



Kommunale Wärmeplanung Stadt Wolmirstedt



Zwischenbericht Meilenstein 1 – Ergebnisse Bestands- und Potenzialanalyse

Herausgeber

ETA-E

Nicolaipplatz 6

D-39124 Magdeburg

Telefon: +49 (0)391 – 990 188 23

E-Mail: info@eta-e.de

Webseite: www.eta-e.de

Projektteam

Stadt Wolmirstedt

Anja Schmidt

Jens Sonnabend

ETA-E

Jonas Robbinheimer

Maja Sahre

Sebastian Lenz

Martin Richter

Bio-Wärme-Innovation GmbH (e-Scan)

Sebastian Nachsel

Marvin Dietrich

Softwaredienstleister

Greenventory GmbH

Bildnachweise

© greenventory GmbH

Stand

16. Juni 2025

Inhalt

1 Einleitung	10
1.1 Motivation	10
1.2 Ziele der KWP und Einordnung in den planerischen Kontext	11
1.3 Erarbeitung des kommunalen Wärmeplans	11
1.4 Digitaler Zwilling als zentrales Arbeitswerkzeug	12
2 Fragen und Antworten	13
2.1 Was ist ein Wärmeplan?	13
2.2 Gibt es verpflichtende Ergebnisse?	13
2.3 Wie ist der Zusammenhang zwischen GEG, BEG und kommunaler Wärmeplanung?	14
2.4 Welche Gebiete sind prinzipiell für den Bau von Wärmenetzen geeignet?	15
2.5 In welchen Gebieten werden Wärmenetze ausgebaut?	15
2.6 Schaffen wir die Treibhausgasneutralität?	15
2.7 Was ist der Nutzen einer Wärmeplanung?	16
2.8 Was bedeutet die Wärmeplanung für Anwohnerinnen und Anwohner?	16
3 Bestandsanalyse	18
3.1 Das Projektgebiet	18
3.2 Datenerhebung	18
3.3 Gebäudebestand	19
3.4 Wärmebedarf	21
3.5 Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger	23
3.6 Eingesetzte Energieträger	24
3.7 Gasinfrastruktur	24
3.8 Wärmenetze	26
3.9 Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung	26
3.10 Zusammenfassung Bestandsanalyse	28
4 Potenzialanalyse	30
4.1 Erfasste Potenziale	30
4.2 Methode: Indikatorenmodell	31
4.3 Potenziale zur Stromerzeugung	34
4.4 Potenziale zur Wärmeerzeugung	36
4.5 Potenzial für eine lokale Wasserstoffherzeugung	39

4.6 Potenziale für Sanierung.....	39
4.7 Zusammenfassung und Fazit.....	40
9 Literaturverzeichnis.....	42

Abbildungen

Abbildung 1: Erstellung des kommunalen Wärmeplans

Abbildung 2: Vorgehen bei der Bestandsanalyse

Abbildung 3: Gebäudeanzahl nach Sektor im Projektgebiet

Abbildung 4: Verteilung der Baualtersklassen der Gebäude

Abbildung 5: Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen im Projektgebiet

Abbildung 6: Gebäudeverteilung der Wohngebäude nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte)

Abbildung 7: Wärmebedarf nach Sektor

Abbildung 8: Verteilung der Wärmebedarfe je Baublock

Abbildung 9: Gesamtleistung der jährlich neu installierten Heizsysteme nach Energieträger, gruppiert in 10-Jahresabschnitten (Summe)

Abbildung 10: Gebäudeanzahl nach Alter der bekannten Heizsysteme (Stand: 2022)

Abbildung 11: Verteilung nach Alter der Heizsysteme (Stand: 2022)

Abbildung 12: Endenergiebedarf nach Energieträgern

Abbildung 13: Gasnetzinfrastruktur im Projektgebiet

Abbildung 14: Wärmenetzinfrastruktur im Projektgebiet

Abbildung 15: Treibhausgasemissionen nach Sektoren im Projektgebiet

Abbildung 16: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Projektgebiet

Abbildung 17: Verteilung der Treibhausgasemissionen im Projektgebiet

Abbildung 18: Vorgehen bei der Ermittlung von erneuerbaren Potenzialen

Abbildung 19: Vorgehen und Datenquellen der Potenzialanalyse

Abbildung 20: Erneuerbare Strompotenziale im Projektgebiet

Abbildung 21: Erneuerbare Wärmepotenziale im Projektgebiet

Abbildung 22: Reduktionspotenziale des gebäudebezogenen Wärmebedarfs nach Baualtersklassen

Tabellen

Tabelle 1: Heizwertbezogene Emissionsfaktoren nach Energieträger (KWW Halle, 2024)
Tabelle 2: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien
Tabelle 3: Erweiterte Handlungsvorschläge für Akteure der kommunalen Wärmewende

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erklärung
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
BAF	Bundesamt für Flugsicherung
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEG EM	Bundesförderung für effiziente Gebäude Einzelmaßnahmen
BEG NWG	Bundesförderung für effiziente Gebäude Nichtwohngebäude
BEG WG	Bundesförderung für effiziente Gebäude Wohngebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BfG	Bundesamt für Gewässerkunde
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMWSB	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
ST	Sachsen-Anhalt
CO ₂ e	Kohlenstoffdioxid-Äquivalente
ct/kWh	Cent pro Kilowattstunde
dena	Deutsche Energie-Agentur GmbH
EE	Erneuerbare Energien
EG	Eignungsgebiete
EM	Energiemanagement
EnEV	Energieeinsparverordnung
EV	Energieversorgung
FFH-Gebiete	Flora-Fauna-Habitat-Gebiete
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GIS	Geoinformationssysteme
GWh	Gigawattstunde
GWh/a	Gigawattstunde pro Jahr
H ₂	Wasserstoff

HLK	Heizung, Lüftung, Klima
IKK	Investitionskredit Kommunen
IKU	Investitionskredit Kommunale und Soziale Unternehmen
ISE	Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme
IWU	Institut Wohnen und Umwelt
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)
KIT	Karlsruher Institut für Technologie
KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWP	Kommunale Wärmeplanung
KWW	Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende
kW/ha	Kilowatt pro Hektar
kWh/(m*a)	Kilowattstunde pro Meter und Jahr
kWh/m²	Kilowattstunde pro Quadratmeter
kWh/m³	Kilowattstunde pro Kubikmeter
kWh/m²a	Kilowattstunde pro Quadratmeter und Jahr
LoD2	Level of Detail 2
LPG	Flüssiggas
MaStR	Marktstammdatenregister
MW	Megawatt
PPP	Public-Private-Partnership
PV	Photovoltaik
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
t CO ₂ e/a	Tonne Kohlendioxid-Äquivalent pro Jahr
t CO ₂ e/MWh	Tonnen Kohlenstoffdioxidäquivalente pro Megawattstunde
UBA	Umweltbundesamt
WP	Wärmepumpe
WPG	Wärmeplanungsgesetz des Bundes
€/lfm	Euro pro laufendem Meter
€/MWh	Euro pro Megawattstunde

Konsortium

Auftraggeber:



Wolmirstedt liegt im Landkreis Börde in Sachsen-Anhalt und erstreckt sich über eine Fläche von 55 km². Zum 31. Dezember 2022 verzeichnete die Stadt 12.050 Einwohner, verteilt auf die Kernstadt mit 8.566 Einwohner und die Ortsteile Elbeu, Farsleben, Glindenberg und Mose. Die Verwaltung der Kommune wird aktuell von Bürgermeisterin Marlies Cassuhn geleitet. Die Stadt Wolmirstedt führt die kommunale Wärmeplanung freiwillig durch.

Mitarbeitende in der Wärmeplanung: Anja Schmidt

<https://stadtwolmirstedt.de/>

Auftragnehmer:



ETA-E unterstützt Kommunen und Stadtwerke modular und zielgerichtet bei allen mit der kommunalen Wärmeplanung verbundenen Anforderungen und Herausforderungen. Das Ingenieurbüro aus Magdeburg beschäftigt insgesamt 7 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter mit einem starken Fokus im Bereich Konzeptionierung von Energieeffizienz- und Energieversorgungslösungen. ETA-E bringt zudem eine umfangreiche Expertise im Kontext mit regulatorischen Anforderungen und in Bezug auf die Fördermittelakquise für große Investitions- und Infrastrukturprojekte mit.

<https://www.eta-e.de/>

Unterstützung im Projekt:



Die **Bio-Wärme-Innovation GmbH** (BWI, Marke e-Scan) komplettiert das Projektteam der kommunalen Wärmeplanung Wolmirstedt als starker Geschäftspartner aus der Region. Das Dienstleistungsspektrum der BWI umfasst neben der kommunalen Wärmeplanung und der Durchführung von Energieaudits für Unternehmen und Kommunen u.a. auch die Fokusberatung zur Kommunalrichtlinie und zum Klimaschutz, die Erstellung von Transformationskonzepten und die Betreuung bei der Einführung und Aufrechterhaltung von Managementsystemen.

<https://www.e-scan.de/>

1 Einleitung

In den vergangenen Jahren ist immer deutlicher geworden, dass Deutschland angesichts des fortschreitenden Klimawandels eine sichere, kostengünstige sowie treibhausgasneutrale Energieversorgung benötigt. Die Wärmeversorgung spielt hier eine zentrale Rolle. Hierfür stellt die Kommunale Wärmeplanung (KWP) ein strategisches Planungsinstrument dar. Die KWP analysiert den energetischen Bestand, bestehende Potenziale sowie die treibhausgasneutralen Versorgungsoptionen für die Wärmewende und identifiziert Gebiete, welche sich für Wärmenetze oder dezentrale Heizungslösungen eignen.

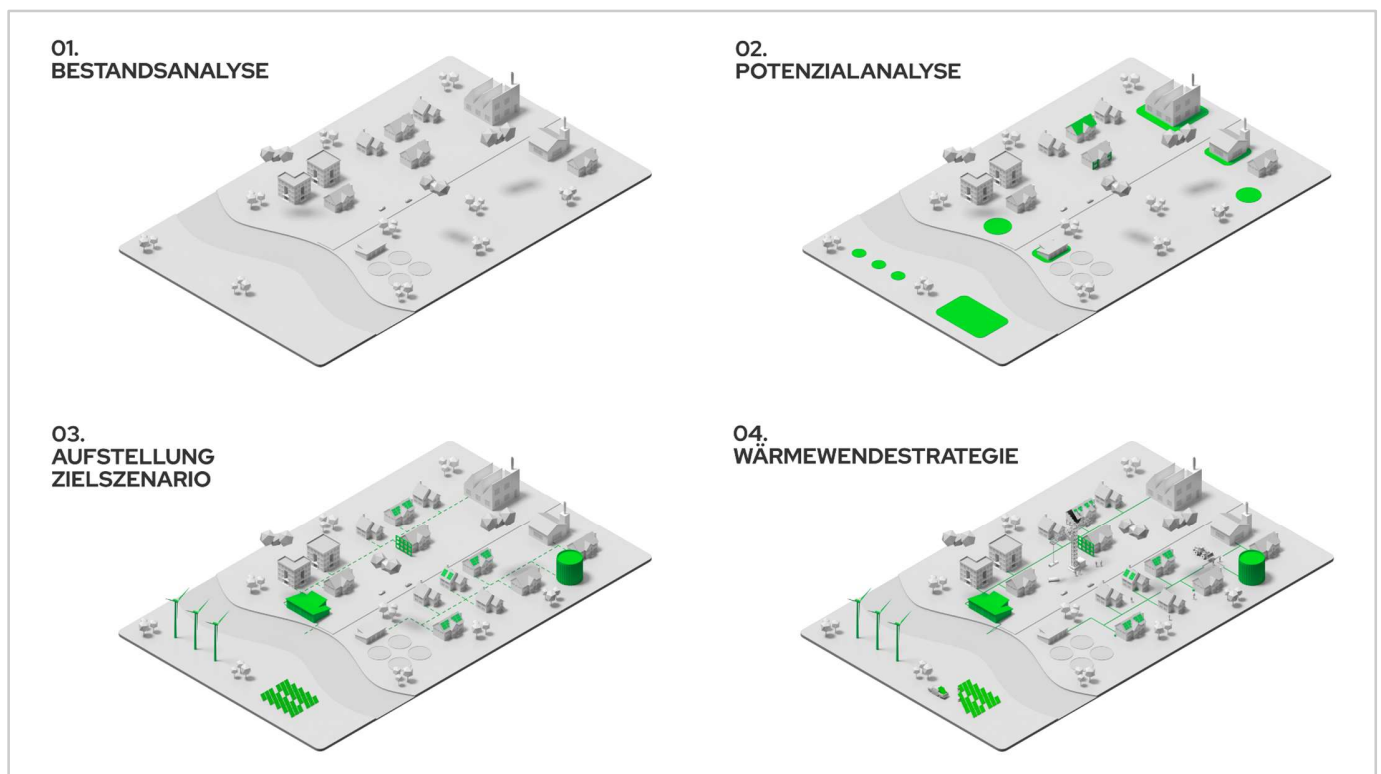


Abbildung 1: Erstellung des Kommunalen Wärmeplans

1.1 Motivation

Angesichts der Bedrohung, die der voranschreitende Klimawandel darstellt, hat die Bundesrepublik im Klimaschutzgesetz des Bundes (KSG) die Treibhausgasneutralität zum Jahre 2045 verpflichtend festgeschrieben. Hierbei fällt dem Wärmesektor eine zentrale Rolle zu, da in etwa die Hälfte des gesamten Endenergieverbrauchs im Bereich der Wärme- und Kältebereitstellung anfallen (Umweltbundesamt,

2024). Dazu zählen Prozesswärme, Raumwärme und Warmwasser sowie Kälteerzeugung. Im Stromsektor wird bereits über 50 % der Energie erneuerbar erzeugt, während es im Wärmesektor bislang nur 18,8 % sind (Umweltbundesamt, 2023). Eine große Verantwortung für die Dekarbonisierung des Wärmesektors liegt bei Städten und Kommunen. Die kommunale Wärmeplanung stellt hierfür eine Planungsgrundlage dar. Sie ist in Deutschland nach dem

Wärmeplanungsgesetz des Bundes (WPG) für alle Kommunen verpflichtend.

1.2 Ziele der KWP und Einordnung in den planerischen Kontext

Da Investitionen in Energieinfrastruktur mit hohen Investitionskosten und langen Investitionszyklen verbunden sind, ist eine ganzheitliche Strategie wichtig, um die Grundlage für nachgelagerte Schritte zu legen. Die KWP ist ein strategisches Planungsinstrument, welches drei übergreifende Ziele verfolgt:

- Versorgungssicherheit
- Treibhausgasneutralität
- Wirtschaftlichkeit

Zudem ermöglicht sie eine verbesserte Planungsgrundlage für Investitionsentscheidungen in Heizungssysteme sowie die Eingrenzung des Such- und Optionenraums für städtische Energieprojekte.

Die KWP ist eng mit anderen planerischen Instrumenten wie beispielsweise dem Flächennutzungsplan oder dem Klimaschutzkonzept verknüpft. Durch die Integration der KWP in den planerischen Kontext wird eine ganzheitliche Betrachtung der Energieversorgung ermöglicht. Synergien können genutzt und Maßnahmen effizient koordiniert werden, um die Durchführung nachgelagerter Machbarkeitsstudien, die Planung und Realisierung von Quartierskonzepten sowie die Entwicklung und Ausführung von Bauprojekten erfolgreich zu gestalten.

1.3 Erarbeitung des kommunalen Wärmeplans

Die Entwicklung des kommunalen Wärmeplans ist ein mehrstufiger Prozess, der vier Schritte umfasst.

Im ersten Schritt, der **Bestandsanalyse**, wird die Ist-Situation der Wärmeversorgung in der gesamten Kommune umfassend analysiert. Dazu gehören die Erfassung von Daten zum Wärmebedarf und -verbrauch, die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen, die existierenden Gebäudetypen sowie

deren Baualtersklassen. Ebenso werden die vorhandene Infrastruktur der Gas- und Wärmenetze, Heizzentralen und Speicher systematisch untersucht und die Beheizungsstrukturen in Wohn- und Nichtwohngebäuden detailliert erfasst.

Im zweiten Schritt, der **Potenzialanalyse**, werden die Potenziale für Energieeinsparungen und den Einsatz erneuerbarer Energien zur Wärme- und Stromerzeugung ermittelt.

Im dritten Schritt nutzt man die gewonnenen Erkenntnisse, um Eignungsgebiete für zentralisierte Wärmenetze sowie zugehörige Energiequellen und Eignungsgebiete für dezentrale Wärmeversorgungsoptionen zu identifizieren. Basierend darauf wird ein **Zielszenario** für die zukünftige Wärmeversorgung entwickelt, das eine räumlich aufgelöste Beschreibung einer möglichen künftigen Versorgungsstruktur für das Zieljahr umfasst.

Der vierte Schritt besteht in der Formulierung konkreter Maßnahmen als erste Schritte zur Zielerreichung sowie einer übergreifenden **Wärmewendestrategie**. Bei der Erstellung dieser Maßnahmen sind Kenntnisse über die lokalen Rahmenbedingungen von essenzieller Bedeutung. Deshalb werden lokale Fachakteure in Workshops aktiv in die Erstellung des Wärmeplans einbezogen. Sie tragen durch Diskussionen und Validierung von Analysen zur Entwicklung von Wärmenetzeignungsgebieten und Maßnahmen bei. Am Ende des Planungsprozesses stehen die Vorstellung der Ergebnisse in den Ortschaftsräten sowie der Beschluss des Wärmeplans im Stadtrat. Anschließend beginnt die Umsetzung der Maßnahmen. Die Öffentlichkeit wird im Rahmen von Pressemitteilungen, Veröffentlichungen von Zwischenergebnissen und Durchführung von Bürgerinformationsveranstaltungen in den Prozess eingebunden.

Die kommunale Wärmeplanung ist ein kontinuierlicher Prozess. Die Inhalte des abschließenden Berichts, also die Ergebnisse des Wärmeplans, müssen regelmäßig auf Umsetzung überprüft sowie unter Berücksichtigung der

laufenden Entwicklungen überarbeitet und angepasst werden. Durch die Diskussion und Zusammenarbeit zwischen den Akteuren wird der Wärmeplan auch fortlaufend verbessert und angepasst. Gemäß den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) muss alle fünf Jahre auf Anpassungs- und Aktualisierungsbedarf überprüft werden (§ 25 WPG).

1.4 Digitaler Zwilling als zentrales Arbeitswerkzeug

Eine Besonderheit des Projektes ist die Erstellung und Nutzung eines digitalen Zwillings für die Planerstellung und -fortschreibung. Der digitale Zwilling der Firma greenventory dient als zentrales Arbeitswerkzeug für die Projektbeteiligten und reduziert die Komplexität der Planungs- und Entscheidungsprozesse. Es handelt sich

um ein spezialisiertes digitales Kartentool, welches ein virtuelles, gebäudegenaues Abbild des Projektgebiets darstellt. Der digitale Zwilling bildet die Grundlage für die Analysen und Visualisierungen und ist zentraler Ort für die Datenhaltung im Projekt. Dies bietet mehrere Vorteile, wie zum Beispiel eine homogene Datenqualität, die für fundierte Analysen und Entscheidungen unabdingbar ist und eine digitale Plattform für die gemeinschaftliche Planung der Wärmewende von mehreren kommunalen Akteuren ermöglicht. So stellt der digitale Zwilling ein Arbeitstool dar, welches eine effiziente und dauerhafte Prozessgestaltung ermöglicht.

2 Fragen und Antworten

Dieser Abschnitt liefert eine zusammenfassende Einführung in die kommunale Wärmeplanung. Hier finden Sie eine sorgfältig zusammengestellte Auswahl der wichtigsten und am häufigsten gestellten Fragen zur Wärmeplanung, um sich einen klaren und umfassenden Überblick über das Thema zu verschaffen.



2.1 Was ist ein Wärmeplan?

Der Wärmeplan ist ein strategischer Plan, mit dem Ziel, den Wärmebedarf und die Wärmeversorgung auf kommunaler Ebene ganzheitlich zu planen. Ziel ist die Gewährleistung einer treibhausgasneutralen, sicheren und kostengünstigen Wärmeversorgung. Der Plan umfasst die Analyse der aktuellen Situation der Wärmeversorgung, die Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs sowie die Identifizierung von Potenzialen für erneuerbare Energien und Energieeffizienz. Diese werden zu einem lokalen Zielbild (Zielszenario) zusammengefügt. Daneben beinhaltet er die Entwicklung von Strategien und Maßnahmen als erste Schritte zur Zielerreichung. Der Wärmeplan ist spezifisch auf die Stadt Wolmirstedt zugeschnitten, um die lokalen Gegebenheiten und Bedürfnisse zu berücksichtigen.

Die KWP ist ein strategisches Planungsinstrument, die auf Gebietsebene die am meisten geeigneten Wärme-

Technologie identifiziert. Sie ersetzt nicht die gebäudescharfe Planung und individuelle Entscheidungen der Eigentümerinnen und Eigentümer.

2.2 Gibt es verpflichtende Ergebnisse?

Der Wärmeplan dient als informeller und strategischer Fahrplan, der erste Handlungsempfehlungen und Entscheidungsgrundlagen für die beteiligten Akteure liefert. Die Ergebnisse der Analysen können genutzt werden, um die kommunalen Planungen und Handlungen auf das Ziel einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung auszurichten. Daneben werden auch konkrete Maßnahmenvorschläge formuliert, die die Entwicklung der Wärmeversorgungsinfrastruktur und die Integration erneuerbarer Energien betreffen. Die Ergebnisse und Maßnahmenvorschläge des Wärmeplans dienen dem Stadtrat und den sonstigen eingebundenen Verantwortlichen als Grundlage für die weitere Stadt- und Energieplanung.

Der kommunale Wärmeplan muss Umsetzungsmaßnahmen benennen, die im Projektgebiet zur Erreichung des Zielszenarios beitragen sollen. Die konkreten Maßnahmen hängen von den individuellen Gegebenheiten im Projektgebiet und den identifizierten Potenzialen ab. Die kommunale Wärmeplanung ist ein kontinuierlicher Prozess, der regelmäßig und unter Berücksichtigung weiterer Entwicklungen überarbeitet und angepasst werden muss. Durch die Diskussion und Zusammenarbeit der Akteure wird der Wärmeplan fortlaufend verbessert und angepasst.

2.3 Wie ist der Zusammenhang zwischen GEG, BEG und kommunaler Wärmeplanung?

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG), die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) sowie die kommunale Wärmeplanung nach dem Wärmeplanungsgesetz des Bundes (WPG) ergänzen sich. Das GEG regelt in erster Linie die energetischen Anforderungen von Gebäuden, um in Deutschland bis zum Jahr 2045 einen klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen. Neben weiteren Förderprogrammen auf Landesebene unterstützt die BEG die energetische Gebäudesanierung finanziell. Die kommunale Wärmeplanung fokussiert sich auf die Wärmeversorgung auf städtischer oder regionaler Ebene. Alle drei genannten Instrumente haben jedoch die folgenden übergeordneten Ziele:

- Energieeffizienz zu steigern (das heißt den spezifischen Energieverbrauch von Gebäuden durch beispielsweise Gebäudesanierung oder verbesserte Anlageneffizienz zu verringern)
- Energieversorgung komplett auf erneuerbare Energien umzustellen
- Treibhausgasemissionen mit dem Ziel des Erreichens der Treibhausgasneutralität zu reduzieren

Die Standards und Vorgaben, die im GEG festgelegt sind, setzen auf Gebäudeebene den regulatorischen Rahmen, sollen jedoch mit der Wärmeplanung verzahnt werden. Konkret wird gemäß § 71 Abs. 8 Satz 3 GEG in

Neubauten in Neubaugebieten, für die der Bauantrag nach dem 01.01.2024 gestellt wurde, nur noch der Einbau von Heizsystemen mit einem Mindestanteil von 65 % erneuerbarer Energien erlaubt. Durch die Erstellung einer Wärmeplanung allein werden diese Fristen nicht verkürzt.

Ab Mitte 2026 (Kommunen größer 100.000 Einwohner) bzw. ab Mitte 2028 (Kommunen bis 100.000 Einwohner) müssen dann auch neu eingebaute Heizsysteme in Bestandsgebäuden und allen Neubauten den genannten Mindestanteil von 65 % erneuerbaren Energien erfüllen.

Generell gilt, dass alle bestehenden Heizanlagen unabhängig von der Gebietsausweisung und der Fristen weiterbetrieben und repariert werden dürfen. Die Regelungen aus dem GEG greifen erst, wenn ein Heizungstausch erforderlich ist.

Es besteht zwischen WPG und GEG eine mögliche direkte Verzahnung. Würde ein Gemeinde- oder Stadtrat beschließen sogenannte „Gebiete zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder Wasserstoffausbaugebieten“ gemäß § 71 Abs. 8 Satz 3 GEG bzw. § 71k Abs. 1 Nummer 1 GEG per gesonderter Satzung auszuweisen, dürften theoretisch ab vier Wochen nach dem Beschluss in diesen entsprechenden Gebieten nur neue Heizanlagen eingebaut werden dürfen, die den Mindestanteil von 65 % erfüllen. Bestehende Heizanlagen in den entsprechenden Gebieten, die diese Vorgabe nicht erfüllen, dürfen jedoch repariert und weiter betrieben werden. Es ist an dieser Stelle wichtig zu betonen, dass im Rahmen dieser kommunalen Wärmeplanung keine Gebiete zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder Wasserstoffausbaugebiete ausgewiesen werden, sondern dies ausschließlich in einer gesonderten Satzung des Stadtrats der Stadt Wolmirstedt erfolgen kann.

Ab dem 01.01.2045 müssen sämtliche Heizsysteme zu 100 % mit erneuerbaren Energieträgern betrieben werden.

Auch in Gebieten, für die die Übergangsfrist noch gilt, gilt seit 2024 bereits, dass neu eingebaute Heizanlagen einen stufenweise ansteigenden Pflichtanteil von erneuerbaren Energien erreichen müssen. Ab 2029 muss dieser Anteil 15 %, ab 2035 30 % und ab 2040 insgesamt 60 % betragen.

Gemäß § 23 Abs. 4 WPG hat der Wärmeplan keine rechtliche Außenwirkung und begründet keine einklagbaren Rechte oder Pflichten.

Für bestehende Wärmepläne, die auf Grundlage von und im Einklang mit Landesrecht erstellt worden sind, gilt nach dem WPG des Bundes ein Bestandsschutz. Dies trifft darüber hinaus auf Wärmepläne zu, die aus Länder- oder Bundesmitteln gefördert, oder nach anerkannten Praxisleitfäden erstellt wurden und im Wesentlichen den im WPG aufgeführten Anforderungen entsprechen. Dies ist bei der Kommune Wolmirstedt jedoch nicht der Fall, da es zu Beginn der Wärmeplanung noch kein entsprechendes Landeswärmepanungsgesetz in Sachsen-Anhalt gab.

Die BEG kann als Umsetzungshilfe des GEG und der kommunalen Wärmeplanung gesehen werden. Die BEG bietet finanzielle Anreize für Gebäudeeigentümerinnen und Gebäudeeigentümer, die Mindestanforderungen des GEG an Gebäude nicht nur zu erfüllen, sondern sogar zu übertreffen. Dies fördert die Umsetzung der Ziele der kommunalen Wärmeplanung, da durch die BEG mehr finanzielle Ressourcen für die Integration von erneuerbaren Energiesystemen oder die Umsetzung von Effizienzmaßnahmen zur Verfügung stehen.

Darüber hinaus steht es den Kommunen frei, gerade in Neubaugebieten ehrgeizigere Ziele und Standards als die im GEG zu definieren und diese in ihre lokale Planung zu integrieren. Dies ermöglicht es den Kommunen, auf lokale Besonderheiten und Gegebenheiten einzugehen und so eine effektivere Umsetzung der im GEG festgelegten Ziele zu erreichen.

In der Praxis können also alle Ansätze ineinandergreifen und sich gegenseitig unterstützen, um eine effiziente und nachhaltige Energieversorgung zu fördern.

2.4 Welche Gebiete sind prinzipiell für den Bau von Wärmenetzen geeignet?

Im Zuge der Wärmeplanung werden „Eignungsgebiete“ identifiziert: Dabei handelt es sich um Gebiete, die für Wärmenetze grundsätzlich gut geeignet sind. In diesen Gebieten sind weitere Planungsschritte sinnvoll. Die Gebiete sind im Stadtgebiet verteilt. Deren Erarbeitung sowie detaillierte Steckbriefe werden im Abschlussbericht ausführlich beschrieben.

2.5 In welchen Gebieten werden Wärmenetze ausgebaut?

Auf Grundlage der Eignungsgebiete werden in einem der Wärmeplanung nachgelagerten Schritt Ausbaupläne für Wärmenetzausbaugebiete erstellt, die neben der Wärmebedarfsdichte weitere Kriterien, wie die wirtschaftliche und ressourcenbedingte Umsetzbarkeit, mit einbeziehen. Diese sollen von der Stadt, Projektentwicklern und Wärmenetzbetreibern erstellt werden.

2.6 Schaffen wir die Treibhausgasneutralität?

Durch die Realisierung des Wärmeplans ist die Erreichung der Treibhausgasneutralität im Wärmesektor bis zum Zieljahr 2045 theoretisch möglich, allerdings nicht ausschließlich auf lokaler Ebene. Hier spielt auch die EU-, Bundes- und Landesgesetzgebung eine wichtige Rolle, auf der die Ausgestaltung von Förderprogrammen und Gesetzen (wie bspw. dem Gebäudeenergiegesetz) oder dem Treibhausgasemissionshandel übergeordnet beschlossen wird. Erneuerbare Energieträger haben bilanziell voraussichtlich auch im Jahr 2045 noch eine Resttreibhausgasbilanz, weshalb eine Reduktion auf 0 t CO₂e nach aktuellem Technologiestand auch bei ausschließlicher Einsatz erneuerbarer Energieträger im Jahr 2045 nicht möglich sein wird. Es bleiben Restemissionen, die ausgeglichen werden müssen.

Obwohl die vollständige Erreichung der Treibhausgasneutralität mit den ausgearbeiteten Maßnahmen allein nicht garantiert werden kann, stellen sie dennoch einen wichtigen Schritt in die richtige Richtung dar.

2.7 Was ist der Nutzen einer Wärmeplanung?

Die Umsetzung einer kommunalen Wärmeplanung bietet zahlreiche Vorteile. Durch ein koordiniertes Zusammenspiel von Wärmeplanung, Quartierskonzepten und privaten Initiativen lässt sich eine kosteneffiziente Wärmewende realisieren, die Fehlinvestitionen vorbeugt und das Investitionsrisiko senkt. Durch die Eingrenzung des Suchraums für Investitionen in Wärmenetze wird zudem das Risiko minimiert.

2.8 Was bedeutet die Wärmeplanung für Anwohnerinnen und Anwohner?

Der kommunale Wärmeplan dient in erster Linie als strategische Planungsbasis und identifiziert mögliche Handlungsfelder für die Kommune. Dabei sind die im Wärmeplan ausgewiesenen Eignungsgebiete für Wärmenetze oder Einzelversorgungen sowie spezifische Maßnahmen als Orientierung und nicht als verpflichtende Anweisungen zu verstehen. Vielmehr dienen sie als Ausgangspunkt für weiterführende Überlegungen in der städtischen und energetischen Planung und sollten daher an den relevanten kommunalen Schnittstellen berücksichtigt werden.

Insbesondere bei der Entwicklung von Wärmenetzen, aber auch in Gebieten, die perspektivisch nicht für Wärmenetze geeignet sind, werden Anwohnerinnen und Anwohner frühzeitig informiert und eingebunden. So kann sichergestellt werden, dass die individuellen Entscheidungen zur Umstellung der Wärmeversorgung eines Gebäudes im Einklang mit der kommunalen Planung getroffen werden.

Ich bin Mieterin oder Mieter: Informieren Sie sich über etwaige geplante Maßnahmen und sprechen Sie mit Ihrer Vermieterin oder Ihrem Vermieter über mögliche Änderungen.

Ich bin Vermieterin oder Vermieter: Berücksichtigen Sie die Empfehlungen des kommunalen Wärmeplans bei Sanierungen oder Neubauten. Analysieren Sie die Rentabilität der möglichen Handlungsoptionen auf Gebäudeebene, wie Sanierungen, die Installation einer Wärmepumpe, Biomasseheizung oder der Anschluss an ein Wärmenetz im Hinblick auf die langfristige Wertsteigerung der Immobilie. Achten Sie bei der Umsetzung von Sanierungen auf eine transparente Kommunikation und Absprache mit den Mieterinnen und Mietern, da diese mit temporären Unannehmlichkeiten und Kostensteigerungen einhergehen können.

Ich bin Gebäudeeigentümerin oder Gebäudeeigentümer: Prüfen Sie, ob sich Ihr Gebäude in einem Eignungsgebiet für Wärmenetze befindet. Falls ja, kontaktieren Sie die Stadtwerke oder andere potenzielle Wärmenetzbetreiber. Diese können Ihnen Auskunft darüber geben, ob der Ausbau des Wärmenetzes in Ihrem Gebiet bereits geplant ist. Sollte Ihre Immobilie außerhalb eines der in diesem Wärmeplan aufgeführten Wärmenetzeignungsgebiete liegen, ist ein zeitnaher Anschluss an ein großflächiges Wärmenetz eher unwahrscheinlich. Es gibt allerdings zahlreiche alternative Maßnahmen, die Sie zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Reduzierung Ihrer CO₂-Emissionen ergreifen können. Durch erneuerbare Energien betriebene Heiztechnologien können dabei helfen, den Wärme- und Strombedarf Ihrer Immobilie nachhaltiger zu decken. Optionen sind beispielsweise die Installation einer Wärmepumpe, die mit Luft, Erdwärmesonden oder -kollektoren betrieben wird, oder die Umstellung auf eine Biomasseheizung. Ebenso können Sie die Installation von Photovoltaik-Anlagen zur Deckung des Strombedarfs in Betracht ziehen. Prüfen Sie, welche energetischen Sanierungen zu einer besseren Energieeffizienz Ihres Gebäudes beitragen können. Bei umfassenden Sanierungen ist in der Regel die Erstellung eines individuellen Sanierungsfahrplans (ISFP) empfehlenswert, der Maßnahmen wie die Dämmung von Dach und Fassade, den Austausch der Fenster oder den hydraulischen Abgleich des

Heizungssystems beinhaltet. Moderne Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung sind eine weitere Option, die Energieeffizienz und den Wohnkomfort zu steigern.

Darüber hinaus gibt es verschiedene Förderprogramme, die Sie in Anspruch nehmen können. Diese reichen von der Bundesförderung für effiziente Gebäude bis hin zu möglichen kommunalen Programmen. Eine individuelle Energieberatung kann Ihnen darüber hinaus weitere, auf Ihre speziellen Bedürfnisse zugeschnittene Empfehlungen geben.

Ich bin Wohnungseigentümerin oder Wohnungseigentümer: Schließen Sie sich mit anderen Eigentümerinnen und Eigentümern innerhalb der Eigentümergemeinschaft Ihres Gebäudes zusammen und informieren Sie sich bei Ihrer Hausverwaltung nach Handlungsoptionen.

3 Bestandsanalyse

Die Grundlage des KWP ist ein Verständnis der Ist-Situation sowie eine umfassende Datenbasis. Letztere wurde digital aufbereitet und zur Analyse des Bestands genutzt. Hierfür wurden zahlreiche Datenquellen aufbereitet, integriert und für die Beteiligten an der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung zugänglich gemacht. Die Bestandsanalyse bietet einen umfassenden Überblick über den gegenwärtigen Energiebedarf, die Energieverbräuche, die Treibhausgasemissionen sowie die existierende Infrastruktur.

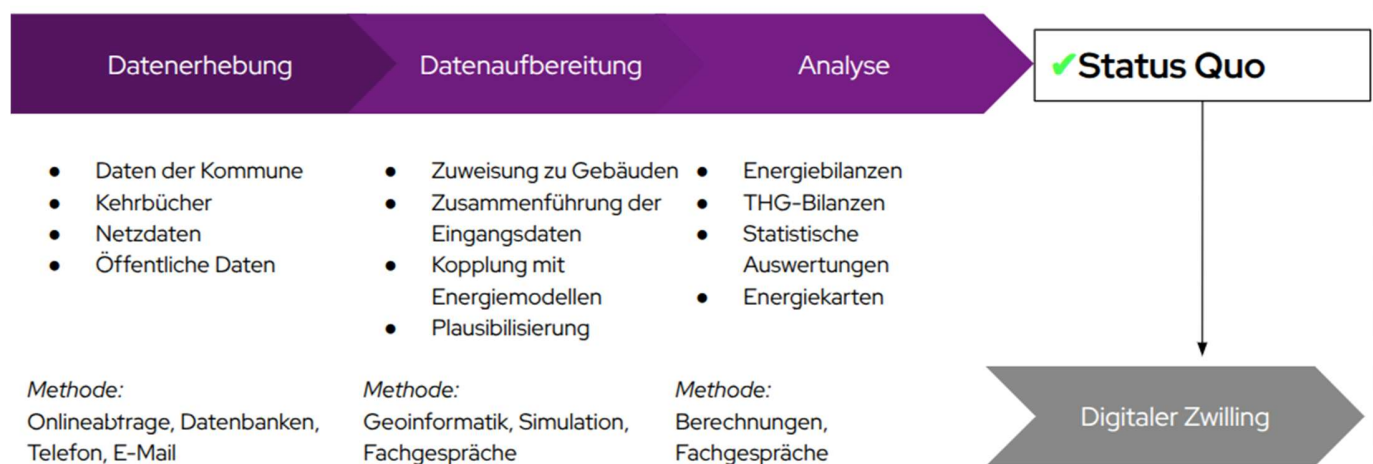


Abbildung 2: Grundsätzliches Vorgehen bei der Bestandsanalyse

3.1 Das Projektgebiet

Das Projektgebiet befindet sich im Landkreis Börde in Sachsen-Anhalt und umfasst die Stadt Wolmirstedt (12.465 Einwohner) mit den Ortsteilen Elbeu, Farsleben, Glindenberg und Mose. Das Gebiet liegt ca. 14 Kilometer nördlich der Landeshauptstadt Magdeburg, grenzt östlich an die Elbe und wird im Süden vom Mittellandkanal durchzogen. Im Norden grenzt das Gebiet an Zielitz und im Westen an die Niedere Börde. Die gesamte Fläche des Projektgebiets beträgt etwa 54,38 km². Das Gebiet ist gekennzeichnet durch das Vorhandensein einer vielfältigen Landschaftsstruktur, die sowohl landwirtschaftlich genutzte Flächen als auch städtische und industrielle Bereiche umfasst. Landwirtschaftlich bietet die Region fruchtbare Böden, und Wälder. Wirtschaftlich und technologisch gibt es durch die Nähe zu den Autobahnen A2 und A14, sowie zum Binnenhafen an der Elbe gute Voraussetzungen für

verarbeitende Industrien. Automobilzulieferer, Kunststoffver- und -bearbeitung und Metall- und Stahlbau sind neben dem Dienstleistungsgewerbe die vorherrschenden Industrien.

3.2 Datenerhebung

Am Anfang der Bestandsanalyse erfolgte die systematische Erfassung von Verbrauchsdaten für Wärme, einschließlich Gas- und Stromverbrauch speziell für Heizzwecke. Anfragen zur Bereitstellung der elektronischen Kehrbücher wurden an die zuständigen Bezirksschornsteinfeger gerichtet, aber aufgrund fehlender Landesrechtsprechung nicht zur Verfügung gestellt. Daher wurden die fehlenden Daten mit Zensusdaten ergänzt. Die primären Datenquellen für die Bestandsanalyse sind folgendermaßen:

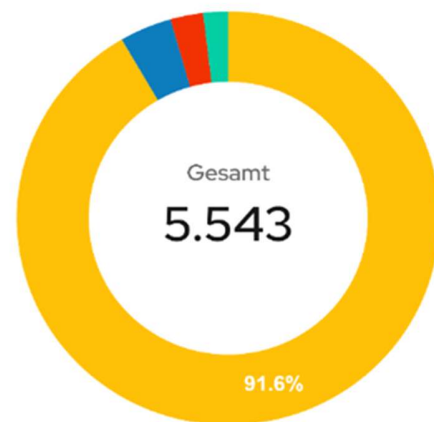
- Statistik und Katasterdaten des amtlichen Liegenschaftskatasters (ALKIS)

- Daten zu Wärme- und Gasverbräuchen, welche von Netzbetreibern zur Verfügung gestellt werden
- Verlauf der Strom-, Wärme- und Gasnetze
- Daten über Abwärmequellen, welche durch Befragungen bei Betrieben erfasst wurden
- 3D-Gebäudemodelle (LoD2)

Die vor Ort bereitgestellten Daten wurden durch externe Datenquellen sowie durch energietechnische Modelle, Statistiken und Kennzahlen ergänzt. Aufgrund der Vielfalt und Heterogenität der Datenquellen und -anbieter war eine umfassende manuelle Aufbereitung und Harmonisierung der Datensätze notwendig.

3.3 Gebäudebestand

Durch die Zusammenführung von frei verfügbarem Kartenmaterial sowie dem amtlichen Liegenschaftskataster ergaben sich für das Projektgebiet 5.543 analysierte Gebäude. Wie in Abbildung 3 zu sehen, besteht der überwiegende Anteil der Gebäude aus Wohngebäuden, gefolgt von Gebäuden des Sektors „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ (GHD). Darauf folgen Gebäude der Industrie und Produktion und öffentliche Bauten. Hieraus wird ersichtlich, dass die Wärmewende eine kleinteilige Aufgabe ist und sich zu großen Teilen im Wohnsektor abspielen wird.



Wirtschaftssektor	Gebäudebestand	
Privates Wohnen	91,6 %	5.078
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	4 %	220
Industrie & Produktion	2,5 %	140
Öffentlicher Dienst	1,9 %	105
Gesamt	100%	5.543

Abbildung 3: Gebäudeanzahl nach Sektor im Projektgebiet

Die Analyse der Baualtersklassen (siehe Abbildung 5) hebt hervor, dass mehr als 45 % der Gebäude vor 1979 errichtet wurden, also bevor die ersten anspruchsvolleren Wärmeschutzverordnungen mit ihren Anforderungen an die Optimierung der Gebäudehülle in Kraft traten. Diese Gebäude stellen einen großen Anteil am Gebäudebestand dar und bieten somit das umfangreichste Sanierungspotenzial. Altbauten, die vor 1919 errichtet wurden, zeigen häufig den höchsten spezifischen Wärmebedarf, sofern sie bislang wenig oder nicht saniert wurden. Diese Gebäude sind wegen ihrer oft robusten Bauweise ebenfalls interessant für eine Sanierung, allerdings können denkmalschutzrechtliche Auflagen Einschränkungen mit sich bringen. Um das Sanierungspotenzial jedes Gebäudes vollständig ausschöpfen zu können, sind gezielte Energieberatungen und angepasste Sanierungskonzepte erforderlich.

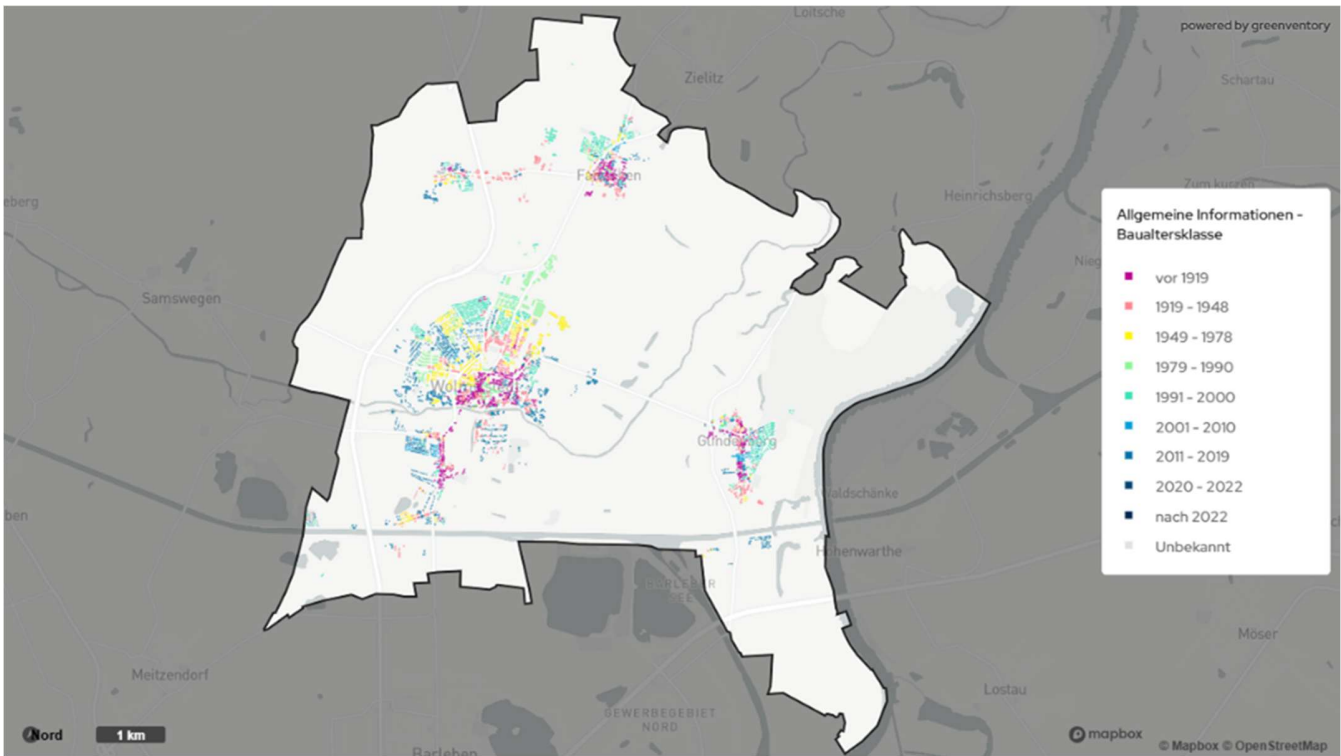


Abbildung 4: Verteilung der Baualtersklassen der Gebäude

Abbildung 4 zeigt eine räumliche Analyse der Baualtersklassen im Projektgebiet. Es wird deutlich, dass Gebäude, die vor 1948 erbaut wurden, hauptsächlich in den Zentren der Ortskerne angesiedelt sind, während jüngere Bauten eher an den Außengrenzen der Orte zu finden sind. Die Identifizierung von Sanierungsgebieten erweist sich insbesondere in den Bereichen mit älteren Gebäuden als besonders relevant. Zudem spielt die Verteilung der Gebäudealtersklassen eine entscheidende Rolle bei der Planung von Wärmenetzen. Dies ist vor allem in dichter bebauten Altstadtkernen von Bedeutung, wo sowohl die Aufstellflächen für Wärmepumpen begrenzt sind als auch die Möglichkeiten für energetische Sanierungen durch strukturelle Gegebenheiten oder behördliche Auflagen (z.B. Denkmalschutz) eingeschränkt sein können.

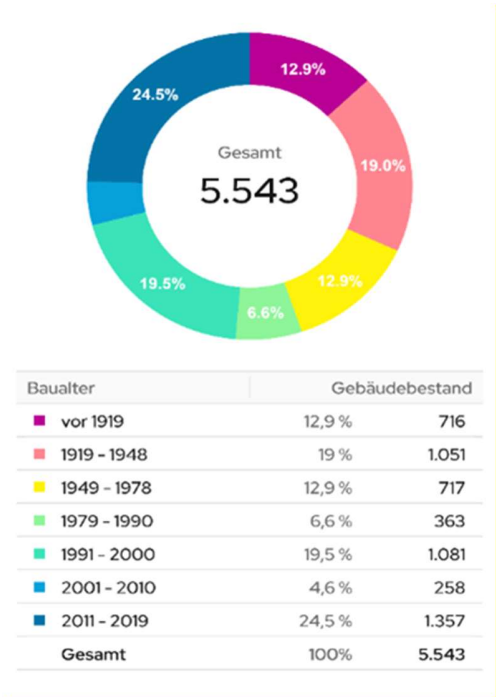
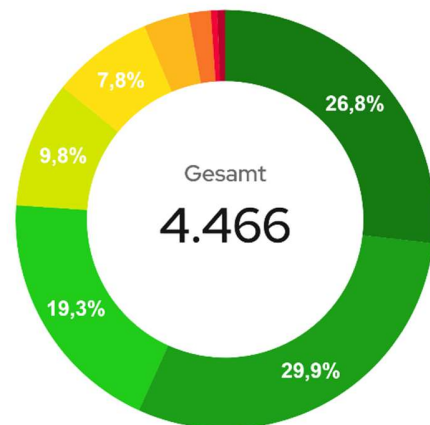


Abbildung 5: Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen im Projektgebiet

Anhand des Baujahres, des Wärmeverbrauchs und der Grundfläche wurde eine überschlägige Einteilung der Gebäude in die GEG-Energieeffizienzklassen vorgenommen, um den Sanierungsstand abzuschätzen. Bei der Analyse der GEG-Energieeffizienzklassen für die Wohngebäude fällt auf, dass die Kommune vergleichsweise wenige Gebäude aufweist, die vollumfänglich saniert werden müssten. Der Großteil der Gebäude befindet sich im oberen Drittel der Energieeffizienz (siehe Abbildung 6). Von den Gebäuden, denen ein Wärmebedarf zugeordnet werden konnte, liegen nur 1,1 % der Gebäude in den Effizienzklassen G und H, was unsanierten oder nur sehr wenig sanierten Altbauten entspricht. 1,7 % der Gebäude sind der Effizienzklasse F zuzuordnen und entsprechen überwiegend Altbauten, die nach den Richtlinien der Energieeinsparverordnung (EnEV) modernisiert wurden. Durch weitere energetische Sanierungen kann der Anteil der Gebäude in den schlechteren Effizienzklassen zugunsten besserer Effizienzklassen reduziert werden.



GEG-Effizienzklasse	Gebäudebestand	
■ A+	26,8 %	1.197
■ A	29,9 %	1.337
■ B	19,3 %	863
■ C	9,8 %	438
■ D	7,8 %	350
■ E	3,5 %	156
■ F	1,7 %	76
■ G	0,5 %	22
■ H	0,6 %	27
Gesamt	100%	4.466

Abbildung 6: Gebäudeverteilung der Wohngebäude nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte)

3.4 Wärmebedarf

Die Bestimmung des Wärmebedarfs erfolgte für die leitungsgebundenen Heizsysteme (Gas, Wärmenetz, Strom für Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen) über die gemessenen Verbrauchsdaten (Endenergieverbräuche), sofern diese verfügbar waren. Mit den Wirkungsgraden der verschiedenen Heiztechnologien konnte so der Wärmebedarf, die Nutzenergie, ermittelt werden. Bei nicht-leitungsgebundenen Heizsystemen (Öl, Holz, Kohle) und bei beheizten Gebäuden mit unzureichenden Informationen zum verwendeten Heizsystem wurde der Wärmebedarf auf Basis der beheizten Fläche, des

Gebäudetyps und weiteren gebäudespezifischen Datenpunkten berechnet. Für die Gebäude mit nicht-leitungsgebundenen Heizsystemen konnte unter Verwendung der entsprechenden Wirkungsgrade auf die Endenergieverbräuche geschlossen werden.

Aktuell beträgt der Wärmebedarf im Projektgebiet 86,5 GWh jährlich (siehe Abbildung 7). Mit 60,2 % ist der Wohnsektor anteilig am stärksten vertreten, während

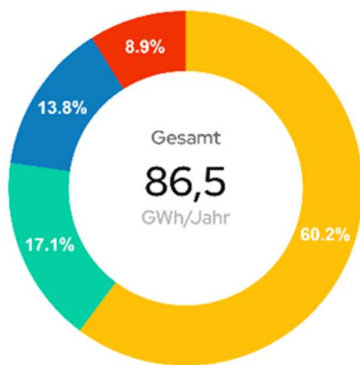
auf die Industrie 8,9 % des Gesamtwärmebedarfs entfällt. Auf den Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor (GHD) entfällt ein Anteil von 13,8 % des Wärmebedarfs und auf die öffentlich genutzten Gebäude, die ebenfalls kommunale Liegenschaften beinhalten, entfallen 17,1%.

Infobox – Einteilung der GEG-Effizienzklassen anhand des spezifischen Wärmeverbrauchs

Infobox: Einteilung der GEG-Effizienzklassen anhand des spezifischen Wärmeverbrauchs



Wärmebedarf



Wirtschaftssektor	Wärmebedarf GWh/Jahr	
Privates Wohnen	60,2 %	52,1
Öffentlicher Dienst	17,1 %	14,8
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	13,8 %	12
Industrie & Produktion	8,9 %	7,694
Gesamt	100 %	86,5

Abbildung 7: Wärmebedarf nach Sektor

Die räumliche Verteilung der spezifischen Wärmebedarfsdichten auf Baublockebene ist in Abbildung 8 dargestellt.

Infobox – Unterschied zwischen Endenergie- und Wärmebedarf

Infobox: Unterschied zwischen Endenergie- und Wärmebedarf

Die Unterscheidung zwischen der aufgewendeten Endenergie zur Wärmebereitstellung und dem Wärmebedarf ist wichtig zur Analyse von Energie- und Wärmesystemen. Während der Wärmebedarf die benötigte Menge an Nutzenergie (beispielsweise benötigte Raumwärme zum Heizen eines Raumes) beschreibt, stellt die Endenergie die zur Bereitstellung des Wärmebedarfs eingesetzte Energiemenge dar (beispielsweise die Ölmenge, die für die Deckung des Wärmebedarfs in Brennwertkesseln aufgewendet wird). Die Relation zwischen beiden Kenngrößen spiegelt die Effizienz der Energieumwandlung wider.

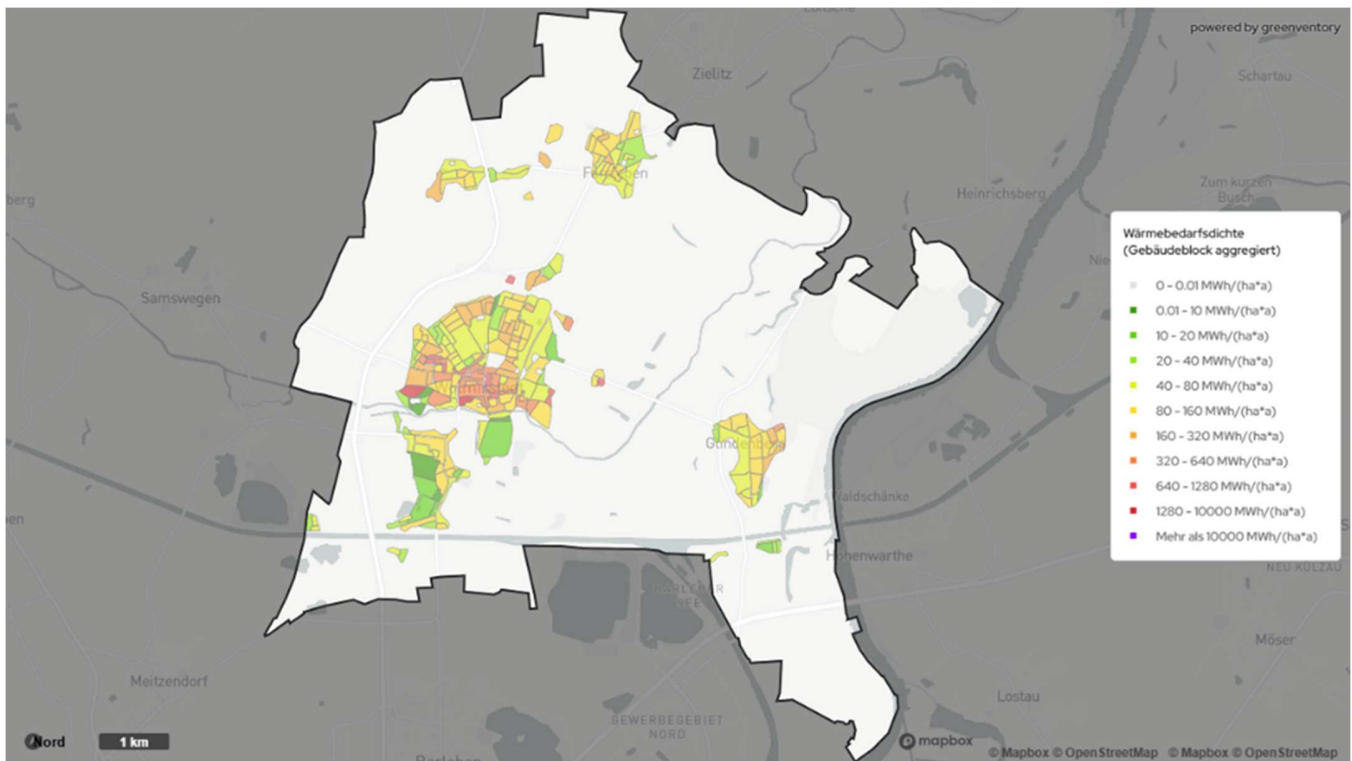


Abbildung 8: Verteilung der spezifischen Wärmebedarfsdichten je Baublock

3.5 Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger

Eine Herausforderung im Projekt war in der Phase der Bestandsanalyse die fehlende gesetzliche Grundlage zur Erhebung der Schornsteinfegerdaten. Diese Daten liefern einen wertvollen Mehrwert bezüglich der je Gebäude eingesetzten Heiztechnologien sowie dem Heizungsalter. Für Gebäude, deren Energieträger nicht durch die erhobenen netzgebundenen Verbrauchsdaten bestimmt werden, werden statistische Verteilungen angewandt, sodass jedem Gebäude ein Energieträger zugewiesen wird. Allerdings hat dies zur Folge, dass nachfolgend keine Betrachtung der real vorhandenen dezentralen Wärmeerzeuger erfolgen kann.

Gemäß § 72 GEG dürfen Heizkessel, die flüssigen oder gasförmigen Brennstoff verbrauchen und vor dem 1. Januar 1991 aufgestellt wurden, nicht mehr betrieben

werden. Das Gleiche gilt für später in Betrieb genommene Heizkessel, sobald sie eine Betriebszeit von 30 Jahren erreicht haben. Ausnahmen gelten für Niedertemperatur-Heizkessel und Brennwertkessel, Heizungen mit einer Leistung unter 4 Kilowatt oder über 400 Kilowatt, sowie heizungstechnische Anlagen mit Gas-, Biomasse- oder Flüssigbrennstofffeuerung als Bestandteil einer Wärmepumpen-Hybridheizung, soweit diese nicht mit fossilen Brennstoffen betrieben werden. Ausgenommen sind ebenfalls Hauseigentümer in Ein- oder Zweifamilienhäusern, die ihr Gebäude zum 01.02.2002 bereits selbst bewohnt haben. Heizkessel mit fossilen Brennstoffen dürfen jedoch längstens bis zum Ablauf des 31.12.2044 betrieben werden (GEG, 2024).

In der Neuerung des GEG, die ab dem 01.01.2024 in Kraft getreten ist, müssen Heizsysteme, die in

Kommunen bis maximal 100.000 Einwohnern nach dem 30.06.2028 neu eingebaut werden, zukünftig mit mindestens 65 % erneuerbaren Energien betrieben werden. In Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohnern gilt bereits der 30.06.2026 als Frist. Wird in der Kommune auf Grundlage eines erstellten Wärmeplans nach § 26 WPG ein Gebiet zum Neu- oder Ausbau von Wärme- oder Wasserstoffnetzen in Form einer gesonderten Satzung ausgewiesen, gilt die 65 %-Regelung des GEG in diesem Gebiet entsprechend früher.

Es ist somit ersichtlich, dass in den kommenden Jahren ein erheblicher Handlungsdruck auf Immobilienbesitzer zukommt. Dies betrifft vor allem die Punkte eines Systemaustauschs gemäß § 72 GEG. Für Heizsysteme, die eine Betriebsdauer von mehr als 30 Jahren aufweisen, muss demnach geprüft werden, ob eine Verpflichtung zum Austausch des Heizsystems besteht. Zudem sollte eine technische Modernisierung der Heizsysteme mit einer Betriebsdauer zwischen 20 und 30 Jahren erfolgen, oder es wird zumindest eine technische Überprüfung empfohlen. Diese sollte um die Komponente einer ganzheitlichen Energieberatung ergänzt werden.

3.6 Eingesetzte Energieträger

Für die Bereitstellung der Wärme in den Gebäuden werden 95,7 GWh Endenergie pro Jahr benötigt. Die Zusammensetzung der Energiebereitstellung verdeutlicht die Dominanz fossiler Brennstoffe im aktuellen Energiemix (siehe Abbildung 9). Erdgas trägt mit 56,2 GWh/a (58,7 %) maßgeblich zur Wärmeerzeugung bei, gefolgt von Heizöl mit 13,3 GWh/a (13,9 %) und Kohle mit 0,713 GWh/a (0,7 %). Biomasse trägt mit 0,195 GWh/a (ca. 0,2 %) zum bereits erneuerbaren Anteil der Wärmeversorgung bei. Ein weiterer Anteil von 5,226 GWh/a (5,5 %) des Endenergiebedarfs wird durch Strom gedeckt, der in Wärmepumpen und Direktheizungen genutzt wird. Zusätzlich werden bereits 20,1 GWh/a (21 %) des Endenergiebedarfs durch Nah- oder Fernwärme

gedeckt. Die aktuelle Zusammensetzung der Endenergie verdeutlicht die Dimension der Herausforderungen auf dem Weg zur Dekarbonisierung. Die Verringerung der fossilen Abhängigkeit erfordert technische Innovationen, verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien, den Bau von Wärmenetzen und die Integration verschiedener Technologien in bestehende Systeme. Eine zielgerichtete, technische Strategie ist unerlässlich, um die Wärmeversorgung zukunftssicher und treibhausgasneutral zu gestalten.

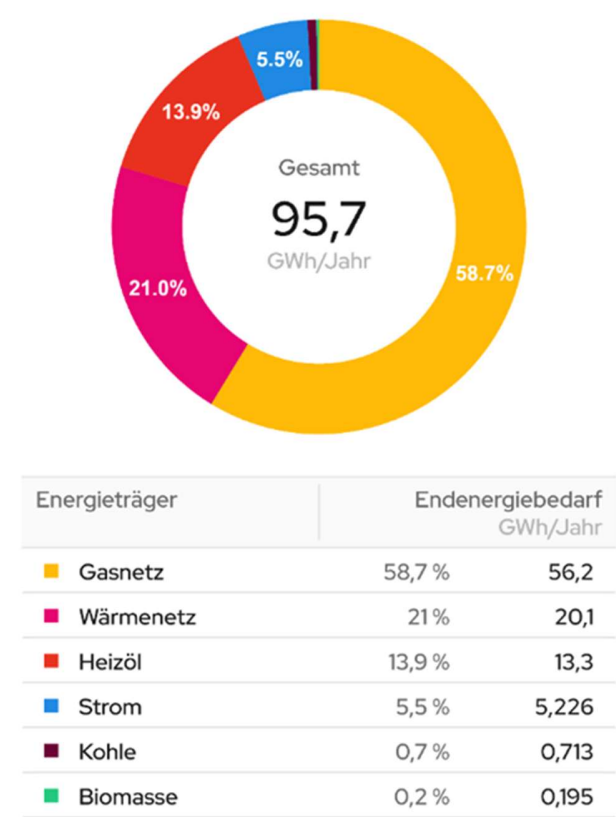


Abbildung 9: Endenergiebedarf nach Energieträgern

3.7 Gasinfrastruktur

Im Projektgebiet ist die Gasinfrastruktur flächendeckend etabliert (siehe Abbildung 10).

Ob und in welchem Umfang das aktuelle Gasnetz für einen Transport von Wasserstoff (H₂) genutzt werden könnte, muss noch geprüft werden. In Deutschland wird von den Fernleitungsnetzbetreibern ein H₂-Kernnetz

mit dem Zieljahr 2032 geplant. Darin enthalten sind auch Leitungen, die durch Sachsen-Anhalt verlaufen. Diese verlaufen durch den Raum Magdeburg in Nord-Süd-Ausrichtung und damit auch in der Nähe von Wolmirstedt. Ob das Fernnetz mit dem vorhandenen Gasnetz verbunden werden kann, ist noch unklar. In diesem Zusammenhang lässt sich die zukünftige

Verfügbarkeit von H₂ hinsichtlich Menge und Preis allgemein noch nicht abschätzen.

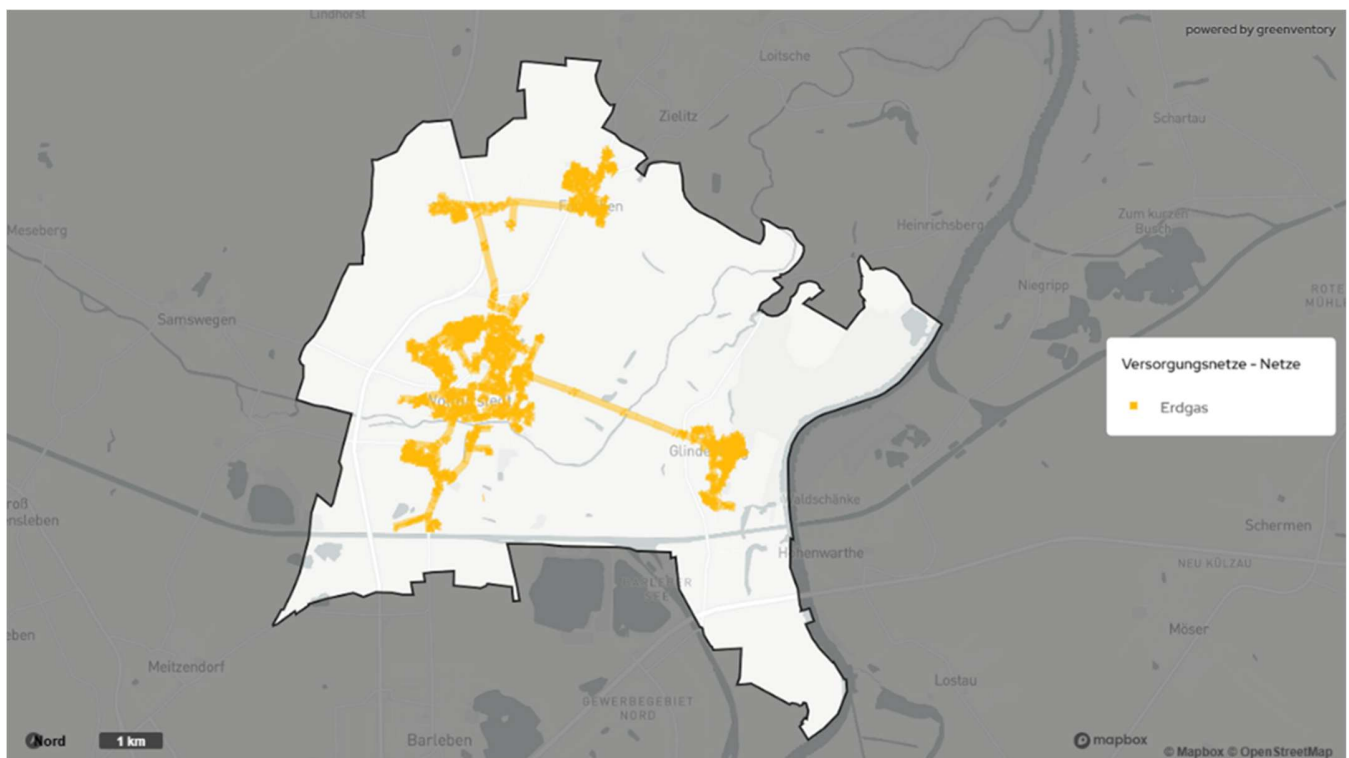


Abbildung 10: Gasnetzinfrastruktur im Projektgebiet

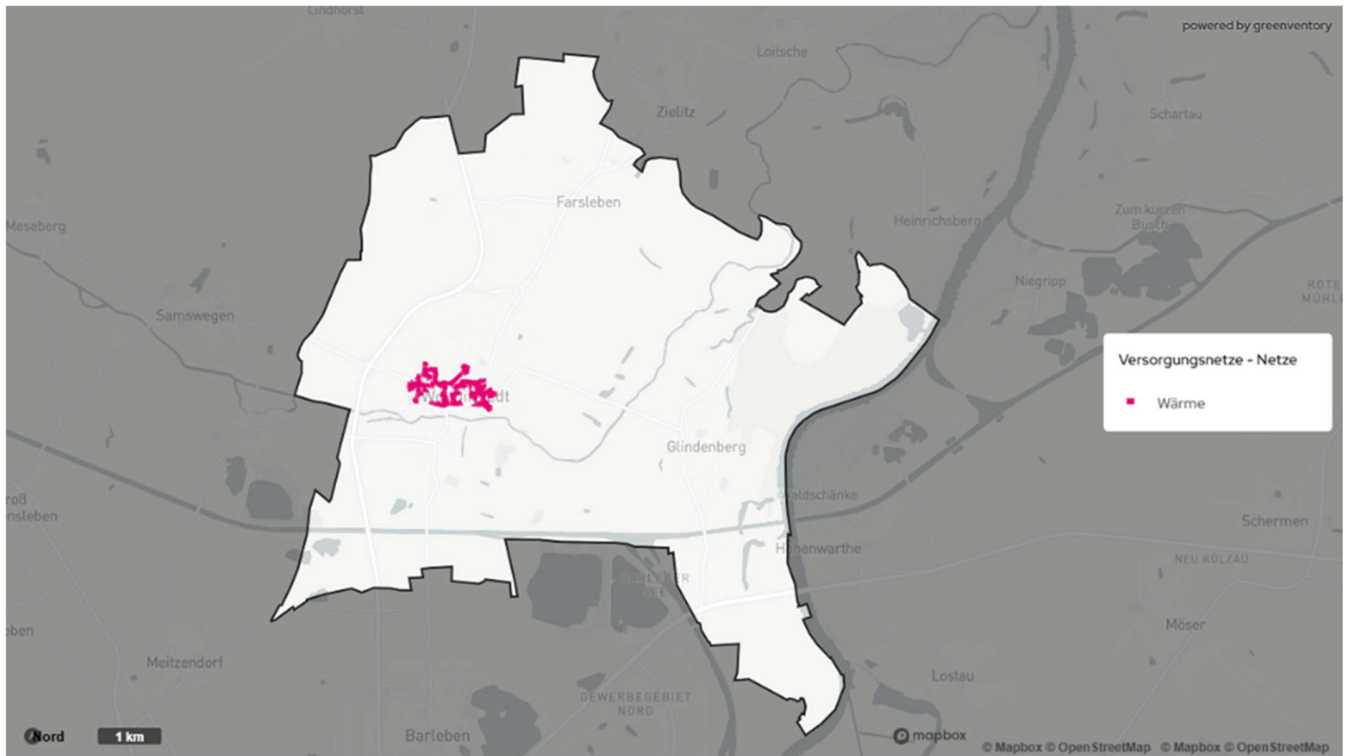


Abbildung 11: Wärmenetzinfrastruktur im Projektgebiet

3.8 Wärmenetze

Aktuell gibt es im Projektgebiet ein Wärmenetz im Stadtkern Wolmirstedt. Die Ortsteile Elbeu, Farsleben, Glindenberg und Mose haben hingegen keine Wärmenetzinfrastruktur. Der Verlauf der Wärmenetze ist vereinfacht in Abbildung 11 wiedergegeben.

3.9 Treibhausgasemissionen der Wärmeherzeugung

Im Projektgebiet betragen aktuell die gesamten Treibhausgasemissionen im Wärmebereich ca. 22.300 Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr. Sie entfallen zu 59 % auf den Wohnsektor, zu 16,5 % auf öffentlich genutzte Gebäude, zu 14,6 % auf den Gewerbe- Handels und Dienstleistungssektor (GHD) und zu 9,9 % auf die Industrie (siehe Abbildung 12). Damit sind die Anteile der Sektoren an den Treibhausgasemissionen in etwa proportional zu deren Anteilen am Wärmebedarf (siehe Abbildung 7). Jeder Sektor emittiert also pro verbrauchter Gigawattstunde Wärme ähnlich viel Treibhausgas, wodurch eine

Priorisierung einzelner Sektoren auf Basis der spezifischen Emissionen nicht erfolgen muss. Das Gasnetz ist mit 54,4 % der Hauptverursacher der Treibhausgasemissionen, gefolgt von Heizöl mit 17,4 %. Kohle verursacht 1,2 % der Emissionen. Damit verursachen die fossilen Wärmeherzeuger 73% der Emissionen im Wärmesektor des Projektgebiets. Das Wärmenetz ist für 15,3 % der Emissionen verantwortlich. Der Anteil von Strom ist mit 11,7 % deutlich geringer als der Anteil aus fossilen Wärmeherzeugern, jedoch ebenfalls signifikant, da der Bundesstrommix nach wie vor hohe Emissionen verursacht. Biomasse (kleiner als 1%) macht nur einen Bruchteil der Treibhausgasemissionen aus (siehe Abbildung 13). An diesen Zahlen wird deutlich, dass der Schlüssel für die Reduktion der Treibhausgase in der Abkehr von Erdgas und Erdöl liegt, aber eben auch in der erneuerbaren Stromerzeugung, zumal dem Strom durch die absehbare, starke Zunahme von Wärmepumpen zukünftig eine zentrale Rolle zufallen wird.

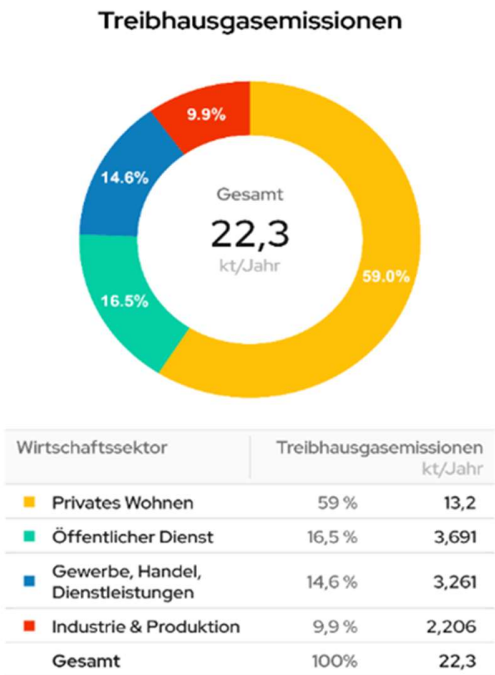


Abbildung 12: Treibhausgasemissionen nach Sektoren im Projektgebiet

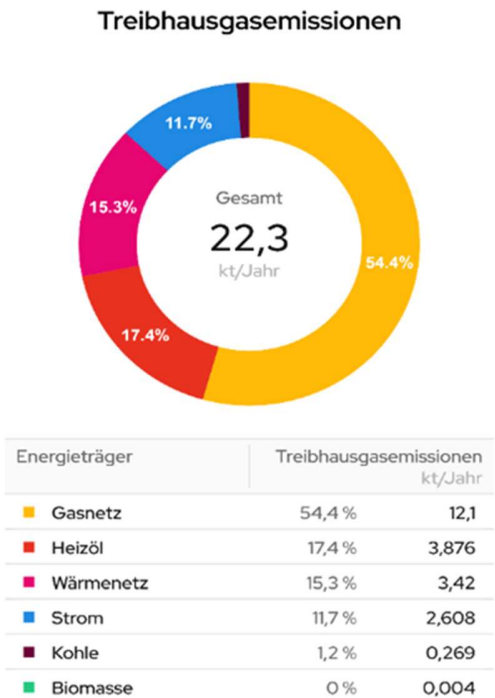


Abbildung 13: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Projektgebiet

Die verwendeten Emissionsfaktoren lassen sich Tabelle 1 entnehmen. Diese beziehen sich auf den Heizwert der Energieträger. Bei der Betrachtung der Emissionsfaktoren wird der Einfluss der Brennstoffe bzw. Energiequellen auf den Treibhausgasausstoß deutlich. Zudem spiegelt sich die erwartete Dekarbonisierung des Stromsektors in den Emissionsfaktoren wider. Dieser entwickelt sich für den deutschen Strommix von heute 0,499 t CO₂e/MWh auf zukünftig 0,025 t CO₂e/MWh. Dies ist ein Effekt, der elektrische Heizsysteme wie Wärmepumpen zukünftig weiter begünstigen dürfte. Der zukünftige stark reduzierte Emissionsfaktor des Strommixes spiegelt die erwartete Entwicklung einer fast vollständigen Dekarbonisierung des Stromsektors wider.

Tabelle 1: Heizwertbezogene Emissionsfaktoren nach Energieträger (KWW Halle, 2024)

Energie-träger	Emissionsfaktoren (t CO ₂ e/MWh)			
	2022	2030	2040	2045
Strom	0,499	0,110	0,025	0,015
Heizöl	0,310	0,310	0,310	0,310
Erdgas	0,240	0,240	0,240	0,240
Steinkohle	0,400	0,400	0,400	0,400
Biogas	0,139	0,133	0,126	0,123
Biomasse (Holz)	0,020	0,020	0,020	0,020

Solar-thermie	0	0	0	0
Abwärme aus Verbrennung	0,020	0,020	0,020	0,020
Prozessabwärme	0,040	0,038	0,036	0,035

Die räumliche Verteilung der aggregierten Treibhausgasemissionen auf Baublockebene ist in Abbildung 14 dargestellt. Im innerstädtischen Bereich und in den Industriegebieten sind die Emissionen verhältnismäßig hoch. Gründe für hohe lokale Treibhausgasemissionen können große Industriebetriebe oder eine Häufung besonders schlecht sanierter Gebäude gepaart mit dichter Besiedelung sein. Eine Reduktion der Treibhausgasemissionen geht in der Regel mit einer Verbesserung der Luftqualität einher, was besonders in den Wohnvierteln eine erhöhte Lebensqualität mit sich bringt.

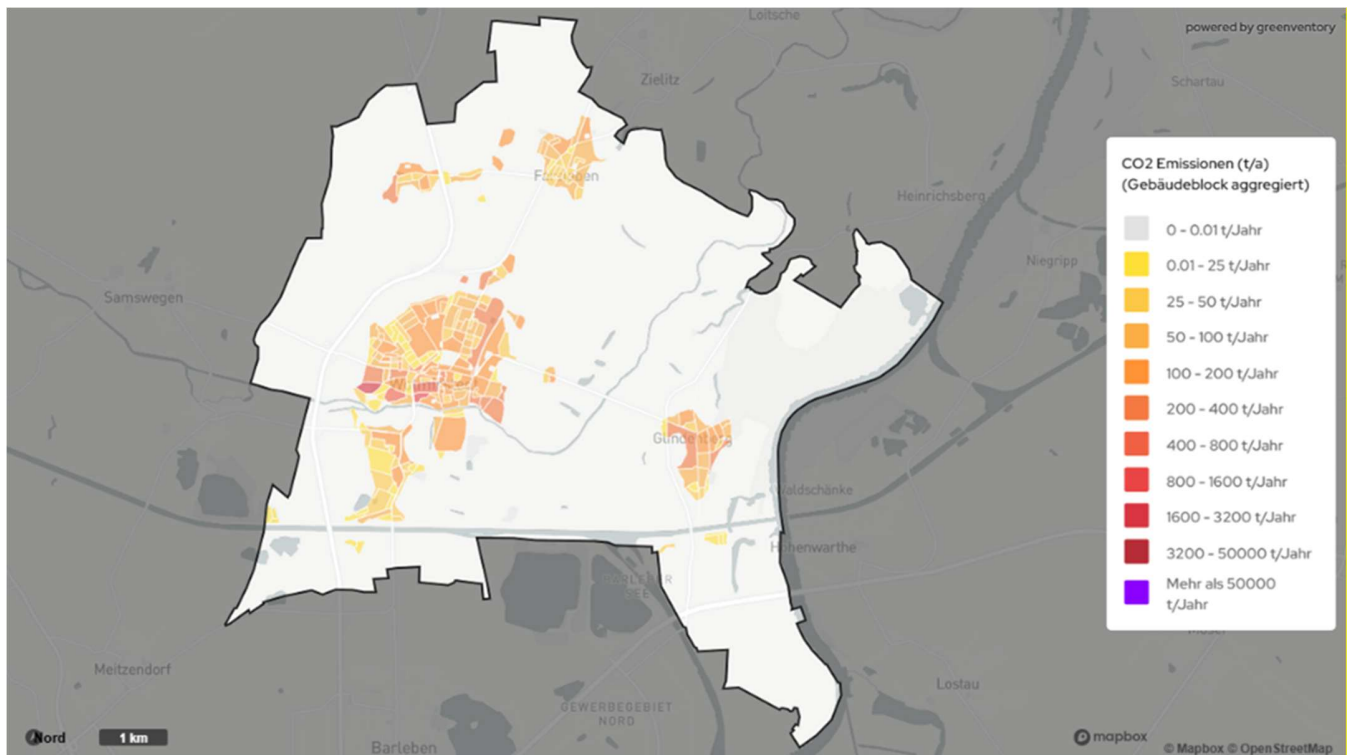


Abbildung 14: Verteilung der Treibhausgasemissionen im Projektgebiet

3.10 Zusammenfassung Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse verdeutlicht die zentrale Rolle fossiler Energieträger in der aktuellen Wärmeversorgungsstruktur mit einem signifikanten Anteil im Wohnsektor, der sowohl die Mehrheit der Emissionen als

auch der Gebäudeanzahl ausmacht. Erdgas ist der vorherrschende Energieträger in den Heizsystemen. Der Anteil an Fernwärme-Heizsystemen beträgt lediglich 9,4% wobei darauf rund 21 % des Endenergie-

bedarfs zurückgehen. Durch die Dekarbonisierung der Fernwärme könnten dementsprechend bereits mehr als ein Fünftel der Wärmeversorgung regenerativ bereitgestellt werden.

Eine kritische Betrachtung zeigt, dass schätzungsweise 15 – 20 % der Heizungsanlagen, die älter als 30 Jahre sind, dringend saniert oder erneuert werden sollten. Die Analyse betont den dringenden Bedarf an technischer Erneuerung und Umstellung auf erneuerbare Energieträger, um den hohen Anteil fossiler Brennstoffe in der Wärmeversorgung zu reduzieren. Gleichzeitig bietet der signifikante Anteil veralteter Heizungsanlagen ein erhebliches Potenzial für Energieeffizienzsteigerungen und die Senkung von Treibhausgasemissionen durch gezielte Sanierungsmaßnahmen. Trotz der herausfordernden Ausgangslage zeigen die Daten auch positive Aspekte auf: Ein ausgeprägtes Engagement der Kommune und langjährige Erfahrungen mit der Implementierung von Fern- und Nahwärmenetzen im Ortskern von Wolmirstedt deuten auf ein solides Fundament für die Gestaltung der Wärmewende hin. Dieses Engagement ist essenziell für die Realisierung einer nachhaltigen, effizienten und letztendlich treibhausgasneutralen Wärmeversorgung.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Bestandsanalyse nicht nur die Notwendigkeit für einen systematischen und technisch fundierten Ansatz zur Modernisierung der Wärmeinfrastruktur aufzeigt, sondern auch bereits konkrete Ansatzpunkte und Chancen für die zukünftige Gestaltung der Wärmeversorgung bietet. Die Umstellung auf erneuerbare Energieträger und die Sanierung bzw. der Austausch veralteter Heizsysteme sind dabei zentrale Maßnahmen. Zusammen mit dem Engagement der Kommunen und der Nutzung bestehender Erfahrungen mit Wärmenetzen sollen so eine effektive Reduktion der Treibhausgasemissionen und eine nachhaltige Verbesserung der Wärmeversorgung ermöglicht werden.

4 Potenzialanalyse

Zur Identifizierung der technischen Potenziale wurde eine umfassende Flächenanalyse durchgeführt, bei der sowohl übergeordnete Ausschlusskriterien als auch Eignungskriterien berücksichtigt wurden. Diese Methode ermöglicht für das gesamte Projektgebiet eine robuste, quantitative und räumlich spezifische Bewertung aller relevanten erneuerbaren Energieressourcen. Die endgültige Nutzbarkeit der erhobenen technischen Potenziale hängt von weiteren Faktoren, wie der Wirtschaftlichkeit, Eigentumsverhältnissen und eventuellen zusätzlich zu beachtenden spezifischen Restriktionen ab, welche nach Abschluss der Erstellung dieses Wärmeplans Teil von vertiefenden Untersuchungen sein wird.

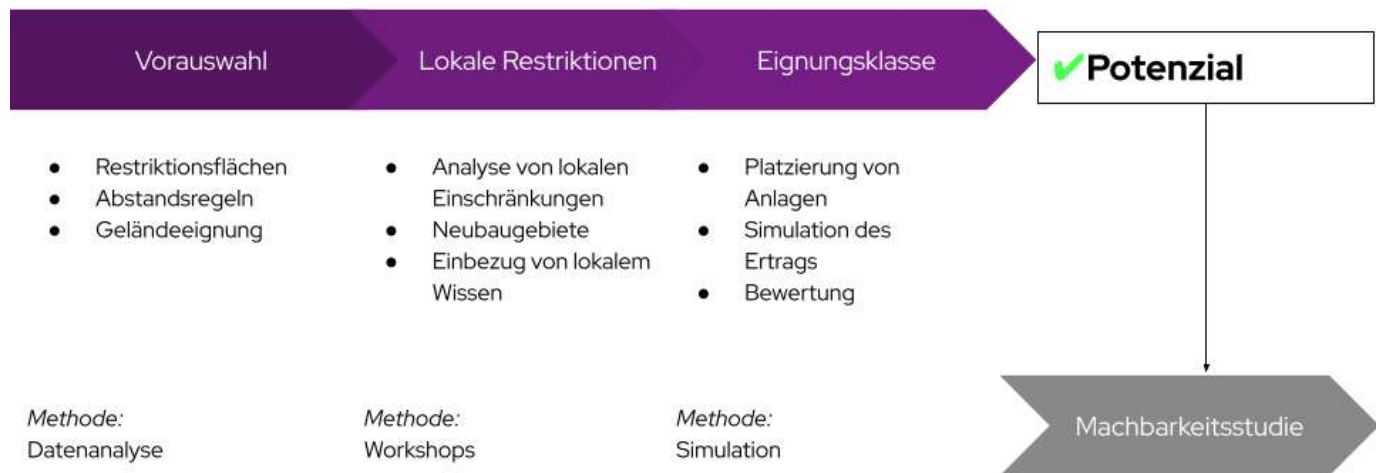


Abbildung 15: Vorgehen bei der Ermittlung von erneuerbaren Potenzialen

4.1 Erfasste Potenziale

Die Potenzialanalyse fokussiert sich auf die technischen Möglichkeiten zur Erschließung erneuerbarer Wärmequellen im Untersuchungsgebiet. Sie basiert auf umfassenden Datensätzen aus öffentlichen Quellen und führt zu einer räumlichen Eingrenzung und Quantifizierung der identifizierten Potenziale. Neben der Bewertung erneuerbarer Wärmequellen wurde ebenfalls das Potenzial für die Erzeugung regenerativen Stroms evaluiert. Im Einzelnen wurden folgende Energiepotenziale erfasst und ausgewertet:

- Biomasse: Erschließbare Energie aus organischen Materialien
- Windkraft: Stromerzeugungspotenzial aus Windenergie
- Solarthermie (Freifläche & Dach): Nutzbare Wärmeenergie aus Sonnenstrahlung
- Photovoltaik (Freifläche & Dach): Stromerzeugung durch Sonneneinstrahlung
- Oberflächennahe Geothermie: Nutzung des Wärmepotenzials der oberen Erdschichten
- Tiefengeothermie: Nutzung von Wärme in tieferen Erdschichten zur Wärme- und Stromgewinnung
- Luftwärmepumpe: Nutzung der Umweltwärme der Umgebungsluft
- Gewässerwärmepumpe (Flüsse und Seen): Nutzung der Umweltwärme der Gewässer
- Abwärme aus Klärwerken: Nutzbare Restwärme aus Abwasserbehandlungsanlagen
- Industrielle Abwärme: Erschließbare Restwärme aus industriellen Prozessen.
- Kraft-Wärme-Kopplung: Nutzung von Strom und Wärme durch die Umstellung bestehender KWK-Anlagen auf erneuerbare Brennstoffe

Diese Erfassung ist eine Basis für die Planung und Priorisierung zukünftiger Maßnahmen zur Energiegewinnung und -versorgung.



Abbildung 16: Vorgehen und Datenquellen der Potenzialanalyse

4.2 Methode: Indikatorenmodell

Als Basis für die Potenzialanalyse wird eine stufenweise Eingrenzung der Potenziale vorgenommen. Hierfür kommt ein Indikatorenmodell zum Einsatz. In diesem Modell werden alle Flächen im Projektgebiet analysiert und mit spezifischen Indikatoren (z.B. Windgeschwindigkeit oder solare Einstrahlung) versehen und bewertet. Die Schritte zur Erhebung des Potenzials sind folgende:

1. Erfassung von strukturellen Merkmalen aller Flächen des Untersuchungsgebietes
2. Eingrenzung der Flächen anhand harter und weicher Restriktionskriterien sowie weiterer technologiespezifischer Einschränkungen (beispielsweise Mindestgrößen von Flächen für PV-Freiflächen)
3. Berechnung des jährlichen energetischen Potenzials der jeweiligen Fläche oder Energiequelle auf Basis aktuell verfügbarer Technologien

In Tabelle 2 ist eine Auswahl der wichtigsten für die Analyse der jeweiligen Energiequelle herangezogenen

Flächenkriterien aufgeführt. Die genannten Kriterien erfüllen die wesentlichen gesetzlichen Richtlinien, können jedoch keine raumplanerischen Abwägungen um konkurrierende Flächennutzungen ersetzen.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung zielt die Potenzialanalyse darauf ab, die Optionen für die Wärmeversorgung, insbesondere bezüglich der Fernwärme in den Eignungsgebieten, zu präzisieren und zu bewerten. Gemäß den Richtlinien des im Auftrag der Bundesministerien für Wirtschaft und Klimaschutz sowie für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen herausgegebenen Leitfadens Wärmeplanung, fokussiert sich diese Analyse auf die Identifikation des technischen Potenzials (siehe Infobox – Definition von Potenzialen). Neben der technischen Realisierbarkeit sind auch ökonomische und soziale Faktoren bei der späteren Entwicklung spezifischer Flächen zu berücksichtigen. Es ist zu beachten, dass die KWP nicht den Anspruch erhebt, eine detaillierte Potenzialstudie zu sein. Tatsächlich realisierbare Potenziale werden in nachgelagerten kommunalen Prozessen, wie beispielsweise in Quartiers- oder Netzausbaukonzepten ermittelt.

Tabelle 2: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien

Potenzial	Wichtigste Kriterien (Auswahl)
Elektrische Potenziale	
Windkraft	Abstand zu Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte
PV Freiflächen	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte
PV Dachflächen	Dachflächen, Mindestgrößen, Gebäudetyp, techno-ökonomische Anlagenparameter
Thermische Potenziale	
Abwärme aus Klärwerken	Klärwerk-Standorte, Anzahl versorgter Haushalte, techno-ökonomische Anlagenparameter
Industrielle Abwärme	Wärmemengen, Temperaturniveau, zeitliche Verfügbarkeit
Biomasse	Landnutzung, Naturschutz, Hektarerträge von Energiepflanzen, Heizwerte, techno-ökonomische Anlagenparameter
KWK-Anlagen	Bestehende KWK-Standorte, installierte elektrische und thermische Leistung
Solarthermie Freiflächen	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte, Nähe zu Wärmeverbrauchern
Solarthermie Dachflächen	Dachflächen, Mindestgrößen, Gebäudetyp, techno-ökonomische Anlagenparameter
Oberflächennahe Geothermie	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Wasserschutzgebiete, Nähe zu Wärmeverbrauchern
Tiefengeothermie	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Wasserschutzgebiete, Potenzial, Bodentypen
Luftwärmepumpe	Gebäudeflächen, Gebäudealter, techno-ökonomische Anlagenparameter, gesetzliche Vorgaben zu Abständen
Großwärmepumpen an Flüssen und Seen	Landnutzung, Naturschutz, Abflussdaten der Gewässer, Nähe zu Wärmeverbrauchern, techno-ökonomische Anlagenparameter

Infobox – Definition von Potenzialen**Infobox: Potenzialbegriffe*****Theoretisches Potenzial:***

Physikalisch vorhandenes Potenzial der Region, z. B. die gesamte Strahlungsenergie der Sonne, Windenergie auf einer bestimmten Fläche in einem definierten Zeitraum.

Technisches Potenzial:

Eingrenzung des theoretischen Potenzials durch Einbeziehung der rechtlichen Rahmenbedingungen und technologischen Möglichkeiten. Das technische Potenzial ist somit als Obergrenze anzusehen. Durch Technologie-spezifische Kriterien wird in die folgenden Kategorien differenziert:

- *Bedingt geeignetes Potenzial:* Gebiet ist von weichen Ausschlusskriterien betroffen, z.B. Biosphärenreservat. Die Errichtung von Erzeugungsanlagen erfordert die Prüfung der Restriktionen sowie gegebenenfalls der Schaffung von Ausgleichsflächen.
- *Geeignetes Potenzial:* Gebiet ist weder von harten noch weichen Restriktionen betroffen, sodass die Flächen technisch erschließbar sind, z. B. Ackerland in benachteiligten Gebieten.
- *Gut geeignetes Potenzial:* Neben der Abwesenheit von einschränkenden Restriktionen, ist das Gebiet darüber hinaus durch technische Kriterien besonders geeignet, z.B. hoher Auslastungsgrad, hoher Wirkungsgrad, räumliche Nähe zu Siedlungsgebieten.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird das technische Potenzial zur Erschließung von erneuerbaren Energien ermittelt und analysiert.

Wirtschaftliches Potenzial:

Eingrenzung des technischen Potenzials durch Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit (beinhaltet z. B. Bau- und Erschließungs- sowie Betriebskosten und erzielbare Energiepreise).

Realisierbares Potenzial:

Die tatsächliche Umsetzbarkeit hängt von zusätzlichen Faktoren (z. B. Akzeptanz, raumplanerische Abwägung von Flächenkonkurrenzen, kommunalen Prioritäten) ab. Werden diese Punkte berücksichtigt, spricht man vom realisierbaren Potenzial bzw. „praktisch nutzbaren Potenzial“.

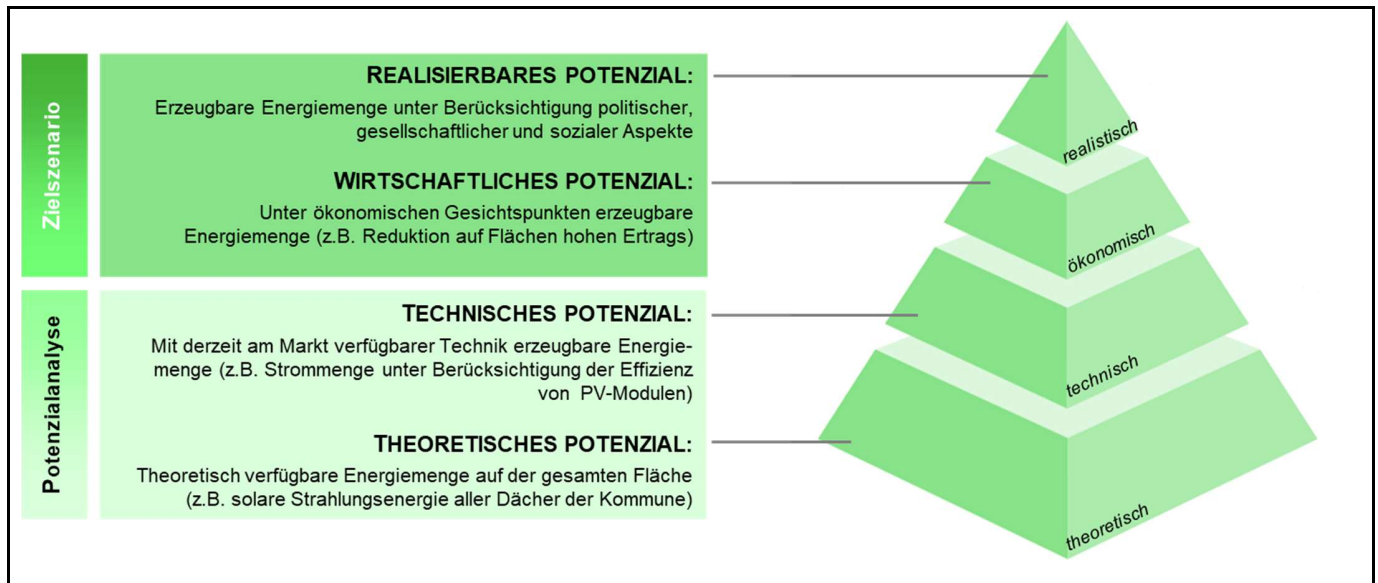


Abbildung 17: Potenzialpyramide

4.3 Potenziale zur Stromerzeugung

Die Analyse der Potenziale im gesamten Stadtgebiet zeigt verschiedene Optionen für die lokale Erzeugung von erneuerbarem Strom (siehe Abbildung 18).

Biomasse wird für Wärme oder Strom entweder direkt verbrannt oder zu Biogas vergoren. Für die Biomassenutzung geeignete Gebiete schließen Naturschutzgebiete aus und berücksichtigen landwirtschaftliche Flächen, Waldreste, Rebschnitt und städtischen Biomüll. Die Potenzialberechnung basiert auf Durchschnittserträgen und der Einwohnerzahl für städtische Biomasse, wobei wirtschaftliche Faktoren wie die Nutzungseffizienz von Mais und die Verwertbarkeit von Gras und Stroh berücksichtigt werden. Vergärbare Biomassesubstrate (Energiepflanzen, Gras, biogene Hausabfälle) können zu Biogas verarbeitet werden, sodass in Blockheizkraftwerken Strom und Wärme erzeugt werden kann. Hierbei wird eine Erzeugung von 40 % Wärme und 30 % Strom bei 30 % Verlusten modelliert. Es zeigt sich, dass die Nutzung von ausschließlich im Projektgebiet vorhandener Biomasse nur einen geringen Beitrag zur Stromerzeugung leisten könnte. Der Rohstoff Biomasse sollte daher eher für die Wärmeerzeugung genutzt werden.

Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) dienen der kombinierten Erzeugung von Strom und Nutzwärme. KWK-Anlagen erreichen einen hohen Gesamtwirkungsgrad von typischerweise 80–90 % und stellen eine besonders effiziente Technologie der Energieversorgung dar. Dabei liegt das typische Verhältnis von Strom zu Wärme (Strom-Wärme-Verhältnis) bei gasbetriebenen Anlagen häufig zwischen 30–60 %, was die Flexibilität der Technologie im Hinblick auf die bedarfsgerechte Energieversorgung unterstreicht. Als Brennstoffe können sowohl Erdgas als auch Biomasse zum Einsatz kommen. Auf dem Gebiet der Kommune Wolmirstedt sind nach Auswertung des Marktstammdatenregisters (MaStR) KWK-Anlagen mit einer elektr. Leistung zwischen 891 und 934 kW_{el} in das Fernwärmenetz eingebunden. In Summe zeigt sich aktuell eine Erzeugerkapazität von 4.574 kW_{el}. Basierend auf den vorhandenen, derzeit mit Erdgas betriebenen Anlagen liegt das KWK-Potenzial zur Stromerzeugung bei 14,59 GWh Strom pro Jahr. Diese Analyse zeigt das Stromerzeugungspotenzial der bestehenden KWK-Infrastruktur, falls eine Umstellung auf Biogas oder andere regenerative Gase erfolgen sollte. Eine Umstellung der bestehenden KWK-Anlagen auf erneuerbare Brennstoffe würde insgesamt nur einen geringen Beitrag zur Stromerzeugung leisten. Zudem ist

eine potenzielle Konkurrenz in der Nutzung der Potenziale beziehungsweise Brennstoffe zwischen KWK-Anlagen und biogenen Stoffen zu beachten. Zukünftige Erweiterungen der Kapazität der Bestandsanlagen oder neue Standorte sind in dieser Analyse nicht berücksichtigt.

Windkraftanlagen nutzen Wind zur Stromerzeugung. Potenzialflächen werden nach technischen und ökologischen Kriterien sowie Abstandsregelungen selektiert, wobei Gebiete mit mindestens 1.900 Volllaststunden als gut geeignet gelten. Die Potenzial- und Wirtschaftlichkeitsberechnung berücksichtigt lokale Windverhältnisse, Anlagentypen und erwartete Energieerträge. Mit 78,7 GWh/a bietet die Windkraft ein signifikantes Potenzial. Allerdings sind hier Aspekte der Akzeptanz sowie der Einfluss auf die lokale Flora und Fauna zu berücksichtigen, weshalb die Eignungsflächen stark eingegrenzt sind und die Analyse der Windflächen außerhalb der KWP erfolgen sollte.

Photovoltaik auf Freiflächen stellt mit 2.529,4 GWh/a das größte erneuerbare Strompotenzial dar, wobei Flächen als grundsätzlich geeignet ausgewiesen werden, die keinen Restriktionen unterliegen und die technischen Anforderungen erfüllen; besonders beachtet werden dabei Naturschutz, Hangneigungen, Überschwemmungsgebiete und gesetzliche Abstandsregeln. Bei der Potenzialberechnung werden Module optimal platziert und unter Berücksichtigung von Verschattung und Sonneneinstrahlung werden jährliche Volllaststunden und der Jahresenergieertrag pro Gebiet errechnet. Die wirtschaftliche Nutzbarkeit wird basierend auf Mindestvolllaststunden und dem Neigungswinkel des Geländes bewertet, um nur die rentabelsten Flächen einzubeziehen. Hierbei werden Flächen mit mindestens 919 Volllaststunden als gut geeignet ausgewiesen. Zudem sind Flächenkonflikte, beispielsweise mit landwirtschaftlichen Nutzflächen sowie die Netzanschlussmöglichkeiten abzuwägen, was im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung jedoch nicht zu leisten ist. Ein großer Vorteil von PV-Freiflächen in Kombination mit großen Wärmepumpen ist, dass sich

die Stromerzeugungsflächen nicht in unmittelbarer Nähe zur Wärmenachfrage befinden müssen, da die regenerativ erzeugte Energie durch das Stromnetz zu den Wärmeerzeugern transportiert werden kann. So ist eine gewisse Flexibilität in der Flächenauswahl möglich.

Das Potenzial für **Photovoltaikanlagen (PV) auf Dachflächen** fällt mit 92,2 GWh/a deutlich geringer aus als in der Freifläche, bietet jedoch den Vorteil, dass es ohne zusätzlichen Flächenbedarf oder Flächenkonflikte ausgeschöpft werden kann. In der aktuellen Analyse wird davon ausgegangen (siehe KEA, 2020), dass das Stromerzeugungspotenzial von Photovoltaik auf 50 % der Dachflächen von Gebäuden über 50 m² möglich ist. Die jährliche Stromproduktion wird unter Annahme einer flächenspezifischen Leistung von 220 kWh/m²a berechnet. Im Vergleich zu Freiflächenanlagen ist allerdings mit höheren spezifischen Kosten zu kalkulieren. In Kombination mit Wärmepumpen ist das Potenzial von PV auf Dachflächen gerade für die Warmwasserbereitstellung im Sommer sowie die Gebäudeheizung in den Übergangszeiten interessant.

Zusammenfassend bieten sich vielfältige Möglichkeiten zur erneuerbaren Stromerzeugung auf dem Gebiet der Stadt Wolmirstedt, wobei jede Technologie ihre eigenen Herausforderungen und Kostenstrukturen mit sich bringt. Bei der Umsetzung von Projekten sollten daher sowohl die technischen als auch die sozialen und wirtschaftlichen Aspekte sorgfältig abgewogen werden. Nicht nur aufgrund der sehr guten Bodenqualität der landwirtschaftlichen Flächen in der Magdeburger Börde ist hervorzuheben, dass die Nutzung der Dachflächen der Erschließung von Freiflächen vorzuziehen ist.

Potenziale	Potenziale der Stromerzeugung GWh/yr
Freiflächen PV	2.529,4
PV Dach	92,2
Wind	78,7
Biomasse	36,383
■ Bedingt geeignet	1.797,1
■ Gut geeignet	812,783
■ Geeignet	126,8

Abbildung 18: Erneuerbare Strompotenziale im Projektgebiet

4.4 Potenziale zur Wärmeerzeugung

Die Untersuchung der thermischen Potenziale zeigt verschiedene Optionen für die lokale Wärmeversorgung (siehe Abbildung 19).

Für die Potenzialberechnungen von Solarthermie, Flusswasser, Seewärme und oberflächennaher Geothermie werden maximale Abstände von 1.000 m zu Siedlungsflächen angenommen. Sofern keine weiteren Restriktionen vorliegen, sind Flächen mit einem Abstand von 200 m zu Siedlungen gut geeignet. Ein weiterer wichtiger Aspekt, der in der Betrachtung der erhobenen Potenziale Berücksichtigung finden muss, ist das Temperaturniveau des jeweiligen Wärmeerzeugers. Das Temperaturniveau hat einen signifikanten Einfluss auf die Nutzbarkeit und Effizienz von Wärmeerzeugern, insbesondere Wärmepumpen. Des Weiteren gilt es zu berücksichtigen, dass die meisten hier genannten Wärmeerzeugungspotenziale eine Saisonalität aufweisen, sodass Speicherlösungen und Redundanzen für die bedarfsgerechte Wärmebereitstellung bei der an die Wärmeplanung anschließenden, vertiefenden Planung mitberücksichtigt werden sollten.

Solarthermie auf Freiflächen stellt mit einem Potenzial von 3.290,1 GWh/a die größte Ressource dar. Solarthermie nutzt Sonnenstrahlung, um mittels Kollektoren Wärme zu erzeugen und über ein

Verteilssystem zu transportieren. Geeignete Flächen werden nach technischen Anforderungen und unter Berücksichtigung weiterer Restriktionen wie Naturschutz und baulicher Infrastruktur ausgewählt, wobei Flächen unter 500 m² ausgeschlossen werden. Die Potenzialberechnung basiert auf einer angenommenen Leistungsdichte von 3.000 kW/ha und berücksichtigt Einstrahlungsdaten sowie mittels eines Reduktionsfaktors für den Jahresenergieertrag auch Verschattung. Bei der Planung und Erschließung von Solarthermie sind jedoch Flächenverfügbarkeit und Anbindung an Wärmenetze zu berücksichtigen. Auch sollten geeignete Flächen für die Wärmespeicherung (eine Woche bis zu mehreren Monaten je nach Einbindungskonzept) vorgesehen werden. Ebenso müssen die saisonale Diskrepanz zwischen Wärmeverfügbarkeit (hoch in Sommermonaten) und Wärmebedarf (hoch in Wintermonaten) bei der Planung und Auslegung von Anlagen Berücksichtigung finden. Zwischen Solarthermie- und PV-Freiflächenanlagen gibt es zudem eine Flächenkonkurrenz.

Solarthermie auf Dachflächen kann ebenfalls genutzt werden. Zur Bestimmung des solarthermischen Wärmeerzeugungspotenzials von Dachflächen wird auf Grundlage der Methodik der KEA-BW angenommen, dass 25 % des bestehenden Dachflächenpotenzials bei einer Mindestfläche von 50 m² zur Wärmeerzeugung genutzt werden. Als flächenspezifische Leistung werden 400 kWh/m² bei Annahme einer durchschnittlichen Volllaststundenzahl zugrunde gelegt. Das damit erschließbare Wärmepotenzial beträgt 83,8 GWh/a und konkurriert direkt mit den Potenzialen für Photovoltaik-Anlagen auf Dächern. Eine Entscheidung für die Nutzung des einen oder anderen Potenzials sollte individuell getroffen werden.

Wärmepumpen sind eine etablierte und bei geeigneten Bedingungen energetisch hocheffiziente Technologie für die Wärmeerzeugung. Eine Wärmepumpe ist eine Heizungstechnologie, die Wärmeenergie aus einer Quelle (wie Luft, Wasser oder Erde) auf ein höheres Temperaturniveau hebt, um Gebäude zu heizen oder

mit Warmwasser zu versorgen. Sie nutzt dabei ein Kältemittel, das im Kreislauf geführt wird, um Wärme aufzunehmen und abzugeben. Eine Wärmepumpe ist ähnlich einem Kühlschrank, der in umgekehrter Richtung arbeitet. Wärmepumpen können im Gebiet der Kommune Wolmirstedt vielseitig zum Einsatz kommen. Das Potenzial der **Luftwärmepumpen** (in Summe 116,7 GWh/a) ergibt sich jeweils im direkten Umfeld der Gebäude und ist daher in Summe geringer als das Potenzial von beispielsweise Solarthermieranlagen. Aufgrund der etwas geringeren saisonalen Abhängigkeit von Luftwärmepumpen haben diese für die zukünftige Wärmeversorgung dennoch ein relativ großes Potenzial, welches insgesamt über dem derzeitigen Gesamtbedarf an Wärme liegt. Dieses ist besonders groß für Ein- und Zweifamilienhäuser sowie kleinere bis mittlere Mehrfamilienhäuser. Im Vergleich zu Erdwärmekollektoren können Luftwärmepumpen auch in Gebieten ohne große Flächenverfügbarkeit genutzt werden. Hierbei sind die geltenden Abstandsregelungen zum Lärmschutz einzuhalten. Darüber hinaus sind Luftwärmepumpen mit einer Größenordnung von 1-4 MW für die Nutzung in Wärmenetzen gut geeignet. Essenziell bei der Nutzung von Wärmepumpen ist eine Optimierung der Temperaturen, um möglichst geringe Temperaturhübe zu benötigen.

Oberflächennahe Geothermie (Sonden) hat im Projektgebiet ein Potenzial von 2.636,3 GWh/a. Die Technologie nutzt konstante Erdtemperaturen bis 100 m Tiefe mit einem System aus Erdwärmesonden und Wärmepumpe zur Wärmeentnahme und -anhebung. Die Potenzialberechnung berücksichtigt spezifische geologische Daten und schließt Wohn- sowie Gewerbegebiete ein. Gewässer und Schutzzonen werden ausgeschlossen und die Potenziale einzelner Bohrlöcher unter Verwendung von Kennzahlen abgeschätzt.

Potenziale für **Erdwärmekollektoren** (1.634,2 GWh/a) sind jeweils im direkten Umfeld der Gebäude vorhanden. Erdwärmekollektoren sind Wärmetauscher, die wenige Meter unter der Erdoberfläche liegen. Sie

nutzen die vergleichsweise konstante Erdtemperatur, um über ein Rohrsystem mit Wärmeträgerflüssigkeit Wärme zu einer Wärmepumpe zu leiten. Dort wird die Wärme für die Beheizung von Gebäuden oder Warmwasserbereitung aufbereitet.

Das Potenzial für **Gewässerwärmepumpen** im Projektgebiet beträgt 43,8 GWh/a durch Seewärme und 65,7 GWh/a durch Flusswärme. Insbesondere das Flusswärmepotenzial entsteht durch die Elbe im Bereich der Kanalbrücke Magdeburg. Das Seewärmepotenzial stammt primär aus den Seen Tonloch bei Elbeu und Zollau südlich der Kanalbrücke Magdeburg und ist nicht in der Nähe bestehender Wärmenetze verortet. Wie dieses Potenzial in zukünftigen möglichen Wärmenetzen genutzt werden kann, ist in nachgelagerten und vertiefenden Untersuchungen zu prüfen. Darüber hinaus ist zu untersuchen, inwiefern Natura 2000 oder die EU-Wasserrahmenrichtlinie die Nutzung von Flussthermie einschränken.

Das **thermische Biomassepotenzial** beträgt 50 GWh/a und setzt sich aus Waldrestholz, Hausmüll, Grünschnitt und dem möglichen Anbau von Energiepflanzen zusammen. Biomasse hat den Vorteil einer einfachen technischen Nutzbarkeit sowie hoher Verbrennungstemperaturen. Allerdings ist ersichtlich, dass diese in Wolmirstedt nur in sehr begrenzter Menge zur Verfügung steht.

KWK-Anlagen im Wärmenetz spielen besonders in der nahen Zukunft eine wichtige Rolle beim Übergang zu einem fossilsfreien Wärmesystem. Eine Auswertung der eingeholten Energieversorger- und Netzbetreiberinformationen zeigt eine aktuelle Erzeugerkapazität von ca. 10.510 kW_{th}. Basierend auf den vorhandenen KWK-Anlagen liegt das thermische KWK-Potenzial im Projektgebiet bei ca. 11,23 GWh Wärme pro Jahr. Das Potenzial der bestehenden KWK-Infrastruktur kann durch eine Umstellung auf Biogas oder andere regenerative Gase erschlossen werden. Im Vergleich zu den anderen Potenzialen im Projektgebiet ist das Wärmepotenzial eher gering einzuordnen. Zudem ist

eine Konkurrenz in der Nutzung der Potenziale beziehungsweise Brennstoffe zwischen KWK-Anlagen und dem Biomassepotenzial zu beachten. Aufgrund des endlichen Potenzials von Biomasse ist davon auszugehen, dass es mittelfristig zu Preissteigerungen bei Bio-Brennstoffen kommen wird und diese primär bei Hochtemperaturanwendungen (bzw. Prozessdampferzeugung für industrielle Prozesse) wirtschaftlich eingesetzt werden. Zukünftige Erweiterungen der KWK-Kapazität oder neue Standorte wurden bei der Potenzialanalyse nicht berücksichtigt.

Das im geklärten Abwasser am Kläranlagenauslauf verfügbare **Abwärmepotenzial** kann auf 9,95 GWh/a beziffert werden. Wie dieses Potenzial in zukünftigen möglichen Wärmenetzen im Umfeld der Kläranlage genutzt werden kann, ist zu prüfen.

Für die Evaluierung der Nutzung von industrieller Abwärme wurden im Projektgebiet Abfragen bei möglichen relevanten Industrie- und Gewerbebetrieben durchgeführt. Hierbei konnte kein nutzbares Potenzial ermittelt werden, was auch damit zu begründen ist, dass die untersuchten Betriebe die anfallenden Abwärmemengen teilweise bereits selbst nutzen.

Der Nutzung unvermeidbarer Abwärme sollte insgesamt eine hohe Priorität zukommen, weshalb im Rahmen der Weiterentwicklung des kommunalen Wärmeplans auch neu Abwärmequellen im Sinne der Sektorenkopplung direkt in die kommunale Wärmeversorgung mit einbezogen werden sollten. Beispiele hierfür sind u.a. der Bau von Rechenzentren und die Ansiedlung von Logistikzentren oder Produktionsstätten mit großen Kühlanlagen. Ein weiteres Beispiel ist der aktuell im Genehmigungsprozess befindliche Batterie-Großspeicher mit einer Leistung von 500 MW und einer Speicherkapazität von 2.000 MWh, der in unmittelbarer Nähe des Umspannwerks in Wolmirstedt gebaut werden soll. Mit dem konstant verfügbaren Abwärmepotenzial von jährlich rund 30 GWh könnten mehr als ein Drittel des Wärmebedarfs der Kommune CO₂-neutral

bereitgestellt werden. In der Gesamtbetrachtung der Potenziale ist der Batteriespeicher noch nicht enthalten.

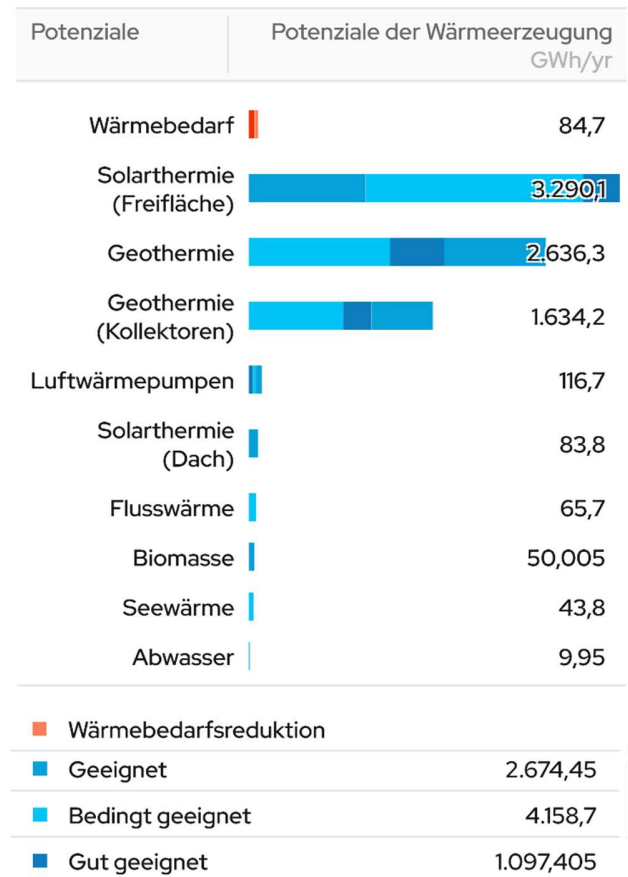


Abbildung 19: Erneuerbare Wärmepotenziale im Projektgebiet

Bei der Betrachtung der erhobenen Potenziale muss das Temperaturniveau des jeweiligen Wärmeerzeugers berücksichtigt werden. Insbesondere bei Wärmepumpen hat das Temperaturniveau einen signifikanten Einfluss auf die Nutzbarkeit und Effizienz, weshalb das Niveau bei der Betrachtung der erhobenen Potenziale berücksichtigt werden muss. Die Verfügbarkeit der meisten hier genannten Wärmeerzeugungspotenziale schwankt jahreszeitbedingt. Dadurch müssen Speicherlösungen und Redundanzen für die bedarfsgerechte Wärmebereitstellung bei der Planung mit berücksichtigt werden.

4.5 Potenzial für eine lokale Wasserstoffherzeugung

Die lokale Erzeugung von Wasserstoff zur Wärmeerzeugung wird aufgrund der zum heutigen Tag noch geringen lokalen Verfügbarkeit von Überschussstrom nicht weiter betrachtet. Bei sich ändernden Rahmenbedingungen kann die lokale Wasserstoffherzeugung im Rahmen der Fortschreibung in die kommunale Wärmepläne aufgenommen werden.

4.6 Potenziale für Sanierung

Die energetische Sanierung des Gebäudebestands stellt ein zentrales Element zur Erreichung der kommunalen Klimaziele dar. Die Untersuchung zeigt, dass durch eine vollständige Sanierung aller Gebäude im Projektgebiet eine Gesamtreduktion um bis zu 30,3 GWh/a bzw. 36 % des Gesamtwärmebedarfs realisiert werden könnte. Erwartungsgemäß liegt der größte Anteil des Sanierungspotenzials bei Gebäuden, die bis 2000 erbaut wurden (siehe Abbildung 20). Diese Gebäude sind sowohl in der Anzahl als auch in ihrem energetischen Zustand besonders relevant. Sie wurden vor den einschlägigen Wärmeschutzverordnungen erbaut und haben daher einen erhöhten Sanierungsbedarf. Besonders im Wohnbereich zeigt sich ein hohes Sanierungspotenzial. Hier können durch energetische Verbesserung der Gebäudehülle signifikante Energieeinsparungen erzielt werden. In Kombination mit einem Austausch der Heiztechnik bietet dies insbesondere für Gebäude mit Einzelversorgung einen großen Hebel. Typische energetische Sanierungsmaßnahmen für die Gebäudehülle sind in der Infobox „Energetische Gebäudesanierungen“ dargestellt. Diese können von der Dämmung der Außenwände bis hin zur Erneuerung der Fenster reichen und sollten im Kontext des Gesamtpotenzials der energetischen Sanierung betrachtet werden.

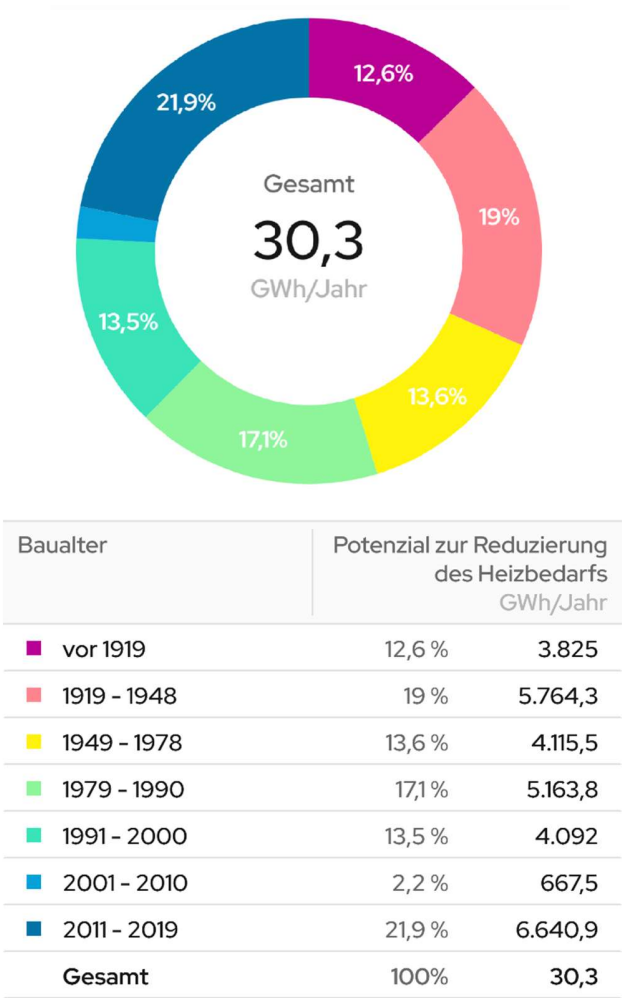


Abbildung 20: Potenzial zur Reduzierung des Heizbedarfs

Das Sanierungspotenzial trägt auch zur Steigerung des Wohnkomforts und zur Wertsteigerung der Immobilien bei. Daher sollten entsprechende Sanierungsprojekte integraler Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung sein. Nichtsdestotrotz gilt es, diese Effizienzpotenziale vor dem Hintergrund der aktuellen Energieeffizienz der Gebäude (siehe Abbildung 6) zu bewerten. Durch die Erstellung einzelner individueller und detaillierter Sanierungskonzepte für öffentliche Gebäude, wie Schulen oder Verwaltungsgebäude, können ggf. erweiterte Rückschlüsse auf den gesamten Gebäudebestand der Kommune gezogen werden und so das Einsparpotenzial besser abgeschätzt werden.

Der Bund unterstützt auch Körperschaften des öffentlichen Rechts bei der Erstellung solcher Sanierungskonzepte durch zertifizierte Energieauditoren. Über die Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und

Systeme können öffentliche Träger Zuschüsse von bis zu 50 % erhalten.

Infobox - Energetische Gebäudesanierung - Maßnahmen und Kosten (brutto)

Infobox: Energetische Gebäudesanierung			
	Fenster	• 3-fach Verglasung • Zugluft / hohe Wärmeverluste durch Glas vermeiden	800 €/m ²
	Fassade	• Wärmedämmverbundsystem ~ 15 cm • Wärmebrücken (Rollladenkästen, Heizkörpernischen, Ecken) reduzieren	200 €/m ²
	Dach	• (teil-)beheiztes Dachgeschoss: Dach abdichten / Zwischensparrendämmung • Unbeheiztes Dachgeschoss: oberste Geschossdecke dämmen • Oft: verhältnismäßig gutes Dach in älteren Gebäuden	400 €/m ² 100 €/m ²
	Kellerdecke	• Bei unbeheiztem Keller	100 €/m ²

4.7 Zusammenfassung und Fazit

Die Potenzialanalyse für erneuerbare Energien in der Wärmeerzeugung offenbart erkennbare Chancen für eine CO₂-neutrale und insgesamt nachhaltigere Wärmeversorgung auf dem Gebiet der Kommune Wolmirstedt.

Die Potenziale für eine erneuerbare Wärmeversorgung sind räumlich heterogen verteilt. Im Projektgebiet dominieren auf Dachflächen die Potenziale der Solarthermie, in weniger dicht bebauten Quartieren die Erdwärmekollektoren, während an den Stadträndern Solar-Kollektorfelder und große Erdwärmekollektorfelder oder Erdsondenfelder vielerorts eine Option darstellen können. Die Solarthermie auf Freiflächen erfordert trotz hohem Potenzial eine

sorgfältige Planung hinsichtlich der Flächenverfügbarkeit und Möglichkeiten der Integration in bestehende und neue Wärmenetze, Flächen zur Wärmespeicherung sowie der Flächenkonkurrenz mit Agrarwirtschaft und Photovoltaik. Die Erschließung dieser Potenziale wird bei der detaillierten Prüfung der Wärmenetzeignungsgebiete im Anschluss an die Wärmeplanung mit untersucht.

Im Stadtkern liegt das größte Potenzial in der Gebäudesanierung mit einem Schwerpunkt auf kommunalen Liegenschaften und Wohngebäuden. Besonders Gebäude, die bis 2000 erbaut wurden, bieten ein hohes Einsparpotenzial durch Sanierung. Wichtige Wärmequellen ergeben sich durch die Nutzung von Aufdach-PV in Kombination mit Wärmepumpen,

Solarthermie, Biomasse und der Möglichkeit eines teilweisen Anschlusses an das Wärmenetz. Auch große Luftwärmepumpen können flexibel in Wärmenetze integriert werden, wobei hierfür geeignete Standorte gefunden werden müssen. Der Detailprüfung der Nutzung von Abwärme aus Abwasser und ggf. weiteren Quellen sollte eine hohe Priorität zugeordnet werden.

Die umfassende Analyse legt nahe, dass es zwar technisch möglich ist, den gesamten Wärmebedarf durch erneuerbare Energien auf der Basis lokaler Ressourcen zu decken. Dieses ambitionierte Ziel erfordert allerdings eine differenzierte Betrachtungsweise, da die Potenziale räumlich stark variieren und nicht überall gleichermaßen verfügbar sind und Flächenverwendung ein Thema ist, welches nicht nur aus energetischer Perspektive zu betrachten ist. Zudem ist die Saisonalität der erneuerbaren Energiequellen zu berücksichtigen und in der Planung mittels Speichertechnologien und intelligenter Betriebsführung zu adressieren. Im Hinblick auf die dezentrale Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien spielt die Flächenverfügbarkeit eine entscheidende Rolle.

Individuelle, räumlich angepasste Lösungen sind daher unerlässlich für eine effektive Wärmeversorgung. Dabei sind Dachflächenpotenziale und weitere Potenziale in bereits bebauten, versiegelten Gebieten den Freiflächenpotenzialen gegenüber prioritär zu betrachten. Bei der Gesamtbetrachtung sind neben technischen und wirtschaftlichen Aspekten vor allem auch soziale Aspekte zu berücksichtigen, damit die Transformation der Wärmeversorgung ein nachhaltiger Erfolg werden kann.

9 Literaturverzeichnis

- BAFA (2024). *Förderprogramm im Überblick*. BAFA.de. Aufgerufen am 12. Februar 2024 unter https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Foerderprogramm_im_Ueberblick/foerderprogramm_im_ueberblick_node.html
- BayGO (1998) Gemeindeordnung für den Freistaat Bayern (Gemeindeordnung – GO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 1998 (GVBl. S. 796) BayRS 2020-1-1-I. Aufgerufen am 05.02.2025 unter <https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayGO-24#>
- BDEW (2021a) *BDEW-Heizkostenvergleich Neubau 2021*. Aufgerufen am 15.10.2024 unter https://www.bdew.de/media/documents/BDEW-HKV_Nebau.pdf
- BDEW (2021b) *BDEW-Heizkostenvergleich Altbau 2021*. Aufgerufen am 15.10.2024 unter https://www.bdew.de/media/documents/BDEW-HKV_Altbau.pdf
- BMWK (2024). *Erneuerbares Heizen – Gebäudeenergiegesetz (GEG). Häufig gestellte Fragen (FAQ)*. Aufgerufen am 11. Juli 2024 unter <https://www.energiewechsel.de/KAENEf/Navigation/DE/Service/FAQ/GEG/faq-geg.html>
- BMWSB (2023a). *Bundesregierung einigt sich auf neues Förderkonzept für erneuerbares Heizen*. BMWSB.de. Aufgerufen am 13. Februar 2024 unter <https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/pressemitteilungen/Webs/BMWSB/DE/2023/04/geg-foerderkonzept.html>
- BMWSB (2023b). *Novelle des Gebäudeenergiegesetzes auf einen Blick (GEG)*. BMWSB.de. Aufgerufen am 12. Februar 2024 unter https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/downloads/Webs/BMWSB/DE/veroeffentlichungen/geg-auf-einen-Blick.pdf;jsessionid=AD290818DAE9254DBAF11EC268661C84.1_cid505?__blob=publicationFile&v=3
- dena (2016). *Der dena-Gebäudereport 2016. Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand*. Deutsche Energie-Agentur dena.de. Hrsg.: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2016
- IWU (2012). *„TABULA“ – Entwicklung von Gebäudetypologien zur energetischen Bewertung des Wohngebäudebestands in 13 europäischen Ländern*. Institut Wohnen und Umwelt (IWU). Aufgerufen am 12. Oktober 2023 unter <https://www.iwu.de/index.php?id=205>
- KEA (2020). *Leitfaden Kommunale Wärmeplanung*. KEA-BW.de. Aufgerufen am 12. Februar 2024 unter https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/094_Leitfaden-Kommunale-Waermeplanung-022021.pdf
- KEA (2024). *Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung | Wärmewende*. KEA-BW.de. Aufgerufen am 15. Juli 2024 unter <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/kommunale-waermeplanung/einfuehrung-in-den-technikkatalog#c7393-content-3>

KfW (2024). *Energetische Stadtsanierung - Zuschuss (432)*. KfW.de. Aufgerufen am 12. Februar 2024 unter [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Quartiersversorgung/F%C3%B6rderprodukte/Energetische-Stadtsanierung-Zuschuss-Kommunen-\(432\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Quartiersversorgung/F%C3%B6rderprodukte/Energetische-Stadtsanierung-Zuschuss-Kommunen-(432)/)

KWW Halle (2024). Technikkatalog Wärmeplanung. Kompetenzzentrums Kommunale Wärmewende. kww-halle.de. Aufgerufen am 15. Juli 2024 unter <https://www.kww-halle.de/wissen/bundesgesetz-zur-waermeplanung>

Umweltbundesamt (2023). *Erneuerbare Energien in Zahlen*. Umweltbundesamt.de. Aufgerufen am 12. Oktober 2023 unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#uberblick>

Umweltbundesamt (2024). *Energieverbrauch für fossile und erneuerbare Wärme*. Umweltbundesamt.de. Aufgerufen am 14. Februar 2024 unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme>



ETA-E

Nicolaiplatz 6
D-39124 Magdeburg

<https://www.eta-e.de>