

Kommunaler Wärmeplan

Alte Hansestadt Lemgo



Impressum

Herausgeber / Copyright

Alte Hansestadt Lemgo
Marktplatz 1
32657 Lemgo

Quelle Titelbild: Stadt Lemgo

bearbeitet durch:



EEB ENERKO Energiewirtschaftliche Beratung GmbH
Landstraße 20
52457 Aldenhoven

Autorinnen und Autoren:

Dr. Kristina Blume
Paul Ole Cremer
Dr. Armin Kraft
Sabine Milatz

Stadtwerke Lemgo

Stadtwerke Lemgo GmbH
Bruchweg 24
32657 Lemgo

Autoren:

Dr. Georg Klene
Ralf Settertobulte
Uwe Weber

Dieser Bericht darf nur unverkürzt vervielfältigt werden. Eine Veröffentlichung, auch auszugsweise, bedarf der Genehmigung durch die Herausgeber / Verfasser.

Inhalt

Impressum	2
Kurzfassung	5
1 Einführung	9
1.1 Aufgabe, Bedeutung und Ablauf der Wärmeplanung	9
1.2 Projektstruktur und Akteurseinbindung	12
1.3 Hinweise für Gebäudeeigentümer	13
2 Eignungsprüfung und verkürzte Wärmeplanung	15
3 Bestandsanalyse	19
3.1 Methodik	19
3.2 Gemeindestruktur	20
3.3 Gebäudestruktur	21
3.4 Versorgungsstruktur	27
3.4.1 Gas- und Wärmenetze	27
3.4.2 Abwassernetz	31
3.4.3 Dezentrale Erzeugungsanlagen	32
3.5 Wärmebilanz	38
3.6 Endenergiebilanz	44
3.7 Treibhausgasbilanz für den Wärmemarkt	50
4 Potenzialanalyse	51
4.1 Methodik	51
4.2 Schutzgebiete	53
4.3 Dezentrale Potenziale	54
4.3.1 Reduktion des Wärmebedarfs	54
4.3.2 Oberflächennahe Geothermie	61
4.3.3 Umgebungsluft	64
4.3.4 Dachflächen-Solarthermie	65
4.3.5 Dachflächen-Photovoltaik	67
4.4 Zentrale Potenziale	70
4.4.1 Tiefe, mitteltiefe und oberflächennahe Geothermie	70
4.4.2 Flusswasserwärme	75
4.4.3 Klärwasserwärme	76
4.4.4 Abwasserwärme	78
4.4.5 Umgebungsluft	79
4.4.6 Unvermeidbare Abwärme	79

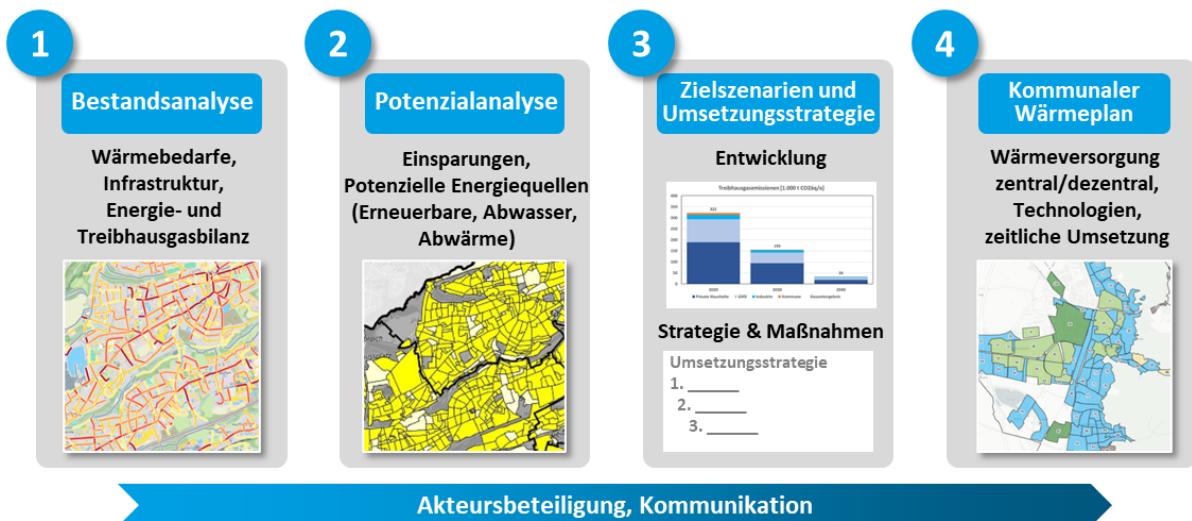
4.4.7 Biomasse	80
4.4.8 Wasserstoff im Wärmemarkt	84
4.4.9 Freiflächen-Solarthermie	84
4.4.10 Wärmespeicher	85
4.4.11 Freiflächen-Photovoltaik	86
4.4.12 Windkraft	88
4.5 Gesamtpotenzial	91
5 Zielszenario	93
5.1 Methodik	93
5.2 Wärmeversorgungsgebiete	96
5.2.1 Wärmenetzgebiete und Entwicklung der Erzeugung	101
5.2.2 Dezentrale Versorgungsgebiete	106
5.3 Transformation der Wärmeversorgung	112
5.3.1 Entwicklung der Wärmebedarfe und des Erzeugungsmix	112
5.3.2 Entwicklung dezentral eingesetzter Energieträger	113
5.3.3 Entwicklung der Energiebilanz und Emissionen	114
5.4 Investitionsrahmen für die Wärmetransformation	116
5.4.1 Endkundenpreise	118
6 Umsetzungsstrategie und Maßnahmen	121
6.1 Handlungsfelder	121
6.2 Wärmewendestrategie und Maßnahmenkatalog	122
6.3 Prioritäre Maßnahmen	128
Verstetigung und Controlling	132
6.4 Verstetigungsstrategie	132
6.5 Controllingkonzept	133
6.5.1 Indikatoren	134
6.5.2 Fortschrittsbericht	135
7 Fazit und Ausblick	137
Literaturverzeichnis	138
Abbildungsverzeichnis	140
Tabellenverzeichnis	143
Anhänge	144
A. Ergänzende Materialien	144
B. Glossar	145
C. Abkürzungen	148

Kurzfassung

Die seit 2024 gesetzlich verpflichtende kommunale Wärmeplanung versteht sich als Strategie zur Verwirklichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung und bietet ein langfristiges Planungsinstrument aufgrund der im Wärmeplanungsgesetz (WPG) festgelegten Fortschreibungspflicht.

Der vorliegende kommunale Wärmeplan für die Stadt Lemgo stellt die Weichen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung auf dem Stadtgebiet bis 2045. Eine detaillierte Bestandsaufnahme der Wärmeversorgungsstrukturen sowie eine Potenzialanalyse in den Bereichen Erneuerbare Wärme und Strom sowie Abwärme sind Basis für die Entwicklung eines Zielszenarios. Somit unterstützt der Wärmeplan die Kommune sowie weitere relevante lokale Akteure wie die Stadtwerke Lemgo im Sinne einer Leitplanke für die Wärmetransformation. Eine rechtlich bindende Wirkung ist mit dem Wärmeplan nicht verbunden, dies erfordert separate Satzungsbeschlüsse.

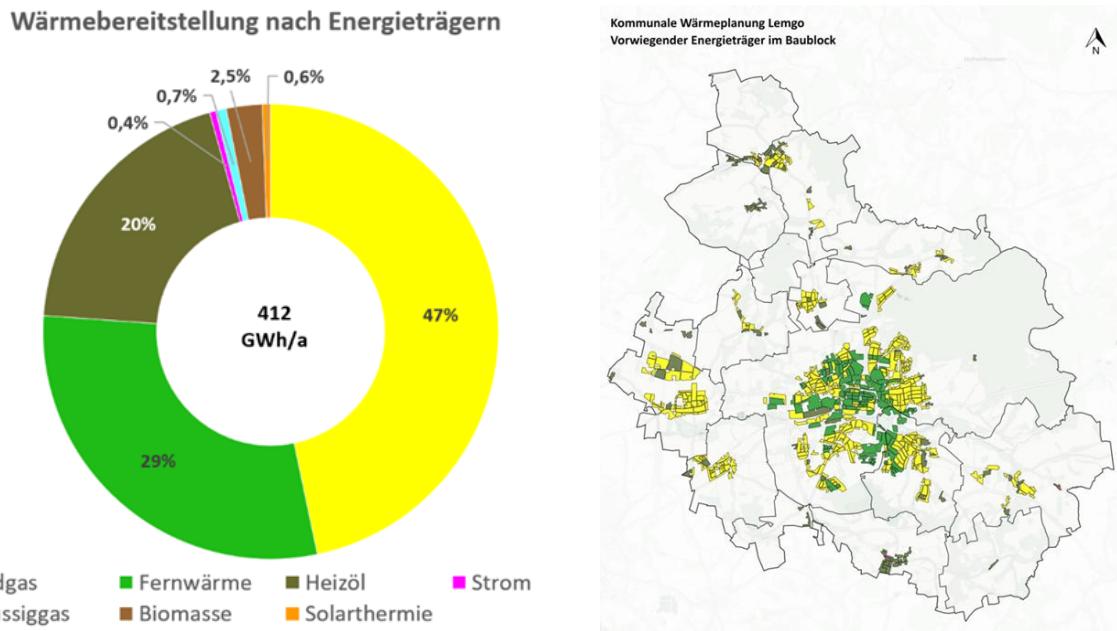
Der Wärmeplan ist das Ergebnis der folgenden Arbeitsschritte:



Bestandsanalyse

Für die Abdeckung des Raumwärme-, Trinkwarmwasser- und Prozesswärmeverbrauchs der rd. 12.000 beheizten Gebäude in Lemgo sind heute rd. 412 GWh/a Nutzenergie nötig, wobei rund 29 % durch Fernwärme abgedeckt werden. Weitere 47 % entfallen auf Erdgasheizungen, 20 % auf Heizöl, <1 % auf Strom (Wärmepumpen und Direktheizungen) und 4 % basieren auf Holz und sonstigen Energieträgern wie Flüssiggas und Solarenergie. Die damit verbundenen Treibhausgas-Emissionen betrugen im Basisjahr 2022 rund 102.500 t CO₂-Äquivalente bzw. 2,4 t pro Einwohner, was zu 50 % auf Erdgaseinsatz und zu 28 % auf Heizöl zurückzuführen ist.

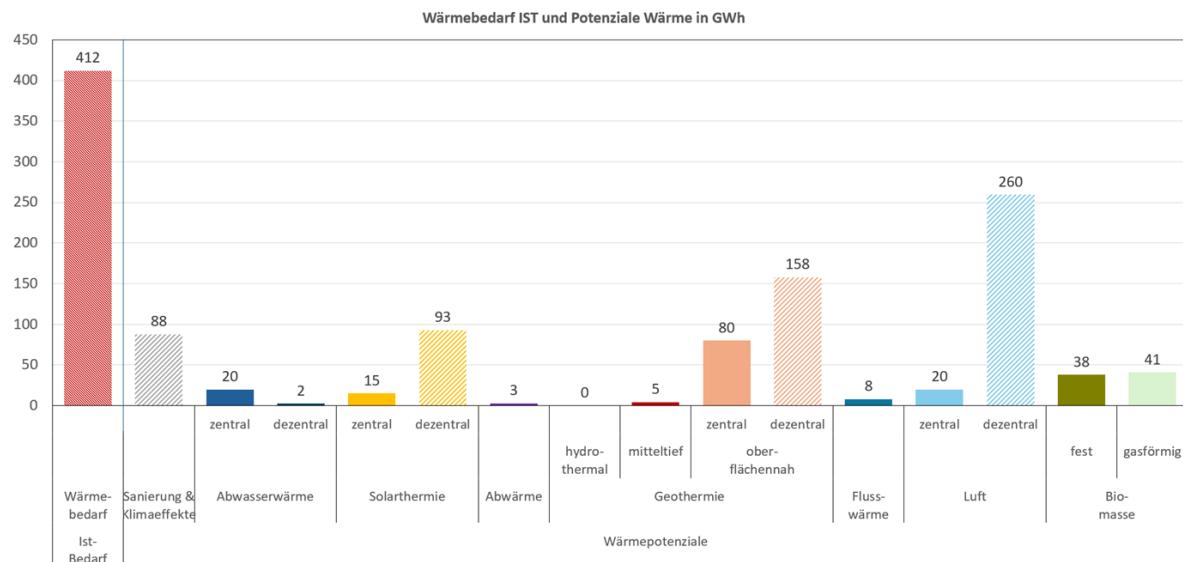
Das vorhandene, auf die Kernstadt konzentrierte rd. 71 km lange Fernwärmennetz Innenstadt (Stand Mitte 2025, ohne Hausanschlussleitungen) bietet eine gute Ausgangssituation für eine weitere Verdichtung und die Erschließung von Ausbaugebieten der Fernwärme. Ein Erdgasnetz ist fast flächendeckend vorhanden, lediglich in Brüntorf und Wahmbeck ist keinerlei leitungsgebundene Energieversorgung vorhanden.



Potenzialanalyse

Die zentralen Säulen für die Umsetzung der Wärmewende sind die Senkung des Gesamtwärmebedarfs sowie die Nutzung von erneuerbaren Energien für die Wärmeversorgung. Unter Berücksichtigung von Effizienzpotenzialen im Gebäudebestand sind bis 2045 ausreichend erneuerbare Quellen in Lemgo verfügbar, um den Wärmebedarf zu decken. Im Rahmen der Fortschreibung des Wärmebedarfs wurde ein realisierbares und technisch machbares Einsparpotenzial in Höhe von rd. 21 % identifiziert, insbesondere beeinflusst durch Gebäudesanierung. Wesentliche Potenziale an erneuerbaren Energien sind im Bereich erneuerbarer Erzeugung für Fernwärme vor allem die Nutzung regionaler Biomasse und Biogasmengen, ergänzt durch Umweltwärme aus Luft und Abwasser sowie recht hohe oberflächennahe geothermische Potenziale.

Diese Potenziale reichen zusammen mit dem großen Potenzial von lokaler Erdwärme und Luftwärmepumpen in Summe deutlich aus, um den zukünftigen Wärmebedarf Lemgos vollständig zu decken, allerdings nur in Verbindung mit einem Infrastrukturaus- und umbau.



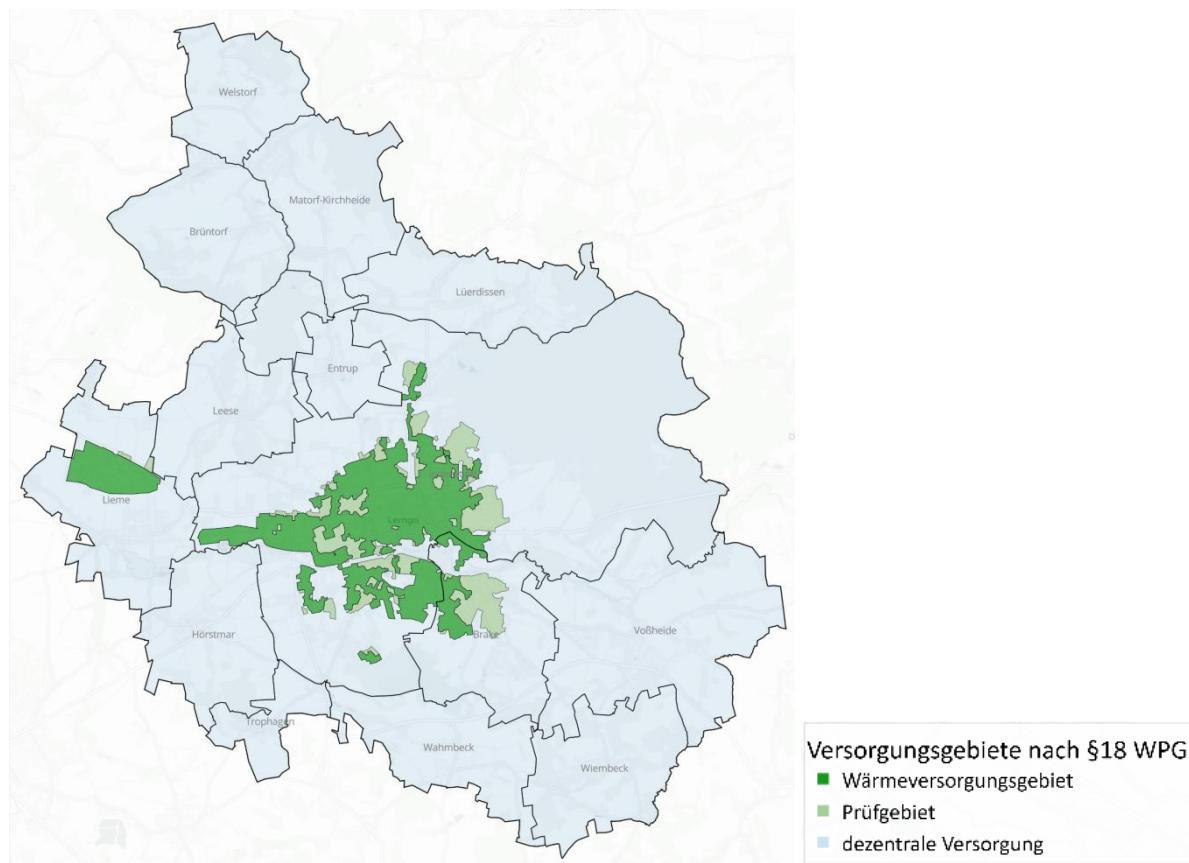
Zielszenario

Bei der Erstellung des Zielszenarios werden die möglichen Wärmequellen und -senken gemeinsam betrachtet. Es bildet die Grundlage, um eine ganzheitliche Wärmewendestrategie einschließlich der notwendigen Maßnahmen abzuleiten. Gesetzlich verankertes Ziel der seit 2024 bundesweit verpflichtenden kommunalen Wärmeplanung ist dabei die Klimaneutralität bis 2045.

Die Versorgungsstruktur im Zielszenario ist durch einen weiteren Fernwärmeausbau mit Anschluss des Gewerbegebietes in Lieme sowie der Verdichtung in der Innenstadt in Verbindung mit der Dekarbonisierung der Fernwärmeerzeugung geprägt. Hierzu leisten die schon heute genutzte Abwärme aus der Kläranlage, die Flusswärme, Solarthermie sowie in Zukunft verstärkt auch Biomasse einen großen Beitrag. Wesentliche Meilensteine der nächsten Jahre sind beim Fernwärmeausbau der Ausbau bis zum und im Gewerbegebiet Lieme zusammen mit dem bereits geplanten Bau eines Biomasseheizkraftwerkes. Ein neuer Wärmespeicher sowie die Nutzung von lokalem Windstrom zur Wärmeverzeugung sind weitere Elemente für die nächstes Jahr. Darüber hinaus ist der Anschluss weiterer Gebäude an bereits bestehende Fernwärmeleitungen (Verdichtung) vorgesehen und notwendig. Weitere Erschließungen betreffen dann vor allem den punktuellen Ausbau im westlichen Teil der Kernstadt Lemgo sowie in Brake. Im Zieljahr 2045 erhöht sich der Fernwärmeanteil an dem Gesamtwärmebedarf auf rund 46 %.

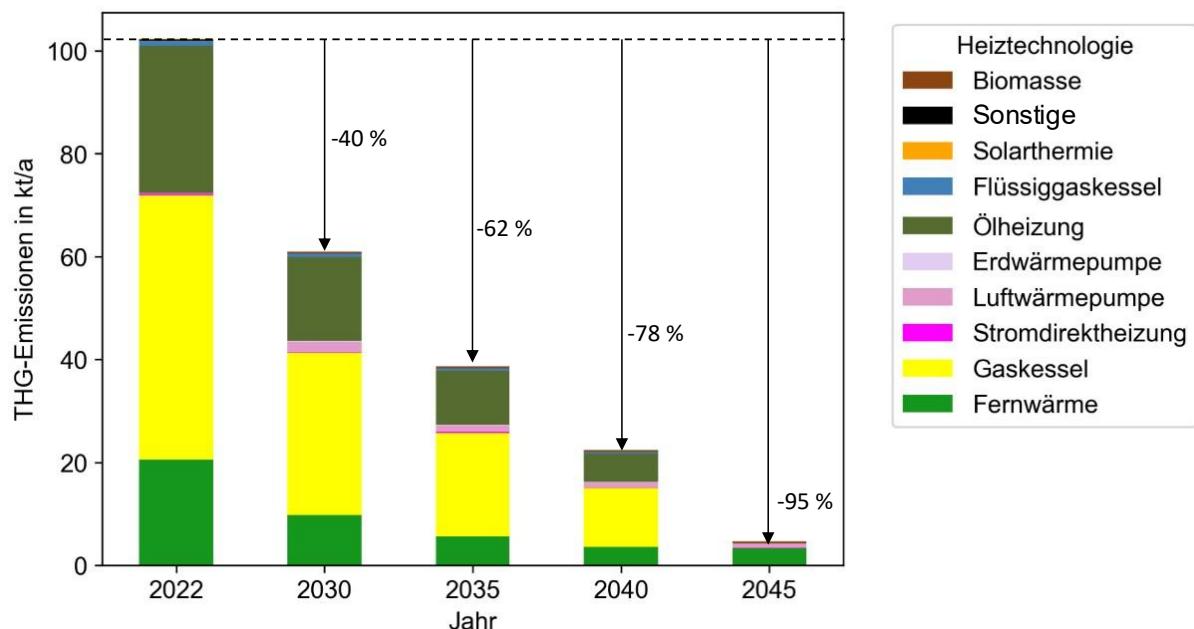
In den Ortsteilen ohne großflächigen Fernwärmeausbau werden dezentrale Wärmepumpen mit den Wärmequellen Luft und Erdwärme den größten Beitrag leisten. Sinnvolle Quartiere für Nahwärmelösungen wurden aufgrund fehlender lokaler Wärmequellen nicht identifiziert.

Ein Überblick über die resultierenden Wärmeversorgungsgebiete im Stadtgebiet zeigt die folgende Abbildung. Eine nach Wärmeplanungsgesetz ebenfalls mögliche Klassifizierung von Wasserstoffnetzgebieten ist für Lemgo nicht vorgesehen.



Die Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung lassen sich so bis zum Jahr 2030 um 40 %, bis 2035 um 62 % und bis zum Zieljahr um 95 % reduzieren. Im Zieljahr werden keine fossilen Brennstoffe mehr

direkt eingesetzt. Da aufgrund der in den vorgegebenen Berechnungsstandards berücksichtigten Vorketten immer Restemissionen verbleiben, wird rechnerisch aber keine vollständige Klimaneutralität erreicht.



Um dieses Ziel zu erreichen, muss sukzessive in den nächsten 20 Jahren für mehr als $\frac{3}{4}$ aller Gebäude die Versorgungsart geändert werden. Weiterhin sind ein sukzessiver Ausbau der Fernwärme vor allem bis 2035 sowie rd. 2.000 neue Fernwärmeverbindungen notwendig, rd. 7.000 Wärmepumpenheizungen sowie ein moderater Ausbau der dezentralen Solarthermie und der Biomassenutzung. Hinzu kommt die Sanierung von etwa der Hälfte aller noch unsanierten Gebäude, wobei in vielen Fällen der Umstieg auf Wärmepumpen auch ohne Vollsanierung möglich und sinnvoll ist.

Maßnahmen

Die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung erfordert den Einsatz und das Zusammenwirken aller beteiligten Akteurinnen und Akteure unter dem Dach einer Wärmewendestrategie. Dabei sind Aktivitäten in folgenden Handlungsfeldern nötig, die im Bericht genauer beschrieben werden:

- **Technische Maßnahmen**, u.a. konkrete Umsetzungsbausteine zum Fernwärmearausbau, Effizienzmaßnahmen im eigenen Liegenschaftsbestand sowie kommunale Leuchtturmprojekte mit Multiplikatorwirkung,
- **Strukturelle Maßnahmen**, u.a. eine Verfestigung der städtischen Wärmeplanung, die Weiterführung der Vertriebseinheit „Fernwärme“ bei Stadtwerken Lemgo sowie städtische Planungsinstrumente wie Bauleitplanung und der sukzessive Infrastrukturausbau durch die Stadtwerke als Netzbetreiber,
- **Kommunikation und Information**, u.a. durch Austausch von Akteuren, Verfestigung von Beratungsangeboten (z.B. durch EUZ), Kampagnen und Informationsveranstaltungen für Bürger/-innen zu Themen wie Heizungsumstellung, Sanierungswettbewerbe und wie „Vom Nachbarn lernen“.

Die Wärmeplanung ist Leitlinie der Wärmewende in Lemgo, rechtlich aber nicht bindend und gibt somit keine Ausbaugarantien für alle dargestellten Wärmenetzgebiete sowie auch keine Anschluss- und Termingarantien für zukünftige Anschlussoptionen an Wärmenetze.

1 Einführung

Die Bundesregierung hat mit dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) eine verpflichtende kommunale Wärmeplanung für alle Kommunen eingeführt. Diese muss im Falle der Alten Hansestadt Lemgo mit weniger als 100.000 Einwohnern bis spätestens 30.06.2028 erstellt werden. Die Alte Hansestadt Lemgo hat die Notwendigkeit für die kommunale Wärmeplanung frühzeitig erkannt und bereits im Jahr 2024 die Stadtwerke Lemgo GmbH mit der Erstellung des kommunalen Wärmeplans im Zeitraum August 2024 bis Ende 2025 beauftragt. Die Firma EEB ENERKO Energiewirtschaftliche Beratung GmbH (ENERKO) wurde im Unterauftrag der Stadtwerke Lemgo GmbH mit der Erstellung des kommunalen Wärmeplans betraut.

Die kommunale Wärmeplanung versteht sich als Strategie zur Verwirklichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung und bietet ein langfristiges Planungsinstrument, u.a. aufgrund der im WPG festgelegten Fortschreibungspflicht.

1.1 Aufgabe, Bedeutung und Ablauf der Wärmeplanung

Aufgabe der kommunalen Wärmeplanung (KWP) ist es, einen Pfad zu einer dekarbonisierten Wärmeversorgung des gesamten Stadtgebiets bis zum gesetzlich vorgegebenen Zieljahr 2045 mit Zwischenzieljahren 2030, 2035 und 2040 zu entwerfen. Hierzu zeigt der Wärmeplan auf, welche Technologien in welchem Umfang in welchen Ortsteilen zum Einsatz kommen könnten und wie sich der Technologie- und Endenergieträgermix bis dahin entwickeln muss. Ein herausragendes Ziel ist es, den vor Ort besten und kosteneffizientesten Weg zu einer klimafreundlichen und fortschrittlichen Wärmeversorgung zu ermitteln.

Diese Informationen inkl. der Potenziale an Umweltwärme, Abwärme und Wärme aus erneuerbaren Quellen, dienen als planerische Grundlage sowohl für die Stadt als auch für die künftigen Zielnetzplanungen der Versorgungsunternehmen bzw. Netzbetreiber für Fernwärme, Strom und Gas und nicht zuletzt der Gestaltung und Wahl der Schwerpunkte für Informations- und Beratungsangebote. Für die Eigentümerinnen und Eigentümer von Gebäuden liefert der Wärmeplan Erkenntnisse, ob ihr Gebäude in einem Wärmenetzgebiet oder in einem Gebiet für die dezentrale Versorgung liegt (vgl. auch Abschnitt 1.3 Hinweise für Gebäudeeigentümer).

Die Vorgehensweise der vorliegenden Wärmeplanung ist durch die Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) nebst des zugehörigen Leitfadens Wärmeplanung [1] definiert und beinhaltet die folgenden Prozessschritte:

- die Eignungsprüfung;
- die Bestandsanalyse;
- die Potenzialanalyse;
- die Entwicklung und Beschreibung eines Zielszenarios, inklusive der Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete und der Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr 2045 sowie der Stützjahre 2030 / 2035 / 2040 sowie
- die Entwicklung einer Umsetzungsstrategie mit konkreten Umsetzungsmaßnahmen, die innerhalb des beplanten Gebiets zur Erreichung des Zielszenarios beitragen sollen.

Zusätzlich ist die Stadt als planungsverantwortliche Stelle nach WPG dazu verpflichtet, die Umsetzungsfortschritte zu überwachen, den Wärmeplan spätestens alle fünf Jahre zu überprüfen und fortzuschreiben. Deshalb dient – ergänzend zu den dargestellten fünf zentralen Arbeitsschritten – die Verstetigungsstrategie und das Controlling dazu, die Umsetzung fortlaufend zu begleiten, zu überprüfen und anzupassen.

Die einzelnen Bausteine, die sich auch in der Struktur des Berichtes wiederfinden, sind in der folgenden Grafik dargestellt.

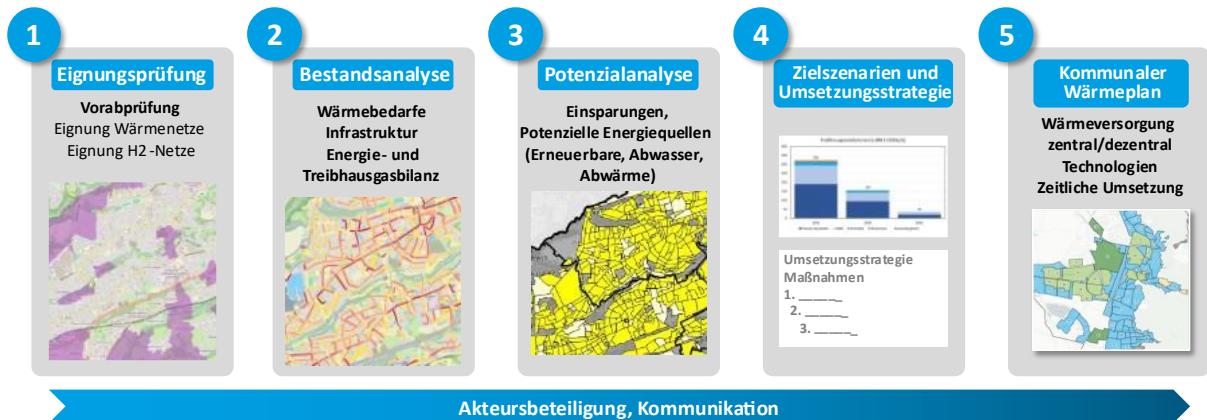


Abbildung 1: Arbeitsschritte der Kommunalen Wärmeplanung (Quelle: eigene Darstellung ENERKO)

Die Umgestaltung des Wärmemarktes ist ein dynamischer Prozess, der in den kommenden Jahren stetig durch periodische Fortschreibung der KWP nachgeschärft werden soll. Im Rahmen des Zielszenarios wird daher ein aus heutiger Sicht denkbarer und technisch-energetisch sinnvoller Entwicklungspfad skizziert, mit dem das Ziel der Klimaneutralität erreicht werden kann.

Einen Teilbaustein zur Erreichung dieses Ziels stellt der Ausbau der zentralen Wärmeversorgung über Wärmenetze auf Basis klimaneutraler Energiequellen dar. Derzeit wird dieses Potenzial in der Alten Hansestadt Lemgo von den Stadtwerken Lemgo GmbH (SWL) genutzt, die über ein Fernwärmennetz große Teile der Innenstadt mit Wärme versorgen. Es ist zu untersuchen, ob die Versorgung ausgebaut werden kann und welche regenerativen Energiequellen wie Klärwasserwärme, Abwasserwärme, Geothermie und Umweltwärme dabei genutzt oder ausgebaut werden können. Darüber hinaus müssen regenerative Energiequellen auch in bestehenden und neuen, kleinen und größeren Wärmenetzen und in der dezentralen Versorgung ausgebaut werden.

Eine weitergehende Überprüfung auf die tatsächliche Erschließbarkeit und Wirtschaftlichkeit der beschriebenen Wärmenetz-Potenziale im Detail ist auf dieser übergeordneten strategischen Planungsebene nicht leistbar und muss daher nachfolgenden Planungsebenen vorbehalten bleiben (Machbarkeitsstudien sowie anschließende konkrete Umsetzungsplanungen).

Zur Abbildung der Entwicklung des Technologiemixes wird das Lemgoer Stadtgebiet in Teilgebiete aufgeteilt, die sich an den Ortsteilgrenzen, Fluren/Flurstücken, Bebauungs-/Baublock- und Straßenstruktur orientieren. Innerhalb dieser Teilgebiete werden Auswertungen bzgl. der Eignung für eine zentrale bzw. dezentrale Versorgung unter Berücksichtigung der verschiedenen Beheizungs-technologien vorgenommen und die Anteile der einzelnen Technologien gemäß ihrer Anzahl und dem prozentualen Anteil in den Gebieten ermittelt. Adressscharfe Auswertungen können in diesen Bericht aus Datenschutzrichtlinien nicht veröffentlicht werden und sind somit aggregiert dargestellt.

WÄRMEVERSORGUNGSGEBIETE

Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist es, das Stadtgebiet in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete einzuteilen. Das Wärmeplanungsgesetz unterscheidet vier verschiedene Kategorien von Gebieten:

Wärmenetzgebiet

Ein Teilgebiet, in dem ein Wärmenetz besteht oder geplant ist und ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher über das Wärmenetz versorgt werden soll. Die Versorgung über ein Wärmenetz wird als zentrale Versorgung klassifiziert. Dabei können mit dem Begriff Wärmenetz sowohl Fern- als auch Nahwärmenetze gemeint sein. Wärmenetze versorgen definitionsgemäß mehr als 16 Gebäude oder mehr als 100 Wohneinheiten. Kleinere Netze werden als Gebäudenetz bezeichnet. Gebäudenetze müssen lt. WPG nicht als Wärmenetzgebiet gekennzeichnet werden.

Wasserstoffnetzgebiet

Ein Teilgebiet, in dem ein Wasserstoffnetz besteht oder geplant ist und ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher über das Wasserstoffnetz zum Zweck der Wärmeerzeugung versorgt werden soll.

Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung

Ein Teilgebiet, das überwiegend nicht über ein Wärme- oder ein Gasnetz (Biomethan, Wasserstoff) versorgt werden soll.

Prüfgebiet

Ein Teilgebiet, das nicht in ein voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet nach den drei oben beschriebenen Kategorien eingeteilt werden soll, weil die für eine Einteilung erforderlichen Umstände noch nicht ausreichend bekannt sind oder weil ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher auf andere Art mit Wärme versorgt werden soll.

In den Übersichtskarten werden die Gebiete gemäß der überwiegend ermittelten Versorgungsart farblich gekennzeichnet. Im Ergebnis sind die Eignungsgebiete daher nicht als Nutzungsgebiete mit ausschließlich einer möglichen Versorgungsart zu verstehen, sondern lediglich als Areale, die eine mehrheitliche Eignung für bestimmte Versorgungsoptionen aufweisen. In den meisten Bereichen wird es neben der überwiegend ermittelten Versorgungsart auch weiterhin parallele Versorgungslösungen anderer Technologien geben, beispielsweise bereits vorhandene Luftwärmepumpen oder Pellet-Anlagen in einem späteren Wärmenetzausbaugebiet.

Die Quartiere sind durch Straßenzüge unterteilt. In der späteren konkreten Wärmenetzausbauplanung durch SWL als Wärmenetzbetreiber werden an den Rändern der Quartiere die angrenzenden Gebiete und insbesondere gegenüberliegenden Straßenseiten mit untersucht. Zudem werden die Wärmenetzgebiete hinsichtlich ihrer Eignung und der Umsetzbarkeit des Einsatzes regenerativer Wärmequellen noch einmal detailliert überprüft. Die im Rahmen der Potenzialanalyse und des Zielszenarios erfolgte gebietsweise Abgrenzung der Wärmenetzeignungsgebiete stellt insofern nur die grundlegenden strategischen Planungsüberlegungen der Stadt dar und ist nicht zwingend deckungsgleich mit den später konkret zu beplanenden Wärmenetzausbaugebieten.

Generell muss angemerkt werden, dass ein Wärmeplan eine Leitlinie ist und – anders als Bebauungspläne oder Flächennutzungspläne – keine unmittelbare Rechtswirkung nach sich zieht, d.h. dass ein Wärmeplan „keine rechtliche Außenwirkung und [...] keine einklagbaren Rechte oder Pflichten begründet“ (§ 23 WPG).

Zusammenfassend soll die Wärmeplanung für die Alte Hansestadt Lemgo folgendes leisten:

- eine Strategie für die klimaneutrale, sichere und wirtschaftliche Wärmeversorgung,
- die Festlegung von Eignungsgebieten für Wärmenetze, Wasserstoffverteilnetze und dezentrale Versorgung mit Zielvorgaben für den Wärmenetzausbau und die Umstellung auf erneuerbare Wärmeerzeugung und
- die Priorisierung von Maßnahmen zur Erreichung des Ziels der klimaneutralen Wärmeversorgung sowie von Leitlinien für die Stadtentwicklung und Stadtplanung.

Die Umsetzung der Wärmeplanung ist stark abhängig von den finanziellen Rahmenbedingungen der Stadt, von Investitionen der SWL sowie Dritter und deren finanziellen Möglichkeiten, von der Baukostenentwicklung, von den (künftigen) Fördermitteln von Bund und Land, der Verfügbarkeit von Fachplanern und -firmen u.v.m. Die erforderlichen Baumaßnahmen können sich vorübergehend auf den Verkehr auswirken und Wechselwirkungen mit anderen Infrastrukturmaßnahmen sind zu berücksichtigen. Deshalb kann die Wärmeplanung nicht leisten:

- Ausbaugarantien für alle dargestellten Wärmenetzgebiete,
- Anschluss- und Termingarantien an Wärmenetze,
- Verbindliche Durchführung aller vorgeschlagenen Maßnahmen.

1.2 Projektstruktur und Akteurseinbindung

Die Stadtverwaltung übernimmt im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung gemäß Vorgabe des Wärmeplanungsgesetzes die Funktion als planungsverantwortliche Stelle. Die Projektleitung wurde demnach durch die Stadtverwaltung Lemgo, vertreten durch die Stabsstelle Klimaschutz, ausgeübt.

Die zentrale Steuerung des Projekts zur Erstellung der kommunalen Wärmeplanung erfolgte durch ein **Kernteam**, bestehend aus Vertretern der städtischen Verwaltung, den beauftragten Stadtwerke Lemgo sowie dem unterbeauftragten Fachunternehmen ENERKO. Diese Projektgruppe tagte im regelmäßigen Turnus von vier Wochen und diente als Hauptgremium zur Koordination und operativen Abstimmung von Arbeitsschritten.

Strategische Entscheidungen wurden im Rahmen eines **Projektkreises** behandelt, welcher sich im Projekt durch Vertreter der folgenden Institutionen zusammensetzte:

- Stadt Lemgo, I. Beigeordneter u. Stadtkämmerer, Stabsstelle Klimaschutz,
- SW Lemgo GmbH, Bereiche Erzeugung und Netze,
- Projektteam der EEB ENERKO.

In einem Akteursworkshop mit Vertretern aus **Gewerbe, Handel und Verbänden** sowie der Wohnungswirtschaft wurden Unterstützungs- und Beratungsbedarfe sowie wichtige mögliche Maßnahmen diskutiert.

Unternehmen mit hohen Wärmebedarfen wurden darüber hinaus im Sinne der Datenerhebung von verfügbarer Abwärme, Prozesswärmebedarfen und geplanter Maßnahmen involviert.

Über den gesamten Projektverlauf wurden Vertreter verschiedener **Stadtstellen** im Rahmen der internen Beteiligung konsultiert.

Der breiten **Öffentlichkeit** wurde in Online-Veröffentlichungen mit Möglichkeit der Rückfrage die Ergebnisse einzelner Arbeitsschritte sowie der finale Wärmeplan in einer öffentlichen Informationsveranstaltung am 7.11. vorgestellt.

Auf der Homepage klimaschutz-lemgo.de können weitere Informationen zur kommunalen Wärmeplanung für Lemgo sowie ein FAQ mit den meistgestellten Fragen eingesehen werden.

1.3 Hinweise für Gebäudeeigentümer

Die Entscheidung über die eingesetzte Technik bei Austausch der bestehenden, fossilen Heizung verbleibt in der Regel bei den Eigentümerinnen und Eigentümern der Gebäude. In diese Entscheidung fließen nicht nur die technisch-organisatorischen Rahmenbedingungen ein (technische Eignung für ein Gebäude, Verfügbarkeit von Flächen und Energieträgern, Genehmigungsfragen), sondern auch die Kostenseite, sowie die Abstimmung mit ggf. erforderlichen Maßnahmen der Gebäudesanierung.

Bisher beschränkte sich der Ersatz von Heizungsanlagen in Bestandsgebäuden überwiegend auf Modernisierungen bzw. den Austausch von Kessel- oder Brenner unter Beibehaltung des fossilen Energieträgers oder Wechsel z.B. von Heizöl auf Erdgas. Der erforderliche Zeitpunkt für eine Umstellung der Heizungsanlage und auch die Wahl des Energieträgers wird aufgrund des gesetzgeberischen Rahmens aus dem neuen Gebäudeenergiegesetz (GEG) aber künftig stärker beeinflusst werden als es bislang der Fall war.

Eine gebäudescharfe Beurteilung oder Einzelempfehlungen für eine bestimmte Heizungstechnologie ist weder gewollt noch im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für Lemgo leistbar. Auch kann keine adressscharfe Vorabprüfung der Genehmigungssituation für individuelle Adressen und Technologien vorgenommen werden – zumal sich die gesetzlichen und ordnungsrechtlichen Rahmenbedingungen im Laufe des Entwicklungsprozesses bis 2045 ändern können.

Wenn in den einzelnen Gebieten konkrete Heizungserneuerungen anstehen, bestehen für Gebäudeeigentümer mehrere Beratungsmöglichkeiten durch Stadt, e.u.z Energie + Umweltzentrum Lemgo, Energieberater, Verbraucherzentrale NRW, Energieversorger (u.a. SWL) sowie Sanitär-/Heizungshandwerk. Für Gebiete bzw. Adressen, die in möglichen Wärmenetzgebieten liegen oder an diese angrenzen – z.B. gegenüberliegende Straßenseite – wird empfohlen, vor Entscheidung für eine dezentrale Sanierungslösung die Möglichkeit eines künftigen Wärmenetzanschlusses durch Anfrage beim Wärmenetzbetreiber Stadtwerke Lemgo zu prüfen.

Die Umstellung dezentraler Heizungsanlagen wird durch Fördermaßnahmen im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) umfassend unterstützt.

Diese Bundesförderung umfasst u.a. zur Zeit Fördermaßnahmen für die energetische Sanierung von Wohn- und Nicht-Wohngebäuden sowie Einzelmaßnahmen:

- Bundesförderung für effiziente Gebäude – Wohngebäude (BEG WG)
- Bundesförderung für effiziente Gebäude – Nichtwohngebäude (BEG NWG)
- Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM)

Im Rahmen des von der KfW administrierten (bis auf den Programmteile Gebäudenetze und Einzelmaßnahmen) Programms gibt es Fördermöglichkeiten für Sanierungsmaßnahmen und Heizungsmodernisierungen, die sich vor allem an Gebäudeeigentümer richten. Die seit Auflegung mehrfach angepassten Fördersätze für den Einbau neuer klimafreundlicher Heizungen für Bestandsgebäude liegen hier aktuell zwischen 30 % (Grundförderung, alle Optionen) bis 70 % (z.B. hocheffiziente Wärmepumpen mit Einkommensbonus 65 %, alle Optionen mit Klimageschwindigkeitsbonus und Einkommensbonus 70%)¹.

¹ Stand Oktober 2025. Informationen zur Förderung auf den Seiten der KfW Zuschussprogramm 458, [link](#) und dem Bafa, [link](#)

Im Einzelnen gelten die nachfolgend genannten Prozentsätze mit einer Obergrenze von 70 Prozent.

Durch-führer	Richtlinien-Nr.	Einzelmaßnahme	Grundförder-satz	iSFP-Bonus	Effizienz-Bonus	Klima-geschwindig-keits-Bonus ²	Einkommens-Bonus	Fachplanung und Baubegleitung
BAFA	5.1	Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle	15 %	5 %	–	–	–	50 %
BAFA	5.2	Anlagentechnik (außer Heizung)	15 %	5 %	–	–	–	50 %
	5.3	Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik)						
KfW	a)	Solarthermische Anlagen	30 %	–	–	max. 20 %	30 %	– ³
KfW	b)	Biomasseheizungen ¹	30 %	–	–	max. 20 %	30 %	– ³
KfW	c)	Elektrisch angetriebene Wärmepumpen	30 %	–	5 %	max. 20 %	30 %	– ³
KfW	d)	Brennstoffzellenheizungen	30 %	–	–	max. 20 %	30 %	– ³
KfW	e)	Wasserstofffähige Heizungen (Investitionsmehrausgaben)	30 %	–	–	max. 20 %	30 %	– ³
KfW	f)	Innovative Heizungstechnik auf Basis erneuerbarer Energien	30 %	–	–	max. 20 %	30 %	– ³
BAFA	g)	Errichtung, Umbau, Erweiterung eines Gebäudenetzes ¹	30 %	–	–	max. 20 %	30 %	50 %
BAFA/KfW	h)	Anschluss an ein Gebäudenetz	30 %	–	–	max. 20 %	30 %	50 % ¹
KfW	i)	Anschluss an ein Wärmenetz	30 %	–	–	max. 20 %	30 %	– ³
	5.4	Heizungsoptimierung						
BAFA	a)	Maßnahmen zur Verbesserung der Anlageneffizienz	15 %	5 %	–	–	–	50 %
BAFA	b)	Maßnahmen zur Emissionsminderung von Biomasseheizungen	50 %	–	–	–	–	50 %

¹Bei Biomasseheizungen wird bei Einhaltung eines Emissionsgrenzwertes für Staub von 2,5 mg/m³ ein zusätzlicher pauschaler Zuschlag in Höhe von 2.500 Euro gemäß Richtlinien-Nr. 8.4.6 gewährt.

²Der Klimageschwindigkeits-Bonus reduziert sich gestaffelt gemäß Richtlinien-Nr. 8.4.4, und wird ausschließlich selbstnutzenden Eigentümern gewährt. Bis 31. Dezember 2028 gilt ein Bonussatz von 20 Prozent.

³Bei der KiW ist keine Förderung gemäß Richtlinien-Nr. 5.5 möglich. Die Kosten der Fach- und Baubegleitung werden mit den Fördersätzen des Heizungstausches als Umfeldmaßnahme gefördert.

Abbildung 2: Förderübersicht: Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM) (Quelle: Bafa)

2 Eignungsprüfung und verkürzte Wärmeplanung

Das WPG sieht in §14 vor, dass für Teilgebiete einer Stadt eine verkürzte Wärmeplanung durchgeführt werden kann, sofern diese Gebiete in einer vorgelagerten Eignungsprüfung als unwahrscheinlich für Wärmenetze und Wasserstoffnetze eingeschätzt werden. Die Bewertung der Eignung erfolgt auf Basis von technischen und wirtschaftlichen Überlegungen.

Eignung für Wärmenetzgebiete

Voraussetzungen für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes sind insbesondere

- eine hohe Wärmedichte (Höhe des Wärmebedarfs in Bezug zum Siedlungsbereich),
- eine hohe Anschlussdichte (Anzahl der Anschlüsse in Bezug zum Siedlungsbereich) sowie
- ein unmittelbarer Zugang zu bereits bestehenden Netzen oder einem neuen nutzbaren Energieangebot (z.B. Umweltwärme, Geothermie, Biomasse oder Abwärme aus Industrieanlagen).

Auf Basis dieser Kriterien wurde das Stadtgebiet Lemgo untersucht und die in Abbildung 3 in blau dargestellten Teilgebiete identifiziert, welche sich mit hoher Wahrscheinlichkeit **nicht** für eine Versorgung durch ein Wärmenetz eignen. In grün ist das heutige Fernwärmennetz dargestellt.

Gemäß Abbildung 3 werden weite Teile des Stadtgebietes als nicht geeignet für ein Wärmenetz eingestuft. Dies hängt mit der ländlichen und lockeren Siedlungsstruktur zusammen, aufgrund dessen nur sehr lokal begrenzt hohe Wärmedichten vorliegen. Von einer Wirtschaftlichkeit für ein großes Wärmenetz ist in diesen Gebieten nicht auszugehen. Vielmehr sind dezentrale Heizungen oder Quartierslösungen mit Nahwärmennetzen zu bevorzugen.

Als grundsätzlich geeignet für ein Wärmenetz werden die dicht bebaute Innenstadt und der Ortsteil Brake mit dem bereits existierenden Fernwärmennetz, das Gebiet Biesterberg mit dem vorhandenen Nahwärmennetz sowie das Industriegebiet Lieme ausgewiesen.

Im Innenstadtgebiet und im Ortsteil Brake ist aufgrund der höheren Wärmedichten und des bereits existierenden Fernwärmennetzes eine Verdichtung der FernwärmeverSORGUNG, sprich eine Erhöhung der Anschlussquote denkbar. Darüber hinaus ist eine Erweiterung des Fernwärmennetzes in bisher nicht versorgte, aber dem Fernwärmennetz nahegelegene Gebiete möglich, sodass diese als wahrscheinlich geeignet ausgewiesen werden.

Hinsichtlich des Ortsteils Lieme weist insbesondere Industriegebiet Lieme hohe Wärmedichten auf, sodass von einer Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes ausgegangen werden kann und auch dieses Gebiet als geeignet ausgewiesen wird. Die Erschließung dieses Gebietes ist auch bereits in der beginnenden Umsetzung.

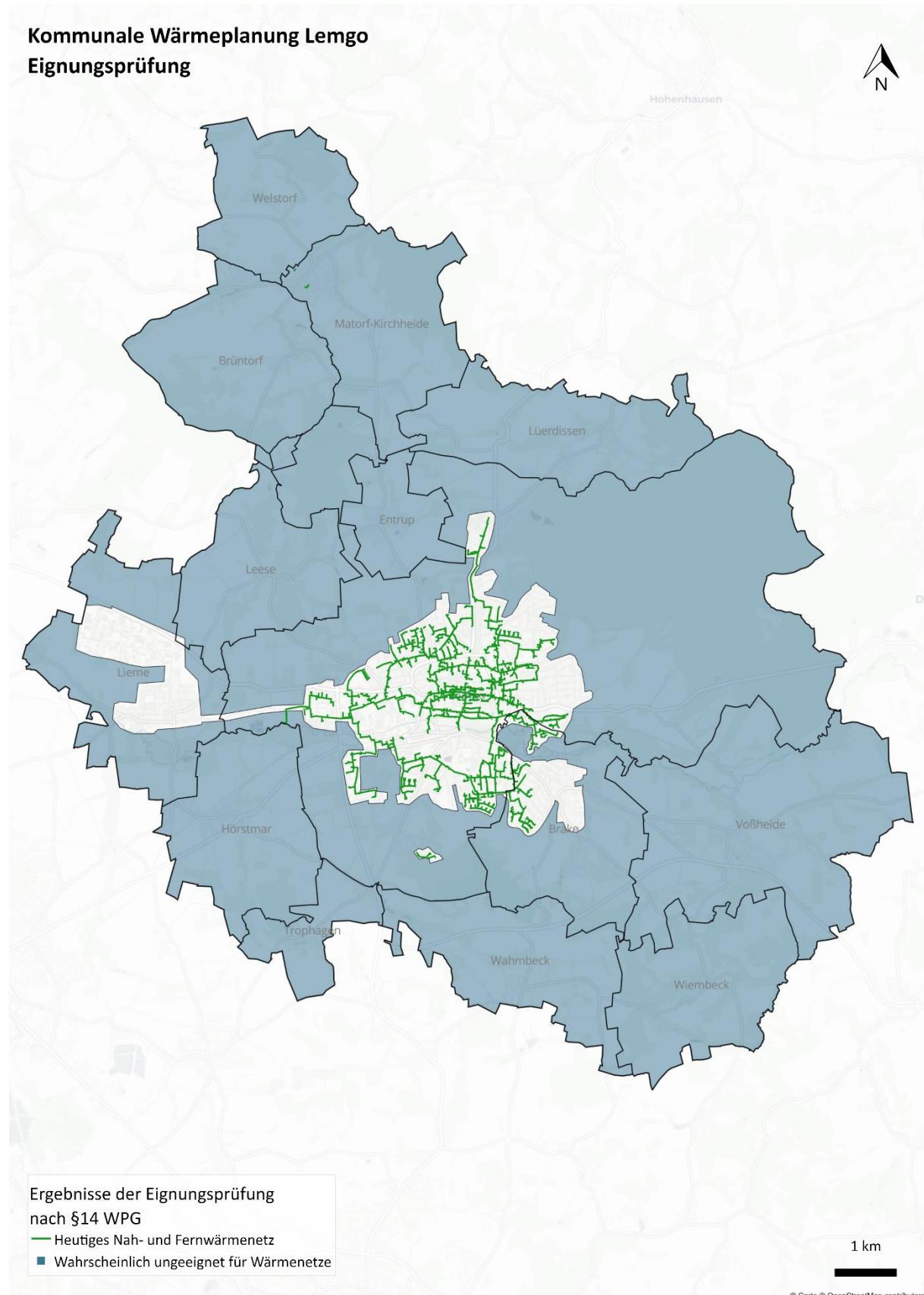


Abbildung 3: Teilgebiete (blau) im Stadtgebiet Lemgo, welche sich mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für eine Versorgung durch ein Wärmenetz eignen (grün: heutiges Fernwärmennetz).

Eignung für Wasserstoffnetze

Die Bundesregierung hat in der jüngeren Vergangenheit einige wesentliche Beschlüsse getroffen, um die Weichen für den H₂-Hochlauf zu stellen. Erste Maßnahmen wurden bereits eingeleitet.

Das Wasserstoffbeschleunigungsgesetz, das sich zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichtes im parlamentarischen Verfahren befand, soll zur Beschleunigung von Genehmigungsverfahren beitragen.

Ein wesentlicher Meilenstein für den H₂-Hochlauf ist das H₂-Kernnetz, das für den Transport von Wasserstoff innerhalb Deutschlands aufgebaut werden soll. Diese Aufgabe übernehmen die Fernleitungsnetzbetreiber (FNB) Gas, die sich zusammengeschlossen haben. Im Juli 2024 hat die FNB bei der Bundesnetzagentur den Antrag für das H₂-Kernnetz gestellt, nachdem die EU die behilferechtliche Genehmigung für die Förderung erteilt hatte.

Das H₂-Kernnetz, das bis zum Jahr 2032 fertiggestellt sein soll, sieht eine Länge von knapp 10.000 km vor. Abbildung 4 zeigt den aktuellen Planungsstand der FNB. Der überwiegende Anteil des Kernnetzes soll durch Umwidmung bestehender Gastransportleitungen entstehen. Durch den absehbaren Rückgang des Transportbedarfs für fossiles Gas, ergibt sich die Möglichkeit der Nutzung dieser Leitungen. Neue Leitungen sollen rund 40% des Kernnetzes mit einer Länge von ca. 4.000 km ausmachen. Bis Ende 2027 wird ein Ausbaustand von ca. 2.100 km angestrebt, davon 520 km an neuen Leitungen. Insgesamt wird von einem Investitionsvolumen von 19,7 Mrd. € ausgegangen, das – abgesehen von Förderungen – über Netzentgelte refinanziert werden soll.

Wie Abbildung 4 zu entnehmen ist, sehen die aktuellen Planungen der FNB keinen unmittelbaren Anschluss des Stadtgebietes Lemgo bzw. des Kreises Lippe an das Wasserstoff-Kernnetz vor. Lediglich Bielefeld ist für eine Anbindung an das Wasserstoffkernnetz vorgesehen.

Aus Sicht der Autoren der Wärmeplanung und in Abstimmung mit der Stadt und den Stadtwerken Lemgo werden derzeit keine Anzeichen für eine künftige Verfügbarkeit von Wasserstoff auf Verteilnetzebene für Wohngebiete im Stadtgebiet Lemgo gesehen. Für den Gebäudesektor und speziell Wohngebäude stehen mit den Potenzialbereichen Wärmenetze, Wärmepumpen, Solarthermie, Geothermie und Biomasse diverse Technologien zur Verfügung, die vorteilhaft gegenüber dem Einsatz von Wasserstoff sind und die lokalen Potenziale ausnutzen können. Deshalb wird im Rahmen der Wärmeplanung davon ausgegangen, dass zur Transformation der Wärmeversorgung hin zur CO₂-Neutralität für das gesamte Stadtgebiet bis auf Weiteres keine Versorgung aus einem Wasserstoffverteilnetz möglich sein wird. Entsprechend werden keine Eignungsgebiete für Wasserstoffnetze ausgewiesen.



Abbildung 4: Stand Wasserstoffkernnetz gemäß Genehmigung vom 22.10.2024. Quelle: FNB [2] mit eigener Darstellung des Kreises Lippe

3 Bestandsanalyse

Ziel der Bestandsanalyse ist eine systematische Erfassung des Ist-Zustandes der Wärmeversorgung in Lemgo. Im Rahmen der Bestandsanalyse werden die aktuelle Gebäudestruktur, der Wärmebedarf und die bestehende Wärmeinfrastruktur detailliert erfasst. Mit diesen umfassenden Daten können notwendige Maßnahmen identifiziert und Szenarien zur Reduktion von Treibhausgasemissionen entwickelt werden, die als Grundlage für zukünftige strategische Entscheidungen dienen.

3.1 Methodik

Zur Analyse des Bestands wurden zahlreiche Datenquellen aufbereitet, integriert und für Beteiligte an der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung zugänglich gemacht. Die Bestandsanalyse bietet einen umfassenden Überblick über den gegenwärtigen Energiebedarf, die Energieverbräuche, die Treibhausgasemissionen sowie die existierende Infrastruktur. Tabelle 1 listet die in der Bestandsanalyse verwendeten Datenpunkte auf.

Tabelle 1: Datenquellen für die Bestandsanalyse

Datenpunkt	Datenquelle	Abgeleitete Informationen, Verwendung
3D-Gebäudemodelle	OpenGeoData NRW	Gebäudekubaturen, Gebäudenutzung
Adresskoordinaten	OpenGeoData NRW	Adresspunkte
Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem	OpenGeoData NRW	Flächennutzung
Verwaltungsgrenzen	OpenGeoData NRW	Gemeindegrenze, Ortsteilgrenzen
Fernwärmeverbräuche, aggregiert	Stadtwerke Lemgo GmbH	Wärmebedarf
Fernwärmennetz	Stadtwerke Lemgo GmbH	Lage Fernwärmennetz
Gasverbräuche, aggregiert	Stadtwerke Lemgo GmbH	Wärmebedarf
Gasnetz	Stadtwerke Lemgo GmbH	Lage Gasnetz
Heizstromverbräuche, aggregiert	Stadtwerke Lemgo GmbH	Wärmebedarf
Abwassernetz	Alte Hansestadt Lemgo	Lage Abwassernetz
Kehrbuchdaten	Bezirksschornsteinfegermeister	Heiztechnologie; Heizungsalter; Heizungstyp
Gebäudealter	LANUV Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz	Wärmebedarf, Sanierungsparameter
Kommunale Liegenschaften	Alte Hansestadt Lemgo	Bilanzierung kommunaler Gebäude
Baudenkmäler	Alte Hansestadt Lemgo	Sanierungsparameter
Straßennetz	OpenGeoData NRW	Berechnung der Wärmeliniendichte
Einwohnerstatistik	Alte Hansestadt Lemgo, Statistik NRW	Statistiken

Weitere Parameter und Berechnungsvorschriften werden in Anlehnung an den Leitfaden Wärmeplanung [1] und Technikkatalog Wärmeplanung angesetzt [2]. Die gemittelten Nutzungsgrade der verschiedenen Heiztechnologien (Erdgaskessel, Ölheizung, Wärmepumpen etc.) wurden anhand von Literatur- und Erfahrungswerten bewertet. Tabelle 27 des Anhangs listet die angenommenen Nutzungsgrade dieser dezentralen Wärmeerzeuger auf. Tabelle 28 des Anhangs zeigt die Treibhausgasemissionsfaktoren der Energieträger, die genutzt wurden, um die verbrauchte Endenergie in Treibhausgasemissionen umzurechnen.

Für alle beheizten Gebäude wurde der Wärmebedarf auf Basis der beheizten Fläche, des Gebäudetyps und weiteren gebäudespezifischen Datenpunkten berechnet. Für die leitungsgebunden versorgten Gebäude wurden die Wärmebedarfsdaten über die Auswertung der Verbrauchsdaten nachgeschärft.

Diese Daten sowie auch die Kehrbuchdaten der Schornsteinfeger beinhalten keine personenbezogenen Daten. Die Datenerhebung bei Mehrfamilienhäusern erfolgt adressbezogen, bei Einfamilienhäusern nur aggregiert für mindestens fünf benachbarte Hausnummern oder Anschlussnutzer, Messeinrichtungen oder Übergabepunkte. Die Verbrauchswerte wurden über die erhobenen Jahre gemittelt und einer Witterungsbereinigung unterzogen. Zur Ermittlung der Wärmebedarfe der leitungsgebundenen versorgten Gebäude wurden die Verbrauchsdaten mittels der Jahresnutzungsgrade nach umgerechnet. Die hieraus resultierenden Wärmebedarfe entsprechen dem tatsächlichen Bedarf in Lemgo besser als die rein rechnerischen Wärmebedarfsdaten. Sie wurden daher für alle Adressen mit leitungsgebundener Endenergieversorgung für Wärme (Wärmelieferung, Erdgas, Strom), an Stelle der Modell-Wärmebedarfsdaten angesetzt.

Der Bezugszeitraum der Bestandsanalyse ist das klimabereinigte Mittel der Jahre 2021-2023. Das Basisjahr wird als mittleres Jahr dieser Periode auf 2022 festgelegt. Alle Entwicklungen bis hin zum „Zieljahr der Wärmeplanung“ - das Jahr 2045 - werden in Bezug auf das Basisjahr ausgewertet.

3.2 Gemeindestruktur

Die Alte Hansestadt Lemgo ist eine historisch gewachsene Stadt in Ostwestfalen-Lippe und gehört zum Kreis Lippe in Nordrhein-Westfalen. Mit einer Fläche von 101 km² und rund 43.000 Einwohner/-innen ist sie eine mittelgroße Stadt und kann als Flächengemeinde bezeichnet werden, welche neben der Kernstadt Lemgo noch folgende weitere 13 Ortsteile umfasst: Brake, Brüntorf, Entrup, Hörstmar, Matorf -Kirchheide, Leese, Lieme, Lüerdissen, Trophagen, Voßheide, Wahmbeck, Welstorf und Wiembeck.

Das Stadtgebiet teilt sich auf in:

- **Siedlungsfläche:** 1.650 ha, die hauptsächlich für Wohn-, Industrie und Gewerbezwecke genutzt werden, aber auch Sport-, Freizeit- und Erholungsflächen beinhaltet.
- **Verkehrsfläche:** 550 ha, die Straßen, Schienen und andere Verkehrsinfrastrukturen umfassen.
- **Vegetationsfläche:** 7.800 ha, darunter landwirtschaftlich genutzte Flächen und Wälder.
- **Gewässerfläche:** 86 ha, einschließlich Flüsse, Moor, Heide, Sumpf und Unland.

Der städtebauliche Kern von Lemgo ist die mittelalterliche Altstadt, die durch ihre Fachwerkhäuser, den Marktplatz mit dem Rathaus und die erhaltene Stadtmauerstruktur geprägt ist.

Um die Altstadt herum haben sich im 19. und 20. Jahrhundert Wohn- und Gewerbegebiete entwickelt, die Lemgo schrittweise zu einer mittelgroßen Stadt anwachsen ließen. Besonders nach dem Zweiten Weltkrieg entstanden neue Wohnsiedlungen sowie ein Gewerbegürtel im Süden und Westen.

Im Rahmen der Gemeindereform im Jahr 1969/1970 wurde Lemgo deutlich vergrößert und umliegende Gemeinden eingegliedert, woraus die heutigen o.g. Ortsteile resultieren. Diese ehemals dörflich geprägten Ortsteile behalten teilweise ihren eigenständigen Charakter, verfügen über eigene Ortsvertretungen und sind über Straßen und ÖPNV mit der Kernstadt verbunden.

Im Stadtgebiet wechseln sich somit städtisch verdichtete Zonen mit ländlich geprägten Bereichen ab. Die Topografie ist leicht hügelig, im Süden und Osten reicht das Stadtgebiet an bewaldete Höhenzüge heran. Im übrigen Umland befinden sich überwiegend landwirtschaftlich genutzte Flächen.

Die Stadtstruktur sowie die Ortsteile sind in der folgenden Grafik in der Darstellungsweise der Stadt dargestellt:

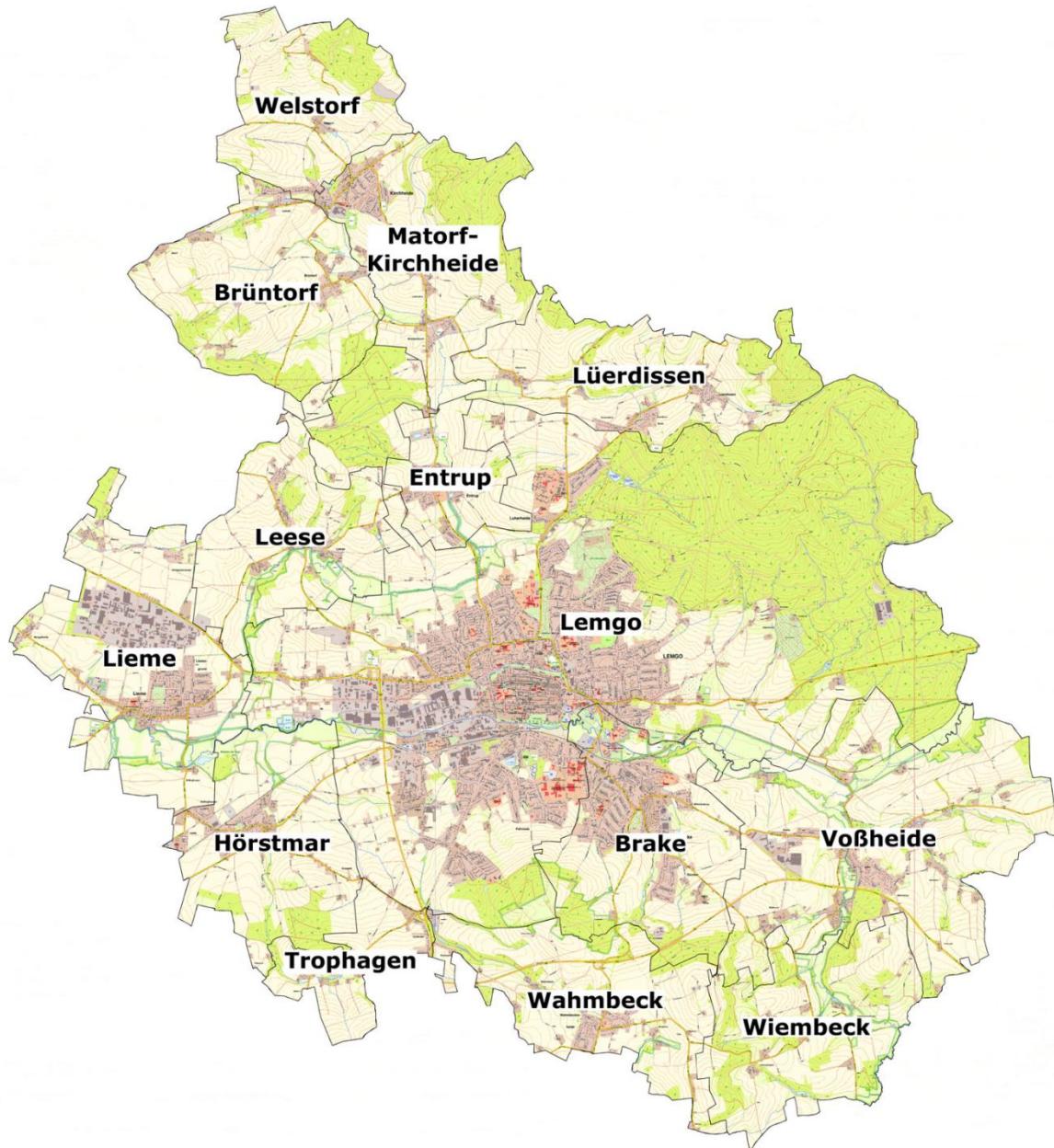


Abbildung 5: Stadtstruktur und Ortsteile in Lemgo. Bildquelle: Stadt Lemgo

3.3 Gebäudestruktur

Im Rahmen der Bestandsanalyse wurden für Lemgo für den Bezugszeitraum 2021-2023 insgesamt rd. 12.000 Adressen und 23.000 Gebäude mit einer Energiebezugsfläche von rd. 4,1 Mio. m² erfasst. Die Anteile der Energiebezugsflächen nach Sektoren sind im linken Teil der Abbildung 6 dargestellt. Der Anteil der Wohngebäude überwiegt mit 69 % bei weitem, gefolgt vom Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD) mit 14 %, dem öffentlichen Sektor mit 10 % und der Industrie mit 7 %.

Dem Sektor „Öffentliche Gebäude“ sind im Rahmen der Wärmeplanung sämtliche Gebäude zugeordnet, die gemäß den ALKIS Daten als öffentliche Nutzung gekennzeichnet sind. Dies sind alle Gebäude in öffentlicher Trägerschaft der Stadt, der Kreise, der Bundesländer oder des Bundes. Typische Nutzungsarten sind Rathäuser, Verwaltungsgebäude, Bildungseinrichtungen wie

Schulen/Hochschulen und Kindergärten sowie Betreuungseinrichtungen, Veranstaltungsgebäude und Krankenhäuser.

Der rechte Teil der Abbildung 6 zeigt für alle Wohngebäude die Flächenanteile der Gebäudetypen nach Einfamilienhäusern, Reihenhäusern, Mehrfamilienhäusern und großen Mehrfamilienhäusern. Der Anteil der Einfamilienhäuser an der Energiebezugsfläche liegt bei 41 %, gefolgt von großen Mehrfamilienhäusern mit einem Anteil von 17 % sowie Mehrfamilienhäusern mit 8 %.

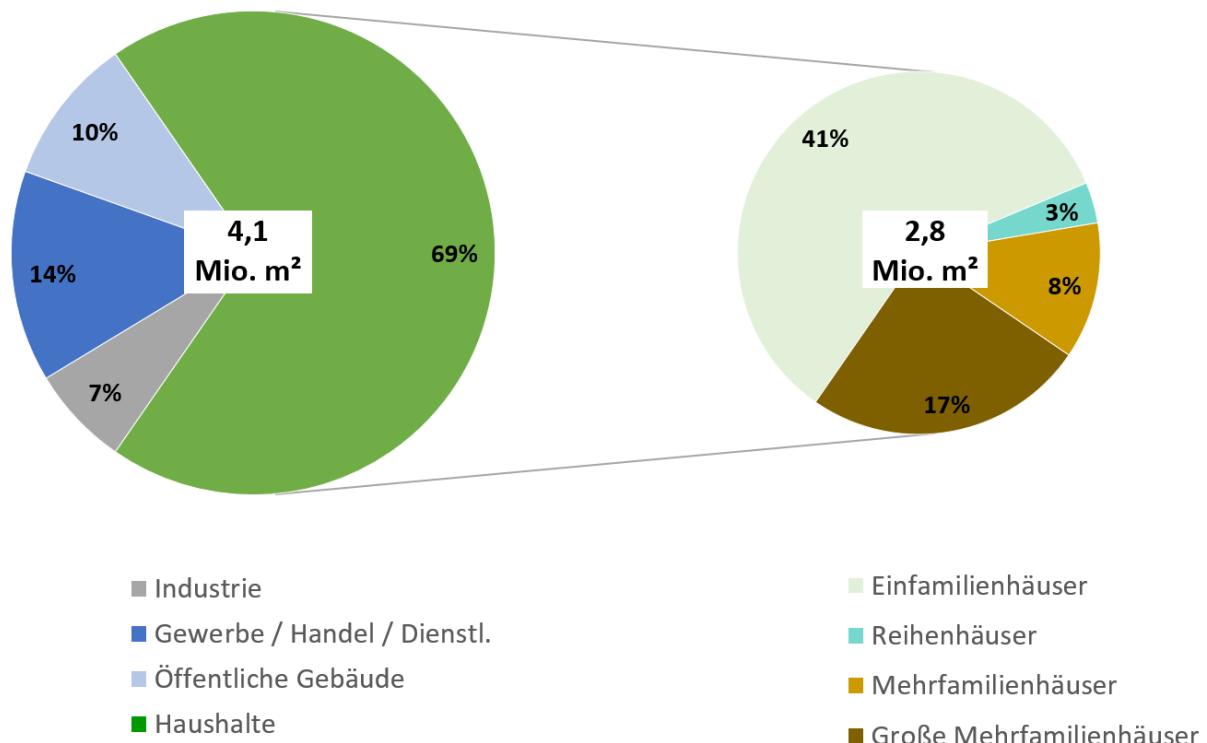


Abbildung 6: Energiebezugsflächen nach Sektoren und Wohngebäudetypen.

In Abbildung 7 ist eine Auswertung der Altersstruktur der Gebäude dargestellt mit der Anzahl Gebäude nach Baualtersklassen. Es wird deutlich, dass ein Großteil der Gebäude vor 1980 errichtet wurde. Es ist davon auszugehen, dass der überwiegende Anteil dieser Gebäude vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung Ende 1977 und somit vor der gesetzlichen Verankerung von Mindestanforderungen an den Wärmeschutz und Dämmstandards errichtet wurde.

Zur räumlichen Darstellung der Ergebnisse der Kommunalen Wärmeplanung wird die Baublockebene herangezogen. Ein Baublock wird von mehreren Straßen bzw. Straßenabschnitten und natürlichen oder baulichen Grenzen umschlossen und weist eine möglichst homogene Struktur auf. Baublöcke sind in der kommunalen Wärmeplanung die kleinste räumliche Aggregationseinheit. Für Lemgo werden insgesamt 1.547 Baublöcke dargestellt, wobei auf einigen Karten Baublöcke ausgeblendet sind, wenn diese aus Datenschutzgründen nicht gezeigt werden dürfen.

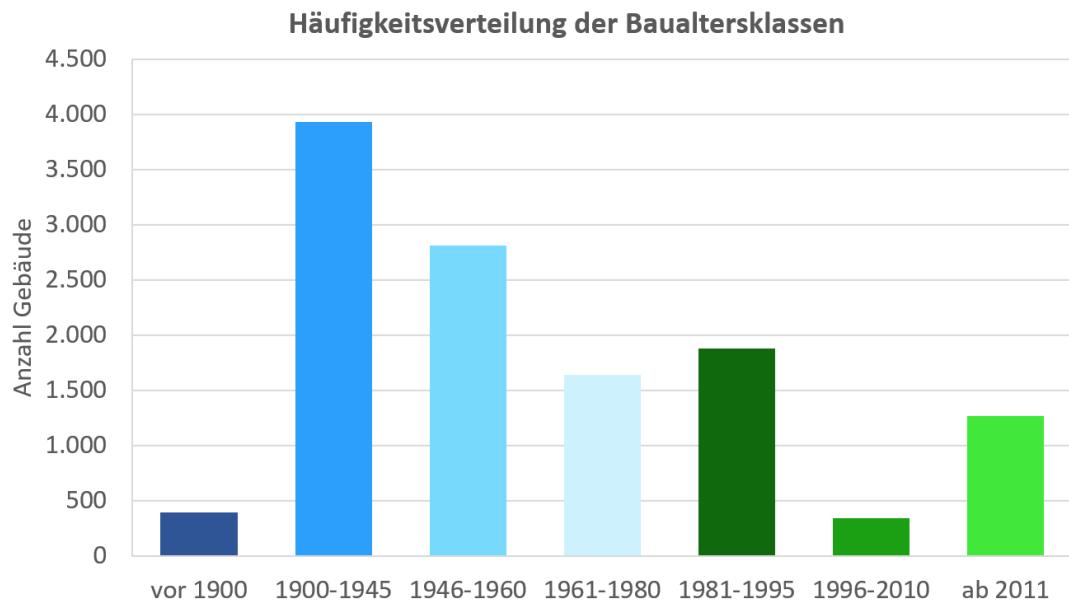


Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung der Gebäude nach Baualtersklasse

Eine wohn- bzw. nutzflächenbezogene Darstellung der Bebauungsdichte auf Baublockebene (Wohn- und Nutzraumdichte) zeigt die Karte in Abbildung 8. Hier sind deutlich die dichter bebauten Bereiche in der Kernstadt im Vergleich zu den locker bebauten Flächen in den Außenbereichen erkennbar.

Ergänzend zeigen Abbildung 9 bzw. Abbildung 10 in baublockbezogener Darstellung die Bebauungsstruktur nach vorwiegendem Gebäudetyp bzw. nach vorwiegender Baualtersklasse. Diese kartografischen Darstellungen sind Gegenstand der Darstellungsanforderungen für den Wärmeplan gem. Anlage 2 WPG. Die hinterlegten adressscharfen Informationen werden implizit als Datengrundlage in allen nachfolgenden Arbeitsschritten verwendet (Potenzialanalyse, Zielszenario und Einteilung des Stadtgebietes in Eignungsgebiete für Wärmenetze bzw. die dezentrale Versorgung). Mit Rücksicht auf den Datenschutz erfolgen die Darstellungen baublockbezogen.

Die räumliche Verteilung der Gebäudetypen in Abbildung 9 spiegelt die Verteilung der Wohnraumdichte in Lemgo wider mit einer weitestgehend durchmischten Struktur von Wohnbebauung und Gewerbe. Insbesondere Einfamilienhäuser existieren sowohl in den umliegenden Ortsteilen wie auch in der Kernstadt selbst. Die Gebäude des Sektors Industrie begrenzen sich dagegen hauptsächlich auf zwei Bereiche, einmal auf den Ortsteil Lieme mit dem Industriegebiet West sowie den westlichen Rand der Innenstadt mit dem Industriegebiet Grevenmarsch.

Weiter zeigt die räumliche Verteilung der Baualtersklassen in Abbildung 10 eine typische Struktur. Sehr alte Gebäude befinden sich insbesondere in der Kernstadt sowie den Zentren der Ortsteile. Neubauquartiere sind eher in den Randbereichen zu finden.

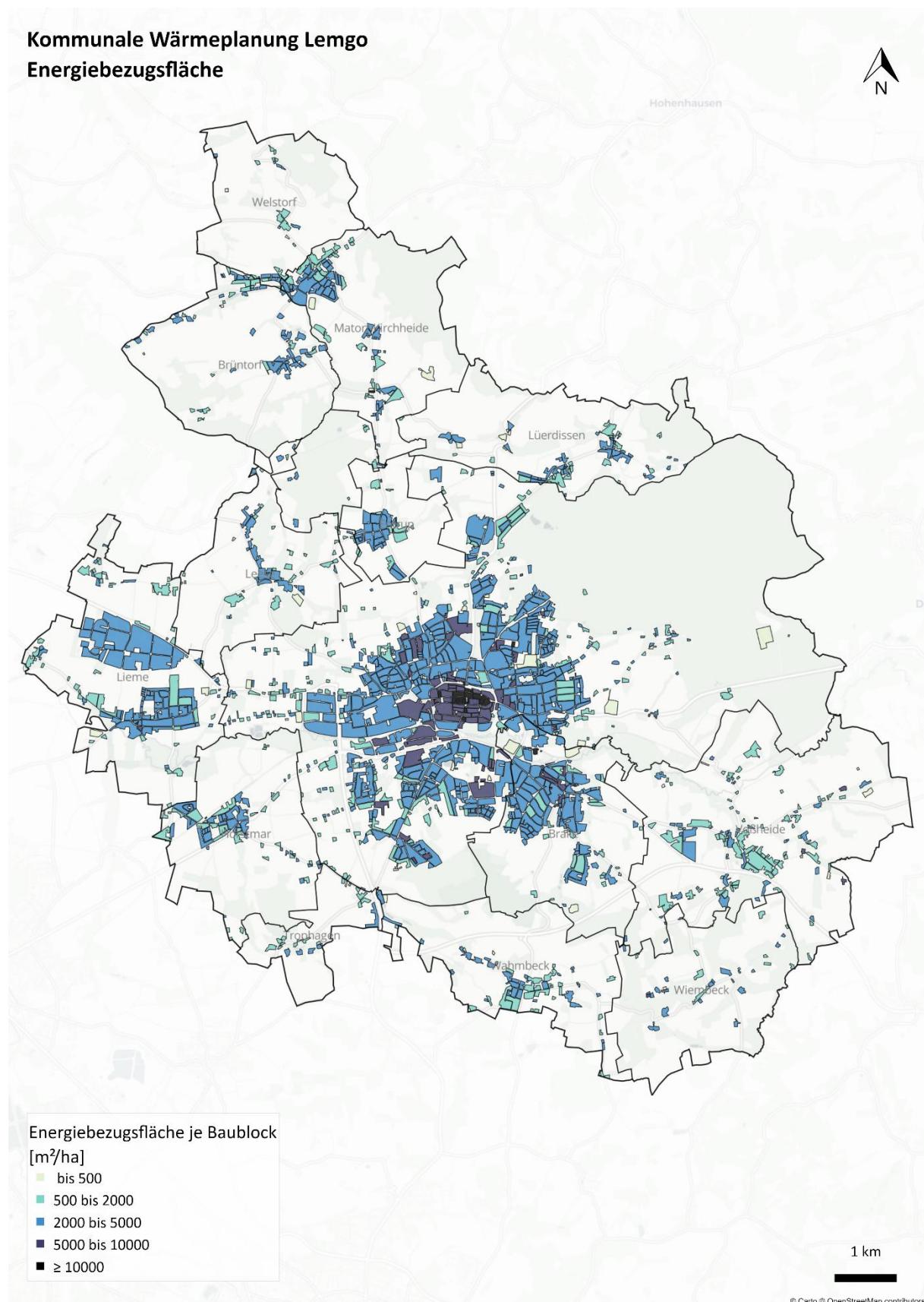


Abbildung 8: Wohn- und Nutzraumdichte nach Baublöcken

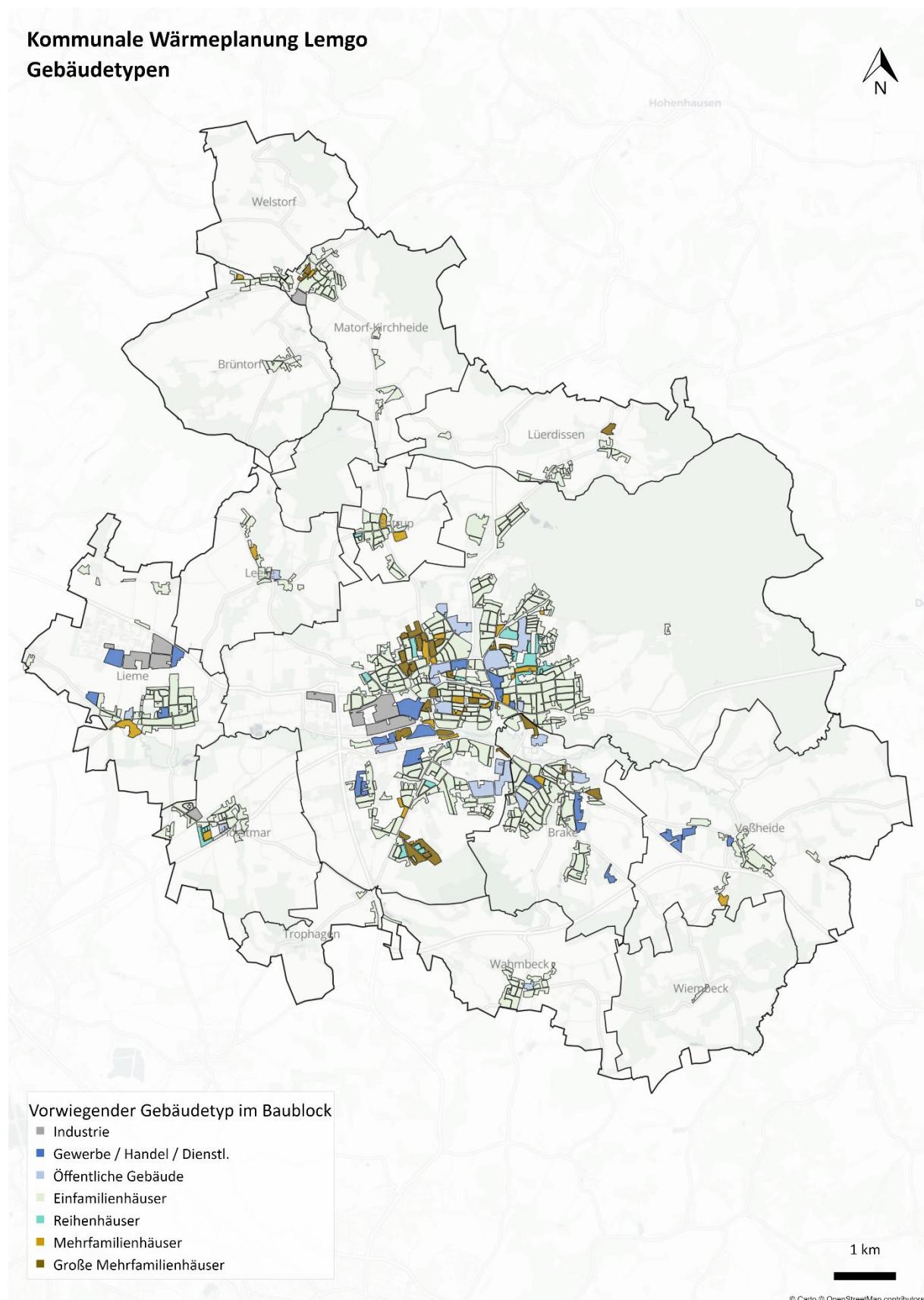


Abbildung 9: Vorwiegende Gebäudetypen nach Baublöcken

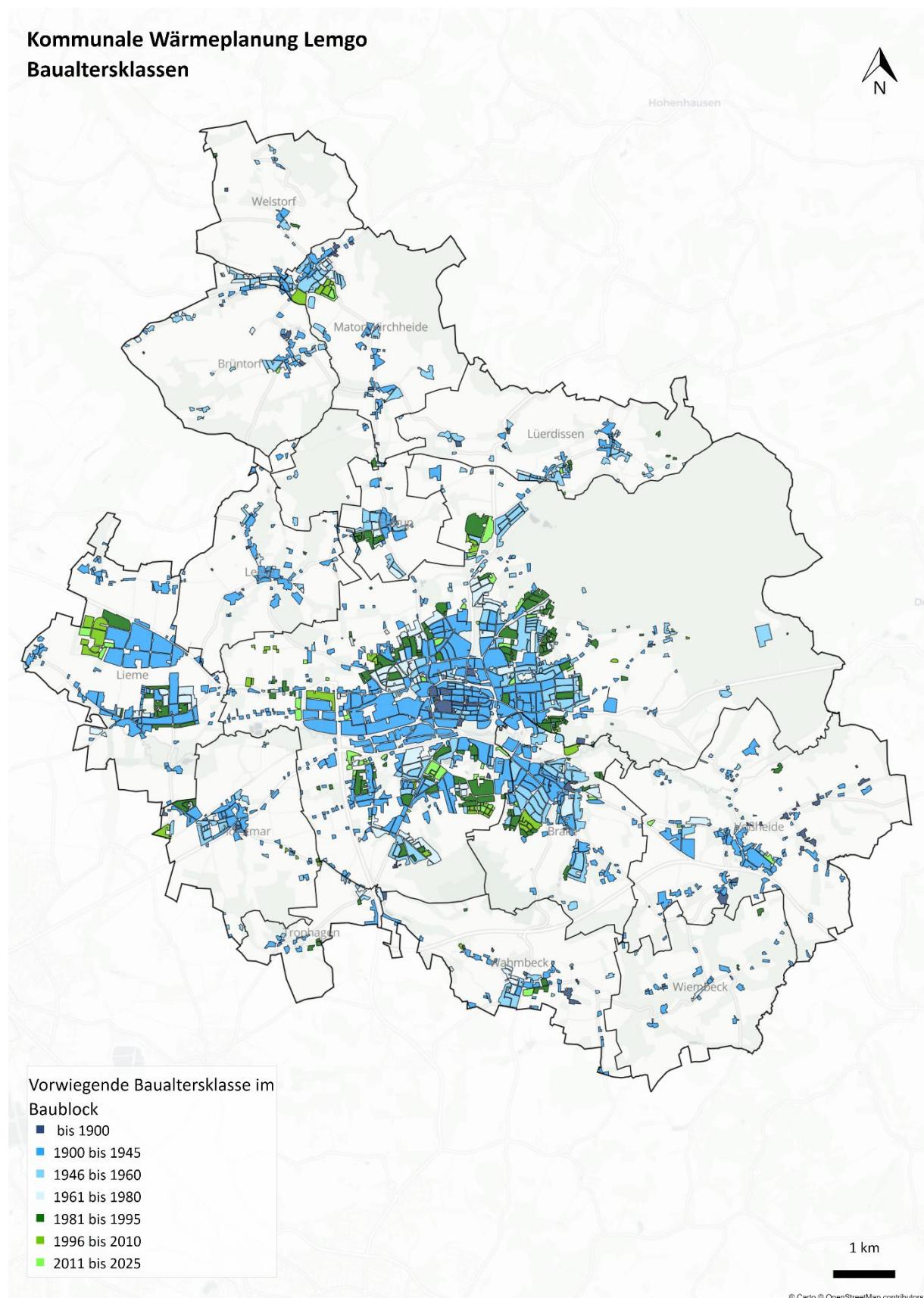


Abbildung 10: Vorwiegende Baualtersklassen nach Baublöcken

3.4 Versorgungsstruktur

3.4.1 Gas- und Wärmenetze

Die Alte Hansestadt Lemgo ist nahezu flächendeckend mit Erdgas erschlossen. Nur in Randbezirken ist kein Gasnetz vorhanden. Der Gasnetzplan wurde von den Stadtwerken Lemgo für die Untersuchungen im Rahmen des Wärmeplans zur Verfügung gestellt. Gem. Anlage 2 WPG soll jedoch die kartografische Darstellung und Veröffentlichung mit Rücksicht auf den Datenschutz und die kritische Infrastruktur in Form einer baublockbezogenen Darstellung erfolgen. Diese Darstellung zeigt Abbildung 11.



Abbildung 11: Ausdehnung der Erdgasversorgung in baublockbezogener Darstellung

Die Wärmenetze in Lemgo sind in der Abbildung 12 dargestellt. Hierbei ist zu unterscheiden zwischen dem großen Zentral-Fernwärmennetz in der Kernstadt sowie einem Inselnetz am Biesterberg und einer erweiterten Objektversorgung in Kirchheide.

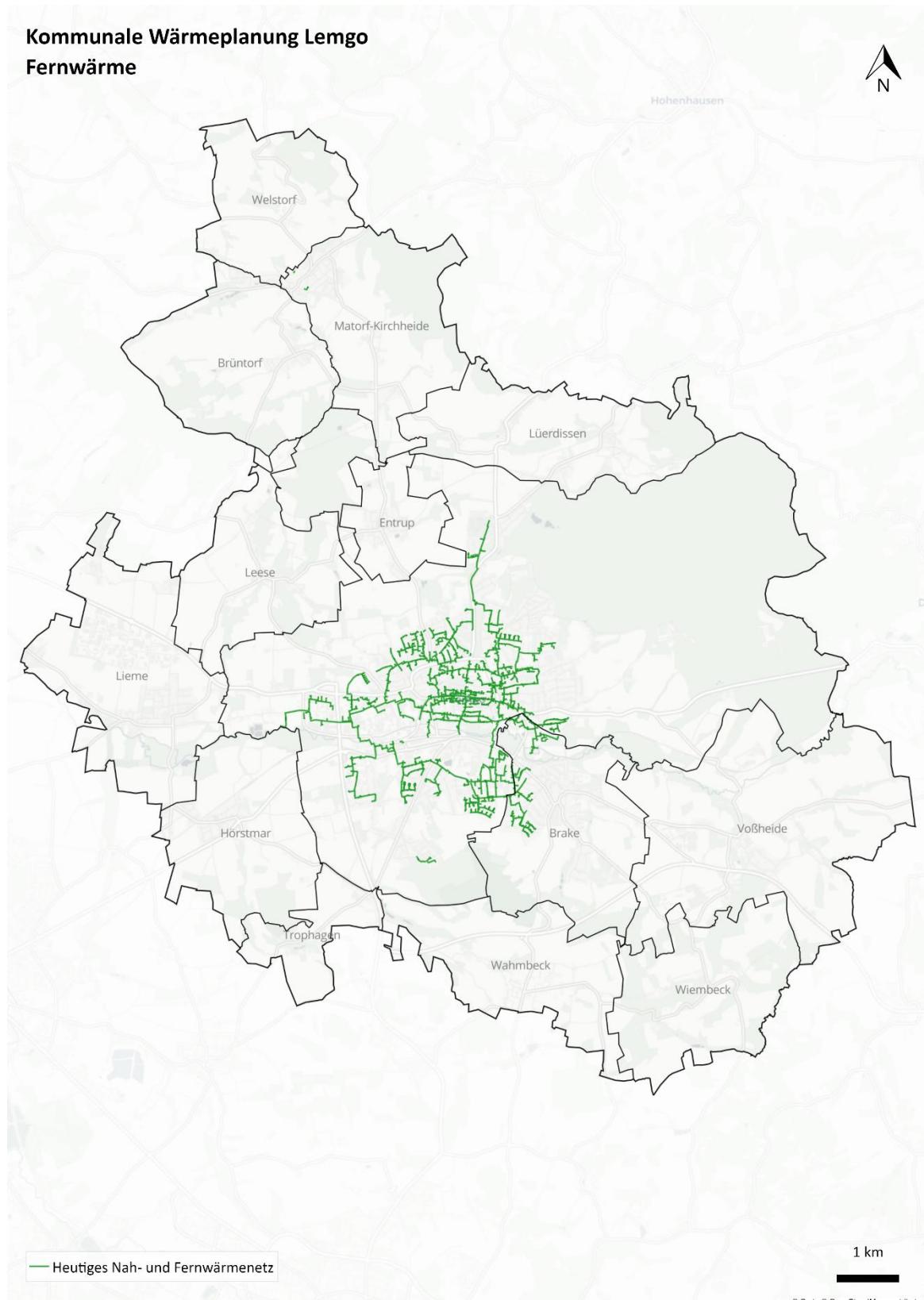


Abbildung 12: Wärmenetze der Stadtwerke Lemgo

Die wesentlichen Eckdaten der Erzeugungsanlagen und Wärmespeicher der Stadtwerke Lemgo sind in Tabelle 2 und Tabelle 3 zusammengestellt und in Abbildung 13 verortet. Neben den hier dargestellten größeren Erzeugeranlagen wird auch noch eine Energiezentrale mit einem 50 kW BHKW für das Nahwärmenetz „am Biesterberg“ betrieben.

Das Zentral-Fernwärmennetz Lemgo erstreckt sich über weite Teile der Kernstadt und in den Ortsteil Brake hinein. Im Jahr 2021 lag die Gesamt-Netzeinspeisung bei rd. 160 GWh Wärme.

Die Wärmeerzeugung beruhte in der Vergangenheit maßgeblich auf erdgasgefeuerter Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). Mit dem Bau und der Inbetriebnahme einer Fluss-Wärmepumpe, einer Klärwerks-Wärmepumpe sowie einer Solarthermie-Anlage sind jedoch in jüngster Vergangenheit auch vermehrt erneuerbare Erzeuger hinzugekommen.

Tabelle 2: Wärmeerzeugungsanlagen des Zentral-Fernwärmennetzes Lemgo

Anlagenbezeichnung	Th. Leistung in kW	Energieträger	Baujahr
BHKW 1 im HKW Mitte	2.550	Erdgas, Biomethan	2022
BHKW 2 im HKW Mitte	2.550	Erdgas, Biomethan	2022
BHKW 3 im HKW Mitte	2.525	Erdgas	2022
Gaskessel 1 im HKW Mitte	15.500	Erdgas	1996
Gaskessel 2 im HKW Mitte	11.200	Erdgas	2017
Elektrokessel im HKW Mitte	5.000	Strom	2012
Gasturbine 1 im HKW West	14.500	Erdgas	1988/2001
Gasturbine 2 im HKW West		Erdgas	1994/2002
Dampfturbine im HKW West		Erdgas	1995
BHKW Bruchweg	2.200	Erdgas	2007/2014
BHKW Pagenhelle	1.398	Erdgas	2013
BHKW Campusallee	2.200	Erdgas	2007/2014
Gaskessel Campusallee	8.000	Erdgas	2020
BHKW Stiftsland	100	Erdgas	2017
BHKW Liemer Weg	2.200	Erdgas	2005/2013
Gaskessel Liemer Weg	14.200	Erdgas	1999
BHKW Schratweg	2.200	Erdgas	2012/2016
BHKW Klärwerk	1.950	Erdgas	2011/2016/2019
BHKW WP Klärwerk	850	Erdgas	2019
Solarthermieranlage	5.200 (peak)	Solar	2022
Klärwasser-Wärmepumpe	2.372	Strom	2019
Fluss-Wärmepumpe	1.000	Strom	2022

Tabelle 3: Wärmespeicher im Zentral-Fernwärmennetz Lemgo

Anlagenbezeichnung	Größe in m ³	Baujahr
Wärmespeicher HKW Mitte	600	1980
Wärmespeicher HKW West	2.000	1991
Wärmespeicher Liemer Weg	ca. 15.000	Ab 2025

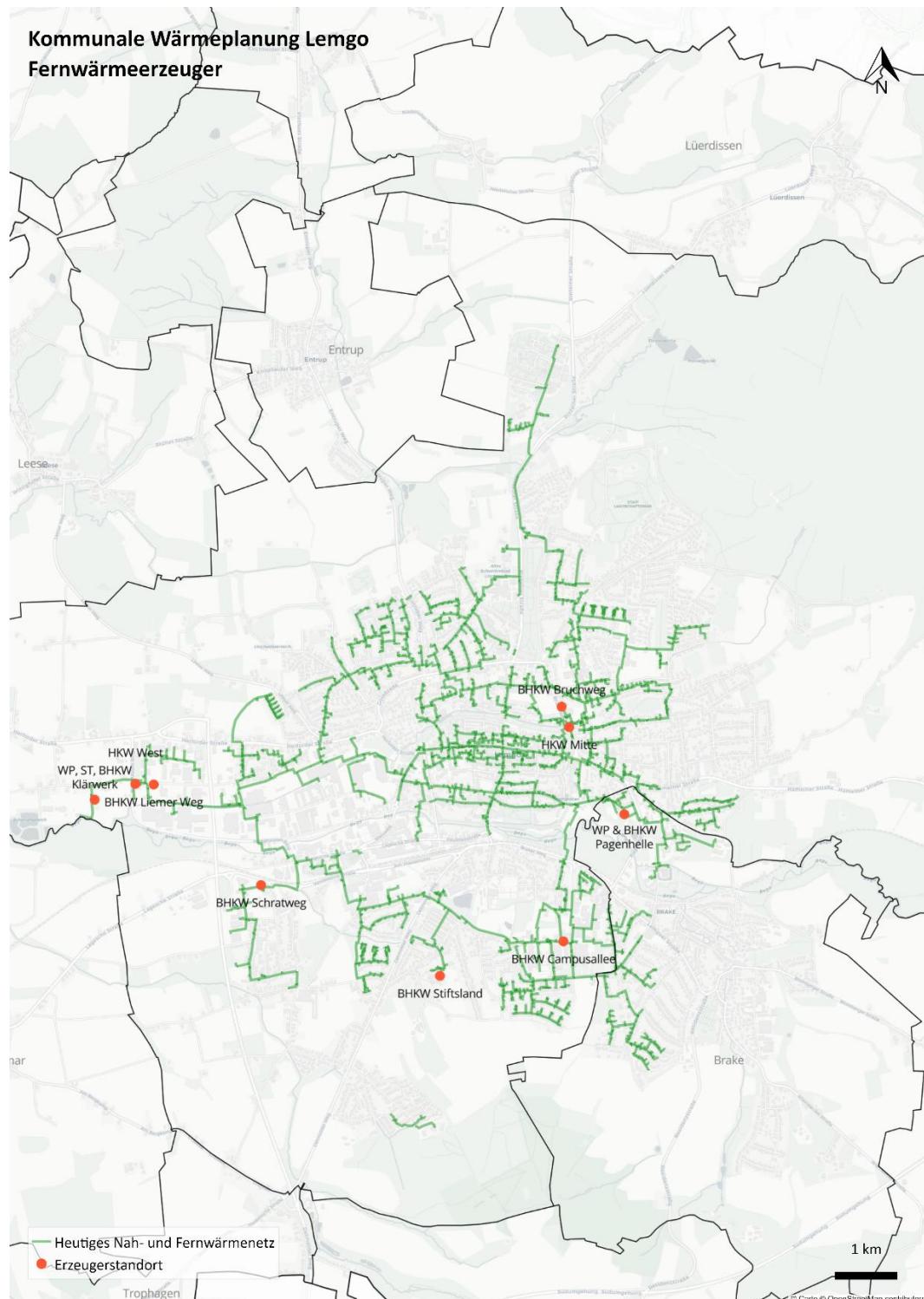


Abbildung 13: Wärmennetze und Erzeugerstandorte im Jahr 2022

3.4.2 Abwassernetz

Abbildung 14 zeigt das Abwassernetz in Lemgo. Das Abwasser kann auch als Wärmequelle für Wärmepumpen für Quartiere oder einzelne Großverbraucher genutzt werden, wobei die Temperaturen meist in der Heizperiode im Bereich von 7-14 Grad Celsius liegen. Dabei ist ein entsprechender Trockenwetterabfluss notwendig, damit der Wärmebedarf zu jeder Zeit gedeckt werden kann. In der Regel ist dies erst ab einer Kanaldimension von mindestens DN 700 der Fall.

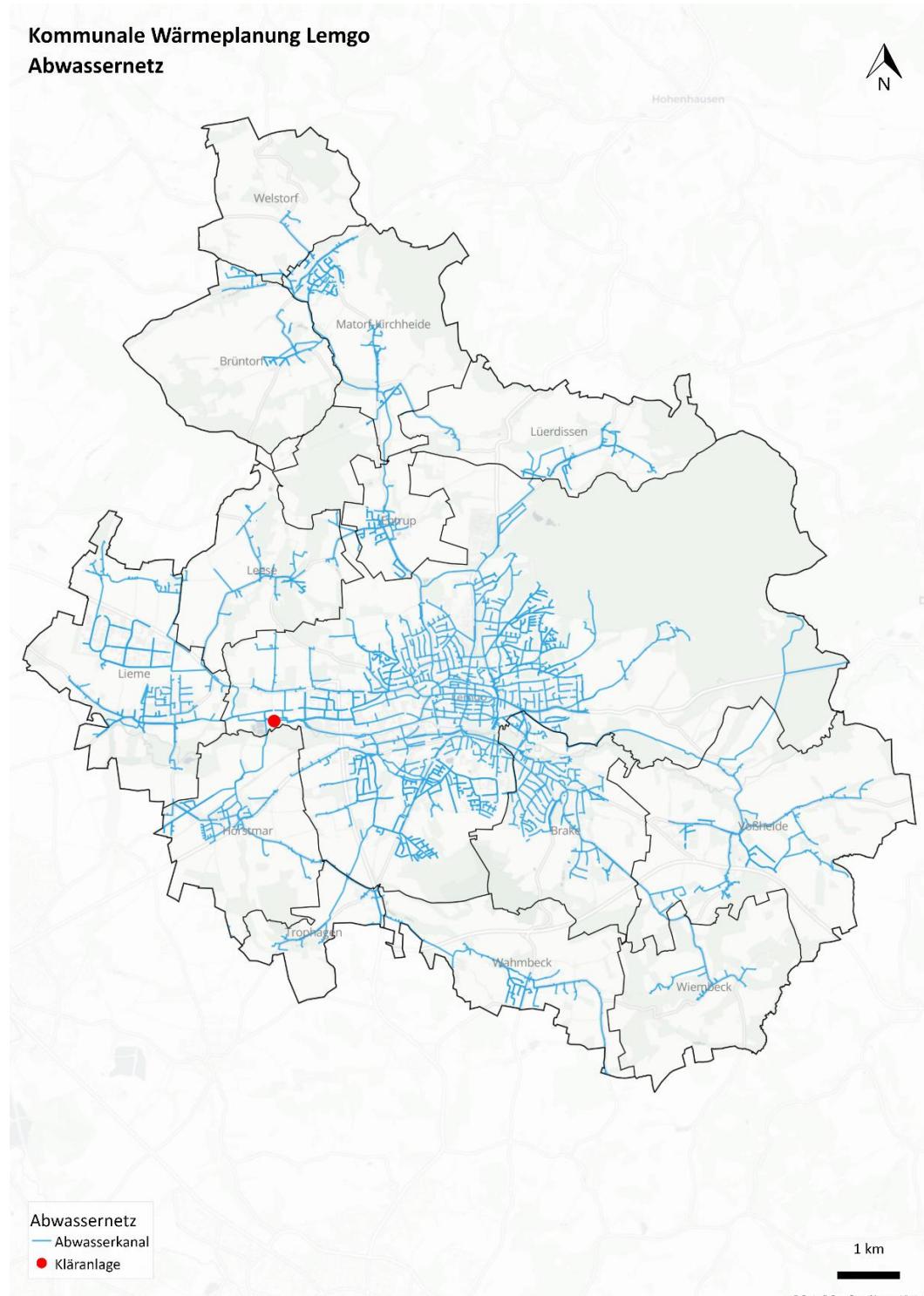


Abbildung 14: Abwassersystem Lemgo.

3.4.3 Dezentrale Erzeugungsanlagen

Dezentrale Erzeugungsanlagen sind Wärmeerzeugungsanlagen, die sich direkt in oder an den Gebäuden befinden. Dies können z. B. Kesselanlagen, Wärmepumpen oder auch Hausübergabestationen sein (bei Beheizung über ein Wärmenetz). Die folgenden Zusammenstellungen bzw. kartografischen Darstellungen gehen auf die Anforderungen gem. Anlage 2 WPG zurück.

Tabelle 4 zeigt eine Auswertung der Anzahl dezentraler Wärmeerzeugungsanlagen nach Energieträgern in Lemgo. Zur Quantifizierung der Anzahl der Wärmeerzeuger werden an dieser Stelle die Anzahl an Adressen, die einen bestimmten Energieträger als Hauptenergieträger verwenden, herangezogen. Gebäude(-teile), die von anderen mitversorgt werden, sind hier nicht ausgewiesen.

Tabelle 4: Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger nach Energieträger

Energieträger	Anzahl Adressen mit Energieträger als Hauptenergieträger
Erdgas	6.391
Flüssiggas	82
Fernwärme	1.882
Strom	121
Heizöl	2.594
Biomasse	191
Sonstige	2

Erdgas ist mit rund 6.400 Adressen der am häufigsten genutzte Hauptenergieträger, gefolgt von Heizöl mit knapp 2.600 Adressen. Fernwärme kommt in knapp 1.900 Fällen zum Einsatz. Weitere genutzte Hauptenergieträger sind Biomasse (Holz und Pellets), Strom (Wärmepumpe und Stromdirektheizung) und Flüssiggas. Es ist zu beachten, dass diese Werte eine Näherung an die Anzahl der Wärmeerzeuger darstellen und, beispielsweise im Falle von hybrider Versorgung oder Etagenheizungen, nach unten, oder im Falle von nicht identifizierten weiteren nicht-leistungsgebundenen Energieträgern, nach oben abweichen können.

Die folgenden Grafiken Abbildung 15 bis Abbildung 19 zeigen die nach WPG geforderten kartografischen, baublockbezogenen Darstellungen der Anteile dezentraler Erzeugungsanlagen nach Art der Wärmeerzeuger.

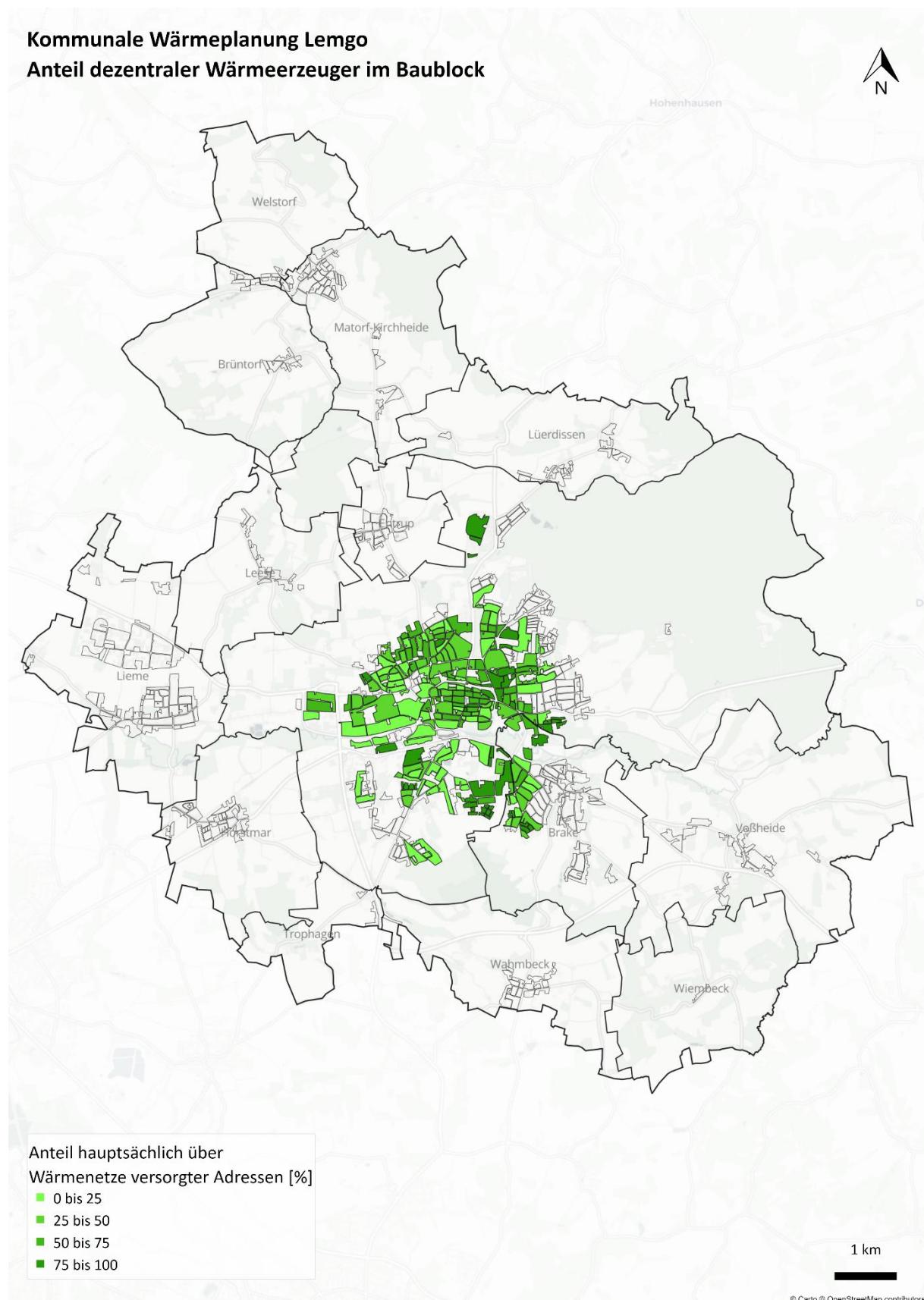


Abbildung 15: Anteil hauptsächlich über Wärmenetze versorgter Adressen

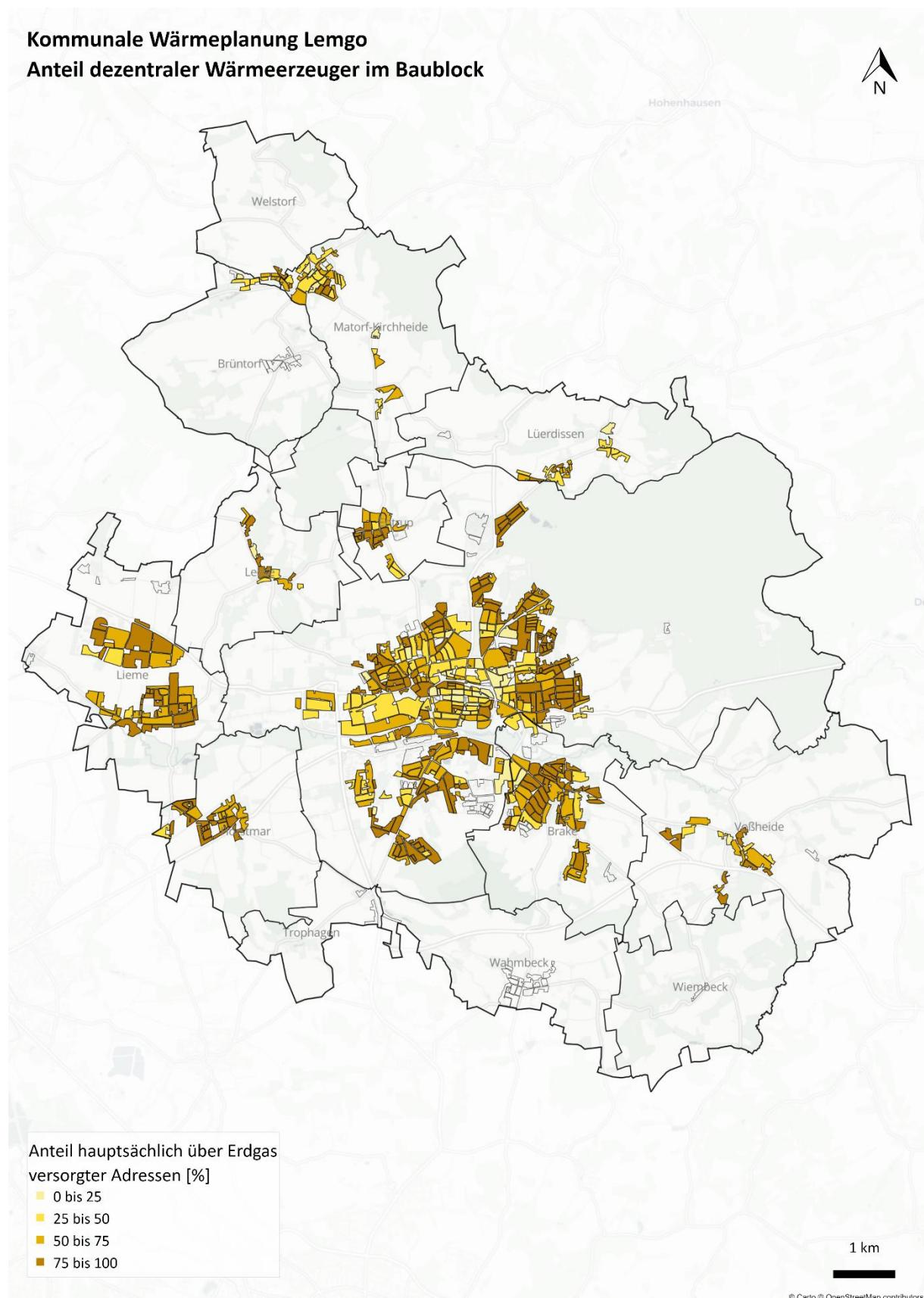


Abbildung 16: Anteil hauptsächlich über Erdgas versorgter Adressen

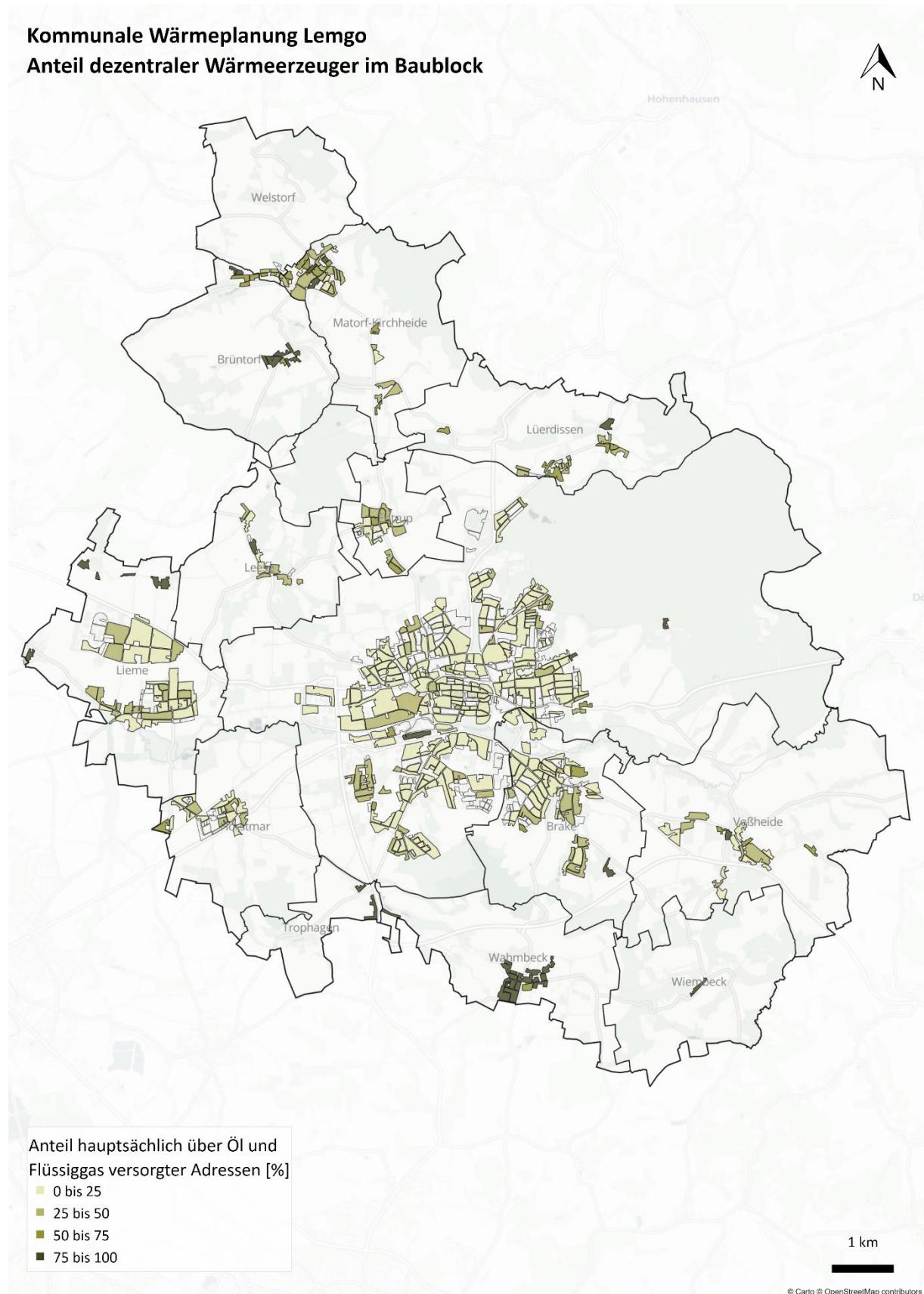


Abbildung 17: Anteil hauptsächlich über Heizöl- oder Flüssiggas versorgter Adressen

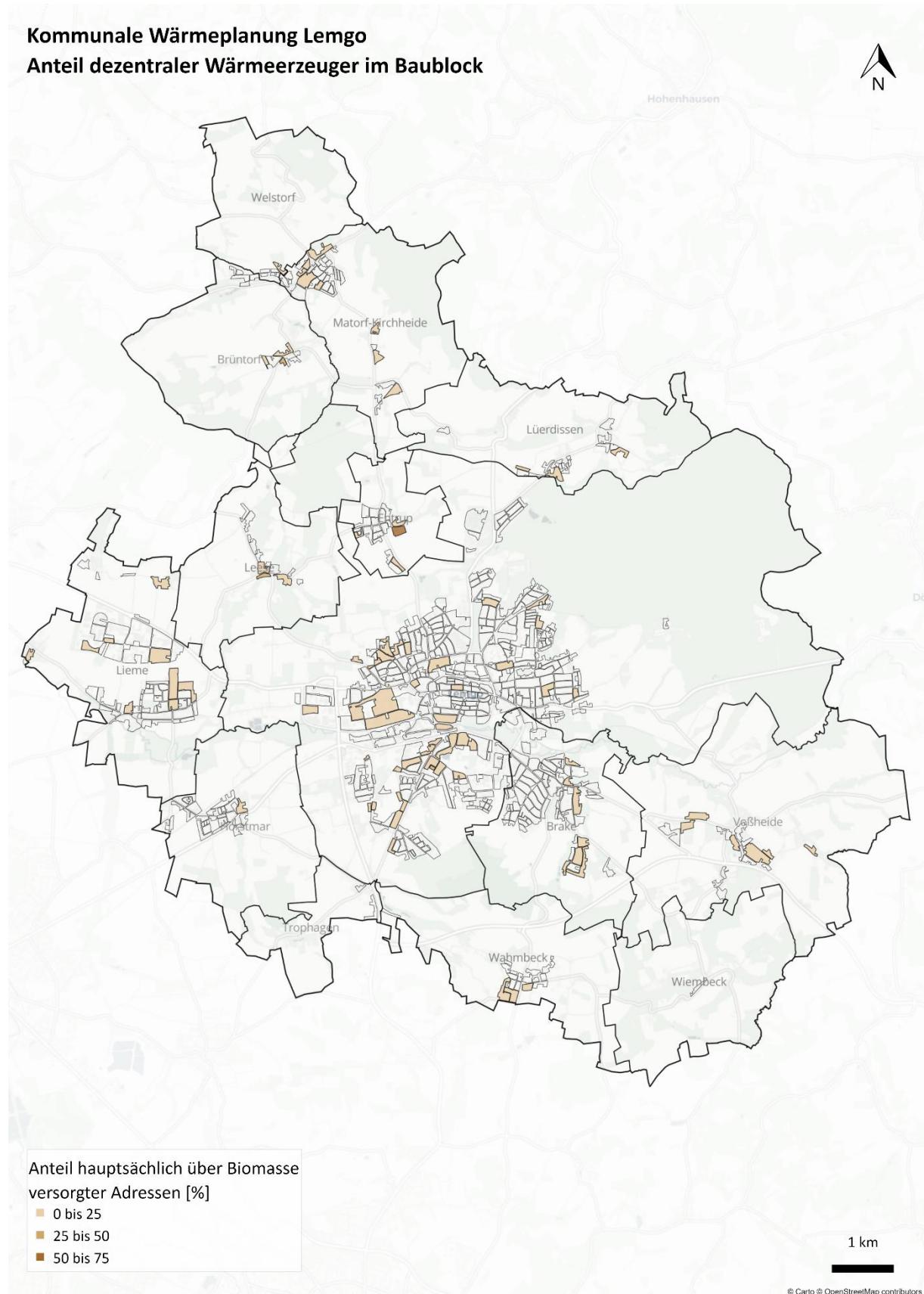


Abbildung 18: Anteil hauptsächlich über Biomasse versorgter Adressen

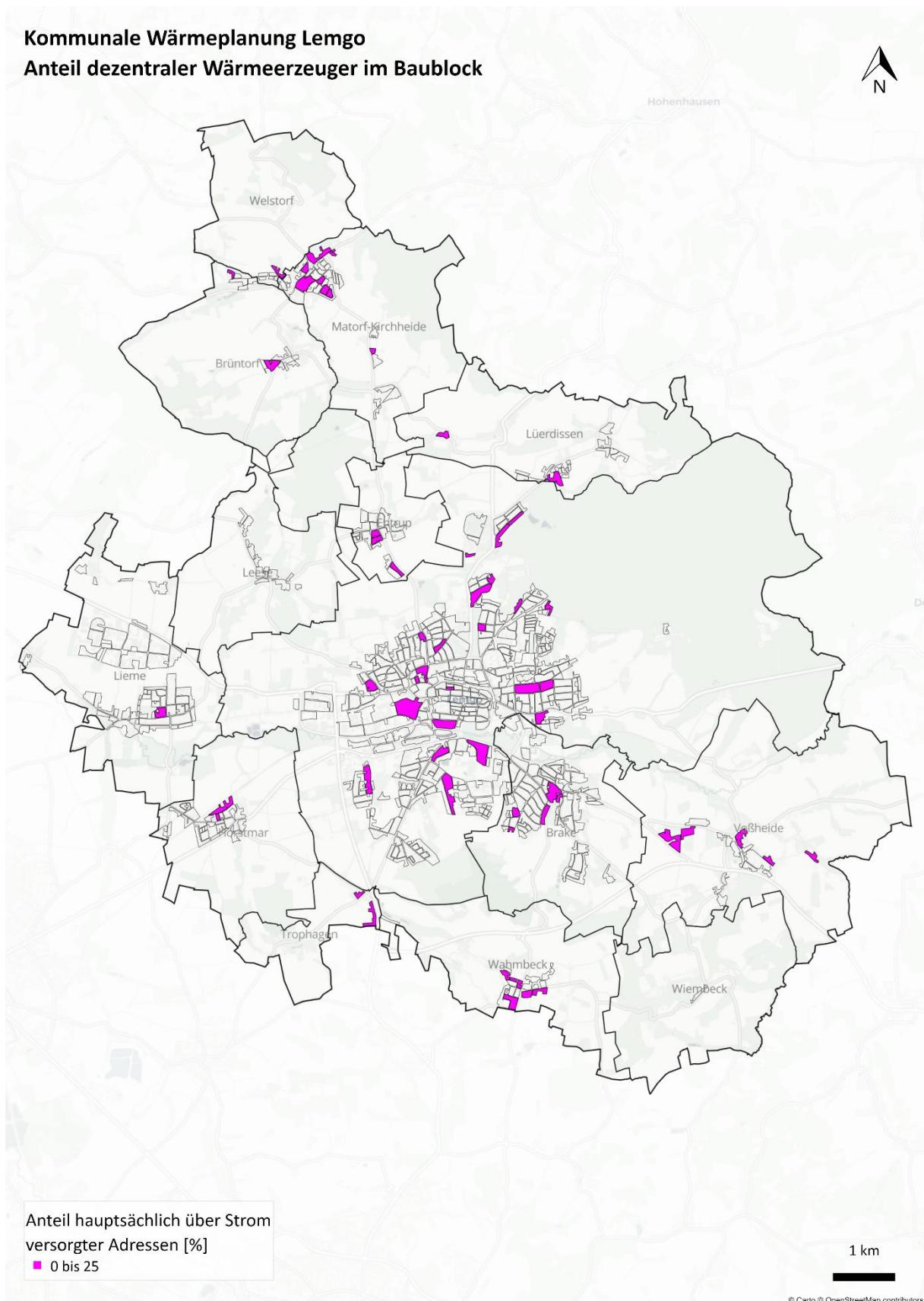


Abbildung 19: Anteil hauptsächlich über Strom versorgter Adressen

3.5 Wärmebilanz

Die Ermittlung der Wärmebilanz auf gesamtstädtischer Ebene erfolgt im Bottom-Up-Verfahren ausgehend vom Wärmebedarf auf Adressebene unter stufenweiser Aggregation auf Baublock-, Ortsteil- und Stadtebene. Ebenfalls für die Wärmeplanung von großer Bedeutung ist die Aggregation der Wärmebedarfe auf Straßenabschnittsebene.

Aggregiert vorliegende Energieverbrauchswerte (z.B. anhand der Datenschutzanforderungen) wurden zunächst anhand der Energiebezugsflächen auf Gebäudeebene disaggregiert. Für alle Gebäude, für die Verbräuche bekannt waren, wurde der klimabereinigte Wert des Bezugszeitraumes als Wärmebedarf angesetzt. Für alle übrigen Gebäude wurde der berechnete Wärmebedarf angenommen. Der anteilige Trinkwarmwasserbedarf wurde anhand der Nutzungsart der Gebäude berechnet. Das Verhältnis zwischen Raumwärme- und Trinkwarmwasser-Bedarf (TWW) wurde bei Korrektur der berechneten Werte mit den gemessenen Werten übertragen.

Bei Gebäuden, in denen Prozesswärme verbraucht wird und keine umfänglichen Informationen vorhanden waren, wurde dieser wie folgt abgeleitet: Es wurde angenommen, dass nur Gebäude des Sektors GHD (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen) und Industrie mit einem flächenspezifischen Verbrauch größer 300 kWh/m² über Prozesswärmebedarfe verfügen. Dieser bemisst sich als Differenz zwischen gemessenem Wärmeverbrauch und berechnetem Wert für Raumwärme- und TWW-Bedarf.

Insgesamt beläuft sich der Wärmebedarf in Lemgo inkl. dem Prozesswärmebedarf auf 412 GWh/a. Dies entspricht etwa 10 MWh pro Einwohner und 100 kWh pro Quadratmeter Energiebezugsfläche und liegt im Durchschnitt vergleichbar großer Städte.

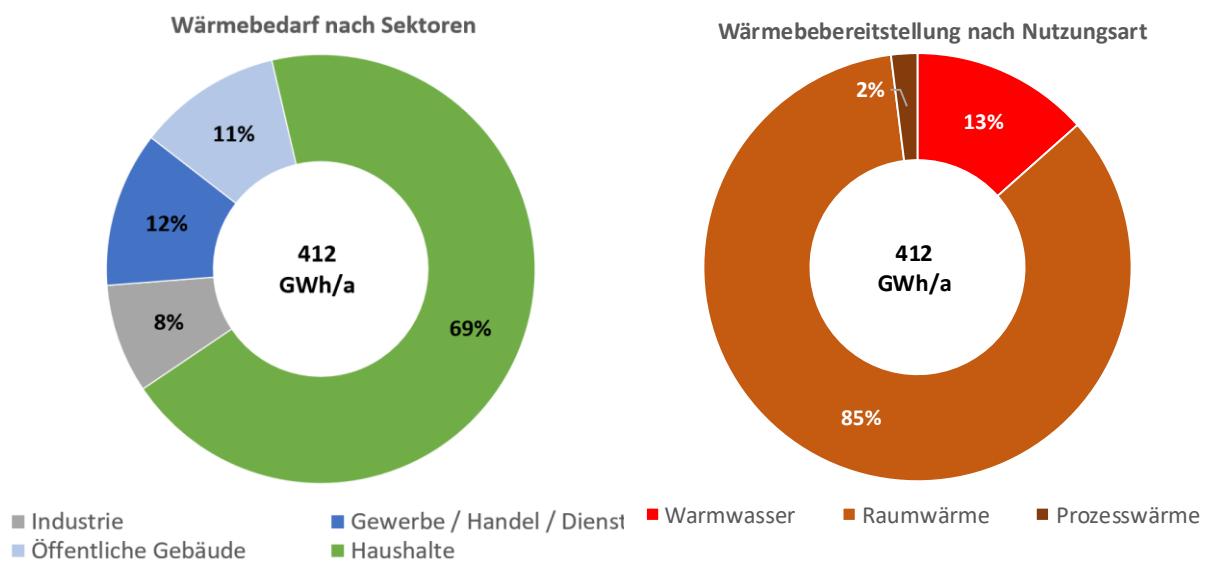


Abbildung 20: Wärmebedarf nach Sektoren

Abbildung 21: Wärmebedarf nach Verwendungszweck

In Abbildung 20 ist die Aufteilung des Wärmebedarfs nach Sektoren dargestellt. Der Wärmebedarf im Bereich der Wohngebäude überwiegt mit 69 % bei Weitem, gefolgt vom Bedarf im Sektor GHD mit 12 % sowie den öffentlichen Gebäuden mit 11 % und der Industrie mit 8 %.

Die Aufteilung des Bedarfs nach dem Verwendungszweck der Wärme ist Gegenstand der Abbildung 21. Hier überwiegt mit rd. 85 % der Bedarf für die Beheizung der Gebäude (Raumwärme), gefolgt vom Trinkwarmwasserbedarf (TWW, Wohngebäude und GHD gesamt) mit 13 % und dem Prozesswärmebedarf mit 2 %.

Zur Aufschlüsselung des Wärmebedarfs auf die Energieträger und Technologien wurden neben den Verbrauchsdaten auch die Schornsteinfegerdaten und das Marktstammdatenregister verarbeitet. Die Schornsteinfegerdaten geben Aufschluss über dezentrale Anlagen mit Verbrennungstechnik. Im Marktstammdatenregister sind Stromerzeuger wie BHKWs und deren genutzter Energieträger aufgeführt. Datenlücken wurden mit einer an der Statistik orientierten Zuordnung zu Heizöl-, Biomasse- und Stromheizungen aufgefüllt. Ebenfalls statistisch abgeschätzt wurde der durch Solarthermie gedeckte Wärmebedarf. Basierend auf einer nationalen Statistik [3] wurde mit Korrekturfaktoren für Bundesländer sowie für das Stadt-Land-Verhältnis abgeschätzt, dass etwa 5 % der EFH eine Solarthermieanlage haben, die 50 % des Trinkwarmwasserbedarfes deckt.

Insgesamt ergibt sich die in Abbildung 22 gezeigte Aufteilung des Wärmebedarfes nach Energieträgern. Der Wärmebedarf in Lemgo wird zu rd. 47 % aus Gasheizungen gedeckt, gefolgt von der Versorgung aus Wärmenetzen mit 29 %. An dritter Stelle folgt die nicht leitungsgebundene fossile Versorgung über Ölheizungen mit einem Anteil von rd. 20 %. Aus Biomasse (Holz- und Pelletheizungen) werden weitere rund 2,5 % gedeckt, während Flüssiggas, Strom (Stromdirektheizungen und Wärmepumpen) und Solarthermie die restlichen rund 1,5 % abdecken.

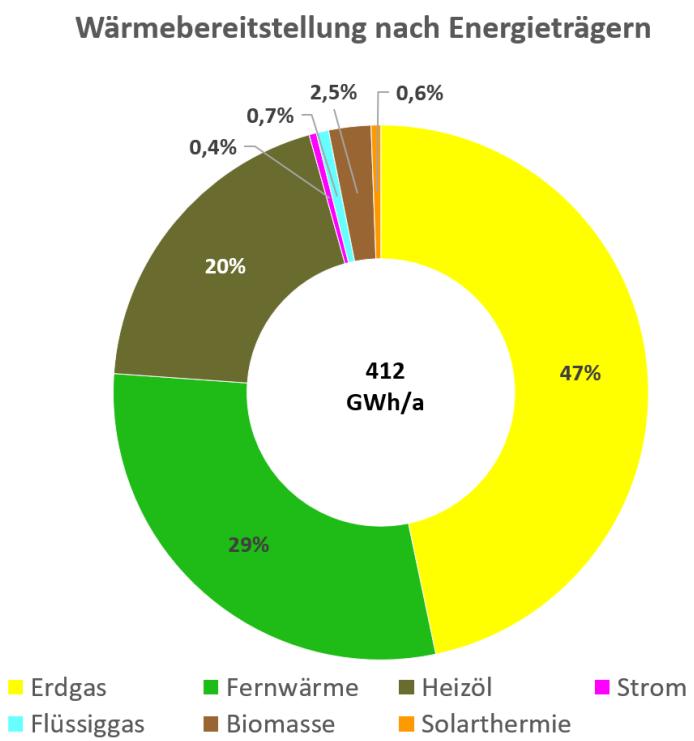


Abbildung 22: Wärmebereitstellung nach Energieträgern

Abbildung 23 zeigt den Wärmebedarf je Ortsteil und Energieträger. Der größte Anteil des Wärmebedarfs entfällt auf die Kernstadt mit über 250 GWh/a, gefolgt von den Ortsteilen Lieme und Brake. In der Kernstadt und in Brake machen sowohl Erdgas als auch Fernwärme den größten Anteil an der Wärmebedarfsdeckung aus. In den weiteren Kernstadt-nahen Ortsteilen wie beispielsweise Lieme, Entrup oder Hörstmar erfolgt noch ein wesentlicher Anteil der Wärmeversorgung über Erdgas, jedoch nimmt auch der Anteil an Heizöl zu. In den weiter entfernt liegenden Ortsteilen überwiegt die Versorgung über Heizöl zum Teil deutlich, was mit dem dort nur geringfügig bis gar nicht vorhandenen Ausbau des Erdgasnetzes erklärt werden kann. Besonders ausgeprägt ist dies in Wahmbeck und Brüntorf, die fast ausschließlich ölbeheizt sind.

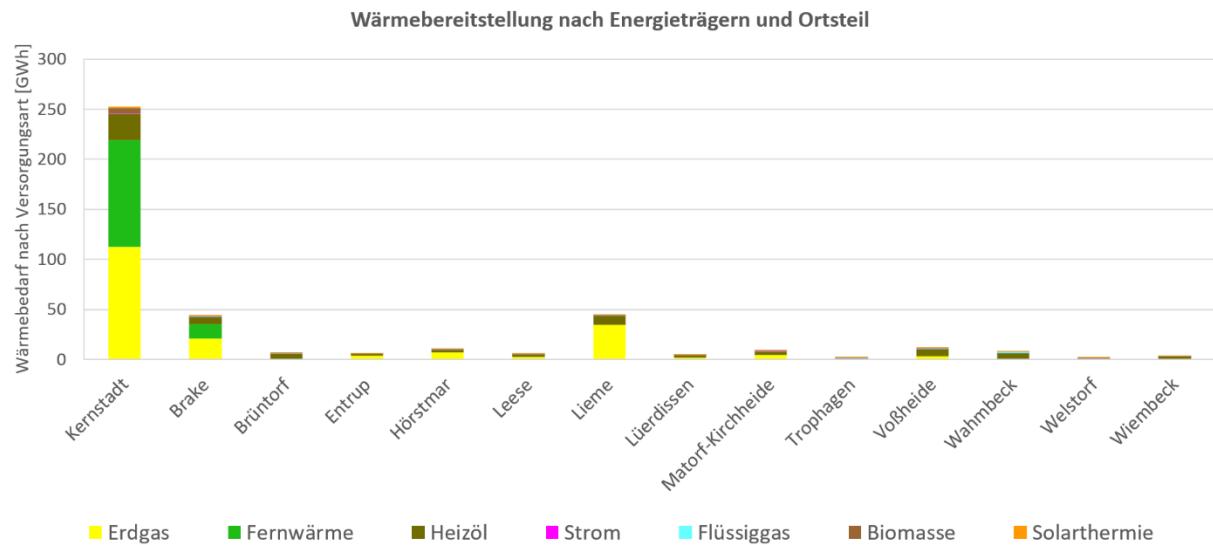


Abbildung 23: Wärmebereitstellung nach Energieträgern und Ortsteilen

Die räumliche Verteilung der Energieträger ist in Abbildung 24 dargestellt. Gezeigt wird der vorwiegende Energieträger je Baublock und bestätigt das Bild der Ortsteilauswertung mit einem steigenden Anteil Heizöl in weiter entfernt liegenden Gebieten. Darüber hinaus lässt sich erkennen, dass in weiten Bereichen der Innenstadt und Brake Fernwärme der vorwiegende Energieträger im Baublock ist und dort folglich bereits hohe Anschlussquoten vorliegen. Gleichzeitig ist zu erkennen, dass im Fernwärme-Versorgungsgebiet auch noch Baublöcke mit überwiegender Versorgung über Erdgas existieren. Dies deutet auf ein Fernwärme-Verdichtungspotenzial in diesen Gebieten hin.

Die Auswertungen der Bilanzen auf gesamtstädtischer Ebene werden ergänzt durch die kartografischen Darstellungen der flächenbezogenen Wärmedichten in Abbildung 25 sowie der Wärmeliniendichten in Abbildung 26. Die Struktur der Wärmedichten bzw. Wärmeliniendichten spiegelt die Verteilung der Wohnraumdichten mit Bedarfsschwerpunkten in dem dicht bebauten innerstädtischen Bereich und abnehmender Wärmedichte in weniger dicht bebauten Gebieten in den Ortsteilen wider. Zusätzlich werden hier Bedarfsschwerpunkte in den Gewerbegebieten mit punktuellen Prozesswärmeverdichten erfasst.

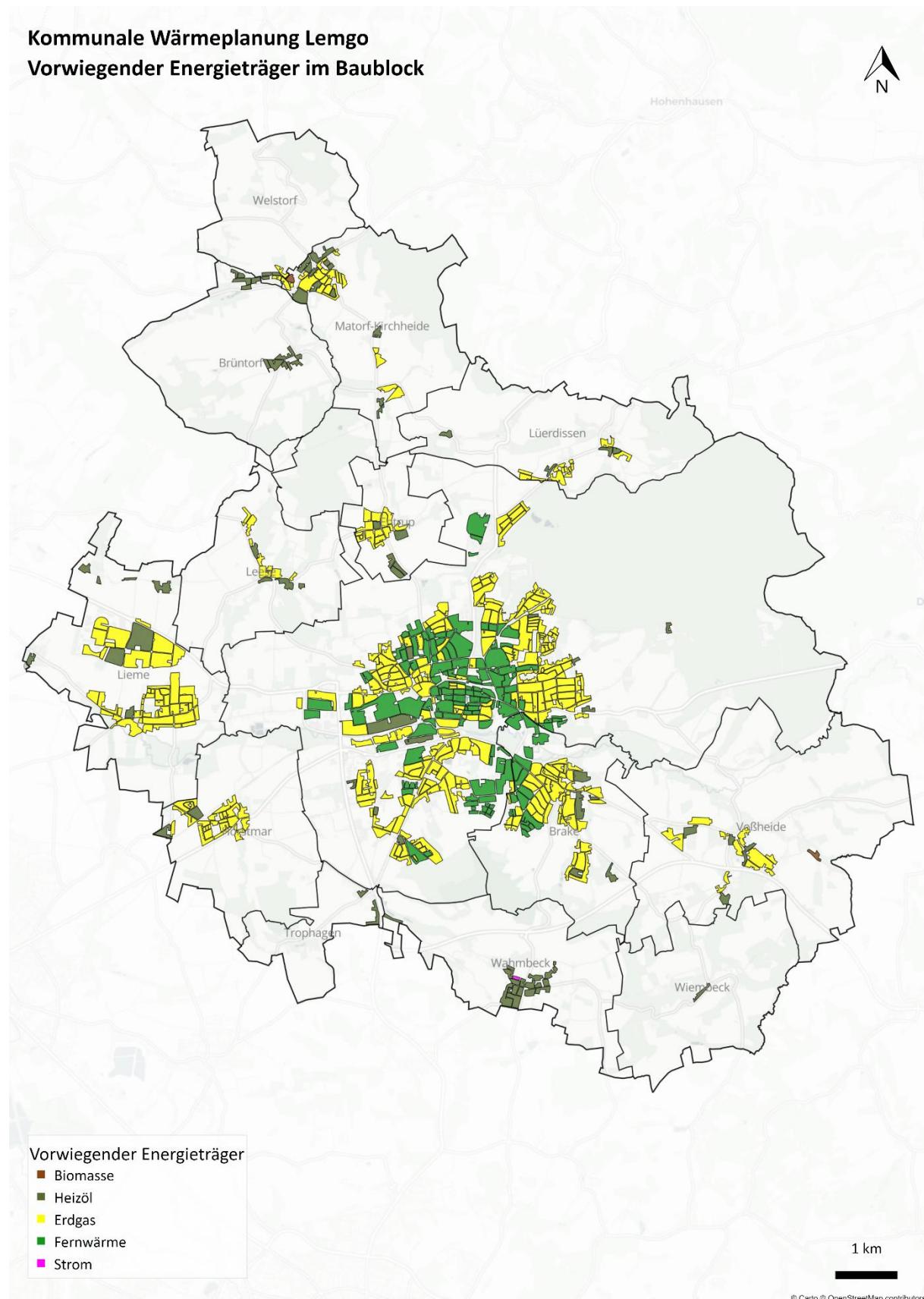


Abbildung 24: Vorwiegender Energieträger auf Baublockebene

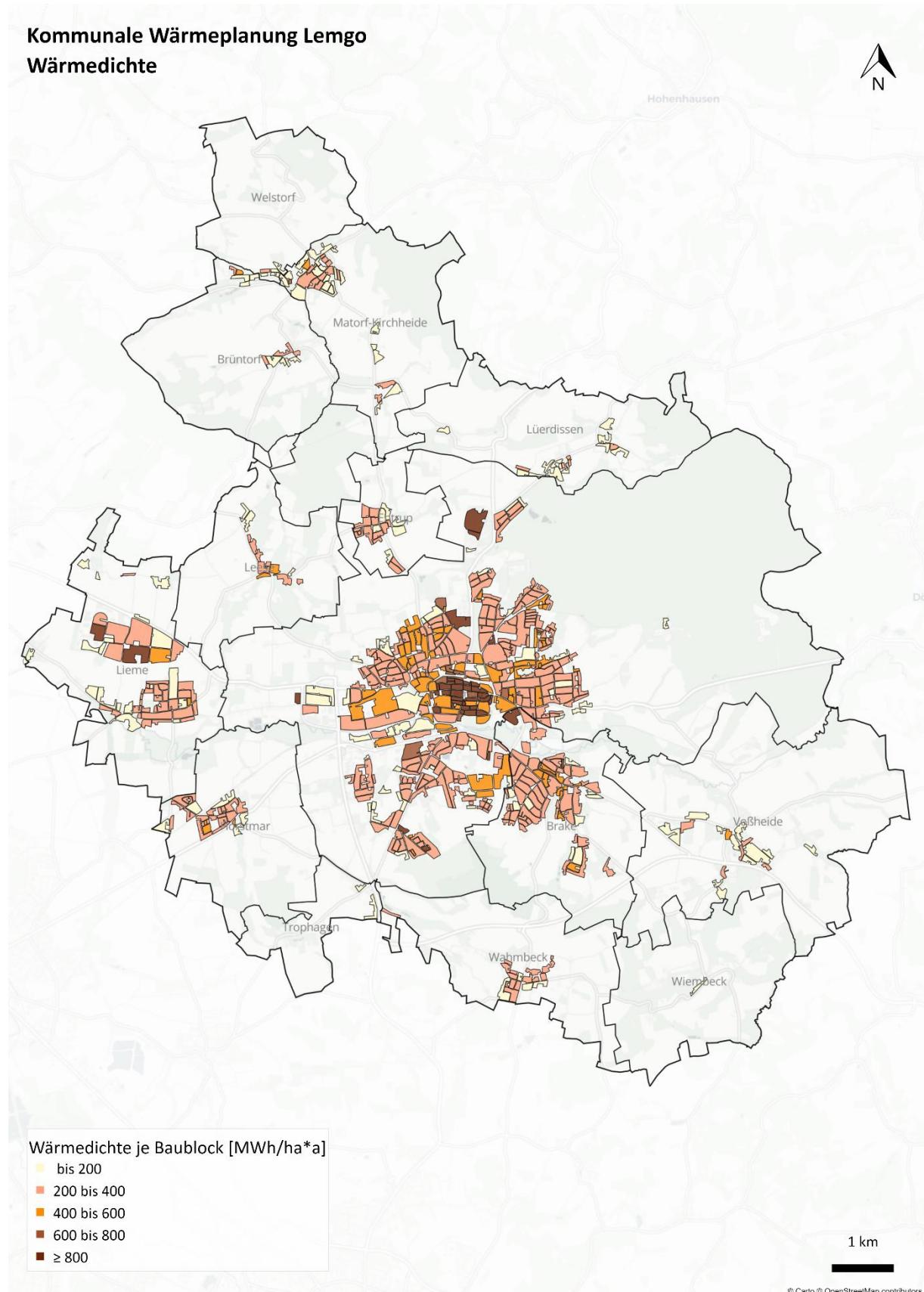


Abbildung 25: Wärmedichte auf Baublockebene

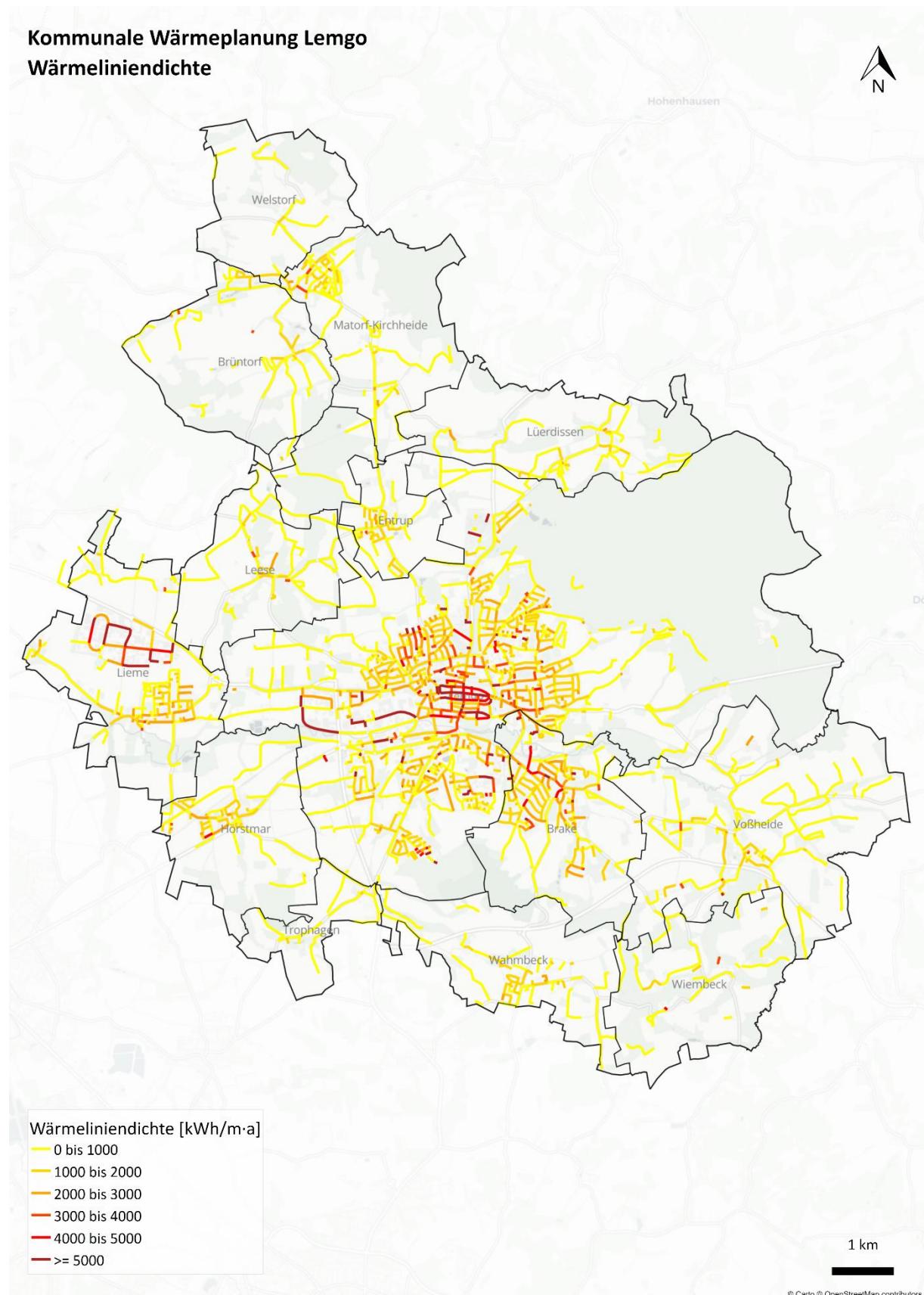


Abbildung 26: Wärmeliniendichte

3.6 Endenergiebilanz

Im Rahmen der Endenergiebilanz werden die Energiemengen bilanziert, die zur Deckung des Wärmebedarfs zu den Gebäuden geliefert werden. Diese Endenergie ist die Energiemenge, die den Verbraucher nach Abzug von Gewinnungsaufwand, Übertragungs- und Umwandlungsverlusten erreicht und die dann zur weiteren Umwandlung in die Nutzenergie (hier Wärme) zur Verfügung steht. Endenergie ist damit die gelieferte Menge Energie am Hausanschluss.

Die Ermittlung der Endenergiebilanz auf gesamtstädtischer Ebene erfolgt analog zur Wärmebilanz im Bottom-Up-Verfahren ausgehend vom Endenergieeinsatz auf Gebäudeebene unter stufenweiser Aggregation auf Ortsteil- und Stadtebene mit weiteren Zwischenstufen wie der Baublock- oder Straßenabschnittsebene.

Der Endenergiebedarf für den Wärmemarkt in Lemgo beläuft sich inkl. dem Prozesswärmeverbrauch in Industrie und Gewerbe auf rd. 446 GWh pro Jahr.

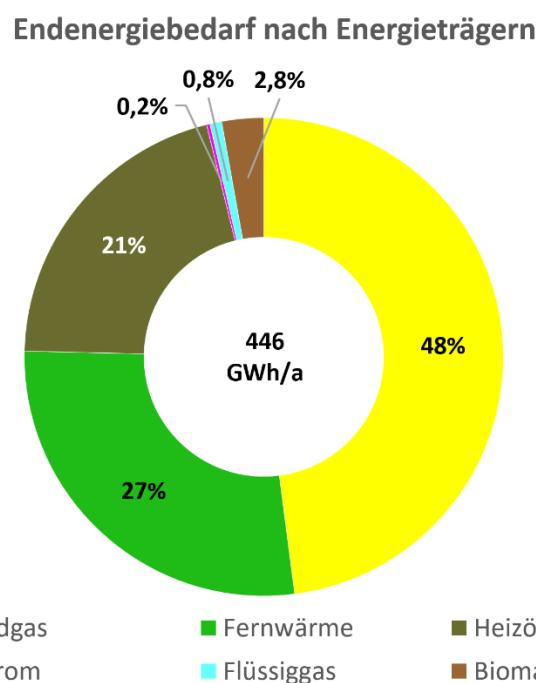


Abbildung 27: Endenergiebilanz nach Energieträgern

Analog zu den Energieträgeranteilen des Wärmebedarfs, wird der Endenergieverbrauch dominiert durch den Erdgaseinsatz mit einem Anteil von rd. 48 %, gefolgt von der Fernwärme mit einem Anteil von rd. 27 %. Der Anteil der Versorgung aus Heizöl liegt bei rd. 21 %. Endenergie aus Biomasse, welche sich hier aus Pellets und Holz zusammensetzt, erreicht rd. 2,8 %. Flüssiggas macht rd. 0,8 % aus während Strom als Energieträger, welcher für Direktstromheizungen und Wärmepumpen eingesetzt wird, nur rd. 0,2 % des Endenergieverbrauches ausmacht.

Der erneuerbare Anteil umfasst somit Biomasse (2,8%), Wärmepumpen (0,2%) und den erneuerbaren Anteil der Fernwärme (13 % von 27 %) und beträgt insgesamt 6,5%.

Die nachfolgenden grafischen Darstellungen und Karten dienen an dieser Stelle der Dokumentation der Ergebnisse der Bestandsanalyse im Sinne der Anlage 2 WPG.

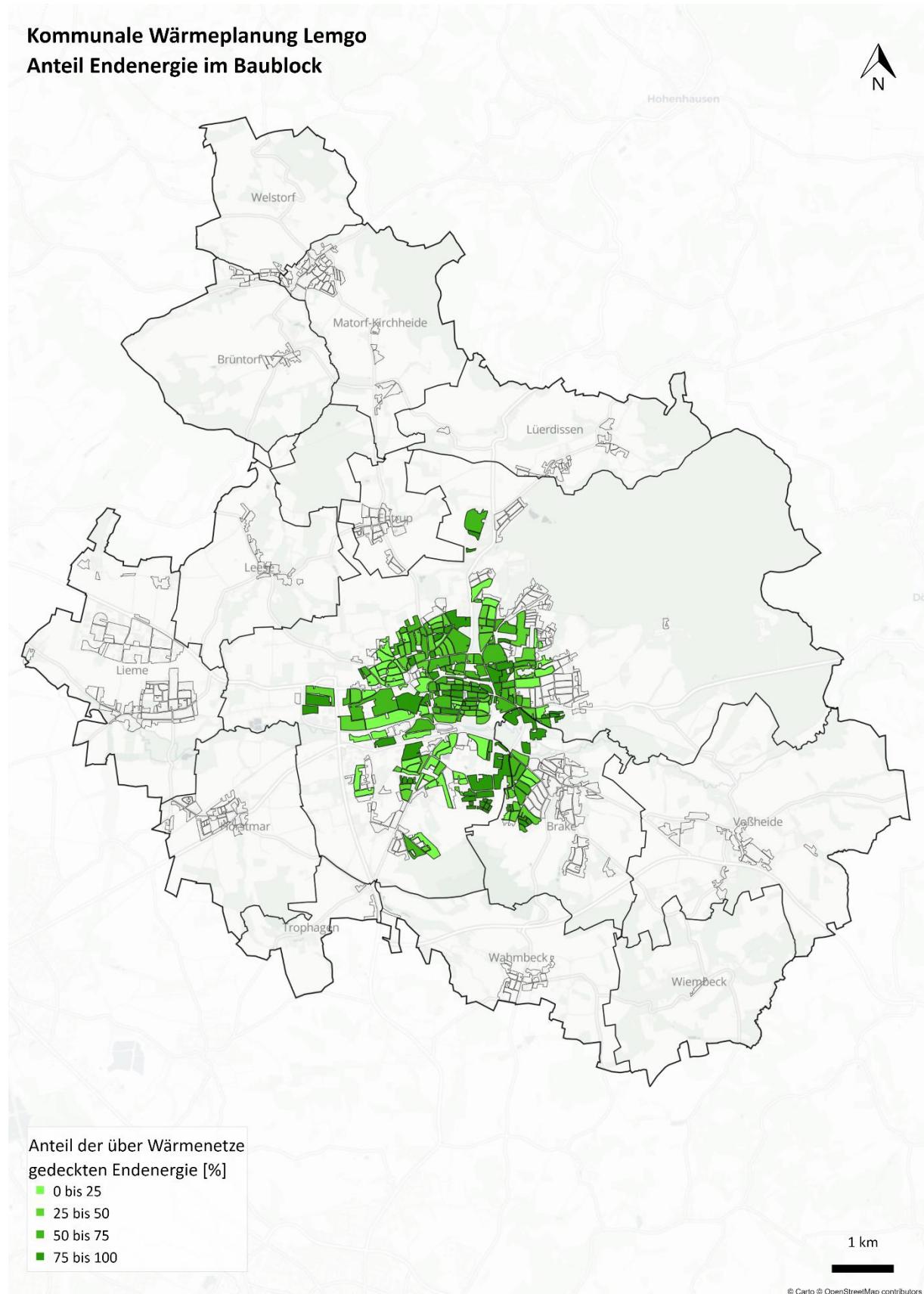


Abbildung 28: Anteil der über Wärmenetze gedeckten Endenergie

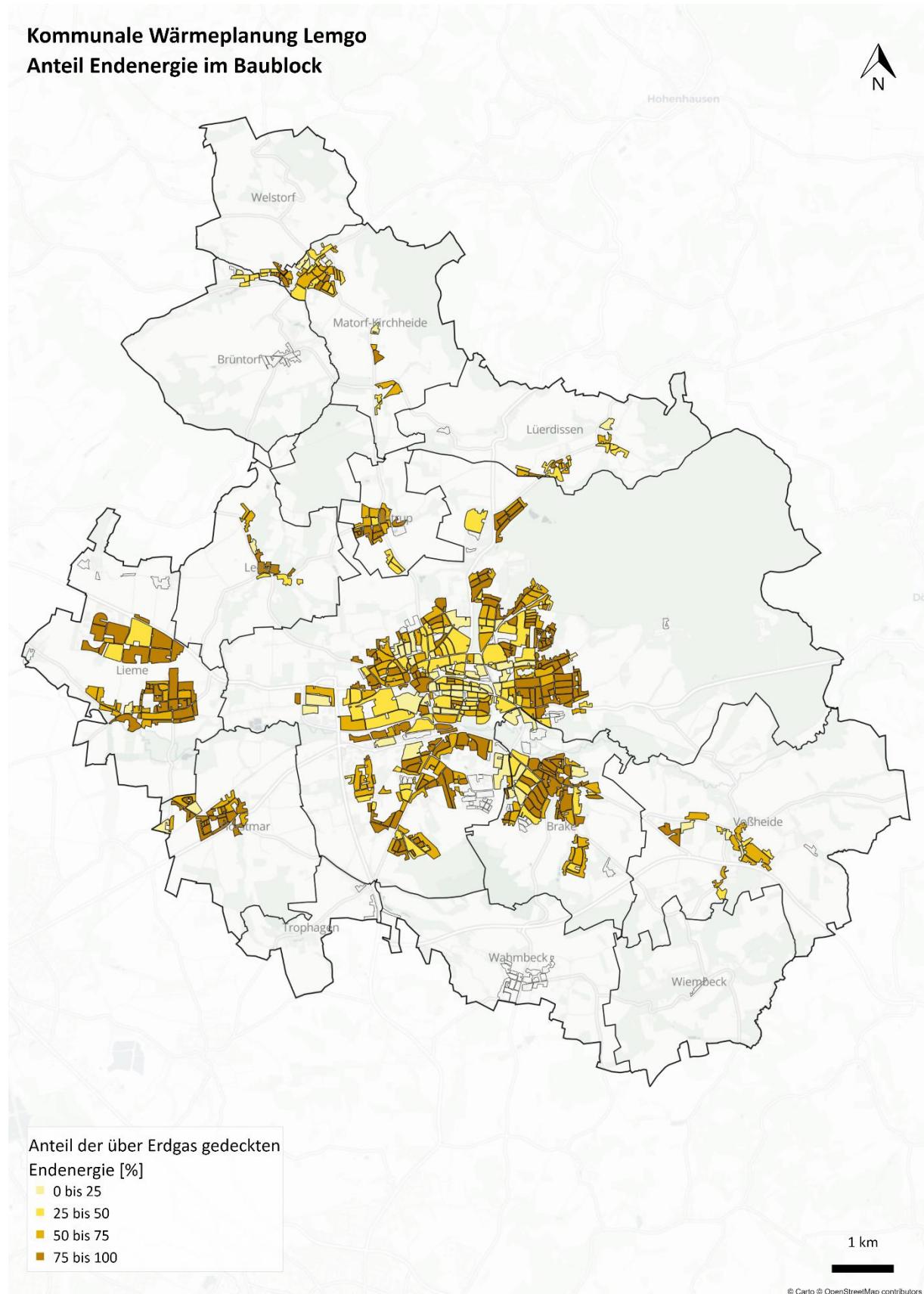


Abbildung 29: Anteil der über Erdgas gedeckten Endenergie

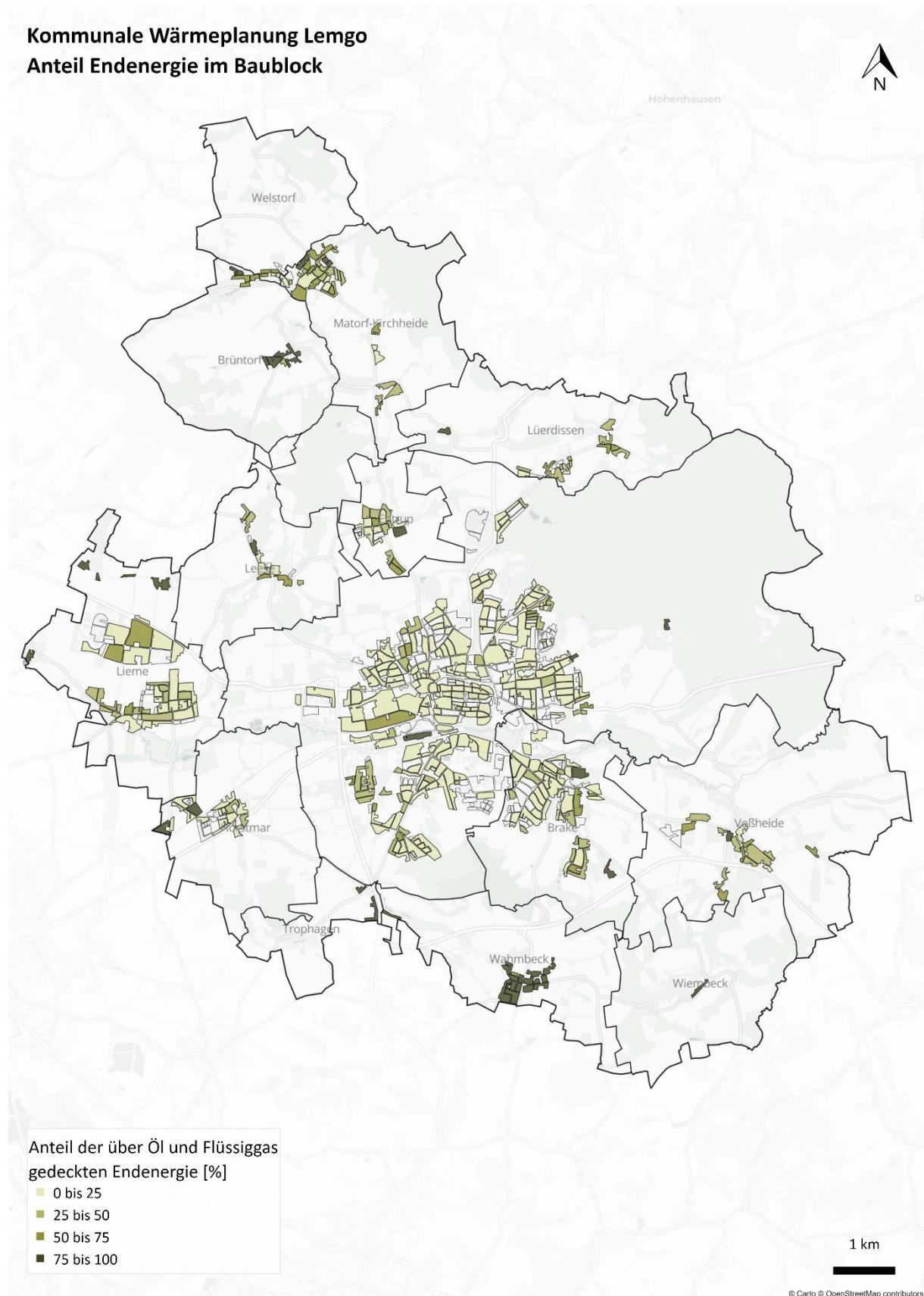


Abbildung 30: Anteil der über Heizöl oder Flüssiggas gedeckten Endenergie

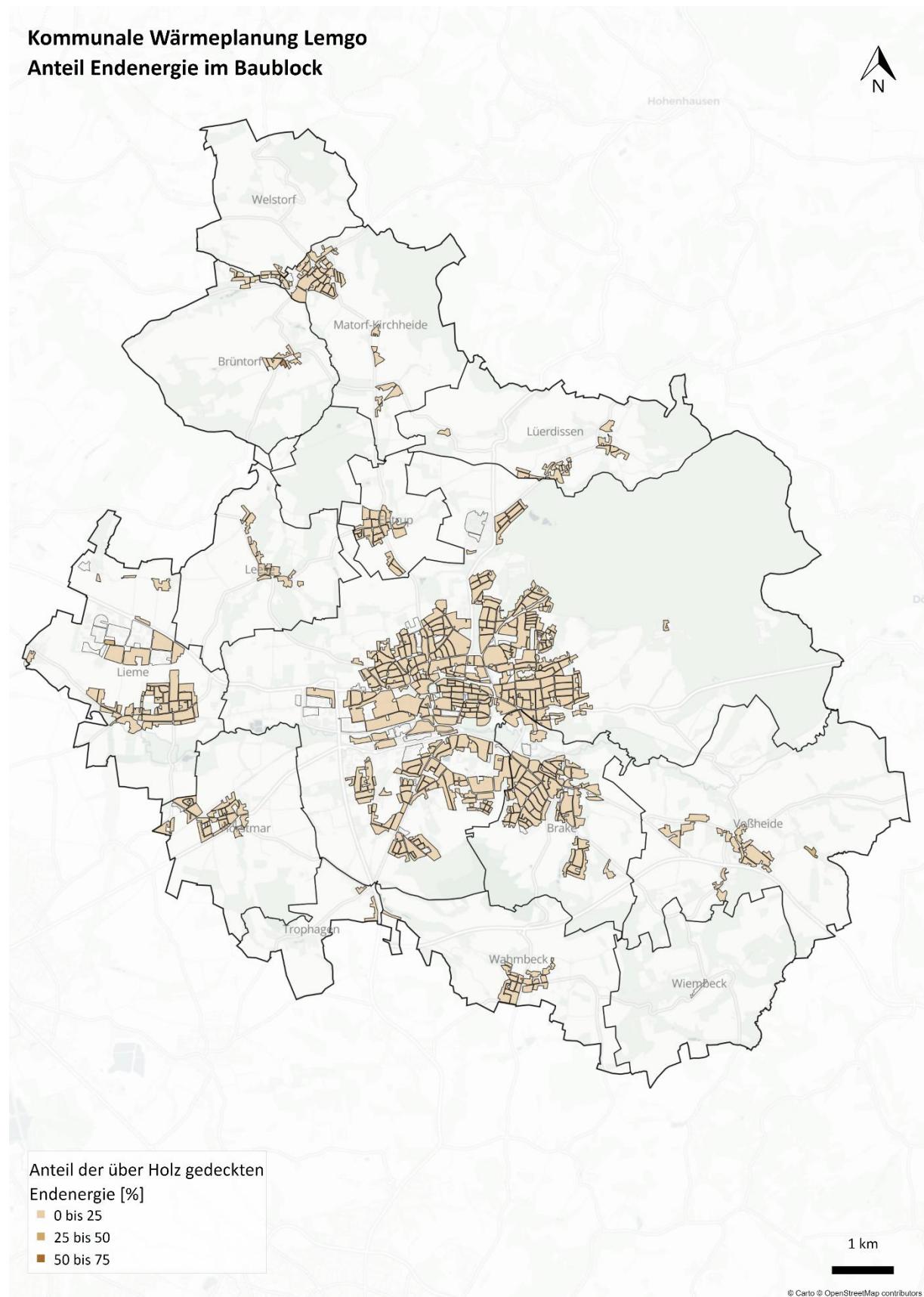


Abbildung 31: Anteil der über Biomasse gedeckten Endenergie

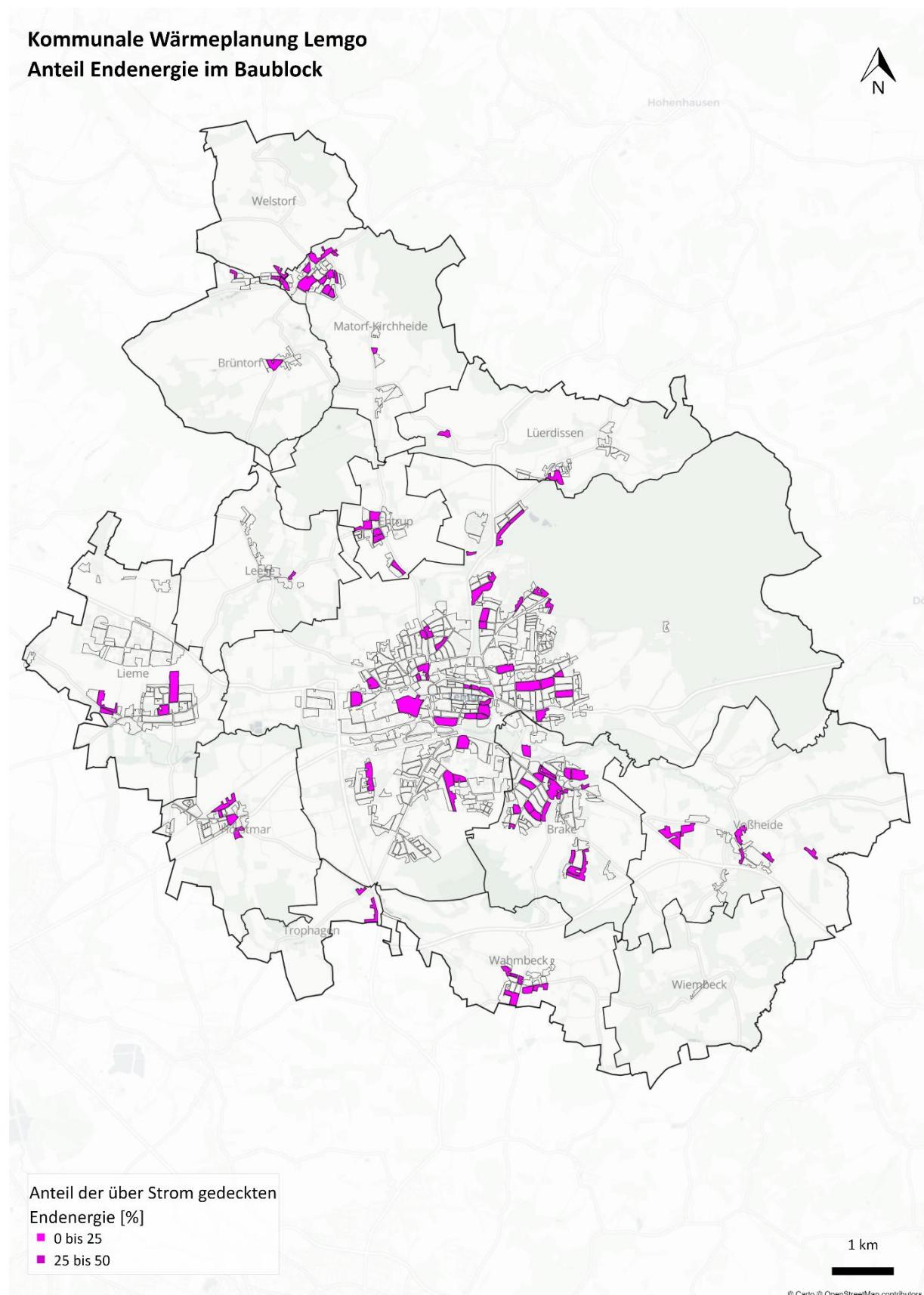


Abbildung 32: Anteil der über Strom gedeckten Endenergie

3.7 Treibhausgasbilanz für den Wärmemarkt

Die Erstellung der Treibhausgasbilanz für den Wärmemarkt in Lemgo erfolgt auf Basis der Endenergieverbräuche nach Energieträgern mit den entsprechenden Treibhausgasemissionsfaktoren, vgl. Tabelle 28 des Anhangs.

Die Emissionen der Wärmeversorgung über die Wärmenetze wurden jeweils auf Basis der Biomethan- und Erdgaseinsatzmengen sowie unter Berücksichtigung der Wärmeerzeugungsanteile und der Nutzungsgrade der eingesetzten Erzeugeranlagen ermittelt. Im Falle einer Wärmeerzeugung mittels KWK-Anlagen wurde eine Allokation der Emissionen nach der Carnot-Berechnungsmethode angesetzt.

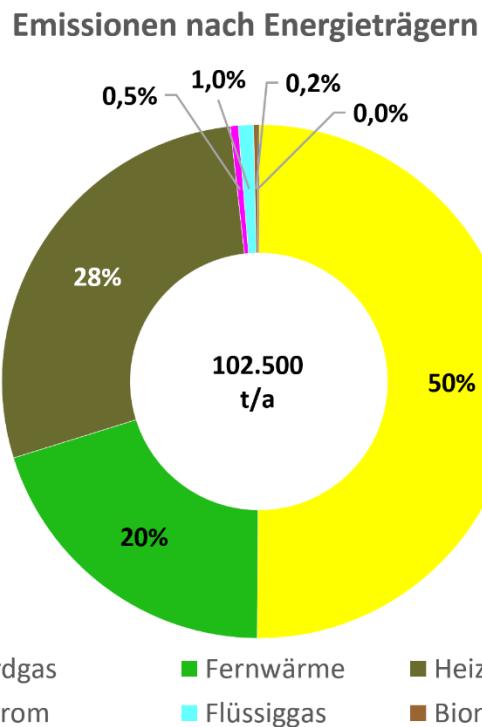


Abbildung 33: Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung nach Energieträgern

Die Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalente) für den Wärmemarkt in Lemgo belaufen sich auf insgesamt rd. 102.500 Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr (gem. Betrachtung des Basiszeitraumes).

Analog zu den Energieträgeranteilen des Endenergieverbrauchs werden die Emissionen dominiert durch den Erdgaseinsatz mit einem Anteil von rd. 50 %, gefolgt vom Heizöl mit rd. 28 % und der Fernwärme mit rd. 20 %. Die Anteile von Flüssiggas und Strom betragen rd. 1 % bzw. 0,5 %. Der regenerative Energieträger Holz spielt aufgrund der geringen Verbrauchsanteile und der niedrigen Emissionsfaktoren nahezu keine Rolle.

Pro Einwohner ergeben sich jährlich rund 2,4 Tonnen Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalente).

4 Potenzialanalyse

4.1 Methodik

Die Potenzialanalyse dient der systematischen Erfassung der **Einsparpotenziale** sowie der klimaneutralen **Wärme- und Stromquellen** in Lemgo.

Tabelle 5: Kategorisierung von Potenzialen

Einsparpotenziale	<ul style="list-style-type: none"> • Klimaveränderungen • Sanierung der Gebäudehülle • Effizienzsteigerungen
Wärmequellen	<p>Umweltwärme</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gewässerwärme (Flusswasserwärme, andere Oberflächengewässer) • Geothermie • Luft <p>Unvermeidbare Abwärme</p> <ul style="list-style-type: none"> • Klärwasserwärme • Abwasserwärme • Industrielle Abwärme • Abwärme aus Müllverbrennung <p>Erneuerbare Energien</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solarthermie <p>Große Wärmespeicher (Technologie zur Nutzbarmachung saisonaler Wärmequellen)</p>
Stromquellen	<p>Erneuerbare Energien</p> <ul style="list-style-type: none"> • Photovoltaik • Windkraft

Weiterhin lassen sich Potenziale in die Kategorien dezentral und zentral einordnen. Als **dezentrale Potenziale** werden dabei die Potenziale für die energetische Versorgung von einzelnen Gebäuden definiert. Die Ermittlung der dezentralen Potenziale erfolgt lokal aufgelöst für jedes Gebäude, soweit Datenlage und Datenschutzbestimmungen dies zulassen. Als **zentrale Potenziale** werden die Potenziale zur Erzeugung von Wärme bezeichnet, die über Wärmenetze bereitgestellt wird. Weiterhin fallen große Stromerzeuger in die zentrale Kategorie. Die Ermittlung der zentralen Potenziale erfolgt punktuell in Abhängigkeit der Verfügbarkeit von Quellen.

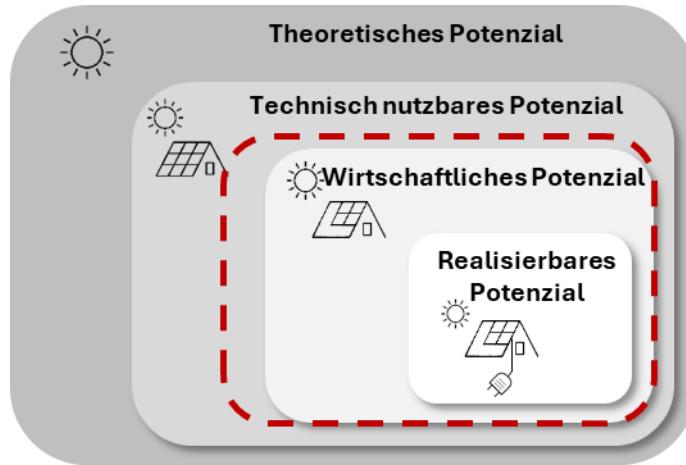


Abbildung 34: Ebenen der Potenzialermittlung

In der hier durchgeführten Potenzialanalyse wird zwischen theoretischen, technischen, wirtschaftlichen und realisierbaren Potenzialen unterschieden:

- Das **theoretische Potenzial** beschreibt die maximale Menge an Energie, die aus einer bestimmten Quelle ganzjährig gewonnen werden kann, ohne Berücksichtigung organisatorischer oder genehmigungsrechtlicher Einschränkungen und technischer Restriktionen. Es stellt die Obergrenze der verfügbaren Ressourcen dar, die rein physikalisch oder geographisch vorhanden sind.
- Das **technische Potenzial** berücksichtigt die technischen Möglichkeiten zur Nutzung der Ressourcen. Es umfasst die Energie, die mit aktuellen Technologien und unter Berücksichtigung physikalischer und technologischer Randbedingungen gewonnen werden kann.
- Das **wirtschaftliche Potenzial** bezieht neben technischen und infrastrukturellen Aspekten auch wirtschaftliche Faktoren mit ein, die einen Ausbau erschweren können, z.B. hohe Investitionskosten.
- Das **realisierbare Potenzial** beinhaltet zusätzlich auch rechtliche und soziale Faktoren. Es beschreibt die Energie, die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung voraussichtlich genutzt werden kann, nachdem alle Einschränkungen und Anforderungen berücksichtigt wurden.

Hinweis:

Der Arbeitsschritt Potenzialanalyse der kommunalen Wärmeplanung dient der unabhängigen Identifikation aller Potenziale und deren Quantifizierung. Es ist zu beachten, dass in diesem Kapitel die theoretisch und technisch verfügbaren Einsparpotenziale, Wärmequellen und Stromquellen beschrieben werden. Anhand von Kennwerten zur wirtschaftlichen Anlagenauslegung, z.B. Vollaststunden, oder anhand von übergeordneten Zielstellungen, z.B. nationale Ausbauziele, kann das Potenzial weiter auf ein technisch-wirtschaftliches Potenzial eingegrenzt werden. Es ist zu beachten, dass dabei die Konkurrenz von Quellen untereinander noch nicht einbezogen wird. Die quantitative Ermittlung des anzunehmenden Zielszenarios zum realisierbaren Potenzial für die dezentrale und zentrale Wärmeerzeugung ist Teil des späteren Kapitels Zielszenario.

4.2 Schutzgebiete

In Lemgo gibt es diverse Schutzgebiete, die bei der Potenzialanalyse zu berücksichtigen sind:

- Naturschutzgebiete Ilse, Bredaer Bruch, Mittellauf der Bega, Hardisser Moor, Begatal, Passadetal, Biesterberg und Oetternbach
- Landschaftsschutzgebiet Westliches und Südliches Lipper Bergland, welches sich über weite Teile der Gemeindefläche erstreckt, sowie diverse kleinere Landschaftsschutzgebiete
- Trinkwasserschutzgebiete der Klasse I, II und überwiegend III im Süden und Nord-Osten des Gemeindegebietes
- Heilquellschutzgebiet Zone B im nord-westlichen Gemeindegebiet
- Überschwemmungsgebiete entlang der Bega und der Ilse

Abbildung 35 zeigt eine kartographische Darstellung der Schutzgebiete und Schutzgebietsteile, die sich auf dem Gemeindegebiet Lemgo befinden.

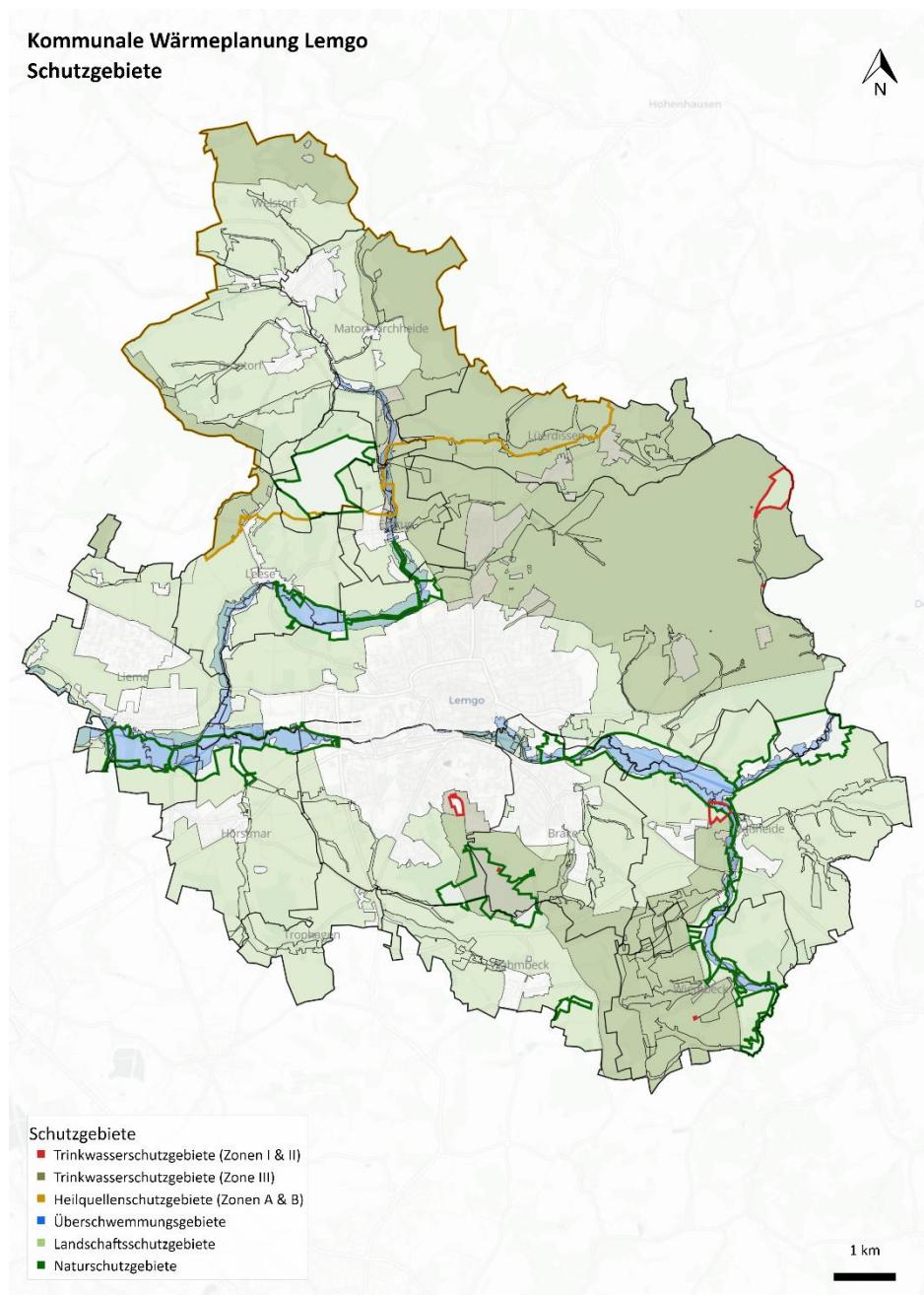


Abbildung 35: Schutzgebiete und Teile von Schutzgebieten im Stadtgebiet Lemgo

4.3 Dezentrale Potenziale

4.3.1 Reduktion des Wärmebedarfs

Das Einsparpotenzial wird maßgeblich durch folgende Einflussfaktoren auf den Wärmebedarf eines Gebäudes bestimmt: Klimaveränderungen, Sanierungen der Gebäudehülle, Effizienzsteigerungen und Suffizienz. Der Wärmebedarf eines Gebäudes setzt sich aus dem Raumwärmebedarf, dem Trinkwarmwasserbedarf und bei Nichtwohngebäuden ggf. dem Prozesswärmebedarf zusammen.

Zur Quantifizierung einer möglichen Reduktion des Raumwärmebedarfs durch **Klimaveränderungen** wird der historische Trend der Entwicklung der Gradtagszahlen extrapoliert; sprich, die Entwicklung des Klimas der letzten Jahre wird für die nächsten Jahre fortgeschrieben. Gradtagszahlen sind ein Maß dafür, wie stark und wie lange die Außentemperaturen unter einer bestimmten Heizgrenze (15°C) liegen und welche summierte Differenz zwischen Innen- (20°C) und Außentemperaturen sich somit über die Heizperiode ergibt. Sie geben somit Auskunft über den Heizbedarf in einem bestimmten Zeitraum und korrelieren direkt mit dem Raumwärmebedarf. Im übertragenen Sinne bedeutet dies: Steigen die Außentemperaturen durch den fortschreitenden Klimawandel immer weiter an, wird der Raumwärmebedarf geringer.

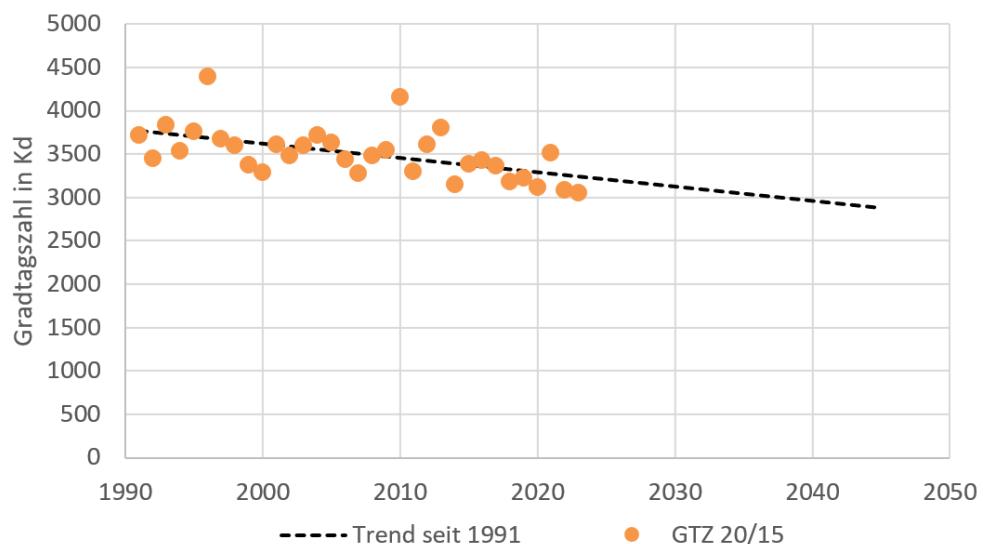


Abbildung 36: Lineare Fortschreibung der Gradtagszahlen (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst, Wetterstation Bad Salzuflen) als Indikator des klimatischen Einflusses auf den Wärmebedarf

Werden die Gradtagszahlen anhand des Trends von 1991-2023 fortgeschrieben, resultiert dies in einer Reduktion von etwa 12 % im Jahr 2045 bezogen auf das Jahr 2022. Dies entspricht einer linearen Reduktion von etwa 0,5 % pro Jahr.

Mögliche Einsparungen des Raumwärmebedarfs durch energetische **Sanierung der Gebäudehülle** werden mittels des ENERKO Sanierungstools simuliert. Das Modell berücksichtigt Sanierungstiefen, Sanierungszyklen und Sanierungsraten wie im Folgenden beschrieben.

Die **Sanierungstiefe** beschreibt die potenzielle Reduktion des Wärmebedarfs eines Gebäudes durch Sanierung. Sie wird in Abhängigkeit der Baualtersklasse des Gebäudes sowie des aktuellen spezifischen Wärmebedarfs modelliert.

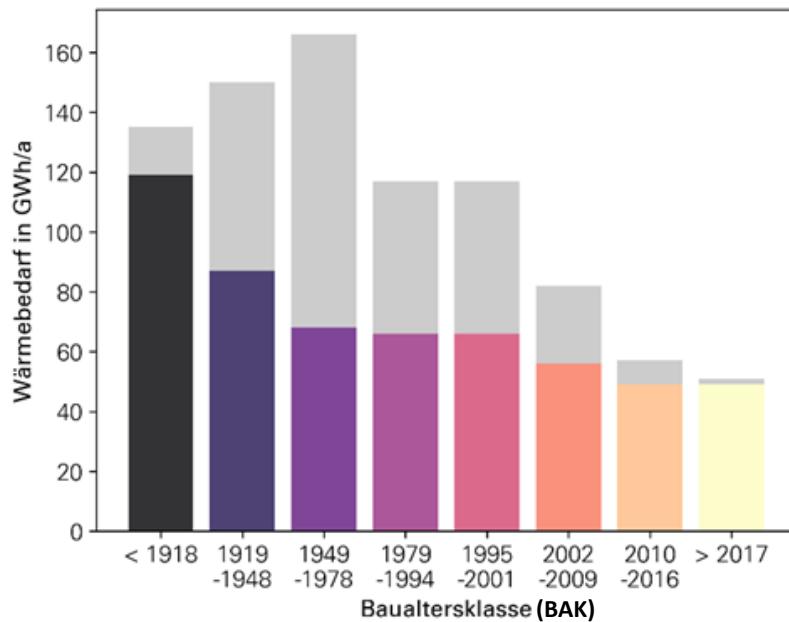


Abbildung 37: Sanierungstiefen typischer Wohngebäude nach Baualtersklasse (Quelle: in Anlehnung an BMWe, 2014)

Abbildung 37 zeigt die Datenbasis, auf deren Grundlage prozentuale Sanierungstiefen für Wohngebäude abgeleitet werden. Die Sanierungstiefen von Nichtwohngebäuden werden individuell je Nutzungsart festgelegt. Für denkmalgeschützte Gebäude werden geringere Sanierungstiefen angesetzt. Weiterhin wird eine Untergrenze für den flächenspezifischen Wärmebedarf von 50 kWh/m² angenommen, welche durch Sanierungsmaßnahmen nicht unterschritten werden kann.

Damit die Sanierung eines Gebäudes in der Simulation rechnerisch möglich ist, muss ein Richtwert, welcher von der Baualtersklasse oder Nutzungsart der Gebäude abhängig ist, überschritten werden.

Sanierungszyklen geben an, nach welcher Zeit ein Gebäude aus einer bestimmten Baualtersklasse typischerweise saniert werden würde. Da nicht alle Gebäude aus einer Baualtersklasse gleichzeitig und nicht alle Baualtersklassen nacheinander saniert werden, werden sich überlappende Spannen angenommen.

Die **Sanierungsrate** beschreibt den Anteil der Energiebezugsfläche, welche im Mittel pro Jahr energetisch ertüchtigt wird. Die Sanierungsrate wird für jede Baualtersklasse einzeln angegeben. Auf diese Weise wird ein Zeitversatz in der Sanierung modelliert; sprich, ältere Gebäude oder Gebäude aus energieintensiven Baualtersklassen werden früher saniert.

Die hier betrachteten **Effizienzsteigerungen** beziehen sich auf die Reduktion des Trinkwarmwasserbedarfs durch sparsamere Armaturen und Verbraucherverhalten sowie auf die Reduktion des Prozesswärmeverbrauchs. **Suffizienz**, die auf eine bewusste Reduktion des Verbrauchs durch Verhaltensänderungen und Anpassungen des Lebensstils abzielt, betrifft hingegen ausschließlich das Trinkwarmwasser.

Um eine mögliche Spannweite der zukünftigen Entwicklungen hinsichtlich Sanierung abzubilden, werden zwei Szenarien untersucht. Dabei bilden alle Szenarien eine Steigerung der Sanierungsrate im Vergleich zum Trend ab. So lagen die Sanierungsrationen in Deutschland in den letzten Jahren bei durchschnittlich 0,8 % pro Jahr. Wie in den meisten Städten liegen auch für Lemgo keine spezifischen Daten bzgl. der Sanierungsrationen vor. Im Basisszenario, welches eine moderate Entwicklung abbildet, wird von einer Sanierungsrate von 1,1 % pro Jahr, im ambitionierten Szenario von 1,6 % pro Jahr bis 2045 ausgegangen. Gleichzeitig wird im ambitionierteren Szenario eine höhere Reduktion im Bereich Trinkwarmwasser und Prozesswärme angenommen.

Tabelle 6: Parameter der Szenarien zur Wärmebedarfsreduktion

	Basisszenario	Ambitioniertes Szenario
Sanierungsrate	1,1 % pro Jahr	1,6 % pro Jahr
Sanierungszeitraum	bis 2045	bis 2045
Sanierungstiefe	Wohngebäude: abhängig von BAK Nichtwohngebäude: abhängig von Nutzung	
Minimaler Wärmebedarf nach Sanierung	50 kWh/m ²	50 kWh/m ²
Reduktion Raumwärmeverbrauch durch Klimaveränderung	0,5 % pro Jahr	0,5 % pro Jahr
Reduktion Trinkwarmwasserbedarf durch Suffizienz- & Effizienzsteigerung	0 % bis 2045	10 % bis 2045
Reduktion Prozesswärmeverbrauch durch Effizienzsteigerung	0 % bis 2045	10 % bis 2045

Tabelle 7 stellt die Ergebnisse der zwei Szenarien gegenüber. Während im Basisszenario mit Einsparungen des Raumwärme-, Trinkwarmwasser- und Prozesswärmeverbrauchs von etwa 20 % zu rechnen ist, ergibt sich im ambitionierten Szenario eine Reduktion des Wärmebedarfs um 27 % des Ausgangswertes.

Tabelle 7: Ergebnisse der Szenarien zur Wärmebedarfsreduktion, jeweils Einsparbeitrag Zieljahr 2045 gegenüber Basisjahr (Zahlen nicht additiv, da separate Bereiche)

	Basisszenario	Ambitioniertes Szenario
Reduktion Heizwärmeverbrauch (Raumwärme und Trinkwarmwasser) durch Klimaveränderung	11 %	11 %
Reduktion Heizwärmeverbrauch durch Sanierung, Suffizienz- & Effizienzsteigerungen	11 %	16 %
Reduktion Prozesswärmeverbrauch durch Effizienzsteigerung	0 %	10 %
Reduktion des Wärmebedarfs (RW, TWW, PW) bis 2045	21%	27 %

Die sich ergebenden Einsparungen zeigen die zu erwartende Bandbreite des Effekts zukünftiger Sanierungsmaßnahmen auf den Wärmebedarf in Lemgo auf.

Die folgende Abbildung zeigt die theoretische Entwicklung des Wärmebedarfs inkl. Neubau (Summe der Flächen) sowie die Einsparbeiträge durch Sanierung und Klimawandel (grüner und lila schraffiert). Der verbleibende Sockel aus blau dargestelltem Bedarf im Bestand und dem Zuwachs durch Neubau (gelb) stellt den zu deckenden zukünftigen Bedarf dar.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung sollte ein möglichst robustes Sanierungsszenario ausgewählt werden. So hängt zum einen die Eignung für eine zentrale Wärmeversorgung in einem Gebiet direkt von dem dort angenommenen Wärmebedarf und somit auch der angenommenen Wärmebedarfsreduktion ab. Zum anderen ist unter den heutigen Randbedingungen keine deutliche Ausweitung der energetischen Sanierung zu erwarten. Somit wird für die weiteren Berechnungen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung, insbesondere für die Aufstellung des Zielszenarios **das Basisszenario** ausgewählt.

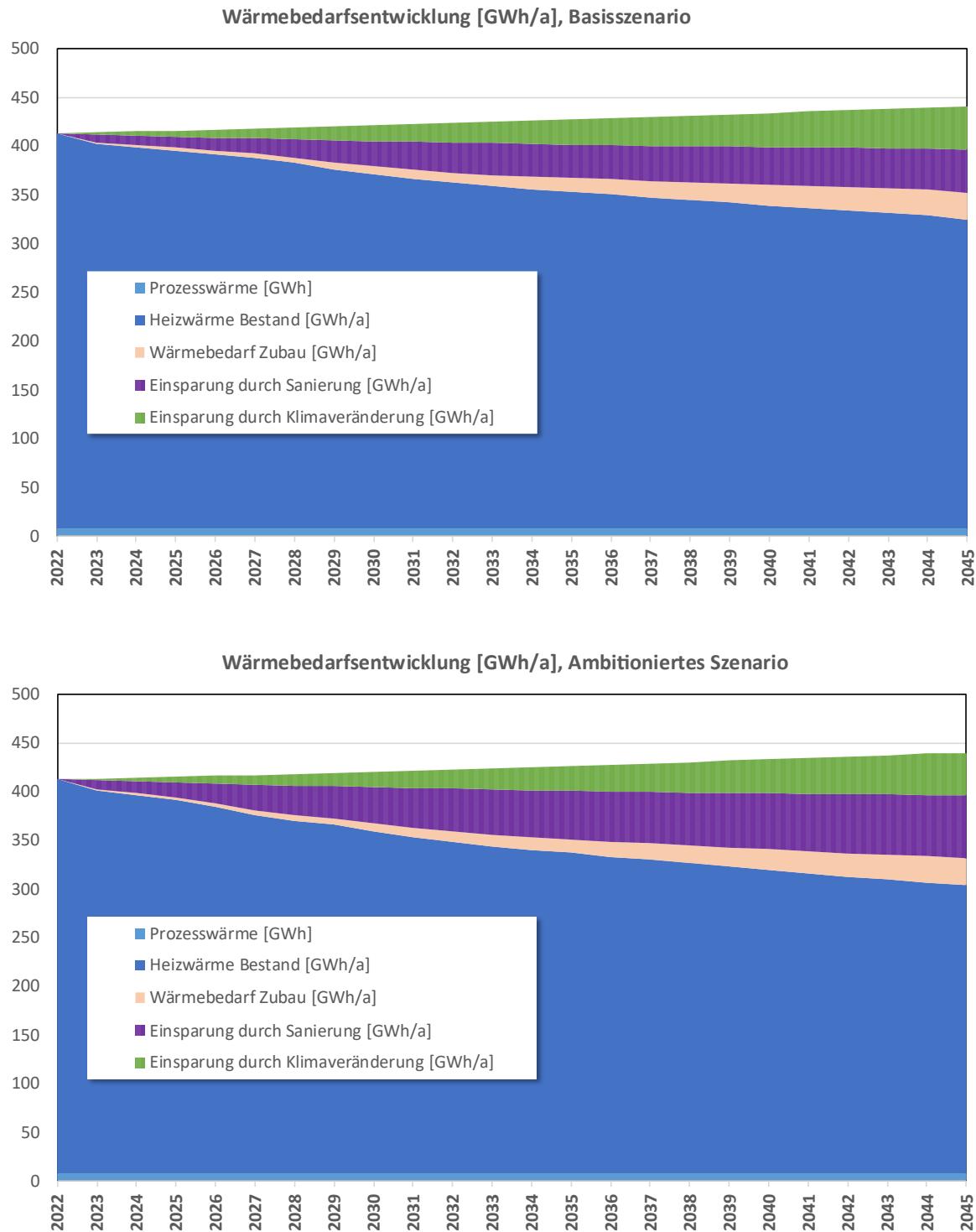


Abbildung 38: Prognostizierte Entwicklung des Wärmebedarfs bis 2045 im Basisszenario (oben) und ambitionierten Szenario (unten)

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Basisszenarios noch näher erläutert und visualisiert: Für das Jahr 2045 ergeben sich im Vergleich zum Basisjahr 2022 Einsparungen von 20,3 % des Wärmebedarfes bzw. eine Reduktion von 412 auf 325 GWh. Dabei reduziert sich der Raumwärmebedarf durch Klimaveränderung um 11 %. Die Sanierung der Gebäudehüllen plus die Suffizienz- und Effizienzsteigerungen beim Trinkwarmwasser machen weitere 11 % Reduktion des Raumwärmebedarfes aus.

Aus der Sanierungsrate von 1,1 % pro Jahr ergibt sich, dass etwa 28 % der Gebäude mit den oben beschriebenen baultersklassenabhängigen Sanierungstiefen saniert werden. Es ist zu beachten, dass dieselbe Einsparung auch durch eine Durchführung von Maßnahmen an mehr Gebäuden mit niedrigerer Sanierungstiefe, sogenannte Teilsanierungen anstelle von Vollsanierungen, erzielt werden könnten. Werden weiterhin statistische Daten zum Zubau von Neubauflächen im Wohn- und Gewerbebereich und zur Bevölkerungsentwicklung je Ortsteil berücksichtigt, ergibt sich ein zusätzlicher Wärmebedarf. Unter der Annahme, dass die bisherige Neubautätigkeit von rd. 10.000 qm Wohnfläche und rd. 18.000 qm sonstige Flächen gemäß Baustatistik fortgeführt werden mit langsamer demografisch bedingter Abflachung, ergibt sich eine zusätzliche zu beheizende Fläche von rd. 550.000 qm bis 2045 (entspricht 13% der Gesamtfläche im Basisjahr). Wenn die zusätzlichen Gebäude im Mittel über einen Wärmebedarf von 50 kWh/m² verfügen, beträgt der zusätzliche Wärmebedarf rd. 6 % des Wärmebedarfs im Basisjahr 2022.

Der Neubau wird also auch in dem längeren Zeitraum bis 2045 keine dominante Rolle spielen, zudem hier gute Wärmeversorgungslösungen verfügbar sind.

Potenziale zur Energieeinsparung bis zum Jahr 2045: Heizen und
TWW (Basisszenario)

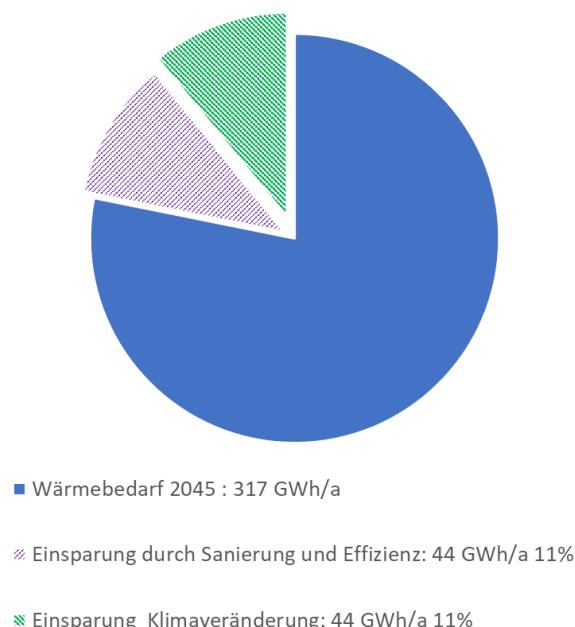


Abbildung 39: Prognostizierte Entwicklung des Wärmebedarfs bis 2045 im Basisszenario mit Einspareffekten (ohne Prozesswärme)

Abbildung 40 stellt die absoluten Einsparungen der Wohngebäude in Lemgo nach Baualtersklassen dar. Die blauen und grünen Flächen zeigen den Wärmebedarf nach Sanierung, der graue Anteil gibt die Einsparung durch Sanierung, Klimaveränderung und Effizienzmaßnahmen wieder. Es zeigt sich, dass insbesondere für die energieintensiven Baualtersklassen von 1919 bis 1983 ein hohes Reduktionspotential zu verzeichnen ist.

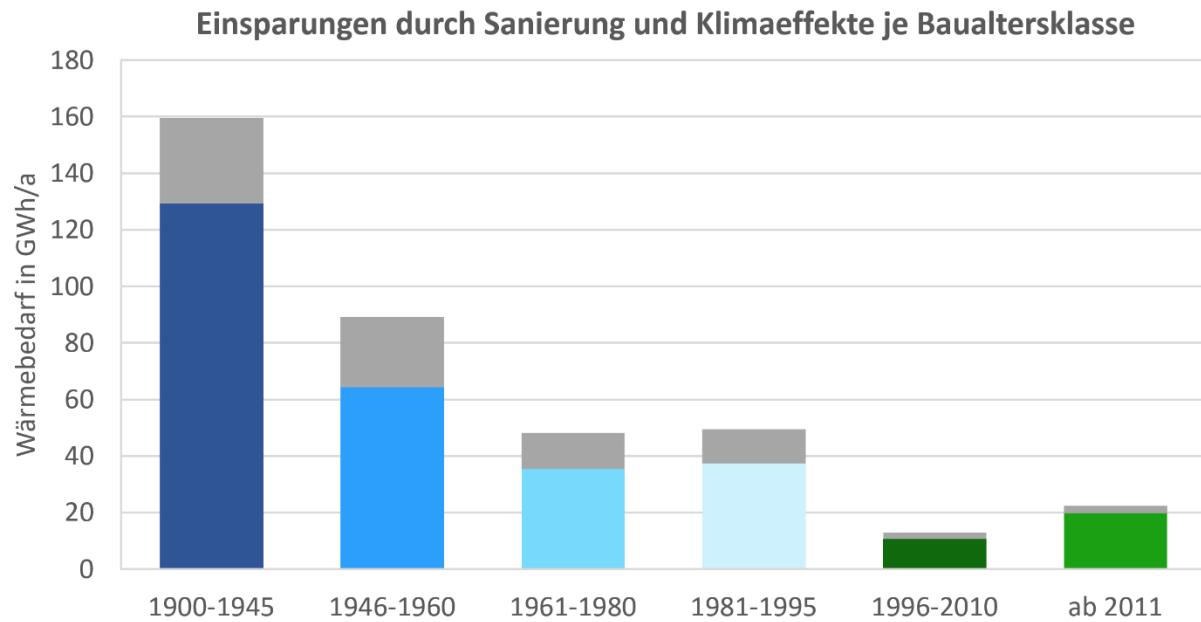


Abbildung 40: Kumulierter Wärmebedarf nach Sanierung (farbig) und Wärmebedarfsreduktion durch Sanierung und Klimaeffekte (grau) über alle Wohngebäude nach Baualtersklasse, Basiszenario

Dies geht auch aus Abbildung 41 hervor, in der die durchschnittlichen spezifischen Wärmebedarfe vor Sanierung (Summe der Balken) sowie die Wärmebedarfe nach Sanierung (farbig) gegenübergestellt werden. Die gezeigten Werte entsprechen dem spezifischen Gesamtwärmebedarf der Wohngebäude, beinhalten folglich sowohl Raumwärme- als auch Trinkwarmwasserbedarfe. Für jede Baualtersklasse wird hier unter Einbezug aller Gebäude dieser Baualtersklasse in Lemgo dargestellt, welche Einsparungen gesamtstädtisch (unter Annahme der oben dargestellten Parameter des Basiszenarios) realisiert werden können.

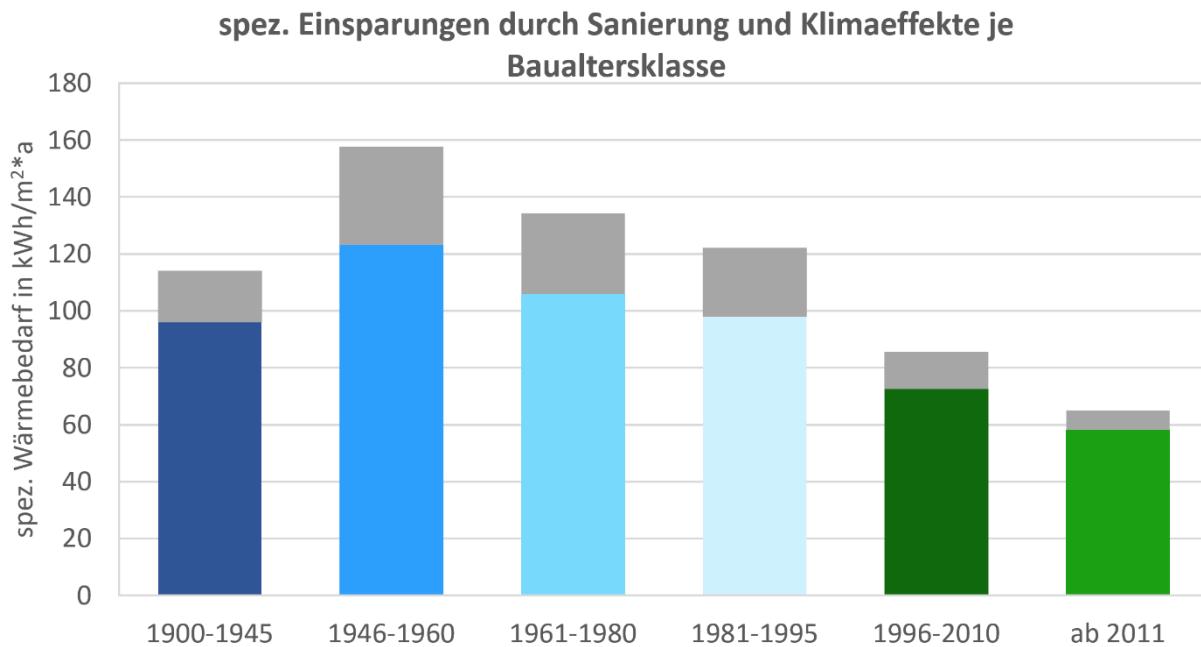


Abbildung 41: Mittlere, spezifische Einsparungen über alle Wohngebäude nach Baualtersklasse, Basiszenario

Die folgende Karte (Abbildung 42) zeigt die prozentualen Einsparungen durch Gebäudesanierung und Klimaeffekte im Basiszenario auf Baublockebene.

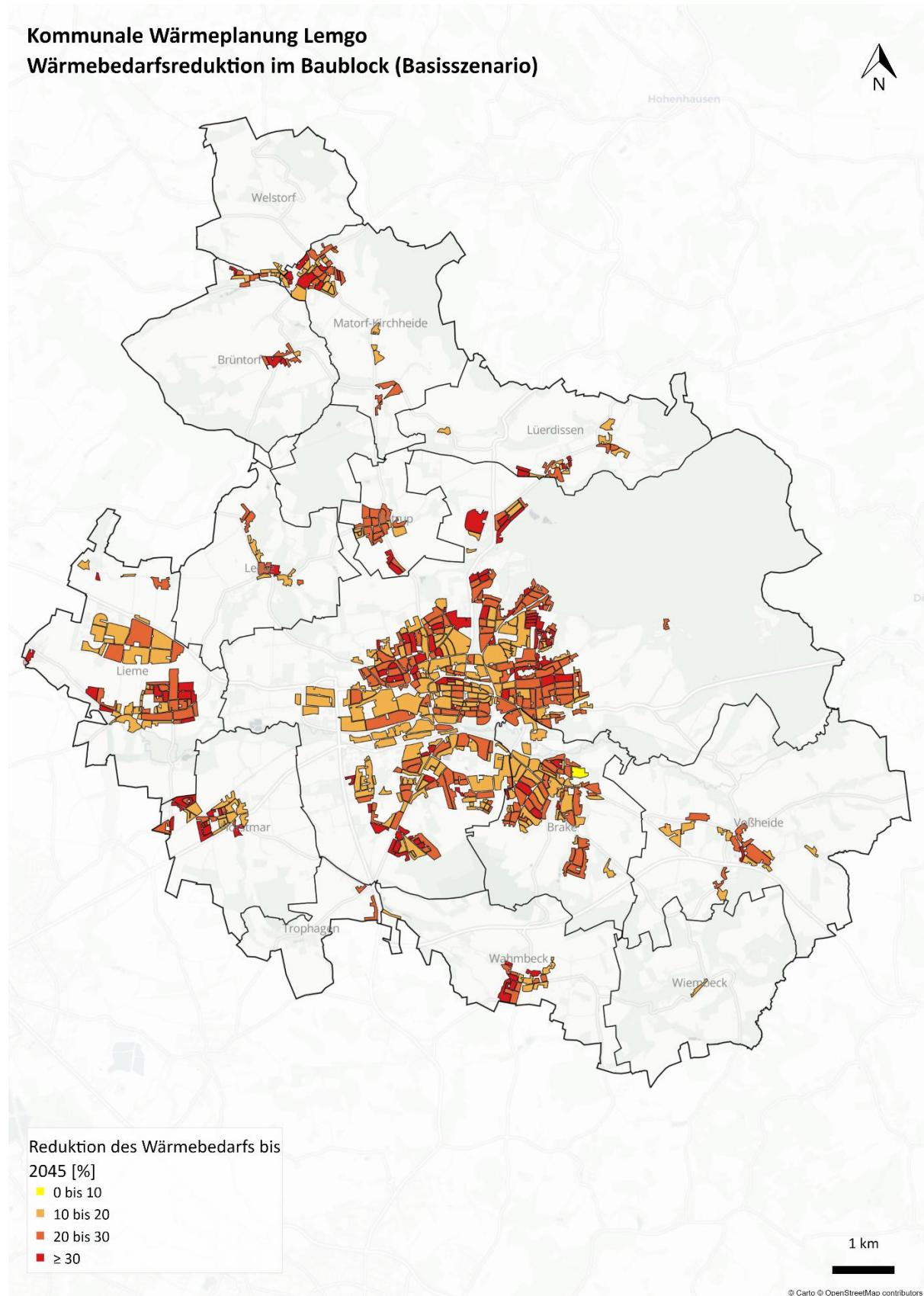


Abbildung 42: Prozentuale Einsparung durch Sanierung und Klimaeffekte im Basisszenario, Darstellung auf Baublockebene

4.3.2 Oberflächennahe Geothermie

Oberflächennahe Geothermie nutzt die im Erdreich gespeicherte Wärme in einer Tiefe von bis zu 400 Metern. Es gibt verschiedene Arten der Nutzung:

1. **Erdwärmesonden:** Hier werden Rohre vertikal in den Boden gebohrt bis in Tiefen von 400 m (meist 50 m bis 100 m). Durch die Rohre zirkuliert eine Flüssigkeit (Sole), die Wärme aus dem Erdreich aufnimmt und an eine Wärmepumpe weiterleitet. Diese Art eignet sich auch für kleinere Grundstücke, da die Bohrungen tief, aber schmal sind. Allerdings sind Mindestabstände zwischen den Bohrungen und zu Nachbargrundstücken einzuhalten.
2. **Erdwärmekollektoren:** Diese Rohre werden horizontal etwa 1,2 bis 1,5 Meter unter der Erdoberfläche verlegt. Sie entziehen dem Boden die Wärme auf einer größeren Fläche. Diese Methode benötigt allerdings viel Platz und ist daher eher für große Grundstücke geeignet.
3. **Energiepfähle:** Hier werden bereits vorhandene oder neu vorgesehene Fundamente von Gebäuden, sogenannte Pfähle, zur Wärmegewinnung genutzt. In die Pfähle werden Rohre integriert, die wie bei Erdwärmesonden Wärme aufnehmen. Diese Methode wird oft bei Neubauten angewendet.
4. **Grundwasserwärmepumpen:** Sie entziehen dem Grundwasser direkt Wärme. Dazu wird Grundwasser über einen Brunnen gefördert, die Wärme entzogen und anschließend in einen zweiten Brunnen zurückgeleitet. Voraussetzung ist eine ausreichend große und saubere Grundwasserquelle.
5. **Wärmepumpen mit Eisspeichern:** Sie stellen eine Sonderform von Wärmepumpenanlagen dar und bieten sich insbesondere für Gebäude an, die im Sommer gekühlt werden sollen/müssen. Bei einem Eisspeicher entzieht die Wärmepumpe im Winterhalbjahr dem Speicherwasser in einem i.d.R. unterirdisch installierten Speicherbehälter Wärmeenergie für die Beheizung des Gebäudes. Das Wasser geht dabei in den festen (gefrorenen) Zustand über. Im Sommerhalbjahr muss der Speicher durch Wärmezufuhr regeneriert (aufgetaut) werden. Dies kann bspw. durch Zufuhr von Wärme aus einer Solarthermieanlage, einer Erdsonde oder auch durch Kühlung (Klimatisierung) des Gebäudes erfolgen. Aufgrund der Komplexität und des Platzbedarfes solcher Systeme sind Eisspeicher im Wohnbereich allerdings i.d.R. kaum einsetzbar.

Zur Berechnung des Potenzials für oberflächennahe Geothermie in Lemgo wird die Option Erdwärmesonden betrachtet, da diese eine höhere Entnahmleistung ermöglichen als flache Erdsonden, die in Einzelfällen aber eine Alternative darstellen können.

Tabelle 8: Definition der Potenziale oberflächennaher Geothermie

GEOTHERMIE, oberflächennah

Theoretisches Potenzial:

- Maximale Wärmemenge bei Nutzung der gesamten Flurstücksfläche
- Wärmebereitstellung über Geothermie-Sonden und Geothermie-Wärmepumpen
- Ausschluss von Trinkwasserschutzgebieten der Zone I und II
- Ausschluss von Überschwemmungsgebieten

Technisches Potenzial:

Ausgehend vom theoretischen Potenzial:

- Ausschluss von Flurstücken, die den anliegenden Wärmebedarf nicht vollständig decken können
- Begrenzung des Potenzials auf den tatsächlichen Wärmebedarf je Flurstück

Das Potenzial wird für jedes Flurstück, auf dem ein beheiztes Gebäude vorhanden ist, ermittelt. Dabei werden Flurstücke in Trinkwasserschutzgebieten der Zone I und II ausgeschlossen. Darüber hinaus wurden Überschwemmungsgebiete ausgeschlossen. Weiter wird angenommen, dass 40 % der freien Flurstücksfläche für Bohrungen zur Verfügung steht und eine Sonde einer Fläche von 64 m² bedarf (bei 8 m Abstand zur Nachbarsonde). Hieraus wird zunächst die maximale Anzahl an Erdsonden, die auf einem Flurstück Platz finden können, berechnet. Je Sonde wird eine Länge von 100 m angesetzt sowie eine maximale Entzugsleistung von 50 W/m im Falle von einzelnen, isolierten Sonden. Für eine größere Anzahl an Erdsonden auf einem Flurstück (Erdsondenfeld), wird ein Abschlagsfaktor in Abhängigkeit der Sondenanzahl angesetzt, um die gegenseitige thermische Beeinflussung der Sonden und einen damit einhergehenden verringerten Wärmeentzug abzubilden. Unter Ansetzen einer Vollaststundenanzahl von 1.500 h/a kann anschließend das Wärmeentzugspotenzial berechnet werden. Die Wärmebereitstellung auf dem für die Raumwärme und Trinkwarmwasserwärme geforderten Temperaturniveau erfolgt über Sole-Wasser-Wärmepumpen, für die eine Jahresarbeitszahl (Kennzahl für die mittlere Effizienz einer Wärmepumpe) von 3,6 [4] angesetzt wird. Insgesamt ergibt sich für das theoretische Potenzial oberflächennaher Geothermie in Lemgo ein Wert von 562 GWh/a.

Zur Berechnung des technischen Potenzials wird davon ausgegangen, dass der Einsatz einer dezentralen, oberflächennahen Geothermielösung in Kombination mit einer Wärmepumpe nur sinnvoll ist, wenn das Wärmeerzeugungspotenzial mindestens 100 % des Wärmebedarfes auf dem Flurstück beträgt. Für den Fall, dass diese Randbedingung erfüllt ist, begrenzt der Wärmebedarf das technische Potenzial. Sofern die Randbedingung nicht erfüllt ist, wird das Potenzial für das entsprechende Flurstück rechnerisch auf 0 gesetzt. Diesem Vorgehen wird die Annahme vorausgesetzt, dass keine Hybridanlagen gebaut werden würden und aufgrund Bergrechts eine Sondertiefe von 100 m eher nicht überschritten wird. Diese Annahme ist für die übergeordnete Potenzialbetrachtung des gesamten Stadtgebiets hinsichtlich dezentraler Erdwärmepumpen ausreichend. Im Fall großer Liegenschaften, Nichtwohngebäude oder auch großer Wohngebäude, können Hybridsysteme oder kombinierte Wärmepumpensysteme hingegen auch zum Lösungsspektrum gehören und sind für den Einzelfall zu prüfen. Insgesamt ergibt sich für das technische Potenzial oberflächennaher Geothermie in Lemgo ein Wert von **158 GWh/a**.

Abbildung 43 zeigt eine Karte des technischen Geothermie-Potenzials je Baublock. Je heller ein Baublock dargestellt ist, umso geringer ist der Anteil des Wärmebedarfs im Baublock, der durch Erdwärme in Kombination mit Wärmepumpen gedeckt werden könnte.

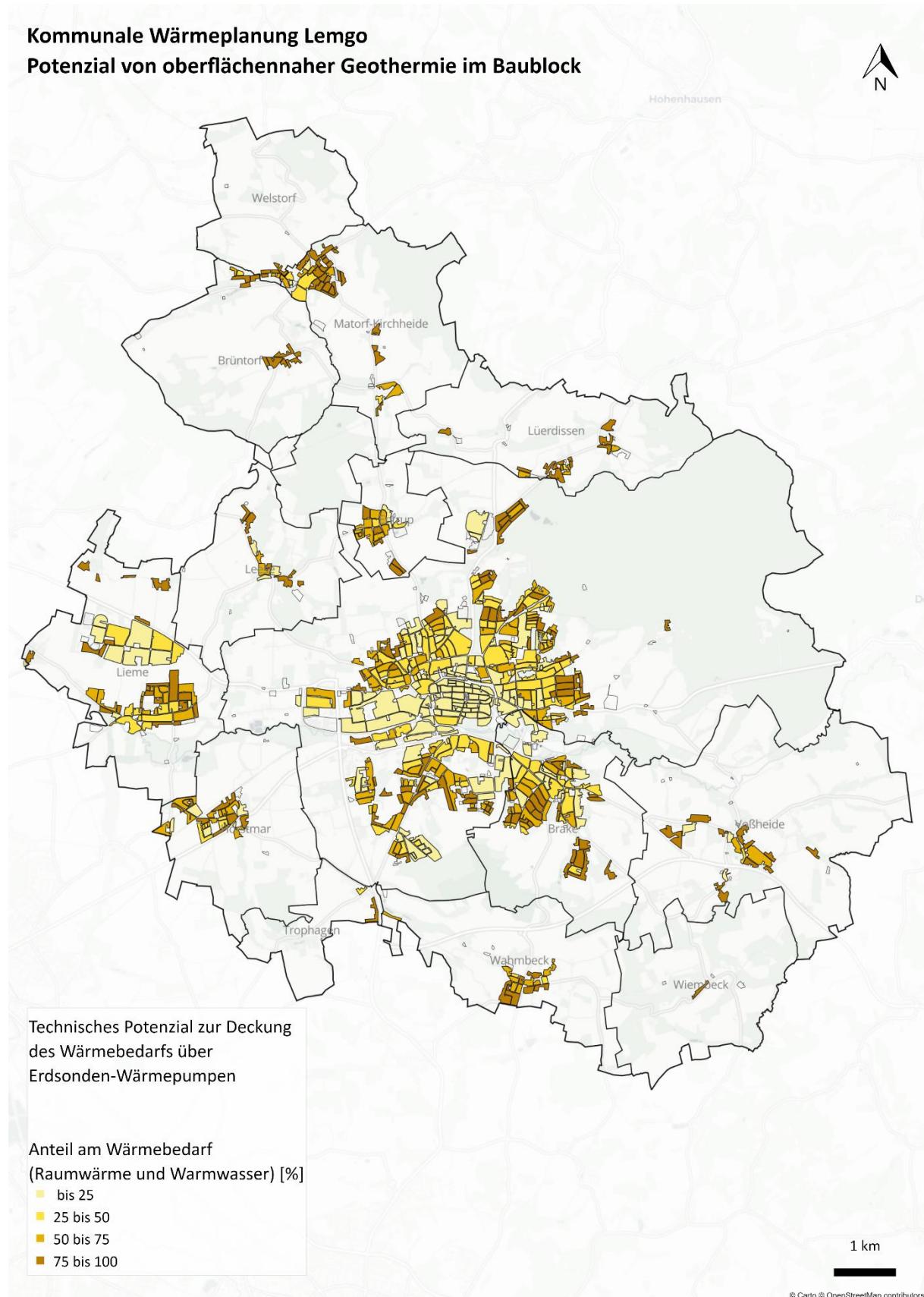


Abbildung 43: Technisches Potenzial für oberflächennahe Geothermie bei einer Sondentiefe von 100 m, Darstellung auf Baublockebene

4.3.3 Umgebungsluft

Die Nutzung der Umgebungsluft mittels Luftwärmepumpen bietet sich an allen Stellen an, an denen zur Wärmeerzeugung keine andere Technologie primär zum Einsatz kommen kann. Der Grund liegt in der Flexibilität von Luft-Wärmepumpen, da Umgebungsluft grundsätzlich überall verfügbar ist.

Luftwärmepumpen funktionieren nach dem Prinzip eines „umgedrehten Kühlschranks“. In der Außenluft enthaltene Wärme wird mittels eines Wärmeübertragers im Außenbereich, eine sogenannte Außeneinheit, gewonnen. Anschließend wird die Wärme mit Hilfe von Strom auf ein erhöhtes Temperaturniveau gebracht und für die Beheizung der Innenräume zur Verfügung gestellt.

Der Umwandlungsnutzungsgrad, die sogenannte Leistungszahl COP (von engl. Coefficient of Performance), die das Verhältnis von Wärmeerzeugung zu Energieeinsatz in Form von Strom angibt, hängt von der Außenlufttemperatur sowie der Temperaturdifferenz zwischen Außentemperatur und Vorlauftemperatur des Heizungssystems ab. Im Winterhalbjahr ist die Außentemperatur, und damit auch die Leistungszahl, niedriger, im Sommerhalbjahr höher. Der Stromaufwand für den Betrieb von Luftwärmepumpen ist daher insbesondere im Winterhalbjahr höher als der Stromaufwand für den Betrieb von Erdwärmepumpen, die mit Erdwärme (oberflächennahe Geothermie) mit einem ganzjährig verfügbaren Temperaturniveau von 10-15 °C arbeiten.

Eine Eingrenzung des theoretischen Potenzials ist aufgrund der lokal immer verfügbaren Wärmequelle Außenluft schwierig. In der Praxis ergeben sich Einschränkungen jedoch durch bereits vorhandene Heizungsalternativen (wie Fernwärme), fehlenden Aufstellraum, hohe Temperaturanforderungen in alten Heizungssystemen bzw. in der Fernwärme und die Vereisungsgefahr an den Luft-Wärmetauschern bei niedrigen Außentemperaturen. Eingeschränkt werden kann die Nutzung somit durch die Lage des Gebäudes, durch baurechtliche Einschränkungen und klimatische Bedingungen.

In NRW mussten Wärmepumpen bislang einen Mindestabstand von 3 Metern zur Grundstücksgrenze einhalten. Seit 2024 sind die Vorgaben von Mindestabständen für Wärmepumpen und deren Einhausungen in der Landesbauordnung NRW vollständig entfallen. Es gibt somit keinen vorgeschriebenen Mindestabstand, es sind jedoch Lärmschutzwertgrenzen von 35 - 45 dB gemäß TA Lärm einzuhalten.

In einer aktuellen Untersuchung wurde das räumlich aufgelöste technische Potenzial für den Einsatz von Wärmepumpen im gesamten Bundesgebiet untersucht [5]. Hierbei wurden Luftwärmepumpen hinsichtlich ihrer Eignung bezüglich der zu erwartenden und zulässigen Lärmemissionen nach typischen Gebäude- und Siedlungsgebieten untersucht.

Erwartungsgemäß liegen die Potenziale für Luftwärmepumpen in Gebieten mit lockerer (Einfamilienhaus-) Bebauung deutlich höher als in größeren Städten mit größerem Anteil von Stadtzentren. Die Potenziale liegen bei:

- Landgemeinden unter 5.000 EW: über 75 %
- Kleinstädte mit 5.000 bis 20.000 EW: 71 %
- Mittelstädte mit 20.000 bis 100.000 EW: 63 %
- Großstädte ab 100.000 EW: 49 %

Für Lemgo als Mittelstadt ist für die Gesamtbetrachtung des Gemeindegebiets zunächst von einem technischen Potenzial gemäß dem Wert der Mittelstädte von rd. 63 % auszugehen. Das technische Potenzial zur Deckung des Wärmebedarfs aus Luftwärmepumpen beträgt somit rund **260 GWh/a**. Bei weiterer räumlicher Auflösung muss differenziert werden zwischen den Randgebieten mit lockerer Bebauung und den verdichteten Zentren der Ortsteile.

4.3.4 Dachflächen-Solarthermie

Dachflächen-Solarthermieanlagen nutzen die Sonneneinstrahlung zur Erzeugung von Wärme, die zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung eingesetzt werden kann. Es gibt verschiedene Systeme:

- **Flachkollektoren:** Diese großflächigen, flachen Kollektoren werden direkt auf das Dach montiert und bestehen aus einer Glasabdeckung und einem wärmeabsorbierenden Material. Sie sind robust, preisgünstig und besonders für den Sommerbetrieb gut geeignet.
- **Vakuumröhrenkollektoren:** Diese Kollektoren bestehen aus mehreren Röhren, in denen ein Vakuum zur Isolation genutzt wird. Sie bieten eine höhere Effizienz, vor allem bei geringerer Sonneneinstrahlung, und eignen sich gut für den ganzjährigen Einsatz.
- **Hybridkollektoren (Photovoltaisch-thermische Kollektoren (PVT)):** Diese Kollektoren kombinieren Photovoltaik und Solarthermie in einem System. Sie erzeugen gleichzeitig Strom und Wärme, wodurch die absolute Energieausbeute pro Dachfläche maximiert wird, der spezifische Anteil für Wärme jedoch geringer als in den anderen Systemen ausfällt. Wegen der hohen Kosten sind solche Anlagen aber bisher noch wenig verbreitet.

Zur Ermittlung des Potenzials für Dachflächen-Solarthermie in Lemgo wurde das landesweite Solarkataster NRW [6] ausgewertet. Dieses beruht auf hochauflösten Laserscandaten und enthält für jede Dachfläche Angaben über die Geeignetheit für eine Solarthermieanlage sowie den jährlichen erwartbaren Wärmeertrag. Die Prognosen des Solarkatasters berücksichtigen dabei unter anderem Dachneigungen und potenzielle Verschattungen. Für eine Solarthermieanlage als geeignet werden solche Flächen eingestuft, die über eine jährliche Strahlungsenergie von mehr als 800 kWh/m² verfügen, sowie eine Mindestfläche von 5 m² bei geneigten Dachflächen und von 12,5 m² bei Flachdächern (Notwendigkeit für Aufständerungen) aufweisen [6].

Tabelle 9: Definition der Potenziale von Dachflächen-Solarthermie

SOLARTHERMIE, Dachflächen

Theoretisches Potenzial:

- Maximal mögliche Wärmeerzeugung bei Betrachtung geeigneter Flächen und Einstrahlungsdaten lt. Solarkataster

Technisches Potenzial:

Ausgehend vom theoretischen Potenzial:

- Begrenzung des Potenzials auf einen solaren Deckungsanteil von maximal 30 % des Gesamtwärmebedarfs
- Ausschluss von Nordflächen und denkmalgeschützten Gebäuden
- 10 % Abschlag für Baustatik, Dachgeometrie, etc.

Für Lemgo ergibt sich, dass rd. 173 ha Dachfläche theoretisch zur Erzeugung von Wärme mittels Solarthermie geeignet sind. Das kumulierte theoretische Potenzial für all diese Flächen beträgt rd. 505 GWh/a.

Unter der Annahme, dass Solarthermie-Anlagen so dimensioniert werden, dass bis zu 30 % des Gesamtwärmebedarfs durch diese gedeckt werden können, beträgt das technische Potenzial **93 GWh/a**.

Abbildung 44 zeigt eine Karte des technischen Potenzials auf Baublockebene. Die mögliche Wärmeerzeugung durch Solarthermie im Baublock wird auf den Wärmebedarf im Baublock bezogen.

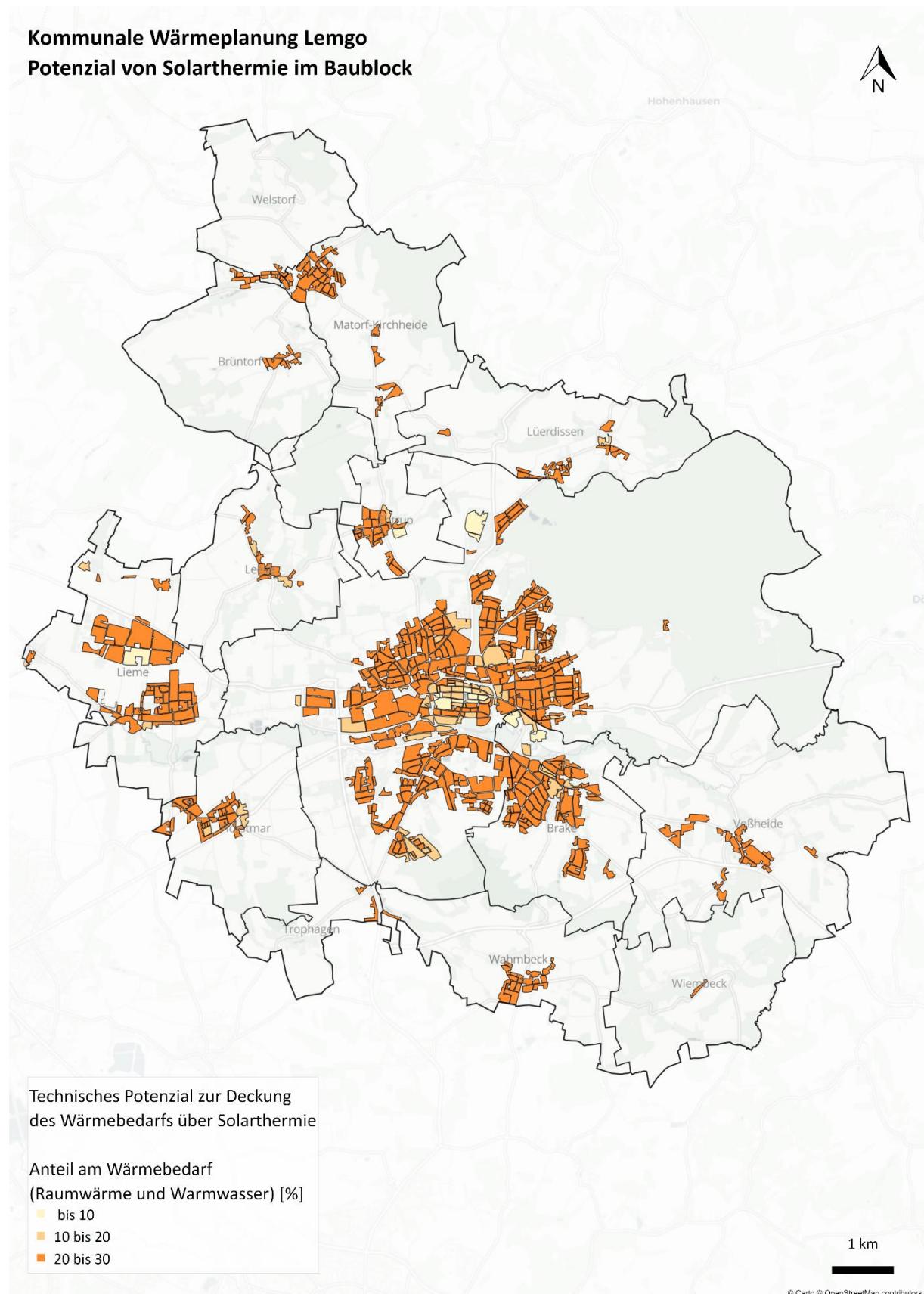


Abbildung 44: Technisches Potenzial für Dachflächen-Solarthermie, Darstellung auf Baublockebene

Für das erwartbare Potenzial ist zu beachten, dass Solarthermie immer in Flächenkonkurrenz mit PV-Anlagen steht. Während PV-Anlagen insbesondere in Kombination mit strombasierten Wärmeerzeugern wie Wärmepumpen vorteilhaft sind und flexibel für den weiteren Endenergieverbrauch des Gebäudes eingesetzt werden können (z.B. für den Haushaltsstrom), eignet sich Solarthermie in Kombination mit Biomasse, um über die Solarthermie den TWW-Bedarf im Sommer sowie die Heizung in der Übergangszeit zu unterstützen. Hier können Solarthermieranlagen zu einer Reduktion des Brennstoffbedarfes beitragen. Durch PVT-Kollektoren werden beide Technologien in einem Modul vereint. In Kombination mit Wärmepumpen ist insbesondere die Bauform als Luft-Sole-Kollektoren, auch als PVT-Wärmepumpenkollektoren bezeichnet, interessant. Diese können sowohl die direkte Solarstrahlung als auch die Umgebungsluft als Wärmequelle nutzen. Sie kombinieren die Funktionen eines Photovoltaikmoduls zur Stromerzeugung mit einem Wärmeübertrager, der auf der Rückseite des Moduls angebracht ist. Diese Konstruktion ermöglicht es, die Abwärme des PV-Moduls effizient zu nutzen und gleichzeitig Wärme direkt aus der Umgebungsluft zu gewinnen.

4.3.5 Dachflächen-Photovoltaik

Dachflächen-Photovoltaikanlagen wandeln Sonneneinstrahlung direkt in elektrische Energie um. Es gibt verschiedene Arten von PV-Anlagen:

- **Monokristalline Solarmodule:** Diese Module bestehen aus einzelnen Siliziumkristallen und bieten den höchsten Wirkungsgrad. Sie sind besonders effizient bei direkter Sonneneinstrahlung und eignen sich ideal für kleinere Dachflächen.
- **Polykristalline Solarmodule:** Diese Module bestehen aus mehreren Siliziumkristallen, sind günstiger in der Herstellung, aber etwas weniger effizient als monokristalline Module. Sie funktionieren gut bei diffuserem Licht und sind eine häufige Wahl für größere Dächer.
- **Dünnschichtmodule:** Diese Module sind leichter und flexibler als kristalline Module, jedoch weniger leistungsstark. Sie eignen sich für Dächer, die weniger Gewicht tragen können oder bei denen das Aussehen eine Rolle spielt.
- **Hybridkollektoren (Photovoltaisch-thermische Kollektoren (PVT)):** Diese Kollektoren kombinieren Photovoltaik und Solarthermie in einem System. Sie erzeugen gleichzeitig Strom und Wärme, wodurch die absolute Energieausbeute pro Dachfläche maximiert wird, der spezifische Anteil für Wärme jedoch geringer als in den anderen Systemen ausfällt.

Zur Ermittlung des Potenzials für Dachflächen-Photovoltaik wurde das landesweite Solarkataster NRW [6] ausgewertet. Dieses weist für jede Dachfläche neben der Neigung und der Ausrichtung auch die geeignete Modulfläche sowie den erwartbaren jährlichen Stromertrag aus. Als geeignet werden im Solarkataster jene Flächen eingestuft, die ein Solarenergiepotenzial von mindestens 650 kWh/kW_{peak} aufweisen sowie zu weniger als 20 Prozent verschattet sind. Bei geneigten Dachflächen wird eine Mindestgröße von 7 m² vorausgesetzt, für Flachdächer von 17,5 m² (Notwendigkeit für Aufständerung).

Tabelle 10: Definition der Potenziale von Dachflächen-Photovoltaik

PHOTOVOLTAIK, Dachflächen

Theoretisches Potenzial:

- Maximal mögliche Stromerzeugung gemäß Solarkataster

Technisches Potenzial:

Ausgehend von theoretischem Potenzial:

- Ausschluss von Nordflächen und denkmalgeschützten Gebäuden
- 10 % Abschlag für Baustatik, Dachgeometrie, etc.

Für Lemgo ergibt sich, dass rd. 241 ha Dachfläche theoretisch zur Stromerzeugung mittels Photovoltaik geeignet sind. Das kumulierte theoretische Potenzial für all diese Flächen beträgt rd. 233 GWh/a.

Das technische Potenzial, beträgt für das gesamte Gemeindegebiet **174 GWh/a**. Es ist zu beachten, dass dies eine konservative Abschätzung des Potenzials darstellt. So können in spezifischen Projekten, je nach Dachneigung, Verschattung und Gebäudenutzung, auch Nordflächen für PV-Anwendungen technisch-wirtschaftlich sinnvoll sein.

Abbildung 45 zeigt das technische Potenzial zur Stromerzeugung mittels PV-Anlagen auf Baublockebene.

Insgesamt sind in Lemgo bereits 2.800 PV-Anlagen mit 32,2 MW Nettoleistung installiert [7], davon die meisten auf Dachflächen oder in Form von sogenannten Balkonkraftwerken. Die Erzeugungsmenge entspricht in etwa 30 GWh/a. Das Potenzial ist also zu etwa 1/6 bereits ausgenutzt.

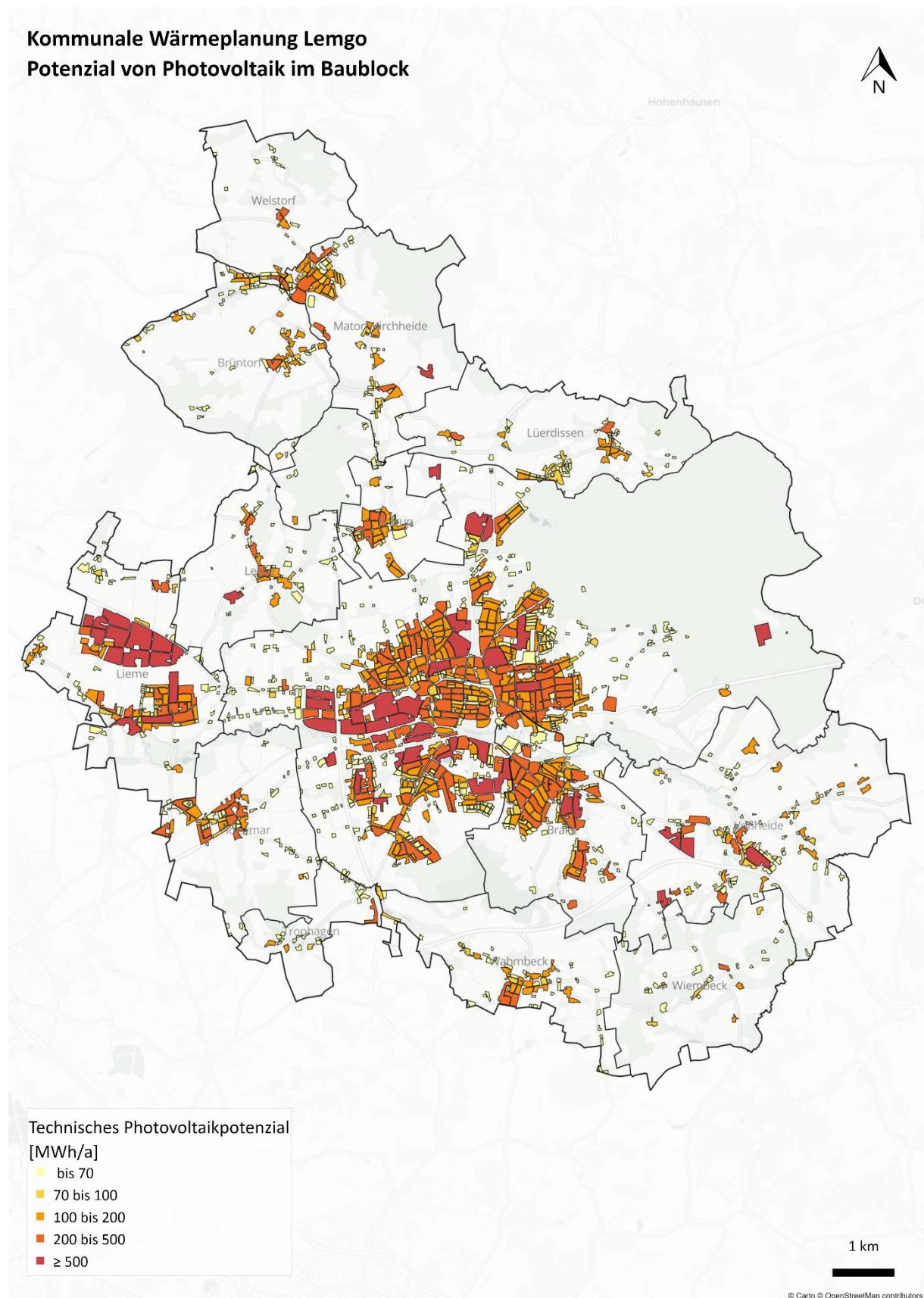


Abbildung 45: Dachflächen-Photovoltaikpotenzial zur Stromerzeugung, Darstellung auf Baublockebene

4.4 Zentrale Potenziale

Unter zentralen Potenzialen zur Wärmeerzeugung sind Wärmequellen zu verstehen, die in ein Wärmenetz einspeisen. Im Folgenden werden die Potenzialbereiche sowohl von erneuerbaren Quellen als auch Abwärmequellen behandelt. Darüber hinaus werden zentrale Potenziale zur Erzeugung von erneuerbarem Strom untersucht.

4.4.1 Tiefe, mitteltiefe und oberflächennahe Geothermie

Tiefe und mitteltiefe Geothermie beschreibt die Wärme, die in Tiefen ab ca. 400 Metern bis zu mehreren tausend Metern gespeichert ist. Oberflächennahe Geothermie hingegen beschreibt die Wärme in Tiefen bis zu 400 m.

Tiefe Geothermie

Ab einer Tiefe von 1.500 m ist von tiefer Geothermie die Rede. Hier können Gesteinsschichten vorkommen, die Wasser mit hohen Temperaturen führen – sogenannte hydrothermale Lagerstätten. Solche Gesteinsschichten können mittels hydrothermaler Systeme erschlossen werden. **Hydrothermale Systeme** sind offene Systeme, welche aus mindestens zwei Bohrungen, einer sogenannten Dublette, bestehen. Durch eine Förderbohrung wird Wasser direkt aus tiefen Aquiferen (geologische Formationen, die Wasser in bedeutenden Mengen speichern und leiten können) gefördert und oberirdisch mittels eines Wärmetauschers energetisch nutzbar gemacht. Nach der Nutzung wird das abgekühlte Wasser über eine zweite Bohrung, die Injektionsbohrung, wieder in die Tiefe geleitet, um das natürliche Reservoir zu erhalten.

Wenn kein natürliches Wasserreservoir vorhanden ist, können theoretisch petrothermale Systeme zum Einsatz kommen. Hierbei wird in heißes, trockenes Gestein gebohrt. Kaltes Wasser wird unter hohem Druck in das Gestein eingepresst, um Risse zu erzeugen, durch die das Wasser zirkuliert und Wärme aufnimmt. Dieser Vorgang wird auch Fracking genannt. Da Fracking jedoch mit erheblichen Umweltauswirkungen und -risiken verbunden sein kann, werden diese Optionen nicht weiter betrachtet.

Der Bereich zwischen 400 m und 1.500 m wird als mitteltiefe Geothermie bezeichnet. Dieser Bereich wird meist durch **tiefe Erdwärmesonden** erschlossen. Auch offene hydrothermale Systeme mit Bohrdubletten sind in diesen Bereichen denkbar.

Eine weitere Sonderform der Geothermie ist die Grubenwassernutzung. Diese Option ist nur in Bergbauregionen zu prüfen, was für Lemgo nicht zutrifft, und hiermit von der weiteren Betrachtung ausgeschlossen wird.

Tabelle 11: Definition der Potenziale von tiefer und mitteltiefer Geothermie

GEOTHERMIE, tief und mitteltief

Die Nutzung von Potenzialen tiefer und mitteltiefer Geothermie ist ohne entsprechende Erkundungsbohrungen und/oder weiterführende geologische Untersuchungen mit hohen Unsicherheiten und sehr hohen Kosten verbunden. Da die aktuelle, flächendeckende Daten- und Informationslage maximal eine übergeordnete Quantifizierung der Potenziale zulässt, wird an dieser Stelle keine weitere Kategorisierung des Potenzialbegriffs vorgenommen. Für Westfalen wird zur Zeit eine seismische Untersuchung durchgeführt, deren Ergebnisse aber noch nicht vorliegen.

Vorgehen übergeordnete Potenzialermittlung:

- Überprüfung der notwendigen Voraussetzungen zur hydrothermalen Nutzung:
- Vorkommen geeigneter Gesteinsformationen
- Falls weiterführende Studien vorhanden sind:
 - o Beizifferung des Fündigkeitsrisikos
 - o Überprüfung der wasser- und bergrechtlichen Voraussetzungen für Erdsonden
 - o Ableitung des Potenzials anhand übergeordneter Ausbauziele.

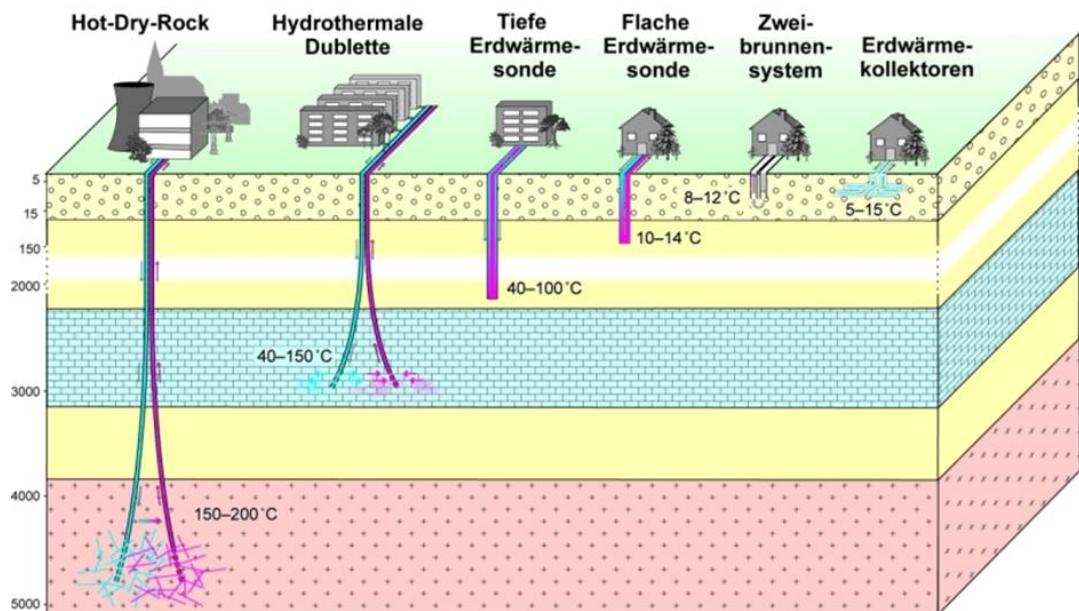


Abbildung 46: Überblick Geothermienutzung, Quelle: Bayerische Landesamt für Umwelt [8]

Im Leitfaden Wärmeplanung [1] wird das Vorgehen zur Bewertung erläutert, um für die hydrothermale Nutzung geeignete Gesteinsformationen zu analysieren, ergänzend wurden Daten des geothermischen Informationssystems GEOTIS sowie des Landesamtes für Geologie und Bergbau genutzt.

Bei einem hydrothermalen Geothermiekraftwerk (in der Abbildung 46 die zweite Variante von links) wird durch eine tiefe Bohrung (Saugbrunnen) heißes Thermalwasser aus dem Untergrund gefördert, das zu Wärme und ggf. auch Strom umgewandelt wird. Das abgekühlte Wasser wird durch eine zweite

Bohrung (Schluckbrunnen) wieder in den Kreislauf zurückgepumpt. Eine Aufweitung des Untergrundes durch sog. Fracking ist hier nicht vorgesehen, sondern es wird ausschließlich das natürlich vorhandene Thermalwasser wasserführender Schichten im Untergrund, meist Karbonatgestein, im Kreislauf durch die Bohrdublette genutzt.

Bundesweit spielt die tiefe Geothermie vor allem im Oberrheingraben zwischen Karlsruhe und Worms und rund um München eine größere Rolle.

Da es im Stadtgebiet von Lemgo so wie auch für ganz NRW noch keine niedergebrachten hydrothermalen Bohrungen gibt, beziehen wir uns auf die frei verfügbaren Geothermischen Daten von GEOTIS. Diese zeigen für Lemgo keine grundsätzlich anderen Verhältnisse wie im restlichen NRW, so dass von Temperaturen um 90°C in 2000 m Tiefe und 120°C in 3000 m ausgegangen werden kann. Hydrothermale Reservoir sind aktuell nicht bekannt.

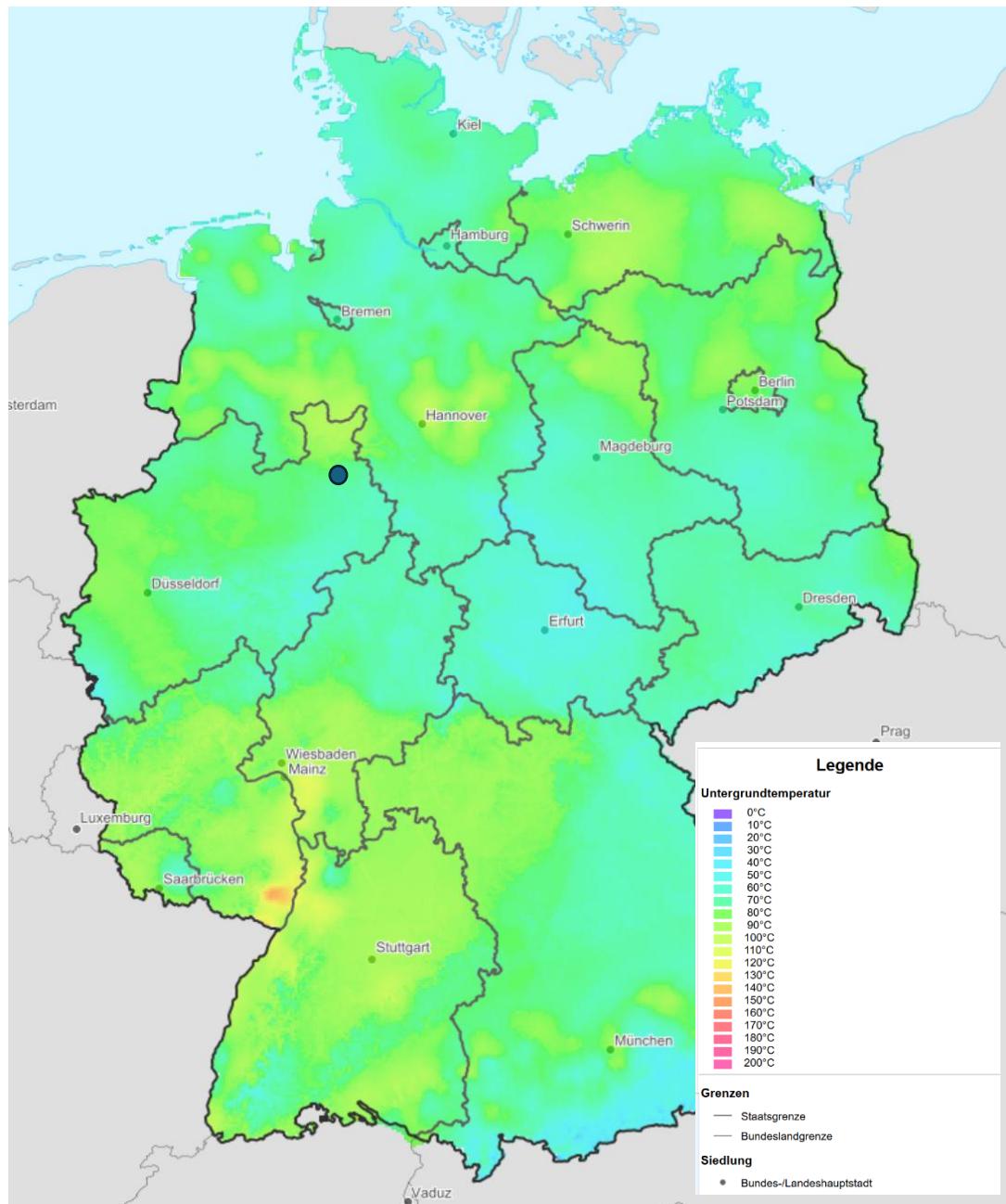


Abbildung 47: Temperaturkarte für Deutschland, 2000 m Tiefe. Quelle: Geotis – <https://www.geotis.de/homepage/maps>

Es steht nach aktuellem Kenntnisstand keine wasserdurchlässige Erdschicht zur Verfügung, die eine für die Fernwärme ausreichende Temperatur von rd. 100°C zeigt. Auch geringere Temperaturen werden von GEOTIS nicht als Potential ausgewiesen.

Die Untergrundtemperatur ab einer Tiefe von 1.500 m liegt jedoch durchaus in einem passenden Temperaturbereich. Der Untergrund wäre aber nur mit einer EGS (Enhanced Geothermal System) System nutzbar, also Systemen, die ohne wasserführende Schichten auskommen. Eine EGS Nutzung wird bislang in Deutschland nur experimentell versucht und ist noch nicht als standardisierte Technik verfügbar.

Systeme wie die neuartige Eavor-Loop™ Technik bieten aber grundsätzlich die Möglichkeit einer geothermischen Nutzung ohne ein hydrothermales Potential. Das System ist im Gegensatz zur klassischen EGS aber eher ein Erdsondensystem, da es auf einem geschlossenen Wasserkreislauf in tiefen Bohrungen beruht. Wenn die ersten Anlagen wie z.B. Geretsried erfolgreich in Betrieb genommen wurden, gehen wir davon aus, dass diese Technik später auch in anderen Bereichen untersucht werden könnte. Als theoretisches Potential wird daher ein geschlossenes Sondenfeld in rd. 2000 m Tiefe angenommen. Bei einer Grundlastnutzung mit 8.000 Vollaststunden ergäbe sich ein theoretisches Wärmequellenpotenzial von rd. **120 GWh/a**. Ein technisch-wirtschaftliches Potential kann aber aufgrund der fehlenden Referenzen und der unklaren technischen Eignung noch nicht angenommen werden, es wird daher ein technisches potenzial tiefer Geothermie von **0 GWh** angesetzt.

Mitteltiefe Geothermie mit Erdsonden

Erdsonden zur Nutzung mitteltiefer Geothermie sind theoretisch in allen Bereichen des Stadtgebiets möglich, Ausschlusszonen durch Wasserschutzgebiete sind in Lemgo kaum vorhanden.

Mehrere Bohrungen können zu einem Feld kombiniert werden. Bei begrenzten Platzverhältnissen sind anstelle vertikaler Sonden neue Bohrverfahren in Schrägböhrtechnik mit strahlenförmigen Bohrungen möglich, für die weniger Platz an der Oberfläche benötigt wird [9]. Im Gegensatz zu oberflächennahen Erdsonden ist eine Kühlung im Sommer aufgrund der höheren Untergrundtemperaturen nicht möglich, dafür kann zumeist – anders als bei oberflächennahen Sonden – mit Wasser ohne Frostschutzmittel als Medium in den Sonden gearbeitet werden.

Für den Einsatz einer mitteltiefen Sondenlösung bieten sich beispielsweise neu zu erschließende Quartiere, aber auch größere neue oder bestehende Liegenschaften, jeweils mit ausreichender Freifläche zur Sondeneinbringung und ohne notwendige Kühloption, an. Während für solche Systeme in der Regel geringe Betriebskosten zu erwarten sind, muss mit hohen Investitionen gerechnet werden.

Eine rechnerische Herleitung des Potenzials ist allerdings schwierig, da es grundsätzlich zwar in sehr vielen Fällen sowohl für Einzelgebäude als auch kleinere Netze möglich ist, Bohrungen auf hinreichender Freifläche abzuteufen, die wirtschaftliche Umsetzung jedoch sehr herausfordernd ist. Aus diesem Grund gibt es zurzeit bis auf Pilotprojekte wie z.B. am Geothermiezentrums Bochum kaum mitteltiefe Erdsonden in NRW zur Energiegewinnung.

Für Lemgo sind aufgrund dieser Einschränkungen und anderer Erzeugungsoptionen nur vereinzelte Einsatzmöglichkeiten denkbar, z.B. in Fällen bereits bestehender, fossil gespeister lokaler Wärmenetze oder bei neu zu erschließenden Quartieren. Geht man von bis zu 2 neuen Gebäude/Quartierslösungen aus, in denen zusammen 20 mitteltiefe Erdsonden mit 75 kW Wärmeleistung (nach Wärmepumpe) eingesetzt werden, ergeben sich bei 3.000 Vollbenutzungsstunden (wegen der notwendigen Regenerierung) rd. **4,5 GWh/a** Erzeugungspotenzial.

Dieser Wert wird im Rahmen der KWP für Lemgo als technisches Potenzial angesetzt.

Oberflächennahe Geothermie

Hinsichtlich der oberflächennahen Geothermie lassen sich prinzipiell die in Kapitel 4.3.2 erläuterten Technologien unterscheiden. Für die zentrale Erzeugung von Wärme für Fernwärmennetze wird hier jedoch ausschließlich von der Erdsonden-Technologie ausgegangen.

Insgesamt gehen Geothermie-Lösungen in der Regel mit erheblichen Investitionskosten einher. Zudem ist die Ergiebigkeit des Untergrundes und die erreichbare Temperatur stark abhängig von den örtlichen Bodeneigenschaften. Zur Bewertung der Eignung und Wirtschaftlichkeit einer Geothermie-Lösung werden in der Regel vorab Probebohrungen oder seismische Untersuchungen durchgeführt. Auf Basis dessen kann die technisch sinnvollste und wirtschaftlich optimale Sondenlänge ermittelt werden. Für das Gemeindegebiet Lemgo liegen die Ergebnisse der seismischen Untersuchung des geologischen Dienstes NRW zum Zeitpunkt der Wärmeplanung und Berichtserstellung noch nicht vor. Daher werden im Rahmen dieser Potenzialermittlungen erste Abschätzungen vorgenommen.

Für die Potenzialermittlung wurde eine für geeignet eingeschätzte Freifläche am westlichen Stadtrand nahe der Kläranlage detaillierter untersucht. Es wurde von einem Erdsondenfeld mit rd. 180 Sonden á 400 m Tiefe und einem Abstand von rd. 20 m ausgegangen. Anzumerken ist, dass die Fläche nach Einbringung der Sonden wieder hergestellt wird und z.B. für die Landwirtschaft in der Regel weiterhin nutzbar ist.

Bei einer Bohrtiefe von 400 m kann eine Untergrundtemperatur von rd. 20-25 °C erwartet werden. Dieses Temperaturniveau ist nicht ausreichend zur Einspeisung in die Fernwärme, sodass eine Wärmepumpe unter Zufuhr von elektrischer Energie die Temperatur auf das Fernwärmenniveau anheben muss.

Für eine nachhaltige Nutzung von Erdsondenfeldern muss die Abkühlung des Erdbodens berücksichtigt werden, welche sich aufgrund des Wärmeentzugs zwangsläufig ergibt. Bis zu einem gewissen Grad kann sich der Erdboden im Jahresverlauf natürlich regenerieren, zum Beispiel durch solare Einstrahlung oder Regenwassereintrag. Bei großen Erdsondenfeldern, wie auch in dieser Betrachtung der Fall, muss jedoch meist eine Möglichkeit zur aktiven Regeneration zum Beispiel mittels Luft-Wärmetauschern vorgesehen werden, da andernfalls der Erdboden im Laufe der Jahre kontinuierlich auskühlen würde.

Im Rahmen der Potenzialermittlung wurden für das betrachtete Erdsondenfeld erste Abschätzungen vorgenommen wie viel Wärme dem Erdboden nachhaltig entzogen werden kann, wenn von einer mäßigen bis sehr hohen aktiven Regenerationsrate ausgegangen wird. Zugrunde gelegt wurde, dass über vier Wintermonate hinweg konstant Wärme entzogen wird, was einer Vollbenutzungsstundenzahl von rd. 2900 h/a gleichkommt, und während der Übergangs- und Sommermonate kein Wärmeentzug, sondern eine aktive Regeneration stattfindet. Im Ergebnis zeigt die Abschätzung, dass jährlich rd. 0,5 GWh Wärme pro Hektar Fläche nachhaltig entzogen werden kann, wenn von einer mäßigen Regenerationsrate ausgegangen wird (rd. 30 % der entzogenen Wärmemenge wird im Sommer nachgeführt). Bei einer sehr hohen Regenerationsrate über 90 % kann rd. 1 GWh/ha*a Wärme entzogen werden. Bei einer angesetzten Jahresarbeitszahl von 3,5 für die Wärmepumpe können somit potenziell rd. 0,7 bis 1,4 GWh/ha*a nutzbare Fernwärme erzeugt werden, je nach angesetzter Regenerationsrate. Für die weitere Betrachtung wird der Mittelwert von rd. 1,1 GWh/ha*a angesetzt.

Auf Basis dieser Abschätzung wurde das Potenzial für das gesamte Gemeindegebiet und dort vorhandener, potenziell geeigneter Freiflächen ermittelt. Wasserschutz- und Heilquellenschutzgebiete wurden hierbei ausgeschlossen. Ebenfalls wurden nur solche Flächen gewertet, welche sich nicht weiter als 200 m von dem Fernwärme-Eignungsgebiet entfernt befinden (entspricht dem Negativ des in Abbildung 3 dargestellten blauen Gebietes). Letztere Einschränkung wurde vorgenommen, da die Wärme des Erdsondenfeldes zur Einspeisung in das Fernwärmennetz vorgesehen ist und eine zu lange Anbindungsleitung sowohl technisch als auch wirtschaftlich aufwändig ist.

Insgesamt konnten für das Gemeindegebiet Lemgo rd. 318 ha potenziell geeigneter Flächen für oberflächennahe Geothermie ermittelt werden. Mit dem ermittelten spezifischen Potenzial von rd. 1,1 GWh/ha*a kann für Lemgo damit ein Wärmeerzeugungspotenzial von 350 GWh/a aus zentraler oberflächennaher Geothermie angegeben werden. Dieses Potenzial wird als theoretisches Potenzial ausgewiesen, da es den aktuellen und auch zukünftig erwartbaren Fernwärmeverbrauch übersteigt und somit zwar theoretisch vorhanden ist, aber praktisch nicht genutzt werden kann.

Die potenziell nutzbare Wärme aus zentraler Geothermie, und damit das technische Potenzial, wird im Rahmen der Wärmeplanung wie folgt abgeschätzt: Aktuell beläuft sich der Fernwärmeverbrauch auf rd. 160 GWh/a, langfristig wird mit einem maximalen Fernwärmeverbrauch von 200 GWh/a gerechnet, wovon rd. 40 % aus zentraler Geothermie gedeckt werden könnten. Somit ergibt sich ein technisches Geothermiepotenzial von **80 GWh/a**.

4.4.2 Flusswasserwärme

Flusswasser stellt eine Umweltwärmequelle dar, welche mit Hilfe von Wärmepumpen nutzbar gemacht werden kann. Hierbei wird die im Wasser gespeicherte Wärme entzogen und auf ein nutzbares Temperaturniveau gebracht. Diese Technologie ist besonders in Gebieten mit größeren und ganzjährig wasserführenden Flüssen in Siedlungsnähe attraktiv, da sie eine stabile und zuverlässige Wärmequelle darstellen kann.

Tabelle 12: Definition der Potenziale von Flusswasser

FLUSSWASSER

Theoretisches Potenzial:

- Maximal mögliche Wärmemenge durch Abkühlung des gesamten Volumenstroms um 1 Kelvin
- Wärmebereitstellung über Flusswasser-Wärmepumpe

Technisches Potenzial:

Ausgehend von theoretischem Potenzial:

- Begrenzung der Nennleistung der Wärmepumpe unter Berücksichtigung einer Mindest-Vollaststundenzahl

Im Stadtgebiet Lemgo wurden die Flüsse Bega, Passade und Ilse hinsichtlich einer Wärmenutzung näher untersucht. Als Datenquelle für die Abflussmengen wurde das Wasserinformationssystem ELWAS-WEB, herausgegeben durch das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr NRW, genutzt. Nachfolgende Tabelle stellt einige Kennwerte der drei Flüsse zusammen.

Tabelle 13: Kennwerte Flüsse Lemgo, Quelle: Wasserinformationssystem ELWAS-WEB

Fluss	Messstelle	Extremwerte Hochwasser	Extremwerte Niedrigwasser	Typischer Mittlerer Volumenstrom
Bega	Vossheide	>24 m ³ /s	<0,25 m ³ /s	1,08 m ³ /s
Passade	Vossheide	>28 m ³ /s	<0,1 m ³ /s	0,72 m ³ /s
Ilse	Liemergrund	>18 m ³ /s	<0,05 m ³ /s	0,41 m ³ /s

Zu beachten ist, dass die Bega und die Passade nach der Messstelle Vossheide zusammenfließen, sodass zur Potenzialermittlung die Gesamt-Abflussmenge beider Flüsse herangezogen und in einem einzigen Potenzial zusammengefasst wird. Anhand der Abflussmengen der Jahre 2017-2021 und unter Annahme einer Temperaturabsenkung des Gesamt-Abflusses um 1 K kann ein jährliches, theoretisches Wärmequellenpotenzial von rd. 46 GWh/a für Bega und Passade ermittelt werden. Mit einer Jahresarbeitszahl von 2,0 ergibt sich ein theoretisches Wärmeerzeugungspotenzial (nach Wärmepumpe) von rd. 92 GWh/a. Für den Fluss Ilse wurden die Messdaten analog untersucht, jedoch zeigten diese in den Übergangs- und Sommermonaten derart niedrige Abflusswerte, dass von einer Nicht-Geeignetheit der Ilse zur Wärmenutzung ausgegangen werden muss und kein Potenzial ausgegeben wird.

Das theoretische Potenzial der Bega und Passade kann unter technisch-wirtschaftlichen Aspekten nicht vollständig genutzt werden, da es beispielsweise auch kurze Zeiträume mit Starkregenereignissen, d.h. hohen Volumenströmen und somit hoher Wärmemengen beinhaltet, die aus technisch-wirtschaftlicher Sicht nicht sinnvoll genutzt werden können. Unter Ansetzen einer Mindest-Vollaststundenzahl von 4.000 h/a ergibt sich ein technisches Wärmequellenpotenzial von rd. 28 GWh bzw. ein Wärmeerzeugungspotenzial (nach Wärmepumpe) von 55 GWh/a.

Weiter ist zu berücksichtigen, dass auch durch den Genehmigungsprozess weitere Einschränkungen wie beispielsweise die Entnahmemenge entstehen können, sodass das tatsächlich realisierbare Potenzial weit niedriger ausfallen kann als das technische Potenzial. Da in Lemgo bereits eine Fluss-Wärmepumpe existiert, kann das realisierbare Potenzial auf Basis dessen abgeschätzt werden und beläuft sich auf rd. 4 GWh/a Wärmequellenpotenzial bzw. rd. **8 GWh/a** Wärmeerzeugungspotenzial (nach Wärmepumpe).

Aufgrund des bereits existierende Wärmepumpen-Moduls in Lemgo an der Pagenhelle ist das Wärmequellenpotenzial an dieser Stelle bereits ausgereizt. Ein weiteres Modul wäre nur in einiger Entfernung flussauf- oder -abwärts denkbar, wo sich die Bega bereits regeneriert hat.

4.4.3 Klärwasserwärme

Kläranlagen spielen nicht nur eine wichtige Rolle bei der Reinigung des Abwassers, sondern bieten auch das Potenzial einer nachhaltigen Wärmequelle. Die Wärme entsteht durch biologische Abbauprozesse, wie die Zersetzung organischer Stoffe und Fäulungsprozesse im Klärschlamm, sowie durch die Zuführung von bereits warmem Abwasser aus Haushalten und Industrie.

Hier liegen zwar keine direkt nutzbaren hohen Temperaturquellen vor, das Abwassersystem hat aber den Vorteil ganzjährig verfügbarer Quelltemperaturen deutlich über der Frostgrenze, zudem ist der Kläranlagenablauf auch bereits sauber und genehmigungsseitig leichter erschließbar als Fließgewässer.

Tabelle 14: Definition der Potenziale von Klärwasser

KLÄRWASSER

Theoretisches Potenzial:

- Maximal mögliche Wärmemenge bei Abkühlung des gesamten Klärwasserstroms (Austritt aus Kläranlage) um 6 Kelvin
- Wärmebereitstellung über Klärwasser-Wärmepumpe

Technisches Potenzial:

Ausgehend von theoretischem Potenzial:

- Begrenzung der Nennleistung der Wärmepumpe unter Berücksichtigung einer Mindest-Vollaststundenzahl

Auf dem Lemgoer Stadtgebiet existiert eine zentrale Kläranlage, die Zentralkläranlage Lemgo, welche sich am westlichen Stadtrand befindet. Diese Kläranlage ist ausgelegt auf 77.000 Einwohnerwerte als charakteristische Auslegungsgröße.

Zur Wärmenutzung sind hier vor allem die gereinigten Abwässer interessant, da weitere Wärmepotenziale aus dem Klärprozess anlagen- bzw. betriebsintern genutzt werden können.



Abbildung 48: Kläranlage in Lemgo. Bildquelle: Stadt Lemgo

An der Zentralkläranlage Lemgo wird das gereinigte Wasser (Reinwasser) über ein Auslaufpumpwerk aus der Kläranlage in die Schönungsteiche gepumpt, von wo aus es schließlich in die Bega geleitet wird. Dieses Reinwasser ist im Winter deutlich wärmer als die Außenluft oder das Flusswasser, so dass eine Nutzung mit Wärmepumpen zur Fernwärmerzeugung ganzjährig möglich ist und zudem die Gewässerökologie der meist eher zu warmen Oberflächengewässer verbessert.

Anhand von Messdaten aus den Jahren 2015 und 2016 zu den Abflussmengen und Temperaturen des Reinwassers kann das Wärmepotenzial für eine Wärmepumpe ermittelt werden. Der Trockenwetterabfluss ohne Starkregenereignisse liegt bei rd. $700 \text{ m}^3/\text{h}$.

Wird zunächst angenommen, dass das gesamte Reinwasser inklusive Starkregenereignissen um 6 K abgekühlt wird, ergibt sich das theoretische Wärmequellenpotenzial zu rd. 38 GWh/a bzw. das theoretische Wärmeerzeugungspotenzial (nach Wärmepumpe) zu rd. 64 GWh/a bei Ansetzen einer Jahresarbeitszahl von 2,5.

Das ausgewiesene theoretische Potenzial kann unter technisch-wirtschaftlichen Aspekten jedoch nicht vollständig genutzt werden, da es auch Starkregenereignisse mit kurzzeitigen hohen Abflüssen beinhaltet. Darüber hinaus muss beachtet werden, dass die Stadtwerke Lemgo an der Kläranlage bereits ein Wärmepumpenmodul von 2,4 MW_{th} Heizleistung installiert haben, was ganzjährig einen Teil der im Reinwasser enthaltenen Wärme nutzt. Das Restpotenzial für ein weiteres Wärmepumpenmodul beläuft sich auf rd. 3 MW_{th} Heizleistung und könnte rd. **20 GWh/a** Wärme jährlich erzeugen, was somit als technisches Potenzial im Rahmen der Wärmeplanung ausgewiesen werden kann.

4.4.4 Abwasserwärme

Abwasser, das aus Haushalten, Gewerbe und Industrie in die Kanalisation gelangt, weist auch nach dem Gebrauch noch eine beträchtliche Temperatur auf. Diese Wärme kann mit Hilfe von Wärmetauschern im Kanal in Kombination mit Wärmepumpen zurückgewonnen werden.

Tabelle 15: Definition der Potenziale von Abwasser

ABWASSER

Theoretisches Potenzial:

- Maximal mögliche Wärmemenge durch Abkühlung des gesamten Abwasserstroms (vor Eintritt in die Kläranlage) um 0,5 Kelvin
- Wärmebereitstellung über Abwasser-Wärmepumpe

Technisches Potenzial:

Ausgehend von theoretischem Potenzial:

- Begrenzung der Nennleistung der Wärmepumpe unter Berücksichtigung einer Mindest-Vollaststundenzahl

Zur Nutzung des Kanals ist üblicherweise eine Mindestgröße von DN 700 und ein Trockenwetterdurchfluss von >30 l/s erforderlich. Typische Projekte kommen auf eine Entzugsleistung von rd. 100 kW pro 100 m Wärmetauscher im Kanal, wobei der Ertrag meist höher ist, wenn mit einem Austauschmedium mit Frostschutzmittel (Sole statt Wasser) gearbeitet werden kann.

Die Abwässer, welche durch Lemgo hin zur Kläranlage geleitet werden, entsprechen in Summe einem Volumenstrom von etwa 5 Mio. m³ pro Jahr. Das Wärmepotenzial dieses Abwassers hängt neben dem Volumenstrom auch von der möglichen Temperaturabsenkung ab. Um die biologischen Stufen in der Kläranlage in ihrer Funktion nicht zu beeinträchtigen, sollte für die Temperaturabsenkung eine Bagatellgrenze von 0,5 K, geltend für den Gesamtvolumenstrom zur Kläranlage, eingehalten werden [10]. Basierend auf diesen Annahmen lässt sich das theoretische Wärmepotenzial des Abwassers, welches über Wärmepumpen in einzelnen geeigneten Kanälen mit einer Jahresarbeitszahl von 2,5 bereitgestellt würde, zu rd. 4,9 GWh/a ermitteln.

Auch hier ist jedoch zu beachten, dass nicht das gesamte theoretische Potenzial auch technisch-wirtschaftlich nutzbar und stark von den lokalen Abflussmengen in den jeweiligen Kanälen abhängig ist. Als Richtwert wird von einer Vollbenutzungsstundenzahl von 4.000 h/a ausgegangen, woraus sich

ein technisches Gesamt-Wärmeerzeugungspotenzial (nach Wärmepumpen) von **2,2 GWh/a** ergibt. Zu beachten ist jedoch, dass sich dieses Gesamt-Potenzial aufteilt auf mehrere kleinere Abwasserwärmepumpen im Stadtgebiet. Zudem sind die meisten Kanäle mit größeren Dimensionen recht nah vor der Kläranlage und darüber hinaus im fernwärmeversorgten Gebiet vorhanden.

4.4.5 Umgebungsluft

Die Nutzung der Umgebungsluft mittels Luftwärmepumpen ist auch für zentrale Erzeugungsanlagen möglich, vor allem in Bereichen, an denen zur Wärmeerzeugung keine andere Technologie primär zum Einsatz kommen kann. Ähnlich wie bei dezentralen Luft-Wärmepumpen ist Umgebungsluft grundsätzlich überall verfügbar, wobei die Nutzung im Leistungsbereich ab 1 MW_{th} wegen der hohen Luftmengen, die ausgekühlt werden müssen, sehr viel aufwändiger ist als bei kleinen Luftwärmepumpen.

Eine Eingrenzung des theoretischen Potenzials ist aufgrund der lokal immer verfügbaren Wärmequelle Außenluft schwierig. In der Praxis ergeben sich Einschränkungen jedoch durch bereits vorhandene Netzstrukturen, Standorteinschränkungen, Schallschutzanforderungen und die Vereisungsgefahr an den Luft-Wärmetauschern bei niedrigen Außentemperaturen. Eingeschränkt werden kann die Nutzung somit durch die Lage des Standortes, durch baurechtliche Einschränkungen und klimatische Bedingungen.

Auf Grund der Stadtstrukturen und der bisher realisierten Leistungsgrößen solcher Anlagen von maximal 4 MW wird für Lemgo eine maximale Leistung von 5 MW bei höchstens 4.000 Vollaststunden angenommen. Ein Vorteil ist die Möglichkeit, solche Luftwärmepumpen so wie auch andere Großwärmepumpen, in Teilen aus lokalem Windstrom zu speisen (siehe Abschnitt Windenergie in 4.4.5).

Das Potenzial wird mit **20 GWh** abgeschätzt.

4.4.6 Unvermeidbare Abwärme

Unter Abwärme versteht man generell ein Nebenprodukt von Prozessen, die nicht primär der Wärmeerzeugung dienen. Dazu gehören sowohl Industrieprozesse als auch Dienstleistungen (z.B. durch Rechenzentren oder Wäschereien).

Die Nutzung von industrieller oder gewerblicher Abwärme zur Wärmeversorgung von Gebäuden oder zur Einspeisung in Wärmenetze stellt einen doppelten ökologischen Vorteil dar. Es wird Brennstoffeinsatz eingespart und darüber hinaus wird der Eintrag von Abwärme in die Umwelt beim Lieferanten der Abwärme vermieden [27].

Grundsätzlich lassen sich Abwärmequellen nach Sektor (Industrie, Dienstleistungsbereich oder Sonstige), Medium (Luft, Wasser, Sonstige Stoffströme), Ort (verteilt oder zentral gefasst) und Temperaturniveau unterscheiden.

Auf höherem Temperaturniveau, das eine Nutzung in der Fernwärme oder zur direkten Gebäudeversorgung erlaubt, liegt Abwärme meist nur im industriellen Bereich vor.

Das Potenzial an unvermeidbarer industrieller bzw. gewerblicher Abwärme wurde auf Basis der bundesweit verfügbaren Plattform für Abwärme [11] bewertet, die entsprechend den Vorgaben des Energieeffizienzgesetzes gemeldete Abwärmequellen katalogisiert.

Für das Gemeindegebiet Lemgo gehen aus der Abwärmeplattform nur zwei Unternehmen hervor, die insgesamt 2,4 GWh/a Abwärme auf einem überwiegend niedrigen Temperaturniveau unterhalb der Fernwärme gemeldet haben. Zwei der Abwärmequellen (Abluftquellen) werden hinsichtlich einer Erschließung für die Fernwärme als aufwändig eingeschätzt. Die restlichen Quellen werden als

prinzipiell geeignet eingeschätzt, bedürfen jedoch einer Wärmepumpe, um das Temperaturniveau anzuheben. Aus den für erschließbar eingeschätzten rd. 1,7 GWh/a Abwärme können somit potenziell rd. **2,8 GWh** nutzbare Wärme erzeugt werden, welche hier als technisches Potenzial ausgewiesen werden.

4.4.7 Biomasse

Das Biomassepotenzial setzt sich aus dem energetischen Potenzial von Waldrestholz, Biomüll und Grünschnitt zusammen:

- **Waldrestholz:** Hierbei handelt es sich um Holz, das bei der Holzernte zunächst im Wald verbleibt, wie Äste, Kronenholz oder nicht vermarktungsfähiges Stammholz.
- **Bio- und Gartenabfall:** Hierunter versteht man organische Abfälle aus Haushalten und Gewerbe, die über die kommunale Abfallwirtschaft erfasst werden.
- **Grünschnitt:** Grünschnitt umfasst organische Abfälle aus der Pflege von öffentlichen und privaten Grünflächen, wie Laub, Grasschnitt und Äste.
- **Biogasanlagen in der Landwirtschaft:** In der Landwirtschaft werden Vergärungsanlagen betrieben, die Gülle und Festmist sowie Energiepflanzen (häufig Mais) als Substrat einsetzen. Das erzeugte Biogas wird in BHKW-Anlagen verstromt und i.d.R. ins Netz eingespeist. Die erzeugte Wärme wird zu 20-30 % als Eigenbedarf zur Beheizung des Fermenters benötigt. Die überschüssige Wärme wird in seltenen Fällen für die Wärmeversorgung naheliegender Gebäude, aber auch von Gewächshäusern eingesetzt.

Tabelle 16: Definition der Potenziale von Biomasse

BIOMASSE

Theoretisches Potenzial:

- Maximal mögliche Wärmemenge bei
 - Energetischer Nutzung des gesamten Waldrestholzaufkommens
 - Ausschluß von Naturschutzgebieten für Waldrestholz
 - Energetische Nutzung des Bio- und Gartenabfallaufkommens
 - Energetische Nutzung des Grünschnittaufkommens
 - Energetische Verwertung des Biogasaufkommens

Technisches Potenzial:

Ausgehend von theoretischem Potenzial:

- Keine weiteren Einschränkungen

Waldrestholz

Im Gemeindegebiet Lemgo befinden sich insbesondere im Nord-Westen des Stadtgebietes größere Waldflächen, aber auch im Norden und Süden existieren vereinzelte Waldflächen. Zur Ermittlung des Waldrestholzpotenzials werden alle Waldflächen abzüglich von Naturschutzgebieten bilanziert, woraus rd. 1.900 ha Waldfläche für das Gemeindegebiet Lemgo resultieren. Abbildung 49 zeigt in grün die existierenden Waldflächen sowie in rot die Naturschutzgebiete. Bräunlich dargestellte Flächen entsprechen dem Verschnitt von Waldflächen und Naturschutzgebieten und sind von der Potenzialermittlung ausgeschlossen.

Durch Verbrennung in Biomasseheizwerken oder dezentralen Biomasse-gestützten Heizungssystemen kann das Restholz nutzbar gemacht werden. So können potenziell rd. 4,3 MWh Wärme [12] aus dem je Hektar Wald anfallenden Restholz erzeugt werden. Mit der ermittelten Waldfläche von 1.900 ha und dem flächen spezifischen Ertrag von 4,3 MWh/ha ergibt sich insgesamt ein theoretisches Wärmeerzeugungspotenzial aus Waldrestholz von rd. **8 GWh/a**. Das technische Potenzial kann an dieser Stelle mit dem theoretischen Potenzial gleichgesetzt werden.

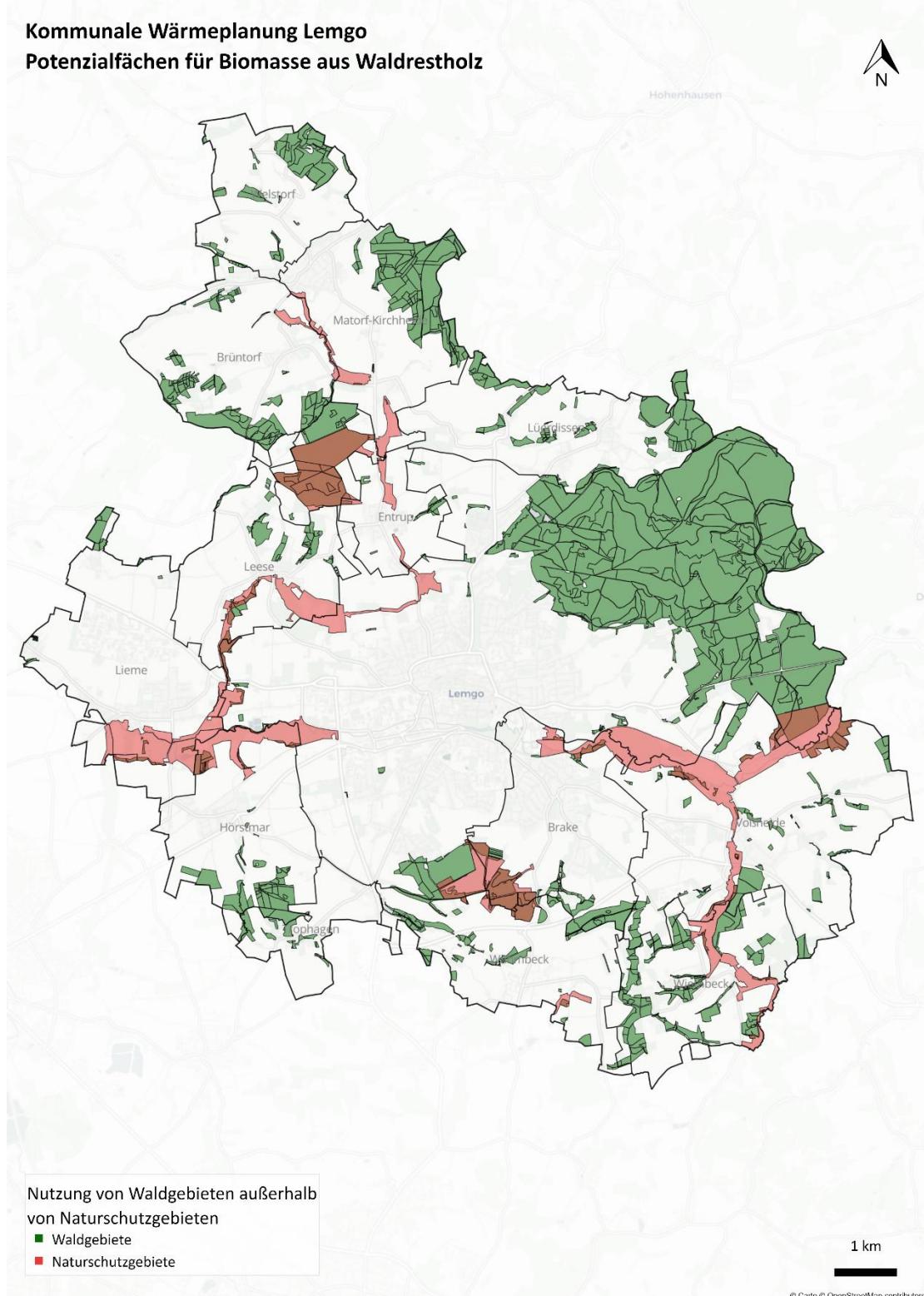


Abbildung 49: Waldflächen(dunkelgrün) und teils überlagerte Naturschutzgebiete (hellgrün)

Bio- und Gartenabfall, Grünschnitt

Im Kompostwerk Maibolte im Osten Lemgos werden aktuell rd. 48.000 t Bio- und Gartenabfall zu rd. 9.000 t Kompost und 14.000 t flüssigen Gärresten verarbeitet. Zusätzlich entstehen durch Vergärung der Abfälle rd. 4 Mio. m³ methanhaltiges Biogas, welches in zwei Blockheizkraftwerken zu Strom und Wärme verwertet wird. Darüber hinaus fallen sogenannte Siebüberläufe an, die nicht im Kompostwerk Maibolte sondern extern verwertet werden. Zukünftig soll das Kompostwerk Maibolte modernisiert und deutlich vergrößert werden, sodass mit einem deutlich höheren Abfallaufkommen und damit verbundenen Potenzialen für die Wärmeversorgung gerechnet werden kann.

Bei den Siebüberläufen handelt es sich um all jene Bestandteile des Bio- und Gartenabfalls, die bei der initialen Siebung nach Anlieferung der Abfälle zurückbleiben, da sie nicht für die weiteren Verrottungs- und Vergärungsprozesse geeignet sind. Rund 10 % des angelieferten Bio- und Gartenabfalls verbleiben als Siebüberläufe und müssen extern verwertet werden, sind somit potenziell für die Wärmeerzeugung mittels Biomasseheizwerken nutzbar. Dieses Potenzial wurde durch die Stadtwerke Lemgo im Rahmen eines neuen Biomassekessel-Projektes detailliert untersucht, wobei neben Siebüberläufen auch ein Anteil Grünschnitt im Sinne von Straßenbegleitgrün, das bei der Pflege von öffentlichen Grünflächen anfällt, berücksichtigt wurde. Insgesamt wurde ein Wärmeerzeugungspotenzial von rd. **30 GWh/a** ermittelt, welches hier als technisches Potenzial ausgewiesen wird.

Biogasanlagen in der Landwirtschaft

Im Gemeindegebiet Lemgo existieren mehrere Anlagen zur Biomassevergärung mit energetischer Nutzung des Biogases in BHKW-Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung. Die Standorte der Anlagen sind in Abbildung 50 dargestellt, darunter fällt auch das Kompostwerk Maibolte.

Mit der potenziellen Nutzung des erzeugten Biogases haben sich die Stadtwerke Lemgo im Rahmen ihrer Transformationspläne hin zu einer dekarbonisierten Wärmeversorgung beschäftigt.

Die meisten der BHKW-Anlagen, die derzeit auf den Höfen selbst installiert sind und betrieben werden, fallen zwischen 2025 und 2030 aus der sogenannten EEG-Förderung. Diese wird im Rahmen des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes als Einspeisevergütung über 20 Jahre für Strom aus Biogas-BHKW gewährt, die den Strom in das öffentliche Netz einspeisen. Nach Auslaufen der Förderung ist ein wirtschaftlicher Betrieb der BHKW meist schwierig, sodass die Landwirte einem Verkauf des Biogases an die Stadtwerke grundsätzlich aufgeschlossen gegenüberstehen. Die Stadtwerke Lemgo haben die in den kommenden Jahren zu erwartenden Mengen an Biogas erfasst, wobei auch die Erweiterung des Kompostwerks Maibolte und damit einhergehende größere Mengen Biogas berücksichtigt wurden. Bis 2032 erwarten die Stadtwerke so ein Biogas-Potenzial von rd. 90 GWh_{Hi} (Heizwert-bezogene Angabe), was rd. 15-18 Mio. m³ Rohbiogas entspricht (Annahme: Heizwert des Rohbiogases 5-6 kWh/m³ bei einem üblichen verwertbaren Methangehalt von 50-60% im Rohbiogas). Wird weiter von der Verwertung des Biogases in BHKW-Anlagen ausgegangen, ergibt sich unter Annahme eines thermischen Wirkungsgrades von rd. 45 % ein Wärmeerzeugungspotenzial aus Biogas von rd. **41 GWh/a**, welches hier als technisches Potenzial ausgewiesen wird.

Insgesamt lässt sich im Gemeindegebiet von Lemgo ein Gesamt-Wärmeerzeugungspotenzial aus Biomasse von **79 GWh/a** ausweisen, welches sich aus 8 GWh/a Wärme aus Waldrestholz, 30 GWh/a Wärme aus Bio- und Gartenabfall sowie Grünschnitt und 41 GWh/a Wärme aus Biogas-BHKW zusammensetzt.

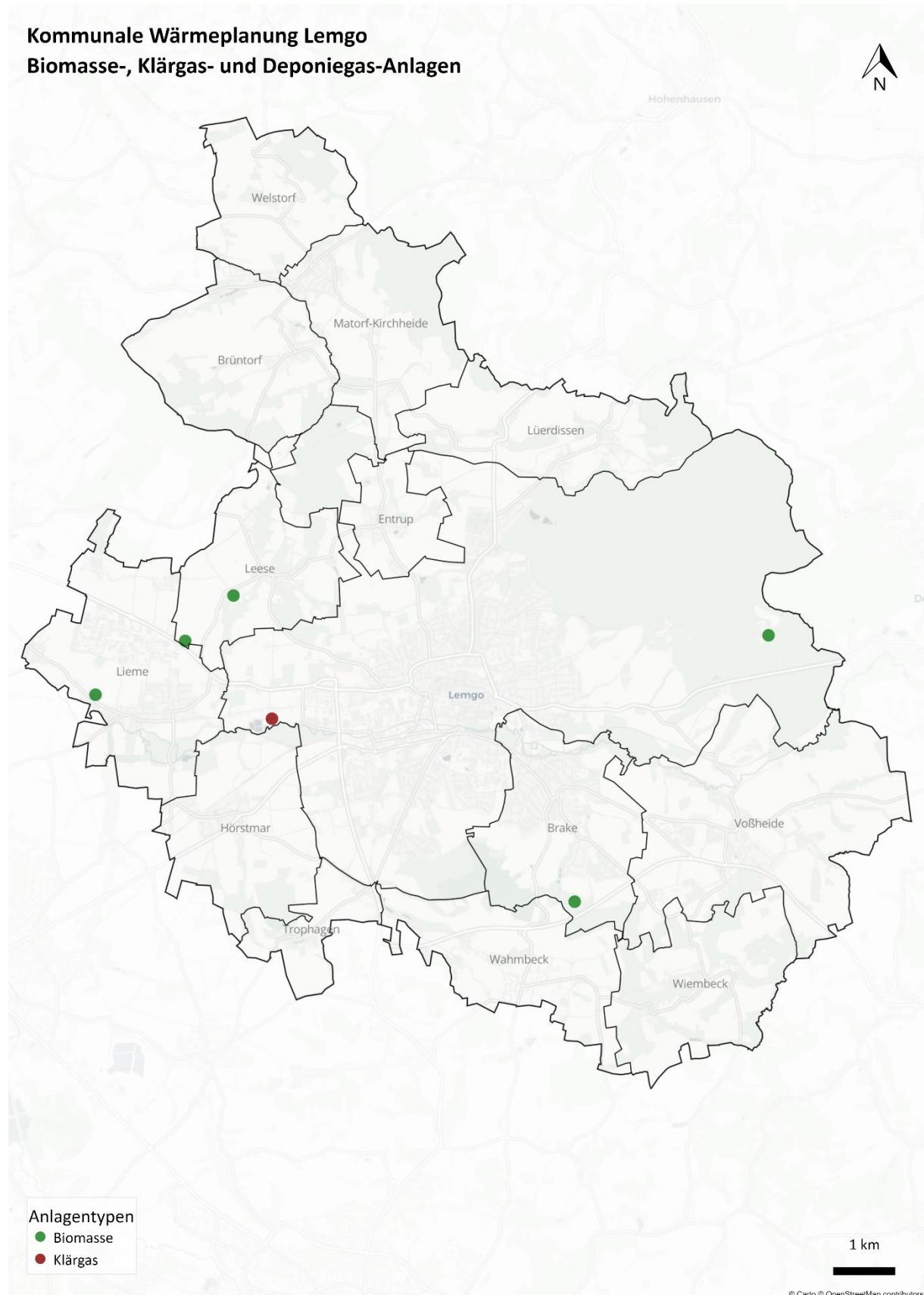


Abbildung 50: Biogasanlagen im Stadtgebiet Lemgo

4.4.8 Wasserstoff im Wärmemarkt

Wasserstoff als Energieträger liegt in unserer Umwelt immer in gebundener Form vor. Den Löwenanteil an gebundenem Wasserstoff findet man in Form des Wassers, doch ist die Gewinnung von Wasserstoff bislang in der Regel verbunden mit einem enorm hohen Einsatz von Energie.

Die in der Elektrolyse eingesetzte Energie stammt derzeit zumeist noch aus nicht regenerativen Energiequellen wie Kohle oder Gas. Wird Wasserstoff aus diesen Energiequellen gewonnen, spricht man von „grauem Wasserstoff“. Es existieren weitere „Farben“ des Wasserstoffs, je nachdem wie die Gewinnung erfolgt. Um den Wasserstoff nachhaltig für die Wärmegewinnung einzusetzen, darf dieser nur aus erneuerbaren Energiequellen gewonnen werden. Insbesondere „grüner Strom“ spielt hier eine entscheidende Rolle. „Grüner Strom“ zur Gewinnung von „grünem Wasserstoff“ steht jedoch in absehbarer Zeit in den benötigten Mengen nicht zur Verfügung, der heutige Anteil von „grünen Wasserstoff“ liegt lediglich bei 0,2 TWh und damit bei weniger als einem Tausendstel des Gasbedarfes in Deutschland insgesamt.

So werden aktuell in Deutschland zwar bereits rund 50 % des gesamten Strombedarfs durch „grünen Strom“ gedeckt, jedoch reichen diese Mengen nicht aus, um die Nachfrage der Sektoren Wärme, Verkehr und Industrie zu bedienen. Erst wenn in Zukunft ausreichend große Grünstromkapazitäten verfügbar sind, könnten nennenswerte Beiträge aus der Wasserstoffwirtschaft für den Wärmesektor geleistet werden. Zudem ist eine direkte Nutzung des Stromes zur Wärmeerzeugung mittels Wärmepumpen um den Faktor 3 bis 4 effizienter als der Umweg über die Wasserstofferzeugung. Nur im Bereich der Hochtemperaturwärmeerzeugung für gewerbliche Prozesse könnte Wasserstoffeinsatz in der Zukunft eine nennenswerte Rolle spielen.

Angenommen „grüner Wasserstoff“ wäre in ausreichender Quantität vorhanden, gäbe es bereits heute die technischen Möglichkeiten, diesen in der Wärmeversorgung einzusetzen. So existieren schon jetzt Heizkesselsysteme, die mit dem Brennstoff Wasserstoff betrieben werden können.

Allerdings sind nicht alle Gasleitungen und Regeleinrichtungen automatisch für Wasserstoff geeignet, so dass hohe Investitionen für eine flächendeckende Versorgung erforderlich wären. Daher ist bei einem konkret anstehenden Heizungstausch ein neuer/erneuter Einbau eines Gaskessel mit „H2-ready“-Label noch keine zukunftssichere und verlässliche Lösung, solange nicht seitens des Netzbetreibers Wasserstoffversorgungsgebiete vorgesehen sind und bezahlbarer Wasserstoff auch wirklich bezogen werden kann (vgl. auch Rechtsgutachten [13]).

In der Eignungsprüfung wurde bereits die fehlende Anbindung Lemgos an das Wasserstoffkernnetz thematisiert. Daher ist aus heutiger Sicht keine Wasserstoffnutzung geplant und es sind auch keine lokalen Wasserstoffquellen absehbar, das Potenzial wird daher mit **0 GWh** angenommen.

4.4.9 Freiflächen-Solarthermie

Freiflächen-Solarthermie ist eine Technologie, bei der große Kollektorflächen auf ungenutzten oder speziell dafür vorgesehenen Freiflächen installiert werden, um Sonnenenergie zur Erzeugung von Wärme zu nutzen. Diese Wärme kann in Wärmenetze integriert werden. Um im Sommer erzeugte Wärme für den Winter nutzbar zu machen, sind Solarthermie-Anlagen häufig nur in Kombination mit saisonalen Speichern sinnvoll.

Tabelle 17: Definition der Potenziale von Freiflächen-Solarthermie

SOLARTHERMIE, Freiflächen

Theoretisches Potenzial:

- Mögliche Wärmeerzeugung bei Nutzung aller landwirtschaftlichen Flächen, die sich im Abstand von 200 m zu zweigleisigen Schienenwegen oder Autobahnen befinden (BauGB § 35)

Technisches Potenzial:

Ausgehend von theoretischem Potenzial:

- Ausschluss von Flächen mit Bodenwertzahl ≥ 55
- Nur Flächen, die maximal 200 m entfernt vom Fernwärme-Eignungsgebiet liegen

Zur Ermittlung dieser Potenzialflächen für Freiflächen-Solarthermie wurden insbesondere die Daten des amtlichen Liegenschaftskatastern als Datenquellen genutzt und mögliche Flächenumgriffe generiert. Als grundlegend geeignet wurden zunächst Flurstücke landwirtschaftlicher Nutzung identifiziert. Zudem wurden nur solche Flächen ausgewertet, welche nicht weiter als 200 m entfernt vom Fernwärme-Eignungsgebiet liegen, da es sich bei Freiflächen-Solarthermieanlagen, ähnlich wie bei Geothermie-Erdsondenfeldern, um eine zentrale Wärmeerzeugung zur Einspeisung in das Fernwärmennetz handelt. Werden die Erzeugungsanlagen zu weit vom Netz entfernt geplant, wären lange Anbindungsleitungen nötig, die weder wirtschaftlich noch technisch sinnvoll sind.

Neben der Eingrenzung auf eine Nähe zum Fernwärmennetz, wurden die Flächen zudem anhand der sogenannten Bodenwertzahl bewertet. Die Bodenwertzahl gilt als Maß für die Ertragsfähigkeit von Böden und kann als Richtwert gelten für die Flächenkonkurrenz zwischen einer landwirtschaftlichen Nutzung oder einer Nutzung durch eine Solarthermieanlage. Liegt die Bodenwertzahl bei 55 oder höher, kann der Boden als hochwertig und somit für eine landwirtschaftliche Nutzung gut geeignet eingeschätzt werden, sodass die Eignung für eine Freiflächen-Solarthermieanlage entsprechend ausgeschlossen wird. Auf dieser Basis ergibt sich für das Stadtgebiet Lemgo eine insgesamt geeignete Fläche von 5 ha. Je Hektar Freifläche kann für eine Solarthermieanlage von rd. 3 GWh jährlicher Wärmeerzeugung ausgegangen werden, sodass sich ein Wärmeerzeugungspotenzial von **15 GWh/a** ergibt, welches hier als technisches Potenzial angesetzt wird.

4.4.10 Wärmespeicher

Wärmespeicher als Bestandteil der zentralen Versorgungsstruktur dienen dazu, Wärmeerzeugung und Wärmeabgabe zeitlich zu trennen und ermöglichen so den flexiblen Betrieb von Wärmequellen.

Es gibt:

- **Kurzzeitwärmespeicher:** Diese speichern Wärme für Stunden bis wenige Tage und werden meist in Form von Heißwasserspeichern für KWK-Anlagen genutzt. Sie ermöglichen die flexible Stromerzeugung unabhängig vom momentanen Wärmebedarf und sind meist direkt an der Erzeugungsanlage installiert. Das Volumen liegt bei kleinen bis mittleren Wärmenetzen im Bereich zwischen 20 m³ bis zu 1.000 m³. Sie werden i.d.R. als stehende Stahlbehälter errichtet und der Flächenbedarf ist vergleichsweise gering. Solche Speicher sind im Fernwärmennetz auch bereits vorhanden, dienen aber nicht der saisonalen Speicherung. Sie sind daher nicht Gegenstand der Potenzialuntersuchung.

- **Langzeitwärmespeicher:** Diese speichern Wärme über Monate hinweg. Besonders saisonale Speicher (z.B. Erdbeckenwärmespeicher) sind verbreitet, die große Mengen Solarwärme aus dem Sommer in die Wintermonate übertragen. Ein Beispiel ist der Erdbeckenwärmespeicher in Meldorf (Deutschland) mit 43.000 m³ Volumen und 1.500 MWh Speicherkapazität.

Der in Lemgo aktuell in der Umsetzung befindliche Wärmespeicher am Liemer Weg mit rd. 15.000 m³ Inhalt geht von seiner Auslegung über Kurzzeitspeicher bereits hinaus, da hier je nach Netzlast durchaus Wärme für mehrere Tage mit sehr geringen Verlusten eingespeichert werden kann. Der Speicher ist als Behälterspeicher konzipiert mit einer Höhe von rd. 50 m und einem Innendurchmesser von rd. 20 m.

Wärmespeicher, die saisonal einspeichern können werden meist als Erdbeckenspeicher gebaut, die durch Folien gegen das Erdreich abgedichtet und isoliert werden. Diese drucklosen Speicher erreichen Temperaturen bis 90 °C. Ihre Speicherkapazität kann bei Temperaturdifferenzen von 90/10 °C über 90 kWh/m³ betragen. Sie werden häufig als Pyramidenstumpf gebaut, um Erdarbeiten zu minimieren.

Die Speicherverluste hängen von der Temperaturhaltezeit, der Dämmqualität und der Bodenbeschaffenheit ab. Aufgrund der langen Speicherdauer über mehrere Monate können sie 20% und mehr betragen. Grundwasser in der Nähe kann hohe Wärmeverluste verursachen, weshalb Speicher nur in trockenen Böden ohne Grundwasserströmungen sinnvoll sind.

Ein zusätzlicher Einsatz von solchen Erdbeckenspeichern wäre in Lemgo in Kombination mit Freiflächen-Solarthermieanlagen grundsätzlich möglich. Großtechnische Abwärme potenziale aus der Industrie oder Verbrennungsanlagen wie auch Geothermiepotenziale sind in Lemgo hingegen nicht vorhanden.

Aufgrund der fehlenden ganzjährig verfügbaren, günstigen Wärmequellen und dem bereits umgesetzten mittelgroßen Speicher ist ein wirtschaftlicher Betrieb großer Saisonalspeicher auf vielen ha Fläche mittelfristig weniger sinnvoll. Zudem sind im Bereich des heutigen wie auch einer möglichen zukünftigen Fernwärmennetzes kaum Freiflächen verfügbar. Ein technisches Potenzial für weitere große Wärmespeicher wird daher z.Z. nicht gesehen.

4.4.11 Freiflächen-Photovoltaik

Freiflächen-Photovoltaikanlagen sind großflächige Solaranlagen, die beispielsweise auf unbebauten oder landwirtschaftlich genutzten Flächen errichtet werden, um elektrische Energie aus Sonnenlicht zu erzeugen. Im Gegensatz zu Dachanlagen, die auf Gebäuden installiert sind, werden Freiflächenanlagen auf ebener Erde aufgestellt. Sonderformen von Freiflächen-Photovoltaikanlagen, wie Parkplatz-PV, Floating-PV auf Gewässern und Agri-PV über/neben landwirtschaftlicher Nutzung können innovative Lösungen bieten, um den Platz effizienter zu nutzen und Flächennutzungskonflikte zu minimieren.

Tabelle 18: Definition der Potenziale von Freiflächen-Photovoltaik

PHOTOVOLTAIK, Freiflächen

Theoretisches Potenzial:

- Mögliche Stromerzeugung bei Nutzung aller in Frage kommenden Flächen gemäß PV-Potenzialanalyse der Stadt Lemgo

Technisches Potenzial:

Ausgehend von theoretischem Potenzial:

- Schrittweise Eingrenzung der Potenzialflächen gemäß der Eignungskategorien aus der PV-Potenzialanalyse der Stadt Lemgo

Die Stadt Lemgo hat in Zusammenarbeit mit dem Fachunternehmen „energielenker“ eine PV-Potenzialanalyse durchgeführt, welche im zweiten Halbjahr 2023 überarbeitet und an die zum damaligen Zeitpunkt im Änderungsverfahren befindlichen Raumordnungspläne der Landes- und Regionalplanung angepasst (Landesentwicklungsplan LEP NRW). Eine weitere Aktualisierung fand zuletzt im Sommer 2025 statt, im Rahmen dessen eine weitergehende, detailliertere Geodatenbasis eingepflegt wurde.

Als Ergebnis der Potenzialanalyse liegt eine detaillierte und fundierte Zusammenfassung aller im Stadtgebiet Lemgo geeigneten Freiflächen für PV-Anlagen vor. Es wurden rechtliche, physisch-geographische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen berücksichtigt, Eignungskriterien abgeleitet und mittels einer Bewertungsmatrix in fünf verschiedene Flächenkategorien übersetzt. Diese sind in Tabelle 19 zusammengefasst. Hinsichtlich des LEP NRW ist darauf hinzuweisen, dass dieser zunächst nur für raumbedeutsame Vorhaben gilt. Von einer Raumbedeutsamkeit kann ab einer Anlagengröße mit rd. 10 ha Platzbedarf ausgegangen werden. Bei einem Platzbedarf von rd. 2-10 ha ist von einer Einzelfallprüfung auszugehen und bei einem Platzbedarf von weniger als 2 ha ist in der Regel nicht von einer Raumbedeutsamkeit auszugehen.

Im Rahmen der Potenzialstudie wurden eine Vielzahl von Bewertungskriterien berücksichtigt, darunter

- Vogelschutzgebiete, Naturschutzgebiete, FFH-Gebiete, geschützte Biotope, Kernzonen im Landschaftsschutzgebiet: Keine Eignung für Freiflächen-PV
- Bodenwertzahl als Maß für die Ertragsfähigkeit von Böden: Flächen mit Bodenwertzahl > 55 werden als hochwertig eingestuft und für Freiflächen-PV als ungeeignet klassifiziert
- Waldflächen: Keine Eignung für Freiflächen-PV
- Abgrabungen und Deponien: Geeignet, sofern keine Konflikte mit aktueller Nutzung oder Folgenutzungen bestehen
- Windenergiebereiche, Windvorranggebiete: Geeignet, sofern mit der Windvorrangfunktion vereinbar
- 500 m Korridor von Autobahnen, Bundesstraßen, Landesstraßen oder Schienen: Als besonders geeignet eingestuft für Freiflächen-PV, da sie zum Teil als privilegierte Flächen gelten und Anlagen im Rahmen des EEG förderbar sind
- Landwirtschaftliche Kernräume: Gem. LEP keine Eignung für raumbedeutsame Freiflächen-PV, sondern nur für Agri-PV; im Umkehrschluss sind einzelne kleinere Anlagen ohne Raumbedeutsamkeit unter Umständen genehmigungsfähig

Die PV-Potenzialstudie weist zunächst nur die geeigneten Flächen aus, welche im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung noch in einen jährlichen Stromertrag umgerechnet werden müssen. Dazu wurde das Solarkataster NRW herangezogen und für das Stadtgebiet Lemgo der mittlere jährlich

zu erwartende Ertrag je Hektar Freifläche bestimmt, welcher sich auf rd. 1,02 GWh/ha beläuft. Mittels dieses Wertes wurden die in Tabelle 19 aufgeführten Flächen in einen Stromertrag umgerechnet.

Tabelle 19: PV-Potenzialflächen gemäß Potenzialstudie der Stadt Lemgo und potenzieller jährlicher Stromertrag

Flächenkategorie	Fläche	Stromertrag
Sehr hohes Potenzial - Bodenwertzahl < 55 - Außerhalb landwirtschaftlicher Kernräume - Innerhalb Vorzugskorridore „500 m“	79 ha	81 GWh/a
Hohes Potenzial entweder - Bodenwertzahl < 55 - Außerhalb landwirtschaftlicher Kernräume aber auch außerhalb Vorzugskorridore „500 m“	371 ha	378 GWh/a
oder - Bodenwertzahl < 55 - Innerhalb landwirtschaftlicher Kernräume aber auch innerhalb Vorzugskorridore „500 m“		
Mäßiges Potenzial - Bodenwertzahl < 55 - Innerhalb landwirtschaftlicher Kernräume - Außerhalb Vorzugskorridore „500 m“	213 ha	217 GWh/a
Vorrang Windkraft	106 ha	108 GWh/a
Summe	769 ha	784 GWh/a

Das in Tabelle 19 genannte Gesamt-Potenzial von 784 GWh/a wird als theoretisches Potenzial angesehen. Für das technische Potenzial werden die Flächen der Kategorie „mäßiges Potenzial“ ausgeschlossen, da für Flächen innerhalb landwirtschaftlicher Kernräume nur Solaranlagen ohne Raumbedeutsamkeit in Frage kommen und somit nur von vereinzelten kleineren Anlagen auszugehen ist, nicht jedoch das gesamte Potenzial ausgeschöpft werden könnte. Somit wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ein technisches Stromerzeugungspotenzial aus Freiflächen-PV von **567 GWh/a** ausgewiesen. Ergänzend sei darauf hingewiesen, dass es sich hierbei um ein reines Erzeugungspotenzial handelt, welches zum Beispiel nicht weiter in Relation zum tatsächlichen Bedarf gesetzt wird. Im Klimaschutzkonzept Lemgo wird ein Zielwert für PV-Anlagen auf Dächern und Freiflächen von 108 GWh/a bis 2035 angegeben.

4.4.12 Windkraft

Aktuell existieren im Stadtgebiet von Lemgo bereits mehrere Windenergieanlagen (WEA); drei im Süden des Stadtgebiets nahe Wiembeck und eine im Norden bei Welstorf. Darüber hinaus sind im Nord-Westen Lemgos nahe Brüntorf zwei weitere WEA geplant sowie eine weitere WEA im Westen

nahe Lieme und ebenfalls eine weitere WEA im Osten nahe Voßheide [14]. Auch in der Nähe von Lüerdissen sind noch drei zusätzliche WEA geplant, wobei die Genehmigung hier noch aussteht.

Alle neu geplanten WEA entstehen auf den im Teilflächennutzungsplan „Windkraft“ der Stadt Lemgo ausgewiesenen Konzentrationszonen. Der Teilflächennutzungsplan ist in Abbildung 51 dargestellt, die Konzentrationszonen sind gelb markiert. Wird im Rahmen der Potenzialanalyse für die kommunale Wärmeplanung davon ausgegangen, dass alle Konzentrationszonen für WEA voll genutzt werden, so könnten bei einem angenommenen Abstand von 500 m zwischen zwei WEA rd. 17 Anlagen im Stadtgebiet von Lemgo installiert werden. Bei Ansetzen einer Größe von 5 MW je Anlage und jährlichen Vollbenutzungsstunden von 2.200 h ergibt sich ein Stromerzeugungspotenzial von **187 GWh/a**. Im Klimaschutzkonzept Lemgo wird ein Zielwert von 106,5 GWh/a für 2035 ausgewiesen, welcher mit den bestehenden und in Umsetzung befindlichen Anlagen und einem daraus resultierenden erwarteten Stromertrag von rd. 120 GWh/a ab 2030 bereits frühzeitig übertroffen wird.

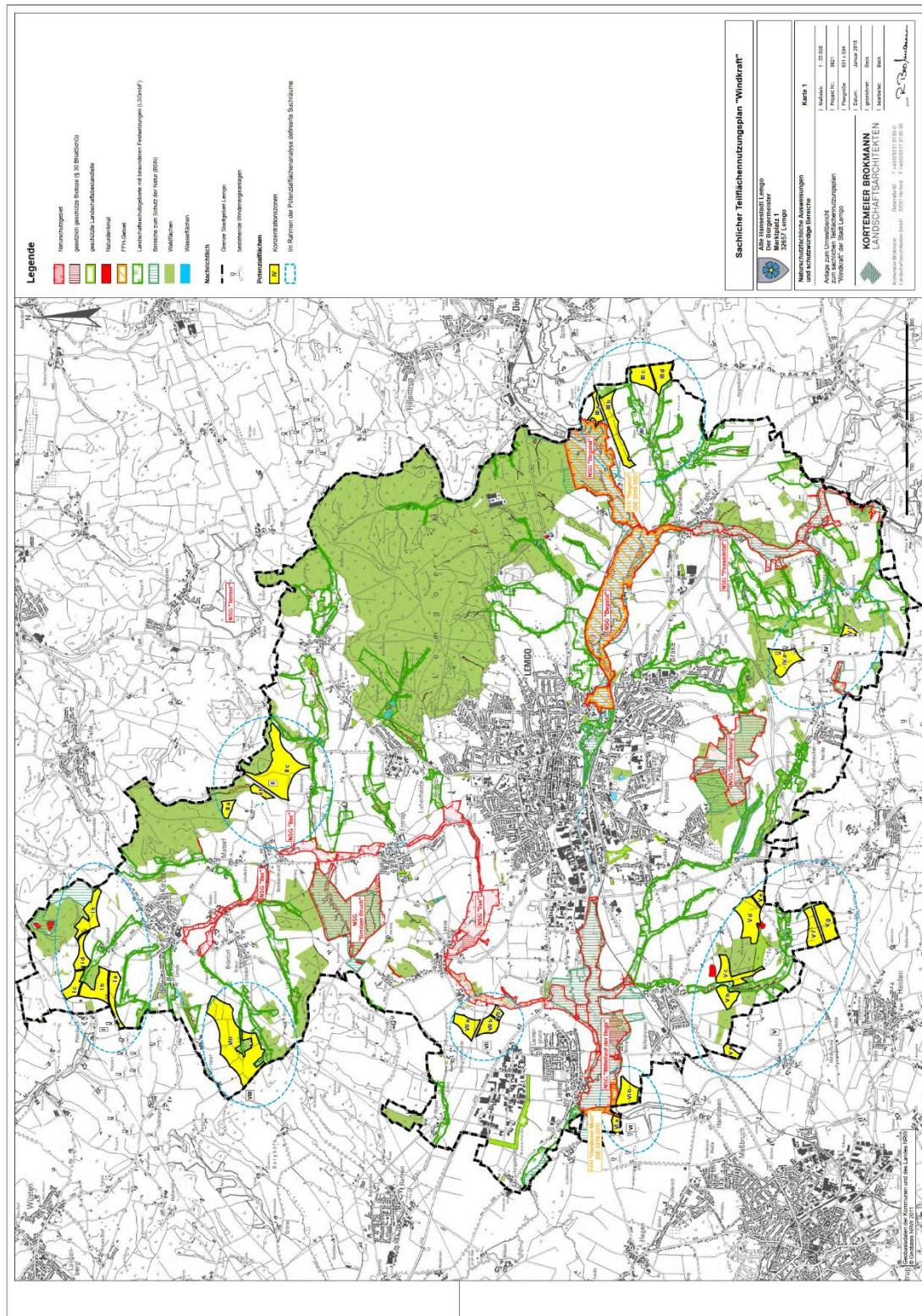


Abbildung 51: Sachlicher Teilflächennutzungsplan „Windkraft“ der Alten Hansestadt Lemgo. Quelle: Online-Portal zum Thema Bauleitplanung der Alten Hansestadt Lemgo

4.5 Gesamtpotenzial

Die folgende Tabelle fasst die ermittelten Potenziale zusammen.

	Theoretisches Potenzial [GWh/a]	Technisches Potenzial [GWh/a]
Energieeinsparung		
Wärmebedarfsreduktion	113	88
Wärmequellen (dezentral)		
Oberflächennahe Geothermie	562	158
Umgebungsluft	nicht quantifiziert	275
Dachflächen-Solarthermie	505	93
Wärmequellen (zentral)		
Tiefe Geothermie	120	0
Mitteltiefe Geothermie	nicht quantifiziert	4,5
Flusswasserwärme	92	8
Klärwasserwärme	64	20
Abwasserwärme	nicht quantifiziert	2
Umgebungsluft	nicht quantifiziert	20
Unvermeidbare Abwärme	3	3
Biomasse	79	79
Wasserstoff	nicht quantifiziert	0
Freiflächen-Solarthermie	260	15
Stromquellen		
Dachflächen-Photovoltaik	233	174
Freiflächen-Photovoltaik	785	567
Windenergieanlagen	nicht quantifiziert	187

Tabelle 20: Zusammenfassung der ermittelten Potenziale

Die Auswertung zeigt, dass in Lemgo eine Vielzahl an Potenzialen zur Verfügung steht, um eine Wärmetransformation bis 2045 zu realisieren. Eine Zusammenfassung des technischen Potenzials im Vergleich zum Wärmebedarf im Ist-Zustand zeigt Abbildung 52. Die Beantwortung der Frage, welche Potenziale in welchem Umfang zukünftig zur zentralen und dezentralen Wärmeerzeugung genutzt werden können, ist Teil des Zielszenarios in Kapitel 5.

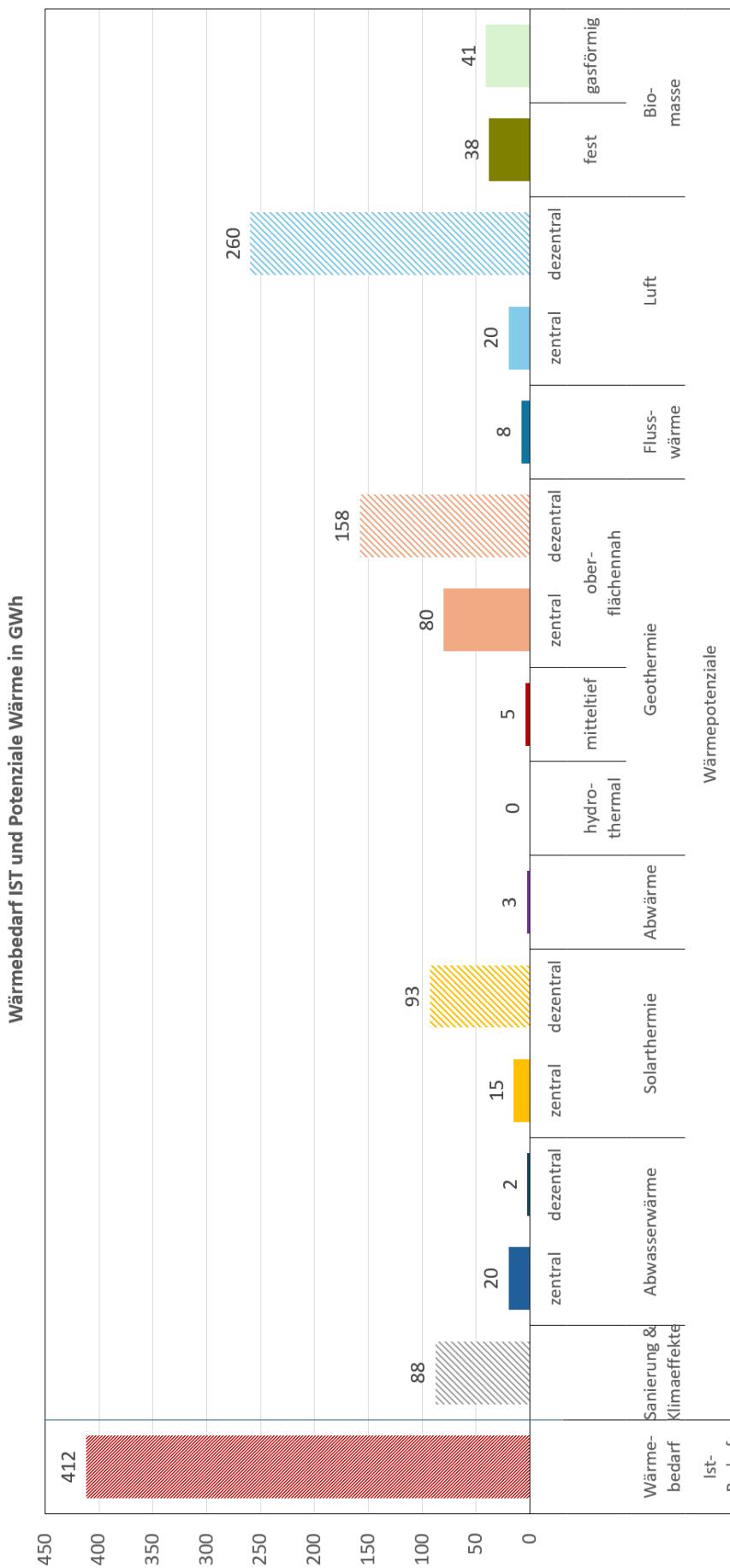


Abbildung 52: Zusammenfassung der technischen Potenziale zur Wärmeversorgung

5 Zielszenario

Das Zielszenario ist das Bindeglied zwischen der Potenzialanalyse und den abgeleiteten Maßnahmen. Gesetzlich verankertes Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist dabei die Klimaneutralität bis 2045. Neben dem im WPG definierten Zieljahr entsprechend den Vorgaben aus WPG und KWP-Leitfaden [1] sollen auch die Stützjahre 2030, 2035 und 2040 und somit auch der Pfad zur Treibhausgasneutralität dargestellt werden.

Das Zielszenario schließt sowohl bedarfsspezifische Entwicklungen als auch Versorgungsszenarien mit Änderungen der Beheizungsstruktur ein.

5.1 Methodik

Für die Interpretation der Ergebnisse ist es wichtig, dass ein Szenario immer im Kontext der Prämisse zu verstehen ist und mögliche Entwicklungen der Zukunft in sich schlüssig und konsistent beschreibt. Szenarien stellen also hypothetische Folgen von Ereignissen und Randbedingungen auf, die sich im Zeitverlauf aber auch ändern können.

Das hier gezeigte Zielszenario baut auf den heute (Stand Oktober 2025) absehbaren Randbedingungen hinsichtlich der beschriebenen technischen Potenziale in Lemgo, der Energiemarkte und der regulatorischen wie ordnungsrechtlichen Randbedingungen auf, es ist also kein Extremeszenario im Sinne eines Best Case/Worst Case Szenarios, sondern ein Trendszenario, das aber klar auf das vorgegebene Ziel einer Treibhausneutralität fokussiert ist.

Methodisch beruht die Entwicklung der Szenarien auf der im Leitfaden [1] vorgegebenen Arbeitsweise:

- Festlegung der für Lemgo relevanten Randbedingungen unter Einbeziehung der Prämisse aus der Akteursbeteiligung (u.a. bestehende Fernwärmestrategie).
- Ableitung des zukünftigen Wärmebedarfs durch detaillierte gebäudescharfe Simulation, die aus dem Wärmeprognosemodell abgeleitet wurde.
- Strukturierung des Versorgungsgebietes anhand von Eignungs- und Versorgungsgebieten für die verschiedenen in Betracht kommenden Technologien und Festlegung von lokalen Ausschlusskriterien bestimmter Optionen.
- Ableitung und Simulation von Anschlussgraden und Umstellungen auf klimafreundliche Heizungsoptionen.
- Erstellung der Endenergiebilanz für die Zieljahre 2030, 2035, 2040 und 2045 sowie kartografische Darstellung.
- Ableitung der CO₂-Bilanz anhand der vorgegebenen CO₂-Faktoren für verschiedenen Energieträger mit Berücksichtigung der Treibhausgase als CO₂-Äquivalente gem. Leitfaden Wärmeplanung.

Im Ergebnis stellt das Szenario eine bis auf Adressenebene spezifizierte Zielplanung dar, in der bis 2045 jeder Wärmeverbraucher klimaneutral versorgt wird. Dies kann durch Anschluss an ein Fernwärmennetz, Nahwärmeversorgung, dezentrale Versorgung mit Wärmepumpen und Umweltenergie oder in Einzelfällen auch mit Feuerungsanlagen mit synthetischen oder biogenen Brennstoffen erfolgen.

Eine flächige Versorgung mit Wasserstoff bzw. eine damit einhergehende Definition von Wasserstoffausbaugebieten wird unter Berücksichtigung des aktuellen Informationsstandes zur Ausbauplanung des Wasserstoff-Kernnetzes in Deutschland nicht vorgeschlagen.

Wärmenetze stellen einen wichtigen Baustein auf dem Weg zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung dar. Insofern sind Analysen über die Möglichkeiten zur Steigerung des Anteils der netzgebundenen Wärmeversorgung Bestandteil einer jeden kommunalen Wärmeplanung.

Für den wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmenetzes ist neben einer entsprechend kostengünstigen Wärmeerzeugung auch ein möglichst kosteneffizienter Netzbetrieb erforderlich. Eine hohe Absatzliniendichte, also Wärmeabsatz je Netzlänge, führt zu niedrigen Netzverlusten und zu günstigeren Netzkosten bezogen auf die Wärmemenge. Dabei umfassen die Netzkosten sowohl die Investitionskosten zur Errichtung des Wärmenetzes als auch die laufenden Kosten für dessen Betrieb. Somit sollten Wärmenetze vorwiegend in Gebieten mit hohen Wärmeliniendichten betrieben werden und es sollte ein möglichst großer Anteil der Gebäude im Wärmenetzgebiet angeschlossen werden, also eine hohe Anschlussquote erreicht werden. Neben den Kosten für die Verteilung sind auch die Anschlusskosten für die Gebäude relevant. Aufgrund hoher Fixkosten für die Verlegung der Hausanschlussleitung sind große Wärmeverbraucher spezifisch (bezogen auf den Wärmeabsatz) günstiger an ein Wärmenetz anzuschließen als kleine. Somit ergeben sich folgende Kriterien, die für die Analysen zur Ermittlung der Möglichkeiten zum Ausbau der Wärmenetze herangezogen werden können:

- Hohe Wärmeliniendichte,
- große Verbraucher,
- hohe erwartbare Anschlussquote.

Im Folgenden fokussiert die Beschreibung auf die Methodik zum Ausbau des Fernwärmenetzes. Dabei wird grundsätzlich zwischen Maßnahmen zur Verdichtung einerseits und der Erweiterung des Fernwärmenetzes andererseits unterschieden. Unter Verdichtung wird der Anschluss zusätzlicher Kunden an bereits bestehende Verteilungslinien des Fernwärmenetzes verstanden. Dies erhöht die Anschlussquote und damit die Absatzdichte, d. h. der Absatz kann ohne zusätzlichen Verteilungsbau gesteigert werden. Unter Netzerweiterung wird die Erschließung von Straßen bzw. Straßenzügen mit neuen Fernwärmeverteilungslinien verstanden. Damit wird das Gebiet, in dem FernwärmeverSORGUNG stattfinden kann, vergrößert (Netzausbaugebiet).

Bezüglich des Kriteriums Wärmeliniendichte gibt der Leitfaden des BMWK und BMWSB [1] in Bestands-Quartieren einen Mindestwert von 1.700-2.000 kWh/m an. Aus der Praxiserfahrung der Gutachter wie auch des beteiligten Energieversorgers, v.a. hinsichtlich der Umsetzbarkeit mit begrenzten Baukapazitäten und Fachkräften, ist dies jedoch ein eher niedriger Wert. Im Folgenden wird deshalb in Abstimmung mit den Stadtwerken Lemgo als Richtgröße ein Mindestwert von 2.100 kWh/m bezogen auf das Jahr 2035 gewählt. Der Zuschnitt von Ausbaugebieten hängt in der Praxis allerdings auch von weiteren Faktoren wie Abständen zum Bestandsnetz und lokalen Hemmnisfaktoren bei der baulichen Umsetzung ab.

Bzgl. der Verbrauchergröße wird kein Mindestwert gewählt. Für eine tiefergehende Untersuchung (z.B. im Rahmen von Betrachtungen für einzelne Erschließungsabschnitte) werden jedoch spezifische Erschließungskosten als Kriterium herangezogen. Diese ergeben sich aus der Summe der Kosten für die Verteilung zuzüglich der Kosten für den Anschluss der Gebäude. Diese Kosten abzgl. der möglichen Förderung für Wärmenetze (40 % nach der Bundesförderung effiziente Wärmenetze, BEW) werden in jährliche Kapitalkosten (Annuitäten) umgerechnet und auf die erschließbare Wärmemenge bezogen. Diese Methodik hat den Vorzug, dass die Kriterien Wärmeliniendichte und Verbrauchergröße in einen Kennwert kombiniert werden, der die Perspektive des Wärmenetzbetreibers reflektiert: Je niedriger die spezifischen Erschließungskosten, desto geringer sind die Kosten für den Netzbetreiber und somit schlussendlich auch für alle Endkunden im Wärmenetz.

Das dritte oben genannte Kriterium ist eine hohe Anschlussquote. Diese ist v.a. dort zu erwarten, wo Alternativen für die Endkunden schwierig oder nur sehr aufwendig umsetzbar sind. Dies gilt

insbesondere nach dem Inkrafttreten des novellierten Gebäudeenergiegesetzes (GEG) mit seinen Anforderungen an Gebäudeheizungen (01.01.2024). GEG-konforme Alternativen zur Fernwärme wären z.B. Wärmepumpen mit der Nutzung von Luft oder Erdwärmesonden als Wärmequellen. Diese sind aufgrund von Platzbeschränkungen und Geräusch-Emissionsgrenzwerten im eng bebauten Raum oft schwierig oder gar nicht umsetzbar. Außerdem ist v.a. bei Gebäuden mit einem hohen Baualter und eher niedrigem Sanierungsstand aufgrund der damit einhergehenden hohen Vorlauftemperatur ein Betrieb einer Wärmepumpe i.d.R. ineffizienter und somit wirtschaftlich weniger attraktiv als es ein Wärmenetz sein kann (je nach Wärmepreis). Somit lässt sich zusammenfassend und vereinfachend sagen, dass Wärmenetze in eng bebauten Gebieten mit älterem, wenig sanierten Gebäudebestand und teilweise auch vorliegendem Denkmalschutzstatus in der Zukunft meist mit einer hohen Anschlussquote rechnen können, wobei Gebiete mit hohem Anteil an dezentralen Heizungen (Gasetagenheizungen) besonders herausfordernd sind.

Abschließend sei als zusätzliches Kriterium im Fall der Erweiterung eines bestehenden Wärmenetzes (im Gegensatz zu einem Wärmenetzneubau) die Distanz zum bestehenden Netz genannt: Je näher das jeweilige Gebiet am Bestandsnetz liegt, desto attraktiver ist es für eine Netzerweiterung, da lange Verbindungsleitungen ohne entsprechenden Absatz mit verhältnismäßig hohen Kosten verbunden sind. Lediglich im Fall von sehr großen Absatzgewinnen sind längere Leitungen zur Anbindung sinnvoll, dies ist zum Beispiel bei der Anbindung des Gewerbegebietes Lieme der Fall. In anderen Fällen wurden lediglich kürzere Anlaufstrecken mit eigentlich zu niedrigen Wärmelienendichten mit berücksichtigt.

In Bezug auf den Fernwärme-Ausbau sieht das Wärmeplanungsgesetz in § 18 Abs. 4 vor, dass ein Betreiber eines bestehenden Wärmenetzes hierzu einen Vorschlag unterbreiten kann. Die Arbeitsstände der Wärmeplanung wurden mit den Stadtwerken Lemgo iteriert und die finale Einteilung voraussichtlicher Wärmeversorgungsgebiete abgestimmt.

Neben der Ausbauplanung wurde auch eine Nachverdichtung im Bestandsnetz berücksichtigt, d.h. der Anschluss von bisher nicht Fernwärme-versorgten Gebäuden entlang des Bestandsnetzes. Dieser Bereich ist aufgrund der ausgedehnten Netzlänge sehr wichtig, da hier viele noch nicht angeschlossene Gebäude im Nahbereich der Wärmeleitungen liegen.

Tabelle 21: Definition der Potenziale von Freiflächen-Solarthermie

WÄRMEVERSORGUNGSGEBIETE

Wie bereits einleitend dargestellt, unterscheidet das Wärmeplanungsgesetz vier verschiedene Kategorien von Wärmeversorgungsgebieten: Wärmenetzgebiete, Wasserstoffnetzgebiete und Gebiete für die dezentrale Wärmeversorgung und Prüfgebiete.

ARTEN DER ERSCHLIESSUNG VON WÄRMENETZGEBIETEN

Der folgende Abschnitt fokussiert Beschreibungen zur Erschließung von Wärmenetzgebieten. Dabei wird grundsätzlich zwischen Maßnahmen zur Verdichtung einerseits und der Erweiterung des Wärmenetzes andererseits unterschieden.

Verdichtung

Unter Verdichtung wird der Anschluss zusätzlicher Kunden an bereits bestehende Verteilleitungen des Wärmenetzes verstanden. Dies erhöht die Anschlussquote und damit die Absatzdichte, d. h. der Absatz kann ohne zusätzlichen Verteilleitungsbau gesteigert werden.

Ausbau/Erweiterung

Unter Netzerweiterung wird die Erschließung von Straßen bzw. Straßenzügen mit neuen Wärmeverteilleitungen ausgehend von bestehenden Wärmenetzen verstanden. Damit wird das Gebiet, in dem Wärmeversorgung stattfinden kann, vergrößert (Netzausbaugebiet). Der Ausbau ist zumeist mit einer Integration weiterer Wärmequellen verbunden.

Neubau

Unter Neubau wird die Errichtung eines neuen Wärmenetzes, sprich die Erschließung von Straßen bzw. Straßenzügen mit neuen Wärmeverteilleitungen verstanden. Damit wird das Gebiet, in dem Wärmeversorgung stattfinden soll, neu erschlossen (Netzneubaugebiet). Der Neubau ist mit einer Erschließung neuer Wärmequellen verbunden. Solche Neubaunetze wurden exemplarisch in den zwei Ortsteilen Entrup und Kirchheide angedacht, aber wegen fehlender Eignung wieder verworfen.

5.2 Wärmeversorgungsgebiete

Auf Grundlage des Wärmeplanungsgesetzes wurde das Stadtgebiet in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete eingeteilt. Die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete wurden aus der zuvor Bottom-up und anhand der Wärmeliniendichte ermittelten Eignung für Wärmenetze sowie unter Einbezug der möglichen vorhandenen und priorisiert zu erschließenden Wärmequellen zur Versorgung von Wärmenetzen definiert.

Abbildung 53 zeigt die Eignungsgebiete für Wärmenetze, welche basierend auf der oben beschriebenen Methodik ermittelt wurden. Die noch nicht erschlossenen Straßenzüge in der Kernstadt Lemgo werden dabei überwiegend als sehr wahrscheinlich oder wahrscheinlich geeignetes Gebiet klassifiziert, ebenso Bereiche in Brake und Lieme.

Die weiteren Ortsteile werden aufgrund der hier vorliegenden niedrigeren Wärmedichte (vgl. auch Abbildung 26) mit nur vereinzelten größeren Abnehmern als „sehr wahrscheinlich ungeeignet“ klassifiziert. In den Ortsteilen Entrup und Matorf-Kirchheide wurden detailliertere Analysen der Wärmedichte und der Ortsteilstruktur durchgeführt, um die Eignung für mögliche Wärmenetze genauer zu prüfen.

Aufgrund der Strukturdaten mit nur wenigen Straßenabschnitten mit höherem Wärmebedarf, fehlenden Schlüsselkunden (z.B. größere Schulen) und auch dem Fehlen geeigneter Wärmequellen wurden Nahwärmelösungen hier aber verworfen und als wirtschaftlich nicht zielführend bewertet. Damit ergibt sich eine klar gegliederte Gebietsstruktur:

- In der Kernstadt Lemgo, dem Gewerbegebiet Lieme sowie dem nördlichen Teil von Brake liegen sehr gute Eignungswahrscheinlichkeiten vor, diese Gebiete sind auch zur nachfolgenden Erschließung vorgesehen. In den Randbereichen der Kernstadt liegen die Wärmedichten meist bei 1.500-2.000 kWh/m, diese Areale werden daher noch als „geeignet“ ausgewiesen. Eine Fernwärmeeerschließung ist hier aber wirtschaftlich schwieriger und unter den heutigen Randbedingungen nicht geplant. Diese Bereiche werden später als Prüfgebiete ausgewiesen.
- In Welstorf, Brüntorf, Matorf-Kirchheide, Entrup, Lüerdissen, Hörstmar, Trophagen, Wahmbeck, Wiembeck und Vorßheide sowie auch Teilbereichen von Lieme sind die Wärmedichten niedrig und die Entfernung groß. In diesen deutlich lockerer bebauten Ortsteilen mit meist weniger als 1.000 Einwohnern sind Wärmenetze sehr unwahrscheinlich.

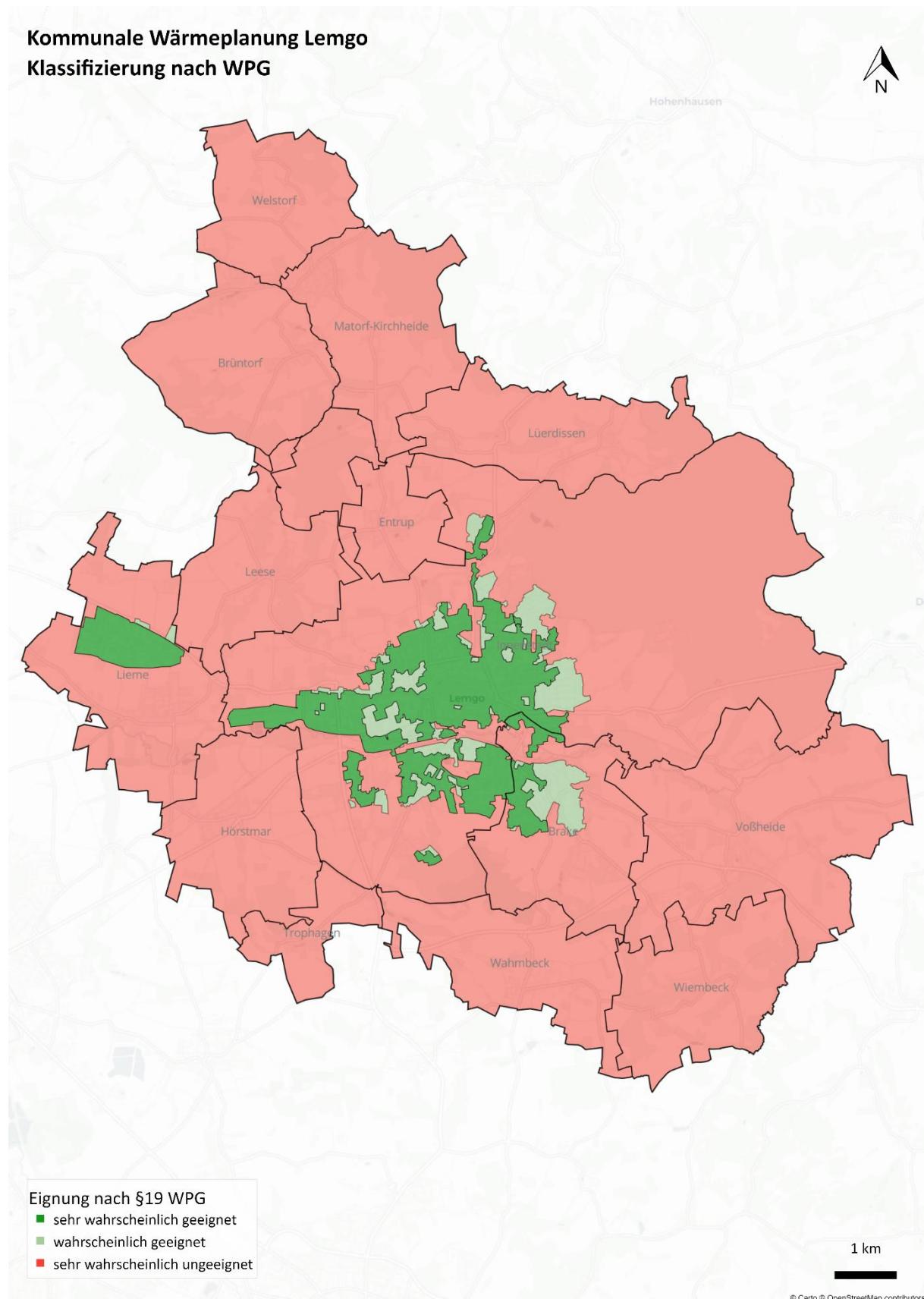


Abbildung 53: Eignungsgebiete für Wärmenetze

Auf Grundlage des Wärmeplanungsgesetzes und der dargestellten Eignungsklassen wurde das Stadtgebiet in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete eingeteilt.

Die Versorgungsgebiete sind in der folgenden Abbildung 54 dargestellt. Teile, in denen bereits ein Fernwärmennetz vorhanden ist, werden als Fernwärme-Verdichtungsgebiete bezeichnet. Bereiche, die aufgrund hoher Wärmeliniendichten für einen Netzausbau geeignet und in denen dieser sehr wahrscheinlich ist, werden als Fernwärme-Ausbaugebiete bezeichnet. Gebiete, die aufgrund hoher Wärmeliniendichten für Wärmenetzlösungen wahrscheinlich geeignet sind, die jedoch noch der Prüfung weiterer technischer und nicht-technischer Randbedingungen bedürfen, werden als Prüfgebiete für den Fernwärmeausbau deklariert. Alle übrigen Gebiete eignen sich für eine dezentrale Versorgung.

- Das **Wärmenetzgebiet** umfasst die Gebiete mit wahrscheinlicher Erschließung durch Fernwärme oder bereits vorhandenen Wärmenetzen.
- **Prüfgebiete:** Einige Gebiete werden als Prüfgebiete für Wärmenetze ausgewiesen. In diesen Gebieten kann die Eignung noch nicht abschließend bewertet werden, daher verbleiben diese Gebiete zur näheren Prüfung der Fernwärmeausbaumöglichkeiten im Laufe der nächsten Jahre, wobei eine zeitnahe Erschließung hier auf jeden Fall nicht vorgesehen ist.
- **Dezentrale Versorgungsgebiete** sind alle übrigen Ortsteile und Quartiere. In diesen Gebieten kommen überwiegend dezentrale Lösungen zum Einsatz. Dies können alle GEG-konformen Versorgungslösungen, wie Wärmepumpen, Biomassekessel, Solarthermie- oder Hybridheizungen sein. Weiterhin ist zu beachten, dass auch sogenannte Gebäudenetze, sprich Wärmenetze mit bis zu 16 Gebäuden bzw. bis zu 100 Wohneinheiten, im Sinne des Wärmeplanungsgesetzes als dezentrale Versorgungsoption gelten. In Einzelfällen sind solch kleinräumige Nachbarschaftslösungen denkbar, größere Nahwärmenetze sind in diesen Gebieten aber wie oben dargestellt wirtschaftlich nicht umsetzbar.
- **Wasserstoffnetzgebiete** werden nicht ausgewiesen (vgl. auch Kapitel 2).

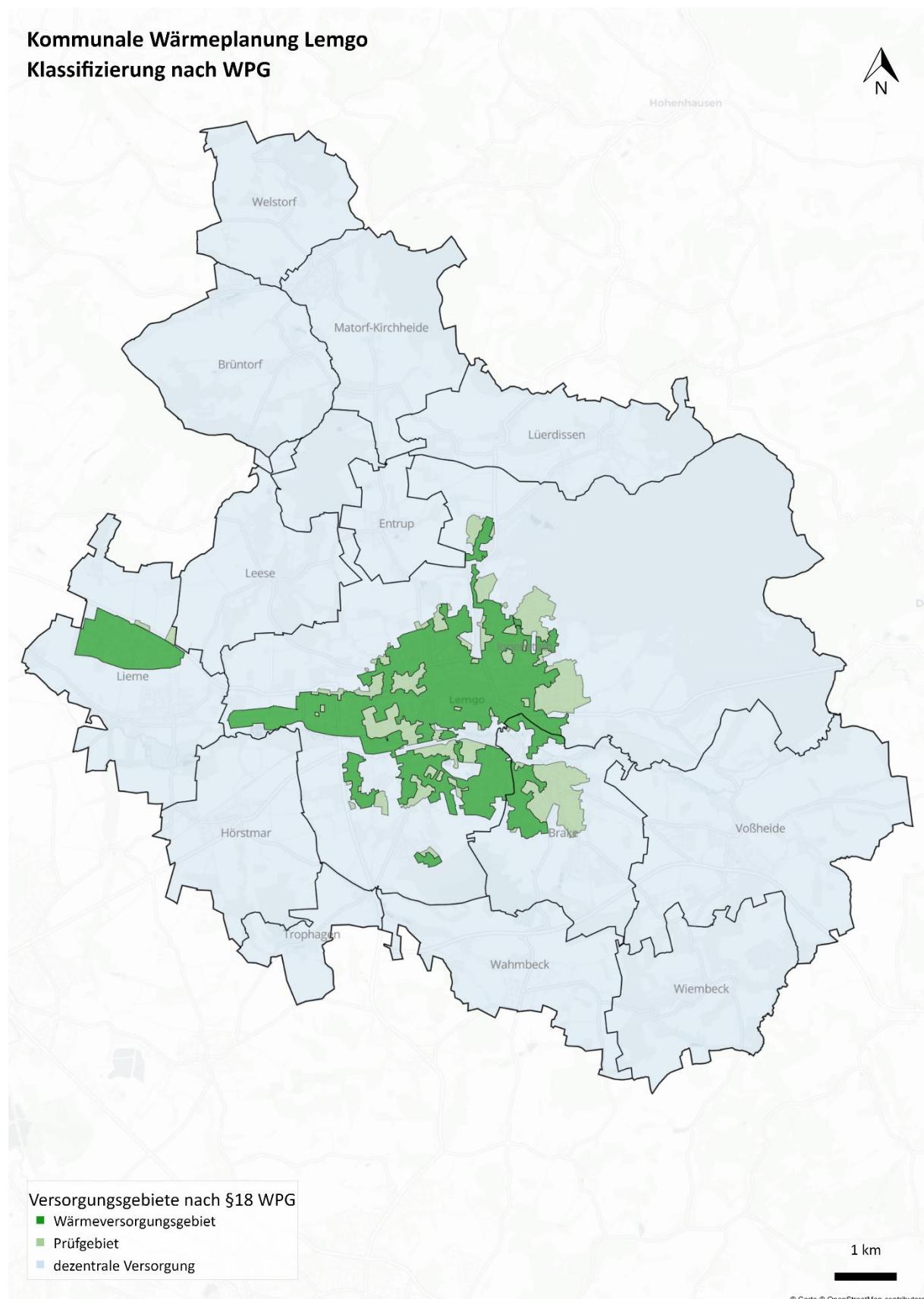


Abbildung 54: Zuschnitt der Wärmeversorgungsgebiete

5.2.1 Wärmenetzgebiete und Entwicklung der Erzeugung

Die oben skizzierten und dargestellten Wärmenetzgebiete umfassen einen Gesamtwärmebedarf von rd. 232 GWh bzw. rd. 56 % des Gesamtwärmebedarfes, bezogen auf das Basisjahr der Wärmeplanung. Auf die Prüfgebiete entfallen weitere rd. 77 GWh.

Wärmenetze nehmen somit auf dem Weg zu einer klimaneutralen Versorgung eine besondere Rolle ein, da diese die im Kapitel 4 beschriebenen vorhandenen Quellenpotenziale zentraler Versorgungsoptionen (Biomasse, Biogas, Abwärme der Kläranlage, Geothermie, Luftwärme) optimal ausnutzen können.

Für die Gebäudeeigentümer geht mit einem Anschluss an das Fernwärmennetz der Vorteil einher, dass die Dekarbonisierung der Wärme dann im Zuständigkeitsbereich des FernwärmeverSORGungsunternehmens liegt und er von dieser Aufgabe – und damit von den diesbezüglichen Anforderungen im GEG – entlastet ist. Der Wärmenetzbetreiber SWL steht somit vor zwei großen Aufgaben, nämlich:

- dem Ausbau des Fernwärmennetzes zum Anschluss weiterer Gebäude und
- der Dekarbonisierung der Fernwärmeerzeugung bis zum Zieljahr der Klimaneutralität (2045).

Der Ausbau und die Dekarbonisierung der Fernwärme werden durch die Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) sowie weitere Förderbausteine unterstützt. Wesentliche Voraussetzung für den Erhalt der Fördermittel ist ein sogenannter Dekarbonisierungsfahrplan bzw. Transformationsplan für das Fernwärmennetz, der aufbauend auf der Wärmeplanung erstellt werden sollte und dann die Basis für die weitere Umsetzung bildet.

Dieser zeigt die Entwicklungen und Maßnahmen auf dem Weg zur Klimaneutralität auf der Kundenseite (Fernwärmeabsatz), im Fernwärmennetz (Erweiterung, Verstärkung) und auch bei der Fernwärmeerzeugung (Dekarbonisierung der Wärmequellen) auf. Durch die auf die Wärmeplanung abgestimmte Erstellung eines Transformationsplan für das Fernwärmennetz in Lemgo können die Ergebnisse der Wärmeplanung in die Transformationsplanung des Netzes eingebracht werden und umgekehrt. Das Wärmeplanungsgesetz sieht in § 18 Absatz 4 genau dies vor.

Innerhalb der oben dargestellten Ausbaugebiete sollen in den nächsten Jahren bis etwa 2035 neue Fernwärmeleitungen verlegt werden, um weitere Gebäude an das Fernwärmennetz anzuschließen in Straßen, in denen bisher noch keine Fernwärme liegt (Netzerweiterung). Die nachfolgende Abbildung zeigt das Fernwärmeausbaugebiet mit einer Unterteilung in Teilgebiete sowie das bestehende Fernwärmennetz. Die Zeiträume sind dabei als Richtgröße der aktuellen Ausbauplanung der SWL zu verstehen, wobei diese immer wieder auch mit weiteren Infrastrukturmaßnahmen im Straßenraum synchronisiert werden muss. Genauere und fortlaufend aktualisierte Angaben sind im Fernwärmeauskunftsportal der Stadtwerke Lemgo verfügbar².

Es ist vorgesehen, den Netzausbau in den nächsten 10 Jahren mit dem Ausbau von weiteren rd. 12 km Netzlänge weitgehend abzuschließen, hinzu kommen dann noch Verdichtungen und Hausanschlussleitungen auch über das Jahr 2035 hinaus. Größter Einzelbaustein ist der Anschluss des Gewerbegebietes Lieme, der in den folgenden Jahren ab 2026 erfolgen wird und somit schon in der (planerischen) Umsetzung ist.

² Vgl. <https://www.stadtwerke-lempgo.de/privatkundenbereich/fernwaerme>

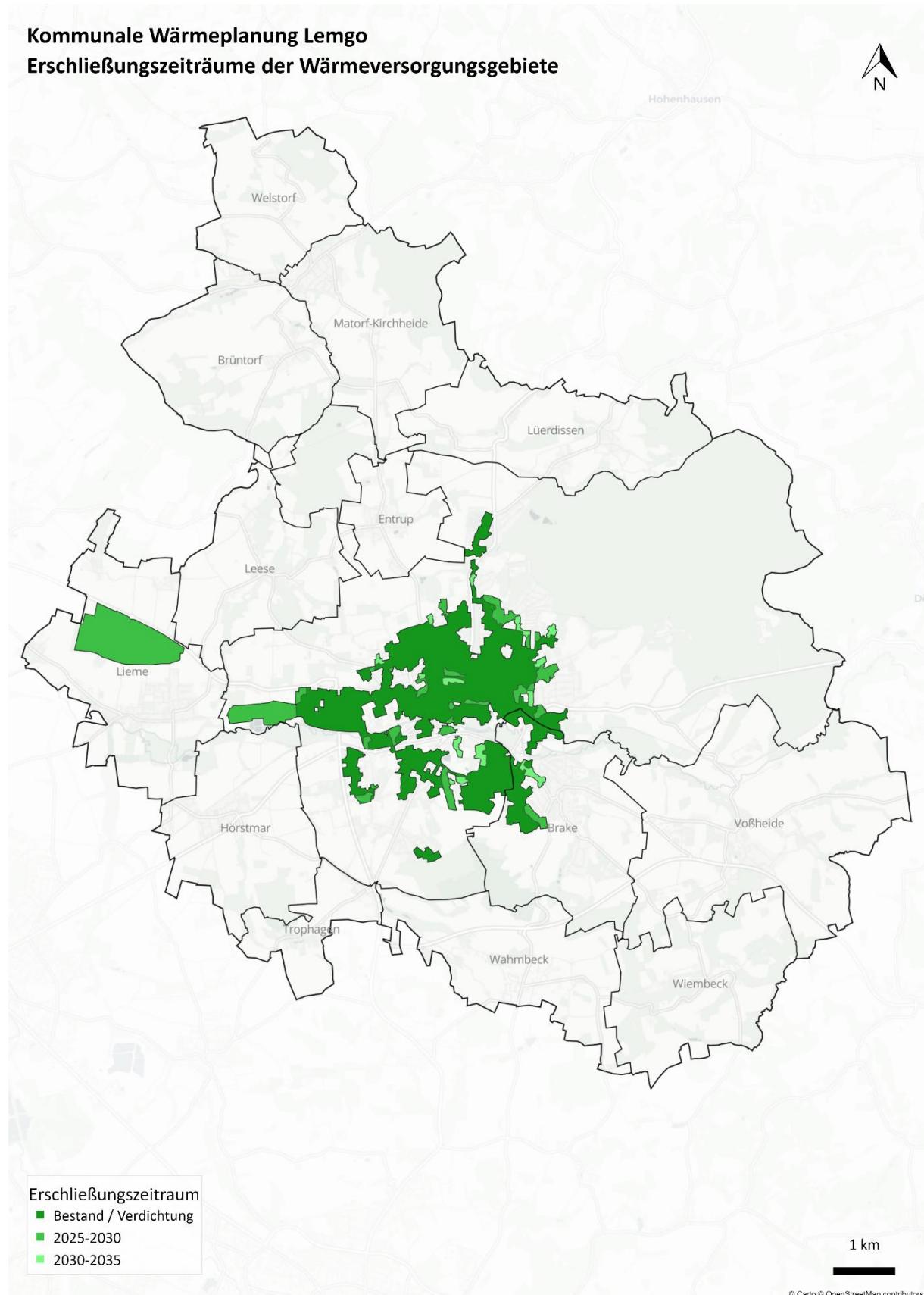


Abbildung 55: Einteilung der Wärmeversorgungsgebiete nach Erschließungszeitraum

Es muss berücksichtigt werden, dass die Darstellung der Ausbauplanung den Charakter einer Planung hat und nicht verbindlich ist. Das gilt vor allem für die zeitliche Stufung der Erschließung der einzelnen Fernwärmegebiete. Dies entspricht auch § 18 Abs 2 des Wärmeplanungsgesetzes. Demnach entsteht

aus der Einteilung in ein bestimmtes Wärmeversorgungsgebiet (hier Wärmenetzgebiet) keine Pflicht, eine bestimmte Wärmeversorgungsart tatsächlich zu nutzen oder bereitzustellen. Nichtsdestotrotz besteht die Zielsetzung der SWL und der Stadt Lemgo als Eigentümerin der Stadtwerke, den aufgezeigten Fernwärmeausbau in dem Ausbaugebiet umzusetzen. Das Erreichen dieser Zielsetzung ist allerdings an eine Reihe von externen Bedingungen und Voraussetzungen geknüpft und unterliegt auch einigen Einschränkungen.

Dabei sind weniger die 12 km Netzausbau kritisch, die bei einem Erschließungszeitraum von 10 Jahren nicht mehr Baumaßnahmen bedeuten als in den vergangenen Jahren, sondern eher die Vielzahl der noch anzuschließenden Objekte gerade auch in der Verdichtung.

Diese Ausbaugeschwindigkeit bei der Verlegung von neuen Leitungen sowohl in der Straße als auch für Hausanschlüsse ist ein durchaus ambitioniertes Ziel. Voraussetzung hierfür – wie auch für die Installation der Hausanschlüsse – ist, dass ausreichend Baukapazitäten am Markt verfügbar sind und zudem in der Bevölkerung eine Akzeptanz für die mit dem Fernwärmeausbau einhergehenden Bautätigkeiten in den Straßen und die damit verbundenen Unannehmlichkeiten vorhanden ist.

Weiterhin ist das Erreichen einer ausreichend hohen initialen Anschlussquote wichtig für die Erschließung von neuen Straßen bzw. Gebieten. Nur wenn sich ausreichend Kunden an die Fernwärme anschließen, kann der Fernwärmeausbau wirtschaftlich und damit im geplanten Umfang realisiert werden.

Der Ausbau der Fernwärme und auch die Dekarbonisierung der Fernwärmeerzeugung erfordern hohe Investitionen des Fernwärmeversorgers. Dabei ist auch der Förderrahmen wesentlich, in diesem Fall die „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)“, die mittelfristig den im Lemgo bisher genutzten Zuschuss im Rahmen des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes ablösen wird.

Diese Förderung ist aktuell gesichert, hat aber nicht den Status eines gesetzlich garantierten Förderkulisse, anders als die bisherige Netzförderung nach KWK-G. Voraussetzung ist also, dass die BEW Förderung in den folgenden Jahren ausreichend ausgestattet ist und auch fortgeführt wird. Trotz der möglichen Inanspruchnahme von Förderungen können die massiven Investitionen auch zu einer moderaten Erhöhung der Kosten für die Bereitstellung von Fernwärme führen. Insofern ist auch hier eine Akzeptanz der Fernwärmekunden für damit verbundene Preissteigerungen eine Voraussetzung. Dabei muss das Preisniveau der Fernwärme in einem Rahmen bleiben, in dem sich die Wärmekosten von vergleichbaren dezentralen Wärmeversorgungslösungen bewegen, die ebenfalls Kostensteigerungen erfahren werden.

Eine weitere wesentliche Voraussetzung für die Wärmewende ist die Einbindung weiterer Erzeugungsquellen, um die notwendigen Erzeugungsmengen bereitzustellen. Diese müssen bis spätestens 2045 ausschließlich auf erneuerbaren Energien oder auf unvermeidbarer Abwärme basieren, wobei nach WPG bereits 2030 30% und 2040 80% erreicht sein müssen. Durch den bereits heute vorhandenen Anteil an Umweltwärme aus geklärtem Abwasser und Flusswasser, dem Solarkollektorfeld an der Kläranlage sowie Biogasen sind aber bereits heute wichtige Bausteine vorhanden. Der Anteil erneuerbarer Quellen im Basisjahr 2022 der Betrachtung lag bei rd. 13% der Wärmenetzeinspeisung.

Bis 2030 planen die SWL darüber hinaus, eine Biomasseanlage in Lieme zu errichten für die Nutzung regionaler Biobrennstoffe aus privater, kommunaler und gewerblicher Landschaftspflege. Ein weiteres Vorhaben, das aktuell in der Projektierung ist, ist die Nutzung lokalen Windstroms in einer großen Luftwärmepumpe. Darüber hinaus ist vorgesehen, die vorhandenen KWK Anlagen sukzessive auf Biogas umzustellen, wie im Potenzialkapitel erläutert (vgl. Abschnitt 4.4.7). Die für das Zielszenario und die Stützjahre 2030, 2035 und 2040 getroffenen Annahmen zu neuen Wärmequellen basieren somit auf den Potenzialanalysen in Kapitel 4 und lehnen sich zudem an erste Zwischenergebnisse der Transformationsplanung der SWL für das Fernwärmennetz an.

Die zukünftige Entwicklung hin zu einem vollständigen erneuerbaren Erzeugerpark kann wie folgt skizziert werden.

In dem Zeitraum 2025 bis 2030 wird ein Biomassekessel im Gewerbegebiet Lieme mit 7,4 MW_{th} zugebaut, welcher das Potenzial der festen Biomasse aus dem Straßenbegleitgrün und den Siebüberläufen nutzt. Darüber hinaus wird das Windwärme-Projekt am Liemer Weg berücksichtigt mit einer rd. 3,5 MW_{th} Luftwärmepumpe und einer 5 MW_{th} PtH-Anlage, welche über ein Stromdirektkabel mit einer lokalen Windenergieanlage verbunden sind und somit vollständig über EE-Strom betrieben werden. Zudem wird der bereits in Umsetzung befindliche Großwärmespeicher mit einer Kapazität von rd. 600 MWh in Betrieb genommen, der unter anderem dazu beiträgt, die Anlagen des Windwärme-Projektes optimal auslasten zu können. Darüber hinaus wird am Liemer Weg ein neues BHKW mit 100% Biogas-Einsatz zugebaut, womit ein Teil des Biogas-Potenzials der drei im Westen Lemgos befindlichen Biogasanlagen (siehe Kapitel 4.4.7) genutzt wird. Neben dem Zubau der zuvor beschriebenen EE-Erzeuger werden fossile Erzeuger wegfallen bzw. nur noch einen untergeordneten Beitrag zur Wärmeerzeugung liefern, darunter die GuD-Anlage im HKW West und die Gaskessel im HKW Mitte sowie am Liemer Weg. Die verbliebenen BHKW und Gaskessel müssen weiter Erdgas-basiert eingesetzt werden, um die prognostizierten Fernwärmemengen decken zu können. Insgesamt kann im Jahr 2030 ein Anteil von über 50 % EE-Erzeugern, gemessen an der dann bereits gestiegenen Gesamt-Fernwärmeverzeugung, verzeichnet werden.

Zwischen den Jahren 2030 und 2035 könnten weitere BHKW auf den Einsatz von 100 % Biomethan umgestellt werden wie zum Beispiel das BHKW am Klärwerk. Als weiterer EE-Erzeuger kann noch ein zweites Wärmepumpen-Modul am Klärwerk zugebaut werden, alternativ wäre auch ein weiterer Ausbau des Windwärmekonzeptes möglich. Die übrigen BHKW müssen weiter im Erdgas-Betrieb eingesetzt werden, um die benötigten Fernwärmemengen decken zu können. Insgesamt erscheint im Jahr 2035 ein Anteil von 85 % EE-Erzeugern, gemessen an der Gesamt-Fernwärmeverzeugung, möglich.

Um bis 2045 die verbliebene fossile Erzeugung zu ersetzen, kann weiterhin noch eine Geothermie-Wärmepumpe zugebaut werden, welche die oberflächennahe Erdwärme über ein Erdsondenfeld, wie in Kapitel 4.3.2 beschrieben, nutzt. Die mittels Geothermie-Wärmepumpe zu erzeugende Wärmemenge hängt, wie erläutert, stark vom angesetzten Geothermie-Konzept und insbesondere der Regenerationsrate des Erdbodens ab. Um die für das Zielbild zu erreichende EE-Erzeugung von 100 % zu erreichen, wird im Rahmen dieser Wärmeplanung von einem zukünftigen Einsatz von Bioölen wie dem HVO 100 ausgegangen, welches über Bioöl-Kessel energetisch verwertet werden kann, alternativ kann hier auch Biomethan eingesetzt werden.

Die Entwicklung der möglichen Erzeugungsstruktur zu einer 100% klimaneutralen Erzeugung ist in der folgenden Abbildung skizziert. Die Darstellung zeigt, dass auch ein deutlicher Ausbau der Fernwärme in Lemgo mit lokalen Erzeugern hinterlegt werden kann. Allerdings sind viele dieser Bausteine auch von regulatorischen oder fördertechnischen Randbedingungen abhängig, so dass der Ausbau vor allem ab 2030 als Perspektivplanung zu verstehen ist.

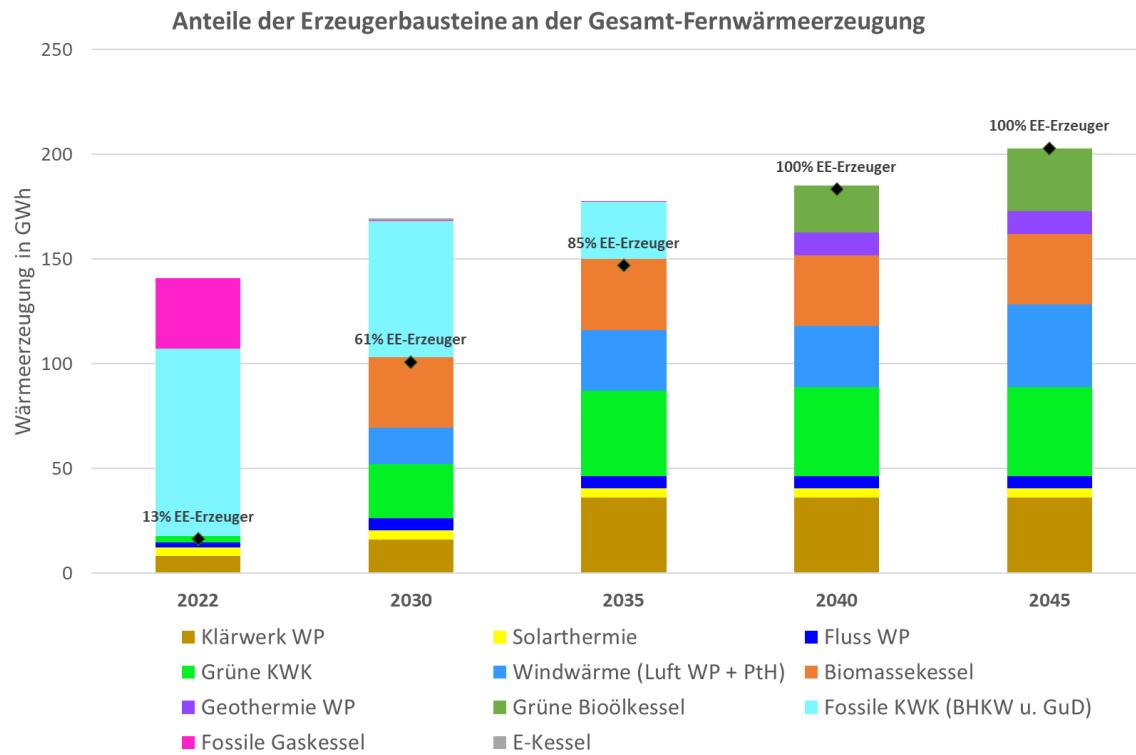


Abbildung 56: Anteile der Erzeugerbausteine an der Fernwärme Gesamterzeugung.

Die Entwicklung des Emissionsfaktors der Fernwärme bis zum Zieljahr, basierend auf dem zuvor beschriebenen Erzeugerpark, ist in der folgenden Tabelle dargestellt. Die Werte sind nach der im Leitfaden Wärmeplanung und dem zugehörigen Technikkatalog [4] vorgeschlagenen Carnotmethode berechnet worden. Ebenso ist der EE-Anteil angegeben.

Tabelle 22: THG Faktoren für die Fernwärme in Lemgo³

	f _{THG} bezogen auf Fernwärmeabsatz (Endenergie)	EE-Anteil
2022	168 kg/MWh	13 %
2030	72 kg/MWh	61 %
2035	39 kg/MWh	85 %
2040	24 kg/MWh	100 %
2045	20 kg/MWh	100 %

Der heute schon gute Wert von 168 kg/MWh verbessert sich weiter und liegt im Zieljahr bei 20 kg/MWh. Anzumerken ist, dass im Zieljahr der Klimaneutralität die THG-Emissionen nicht bei 0

³ Die Bewertung in diesem Wärmeplan erfolgt nach den Vorgaben des Leitfadens [4]. Die Methode weicht etwas von anderen CO₂ Faktor Berechnungen ab, wie sie z.B. für die Bewertung der Fernwärme nach AGFW-Richtlinien oder nach dem CO2KostAuftG erfolgen. Die von den Stadtwerken Lemgo veröffentlichten Werte für vergangene Jahre sind daher nicht direkt vergleichbar und beruhen z.B. auch auf etwas anderen Bezugszeiträumen oder beinhalten nur CO₂.

kg/MWh liegen, weil die anzuwendenden THG-Faktoren für Strom und auch für Brennstoffe wie Biomasse und Biogas Werte oberhalb von 0 kg/MWh aufweisen, was an der Berücksichtigung von Vorketten liegt.

5.2.2 Dezentrale Versorgungsgebiete

Alle Gebiete, die außerhalb der in Abbildung 55 dargestellten Wärmenetzgebiete und Prüfgebiete liegen, sind dezentrale Versorgungsgebiete.

In dezentralen Versorgungsgebieten stehen Hauseigentümern verschiedene Technologien für zukünftigen Heizungsanlagen zur Verfügung. Generell kann jede Heizungsanlage, die mit einem Anteil von mindestens 65 Prozent erneuerbarer Energie betrieben wird, zur zukünftigen Versorgung eingesetzt werden. Die 65 Prozent gelten aktuell (Stand Oktober 2025) für Neubauten und werden ab Mitte 2028 beim Einbau von neuen Heizungen auch in Bestandsgebäuden verbindlich. Intakte bestehende Heizungssysteme mit einem EE-Anteil unter 65 Prozent können auch nach Mitte 2028 weiter betrieben werden.

Für das Zielszenario der kommunalen Wärmeplanung wird angenommen, dass die dezentralen Versorgungsgebiete überwiegend durch Umstellung auf Wärmepumpen geprägt sind. Dabei spielen neben Luftwärmepumpen auch Erdwärmepumpen eine Rolle, vor allem in Bereichen mit größeren Flurstücken wie in Kirchheide, Entrup, Voßheide Wahmbeck und dem südlichen Teil von Brake. Weitere Bausteine sind – wenn auch punktuell – der Austausch von Öl- oder Erdgasheizungen durch Biomassekessel sowie die Nutzung klimaneutraler Gase und von grünem Strom in den Fällen, wo durch besondere Anforderungen wie z.B. Prozesswärme eine Wärmepumpenumstellung nicht möglich erscheint.

Der Ausbau der Wärmepumpen als wichtigster Baustein neben den Wärmenetzen ist in Abbildung 57 bis Abbildung 61 dargestellt. Dort ist die Transformation der Wärmebereitstellung von 2022 ausgehend über die Stützjahre 2030, 2035, 2040 bis hin zum Zieljahr der Wärmeplanung 2045 visualisiert. Zu erkennen ist unter anderem der Zuwachs dezentraler klimaneutraler Optionen gegenüber dem Ausgangspunkt heute. Vor allem in den Ortsteilen außerhalb des Wärmenetzgebietes ist ein erheblicher Ausbau erforderlich, während in den inneren Bereichen weniger dezentrale Lösungen hinzukommen und die Fernwärme vorherrschende Technologie wird.

Die Darstellungen beziehen sich immer auf die vorherrschende Heizungsart im Baublock, die anhand von Eignungskriterien prognostisch abgeleitet wurde. In der Praxis können sich hier natürlich auch leicht abweichende Muster ergeben, da es bei vielen Gebäuden keinen eindeutigen Technologieentscheid gibt und es z.B. mehrere GEG konforme und technisch machbare Optionen geben kann (z.B. Luftwärmepumpe, Erdwärmepumpe und Pelletkessel mit Solarthermie).

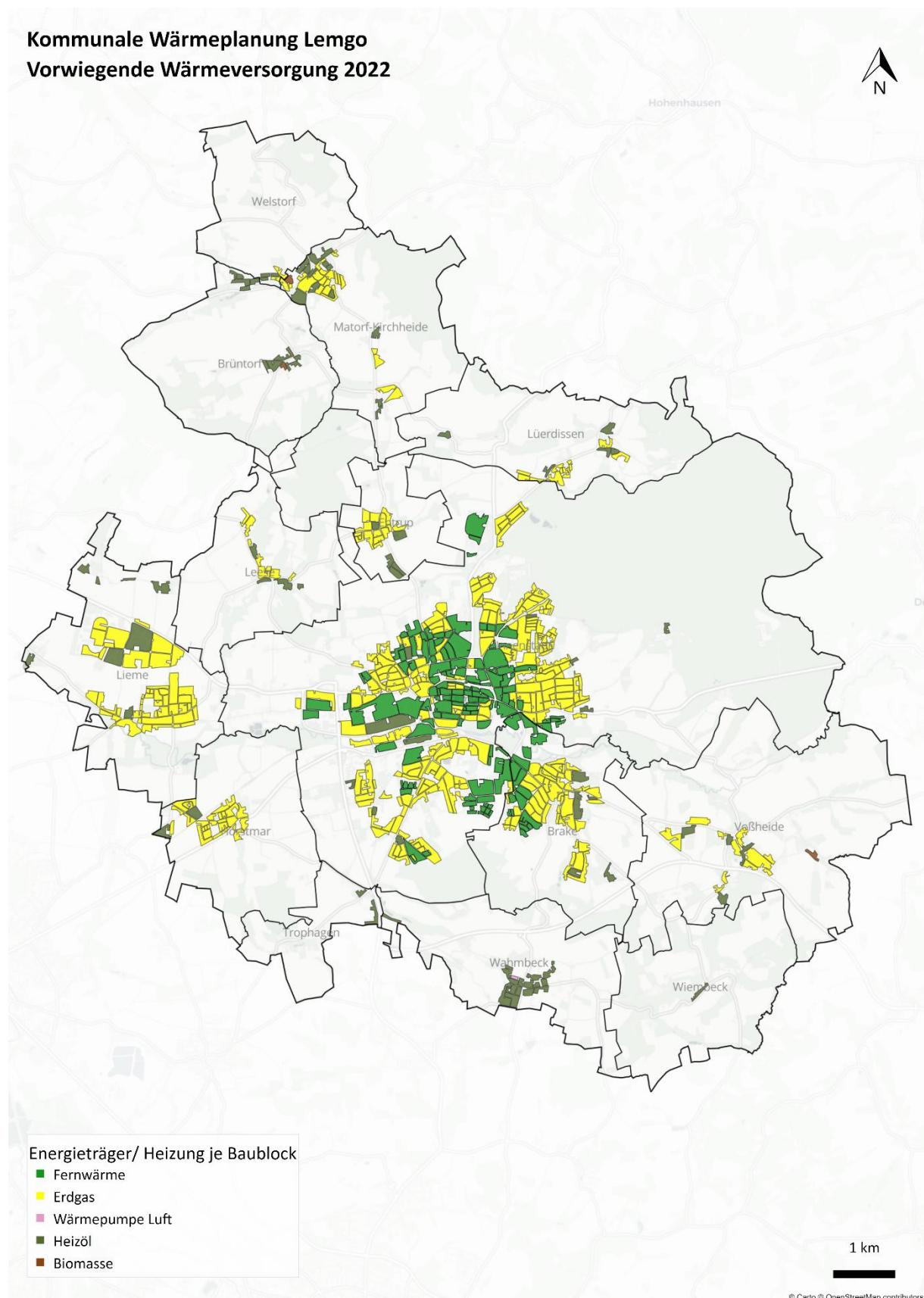


Abbildung 57: Verteilung der Wärmebereitstellung im Basisjahr nach Energieträgern auf Baublockebene

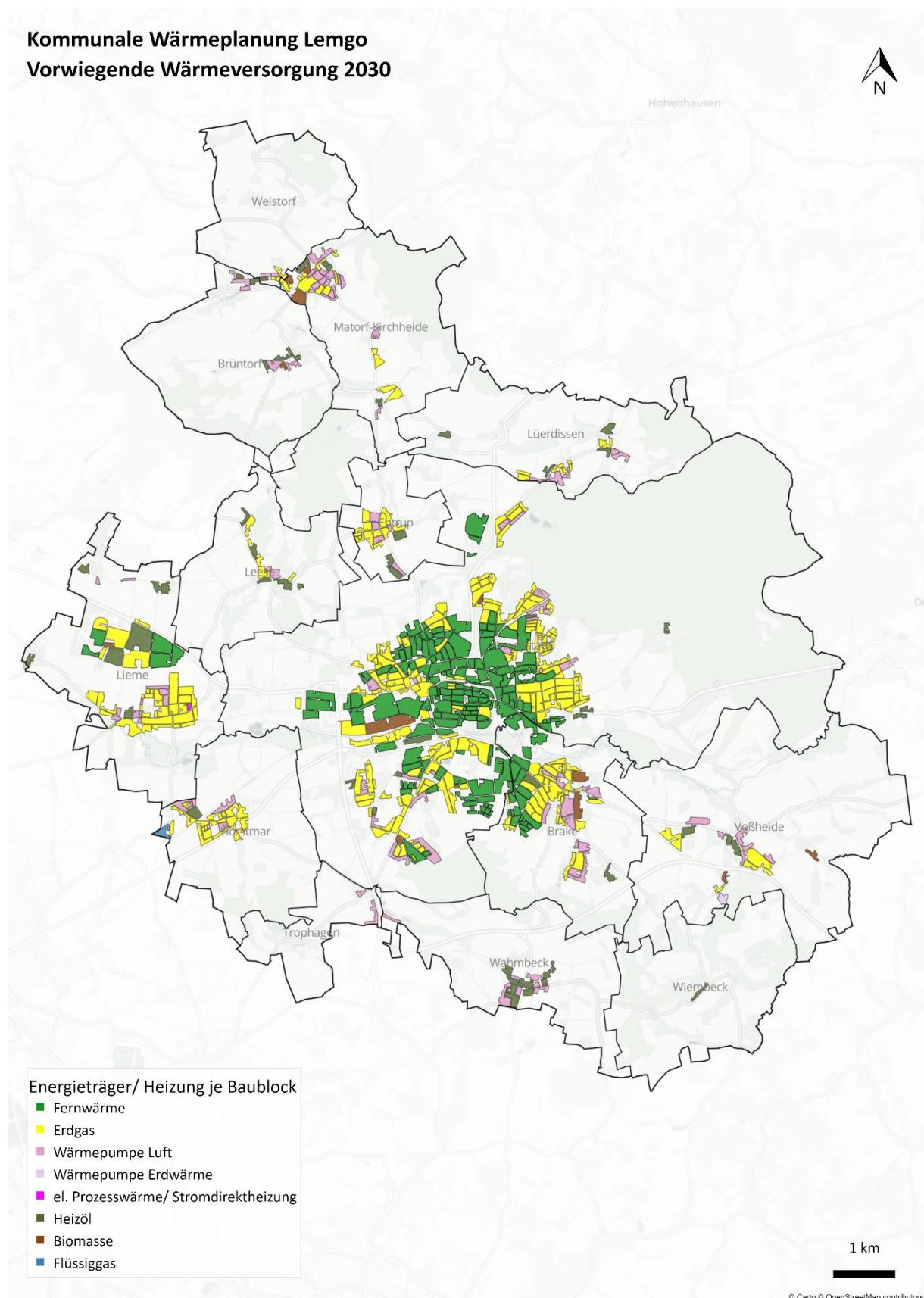


Abbildung 58: Verteilung der Wärmebereitstellung im Jahr 2030 nach Energieträgern auf Baublockebene

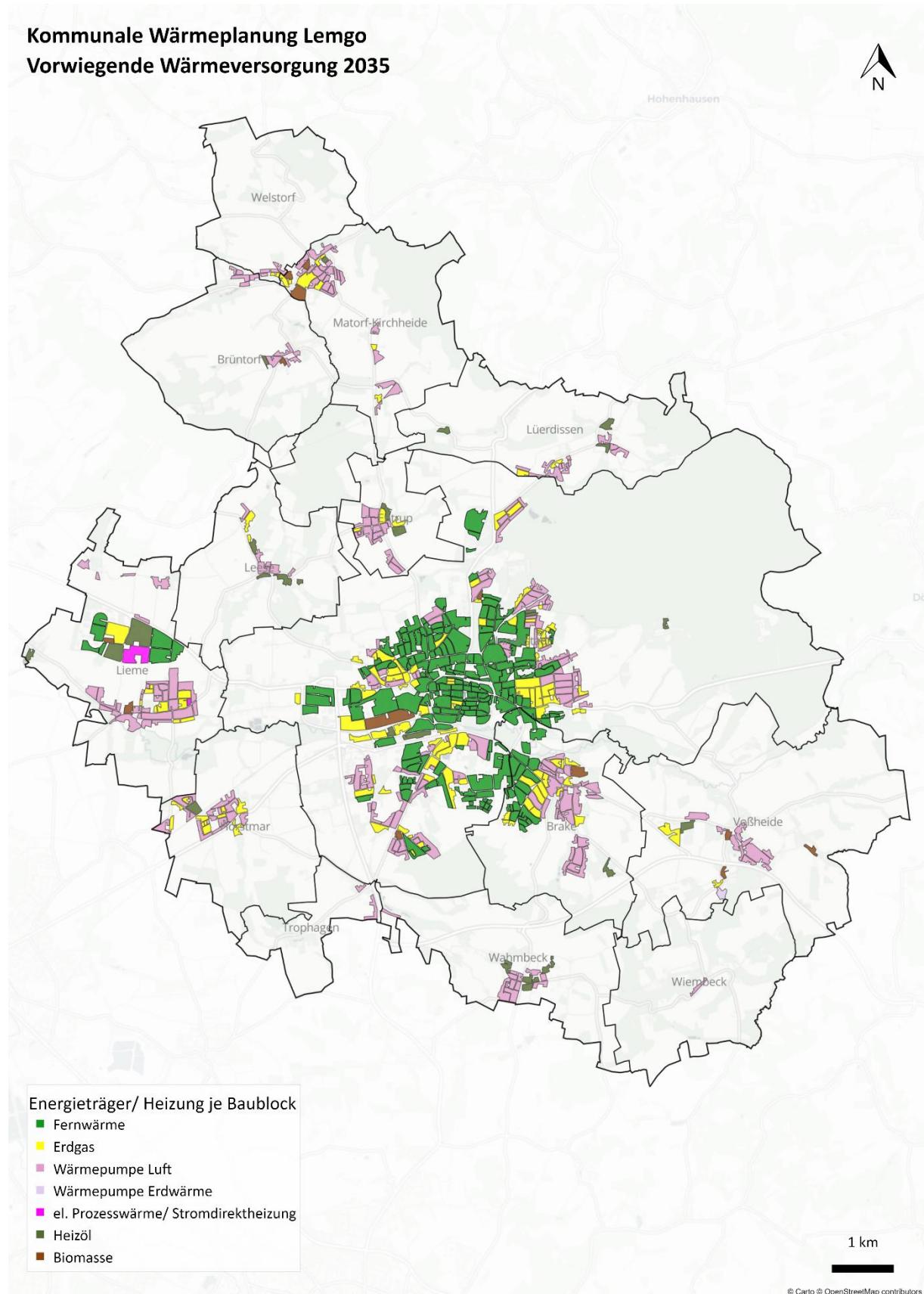


Abbildung 59: Verteilung der Wärmebereitstellung im Jahr 2035 nach Energieträgern auf Baublockebene

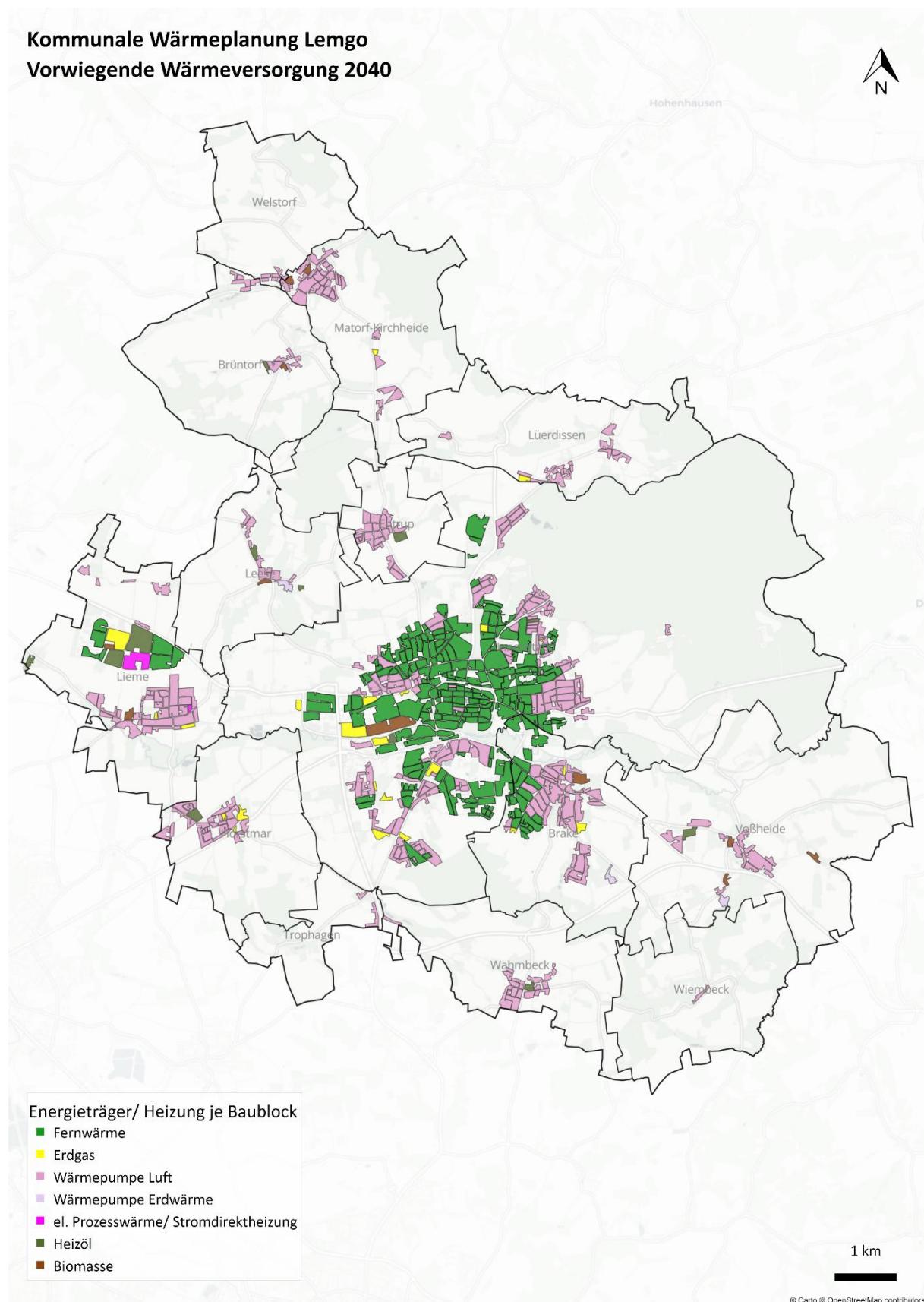


Abbildung 60: Verteilung der Wärmebereitstellung im Jahr 2040 nach Energieträgern auf Baublockebene

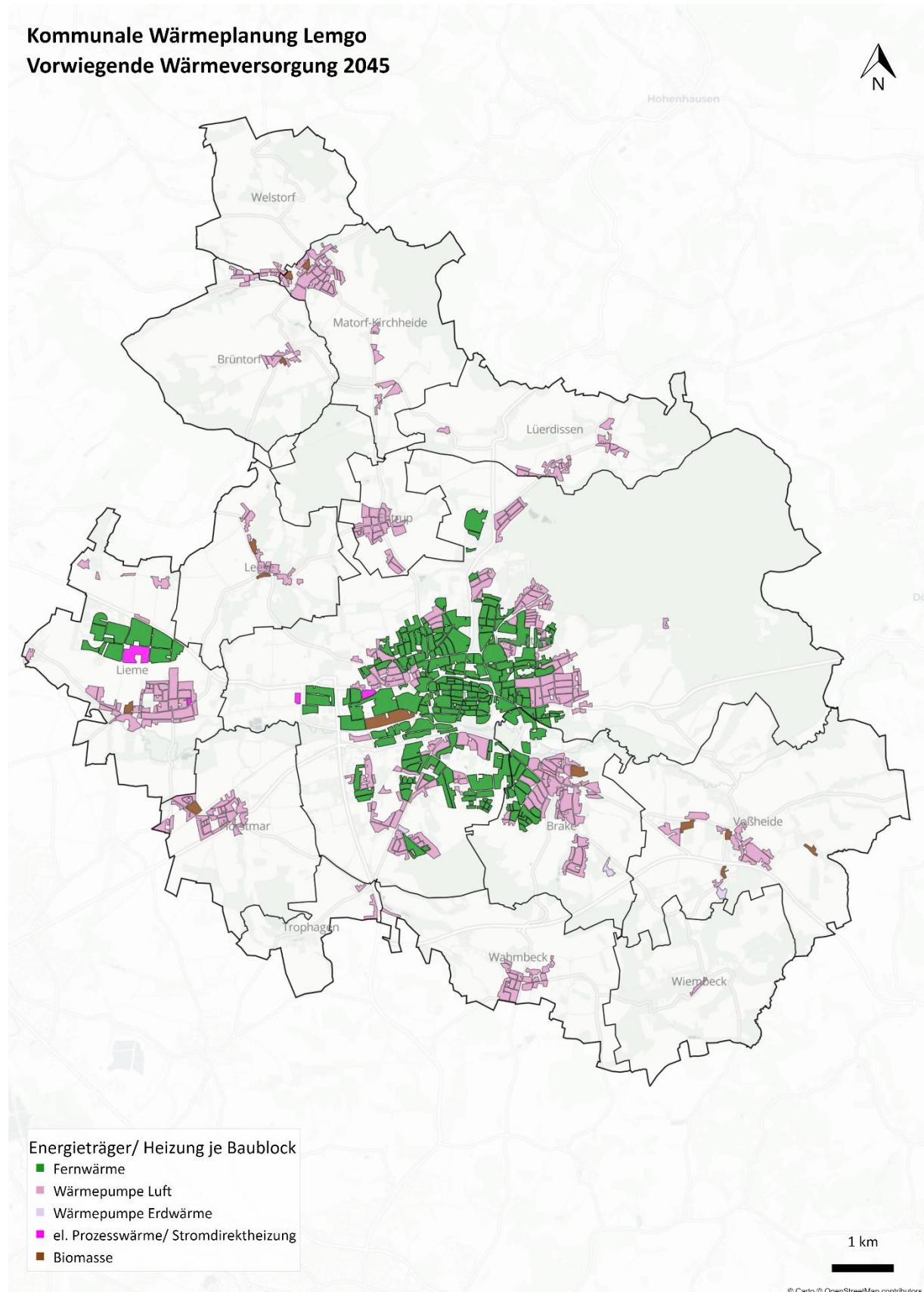


Abbildung 61: Verteilung der Wärmebereitstellung im Jahr 2045 nach Energieträgern auf Baublockebene

Die Dimension der Transformation des Wärmesystems zeigt sich auch an der Anzahl der Adressen, die von Erdgas oder Öl auf Wärmepumpen, einen Fernwärmeanschluss oder eine Biomasse-Heizung wechseln, wie in Abbildung 62 gezeigt. Es wurde angenommen, dass jedes Jahr in etwa gleich viele Gebäude ihr Heizungssystem wechseln.

Bis 2045 müssen rund 75 % aller Adressen (rd. 9.100 Adressen) eine neue Versorgungslösung bekommen, wobei dies in den allermeisten Fällen mit einer Erneuerung einer Heizung am Ende der Lebensdauer einhergeht und somit der Austausch im Erneuerungszyklus stattfinden kann. Im Mittel müssen bis zur Zielerreichung jedes Jahr 400 Adressen auf eine neue Versorgungsart umgestellt werden.

Auf den Ausbau der Fernwärme entfallen rd. 1.900 Neuanschlüsse bzw. im Mittel gut 80 Anschlüsse pro Jahr. Im Bereich der dezentralen Heizungen überwiegen die Luftwärmepumpen (6.900 neue Anlagen).

Die Umstellungen verteilen sich aufgrund der Prämisse einer sukzessiven Umstellung entlang der Erneuerungszyklen sowie der zugrunde liegenden Daten zur Struktur des Heizungsalters recht gleichmäßig auf den Zeitraum bis 2045.

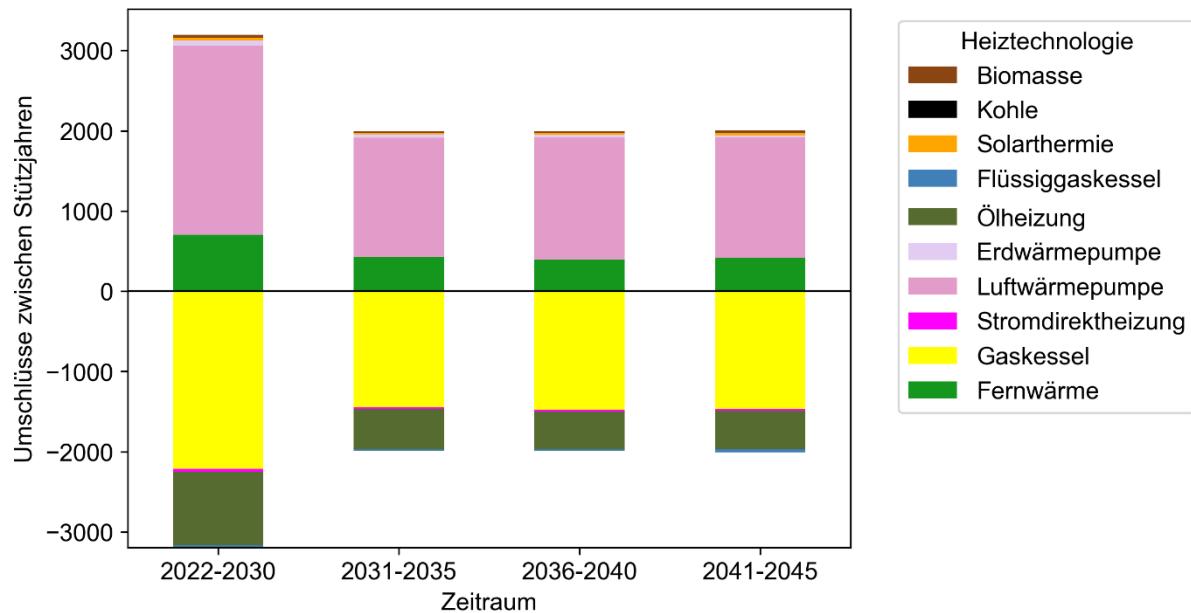


Abbildung 62: Anzahl der Heizungssystemwechsel zwischen den Stützjahren

5.3 Transformation der Wärmeversorgung

Die Transformation der Wärmeversorgung führt zwangsläufig zu großen Änderungen der Energie- und Klimagasbilanzen. So zeigt sich zum einen eine signifikante Verringerung des Wärmebedarfs und (noch stärker) des Endenergiebedarfs bis 2045. Zum anderen wird, wie beschrieben, eine Vielzahl an Umstellungen auf andere Heizenergiesysteme oder Energieträger realisiert.

5.3.1 Entwicklung der Wärmebedarfe und des Erzeugungsmix

Die Transformation des Wärmesystems ist in der folgenden Abbildung 63 anhand der Wärmebedarfsdeckung im Zeitverlauf dargestellt. Es sind die Beiträge der Zieltechnologien und der Wechsel von heute noch fossilen Heizsystemen hin zu erneuerbaren Heizungen zu erkennen, wie auch

die Wärmebedarfsreduktion von 412 GWh/a im Basisjahr auf 352 GWh/a (vgl. Abschnitt 4.3.1). Diese Reduktion von rd. 15 % ergibt sich insgesamt aus den Einsparungen durch Sanierung der Gebäudehüllen, Klimaeffekte sowie Effizienz- und Suffizienzsteigerungen, wobei ein Zubau von neuen Gebäuden und damit eine Wärmebedarfssteigerung hier ebenfalls bereits berücksichtigt ist.

In der Abbildung gut zu erkennen ist der Zuwachs der Wärmenetze trotz gleichzeitiger Sanierung sowie der sukzessive Rückgang von Erdgas und Heizöl, bei dem sich die Versorgungsanteile aufteilen auf Wärmenetze, Luft- und Erdwärmepumpen sowie Biomasse-Heizungen. Über den gesamten Zeitverlauf sind auch direkte Stromanteile an der Bedarfsdeckung erkennbar. Während Direktstromanwendungen zur Raumwärmeverzeugung schwinden, wird angenommen, dass die industrielle und gewerbliche Prozesswärme, wenn kein Anschluss an ein Wärmenetz besteht oder dieser wegen der Temperaturanforderungen nicht genutzt werden kann, zukünftig über Direktstrom erzeugt wird. Dies ist eine Annahme, um auch in diesem Bereich die Umschlüsse ausweisen zu können. Neben Direktstrom (z.B. für Dampferzeugung) können aber je nach Anwendungsfall und Ausbauplanung auch klimaneutrale Brennstoffe (Biomethan, HVO100) für Prozesse eingesetzt werden.

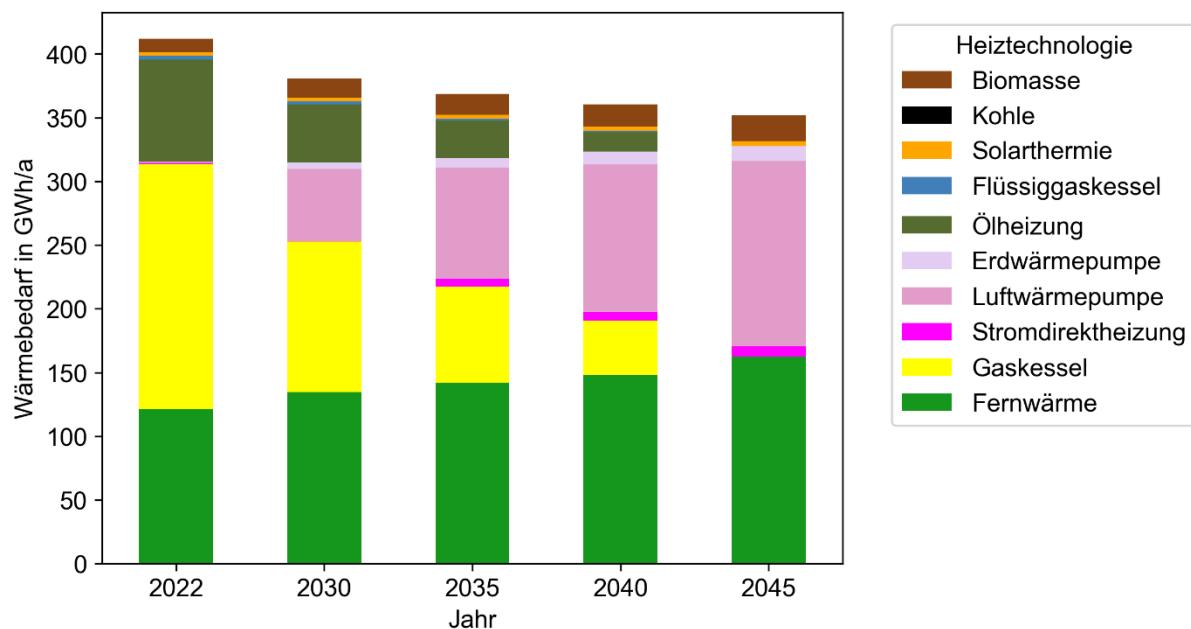


Abbildung 63: Änderung des Versorgungsmixes und Deckung des Wärmebedarfs nach Technologien

5.3.2 Entwicklung dezentral eingesetzter Energieträger

Im dezentralen Bereich ergibt sich eine massive Verschiebung von Erdgas zu elektrischen Wärmepumpen mit kleineren Anteilen zusätzlicher Biomasse in Form von Pellets. Der Strombedarf für Wärmepumpen steigt bis 2045 auf 74 GWh.

Der Erdgaseinsatz hingegen reduziert sich bis 2030 um 39 % und bis 2040 um 78 %, wobei Erdgas bis 2030 als dominierender Energieträger von der Fernwärme abgelöst wird. Ähnliche Reduktionsraten ergeben sich auch für Heizöl.

Der Ausbau der Wärmepumpen wird neben der Mengenerhöhung auch zu einer deutlichen Erhöhung der elektrischen Anschlussleistungen führen. Die aus dem Wärmepumpenausbau resultierenden zusätzlichen Netzlasten an kalten Wintertagen sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

Die Werte wurden anhand eines leistungsbezogenen COP an kalten Tagen von 2,1 für Luftwärmepumpen bzw. 2,6 für Erdwärmepumpen hergeleitet.

Insgesamt ergibt sich ein in etwa linear ansteigender Strommehrbedarf für dezentrale Wärmepumpen von 51 GWh/a bis 2045 sowie eine zusätzliche Netzlaf von rd. 40 MW. Hinsichtlich der Stromnetzbelastungen sind die Wärmepumpen an kalten Wintertagen eher bestimmt. PV-Einspeiseleistungen fallen saisonal konträr an und mindern den Leistungsbedarf nur sehr wenig. In der folgenden Abbildung sind die zuwachsenden Leistungsbedarfe nach den Ortsteilen dargestellt.

Gut zu erkennen ist, dass sich die Zuwachsleistungen in etwa anteilig zur Anzahl der vorhandenen fossilen Heizungen in den äußeren Bezirke der Kernstadt konzentrieren, da die Innenstadt überwiegend durch Fernwärme versorgt wird.

Hinzu kommen dann noch zentrale Großwärmepumpen zur Fernwärmeerzeugung wie in Abschnitt 5.3.1 beschrieben, deren Leistungsbedarf mit rd. 10 MW abgeschätzt wird.

Eine weiterer Leistungszuwachs ergibt sich durch Ladestationen für Elektromobilität, deren Bewertung allerdings außerhalb der Aufgabenstellung in dieser Wärmestudie liegen.

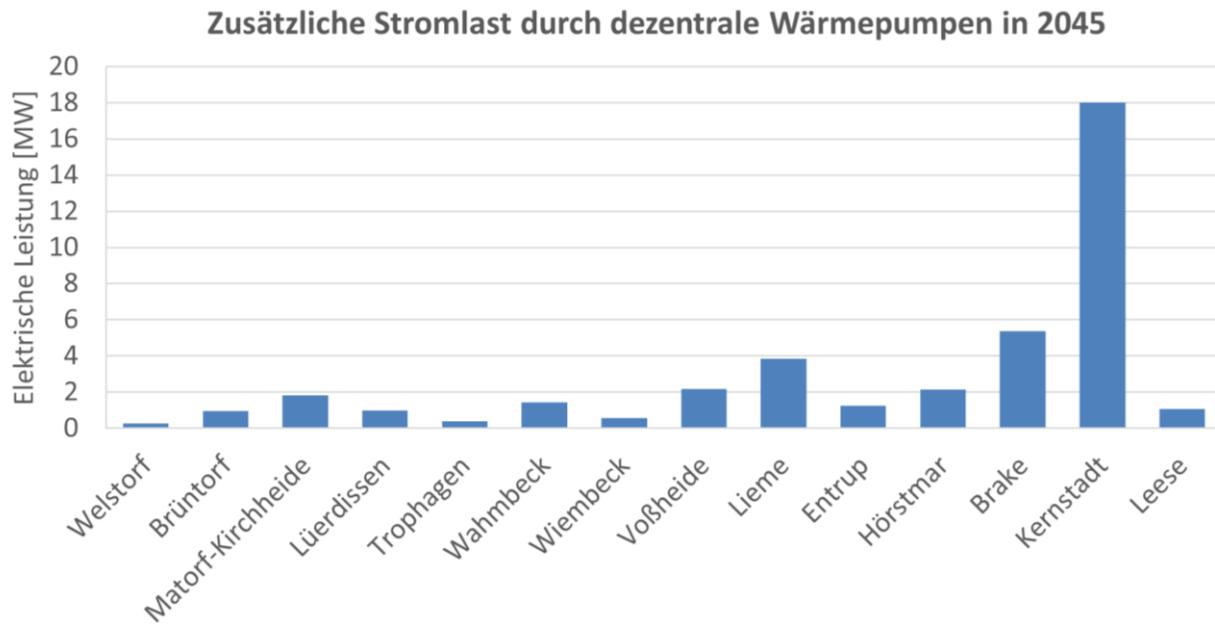


Abbildung 64: Leistungszuwachs bis 2045 durch dezentrale Wärmepumpen im Zielszenario

5.3.3 Entwicklung der Energiebilanz und Emissionen

Die Endenergiebilanz in Abbildung 65 zeigt den rückläufigen Energiebedarf ohne Umweltenergie sowie den Wechsel von Erdgas und Erdöl zu Wärmenetzen und Strom mit einer Reduktion des Endenergieeinsatzes auf etwa 56 % des Ausgangswertes. Der Endenergiebedarf sinkt von 447 GWh im Basisjahr (vgl. Abbildung 27 im Kapitel 3) auf 249 GWh/a. Hierin spielt zum einen der Rückgang des Wärmebedarfes eine Rolle, zum anderen aber auch der Umstieg auf effizientere Wärmeerzeuger, insbesondere Wärmepumpen. Dabei ist zu beachten, dass hinsichtlich der Bilanzierung des Endenergieeinsatzes in Wärmepumpen nur der Stromeinsatz zum Antrieb der Wärmepumpen einbezogen ist. Die ohnehin klimaneutrale Umweltwärme aus Erdreich und Umgebungsluft ist hier in Anlehnung an die Bilanzierung im GEG nicht dargestellt, ebenso auch nicht der Solarenergieeinsatz thermischer Anlagen. Enthalten sind aber Biobrennstoffe sowie Stromdirektheizungen, die hier für

gewerbliche Prozessanwendungen als Substitut für Prozessgas angesetzt wurden, da hier Lieferprozesse von Endenergie nötig sind.

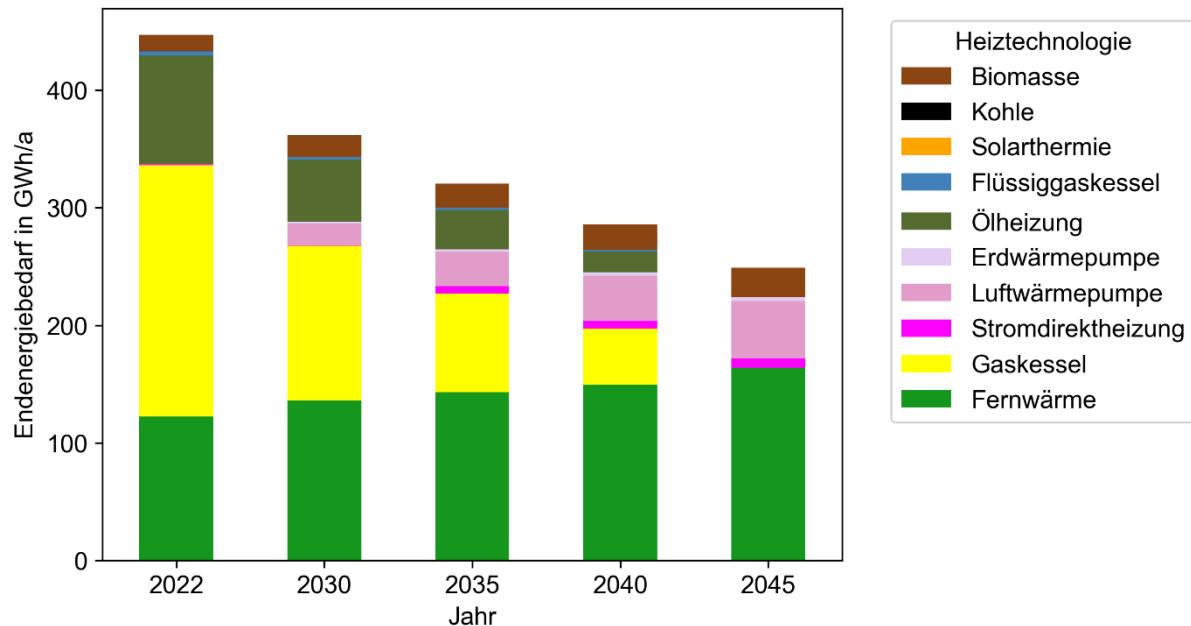


Abbildung 65: Transformation der Endenergiebedarfsdeckung bis 2045

Die Entwicklung der Treibhausgasbilanz als wichtigster Kennwert der kommunalen Wärmeplanung wird in der folgenden Abbildung nach Energieträger bzw. Heizungstechnologie aufgeschlüsselt. Bis zum Jahr 2030 zeigt sich eine Reduktion um 40 %, bis 2035 um 62 % und bis zum Zieljahr 2045 um gut 95 % im Vergleich zum Basisjahr 2022. Dass auch im Zieljahr noch Rest-THG-Emissionen verbleiben, liegt an der Berücksichtigung von Vorketten in den THG-Faktoren der Energieträger.

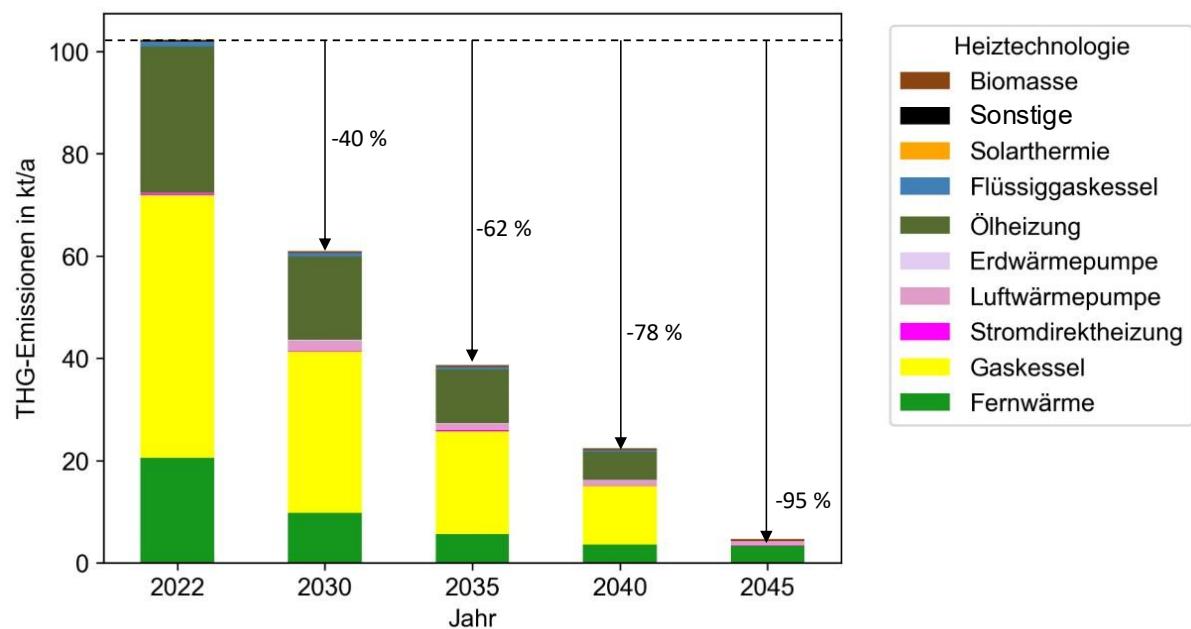


Abbildung 66: Entwicklung der Treibhausgasemissionen bis 2045

5.4 Investitionsrahmen für die Wärmetransformation

Eine detaillierte und abschließende Bewertung der Wirtschaftlichkeit der Handlungsfelder ist aufgrund der Vielfältigkeit und Heterogenität der Gebäudesituationen und der unklaren zukünftigen Fördersituation nicht möglich. Gleichwohl ist aber eine Abschätzung des Investitionsvolumens möglich. Dazu sind im Technikkatalog [4] zur kommunalen Wärmeplanung Eckwerte gegeben, die im Folgenden genutzt und ergänzt wurden.

Die im Katalog angegebenen Kosten sind als Richtwert für ganz Deutschland konzipiert und auf das Jahr 2023 bezogen, diese wurden mit Erfahrungswerten der Stadtwerke Lemgo sowie des Dienstleister EEB ENERKO abgeglichen und auf das Jahr 2025 hochindiziert. Meist ergibt sich dadurch eine Erhöhung im Bereich von 10 % bis 25 %. Der Kostenrahmen sollte so auch Zusatzkosten abdecken, die vor allem im Gebäudebestand bei Einbau neuer Heizungsanlagen oder Sanierungen auftreten können.

Die Abbildung 67 zeigt die resultierende Übersicht der im Folgenden angenommenen Investitionskosten über die thermische Leistung der Anlagen.

Zu beachten ist, dass diese Kostenkennwerte die Marktsituation im Herbst 2025 darstellen und keine Prognose zukünftiger Kostenentwicklungen. Es ist hier davon auszugehen, dass es bei den etablierten Maßnahmen wie Gebäudesanierung, Kesselanlagen und Anschlusskosten für Fernwärme weniger Änderungen geben dürfte. Der Vergleich mit anderen Ländern mit hohen Marktanteilen von Wärmepumpen zeigt jedoch, dass es gerade im Bereich der Wärmepumpeninstallation durchaus Kostenreduktionspotenziale gibt.

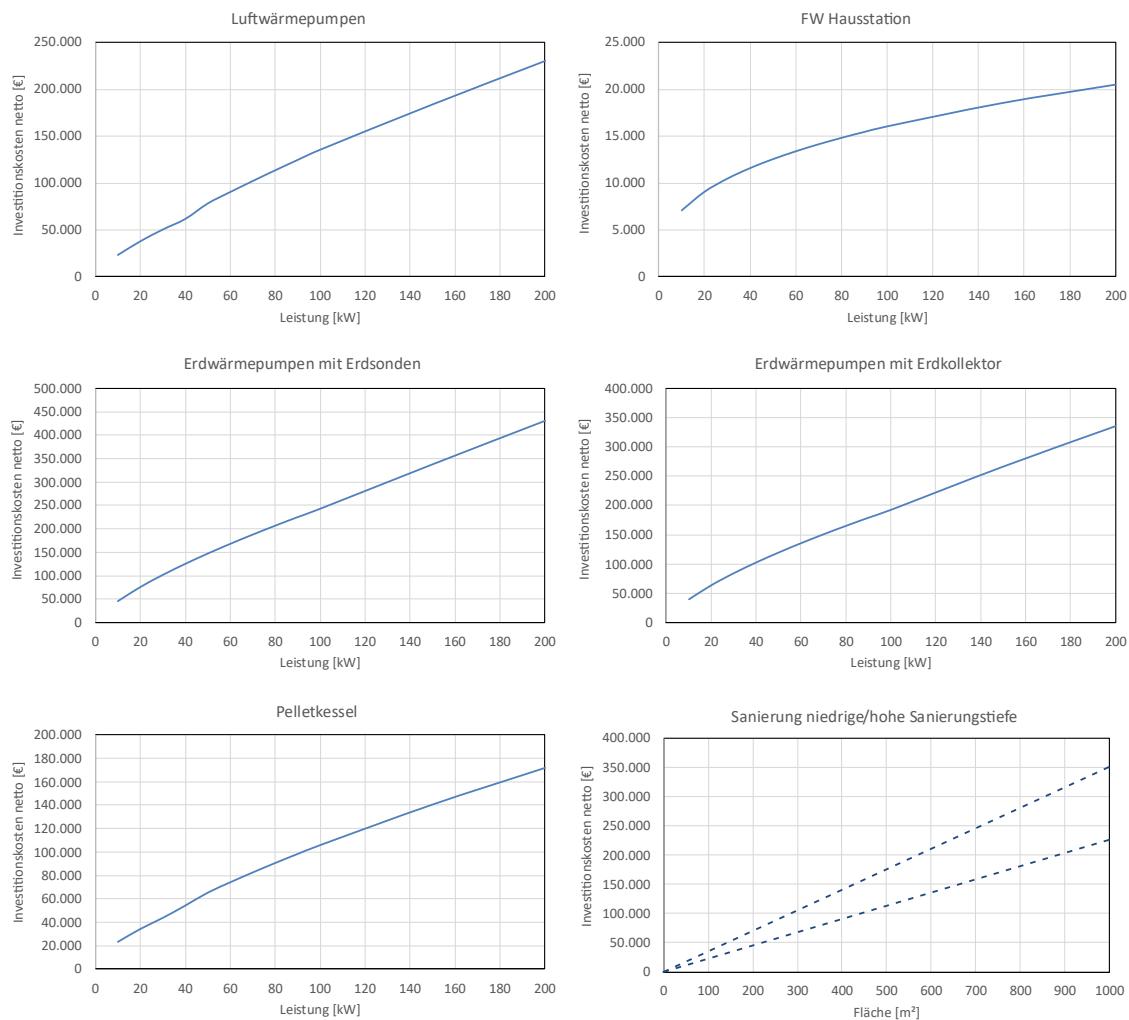


Abbildung 67: Übersicht der angenommenen spezifischen Investitionskosten (netto, vor Förderzuschüssen)

Neben den in der obigen Abbildung gezeigten spezifische Kostenkennzahlen wurde für den Wärmenetzausbau ein Kostenkennwert von 1.800 € pro Trassenmeter im Stadtbereich angesetzt. Der höher dimensionierte Netzausbau nach Lieme ist hier auch mitbilanziert. Der spezifische Invest für Hausanschlussleitungen liegt je nach Anschlussleistung typischerweise zwischen 600 €/m und 1.200 €/m, wobei die jeweiligen lokalen Verlegekosten auch abweichen können. Die Baukosten neuer Wärmeerzeuger für Wärmenetze wurden anhand von Eckdaten aus dem skizzierten Erzeugermix abgebildet. Dieser Posten beinhaltet für das Wärmenetz weitere Großwärmepumpen, den Biomassekessel in Lieme, den aktuell im Bau befindlichen Wärmespeicher sowie zusätzlich Spitzenlasterzeugung. Etliche dieser Maßnahmen sind bereits genehmigt und in der konkreten Umsetzungsplanung oder schon im Bau. Für das bestehende kleinere Netz am Biesterberg sind ein Ersatz der bisherigen Erzeuger durch Erd- oder Luftwärmepumpensysteme einkalkuliert. Wärmespeicher, Pumpen, Anbindung an die Wärmenetze, MSR-Technik, erforderliche Baukonstruktionen und Planungskosten wurden überschlägig berücksichtigt.

Die Kosten für die energetische Sanierung der Gebäudehülle wurden literaturbasiert in Abhängigkeit der Sanierungstiefe mit 100 € bis 600 € pro Quadratmeter Energiebezugsfläche angesetzt [25].

Damit ergibt sich ein rechnerisches Investitionsvolumen von rd. 593 Mio. EUR bis 2045. Dieses umfasst die wesentlichen zusätzlichen Bausteine der Wärmewende, nämlich die energetischen Mehrkosten der Gebäudesanierung, die Umstellung von Gas- und Ölheizungen auf Wärmepumpen sowie den Aus- und Umbau der Wärmenetze, aber keine Ersatzinvestitionen im laufenden Betrieb. Es ist zu beachten, dass ausschließlich der Invest dargestellt wird. Zukünftige Energiekosten für den Betrieb der Anlagen, CO₂-Kosten sowie Energiekosteneinsparungen durch Sanierung und effizientere Wärmeerzeugung wurden nicht einberechnet.

Nicht enthalten sind die heute noch schwer abschätzbar (positiven wie negativen) Kosten im Strom- und Gasnetzbereich.

Den Aufwendungen gegenüber stehen Einsparungen im konventionellen Heizungsbau von rd. 77 Mio. € durch Wegfall der Ersatzinvestitionen in Gas- und Heizölkessel. Zudem fällt ein Großteil der Maßnahmenfelder unter die Fördermechanismen der Bundesförderprogramme BEW und BEG und kann mit 30 - 70 % Investitionszuschuss gefördert werden.

Eine gesamthafte Aussage zu den wirtschaftlichen Auswirkungen der Wärmewende ist vor dem Hintergrund der zahlreichen Einflussfaktoren und auch der z.Z. sehr volatilen Energiepreise nicht möglich. Eine überschlägige Aufteilung auf den Zeitrahmen bis 2045 führt bei Berücksichtigung von (im Mittel) 30 % Investitionszuschüssen auf eine jährliche Investitionssumme von 18 Mio. €. Bezogen auf die Bevölkerung entspricht dies einem Investitionsanteil von rd. 35 EUR pro Einwohner und Monat. Diese Kenngröße dient aber nur der Einordnung großer Summen und ist nicht als Kostenbelastung jedes Einzelnen zu verstehen, da es auch Einsparungen in den Betriebskosten gibt, z. B. bei sanierten Gebäuden. Zu beachten ist auch, dass natürlich nicht alle Investitionen direkt oder indirekt durch die Einwohnerschaft getätigter oder getragen werden müssen, da sie sich nicht nur auf Wohngebäude, sondern auch auf den in Lemgo ebenfalls signifikant vorhandenen gewerblichen Sektor beziehen.

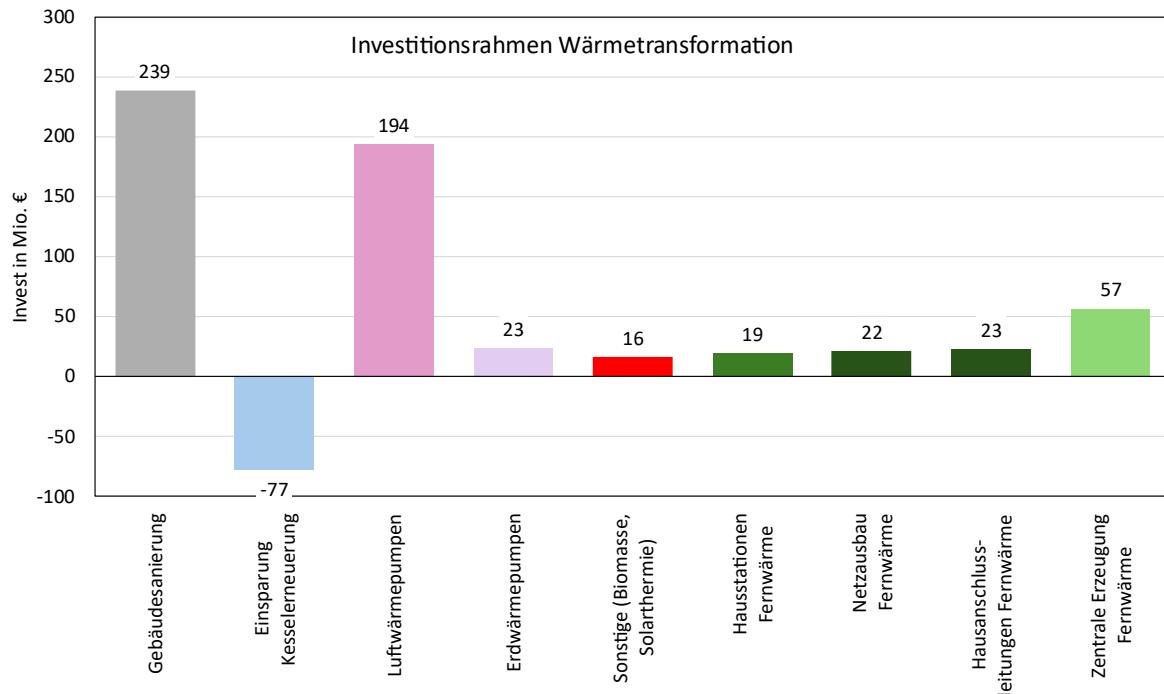


Abbildung 68: Abschätzung des Investitionskostenrahmens der Wärmewende in Lemgo

Die Aufteilung in der Abbildung 68 zeigt aber auch, dass das Investitionsvolumen für die Sanierung der Gebäude mit 46 % Anteil der größte Posten ist. Zweitgrößter Posten ist die dezentrale Heizungsumstellung auf Wärmepumpen, Fernwärmestationen, Biomasse und Solarthermie inkl. vermiedenem Reinvest konventioneller Kessel mit 176 Mio. € bzw. 34 %.

Der Anteil des Fernwärmeaus- und -umbaus erfordert rd. 102 Mio. € bzw. 20 %. Neben dem hier skizzierten Wärmenetz- und Erzeugungsausbau der SWL sind für die Energiewende weitere Infrastrukturmaßnahmen nötig, wie z.B. der Ausbau des Stromnetzes für Wärmeanwendungen, PV-Einspeisung und Elektromobilität sowie Ersatz und Erweiterungsinvestitionen in allen Sparten.

5.4.1 Endkundenpreise

Einen wesentlichen Einfluss auf die Umsetzung und den Erfolg der Wärmewende haben die Endkundenpreise, die sich für verschiedene klimafreundliche Heizungsoptionen ergeben und die aller Voraussicht nach für alle fossilen wie nicht-fossilen Optionen eine eher steigende Tendenz haben werden. Eine eindeutige Prognose ist dabei aufgrund der Vielzahl von Einflussfaktoren kaum möglich:

- Die Energiepreise für Brennstoffe zum Heizen und zur Stromerzeugung hängen heute wie in Zukunft von Weltmarktpreisen, internationalen Transportwegen und Wettbewerbsintensitäten ab. Dies gilt für Erdgas und Heizöl genauso wie für zukünftige Wasserstoffimporte zur Stromerzeugung als auch Pellets und Scheitholz.
- Die regulierten Netzentgelte für Erdgas und Strom können sich je nach Entwicklung der Absatzmengen und Netzinvestitionen bzw. im Fall der Erdgasnetze auch (teilweise) Stilllegungen deutlich anders entwickeln als die allgemeine Preissteigerungsrate. Zusätzlich kann es weitere Anpassungen am regulatorischen Rahmen geben, die sich wiederum auf die Netzentgelte auswirken. Für das Jahr 2026 wurde eine einmalige Absenkung der Stromnetzentgelte auf der Übertragungsnetzebene umgesetzt, die auch in Lemgo bei Endkunden zu einer leichten Entlastung führt. Generell kann allerdings sowohl für Strom wie auch Gasnetze eher von überproportional steigenden Netzkosten ausgegangen werden (siehe [15], [16]).

- Der Strompreis wiederum hängt sowohl von weiteren Umlagen, den Brennstoffpreisen und Netzentgelten als auch den CO₂ Kosten ab, wobei dieser Anteil durch die zunehmend erneuerbare Erzeugung weniger relevant wird.
- Der CO₂ Preis wiederum ist ein eher politisch beeinflusster Preis, der sich durch gezielte Verknappung von Zertifikaten im Europäischen Emissionshandel ergibt, hier hat es in den vergangenen 10 Jahren große Schwankungen gegeben. Zudem wird der nationale Emissionszuschlag ab 2027 mit dem schon länger bestehenden europäischen Emissionshandel synchronisiert.
- Neben diesen eher markt- oder regulierungsseitig geprägten Komponenten enthalten alle Endkundenpreise mehr oder weniger hohe Anteile von Steuern, Umlagen und Abgaben, die sich ebenfalls verändern können. Auch hier wird aktuell eine Stromsteuersenkung diskutiert, die allerdings noch nicht beschlossen ist und auch nicht alle Kundengruppen entlasten dürfte.
- Die neben den Energiepreisen – vor allem bei kleineren Anlagen – hohen Anteile der Installationskosten werden durch Förderprogramme (für bestimmte Technologiekombinationen bis 70%) gemindert, die ebenfalls mit Unsicherheiten versehen und für die Zukunft nicht garantiert sind.
- Der Ausbau der Fernwärme erfordert Investitionen in Netze und Erzeugungsanlagen und auch hier sind Zuschüsse durch Förderprogramme notwendig, um die Kosten in einem akzeptablen Rahmen zu halten.
- Darüber hinaus werden die spezifischen Heizkosten auch durch den energetischen Gebäudestandard, den Klimawandel und Sanierungsaktivitäten bestimmt.

Im Bereich der Fernwärme, die technologisch aufgrund des Verbunds von Erzeugung, Netzen und Gebäudestationen als natürliches Monopol betrachtet werden kann, ist ein transparentes und kostengerechtes Preissystem eine wichtige Voraussetzung für die Akzeptanz des Fernwärmeausbaus.

Die Stadtwerke Lemgo haben in den letzten Jahrzehnten Preisanpassungen meist als Änderung des Arbeitspreises durchgeführt, die zunehmende Einbindung von Erneuerbaren Energien in die Fernwärmeverzeugung verursacht aber auch Kostensteigerungen, die als Fixkosten über den Grundpreis abgedeckt werden. Im Jahr 2025 wurde darauf hin der Grundpreis angehoben, um einen Teil der Fixkosten abdecken zu können.

Aktuell liegen die Fernwärmepreise je nach Mengen zwischen 9,95 und 10,9 ct/kWh netto und die Grundpreise zwischen 250 und 2.000 EUR/Jahr.

In Deutschland werden die Fernwärmepreise durch die jeweiligen Unternehmen festgelegt, hier durch die Stadtwerke Lemgo. Grundlage dafür sind die Vorgaben aus der AVBFernwärmeV, die den allgemeinen Rahmen für Preissysteme und deren Orientierung mit Markt- und Kostenelement setzt.

Neben der Preistransparenz an sich ist es auch wichtig, dass die Preise wettbewerbsfähig sind, die Versorgungssicherheit gewährleistet ist und sie mit der Nutzung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung einen Beitrag zum Klimaschutz leisten, wie hier bereits skizziert.

Die aktuellen Wärmepreise (Mischpreis aus Arbeits- und Grundpreis) der Fernwärme in Lemgo liegen aktuell (Stand 3. Quartal 2025) trotz des bereits vorhandenen Anteils klimafreundlicher Wärme mit rd. 14 ct/kWh brutto für Einfamilienhäuser und rd. 12,6 ct/kWh für Mehrfamilienhäuser im unteren Dritt vergleichbarer FernwärmeverSORGER in NRW⁴ und auch im Bereich der Vollkosten alternativer

⁴ Ein quartalsweise aktualisierter Vergleich ist von Fernwärmepreisen in dem Preisportal www.waermepreise.info verfügbar

Heizungsarten oder sogar darunter. Wichtig ist, dass auch bei dem weiteren Ausbau und Umbau der Erzeugung die zukünftigen Fernwärmepreise bezahlbar bleiben.

Für die künftige Entwicklung der Fernwärmepreise ist wichtig festzuhalten, dass sich das Verhältnis zwischen Grundpreis und Arbeitspreis bei sachgerechter Herleitung der Endkundenpreise weiter verschieben kann. Erzeugungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energien sind im Vergleich zu fossilen Anlagen eher investitionsintensiv (abgebildet im Grundpreis) wohingegen die Betriebskosten (abgebildet im Arbeitspreis) eher einen geringeren Anteil an den Gesamtkosten haben. Dies wurde bei der aktuellen Fernwärmepreiskalkulation in Lemgo bereits anteilig berücksichtigt, sodass evtl. Preissteigerungen in der Zukunft fairer, moderater und transparenter dargestellt werden können.

Dabei hilft auch eine möglichst schnelle Verdichtung im Bestandsnetz sowie ein möglichst zügiger Anschluss neuer Gebäude bei Erschließungen in neuen Straßen nach dem Motto „Je mehr mitmachen, desto weniger kostet es für Alle“. Die mögliche Verlängerung der Fernwärme in die ausgewiesenen Prüfgebiete ist dementsprechend auch vor dem Hintergrund der Wärmepreise zu bewerten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass im Planungshorizont dieser Wärmeplanung die spezifischen Wärmebedarfe durch Sanierung und wärmere Winter sinken werden, die spezifischen Wärmekosten pro Wärmeeinheit aber für alle Versorgungsarten tendenziell ansteigen werden, so dass in Summe der Effekte durchaus leicht steigende Wärmekosten pro qm Wohnfläche zu erwarten sind (mindestens in Höhe der allgemeinen Preissteigerungsraten). Die heute vergleichsweise günstigen Gasheizungen sind dabei besonders durch die Einflussfaktoren „steigende CO₂ Abgaben“, „verpflichtende Biogasanteile ab 2029“ und „steigende Gasnetzentgelte“ betroffen.

6 Umsetzungsstrategie und Maßnahmen

Das Wärmeplanungsgesetz und der darauf basierende Leitfaden sehen vor, dass aufbauend auf der Bestands- und Potenzialanalyse und dem entwickelten Zielszenario Handlungsstrategien und Maßnahmen zu entwickeln sind.

Das für die Maßnahmenentwicklung notwendige Zielbild einer klimaneutralen Wärmeversorgung in Lemgo wurde im vorhergehenden Kapitel dargestellt. Es basiert auf einer Reduzierung des Wärmebedarfes, einem signifikanten Fernwärmeausbau mit gleichzeitiger Dekarbonisierung der Fernwärmeerzeugung und als drittem Handlungsfeld auf der Dekarbonisierung der dezentralen Heizungsanlagen.

Entsprechend § 2 des WPG wird im Folgenden auf Basis der Bestands- und Potenzialanalyse und im Einklang mit dem Zielszenario für die Stadt als planungsverantwortliche Stelle eine Umsetzungsstrategie mit von ihr unmittelbar oder mittelbar zu realisierenden Umsetzungsmaßnahmen vorgeschlagen, mit denen das Ziel der Versorgung mit ausschließlich aus erneuerbaren Energien oder aus unvermeidbarer Abwärme erzeugter Wärme bis zum Zieljahr 2045 erreicht werden kann. Dabei wurden die Maßnahmen eng mit den Stadtwerken Lemgo GmbH als Energieversorger abgestimmt.

6.1 Handlungsfelder

Die Transformation der Wärmeversorgung erfordert den Einsatz und das Zusammenwirken vieler verschiedener Akteure. Dabei spielt Sensibilisierung ebenso eine wichtige Rolle wie die Motivation von Gebäudeeigentümern zur Sanierung und die Akzeptanz zum Umbau von Gebäuden und Umstellung auf (noch) neue Technologien wie Wärmepumpen. Aber auch die Rolle der Verwaltung sowie der Stadtwerke bei der Planung von Infrastrukturmaßnahmen im öffentlichen Raum und die mit der Umsetzung verbundenen Bautätigkeiten müssen ins Bewusstsein gerückt werden.

Vor diesem Hintergrund lassen sich die für eine erfolgreiche Wärmewende notwendigen Maßnahmen in folgende Handlungsfelder einteilen, die auch die Struktur der Ergebnis-Templates des LANUK berücksichtigen [18].

- **Technische Maßnahmen zu Effizienz, Erneuerbaren und Wärmenetzen:** Realisierung von bereits geplanten Bausteinen z.B. Effizienzmaßnahmen im eigenen Liegenschaftsbestand, kommunale Leuchtturmprojekte mit Multiplikatorwirkung (z.B. im Bereich Sanierung Schulen/Kitas). Auf Seiten der Stadtwerke gehören in diesen Bereich die konkreten Umsetzungsbausteine zum Ausbau der Fernwärmennetze sowie die sukzessive Ablösung der Wärmeerzeugung aus Erdgas durch Umweltwärme und biogene Brennstoffe.
- **Strukturelle Maßnahmen zur Wärmeplanung als Prozess:** Schaffung von organisatorischen Rahmenbedingungen und Einführung von begleitenden Maßnahmen. Hierzu gehören städtische Planungsinstrumente wie Bauleitplanung und städtebauliche Verträge aber auch Infrastrukturausbau durch Netzbetreiber.
- **Begleitende Motivation und Information:** Maßnahmen, durch die Informationen bereitgestellt werden, ein Austausch von Akteuren stattfindet oder Gebäudeeigentümer motiviert werden. Neben diesen eher „weichen“ Themen gehören aber auch der Ausbau der Informationsportale zum Fernwärmeausbau oder Contracting-Angebote dazu.

Die Maßnahmen werden weiterhin noch auf den verschiedenen geografischen Dimensionen gesamtstädtisch, fernwärmebezogen, quartiersbezogen sowie rein dezentral zugeordnet.

6.2 Wärmewendestrategie und Maßnahmenkatalog

Auf Basis der dargestellten drei Ebenen und Handlungsbereiche wurde die auf den folgenden Seiten dargestellte Maßnahmenliste als „long-list“ erstellt und iterativ abgestimmt. Die farblich grau hinterlegten Maßnahmen werden als prioritäre Maßnahmen vorgeschlagen.

Die **Long-List** für die kommunale Wärmeplanung für Lemgo umfasst 28 Maßnahmen. Dabei fließen sowohl Erfahrungen aus den bisherigen Aktivitäten der Stadt ein wie z.B. aus der Fortschreibung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes [19], als auch Projekterkenntnisse und -erfahrungen der Lemgoer Akteure sowie des beauftragten Fachgutachters ENERKO. Auch Ergebnisse der im Arbeits- und Entwicklungsprozess zum Wärmeplan erfolgten Dialoge, u.a. mit Wohnungswirtschaft und Unternehmen, sind mit eingeflossen.

In einem Priorisierungsprozess sind gemeinsam mit der Stadt Lemgo und den Stadtwerken Lemgo vier prioritär umzusetzende Maßnahmen ausgewählt worden. Diese vier Maßnahmen bilden die sogenannte **Short-List** und sind mithilfe von Steckbriefen detailliert ausgearbeitet worden.

Die übrigen Maßnahmen der Long-List werden mithilfe von Kurzbeschreibungen in einem abstrakteren Detaillierungsgrad aufbereitet. Diese beschreiben bereits Verantwortlichkeiten und zeigen auf, welchem kommunalen Einfluss und welcher räumlichen Ebene die Maßnahme zuzuordnen ist. Eine detaillierte Ausarbeitung der jeweiligen Maßnahme findet in diesem Wärmeplan noch nicht statt.



Abbildung 29: Überblick über den Ablauf der Maßnahmen- und Umsetzungsstrategieentwicklung. Quelle: Darstellung ifeu

Abbildung 69: Überblick über den Ablauf der Maßnahmen- und Umsetzungsstrategieentwicklung, aus Leitfaden Wärmeplanung (S. 99), Quelle ifeu

Tabelle 23: Technische Maßnahmen (long list)

TECHNISCHE MASSNAHMEN				Handlungsfeld			
Nr.	Haupt-akteur	Maßnahmenbeschreibung	Handlungs-ebene	Energieeffizienz	Erneuerbare	Wärmenetze	Sonstiges
1	Stadtwerke LEMGO (SWL)	Ausbau der Fernwärme Richtung Lieme Beginn der nächsten Umsetzungsphasen im Netzverbund Kernstadt / Lieme und Konkretisierung des Netzausbau in den Wärmeversorgungsgebieten	Organisieren, Umsetzen			x	
2	SWL	Umsetzung der Fernwärmeausbaugebiete mit rd. 12 km Netzausbau Nächste Umsetzungsphase im Wärmeversorgungsgebiet mit Verdichtung und Neuanschlüssen	Organisieren, Umsetzen			x	
3	Stadt und SWL	Schrittweise Umstellung der Fernwärmeerzeugung Sukzessiver Ausbau der Erneuerbaren Wärmequellen für Fernwärme: Biomasse, Windwärme, Biomethan, Geothermie sowie Wärmespeicher	Organisieren, Umsetzen			x	
4	SWL	Stromnetzanalyse Nutzung der Ergebnisse aus der Wärmeplanung zur Überprüfung der Aufnahmefähigkeit sowie zur Ermittlung des notwenigen Stromnetzausbau	Umsetzen				x
5	Stadt	Prüfung des Anschlusses weiterer städtischer Gebäude an die Fernwärme Setzen von strategischen Anknüpfungspunkten für die Entwicklung des FW-Netzes, sowohl im Bestand als auch bei der Erweiterung des FW-Netzes	Umsetzen			x	

TECHNISCHE MASSNAHMEN				Handlungsfeld			
Nr.	Haupt-akteur	Maßnahmenbeschreibung	Handlungs-ebene	Energieeffizienz	Erneuerbare	Wärmenetze	Sonstiges
6	Stadt	Realisierung von PV-Anlagen auf Gebäuden der Stadt	Umsetzen		x		
7	Stadt	Kommunale Leuchtturmprojekte, z.B. im Bereich Schulen /Kitas	Organisieren, umsetzen, Kommunikation	x	x		x
8	Stadt	Sanierungsfahrplan öffentliche Gebäude	Organisieren, Umsetzen	x			
9	Stadt	Vervollständigung der Digitalisierung der Anlagentechnik in städtischen Liegenschaften z.B. Wärmeverbrauchszähler, digitale Thermostate, intelligente Steuerung; Ausweitung des regelmäßigen Monitorings	Monitoring und Controlling, Umsetzen	x			
10	SWL	Überbrückungslösungen zum zeitweisen Ersatz von Heizungen bis zum Umschluss an eine neue Wärmeversorgung Entwicklung eines Ansatzes für eine "Wärmeversicherung" : Überbrückungslösung z.B. bei Havarie der dezentralen Heizung	Organisieren, Umsetzen	x		x	
11	SWL	Ausbau der Contracting-Angebote für dezentrale, klimafreundliche Lösungen Wärmeversorgungslösungen mit Wärmepumpen oder anderen klimaneutralen Technologien mit Fokus auf Mehrfamilienhäuser (ab 6 WE), kleinere Quartiere und Industrielösungen	Organisieren, Umsetzen	x	x		x
12	Stadt, SWL	Klimaneutrale Versorgung von Neubaugebieten z.B. durch dezentrale Wärmepumpenlösungen oder kalte Nahwärme	Umsetzen	x	x	x	

Tabelle 24: Strukturelle Maßnahmen

Wärmeplanung als Prozess und Strukturelle Maßnahmen			
Nr.	Hauptakteur	Maßnahme	Handlungsfeld
13	Stadt, SWL	Verstetigung: Koordinationsstelle Wärmewende Weiterführung einer übergreifenden Einheit zur Koordination; Verankerung der Aufgaben aus den Bereichen Strategische Steuerung, Organisation, Umsetzung bzw. Projektmanagement, Monitoring und Controlling; Fortschreibung des Wärmeplans; jährliche Berichterstattung	Strategische Steuerung, Organisieren, Monitoring und Controlling
14	Stadt	Nutzung der formellen und informellen Planungsinstrumente zur Umsetzung der Wärmeplanung Ausschöpfen der für eine verbindlichen Umsetzung der Wärmeplanung zur Verfügung stehende Instrumentarien. Dazu gehören Verträge, Satzungen, städtebauliche Verträge sowie Wettbewerbe und die Konzeptvergabe	Strategische Steuerung, Umsetzen
15	Stadt, SWL	Verstetigung der Fernwärmeausbauplanung in Abstimmungsprozessen fortsetzen Regelmäßige Abstimmung der Fernwärmeausbauplanung auf Lenkungs- und operativer Ebene; bspw. um Tiefbauarbeiten mit städtebaulichen Maßnahmen abzustimmen, Kosten zu sparen und zugleich die Erschließung von neuen Gebieten abzustimmen	Organisieren, Monitoring und Controlling
16	SWL	Weiterführung der Vertriebseinheit „Fernwärme“ Als zentrale Ansprechstelle für die Beratung zu technischen Aspekten und Möglichkeiten eines Fernwärmeanschlusses. Schwerpunkt soll die aktive Kundenansprache in direktem Umfeld von Fernwärmeleitungen oder bei bereits vorhandenen inaktiven Anschlüssen sein.	Organisieren und Umsetzen
17	Stadt	Prüfung von freiwerdenden Flächen auf energetische Nutzbarkeit z.B. bei Umnutzung von Brachflächen, Umbau Sportstätten, ...	Strategische Steuerung, Umsetzen

Wärmeplanung als Prozess und Strukturelle Maßnahmen			
Nr.	Hauptakteur	Maßnahme	Handlungsfeld
18	Stadt	Flächenmanagement Flächen für den Ausbau von erneuerbaren Energien verfügbar machen	Strategische Steuerung, Organisieren
19	Stadt	Selbstverpflichtung Klimaneutralität z.B. bei Umbau, Sanierung eigener Liegenschaften fossilfreie Lösungen umsetzen	Umsetzen
20	SWL	Prüfung von Beteiligungsmodellen bei Wärmeprojekten (analog Bürgerwindpark)	Strategische Steuerung, Finanzierung

Tabelle 25: Begleitende Prozesse und Information

Begleitende Prozesse und Information			
Nr.	Hauptakteur	Maßnahmenbeschreibung	Handlungsfeld
21	Stadt, e·u·z	Informationsoffensive und Beratungsangebote zu dezentralen Versorgungslösungen mit Schwerpunkt auf Wärmepumpenlösungen z.B. mit Fortführung und Intensivierung der Beratung durch e·u·z	Kommunikation, Information
22	Stadt, SWL, e·u·z	Informations- und Beratungsangebote für Sonderfälle, z.B. Gasetagenheizungen, Denkmalschutz z.B. bei Austausch von Gasetagenheizungen durch Fernwärme mit Umbaumaßnahmen im Gebäude, Gemeinschaftslösungen, Denkmalschutz, Nachtspeicherheizungen. Idealerweise in Verbindung mit gezielter Förderung der Umstellung bei Hemmnissen	Kommunikation, Information
23	Stadt, e·u·z	Bewerbung der verhaltensbasierten Wärmeverbrauchssenkung im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit	Kommunikation
24	SWL	Weiterentwicklung des Fernwärmeauskunftsports Kartografische Darstellung der kurz- wie auch mittelfristigen Ausbauplanung, Erläuterung und Ankündigung von Baumaßnahmen.	Information
25	Stadt, e·u·z	Ausbau / Fortführung der Ortsteilberatung Begonnen im Jahr 2024, hat die Ortsteilberatung zu Sanierungsthemen und den Angeboten des e·u·z in Ortsteilen, die langfristig über keine Nah-	Information, Kommunikation

Begleitende Prozesse und Information			
Nr.	Hauptakteur	Maßnahmenbeschreibung	Handlungsfeld
		Fernwärmelösung verfügen. Dieses Angebot wird im Zuge der KWP auf alle Ortsteile ausgeweitet.	
26	Stadt	<p>Sanierungswettbewerb</p> <p>Die Stadt führt einen Sanierungswettbewerb durch, um Eigentümer und Eigentümerinnen zu aktivieren, ihre Gebäude energetisch zu sanieren. Überdies soll der Wettbewerb Vorbildprojekte schaffen sowie zum Wissenstransfer anregen.</p>	Information, Kommunikation
27	Stadt	<p>Erstellung von Informationsmaterialien</p> <p>Nutzung und Individualisierung der Faltblätter aus der Klimakampagne OWL: „In 50 Tagen zum sanierten Haus“, „Zukunftssichere Wärme“ und „Die Sonne nutzen“.</p>	Information
28	Stadt	<p>Vom-Nachbarn-Lernen</p> <p>Hauseigentümer und Hauseigentümerinnen stellen ihr Heizung/ihr saniertes Gebäude interessierten Bürgerinnen und Bürgern aus der Nachbarschaft für. Dieses Angebot wird seitens der Stadt und dem e·u·z unterstützt.</p>	Information, Kommunikation

6.3 Prioritäre Maßnahmen

Es wurden vier prioritäre Maßnahmen herausgearbeitet, welche im Folgenden anhand von Steckbriefen detailliert vorgestellt werden. Dabei wurden z.T. Einzelmaßnahmen zu einer Gesamtmaßnahme gebündelt.

MASSNAHME Nr. 1-3 Umsetzung der Fernwärmeausbaugebiete mit rd. 12 km Netzausbau Nächste Umsetzungsphase im Wärmeversorgungsgebiet mit Verdichtung und Neuanschlüssen			
 Einführung 2026	 Akteure Hauptakteur: Stadtwerke Lemgo, Stadt Lemgo	 Handlungsfeld Wärmenetze	 Handlungsebene Organisieren und Umsetzen
Beschreibung			
<p>Diese Maßnahme beschreibt den Rahmen für die weitere Fernwärmeausbauplanung und verbindet die Einzelmaßnahmen Maßnahme 1 (Ausbau Lieme), Maßnahme 2 (Verdichtung und Netzausbau Kernstadt) sowie Maßnahme 3 (Umbau Erzeugung).</p> <p>Durch die große Anzahl an dezentralen, fossilbetriebenen Heizungen im heutigen Fernwärmegebiet und im zukünftigen Ausbaugebiet, die zukünftig durch klimafreundliche FW ersetzt werden können, gib es hier das größte Einzelpotenzial aller Maßnahmen.</p> <p>Zu den folgenden Umsetzungsschritten gehören unter anderen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kontinuierliche Umsetzung der Netzausbauplanung • Fortführung der Anlagenplanung neuer Erzeuger und Prüfung einer BEW Förderung mit Erstellung eines Dekarbonisationsfahrplans oder eines BEW Transformationsplans • Sicherstellung der Fördermittel (KWKG und BEW) • Weiterführung der Vertriebseinheit „Fernwärme“ (siehe Maßnahme 16) • Sukzessive Umsetzung mit Bau der Anlagen und Verbundnetze • Betrieb und weiterer Ausbau. <p>Die Ziele der Maßnahme sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausbau des Fernwärmenetzes wie beschrieben bis 2035 • Prüfung weiterer Ausbaupotenziale in Richtung Prüfgebiete bis 2030 • Neuerschließungen Lieme Gewerbegebiet • Kundengewinnung mit Anschlussziel 70% aller Objekte in den neu zu erschließenden Straßen 			
 Dauer 2026-2035, danach Nachverdichtung	 Kosten Gesamtkosten im Bereich 80 Mio. € bis 2035. Refinanzierung über gesteigerten FW Absatz Zusätzlich Förderung durch KWK-G und BEW Programm	 THG-Einsparungen 24.700 t CO2 (bis 2035)	 Synergien Wechselwirkungen mit Maßnahmen 1 und 3 sowie 16

MASSNAHME Nr. 13 Verstetigung: Koordinationsstelle Wärmewende			
 Einführung 2026	 Akteure Hauptakteur: Stadt	 Handlungsfeld Wärmenetze, Erneuerbare, Effizienz	 Handlungsebene Strategische Steuerung, Organisieren, Monitoring und Controlling
Beschreibung			
<p>Die Weiterführung der kommunale Wärmeplanung wird auch zukünftig eine Aufgabe der Stadtverwaltung sein. Um die damit verbundenen Tätigkeiten – wie die Umsetzung von Maßnahmen, das Controlling der Umsetzung, den weiteren Austausch mit Akteuren, die Öffentlichkeitsarbeit sowie die – lt. WPG spätestens alle fünf Jahre notwendige - Aktualisierung des Wärmeplans effektiv auszuführen, bedarf es einer zentralen Anlaufstelle, die Wissen und Verstetigung der KWP vereint.</p> <p>Ziel der Maßnahme ist die Einrichtung einer Koordinationsstelle Wärmeplanung.</p> <p>Die Aufgaben der Koordinationsstelle Wärmeplanung sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projektsteuerung und Koordinierung der Umsetzung des Wärmeplans als zentrale Anlaufstelle in der Verwaltung • Zentrale Anlaufstelle bei der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung nach Wärmeplanungsgesetz • Integration der KWP-bezogenen Indikatorenberechnung und Fortschrittsberichterstellung in städtische Prozesse • Controlling der Fortschritte sowie Erarbeitung oder Beauftragung von Ergänzungen und Fortschreibungen bzw. Neuaufstellungen der Kommunalen Wärmeplanung • Abgleich und Abstimmung von KWP-Zielen und -Maßnahmen mit sonstigen Planungen und Maßnahmen aus anderen Bereichen, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> ○ Zielnetzplanungen Strom ○ Zielnetzplanungen Gas ○ Hoch- & Tiefbau (insb. Straßenbau, Kanalbau) ○ Bauleit- und Regionalplanung ○ Koordinierung und Leitung von Umsetzungsmaßnahmen-bezogenen Abstimmungsrunden ○ Öffentlichkeitsarbeit und Berichtserstattung zum Fortschritt der Wärmetransformation ○ Fördermittelmanagement und stetige Überprüfung neuer Fördermöglichkeiten ○ Wissensmanagement und Wissenstransfer zur kommunalen Wärmeplanung 			
 Dauer ff. bis 2045	 Kosten Personalkosten, je nach personellem Umfang 0,5-1 Vollzeitstellen	 THG-Einsparungen nicht quantifizierbar	 Synergien Controlling der Maßnahmen 1-28

MASSNAHME Nr. 21-22 Verstetigung der Beratung durch Stadt Lemgo und e·u·z Energie + Umweltzentrum Lemgo			
 Einführung 2026	 Akteure Hauptakteur: Stadt, SWL	 Handlungsfeld Wärmenetze, Erneuerbare, Effizienz	 Handlungsebene Kommunikation, Information
Beschreibung			
<p>Das e·u·z Energie + Umweltzentrum Lemgo bündelt die Beratungsaktivitäten in Lemgo und informiert vor Ort sowie auf der Plattform klimaschutz-lempgo.de und bietet umfassenden Informationen zu Stromsparen, Heizsystemen, Wärmedämmmaßnahmen, Solaranlagen und weiteren Effizienzmaßnahmen. Die Weiterführung der kommunale Wärmeplanung vor allem in der Beratung und Information von Bürgern und Hausbesitzern und Beratung wird daher auch eine Aufgabe der e·u·z sein.</p>			
<p>Ziel der Maßnahme ist die Fortführung und Fokussierung der Information und Beratung.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beratung zu Energieverbrauch und Energiesparmöglichkeiten sowie Energieausweisen • Beratung zu Fernwärmeanschlussmöglichkeiten • Solarenergie und Photovoltaik • Beratung Mittelstand und Gewerbe • Informationen zu Fördermitteln und Antragsverfahren • Schnittstelle zu Stadt und Stadtwerken 			
 Dauer ff. bis 2045	 Kosten Personalkosten, je nach personellem Umfang 1-2 Vollzeitstellen	 THG-Einsparungen nicht quantifizierbar	 Synergien Wechselwirkung mit vielen Maßnahmen

MASSNAHME Nr. 25-28 Information und Beratung durch städtische Stellen			
 Einführung 2026, teils schon etabliert	 Akteure Hauptakteur: Stadt	 Handlungsfeld Wärmenetze, Erneuerbare, Effizienz	 Handlungsebene Kommunikation, Information
Beschreibung			
<p>Die städtische Beratung wird fortgeführt und stärker auf die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung zugeschnitten. Dazu gehören die in den Einzelmaßnahmen 25-28 adressierten Punkte</p> <p>Ausbau / Fortführung der Ortsteilberatung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ortsteilberatung zu Sanierungsthemen und den Angeboten des EUZ in Ortsteilen • Ausweitung auf Ortsteile, die langfristig über keine Nah- Fernwärmelösung verfügen <p>Städtischer Sanierungswettbewerb</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Eigentümer und Eigentümerinnen zu aktivieren • Schaffung von Vorbildprojekte als best-practice • Wissenstransfer <p>Erstellung von Informationsmaterialien</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nutzung und Individualisierung der Faltblätter aus der Klimakampagne OWL: „In 50 Tagen zum sanierten Haus“, „Zukunftssichere Wärme“ und „Die Sonne nutzen“. <p>Vom-Nachbarn-Lernen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hauseigentümer und Hauseigentümerinnen stellen ihre Heizung/ihr saniertes Gebäude interessierten Bürgerinnen und Bürgern aus der Nachbarschaft vor. • Unterstützung seitens der Stadt und dem EUZ 			
 Dauer ff. bis 2045	 Kosten Personalkosten, je nach personellem Umfang 0,25-1 Vollzeitstellen	 THG-Einsparungen nicht quantifizierbar	 Synergien Wechselwirkung mit Maßnahme 21-22 (EUZ Beratung)

Verstetigung und Controlling

Um die zuvor definierte Umsetzungsstrategie zu realisieren, bedarf es einer Verstetigung der mit der kommunalen Wärmeplanung zusammenhängenden Prozesse sowie eines effizienten Controllings. Dabei ist es essenziell, Maßnahmen und Indikatoren dauerhaft zu verankern, systematisch zu überwachen und bei Bedarf flexibel anzupassen. Ein effektives Monitoring spielt dabei eine zentrale Rolle, um Fortschritte zu bewerten, Schwachstellen frühzeitig zu erkennen und gezielte Verbesserungen vorzunehmen.

Durch die Schaffung transparenter Strukturen, klar definierter Verantwortlichkeiten und regelmäßiger Erfolgskontrollen kann sichergestellt werden, dass die Wärmewende nachhaltig umgesetzt wird. Eine Verstetigungsstrategie und ein begleitendes Controllingkonzept bieten den erforderlichen Rahmen das Zielszenario 2045 zu erreichen. Gleichzeitig ermöglichen sie kontinuierliche Anpassungen, um den dynamischen Herausforderungen der Transformation des Wärmesektors gerecht zu werden und die Wirksamkeit der Maßnahmen dauerhaft sicherzustellen.

6.4 Verstetigungsstrategie

Zur Gewährleistung der Verstetigung von Prozessen und zur Fortschreibung der Wärmeplanung wird die Einrichtung einer Koordinationsstelle Wärmewende empfohlen, siehe erste priorisierte Maßnahme. Zu den Hauptaufgaben gehören die Steuerung und Koordinierung der zu verstetigenden Prozesse:

- Projektsteuerung und Koordinierung der Umsetzung des Wärmeplans als zentraler Ansprechpartner in der Verwaltung
- Jährliche Initialisierung des **Controllings** von Indikatoren und Maßnahmen
- Kontinuierliche **Information** der Politik und Öffentlichkeit
- Fortlaufendes Screening zu **Finanzierungsinstrumenten** und Akquise von Fördermitteln
- Koordination mit **anderen Planungsprozessen**
- Forcierung der **integrierten Wärmeplanung** durch Fortführung der verwaltungsinternen und -übergreifenden Zusammenarbeit
- Punktuelle Initialisierung des **Austausches mit weiteren Akteuren** wie z.B. Wohnungswirtschaft, Industrieunternehmen, Handwerkskammer, etc.

Eine fortlaufende Informationsbereitstellung trägt dazu bei, die geplanten Maßnahmen besser zu vermitteln und sowohl Akzeptanz als auch Unterstützung dafür zu stärken. Mögliche Elemente einer kontinuierlichen Information sind:

- Veröffentlichung eines Kurzberichtes zum Umsetzungsstand der Wärmeplanung
- Bereitstellung eines Digitalen Zwillings der Energieversorgungs- und Bedarfsstruktur auf der Homepage der Stadt und/oder der Stadtwerke auf Basis des Datenbestandes der Wärmeplanung
- Bereitstellung von aktuellen Informationen über den geplanten Wärmenetzausbau
- Schaffung von Informationsangeboten zum Heizungstausch und Fördermöglichkeiten

Die Umsetzung der Wärmewende erfordert erhebliche Investitionen in Infrastruktur, Technologie und Personal. Eigenanteile sind in der kommunalen Haushaltsplanung frühzeitig zu budgetieren. Es empfiehlt sich weitere Möglichkeiten zur Finanzierung fortlaufend zu prüfen. Förderprogramme können dazu beitragen, den Übergang zu einer nachhaltigeren Energieversorgung zu beschleunigen

und gleichzeitig eine gerechte Lastenverteilung sicherzustellen. Beispiele für aktuelle Angebote zur Finanzierung (Stand Oktober 2025) sind:

- BAFA: Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)
 - Modul 1 – Transformationspläne und Machbarkeitsstudien
 - Modul 2 – Systemische Förderung für Neubau und Bestandsnetze
 - Modul 3 – Einzelmaßnahmen
 - Modul 4 – Betriebskostenförderung
- BAFA/KfW: Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)
- BAFA: Bundesförderung für Energieberatung Wohngebäude
- KfW: Klimaschutzoffensive für Unternehmen
- Bund: Energieberatung der Verbraucherzentralen
- Progres.NRW: Klimaschutztechnik
- Kommunal-Richtlinie aus der NKL: Machbarkeitsstudien und Vorreiterkonzepte

Einen aktuellen Überblick über Förderprogramme bietet das „Förder-NAVI“⁵ der NRW. Energy4Climate. Darüber hinaus ergeben sich durch die Teilnahme an Forschungsprojekten von Hochschulen, Bund und Land immer wieder Möglichkeiten, innovative Projekte in die Umsetzung zu bringen. Dies wird aktuell z.B. von den Stadtwerken im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Pilotprojekt zur Geothermienutzung gemacht.

Die Wärmeplanung sollte in Einklang mit anderen kommunalen Planungen, wie der Stadtentwicklung und der Bauleitplanung, stehen. Ein integrierter Ansatz ermöglicht Synergien und eine effizientere Nutzung von Ressourcen. Dieser Ansatz gilt auch für die Umsetzung des Wärmeplans: So ist eine Koordination des Wärmenetzausbau mit anderen Tiefbaumaßnahmen oder Infrastrukturprojekten zu empfehlen. Dies erfordert neben der Fortführung des Austausches zwischen einzelnen Fachgruppen der Stadtverwaltung auch die Abstimmung der Maßnahmen mit den Stadtwerken.

Durch die punktuelle Einbindung weiterer Akteure, beispielsweise aus der Wohnungswirtschaft, Industrie oder dem Handwerk, wird der Umsetzungsprozess aus verschiedenen Perspektiven beleuchtet und wertvolle Beiträge zur Optimierung können eingesammelt werden. Zudem agieren sie als Multiplikatoren für Informationen sowie erfolgreiche Umsetzungsbeispiele.

6.5 Controllingkonzept

Gemäß §25 des WPG ist die planungsverantwortliche Stelle verpflichtet, den Wärmeplan spätestens alle fünf Jahre zu überprüfen und die Fortschritte bei der Umsetzung der ermittelten Strategien und Maßnahmen zu überwachen. Bei Bedarf ist der Wärmeplan zu überarbeiten und zu aktualisieren.

Gegenstand des Controllings sind zum einen Indikatoren, welche Aufschluss über die Entwicklung der Versorgungsstruktur und der Energie- und THG-Bilanzen, bieten. Zum anderen soll der Fortschritt der Maßnahmenumsetzung im Blick behalten, neue Maßnahmen angereizt und die Effektivität von Maßnahmen bewertet werden.

⁵ Link: <https://tool.energy4climate.nrw/foerder-navi>

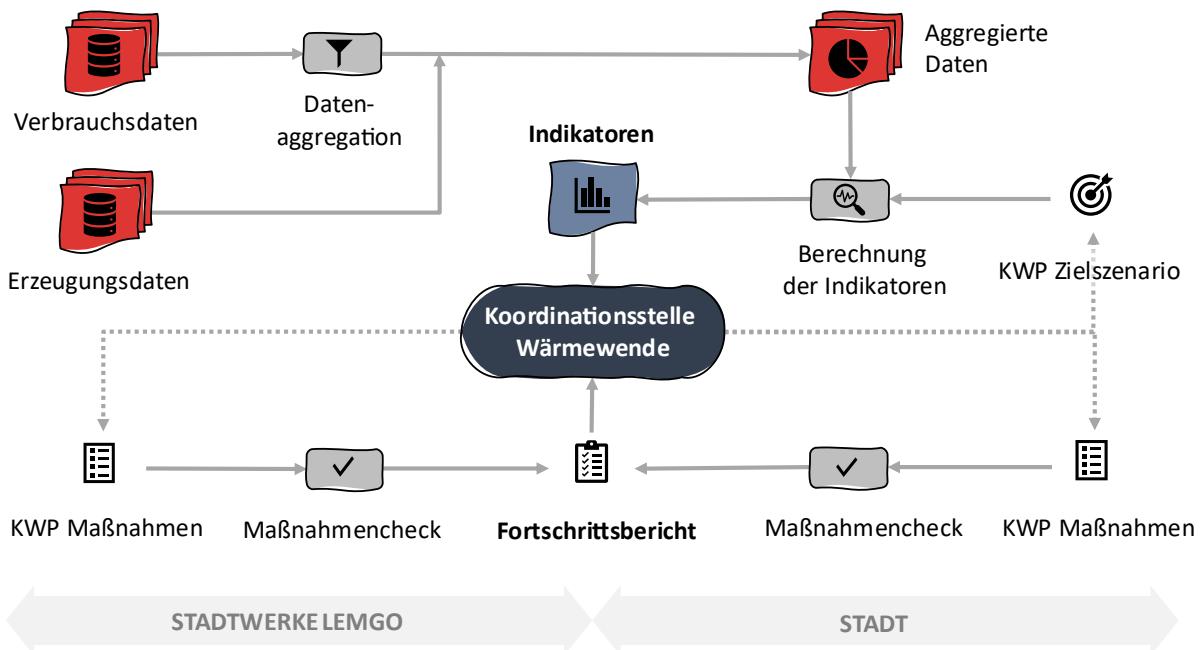


Abbildung 70: Skizze des Controllingprozesses

Abbildung 70 zeigt eine schematische Skizze des Controllingprozesses. Es wird empfohlen den Prozess jährlich zu durchlaufen, Indikatoren zu ermitteln und den Maßnahmenfortschritt zu protokollieren.

6.5.1 Indikatoren

Verschiedene Indikatoren dienen zur quantitativen Bemessung des Fortschritts der Wärmewende. Die drei Hauptindikatoren sind:

- Wärmebedarf
- Endenergieverbrauch nach Energieträger
- Treibhausgasemissionen

Es wird empfohlen, weitere aussagekräftige Indikatoren zu erheben. Tabelle 26 zeigt Indikatoren, welche spätestens im Rahmen der Fortschreibung der Wärmeplanung alle fünf Jahre ermittelt werden sollten. Weiterhin sind die Forderungen lt. Wärmeplanungsgesetz zu beachten. In der Tabelle fett gedruckte Indikatoren werden weiterhin für ein jährliches Controlling empfohlen.

Tabelle 26: Empfohlene Controlling-Indikatoren

Kategorie	Indikator	Empfohlene Ebenen
Energieverbrauch	Fernwärmeverbrauch	Kommune, (Baublock, Straße, Sektor)
	Gasverbrauch	Kommune, (Baublock, Straße, Sektor)
	Heizstromverbrauch	Kommune, (Baublock, Straße, Sektor)
Wärmeerzeugung	Emissionsfaktor Wärmenetze	Wärmenetz
Versorgungsstruktur	# installierter Fernwärmeverbindungen	Wärmenetz
	# dezentraler Wärmeerzeuger nach GEG (Wärmepumpe, Pelletkessel, ...)	Kommune
	# dezentraler, fossiler Feuerstätten (insb. Ölheizungen, Gaskessel)	Baublock, Straße
Strom	Installierte PV-Leistung	Kommune
Sanierung	Sanierungsrate	Kommune
aus obigen Daten abgeleitet	Wärmebedarf	Kommune
	Wärmeliniendichte	Straße
	Endenergieverbrauch	Sektor, Kommune
	Treibhausgasemissionen	Sektor, Kommune

Weiterhin können spezifische Indikatoren, wie einwohnerbezogene oder flächenbezogene Werte zum Vergleich mit anderen Kommunen herangezogen werden. Dazu dienen auch die dokumentierten Kennzahlen, die in NRW über standardisierte Ergebnistemplates vom LANUK gesammelt werden.

6.5.2 Fortschrittsbericht

Um einen Überblick über relevante Kennwerte aus den kommunalen Wärmeplänen zu erhalten, werden Kommunen nach Abschluss der Wärmeplanung vom LANUK NRW aufgefordert, eine Tabellen-Vorlage des LANUK NRW [19] mit Kennwerten zu befüllen und an das LANUK NRW zu übermitteln. Diese Daten dienen einerseits der Qualitätskontrolle als auch für das langfristige Nachverfolgen von Entwicklungen.

Es handelt sich hierbei um eine umfassende Datenerfassung zu allgemeinen Daten der kommunalen Wärmeplanung, der Bestandsanalyse, der Potenzialanalyse, dem Zielszenario, den Versorgungsgebieten und Maßnahmen.

Beispielhaft werden hier folgende Indikatoren genannt:

Bestandsanalyse:

- Gebäudestruktur (u.a. Anzahl der (beheizten) Wohn- und Nichtwohngebäude)
- Anzahl und Trassenlänge vorhandener/geplanter Wärmenetze
- an Wärmenetze angeschlossene Gebäude
- Wärmeerzeugung nach Energieträgern
- Wärmeverbrauch nach Energieträgern
- Treibhausgasemissionen nach Energieträgern und Sektoren

Potenzialanalyse:

- Energieeffizienzpotenziale
- Erneuerbare-Energien-Potenziale nach Energieträgern

Zielszenario:

- Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren bis 2045
- Entwicklung von Energienetzen bis 2045
- Entwicklung der Treibhausgasemissionen
- Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträgern

Versorgungsgebiete und Maßnahmen

- Wärmeversorgungsgebiete
- Angaben zu Maßnahmen

Darüber hinaus werden im Rahmen der Fortschreibung der Wärmeplanung flächen- bzw. längenbezogene Kennwerte erhoben und aktualisiert:

- zur Wärmedichte auf Baublockebene bzw. Wärmeliniendichte auf Straßenabschnittsebene,
- zu Endenergiträgern auf Baublockebene.

Die Kennzahlen können für das interne Controlling als auch im Sinne eines Benchmarks für den Vergleich mit anderen Kommunen genutzt werden.

Das Fortschrittscontrolling der Maßnahmen besteht aus qualitativen und quantitativen Angaben. Die folgende Auflistung zeigt weitere mögliche Elemente des Maßnahmenmonitorings.

Aktueller Umsetzungsstand:

- Ist die Maßnahme bereits gestartet?
- Welche Meilensteine wurden erreicht?
- Gibt es Verzögerungen oder Änderungen?

Erreichte Ergebnisse (Beispiele):

- Ergebnisse von Wirtschaftlichkeitsrechnungen
- Reduktion von CO₂-Emissionen (in Tonnen)
- Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien.
- Anzahl angeschlossener Haushalte oder Betriebe.

Beteiligte Akteure: Kommunale Einrichtungen, Energieversorger, etc.?

Budget: Gesamtkosten der Maßnahmen sowie Aufschlüsselung der Finanzierung

Ausgaben: Bisherige Investitionen und zukünftiger Finanzierungsbedarf

Herausforderungen: Technische, finanzielle oder organisatorische Hindernisse.

Nächste Schritte: Geplante Maßnahmenteile bis zum nächsten Berichtszeitraum.

Notwendige Folgemaßnahmen: Welche Folgemaßnahmen ergeben sich aus den erzielten Ergebnissen?

Wechselwirkungen zu anderen Maßnahmen: Nehmen die erzielten Ergebnisse Einfluss auf andere Maßnahmen?

Im Sinne der Verfestigung sollten sich aus jeder abgeschlossenen Maßnahme Folgemaßnahmen und aus jedem Maßnahmenstand Folgeschritte für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung ergeben. Diese müssen präzise formuliert und zeitlich klar definiert sein, um eine effektive Steuerung und Nachverfolgung zu ermöglichen. Ziele sollten spezifisch, messbar, attraktiv, realistisch und terminiert (smart) sein, um sowohl Fortschritte als auch Herausforderungen nachvollziehbar darzustellen.

7 Fazit und Ausblick

Mit der kommunalen Wärmeplanung ist die Stadt Lemgo auf dem Weg, die anstehende Transformation des Wärmesektors zu forcieren. Die nun vorliegende Wärmeplanung ist dabei Leitlinie für die weitere Entwicklung.

In Lemgo deckt Fernwärme aktuell rd. 29 % des Gesamtwärmebedarfes von 412 GWh/a klimafreundlich mit einem hohen Anteil an KWK-Wärme und bereits rd. 20% erneuerbaren Anteilen ab. Der vorwiegend verwendete Energieträger im Wärmemarkt ist zurzeit jedoch Erdgas mit rd. 47 % Anteil an der Wärmeerzeugung. Der Gebäudebestand ist durch 69% Wohngebäude und dort durch überwiegend Einfamilienhäuser älterer Baualtersklassen geprägt. Der Wärmebedarf für industrielle Prozesse ist mit 7% eher überschaubar.

Die Umsetzung einer klimaneutralen Wärmeversorgung in Übereinstimmung mit den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) erfordert somit weitere Transformationsschritte und ein gemeinsames Handeln aller Beteiligten:

- **Wärmenetze:** Die zentrale Versorgung über Wärmenetze ist das wichtigste Handlungsfeld der Wärmewende mit einem Zielanteil von 46 % (ohne Prüfgebiete) am Wärmebedarf. Die Situation in Lemgo ist einerseits durch fehlende große Wärmequellen (Müllverbrennung, Tiefengeothermie, Industrieabwärme) aber mehrere nutzbare mittelgroße Potenziale im Bereich der Umweltwärmevernutzung (Flusswasser, Kläranlage, Luft) sowie Biomasse (Holzartige Brennstoffe, Biogas) geprägt. Durch die Installation neuer zentraler Wärmeerzeuger, einen signifikanten Netzausbau, aber auch den Erhalt und die Modernisierung des Bestandes sind allerdings auch erhebliche Investitionen erforderlich. In Lemgo sind neben Neuanschlüssen aber noch vielfach Anschlüsse von mehr als 1000 Gebäuden an das vorhandene Netz, sprich Fernwärme-Verdichtung, möglich. Diese Verdichtung sollte mit hoher Priorität erfolgen.

Insgesamt ist der Fernwärmearausbau im Zielszenario mit rd. 1.900 neuen Anschlüssen im Bestand und für Neubaugebiete schon ambitioniert. Das Zielszenario wurde anhand typischer, für die Fernwärmeeignung anzunehmender, Wärmeliniedrichten abgeleitet und mit den Ausbauplanungen der SWL synchronisiert. Für den konkreten Ausbaufall wird immer eine Überprüfung der Wirtschaftlichkeit empfohlen, dies betrifft vor allem die heute noch nicht genauer zu klassifizierenden Prüfgebiete am Rande des Fernwärmennetzes. Insgesamt sind die Ergebnisse der Wärmeplanung als strategische Planung, welche rechtlich nicht verbindlich ist, zu verstehen. So entsteht aus der Einteilung in ein bestimmtes Wärmeversorgungsgebiet keine Pflicht, eine bestimmte Versorgungsart zu nutzen oder bereitzustellen.

- **Dezentraler Bereich:** In dezentralen Versorgungsgebieten stehen verschiedene Technologien für zukünftige Heizungsanlagen zur Verfügung, zudem gibt es auch ein als umsetzbar angenommenes Einsparpotenzial durch Sanierung von rd. 20% bis 2045. Generell kann jede Heizungsanlage, die mit einem Anteil von mindestens 65 Prozent erneuerbarer Energie betrieben wird, zur zukünftigen Versorgung eingesetzt werden. Schwerpunkt der dezentralen Umsetzung werden aber Wärmepumpen bilden, die im Zielszenario den größten Teil des Wärmebedarfes abdecken. Intakte bestehende Heizungssysteme mit einem EE-Anteil unter 65 Prozent, wie etwa bestehende Erdgas- und Ölheizungen, können bis 2044 weiter betrieben werden. Hilfestellung erfolgt dabei durch verschiedene Beratungsangebote der Stadt und der Stadtwerke (vor allem über das EUZ), Energieberater, Verbraucherzentrale, sowie Sanitär-/Heizungshandwerk.

Eine Verfestigung der Wärmeplanung ist unabdingbar, um die Umsetzung des Maßnahmenkatalogs dieser Wärmeplanung sowie deren Fortschreibung zu gewährleisten.

Literaturverzeichnis

- [1] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz und Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (Hrsg.), „Leitfaden Wärmeplanung,“ <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/leitfaden-waermeplanung-kompakt.html>, 2024.
- [2] FNBGas, „Gemeinsamer Antrag für das Wasserstoff-Kernnetz,“ Berlin, 2024.
- [3] Bundesverband Solarwirtschaft, „Anteile der Gebäude mit Pelletfeuerung, Wärmepumpe oder Solarthermieanlage,“ [Online]. Available: https://www.solarwirtschaft.de/datawall/uploads/2021/04/bsw_grafik_anteil_reg_heizsysteme_d_2020.pdf.
- [4] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz und Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (Hrsg.), „Technikkatalog Wärmeplanung - Stand Juni 2024,“ 2024.
- [5] S. Greif, *Räumlich hoch aufgelöste Analyse des technischen Potenzials von Wärmepumpen zur dezentralen Wärmeversorgung der Wohngebäude in Deutschland*, München: TU München, 2023.
- [6] Energieatlas NRW, Herausgeber: Landesamt für Natur, Umwelt und Klima NRW, „Solarkataster NRW,“ August 2023. [Online]. Available: https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/umwelt_klima/energie/solarkataster/.
- [7] Bundesnetzagentur, „Marktstammdatenregister - Tabelle der Stromerzeugungseinheiten für die Gemeinde Solingen,“ [Online]. Available: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>.
- [8] B. L. f. Umwelt, „Erdwärme - die Energiequelle aus der Tiefe,“ LfU, München, 2016.
- [9] Fraunhofer IEG, „Schrägbohrtechnik bringt Geothermie unter den Bestandsbau,“ 25 Juli 2024. [Online]. Available: <https://www.ieg.fraunhofer.de/de/presse/pressemitteilungen/2024/geostar2.html>.
- [10] Verband kommunaler Unternehmen e.V., „Abwasserwärme effizient nutzen - Rechtliche und technische Rahmenbedingungen,“ 2024.
- [11] B. f. E. b. B. f. W. u. A. (Hrsg.), „Die Plattform für Abwärme,“ 02 05 2025. [Online]. Available: https://www.bfee-online.de/SharedDocs/Downloads/BfEE/DE/Effizienzpolitik/pfa_datenpraesentation.html?nn=1616544.
- [12] Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg, „Kommunale Wärmeplanung - Handlungsleitfaden,“ Stuttgart, 2020.

- [13] M. e. a. Günther, „Gutachterliche Stellungnahme zur kommunalen Wasserstoffnetzausbauplanung,“ Umweltinstitut München e.V., München/Hamburg, 2024.
- [14] H. L. f. N. U. u. K. N. Energieatlas NRW, „Planungskarte Windenergie,“ [Online]. Available: <https://www.energieatlas.nrw.de/site/planungskarten/wind>. [Zugriff am 10 06 2025].
- [15] F. E. L. consentc GmbH, „Prognose und Analyse der Netzentgeltentwicklung Strom,“ BDEW, Aachen/Köln, 2024.
- [16] R. B. R. m. BET consulting GmbH, „Ein neuer Ordnungsrahmen für Erdgasverteilnetze,“ Agora Energiewende, Berlin, 2023.
- [17] LANUK, „Begleitdokument zum Template zur Datenerfassung durch die Kommunen,“ Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen , Düsseldorf, 2025.
- [18] e. e. GmbH, „Klimaneutralität und nicht-fossile Daseinsvorsorge für die Alte Hansestadt Lemgo - Endbericht,“ Alte Hansestadt Lemgo , Bielefeld, 2022.
- [19] LANUK, „Kommunale Wärmeplanung,“ [Online]. Available: <https://www.energieatlas.nrw.de/site/waerme/kwp>.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Arbeitsschritte der Kommunalen Wärmeplanung (Quelle: eigene Darstellung ENERKO)	10
Abbildung 2: Förderübersicht: Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM)	14
Abbildung 3: Teilgebiete (blau) im Stadtgebiet Lemgo, welche sich mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für eine Versorgung durch ein Wärmenetz eignen (grün: heutiges Fernwärmennetz)	16
Abbildung 4: Stand Wasserstoffkernnetz gemäß Genehmigung vom 22.10.2024.	18
Abbildung 5: Stadtstruktur und Ortsteile in Lemgo. Bildquelle: Stadt Lemgo	21
Abbildung 6: Energiebezugsflächen nach Sektoren und Wohngebäudetypen	22
Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung der Gebäude nach Baualtersklasse	23
Abbildung 8: Wohn- und Nutzraumdichte nach Baublöcken	24
Abbildung 9: Vorwiegende Gebäudetypen nach Baublöcken	25
Abbildung 10: Vorwiegende Baualtersklassen nach Baublöcken	26
Abbildung 11: Ausdehnung der Erdgasversorgung in baublockbezogener Darstellung	27
Abbildung 12: Wärmenetze der Stadtwerke Lemgo	28
Abbildung 13: Wärmenetze und Erzeugerstandorte im Jahr 2022	30
Abbildung 14: Abwassersystem Lemgo	31
Abbildung 15: Anteil hauptsächlich über Wärmenetze versorgter Adressen	33
Abbildung 16: Anteil hauptsächlich über Erdgas versorgter Adressen	34
Abbildung 17: Anteil hauptsächlich über Heizöl- oder Flüssiggas versorgter Adressen	35
Abbildung 18: Anteil hauptsächlich über Biomasse versorgter Adressen	36
Abbildung 19: Anteil hauptsächlich über Strom versorgter Adressen	37
Abbildung 20: Wärmebedarf nach Sektoren	38
Abbildung 21: Wärmebedarf nach Verwendungszweck	38
Abbildung 22: Wärmebereitstellung nach Energieträgern	39
Abbildung 23: Wärmebereitstellung nach Energieträgern und Ortsteilen	40
Abbildung 24: Vorwiegender Energieträger auf Baublockebene	41
Abbildung 25: Wärmedichte auf Baublockebene	42
Abbildung 26: Wärmeliniendichte	43
Abbildung 27: Endenergiebilanz nach Energieträgern	44
Abbildung 28: Anteil der über Wärmenetze gedeckten Endenergie	45
Abbildung 29: Anteil der über Erdgas gedeckten Endenergie	46
Abbildung 30: Anteil der über Heizöl oder Flüssiggas gedeckten Endenergie	47
Abbildung 31: Anteil der über Biomasse gedeckten Endenergie	48
Abbildung 32: Anteil der über Strom gedeckten Endenergie	49
Abbildung 33: Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung nach Energieträgern	50
Abbildung 34: Ebenen der Potenzialermittlung	52
Abbildung 35: Schutzgebiete und Teile von Schutzgebieten im Stadtgebiet Lemgo	53
Abbildung 36: Lineare Fortschreibung der Gradtagszahlen	54

Abbildung 37: Sanierungstiefen typischer Wohngebäude nach Baualtersklasse	55
Abbildung 38: Prognostizierte Entwicklung des Wärmebedarfs bis 2045 im Basisszenario (oben) und ambitionierten Szenario (unten)	57
Abbildung 39: Prognostizierte Entwicklung des Wärmebedarfs bis 2045 im Basisszenario mit Einspareffekten (ohne Prozesswärme)	58
Abbildung 40: Kumulierter Wärmebedarf nach Sanierung (farbig) und Wärmebedarfsreduktion durch Sanierung und Klimaeffekte (grau) über alle Wohngebäude nach Baualtersklasse, Basisszenario	59
Abbildung 41: Mittlere, spezifische Einsparungen über alle Wohngebäude nach Baualtersklasse, Basisszenario	59
Abbildung 42: Prozentuale Einsparung durch Sanierung und Klimaeffekte im Basisszenario, Darstellung auf Baublockebene	60
Abbildung 43: Technisches Potenzial für oberflächennahe Geothermie bei einer Sondentiefe von 100 m, Darstellung auf Baublockebene	63
Abbildung 44: Technisches Potenzial für Dachflächen-Solarthermie, Darstellung auf Baublockebene	66
Abbildung 45: Dachflächen-Photovoltaikpotenzial zur Stromerzeugung, Darstellung auf Baublockebene	69
Abbildung 46: Überblick Geothermienutzung, Quelle: Bayerische Landesamt für Umwelt [8]	71
Abbildung 47: Temperaturkarte für Deutschland, 2000 m Tiefe	72
Abbildung 48: Kläranlage in Lemgo. Bildquelle: Stadt Lemgo	77
Abbildung 49: Waldflächen(dunkelgrün) und teils überlagerte Naturschutzgebiete (hellgrün)	81
Abbildung 50: Biogasanlagen im Stadtgebiet Lemgo	83
Abbildung 51: Sachlicher Teilflächennutzungsplan „Windkraft“ der Alten Hansestadt Lemgo. Quelle: Online-Portal zum Thema Bauleitplanung der Alten Hansestadt Lemgo	90
Abbildung 52: Zusammenfassung der technischen Potenziale	92
Abbildung 53: Eignungsgebiete für Wärmenetze	98
Abbildung 54: Zuschnitt der Wärmeversorgungsgebiete	100
Abbildung 55: Einteilung der Wärmeversorgungsgebiete nach Erschließungszeitraum	102
Abbildung 56: Anteile der Erzeugerbausteine an der Fernwärme Gesamterzeugung	105
Abbildung 57: Verteilung der Wärmebereitstellung im Basisjahr nach Energieträgern auf Baublockebene	107
Abbildung 58: Verteilung der Wärmebereitstellung im Jahr 2030 nach Energieträgern auf Baublockebene	108
Abbildung 59: Verteilung der Wärmebereitstellung im Jahr 2035 nach Energieträgern auf Baublockebene	109
Abbildung 60: Verteilung der Wärmebereitstellung im Jahr 2040 nach Energieträgern auf Baublockebene	110
Abbildung 61: Verteilung der Wärmebereitstellung im Jahr 2045 nach Energieträgern auf Baublockebene	111
Abbildung 62: Anzahl der Heizungssystemwechsel zwischen den Stützjahren	112
Abbildung 63: Änderung des Versorgungsmixes und Deckung des Wärmebedarfes nach Technologien	113
Abbildung 64: Leistungszuwachs bis 2045 durch dezentrale Wärmepumpen im Zielszenario	114
Abbildung 65: Transformation der Endenergiebedarfsdeckung bis 2045	115

Abbildung 66: Entwicklung der Treibhausgasemissionen bis 2045	115
Abbildung 67: Übersicht der angenommenen spezifischen Investitionskosten (netto, vor Förderzuschüssen)	116
Abbildung 68: Abschätzung des Investitionskostenrahmens der Wärmewende in Lemgo	118
Abbildung 69: Überblick über den Ablauf der Maßnahmen- und Umsetzungsstrategieentwicklung, aus Leitfaden Wärmeplanung	122
Abbildung 70: Skizze des Controllingprozesses	134

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Datenquellen für die Bestandsanalyse	19
Tabelle 2: Wärmeerzeugungsanlagen des Zentral-Fernwärmennetzes Lemgo	29
Tabelle 3: Wärmespeicher im Zentral-Fernwärmennetz Lemgo.....	30
Tabelle 4: Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger nach Energieträger	32
Tabelle 5: Kategorisierung von Potenzialen	51
Tabelle 6: Parameter der Szenarien zur Wärmebedarfsreduktion	56
Tabelle 7: Ergebnisse der Szenarien zur Wärmebedarfsreduktion, jeweils Einsparbeitrag Zieljahr 2045 gegenüber Basisjahr.....	56
Tabelle 8: Definition der Potenziale oberflächennaher Geothermie.....	62
Tabelle 9: Definition der Potenziale von Dachflächen-Solarthermie	65
Tabelle 10: Definition der Potenziale von Dachflächen-Photovoltaik.....	68
Tabelle 11: Definition der Potenziale von tiefer und mitteltiefer Geothermie	71
Tabelle 12: Definition der Potenziale von Flusswasser	75
Tabelle 13: Kenndaten Flüsse Lemgo, Quelle: Wasserinformationssystem ELWAS-WEB	75
Tabelle 14: Definition der Potenziale von Klärwasser.....	77
Tabelle 15: Definition der Potenziale von Abwasser.....	78
Tabelle 16: Definition der Potenziale von Biomasse.....	80
Tabelle 17: Definition der Potenziale von Freiflächen-Solarthermie	85
Tabelle 18: Definition der Potenziale von Freiflächen-Photovoltaik.....	87
Tabelle 19: PV-Potenzialflächen gemäß Potenzialstudie der Stadt Lemgo und potenzieller jährlicher Stromertrag.....	88
Tabelle 20: Zusammenfassung der ermittelten Potenziale.....	91
Tabelle 21: Definition der Potenziale von Freiflächen-Solarthermie	96
Tabelle 22: THG Faktoren für die Fernwärme in Lemgo	105
Tabelle 23: Technische Maßnahmen (long list).....	123
Tabelle 24: Strukturelle Maßnahmen	125
Tabelle 25: Begleitende Prozesse und Information	126
Tabelle 26: Empfohlene Controlling-Indikatoren.....	135
Tabelle 27: Nutzungsgrade dezentraler Wärmeerzeuger	144
Tabelle 28: Treibhausgasemissionsfaktoren der Energieträger	144

Anhänge

A. Ergänzende Materialien

Tabelle 27: Nutzungsgrade dezentraler Wärmeerzeuger

Wärmeerzeuger (dezentral)	Nutzungsgrad
Hausanschlussstation für Fernwärme	0,99
Erdgas-Kessel	0,90
Stromdirektheizung	0,99
Luftwärmepumpe	3,0
Erdwärmepumpe	3,6
Ölkessel	0,87
Holzhackschnitzelheizung	0,83
Pellettheizung	0,85
Kamin	0,75

Tabelle 28: Treibhausgasemissionsfaktoren der Energieträger

Energieträger	Emissionsfaktoren in g/kWh				
	2022	2030	2035	2040	2045
Fernwärme, Netz Innenstadt (Berechnung nach Carnot)	168	65	39	24	20
Erdgas	240	240	240	240	240
Flüssiggas	276	276	276	276	276
Strom	499	110	45	25	15
Heizöl	310	310	310	310	310
Holz	20	20	20	20	20
Solarthermie	0	0	0	0	0

B. Glossar

Baublock

Ein Baublock bezeichnet eine räumliche Einheit, die aus einem oder mehreren Flurstücken, Gebäuden oder Liegenschaften besteht und von Straßen, Schienen, Gewässern oder anderen natürlichen oder baulichen Grenzen umschlossen ist. Für die Zwecke der Wärmeplanung wird ein Baublock als statistische Einheit zusammengehöriger, meist ähnlicher Objekte betrachtet.

Biomasse

Biomasse umfasst organische Stoffe pflanzlichen, tierischen oder mikrobiellen Ursprungs, die zur Energiegewinnung genutzt werden können. Dazu zählen Holz, landwirtschaftliche Reststoffe, Gülle, Bioabfälle und gezielt angebaute Energiepflanzen. Die energetische Nutzung von Biomasse erfolgt durch Verbrennung, Vergasung, Fermentation (Biogasgewinnung) oder Verflüssigung. Biomasse ist eine erneuerbare Energiequelle, deren Klimaneutralität von der nachhaltigen Bewirtschaftung abhängt.

Biomethan

Biomethan ist aus Biogas aufbereitetes Methan. Nach der Aufbereitung kann Biomethan in das Erdgasnetz eingespeist werden und an anderen Stellen des Netzes entnommen werden. Bei Verwendung in EEG-Anlagen sind entsprechende Herkunftsachweise zu führen. Biomethan zählt zu den synthetischen Gasen, die die Anforderungen des GEG an Klimaneutralität erfüllen.

Contracting

Contracting ist ein Finanzierungs- und Betreibermodell, um Erzeugungsanlagen (meist Wärme oder Kälte) zu betreiben. Ein Contractor finanziert, betreibt dabei eine Anlage, trägt das wirtschaftliche Risiko und liefert Energiedienstleistungen an einen Contractingnehmer im Rahmen längerfristiger Verträge über mehrere Jahre.

Dezentrales Wärmeversorgungsgebiet

Ein dezentrales Wärmeversorgungsgebiet ist ein Teilgebiet, das überwiegend nicht über ein Wärme- oder ein Gasnetz versorgt werden soll.

Endenergie

Endenergie ist die Energiemenge, die vom Verbraucher direkt bezogen wird, z. B. Strom, Heizöl, Erdgas oder Fernwärme. Sie ist die Energie, die dem Endverbraucher nach Umwandlungs-, Übertragungs- und Verteilungsverlusten zur Verfügung steht und von diesem genutzt wird. In der Wärmeplanung dient die Ermittlung des Endenergiebedarfs als Grundlage für die Auslegung von Versorgungskonzepten.

Fernwärme

Fernwärme ist ein System zur Verteilung von Wärme über ein Netz von Rohrleitungen, das viele Haushalte und Gebäude versorgt. Die Wärme wird zentral in einem oder mehreren Anlagen erzeugt und zu den Verbrauchern über eine Vorlauf- und eine Rücklaufleitung transportiert. Nahwärmenetze sind technisch ähnlich aufgebaut, versorgen meist aber nur kleinere Gebiete, meist nur innerhalb eines Stadtbezirks. Eine genaue Abgrenzung gibt es hier nicht.

Fokusgebiet

Der Begriff Fokusgebiet leitet sich aus einer Förderrichtlinie für Kommunen ab und bezeichnet ein Quartier, für das besondere Voraussetzungen vorliegen und für das Planung und Umsetzung energetischer Maßnahmen auf Quartiersebene genauer beschrieben werden.

Gebäudesanierung

Hierunter wird die energetische Sanierung der Gebäudehülle verstanden. Im Vordergrund der thermischen Sanierung steht die Verringerung der Wärmeverluste über das Dach, die Außenwände, Fenster, Türen und den Boden, meist durch Austausch von Bauteilen oder nachträgliche Isolierung sowie Verminderung der Lüftungsverluste. Die thermische Gebäudesanierung hilft dabei, einerseits den Energiebedarf insgesamt und andererseits das notwendige Temperaturniveau abzusenken.

Geothermie

Geothermie bezeichnet die Nutzung von Erdwärme als Energiequelle zur Beheizung von Gebäuden. Die Erdwärme kann in Form von Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren oder durch die Nutzung von tiefem oder oberflächennahen Thermalwasser genutzt werden.

Industrielle Abwärme

Industrielle Abwärme ist überschüssige Wärme, die bei industriellen oder gewerblichen Prozessen oder in Kraftwerken entsteht und meist ungenutzt bleibt. In der kommunalen Wärmeplanung kann Abwärme zur Beheizung von Gebäuden genutzt werden, um den Energiebedarf zu senken.

Kommunale Wärmeplanung

Kommunale Wärmeplanung umfasst die Analyse, Entwicklung und Umsetzung von Strategien zur nachhaltigen Wärmeversorgung in Städten und Gemeinden. Ziel ist es, den Energieverbrauch zu reduzieren und erneuerbare Energien zu fördern.

Nahwärme

Nahwärme ist eine Variante der Fernwärme, bei der die Wärmeversorgung auf ein kleineres Gebiet, wie ein Quartier oder eine Siedlung, begrenzt ist. Nahwärmesetze werden oft lokal erzeugt, z.B. mit Blockheizkraftwerken oder Biomasseanlagen.

Nutzenergie

Nutzenergie bezeichnet die Energie, die nach weiteren Umwandlungsprozessen tatsächlich für den gewünschten Endzweck verfügbar ist, z. B. Wärme zur Raumheizung, Warmwasserbereitung oder mechanische Energie. Sie berücksichtigt Verluste, die z. B. in Heizsystemen, elektrischen Geräten oder bei der Umwandlung von Strom in Licht auftreten. In der Wärmeplanung ist die Nutzenergie eine zentrale Größe, da sie die Effizienz der gesamten Versorgungskette widerspiegelt.

Prüfgebiet

Ein Prüfgebiet ist ein Teilgebiet, das nicht in ein voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet nach den drei oben beschriebenen Kategorien eingeteilt werden soll, weil die für eine Einteilung erforderlichen Umstände noch nicht ausreichend bekannt sind oder weil ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher auf andere Art mit Wärme versorgt werden soll.

Sanierungsrate

Die Sanierungsrate gibt an, wie viel Prozent des Gebäudebestands pro Jahr energetisch saniert werden. Sie ist ein wichtiger Indikator in der kommunalen Wärmeplanung, um den Fortschritt bei der Modernisierung des Gebäudeparks zu messen. Eine höhere Sanierungsrate bedeutet, dass der Gebäudebestand schneller energieeffizienter wird und somit die CO₂-Emissionen zügiger gesenkt werden können. In Deutschland liegt die Sanierungsrate aktuell bei etwa 1 % pro Jahr.

Umweltwärme

Umweltwärme bezeichnet leicht zu erschließende Energiequellen, wie Oberflächengewässer (hydrothermische Umweltwärme), Umgebungsluft (aerothermische Umweltwärme) und oberflächennahe Geothermie. Gemeint ist diesen Energiequellen, dass ihre Energie aus der Sonne stammt bzw. darüber wieder regeneriert wird und sie keine hohen Temperaturniveaus zur Verfügung stellen

können. Umweltwärmequellen sind meist flächendeckend in irgendeiner der Formen vorhanden, benötigen immer aber Wärmepumpen zur Anhebung der Temperatur.

Wärmebedarf

Der Wärmebedarf ist die errechnete oder gemessene Energiemenge, die benötigt wird, um ein Gebäude zu beheizen. Die Wärmeplanung analysiert den Wärmebedarf in einem Gebiet und der Gesamtstadt als Grundlage für die Zielplanung

Wärmeliniendichte

ist der Quotient aus der Wärmemenge in Kilowattstunden, die innerhalb eines Leitungs- oder Straßenabschnitts an die dort angeschlossenen oder anschließbaren Verbraucher innerhalb eines Jahres abgesetzt wird, und der Länge dieses Leitungsabschnitts in Metern. Dabei entspricht ein Leitungsabschnitt meist einem Straßenabschnitt bzw. einer Baublockseite. Üblich sind Werte von weniger als $1000 \text{ kWh}/(\text{m}^* \text{a})$ bis etwa $10.000 \text{ kWh}/(\text{m}^* \text{a})$.

Wärmenetzgebiet

Ein Wärmenetzgebiet ist ein beplantes Teilgebiet, in dem ein Wärmenetz besteht oder geplant ist und ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher über das Wärmenetz versorgt werden soll. Dabei können mit dem Begriff Wärmenetz sowohl Fern- als auch Nahwärmesetze gemeint sein. Es kann weiterhin zwischen Verdichtungsgebiet und Ausaugebiet unterschieden werden.

Wärmepumpe

Eine Wärmepumpe ist ein Heizsystem, das Umgebungswärme aus der Luft, dem Wasser oder dem Erdreich nutzt und mit einem thermodynamischen Prozess unter Einsatz von Strom in Heizenergie umwandelt, ähnlich einem „umgedrehten“ Kühlschrank. Bei Anlagen $>500 \text{ kW}$ kann man von Großwärmepumpen sprechen.

Wärmespeicher

Wärmespeicher speichern überschüssige Wärme und stellen sie bei Bedarf zur Verfügung, wobei man kurz- mittel und Langfristspeicher unterscheiden kann. Sie sind ein wichtiger Baustein zur Flexibilisierung und Effizienzsteigerung von Wärmenetzen.

Wasserstoff

Wasserstoff (H_2) ist ein universeller Energieträger, der sowohl stofflich in der chemischen Industrie als auch energetisch genutzt werden kann. Die Speicherung und der Transport über lange Strecken sind möglich, aber aufwendiger als bei Methan, da Wasserstoff leichter Barrieren durchdringt. Wasserstoff kann sowohl in speziellen Netzen als auch in umzurüstenden Erdgasnetzteilen transportiert werden oder bis zu einem bestimmten Prozentsatz beigemischt werden. Klimaneutral hergestellt wird Wasserstoff aus Wasser mittels Elektrolyse durch erneuerbaren Strom.

Wasserstoffnetzgebiet

Ein Wasserstoffnetzgebiet ist ein Teilgebiet, in dem ein Wasserstoffnetz besteht oder geplant ist und ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher über das Wasserstoffnetz zum Zweck der Wärmeerzeugung versorgt werden soll.

C. Abkürzungen

ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
BauGB	Baugesetzbuch
BAK	Baualtersklassen
BEG	Bundesprogramm für effiziente Gebäude
BEW	Bundesprogramm für effiziente Wärmenetze
BHKW	Blockheizkraftwerk
CoP	Coefficient of Performance, Leistungszahl
EBZ	Energiebezugsfläche
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EE	Erneuerbare Energien
EFH	Einfamilienhaus
FFH-Gebiet	Fauna-Flora-Habitat-Gebiet
FW	Fernwärme
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistung
GMFH	Großes Mehrfamilienhaus
GWh	Gigawattstunde
JAZ	Jahresarbeitszahl
ha	Hektar (100 x 100 m)
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWP	Kommunale Wärmeplanung
MFH	Mehrfamilienhaus
MWh	Megawattstunde
NWG	Nichtwohngebäude
PV	Photovoltaik
PW	Prozesswärme
RW	Raumwärme
THG	Treibhausgas
TWW	Trinkwarmwasser
SWL	Stadtwerke Lemgo
WPG	Wärmeplanungsgesetz