



Projektzwischenbericht

Kommunale **Wärmeplanung** der Stadt Wermelskirchen.

Impressum

Kommunale Wärmeplanung Stadt Wermelskirchen

Auftraggeber: Stadt Wermelskirchen, Telegrafienstraße 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:

Januar 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
Abkürzungsverzeichnis.....	4
1 Einführung.....	5
2 Bestandsanalyse.....	6
2.1 Datengrundlage.....	6
2.2 Vorprüfung	6
2.3 Gebäudebestand und Netzinfrastrukturen.....	7
2.4 Wärmebedarf nach Energieträgern und Sektoren.....	13
2.5 Anzahl versorgter Gebäude.....	21
2.6 Altersstruktur der Heizungen	26
2.7 Wärmebedarfsdichte und Großverbraucher	29
2.8 Anteil der erneuerbaren Energien.....	31
2.9 Treibhausgasemissionen nach Energieträgern und Sektoren.....	33
2.10 Kurzzusammenfassung der Bestandsanalyse	35
3 Potenzialanalyse	36
3.1 Potenzialstudie zur zukünftigen Wärmeversorgung	36
3.2 Schutzgebiete	38
3.3 Solare Potenziale	40
3.4 Gewässer.....	43
3.5 Abwasser aus Kanälen und Kläranlagen.....	46
3.6 Geothermie.....	49
3.7 Industrielle Abwärme.....	52
3.8 Biomasse.....	54
3.9 Luft-Wasser-Wärmepumpen	55
3.10 Kurzzusammenfassung der Potenzialanalyse.....	56
Literaturverzeichnis.....	58
Abbildungsverzeichnis.....	60
Tabellenverzeichnis.....	62

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem
CO ₂	Kohlendioxid
DN	Diameter Nominal (Nennweite)
EE	Erneuerbare Energien
EFH	Einfamilienhaus
FFH	Flora-Fauna-Habitat
GHD	Gewerbe-Handel-Dienstleistungen
GMFH	Großes Mehrfamilienhaus
GWh/a	Gigawattstunden pro Jahr
K	Kelvin
km	Kilometer
km ²	Quadratkilometer
kW	Kilowatt
kWh/m	Kilowattstunden pro Meter
kWh/(m ² *a)	Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr
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
NRW	Nordrhein-Westfalen
NWG	Nichtwohngebäude
PV	Photovoltaik
RH	Reihenhaus
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
Tsd. t	Tausend Tonnen
Vbh	Vollbenutzungsstunden
WPG	Wärmeplanungsgesetz
W/(m*K)	Watt pro Meter und Kelvin
°C	Grad Celsius



1 Einführung

Der Zwischenbericht der kommunalen Wärmeplanung für Wermelskirchen dient dazu, den aktuellen Arbeitsstand transparent darzustellen und die bisherigen Analysen zur örtlichen Energie- und Wärmeversorgung nachvollziehbar zusammenzufassen. Er zeigt auf, welche Daten erhoben wurden, wie der Bestand der Gebäude- und Versorgungsstruktur bewertet wird und welche ersten Einschätzungen zu Potenzialen einer klimaneutralen Wärmeversorgung vorliegen. Der Zwischenbericht schafft damit eine Grundlage für Abstimmungen mit Verwaltung und politischen Gremien und bereitet die nächsten Arbeitsschritte bis zum finalen Wärmeplan vor.

Es werden zunächst die aktuelle Wärmestruktur sowie die bestehenden Rahmenbedingungen systematisch untersucht. Die Bestandsanalyse liefert hierfür eine umfassende Grundlage, indem sie den heutigen Wärmebedarf, die Gebäudestruktur, die eingesetzten Energieträger und die vorhandenen Infrastrukturen beschreibt. Darauf aufbauend bewertet die Potenzialanalyse, welche erneuerbaren Wärmequellen und Effizienzoptionen grundsätzlich zur zukünftigen Wärmeversorgung beitragen können. Zusammen bilden beide Analyseschritte die Basis für die Entwicklung realistischer und umsetzbarer Zielszenarien, die im weiteren Verlauf der Wärmeplanung erarbeitet werden.

2 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 dieser umfassenden Analyse dieser Faktoren können gezielt Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz und Reduzierung der CO₂-Emissionen entwickelt werden.

2.1 Datengrundlage

Für die Erstellung der Bestandsanalyse ist eine umfassende Datensammlung und -aufbereitung notwendig. In Tabelle 1 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 1: Datengrundlage für die Bestandsanalyse

Bezeichnung	Inhalte	Quelle
Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem (ALKIS)	Flurstücke (mit Flächennutzung)	[1]
BEW Bergische Energie- und Wasser-GmbH	Verbrauchs- und Infrastrukturdaten zu Gas- und Stromnetz	-
INSPIRE Baudenkmäler	Baudenkmäler	[2]
Kehrdaten der Schornsteinfeger	Dezentrale Heizungstechnologien (Verbrennungstechnologien)	-
Wärmebedarfsmodell (LANUK)	Statistische Daten zu Wärmebedarf, Sanierungsstand, Gebäudenutzung, Baujahresklasse und Ähnlichem	[3]
Zensus 2022	Informationen zu Heizungstechnologien	[4]
OpenStreetMap	Gebäudeinformationen zu Neubauten	[22]

2.2 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.

2.3 Gebäudebestand und Netzinfrastrukturen

2.3.1 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 1 ist die Flächennutzung der Stadt Wermelskirchen dargestellt.

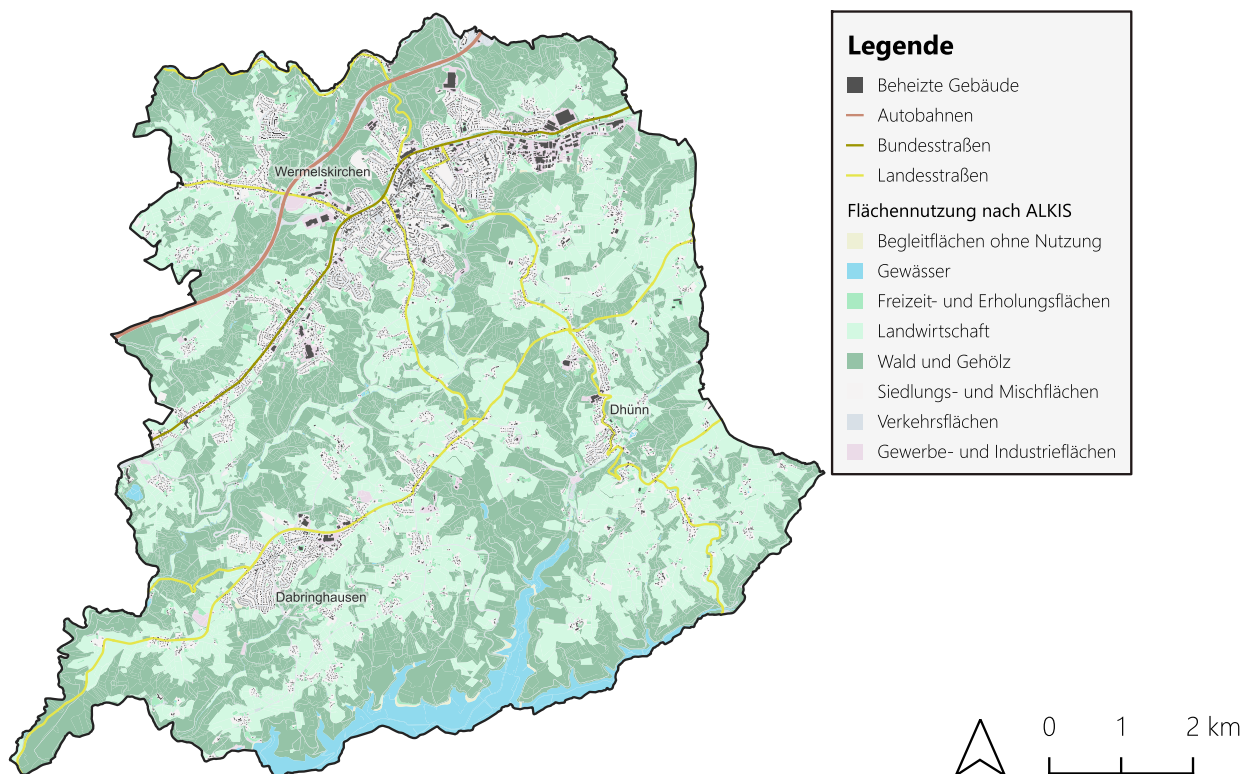


Abbildung 1: Flächennutzung der Stadt Wermelskirchen [1]

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.

2.3.2 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 Datenschutzerfordernungen 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.

2.3.3 Gebäudebestand

Die Gebäudestruktur der Stadt Wermelskirchen wird von Einfamilienhäusern dominiert. In Abbildung 2 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.

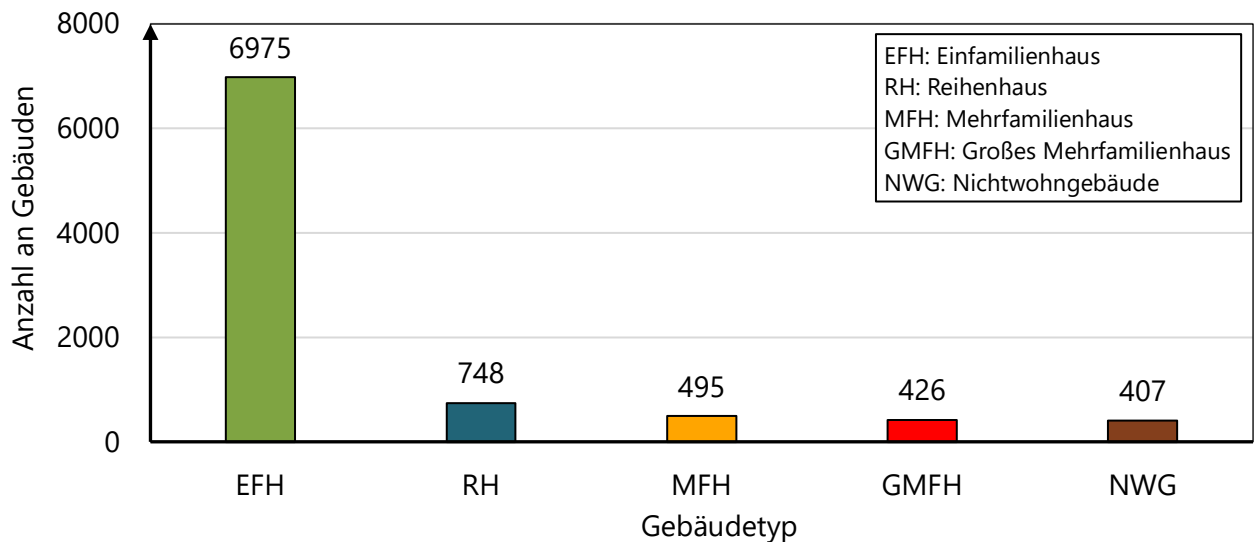


Abbildung 2: Anzahl der Gebäude je Gebäudetyp

In Abbildung 3 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 4 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/(m²*a) aus [5]. 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/(m²*a) erreichen können [5]. 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) [5].

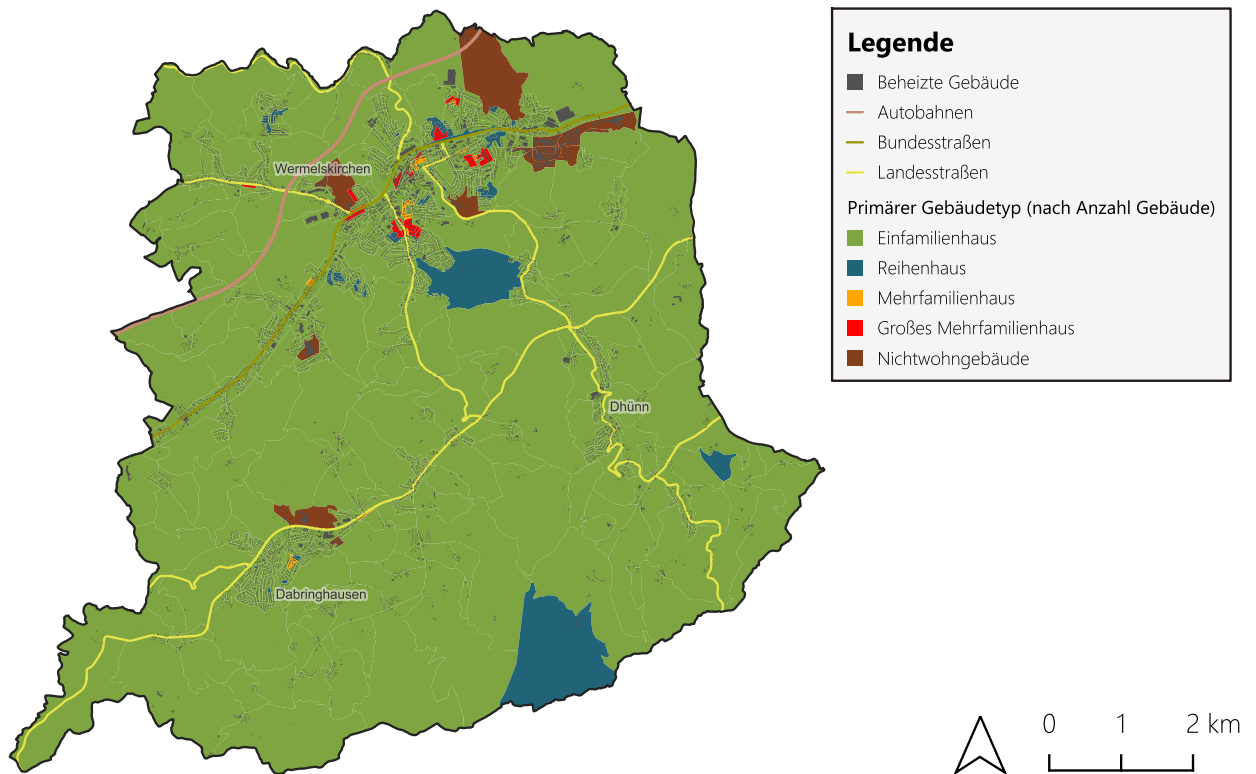


Abbildung 3: Primärer Gebäudetyp auf Baublockebene

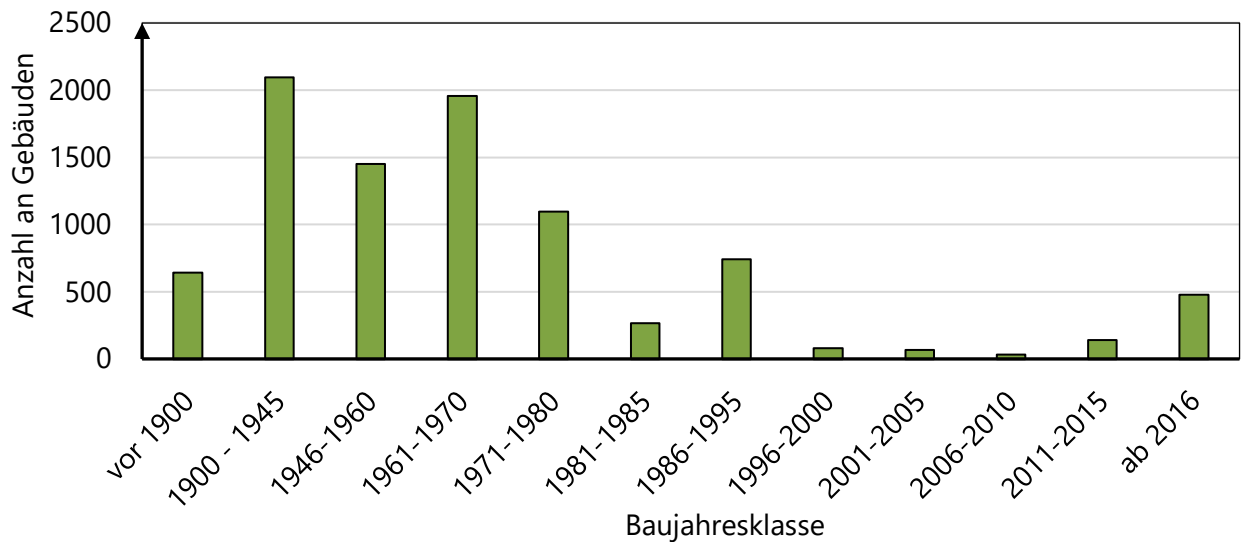


Abbildung 4: Anzahl der Gebäude je Baujahresklasse

Die primäre Baujahraltersklasse (nach Anzahl der Gebäude) auf Baublockebene ist in Abbildung 5 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 4 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.

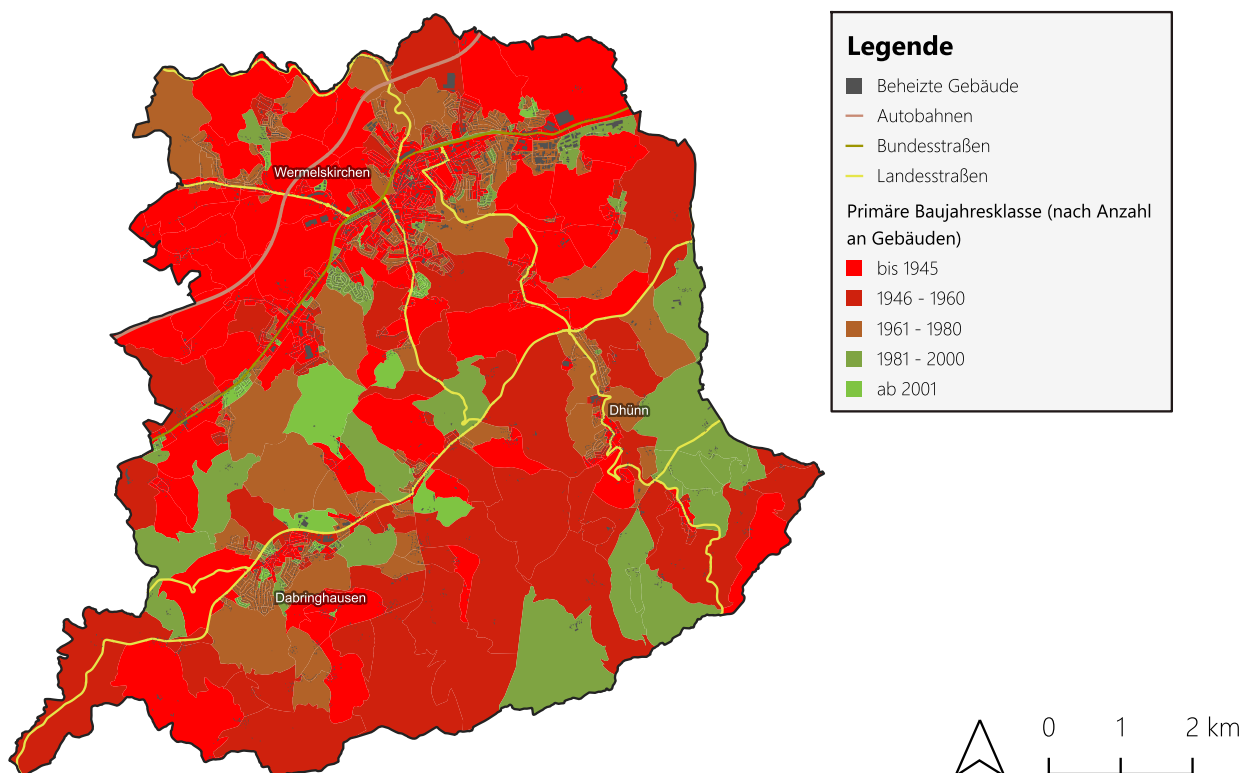


Abbildung 5: Primäre Baujahresklasse auf Baublockebene

Ergänzend zu den Baujahresklassen ist in Abbildung 6 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/(m²*a) aufweist. Dies betrifft insgesamt 60 % aller Gebäude. Gebäude mit einem spezifischen Wärmebedarf oberhalb von 200 kWh/(m²*a) machen wiederum 13 % aller Gebäude aus. Zuletzt weisen 27 % aller Gebäude einen spezifischen Wärmebedarf von unter 100 kWh/(m²*a) auf und sind somit verhältnismäßig energieeffizient.

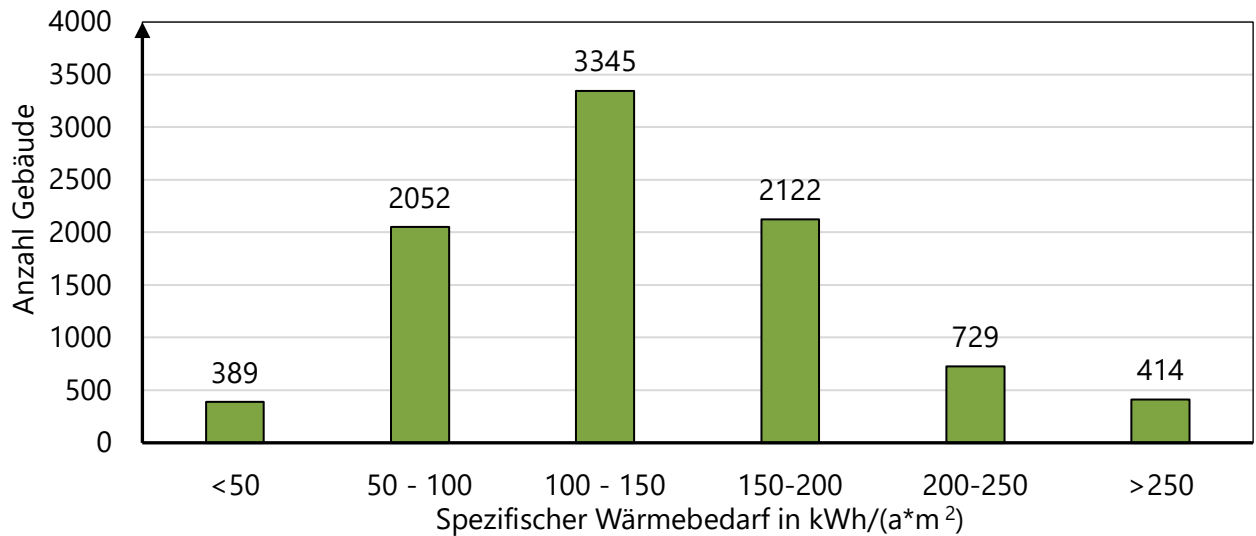


Abbildung 6: Spezifischer Wärmebedarf aller Gebäude

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 [2]. 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.

2.3.4 Netzinfrastrukturen

2.3.4.1 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 7 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 Gasnetzinfrastuktur 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.

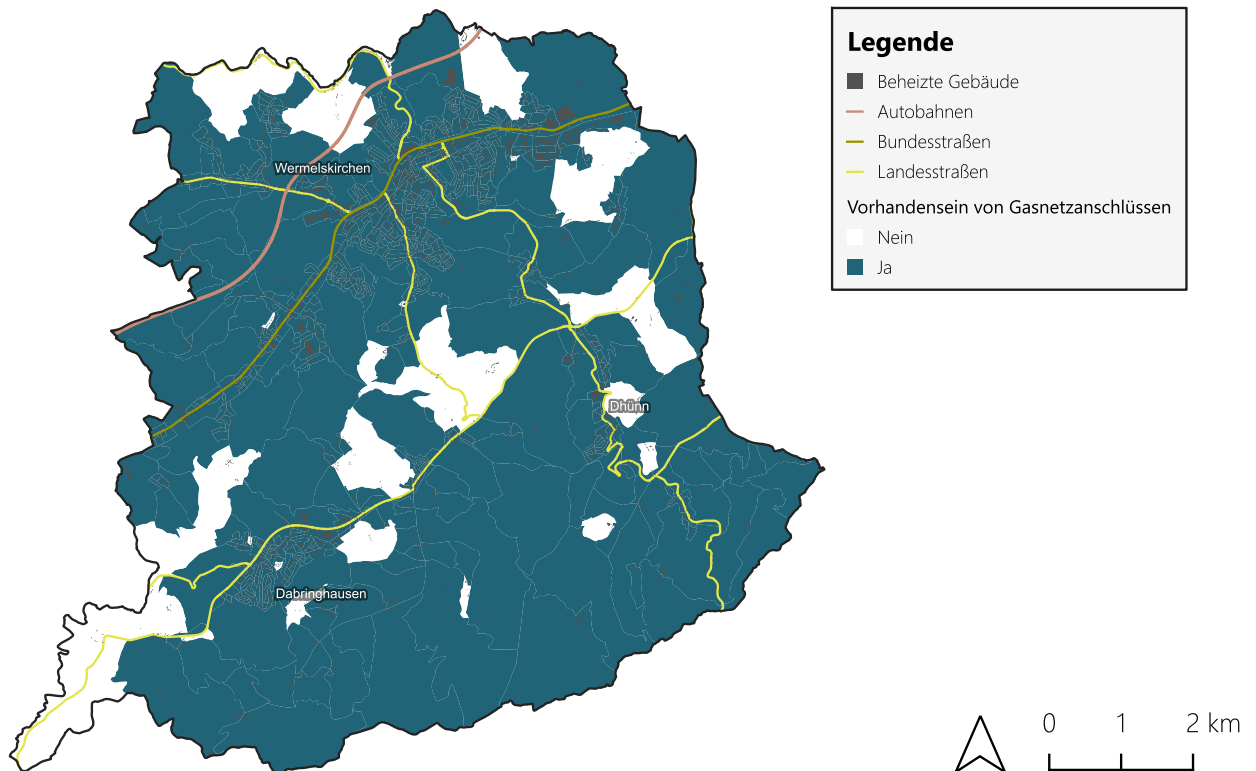


Abbildung 7: Lage des Erdgasnetzes auf Baublockebene

2.3.4.2 Wärmenetze

In der Stadt Wermelskirchen werden keine Wärmenetze betrieben.

2.3.4.3 Wasserstoffnetze

In der Stadt Wermelskirchen werden keine Wasserstoffnetze betrieben.

2.3.4.4 Wärme- und Gasspeicher

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

2.3.4.5 Anlagen für Wasserstoff oder synthetische Gase

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

2.3.4.6 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.

2.4 Wärmebedarf nach Energieträgern und Sektoren

2.4.1 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 8).¹ 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.

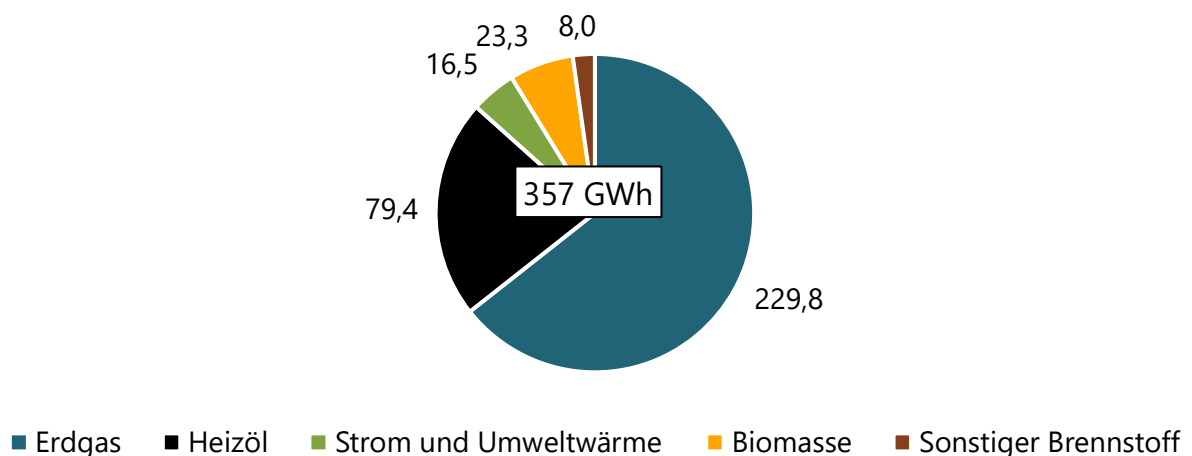


Abbildung 8: Jährlicher Wärmebedarf (alle Sektoren) in GWh

Mit 278,6 GWh (siehe Abbildung 9) macht der Haushaltssektor (Wohngebäude) 78 % des jährlichen Wärmebedarfs aus. Damit ist er bezogen auf den Wärmebedarf der wichtigste Sektor im Vergleich zu den Sektoren GHD, Industrie und öffentliche Gebäude. Die Verteilung des Wärmebedarfs auf die einzelnen Energieträger weicht hierbei im Vergleich zum Gesamtwärmebedarf von Wermelskirchen

¹ 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).

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.

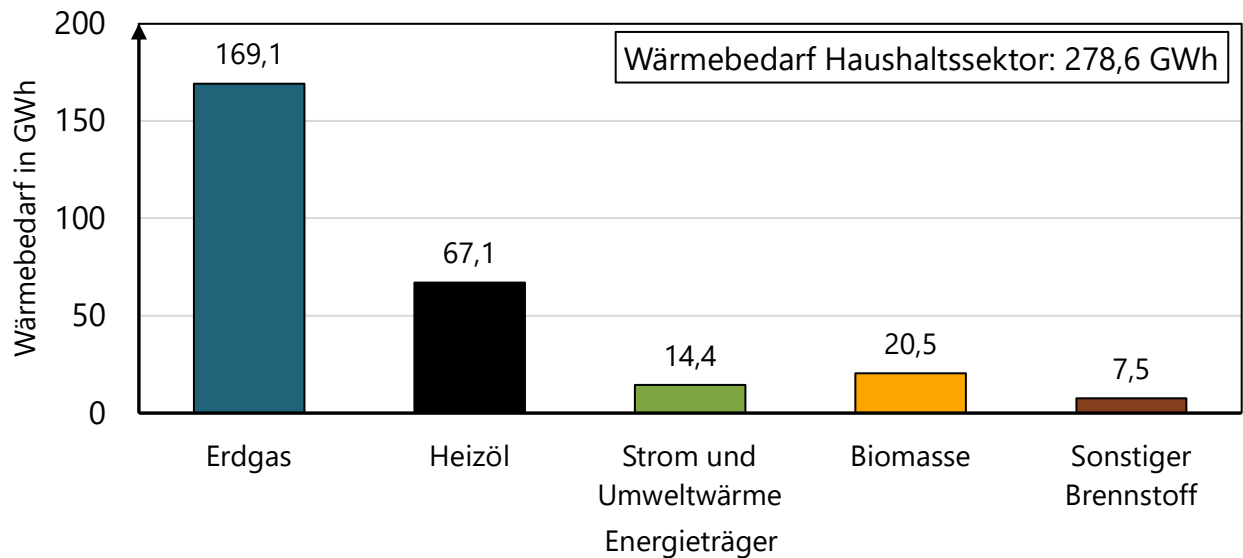


Abbildung 9: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Haushalte) in GWh

Wie Abbildung 10 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 11 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.

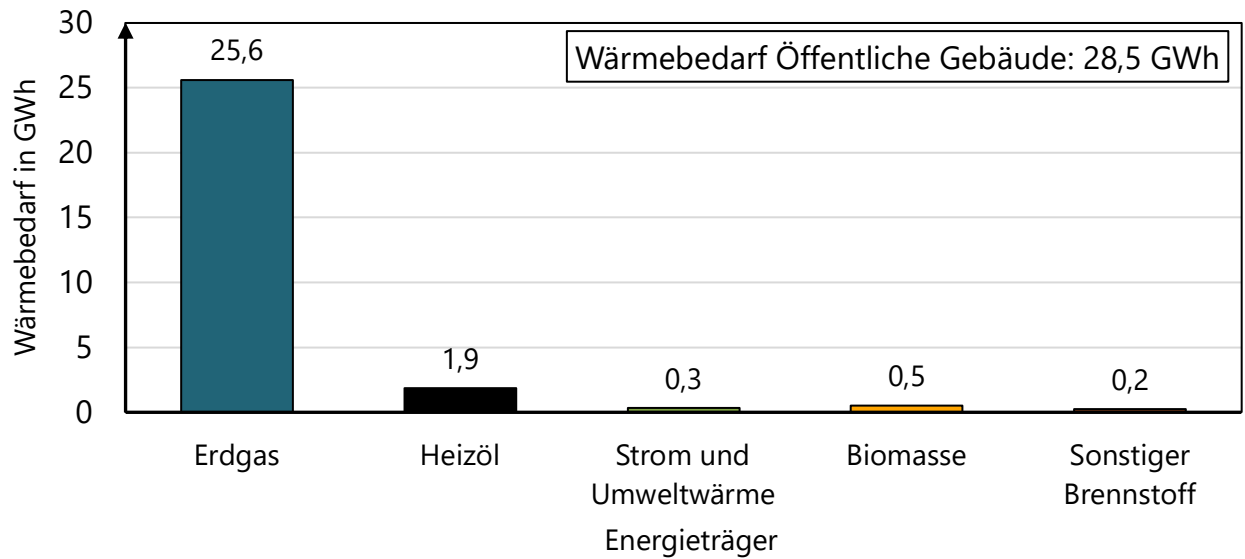


Abbildung 10: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor öffentliche Gebäude) in GWh

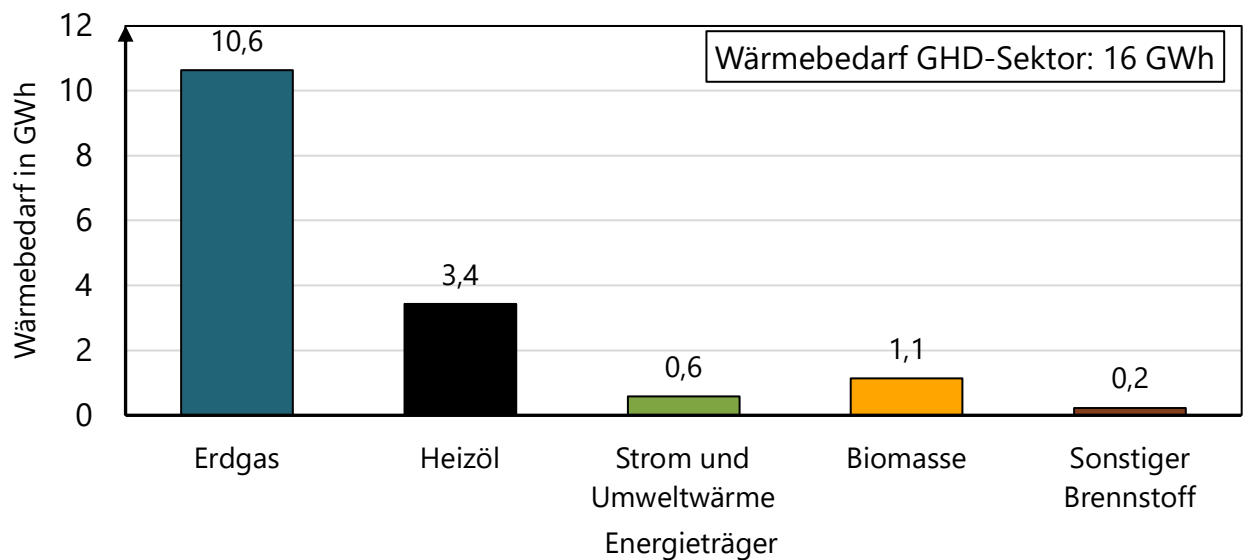


Abbildung 11: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor GHD) in GWh

Zuletzt ist der Industrie-Sektor zu betrachten, welcher in Abbildung 12 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.

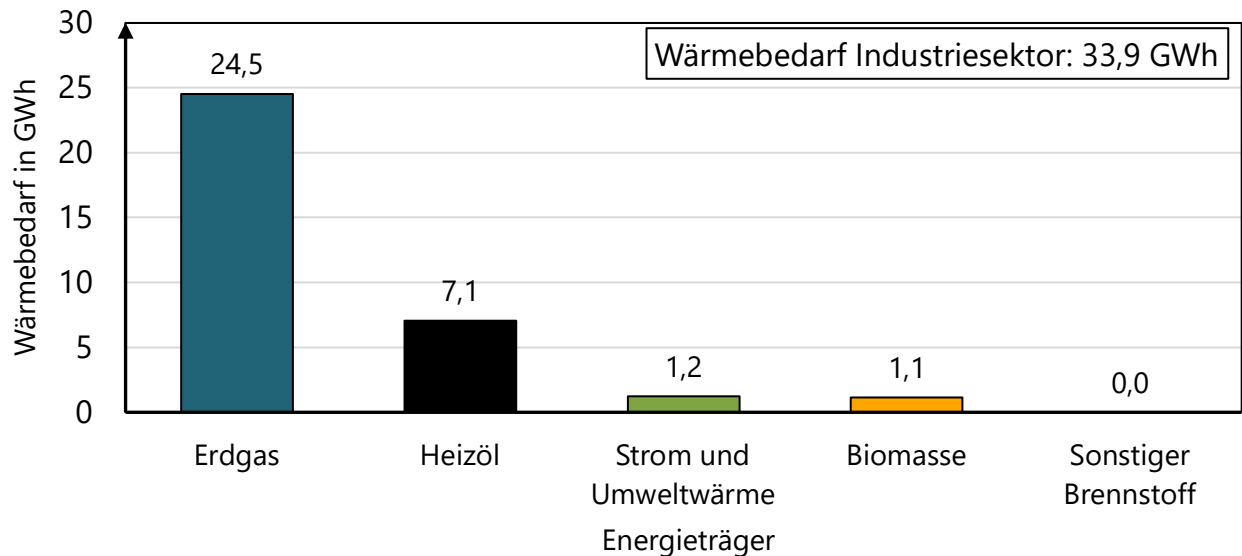


Abbildung 12: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Industrie) in GWh

Wie im Kontext von Abbildung 8 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 12 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 [6]. Da im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung der Gesamtbedarf des Industrie-Sektors auf 33,9 GWh beziffert wurde, ist anzunehmen, dass diese Angabe realistisch ist.

2.4.2 Kartographische Auswertung

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

In Abbildung 13 ist der Anteil von Erdgas am Wärmebedarf auf Baublockebene kartographisch dargestellt. In Anlehnung an Abbildung 7 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.

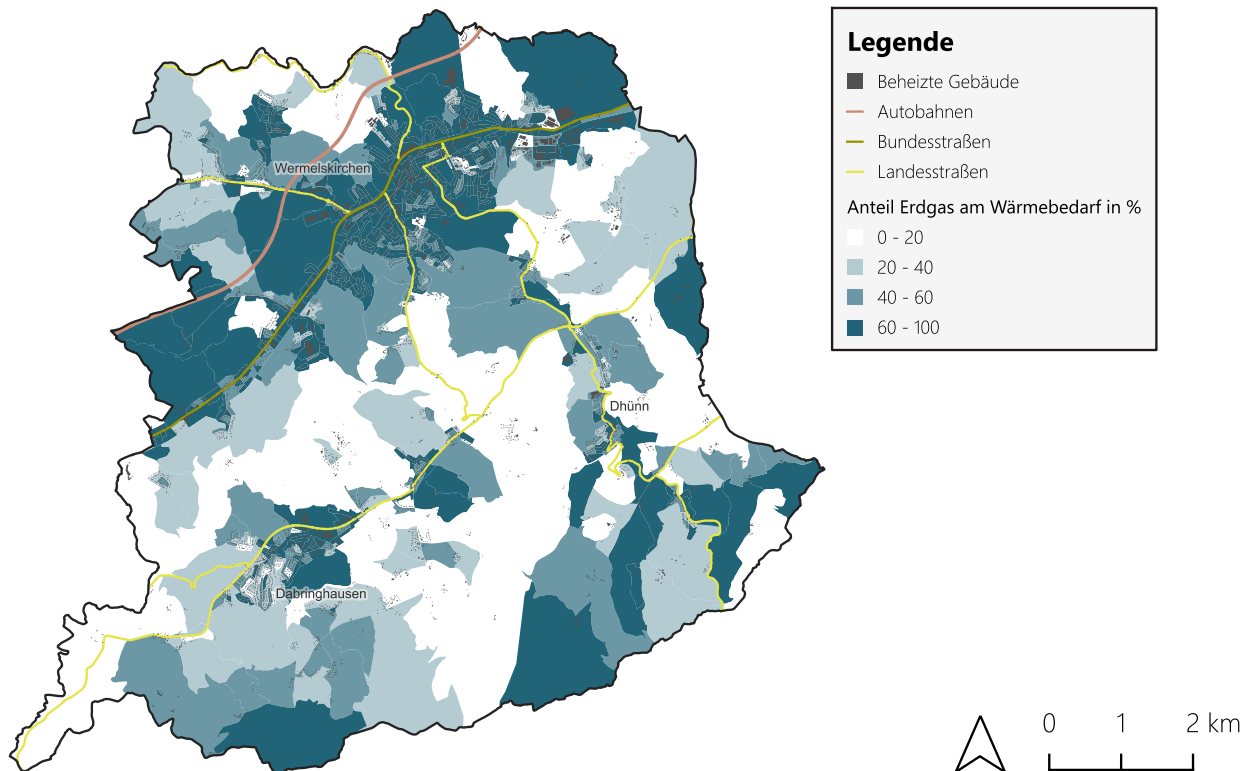


Abbildung 13: Anteil von Erdgas am Wärmebedarf auf Baublockebene

Der Anteil von Heizöl am Wärmebedarf auf Baublockebene ist in Abbildung 14 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 8 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 15). 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.

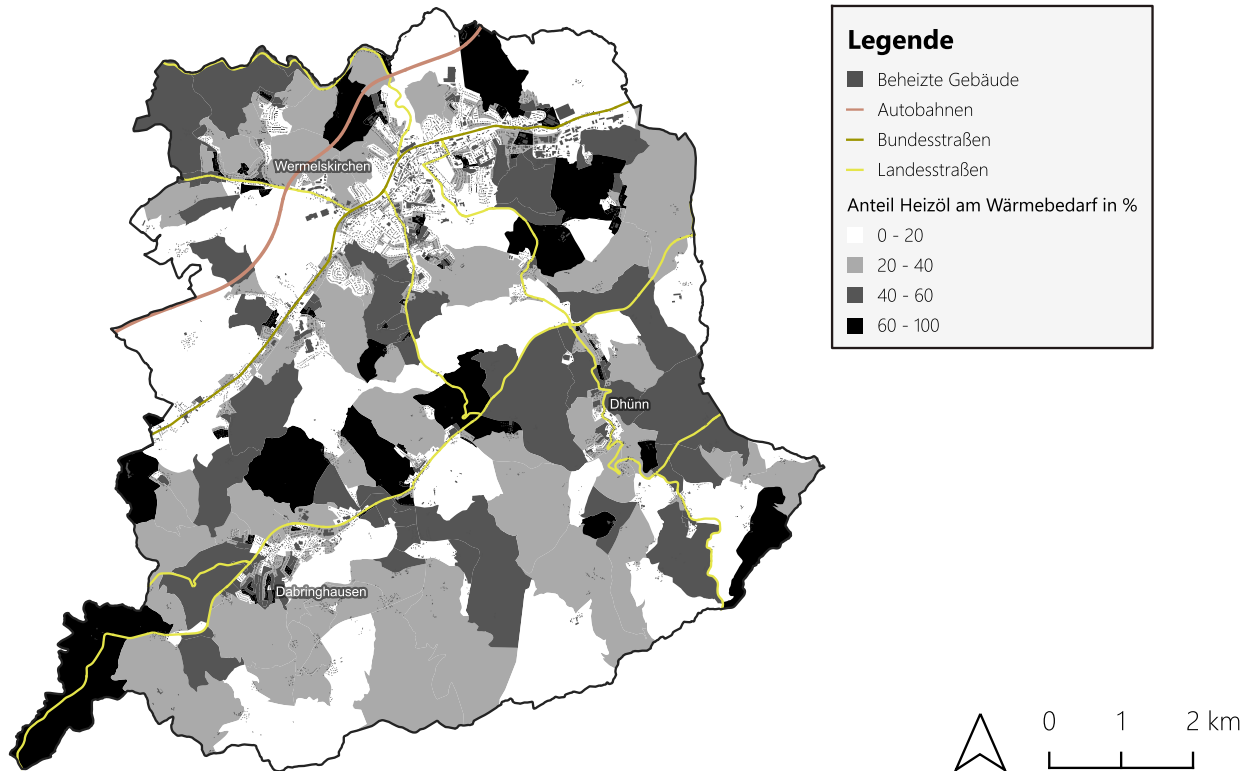


Abbildung 14: Anteil von Heizöl am Wärmebedarf auf Baublockebene

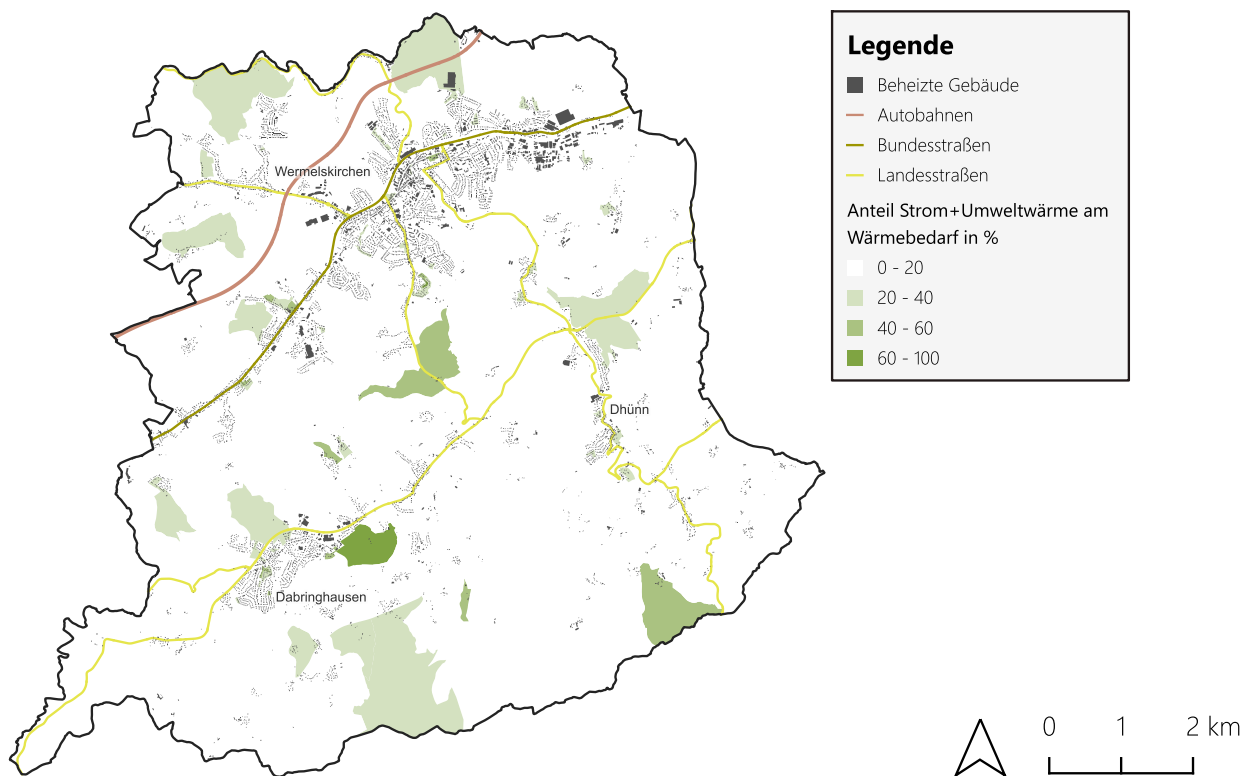


Abbildung 15: Anteil von Strom und Umweltwärme am Wärmebedarf auf Baublockebene

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 19 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 16 ist der Anteil von Biomasse am Wärmebedarf auf Baublockebene dargestellt.

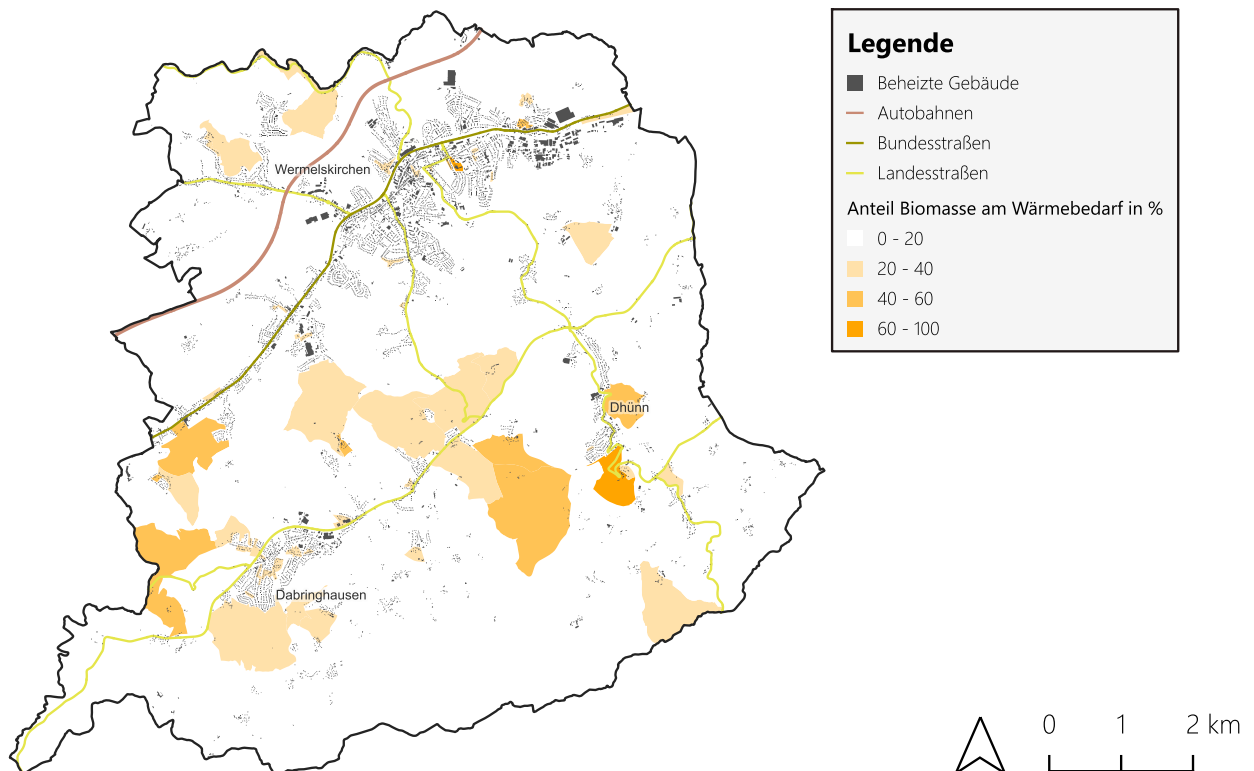


Abbildung 16: Anteil von Biomasse am Wärmebedarf auf Baublockebene

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 8 zeigen, dass sonstige Brennstoffe nur einen geringen Anteil der lokalen

Wärmeversorgung ausmachen. In Abbildung 17 sind die Anteile von sonstigen Brennstoffen auf Baublockebene dargestellt. Es ist zu erkennen, dass diese Heizungen primär in ländlich geprägten Baublocken 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.

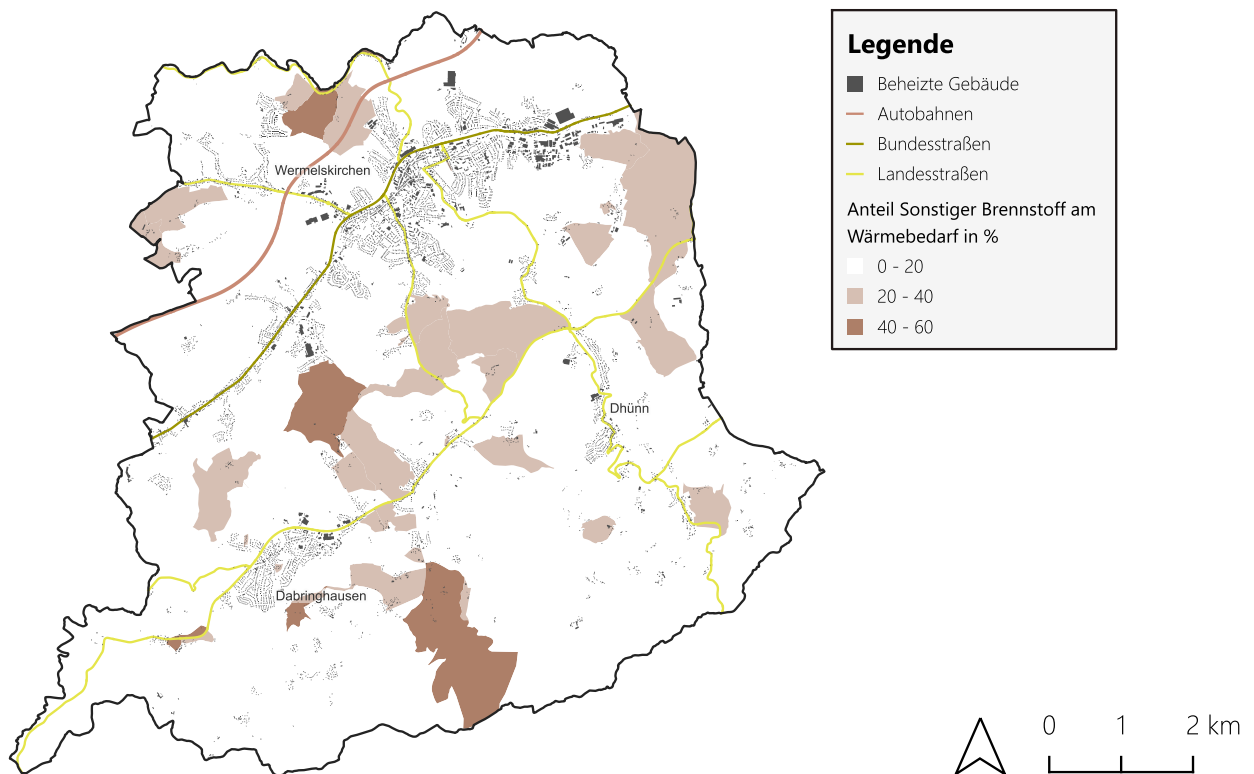


Abbildung 17: Anteil von sonstigen Brennstoffen am Wärmebedarf auf Baublockebene

In Abbildung 18 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.

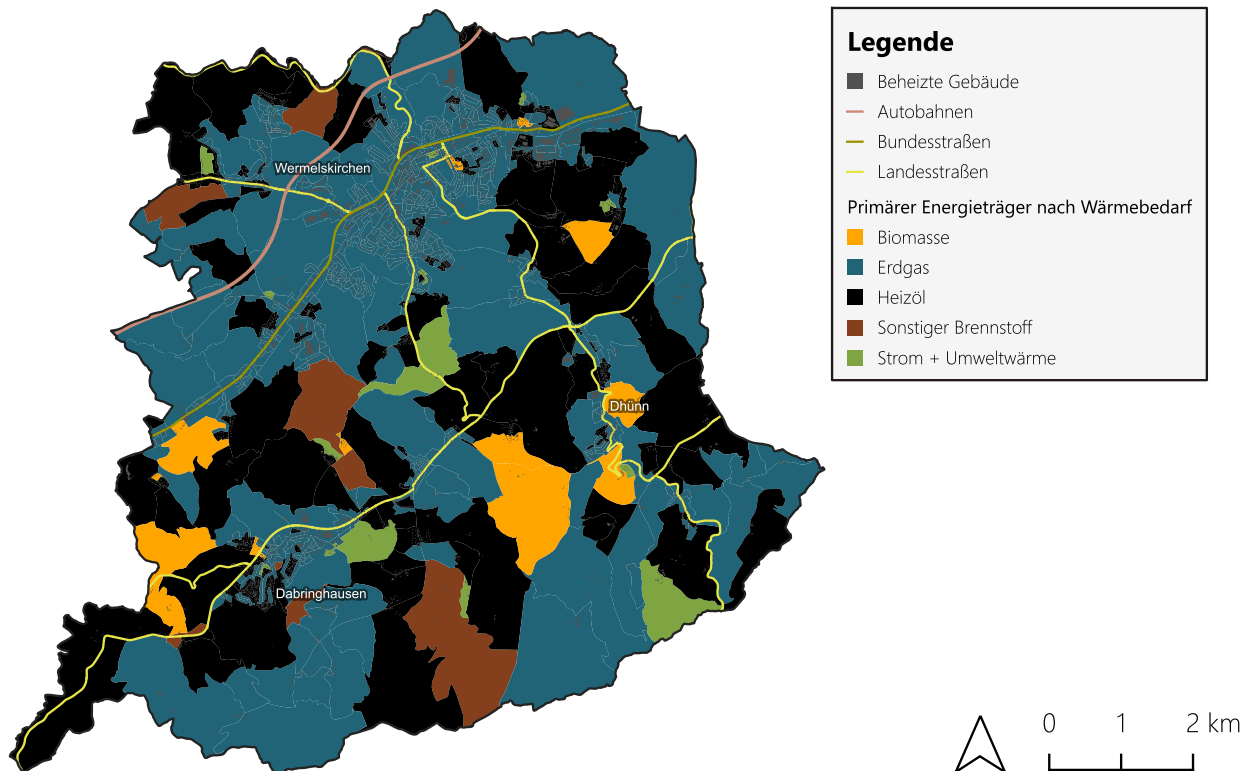


Abbildung 18: Primärer Energieträger (bezogen auf Wärmebedarf) auf Baublockebene

2.5 Anzahl versorgter Gebäude

Aufbauend auf den Auswertungen zum Anteil der Energieträger am Wärmebedarf (siehe Abschnitt 2.4) 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 19 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 8. Strombasierte Heizungen machen mit 478 Gebäuden 5 % der Heizungen aus. Darunter befinden sich 315 Wärmepumpen und 163 Stromdirektheizungen. Wie in Bezug auf Abbildung 16 beschrieben, liegt der primäre Unterschied zwischen Abbildung 8 und Abbildung 19 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 20 dargestellt. In Anlehnung an Abbildung 7, Abbildung 13 sowie Abbildung 18 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.

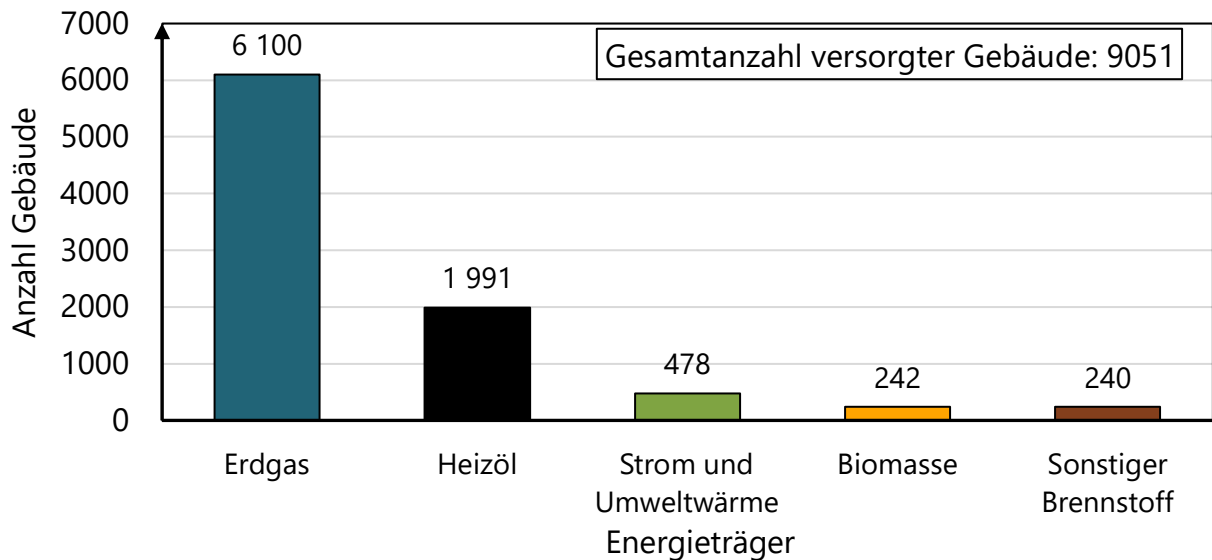


Abbildung 19: Anzahl versorgter Gebäude nach Energieträger

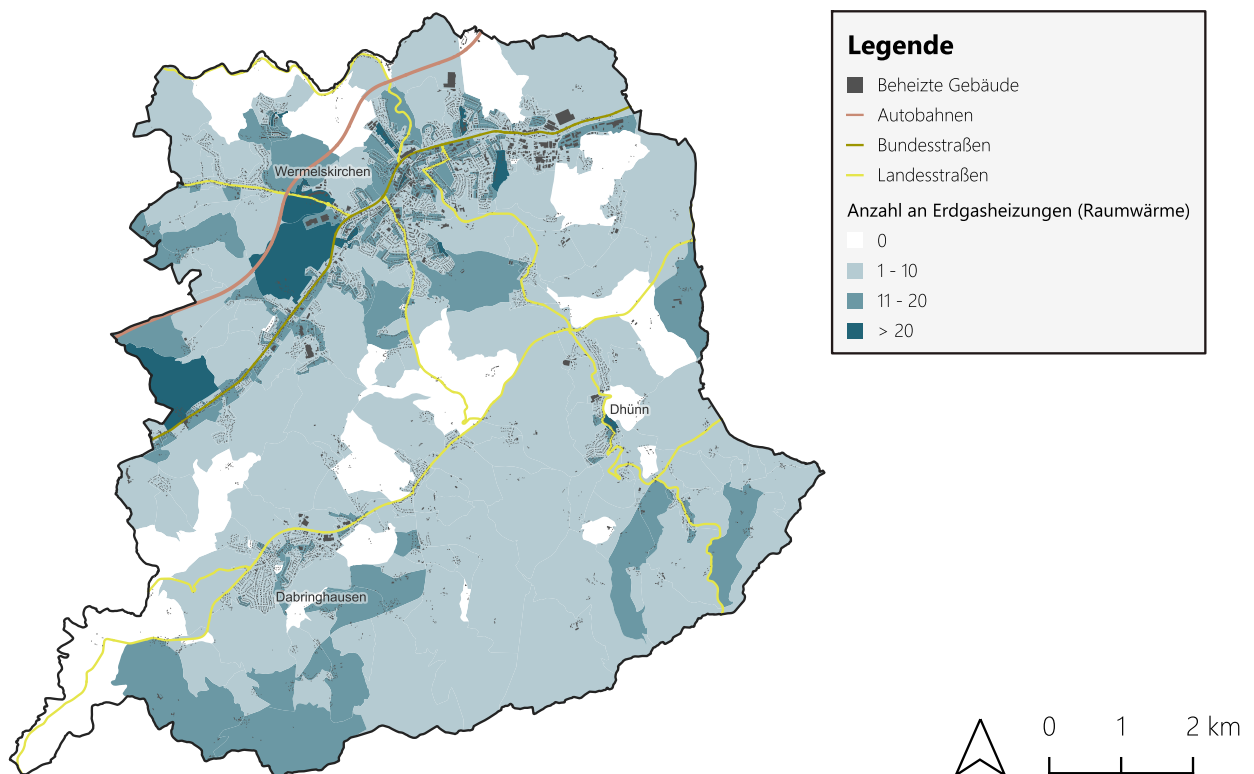


Abbildung 20: Anzahl der Gebäude mit Erdgas zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene

Die Anzahl an Gebäuden, welche Heizöl zur Raumwärmebereitstellung nutzen, ist in Abbildung 21 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 aufweist. 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.

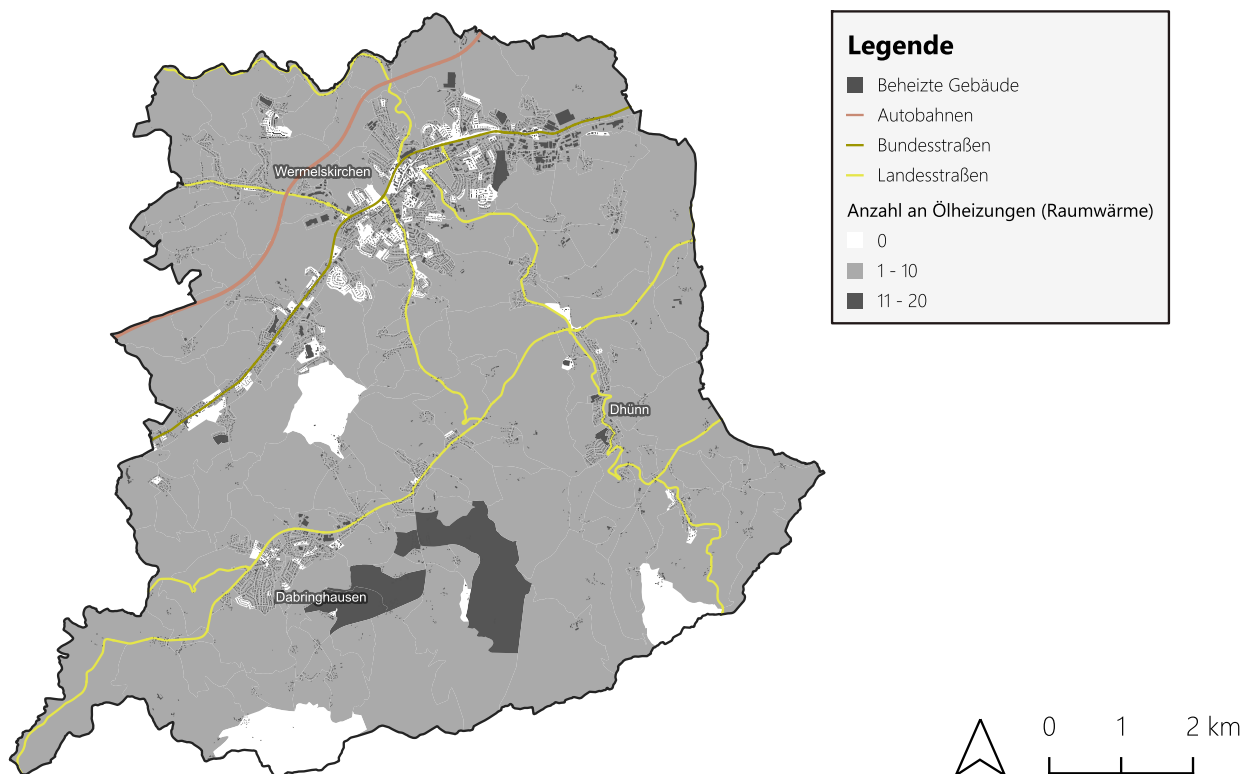


Abbildung 21: Anzahl der Gebäude mit Heizöl zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene

Strombasierte Heizungen machen 5 % der gesamten Gebäudeanzahl aus. Die Verteilung auf die Baublöcke ist in Abbildung 22 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.

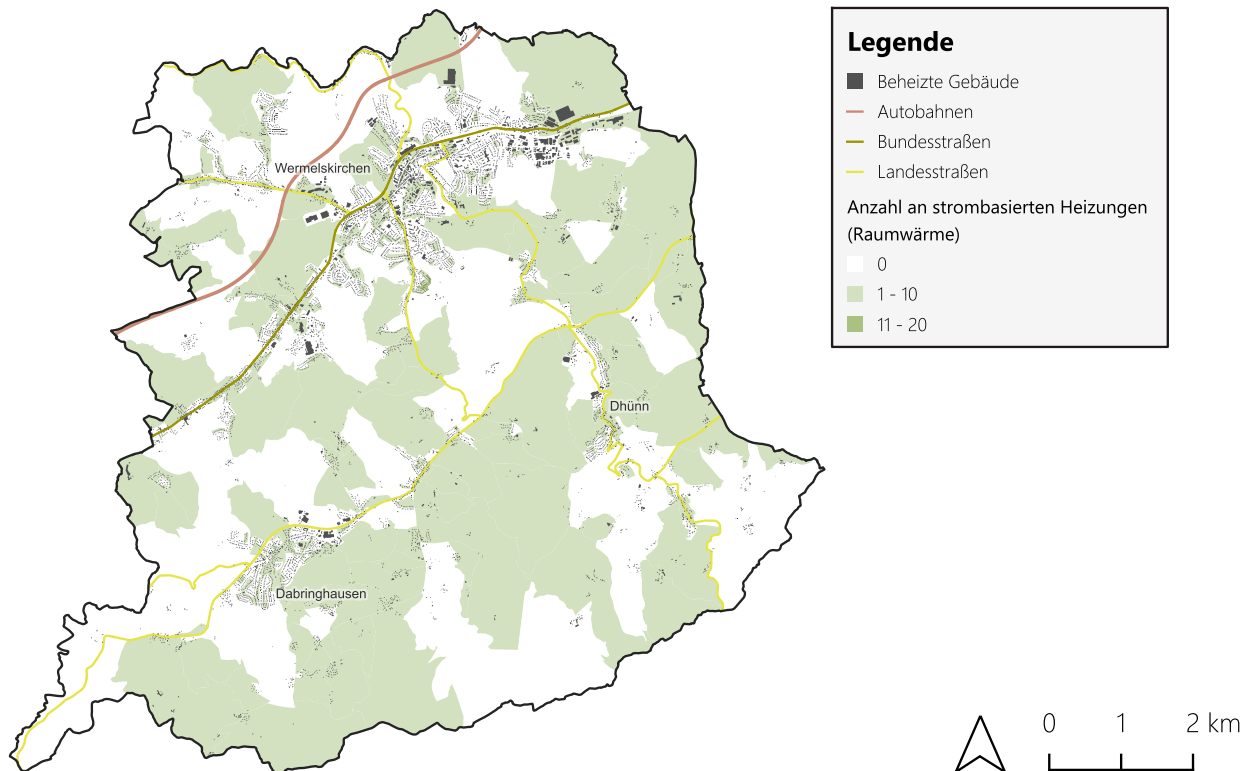


Abbildung 22: Anzahl der Gebäude mit Strom zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene

Obwohl Biomasse ca. 7 % des Gesamtwärmebedarfs deckt, nutzen nur 3 % der Gebäude Biomasseheizungen zur Bereitstellung von Raumwärme, was wiederum 242 Gebäuden entspricht (siehe Abbildung 8 und Abbildung 19). Durch diese geringe Anzahl zeigt sich gemäß Abbildung 23 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 24, 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 Gebäuden, die über sonstige Brennstoffe versorgt werden, vor. Dabei beträgt die Maximalanzahl pro Baublock neun dieser Gebäude.

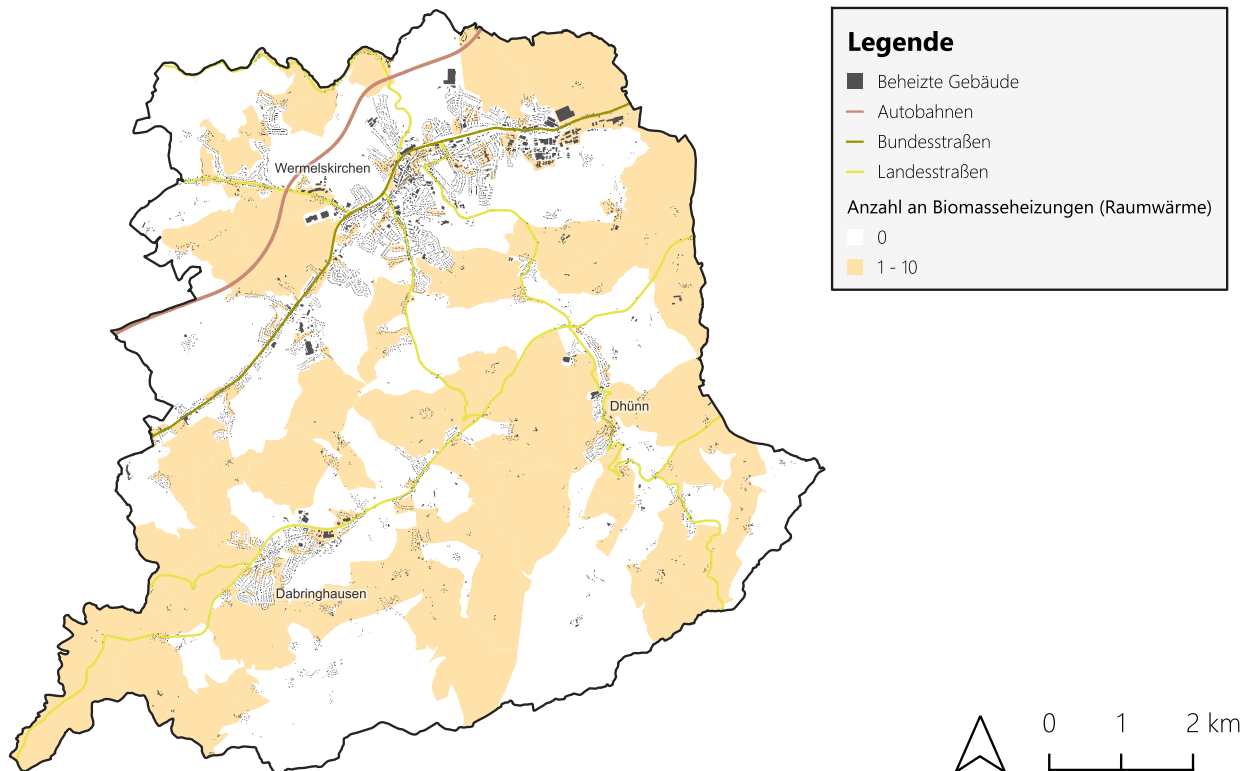


Abbildung 23: Anzahl der Gebäude mit Biomasse zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene

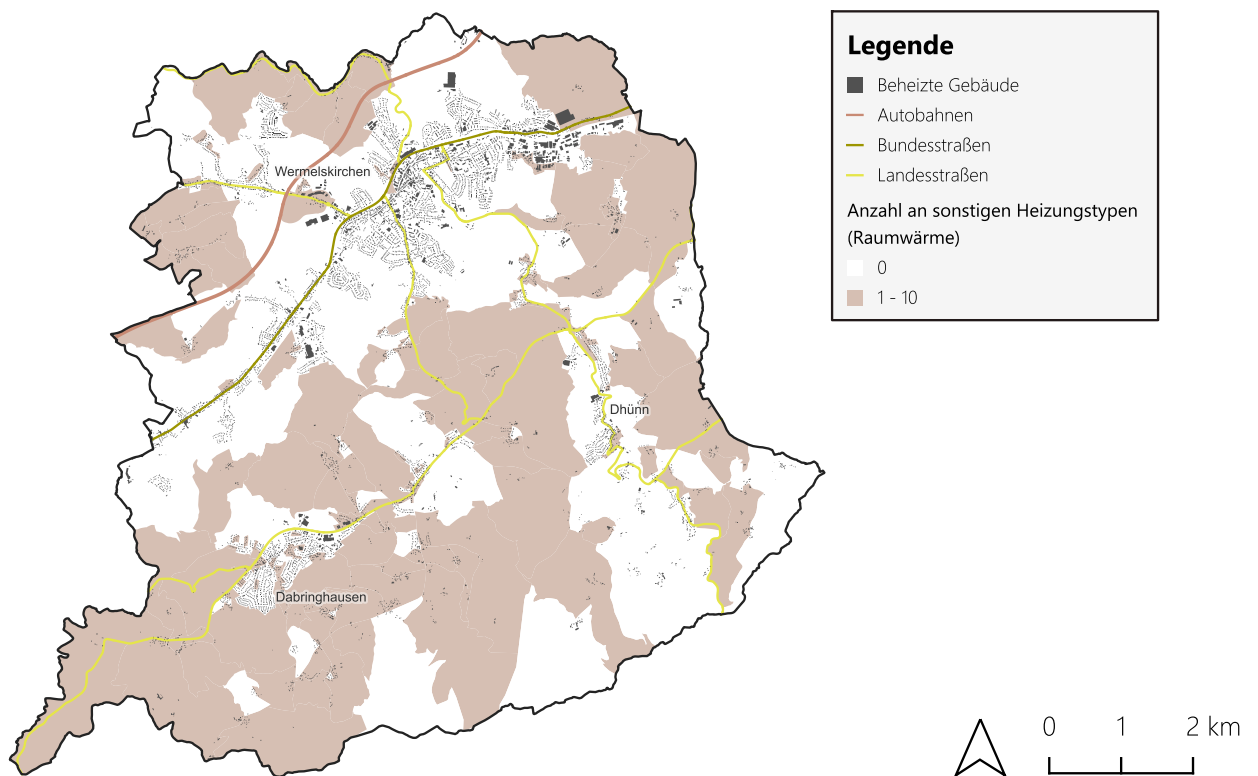


Abbildung 24: Anzahl der Gebäude mit sonstigem Brennstoff zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene

2.6 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.² Ebenso werden die Heizungen betrachtet, welche den sonstigen Brennstoffen zugeordnet werden.

In Abbildung 25 ist die Altersstruktur der Erdgasheizungen in Wermelskirchen als Säulendiagramm dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Altersstruktur des Bestandes homogen ist. Obwohl laut [7] 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.

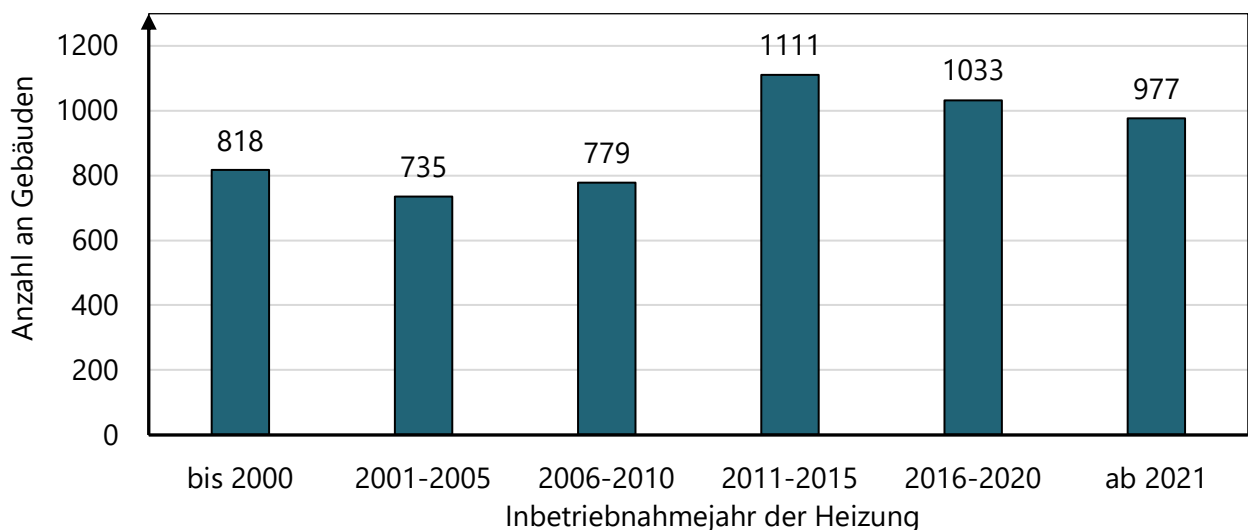


Abbildung 25: Altersstruktur der Erdgasheizungen

In Abbildung 26 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 [7] 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 Alter

² Wenn das Alter zu einer Heizung nicht bekannt ist, wird diese Heizung in der Auswertung nicht betrachtet.

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).

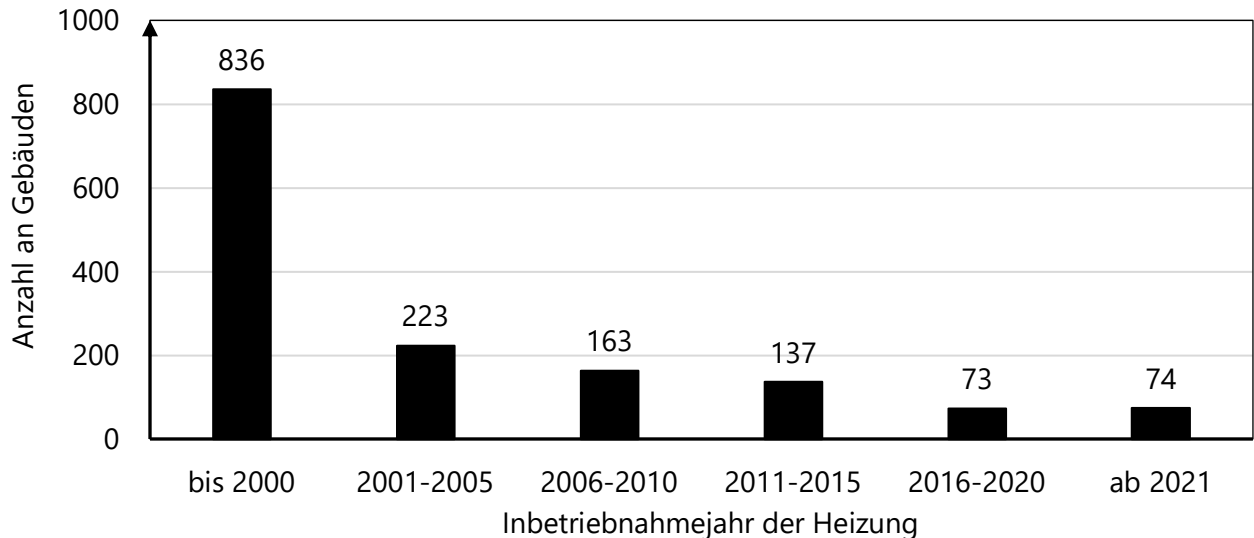


Abbildung 26: Altersstruktur der Ölheizungen

Die Altersstruktur der Biomasseheizungen ist in Abbildung 27 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 28 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.

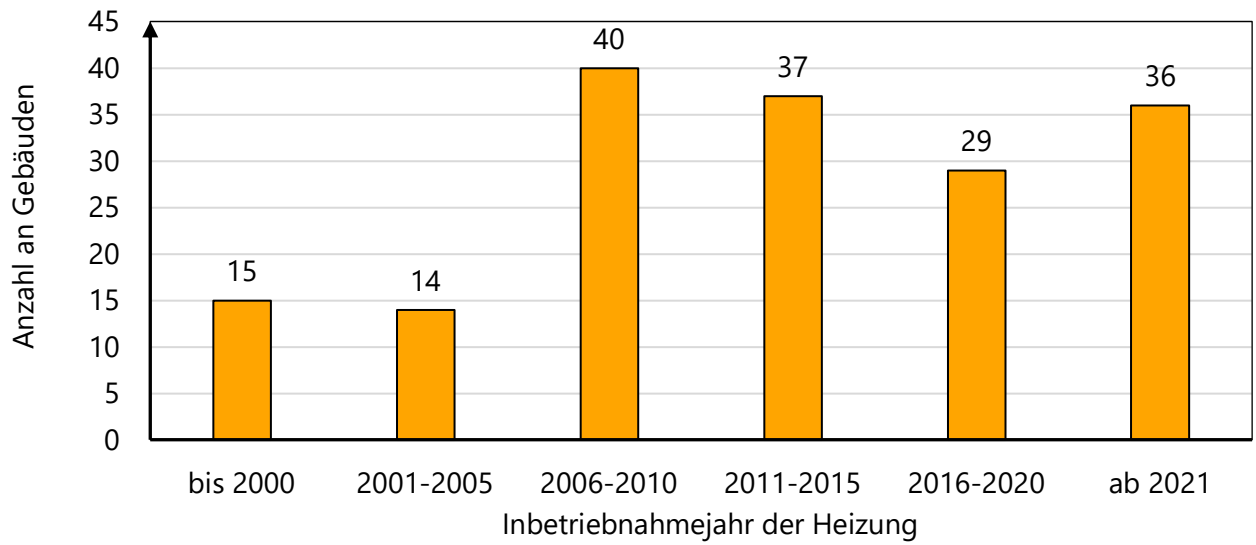


Abbildung 27: Altersstruktur der Biomasseheizungen

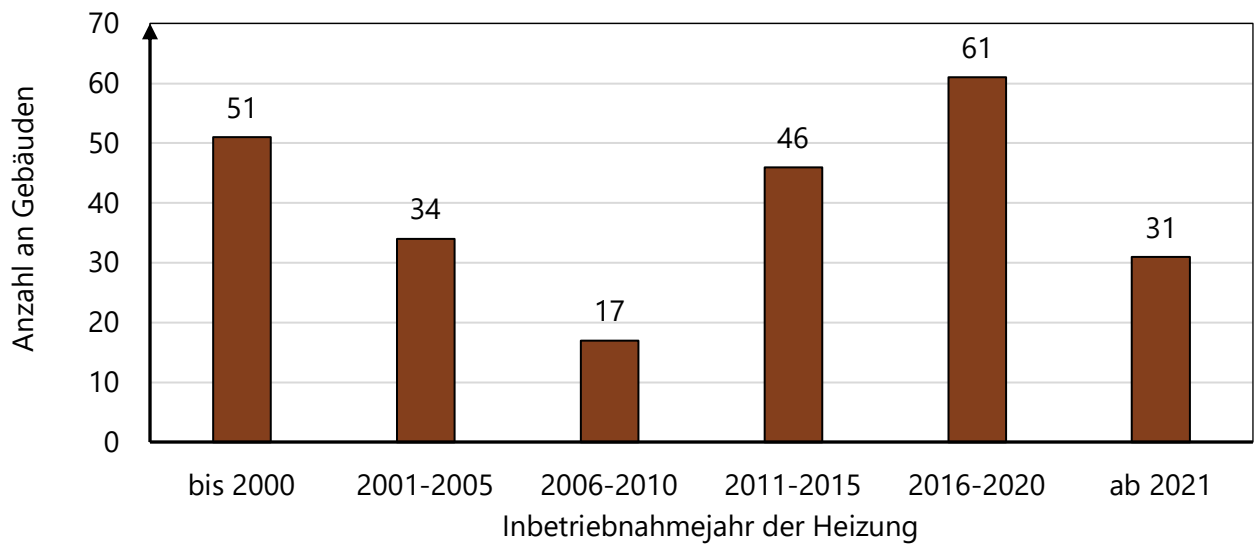


Abbildung 28: Altersstruktur der Flüssiggasheizungen

2.7 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 29 ist die Wärmebedarfsdichte als Wärmeflächendichte auf Baublockebene dargestellt. Gemäß [8] 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 29 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 Wärmenetze aus Sicht der Wärmeflächendichte vorliegt.

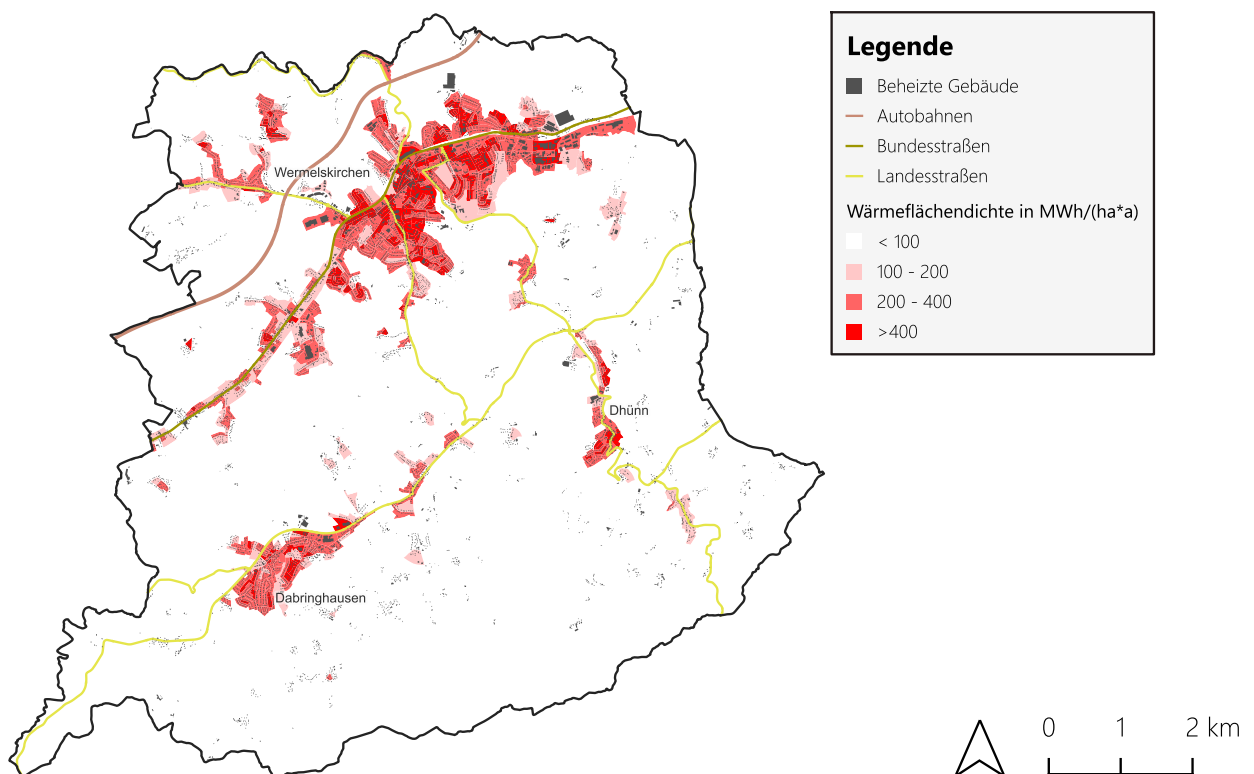


Abbildung 29: Wärmeflächendichte auf Baublockebene

Neben der Wärmeflächendichte ist die Wärmeliniedichte die gängigste Kennzahl zur Angabe der Wärmebedarfsdichte. In Abbildung 30 ist die Wärmeliniedichte auf Straßenzugebene für die Stadt Wermelskirchen dargestellt. Auch bei Betrachtung der Wärmeliniedichte konzentrieren sich die höchsten Werte auf den Stadtteil Wermelskirchen sowie in kleinerem Ausmaß auf die Ortskerne von Dabringhausen und Dhünn. Gemäß [9] wird für eine Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes im

Gebäudebestand eine jährliche Wärmeliniendichte von mindestens 2.000 kWh/m vorgesehen. Anhand von Abbildung 30 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 Wärmenetzzeignung 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.

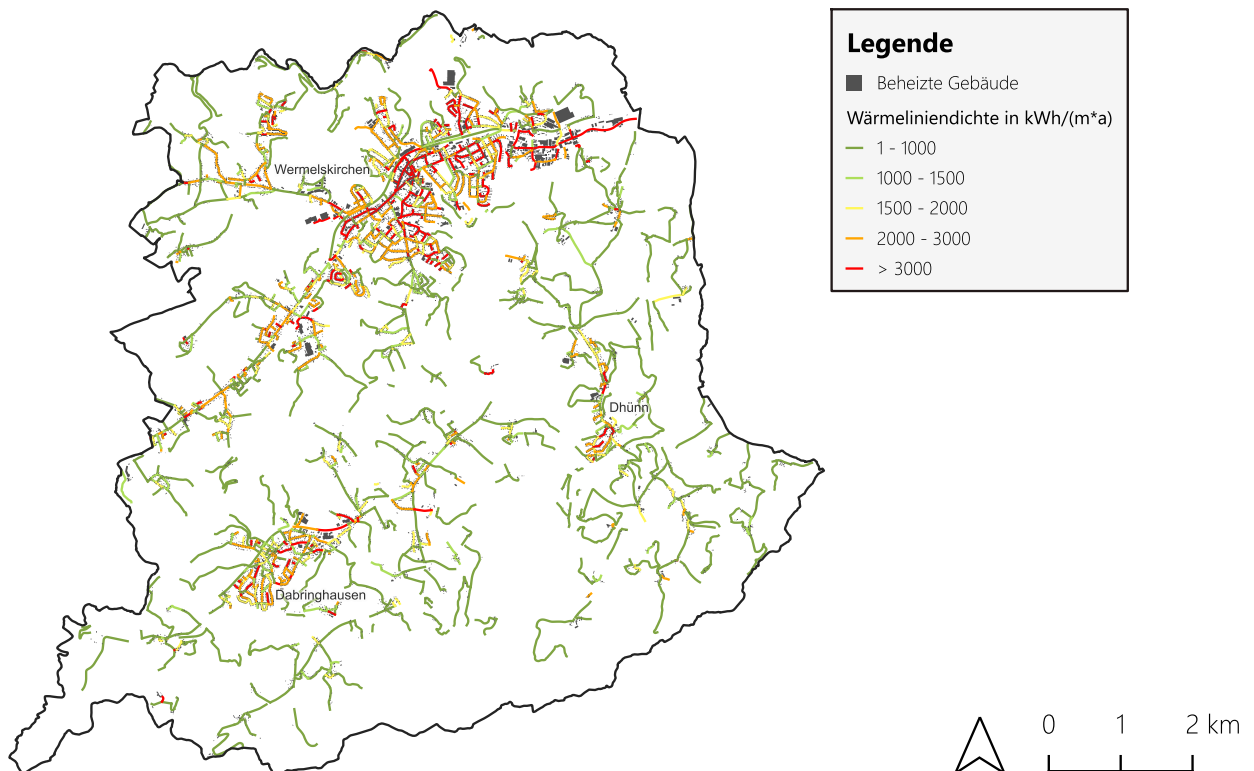


Abbildung 30: Wärmeliniendichte auf Straßenzugabe

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 31 dargestellt. Ein großer Teil der Großverbraucher liegt im Stadtteil Wermelskirchen, einige wenige jedoch auch in Dabringhausen und an den Stadtgrenzen.

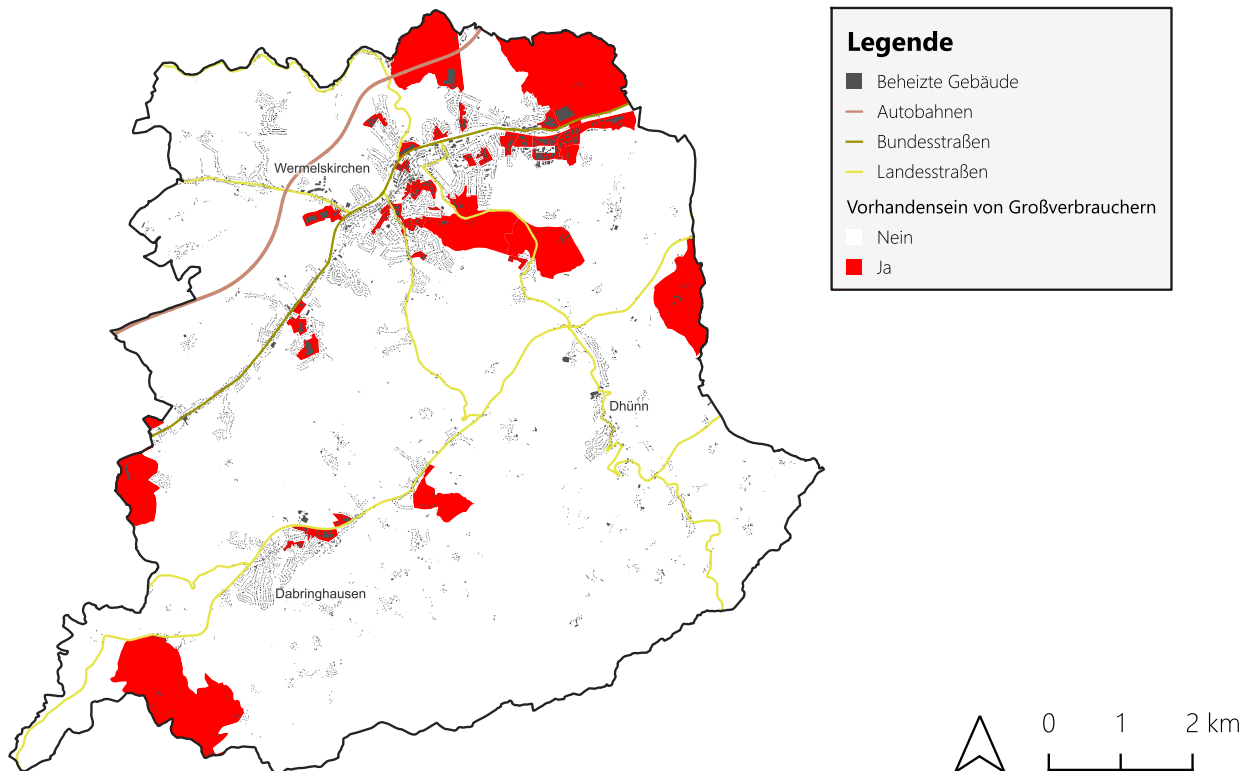


Abbildung 31: Lokalisation von Großverbrauchern auf Baublockebene

2.8 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 32 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 [10]. 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 33 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.

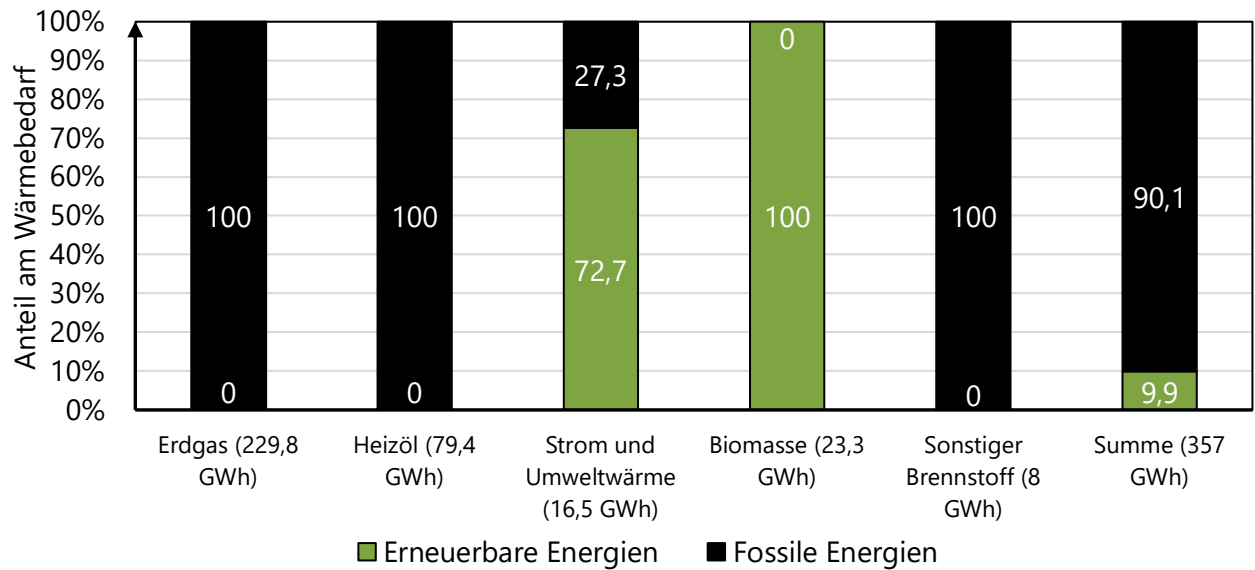


Abbildung 32: Anteil erneuerbarer Energien am Wärmebedarf in Abhängigkeit des Energieträgers

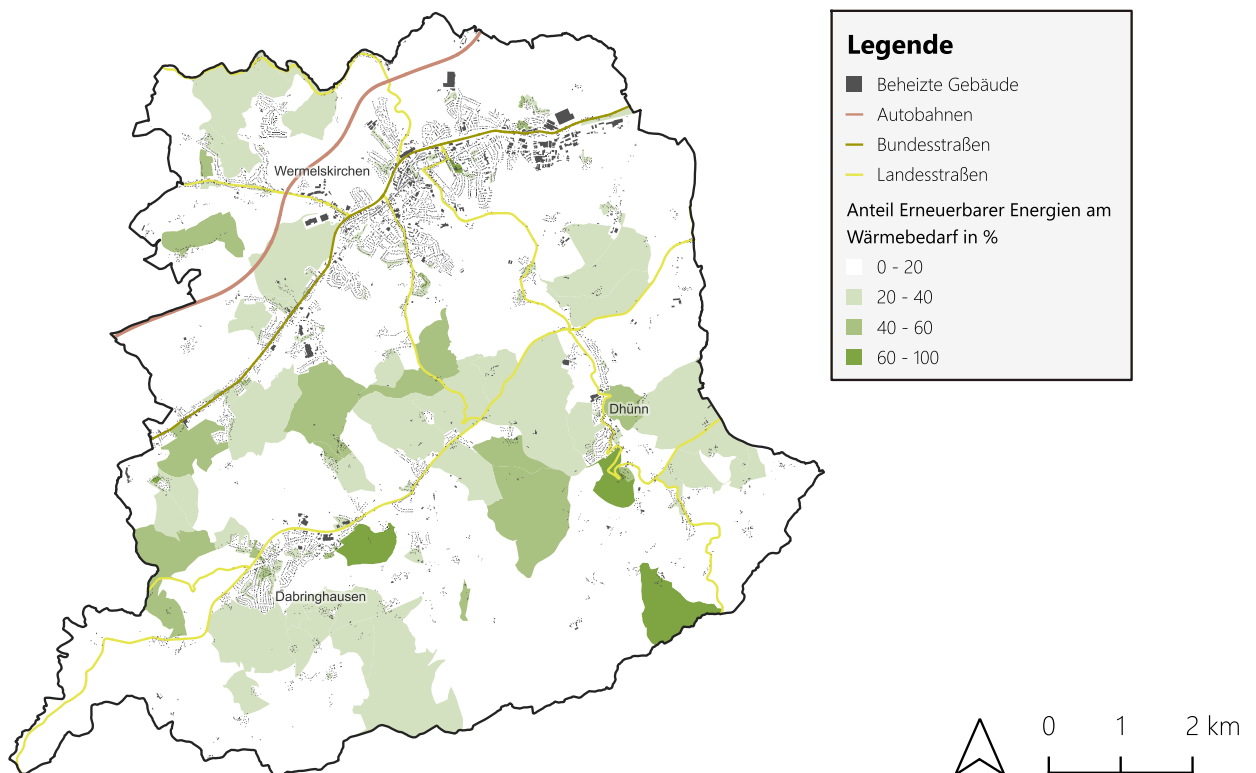


Abbildung 33: Anteil erneuerbarer Energien am Wärmebedarf auf Baublockebene

2.9 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 CO₂-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 34 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.

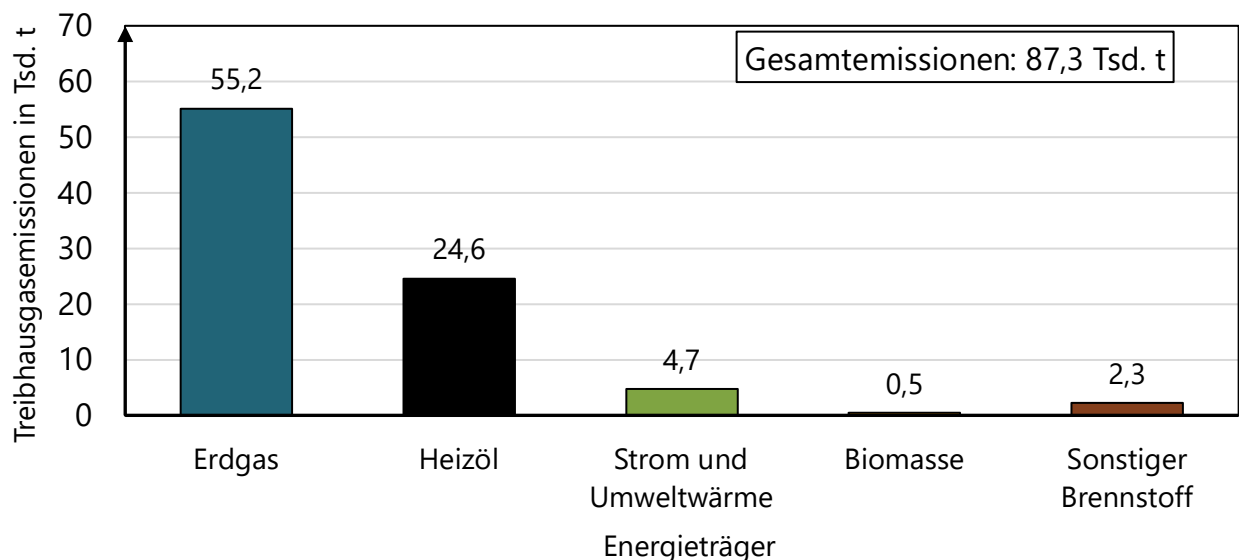


Abbildung 34: Jährliche Treibhausgasemissionen (alle Sektoren) in Tsd. T

Die Treibhausgasemissionen im Haushaltssektor sind in Abbildung 35 dargestellt. Da die Haushalte den Großteil des Wärmebedarfs ausmachen (siehe Abbildung 8 und Abbildung 9), 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 36) und damit von allen Sektoren den zweitgeringsten Anteil in Höhe von 8 %. Wie in Abbildung 10 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.

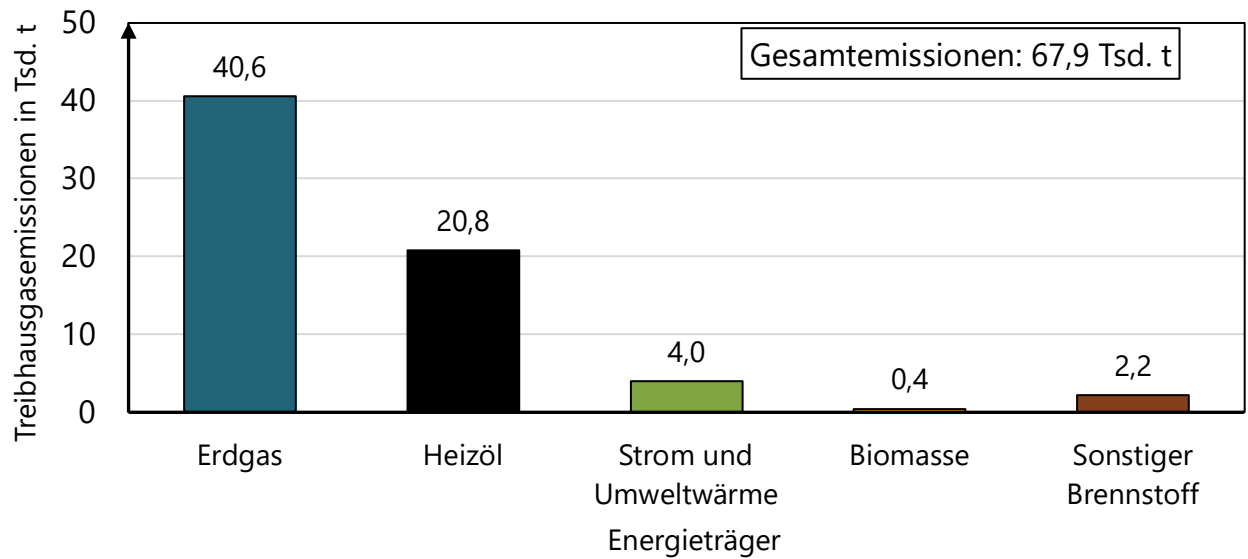


Abbildung 35: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Haushalte) in Tsd. t

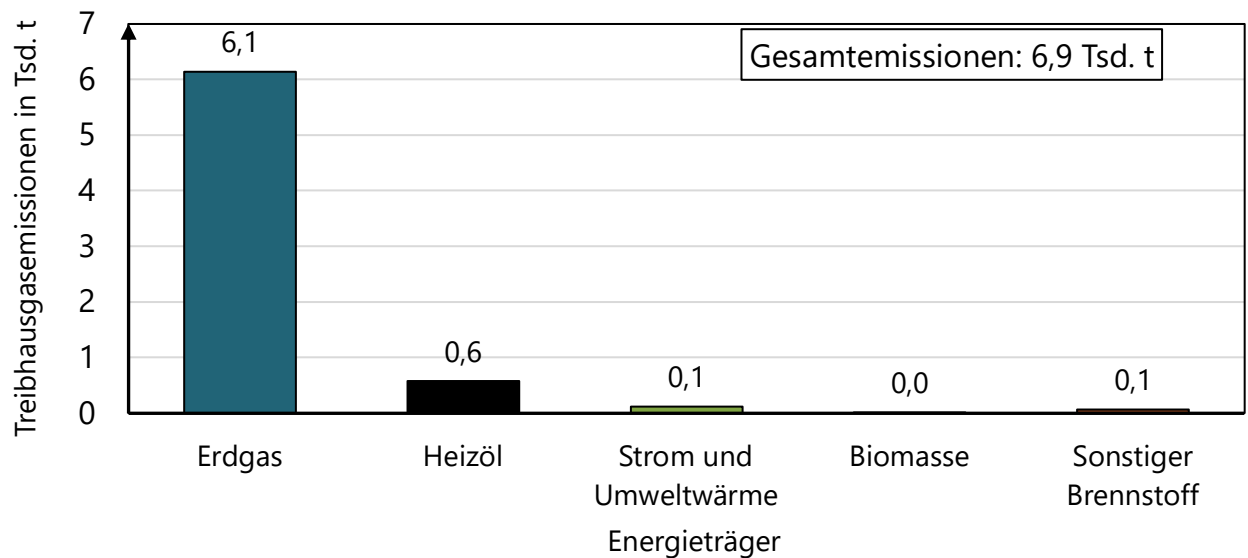


Abbildung 36: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor öffentliche Gebäude) in Tsd. T

Der GHD-Sektor weist mit 3,9 Tsd. t nur ca. 4 % der Treibhausgasemissionen und damit den geringsten Anteil der Sektoren auf (siehe Abbildung 37). 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 38 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.

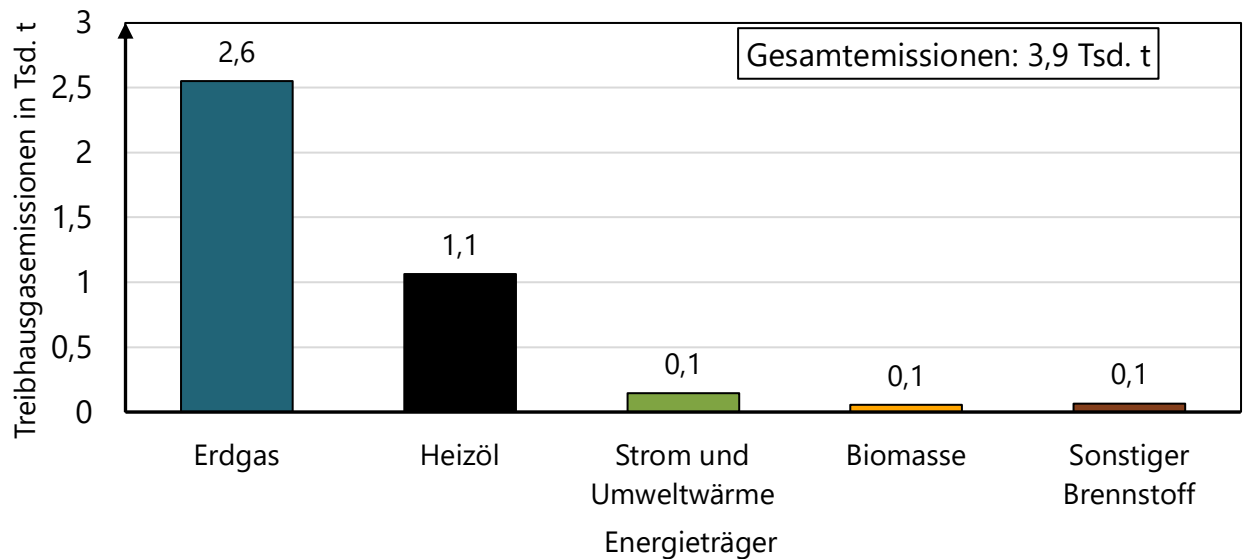


Abbildung 37: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor GHD) in Tsd. t

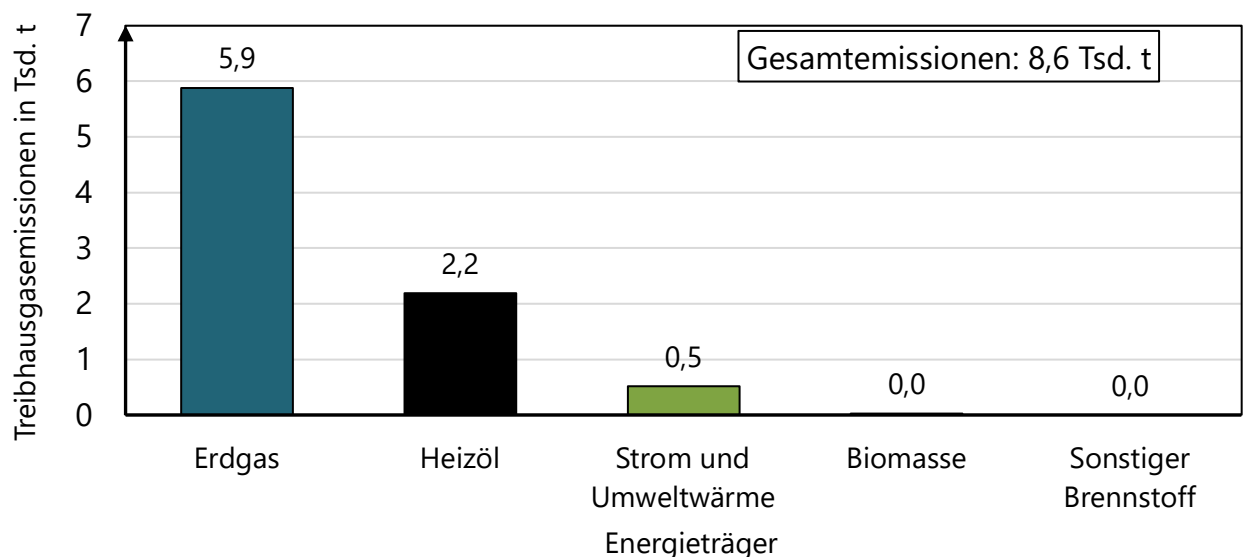


Abbildung 38: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Industrie) in Tsd. t

2.10 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.

3 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 Wärmerversorgungstechnologien. 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 3.1 werden die Ergebnisse der Potenzialstudie „Wärmestudie NRW“ zusammengefasst [11]. In den Abschnitten 3.3 bis 3.9 werden die Potenziale der verschiedenen Wärmequellen thematisiert. Anschließend erfolgt in Abschnitt 3.10 eine Kurzzusammenfassung der Ergebnisse.

3.1 Potenzialstudie zur zukünftigen Wärmeversorgung

Im Rahmen der Wärmestudie NRW [11] 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 [11] sowie des Wärmebedarfs der Stadt aus der Bestandsanalyse ist in Abbildung 39 dargestellt.

Abbildung 39 zeigt, dass nur wenige verschiedene Wärmequellen nennenswert zur zukünftigen Wärmeversorgung in der Stadt Wermelskirchen beitragen können. Hierbei wird beispielsweise 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 [11] 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.

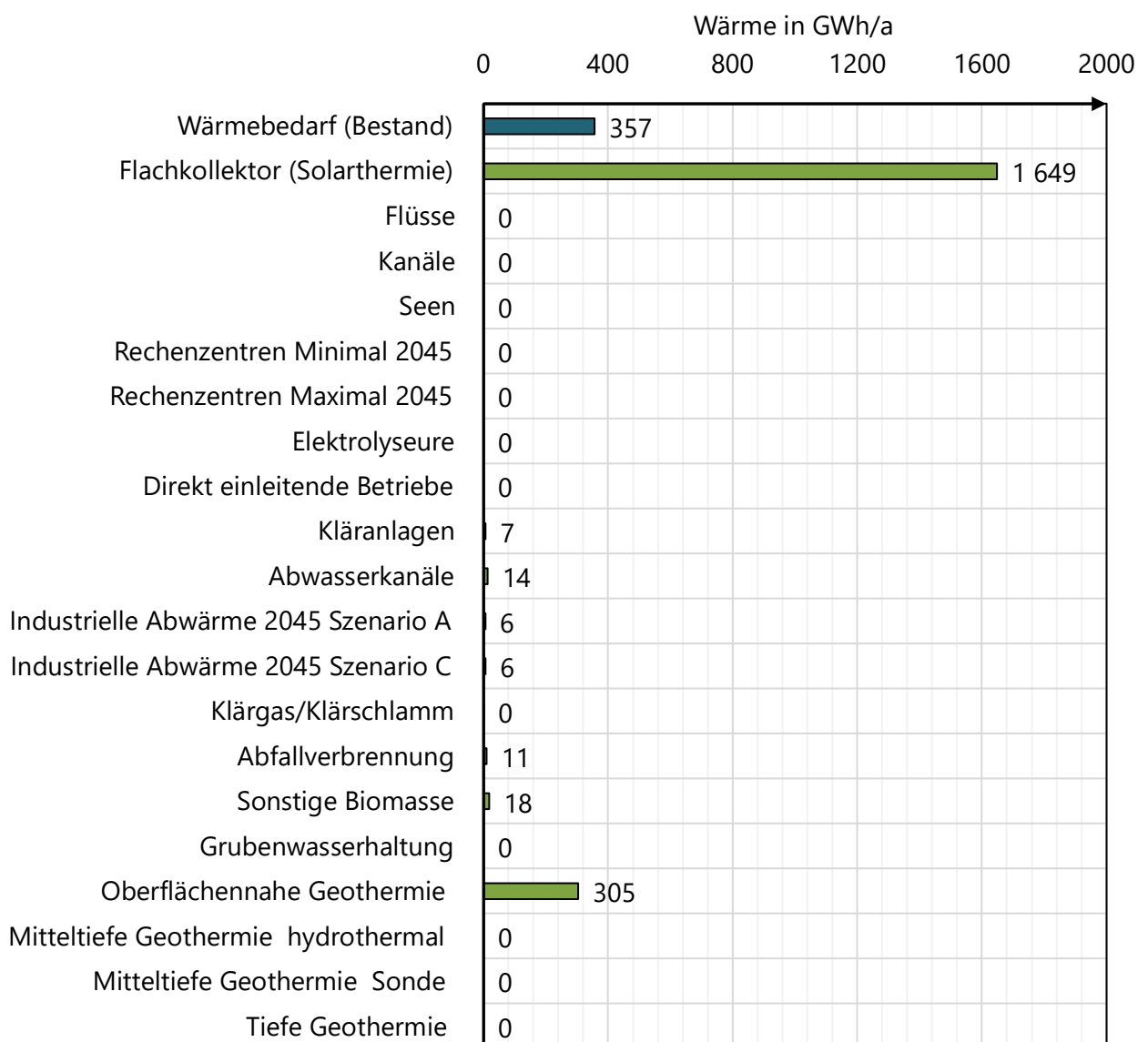


Abbildung 39: Zusammenfassung der Potenziale für die Wärmeversorgung nach [11]

Gemäß der Analysen aus [11] 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 [11] in der Stadt Wermelskirchen keine Potenziale dieser Wärmequellen in der Wärmeversorgung.

3.2 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 2 beschrieben und in Abbildung 40 und Abbildung 41 kartografisch dargestellt sind. Naturschutzgebiete, FFH-Gebiete, Wildnisgebiete sowie geschützte Biotopie betreffen vorwiegend bewaldete Flächen, die für Freiflächenanlagen wie Großwärmepumpen oder Solarthermieranlagen 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 2: 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 Biotopie	Geschützte Biotopie 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. ³
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. ³
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. ³

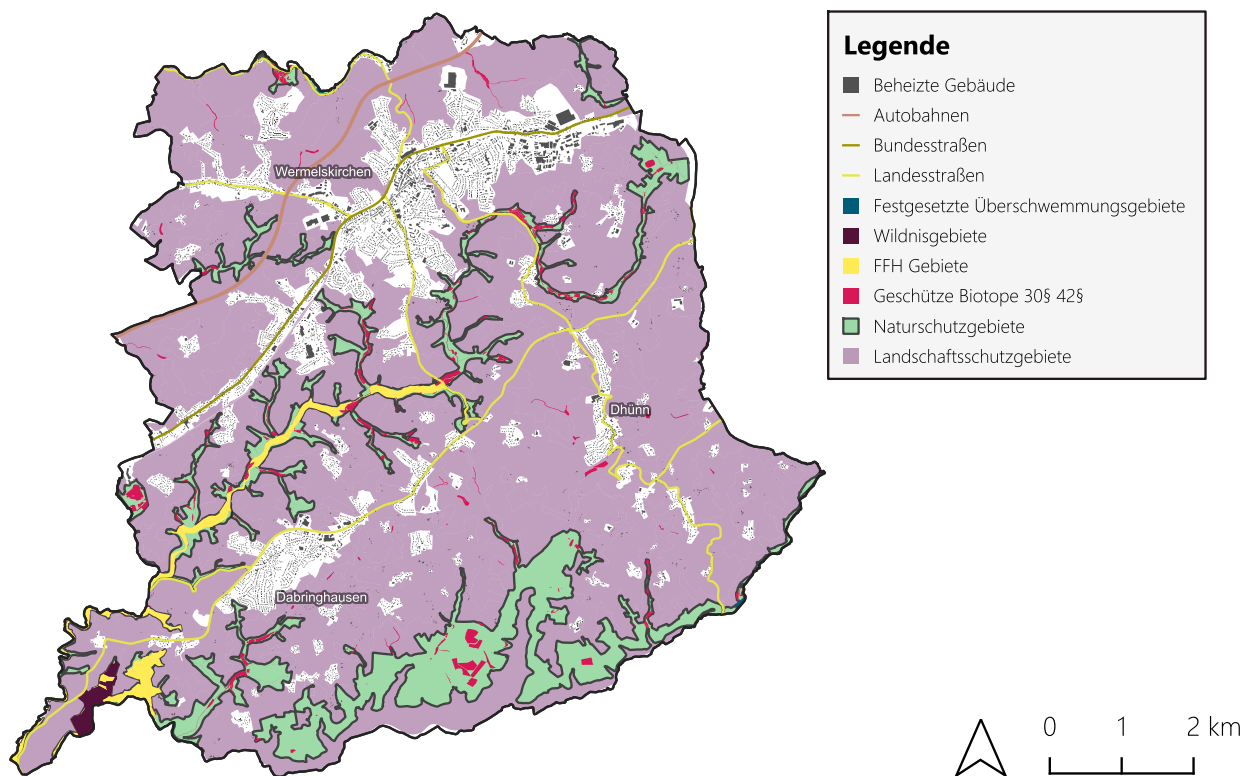


Abbildung 40: Bedeutsame Schutzgebiete in Wermelskirchen

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

³ Nach Wasserhaushaltsgesetz und Rechtsverordnung für Schutzbestimmungen im Bereich Bodenschatzgewinnung für die Wasserschutzgebiete im Land Nordrhein-Westfalen

Wasserschutzzgebiete erstreckten sich östlich der Sengbach-Talsperre und südöstlich der Eschbach-Talsperre.

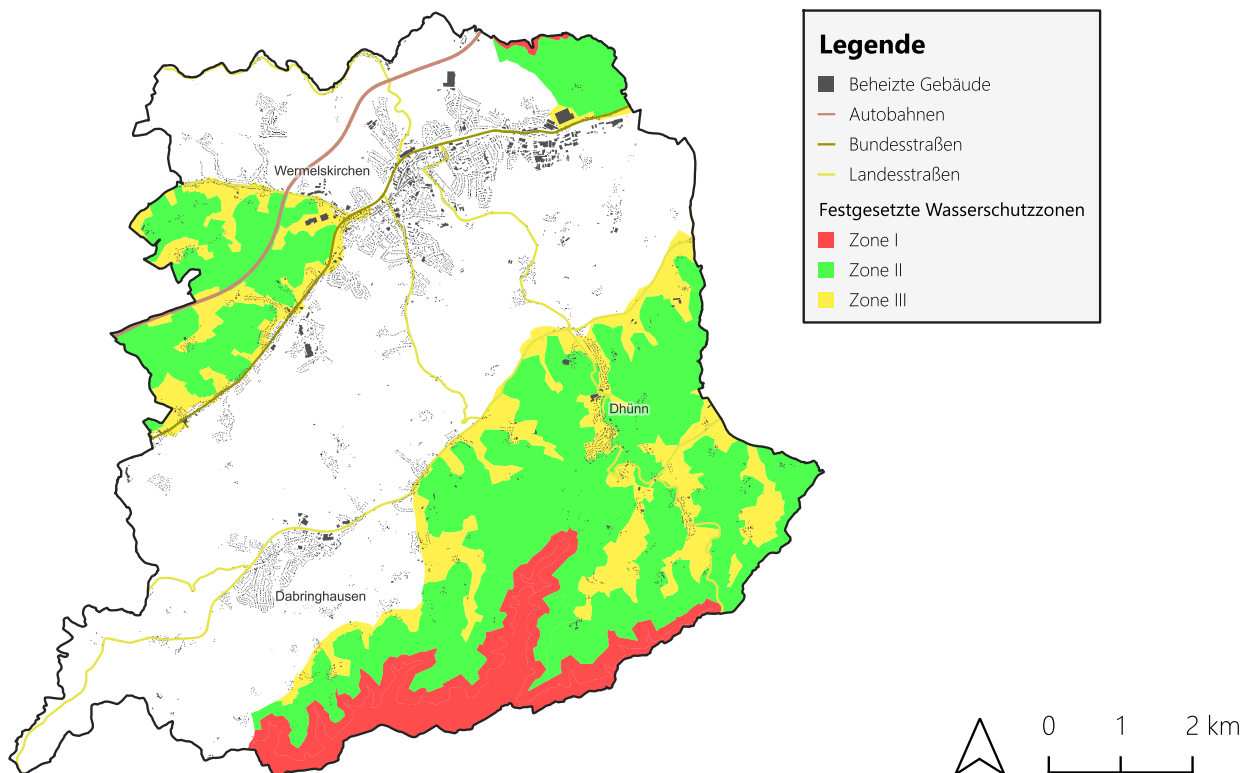


Abbildung 41: Wasserschutzzgebiete in Wermelskirchen

3.3 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 Solarthermieranlagen auf Freiflächen untersucht. Für die Stadt Wermelskirchen ergibt sich ein enormes Wärmebereitstellungspotenzial von 1.649 GWh bei der Nutzung von Flachkollektoranlagen auf Freiflächen [11]. In Abbildung 42 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.

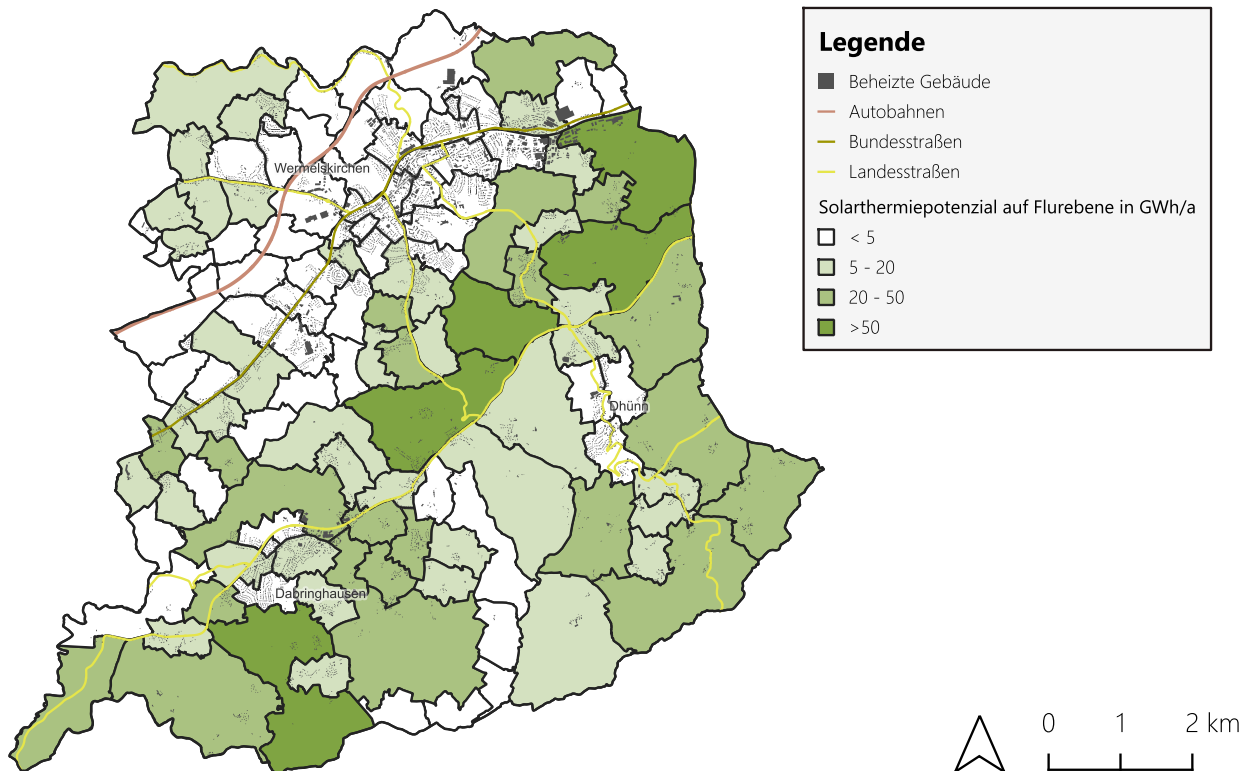


Abbildung 42: Potenzial für Freiflächen-Solarthermie auf Flurebene nach [3] und [11]

In Abbildung 43 sind die potenziellen Flächen für raumbedeutsame Anlagen nach Landesentwicklungsplan dargestellt [12].⁴ 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 43 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 43 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

⁴ Je nach individueller Prüfung entsprechen raumbedeutsame Anlagen einer Fläche ab 2 Hektar bzw. 10 Hektar.

Photovoltaikanlagen hinsichtlich ihrer Standortanforderungen in direkter Konkurrenz zueinander stehen.

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.

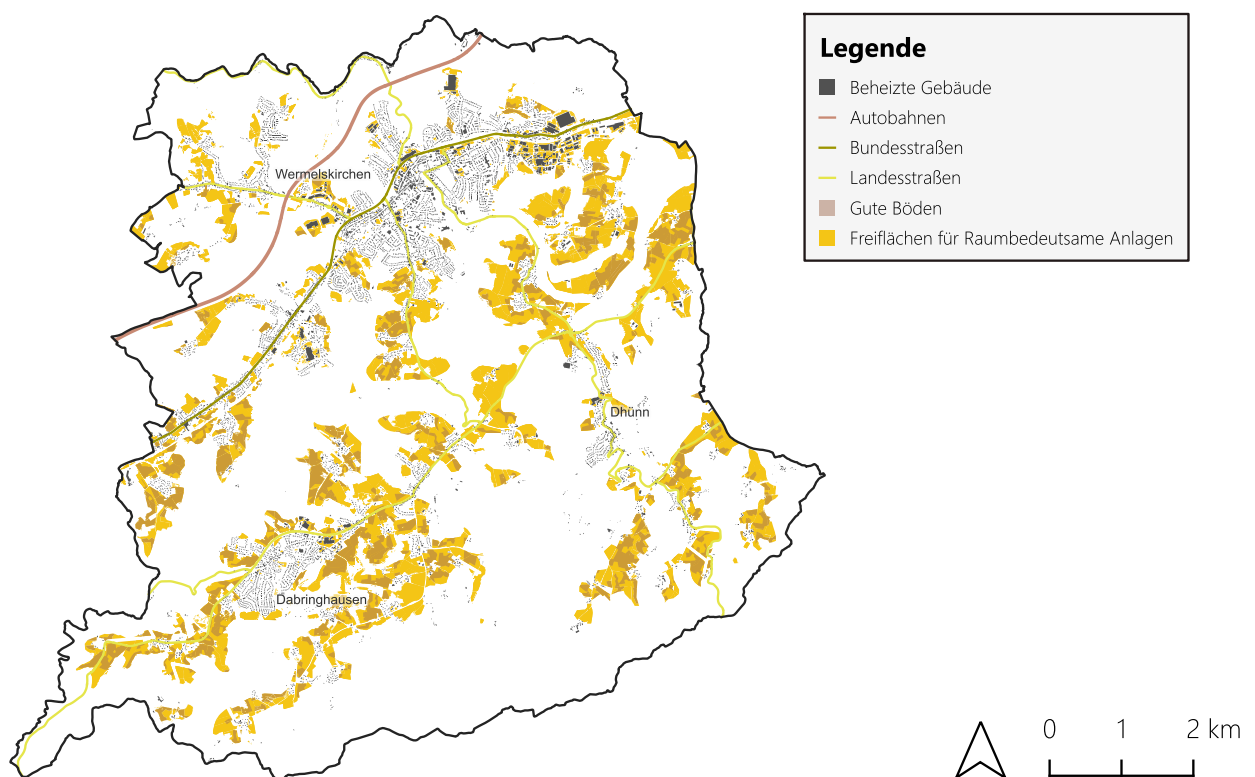


Abbildung 43: Flächen für raumbedeutsame Anlagen nach Landesentwicklungsplan [12]

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 [13]. Nutzbar wären hiervon jedoch nur 8 GWh im Bereich der Trinkwarmwassererzeugung [13]. 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 [14].

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.

3.4 Gewässer

3.4.1 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 [11]. 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 44 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 3 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 3 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.

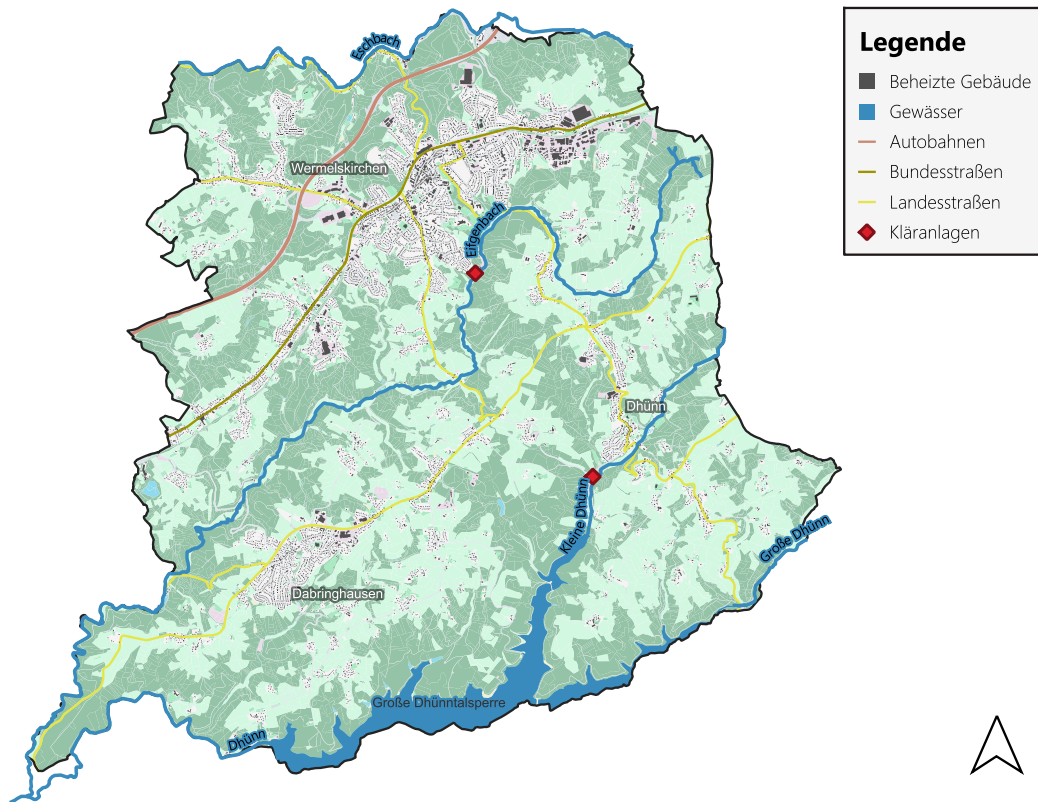


Abbildung 44: Standorte der untersuchten Gewässer und Kläranlagen

Tabelle 3: Durchfluss und Wärmepotenzial der untersuchten Fließgewässer

Fließgewässer	MNQ	Wärmeleistung	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 3 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 Vollastbedingungen 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 3 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.

3.4.2 Stehende Gewässer

Im Stadtgebiet von Wermelskirchen liegt die Große Dhünntalsperre (siehe Abbildung 44). 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 Warmegewinnung 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 4 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 3.2). Daher ist eine Genehmigung technischer Anlagen zur Wärmenutzung äußerst unwahrscheinlich.

Tabelle 4: Potenzialabschätzung von Seethermie

Gewässer	Volumen	Wärmepotenzial 0,3 K Abkühlung	Wärmepotenzial 1,5 K Abkühlung	Bemerkung
Große Dhünntalsperre	60 mio. m ³	20,7 GWh	103,7 GWh	Naturschutzgebiet, Trinkwasserschutzgebiet

3.5 Abwasser aus Kanälen und Kläranlagen

3.5.1 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 [15].

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 [15]. 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 5 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 45 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 5: Potenzialabschätzung Kanalnetz

Kanalabschnitt	Q _{TW}	Wärmeleistung	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

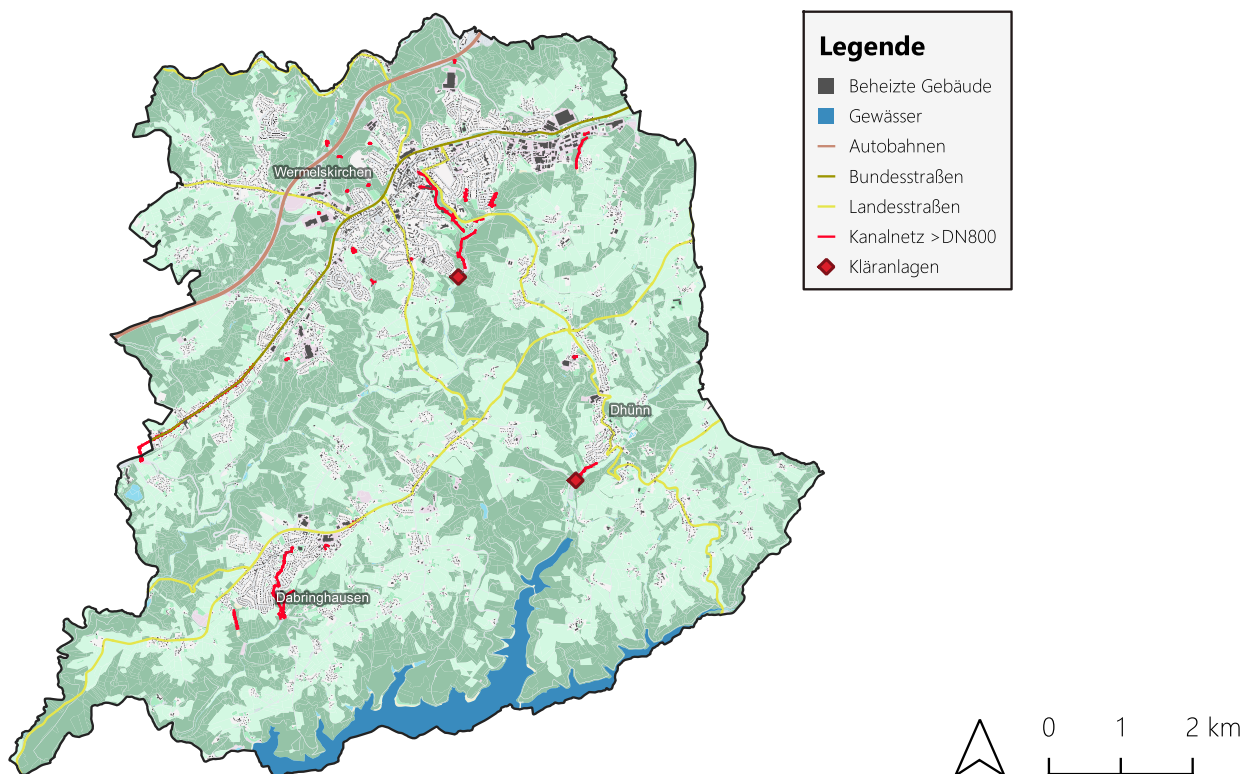


Abbildung 45: Kläranlagen und Kanalabschnitte ab DN800 im Stadtgebiet Wermelskirchen

3.5.2 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 2.3.4.6 beschrieben, werden in der Stadt Wermelskirchen zwei Kläranlagen betrieben, die Kläranlage Dhünn und die Kläranlage Wermelskirchen. Der Standort der Kläranlagen ist in Abbildung 45 (Abschnitt 3.5.1) 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 [15]. 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.

3.6 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.

3.6.1 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 Geothermiefpotenziale 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 46).

Diese Angaben beziehen sich auf Tiefen von 100 Metern [17]. 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.

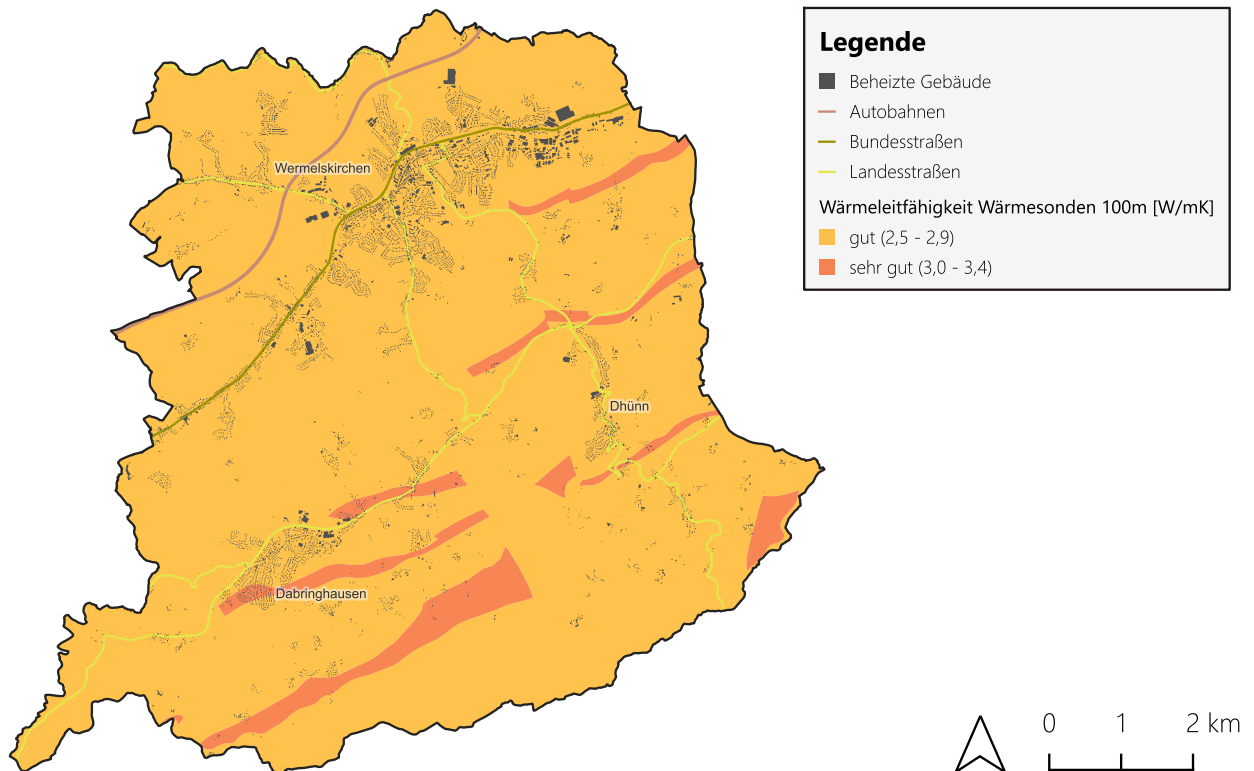


Abbildung 46: Oberflächennahe Geothermie: Geothermische Voraussetzungen [16]

3.6.2 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 Wärmeengewinnung, meist in Kombination mit einer Wärmepumpe.

Abbildung 47 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 [16] 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.

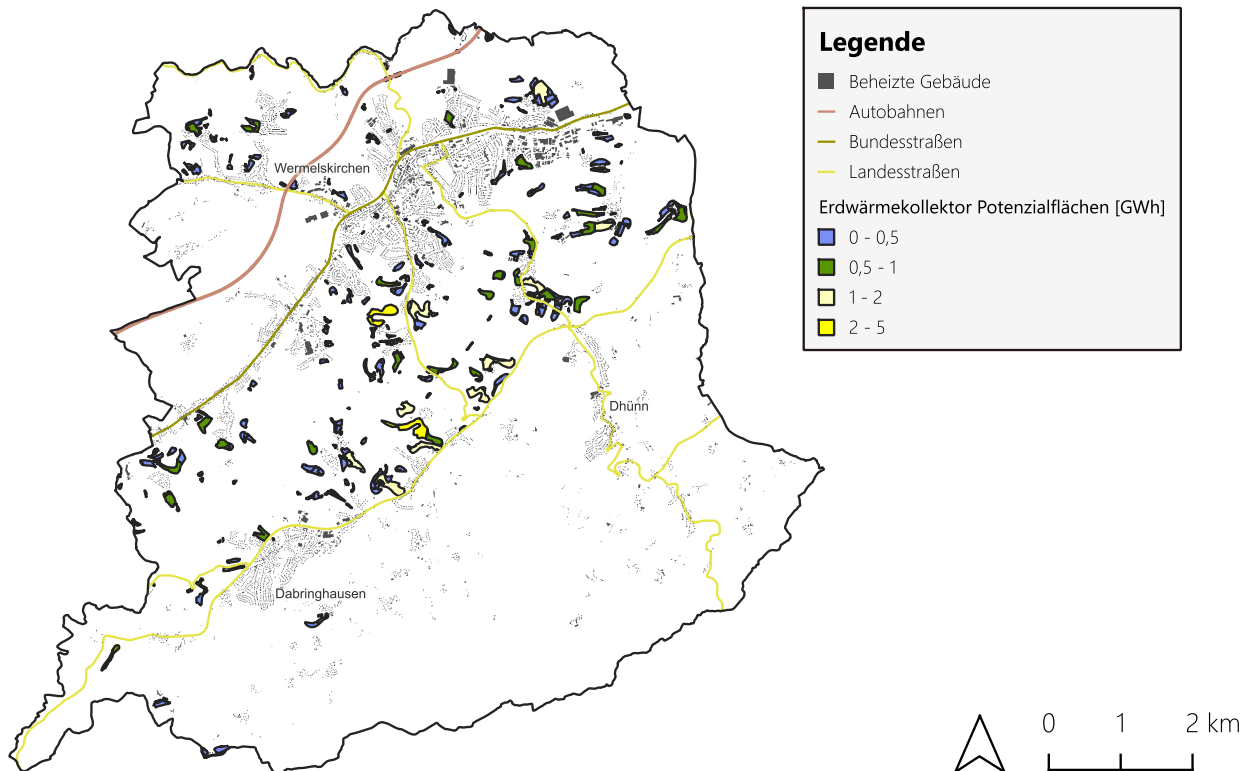


Abbildung 47: Erdwärmekollektoren-Potenzial auf Freiflächen

3.6.3 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 48 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.

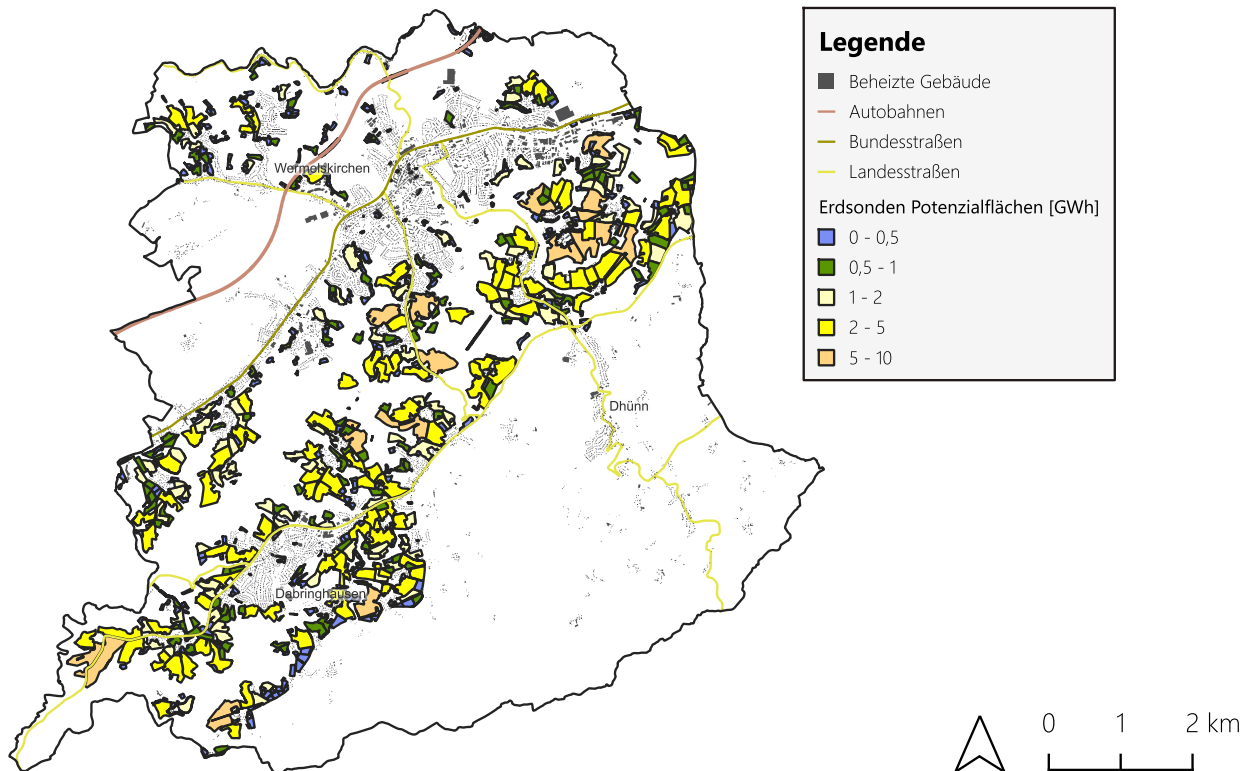


Abbildung 48: Erdsonden-Potenzial auf Freiflächen

3.7 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 2.7 zu sehen ist. Auch im Energieatlas ist kein Unternehmen mit Abwärmepotenzial aufgeführt [6].

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 [18]. Die aus diesen Datenquellen ermittelten Abwärmepotenziale sind in Tabelle 6 zusammengefasst. Die Standorte der Unternehmen mit Abwärmepotenzial sind zusätzlich in Abbildung 49 kartografisch dargestellt.

Tabelle 6: Unternehmen mit erfasstem Abwärmepotenzial

Unternehmen	Abwärme	Quelle
Tente-Rollen GmbH	2,2 GWh	[18]

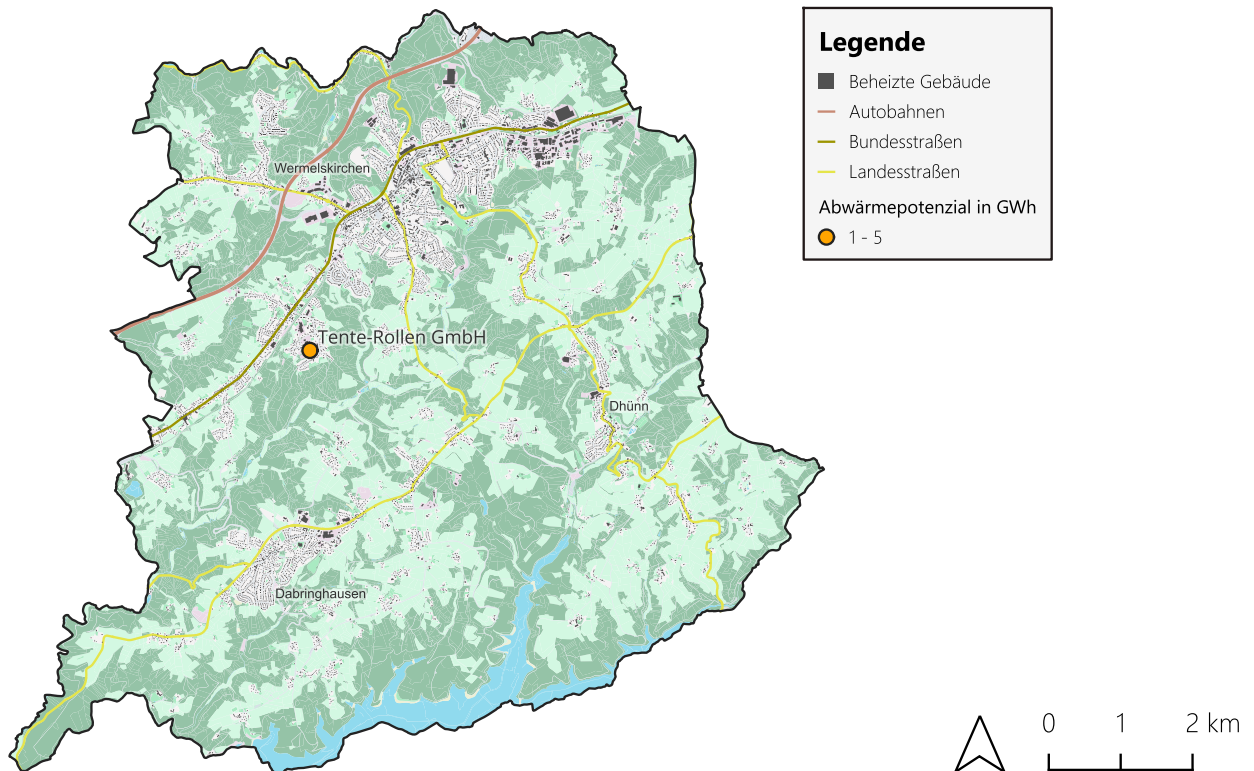


Abbildung 49: Standorte der Unternehmen mit Abwärmepotenzial

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 [11], 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 [18]. Unternehmen mit einem durchschnittlichen Gesamtenergieverbrauch von über 2,5 GWh sind hierbei zu Angaben verpflichtet. Für Wermelskirchen liegt gemäß [18] 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.

3.8 Biomasse

In der Wärmestudie NRW wurde für die Stadt Wermelskirchen ein Biomassepotenzial von 18 GWh für die zukünftige Wärmeversorgung ermittelt (siehe Abbildung 39), welches sich auf die drei wesentlichen Bereiche Abfallwirtschaft, Forstwirtschaft und Landwirtschaft verteilt. [11].

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. [11]

Ergänzend zu den Erkenntnissen aus [11] 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 7 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 Einordnung des jeweiligen Potenzials erfolgt in den folgenden Absätzen.

Tabelle 7: 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 [1] weist Wermelskirchen eine Waldfläche von 23,8 km² 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 [19] 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 km² (28 % der Gesamtfläche). 2 km² sind hierbei als Ackerflächen und 18,9 km² 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 [20], [21]. Für die Berechnung des Potenzials der tierischen Biomasse wurde der Bestand an Rindern und Schweinen über die landwirtschaftlichen Flächen aus [1] sowie die Dichte an Rindern und Schweinen gemäß [22] 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 [23]. Dementsprechend kann vermutet werden, dass das Potenzial an gasförmiger Biomasse in Wermelskirchen noch nicht ausgeschöpft wird.

3.9 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 [24] verwendet. Entsprechende Ausschlussflächen (z.B. Wasserschutzzonen oder Naturschutzgebiete) werden als Potenzialflächen ausgeschlossen.

In Abbildung 50 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 50 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.

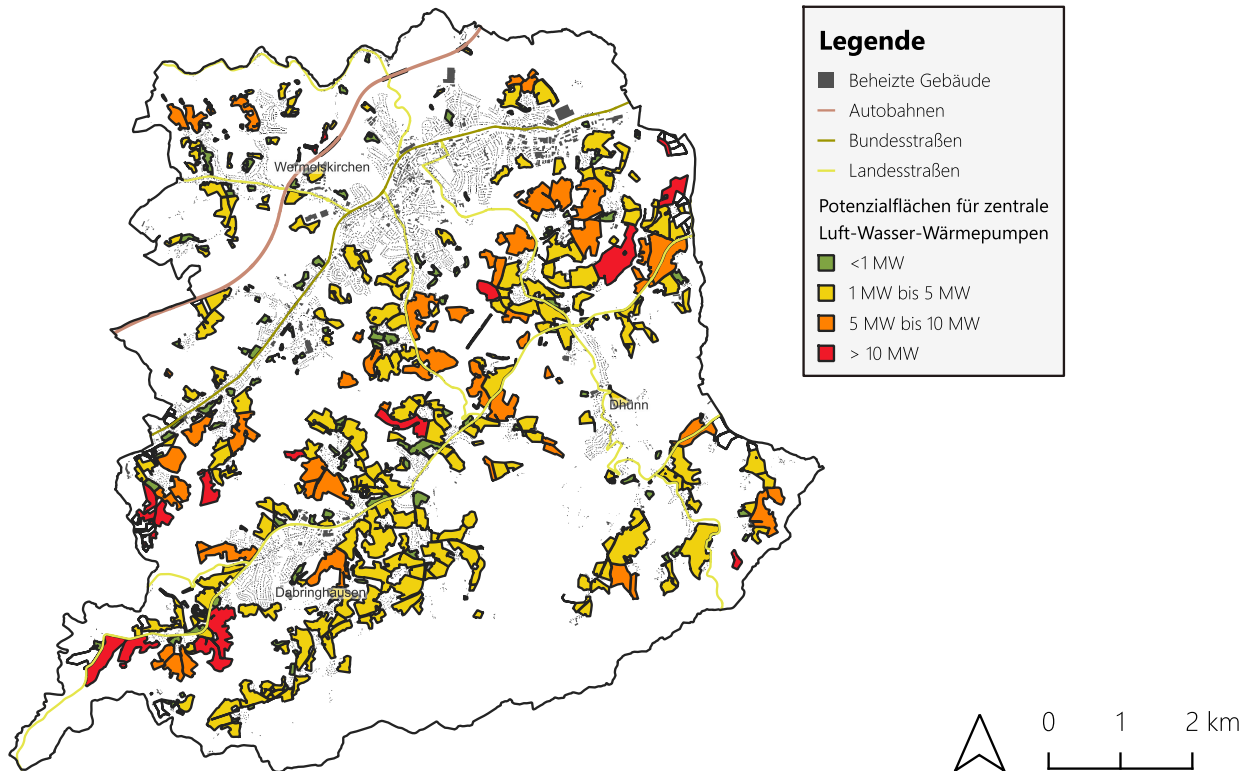


Abbildung 50: Thermische Leistung der Potenzialflächen für zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen

3.10 Kurzzusammenfassung der Potenzialanalyse

In Abbildung 51 sind die Erkenntnisse der Kapitel 3.3 bis 3.9 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.

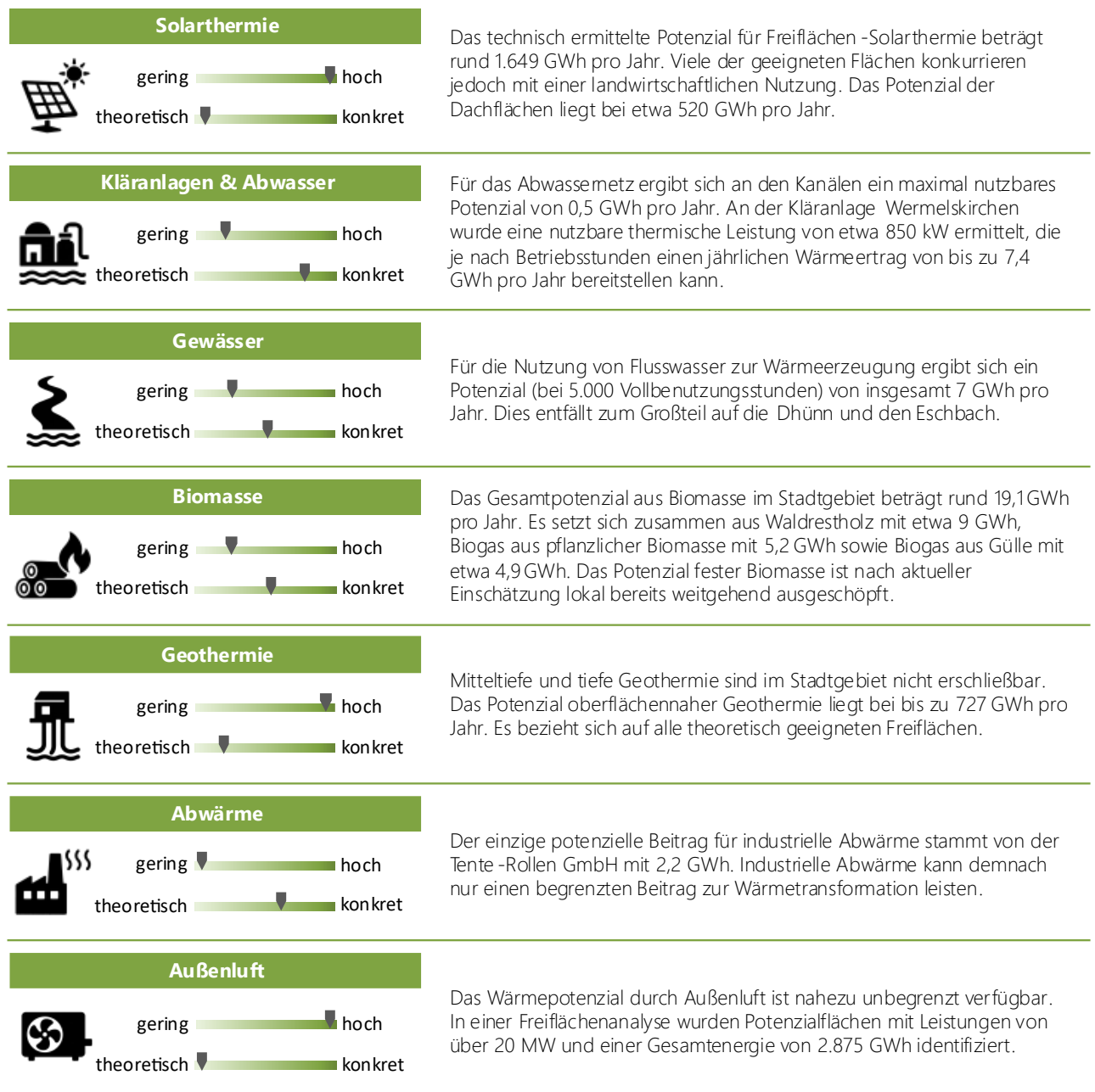


Abbildung 51: Zusammenfassung der Potenzialanalyse

Literaturverzeichnis

- [1] Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Digitalisierung des Landes Nordrhein-Westfalen, „ALKIS Flurstücke - Flächen“. [Online]. Verfügbar unter: <https://open.nrw/dataset/alkis-flurstuecke-flachen-bi>
- [2] Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung des Landes Nordrhein-Westfalen, „INSPIRE-WFS NW Denkmäler“. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.wms.nrw.de/rss-feeds/content/geoportal/html/1067.html>
- [3] LANUK, „Daten kommunale Wärmeplanung“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/umwelt_klima/klima/kwp/
- [4] Statistisches Bundesamt, „Zensus 2022“. 15. Mai 2022. [Online]. Verfügbar unter: https://www.zensus2022.de/DE/Ergebnisse-des-Zensus/_inhalt.html
- [5] 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
- [6] Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen (LANUK), „Wärmekataster NRW“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.energieatlas.nrw.de/site/planungskarte_waerme
- [7] Langreder, Nora; Lettow, Frederik; Sahnoun, Malek; Kreidelmeyer, Sven; Wünsch, Aurel; Lengning, Saskia et al., „Technikkatalog Wärmeplanung“. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung>
- [8] M. Peters, S. Steidle, und H. Böhnsich, „Kommunale Wärmeplanung - Handlungsleitfaden“, Stuttgart, Dez. 2020.
- [9] Behörde für Umwelt und Energie, „Wärmekataster Handbuch“, Hamburg, 2019.
- [10] Statistisches Bundesamt, „Stromerzeugung 2023: 56 % aus erneuerbaren Energieträgern“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2024/03/PD24_087_43312.html
- [11] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, „Wärmestudie NRW“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.energieatlas.nrw.de/site/waermestudienrw_ergebnisse
- [12] 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/
- [13] 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
- [14] 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
- [15] 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/Leitfa-
den_Ratgeber/Leitfaden_Waerme_aus_Abwasser.pdf
- [16] Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen, „Geothermie in NRW – Standortcheck“. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.geothermie.nrw.de/>
- [17] Geologischer Dienst NRW, „IS GT DS - Informationssystem Geothermie von Nordrhein-Westfalen - Datensatz“. [Online]. Verfügbar unter: <https://open.nrw/dataset/is-gt-ds-informations-system-geothermie-von-nordrhein-westfalen-datensatz-geo-nrw>
- [18] 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
- [19] 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
- [20] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), „Biogas“. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/bioeconomie-nachwachsende-rohstoffe/biogas>
- [21] 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
- [22] „Atlas Agrarstatistik Deutschland“. [Online]. Verfügbar unter: <https://agraratlas.statistikportal.de/>
- [23] 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
- [24] Geofabrik, „OpenStreetMap Data Extracts“. [Online]. Verfügbar unter: <https://download.geofabrik.de/>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Flächennutzung der Stadt Wermelskirchen [1]	7
Abbildung 2: Anzahl der Gebäude je Gebäudetyp	8
Abbildung 3: Primärer Gebäudetyp auf Baublockebene	9
Abbildung 4: Anzahl der Gebäude je Baujahresklasse	9
Abbildung 5: Primäre Baujahresklasse auf Baublockebene	10
Abbildung 6: Spezifischer Wärmebedarf aller Gebäude	11
Abbildung 7: Lage des Erdgasnetzes auf Baublockebene	12
Abbildung 8: Jährlicher Wärmebedarf (alle Sektoren) in GWh	13
Abbildung 9: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Haushalte) in GWh	14
Abbildung 10: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor öffentliche Gebäude) in GWh	15
Abbildung 11: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor GHD) in GWh	15
Abbildung 12: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Industrie) in GWh	16
Abbildung 13: Anteil von Erdgas am Wärmebedarf auf Baublockebene	17
Abbildung 14: Anteil von Heizöl am Wärmebedarf auf Baublockebene	18
Abbildung 15: Anteil von Strom und Umweltwärme am Wärmebedarf auf Baublockebene	18
Abbildung 16: Anteil von Biomasse am Wärmebedarf auf Baublockebene	19
Abbildung 17: Anteil von sonstigen Brennstoffen am Wärmebedarf auf Baublockebene	20
Abbildung 18: Primärer Energieträger (bezogen auf Wärmebedarf) auf Baublockebene	21
Abbildung 19: Anzahl versorgter Gebäude nach Energieträger	22
Abbildung 20: Anzahl der Gebäude mit Erdgas zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene	22
Abbildung 21: Anzahl der Gebäude mit Heizöl zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene	23
Abbildung 22: Anzahl der Gebäude mit Strom zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene	24
Abbildung 23: Anzahl der Gebäude mit Biomasse zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene	25
Abbildung 24: Anzahl der Gebäude mit sonstigem Brennstoff zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene	25
Abbildung 25: Altersstruktur der Erdgasheizungen	26
Abbildung 26: Altersstruktur der Ölheizungen	27
Abbildung 27: Altersstruktur der Biomasseheizungen	28
Abbildung 28: Altersstruktur der Flüssiggasheizungen	28
Abbildung 29: Wärmeflächendichte auf Baublockebene	29
Abbildung 30: Wärmelinienendichte auf Straßenzugebene	30
Abbildung 31: Lokalisation von Großverbrauchern auf Baublockebene	31
Abbildung 32: Anteil erneuerbarer Energien am Wärmebedarf in Abhängigkeit des Energieträgers	32
Abbildung 33: Anteil erneuerbarer Energien am Wärmebedarf auf Baublockebene	32
Abbildung 34: Jährliche Treibhausgasemissionen (alle Sektoren) in Tsd. T	33
Abbildung 35: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Haushalte) in Tsd. t	34
Abbildung 36: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor öffentliche Gebäude) in Tsd. T	34



Abbildung 37: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor GHD) in Tsd. t	35
Abbildung 38: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Industrie) in Tsd. t	35
Abbildung 39: Zusammenfassung der Potenziale für die Wärmeversorgung nach [11]	37
Abbildung 40: Bedeutsame Schutzgebiete in Wermelskirchen	39
Abbildung 41: Wasserschutzgebiete in Wermelskirchen	40
Abbildung 42: Potenzial für Freiflächen-Solarthermie auf Flurebene nach [3] und [11]	41
Abbildung 43: Flächen für raumbedeutsame Anlagen nach Landesentwicklungsplan [12]	42
Abbildung 44: Standorte der untersuchten Gewässer und Kläranlagen	44
Abbildung 45: Kläranlagen und Kanalabschnitte ab DN 800 im Stadtgebiet Wermelskirchen	47
Abbildung 46: Oberflächennahe Geothermie: Geothermische Voraussetzungen [16]	50
Abbildung 47: Erdwärmekollektoren-Potenzial auf Freiflächen	51
Abbildung 48: Erdsonden-Potenzial auf Freiflächen	52
Abbildung 49: Standorte der Unternehmen mit Abwärmepotenzial	53
Abbildung 50: Thermische Leistung der Potenzialflächen für zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen	56
Abbildung 51: Zusammenfassung der Potenzialanalyse	57



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Datengrundlage für die Bestandsanalyse	6
Tabelle 2: Schutzgebiete in Wermelskirchen und ihre Bedeutung für Wärmeerzeugungsanlagen....	38
Tabelle 3: Durchfluss und Wärmepotenzial der untersuchten Fließgewässer	44
Tabelle 4: Potenzialabschätzung von Seethermie	46
Tabelle 5: Potenzialabschätzung Kanalnetz	47
Tabelle 6: Unternehmen mit erfasstem Abwärmepotenzial	52
Tabelle 7: Potenzial der gasförmigen und festen Biomasse	54