

OSTERHOLZER STADTWERKE GMBH & CO. KG
TRIANEL GMBH
FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ANGEWANDTE INFORMATIONSTECHNIK, FIT

KOMMUNALER WÄRMEPLAN DER GEMEINDE LILIENTHAL

Abschlussbericht

Impressum

Auftraggeber **Gemeinde Lilienthal**
Klosterstraße 16
28865 Lilienthal



Ansprechperson:
Klimaschutzmanagement
Dr. Neele Meyer

Auftragnehmer **Osterholzer Stadtwerke GmbH & Co. KG**
Am Pumpelberg 4
27711 Osterholz-Scharmbeck
Deutschland

**Osterholzer
Stadtwerke**

Trianel GmbH
Krefelder Straße 203
52070 Aachen
Deutschland



Fraunhofer FIT
Schloss Birlinghoven
53757 Sankt Augustin
In Zusammenarbeit mit:
IAEW der RWTH Aachen
(Teil des Fraunhofer-Zentrum Digitale
Energie)



**Projektleitung
und Bearbeitung** Lorenz Schlüter, M.Sc.
Dr. Tom Kulms

Paul Maximilian Röhrig, M.Sc.

Autoren Lorenz Schlüter,
Dr. Tom Kulms
Paul Maximilian Röhrig, M.Sc.

Osterholz-Scharmbeck, 26. November 2025

Inhaltverzeichnis

1	Kurzfassung	6
2	Kommunale Wärmeplanung	9
2.1	<i>Ziel der kommunalen Wärmeplanung</i>	9
2.2	<i>Inhalte der Kommunalen Wärmeplanung</i>	10
3	Eignungsprüfung	12
4	Bestandsanalyse	13
4.1	<i>Methodisches Vorgehen der Bestandsanalyse</i>	13
4.1.1	Datengrundlage.....	13
4.1.2	Aufbereitung des Gebäudebestands	14
4.1.3	Zuordnung von Heiztechnologien.....	16
4.1.4	Ermittlung von Wärmebedarfen aus Verbrauchswerten.....	16
4.1.5	Ableitung des Sanierungsstands.....	18
4.1.6	Simulation unbekannter Wärmebedarfe	19
4.2	<i>Ergebnisse der Bestandsanalyse</i>	20
4.2.1	Gemeindestruktur	20
4.2.2	Gebäudestruktur und Baualtersklassen.....	21
4.2.3	Wärmebedarf.....	26
4.2.4	Wärmedichte.....	29
4.2.5	Versorgungsstruktur	32
4.2.6	Energie- und Treibhausgasbilanz.....	35
5	Potenzialanalyse	39
5.1	<i>Methodisches Vorgehen der Potenzialanalyse</i>	39
5.1.1	Datengrundlage.....	40
5.1.2	Vorgehen Einsparpotenzial	41
5.1.3	Vorgehen dezentrale Potenziale	43
5.1.4	Vorgehen zentrale Potenziale	44
5.2	<i>Ergebnisse der Potenzialanalyse</i>	46
5.2.1	Einsparpotenziale	46
5.2.2	Dezentrale Potenziale.....	49
5.2.3	Zentrale Potenziale.....	55
5.2.4	Zusammenfassung der Potenzialanalyse	66
6	Ziel- und Referenzszenario	68
6.1	<i>Methodisches Vorgehen in der Szenario-Modellierung</i>	68
6.1.1	Datengrundlage und Szenariorahmen	68
6.1.2	Vorgehen zur Ermittlung potenzieller Wärmenetzgebiete	69
6.1.3	Vorgehen zur Ermittlung zukünftiger Wärmeversorgungsarten	71
6.2	<i>Zukünftiger Wärmebedarf</i>	72
6.3	<i>Wahrscheinlichkeit von Wärmeversorgungsarten</i>	73
6.3.1	Dezentrale Wärmeversorgung	74
6.3.2	Wärmenetze.....	75

6.3.3	Wasserstoff	77
6.4	<i>Prognostizierte Entwicklung Energie und Treibhausgasbilanz</i>	78
6.4.1	Zielszenario	79
6.4.2	Referenzszenario	82
6.4.3	Vergleich beider Szenarien.....	83
6.5	<i>Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete</i>	85
7	Umsetzungsstrategie für die Wärmewende	88
7.1	<i>Überblick Maßnahmen</i>	88
7.1.1	Maßnahmensteckbriefe des Clusters „Gebäude“	90
7.1.2	Maßnahmensteckbriefe des Clusters „Wärmenetze“	102
7.1.3	Maßnahmensteckbriefe des Clusters „Organisatorische Maßnahmen“	106
7.2	<i>Gesamtbewertung</i>	114
8	Fokusgebiete	115
8.1	<i>Auswahllogik</i>	115
8.2	<i>Fokusgebiet Wärmenetz Diakonie</i>	116
8.2.1	Projektbeteiligte	116
8.2.2	Lage	117
8.2.3	Gebäude & Platzverhältnisse	119
8.2.4	Ist-Analyse Wärmenetz	122
8.2.5	Mögliche Energiequellen	122
8.2.6	Pfad zur Treibhausgasneutralität 2045 – Planstand & Erläuterungen Planwerte	122
8.2.7	Zeitplanung / Arbeitspakete.....	125
8.2.8	Zeitplanung Umsetzung Transformationsmaßnahmen	129
8.3	<i>Fokusgebiet Sanierungsgebiet</i>	130
9	Stakeholder-Management	131
9.1	<i>Stakeholder Identifikation</i>	131
9.2	<i>Stakeholder Analyse</i>	132
9.3	<i>Stakeholder Behandlung</i>	134
9.4	<i>Ausblick</i>	136
10	Fazit und Ausblick	137
	Abbildungsverzeichnis	144
	Tabellenverzeichnis	146
	Anhang	147
	<i>Anhang A: Ergänzende Darstellungen zum Zielszenario nach Anlage 2 WPG</i>	147

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erklärung
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BHKW	Blockheizkraftwerk
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
COP	Coefficient of Performance
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EFH	Einfamilienhaus
EU	Europäische Union
FFA	Freiflächenanlagen
FFH	Flora-Fauna-Habitat
FIT	Fraunhofer Institut für angewandte Informationstechnik
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GIS	Geoinformationssystem
GMFH	Großes Mehrfamilienhaus
IAEW	Institut für Elektrische Anlagen und Netze, Digitalisierung und Energiewirtschaft der RWTH Aachen
IWU	Institut Wohnen und Umwelt
KEA-BW	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg
KFW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KPI	Key Performance Indicator (Schlüsselkennzahl)
KWW	Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende
LoD2	Level of Detail 2
MFH	Mehrfamilienhaus
NKlimaG	Niedersächsisches Klimagesetz
PV	Photovoltaik
RED III	Erneuerbare-Energien-Richtlinie III
RH	Reihenhaus
VU	vorbereitende Untersuchung
WP	Wärmepumpe
WPG	Wärmeplanungsgesetz

1 Kurzfassung

Im Kontext der Energiewende rückt die Wärmewende in den Fokus, da der Wärmesektor etwa die Hälfte des Endenergieverbrauchs und infolgedessen einen erheblichen Anteil der verursachten Treibhausgasemissionen ausmacht [1]. Eine nachhaltige und zukunftsfähige Energieversorgung erfordert daher gezielte Maßnahmen, um fossile Energieträger durch erneuerbare Alternativen zu ersetzen und gleichzeitig die Energieeffizienz zu steigern. Im Zuge des im Dezember 2023 verabschiedeten „Gesetzes für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze“ sind alle Städte und Gemeinden verpflichtet, ein Konzept zur nachhaltigen Wärmeversorgung im Rahmen einer kommunalen Wärmeplanung zu entwickeln. Gemäß den gesetzlichen Vorgaben muss der Wärmeplan für Gemeindegebiete mit mehr als 100.000 gemeldeten Personen spätestens bis zum 30. Juni 2026 und für kleinere Gemeindegebiete bis zum 30. Juni 2028 erstellt werden [2].

Ziel der kommunalen Wärmeplanung für die Gemeinde Lilienthal ist es,

1. einen Beitrag zur Umstellung der Wärmeerzeugung und -versorgung auf Erneuerbare Energien, unvermeidbare Abwärme oder einer Kombination hieraus zu leisten,
2. zu einer kosteneffizienten, nachhaltigen, sparsamen, bezahlbaren, resilienten sowie treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis spätestens zum Jahr 2040 beizutragen und
3. Endenergieeinsparungen zu erbringen.

Aus der kommunalen Wärmeplanung entstehen keine unmittelbaren rechtlichen Folgen. Stattdessen sollen Planungsgrundlagen geschaffen werden, die Grundlage für die Anwendung von ordnungsrechtlichen Instrumenten bilden, als Diskussionsgrundlage für einen optimalen Transformationspfad des lokalen Wärmemarktes dienen und die Verabschiedung (differenzierter) kommunaler Wärmestrategien ermöglichen. Für Hauseigentümer:innen bietet sie Orientierung bezüglich möglicher Optionen für ihre Wärmeversorgung, ersetzt jedoch keine individuelle Beratung oder Einzelfallprüfungen auf Gebäudeebene. Die Osterholzer Stadtwerke GmbH & Co. KG wurde beauftragt die kommunale Wärmeplanung für die Gemeinde Lilienthal parallel zu Ritterhude und Osterholz-Scharmbeck durchzuführen. Dafür arbeiten die Osterholzer Stadtwerke mit der Trianel GmbH, dem Fraunhofer-Institut für angewandte Informationstechnik (FIT) und dem Institut für Elektrische Anlagen und Netze, Digitalisierung und Energiewirtschaft (IAEW) der RWTH Aachen zusammen.

Die wesentlichen Elemente einer kommunalen Wärmeplanung lassen sich den Bereichen Bestandsanalyse, Potenzialanalyse, Zielszenario und Umsetzungsstrategie zuordnen. Die zentralen Ergebnisse dieser Schritte sind im Folgenden zusammengefasst.

Bestandsanalyse

Das Ziel der Bestandsanalyse besteht darin, die bestehende Gebäudestruktur, den Wärmebedarf sowie die vorhandene Wärmeinfrastruktur in der Gemeinde Lilienthal genau zu erfassen. Grundlage für die Bestandsanalyse ist eine Datenbasis, die eine gebäudescharfe Analyse des Status-Quo der Wärmeversorgung ermöglicht.

Die 20.393 gemeldete Personen Lilienthals (Stand Dezember 2023) verteilen sich auf die Ortsteile Lilienthal, Worpshausen, Sankt Jürgen, Seebergen und Heidberg. Es gibt rund 6.684 beheizte Gebäude, wovon rund 92 % Wohngebäude sind. Der Großteil dieser Wohngebäude sind Einfamilien- bzw. Reihenhäuser mit jeweils einer Wohneinheit. Im bundesweiten Vergleich fällt auf, dass ein überdurchschnittlicher Anteil der Gebäude zwischen 1961 und 1980 errichtet wurden [3].

Der gesamte Wärmebedarf in Lilienthal beträgt im Status-Quo 206 GWh je Jahr. Davon werden 66 % durch Gasheizungen und 18 % durch Ölheizungen gedeckt. Der Anteil von Wärmepumpen beträgt aktuell erst 6 %. Über Wärmenetze werden energetisch ca. 5 % der Wärmenachfrage in Lilienthal gedeckt und 308 Liegenschaften versorgt. Der Anteil erneuerbarer Wärme am Endenergiebedarf beträgt rund 15 %. Insgesamt verursacht die Wärmeversorgung jährliche Emissionen in Höhe von 51.000 Tonnen CO₂-Äquivalenten.

Potenzialanalyse

Das Ziel der Potenzialanalyse ist es, die Potenziale zur Wärmeerzeugung durch erneuerbare Energien und Einsparungspotenziale des Wärmeverbrauchs in der Gemeinde Lilienthal detailliert zu erfassen.

Die Analyse des Einsparpotenzials hat ergeben, dass eine Reduktion des jährlichen Wärmebedarfs von derzeit 208 GWh um ca. 21,2% auf 162 GWh ein ambitioniertes, aber realistisches Szenario darstellt. Dies kann primär durch eine Erhöhung der aktuellen durchschnittlichen Sanierungsrate von etwa 1 % auf 1,5 % erreicht werden.

Für die zukünftige Wärmeerzeugung bieten sich insbesondere Wärmepumpen an, da diese grundsätzlich für jedes Gebäude geeignet sind. Sowohl mit Hilfe klassischer Luft-Wasser-Wärmepumpen als auch alternative Technologien wie Sole-Wasser-Wärmepumpen (oberflächennahe Geothermie) lässt sich Wärme mit hohem Wirkungsgrad als auch geringen Treibhausgasemissionen erzeugen. Gleichzeitig sollten Machbarkeitsstudien und Transformationsplanungen zentraler Potenziale für eine nachhaltige Wärmeversorgung durch Wärmenetze durchgeführt werden. Besonders vielversprechend sind Technologien wie oberflächennahe Geothermie und Freiflächen-Solarthermie, die auf ihre technische Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit vertiefend geprüft werden sollten.

Ziel- und Referenzszenario

Das Zielszenario beschreibt den theoretischen Pfad hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung in Lilienthal im Jahr 2040 (aufgrund der Vorgaben des NKlimaG). Die Skizzierung des Pfads ist die gesetzliche Pflichtaufgabe der kommunalen Wärmeplanung. Aufgrund der zum Durchführungszeitpunkt der Studie (Mai 2024 bis Juli 2025) gültigen Gesetzeslage auch weiterhin zulässigen Installation von teils fossil befeuerten Heizsystemen (Hybridheizungen), ist dieses Ziel faktisch nicht erreichbar. Es wurde somit auch ein vergleichendes Referenzszenario betrachtet, das die gültige Gesetzeslage berücksichtigt.

Vor dem Hintergrund einer teurer werdenden Gasversorgung (z.B. durch CO₂-Preise) stellen dezentrale Heizungssysteme wie Wärmepumpen und Biomasseheizungen zukünftig die wahrscheinlichste Heizungsart für einen Großteil des Gemeindegebiets dar. Aufgrund der hohen Effizienz (Leistungszahl von etwa 300 bis 400 %) von Wärmepumpen sowie der vielseitigen Einsatzmöglichkeiten, sind diese in der Kategorie dezentraler Heizungssysteme i.d.R. die geeignete Wahl. So sind Wärmepumpen im Zieljahr 2040 für 84 bis 87 % der Gebäude in beiden Szenarien die geeignetste Heiztechnologie. Dies wird auch bei geringeren Realisierungsquoten einen Ausbau der Stromnetze erfordern.

Eine Ausnahme bilden zwei Wärmenetzgebiete rund um das Bestandsnetz der Diakonie und das bestehende Netz nördlich und südlich der Falkenberger Landstraße auf Höhe der Wärmezentrale in der Straße "Zum Schoofmoor". Umliegende Bereiche werden als „Prüfgebiet“ eingeplant, da hier eine Integration in das Wärmenetz eine effiziente Versorgung ermöglichen kann. Auch ein weiteres Prüfgebiet "Dr.-Ruckert-Straße/Dr.-Hünerhoff-Straße" mit Potenzial für den Aufbau eines kleineren Wärmenetzes wurde identifiziert. Gebäudenetze unter einer Mindestanschlussanzahl von zehn Gebäuden wurden nicht betrachtet, können jedoch für lokale Gemeinschaften eine Option sein.

Eine Umrüstung des Gasnetzes auf Wasserstoff zur Nutzung von Gasthermen als Wasserstoffheizung wurde aufgrund hoher Kosten und regulatorischer Unsicherheiten ausgeschlossen. Trotz der erwartbaren Zu-

nahme an Wärmepumpen und rückläufigen Anschlussquoten an das Gasnetz, wird das Gasnetz nach gegenwärtiger Gesetzeslage auch in 2040 weiter großflächig betrieben werden müssen, jedoch für deutlich weniger Anschlussnehmende.

Die durch die Wärmeversorgung verursachten Treibhausgasemissionen reduzieren sich im Zielszenario von derzeit 51.000 Tonnen CO₂-Äquivalenten um 97 % im Ziel und 90 % im Referenzszenario.

Umsetzungsstrategie

Insgesamt wurden 12 Maßnahmen identifiziert, die die Umsetzung der lokalen Wärmewende vorantreiben. Hierbei sind insgesamt sechs Maßnahmen dem Handlungsfeld „Gebäude“ (**G**), drei Maßnahmen dem Handlungsfeld „Wärmenetze“ (**W**) und drei Maßnahmen dem Handlungsfeld „Organisation & Abstimmungsprozesse“ (**O**) zuzuordnen. Die Maßnahmen wurden ausführlich im Kreis der beteiligten Kommunen sowie dem Landkreis diskutiert und jeweils priorisiert.

In Lilienthal resultieren folgende **TOP5-Maßnahmen**:

ID	Maßnahmenbezeichnung
G1	Unternehmen zu Effizienz- und Versorgungsmaßnahmen aufklären und anregen
G2	Privatpersonen zu Effizienz- und Versorgungsmaßnahmen aufklären und anregen
G5	Ausweisung von Sanierungsgebieten
W1	Prüfgebiete für Wärmenetze in einer Machbarkeitsstudie analysieren
O1	Prozess der kommunalen Wärmeplanung verstetigen

Eine Beschreibung der TOP5 sowie auch der weiteren Maßnahmen mit grobem Zeitplan und Feinzielen kann den Maßnahmensteckbriefen in Kapitel 7 entnommen werden.

Die Maßnahmen **G1** und **G2** zielen auf die Aufklärung und Unterstützung der Bürger und ortsansässiger Unternehmen und weisen das größte Potenzial zur Reduktion der Treibhausgasemissionen auf, da diese Maßnahmen auf nahezu sämtliche Liegenschaften im Gemeindegebiet abzielen (Ausnahme sind lediglich die kommunalen Liegenschaften).

Weiterhin wurde der Ausweisung von Sanierungsgebieten (**G5**) und die Durchführung von Machbarkeitsstudien für Wärmenetze (**W1**) eine sehr hohe Priorität beigemessen. Um diese Prioritäten zu unterstreichen, wurden auch zwei Fokusgebiete identifiziert, deren Struktur jeweils einmal eine eher dezentrale und einmal eine eher wärmenetzbasierte Versorgung nahelegt. Für diese wird perspektivisch die Durchführung einer Machbarkeitsstudie (Wärmenetz) bzw. die Ausweisung eines Sanierungsgebietes angestrebt. Eine nähere Beschreibung erfolgt in Kapitel 8. Im organisatorischen Bereich wurde insbesondere die Verstetigung des Prozesses der kommunalen Wärmeplanung (**O1**) als erfolgsentscheidende Maßnahme eingestuft. Dies umfasst die Steuerung verschiedener Maßnahmen durch das Klimaschutzmanagement und die Bündelung des interkommunalen Austauschs im Landkreis Osterholz zu den mit der Wärmeplanung assoziierten Themen in der bestehenden AG Klimaschutz.

2 Kommunale Wärmeplanung

Die kommunale Wärmeplanung spielt eine zentrale Rolle bei der Energiewende und dem Erreichen der deutschen Klimaziele. Sie unterstützt Städte und Gemeinden dabei, langfristige Strategien zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung zu entwickeln. Dabei werden sowohl lokale Gegebenheiten als auch rechtliche und technologische Rahmenbedingungen berücksichtigt. In den folgenden Unterkapiteln werden die Zielsetzungen und wesentlichen Inhalte der kommunalen Wärmeplanung erläutert.

2.1 Ziel der kommunalen Wärmeplanung

Die Bundesrepublik Deutschland hat sich völkerrechtlich verpflichtet, die Ziele des 2015 getroffenen Pariser Klimaabkommens einzuhalten. Dieses sieht vor, die Erderwärmung auf deutlich unter 2 °C, idealerweise auf 1,5 °C, zu begrenzen. Als Teil der Europäischen Union ist Deutschland zudem in den "European Green Deal" eingebunden, der die Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2050 anstrebt. Bereits mit dem Bundes-Klimaschutzgesetz von 2019 hat Deutschland einen Fahrplan zur Emissionsreduktion entwickelt. Dieses wurde durch das Urteil des Bundesverfassungsgerichts im Jahr 2021 weiter verschärft, da es den Schutz künftiger Generationen betont und eine ambitioniertere Reduktion der CO₂-Emissionen fordert. Auch wenn im Jahr 2024 die sektorenspezifischen Klimaziele gelockert wurden, bleibt das verschärfte Ziel der Klimaneutralität bis 2045 bestehen.

Um den Herausforderungen des Klimawandels im Wärmesektor effektiv zu begegnen und die Energieversorgung nachhaltig zu gestalten, wurde das Instrument der kommunalen Wärmeplanung entwickelt. Angesichts der globalen Klimaziele und der nationalen Verpflichtung zur Treibhausgasneutralität bis spätestens 2040 ist die kommunale Wärmeplanung ein wesentlicher Bestandteil der Energiewende. Sie verfolgt das Ziel, die Wärmeversorgung langfristig sicher, bezahlbar und klimafreundlich zu gestalten. Dabei sollen erneuerbare Energien, Energieeffizienzmaßnahmen und die Nutzung lokaler Potenziale konsequent gefördert werden [4].

Ein zentrales Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist die Reduktion von CO₂-Emissionen. Durch die Transformation des Wärmesektors können fossile Energieträger schrittweise ersetzt und die Energieversorgung klimaneutral gestaltet werden. Hierzu sind umfassende Analysen der bestehenden Infrastruktur, der lokalen Gegebenheiten und der verfügbaren erneuerbaren Energiequellen erforderlich. Auf dieser Grundlage werden Maßnahmen entwickelt, die von der Nutzung von Wärmepumpen, Biomasse und Geothermie bis hin zur Integration von Abwärme aus Industrie und Gewerbe reichen.

Ein weiterer wesentlicher Aspekt ist die Erhöhung der Energieeffizienz. Die Verbesserung der Gebäudeisolierung, der Einsatz moderner Heiztechnologien und die Optimierung der Wärmeverteilungssysteme tragen nicht nur zur Senkung des Energieverbrauchs bei, sondern auch zur Reduzierung der Energiekosten für die Bevölkerung Lilienthals. Dabei spielt die enge Zusammenarbeit mit lokalen Beteiligten wie Energieversorgern, Wohnungsbaugesellschaften und privaten Haushalten eine entscheidende Rolle [2].

Ein wichtiger Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung ist auch die transparente Information und Einbindung der Bevölkerung. Dies umfasst beispielsweise die Bereitstellung klarer Informationen darüber, wo in Zukunft Wärmenetze geplant sind und welche Gebiete von einer Anbindung profitieren können. Durch gezielte Kommunikation sollen die Menschen vor Ort nicht nur über die Vorteile und Möglichkeiten einer klimafreundlichen Wärmeversorgung aufgeklärt werden, sondern auch darüber, welche Handlungsoptionen für sie bestehen.

Die kommunale Wärmeplanung bietet darüber hinaus eine Plattform für die Integration verschiedener Interessen. Durch die Einbindung relevanter Stakeholder können Akzeptanz und Beteiligung gefördert werden. Dies ist besonders wichtig, um langfristig tragfähige und breit unterstützte Lösungen zu entwickeln. Gleichzeitig bietet die Planung die Möglichkeit, wirtschaftliche Synergien zu schaffen, indem regionale Wertschöpfung und Arbeitsplätze gefördert werden.

Ein weiterer Aspekt ist die soziale Gerechtigkeit. Die kommunale Wärmeplanung zielt darauf ab, sozialverträgliche Lösungen zu schaffen, die allen Bevölkerungsgruppen zugutekommen [4].

Zusammenfassend dient die kommunale Wärmeplanung als strategischer Leitfaden für eine nachhaltige, klimafreundliche und sozial ausgewogene Energiezukunft. Sie verknüpft ökologische, wirtschaftliche und soziale Ziele und leistet damit einen entscheidenden Beitrag zur Lebensqualität vor Ort sowie zur Erfüllung nationaler und globaler Klimaziele.

2.2 Inhalte der Kommunalen Wärmeplanung

Die Inhalte der kommunalen Wärmeplanung sind im „Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze“ (Wärmeplanungsgesetz – WPG) detailliert geregelt und werden durch das „Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes und zur Minderung der Folgen des Klimawandels“ (§20 NKlimaG) konkretisiert ([2], [5]). Das Wärmeplanungsgesetz definiert klar, welche Schritte und Elemente in die Wärmeplanung einzubeziehen sind. Es verpflichtet die Bundesländer, Wärmepläne zu erstellen, die auf kommunaler Ebene konkretisiert werden. Gemäß den dort gesetzten Vorgaben muss der Wärmeplan für Gemeindegebiete mit mehr als 100.000 gemeldeten Personen spätestens bis zum 30. Juni 2026 und für kleinere Gemeindegebiete bis zum 30. Juni 2028 erstellt werden.

Das NKlimaG setzt das Zieljahr der Klimaneutralität bis spätestens 2040 fest. Es verpflichtet alle Gemeinden und Samtgemeinden Niedersachsens, bis zum 31.12.2026 kommunale Wärmepläne zu erstellen, sofern in der Gemeinde ein Ober- oder Mittelzentrum gemäß dem Landesraumordnungsprogramm liegt [6].

Das Wärmeplanungsgesetz beschreibt die Wärmeplanung als strategische Fachplanung. Ihr Ziel ist, den Ausbau und die Entwicklung von Energieinfrastrukturen für die Wärmeversorgung voranzutreiben und den Einsatz erneuerbarer Energien sowie die Nutzung unvermeidbarer Abwärme zu fördern. Die Inhalte der kommunalen Wärmeplanung sind im Gesetz umfassend vorgegeben und werden im Folgenden beschrieben:

Eignungsprüfung (§ 14):

Zu Beginn der Planung wird das Gebiet daraufhin untersucht, welche Teilgebiete sich für eine Versorgung durch Wärme- oder Wasserstoffnetze eignen. Dabei werden Kriterien wie die vorhandene Infrastruktur, Siedlungsstrukturen und potenzielle Energieressourcen berücksichtigt. Für nicht geeignete Gebiete kann eine vereinfachte Planung durchgeführt werden, bei der eine dezentrale Wärmeversorgung bevorzugt wird.

Bestandsanalyse (§ 15):

Die Grundlage jeder Wärmeplanung ist die Erhebung des aktuellen Stands. Dabei werden der Wärmebedarf, die verwendeten Energieträger sowie die bestehenden Infrastrukturen und Wärmeerzeugungsanlagen im Gebiet systematisch analysiert. Die Ergebnisse dieser Bestandsanalyse sind essenziell für die nachfolgenden Planungsphasen. Die Erhebung erfolgt gemäß der in Anlage 1 des Gesetzes festgelegten Datengrundlagen.

Potenzialanalyse (§ 16):

Aufbauend auf der Bestandsanalyse wird untersucht, welche Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien oder unvermeidbarer Abwärme vorhanden sind. Ebenfalls werden Einsparpotenziale, zum Beispiel durch energieeffiziente Gebäudesanierungen, abgeschätzt. Diese Analyse umfasst sowohl technische als auch wirtschaftliche Aspekte.

Zielszenario und Wärmeversorgungsgebiete (§ 17, 18, 19):

Auf Grundlage der bisherigen Analysen wird ein Zielszenario entwickelt, das die angestrebte Wärmeversorgung im Zieljahr beschreibt. Dieses Szenario berücksichtigt die Klimaziele des Bundes und die spezifischen Gegebenheiten des Planungsgebiets. Verschiedene mögliche Szenarien werden analysiert, bevor das strategisch und wirtschaftlich beste ausgewählt wird. Dabei wird das Planungsgebiet auch in verschiedene Versorgungsgebiete eingeteilt, die je nach Gegebenheiten für Wärmenetze, Wasserstoffnetze oder eine dezentrale Wärmeversorgung vorgesehen sind. Als zusätzliche Kategorie werden zudem sogenannte Prüfgebiete ergänzt, in denen eine Machbarkeitsstudie die Eignung des Gebiets für ein Wärmenetz erst noch weiter prüfen muss.

Umsetzungsstrategie (§ 20):

Abschließend wird eine Strategie zur Umsetzung des Zielszenarios entwickelt. Diese enthält konkrete Maßnahmen, wie etwa den Ausbau von Wärmenetzen, die Förderung dezentraler Versorgungslösungen oder die Integration erneuerbarer Energiequellen. Die Maßnahmen sollen sicherstellen, dass die angestrebten Ziele wirtschaftlich und nachhaltig umgesetzt werden.

Die Inhalte der Wärmeplanung sind rechtlich nicht verbindlich, dienen jedoch als strategische Grundlage für die Wärmeversorgung auf kommunaler Ebene. Die Fortschreibung des Wärmeplans ist alle fünf Jahre vorgesehen (§ 25), um die Zielerreichung kontinuierlich zu überwachen und anzupassen.

Für große Kommunen mit mehr als 45.000 Einwohnenden sieht das Gesetz zusätzliche Anforderungen vor, wie die Berücksichtigung von Energieeffizienzstrategien, die Bewertung von Finanzierungsmöglichkeiten und Synergien mit benachbarten Gebieten (§ 21). Gleichzeitig ermöglicht das Gesetz für kleinere Gemeinden (< 10.000 gemeldete Personen) ein vereinfachtes Verfahren, um den Verwaltungsaufwand zu reduzieren. Mit ca. 20.000 gemeldeten Personen (Stand Dezember 2023) fällt Lilienthal demnach weder in die Kategorie der großen Kommunen noch in die Kategorie der kleinen Kommunen, sodass die Berücksichtigung von Synergieeffekten mit benachbarten Kommunen gesetzlich nicht gefordert ist und zudem die Anwendung eines vereinfachten Verfahrens für die Wärmeplanung unzulässig ist. Dennoch ist ein Blick in angrenzende Gemeinden insbesondere im Rahmen der Potenzialanalyse sinnvoll, sodass dieser im Rahmen der vorliegenden Wärmeplanung vorgenommen wird.

Neben den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes stellt der Leitfaden und Technikkatalog des Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW) [7] eine hilfreiche Literaturquelle dar, die ein mögliches Vorgehen für die Erstellung des Wärmeplans liefert und mit dem Technikkatalog ein umfangreiches Parameterset zur Verfügung stellt, das für verschiedene Aspekte dieser Wärmeplanung herangezogen wird.

3 Eignungsprüfung

Das WPG ermöglicht gemäß §14 die Durchführung einer verkürzten Wärmeplanung für einzelne Teilgebiete einer Stadt. Dies ist jedoch nur dann zulässig, wenn diese Gebiete in einer vorgelagerten Eignungsprüfung als unwahrscheinlich für den Einsatz von Wärmenetzen oder Wasserstoffnetzen bewertet wurden. Die reguläre Wärmeplanung ermöglicht eine vollständige Erhebung und Auswertung aller relevanten Daten im beplanten Gebiet. Dies umfasst sowohl die Bestandsanalyse gemäß § 15 WPG als auch die Potenzialanalyse nach § 16 WPG. Im Gegensatz dazu sieht die verkürzte Wärmeplanung vor, in bestimmten Teilgebieten auf diese detaillierten Analysen zu verzichten.

Im Rahmen der Erstellung dieses Wärmeplans wurde entschieden, auf die Anwendung der verkürzten Wärmeplanung zu verzichten. Diese Entscheidung gründet sich auf der Zielsetzung, eine fundierte und umfassende Datengrundlage für die Gemeinde Lilienthal zu schaffen, die den gesamten Planungsprozess trägt und die Qualität der Ergebnisse sicherstellt. Zudem wird ein hoher Wert darin gesehen erstmalig einen detaillierten Überblick über die Wärmeversorgung im gesamten Gemeindegebiet zu erhalten, wodurch auch eine spätere Fortschreibung des Wärmeplans begünstigt wird.

Darüber hinaus wird durch die Wahl der regulären Wärmeplanung für alle Teilgebiete sichergestellt, dass alle Teilgebiete des beplanten Gebiets mit einer einheitlichen Detailliertheit und auf derselben methodischen Grundlage untersucht werden. Dies fördert die Vergleichbarkeit der Ergebnisse und schafft eine belastbare Grundlage für die Ableitung des Zielszenarios (§ 17 WPG) sowie für die Entwicklung einer Umsetzungsstrategie (§ 20 WPG).

4 Bestandsanalyse

Im Rahmen der Bestandsanalyse wird eine detaillierte Untersuchung des aktuellen Zustands der Wärmeversorgung durchgeführt. Kapitel 4.1 beschreibt das methodische Vorgehen, das die Grundlage für die in Kapitel 4.2 gezeigten Ergebnisse bildet, und erläutert die Schritte zur Aufbereitung der relevanten Daten. Die gewonnenen Erkenntnisse aus der Bestandsanalyse bilden die Basis für die weiteren Planungen.

4.1 Methodisches Vorgehen der Bestandsanalyse

Das Ziel der Bestandsanalyse ist es, die aktuelle Gebäudestruktur, den Wärmebedarf und die bestehende Wärmeinfrastruktur der Gemeinde Lilienthal detailliert zu erfassen. Mit diesen umfassenden Daten können notwendige Maßnahmen identifiziert und Szenarien zur Reduktion von CO₂-Emissionen entwickelt werden, die als Grundlage für zukünftige strategische Entscheidungen dienen.

Im Folgenden werden zunächst die zugrundeliegenden Daten beschrieben und anschließend die Verfahren zum Ableiten der relevanten Informationen aus diesen Daten beschrieben. Die Methodiken wurden vom Fraunhofer FIT in Zusammenarbeit mit dem IAEW der RWTH Aachen entwickelt und bereits für verschiedene andere Gemeinden im Kontext der kommunalen Wärmeplanung angewandt und weiterentwickelt.

4.1.1 Datengrundlage

Die Basis der Bestandsanalyse bildet eine breite Datengrundlage. Dabei werden im Wesentlichen die in Tabelle 1 dargestellten öffentlichen Daten herangezogen:

Tabelle 1: Öffentliche Datenquellen für die Analyse der Gemeindestruktur und des Wärmebedarfs

Daten	Abgeleitete Informationen	Jahr
LoD2-Gebäude (3D-Gebäude) [8]	Gebäudekubatur; Gebäudenutzung	2024
OpenStreetMap [9]	ergänzende Gebäude, die nicht in den LoD2-Gebäuden enthalten sind; Straßennetz	2024
Adresspunkte [8]	ergänzende Adressangaben	2024
ALKIS (Amtliches Liegenschaftskataster Informationssystem) [8]	tatsächliche Flächennutzung	2024
Zensus (100x100m) [3]	Anzahl Haushalte; Gebäudealter	2011, 2022
Gebietseinteilungen [8]	Gemeinde, Gemarkungen, Flure	2024
Baudenkmäler [10]	Sanierungsstand; Sanierungsoptionen	2024

Darüber hinaus ist die planungsverantwortliche Stelle gemäß WPG §10 bis 12 bzw. §21 des NKlimaG dazu berechtigt verschiedene nicht-öffentliche Daten zu erheben. Im Rahmen der Analyse der Gemeindestruktur und des Wärmebedarfs der Gemeinde Lilienthal wurden dabei im Wesentlichen die in Tabelle 2 dargestellten Daten verwendet:

Tabelle 2: Nicht-öffentliche Datenquellen für die Analyse der Gemeindestruktur und des Wärmebedarfs

Daten	Abgeleitete Informationen bzw. Verwendung	Jahr
Gasverbräuche (Osterholzer Stadtwerke)	Wärmebedarf	2020, 2021, 2022
Fernwärmeverbräuche (Osterholzer Stadtwerke und Diakonie)	Wärmebedarf	2020, 2021, 2022
Stromtarife (Osterholzer Stadtwerke)	Heiztechnologie (Wärmepumpe / Stromdirektheizung)	2024
Auszüge aus den Kkehrbuchdaten (Schornsteinfeger)	Heiztechnologie; Heizungsalter	2024

Da verschiedene Datenquellen herangezogen wurden mussten, konnte kein einheitliches Bezugsjahr aller Daten verwendet werden. Der Bezugszeitpunkt der einzelnen Jahre liegt im Zeitraum 2020 bis 2024. Durch eine Witterungsbereinigung der relevanten Verbrauchsdaten (vgl. Folgekapitel) sowie dem hinzufügen aktueller Gebäudedaten aus der OpenStreetMap-Datenbank [9], kann insgesamt von einer aktuellen Datengrundlage ausgegangen werden, sodass sich die Ergebnisse der Bestandsanalyse auf das Jahr 2024 beziehen.

4.1.2 Aufbereitung des Gebäudebestands

Im Rahmen der Bestandsanalyse wird der gesamte Wärmebedarf – einschließlich des Raumwärmebedarfs, des Warmwasserbedarfs und des Prozesswärmebedarfs – einem Gebäude bzw. einer Adresse zugeordnet. Viele Informationen, wie zum Beispiel Gas- oder Fernwärmeverbräuche, können ausschließlich über einen Adressabgleich geolokalisiert werden. Aus diesem Grund ist es von zentraler Bedeutung, zunächst ein Geoinformationssystem-Datenmodell (GIS-Datenmodell) zu erstellen, in dem jedes Gebäude in der Gemeinde Lilienthal mit einer entsprechenden Adressangabe hinterlegt wird. Darüber hinaus werden für jedes Gebäude im Modell zusätzliche Informationen wie der Gebäudenutzungstyp, die Nutzfläche und das Gebäudealter ergänzt (vgl. Tabelle 1 und Tabelle 2).

Zur Vereinfachung und Reduktion der Komplexität des Datenmodells, sowie aufgrund der Tatsache, dass viele Daten ohnehin nur auf Adressebene vorliegen, erfolgt im nächsten Schritt die Aggregation sämtlicher Gebäude mit derselben Adresse zu einem einzigen Datenpunkt. Das resultierende Modell ist somit ein adressscharfes GIS-Datenmodell. Im weiteren Verlauf des Berichts werden die Begriffe „Gebäude“ und „Adresse“ teilweise synonym verwendet. Das Vorgehen zur Aufbereitung des Gebäudebestands wird im Folgenden erläutert.

Die Grundlage des GIS-Datenmodells bilden LoD2-Gebäudedaten (Level of Detail 2). LoD2-Daten stellen einen spezifischen Detaillierungsgrad in der Darstellung von 3D-Stadtmodellen dar, der in der Stadtplanung, Architektur und in Geoinformationssystemen häufig Anwendung findet. Diese Modelle zeigen Gebäude detaillierter als einfache Grundrissdarstellungen. Konkret bedeutet LoD2, dass die Gebäude nicht nur als einfache Kuben (wie bei LoD1), sondern auch mit Dachformen Neigungen und weiteren architektonischen Details abgebildet werden. Abbildung 1 veranschaulicht diesen Abstraktionsgrad im Vergleich zu Google 3D-Modellen. Dieser Detailgrad gewährleistet eine ausreichende Datenqualität für die weitere Verarbeitung

im Rahmen der Wärmeplanung. Zusätzlich zu den geometrischen Daten enthalten LoD2-Daten auch Angaben zu Adresse und Gebäudenutzungstyp, die in das GIS-Datenmodell übernommen werden. Gebäude, deren Nutzungstyp auf eine Nichtbeheizung hindeutet (z.B. Garagen), werden in der Analyse nicht weiter berücksichtigt.

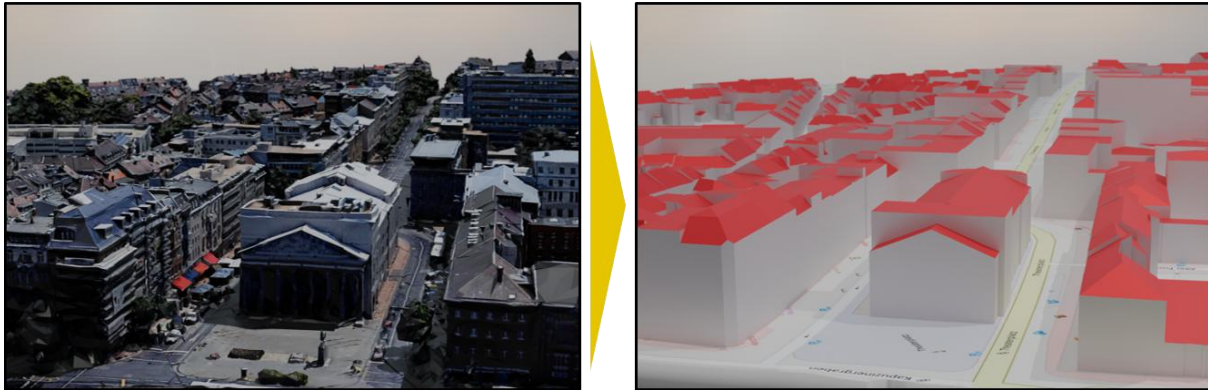


Abbildung 1: Beispiel LoD2-Daten – links: Google 3D-Modell („Realität“); rechts: Visualisierung LoD2-Daten aus kommunaler Wärmeplanung Aachen [11]

Auf Grundlage der Gebäudehöhe und des Dachaufbaus wird zunächst die Anzahl der Stockwerke geschätzt. Hierfür wird eine pauschale Stockwerkshöhe verwendet, die abhängig vom Gebäudenutzungstyp festgelegt wird¹. Die Bruttogrundfläche ergibt sich durch die Multiplikation der geschätzten Stockwerksanzahl mit der Gebäudegrundfläche. Anschließend wird die Nutzfläche unter Verwendung eines weiteren Faktors zwischen 0,8 und 0,9 berechnet, der ebenfalls vom Gebäudenutzungstyp abhängt [12]. Die Nutzfläche stellt eine wesentliche Kenngröße für die Wärmeplanung dar. Sie ermöglicht unter anderem die Ermittlung des spezifischen Wärmebedarfs, welcher wiederum Aufschluss über die Energieeffizienz des Gebäudes gibt. Zudem dient die Nutzfläche als Ausgangspunkt für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden, für die keine Verbrauchsdaten vorliegen.

Durch die Verwendung von LoD2-Daten kann zudem die Fassadenfläche präziser erfasst werden. Dabei wird auch berücksichtigt, ob es sich um eine freiliegende Fassadenfläche handelt oder diese an ein benachbartes Gebäude angrenzt. Diese Informationen fließen in die Berechnung der Transmissionswärmeverluste sowie des Sanierungsaufwands ein.

Die vorliegende Modellierung basiert zusätzlich auf zwei weiteren Datenquellen, um etwaige Lücken in den LoD2-Daten zu schließen. Zum einen wird das GIS-Datenmodell in den Geolokationen, in denen keine Gebäude aus dem LoD2-Bestand hinterlegt sind, durch Daten aus OpenStreetMap ergänzt. Dies betrifft in der Regel Gebäude, die in den letzten Jahren errichtet wurden und daher noch nicht in den LoD2-Daten erfasst sind. Da OpenStreetMap-Daten von Privatpersonen beigesteuert werden, ist die Datenlage häufig aktueller. Bei der Verwendung von OpenStreetMap-Gebäuden müssen jedoch teilweise pauschale Annahmen über bestimmte Informationen getroffen werden, die in den LoD2-Daten detailliert hinterlegt sind, wie beispielsweise die Gebäudehöhe, die nur für einen Teil der OpenStreetMap-Gebäude verfügbar ist.

Im nächsten Schritt wird für jedes Gebäude die Anzahl der dort wohnenden Haushalte geschätzt. Daraus lässt sich die Anzahl der darin lebenden Personen ableiten, was insbesondere Einfluss auf den Warmwas-

¹ Die Stockwerkshöhen werden auf Grundlage der TABULA-Datenbank ([13]) sowie der LoD1- bzw. LoD2-Daten ermittelt [8]. Die Vorgehensweise zur Ermittlung gebäudetypspezifischer Parameter orientiert sich an anwendungsbezogenen Normen ([53]) und Leitfäden ([52]).

serbedarf hat. Hierfür werden Daten des Zensus [3] genutzt, welcher Informationen zur Anzahl der Haushalte in rasterförmig angeordneten Zellen von 100 Metern mal 100 Metern für ganz Deutschland enthält. Unter Anwendung von Maximal- und Minimalwerten für die Wohnfläche je Haushalt wird jedem Gebäude eine Anzahl an Haushalten entsprechend der Wahrscheinlichkeit für diese Gitterzelle zugeordnet. Gebäuden ohne Wohnnutzung werden keine Haushalte zugewiesen.

Anschließend wird jedem Gebäude eine Baualtersklasse zugeordnet. Die Baualtersklasse ist ebenfalls eine wichtige Kenngröße für Gebäude im Rahmen der Wärmeplanung, da sie u.a. als Anhaltspunkt für den aktuellen Sanierungsstand dient. Als Datenquelle haben sich die gebäudescharf hinterlegten Angaben zu den Baualtersklassen aus den Daten des Webportals OpenGeoData.NL [8] als qualitativ geeignet erwiesen. Durch eine weitere GIS-Operation werden die Daten für die einzelnen Gebäude in das vorliegende GIS-Datenmodell übertragen. Baualtersklassen von Gebäuden, für die in diesem Schritt keine Daten zugeordnet werden konnten, werden wiederum durch Daten aus dem Zensus (100m x 100m) ergänzt.

Abschließend wird auf Basis eines Adressabgleichs die Information in das GIS-Datenmodell eingetragen, ob es sich bei einem Gebäude um ein Baudenkmal handelt [10]. Der Status „Baudenkmal“ hat sowohl Einfluss auf die Abschätzung des aktuellen Sanierungszustandes als auch auf den Umfang möglicher zukünftiger Sanierungsoptionen. Sofern das Baujahr eines Baudenkmals vorliegt, wird der entsprechende zuvor abgeschätzte Eintrag in das GIS-Datenmodell überschrieben.

4.1.3 Zuordnung von Heiztechnologien

Nachdem im ersten Schritt die allgemeinen gebäudebezogenen Daten ermittelt wurden, werden fortführend Daten, welche die Wärmeversorgung unmittelbar betreffen, zum GIS-Datenmodell hinzugefügt.

Dazu kann zunächst auf Basis der vorliegenden Verbrauchswerte bestimmt werden, welche Gebäude mit Gas oder Fernwärme beheizt werden. Außerdem liegen adressbezogene Informationen zu den Stromtarifen vor (vgl. Tabelle 2), aus denen abgeleitet werden kann, ob ein Gebäude über Stromdirektheizung oder Wärmepumpen beheizt werden.

Informationen zu nicht-leitungsgebundenen Heiztechnologien können aus den Kehrdaten der Schornsteinfeger:innen gewonnen werden. Dazu gehören Öl, Biomasse und Flüssiggas. Zusätzlich kann den Schornsteinfegerdaten entnommen werden, wie alt die entsprechende Heizung ist. Diese Information wird auch für die Gasheizungen nachgepflegt.

Für Gebäude, denen bis zu diesem Schritt noch keine Heiztechnologie zugeordnet werden konnte (bspw. aufgrund abweichender Adressbezeichnung in den Eingangsdaten), werden abschließend Heiztechnologie und Heizungsalter auf Basis des Zensus sowie statistischer Wahrscheinlichkeiten und Plausibilität für den entsprechenden Gebäudetyp zugeordnet.

4.1.4 Ermittlung von Wärmebedarfen aus Verbrauchswerten

Eine Möglichkeit, den Wärmebedarf eines Gebäudes zu bestimmen, ist diesen aus der Energiemenge abzuleiten, die für die Beheizung des Gebäudes eingesetzt wurde. Informationen zu eingesetzten Energiemengen liegen gebäudescharf für Gas und Strom vor. Da die Stromverbräuche nicht immer einheitlich gemessen werden und Unsicherheiten über die verwendete Wärmepumpentechnologie vorliegen, wird der Wärmebedarf der betroffenen Gebäude mit Stromverbrauchsdaten nicht über die Verbrauchswerte abgeleitet, sondern simuliert. Der Fernwärmeverbrauch liegt aggregiert für die Wärmenetzkundschaft vor und wird entsprechend der zu beheizenden Fläche sowie der Gebäudetypen auf die mit Fernwärme versorgten Gebäude aufgeteilt.

Die Gasverbräuche einzelner Wohneinheiten bzw. Zähler werden für die Jahre 2020 bis 2022 zunächst auf die einzelnen Adressen aggregiert und anschließend plausibilisiert. Dabei werden u.a. Gasverbräuche, die

unter einem Mindestwert liegen, entfernt, da hier davon ausgegangen wird, dass das verbrauchte Gas lediglich für das Kochen verwendet wird. Außerdem werden Einträge entfernt, die im Jahr 2022 einen Gasverbrauch von 0 kWh haben, da hier davon ausgegangen wird, dass die Gasheizung nicht länger verwendet wird und zu einer alternativen Heiztechnologie gewechselt wurde. Zusätzlich werden Gasverbräuche in Jahren, mit extremen Abweichungen zu den anderen Jahren der einzelnen Gebäude entfernt. Durch die Berücksichtigung mehrerer Verbrauchsjahre kann der Einfluss von Einmalereignissen, wie z.B. die Energiekrise im Jahr 2022, weitestgehend ausgeblendet werden. Zusätzlich werden die Verbräuche der einzelnen Jahre einer sogenannten Witterungsbereinigung unterzogen. Dazu werden die Heizgradtage¹, entsprechend dem Vorgehen des IWU-Tools „Gradtagzahlen-Deutschland“ [13] für den Standort Lilienthal im jeweiligen Jahr sowie die durchschnittlichen Heizgradtage der letzten 10 Jahre ermittelt. Auf Basis dieser Kennzahlen kann der Faktor berechnet werden, mit dem der Gasverbrauch im jeweiligen Jahr multipliziert werden muss, um den Einfluss eines warmen oder kalten Winters herauszurechnen. Anschließend wird der mittlere Verbrauch aller Jahre für jedes Gebäude ermittelt. Dieser Wert stellt den Endenergiebedarf dar. Um von diesem auf den Wärmebedarf zu schließen, wird ein durchschnittlicher Wirkungsgrad der Gasheizungen von 92 % angenommen (vgl. KWW-Technikkatalog [7]), der sowohl herkömmliche Heizwertanlagen also auch moderne Gas-Brennwertkessel berücksichtigt.

In der anschließenden Plausibilisierung werden insbesondere mitversorgte Gebäude berücksichtigt. Bei mitversorgten Gebäuden steht die Heizzentrale in einem benachbarten Gebäude, sodass dem mitversorgten Gebäude zunächst kein Wärmebedarf zugeordnet werden kann, während dem Gebäude, in dem die Heizzentrale steht, zusätzlich der Wärmebedarf des mitversorgten Gebäudes zugeordnet wird. Zur Identifikation von mitversorgten Gebäuden wird zunächst überprüft, ob sich auf dem Flurstück von Gebäuden mit einem erhöhten spezifischen Wärmebedarf (Wärmebedarf je Quadratmeter Nutzfläche) ein oder mehrere weitere Gebäude befinden, denen keine Heiztechnologie und Verbrauchsdaten eindeutig zugewiesen werden konnten. Sofern dies der Fall ist, wird der Wärmebedarf anteilig der Nutzfläche auf die Gebäude aufgeteilt. Abschließend werden Gebäude mit besonders hohem spezifischem Wärmebedarf manuell überprüft und erwogen, ob eine Mitversorgung ggf. über Flurstücksgrenzen hinweg stattfindet.

Da keine Informationen bezüglich des Anteils der eingesetzten Energie für die Erzeugung von Prozesswärme vorliegen, muss dieser Anteil abgeschätzt werden. Dazu wird die pauschale Annahme getroffen, dass jeglicher Wärmebedarf bei Gebäuden des Typs „Fabrik“ (vgl. ALKIS) Prozesswärme ist, der oberhalb eines Wertes von 30 kWh/m² liegt. Dieselbe Annahme gilt für die Gebäudetypen „Produktionsgebäude sowie Gebäude für Gewerbe und Industrie“, mit der Einschränkung, dass der spezifische Wärmebedarf zunächst oberhalb von 90 kWh/m² liegen muss, was einen Prozesswärmeanteil wahrscheinlich macht. Zuletzt wird auch für Schwimmbäder jeglicher Wärmebedarf, der oberhalb von 100 kWh/m² liegt, als Prozesswärme angenommen.

Es wird vereinfachend davon ausgegangen, dass die Hauptheizung immer auch für die Warmwasseraufbereitung genutzt wird.

¹ Gradtagzahlen sind ein Maß für den Heizbedarf eines Gebäudes über einen bestimmten Zeitraum und werden verwendet, um den Einfluss der Witterung auf den Energieverbrauch für das Heizen zu bestimmen. Sie werden berechnet als die Summe der Temperaturdifferenzen zwischen einer festgelegten Raumtemperatur (z.B. 20 °C) und der jeweiligen Tagesmittel-Außentemperatur, und zwar nur an jenen Tagen, an denen die Außentemperatur unter einer festgelegten Heizgrenztemperatur liegt (z.B. 15 °C).

4.1.5 Ableitung des Sanierungsstands

Sowohl für die Ermittlung des Energieeinsparpotenzials durch Sanierung als auch die Simulation des Wärmebedarfs von Gebäuden ohne bekannte Verbrauchswerte ist die Kenntnis des aktuellen Sanierungszustandes von zentraler Bedeutung. Da es für den tatsächlichen Sanierungszustand einzelner Gebäude keine Datengrundlage gibt, muss dieser auf Basis der verfügbaren Informationen abgeschätzt werden. Die Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen hat in ihrem 82. Bauforschungsbericht im Rahmen einer deutschlandweiten Studie der durchschnittliche Sanierungszustand von Wohngebäuden in Abhängigkeit der Baualtersklasse sowie der Kategorien Einfamilienhaus (EFH) und Mehrfamilienhaus (MFH) untersucht [14]. Dabei wurden mögliche Sanierungszustände in dieser Studie in un-, teil-, und vollsaniert gegliedert. Um die Erkenntnisse dieser Studie auf die Gemeinde Lilienthal zu übertragen, werden zunächst sämtliche Wohngebäude sowie (auf Grund mangelnder Datengrundlage) auch Nicht-Wohngebäude zu Gruppen entsprechend der Baualtersklasse sowie dem Wohngebäudetyp eingeteilt (vgl. Abbildung 2).

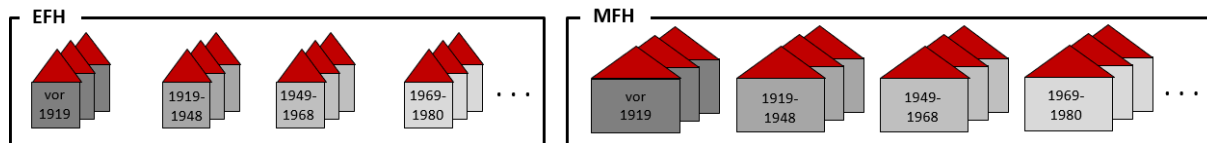


Abbildung 2: Einteilung der Gebäude in Kategorien für Sanierungsstand (eigene Darstellung)

Für jede dieser Gruppen (z.B. Einfamilienhäuser der Baualtersklasse 1949-1968) kann der Studie der prozentuale Anteil der un-, teil-, und vollsaniereten Gebäude entnommen werden. Um ferner zu bestimmen, welche Gebäude dieser Gruppe als un-, teil- oder vollsaniert eingeteilt werden, werden die Gebäude entsprechend ihrem spezifischem Wärmebedarf sortiert (vgl. Abbildung 3). Die Gebäude mit dem höchsten spezifischen Wärmebedarf werden entsprechend dem Anteil unsanierter Gebäude in dieser Gruppe als un-sanieret angenommen.

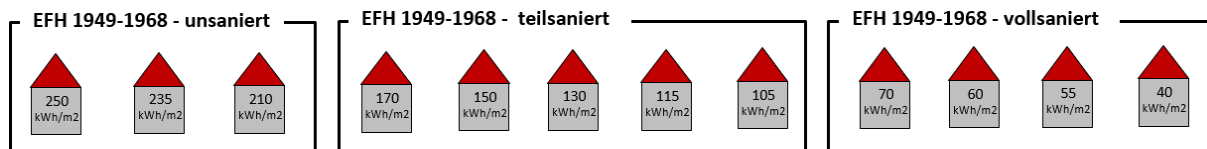


Abbildung 3: Exemplarische Zuteilung von Sanierungszuständen (eigene Darstellung)

Gebäude mit einem mittleren spezifischen Wärmebedarf werden als teilsaniert angenommen und die Gebäude mit dem geringsten spezifischen Wärmebedarf werden als vollsanieret betrachtet. Gebäude, deren Wärmebedarf nicht aus Verbrauchsdaten bestimmt werden können (in Lilienthal ca. jedes fünfte Gebäude) werden entsprechend der vorliegenden Statistik der jeweiligen Baualtersklasse und der Gebäudekategorie zufällig in un-, teil-, und vollsanieret eingeteilt.

In Folge werden jedem Gebäude entsprechend dem Gebäudetyp (Einfamilienhaus, Reihenhaus, Mehrfamilienhaus oder großes Mehrfamilienhaus mit mehr als 1.000 m² Wohnfläche), der Baualtersklasse und dem abgeschätzten Sanierungszustand Wärmedurchdringungskoeffizienten (U-Werte) zugewiesen. Der U-Wert einer Gebäudekomponente ist abhängig vom verwendeten Baumaterial sowie dessen Dicke und beschreibt die Wärmedurchlässigkeit in Watt pro Quadratmeter pro Kelvin. Somit ist der U-Wert in der verwendeten Modellierung die zentrale Größe für den Sanierungszustand. Eine in der Literatur vielfach angewandte Datenquelle von U-Werten für Typgebäude, die auch in dieser Modellierung zum Einsatz kommt, ist die TABULA-Datenbank [15]. Entsprechend dem Gebäudetyp, der Baualtersklasse und dem Sanierungszustand wird jedem Gebäude für die einzelnen Komponenten Fassade, Dach, Fenster und Bodenplatte U-Werte

zugeordnet. In der TABULA-Datenbank wird zwischen den Sanierungszuständen „Ausgangszustand“, „Übliche Sanierung“ (entsprechend gesetzlicher Mindestvorgaben) und „Erweiterte Sanierung“ unterschieden. In der vorliegenden Modellierung entspricht der Sanierungszustand „Ausgangszustand“ dem unsanierten Zustand. Für den vollsanierten Zustand werden die TABULA U-Werte der üblichen Sanierung verwendet, da eine Sanierung entsprechend den U-Werten der erweiterten Sanierung in der Realität nur selten vorgenommen wird. Somit entspricht eine Teilsanierung einer Mischung des Ausgangszustandes und der üblichen Sanierung.

4.1.6 Simulation unbekannter Wärmebedarfe

Abschließend wird der Wärmebedarf für Gebäude, für die keine Verbrauchsdaten vorliegen, simuliert bzw. berechnet. Für Wohngebäude kommt dabei ein Gebäudehüllenmodell (oder auch „Ein-Zonen-Modell“) gemäß DIN EN ISO 13790 zum Einsatz. Dabei wird eine elektrisch-thermische Modellanalogie verwendet, welche in Abbildung 4 veranschaulicht ist.

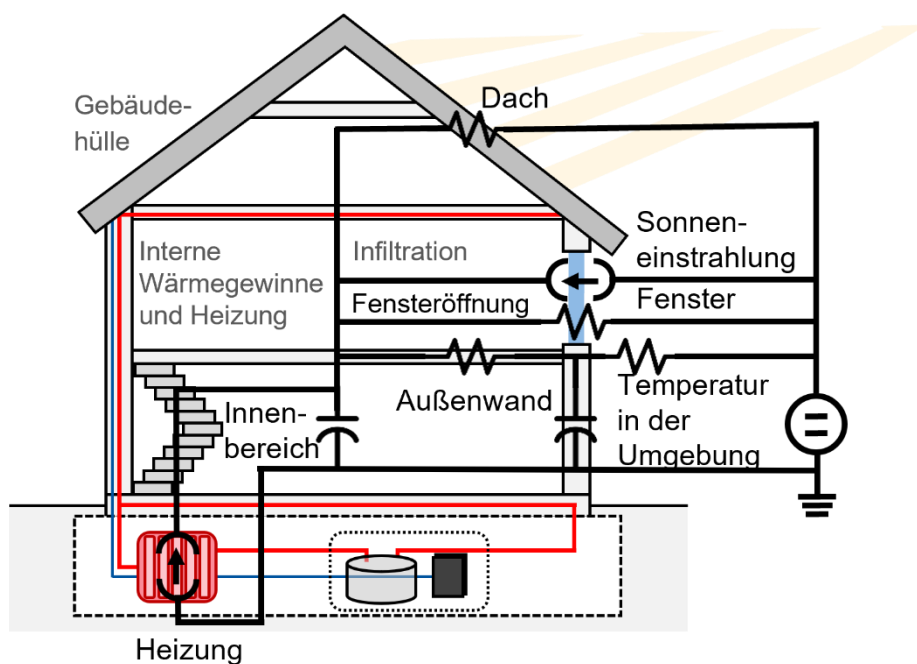


Abbildung 4: Gebäudehüllenmodell [16]

Das Gebäudehüllenmodell ermittelt, wie viel Energie benötigt wird, um eine gewünschte Mindesttemperatur nicht zu unterschreiten. Dabei werden neben Außentemperatur u.a. die Wärmeverluste über die vier Komponenten Fassade, Dach, Fenster und Bodenplatte auf Basis der U-Werte berücksichtigt sowie die Wärmespeicherfähigkeit des Gebäudes und Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung. Der Warmwasserbedarf wird auf Grundlage der Anzahl der Haushalte abgeschätzt. Nach der Studie „Vergleichswerte für den Energieverbrauch von Nichtwohngebäuden“ kann ein jährlicher Warmwasserbedarf von 315–695 kWh/a angenommen werden [17]. Im Rahmen der vorliegenden Methodik wird zunächst die Personenanzahl eines Gebäudes stochastisch ermittelt, basierend auf der Anzahl der im GIS-Datenmodell hinterlegten Haushalte. Anschließend wird der Warmwasserbedarf für jede Person innerhalb der genannten Spannweite ebenfalls stochastisch bestimmt.

Der Raumwärme- und Warmwasserbedarf von Nicht-Wohngebäuden, für die keine Verbrauchsdaten vorliegen, wird abweichend davon auf Basis von Kennzahlen für den spezifischen Wärmebedarf des jeweiligen Gebäudenutzungstyps ermittelt. Dies ist damit zu begründen, dass die Gebäudekubatur bei Nicht-Wohngebäuden einen vernachlässigbar kleinen Einfluss auf den Wärmebedarf hat und stattdessen der Nutzungstyp

des Gebäudes relevanter ist. So liegt bspw. der spezifische Wärmebedarf eines Gebäudes vom Nutzungstyp „Verkaufsstätte“ in der Regel um ein Vielfaches über dem eines Gebäudes vom Nutzungstyp „Turnhalle“. Insgesamt wird in der Modellierung zwischen 158 verschiedenen Gebäudenutzungstypen unterschieden, die anhand der in den LoD2-Daten je Gebäude hinterlegten Gebäudefunktion kategorisiert werden [8]. Die verwendeten Kennzahlen für den spezifischen Raumwärmebedarf basieren auf Erfahrungswerten. Auch hier wurde der spezifische Warmwasserverbrauch der Studie „Vergleichswerte für den Energieverbrauch von Nichtwohngebäuden“ entnommen [18].

4.2 Ergebnisse der Bestandsanalyse

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse bezüglich der Gemeindestruktur, der Gebäudestruktur einschließlich Baualtersklassen, der Wärmebedarf, die bestehende Versorgungsstruktur sowie die Energie- und Treibhausgasbilanz systematisch dargestellt.

4.2.1 Gemeindestruktur

Die Gemeinde Lilienthal liegt im Osten Niedersachsens, im Landkreis Osterholz, und hat rund 19.800 Einwohner:innen [3]. Auf einer Fläche von etwa 7.200 Hektar umfasst sie neben dem namensgebenden Ortsteil Lilienthal, die vier Ortsteile Worpshausen, Sankt Jürgen, Seebergen und Heidberg. Jenseits verschiedener Neubausiedlungen, die bereits einen modernen baulichen Standard aufweisen, steht auch die Gemeinde Lilienthal vor den typischen Herausforderungen im Hinblick auf ihre Wärmeversorgung, da der Gebäudebestand teilweise älteren Baualtersklassen zuzurechnen ist und die Wärmenutzung daher einen hohen Anteil am Energieverbrauch und den CO₂-Emissionen ausmacht. Lilienthal zeichnet sich durch eine Mischung aus Wohn-, Gewerbe- und landwirtschaftlich genutzten Flächen aus.

Die rund 19.800 gemeldeten Personen verteilen sich entsprechend Abbildung 5 auf die Gemeindefläche. Es ist zu erkennen, dass die Einwohnendichte mit nur wenigen Ausnahmen oberhalb von 50 Personen je Hektar liegt, was typisch für ein vorstädtisches Gebiet mit Einfamilienhäusern ist. Der Median liegt etwa bei 15 Personen je Hektar.

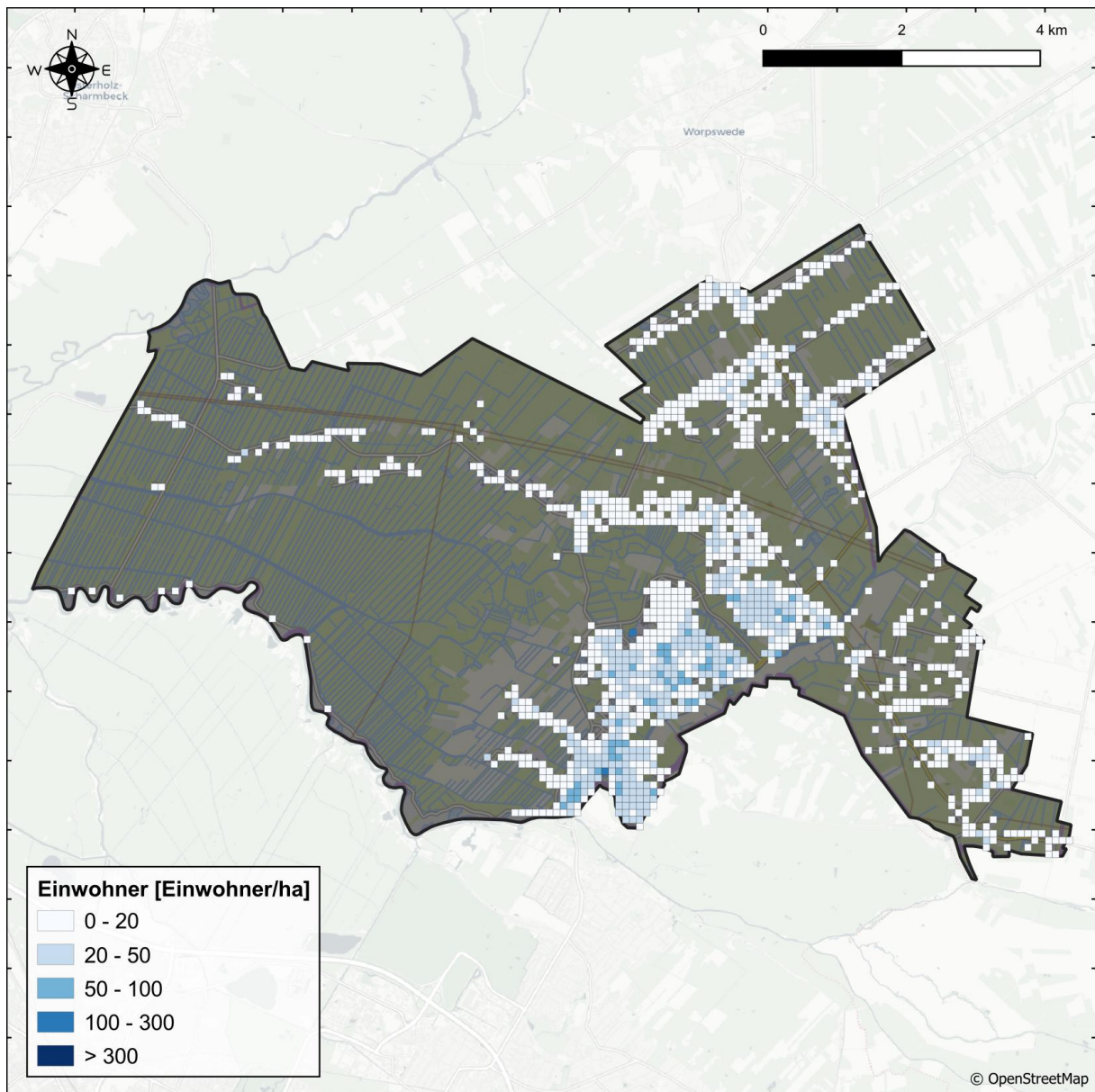


Abbildung 5: Einwohner:innen je Hektar

4.2.2 Gebäudestruktur und Baualtersklassen

In Lilienthal befinden sich ca. 6.684 Adressen mit beheizten Gebäuden. 91,7 % dieser Gebäude sind Wohngebäude, wobei Einfamilienhäuser (inkl. Doppelhaushälften) (62 %) und Reihenhäuser (17 %) den Großteil dieser Gebäudetypen ausmachen. Der Gewerbesektor macht lediglich 8,3 % der Gebäude aus. Dem Typ „Industrie“ wurden keine Gebäude zugeordnet, da der Übergang zum Sektor „Gewerbe/Handel/Dienstleistungen“, insbesondere bei Abwesenheit schwerindustrieller Betriebe, fließend ist und zur Vermeidung von interpretationsabhängigen Unklarheiten diese beiden Sektoren zusammengefasst wurden. Die verbleibenden ca. 13 % der Gebäude sind Mehrfamilienhäuser.

Anzahl der Gebäudetypen

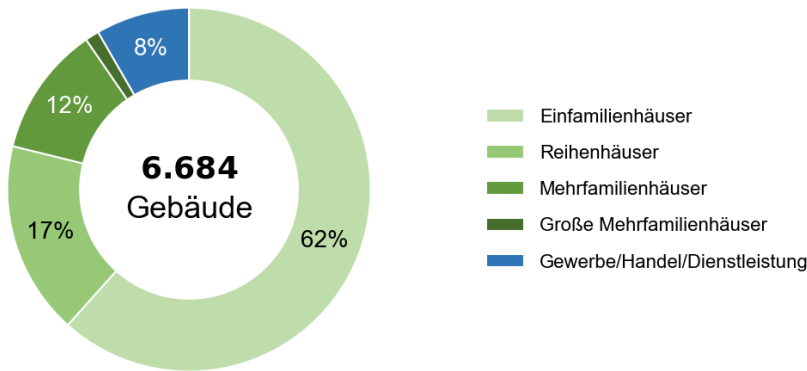
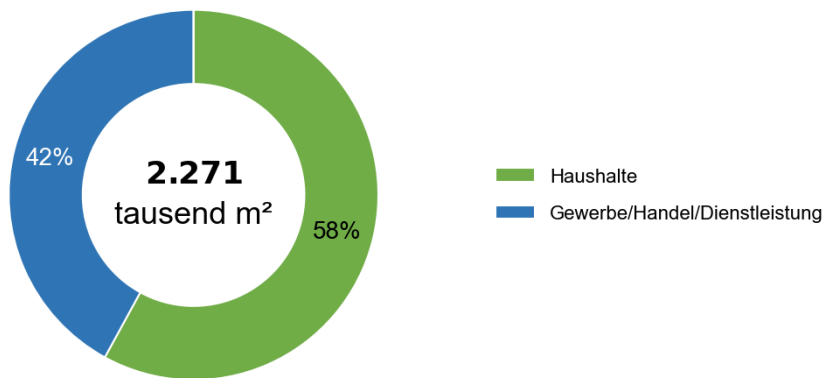


Abbildung 6: Anzahl der Gebäudetypen

In Gemeinden mit einem hohen Anteil an Einfamilien- und Reihenhäusern wird die Entscheidung über die Heiztechnologie in der Regel individuell von den Eigentümern getroffen. Dies unterscheidet sich von dicht besiedelten Gebieten, in denen zentrale Wärmenetze eine kollektive Lösung bieten können. Aufgrund der geringen Wärmedichte sind großflächige Wärmenetze wirtschaftlich schwer umsetzbar, da die Investitionskosten pro Gebäude hoch und die Verteilverluste relativ groß sind.

Die gesamte beheizte Nutzfläche wurde auf ca. 2,27 Mio. m² ermittelt. Davon entfallen 58 % auf Wohnhäuser und 42 % auf den Gewerbe-, Handel-, und Dienstleistungssektor (GHD, vgl. Abbildung 7). Auffällig ist, dass der GHD-Sektor trotz der vergleichsweise geringen Anzahl an Gebäuden einen erheblichen Anteil an der Gesamtfläche einnimmt. Daher spielt der GHD-Sektor eine zentrale Rolle bei der Erreichung der Dekarbonisierungsziele.

Nutzfläche der Sektoren



Nutzfläche der Wohngebäudetypen

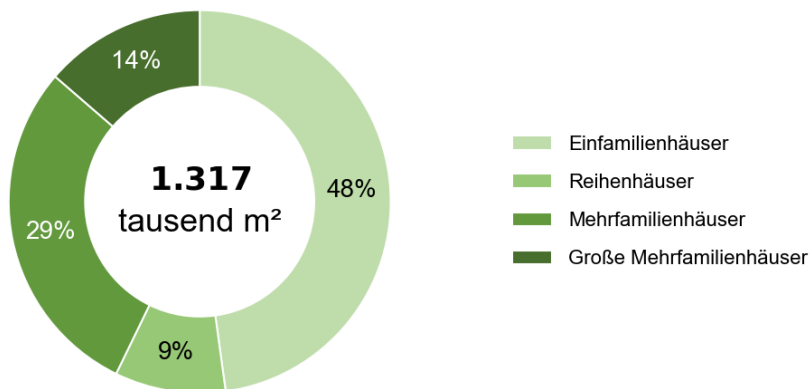


Abbildung 7: Anteilige Nutzfläche nach Sektoren (oben) und Wohngebäudetyp (unten)

Abbildung 8 stellt die primären Sektoren bzw. für den Wohnungssektor die primären Wohngebäudetypen je Baublock dar. Dort sind u.a. die Gewerbegebiete Moorhausen und Klosterweide, zahlreiche einzelne Akkumulationen von Gewerbeflächen, etwa entlang der Falkenberger Landstraße sowie diverser landwirtschaftlicher Nutzgebäude erkennbar, welche in blau eingezeichnet sind. Die Wohnsiedlungen sind von Einfamilienhäusern (EFH) und Reihenhäusern (RH) dominiert. Insbesondere in den Ortskernen sind teilweise Mehrfamilienhäuser (MFH) und große Mehrfamilienhäuser (GMFH) mit über 1000 m² Nutzfläche auszumachen.

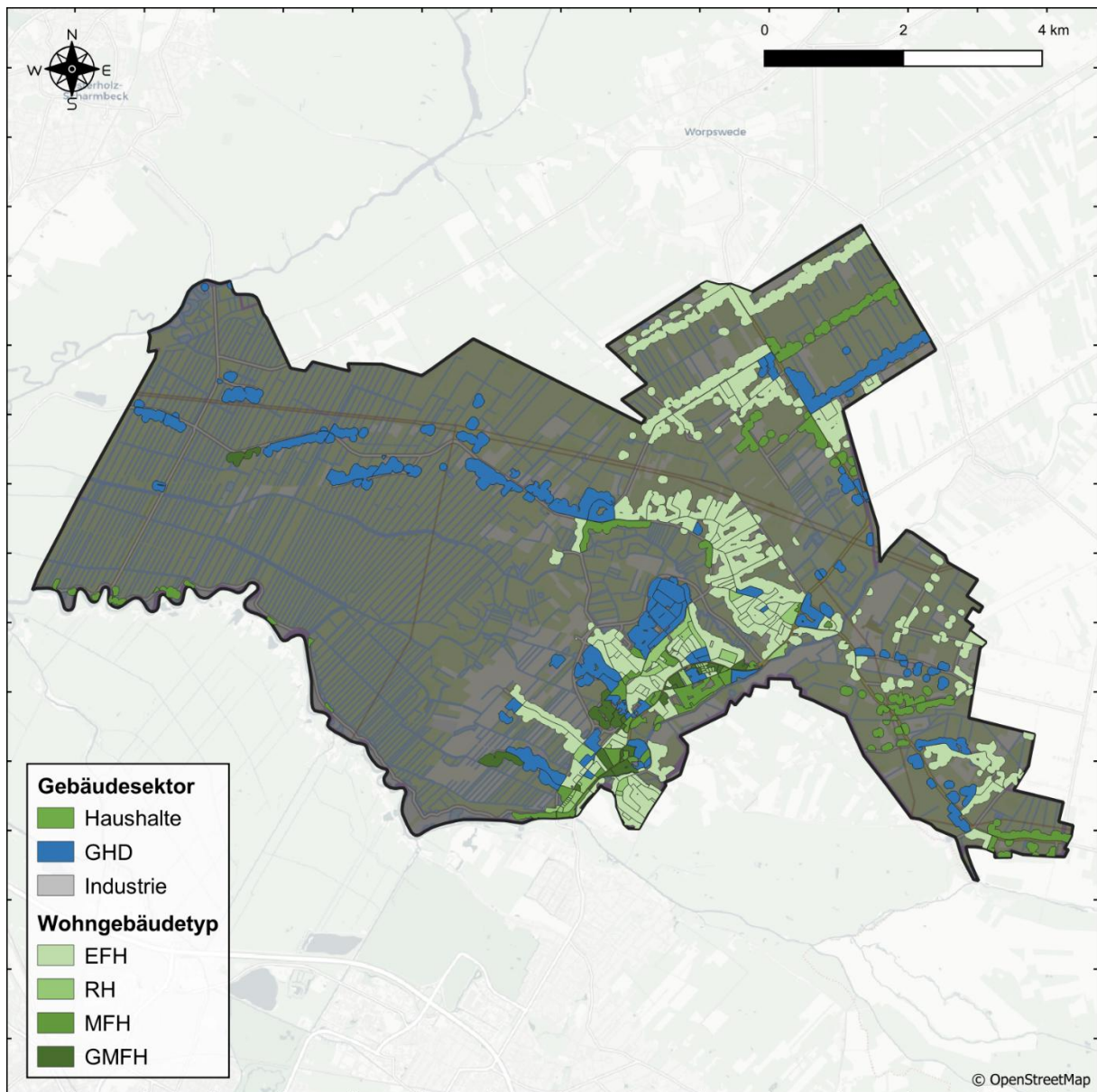


Abbildung 8: Primärer Sektor / Wohngebäudetyp nach Anteil an der Nutzfläche je Baublock

Bei Betrachtung der Baualtersklassen in Abbildung 9 ist zu erkennen, dass ein hoher Anteil der Gebäude in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts bzw. davor errichtet wurde. Die Baualtersklasse 1970 bis 1980 stellt einen wichtigen Einschnitt in den Baustandard von Gebäuden dar, da in diesem Zeitraum (1977) die Wärmeschutzverordnung in Kraft getreten ist, sodass ab dieser Baualtersklasse mit geringeren Wärmeverlusten der Gebäude zu rechnen ist [19]. In den folgenden Jahrzehnten haben sich die gesetzlichen Anforderungen an den Neubau stets erhöht, wodurch der spezifische Wärmebedarf nach und nach verringert werden konnte. Dazu beigetragen haben die Wärmeschutzverordnung von 1982 und 1995 und anschließend die Energieeinsparverordnung von 2002 sowie Neuauflagen dieser. Im Jahr 2020 wurde die Energieeinsparverordnung durch das Gebäudeenergiegesetz abgelöst [4]. Insgesamt wurde 32,9 % der Gebäude in Lilienthal vor 1960 und 71,6 % vor 1980 errichtet.

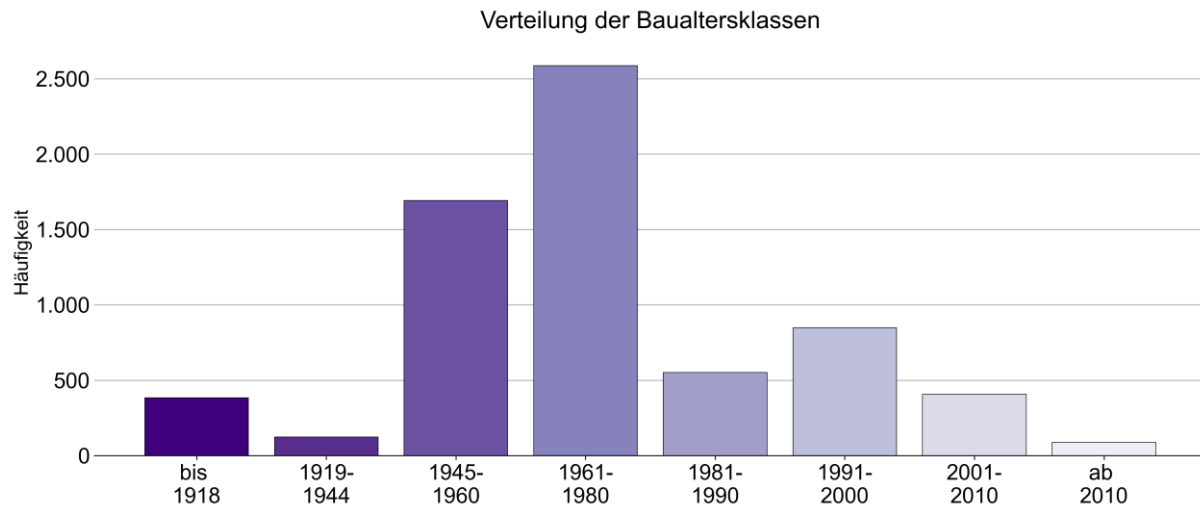


Abbildung 9: Verteilung der Baualtersklassen

In der Kartenansicht der Baualtersklassen (vgl. Abbildung 10) ist die häufigste Baualtersklasse je Baublock abgebildet. Anhand dieser kann die Siedlungsentwicklung gut nachempfunden werden. Insbesondere in den ländlicheren Randgebieten stehen viele alte Gebäude, die vor 1919 errichtet wurden. Dem stehen insbesondere im Gewerbegebiet „Moorhausen“, „Im Ökodorf“ und in den jüngeren Siedlungsgebieten zwischen „Julius-Frank-Straße“ und „Klosterweide“ viele neuere Gebäude gegenüber.

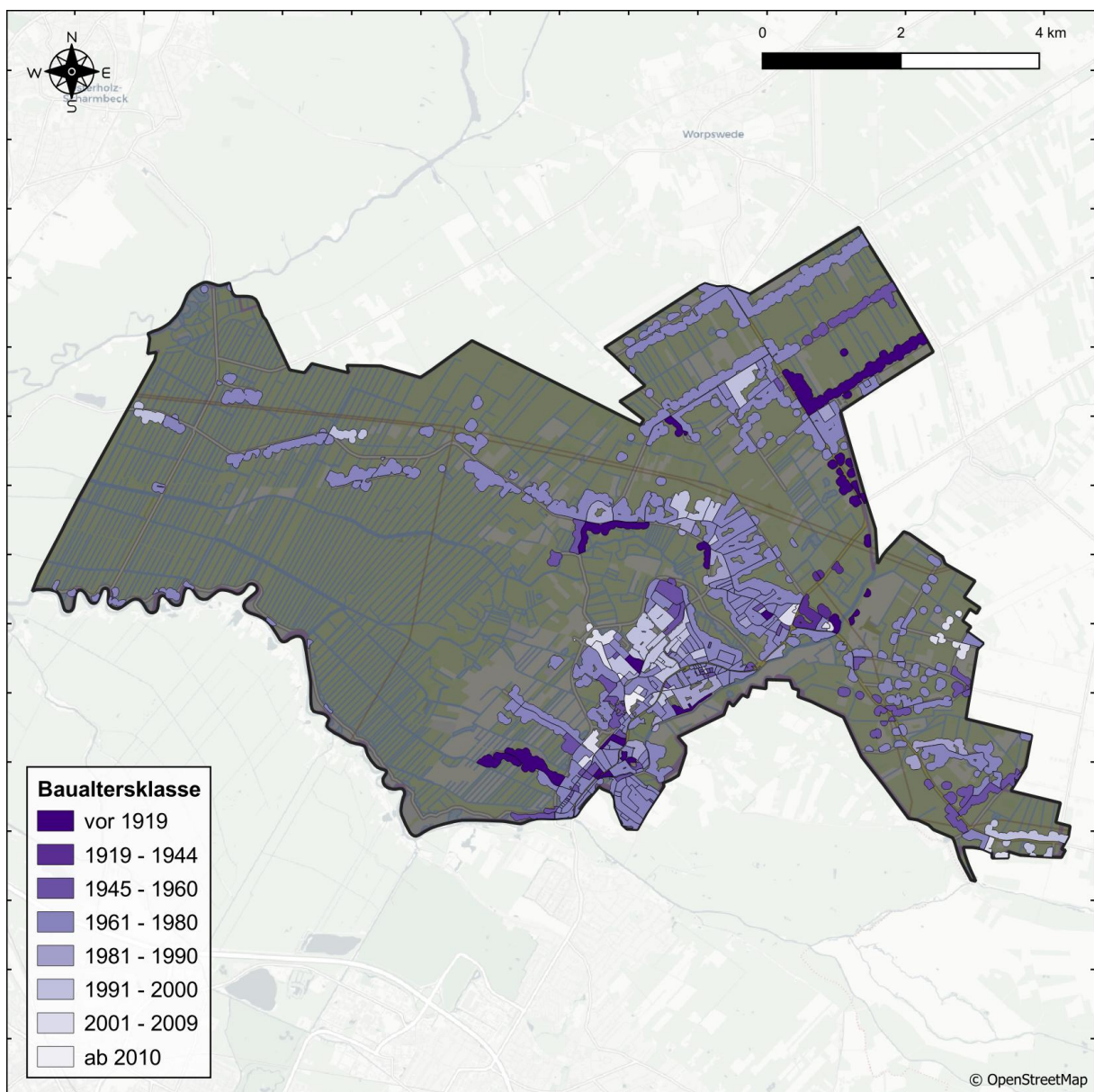


Abbildung 10: Häufigste Baualtersklasse je Baublock

4.2.3 Wärmebedarf

Der gesamte Wärmebedarf in Lilienthal beträgt im Status-Quo 208 GWh/a. Dieser Wärmebedarf entspricht dem Nutzenergiebedarf. Der Endenergiebedarf wird in Kapitel 4.2.6 dargestellt. In den folgenden Abschnitten wird beschrieben, wie sich dieser Wärmebedarf in den Bereichen Heiztechnologie, Gebäudetypen und Nutzenergiety aufteilt.

Heiztechnologie

Die Wärmeversorgung in Lilienthal wird im Status-Quo von fossilen Heizsystemen dominiert. So wird 56,1 % des gesamten Wärmebedarfs von Gasheizungen gedeckt (Abbildung 11). Ölheizungen machen mit 24,9 % ebenfalls einen signifikanten Anteil aus. Die restlichen 19,0 % werden durch Wärmepumpen (5,4 %), Fernwärme (6,2 %), Stromdirektheizungen (0,0%), Biomasseheizungen (6,3 %) und Flüssiggasheizungen (1,1 %) gedeckt.

Die absolute Anzahl der primären Heizungssysteme ist dementsprechend ähnlich (vgl. Abbildung 12). Abweichungen von der durch die jeweilige Heiztechnologie bereitgestellten Nutzenergie sind u.a. bei Gas (viele Einfamilienhäuser mit geringem Wärmebedarf werden über Gas versorgt) sowie Fernwärme und BHKWs zu erkennen (i.d.R. werden eher Verbrauchende mit hohem Wärmebedarf durch Fernwärme und BHKWs versorgt).

Bereitgestellte Nutzenergie

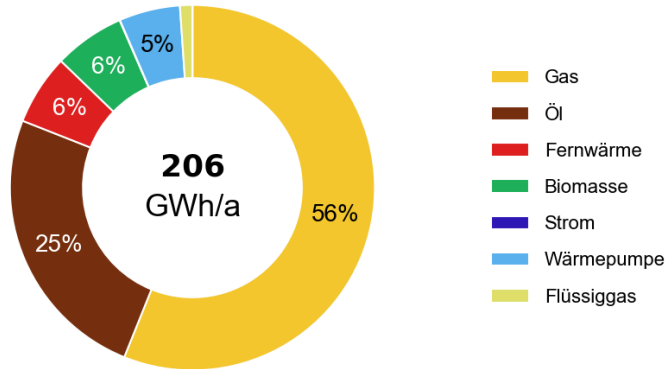


Abbildung 11: Wärmebedarf der durch die entsprechende Heiztechnologie bereitgestellt wird

Heizungen

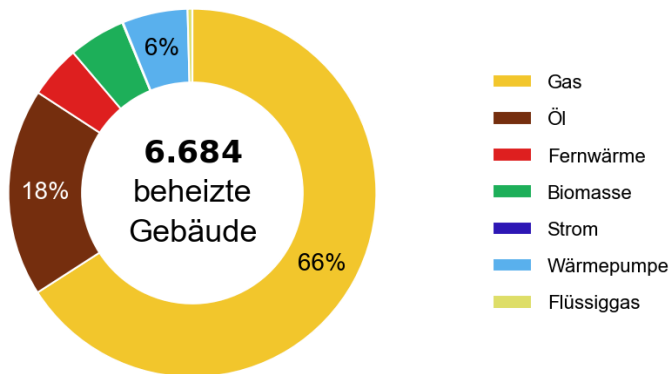


Abbildung 12: Anteil der primären Heizungssysteme

Die Kartenansicht gemäß Abbildung 13 zeigt per Farbkodierung diejenige Technologie an, die heute im jeweiligen Baublock mehrheitlich die darin befindlichen Gebäude versorgt (meiste Anzahl an Gebäuden durch, die durch die jeweilige Technologie versorgt werden). Es ist ein großflächiger Versorgungsgrad des Gasnetzes zu erkennen, sodass die gasbasierte Wärmeversorgung in fast allen Teilen Lilienthals die dominante Versorgungsart je Baublock ist. Dort wo das Gasnetz nicht ausgebaut ist, sind in vielen Fällen Ölheizungen die führende Technologie. Vereinzelt sind im ländlichen Raum auch Baublöcke zu finden, deren Liegenschaften mehrheitlich mit biogenen Brennstoffen befeuerte Heizsystemen versorgt werden. Etwa 20 Liegenschaften der Diakonie werden von einem Wärmenetz versorgt. Ein weiteres Wärmenetz versorgt einige Baublöcke südlich und nördlich der Falkenberger Landstraße.

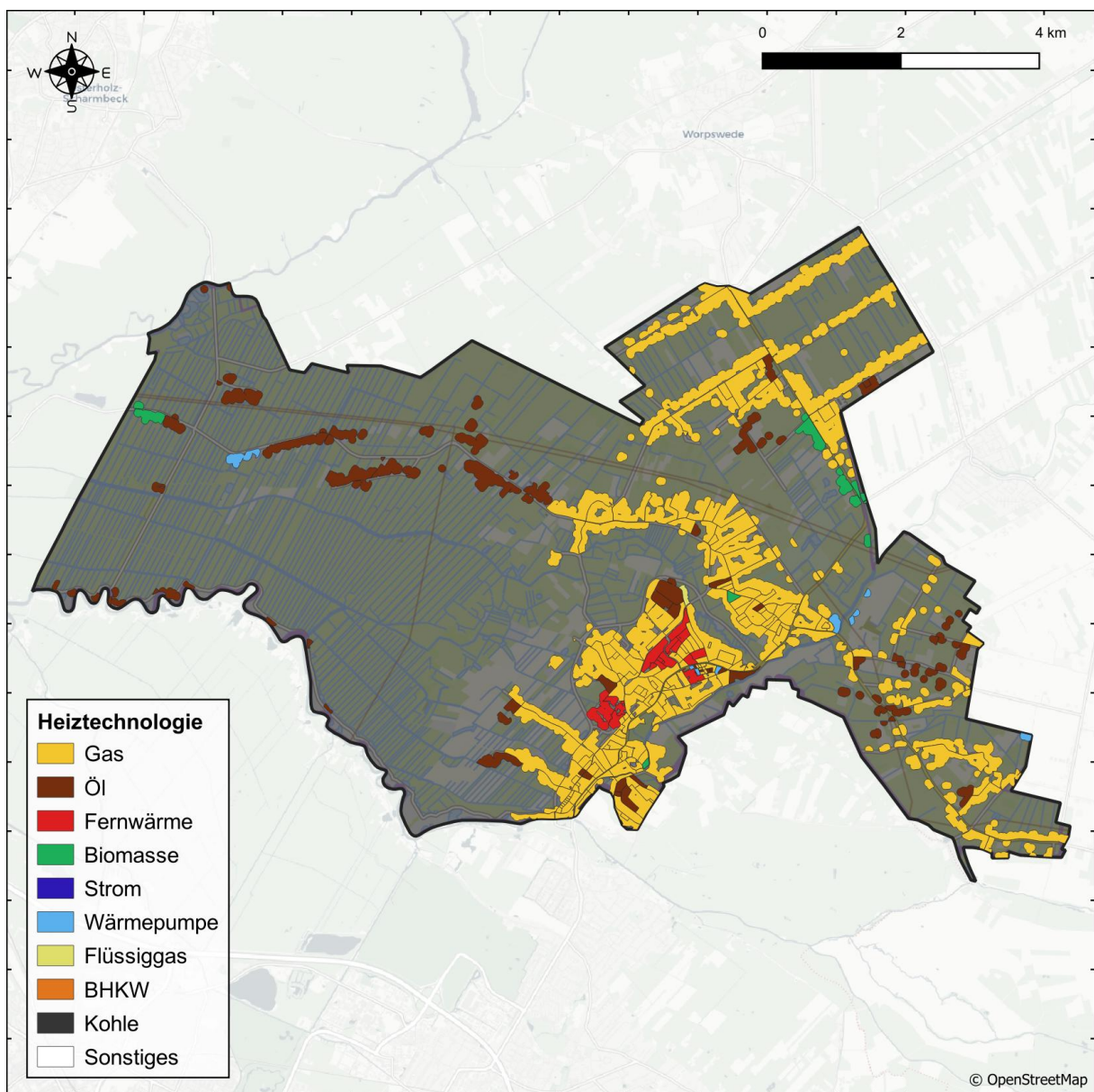


Abbildung 13: Heiztechnologie mit dem höchsten Anteil an der Wärmeerzeugung im jeweiligen Baublock

Gebäudetypen

Etwa 46,5 % des Wärmebedarfs ist durch Einfamilien- (39,3 %) und Reihenhäuser (7,2 %) bedingt. Dies spricht für eine dezentrale Wärmeversorgung mit Wärmepumpen, Biomasseheizungen oder Hybridlösungen. Gleichzeitig sind Maßnahmen zur energetischen Sanierung dieser Gebäude wichtig, um den Wärmebedarf langfristig zu senken. Etwa ein Drittel des Wärmebedarfs ist auf GHD-Gebäude (31,2 % zurückzuführen, obwohl diese nur 8,3 % der Gebäude ausmachen. Da diese Gebäude oft einen höheren und gleichmäßigeren Wärmebedarf haben, können sie sich besser für zentrale Wärmelösungen wie Nah- oder Fernwärmenetze oder betriebliche Eigenversorgungslösungen (z. B. Abwärmenutzung oder Blockheizkraftwerke) eignen. Der Rest ist durch kleine bis große Mehrfamilienhäuser und wenige große Mehrfamilienhäuser (22,3 %) bedingt (Abbildung 14). Diese sind i.d.R. potenzielle Kandidaten für Wärmenetze, da die hohe Wärmedichte eine wirtschaftlichere Netzinfrastruktur ermöglicht.

Wärmebedarf der Gebäudetypen

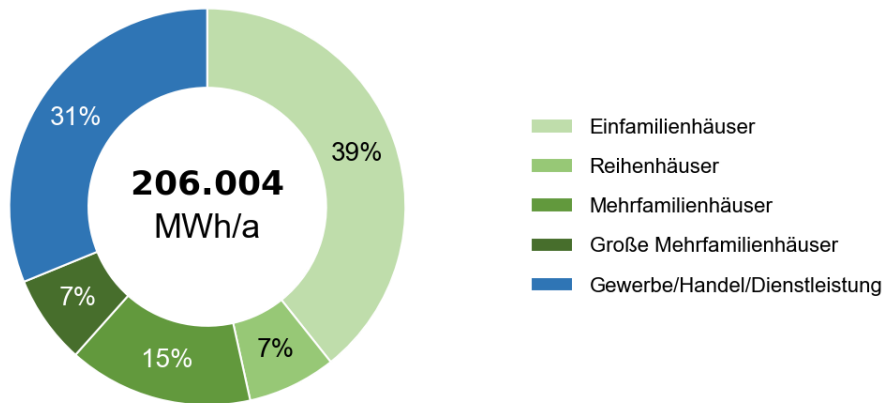


Abbildung 14: Anteil der Gebäudetypen am Wärmebedarf

Nutzenergietypen

Bei der Aufteilung des Wärmebedarfs in die Nutzenergiearten ist zu sehen, dass der größte Anteil der Raumwärme mit 84,1 % zuzuordnen ist. Der Warmwasserbedarf liegt bei 10,1 %. Nur 5,8 % des Wärmebedarfs werden für Prozesse benötigt und unterliegen somit potenziell individuellen Anforderungen, wie ein hohes Temperaturniveau ($>> 100\text{ °C}$) (vgl. Abbildung 15)

Nutzenergieart

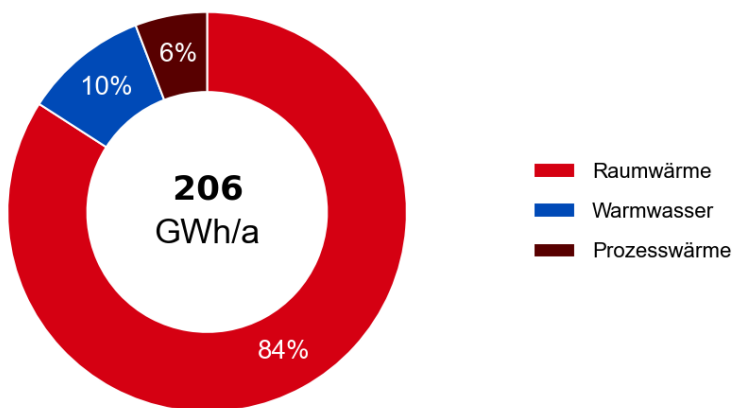


Abbildung 15: Wärmebedarf nach Nutzenergiearten

4.2.4 Wärmedichte

Die Wärmebedarfsdichte und die Wärmelinien-dichte sind zwei wichtige Indikatoren bei der initialen Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen. Es ist jedoch anzumerken, dass die Beurteilung über die Eignung zu einem Wärmenetzgebiet in jedem Fall eine Detailanalyse benötigt, bei der u.a. nicht nur der gegenwärtige Wärmebedarf, sondern auch der zukünftige Wärmebedarf in Betracht gezogen wird. Gemäß dem Wärmeplanungsleitfaden der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg erweisen sich Gebiete mit einer Wärmedichte ab $415\text{ MWh/ha}\cdot\text{a}$ als potenziell für Wärmenetze geeignet. Weitere Analysen im Leitfaden weisen hingegen auf einen möglichen wirtschaftlichen Wärmenetzbetrieb erst oberhalb von $600\text{ MWh/ha}\cdot\text{a}$ hin [20].

Bei der Betrachtung der Wärmebedarfsdichte (Abbildung 16) ist zu sehen, dass nur sehr punktuell Wärmedichten oberhalb von 600 MWh/ha*a erreicht werden. Diese erste Analyse deutet also darauf hin, dass ein ansatzweise flächendeckendes Wärmenetz für Lilienthal keine Option darstellt.

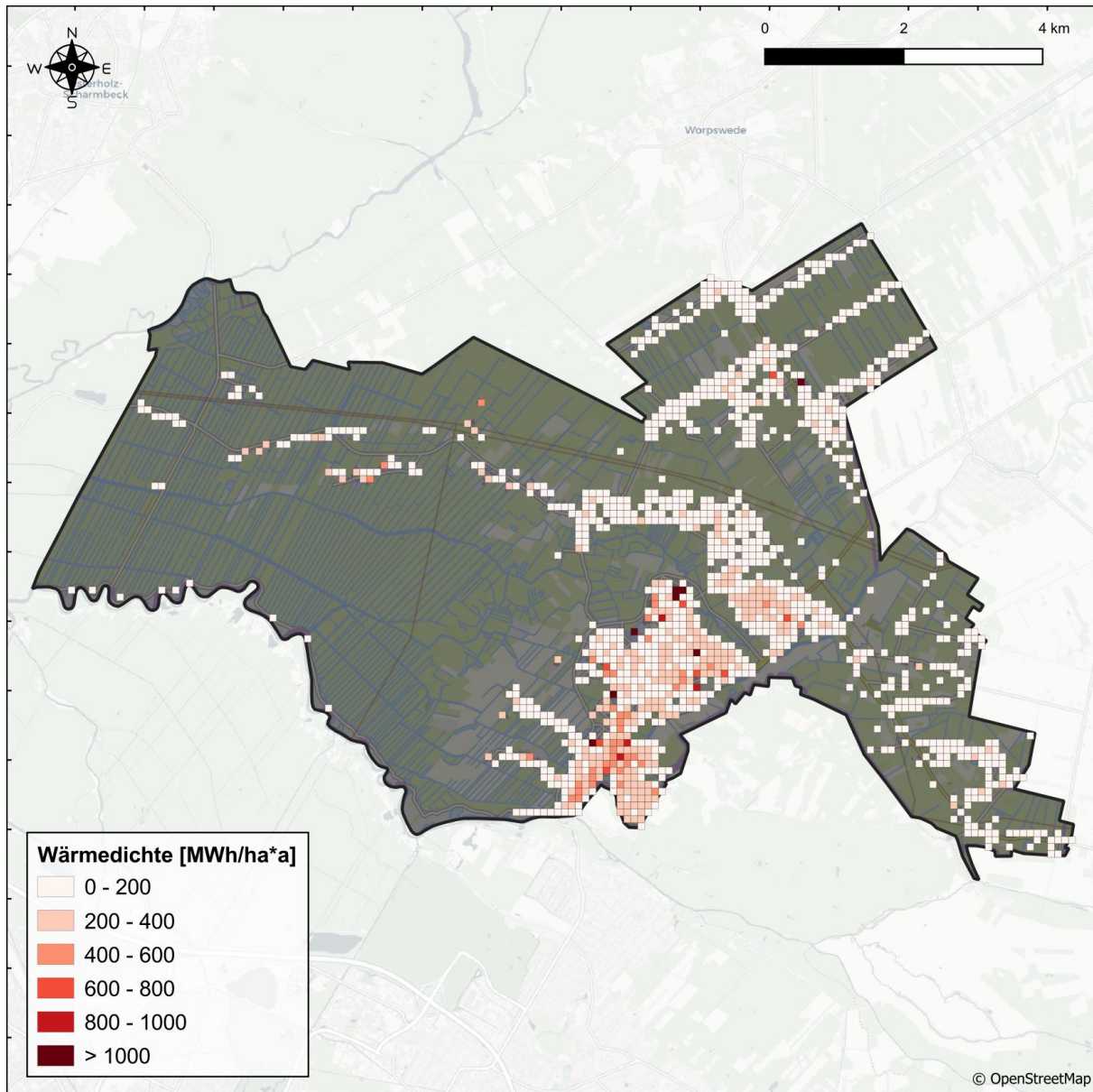


Abbildung 16: Wärmebedarfsdichte im Status-Quo

Die Wärmelinien-dichte ist definiert als Wärmebedarf, der je Längeneinheit Straße bzw. Wärmenetz in den angrenzenden Gebäuden anfällt. Sie erlaubt i.d.R. zuverlässigere Abschätzungen der Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen, da diese die benötigte Länge der Leitungen, welche sich ebenfalls am Straßennetz orientieren, besser berücksichtigt. Auch im Hinblick auf die Wärmelinien-dichte gilt: Ein Gebiet bzw. Straßenzug eignet sich umso besser für ein Wärmenetz, je höher die vorhandene Wärmedichte ist. Aktuelle Analysen betrachten Straßenzüge ab einer Wärmelinien-dichte oberhalb von 3 MWh/m*a häufig als tendenziell geeignet, wobei diese Aussage durch den Umstand beeinträchtigt wird, dass der Wärmebedarf durch Sanierungsmaßnahmen langfristig sinken wird (vgl. 6.1.2). Im Durchschnitt beträgt die Wärmelinien-dichte deutscher Wärmenetze ca. 4.000 kWh/(m*a) [21]. Erst ab dieser Größenordnung kann somit gesichert davon

ausgegangen werden, dass Rahmenbedingungen vorliegen, die aus der Investorenperspektive eines Wirtschaftsunternehmens attraktiv sind. Übereinstimmend mit Arealen, die hohe Wärmebedarfsdichten aufweisen, zeigen auch die in Abbildung 17 dargestellten Wärmelinien-dichte in diesen Gebieten höhere Werte.

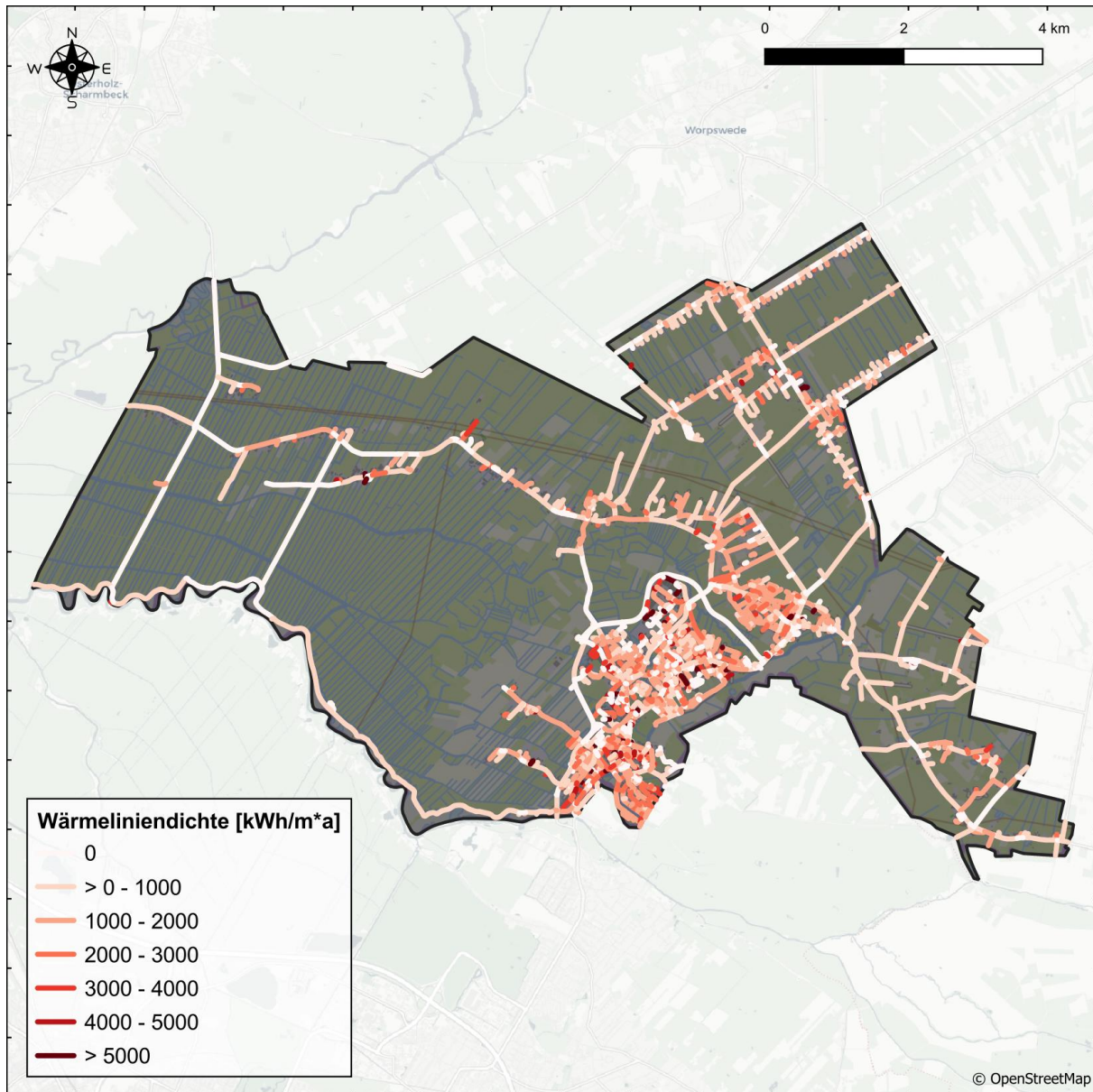


Abbildung 17: Wärmelinien-dichte im Status-Quo

Großverbraucher wie industrielle Betriebe, Krankenhäuser oder öffentliche Einrichtungen wie Schulen oder Verwaltungsgebäude können eine zentrale Rolle beim Aufbau von Wärmenetzen spielen, da sie durch ihren konstant hohen Wärmebedarf als sogenannte Ankerkunden dienen können. Ihr Wärmeverbrauch gewährleistet eine effiziente Auslastung von Erzeugungsanlagen und bietet wirtschaftliche Planungssicherheit. Insbesondere bei gewerblichen Ankerkunden besteht das Risiko, dass im Falle von Betriebsverlagerungen oder Schließungen ein signifikanter Teil der Nachfrage entfällt, was die langfristige Wirtschaftlichkeit und Stabilität des Wärmenetzes gefährden könnte.

Als Großverbraucher im Sinne dieses Berichts sind die Diakonie Lilienthal (mit allen angeschlossenen Gebäuden) sowie Nabertherm zu nennen (Abbildung 18).

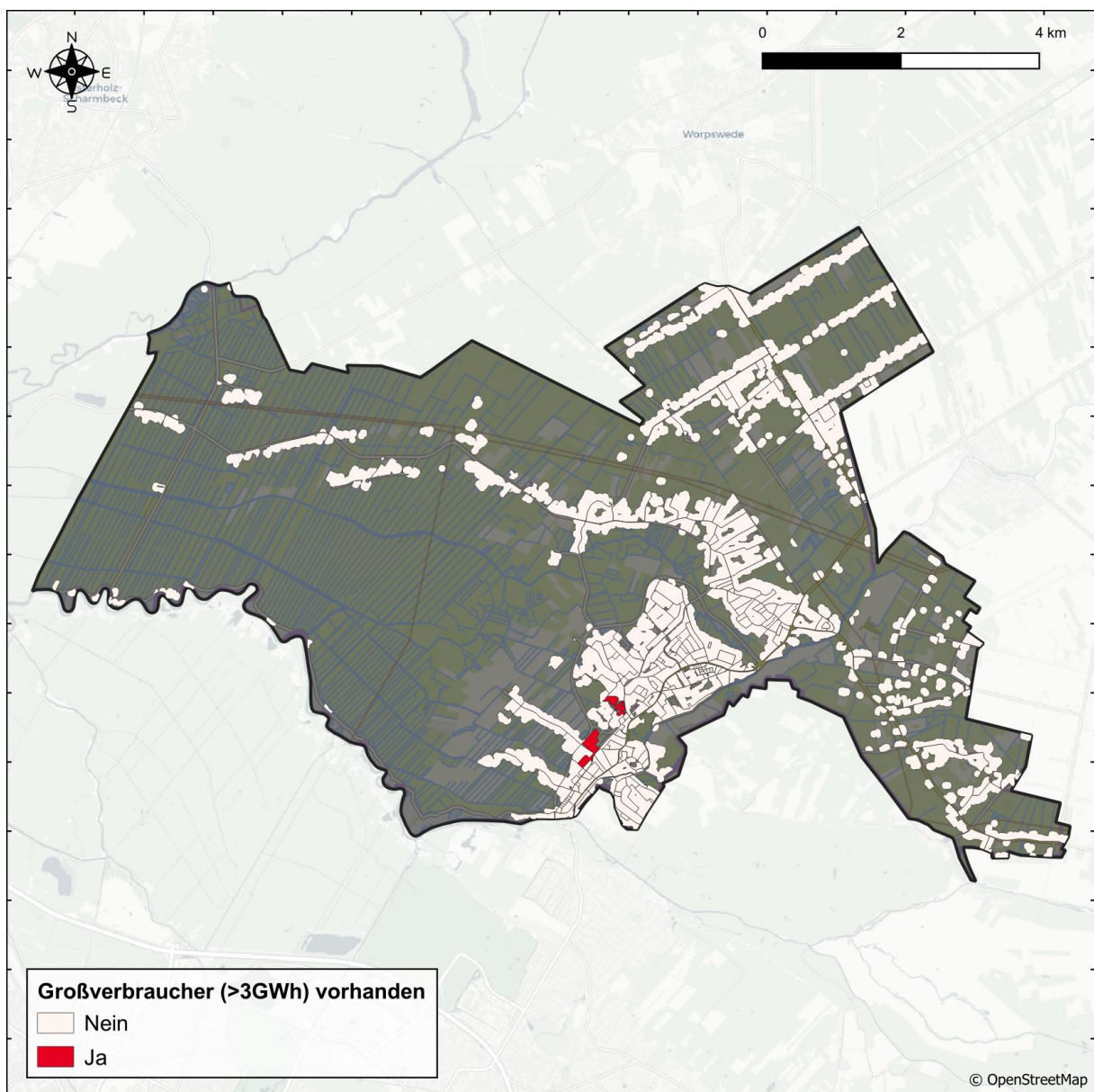


Abbildung 18: Baublöcke mit Verbraucher > 3GWh/a

4.2.5 Versorgungsstruktur

Gasnetz

Die Osterholzer Stadtwerke sind der regionale Netzbetreiber und betreiben ein Gasverteilnetz, das u. a. das Stadtgebiet von Lilienthal umfasst. Innerhalb von Lilienthal weist dieses Netz eine Trassenlänge von rund 243 km auf (ohne Hausanschlussleitungen). Die Anzahl der mit Gas versorgten Gebäude liegt bei 4.406. Die nachfolgende Karte zeigt, in welchen Baublöcken in Lilienthal Gas – in mindestens einem der Gebäude – vorhanden ist.

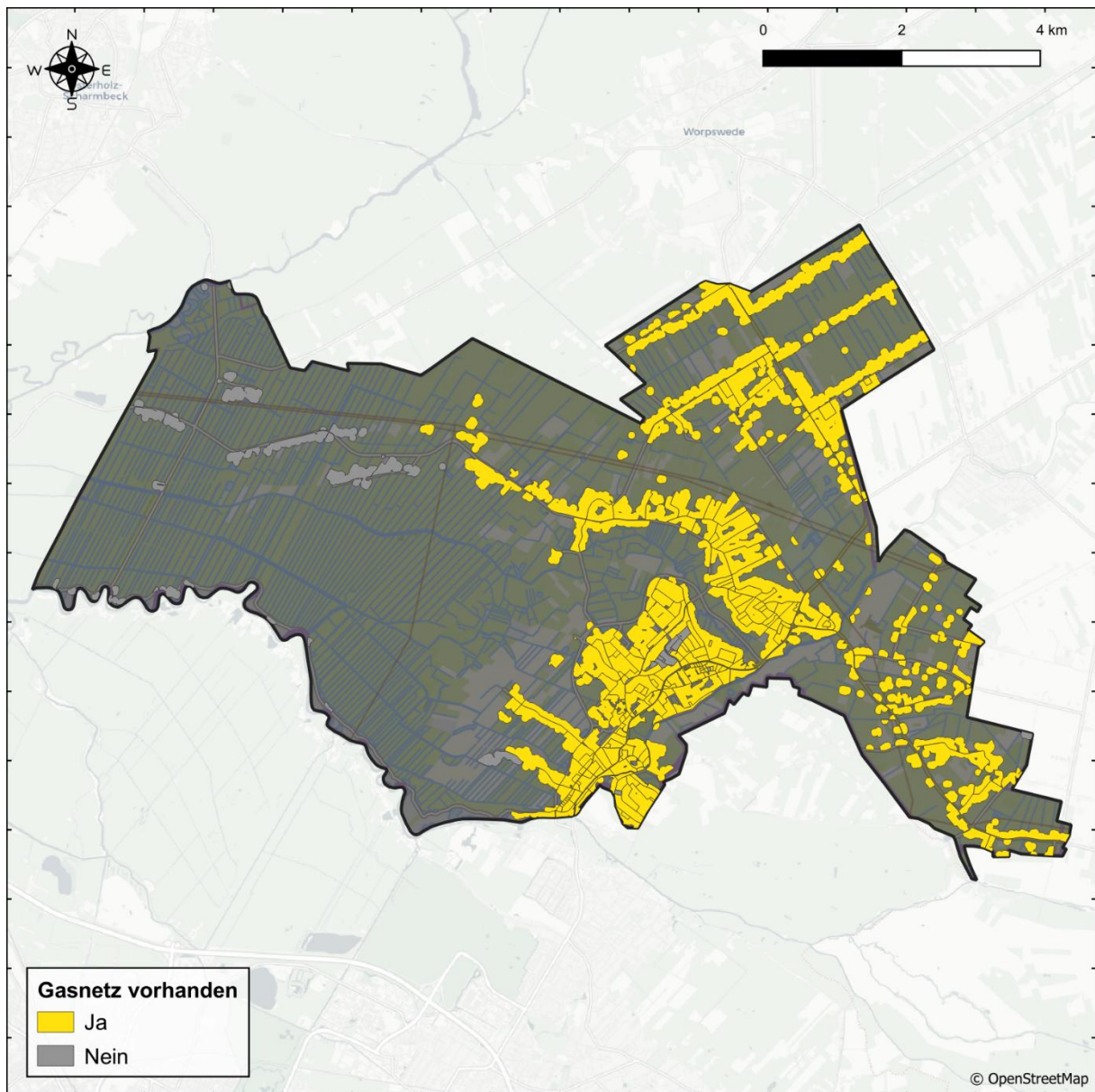


Abbildung 19: Baublöcke mit einem Anschluss ans Gasnetz

Wärmenetz

In Lilienthal existieren zwei größere Bestandwärmenetze, die in Summe 308 Gebäude versorgen. Die Osterholzer Stadtwerke betreiben das größere Netz, dessen Heizzentrale sich in der Straße „Zum Schoofmoor“ am Hallenbad befindet. Das andere Netz wird von der Diakonie betrieben und versorgt ausschließlich Liegenschaften in Besitz der Diakonie. In Summe weisen die Netze eine Länge von 17,4 km auf. Hinzu kommt ein drittes Bestandwärmenetz im „Trupermoor“, das 23 Gebäude im „Ahornweg“ versorgt.

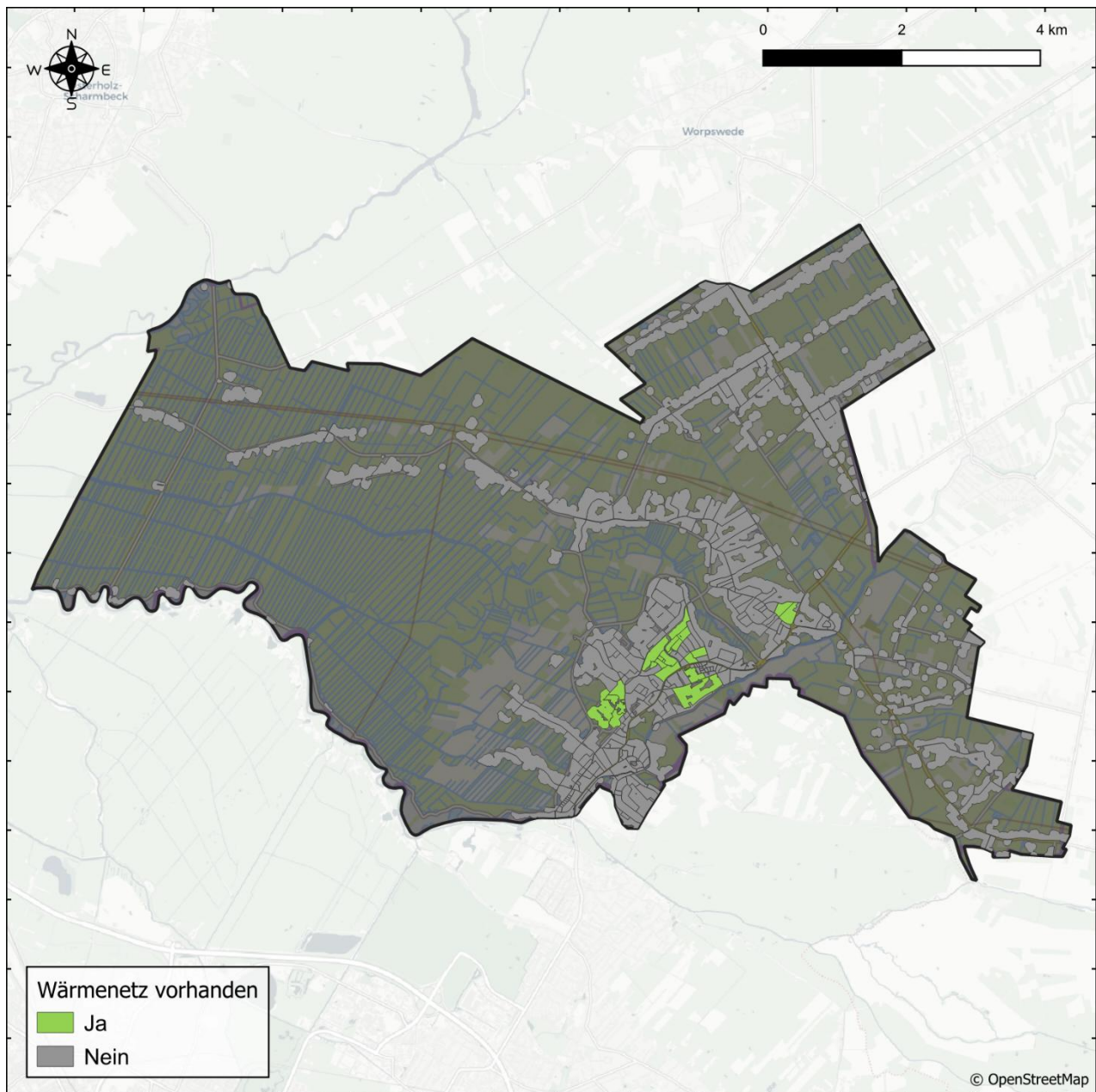


Abbildung 20: Baublöcke mit einem Anschluss ans Wärmenetz

Gas- und Wärmespeicher

In Lilienthal sind nach aktueller Kenntnis keine Groß-Gas- oder -Wärmespeicher existent oder geplant.

Elektrolyse / Wasserstoff

Die Elektrolyse ist ein Verfahren zur Spaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff mithilfe von elektrischem Strom. Der Wasserstoff kann als Energiespeicher oder -träger genutzt werden, etwa für die Erzeugung von Wärme oder Strom. In Lilienthal sind nach aktueller Kenntnis keine Elektrolyseure existent oder geplant.

4.2.6 Energie- und Treibhausgasbilanz

Endenergie bezeichnet die Energie, die einem System zugeführt wird, während die Nutzenergie die tatsächlich genutzte Energie ist, die für den spezifischen Zweck, wie etwa Heizung oder Warmwasserbereitung, zur Verfügung steht. Der Prozess der Umwandlung hängt von verschiedenen technischen Faktoren ab, wobei bestimmte Parameter wie die Effizienz des (Heizungs-)Systems und die Art der eingesetzten Technologie einen fixen Rahmen vorgeben. Endverbraucher:innen müssen die Endenergie bezahlen, obwohl ihnen nur die Nutzenergie zur Verfügung steht. Dies bedeutet, dass die Effizienz der eingesetzten Technologie – etwa bei Wärmepumpen – einen direkten Einfluss auf die Kosten hat. Eine höhere Effizienz reduziert den Endenergieverbrauch und macht die Technologie im laufenden Betrieb wirtschaftlicher. Dieser Aspekt ist insbesondere für den Betrieb von Wärmepumpen von Bedeutung, da sie durch ihre hohe Effizienz sowohl ökonomische als auch ökologische Vorteile bieten.

Die gesamte benötigte Endenergie zur Wärmebedarfsdeckung in Lilienthal beträgt 222 GWh pro Jahr. Diese teilt sich wie in Abbildung 21 auf die einzelnen Energieträger auf. Gas macht mit 55,8 % den größten Anteil aus, gefolgt von Öl mit 25,0 %. Ca. 5,8 % des Endenergiebedarfs sind auf Fernwärme zurückzuführen (ca. 13 GWh/a). Wärmestromverbraucher:innen tragen 1,7 % zum Endenergiebedarf bei (ca. 4 GWh/a). Die sonstigen Energieträger Biomasse, Flüssiggas, Umwelt (Luft) und Geothermie machen dementsprechend insgesamt 11,7 % aus.

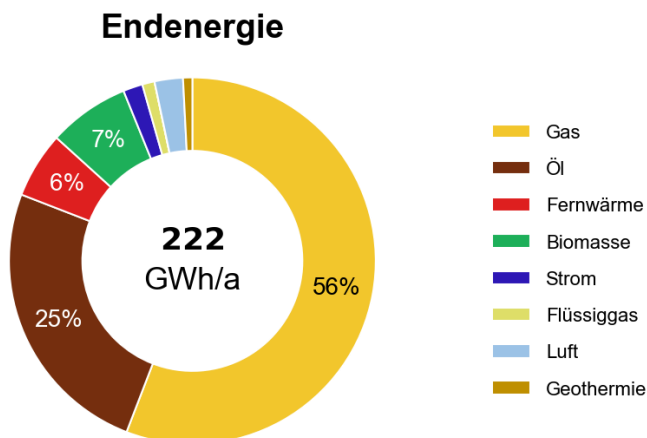


Abbildung 21: Gesamtendenergiebedarf der Gemeinde Lilienthal nach Energieträgern

14,9 % des Endenergiebedarfs Lilienthals sind bereits erneuerbar (vgl. Abbildung 22). Umwelt (Luft) und Geothermie zählen laut WPG als vollständig erneuerbare Energieträger (WPG § 3 „Begriffsbestimmungen“, Absatz 1 Punkt 15 a und b). Auch Biomasse wird aufgrund einer weit gefassten Definition im WPG der Zuordnung zu erneuerbaren Energieträgern und mangels einer vorliegenden Statistik vollständig den erneuerbaren Energieträgern zugerechnet. Für Strom wird angenommen, dass 51,8 % des Stromverbrauchs erneuerbar sind (Anteil erneuerbarer Energien am deutschen Bruttostromverbrauch 2023 [22]).

Erneuerbare Wärme

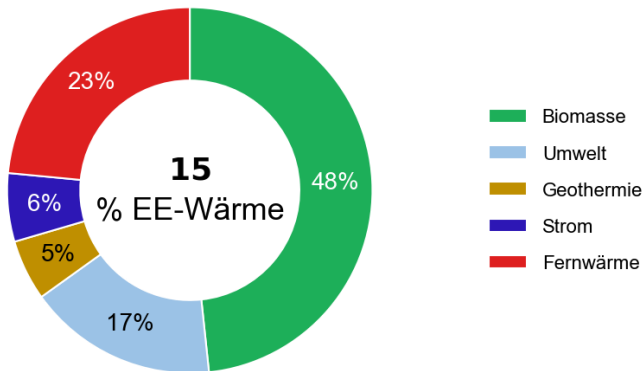


Abbildung 22: Anteil erneuerbarer Energie am Endenergiebedarf

Bei Fernwärme beträgt der Anteil Erneuerbarer Energien 0 %, da die Energiezentralen des Wärmenetzes der Lilienthaler Diakonie und des Wärmenetzes Schoofmoor vollständig mit Erdgas betrieben werden (vgl. Abbildung 23). Es gibt aktuell keine signifikante Nutzung von unvermeidbarer Abwärme.

Zusammensetzung Fernwärme

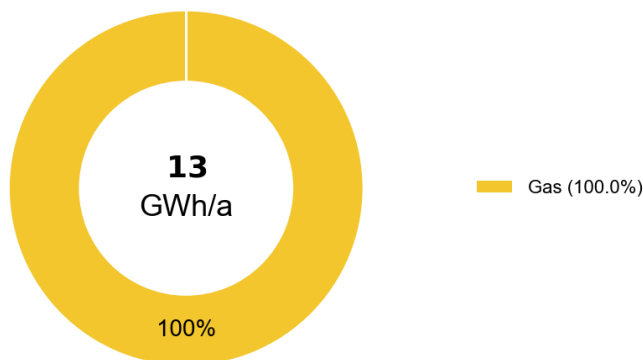


Abbildung 23: Energieträger in der Fernwärme*

Die gesamten durch den Endenergiebedarf für Wärme auftretenden Emissionen liegen bei 51.000 tCO₂-eq (Abbildung 24) pro Jahr. Dies entspricht ca. 2,6 tCO₂-eq je Einwohner:in. Gas macht mit 57,9 % hier den größten Teil aus. Öl, welches einen hohen Emissionsfaktor aufweist (vgl. Tabelle 3), trägt mit 33,5 % ein Drittel zu den Gesamtemissionen bei. Auch Strom hat im Status-Quo einen hohen Emissionsfaktor, sodass 3,7 % der Emissionen auf den Stromverbrauch zur Wärmeengewinnung zurückzuführen sind. Biomasse, Fernwärme und Flüssiggas tragen zusammen etwa zu 4,8 % der Emissionen bei.

Die in Abbildung 23 angegebene Darstellung enthält nicht das bestehende Wärmenetz im Trupermoor. Dieses wird ebenfalls zu 100 % mit Gas versorgt und hat einen Endenergiebedarf von ca. 0,5 GWh/a. Auf alle anderen angegebenen Werte und Grafiken hat das Wärmenetz im Trupermoor keinen Einfluss.

Emissionen

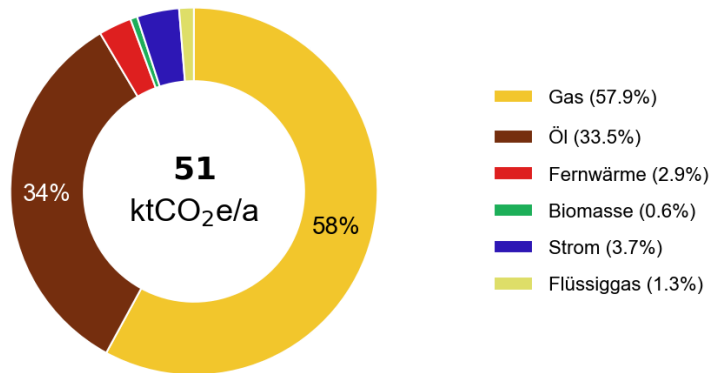


Abbildung 24: Gesamtemissionen des Wärmesektors Lilienthals nach Energieträgern

Die verwendeten Emissionsfaktoren wurden dem KWW-Technikkatalog entnommen [7]. Als Referenzwert wurden die Werte für des Jahres 2022 herangezogen, welches auch als Referenzjahr im Rahmen des Zielszenarios für die Ermittlung sämtlicher Status-Quo-Vergleichswerte zugrunde gelegt wurde. Bei Fernwärme wurde der Emissionsfaktor individuell auf Basis der oben dargestellten Zusammensetzung der Energieträger von Fernwärme ermittelt. Die angegebene Bandbreite resultiert aus der monatlichen Schwankung des Wertes. Für die Ausweisung der Gesamtemissionen wurde der Mittelwert der Jahreszeitreihe angesetzt.

Tabelle 3: Emissionsfaktoren betrachteter Energieträger (Daten von [7], wenn nicht anders angegeben)

Energieträger	Emissionsfaktor [kg CO ₂ -eq./MWh]
Strom	499
Öl	310
Flüssiggas	276 [23]
Gas	240
Fernwärme	146 – 250
Biomasse (Holz)	20

Sowohl beim Endenergiebedarf als auch bei den verursachten Emissionen ist der Großteil mit ca. 69,7 % auf Haushalte zurückzuführen (Abbildung 25).

Endenergie je Sektor

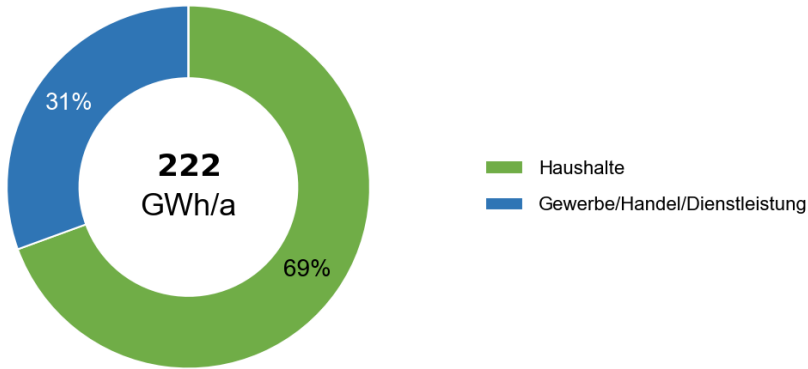


Abbildung 25: Endenergiebedarf und Emissionen der Sektoren

5 Potenzialanalyse

Im Rahmen der Potenzialanalyse wird eine umfassende Bewertung der zukünftigen Möglichkeiten zur Wärmegewinnung durch erneuerbare Energien und Energieeinsparung vorgenommen. Kapitel 5.1 erläutert die methodischen Ansätze, die die Grundlage für die in Kapitel 5.2 dargestellten Ergebnisse bilden, und beschreibt die Herangehensweise zur Identifikation und Bewertung der Potenziale. Auch die gewonnenen Erkenntnisse aus der Potenzialanalyse dienen als Entscheidungsgrundlage für die weiteren strategischen Planungen.

5.1 Methodisches Vorgehen der Potenzialanalyse

Das Ziel der Potenzialanalyse ist es, die Potenziale zur Wärmeerzeugung durch erneuerbare Energien und Einsparungspotenziale des Wärmeverbrauchs in der Gemeinde Lilienthal detailliert zu erfassen. Bei den Potenzialen zur Wärmeerzeugung wird in der vorliegenden Wärmeplanung zwischen dezentralen Potenzialen und zentralen Potenzialen unterschieden. Dezentrale Potenziale beschreiben in diesem Kontext Potenziale, die sich jeweils für ein einzelnes Gebäude ergeben, wie bspw. eine Wärmepumpe oder eine Solarthermie-Dachanlage. Zentrale Potenziale werden hier als Potenziale verstanden, die keinem konkreten Gebäude zuzuordnen sind, sondern i.d.R. im Rahmen der Einspeisung von Wärme in ein Wärmenetz gehoben werden können, wie bspw. tiefe Geothermie oder Solarthermie-Freiflächenanlagen.

Die Ermittlung des Potenzials erneuerbarer Energien basiert auf mehreren Stufen, die von der rein theoretischen Möglichkeit bis hin zur praktisch realisierbaren Nutzung reichen. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird primär das technische Potenzial analysiert.

Theoretisches Potenzial

Das theoretische Potenzial beschreibt die physikalisch vorhandenen Ressourcen in der Region. Dazu zählen bspw. die gesamte Strahlungsenergie der Sonne oder die verfügbare Windenergie über einer bestimmten Fläche innerhalb eines festgelegten Zeitraums. Es handelt sich dabei um die maximale Energiemenge, die unter idealen Bedingungen theoretisch genutzt werden könnte.

Technisches Potenzial

Das technische Potenzial ist eine Eingrenzung des theoretischen Potenzials durch Berücksichtigung der technologischen Möglichkeiten und rechtlichen Rahmenbedingungen. Es stellt die Obergrenze der tatsächlich nutzbaren Energie dar und wird in zwei Kategorien unterteilt:

- Potenzial: Potenzialflächen, auf denen kein Hindernis durch harte (technisch/rechtlich bindende) oder weiche (politisch oder planerisch beeinflusster) Restriktionen besteht
- Eingeschränktes Potenzial (Vorbehalt): Potenzialflächen auf denen keine harten, aber weiche Restriktionen bestehen (z.B. Landschaftsschutzgebiet)

Wirtschaftliches Potenzial

Das wirtschaftliche Potenzial ergibt sich aus einer weiteren Eingrenzung des technischen Potenzials unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit. Hier fließen Faktoren wie Bau-, Erschließungs- und Betriebskosten sowie die erzielbaren Energiepreise ein.

Realisierbares Potenzial

Das realisierbare Potenzial, auch „praktisch nutzbares Potenzial“ genannt, berücksichtigt zusätzliche Faktoren, die die tatsächliche Umsetzbarkeit beeinflussen. Dazu gehören gesellschaftliche Akzeptanz, raumplanerische Abwägungen bei Flächenkonkurrenzen und kommunale Prioritäten. Dieses Potenzial stellt die tatsächlich erreichbare Nutzung erneuerbarer Energien dar.

Im Folgenden werden zunächst die zugrundeliegenden Daten und anschließend die Verfahren zum Ableiten der relevanten Informationen aus diesen Daten beschrieben. Die Methodiken wurden vom Fraunhofer FIT in Zusammenarbeit mit dem IAEW der RWTH Aachen entwickelt und bereits für verschiedene andere Gemeinden im Kontext der kommunalen Wärmeplanung angewandt [24].

5.1.1 Datengrundlage

Einsparpotenziale

Zur Ermittlung der Einsparpotenziale des Wärmebedarfs wurde insbesondere auf die TABULA-Datenbank zurückgegriffen [15]. Aus dieser Datenbank wurden Wärmedurchdringungskoeffizienten (U-Werte) entnommen, die dort für verschiedene Sanierungszustände von Typgebäuden, die nach Gebäudetyp und Baualtersklasse gegliedert sind, hinterlegt sind.

Dezentrale Potenziale

Die Potenzialanalyse für die dezentralen (gebäudebezogenen) Erzeugungspotenziale erneuerbarer Wärme baut auf der Gebäudedatenbank der Bestandsanalyse auf. Zur Ermittlung des Potenzials aus solarer Strahlungsenergie wird die Dachneigung sowie die Dachausrichtung aus dem 3D-Gebäudemodell der LoD2-Daten ermittelt. Zudem wird für jedes Gebäude das zugehörige Flurstück aus dem ALKIS zugeordnet, um so den verfügbaren Platz je Gebäude abschätzen zu können. Zuletzt werden für die einzelnen Technologien Geoinformationen verwendet, die bundes- oder landesweit zur Verfügung stehen und Informationen über Ausschluss- bzw. Vorbehaltsflächen oder Ertragspotenziale geben (vgl. Tabelle 4).

Tabelle 4: Datengrundlage dezentrale Potenziale

Daten	Abgeleitete Informationen
Ergebnisse der Bestandsanalyse	Geolokation inkl. Hausumringe und Wärmebedarf
LoD2 [8]	Dachneigung und -ausrichtung
ALKIS (Amtliches Liegenschaftskataster Informationssystem) [8]	Flurstücke
Wasserschutzgebiete [25]	Ausschluss- bzw. Vorbehaltsgebiete durch Wasserschutzgebiete
Leitfähigkeit Boden 100 m Tiefe [26]	Ertragsfähigkeit Erdwärmesonden
Entzugspotenzial oberflächennahes Erdreich [26]	Ertragsfähigkeit Erdwärmekollektoren

Zentrale Potenziale

Das allgemeine Vorgehen für die Bestimmung der meisten zentralen Potenziale baut auf einer GIS-Flächenanalyse auf. Dafür werden im Wesentlichen die Informationen zum Flächennutzungstyp aus dem ALKIS

sowie Informationen zu Schutzgebieten benötigt. Dazu kommen je nach analysierter Technologie weitere spezifische Informationen (vgl. Tabelle 5).

Tabelle 5: Datengrundlage zentrale Potenziale

Daten	Abgeleitete Informationen
ALKIS (Amtliches Liegenschaftskataster Informationssystem) [8]	Tatsächliche Flächennutzung
Schutzgebiete [27] [25]	Ausschluss- bzw. Vorbehaltsgebiete
Leitfähigkeit Boden 100 m Tiefe [26]	Ertragsfähigkeit Erdwärmesonden
Entzugspotenzial oberflächennahes Erdreich [26]	Ertragsfähigkeit Erdwärmekollektoren
Regionale Stakeholder	Abwärmepotenzial

5.1.2 Vorgehen Einsparpotenzial

Im ersten Teil der Potenzialanalyse werden die Einsparpotenziale analysiert. Primäres Ziel ist es eine realistisch-ambitionierte Prognose des zukünftigen Wärmebedarfs zu erstellen, da diese Werte in das Zielszenario der Wärmeplanung mit einfließen. Die Betrachtung des maximalen Potenzials, wie z.B. eine Vollsanierung jedes Gebäudes kann lediglich als Benchmark dienen.

Einspareffekte können in den Kategorien „Sanierung“, „Warmwasser“, „Prozesswärme“ und „Klimawandel“ erzielt werden. Die Modellierung dieser Kategorien wird im Folgenden genauer betrachtet. Um die Spannweite der Entwicklung abzubilden, werden verschiedene Szenarien betrachtet, auf die am Ende dieses Kapitels näher eingegangen wird.

Sanierung

Das im NKLimaG verankerte Zieljahr für die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung ist 2040. Auch die Potenziale zur Einsparung sollen entsprechend räumlich analysiert und dargestellt werden. Aus diesem Grund wird in der im Folgenden beschriebenen Modellierung gebäudescharf abgeschätzt, mit welchen Einsparungen durch energetische Sanierungen beheizter Gebäude in Lilienthal zu rechnen ist. Es ist zu betonen, dass aus der im Modell getroffenen Auswahl von Gebäuden, welche wahrscheinlich saniert werden, weder ein Umsetzungsplan noch eine Pflicht oder ähnliches entsteht. Vielmehr handelt es sich um eine Abschätzung, welche zwar auf Gebäudeebene durchgeführt wird, jedoch aufgrund der hohen Unsicherheit nur auf höheren Aggregationsebenen, wie z.B. Baublöcken, Aufschluss über die unterschiedliche räumliche Entwicklung geben soll.

Zur Bestimmung des Einflusses der Sanierung müssen die angenommene Sanierungsbreite sowie die Sanierungstiefe festgesetzt werden. Die zentrale Kenngröße der Sanierungsbreite ist die Sanierungsrate, welche hier gemäß nachstehender Formel definiert wird.

$$\text{Sanierungsrate} = \frac{\text{Bauteilfläche, an der Wärmeschutzmaßnahmen durchgeführt werden}}{\text{Gesamte thermische Hüllfläche des Gebäudebestands}}$$

In Abhängigkeit des Szenarios wird von einer Erhöhung der aktuellen Sanierungsrate, welche in Deutschland derzeit bei ca. 1 % liegt [28], für den Zeitraum 2025 bis 2040 ausgegangen.

Im Gegensatz dazu beschreibt die Sanierungstiefe, welcher energetische Standard mit den Sanierungsmaßnahmen für die einzelnen Gebäude erreicht wird. Dieser wird im Folgenden auf den eines KfW-Effizienzhaus 70 festgelegt. Ausgenommen davon sind Baudenkmäler, an welche zur Erhaltung ihrer ursprünglichen Form geringere Sanierungsanforderungen gestellt werden. Da im Rahmen der Wärmeplanung nicht jedes Baudenkmal individuell berücksichtigt werden kann, wird pauschal davon ausgegangen, dass bei diesen die Außenwand und infolgedessen auch die Fenster nur im reduzierten Umfang energetisch saniert werden können.

Die Auswahl zu sanierender Gebäude wird anhand des Einsparpotenzials von Sanierungsmaßnahmen und der damit verbundenen Kosteneffizienz getroffen.

Wie im Rahmen der Bestandsanalyse beschrieben, wurden jedem Gebäude U-Werte für die vier Komponenten Fassade, Dach, Fenster und Bodenplatte zugeordnet. In Folge kann jedes dieser Bauteile auf den U-Wert eines KfW-Effizienzhaus 70 saniert werden. Dies kann in sämtlichen Kombinationen durchgeführt werden (z.B. nur Dach oder Dach, Fassade und Fenster), sodass sich insgesamt 16 mögliche Sanierungszustände für jedes Gebäude ergeben. Der ausgewählte Sanierungszustand ergibt sich aus einer Betrachtung der Kosteneffizienz der Einspareffekte.

Die Auswahl der zu sanierenden Gebäude sowie die Wahl der zu sanierenden Bauteile erfolgt für jedes Jahr der Modellierung, bis die jeweilige Sanierungsrate erreicht ist. Dabei kann ein Gebäude mehrfach ausgewählt werden, sodass bspw. zunächst nur Dach und Fenster und in darauffolgenden Jahren die weiteren Bauteile saniert werden.

Warmwasser

Es wird von einer pauschalen Reduktion des Warmwasserbedarfs von 10 % bis zum Zieljahr 2040 ausgegangen. Diese Annahme ist zum einen durch zu erwartende Effizienzgewinne bei den installierten Warmwasserspeichern zu begründen und zum anderen durch gesteigerte Suffizienz (Reduktion des Verbrauchs). In der Modellierung steigen die Effizienzgewinne linear zwischen dem Status-Quo und dem Zieljahr 2040.

Prozesswärme

Es wird von einer pauschalen Reduktion des Prozesswärmebedarfs von 10 % bis zum Zieljahr 2040 ausgegangen. Diese Annahme ist zum einen durch zu erwartende Effizienzgewinne zu begründen und zum anderen durch gesteigerte Suffizienz. Mögliche Maßnahmen sind unter anderem eine konsequente Dämmung von Wärmeleitungen oder auch die gezielte Nutzung von Regeneratoren/Rekuperatoren für die Wärmerückgewinnung von kontinuierlichen und diskontinuierlichen Prozessen [7]. In der Modellierung steigen die Effizienzgewinne linear zwischen dem Status-Quo und dem Zieljahr 2040.

Klimawandel

Es ist davon auszugehen, dass es aufgrund des fortschreitenden Klimawandels zu einer Reduktion des Raumwärmebedarfs kommen wird. Die genaue Entwicklung unterliegt jedoch einer Unsicherheit. In der vorliegenden Modellierung wird der Einfluss der Klimaerwärmung mit Hilfe der Entwicklung der Gradtagzahlen abgeschätzt. Gradtagzahlen sind ein Maß für den Heizbedarf in Gebäuden. Sie geben an, wie stark und wie lange die Außentemperatur unter einer festgelegten Raumtemperatur liegt. Die Gradtagzahl für einen bestimmten Tag berechnet sich, indem man die Differenz zwischen der Innentemperatur und der durchschnittlichen Außentemperatur des Tages ermittelt, sofern die Außentemperatur unterhalb des Heizgrenzwertes (meist 15°C) liegt. Anschließend werden die Gradtagzahlen für das gesamte Jahr aufsummiert. In Abbildung 26 ist die Entwicklung der Gradtagzahlen für den Standort Lilienthal seit 1990 abgebildet.

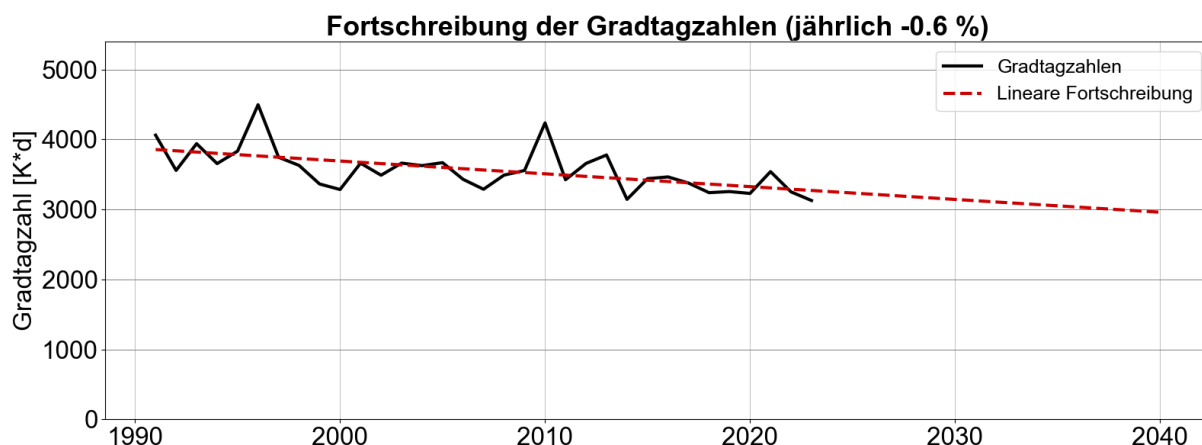


Abbildung 26: Gradtagzahlen in Lilienthal seit 1990 und lineare Fortschreibung bis zum Zieljahr [13]

Die Trendlinie der Gradtagzahlen zeigt einen Rückgang um durchschnittlich ca. 0,6 % je Jahr. Bei linearer Fortschreibung bis zum Zieljahr entspricht dies einer Reduktion des Raumwärmebedarfs um rund 10,0 %. Der tatsächliche Einfluss des Klimawandels auf den Raumwärmebedarf ist Gegenstand aktueller Forschung und unterliegt Unsicherheiten. Beispielsweise wirkt eine potenzielle Abschwächung des Golfstroms der Klimaerwärmung in Europa entgegen [29], [30], weswegen hier nicht von einer linearen Fortschreibung der Gradtagzahlen ausgegangen wird. Infolge wird von einer Reduktion des Raumwärmebedarfs bis 2040 von insgesamt 9,0 % ausgegangen.

Zusammenfassung der Szenarien

Es werden die Szenarien „geringe Einsparungen“, „mittlere Einsparungen“ und „hohe Einsparungen“ betrachtet. Das mittlere Szenario soll als Referenz für die Erstellung des Zielbildes dienen und somit das wahrscheinliche Szenario darstellen. Die Szenarien unterscheiden sich lediglich in der angenommenen Sanierungsrate, da diese den größten beeinflussbaren Hebel darstellt. Alle Effekte beziehen sich auf den Zeitraum vom Status-Quo bis zum Jahr 2040. Die Parametrierung kann Tabelle 6 entnommen werden.

Tabelle 6: Szenarienübersicht für das Energieeinsparpotenzial

Einflussfaktor	Szenario „Geringe Einsparungen“	Szenario „Mittlere Einsparungen“	Szenario „Hohe Einsparungen“
Sanierungsquote	1,0 %	1,5 %	2,0 %
Raumwärmebedarf durch Klimawandel	-5 %	-5 %	-5 %
Prozesswärme	-10 %	-10 %	-10 %
Warmwasser	-10 %	-10 %	-10 %

5.1.3 Vorgehen dezentrale Potenziale

Für die Ermittlung der dezentralen Potenziale wurden zwei wesentliche Methoden angewandt, wobei zwischen Wärmepumpenpotenzialen und Solarpotenzialen unterschieden wird.

Um das Potenzial je Gebäude für eine der betrachteten Wärmepumpen-Technologien zu ermitteln, wird für jedes Gebäude der verfügbare Platz (unbebaute Fläche) auf dem betroffenen Flurstück analysiert und

die maximal erzeugbare Wärmeleistung je Wärmepumpen-Technologie ermittelt. Sofern die potenziell erzeugbare Wärmeleistung die im Rahmen der Bestandsanalyse ermittelte Heizlast überschreitet, wird für dieses Gebäude ein Potenzial für die jeweilige Technologie ausgesprochen.

Für die Potenzialanalyse von Photovoltaik- und Solarthermie-Dachflächenanlagen, wird der flächenspezifische Ertrag in Abhängigkeit der Neigung und Ausrichtung des Daches sowie der standortspezifischen Witterungsverhältnisse bestimmt. Da Objekte wie kleinere Dachgauben oder Schornsteine nicht in der Datenbasis enthalten sind, wird ein pauschaler Reduktionsfaktor von etwa 50 % zur Berücksichtigung des Einflusses auf die verfügbare Dachfläche angewandt.

5.1.4 Vorgehen zentrale Potenziale

Das Vorgehen für die Identifikation zentraler Potenziale kann in vielen Fällen auf die drei Schritte Flächenscreening, Flächenfilterung und Potenzialberechnung heruntergebrochen werden. In den ersten beiden Schritten werden mit Hilfe von GIS-Berechnungen Potenzialflächen ermittelt. Abschließend wird das Potenzial auf diesen Flächen abgeleitet.

Flächenscreening

Im ersten Schritt werden alle relevanten Flächen im Betrachtungsgebiet ermittelt, auf denen Potenzial für die jeweiligen Technologien bestehen könnte. Dafür werden ALKIS-Daten verwendet, welche flächendeckend für Niedersachsen vorliegen und den Nutzungstyp einer Fläche angeben. Dabei wird bspw. in Kategorien wie „Landwirtschaft“, „Wohnbaufläche“ oder „stehendes Gewässer“ unterschieden.

Flächenfilterung

In diesem Schritt wird die Potenzialfläche mit Hilfe von GIS-Operationen eingeschränkt, indem Flächen, welche durch Ausschluss oder Abstandskriterien ermittelt werden, abgezogen werden. Dabei wird zwischen harten und weichen Ausschlusskriterien unterschieden. Harte Ausschlusskriterien bedingen einen vollständigen Ausschluss aus den Potenzialflächen. Durch weiche Ausschlusskriterien werden die Potenzialflächen mit einem Vorbehalt markiert. Außerdem werden die Potenzialflächen durch Abstandskriterien zu bestimmten Flächentypen gefiltert.

Die meisten Ausschluss- oder Abstandskriterien werden durch Schutzgebiete bedingt. Diese werden im untenstehenden Abschnitt näher beschrieben. Je nach Typ und Technologie können Schutzgebiete harte oder weiche Ausschlusskriterien darstellen.

Potenzialberechnung

Im abschließenden Schritt wird das Potenzial der betrachteten Technologie quantifiziert. Dafür wird die Energiemenge in der Regel über einen flächenspezifischen Ertrag berechnet, der sich aus der jeweiligen Technologie sowie ggf. einem standortspezifischen Einflussfaktor ergibt.

Andere Potenziale, wie z.B. das Potenzial aus industrieller Abwärme, enthalten nur den letzten Schritt der Potenzialberechnung, da ein konkreter Standort technologiebedingt bereits vorgegeben ist.

Schutzgebiete

Ein wichtiger Schritt der Potenzialanalyse ist die anfängliche Identifikation von Flächen, welche die Umsetzung bestimmter Technologien einschränken oder ausschließen können. Zu diesen Flächen zählen u.a. Naturschutzgebiete, Wasserschutzgebiete und andere gesetzlich geschützte Bereiche (vgl. Abbildung 27).

Diese wurden bei den nachfolgend dargestellten Potenzialerhebungen entsprechend berücksichtigt, sofern dies notwendig war, und werden im Folgenden näher erläutert:

FFH-Gebiete (Flora-Fauna-Habitate) gehören zusammen mit den Vogelschutzgebieten zu den Natura 2000-Gebieten, einem zusammenhängenden Netz von Schutzgebieten innerhalb der Europäischen Union. Sie dienen dem Erhalt gefährdeter Lebensräume sowie wildlebender Tier- und Pflanzenarten von gemeinschaftlichem Interesse. Diese Gebiete sind strengen Schutzbestimmungen unterworfen, die Eingriffe in die Natur stark reglementieren. Sie spielen eine zentrale Rolle im europäischen Naturschutz und sollen langfristig die biologische Vielfalt bewahren [31].

Naturschutzgebiete sind gemäß § 23 Bundesnaturschutzgesetz besonders geschützte Flächen, die der Erhaltung, Entwicklung oder Wiederherstellung von Lebensräumen (Biotopen) und der daran gebundenen Tier- und Pflanzenarten dienen. Solche Gebiete sind häufig Rückzugsorte für bedrohte Arten und tragen zur Sicherung der biologischen Vielfalt bei. In Deutschland sind rund 6,5 % der gesamten Landesfläche als Naturschutzgebiete ausgewiesen. Jegliche Nutzung oder bauliche Veränderungen in diesen Gebieten unterliegen strengen gesetzlichen Vorgaben [32].

Landschaftsschutzgebiete sind rechtsverbindlich festgesetzte Gebiete, die gemäß § 26 Abs. 1 Bundesnaturschutzgesetz einem besonderen Schutz von Natur und Landschaft unterliegen. Sie werden eingerichtet, um die landschaftliche Schönheit, die Erholung der Bevölkerung oder die Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts zu bewahren. Im Vergleich zu Naturschutzgebieten sind die Anforderungen weniger streng, dennoch müssen Eingriffe und Veränderungen genehmigt werden.

Überschwemmungsgebiete sind Flächen, die bei extremen Hochwassern überflutet werden können. Sie spielen eine wichtige Rolle im Hochwasserschutz, da sie als natürliche Rückhalteräume dienen und so zur Entlastung von Fließgewässern beitragen. In diesen Gebieten gelten Nutzungsbeschränkungen, um die Hochwassersicherheit zu gewährleisten und Schäden zu minimieren [33].

Vogelschutzgebiete gehören ebenfalls zu den Natura 2000-Gebieten und dienen dem Schutz wildlebender Vogelarten und ihrer Lebensräume. Diese Gebiete sind von besonderer Bedeutung für Zugvögel und gefährdete Arten. Durch gezielte Schutzmaßnahmen wird sichergestellt, dass die Populationen stabil bleiben und sich in ihren natürlichen Lebensräumen entwickeln können [31].

Wasserschutzgebiete dienen dem Schutz von Grund- und Oberflächengewässern vor schädlichen Einflüssen. Sie werden ausgewiesen, um die Qualität von Trinkwasserquellen zu sichern und die Belastung der

Gewässer durch Schadstoffe zu minimieren. In diesen Gebieten gelten strenge Regelungen, die den Umgang mit potenziell gefährdenden Stoffen wie Düngemitteln, Chemikalien oder Abwässern einschränken [34].

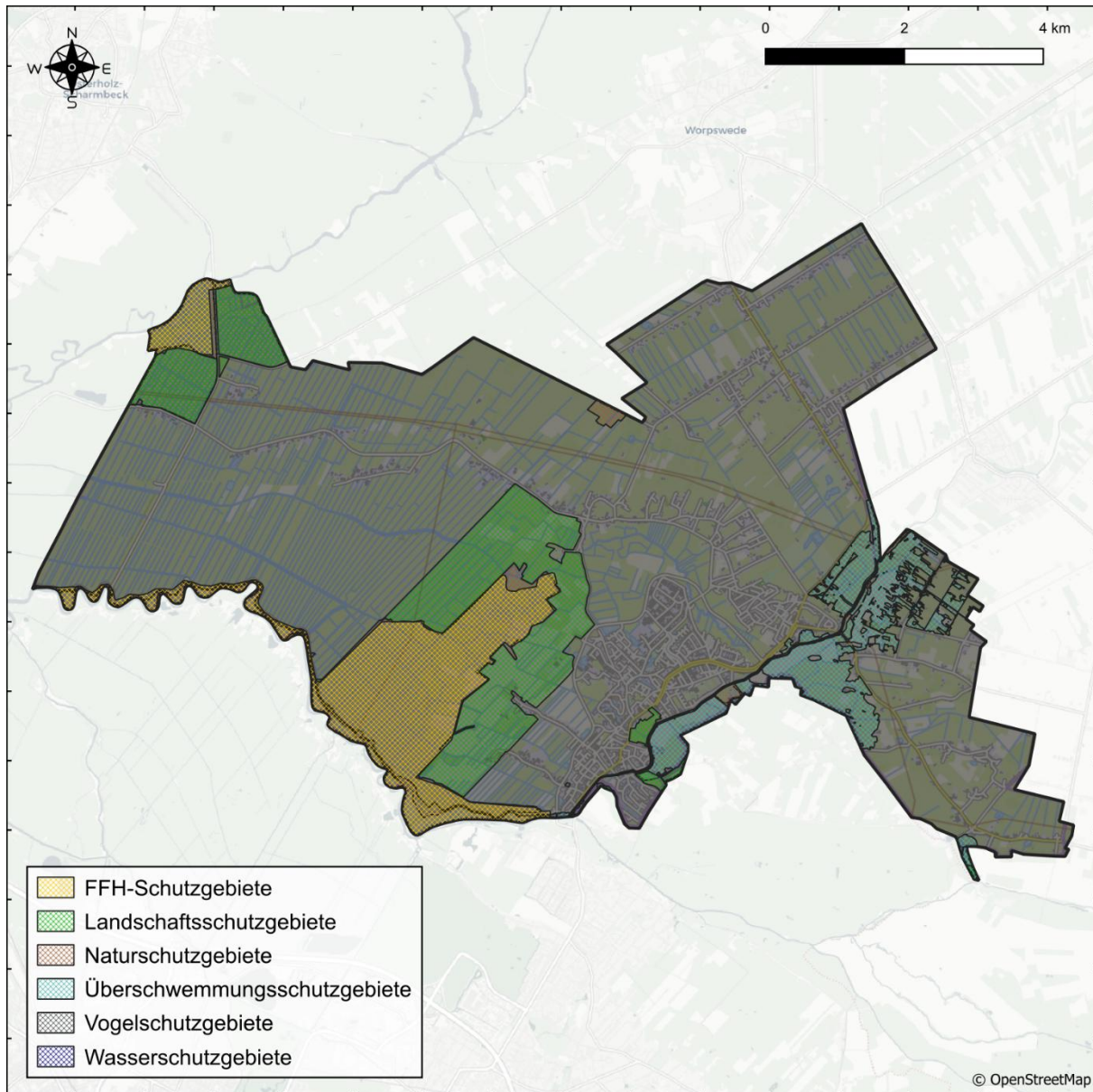


Abbildung 27: Schutzgebiete in Lilienthal

5.2 Ergebnisse der Potenzialanalyse

In den folgenden Unterkapiteln werden die Ergebnisse bezüglich der Einsparpotenziale, der dezentralen Potenziale sowie der zentralen Potenziale systematisch dargestellt. In einem abschließenden Abschnitt werden die Ergebnisse zusammengefasst.

5.2.1 Einsparpotenziale

Wie im Rahmen der Beschreibung der Vorgehensweise beschrieben, wurden drei verschiedene Szenarien für die Entwicklung des zukünftigen Wärmebedarfs in Lilienthal betrachtet. Die folgenden Darstellungen

beziehen sich zunächst auf das realistisch-ambitionierte Szenario „mittlere Einsparungen“. Das Kapitel endet mit einem abschließenden Vergleich der drei Szenarien.

Insgesamt wird sich der jährliche Wärmebedarf in GWh/a (Gigawattstunden pro Jahr) bis zum Zieljahr 2040 von heute 206 GWh/a um ca. 21,2 % auf 162 GWh/a reduzieren. Abbildung 28 visualisiert dies und den reduzierenden Beitrag einzelner Treiber. Der größte Teil der Einsparungen kann durch energetische Sanierung der Gebäude erreicht werden. Insgesamt können 43,7 GWh/a des Wärmebedarfs eingespart werden, wovon 29 GWh auf Sanierungsmaßnahmen entfallen. Hierfür ist eine durchschnittliche Sanierungsquote von 1,5 %/a erforderlich, was einem Anstieg heutiger Sanierungsquoten von ca. 50 % entspricht. Dadurch wird ein Fokus auf weiter steigende Handwerkskapazitäten unabdingbar.

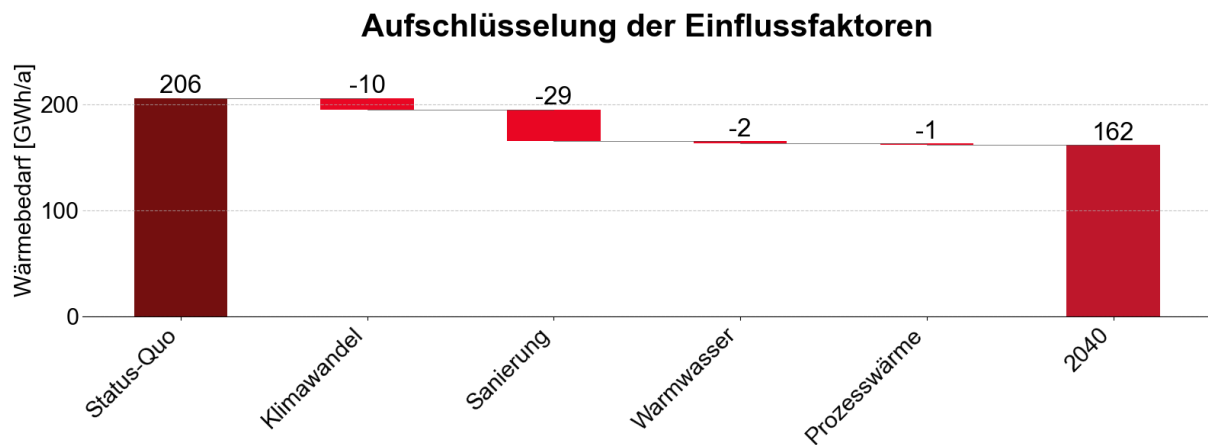


Abbildung 28: Aufschlüsselung der Einflussfaktoren im Szenario „mittlere Einsparungen“

Im Szenario „mittlere Einsparung“ kommt es zu Einsparungen beim Wärmebedarf durch den fortschreitenden Klimawandel um 10,8 GWh/a. Es ist anzumerken, dass dieser Wert einer hohen Unsicherheit unterliegt (vgl. Abschwächung des Nord-Atlantik-Stroms, Kapitel 5.1.2). Eine Erhöhung der Effizienz in der Nutzung von Prozesswärme wird Einsparungen um insgesamt rund 1,2 GWh/a zur Folge haben. Der effizientere und bewusstere Umgang mit Warmwasser wird weitere 2,1 GWh/a einsparen.

Abbildung 29 ist zu entnehmen, dass der Wärmebedarf zunächst schnell und später langsam zurück geht. Durchschnittlich sinkt der Wärmebedarf um etwas über 1 % pro Jahr. Dies liegt insbesondere daran, dass zunächst die Gebäude mit dem höchsten Einsparpotenzial saniert werden sollten.

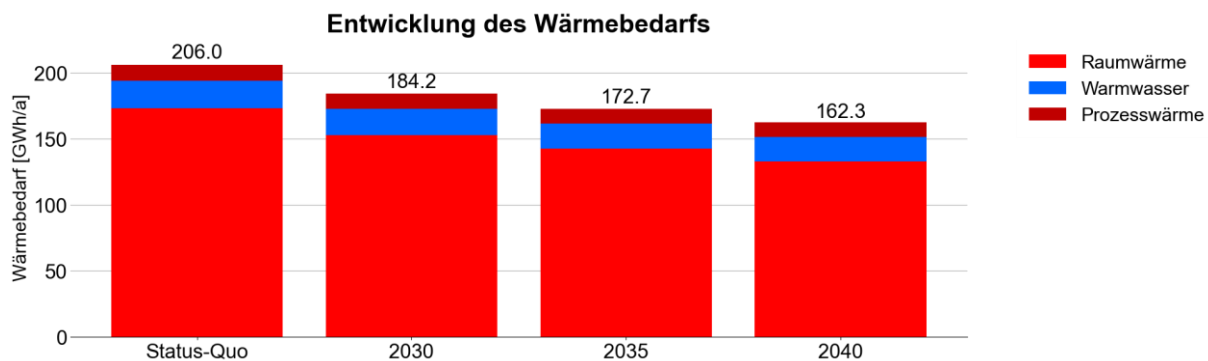


Abbildung 29: Entwicklung des Wärmebedarfs im Szenario „mittlere Einsparungen“

In der räumlich differenzierten Betrachtung des Einsparpotenzials ist nach Abbildung 30 zu erkennen, dass der Wärmebedarf in vereinzelt Baublöcken um über 50 % zurückgehen wird. Die Varianz zwischen den

einzelnen Bezirken ist primär durch den heutigen Sanierungsstand erklärbar. Es handelt sich um die Darstellung der Sanierungspotenziale im Szenario „mittlere Einsparungen“.

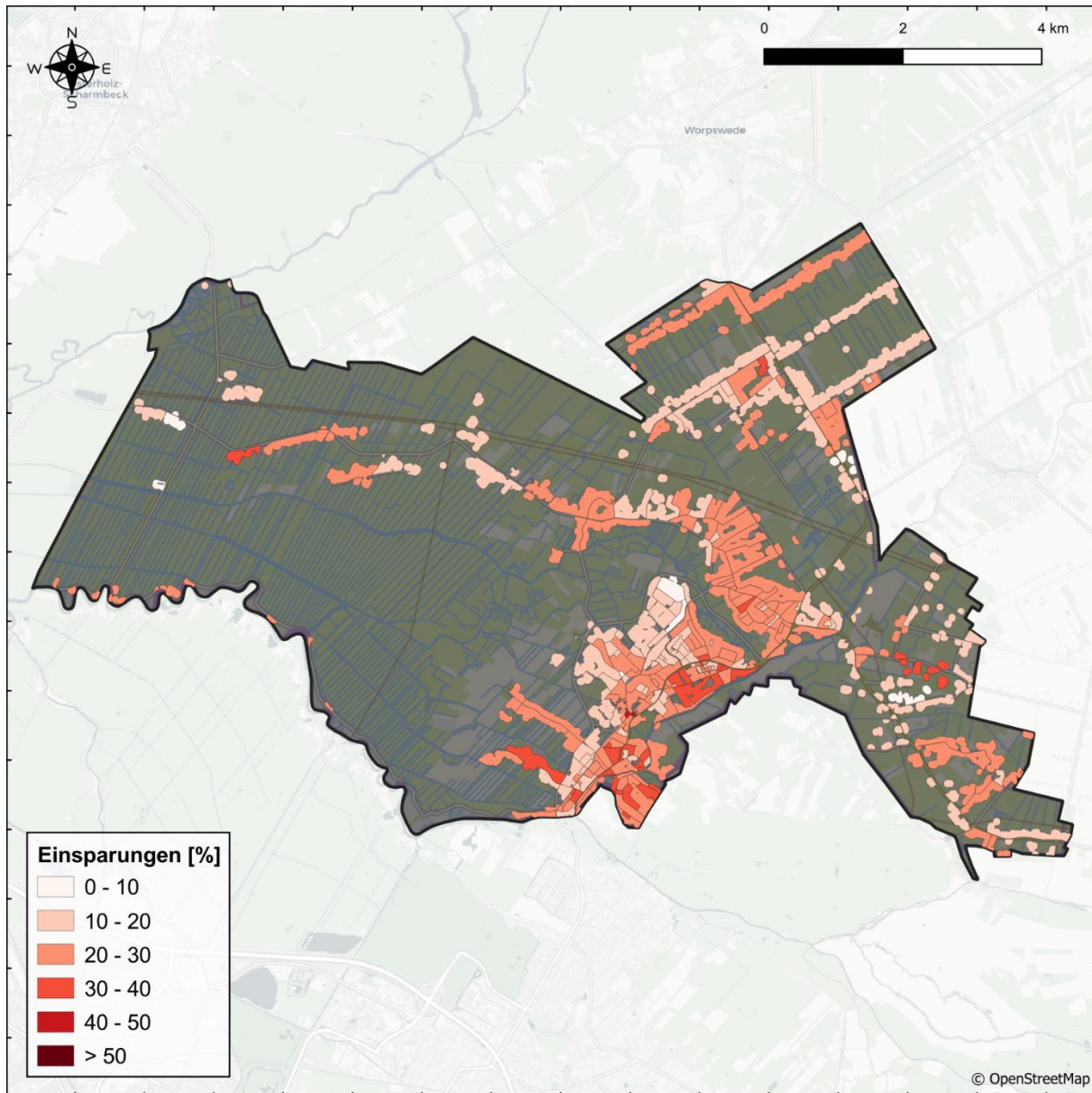


Abbildung 30: Einsparungen beim Wärmebedarf je Baublock bis 2040 im Szenario „mittlere Einsparungen“

Abschließend wird die Wärmebedarfsreduktion in den drei betrachteten Szenarien gegenübergestellt. Der Vergleich ist in Abbildung 31 dargestellt. Demnach wird sich der Wärmebedarf um mindestens 16,4 % auf 172 GWh/a absenken. Die höchste, noch als realistisch eingestufte, Reduktion des Wärmebedarfs liegt bei 25,8 % (auf 153 GWh/a).

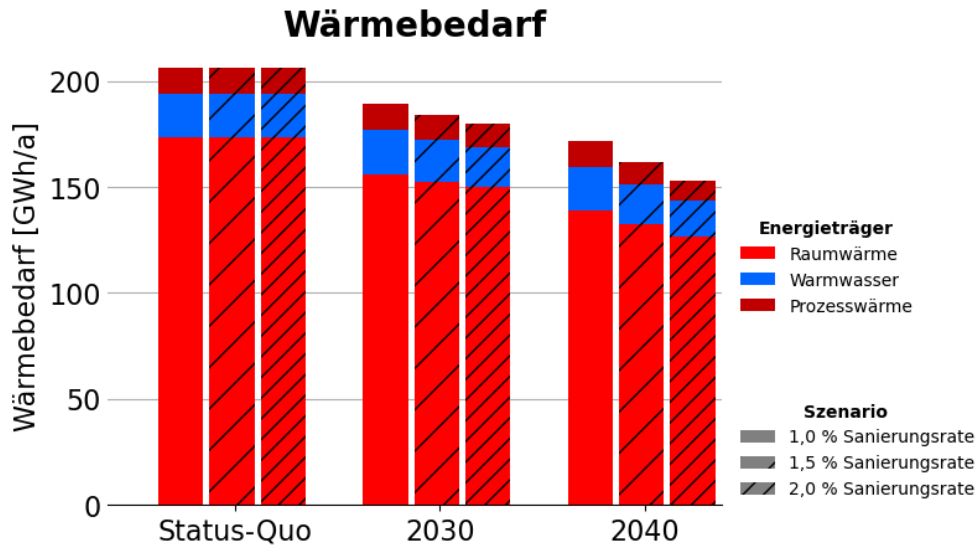


Abbildung 31: Szenarienvergleich der Wärmebedarfsreduktion bis 2040

5.2.2 Dezentrale Potenziale

Im Folgenden werden die dezentralen Potenziale dargelegt. Die dargestellten Zahlen stellen die Aggregation aller Einzelgebäude dar, wobei das Potenzial je Gebäude auf den Wärmebedarf des Gebäudes sowie durch den COP (Coefficient of Performance) der jeweiligen Wärmepumpen-Technologie begrenzt ist. Außerdem ist bei Wärmepumpen-Technologien jeweils das Wärmeentzugspotenzial dargestellt. D.h. beispielsweise, dass bei der Luft-Wasser-Wärmepumpe nur das Wärmepotenzial dargestellt ist, dass der Luft entzogen werden kann. Der Anteil der Wärme, welcher der Wärmepumpe durch Stromzufuhr bereitgestellt werden muss, ist nicht enthalten.

Luft-Wasser-Wärmepumpen

In Niedersachsen sind bei der Installation von Wärmepumpen nur im Fall von Ausführungen, die eine gebäudeähnliche Wirkung haben und höher als ein Meter sind, Mindestabstände einzuhalten [35]. Gesichert ist erst ab einer Höhe von zwei Metern und einer Breite von drei Metern ein Mindestabstand zur Grundstücksgrenze von drei Metern vorzuhalten. Bei Ausführungen mit Höhe über einem und unter drei Metern müssen erst unzumutbare Beeinträchtigungen auf den Nachbargrundstücken vorliegen, damit der Mindestabstand zu beachten ist. Dennoch kann es in solchen Fällen möglich sein, durch Einzelprüfung die Vorgaben einzuhalten. Ggf. müssen zusätzliche Maßnahmen zum Lärmschutz ergriffen werden, um die Vorgaben der Emissionsschutzrichtlinien einzuhalten. Grenzwerte für akzeptable Lautstärke sind in der technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) definiert und sehen bspw. für reine Wohngebiete eine maximale Lautstärke von 35 Dezibel im Zeitraum von 22 bis 6 Uhr vor [36]. Insgesamt können einzuhaltende Mindestabstände für größere Wärmepumpenausführungen somit in besonders dicht besiedelten Gebieten eine Hürde darstellen, mehrheitlich sind sie jedoch kein relevanter Faktor.

Die Abbildung 32 differenziert die Potenziale nach Gebäuden mit einem bzw. zwei angrenzenden Nachbargebäuden. Grundsätzlich eignet sich jedes Gebäude für den Einbau von Wärmepumpen. Zwar sind je nach Gebäudehüllen- und Heizsystemzustand höhere Vorlauftemperaturen nötig, sodass Effizienz und Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpen stark abfallen, diese Missstände können jedoch mit einer zielgerichteten (Teil-) Sanierung des Gebäudes (z.B. Wärmedämmung, selektiver Heizkörperwechsel) behoben werden. Das Potenzial kann insgesamt auf 137,3 GWh/a quantifiziert werden. Davon sind 109,8 GWh/a ohne Vorbehalt, das heißt, dass keine potenzielle Einschränkung durch Nachbarn zu erwarten ist.

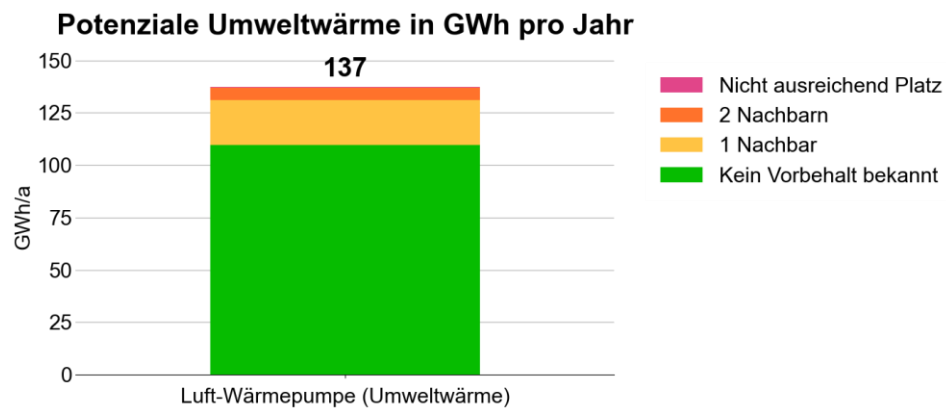


Abbildung 32: Quantifizierung des Potenzials aus Luft-Wasser-Wärmepumpen

In der Kartendarstellung nach Abbildung 33 ist zu erkennen, dass insbesondere in den Wohnsiedlungen mit Einfamilienhäusern als dominierende Gebäudebauart i.d.R. uneingeschränktes Potenzial besteht.

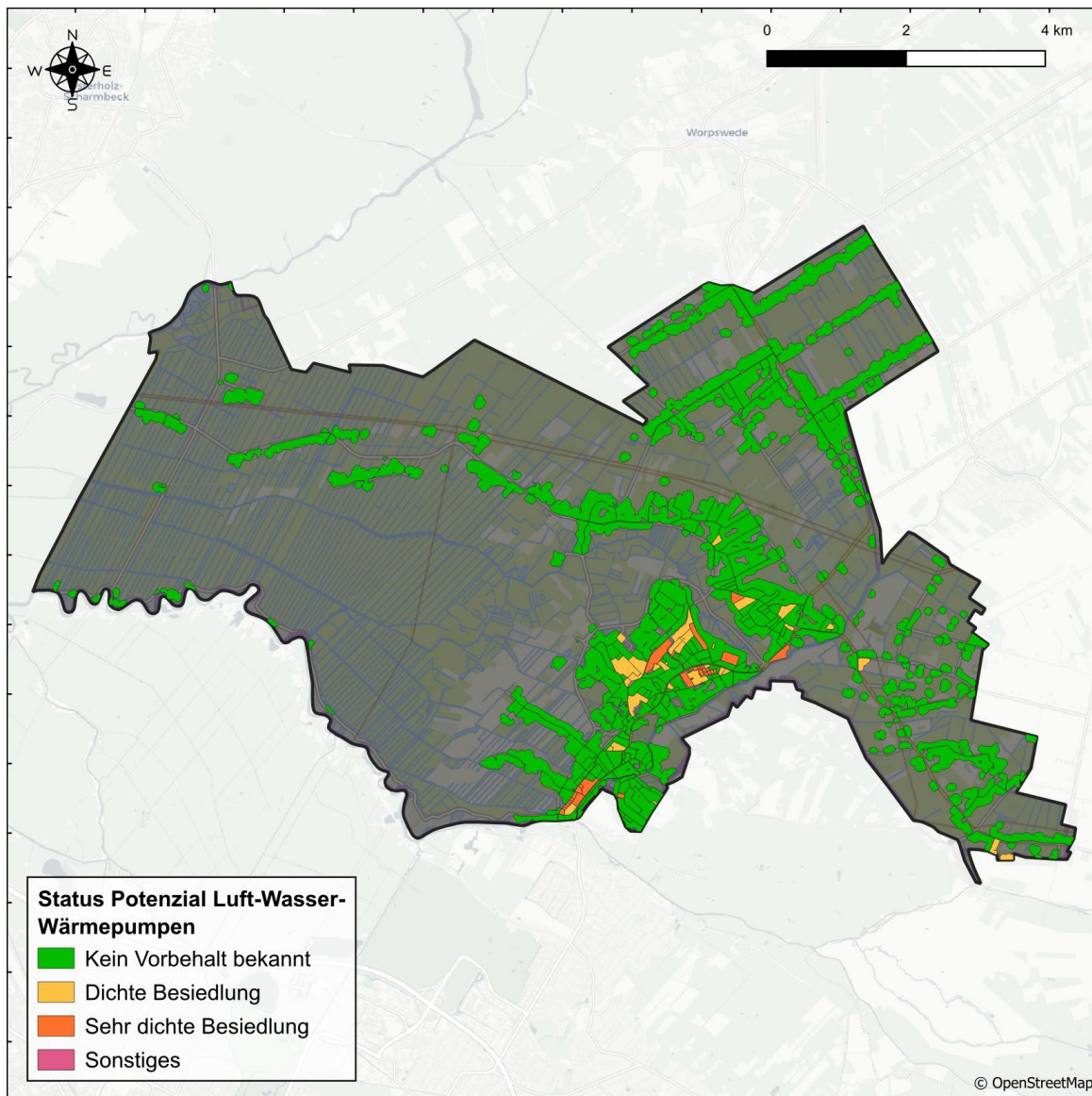


Abbildung 33: Potenzial Luft-Wasser-Wärmepumpen

In dichter besiedelten Gebieten, wie Reihenhaussiedlungen, kann die korrekte Aufstellung einer Luft-Wasser-Wärmepumpe eine Herausforderung darstellen. Es ist aber davon auszugehen, dass gerade vor dem Hintergrund der Weiterentwicklung der Technologie und geeigneten Lösungen dies zukünftig ein geringeres Hindernis darstellt.

Oberflächennahe Geothermie

In der Gemeinde Lilienthal beträgt das Wärmeentzugspotenzial für Erdsonden 35 bis 43 W/m und für Erdkollektoren etwa 38 W/m². Diese Werte liegen im durchschnittlichen Bereich für Deutschland und bieten eine solide Grundlage für die Nutzung oberflächennaher Geothermie.

Die Eignung der oberflächennahen Geothermie für ein Gebäude wird auf Basis der maximal entziehbaren Energiemenge bewertet. Dabei spielen der verfügbare Platz und der zu deckende Wärmebedarf des Gebäudes eine entscheidende Rolle. Es ist zu beachten, dass Erdsondenbohrungen und Grundwasserbrunnen

in Wasserschutzgebieten (vgl. Abbildung 35) in der Regel genehmigungspflichtig sind. Dies erfordert eine sorgfältige Prüfung und Planung, um die behördlichen Vorgaben einzuhalten. Die Quantifizierung der Potenziale der Technologien „Erdsonden“, „Erdwärmekollektor“ und „Grundwasserbrunnen“ ist in Abbildung 34 dargestellt.

Potenziale oberflächennahe Geothermie in GWh pro Jahr

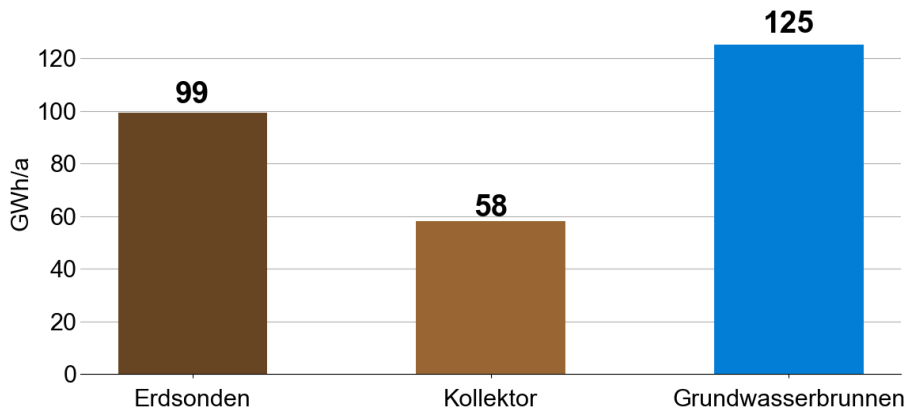


Abbildung 34: Quantifizierung des Potenzials Oberflächennaher Geothermie

Bezüglich der Eignung von Grundwasserbrunnen zur Deckung des dezentralen Wärmebedarfs weist das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) darauf hin, dass es kaum entsprechenden Referenzprojekte in Niedersachsen gibt. Auf Empfehlung des LBEG hin wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass das aufgezeigte Potenzial grundsätzlich nur unter Vorbehalt mit erforderlicher Einzelfallprüfung vorliegt.

In Abbildung 35 ist exemplarisch der Anteil der Gebäude je Baublock dargestellt, der auf Basis des verfügbaren Platzes, der damit verbundenen maximalen Wärmegewinnung und des Wärmebedarfs bzw. der Heizlast für Erdsonden geeignet ist. In den meisten Fällen, wo eine Einschränkung vorliegt, ist der limitierte Platz für eine Unterbringung ausreichend vieler Erdsonden der limitierende Faktor. Hierbei wurde eine Bohrtiefe von 100 m angenommen, da keine verlässlichen Temperaturprofile für größere Bohrtiefen in den öffentlichen Datensätzen des LBEG vorlagen. Die Bohrtiefe von 100 m sind keine faktische Beschränkung, auch größere Bohrtiefen bis zu 400 m, wo mit zunehmender Tiefe ein höheres Wärmeentzugspotenzial zu erwarten ist, sind möglich. Für Gebäude, deren Wärmeversorgung mit Bohrungen bis zu 100 m Tiefe nicht ausreichend gewährleistet werden kann, können somit tiefere Bohrungen in Erwägung gezogen werden. Insbesondere für Bohrungen mit Tiefen von über 100 m ist zu beachten, dass in weiten Teilen Lilienthals eine sogenannte Salzstockhochlage gegeben ist, was zu Einschränkungen der möglichen Bohrtiefe führen kann. Ab einer Bohrtiefe von 100 m erfolgt zudem eine Prüfung, ob ein Betriebsplan vorzulegen ist, in dem ggf. umfangreiche Angaben zur angewendeten Technik, Organisation, Sicherheits- und Umweltaspekten vorgelegt werden müssten. Das LBEG gibt an, dass für bisher für jedes Projekt, das dahingehend geprüft wurde, eine Genehmigung erteilt wurde (Stand November 2024).

Die in Abbildung 35 dargestellten Wasserschutzzonen fassen verschiedene Wasserschutzkategorien zusammen. Das LBEG sieht im Fall von Wasserschutzgebieten ausschließlich Wasserschutzgebiete der Kategorie III a ("weitere Schutzzone", die das Grundwasser vor Verunreinigungen, die aus größeren Entfernungen ins Wasser gelangen können, schützt) als faktische Ausschlussflächen. Lediglich in diesen Zonen wurde daher explizit von einer Potenzialausweisung abgesehen.

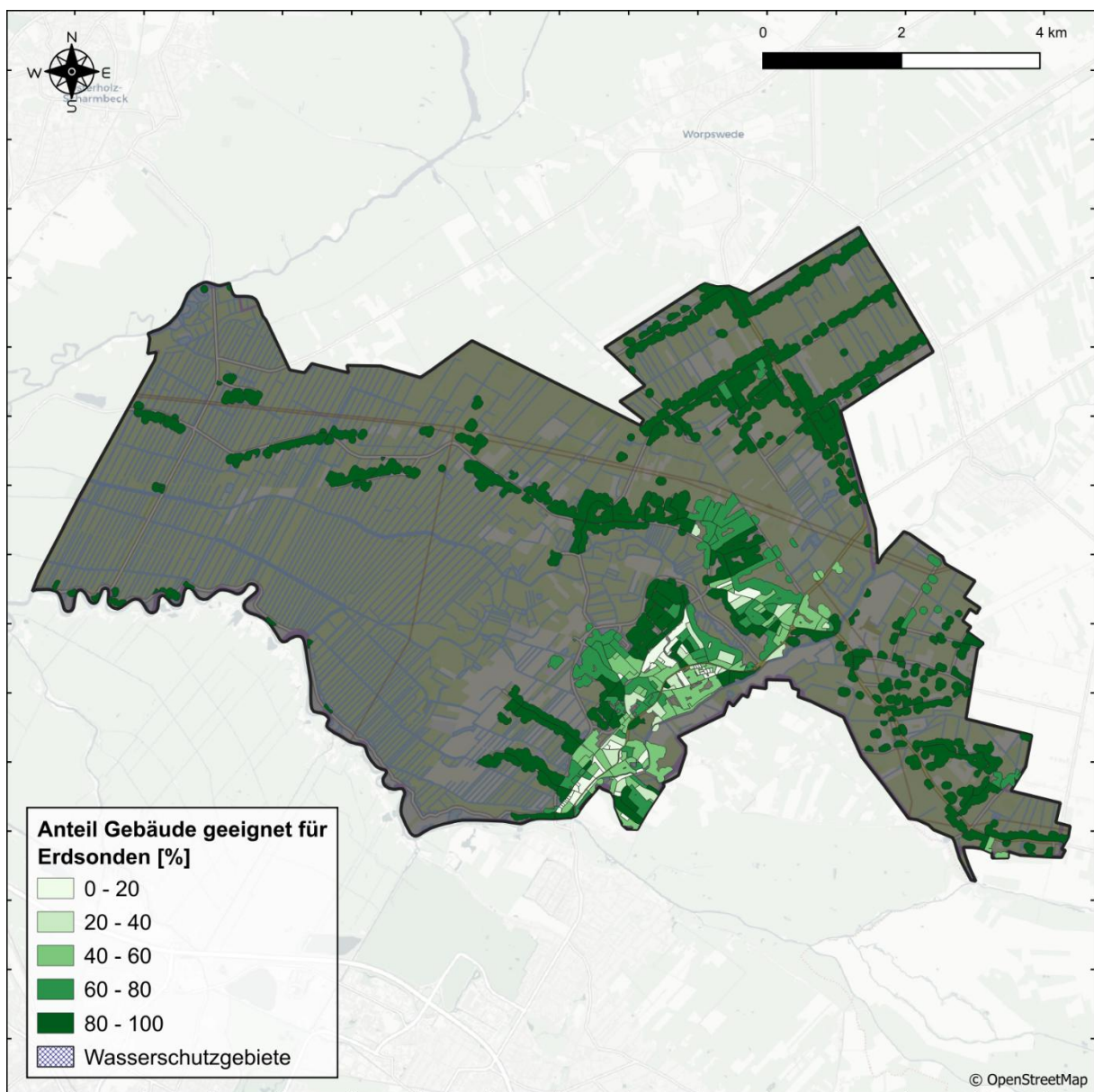


Abbildung 35: Potenzial oberflächennahe Geothermie (Erdsonden-Wärmepumpe)

Dachflächen-Solarenergie

Solarthermieanlagen bieten ein Ertragspotenzial von bis zu etwa 388 kWh je Quadratmeter Apparaturfläche in Lilienthal. Der tatsächliche Ertrag hängt dabei maßgeblich von der Ausrichtung und der Neigung der Anlage ab. Diese Anlagen besitzen ein hohes Wärmepotenzial, jedoch primär während der Sommermonate und ausschließlich tagsüber, da sie auf direkte Sonneneinstrahlung angewiesen sind.

Die Hauptanwendung von Solarthermieanlagen liegt in der Warmwasseraufbereitung. In der Regel wird ihre Leistung so ausgelegt, dass sie bis zu 60 % des jährlichen Warmwasserbedarfs eines Gebäudes decken

können. Die folgende Potenzialabschätzung bezieht sich je Gebäude auf diese Bezugsgröße. Vor dem Hintergrund, dass in Lilienthal nur 9 % des Wärmebedarfs auf den Warmwasserbedarf zurückzuführen ist, ist abzusehen, dass Dachflächen-Solarthermie nur ein geringes wirtschaftliches Erzeugungspotenzial aufweist. Ein wichtiger Aspekt bei der Installation von Dachflächen-Solarthermieanlagen ist die Flächenkonkurrenz mit Photovoltaikanlagen. Insbesondere bei Gebäuden, die bereits mit einer Wärmepumpe ausgestattet sind, erweisen sich PV-Anlagen häufig als wirtschaftlichere Alternative, da sie Strom produzieren, der direkt für den Betrieb der Wärmepumpe genutzt werden kann. Neuartige Konzepte wie Hybrid-Kollektoren, die sowohl Wärme als auch Strom generieren können, wurden im Rahmen dieser Potenzialanalyse nicht betrachtet.

Dieser Zusammenhang sollte bei der Planung und Bewertung von Solarthermieprojekten in Betracht gezogen werden, um eine sinnvolle und effiziente Nutzung der verfügbaren Dachflächen sicherzustellen. Das Potenzial kann insgesamt auf 12,0 GWh/a quantifiziert werden (Abbildung 36).

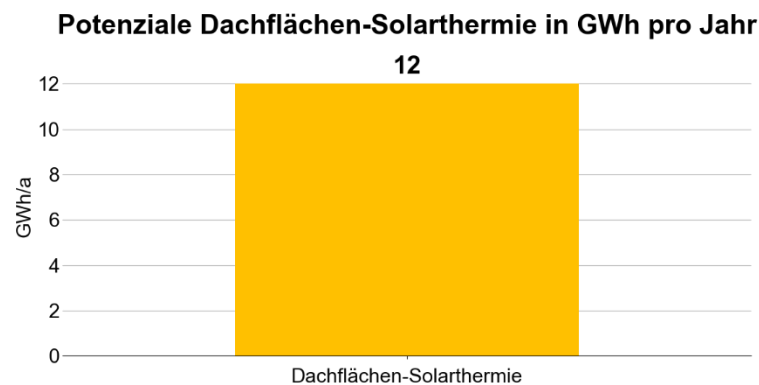


Abbildung 36: Quantifizierung des Potenzials von Dachflächen-Solarthermie

Besonders hohe Ertragspotenziale weisen nach Süden ausgerichtete Dachflächen mit einer Neigung von 30 bis 40 Grad auf. Diese bieten die besten Voraussetzungen für eine maximale Energieausbeute. Dennoch können auch andere Dachausrichtungen, wie beispielsweise Ost-/West-Dächer, für die Maximierung des Eigenverbrauchs interessant sein. Solche Dächer ermöglichen eine bessere zeitliche Verteilung der Solarstromerzeugung über den Tag hinweg, was insbesondere bei Gebäuden mit hohem Eigenstrombedarf von Vorteil ist. Die Simulation hat ergeben, dass eine Dachfläche mit optimaler Ausrichtung (südlich und etwa 35° Neigung) in Lilienthal ein spezifisches Erzeugungspotenzial von bis zu 984 kWh/kWp haben kann.

Die Nutzung von Dachflächen für Photovoltaikanlagen kann in Lilienthal ein erhebliches Potenzial zur Gewinnung von EE-Strom bieten, das sowohl zur Deckung des Eigenbedarfs als auch zur Einspeisung ins Netz genutzt werden kann. Es beträgt rund 98,4 GWh/a (Abbildung 37). Dieser Wert berücksichtigt hierbei sämtliche mit PV-Anlagen belegbare Dachflächen (auch in Nordausrichtung), sodass bei Bebauung aller Flächen ein durchschnittliches Erzeugungspotenzial von 705 kWh/kWp vorliegt.

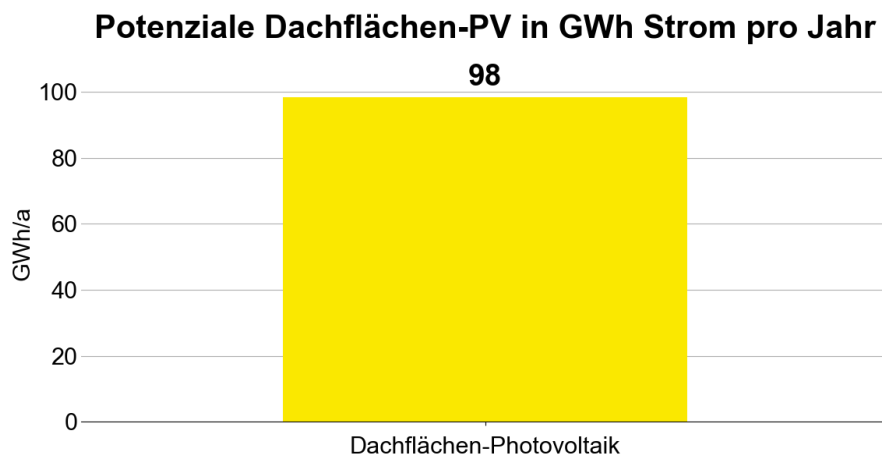


Abbildung 37: Quantifizierung des Potenzials von Dachflächen-Photovoltaik

5.2.3 Zentrale Potenziale

Im Folgenden werden die zentralen Potenziale dargelegt, die größtenteils im Rahmen der Einspeisung in ein Wärmenetz gehoben werden. Bei Potenzialen, die i.d.R. in Verbindung mit Groß-Wärmepumpen gehoben werden (u.a. oberflächennahe Geothermie und Oberflächengewässer), wird jeweils das Wärmeentzugspotenzial dargestellt. D.h. beispielsweise, dass bei Erdwärmesonden nur das Wärmepotenzial dargestellt ist, das dem Erdreich entzogen werden kann. Der Anteil der Wärme, welcher der Wärmepumpe durch Stromzufuhr bereitgestellt werden muss, ist nicht enthalten.

Biomasse

Biomasse kann als regenerative Energiequelle aus verschiedenen Ressourcen wie Wäldern und landwirtschaftlichen Flächen gewonnen werden. Die Nachhaltigkeit steht dabei im Fokus, insbesondere im Hinblick auf die Vorgaben der Erneuerbare-Energien-Richtlinie III (RED III) der EU. Diese priorisiert beispielsweise die Verwendung von Holz-Biomasse in der folgenden Reihenfolge: Herstellung von Holzprodukten, Verlängerung der Lebensdauer holzbasierter Produkte, Wiederverwendung, Bioenergie und schließlich die Beseitigung [37].

Für die Biomassegewinnung aus Wäldern wird im Rahmen dieser Potenzialanalyse daher ausschließlich Waldrestholz berücksichtigt, welches für keine höheren Zwecke als die Bioenergiegewinnung oder Beseitigung in Frage kommt. Dadurch wird keine zusätzlichen Rodungen zur reinen Wärmeenergiegewinnung vorgenommen. Der angenommene Flächenertrag aus Waldflächen liegt bei 4,3 MWh/ha.

In der Landwirtschaft wird das Potenzial zur Biomassegewinnung aufgrund der hohen Flächenkonkurrenz als begrenzt betrachtet. Es wird im Rahmen dieser Potenzialanalyse davon ausgegangen, dass zur reinen Energiegewinnung angebaute Pflanzen (häufig z.B. Mais oder Raps) nur auf 5,0 % der potenziell verfügbaren Flächen angebaut werden können (Mobilisierungsrate). Der angenommene Flächenertrag beträgt dabei 42,5 MWh/ha auf Ackerland und 25,5 MWh/ha auf Grünland.

Die resultierenden Biomassepotenziale für holzbasierte Brennstoffe aus lokalen Wäldern wird zu 0,4 GWh/a und für Biomassepotenziale aus Landwirtschaft (Energiepflanzen) mit 8,0 GWh/a bestimmt. Abbildung 38 Abbildung 39 zeigt die georeferenzierten Potenziale für Wald- und Landwirtschaftsflächen. Ein wesentlicher Vorteil der Biomasse im Vergleich zu anderen Wärmepotenzialen besteht in der Möglichkeit, zusätzlich Ressourcen aus umliegenden Gemeinden zu importieren. Dadurch kann die lokale Versorgung ergänzt und die Potenziale besser ausgeschöpft werden.

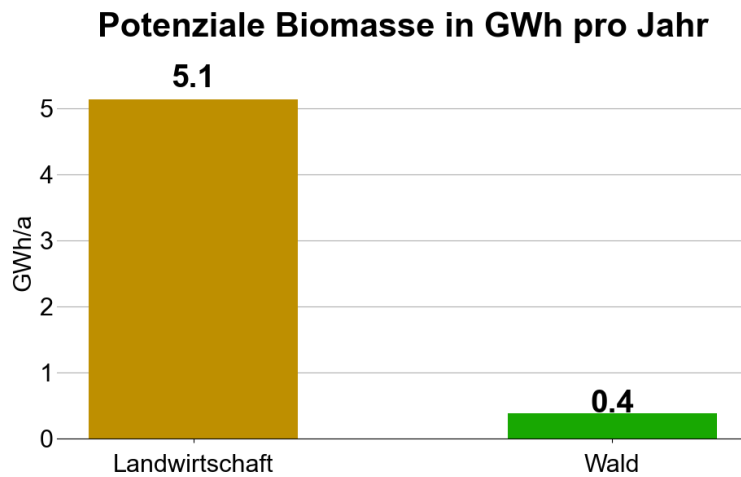


Abbildung 38: Quantifizierung des Potenzials von Biomasse (Schraffierter Bereich sind Vorbehaltsflächen)

Abbildung 39 zeigt die georeferenzierten Potenziale für Wald- und Landwirtschaftsflächen. Ein wesentlicher Vorteil der Biomasse im Vergleich zu anderen Wärmepotenzialen besteht in der Möglichkeit, zusätzlich Ressourcen aus umliegenden Gemeinden zu importieren. Dadurch kann die lokale Versorgung ergänzt und die Potenziale besser ausgeschöpft werden.

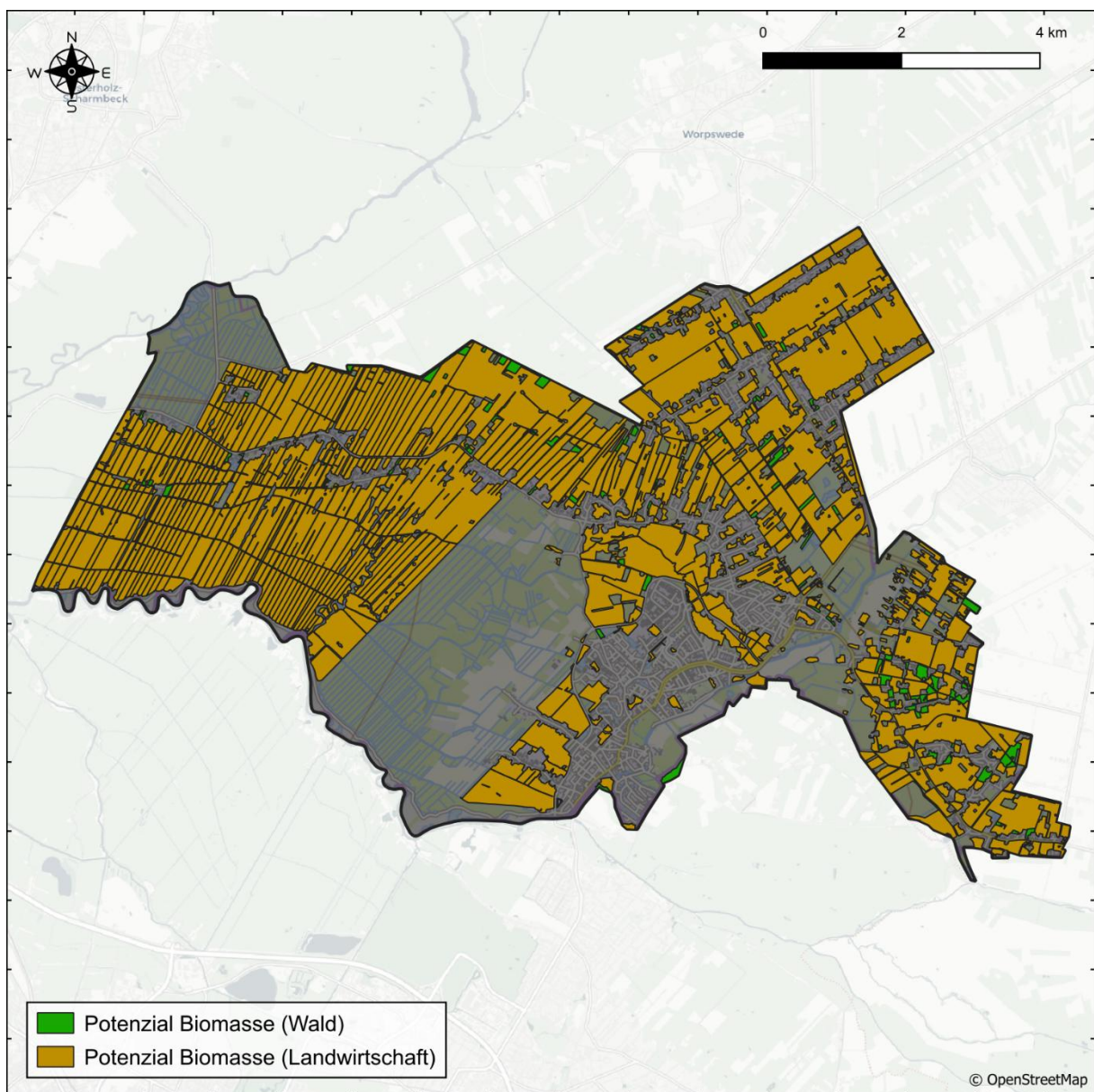


Abbildung 39: Potenzialanalyse Biomasse

Oberflächennahe Geothermie

Die oberflächennahe Geothermie bietet eine vielseitige und nachhaltige Möglichkeit zur Wärmegewinnung, da sie die in den oberen Erdschichten gespeicherte Energie nutzt. Sie kann durch verschiedene Technologien erschlossen werden, darunter „Erdsondenfelder“, „Erdwärmekollektoren“ und „Grundwasserbrunnen“. Erdsondenfelder bestehen aus vertikal in die Erde eingebrachten Sonden, die Wärme aus größeren Tiefen (ca. 40 bis 200 Meter) entziehen. Erdwärmekollektoren hingegen sind horizontal im Boden verlegte Systeme, die flächennah arbeiten und Wärme auf breiter Basis gewinnen. Grundwasserbrunnen nutzen die konstante Temperatur des Grundwassers zur Energiegewinnung, wobei ein System aus Förder- und Schluckbrunnen erforderlich ist, um das Wasser nachhaltig zu nutzen. In Kombination mit Groß-Wärmepumpen eignet sich die oberflächennahe Geothermie auch für die Einspeisung in Wärmenetze [38].

Für Erdsonden besteht in Lilienthal ein Wärmeentzugspotenzial von 35 bis 43 W/m, während Erdwärmekollektoren ein potenzielles Entzugsvermögen von 38 W/m² aufweisen. Beide Werte liegen im überdurchschnittlichen Bereich und bieten damit grundsätzlich gute Voraussetzungen für die Nutzung dieser Technologien.

Die Abschätzung des Potenzials von Grundwasserbrunnen basiert auf einer angenommenen Förderleistung von 50 l/s und einem Mindestabstand zwischen zwei Brunnensystemen, sodass maximal ein Brunnensystem je Hektar installiert werden kann, um eine nachhaltige Nutzung des Grundwassers zu gewährleisten. Die nachfolgende Abbildung 40 zeigt das theoretische Gesamtpotenzial je Erschließungstechnologie (Erdsonden: ca. 16.400 GWh, Kollektoren: ca. 6 GWh/a, Grundwasser: ca. 762 GWh/a). Bezüglich der Eignung von Grundwasserbrunnen zur Deckung gilt analog zum ermittelten dezentralen Potenzial, das das aufgezeigte Potenzial grundsätzlich nur unter Vorbehalt mit erforderlicher Einzelfallprüfung vorliegt. Allgemein ist das ausgewiesene theoretische Potenzial in Lilienthal insbesondere durch geringe Grundwasserflurabstände an vielen Stellen unter Prüfungsvorbehalt zu stellen (diese Anteile sind gekennzeichnet durch die schraffierten Flächen).

Potenziale oberflächennahe Geothermie in GWh pro Jahr

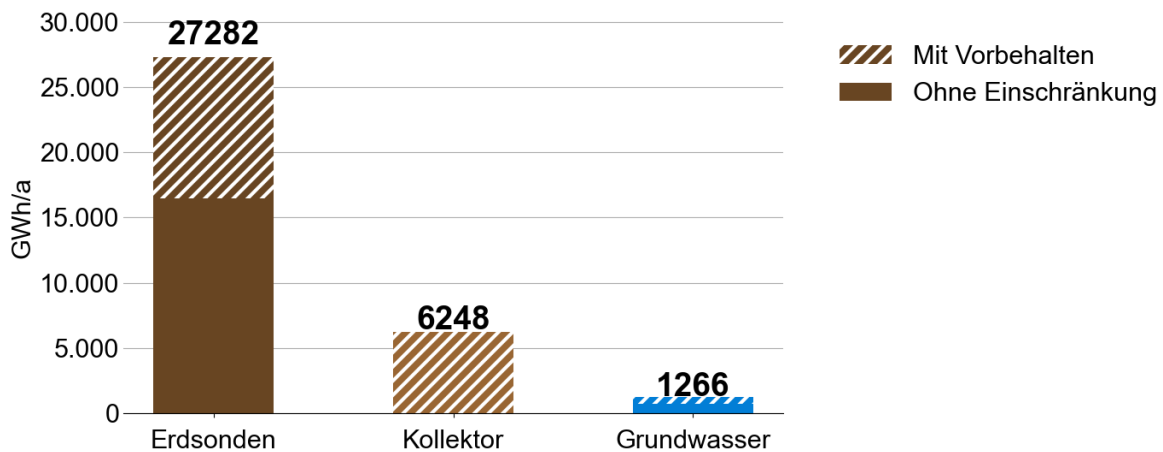


Abbildung 40: Quantifizierung des Potenzials von oberflächennaher Geothermie

Trotz der identifizierten technischen Potenziale ist die wirtschaftliche Nutzbarkeit stark eingeschränkt, was insbesondere durch die Investitionskosten sowie die infrastrukturellen und genehmigungsrechtlichen Anforderungen bedingt ist.

Abbildung 41 zeigt exemplarisch für oberflächennahe Geothermie die Potenzialflächen für Erdwärmesonden. In dicht besiedelten Flächen wurden hierbei kaum Potenziale ausgewiesen, obschon auch hier grundsätzlich mit erhöhtem Aufwand Erdwärmepotenziale erschlossen werden können. Hintergrund ist einerseits der hohe Anteil versiegelter Flächen, die Bohrungen für Erdsonden erschweren. Andererseits ergäben sich zur Erschließung eines für Großwärmepumpen ausreichenden Erdsondenfelds vielfach komplexe Eigentumsverhältnisse über mehrere Flurstücke. Viele Areale wurden daher aus der Potenzialausweisung ausgeschlossen. Gleichwohl kann auch hier in individuellen Fällen eine Erschließung erwogen werden.

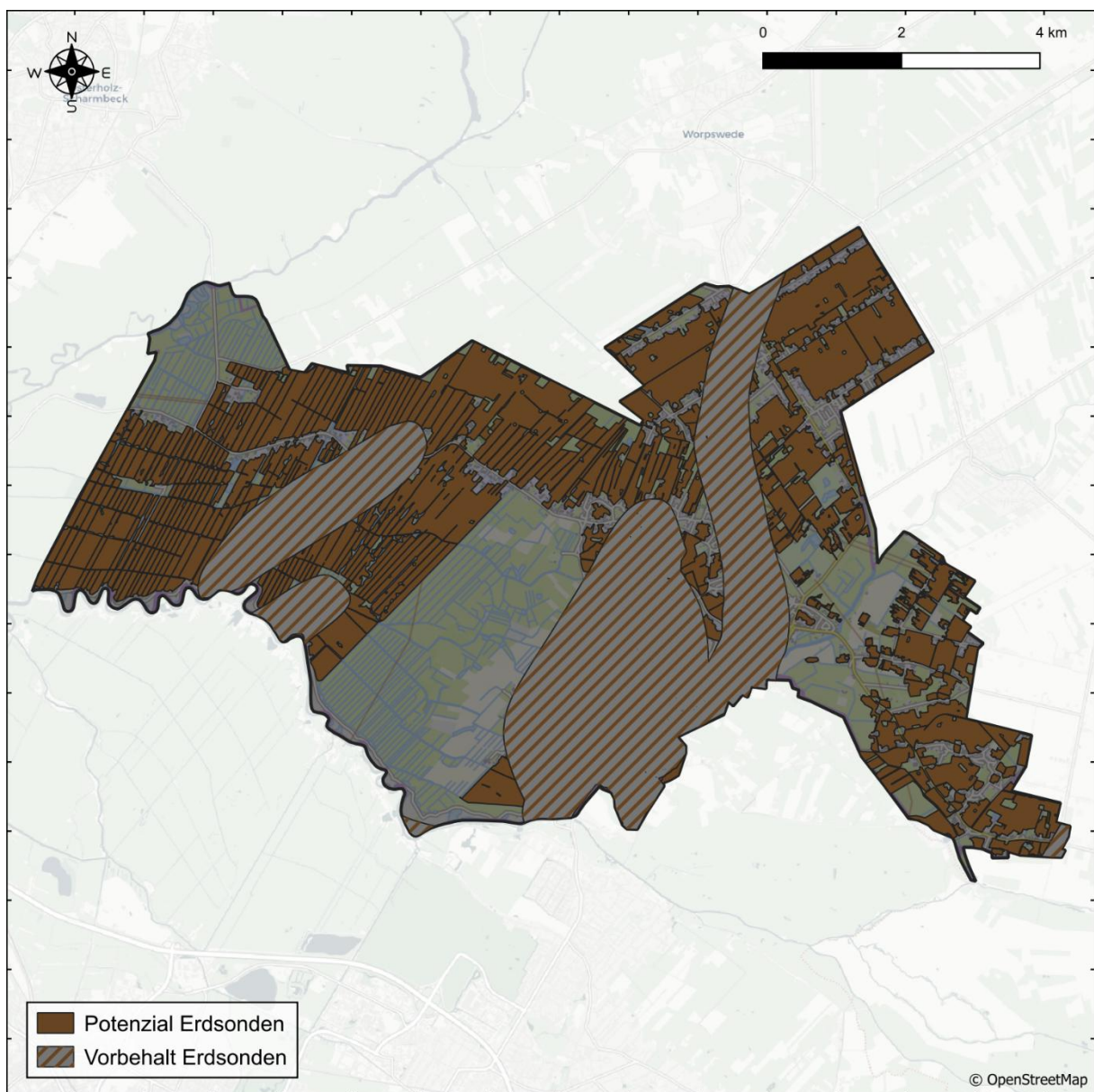


Abbildung 41: Potenzialanalyse Erdwärmesonden

Tiefe Geothermie

Die tiefe Geothermie stellt eine vielversprechende Möglichkeit zur nachhaltigen Energiegewinnung dar, indem sie natürlich vorhandenes Thermalwasser aus tiefen Erdschichten nutzt. Dieses Thermalwasser weist Temperaturen von 40 bis weit über 100 °C auf und kann zur Wärmeversorgung oder sogar zur Stromerzeugung eingesetzt werden. Voraussetzung für die Nutzung tiefer Geothermie ist das Vorhandensein ergiebiger Grundwasserleiter mit guter Wasserdurchlässigkeit, die als geothermische Reservoirs dienen können [26].

Lilienthal liegt im Potenzialgebiet für vermutete hydrothermische Tiefengeothermie. Das Potenzial wird basierend auf der durchschnittlichen thermischen Leistung einer solchen Tiefengeothermie-Anlage quantifiziert, die aktuell ca. 8,5 MW entspricht [39]. Bei angenommenen 5000 Volllaststunden ergibt sich für die ausgewiesenen Potenzialflächen ein sehr hohes theoretisches Potenzial von 2720 GWh/a.

Die tatsächliche Verfügbarkeit tiefer Geothermie unterliegt aufgrund der Komplexität geologischer Gegebenheiten und der aufwändigen, kostenintensiven Erschließung mit Tiefenbohrungen (Bohrtiefen bis zu mehreren Kilometern) einem sehr hohen Fündigkeitsrisiko. Trotz des sehr hohen theoretischen Potenzials ist das Risiko zu hoch, um ein wirtschaftlich darstellbares, erschließbares Potenzial auszuweisen. Das nutzbare Potenzial wird daher im Gesamtergebnis mit 0 GWh/a ausgewiesen.

Oberflächengewässer

Oberflächengewässer wie Flüsse und Seen können auch im Winter eine vergleichsweise hohe und konstante Temperatur aufweisen. Diese Gewässer eignen sich daher potenziell als Wärmequelle für Wärmepumpensysteme, die die Wärme aus dem Wasser entziehen und in das lokale Wärmenetz einspeisen können. Die Nutzung von Oberflächengewässern zur Wärmebereitstellung ist besonders in Regionen von Interesse, in denen natürliche Wasserressourcen ausreichend vorhanden sind. Die Temperatur des Wassers, der Durchfluss sowie die saisonalen Schwankungen spielen dabei eine entscheidende Rolle bei der Bestimmung des Potenzials. Als Fluss könnte einerseits die Wümme Potenziale bieten, die jedoch im Bereich von Lilienthal an einer Flora- und Fauna-Schutzzone sowie eher weit entfernt von dicht besiedelten Arealen liegt. Entlang der Wörpe befinden sich über weite Strecken Überschwemmungsgebiete (vgl. Abbildung 27) und vergleichsweise geringere Massenströme. Beide Flüsse bieten daher keine Grundlage für relevante Potenziale. Ruhende Gewässer, die relevante Wärmemengen bereitstellen könnten, liegen in Lilienthal ebenfalls nicht vor. Das nutzbare Potenzial wird somit zu 0 GWh/a bestimmt.

Industrielle Abwärme

Industrielle Abwärme bezeichnet die überschüssige Wärme, die bei industriellen oder gewerblichen Prozessen entsteht und bislang häufig ungenutzt bleibt.

Eine Abfrage unter den größten Verbrauchern im Gemeindegebiet kam zum Ergebnis, dass zwar vereinzelt Abwärmepotenziale vorliegen, diese jedoch kaum wirtschaftlich erschließbar sind. Insgesamt beantworteten sieben Teilnehmende in Lilienthal die Anfrage. Von denen, die vorhandene Abwärmepotenziale angeben, waren lediglich zwei Unternehmen bereit diese auszukoppeln und abzugeben. Ein Unternehmen stufte den Erschließungsaufwand als „hoch“, das andere als „unbekannt“ ein. Der Wärmebedarf beider Unternehmen liegt unterhalb von < 0,5 GWh, sodass die erschließbaren Abwärmemengen mit Blick auf übliche Größenordnungen der Wärmenachfrage in Wärmenetzen als unterkritisch eingestuft wurden. Es liegt somit im Gemeindegebiet auf Grundlage der verfügbaren Informationen kein Potenzial zur wirtschaftlichen Erschließung von Abwärme in Wärmenetzen vor.

Abwasser

Im Rahmen einer Untersuchung außerhalb der kommunalen Wärmeplanung durch die Osterholzer Stadtwerke, wurde das Potenzial zur Abwasserwärmenutzung in Wärmenetzen bereits untersucht. Im Ergebnis wurde kein relevantes Potenzial identifiziert. Der Hauptgrund hierfür ist, dass keine hinreichenden Volumenströme vorliegen.

Freiflächen-Solarthermie

Solarthermie-Freiflächenanlagen bieten ein erhebliches technisches Potenzial mit einem durchschnittlichen Flächenertrag von rund 388 kWh pro Quadratmeter Apparaturfläche. Dieses Potenzial entfaltet sich

jedoch überwiegend im Sommer und steht nur tagsüber zur Verfügung. Um die Nutzung flexibler zu gestalten, könnte eine Kombination mit Wärmespeichern umgesetzt werden, die die Wärme über mehrere Tage oder sogar Monate hinweg speichern. Dabei können z.B. Großwärmespeicher in Form von Erdbeckenwärmespeichern oder auch große Wassertanks mit einem Volumen von mehreren tausend Kubikmetern in Betracht gezogen werden. Die Wirtschaftlichkeit solcher Lösungen muss jedoch im Einzelfall untersucht werden. Das uneingeschränkte technische Potenzial kann auf 6.787,1 GWh/a quantifiziert werden (Abbildung 42).

Potenziale freiflächen Solarthermie in GWh pro Jahr

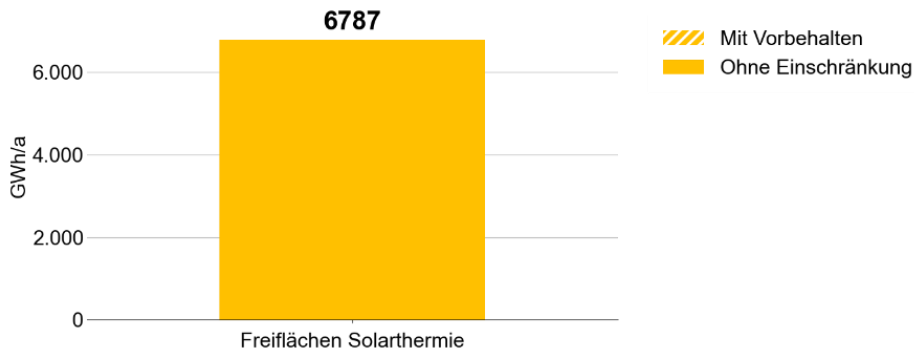


Abbildung 42: Quantifizierung des Potenzials von Freiflächen-Solarthermie

In Verbindung mit Großwärmespeichern, die eine saisonale Wärmenutzung ermöglichen, ergibt sich ein zusätzlicher Flächenbedarf von etwa 30 %. Gleichzeitig entstehen durch Speicherverluste Einbußen von etwa 20 %, was das nutzbare Wärmepotenzial auf ungefähr die Hälfte des ursprünglichen Flächenertrags reduzieren würde.

Trotz dieser Einschränkungen stellen Solarthermie-Freiflächenanlagen in Kombination mit Speichertechnologien eine interessante Möglichkeit dar, die (saisonale) Verfügbarkeit von Wärme aus Solarenergie zu erweitern und die Potenziale für eine nachhaltige Wärmeversorgung auszuschöpfen.

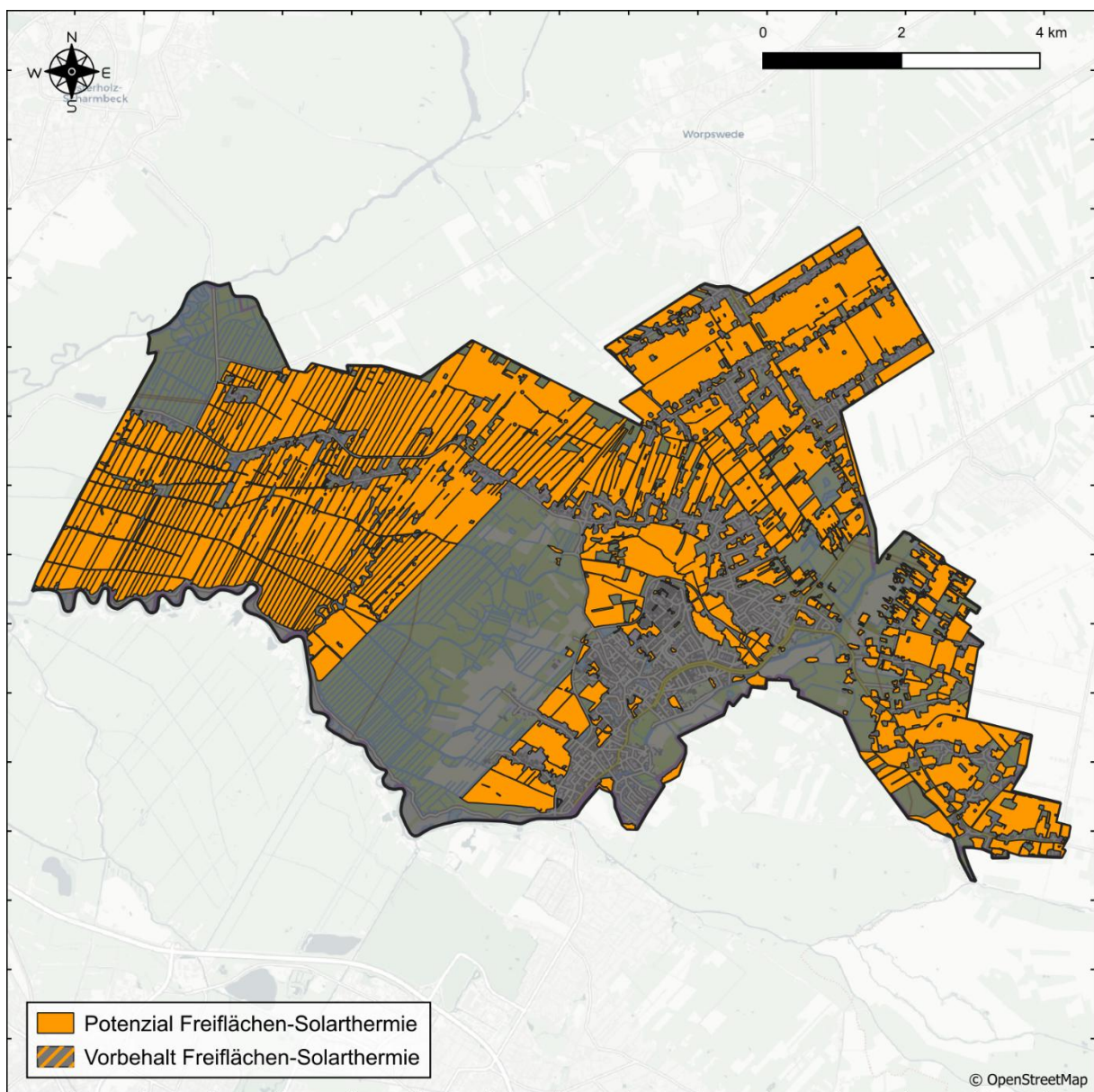


Abbildung 43: Potenzialanalyse Freiflächen-Solarthermie

Freiflächen-Photovoltaik

Photovoltaik-Freiflächenanlagen bieten erhebliches Potenzial zur Steigerung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Lilienthal. Durch die EEG-Förderung werden landwirtschaftlich benachteiligte Gebiete (sowie grundsätzlich Flächen entlang von Schienenwegen und Autobahnen, für Lilienthal allerdings irrelevant) für den Ausbau solcher Anlagen interessant gemacht. Darüber hinaus können sogenannte „besondere Anlagen“, wie Agri-Photovoltaik-Systeme oder Parkplatzüberdachungen, auf weiteren Potenzialflächen realisiert und gefördert werden. Grundsätzlich kommen also alle hier ausgewiesenen Potenzial- und Vorbehaltsflächen für die Errichtung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen in Frage, jedoch wird der erzeugte Strom nur auf Teilen dieser Flächen durch die EEG-Vergütung gefördert. Eine Differenzierung nach baurechtlich zu priorisierenden Flächen (z.B. 200 m um Autobahnen) wurde nicht vorgenommen.

Im deutschlandweiten Vergleich erreichen PV-Freiflächenanlagen bei optimaler Ausrichtung in Lilienthal ein durchschnittliches Erzeugungspotenzial von etwa 984 kWh pro installiertem kW_p. Unter den aktuellen Förderbedingungen und unter Berücksichtigung der geeigneten EEG-Flächen wird das theoretische, uneingeschränkte Potenzial für Lilienthal auf eine jährliche Energieerzeugung von etwa 749 GWh geschätzt (Abbildung 44). Dieses grundsätzlich sehr große Flächenpotenzial ist jedoch vielfach Flächen zugeordnet, das nach Voruntersuchungen seitens der Gemeinde als Ausschlussfläche definiert wurde oder weiteren Prüfungsvorbehalten unterliegt.

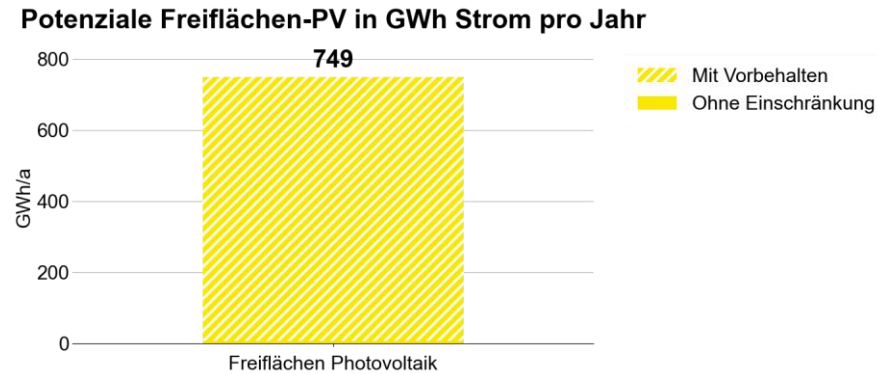


Abbildung 44: Quantifizierung des Potenzials von Freiflächen-Photovoltaik (Schraffierter Bereich sind Vorbehaltsflächen)

Diese Anlagen stellen damit eine wichtige Ergänzung zur dezentralen Energieversorgung dar und tragen zur regionalen Energiewende bei. Die Förderung innovativer Konzepte wie Agri-PV oder die Nutzung bislang ungenutzter Flächen zeigt zudem, dass PV-Freiflächenanlagen nicht nur für die Stromerzeugung, sondern auch für eine nachhaltige Flächennutzung Potenziale bieten.

In Abbildung 45 sind die Potenzialflächen differenziert nach EEG-Flächen und Vorbehaltsflächen dargestellt.

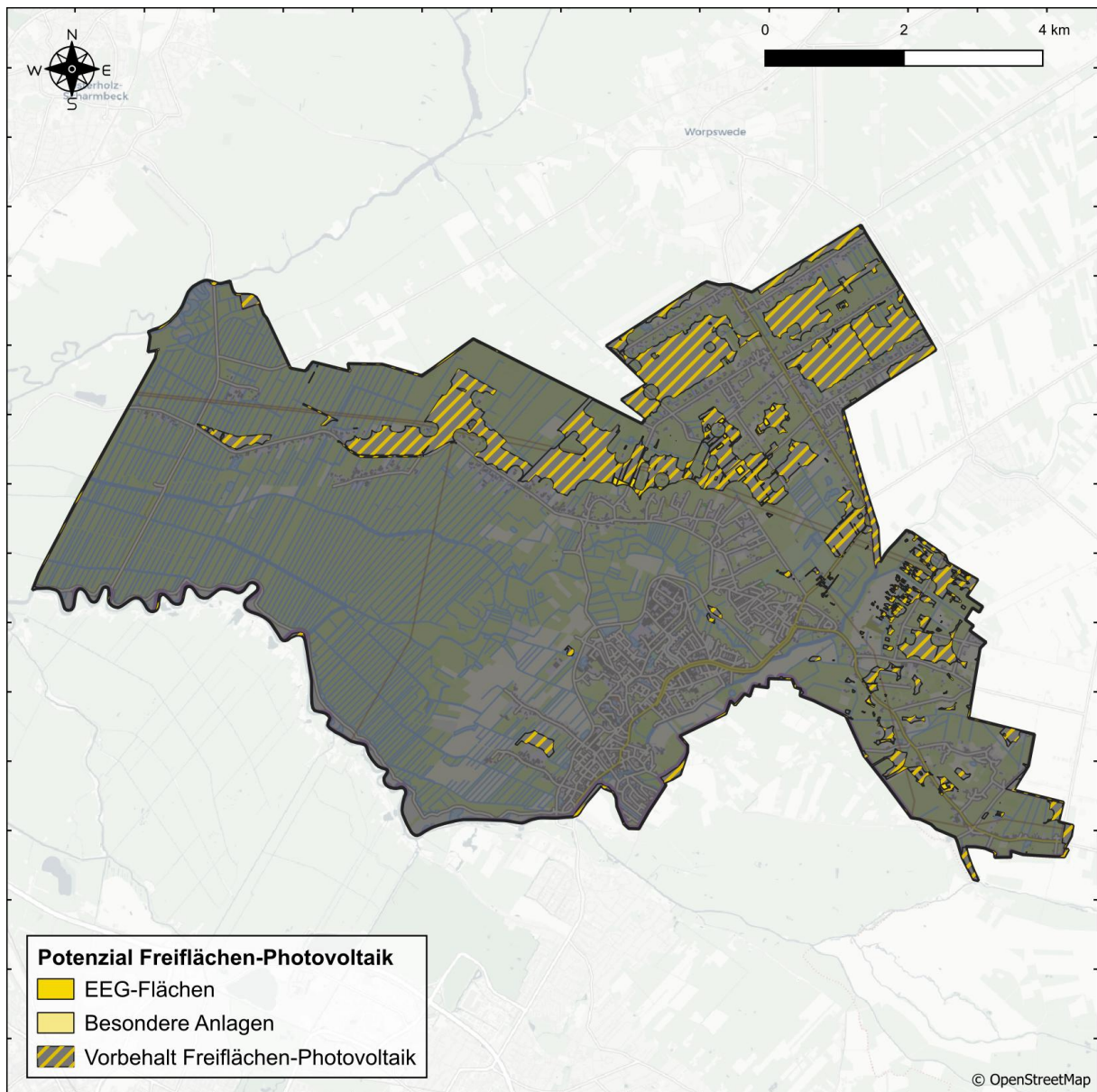


Abbildung 45: Potenzialanalyse Freiflächen-Photovoltaik

Windenergie

Der derzeit konsultierte Entwurf des regionalen Raumordnungsprogramms (RROP) Teilprogramm Wind sieht für Lilienthal ein Gebiet vor, in denen der Bau von Windkraftanlagen Vorrang hat. Hierbei handelt es sich um das Gebiet „Oberende“. Der Entwurf zur Aufstellung des RROP Teilprogramm Windenergie, kann Abbildung 46 entnommen werden.

Insgesamt befinden sich gemäß Marktstammdatenregister ca. 7 Windenergieanlagen mit 4,5 MW im Gemeindegebiet Lilienthal. Diese erzeugen bei angenommenen 2.000 Volllaststunden etwa 31,5 GWh Strom jährlich.

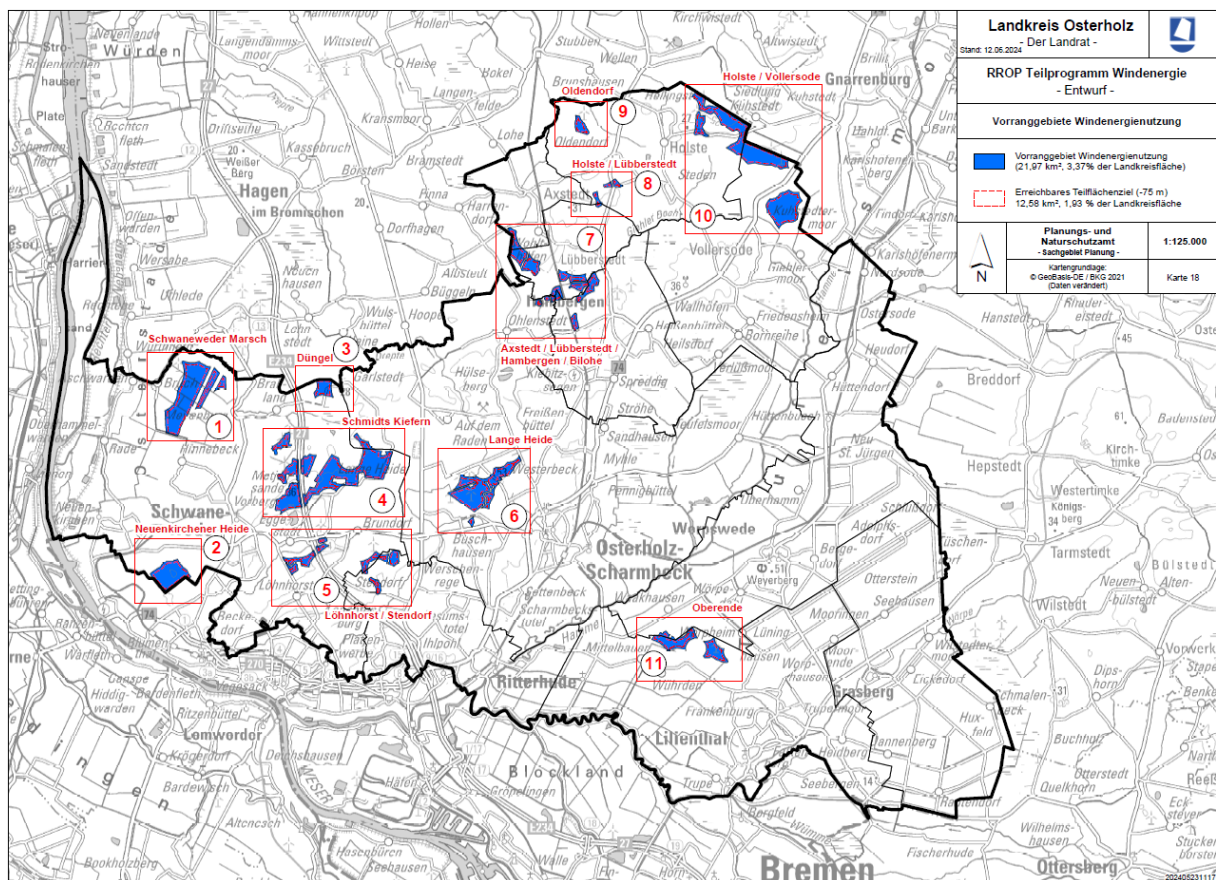


Abbildung 46: Vergleich der aktuellen und geplanten Windenergiebereiche [40]

Eine signifikante Erweiterung der Windenergiebereiche über die Planungen des aktuellen Entwurfs hinaus ist unwahrscheinlich, da bereits geringe Abstände zur Wohnbebauung als Grundlage dienen. Ebenso ist eine deutliche Verdichtung der bestehenden Windkraftanlagen nicht zu erwarten, da sich zusätzliche Anlagen innerhalb der bestehenden Bereiche gegenseitig beeinträchtigen und so die Wirtschaftlichkeit durch Windabschattung verringern würden. Von den insgesamt installierten 4,5 MW sind 4,25 MW bereits in Oberende installiert. Eine Erhöhung des zusätzlichen Potenzials wäre nur bei Ausweisung weiterer Windenergiebereiche, etwa im St. Jürgensland, denkbar. Unter Verzicht auf die Ausweisung etwaiger Potenziale, die außerhalb der Vorranggebiete liegen, wird für Lilienthal daher kein weiteres Ausbaupotenzial ausgewiesen.

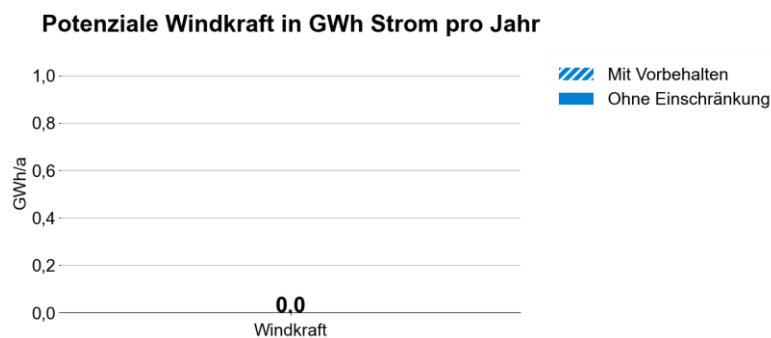


Abbildung 47: Quantifizierung des Potenzials von Windenergie

Wasserstoff

Die Bundesregierung hat mit der Nationalen Wasserstoffstrategie einen zentralen Rahmen für die Entwicklung einer nachhaltigen Wasserstoffwirtschaft geschaffen [41]. Ziel der Strategie ist es, Wasserstoff als Schlüsselement der Energiewende zu etablieren und seinen Einsatz insbesondere in der Industrie, im Verkehr und – sofern wirtschaftlich und technisch sinnvoll – in der Wärmeversorgung zu fördern. Ein wesentliches Hindernis bleibt jedoch die begrenzte Verfügbarkeit von „grünem Wasserstoff“, der durch Elektrolyse aus erneuerbaren Energien erzeugt wird. Die Herstellung von Wasserstoff erfordert aufgrund des niedrigen Wirkungsgrades hohe Energiemengen, die derzeit überwiegend aus fossilen Quellen stammen.

Die Verwendung von Wasserstoff zur dezentralen Gebäudebeheizung wird kritisch gesehen. Gründe hierfür sind die derzeit geringe Verfügbarkeit sowie die hohen Kosten von Wasserstoff. Der Aufbau einer entsprechenden Infrastruktur erfordert erhebliche Investitionen, die angesichts einer langfristig sinkenden Nachfrage nach fossilen Brennstoffen wirtschaftlich schwer zu rechtfertigen sind. Zudem besteht das Risiko von Entschädigungszahlungen an Gasverteilnetzbetreiber, falls ein geplantes Wasserstoffnetz scheitert. Daher wird empfohlen, von einer Ausweisung von Wasserstoffgebieten für Haushalte abzusehen [42].

Des Weiteren existieren in der Gemeinde Lilienthal keine Industrieunternehmen, die eine stoffliche Nutzung von Wasserstoff benötigen oder den wirtschaftlichen Betrieb eines Wasserstoffnetzes rechtfertigen könnten. Somit ist der Einsatz von Wasserstoff für industrielle Anwendungen in der Region derzeit nicht realistisch.

Zuletzt könnten Wasserstoffkraftwerke theoretisch zur Deckung von Spitzenlasten in einem Wärmenetz eingesetzt werden. Aufgrund des geringen Absatzpotenzials erscheint der Einsatz von Wasserstoff für ein Wärmenetz in Lilienthal jedoch unwahrscheinlich. Die geringe Wirtschaftlichkeit und der begrenzte Bedarf sprechen gegen eine solche Lösung.

5.2.4 Zusammenfassung der Potenzialanalyse

In der Gemeinde Lilienthal bietet sich insbesondere die dezentrale Wärmeversorgung durch den Einsatz von Wärmepumpen an. Diese Technologie ermöglicht eine effiziente und flexible Nutzung lokaler Energiequellen und kann an die individuellen Anforderungen einzelner Gebäude angepasst werden.

Weiterhin vielversprechend erscheinen die Technologien der oberflächennahen Geothermie sowie der Freiflächen-Solarthermie. Diese Ansätze sollten eingehend geprüft werden, um ihre technische Machbarkeit, wirtschaftliche Attraktivität und ökologische Vorteile für die Gemeinde Lilienthal zu bewerten. Die Ergebnisse könnten wertvolle Impulse für die zukünftige Wärmeversorgung und die Umsetzung der Klimaschutzziele liefern.

In Abbildung 48 sind die Potenziale in einer Darstellung zusammengefasst und zur Vergleichbarkeit auch mit dem heutigen und zukünftigen Wärmebedarf gegenübergestellt (rote Balken). Einige sehr hohe „zentrale Potenziale“ (z.B. oberflächennahe Geothermie und Freiflächen Solarthermie) sind aus Gründen der Übersichtlichkeit abgeschnitten bzw. als verkürzte Balken dargestellt. Weiterhin ist zu differenzieren zwischen Potenzialen zur Erzeugung thermischer (Einheit Gigawattstunden thermisch: GWh_{th}) und elektrischer Energie (Einheit Gigawattstunden elektrisch: GWh_{el}), wobei letztere im Diagramm durch die graue Hinterlegung mit dem Blitz-Symbol gekennzeichnet sind. Die weiteren Potenziale sind solche zur Erzeugung thermischer Energie (GWh_{th}). Zudem wurden gegenüber der in Kapitel 5.2.2 ausgewiesenen Potenziale für Wärmepumpen nicht nur das der Umwelt oder geothermisch entziehbare Wärmepotenzial ausgewiesen, sondern zudem der Anteil des stromseitigen Beitrags, der in Wärmepumpen zur thermischen Energieerzeugung erbracht wird (schraffiert). Dies verdeutlicht, dass sich der maximale Wärmebedarf vollständig durch Luft-Wasser-Wärmepumpen decken ließe.

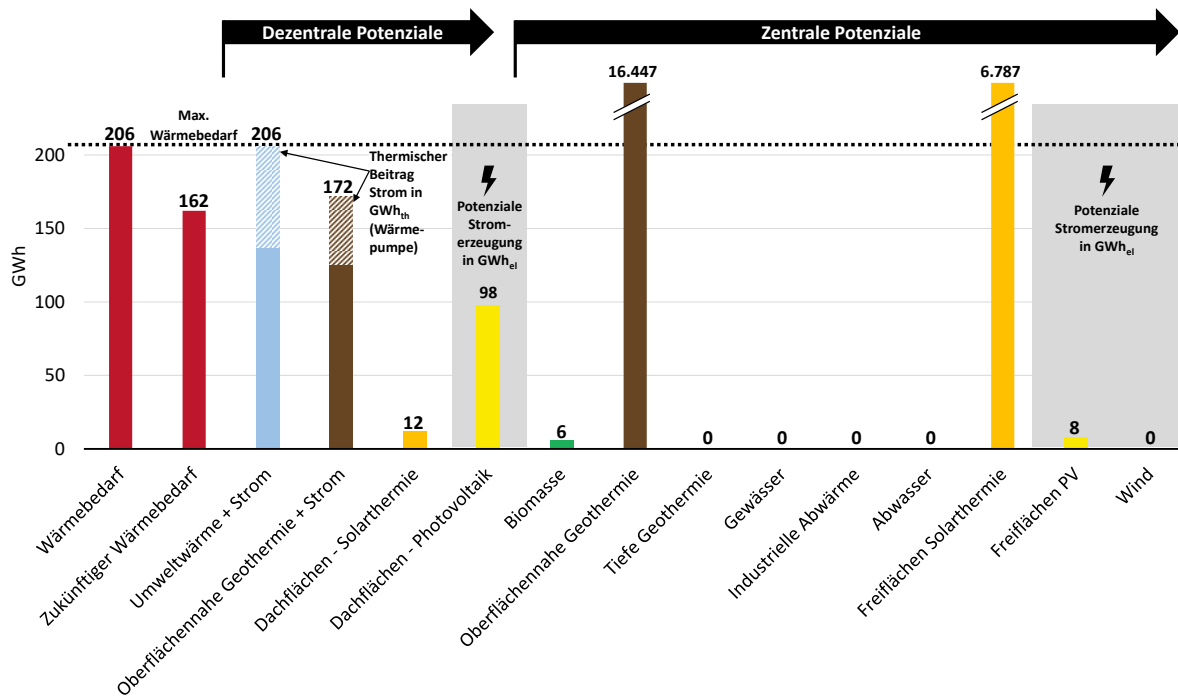


Abbildung 48: Übersicht der Ergebnisse der Potenzialanalyse

6 Ziel- und Referenzszenario

Dieses Kapitel widmet sich der Entwicklung und Darstellung einer langfristigen Vision für die kommunale Wärmeversorgung von Lilienthal. Hierzu wurde ein Zielszenario betrachtet, das das gesetzlich verpflichtend zu untersuchende Ziel erreicht, bis 2040 nach niedersächsischem Gesetz weitgehende Klimaneutralität im Wärmesektor zu erreichen. Um zu adressieren, dass dieses Ziel mit der heute geltenden Gesetzeslage nicht erreichbar ist (da weiterhin das Recht auf Installation und Betrieb anteilig fossil befeuerte Heizsysteme besteht [4]), wird als Vergleich ein Referenzszenario betrachtet, das den rechtlichen Anspruch der Bürgerschaft gemäß Gebäudeenergiegesetz berücksichtigt.

Zunächst wird das methodische Vorgehen beschrieben, mit dem das Ziel- und Referenzszenario erarbeitet wurde, einschließlich der zugrunde liegenden Annahmen und Datengrundlage (Kapitel 6.1). Zwar wird die Zulässigkeit zu installierender Heizsysteme zwischen beiden Szenarien variiert, zwecks Vergleichbarkeit jedoch nicht der simulierte zukünftige Wärmebedarf. Daher erfolgt zunächst die für beide Szenarien gültige Darstellung der Entwicklung des Wärmebedarfs (Kapitel 6.2). Anschließend eine baublockscharfe Darstellung der Wahrscheinlichkeit der verschiedenen Wärmeversorgungsarten (dezentrale Versorgung, Wärmenetze, Wasserstoff) für die verschiedenen Baublöcke, die anhand von technischer und wirtschaftlicher Eignungskriterien ermittelt wurde. Die simulierte Energie- und Treibhausgasbilanz im Versorgungsgebiet, die Grundlage der strategischen Ausrichtung der Wärmeversorgung ist, wird nachfolgend dargestellt. Die Ergebnisse liefern dabei wertvolle Erkenntnisse zu zentralen Maßnahmen, technologischen Optionen und potenziellen Einsparpotenzialen, welche anschließend im Rahmen der Umsetzungsstrategie aufgegriffen werden. Das Kapitel schließt ab mit einer zusammenfassenden Ausweisung der Eignungsgebiete, die eine Orientierung geben sollen und auch die vorläufige Planungsgrundlage für weitere Schritte im Nachgang zur Wärmeplanung darstellen.

6.1 Methodisches Vorgehen in der Szenario-Modellierung

Das Zielszenario beschreibt die angestrebte Entwicklung der Wärmeversorgung des beplanten Gebiets unter Berücksichtigung der Ziele des Wärmeplanungsgesetzes. Die Erstellung erfolgt auf Basis der Ergebnisse der Eignungsprüfung, der Bestandsanalyse und der Potenzialanalyse. Dabei werden mögliche Wärmeversorgungsarten für die einzelnen Teilgebiete des beplanten Gebiets für das Zieljahr untersucht, die sich durch wirtschaftliche Effizienz, Versorgungssicherheit und geringe Treibhausgasemissionen auszeichnen.

Im Folgenden werden zunächst die zugrundeliegenden Daten beschrieben und anschließend die Verfahren zum Ableiten der relevanten Informationen aus diesen Daten beschrieben. Die Methoden wurden vom Fraunhofer FIT in Zusammenarbeit mit dem IAEW der RWTH Aachen erarbeitet und bereits für verschiedene andere Gemeinden im Kontext der kommunalen Wärmeplanung angewandt und weiterentwickelt.

6.1.1 Datengrundlage und Szenariorahmen

Die wesentliche Datengrundlage für die Ermittlung des Zielbildes ergibt sich aus der zuvor dargelegten Bestands- und Potenzialanalyse. Darüber hinaus sind vielfältige Annahmen zu (rechtlichen) Rahmenbedingungen und Entwicklungen von Technologieparametern und Energiepreisen zu berücksichtigen.

Eine zentrale Quelle für die Parameterannahmen stellt der Leitfaden des „Kompetenzzentrums Kommunale Wärmewende“ (KWW) [7] dar. Dieser Leitfaden bietet eine umfassende Grundlage für die Ableitung von Emissionsfaktoren, Wirkungsgraden sowie Investitions- und Betriebskosten. Diese Parameter sind essenziell, um eine fundierte und einheitliche Basis für die Planung und Bewertung der Szenarien zu gewährleisten.

Abbildung 49 vermittelt einen Überblick zu wesentlichen Gemeinsamkeiten und Unterschieden zwischen den beiden betrachteten Szenarien. Beide Szenarien vereint die Verwendung technologiebezogener Annahmen und Investitionskosten gemäß des Technikcatalogs des KWW und einer Sanierungsquote von 1,5 %. Resultierend aus den Ergebnissen der Potenzialanalyse (vgl. Abschnitt 5.1.4) wird weiterhin in beiden Szenarien unterstellt, dass im Plangebiet kein Wasserstoff in für die Wärmeversorgung relevanten Mengen verfügbar sein wird. Die Szenarien unterscheiden sich dabei in der im Modell zugelassenen Technologieauswahl für die Investitionsentscheidung der einzelnen Liegenschaften bei Ersatz des bisherigen Heizsystems. Im Zielszenario ist zum Zweck des Aufzeigens einer theoretischen Erreichung der gesetzlichen Ziele keine Installation neuer fossiler Heizsysteme vorgesehen. Dies umfasst auch Hybridheizungssysteme, die zwar geringere, aber dennoch weiterhin Emissionen zulassen würden. Abgrenzend dazu berücksichtigt das Modell im Referenzszenario die gemäß Gebäudeenergiegesetz (§ 71) zulässigen Technologieoptionen [4]. Ein weiterer Unterschied sind die unterstellten Strom- und Brennstoffkosten, die im Zielszenario aufgrund unterstellter stärkerer Transformationsbemühungen etwas höher sind als im Referenzszenario (insbesondere aufgrund einer stärkeren Emissionsbepreisung). Die Prognosen zu den Endkundschaftspreisen für Energie wurden als Fachleuteinschätzungen auf Basis kommerzieller Marktprognosen abgeleitet.

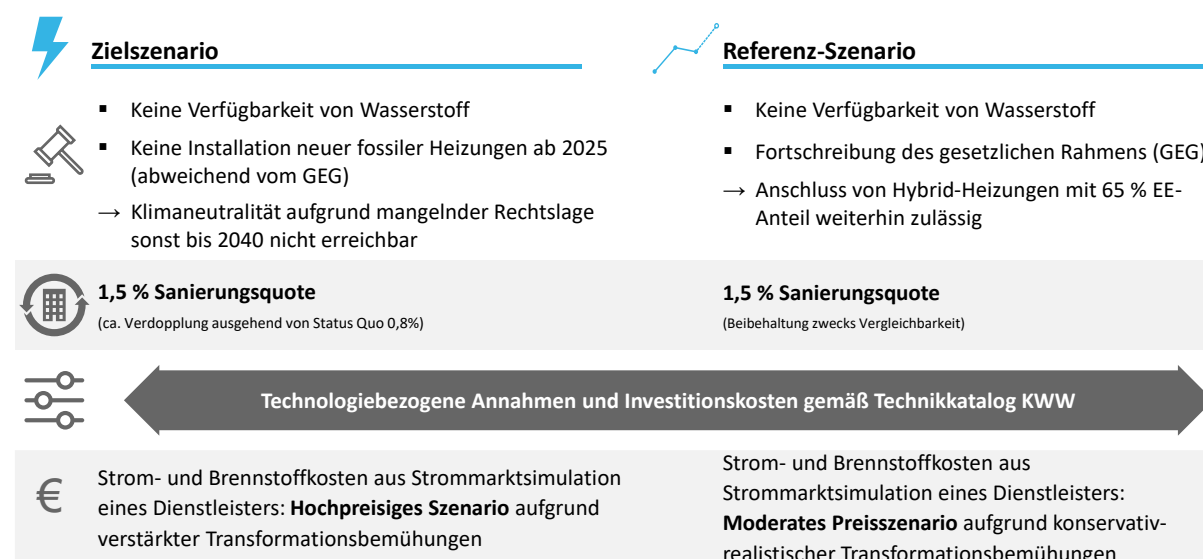


Abbildung 49: Überblick Ziel- und Referenzszenario

6.1.2 Vorgehen zur Ermittlung potenzieller Wärmenetzgebiete

Wärmenetze sind ein Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung, da sie eine effiziente und nachhaltige Versorgung mit Wärme ermöglichen können, insbesondere in Gebieten mit hoher Wärmedichte. Wärmenetze transportieren Wärme (i.d.R. in Form von warmem Wasser), die zentral erzeugt wird – etwa in Blockheizkraftwerken, Geothermieanlagen oder durch Abwärmenutzung – über ein verzweigtes Leitungsnetz zu den angeschlossenen Gebäuden. Dabei können sowohl Wohngebäude als auch Gewerbebetriebe und öffentliche Einrichtungen eingebunden werden. Die Wirtschaftlichkeit und technische Machbarkeit von Wärmenetzen hängen jedoch maßgeblich von der örtlichen Wärmedichte ab, da die Investitions- und Betriebskosten durch die angeschlossenen Verbraucher refinanziert werden müssen [43].

Die Wärmelinien-dichte beschreibt den Wärmebedarf, der pro Längeneinheit Straße oder Wärmenetz in den angrenzenden Gebäuden anfällt. Sie ist ein entscheidender Indikator für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzbetriebs. Je höher die Wärmelinien-dichte ist, desto wahrscheinlicher ist es, dass der Betrieb des

Netzes wirtschaftlich rentabel gestaltet werden kann. Dies liegt daran, dass bei einer hohen Wärmelinien-dichte die Kosten für den Netzbau und -betrieb auf mehr Wärmeverbrauchenden verteilt werden können und die Verluste im Verhältnis zum transportierten Wärmebedarf geringer sind [43]. In der kommunalen Wärmeplanung werden Wärmelinien-dichten häufig grafisch dargestellt, wobei Gebiete mit hoher Dichte – und somit hohem Potenzial für ein wirtschaftliches Wärmenetz – dunkelrot markiert sind (vgl. Ergebnisse der Bestandsanalyse, Abschnitt 4.2.4). Diese Analysen basieren i.d.R., wie auch hier, auf dem aktuellen Stand des Wärmebedarfs, also dem Status-Quo. Es ist jedoch zu beachten, dass aufgrund von Maßnahmen zur Energieeinsparung, wie beispielsweise energetische Gebäudesanierungen, in Zukunft eine deutliche Ab-nahme der Wärmelinien-dichten zu erwarten ist. Dies hat direkte Auswirkungen auf die langfristige Wirt-schaftlichkeit eines Wärmenetzes, weshalb eine vorausschauende Planung erforderlich ist. Die Wärmelinien-dichten zeigen das technische Potenzial für den Aufbau von Wärmenetzen auf. Allerdings muss in jedem Fall eine gesonderte Prüfung aller wirtschaftlichen Faktoren im Rahmen einer Machbarkeitsstudie erfolgen.

Um auf Basis der Wärmelinien-dichten potenzielle Gebiete für Wärmenetze zu identifizieren, wird ein am Fraunhofer FIT entwickelter Algorithmus angewendet, der zusammenhängende Netzgebiete unter Berücksichtigung von Nebenbedingungen identifiziert. Die Nebenbedingungen stellen sicher, dass die Wärmelinien-dichte im resultierenden Netz oberhalb einer vorgegebenen Mindestwärmelinien-dichte liegt. Zudem können Vorgaben für die Mindestgröße eines Wärmenetzes in Form des jährlichen Wärmebedarfs und der Netzlänge gemacht werden. So kann die Robustheit der Ergebnisse sichergestellt werden, zumal die detail-lierte Planung von einzelnen kleinen Wärmenetzen (auch Nahwärmenetze) nicht im Betrachtungsbereich der kommunalen Wärmeplanung liegt.

Für große Wärmenetze wird in einem nachgelagerten Schritt der Ausbaupfad des Wärmenetzes analysiert, da die Ausbaugeschwindigkeit durch Faktoren wie die Verfügbarkeit von personellen Ressourcen oder die Zumutbarkeit für die Verkehrsführung beschränkt ist. Auch dafür wird ein Optimierungsverfahren ange-wendet, welches sicherstellt, dass ausgehend von einer Wärmequelle oder des Bestandnetzes zunächst die Gebiete mit den höchsten Wärmelinien-dichten innerhalb des schon identifizierten Netzgebietes erschlos-sen werden. Das beschriebene Verfahren mit unterschiedlichen Ausbaupunkten je nach Netzabschnitt ist in nachfolgender Abbildung skizziert.

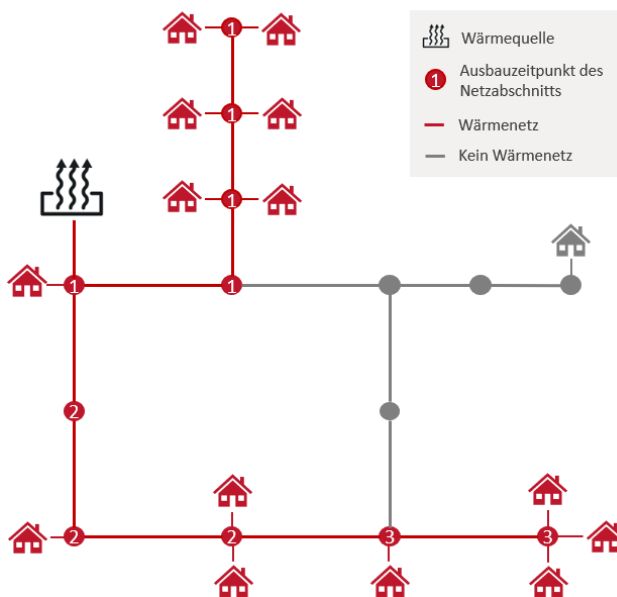


Abbildung 50: Schematische Darstellung des Vorgehens zur Ermittlung von Wärmenetausbaupfaden

6.1.3 Vorgehen zur Ermittlung zukünftiger Wärmeversorgungsarten

Die zukünftigen Wärmeversorgungsarten werden auf Grundlage einer detaillierten Analyse des individuellen Endkundenschaftsverhaltens auf Basis wirtschaftlicher, technischer und regulatorischer Rahmenbedingungen ermittelt. Das Entscheidungsverhalten der Endkundenschaft wird dabei für jedes einzelne Gebäude simuliert, wobei die Wärmegestehungskosten als zentrale Entscheidungsgröße dienen.

Derzeit dominieren **Gas- und Ölheizungen** die Heiztechnologien in Lilienthal (siehe Abschnitt 4.2.5). Trotz ihrer weiten Verbreitung verursachen diese Systeme hohe Treibhausgasemissionen, die den Klimazielen entgegenstehen. Darüber hinaus sind steigende Brennstoffkosten zu erwarten, die z.B. durch die Einführung eines CO₂-Preises weiter verstärkt werden.

Das Gebäudeenergiegesetz (§ 71) schreibt für Neubauten ab 2024 und Bestandsgebäude ab Mitte 2028 (Mitte 2026 für Gemeinden mit mehr als 100.000 gemeldete Personen) vor, dass (bis auf wenige Ausnahmen) mindestens 65 % der Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energien stammen müssen. Diese Vorgabe erfordert eine verstärkte Umstellung auf alternative Systeme wie Wärmepumpen, Fernwärme oder Biomasseheizungen.

Wärmepumpen zeichnen sich durch eine hohe Energieeffizienz aus, insbesondere in Gebäuden mit guter Dämmung und niedrigen Vorlauftemperaturen. Zudem profitieren sie von niedrigeren Strombezugskosten im Vergleich zu Haushaltsstrom, da für sie gemäß § 14a des Energiewirtschaftsgesetzes reduzierte Netzentgelte anfallen. Dieser Paragraph ermöglicht es Netzbetreibern, bei drohender Netzüberlastung die Leistung steuerbarer Verbrauchseinrichtungen wie Wärmepumpen temporär zu reduzieren. Im Gegenzug erhalten Betreiber:innen solcher Geräte eine Reduzierung der Netzentgelte. Je nach Messkonfiguration kann diese Reduzierung pauschal vergütet werden oder es kann eine prozentuale Senkung des Netzentgelts um 40 % pro verbrauchter Kilowattstunde vorgenommen werden [44]. Derartige Eingriffe sind limitiert auf maximal zwei Stunden täglich, die eine maximale Reduktion der Bezugsleistung auf 4,2 kW (elektrisch) und können bspw. über thermische oder elektrische Speicher abgefedert werden. Individuelle Lösungen, wie PV-Dachanlagen oder Energiegemeinschaften, können die Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpen weiter verbessern, müssen jedoch im Einzelfall geprüft werden.

Fernwärme ist eine netzgebundene Lösung, die insbesondere in Gebieten mit hohen Wärmedichten wirtschaftlich interessant ist. Sie benötigt nur eine Wärmeübergabestation, was den Platzbedarf minimiert und den Wartungsaufwand reduziert. In Ballungsräumen kann Fernwärme eine kostengünstige und effiziente Alternative darstellen, sofern die entsprechende Infrastruktur verfügbar ist. Fernwärme bietet zwar Vorteile wie eine zentrale und effiziente Wärmeversorgung, bringt jedoch auch Nachteile mit sich. Im Rahmen der Simulation ist den Eigentümer:innen von Liegenschaften der Anschluss an ein Wärmenetz nur in denjenigen zuvor ermittelten Wärmenetzgebieten zulässig, die

1. eine potenzielle Mindestanschlussanzahl von 10 Anschlussnehmer:innen überschreiten und
2. eine sehr hohe Wärmelinien-dichte aufweisen, sodass auch ein Wirtschaftsunternehmen investieren würde.

Die Nutzung von **Biomasseheizungen** bietet den Vorteil eines potenziell regional verfügbaren Brennstoffs, der Unabhängigkeit von Energieimporten gewährleistet. Allerdings bestehen Unsicherheiten bezüglich der langfristigen Verfügbarkeit und Preisentwicklung von Biomassebrennstoffen. Zudem könnten strengere Regulierungen aufgrund der Emissionen von Feinstaub und anderen Partikeln zukünftige Nutzungseinschränkungen mit sich bringen.

Im Rahmen der Simulation zur Auswahl der geeigneten Technologie für die einzelnen Gebäude wird die Minimierung der Investitions- und Betriebskosten angestrebt. Hierbei finden auch staatliche Subventionen wie das Bundesförderprogramm für effiziente Gebäude (BEG) und das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) Berücksichtigung. So wird bspw. die Basisförderung in Höhe von 30 % der förderfähigen Ausgaben für klimafreundliche Heiztechnologien sowie ein ggf. anfallender Geschwindigkeitsbonus in Höhe von bis zu 20 % berücksichtigt. Die Analyse erfolgt für jedes Betrachtungsjahr und berücksichtigt die jeweils geltenden regulatorisch-technischen Rahmenbedingungen. Die finale Auswahl einer Heizungstechnologie basiert auf einer Wahrscheinlichkeitsverteilung, die die Wärmegestehungskosten als wichtigste Einflussgröße heranzieht. Zusätzlich gehen Einflussfaktoren wie die Übergangswahrscheinlichkeit zwischen bestimmten Technologien in den Auswahlprozess ein, um bestehende Rahmenbedingungen einzelner Gebäude, wie z.B. den verfügbaren Platz für ein Pelletlagerplatz am Ort eines alten Öltanks, besser berücksichtigen zu können. Zudem wurden bei der Bewertung der zukünftigen Wärmeversorgungsarten zusätzliche Restriktionen, wie die Eignung von Wärmepumpen (vgl. Potenzialanalyse), die Verfügbarkeit von Netzanschlüssen (insbesondere Wärmenetz) und die maximalen Kapazitäten des Handwerks für den Austausch bzw. Einbau von Heizungen, berücksichtigt.

6.2 Zukünftiger Wärmebedarf

Entsprechend dem mittleren Szenario aus der Potenzialanalyse wird davon ausgegangen, dass sich der Wärmebedarf von derzeit 206 GWh/a auf 162 GWh/a im Jahr 2040 reduzieren wird. Diese Entwicklung basiert insbesondere auf der Annahme einer ambitionierten, aber immer noch realistischen Sanierungsquote von 1,5 %/a (vgl. Potenzialanalyse Abschnitt 5.2.1).

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial (WPG § 18 Absatz 5) identifiziert (vgl. (1) in Abbildung 51), die insbesondere im Zentrum von Lilienthal zu finden sind. Diese Gebiete bieten aufgrund ihrer spezifischen Gegebenheiten ein hohes Potenzial für Einsparungen. Für eine gezielte Hebung dieses Potenzials können entsprechende Maßnahmen in den Katalog der geplanten Umsetzungsmaßnahmen (WPG § 20) aufgenommen werden.

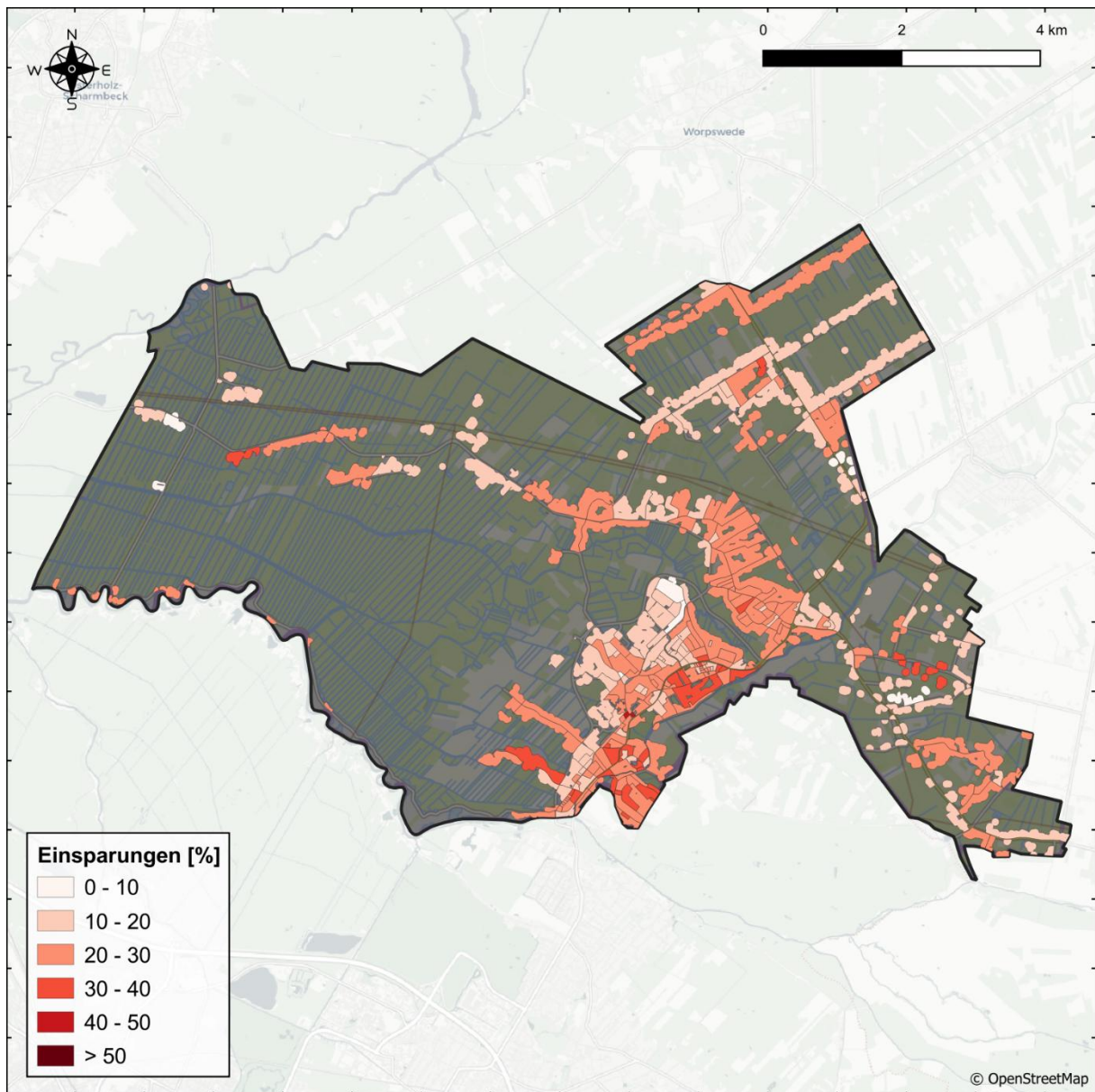


Abbildung 51: Einsparungen beim Wärmebedarf je Baublock bis 2040

6.3 Wahrscheinlichkeit von Wärmeversorgungsarten

Im Rahmen der Wahrscheinlichkeitseinstufung von Wärmeversorgungsarten nach § 19 des Wärmeplanungsgesetzes wird für jedes betrachtete Teilgebiet eine Bewertung der möglichen Wärmeversorgungsarten im Zieljahr 2040 vorgenommen. Diese erfolgt auf Basis der wirtschaftlichen und technischen Machbarkeit sowie unter Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten und der langfristigen Klimaziele.

Die im Rahmen dieser Wärmeplanung geplanten einzelnen Teilgebiete entsprechen den Baublöcken. Bei den möglichen Wärmeversorgungsarten wird unterschieden zwischen dezentral, Wärmenetz, Wasserstoff. Die möglichen Wahrscheinlichkeiten sind „sehr wahrscheinlich geeignet“, „wahrscheinlich geeignet“, „wahrscheinlich ungeeignet“ und „sehr wahrscheinlich ungeeignet“. Die Einstufung in eine dieser Kategorien basiert sowohl auf dem Anteil der Einzelgebäude die für die jeweilige Wärmeversorgungsart geeignet sind, als auch der verfügbaren Netzinfrastruktur.

6.3.1 Dezentrale Wärmeversorgung

Die dezentrale Wärmeversorgung wird in der zukünftigen Wärmeversorgung von Lillienthal die entscheidende Rolle einnehmen, wobei insbesondere Wärmepumpen als Schlüsseltechnologie gelten. Luft-Wasser-Wärmepumpen bieten aufgrund ihrer universellen Einsetzbarkeit und Effizienz eine besonders flexible Lösung und können nach derzeitigem Stand in nahezu allen Gebäuden installiert werden. Dabei wurden wesentliche Rahmenbedingungen (z.B. Lärmschutzmaßnahmen und Einhaltung von Abstandsregelungen) in der Bewertung bereits berücksichtigt, um eine möglichst reibungslose Integration in bestehende und neue Bauvorhaben zu gewährleisten.

Für bestimmte Großverbraucher, wie beispielsweise größere Gewerbebetriebe oder Einrichtungen mit hohem Wärmebedarf, stellt die Versorgung mit Biomasse eine vielversprechende Alternative dar. Diese Technologie bietet eine stabile und nachhaltige Wärmequelle, insbesondere in Fällen, in denen der Einsatz von Wärmepumpen nicht optimal ist. Dies kann bspw. der Fall sein, wenn hohe Vorlauftemperaturen benötigt werden, da Wärmepumpen in solchen Fällen mit geringerer Effizienz arbeiten. Zudem ermöglicht eine Biomasseheizung eine größere Unabhängigkeit vom Stromnetz.

Auch im Bereich des Bestandwärmenetzes bietet der Einsatz von Wärmepumpen Potenzial. Obwohl hier die Möglichkeit besteht, an das bestehende Wärmenetz angeschlossen zu werden, wird die dezentrale Versorgung dennoch als „wahrscheinlich geeignet“ eingestuft. Die Bewertung berücksichtigt sowohl die technischen als auch die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, um eine möglichst flexible und effiziente Wärmeversorgung für alle Gebiete sicherzustellen.

Insgesamt wird die dezentrale Versorgung durch Wärmepumpen und Biomasse als zentraler Bestandteil der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung betrachtet.

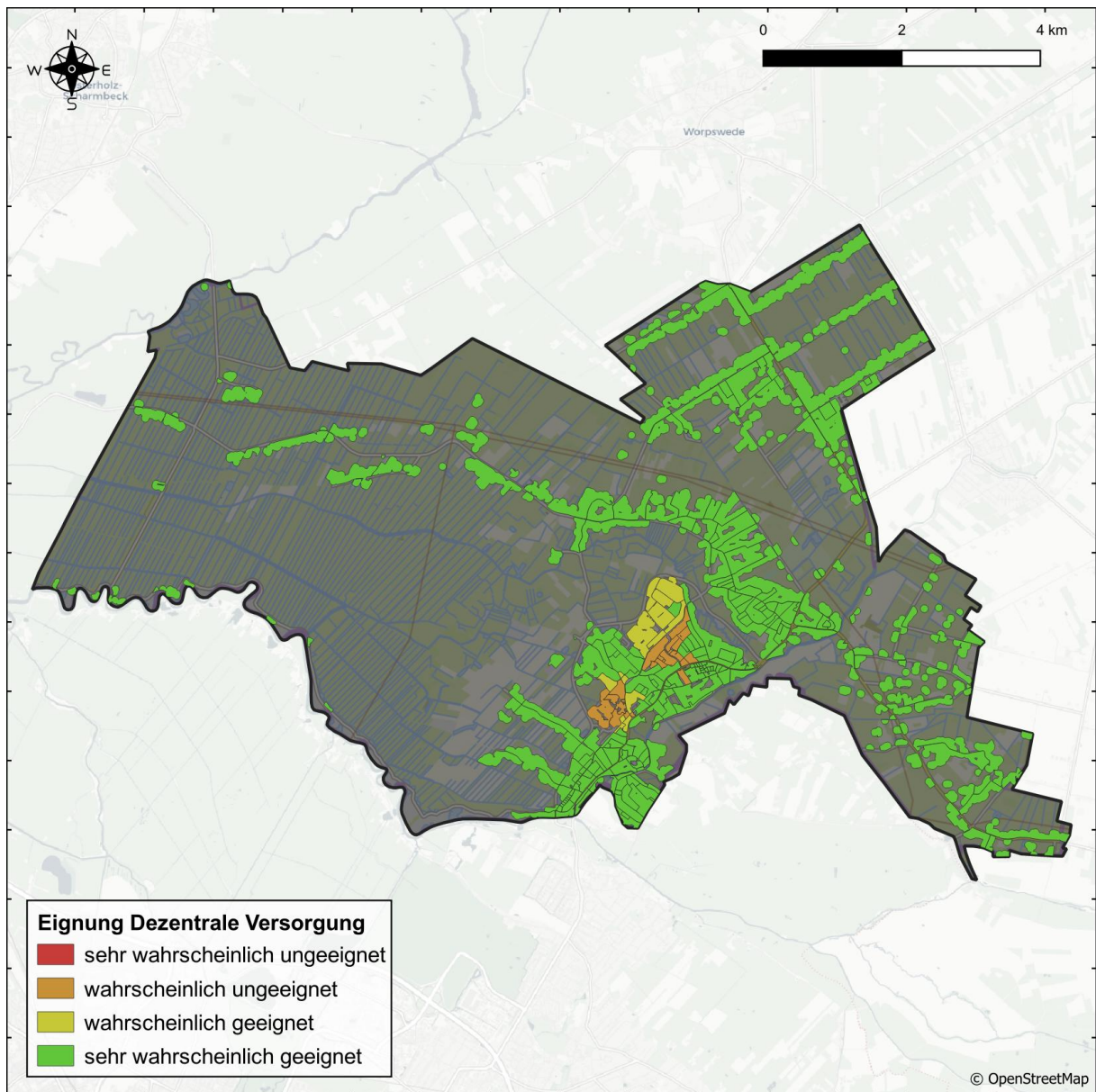


Abbildung 52: Eignung dezentraler Versorgung in 2040 (Pflichtdarstellung nach WPG §19)

6.3.2 Wärmenetze

Das Potenzial für den Aufbau und Ausbau von Wärmenetzen wird insgesamt als gering eingeschätzt. Während Wärmenetze in spezifischen Bereichen eine sinnvolle Option darstellen können, ist ihre Wirtschaftlichkeit stark von der Wärmedichte abhängig. Im Zentrum von Lilienthal besteht jedoch ein gewisses Potenzial für den Ausbau der bestehenden Wärmenetze.

Die Bewertung der Eignung erfolgt dabei wie folgt:

- „Sehr wahrscheinlich geeignet“: Gebiete, in denen ein Bestandsnetz vorliegt, oder in denen die Wärmeliniendichte 5.000 kWh/m*a überschreitet
- „Wahrscheinlich geeignet“: Gebiete in denen die Wärmeliniendichte 4.000 kWh/m*a überschreitet (Die durchschnittliche Wärmeliniendichte deutscher Wärmenetze beträgt ca. 4.000 kWh/(m*a) [21])
- „Wahrscheinlich ungeeignet“: Gebiete mit Wärmeliniendichte > 3000 kWh/m*a, wo unter Antizipation künftig rückläufiger Wärmeabsätze eine rentable Investition in ein Wärmenetz durch Wirtschaftsunternehmen hohen Unsicherheiten unterliegt.

Nahwärmelösungen zur Versorgung kleiner Gebäudegruppen von weniger als 16 Gebäuden oder 100 Wohneinheiten wurden in dieser Analyse nicht detailliert betrachtet. Solche Einzellösungen können jedoch

insbesondere für spezifische Konstellationen, wie Reihenhäuser oder kleinere Gewerbegebiete, eine attraktive Option darstellen und sollten in weiteren Planungen individuell geprüft werden.

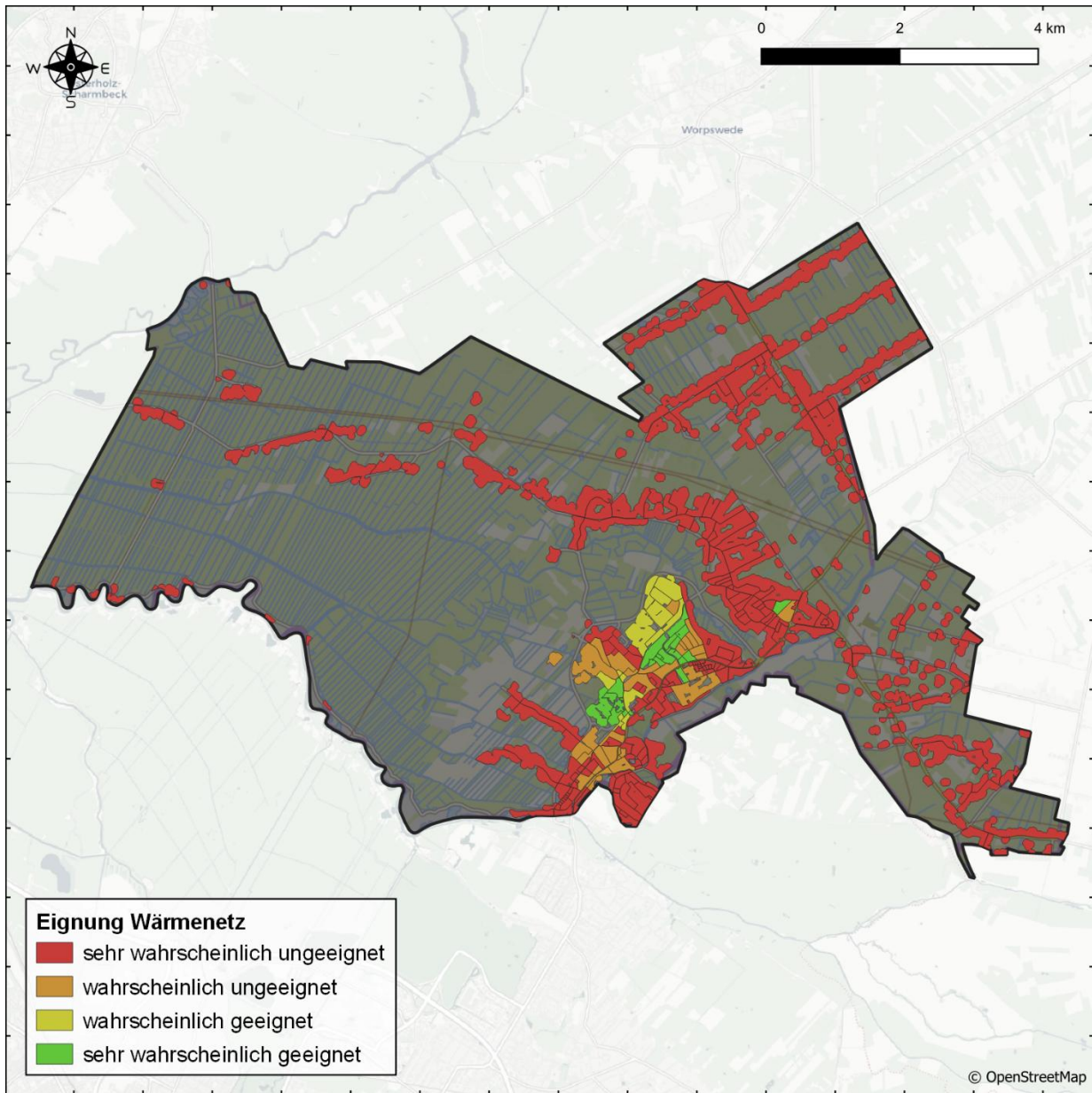


Abbildung 53: Eignung von Wärmenetzen in 2040 (Pflichtdarstellung nach WPG §19)

6.3.3 Wasserstoff

Wie in der Potenzialanalyse dargestellt, wurde für Lilienthal kein wirtschaftlich tragfähiger Anwendungsfall für den Einsatz von Wasserstoff zur Wärmeversorgung identifiziert. Die hohen Infrastrukturkosten, die begrenzte Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff und die Konkurrenz zu anderen Anwendungen mit höherer Priorität machen den Einsatz von Wasserstoff zur Wärmebereitstellung in Lilienthal unattraktiv.

Aufgrund dieser Rahmenbedingungen wird die Versorgung mit Wasserstoff für die zukünftige Wärmebereitstellung in Lilienthal als sehr unwahrscheinlich eingestuft. Die Planung konzentriert sich daher auf andere Technologien, die eine wirtschaftlichere, umweltfreundlichere und besser verfügbare Lösung bieten.

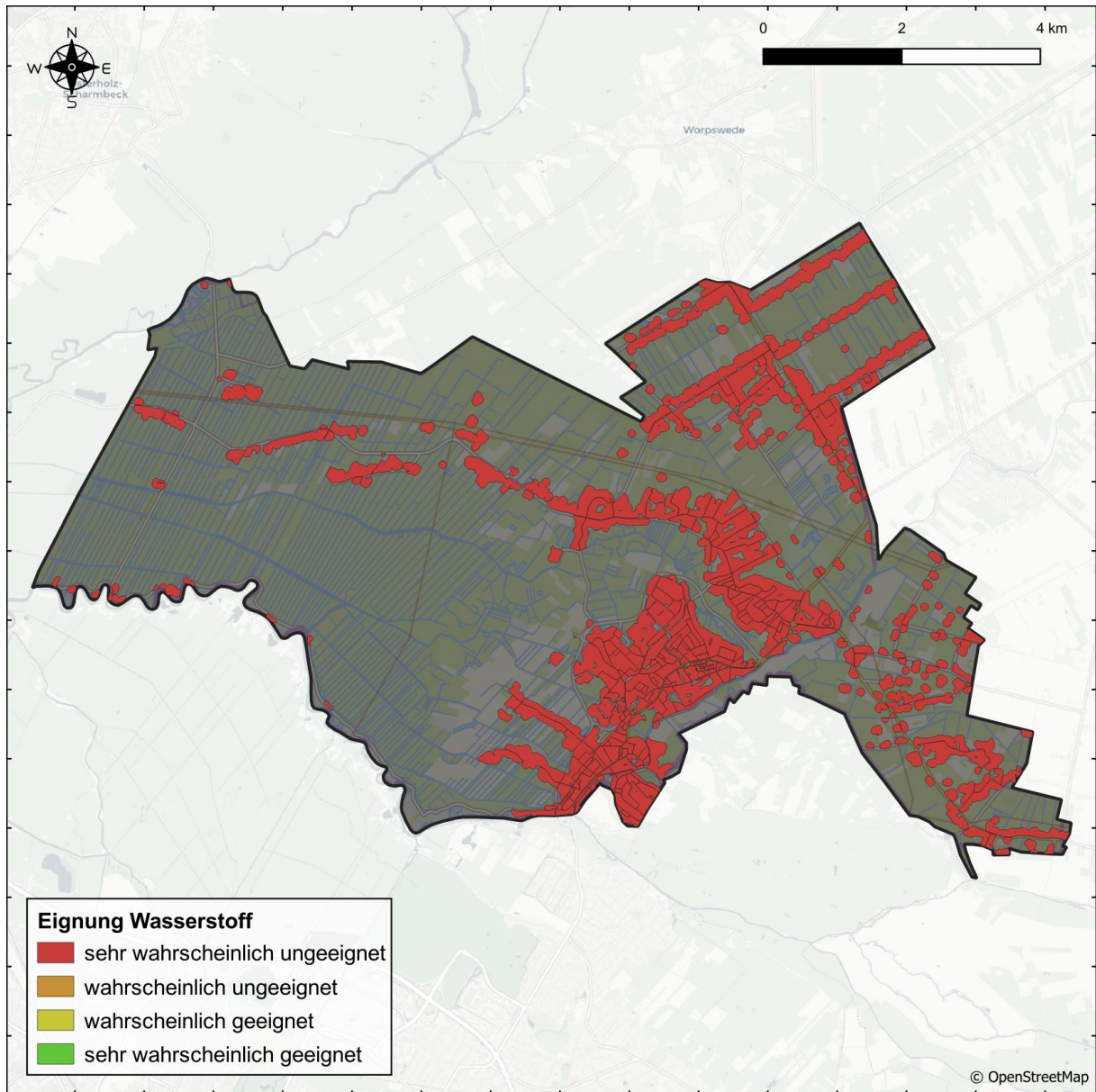


Abbildung 54: Eignung von Wasserstoff in 2040 (Pflichtdarstellung nach WPG §19)

6.4 Prognostizierte Entwicklung Energie und Treibhausgasbilanz

Das Zielszenario ist die Vision der zukünftigen Wärmeversorgung der Gemeinde Lilienthal. Die Ergebnisse werden in den folgenden Unterkapiteln dargelegt.

6.4.1 Zielszenario

In Abbildung 55 ist die aggregierte Entwicklung der absoluten Anzahl installierter Heizungsanlagen in Lillienthal dargestellt, welche auf der Simulation der Einzelgebäude beruht. Es ist zu erkennen, dass ein umfangreicher Umstieg der aktuell primär fossilen Heiztechnologien auf insbesondere Wärmepumpen bevorsteht. Im Zieljahr 2040 werden demnach rund 87 % aller Gebäude über Wärmepumpen versorgt sein. Dieser Wert subsumiert verschiedene Wärmepumpen-Technologien handeln. Etwa 7 % der Gebäude sind an ein Wärmenetz angeschlossen. Die verbleibenden 6 % der Gebäude werden über Biomasse-Heizkessel versorgt.

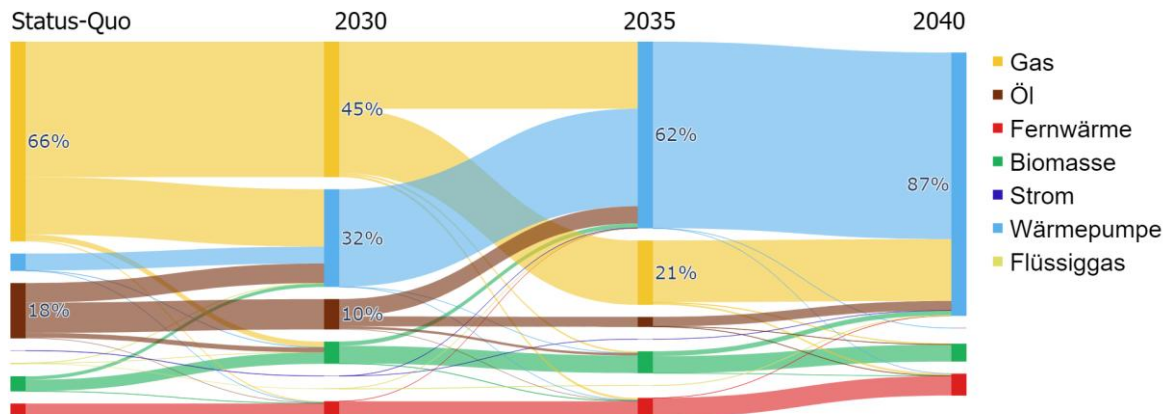


Abbildung 55: Entwicklung der Heiztechnologien im Zielszenario

Neben der steigenden Bedeutung von Wärmepumpen nimmt im Zielszenario auch die Anzahl der mit Fernwärme oder Biomasseheizungen beheizter Gebäude stark zu. Biomasseheizungen werden insbesondere in größeren, unsanierten Gebäuden als Brückentechnologie eingesetzt. Ein Ausbau der Fernwärme wird primär in den dicht besiedelten Gebieten rund um die bestehenden Wärmenetze gesehen. Insbesondere für die ehemalige Öl-Kundschaft sind Biomasseheizungen eine Option, da der Standort ehemaliger Öltanks als Lagerfläche für Holzpellets dienen kann.

Aus der Entwicklung der Heiztechnologien sowie der Einsparungen im Wärmebedarf ergibt sich der zukünftige Endenergiebedarf. In der in Abbildung 56 gewählten Darstellungsart ist auch der Endenergiebestandteil, der aus Umgebungswärme (Luft und Geothermie) gewonnen wird, berücksichtigt. Da diese Bestandteile keine Emissionen verursachen, werden diese in den Abbildungen zur Emissionsentwicklung nicht aufgeführt. Der Endenergiebedarf reduziert sich bis 2040 um 25,1 % beziehungsweise 61,7 % (ohne Berücksichtigung von Umweltwärme). Gleichzeitig steigt die Stromnachfrage aufgrund des vermehrten Einsatzes von Wärmepumpensystemen auf das Dreifache des aktuellen Wertes. Andere potenzielle Einflussfaktoren auf die Stromnachfrage, wie eine möglicherweise zunehmende Verbreitung von Elektroautos, Klimaanlage oder verringerter Bezug von Strom aus dem öffentlichen Stromnetz aufgrund von Verbrauch des Stroms eigener Photovoltaikanlagen, wurden in dieser Betrachtung nicht berücksichtigt. Die Nachfrage nach fossilen Energieträgern wie Öl und Gas geht hingegen bis zum Jahr 2040 vollständig zurück. Ein höherer energetischer Anteil wird überdies auch durch dezentrale Biomasse-Heizungen (insbesondere Pellet-Kessel) bereitgestellt. Mit Wärmenetzen versorgte Gebäude machen etwa 18,0 % des Wärmebedarfs aus (gegenüber 5,6 % im Status Quo).

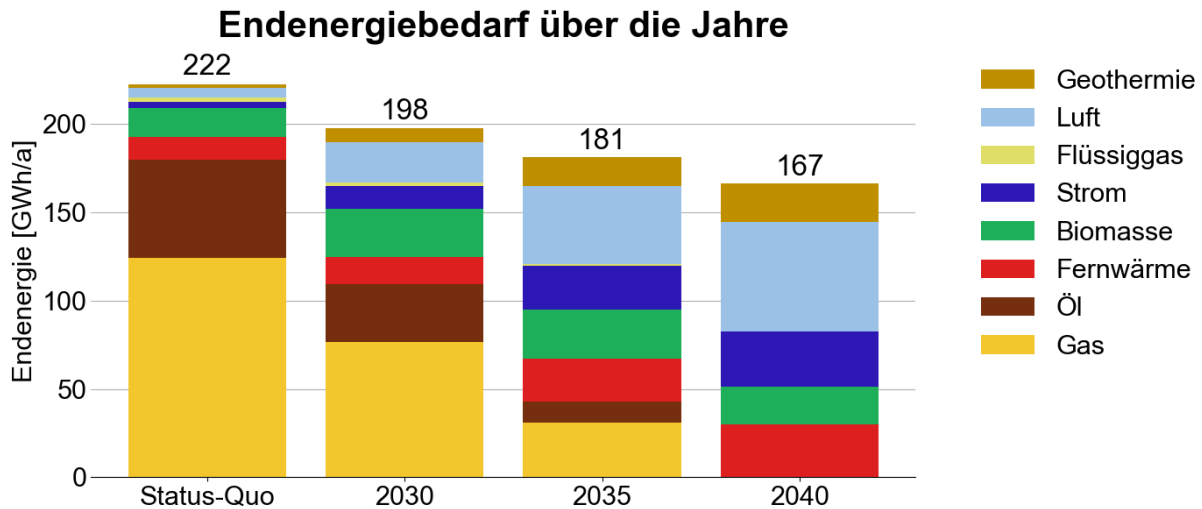


Abbildung 56: Entwicklung der Endenergiebilanz im Zielszenario

Bis zum Zieljahr 2040 wird eine Reduktion der jährlichen Treibhausgasemissionen von (gerundet) 51.000 auf 1.600 Tonnen CO₂-Äquivalente erwartet (-97 %, vgl. Abbildung 57). Zum Vergleich: Diese Menge entspricht der CO₂-Bindungskapazität von etwa 3.300.000 Bäumen pro Jahr. Eine solche Bindung würde jedoch eine Waldfläche von rund 8.200 Hektar erfordern, was die Gesamtfläche von Lilienthal um 13 % übersteigt [45].

Im aktuellen heutigen Zustand des Wärmesystems von Lilienthal tragen gasbasierte Heiztechnologien ca. 58 % und Ölheizungen ca. 34 % zu den wärmebedingten Emissionen bei.

Durch die fortschreitende Dekarbonisierung der Wärmeversorgung werden die Emissionen in den kommenden Jahren jedoch deutlich zurückgehen. Im Zieljahr 2040 wird nur noch ein geringer Anteil der ursprünglichen Emissionen verbleiben. Diese Restemissionen resultieren hauptsächlich aus der Verbrennung von Biomasse und den verbleibenden Emissionen des genutzten Stroms.

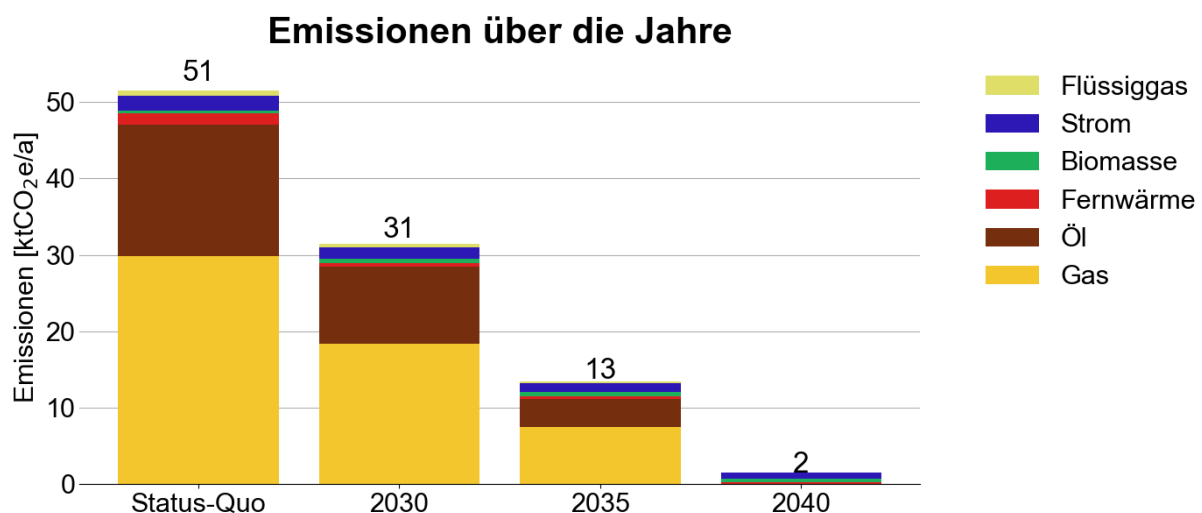


Abbildung 57: Entwicklung der Emissionen im Zielszenario

Folgende weitere ergänzende oder vertiefende Informationen zu den Ergebnissen des Zielszenarios sind tabellarisch für die Jahre 2030, 2035 und 2040 dem Anhang A: Ergänzende Darstellungen zum Zielszenario nach Anlage 2 WPG zu entnehmen:

- Jährlicher Endenergieverbrauch der gesamten Wärmeversorgung differenziert nach Endenergiesektoren und Energieträgern
- Jährliche Emission von Treibhausgasen im Sinne von § 2 Nr. 1 des Klimaschutzgesetzes der gesamten Wärmeversorgung des beplanten Gebiets nach Endenergiesektoren und Energieträgern
- Jährlicher Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung nach Energieträgern und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung
- Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung
- Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet
- Jährlicher Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträgern und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der gasförmigen Energieträger
- Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet

6.4.2 Referenzszenario

In Abbildung 58 ist analog zu Abbildung 55 die aggregierte Entwicklung der absoluten Anzahl installierter Heizungsanlagen im Referenzszenario dargestellt. Es ergibt sich ein ähnliches Bild. Im Zieljahr 2040 werden demnach rund 84 % aller Gebäude über Wärmepumpen als Primärheizsystem versorgt sein (gegenüber 87 % im Zielszenario). Etwa 16 % dieser Gebäude verfügen jedoch über einen Gaskessel als Sekundärheizsystem, um in Spitzenlastzeiten den Wärmeverbrauch zu decken (Hybridkombination). Insgesamt versorgen solche Hybridheizsysteme somit ca. 13 % der Gebäude. Die dominante Wärmepumpen-Technologie ist auch hier die Luft-Wärmepumpe. Insgesamt verbleiben etwa 4 % der Gebäude, die weiterhin mit einem Erdgaskessel als Primärheizsystem heizen. Fernwärme versorgt ca. 7 % der Gebäude, Biomasse-Kessel ca. 4 %.

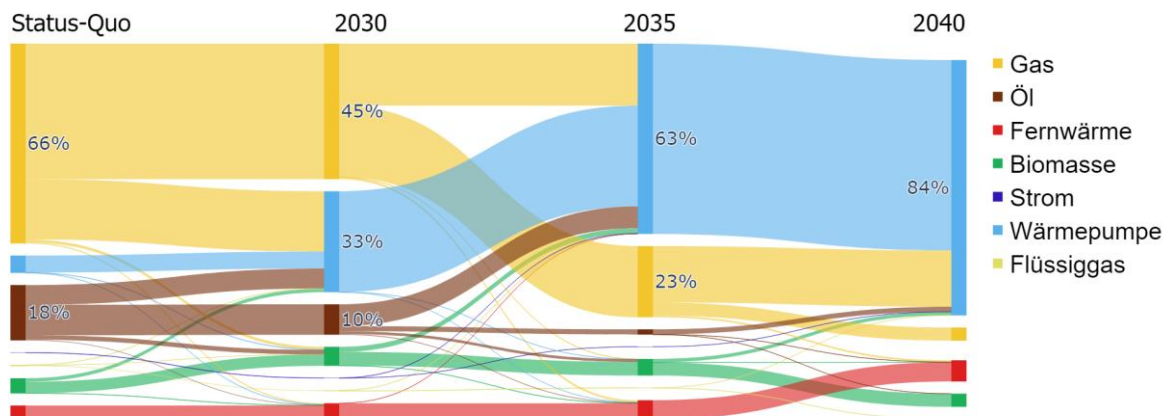


Abbildung 58: Entwicklung der Heiztechnologien im Referenzszenario

Aus der Entwicklung der Heiztechnologien sowie der Einsparungen im Wärmebedarf resultiert der zukünftige Endenergiebedarf. Abbildung 59 skizziert analog zur in Abbildung 56 gewählten Darstellungsart die Deckung des Energiebedarfs nach Energieträgern inkl. der Umgebungswärme (Luft und Geothermie). Der Endenergiebedarf reduziert sich bis 2040 um 25,0 % beziehungsweise 58,1 % (ohne Berücksichtigung von Umweltwärme).

Infolge des zunehmenden Einsatzes von Wärmepumpensystemen steigt die wärmebedingte Stromnachfrage auf das 2,5-fache des aktuellen Wertes. Mit Wärmenetzen versorgte Gebäude machen etwa 17,3 % des Wärmebedarfs aus (gegenüber 5,6 % im Status Quo).

Entgegen dem Zielszenario trägt im Referenzszenario mit Erdgas weiterhin ein fossiler Energieträger zur Energiebilanz in der Deckung der Wärmenachfrage bei. Unter den angenommenen Rahmenbedingungen geht infolge ökonomischer Entscheidungen der Bürgerschaft bis 2040 der Gasverbrauch um 83 %, der Anteil versorgter Liegenschaften (heute 66 %) um 73 % auf etwa 18 % zurück. Für diese Versorgung ist weiterhin der großflächige Betrieb des Gasnetzes aufrecht zu erhalten.

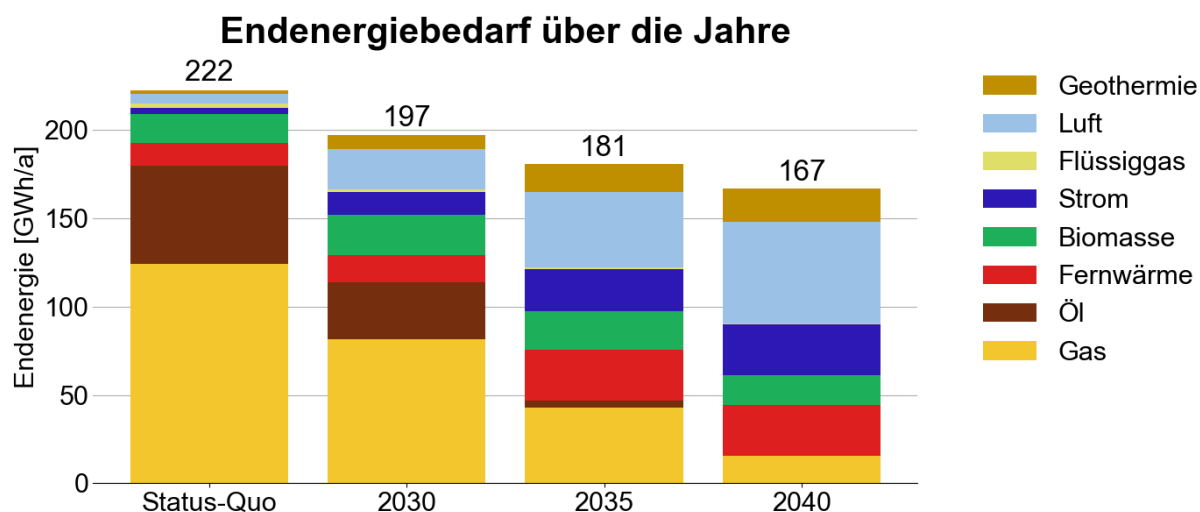


Abbildung 59: Entwicklung der Endenergiebilanz im Referenzszenario

Bis zum Zieljahr 2040 wird eine Reduktion der jährlichen Treibhausgasemissionen von 51.000 auf 5.200 Tonnen CO₂-Äquivalente erwartet (-90 %, vgl. Abbildung 57). Zum Vergleich: Diese Menge entspricht der CO₂-Bindungskapazität von etwa 3.100.000 Bäumen pro Jahr. Eine solche Bindung würde jedoch eine Waldfläche von rund 7.800 Hektar erfordern, was die Gesamtfläche von Lilienthal um 8 % übersteigt [45]. Die verbleibenden Emissionen resultieren hauptsächlich aus der Verbrennung von Erdgas in den Hybrid-Heizungen und verbleibenden Gaskesseln.

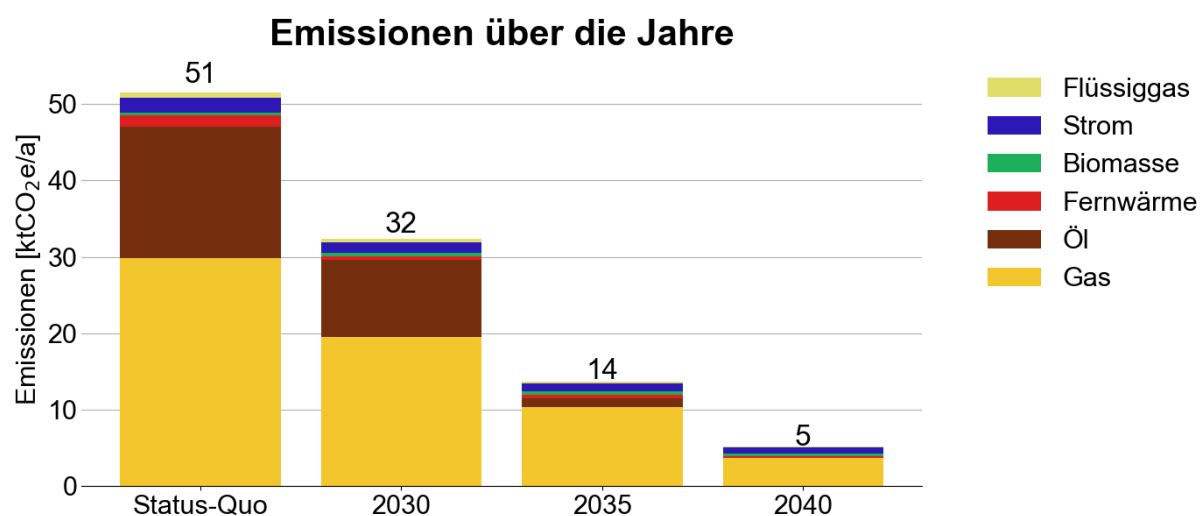


Abbildung 60: Entwicklung der Emissionen im Referenzszenario

6.4.3 Vergleich beider Szenarien

Abschließend fasst Abbildung 61 vergleichend die Endenergiebilanzen des Zielszenarios und Referenzszenarios für Status Quo (identisch) sowie die Jahre 2030 und 2040 zusammen. Der Endenergiebedarf ist in allen Jahren nahezu identisch, wobei eine marginale Tendenz zu geringerem Energiebedarf im Zielszenario zu erkennen ist. Auffällig im direkten Vergleich ist vor allem der verbleibende Beitrag von Erdgas zur Endenergiebilanz im Referenzszenario.

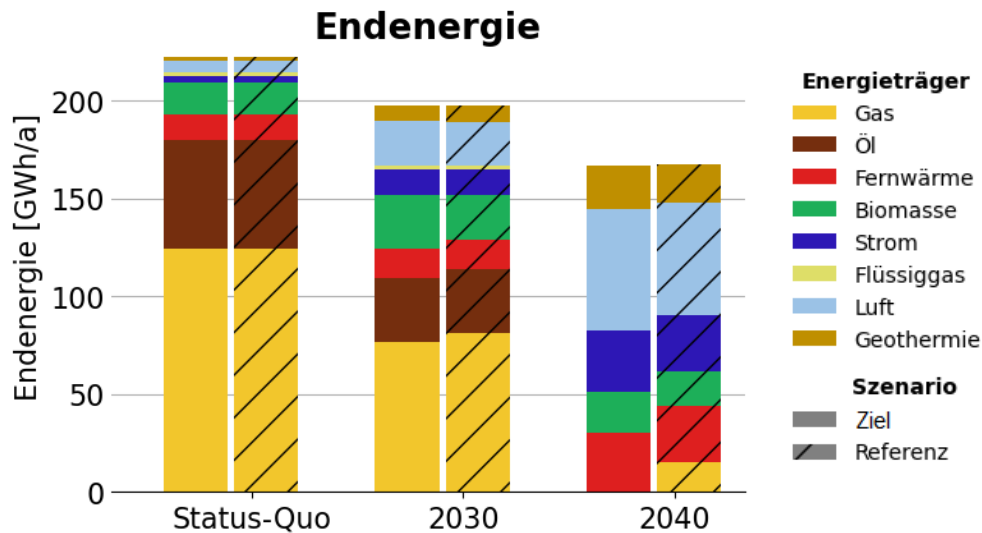


Abbildung 61: Vergleich Endenergie

Analog zu Abbildung 61 fasst Abbildung 62 die energieträgerspezifischen Beiträge zu den wärmebedingten Emissionen im Ziel- und Referenzszenario vergleichend für Status Quo (identisch) sowie die Jahre 2030 und 2040 zusammen. Auch hier zeigt sich insbesondere der verbleibende Beitrag von Erdgas zu den Emissionen im Referenzszenario.

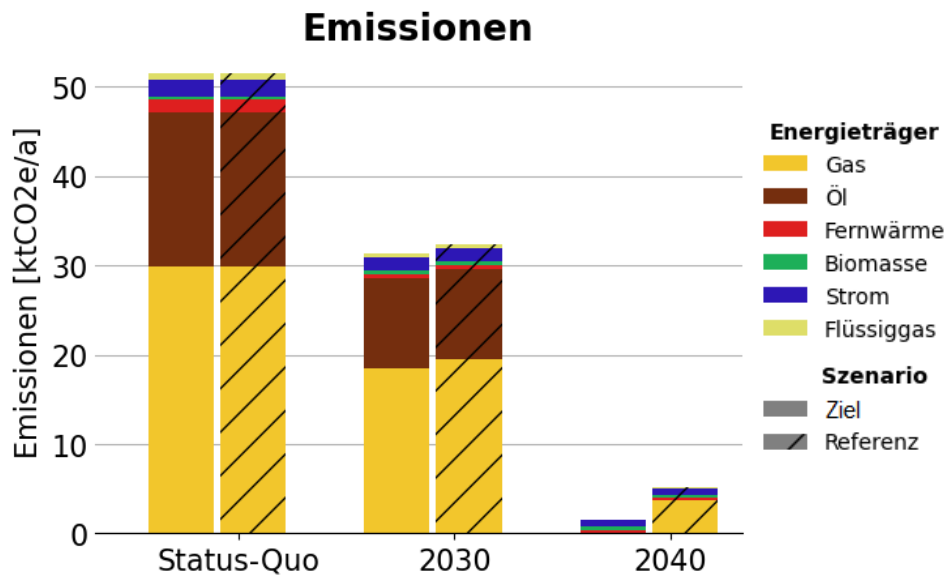


Abbildung 62: Vergleich Emissionen

6.5 Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Bei der Ausweisung von voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebieten (WPG § 18) soll für jedes Teilgebiet unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeitsvergleichen die am besten geeignete Wärmeversorgungsart ermittelt werden. Die Auswahl erfolgt anhand von Kriterien wie geringen Wärmegegestehungskosten, niedrigen Realisierungsrisiken, hoher Versorgungssicherheit und geringen Treibhausgasemissionen bis zum Zieljahr. Dabei werden sowohl Investitions- als auch Betriebskosten berücksichtigt. Die im Rahmen dieser Wärmeplanung beplanten einzelnen Teilgebiete entsprechen den Baublöcken. Bei den möglichen Wärmeversorgungsarten wird unterschieden zwischen dezentral, Wärmenetz, Wasserstoff und Prüfgebiet. Ein Baublock wird einer Wärmeversorgungsart zugeteilt, wenn dies die beste Wärmeversorgungsart für die Mehrheit der innerhalb dieses Baublocks betrachteten Einzelgebäude darstellt.

Dezentrale Heizungssysteme, wie Wärmepumpen und Biomasseheizungen, stellen die wahrscheinlichsten Wärmeversorgungstechnologien für nahezu alle Teilgebiete dar (vgl. Abbildung 63).

Eine Ausnahme bilden die Bereiche um die Bestandswärmenetze der Lilienthaler Diakonie und am "Schoofmoor", in denen die Möglichkeit besteht, sich an das bestehende Wärmenetz anzuschließen. Diese Bereiche werden daher als „Wärmenetzverdichtungsgebiet“ geplant, da hier die Integration in das bereits vorhandene Wärmenetz eine effiziente Versorgung gewährleisten kann. Wichtig ist anzumerken, dass das Wärmenetz nicht nur in den hier rot eingezeichneten Baublöcken besteht und es potenziell im gesamten Bestandsnetzgebiet die Möglichkeit eines Anschlusses an das Wärmenetz gibt. Die hier rot markierten Baublöcke sind lediglich die Baublöcke, in denen das Wärmenetz für die Mehrzahl der Gebäude die beste Option darstellt.

Eine höher aufgelöste Darstellung der Wärmenetz- und Prüfgebiete zeigt Abbildung 64. Die grün markierten Baublöcke werden als "Prüfgebiete" deklariert. Hier ist eine indikative Eignung zur Wärmenetzversorgung unter Umständen gegeben, die jedoch zunächst in einer Machbarkeitsstudie untersucht werden muss. Das betrifft in Lilienthal mögliche Erweiterungsgebiete der beiden Bestandswärmenetze „Lilienthaler Diakonie“ (Gebiet 1) und „Schoofmoor“ (Gebiet 2) sowie die Dr.-Ruckert bzw. Dr.-Hünerhoff-Straße (Gebiet 3). Im Fall der Erweiterungsgebiete ergibt sich ein Erweiterungspotenzial bereits durch die Szenarien. Unter Berücksichtigung der Wärmelinienichten und weiterer örtlicher Gegebenheiten (z.B. Lage der Straßenbahn, Gebäudestrukturen) wurden die in Abbildung 64 markierten Baublöcke um die beiden Bestandsnetze als Prüfgebiete identifiziert. Für die Dr.-Ruckert bzw. Dr.-Hünerhoff-Straße leitet sich aus den Szenarien selbst kein Wärmenetzpotenzial ab. Allerdings sind die Wärmelinienichten in Verbindung mit der Gebäudestruktur (Reihenhäuser) vielversprechend für eine zentrale Wärmeversorgung, so dass auch dieses Gebiet als Prüfgebiet ausgewiesen wird.

Wasserstoff wird hingegen für sämtliche Gebiete als keine geeignete Option für die Wärmeversorgung betrachtet. Die hohen Anforderungen an die Infrastruktur und die noch nicht ausreichende Verfügbarkeit von Wasserstoff als Energieträger schließen diese Technologie in der geplanten Wärmeversorgung aus (vgl. Potenzialanalyse).

Die dargestellte Einteilung gilt auch für die Stützjahre 2030, 2035 und 2040, da die technologischen und infrastrukturellen Rahmenbedingungen in diesen Jahren voraussichtlich ähnliche Optionen und Einschränkungen bieten werden.

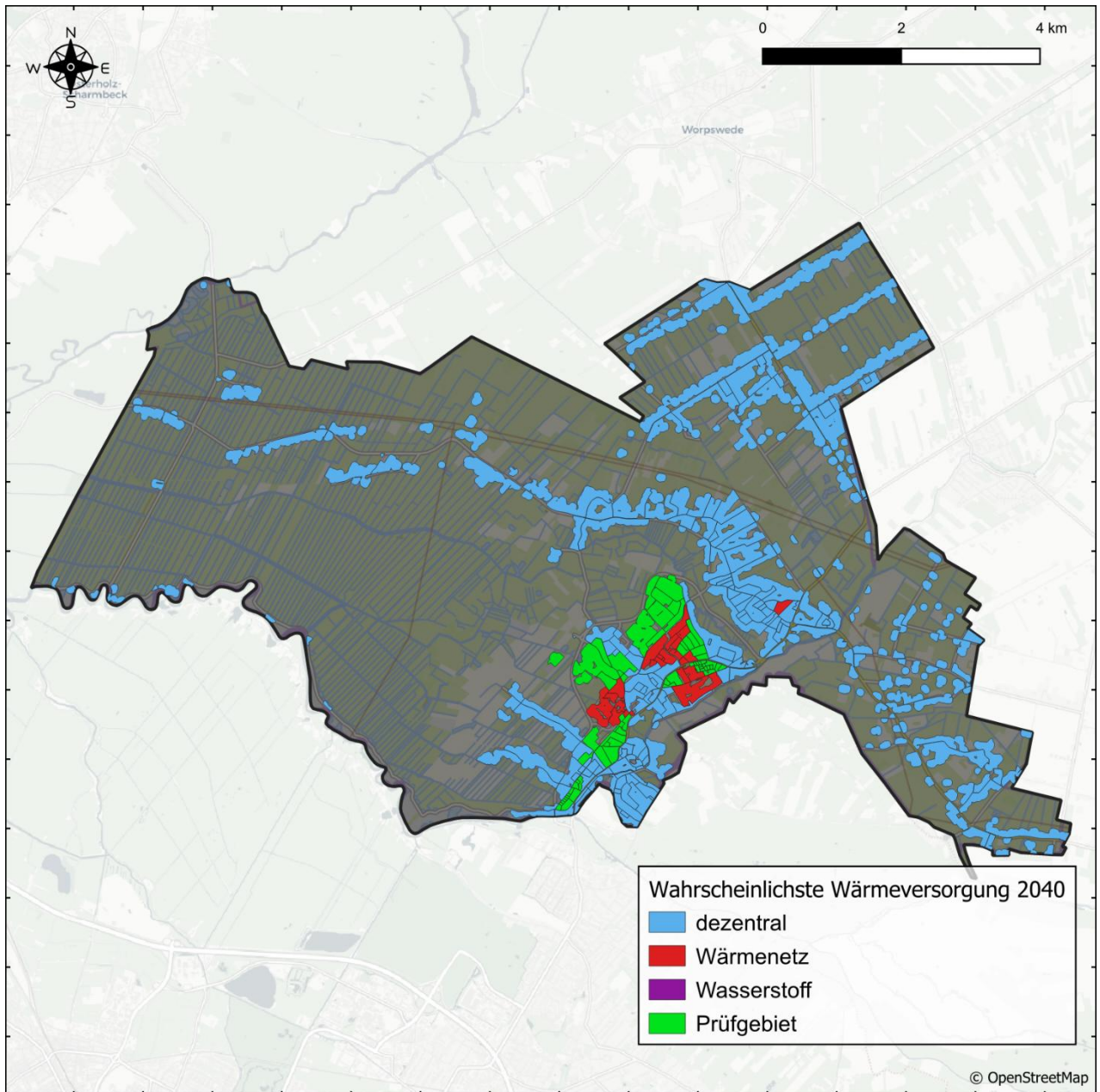


Abbildung 63: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete (WPG §18)

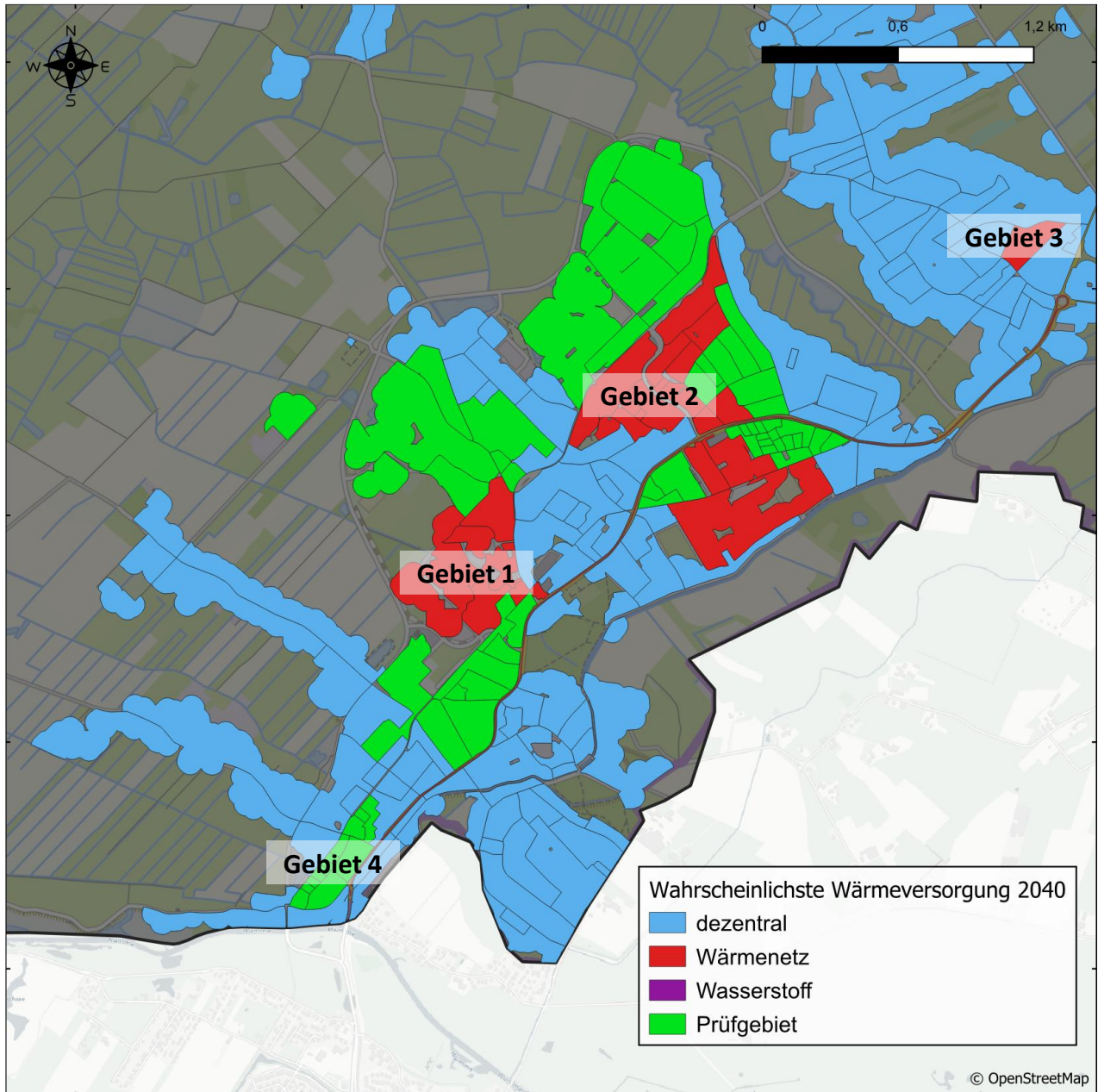


Abbildung 64: Zoom auf Wärmenetz- und Prüfgebiete (WPG §18)

7 Umsetzungsstrategie für die Wärmewende

7.1 Überblick Maßnahmen

Im Rahmen der Erstellung des Maßnahmenkatalogs wurden drei Handlungsfelder identifiziert:

- Gebäude
- Wärmenetze
- Organisation

Innerhalb dieser Handlungsfelder wurden sich in Abstimmung mit der Kommune auf folgende 13 Maßnahmen verständigt. Die Maßnahmen wurden steckbriefartig erarbeitet, ausformuliert und in einem iterativen Prozess diskutiert.




Gebäude 	Wärmenetze 	Organisation 
G1 Unternehmen zu Effizienz- und Versorgungsmaßnahmen aufklären und anregen	W1 Prüfgebiete für Wärmenetze in einer Machbarkeitsstudie analysieren	O1 Prozess der Kommunalen Wärmeplanung verstetigen
G2 Privatpersonen zu Effizienz- und Versorgungsmaßnahmen aufklären und anregen	W2 Einen klaren Zeitplan für Wärmenetzausbau entwickeln	O2 Regelmäßige Austauschformate mit relevanten Akteuren der Wärmeplanung etablieren
G3 Niederschwelliges Web-basiertes Informationsangebot entwickeln (insbes. zu Förderung)	W3 Kommunale Ankerkunden für Wärmenetze prüfen	O3 Transparenz schaffen bei erforderlichen Infrastrukturmaßnahmen
G4 Erfassung und Optimierung der Effizienz kommunaler Liegenschaften		O4 Lokalen Ausbau Erneuerbare Energien fördern
G5 Ausweisung Sanierungsgebiete		
G6 Prüfkatalog für Klimaschutzdienliche Wärmeversorgung in der Bauleitplanung		

Abbildung 65: Überblick identifizierter Maßnahmen

Die Maßnahmen wurden qualitativ anhand der Kriterien **Treibhausgasemissionen -Einsparpotenzial** (Treibhausgasemissionen = THG) und **Kosten** bewertet und priorisiert. Es wurde ein Vorschlag erarbeitet und mit der Kommune diskutiert. Die Kosten für die Maßnahmen wurden durch die Autoren nach derzeitigem Stand des Wissens abgeschätzt und mit der Gemeinde Lilienthal abgestimmt. Als grobe Einschätzung von Kostenkategorien wurde die Tabelle 7 als Maßstab genommen.

Tabelle 7: Bandbreite Kostenschätzung Maßnahmen

Symbol	Kostenbereich
€€€€	Bis 50.000 €
€€€€	50.000 – 100.000 €
€€€€	100.000 – 1 Mio. €
€€€€	1 – 5 Mio. €

Die Tabelle 8 vermittelt einen Überblick zur Struktur der Maßnahmenstreckbriefe:

Tabelle 8: Struktur der Maßnahmenstreckbriefe

Titel		
<i>Handlungsfeld</i>		
THG-Einsparpotenzial	Kosten	Priorität
● ● ● ●	€€€€	● ● ●
<i>Die Skala zeigt, wie hoch das Potenzial zur Energie- und Treibhausgaseinsparung im Vergleich zu den restlichen Maßnahmen ist</i>	<i>Die Skala zeigt, wie hoch die Kosten im Vergleich zu den restlichen Maßnahmen voraussichtlich sein werden</i>	<i>Leitet sich aus den Einsparpotenzialen und der Dauer der Umsetzung ab</i>
Hintergrund		Ausgangslage
<i>Allgemeine Hintergrundinformationen</i>		<i>Spezifische Informationen, die vor dem Hintergrund der Maßnahme von Relevanz sein können</i>
Beschreibung		
<i>Erläuterungen zur Maßnahme</i>		
Initiierung	Mögliche Akteure	Zielgruppe
<i>Hauptverantwortlich für die Maßnahme, initiiert die Umsetzung und aktiviert die weiteren Beteiligten</i>	<i>In unterschiedlichem Maße an der Umsetzung der Maßnahme beteiligt</i>	<i>Profitiert vorrangig von der Umsetzung der Maßnahme</i>
Handlungsschritte und Zeitplan		
<i>Erläutert die Vorgehensweise zur Umsetzung der Maßnahme Schritt für Schritte</i>		
Finanzierung		
<i>Möglichkeiten die Maßnahme zu finanzieren</i>		
Feinziele		
<i>Macht den Erfolg der Maßnahme oder einzelner Teilschritte messbar</i>		

7.1.1 Maßnahmensteckbriefe des Clusters „Gebäude“

(G1) Unternehmen zu Effizienz- und Versorgungsmaßnahmen aufklären und anregen



THG-Einsparpotenzial	Kosten	Priorität
●●●●	€€€€	●●●

Hintergrund	Ausgangslage
<p>Unternehmen stehen vor der Herausforderung, ihre Energieeffizienz und Versorgung nachhaltig zu optimieren, um Wettbewerbsfähigkeit und Klimaschutz zu vereinen. Der gewerbliche Sektor (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen & Industrie) verfügt dabei über ein erhebliches Einsparpotenzial durch Energieeffizienzmaßnahmen und kann gleichzeitig als Multiplikator innerhalb der Kommune wirken.</p> <p>In vielen Unternehmen fehlt es oftmals an den Kapazitäten und/oder der Zeit sich mit dem Thema umfassend zu beschäftigen. Die aktive Aufklärung und Motivation zur Inanspruchnahme von Förder- und Beratungsangeboten ist daher essenziell.</p>	<p>Es gibt bereits vielfältige Angebote, u.a. auch vom Landkreis:</p> <p>Bestandsangebote:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Newsletter der Wirtschaftsförderung (Anmeldelink) • Angebot persönlicher Besuche durch Wirtschaftsförderung, Verwaltungsspitze (Landrät:in und Bürgermeister:in) <ul style="list-style-type: none"> ○ Meldung bei Leitung der Wirtschaftsförderung ○ Termine quartalsweise ○ Auswahl von Unternehmen mit denen Wirtschaftsförderung bereits bspw. zu Fördermittelberatung in Kontakt war • Unternehmensnetzwerk Energie und Klima im Landkreis Osterholz (Start in 2024) • Unternehmensförderung: niederschwelliger, kommunaler Fördertopf • Verweis auf externe Beratungsangebote <ul style="list-style-type: none"> ○ KEAN: Transformationsberatung ○ TZEW: z.B. PV, Allg. Energie • Wirtschaftsrunde und Siedlungs-Workshop unter Beteiligung der Lokalpolitik in Lilienthal

Beschreibung

Herausforderung: Erweiterung, Vertiefung und ggf. Verknüpfung bestehender Maßnahmen, Integration neuer Initiativen wie Wettbewerbe und Fortbildungsangebote

- Schritte und Prozesse:**
1. **Bestandsanalyse:**
 - Sammlung und Bewertung der existierenden Angebote und Aktivitäten
 - Strukturierte Erfassung der Unterstützungsbedürfnisse innerhalb des Unternehmensnetzwerks
 - Sammlung und Bewertung in Entwicklung, oder Ideenstatus befindlicher Angebote und Aktivitäten
 2. **Harmonisierung der Kommune-Websites** mit Blick auf Verweis zu Bestandsangebot des Landkreises
 3. **Vereinheitlichung des Angebots** entlang der Kommunen
 4. **Prüfung der Auslobung von Wettbewerben** (z.B. Preis für besonders nachhaltige Lösungen, Sichtbarmachung von Erfolgsgeschichten)
 5. **Fortbildungsmaßnahmen:** Aktive Informationsbereitstellung über Fortbildungsmöglichkeiten (Vermittlung Seminare und Workshops in Kooperation mit externen Fachleuten) → Platzierung auf zentraler Plattform
 6. Verweis auf ein neues, webbasiertes Informationsangebot (Maßnahme G3).

Initiierung	Mögliche Beteiligte	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none"> • Prozessverantwortlich: Die Initiative wird von der Kommune in Abstimmung mit dem koordinativ unterstützenden Landkreis angestoßen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gemeinderat • Wirtschaftsförderung • Kreisverwaltung: Hauptverwaltungsbeamte, Fachämter • Externe Energieberater:innen und Zertifizierungsstellen • Unternehmensnetzwerk-Vertreter:innen und Industrieverbände 	<ul style="list-style-type: none"> • Firmen und Betriebe: Kleine und mittlere Unternehmen (KMU), Industrie- und Dienstleistungsunternehmen, Handwerksbetriebe, die durch gesteigerte Energieeffizienz Wettbewerbsvorteile erzielen können.

- **Fachverbände** (im Bereich Energieeffizienz und Fördermittelberatung)
- **Energieversorgungsunternehmen**

Handlungsschritte und Zeitplan

Jahr 1:

- Einrichtung eines Steuerungsteams (bestehend aus einer Vertretung der Kommunalverwaltung und Unternehmen/Verbänden) und Durchführung einer umfassenden Bestandsaufnahme
- Ideensammlung weitere Aktivitäten/Initiativen (z.B. Wettbewerbe, Fortbildungsangebote)
- Synchronisation mit Maßnahme zu Stakeholder-Austauschformaten (**O2**)
- Festlegung zu erfassender Erfolgskennzahlen

Jahr 2-3:

- Regelmäßige Netzwerkveranstaltungen
- Prüfung und ggf. Entwurf weitere Aktivitäten/Initiativen (z.B. Wettbewerbe, Fortbildungsangebote)
- Umsetzung der Aktivitäten und fortlaufende Evaluierung

Jahr 4-5:

- Intensivierung der Vernetzung, Erhebung von Erfolgskennzahlen, Nachjustierung der Maßnahmen
- Optimierung der Beratungsangebote

Feinziele erstes Jahr

- Schaffung und Integration einer klar strukturierten Verweisstrategie auf das zentrale Online-Informationsangebot
- Steuerungsteam einrichten
- Longlist weiterer Ideen für Aktivitäten/Initiativen erarbeiten
- Einplanung Haushaltsmittel und Prüfung Fördermöglichkeiten

Finanzierung

- Nutzung des kommunalen Fördertopfs des Landkreises für Unternehmen
- Prüfung Fördermöglichkeiten Netzwerkbildung/-aufbau
- Kommunaler Haushalt
- Kooperationen mit regionalen Kammern und Verbänden zur Mitfinanzierung von Events
- Einzelmaßnahmen: Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme & Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz

(G2) Privatpersonen zu Effizienz- und Versorgungsmaßnahmen aufklären und anregen

Gebäude



THG-Einsparpotenzial	Kosten	Priorität
● ● ● ●	€€€€	● ● ●
Hintergrund	Ausgangslage	
<p>Privatpersonen, insbesondere Eigentümer:innen, stehen bei Sanierungs- und Heizungsumrüstungsmaßnahmen vor großen Investitions- und Informationsherausforderungen. Eine aktive, zielgruppengerechte Aufklärung kann hemmschwellenfreie Zugänge zu Beratungen, Förderungen und technischen Lösungen ermöglichen.</p>	<p>Über den Landkreis sind bereits diverse Informations- und Unterstützungsangebote verfügbar. Die Kommune Lilienthal greift diese auf und spezialisiert bzw. erweitert diese bei Bedarf:</p> <p>Bestandsangebot:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vermittlung kostengünstiger Beratungs-Checks Verbraucherzentrale Niedersachsen gegen einen geringen Eigenanteil (PV, Heizung, Sanierung) • Kostenlose Nutzung von Wärmebildkameras • Auszeichnung „Grüne Hausnummer“ (für energieeffizientes Bauen und Sanieren) • VHS-Vortragsreihe zum allgemeinen Thema „Klimaschutz“ ab dem Herbstsemester 2025 • „Wärmepumpen-Kampagne“ in Planung ab Q3 2025 u.a. in Kooperation mit SHK-Betrieben, Energieberater:innen und den Osterholzer Stadtwerken • Verweise auf externe Informationsangebote <ul style="list-style-type: none"> ○ KEAN: Fördermöglichkeiten, Wärmepumpen-Check ○ Energieeffizienzexperten: dena-Übersicht zu zertifizierten Energieberatern 	

Beschreibung

Herausforderung: Bessere Bündelung und zielgerichtete Ansprache, insbesondere Aufsatz von Informationskampagnen und Aufbau von lokalen Netzwerken

Schritte und Prozesse:

1. **Informationsoptimierung:** Zusammenführung bestehender Angebote
2. **Kampagnen zur Aufklärung:** Entwicklung multimodaler Kampagnen (z.B. mit Flyern, Vorträgen), die die Vorteile von Wärmepumpen und Gebäudesanierungen (energieeffiziente Maßnahmen) vermitteln
3. **Aufbau lokaler Netzwerke:** mögliche Etablierung z.B. von Bürgerforen mit Fokus auf Energie und Klima
4. **Integration der zentralen Strategie:** Klare Verlinkung und Verweis auf das zentrale Web-Angebot (Maßnahme **G3**) für Informationen zu Förderungen und Beratungsleistungen
5. **Feedbackschleifen:** Etablierung eines kontinuierlichen Dialogs mit der Zielgruppe zur Identifikation von Informationslücken und Verbesserungsbedarf

Initiierung	Mögliche Beteiligte	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none"> • Prozessverantwortlich: Die Initiative wird von der Kommune in Abstimmung mit dem koordinativ unterstützenden Landkreis angestoßen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gemeinderat • Verbraucherzentrale • Externe Dienstleistung (z.B. für thermografische Spaziergänge) • SHK-Betriebe • Energieberater:innen • Energieversorgungsunternehmen 	<ul style="list-style-type: none"> • Bürgerschaft

Handlungsschritte und Zeitplan

Jahr 1:

- Bestandsaufnahme der derzeitigen Informationsangebote und direkte Erfassung von Bedürfnissen der Zielgruppe
- Optimierung der Informationsstrategie in Abstimmung mit Maßnahme zentrale Web-Lösung (**G3**)
- Synchronisation mit Maßnahme zu Stakeholder-Austauschformaten (**O2**)

Jahr 2-3:

- Erster Start von Infokampagnen (z. B. Flyer, regionale Vorträge)

-
- Mögliche Entwicklung eines Beteiligungsnetzwerks, z.B. Bürgerforums (auf kommunaler Ebene) oder Online-Community
 - Regelmäßige Durchführung von Informationsveranstaltungen und Workshops
 - Sukzessive Prüfung und Erweiterung der Kampagnen durch Zusatzformate (z.B. mögliche Teilnahme an kommunaler Energieberatungskampagne oder Energiekarawane, Entwicklung von Wettbewerbsformaten)

Jahr 4-5:

- Evaluation der Rückkopplung aus Initiativen und Netzwerken und Bewertung der Einsparpotenziale
- Bedürfnisorientierte Modifikation des Informations- und Unterstützungsangebots

Feinziele erstes Jahr

- Synchronisation der Angebote
- Vorbereitung eines modularen Informationspakets (Flyer, Broschüren, Kurzvideos), perspektivisch mit klaren Verweisen auf das zentrale Online-Angebot
- Einplanung Haushaltsmittel und Prüfung Fördermöglichkeiten

Finanzierung

- Einzelmaßnahmen: Bundesförderung für effiziente Gebäude
 - Kommunaler Haushalt
-

(G3) Niederschwelliges Web-basiertes Informationsangebot (insbes. zu Förderung)



Gebäude

THG-Einsparpotenzial	Kosten	Priorität
●●●●	€€€€	●●●
Hintergrund	Ausgangslage Der Internetauftritt der Gemeinde Lilienthal unterhält bereits Themenseite zu Umwelt & Klima. Gleichzeitig wird auf die Themen-seite des Landkreises verwiesen. Die Websites könnten durch eine stärker abgestimmte Verzahnung der Inhalte untereinander und eine einheitliche Oberfläche in Bezug auf Kohärenz und Benutzer-freundlichkeit profitieren. Bestandsangebot der Landkreis-Kommunen insgesamt: <ul style="list-style-type: none"> • Unterschiedliche Aufbereitungsgrade der kommunalen Websites • Verweise auf zentrale Landes- und Landkreisangebote, aber keine einheitliche Darstellung 	
Ein zentralisiertes, digital zugängliches Informationsangebot erleichtert allen Zielgruppen (Unternehmen und Privatpersonen) den Zugang zu Förderinformationen, Beratungsangeboten und weiterführenden Initiativen. Gleichzeitig ist es ein Schlüsselbaustein, um die Heterogenität der bestehenden Homepages zu harmonisieren.		

Beschreibung

Herausforderung: Schaffung einer konsistenten, intuitiv bedienbaren Online-Plattform, die zentrale Inhalte (z.B. Förderprogramme, Beratungsangebote, Liste Energieberater:innen, News und Veranstaltungen) integriert und vernetzt präsentiert. Als Ausgangspunkt dient die Energiewende-Seite des Landkreises.

Schritte und Prozesse:

1. **Arbeitsgruppenbildung:** Abbildung in AG Klimaschutz mit „Satellitenstruktur“ (Klimaschutzmanagement-Stellen als Schnittstelle, Bereitstellung interdisziplinärer Personalkapazitäten in Einzelkommunen, relevante Fachbereiche unterstützen)
2. **Konzeptentwicklung:** Erarbeitung eines Harmonisierungskonzepts zur Integration und Darstellung der zentralen Inhalte, inklusive klarer Verweisstrukturen
3. **Plattformentwicklung:** Weiterentwicklung der Energiewendeseite des Landkreises zu einem interaktiven Hub, der Inhalte modular anbietet
4. **User-Tests:** Durchführung von Zielgruppenbefragungen und Usability-Tests, um eine niederschwellige Bedienung zu gewährleisten (optional)
5. **Integration:** Einbettung von Kerninformationen in die kommunalen Websites über einfache Widget-Lösungen oder direkte Verlinkungen
6. **Kontinuierliche Aktualisierung:** Etablierung eines Redaktionsplans, der regelmäßig neue Förder- und Beratungsangebote sowie Veranstaltungen aktualisiert

Initiierung	Mögliche Beteiligte	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none"> • Prozessverantwortlich: Die Initiative wird durch den Landkreis initiiert, unter Zuarbeit der beteiligten Kommunen 	<ul style="list-style-type: none"> • Landkreis (IT, Energiewende-Abteilung, Pressestelle) • Vertretung der beteiligten Kommunen (z.B. aus dem Klimaschutzmanagement) • Externe Dienstleistende für Webentwicklung und Usability • Energieagenturen und Beratungsstellen (z. B. KEAN, VZN, dena) 	<ul style="list-style-type: none"> • Unternehmen und Privatpersonen, die sich über Fördermöglichkeiten, Beratungsangebote und energetische Maßnahmen informieren möchten • Interne Entscheidungstragende der Kommunen, die konsistent auf ein zentrales Informationsangebot verweisen können

Handlungsschritte und Zeitplan

Jahr 1:

- Zusammenstellung der Arbeitsgruppe und Bestandsaufnahme der bestehenden Angebote
- Ausarbeitung eines Konzeptpapiers (kurzfristige Maßnahmen und langfristige Vision der Plattform)
- Klärung der Umsetzbarkeit einzelner Aspekte mit Dienstleister des Landkreises

-
- Überarbeitung der Landkreisseite zur schnellen Integration der GIS-Darstellung sowie der relevantesten Informationen, die im Konzeptpapier als zentral bereitzustellende Informationen benannt werden
 - Live-Schaltung einer einfach gehaltenen prototypischen Version der überarbeiteten Energiewende-Homepage

Jahr 2:

- Detaillierung des Konzeptpapiers als Roadmap zur Erstellung der neuen Plattform
- Aufsatz eines weiterentwickelten Prototyps
- Durchführung Usability-Tests, Integration erster Inhalte

Jahr 3:

- Roll-out der finalen Version, intensives Feedback- und Fehler-Management
- Beginn regelmäßiger Updates und Veröffentlichung eines News-Tickers

Jahr 4–5:

- Erweiterung der Plattform um interaktive Tools (z. B. Fördermittel-Rechner, -kompass) und Integration zusätzlicher Inhalte
- Evaluation und Optimierung anhand von Nutzungsstatistiken und -befragungen

Feinziele erstes Jahr

- Aufbau eines interdisziplinären Teams mit klar definierten Rollen
- Fertigstellung des Konzeptpapiers und Aufsetzen eines funktionsfähigen Prototyps
- Einplanung Haushaltsmittel und Prüfung Fördermöglichkeiten

Finanzierung

- Haushaltsmittel des Landkreises und teilfinanzierende Beiträge der beteiligten Kommunen
 - Externe Förderprogramme im Bereich Digitalisierung und Klimaschutz (z. B. Fördermittel von Landes- oder EU-Programmen)
-

(G4) Erfassung und Optimierung der Effizienz kommunaler Liegenschaften



Gebäude

THG-Einsparpotenzial	Kosten	Priorität
●●●●	€€€€	●●●
Hintergrund	Ausgangslage	
<p>Die Effizienz kommunaler Liegenschaften spielt eine zentrale Rolle, um den wärmebedingten Brennstoffverbrauch und damit verbunden die Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Der Aufbau eines Energiemanagements gewährleistet einen ganzheitlichen Blick und trägt dazu bei, bestehende Defizite bei der Datenerfassung, Planung und Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen zu beheben. Diese Maßnahme trägt dazu bei, dass die Kommune ihrer Vorbildfunktion im Kontext der lokalen Energie- und Wärmewende weiter ausbauen kann.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Im Rahmen des Klimaschutz-Teilkonzepts erfolgte im Jahr 2015 eine Erstellung detaillierten Steckbriefe für ausgewählte Liegenschaften des Landkreises Osterholz und seiner Gemeinden. Die Steckbriefe umfassen eine Bewertung des Status Quo, Beschreibung konkreter Maßnahmen und Sanierungsfahrplan Weiterhin werden durch die Energieleitstelle des Landkreises in jährlichem Turnus Energieberichte zu den kommunalen Liegenschaften des Landkreises und seiner Gemeinden erstellt. Diese umfassen insbesondere Informationen zum Energiebedarf, durchgeführten Maßnahmen, sowie geplanten Maßnahmen Gleichwohl bestehen Handlungsfelder, in denen sich angesichts bislang knapper finanzieller und kapazitiver Ressourcen mit Blick auf eine langfristig klimaneutrale Gebäudeversorgung noch Potenziale für verstärkte Anstrengungen bieten: <ul style="list-style-type: none"> Es gibt aktuell noch keinen Sanierungsfahrplan, der für alle Gebäude Status Quo, Sanierungspotenziale und ein Zielbild detailliert darstellt Fördermöglichkeiten für energetische Maßnahmen werden bislang punktuell geprüft, aber nicht systematisch verfolgt Es gibt derzeit keine dedizierte Stelle für das Energiemanagement Technische Anlagen (Messstellen, Zähler) sind meistens nicht digital integriert, was die zeitnahe Überwachung und Steuerung erschwert 	

Beschreibung

Die Maßnahme gliedert sich in zwei wesentliche Komponenten:

- Harmonisierung des Prozesses der Evaluierung und Optimierung kommunaler Liegenschaften:**
 - Erfassung der Effizienzklasse:** Erstellung eines systematischen Inventars aller Liegenschaften unter Erfassung der aktuellen energetischen Bewertung (z. B. mittels Energieausweisen) und Kategorisierung in Effizienzklassen
 - Erarbeitung eines Sanierungsfahrplans:** Auswertung der gesammelten Daten, um für jedes Objekt einen individuell zugeschnittenen Sanierungsfahrplan zu entwickeln. Dieser Fahrplan soll Prioritäten setzen, potenzielle Einsparungen darstellen und Maßnahmen bis hin zur kompletten energetischen Sanierung skizzieren
 - Prüfung von Fördermöglichkeiten:** Systematische Identifikation und Evaluierung bestehender Förderprogramme (regional, bundesweit, EU) sowie die Bündelung von Informationen zur späteren Antragstellung
- Professionalisierung des kommunalen Energiemanagements:**
 - Einrichtung einer Personalstelle für ein Energie- und Sanierungsmanagements:** Schaffung einer neuen, zentralen Fachposition zur Koordination und Steuerung aller energetischen Maßnahmen unter Einbindung der Mitarbeitenden der Energieleitstelle vom Landkreis
 - Schulung des Personals:** Aufbau eines Schulungsprogramms für Mitarbeitende, um vertiefte Kenntnisse im Energiemanagement, Fördermittelakquise und modernster Gebäudetechnik zu vermitteln (in Kooperation mit relevanten Anbietern, z.B. KEAN)
 - Digitalisierung der Technik und Zähler:** Integration digitaler Messtechnik und intelligenter Zähler, um Echtzeitdaten über den Energieverbrauch zu gewinnen und damit ein datenbasiertes Management zu ermöglichen
 - Langfristige bauliche und technische Optimierungen:** Planung und Umsetzung von Modernisierungsmaßnahmen, um den Primärenergiebedarf nachhaltig zu senken. Parallel soll auch der Ausbau erneuerbarer Energien auf kreiseigenen Liegenschaften geprüft und ggf. realisiert werden

Initiierung	Mögliche Beteiligte	Zielgruppe
-------------	---------------------	------------

<ul style="list-style-type: none"> • Prozessverantwortlich: Die Initiative wird von der Kommune in Abstimmung mit dem koordinativ unterstützenden Landkreis angestoßen 	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunale Verwaltung: <ul style="list-style-type: none"> ○ Gebäudemanagement ○ Fachbereich 3 (Baudienste): Datenerlieferung, bauliche Maßnahmen ○ IT-Abteilung: Digitalisierung und Systemintegration • Neues Energie- und Sanierungsmanagement: Operative Steuerung • Netzbetreiber: Zähler / Messstellen 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Kommune selbst als Eigentümerin der öffentlichen Liegenschaften (Schulen, Rathäuser, Sportstätten etc.). • Breite Öffentlichkeit (Signalwirkung der Kommune als Vorbild)
---	--	---

Handlungsschritte und Zeitplan

Jahr 1:

- **Kick-off-Meeting & Teambildung:** Einberufung eines interdisziplinären Projektteams
- **Bestandsaufnahme:** Erfassung der aktuellen Effizienzklasse aller kommunalen Liegenschaften
- **Konzeptentwicklung:** Entwicklung Rahmen für Sanierungsfahrplan und Anforderungsprofile für neue Stelle
- **Erste Sanierungsfahrplan-Entwürfe:** Erarbeitung von Fahrplänen für eine definierte Teilmenge der Liegenschaften
- **Prüfung der Integration künftiger Evaluationsberichte in Energieberichte der Kommune**

Jahr 2:

- **Implementierung der digitalen Infrastruktur:** Auswahl und Installation digitaler Zähler/Messsysteme an Pilotobjekten
- **Schulungsprogramm:** Start von gezielten Schulungsmaßnahmen für das Personal im Bereich Energiemanagement

Jahr 3:

- **Evaluation und Erweiterung:** Überprüfung und Anpassung der Digitalisierungsmaßnahmen, Erweiterung der Fahrplan-Erstellung auf alle Liegenschaften
- **Fördermittelberatung:** Intensive Antragsphase für regionale sowie bundesweite Förderprogramme

Jahr 4-5:

- **Umsetzung baulicher Maßnahmen:** Start bauliche Optimierung und Technik-Erneuerung in Pilotgebäuden
- **Evaluation der Gesamtmaßnahme:** Erstellung Gesamtbericht inkl. KPIs (Energieeinsparungen, THG-Reduktion)
- **Optimierung und Skalierung:** Feinanpassung der Prozesse, flächendeckende Umsetzung und Übertragung der gewonnenen Erfahrungen auf weitere kommunale Projekte

Feinziele erstes Jahr

- Vollständige Erfassung und Dokumentation der Effizienzklassen aller relevanten Liegenschaften
- Aufstellung eines vorläufigen Sanierungsfahrplans für mindestens 20 % der kommunalen Gebäude
- Einrichtung einer Personalstelle für das Energie- und Sanierungsmanagement in der Gemeinde
- Abstimmung eines Schulungsplans mit Personalwesen und Dienstleister
- Initiierung eines Pilotprojekts zur Digitalisierung von Mess- und Zählsystemen an ausgewählten Objekten
- Einplanung Haushaltsmittel und Prüfung Fördermöglichkeiten
- Zielbild Berichterstattung (Energieberichte und Gebäudezustandsbericht) erarbeiten

Finanzierung

- Kommunale Haushaltsmittel
- Fördermittel aus Landes-, Bundes- und EU-Programmen, z. B.
 - Förderprogramm Energieeffiziente öffentliche Gebäude (EFRE-Förderung, Europäischer Fonds für regionale Entwicklung)
 - BAFA/KfW

(G5) Ausweisung von Sanierungsgebieten



Gebäude

THG-Einsparpotenzial	Kosten	Priorität
●●●●	€€€€	●●●
Hintergrund	Ausgangslage	
Die Ausweisung förmlicher Sanierungsgebiete gemäß § 142 BauGB bietet Kommunen ein wirksames Instrument, um Eigentümer:innen durch steuerliche Vergünstigungen (§§ 7h, 10f EstG) zur energetischen Sanierung zu motivieren. Sanierungsgebiete ermöglichen gezielte Anreize in Gebieten mit hohem Sanierungsstau und tragen zur Erreichung der Klimaneutralitätsziele bei.	<ul style="list-style-type: none"> • In Lilienthal gibt es ein Quartierskonzept der Lilienthaler Diakonie zur energetischen Sanierung durch die Osterholzer Stadtwerke • Die Gemeinde Lilienthal verfügt über die Daten der kommunalen Wärmeplanung zum baulichen Zustand, Energiebedarf und THG-Emissionen der Gebäude. Es liegen mehrere Areale mit Sanierungsbedarf vor • Zur Beantragung ist eine „vorbereitende Untersuchungen“ (§ 141 BauGB) anzufertigen, die städtebauliche Missstände aufzeigt und ein Konzept zu deren Behebung skizziert 	

Beschreibung

Prozess und Schritte zur Umsetzung der Maßnahme:

- **Datenanalyse und Bestandsaufnahme:**
 - Prüfung, ob die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung vorhandenen Daten den baulichen Zustand und die energetische Qualität der betreffenden Liegenschaften ausreichend abbilden
 - Entscheidung, ob eine interne Analyse möglich ist oder ob weiterhin externe Sachverständige beauftragt werden müssen
- **Vorbereitende Untersuchung:**
 - Durchführung einer detaillierten Vorabanalyse (intern oder durch externe Fachleute), um städtebauliche Missstände im betreffenden Gebiet festzustellen
 - Dokumentation der Analyseergebnisse als Grundlage für die spätere Ausweisung
- **Erarbeitung einer Sanierungssatzung:**
 - Auf Basis der Untersuchungsergebnisse wird eine Sanierungssatzung entworfen, in der die genauen Grenzen des Sanierungsgebiets festgelegt werden
- **Verfahren zur förmlichen Ausweisung:**
 - Der Gemeinderat beschließt nach Vorlage der Untersuchungsergebnisse die Ausweisung des Gebiets als Sanierungsgebiet
 - Sofern in der Sanierungssatzung die Genehmigungspflicht nach § 144 Abs. 2 BauGB ausgeschlossen wird, ist kein Grundbucheintrag erforderlich (zu favorisierende Vorgehensweise). Andernfalls ist ggfs. Eintrag des entsprechenden Sanierungsvermerks im Grundbuch zu leisten, um die Transparenz gegenüber der Bürgerschaft und Investierende zu gewährleisten
- **Kommunikation und Motivation:**
 - Information der betroffenen Eigentümer:innen über die bevorstehenden steuerlichen Vergünstigungen sowie über die Vorteile, die mit der Modernisierung einhergehen (z. B. langfristige Wertsteigerung der Immobilien)
- **Prüfung der Umsetzbarkeit mit verfügbaren Personalkapazitäten und bedarfsorientierte Aufstockung**
 - Der Verwaltungsaufwand für die Koordination der vorbereitenden Untersuchung und weiteren formalen Prozesse betragen einmalig ca. 300 Arbeitsstunden je Sanierungsgebiet für: Auswahl des Sanierungsgebiets; Ausschreibungsverfahren; Vorbereitung der Beschlussfassungen; Koordination, Betreuung und Begleitung des Prozesses; Ausarbeitung der Sanierungssatzung und Bekanntmachungen sowie Teilnahme an den Beteiligungsformaten
 - Weitere Aufgaben wie die Betreuung der Umsetzungsprozesse (z.B. Modernisierungsvereinbarungen und Ausstellung der Bescheinigungen nach § 7h EstG etc.) sind mit langfristigem Personalaufwand verbunden. Der regelmäßige Aufwand pro Sanierungsgebiet beträgt im Mittel ca. 3 bis 4 Stunden pro Woche und ist abhängig von der Größe des Sanierungsgebiets sowie auch sozialen Faktoren

Initiierung	Mögliche Beteiligte	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none"> • Prozessverantwortlich: Die Maßnahme wird durch die Gemeinde Lilienthal initiiert – maßgeblich durch den Fachbereich 3 (Baudienste) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunale Verwaltung: <ul style="list-style-type: none"> ○ Fachbereich 3 (Baudienste): Leitung/Koordination Gesamtprozess, Datenbereitstellung ○ Kämmerei: Einbindung in Kalkulation von Fördermöglichkeiten und steuerlichen Aspekten. 	<ul style="list-style-type: none"> • Immobilieigentümer:innen im potenziellen Sanierungsgebiet, die von den steuerlichen Abschreibungsmöglichkeiten profitieren sollen

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Externe Kanzlei/Dienstleistende: Unterstützung bei Ausarbeitung der Sanierungssatzung ○ Öffentlichkeitsarbeit: Kampagnen, Aufklärung und Erklärung auf Homepage, etc. ● Externe Beteiligte: <ul style="list-style-type: none"> ○ Externe Sachverständige/ Städtebauliche Beratende ○ Grundbuchamt: Eintrag Sanierungsvermerk ○ Eigentümer:innengruppen: Einbindung in Konsultationsrunden zur Abstimmung und Akzeptanzförderung 	
--	---	--

Handlungsschritte und Zeitplan

- Jahr 1: Initiierung und Bestandsaufnahme**
- Analyse der vorhandenen Daten aus der kommunalen Wärmeplanung und Festlegung der Vorgehensweise (intern oder extern)
- Jahr 2: Vorbereitende Untersuchung**
- Durchführung der detaillierten Vorabanalyse (intern oder via externem Auftrag)
 - Dokumentation der Ergebnisse und Erstellung eines Berichtsentwurfs
- Jahr 3: Entwurf der Sanierungssatzung**
- Auf Basis der Ergebnisse wird ein Entwurf der Sanierungssatzung erarbeitet
 - Einbindung von Rechtsberatung und städtebaulichen Fachleuten
- Jahr 4: Formelle Ausweisung**
- Beschlussfassung durch den Gemeinderat und Verabschiedung der Sanierungssatzung
 - Umsetzung des Verfahrens bis zum Eintrag des Sanierungsvermerks im Grundbuch
- Jahr 5: Implementierung und Kommunikation**
- Information der betroffenen Eigentümer:innen und Start der Maßnahmen zur Förderung von Sanierungen
 - Monitoring und Evaluierung der Auswirkungen (z. B. Anzahl der beantragten Sanierungsprojekte und steuerlichen Vorteile)

Feinziele erstes Jahr

- Abschluss einer Machbarkeitsstudie, um zu ermitteln, ob die im Rahmen der Wärmeplanung erhobenen Daten zur Bewertung des baulichen Zustands ausreichen
- Erstellung eines Maßnahmenplans, der die Entscheidung zwischen einer internen Erbringung der Planungsvorleistung und einer externen Vergabe (ca. 30.000 €) ermöglicht
- Einplanung Haushaltsmittel und Prüfung Fördermöglichkeiten

Finanzierung

Kommunale Haushaltsmittel

(G6) Prüfkatalog für klimaschutzdienliche Wärmeversorgung in der Bauleitplanung



Gebäude

THG-Einsparpotenzial	Kosten	Priorität
● ● ● ●	€€€€	● ● ●

Hintergrund	Ausgangslage
<p>Die Wärmeversorgung ist der zentrale Hebel zur Reduktion von Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor. Rund 40 % der bundesweiten Emissionen entstehen durch Bau, Betrieb und Wärmebedarf von Gebäuden. Die kommunale Bauleitplanung kann über gezielte Festsetzungen Weichen für eine klimafreundliche, erneuerbare Wärmeversorgung und hohe Effizienzstandards stellen. Rechtlich gestützt wird dies durch das Baugesetzbuch (§ 1 Abs. 5, § 1a Abs. 5, § 9 BauGB), das Gebäudeenergiegesetz (GEG) und das Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG).</p>	<p>In Lilienthal wurde bereits ein Prozess definiert, in dem das Sachgebiet Planung in Kooperation mit Planungsbüros anhand eines Katalogs vorab prüft, welche Festsetzungen (individuell je nach Planungsobjekt) angewendet/festgelegt werden sollen. Der Prüfkatalog adressiert „Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung in der Bauleitplanung in der Gemeinde Lilienthal“. Der Prüfkatalog behandelt sehr umfassend Klimaschutzaspekte, wobei die Prüfung baulicher Aspekte mit Relevanz für Wärmebedarf und die Wärmeerzeugung weiter gestärkt werden können.</p>

Beschreibung

Weiterentwicklung des bestehenden Prüfkatalogs als Orientierungshilfe für klimaschutzdienliche Wärmeentscheidungen in der Bauleitplanung, mit besonderem Fokus auf eine moderate, flexible Anwendung und die Möglichkeit einer Individualprüfung.

Kernelemente:

- **Orientierende Prüfkriterien:** Der Katalog enthält Empfehlungen und Prüffragen, die im Rahmen der Bauleitplanung als Abwägungsmaterial herangezogen werden, z.B.:
 - Ist die Anbindung an ein (zukünftiges) Wärmenetz möglich oder sinnvoll?
 - Gibt es Potenziale für erneuerbare Wärmeversorgung im Plangebiet?
 - Können Flächen für gemeinschaftliche Energieversorgung gesichert werden?
 - Gibt es städtebauliche Gründe, die für oder gegen bestimmte Wärmeversorgungsformen sprechen?
- **Individualprüfung:** Für jedes Bauleitplanverfahren wird eine Einzelfallprüfung („Individualprüfung“) durchgeführt, in der die Prüfkriterien des Katalogs auf die spezifischen Gegebenheiten des Gebiets angewendet werden. Abweichungen von Empfehlungen sind möglich, müssen aber begründet dokumentiert werden
- **Keine starre Verpflichtung:** Der Katalog ist als Orientierung und Entscheidungshilfe konzipiert, nicht als verbindlicher Maßnahmenkatalog. Er lässt Spielräume für die Abwägung im Einzelfall und vermeidet pauschale Ausschlüsse oder Verpflichtungen, die tief in private Rechte eingreifen
- **Verfahrensintegration:** Die Ergebnisse der Individualprüfung werden als Teil der Begründung und Abwägung zum Bebauungsplan dokumentiert. Der Gemeinderat erhält so eine transparente Entscheidungsgrundlage
- **Optionale Festsetzungen:** Wo sinnvoll und rechtssicher möglich, können einzelne Empfehlungen im Bebauungsplan als optionale Festsetzungen oder als Grundlage für städtebauliche Verträge aufgenommen werden (§ 11 BauGB)

Initiierung	Mögliche Beteiligte	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none"> • Prozessverantwortlich: Fachbereich 3 (Baudienste), in Abstimmung mit dem Klimaschutzmanagement 	<ul style="list-style-type: none"> • Fachbereich 3 (Baudienste): Koordination, Weiterentwicklung Prüfkatalog, Individualprüfung • Klimaschutzmanagement: Fachliche Zusammenarbeit, Bewertung Klimawirkung • Wirtschaftsförderung Landkreis • Gemeinderat: Steuerung, Beschlussfassung • Stadtwerke/Energieversorger: Beratung zu lokalen Wärmeoptionen • Externe Fachberatende: Unterstützung bei Katalogentwicklung und Einzelfallprüfung • Bauverantwortliche, Planungsbüros: Feedback zur Umsetzbarkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Verwaltung • Planende • Gemeinderat • Bauverantwortliche • Investierende

Handlungsschritte und Zeitplan

Jahr 1:

- Aufstellungsbeschluss (durch Gemeinderat oder Verwaltungsausschuss)
- Arbeitskreis bilden
- Entwicklung eines überarbeiteten Prüfkatalog-Entwurfs mit einem ergänzenden Fokus Wärmeversorgung
- Testanwendung an 1 bis 2 Bebauungsplänen, Feedback einholen
- Überarbeitung, Beschluss als Orientierungshilfe

Jahr 2:

- Einführung Individualprüfung bei allen neuen Bebauungsplänen
- Schulungen für Verwaltung und Planungsbüros

Jahr 3–5:

- Anwendung, Monitoring, jährliche Evaluation
- Ggf. Anpassung des Katalogs und der Prüffragen

Feinziele erstes Jahr

- Arbeitskreis und Struktur
- Entwurf Prüfkatalog
- Testanwendung und Feedback
- Finalisierung und Verabschiedung als Orientierungshilfe
- Einplanung Haushaltsmittel & Prüfung Fördermöglichkeiten

Finanzierung

Kommunaler Haushalt

7.1.2 Maßnahmensteckbriefe des Clusters „Wärmenetze“

(W1) Prüfgebiete für Wärmenetze in einer Machbarkeitsstudie analysieren		
<i>Wärmenetze</i>		
THG-Einsparpotenzial	Kosten	Priorität
●●●●	€€€€	●●●
Hintergrund		Ausgangslage
<p>Wärmenetze sind eine zentrale Säule der Wärmeversorgung und die Identifikation von Eignungsgebieten hierfür eine Kernaufgabe der kommunalen Wärmeplanung. Zugleich bietet die kommunale Wärmeplanung jedoch keine technische Detailplanung oder wirtschaftliche Bewertung. Letzteres ist die Aufgabe von Machbarkeitsstudien (neue Wärmenetze) und Transformationsplänen (Transformation und Weiterentwicklung Bestandsnetze).</p>		<p>Die Gemeinde Lilienthal hat im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung mehrere Eignungs- und Prüfgebiete identifiziert, in denen sich Netzerweiterungen oder Neubauten anbieten könnten. Die weitere Erstellung von Machbarkeitsstudien und Transformationsplänen ist erforderlich, um die identifizierten Potenziale zu erhärten. Zugleich sind diese die Voraussetzung, um eine Förderung zu beantragen.</p>
Beschreibung		
<ul style="list-style-type: none"> • Förderantrag (BEW Modul 1: Machbarkeitsstudie für neue Netze /Transformationsplan für Bestandsnetze) <ul style="list-style-type: none"> ○ Erarbeitung der Antragsunterlagen gemäß BAFA-Vorgaben • Auftragsvergabe an externe Fachplanungsbüros <ul style="list-style-type: none"> ○ Auswahl von Ingenieurbüros/Fachleuten mit Erfahrung in Wärmenetz-Machbarkeitsstudien • Datenerhebung & Potenzialanalyse <ul style="list-style-type: none"> ○ Aufnahme von Gebäudedaten, Energiebedarf und Wärmequellen (z. B. GIS-Kartierung, Lastprofile) • Technische Variantenprüfung <ul style="list-style-type: none"> ○ Vergleich von Netzkonfigurationen, Wärmeerzeugungsoptionen und Verteilungsverlusten • Wirtschaftlichkeits- und Rentabilitätsrechnung <ul style="list-style-type: none"> ○ CAPEX/OPEX-Analyse, Wärmepreisberechnung, Sensitivitätsanalyse • Ergebnisdokumentation & Präsentation <ul style="list-style-type: none"> ○ Abschlussbericht mit Empfehlung für günstige Variante, Investitionssummen und Förderquote 		
Initiierung	Mögliche Beteiligte	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none"> • Prozessverantwortlich: Die Maßnahme wird durch die Wärmenetzbetreibenden initiiert. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gemeinde • Wärmenetzbetreibende • Externes Planungsbüro • Bauamt • Vergabestelle 	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunalverwaltung: Politik & Verwaltung • Wärmenetzbetreibende und Contracting-Partner:innen • Bürgerschaft und Unternehmen in den potenziellen Versorgungsgebieten
Handlungsschritte und Zeitplan		
<ul style="list-style-type: none"> • Jahr 1: Förderantrag und Vergabe Machbarkeitsanalyse • Jahr 2-3: Erstellung der Machbarkeitsstudie bzw. Transformationsplan • Jahr 4: Genehmigungs- und Ausführungsplanung • Jahr 5: Vergabe und Beauftragung der Bauleistungen 		
Feinziele erstes Jahr		
<ul style="list-style-type: none"> • BEW-Antrag Modul 1 vollständig eingereicht • Externer Fachplanungsvertrag unterschrieben • Datenerhebung für alle Prüfgebiete (GIS-Karten, Lastprofile) abgeschlossen • Einplanung Haushaltsmittel & Prüfung Fördermöglichkeiten 		
Finanzierung		
<ul style="list-style-type: none"> • Kommunaler Haushalt / Wärmenetzbetreibende • BEW-Förderung (Modul 1: 50 % der vorbereitenden Analyse; Modul 2: 40 % der Investitions- und Planungskosten) 		

(W2) Einen klaren Zeitplan für Wärmenetzausbau im Landkreis Osterholz



Wärmenetze

THG-Einsparpotenzial	Kosten	Priorität
●●●●	€€€€	●●●

Hintergrund	Ausgangslage
Ein detaillierter Zeitplan ermöglicht eine effektive Koordination aller beteiligten Personen, einschließlich Planende, Bauunternehmen, Versorgungsunternehmen und Behörden. Dies sorgt für Planungssicherheit und hilft, Ressourcen effizient zu nutzen. Zudem fördert eine klare und robuste Kommunikation hierzu die Akzeptanz in der Bevölkerung.	Aktuell gibt es noch keinen Zeitplan für den Wärmenetzausbau.

Beschreibung

- Enge Verknüpfung mit Maßnahme **O3** (Transparenz schaffen bei erforderlichen Infrastrukturmaßnahmen)
- **Entwicklung des Zeitplans**
 - **Inhalte:** Definition von Meilensteinen
 - **Zeithorizont:** Projektbeginn Q1 2026 → Inbetriebnahme Pilotgebiet Q4 2029 → Endausbau 2040
 - **Verknüpfung:** Integration strategischer Klimaziele (30/80/100 % EE (bei Bestandsnetzen) bzw. 65/80/100 % bei Neuerrichtung)
- **Festlegung von Verantwortlichkeiten & Empfänger:innen**
 - **Wärmenetzbetreiber:** Pflege und Reporting des Zeitplans; **Bau und Umweltamt:** Genehmigungsfristen; Informationsempfänger: Netzbetreibende, Ratsgremien vor Genehmigungsanträgen
- **Update-Mechanismen**
 - **Halbjährlich:** Fortschrittsbericht an den Rat
 - **Meilensteinbezogen:** Kurz-Updates alle vier Wochen vor wesentlichen Terminen (BEWModul 2 Einreichung, Genehmigung, Vergabestart)

Initiierung	Mögliche Beteiligte	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none"> • Prozessverantwortlich: Die Wärmenetzbetreibenden in der Gemeinde Lilienthal (Osterholzer Stadtwerke, Diakonie) initiieren den Prozess. 	<ul style="list-style-type: none"> • Wärmenetzbetreibende in der Gemeinde Lilienthal • Externe Planungsbüros • Ratsgremien • Fachbereiche Kommunalverwaltung (Bau, Klimaschutz, ...) 	<ul style="list-style-type: none"> • Potenzielle Netzanschlussnehmende • Bürgerschaft (Verkehrsbeeinträchtigungen) • Relevante Fachbereiche Kommunalverwaltung

Handlungsschritte und Zeitplan

Jahr 1:

- Grob- und Vorplanung (Terminplan, Varianten)
- Abschluss Vorplanung und Update Zeitplan (Bericht im Gemeinderat)

Jahr 2:

- Entwurfsplanung und BEW Modul 2-Antrag; 4-Wochen-Update vor Antragseinreichung
- Genehmigungsplanung, Behördenabstimmung

Jahr 3:

- Ausführungsplanung und Vorbereitung Vergabe; Halbjahresreport
- Ausschreibung und Vergabe Bauleistungen

Jahr 4:

- Baumaßnahmen Pilotgebiet; Monitoring monatlich
- Inbetriebnahme Pilotgebiet; Gesamt-Update Zeitplan

Jahr 5:

- Halbjahres- bzw. Jahres-Review mit Rat; Anpassung für Ausbau 2

Feinziele erstes Jahr

- Zeitplan festgelegt
- Halbjährlicher Reporting-Prozess definiert
- Einplanung Haushaltsmittel und Prüfung Fördermöglichkeiten

Finanzierung

- Bereitstellung personeller Ressourcen durch Wärmenetzbetreibende und Kommune
 - Kommunalhaushalt
-

(W3) Kommunale Ankerkund:innen für Nahwärmenetze prüfen



Wärmenetze

THG-Einsparpotenzial	Kosten	Priorität
●●●●	€€€€	●●●
Hintergrund Kommunale Gebäude mit regelmäßig hohem Wärmebedarf sichern die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen und wirken als Vorbild für private und gewerbliche Anschlussnehmende. Durch das systematische Prüfen und Einbinden kommunaler Gebäude können Investitionsrisiken für Wärmenetzbetreibende reduziert werden. Die Kommunen sichern sich zugleich einen Zugang zu grünen Wärmeversorgungsoptionen.		Ausgangslage In Lilienthal existiert bislang kein standardisierter Prozess zur Identifikation und Prüfung kommunaler Gebäude als potenzielle Wärmenetz-Ankerkundschaft.
Beschreibung <ul style="list-style-type: none"> • Festlegung der Verankerungskonzepte (z.B. Vergabe und Beschaffungsrichtlinien) • Ankerkund:innen-Prüfung (zwingende Voraussetzung für Wärmelieferverträge und Contracting Projekte in der kommunalen Vergabeordnung) • Operative Schritte <ul style="list-style-type: none"> ○ Gebäudeinventur: Erfassung von Anlage, Verbrauch und Anlagenalter ○ Wirtschaftlichkeitsanalyse: Rentabilitätsberechnung, Anschlusskostenanalyse 		
Initiierung <ul style="list-style-type: none"> • Prozessverantwortlich: Die Initiierung dieses Prozesses obliegt dem Klimaschutzmanagement. 	Mögliche Beteiligte <ul style="list-style-type: none"> • Osterholzer Stadtwerke • Diakonie • Kommunalverwaltung <ul style="list-style-type: none"> ○ Baudienste 	Zielgruppe <ul style="list-style-type: none"> • Bauträger • Kommunalverwaltung (Politik & Verwaltung) • Netzbetreibende und Bewerbende für kommunale Contracting-Modelle • Personen des Facility Managements öffentlicher Liegenschaften
Handlungsschritte und Zeitplan <p>Jahr 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fachliche Konzepterstellung • Ratsbeschluss zu Prozessverankerung <p>Jahr 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gebäudedaten-Erfassung und Lastprofilierung • Wirtschaftlichkeitsstudien <p>Jahr 3–4:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pilotanschlüsse, falls Ankerkundschaft gefunden <p>Jahr 5:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluierung und Prozessadaption 		
Feinziele erstes Jahr <ul style="list-style-type: none"> • Detaillierung der Verankerungskonzepte, Diskussion mit Fachbereichen • Vorbereitung und Erwirkung erforderlicher Ratsbeschlüsse • Entwicklung von Plan für Gebäudeinventur und Lastprofilierung • Einplanung Haushaltsmittel und Prüfung Fördermöglichkeiten 		
Finanzierung <ul style="list-style-type: none"> • Kommunaler Haushalt • Fördermittel: KfW-Kommunalrichtlinie, BAFA-Contracting-Förderung 		

- Contracting: Investment durch Contractor, laufende Entgeltzahlungen

7.1.3 Maßnahmensteckbriefe des Clusters „Organisatorische Maßnahmen“

Zu Maßnahmen O1-O3:

- Das Aufgabenspektrum der AG Klimaschutz (die Arbeitsgruppe der Klimaschutzmanager:innen des Landkreises und der einzelnen Kommunen) wird um Aufgaben aus denjenigen Handlungsfeldern erweitert, die einer zentralen, interkommunalen (Kommunen und Landkreis) Abstimmung bedürfen. Dies sind insbesondere Aufgaben aus den Handlungsfeldern Monitoring/Controlling, Stakeholder-Austausch und Infrastrukturmaßnahmen.
- Die Personen aus dem Klimaschutzmanagement sind die Schnittstelle zur Umsetzung der jeweiligen Maßnahmen in den Kommunen. Im Sinne einer „Satellitenstruktur“ sind in der jeweiligen Kommune maßnahmenspezifisch weitere Beteiligte aus relevanten Fachgebieten zu involvieren. Hierzu könnten weitere lokale Arbeitskreise gebildet werden.
- Ziel des Ansatzes einer Aufgabenerweiterung der AG Klimaschutz ist es, eine möglichst schlanke Organisationsform und schnelle Entscheidungsprozesse zu gewährleisten.
- Anlässlich wichtiger Themen könnte auch die Politik eingebunden werden.

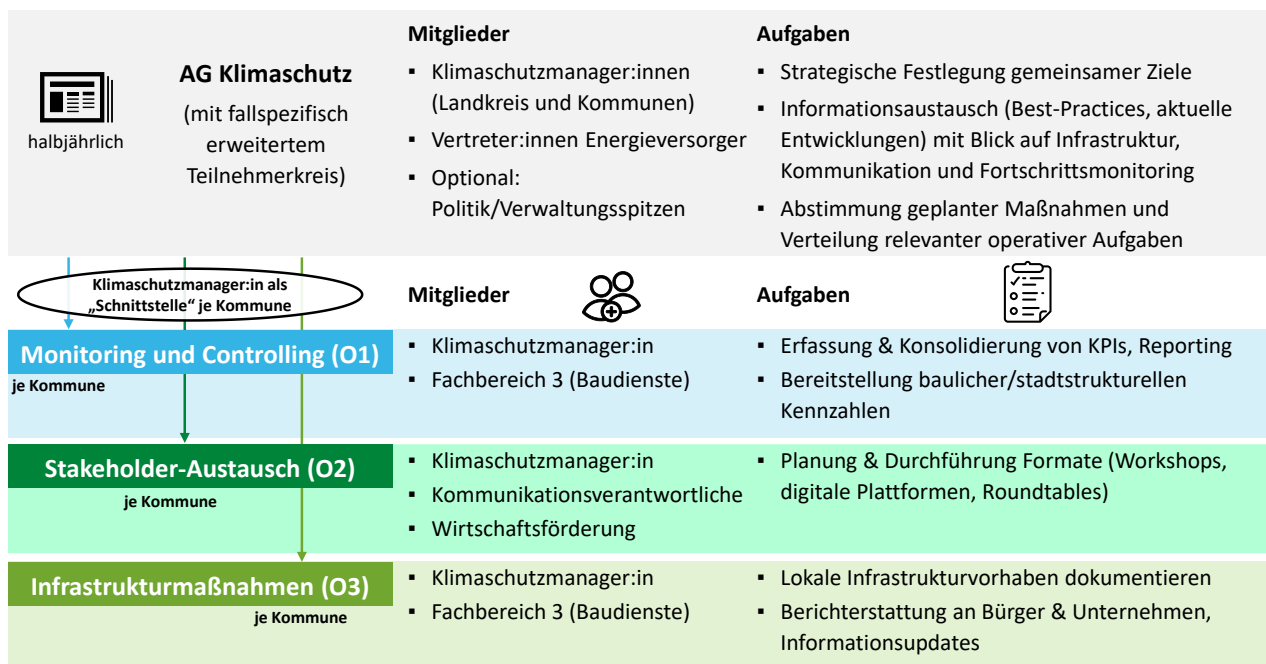


Abbildung 66: Steuerungsansatz für die Maßnahmen O1-O3

(O1) Prozess der kommunalen Wärmeplanung verstetigen



Organisation

THG-Einsparpotenzial	Kosten	Priorität
●●●●	€€€€	●●●

Hintergrund	Ausgangslage
<p>Die gesetzlich vorgeschriebene Aktualisierung der kommunalen Wärmeplanung erfolgt im Fünfjahresrhythmus. Zwischen diesen Intervallen besteht allerdings das Risiko, dass strategische Ziele und operative Einzelmaßnahmen nicht konsequent weiterverfolgt oder angepasst werden.</p> <p>Es bedarf daher einer kontinuierlichen Verstetigung und prozesspolitischen Verankerung des Planungsprozesses, insbesondere durch strategisches und operatives Monitoring sowie interkommunale Koordination.</p>	<p>Direkt im Anschluss an die erstmalige Durchführung des Prozesses der kommunalen Wärmeplanung sollte die Umsetzung einer Verstetigung des Planungsprozesses beginnen. Auch die weiteren Schritte des Monitorings und des Einbezugs aller relevanten Beteiligten wird weiter geplant und die Bedeutung entsprechend gesehen.</p> <p>Da dies die erstmalige Durchführung der kommunalen Wärmeplanung ist, existieren bislang keine standardisierten Prozesse.</p>

Beschreibung

Das Ziel der Maßnahme ist es, zwischen den gesetzlich vorgegebenen Aktualisierungszyklen (alle 5 Jahre) einen verbindlichen Prozess zur Umsetzung und Überprüfung von Maßnahmen des kommunalen Wärmeplans zu etablieren. Dies beinhaltet:

Umsetzung des bestehenden Monitoring-Konzepts:

- Aufbau des operativen Controllings zur Überwachung einzelner Maßnahmen
- Finalisierung und Einführung des strategischen Controllings mit aggregierten, quantitativ messbaren Indikatoren (z. B. Anteil erneuerbarer Wärme, Sanierungsquote)
- Aufbau des operativen Controllings zur Überwachung einzelner Maßnahmen (z. B. Fortschritt bei Nahwärmenetzen)

Prozesspolitische Verankerung des interkommunalen Austauschs:

- Erweiterung des Aufgabenspektrums der AG Klimaschutz unter selektiver Einbindung weiterer Beteiligten (z.B. Stadtwerke-Vertretung) mit Workshops zu Wärmethemen in halbjährlichem Turnus
- Aufgaben: strategische Zielsetzung, Informations- und Erfahrungsaustausch, Abstimmung geplanter Maßnahmen und Verteilung operativer Aufgaben

Initiierung	Mögliche Beteiligte	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none"> • Prozessverantwortlich: Personen aus dem Klimaschutzmanagement • Startschritt: Formalisierung der erweiterten Aufgaben der AG Klimaschutz durch eine Vereinbarung zwischen beteiligten Kommunen und dem Landkreis 	<ul style="list-style-type: none"> • Personen aus dem Klimaschutzmanagement: Prozessverantwortliche • Stadtwerke: Input zu Netzinfrastruktur, Entwicklungen • Fachbereich 3 (Baudienste): Datenbereitstellung, Fortschritte baulicher Maßnahmen • Landkreis: moderierende, koordinierende Rolle 	<ul style="list-style-type: none"> • Verwaltungsmitarbeitende • Beteiligte aus kommunaler Wärmeplanung • Bürgerschaft indirekt durch verbesserte Umsetzung • Bauträger

Handlungsschritte und Zeitplan (erste 5 Jahre)

- **Jahr 1:**
 - Weitere Detaillierung der Verantwortlichkeiten in der AG Klimaschutz
 - Verantwortlichkeiten zu Erhebung und Konsolidierung von KPIs klären
 - Prüfung der Integration der Monitoringberichte in Energiewende- und Klimaschutzberichte
 - Umsetzung des Monitoring-Konzepts starten
- **Jahr 2:** Erste KPI-Berichte erstellen, interkommunale Maßnahmen koordinieren
- **Jahr 3:** Controlling-Prozesse evaluieren und optimieren
- **Jahr 4:** Ausbau der Zusammenarbeit und gemeinsame Ausschreibungen
- **Jahr 5:** Fortschreibung des Wärmeplans auf Basis der Monitoring-Ergebnisse

Feinziele (für das erste Jahr)

-
1. **Aufsatz Implementierung des strategischen und operativen Monitorings**
 - Verfügbarkeit Datengrundlage klären
 - Auswahl strategischer und operativer KPIs
 - Einführung eines digitalen Monitoringschemas
 - Erstellung eines ersten Jahresberichts/Fortschrittsberichts
 2. **Regelmäßige Halbjahrestreffen der AG Klimaschutz mit relevanten Mitgliedern zu Wärmethemen**
 3. **Einplanung Haushaltsmittel und Prüfung Fördermöglichkeiten**

Finanzierung

- **Landes- und Bundesförderung**
 - Kommunalrichtlinie (bis zu 80 % Förderung)
 - weitere Förderprogramme
 - **EU-Förderprogramme:** ggf. Interreg oder andere Strukturförderungen, je nach Region und Schwerpunkt
 - **Kommunaler Haushalt**
-

(O2) Regelmäßige Austauschformate mit relevanten Akteur:innen der Wärmeplanung etablieren



Organisation

THG-Einsparpotenzial	Kosten	Priorität
●●●●●	€€€€	●●●

Hintergrund	Ausgangslage
<p>In der Praxis fehlen oft kontinuierliche Austauschplattformen, um Synergieeffekte zu nutzen, alle relevanten Beteiligten auf dem Laufenden zu halten, und Projekte aufeinander abzustimmen. Fehlender Dialog führt zu Verzögerungen, mangelnder Transparenz und teils doppeltem Aufwand.</p> <p>Ein strukturierter Austausch kann Planungssicherheit erhöhen, Akzeptanz für größere Infrastrukturprojekte fördern und durch rechtzeitiges Einbinden von Fachleuten Reibungsverluste vermeiden.</p>	<p>Die Kommunen der Osterholzer Stadtwerke tauschen sich auf Arbeitsebene sowie darüber hinaus auf Landkreis-Ebene aus. Auch der Verwaltungsvorstand der Stadtwerke-Kommunen sowie die Leitung der Stadtwerke sind jährlich im Austausch. In Lilienthal fanden darüber hinaus erste Gespräche mit ortsansässigen SHK-Betrieben und lokalen Energieberater:innen statt. Daraus ist u.a. die Idee einer „Wärmepumpen-Kampagne“ (Arbeitstitel) entstanden.</p>

Beschreibung

Diese Maßnahme zielt darauf ab, durch das Aufsetzen regelmäßiger Austauschformate den Dialog zwischen der Kommune und allen relevanten externen Beteiligten der Wärmeplanung zu intensivieren. Dabei wird direkt an das bereits bestehende Stakeholdermanagement-Konzept angeknüpft:

- **Erarbeitung zielgruppenspezifischer Formate:** Entwicklung von Workshops, Arbeitsgruppen, Online-Runden und themenspezifischen Roundtables, die gezielt auf unterschiedliche Stakeholder (wie Stadtwerke, Wohnungsbaugesellschaften, Handwerksbetriebe, Forschungsinstitute etc.) zugeschnitten sind
- **Verankerung in der AG Klimaschutz:** In der AG Klimaschutz (vgl. Maßnahme O1) werden die Austauschformate abgestimmt und Ergebnisse rückgekoppelt
- **Dokumentation und Integration:** Die Ergebnisse der Austauschformate fließen kontinuierlich in die strategische Planung und Prozessbegleitung ein, sodass die gewonnenen Erkenntnisse zu Anpassungen im Wärmeplan führen

Initiierung	Mögliche Beteiligte	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none"> • Prozessverantwortlich: Personen aus dem Klimaschutzmanagement in Abstimmung mit der der Öffentlichkeitsarbeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunale Wirtschaftsförderung: Dialog mit Unternehmen • Öffentlichkeitsarbeit der Kommune: Kommunikationskanäle • Stadtwerk: Technischer Input • Lokale Akteursgruppen: Wohnungsbaugesellschaften, IHK, HWK, Bürger, Mieterverbände, SHK-Betriebe 	<ul style="list-style-type: none"> • Stadtwerk: Rolle als lokaler Unterstützer und Umsetzer • Gewerbe: z.B. Innungen (Elektro, SHK, Schornsteinfegerwesen) • Bürgerschaft • Wohnungswirtschaft

Handlungsschritte und Zeitplan

- **Jahr 1:**
 - Bedarfsanalyse und Auswahl Formate
 - Durchführung erster Stakeholder-Dialoge
- **Jahr 2: Aufbau digitaler Kommunikationskanäle**
 - Verzahnung mit Maßnahme G3 erarbeiten
- **Jahr 3:** Verstetigung durch feste Termine, Rückkopplung mit Monitoring
- **Jahr 4:** Integration Feedbacks in Fortschrittsbericht
- **Jahr 5:** Evaluation der Wirksamkeit, Anpassung Formate
 - Evaluation der Kommunikationsstrategie und Anpassung der Austauschformate (Welcher Bedarf besteht weiterhin? Wer muss noch eingebunden werden?)

Feinziele erstes Jahr

- Aufbau einer Datenbank aller Beteiligten
- **Konzeptdesign für Austauschformate fertigstellen, z.B.**
 - Präsenz-Workshops

-
- Online-Plattform
 - themenspezifische AGs
 - Runder Tisch
 - Bürgerschafts-Rat in lokalen Kommunen

- **Kommunikationskanäle definieren und in der Verwaltung verankern**

- Newsletter
- Terminübersicht
- Einladungsmanagement
- interaktive Karten
- Durchführung von drei initialen Formaten (z. B. Fachdialog, Bürgerschaftsworkshop)
- Einplanung Haushaltsmittel und Prüfung Fördermöglichkeiten

Finanzierung

- **Landes- und Bundesförderung:**
 - Kommunalrichtlinie (NKI, BMUV)
 - BMUV-Förderaufrufe (z. B. für Öffentlichkeitsarbeit, Modellkommunen)
 - **EU-Förderprogramme:** ggf. Interreg, LIFE oder andere Strukturförderungen, je nach Region und Schwerpunkt
 - **Kommunaler Haushalt**
 - **Partnerschaften mit Wirtschaft / Stiftungen:** Unterstützung einzelner Formate (z. B. Workshops) oder Finanzierung von Pilotprojekten.
-

(O3) Transparenz schaffen bei erforderlichen Infrastrukturmaßnahmen



Organisation

THG-Einsparpotenzial	Kosten	Priorität
● ● ● ● ●	€€€€	● ● ●

Hintergrund	Ausgangslage
<p>Technische Infrastrukturprojekte (z. B. Netzverdichtungen, Neubaugebiete, Umbauten) sind zentrale Elemente der kommunalen Wärmewende. Ihre zeitnahe Kommunikation und strukturierte Begleitung ermöglichen Akzeptanz der Bürgerschaft, Koordination und Effizienz.</p>	<p>Interne sowie externe Informationsflüsse zu Infrastrukturmaßnahmen könnten weiter ausgebaut bzw. verbessert werden. Eine stärkere Vernetzung und ein ämterübergreifender Informationsfluss sind wünschenswert. An die Öffentlichkeit werden entsprechende Projekte zunehmend kommuniziert und der aktuelle Stand regelmäßig berichtet. Die Reichweite und barrierefreie Zugänglichkeit zu diesen Informationen lassen sich weiter verbessern.</p>

Beschreibung

- Einrichtung eines strukturierten Informationsflusses über laufende und geplante Infrastrukturvorhaben
- Benennung einer kommunalen Koordination für Infrastruktur
- Erstellung halbjährlicher Projektübersichten
- Abstimmung mit dem Monitoring (O1)
- Veröffentlichung niederschwelliger Informationen für Öffentlichkeit (z. B. via Informationskanal Maßnahme G3)

Initiierung	Mögliche Beteiligte	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none"> • Prozessverantwortlich: Personen aus dem Klimaschutzmanagements, gemeinsam mit Bauamt und Stadtwerken, im Auftrag der AG Klimaschutz 	<ul style="list-style-type: none"> • Fachbereich 3 (Baudienste): Projektformationen • Stadtwerke: Planungsstand technischer Maßnahmen • Öffentlichkeitsarbeit: Bürgerschaftsformation • Drittdienstleistende: je nach Projekt, z. B. Planungsbüros 	<ul style="list-style-type: none"> • Bürgerschaft • Unternehmen • Kommunalpolitik • Investierende / Bauträger

Handlungsschritte und Zeitplan

- **Jahr 1:** Aufbau Struktur Projektübersicht, Informationsschnittstelle
- **Jahr 2:** Einrichtung halbjährlicher Abstimmungstermine mit Beteiligten
- **Jahr 3:** Veröffentlichung der Projektinformationen
- **Jahr 4:** Integration Rückmeldungen in Maßnahmenplanung
- **Jahr 5:** Evaluation der Informationsstrategie

Feinziele erstes Jahr

- Erstellung erster Infrastrukturübersicht
- Durchführung eines Pilotdialogs mit Bauträgern
- Veröffentlichung auf kommunaler Website

Finanzierung

- Teilfinanzierung über BEW oder Kommunalrichtlinie (Schnittstellenkoordination)
- Haushaltsmittel für Öffentlichkeitsarbeit

(O4) Lokalen Ausbau Erneuerbare Energien fördern



Abstimmungsprozesse

THG-Einsparpotenzial	Kosten	Priorität
●●●●	€€€€	●●●
Hintergrund	Ausgangslage	
Um die Klimaschutzziele auf kommunaler Ebene zu erreichen und den steigenden Wärme- und Strombedarf nachhaltig zu decken, müssen erneuerbare Energiequellen – sowohl für Wärme (z. B. Solarthermie, Geothermie, Biomasse) als auch für Strom (Photovoltaik, Windenergie) – konsequent lokal ausgebaut werden. Ein Prozess zur regelmäßigen Prüfung einer Anpassung des Flächennutzungsplans, z.B. anlässlich konkreter Projektansätze, können den Ausbau und beschleunigen. Auch die Förderung partizipativer Energieinitiativen können die Akzeptanz in der Bevölkerung und beschleunigen den Ausbau stärken.	Die kommunale Satzung enthält bislang keinen Regelprozess zur Überprüfung der Anpassungsnotwendigkeit des Flächennutzungsplans hinsichtlich EE-Potenzialen, allerdings gelten die niedersächsischen Vorgaben nach NKlimaG. In Lilienthal besteht bereits eine Bürgerenergiegenossenschaft, die die Bürgerschaft an Energiewendeprojekten partizipieren lässt.	

Beschreibung

- **Aufbau einer Datengrundlage**
 - Datensynthese der GIS-Informationen aus der kommunalen Wärmeplanung mit weiteren vorliegenden GIS-basierten Potenzialanalysen
 - Pflege und Weiterentwicklung der GIS-gestützten Datenbanken
- **Entwurf eines Regelprozesses zum Review von Vorrang- und Ausschlussflächen**
 - Review-Prozess detaillieren (Externe Beauftragung vs. Eigenleistung, Turnusmäßigkeit)
 - Bei relevanten Änderungen anlassbezogene Änderungsantrag des FNP beim Landkreis
- **Stärkung Partizipationsprozess Energieinitiativen**
 - Ausarbeitung eines Aktionskonzepts der Kommune (wie kann und will sich die Kommune einbringen?)
 - Informationsveranstaltungen und Workshops mit Bürgerschaft, Landwirtschaft und lokalen Unternehmen.

Initiierung	Mögliche Beteiligte	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none"> ● Prozessverantwortlich: Den Prozess verantwortet Fachbereich 3 Bau-dienste. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Fachbereich 3 Baudienste ● GIS-Abteilung Landkreis ● Personen aus dem Klimaschutzmanagement ● Externe Fachplanung (Ingenieurbüro) ● Energiegenossenschaften ● Bürgerschaft ● Lokale (Land-)Wirtschaft 	<ul style="list-style-type: none"> ● Kommunalverwaltung und politische Gremien ● Bürgerschaft und lokale Unternehmen, die Energieprojekte realisieren wollen ● Bürgerenergiegenossenschaft

Handlungsschritte und Zeitplan

- **Jahr 1:**
 - Aufbau der Datengrundlage und Erarbeitung Regelprozesse
- **Jahr 2:**
 - Aufbau digitaler Kommunikationskanäle
 - Beschluss des Regelprozesses im Gemeinderat
 - Durchführung erster Stakeholder-Dialoge
- **Jahr 3:**
 - Durchführung erster Reviewprozess
- **Jahr 4-5:**
 - Initiierung Anlassbezogener Änderungsantrag

Feinziele erstes Jahr

- Erstellung eines Prüfkatalogs zu reviewender Kriterien

-
- Aufsatz des Regelprozesses (standardisierter Workflow und Templates für FNP-Review-Berichte)
 - Ratsbeschluss zur Einführung eines 3-Jahres-Überprüfungszyklus vorbereitet
 - Ausschreibung einer Potenzialstudie (Fachbüro)
 - Kickoff Aktionskonzept Bürgerschaftsbeteiligung
 - Einplanung Haushaltsmittel & Prüfung Fördermöglichkeiten

Finanzierung

- **Kommunaler Haushalt:** Deckung der Planungs- und Verwaltungskosten
 - Bürgerbeteiligung und Genossenschaftskapital für Projektumsetzung
-

7.2 Gesamtbewertung

Die nachfolgende Abbildung fasst die Bewertung aller Maßnahmen mit Blick auf THG-Einsparpotenzial und Kosten sowie Priorität nach Maßnahmen-Clustern zusammen und markiert die von der Kommune gewählten TOP5 Maßnahmen.

1. Unternehmen zu Effizienz- und Versorgungsmaßnahmen aufklären und anregen
2. Privatpersonen zu Effizienz- und Versorgungsmaßnahmen aufklären und anregen
3. Ausweisung von Sanierungsgebieten
4. Prüfgebiete für Wärmenetze in einer Machbarkeitsstudie analysieren
5. Prozess der kommunalen Wärmeplanung verstetigen

ID	Maßnahme	THG- Einspar- potenzial	Kosten	Priorität
G1	Unternehmen zu Effizienz- und Versorgungsmaßnahmen aufklären und anregen	●●●●	€€€€	●●●
G2	Privatpersonen zu Effizienz- und Versorgungsmaßnahmen aufklären und anregen	●●●●	€€€€	●●●
G3	Niederschwelliges Web-basiertes Informationsangebot entwickeln (insbes. zu Förderung)	●●●●	€€€€	●●●
G4	Erfassung und Optimierung der Effizienz kommunaler Liegenschaften	●●●●	€€€€	●●●
G5	Ausweisung Sanierungsgebiete	●●●●	€€€€	●●●
G6	Prüfkatalog für klimaschutzdienliche Wärmeversorgung in der Bauleitplanung (Weiterentwicklung der Bestandsmaßnahme)	●●●●	€€€€	●●●
W1	Prüfgebiete für Wärmenetze in einer Machbarkeitsstudie analysieren	●●●●	€€€€	●●●
W2	Einen klaren Zeitplan für den Wärmenetzausbau entwickeln	●●●●	€€€€	●●●
W3	Kommunale Ankerkunden für Wärmenetze prüfen	●●●●	€€€€	●●●
O1	Prozess der Kommunalen Wärmeplanung verstetigen	●●●●	€€€€	●●●
O2	Regelmäßige Austauschformate mit relevanten Akteuren der Wärmeplanung etablieren	●●●●	€€€€	●●●
O3	Transparenz schaffen bei erforderlichen Infrastrukturmaßnahmen	●●●●	€€€€	●●●
O4	Lokalen Ausbau Erneuerbare Energien fördern	●●●●	€€€€	●●●

Abbildung 67: Gesamtbewertung der Maßnahmen (Emissionseinsparpotenzial, Kosten, Priorität)

8 Fokusgebiete

Die Ausweisung von Fokusgebieten erhöht die Transparenz und Greifbarkeit der Wärmewende für die Bürgerschaft, indem ein Augenmerk auf konkrete Gebiete gelegt und mögliche Maßnahmen skizziert werden. Gleichzeitig ermöglicht sie die Priorisierung erster Schritte, sodass schnelle Erfolge in ausgewählten Quartieren erzielt und diese als Modellprojekte genutzt werden können.

8.1 Auswahllogik

In Rahmen des Erstellungsprozesses der kommunalen Wärmeplanung wurde sich darauf verständigt, gemäß der nachfolgend skizzierten Logik zwei konkrete Gebiete als Fokusgebiete festzulegen:

1. Ein Gebiet, das als **Wärmenetzgebiet** oder **Prüfgebiet für Wärmenetze** identifiziert wurde und im nächsten Schritt Objekt einer Machbarkeitsstudie (bei Aufbau eines neuen Netzes) oder der Erstellung eines Transformationsplans sein könnte (bei Erweiterung eines Bestandsnetzes)
2. Ein Gebiet, das für **dezentrale Versorgung** geeignet ist, und wo ein hohes Sanierungspotenzial gesehen wird, sodass hier eine Ausweisung als Sanierungsgebiet anzustreben ist

8.2 Fokusgebiet Wärmenetz Diakonie

Als Fokusgebiet Wärmenetz wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung das Erweiterungsgebiet um das bestehende Wärmenetz der Lilienthaler Diakonie ausgewählt. Die Umsetzungsschwelle für die Erweiterung eines bestehenden Wärmenetzes, welches ohnehin bereits den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes unterliegt, ist niedriger einzuschätzen als die für den Aufbau eines neuen Wärmenetzes. Das zweite Bestandsnetz „Schoofmoor“ wird parallel zur kommunalen Wärmeplanung bereits im Rahmen eines Transformationsplans durch die Osterholzer Stadtwerke bearbeitet. Zudem wurde das Wärmenetz bereits im Rahmen eines Quartierskonzeptes (nach KfW 432) geplant, so dass auf der dabei angestellten Analyse und Überlegungen zur Variantenentwicklung aufgebaut werden kann.

Die folgende Beschreibung des Fokusgebietes Wärmenetz soll als Projektskizze für den Antrag einer Machbarkeitsstudie (Modul 1 BEW) dienen können.

8.2.1 Projektbeteiligte

Für die Planung und die Grundlagen der Auslegung ist in erster Linie der Betreibende verantwortlich – in diesem Fall ist das die Lilienthaler Diakonie. Mit der Durchführung können externe Planungsbüros bzw. Dienstleister beauftragt werden. Je nach identifizierter Vorzugsvariante für die Wärmeerzeugung ist die Beauftragung und Einbeziehung weiterer externer Dienstleistungen (z.B. Probebohrungen, Thermal Response Test, Anbieter schlüsselfertiger Kompaktanlagen, Hersteller generell) erforderlich. Die Kommunikation mit den möglichen Anschlussnehmenden erfolgt mit Unterstützung der Gemeinde Lilienthal. Im Jahr 2024 wurde eine KfW432-Studie zum Sanierungsquartier Lilienthaler Diakonie erstellt (der Teil zur Wärmeversorgung durch die Osterholzer Stadtwerke). Im Rahmen dieser Studie wurde neben den genannten, u.a. wegen der räumlichen Nähe, auch eine Lösung mit einem Biogas (aus Abfallprodukten)-BHKW im Grundlast-Betrieb eingehender betrachtet. Diese Art der Versorgung sollte daher zwingend auch in einem Transformationsplan Untersuchungsgegenstand im Rahmen einer Variantenbetrachtung sein.

Tabelle 9: Projektbeteiligte Machbarkeitsstudie „Lilienthaler Diakonie“

Funktion	Projektbeteiligte
Projektleitung / Simulationen / Auslegung	Netzbetreiber (Lilienthaler Diakonie)
Studienersteller	Planungsbüro/Dienstleister
Grundstückseigentümer	tbd
Kommunikation mögliche Anschlussnehmenden / Genehmigungsprozesse	Gemeinde Lilienthal
Probebohrung / TRT	<i>Ggf. noch festzulegen</i>
Hersteller Wärmepumpen / Speicher / Komplettlösungen	<i>Ggf. noch festzulegen</i>
Lieferant Biogas	<i>Ggf. noch festzulegen</i>

8.2.2 Lage

Das zu beplanende Untersuchungsgebiet liegt zentral im Siedlungsgebiet der Gemeinde Lilienthal. Da sich dieses vorwiegend entlang der Südwest-/Nordost-Achsen Hauptstraße bzw. Falkenberger und Moorhauser Landstraße erstreckt, ist das Untersuchungsgebiet jedoch zugleich durch den westlichen Ortsrand begrenzt. Die weiteren Grenzen des Gebietes erklären sich durch die genannten Straßenzüge sowie Abschnitte geringerer Wärmeverbrauchsichte. Die Lage des Untersuchungsgebietes in der Umgebung ist in Abbildung 68 dargestellt, eine (höher auflösende) Kartendarstellung des Untersuchungsgebietes und der darin enthaltenen Baublöcke liefert Abbildung 69.

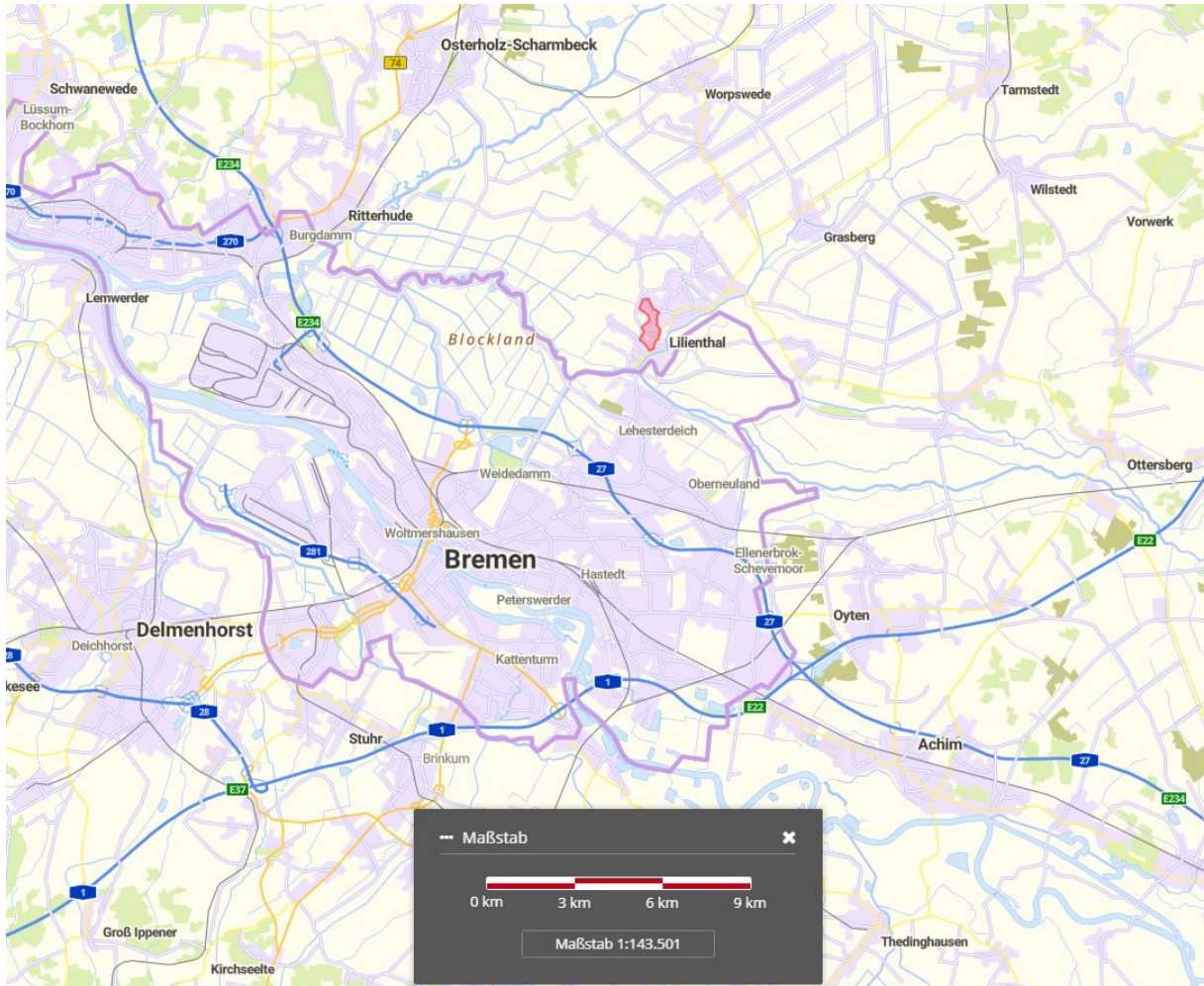


Abbildung 68: Übersichtskarte mit Lage des Untersuchungsgebietes Lilienthaler Diakonie (rotes Polygon) in Lilienthal (Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN), 2025)

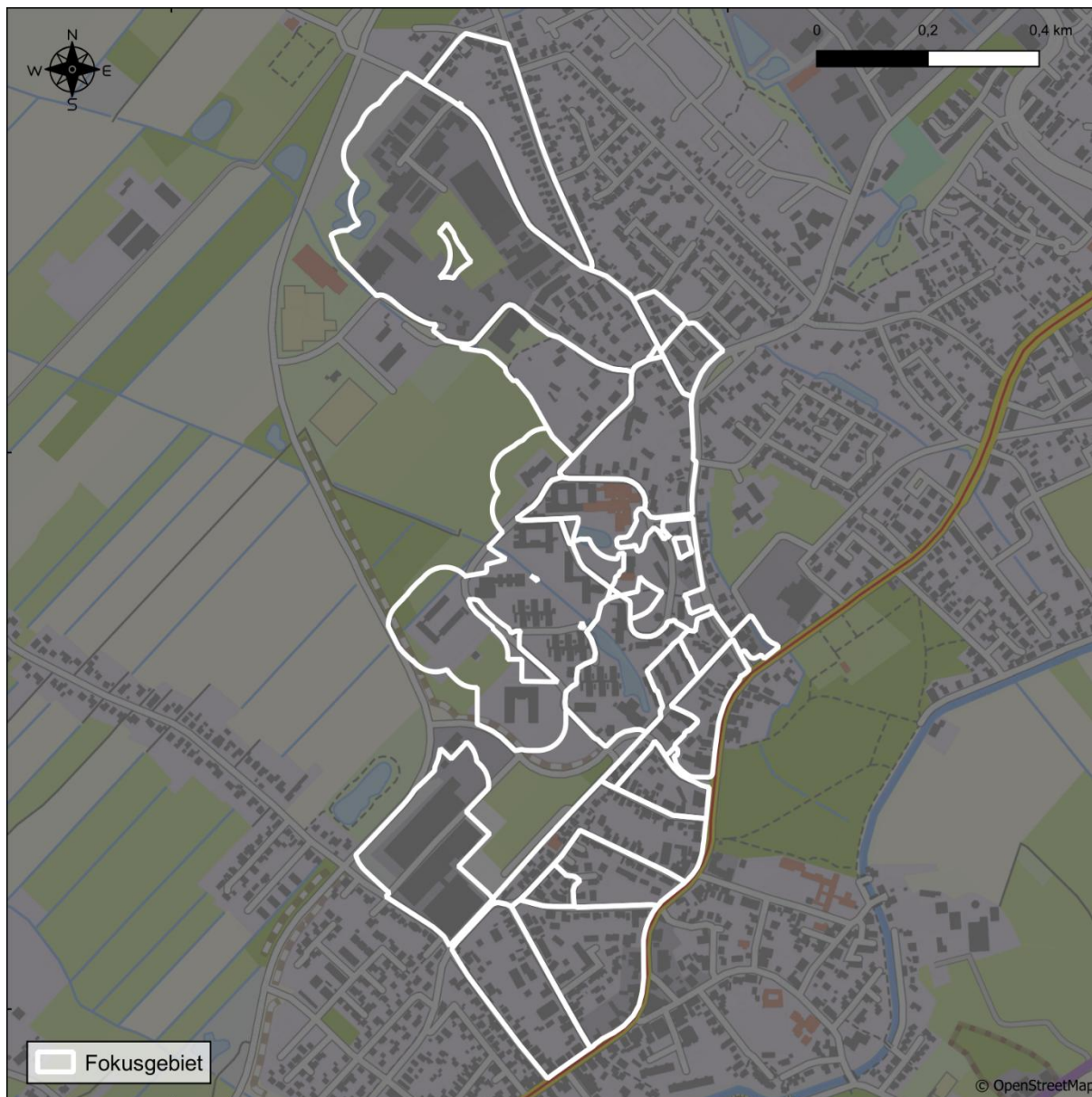


Abbildung 69: Baublöcke im Fokusgebiet 1: Wärmenetz-Prüfgebiet „Lilienthaler Diakonie“ (weiß umrandet)

8.2.3 Gebäude & Platzverhältnisse

Durch das bestehende Wärmenetz werden 24 Gebäude wärmeversorgt. Eine ausführliche Betrachtung zu Erzeugungsleistung und Verbräuchen im Bestand findet sich in der genannten KfW432-Studie, die bei Beantragung des Transformationsplans entsprechend beigefügt werden kann. Damit diese Projektskizze als Teil des Abschlussberichtes der kommunalen Wärmeplanung veröffentlicht werden kann, werden an dieser Stelle nur die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung selbst ermittelten Daten angegeben.

In dem Untersuchungsgebiet zur Erweiterung des Wärmenetzes stehen 165 Einfamilien-, 34 Reihen- und 121 Mehrfamilienhäuser (davon 27 GMFH), außerdem 35 Nichtwohngebäude, deren mögliche Versorgung über eine Erweiterung des bestehenden Wärmenetzes im Rahmen des Transformationsplans mitgeprüft werden soll. Darunter Gebäude aller Baualterklassen mit klaren Schwerpunkten auf 1945 bis 1960 sowie

1961 bis 1980 (94 bzw. 148 von 355) sowie aller Effizienzklassen in gleichmäßigerer Verteilung, wobei Effizienzklasse D mit 76 die größte Zahl aufweist.

Der kumulierte Wärmeverbrauch für das Gebiet liegt für den Betrachtungszeitraum (Jahre 2020 bis 2022) witterungsbereinigt bei rund **25,1 GWh/Jahr** insgesamt im Untersuchungsgebiet, was einem Vielfachen des Verbrauchs im bestehenden Wärmenetz der Lilienthaler Diakonie entspricht. Der Großteil der Gebäude im Untersuchungsgebiet wird über einen Gasanschluss wärmeversorgt (266 von 355). Die Eckdaten der Gebäude im Untersuchungsgebiet nach Bestandsanalyse aus der kommunalen Wärmeplanung sind in Tabelle 10.

Während die Bebauung der Wohnhäuser im nördlichen (z.B. entlang der „Klosterweide“) oder südlichen Ausläufer (zwischen „Jan-Reiners-Weg“ und „Hauptstraße“ des Untersuchungsgebietes vergleichsweise dicht wird, gibt es auf dem Gelände der Diakonie selbst sowie am unmittelbar westlich gelegenen Ortsrand zahlreiche unbebaute Flächen, deren Eignung für die Hebung von Potenzialen oder schlicht Aufstellung von Elementen einer Energiezentrale (Erzeuger, Speicher, Pumpen o. ä.) geprüft werden könnte.

Tabelle 10: Eckdaten Gebäude Fokusgebiet Wärmenetz „Diakonie“

Größe	Menge und Einheit
Anzahl Gebäude	355
Anzahl EFH	165
Anzahl RH	34
Anzahl MFH (ohne GMFH)	94
Anzahl GMFH	27
Anzahl Baualtersklasse vor 1919	32
Anzahl Baualtersklasse 1919 – 1944	11
Anzahl Baualtersklasse 1945 – 1960	94
Anzahl Baualtersklasse 1961 – 1980	148
Anzahl Baualtersklasse 1981 – 1990	22
Anzahl Baualtersklasse 1991 – 2000	18
Anzahl Baualtersklasse 2001 – 2009	20
Anzahl Baualtersklasse ab 2010	10
Anzahl Energieeffizienzklasse A+	12
Anzahl Energieeffizienzklasse A	11
Anzahl Energieeffizienzklasse B	54
Anzahl Energieeffizienzklasse C	48
Anzahl Energieeffizienzklasse D	76
Anzahl Energieeffizienzklasse E	58
Anzahl Energieeffizienzklasse F	48
Anzahl Energieeffizienzklasse G	29
Anzahl Energieeffizienzklasse H	19
Wärmebedarf	25.144 MWh/a

8.2.4 Ist-Analyse Wärmenetz

Eine ausführliche Betrachtung zu Erzeugungsleistung und Verbräuchen im Bestand findet sich in der genannten KfW432-Studie, die bei Beantragung des Transformationsplans entsprechend beigefügt werden kann. Damit diese Projektskizze als Teil des Abschlussberichtes der kommunalen Wärmeplanung veröffentlicht werden kann, werden auch an dieser Stelle nur die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung selbst ermittelten Daten angegeben.

8.2.5 Mögliche Energiequellen

Gemäß Potenzialanalyse aus der kommunalen Wärmeplanung liegt im Untersuchungsgebiet eine gute Abdeckung durch das Potenzial dezentraler Luft-Wasser-Wärmepumpen vor. Das betrifft auch die Grundstücke in den erwähnten, vergleichsweise dichter besiedelten Gebieten nördlich und südlich der Diakonie. Hier sollte es größtenteils möglich sein, eine Luft-Wasser-Wärmepumpe mit 3 m Abstand zur Grundstücksgrenze aufzustellen. Wo dies nachweislich nicht möglich ist, könnte eine Wärmepumpe nach der niedersächsischen Bauordnung mit geringerem Abstand zu den benachbarten Grundstücken aufgestellt werden, sofern „keine unzumutbaren Beeinträchtigungen, insbesondere aufgrund von Eisbildung, Geräuschen und Abluft“ auf den Nachbargrundstücken entstehen (§5 NBauO [46]). Auch im Fall der Mehrfamilienhäuser ist allerdings aufgrund des erhöhten Leistungsbedarfs gegenüber eines Einfamilienhauses mit Schall als einer möglichen Herausforderung bei der Versorgung über Luft-Wasser-Wärmepumpen zu rechnen.

Eine Deckung des Wärmebedarfs (oder zumindest eines hohen Anteils) über oberflächennahe Geothermie sollte auf Basis der Potenzialanalyse der kommunalen Wärmeplanung ebenfalls möglich sein. Das gilt für dezentrale Sonden-Bohrungen (sowie in geringerer Zahl auch Kollektoren) auf einzelnen Grundstücken ebenso wie für mögliche Sondenfelder. Es ist allerdings, gerade für den nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes, anzumerken, dass wegen einer Salzstockhochlage hier wahrscheinlich mit einer Begrenzung der Bohrtiefe zu rechnen ist (siehe Kapitel 5.2.3).

Die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung betrachteten Potenziale zu Abwärme aus bestehenden Anlagen, Gewässern, Abwasser, Wind, Freiflächen-PV und -Solarthermie betreffen das Untersuchungsgebiet entweder gar nicht oder sind nicht ausreichend, um als zentrale, regenerative Versorgungsoption realistisch in Betracht zu kommen (siehe Kapitel 5.2.3). Die Biomasse ist in ihrer Gesamtheit zwar eindeutig limitiert als Einflussfaktor auf die kommunale Wärmeversorgung, kann in diesem speziellen Fall aber, unter anderem durch die geographische Nähe zur möglichen Erzeugung, eine relevante Rolle als Teil der Lösung spielen.

Daraus leitet sich ab, dass sich die Machbarkeitsstudie voraussichtlich auf Luft und oberflächennahe Geothermie als regenerative Wärmequellen konzentriert. PV kann als dezentrale Stromquelle unterstützend eine Rolle spielen.

Neben den in der kommunalen Wärmeplanung betrachteten Potenzialen werden Wärmespeicher als Anlagenkomponenten betrachtet werden.

8.2.6 Pfad zur Treibhausgasneutralität 2045 – Planstand & Erläuterungen Planwerte

Die grundlegendsten Meilensteine auf dem Pfad zur Treibhausgasneutralität 2045 sind die gesetzlichen Mindestanforderungen aus dem Wärmeplanungsgesetz:

- 2030: Mindestens 30 % Anteil erneuerbarer Wärmeerzeugung an der jährlichen Nettowärmeerzeugung im Wärmenetz

- 2040: Mindestens 80 % Anteil erneuerbarer Wärmeerzeugung an der jährlichen Nettowärmeerzeugung im Wärmenetz
- 2045: 100% Anteil erneuerbarer Wärmeerzeugung an der jährlichen Nettowärmeerzeugung im Wärmenetz

Bis 2030:

Bis 2030 erscheint nach heutigem Stand, ausgehend von einer Förderung des Transformationsplans in Modul I (Transformationsplan) und anschließend II (Bauliche Umsetzung), mindestens die Errichtung einer erneuerbaren Wärmeerzeugungseinheit sowie der Beginn der Erweiterung des Wärmenetzes möglich.

Insbesondere bei einer möglichen Erweiterung Richtung Süden, über die Dr.-Sasse-Straße hinaus, gilt, dass der wirtschaftliche Betrieb aller Voraussicht nach in hohem Maße von der Anbindung von wenigen Ankerkund:innen (mit besonders hohem Verbrauch) abhängt, die deshalb für diesen Teil einer Erweiterung essenziell sind. Nach Norden verteilt sich der Verbrauch gleichmäßiger über die möglichen Anschlussnehmenden. In jedem Fall sollte in diesem ersten Zeitraum über Bürgerschaftsbefragung und ggf. entsprechende Vertragsschließungen ein Zeitplan für die Erweiterung des Wärmenetzes, ggf. auch in den folgenden Jahren, entwickelt werden. Wegen der zwangsläufigen Bearbeitungszeiträume für den Transformationsplan (1 bis max. 2 Jahre), die Fachplanung (je nach Umfang ca. 1 Jahr) und die Bauausführung (je nach festgelegter Erweiterung vermutlich 1 bis 2 Jahre), ist in diesem ersten Zeitraum aber noch nicht mit einem Großteil der möglichen Erweiterung zu rechnen.

Vereinfachend wird als Planwert davon ausgegangen, dass in diesem Zeitraum durch Erweiterungen der Verbrauch im Wärmenetz auf ca. 8 GWh/a gesteigert werden kann. Um das Kriterium der 30 % erneuerbarer Energien zu erfüllen, müssen daher mindestens ca. 2,4 GWh/a aus diesen erneuerbaren Energien bereitgestellt werden. Da sowohl Biomasse-BHKWs als auch Wärmepumpen (Luft und Geothermie) technisch am besten für einen Dauerbetrieb geeignet sind, wird vereinfachend von 5000 Jahres-Volllaststunden ausgegangen (ggf. unter Einbeziehung eines Wärmespeichers). Davon ausgehend müssten mindestens ca. 500 KW_{th} Erzeugungsleistung in Form von Wärmepumpen und Biogas-BHKW zugebaut werden. Es empfiehlt sich jedoch, bereits in diesem ersten Zeitraum größere regenerative Erzeugungsleistungen zu stellen, um die Lücke bis 2040 nicht zu groß werden zu lassen.

Bis 2040:

Bis 2040 sollte die Erweiterung des Wärmenetzes gemäß des im vorherigen Zeitraum erstellten Zeitplans abgeschlossen sein. Es ist zum jetzigen Zeitpunkt davon auszugehen, dass nicht der vollständige, für das Untersuchungsgebiet ermittelte Wärmebedarf (im Bestand) von rund 25 GWh/a wirtschaftlich und energetisch sinnvoll über das Wärmenetz abgedeckt werden kann und wird. Vereinfachend wird hier von ca. 12 GWh/a ausgegangen, was aber zwangsläufig sehr stark vom Willen der Bürgerschaft (und, wie bereits erwähnt, wenigen Ankerkund:innen) sowie den an den spezifischen Stellen im Netz ggf. erforderlichen Investitionskosten abhängt und sich entsprechend auch deutlich anders darstellen kann. Um das Kriterium der 80 % erneuerbarer zu erfüllen, müssten dann mindestens ca. 9,6 GWh/a aus erneuerbaren Energien bereitgestellt werden. Da sowohl Biomasse-BHKWs als auch Wärmepumpen (Luft und Geothermie) technisch am besten für einen Dauerbetrieb geeignet sind, wird vereinfachend von 5000 Jahres-Volllaststunden ausgegangen (ggf. unter Einbeziehung eines Wärmespeichers). Davon ausgehend müssten mindestens ca. 2 MW_{th} Erzeugungsleistung in Form von Wärmepumpen und Biogas-BHKW zugebaut werden. Möglicherweise ist hier auch ein Elektroheizstab in Verbindung mit regenerativer Stromerzeugung vor Ort eine sinnvolle Ergänzungsoption. Zudem werden durch die Erweiterungen in diesem Zeitraum voraussichtlich auch erhebliche Investitionen in das bestehende Leitungssystem und die Hydraulik erforderlich werden.

Bis 2045:

Bis 2045 muss die Wärmeversorgung im Netz gemäß Wärmeplanungsgesetz zu 100 % regenerativ erfolgen. Es wird, wie im vorherigen Zeitraum von ca. 12 GWh/a im Wärmenetz ausgegangen. Um die Lücke von ca. 2,4 GWh/a gegenüber dem vorherigen Zeitraum zu füllen, könnte beispielsweise ein Elektrokessel, zusätzliche Wärmepumpen oder Biogas-Kessel für die Abdeckung der Spitzenlasten eingebunden werden.

Möglicherweise sind auch durch eine Senkung des Temperaturniveaus im Netz, des Verbrauchs durch parallele Sanierungsmaßnahmen oder Effizienzsteigerungen der eingesetzten Technologie bereits signifikante Teile dieser Lücke zu schließen.

Eine Übersicht der hier diskutierten Ausbaustufen liefert Tabelle 11.

Tabelle 11: Eckdaten Möglicher Pfad zur Treibhausgasneutralität im Wärmenetz „Lilienthaler Diakonie“

Ausbaustufe	Größe	Menge	Einheit
bis 2030	Angenommener Gesamt-Jahresverbrauch im Netz	8,0	GWh/a
	Anteil erneuerbarer Energien am Gesamt-Jahresverbrauch im Netz (min.)	30	%
	Zusätzliche, erneuerbare Leistung (ggü. Status-Quo; min.)	0,5	MW
bis 2040	Angenommener Gesamt-Jahresverbrauch im Netz	12,0	GWh/a
	Anteil erneuerbarer Energien am Gesamt-Jahresverbrauch im Netz (min.)	80	%
	Zusätzliche, erneuerbare Leistung (ggü. Status-Quo; min.)	2,0	MW
Bis 2045	Angenommener Gesamt-Jahresverbrauch im Netz	12,0	GWh/a
	Anteil erneuerbarer Energien am Gesamt-Jahresverbrauch im Netz (min.)	100	%
	Zusätzliche, erneuerbare Leistung (ggü. Status-Quo; min.)	(2,4)	MW

8.2.7 Zeitplanung / Arbeitspakete

Zur erfolgreichen Durchführung des Transformationsplans werden 6 Arbeitspakete geplant, die in den folgenden Tabellen zeitlich und inhaltlich dargestellt sind. Die Struktur und Inhalte der Arbeitspakete stellen sicher, dass ein plausibler und technisch ausgereifter Entwurf erstellt wird, der zur weiteren Investitionsentscheidung in das Netz am Standort genutzt werden kann. Auf der anderen Seite wird sichergestellt, dass alle Mindestanforderungen des BAFA erfüllt werden. Die Durchführung dauert üblicherweise ein Jahr, der Projektabschluss ist entsprechend vom Zeitpunkt der Förderzusage abhängig.

Tabelle 12: Zeitplan und Übersicht der Arbeitspakete für die Machbarkeitsstudie "Lilienthaler Diakonie"

	Monate 1-3	Monate 4 - 6	Monate 7 - 9	Monate 10 - 12
AP 1: Grundlagenermittlung, IST-Analyse des Untersuchungsgebiets und Zieldefinition der Machbarkeitsstudie	x			
AP 2: Potenzialermittlung erneuerbarer Energien und Abwärme	x	x		
AP 3: SOLL-Analyse des Wärmenetzes			x	
AP 4: ggf. Durchführung und Auswertung eines Thermal Response Tests/ Auslegung Wärmepumpen			x	
AP 5: Ausarbeitung der Vorzugsvariante				x
AP 6: Dokumentation, Projektmanagement und Controlling	x	x	x	x

Tabelle 13: Detailbeschreibung mögliches Arbeitspaket 1 Machbarkeitsstudie "Lilienthaler Diakonie"

AP 1: Grundlagenermittlung, IST-Analyse des Untersuchungsgebiets und Zieldefinition der Machbarkeitsstudie
Projektbeteiligte:
<ul style="list-style-type: none"> • Lilienthaler Diakonie • Ggf. Planungsbüro/Dienstleistende • Gemeinde Lilienthal
Dauer in Monaten: 1 bis 2
Aufgaben/Beschreibung: Im Arbeitspaket 1 werden zunächst die Daten zum aktuellen und geplanten Stand des betrachteten Netzes sowie die gegebenen Rahmenbedingungen systematisch erfasst. Dazu werden Bestandspläne, Daten und Informationen ausgewertet.
Mit Abschluss dieses Arbeitspakets liegt eine vollständige Beschreibung der Datenbasis für die weiteren Arbeiten in diesem Projekt vor. Dazu werden die Daten gesammelt und gegebenenfalls digitalisiert, um eine effiziente Verarbeitung der Daten in den folgenden Arbeitspaketen zu gewährleisten.
Ergebnisse:
<ul style="list-style-type: none"> • Zusammenfassung der Grundlagen • Vollständige Digitalisierung der Netzdaten • Zielausrichtung

Tabelle 14: Detailbeschreibung mögliches Arbeitspaket 2 Machbarkeitsstudie "Lilienthaler Diakonie"

AP 2: Potenzialermittlung
<p>Projektbeteiligte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lilienthaler Diakonie • Ggf. Planungsbüro/Dienstleistende • Potentielle Anschlussnehmende • Gemeinde Lilienthal
<p>Dauer in Monaten: 2 bis 3</p> <p>Aufgaben/Beschreibung: Ziel des Arbeitspaketes ist es, die vorhandenen Potenziale gemäß kommunaler Wärmeplanung zu verifizieren, quantifizieren und deren technische und wirtschaftliche Machbarkeit im konkreten Untersuchungsgebiet anhand einer Erstanalyse zu bewerten.</p> <p>Im Rahmen dieser Potenzialermittlung werden neben den erneuerbaren Energiepotenzialen vor Ort auch die Potenziale zum Ausbau des Netzes näher betrachtet. Das schließt eine entsprechende Bürgerschaftsbefragung bezüglich des Anschlussinteresses sowie die Prüfung der Verfügbarkeit (teils voridentifizierter) Flächen/Standorte für eine Energiezentrale mit ein. Der Fokus bei den Energiepotenzialen liegt auf der Nutzung von Geothermie mittels Erdsonden sowie Luft-Wärmepumpen. Darüber hinaus soll der Einsatz von Wärmespeichern sowie ggf. die Einbindung von PV-Strom betrachtet werden.</p>
<p>Ergebnisse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quantifizierte Potenziale erneuerbarer Energien (inkl. Betriebs- und Flächenbedarfen) und Anpassungen der Betriebsweise • Erweiterungspotenzial des Netzes (Kosten, Interesse mögliche Anschlussnehmende) • Wirtschaftliche und technische Bewertung der Potenziale

Tabelle 15: Detailbeschreibung mögliches Arbeitspaket 3 Machbarkeitsstudie "Lilienthaler Diakonie"

AP 3: SOLL-Analyse des Wärmenetzes & Variantenvergleich
Projektbeteiligte: <ul style="list-style-type: none"> • Lilienthaler Diakonie • Ggf. Planungsbüro/Dienstleistende
Dauer in Monaten: 1 bis 2
Aufgaben/Beschreibung: Auf Basis der vorherigen Arbeitspakete wird ein Wärmeerzeugerportfolio und Zielbild der Versorgung nach den Anforderungen der BEW erstellt und der Betrieb simuliert. Dazu sollen Simulationsmodelle für Gebäude, die Erzeugung und den hydraulischen Netzbetrieb erstellt werden und so eine Gesamtsystembewertung durchgeführt werden. Es werden unterschiedliche Varianten betrachtet. Die Varianten werden sowohl wirtschaftlich als auch energetisch bewertet (Annuität anhand eines Kostenrahmens, PEF anhand des simulierten Betriebs). Anhand dieser Bewertung und weiterer weicher Faktoren wird eine Vorzugsvariante ausgewählt.
Ergebnisse: <ul style="list-style-type: none"> • Simulationsstudien zu unterschiedlichen Systemvarianten • Bewertung (wirtschaftlich, energetisch) der Varianten • Auswahl einer Vorzugsvariante

Tabelle 16: Detailbeschreibung mögliches Arbeitspaket 4 Machbarkeitsstudie "Lilienthaler Diakonie"

AP 4: Durchführung und Auswertung eines Thermal Response Tests / Auslegung Wärmepumpen
Projektbeteiligte: <ul style="list-style-type: none"> • Lilienthaler Diakonie • Ggf. Planungsbüro/Dienstleistende • Fremdfirma (zu beauftragen)
Dauer in Monaten: 1 bis 3
Aufgaben/Beschreibung: Sollte die Potenzialermittlung eine Nutzung von Erdsonden im Rahmen der Vorzugsvariante ergeben, wird im Rahmen der Machbarkeitsstudie eine Bohrung sowie ein Thermal Response Test am Standort durchgeführt und ausgewertet. Wegen der je nach Marktlage möglicherweise langen Wartezeiten, besteht eine relativ hohe Unsicherheit bezüglich des Zeitpunktes der Durchführung. Parallel können gegebenenfalls Schritte aus AP 5, beispielsweise die Auslegung einzelner Erzeuger (insbesondere Wärmepumpen), vorgenommen werden.
Ergebnisse: <ul style="list-style-type: none"> • Durchführung und Auswertung eines Thermal Response Tests • Auslegung von Wärmepumpen anhand jeweiliger Herstellerangaben

Tabelle 17: Detailbeschreibung mögliches Arbeitspaket 6 Machbarkeitsstudie "Lilienthaler Diakonie"

AP 5: Ausarbeitung Vorzugsvariante, Entwurfs- und Genehmigungsplanung
Projektbeteiligte: <ul style="list-style-type: none"> • Lilienthaler Diakonie • Ggf. Planungsbüro/Dienstleistende
Dauer in Monaten: 3
Aufgaben/Beschreibung: Die Vorzugsvariante wird in diesem Arbeitspaket zu einem technisch ausgereiften Entwurf ausgearbeitet. Dazu werden mit Hilfe eines Simulationsmodells und ggf. des Thermal Response Test umfassende Analysen und Darstellungen erarbeitet, dazu gehören zum Beispiel: <ul style="list-style-type: none"> • Detaillierte Betrachtung Wärmeerzeuger • Detaillierte Betrachtung Wärmesenken • Detaillierte Betrachtung Wärmenetz • Genehmigungsfähigkeit • Wirtschaftlichkeitsbetrachtung • Zeit- und Ressourcenplan
Ergebnisse: <ul style="list-style-type: none"> • Planerische Ausarbeitung der Vorzugsvariante • Kostenberechnung

Table 18: Detailbeschreibung mögliches Arbeitspaket 3 Machbarkeitsstudie "Lilienthaler Diakonie"

AP 6: Dokumentation, Projektmanagement und Controlling
Projektbeteiligte: <ul style="list-style-type: none"> • Lilienthaler Diakonie • Ggf. Planungsbüro/Dienstleistende • Gemeinde Lilienthal
Dauer in Monaten: gesamte Laufzeit
Aufgaben/Beschreibung: Laufendes Projektmanagement zur Koordinierung aller beteiligten Partner:innen, sowie zur Kommunikation mit BAFA. Außerdem wird der Transformationsplan nach den Vorgaben der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze dokumentiert. Alle Arbeiten der beteiligten Projektpartner:innen werden eingebunden. Erstellung des Projektberichts zu Beantragung der BAFA BEW Förderung Modul II

8.2.8 Zeitplanung Umsetzung Transformationsmaßnahmen

Nach Abschluss des hier beantragen Projektes sollen die Ergebnisse genutzt werden, um konkrete Investitionsmaßnahmen zu definieren. Es wird damit gerechnet, dass die Förderung zur Beantragung der Investitionsmaßnahmen in Modul II des BEW ein Jahr nach Genehmigung von Modul I eingereicht werden können und mit den ersten Baumaßnahmen in Modul II innerhalb eines weiteren Kalenderjahrs begonnen werden kann.

8.3 Fokusgebiet Sanierungsgebiet

In Abstimmung mit der Gemeinde Lilienthal wurde auf Grundlage des im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ermittelten Sanierungspotenzials als zusätzliches Fokusgebiet geprüft, inwieweit Siedlungsbereiche als Sanierungsgebiet geeignet sein könnten. Die entsprechenden Daten und Unterlagen liegen der Gemeinde vollständig vor und werden im Zuge der weiteren Umsetzung weiter geprüft und zur sachgerechten politischen Beratung aufbereitet.

9 Stakeholder-Management

Das nachfolgende Kommunikationskonzept besteht im Wesentlichen aus dem Stakeholder-Management im Rahmen der Erarbeitung der kommunalen Wärmeplanung sowie einem Ausblick in die Fortschreibung im Lauf der kommenden Jahre. Die relevanten Stakeholder werden identifiziert, hinsichtlich Einfluss und Interesse analysiert und kategorisiert und jeweils eine entsprechende Behandlung abgeleitet.

9.1 Stakeholder Identifikation

Im Rahmen der Stakeholder Identifikation zu Beginn der Durchführung der kommunalen Wärmeplanung gemeinsam mit den anderen Kommunen im Landkreis wurden die relevanten Stakeholder für die kommunale Wärmeplanung in Lilienthal aufgelistet und in Absprache mit den Kommunen entsprechend ergänzt. Die Stakeholder wurden dabei zwecks besserer Übersicht gemäß Tabelle 19 in Gruppen unterteilt.

Tabelle 19: Stakeholder-Gruppen und Akteure

Stakeholder-Gruppe	Akteure
Gemeinde Lilienthal	<ul style="list-style-type: none"> • Bürgermeister • Klimaschutzmanagement • HVB-Runde • Ausschuss für Umwelt, Straßen, Bauen und Planen • Bürgerschaft
Landkreis Osterholz	<ul style="list-style-type: none"> • Klimaschutzmanagement • Untere Wasserbehörde • Untere Naturschutzbehörde • Wirtschaftsförderung
Nachbarkommunen	<ul style="list-style-type: none"> • Wörpswede • Grasberg • Osterholz-Scharmbeck • Ritterhude • Bremen
Land Niedersachsen	<ul style="list-style-type: none"> • Niedersächsisches Forstamt Harsefeld • Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie • Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen
Vereine, Netzwerke, Verbände	<ul style="list-style-type: none"> • Z.B. Bürgervereine • Sonstige
Energieversorgungsunternehmen	<ul style="list-style-type: none"> • Osterholzer Stadtwerke • EWE Netz

Medien/Multiplikatoren	<ul style="list-style-type: none"> • Tageszeitungen • Sonstige Printmedien • Radio • TV • Online-Medien • Fachzeitschriften
Großverbraucher	<ul style="list-style-type: none"> • Top 10 Verbraucher Wärmeenergie
Potenzielle Abwärmquellen	<ul style="list-style-type: none"> • Gewerbegebiet Moorhausen • Gewerbegebiet Klosterweide • Weiteres Gewerbe im Gemeindegebiet
Handwerksbetriebe	<ul style="list-style-type: none"> • Schornsteinfeger-Innung • SHK-Innung • Hochbau • Elektro-Innung
Sonstige	<ul style="list-style-type: none"> • Banken • Untere Wasserbehörde • Untere Naturschutzbehörde

9.2 Stakeholder Analyse

In einem zweiten Schritt werden die identifizierten Stakeholder in einer sogenannten Einfluss-Interessen-Matrix eingetragen. Bei der Einordnung sind die folgenden Fragen relevant:

- Wie hoch ist der Einfluss des Stakeholders auf die Durchführung der kommunalen Wärmeplanung in Lilienthal?
- Wie hoch ist das Interesse des Stakeholders an der kommunalen Wärmeplanung in Lilienthal?

Entsprechend der jeweiligen Einschätzung werden die Stakeholder anhand der Achsen (Einfluss / Interesse) qualitativ (hoch / gering) in die Matrix eingetragen. Die Matrix wird in vier Felder unterteilt, siehe Abbildung 70:

- **A: Hohes Interesse, hoher Einfluss**
- **B: Hohes Interesse, geringer Einfluss**
- **C: Geringes Interesse, hoher Einfluss**
- **D: Geringes Interesse, geringer Einfluss**

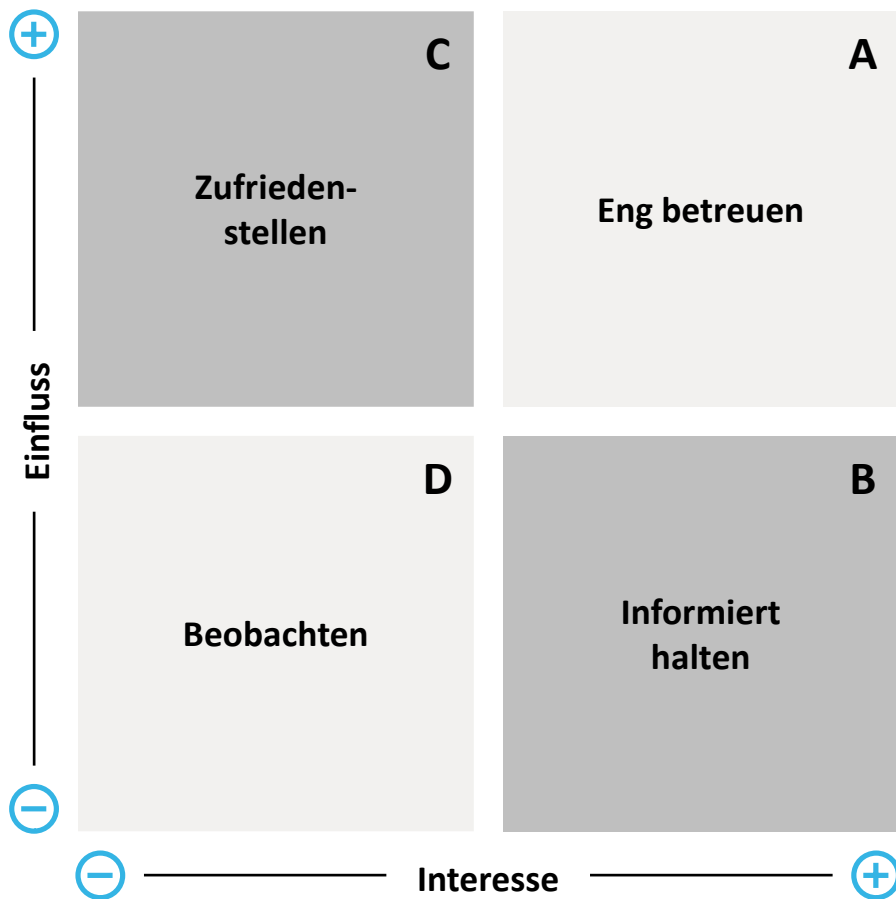


Abbildung 70: Prinzip Einfluss-Interessen-Matrix

In Abstimmung mit den Kommunen des Landkreises wurden die Stakeholder wie in Tabelle 20 eingeteilt:

Tabelle 20: Kategorisierung der Stakeholder gemäß Logik der Einfluss-Interessen-Matrix

Gruppe	Stakeholder
A	<ul style="list-style-type: none"> • Klimaschutzmanager:innen (Kommune & Landkreis) • Osterholzer Stadtwerke (Energieversorgungsunternehmen)
B	<ul style="list-style-type: none"> • EWE Netz (Energieversorgungsunternehmen) • Bürgermeister • HVB-Runde • Wirtschaftsförderung (Landkreis) • Ausschuss für Umwelt, Straßen, Bauen und Planen • Hambergen • Worswede • Osterholz-Scharmbeck • Ritterhude • Innung Schornsteinfeger:innen • Innung SHK

	<ul style="list-style-type: none"> • Innung Elektro • Fachbetriebe Zimmerei
C	<ul style="list-style-type: none"> • Bremen • Top 10 Verbraucher Wärmeenergie • Abfall-Service Osterholz GmbH (bzw. KENN) • Industriepark Heilshorn • Gewerbe Ritterhuder Straße • Gewerbe Am Binnenfeld • Gewerbe Pennigbüttel-Nord • Innung Schornsteinfeger:innen (Datenerhebung Feuerstätten) • Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
D	<ul style="list-style-type: none"> • Bürger • Untere Wasserbehörde • Untere Naturschutzbehörde • Bürgervereine • Sonstige Vereine, Netzwerke oder Verbände • Niedersächsisches Forstamt Harsefeld • Tageszeitungen • Sonstige Printmedien • Radio/TV • Online-Medien • Fachzeitschriften • Hochbau • Banken

9.3 Stakeholder Behandlung

Anhand der Einteilung in die Felder A bis D wird die Kommunikationsstrategie für die jeweiligen Stakeholder festgelegt.

A

Die Osterholzer Stadtwerke und das Klimaschutzmanagement der Gemeinde Lilienthal sowie des Landkreises Osterholz bilden das Kern-Projektteam.

Die Osterholzer Stadtwerke haben als Grundversorger für Strom und Gas in Lilienthal eine große Bedeutung für die örtliche Wärmeversorgung und wurden von der Gemeinde Lilienthal beauftragt, die (erste) kommunale Wärmeplanung nach WPG und NKlimaG durchzuführen ([2], [5]).

B

Die unter „B“ aufgezählten Stakeholder haben aus unterschiedlichen Gründen ein besonders hohes Interesse an der kommunalen Wärmeplanung in Lilienthal, haben durch ihren Input aber nur begrenzten Einfluss auf das Projekt. Sie werden daher über gesonderte Veranstaltungen über den Projektfortschritt informiert.

Im Fall der Vertretung des Landkreises und der Nachbar-Kommunen geschieht dies über vier Meilenstein-Veranstaltungen, die jeweils zum Abschluss einer Projektphase mit allen Kommunen des Landkreises durchgeführt werden.

Im Ausschuss für Umwelt, Straßen, Bauen und Planen wird zum Abschluss des zweiten Projektphase (05.11.2024) mit einem Zwischenbericht sowie zum Abschluss des Projektes mit dem Abschlussbericht (19.08.2025) über die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung informiert.

Für die Innungen SHK, Elektro, der Schornsteinfeger:innen sowie der Fachbetriebe Zimmerei des Landkreises Osterholz wurde am 02.04.2025 eine gesonderte Informationsveranstaltung mit Schwerpunkt auf den Zwischenergebnissen aus Bestands- und Potenzialanalyse sowie Zielszenarien durchgeführt, um der hohen Bedeutung der kommunalen Wärmeplanung für diese Berufsgruppen Rechnung zu tragen. Eine Aufnahme des Publikums und der Präsentation während der Veranstaltung zeigt Abbildung 71, Ergebnisse einer interaktiven Umfrage unter den Teilnehmer:innen zeigt Abbildung 72.



Abbildung 71: Präsentation durch Jannik Hartfil, EWE Netz und Lorenz Schlüter, Osterholzer Stadtwerke sowie Teile des Publikums bei der Informationsveranstaltung Zwischenergebnisse kWp für Stakeholder-Gruppe B am 02.04.2025, Aufnahmen der Stadt Osterholz-Scharmbeck



Abbildung 72: Ergebnisse einer Publikumsbefragung bei der Informationsveranstaltung Zwischenergebnisse kWp für Stakeholder-Gruppe B am 02.04.2025, Aufnahmen der Stadt Osterholz-Scharmbeck

C

Die unter „C“ aufgeführten Stakeholder haben durch Daten (z.B. Verbräuche, Anlagenkennwerte, Abwärmepotenziale etc.), zu deren Angabe sie nach NKlimG §21 verpflichtet sind, oder anderweitige Informationen einen relevanten Einfluss auf die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung, sind aber selbst nicht von deren Ergebnissen abhängig. Sie werden daher im Rahmen der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung kontaktiert und um Mitwirkung gebeten.

Im Fall der Schornsteinfeger:innen geschieht dies bereits mit der Abfrage der Daten zu den Feuerstätten im Rahmen der Bestandsanalyse (Mai 2024).

Die Top 10 Wärmeverbraucher sowie die Gewerbebetriebe in Lilienthal wurden im Rahmen der Potenzialanalyse um Mitwirkung an einer Online-Umfrage zum Zweck der Einschätzung der Entwicklung der Verbräuche und des Abwärme-Potenzials gebeten.

Mit dem Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie wurde im Rahmen der Erstellung der Potenzialanalyse ein Abstimmungstermin zu insbesondere der Ausweisung der geothermischen Potenziale geführt.

Zur Abschätzung der Potenziale und Wärmenetzsignung im Grenzbereich zu Bremen wurde nach Abschluss der Potenzialanalyse eine Abstimmung mit den Verantwortlichen der kommunalen Wärmeplanung des Landes Bremen geführt.

D

D-Akteur:innen besitzen geringe Einflussmöglichkeiten und zeigen gleichzeitig ein vergleichsweise geringes Interesse an der kommunalen Wärmeplanung. Im Regelfall trifft dies auf den Großteil der Bürgerschaft von Lilienthal zu. Für diese Stakeholder ist im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung insbesondere Information über die Abschlussveranstaltung und anschließende Veröffentlichung der Ergebnisse (dieser Bericht sowie insbesondere ausgewählte Kartenansichten zu Eignungsgebieten und Potenzialen über das Geoportal des Landkreises). Das bedeutet nicht, dass D-Akteur:innen zu vernachlässigen sind. Vielmehr sollte insbesondere auch im Rahmen der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung laufend geprüft werden, ob zusätzliche Kommunikationswege oder -mittel geboten sind.

9.4 Ausblick

Auch nach dem Abschluss der kommunalen Wärmeplanung ist es relevant, die definierten Stakeholder im Blick zu behalten. Bis zur turnusmäßigen Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung nach 5 Jahren soll dies unter anderem über die in Kapitel 7.1 definierten Maßnahmen, insbesondere die Maßnahmen G1 bis G3 sowie O2, gelingen.

1 0 Fazit und Ausblick

Fazit

Die kommunale Wärmeplanung stellt einen wesentlichen Schritt auf dem Weg zu einer nachhaltigen, CO₂-neutralen und zukunftsfähigen Wärmeversorgung der Gemeinde Lilienthal dar. Durch die detaillierte Bestandsanalyse, die Potenzialanalyse und das Zielszenario konnte eine fundierte Grundlage für die weitere Planung und Umsetzung der Wärmewende geschaffen werden. Die zentralen Ergebnisse verdeutlichen, dass Lilienthal vor einer bedeutenden Herausforderung steht, um die Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien und innovative Technologien umzustellen und gleichzeitig die Energieeffizienz zu maximieren. Eine vollständige Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien ist vor dem Hintergrund der derzeitigen Gesetzgebung (insbesondere GEG) derzeit nicht realistisch.

Die Bestandsanalyse hat einen klaren Überblick über die derzeitige Gebäudestruktur und den Wärmebedarf in Lilienthal gegeben. Der hohe energiemengenmäßige Anteil an Gas- und Ölheizungen (56 % bzw. 25 %) sowie der geringe Anteil erneuerbarer Wärmequellen (15 %) am Endenergiebedarf in Höhe von 222 GWh verdeutlichen den Handlungsbedarf. Insbesondere der geringe Anteil an Wärmepumpen und Fernwärmeanschlüssen in der Gemeinde bietet noch erhebliches Potenzial zur Steigerung der Nutzung erneuerbarer Energien. Der hohe Anteil an Wohngebäuden, insbesondere Einfamilien- und Reihenhäusern, bedeutet, dass die Haushalte eine zentrale Rolle bei der Dekarbonisierung des Wärmesektors spielen müssen. Um dies zu erreichen, bedarf es einer umfassenden informativen sowie auch finanziellen Unterstützung (insbesondere durch Fördermaßnahmen), damit die Bürgerschaft Lilienthals die Wärmewende erfolgreich umsetzen kann.

Die 20.393 Einwohner:Innen Lilienthals (Stand Dezember 2023) verteilen sich auf die Ortsteile Lilienthal, Worpshausen, Sankt Jürgen, Seebergen und Heidberg. Es gibt rund 6.684 beheizte Gebäude, wovon rund 92 % Wohngebäude sind. Der Großteil dieser Wohngebäude sind Einfamilien- bzw. Reihenhäuser mit jeweils einer Wohneinheit. Im bundesweiten Vergleich fällt auf, dass ein überdurchschnittlicher Anteil der Gebäude zwischen 1961 und 1980 errichtet wurden. Der gesamte Wärmebedarf in Lilienthal beträgt im Status-Quo 206 GWh pro Jahr. Bezogen auf die Gebäudeanzahl werden 66 % durch Gasheizungen und 18 % durch Ölheizungen gedeckt. Der Anteil von Wärmepumpen beträgt aktuell erst 5,7 %. Über Wärmenetze werden ca. 4,6 % der Gebäude in Lilienthal und 308 Liegenschaften versorgt. Insgesamt verursacht die Wärmeversorgung jährliche Emissionen in Höhe von 51.000 Tonnen CO₂-Äquivalenten.

Die Potenzialanalyse hat gezeigt, dass eine Reduktion des Wärmebedarfs um 21,2 % insbesondere durch eine Steigerung der Sanierungsrate erreicht werden kann. Wärmeerzeugungspotenziale auf Basis erneuerbarer Energien werden insbesondere auf Gebäudeebene gesehen. Es wurde u.a. das Erzeugungspotenzial verschiedener Wärmepumpentechnologien analysiert und gezeigt, dass Wärmepumpen i.d.R. für jedes Gebäude eine anwendbare Option darstellen. Auf zentraler Ebene, also für die Einspeisung in Wärmenetze, wird das Potenzial neben der Nutzung der Umweltwärme aus der Luft hauptsächlich in Biomasse, Geothermie und Freiflächen-Solarthermie gesehen. In Bezug auf Wärmenetze wurde dargelegt, dass ein Potenzial zum Ausbau des bestehenden Wärmenetz Schoofmoor und des Wärmenetzes der Lilienthaler Diakonie besteht. Neben diesen in Teilen als Prüfgebiet ausgewiesenen Arealen wurde auch ein weiteres Prüfgebiet "Dr.-Ruckert-Straße/Dr.-Hünerhoff-Straße" identifiziert, dessen Eignung für Wärmenetze im Rahmen einer Machbarkeitsstudie analysiert werden soll. Für das bestehende Netz im Trupermoor ist derzeit kein signifikantes Ausbaupotenzial zu vermuten. Es ist allerdings anzumerken, dass diese Aussage anders als für die anderen Netze nicht auf Basis einer entsprechenden Simulationsrechnung getroffen werden kann, da das

Wärmenetz den Erstellern dieses Berichts erst nach Abschluss der Untersuchung bekannt wurde. Sie gründet sich demnach allein auf die übrigen herangezogenen Indikatoren (Wärmelinienichte in Bestand und Zieljahr, Struktur des Gebiets, Potenziale für dezentrale Versorgungsoptionen).

In Butendiek wurde zudem ein Gebiet identifiziert, das sich auf Basis der im Rahmen der Bearbeitung der kommunalen Wärmeplanung betrachteten Daten und weiterer, weicher Faktoren (siehe 8.3) für eine sog. vorbereitende Untersuchung im Vorfeld der Ausweisung als Sanierungsgebiet gemäß § 143 BauGB, anbietet.

Das Zielszenario skizziert bis zum Jahr 2040 eine weitestgehende Umstellung der Wärmeversorgung auf dezentrale Systeme wie Wärmepumpen, welche die zentrale Rolle spielen werden. Wasserstoff wird in der Wärmeversorgung Lilienthals keine Rolle einnehmen, da die begrenzte Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff und die voraussichtlich hohen Kosten seinen Einsatz unwirtschaftlich machen und demnach zu Beginn für die weitere Analyse ausgeschlossen wurde. Zudem fehlen industrielle Abnehmende, die eine wirtschaftliche Nutzung unterstützen könnten. In allen Gebieten bis auf die Prüfgebiete ist die dezentrale Wärmeversorgung unter Gesichtspunkten wie den Wärmegestehungskosten, den Realisierungsrisiken und den kumulierten Treibhausgasemissionen die geeignetste Versorgungsart.

Ausblick

Der nächste Schritt ist nun konkrete Umsetzung des Maßnahmenkatalogs, um die Transformation des bestehenden Wärmesystems hin zur Klimaneutralität zu flankieren und zu unterstützen. Die dort skizzierten Maßnahmen sind zunächst durch die Kommunalverwaltung mit den Beteiligten im Sinne einer umsetzungsorientierten, gesellschaftlich anschlussfähigen und politisch vermittelbaren Strategie weiter zu detaillieren.

Konkrete lokale Anknüpfungspunkte sind die identifizierten Fokusgebiete des möglichen Ausbaubereichs für Wärmenetze bei der Lilienthaler Diakonie und das anvisierte Sanierungsgebiet in Butendiek. Das Wärmenetz-Prüfgebiet kann im nächsten Schritt Gegenstand einer Transformationsstudie sein und in Butendiek wird eine vorbereitende Untersuchung zur Ausweisung geeigneter Quartiere als Sanierungsgebiet angestrebt. Auch der Ausbau des Bestandswärmenetzes Schoofmoor wird ein Anknüpfungspunkt sein, wobei über den Umfang neu anzuschließender Gebäude im Detail ebenfalls eine Studie in Form eines Transformationsplans Aufschluss geben wird.

Ein weiterer Schritt betrifft die Ausgestaltung von Aufklärungs- und Anregungsmaßnahmen für die Bevölkerung Lilienthals und Unternehmen mit Blick auf Sanierungsoptionen und klimaneutrale Wärmeversorgung, was auch von einer abgestimmten Neugestaltung der Online-Auftritte von Gemeinden des Landkreises Osterholz und dem Landkreis selbst begleitet wird. Die Aufklärungs- und Anregungsmaßnahmen könnten bspw. durch gezielte Informationskampagnen, Beratungsangebote und Fördermittelaufklärung gestaltet werden.

Ein entscheidender Aspekt bei der Umsetzung wird die Zusammenarbeit mit regionalen Energieversorgern und Investierenden sein, um sicherzustellen, dass die erforderlichen finanziellen Mittel und technischen Ressourcen zur Verfügung stehen.

Zudem müssen die Verantwortlichkeiten für die Umsetzung der einzelnen Maßnahmen geklärt werden, sei es auf kommunaler Ebene, in Zusammenarbeit mit regionalen Energieversorgern oder durch die Beteiligung von Privatpersonen. Die Finanzierung der Maßnahmen wird ein weiterer wichtiger Aspekt sein. Neben öffentlichen Fördermitteln werden auch private Investitionen und Kooperationsmöglichkeiten mit der Industrie geprüft werden müssen, um die nötigen Mittel für die Umsetzung bereitzustellen.

Die Umsetzungsstrategie wird kontinuierlich überprüft und angepasst, um die Erreichbarkeit der Ziele bis 2040 im Blick zu behalten und zu unterstützen. Zu diesem Zweck werden regelmäßige Evaluierungen und Anpassungen der Maßnahmen durchgeführt, insbesondere im Hinblick auf technologische Entwicklungen und sich ändernde Rahmenbedingungen.

Abschließend lässt sich sagen, dass die kommunale Wärmeplanung für Lilienthal einen entscheidenden Beitrag zur Erreichung der Klimaziele und zur Förderung einer nachhaltigen, sicheren und bezahlbaren Wärmeversorgung leisten wird. Die Umsetzung erfordert jedoch ein hohes Maß an Zusammenarbeit, Flexibilität und Weitsicht, um die angestrebten Ziele erfolgreich zu erreichen.

Literaturverzeichnis

- [1] „Anwendungsbilanzen zur Energiebilanz Deutschland,“ AGEB AG Energiebilanzen e.V., 2024.
- [2] B. d. Justiz, „www.gesetze-im-internet.de,“ 20 Dezember 2023. [Online]. Available: <https://www.gesetze-im-internet.de/wpg/WPG.pdf>. [Zugriff am 7 Januar 2025].
- [3] Statistisches Bundesamt, „Zensus 2022,“ Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, 2022.
- [4] Bundestag, „www.gesetze-im-internet.de,“ 1 1 2024. [Online]. Available: www.gesetze-im-internet.de/geg/. [Zugriff am 31 1 2025].
- [5] „recht.nrw.de,“ 20 12 2024. [Online]. Available: https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_bes_text?anw_nr=2&gld_nr=7&ugl_nr=75&bes_id=54235&aufgehoben=N&menu=&sg=1. [Zugriff am 31 1 2025].
- [6] L. u. V. Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, „Landes-Raumordnungsprogramm Niedersachsen (LROP),“ Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Hannover, 2022.
- [7] „kww-halle.de,“ August 2024. [Online]. Available: <https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung#c636>. [Zugriff am 1 November 2024].
- [8] „opengeodata.nrw,“ [Online]. Available: https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/umwelt_klima/klima/kwp/. [Zugriff am 1 September 2024].
- [9] „OpenStreetMap,“ [Online]. Available: <https://www.openstreetmap.org/>. [Zugriff am 1 September 2024].
- [10] „https://de.wikipedia.org,“ Januar 2025. [Online]. Available: [https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Baudenkm%C3%A4ler_in_Schwalmtal_\(Niederrhein\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Baudenkm%C3%A4ler_in_Schwalmtal_(Niederrhein)). [Zugriff am 1 November 2024].
- [11] B. C. G. G. EEB ENERKO Energiewirtschaftliche Beratung GmbH, „Kommunaler Wärmeplan Stadt Aachen,“ Stadt Aachen, Aachen, 2025.
- [12] H. Peham, „Das Verhältnis der Nutzungsfläche zu Bruttogrundfläche und die Ableitung von durchschnittlichen Bandbreiten bei Büro-, Verwaltungs- und bei Wohngebäuden,“ <https://repositum.tuwien.at/bitstream/20.500.12708/15291/2/Vujicic%20Dragan%20-%202020%20-%20Das%20Verhaeltnis%20der%20Nutzungsflaeche%20zu...pdf>, Wien, 2020.
- [13] „www.iwu.de,“ 2022. [Online]. Available: <https://www.iwu.de/publikationen/fachinformationen/energiebilanzen/gradtagzahltool/>. [Zugriff am 1 November 2024].
- [14] T. G. K. P. T. S. D. Walberg, „Wohnungsbau: Die Zukunft des Bestandes,“ Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V., Kiel, 2022.
- [15] „TABULA,“ [Online]. Available: <https://webtool.building-typology.eu/>. [Zugriff am 1 September 2024].

- [16] *Data-Driven Modeling of the Ramp-Up of Electric Heating Systems*, Rotterdam, Niederlande: ACM SIGENERGY Energy Informatics, 2025.
- [17] „Der Nutzenergiebedarf für die Trinkwassererwärmung und der Energieaufwand für die,“ *IKZ Haustechnik*, p. S. 22 ff., 13 2000.
- [18] BBSR, „Vergleichswerte für den Energieverbrauch von Nichtwohngebäuden,“ 2021.
- [19] *Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (Wärmeschutzverordnung – WärmeschutzV)*, Bundesregierung, 1977.
- [20] *Kommunale Wärmeplanung - Handlungsleitfaden*, Stuttgart: KEA Klimaschutz-und Energieagentur Baden-Württemberg, 2021.
- [21] F. W. e.V., „Studie „Nah- und Fernwärme in Deutschland“,“ 2011. [Online]. Available: <https://www.freie-waerme.de/fileadmin/Freie-Waerme-DE/Downloads/Studie-Untersuchung-Nah-und-Fernwaerme.pdf>.
- [22] Umweltbundesamt, „www.umweltbundesamt.de,“ 08 03 2024. [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/erneuerbare-energien-nehmen-2023-weiter-fahrt-auf#:~:text=Ein%20Jahr%20mit%20starkem%20Zubau%20f%C3%BCr%20den%20erneuerbaren%20Strom&text=Bei%20gleichzeitig%20wirtschaftlich%20bedingt%20abnehmendem,Rekordwert%20von%20>. [Zugriff am 29 07 2025].
- [23] V. K. u. U. Berlin Senatsverwaltung für Mobilität, „Förderprogramme,“ 2025. [Online]. Available: https://www.berlin.de/sen/uvk/_assets/umwelt/foerderprogramme/bene/foerderperiode-2021-2027/foerderschwerpunkte/energieeffizienz/bene2_emissionsfaktoren.pdf?ts=1705017671. [Zugriff am 19 05 2025].
- [24] P. M. Röhrig, J. Zocher, O. Banovic, J. Bigalke und A. Ulbig, „Data-Driven Modeling of Building-Specific Municipal Heat Planning,“ *TechRxiv*, <https://www.techrxiv.org/users/920166/articles/1292480-data-driven-modeling-of-building-specific-municipal-heat-planning>, 2025.
- [25] „www.energieatlas.nrw.de,“ 1 November 2024. [Online]. Available: https://www.energieatlas.nrw.de/site/z3_Wasserschutzgebiete. [Zugriff am 8 Januar 2025].
- [26] „https://www.geothermie.nrw.de/,“ 1 November 2024. [Online]. Available: <https://www.geothermie.nrw.de/>. [Zugriff am 1 November 2024].
- [27] „gdk.gdi-de.org,“ 1 November 2024. [Online]. Available: <https://gdk.gdi-de.org/geonetwork/srv/api/records/bec888f9-ba0c-42dc-846e-177b8265dafa>. [Zugriff am 1 November 2024].
- [28] „Bundesbaublatt,“ [Online]. Available: <https://www.bundesbaublatt.de/news/sanierungsquote-2023-unter-1-tendenz-absteigend-4017943.html>. [Zugriff am 1 September 2024].
- [29] G. D. M. D. J. R. T. N. C. & S. R. L. Caesar, „Current Atlantic Meridional Overturning Circulation weakest in last millennium,“ *Nature Geoscience*, pp. 118-120, 25 2 2021.
- [30] „www.mdr.de,“ 13 Februar 2024. [Online]. Available: <https://www.mdr.de/wissen/klima/golfstrom-wie-wahrscheinlich-ist-ein-kollaps-golfstrom-schwaecher-europa-studie-kippunkt-100.html>. [Zugriff am 7 Januar 2025].

- [31] „www.bfn.de,“ Bundesamt für Naturschutz, 31 1 2025. [Online]. Available: <https://www.bfn.de/natura-2000-gebiete-0>. [Zugriff am 31 1 2025].
- [32] „www.bfn.de,“ Bundesamt für Naturschutz, 31 1 2025. [Online]. Available: <https://www.bfn.de/naturschutzgebiete>. [Zugriff am 31 1 2025].
- [33] „www.bfn.de,“ Bundesamt für Naturschutz, 31 1 2025. [Online]. Available: www.bfn.de/landschaftsschutzgebiete. [Zugriff am 31 1 2025].
- [34] „www.bmuv.de,“ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz , 31 1 2025. [Online]. Available: <https://www.bmuv.de/themen/wasser-und-binnengewasser/trinkwasser/trinkwasser-trinkwasserschutzgebiete>. [Zugriff am 31 1 2025].
- [35] „www.klimaschutz-niedersachsen.de,“ Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen, 03 07 2023. [Online]. Available: https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/_downloads/SonstigeDokumente/2023-07-03_Grafik_Waermepumpen_Abstand.pdf?m=1688449146. [Zugriff am 12 6 2025].
- [36] „www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/,“ Bundesregierung, 31 1 2025. [Online]. Available: https://www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwvbund_26081998_IG19980826.htm. [Zugriff am 31 1 2025].
- [37] „eur-lex.europa.eu,“ Europäische Union, 18 10 2023. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32023L2413&qid=1699364355105>. [Zugriff am 31 1 2025].
- [38] W. F. H. J. T. N. Mathias Bauer, Handbuch Oberflächennahe Geothermie, Berlin: Springer Spektrum, 2018.
- [39] R. Bracke und E. Huenges, „Roadmap Tiefe Geothermie für Deutschland,“ Fraunhofer IEG und Helmholtz-Zentrum GFZ, 2022.
- [40] L. O. P.-. u. Naturschutzamt, *Regionales Raumordnungsprogramm - Teilprogramm Windenergie (Entwurf)*, Osterholz-Scharmbeck, 2024.
- [41] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), „Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie,“ Berlin, 2023.
- [42] Umweltinstitut, „umweltinstitut.org,“ 1 Februar 2024. [Online]. Available: https://umweltinstitut.org/wp-content/uploads/2024/02/Infoblatt_Kostenfalle_Wasserstoff.pdf. [Zugriff am 15 Januar 2025].
- [43] P. D. T. Nussbaume, S. Thalmann, A. Jenni und J. Ködel, „Planungshandbuch Fernwärme,“ Bundesamt für Energie (Schweiz), 2021.
- [44] „www.bundesnetzagentur.de,“ bundesnetzagentur, 1 1 2024. [Online]. Available: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/1_GZ/BK8-GZ/2022/2022_4-Steller/BK8-22-0010/BK8-22-0010-A_Festlegung_Download.pdf?__blob=publicationFile&v=5. [Zugriff am 3 2 2025].
- [45] T. L. E. R. A. S. D. Y. J. M. GRÜNZWEIG, „Carbon sequestration in arid-land forest,“ *Global Change Biology*, 6 5 2003.

- [46] E. u. K. Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, „Niedersächsische Bauordnung (NBauO) in aktueller Fassung,“ 01 07 2024. [Online]. Available: https://www.google.com/search?q=%C2%A7+5+NBauO&rlz=1C1GCEB_enDE1073DE1073&sourceid=chrome&ie=UTF-8. [Zugriff am 26 06 2025].
- [47] C. Tobias, „www.aroundhome.de,“ 13 01 2025. [Online]. Available: <https://www.aroundhome.de/heizung/waermepumpe/lohnt-sich-eine-waermepumpe/>. [Zugriff am 24 06 2025].
- [48] S. u. B. Bundesministerium für Wohnen, *Baugesetzbuch (BauGB)*, Berlin, 2023 (zuletzt geändert).
- [49] Ö.-I. W.-I. Prognos, „Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann,“ 2021.
- [50] D. E.-A. G. (Hrsg.), „dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität,“ 2021.
- [51] L. I. u. T. Nordrhein-Westfalen, „www.landesdatenbank.nrw.de/,“ 31 1 2025. [Online]. Available: <https://www.landesdatenbank.nrw.de/ldbnrw//online?operation=table&code=12411-Z-01i&bypass=true&levelindex=1&levelid=1738225556780#abreadcrumb>. [Zugriff am 31 1 2025].
- [52] Monopolkommission, „Wettbewerb 2024 - XXV. Hauptgutachten,“ 2024.
- [53] S. Mischinger, P. Hader, D. T. Mennel, A. R. Müller, H. Seidl und Y. S. d. Santos, „dena-Netzstudie III,“ dena, Berlin, 2022.
- [54] D. D. V. d. G.-. u. Wasserfaches, *Wasserstoff-Beimischung - Sicherheit in Ihrem Zuhause*, Bonn, 2021.
- [55] K.-. u. E. Badenwürttemberg, „Hinweise zu Datengrundlagen in Kommunen für die Kommunale Wärmeplanung,“ Klimaschutz- und Energieagentur Badenwürttemberg, Karlsruhe, 2023.
- [56] S.-. u. R. (. Bundesinstitut für Bau-, „Auslegung zu § 25 Absatz 10 GEG 2020 i. V. m. DIN V 18599: 2018-09 Gleichung 31,(Ermittlung der Gebäudenutzfläche AN),“ [Online]. Available: <https://www.bbsr-geg.bund.de/GEGPortal/DE/ErgaenzendeRegelungen/Auslegungen/Paragraph25Abs10GEG-DINV18599-2018-09Gleichung31.html>. [Zugriff am 29 07 2025].

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispiel LoD2-Daten – links: Google 3D-Modell („Realität“); rechts: Visualisierung LoD2-Daten aus kommunaler Wärmeplanung Aachen [11]	15
Abbildung 2: Einteilung der Gebäude in Kategorien für Sanierungsstand (eigene Darstellung)	18
Abbildung 3: Exemplarische Zuteilung von Sanierungszuständen (eigene Darstellung)	18
Abbildung 4: Gebäudehüllenmodell [16]	19
Abbildung 5: Einwohner:innen je Hektar	21
Abbildung 6: Anzahl der Gebäudetypen.....	22
Abbildung 7: Anteilige Nutzfläche nach Sektoren (oben) und Wohngebäudetyp (unten)	23
Abbildung 8: Primärer Sektor / Wohngebäudetyp nach Anteil an der Nutzfläche je Baublock	24
Abbildung 9: Verteilung der Baualtersklassen.....	25
Abbildung 10: Häufigste Baualtersklasse je Baublock.....	26
Abbildung 11: Wärmebedarf der durch die entsprechende Heiztechnologie bereitgestellt wird	27
Abbildung 12: Anteil der primären Heizungssysteme	27
Abbildung 13: Heiztechnologie mit dem höchsten Anteil an der Wärmeerzeugung im jeweiligen Baublock.....	28
Abbildung 14: Anteil der Gebäudetypen am Wärmebedarf.....	29
Abbildung 15: Wärmebedarf nach Nutzenergiearten.....	29
Abbildung 16: Wärmebedarfsdichte im Status-Quo	30
Abbildung 17: Wärmelinien-dichte im Status-Quo	31
Abbildung 18: Baublöcke mit Verbraucher > 3GWh/a	32
Abbildung 19: Baublöcke mit einem Anschluss ans Gasnetz.....	33
Abbildung 20: Baublöcke mit einem Anschluss ans Wärmenetz	34
Abbildung 21: Gesamtendenergiebedarf der Gemeinde Lilienthal nach Energieträgern.....	35
Abbildung 22: Anteil erneuerbarer Energie am Endenergiebedarf	36
Abbildung 23: Energieträger in der Fernwärme*	36
Abbildung 24: Gesamtemissionen des Wärmesektors Lilienthals nach Energieträgern.....	37
Abbildung 25: Endenergiebedarf und Emissionen der Sektoren	38
Abbildung 26: Gradtagzahlen in Lilienthal seit 1990 und lineare Fortschreibung bis zum Zieljahr [13]....	43
Abbildung 27: Schutzgebiete in Lilienthal	46
Abbildung 28: Aufschlüsselung der Einflussfaktoren im Szenario „mittlere Einsparungen“.....	47
Abbildung 29: Entwicklung des Wärmebedarfs im Szenario „mittlere Einsparungen“	47
Abbildung 30: Einsparungen beim Wärmebedarf je Baublock bis 2040 im Szenario “mittlere Einsparungen”	48
Abbildung 31: Szenarienvergleich der Wärmebedarfsreduktion bis 2040.....	49
Abbildung 32: Quantifizierung des Potenzials aus Luft-Wasser-Wärmepumpen.....	50
Abbildung 33: Potenzial Luft-Wasser-Wärmepumpen.....	51
Abbildung 34: Quantifizierung des Potenzials Oberflächennaher Geothermie	52
Abbildung 35: Potenzial oberflächennahe Geothermie (Erdsonden-Wärmepumpe)	53
Abbildung 36: Quantifizierung des Potenzials von Dachflächen-Solarthermie	54
Abbildung 37: Quantifizierung des Potenzials von Dachflächen-Photovoltaik.....	55
Abbildung 38: Quantifizierung des Potenzials von Biomasse (Schraffierter Bereich sind Vorbehaltsflächen)	56
Abbildung 39: Potenzialanalyse Biomasse	57
Abbildung 40: Quantifizierung des Potenzials von oberflächennaher Geothermie	58
Abbildung 41: Potenzialanalyse Erdwärmesonden.....	59

Abbildung 42: Quantifizierung des Potenzials von Freiflächen-Solarthermie	61
Abbildung 43: Potenzialanalyse Freiflächen-Solarthermie.....	62
Abbildung 44: Quantifizierung des Potenzials von Freiflächen-Photovoltaik (Schraffierter Bereich sind Vorbehaltsflächen)	63
Abbildung 45: Potenzialanalyse Freiflächen-Photovoltaik	64
Abbildung 46: Vergleich der aktuellen und geplanten Windenergiebereiche [40]	65
Abbildung 47: Quantifizierung des Potenzials von Windenergie.....	65
Abbildung 48: Übersicht der Ergebnisse der Potenzialanalyse	67
Abbildung 49: Überblick Ziel- und Referenzszenario	69
Abbildung 50: Schematische Darstellung des Vorgehens zur Ermittlung von Wärmenetzausbaupfaden.	70
Abbildung 51: Einsparungen beim Wärmebedarf je Baublock bis 2040	73
Abbildung 52: Eignung dezentraler Versorgung in 2040 (Pflichtdarstellung nach WPG §19)	75
Abbildung 53: Eignung von Wärmenetzen in 2040 (Pflichtdarstellung nach WPG §19).....	77
Abbildung 54: Eignung von Wassersoff in 2040 (Pflichtdarstellung nach WPG §19).....	78
Abbildung 55: Entwicklung der Heiztechnologien im Zielszenario	79
Abbildung 56: Entwicklung der Endenergiebilanz im Zielszenario	80
Abbildung 57: Entwicklung der Emissionen im Zielszenario.....	80
Abbildung 58: Entwicklung der Heiztechnologien im Referenzszenario	82
Abbildung 59: Entwicklung der Endenergiebilanz im Referenzszenario	83
Abbildung 60: Entwicklung der Emissionen im Referenzszenario	83
Abbildung 61: Vergleich Endenergie	84
Abbildung 62: Vergleich Emissionen	84
Abbildung 63: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete (WPG §18)	86
Abbildung 64: Zoom auf Wärmenetz- und Prüfgebiete (WPG §18).....	87
Abbildung 65: Überblick identifizierter Maßnahmen	88
Abbildung 66: Steuerungsansatz für die Maßnahmen O1-O3.....	106
Abbildung 67: Gesamtbewertung der Maßnahmen (Emissionseinsparpotenzial, Kosten, Priorität)	114
Abbildung 68: Übersichtskarte mit Lage des Untersuchungsgebietes Lilienthaler Diakonie (rotes Polygon) in Lilienthal (Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN), 2025)	118
Abbildung 69: Baublöcke im Fokusegebiet 1: Wärmenetz-Prüfgebiet „Lilienthaler Diakonie“ (weiß umrandet)	119
Abbildung 73: Prinzip Einfluss-Interessen-Matrix.....	133
Abbildung 74: Präsentation durch Jannik Hartfil, EWE Netz und Lorenz Schlüter, Osterholzer Stadtwerke sowie Teile des Publikums bei der Informationsveranstaltung Zwischenergebnisse kWp für Stakeholder-Gruppe B am 02.04.2025, Aufnahmen der Stadt Osterholz-Scharmbeck .	135
Abbildung 75:Ergebnisse einer Publikumsbefragung bei der Informationsveranstaltung Zwischenergebnisse kWp für Stakeholder-Gruppe B am 02.04.2025, Aufnahmen der Stadt Osterholz-Scharmbeck.....	136

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Öffentliche Datenquellen für die Analyse der Gemeindestruktur und des Wärmebedarfs.....	13
Tabelle 2: Nicht-öffentliche Datenquellen für die Analyse der Gemeindestruktur und des Wärmebedarfs	14
Tabelle 3: Emissionsfaktoren betrachteter Energieträger (Daten von [7], wenn nicht anders angegeben)	37
Tabelle 4: Datengrundlage dezentrale Potenziale	40
Tabelle 5: Datengrundlage zentrale Potenziale	41
Tabelle 6: Szenarienübersicht für das Energieeinsparpotenzial	43
Tabelle 7: Bandbreite Kostenschätzung Maßnahmen	88
Tabelle 8: Struktur der Maßnahmenstreckbriefe	89
Tabelle 9: Projektbeteiligte Machbarkeitsstudie „Lilienthaler Diakonie“	117
Tabelle 10: Eckdaten Gebäude Fokusgebiet Wärmenetz „Diakonie“	121
Tabelle 11: Eckdaten Möglicher Pfad zur Treibhausgasneutralität im Wärmenetz „Lilienthaler Diakonie“	124
Tabelle 12: Zeitplan und Übersicht der Arbeitspakete für die Machbarkeitsstudie "Lilienthaler Diakonie"	125
Tabelle 13: Detailbeschreibung mögliches Arbeitspaket 1 Machbarkeitsstudie "Lilienthaler Diakonie" .	125
Tabelle 14: Detailbeschreibung mögliches Arbeitspaket 2 Machbarkeitsstudie "Lilienthaler Diakonie" .	126
Tabelle 15: Detailbeschreibung mögliches Arbeitspaket 3 Machbarkeitsstudie "Lilienthaler Diakonie" .	127
Tabelle 16: Detailbeschreibung mögliches Arbeitspaket 4 Machbarkeitsstudie "Lilienthaler Diakonie" .	128
Tabelle 17: Detailbeschreibung mögliches Arbeitspaket 6 Machbarkeitsstudie "Lilienthaler Diakonie" .	128
Tabelle 18: Detailbeschreibung mögliches Arbeitspaket 3 Machbarkeitsstudie "Lilienthaler Diakonie" .	129
Tabelle 19: Stakeholder-Gruppen und Akteure	131
Tabelle 20: Kategorisierung der Stakeholder gemäß Logik der Einfluss-Interessen-Matrix.....	133
Tabelle 21: Jährlicher Endenergieverbrauch der gesamten Wärmeversorgung in Kilowattstunden pro Jahr, differenziert nach Endenergiesektoren	147
Tabelle 22: Jährlicher Endenergieverbrauch der gesamten Wärmeversorgung in Gigawattstunden pro Jahr, differenziert nach Energieträgern	148
Tabelle 23: Jährliche Emission von Treibhausgasen im Sinne von § 2 Nummer 1 des Bundes-Klimaschutzgesetzes der gesamten Wärmeversorgung des beplanten Gebiets in Tonnen Kohlendioxid-Äquivalent.....	149
Tabelle 24: Jährliche Emission von Treibhausgasen im Sinne von § 2 Nummer 1 des Bundes-Klimaschutzgesetzes der gesamten Wärmeversorgung des beplanten Gebiets in Tonnen Kohlendioxid-Äquivalent.....	149
Tabelle 25: Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung in Prozent	150
Tabelle 26: Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in Prozent	150
Tabelle 27: jährlicher Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträgern in Kilowattstunden pro Jahr und Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der gasförmigen Energieträger in Prozent.....	150
Tabelle 28: Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in Prozent	151

Anhang

Anhang A: Ergänzende Darstellungen zum Zielszenario nach Anlage 2 WPG

An der dieser Stelle sind ergänzende, nach Anlage 2 WPG geforderte, Darstellungen zum Zielszenario aufgeführt.

Der jährliche Endenergieverbrauch der gesamten Wärmeversorgung in Kilowattstunden pro Jahr, differenziert nach Endenergiesektoren und Energieträgern:

Tabelle 21: Jährlicher Endenergieverbrauch der gesamten Wärmeversorgung in Kilowattstunden pro Jahr, differenziert nach Endenergiesektoren

	Status-Quo	2030	2035	2040
Haushalte	149,35	110,8	77,3	49,1
Gewerbe/Handel/Dienstleistung/Industrie	65,76	55,6	43,1	33,3
Summe	215,1	166,3	120,4	82,4

Tabelle 22: Jährlicher Endenergieverbrauch der gesamten Wärmeversorgung in Gigawattstunden pro Jahr, differenziert nach Energieträgern

[GWh/a]	Status-Quo	2030	2035	2040
Gas	124,2	76,4	30,6	0
Wasserstoff	0	0	0	0
Öl	55,7	32,5	12,1	0
Fernwärme	13	15,3	24,1	30
Biomasse	15,9	27,3	27,9	21,4
Strom	3,8	13,2	24,9	31
Flüssiggas	2,4	1,6	0,9	0
Kohle	0	0	0	0
Luft	5,6	23	44,3	62,2
Geothermie	1,8	7,95	16,4	21,7
Summe	222,5	197,3	181,1	166,3
Summe (ohne Luft/Geothermie)	215,1	166,3	120,4	82,4

Die jährliche Emission von Treibhausgasen im Sinne von § 2 Nummer 1 des Bundes-Klimaschutzgesetzes der gesamten Wärmeversorgung des beplanten Gebiets in Tonnen Kohlendioxid-Äquivalent nach Energieträgern:

Tabelle 23: Jährliche Emission von Treibhausgasen im Sinne von § 2 Nummer 1 des Bundes-Klimaschutzgesetzes der gesamten Wärmeversorgung des beplanten Gebiets in Tonnen Kohlendioxid-Äquivalent

[CO₂e t/a]	Status-Quo	2030	2035	2040
Gas	29.820	18.332,8	7.352,7	0
Wasserstoff	-	-	-	-
Öl	17.268,7	10.070,53	3.735,6	0
Fernwärme	1.491	474,7	385,3	300,4
Biomasse	318,7	546,2	557,3	427
Strom	1.910,7	1.452,7	1.122	774,9
Flüssiggas	668,7	448,7	239,4	0
Kohle	-	-	-	-
Summe	51.477,9	31.325,7	13.392,1	1.502,3

Tabelle 24: Jährliche Emission von Treibhausgasen im Sinne von § 2 Nummer 1 des Bundes-Klimaschutzgesetzes der gesamten Wärmeversorgung des beplanten Gebiets in Tonnen Kohlendioxid-Äquivalent

[CO₂e t/a]	Status-Quo	2030	2035	2040
Haushalte	35.896	20.679,8	8.838,4	1.005,9
Gewerbe/Handel/Dienstleistung/Industrie	15.581,9	10.645,9	4.553,8	496,4
Summe	51.477,9	31.325,7	13.392,1	1.502,3

Der Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung in Prozent:

Tabelle 25: Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung in Prozent

[%]	Status-Quo	2030	2035	2040
Anteil Wärmenetze an Endenergie (mit Luft/Geothermie)	5,8	7,8	13,3	18,1

Die Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in Prozent:

Tabelle 26: Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in Prozent

[#; %]	Status-Quo	2030	2035	2040
Anzahl Gebäude mit Fernwärme	308	359	432	483
Anteil Gebäude mit Fernwärme	4,6	5,4	6,5	7,2

Der jährliche Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträgern in Kilowattstunden pro Jahr und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der gasförmigen Energieträger in Prozent:

Tabelle 27: jährlicher Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträgern in Kilowattstunden pro Jahr und Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der gasförmigen Energieträger in Prozent

	Status-Quo	2030	2035	2040
Endenergie Gas [MWh/a]	124.250	76.386,8	30.635,8	0
Endenergie Wasserstoff [MWh/a]	0	0	0	0
Anteil Gas [%]	100	100	100	0
Anteil Wasserstoff [%]	0	0	0	0

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

Tabelle 28: Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in Prozent

 [#; %]	Status-Quo	2030	2035	2040
Anzahl Gebäude mit Gasen	4.406	2.987	1.418	0
Anteil Gebäude mit Gasen	65,9	44,7	21,2	0