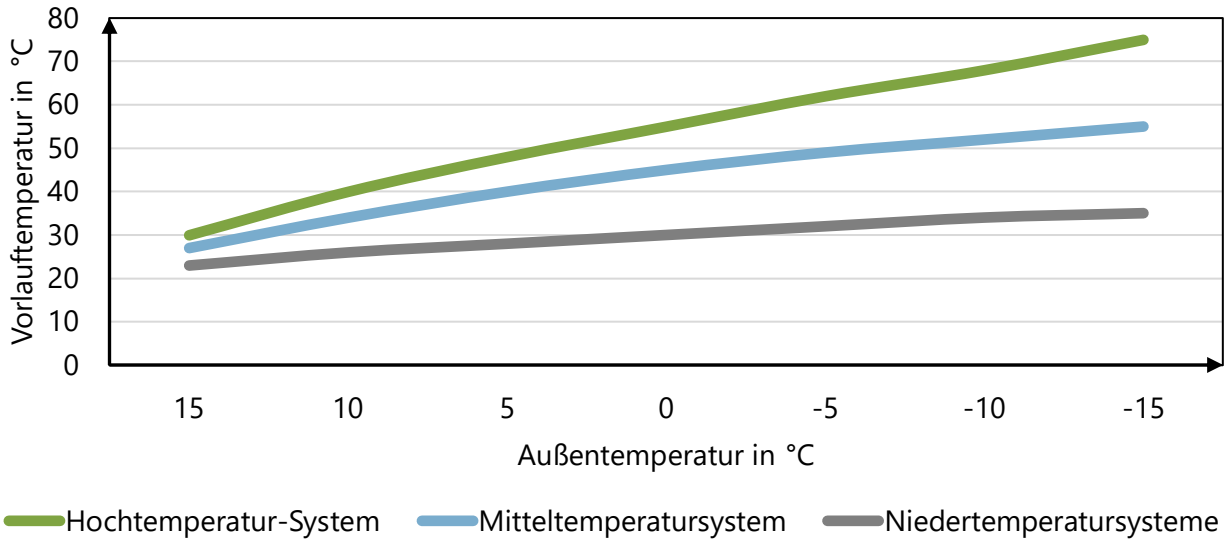


Abbildung 6: Beispielhafte Heizkurven verschiedener Heizsysteme [7]

2.6.4 Nachträgliche Fassadendämmung

Bei der Dämmung von Fassaden kann zwischen Außen-, Innendämmung sowie der Dämmung im Zwischenraum bzw. dem Bauteil selbst unterschieden werden. Die Statistik des IWU in Abbildung 7 zeigt, so wie es auch als Stand der Technik gilt, dass die Außendämmung bevorzugt genutzt wird und insgesamt 75 % aller Wände einnimmt. Die Innendämmung kommt am meisten nur bei Fachwerkhäusern vor, was darauf zurückzuführen ist, dass das Aussehen dort in der Regel denkmalgeschützt ist. Die Dämmung im Zwischenraum ist mit 9 % ebenfalls weniger relevant, was daran liegt, dass diese nur bei zweischaligen Mauerwerken mit Hohlraum möglich ist.

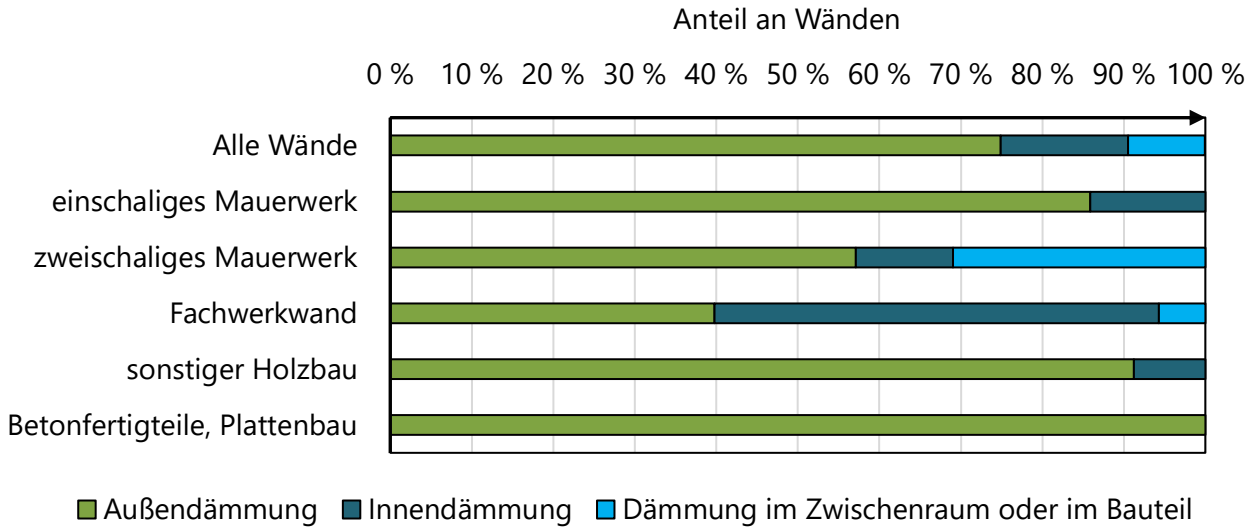


Abbildung 7: Art der Wärmedämmung im Überblick und nach Wandtypen (eigene Darstellung nach [4])

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.

Die Außenwanddämmung bietet im Vergleich zur Innenwanddämmung deutliche bauphysikalische Vorteile. Bei der Außenwanddämmung werden alle tragenden Außenwände und Zwischendecken vollständig isoliert, wodurch Wärmebrücken weitestgehend vermieden werden. Zudem reduziert diese Methode das Risiko von Tauwasserbildung und Feuchteschäden 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 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.

2.6.5 Fenster

Es gibt verschiedene Ausführungen von Fenstern in Wohngebäuden. Typische Ausführungen sind 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 8 zeigt den aktuellen Bestand der Verglasungen in deutschen Wohngebäuden nach [4] und verdeutlicht, dass die Zweifachverglas mit 94 % 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.

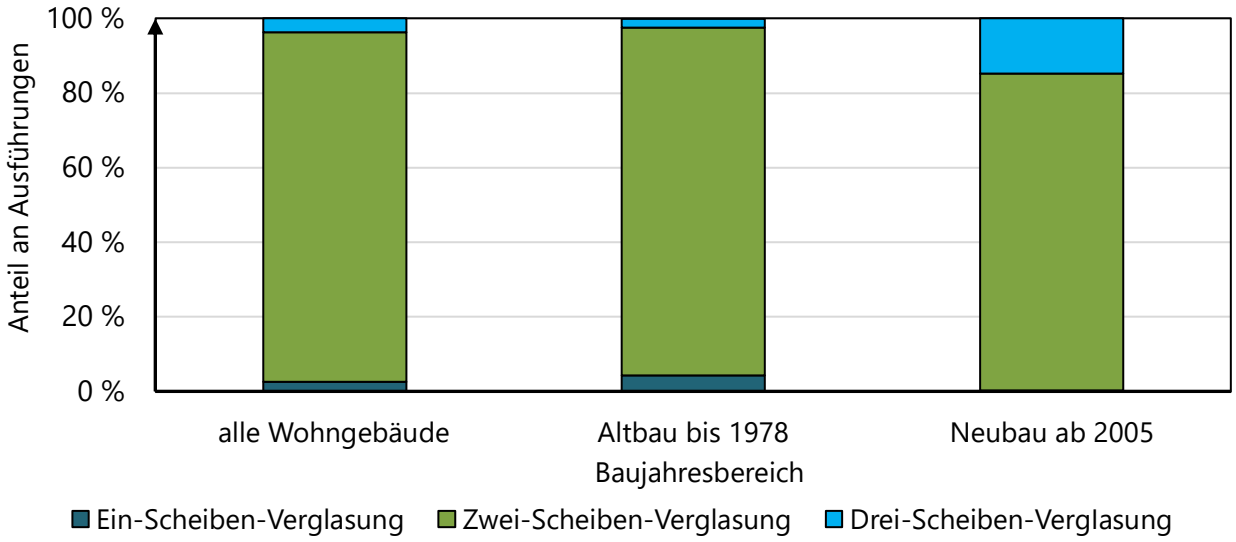


Abbildung 8: Verglasungsarten nach Fensterbaujahr in Deutschland (eigene Darstellung nach [4])

2.6.6 Historische Sanierungsraten

Unter der Sanierungsrate versteht man eine Kennzahl, welche Aufschluss über die durchschnittlich durchgeführte Anzahl an Sanierungen gibt. 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 9 ist dargestellt, wie sich die Sanierungsrate je Sanierungsmaßnahme unterscheidet [8]. Zudem wird der Sanierungszyklus aufgezeigt, das heißt 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.

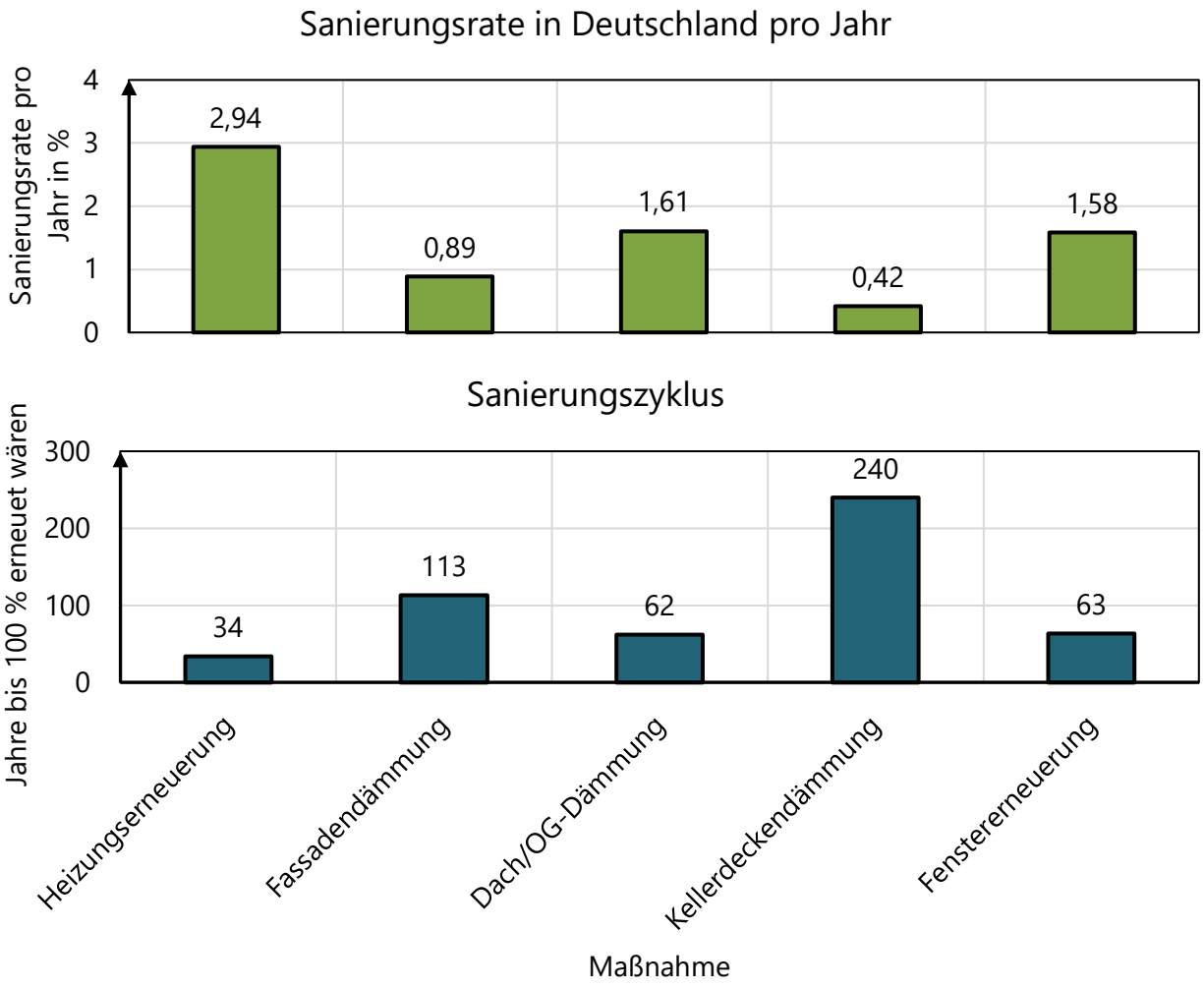


Abbildung 9: Sanierungsraten und Sanierungszyklus (eigene Darstellung nach [9])

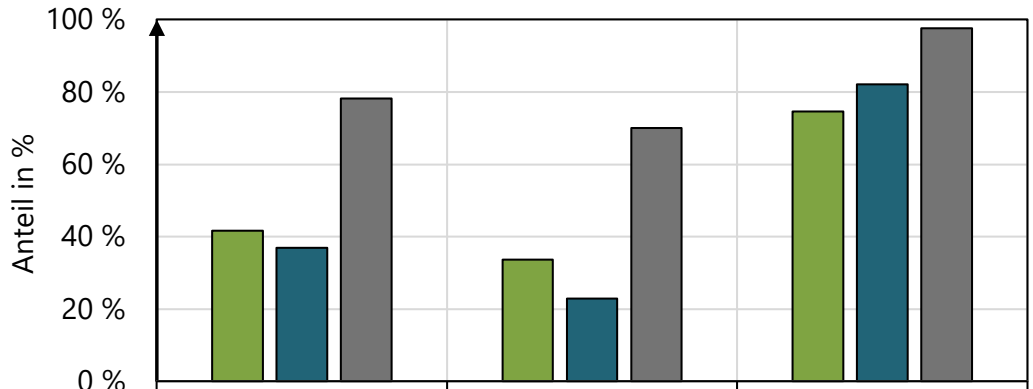
Hingegen werden die Fenstererneuerung und die Dach- bzw. Obergeschossdämmung mit je ca. 60 Jahren deutlich häufiger und insbesondere für den Hauptgebäudebestand, der in den Jahrzehnten nach dem zweiten Weltkrieg gebaut wurde, durchgeführt. Hier ist demnach anzunehmen, dass an einem Großteil der Gebäude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

2.6.7 Sanierung im Status quo

Die Dämmung von Gebäudehüllen spielt eine zentrale Rolle bei der Reduktion des Wärmebedarfs. Der Zustand der Dämmung unterscheidet sich dabei je nach Baualtersklasse deutlich. Abbildung 10 veranschaulicht den prozentualen Anteil der gedämmten Flächen von Außenwänden, Fußböden/Kellerdecken und Dächern in verschiedenen Wohngebäudetypen, unterteilt nach Baujahren. Bei allen Wohngebäuden beträgt der Anteil gedämmter Außenwände 42 %, der gedämmten Fußböden/Kellerdecken 37 % und der gedämmten Dächer 78 %.

In Altbauten mit Baujahr bis 1978 ist der Anteil deutlich niedriger: Nur 34 % der Außenwände, 23 % der Fußböden/Kellerdecken und 70 % der Dächer sind gedämmt. Die höchsten Dämmungsanteile finden sich in Neubauten ab 2010: 75 % der Außenwände, 82 % der Fußböden/Kellerdecken und

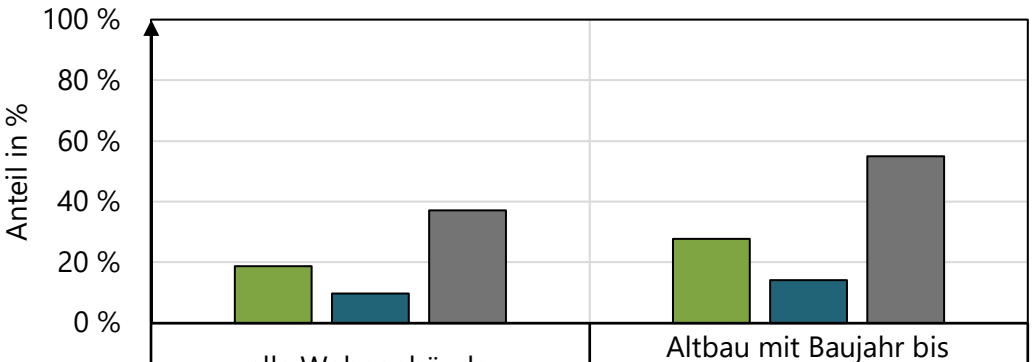
98 % der Dächer sind gedämmt. Bei den Außenwänden ist zu beachten, dass nur bestimmte Wärmedämmschichten als echte Dämmung gewertet werden. Gut gedämmte Mauersteine, die in dem verbleibenden Drittel der Gebäude wahrscheinlich vorherrschend sind, werden daher nicht explizit berücksichtigt. Dies zeigt, 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	Neubau ab 2010
Außenwand	42 %	34 %	75 %
Fußboden/Kellerdecke	37 %	23 %	82 %
Dach	78 %	70 %	98 %

Abbildung 10: Prozentualer Anteil der gedämmten Flächen von Außenwänden, Fußböden, Kellerdecken und Dächern in verschiedenen Wohngebäudetypen, unterteilt nach Baujahren (eigene Darstellung nach [9] mit Stand 2016)

Die nachträgliche Dämmung von Bauteilflächen zeigt deutliche Unterschiede je nach Gebäudetyp und Baujahr (siehe Abbildung 11).



	alle Wohngebäude	Altbau mit Baujahr bis 1978
Außenwand	19 %	28 %
Fußboden/Kellerdecke	10 %	14 %
Dach	37 %	55 %

Abbildung 11: Nachträglich gedämmte Bauteilfläche von Außenwänden, Fußböden/Kellerdecken und Dächern (eigene Darstellung nach [9] mit Stand 2016)

Abbildung 11 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.

2.7 Technologien zur klimaneutralen 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. Im Folgenden werden verschiedene Technologien zur Erzeugung klimaneutraler Wärme beschrieben.

2.7.1 Wärmepumpen

2.7.1.1 Allgemeines

Eine Wärmepumpe 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 kann folgendermaßen zusammengefasst werden [10]:

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 benötigt wird. Wärmepumpen nutzen die 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) angegeben, der das Verhältnis von abgegebener Heizleistung zur aufgenommenen elektrischen Leistung angibt. Moderne Wärmepumpen können einen COP von über 4 erreichen (abhängig von Jahreszeit und Quellmedium), 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. [10]

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.

2.7.1.2 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 10.000 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 der COP 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. [11], [12]

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.

2.7.1.3 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. [13]

Erdkollektoren 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. [13]

Ein Quadratmeter an Bodenfläche kann etwa 25 Watt Wärme liefern (Spanne: 10 bis 40 W/m^2). Bei Annahme einer Jahresarbeitszahl (JAZ) von 4 wird für eine Heizleistung von 10 Kilowatt etwa 300 Quadratmeter an Kollektorfläche benötigt. Der Platzbedarf kann reduziert werden, wenn die Rohre als Körbe oder übereinander geschichtete Grabenkollektoren verlegt werden.

2.7.1.4 Erdwärmesonden

Erdwärmesonden sind platzsparend, da sie im Vergleich zu Kollektoren vertikal und nicht horizontal in den Boden eingebracht werden. Die Sonden werden in der Regel bis in eine Tiefe von 100 Metern gebohrt. 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. [14]

Obwohl Erdwärmesonden hohe Kosten für Bohrarbeiten verursachen, bieten sie einen höheren Wirkungsgrad und damit niedrigere laufende Stromkosten im Vergleich zu Flachkollektoren. Die Kosten für die Wärmepumpe betragen bei einem Einfamilienhaus etwa 9.000 bis 11.000 Euro. Zusätzlich fallen noch Kosten für die Bohrung an, welche insbesondere bei Gebäuden mit geringem absoluten Wärmebedarf einen starken Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit haben. Laut [11] erreichen Erdwärmepumpen eine durchschnittliche Jahresarbeitszahl von 3,1 bis 4,6 je nach Sanierungszustand des Gebäudes. 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.

2.7.1.5 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.

2.7.1.6 Grundwasser

Eine Grundwasser-Wärmepumpe (auch als Wasser-Wasser-Wärmepumpe bezeichnet) bietet einen mindestens ebenso hohen Wirkungsgrad wie eine Erdwärmepumpe, da Grundwasser auch im Winter Temperaturen von 8 bis 10 °C aufweist. Grundwasser-Wärmepumpen können eine Jahresarbeitszeit über 5 erreichen, was sie besonders wirtschaftlich macht. [11]

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 Investitionskosten liegen typischerweise zwischen 20.000 € und 40.000 €, können jedoch je nach lokaler Gegebenheit stark variieren. [15]

2.7.1.7 See- und Flusswasserwärme

Die Nutzung von See- und Flusswasserwärme zur Energiegewinnung ist eine Form der Nutzung von Umweltwärme, die auf Oberflächengewässer als Wärmequelle zurückgreift. Dabei wird die relativ konstante Temperatur des Wassers genutzt, um Gebäude zu heizen oder zu kühlen. 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. 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.

2.7.2 Feste Biomasse

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.

Feste Biomasse 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 Wärmeversorgung.

2.7.3 Solare Energiequellen

Die Nutzung solarer Energie spielt eine entscheidende Rolle in der Energie- und Wärmewende, da sie eine nachhaltige, erneuerbare und wirtschaftliche Energiequelle darstellt. Photovoltaik (PV) und Solarthermie bieten Potenzial für eine breitere Anwendung. Herausforderungen sind die intermittierende Verfügbarkeit, Flächenbedarf für solare Anlagen (insb. als Freifllächenanlagen) 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.

2.7.3.1 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.

2.7.3.2 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.

2.7.3.3 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 konkurrenzfähig. Solarthermie-Freiflächenanlagen sind eine nachhaltige Lösung zur Wärmeerzeugung, die zur Reduktion von CO_2-Emissionen und zur Energiewende beitragen können.

2.7.3.4 PV-Freiflächenanlage

Photovoltaik-Freiflächenanlagen nutzen große offene Flächen zur direkten Umwandlung von Sonnenlicht in elektrische Energie. 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. 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.

2.7.4 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 Abwassersysteme. Die Abwasserwärmenutzung ist eine effiziente und nachhaltige Nutzung erneuerbarer Wärmequellen für eine verbesserte Energieeffizienz.

2.7.5 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

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.

2.7.6 Abwärme aus der Industrie

Industrieabwärme entsteht als Nebenprodukt industrieller Prozesse wie Verbrennung, Schmelzen oder chemischer 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. Grundsätzlich können die Herausforderungen bei der Integration von Industrieabwärme sehr von lokalen Gegebenheiten abhängen.

2.7.7 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.

2.7.8 Hybridsysteme

Eine Hybridheizung kombiniert verschiedene Heiztechnologien, um die Vorteile der jeweiligen Systeme zu nutzen. 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 für diese 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 12 veranschaulicht, wie die Wärmeanforderungen im Jahresverlauf variieren und wie ein Hybridheizsystem diese Anforderungen durch die Kombination von Gas- und Wärmepumpentechnologie effizient abdecken kann.

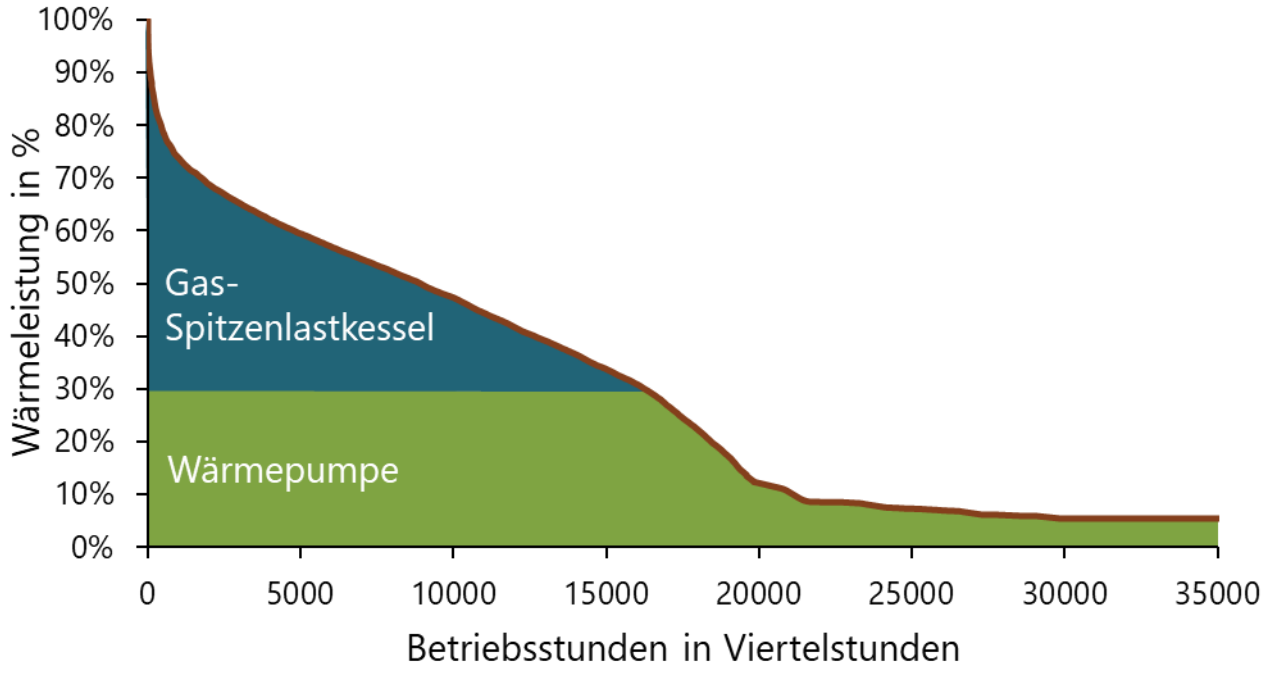


Abbildung 12: Typische Wärme-Jahresdauerlinie von Haushalten für ein Hybridsystem [5]

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.

2.7.9 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. Wasserstoff ist vielseitig einsetzbar, von der Verbrennung in Heizkesseln bis zur Nutzung in Brennstoffzellen für Wärme und Strom. [16]

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 vergleichsweise geringen Wirkungsgrad der Elektrolyse. Die Integration in die bestehende Erdgasnetzinfrastruktur wird begrenzt durch Materialeigenschaften und Korrosionsprobleme, die teilweise Austauschmaßnahmen zur Folge haben, um die Erdgasnetzstrukturen für Wasserstoff nutzbar zu machen. [16]

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. Gleichzeitig gibt es andere Verbrauchssektoren, insbesondere Verkehr und Industrie, welche einen hohen Wasserstoffbedarf haben. Deshalb liegt Fokus im Wärmesektor häufig auf andere Technologien. [16]

2.8 Wärmenetze

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 Wohnsiedlung 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.

Je nach zu versorgendem Gebäudebestand (Neu- oder Altbau) sowie dem Temperaturniveau der Wärmequellen können die Temperaturniveaus der Wärmenetzinfrastruktur verschieden ausgestaltet werden. 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.

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.

3 Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse bildet die wesentliche Grundlage für die Entwicklung und Optimierung von Wärmeversorgungssystemen in der kommunalen Wärmeplanung (gemäß §15 WPG). Im Rahmen der Bestandsanalyse findet eine Erhebung des aktuellen Wärmebedarfs und der daraus resultierenden Treibhausgasemissionen statt. Gleichzeitig werden 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 ausgewertet. Auf Basis der umfassenden Analyse dieser Faktoren können gezielt Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz und Reduzierung der CO_2-Emissionen entwickelt werden.

3.1 Datengrundlage

Für die Erstellung der Bestandsanalyse ist eine umfassende Datensammlung und -aufbereitung notwendig. In Tabelle 4 sind die Datenquellen aufgeführt, die zur fundierten Erfassung der aktuellen Wärmestruktur herangezogen wurden. Diese umfassen beispielsweise Informationen zur Versorgungsinfrastruktur, zum Gebäudebestand und zum Wärmebedarf.

Tabelle 4: Datengrundlage für die Bestandsanalyse

Bezeichnung	Inhalte	Quelle
Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem (ALKIS)	Flurstücke (mit Flächennutzung)	[17]
BEW Bergische Energie- und Wasser-GmbH	Verbrauchs- und Infrastrukturdaten zu Gas- und Stromnetz	-
INSPIRE Baudenkmäler	Baudenkmäler	[18]
Kehrdaten der Schornsteinfeger	Dezentrale Heizungstechnologien (Verbrennungstechnologien)	-
Wärmebedarfsmodell (LANUK)	Statistische Daten zu Wärmebedarf, Sanierungsstand, Gebäudenutzung, Baujahresklasse und Ähnlichem	[19]
Zensus 2022	Informationen zu Heizungstechnologien	[20]
OpenStreetMap	Gebäudeinformationen zu Neubauten	[22]

3.2 Vorprüfung

Gemäß §14 des WPG kann für Teilgebiete, welche sich weder für ein Wärmenetz noch für ein Wasserstoffnetz eignen, eine verkürzte Wärmeplanung durchgeführt werden. Diese Teilgebiete können im Rahmen einer Vorprüfung identifiziert werden. Um für das gesamte Stadtgebiet von Wermelskirchen eine belastbare Aussage über die heutige und zukünftige Wärmeversorgung treffen zu können, wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für alle Teilgebiete eine vollständige Wärmeplanung durchgeführt.

3.3 Gebäudebestand und Netzinfrastrukturen

3.3.1 Flächennutzung

Wermelskirchen ist eine Stadt im Rheinisch-Bergischen Kreis in Nordrhein-Westfalen. Sie besteht aus insgesamt drei Stadtteilen (Wermelskirchen, Dhünn und Dabringhausen) mit einer Gesamteinwohnerzahl von ca. 35.200 Einwohnern. In Abbildung 13 ist die Flächennutzung der Stadt Wermelskirchen dargestellt.

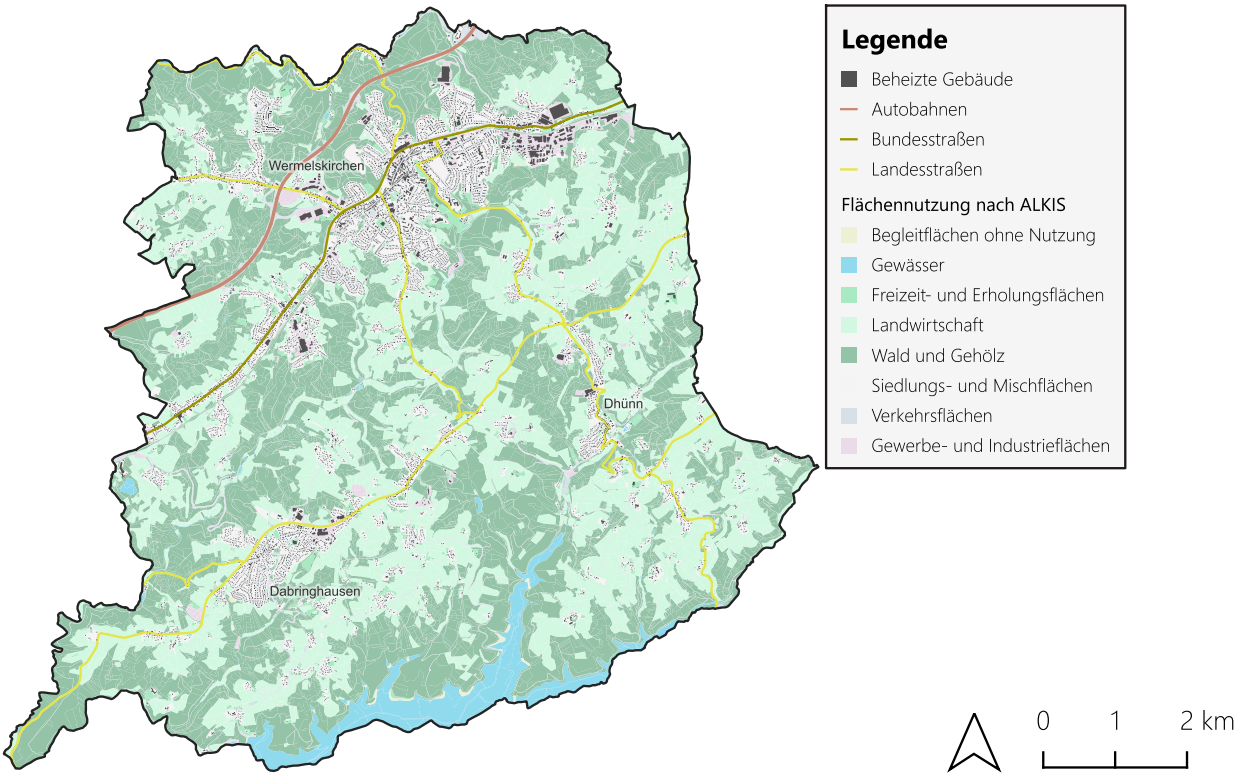


Abbildung 13: Flächennutzung der Stadt Wermelskirchen [17]

Das Stadtgebiet ist stark geprägt von forst- und landwirtschaftlichen Flächen, welche einen Großteil der Gesamtfläche ausmachen. Bezogen auf die Gesamtfläche ist die Siedlungsdichte von Wermelskirchen mit den verschiedenen Stadtteilen, wovon zwei ländlich geprägt sind, als moderat einzustufen. Im Stadtgebiet von Wermelskirchen liegt die Große Dhünntalsperre. Ebenso wird das Stadtgebiet von Teilen der Dhünn durchflossen.

3.3.2 Baublöcke als Aggregationsebene

Die kommunale Wärmeplanung verfolgt nicht das Ziel, konkrete Heizungstechnologien auf Gebäudeebene zu empfehlen, sondern soll der Kommune als Planungsgrundlage dienen. Um eine sinnvolle Auswertungsgröße vorliegen zu haben und Datenschutzanforderungen zu gewährleisten, wird gemäß WPG für die kartographische Auswertung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung die Aggregationsebene „Baublock" verwendet. Ein Baublock ist eine Gruppe von mindestens fünf Gebäuden, welche von sämtlichen Seiten von Straßen, Schienen oder sonstigen natürlichen oder baulichen Grenzen eingeschlossen ist. Für das Stadtgebiet von Wermelskirchen ergeben sich nach dieser Definition 832 Baublöcke, die im Rahmen der Wärmeplanung ausgewertet werden.

3.3.3 Gebäudebestand

Die Gebäudestruktur der Stadt Wermelskirchen wird von Einfamilienhäusern dominiert. In Abbildung 14 ist die Anzahl der Gebäude je Gebäudetyp als Säulendiagramm dargestellt. Die Gesamtheit der beheizten Gebäude in Wermelskirchen beläuft sich auf 9.051. Dabei entfallen 77 % dieser Gebäude auf Einfamilienhäuser, 8 % auf Reihenhäuser, 5 % auf Mehrfamilienhäuser, 5 % auf große Mehrfamilienhäuser und 5 % auf Nichtwohngebäude.

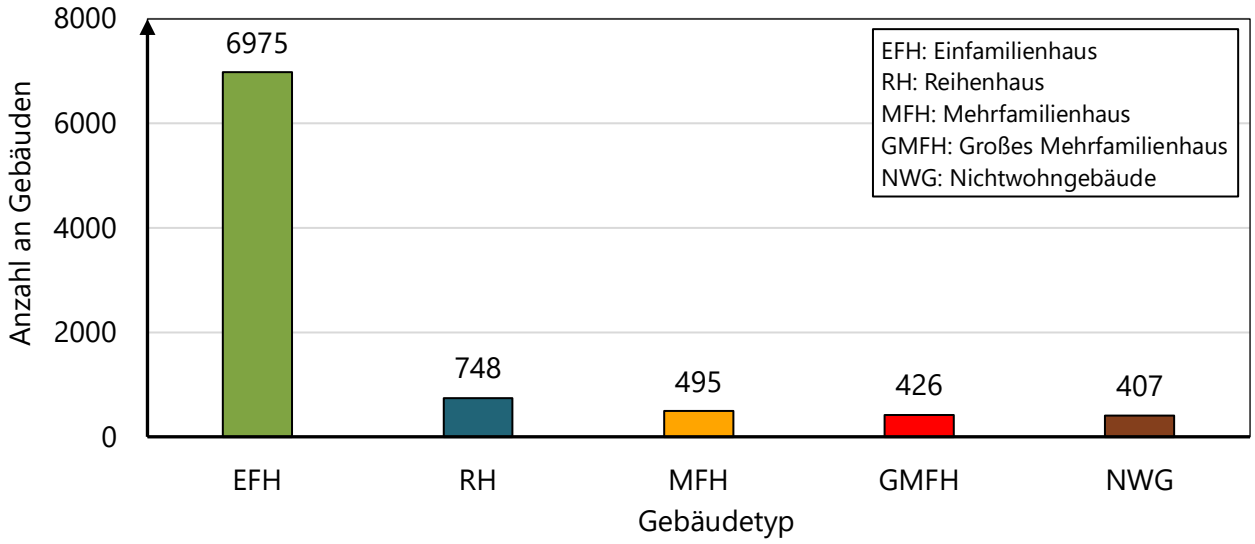


Abbildung 14: Anzahl der Gebäude je Gebäudetyp

In Abbildung 15 ist ergänzend der primäre Gebäudetyp (nach Anzahl der Gebäude) auf Baublockebene dargestellt. Es ist zu erkennen, dass der Großteil der Baublöcke, insbesondere im ländlichen Raum, durch Einfamilienhäuser geprägt wird. 739 der 832 Baublöcke beinhalten primär Einfamilienhäuser, was 89 % aller Baublöcke entspricht. Dies unterstreicht den dominierenden Anteil an Einfamilienhäusern im Stadtgebiet. Insbesondere im Stadtteil Wermelskirchen sowie teilweise ebenfalls in Dabringhausen gibt es darüber hinaus einige Baublöcke, welche primär Reihenhäuser, Mehrfamilienhäuser oder große Mehrfamilienhäuser aufweisen. Erstere machen immerhin einen Anteil von 6 % an den Baublöcken aus. 15 der Baublöcke im Stadtgebiet beinhalten primär Nichtwohngebäude, die insbesondere in den verschiedenen Gewerbegebieten ringsherum um die Ortskerne von Wermelskirchen und Dabringhausen zu finden sind.

Neben dem Gebäudetyp ist für die Wärmeversorgung von Gebäuden das Baujahr von Relevanz, da dieses den spezifischen Wärmebedarf (je nach Sanierungsstand) stark beeinflusst. In Abbildung 16 ist die Anzahl an Gebäuden je Baujahresklasse für die Stadt Wermelskirchen dargestellt. Wie der Auswertung zu entnehmen ist, stammt ein großer Anteil der Gebäude aus den Baujahren zwischen 1900 und 1945. Diese machen mit insgesamt 2.096 Gebäuden 23 % des Gebäudebestandes aus. Gebäude dieser Baujahresklasse zeichnen sich grundsätzlich durch einen relativ hohen spezifischen Wärmebedarf von über 125 bis 150 kWh/(m^2*a) aus [21]. Ebenso gibt es in Wermelskirchen viele Gebäude aus den Jahren 1961 bis 1970 (22 % der Gebäude) sowie 1946 bis 1960 (16 % der Gebäude). Diese beiden Baujahresklassen gelten im Vergleich zu anderen Klassen als energieineffizient, da die Gebäude einen spezifischen Wärmebedarf von über 250 kWh/(m^2*a) erreichen können [21]. Neubauten mit einem Baujahr ab 2016 machen immerhin mehr als 5 % des Gebäudebestandes aus, was

einen vergleichsweise hohen Anteil darstellt. Neubauten erreichen einen spezifischen Wärmebedarf von unter 50 kWh/(m²*a) [21].

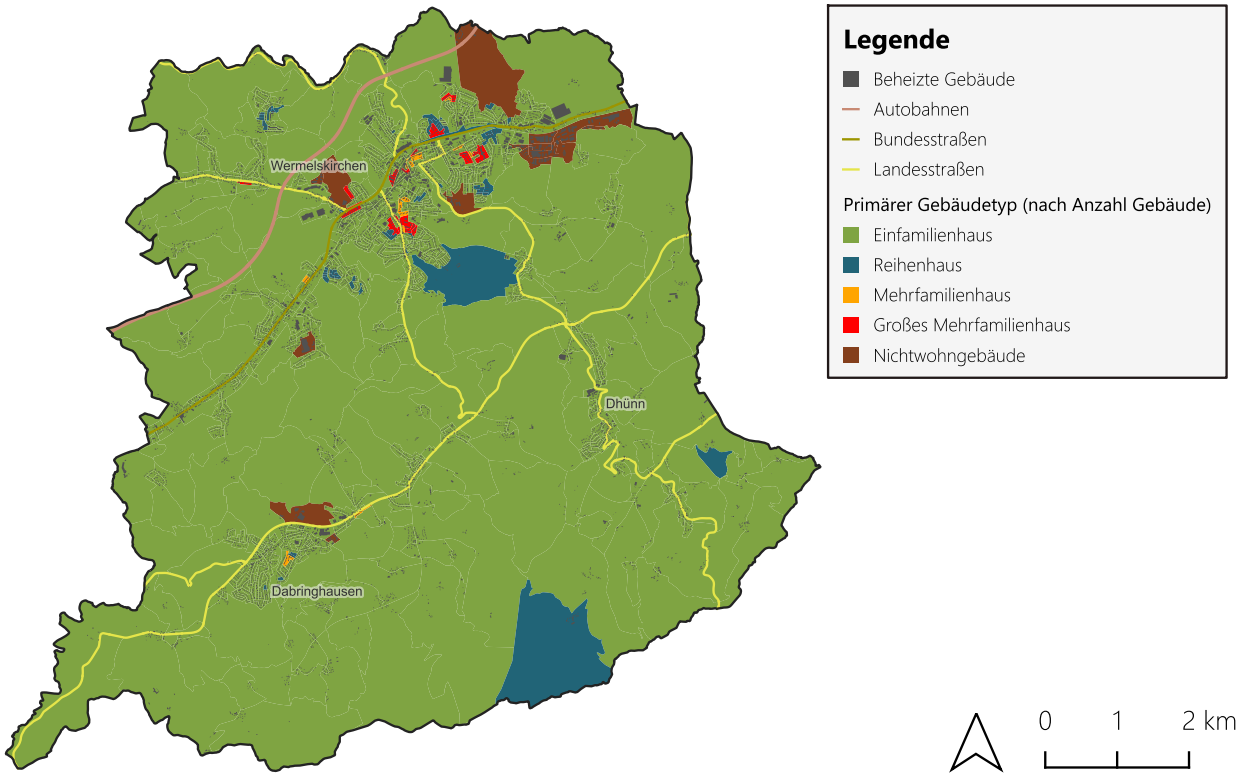


Abbildung 15: Primärer Gebäudetyp auf Baublockebene

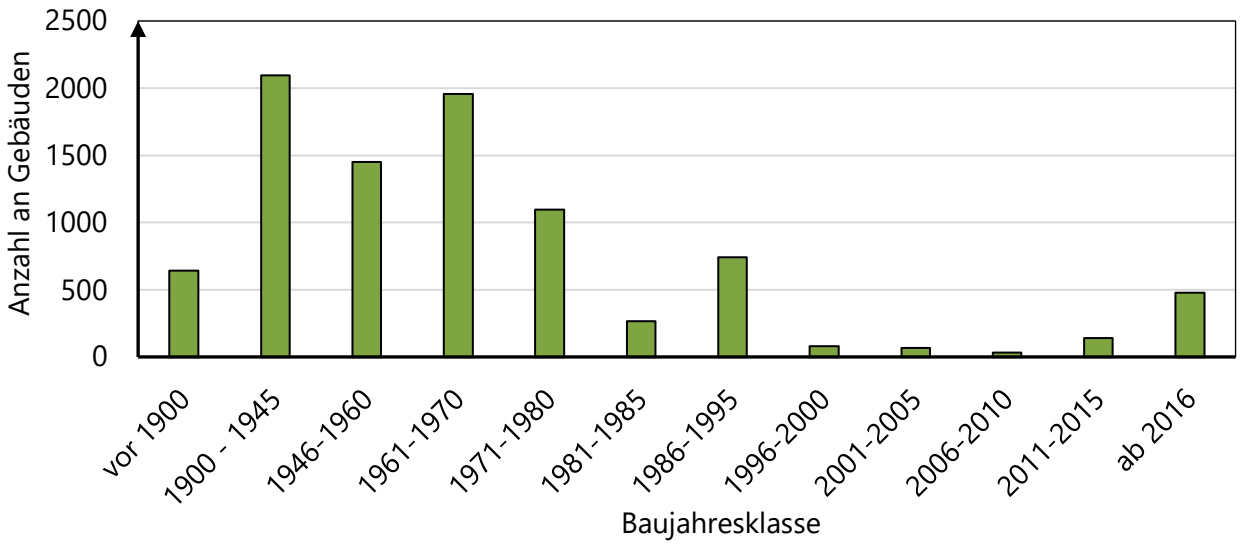


Abbildung 16: Anzahl der Gebäude je Baujahresklasse

Die primäre Baujahraltersklasse (nach Anzahl der Gebäude) auf Baublockebene ist in Abbildung 17 visualisiert. Anhand dieser ist zu erkennen, dass das Alter der Gebäudestruktur in Wermelskirchen je nach Stadtteil variieren kann. Der Ortskern von Wermelskirchen sowie ein Teil der ländlichen Peripherie werden von Gebäuden geprägt, welche vor 1945 errichtet wurden. Insgesamt sind dies mehr

als 36 % aller Baublöcke im Stadtgebiet. Zudem beinhalten ca. 14 % der Baublöcke primär Gebäude zwischen den Jahren 1946 und 1960. Diese Baublöcke finden sich insbesondere in den ländlichen Gebieten von Dhünn und Dabringhausen.

Auch Gebäude aus den Baujahren zwischen 1961 und 1980 sind prägend im Wermelskirchener Stadtgebiet. Baublöcke, die primär diese Gebäude aufweisen, machen 33 % aller Baublöcke aus. Diese häufen sich insbesondere in den Randgebieten der Ortskerne von Wermelskirchen, Dhünn und Dabringhausen. Gebäude aus den Baujahren 1981 bis 2000 hingegen machen nur einen geringen Teil aus, wie bereits in Abbildung 16 gezeigt wurde. Die betreffenden Baublöcke befinden sich insbesondere in den Stadtteilen Wermelskirchen und Dabringhausen sowie in vielen ländlich geprägten Gebieten. Zuletzt sind die Baublöcke zu nennen, die primär Gebäude ab dem Baujahr 2001 beinhalten. Diese machen jedoch auf Baublockebene nur einen geringen Anteil aus und befinden sich beispielsweise an den Außenrändern des Stadtteils Wermelskirchen, aber auch vereinzelt in Dabringhausen.

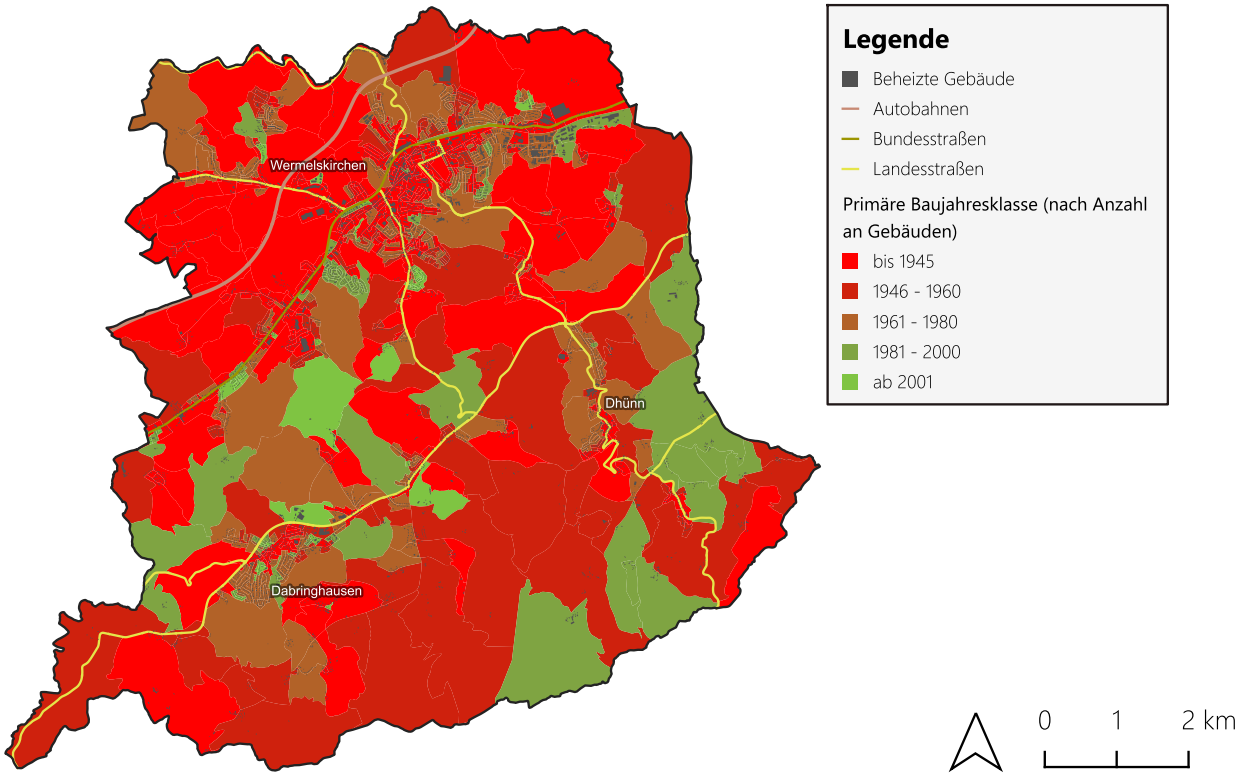


Abbildung 17: Primäre Baujahresklasse auf Baublockebene

Ergänzend zu den Baujahresklassen ist in Abbildung 18 der spezifische Wärmebedarf aller Gebäude in Wermelskirchen dargestellt. Auch bezogen auf den spezifischen Wärmebedarf spiegelt sich wider, dass ein großer Anteil der Wermelskirchener Gebäude vor 1945 oder ab 1971 errichtet wurde, da der Großteil der Gebäude einen spezifischen Wärmebedarf zwischen 100 und 200 kWh/(m^2*a) aufweist. Dies betrifft insgesamt 60 % aller Gebäude. Gebäude mit einem spezifischen Wärmebedarf oberhalb von 200 kWh/(m^2*a) machen wiederum 13 % aller Gebäude aus. Zuletzt weisen 27 % aller Gebäude einen spezifischen Wärmebedarf von unter 100 kWh/(m^2*a) auf und sind somit verhältnismäßig energieeffizient.

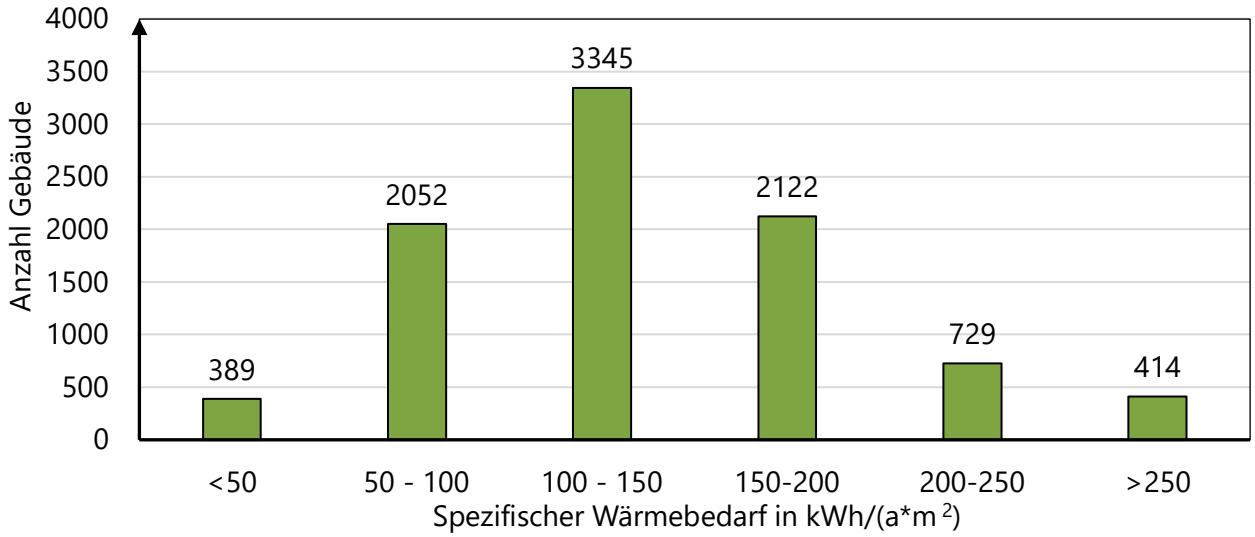


Abbildung 18: Spezifischer Wärmebedarf aller Gebäude

Aufgrund des hohen Anteils an Gebäuden, die vor 1945 errichtet wurden, ist das Thema Denkmalschutz in Wermelskirchen von hoher Relevanz. In der Stadt sind 135 Gebäude als Baudenkmäler deklariert [18]. Der Großteil dieser Gebäude befindet sich im Ortskern von Wermelskirchen sowie in den Ortsteilen Dhünn und Dabringhausen, jedoch auch über das Stadtgebiet verteilt in den ländlicheren Gebieten finden sich denkmalgeschützte Gebäude.

3.3.4 Netzinfrastrukturen

3.3.4.1 Erdgasnetz

Die Wärmeversorgung basierend auf dem öffentlichen Erdgasnetz, welches von der BEW Bergische Energie- und Wasser-GmbH betrieben wird, spielt in Wermelskirchen eine entscheidende Rolle. Abbildung 19 zeigt auf Baublockebene die Lage des Wermelskirchener Erdgasnetzes. Es ist zu erkennen, dass der Großteil des Stadtgebiets über das Erdgasnetz versorgt wird. Alle größeren Ortschaften und Stadteile sind an die Gasnetzinfrastruktur angeschlossen. Die Gesamtzahl angeschlossener Gebäude beträgt 6.100, was einem Anteil von 67 % aller beheizten Gebäude entspricht. Die Inbetriebnahme der ersten Leitungen erfolgte im Jahr 1957. Auf die gesamte Stadt bezogen liegt die Trassenlänge ohne Netzanschlussleitungen bei 184,77 km und mit Netzanschlussleitungen bei 271,12 km.

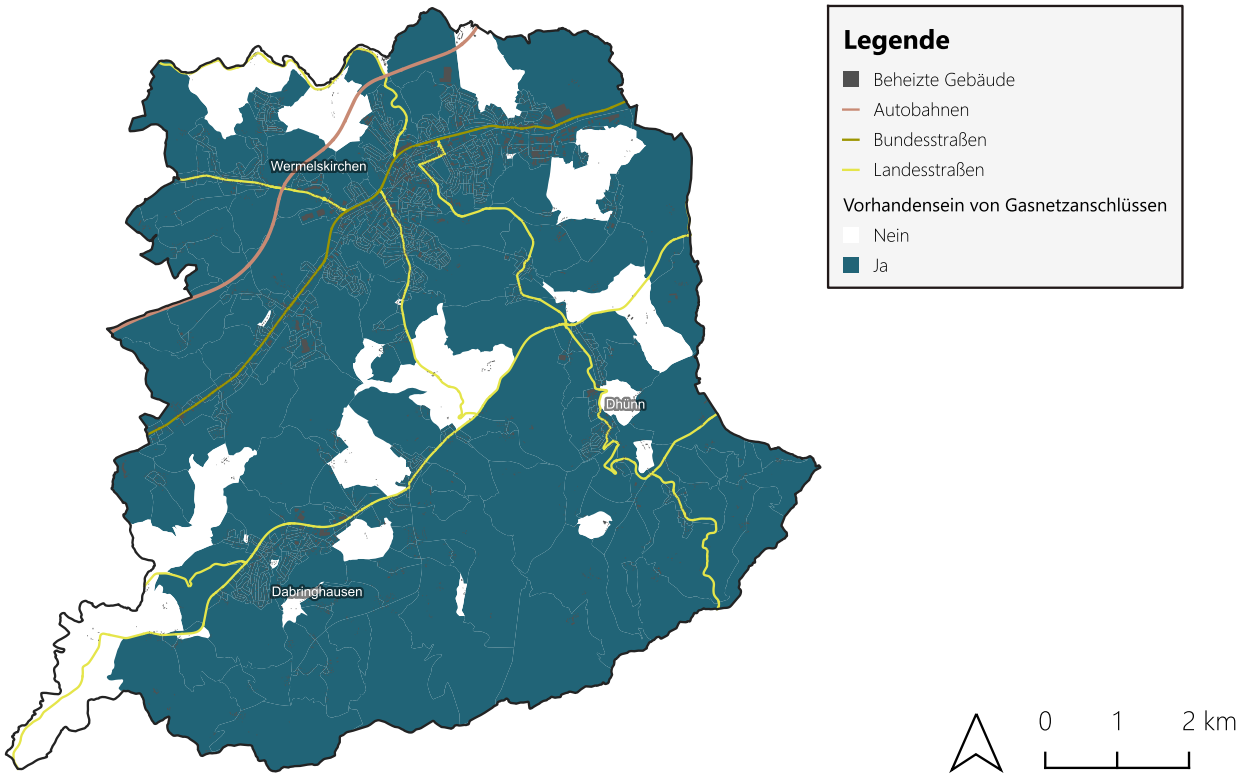


Abbildung 19: Lage des Erdgasnetzes auf Baublockebene

3.3.4.2 Wärmenetze

In der Stadt Wermelskirchen werden keine Wärmenetze betrieben oder konkret geplant.

3.3.4.3 Wasserstoffnetze

In der Stadt Wermelskirchen werden keine Wasserstoffnetze betrieben oder konkret geplant.

3.3.4.4 Wärme- und Gasspeicher

In der Stadt Wermelskirchen werden keine gewerblichen Wärme- oder Gasspeicher betrieben oder konkret geplant.

3.3.4.5 Anlagen für Wasserstoff oder synthetische Gase

In der Stadt Wermelskirchen werden aktuell keine Anlagen für Wasserstoff oder synthetische Gase betrieben oder konkret geplant.

3.3.4.6 Abwasser

Im Stadtgebiet von Wermelskirchen werden zwei Kläranlagen betrieben. Die Kläranlage Wermelskirchen befindet sich südlich der Ortschaft Wermelskirchen und hat eine Kapazität von 18.000 Einwohnergleichwerten, während die Kläranlage Dhünn in der Ortschaft Dhünn nur eine Kapazität von ca. 3.500 Einwohnergleichwerten aufweist. Der Themenkomplex Abwasser wird im Kontext der Potenzialanalyse detailliert beschrieben und ausgewertet.

3.4 Wärmebedarf nach Energieträgern und Sektoren

3.4.1 Quantitative Auswertung

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

- Erdgas (Versorgung über das öffentliche Erdgasnetz)
- Heizöl
- Wärmenetz (liegt im Bestand in Wermelskirchen nicht vor)
- Strom (Wärmepumpen und Direktheizungen)
- Wasserstoff (liegt im Bestand in Wermelskirchen nicht vor)
- Biomasse (holzbasierte und weitere feste, flüssige und gasförmige Energieträger aus Biomasse)
- Sonstige Brennstoffe (insbesondere Kohle und Flüssiggas)

Der jährliche Gesamtwärmebedarf für die Stadt Wermelskirchen liegt bei 357 GWh (siehe Abbildung 20).[4] Davon entfallen 230 GWh auf den Energieträger Erdgas, welcher 64 % des Gesamtwärmebedarfs und damit den größten Teil aller Energieträger ausmacht. Heizöl ist der zweitwichtigste Energieträger mit 79 GWh (22,5 % des Gesamtwärmebedarfs). Biomasse sowie Strom und Umweltwärme stellen mit 6,5 % bzw. 5 % aktuell nur einen geringen Anteil dar. Sonstige Brennstoffe machen nur 2 % des Wärmebedarfs in Wermelskirchen aus.

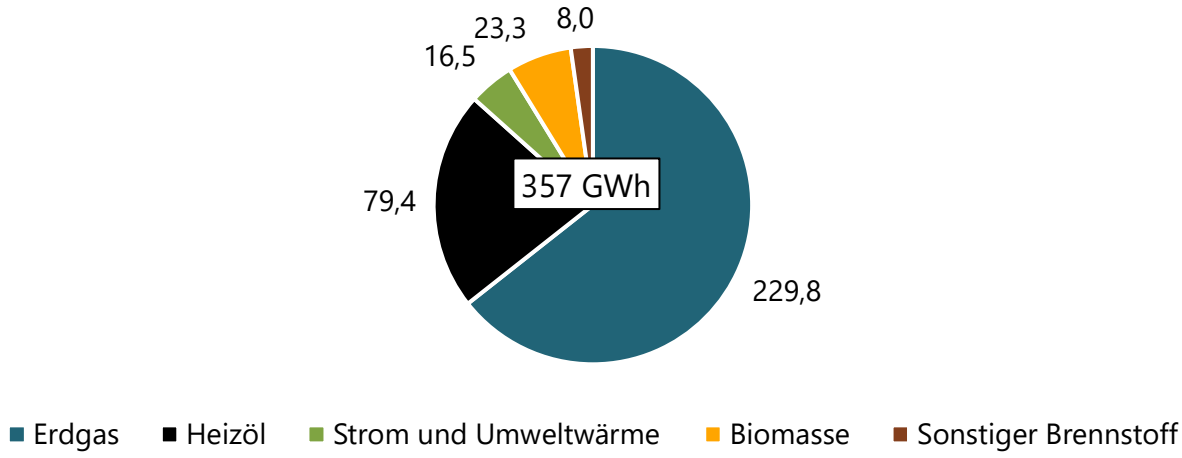


Abbildung 20: Jährlicher Wärmebedarf (alle Sektoren) in GWh

Mit 278,6 GWh (siehe Abbildung 21) macht der Haushaltssektor (Wohngebäude) 78 % des jährlichen Wärmebedarfs aus. Damit ist er bezogen auf den Wärmebedarf der wichtigste Sektor im Vergleich zu den Sektoren Gewerbe-Handel-Dienstleistung (GHD), Industrie und öffentliche Gebäude. Die Verteilung des Wärmebedarfs auf die einzelnen Energieträger weicht hierbei im Vergleich zum

[4] Der Wärmebedarf in diesem Dokument ist als Wärmebedarf auf Seite des Endkunden definiert. Dieser beinhaltet hierbei die Wärmebedarfe für Raumwärme, Trinkwarmwasser sowie Prozesswärme (insofern dies über die realen Erdgasverbräuche erfasst werden konnte).

Gesamtwärmebedarf von Wermelskirchen ab. 61 % des Wärmebedarfs werden über Erdgas gedeckt, sodass dieser Anteil ein Stück geringfügig kleiner ist im Vergleich zur sektorübergreifenden Betrachtung. Alle anderen Energieträger haben im Gegenzug einen erhöhten Anteil. Hier sind insbesondere Heizöl (24 %) und Biomasse (7 %) zu nennen.

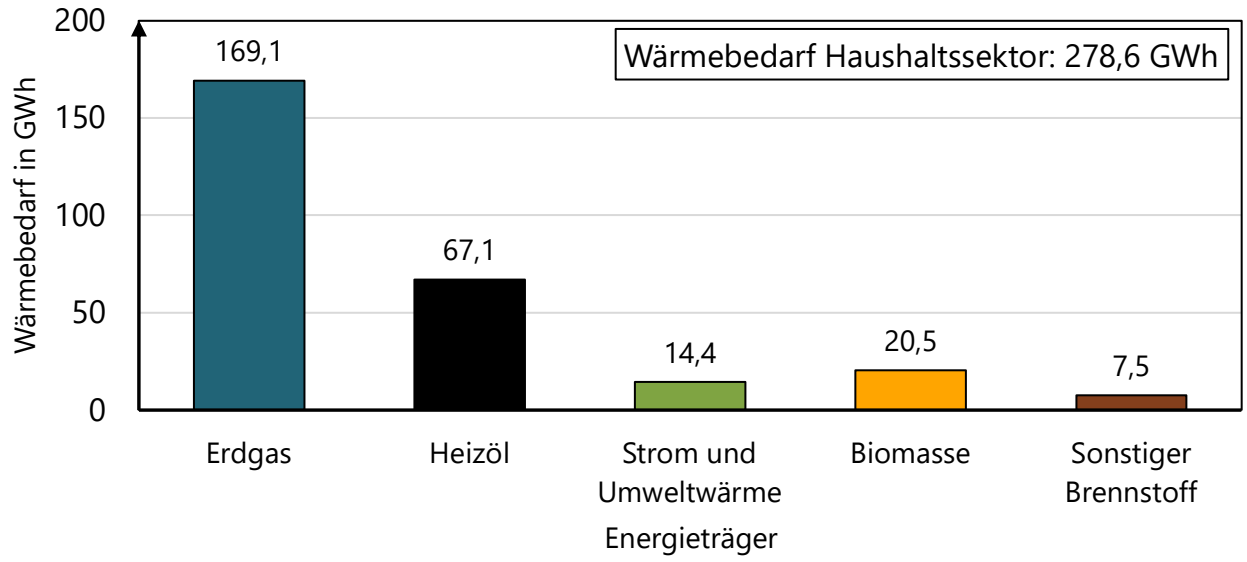


Abbildung 21: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Haushalte) in GWh

Wie Abbildung 22 zu entnehmen ist, entfallen 28,5 GWh (unter 8 % des jährlichen Gesamtwärmebedarfs) auf den öffentlichen Sektor, was wiederum bedeutet, dass dieser Sektor den zweitgeringsten Wärmebedarf aufweist. Diesem Sektor werden hierbei kommunale Gebäude und Gebäude der öffentlichen Versorgung zugeordnet. Im Gegensatz zum Gesamtwärmebedarf sowie dem Haushaltssektor ist der Anteil an Erdgas im kommunalen Sektor mit 90 % deutlich erhöht. Dies lässt sich damit erklären, dass öffentliche Gebäude in der Regel zentral in der dichteren Bebauung liegen, welche in Wermelskirchen vom Gasnetz durchzogen wird. Heizöl deckt im kommunalen Sektor hingegen nur 7 % des Wärmebedarfs ab. Der Rest entfällt zu ähnlichen Anteilen auf Biomasse, strombasierte Lösungen und sonstige Brennstoffe.

Der jährliche Wärmebedarf für den GHD-Sektor aufgeteilt auf die Energieträger ist in Abbildung 23 dargestellt. Mit 16 GWh macht dieser 4,5 % des Gesamtwärmebedarfs aus und weist damit den geringsten Wärmebedarf aller Sektoren auf. Die Energieträgerverteilung ist ähnlich zur sektorübergreifenden Betrachtung. 66 % der Wärme wird über Erdgas bereitgestellt, während der Anteil von Heizöl bei 21 % liegt. Biomasse sowie Strom und Umweltwärme machen 7 % bzw. 4 % aus.

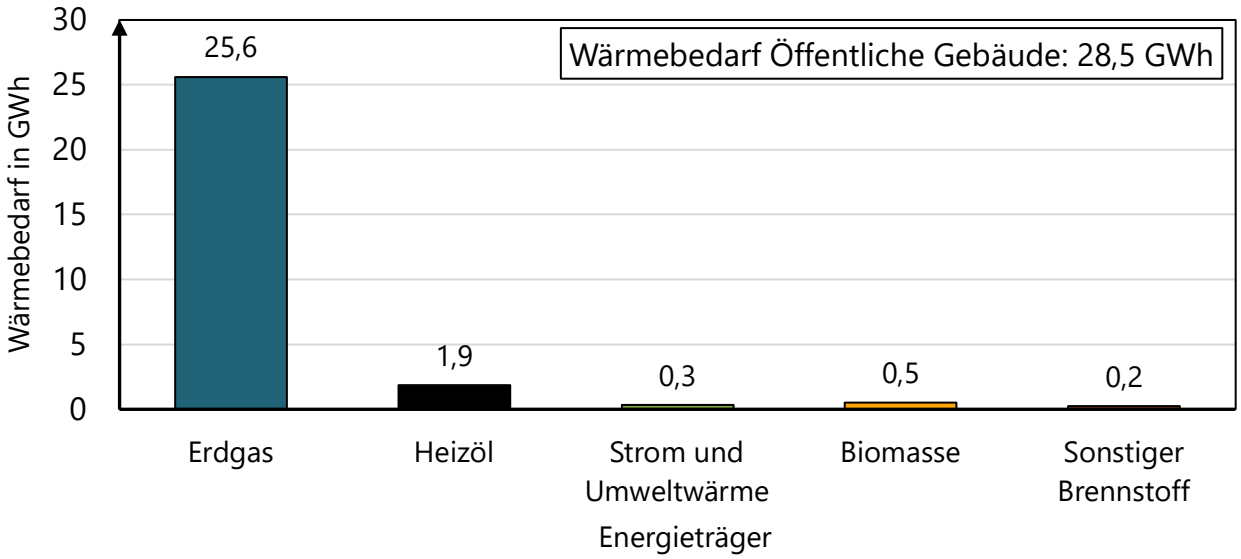


Abbildung 22: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor öffentliche Gebäude) in GWh

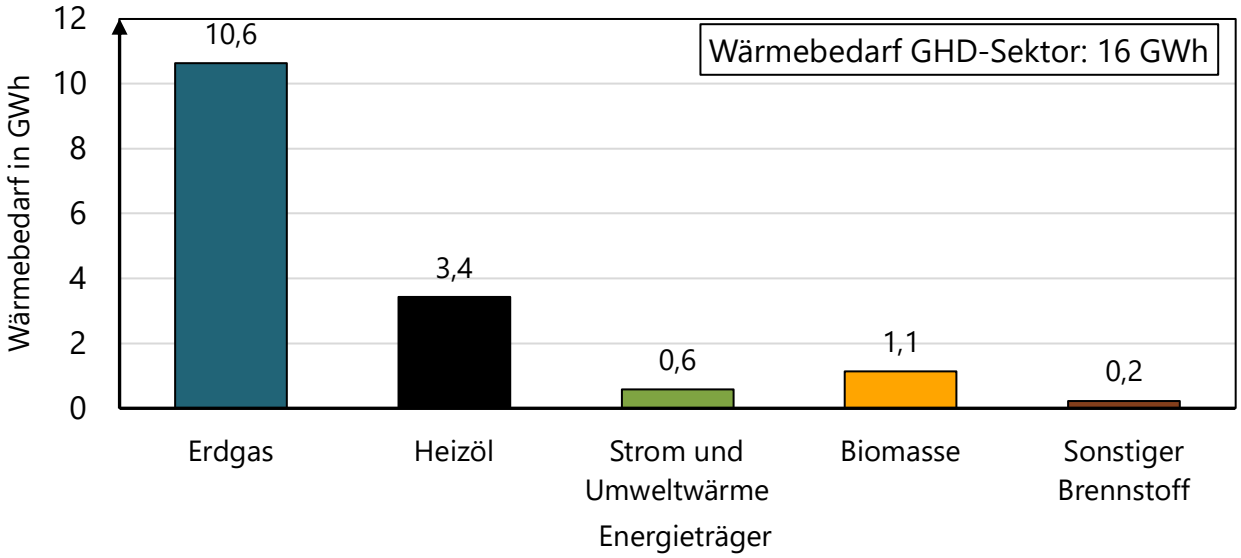


Abbildung 23: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor GHD) in GWh

Zuletzt ist der Industrie-Sektor zu betrachten, welcher in Abbildung 24 visualisiert ist. Wermelskirchen ist grundsätzlich kaum von Industrie geprägt, weshalb dieser Sektor mit 33,9 GWh nur 9,5 % des jährlichen Gesamtwärmebedarfs abbildet. Die erdgasbasierte Wärmebereitstellung ist im Industriesektor gegenüber der Gesamtbetrachtung geringfügig erhöht. Erdgas liegt hier bei einem Anteil von 72 %, während Heizöl dafür mit 21 % einen kleineren Anteil ausmacht. Die verbleibenden 7 % entfallen zu fast gleichen Teilen auf Biomasse und strombasierte Lösungen.

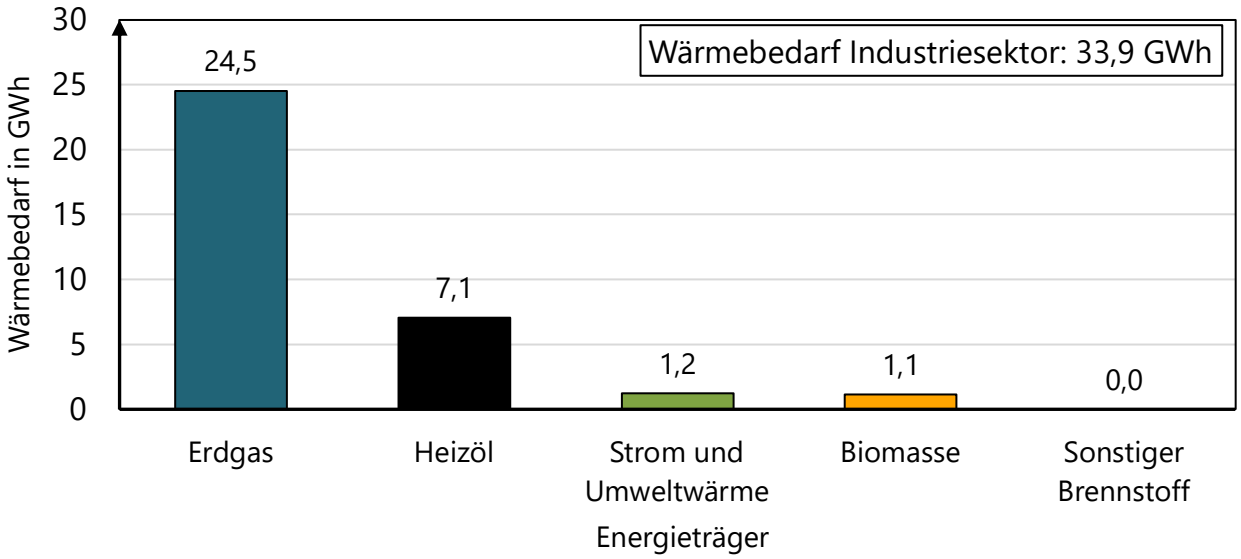


Abbildung 24: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Industrie) in GWh

Wie im Kontext von Abbildung 20 beschrieben, ist Prozesswärme in den Eingangsdaten nur erfasst, wenn dieser Prozesswärmebedarf über Erdgas gedeckt wird und somit in den realen Verbrauchsdaten enthalten ist. Dadurch ist eine präzise Abschätzung erschwert. Jedoch ist aus Abbildung 24 zu entnehmen, dass der Großteil der Industriebetriebe über Erdgas versorgt wird und somit vermutet werden kann, dass der Großteil der Betriebe ebenso Erdgas in der Prozesswärme einsetzt. Das bedeutet wiederum, dass der Großteil der Prozesswärme über die Verbrauchsdaten miterfasst werden konnte. Auf dieser Basis wird der Prozesswärmebedarf auf 20 GWh geschätzt. Im Wärmekataster des Landes NRW wird der Prozesswärmebedarf von Wermelskirchen mit 29 GWh pro Jahr angegeben [22]. Da im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung der Gesamtbedarf des Industrie-Sektors auf 33,9 GWh beziffert wurde, ist anzunehmen, dass diese Angabe realistisch ist.

3.4.2 Kartographische Auswertung

Im Folgenden wird die geographische Verortung der Gesamtwärmebedarfe nach Energieträgern auf Baublockebene beschrieben.

In Abbildung 25 ist der Anteil von Erdgas am Wärmebedarf auf Baublockebene kartographisch dargestellt. In Anlehnung an Abbildung 19 ist zu erkennen, dass im überwiegenden Teil der Baublöcke, welche Gasanschlüsse aufweisen, Erdgas einen erheblichen Anteil an der Wärmeversorgung ausmacht. Mehr als die Hälfte aller Baublöcke haben einen Anteil von über 60 %, den Erdgas am Wärmebedarf ausmacht. Hierbei handelt es sich um einen Großteil des Stadtteils Wermelskirchen, aber auch große Teile der anderen Stadtteile, welche am Erdgasnetz angeschlossen sind. Weitere 34 % der Baublöcke weisen einen Anteil von 20 % bis 60 % auf. Hier handelt es sich zum Teil noch um dicht besiedelte Gebiete, jedoch primär bereits um Baublöcke in ländlichen Bereichen, welche mittels einzelner Leitungsabschnitte des Erdgasnetzes durchquert werden. Lediglich bei einem geringen Anteil der Baublöcke, welcher jedoch flächentechnisch relativ groß ist, entspricht der Anteil 0 %. Diese Baublöcke befinden sich insbesondere in den ländlichen Teilen in der Mitte und an den Rändern des Stadtgebiets.

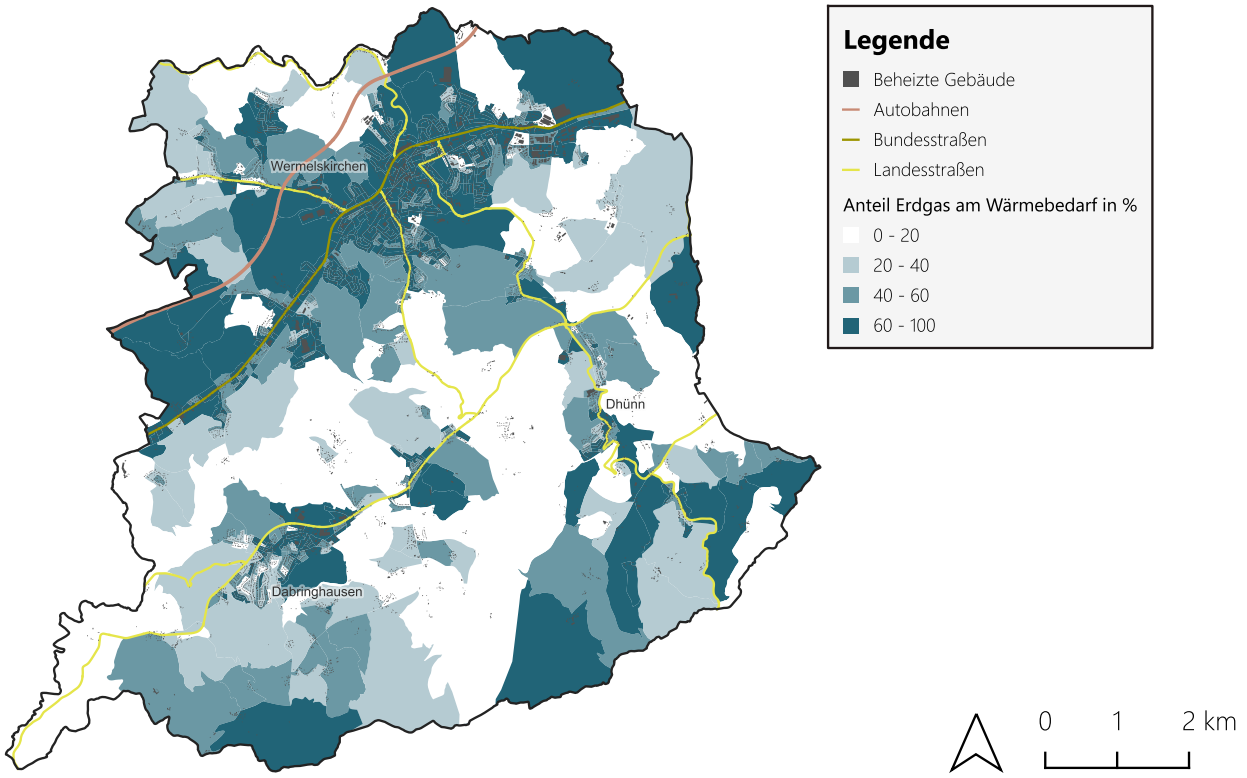


Abbildung 25: Anteil von Erdgas am Wärmebedarf auf Baublockebene

Der Anteil von Heizöl am Wärmebedarf auf Baublockebene ist in Abbildung 26 zu sehen. Es lässt sich erkennen, dass dort, wo das Erdgasnetz keine oder nur eine geringe Rolle spielt, der Anteil von Heizöl am Wärmebedarf sehr hoch ist. Nur ein geringer Anteil der Baublöcke weist einen Anteil von über 60 % auf. Diese Baublöcke befinden sich primär im ländlichen Bereich außerhalb der dicht besiedelten Stadtteile. 41 % der Baublöcke weisen einen Anteil zwischen 20 % und 60 % Heizöl auf. Auch diese Baublöcke sind insbesondere im ländlichen Raum zu finden, aber auch teilweise in den drei Ortschaften. Mehr als die Hälfte aller Baublöcke hat einen Heizöl-Anteil von unter 20 %. Dies betrifft die dicht besiedelten Stadtteile, insbesondere der Stadtteil Wermelskirchen ist hier hervorzuheben.

In der Wärmeversorgung von Wermelskirchen machen Strom und Umweltwärme nur einen geringen Anteil aus. Gemäß Abbildung 20 sind dies 16,5 GWh und damit 5 % des Gesamtwärmebedarfs. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass Strom und Umweltwärme im Bereich der Trinkwarmwassererzeugung eine relevantere Rolle spielen als bei der Bereitstellung von Raumwärme, da sie dort in 18 % der Gebäude als Energieträger genutzt werden. Nur in zwei Baublöcken (entspricht unter 1 % der Baublöcke) liegt der Anteil von Strom und Umweltwärme oberhalb von 60 % (siehe Abbildung 27). Einer dieser Baublöcke befindet sich im ländlichen Bereich am östlichen Rand des Stadtteils Dabringhausen. Ein weiterer in einem Neubaugebiet im Süden des Stadtteils Wermelskirchen. Ebenso weisen nur wenige Baublöcke einen Anteil zwischen 20 % und 60 % auf, welche auch primär im ländlichen Raum sowie in dicht besiedelten Quartieren mit jüngeren Baujahresklassen liegen. In 92 % der Baublöcke machen strombasierte Lösungen jedoch anteilig am Wärmebedarf unter 20 % aus.

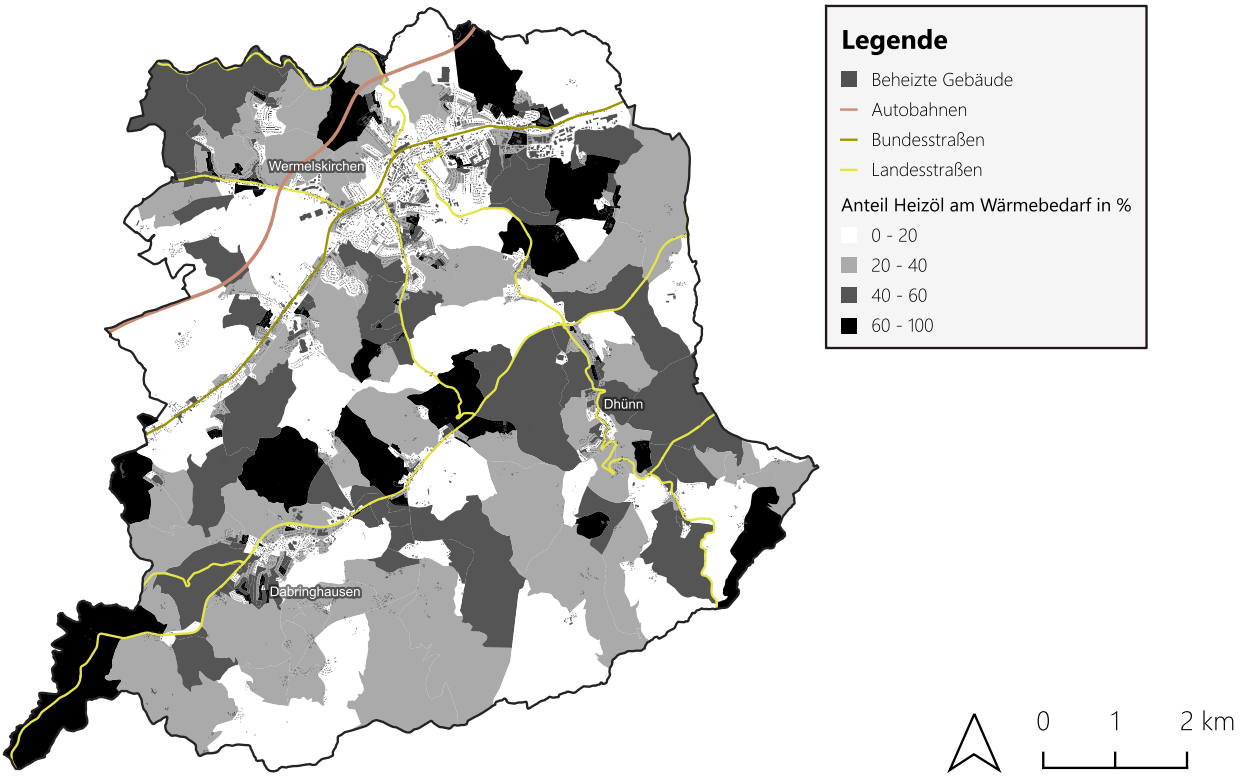


Abbildung 26: Anteil von Heizöl am Wärmebedarf auf Baublockebene

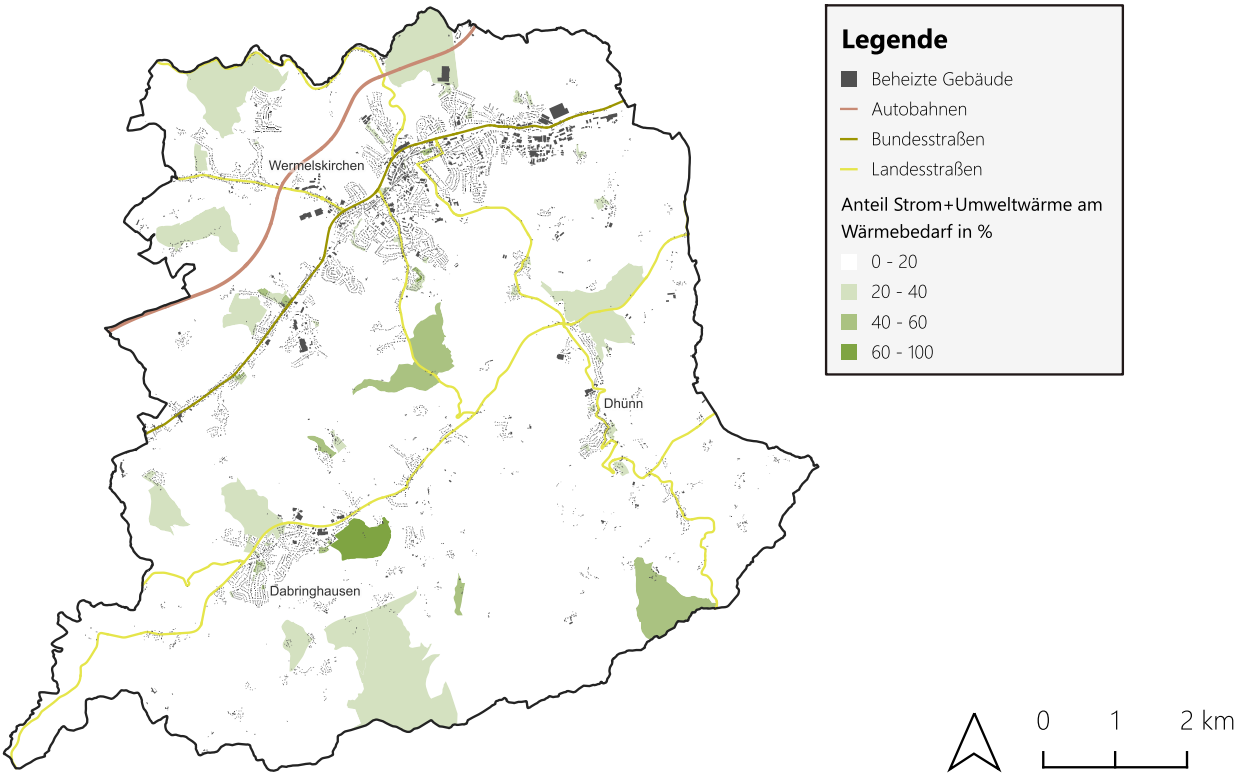


Abbildung 27: Anteil von Strom und Umweltwärme am Wärmebedarf auf Baublockebene

Mit 23,3 GWh (entspricht 6,5 % des Gesamtwärmebedarfs) weist Biomasse einen etwas höheren Anteil als Strom und Umweltwärme auf, bewegt sich jedoch in einer ähnlichen Größenordnung. Hierbei ist jedoch gemäß Abbildung 31 zu erkennen, dass die Anzahl von Gebäuden, welche mit Biomasse als Energieträger zur Raumwärmebereitstellung versorgt werden, nur bei ca. 3 % liegt. Dafür ist allerdings die Anzahl an Einzelraumheizungen in Wermelskirchen sehr hoch, was sich in 53 % der Gebäude in Form von Einzelraumheizungen mit Biomasse als Energieträger (Kamine) niederschlägt, welche wiederum einen Teil der Raumwärmebereitstellung übernehmen. In Abbildung 28 ist der Anteil von Biomasse am Wärmebedarf auf Baublockebene dargestellt.

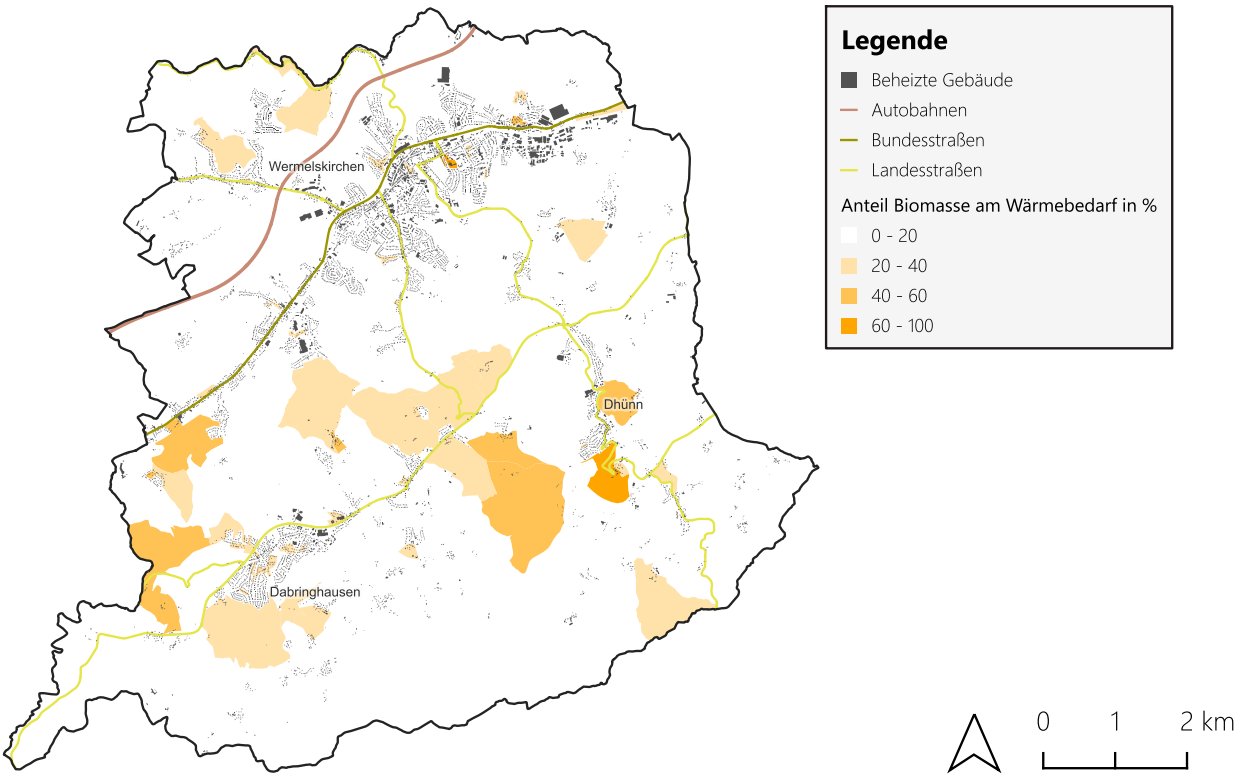


Abbildung 28: Anteil von Biomasse am Wärmebedarf auf Baublockebene

Dadurch, dass ein Großteil der Energiemenge durch die Einzelraumheizungen verursacht wird, ist die Verteilung im Stadtgebiet verhältnismäßig homogen. Im Großteil der Baublöcke beträgt der Anteil von Biomasse zwischen 0 % und 20 %. Dabei handelt es sich insbesondere um solche mit einer dichten Bebauung oder größeren Verbrauchern (z.B. Industrie), die keinen Kamin besitzen. Lokale Häufungen der Wärmeversorgung durch Biomasse gibt es kaum, da nur wenige Baublöcke einen Anteil von Biomasse am Wärmebedarf von über 20 % und lediglich zwei Baublöcke über 60 % erreichen. Diese liegen größtenteils im ländlichen Raum und insbesondere in Baublöcken, welche kein Erdgasnetz aufweisen. Diese Baublöcke zeichnen sich des Weiteren in der Regel dadurch aus, dass die Gebäudeanzahl gering ist (maximal 19 Gebäude), sodass bereits eine geringe Anzahl an Pelletheizungen für Raumwärme einen nennenswerten Einfluss auf den Gesamtanteil hat.

In Bezug auf die Energieträger, welche der Kategorie „Sonstiger Brennstoff" zugeordnet sind, sind in Wermelskirchen fast ausschließlich Heizungen basierend auf Flüssiggas relevant. Die Auswertungen in Abbildung 20 zeigen, dass sonstige Brennstoffe nur einen geringen Anteil der lokalen

Wärmeversorgung ausmachen. In Abbildung 29 sind die Anteile von sonstigen Brennstoffen auf Baublockebene dargestellt. Es ist zu erkennen, dass diese Heizungen primär in ländlich geprägten Baublöcken vorkommen. Dies ist auf den großen Platzbedarf der notwendigen Tanks zurückzuführen. Bei höherer Siedlungsdichte, wie zum Beispiel in den Stadtkernen der verschiedenen Stadtteile, kommen diese entweder nicht vor oder machen in der Regel maximal 5 % des Wärmebedarfs aus. Dies trifft auf den Großteil der Baublöcke zu. Es gibt jedoch auch sechs Baublöcke mit einem Anteil von über 40 % und bis zu 55 % an sonstigen Brennstoffen.

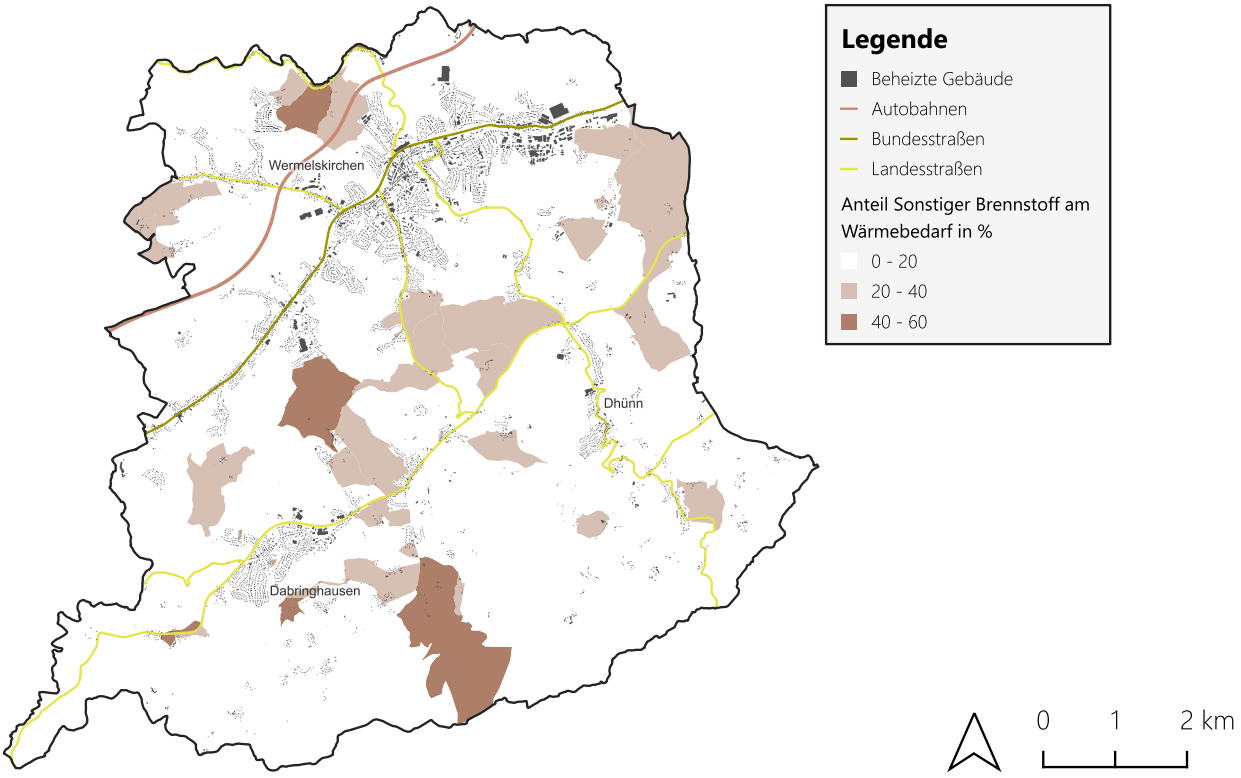


Abbildung 29: Anteil von sonstigen Brennstoffen am Wärmebedarf auf Baublockebene

In Abbildung 30 ist basierend auf den bereits beschriebenen Auswertungen der primäre Energieträger (Energieträger mit dem höchsten Anteil am Wärmebedarf) auf Baublockebene dargestellt. Die Abbildung zeigt, dass im Großteil des Stadtgebiets, insbesondere im dicht besiedelten Bereich, Erdgas die hauptsächliche Lösungsoption in der Wärmeversorgung darstellt. Im ländlichen Bereich kommen andere Energieträger zum Einsatz. Dabei handelt es sich zumeist um Heizöl oder Biomasse, jedoch vereinzelt auch um die sonstigen Brennstoffe oder Strom in Kombination mit Umweltwärme.

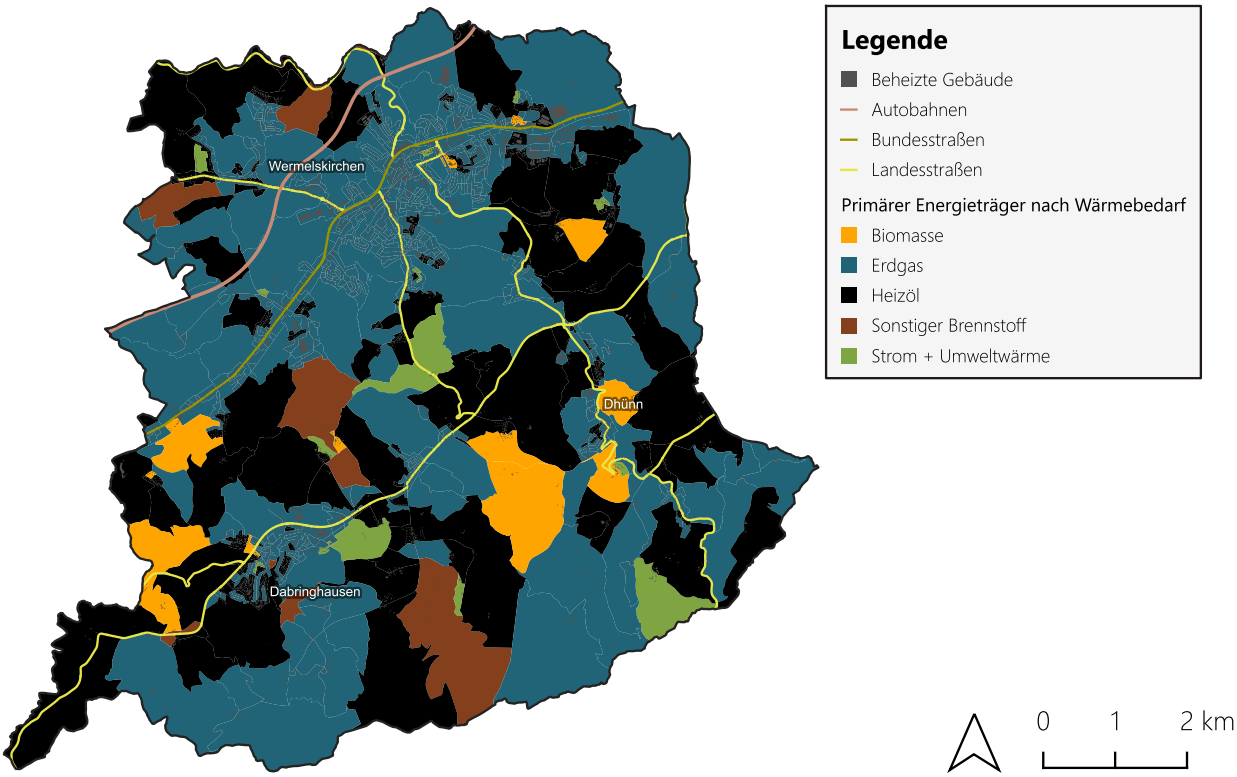


Abbildung 30: Primärer Energieträger (bezogen auf Wärmebedarf) auf Baublockebene

3.5 Anzahl versorgter Gebäude

Aufbauend auf den Auswertungen zum Anteil der Energieträger am Wärmebedarf (siehe Abschnitt 3.4) wird in diesem Abschnitt die Anzahl versorgter Gebäude nach Energieträger ausgewertet. 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 31 ist die Anzahl der Gebäude nach Energieträger für die Stadt Wermelskirchen dargestellt. Von den insgesamt 9.051 beheizten Gebäuden werden 6.100 über den Energieträger Erdgas versorgt, was einem Anteil von 67 % entspricht. 22 % der Gebäude hingegen beziehen die Raumwärme über Heizöl. Die Aufteilung ist dementsprechend vergleichbar zum Anteil des Wärmebedarfs in Abbildung 20. Strombasierte Heizungen machen mit 478 Gebäuden 5 % der Heizungen aus. Darunter befinden sich 315 Wärmepumpen und 163 Stromdirektheizungen. Wie in Bezug auf Abbildung 28 beschrieben, liegt der primäre Unterschied zwischen Abbildung 20 und Abbildung 31 darin, dass Biomasse aufgrund der hohen Anzahl an Kaminen einen größeren Anteil des Wärmebedarfs (6,5 %) ausmacht, obwohl nur 242 Gebäude Biomasse als primären Energieträger aufweisen, was wiederum nur ca. 3 % entspricht. Sonstige Brennstoffe machen mit 240 Gebäuden nahezu den gleichen Anteil an den Gebäuden aus.

Die absolute Anzahl an Gebäuden, welche mit Erdgas zur Raumwärmebereitstellung versorgt werden, ist in Abbildung 32 dargestellt. In Anlehnung an Abbildung 19, Abbildung 25 sowie Abbildung 30 ist zu erkennen, dass die Baublöcke mit der höchsten Anzahl an Gebäuden, welche Erdgas zur Bereitstellung von Raumwärme nutzen, in erster Linie in den Ortskernen von Wermelskirchen, Dhünn

und Dabringhausen sowie teilweise in den Randgebieten der Stadt liegen. Elf Baublöcke weisen dabei eine Anzahl von mindestens 20 Gebäuden auf, deren Raumwärme über Erdgas bereitgestellt wird. Eine Anzahl zwischen 10 und 19 Erdgasheizungen hingegen weisen ca. ein Viertel der Baublöcke auf. Auch diese Baublöcke befinden sich primär in den Ortskernen der jeweiligen Stadtteile, zum Teil jedoch ebenfalls in den Randgebieten der Stadt. Lediglich 4 % der Baublöcke weisen gar keine mit Erdgas versorgten Gebäude auf.

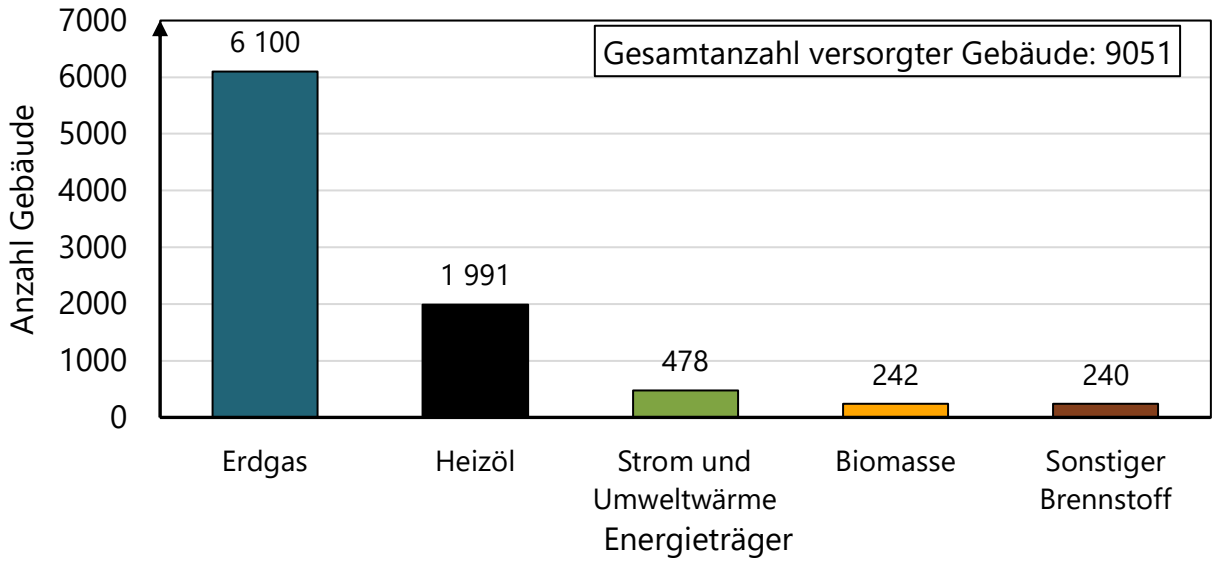


Abbildung 31: Anzahl versorgter Gebäude nach Energieträger

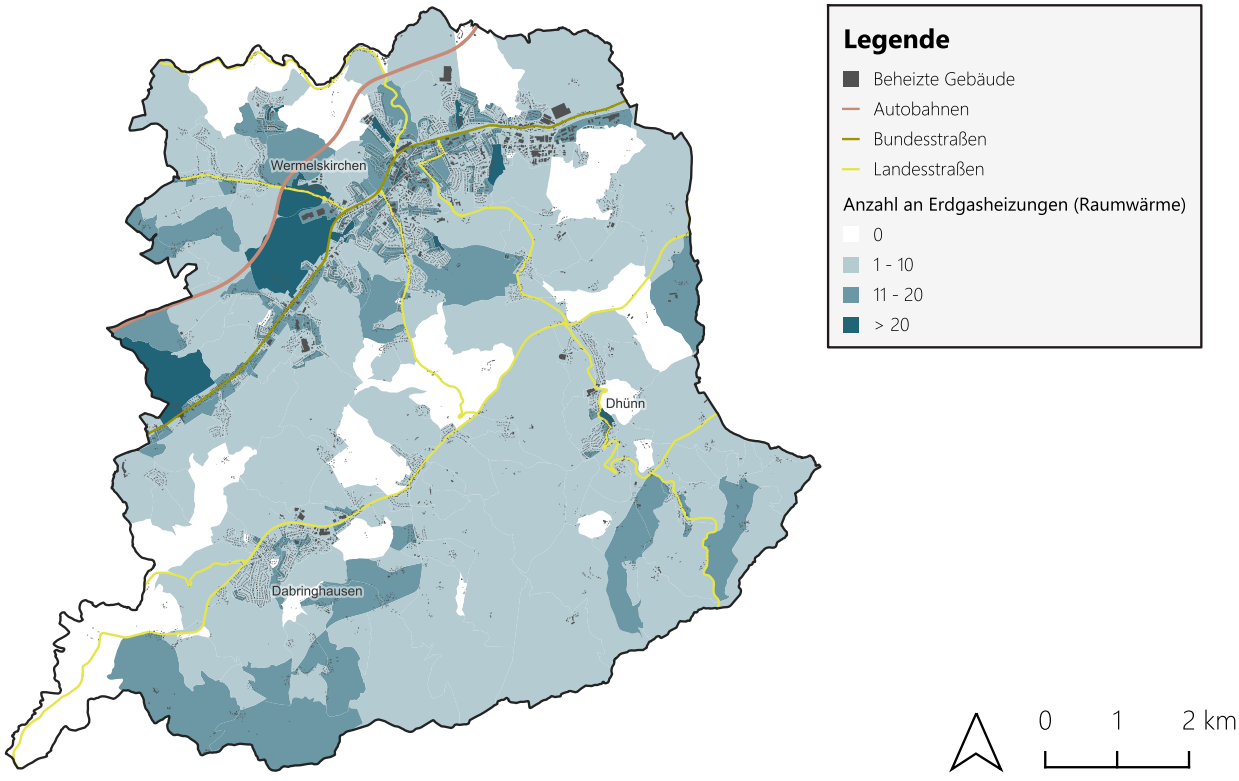


Abbildung 32: Anzahl der Gebäude mit Erdgas zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene

Die Anzahl an Gebäuden, welche Heizöl zur Raumwärmebereitstellung nutzen, ist in Abbildung 33 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Verteilung in Bezug auf die absolute Anzahl je Baublock sehr homogen ist. Im Großteil der Baublöcke ist mindestens eine Ölheizung vorhanden. Eine der primären Ausnahmen sind weite Teile des Stadtteils Wermelskirchen und kleine Teile von Dabringhausen. Dadurch, dass eine starke Verbreitung von Heizöl insbesondere im ländlichen Bereich stattfindet, gibt es jedoch nur wenige Baublöcke, welche eine Anzahl von über zehn Ölheizungen aufweisen. Dies ist dadurch begründet, dass die Baublöcke im ländlichen Bereich in der Regel eine geringere Anzahl an beheizten Gebäuden haben. Zehn Baublöcke weisen diese Anzahl an Ölheizungen auf und befinden sich vermehrt in Randgebieten der Bebauung der einzelnen Stadtteile.

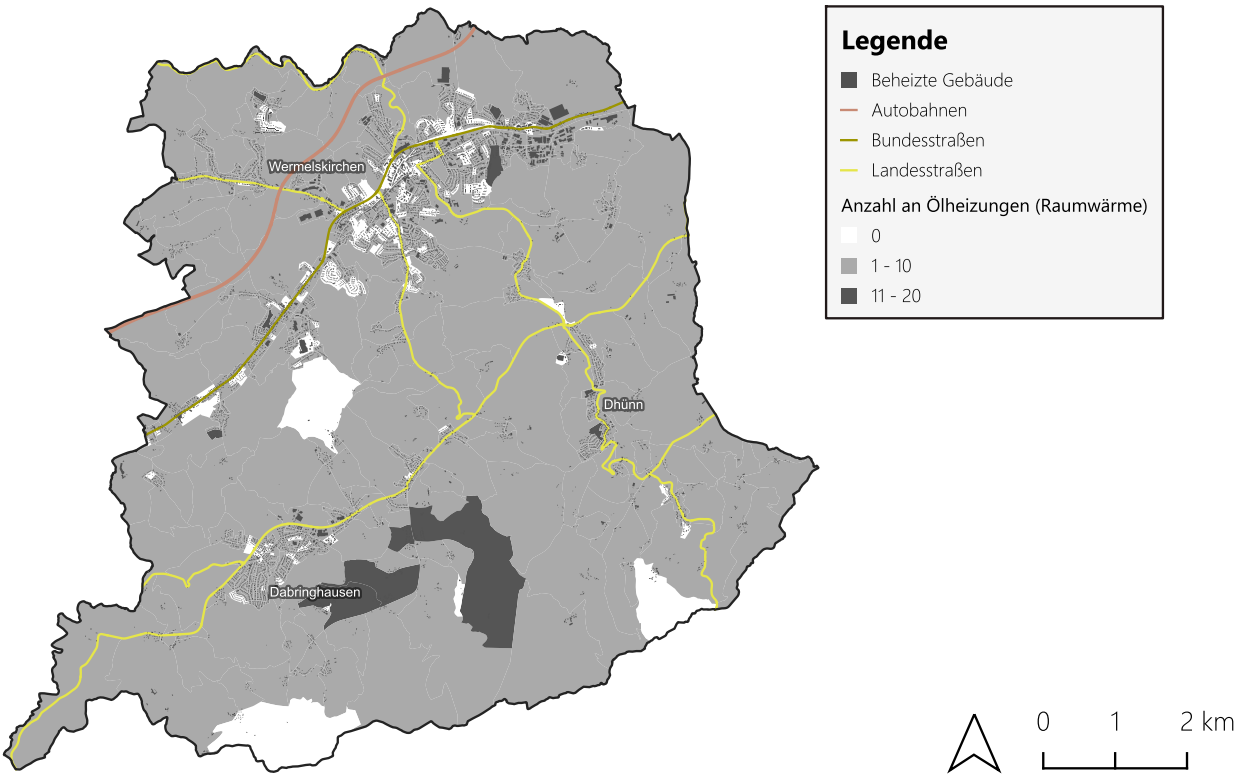


Abbildung 33: Anzahl der Gebäude mit Heizöl zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene

Strombasierte Heizungen machen 5 % der gesamten Gebäudeanzahl aus. Die Verteilung auf die Baublöcke ist in Abbildung 34 dargestellt und zeigt ebenfalls eine homogene Verteilung. Ein Drittel der Baublöcke weisen mindestens eine strombasierte Heizung auf. Gleichzeitig gibt es nur zwölf Baublöcke, die mindestens fünf strombasierte Heizungen beinhalten, und einen Baublock, in dem mehr als zehn strombasierte Heizungen vorliegen. Hierbei handelt es sich sowohl um größere Baublöcke im ländlichen Raum als auch Neubaugebiete im Stadtteil Wermelskirchen.

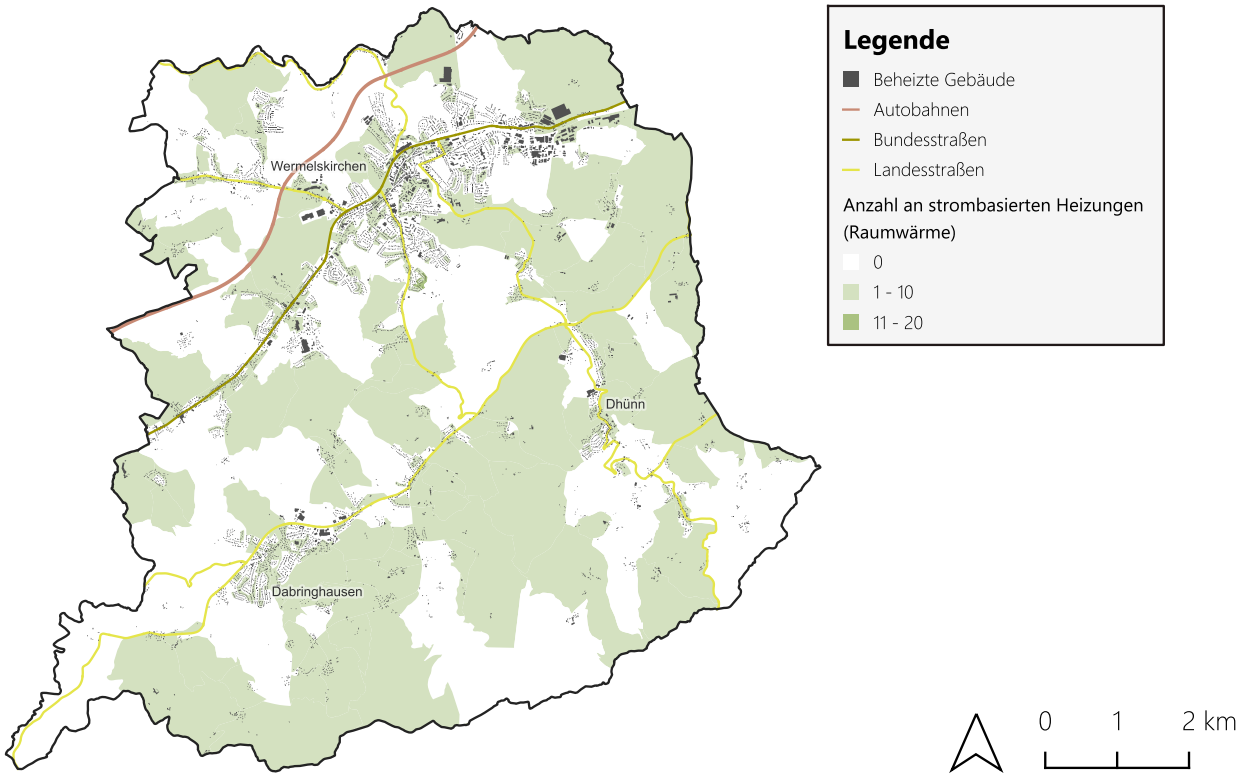


Abbildung 34: Anzahl der Gebäude mit Strom zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene

Obwohl Biomasse ca. 7 % des Gesamtwärmebedarfs deckt, nutzen nur 3 % der Gebäude Biomasseheizungen zur Bereitstellung von Raumwärme, was wiederum 242 Gebäuden entspricht (siehe Abbildung 20 und Abbildung 31). Durch diese geringe Anzahl zeigt sich gemäß Abbildung 35 keine räumliche Konzentration an Biomasse-Heizungen zur Bereitstellung von Raumwärme, sondern vergleichbar zu den strombasierten Lösungen ein eher homogenes Bild. Es gibt in Wermelskirchen keinen Baublock mit mehr als fünf Gebäuden mit Raumwärmebereitstellung durch Biomasse und nur drei Baublöcke mit mehr als drei dieser Gebäude. Gleichzeitig weisen weniger als ein Viertel der Baublöcke mindestens ein Gebäude auf, welches über Biomasse mit Raumwärme versorgt wird.

Mit 240 versorgten Gebäuden spielen die als „Sonstige Brennstoffe" definierten Energieträger, nur eine kleine Rolle in der Wärmeversorgung der Stadt Wermelskirchen. Vergleichbar zu den Energieträgern Heizöl und Biomasse finden sich diese sonstigen Brennstoffe, welche insbesondere von Flüssiggaslösungen repräsentiert werden, insbesondere in den ländlichen Teilen der Stadt wieder. Aufgrund der geringen Anzahl dieser Heizungen zeigt sich in Abbildung 36, welche die absolute Anzahl auf Baublockebene darstellt, keine lokale Häufung dieser Heizungen. Nur 16 % der Baublöcke weisen überhaupt diese Heizungstechnologien auf. Zudem liegen lediglich sechs Baublöcke mit mindestens fünf Gebäude, die über sonstige Brennstoffe versorgt werden, vor. Dabei beträgt die Maximalanzahl pro Baublock neun dieser Gebäude.

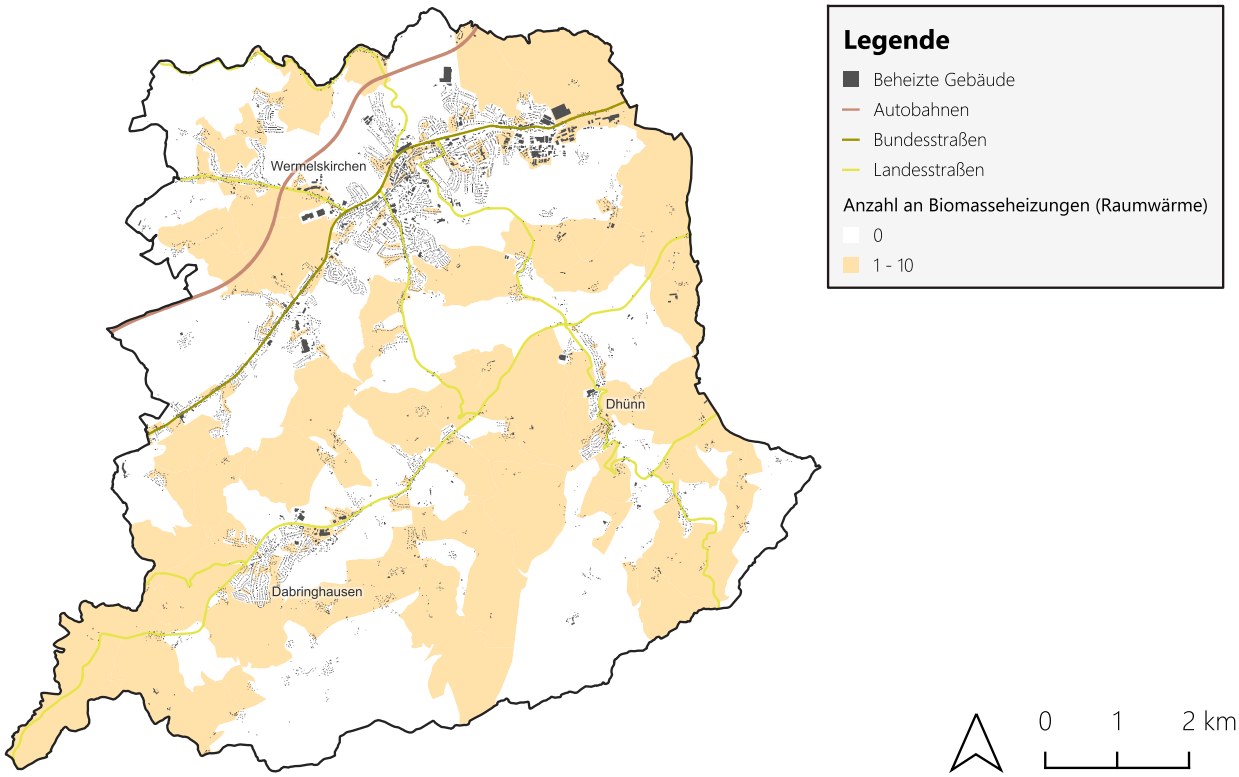


Abbildung 35: Anzahl der Gebäude mit Biomasse zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene

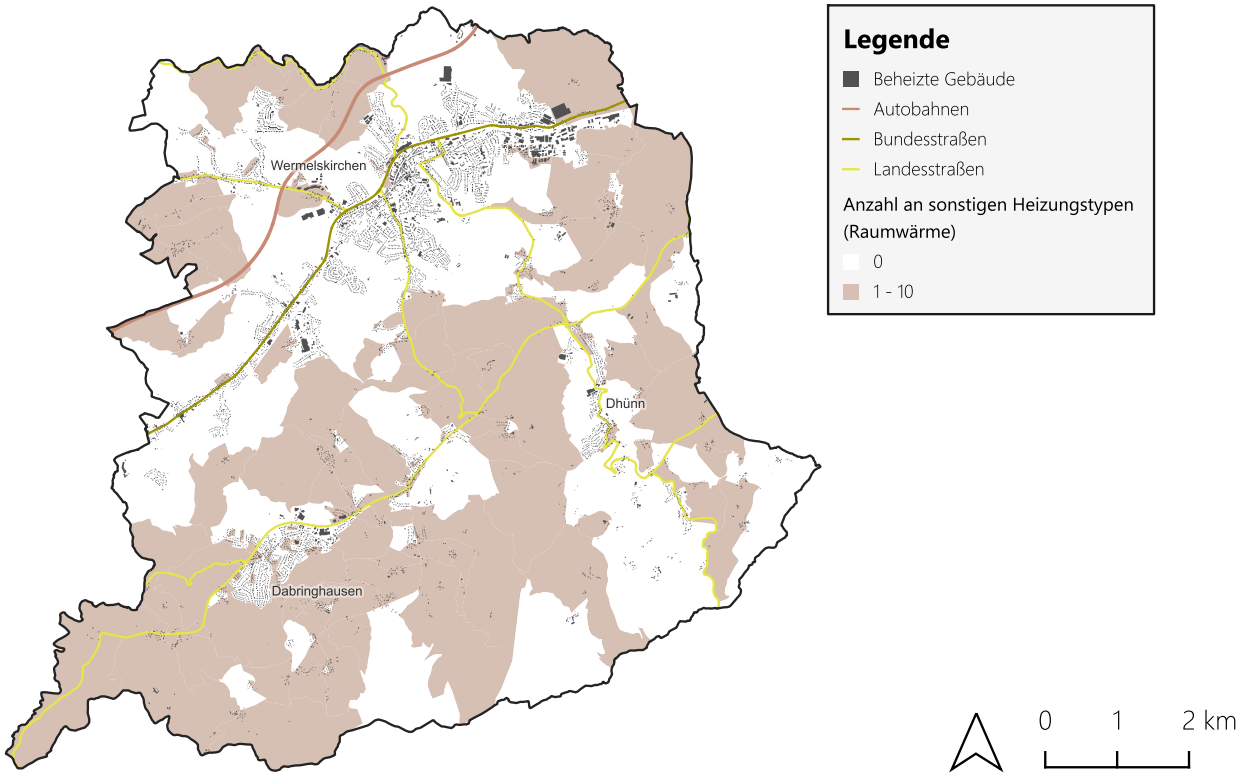


Abbildung 36: Anzahl der Gebäude mit sonstigem Brennstoff zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene

3.6 Altersstruktur der Heizungen

Die Altersverteilung der bestehenden Heizungsstruktur bietet wichtige Implikationen, wann welche Heizungen ausgetauscht werden müssen und dann entsprechend auf klimaneutrale Alternative umgestellt werden können. In diesem Abschnitt wird das Heizungsalter von Erdgas-, Öl- und Biomasseheizungen ausgewertet.[5] Ebenso werden die Heizungen betrachtet, welche den sonstigen Brennstoffen zugeordnet werden.

In Abbildung 37 ist die Altersstruktur der Erdgasheizungen in Wermelskirchen als Säulendiagramm dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Altersstruktur des Bestandes homogen ist. Obwohl laut [11] die Lebensdauer für Erdgasheizungen bei 20 Jahren verortet wird, sind 28 % der Gasheizungen in Wermelskirchen bis zum Jahr 2005 in Betrieb genommen worden und damit bereits mindestens 20 Jahre alt. Fast 35 % der Heizungen wurden wiederum zwischen den Jahren 2006 und 2015 in Betrieb genommen, sodass auch diese bereits ein Alter von 10 bis 20 Jahren erreicht haben. Ebenso wurden 37 % der Heizungen seit 2016 in Betrieb genommen, fast die Hälfte davon seit dem Jahr 2021. Die Ergebnisse zeigen, dass bis zum Zieljahr 2045 ein nennenswerter Anteil der Gasheizungen aus Altersgründen sowieso getauscht werden muss und dann auf eine klimaneutrale Alternative umgestellt werden kann. Aus dem Grund könnten sich bereits in den nächsten Jahren viele Heizungswechsel im Kontext der Erdgasheizungen ergeben. Jedoch ist ebenso nennenswert, dass 18 % der Erdgasheizungen unter 5 Jahre alt sind, sodass bei diesen Heizungen ein zeitnaher Austausch eher unwahrscheinlich ist, was wiederum eine Hürde bei der Umstellung der Wärmeversorgung in Wermelskirchen darstellen könnte.

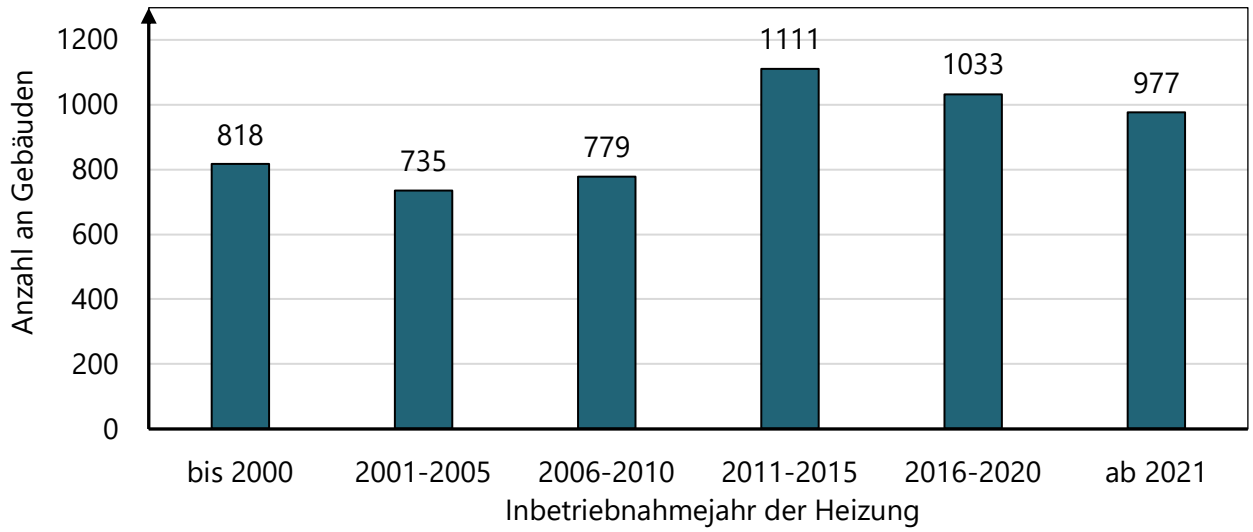


Abbildung 37: Altersstruktur der Erdgasheizungen

In Abbildung 38 ist die Altersstruktur der Ölheizungen in Wermelskirchen als Säulendiagramm dargestellt. Es ist zu erkennen, dass der Bestand an alten Ölheizungen sehr hoch ist. Vergleichbar zu Erdgasheizungen wird in [11] die Lebensdauer für Ölheizungen mit 20 Jahren angegeben. Jedoch sind 70 % der Ölheizungen bereits mindestens 20 Jahre alt. 20 % der Heizungen wurden wiederum zwischen den Jahren 2006 und 2015 in Betrieb genommen worden, sodass auch diese bereits ein

[5] Wenn das Alter zu einer Heizung nicht bekannt ist, wird diese Heizung in der Auswertung nicht betrachtet.

Alter von mindestens 10 Jahren erreicht haben. Der Anteil von Heizungen mit einem Alter von maximal 10 Jahren beträgt 10 %. Auf Basis der hohen Altersstruktur kann geschlossen werden, dass in den nächsten Jahren ein großer Anteil der Ölheizungen getauscht werden muss. Dies ermöglicht bereits zeitnah den Wechsel auf eine klimaneutrale Alternative (z.B. Wärmepumpe oder Pellet-Heizung).

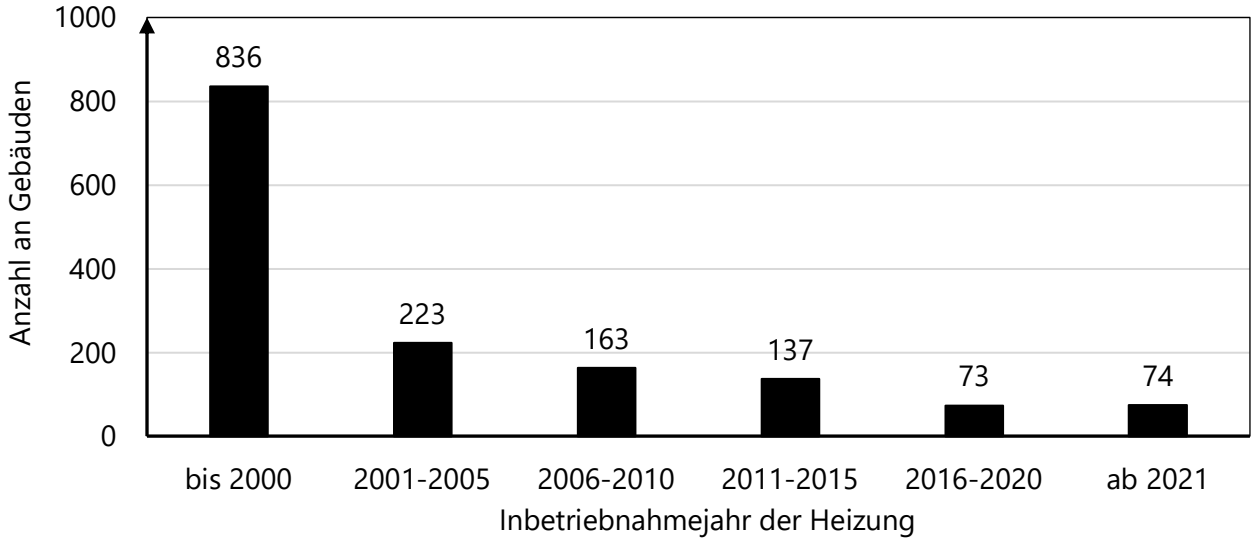


Abbildung 38: Altersstruktur der Ölheizungen

Die Altersstruktur der Biomasseheizungen ist in Abbildung 39 visualisiert. Diese unterscheidet sich signifikant von der Altersstruktur der Öl- und Erdgasheizungen. Nur 17 % der Biomasseheizungen sind über 20 Jahre alt. Ein nennenswerter Teil der Heizungen, nämlich 45 %, wurde zwischen 2006 und 2015 in Betrieb genommen, sodass diese ein Alter zwischen 10 und 20 Jahren aufweisen. 38 % der Heizungen sind noch vergleichsweise neu und maximal 10 Jahre alt. Da Biomasse bereits eine erneuerbare Wärmequelle darstellt, welche einen validen Teil einer klimaneutralen Wärmeversorgung darstellen kann, ist diese Altersstruktur weniger relevant für die Ableitung von Implikationen zum zukünftigen Heizungstausch. Selbst wenn die neueren Heizungen nicht mehr bis zum Zieljahr 2045 getauscht werden, ist eine klimaneutrale Wärmeversorgung für diese Gebäude erreicht.

Zuletzt ist in Abbildung 40 die Altersstruktur der Heizungen dargestellt, welche unter den sonstigen Brennstoffen zusammengefasst werden. Die Verteilung ist ähnlich zu den Erdgasheizungen. 35 % der Heizungen sind über 20 Jahre alt und 26 % im Bereich zwischen 10 und 20 Jahren. Die verbleibenden 39 % sind seit 2016 in Betrieb genommen worden und somit unter 10 Jahre alt. Die Altersstruktur dieser Heizungen lässt den Schluss zu, dass ein nennenswerter Anteil altersbedingt bis zum Zieljahr getauscht werden muss. Die jüngeren Heizungen, die auch über das Zieljahr betrieben werden, könnten beispielsweise durch eine Umstellung auf biogenes Flüssiggas dekarbonisiert werden.

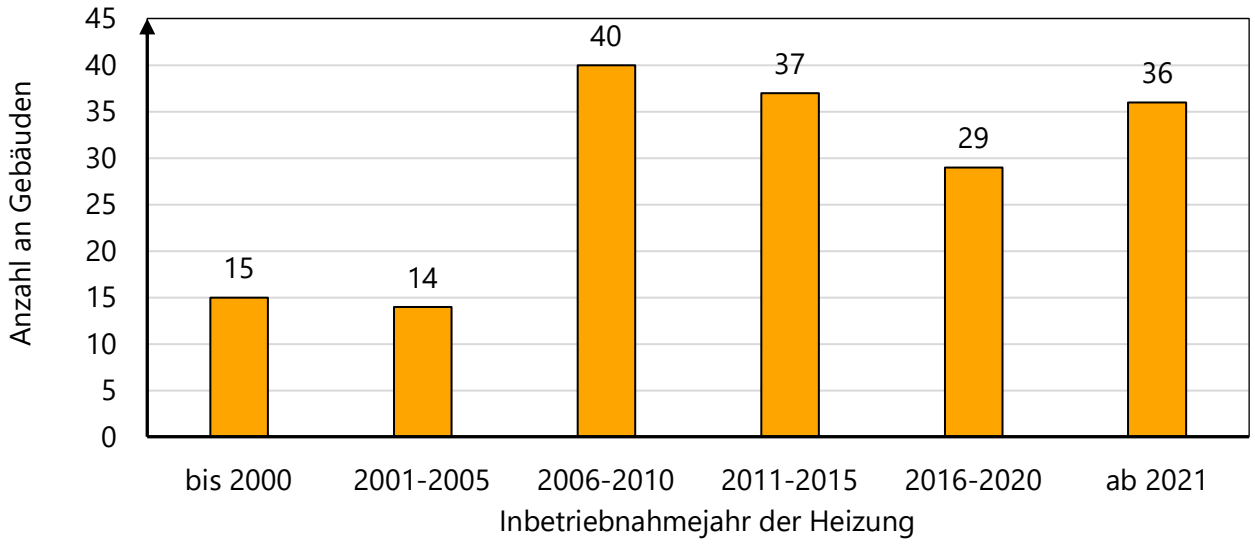


Abbildung 39: Altersstruktur der Biomasseheizungen

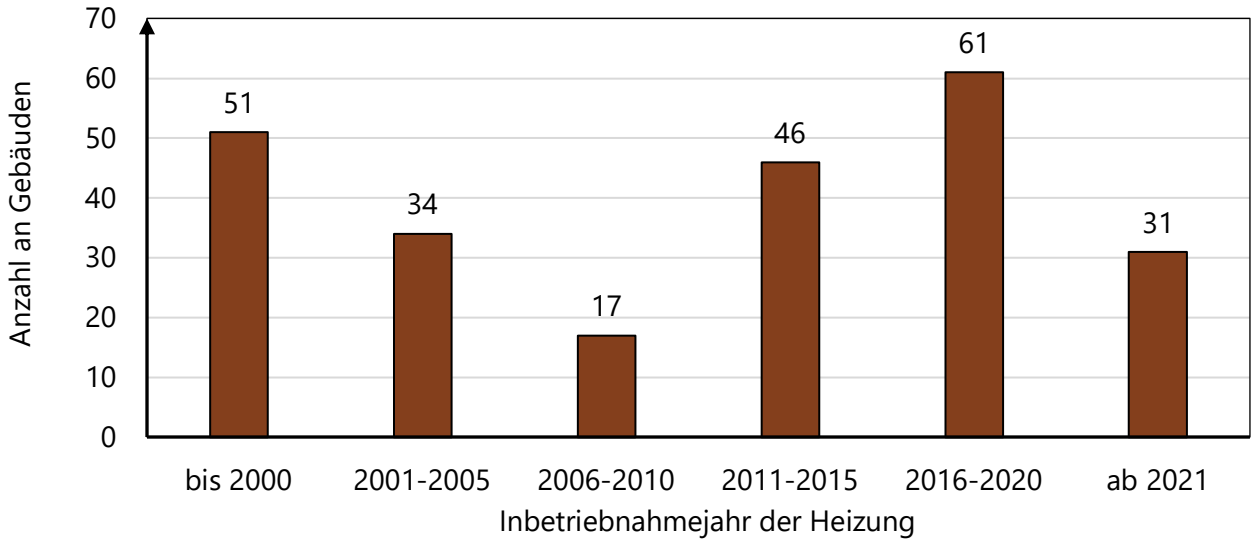


Abbildung 40: Altersstruktur der Flüssiggasheizungen

3.7 Wärmebedarfsdichte und Großverbraucher

In diesem Abschnitt werden verschiedene Auswertungen zu Wärmebedarfsdichten thematisiert. Die Wärmebedarfsdichte gibt als Kennzahl 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 aus Sicht des Wärmebedarfs abzuschätzen.

In Abbildung 41 ist die Wärmebedarfsdichte als Wärmeflächendichte auf Baublockebene dargestellt. Gemäß [23] muss diese 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 41 zeigt, dass die ländlich geprägten Gebiete und damit ein nennenswerter Teil von Wermelskirchen, Wärmeflächendichten unterhalb von 200 MWh/ha aufweisen. Dies gilt ebenso für wenige Teile von Dabringhausen. Eine Wärmebedarfsdichte oberhalb von 415 MWh/ha in mehreren zusammenhängenden Baublöcken gibt es insbesondere im Stadtteil Wermelskirchen, jedoch auch in Teilen in den Ortskernen von Dabringhausen und Dhünn. Die Ergebnisse zeigen, dass dort grundsätzlich eine Eignung für konventionelle Wärmenetze aus Sicht der Wärmeflächendichte vorliegt.

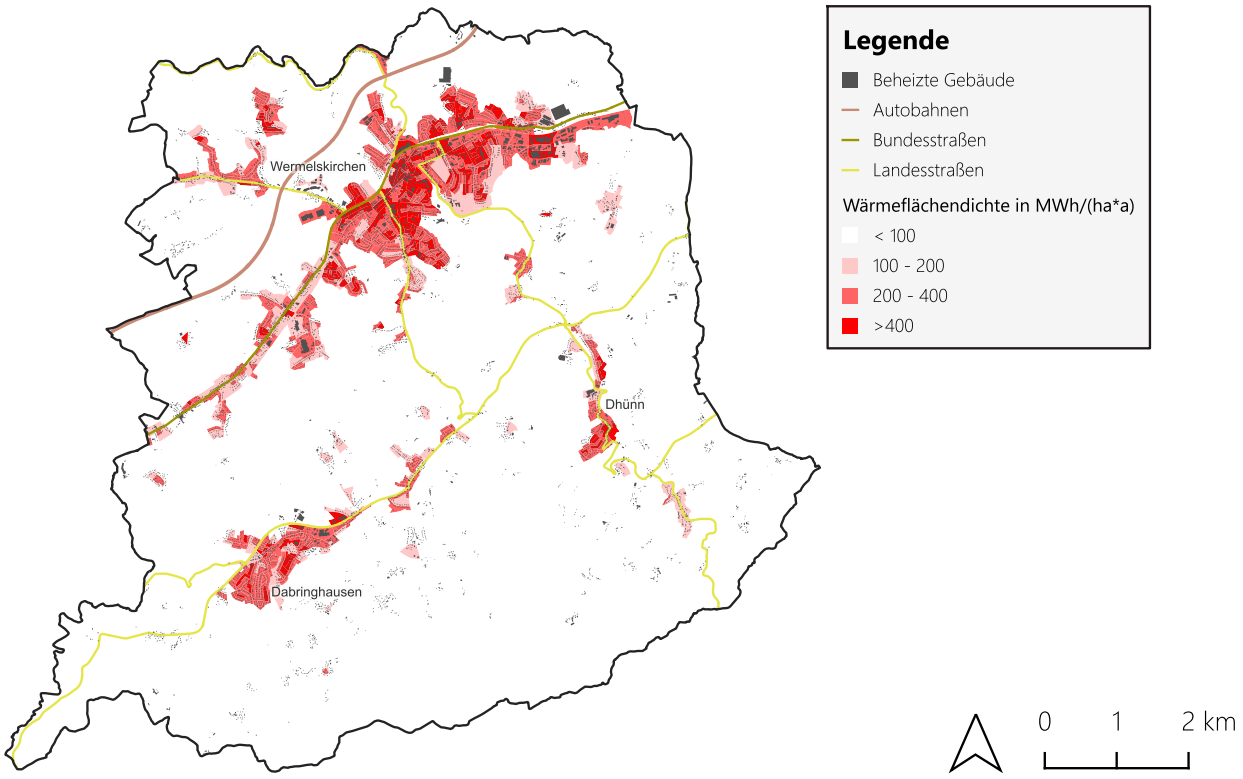


Abbildung 41: Wärmeflächendichte auf Baublockebene

Neben der Wärmeflächendichte ist die Wärmeliniendichte die gängigste Kennzahl zur Angabe der Wärmebedarfsdichte. In Abbildung 42 ist die Wärmeliniendichte auf Straßenzugebene für die Stadt Wermelskirchen dargestellt. Auch bei Betrachtung der Wärmeliniendichte konzentrieren sich die höchsten Werte auf den Stadtteil Wermelskirchen sowie in kleinerem Ausmaß auf die Ortskerne von Dabringhausen und Dhünn. Gemäß [24] wird für eine Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes im

Gebäudebestand eine jährliche Wärmeliniendichte von mindestens 2.000 kWh/m vorgesehen. Anhand von Abbildung 42 ist zu sehen, dass in den bereits thematisierten Gebieten in Wermelskirchen (Innenstadt) die jährlichen Wärmeliniendichten in vielen Straßenabschnitten über 2.000 kWh/m betragen, sodass auch nach der Kennzahl der Wärmeliniendichte eine grundsätzliche Wärmenetzeignung aus der Bedarfssicht für diese Stadtteile ausgegeben werden kann. Zusätzlich gibt es in anderen Quartieren des Stadtteils Wermelskirchen sowie in diversen Gewerbegebieten und den anderen beiden Stadtteilen kleinere Straßenabschnitte, welche eine jährliche Wärmeliniendichte von mindestens 2.000 kWh/m erreichen. Auch dort könnte eine Eignung für kleinere Wärmenetzlösungen vorliegen.

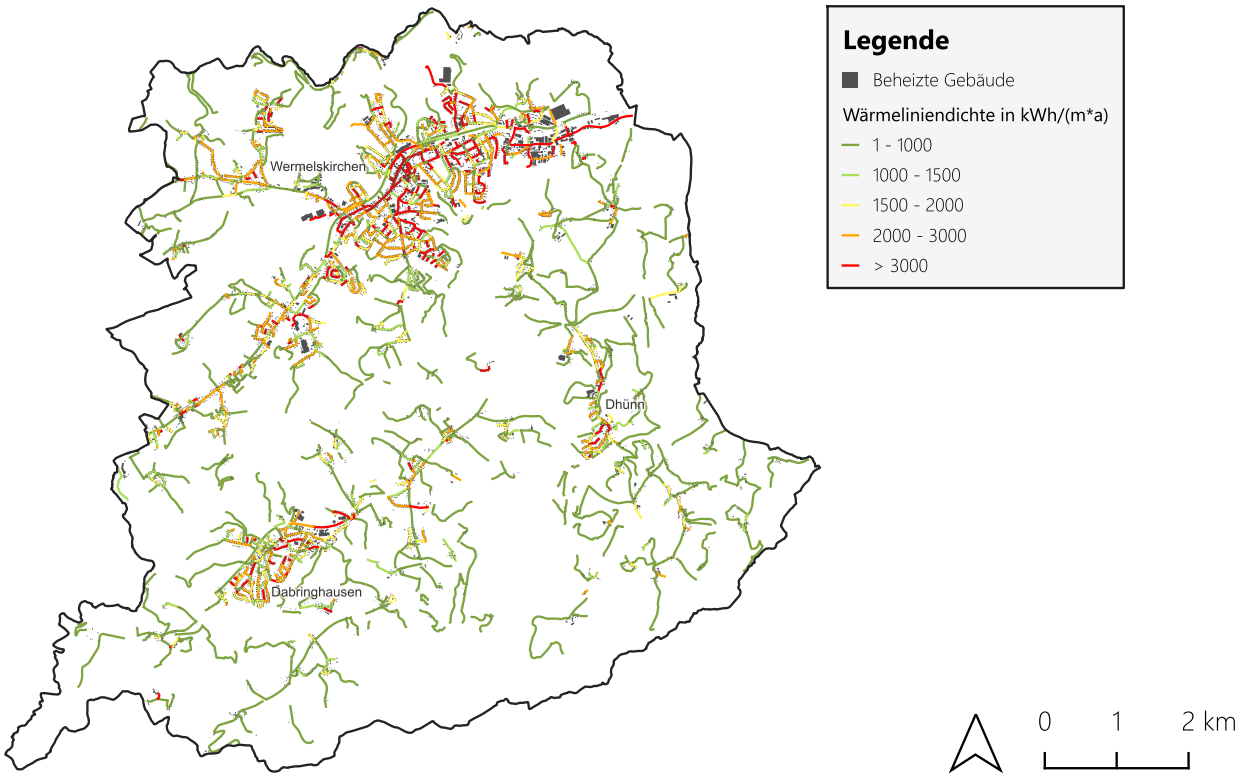


Abbildung 42: Wärmeliniendichte auf Straßenzugebene

Für das Stadtgebiet von Wermelskirchen konnten insgesamt 45 Großverbraucher identifiziert werden. Als solche werden Verbraucher bezeichnet, deren Wärmebedarf 500 MWh pro Jahr überschreitet. Hierbei handelt es sich sowohl um öffentliche Gebäude (z.B. Schulen, Rathaus) als auch um Gebäude der Sektoren Industrie und GHD. Vereinzelt sind auch Wohngebäude unter diesen Großverbrauchern. Die Lokalisation dieser Großverbraucher auf Baublockebene ist in Abbildung 43 dargestellt. Ein großer Teil der Großverbraucher liegt im Stadtteil Wermelskirchen, einige wenige jedoch auch in Dabringhausen und an den Stadtgrenzen.

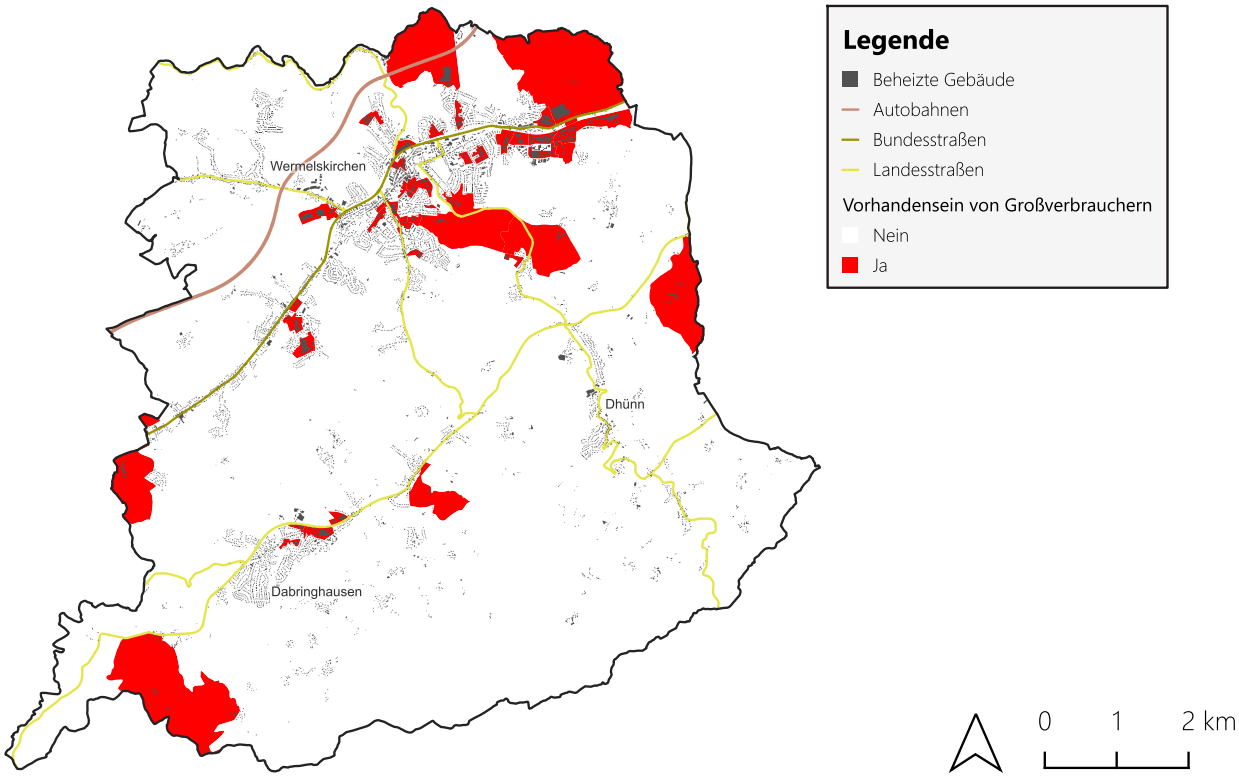


Abbildung 43: Lokalisation von Großverbrauchern auf Baublockebene

3.8 Anteil der erneuerbaren Energien

In diesem Abschnitt wird der Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmeversorgung der Stadt Wermelskirchen in Abhängigkeit der Energieträger beschrieben. In Abbildung 44 ist dieser sowie der Anteil fossiler Energieträger als Säulendiagramm dargestellt.

Die Wärmeversorgung der Stadt basiert überwiegend auf fossilen Energieträgern, insbesondere Erdgas und Heizöl. Diese machen mit 321,7 GWh 90,1 % des Wärmebedarfs aus. Erneuerbare Energien stellen dementsprechend mit 35,3 GWh die übrigen 9,9 % dar. Diese werden über strombasierte Heizungen (unter Berücksichtigung von Umweltwärme bei Nutzung von Wärmepumpen) sowie Biomasse bereitgestellt. Letztere wird als nachwachsender Rohstoff hierbei als vollständig erneuerbar definiert. Der Strommix von Deutschland wird in dieser Berechnung mit einem EE-Anteil von 59 % angenommen [25]. Unter Berücksichtigung der durch Wärmepumpen genutzten Umweltwärme ergibt sich für strombasierte Heizungen ein EE-Anteil von 72,7 %. Dieser wird sich zudem durch die zu erwartende Steigerung des EE-Anteils im deutschen Strommix für die Bestandsheizungen weiter erhöhen.

In Abbildung 45 ist der Anteil der erneuerbaren Energien auf Baublockebene dargestellt. Es ist zu erkennen, dass der Großteil der Baublöcke unterhalb eines EE-Anteils von 20 % liegt. Dies betrifft 83 % der Baublöcke. Der Großteil der verbleibenden Baublöcke liegt zwischen 20 % und 40 %. Nur wenige Baublöcke weisen einen EE-Anteil zwischen 40 und bis zu 64 % auf. Bei den Baublöcken oberhalb von 40 % handelt es sich insbesondere um Neubaugebiete, aber auch um Baublöcke im Bestand mit erhöhtem Anteil von Biomasse oder Strom und Umweltwärme. Es ist klar ersichtlich, dass in den eng besiedelten Bereichen der EE-Anteil vergleichsweise gering ist, da dort meistens auf

Erdgas als Energieträger gesetzt wird. Die Baublöcke mit einem EE-Anteil von über 40 % liegen primär im ländlichen Bereich oder in kleineren Neubaugebieten.

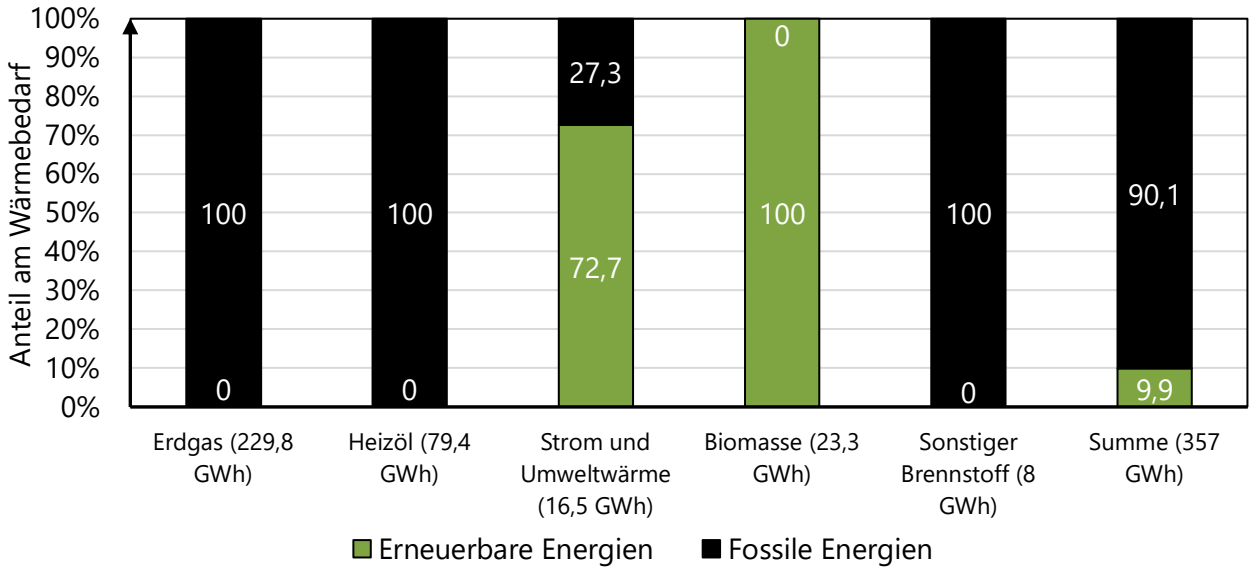


Abbildung 44: Anteil erneuerbarer Energien am Wärmebedarf in Abhängigkeit des Energieträgers

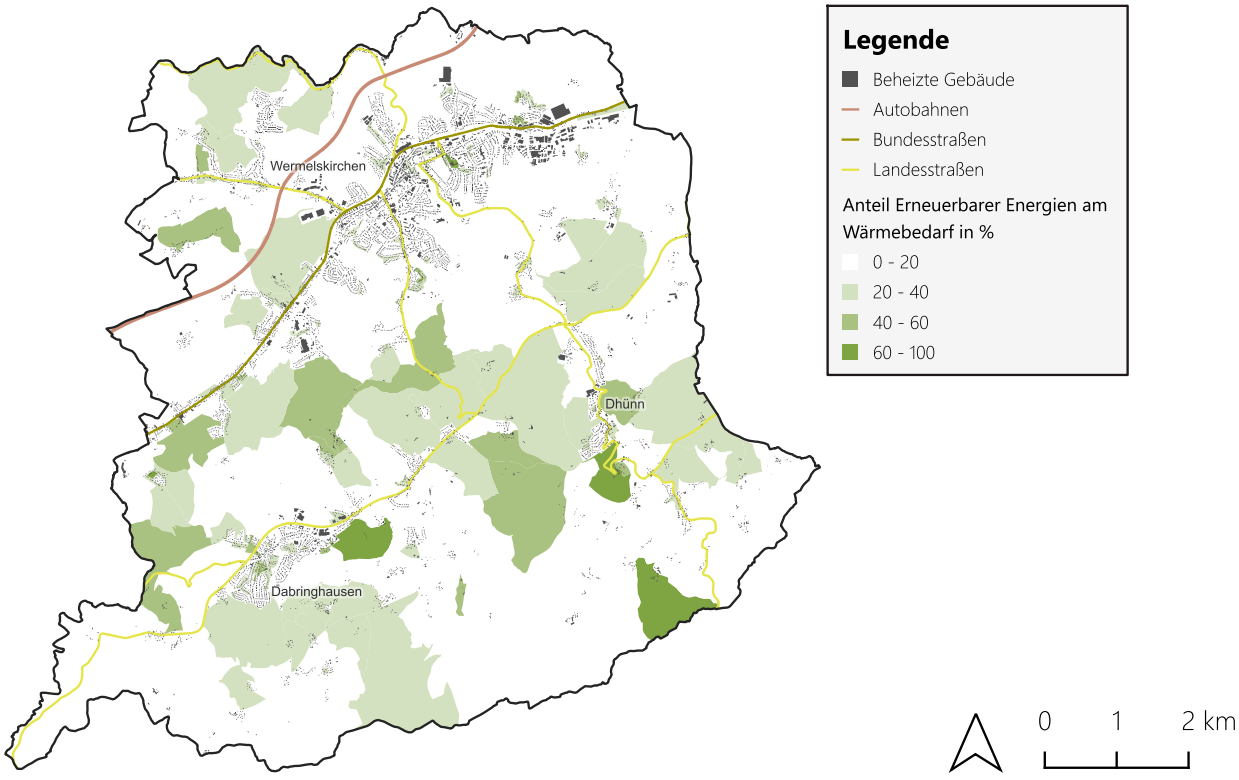


Abbildung 45: Anteil erneuerbarer Energien am Wärmebedarf auf Baublockebene

3.9 Treibhausgasemissionen nach Energieträgern und Sektoren

Im Wärmesektor bezeichnet man alle direkten und indirekten klimaschädlichen Gase, die durch Energieumwandlung und Wärmebereitstellung entstehen, als Treibhausgasemissionen. Die absoluten Treibhausgasemissionen sind eine wichtige Metrik, um die Klimafreundlichkeit der lokalen Wärmeversorgung und der jeweiligen Energieträger zu bewerten. Um ihre Wirkung vergleichbar zu machen, werden sie in CO_2-Äquivalente umgerechnet und so zu einer einheitlichen Kennzahl verdichtet. Die Treibhausgasemissionen der Wermelskirchener Wärmeversorgung werden im Folgenden beschrieben (aufgeteilt auf Energieträger und Sektoren).

In Abbildung 46 sind die absoluten Treibhausgasemissionen pro Jahr der Wärmeversorgung in Wermelskirchen über alle Verbrauchssektoren in Abhängigkeit der Energieträger visualisiert. Insgesamt liegen die jährlichen Treibhausgasemissionen bei 87,3 Tsd. t. Diese entfallen zu 63 % auf Erdgas, zu 28 % auf Heizöl, zu 5 % auf Strom und Umweltwärme, zu 3 % auf die sonstigen Brennstoffe sowie zu 1 % auf Biomasse.

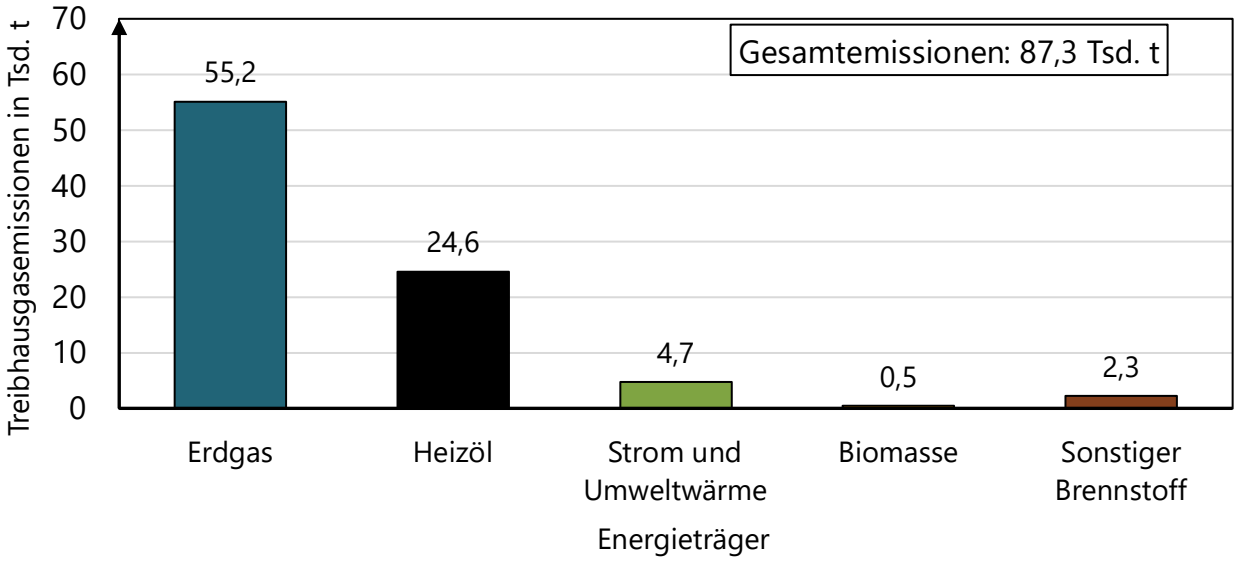


Abbildung 46: Jährliche Treibhausgasemissionen (alle Sektoren) in Tsd. T

Die Treibhausgasemissionen im Haushaltssektor sind in Abbildung 47 dargestellt. Da die Haushalte den Großteil des Wärmebedarfs ausmachen (siehe Abbildung 20 und Abbildung 21), verursachen diese mit 67,9 Tsd. t auch den Großteil der Treibhausgasemissionen, welcher 78 % entspricht. Der Anteil des Sektors an den Treibhausgasemissionen ist dementsprechend vergleichbar mit dem Anteil des Wärmebedarfs. Die Emissionen des Haushaltssektors teilen sich zu 60 % auf Erdgas, 31 % auf Heizöl, 6 % auf Strom und Umweltwärme, 3 % auf die sonstigen Brennstoffe sowie unter 1 % auf Biomasse auf.

Durch den geringen Wärmebedarf verursachen die öffentlichen Gebäude nur 6,9 Tsd. t Treibhausgasemissionen (siehe Abbildung 48) und damit von allen Sektoren den zweitgeringsten Anteil in Höhe von 8 %. Wie in Abbildung 22 zu sehen ist, werden die öffentlichen Gebäude insbesondere mit Erdgas beheizt, weshalb Erdgas 88 % der entsprechenden Treibhausgasemissionen ausmacht. Heizöl verursacht hingegen nur 9 % der Treibhausgasemissionen. Strom und Umweltwärme sowie sonstige Brennstoffe machen kumuliert die verbleibenden 3 % zu gleichen Teilen aus.

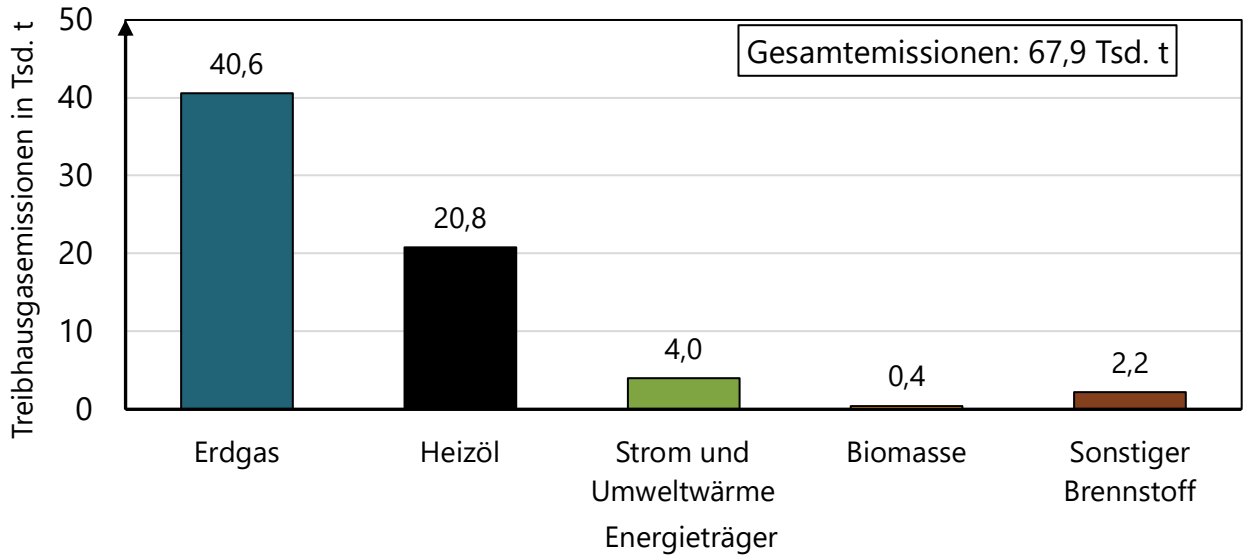


Abbildung 47: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Haushalte) in Tsd. t

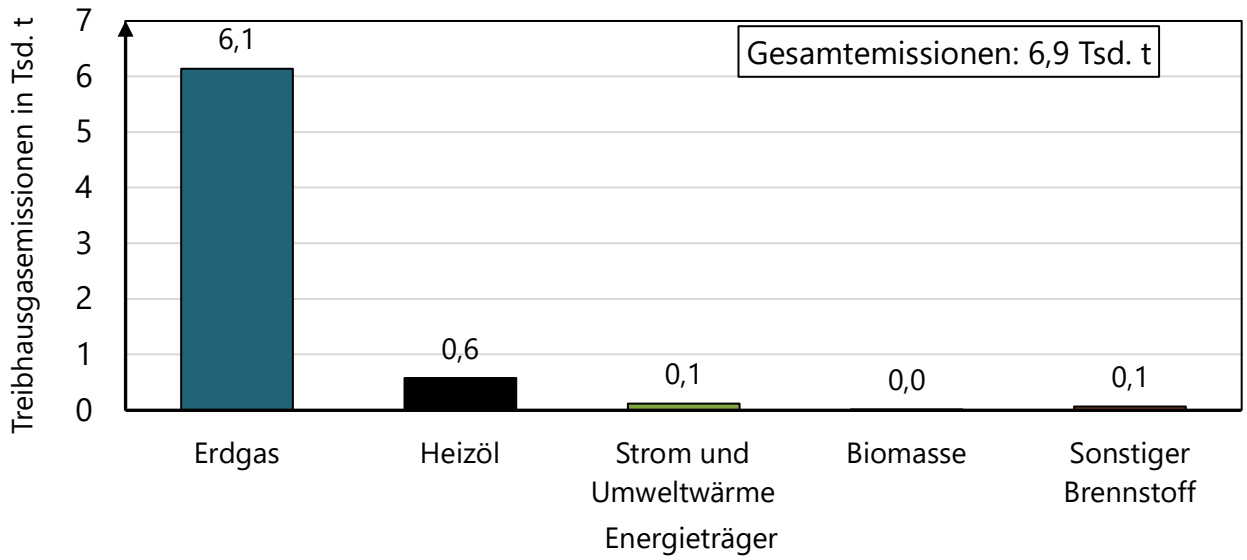


Abbildung 48: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor öffentliche Gebäude) in Tsd. T

Der GHD-Sektor weist mit 3,9 Tsd. t nur ca. 4 % der Treibhausgasemissionen und damit den geringsten Anteil der Sektoren auf (siehe Abbildung 49). 67 % dieser Emissionen entfallen auf den Energieträger Erdgas, 28 % auf Heizöl, 3 % auf Strom und Umweltwärme sowie jeweils 1 % auf sonstige Brennstoffe und Biomasse.

Wie in Abbildung 50 zu sehen ist, macht der Industriesektor mit 8,6 Tsd. t (entspricht 10 % der Treibhausgasemissionen) den zweithöchsten Anteil aus. 69 % der Emissionen entstehen dabei durch Erdgas, 25 % durch Heizöl sowie 6 % durch Strom und Umweltwärme.

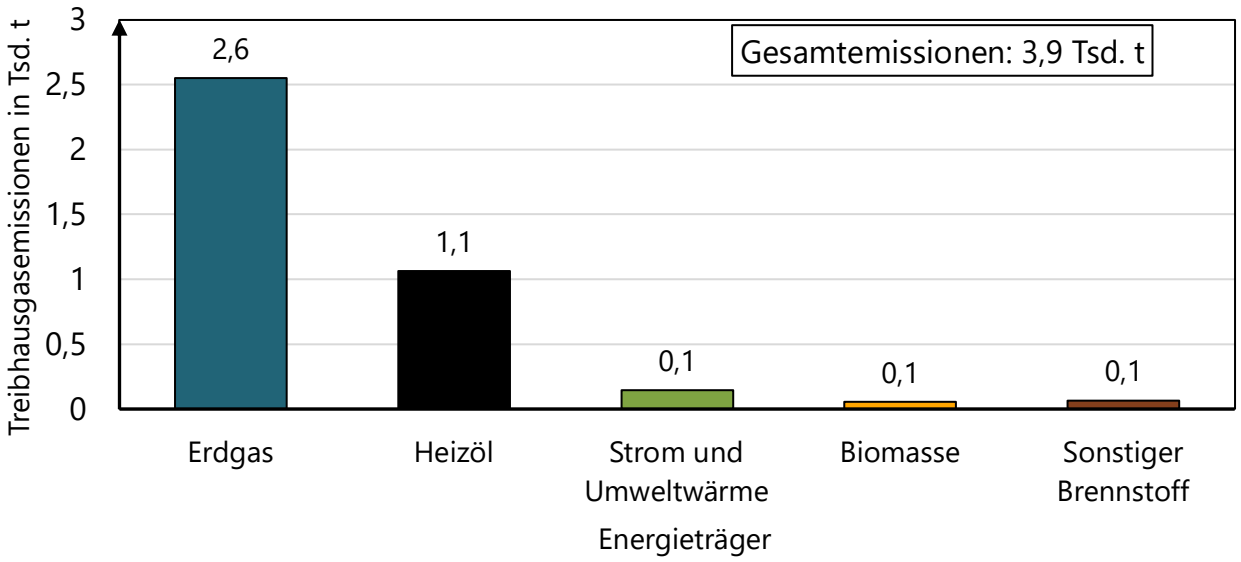


Abbildung 49: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor GHD) in Tsd. t

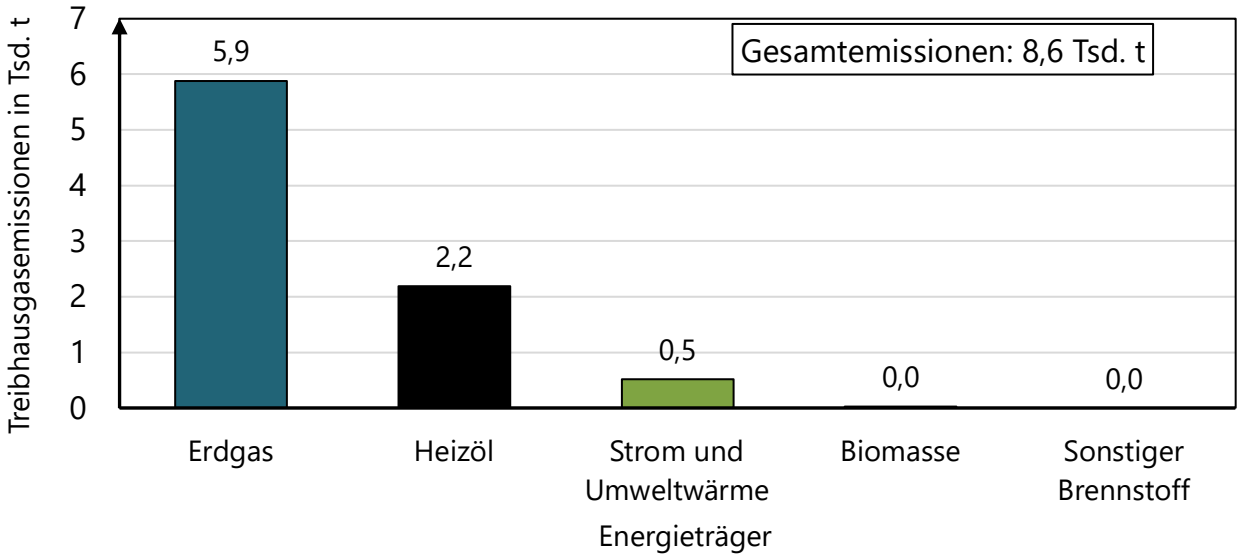


Abbildung 50: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Industrie) in Tsd. t

3.10 Kurzzusammenfassung der Bestandsanalyse

Der Wärmebedarf von Wermelskirchen im Status quo in Höhe von 357 GWh ist stark geprägt von Erdgas mit einem Anteil von 64 %. Hinzu kommt Heizöl mit einem Anteil von 23 % am Gesamtwärmebedarf, während die restlichen Energieträger in Form von Strom und Umweltwärme, Biomasse sowie sonstigen Brennstoffen somit in Summe nur 13 % ausmachen. Bezogen auf die Anzahl der Gebäude ergibt sich eine ähnliche Verteilung. Dabei tritt Erdgas insbesondere in den städtischen Gebieten, wo auch ein Erdgasnetz vorliegt, als primärer Energieträger auf, während die anderen Energieträger in erster Linie im ländlichen Bereich dominieren.

Der Anteil der Erneuerbaren Energien in Wermelskirchen liegt in Summe bei ca. 10 % (bereitgestellt durch Strom und Umweltwärme sowie Biomasse), sodass 90 % des Wärmebedarfs noch durch fossile Energieträger gedeckt werden. Daraus ergeben sich Treibhausgasemissionen in Höhe von ca. 87 Tsd. t, die überwiegend durch Erdgas und Heizöl verursacht werden.

4 Potenzialanalyse

Ziel der Potenzialanalyse ist die Identifizierung von Potenzialen zur Nutzung von erneuerbaren Energien im Wärmesektor, welche folglich zu dessen Transformation genutzt werden können. Zu unterscheiden sind zentrale und dezentrale Wärmversorgungstechnologien. Erstere bedeuten, dass die Wärmerzeugung an einem Ort und in größerem Maß stattfindet, um von dort über eine leitungsgebundene Infrastruktur, z B. ein Wärmenetz, zu einer Vielzahl von Verbrauchern transportiert zu werden. Dies kann Vorteile hinsichtlich der Möglichkeit der Einbindung einer größeren Auswahl an erneuerbaren Wärmequellen und geringeren Investitionen für die Verbraucher mit sich bringen. Bei dezentralen Technologien wird die Wärme hingegen direkt im jeweiligen Gebäude erzeugt. Dies ermöglicht eine größere Flexibilität und Unabhängigkeit bei Technologien und Betriebskosten aus Sicht der Verbraucher.

Der Fokus in diesem Kapitel liegt auf Potenzialen, die für die Speisung klimaneutraler Wärmenetze, das heißt für eine zentrale Wärmeversorgung, genutzt werden können. Dies ist damit begründet, dass die Alternative in Form von dezentralen Technologien (z.B. Wasserstoffheizungen oder Pellet-Heizungen) in der Regel nicht direkt auf ein lokales Potenzial zugreifen, sondern der Energieträger zur Heizung angeliefert wird. Eine Ausnahme wären jedoch zum Beispiel dezentrale Wärmepumpen basierend auf Erdwärme.

In Abschnitt 4.1 werden die Ergebnisse der Potenzialstudie „Wärmestudie NRW" zusammengefasst [26]. In den Abschnitten 4.3 bis 4.9 werden die Potenziale der verschiedenen Wärmequellen thematisiert. Anschließend erfolgt in Abschnitt 4.10 eine Kurzzusammenfassung der Ergebnisse.

4.1 Potenzialstudie zur zukünftigen Wärmeversorgung

Im Rahmen der Wärmestudie NRW [26] wurden vom Landesamt für Natur, Umwelt und Klima NRW (LANUK) im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie die EE-Potenziale in NRW auf Gemeindeebene für den Wärmesektor erarbeitet. Diese Studie, im Weiteren als „Wärmestudie NRW" bezeichnet, wird als Grundlage für die Potenzialanalyse der kommunalen Wärmeplanung in der Stadt Wermelskirchen genutzt und durch eigene Erarbeitungen unterfüttert. Eine Zusammenfassung der EE-Potenziale für Wermelskirchen auf Basis der Wärmestudie NRW [26] sowie des Wärmebedarfs der Stadt aus der Bestandsanalyse ist in Abbildung 51 dargestellt.

Abbildung 51 zeigt, dass nur wenige verschiedene Wärmequellen nennenswert zur zukünftigen Wärmeversorgung in der Stadt Wermelskirchen beitragen können. Hierbei wird beispielweise ein Potenzial für Solarthermie mittels Flachkollektor in Höhe von 1.649 GWh/a ausgewiesen. Jedoch muss dieses Solarthermie-Potenzial richtig eingeordnet werden. Einerseits spielt die Saisonalität der Solarthermie bei der Eignung dieser eine entscheidende Rolle. Solarthermie ist von der Sonneneinstrahlung abhängig, sodass Wärme primär im Sommer und mittags bereitgestellt werden kann. Eine zeitliche Überlappung mit dem Wärmebedarf tritt nur bedingt auf, da dieser insbesondere im Winter und morgens/abends vorliegt. Dementsprechend wären große Wärmespeicherkapazitäten notwendig, um die Wärme nutzbar zu machen. Des Weiteren ist die praktische Umsetzbarkeit dieser theoretischen Potenziale in der Regel nur bedingt gegeben. Neben Nutzungskonkurrenzen (z.B. mit der Landwirtschaft) spielen beispielsweise auch topographische Einschränkungen (z.B. Bodenbeschaffenheit und Neigung) hier eine entscheidende Rolle. In Abgrenzung zu anderen Kommunen ist das

Potenzial in Wermelskirchen als durchschnittlich einzuschätzen, da das Stadtgebiet zu ähnlichen Teilen von Wald und von Freiflächen durchzogen ist.

Der oberflächennahen Geothermie werden für Wermelskirchen ebenfalls nennenswerte Potenziale attestiert. In [26] werden 305 GWh/a für das Stadtgebiet bestimmt. Dies sind 85 % des aktuellen Wärmebedarfs der Stadt Wermelskirchen. Hierbei beziehen sich die Ergebnisse jedoch auf die dezentrale Nutzung von oberflächennaher Geothermie und nicht auf die zentrale Wärmeversorgung. Trotzdem lässt sich festhalten, dass oberflächennahe Geothermie in Wermelskirchen eine wichtige Rolle spielen wird, da ausreichend freie Flächen aufgrund der zum Teil geringen Bebauungsdichte zur Verfügung stehen.

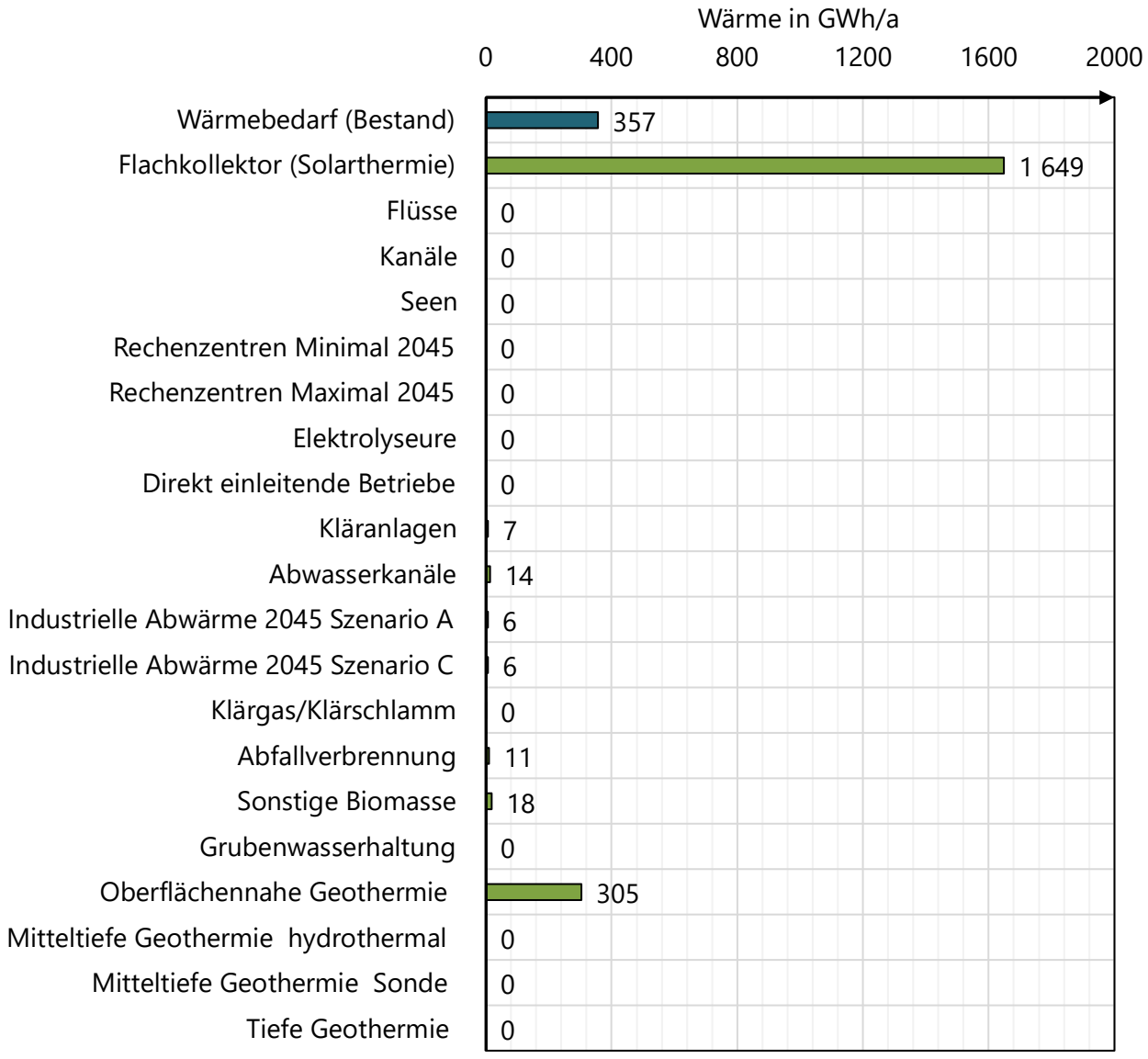


Abbildung 51: Zusammenfassung der Potenziale für die Wärmeversorgung nach [26]

Gemäß der Analysen aus [26] zeigen sich grundsätzliche Potenziale bei der Nutzung von Abwärme aus Abwasser. Hier wird ein Potenzial von 21 GWh/a (kumulierter Wert für sowohl Abwasserkanäle als auch Kläranlagen) für die Stadt Wermelskirchen bestimmt. Dies entspricht immerhin knapp 6 %

des Wärmebedarfs der Stadt. Ebenso werden 18 GWh/a der Biomasse attestiert, wobei dahingehend gegenüberzustellen ist, inwieweit diese Potenziale bereits ausgeschöpft werden. Für die Abwärme aus industriellen Prozessen werden lediglich 6 GWh ausgewiesen.

Für die Nutzung von Wärme aus Gewässern sowie mitteltiefer und tiefer Geothermie sieht [26] in der Stadt Wermelskirchen keine Potenziale dieser Wärmequellen in der Wärmeversorgung.

4.2 Schutzgebiete

Für die Identifikation potenziell geeigneter Flächen für technische Anlagen zur Wärmeerzeugung ist zu berücksichtigen, dass bestimmte Bereiche durch gesetzlich definierte Schutzgebiete belegt sind. In diesen Gebieten ist der Bau solcher Anlagen entweder vollständig ausgeschlossen oder nur unter strengen Auflagen zulässig. Schutzgebiete stellen somit eine wesentliche planerische Einschränkung dar, die sowohl die Anzahl als auch die Fläche möglicher Standorte für Wärmeerzeugungsanlagen deutlich begrenzt.

Im Stadtgebiet Wermelskirchen wurden verschiedene Schutzgebietskategorien identifiziert, die in Tabelle 5 beschrieben und in Abbildung 52 und Abbildung 53 kartografisch dargestellt sind. Naturschutzgebiete, FFH-Gebiete, Wildnisgebiete sowie geschützte Biotope betreffen vorwiegend bewaldete Flächen, die für Freiflächenanlagen wie Großwärmepumpen oder Solarthermieanlagen ohnehin nicht in Betracht gezogen werden. Auffällig ist jedoch, dass ein Großteil der Stadtfläche unter Landschaftsschutz steht. Diese Gebiete gelten zwar nicht als absolute Ausschlussflächen, werden im Rahmen der Planung jedoch als sensible Bereiche eingestuft, die einer vertieften Prüfung bedürfen.

Tabelle 5: Schutzgebiete in Wermelskirchen und ihre Bedeutung für Wärmeerzeugungsanlagen

Gebietstyp	Beschreibung
FFH-Gebiete	Flora-Fauna-Habitat-Gebiete sind Teil des europäischen Natura-2000-Netzwerks und sichern die Erhaltung seltener Lebensräume und Arten. Sie unterstehen sehr strengem Schutz. Errichtung technischer Anlagen sind hier nicht zulässig.
Naturschutzgebiete	Naturschutzgebiete dienen dem Schutz besonders empfindlicher Ökosysteme und Arten. Sie unterliegen strengem Schutz. Errichtung technischer Anlagen sind hier nicht zulässig.
Landschaftsschutzgebiete	Landschaftsschutzgebiete schützen das Landschaftsbild sowie die Erholungsfunktion. Sie gelten nicht als absolute Ausschlussgebiete, werden jedoch in der Planung als sensibel eingestuft. Eine Nutzung kann möglich sein, bedarf jedoch der Genehmigung und ist meist mit Auflagen verbunden.
Überschwemmungsgebiete	Einschränkungen bei baulichen Maßnahmen. Technische Anlagen meist nicht genehmigungsfähig.
Geschützte Biotope	Geschützte Biotope gemäß § 62 LG NRW unterliegen einem besonderen rechtlichen Schutz, da sie Lebensräume darstellen, die für den Erhalt der biologischen Vielfalt von besonderer Bedeutung sind. Sie sind von der energetischen Nutzung auszuschließen.

Wildnisgebiete	Wildnisgebiete sollen sich langfristig ohne menschliche Eingriffe entwickeln. Sie stehen unter besonders strengem Schutz. Die Errichtung technischer Anlagen ist grundsätzlich nicht zulässig.
Wasserschutzgebiet Zone I	Wasserschutzzone I umfasst den unmittelbaren Bereich der Wassergewinnungsanlage. Innerhalb dieser Zone ist die Errichtung baulicher Anlagen verboten.[6]
Wasserschutzgebiet Zone II	Wasserschutzzone II stellt einen zusätzlichen Schutz vor Verunreinigungen in kurzer Distanz zur Wassergewinnungsanlage dar. Der Bau technischer Anlagen ist hier prinzipiell verboten. Genehmigungen sind nur sehr selten und nach Einzelfallprüfungen möglich.[6]
Wasserschutzgebiet Zone III	Wasserschutzzone III verhindert die chemische Verunreinigung des Grundwassers. Der Bau einer technischen Anlage ist nach Einzelfallprüfung grundsätzlich möglich, unter der Voraussetzung, dass keine wassergefährdenden Stoffe austreten können.[6]

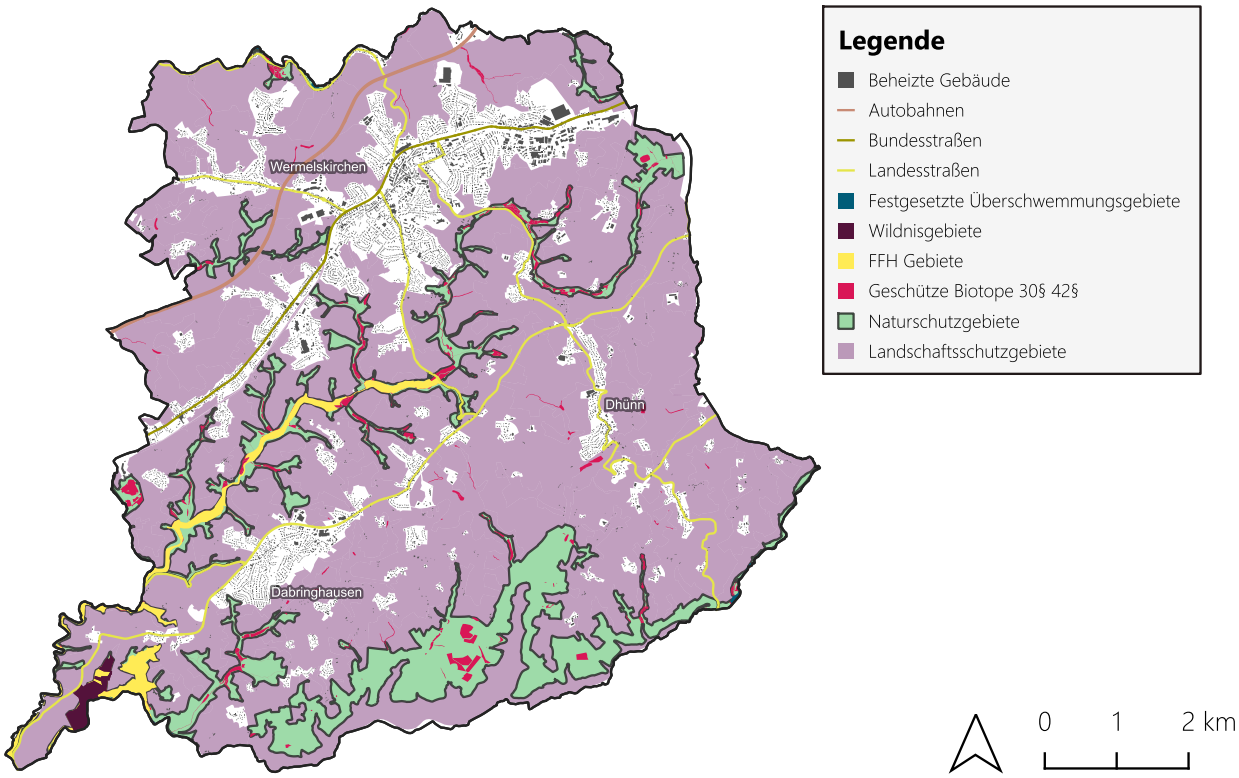


Abbildung 52: Bedeutsame Schutzgebiete in Wermelskirchen

Besondere Beachtung erfordert zudem das Wasserschutzgebiet nordöstlich der großen Dhünn-Talsperre, das sich großflächig über das Stadtgebiet erstreckt. Aufgrund der potenziellen Gefährdung des Grundwassers durch wassergefährdende Stoffe ist die Errichtung technischer Wärmeerzeugungsanlagen innerhalb dieser Zonen als äußerst unwahrscheinlich einzustufen. Zwei weitere

[6] Nach Wasserhaushaltsgesetz und Rechtsverordnung für Schutzbestimmungen im Bereich Bodenschatzgewinnung für die Wasserschutzgebiete im Land Nordrhein-Westfalen

Wasserschutzgebiete erstreckten sich östlich der Sengbach-Talsperre und südöstlich der Eschbachtalsperre.

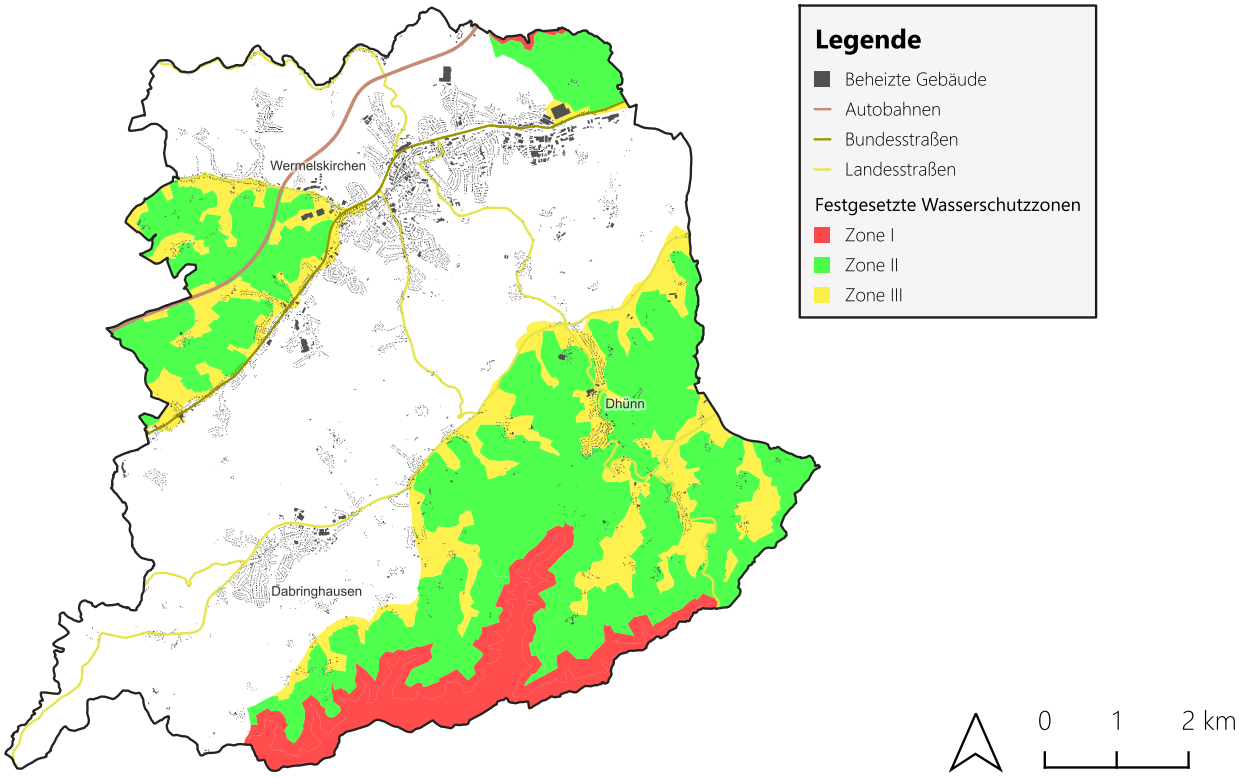


Abbildung 53: Wasserschutzgebiete in Wermelskirchen

4.3 Solare Potenziale

Solarthermie und Photovoltaik sind zwei unterschiedliche Technologien zur Nutzung von Sonnenenergie, die jeweils für verschiedene Zwecke eingesetzt werden. Photovoltaikanlagen wandeln Sonnenlicht in elektrische Energie um. Dies geschieht durch Solarzellen, die in Modulen zusammengefasst sind. Die elektrische Energie kann entweder direkt verbraucht oder ins öffentliche Stromnetz eingespeist werden. Solarthermie hingegen 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. Beide Technologien können sowohl auf Dachflächen als auch auf Freiflächen installiert werden.

In der Wärmestudie NRW wurde das Potenzial von Solarthermieanlagen auf Freiflächen untersucht. Für die Stadt Wermelskirchen ergibt sich ein enormes Wärmebereitstellungspotenzial von 1.649 GWh bei der Nutzung von Flachkollektoranlagen auf Freiflächen [26]. In Abbildung 54 ist dieses Potenzial auf Flurebene dargestellt. Es ist zu erkennen, dass in einem Großteil des Stadtgebiets entsprechende Potenziale für solarthermische Anlagen bestehen. Hervorzuheben sind hierbei insbesondere viele Potenzialflächen zwischen den Stadtteilen Wermelskirchen und Dhünn sowie südlich von Dabringhausen. Im direkten Umkreis des Stadtteils Wermelskirchen liegen nur wenig Potenziale für solarthermische Flächenanlagen vor, sodass Solarthermie zur Speisung klimaneutraler Wärmenetze in diesem Bereich wohl nur eine untergeordnete Rolle spielen kann.

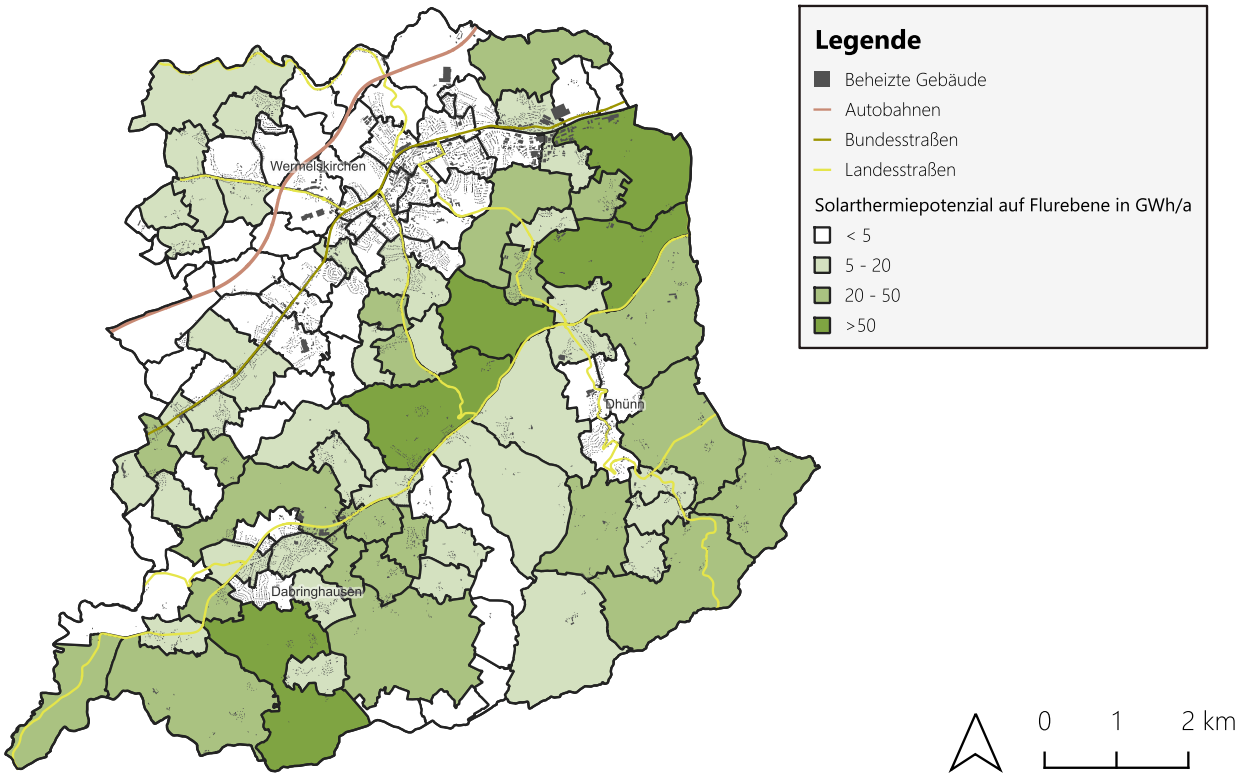


Abbildung 54: Potenzial für Freiflächen-Solarthermie auf Flurebene nach [19] und [26]

In Abbildung 55 sind die potenziellen Flächen für raumbedeutsame Anlagen nach Landesentwicklungsplan darstellt [27].[7] Hierbei sind Ausschlussgebiete wie beispielsweise Naturschutzgebiete oder auch Wasserschutzzonen 1 und 2 berücksichtigt. Die Freiflächen sind für potenzielle Freiflächenphotovoltaikanlagen vorgesehen, könnten jedoch theoretisch auch für Solarthermieanlagen genutzt werden. Abbildung 55 bestätigt nochmal genauer aufgelöst, dass der Großteil der geeigneten Flächen im Süden und Osten des Stadtgebiets liegen. Insbesondere im Kontext potenzieller Wärmenetze im Stadtteil Dabringhausen kann Solarthermie eine Teillösung darstellen.

Die Nutzung des theoretischen Potenzials der Solarthermie wird grundsätzlich durch verschiedene Faktoren stark eingeschränkt. Zum einen stellt die Flächenverfügbarkeit ein Problem dar, da viele potenzielle Flächen durch planungsrechtliche Einschränkungen oder bestehende Nutzungen blockiert sind. Insbesondere Freiflächen konkurrieren häufig mit anderen Nutzungsansprüchen, wie Landwirtschaft, Naturschutz oder Bebauung. Gerade in landwirtschaftlich intensiv genutzten Räumen oder auf Flächen mit hochwertigen Ackerböden stellt die konkurrierende Nutzung durch die Landwirtschaft eine erhebliche Hürde für die Errichtung technischer Anlagen dar. In Abbildung 55 sind daher alle Ackerflächen mit einer Boden- oder Ackerzahl größer oder gleich 55 gesondert dargestellt. Die Bodenzahl dient als Maß für die natürliche Ertragsfähigkeit eines Bodens und liegt in einem Bereich von 0 bis 100. Je höher der Wert, desto günstiger sind die Standortbedingungen für die landwirtschaftliche Nutzung. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass Freiflächen-Solarthermieanlagen und

[7] Je nach individueller Prüfung entsprechen raumbedeutsame Anlagen einer Fläche ab 2 Hektar bzw. 10 Hektar.

Photovoltaikanlagen hinsichtlich ihrer Standortanforderungen in direkter Konkurrenz zueinanderstehen.

Zu den Einschränkungen der Solarthermie gehört neben der Flächenverfügbarkeit jedoch unter anderem auch die saisonale Schwankung der Sonneneinstrahlung, die entgegengesetzt zum Wärmebedarf verläuft. In den Sommermonaten wird viel Energie durch Solarthermie erzeugt, während der Wärmebedarf gering ist, und im Winter, wenn der Heizbedarf steigt, steht weniger Sonnenenergie zur Verfügung. Ein hoher Deckungsanteil von Solarthermie in Wärmenetzen erfordert eine sorgfältige Planung und saisonale Speicher. Des Weiteren ist eine Unterstützung durch andere Energiequellen nötig, um eine stabile und ganzjährige Wärmeversorgung sicherzustellen. Auch bei Photovoltaik passen die saisonalen und täglichen Schwankungen nicht zum elektrischen Energieverbrauch, welcher im Winter sowie morgens und abends erhöht ist, jedoch ist hier die Divergenz geringer.

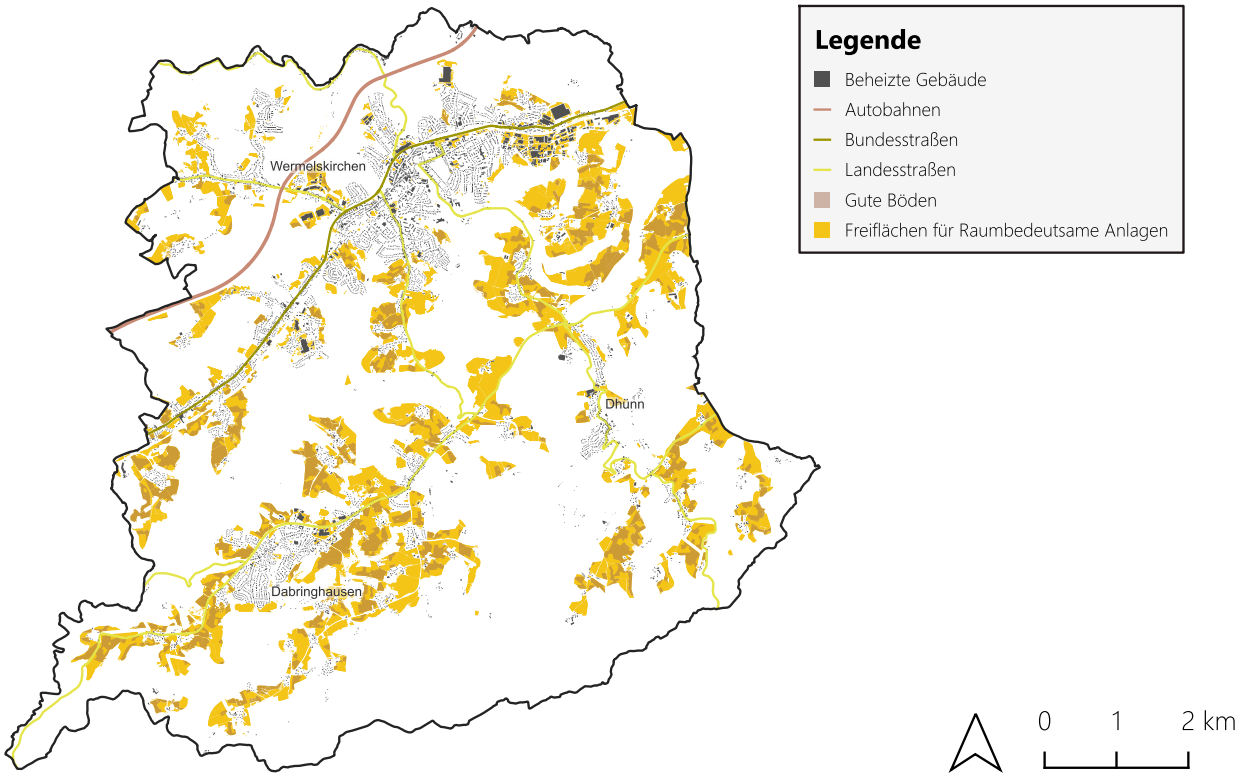


Abbildung 55: Flächen für raumbedeutsame Anlagen nach Landesentwicklungsplan [27]

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 der Stadt Wermelskirchen könnten durch Solarthermie-Anlagen auf Dachflächen insgesamt 520 GWh Wärmeenergie pro Jahr erzeugt werden [28]. Nutzbar wären hiervon jedoch nur 8 GWh im Bereich der Trinkwarmwassererzeugung [28]. Alternativ bietet die Nutzung von Photovoltaikanlagen auf Dachflächen eine weitere Möglichkeit zur Energieerzeugung, die wiederum unter anderem zum Betrieb von Wärmepumpen genutzt werden könnten. Die zahlreichen Dachflächen von Wohn- und Gewerbegebäuden in der Stadt Wermelskirchen könnten ebenfalls für

die Installation von PV-Modulen genutzt werden, was ein Gesamtpotenzial für den Stromertrag von etwa 125 GWh pro Jahr ergibt [29].

Es kann zusammengefasst werden, dass in Wermelskirchen viele Freiflächen für Solarthermie und Photovoltaikanlagen zur Verfügung stehen, welche wiederum ihren Teil zur Transformation des Wärmesektors beitragen können. Jedoch liegen viele der Flächen in weiter Entfernung von nennenswerter Bebauung, sodass die Integration in potenzielle Wärmenetze nur begrenzt möglich ist. Ebenso ist der Beitrag von Solarthermie und Photovoltaik im Bereich von Wärmeanwendungen aufgrund der saisonalen und täglichen Schwankungen begrenzt.

4.4 Gewässer

4.4.1 Fließgewässer

Fließende Gewässer stellen Wärmequellen dar, welche mittels Wärmepumpen für die Wärmeversorgung nutzbar gemacht werden können. Als Vorteil der Nutzung von Flusswasser im Vergleich zur Außenluft ist vor allem die Wassertemperatur zu nennen, welche insbesondere an kalten Tagen die Temperatur der Außenluft übersteigt. Dies ermöglicht eine effizientere Bereitstellung der Wärme.

Die Wärmestudie NRW weist für die Stadt Wermelskirchen keine Potenziale in Bezug auf fließende Gewässer aus [26]. Dies ist damit begründet, dass in dieser nur große Flüsse in NRW betrachtet werden. Das Stadtgebiet von Wermelskirchen wird allerdings von mehreren kleineren Fließgewässern durchzogen. Die im Hinblick auf den Durchfluss relevantesten Fließgewässer im Stadtgebiet sind die Dhünn, der Eschbach und der Eifgenbach, welche in Abbildung 56 dargestellt sind. Im südlichen Teil des Stadtgebiets münden die Große Dhünn und die Kleine Dhünn in die Große Dhünntalsperre. Der Abfluss der Talsperre erfolgt über die Dhünn in westlicher Richtung. Der Eifgenbach durchquert das Stadtgebiet von Nordosten nach Südwesten, während der Eschbach entlang der nördlichen Stadtgrenze verläuft.

Das nutzbare Potenzial von Fließgewässern zur Wärmeerzeugung hängt im Wesentlichen von zwei Faktoren ab: dem zur Verfügung stehenden Abfluss und der zulässigen Temperaturabsenkung des Gewässers. Da Fließgewässer über das Jahr hinweg starken Pegelschwankungen unterliegen, erfolgt eine sinnvolle Potenzialermittlung auf Basis des mittleren Niedrigwasserabflusses (MNQ). Der MNQ beschreibt den über mehrere Jahre gemittelten Wert der jeweils niedrigsten gemessenen Abflüsse eines Jahres. Dieser Ansatz gewährleistet, dass auch unter ungünstigen hydrologischen Bedingungen eine kontinuierliche Wärmeentnahme technisch möglich und ökologisch vertretbar bleibt. Die verwendeten Abflussdaten wurden vom Wupperverband bereitgestellt und sind in Tabelle 6 dokumentiert.

Für die Ermittlung der maximal thermischen Entzugsleistung wurde eine Abkühlung der Gewässer um 0,5 °C angesetzt. Auf Grundlage des MNQ und einer Abkühlung des Gewässers um 0,5 °C ergeben sich die in Tabelle 6 dargestellten thermischen Entzugsleistungen.

In einer praktischen Umsetzung ist nicht vorgesehen, den gesamten MNQ für die Wärmeentnahme heranzuziehen. Üblich ist stattdessen ein anteiliger Wasserentzug. Hierbei sollte eine Wasserentnahme von 10 % des MNQ nicht überschritten werden.

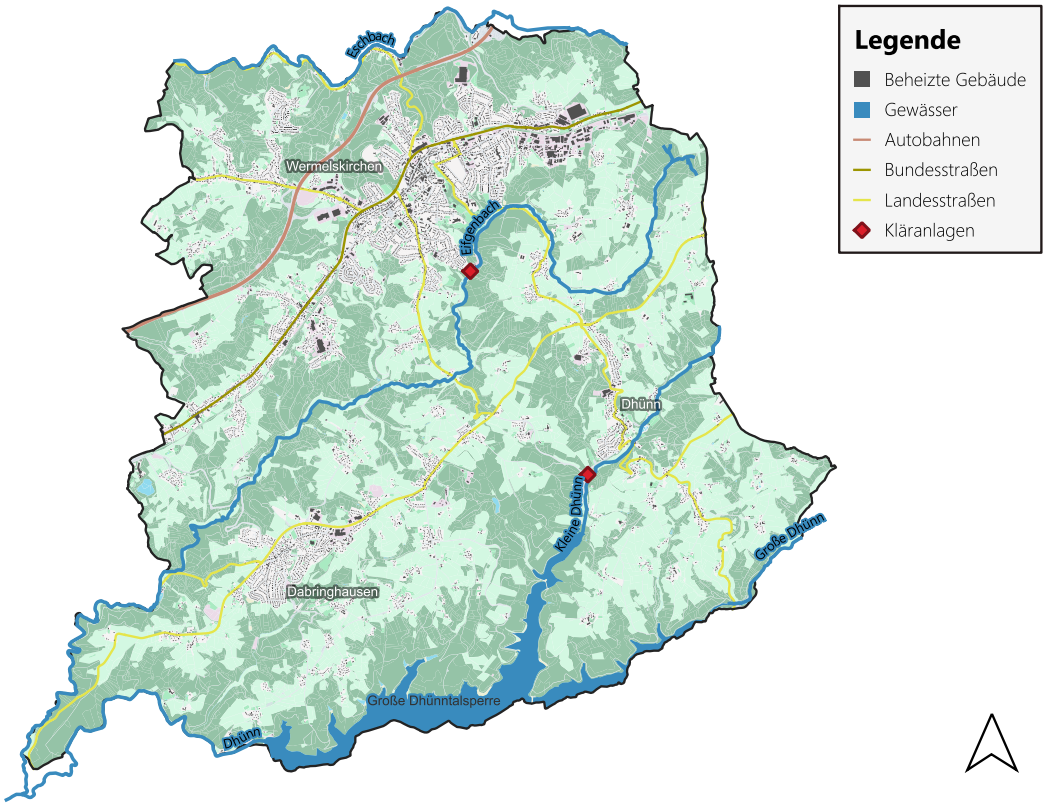


Abbildung 56: Standorte der untersuchten Gewässer und Kläranlagen

Tabelle 6: Durchfluss und Wärmepotenzial der untersuchten Fließgewässer

Fließgewässer	MNQ	Wärmeleis-tung	Energie (2000 Vbh)	Energie (5000 Vbh)	Energie (8760 Vbh)
Dhünn	123 l/s	257 kW	0,5 GWh	1,3 GWh	**2,3 GWh**
Eschbach	116 l/s	243 kW	0,5 GWh	1,2 GWh	**2,1 GWh**
Große Dhünn	52 l/s	109 kW	0,2 GWh	0,6 GWh	**1,0 GWh**
Eifgenbach	48 l/s	101 kW	0,2 GWh	0,5 GWh	**0,9 GWh**
Kleine Dhünn	35 l/s	74 kW	0,2 GWh	0,4 GWh	**0,7 GWh**

Zur Ableitung des jährlichen Energiepotenzials ist die Angabe von Vollbenutzungsstunden (Vbh) erforderlich. Diese geben an, wie viele Stunden pro Jahr die Wärmepumpe rechnerisch mit ihrer vollen Leistung betrieben wird. Erst unter Berücksichtigung dieser Betriebsdauer lässt sich aus der Entzugsleistung eine energetisch relevante Jahresarbeit berechnen. Die anzusetzenden Vollbenutzungsstunden hängen wesentlich von der Systemauslegung und der Integration der Flusswärmepumpe ab. Unterschieden wird dabei typischerweise zwischen einer Auslegung zur reinen Grundlastdeckung mit hoher jährlicher Betriebsdauer und einem Betriebskonzept, das auch Teile der Spitzenlast abdeckt und entsprechend geringere Vbh aufweist.

In Tabelle 6 wird das jährliche Wärmeentzugspotenzial exemplarisch für drei verschiedene Betriebsfälle berechnet:

- **2.000 Vbh:** Stellen eine realistische Untergrenze dar. Dieser Wert entspricht typischen Betriebszeiten von Wärmeerzeugern in Einfamilienhäusern und wird auch von den meisten zentralen Versorgungssystemen im Gebäudesektor erreicht.
- **5.000 Vbh:** Entsprechen näherungsweise einem durchgehenden Betrieb während der Heizperiode von Oktober bis April unter Volllastbedingungen und können als realistische Obergrenze für netzgekoppelte Anlagen für den Einsatz von Raumwärmeerzeugung angesetzt werden.
- **8.760 Vbh:** Rechnerisches Maximum bei ganzjährigem Dauerbetrieb. Da der MNQ als Berechnungsgrundlage verwendet wurde, ist theoretisch ein nahezu durchgehender Betrieb möglich, sofern keine ökologischen oder technischen Einschränkungen entgegenstehen.

Die in Tabelle 6 dargestellten Ergebnisse zeigen, dass die Dhünn und der Eschbach mit einer potenziellen Entzugsleistung von jeweils rund 250 kW und einem maximalen Jahresenergieertrag von bis zu 2,3 GWh bzw. 2,1 GWh (bei 8.760 Vbh) die größten Fließgewässer im Stadtgebiet darstellen. Beide Gewässer verlaufen jedoch in erheblicher Entfernung zu dichter Siedlungsstruktur. Zudem liegt das unter realistischen Bedingungen nutzbare Potenzial eher im Bereich von bis zu 1 GWh pro Jahr, was lediglich für eine Wärmeversorgung im Maßstab eines kleinen Quartiers ausreichen würde. Die übrigen betrachteten Fließgewässer im Stadtgebiet weisen jeweils ein realistisch nutzbares Potenzial von unter weit 1 GWh auf und sind damit energetisch ebenfalls als unbedeutend für eine zentrale Wärmeversorgung einzustufen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Fließgewässer im Stadtgebiet sowohl hinsichtlich ihres energetischen Potenzials als auch aufgrund ihrer Lage nicht für eine zentrale, netzgebundene Wärmeversorgung geeignet sind.

4.4.2 Stehende Gewässer

Im Stadtgebiet von Wermelskirchen liegt die Große Dhünntalsperre (siehe Abbildung 56). Talsperren werden zwar grundsätzlich durch Zu- und Abflüsse durchströmt, wodurch ein gewisser Wasseraustausch stattfindet, sie weisen jedoch aufgrund ihres großen Speichervolumens und der damit verbundenen langen Verweilzeiten die Eigenschaften eines stehenden Gewässers auf. Sie können daher analog zu natürlichen Seen zur Wärmegewinnung genutzt werden, da sich ihre Wassertemperatur über solare Einstrahlung sowie zusätzlich über die Zu- und Abflüsse im Jahresverlauf regenerieren können.

Für die Potenzialabschätzung wurde der gemittelte Füllstand der beiden Talsperren über einen Zeitraum von zehn Jahren verwendet. Die entsprechenden Daten wurden vom Wupperverband im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung bereitgestellt. Das LANUK verwendet in seiner Potenzialstudie für die Berechnung des Potenzials eine Temperaturabsenkung von 1,5 °C bezogen auf das Volumen des jeweiligen Gewässers [27]. Diese Abkühlung ist als ein theoretisches Potenzial einzuschätzen. Gerade in den Sommermonaten, in denen die Sonneneinstrahlung die Gewässer erwärmt, lässt sich theoretisch viel Wärme aus den Seen entziehen. Da eine entsprechende Anlage allerdings in der Regel auf die im Winter theoretisch verfügbare Entzugsleistung ausgelegt wird, lässt sich das volle

jahresbezogene Potenzial in der Praxis wirtschaftlich meist nicht ausschöpfen. Vor diesem Hintergrund empfiehlt der Wupperverband für die Potenzialabschätzung eine Temperaturabsenkung des Füllvolumens um lediglich 0,3 °C. Diese Annahme stellt eine realistischere und konservative Grundlage für die Potenzialermittlung dar.

Das Ergebnis der Potenzialberechnung ist in Tabelle 7 dargestellt. Die Große Dhünntalsperre weist ein maximales Wärmepotenzial von bis zu 104 GWh/a auf. Unter den konservativeren Annahmen ergibt sich ein realistisch nutzbares Potenzial von 21 GWh/a. Das Potenzial ist allerdings praktisch nicht erschließbar. Große Teile des umliegenden Gebiets der Talsperre sind als Naturschutzgebiet ausgewiesen. Des Weiteren wird aus der Große Dhünntalsperre Trinkwasser gewonnen, weshalb sie in einem Wasserschutzgebiet der Zone 1 liegt (siehe Abschnitt 4.2). Daher ist eine Genehmigung technischer Anlagen zur Wärmenutzung äußerst unwahrscheinlich.

Tabelle 7: Potenzialabschätzung von Seethermie

Gewässer	Volumen	Wärmepotenzial 0,3 K Abkühlung	Wärmepotenzial 1,5 K Abkühlung	Bemerkung
Große Dhünntal-sperre	60 mio. m^3	20,7 GWh	103,7 GWh	Naturschutzgebiet, Trinkwasserschutz-gebiet

4.5 Abwasser aus Kanälen und Kläranlagen

4.5.1 Kanäle

Abwasserkanäle stellen aufgrund ihrer konstanten Durchflüsse und der ganzjährig vergleichsweise hohen Wassertemperaturen eine potenziell interessante Wärmequelle dar. Eine zentrale Herausforderung bei der Nutzung liegt jedoch in der technischen Umsetzung, insbesondere im nachträglichen Einbau von Wärmetauschern in das bestehende Kanalnetz. Zusätzlich wird die maximal mögliche Abkühlung durch die Anforderungen der biologischen Reinigungsprozesse in der Kläranlage begrenzt. Um die Reinigungsleistung nicht zu beeinträchtigen, sollte die Temperaturdifferenz des eingeleiteten Abwassers insgesamt 0,5 °C nicht überschreiten [30].

Die Stadt Wermelskirchen hat für die Potenzialanalyse relevante Trockenwetterabflüsse zur Verfügung gestellt. Die Nutzung von Wärme aus Abwasserkanälen ist in der Regel erst ab einem mittleren Trockenwetterabfluss von 15 Litern pro Sekunde möglich [30]. Diese Mindestgröße wird lediglich in den Kanalabschnitten in den Bereichen Dabringhausen und Wermelskirchen erreicht. Unter der Annahme einer maximal zulässigen Abkühlung von 0,5 °C ergeben sich die in Tabelle 8 dargestellten potenziellen Wärmeentzugsleistungen. Abhängig von den angesetzten Vollbenutzungsstunden lässt sich daraus ein theoretisch nutzbares jährliches Wärmepotenzial ableiten.

Ein maßgeblicher Faktor für die technische Umsetzbarkeit ist der Durchmesser der Abwasserkanäle. Der Einbau geeigneter Wärmetauscher ist in der Regel erst ab einer Nennweite von DN 800 möglich. In Abbildung 57 sind daher alle Kanäle im Stadtgebiet ab DN 800 dargestellt.

Insgesamt erscheint eine Wärmeentnahme aus dem Abwassernetz in den Bereichen Dabringhausen und Wermelskirchen auf Grundlage der ersten Analyse grundsätzlich möglich. Für eine praktische

Umsetzung sind jedoch detaillierte Prüfungen der betreffenden Kanalabschnitte erforderlich. Das energetische Potenzial in Dabringhausen ist sehr gering. In Wermelskirchen fällt es etwas höher aus, liegt jedoch unmittelbar vor der Kläranlage. Da die biologische Reinigungsstufe auf eine bestimmte Zulauftemperatur angewiesen ist, ist eine Wärmeentnahme an dieser Stelle als kritisch einzustufen.

Tabelle 8: Potenzialabschätzung Kanalnetz

Kanalabschnitt	Q_TW	Wärmeleis-tung	Energie (2000 Vbh)	Energie (5000 Vbh)	Energie (8760 Vbh)
Wermelskirchen	31 l/s	65 kW	130 MWh	324 MWh	**568 MWh**
Dabringhausen	16 l/s	33 kW	67 MWh	167 MWh	**293 MWh**

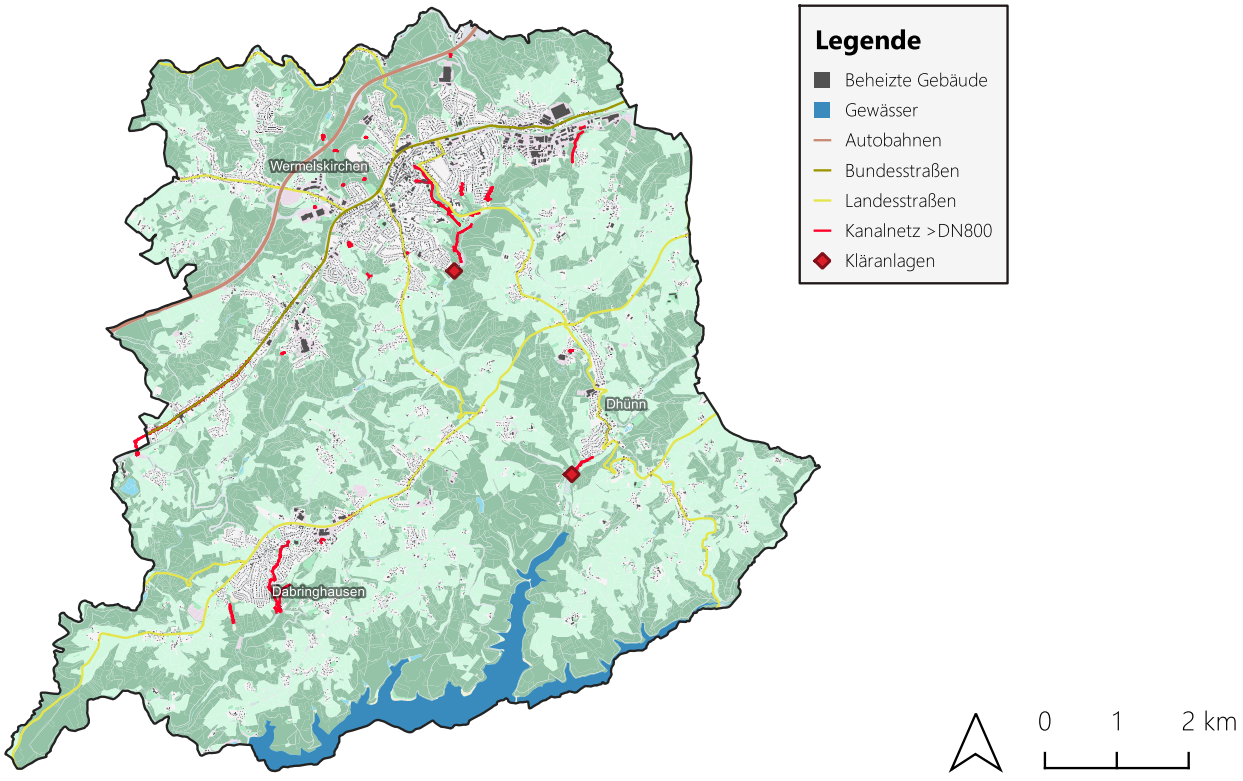


Abbildung 57: Kläranlagen und Kanalabschnitte ab DN 800 im Stadtgebiet Wermelskirchen

4.5.2 Kläranlage

Kläranlagen stellen ein technisch gut erschließbares Potenzial zur Wärmeerzeugung dar. Insbesondere der kontinuierlich anfallende, temperaturstabile Ausfluss eignet sich als zuverlässige Quelle für die Nutzung mit Wärmepumpensystemen. Wie in Abschnitt 3.3.4.6 beschrieben, werden in der Stadt Wermelskirchen zwei Kläranlagen betrieben, die Kläranlage Dhünn und die Kläranlage Wermelskirchen. Der Standort der Kläranlagen ist in Abbildung 57 (Abschnitt 4.5.1) kartografisch dargestellt.

Die Kläranlage Dhünn befindet sich unterhalb des Ortsteils Dhünn an der Kleinen Dhünn. In sie entwässert eine Teilfläche von Wermelskirchen (hauptsächlich der Ortsteil Dhünn) sowie kleinere

Randbereiche der Nachbarstadt Hückeswagen. Die Abflussmengen wurden vom Wupperverband für die kommunale Wärmeplanung bereitgestellt. Aufgrund der insgesamt geringen und stark schwankenden Abflussmengen ist der Standort für eine wirtschaftliche Nutzung zur Wärmeerzeugung jedoch nicht geeignet. Eine vertiefende Analyse wurde daher nicht weiterverfolgt.

In die Kläranlage Wermelskirchen entwässern rund 18.000 Einwohner aus dem zentralen Stadtgebiet. Das gereinigte Abwasser wird nach der Behandlung in den Eifgenbach eingeleitet. Da die Temperatur des Auslaufs insbesondere in den Wintermonaten in der Regel deutlich über der Wassertemperatur des Eifgenbachs liegt, ist eine stärkere Abkühlung des Kläranlagenablaufs möglich als beim Flusswasser selbst.

Die mittlere Auslauftemperatur der Kläranlage Wermelskirchen beträgt 13,7 °C. In den Sommermonaten werden Temperaturen von bis zu 22 °C erreicht, während im Winter eine minimale Auslauftemperatur von rund 8 °C gemessen wird. Allgemein ist eine Abkühlung des Kläranlagenablaufs bis auf 3 °C zulässig [30]. Somit ist eine Temperaturabsenkung von 5 °C ganzjährig möglich. In den Sommermonaten wären technisch sogar deutlich höhere Temperaturabsenkungen realisierbar. Da im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung jedoch primär die Nutzbarkeit während der Heizperiode im Fokus steht, wurde für die Potenzialabschätzung im Winterhalbjahr eine konstante Temperaturdifferenz von 5 °C als realistische Planungsgröße angesetzt.

Da keine Temperaturdaten für den Eifgenbach vorliegen, kann die mögliche Rückwirkung der abgekühlten Einleitung auf das Gewässer nicht abschließend bewertet werden. Aufgrund des generell höheren Temperaturniveaus des Kläranlagenausflusses ist jedoch nicht davon auszugehen, dass es zu einer signifikanten Beeinflussung der Gewässerökologie kommt.

Für die energetische Bewertung ist der Volumenstrom während der Heizperiode maßgeblich. Hierfür wurde der durchschnittliche Trockenwetterabfluss (TWA) der Heizperiode von Oktober bis April herangezogen, welcher etwa 41 l/s beträgt. Auf dieser Grundlage ergibt sich bei einer Temperaturabsenkung um 5 °C eine theoretische Wärmeentzugsleistung von rund 850 kW. Abhängig von den zugrunde gelegten Vollbenutzungsstunden ergeben sich folgende jährliche Energiepotenziale:

- 1,7 GWh bei 2.000 Vbh
- 4,2 GWh bei 5.000 Vbh
- 7,4 GWh bei 8.760 Vbh

Die berechnete Entzugsleistung sowie das daraus resultierende Potenzial sind als energetisch relevant zu bewerten. Selbst wenn aufgrund ökologischer oder genehmigungsrechtlicher Vorgaben Einschränkungen erforderlich werden, stellt der Ausfluss der Kläranlage Wermelskirchen ein nicht zu vernachlässigendes Potenzial dar, zumal sich der Standort in unmittelbarer Nähe zu dichter Bebauung befindet und somit netztechnisch günstig erschlossen werden könnte.

4.6 Geothermie

Geothermie wird für die zukünftige Wärmeversorgung eine wichtige Rolle in Deutschland spielen. Neben der dezentralen Lösung in Form von Sole-Wasser-Wärmepumpen kann sie insbesondere als Wärmeerzeuger einer zentralen Wärmeversorgung genutzt werden. Dieser Abschnitt konzentriert sich auf die Analyse zentraler Lösungen. Die Eignung von Gebäuden für dezentrale Sole-Wasser-Wärmepumpen wird im Rahmen der Szenarienentwicklung thematisiert.

4.6.1 Geothermische Voraussetzungen

Geothermie bezeichnet die Nutzung der im Untergrund gespeicherten Wärme zur Beheizung von Gebäuden oder zur Einspeisung in Wärmenetze. Die natürliche Erdwärme wird über Erdwärmesonden, Flächenkollektoren oder durch die Nutzung von Thermalwasser technisch erschlossen und steht ganzjährig sowie unabhängig von Witterung oder Tageszeit zur Verfügung. Grundsätzlich wird zwischen oberflächennaher, mitteltiefer und tiefer Geothermie unterschieden. Im Bergischen Land ist derzeit nahezu ausschließlich das Potenzial der oberflächennahen Geothermie erschlossen, die Bohrtiefen bis etwa 400 Meter umfasst. Aufgrund der komplexen geologischen Strukturen im tieferen Untergrund sind mitteltiefe und tiefe Geothermiepotenziale in Wermelskirchen nach aktuellem Kenntnisstand nicht gegeben.

Ein Vorteil der geothermischen Wärmebereitstellung gegenüber anderen Technologien liegt in der geringen Flächeninanspruchnahme. So kann Geothermie auch auf landwirtschaftlich genutzten Flächen eingesetzt werden, ohne deren Nutzung wesentlich einzuschränken. Darüber hinaus ist der Einsatz auch unterhalb versiegelter Flächen möglich. Durch den Einsatz abgelenkter Bohrungen besteht zudem die Möglichkeit, Sonden unterhalb von Gebäuden zu erschließen.

Für den Einsatz oberflächennaher Geothermie sind wasser- und bodenschutzrechtliche Vorgaben zwingend zu beachten. Von besonderer Relevanz für die Planung sind die in Kapitel 4.2 dargestellten Wasser- und Naturschutzgebiete. In Naturschutzgebieten sowie in den Wasserschutzzonen 1, 2 und 3A sind Bohrungen grundsätzlich nicht zulässig. In den Zonen 3B und 3C kann eine Nutzung prinzipiell möglich sein, erfordert jedoch eine Ausnahmegenehmigung im Einzelfall.

Ein wichtiger Faktor bei der Nutzung von Erdwärme ist die Wärmeleitfähigkeit des Bodens, die maßgeblich die Effizienz von Erdwärmesonden beeinflusst. Der Geologische Dienst NRW weist für den das Stadtgebiet Wärmeleitfähigkeiten im Bereich von 2,5 bis 3,4 W/(m·K) aus (siehe Abbildung 58).

Diese Angaben beziehen sich auf Tiefen von 100 Metern [31]. Solche Werte werden als „gut“ bis „sehr gut“ bewertet und bieten damit günstige geologische Voraussetzungen für den wirtschaftlichen Betrieb von geothermischen Anlagen im Stadtgebiet. Darüber hinaus verfügt Wermelskirchen über keine hydrogeologisch sensiblen Bereiche.

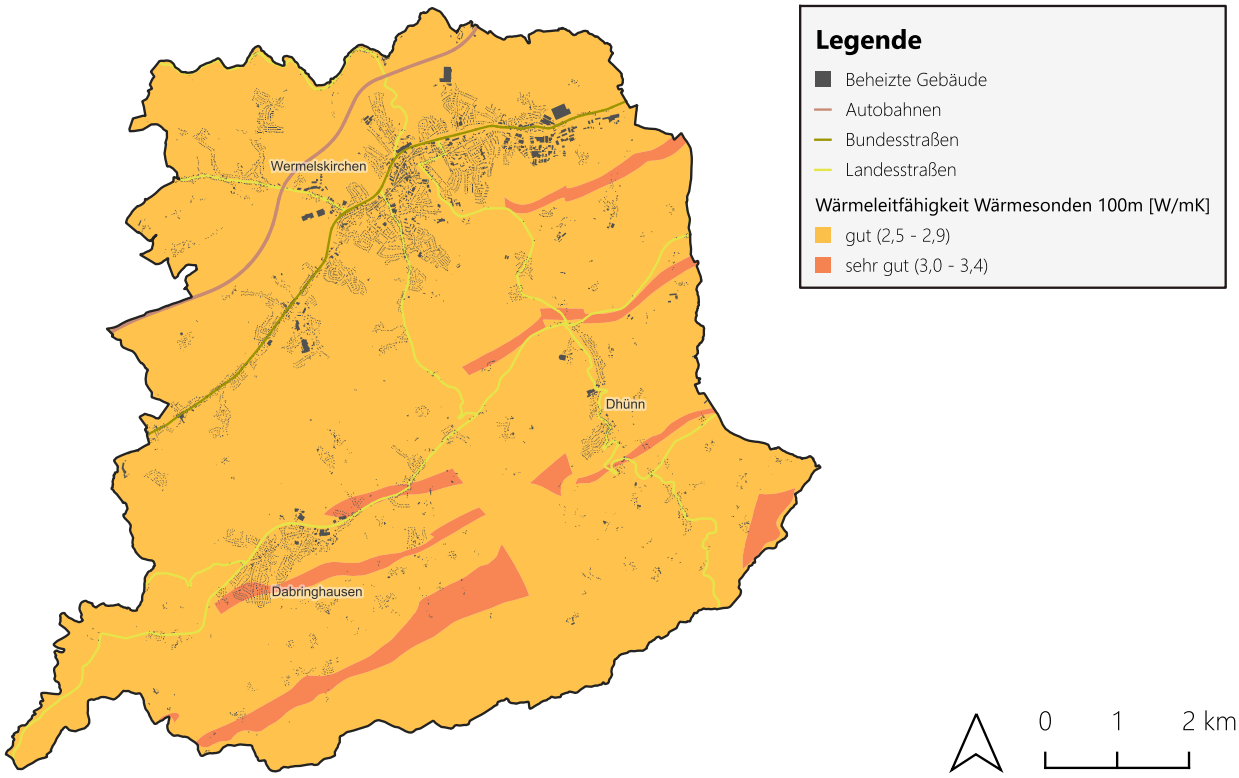


Abbildung 58: Oberflächennahe Geothermie: Geothermische Voraussetzungen [32]

4.6.2 Erdwärmekollektoren (Oberflächennahe Geothermie)

Als Technologie, die am nächsten zur Erdoberfläche ist, wird zunächst das Potenzial von Erdwärmekollektoren dargestellt. Erdwärmekollektoren sind flächengebundene Systeme zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie. Im Gegensatz zu Tiefensonden, die vertikal in den Untergrund eingebracht werden, bestehen Kollektoren aus horizontal verlegten Rohrsystemen, die in etwa 1,2 bis 1,5 m Tiefe installiert werden. Dort nutzen sie die ganzjährig relativ konstante Bodentemperatur zur Wärmegewinnung, meist in Kombination mit einer Wärmepumpe.

Abbildung 59 zeigt das technisch erschließbare Potenzial für Erdwärmekollektoren im Stadtgebiet. Die Analyse konzentriert sich auf Freiflächen im Stadtgebiet, die gemäß den Angaben des Geologischen Dienstes ein Potenzial für den Einsatz von Erdwärmekollektoren aufweisen. Eine Bewertung dezentraler geothermischer Systeme (Sole-Wasser-Wärmepumpen) erfolgt im Rahmen der Erstellung des Zielszenarios. Die farbliche Staffelung gibt die jährlich theoretisch nutzbare Wärmemenge pro Fläche an. Gemäß den Angaben aus [32] werden große Teile des Stadtgebiets als „zu flach" deklariert und weisen keine Eignung für Erdwärmekollektoren aus. Aus den Flächen ergibt sich ein theoretisches Gesamtpotenzial von 76 GWh/a bezogen auf Erdwärmekollektoren. Ein sehr geringer Anteil der bestimmten Eignungsflächen liegt in der Nähe von relevanter Bebauung.

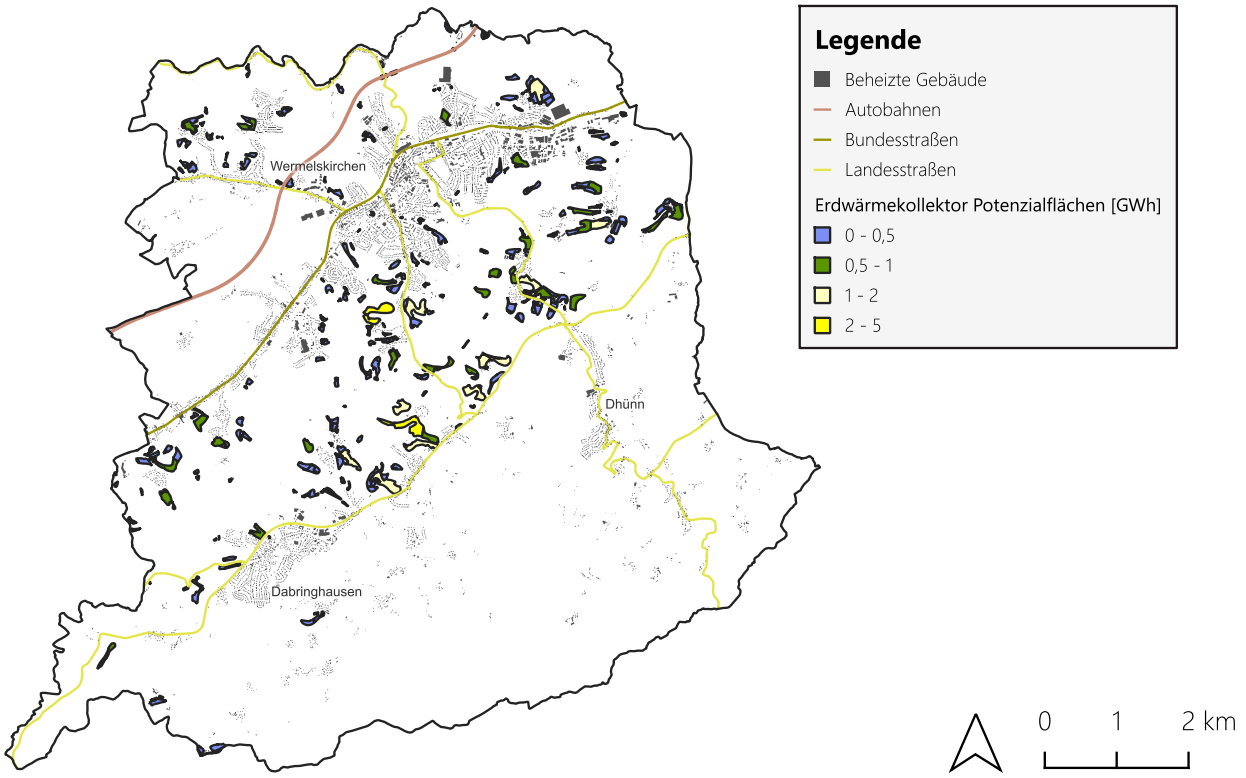


Abbildung 59: Erdwärmekollektoren-Potenzial auf Freiflächen

4.6.3 Erdwärmesonden (Oberflächennahe 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. In diesen Bohrungen zirkuliert eine Wärmeträgerflüssigkeit, die die Erdwärme aufnimmt und mittels Wärmepumpe zur Gebäudebeheizung oder Warmwasserbereitung nutzbar macht. Im Gegensatz zu Flächenkollektoren sind Erdsonden flächen- und platzsparend, da sie in die Tiefe gehen und damit auch auf kleineren Grundstücken eingesetzt werden können.

Abbildung 60 zeigt die Erschließungspotenziale auf Freiflächen für Erdsonden im Stadtgebiet, differenziert nach der potenziell nutzbaren Wärmemenge pro Jahr. Hierbei wurden ausschließlich Bohrungen bis zu einer Tiefe von 100 Metern berücksichtigt. Diese Bohrtiefen sind genehmigungsrechtlich weniger aufwendig, da sie nicht unter das Bergrecht fallen und somit ohne bergbaurechtliches Verfahren realisiert werden können. Die Analyse beachtet keine dezentralen geothermischen Systeme (Sole-Wasser-Wärmepumpen). Diese werden erst im Rahmen der Erstellung des Zielszenarios betrachtet.

Insgesamt wird für die Stadt Wermelskirchen ein theoretisch nutzbares Potenzial von rund 727 GWh pro Jahr ausgewiesen, was wiederum einen sehr hohen Wert im Vergleich zum aktuellen Raumwärmebedarf von ca. 357 GWh/a bedeutet. Erdwärmesonden bieten daher technisch ein enormes Potenzial für die regenerative Wärmeversorgung. Allerdings gilt es auch die Nähe zu Wärmebedarfen zu beachten. Gerade in Innenstadtnähe sind hier nur wenige Flächen vorhanden.

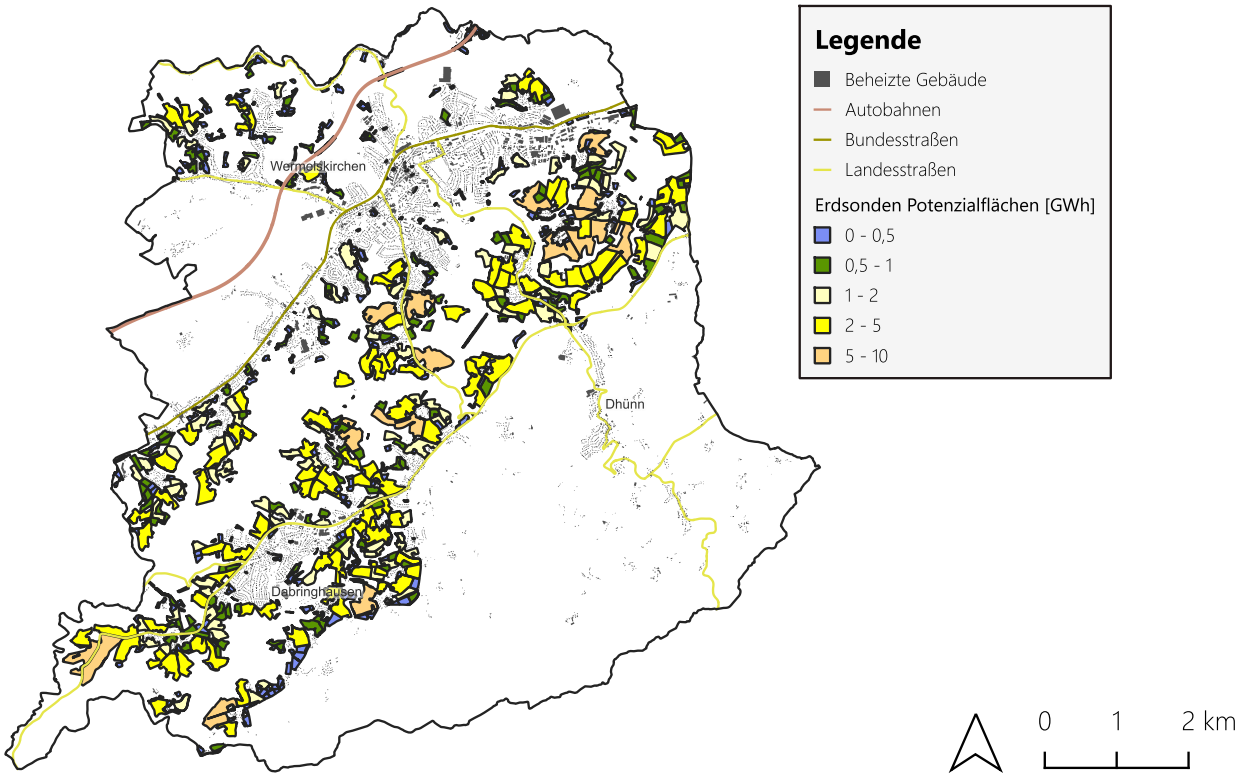


Abbildung 60: Erdsonden-Potenzial auf Freiflächen

4.7 Industrielle Abwärme

Die Stadt Wermelskirchen ist nur wenig von produzierender Industrie geprägt. Dies zeigt sich unter anderem durch die niedrige Anzahl an Wärmegroßverbrauchern, wie in Abschnitt 3.7 zu sehen ist. Auch im Energieatlas ist kein Unternehmen mit Abwärmepotenzial aufgeführt [22].

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden Unternehmen mittels eines Fragebogens zu ihrem Abwärmepotenzial befragt. Zusätzlich kann auf Daten aus der „Plattform für Abwärme“, die 2024 vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle ins Leben gerufen wurde zurückgegriffen werden [33]. Die aus diesen Datenquellen ermittelten Abwärmepotenziale sind in Tabelle 9 zusammengefasst. Die Standorte der Unternehmen mit Abwärmepotenzial sind zusätzlich in Abbildung 61 kartografisch dargestellt.

Tabelle 9: Unternehmen mit erfasstem Abwärmepotenzial

Unternehmen	Abwärme	Quelle
Tente-Rollen GmbH	2,2 GWh	[33]

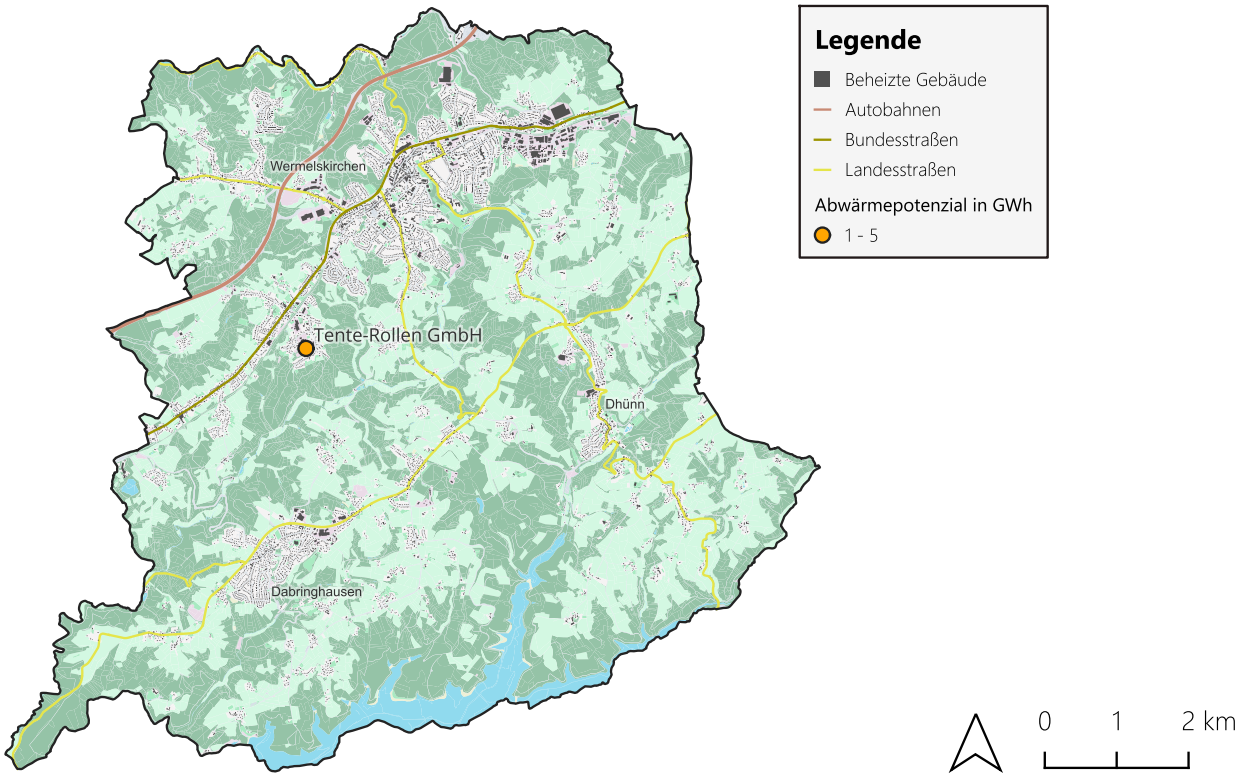


Abbildung 61: Standorte der Unternehmen mit Abwärmepotenzial

Insgesamt wurden mehr als 20 Unternehmen in Wermelskirchen zu ihrem Abwärmepotenzial mittels eines Fragebogens befragt. Jedoch wurden von keinem der Unternehmen Abwärmepotenziale angegeben. Das Ergebnis ist somit geringer als die Erarbeitungen der Wärmestudie [26], die hier zukünftig ein Potenzial von ca. 6 GWh erwartet.

Die „Plattform für Abwärme" vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle bietet eine Übersicht über die gewerblichen Abwärmepotenziale in Deutschland [33]. Unternehmen mit einem durchschnittlichen Gesamtenergieverbrauch von über 2,5 GWh sind hierbei zu Angaben verpflichtet. Für Wermelskirchen liegt gemäß [33] ein Abwärmepotenzial in Höhe von ca. 2,2 GWh des Unternehmens Tente-Rollen GmbH vor, wobei es sich jedoch vermutlich um den Wärmeverbrauch und nicht das Abwärmepotenzial handelt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass nur das Unternehmen Tente-Rollen GmbH moderate industrielle Abwärmepotenziale bereitstellen kann. Jedoch liegt der Standort nicht direkt in geographischer Nähe von flächendeckend dichter Bebauung mit hohen Wärmebedarfen. Eine Einbindung in zukünftige Wärmenetze ist dementsprechend eher unwahrscheinlich.

4.8 Biomasse

In der Wärmestudie NRW wurde für die Stadt Wermelskirchen ein Biomassepotenzial von 18 GWh für die zukünftige Wärmeversorgung ermittelt (siehe Abbildung 51), welches sich auf die drei wesentlichen Bereiche Abfallwirtschaft, Forstwirtschaft und Landwirtschaft verteilt. [26].

Grundsätzlich lässt sich für NRW auf Basis der Erkenntnisse aus der Wärmestudie NRW festhalten, dass in der Abfallwirtschaft nur geringe Potenziale, insbesondere in Bio- und Grünabfällen, bestehen. 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 der Abfallwirtschaft werden bereits heute umfangreich genutzt. Die Forstwirtschaft charakterisiert sich in NRW dadurch, dass bereits heute mehr Holz energetisch genutzt wird als nachhaltig angebaut. Dies wird dank Importen von Holz realisiert. Die Nutzung von Schadholz ist aufgrund hoher Verfügbarkeitsschwankungen auch nur bedingt verlässlich nutzbar. Landwirtschaftliche Biomasse wird weiterhin als potenzielle Quelle genannt, wobei auch diese Potenziale logistisch und wirtschaftlich nur schwer zu heben sind. [26]

Ergänzend zu den Erkenntnissen aus [26] wurden weitere Untersuchungen zum Biomassepotenzial in Wermelskirchen durchgeführt. Der Fokus liegt hierbei auf den Potenzialen der festen Biomasse aus Waldrestholz sowie den gasförmigen Potenzialen aus der Landwirtschaft (sowohl tierisch als auch pflanzlich). Die ermittelten Potenziale sind in Tabelle 10 aufgelistet. Es ergibt sich insgesamt ein Potenzial von 19,1 GWh, welches dementsprechend das ermittelte Potenzial aus der Wärmestudie NRW bestätigt. Die Beschreibung der angewendeten Berechnungsmethoden sowie die Einordung des jeweiligen Potenzials erfolgt in den folgenden Absätzen.

Tabelle 10: Potenzial der gasförmigen und festen Biomasse

Quelle der Biomasse	Wärmepotenzial in GWh/a
Waldrestholz (fest)	9
Pflanzliche Biomasse aus Energiepflanzen (gasförmig)	5,2
Tierische Biomasse aus Gülle (gasförmig)	4,9
Gesamtpotenzial der Biomasse	**19,1**

Gemäß der Datengrundlage aus [17] weist Wermelskirchen eine Waldfläche von 23,8 km^2 auf, was wiederum 32 % der gesamten Stadtfläche entspricht. Naturschutzgebiete sowie beschädigte Waldgebiete sind hierbei je nach Beschädigungsgrad vollständig oder in Teilen herausgerechnet worden. Auf Basis der Angaben aus [34] wurde ein energetisches Potenzial von 9 GWh pro Jahr für das Restholz dieser Waldflächen bestimmt. Die Ergebnisse der Bestandsanalyse zeigen, dass im Status quo bereits 22,8 GWh an Wärme über feste Biomasse bereitgestellt wird. Dementsprechend wird das lokale Potenzial in Wermelskirchen bereits ausgeschöpft, sodass feste Biomasse insbesondere in der zentralen Wärmeversorgung nur mit Bedacht für die Zukunft eingeplant werden kann.

Wermelskirchen ist in Teilen landwirtschaftlich geprägt. Insgesamt entsprechen die Grün- und Ackerflächen (Naturschutzgebiete ausgenommen) in Wermelskirchen 20,9 km^2 (28 % der Gesamtfläche). 2 km^2 sind hierbei als Ackerflächen und 18,9 km^2 als Grünflächen ausgewiesen. Unter der Annahme, dass 9 % der landwirtschaftlichen Flächen für den Anbau von Energiepflanzen genutzt werden, was

wiederum dem deutschen Durchschnitt entspricht, ergibt sich ein energetisches Potenzial von 5,2 GWh über die Methanisierung der Energiepflanzen [35], [36]. Für die Berechnung des Potenzials der tierischen Biomasse wurde der Bestand an Rindern und Schweinen über die landwirtschaftlichen Flächen aus [17] sowie die Dichte an Rindern und Schweinen gemäß [37] abgeschätzt. Das Potenzial beträgt 4,9 GWh. In Summe ergibt sich ein Potenzial von 10,1 GWh an gasförmiger Biomasse, was wiederum oberhalb des Potenzials der festen Biomasse liegt. Zum heutigen Bedarf an gasförmiger Biomasse in Wermelskirchen (z.B. durch anteilige Beimischung in Erd- und Flüssiggas) liegen keine konkreten Informationen vor. Unter Annahme eines Beimischungsanteils von 1 % in Bezug auf den Bedarf aus Erd- und Flüssiggas würde sich ein heutiger Bedarf von knapp über 2 GWh ergeben [38]. Dementsprechend kann vermutet werden, dass das Potenzial an gasförmiger Biomasse in Wermelskirchen noch nicht ausgeschöpft wird.

4.9 Luft-Wasser-Wärmepumpen

Luft-Wasser-Wärmepumpen werden für die zukünftige Wärmeversorgung eine wichtige Rolle in Deutschland spielen. Diese sind jedoch nicht nur als dezentrale Lösung eine vielversprechende Alternative, sondern können auch als Wärmeerzeuger einer zentralen Wärmeversorgung genutzt werden. Dieser Abschnitt konzentriert sich auf die Analyse zentraler Lösungen. Die Eignung von Gebäuden für dezentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen wird im Rahmen der Szenarienentwicklung thematisiert.

Die primäre Restriktion für Luft-Wasser-Wärmepumpen (sowohl zentral als auch dezentral) sind die Schallemissionen, welche die Außengeräte der Wärmepumpensysteme im Betrieb verursachen. Wärmepumpen müssen dementsprechend konform mit der TA Lärm (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm) sein, welche Grenzwerte für Schallimmissionen vorgibt. Im Rahmen dieser Untersuchung wurden alle Freiflächen (Grasflächen, Ackerland sowie Gewerbe- und Industrieflächen) auf die Eignung für den Betrieb von zentralen Luft-Wasser-Wärmepumpen geprüft. Berücksichtigt wurden hierbei jedoch nur Flächen, welche wiederum innerhalb eines Abstandes von unter 1 km von nennenswerter Bebauung liegen, damit diese Flächen auch sinnvoll in der Wärmeversorgung genutzt werden könnten. Als Grundlage für die Flächennutzung wurden die Daten aus [39] verwendet. Entsprechende Ausschlussflächen (z.B. Wasserschutzzonen oder Naturschutzgebiete) werden als Potenzialflächen ausgeschlossen.

In Abbildung 62 sind die Freiflächen (inkl. deren thermischen Leistungspotenzials) dargestellt, welche für den Betrieb zentraler Luft-Wasser-Wärmepumpen geeignet sind. Als thermische Mindestleistung sind hierbei 0,25 MW angesetzt worden. Potenzialflächen, welche nur Anlagen mit geringerer Leistung ermöglichen, sind nicht berücksichtigt worden.

Insgesamt wurden im Kontext der Auswertung 483 Eignungsflächen identifiziert, welche thermische Leistungen zwischen 0,25 MW und 28 MW ermöglichen. In Summe ergibt sich ein energetisches Gesamtpotenzial (unter Annahme von 2.000 Vollbenutzungsstunden) von 2.875 GWh. Dieses Gesamtpotenzial ist jedoch als theoretischer Wert einzuordnen.

Die Bestandsanalyse zeigt, dass insbesondere die Kernstadt Wermelskirchen sowie in Teilen auch Dhünn und Dabringhausen aus Sicht des Wärmeabsatzes eine Eignung für Wärmenetze aufweisen könnten. Abbildung 62 zeigt wiederum, dass vorwiegend Dabringhausen Potenzialflächen aufweist, welche zur Speisung von Wärmenetzen über zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen geeignet sind und

nahe der Bebauung liegen. Im Stadtteil Wermelskirchen ist die Anzahl der Potenzialflächen in der Nähe der Innenstadt jedoch begrenzt oder sie ermöglichen nur geringe thermische Leistungen unterhalb von 5 MW. Im Stadtteil Dhünn gibt es nur wenige Potenzialflächen, da die meisten Freiflächen in Wasserschutzzonen liegen.

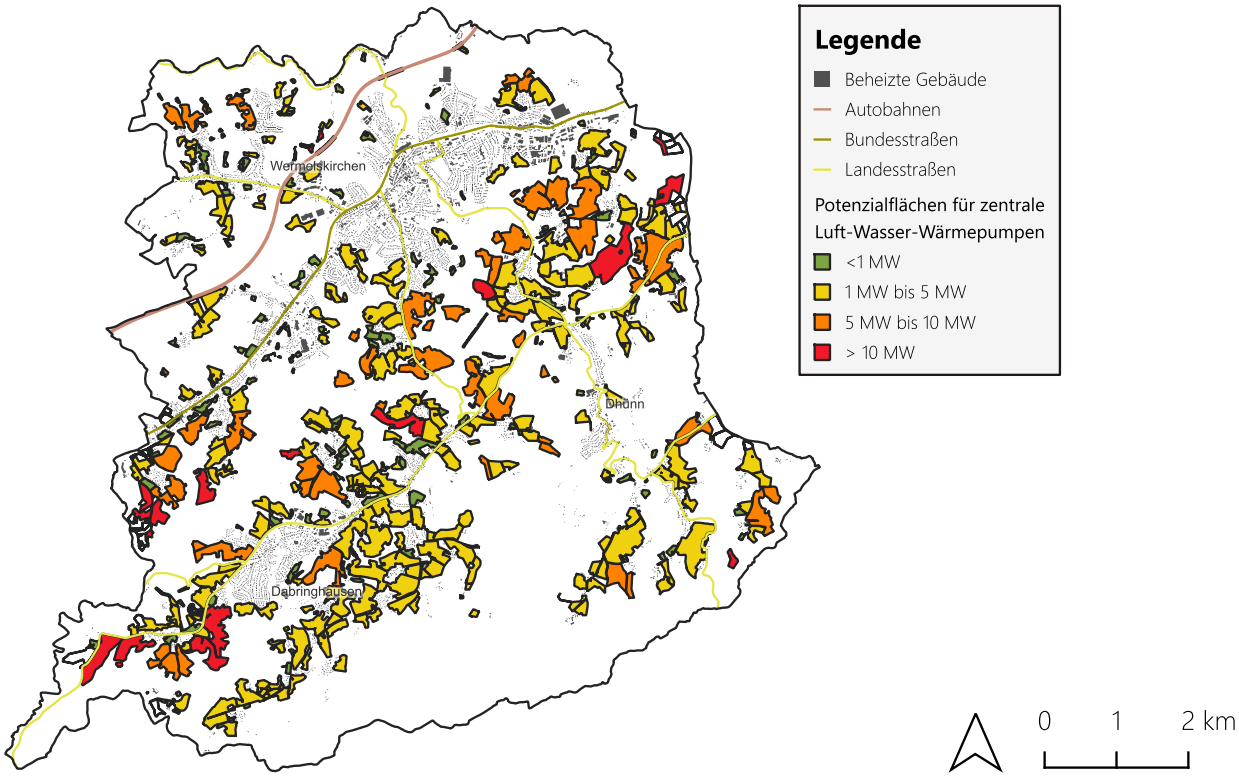


Abbildung 62: Thermische Leistung der Potenzialflächen für zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen

4.10 Kurzzusammenfassung der Potenzialanalyse

In Abbildung 63 sind die Erkenntnisse der Kapitel 4.3 bis 4.9 abschließend zusammengefasst. Die Ergebnisse der Potenzialanalyse zeigen, dass insbesondere die Wärmequellen Umweltwärme (Luft und Gewässer), Geothermie und auch Solarthermie Lösungsoptionen für eine zentrale Wärmeversorgung darstellen können. Ebenso könnte auch Abwärme aus der Kläranlage Wermelskirchen zur Versorgung der anliegenden Gebäude genutzt werden. Das Potenzial von Biomasse wiederum ist eher begrenzt, da bilanziell bereits ein großer Teil der Biomassepotenziale in der lokalen Wärmeversorgung genutzt werden. Industrielle Abwärme stellt eine langfristig schwer erschließbare Lösungsoption dar.

Die mögliche Nutzung der Wärmequellen in einem potenziellen Wärmenetz wird hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit gegenüber den dezentralen Technologien in der Zielszenario-Entwicklung zwar betrachtet, muss in einem solchen Fall jedoch im Detail in einer Machbarkeitsstudie geprüft werden.

Solarthermie	gering – hoch theoretisch – konkret	Das technisch ermittelte Potenzial für Freiflächen -Solarthermie beträgt rund 1.649 GWh pro Jahr. Viele der geeigneten Flächen konkurrieren jedoch mit einer landwirtschaftlichen Nutzung. Das Potenzial der Dachflächen liegt bei etwa 520 GWh pro Jahr.
Kläranlagen & Abwasser	gering – hoch theoretisch – konkret	Für das Abwassernetz ergibt sich an den Kanälen ein maximal nutzbares Potenzial von 0,5 GWh pro Jahr. An der Kläranlage Wermelskirchen wurde eine nutzbare thermische Leistung von etwa 850 kW ermittelt, die je nach Betriebsstunden einen jährlichen Wärmeertrag von bis zu 7,4 GWh pro Jahr bereitstellen kann.
Gewässer	gering – hoch theoretisch – konkret	Für die Nutzung von Flusswasser zur Wärmeerzeugung ergibt sich ein Potenzial (bei 5.000 Vollbenutzungsstunden) von insgesamt 7 GWh pro Jahr. Dies entfällt zum Großteil auf die Dhünn und den Eschbach.
Biomasse	gering – hoch theoretisch – konkret	Das Gesamtpotenzial aus Biomasse im Stadtgebiet beträgt rund 19,1GWh pro Jahr. Es setzt sich zusammen aus Waldrestholz mit etwa 9 GWh, Biogas aus pflanzlicher Biomasse mit 5,2 GWh sowie Biogas aus Gülle mit etwa 4,9 GWh. Das Potenzial fester Biomasse ist nach aktueller Einschätzung lokal bereits weitgehend ausgeschöpft.
Geothermie	gering – hoch theoretisch – konkret	Mitteltiefe und tiefe Geothermie sind im Stadtgebiet nicht erschließbar. Das Potenzial oberflächennaher Geothermie liegt bei bis zu 727 GWh pro Jahr. Es bezieht sich auf alle theoretisch geeigneten Freiflächen.
Abwärme	gering – hoch theoretisch – konkret	Der einzige potenzielle Beitrag für industrielle Abwärme stammt von der Tente -Rollen GmbH mit 2,2 GWh. Industrielle Abwärme kann demnach nur einen begrenzten Beitrag zur Wärmetransformation leisten.
Außenluft	gering – hoch theoretisch – konkret	Das Wärmepotenzial durch Außenluft ist nahezu unbegrenzt verfügbar. In einer Freiflächenanalyse wurden Potenzialflächen mit Leistungen von über 20 MW und einer Gesamtenergie von 2.875 GWh identifiziert.

Abbildung 63: Zusammenfassung der Potenzialanalyse

5 Entwicklung des Zielszenarios

5.1 Allgemeines

Im Anschluss an die Bestands- und Potenzialanalyse wird die Entwicklung des Zielszenarios (inkl. voraussichtlicher Wärmeversorgungsgebiete) nach § 17 WPG bis § 19 WPG für eine klimaneutrale Wärmeversorgung durchgeführt. Dazu wird die Ausnutzung der ermittelten Potenziale für Energieeinsparung und erneuerbare Energien in einer Energie- und Treibhausgasbilanz nach Sektoren und Energieträgern dargestellt. Außerdem erfolgt eine räumlich aufgelöste Beschreibung der dafür benötigten zukünftigen Versorgungsstruktur. Insbesondere soll eine Einteilung in Eignungsgebiete für Wärmenetze, Wasserstoff und dezentrale Einzelversorgung erfolgen. Die Analyse erfolgt mit starkem Fokus auf eine möglichst kosteneffiziente Wärmeversorgung unter Einhaltung von sozialen und technischen Restriktionen. Ebenso soll die zukünftige Wärmeversorgung ressourcenschonend und umweltfreundlich erfolgen. Zur Beurteilung der Kosteneffizienz werden Wärmegestehungskosten als Entscheidungskriterium verwendet. Dabei werden sowohl Einzelheizungen als auch eine Versorgung mit Wasserstoff oder über Wärmenetze unter Berücksichtigung von potenzieller Sanierung untersucht.

5.2 Grundlagen

5.2.1 Technologiewechsel

Der Technologiewechsel der Heizung ist 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 Restriktionen zur Nutzung fossiler Energieträger, die den Wechsel auf andere Heiztechnologien erzwingen können.

Zusammengefasst sind Technologiewechsel der Heizung abhängig von folgenden Faktoren, welche im Rahmen dieser Analysen miteinfließen:

- Machbarkeit im Gebäude (insbesondere durch Sanierung, Vorlauftemperaturen, Platzbedarf)
- Investitions- und Betriebskosten (inkl. Förderungen) unter Berücksichtigung von Preisentwicklungen
- Alter der bestehenden Heizungsanlagen
- Verfügbarkeit von Netzinfrastruktur

Grundsätzlich gibt es mehrere denkbare Optionen, die für die Wärmeversorgung in grundlegend infrage kommen. Das Venn-Diagramm in Abbildung 64 zeigt die Eignung von Gebäuden für verschiedene Wärmetechnologien und deren Verbreitung auf qualitativer Ebene. Es illustriert die Menge der Gebäude, die für jede Technologie geeignet sind, und zeigt Überschneidungen zwischen den Technologien.

Fossile Heizungen, wie Gas- oder Ölheizungen, sind in der Regel in jedem Bestandsgebäude möglich (Erdgasheizungen setzen die notwendige Netzstruktur voraus). Das bedeutet, dass diese Technologie weit verbreitet und universell einsetzbar ist. Insofern diese Energieträger aus erneuerbaren Energien gewonnen werden, sind diese als klimaneutrale Lösung vorstellbar, jedoch keine prioritäre Lösung, da die flächendeckende Verfügbarkeit nicht gewährleistet ist. Wärmepumpen sind in vielen Gebäuden nutzbar, insbesondere nach einer Sanierung. Sie bieten eine flexible und umweltfreundliche Heizlösung. Wärmenetze sind in gewissen Gebieten möglich, insbesondere in dicht besiedelten oder zentralen Bereichen, wo eine zentrale Wärmequelle effizient genutzt werden kann. Hybrid-Heizungen, die sowohl Wärmepumpen als auch andere Wärmequellen kombinieren, wären in vielen Gebäuden möglich und bieten eine flexible Lösung für verschiedene Bedarfssituationen. Biomasseheizungen stellen eine dezentrale Alternative dar, die besonders im ländlichen Raum relevant ist. Sie nutzen organische Materialien zur Wärmeerzeugung. Die Rohstoffverfügbarkeit schränkt hierbei jedoch die flächendeckende Nutzung von Biomasseheizungen ein.

Das Diagramm zeigt auch die Überschneidungen zwischen den Technologien. Zum Beispiel können sowohl Wärmepumpen als auch Hybrid-Heizungen in vielen Fällen eine Option darstellen. Auch die Kombination von Wärmepumpen mit Wärmenetzen kann sinnvoll sein, wo die Infrastruktur dies zulässt. Insgesamt verdeutlicht das Diagramm die Vielfalt der verfügbaren Wärmetechnologien und die Notwendigkeit, je nach Gebäudetyp und Standort die passende Lösung zu wählen.

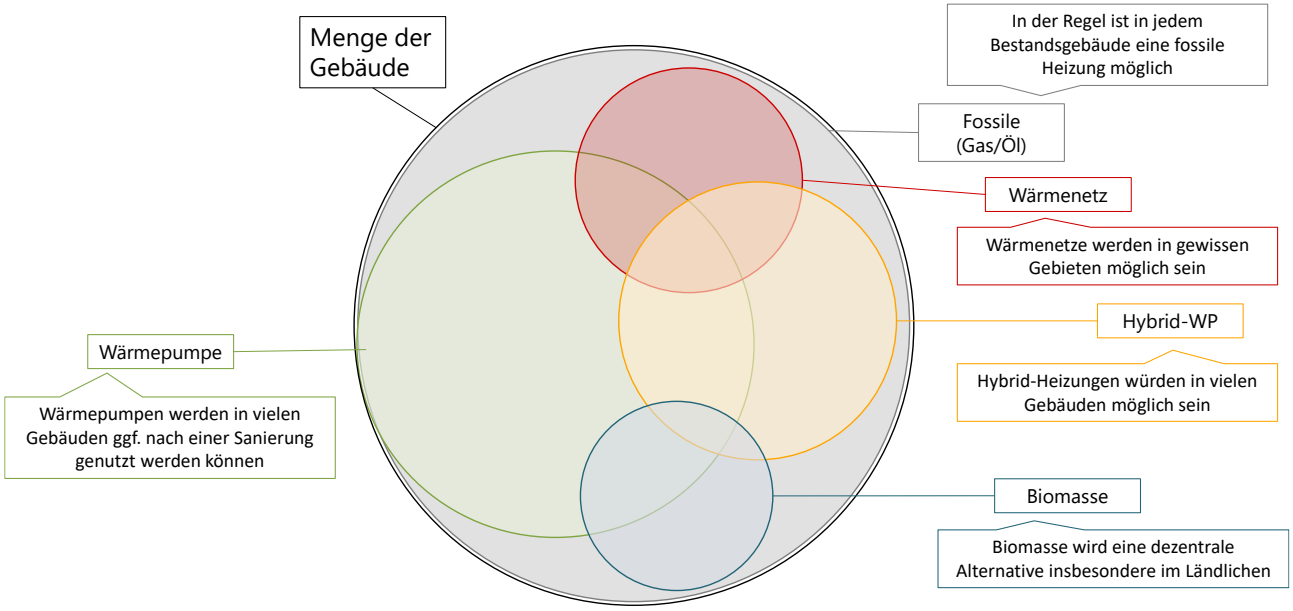


Abbildung 64: Lösungsraum der Wärmetechnologien (Venn-Diagramm)

5.2.2 Vorgehen zur Erstellung des Zielszenarios

Die Erstellung des Zielszenarios basiert auf einer gebäudescharfen Heizkostenanalyse. Das Vorgehen ist in Abbildung 65 dargestellt. Als Eingangsdaten dienen die im Rahmen der Bestandsanalyse

erhobenen Gebäudedaten, insbesondere Baujahr, bestehende Heizsysteme und Wärmebedarfe. Ergänzend werden der Sanierungsstand sowie das Sanierungspotenzial in Abschnitt 5.3 bestimmt.

Darauf aufbauend erfolgen Eignungsprüfungen für die verschiedenen Wärmeversorgungstechnologien in Abschnitt 5.4. Für dezentrale Technologien werden diese Bewertungen auf Gebäudeebene durchgeführt. Netzgebundene Lösungen wie Wärmenetze und Wasserstoff werden hingegen auf Gebietsebene analysiert. Für Wärmenetze werden zusätzlich in Abschnitt 5.5 die zu erwartenden Wärmegestehungskosten ermittelt.

Auf Grundlage von Annahmen zu zukünftigen Energieträgerpreisen sowie zu Investitions- und Betriebskosten wird für jedes Gebäude die jeweils wirtschaftlichste Heizungsoption bestimmt. Die Modellierung des Zielszenarios berücksichtigt dabei die zeitliche Entwicklung von Heizungserneuerungen und Sanierungsmaßnahmen. Es wird angenommen, dass jedes Gebäude bis zum Zieljahr 2045 eine Erneuerung der Heizungsanlage mit potenziellem Technologiewechsel durchführt. Im Zuge dessen wird eine Sanierung umgesetzt, sofern diese in Kombination mit dem Heizungstausch wirtschaftlich sinnvoll ist. Die Zeitpunkte der Heizungserneuerung werden in Abhängigkeit des Anlagenalters über statistische Wechselwahrscheinlichkeiten abgebildet. Abweichend davon werden neue Anschlüsse an Wärme oder Wasserstoffnetze in Abhängigkeit der Inbetriebnahme entsprechender Netzabschnitte beziehungsweise der Umstellung des Gasnetzes festgelegt.

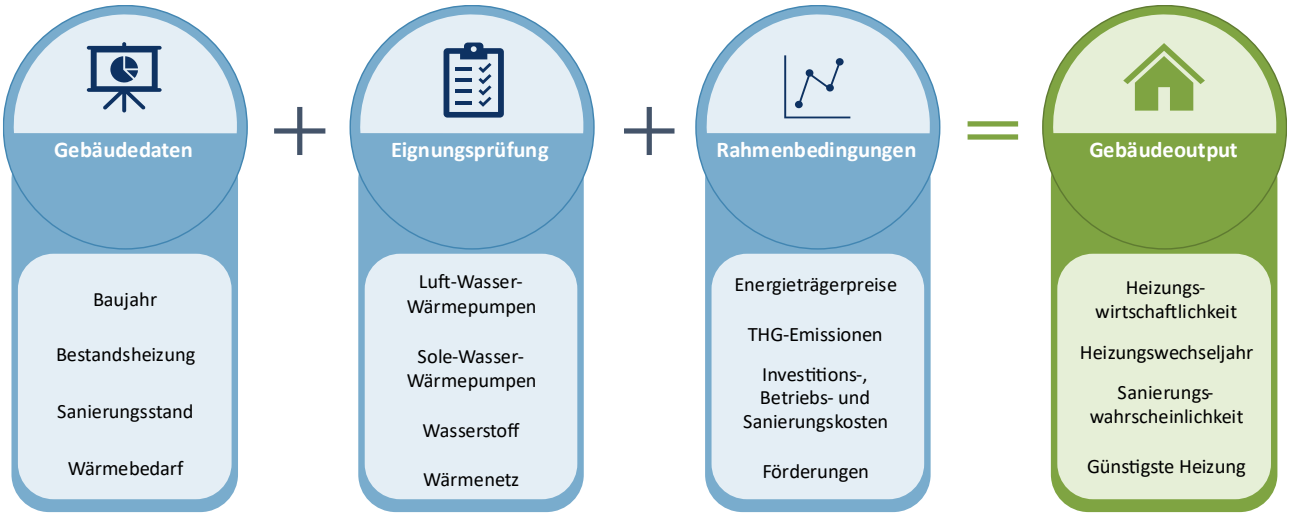


Abbildung 65: Methodisches Vorgehen zur Erstellung des Zielszenarios

5.3 Auswirkungen von Sanierung

Um die Wärmewende in Wermelskirchen erfolgreich zu gestalten, ist sowohl der verstärkte Einsatz erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung als auch eine umfassende Modernisierung bestehender Gebäude notwendig. Damit eine energetische Sanierung effizient und wirtschaftlich erfolgen kann, wurden drei Sanierungsklassen entwickelt, die unterschiedliche Maßnahmenpakete sowie deren wirtschaftliche Auswirkungen beschreiben. Zudem wird die Bedeutung finanzieller Förderungen betont, um die Kosten für Eigentümer zu reduzieren und Anreize für eine zügige Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen zu schaffen.

5.3.1 Sanierungsklassen

Die energetische Sanierung bestehender Gebäude ist ein zentraler Baustein der kommunalen Wärmeplanung in Wermelskirchen. Für die vorliegende Gebäudetypologie werden mögliche Sanierungsmaßnahmen für spezifische Gebäudetypen bestimmt und die durchschnittliche Energieeinsparung pro Quadratmeter abgeschätzt. Die Sanierungstiefe sowie Kosten der Maßnahmen richten sich nach den Sanierungsklassen. Anhand des vorliegenden spezifischen Wärmebedarfs wird das Gebäude in eine der Sanierungsklassen bzw. in Status Quo (unsaniert) eingeteilt. Wenn das Gebäude bereits eine Sanierung erfahren hat, steht nur noch die Energieeinsparung einer tieferen Sanierung zur Verfügung. Gebäude, die sich bereits in Sanierungsklasse 3 befinden, verfügen über kaum noch weiteres Potenzial zur Effizienzsteigerung.

Eine Einteilung der Sanierungsklassen sowie beispielhafte Maßnahmen sind Tabelle 11 zu entnehmen, dabei wird auf die baulichen Besonderheiten einzelner Gebäudetypklassen Rücksicht genommen und die möglichen Maßnahmen nach Gebäudetyp und Baualter spezifisch angepasst. Für die Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen sind Förderprogramme essenziell, um finanzielle Hürden zu senken und die Umsetzung wirtschaftlich attraktiver zu gestalten und das im Folgenden vorgestellte Potenzial auch heben zu können.

Für Nichtwohngebäude kann dieses Vorgehen 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. Dies gilt ebenso für denkmalgeschützte Wohngebäude, welche ebenso individuell betrachtet werden müssten.

Tabelle 11: Betrachtete Sanierungsklassen

1: Geringintensive Sanierung	
Maßnahmen	Kellerdecken dämmen, Rohrleitungen isolieren, oberste Geschossdecke dämmen.
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	Fenster austauschen, Dachschräge dämmen, Dach von innen dämmen.
Investitionskosten	Mittel bis hoch.
Energieeinsparung	Relativ hoch, da umfassende Dämmmaßnahmen erfolgen.
Amortisationszeit	Mittel bis lang, abhängig von den Energiekosten.
Förderung	Umfangreiche Förderprogramme, bis zu 50 % der Kosten.
3: Tiefgreifende Sanierung	
Maßnahmen	Dach neu dämmen, Wände dämmen, Fenster erneuern.
Investitionskosten	Hoch bis sehr hoch.
Energieeinsparung	Hoch bis sehr hoch.
Amortisationszeit	Lang, aber hohe Einsparungen bei den Energiekosten.

Förderung	Umfangreiche Förderungen notwendig, bis zu 60 % der Kosten.

5.3.2 Sanierungspotenzial

Im folgenden Abschnitt wird das Sanierungspotenzial für die Stadt Wermelskirchen dargelegt. In Abbildung 66 wird die Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfs ausgehend vom Status quo in Abhängigkeit der Umsetzung einer vollständigen Sanierung aufgezeigt. Als Datengrundlage für die Modellierung dienen die Angaben aus [40]. Die Sanierungsklassen variieren je Gebäude nach Baujahresklasse und Gebäudetyp.

Im aktuellen Bestand liegt der Wärmebedarf bei 357 GWh für das komplette Stadtgebiet. Die umfangreichste Sanierung, die in Sanierungsklasse 3 definiert wird, führt zu einer Reduktion des Wärmebedarfs um 28,7 % auf einen jährlichen Gesamtwärmebedarf von 254,4 GWh.

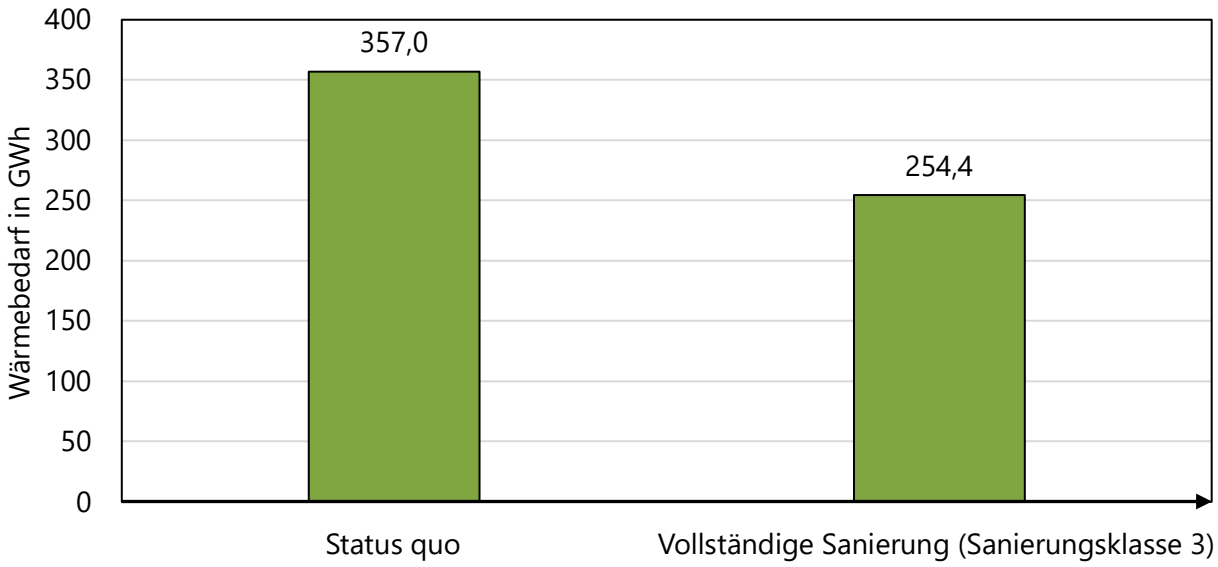


Abbildung 66: Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfs durch Sanierung

In Abbildung 67 ist das Sanierungspotenzial (energetisches Einsparpotenzial) zwischen dem Status quo und Sanierungsklasse 3 auf Baublockebene dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass 28 % der Baublöcke ein mittleres Sanierungspotenzial von unter 20 % aufweisen. Diese Baublöcke liegen insbesondere in Bereichen mit vielen Nichtwohngebäuden (z.B. Gewerbegebieten), aber auch im ländlichen Raum sowie in Teilen der Innenstadt. Ein etwas höherer Anteil von 36 % der Baublöcke liegt bei einem Sanierungspotenzial zwischen 20 % und 40 %. Ein großer Teil davon liegt in den ländlichen Bereichen des Stadtgebiets, jedoch auch in den dicht besiedelten Gebieten der Stadtteile. Weitere 34 % der Baublöcke weisen ein Sanierungspotenzial über 40 % auf. Diese Baublöcke liegen verstärkt in den Stadtkernen der Stadtteile auf, aber ebenso im ländlichen Raum. Nur 2 % der Baublöcke weisen ein Sanierungspotenzial über 60 % und bis zu 72 % auf. Diese Baublöcke liegen größtenteils in den Randgebieten der dichten Bebauung.

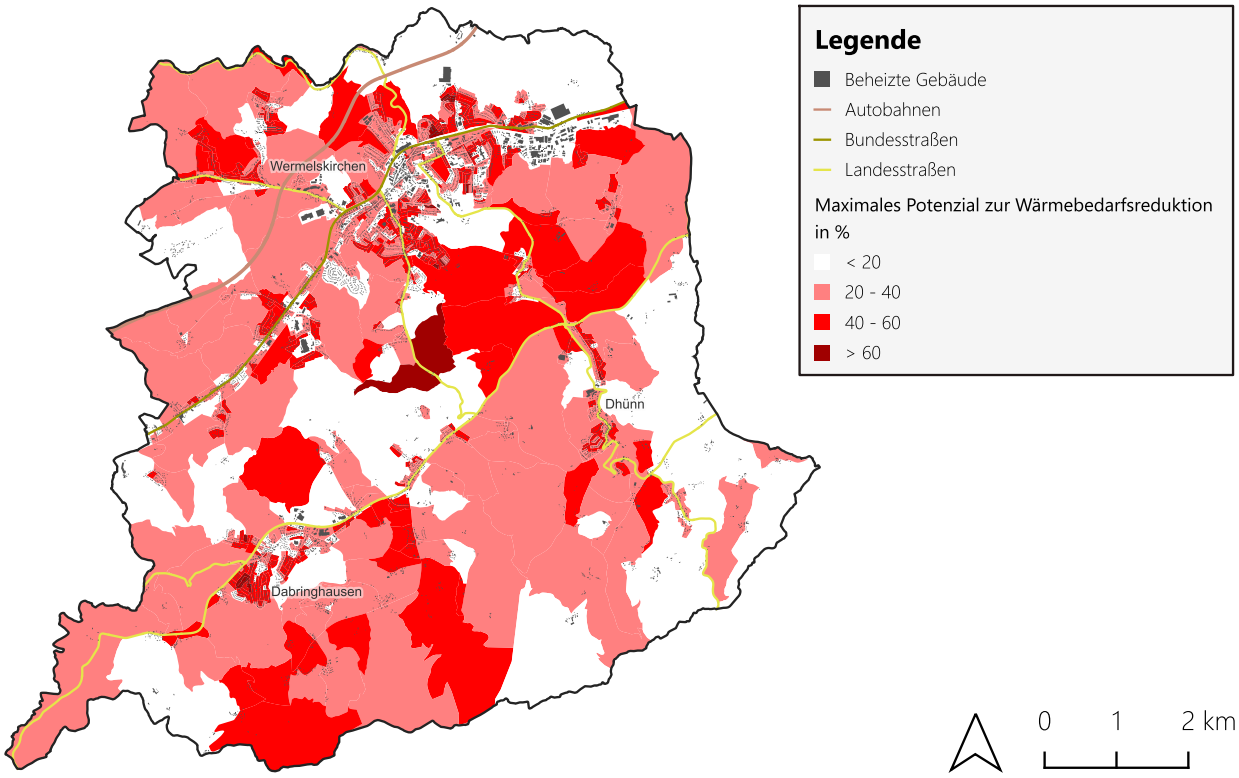


Abbildung 67: Sanierungspotenzial (bezogen auf Wärmebedarf) auf Baublockebene

5.4 Eignung der Gebäude für Wärmeversorgungstechnologien

Bezogen auf die Gebäudeebene sind einige Restriktionen zu beachten, wenn eine Wärmepumpe oder der Anschluss an ein Wärme- oder Wasserstoffnetz als Lösungsoption berücksichtigt werden soll. In den folgenden Abschnitten wird die Prüfung dieser Restriktionen im Rahmen dieser kommunalen Wärmeplanung beschrieben.

Die Ergebnisse der Eignungsprüfungen für das Zieljahr 2045 werden kartographisch auf Baublockebene dargestellt. Hierbei werden die Baublöcke in die Kategorien „sehr wahrscheinlich ungeeignet", „wahrscheinlich ungeeignet", „wahrscheinlich geeignet" und „sehr wahrscheinlich geeignet" eingeteilt.

Für die Kategorisierung der dezentralen Versorgung sowie der Eignung für Luft-Wasser- sowie Sole-Wasser-Wärmepumpen erfolgt in Abhängigkeit des Anteils geeigneter Gebäude auf Baublockebene:

- Sehr wahrscheinlich ungeeignet: ≤ 25 % der Gebäude eignen sich für diese Technologie
- wahrscheinlich ungeeignet: ≤ 50 % der Gebäude eignen sich für diese Technologie
- wahrscheinlich geeignet: ≤ 75 % der Gebäude eignen sich für diese Technologie
- sehr wahrscheinlich geeignet: > 75 % der Gebäude eignen sich für diese Technologie

5.4.1 Eignungsprüfung für dezentrale Wärmeversorgungsoptionen

Dezentrale Wärmepumpen gelten als vielversprechende Option der zukünftigen Wärmeversorgung. Im Vergleich zu aktuellen fossilen Lösungen (zum Beispiel Ölheizungen) sind hierbei jedoch weitere Restriktionen zu beachten. Zum Beispiel arbeiten Wärmepumpen in der Regel mit niedrigeren

Vorlauftemperaturen. Für einen effizienten Betrieb sind dementsprechend bessere Dämmstandards und größere Heizflächen nötig. Dies kann dazu führen, dass beim Technologiewechsel auf eine Wärmepumpe Sanierungsschritte notwendig sind. Da die Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen primär eine wirtschaftliche Hürde darstellen, ist dies kein Teil der Eignungsprüfung, sondern wird im Rahmen der Szenarienerstellung berücksichtigt.

5.4.1.1 Luft-Wasser-Wärmepumpen

Luft-Wasser-Wärmepumpen, welche aus Gründen der Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit zukünftig die primäre Wärmepumpenoption auf dezentraler Ebene darstellen werden, nutzen Außengeräte, die wiederum Schallemissionen verursachen. Wärmepumpen müssen dementsprechend konform mit der TA Lärm (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm) sein, welche Grenzwerte für Schallimmissionen vorgibt. Im Rahmen der Eignungsprüfung für Wärmepumpen wird geprüft, ob in Abhängigkeit der Dimensionierung der Wärmepumpen die Schallimmissionen konform mit der TA Lärm sind. Wenn die Schallimmissionen bei Nutzung einer Wärmepumpe zu hoch wären, wird keine Eignung für dieses Gebäude ausgesprochen. Ebenso wird der Platzbedarf der Außengeräte abgeschätzt und in die Eignungsbestimmung miteinbezogen.

Aus den Ergebnissen der gebäudescharfen Eignungsprüfung geht hervor, dass mit 8.648 Gebäuden 96 % aller Gebäude in der Stadt Wermelskirchen für Luft-Wasser-Wärmepumpen geeignet sind. Dementsprechend sind Luft-Wasser-Wärmepumpen im Stadtgebiet eine flächendeckende Lösungsoption.

Die Eignung für Luft-Wasser-Wärmepumpen auf Baublockebene ist in Abbildung 68 dargestellt. Wie auf Gebäudeebene stellen Luft-Wasser-Wärmepumpen auch auf Baublockebene im Stadtgebiet eine flächendeckende Option dar. 94 % der Baublöcke sind gemäß der oben beschriebenen Definition als „sehr wahrscheinlich geeignet“ ausgewiesen. Weitere 5 % der Baublöcke werden als „wahrscheinlich geeignet“ eingestuft. Diese sind geprägt von Nichtwohngebäuden sehr enger Bebauung (z.B. in Teilen der Innenstadt von Wermelskirchen). Sechs weitere Baublöcke werden als „wahrscheinlich ungeeignet“ einkategorisiert. Diese Baublöcke liegen im Gewerbegebiet Elbringhausen und in der Innenstadt. Die Kategorisierung „sehr wahrscheinlich ungeeignet“ kommt im Wermelskirchener Stadtgebiet auf Baublockebene nicht vor.

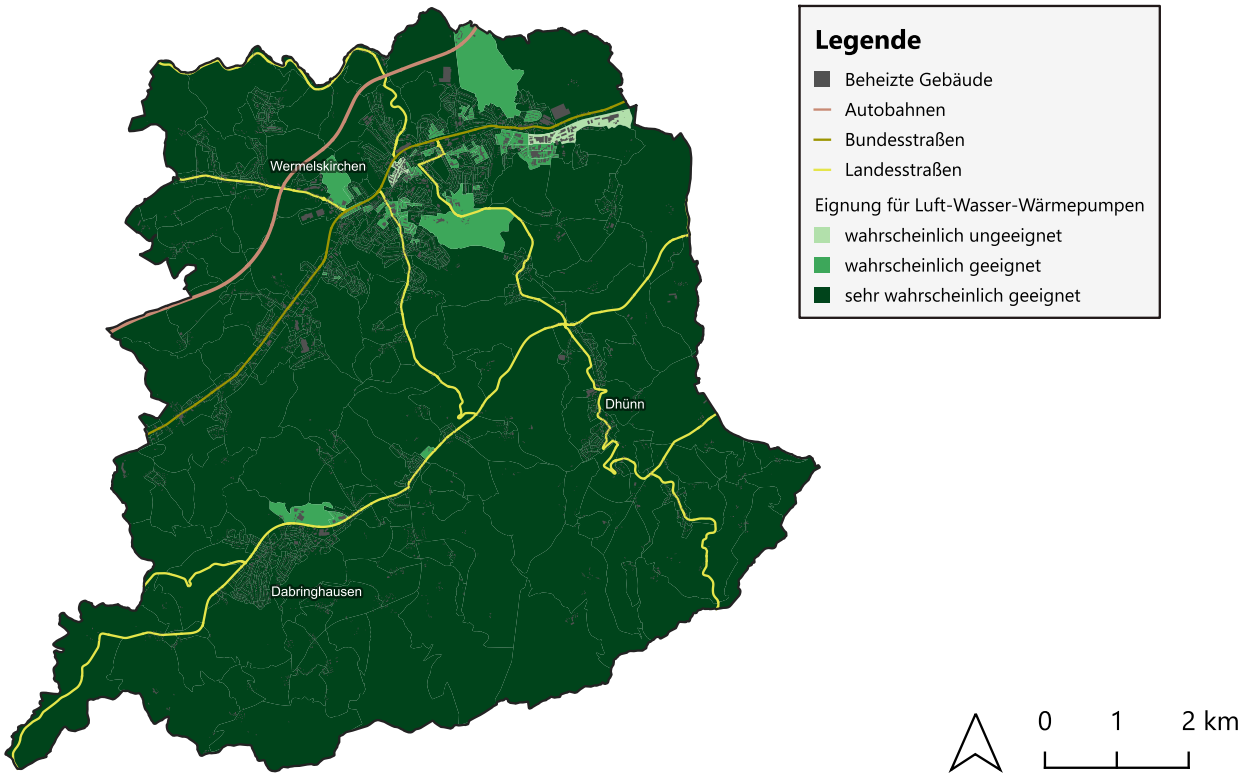


Abbildung 68: Eignung der Wärmeversorgungsart Luft-Wasser-Wärmepumpe für das Zieljahr 2045

5.4.1.2 Sole-Wasser-Wärmepumpen

Sole-Wasser-Wärmepumpen stellen ebenfalls eine effiziente Möglichkeit zur Wärmeerzeugung dar. Für ihren Einsatz sind jedoch Erdsondenbohrungen oder das Verlegen von Erdkollektoren erforderlich, was eine ausreichende Grundstücksgröße und entsprechende Platzverhältnisse voraussetzt, um den Wärmebedarf zuverlässig decken zu können. In einer Eignungsanalyse für Sole-Wasser-Wärmepumpen werden daher vor allem die Grundstücksflächen im Verhältnis zur benötigten Heizleistung berücksichtigt. Ergänzend fließen auch Wasserschutzgebiete und Heilquellenschutzgebiete sowie die geothermischen Voraussetzungen, insbesondere die Wärmeleitfähigkeit des Bodens, in die Bewertung ein. Im Rahmen dieser Eignungsprüfung wird sich aufgrund des geringeren Platzbedarfs auf Erdsonden im Abgleich zu Erdkollektoren konzentriert.

Aus den Ergebnissen der gebäudescharfen Eignungsprüfung geht hervor, dass aufgrund der engeren Bebauung in der Innenstadt sowie großflächigen Wasserschutzzonen insbesondere im Wermelskirchener Südosten und Westen 52 % der Gebäude für Sole-Wasser-Wärmepumpen geeignet sind. Damit können diese nicht im ganzen Stadtgebiet, aber vor allem im ländlichen Raum und in Einfamilienhäusergebieten eine wichtige Teillösung darstellen.

Die Eignung für Sole-Wasser-Wärmepumpen auf Baublockebene ist in Abbildung 69 dargestellt. In Abgrenzung zu den Luft-Wasser-Wärmepumpen ist zu erkennen, dass nicht im ganzen Stadtgebiet eine Eignung für Sole-Wasser-Wärmepumpen vorliegt. 35 % der Baublöcke werden als „sehr wahrscheinlich geeignet“ definiert. Diese Baublöcke liegen größtenteils im ländlichen Bereich des Stadtgebiets sowie in Gebieten mit vielen Einfamilienhäusern. Weitere 24 % der Baublöcke werden als „wahrscheinlich geeignet“ definiert. Diese liegen sowohl in ländlichen Bereichen, gewerblichen

Quartieren sowie ebenso in Wohnvierteln mit vielen Einfamilienhäusern. Insgesamt 14 % der Baublöcke werden als „wahrscheinlich ungeeignet“ kategorisiert. Diese Baublöcke liegen zum Teil in den Innenstadt-Bereichen von Wermelskirchen und Dabringhausen. Zuletzt sind 101 Baublöcke (25 % der Baublöcke) als „sehr wahrscheinlich ungeeignet“ definiert. Diese Baublöcke befinden sich ebenso in der Innenstadt, insbesondere im Zentrum von Wermelskirchen, sowie in den Wasserschutzzonen im Südosten und Westen von Wermelskirchen.

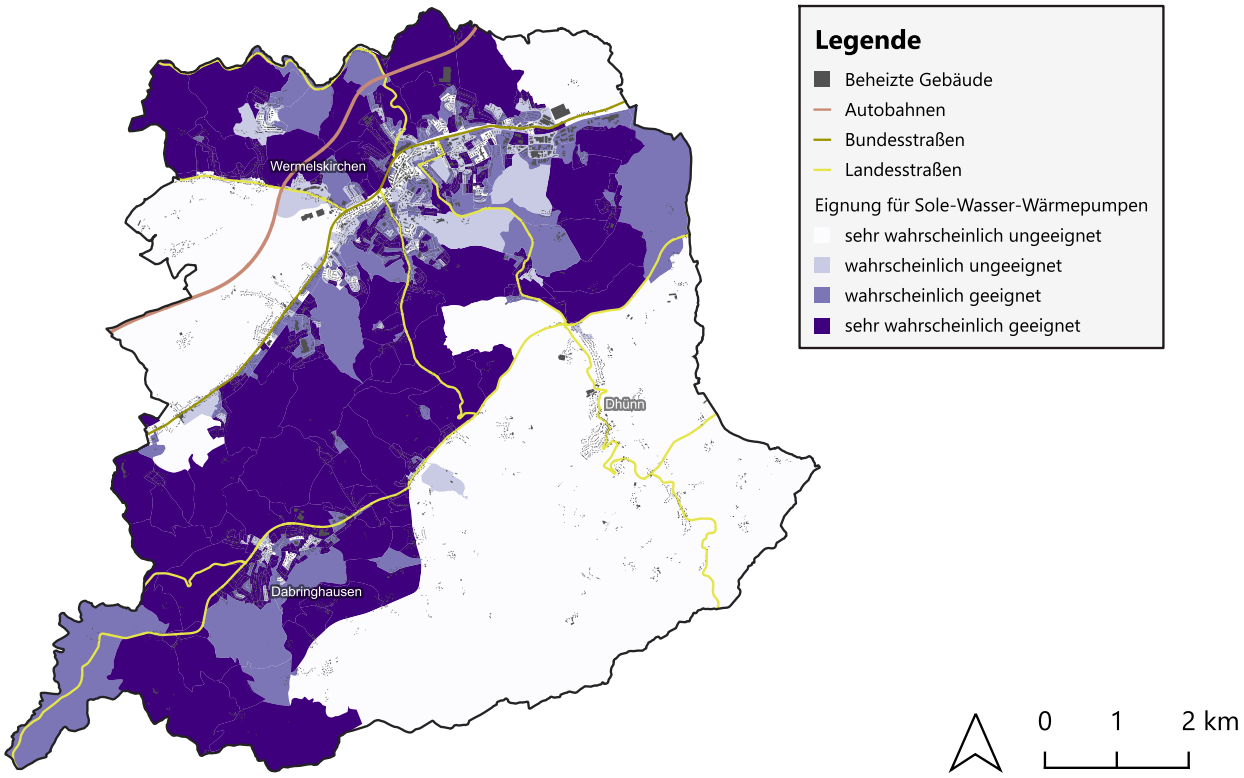


Abbildung 69: Eignung der Wärmeversorgungsart Sole-Wasser-Wärmepumpe für das Zieljahr 2045

5.4.1.3 Zusammenfassung der dezentralen Wärmeversorgungsoptionen

In Abbildung 70 ist die Eignung der Wärmeversorgungsart „dezentrale Versorgung“ dargestellt. In dem Kontext wird ein Gebäude als „dezentral geeignet“ definiert, wenn dies entweder eine Eignung für eine Luft-Wasser-Wärmepumpe oder eine Sole-Wasser-Wärmepumpe aufweist. Pelletheizungen und Flüssiggasheizungen (betrieben mit biogenem Flüssiggas) sind zwar ebenso dezentrale Lösungsoptionen, jedoch sind diese in dieser Eignungskategorisierung nicht berücksichtigt worden. Dies ist damit begründet, dass Biomasse ressourcenschonend eingesetzt werden muss und keine prioritäre Lösungsoption sein kann.

Abbildung 70 zeigt, dass nahezu flächendeckend in Wermelskirchen eine dezentrale Versorgung über Wärmepumpen möglich wäre. Dies war bereits in Abbildung 68 zu erkennen. Knapp 97 % aller Baublöcke werden als „sehr wahrscheinlich geeignet“ definiert. Gleichzeitig wird kein Baublock im Stadtgebiet als „sehr wahrscheinlich ungeeignet“ kategorisiert. Nahezu die restlichen 3 % der Baublöcke sind als „wahrscheinlich geeignet“ eingestuft und finden sich insbesondere im Gewerbegebiet Elbringhausen und verteilt über den Stadtkern des Stadtteils Wermelskirchen. Letztere beinhalten in erster Linie Mehrfamilienhäuser. Lediglich vier Baublöcke sind nur „wahrscheinlich ungeeignet“. Diese

Baublöcke liegen primär im Zentrum von Wermelskirchen sowie teilweise ebenfalls im Gewerbegebiet Elbringhausen.

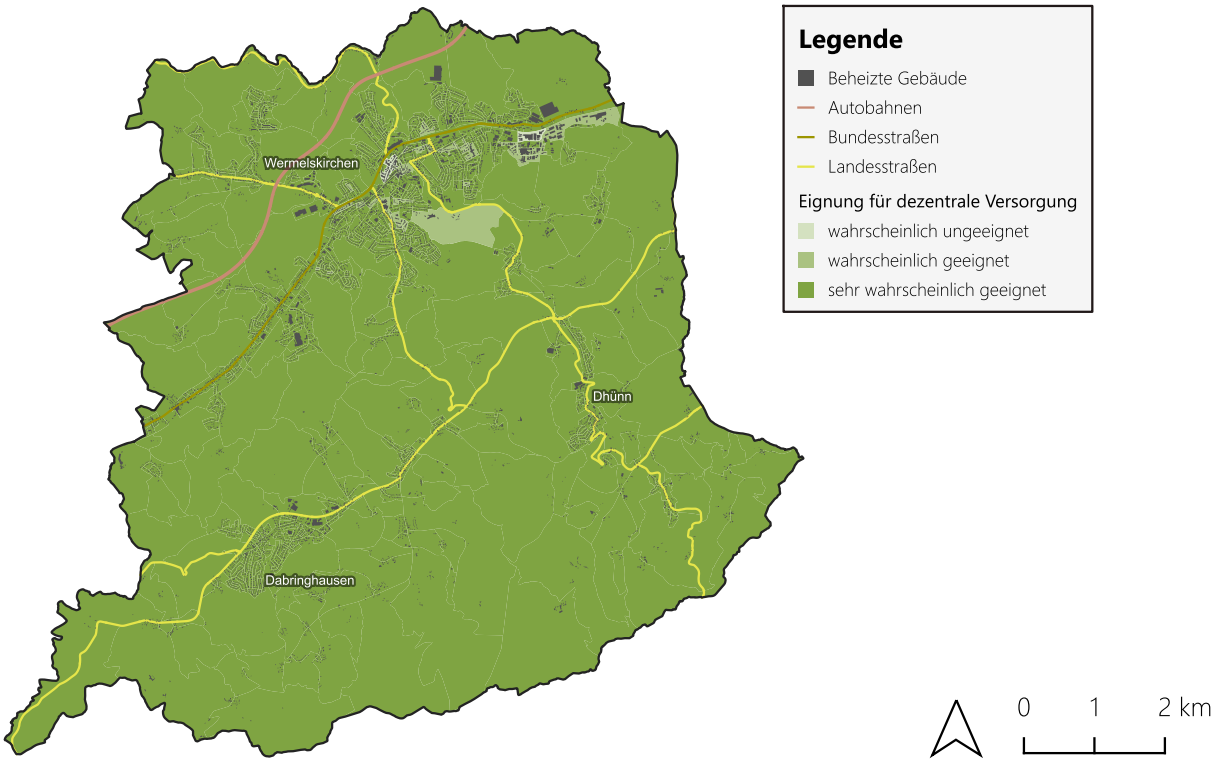


Abbildung 70: Eignung der Wärmeversorgungsart „dezentrale Versorgung" für das Zieljahr 2045

5.4.2 Eignungsprüfung für Wärmenetze

Der wirtschaftliche Betrieb von Wärmenetzen wird sowohl von der Erzeugungsseite als auch der Bedarfsseite beeinflusst. Auf der Erzeugungsseite beeinflussen die nutzbaren Wärmequellen die Wärmegestehungskosten. Hierbei können sowohl lokale Wärmequellen (z.B. Geothermie und Solarthermie) als auch externe Energieträger (z.B. erneuerbare Gase) genutzt werden. Für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes muss auch ein bestimmter Wärmeabsatz und eine entsprechende Wärmebedarfsdichte vorliegen (siehe Abschnitt 3.6). Ländliche Gebiete beispielsweise eignen sich nicht, weil die Wärmebedarfsdichte niedrig ist, sodass die Verluste im Netz steigen. Zur Festlegung, welche Gebäude in einem Eignungsgebiet für Wärmenetze liegen, ist die Metrik der Wärmegestehungskosten als primäres Eignungskriterium genutzt worden. Auf Basis der Wärmeliniendichten sowie der gebäudescharfen Eignung für Luft-Wasser-Wärmepumpen werden zusammenhängende Wärmenetzgebiete erarbeitet. Für diese Gebiete wird auf Basis des gesamten Wärmeabsatzes, der Wärmeliniendichte sowie der verfügbaren Wärmequellen eine Schätzung der zukünftigen Wärmegestehungskosten durchgeführt, welche zur Beurteilung der Eignung genutzt wird.

Die Eignung für Wärmenetze auf Baublockebene ist in Abbildung 71 dargestellt. Insbesondere die Innenstadt von Wermelskirchen bis hin zum Gewerbegebiet Elbringhausen sind als Eignungsgebiete für Wärmenetze identifiziert worden. Dieser Kernbereich wird als „sehr wahrscheinlich geeignet" kategorisiert und umfasst insbesondere den Gürtel um die B51, der einen Anteil von 12 % an den Baublöcken ausmacht. Das definierte Gebiet kombiniert vielversprechende Wärmeliniendichten mit

verfügbaren Freiflächen für klimaneutrale Wärmequellen. Ebenso sind im Gebiet verschiedene, teils kommunale, Großverbraucher vorhanden (z.B. das Rathaus und mehrere Schulen sowie Gewerbebetriebe), welche als Ankerkunden für ein zukünftiges Wärmenetzgebiet dienen könnten. Die beschriebenen Straßenzüge wären priorisiert beim potenziellen Aufbau eines Wärmenetzes zu berücksichtigen.

Das beschriebene Gebiet wird von weiteren Baublöcken flankiert und in Richtung Tente ausgedehnt, welche als „wahrscheinlich geeignet" eingestuft werden. Diese Baublöcke sind insbesondere als potenzielle Erweiterungsgebiete eines Wärmenetzes zu verstehen, wenn in den Baublöcken mit Kategorisierung „sehr wahrscheinlich geeignet" eine Wärmenetz entstehen sollte. Diese Baublöcke beinhalten ebenso verschiedene potenzielle Ankerkunden (insbesondere weitere Schulen), sind jedoch entweder aufgrund von geographischer Lage oder der Wärmeliniendichte weniger gut geeignet für ein potenzielles Wärmenetz, jedoch langfristig trotzdem strategisch relevant bei einem Aufbau und einer Erweiterung eines Wärmenetzes. Der Anteil dieser Kategorie an den Baublöcken beträgt 27 %.

Darüber hinaus sind weitere Baublöcke in den weiteren dicht bebauten Gebieten von Wermelskirchen sowie in Dabringhausen und Dhünn vorhanden, welches als „wahrscheinlich ungeeignet" deklariert sind und einen Anteil von 30 % ausmachen. Diese Baublöcke weisen geringere Wärmedichten auf und sind nur teilweise geographisch gut zu den besser geeigneten Baublöcken gelegen, sodass eine Einbindung dieser Baublöcke in ein potenzielles Wärmenetz lediglich im Stadtteil Wermelskirchen prüfenswert ist.

Die restlichen 31 % der Baublöcke fallen in die Kategorie „sehr wahrscheinlich ungeeignet" und decken den ländlichen Bereich des Stadtgebiets ab.

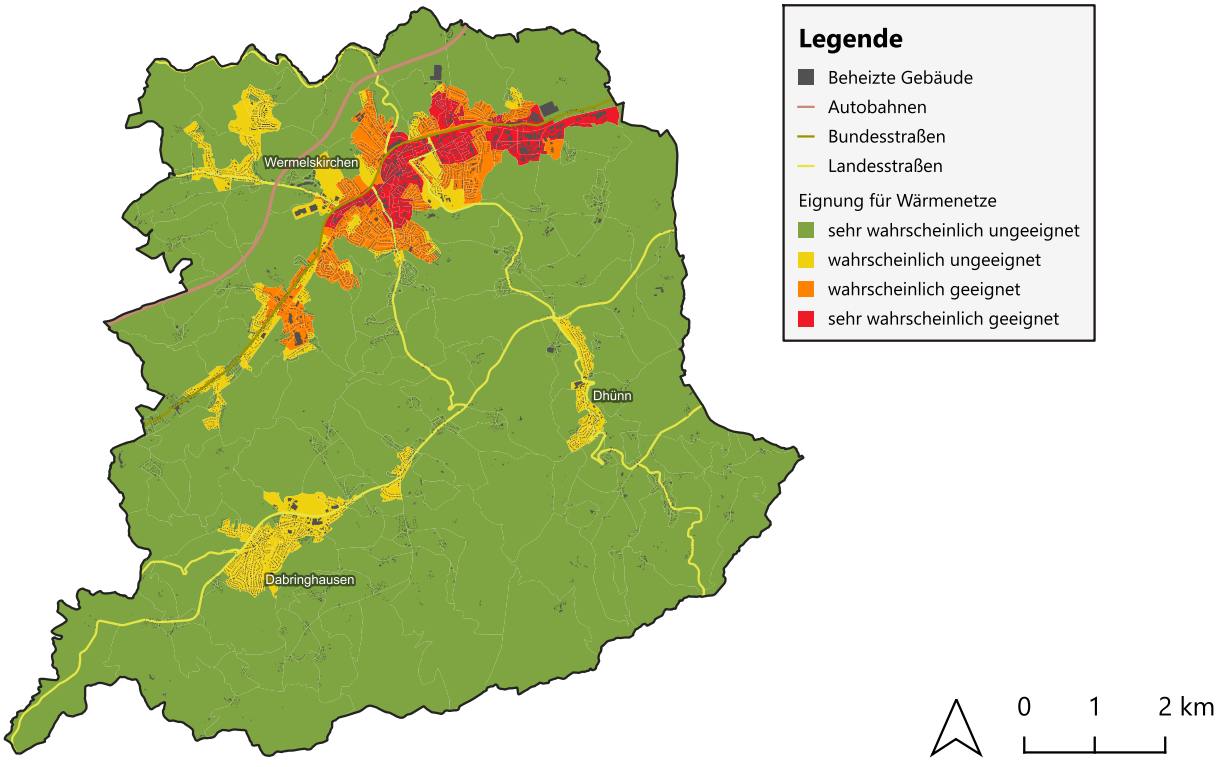


Abbildung 71: Eignung der Wärmeversorgungsart „Wärmenetz" für das Zieljahr 2045

5.4.3 Eignungsprüfung für Wasserstoffnetze

Die Eignung für Wasserstoffnetze hängt von verschiedenen Faktoren ab. Ein wichtiger Faktor ist die Verfügbarkeit von bezahlbarem Wasserstoff. Da die Entfernung zum geplanten Kernnetz als gering einzuschätzen ist, ist die Verfügbarkeit von überregionalem Wasserstoff für Wermelskirchen als „günstig" einzustufen. Ein weiterer Faktor ist, ob lokaler Wasserstoffbedarf in der Industrie besteht. Gemäß Bestands- und Potenzialanalyse ist der Bedarf an Wasserstoff als „gering" einzuordnen. Ebenso ist die Eignung der bestehenden Netzinfrastrukturen ein relevanter Faktor. Die Rohrleitungen in Wermelskirchen sind weitestgehend für Wasserstoff geeignet, während entscheidende Teile der Anlagentechnik umgerüstet werden müssten. Auf Basis der dargelegten Faktoren stellt Wasserstoff für zentrale und gewerblich geprägte Teile des Stadtgebiets eine Lösungsoption mit geringer bis mittlerer Wahrscheinlichkeit dar.

In Abbildung 72 ist die Eignung der Wärmeversorgungsart „Wasserstoffnetz" auf Baublockebene dargestellt. Vergleichbar mit den Wärmenetzen liegen die Eignungsgebiete vorrangig im Gewerbegebiet Elbringhausen und in der Innenstadt von Wermelskirchen. Dies sind Gebiete mit entsprechenden Großabnehmern von Erdgas, welche aufgrund der vorliegenden Infrastruktur zukünftig auf Wasserstoff umgestellt werden könnten. Hierbei ist darauf hinzuweisen, dass eine zukünftige Gasversorgung dieser Gebiete auch auf anderen erneuerbaren Gasen, zum Beispiel lokal erzeugtem Biogas, basieren könnte.

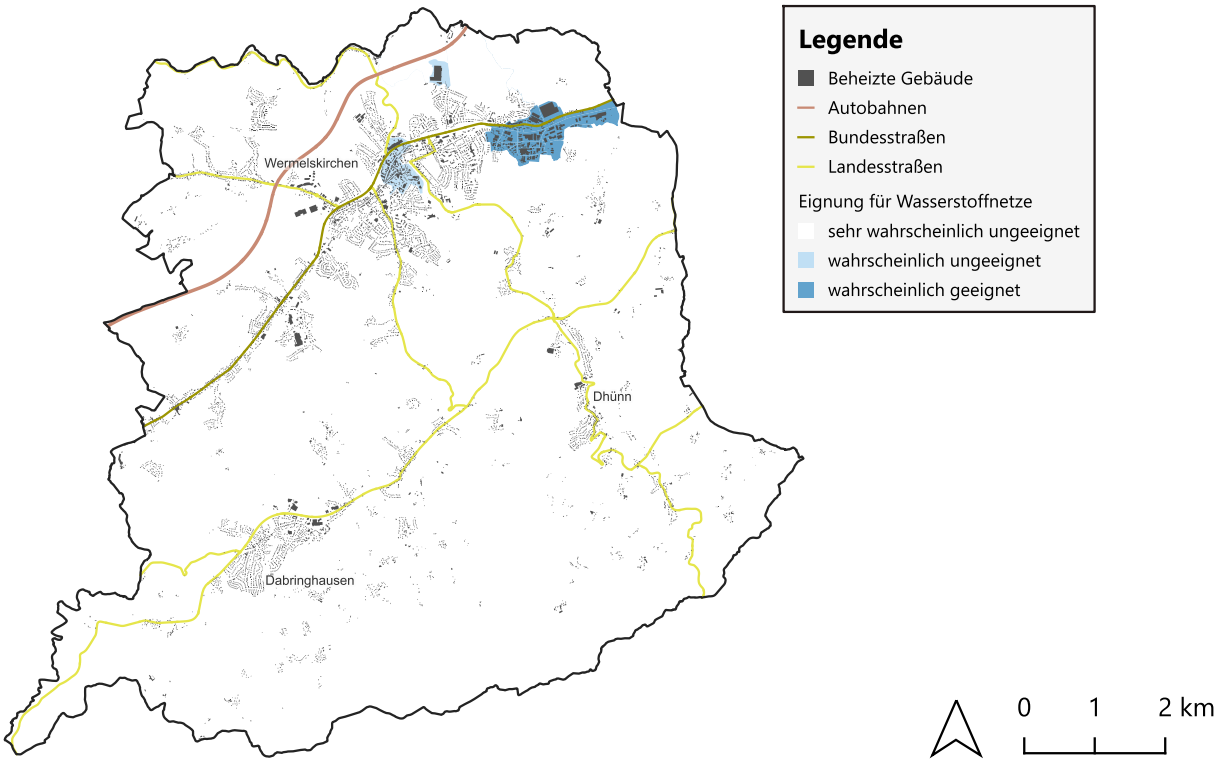


Abbildung 72: Eignung der Wärmeversorgungsart „Wasserstoffnetz" bzw. „Netze mit erneuerbaren Gasen" für das Zieljahr 2045

Der prioritäre Anwendungsfall für Wasserstoff in Wermelskirchen ist das Gewerbegebiet Elbringhausen. Als primäre Abnehmer sind dort die OBI Sourcing GmbH und die Schumacher Bergische Werke

GmbH zu nennen, allerdings ist der Wärmebedarf eher homogen verteilt und nicht auf wenige Unternehmen konzentriert. Zudem liegt nur eine geringer Prozesswärmebedarf vor. Dementsprechend wird dieses Gebiet als „wahrscheinlich geeignet" kategorisiert. Es macht einen Anteil von 2 % an den Baublöcken aus. Hinzu kommt im Industrie- und Gewerbebereich das Unternehmen Ortlinghaus-Werke GmbH, das jedoch etwas abgelegen von weiteren potenziellen Abnehmern gelegen ist, sodass der entsprechende Baublock lediglich als „wahrscheinlich ungeeignet" definiert ist. Die gleiche Kategorisierung weist der Innenstadtkern von Wermelskirchen auf. Hier ist die Abgrenzung zum Gewerbegebiet Elbringhausen in der Kategorisierung dadurch begründet, dass in der Innenstadt kein Bedarf nach Prozesswärme besteht, sodass eine Versorgung über Wärmenetze oder dezentrale Versorgung ebenfalls vorstellbar ist. Zusätzlich ist zu erwähnen, dass Wasserstoff insbesondere für industrielle Zwecke vorgesehen werden sollte und nicht primär für die Bereitstellung von Raumwärme. Die Baublöcke dieser Kategorie stellen ebenfalls einen Anteil von ca. 2 % dar. Als „sehr wahrscheinlich geeignet" ist kein Baublock deklariert, sodass die restlichen 96 % als „sehr wahrscheinlich ungeeignet" eingestuft sind.

5.5 Wirtschaftlichkeitsrechnung für Wärmenetze

Im Rahmen der Untersuchungen der Eignungsgebiete konnte die Wermelskirchener Innenstadt sowie das Gewerbegebiet Elbringhausen als primäre Eignungsgebiete für Wärmenetze im Wermelskirchener Stadtgebiet identifiziert werden. Im Folgenden wird jeweils eine Variante für die Wermelskirchener Innenstadt und für das Gewerbegebiet Elbringhausen sowie eine kombinierte Ausbauvariante eines Wärmenetzes wirtschaftlich bewertet. Diese Bewertung dient als Grundlage für die Berücksichtigung von Wärmenetzen für das nachfolgende Zielszenario. In allen drei Varianten wird von zentralen Luft-Wasser-Wärmepumpen in Kombination mit einem Holzhackschnitzelkessel für die Spitzenlast als Erzeugerportfolio ausgegangen. Für die Grundlast könnte auch auf oberflächennahe Geothermie gesetzt werden. Alternativen für die Spitzenlast sind Biogaskessel oder Elektrodenheizkessel.

Die wirtschaftliche Bewertung berücksichtigt die Investitionskosten für den Bau der Versorgungs- und Hausanschlussleitungen (inkl. Material) und der notwendigen Wärmeerzeuger. Im Kontext der laufenden Kosten werden sowohl die Kosten für die genutzten Energieträger als auch Verwaltungs- und Wartungskosten berücksichtigt. Ebenso wird bereits eine Gewinnmarge für den potenziellen Netzbetreiber angesetzt. Mittels der wirtschaftlichen Bewertung wird eine Bandbreite der Wärmegestehungskosten ermittelt, welche die minimalen bzw. maximalen zu erwarteten Kosten abdeckt. Für die Wärmegestehungskosten wird die Ausnutzung des aktuellen Förderrahmens angenommen.

Bei der wirtschaftlichen Bewertung wird eine Anschlussquote von unter 100 % angesetzt, da erfahrungsgemäß nicht alle potenziellen Wärmeabnehmer an das Netz angeschlossen werden. Gründe hierfür sind unter anderem bestehende Heizungsanlagen mit langer Restnutzungsdauer, individuelle wirtschaftliche Entscheidungen der Eigentümer, technische Einschränkungen einzelner Gebäude oder die bewusste Entscheidung gegen einen Netzanschluss. Eine realistische Annahme der Anschlussquote ist daher entscheidend, um die zu erwartenden Wärmemengen, Erlöse und Investitionskosten belastbar abzubilden und die Wirtschaftlichkeit des Vorhabens nicht zu überschätzen. Die angenommenen Anschlussquoten sind individuell je Wärmenetz und folgen grundsätzlich der Prämisse, dass Wärmenetze mit höherer Anschlussnehmerzahl gleichzeitig eine geringere Anschlussquote aufweisen.

5.5.1 Variante 1: Wermelskirchen Innenstadt

Variante 1 ist in Abbildung 73 dargestellt. Das Wärmenetz beinhaltet hierbei insbesondere die Bereiche um die Telegrafenstraße, die Kölner Straße und die Schillerstraße.



Abbildung 73: Leitungsstruktur des Wärmenetzes in Variante 1

Das Gebiet beinhaltet 238 Gebäude und einen heutigen Wärmebedarf von 23,7 GWh. Unter Annahme einer Anschlussquote von 75 % (bezogen auf den Wärmebedarf) lassen sich Wärmegestehungskosten von 13 ct/kWh bis 19 ct/kWh erreichen. Dies ergibt mittlere Wärmegestehungskosten von **16 ct/kWh**.

5.5.2 Variante 2: Gewerbegebiet Elbringhausen

Variante 2 ist in Abbildung 74 dargestellt. Das Wärmenetz beinhaltet insbesondere die Bereiche um die Straßen Neuenhöhe und Elbringhausen, die Industriestraße, die Handelsstraße sowie die Albert-Einstein-Straße.

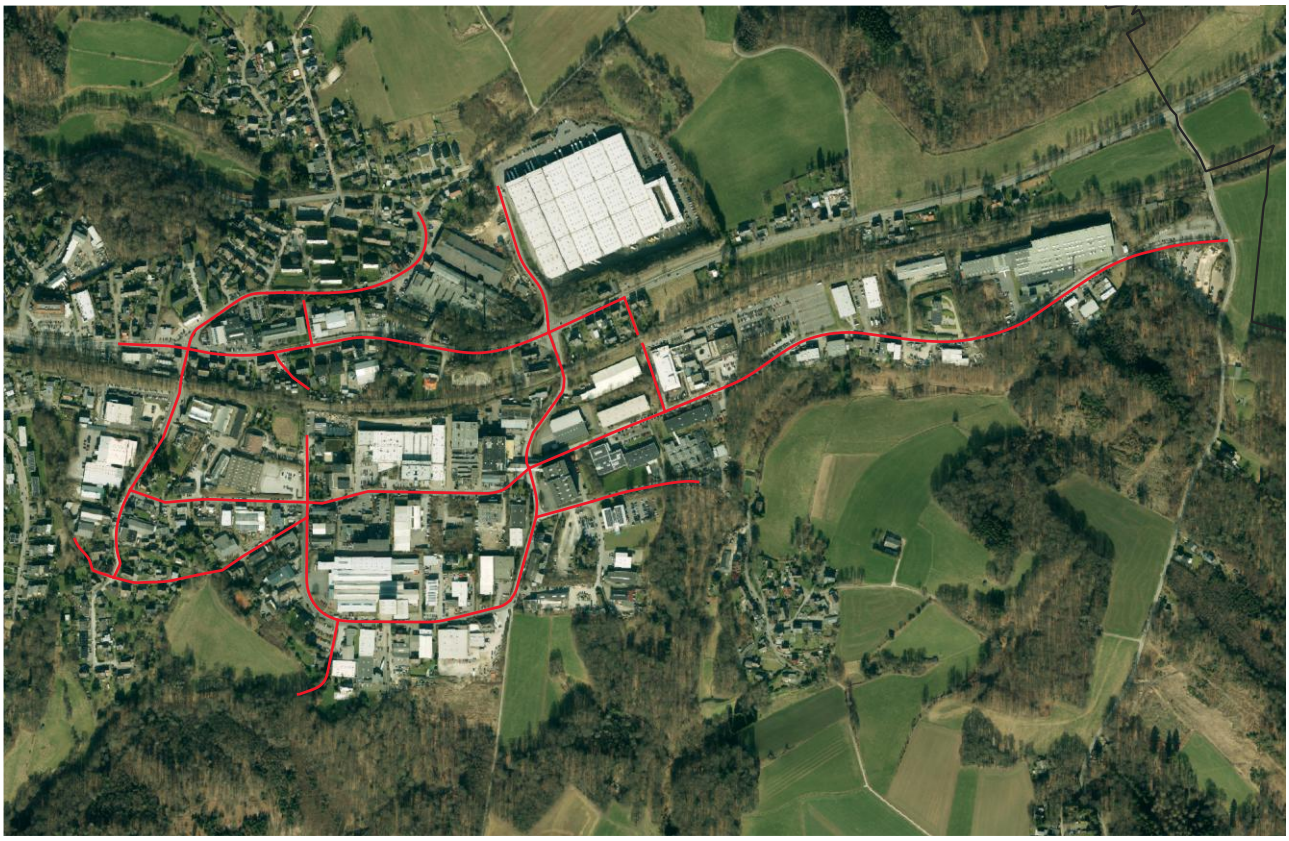


Abbildung 74: Leitungsstruktur des Wärmenetzes in Variante 2

Das Wärmenetzgebiet beinhaltet 135 Gebäude mit einem heutigen Wärmebedarf von 22 GWh. Unter Annahme einer Anschlussquote von 75 % (bezogen auf den Wärmebedarf) lassen sich Wärmegestehungskosten von 13,4 ct/kWh bis 19,5 ct/kWh erreichen. Dies ergibt mittlere Wärmegestehungskosten von **16,4 ct/kWh**.

5.5.3 Variante 3: Kombination (Wermelskirchen Innenstadt, Gewerbegebiet Elbringhausen und Zenshäuschen)

Variante 3 ist in Abbildung 75 dargestellt und stellt eine Kombination aus Variante 1 und Variante 2 dar. Das Netzgebiet bezieht auch Zenshäuschen als Bereich zwischen der Wermelskirchener Innenstadt und dem Gewerbegebiet Elbringhausen ein und stellt somit eine maximale Ausweitung dar. Dementsprechend kommen insbesondere die Bereiche um die Berliner Straße, die Wirtsmühler Straße, die Goethestraße und die Kenkhauser Straße hinzu, jedoch auch die Bereiche im Südwesten der Innenstadt um die Dabringhauser Straße und die Straßen Eich/Schwanen.

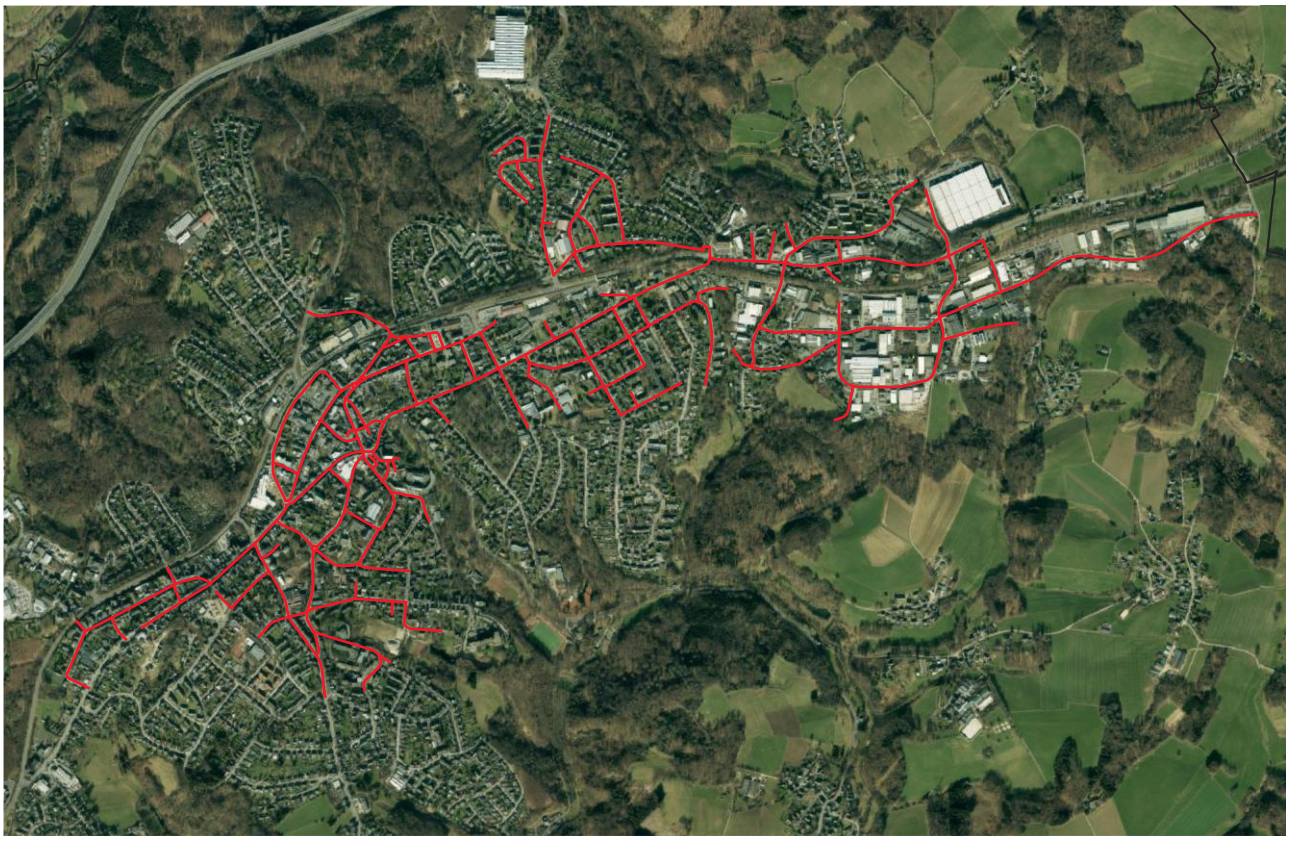


Abbildung 75: Leitungsstruktur des Wärmenetzes in Variante 3

Das Wärmenetzgebiet beinhaltet 1.019 Gebäude mit einem heutigen Wärmebedarf von 88,8 GWh. Unter Annahme einer Anschlussquote von 55 % (bezogen auf den Wärmebedarf) lassen sich Wärmegestehungskosten von 13,4 ct/kWh bis 19,9 ct/kWh erreichen. Dies ergibt mittlere Wärmegestehungskosten von **16,6 ct/kWh**.

5.5.4 Zusammenfassung der Wirtschaftlichkeitsanalysen für Wärmenetze

In diesem Abschnitt werden die Wirtschaftlichkeitsberechnungen der drei gerechneten Wärmenetzvarianten zusammengefasst und eine entsprechende Einordnung der Ergebnisse gegeben.

In Tabelle 12 sind die mittleren Wärmegestehungskosten aus den gerechneten Varianten dargestellt. Ebenso ist die Anschlussquote dargestellt, welche bei diesen Wärmegestehungskosten im Netzgebiet unter Annahme einer rein wirtschaftlichen Entscheidung erreicht werden kann. Hierzu wurden die Kosten mit den Kosten der günstigsten Alternative (z.B. Wärmepumpe oder Pellet) je Gebäude verglichen. In Teilen wird die Anschlussquote hierbei in Bandbreiten angegeben, da die Ergebnisse nicht in diesem genauen Detaillierungsgrad vorliegen.

Tabelle 12: Wirtschaftlichkeitsvergleich der Wärmenetzvarianten

Variante	Mittlere Wärmegestehungskosten	Anschlussquote nach Wirtschaftlichkeit
Variante 1: Wermelskirchen Innenstadt	16 ct/kWh	27 %
Variante 2: Gewerbegebiet Elbringhausen	16,4 ct/kWh	18 % - 22 %
Variante 3: Kombination	16,6 ct/kWh	3 % - 4 %

Der Vergleich der Varianten zeigt, dass die geringsten Wärmegestehungskosten in Variante 1 erreicht werden. Gleichzeitig weist Variante 1 auch die höchste Anschlussquote auf, welche bei den entsprechenden Wärmegestehungskosten erreicht werden kann. Zusätzlich ist zu erwähnen, dass in Abgleich zu Variante 3 das Netz auch eine kleinere Ausdehnung aufzeigt, sodass eine Umsetzwahrscheinlichkeit erhöht ist.

Die Wirtschaftlichkeitsrechnung von Variante 1 zeigt auf, dass ein Wärmenetz in dieser Ausdehnung wirtschaftlich konkurrenzfähig mit den dezentralen Alternativen ist. Jedoch wird nach Wirtschaftlichkeit nur eine Anschlussquote von 27 % erreicht, was geringer ist als die Anschlussquote, welche für einen wirtschaftlichen Betrieb benötigt wird. Die Gesamtwirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes ist jedoch nicht das einzige Entscheidungskriterium, da ein Wärmenetz für den Endkunden eine deutlich geringere Investitionslast verursacht, sodass bei vergleichbarer Wirtschaftlichkeit diese Lösungsoption vom Endkunden vermutlich bevorzugt werden würde. Die Ergebnisse von Variante 1 zeigen, dass bei der Reduktion der Wärmegestehungskosten um 2 ct/kWh die Anschlussquote auf 68 % steigen würde. Dies zeigt, dass die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes in einer ähnlichen Größenordnung zu den dezentralen Alternativen ist und eine wirtschaftliche Anschlussquote vermutlich erreicht werden könnte. Dementsprechend wird diese Variante im Zielszenario berücksichtigt und sollte nachgelagert zur kommunalen Wärmeplanung weiter vorangetrieben werden.

Die Varianten 2 und 3 haben zwar lediglich geringfügig höhere Wärmegestehungskosten, allerdings weisen sie auch geringere Anschlussquoten auf und insbesondere Variante 3 befindet sich bei einer Reduktion der Wärmegestehungskosten um 2 ct/kWh immer noch in einem Bereich, wo die Anschlussquote stark abfällt und die dezentralen Alternativen dementsprechend günstiger sind. Somit werden diese Varianten nicht im Zielszenario berücksichtigt, eine Umsetzung von Variante 2 ist jedoch nicht ausgeschlossen.

5.6 Zielszenario

Im Folgenden wird das erarbeitete Zielszenario für die kommunale Wärmeplanung der Stadt Wermelskirchen dargestellt. Zunächst erfolgt die räumliche Zuordnung geeigneter Zieltechnologien zu den einzelnen Versorgungsgebieten. Darauf aufbauend werden die Entwicklungen der Emissionen sowie des Anteils erneuerbarer Energien analysiert. Anschließend wird die Transformation zentraler Wärmeversorgungssysteme wie Gasnetze und Wärmenetze sowie dezentraler Wärmepumpen beschrieben, bevor abschließend die Auswirkungen auf die Stromnetzinfrastruktur betrachtet werden.

5.6.1 Zieltechnologien und Zuordnung von Wärmeversorgungsgebieten

Für das Zielszenario wurde das Stadtgebiet in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete unterteilt. In Abbildung 76 sind diese auf Baublockebene dargestellt.[8] Es ist zu erkennen, dass das gewählte Szenario primär eine dezentrale Wärmeversorgung vorsieht. Dies betrifft insbesondere die ländlichen Lagen des Stadtgebiets, jedoch auch die Stadtteile Dabringhausen und Dhünn sowie große Teile von Wermelskirchen. In der Wermelskirchener Innenstadt hingegen wird im Rahmen des Szenarios der Neubau eines Wärmenetzes berücksichtigt. Die Ausprägung des Wärmenetzes orientiert sich hierbei an Variante 1 aus Abschnitt 5.5 und sieht perspektivisch eine Inbetriebnahme im Jahr 2034 vor. Wie

[8] Da die Ausbaugebiete auf Straßenzugebene festgelegt wurden, kann es zu Ungenauigkeiten durch die Darstellung auf Baublockebene kommen.

Abbildung 76 zu entnehmen ist, versorgt das Wärmenetz insbesondere die Bereiche um den Brückenweg, die Telegrafenstraße, die Kölner Straße und die Schillerstraße.

Die Versorgung des Wärmenetzes erfolgt über eine zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpe in Kombination mit einem Holzhackschnitzelkessel, sodass das Wärmenetz klimaneutral betrieben werden kann. Als Flächen für die Heizzentrale könnten Teile der Acker- und Grünflächen östlich der Straße Am Stadtrand (südlich des Krankenhauses Wermelskirchen) genutzt werden.

Hinzu kommt die Einstufung des Gewerbegebiets Elbringhausen als Prüfgebiet, da dort neben einer dezentralen Versorgung auch eine zentrale Versorgung über ein Wärmenetz oder ein Biogasnetz möglich erscheint, dies jedoch mit tiefgreifenderen Studien analysiert werden muss.

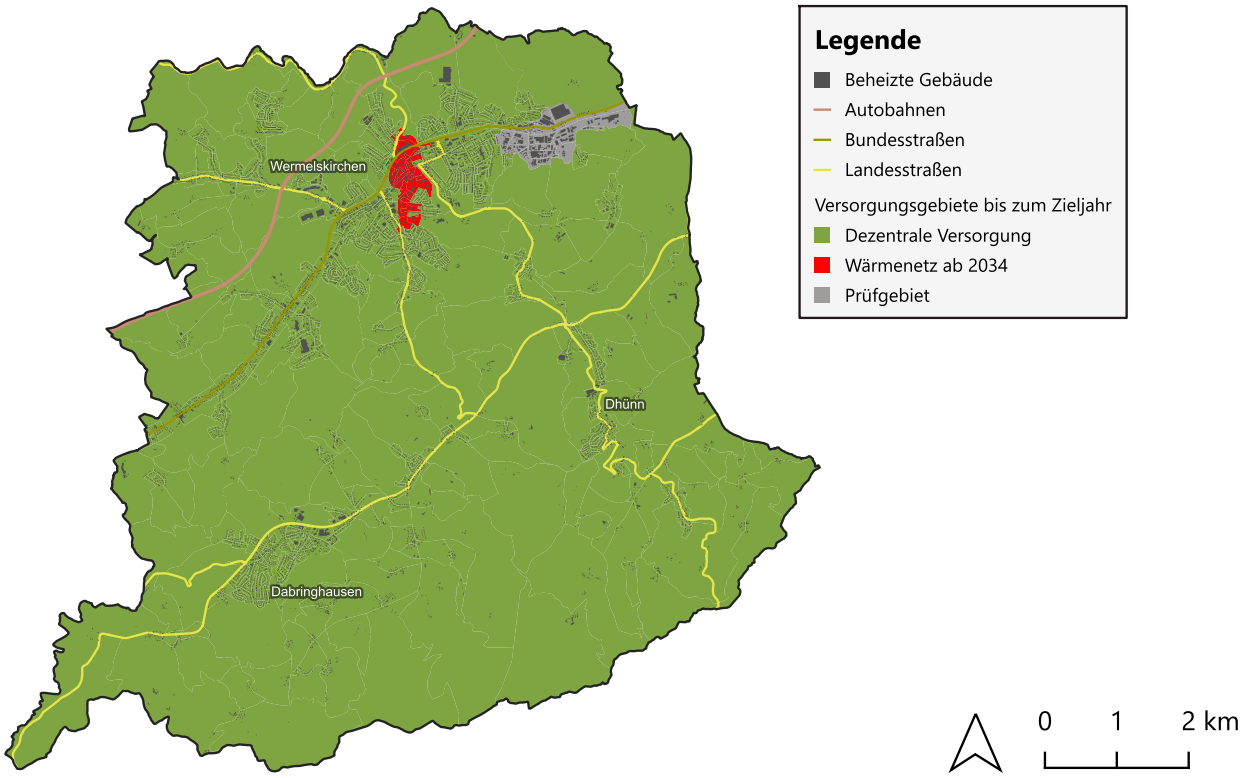


Abbildung 76: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Die genutzten Heizungstechnologien für das Zieljahr sind in Abbildung 77 dargestellt. Wie in Abschnitt 5.2 dargelegt, erfolgt die Festlegung der geeigneten Zieltechnologie primär auf wirtschaftlicher Basis unter Berücksichtigung volkswirtschaftlicher, rechtlicher und technischer Restriktionen. Es ist in Abbildung 77 ergänzend zu Abbildung 76 erkennbar, dass im Zieljahr 2045 der Großteil der Wärmeversorgung aus einer dezentralen Versorgung besteht. Mit 96 % machen strombasierte Heizungen den größten Anteil aus. Hierbei entfallen 7.715 der 9.051 Gebäude (dies entspricht 85 %) auf dezentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen. Sole-Wasser-Wärmepumpen sind weniger stark ausgeprägt und machen mit 827 Gebäuden einen Anteil von 9 % aus. Hybride Luft-Wasser-Wärmepumpen (Kombination aus Luft-Wasser-Wärmepumpen und Stromdirektheizungen) sowie Stromdirektheizungen machen in Summe weniger als 2 % der Gebäude aus.

In diesem Szenario wird die Inbetriebnahme von einem Wärmenetz in der Wermelskirchener Innenstadt vorgesehen. Im Zieljahr 2045 sind somit 141 Gebäude (entspricht 2 % der Gebäude) an Wärmenetzen angeschlossen. Auch biomassebasierte Lösungen sind in der zukünftigen Wärmeversorgung von Wermelskirchen wichtig. Bezogen auf die Anzahl machen jedoch Pellet-Heizungen nur 1 % (119 Gebäude) und biogene Flüssiggasheizungen ebenfalls nur 1 % der Gebäude (118 Gebäude) aus.

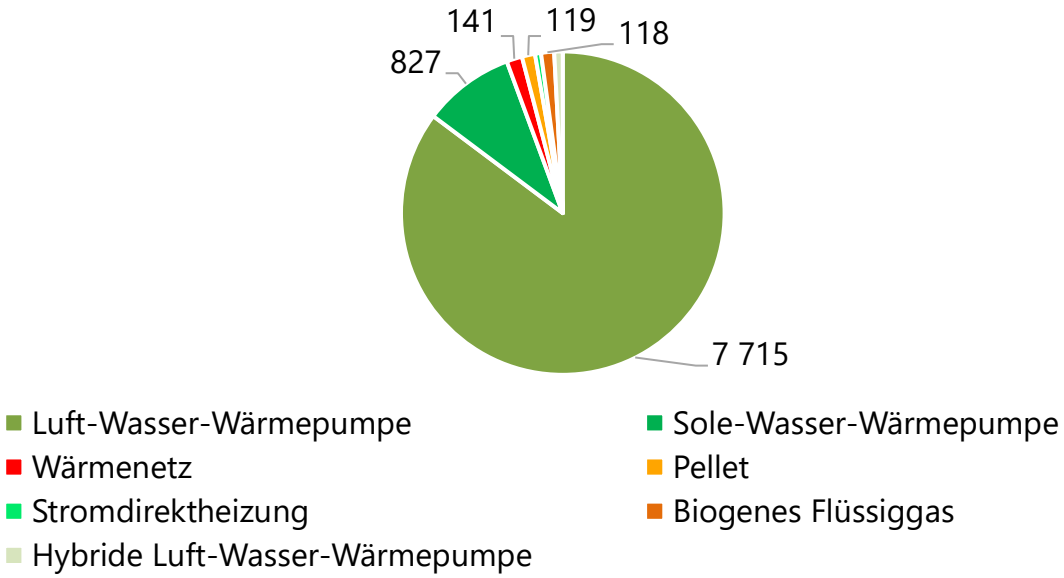


Abbildung 77: Anzahl versorgter Gebäude je Technologie im Zieljahr 2045

Die Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfs in Abhängigkeit der verwendeten Energieträger vom heutigen Status quo bis zum Zieljahr 2045 ist in Abbildung 78 dargestellt. Wie in Kapitel 3 beschrieben, machen im Status quo Erdgas und Heizöl den größten Anteil aus, während Strom und Biomasse vergleichsweise geringe Anteile am Wärmebedarf aufweisen.

Bis zum Stützjahr 2030 sinkt der Wärmebedarf in Form von Erdgas von 230 GWh im Status quo auf 170 GWh, der Anteil verringert sich dementsprechend bereits von 64 % auf 49 %. Der Energieträger Heizöl hingegen sinkt gleichzeitig von 22 % (79 GWh) im Status quo auf 9 % (31 GWh), was an dem höheren durchschnittlichen Alter der Ölheizungen liegt. Strom in Kombination mit Umweltwärme steigt in diesem Zeitraum von 5 % (16 GWh) auf 29 % (100 GWh). Dies deutet bereits die starke Elektrifizierung im Kontext der Wermelskirchener Wärmewende an. Der Anteil von fester Biomasse steigt leicht von 7 % (24 GWh) auf 8 % (26 GWh). Auch biogenes Flüssiggas ist ein nicht zu vernachlässigender Energieträger in der Zukunft. Dieses macht im Stützjahr 2030 jedoch nur 4 % (13 GWh) aus. Zuletzt sind die sonstigen Brennstoffe zu nennen, welche primär fossiles Flüssiggas beinhalten. Der Anteil dieser sinkt von 2 % (8 GWh) auf 1 % (4 GWh). Wärmenetze spielen im Jahr 2030 in diesem Szenario noch keine Rolle.

Der im Szenario vorgesehene Neubau des Wärmenetzes ab 2034 sorgt dafür, dass im Stützjahr 2035 bereits 16 GWh und damit 5 % der Wärme aus Wärmenetzen kommt. Erdgas mit 24 % (80 GWh) und Heizöl mit 3 % (9 GWh) verlieren immer weiter an Bedeutung. Der Wechsel auf Wärmepumpen sorgt dafür, dass der Anteil von Strom auf 52 % (173 GWh) ansteigt. Der Anteil von fester Biomasse bleibt mit 8 % (26 GWh) auf einem ähnlichen Niveau. Biogenes Flüssiggas gewinnt weiter an Bedeutung und kommt auf einen Anteil von 8 % (26 GWh). Sonstige Brennstoffe liegen bei unter 1 % (2 GWh).

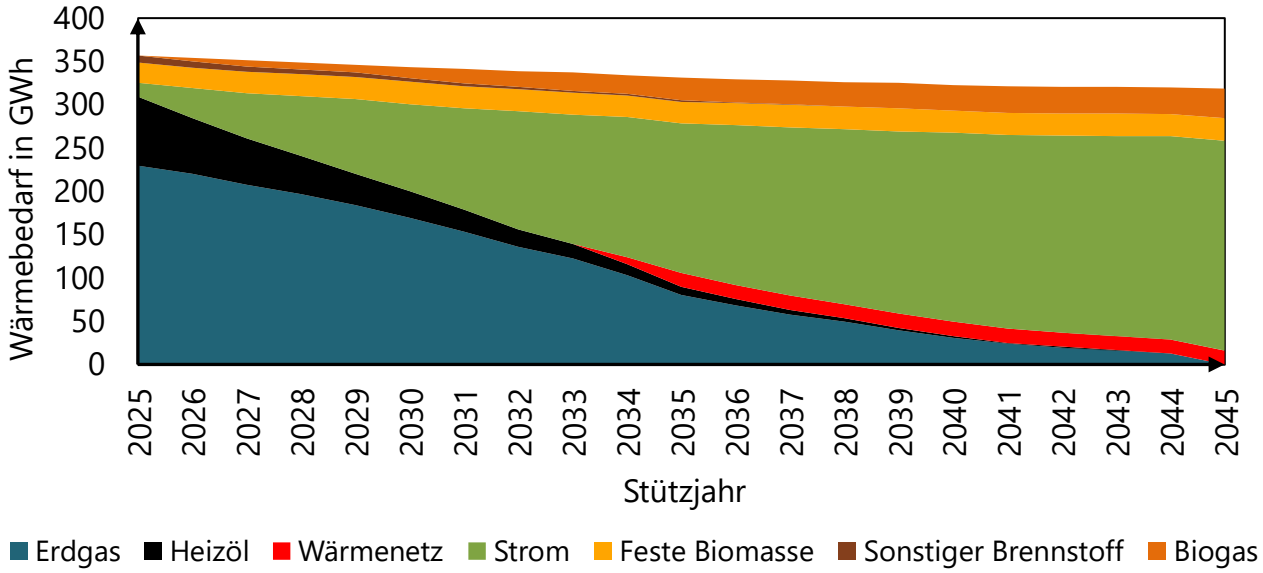


Abbildung 78: Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfs nach Energieträgern bis zum Zieljahr 2045

Im Stützjahr 2040 ist die Bedeutung fossiler Energieträger weiter stark gesunken. Erdgas kommt nur noch auf einen Anteil von 10 % (31 GWh), während Heizöl mit 2 GWh nur noch knapp 1 % des Wärmebedarfs ausmacht. Strombasierte Heizungen machen mit 68 % (218 GWh) den mit Abstand größten Anteil aus. Das Wärmenetz kommt mit 16 GWh weiterhin auf einen Anteil von 5 %. Mit 26 GWh verändert sich die Energiemenge der festen Biomasse nur wenig, sodass auch der Anteil bei ca. 8 % verbleibt. Der Anteil von biogenem Flüssiggas steigt weiter auf 9 % (29 GWh). Sonstige Brennstoffe kommen näherungsweise nicht mehr vor.

Im Zieljahr 2045 werden keine fossilen Energieträger mehr in der Wermelskirchener Wärmeversorgung verwendet. Strom in Kombination mit Umweltwärme macht mit 242 GWh einen Anteil von 76 % aus. Das Wärmenetz verbleibt bei 16 GWh und damit einem Anteil von 5 %. Der Anteil fester Biomasse stagniert bei 8 % (26 GWh), während biogenes Flüssiggas auf 11 % (35 GWh) steigt.

Durch die Berücksichtigung von Sanierungsmaßnahmen im Rahmen der Technologiewechsel sinkt der Gesamtwärmebedarf vom Status quo im Vergleich zum Zieljahr (siehe Abschnitt 5.3). Von 357 GWh reduziert dieser sich auf 343 GWh im Jahr 2030, 331 GWh im Jahr 2035, 323 GWh im Jahr 2040 und schließlich auf 319 GWh im Zieljahr 2045. Dies entspricht einer Reduktion des Wärmebedarfs von 10,6 % von Status quo zum Zieljahr 2045.

In Ergänzung zu Abbildung 76 ist in Abbildung 79 der primäre Energieträger nach Wärmebedarf auf Baublockebene für das Zieljahr 2045 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass in der Innenstadt das geplante Wärmenetz in vielen Baublöcken die primär genutzte Technologie darstellt. Der Großteil des restlichen Stadtgebiets, sowohl in der Innenstadt von Wermelskirchen, den anderen Stadtteilen und in den ländlichen Bereichen wird primär über strombasierte Lösungen beheizt. Es gibt jedoch auch Ausnahmen, insbesondere im ländlichen Bereich oder in gewerblichen Gebieten, in welchen feste Biomasse oder Biogas stärker verbreitet sind.

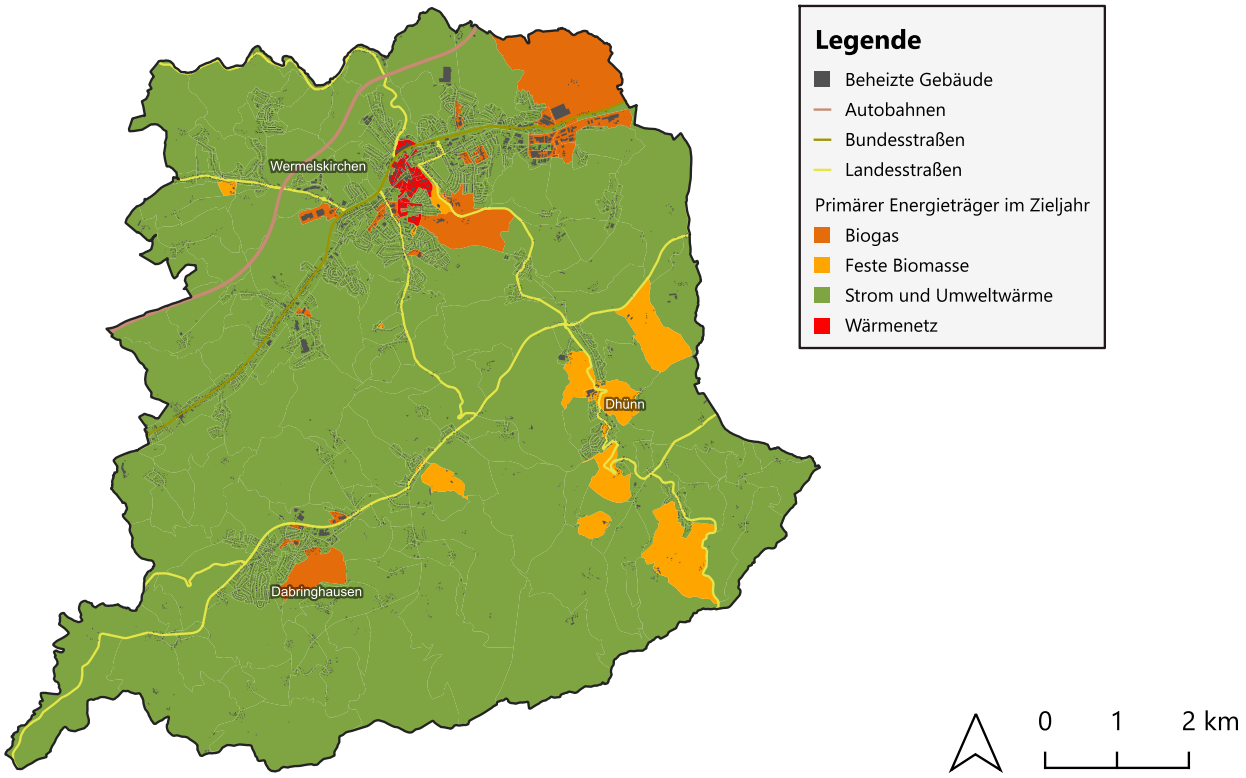


Abbildung 79: Voraussichtlicher primärer Energieträger nach Wärmebedarf auf Baublockebene im Zieljahr 2045

Die Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfs in Abhängigkeit der Verbrauchssektoren ist in Abbildung 80 dargestellt.

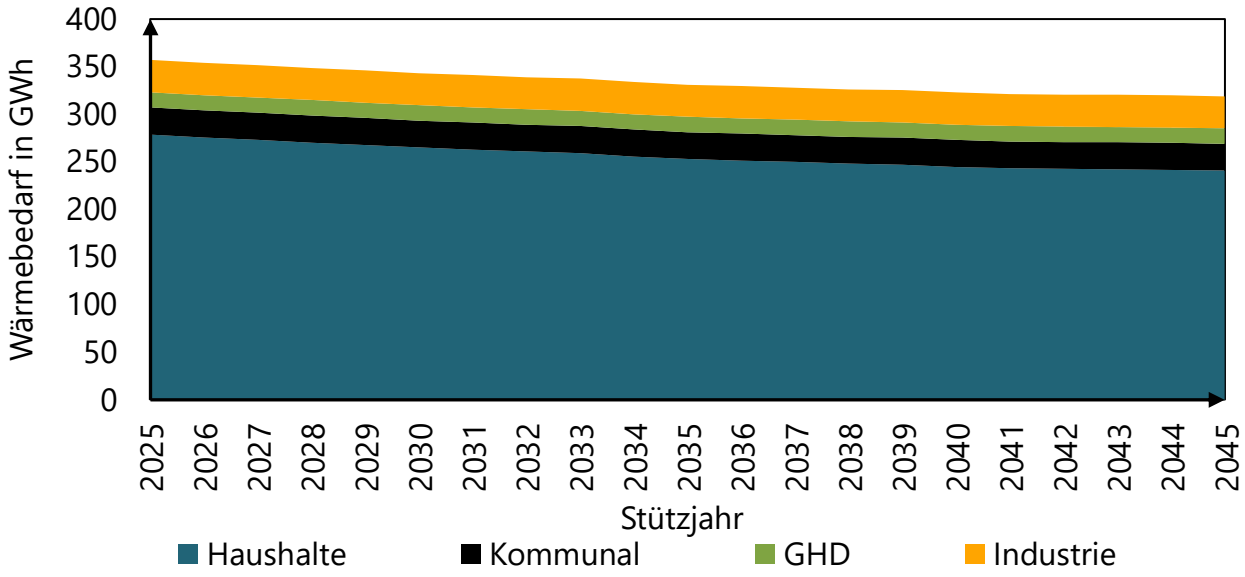


Abbildung 80: Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfs nach Verbrauchssektoren bis zum Zieljahr 2045

Wie bereits in der Bestandsanalyse erarbeitet, entfallen große Teile des Wärmebedarfs im Status quo auf den Haushaltssektor (78 %). Der Industriesektor folgt mit 10 %. Der öffentliche Sektor macht 8 % aus, während der GHD-Sektor einen Anteil von 4 % aufweist. Diese Aufteilung ändert sich auch nur

bedingt während der Transformation der Wärmeversorgung. Die Anteile des Haushaltssektors liegen bei 77 % (Stützjahr 2030), 76 % (Stützjahr 2035), 76 % (Stützjahr 2040) und 75 % im Zieljahr 2045. Bis zum Stützjahr 2035 liegt der Anteil des Industriesektors bei 10 % und ab dem Stützjahr 2040 bei 11 %. Ähnlich verhält es sich mit dem öffentlichen Sektor, dessen Anteil bis zum Stützjahr 2030 bei 8 % und ab dem Stützjahr 2035 bei 9 % liegt. Der GHD-Sektor steigt schon im Stützjahr 2030 auf 5 % und verbleibt dort in den weiteren betrachteten Jahren.

5.6.2 Entwicklung der Treibhausgasemissionen und des Anteils erneuerbarer Energien

Durch die Transformation des Wärmesektors werden die THG-Emissionen signifikant reduziert. In Abbildung 81 ist die Entwicklung der Treibhausgasemissionen vom Status quo bis zum Zieljahr 2045 in Abhängigkeit der Energieträger dargestellt. In großen Teilen des Verlaufs bis zum Zieljahr ist Erdgas weiterhin der Energieträger mit den größten Treibhausgasemissionen. Feste Biomasse spielt durch die geringen Emissionsfaktoren hier nur eine geringe Rolle und die Emissionen durch strombasierte Heizungen sinken durch den erhöhten Anteil erneuerbarer Energien im Strommix trotz des intensiven Zubaus dieser Heizungen. Dies gilt aufgrund der angenommenen Erzeugung durch Strom und Biomasse auch für das Wärmenetz. Insbesondere im Zieljahr sticht Biogas aufgrund des verhältnismäßig hohen THG-Faktors heraus, sodass dies im Zieljahr mehr als die Hälfte aller verbleibenden Emissionen ausmacht. Die gesamten Treibhausgasemissionen in der Wermelskirchener Wärmeversorgung sinken von 87 Tsd. t auf 64 Tsd. t im Jahr 2030, 35 Tsd. t im Jahr 2035 und 19 Tsd. t im Jahr 2040. Im Zieljahr 2045 verbleiben Restemissionen von 9 Tsd. t, welche insbesondere durch Biogas (58 %) sowie Strom (33 %) und nur in kleinen Teil durch feste Biomasse (6 %) und das Wärmenetz (3 %) verursacht werden. Dies entspricht einer Reduktion von 90 %.

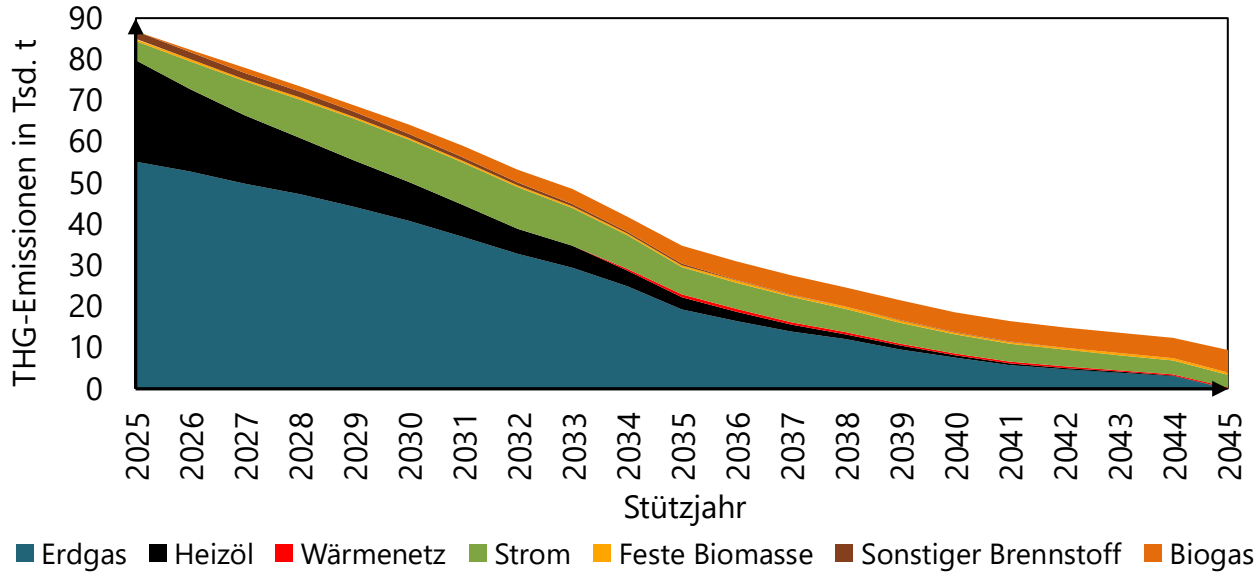


Abbildung 81: Entwicklung der jährlichen Treibhausgasemissionen nach Energieträgern bis zum Zieljahr 2045

Die verbleibenden THG-Emissionen sind dadurch begründet, dass die Emissionsfaktoren, welche für die Untersuchungen zugrunde gelegt werden, auch im Zieljahr 2045 je nach Energieträger nicht null entsprechen müssen. Dies ist auf die Betrachtung der Vorketten zurückzuführen. Deren Emissionsreduktion liegt außerhalb des Wärmesektors und ist dementsprechend nicht Teil einer kommunalen

Wärmeplanung. Da die verbleibenden Energieträger als vollständig erneuerbar gelten, werden die Ziele nach WPG trotz der verbleibenden Restemissionen mit diesem Szenario erreicht.

Neben den THG-Emissionen ist der EE-Anteil der Wärmeversorgung ein wichtiger Indikator zur Beurteilung der Klimaneutralität. Die zeitliche Entwicklung des EE-Anteils bis zum Zieljahr 2045 ist in Abbildung 82 dargestellt. Von einem EE-Anteil von 10 % im Status quo steigt dieser bis zum Stützjahr 2030 auf 37 %. Bis zum Stützjahr 2035 ist ein sehr großer Sprung auf 68 % zu erkennen. Dies ist insbesondere durch die Inbetriebnahme des Wärmenetzes zu begründen. Im Stützjahr 2040 liegt der EE-Anteil dann bereits bei 87 % und bis zum Zieljahr steigt dieser dann auf 100 % an.

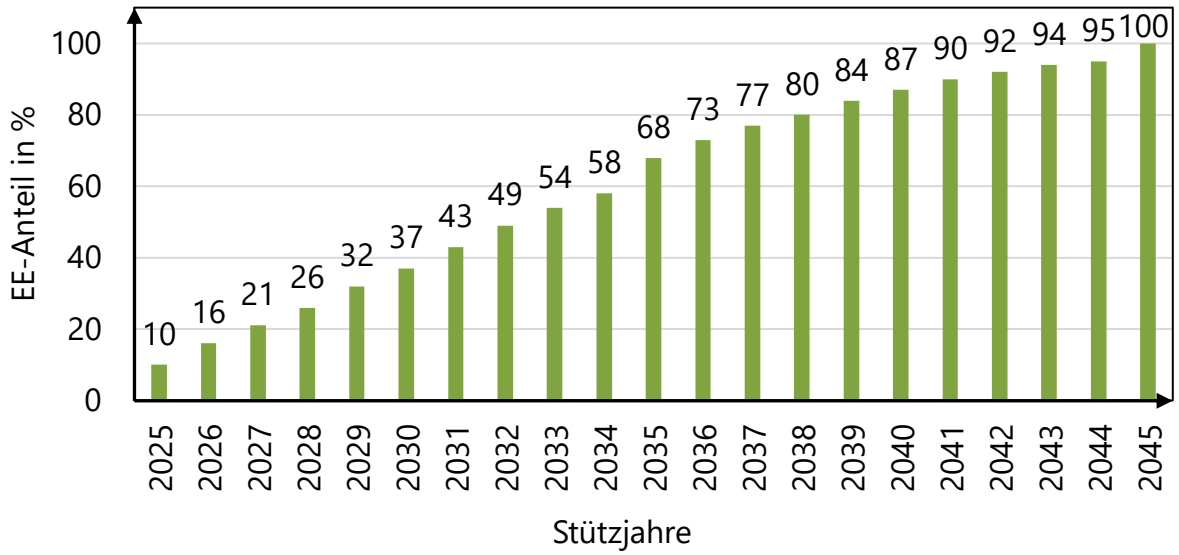


Abbildung 82: Entwicklung des Anteils Erneuerbarer Energien bis zum Zieljahr 2045

5.6.3 Entwicklung nach Wärmeversorgungstechnologien

5.6.3.1 Entwicklung der Gasversorgung

Wie bereits im Kontext von Abbildung 78 beschrieben, entwickelt sich die Wärmeversorgung in Wermelskirchen von einer Wärmeversorgung, welche stark von Erdgas abhängig ist, hin zu einer Wärmeversorgung ohne erdgasbasierte Heizungen. Sowohl der Wärmebedarf, welcher auf Erdgas entfällt, als auch dessen Anteil am Wärmebedarf aus Gasnetzen ist in Abbildung 83 dargestellt.

Der über Erdgas gedeckte Wärmebedarf sinkt kontinuierlich von 230 GWh im Status quo auf 170 GWh im Stützjahr 2030, 80 GWh im Stützjahr 2035 und 31 GWh im Stützjahr 2040. Im Zieljahr 2045 wird kein Erdgas über das Gasnetz verteilt. Da das Szenario keine Umstellung des Erdgasnetzes auf Wasserstoff oder andere grüne Gase vorsieht, beträgt der Anteil von Erdgas am über Gasnetze versorgten Wärmebedarf immer 100 % des über das Gasnetz gedeckten Wärmebedarfs, bevor dieser in 2045 auf 0 % sinkt.

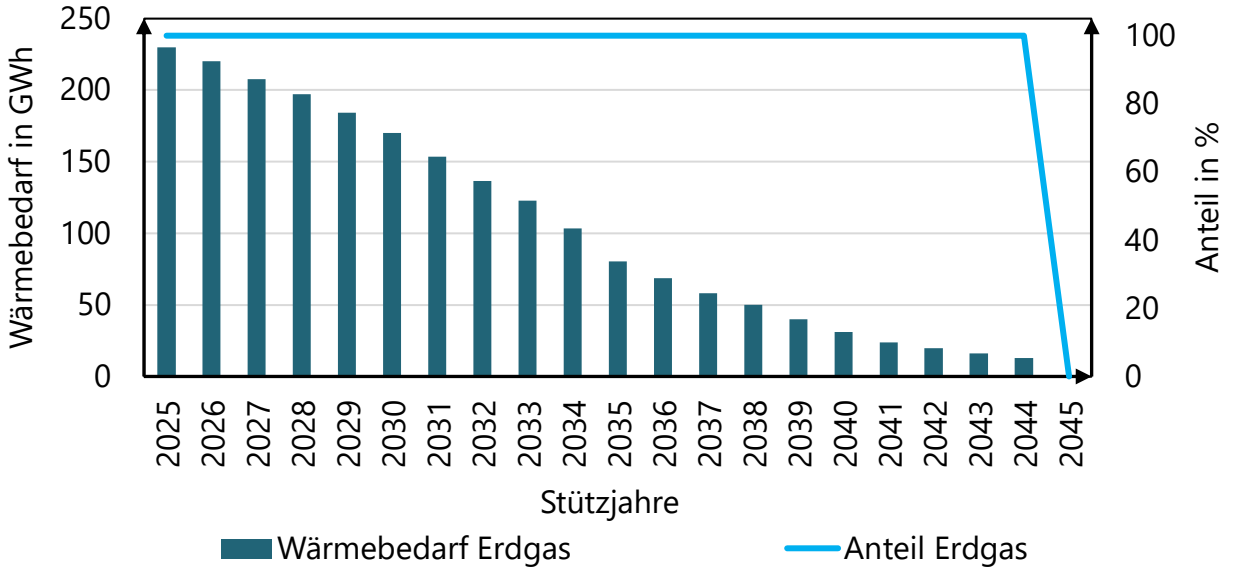


Abbildung 83: Jährlicher Wärmebedarf der gasnetzversorgten Gebäude

Ergänzend ist in Abbildung 84 die Anzahl an Gebäuden dargestellt, welche am Gasnetz angeschlossen sind (sowohl absolut als auch relativ zum gesamten Gebäudebestand). Auch hier ist eine nahezu gleichmäßige Reduktion von Erdgas vergleichbar zum Wärmebedarf erkennbar. Die Anzahl an Gebäuden sinkt von 6.100 Gebäuden im Status quo (entspricht 67 % aller Gebäude) auf 4.377 (48 %) im Stützjahr 2030, 2.233 (25 %) im Stützjahr 2035 und 845 (9 %) im Stützjahr 2040. Ab dem Zieljahr 2045 werden keine Gebäude mehr mit fossilem Erdgas über das Gasnetz versorgt.

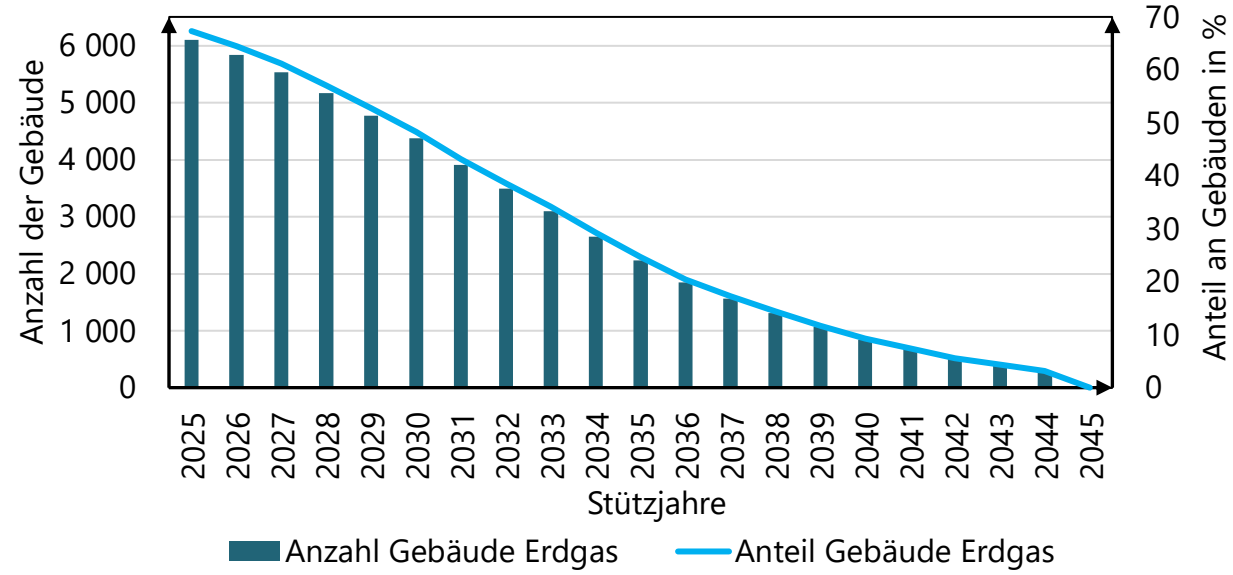


Abbildung 84: Anzahl der Gebäude am Gasnetz

5.6.3.2 Entwicklung von Wärmenetzen

In Abbildung 85 ist die absolute und relative Anzahl an Gebäuden dargestellt, welche an ein Wärmenetz angeschlossen sind. Im Status quo sowie im Stützjahr 2030 sind keine Gebäude an ein Wärmenetz angeschlossen. Durch die im Szenario vorgesehene Inbetriebnahme eines Wärmenetzes im Jahr

2034 ergibt sich eine Anzahl von 141 Gebäuden (entspricht ca. 2 % aller Gebäude) mit Anschluss an ein Wärmenetz. Sowohl Anzahl als auch Anteil bleiben dann bis 2045 konstant.

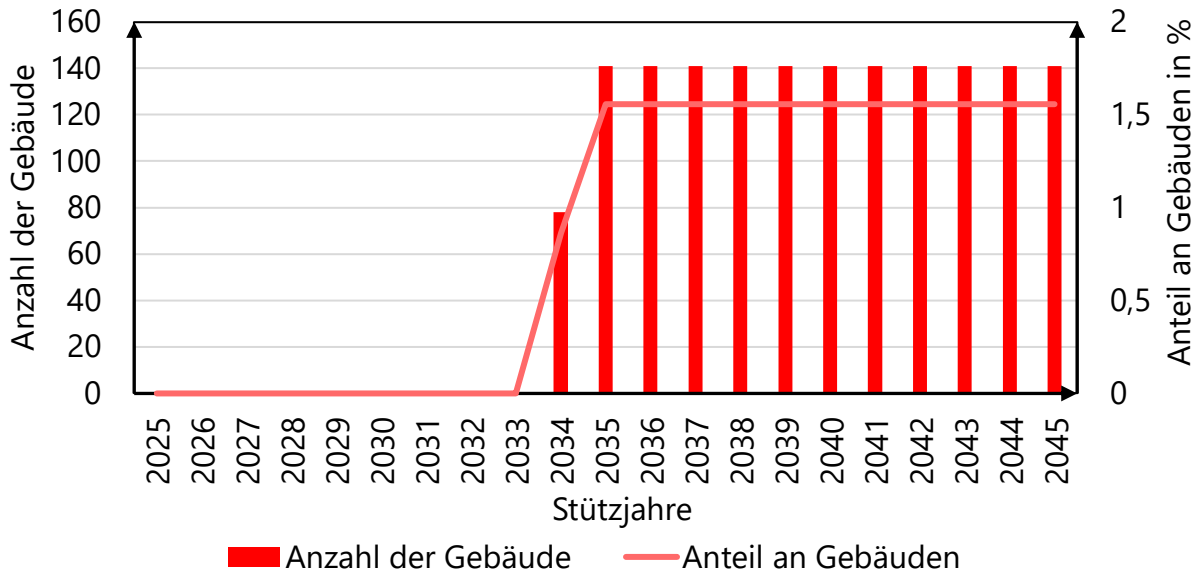


Abbildung 85: Anzahl der Gebäude an Wärmenetzen

Der Wärmebedarf, welcher über das Wärmenetz gedeckt wird, sowie der Anteil des Wärmebedarfs am gesamten Wärmebedarf von Wermelskirchen, ist in Abbildung 86 dargestellt. Im Status quo und im Stützjahr 2030 wird noch kein Wärmebedarf über Wärmenetze gedeckt. Durch die Inbetriebnahme des Wärmenetzes in der Innenstadt ab 2034 steigt der Wärmebedarf für die Stützjahre 2035 und 2040 sowie das Zieljahr auf 16 GWh. Der Anteil schwankt minimal zwischen 2035, 2040 und 2045, liegt jedoch immer in der Größenordnung von 5 %. Das Wärmenetz wird zu 75 % über Strom in Kombination mit Umweltwärme gedeckt, was in den Stützjahren 2035 und 2040 sowie dem Zieljahr einer Energiemenge von 12,2 GWh entspricht. Die verbleibenden 25 % werden über feste Biomasse gedeckt, was einer Energiemenge von 4,1 GWh in den entsprechenden Stützjahren entspricht.

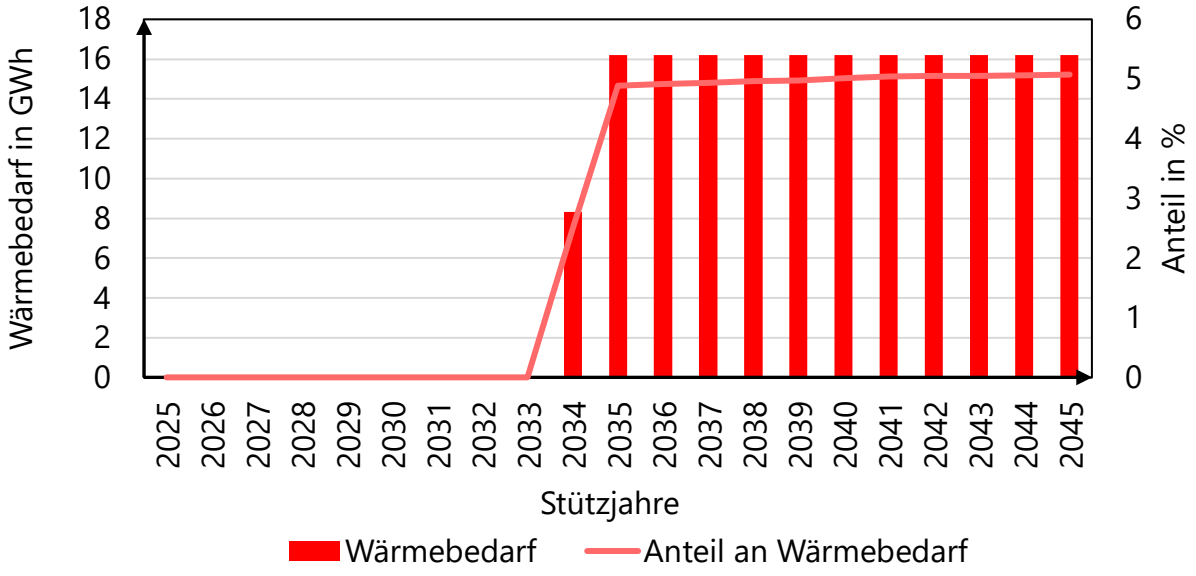


Abbildung 86: Wärmebedarf von Wärmenetzen

5.6.3.3 Entwicklung dezentraler Wärmepumpen

In Abbildung 87 ist die absolute und relative Anzahl an Gebäuden dargestellt, welche eine Luft-Wasser-Wärmepumpe oder eine Sole-Wasser-Wärmepumpe aufweisen. Es ist ein geringfügig sättigender Anstieg der Anzahl an Luft-Wasser-Wärmepumpen sowie Sole-Wasser-Wärmepumpen erkennbar. Die Anzahl steigt bis zum Stützjahr 2030 auf 2.966 Luft-Wasser-Wärmepumpen (33 % aller Gebäude) bzw. 363 Sole-Wasser-Wärmepumpen (4 % aller Gebäude). Bis zum Stützjahr 2035 steigt die Anzahl auf 5.387 Luft-Wasser-Wärmepumpen (60 % aller Gebäude) und 619 Sole-Wasser-Wärmepumpen (7 % aller Gebäude). Im Stützjahr 2040 beträgt die Anzahl an Luft-Wasser-Wärmepumpen bereits 6.878 (76 % aller Gebäude), während Sole-Wasser-Wärmepumpen 754 Gebäude (8 % aller Gebäude) ausmachen. Zuletzt ist das Zieljahr 2045 zu betrachten, in welchem Luft-Wasser-Wärmepumpen mit 7.715 Gebäuden 85 % aller Gebäude ausmachen. Sole-Wasser-Wärmepumpen kommen im Zieljahr auf 827 Gebäude, was wiederum einem Anteil von 9 % entspricht.

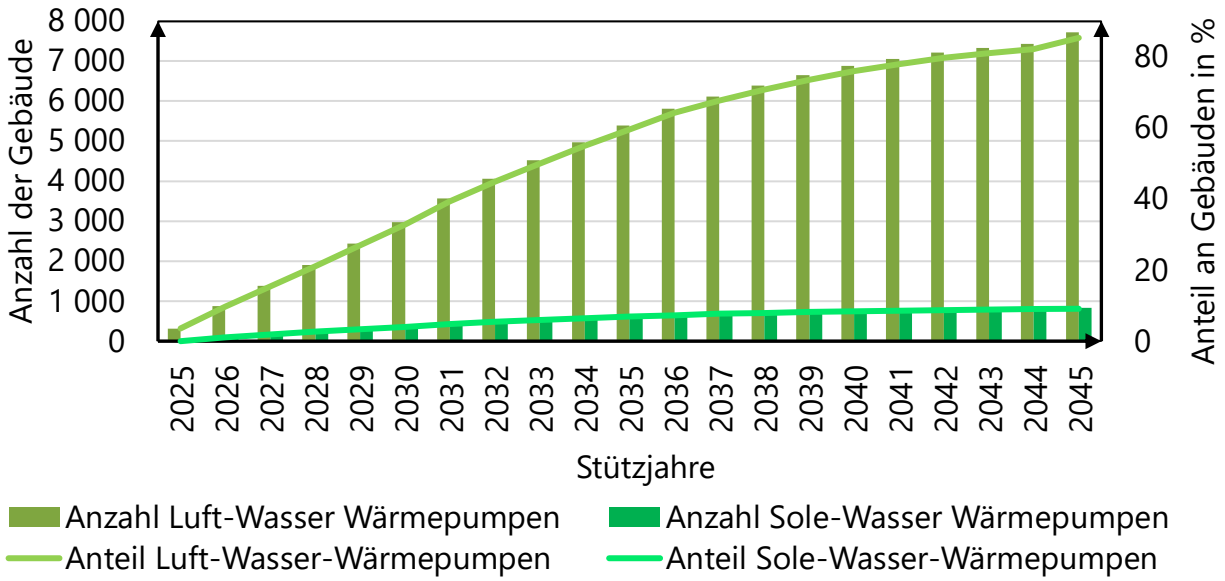


Abbildung 87: Anzahl der Gebäude mit Wärmepumpen

Ergänzend ist in Abbildung 88 der Hochlauf der Wärmepumpen auch am absoluten und relativen Wärmebedarf dargestellt. Im Vergleich zu Abbildung 87 ist zu erkennen, dass der Anteil von Luft-Wasser-Wärmepumpen im Hochlauf niedriger ist, während der Anteil von Sole-Wasser-Wärmepumpen etwas höher ist. Dies ist dadurch begründet, dass die Luft-Wasser-Wärmepumpen insbesondere bei Einfamilienhäusern eingesetzt werden, welche einen hohen Anteil der Gebäude, aber nicht unbedingt einen hohen Anteil des gesamten Wärmebedarfs ausmachen.

Im Stützjahr 2030 liegt der von Luft-Wasser-Wärmepumpen bereitgestellte Wärmebedarf bei 71 GWh (21 % des Gesamtwärmebedarfs), welcher bis zum Stützjahr 2035 auf 126 GWh (38 % des Gesamtwärmebedarfs) steigt. Im Stützjahr 2040 liegt dieser über Luft-Wasser-Wärmepumpen bereitgestellte Wärmebedarf bei 159 GWh (49 % des Gesamtwärmebedarfs). Das Zieljahr 2045 weist letztendlich 177 GWh auf, was einem Anteil von 55 % des Gesamtwärmebedarfs entspricht.

Über Sole-Wasser-Wärmepumpen wird im Stützjahr 2030 ein Wärmebedarf von 19 GWh bereitgestellt, was wiederum 6 % des Gesamtwärmebedarfs entspricht. Bis zum Stützjahr 2035 steigt dieser auf 37 GWh (11 % des Gesamtwärmebedarfs). Im Stützjahr 2040 kommen Sole-Wasser-

Wärmepumpen auf 46 GWh (14 % des Gesamtwärmebedarfs), welcher bis zum Zieljahr 2045 auf 50 GWh (16 % des Gesamtwärmebedarfs) steigt.

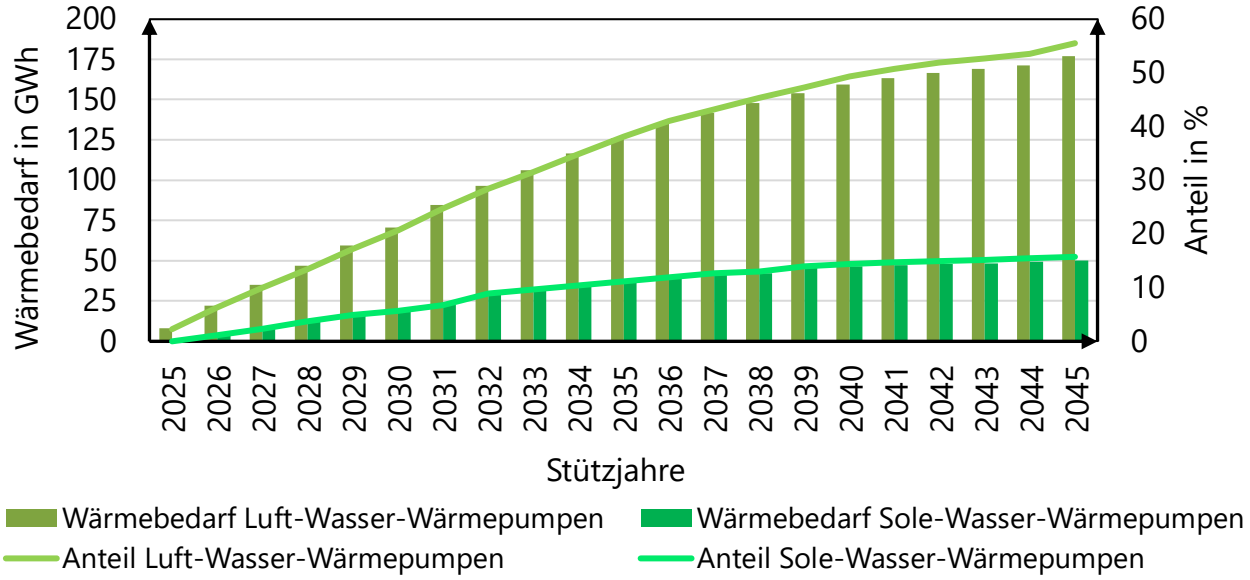


Abbildung 88: Wärmebedarf der Wärmepumpen

5.6.4 Auswirkungen auf das Stromnetz

Die Transformation zu einer Wärmeversorgung basierend auf dezentralen Wärmepumpen wird eine nennenswerte Zusatzbelastung auf die Stromnetze im Lastfall haben. Dies ist insbesondere dadurch begründet, dass strombasierte Heizungen (sowohl Wärmepumpen als auch Stromdirektheizungen) einen hohen Gleichzeitigkeitsfaktor aufweisen. Die installierte elektrische Leistung durch die im Szenario verteilten strombasierten Heizungen, unter Berücksichtigung der Gleichzeitigkeitskurve aus einer Dissertation der Technischen Universität Dortmund [41], für das Zieljahr 2045 ist auf Baublockebene in Abbildung 89 dargestellt.[9]

Die Ergebnisse zeigen, dass insgesamt 29 der 832 Baublöcke (4 %) eine elektrische Leistung von über 200 kW durch strombasierte Heizungen aufweisen. Diese Baublöcke werden geprägt von Großverbrauchern, sodass diese in den meisten Fällen nicht zusätzlich die Niederspannungsebene belasten da diese direkt in den übergelagerten Spannungsebenen angeschlossen werden. Wiederum 118 der 832 Baublöcke (14 % der Baublöcke) liegen zwischen 100 kW und 200 kW. Diese Baublöcke verteilen sich über das ganze Stadtgebiet und bei vielen dieser Baublöcke wird die Belastung auch in großen Teilen auf die Niederspannungsebene wirken. Im Gegenzug gibt es aber auch 344 Baublöcke (41 % aller Baublöcke), welche eine Belastung von unter 50 kW aufweisen. Diese liegen insbesondere im ländlichen Raum, in vom Wärmenetz dominierten Gebieten oder in Baublöcken mit hohem Anteil von Einfamilienhäusern, welche gleichzeitig nur wenige Gebäude beinhalten.

Auf das gesamte Stadtgebiet bezogen, liegt die elektrische Belastung unter Annahme eines Gleichzeitigkeitsfaktors von 0,78 bei 60,4 MW [41]. Vereinfacht entspricht dies der Kapazität von 151 Ortsnetzstationen der Bemessungsscheinleistung 400 kVA. Die Auswertungen zeigen, dass die

[9] Bei der Darstellung sind nur dezentrale Heizungen betrachtet worden und keine Wärmeerzeuger der Wärmenetze.

Transformation des Wärmesektors eine zusätzliche Belastung für die Stromnetze darstellt. Eine konkrete Zielnetzplanung und potenzielle Ertüchtigung der Stromnetze ist dementsprechend für einen erfolgreichen Transformationsprozess unerlässlich.

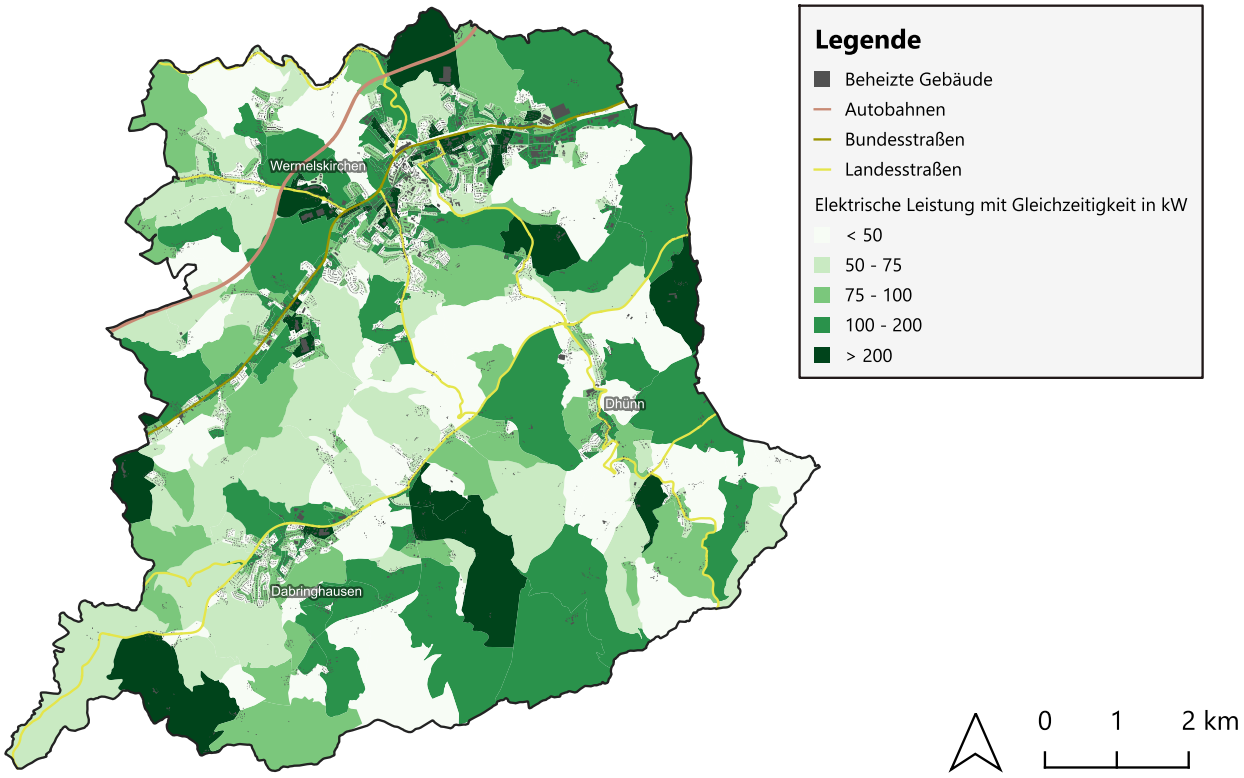


Abbildung 89: Elektrische Leistung der dezentralen Stromheizungen im Zieljahr 2045 auf Baublockebene

6 Umsetzungsstrategie mit Maßnahmen

6.1 Gesamtübersicht der Maßnahmen

In den folgenden Abschnitten sind die Maßnahmen beschrieben, welche für eine erfolgreiche Transformation des Wärmesektors zweckmäßig sind. Im Fokus liegen hier kommunikative Maßnahmen für die Stadt sowie infrastrukturelle Planungsmaßnahmen für die Netzbetreiber der Sparten Strom, Gas und Wärme. Dabei wird unterschieden in prioritäre Maßnahmen, für die eine Übersicht in Tabelle 13 dargestellt ist, sowie weitere Maßnahmen, die in Tabelle 14 aufgezeigt werden. Die Sortierung ist dabei insbesondere nach Kategorie gewählt. Die Maßnahmen haben keine Verbindlichkeit, es handelt sich lediglich um Vorschläge, die umgesetzt werden können.

Tabelle 13: Übersicht der prioritären Maßnahmen

Nr.	Maßnahmenbezeichnung	Kategorie	Verantwortlichkeit	Zeitraum
1	Machbarkeitsstudie für ein Wärmenetz in der Wermelskirchener Innenstadt (und ggf. im Gewerbegebiet Elbringhausen)	Netze und Infrastruktur	Stadt und Wärmenetzbetreiber	Bis Ende 2027
2	Stromnetzplanung	Netze und Infrastruktur	BEW	Fortlaufend
3	Gasnetzstrategie	Netze und Infrastruktur	BEW	Fortlaufend
4	Integrierte Tiefbauplanung	Netze und Infrastruktur	Stadt und BEW	Fortlaufend
5	Etablierung einer Klimaschutzstelle	Stadtplanung, Bau- und Sanierungsvorhaben	Stadt	Zeitnah nach der KWP
6	Informationsveranstaltungen und digitale Information zur Wärmewende für Bürgerschaft und Stakeholder	Öffentlichkeitsarbeit	Stadt	Fortlaufend

Tabelle 14: Übersicht der weiteren Maßnahmen

Nr.	Maßnahmenbezeichnung	Kategorie	Verantwortlichkeit	Zeitraum
7	Begleitende Kommunikation der Machbarkeitsstudie für eine Biogasanlage in Wipperfürth	Netze und Infrastruktur	Stadt	2027
8	Integration des Wärmeplans in die Bauleitplanung	Stadtplanung, Bau- und Sanierungsvorhaben	Stadt	Nach der KWP
9	Entwicklung und Umsetzung einer Gesamtstrategie zur Dekarbonisierung kommunaler Liegenschaften	Stadtplanung, Bau- und Sanierungsvorhaben	Stadt	Nach der KWP
10	Aktualisierung der kommunalen Wärmeplanung	Stadtplanung, Bau- und Sanierungsvorhaben	Stadt	Vrstl. 2031
11	Erstellung einer Übersicht der zur Verfügung stehenden Beratungsangebote im Bereich energetische Gebäudesanierung sowie Förderung und Ausweitung des Angebots	Öffentlichkeitsarbeit	Stadt	Ab sofort
12	Gründung einer Arbeitsgruppe bzw. eines regulären Stakeholderaustausches zur Wärmewende	Öffentlichkeitsarbeit	Stadt	Nach der KWP
13	Fortführung des Austauschs mit Nachbarkommunen	Öffentlichkeitsarbeit	Stadt	Nach der KWP

14	Sanierungsberatung in Quartieren mit besonderem Sanierungsbedarf	Öffentlichkeitsarbeit	Stadt	2027-2029
15	Aktionen und Angebote durch lokalen Energieversorger (und/oder Handwerk) für Heizungen	Öffentlichkeitsarbeit	BEW und Handwerk	Ab sofort

6.2 Prioritäre Maßnahmen

6.2.1 Machbarkeitsstudie für ein Wärmenetz in der Wermelskirchener Innenstadt (und ggf. im Gewerbegebiet Elbringhausen)

Die Erstellung von Machbarkeitsstudien für ein Wärmenetz in der Wermelskirchener Innenstadt sowie ggf. im Gewerbegebiet Elbringhausen stellt einen zentralen Schritt dar, um das im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung identifizierte Wärmenetzeignungsgebiet sowie das Prüfgebiet auf die 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 Stadt, Politik und den Wärmenetzbetreiber, diese Projekte weiter zu verfolgen und deren Machbarkeit prüfen zu lassen. Sollte als Ergebnis für das Gewerbegebiet Elbringhausen keine Machbarkeit eines Wärmenetzes herauskommen, so ließe sich alternativ auch ein Grüngas-Inselnetz (gespeist durch Wasserstoff oder Biogas) prüfen.

Die Maßnahme sollte zeitnah nach Abschluss der KWP 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 neun bis zwölf Monate in Anspruch.

Als erster Schritt sollte die Finanzierung geklärt werden. Dies kann entweder durch Beantragung von Fördermitteln im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze oder beispielsweise durch KfW 432 (Integriertes Quartierskonzept) 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 Merkblatts der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze. Dabei werden unter anderem folgende Aspekte beleuchtet: die Auflistung der potenziellen Projektbeteiligten bzw. Akteure (darunter Stadt, BEW Bergische Energie- und Wasser-GmbH, 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. Hinsichtlich der Wärmequellen kommen in Wermelskirchen insbesondere zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen oder oberflächennahe Geothermie auf Freiflächen in Frage. Solarthermie kann eine Teillösung darstellen.

Die Kosten für die gesamte Machbarkeitsstudie bewegen sich in einem weiten Bereich von 30.000 bis 200.000 Euro, da dies stark von der untersuchen Technologie, dem Detailgrad und insbesondere den Leistungsphasen abhängt. Wenn nur die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes analysiert werden sollte, liegen die Kosten am unteren Ende der angegebenen Kostenspanne. Sollte auch anschließend die Entwurfs- und Genehmigungsplanung durchgeführt werden, steigen die Kosten deutlich an. Die

exakten Kosten für den späteren Netzausbau sind in dieser Phase nicht verlässlich abzuschätzen. Der Kostenträger können die Stadt, die BEW Bergische Energie- und Wasser-GmbH oder ein dritter Wärmenetzbetreiber sein, je nachdem wer das Wärmenetz betreiben wird. Wie bereits beschrieben kann die Finanzierung der Machbarkeitsstudie über die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze erfolgen, welche Planungskosten subventioniert. Alternativ können über das Förderprogramm „Energetische Stadtsanierung – Quartierskonzepte (KfW 432)" Zuschüsse von bis zu 75 % der förderfähigen Kosten gewährt werden; für finanzschwache Kommunen sind sogar Förderquoten von bis zu 90 % möglich. Dabei stehen neben dem Wärmesektor auch Strom-, Gas- und Mobilitätssektor im Fokus, es muss jedoch ein geeignetes Quartier abgegrenzt werden. Für reine Gewerbegebiete kann diese Förderung nicht beantragt werden und ist somit für das Gewerbegebiet Elbringhausen keine Option.

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.

Kategorie	Beschreibung
Maßnahmenbezeichnung	Machbarkeitsstudie für ein Wärmenetz in der Wermelskirchener Innenstadt (und ggf. im Gewerbegebiet Elbringhausen)
Maßnahmenbeschreibung	Eine Wärmenetzmachbarkeitsstudie ist eine technisch-wirtschaftliche Untersuchung, die prüft, ob und wie sich ein klimaneutrales Wärmenetz wirtschaftlich und praktisch realisieren lässt. Sie ist ein verpflichtender erster Schritt, um eine Förderung im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze zu beantragen.
Voraussetzungen	Durch die kommunale Wärmeplanung wurde ein potenzielles Wärmenetz identifiziert. Es ist eine tiefergehende Machbarkeitsprüfung notwendig.
Zeitlicher Horizont	▪ Start der Maßnahme: zeitnah nach der kommunalen Wärmeplanung ▪ Dauer der Maßnahme: 9 bis 12 Monate für die Planungsmaßnahmen, abhängig vom Detailgrad
Erforderliche Schritte	1. Erfüllung der Voraussetzung (siehe oben) und Wille der weiteren Prüfung der Machbarkeit von Wärmenetzen von den Verantwortlichen (Stadt und BEW Bergische Energie- und Wasser-GmbH oder dritte Wärmenetzbetreiber) 2. Entweder Beantragung von Fördermitteln über die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze oder Finanzierung der Untersuchung aus anderen Mitteln 3. Vergabe der Planungsleistung 4. Untersuchung der Wärmenetzmachbarkeit und -wirtschaftlichkeit z.B. nach den Anforderungen nach der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze ▪ Auflistung der voraussichtlichen Projektbeteiligten ▪ Lage/Standort des geplanten Wärmenetzsystems ▪ Konzept des Wärmenetzes ▪ Zeitplanung Machbarkeitsstudie ▪ Zeitplanung Bau des Wärmenetzes
Kostenplanung	▪ Erwartete Kosten: 30 bis 200 Tsd. € für die Machbarkeitsstudie, abhängig vom Detailgrad (das untere Ende ist für die Grobplanung und das obere Ende enthält schon weitreichende Detailplanungen) ▪ Kostenträger: Die Stadt, die BEW Bergische Energie- und Wasser-GmbH oder ein dritter Netzbetreiber können Teile oder die gesamten Kosten übernehmen

Finanzierungs-mechanismen	▪ Eigenmittel des potenziellen Wärmnetzbetreibers und/oder der Stadt in Kombination mit Fördermitteln der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze oder KfW 432

6.2.2 Stromnetzplanung

Die Stromnetzplanung stellt eine essenzielle Grundlage für die Integration dezentraler Technologien und den Ausbau erneuerbarer Energien in Wermelskirchen dar. Besonders in Gebieten, die einen starken Fokus auf dezentrale Lösungen legen, ist eine strategische Überprüfung und Anpassung der bestehenden Netzstruktur unabdingbar.

Die BEW Bergische Energie- und Wasser-GmbH hat im April 2026 eine strategische Zielnetzplanung der Stromnetze in Auftrag gegeben. Diese Zielnetzplanung soll aufbauend auf der kommunalen Wärmeplanung unter Beachtung der Elektromobilität und der regenerativen Stromerzeugung darlegen, welche Maßnahmen nötig sind, um das lokale Stromnetz für die künftige Wärme- und Energiewende zu ertüchtigen. Die Ergebnisse der strategischen Zielnetzplanung sollen bereits am Ende des Jahres 2026 vorliegen. 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. Der gesamte Prozess, inklusive der Durchführung von Netzausbaumaßnahmen, ist jedoch langfristig angelegt und erfordert eine kontinuierliche Anpassung und Umsetzung.

Die Kosten für die reine Netzplanung werden auf 40.000 bis 100.000 Euro geschätzt, wobei die tatsächlichen Ausgaben vom Umfang der Maßnahmen abhängen. Die Kosten für den Netzausbau lassen sich derzeit nicht verlässlich beziffern, da diese stark von den spezifischen Anforderungen und Gegebenheiten abhängen. Der Stromnetzbetreiber übernimmt die Kosten für die Netzplanung und den Ausbau. 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.

Kategorie	Beschreibung
Maßnahmenbe-zeichnung	Stromnetzplanung
Maßnahmenbe-schreibung	Analyse der zukünftigen Belastung und Ausbauanforderungen im Stromnetz unter Berücksichtigung von Elektrifizierungstrends (z. B. Wärmepumpen, E-Mobilität). Ziel ist es, Engpässe frühzeitig zu identifizieren und geeignete Maßnahmen zur Netzertüchtigung zu entwickeln.
Voraus-setzungen	Hohe Wahrscheinlichkeit für viele dezentrale elektrische Wärmepumpen, Elektroautos sowie Photovoltaikanalgen.
Zeitlicher Horizont	▪ Start der Maßnahme: Bereits gestartet ▪ Dauer der Maßnahme: 6-12 Monate (nur Planungsmaßnahmen) ▪ Netzausbaumaßnahmen sind ein kontinuierlicher Prozess nach der Planung

Erforderliche Schritte	1. Status quo der Netzbelastung erfassen 2. Szenarien, Leistungsflussberechnung, Identifikation von Grenzwertüberschreitungen 3. Netzausbaumaßnahmen identifizieren
Kostenplanung	▪ Erwartete Kosten: 60 - 100 Tsd. € (Netzplanungskosten) ▪ Kosten für den Netzausbau hängen vom identifizierten Bedarf ab
Finanzierungs-mechanismen	▪ Eigenmittel des Stromnetzbetreibers

6.2.3 Gasnetzstrategie

Die Gasnetzstrategie stellt ein zentrales Instrument dar, um die zukünftige Ausrichtung und Nutzung bestehender Gasnetze in Einklang mit den Zielen der Energiewende zu bringen. Eine wesentliche Grundlage der Gasnetzstrategie ist die Erkenntnis, dass nicht alle bestehenden Gasnetzgebiete für eine zukünftige Nutzung mit Wasserstoff oder anderen erneuerbaren Gasen (Wasserstoff-EE-Gas-Netze) geeignet sind. Dementsprechend ist eine Abstimmung mit den anderen Planungen (Stromnetz und Wärmenetze) von Bedeutung. Durch die kommunale Wärmeplanung gibt es bereits erste Erkenntnisse, ob Teile des Gasnetzes in Zukunft potenziell als Wasserstoff-EE-Gas-Netze genutzt werden könnten. Ist dies der Fall, so sind für die identifizierten Gebiete Gasnetzumstellungsmaßnahmen zu planen. Für die übrigen Gebiete sind Szenarien für eine Gasnetzstillegung zu erarbeiten, deren Konkretisierung von der weiteren Entwicklung der regulatorischen und technischen Rahmenbedingungen abhängt.

Es ist zu berücksichtigen, dass im März 2026 eine Novelle des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) vom Bundeskabinett beschlossen wurde, die voraussichtlich neue regulatorische Rahmenbedingungen für den Umgang mit Gasnetzen, insbesondere im Kontext von Transformation, Stilllegung und Umwidmung, setzen wird und daher bei der Ausgestaltung der Gasnetzstrategie eine wichtige Grundlage schaffen wird.

Bezüglich des zeitlichen Horizonts sollte zeitnah nach Projektende der kommunalen Wärmeplanung mit der Maßnahme gestartet werden. Dann sollte die entsprechende EnWG-Novellierung bereits vorliegen. Ausgehend von einer abgeschätzten Dauer der Planungsmaßnahmen zwischen sechs und zwölf Monaten, sollte die erste Iteration der Maßnahme bis spätestens 2030 abgeschlossen sein (ebenfalls nur die Planungsmaßnahmen betreffend). Erste vorbereitende Analysen wurden seitens der BEW Bergische Energie- und Wasser-GmbH bereits durchgeführt. Aufgrund von sich ändernden Rahmenbedingungen sollte die Maßnahme jedoch regelmäßig überarbeitet werden und ist somit als fortlaufend einzustufen. Die jeweiligen Netzumstellungs- und Netzstilllegungsmaßnahmen an sich sind dann ein kontinuierlicher Prozess nach der Planung.

Als Resultat der Gasnetzstrategie 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 in Zukunft durchgeführt werden zu können.

Die erwarteten Kosten für die Gasnetzstrategie, das heißt die reine Planung, belaufen sich auf 40.000 bis 100.000 Euro, 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 Gasnetzbetreiber.

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.

Kategorie	Beschreibung
Maßnahmenbezeichnung	Gasnetzstrategie
Maßnahmenbeschreibung	Untersuchung zur zukünftigen Rolle des Gasnetzes unter Dekarbonisierungsaspekten, insbesondere im Hinblick auf Rückbau, Umnutzung oder selektive Umstellung auf grüne Gase / Wasserstoff. Die Strategie bewertet wirtschaftliche und technische Konsequenzen auf Quartiersebene.
Voraussetzungen	Durch die kommunale Wärmeplanung (oder andere Ansätze) wurden bestehende Gasnetzgebiete in ihrer Gesamtheit nicht als zukünftige Wasserstoff-EE-Gas-Netze identifiziert. Für die identifizierten zukünftigen Wasserstoff-EE-Gas-Netze Gebiete sind Gasnetzumstellungsmaßnahmen zu planen. Für die anderen, nicht als zukünftige Wasserstoff-EE-Gas-Netze identifizierten Gebiete sind Gasnetzstillungs- und Gasnetzrückbaumaßnahmen zu planen. Eine gesetzliche Pflicht wird derzeit im EnWG verankert und wird zeitnah erwartet.
Zeitlicher Horizont	▪ Start der Maßnahme: Zeitnah nach Projektende der KWP ▪ Dauer der Maßnahme: fortlaufend, 6-12 Monate pro Iteration (nur Planungsmaßnahmen), Netzumbau-, Netzstilllegungs- und Netzrückbaumaßnahmen sind ein kontinuierlicher Prozess nach der Planung
Erforderliche Schritte	1. Zeithorizont zur Strategieerstellung abstecken 2. Erstellung Gasnetzstrategie 3. Identifikation von Netzumbau-, Netzstilllegungs- und Netzrückbaumaßnahmen 4. Netzumbau-, Netzstilllegungs- und Netzrückbaumaßnahmen abstimmen und durchführen
Kostenplanung	▪ Erwartete Kosten: 40 bis 100 Tsd. € (Gasnetzstrategie); Kosten für Netzumbau-, Netzstilllegungs- und Netzrückbaumaßnahmen können erst mit vorliegender Gasnetzstrategie verlässlich abgeschätzt werden ▪ Kostenträger: BEW Bergische Energie- und Wasser-GmbH
Finanzierungsmechanismen	▪ Keine Förderungsmöglichkeiten bekannt

6.2.4 Integrierte Tiefbauplanung

Die integrierte Tiefbauplanung zielt auf die Bündelung und Koordination von Tiefbaumaßnahmen verschiedener Sparten wie Strom, Wasser, Wärme, Breitband, Abwasser und Straßenbau ab. Ziel ist es, Kosten zu senken, Personalkapazitäten effizienter zu nutzen, Planungsprozesse zu verschlanken, Verkehrsbehinderungen zu reduzieren und Mehrfachaufbrüche zu vermeiden, indem unterschiedliche Infrastrukturausbauten möglichst effizient in einem gemeinsamen Arbeitsgang umgesetzt werden. Vor dem Hintergrund der Energiewende ist entsprechend ein integrierter Planungsansatz

notwendig, um den hohen zu erwartenden Bedarf an Tiefbaumaßnahmen effizient zu bewältigen zu können.

Die Maßnahme besteht somit primär in der Durchführung von Abstimmungsprozessen. Voraussetzung ist, dass möglichst alle relevanten Tiefbauakteure einbezogen werden und Transparenz über geplante Maßnahmen besteht. Insbesondere in Fällen, in denen bislang keine systematische Koordination erfolgt, besteht zusätzliches Optimierungspotenzial.

Der zeitliche Horizont ist nicht als einmalige Umsetzung zu verstehen, sondern als kontinuierlicher Prozess. Kurzfristig kann unmittelbar an die bestehende Abstimmung angeknüpft werden, während parallel Verbesserungen, etwa durch die Einführung oder Weiterentwicklung zentraler Austauschformate oder digitaler Plattformen, geprüft und umgesetzt werden.

Zu den zentralen Schritten zählen die Identifikation aller relevanten Akteure im Planungsgebiet, die Analyse der bestehenden Abstimmungsprozesse sowie die Ableitung konkreter Verbesserungsmaßnahmen, beispielsweise durch eine strukturierte und ggf. digital unterstützte Koordination geplanter Tiefbaumaßnahmen.

Die Kosten sind stark abhängig vom aktuellen Reifegrad der bestehenden Prozesse und lassen sich daher nicht pauschal beziffern. In der Regel werden sie von der Stadt bzw. den technischen Betrieben getragen. Spezifische Fördermöglichkeiten hängen von der konkreten Ausgestaltung ab.

Kategorie	Beschreibung
Maßnahmenbezeichnung	Integrierte Tiefbauplanung
Maßnahmenbeschreibung	Bündelung und Koordination von Tiefbaumaßnahmen (z. B. Strom, Wasser, Wärme, Breitband, Abwasser, Straßen) zur Minimierung von Kosten, Verkehrsbehinderungen und mehrfachen Aufbrüchen. Ziel ist die effiziente Umsetzung unterschiedlicher Infrastrukturausbauten in einem Arbeitsgang.
Voraussetzungen	Durch die hohe Notwendigkeit von Infrastrukturmaßnahmen im Rahmen der Energiewende ist es zielführend, einen möglichst abgestimmten Tiefbau zu betreiben. Falls es im Betrachtungsgebiet noch keine detaillierte Abstimmung zwischen Tiefbau-Akteuren gibt, wäre die Maßnahme grundsätzlich sinnvoll.
Zeitlicher Horizont	▪ Wann mit Maßnahme starten: Jederzeit/sofort ▪ Dauer der Maßnahme: Je nach Komplexität der Akteursstruktur und angestrebtem Level der Digitalisierung 6 bis18 Monate (danach fortlaufend)
Erforderliche Schritte	1. Identifizierung möglichst aller Akteure, die im Planungsgebiet Tiefbau betreiben (oder zukünftig betreiben wollen) 2. Recherche des bisherigen Abstimmungsprozesses zwischen den Akteuren (falls vorhanden) 3. Analyse von Verbesserungsoptionen, wie einer zentralen Austauschplattform von geplanten Tiefbaumaßnahmen
Kostenplanung	▪ Erwartete Kosten: Hängen vom derzeitigen Prozess ab ▪ Kostenträger: Stadt oder BEW Bergische Energie- und Wasser-GmbH
Finanzierungsmechanismen	▪ Förderungsmöglichkeiten hängen von konkreter Ausgestaltung ab

6.2.5 Etablierung einer Klimaschutzstelle

Die Maßnahme umfasst den Vorschlag der Etablierung einer Klimaschutzstelle mit dem Ziel, ein strukturiertes Klimaschutzmanagement aufzubauen. Hintergrund ist das wachsende Aufgabenfeld im Bereich Klimaschutz, das künftig voraussichtlich nicht mehr durch bestehende Kapazitäten anderer Fachbereiche abgedeckt werden kann. Voraussetzung für die Umsetzung ist die Verfügbarkeit entsprechender finanzieller Mittel.

Der zeitliche Horizont der Maßnahme ist unmittelbar angesetzt: Der Start sollte sofort erfolgen, während die Umsetzung kontinuierlich angelegt ist. Zur Realisierung sind mehrere Schritte erforderlich. Zunächst müssten die finanziellen Mittel bereitgestellt oder Fördermöglichkeiten, insbesondere über die Nationale Klimaschutzinitiative (NKI), in Anspruch genommen werden. Anschließend würde die Ausschreibung der Stelle erfolgen, mündend in die Einstellung eines Klimaschutzmanagers bzw. einer Klimaschutzmanagerin.

In der Kostenplanung werden jährliche Personalkosten in Höhe von etwa 60.000 bis 80.000 Euro erwartet, die von der Stadt getragen werden. Zur finanziellen Entlastung kann auf Fördermechanismen zurückgegriffen werden, insbesondere auf die Förderung durch die NKI-Kommunalrichtlinie.

Kategorie	Beschreibung
Maßnahmenbezeichnung	Etablierung einer Klimaschutzstelle
Maßnahmenbeschreibung	Schaffung einer Klimaschutzstelle zum Aufbau eines Klimaschutzmanagements, um dieses wachsende Aufgabenfeld nicht mittels der Kapazitäten aus anderen Fachbereichen decken zu müssen
Voraussetzungen	▪ Verfügbare finanzielle Mittel
Zeitlicher Horizont	▪ Start der Maßnahme: Sofort ▪ Dauer der Maßnahme: kontinuierlich
Erforderliche Schritte	1. Bereitstellung der finanziellen Mittel bzw. Inanspruchnahme der NKI-Förderung 2. Ausschreibung eines Stellenangebots 3. Einstellung eines Klimaschutzmanagers
Kostenplanung	▪ Erwartete Kosten: Personalkosten 60 bis 80 Tsd. € ▪ Kostenträger: Stadt
Finanzierungsmechanismen	▪ Förderung durch NKI-Kommunalrichtlinie

6.2.6 Informationsveranstaltungen und digitale Information zur Wärmewende für Bürgerschaft und Stakeholder

Informationsveranstaltungen mit der Bürgerschaft und digitale Bürgerinformation stellen einen zentralen Baustein der kommunalen Wärmeplanung dar. Ziel dieser Maßnahme ist es, auch nach

Abschluss der kommunalen Wärmeplanung, regelmäßig über aktuelle Entwicklungen, Möglichkeiten und Maßnahmen im Bereich der Wärmewende zu informieren und zur aktiven Mitwirkung zu motivieren sowie gleichzeitig den Austausch mit relevanten Akteuren wie Energieversorgern, Handwerksbetrieben und dem Verbraucherschutz zu fördern.

Voraussetzungen für die Maßnahme bestehen keine. Der inhaltliche Fokus der Veranstaltungen kann je nach Ergebnissen der KWP variieren und daran angepasst werden, um den spezifischen lokalen Bedürfnissen gerecht zu werden.

Die erste Veranstaltung sollte zeitnah 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 Veranstaltung sollte regelmäßig, z. B. einmal jährlich, organisiert werden und ist somit ein wiederkehrendes Element. Diese Regelmäßigkeit sowie die digitale Information sorgt für eine kontinuierliche Kommunikation und schafft Verlässlichkeit im Dialog mit den Bürgern.

Inhaltlich werden Themen wie Heizungswechsel, Wärmepumpen, Photovoltaik und weitere erneuerbare Energien aufgegriffen. Die Information erfolgt über unterschiedliche Formate wie Webseiten, Veranstaltungen, soziale Medien oder Informationsstände.

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 die 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 10.000 Euro erwarten lässt. Die Kosten für die digitale Information lassen sich kaum bemessen, da der Gesamtaufwand vom technischen Umfang und damit auch davon abhängt, wie viel investiert werden möchte. Dabei fällt der Initialaufwand höher aus, während es in den nachfolgenden Jahren dementsprechend günstiger wird. Kostenträger sind die Kommune und gegebenenfalls Energieversorger. Förderoptionen sind begrenzt, eventuell ist eine NKI-Förderung möglich.

Insgesamt bietet die regelmäßige Durchführung von Infoveranstaltungen sowie Informierung über digitale Werkzeuge 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. Als Grundlage kann die bereits erfolgreich durchgeführte Bürgerveranstaltung im Messe-Format dienen.

Kategorie	Beschreibung
Maßnahmenbezeichnung	Informationsveranstaltungen und digitale Information zur Wärmewende für Bürgerschaft und Stakeholder

Maßnahmenbeschreibung	Organisation und Durchführung öffentlicher Veranstaltungen zur Vorstellung von Planungen, Ergebnissen und Umsetzungsoptionen im Bereich Wärme sowie Entwicklung und Betrieb digitaler Informationsplattformen oder Tools zur transparenten Darstellung der kommunalen Wärmewende. Der Austausch mit Betroffenen fördert Akzeptanz, Transparenz und gegenseitiges Verständnis. Ziel ist es, Bürgerinnen und Bürger niedrigschwellig und kontinuierlich zu informieren und zum Mitmachen zu motivieren.
Voraussetzungen	▪ Keine (Fokus kann variieren je nach Ergebnis der KWP)
Zeitlicher Horizont	▪ Start der Maßnahme: direkt nach Projektende ▪ Dauer der Maßnahme: kein festes Ende (im Zweifel bis 2045), Regelmäßigkeit bei Veranstaltungen: 1 mal im Jahr
Erforderliche Schritte	Sammlung von Themen und Formaten über die Bürger informiert werden können: ▪ Themen: Heizungswechsel/Wärmepumpe, Wärmepumpe, PV-Ausbau, anderer EE-Ausbau, dynamische Stromtarife uvm. ▪ Formate: Webseite, Veranstaltungen, Social Media, „Kommunale Informationen“, Marktstand Veranstaltungen: 1. Festlegung Rhythmus und Inhaltsfokus (allgemein) 2. Terminfindung, Ortsfindung und Klärung der potenziellen Partner (Energieversorger, Handwerk, Verbraucherschutz etc.) 3. Werbung/Einladung 4. Durchführung der Veranstaltung Abgesehen von einer normalen Info- oder Messveranstaltung könnte man auch eines der folgenden Formate umsetzen: ▪ Thermografiespaziergänge (Kosten für Anschaffung oder Leihe einer Wärmebildkamera) ▪ Wärmepumpenparty (Austauschformat mit Bürgern die schon eine Wärmepumpe haben)
Kostenplanung	▪ Erwartete Kosten: In Abhängigkeit des Aufwandes, wie viel Budget soll über welchen Zeitraum genutzt werden? → Matching zwischen Budget und Optionen möglich; je Workshop im drei- oder niedrigen vierstelligen Bereich (Gesamtkosten bis 2045 bei einem Workshop pro Jahr wahrscheinlich unter 10.000 €) ▪ Kostenträger: Stadt
Finanzierungsmechanismen	▪ Eigenmittel der Stadt ▪ Keine Förderungsmöglichkeiten bekannt, ggf. NKI-Förderung

6.3 Weitere Maßnahmen

6.3.1 Begleitende Kommunikation der Machbarkeitsstudie für eine Biogasanlage in Wipperfürth

Die Maßnahme umfasst die Begleitung der weitergehenden Analyse des Potenzials einer interkommunalen Biogasanlage mit den Kommunen Hückeswagen und Wermelskirchen. Im Rahmen der Potenzialanalyse konnte identifiziert werden, dass in der Region, insbesondere in Wipperfürth, große Potenziale zur Produktion von Biogas vorliegen. Dieses Biogas könnte als klimaneutrale Teillösung der zukünftigen Wipperfürther Wärmeversorgung genutzt werden. Die Machbarkeitsstudie wird eingebettet in ein integriertes Quartierskonzept für die Wipperfürther Innenstadt.

Für die Stadt Wermelskirchen ist aufgrund geringer Potenziale keine direkte Beteiligung vorgesehen, es soll lediglich eine Kommunikation hinsichtlich des Voranschreitens des Projekts im Zuge des

bestehenden interkommunalen Austausches stattfinden. Da bereits Fördermittel aus dem Förderprogramm KfW 432 – Energetische Stadtsanierung durch den Fördermittelgeber bewilligt wurden, ist ein Projektstart zeitnah möglich. Für das Projekt wird eine Dauer von 12 Monaten angesetzt. Die Kosten belaufen sich dementsprechend nur auf einen geringen Personalaufwand.

6.3.2 Integration des Wärmeplans in die Bauleitplanung

Die Integration des kommunalen Wärmeplans in die Bauleitplanung verfolgt das Ziel, die Erkenntnisse und Zielsetzungen der kommunalen Wärmeplanung verbindlich in Flächennutzungs- und Bebauungsplänen zu verankern. Dadurch sollen energetische Zielsetzungen frühzeitig in städtebauliche Planungsprozesse einfließen. Voraussetzung hierfür ist dementsprechend das Vorliegen einer kommunalen Wärmeplanung. Gemäß § 27 Absatz 3 des Wärmeplanungsgesetzes sind die ausgewiesenen Wärme- und gegebenenfalls Wasserstoffnetzeignungsgebiete bei der Aufstellung, Änderung oder Aufhebung von Bauleitplänen sowie bei anderen flächenbedeutsamen Planungen öffentlicher Stellen zu berücksichtigen. Die Maßnahme beginnt mit der Fertigstellung der kommunalen Wärmeplanung und ist als fortlaufender Prozess zu verstehen, wenn beispielweise in einer Wärmenetzuntersuchung wichtige Flächen identifiziert werden.

Erforderlich ist insbesondere die kontinuierliche Beteiligung der verwaltungsinternen Arbeitsgruppe (siehe Abschnitt 6.3.6) an internen Planungsrunden, Bauleitplanverfahren, Änderungen des Flächennutzungsplans sowie weiteren formellen und informellen städtebaulichen Planungen. Zudem sollte die Arbeitsgruppe bei Vorlagen für politische Gremien sowie in strategische Planungen für kommunale Liegenschaften eingebunden und die Wärmeversorgung im Umweltbericht berücksichtigt werden.

Die Kosten werden von der Kommune getragen und sind überschaubar, da hauptsächlich interne Abstimmungen erforderlich sind. Sie lassen sich jedoch nicht konkret beziffern. Finanzierungsmechanismen sind dementsprechend nicht relevant und auch nicht bekannt.

6.3.3 Entwicklung und Umsetzung einer Gesamtstrategie zur Dekarbonisierung kommunaler Liegenschaften

Diese Maßnahme umfasst die Entwicklung und Umsetzung einer umfassenden Strategie zur Reduktion des Wärmebedarfs in kommunalen Gebäuden. Grundlage ist eine systematische Erfassung, Analyse und Priorisierung von Einsparpotenzialen, die durch konkrete Sanierungs- und Investitionsmaßnahmen umgesetzt werden. Die Strategieerstellung dauert etwa ein Jahr, während sich die Umsetzung der Maßnahmen über mehrere Jahre erstreckt. Ein wichtiges Quartier in diesem Kontext ist das Gebiet um die Telegrafenstraße mit dem Rathaus, dem Amtsgericht und weiteren kommunalen Gebäuden. Da dieses Quartier jedoch im Wärmenetzeignungsgebiet der Innenstadt (siehe Abschnitt 6.2.1) liegt, ist die entsprechende Machbarkeitsstudie für ein Wärmenetz zur Erarbeitung einer Strategie zur Dekarbonisierung der kommunalen Liegenschaften abzuwarten. Als weiteres Beispiel kann hier das Rhombus-Areal genannt werden, das ebenfalls in dem Gebiet liegt, sich die genannten Themen mit dem „Innovationsquartier Rhombus“ jedoch unabhängig von einem potenziellen Wärmenetz bereits in der Entwicklung befinden.

Zu den erforderlichen Schritten zählen zunächst die Bestandsaufnahme und Identifikation kommunaler Gebäude anhand relevanter Kennwerte, wie dem Energieverbrauch. Es folgt eine Priorisierung,

beispielsweise nach Einsparpotenzial oder Sanierungsdringlichkeit, die Durchführung von Machbarkeitsprüfungen sowie die Erstellung eines Umsetzungsfahrplans inklusive der Abstimmung mit Ausschüssen und Fördergebern.

Die Kosten für die Strategie liegen zwischen 50.000 und 200.000 Euro, hängen jedoch stark von den Gebäuden ab. Sanierungen inklusive Heizungswechsel können Kosten von etwa 400 bis 2.000 Euro pro Quadratmeter verursachen. Die Finanzierung erfolgt durch die Kommune, ergänzt durch mögliche Fördermittel von Land, Bund oder EU.

6.3.4 Aktualisierung der kommunalen Wärmeplanung

Die Aktualisierung der kommunalen Wärmeplanung dient der Fortschreibung bestehender Wärmepläne unter Berücksichtigung neuer Daten, technischer Entwicklungen und veränderter Rahmenbedingungen. Dementsprechend können die festgelegten Ziele an aktuelle Erkenntnisse und Gegebenheiten angepasst werden.

Voraussetzung ist eine bereits vorliegende Wärmeplanung. Spätestens fünf Jahre nach deren Erstellung sollte die Aktualisierung abgeschlossen werden. Die Dauer beträgt etwa zwölf bis sechzehn Monate.

Die Maßnahme umfasst eine erneute Bestands- und Potenzialanalyse, die Überarbeitung des Zielszenarios sowie die Anpassung der Wärmewendestrategie und der Maßnahmen.

Die Kosten liegen bei etwa 25.000 bis 50.000 Euro und werden von der Kommune getragen. Die Finanzierung erfolgt über Konnexitätszahlungen des Landes NRW.

6.3.5 Erstellung einer Übersicht der zur Verfügung stehenden Beratungsangebote im Bereich energetische Gebäudesanierung sowie Förderung und Ausweitung des Angebots

Im Rahmen dieser Maßnahme wird ergänzend zur Maßnahme in 6.2.6 eine umfassende Übersicht über bestehende Beratungsangebote zur energetischen Gebäudesanierung für Bürgerinnen und Bürger erstellt bzw. aktualisiert. Diese Übersicht soll bestehende städtische, private und institutionelle Angebote strukturiert darstellen. Dabei kann auf entsprechende Angebote, wie beispielsweise von der Verbraucherzentrale oder dem Energy4Climate, verwiesen und ggf. Ansatzpunkte zur inhaltlichen Erweiterung aufgezeigt werden. Ziel ist es, bestehende Beratungslücken zu schließen und den Zugang zu Beratungsleistungen zu verbessern.

Voraussetzung ist das Vorhandensein bzw. die Schaffung entsprechender Beratungsangebote. Die Umsetzung soll bis spätestens Anfang des Jahres 2027 beginnen.

Zu den notwendigen Schritten zählen die Erhebung und Bündelung bestehender Angebote, deren Vernetzung zur leichteren Zugänglichkeit sowie die Entwicklung eines Konzepts zur Erweiterung der Beratungskapazitäten, etwa durch Schulungen oder digitale Formate. Ergänzend ist eine Öffentlichkeitskampagne vorgesehen, um das Angebot bekannt zu machen und die Vorteile energetischer Sanierungen hervorzuheben.

Hinsichtlich der Kosten sind einmalig Personalkapazitäten in Höhe von 10.000 bis 20.000 Euro bzw. zusätzlich ein Bedarf für Updates einzuplanen. Für eine Kampagne über einen externen Dienstleister

entsteht ebenfalls zusätzlicher Budgetbedarf. Die Finanzierung übernimmt die Stadt ggf. mit Unterstützung durch die Verbraucherzentrale oder weiteren Akteuren und potenzieller Förderung.

6.3.6 Gründung einer Arbeitsgruppe bzw. eines regulären Stakeholderaustausches zur Wärmewende

Zur erfolgreichen Umsetzung der kommunalen Wärmewende kann eine Arbeitsgruppe als regelmäßiges Stakeholder-Format umgesetzt werden. Ziel ist es, Strukturen und Netzwerke zu schaffen, um eine kontinuierliche Abstimmung, Koordination und strategische Weiterentwicklung der Wärmewendeaktivitäten sicherzustellen. Die Arbeitsgruppe fungiert dabei als zentrale Plattform, in der Vertreterinnen und Vertreter von verschiedenen Akteuren aus unterschiedlichen Bereichen zusammenarbeiten können. Der genaue Teilnehmerkreis ist flexibel gestaltbar und dementsprechend zu Beginn der Maßnahme zu definieren. Durch den strukturierten und verstetigten Dialog werden Transparenz geschaffen, Entscheidungsprozesse beschleunigt und Synergien zwischen einzelnen Projekten und Maßnahmen gezielt gehoben.

Voraussetzung für die erfolgreiche Fortführung ist insbesondere die Sicherstellung personeller Kapazitäten für Organisation, Moderation und Nachbereitung. Zudem bedarf es geeigneter organisatorischer Rahmenbedingungen sowie einer kontinuierlichen Mitwirkungsbereitschaft der beteiligten Akteure. Die Maßnahme kann unmittelbar umgesetzt werden und ist als langfristiger, kontinuierlicher Prozess ohne festes Enddatum angelegt, idealerweise bis zur Erreichung der Klimaneutralitätsziele.

Die Umsetzung umfasst die Festlegung eines regelmäßigen Austauschformats, die Sammlung der inhaltlichen Schwerpunkte sowie die systematische Einbindung relevanter Akteure. Ergänzend ist ein Monitoring zu etablieren, um die Wirksamkeit und Kontinuität des Formats sicherzustellen. Die jährlichen Sachkosten für Organisation und Durchführung liegen in der Regel im Bereich von etwa 1.000 bis 2.000 Euro, zuzüglich interner Personalkapazitäten. Die Finanzierung würde primär durch die Kommune erfolgen und kann ergänzend durch Förderprogramme, beispielsweise im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI), unterstützt werden.

6.3.7 Fortführung des Austausches mit den Nachbarkommunen

Wie bereits im Rahmen der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung soll auch weiterhin ein Austausch der Stadt Wermelskirchen mit den Kommunen Hückeswagen und Wipperfürth stattfinden. Ziel ist es, das bereits bestehende Netzwerk zu nutzen, um gegenseitige Unterstützung zu gewährleisten, gemeinsam Herausforderungen zu überwinden und Synergien zu heben.

Voraussetzung für die erfolgreiche Fortführung ist insbesondere die Sicherstellung personeller Kapazitäten für Organisation und Durchführung sowie einer kontinuierlichen Mitwirkungsbereitschaft der beteiligten Akteure. Die Maßnahme wird unmittelbar umgesetzt und ist als langfristiger, kontinuierlicher Prozess ohne festes Enddatum angelegt, idealerweise bis zur Erreichung der Klimaneutralitätsziele.

Zur Umsetzung bedarf es der Festlegung eines Rhythmus für den regelmäßigen Austausch und der Vorbereitung der zu besprechenden Themen. Die Kosten umfassen hauptsächlich interne Personalkapazitäten, sodass die Finanzierung durch die Kommunen erfolgt.

6.3.8 Sanierungsberatung in Quartieren mit besonderem Sanierungsbedarf

Die aktive Sanierungsberatung in ausgewählten Quartieren, auch als Energiekarawane bekannt, richtet sich gezielt an Haushalte mit hohem Sanierungspotenzial. Durch aufsuchende und niederschwellige Beratung sollen Sanierungsvorhaben direkt vor Ort aktiviert werden. Die Maßnahme wird von der Kommune initiiert und in Zusammenarbeit mit der Verbraucherzentrale oder lokalen Energieberaterinnen und -beratern umgesetzt. Voraussetzung ist die Schaffung einer Klimaschutzmanagement-Stelle sowie die Identifikation geeigneter Quartiere im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung. Auf Basis des ermittelten Sanierungspotenzials in Abschnitt 5.3.2 würden sich beispielweise das Gebiet um die Kenkhauser Str. sowie der südliche Bereich im Stadtteil Wermelskirchen, aber auch der südwestliche Teil von Dabringhausen sowie der nördliche Teil von Dhünn anbieten.

Die Beratung erfolgt quartiersweise über mehrere Wochen oder Monate und kann bei Bedarf wiederholt werden. Insgesamt ist ein Zeitraum von zwei bis vier Jahren vorgesehen. Dies hängt jedoch von der Anzahl und Größe der Quartiere ab. Nach Auswahl und Priorisierung der Quartiere werden geeignete Partner eingebunden, die die Beratung bei den Bürgern durchführen. Die Maßnahme sollte beworben und das jeweilige Quartier auf das Angebot hingewiesen werden. Im Anschluss an die Durchführung der Beratung wird der Erfolg systematisch ausgewertet.

Als Kostenträger tritt die Stadt auf und muss dabei insbesondere interne Personalkosten sowie Kosten für Energieberater einplanen. Förderoptionen sind aktuell nicht bekannt, jedoch lassen sich die Kosten durch Kooperationen mit der Verbraucherzentrale senken.

6.3.9 Aktionen und Angebote durch lokalen Energieversorger (und/oder Handwerk) für Heizungen

Die Wärmewende erfordert nicht nur langfristige Infrastrukturentscheidungen, sondern auch kurzfristig greifbare Angebote für Bürgerinnen und Bürger, die individuelle Investitionen planen. Lokale Energieversorger und das Handwerk spielen dabei eine zentrale Rolle als Umsetzer, Multiplikatoren und Vertrauenspartner.

Ziel dieser Maßnahme ist es, koordinierte Informations- und Angebotskampagnen zum Heizungstausch und zur Umstellung auf erneuerbare Energien zu fördern, in Zusammenarbeit mit Energieversorgern, SHK-Betrieben, Energieberatenden und ggf. der Stadt. Neben Informationsveranstaltungen sollen auch konkrete technische und finanzielle Angebote entwickelt werden, z. B. „Heizung zum Festpreis“, Contracting-Modelle oder Zuschussprogramme. Diese Maßnahme soll Hemmschwellen senken, den Fachkräftemangel durch Kooperationsmodelle auffangen und Investitionen in klimafreundliche Heizsysteme sichtbar, einfach und attraktiv machen.

Voraussetzung ist die Bereitschaft zur Zusammenarbeit sowie eine geeignete Koordinations- und Kommunikationsstruktur. Der Projektstart ist jederzeit möglich, die Umsetzung erfolgt dauerhaft mit zeitlich begrenzten Aktionsphasen.

Zu den erforderlichen Schritten zählen die Einbindung der notwendigen Akteure (BEW Bergische Energie- und Wasser-GmbH und Handwerksbetriebe), die Abstimmung gemeinsamer Angebote, die Entwicklung standardisierter Lösungen sowie eine begleitende Öffentlichkeitsarbeit und Evaluation.

Die Kosten entstehen vor allem durch Koordination und Kommunikation. Handwerksbetriebe finanzieren sich in der Regel über Aufträge, während Energieversorger anteilige Kosten tragen können. Hinsichtlich der Finanzierung sind Förderprogramme für Energieberatung, kommunale Beteiligungen sowie Sponsoring durch die BEW Bergische Energie- und Wasser-GmbH oder lokale Wirtschaftsverbände möglich.

7 Partizipations- und Kommunikationsstrategie

Im Rahmen der Wärmeplanung in der Stadt Wermelskirchen wurden verschiedene Maßnahmen getroffen, um der Öffentlichkeit 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.

7.1 Einrichtung einer Projektwebseite

Zu Beginn des Projekts wurde eine Themenseite auf der Webseite eingerichtet: https://www.wermelskirchen.de/umwelt-bauen/umwelt-klima/kommunale-waermeplanung. Diese Webseite dient als zentrale Informationsplattform für alle Interessierten. Sie bietet umfassende Informationen über die Ziele, den Fortschritt und die einzelnen Schritte der kommunalen Wärmeplanung. Auf der Webseite werden regelmäßig Aktualisierungen, Berichte und relevante Dokumente veröffentlicht, um die Öffentlichkeit stets auf dem neuesten Stand zu halten. Zudem wurde ein FAQ erstellt, in dem die wichtigsten Fragen rund um die Grundlagen, die Durchführung und die Auswirkungen der kommunale Wärmeplanung.

7.2 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@wermelskirchen.de eingerichtet. Über diese E-Mail-Adresse konnten Bürgerinnen und Bürger ihre Fragen und Anregungen direkt an das Projektteam richten.

7.3 Bürgerveranstaltungen

7.3.1 1. Bürgerveranstaltung

Die erste Bürgerveranstaltung zur kommunalen Wärmeplanung in Wermelskirchen fand am 05.02.2026 um 17 Uhr im Bürgerzentrum statt. Sie diente dazu, den aktuellen Planungsstand transparent darzustellen und die Bürgerinnen und Bürger frühzeitig einzubinden. Gemeinsam mit der BEW Bergische Energie- und Wasser-GmbH und der BMU Energy Consulting wurde im Rahmen eines Vortrags erläutert, was kommunale Wärmeplanung bedeutet, welche Ziele damit verfolgt werden und welche konkreten Auswirkungen sich perspektivisch für Gebäude und Eigentümer ergeben können. Neben der Vorstellung erster Ergebnisse in Form der Bestands- und Potenzialanalyse sowie möglicher Versorgungsoptionen stand insbesondere der Dialog im Mittelpunkt, sodass Fragen gestellt und Rückmeldungen gegeben werden konnten. Insgesamt zeigt die Veranstaltung den typischen Ansatz der Wärmeplanung: transparent, praxisnah und auf die lokalen Gegebenheiten ausgerichtet.

7.3.2 2. Bürgerveranstaltung

Eine zweite Bürgerinformationsveranstaltung zur kommunalen Wärmeplanung wurde am 30.06.2026 um 17:30 Uhr ebenfalls im Bürgerzentrum durchgeführt. Ziel dieser Veranstaltung war die Vorstellung der vorläufigen Endergebnisse der kommunalen Wärmeplanung durch die BEW Bergische Energie- und Wasser-GmbH und die BMU Energy Consulting. Ebenso sollte die Veranstaltung eine Vernetzung der Bürgerinnen und Bürger mit lokalen Akteuren fördern. Aus diesem Grund wurde die

Veranstaltung als hybrides Messeformat durchgeführt. Die Bürgerinnen und Bürger hatten vor und nach der Vorstellung der Ergebnisse die Möglichkeit, sich an verschiedenen Messeständen (z.B. Verbraucherschutzzentrale oder lokale Heizungsbauer) zu informieren und sich über Ihre eigenen Herausforderungen der Wärmewende auszutauschen. Diese Möglichkeit wurde von vielen Bürgerinnen und Bürgern wahrgenommen, sodass sich ein lebhafter Austausch zwischen allen Beteiligten ergab.

7.4 Stakeholder-Veranstaltungen

Im Zuge des Ausblicks auf die Eignungsgebiete und das Zielszenario fand am 14.04.2026 um 10 Uhr übergreifend für die Städte Wermelskirchen, Hückeswagen und Wipperfürth eine digitale Stakeholder-Veranstaltung mit den ansässigen Gewerbe- und Industrie-Unternehmen statt. Neben der Vorstellung der kommunalen Wärmeplanung sowie der Ergebnisse der Bestandsanalyse, der Potenzialanalyse und des Arbeitsstands des Zielszenarios wurde eine Mentimeter-Umfrage durchgeführt, um insbesondere den Stand und die Pläne zur Umstellung auf erneuerbare Heizungstechnologien abzufragen. Zudem wurde Raum für Input, Fragen und Diskussion geboten. Die Ergebnisse sind entsprechend in das Zielszenario eingeflossen.

8 Verstetigungsstrategie

Die Umsetzung einer nachhaltigen und zukunftsfähigen Wärmeversorgung in der Stadt Wermelskirchen erfordert eine Verstetigungsstrategie. Sie stellt sicher, dass die einmal angestoßenen Projekte langfristig wirken und kontinuierlich weiterentwickelt werden. Im Rahmen dieser Strategie werden demnach Empfehlungen zur Verstetigung des Wärmeplans in der Verwaltung gegeben, etwa durch die zuvor beschriebene Schaffung einer Klimaschutzmanagement-Stelle, welche die Umsetzung langfristig koordiniert. Neben der Bereitstellung personeller und finanzieller Ressourcen, der Schaffung geeigneter Organisationsstrukturen sowie der Vernetzung innerhalb der Verwaltung und mit anderen Kommunen oder weiteren externen Akteuren spielt insbesondere die Festlegung von Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten eine wichtige Rolle. In dem Zusammenhang werden durch die Umsetzung des Wärmeplans zu erwartende positive Effekte dargestellt (z.B. durch Wertschöpfungsangaben, Möglichkeiten zur weiteren Fördermittelakquisition etc.). Auch die Öffentlichkeitsarbeit trägt einen wichtigen Teil zur Verstetigung des Wärmeplans bei.

Die Umsetzungsstrategie mit Maßnahmenplan verleiht dem Wärmeplan einen konkreten Fahrplan (Roadmap), der der Stadt Wermelskirchen dabei hilft, die Wärmetransformationsziele Schritt für Schritt zu erreichen. Dieser Verstetigungsfahrplan der Maßnahmen aus Kapitel 6 ist in Abbildung 90 für Wermelskirchen dargestellt. Für die Jahre bis zum Zieljahr 2045 ist dort eine Orientierung des möglichen zeitlichen Ablaufs der Maßnahmen sowie die Entwicklung des Wärmebedarfs, des EE-Anteils und der THG-Emissionen, die sich aus dem Zielszenario in Abschnitt 5.6 ergeben, dargelegt. Zudem sind bereits drei Meilensteine gesetzt. Anhand dessen kann zunächst übergeordnet der Erfolg der Maßnahmen im Hinblick auf das Controlling-Konzept in Kapitel 9 überwacht werden, da jede Maßnahme zumindest indirekt auf diese Zielgrößen wirkt.

Nr.	Maßnahme	Jahr	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
		Wärmebedarf in GWh	354	351	349	346	343	341	339	337	334	331	330	328	326	325	323	322	321	321	320	319
		EE-Anteil in %	16	21	26	32	37	43	49	54	58	68	73	77	80	84	87	90	92	94	95	100
		THG-Emissionen in Tsd. t	82	78	74	69	64	59	53	48	42	35	31	28	25	21	19	16	15	14	12	9
1.	**Machbarkeitsstudie für ein Wärmenetz in der Wermelskirchener Innenstadt (und ggf. im Gewerbegebiet Elbringhausen)**		■	■	■																	
2.	**Stromnetzplanung**		■	■																		
3.	**Gasnetzstrategie**		■	■	■																	
4.	**Integrierte Tiefbauplanung**			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5.	**Etablierung einer Klimaschutzstelle**			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6.	**Informationsveranstaltungen und digitale Information zur Wärmewende für Bürger*innen und Stakeholder**		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
7.	Begleitende Kommunikation der Machbarkeitsstudie für eine Biogasanlage in Wipperfürth		■	■																		
8.	Integration des Wärmeplans in die Bauleitplanung		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
9.	Entwicklung und Umsetzung einer Gesamtstrategie zur Dekarbonisierung kommunaler Liegenschaften				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
10.	Aktualisierung der kommunalen Wärmeplanung						■	■					■	■					■	■		
11.	Erstellung einer Übersicht der zur Verfügung stehenden Beratungsangebote im Bereich energetische Gebäudesanierung sowie Förderung und Ausweitung des Angebots		■	■																		
12.	Gründung einer Arbeitsgruppe bzw. eines regulären Stakeholder-Austauschs zur Wärmewende		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
13.	Fortführung des Austauschs mit den Nachbarkommunen		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
14.	Sanierungsberatung in Quartieren mit besonderem Sanierungsbedarf			■	■	■																
15.	Aktionen und Angebote durch lokalen Energieversorger (und/oder Handwerk) für Heizungen		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Meilensteine					**MS1**		**MS2**														**MS3**

1. Meilenstein: Infrastrukturmaßnahmen (erste Iteration) abgeschlossen 2. Meilenstein: Aktualisierung der kommunalen Wärmeplanung 3. Meilenstein: Abschluss der Wärmetransformation in Wermelskirchen

Abbildung 90: Verstetigungsfahrplan der Maßnahmen

8.1 Akteure der Verstetigung

Für die Verstetigung des Wärmeplans werden alle für die Schaffung einer klimaneutralen Wärmeversorgung notwendigen Akteure eingebunden. Deren Aufgaben werden im Folgenenden beschrieben und sind zusammenfassend in Tabelle 15 dargelegt.

Die Kommunalverwaltung der Stadt Wermelskirchen übernimmt hier eine zentrale Rolle in der Koordination und Steuerung der Wärmeversorgung. 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. Als zentrale Koordinierungsstelle übernimmt die Kommunalverwaltung auch die Koordinierung der zentralen Öffentlichkeitsarbeit für die Wärmeplanung, sodass die Bürgerinnen und Bürger einen Ansprechpartner haben, der Anfragen dann ggf. an weitere Akteure weiterleitet.

Die BEW Bergische Energie- und Wasser-GmbH übernimmt Planung, Bau und Betrieb der Strom- und Gasnetze. Dabei steht vor allem die Ertüchtigung der Stromnetze, für die sichere Versorgung von dezentralen Wärmepumpen, und die Stilllegung oder potenzielle Umwidmung der Gasnetze (für die Durchleitung von Wasserstoff) im Fokus. Im Zuge eines potenziellen Wärmenetzes könnten grundsätzlich auch weitere Netzbetreiber hinzukommen, deren Aufgaben neben Planung, Bau und Betrieb des Wärmenetzes auch die Integration von erneuerbaren Wärmequellen in die Wärmenetze sind. Die Infrastrukturbetreiber nehmen durch ihre Aufgaben eine zentrale Rolle im Gelingen der Wärmewende ein. Neben den technischen Themen stehen die BEW Bergische Energie- und Wasser-GmbH und potenzielle weitere Netzbetreiber für die Beratung von Privat- und Gewerbekunden hinsichtlich des Netzanschlusses sowie der Nutzung und Umstellung auf erneuerbare Wärmequellen zur Verfügung.

Die Bürgerinnen und Bürger tragen mit ihren Entscheidungen eine Hauptverantwortung für das Gelingen der Wärmewende. Da die Bürgerinnen und Bürger in der Regel kein Fachwissen im Themenfeld der Wärmeversorgung haben, ist eine aktive Beteiligung umso wichtiger. Daher sollen sich die Bürgerinnen und Bürger an Planungsprozessen und Informationsveranstaltungen beteiligen. Nur dadurch entsteht Verständnis für durchzuführende Einzelmaßnahmen des Wärmeplans. Gleichzeitig kann nur auf Basis von aktiver Beteiligung eine Diskussion entstehen, die in Konsens mündet und zu Akzeptanz führt. Dieser Diskurs und der notwendige Konsens sind wichtig, da ein Großteil der notwendigen Investitionen im privaten Bereich durchgeführt wird.

Wohnungsbaugesellschaften sowie Immobilienentwicklerinnen und Immobilienentwickler sollten die Wärmeplanung bei der Errichtung neuer Wohn- und Gewerbegebäude direkt mitberücksichtigen, 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.

(Gebäude-)Energieberaterinnen und -berater, Handwerksbetriebe und Fachfirmen sowie Schornsteinfegerinnen und Schornsteinfeger nehmen eine Schlüsselposition in der Einzelberatung von Bürgerinnen und Bürgern ein, da diese die einzelnen Gebäude individuell analysieren und gezielte Energieeinsparungsmaßnahmen und Heizungslösungen im Einklang mit dem Wärmeplan ausarbeiten. Die Handwerksbetriebe und Fachfirmen sind letztlich auch die Akteure, die die empfohlenen

Maßnahmen umsetzen und für Wartung und Betrieb von Wärmeversorgungslösungen im privaten Bereich zuständig sind.

Finanzinstitute stellen maßgeschneiderte Finanzierungslösungen und Kredite für Investitionen in erneuerbare Wärmetechnologien bereit und beraten zu verfügbaren Förderprogrammen und unterstützen bei der Beantragung.

Tabelle 15: 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.
Netzbetreiber/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.

8.2 Organisation der Verstetigungsstrategie in Arbeitsgruppen

Für die Verstetigung der kommunalen Wärmeplanung kann eine Arbeitsgruppe „Wärmewende" eingerichtet werden, die aus allen Akteuren der Wärmewende in Wermelskirchen besteht. Optional kann

innerhalb dieser Arbeitsgruppe zusätzlich eine Arbeitsgruppe für die netzgebundene Wärmeversorgung eingerichtet werden, die sich mit der Umsetzung der leitungsgebundenen Energieversorgung für die Grundlagenschaffung der Wärmewende befasst. Die Leitung beider Arbeitsgruppen sollte der für den Klimaschutz zuständige Fachbereich übernehmen, welcher somit die zentrale Koordinierungsstelle für die Wärmewende in Wermelskirchen darstellt. Dieser Fachbereich führt zudem zentral die Kommunikation bzgl. der Wärmewende und der Wärmeplanung mit den Bürgerinnen und Bürgern und berichtet in regelmäßigen Abständen der Politik.

Die Arbeitsgruppe „Wärmewende" sollte aus den verschiedenen relevanten Fachbereichen der Kommunalverwaltung Wermelskirchen, der BEW Bergische Energie- und Wasser-GmbH sowie den weiteren direkten Akteuren der Wärmewende, wie den Schornsteinfegern, Handwerksbetrieben und Fachfirmen, den (Gebäude-)Energieberatern sowie den (lokalen) Finanzinstituten bestehen.

Im Rahmen der Arbeitsgruppe können beispielsweise halbjährlich oder jährlich Arbeitsgruppentreffen stattfinden, bei denen der Stand aktueller Maßnahmen und die Vorbereitung zukünftiger Maßnahmen berichtet und diskutiert werden sollen. Der Fokus der Arbeitsgruppe liegt dabei auf der übergeordneten Betrachtung der Maßnahmen im Gemeindegebiet, sodass hier bspw. der aktuelle Stand einzelner Maßnahmen vorgestellt, Zeitpläne sowie Zuständigkeiten abgestimmt und ggf. Anpassungsnotwendigkeiten zur Zielerreichung der Wärmewende diskutiert werden. So kann bspw. kommuniziert werden,

- in welchen Gebieten ein Wärmenetz gebaut werden soll (Netzbetreiber/Energieversorger),
- wo der Wärmepumpenausbau voranschreitet (bspw. durch Handwerksbetriebe/Fachfirmen/ Schornsteinfegerinnen und Schornsteinfeger),
- wo Hindernisse in der Umsetzung einzelner Heizungsumstellungs- oder Sanierungsmaßnahmen sind und was ggf. der Auslöser dafür ist (bspw. durch Handwerksbetriebe/Fachfirmen/ Energieberaterinnen und Energieberater)
- welche neuen Förderprodukte es zur Unterstützung von Heizungsumstellungs- oder Sanierungsmaßnahmen existieren und wie die Förderanträge gestellt werden können (bspw. durch Finanzinstitute).

Damit wird das Ziel verfolgt, durch diese Arbeitsgruppe nicht nur den Austausch der einzelnen Akteure sowie der Wissensvermittlung zu stärken, sondern auch ein klares Bild über den aktuellen Stand der Wärmewende in Wermelskirchen zu erlangen sowie Ideen und Anregungen zur Förderung der Wärmewende zu sammeln, notwendige Unterstützungsmaßnahmen zu identifizieren und dadurch Handlungsempfehlungen an die Politik und Bürgerinnen und Bürger abzuleiten. Aus dieser übergreifenden Betrachtung heraus lässt sich dann eine räumliche Spezifizierung und Differenzierung der einzelnen Wärmeversorgungsgebiete zur Operationalisierung des Wärmeplans und seiner Maßnahmen ableiten.

Im Rahmen der Arbeitsgruppe wird das im folgenden Abschnitt beschriebene Controlling durchgeführt und die Ergebnisse im Rahmen des Arbeitsgruppentreffens zunächst vorgestellt und diskutiert. Im Anschluss sollten ein Controlling-Bericht erstellt und der Politik vorgestellt sowie gleichzeitig der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden.

Ein weiterer wichtiger Schritt der Umsetzung des Wärmeplans ist dessen Integration in kommunale Planungsinstrumente. Durch die Verzahnung der unterschiedlichen Instrumente wird für eine nachhaltige Verankerung gesorgt. Der Wärmeplan soll, wie bereits zuvor beschrieben, eng mit der

Bauleitplanung sowie mit bestehenden Klimaschutzkonzepten verbunden werden. So kann sichergestellt werden, dass die strategische Ausrichtung der Wärmeversorgung mit der Stadtentwicklung abgestimmt ist. Diese koordinierte Herangehensweise ermöglicht die optimale Abstimmung von Flächenbedarfen, technischen Anforderungen und Ausbauzeiten, wodurch Doppelarbeit und Planungskonflikte vermieden werden.

9 Controlling-Konzept

Ein Controlling- und Monitoring-Konzept ist von zentraler Bedeutung, um die Umsetzung der Wärmewende in Wermelskirchen zu überwachen und zu bewerten. Dazu bedarf es geeigneter Indikatoren und Instrumente, mit denen die Stadt künftig den Fortschritt der Maßnahmen sowie die Entwicklung der Wärmetransformation regelmäßig überprüfen kann. So soll es ermöglicht werden, bei Bedarf nachzusteuern und Erfolge messbar zu machen.

Zum einen werden die Rahmenbedingungen für die kontinuierliche Erfassung und Auswertung der Energie- und Treibhausgasbilanz für den gesamten Untersuchungsraum dargestellt (Controlling Top-Down), zum anderen werden Regelungen für die Überprüfung der Wirksamkeit der Maßnahmen im Hinblick auf die Erreichung der definierten Klimaschutzziele festgelegt (Controlling Bottom-Up). Dazu bedarf es der Definition von Erfolgsindikatoren im Hinblick auf die Maßnahmen, deren Entwicklung dokumentiert werden muss und die potenziell zu Anpassungen der Maßnahmen führen können. Indikatoren sind dabei als messbare Größen oder Kennzahlen zu verstehen, die Aufschluss über die Leistung und den Fortschritt der Maßnahmen geben. Diese Indikatoren können finanzieller, operativer, qualitativer oder quantitativer Natur sein. Beispiele für Indikatoren sind der Anteil von Erneuerbaren Energien oder übergeordnet die CO_2-Emissionen. Die Auswahl der Indikatoren wird eng mit den Zielen und den spezifischen Anforderungen der Stadt verknüpft. Um dies weiter zu konkretisieren, verdeutlicht Abbildung 91 die zentralen Elemente eines wirkungsvollen Controlling-Konzeptes und zeigt deren wechselseitige Abhängigkeiten für die erfolgreiche Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung.

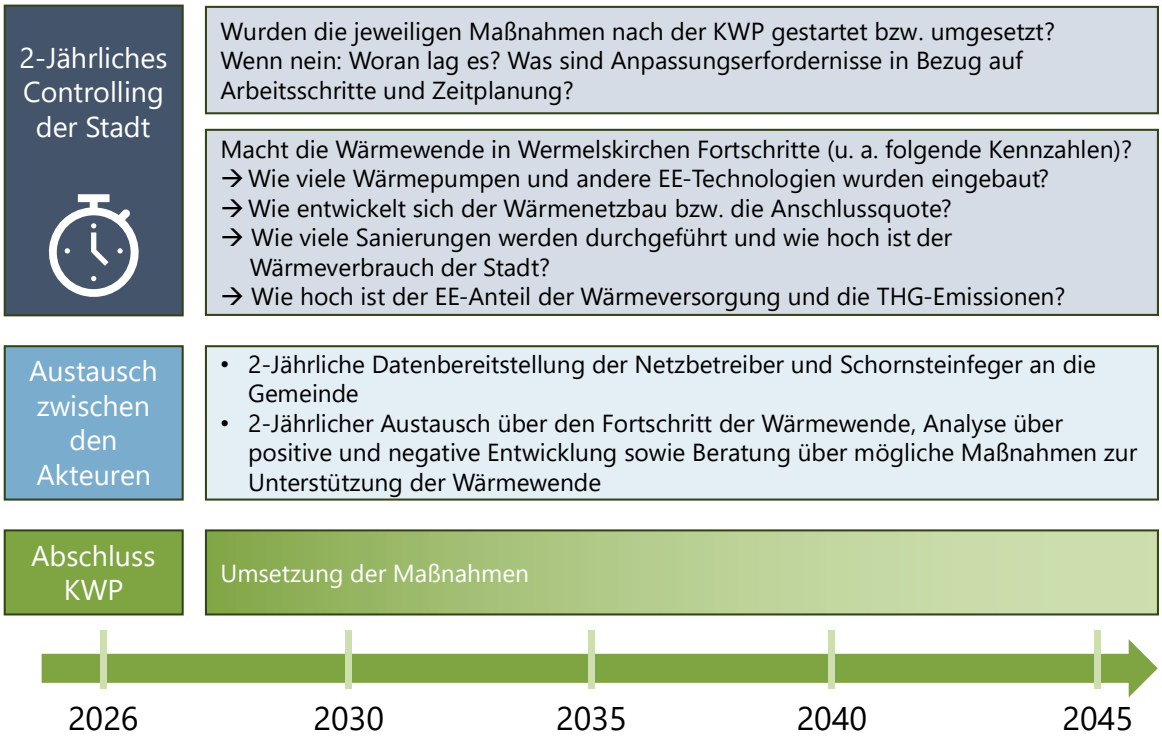


Abbildung 91: Schematische Darstellung des Controlling-Konzepts für Wermelskirchen

Es wird erkennbar, dass ein effektives Controlling nicht allein auf der Datenerhebung beruht, sondern ein integriertes Steuerungsinstrument darstellt, das klare Verantwortlichkeiten, transparente Kommunikationswege und eine langfristige Orientierung verbindet. Zugleich wird deutlich, dass nur das Zusammenspiel dieser Faktoren eine belastbare Grundlage schafft, um Fortschritte nachvollziehbar zu bewerten, Abweichungen frühzeitig zu identifizieren und zielgerichtete Anpassungen zur Sicherstellung der Wärmewende vorzunehmen.

9.1 Aufgaben der Akteure im Controlling-Prozess

Auch im Rahmen des Controllings bedarf es der Mitarbeit der verschiedenen Akteure, denen unterschiedliche Aufgaben zukommen.

Die Kommunalverwaltung der Stadt Wermelskirchen koordiniert das Monitoring und hat dabei die Aufgabe, den Gesamtüberblick zu behalten und sicherzustellen, dass alle relevanten Maßnahmen aus dem Wärmeplan erfasst und bewertet werden. Dies beinhaltet auch die Zusammenführung der Ergebnisse der verschiedenen Akteure sowie eine potenzielle Anpassung der Umsetzungsstrategie. Durch die im Verstetigungs- und Fortschreibungskonzept gebildete Arbeitsgruppe lassen sich die verschiedenen Akteure auch für das Monitoring ihrer Daten und Maßnahmen miteinbinden. Eine wichtige Rolle spielt dabei die Festlegung von klaren Verantwortlichkeiten und wer welche Daten liefern muss. Zudem sollte ein Zeitrahmen für die Erhebung von Daten und Kennzahlen sowie die Berichterstattung (z.B. quartalsweise, halbjährlich) festgelegt werden. Der Kommunalverwaltung obliegt außerdem die Erstellung und Verteilung der regelmäßigen Berichte, in denen der Fortschritt der Wärmeplanung dokumentiert und bewertet wird.

Die BEW Bergische Energie- und Wasser-GmbH trägt durch die Bereitstellung von Daten zur Energieerzeugung, zum Energieverbrauch, zu Betriebskosten und zur Effizienz der Systeme maßgeblich zur Informationsgrundlage bei. Darüber hinaus führt sie technische Analysen durch, um Optimierungspotenziale zu identifizieren und Verbesserungsvorschläge in die gemeinsame Planung einzubringen.

Auch die Bürgerinnen und Bürger leisten einen wichtigen Beitrag, indem sie Rückmeldungen zu den installierten Systemen und deren Performance geben können. Ergänzend können sie sich an regelmäßigen Umfragen beteiligen, die zusätzliche Informationen zur praktischen Umsetzung und Akzeptanz der Maßnahmen liefern. Dies erfolgt beispielsweise im Rahmen der geplanten Informationsveranstaltung und durch Nutzung weiterer Beratungs- und Unterstützungsangebote der Stadt Wermelskirchen.

Die Wohnungsbaugesellschaften und Immobilienentwickler sollen den Prozess durch regelmäßige Berichterstattung über Fortschritte bei Neubau- und Sanierungsvorhaben unterstützen. Darüber hinaus sollen sie mit der Stadt und den Energieversorgern bei der Datenerhebung und Analyse kooperieren, um die Entwicklungen im Gebäudebestand transparent nachvollziehen zu können.

Die Handwerksbetriebe und Fachfirmen übernehmen schließlich eine wichtige Rolle in der Qualitätssicherung. Sie gewährleisten die ordnungsgemäße Installation und Wartung der Systeme und dokumentieren diese durch regelmäßige Wartungsberichte.

Durch dieses abgestimmte Zusammenspiel aller Beteiligten wird eine solide Grundlage für eine datenbasierte, transparente und effiziente Steuerung der kommunalen Wärmeplanung geschaffen.

9.2 Kennzahlen für das Controlling

Im Hinblick auf die Definition von Zielen und Kennzahlen dient unter anderem der Projektplan zur Maßnahmenverstetigung aus Abbildung 90 als Orientierung und Grundlage. Neben der zeitlichen Einhaltung der Maßnahmen lassen sich damit die aus dem Zielszenario bestimmten Pfade für die Reduktion des Wärmebedarfs durch Sanierungsmaßnahmen sowie die Erhöhung des EE-Anteils und der damit einhergehenden Reduktion der CO_2-Emissionen kontrollieren.

Zum Monitoring und damit Controlling der Maßnahmen sind folgende Kennzahlen von Bedeutung:

1. Anteil Erneuerbarer Energien insgesamt
2. CO_2-Emissionen
3. Anzahl der Gebäude mit Wärmepumpen
4. Wärmenetzanschlüsse
5. Erdgasnetzanschlüsse
6. Anzahl der umgestellten Heizungstechnologien auf eine klimaneutrale Heizung
7. Anteil Erneuerbarer Energien in Wärme-/Gasnetzen
8. Ausbau lokaler erneuerbarer Strom- und Wärmeerzeugung / Status der Potenzialerschließung von Wärmequellen
9. (Spezifischer) Wärmeverbrauch der Gebäude je Energieträger
10. Dekarbonisierung kommunaler Liegenschaften
11. Anzahl durchgeführter Energieberatungen
12. Sanierungsrate
13. Beanspruchte Fördergelder

Insbesondere die Anteile der Energieträger in den Wärmenetzen geben außerdem vor, welche Potenziale an Energie durch die einzelnen Technologien in den jeweiligen Jahren erschlossen werden müssen. In Tabelle 16 ist ergänzend eine Liste sinnvoller Kennzahlen und ihrer Datenquellen nach verschiedenen Kategorien geordnet dargestellt.

Das Controlling des Fortschritts bei den weniger quantitativen Maßnahmen, wie den Informationsveranstaltungen, kann neben der Anzahl durchgeführter Energieberatungen, der Sanierungsberatung und beanspruchter Fördergelder auch über die Anzahl der daraus entstehenden Projekte, Programme oder beispielsweise Vereine (Energiegenossenschaften etc.) geschehen. Welche Ziele oder Kennzahlen für das Monitoring sinnvoll sind, wird zudem für jede Maßnahme im jeweiligen Steckbrief aufgeführt. Im Großen und Ganzen wirken jedoch viele Maßnahmen auf viele Ziele und Kennzahlen, wenn auch nur indirekt, sodass der Erfolg der Wärmwendestrategie anhand des Zusammenspiels aller Maßnahmen gemessen werden sollte.

Um das Controlling dieser Kennzahlen bewerkstelligen zu können, bedarf es Instrumente zur Datenerhebung und -evaluierung, wie digitale Monitoring-Plattformen (zur Einbindung verschiedener Quellen), regelmäßige Fortschrittsberichte (zur Dokumentation des Stands der Umsetzung, erreichter Meilensteine sowie Herausforderungen und notwendiger Anpassungen), Geoinformationssysteme und eines CO_2-Bilanzierungstools. Eine weitere mögliche Maßnahme zur Implementierung des Controlling-Konzepts in der kommunalen Wärmeplanung ist die fortlaufende Nutzung des digitalen Zwillings (GIS-Modell). Das GIS-Modell ermöglicht es, kontinuierlich aktuelle Daten über die Entwicklung und Nutzung der Wärmeversorgung im gesamten Versorgungsgebiet zu sammeln, zu

beobachten und auszuwerten. Der digitale Zwilling der Wärmeversorgung dient dazu, in Echtzeit die Wärmebedarfsentwicklung, Effizienz, Netzbelastung und CO_2-Emissionen zu überwachen und zu analysieren. Er soll die Transparenz verbessern und datenbasierte Entscheidungen unterstützen, um die Wärmeversorgung nachhaltig und wirtschaftlich zu optimieren.

Tabelle 16: Mögliche Kennzahlen für das Controlling-Konzept sowie potenzielle Datenquellen

Kategorie	KPIs	Datenquellen
Heizsysteme	▪ Anzahl installierter Wärmepumpen ▪ Zubau an Wärmepumpen in % ▪ Anzahl und Anteil von Öl- und Gasheizungen ▪ Durchschnittliches Alter der Heizsysteme in Jahren	Schornsteinfeger: ▪ Brennstoffnutzung ▪ Art der Wärmeerzeugungsanlagen ▪ Effizienz der Heizsysteme Energieversorger: ▪ Wärmestrom-Daten ▪ Wärmepumpen-Anschlüsse
Energieverbrauch	▪ Gesamtwärmeverbrauch der Kommune nach Energieträger und Sektoren in MWh/a	Energieversorger: Energieverbrauch nach Energieträger Zuordnung der Sektoren z.B. über LANUK Heizölabsatz ggf. über Händler
Versorgungsnetze	▪ Investitionssummen in Versorgungsnetze (Strom und Wärme) in Euro ▪ Verlegte Trassenlänge der Wärmenetz in m ▪ Anschlüsse an Wärmenetze	Netzbetreiber / Energieversorger: ▪ Netzlänge und -investitionen ▪ Anzahl der Anschlüsse ▪ Wärmeerzeugungsmengen
Sanierung	▪ Sanierungsquote pro Jahr in %	Handwerksbetriebe: Durchgeführte Wartungen und Sanierungsmaßnahmen Energieberater: Fördermittelanträge
Anteil Erneuerbarer Energien	▪ Installierte Leistung von EE-Erzeugungsanlagen in MW ▪ EE-Anteil an lokalem Wärmeverbrauch in %	Marktstammdatenregister für Erzeugungsleistung Berechnungen auf Basis der o.g. Daten
CO_2-Bilanz	▪ CO_2-Bilanz des kommunalen Wärmeverbrauchs nach Sektoren und Energieträgern in t/Jahr ▪ CO_2-Reduktion gegenüber Basisjahr in %	Berechnung auf Basis des Energieverbrauchs

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

Literaturverzeichnis

[1] Agentur für Erneuerbare Energien e.V., „Wärme und Kälte aus Erneuerbaren Energien 2023 in Deutschland“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/waerme-und-kaelte-aus-erneuerbaren-energien-in-deutschland-2023

[2] Institut Wohnen und Umwelt, „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

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

[4] Institut Wohnen und Umwelt, „Datenbasis Gebäudebestand“, Dez. 2010. [Online]. Verfügbar unter: https://datenbasis.iwu.de/dl/Endbericht_Datenbasis.pdf

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

[6] Institut Wohnen und Umwelt, „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

[7] 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/

[8] Umweltbundesamt, „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

[9] 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

[10] P. Hermann, „Wie funktioniert eine Wärmepumpe?“, www.heizung.de. [Online]. Verfügbar unter: https://www.heizung.de/waermepumpe/funktionsweise.html

[11] S. Lengning, N. Langreder, F. Lettow, M. Sahnoun, S. Kreidelmeyer, und A. Wünsch, „Technikkatalog Wärmeplanung“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung

[12] A. Rosenkranz, „Luft-Wasser-Wärmepumpe: Heizen mit Wärme aus der Umgebungsluft“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.heizung.de/waermepumpe/luft-wasser-waermepumpe.html

[13] heizung.de, „Sole-Wasser-Wärmepumpe: Funktion, Kosten & kurzes FAQ“, www.heizung.de. [Online]. Verfügbar unter: https://www.heizung.de/waermepumpe/sole-wasser-waermepumpe.html

[14] F. Hopp, „Wie funktioniert Geothermie?“, www.erdwaermebohrer.de. [Online]. Verfügbar unter: https://erdwaermebohrer.de/geothermie/

[15] energie-fachberater.de, „Grundwasserwärmepumpe - alles zu Funktion, Bedingungen und Kosten“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.energie-fachberater.de/heizung-lueftung/heizung/waermepumpe/grundwasserwaermepumpe-alles-zu-funktion-bedingungen-und-kosten.php
[16] R. Meyer, S. Herkel, und C. Kost, „Die Rolle von Wasserstoff im Gebäudesektor: Vergleich technischer Möglichkeiten und Kosten defossilisierter Optionen der Wärmeerzeugung“, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.kopernikus-projekte.de/lw_resource/datapool/systemfiles/cbox/1713/live/lw_datei/ariadne-analyse_wasserstoffgebaeudesektor_september2021.pdf
[17] 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
[18] Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung des Landes Nordrhein-Westfalen, „INSPIRE-WFS NW Denkmäler“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.wms.nrw.de/wms/wms_nw_inspire-denkmal?
[19] LANUK, „Daten kommunale Wärmeplanung“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/umwelt_klima/energie/kwp/
[20] Statistisches Bundesamt, „Zensus 2022“. 15. Mai 2022. [Online]. Verfügbar unter: https://www.zensus2022.de/DE/Ergebnisse-des-Zensus/_inhalt.html
[21] Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V, „Spezifischer Wärmebedarf von Gebäuden nach Baujahr“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.dvgw.de/medien/asue/themen/kwk/bhkw/Bilder/asue_Spezifischer-Waermebedarf-nach-Baujahr-in-kwh-pro-m2-und-a.jpg
[22] Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen (LANUK), „Wärmekataster NRW“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.energieatlas.nrw.de/site/planungskarte_waerme
[23] M. Peters, S. Steidle, und H. Böhnsich, „Kommunale Wärmeplanung - Handlungsleitfaden“, Stuttgart, Dez. 2020.
[24] Behörde für Umwelt und Energie, „Wärmekataster Handbuch“, Hamburg, 2019.
[25] Statistisches Bundesamt, „Stromerzeugung 2023: 56 % aus erneuerbaren Energieträgern“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2024/03/PD24_087_43312.html
[26] LANUK, „Wärmestudie NRW“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.energieatlas.nrw.de/site/waermestudienrw_ergebnisse
[27] Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen (LANUK), „Solarkataster NRW: Freiflächenphotovoltaik - Flächenkulisse nach LEP für raumbedeutsame Anlagen“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/umwelt_klima/energie/solarkataster/lep_flaechenkulisse/
[28] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), „Solarkataster NRW: Solarthermie-Potenziale auf Dachflächen für die Warmwasseraufbereitung für NRW, Regierungsbezirke, Planungsregionen, Kreise und Städte und Gemeinden“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.energieatlas.nrw.de/site/Media/Default/Dokumente/Potenziale_ST.pdf
[29] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), „Excel-Tabelle zu den Ergebnissen der LANUV-Potenzialstudien“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/umwelt_klima/energie/ee/EE-Potenziale-Energieatlas-NRW_EPSG25832_Excel.xlsx
[30] R. Buri und B. Kobel, „Wärmenutzung aus Abwasser“, 2004. [Online]. Verfügbar unter: https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-

um/intern/Dateien/Dokumente/5_Energie/Energieeffizienz/Abwasserwaermenutzung/Leitfaden_Ratgeber/Leitfaden_Waerme_aus_Abwasser.pdf
[31] Geologischer Dienst NRW, „IS GT DS - Informationssystem Geothermie von Nordrhein-Westfalen - Datensatz“. [Online]. Verfügbar unter: https://ckan.open.nrw/dataset/912ad0a6-5eb4-4df3-a19f-908c33650964
[32] Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen, „Geothermie in NRW – Standortcheck“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.geothermie.nrw.de/
[33] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, „Plattform für Abwärme“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Effizienzpolitik/Plattform_fuer_Abwaerme/plattform_fuer_abwaerme_node.html
[34] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), „Leitfaden Feste Biobrennstoffe“, Mai 2014. [Online]. Verfügbar unter: https://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/leitfaden-festebiobrennstoffe_web.pdf
[35] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), „Biogas“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/bioeokonomie-nachwachsende-rohstoffe/biogas
[36] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), „BASISDATEN BIOENERGIE 2024“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.fnr.de/fileadmin/Projekte/2023/Mediathek/Broschuere_Basisdaten_Bioenergie_2023_web.pdf
[37] „Atlas Agrarstatistik Deutschland“. [Online]. Verfügbar unter: https://agraratlas.statistikportal.de/
[38] Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ), „Die Rolle von Biogas für eine sichere Gasversorgung in Deutschland“, Mai 2022. [Online]. Verfügbar unter: https://www.dbfz.de/fileadmin/user_upload/Referenzen/Statements/Positionspapier_Biogas_Ukraine.pdf
[39] Geofabrik, „OpenStreetMap Data Extracts“. [Online]. Verfügbar unter: https://download.geofabrik.de/
[40] Stadtverwaltung Wuppertal und Verbraucherzentrale Wuppertal, „Gebäudetypologie der Stadt Wuppertal“, Gebäudetypologie der Stadt Wuppertal, Feb. 2016.
[41] S. Kippelt, „Dezentrale Flexibilitätsoptionen und ihr Beitrag zum Ausgleich der fluktuierenden Stromerzeugung Erneuerbarer Energien“, TU Dortmund, 2017.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Trinkwasserbereitstellung nach Gebäudetyp (eigene Darstellung nach [4]) 18
Abbildung 2: Jahresdauerlinie aufgeteilt nach Raumwärme und Trinkwarmwasser (eigene Darstellung nach [5]) 19
Abbildung 3: Jahresdauerlinie aufgeteilt nach Grundlast und Spitzenlast (eigene Darstellung nach [5]) 20
Abbildung 4: Mögliche Ausführungen der wesentlichen Bauteile von Gebäuden hinsichtlich der Dämmung [6] 22
Abbildung 5: Temperaturklassen und Heizkörper [7] 22
Abbildung 6: Beispielhafte Heizkurven verschiedener Heizsysteme [7] 23
Abbildung 7: Art der Wärmedämmung im Überblick und nach Wandtypen (eigene Darstellung nach [4]) 24
Abbildung 8: Verglasungsarten nach Fensterbaujahr in Deutschland (eigene Darstellung nach [4]) 25
Abbildung 9: Sanierungsraten und Sanierungszyklus (eigene Darstellung nach [9]) 26
Abbildung 10: Prozentualer Anteil der gedämmten Flächen von Außenwänden, Fußböden, Kellerdecken und Dächern in verschiedenen Wohngebäudetypen, unterteilt nach Baujahren (eigene Darstellung nach [9] mit Stand 2016) 27
Abbildung 11: Nachträglich gedämmte Bauteilfläche von Außenwänden, Fußböden/Kellerdecken und Dächern (eigene Darstellung nach [9] mit Stand 2016) 27
Abbildung 12: Typische Wärme-Jahresdauerlinie von Haushalten für ein Hybridsystem [5] 35
Abbildung 13: Flächennutzung der Stadt Wermelskirchen [17] 39
Abbildung 14: Anzahl der Gebäude je Gebäudetyp 40
Abbildung 15: Primärer Gebäudetyp auf Baublockebene 41
Abbildung 16: Anzahl der Gebäude je Baujahresklasse 41
Abbildung 17: Primäre Baujahresklasse auf Baublockebene 42
Abbildung 18: Spezifischer Wärmebedarf aller Gebäude 43
Abbildung 19: Lage des Erdgasnetzes auf Baublockebene 44
Abbildung 20: Jährlicher Wärmebedarf (alle Sektoren) in GWh 45
Abbildung 21: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Haushalte) in GWh 46
Abbildung 22: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor öffentliche Gebäude) in GWh 47
Abbildung 23: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor GHD) in GWh 47
Abbildung 24: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Industrie) in GWh 48
Abbildung 25: Anteil von Erdgas am Wärmebedarf auf Baublockebene 49
Abbildung 26: Anteil von Heizöl am Wärmebedarf auf Baublockebene 50
Abbildung 27: Anteil von Strom und Umweltwärme am Wärmebedarf auf Baublockebene 50
Abbildung 28: Anteil von Biomasse am Wärmebedarf auf Baublockebene 51
Abbildung 29: Anteil von sonstigen Brennstoffen am Wärmebedarf auf Baublockebene 52
Abbildung 30: Primärer Energieträger (bezogen auf Wärmebedarf) auf Baublockebene 53
Abbildung 31: Anzahl versorgter Gebäude nach Energieträger 54
Abbildung 32: Anzahl der Gebäude mit Erdgas zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene 54
Abbildung 33: Anzahl der Gebäude mit Heizöl zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene 55

Abbildung 34: Anzahl der Gebäude mit Strom zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene 56
Abbildung 35: Anzahl der Gebäude mit Biomasse zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene 57
Abbildung 36: Anzahl der Gebäude mit sonstigem Brennstoff zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene 57
Abbildung 37: Altersstruktur der Erdgasheizungen 58
Abbildung 38: Altersstruktur der Ölheizungen 59
Abbildung 39: Altersstruktur der Biomasseheizungen 60
Abbildung 40: Altersstruktur der Flüssiggasheizungen 60
Abbildung 41: Wärmeflächendichte auf Baublockebene 61
Abbildung 42: Wärmeliniendichte auf Straßenzugebene 62
Abbildung 43: Lokalisation von Großverbrauchern auf Baublockebene 63
Abbildung 44: Anteil erneuerbarer Energien am Wärmebedarf in Abhängigkeit des Energieträgers 64
Abbildung 45: Anteil erneuerbarer Energien am Wärmebedarf auf Baublockebene 64
Abbildung 46: Jährliche Treibhausgasemissionen (alle Sektoren) in Tsd. T 65
Abbildung 47: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Haushalte) in Tsd. t 66
Abbildung 48: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor öffentliche Gebäude) in Tsd. T 66
Abbildung 49: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor GHD) in Tsd. t 67
Abbildung 50: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Industrie) in Tsd. t 67
Abbildung 51: Zusammenfassung der Potenziale für die Wärmeversorgung nach [26] 69
Abbildung 52: Bedeutsame Schutzgebiete in Wermelskirchen 71
Abbildung 53: Wasserschutzgebiete in Wermelskirchen 72
Abbildung 54: Potenzial für Freiflächen-Solarthermie auf Flurebene nach [19] und [26] 73
Abbildung 55: Flächen für raumbedeutsame Anlagen nach Landesentwicklungsplan [27] 74
Abbildung 56: Standorte der untersuchten Gewässer und Kläranlagen 76
Abbildung 57: Kläranlagen und Kanalabschnitte ab DN 800 im Stadtgebiet Wermelskirchen 79
Abbildung 58: Oberflächennahe Geothermie: Geothermische Voraussetzungen [32] 82
Abbildung 59: Erdwärmekollektoren-Potenzial auf Freiflächen 83
Abbildung 60: Erdsonden-Potenzial auf Freiflächen 84
Abbildung 61: Standorte der Unternehmen mit Abwärmepotenzial 85
Abbildung 62: Thermische Leistung der Potenzialflächen für zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen 88
Abbildung 63: Zusammenfassung der Potenzialanalyse 89
Abbildung 64: Lösungsraum der Wärmetechnologien 91
Abbildung 65: Methodischen Vorgehens zur Erstellung des Zielszenarios 92
Abbildung 66: Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfs durch Sanierung 94
Abbildung 67: Sanierungspotenzial (bezogen auf Wärmebedarf) auf Baublockebene 95
Abbildung 68: Eignung der Wärmeversorgungsart Luft-Wasser-Wärmepumpe für das Zieljahr 2045 97
Abbildung 69: Eignung der Wärmeversorgungsart Sole-Wasser-Wärmepumpe für das Zieljahr 2045 98
Abbildung 70: Eignung der Wärmeversorgungsart „dezentrale Versorgung“ für das Zieljahr 2045 99

Abbildung 71: Eignung der Wärmeversorgungsart „Wärmenetz“ für das Zieljahr 2045 100
Abbildung 72: Eignung der Wärmeversorgungsart „Wasserstoffnetz“ bzw. „Netze mit erneuerbaren Gasen“ für das Zieljahr 2045 101
Abbildung 73: Leitungsstruktur des Wärmenetzes in Variante 1 104
Abbildung 74: Leitungsstruktur des Wärmenetzes in Variante 2 105
Abbildung 75: Leitungsstruktur des Wärmenetzes in Variante 3 106
Abbildung 76: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete 108
Abbildung 77: Anzahl versorgter Gebäude je Technologie im Zieljahr 2045 109
Abbildung 78: Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfs nach Energieträgern bis zum Zieljahr 2045 110
Abbildung 79: Primärer Energieträger nach Wärmebedarf auf Baublockebene im Zieljahr 2045 111
Abbildung 80: Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfs nach Verbrauchssektoren bis zum Zieljahr 2045 111
Abbildung 81: Entwicklung der jährlichen Treibhausgasemissionen nach Energieträgern bis zum Zieljahr 2045 112
Abbildung 82: Entwicklung des Anteils Erneuerbarer Energien bis zum Zieljahr 2045 113
Abbildung 83: Jährlicher Wärmebedarf der gasnetzversorgten Gebäude 114
Abbildung 84: Anzahl der Gebäude am Gasnetz 114
Abbildung 85: Anzahl der Gebäude an Wärmenetzen 115
Abbildung 86: Wärmebedarf von Wärmenetzen 115
Abbildung 87: Anzahl der Gebäude mit Wärmepumpen 116
Abbildung 88: Wärmebedarf der Wärmepumpen 117
Abbildung 89: Elektrische Leistung der dezentralen Stromheizungen im Zieljahr 2045 auf Baublockebene 118
Abbildung 90: Verstetigungsfahrplan der Maßnahmen 137
Abbildung 91: Schematische Darstellung des Controlling-Konzepts für Wermelskirchen 142

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Charakterisierung der Wohngebäude nach Baujahresklassen nach Institut Wohnen und Umwelt (IWU) [2] 16
Tabelle 2: Typische Heizwärmebedarfe von Wohngebäuden [3] 17
Tabelle 3: Heizlastdichte in W/m² für unterschiedliche Baujahre und Gebäudetypen [3] 18
Tabelle 4: Datengrundlage für die Bestandsanalyse 38
Tabelle 5: Schutzgebiete in Wermelskirchen und ihre Bedeutung für Wärmeerzeugungsanlagen 70
Tabelle 6: Durchfluss und Wärmepotenzial der untersuchten Fließgewässer 76
Tabelle 7: Potenzialabschätzung von Seethermie 78
Tabelle 8: Potenzialabschätzung Kanalnetz 79
Tabelle 9: Unternehmen mit erfasstem Abwärmepotenzial 84
Tabelle 10: Potenzial der gasförmigen und festen Biomasse 86
Tabelle 11: Betrachtete Sanierungsklassen 93
Tabelle 12: Wirtschaftlichkeitsvergleich der Wärmenetzvarianten 106
Tabelle 13: Übersicht der prioritären Maßnahmen 119
Tabelle 14: Übersicht der weiteren Maßnahmen 119
Tabelle 15: Aufgaben der Akteure 139
Tabelle 16: Mögliche Kennzahlen für das Controlling-Konzept sowie potenzielle Datenquellen 145