



Wärmeplanung in Moers

Zwischenbericht

Kommunale Wärmeplanung der Stadt Moers.



Impressum

Kommunale Wärmeplanung Stadt Moers

Auftraggeber: Stadt Moers, Rathausplatz 1, 47441 Moers

Durchgeführt von ENNI Stadt & Service Niederrhein AöR & BMU Energy Consulting GmbH

Projektteam:

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

Daniel Rosengarten, Dipl.-Ing. Ingo Blank (ENNI Stadt & Service Niederrhein AöR)

Larissa Schlie (Stadt Moers)

Anschrift:

ENNI Stadt & Service Niederrhein AöR, Am Jostenhof 15, 47441 Moers

E-Mail: info@enni.de | Webseite: <https://www.enni.de/impressum/>

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:

Juni 2025

Titelbild-Bildnachweis:

<https://www.ruhr-guide.de/ruhrstadt/staedte-im-ruhrgebiet-moers/>

Logo Stadt Moers:

Stadt Moers

Gender-Hinweis:

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



Inhalt

Impressum.....	2
Inhalt.....	3
Abkürzungsverzeichnis.....	4
1 Bestandsanalyse.....	5
1.1 Datengrundlage.....	5
1.2 Vorprüfung	6
1.3 Gebäudestruktur und Netzinfrastrukturen	6
1.4 Wärmebedarf nach Energieträgern und Sektoren.....	14
1.5 Anzahl versorgter Gebäude.....	25
1.6 Wärmebedarfsdichte und Großverbraucher	33
1.7 Anteil der erneuerbaren Energien.....	36
1.8 Treibhausgasemissionen nach Energieträgern und Sektoren.....	37
2 Potenzialanalyse	41
2.1 Potenzialstudie zur zukünftigen Wärmeversorgung	41
2.2 Solare Potenziale	43
2.3 Gewässer.....	45
2.4 Abwasser aus Kanälen und Kläranlagen	47
2.5 Geothermie.....	49
2.6 Industrielle Abwärme.....	55
2.7 Biomasse.....	56
2.8 Luft-Wasser-Wärmepumpen	57
2.9 Kurzzusammenfassung der Potenzialanalyse.....	58
Literaturverzeichnis	60
Abbildungsverzeichnis.....	62
Tabellenverzeichnis.....	63



Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
BHKW	Blockheizkraftwerk
COP	Coefficient of Performance
EE	Erneuerbare Energien
GHD	Gewerbe-Handel-Dienstleistungen
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LANUK	Landesamt für Natur- Umwelt und Klima NRW
NRW	Nordrhein-Westfalen
PV	Photovoltaik
PVT	Photovoltaik-Thermisch
THG	Treibhausgas
WPG	Wärmeplanungsgesetz

1 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.

1.1 Datengrundlage

Für die Erstellung der Bestands- und Potenzialanalyse ist eine umfassende Datensammlung und -aufbereitung notwendig. In Tabelle 1 sind die Datenquellen aufgeführt, die zur fundierten Erfassung der aktuellen Wärmestruktur sowie zur Ermittlung zukünftiger Potenziale herangezogen werden. Diese umfassen beispielsweise Informationen zur Versorgungsinfrastruktur, zum Gebäudebestand und zum Wärmebedarf.

Tabelle 1: Datengrundlage für die Bestands- und Potenzialanalyse

Bezeichnung	Inhalte	Quelle
ALKIS	Flurstücke	[1]
Befragung der Industrie	Lokale Potenziale zur Abwärmenutzung	-
ENNI Energie & Umwelt Niederrhein GmbH	Gasnetzinfrastruktur und Gasverbräuche	-
ENNI Energie & Umwelt Niederrhein GmbH, Fernwärme Niederrhein GmbH, EON Energy Solutions GmbH	Wärmenetzinfrastruktur, Wärmenetzerzeugung	-
INSPIRE Baudenkmäler	Baudenkmäler	[2]
ELWAS-Web	Pegeldaten von Fließgewässern	[3]
Geofabrik (OpenStreetMap)	Flächennutzung	[4]
Geologischer Dienst NRW	Informationen zur Geothermie	[5]
Kehrdaten der Schornsteinfeger	Dezentrale Heizungstechnologien (Verbrennungstechnologien)	-
Daten für kommunale Wärmeplanung (LANUK)	Statistische Daten zu Wärmebedarf, Sanierungsstand, Gebäudenutzung, Baujahresklasse und Ähnliches; Potenziale für Solarthermie und Geothermie	[6]
RheinNetz GmbH	Stromnetz	-
Solkataster NRW	Potenziale und Potenzialflächen für Photovoltaik und Solarthermie	[7], [8], [9]
Wärmestudie NRW	Potenziale erneuerbarer Energien	[10]



1.2 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 komplette Gemeindegebiet von Moers eine Aussage über die heutige und zukünftige Wärmeversorgung treffen zu können, wurde im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für alle Teilgebiete eine vollständige Wärmeplanung durchgeführt.

1.3 Gebäudestruktur und Netzinfrastrukturen

1.3.1 Flächennutzung

Moers ist eine Stadt im Kreis Wesel in Nordrhein-Westfalen. Sie besteht nach den Gemarkungen aus acht Stadtteilen (Moers, Repelen, Kapellen, Asberg, Hochstraß, Hülsdonk, Vinn und Schwafheim) mit einer Gesamteinwohnerzahl von knapp 108.500 Einwohnern [11]. In Abbildung 1 ist die Flächennutzung der Stadt Moers dargestellt.

Das Stadtgebiet ist geprägt von Landwirtschafts- und Siedlungsflächen, welche einen Großteil der Gesamtfläche ausmachen. Zudem kommen einige Gewerbe- und Industrieflächen hinzu. Das Stadtgebiet wird durchzogen von einem kleinen Fließgewässer, dem Moersbach, und weist mit dem Waldsee und Schwafheimer Bergsee zwei größere stehende Gewässer auf. Die Siedlungsdichte ist insbesondere in den Stadtteilen Moers, Hochstraß und Asberg sehr hoch, wobei dort auch die überwiegende Zahl der Einwohner lebt.

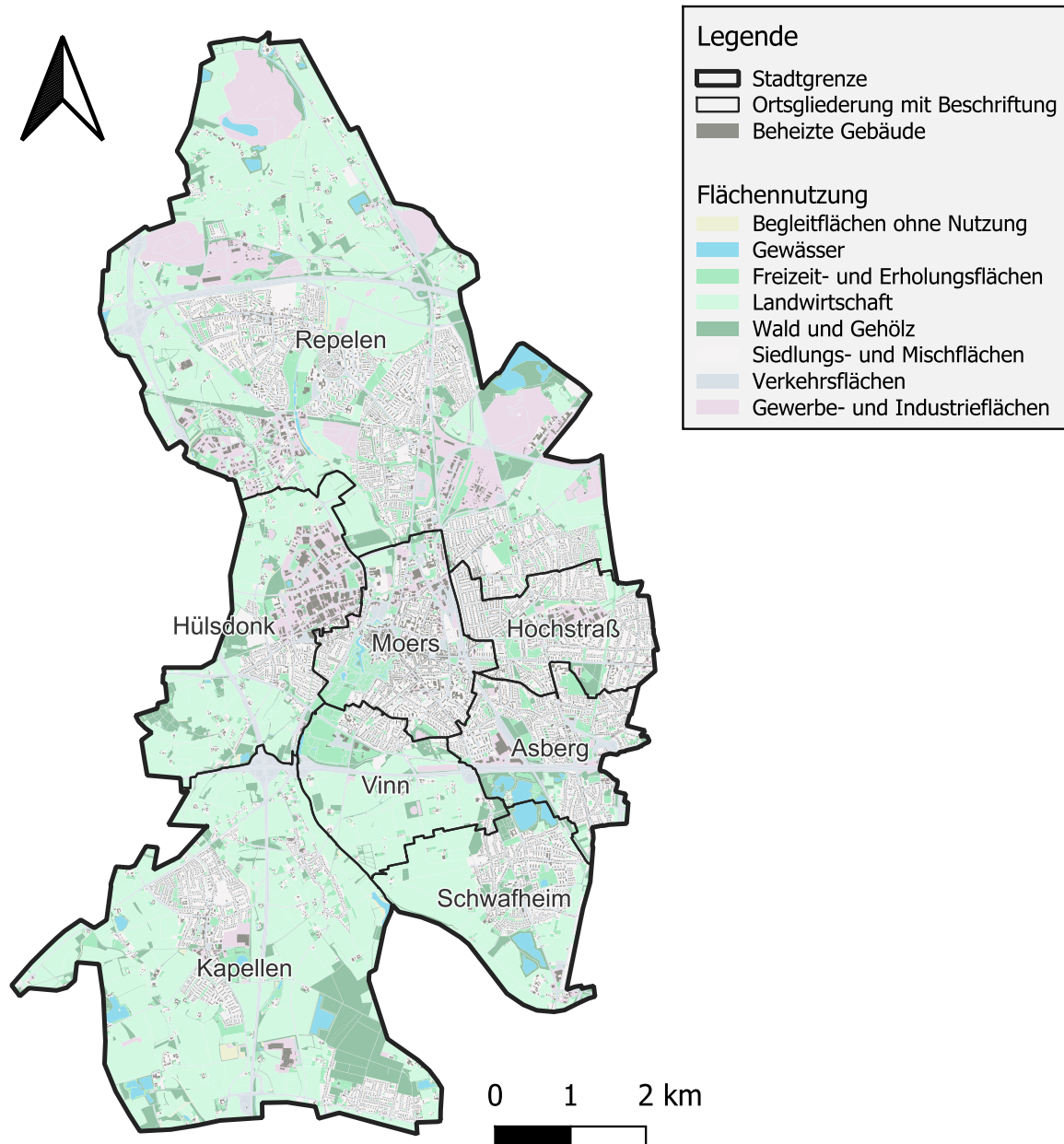


Abbildung 1: Flächennutzung der Stadt Moers [4]

1.3.2 Baublöcke als Aggregationsebene

Das Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist nicht die Empfehlung von Heizungstechnologien auf Gebäudeebene, sondern die Ermöglichung einer Planungsgrundlage der lokalen Energieversorgung für die Kommune. Um eine sinnvolle Auswertungsgröße zu haben und Datenschutzerfordernissen zu gewährleisten, wird gemäß WPG für die kartographische Auswertung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung die Aggregationsebene „Baublock“ verwendet. Als Baublock wird eine Ansammlung von Gebäuden (mindestens 5 Gebäude) bezeichnet, welche von sämtlichen Seiten von Straßen, Schienen oder sonstigen natürlichen oder baulichen Grenzen eingeschlossen ist. Für das Stadtgebiet von Moers ergeben sich nach dieser Definition 1.029 Baublöcke, die im Rahmen der Wärmeplanung ausgewertet werden.

1.3.3 Gebäudetypologie

Die Gebäudestruktur der Stadt Moers wird dominiert von Einfamilienhäusern. Dies kann Abbildung 2 entnommen werden, die die Anzahl der Gebäude je Gebäudetyp als Säulendiagramm darstellt. In Summe befinden sich in Moers 22.756 Gebäude, die über einen Heizungsanschluss verfügen. 66 % dieser Gebäude sind Einfamilienhäuser. Immerhin 18 % entfallen auf Reihenhäuser, während 6 % große Mehrfamilienhäuser, 5 % Mehrfamilienhäuser und 5 % Nichtwohngebäude ausmachen.

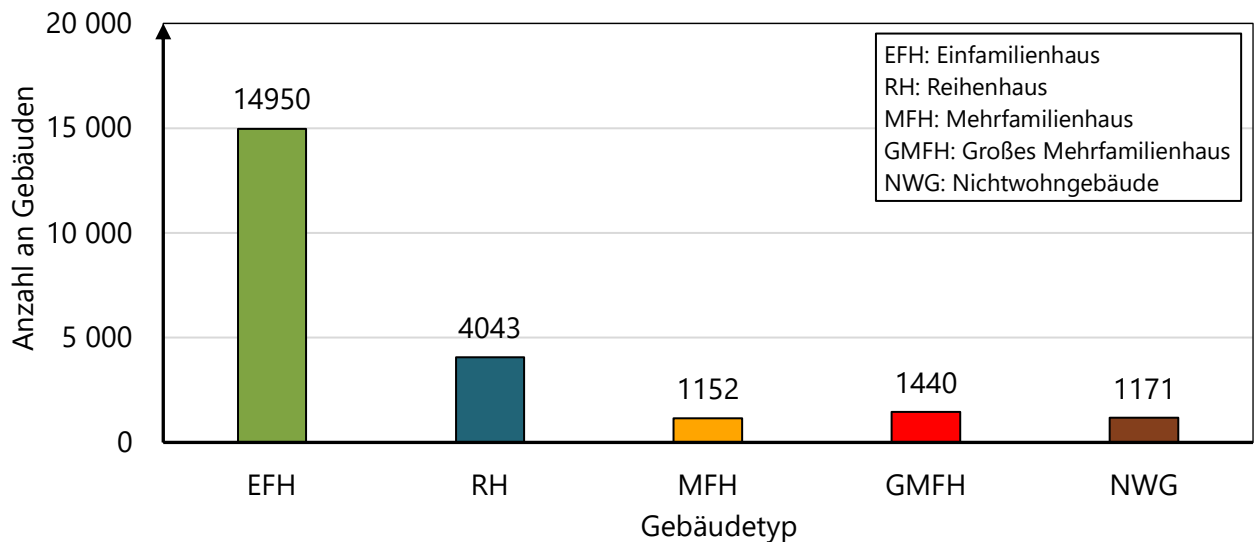


Abbildung 2: Anzahl der Gebäude je Gebäudetyp

In Abbildung 3 ist ergänzend der primäre Gebäudetyp auf Baublockebene dargestellt. Es ist zu erkennen, dass 721 der 1.029 Baublöcke primär Einfamilienhäuser beinhalten, was 70 % der Baublöcke entspricht. Dies zeigt ebenfalls, dass die Stadt Moers überwiegend von Einfamilienhäusern geprägt ist. Lediglich insbesondere in Stadtzenturnähe existieren einige Baublöcke mit vorwiegend (großen) Mehrfamilienhäusern. 66 der Baublöcke beinhalten primär Nichtwohngebäude (z.B. in den Gewerbegebieten Hülsdonk, Genend und Pattberg).

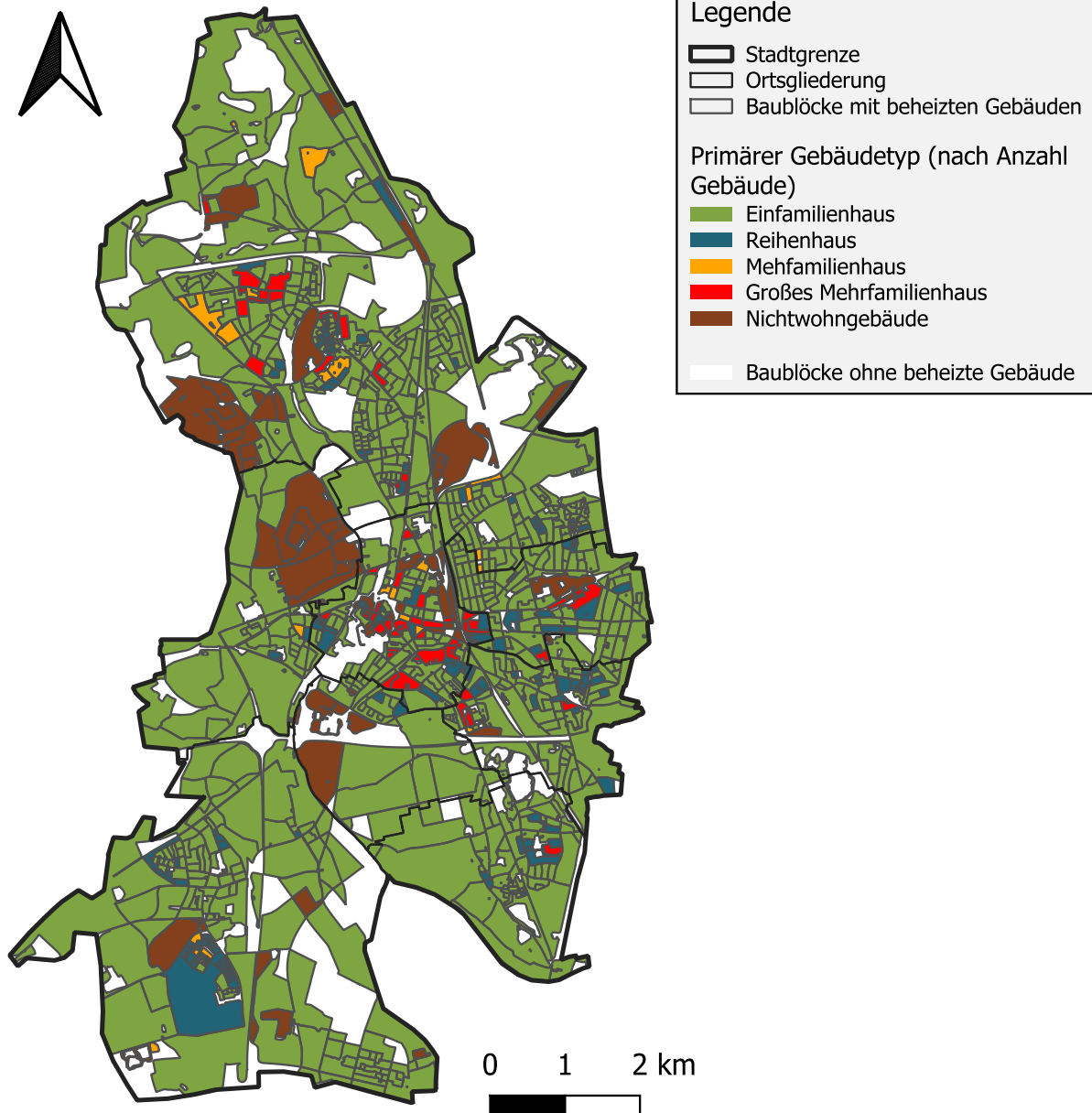


Abbildung 3: Primärer Gebäudetyp auf Baublockebene

Neben dem Gebäudetyp ist für die Wärmeversorgung von Gebäuden insbesondere das Baujahr relevant, da dieses den spezifischen Wärmebedarf in Abhängigkeit des Sanierungsstands stark beeinflusst. In Abbildung 4 ist die Anzahl an Gebäuden je Baujahresklasse für die ganze Stadt dargestellt. Wie dieser Auswertung zu entnehmen ist, überwiegt in Moers der Gebäudebestand aus den Baujahren zwischen 1900 und 1970. Diese machen mit insgesamt 13.605 Gebäuden knapp 60 % des Gebäudebestandes aus. Insbesondere Gebäude mit einem Baujahr zwischen 1946 bis 1980 zeichnen sich grundsätzlich durch einen hohen spezifischen Wärmebedarf von über $150 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ aus [12]. Der Anteil dieser Gebäude liegt in Moers bei 49 %. Zudem stechen die Baujahre von 1986 bis 1995 mit einem Anteil von 12 % der Gebäude hervor. Die Stadt weist jedoch ebenso 1.273 Gebäude auf, welchen ein Baujahr ab 2016 zugeschrieben wird und somit typischerweise einen spezifischen Energiebedarf von unter $80 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ besitzen [12].

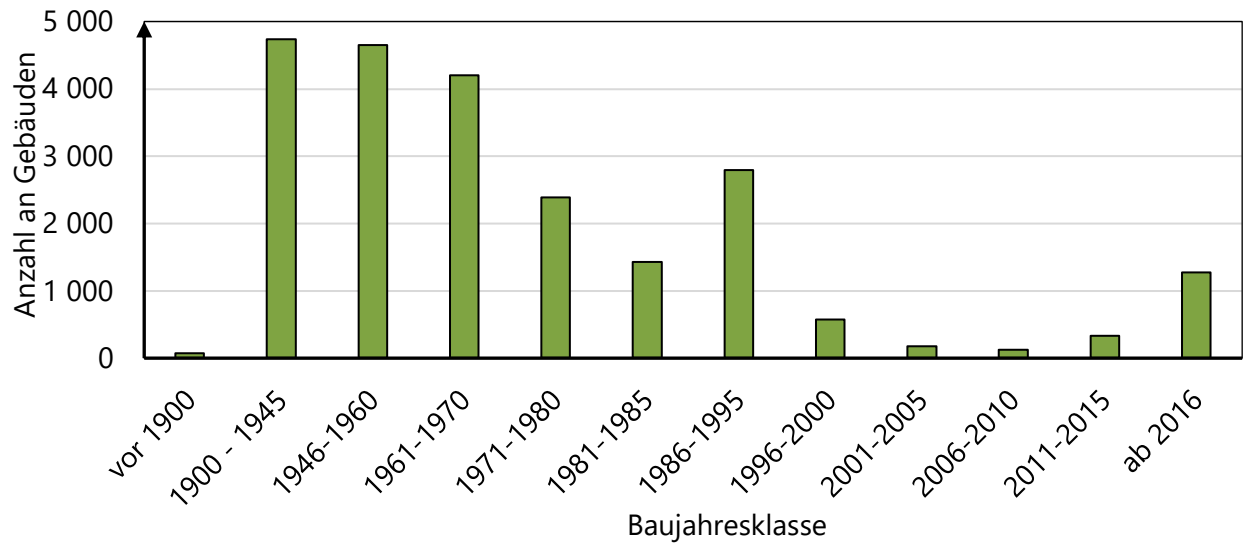


Abbildung 4: Anzahl der Gebäude je Baujahresklasse

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 Moers in den meisten Stadtteilen durchmischt ist. Dabei sind auch die Anteile an Baublöcken der jeweiligen primären Gruppen an Baujahren gleichmäßig verteilt. Gebäude der Baujahresklassen vor 1960 finden sich insbesondere in den Stadtteilzentren, jedoch auch in den äußeren Stadtgebieten. Die Baujahresklassen ab 1981 hingegen liegen vorwiegend in den Stadtteilen Schwafheim und Repelen vor. Gebäude aus den Jahren 1961 bis 1980 sind beispielsweise im Gewerbegebiet Hülsdonk und vorwiegend im Süden von Moers zu finden.

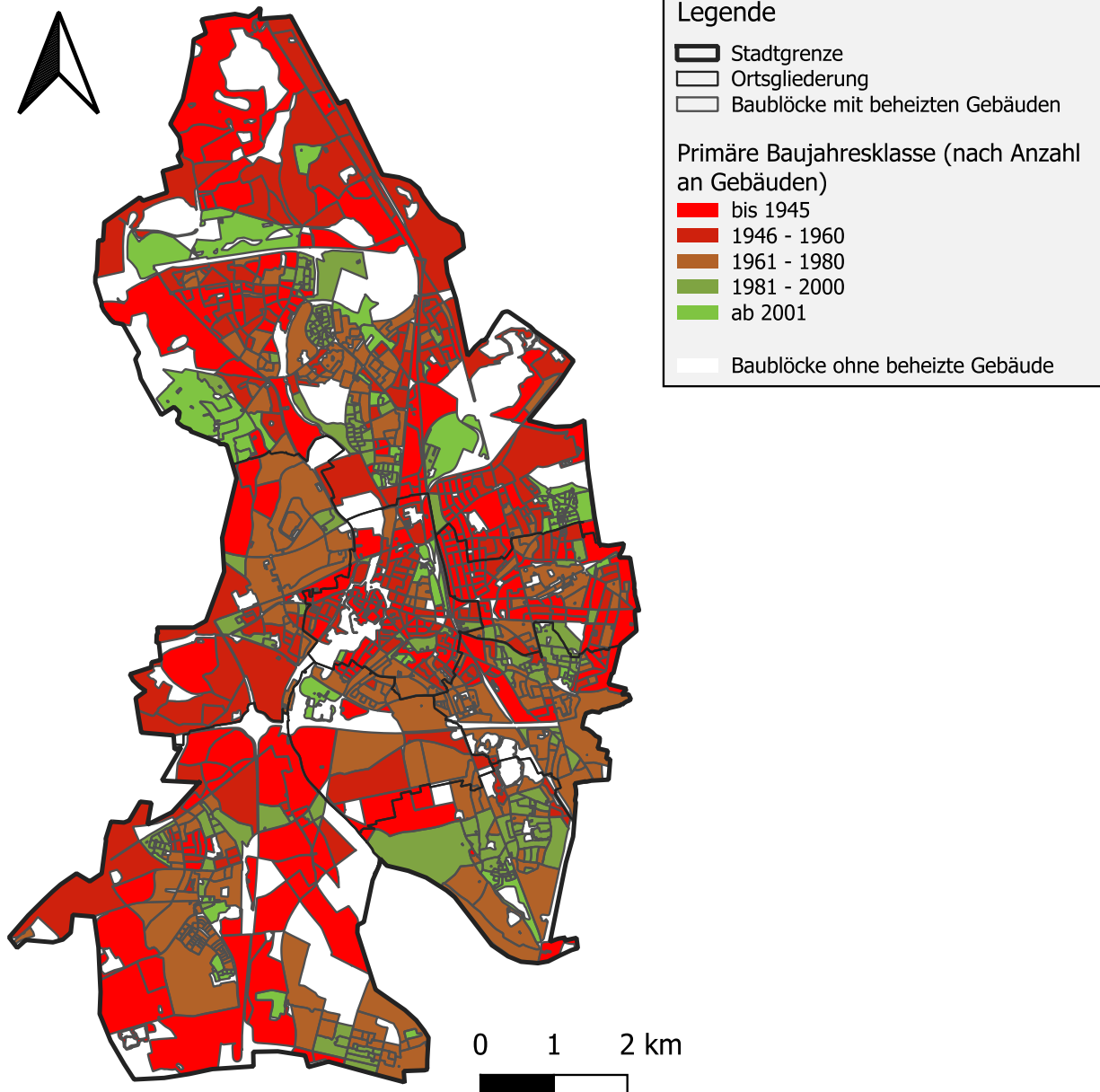


Abbildung 5: Primäre Baujahresklasse auf Baublockebene

1.3.4 Netzinfrastrukturen

1.3.4.1 Erdgasnetz

Die Wärmeversorgung basierend auf dem öffentlichen Erdgasnetz spielt in der Stadt Moers eine entscheidende Rolle (siehe Abschnitt 1.4). Es wird von der ENNI Energie & Umwelt Niederrhein GmbH betrieben. Abbildung 6 zeigt auf Baublockebene die Lage des Moerser Erdgasnetzes, dessen Ausdehnung sich über alle Stadtteile erstreckt. Lediglich der Norden und Süden der Stadt verfügt zum Teil über kein Gasnetz. Zudem sind auch in zentralerer Lage, wie beispielsweise in Hochstraß, teilweise ganze Baublöcke, aufgrund der bestehenden Wärmenetze nicht an das Gasnetz angeschlossen.



Die Inbetriebnahme der ersten Leitungen erfolgte im Jahr 1963. Auf die gesamte Stadt bezogen liegt die Trassenlänge des Netzes bei 386,24 km. Insgesamt sind 10.844 Gebäude am Gasnetz angeschlossen, was einem Anteil von 48 % entspricht.



Abbildung 6: Lage des Erdgasnetzes auf Baublockebene

1.3.4.2 Wärmenetze

In der Stadt Moers existieren sechs Wärmenetze, die verschiedene Betreiber aufweisen. Vier der Netze werden von der ENNI Energie & Umwelt Niederrhein GmbH betrieben, eins von der Fernwärme Niederrhein GmbH (FN) und eins von EON Energy Solutions GmbH. Die Verortung der Netze und deren Wärmeerzeuger ist in Abbildung 7 dargestellt.

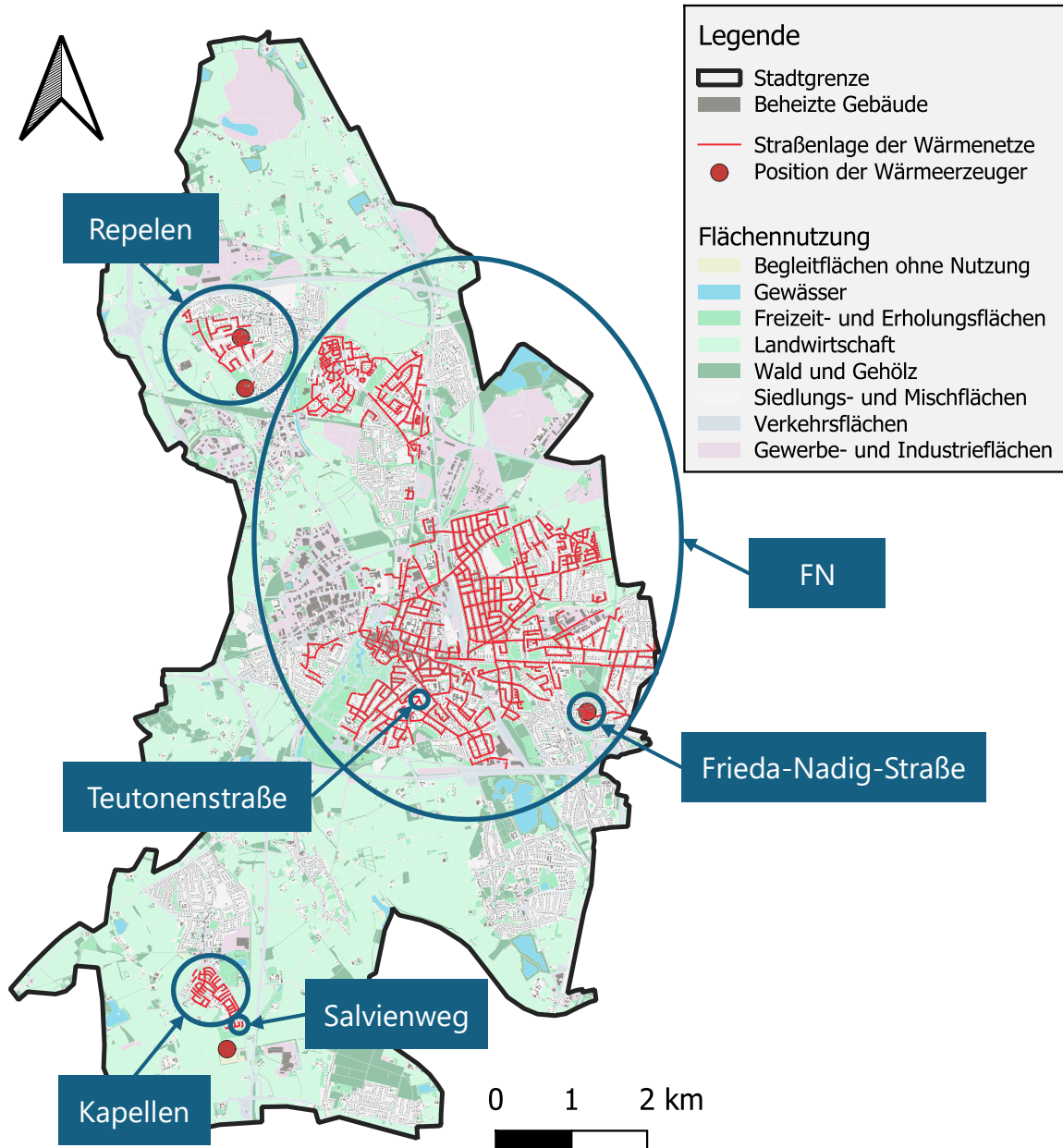


Abbildung 7: Lage der Wärmenetze

Das Wärmenetz Frieda-Nadig-Straße der ENNI wurde 2016 in Betrieb genommen und die einfache Trassenlänge beträgt ca. 0,2 km auf. Es weist 50 Netzanschlüsse und eine Vorlauftemperatur von 65 °C auf. Die Wärme wird über eine gasbefeuerte Heizzentrale mit Kessel und BHKW mit einer gesamten Leistung von 220 kW erzeugt.

Das Wärmenetz Repelen der ENNI wurde 1992 in Betrieb genommen und die einfache Trassenlänge beträgt 7,1 km auf. Es weist 242 Netzanschlüsse und eine Vorlauftemperatur von 110 °C auf. Die Wärme wird über einen Gas- und Ölkessel sowie einem BHKW mit einer gesamten Leistung von 7.023 kW erzeugt.

Das Wärmenetz Salvienweg der ENNI wurde 2017 in Betrieb genommen und die einfache Trassenlänge beträgt ca. 0,3 km auf. Es weist 31 Netzanschlüsse und eine Vorlauftemperatur von 90 °C auf.



Die Wärme kommt über einen Fremdbezug von EON aus dem Wärmenetz Kapellen mit einer vertraglichen Leistung von 135 kW. Das besagte Wärmenetz Kapellen von EON wurde 1999 in Betrieb genommen. Es weist eine Trassenlänge von 5 km und 182 Netzanschlüsse auf. Die Wärme wird durch eine Kesselanlage und KWK mit einer gesamten Leistung von ca. 5.000 kW erzeugt.

Das Wärmenetz Teutonenstraße der ENNI wurde 2019 in Betrieb genommen und die einfache Trassenlänge beträgt ca. 0,5 km auf. Es weist 50 Netzanschlüsse und eine Vorlauftemperatur von 90 °C auf. Die Wärme kommt über einen Fremdbezug der Fernwärme Niederrhein mit einer Leistung von 460 kW. Das besagte Wärmenetz der FN weist auf dem Stadtgebiet von Moers eine Trassenlänge von ca. 113 km und 4.990 Netzanschlüsse auf. Die Wärme wird in erster Linie durch KWK und Abwärme erzeugt.

1.3.4.3 Wasserstoffnetze

In der Stadt Moers werden aktuell keine Wasserstoffnetze betrieben oder konkret geplant.

1.3.4.4 Wärme- und Gasspeicher

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

1.3.4.5 Anlagen für Wasserstoff oder synthetische Gase

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

1.3.4.6 Abwasser

Im Stadtgebiet von Moers wird eine Kläranlage betrieben. Die Kläranlage Moers-Gerdt liegt im Stadtteil Repelen und hat eine Kapazität von 210.000 Einwohnergleichwerten. Der Durchfluss der Kläranlage beträgt im Mittel 289,7 Liter pro Sekunde (min. 134 Liter pro Sekunde). Zudem gibt es vereinzelte Kanalabschnitte, deren Durchfluss mehr als 50 Liter pro Sekunde oder sogar mehr als 100 Liter pro Sekunde erreicht.

1.4 Wärmebedarf nach Energieträgern und Sektoren

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
- Strom (Wärmepumpen und Direktheizungen)
- Wasserstoff (liegt im Bestand in Moers nicht vor)
- Biomasse (insb. Pellets und weitere festes, flüssige und gasförmige Energieträger aus Biomasse)
- Sonstige Brennstoffe (insb. Kohle und Flüssiggas)

Der jährliche Gesamtwärmebedarf von Moers liegt bei 1.003,9 GWh (siehe Abbildung 8).¹ Davon entfallen 468,4 GWh auf den Energieträger Erdgas, was 47 % des Gesamtwärmebedarfs und damit den größten Teil aller Energieträger ausmacht. Die Wärmenetze stellen den zweitwichtigsten Energieträger mit 290,3 GWh und damit einen Anteil von 29 %. Mit 173,6 GWh weist Heizöl 17 % des Gesamtwärmebedarfs auf. Strom und Umweltwärme stellen mit 4 % einen weiteren nennenswerten Anteil dar, wohingegen auf Biomasse und sonstige Brennstoffe 2 % bzw. 1 % entfallen.

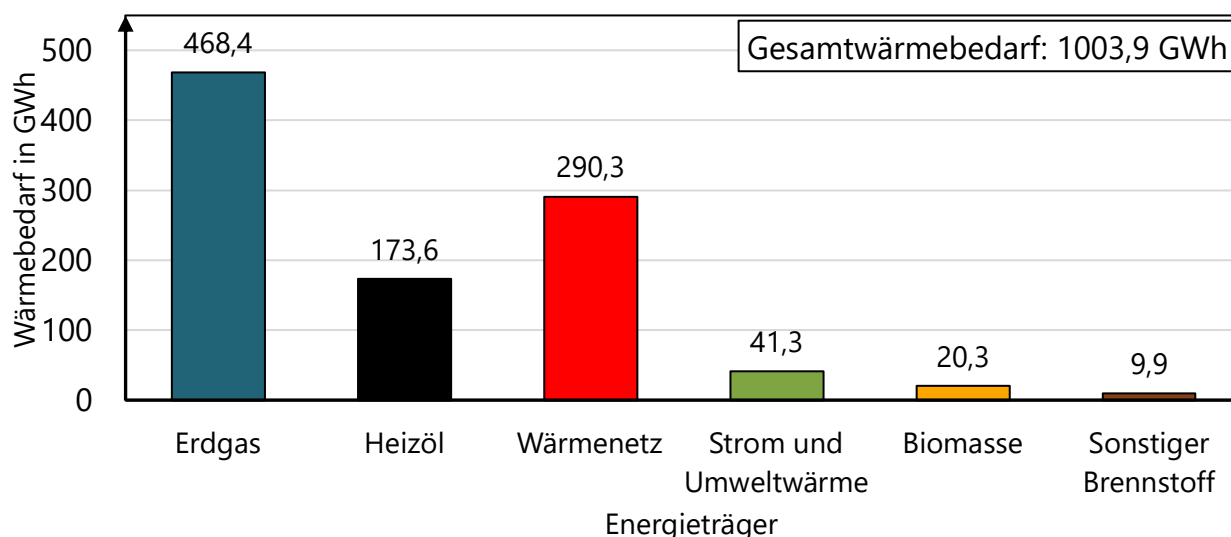


Abbildung 8: Jährlicher Wärmebedarf (alle Sektoren) in GWh

Mit 612 GWh (siehe Abbildung 9) macht der Haushaltssektor (Wohngebäude) ca. 61 % des jährlichen Wärmebedarfs aus. Damit ist er bezogen auf den Wärmebedarf der wichtigste Sektor im Vergleich zu den Sektoren GHD, Industrie und Kommune. Die Verteilung des Wärmebedarfs auf die einzelnen Energieträger weicht hierbei im Vergleich zum Gesamtwärmebedarf von Moers lediglich bei Erdgas und den Wärmenetzen geringfügig ab. 39 % des Wärmebedarfs werden über Erdgas gedeckt, während Wärmenetze 34 % ausmachen. Heizöl stellt 19 % dar und bleibt damit wie die restlichen Energieträger auf einem vergleichbaren Niveau.

Auf den kommunalen Sektor entfallen 52,5 GWh (5 % des jährlichen Gesamtwärmebedarfs), wie Abbildung 10 zu entnehmen ist. Dem kommunalen Sektor werden hierbei insbesondere Schulen, Kindergärten und z.B. das Rathaus zugeordnet. Im Gegensatz zum Gesamtwärmebedarf sowie dem Haushaltssektor weisen Erdgas mit 29 % sowie Heizöl mit 5 % im kommunalen Sektor deutlich geringere Anteile auf. Dafür ist der Anteil der Wärmenetze mit ca. 64 % deutlich erhöht. Dies lässt sich damit erklären, dass kommunale Gebäude in der Regel zentral in der dichteren Bebauung liegen, welche in Moers vom Wärmenetz durchzogen wird. Die restlichen Energieträger machen keine nennenswerten Bestandteile aus.

¹ Der Wärmebedarf in diesem Dokument ist als Wärmebedarf auf Seite des Endkunden definiert. Dieser beinhaltet hierbei sowohl die Wärmebedarfe für Raumwärme, Trinkwarmwasser sowie Prozesswärme (insofern dies über die realen Verbräuche erfasst werden konnte)

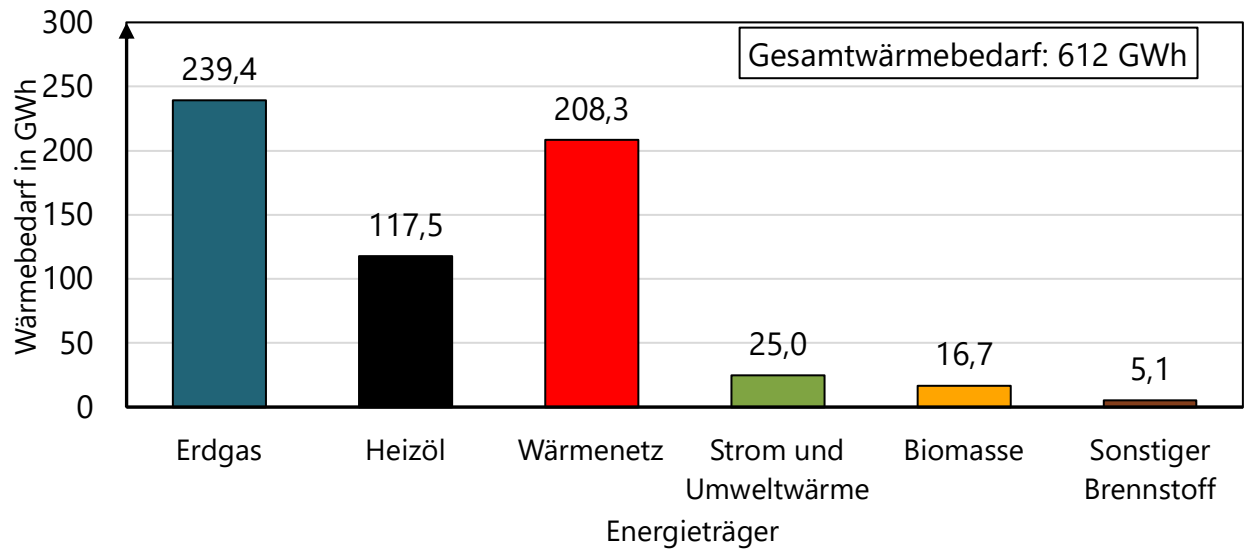


Abbildung 9: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Haushalte) in GWh

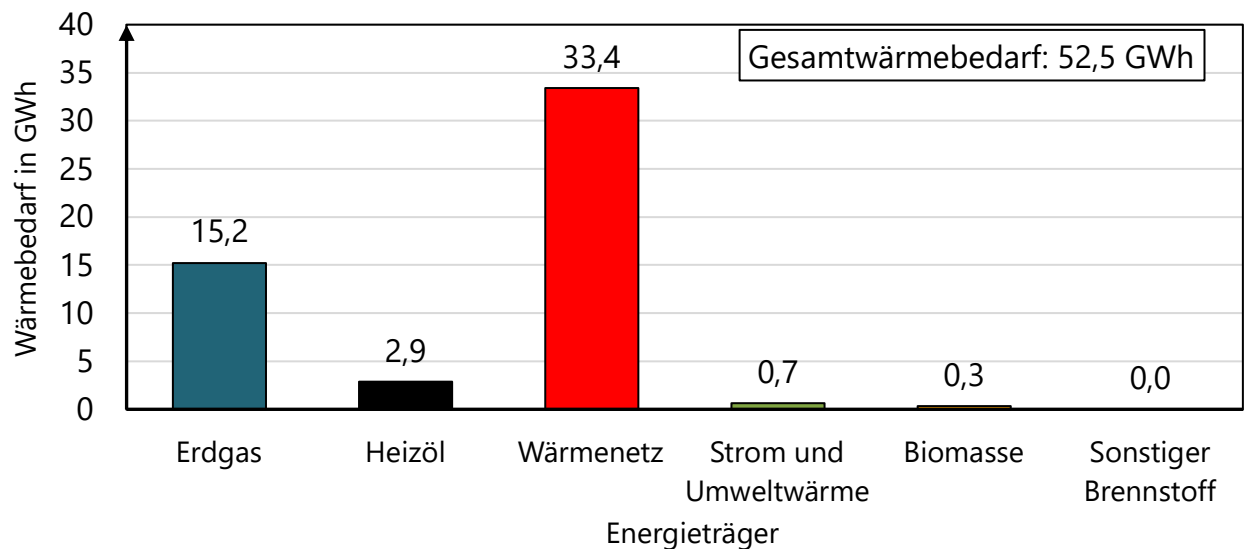


Abbildung 10: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Kommune) in GWh

Der jährliche Wärmebedarf für den GHD-Sektor aufgeteilt auf die Energieträger ist in Abbildung 11 dargestellt. Mit 131,8 GWh macht dieser 13 % des Gesamtwärmebedarfs aus. Vergleichbar zum Haushaltssektor werden 38 % der Wärme über Erdgas und 22 % über die Wärmenetze gedeckt. Der Anteil des Energieträgers Heizöl ist dagegen mit 22 % vergleichsweise geringfügig erhöht. Ähnlich verhält es sich mit sonstigen Brennstoffen, die annähernd 2 % ausmachen.

Zuletzt ist der Industrie-Sektor zu betrachten, welcher in Abbildung 12 visualisiert ist. Nach dem Haushaltssektor ist er mit 207,6 GWh, was einem Anteil von 21 % entspricht, der zweitwichtigste Sektor. Hier sticht der Anteil von Erdgas mit 79 % hervor, während Heizöl nur 12 % und die Wärmenetze sogar nur 2 % ausmachen. Strom hingegen weist im Vergleich zu den anderen Sektoren mit 5 % einen geringfügig höheren Anteil auf.

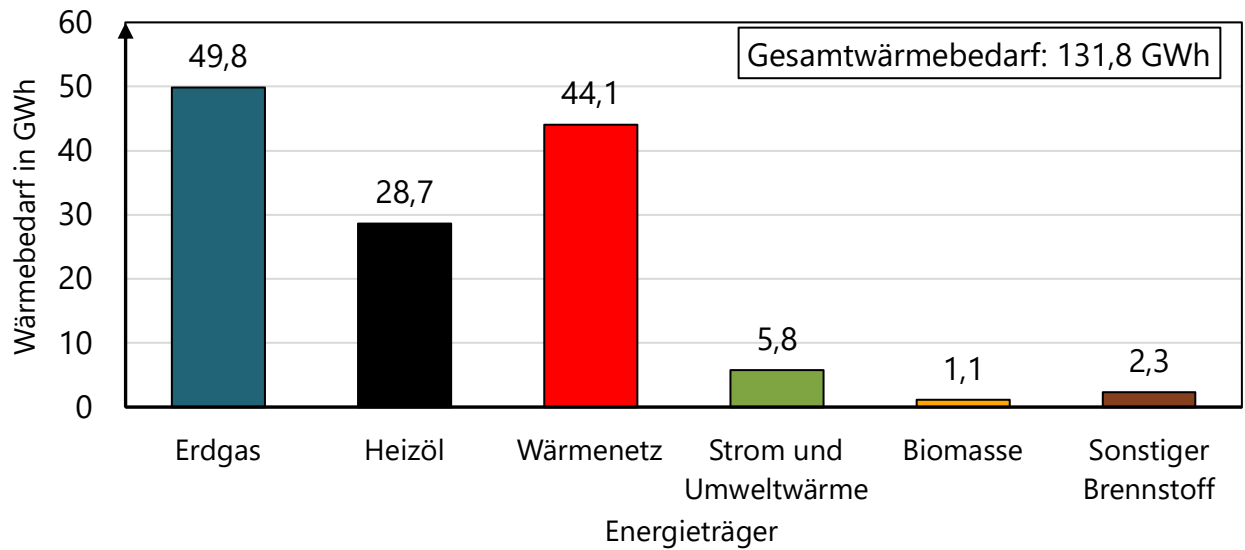


Abbildung 11: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor GHD) in GWh

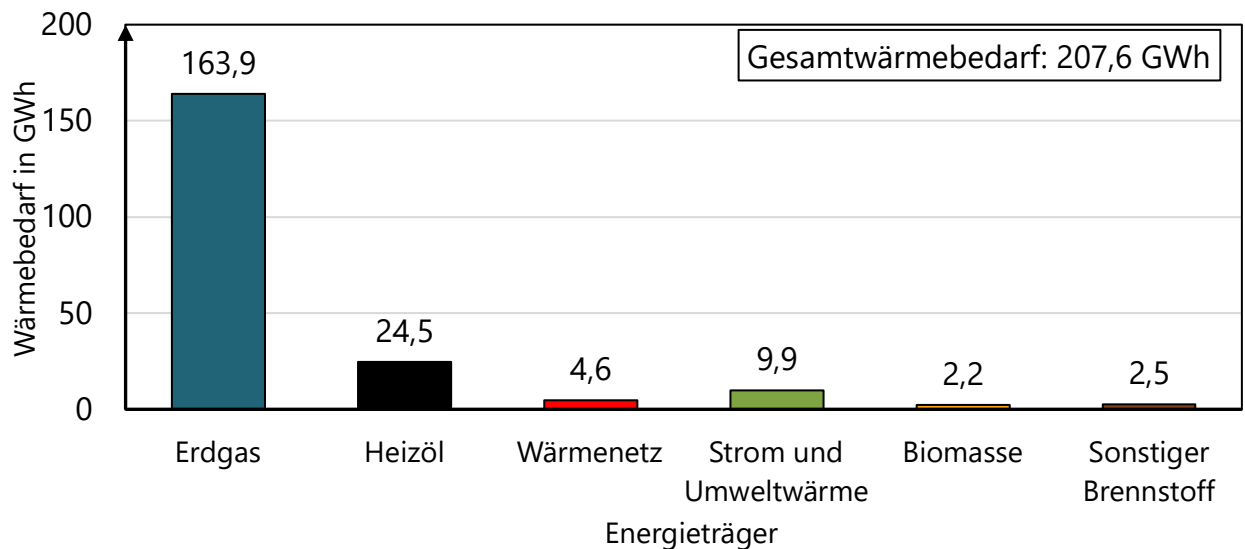


Abbildung 12: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Industrie) in GWh

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 6 ist zu erkennen, dass im überwiegenden Teil der Baublöcke, welche Gasanschlüsse aufweisen, Erdgas einen Anteil von mindestens 20 % einnimmt. Auszunehmen sind hier einige Baublöcke insbesondere im Süden von Kapellen und im Zentrum von Moers, welche unterhalb von 20 % liegen. In den dicht bebauten Bereichen bzw. den Gewerbegebieten der Stadtteile Repelen, Hülsdonk und Asberg ist der Anteil je Baublock in Teilen sogar bei über 60 %.



Abbildung 13: Anteil von Erdgas am Wärmebedarf auf Baublockebene

Der Anteil von Heizöl am Wärmebedarf auf Baublockebene ist in Abbildung 14 zu sehen. Dadurch, dass Heizöl im Gegensatz zu Erdgas keine leitungsgebundene Wärmeversorgung darstellt, sind Ölheizungen im Großteil des Stadtgebiets verteilt, insbesondere jedoch in den Randbezirken. Auszunehmen sind insbesondere die Wärmenetzgebiete, die sich in erster Linie in den Stadtteilen Moers, Hochstraß und Repelen befinden (siehe Abbildung 15). In ca. 41 % der Baublöcke spielt Heizöl dadurch keine Rolle. Eine lokale Häufung von Gebäuden mit Ölheizungen gibt es insbesondere in Baublöcken, welche keine oder nur wenig Gasnetzanschlüsse und Wärmenetzanschlüsse aufweisen, sodass dort Heizöl der primäre Energieträger ist. 9 % der Baublöcke besitzen einen Anteil an durch Heizöl gedeckten Wärmebedarf von mindestens 60 %.

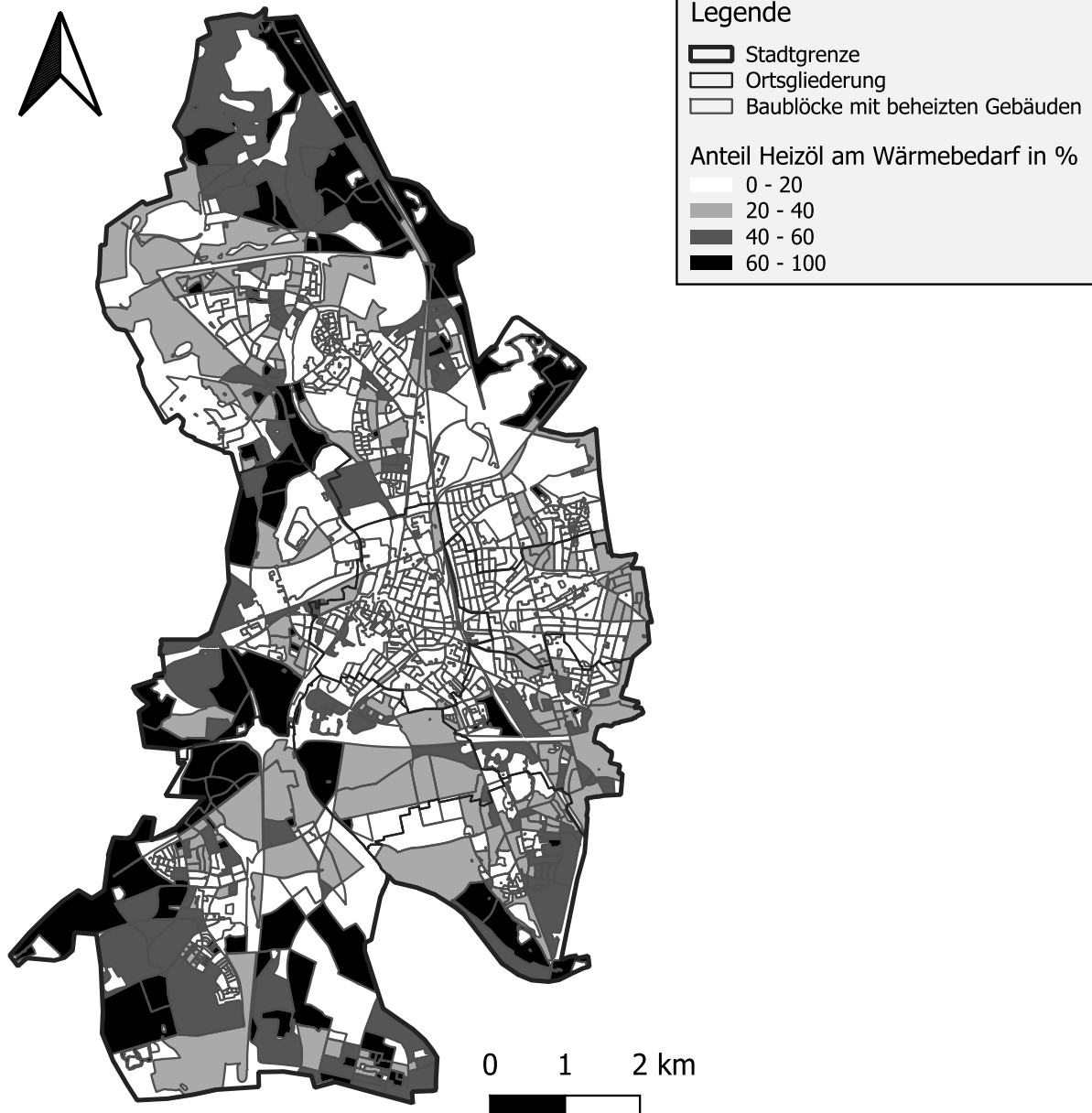


Abbildung 14: Anteil von Heizöl am Wärmebedarf auf Baublockebene

Der Anteil der Wärmenetze am Wärmebedarf auf Baublockebene ist in Abbildung 15 kartographisch visualisiert. Die Wärmenetze befinden sich zum Großteil in den Stadtteilen Moers, Hochstraß und Repelen sowie in kleinerer Ausprägung in Kapellen und Asberg. In den dort betroffenen Baublöcken machen die Wärmenetze größtenteils 60 bis 100 %, mindestens jedoch 20 bis 40 % des Wärmebedarfs aus.

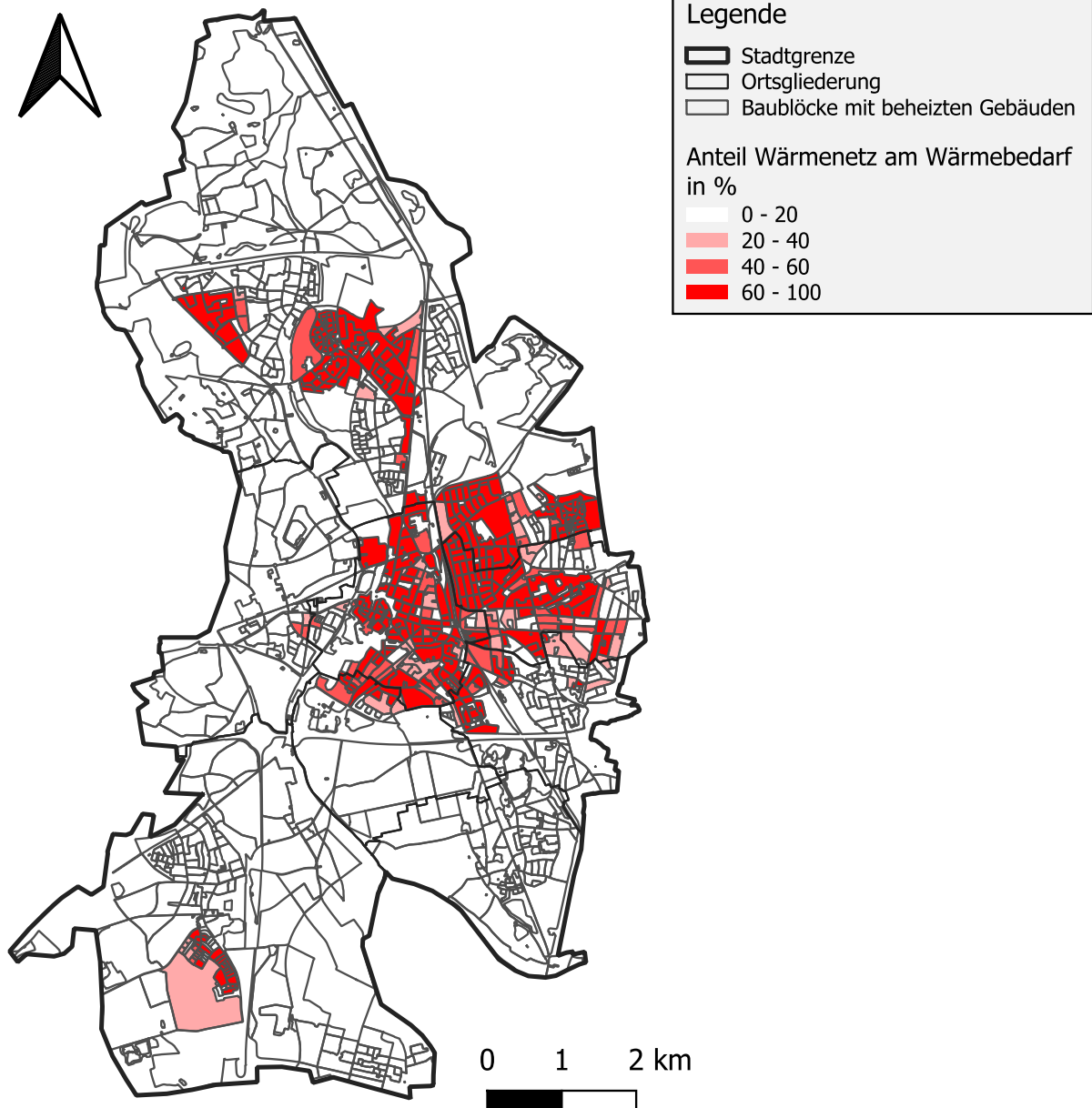


Abbildung 15: Anteil von Wärmenetzen am Wärmebedarf auf Baublockebene

In der Wärmeversorgung von Moers machen Strom und Umweltwärme bisher nur einen geringen Anteil aus. Gemäß Abbildung 8 sind dies 41,3 GWh und damit 4 % 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 ca. 13 % der Gebäude als Energieträger genutzt werden. In 16 Baublöcken (entspricht ca. 2 %) liegt der Anteil von Strom bei über 40 % (siehe Abbildung 16). Diese Baublöcke befinden sich insbesondere im Stadtteil Repelen, weisen jedoch oftmals eine geringe Anzahl an Gebäuden auf, sodass bereits eine geringe Anzahl an Stromheizungen für Raumwärme einen nennenswerten Einfluss auf den Gesamtanteil hat. Ansonsten liegen vereinzelte Baublöcke mit mehr als 20 % des Wärmebedarfs aus Strom verteilt über alle Stadtteile vor. 95 % der Baublöcke haben jedoch einen Anteil dieses Energieträgers am

Wärmebedarf von unter 20 %, was demnach auf Baublockebene zeigt, dass Strom und Umweltwärme im Großteil des Stadtgebiets noch nicht verbreitet sind.

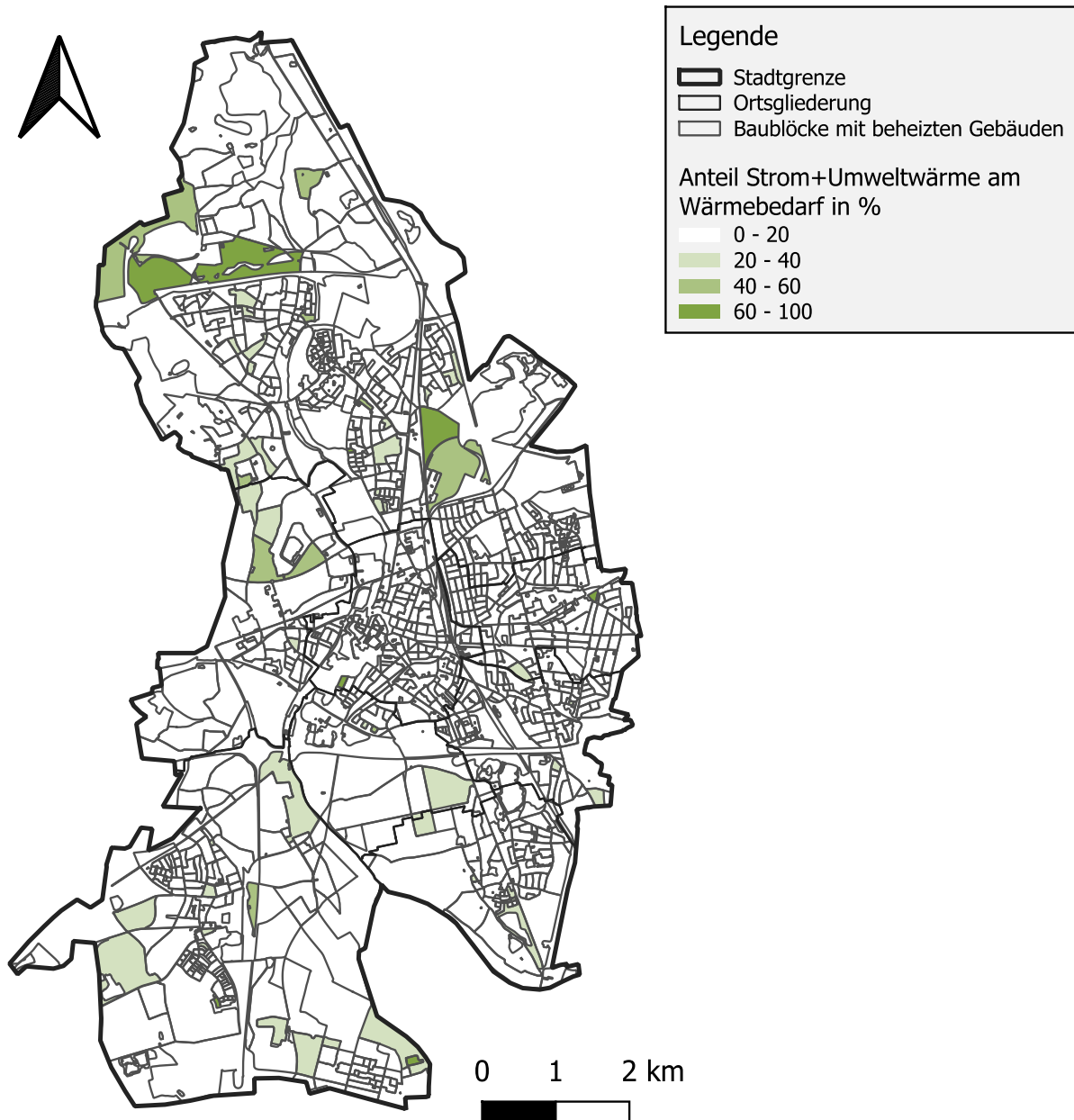


Abbildung 16: Anteil von Strom und Umweltwärme am Wärmebedarf auf Baublockebene

Mit 20,3 GWh (entspricht 2 % des Gesamtwärmebedarfs) weist Biomasse eine ähnliche Größenordnung bezogen auf den Wärmebedarf im Vergleich zu Strom und Umweltwärme auf. Hierbei ist jedoch gemäß Abbildung 20 zu erkennen, dass die Anzahl von Gebäuden, welche mit Biomasse als Energieträger zur Raumwärmebereitstellung versorgt werden, nur bei ca. 0,5 % liegt. Dafür liegt allerdings die Anzahl an Einzelraumheizungen mit Biomasse als Energieträger (Kamine) in Moers bei 29 % der Gebäude, welche wiederum einen Teil der Raumwärmebereitstellung übernehmen.

In Abbildung 17 ist der Anteil von Biomasse am Wärmebedarf auf Baublockebene dargestellt. Dadurch, dass ein Großteil der Energiemenge durch die Einzelraumheizungen verursacht wird, ist die

Verteilung im Stadtgebiet homogen. Bei ca. 97 % der Baublöcke beträgt der Anteil von Biomasse unter 10 %. Dabei handelt es sich insbesondere um solche mit einer dichten Bebauung oder größeren Verbrauchern (z.B. Industrie), die keinen Kamin besitzen. Nur 1 % der Baublöcke erreichen einen Anteil von Biomasse am Wärmebedarf von über 20 %. Diese verteilen sich grundsätzlich über das gesamte Stadtgebiet, befinden sich jedoch primär in den Baublöcken, welche kein Erdgas- oder Wärmenetz aufweisen. Diese Baublöcke zeichnen sich des Weiteren zum Großteil dadurch aus, dass die Gebäudeanzahl gering ist (unter 20 Gebäude), sodass bereits eine geringe Anzahl an Pelletheizungen für Raumwärme einen nennenswerten Einfluss auf den Gesamtanteil hat.

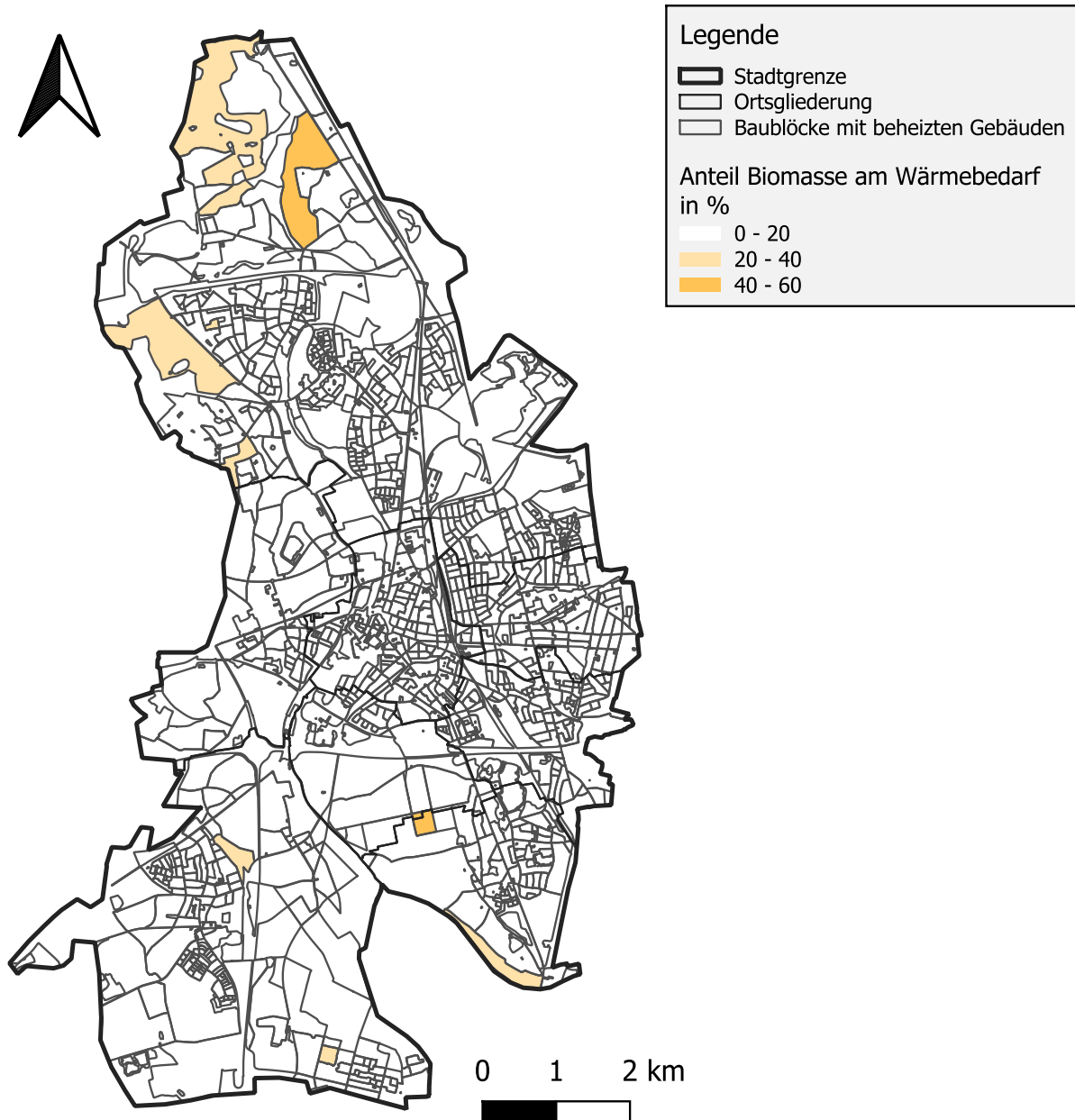


Abbildung 17: Anteil von Biomasse am Wärmebedarf auf Baublockebene

In Bezug auf die Energieträger, welche der Kategorie „Sonstiger Brennstoff“ zugeordnet sind, sind in Moers fast ausschließlich Heizungen basierend auf Flüssiggas relevant. In Abbildung 18 sind die Anteile von sonstigen Brennstoffen auf Baublockebene dargestellt. Es ist zu erkennen, dass diese

Heizungen primär in ländlich geprägten Baublöcken vorkommen. Dies ist auf den großen Platzbedarf der notwendigen Tanks zurückzuführen. Bei höherer Siedlungsdichte kommen diese in der Regel nicht vor. Dies trifft insgesamt auf 85 % der Baublöcke zu. Es gibt jedoch sowohl im Stadtteil Repelen als auch in Kapellen jeweils einen Baublock mit einem Anteil von über 90 % sonstiger Brennstoffe am Wärmebedarf durch eine lokale Häufung von Flüssiggasheizungen, was jedoch ebenfalls auf die geringe Anzahl an Gebäuden zurückzuführen ist.



Abbildung 18: Anteil von sonstigen Brennstoffen am Wärmebedarf auf Baublockebene

In Abbildung 19 ist basierend auf den bereits beschriebenen Auswertungen der primäre Energieträger (Energieträger mit dem höchsten Anteil am Wärmebedarf) auf Baublockebene dargestellt. Die Abbildung zeigt, dass in den dichter bebauten Stadtteilen Moers, Asberg und Hochstraß sowie im Zentrum von Repelen und Kapellen Erdgas oder Wärmenetze die primären Energieträger sind. Dies gilt in Bezug auf Erdgas ebenso für Schwafheim sowie die Gewerbegebiete in Hülsdonk und Repelen.

Heizöl ist insbesondere in den ländlich geprägten Randgebieten der Stadt der primäre Energieträger. Beispielsweise sind hier die Stadtteile Repelen, Kapellen und Vinn zu nennen. Auch Strom und Umweltwärme, Biomasse sowie sonstige Brennstoffe treten in einzelnen Baublöcken als primärer Energieträger auf. In der Regel handelt es sich hierbei ebenfalls um Baublöcke in den ländlichen Stadtgebieten, in welchen eine geringe Anzahl an Gebäuden zu finden ist.

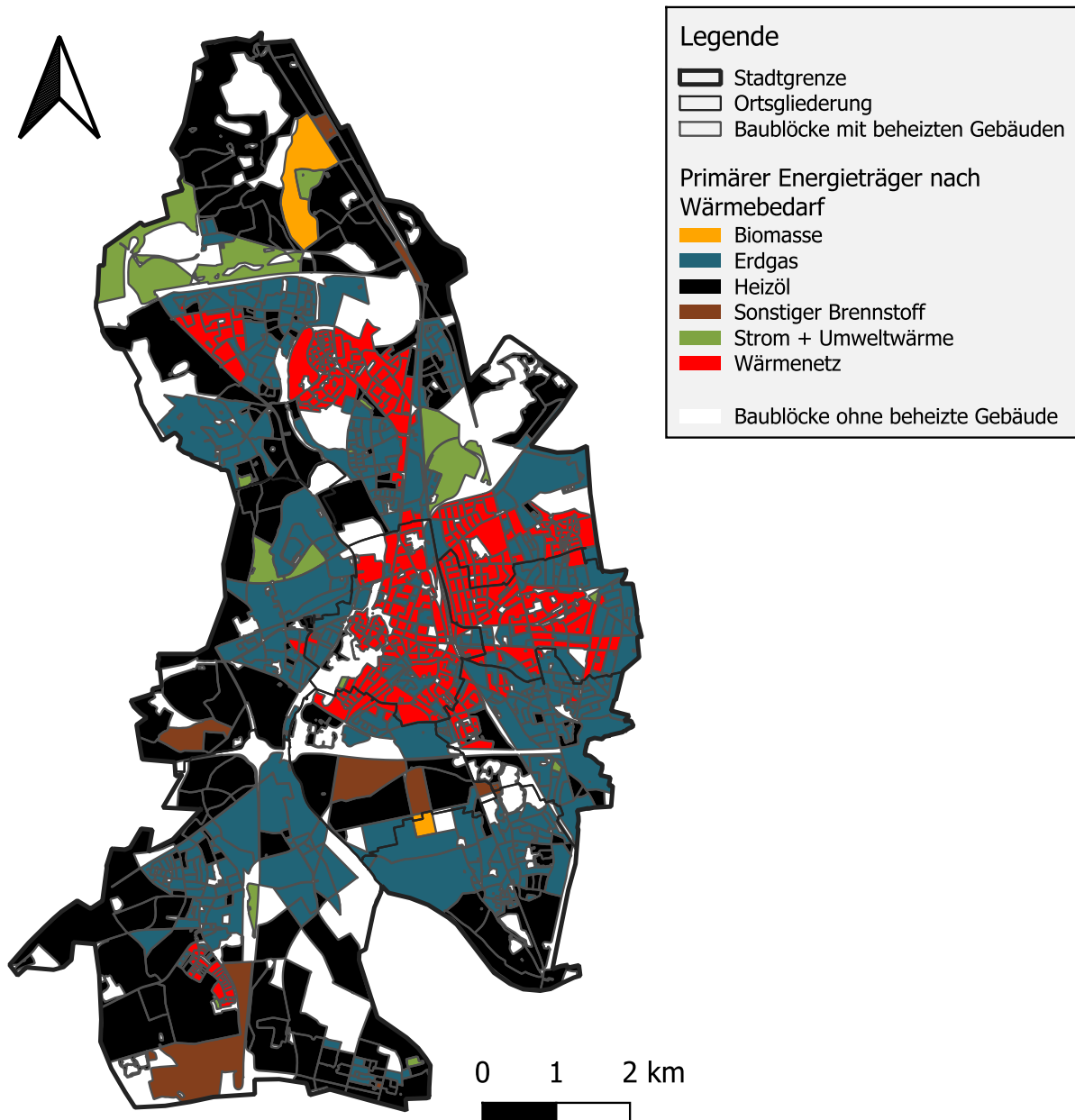


Abbildung 19: Primärer Energieträger (bezogen auf Wärmebedarf) auf Baublockebene

1.5 Anzahl versorgter Gebäude

Aufbauend auf den Auswertungen zum Anteil der Energieträger am Wärmebedarf (siehe Abschnitt 1.4) 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 20 ist die Anzahl der Gebäude nach Energieträger für die Stadt Moers dargestellt. Von den insgesamt 27.756 beheizten Gebäuden werden 10.844 über den Energieträger Erdgas versorgt, was einem Anteil von 48 % entspricht. 24 % der Gebäude hingegen beziehen die Raumwärme über Wärmenetze und 22 % über Heizöl. Die Aufteilung ist dementsprechend für Erdgas vergleichbar zum Anteil des Wärmebedarfs in Abbildung 8, während der Anteil der Wärmenetze geringer und der des Heizöls höher ist. Strombasierte Heizungen machen mit 1.090 Gebäuden annähernd 5 % der Heizungen aus. Es handelt sich hierbei um 755 Wärmepumpen und 335 Stromdirektheizungen.

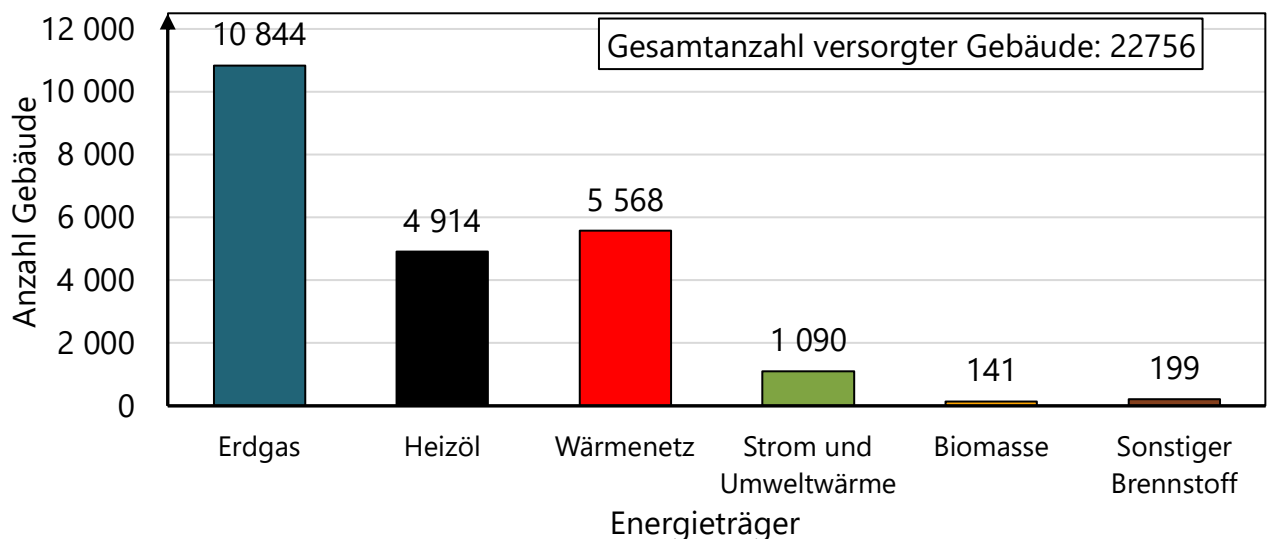


Abbildung 20: Anzahl versorgter Gebäude nach Energieträger

Wie in Bezug auf Abbildung 17 beschrieben, liegt der primäre Unterschied zwischen Abbildung 8 und Abbildung 20 darin, dass Biomasse aufgrund der hohen Anzahl an Kaminen einen Anteil in Höhe von 2 % des Wärmebedarfs ausmacht, obwohl nur 141 Gebäude Biomasse als primären Energieträger aufweisen, was wiederum nur 0,5 % entspricht.

Die absolute Anzahl an Gebäuden, welche mit Erdgas zur Raumwärmebereitstellung versorgt werden, ist in Abbildung 21 kartographisch dargestellt. In Anlehnung an Abbildung 6, Abbildung 13 sowie Abbildung 19 ist zu erkennen, dass die Baublöcke mit der höchsten Anzahl an Gebäuden, welche Erdgas zur Bereitstellung von Raumwärme nutzen, in allen Stadtteilen, insbesondere jedoch in Hochstraß, Asberg und Schwafheim vertreten sind. In Moers gibt es 184 Baublöcke mit einer Anzahl von mindestens 20 Gebäuden, deren Raumwärme von Erdgas bereitgestellt wird. Im Zentrum im Stadtteil Moers liegen vorwiegend Baublöcke mit einer Anzahl bis 10 Gebäuden vor.



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

Die Altersstruktur der Erdgasheizungen ist als Säulendiagramm in Abbildung 22 visualisiert². Es ist zu erkennen, dass diese homogen verteilt ist. 28 % der Heizungen sind bereits über 25 Jahre alt, während 26 % der Heizungen ein Alter zwischen 15 und 25 Jahren aufweisen. Ca. 13 % der Heizungen wurden seit 2021 eingebaut und sind dementsprechend unter fünf Jahre alt. Aus der Altersstruktur lässt sich ableiten, dass mehr als die Hälfte und damit ein nennenswerter Anteil an Heizungen in den nächsten Jahren getauscht werden müsste, wenn von einer typischen Lebensdauer von 15 bis 25 Jahren (je nach Bauart der Erdgasheizung) ausgegangen wird. Gleichzeitig ist jedoch ca. ein Drittel der Heizungen unter 10 Jahren alt und es ist kein Austausch in den nächsten Jahren zu erwarten.

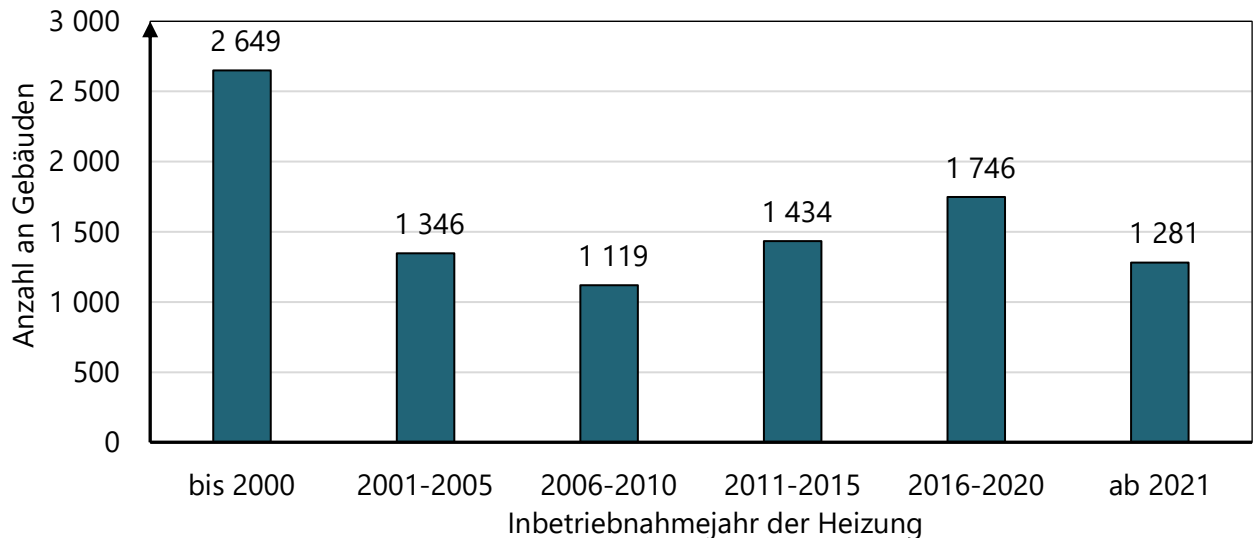


Abbildung 22: Altersstruktur der Erdgasheizungen

² Diese Auswertungen berücksichtigt nur die Heizungen, zu welchen ein Datum für die Inbetriebnahme bekannt ist.

Die Anzahl an Gebäuden, welche Heizöl zur Raumwärmebereitstellung nutzen, ist in Abbildung 23 dargestellt. Wie auch in Abbildung 14 und Abbildung 19 zu sehen ist, spielt Heizöl in der Stadt Moers eine relevante Rolle. Baublöcke mit einer hohen Anzahl (mindestens 20 Gebäude) an Ölheizungen existieren im Vergleich zu Erdgas nur 46. Dies ist dadurch begründet, dass Ölheizungen in den Gebieten mit geringer Siedlungsdichte vertreten sind, in welchen die Gebäudeanzahl je Baublock in der Regel niedriger ist. Diese Baublöcke sind insbesondere in den Randgebieten der Stadt zu finden und verteilen sich auf alle Stadtteile außer Moers-Mitte. Der Großteil der übrigen Baublöcke weist ein bis zehn Gebäude auf. Lediglich in den von Wärmenetzen durchzogenen Baublöcken (siehe Abbildung 25) gibt es oftmals keinerlei Gebäude mit einer Ölheizung.



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

Die Altersstruktur der Ölheizungen ist als Säulendiagramm in Abbildung 24 dargestellt³. Dieser ist zu entnehmen, dass die Altersstruktur sich stark von derjenigen der Erdgasheizungen unterscheidet. 54 % der Heizungen sind bereits über 25 Jahre alt, während 28 % der Heizungen ein Alter zwischen 15 und 25 Jahren aufweisen. Aus der Altersstruktur lässt sich somit ableiten, dass der Großteil der Heizungen in den nächsten Jahren getauscht werden müsste, wenn von einer typischen Lebensdauer von 15 bis 30 Jahren (je nach Bauart der Ölheizung) ausgegangen wird.

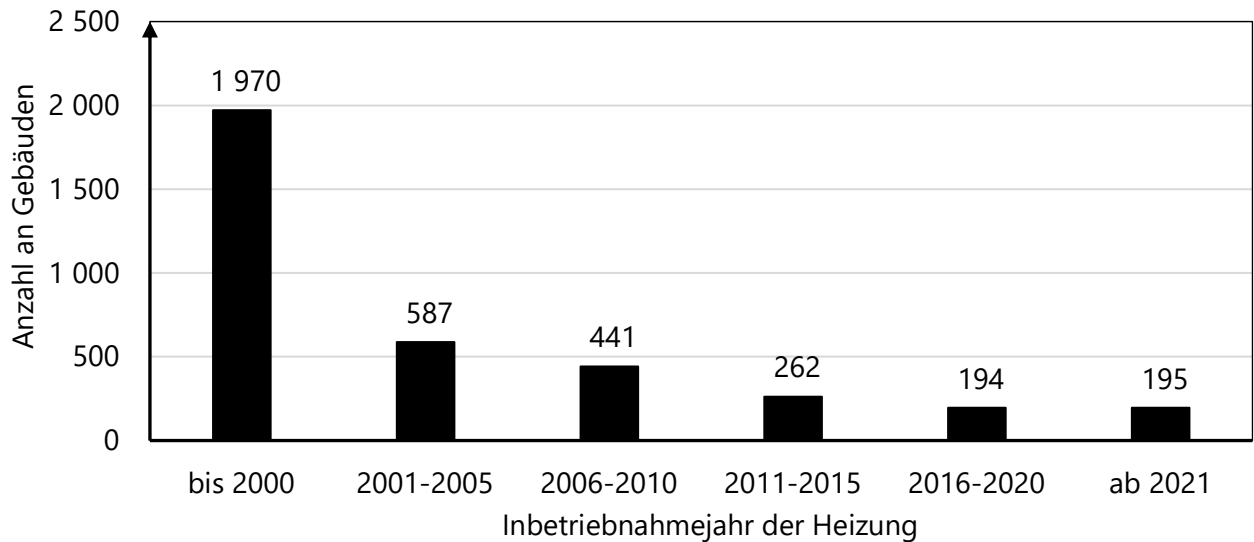


Abbildung 24: Altersstruktur der Ölheizungen

³ Diese Auswertungen berücksichtigen nur die Heizungen, zu welchen ein Datum für die Inbetriebnahme bekannt ist.



Wie bereits in Abschnitt 1.4 beschrieben, gibt es in der Stadt Moers sechs Wärmenetze, welche in Repelen, Kapellen, Moers, Hochstraß und teilweise in Asberg liegen. Dies ist kartographisch in Abbildung 25 dargestellt. Dabei existieren 77 Baublöcke, deren Anzahl an Wärmenetzanschlüssen mindestens 20 beträgt. Diese finden sich insbesondere in den Stadtteilen Repelen und Hochstraß, während das Stadtzentrum zum Großteil eine Anzahl von unter 20 Gebäuden mit diesem Energieträger aufweist.

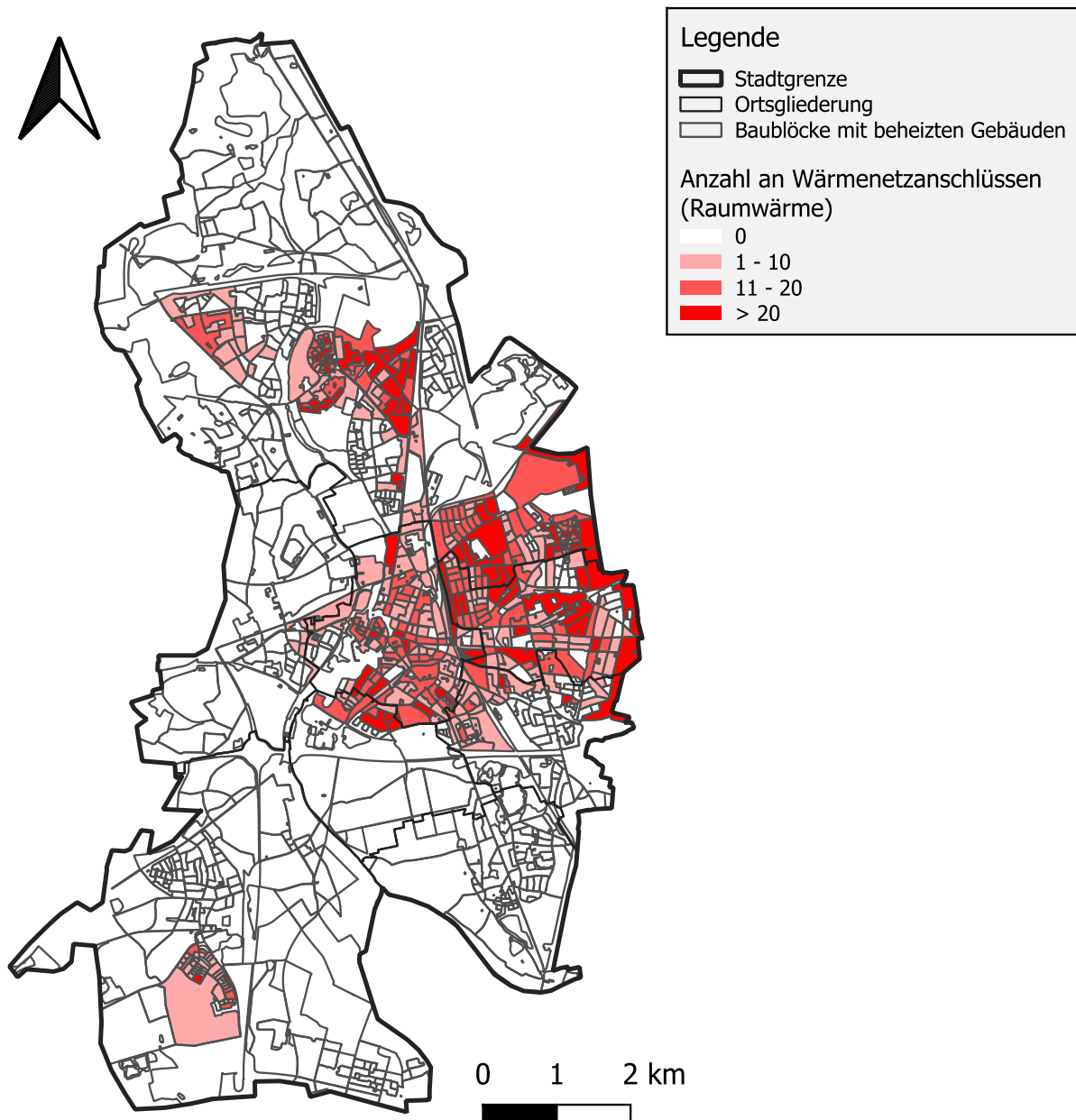


Abbildung 25: Anzahl der Gebäude mit Wärmenetzanschluss zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene

Strombasierte Heizungen machen mit 1.090 Gebäuden 5 % der gesamten Gebäudeanzahl aus. Die Verteilung auf die Baublöcke ist in Abbildung 26 dargestellt. Der Großteil der Baublöcke beinhaltet bis zu 10 Gebäude, welche Strom als Energieträger zur Bereitstellung von Raumwärme nutzen. In Moers finden sich neun Baublöcke, welche mindestens zehn strombasierte Heizungen aufweisen, wobei einer davon sogar über 20 Gebäude mit einer solchen Heizung beinhaltet. Dieser befindet sich im östlichen Randgebiet der Stadt.



Abbildung 26: Anzahl der Gebäude mit Strom zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene

Obwohl Biomasse ca. 4 % des Gesamtwärmebedarfs deckt, nutzen nur 0,5 % der Gebäude Biomasseheizungen zur Bereitstellung von Raumwärme, was wiederum 141 Gebäuden entspricht (siehe Abbildung 8 und Abbildung 20). Durch diese geringe Anzahl zeigt sich gemäß Abbildung 27 keine lokale Häufung an Biomasse-Heizungen zur Bereitstellung von Raumwärme. Die Baublöcke in Moers

enthalten maximal vier Gebäude mit Raumwärmebereitstellung durch Biomasse und nur 25 der 108 Baublöcke, in denen Biomasseheizungen auftreten, weisen mehr als eins dieser Gebäude auf.

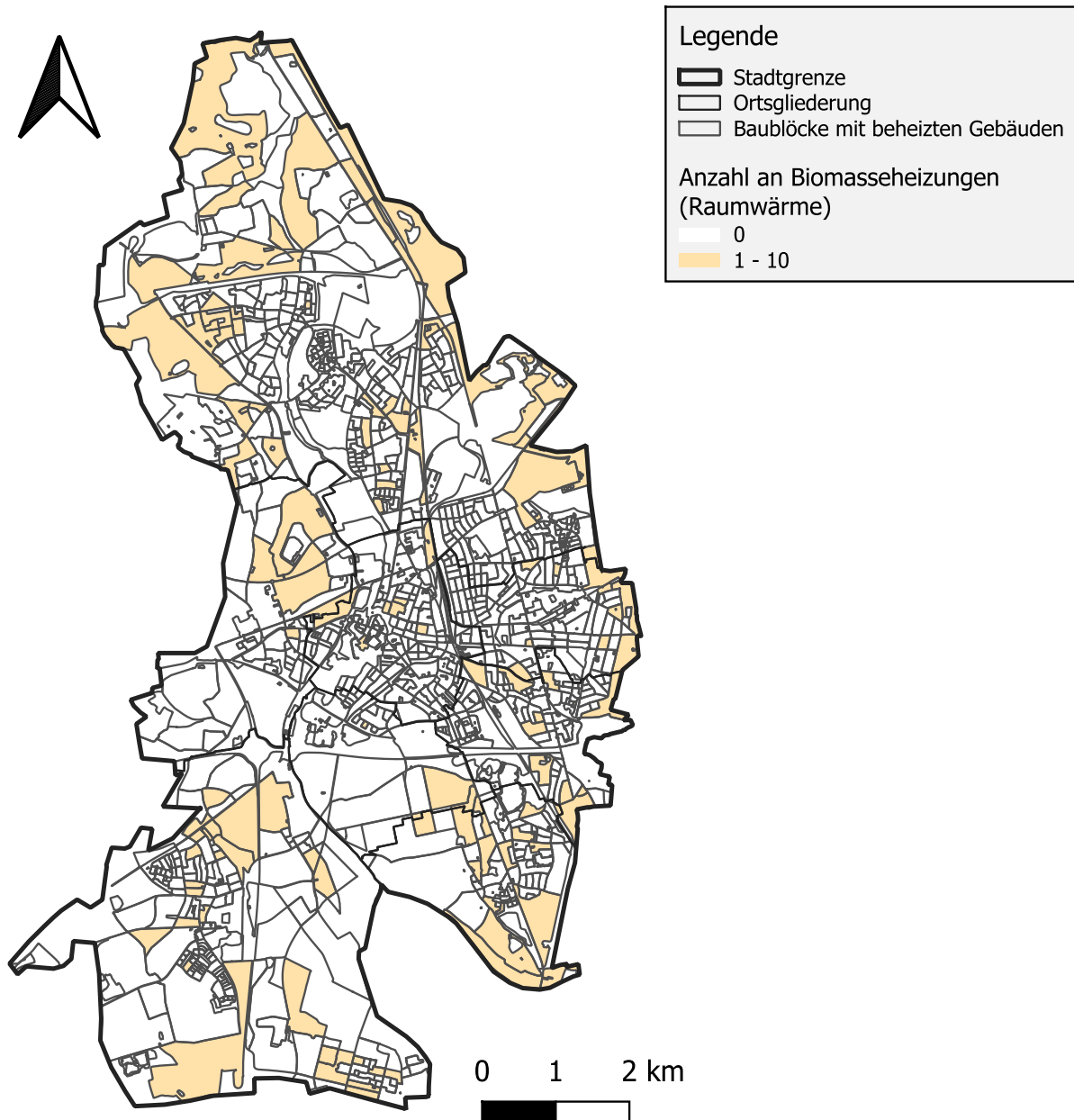


Abbildung 27: Anzahl der Gebäude mit Biomasse zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene

Mit 199 versorgten Gebäuden spielen die als „Sonstige Brennstoffe“ definierten Energieträger nur eine kleine Rolle in der Wärmeversorgung der Stadt Moers. Vergleichbar zum Energieträger Heizöl 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 28, welche die absolute Anzahl auf Baublockebene darstellt, ähnlich wie bei Biomasse keine lokale Häufung dieser Heizungen. 93 der 111 Baublöcke, die Heizungen mit sonstigem Brennstoff enthalten, weisen nur maximal zwei Gebäude mit einer solchen Heizung auf.



Abbildung 28: Anzahl der Gebäude mit sonstigem Brennstoff zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene

1.6 Wärmebedarfsdichte und Großverbraucher

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

In Abbildung 29 ist die Wärmebedarfsdichte als Wärmeflächendichte auf Baublockebene dargestellt. Gemäß [13] 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 in erster Linie die

bereits von Wärmenetzen erschlossenen Gebiete (siehe Abbildung 7 bzw. Abbildung 15) eine Wärmeflächendichte von mindestens 200 MWh/ha und in Teilen sogar über 400 MWh/ha (insbesondere in den Stadtteilen Moers und Hochstraß) aufweisen. Für diese Gebiete liegt somit jedoch eine Eignung für eine Nachverdichtung vor. Neben den bereits bestehenden Wärmenetzgebieten gibt es im Gewerbegebiet Hülsdonk, dem Norden von Kapellen und dem Stadtteil Schwafheim Wärmeflächendichten dieser Größenordnung. Die restlichen, zumeist ländlich geprägten, Baublöcke bieten zum Großteil hingegen sogar nur Wärmeflächendichten von unter 100 MWh/ha.

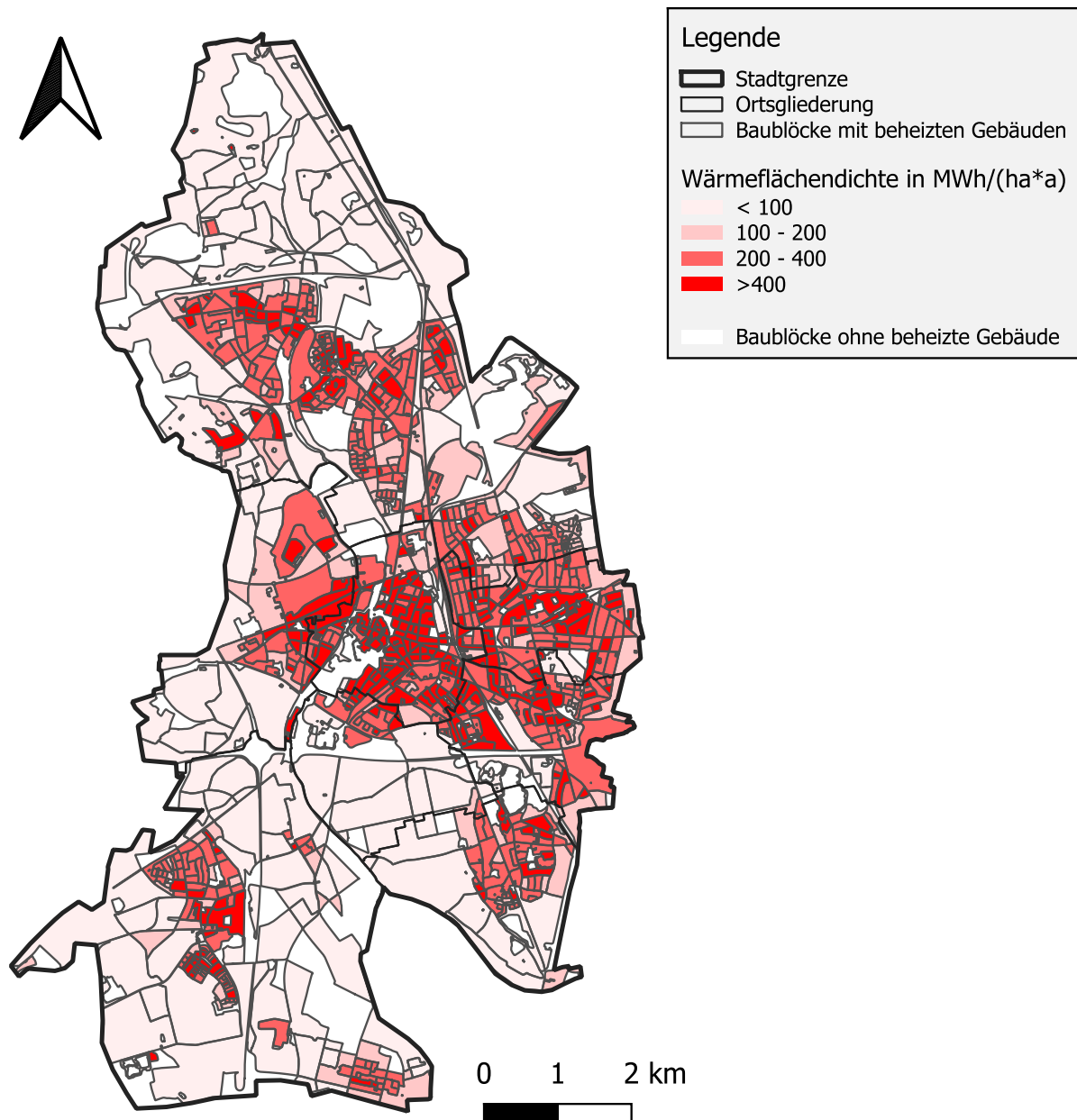


Abbildung 29: Wärmeflächendichte auf Baublockebene

Neben der Wärmeflächendichte ist die Wärmeliniedichte die gängigste Metrik zur Angabe der Wärmebedarfsdichte. In Abbildung 30 ist die Wärmeliniedichte auf Straßenzugabe für die Stadt Moers dargestellt. Auch nach der Metrik der Wärmeliniedichte liegen die Straßenabschnitte mit den höchsten Wärmebedarfsdichten in den bereits von Wärmenetzen erschlossenen Gebieten (siehe

Abbildung 7 bzw. Abbildung 15). Gemäß [14] wird für eine Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes im Gebäudebestand eine jährliche Wärmeliniedichte von mindestens 2.000 kWh/m vorgesehen. Anhand von Abbildung 30 ist zu sehen, dass in allen in Bezug auf die Wärmeflächendichte genannten Gebiete die jährlichen Wärmeliniedichten in vielen Straßenabschnitten über 2.000 kWh/m bzw. sogar mehr als 3.000 kWh/m betragen, sodass auch nach der Metrik der Wärmeliniedichte eine grundsätzliche Wärmenetzeignung aus der Bedarfssicht für diese Gebiete ausgegeben werden kann. Dies gilt sowohl für die Nachverdichtung der bestehenden Wärmenetze als auch die potenziell neu zu erschließenden Gebiete, wie das Gewerbegebiet Hülssdonk, der Norden von Kapellen und den Stadtteil Schwafheim.

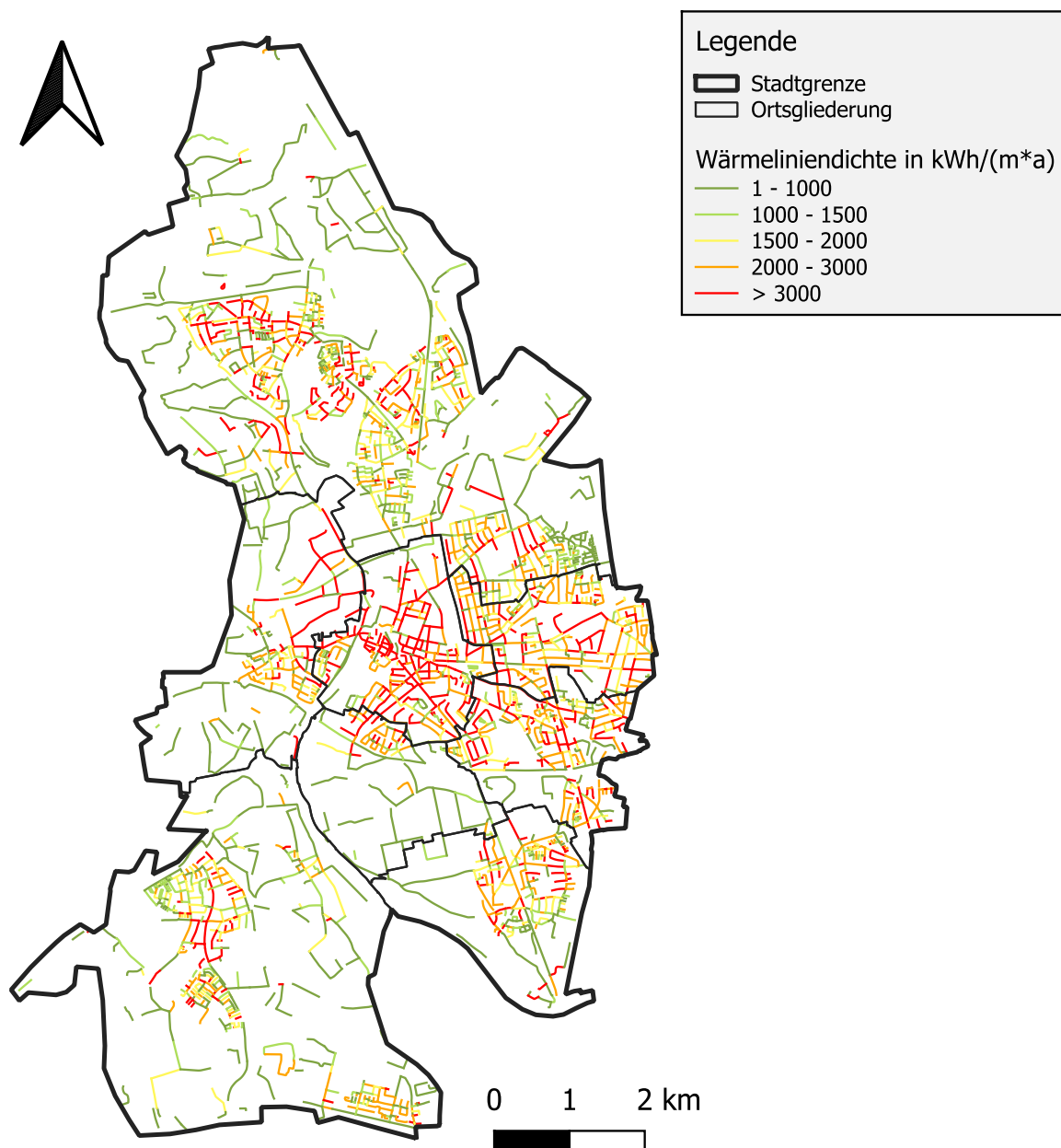


Abbildung 30: Wärmeliniedichte auf Straßenzugabe

Für das Stadtgebiet von Moers konnten insgesamt 129 Großverbraucher identifiziert werden. Als solche werden Verbraucher bezeichnet, deren Wärmebedarf 500 MWh pro Jahr überschreitet.

Hierbei handelt es sich in erster Linie um Gebäude des GHD-Sektors, jedoch treten auch alle anderen Sektoren auf, sogar der Haushaltssektor macht einen nennenswerten Anteil aus. Die Lokalisation dieser Großverbraucher auf Baublockebene ist in Abbildung 31 dargestellt. Sie verteilen sich auf das gesamte Stadtgebiet. Eine Häufung dieser Großverbraucher ist hierbei unter anderem in den Gewerbegebieten, z.B. in Hülsdonk und Repelen, zu finden.

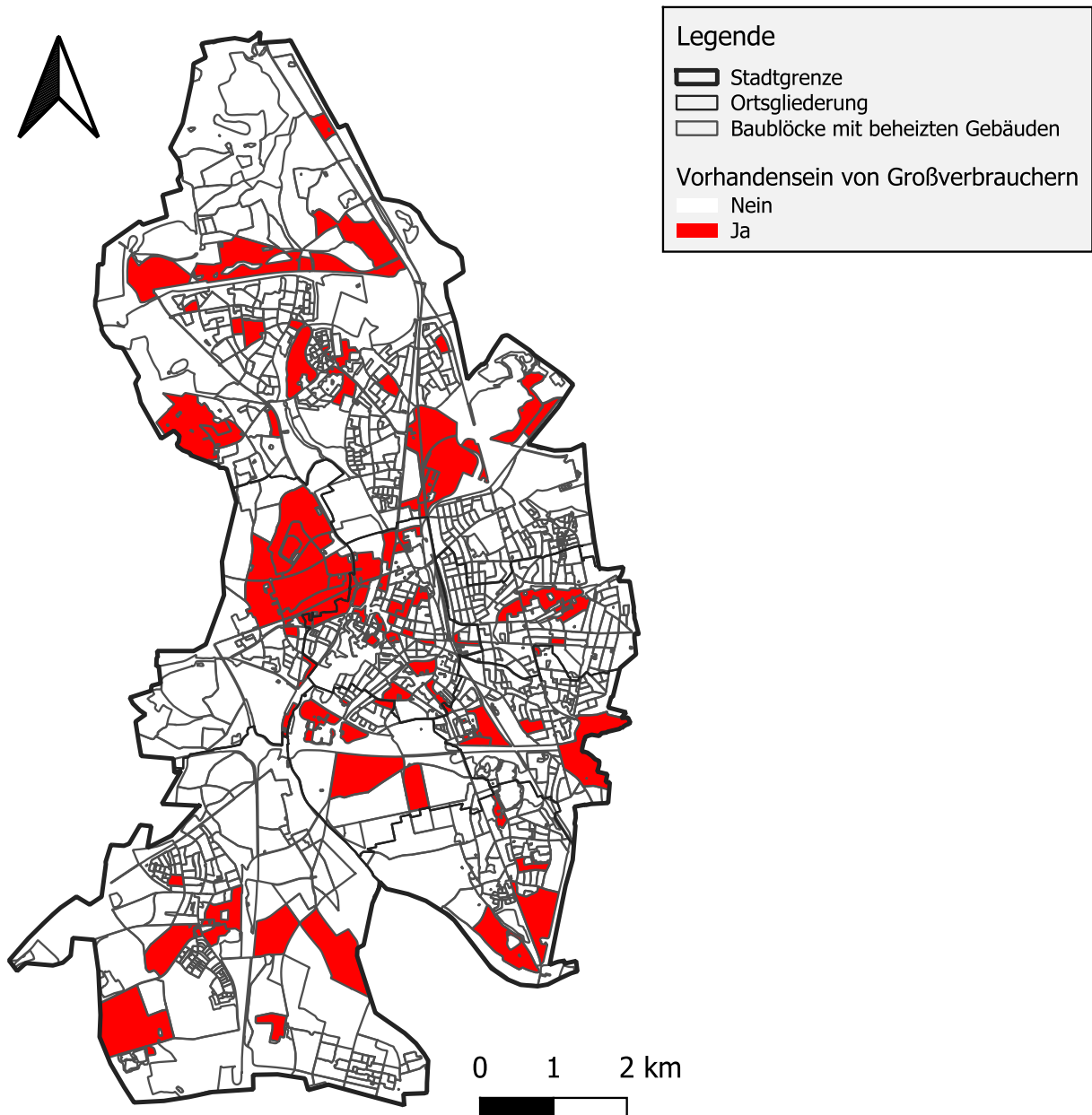


Abbildung 31: Lokalisation von Großverbrauchern auf Baublockebene

1.7 Anteil der erneuerbaren Energien

In diesem Abschnitt wird der Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmeversorgung der Stadt Moers in Abhängigkeit der Energieträger beschrieben. In Abbildung 32 ist dieser sowie der Anteil fossiler Energieträger als Säulendiagramm dargestellt.

Da Erdgas den primären Energieträger für die Bereitstellung von Wärme darstellt, ist die Wärmeversorgung von Moers geprägt von fossilen Energieträgern. Diese machen mit 835 GWh 83,2 % des Wärmebedarfs aus. Erneuerbare Energien stellen dementsprechend mit 169 GWh die übrigen 16,8 % dar. Zwar weisen die Wärmenetze einen größeren Anteil an der Wärmeversorgung auf als Heizöl, jedoch liegt ihr EE-Anteil nur bei 40,5 %. Dies rührt daher, dass ein Großteil der Wärme über Erdgas-BHKWs erzeugt wird. Für den EE-Anteil sorgen insbesondere Abwärme und Biomasse. Neben den Wärmenetzen werden weitere erneuerbare Energien 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 56 % angenommen [15]. Begründet durch den Anteil genutzter klimaneutraler Umweltenergie durch die Wärmepumpen ergibt sich ein EE-Anteil von 73,7 % für die strombasierten Heizungen in Moers. Dieser wird sich zudem durch die zu erwartende Steigerung des EE-Anteils im deutschen Strommix für die Bestandsheizungen weiter erhöhen.

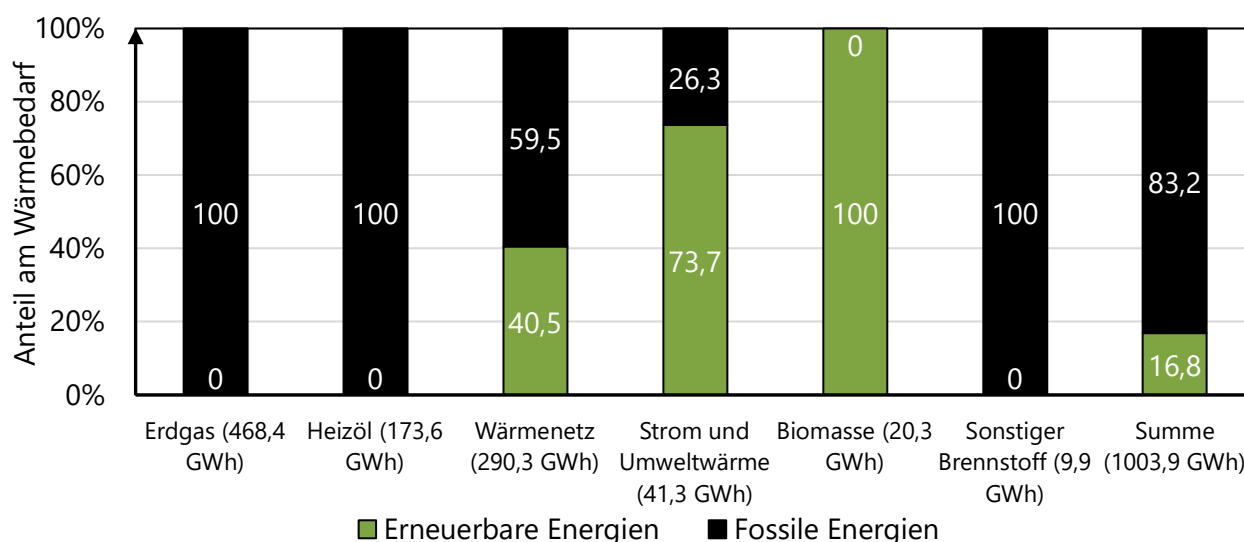


Abbildung 32: Anteil erneuerbarer Energien am Wärmebedarf in Abhängigkeit des Energieträgers

1.8 Treibhausgasemissionen nach Energieträgern und Sektoren

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

In Abbildung 33 sind die absoluten Treibhausgasemissionen pro Jahr der Wärmeversorgung in Moers über alle Verbrauchssektoren in Abhängigkeit der Energieträger visualisiert. Insgesamt liegen die jährlichen Treibhausgasemissionen bei 223,8 Tsd. t. Diese entfallen zu 50 % auf Erdgas, zu 24 % auf Heizöl, zu 19 % auf die Wärmenetze, zu 6 % auf Strom und Umweltwärme sowie zu 1 % auf die restlichen Energieträger.

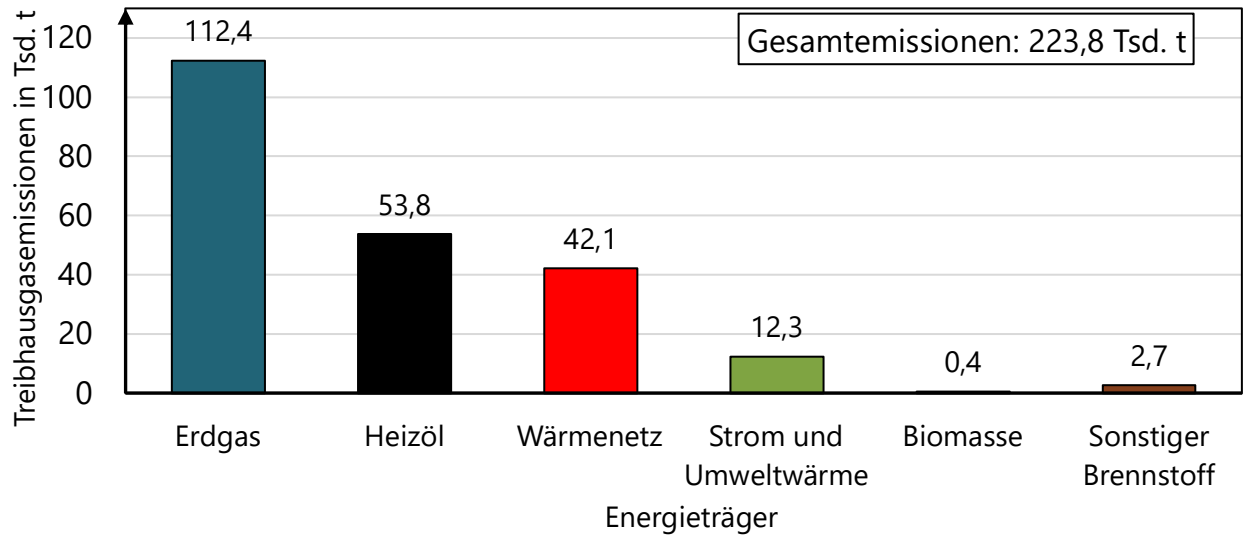


Abbildung 33: Jährliche Treibhausgasemissionen (alle Sektoren) in Tsd. t

Die Treibhausgasemissionen im Haushaltssektor sind in Abbildung 34 dargestellt. Da die Haushalte den Großteil des Wärmebedarfs ausmachen (siehe Abbildung 8 und Abbildung 9), weisen diese mit 133,8 Tsd. t auch den Großteil der Treibhausgasemissionen auf, welcher 60 % entspricht. Da im Haushaltssektor im Abgleich zur gesamten Wärmeversorgung der Anteil der Wärmenetze zulasten von Erdgas höher ist, spiegelt sich dies auch bei den Treibhausgasemissionen wider. Auch der Anteil von Heizöl ist vergleichsweise etwas höher, da der Energieträger einen höheren THG-Faktor aufweist. Die Emissionen teilen sich zu 43 % auf Erdgas, 27 % auf Heizöl, 23 % auf Wärmenetze, 6 % auf Strom und Umweltwärme sowie zu 4 % auf die verbleibenden Energieträger auf.

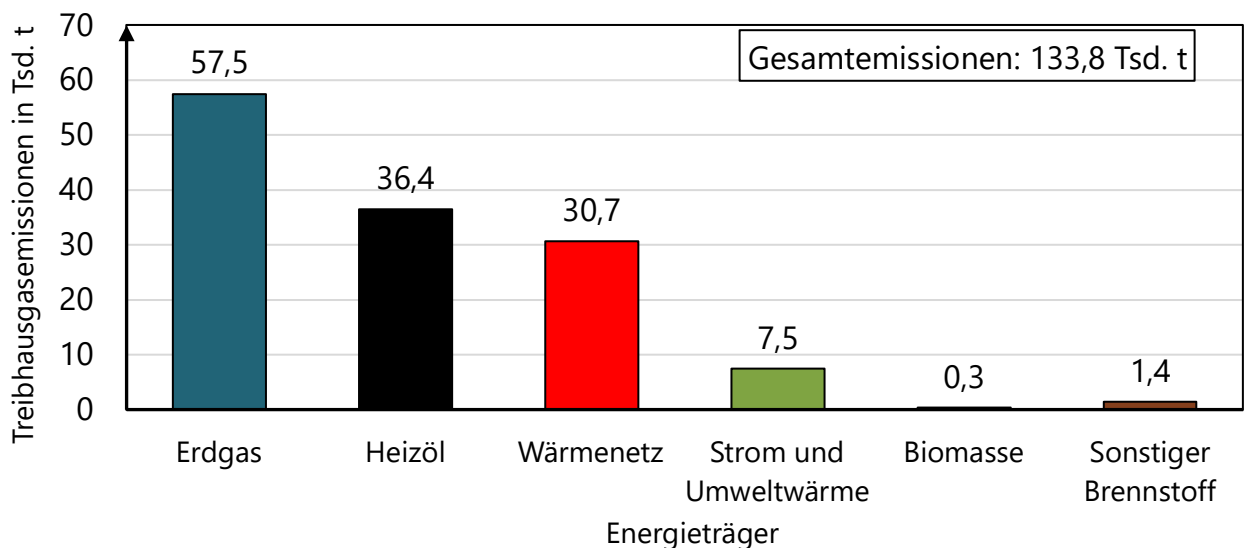


Abbildung 34: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Haushalte) in Tsd. t

Durch den geringen Wärmebedarf verursachen die kommunalen Gebäude nur 9,4 Tsd. t Treibhausgasemissionen (siehe Abbildung 35) und damit von allen Sektoren den geringsten Anteil. Wie in Abbildung 10 zu sehen ist, werden die kommunalen Gebäude insbesondere mit Wärmenetzen beheizt, weshalb diese 50 % der entsprechenden Treibhausgasemissionen ausmachen. Erdgas ist für

39 % der Treibhausgasemissionen verantwortlich, während Heizöl hingegen nur 10 % sowie Strom und Umweltwärme sogar nur 1 % verursacht.

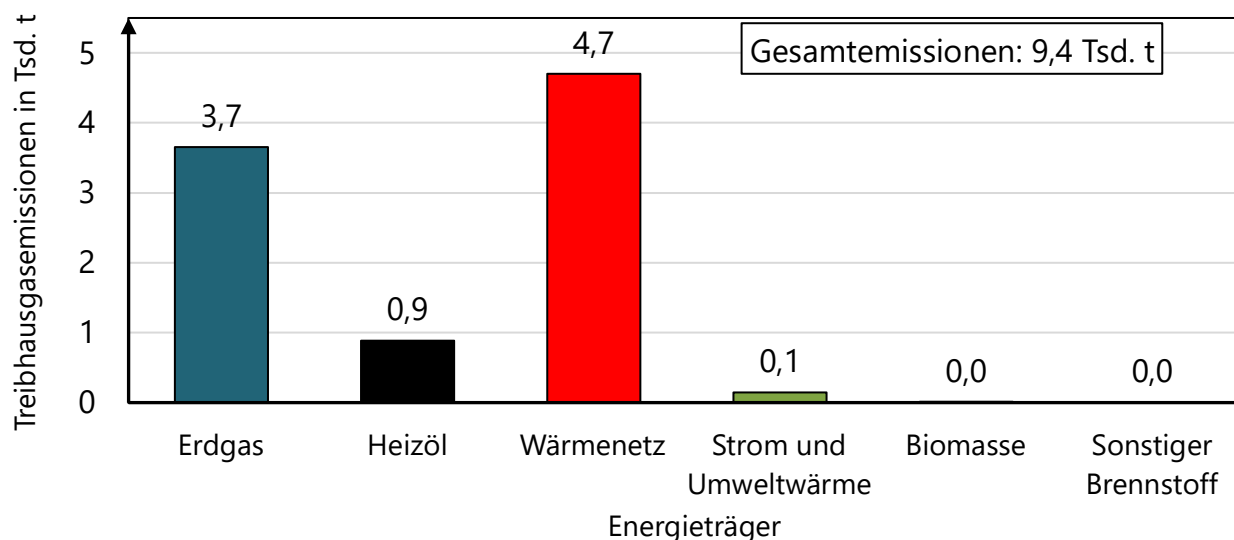


Abbildung 35: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Kommune) in Tsd. t

Der GHD-Sektor weist mit 29,8 Tsd. t ca. 13 % der Treibhausgasemissionen auf (siehe Abbildung 36) und damit nach dem kommunalen Sektor den geringsten Teil. Die Verteilung auf die Energieträger ähnelt der über alle Sektoren, sodass 40 % der Emissionen auf Erdgas, 30 % auf Heizöl, 20 % auf Wärmenetze sowie 7 % auf Strom und Umweltwärme entfallen.

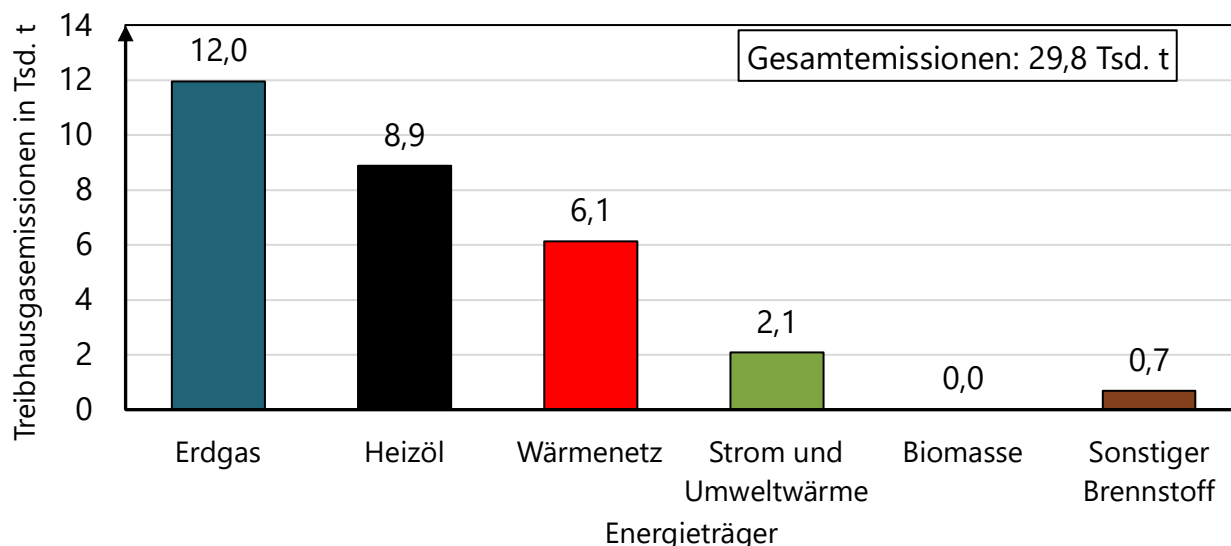


Abbildung 36: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor GHD) in Tsd. t

Wie in Abbildung 37 zu sehen ist, macht der Industriesektor mit 50,8 Tsd. t (entspricht 23 % der gesamten Emissionen) den zweithöchsten Anteil aus. Dabei entfallen 77 % der Emissionen auf Erdgas, 15 % auf Heizöl sowie 5 % auf Strom und Umweltwärme, während die Wärmenetze hier genau wie sonstige Brennstoffe nur 1 % ausmachen.

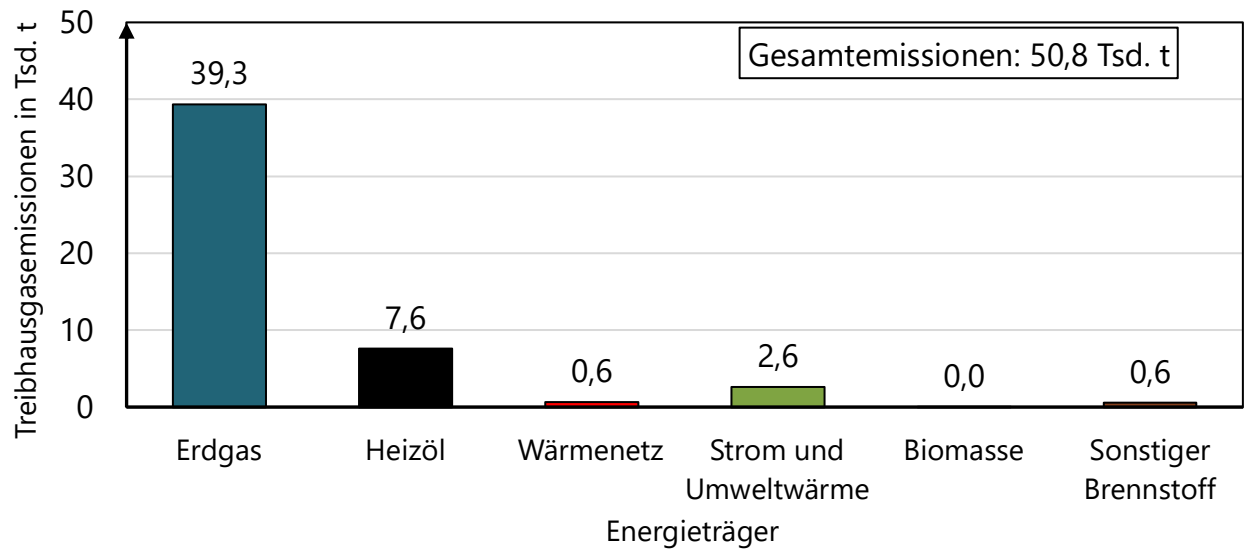


Abbildung 37: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Industrie) in Tsd. t



2 Potenzialanalyse

Ziel der Potenzialanalyse ist die Identifizierung von Potenzialen zur Nutzung von erneuerbaren Energien im Wärmesektor, welche folglich zu dessen Transformation genutzt werden können. Der Fokus liegt hierbei auf Potenzialen, die für die Speisung klimaneutraler Wärmenetze genutzt werden können. Dies ist damit begründet, dass dezentrale 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 2.1 werden die Ergebnisse der Potenzialstudie „Wärmestudie NRW“ zusammengefasst [10]. In den Abschnitten 2.2 bis 2.8 werden die Potenziale der verschiedenen Wärmequellen thematisiert. Anschließend erfolgt in Abschnitt 2.9 eine Kurzzusammenfassung der Ergebnisse.

2.1 Potenzialstudie zur zukünftigen Wärmeversorgung

Im Rahmen von [10] 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 im Jahr 2024 erarbeitet. Diese Studie wird als Grundlage für die Potenzialanalyse der kommunalen Wärmeplanung in der Stadt Moers genutzt, wird jedoch durch eigene Erarbeitungen unterfüttert. Eine Zusammenfassung der EE-Potenziale für Moers auf Basis von [10] sowie des Wärmebedarfs der Stadt aus der Bestandsanalyse ist in Abbildung 38 dargestellt.

Abbildung 38 zeigt, dass verschiedene Wärmequellen nennenswert zur zukünftigen Wärmeversorgung in der Stadt Moers beitragen können. Hierbei wird beispielsweise ein Potenzial für Solarthermie mittels Flachkollektor in Höhe von 2.719 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 Moers liegen viele Freiflächen vor, diese sind zum Großteil jedoch durch Landwirtschaft genutzt.

Der oberflächennahen Geothermie werden für Moers ebenfalls nennenswerte Potenziale attestiert. In [10] werden 755 GWh/a für das Stadtgebiet bestimmt. Dies wären 75 % des aktuellen Wärmebedarfs der Stadt Moers. 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 Moers eine wichtige Rolle spielen könnte, da zumindest unter Vernachlässigung von Nutzungskonkurrenzen und Genehmigungen ausreichend freie Flächen zur Verfügung stehen.

Auch für tiefe Geothermie werden mit 262 GWh/a relevante Potenziale ausgewiesen. Diese zu erschließen bzw. praktisch nachzuweisen, ist jedoch mit erheblichem finanziellem Aufwand in Form von



seismischen Untersuchungen und Probebohrungen verbunden, weshalb auch diese Potenziale richtig einzuordnen gewusst werden müssen.

Gemäß der Analysen aus [10] zeigen sich hohe Potenziale bei der Nutzung von Abwärme aus industriellen Prozessen. Hier wird ein Potenzial von 248 GWh/a für die Stadt Moers bestimmt. Dies würde immerhin knapp 25 % des Wärmebedarfs der Stadt entsprechen. Ebenso werden auch 56 GWh/a (kumulierter Wert für sowohl Abwasserkanäle als auch Kläranlagen) der Abwärme aus Abwasser getestet.

Da die Stadt mehrere Seen aufweist, wird für diese ein Potenzial von in Summe 11 GWh angegeben, welches bezogen auf den Wärmebedarf jedoch kaum eine Rolle spielt. Für die Nutzung von Wärme aus Flüssen sowie mitteltiefer Geothermie sieht [10] in der Stadt Moers keine Potenziale dieser Wärmequellen in der Wärmeversorgung.

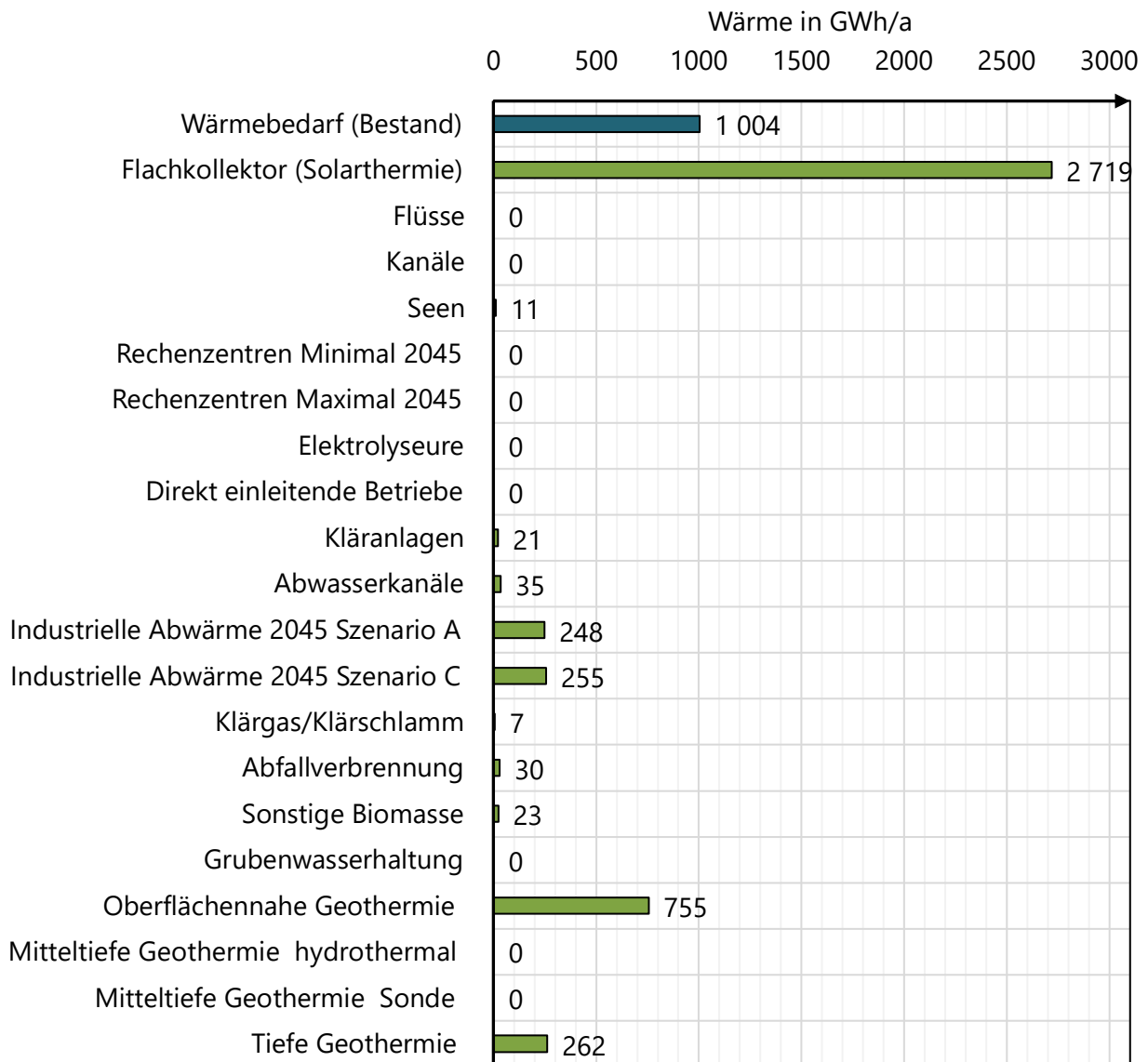


Abbildung 38: Zusammenfassung der Potenziale für die Wärmeversorgung nach [10]



2.2 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 Moers ergibt sich ein Wärmebereitstellungspotenzial von 2.719 GWh bei der Nutzung von Flachkollektoranlagen auf Freiflächen [10]. In Abbildung 39 ist dieses Potenzial auf Flurebene dargestellt. Es ist zu erkennen, dass der Großteil der Flächenpotenziale in den Randgebieten der Stadt sowie in einem Großteil der Stadtteile Kapellen und Vinn liegen. Demnach finden sich nur wenige Potenzialflächen in der Nähe von Wärmebedarfen für bereits bestehende oder potenziell entstehende Wärmenetze.

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. Solarthermie- und Photovoltaikanlagen konkurrieren hierbei gegenseitig um vergleichbare Flächen.

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.

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 Moers könnten durch Solarthermie-Anlagen auf Dachflächen insgesamt 990 GWh Wärmeenergie pro Jahr erzeugt werden [9]. Nutzbar wären hiervon jedoch nur 21 GWh im Bereich der Trinkwarmwassererzeugung [9]. 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 Moers könnten ebenfalls für die Installation



von PV-Modulen genutzt werden, was ein Gesamtpotenzial für den Stromertrag von etwa 310 GWh pro Jahr ergibt [8].

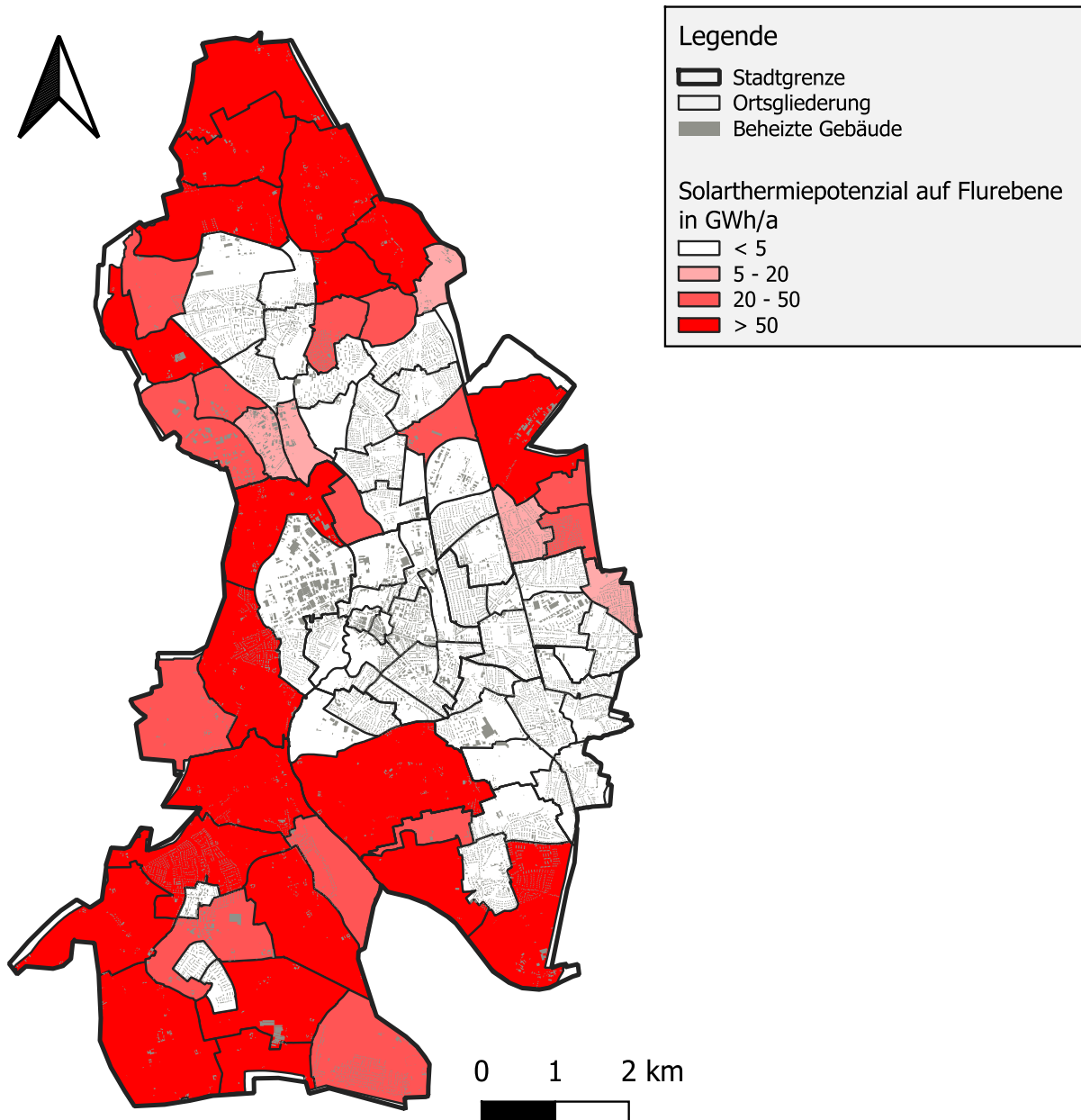


Abbildung 39: Potenzial für Freiflächen-Solarthermie auf Flurebene nach [6] und [10]

Es kann zusammengefasst werden, dass in Moers insbesondere genügend Dachflächen für Solarthermie und Photovoltaikanlagen zur Verfügung stehen, welche wiederum ihren Teil zur Transformation des Wärmesektors beitragen können. Ebenso ist der Anteil an geeigneten Freiflächen für den städtischen Raum als hoch zu bewerten, auch wenn diese zum Großteil nicht in der Nähe des Bedarfs liegen. Jedoch ist der Beitrag von Solarthermie und Photovoltaik im Bereich von Wärmeanwendungen aufgrund der saisonalen und täglichen Schwankungen begrenzt.

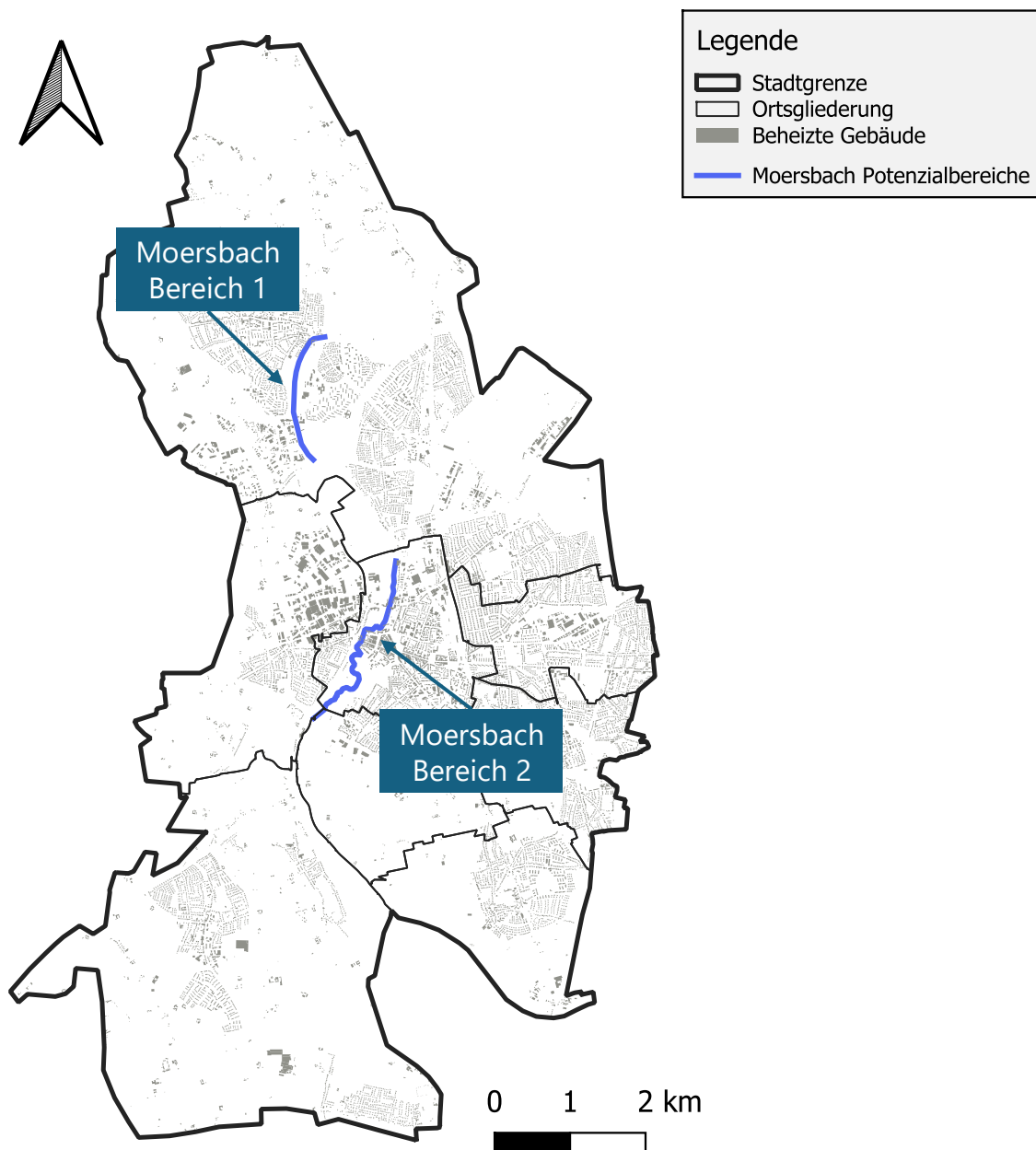


2.3 Gewässer

2.3.1 Fließgewässer

Fließende Gewässer stellen vielversprechende Wärmequellen dar, welche mittels Wärmepumpen für die Wärmeversorgung nutzbar gemacht werden können. Als Vorteil der Nutzung von Flusswasser im Vergleich zur Außenluft ist 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 Moers keine Potenziale in Bezug auf fließende Gewässer aus [10]. Dies ist damit begründet, dass in dieser nur große Flüsse in NRW betrachtet werden. Das Stadtgebiet von Moers weist jedoch mit dem Moersbach ein kleineres Fließgewässer auf. Im Rahmen der Potenzialanalyse ist der Moersbach auf sein Potenzial für die Wärmeversorgung untersucht worden. Die im Hinblick auf den Durchfluss betrachteten Standorte sind in Abbildung 40 dargestellt.



*Abbildung 40: Bereiche der genutzten Durchflüsse der Fließgewässer in Moers*

Es handelt sich dabei um zwei Bereiche des Gewässers, die dort jeweils einen konstanten Durchfluss aufweisen. Sie wurden anhand der Nähe zu nennenswerter Bebauung gewählt, sodass die ermittelten Potenziale in örtlicher Nähe zu notwendigem Wärmeabsatz liegen. Die mittleren Durchflüsse an den betrachteten Standorten stammen aus den Angaben von [3] und sind in Tabelle 2 aufgelistet. Unter der Annahme der Abkühlung um 3 K der Wasserentnahmemenge, welche wiederum 12,5 % des Durchflusses entspricht, ergeben sich anhand der jeweiligen Durchflüsse die in Tabelle 2 gezeigten Wärmepotenziale.

Tabelle 2: Durchfluss und Wärmepotenzial des untersuchten Fließgewässers in Moers

Fließgewässer	Mittlerer Durchfluss in l/s	Wärmepotenzial in GWh/a
Moersbach (Bereich 1)	490	6,7
Moersbach (Bereich 2)	400	5,5

Somit ergibt sich ein Potenzial für den Moersbach von maximal 6,7 GWh, das für die Größenordnung von Moers als geringfügig einzuordnen ist. Dennoch bieten die untersuchten Bereiche die notwendige Nähe zu geeigneter Bebauung (siehe Wärmeflächendichte in Abbildung 29) und könnten demnach eine Teillösung für die Transformation der Versorgung der Wärmenetze sein, was es im Rahmen des Zielszenarios zu untersuchen gilt.

In der Nähe von Moers, jedoch außerhalb des Stadtgebiets, befindet sich zudem der Rhein (inklusive der Mündung der Ruhr in diesen). Dort liegt nach [10] in Duisburg mit 123 GWh ein sehr hohes Potenzial vor. Da die Fernwärme Niederrhein mit anderen Potenzialen zur Dekarbonisierung des Wärmenetzes plant und alle anderen Wärmenetze in Moers eine voraussichtlich zu große Distanz dorthin aufweisen, wird der Rhein (und die Ruhr) nicht als Potenzial für die Transformation der Wärmeversorgung der Stadt Moers berücksichtigt.

2.3.2 Stehende Gewässer

Zwar zeigen die Ergebnisse aus [10] Potenziale von Seen für die Wärmeversorgung von Moers in Höhe von 11 GWh auf, jedoch befindet sich lediglich der Schwafheimer Bergsee in der Nähe von bebautem Gebiet. Stehende Gewässer können nur moderat in der Temperatur für die Nutzung in der Wärmeversorgung abgekühlt werden, da die Wassertemperatur sich über solare Energie im Laufe des Jahres wieder regenerieren muss. Im Rahmen der Untersuchungen von [10] wird zum Beispiel eine Absenkung von 1,5 K angesetzt.

Der Schwafheimer Bergsee weist eine Fläche von 20,6 ha auf. Wenn von einer durchschnittlichen Tiefe von 5 m ausgegangen wird, ergibt sich bei einer Temperaturabsenkung von 1,5 K ein jährliches Potenzial von 1,8 GWh. Dies ist zwar kein zu vernachlässigendes Potenzial, spielt in der Größenordnung von Moers jedoch nur eine geringfügige Rolle. Inwiefern es zur zukünftigen Wärmeversorgung beitragen kann, zeigt sich in der Erarbeitung des Zielszenarios.

2.3.3 Grundwasser

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde die Nutzung von Grundwasser als regenerative Wärmequelle untersucht. Nachfolgend wird insbesondere die Analyse der LINEG zusammengefasst.



Als grundsätzlich geeignete Standorte im Hinblick auf bestehende Wärmenetze wurden die Grundwasser-Pumpanlagen Rheim 1-3 in der Nähe des Wärmenetzes Repelen identifiziert. Diese Anlagen fördern zusammen im Mittel rund 120 m³/h (entspricht ca. 33 l/s).

Hinsichtlich des potenziellen Ausbaus von Wärmenetzen könnten sich zudem die Grundwasser-Pumpanlagen Rheinkamp Mitte 3 und Kapellen Mitte 1 als geeignete Standorte herausstellen. Diese können ca. 411 m³/h (entspricht ca. 114 l/s) bzw. ca. 174 m³/h (entspricht ca. 48 l/s) bereitstellen.

Die minimale gemessene Temperatur des geförderten Wassers lag bei 10 °C. Zwar liegen keine vollständigen Jahresganglinien vor, die vorhandenen Daten lassen jedoch eine Abkühlung um ca. 5 K als realistische Grundlage für die Auslegung von Wärmetauschern zu.

Auf Basis dieser Daten und der Annahme von 2.000 Vollbenutzungsstunden wurden folgende Szenarien berechnet:

- Rheim 1-3: Leistung ca. 0,7 MW und Wärmeertrag ca. 1,4 GWh/a
- Rheinkamp Mitte 3: Leistung ca. 2,4 MW und Wärmeertrag ca. 4,8 GWh/a
- Kapellen Mitte 1: Leistung ca. 1 MW und Wärmeertrag ca. 2 GWh/a

Über alle betrachteten Standorte kann bei 2.000 Vollbenutzungsstunden somit eine thermische Energie von bis zu rund 8,2 GWh pro Jahr erschlossen werden. Weitere Grundwasseranlagen im Moerser Stadtgebiet wurden nicht als kontinuierliche Wärmequelle berücksichtigt, da sie fernab von Bedarfen für Wärmenetze liegen.

2.4 Abwasser aus Kanälen und Kläranlagen

Die Nutzung von Abwasserwärme stellt grundsätzlich im urbanen Raum eine interessante Möglichkeit dar, erneuerbare Energiequellen für die Wärmeversorgung zu erschließen. Abwasser, das in der Regel konstant mit Temperaturen zwischen 10 °C und 20 °C durch die Kanalisation fließt, enthält erhebliche Mengen an thermischer Energie. Durch den Einsatz von Wärmetauschern und Wärmepumpen kann diese Energie effizient genutzt werden, um Gebäude zu beheizen.

In Moers wurde das Potenzial der Abwasserwärmenutzung schon vor der kommunalen Wärmeplanung analysiert. Dabei wurden die städtischen Kanäle hinsichtlich ihrer Eignung für die Wärmeentnahme kategorisiert. Die Analyse ergab ein Gesamtpotenzial von etwa 2,7 MW thermischer Leistung bei einer angenommenen Abkühlung des Abwassers um 3 K. Zwei besonders vielversprechende Standorte wurden bereits detailliert untersucht:

- Jungbornpark (Moers-Repelen): In unmittelbarer Nähe zum bestehenden Fernwärmenetz in Repelen wurde ein Potenzial von 225 kW identifiziert.
- Römerstraße (Moers-Mitte/Süden): Nahe dem Fernwärmenetz der Fernwärme Niederrhein wurde ein Potenzial von 310 kW festgestellt.

Um das energetische Potenzial dieser Standorte zu quantifizieren, kann folgende Berechnung angestellt werden:

- Gesamtleistung: 225 kW + 310 kW = 535 kW



- Jährliche Energieerzeugung: $535 \text{ kW} \times 8.000 \text{ Stunden} = 4.280.000 \text{ kWh} = 4,28 \text{ GWh}$
unter Annahme einer Grundlast-Einkopplung der Leistung

Dies entspricht einer nicht geringfügigen Menge an erneuerbarer Wärmeenergie, die zur Versorgung von Haushalten und Gewerbebetrieben genutzt werden könnte. Mittels eigener Berechnungen konnte die Größenordnung des Potenzials validiert werden.

Aus Sicht des Spielraums hinsichtlich der Abkühlung bietet die Nutzung des Abwassers, das aus der Kläranlage abfließt, ein größeres Potenzial. Die Kläranlage Moers-Gerdt liegt im Osten der Stadt an der Grenze zu Duisburg, wie aus Abbildung 41 zu entnehmen.

Auch für die Kläranlage wurde bereits vor der kommunalen Wärmeplanung eine technische Potenzialanalyse durchgeführt. Dabei wurden eine durchschnittliche Abwassertemperatur von $19,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ sowie ein Volumenstrom von 290 l/s (mindestens 134 l/s) angenommen. Es wurden zwei Varianten gerechnet, bei denen unterschiedliche Annahmen zum Fernwärmenetz hinsichtlich der Vor- und Rücklauftemperaturen vorausgesetzt wurden. Die erste Variante ergab eine Heizleistung von $11,74 \text{ MW}$ bei einem COP von $2,07$ und eine jährliche Wärmeenergie in Höhe von 102 GWh . In der zweiten Variante wurde eine Heizleistung von $8,51 \text{ MW}$ bei einem COP von $3,49$ und eine jährliche Energiemenge von $74,5 \text{ GWh}$ bestimmt.

In beiden Varianten wurde das Wasser am Ablauf um 5 K abgekühlt, was aufgrund der Einleitung in den Rhein mit seinem hohen Durchfluss zu keinerlei Problemen mit dem Ökosystem des Flusses führt. Der limitierende Faktor ist vielmehr die begrenzte Rücklauftemperatur der Flusswasser-Wärmepumpe. Auch für die Kläranlage konnten die Potenziale mittels eigener Berechnungen mit geringfügig abweichenden Annahmen bestätigt werden.

Die Integration dieser Abwasserwärmequellen in die bestehenden Wärmenetze bietet die Möglichkeit, den Anteil erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung von Moers signifikant zu erhöhen. Zudem trägt die Nutzung von Abwasserwärme zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen bei und unterstützt die Stadt auf ihrem Weg zur Klimaneutralität. Ob die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung die Erschließung bzw. die Untersuchung der wirtschaftlichen Erschließung dieser Potenziale empfohlen wird, wird im Rahmen des Zielszenarios untersucht.

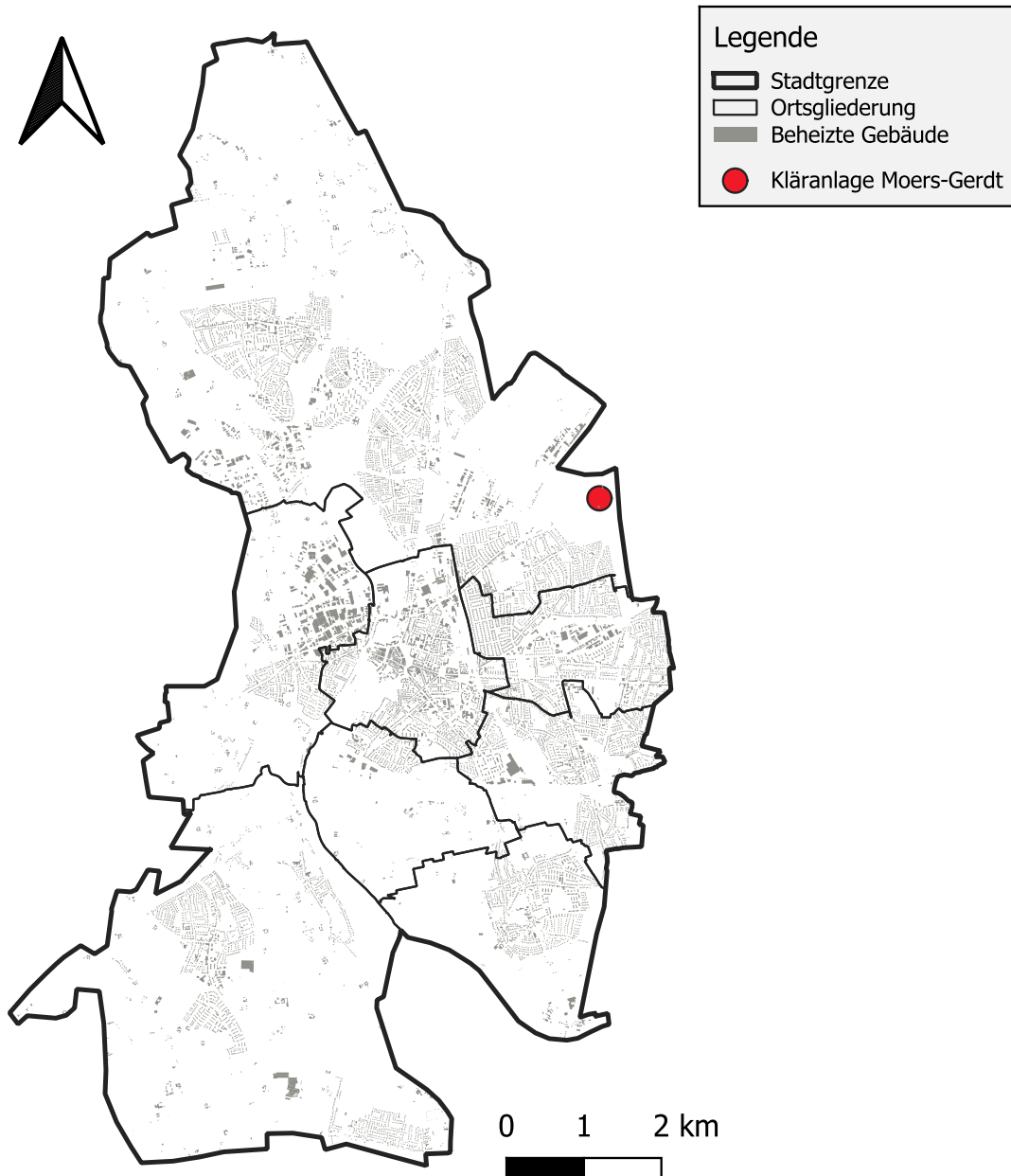


Abbildung 41: Standort der Kläranlage Moers-Gerdt

2.5 Geothermie

2.5.1 Geothermische Voraussetzungen

Für den Einsatz oberflächennaher Geothermie, z. B. durch Erdwärmesonden oder Erdwärmekollektoren, sind wasser- und bodenschutzrechtliche Vorgaben zu beachten. In Abbildung 42 sind daher die in der Stadt Moers ausgewiesenen Wasserschutz-, Naturschutz- und Landschaftsschutzgebiete dargestellt. Diese Flächen sind für die geothermische Nutzung entweder nur eingeschränkt oder gar nicht geeignet. Hydrologisch sensible Bereiche (empfindliche Boden- und Grundwasserverhältnisse) können ebenso im Kontext der Geothermie relevant sein, liegen jedoch im Stadtgebiet von Moers nicht vor.

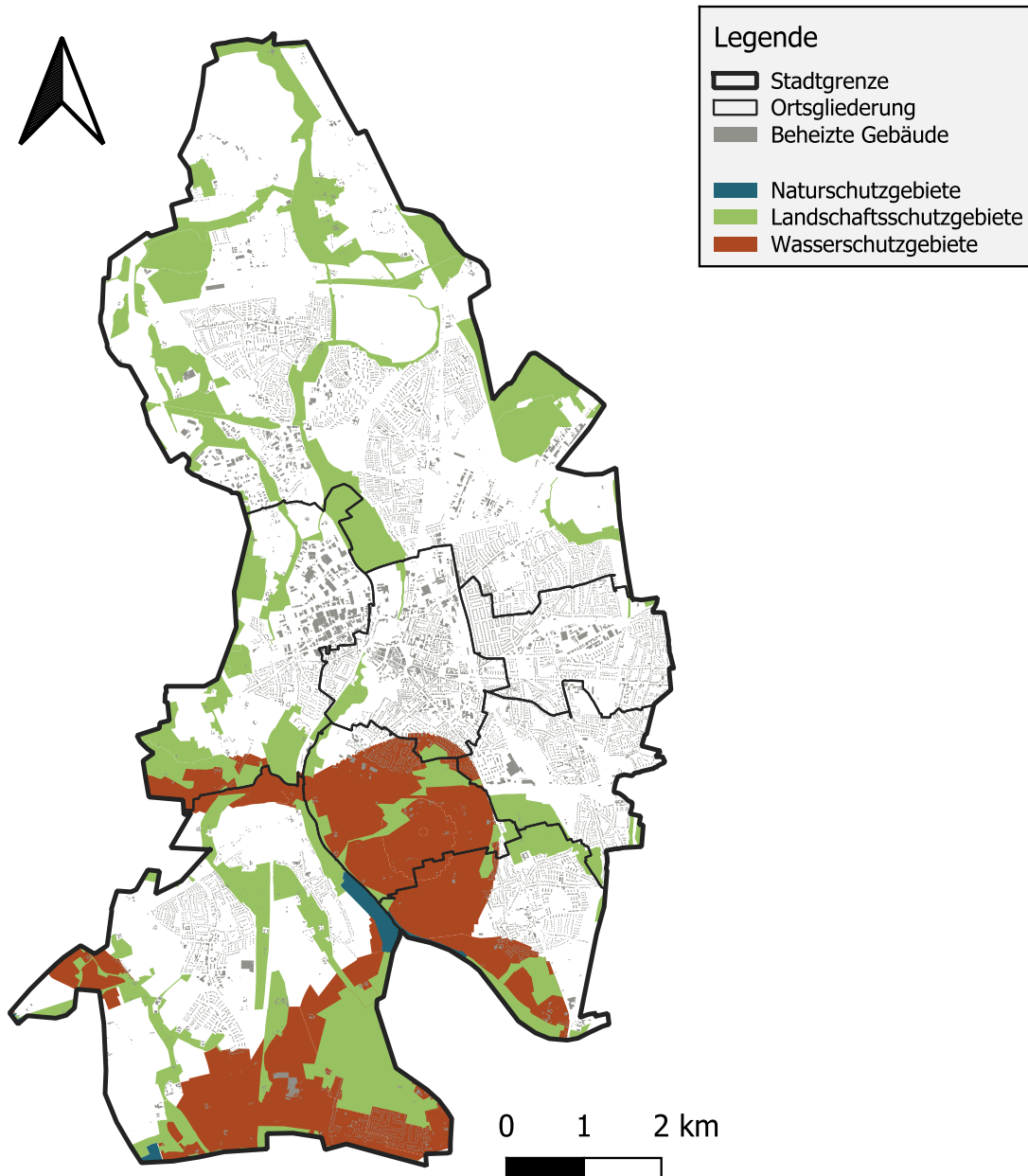


Abbildung 42: Oberflächennahe Geothermie: Geothermische Voraussetzungen [16]

Wasserschutzgebiete dienen dem Schutz von Trinkwasserressourcen. Im Folgenden werden in erster Instanz die verschiedenen Wasserschutzzonen beschrieben. In Zone I, die unter dem strengsten Schutz steht, sind geothermische Bohrungen vollständig verboten, um die Trinkwasservorkommen zu schützen. In Zone II dürfen Bohrungen nur unter strengen Auflagen erfolgen, während in Zone III geothermische Projekte möglich sind, jedoch weiterhin Einschränkungen unterliegen, um eine Gefährdung des Trinkwassers zu vermeiden. Im Stadtgebiet von Moers gibt es mehrere Flächen der Kategorie I im Stadtteil Vinn, die jedoch aufgrund ihrer geringen Größe nicht weiter relevant sind. Die zwei umliegenden Flächen der Kategorie II sind zwar größer, die größere der beiden liegt jedoch nicht in der Nähe von zu versorgender Bebauung. Flächen der Kategorie III decken den Großteil von Vinn sowie Teile von Kapellen und Schwafheim ab, sodass dort auch ein geringer Teil Wohngebiete eingeschlossen sind, deren Versorgung über Geothermie demnach potenziell nicht möglich ist.



Ein weiterer Ausschlussgrund für den Einsatz geothermischer Anlagen ist das Vorliegen von Naturschutzgebieten. In diesen gesetzlich besonders geschützten Bereichen ist die Errichtung von Erdwärmesonden oder -kollektoren in der Regel unzulässig, da Bohrungen und Erdarbeiten mit erheblichen Eingriffen in das Ökosystem verbunden wären. In Moers finden sich lediglich an der Grenze zwischen den Stadtteilen Kapellen und Schwafheim sowie im Süden von Kapellen kleine Naturschutzgebiete, welche im Kontext von oberflächennaher Geothermie berücksichtigt werden müssen. Dabei handelt es sich jedoch hauptsächlich um landwirtschaftliche Flächen und um Wald.

Landschaftsschutzgebiete finden sich in Moers außerhalb der Siedlungen über das ganze Stadtgebiet verteilt. Landschaftsschutzgebiete können in Bezug auf die Genehmigung von Geothermie-Anlagen eine Hürde darstellen, jedoch sind diese nicht als Ausschlussflächen zu betrachten.

Ein zusätzlicher wichtiger Faktor bei der Nutzung von Wärmequellen ist die Wärmeleitfähigkeit des Bodens, die maßgeblich die Effizienz von Erdwärmesonden beeinflusst. Der Geologische Dienst NRW weist für das Moerser Stadtgebiet Wärmeleitfähigkeiten im Bereich von 1,5 bis 2,9 W/(m·K) aus. Diese Angaben beziehen sich auf Tiefen zwischen 40 und 100 Metern [5]. Solche Werte werden als „mittel“ bis „gut“ bewertet und bieten damit günstige geologische Voraussetzungen für den wirtschaftlichen Betrieb von geothermischen Anlagen im Stadtgebiet. In Kombination mit dem geringen Anteil von Ausschlussflächen ergeben sich daraus in weiten Teilen von Moers grundsätzlich gute Potenziale für den Einsatz oberflächennaher Geothermie.

Eine weitere Gegebenheit für Potenziale in Moers sind theoretisch Steinkohleschächte, in denen sich Grubenwasser mit konstanten Temperaturen zwischen 20 und 30 °C sammelt [17]. Mit speziellen Pumpen könnte das warme Grubenwasser an die Oberfläche befördert werden. Die thermische Energie des Wassers wird über Wärmetauscher auf ein zweites, separates Wassersystem übertragen, um Verunreinigungen zu vermeiden. Dieses zweite System speist eine Wärmepumpe, die das Temperaturniveau auf ein nutzbares Maß hebt, wie es für Wärmenetze oder Gebäudeheizungen erforderlich ist. Das abgekühlte Grubenwasser wird anschließend wieder in den Schacht zurückgeleitet. Zu solchen Potenzialen liegen jedoch keine Daten vor. Hier wird eine mögliche Empfehlung sein, dieses Potenzial näher untersuchen zu lassen und die Machbarkeit der Hebung des Potenzials prüfen zu lassen.

2.5.2 Erdwärmekollektoren (Oberflächennahe Geothermie)

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

Gemäß den Angaben aus [16] wird bezogen auf die Wärmeleitfähigkeit großen Teilen des Stadtgebiets ein mittleres und kleinen Teilen ein geringes Potenzial attestiert, sodass sie eine gewisse Eignung für Erdwärmekollektoren aufweisen. Die in Abbildung 43 dargestellten Potenzialflächen bieten somit größtenteils ebenfalls ein geringes bis mittleres Potenzial. Insgesamt weist Moers ein theoretisches Gesamtpotenzial von 780 GWh/a bezogen auf Erdwärmekollektoren auf. Ein nennenswerter Anteil der bestimmten Eignungsflächen liegt in der Nähe von relevanter Bebauung und zu Teilen

auch in Gebieten, welche gemäß Abschnitt 1.6 eine hohe Wärmebedarfsdichte aufweisen bzw. bereits Wärmenetze beinhalten. Die tatsächliche Nutzung dieser Potenziale zur Deckung von Wärmebedarfen gilt es im Rahmen der Zielszenarien näher zu untersuchen.

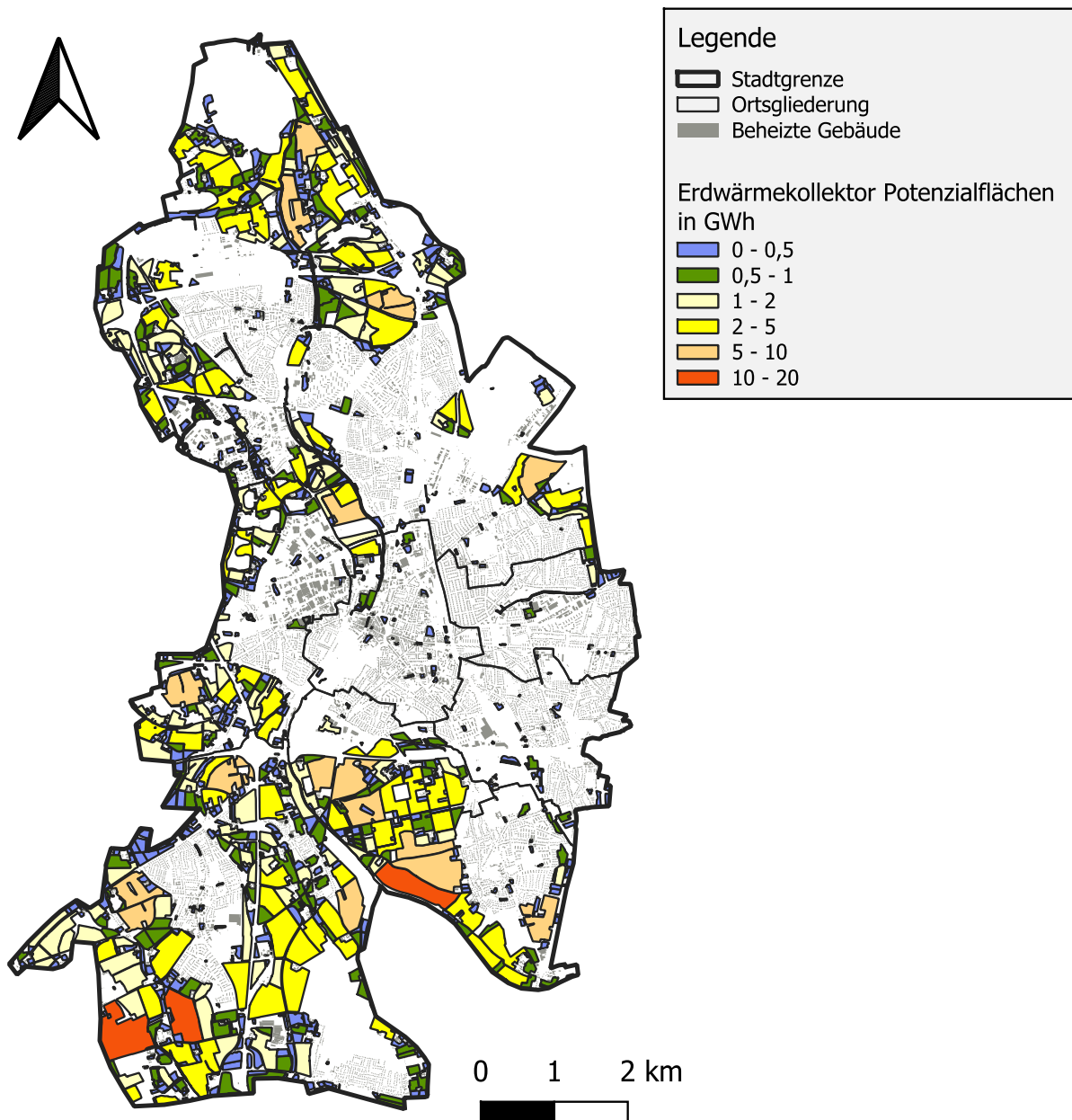


Abbildung 43: Erdwärmekollektoren-Potenzial auf Freiflächen in Moers

2.5.3 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 44 zeigt die Erschließungspotenziale für Erdsonden in der Stadt Moers, 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.

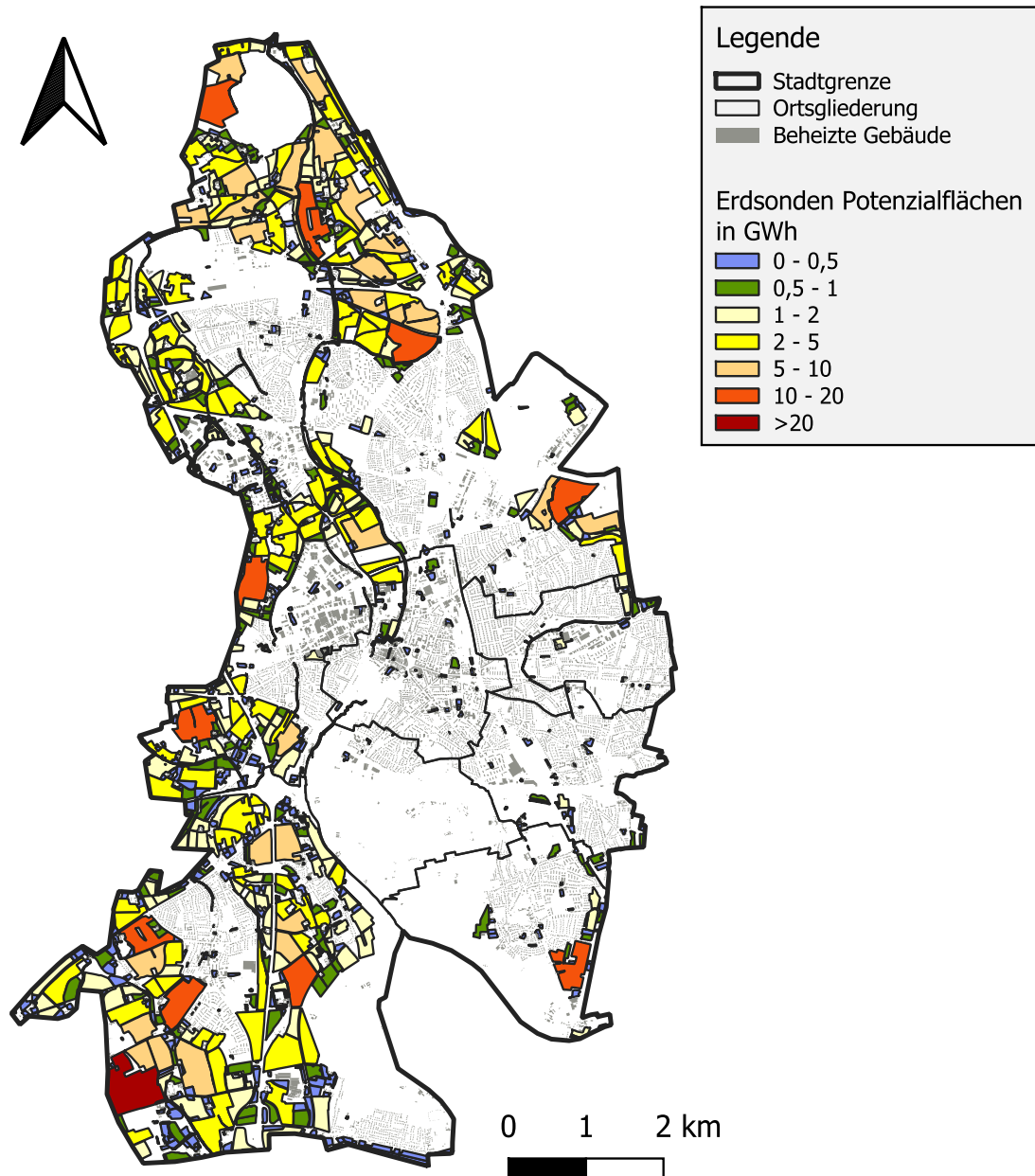


Abbildung 44: Erdsonden-Potenzial auf Freiflächen in Moers

Insgesamt wird für die Stadt Moers ein theoretisch nutzbares Potenzial von rund 1.072 GWh pro Jahr ausgewiesen, was den aktuellen Raumwärmebedarf von ca. 1.004 GWh/a decken könnte. Erdwärmesonden bieten daher technisch ein enormes Potenzial für die regenerative Wärmeversorgung in



Moers. Allerdings gilt es auch die Flächenkonkurrenz und Nähe zu Wärmebedarfen zu beachten. Zwar ist die Menge der Potenzialflächen kleiner als die der Erdwärmekollektoren, jedoch liegt ein ähnlicher Anteil in der Nähe dicht besiedelter Gebiete und eignet sich demnach potenziell zur Versorgung von Wärmenetzen. Dies gilt es ebenso wie bei den Erdwärmekollektoren im Rahmen der Zielszenarien zu ermitteln.

Für dezentrale Bohrungen wurde in [10] ein Potenzial von 755 GWh berechnet, welches grundstücks-scharf ermittelt wurde. Im Vergleich zum Wärmebedarf von 1.004 GWh fällt auf, dass ein nennens-werter Anteil der Wärmeversorgung durch Sole-Wasser-Wärmepumpen gedeckt werden könnte. Dies ist insbesondere auf die Flächenverfügbarkeit zurückzuführen, die auf vielen Grundstücken vor-handen ist. Jedoch liegt auch hier die Einschränkung durch Genehmigungen und Kosten vor.

2.5.4 Mittlere und tiefe Geothermie

Mitteltiefe und tiefe Geothermie nutzen Erdwärme aus größeren Tiefen zur Energiegewinnung. Wäh-rend mitteltiefe Systeme in Tiefen von etwa 400 bis 1500 Metern (je nach Definition) vor allem zur direkten Wärmeversorgung genutzt werden, können tiefengeothermische Anlagen durch die höhe-ren Temperaturen auch zur Stromerzeugung beitragen. Die Effizienz und Wirtschaftlichkeit dieser Technologie hängen maßgeblich von der geologischen Beschaffenheit des Untergrunds ab. Entschei-dende Faktoren sind die Durchlässigkeit und Ergiebigkeit der wasserführenden Gesteinsschichten sowie die Temperatur der geothermischen Reservoirs.

Die geologische Erkundung ist essenziell, da potenzielle Standorte von mitteltiefer und tiefer Ge-othermie nur schwer zu bewerten sind. Erkundungsbohrungen sind notwendig, um die tatsächliche Fündigkeit, Ergiebigkeit und Durchlässigkeit der Gesteinsschichten zu bestimmen. Die Kosten für eine solche Bohrung bis in 2.000 Meter Tiefe belaufen sich auf rund fünf Millionen Euro. Vor einer Bohrung sind zudem seismische Untersuchungen erforderlich, deren Kosten im hohen sechsstelligen Bereich liegen. Trotz Förderungen des Landes Nordrhein-Westfalen verbleibt ein finanzielles Restri-siko in Millionenhöhe.

Die Wärmestudie NRW weist hierbei für die Stadt Moers keine Potenziale in der mitteltiefen Geother-mie aus, da die Böden im Stadtgebiet nach aktuellem Kenntnisstand keine Eignung aufweisen. Für tiefe Geothermie wird jedoch ein Potenzial von 262 GWh attestiert. Moers weist in Tiefen von über 5.000 Metern Gesteinsschichten (Kalkstein) auf, welche eine Nutzung im Rahmen von Tiefengeother-mie ermöglichen. In Abbildung 45 ist das Potenzial des jährlichen Wärmeertrags aus Tiefengeother-mie für eine Wahrscheinlichkeit von 90 % bei 6.000 Volllaststunden in Rasterform dargestellt. Es ist zu erkennen, dass das Potenzial überall in der Stadt ähnlich hoch ist. Dabei liegt der Wärmeertrag bei mindestens 15 GWh bis hin zu 29 GWh pro Raster [6].

Aktuell befindet sich eine Vorstudie des Kreises Wesel zur Tiefengeothermie in Arbeit. Die ersten vorgestellten Zwischenergebnisse bestätigen, dass in Moers grundsätzlich ein hohes Potenzial für tiefe Geothermie vorliegt, welches in den meisten geeigneten Gebieten einen großen Anteil des Wär-mebedarfs decken könnte [18].

Finale Aussagen über die Potenziale können, wie oben beschrieben, nur durch detaillierte seismische Untersuchungen und Probebohrungen bestimmt werden.

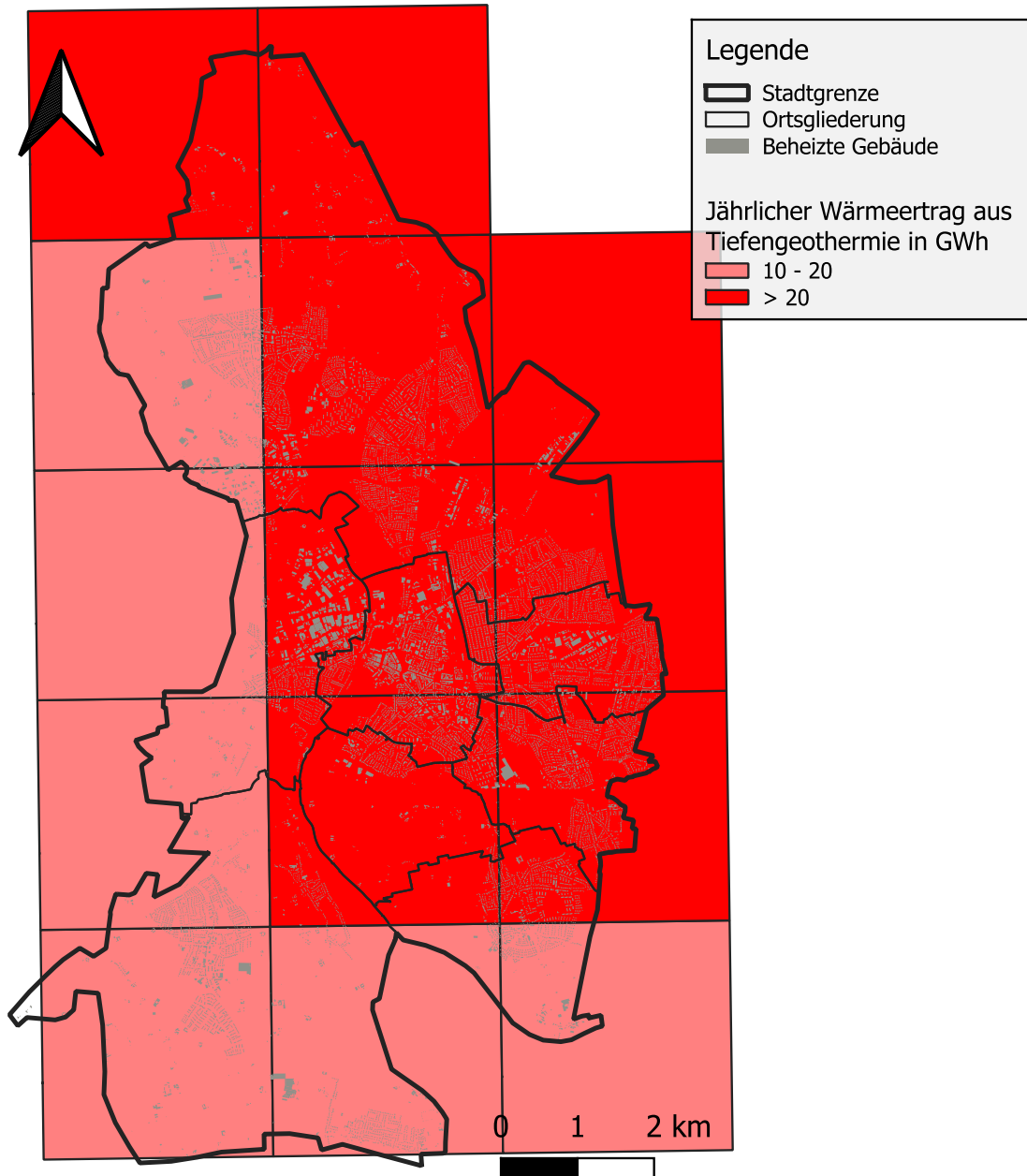


Abbildung 45: Jährlicher Wärmeertrag aus Tiefengeothermie (90 % Wahrscheinlichkeit bei 6.000 Volllaststunden) [6]

2.6 Industrielle Abwärme

Die Stadt Moers verfügt über eine vielfältige Industrie- und Gewerbelandschaft, die sich auf mehrere Gewerbegebiete verteilt. Diese umfassen Unternehmen aus verschiedenen Branchen, darunter Lebensmittelproduktion, chemische Industrie und Logistik. Beispielsweise sind Unternehmen wie Niederrhein-GOLD Tersteegen GmbH & Co. KG und Moers Frischeprodukte GmbH & Co. KG in der Region ansässig.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde eine Potenzialanalyse durchgeführt, um industrielle Abwärmequellen zu identifizieren, die zur nachhaltigen Wärmeversorgung beitragen könnten. Hierbei wurden Daten aus der Plattform für Abwärme der Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE) ausgewertet und direkte Anfragen an lokale Unternehmen gestellt. Die „Plattform für Abwärme“



wurde im Jahr 2024 vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle ins Leben gerufen und soll eine Übersicht über die gewerblichen Abwärmepotenziale in Deutschland geben [19]. Unternehmen mit einem durchschnittlichen Gesamtenergieverbrauch von über 2,5 GWh sind hierbei zu Angaben verpflichtet.

Es zeigt sich, dass in Moers nur wenige Unternehmen über signifikante Abwärmepotenziale verfügen. Lediglich die Unternehmen Niederrhein-GOLD Tersteegen GmbH & Co. KG mit ca. 20,9 GWh/a und Moers Frischeprodukte GmbH & Co. KG mit ca. 45,6 GWh/a wiesen relevante Abwärmepotenziale auf. Im Rahmen der an die Unternehmen gestellten Anfragen wurden sogar nur Abwärmepotenziale von dem Unternehmen Moers Frischeprodukte in Höhe von 49 GWh/a angegeben. Diese Erkenntnisse unterstreichen, dass die industrielle Abwärme in Moers derzeit nur einen begrenzten Beitrag zur kommunalen Wärmeversorgung leisten kann und den Berechnungen der Wärmestudie NRW mit 248 GWh [10] nicht gerecht wird.

Eine weitere Analyse der Nutzbarkeit dieser Abwärmequellen wird erst im Anschluss an die Entwicklung der Zielszenarien erfolgen. Dabei wird geprüft, ob eine wirtschaftliche und technische Nutzung der Abwärme möglich ist, insbesondere wenn potenzielle Wärmeabnehmer in unmittelbarer Nähe vorhanden sind.

2.7 Biomasse

In der Wärmestudie NRW wurde für die Stadt Moers ein Biomassepotenzial von 23 GWh für die zukünftige Wärmeversorgung ermittelt (siehe Abbildung 38), welches sich auf die drei wesentlichen Bereiche Abfallwirtschaft, Forstwirtschaft und Landwirtschaft verteilt [10].

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 [10].

Gemäß der Datengrundlage aus [1] weist Moers eine Waldfläche (abzüglich Naturschutzgebiete) von 3,7 km² auf, was wiederum 5 % der gesamten Stadtfläche entspricht. Auf Basis der Angaben aus [20] wurde ein energetisches Potenzial von 1,6 GWh für das Restholz dieser Waldflächen bestimmt. Die landwirtschaftlichen Flächen (Naturschutzgebiete ausgenommen) in Moers entsprechen insgesamt 23,7 km² (35 % der Gesamtfläche). 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 5,8 GWh über die Methanisierung der Energiepflanzen [21], [22].

Somit resultiert aus den Berechnungen zu Wald- und Landwirtschaftsflächen ein sinnvoll nutzbares Wärmebereitstellungspotenzial von kumuliert annähernd 7,4 GWh. Die Ergebnisse der



Bestandsanalyse in Abbildung 8 zeigen, dass im Status quo 20,3 GWh der Wärme bereits über Biomasse bereitgestellt wird, was oberhalb des lokalen Potenzials liegt. Es kann zusammengefasst werden, dass bereits heute das lokale Biomassepotenzial ausgereizt wird, sodass Biomasse auch in zukünftigen Überlegungen nur mit Bedacht berücksichtigt werden sollte.

2.8 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 Szenarien-Entwicklung 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 Industrie Flächen) 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 [4] verwendet, welche aufgrund von Datenlücken jedoch erweitert werden mussten. Naturschutzgebiete, welche bereits in Abschnitt 2.5 beschrieben wurden, sind als Ausschlussgebiete für zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen definiert worden.

In Abbildung 46 sind die Freiflächen (inkl. deren thermischen Leistungspotenzials) dargestellt, welche für den Betrieb zentraler Luft-Wasser-Wärmepumpen geeignet sind. Als thermische Mindestleistung sind hierbei 250 kW angesetzt worden. Potenzialflächen, welche nur Anlagen mit geringerer Leistung ermöglichen, sind nicht berücksichtigt worden.

Insgesamt wurden im Kontext der Auswertung 281 Eignungsflächen identifiziert, welche thermische Leistungen zwischen 250 kW und 17.892 kW ermöglichen. In Summe ergibt sich ein energetisches Gesamtpotenzial (unter Annahme von 2.000 Vollbenutzungsstunden) von 1.580 GWh. Dieses Gesamtpotenzial ist jedoch als theoretischer Wert einzuordnen.

Im Abgleich mit der Lage der Wärmenetze zeigt sich, dass nur wenige Potenzialflächen in unmittelbarer Nähe der Wärmenetze oder potenzieller Ausbaugebiete liegen, diese jedoch zum Teil hohe Leistungen von bis zu 10 MW ermöglichen, wie beispielsweise im Stadtteil Repelen. Die anderen potenziell für Wärmenetze nutzbaren Flächen weisen größtenteils zwischen 1 MW und 3 MW auf.

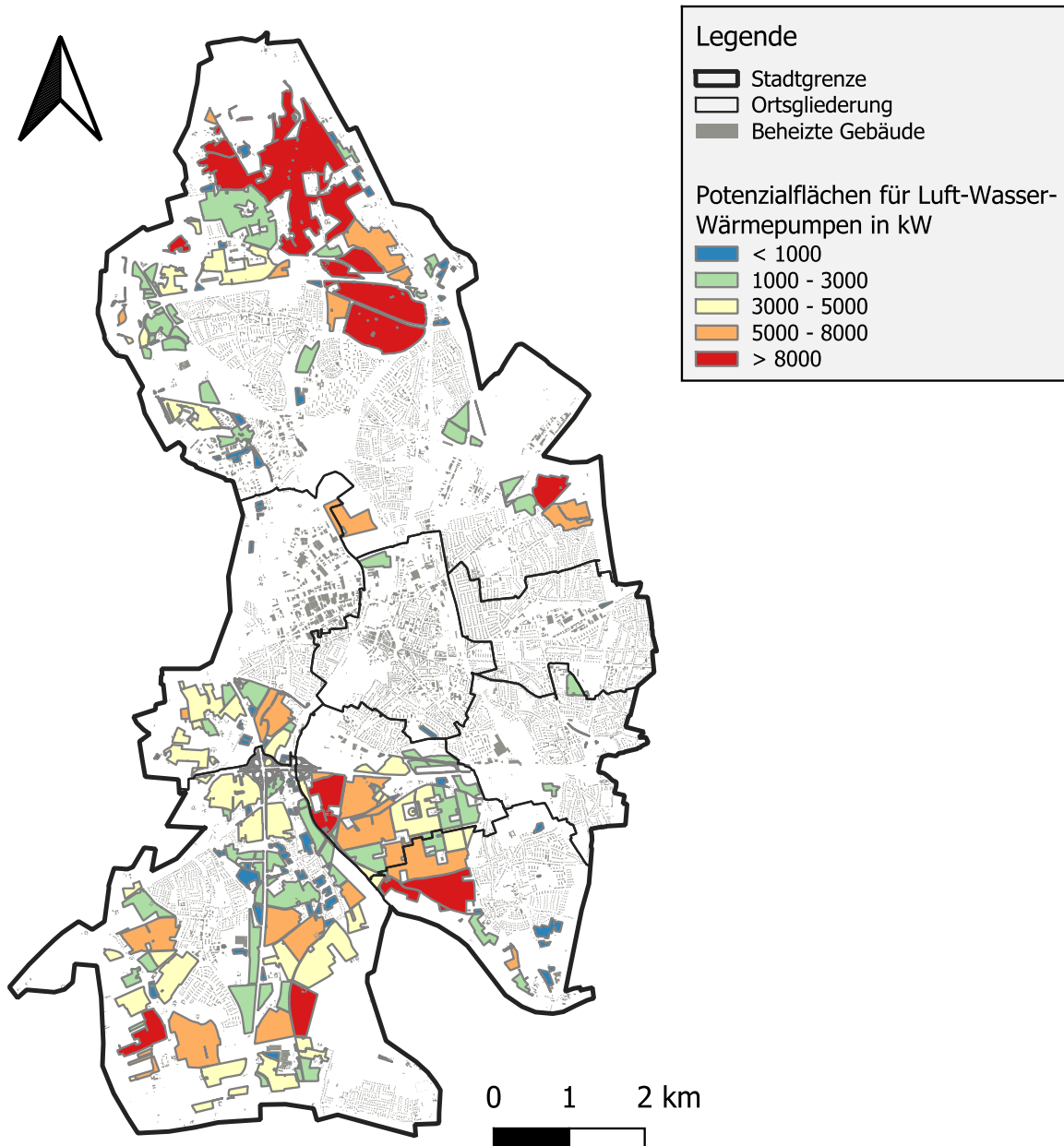


Abbildung 46: Potenzialflächen für zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen

2.9 Kurzzusammenfassung der Potenzialanalyse

In Abbildung 47 sind die Erkenntnisse der Kapitel 2.2 bis 2.8 abschließend zusammengefasst. Die Ergebnisse der Potenzialanalyse zeigen, dass insbesondere die Wärmequellen Außenluft, Geothermie und auch Solarthermie Lösungsoptionen für eine zentrale Wärmeversorgung in der Stadt Moers darstellen können. Ebenso könnten auch Abwärme aus der Kläranlage Moers-Gerdt und aus Industriebetrieben zur Versorgung der anliegenden Gebäude genutzt werden. Das Potenzial von Gewässern und Biomasse wiederum ist begrenzt. Letztere wird bilanziell bereits zu großen Teilen in der lokalen Wärmeversorgung genutzt.

**Solarthermie****3.709 GWh**

Freiflächen der Kommune

Das Potenzial für Freiflächen-Solarthermie beträgt rund 2.719 GWh pro Jahr. Viele Flächen konkurrieren jedoch mit der landwirtschaftlichen Nutzung. Das Potenzial der Dachflächen liegt bei etwa 990 GWh pro Jahr.

**Kläranlagen & Abwasser****74,5 GWh**

Kläranlage Moers-Gerdt

Das Abwassernetz bietet mit 4,3 GWh nur begrenztes Potenzial zur Wärmenutzung. An der Kläranlage Moers-Gerdt, die in den Rhein einleitet, ergibt sich hingegen eine nutzbare thermische Leistung von etwa 8,5 Megawatt, die je nach Betriebsstunden einen jährlichen Wärmeertrag von rund 74,5 GWh ermöglicht.

**Gewässer****8,5 GWh**

Moersbach

Für die Nutzung von Fluss- und Seewasser zur Wärmeherzeugung ergibt sich ein Potenzial von insgesamt 8,5 GWh pro Jahr. Davon entfallen 6,7 GWh auf den Moersbach und 1,8 GWh auf den Schwafheimer See.

**Biomasse****7,4 GWh**

Landwirtschaft/Waldflächen

Die angegebenen 7,4 GWh Wärme können vor allem durch Biogas und zu einem geringen Teil durch Holz bereitgestellt werden. Da bereits heute 20 GWh Wärme über Biomasseheizungen bereitgestellt werden, ist fraglich, ob das Potenzial für eine zukünftige Versorgung zu berücksichtigen ist.

**Geothermie****1.827 GWh**

Freiflächen der Kommune

Oberflächennahe Geothermie auf Freiflächen hat ein Potenzial von 1.072 GWh, wobei die Flächenverfügbarkeit und die Entfernung zu bebauten Gebieten das Potenzial einschränken. Für dezentrale Bohrungen hat das LANUK ein Potenzial von 755 GWh berechnet, während es für tiefe Geothermie 262 GWh sind.

**Abwärme****70 GWh**

Freiflächen der Kommune

Die einzigen potenziellen Beiträge für industrielle Abwärme stammen von Moers Frischeprodukte mit 49 GWh und Niederrhein-GOLD Tersteegen mit 21 GWh. Industrielle Abwärme kann demnach nur einen begrenzten Beitrag zur Wärmetransformation leisten.

**Außenluft****1.580 GWh**

Freiflächen der Kommune

Das Wärmepotenzial durch Außenluft ist insbesondere für dezentrale Wärmepumpen zur Versorgung einzelner Gebäude nur durch Schallimmissionen begrenzt. In einer Freiflächenanalyse wurden Potenzialflächen mit Leistungen bis 18 MW und einem jährlichen Wärmeertrag von insgesamt 1.580 GWh identifiziert.

Abbildung 47: 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] Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr NRW, „ELWAS-WEB“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.elwasweb.nrw.de/elwas-web/help/index.xhtml?anchor=_pegel&page=#
- [4] Geofabrik, „OpenStreetMap Data Extracts“. [Online]. Verfügbar unter: <https://download.geofabrik.de/>
- [5] Geologischer Dienst NRW, „IS GT DS - Informationssystem Geothermie von Nordrhein-Westfalen - Datensatz“. [Online]. Verfügbar unter: <https://open.nrw/dataset/is-gt-ds-informationssystem-geothermie-von-nordrhein-westfalen-datensatz-geo-nrw>
- [6] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), „Daten kommunale Wärmeplanung“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/umwelt_klima/klima/kwp/
- [7] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), „Solarkataster NRW: Freiflächenphotovoltaik - Flächenkulisse nach LEP für raumbedeutsame Anlagen“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/umwelt_klima/energie/solarkataster/lep-flaechenkulisse/
- [8] 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
- [9] 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
- [10] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, „Wärmestudie NRW“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.energieatlas.nrw.de/site/waermestudienrw_ergebnisse
- [11] Stadt Moers, „Bevölkerung in Moers“, 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.moers.de/rathaus-politik/daten-und-fakten/bevoelkerung-moers-31122024>
- [12] Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V., „Spezifischer Wärmebedarf von Gebäuden nach Baujahr“. [Online]. Verfügbar unter: https://asue.de/enev/grafiken/spezifischer_waermebedarf_von_gebaeuden_nach_baujahr
- [13] M. Peters, S. Steidle, und H. Böhsich, „Kommunale Wärmeplanung - Handlungsleitfaden“, Stuttgart, Dez. 2020.
- [14] Behörde für Umwelt und Energie, „Wärmekataster Handbuch“, Hamburg, 2019.
- [15] Statistisches Bundesamt, „Stromerzeugung 2023: 56 % aus erneuerbaren Energieträgern“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2024/03/PD24_087_43312.html



- [16] Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen, „Geothermie in NRW – Standortcheck“. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.geothermie.nrw.de/>
- [17] Bundesverband Geothermie, „Grubenwasser“. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.geothermie.de/bibliothek/lexikon-der-geothermie/g/grubenwasser>
- [18] DMT GmbH & Co. KG, „Zwischenergebnisse Vorstudie Tiefe Geothermie Kreis Wesel“, 2025.
- [19] 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
- [20] 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
- [21] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), „Biogas“. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/bioeconomie-nachwachsende-rohstoffe/biogas>
- [22] 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



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Flächennutzung der Stadt Moers [4].....	7
Abbildung 2: Anzahl der Gebäude je Gebäudetyp.....	8
Abbildung 3: Primärer Gebäudetyp auf Baublockebene.....	9
Abbildung 4: Anzahl der Gebäude je Baujahresklasse.....	10
Abbildung 5: Primäre Baujahresklasse auf Baublockebene.....	11
Abbildung 6: Lage des Erdgasnetzes auf Baublockebene.....	12
Abbildung 7: Lage der Wärmenetze.....	13
Abbildung 8: Jährlicher Wärmebedarf (alle Sektoren) in GWh.....	15
Abbildung 9: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Haushalte) in GWh.....	16
Abbildung 10: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Kommune) in GWh.....	16
Abbildung 11: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor GHD) in GWh.....	17
Abbildung 12: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Industrie) in GWh.....	17
Abbildung 13: Anteil von Erdgas am Wärmebedarf auf Baublockebene.....	18
Abbildung 14: Anteil von Heizöl am Wärmebedarf auf Baublockebene.....	19
Abbildung 15: Anteil von Wärmenetzen am Wärmebedarf auf Baublockebene.....	20
Abbildung 16: Anteil von Strom und Umweltwärme am Wärmebedarf auf Baublockebene.....	21
Abbildung 17: Anteil von Biomasse am Wärmebedarf auf Baublockebene.....	22
Abbildung 18: Anteil von sonstigen Brennstoffen am Wärmebedarf auf Baublockebene.....	23
Abbildung 19: Primärer Energieträger (bezogen auf Wärmebedarf) auf Baublockebene.....	24
Abbildung 20: Anzahl versorgter Gebäude nach Energieträger.....	25
Abbildung 21: Anzahl der Gebäude mit Erdgas zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene.....	26
Abbildung 22: Altersstruktur der Erdgasheizungen.....	27
Abbildung 23: Anzahl der Gebäude mit Heizöl zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene.....	28
Abbildung 24: Altersstruktur der Ölheizungen.....	29
Abbildung 25: Anzahl der Gebäude mit Wärmenetzanschluss zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene.....	30
Abbildung 26: Anzahl der Gebäude mit Strom zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene.....	31
Abbildung 27: Anzahl der Gebäude mit Biomasse zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene.....	32
Abbildung 28: Anzahl der Gebäude mit sonstigem Brennstoff zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene.....	33
Abbildung 29: Wärmeflächendichte auf Baublockebene.....	34
Abbildung 30: Wärmelinieendichte auf Straßenzugebene.....	35
Abbildung 31: Lokalisation von Großverbrauchern auf Baublockebene.....	36
Abbildung 32: Anteil erneuerbarer Energien am Wärmebedarf in Abhängigkeit des Energieträgers.....	37
Abbildung 33: Jährliche Treibhausgasemissionen (alle Sektoren) in Tsd. t.....	38
Abbildung 34: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Haushalte) in Tsd. t.....	38
Abbildung 35: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Kommune) in Tsd. t.....	39



Abbildung 36: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor GHD) in Tsd. t	39
Abbildung 37: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Industrie) in Tsd. t	40
Abbildung 38: Zusammenfassung der Potenziale für die Wärmeversorgung nach [10]	42
Abbildung 39: Potenzial für Freiflächen-Solarthermie auf Flurebene nach [6] und [10]	44
Abbildung 40: Bereiche der genutzten Durchflüsse der Fließgewässer in Moers	46
Abbildung 41: Standort der Kläranlage Moers-Gerdt	49
Abbildung 42: Oberflächennahe Geothermie: Geothermische Voraussetzungen [16]	50
Abbildung 43: Erdwärmekollektoren-Potenzial auf Freiflächen in Moers	52
Abbildung 44: Erdsonden-Potenzial auf Freiflächen in Moers	53
Abbildung 45: Jährlicher Wärmeertrag aus Tiefengeothermie (90 % Wahrscheinlichkeit bei 6.000 Volllaststunden) [6]	55
Abbildung 46: Potenzialflächen für zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen	58
Abbildung 47: Zusammenfassung der Potenzialanalyse	59

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Datengrundlage für die Bestands- und Potenzialanalyse	5
Tabelle 2: Durchfluss und Wärmepotenzial des untersuchten Fließgewässers in Moers	46