



Kommunaler Wärmeplan Gerlingen

Herausgeber:

greenventory GmbH
Georges-Köhler-Allee 302
79110 Freiburg im Breisgau

Telefon: +49 (0)761 7699 4160
E-Mail: info@greenventory.de
Webseite: www.greenventory.de

Autoren

Marc-André Triebel
Felix Kleiser
Raghavakrishna Devineni
Melina Willems
Lars Felder
Michel Mackert
Sarah Olbrich
David Fischer

Bildnachweise

© greenventory GmbH

Stand

13. Dezember 2024 (in kleinen Teilen überarbeitet am 31. Oktober 2025)

Inhalt

Kurzzusammenfassung	10
1 Einleitung	12
1.1 Motivation	12
1.2 Ziele der KWP und Einordnung in den planerischen Kontext	13
1.3 Erarbeitung der kommunalen Wärmeplanung	13
1.4 Digitaler Zwilling als zentrales Arbeitswerkzeug	14
1.5 Aufbau des Berichts	14
2 Fragen und Antworten	15
2.1 Was ist ein Wärmeplan?	15
2.2 Gibt es verpflichtende Ergebnisse?	15
2.3 Wie ist der Zusammenhang zwischen GEG, BEG und kommunaler Wärmeplanung?	16
2.4 Welche Gebiete sind prinzipiell für den Bau von Wärmenetzen geeignet?	17
2.5 In welchen Gebieten werden Wärmenetze ausgebaut?	17
2.6 Schaffen wir die Treibhausgasneutralität?	17
2.7 Was ist der Nutzen einer Wärmeplanung?	17
2.8 Was bedeutet das für Anwohner und Anwohnerinnen?	18
3 Bestandsanalyse	19
3.1 Das Projektgebiet	19
3.2 Datenerhebung	19
3.3 Gebäudebestand	20
3.4 Wärmebedarf	23
3.5 Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger	24
3.6 Eingesetzte Energieträger	26
3.7 Gasinfrastruktur	27
3.8 Wärmenetze	27
3.9 Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung	28
3.10 Zusammenfassung Bestandsanalyse	30
4 Potenzialanalyse	32
4.1 Erfasste Potenziale	32
4.2 Methode: Indikatorenmodell	33
4.3 Potenziale zur Stromerzeugung	36
4.4 Potenziale zur Wärmeerzeugung	37
4.5 Potenzial für eine lokale Wasserstoffherzeugung	39
4.6 Potenziale für Sanierung	39
4.7 Zusammenfassung und Fazit	41

5 Eignungsgebiete für Wärmenetze	42
5.1 Einordnung der Verbindlichkeit der identifizierten Eignungsgebiete Gebiete zum Neu- und Ausbau von Wärmenetzen:	43
5.2 Eignungsgebiete im Projektgebiet	44
5.3 Wärmenetzeignungsgebiet "Nordost"	46
5.4 Wärmenetzeignungsgebiet "Innenstadt"	48
6 Zielszenario	50
6.1 Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs	50
6.2 Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgung	51
6.3 Zusammensetzung der Fernwärmeerzeugung	52
6.4 Entwicklung der eingesetzten Energieträger	53
6.5 Bestimmung der Treibhausgasemissionen	53
6.6 Zusammenfassung des Zielszenarios	54
7 Maßnahmen und Wärmewendestrategie	56
7.1 Erarbeitete Maßnahmen Gerlingen	56
7.2 Maßnahme 1: Erweiterte Machbarkeitsstudie Wärmenetzeignungsgebiet Nordost durchführen	58
7.3 Maßnahme 2: Wärmenetzeignungsgebiet Innenstadt voranbringen	60
7.4 Maßnahme 3: Prüfung des zukünftigen Betriebs der Wärmenetze Gerlingens	62
7.5 Maßnahme 4: Digitale Sanierungserstberatung für die Bürgerschaft anbieten	64
7.6 Maßnahme 5: Finanzierungs- & Umsetzungsverfahren prüfen	66
7.7 Übergreifende Wärmewendestrategie	68
7.8 Konzept für ein Monitoring der Zielerreichung	70
7.8.1 Monitoringziele	70
7.8.2 Monitoringinstrumente und -methoden	71
7.8.3 Datenerfassung und -analyse	71
7.8.4 Berichterstattung und Kommunikation	71
7.9 Finanzierung	71
7.10 Lokale ökonomische und finanzielle Vorteile der Wärmewende	72
7.11 Fördermöglichkeiten	72
8 Fazit	74
9 Literaturverzeichnis	76

Abbildungen

Abbildung 1: Erstellung des kommunalen Wärmeplans
Abbildung 2: Vorgehen bei der Bestandsanalyse
Abbildung 3: Projektgebiet Wärmeplanung Gerlingen
Abbildung 4: Gebäudeanzahl nach Sektor im Projektgebiet
Abbildung 5: Verteilung der Gebäudetypen
Abbildung 6: Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen im Projektgebiet
Abbildung 7: Verteilung der Baualtersklassen für Gebäude
Abbildung 8: Gebäudeverteilung nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte)
Abbildung 9: Wärmebedarf nach Sektor
Abbildung 10: Verteilung der Wärmebedarfe je Baublock
Abbildung 11: Gesamtleistung der jährlich neu installierten Heizsysteme nach Energieträger, gruppiert in 10-Jahresabschnitten (Summe)
Abbildung 12: Gebäudeanzahl nach Alter der bekannten Heizsysteme
Abbildung 13: Verteilung nach Alter der Heizsysteme
Abbildung 14: Endenergiebedarf nach Energieträger
Abbildung 15: Wärmenetzinfrastruktur im Projektgebiet
Abbildung 16: Treibhausgasemissionen nach Sektoren im Projektgebiet
Abbildung 17: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Projektgebiet
Abbildung 18: Verteilung der Treibhausgasemissionen im Projektgebiet
Abbildung 19: Vorgehen bei der Ermittlung von erneuerbaren Potenzialen
Abbildung 20: Vorgehen und Datenquellen der Potenzialanalyse
Abbildung 21: Erneuerbare Strompotenziale im Projektgebiet
Abbildung 22: Erneuerbare Wärmepotenziale im Projektgebiet
Abbildung 23: Reduktionspotenzial nach Baualtersklassen
Abbildung 24: Vorgehen bei der Identifikation der Eignungsgebiete
Abbildung 25: Übersicht über alle definierten Eignungsgebiete für Wärmenetze im Projektgebiet
Abbildung 26: Wärmenetzeignungsgebiet "Nordost"
Abbildung 27: Wärmenetzeignungsgebiet "Innenstadt"
Abbildung 28: Simulation des Zielszenarios für 2040
Abbildung 29: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion im Ziel- und Zwischenjahr
Abbildung 30: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2040
Abbildung 31: Eignungsgebiete im Zieljahr 2040
Abbildung 32: Fernwärmeerzeugung nach Energieträger im Zieljahr 2040
Abbildung 33: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger im zeitlichen Verlauf
Abbildung 34: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf
Abbildung 35: Treibhausgas-Emissionen nach Energieträger im Jahr 2040
Abbildung 36: Entwicklung von Maßnahmen zur Erreichung des Zielszenarios
Abbildung 37: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040

Tabellen

Tabelle 1: Heizwertbezogene Emissionsfaktoren nach Energieträger (KWW Halle, 2024)
Tabelle 2: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien
Tabelle 3: Übersicht und Einordnung der Maßnahmen
Tabelle 4: Erweiterte Handlungsvorschläge für Akteure der kommunalen Wärmewende

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erklärung
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
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
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMWSB	Bundesministerium für Wirtschaft, Struktur und Bau
BW	Baden-Württemberg
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
EB	Energieberatung
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
HLK	Heizung, Lüftung, Klima
ISE	Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme
KEA-BW	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg
KEMS	Kommunales Energiemanagementsystem
KIT	Karlsruher Institut für Technologie
KlimaG BW	Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg
KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung

KWP	Kommunale Wärmeplanung
LPG	Flüssiggas
MaStR	Marktstammdatenregister
PPP	Public-Private-Partnership
PV	Photovoltaik
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
tCO ₂ e/MWh	Tonnen Kohlendioxid Äquivalente pro Megawattstunde
UBA	Umweltbundesamt
WNI	Wärmenetzinfrastruktur
WN	Wärmenetze
WP	Wärmepumpe
WPG	Wärmeplanungsgesetz des Bundes
WVN	Wärmeverbundnetz

KonsortiumAuftraggeber:

Gerlingen liegt im Regierungsbezirk Stuttgart und dem Landkreis Ludwigsburg, erstreckt sich über eine Fläche von 17 km². Zum 31. Dezember 2023 verzeichnete die Stadt 19.774 Einwohner, was einer Bevölkerungsdichte von 1.163 Einwohnern pro km² entspricht. Gerlingen wird aktuell von Bürgermeister Dirk Oestringer geleitet. Die Stadt Gerlingen führt die kommunale Wärmeplanung freiwillig durch.

Mitarbeitende in der Wärmeplanung: Elena Teise und ehemals Alexandra Graf

<https://www.gerlingen.de>

Auftragnehmer:

Die **greenventory GmbH** unterstützt Kommunen und Stadtwerke modular und zielgerichtet bei allen mit der kommunalen Wärmeplanung verbundenen Anforderungen und Herausforderungen. Zum Unternehmen gehören mehr als 60 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter mit einem starken Fokus im Energie- und Daten-Bereich und umfangreicher Fachexpertise im Kontext einer sektorübergreifenden Energie- und Infrastrukturplanung. greenventory bringt hierbei sowohl die Erfahrung aus der kommunalen Wärmeplanung in mehr als 100 Kommunen ein als auch den digitalen Wärmeplan als zentrales Werkzeug.

www.greenventory.de/

Unterstützung im Projekt:

Das **Zentrum für digitale Entwicklung (ZDE)** führt das Beteiligungskonzept zur Einbindung des Stakeholderkreises durch. Als Experten in der Begleitung von Digitalisierungsprozessen und Smart-City-Strategien, kennen Sie die Herausforderungen, die mit der Einführung neuer Technologien und Planungsformen vor allem in ländlichen Regionen aber auch in Ballungsräumen einhergehen, und wissen die Akzeptanz neuer Konzepte zu fördern. Damit erhöhen sie das Eigenengagement in der Region und unterstützen so die Umsetzung des Wärmeplans.

Mitarbeitender: Alexander Renz

<https://digitaleentwicklung.de/>

Kurzzusammenfassung

Die Stadt Gerlingen im Regierungsbezirk Stuttgart und Landkreis Ludwigsburg, beauftragte am 11.07.2023 greenventory mit der Durchführung der kommunalen Wärmeplanung. Damit zeigt die Stadt nicht nur Weitsicht, sondern startete auch früh ihre Bemühungen, die Wärmewende in ihrer Kommune voranzutreiben. Ziel der Wärmeplanung Gerlingens ist es, mittels Bestandsanalyse, Potenzialanalyse, Zielszenario mit Eignungsgebieten sowie Maßnahmenkatalog und Wärmewendestrategie ein strategische Planungsinstrument zu erhalten, das die Stadt auf dem Weg zur treibhausgasneutralen Wärmeversorgung im Zieljahr 2040 unterstützt. Es sei erwähnt, dass auf Grundlage des Wärmeplanungsgesetzes seit 2024 eine Verpflichtung zur Durchführung der kommunalen Wärmeplanung bis 30.06.2028 für Kommunen bis 100.000 Einwohnern besteht.

In Gerlingen wohnen knapp 20.000 Bürgerinnen und Bürger verteilt auf gut 4.300 Wohngebäude in einem Wohnbestand, der zu gut drei Vierteln vor dem Jahre 1979 erbaut wurde. Trotz dieser mitunter älteren Gebäudesubstanz weisen die Gebäude Gerlingens eine relativ gute Energieeffizienz mit etwa zwei Dritteln der Wohngebäude in den Energieeffizienzklassen C und D auf.

Der gesamte Wärmebedarf der Stadt beläuft sich auf 145 GWh pro Jahr. Daran trägt der Wohnsektor den höchsten Anteil mit zwei Dritteln, gefolgt von Industrie, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und öffentlichen Gebäuden. Die Hauptenergieträger der Wärmeversorgung Gerlingens sind Erdgas (etwa die Hälfte aller eingesetzten Endenergie) und Erdöl (mehr als ein Drittel der eingesetzten Endenergie). Daraus folgend sind diese beiden fossilen Energieträger verantwortlich für mehr als 90% der mit dem Wärmebedarf assoziierten CO₂-Emissionen der Stadt.

Die Analysen des Bestandes zeigen, dass mehr als die Hälfte der Heizsysteme älter als 20 Jahre sind, darunter mehr als ein Viertel aller Heizsysteme älter als 30 Jahre. Das Gebäudeenergiegesetz besagt in § 72, dass Heizsysteme, die vor 1991 gebaut oder länger als 30 Jahre in Betrieb sind und Gas- oder Flüssigbrennstoff nutzen, mit einigen Ausnahmen nicht mehr betrieben werden dürfen. Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass der Heizungstausch in den nächsten Jahren ein relevantes Thema der Wärmewende Gerlingens sein wird, vor allem in Gebäuden, deren Heizsysteme heute bereits älter als 30 Jahre sind.

Zur Identifikation und Analyse der potenziellen Energieträger einer zukünftigen, treibhausgasneutralen Wärmeversorgung der Stadt Gerlingen wurde im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung eine Potenzialanalyse für erneuerbare, technische Strom- und Wärmeerzeugungspotenziale durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass das lokale, unter Berücksichtigung einiger Beschränkungen vorhandene, technische Energieerzeugungspotenzial theoretisch für eine autarke Wärmeversorgung Gerlingens ausreichen würde. Jedoch treten Flächen- und Nutzungskonkurrenzen auf, die Saisonalitäten der einzelnen Potenziale müssen beachtet werden und die Einbindung der erneuerbaren Potenziale in die Wärmeversorgung Gerlingens ist erschwert, sodass die Nutzbarkeit der identifizierten Potenziale begrenzt ist. Zur anzustrebenden Einbindung signifikanter, zentraler erneuerbarer Wärmequellen in die Wärmeversorgung Gerlingens sind weiterführende Untersuchungen notwendig, da diese detaillierten Betrachtungen im Rahmen der Wärmeplanung nicht durchgeführt werden.

Für die Erreichung der treibhausgasneutralen Wärmeversorgung Gerlingens gilt es als weiteren Schritt der kommunalen Wärmeplanung, das Zielbild in Form des Zielszenarios mit Wärmenetzeignungsgebieten zu entwickeln. Hierfür wurde der zukünftige Wärmebedarf der Stadt mittels simulierter Sanierungstätigkeit und Effizienzgewinnen hergeleitet. Um diesen

Wärmebedarf treibhausgasneutral zu versorgen, wurde ein Wärmeversorgungszenario berechnet. Innerhalb dieses Versorgungszenarios kommen treibhausgasneutrale Technologien wie Wärmepumpen zum Einsatz. Des Weiteren wurden Eignungsgebiete für eine zentrale Versorgung mittels Wärmenetz in der Innenstadt sowie im Nordosten das Neubaugebiet "Bruhweg II" und angrenzende Bereiche umfassend identifiziert. Hierbei werden Schwerpunkte hohen Wärmebedarfs oder dichter Bebauung sowie die lokale Verfügbarkeit von Wärmeerzeugungspotenzialen beachtet und adressiert. Die vorgeschlagenen Eignungsgebiete zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen wurden zudem auf Grundlage von techno-ökonomischen Untersuchungen und Sensitivitätsanalysen im Dialog mit der Stadtverwaltung Gerlingens entwickelt. Diese Wärmenetzeignungsgebiete sollen im Nachgang der Wärmeplanung in weiterführenden Studien im Detail untersucht werden, um die angestrebte zukünftige Wärmeversorgung in 2040 zu realisieren. Jedoch kann aus heutiger Sicht eine Umsetzung der Eignungsgebiete nicht garantiert werden, denn erst wenn die Machbarkeit der einzelnen Gebiete in den nachfolgenden Untersuchungen festgestellt und ein Betreiber für die Wärmenetze gefunden worden ist, können diese Wärmenetze real umgesetzt und betrieben werden. Folglich schafft die Wärmeplanung zuvorderst Planungssicherheit für die Bürgerinnen und Bürger Gerlingens, die außerhalb der Wärmenetzeignungsgebiete wohnen.

Sollte Gerlingen die anvisierte Sanierungsrate von 2 % pro Jahr und das identifizierte Zielbild für 2040 inklusive des Wärmeversorgungszenario erreichen, wird sich der Wärmeverbrauch der Stadt zum Zieljahr um 27 % auf 106 GWh pro Jahr reduzieren. Der CO₂-Ausstoß der Stadt wird damit ebenfalls auf 1.390 tCO₂e pro Jahr absinken, was einer Reduzierung des ursprünglichen Ausstoßes um mehr als 95 % entspricht.

Innerhalb der Wärmeplanung wurden Maßnahmen identifiziert und herausgearbeitet, die die Erreichung des Zielbilds ermöglichen sollen und die in der Bestandsanalyse, Potenzialanalyse und dem Zielszenario erlangten Erkenntnisse reflektieren. Um die Umsetzung der Wärmenetzeignungsgebiete weiter voran zu treiben, befassen sich einige der vorgeschlagenen Maßnahmen mit der weiteren technischen Planung (siehe [Maßnahme 1](#) und [Maßnahme 2](#)), den zugehörigen Betreibermodellen (siehe [Maßnahme 3](#)) sowie der Finanzierung und Umsetzung der Wärmewende allgemein (siehe [Maßnahme 5](#)). Zur Begleitung und Umsetzung der Wärmewende Gerlingens eignet sich zudem eine digitale Sanierungserstberatung (siehe [Maßnahme 4](#)), um ein niederschwelliges Angebot für die Bevölkerung zur Befassung mit Sanierungsmaßnahmen zu schaffen. So wurde insgesamt ein umfassendes Maßnahmenpaket für Gerlingen aufgebaut.

Mit den Analysen, Zielen und Maßnahmen der kommunalen Wärmeplanung erhält die Stadt Gerlingen ein strategisches Planungsinstrument, um ihre Wärmewende voranzutreiben und die nächsten, wichtigen Schritte auf dem Weg zur Treibhausgasneutralität effektiv und effizient zu realisieren.

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.

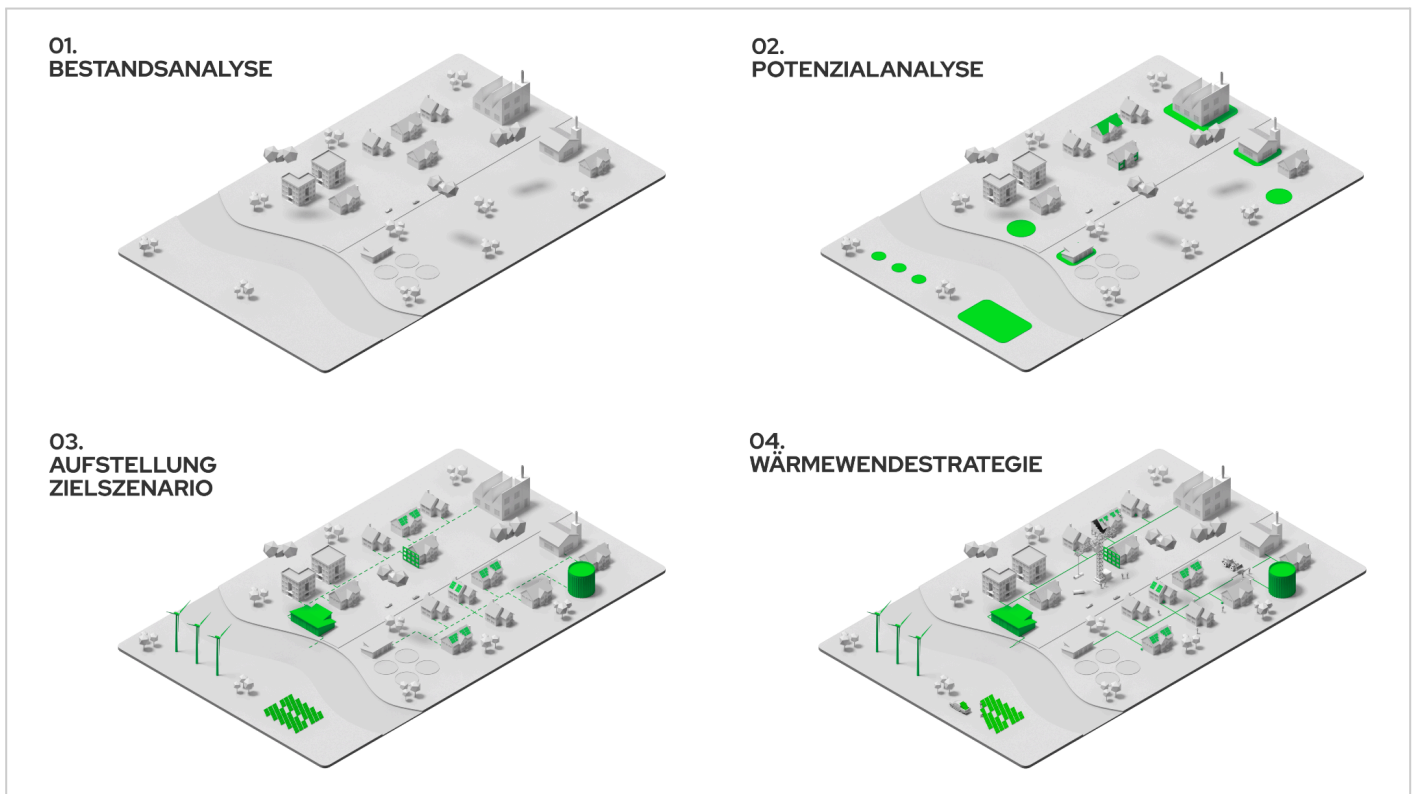


Abbildung 1: Erstellung des kommunalen Wärmeplans

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. Das Land Baden-Württemberg sieht das Erreichen der Treibhausgasneutralität bereits bis 2040 vor (KlimaG BW). Auch die Gemeinde hat den Klimawandel als zentrale Herausforderung erkannt und trägt ihren Teil zur Zielerreichung bei. 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.

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, welche 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 dem Klimaschutzkonzept oder dem Flächennutzungsplan 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 von Machbarkeitsstudien, die Planung und Realisierung von Quartierskonzepten sowie die Entwicklung und Ausführung von Bauprojekten erfolgreich zu gestalten. Aktuell wird von der Stadt Gerlingen der Flächennutzungsplan und der Landschaftsplan neu aufgestellt, wobei die Ergebnisse der KWP im Prozess Berücksichtigung finden.

1.3 Erarbeitung der kommunalen Wärmeplanung

Die Entwicklung des kommunalen Wärmeplans war ein mehrstufiger Prozess, der vier Schritte umfasste.

Im ersten Schritt der Bestandsanalyse wurde die Ist-Situation der Wärmeversorgung umfassend analysiert. Dazu gehörte die Erfassung von Daten zum Wärmebedarf und -verbrauch, den daraus resultierenden Treibhausgasemissionen, den existierenden Gebäudetypen sowie deren Baualtersklassen. Ebenso wurden 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, wurden die Potenziale für Energieeinsparungen und den Einsatz erneuerbarer Energien zur Wärme- und Stromerzeugung ermittelt.

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

Der vierte Schritt bestand in der Formulierung konkreter Maßnahmen als erste Handlungen zur Zielerreichung sowie einer übergreifenden Wärmewendestrategie. Bei der Erstellung dieser Maßnahmen sind Kenntnisse über die lokalen Rahmenbedingungen essentiell. Deshalb wurde die Stadtverwaltung aktiv in die Erstellung des Wärmeplans einbezogen. Sie trug durch Diskussionen und Validierung von Analysen zur Entwicklung von Wärmenetzeignungsgebieten und Maßnahmen bei. Zur Einbindung von Stakeholdern wurde im Projektverlauf ein weiterer Workshops in Zusammenarbeit mit dem Zentrum für digitale Entwicklung (ZDE) durchgeführt. Am Ende des Planungsprozesses steht der Beschluss des Wärmeplans samt fünf Maßnahmen im Gemeinderat, anschließend beginnt die Umsetzung der Maßnahmen. Die Maßnahmen wurden priorisiert und sind nach Beschluss innerhalb der nächsten fünf Jahre anzugehen.

Die Öffentlichkeit wurde durch zwei Öffentlichkeitsveranstaltungen und durch Bekanntmachungen in den Prozess der KWP eingebunden und informiert. Eine erste

Informationsveranstaltung der Öffentlichkeit zur Wärmeplanung allgemein und den gesetzlichen Rahmenbedingungen fand am 16. April 2024 statt. Nach Abschluss und Ratsbeschluss des Wärmeplans (28. Januar 2025) wurde die Öffentlichkeit bei einer weiteren Veranstaltung am 17. Februar 2025 über die Ergebnisse der Wärmeplanung informiert. Bei beiden Terminen gab es die Möglichkeit, ausführliche Rückfragen zu stellen und zu diskutieren.

Es gilt zu beachten, dass die kommunale Wärmeplanung ein kontinuierlicher Prozess ist, der regelmäßig und unter Berücksichtigung weiterer Entwicklungen überarbeitet und angepasst werden muss. Auch durch die Diskussion und Zusammenarbeit der Akteure wird der Wärmeplan fortlaufend verbessert und angepasst. Spätestens alle fünf Jahre ist der Wärmeplan und die Fortschritte bei der Umsetzung der ermittelten Strategien und Maßnahmen zu überwachen. Bei Bedarf ist der Wärmeplan in einer Fortschreibung zu überarbeiten und zu aktualisieren.

1.4 Digitaler Zwilling als zentrales Arbeitswerkzeug

Eine Besonderheit des Projektes ist die Nutzung eines digitalen Zwillings für die Planerstellung. Der digitale Zwilling der Firma greenventory dient als zentrales Arbeitswerkzeug für die Projektbeteiligten und erleichtert 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 Grundlagen für die Analysen, 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, ein gemeinschaftliches Arbeiten und eine effizientere Prozessgestaltung.

1.5 Aufbau des Berichts

Der vorliegende Bericht gliedert sich wie folgt: Im ersten Teil des Berichtes erfolgt ein Überblick über den Ablauf und die Phasen einer kommunalen Wärmeplanung. Der Abschnitt „Fragen und Antworten“ ergänzt diese Einführung und fasst die am häufigsten gestellten Fragen rund um die Wärmeplanung zusammen. In den anschließenden Kapiteln erfolgt die Erarbeitung der vier Phasen, die den Kern der kommunalen Wärmeplanung ausmachen. Kapitel 5 enthält Steckbriefe der verschiedenen Wärmenetzeignungsgebiete. Kapitel 7 enthält die Steckbriefe zu den definierten Maßnahmen im Projekt, welche den Kern der Wärmewendestrategie darstellen. Abschließend werden die Befunde der kommunalen Wärmeplanung zusammengefasst.

2 Fragen und Antworten

Dieser Abschnitt liefert zusammenfassende Einführung in die kommunale Wärmeplanung. Hier finden Sie eine sorgfältig zusammengestellte Auswahl der wichtigsten und am häufigsten gestellten Fragen, um 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 zugeschnitten, um die lokalen Gegebenheiten und Bedürfnisse zu berücksichtigen.

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 der 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 Gemeinderat und den Verantwortlichen als Grundlage für die weitere Stadt- und Energieplanung.

Der kommunale Wärmeplan muss mindestens fünf Maßnahmen benennen, deren Umsetzung innerhalb der ersten fünf Jahre nach Veröffentlichung des

Wärmeplans starten muss (Landesrecht Baden-Württemberg, 2023). Die konkreten Maßnahmen hängen von den individuellen Gegebenheiten im Projektgebiet Gerlingen und den identifizierten Potenzialen ab. Im Projektgebiet wurden insgesamt fünf Maßnahmen durch die Projektbeteiligten identifiziert und priorisiert, die in diesem Bericht genauer beschrieben werden. 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 Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) bzw. dem Wärmeplanungsgesetz des Bundes (WPG) ergänzen sich in vielfacher Hinsicht, obwohl sie auf verschiedenen Ebenen agieren. Das GEG regelt in erster Linie die energetischen Anforderungen von Einzelgebäuden, während das BEG, ein Förderprogramm des Bundes, die energetische Sanierung dieser Einzelgebäude finanziell unterstützt. Die kommunale Wärmeplanung fokussiert sich hingegen auf die übergeordnete, städtische oder regionale Ebene der Energieversorgung. Alle Instrumente haben jedoch zwei gemeinsame Ziele: Die CO₂-Emissionen des Gebäude- bzw. Wärmesektors reduzieren und die Energieeffizienz steigern.

Die Standards und Vorgaben, die im GEG festgelegt sind, setzen auf Gebäudeebene den regulatorischen Rahmen, sollen jedoch mit der Wärmeplanung verzahnt werden. Konkret soll 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 werden.

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 oder Neubauten den genannten Mindestanteil von 65 % erneuerbaren Energien erfüllen.

Diese Übergangsfrist wird je nach Status der kommunalen Wärmeplanung aber möglicherweise entsprechend verkürzt: Hier besteht zwischen WPG und GEG eine direkte Verzahnung. Für Gebäude in nach § 26 WPG durch den Gemeinde- oder Stadtrat in einer gesonderten Satzung beschlossenen, sogenannten „Gebieten zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder Wasserstoffausbaugebieten“ greifen § 71 Abs. 8 Satz 3 GEG bzw. § 71k Abs. 1 Nummer 1 GEG. Diese bestimmen, dass 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 repariert und weiter betrieben werden. Es ist wichtig zu betonen, dass im Rahmen dieser kommunalen Wärmeplanung keine Gebiete zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder Wasserstoffausbaugebieten ausgewiesen werden, sondern dies ausschließlich in einer gesonderten Satzung des Gemeinderats erfolgen kann.

Auch in Gebieten, für die die Übergangsfrist noch gilt, gilt es einen stufenweise-ansteigenden Pflichtanteil von erneuerbaren Energien zu erreichen. Ab 2029 muss dieser Anteil 15 %, ab 2035 dann 30 % und ab 2040 insgesamt 60 % betragen. In Baden-Württemberg gibt es zudem noch das Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWärmeG), welches besagt, dass nach Heizungstausch schon heute ein Pflichtanteil von 15 % Erneuerbare Energie beim Heizen verwendet werden muss.

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

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.

Die BEG kann als Umsetzungshilfe des GEG und der kommunalen Wärmeplanung gesehen werden. Die BEG bietet finanzielle Anreize für Gebäudeeigentümer und Gebäudeeigentümerinnen, 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 des 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 wurden „Eignungsgebiete“ identifiziert: Dabei handelt es sich um Gebiete, die grundsätzlich für Wärmenetze gut geeignet sind. In diesen Gebieten sind weitere Planungsschritte sinnvoll.

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. Der Ausbau der Wärmenetze bis 2040 wird in mehreren Phasen erfolgen und ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Ausbaupläne werden von der Stadt, sobald diese ihnen vorliegen, veröffentlicht.

2.6 Schaffen wir die Treibhausgasneutralität?

Durch die Realisierung des Wärmeplans ist die Erreichung der Treibhausgasneutralität im Wärmesektor bis zum Zieljahr 2040 theoretisch möglich, allerdings nicht ausschließlich auf lokaler Ebene. Erneuerbare Energieträger haben bilanziell voraussichtlich auch im Jahr 2040 noch eine Resttreibhausgasbilanz, weshalb eine Reduktion auf 0 tCO₂e nach aktuellen Technologiestand auch bei ausschließlichen Einsatz erneuerbarer Energieträger im Jahr 2040 nicht möglich sein wird. Es bleibt eine Restemission, die ausgeglichen werden muss. 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 das für Anwohner und Anwohnerinnen?

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 (z. B. im Bauamt) 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 und mögliche Mietanpassungen. Achten Sie bei der Umsetzung von Sanierungen auf eine transparente Kommunikation und Absprache mit den Mietern und Mieterinnen, 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 Stadt. Diese kann 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 zeitnahe Anschluss an ein Wärmenetz eher unwahrscheinlich. Es gibt 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. Dazu gehören beispielsweise die Installation einer Wärmepumpe, die mit Luft, Erdwärmesonden oder -kollektoren betrieben wird, oder die Umstellung auf eine Biomasseheizung. Ebenso könnten 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. Dabei kann die Erstellung eines Sanierungsfahrplans sinnvoll sein, der Maßnahmen wie die Dämmung von Dach und Fassade, den Austausch der Fenster oder den hydraulischen Abgleich des Heizungssystems beinhalten kann. 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.

3 Bestandsanalyse

Die Grundlage der 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 Beteiligte an der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung zugänglich gemacht. Die Bestandsanalyse bietet einen umfassenden Überblick über den gegenwärtigen Energiebedarf, die Energieverbräuche, die Treibhausgasemissionen sowie die existierende Infrastruktur.

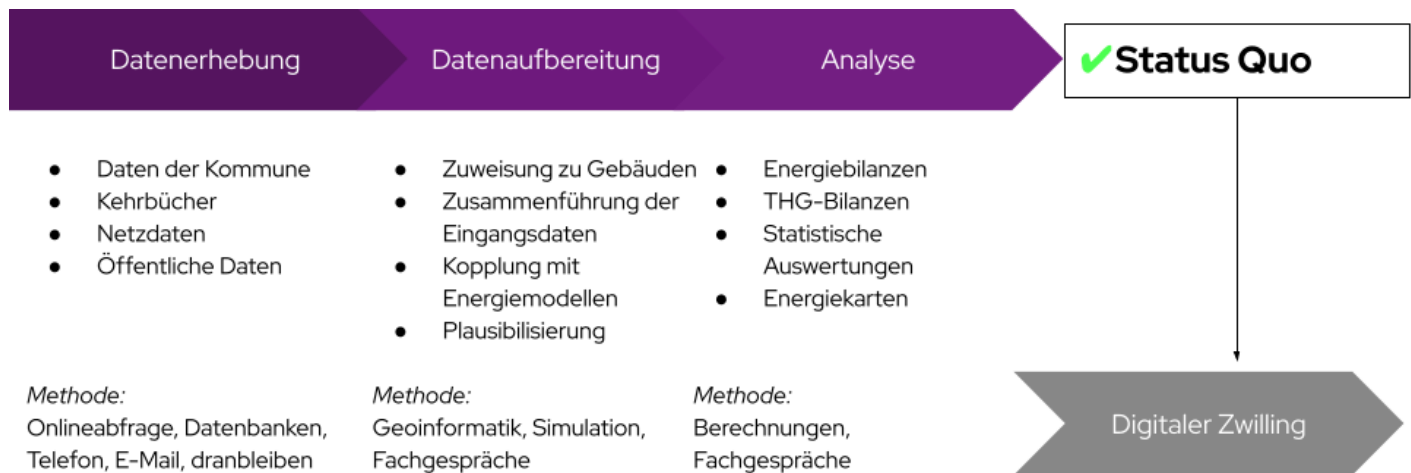


Abbildung 2: Vorgehen bei der Bestandsanalyse

3.1 Das Projektgebiet

Das Projektgebiet befindet sich im Landkreis Ludwigsburg in Baden-Württemberg und umfasst die Stadt Gerlingen mit knapp 20.000 Einwohnern. Das Gebiet liegt etwa 9 Kilometer nord-westlich der Landeshauptstadt Stuttgart und gehört zur Region Stuttgart sowie zur europäischen Metropolregion Stuttgart. Gerlingen grenzt an den Stadtkreis Stuttgart, an Leonberg und an Ditzingen. Die gesamte Fläche des Projektgebiets umfasst etwa 17 km² und ist durch eine vielfältige Landschaftsstruktur, die sowohl landwirtschaftlich genutzte Flächen als auch städtische und industrielle Bereiche umfasst, gekennzeichnet. Landwirtschaftlich bietet die Region fruchtbare Böden, v. a. in der Lössebene des Langen Feldes und die Großlage Weinsteige. Wirtschaftlich und technologisch ist das Gebiet vor allem durch die Automobilbranche geprägt. Das Projektgebiet ist in Abbildung 3 dargestellt.

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. Zusätzlich wurden ortsspezifische Daten aus Plan- und Geoinformationssystemen (GIS) der städtischen Ämter bezogen, die ausschließlich für die Erstellung des Wärmeplans freigegeben und verwendet wurden. Die primären Datenquellen für die Bestandsanalyse sind folgendermaßen:

- ➔ Daten zu Heizstrom-, Wärmenetz- und Gasverbräuchen, welche von Netzbetreibern und Versorgern zur Verfügung gestellt werden
- ➔ Auszüge aus den elektronischen Kehrbüchern der Schornsteinfeger mit Informationen zu den jeweiligen Feuerstellen

- Verlauf der 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.

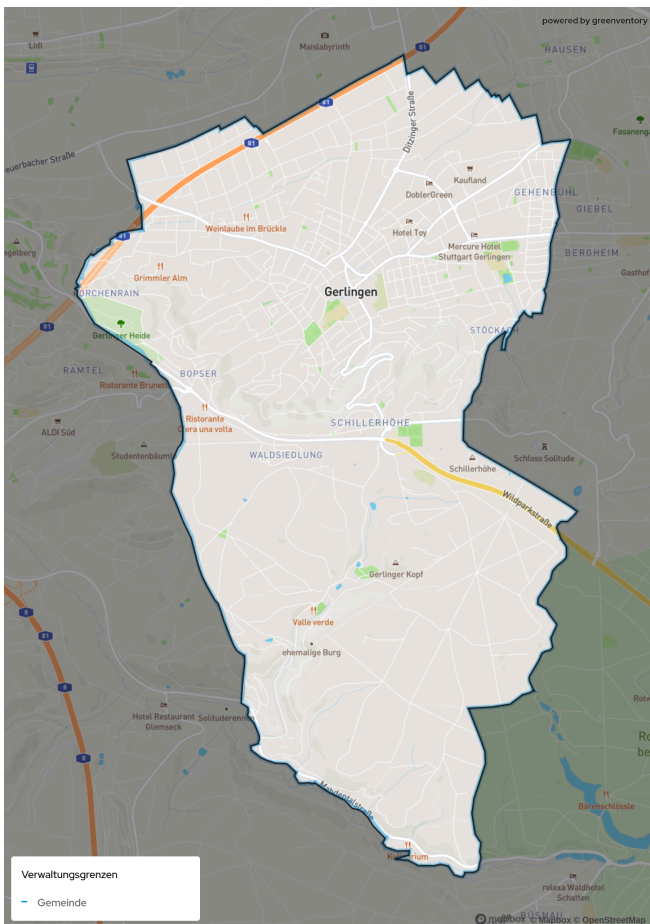


Abbildung 3: Projektgebiet Wärmeplanung Gerlingen

3.3 Gebäudebestand

Durch die Zusammenführung der verschiedenen Kartenmaterialien und Datenquellen ergaben sich 4.335

analysierte Gebäude im Projektgebiet. Wie in Abbildung 4 zu sehen, besteht der überwiegende Anteil der Gebäude aus Wohngebäuden, gefolgt von Gebäuden des Sektors "Gewerbe, Handel, Dienstleistungen" (GHD) sowie Industrie und Produktion und öffentlichen Bauten. Hieraus wird ersichtlich, dass die Wärmewende eine kleinteilige, auf gebäudeebene bezogene Aufgabe ist und sich zu großen Teilen im Wohnsektor abspielen muss.

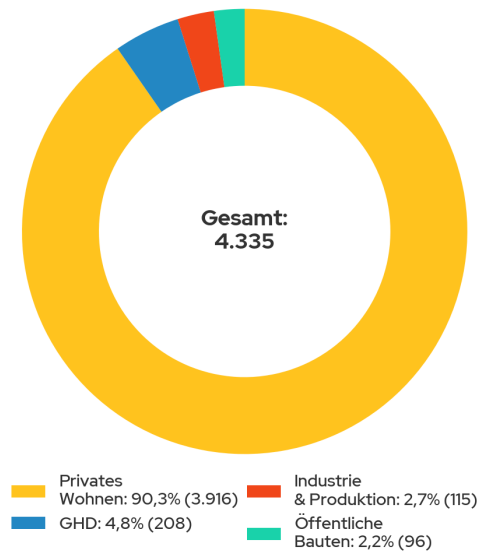


Abbildung 4: Gebäudeanzahl nach Sektor im Projektgebiet

Abbildung 5 stellt die räumliche Verteilung der Gebäudetypen in Gerlingen dar. Es zeigt sich eine Konzentration von Einfamilien-, Reihen- und Mehrfamilienhäusern im Stadtkern sowie in den Wohngebieten außerhalb der Innenstadt. Büro- und Verwaltungsgebäude sowie Gebäude des Handels befinden sich bevorzugt im Nordosten Gerlingens. Verarbeitendes Gewerbe und Gebäude des Gesundheitswesens sind über das Stadtgebiet verstreut, jedoch meist in Randlagen zu finden.

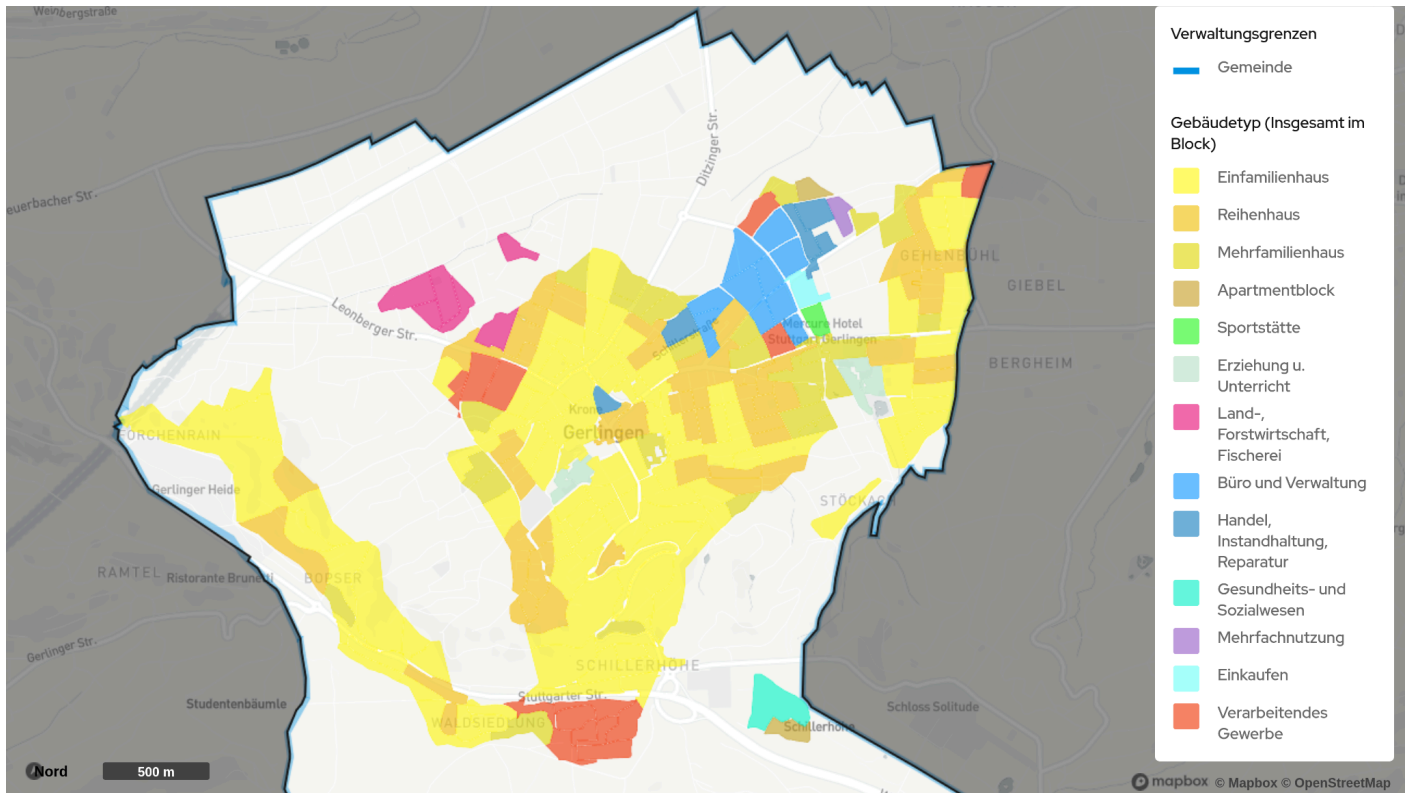


Abbildung 5: Verteilung der Gebäudetypen

Die Analyse der Baualtersklassen (siehe Abbildung 6) hebt hervor, dass mehr als 77 % der Gebäude vor 1979 errichtet wurden, also bevor die erste Wärmeschutzverordnung mit ihren Anforderungen an die Optimierung der Gebäudehülle in Kraft trat. Insbesondere Gebäude, die zwischen 1949 und 1978 erbaut wurden, stellen mit 65,5 % den größten Anteil am Gebäudebestand dar und bieten somit das umfangreichste Sanierungspotenzial. Altbauten, die vor 1919 errichtet wurden, zeigen, sofern sie bislang wenig oder nicht saniert wurden, häufig den höchsten spezifischen Wärmebedarf. 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.

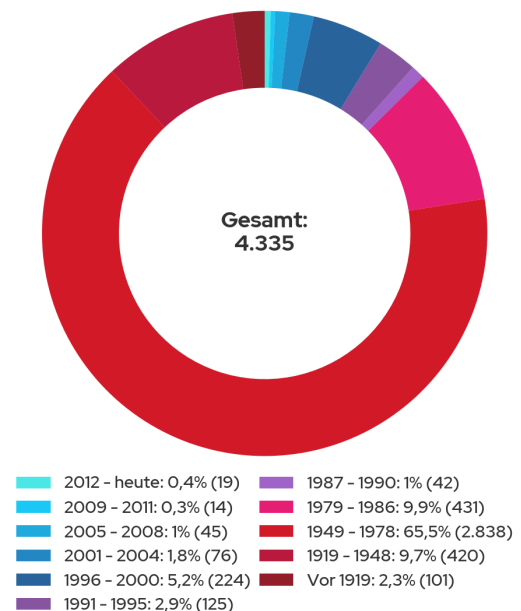


Abbildung 6: Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen im Projektgebiet

Abbildung 7 zeigt eine räumliche Analyse der Baualtersklassen im Projektgebiet. Es wird deutlich, dass Gebäude, die vor 1948 erbaut wurden, hauptsächlich im Zentrum und nord/nordöstlich vom Ortskern angesiedelt sind, während jüngere Bauten eher an der Außengrenze und der Westseite von Gerlingen 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 dicht bebauten Altstadtkernen von Bedeutung, wo sowohl die Aufstellflächen für Wärmepumpen begrenzt sind als auch die Möglichkeiten für energetische Sanierungen durch strukturelle Gegebenheiten eingeschränkt sein können.

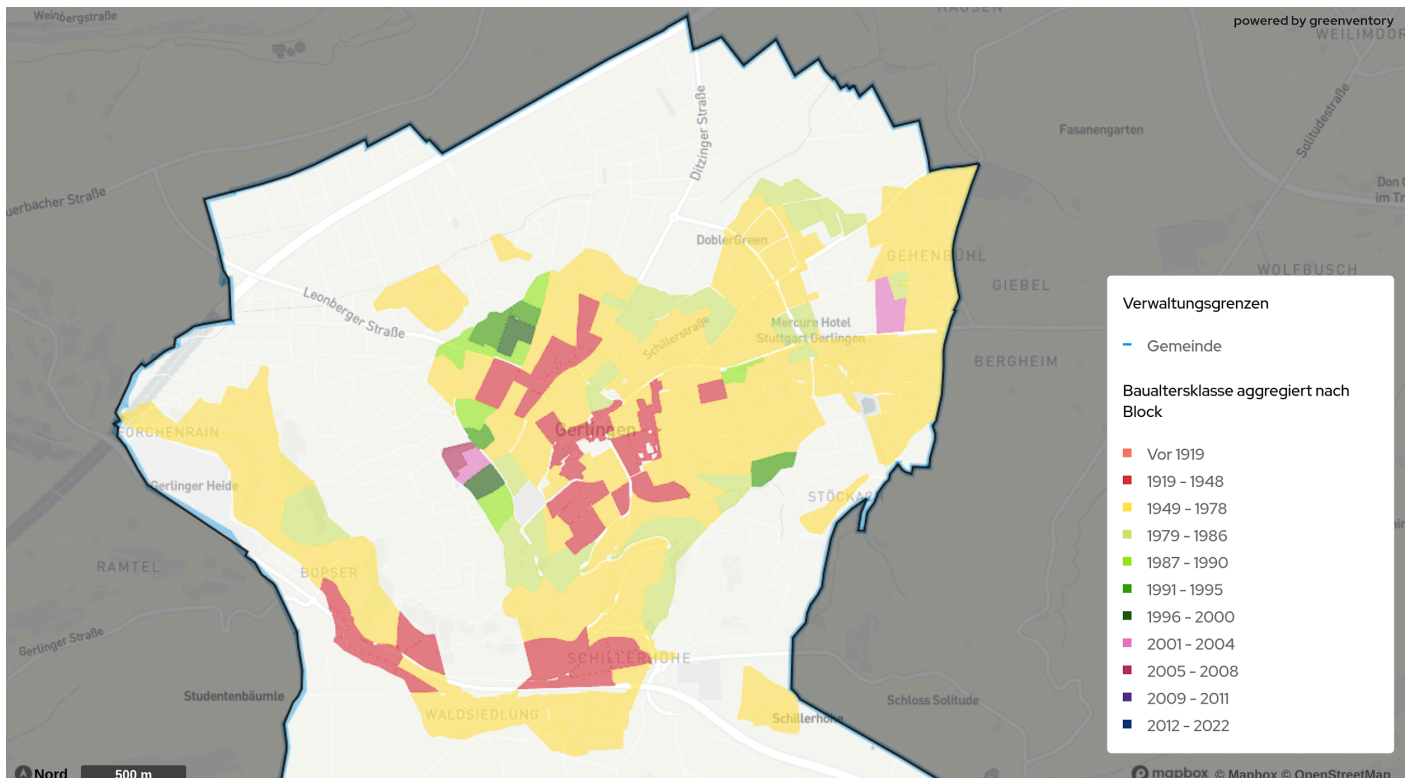


Abbildung 7: Verteilung der Baualtersklassen für Gebäude

Anhand des Baujahres, des Verbrauchs 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 Mittelfeld der Energieeffizienz (siehe Abbildung 8). Von den Gebäuden, denen ein Wärmebedarf zugeordnet werden konnte, sind 3,9 % den Effizienzklassen G und H

zuzuordnen, was unsanierten oder nur sehr wenig sanierten Altbauten entspricht. 3,3 % der Gebäude sind 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.

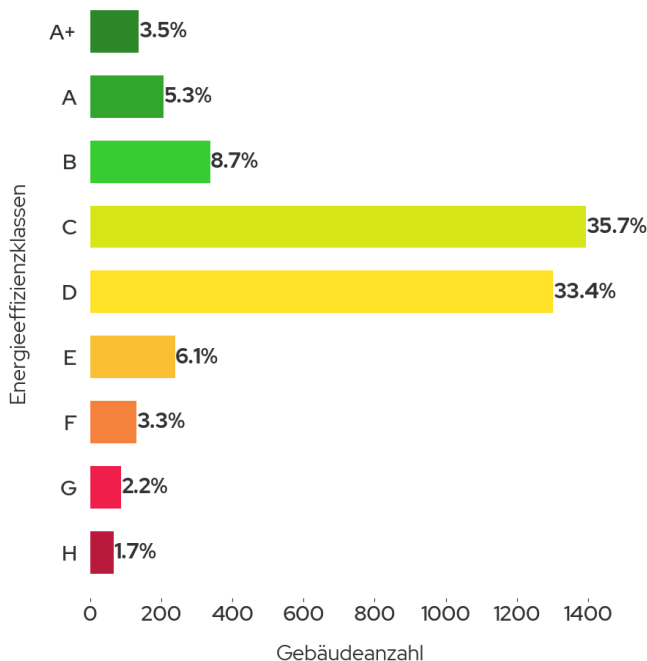


Abbildung 8: Gebäudeverteilung nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte)

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 fehlenden 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 145 GWh jährlich (siehe Abbildung 9). Mit 66,1 % ist der Wohnsektor anteilig am stärksten vertreten, während

auf die Industrie 12,5 % des Gesamtwärmebedarfs entfällt. Auf den Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor (GHD) entfällt ein Anteil von 11,4 % des Wärmebedarfs und auf die öffentlich genutzten Gebäude, die ebenfalls kommunale Liegenschaften beinhalten, entfallen 10,1 %.

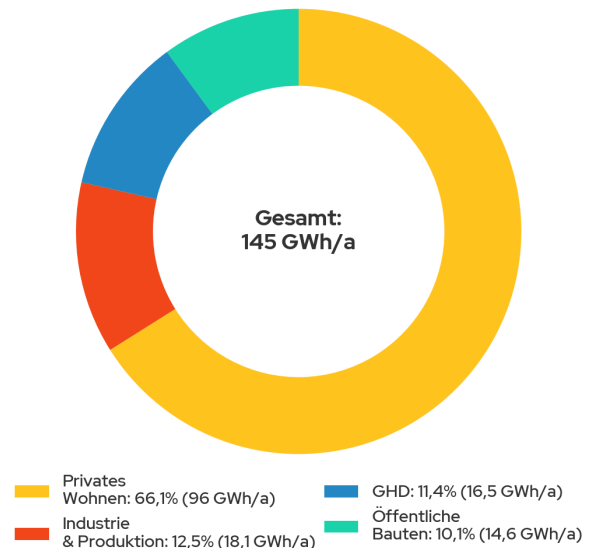


Abbildung 9: Wärmebedarf nach Sektor

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.

Die räumliche Verteilung der absoluten Wärmebedarfsdichten auf Baublockebene ist in Abbildung 10 dargestellt.

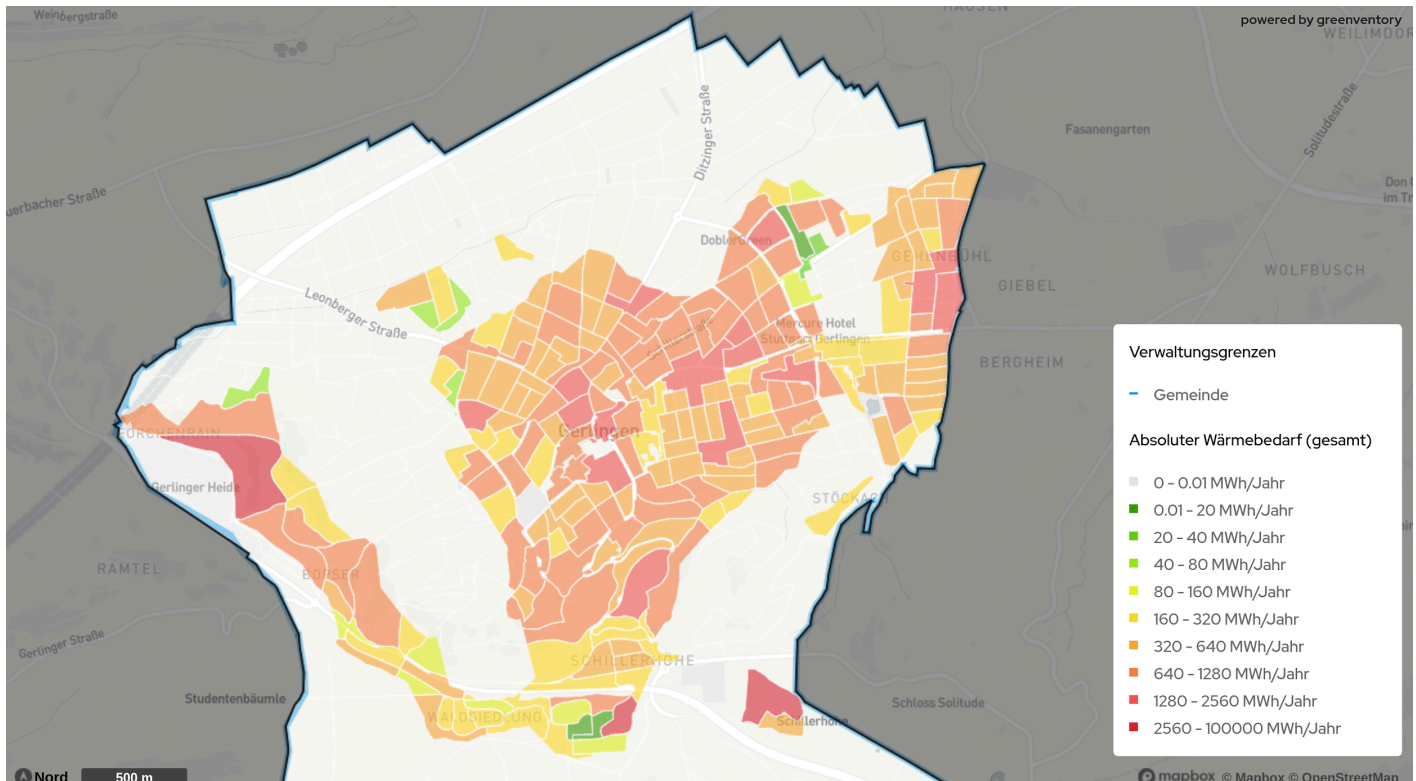


Abbildung 10: Verteilung der Wärmebedarfe je Baublock

3.5 Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger

Zur Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger dienten als Datengrundlage die elektronischen Kheirbücher der Bezirksschornsteinfeger, die Informationen zum verwendeten Brennstoff sowie zur Art und zum Alter der jeweiligen Feuerungsanlage enthielten. Insgesamt konnten aus den Kheirbüchern Daten zu 3.454 Gebäuden mit Heizsystemen entnommen werden. Diese Informationen wurden durch Verbrauchs- und Netzdaten ergänzt. Für 881 Gebäude lagen keine Informationen zum Alter des Heizsystems vor. Die Diskrepanz zwischen der Anzahl der Heizungsanlagen und des Gebäudebestands war zum einen darauf zurückzuführen, dass auch Scheunen, Ställe, Hallen und weitere Gebäude ohne vorhandene Heizsysteme erfasst wurden. Zum anderen erfassen die Kheirbücher nicht sämtliche Gebäude, wie beispielsweise die mit

Wärmenetzen versorgten Gebäude. Durch Wärmepumpen versorgte Objekte wurden über Angaben zu Heizstromverbrauchswerten erfasst. Wärmenetzanschlüsse und -verbrauchswerte einzelner Gebäude wurden über den Netzbetreiber, die Stadt Gerlingen, abgefragt.

Abbildung 11 zeigt die Gesamtleistung der neu installierten Heizsysteme je Energieträger. Die Leistung der jährlich installierten Ölheizungen ist ab 1965 und bis 1980 stark gestiegen. Seit 1990 ist ein deutlicher Rückgang der neu installierten Ölheizungen zu verzeichnen. Die Leistung installierter Gasheizungen ist ab 1975 sehr stark angestiegen, erlebte in den späten 1980er und den frühen 1990er Jahren einen Abfall und nimmt seit 1995 wieder zu. Zugleich steigt seit den 2000er Jahren der Anteil von Holzfeuerungen deutlich an. Diese Feuerungen werden meist nicht als primäre,

sondern als zusätzliche Heizsysteme in Form von Kaminöfen genutzt, weshalb sie in Summe nur einen geringen Anteil der installierten Leistung sowie der erzeugten Wärme ausmachen. Sie dienen neben der Wärmebereitstellung im Wesentlichen zur Steigerung des Wohnkomforts. Des Weiteren sind wenig Heizsysteme auf Basis von Flüssiggas (LPG) vorhanden, deren Gesamtleistung für die Wärmeplanung kaum relevant ist.

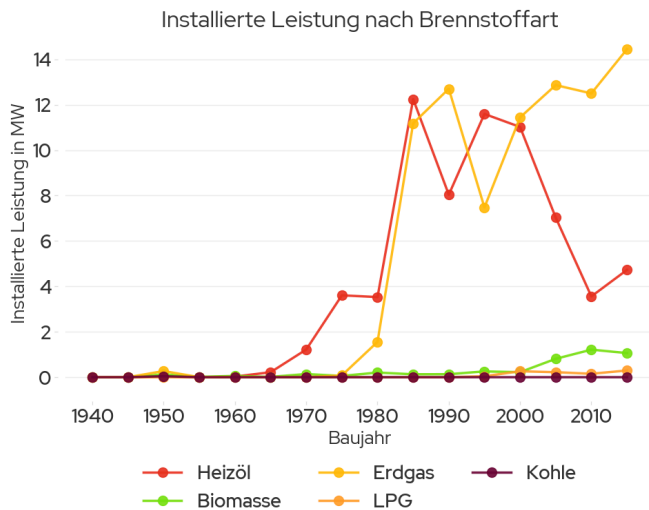


Abbildung 11: Gesamtleistung der jährlich neu installierten Heizsysteme nach Energieträger, gruppiert in 10-Jahresabschnitten (Summe)

Um in Zukunft Treibhausgasneutralität im Wärmesektor gewährleisten zu können, müssen alle fossil betriebenen Heizsysteme ersetzt werden.

Die Untersuchung des Alters der derzeit eingebauten Heizsysteme liefert wichtige Anhaltspunkte für eine gezielte Priorisierung beim Austausch dieser Systeme. Eine Auswertung der Altersstruktur dieser Systeme auf Gebäudeebene (vgl. Abbildung 12) offenbart einen signifikanten Anteil veralteter beziehungsweise stark veralteter Heizanlagen, unter der Annahme einer technisch begründeten Nutzungsdauer von 20 Jahren. Diese Annahme führt zu einer klaren Erkenntnis hinsichtlich des dringenden Handlungsbedarfs:

- 54,9 % aller Heizsysteme überschreiten bereits die Altersgrenze von 20 Jahren.
- Bei 27,2 % der Anlagen ist sogar die 30-Jahre-Marke überschritten, was insbesondere vor dem Hintergrund des § 72 GEG von hoher Relevanz ist.

Die räumliche Verteilung des Alters der Heizsysteme auf der Ebene der Baublöcke lässt sich in Abbildung 13 ablesen. Es wird deutlich, dass in den meisten Gebieten das durchschnittliche Alter der Heizsysteme mehr als 21 Jahre beträgt, in einigen Gebieten sogar 30 Jahre und mehr.

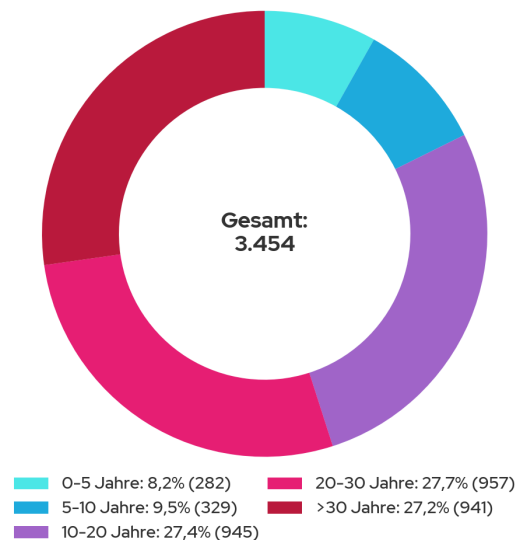


Abbildung 12: Gebäudeanzahl nach Alter der bekannten Heizsysteme

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 30 Jahre in Betrieb waren. 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 27,2 % der 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 27,7 % 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.

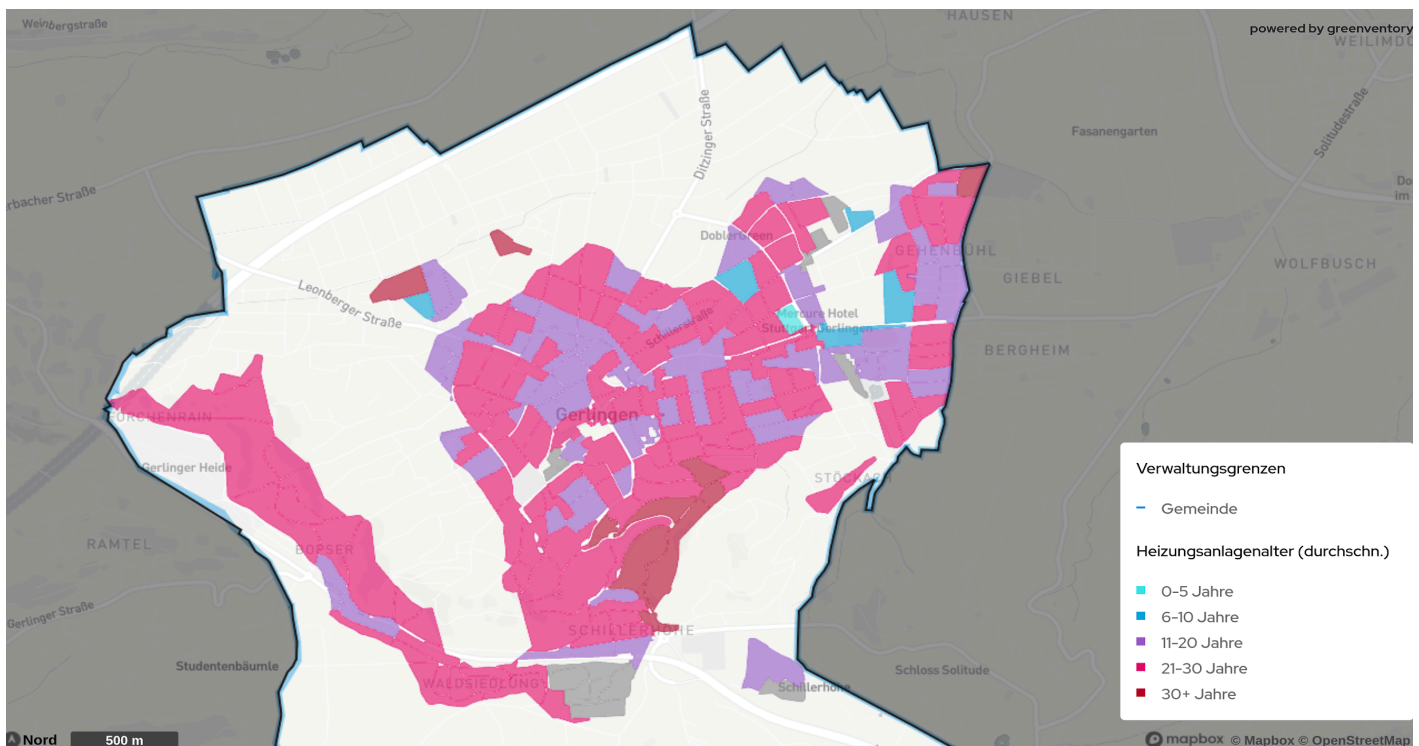


Abbildung 13: Verteilung nach Alter der Heizsysteme

3.6 Eingesetzte Energieträger

Für die Bereitstellung der Wärme in den Gebäuden werden 165 GWh Endenergie pro Jahr benötigt. Die Zusammensetzung der Energiebereitstellung

verdeutlicht die Dominanz fossiler Brennstoffe im aktuellen Energiemix (siehe Abbildung 14). Erdgas trägt mit 84,2 GWh/a (51%) maßgeblich zur Wärmeerzeugung bei, gefolgt von Heizöl mit 58,6 GWh/a

(35,5 %). Biomasse trägt mit 12,2 GWh/a (7,4 %) zum bereits erneuerbaren Anteil der Wärmeversorgung bei. Ein weiterer Anteil von 5,5 GWh/a (3,4 %) des Endenergiebedarfs wird durch Strom gedeckt, der in Wärmepumpen und Direktheizungen genutzt wird. Zusätzlich werden bereits 4,5 GWh/a (2,7 %) 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.

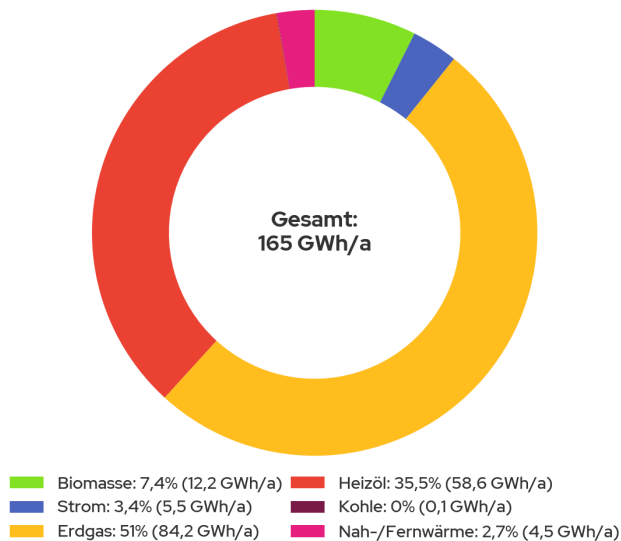


Abbildung 14: Endenergiebedarf nach Energieträger

3.7 Gasinfrastruktur

Im Projektgebiet ist die Gasinfrastruktur flächendeckend etabliert. Die Eignung für die Nutzung von Wasserstoff im Gasnetz ist gegenwärtig noch Gegenstand von Prüfungen. Die zukünftige Verfügbarkeit von Wasserstoff hinsichtlich Menge und Preis ist allgemein noch nicht abzusehen.

3.8 Wärmenetze

Aktuell gibt es im Projektgebiet zwei kleinere Nahwärmenetze. Das größere liegt im Zentrum von Gerlingen und umfasst mehrere kommunale Gebäude ausgehend vom Schulzentrum Gerlingen. Das zweite befindet sich im Osten von Gerlingen und umfasst ebenfalls kommunale Gebäude. Beide Wärmenetze werden von der Stadt Gerlingen betrieben. Der Verlauf der Wärmenetze ist vereinfacht in Abbildung 15 wiedergegeben.

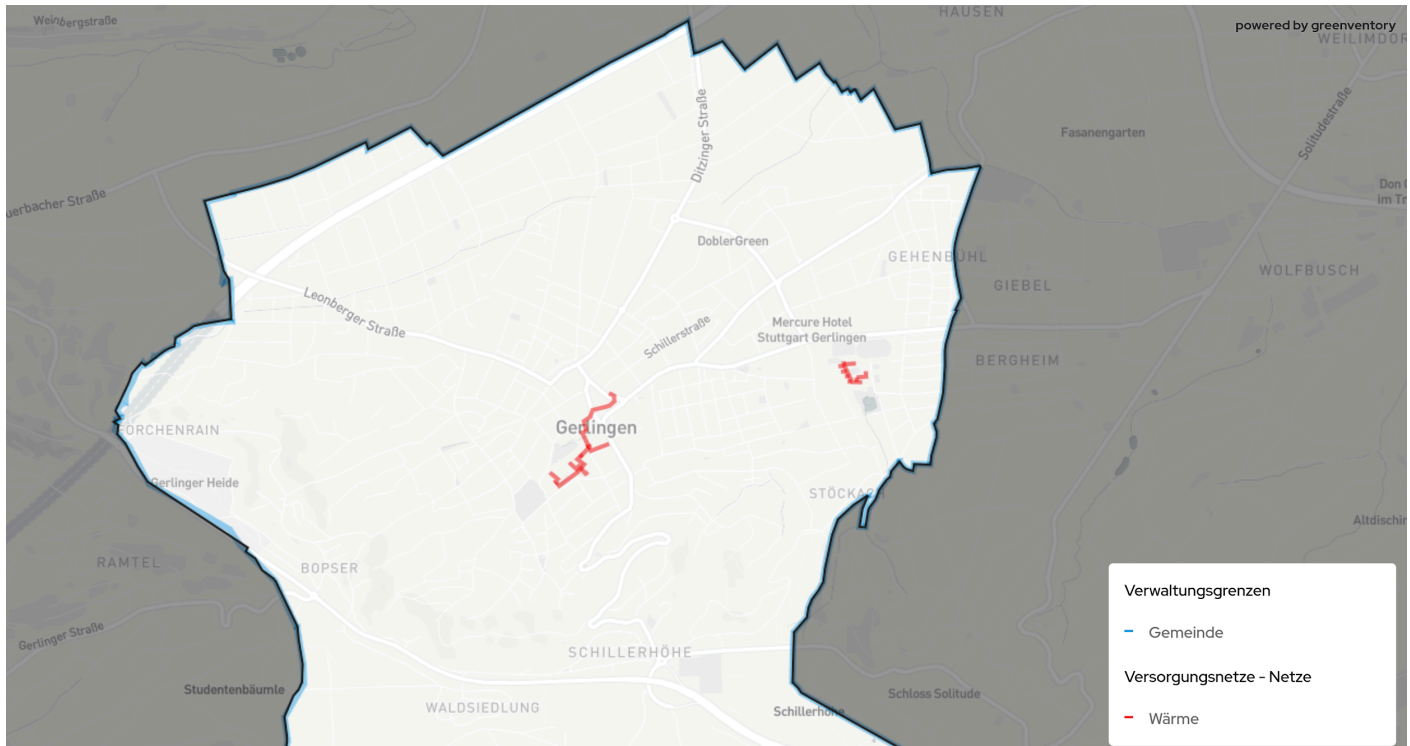


Abbildung 15: Wärmenetzinfrastruktur im Projektgebiet

3.9 Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung

Im Projektgebiet betragen aktuell die gesamten Treibhausgasemissionen im Wärmebereich 39.495 Tonnen pro Jahr. Sie entfallen zu 66,7 % auf den Wohnsektor, zu 11,2 % auf den Gewerbe- Handels und Dienstleistungssektor (GHD), zu 11,9 % auf die Industrie, und zu 10,2 % auf öffentlich genutzte Gebäude (siehe Abbildung 16). Damit sind die Anteile der Sektoren an den Treibhausgasemissionen in etwa proportional zu deren Anteilen am Wärmebedarf (siehe Abbildung 9). Jeder Sektor emittiert also pro verbrauchter Gigawattstunde Wärme ähnlich viel Treibhausgas, wodurch eine Priorisierung einzelner Sektoren auf Basis der spezifischen Emissionen nicht erfolgen muss.

Erdgas ist mit 49 % der Hauptverursacher der Treibhausgasemissionen, gefolgt von Heizöl mit 43,3 %. Damit verursachen die beiden fossilen Wärmeerzeuger über 90 % der Emissionen im Wärmesektor im Projektgebiet. Der Anteil von Strom ist mit 7 % deutlich geringer, jedoch ebenfalls signifikant, da der Bundesstrommix nach wie vor hohe Emissionen

verursacht. Biomasse (0,6 %) macht nur einen Bruchteil der Treibhausgas-Emissionen aus (siehe Abbildung 17).

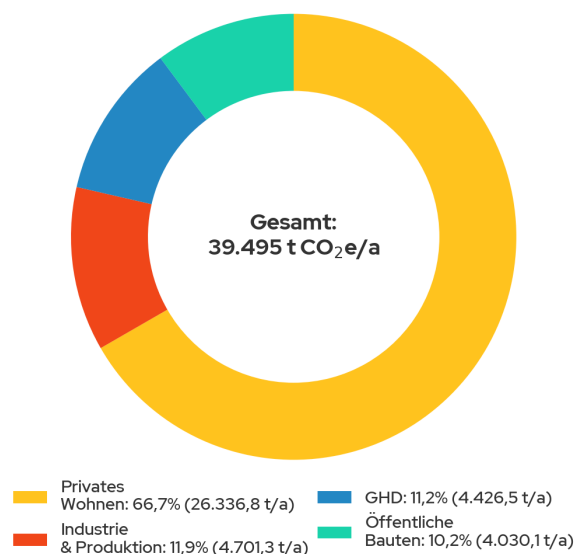


Abbildung 16: Treibhausgasemissionen nach Sektoren im Projektgebiet

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.

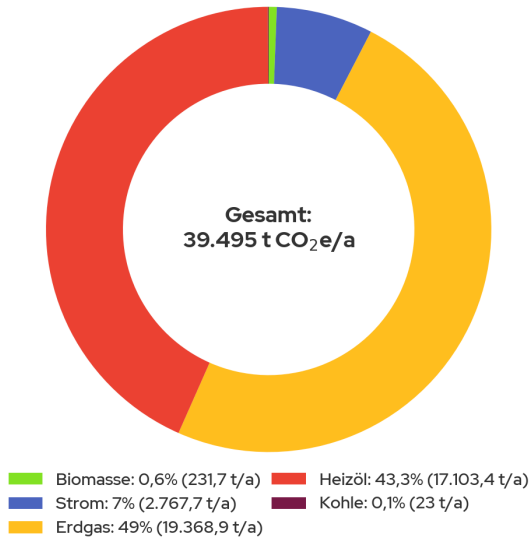


Abbildung 17: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Projektgebiet

Eine örtliche Verteilung der aggregierten Treibhausgasemissionen auf Baublockebene ist in Abbildung 18 dargestellt. Im innerstädtischen Bereich und in den Industriegebieten sind die Emissionen

besonders 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 bedeutet auch eine Verbesserung der Luftqualität, was besonders in den Wohnvierteln eine erhöhte Lebensqualität mit sich bringt.

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 tCO₂e/MWh auf zukünftig 0,025 tCO₂e/MWh – 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.

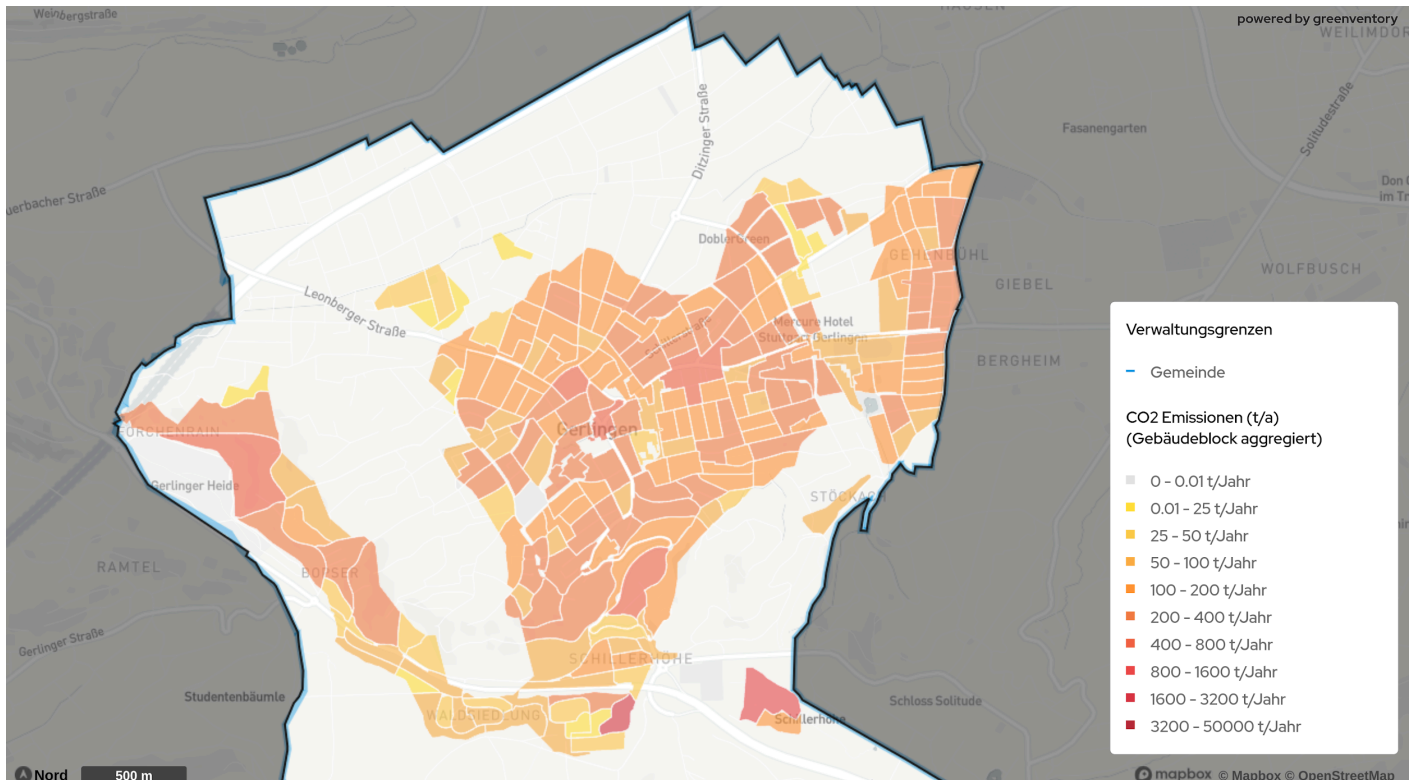


Abbildung 18: Verteilung der Treibhausgasemissionen im Projektgebiet

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

Energieträger	Emissionsfaktoren (tCO ₂ e/MWh)		
	2022	2030	2040
Strom	0,499	0,110	0,025
Heizöl	0,310	0,310	0,310
Erdgas	0,240	0,240	0,240
Steinkohle	0,400	0,400	0,400
Biogas	0,139	0,133	0,126
Biomasse (Holz)	0,020	0,020	0,020
Solarthermie	0	0	0

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, während der Anteil an Fernwärme gering bleibt. Eine kritische Betrachtung zeigt, dass 27,2 % 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 Gerlingens und erste Erfahrungen mit der Implementierung von Fern- und Nahwärmenetzen in der Gemeinde 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 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 und deren Ausbau sollen so eine effektive Reduktion der Treibhausgasemissionen und eine nachhaltige Verbesserung der Wärmeversorgung ermöglicht werden.

Eine Herausforderung für den Bau und Ausbau der Wärmenetzinfrastruktur könnte vor allem im Zentrum von Gerlingen der mangelnde Platz sein. Das dort bestehende Nahwärmenetz hat kaum noch Kapazität, eine Erweiterung/Transformation ist zwar möglich, muss jedoch durch eine Machbarkeitsstudie genauer untersucht werden. Des Weiteren wäre ein neues Betreiberkonzept notwendig, um neben kommunalen auch private Gebäude an das Wärmenetz anschließen zu können.

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 Teil von weiterführenden Untersuchungen sind.

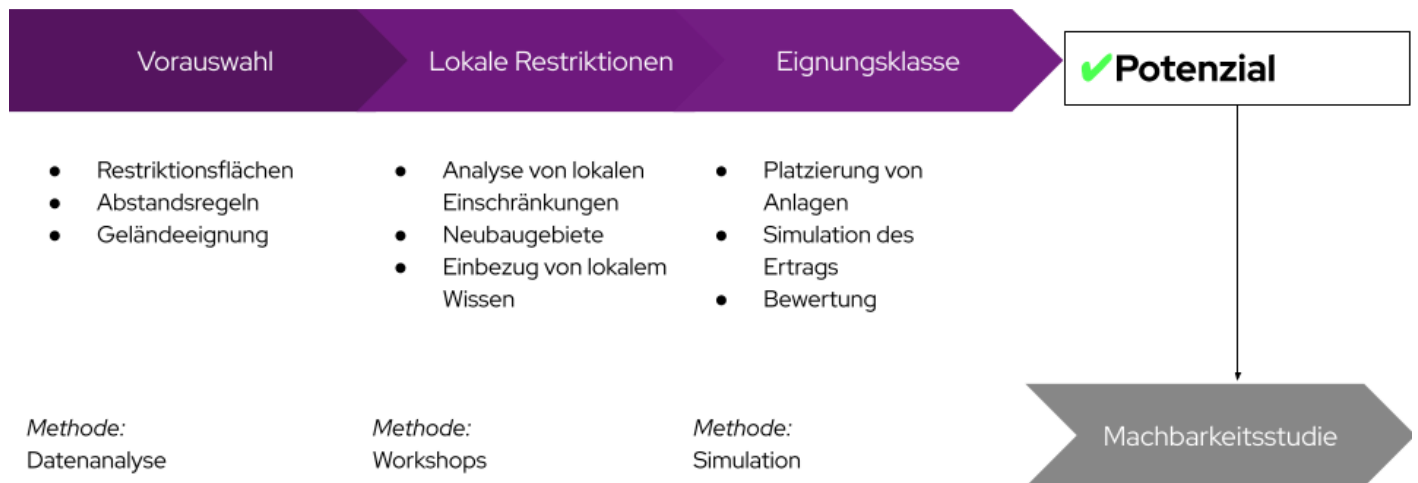


Abbildung 19: Vorgehen bei der Ermittlung von erneuerbaren Potenzialen

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:

- 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.

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



Abbildung 20: 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 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 herangezogenen Flächenkriterien aufgeführt.

Diese Kriterien erfüllen die gesetzlichen Richtlinien nach Bundes- und Landesrecht, können jedoch keine raumplanerischen Abwägungen um konkurrierende Flächennutzung 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 Handlungsleitfadens zur Kommunalen Wärmeplanung der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA, 2020) fokussiert sich diese Analyse primär 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 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

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. Differenzierung in:

- *Geeignetes Potenzial* (weiche und harte Restriktionen): Unter Anwendung harter und weicher Kriterien. Natur- und Artenschutz wird grundsätzlich ein „politischer Vorrang“ eingeräumt, weshalb sich die verfügbare Fläche zur Nutzung von erneuerbaren Energien verringert.
- *Bedingt geeignetes Potenzial* (nur harte Restriktionen): Natur- und Artenschutz wird der gleiche oder ein geringerer Wert einräumt als dem Klimaschutz (z. B. durch Errichtung von Wind-, PV- und Solarthermieranlagen in Landschaftsschutz- und FFH-Gebieten).

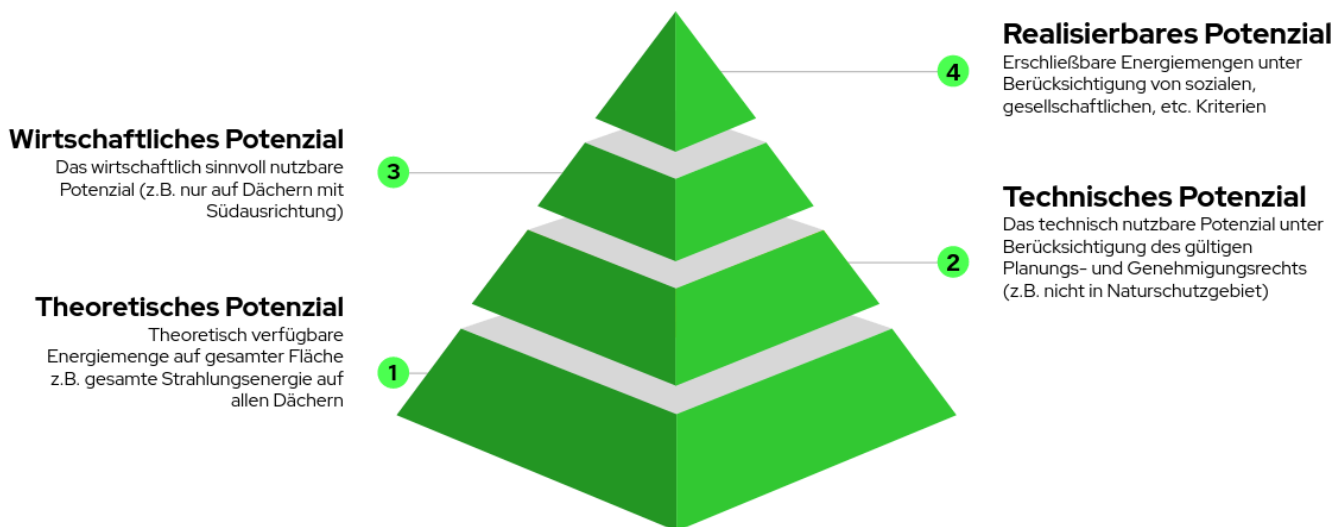
Das technische Potenzial wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ermittelt und analysiert.

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 von dem realisierbaren Potenzial bzw. „praktisch nutzbaren Potenzial“.



4.3 Potenziale zur Stromerzeugung

Die Analyse der Potenziale im Projektgebiet zeigt verschiedene Optionen für die lokale Erzeugung von erneuerbarem Strom (siehe Abbildung 21).

Windkraftanlagen nutzen Wind zur Stromerzeugung und sind eine zentrale Form der Windenergienutzung. 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 251 GWh/a stellt die Windkraft das größte erneuerbare Potential dar. 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 225 GWh/a ein signifikantes Potenzial 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. Ein großer Vorteil von PV-Freiflächen in Kombination mit großen Wärmepumpen ist, dass sich die Stromerzeugungsflächen nicht in unmittelbarer Nähe

zur Wärmenachfrage befinden müssen und so eine gewisse Flexibilität in der Flächenauswahl möglich ist.

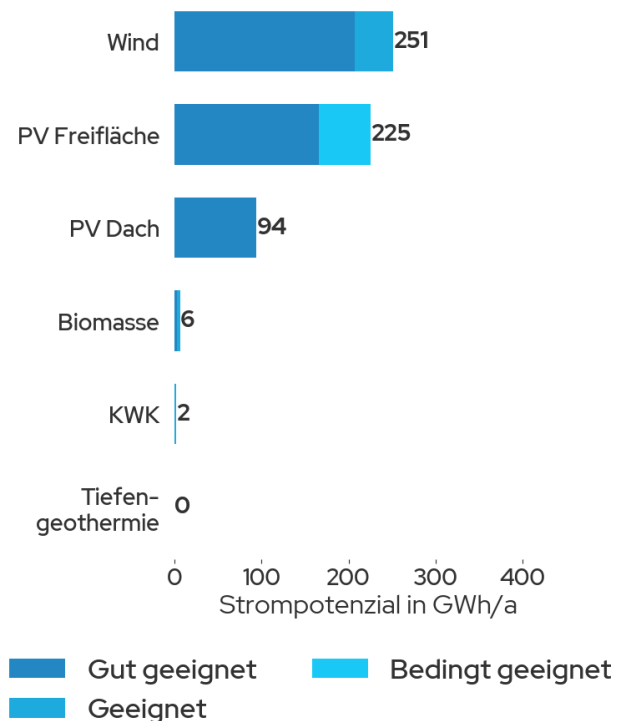


Abbildung 21: Erneuerbare Strompotenziale im Projektgebiet

Das Potenzial für Photovoltaikanlagen (PV) auf Dachflächen fällt mit 94 GWh/a 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 durch flächenspezifische Leistung ($220 \text{ kWh/m}^2\text{a}$) 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.

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, Rebschnitte 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. Es zeigt sich, dass die Nutzung von ausschließlich im Projektgebiet vorhandener Biomasse nur einen geringen Beitrag zur Stromerzeugung leisten könnte. Der Einsatz von Biomasse sollte daher eher für die Wärmeerzeugung genutzt werden.

Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) dienen der kombinierten Erzeugung von Strom und Nutzwärme, wodurch sie einen hohen Gesamtwirkungsgrad von typischerweise 80–90 % erreichen und somit eine besonders effiziente Energieversorgung ermöglichen. 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. Im Projektgebiet sind nach Auswertung des Marktstammdatenregisters (MaStR) KWK-Anlagen in unterschiedlichen Größenordnungen vertreten – von Anlagen ab knapp 50 kW_{el} bis zu großen Einheiten, die eine Leistung von knapp 230 kW_{el} aufweisen. In Summe zeigt sich aktuell eine Erzeugerkapazität von ca. 573 kW_{el}. Basierend auf den vorhandenen Anlagen liegt das KWK-Potenzial zur Stromerzeugung bei 2 GWh Strom pro Jahr. Diese Analyse zeigt das elektrische Potenzial der bestehenden Infrastruktur, falls eine Umstellung auf Biogas oder andere regenerative Gase erfolgen sollte. Es ist deutlich, dass die Umstellung der bestehenden KWK-Anlagen auf erneuerbare Brennstoffe einen geringen Beitrag zur Stromerzeugung leisten könnte. Zukünftige Erweiterungen der Kapazität der Bestandsanlagen oder neue Standorte sind hierbei nicht berücksichtigt.

Zusammenfassend bieten sich vielfältige Möglichkeiten zur erneuerbaren Stromerzeugung in Gerlingen, 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. Es ist jedoch hervorzuheben, dass die Nutzung der Dachflächen der Erschließung von Freiflächen vorzuziehen ist.

4.4 Potenziale zur Wärmeerzeugung

Die Untersuchung der thermischen Potenziale offenbart ein breites Spektrum an Möglichkeiten für die lokale Wärmeversorgung (siehe Abbildung 22).

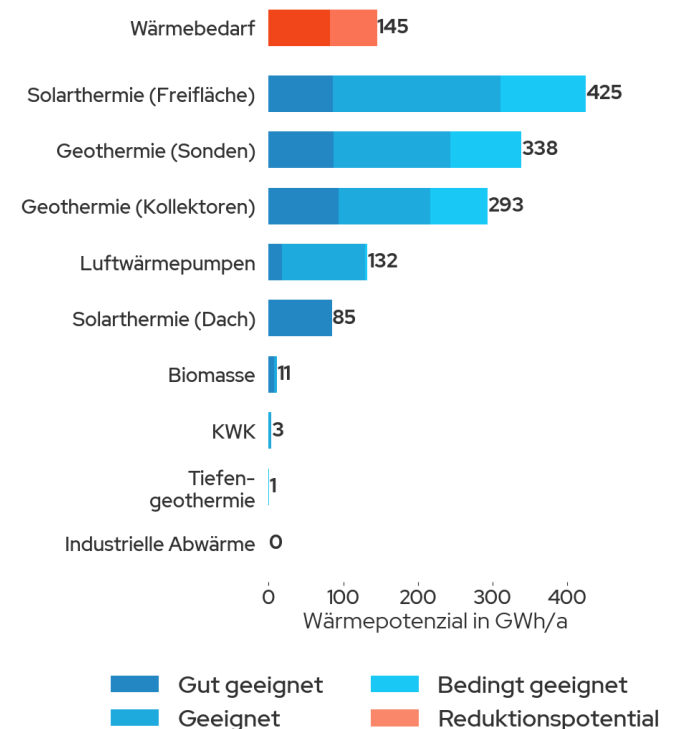


Abbildung 22: Erneuerbare Wärmepotenziale im Projektgebiet

Für Solarthermie und oberflächennahe Geothermie gelten in der Untersuchung eine wirtschaftliche Grenze von 1000 m zu Siedlungsflächen, wobei Flächen mit einem Abstand von 200 m zu Siedlungen als gut geeignet gekennzeichnet werden, sofern keine weiteren Restriktionen vorliegen.

Solarthermie auf Freiflächen stellt mit einem Potenzial von 425 GWh/a die größte Ressource dar. Solarthermie nutzt Sonnenstrahlung, um mittels Kollektoren Wärme zu erzeugen und über ein Verteilsystem 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 Leistungsdichte von 3.000 kW/ha und berücksichtigt Einstrahlungsdaten sowie Verschattung, mit einem Reduktionsfaktor für den Jahresenergieertrag. 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. Zudem sei darauf hingewiesen, dass es bei Solarthermie- und PV-Freiflächenanlagen eine Flächenkonkurrenz gibt.

Auch auf Dachflächen kann Solarthermie genutzt werden. Bei der Solarthermie auf Dachflächen wird mittels KEA-BW Methode das Potenzial aus 25 % der Dachflächen über 50 m² für die Wärmeerzeugung geschätzt. Die jährliche Produktion basiert auf 400 kWh/m² durch flächenspezifische Leistung und durchschnittliche Volllaststunden. Die Potenziale der Dachflächen für Solarthermie belaufen sich auf 85 GWh/a und konkurrieren 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 unter gewissen Bedingungen energetisch hocheffiziente Technologie für die Wärmeerzeugung. Eine Wärmepumpe ist ein Gerät, das Wärmeenergie aus einer Quelle (wie Luft, Wasser oder Erde) auf ein höheres Temperaturniveau transferiert, um Gebäude zu heizen oder mit Warmwasser zu versorgen. Sie nutzt dabei ein Kältemittel, das im Kreislauf geführt wird, um Wärme

aufzunehmen und abzugeben, ähnlich eines Kühlschranks, der in umgekehrter Richtung arbeitet. Wärmepumpen können vielseitig im Projektgebiet genutzt werden. Das Potenzial der Luftwärmepumpe (in Summe 132 GWh/a) ergibt sich jeweils im direkten Umfeld der Gebäude. Luftwärmepumpen haben für die zukünftige Wärmeversorgung ein großes Potenzial. Dieses ist besonders groß für Ein- und Zweifamilienhäuser sowie kleinere bis mittlere Mehrfamilienhäuser und kann im Vergleich zu Erdwärmekollektoren auch in Gebieten ohne große Flächenverfügbarkeit genutzt werden, sofern die geltenden Abstandsregelungen zum Lärmschutz eingehalten werden. Auch für die Nutzung in Wärmenetzen sind Luftwärmepumpen mit einer Größenordnung von 1-4 MW gut geeignet. Essenziell bei der Nutzung von Wärmepumpen ist eine Optimierung der Temperaturen, um möglichst geringe Temperaturhübe zu benötigen.

Oberflächennahe Geothermie (Sonden) hat ein Potenzial von 338 GWh/a im Projektgebiet. Die Technologie nutzt konstante Erdtemperaturen bis 100 m Tiefe mit einem System aus Erdwärmesonden und Wärmepumpe zur Wärmeextraktion und -anhebung. Die Potenzialberechnung berücksichtigt spezifische geologische Daten und schließt Wohn- sowie Gewerbegebiete ein, wobei Gewässer und Schutzzonen ausgeschlossen und die Potenziale einzelner Bohrlöcher unter Verwendung von Kennzahlen abgeschätzt werden.

Potenziale für Erdwärmekollektoren (293 GWh/a) ergeben sich jeweils im direkten Umfeld der Gebäude. Erdwärmekollektoren sind Wärmetauscher, die wenige Meter unter der Erdoberfläche liegen und die vergleichsweise konstante Erdtemperatur nutzen, 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 thermische Biomassepotenzial beträgt 11 GWh/a und setzt sich aus Waldrestholz, Hausmüll, Grünschnitt,

Rebschnitt und dem möglichen Anbau von Energiepflanzen zusammen. Biomasse hat den Vorteil einer einfachen technischen Nutzbarkeit sowie hoher Temperaturen. Allerdings ist ersichtlich, dass diese 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 fossilfreien Wärmesystem. Eine Auswertung des Marktstammdatenregisters (MaStR) zeigt eine aktuelle Erzeugungskapazität zwischen knapp 50 kW_{th} und 350 kW_{th}. In Summe zeigt sich aktuell eine Erzeugerkapazität von ca. 873 kW_{th}. Basierend auf den vorhandenen KWK-Anlagen liegt das thermische KWK-Potenzial im Projektgebiet bei ca. 3 GWh Wärme pro Jahr. Wie auch bei Strom, zeigt die Analyse das Potenzial der bestehenden KWK-Infrastruktur, welches durch eine Umstellung auf Biogas oder andere regenerative Gase erschlossen werden kann. Im Vergleich zu den anderen Potenzialen im Projektgebiet ist das Wärmepotenzial eher gering einzuordnen. Zukünftige Erweiterungen der Kapazität oder neue Standorte sind hierbei nicht berücksichtigt.

Für die Evaluierung der Nutzung von industrieller Abwärme wurden im Projektgebiet Abfragen bei möglichen relevanten Industrie- und Gewerbebetrieben durchgeführt und so ein quantifiziertes Potenzial von unter 100 MWh/a bei fünf positiven Rückmeldungen identifiziert. Hier lohnt es sich, bei der Umsetzung von Quartiersprojekten oder der Planung von Wärmenetzen nochmals detailliert das Abwärmepotenzial bei naheliegenden, relevanten Gewerbe- und Industriebetrieben zu untersuchen, vor allem wenn diese Betriebe eine Bereitschaft zur Bereitstellung von Abwärme signalisiert haben. Auf eine räumliche Darstellung und die jeweilige genaue Quantifizierung der gemeldeten Abwärmepotenziale wird unter Rücksicht auf Betriebsgeheimnisse und den niedrigen beziehungsweise unklaren Temperaturniveaus an dieser Stelle verzichtet.

Ein 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 für die bedarfsgerechte Wärmebereitstellung bei der Planung mitberücksichtigt werden sollten.

4.5 Potenzial für eine lokale Wasserstoffherzeugung

Die lokale Erzeugung von Wasserstoff zur Verwendung als Energieträger für Wärme wird aufgrund der zum heutigen Tag geringen lokalen Verfügbarkeit von Überschussstrom sowie einer Wasserstoffproduktion in der vorliegenden Planung nicht weiter betrachtet. Eine mögliche zukünftige Nutzung kann und sollte jedoch bei sich ändernden Rahmenbedingungen in die Planungen aufgenommen werden. Dies kann im Rahmen der Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans erfolgen.

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 umfassende Sanierungsmaßnahmen eine Gesamtreduktion um bis zu 63 GWh bzw. 43 % des Gesamtwärmeverbrauchs im Projektgebiet realisiert werden könnte (siehe Abbildung 23). Erwartungsgemäß liegt der größte Anteil des Sanierungspotenzials bei Gebäuden, die bis 1978 erbaut wurden. 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. Es 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.

Das Sanierungspotenzial bietet nicht nur eine beträchtliche Möglichkeit zur Reduzierung des Energiebedarfs, sondern auch zur Steigerung des Wohnkomforts und zur Wertsteigerung der Immobilien. Nichtsdestotrotz gilt es, diese Effizienzpotenziale vor dem Hintergrund der aktuellen Energieeffizienz der Gebäude (siehe Abbildung 8) zu bewerten und individuelle Lösungen zu entwickeln.

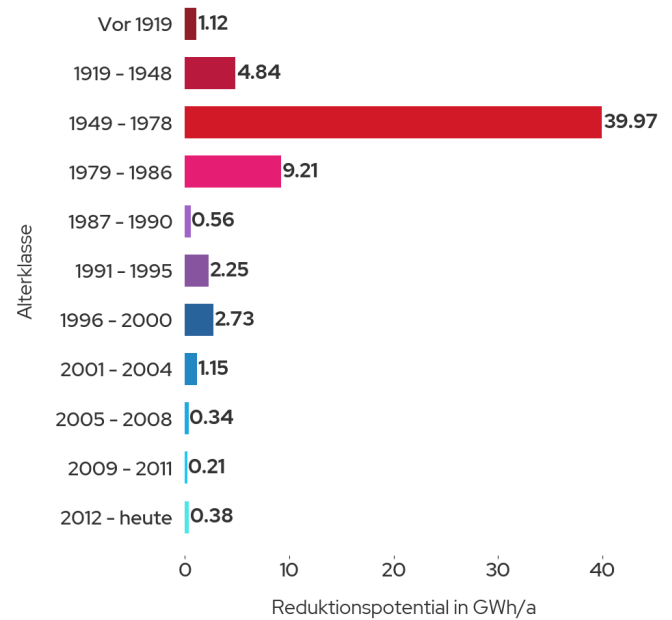






Abbildung 23: Reduktionspotenzial nach Baualtersklassen

Infobox - Energetische Gebäudesanierung - Maßnahmen und Kosten

Infobox: Energetische Gebäudesanierung

	Fenster	<ul style="list-style-type: none"> • 3-fach Verglasung • Zugluft / hohe Wärmeverluste durch Glas vermeiden 	800 €/m ²
	Fassade	<ul style="list-style-type: none"> • Wärmedämmverbundsystem ~ 15 cm • Wärmebrücken (Rollladenkästen, Heizkörpernischen, Ecken) reduzieren 	200 €/m ²
	Dach	<ul style="list-style-type: none"> • (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	<ul style="list-style-type: none"> • Bei unbeheiztem Keller 	100 €/m ²

4.7 Zusammenfassung und Fazit

Die Potenzialanalyse für erneuerbare Energien in der Wärmeerzeugung in Gerlingen offenbart signifikante Chancen für eine nachhaltige Wärmeversorgung.

Die Potenziale sind räumlich heterogen verteilt: Im Projektgebiet dominieren die Potenziale der Solarthermie auf Dachflächen und in lockerer bebauten Quartieren der Erdwärmekollektoren, während an den Stadträndern Solar-Kollektorfelder und außerhalb der Wasserschutzgebiete große Erdwärme-Kollektorfelder oder Sondenfelder vielerorts potenziell möglich sind. 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 1978 erbaut wurden, bieten ein hohes Einsparpotenzial durch Sanierung. Der Vergleich mit der Übersicht der Energieeffizienzklassen zeigt allerdings einen vergleichsweise niedrigen Handlungsdruck bei der allgemeinen Sanierungstätigkeit. 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 sich gerade Gewerbeflächen als gute Standorte anbieten.

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, das 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.

5 Eignungsgebiete für Wärmenetze

Wärmenetze sind eine Schlüsseltechnologie für die Wärmewende, jedoch sind diese nicht überall wirtschaftlich. Die Ausweisung von Eignungsgebieten für die Versorgung mit Wärmenetzen ist eine zentrale Aufgabe der KWP und dient als Grundlage für weiterführende Planungen und Investitionsentscheidungen. Die identifizierten und in der KWP beschlossenen Eignungsgebiete können dann in weiteren Planungsschritten bis hin zur Umsetzung entwickelt werden.

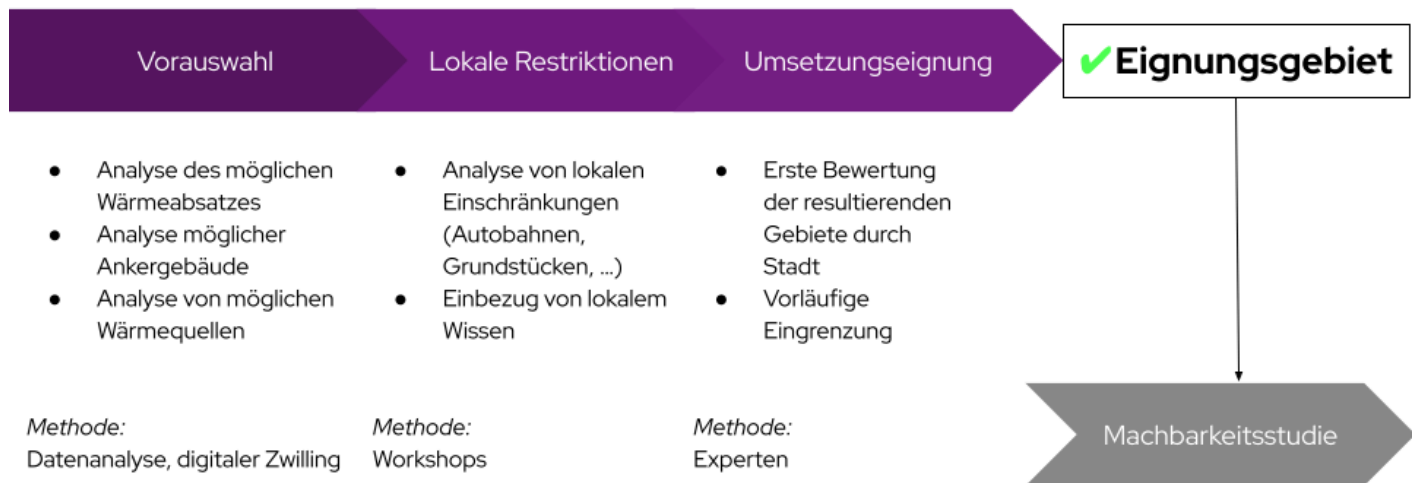


Abbildung 24: Vorgehen bei der Identifikation der Eignungsgebiete

Wärmenetze stellen eine effiziente Technologie dar, um große Versorgungsgebiete mit erneuerbarer Wärme zu erschließen und den Verbrauch mit den Potenzialen, welche sich oft an den Stadträndern oder außerhalb befinden, zu verbinden. Die Implementierung solcher Netze erfordert allerdings erhebliche Anfangsinvestitionen sowie einen beträchtlichen Aufwand in der Planungs-, Erschließungs- und Bauphase. Aus diesem Grund ist die sorgfältige Auswahl potenzieller Gebiete für Wärmenetze von großer Bedeutung.

Ein wesentliches Kriterium für die Auswahl geeigneter Gebiete ist die Wirtschaftlichkeit, welche durch den Zugang zu kosteneffizienten Wärmeerzeugern und einen hohen Wärmeabsatz pro Meter Leitung charakterisiert wird. Diese Faktoren tragen dazu bei, dass das Netz nicht nur nachhaltig, sondern auch wirtschaftlich tragfähig ist. Zudem spielt die Realisierbarkeit eine entscheidende Rolle, welche durch Tiefbaukosten und -möglichkeiten, die Akzeptanz der

Bewohner und Kunden sowie das geringe Erschließungsrisiko der Wärmequelle beeinflusst wird. Schließlich ist die Versorgungssicherheit ein entscheidendes Kriterium. Diese wird sowohl organisatorisch durch die Wahl verlässlicher Betreiber und Lieferanten als auch technisch durch die Sicherstellung der Energieträgerverfügbarkeit, geringe Preisschwankungen einzelner Energieträger und das minimierte Ausfallrisiko der Versorgungseinheiten gewährleistet. Diese Kriterien sorgen zusammen dafür, dass die Wärmenetze nicht nur effizient und wirtschaftlich, sondern auch nachhaltig und zuverlässig betrieben werden können.

Bis es zum tatsächlichen Bau von Wärmenetzen kommt, müssen zahlreiche Planungsschritte durchlaufen werden. Die Wärmeplanung ist hier als ein erster Schritt zu sehen, in welcher geeignete Projektgebiete identifiziert werden. Eine detailliert technische Ausarbeitung des Wärmeversorgungssystems ist nicht Teil des Wärmeplans, sondern wird im Rahmen von

Machbarkeitsstudien erarbeitet. In diesem Bericht wird zwischen zwei Kategorien von Versorgungsgebieten unterschieden:

Eignungsgebiete für Wärmenetze

- Gebiete, welche auf Basis der bisher vorgegebenen Bewertungskriterien für Wärmenetze grundsätzlich geeignet sind.

Einzelversorgungsgebiete

- Gebiete, in welchen eine wirtschaftliche Erschließung durch Wärmenetze nicht gegeben ist. Die Wärmeerzeugung erfolgt individuell im Einzelgebäude.

5.1 Einordnung der Verbindlichkeit der identifizierten Eignungsgebiete Gebiete zum Neu- und Ausbau von Wärmenetzen:

In diesem Wärmeplan werden keine verbindlichen Ausbaupläne beschlossen. Die vorgestellten Wärmenetzeignungsgebiete dienen als strategisches Planungsinstrument für die Infrastrukturentwicklung der nächsten Jahre. Für die Eignungsgebiete sind weitergehende Einzeluntersuchungen auf Wirtschaftlichkeit und Realisierbarkeit zwingend notwendig. Die flächenhafte Betrachtung im Rahmen der KWP kann nur eine grobe, richtungsweisende Einschätzung liefern. In einem der Wärmeplanung nachgelagerten Schritt sollen auf Grundlage der Eignungsgebiete von den Projektentwicklern und Wärmenetzbetreibern konkrete Ausbauplanungen für Wärmenetzausbaugebiete erstellt werden.

Für den erstellten Wärmeplan gilt in Bezug auf das GEG:

„Wird in einer Kommune eine Entscheidung über die Ausweisung als Gebiet zum Neu- oder Ausbau eines Wärmenetzes oder als Wasserstoffnetzausbaugbiet auf der Grundlage eines Wärmeplans schon vor Mitte 2026 bzw. Mitte 2028 getroffen, wird der Einbau von Heizungen mit 65 Prozent Erneuerbaren Energien schon dann verbindlich. Der Wärmeplan allein löst diese frühere Geltung der Pflichten des GEG jedoch nicht aus. Vielmehr braucht es auf dieser Grundlage eine zusätzliche Entscheidung der Kommune über die Gebietsausweisung, die veröffentlicht sein muss.“ (BMWK, 2024).

Das bedeutet, wenn Gerlingen beschließt, vor 2028 Neu- und/oder Ausbaugebiete für Wärmenetze oder Wasserstoff auszuweisen, und diese veröffentliche, würde die 65 %-EE-Pflicht für Bestandsgebäude einen Monat nach Veröffentlichung gelten.

Zudem hat Gerlingen grundsätzlich die Möglichkeit, ein Gebiet als Wärmenetzvorranggebiet auszuweisen. Gebäudeeigentümer innerhalb eines Wärmenetzvorranggebietes mit Anschluss- und Benutzungszwang sind verpflichtet, sich an das Wärmenetz anzuschließen. Diese Verpflichtung besteht bei Neubauten sofort. Im Bestand besteht die Verpflichtung erst ab dem Zeitpunkt, an dem eine grundlegende Änderung an der bestehenden Wärmeversorgung vorgenommen wird.

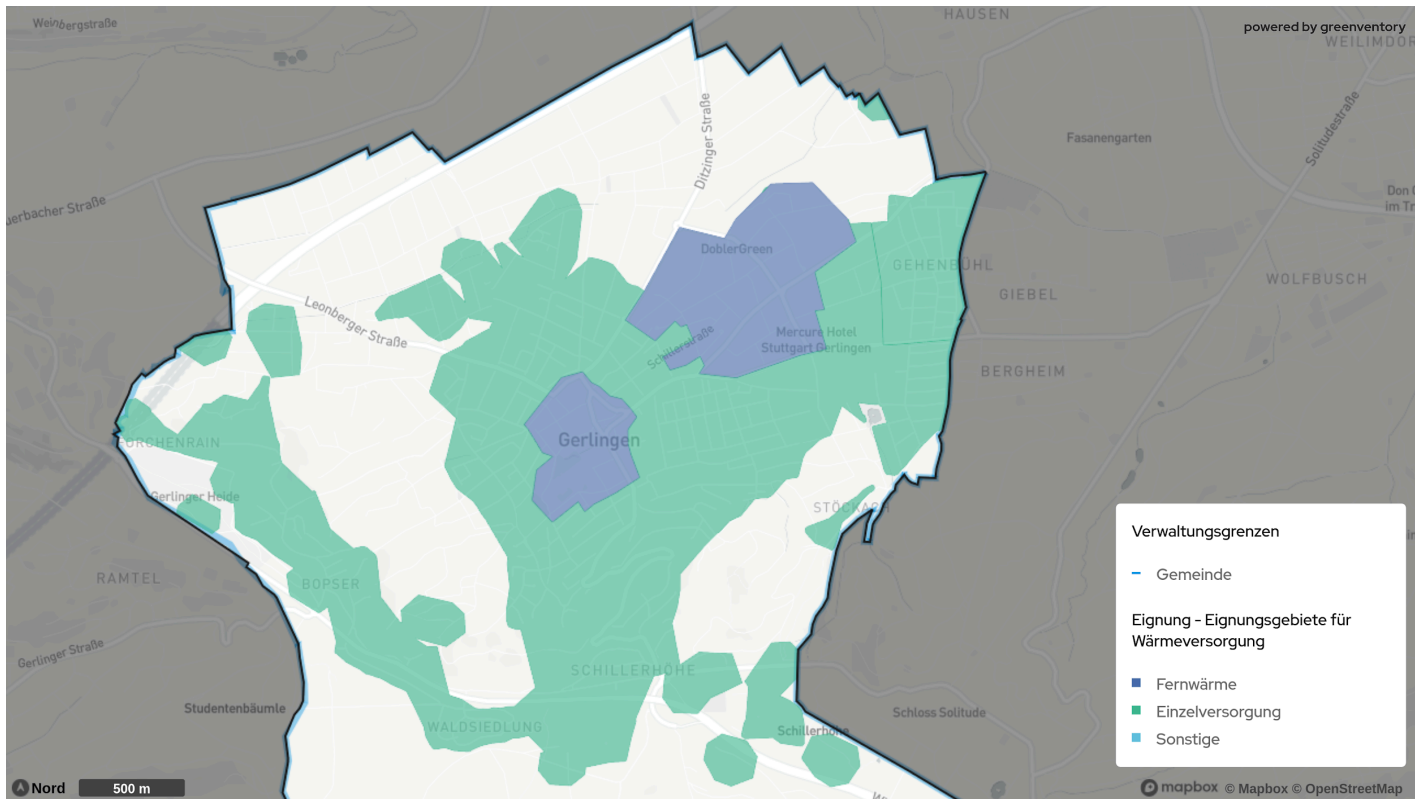


Abbildung 25: Übersicht über alle definierten Eignungsgebiete für Wärmenetze im Projektgebiet

5.2 Eignungsgebiete im Projektgebiet

Im Rahmen der Wärmeplanung lag der Fokus auf der Identifikation von Eignungsgebieten. Der Prozess der Identifikation der Eignungsgebiete erfolgte in drei Stufen:

1. Vorauswahl: Zunächst wurden die Eignungsgebiete automatisiert ermittelt, wobei ausreichender Wärmeabsatz pro Fläche bzw. Straßenzug und vorhandene Ankergebäude, wie kommunale Gebäude, berücksichtigt wurden. Auch bereits existierende Planungen und gegebenenfalls existierende Wärmenetze wurden einbezogen.

2. Lokale Restriktionen: In einem zweiten Schritt wurden die automatisiert erzeugten Eignungsgebiete im Rahmen von Expertengesprächen näher betrachtet. Dabei flossen sowohl örtliche Fachkenntnisse als auch die Ergebnisse der Potenzialanalyse ein. Es wurde analysiert, in welchen Gebieten neben einer hohen

Wärmedichte auch die Nutzung der Potenziale zur Wärmeerzeugung günstig erscheinen.

3. Umsetzungseignung: Im letzten Schritt unterzogen greenventory und die Stadtverwaltung die verbleibenden Gebiete einer weiteren Analyse und grenzten sie ein. Im Projektgebiet wurden die in Abbildung 25 dunkelblau eingezeichneten Eignungsgebiete identifiziert. Da die Festlegung der Eignungsgebiete im Rahmen der Wärmeplanung keine rechtliche Bindung hat, sind Anpassungen der Wärmenetzentwicklungsgebiete im Anschluss an die Wärmeplanung möglich. Sämtliche Gebiete, die nach den durchgeführten Analysen, zum aktuellen Zeitpunkt, als wenig geeignet für ein Wärmenetz eingestuft wurden, sind als Einzelversorgungsgebiete ausgewiesen.

Zusammensetzung der Wärmeerzeugung: Mittels Kennzahlen und üblichen Auslegungsregeln wurde für Eignungsgebiete ein Wärmeversorgungs-Szenario

skizziert. Hierbei wurde davon ausgegangen, dass im Versorgungsgebiet eine Anschlussquote von 70 % erreicht wird.

Es handelt sich hierbei um ein technisch sinnvolles Zielszenario, welches als Orientierung für die Definition der folglich ermittelten Maßnahmen gedeutet werden soll. Die vorgeschlagenen Wärmeversorgungstechnologien sind nicht verbindlich und wurden auf der aktuell verfügbaren Datengrundlage ermittelt.

In den folgenden Abschnitten werden die Eignungsgebiete in kurzen Steckbriefen vorgestellt und eine mögliche Wärmeversorgung anhand der lokal vorliegenden Potenzialen skizziert. Die vorgeschlagen nutzbaren Potential müssen auf die Machbarkeit, Umsetzbarkeit, Finanzierbarkeit und Wirtschaftlichkeit vertieft untersucht werden.

5.3 Wärmenetzeignungsgebiet "Nordost"

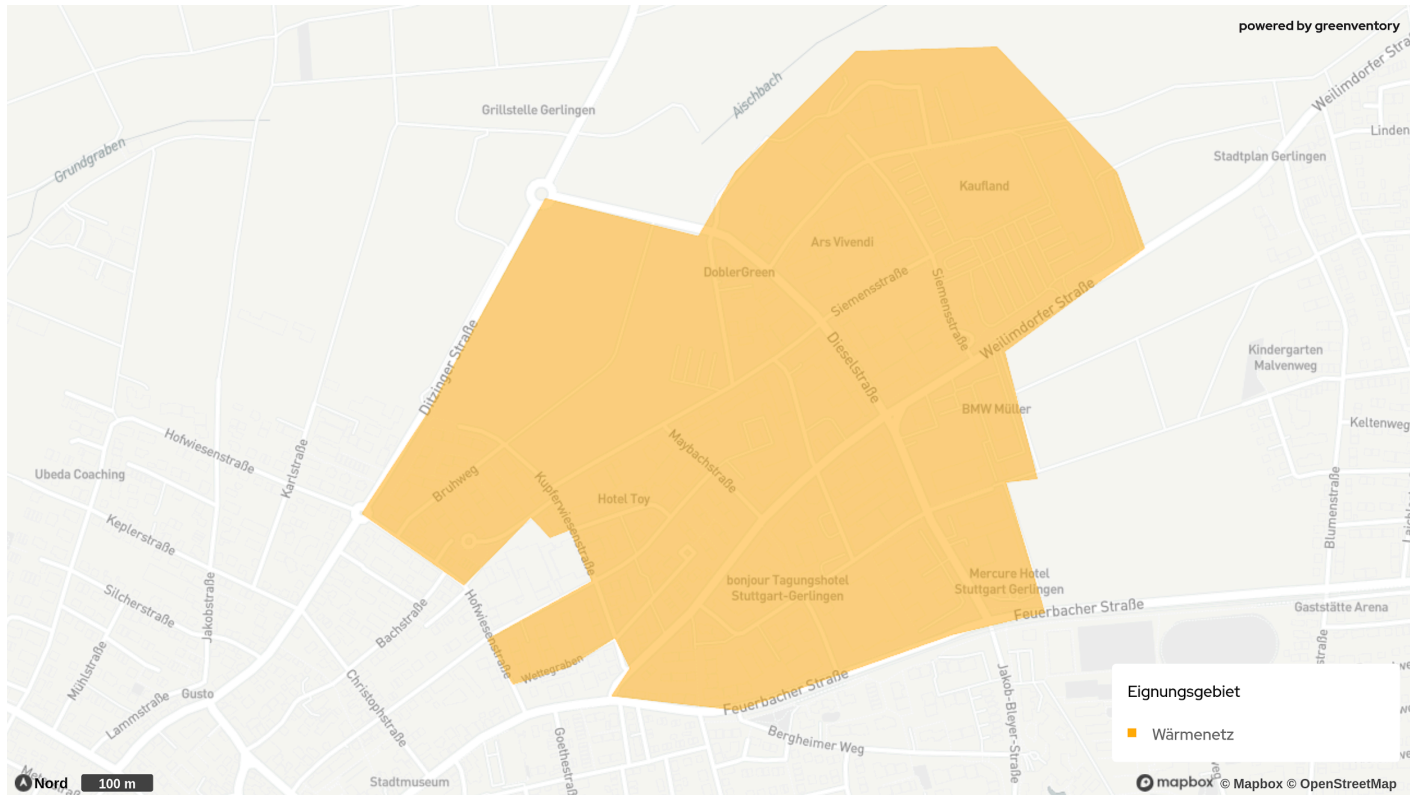


Abbildung 26: Wärmenetzeignungsgebiet "Nordost"

Fläche	60 ha
Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2024)	253
Aktueller Wärmebedarf (Datenbasis 2023)	ca. 22,0 GWh/a
Zukünftiger Wärmebedarf¹ (2040)	ca. 20,5 GWh/a
Trassenlänge	mind. 10 km
Ausgangssituation:	Der nordöstliche Teil Gerlingens (östlich der Hofwiesenstraße und nördlich der Feuerbachstraße) besteht hauptsächlich aus Gebäuden des Gewerbes, Handels und der Dienstleistungen. Hinzu kommen noch einige Gebäude in öffentlicher Hand und einige Wohngebäude, wobei die

¹ Hinweis: Der für das Zieljahr angegebene Wärmebedarf beinhaltet den in der Machbarkeitsstudie Wärmenetze 4.0 für das Neubaugebiet Bruhweg II veranschlagten Wärmebedarf der Neubauten.

meisten Wohngebäude Mehrfamilienhäuser darstellen. Die Bausubstanz in diesem Gebiet Gerlingens wurde vor dem Jahr 2000 errichtet, überwiegend sind Gebäude aus den Baujahren 1949 bis 1979 vorzufinden. Energieträger für Wärme sind in dem Eignungsgebiet mit wenigen Ausnahmen fossile Brennstoffe wie Öl und Erdgas. Die erfassten Heizsysteme gliedern sich in etwa gleichermaßen in zwei Altersklassen auf, 11-20 Jahre und 21-30 Jahre, vor allem in der letzteren Klasse ist damit zu rechnen, dass in den nächsten Jahren eine Erneuerung der Heizungssysteme stattfindet.

Das geplante Neubaugebiet "Bruhweg II" bietet sich optimal für die gleichzeitige Verlegung eines Wärmenetzes an. Das Eignungsgebiet Nordost bietet im Bestand einige große private Ankerkunden mit einem sehr hohen Wärmeverbrauch. Außerdem zeigt sich dort eine große Dichte an Gebäuden, welche ebenfalls einen hohen Wärmebedarf haben, sodass ein Zusammenschluss einer Wärmenetzversorgung des Neubaugebiets Bruhweg II und der Bestandsgebäude wirtschaftlich durchaus Sinn ergeben kann. Die technische Umsetzung des Wärmenetzes im Eignungsgebiet Nordost ist auf viele Arten denkbar, beispielsweise auch mittels kaskadierender Wärmenetze für die Bestands- und die Neubauten. Die detailliertere Planung ist Teil der in Maßnahme 1 beschriebenen nächsten Schritte.

Nutzbare Potenziale:

Großwärmepumpen auf Basis von Abwasser- oder Erdwärme sowie weitere nutzbare Potenziale sind zu untersuchen.

Verknüpfte Maßnahmen:

1, 3, 5

5.4 Wärmenetzeignungsgebiet "Innenstadt"

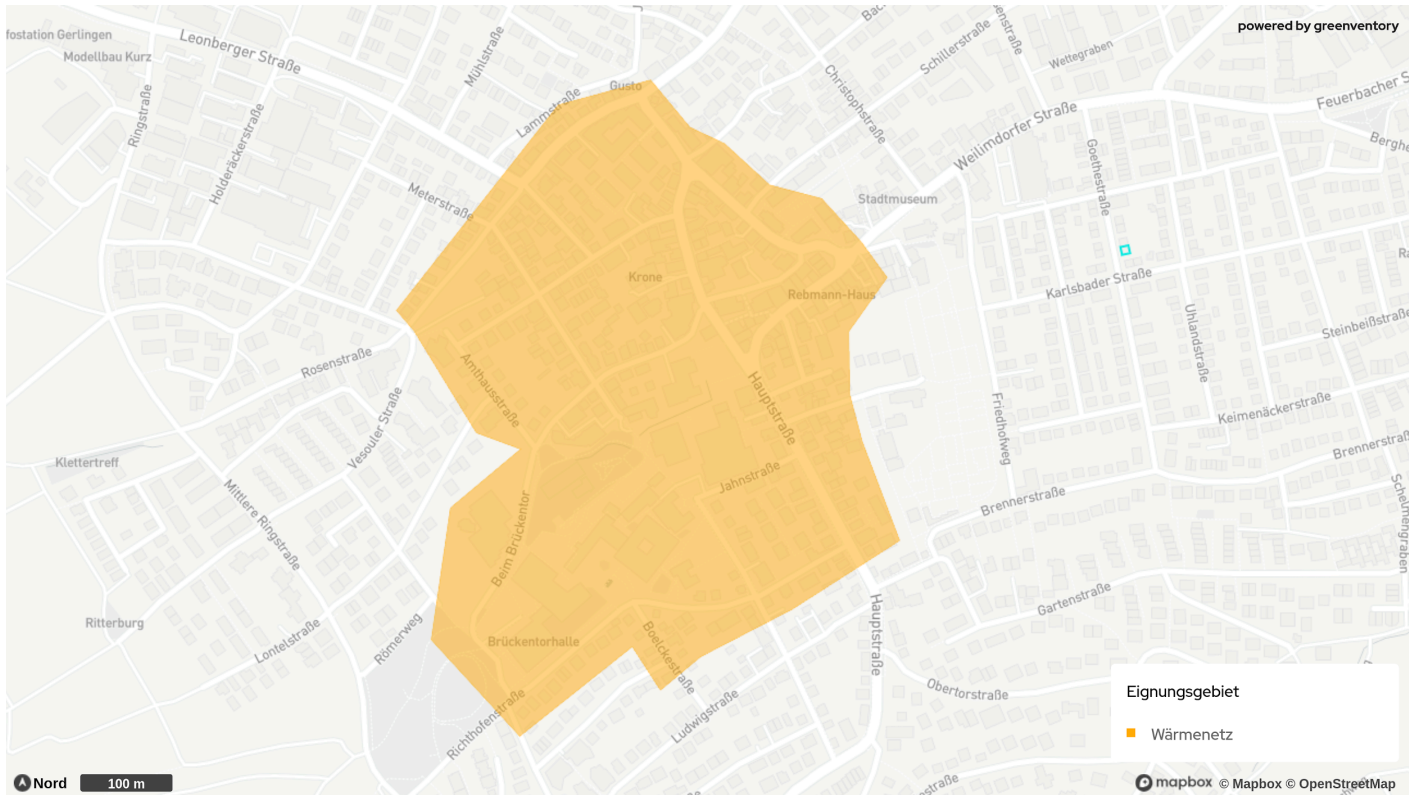


Abbildung 27: Wärmenetzeignungsgebiet "Innenstadt"

Fläche	25 ha
Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2024)	385
Aktueller Wärmebedarf (Datenbasis 2023)	ca. 15,0 GWh/a
Zukünftiger Wärmebedarf (2040)	ca. 11,5 GWh/a
Trassenlänge	ca. 4 km
Ausgangssituation:	<p>Das Stadtzentrum um das Rathaus Gerlingens herum zeichnet sich durch eine dichte Bebauung mit vielen öffentlichen Gebäuden und Wohngebäuden, darunter sowohl Mehr- als auch Einfamilienhäuser, aus. Die Bausubstanz dieser Gebäude ist vergleichsweise alt mit einem Baujahr der meisten Gebäude vor 1978.</p> <p>Die Heizsysteme sind demzufolge auch meist zwischen 15 und 30 Jahre</p>

alt, sodass ein Heizungsaustausch in den nächsten Jahren erwartet werden kann. Die dichte Bebauung und der alte Baubestand erschweren den Einbau von dezentralen Wärmeerzeugungsanlagen wie beispielsweise Luftwärmepumpen.

In der Innenstadt Gerlingens besteht bereits ein Wärmenetz, welches ausgehend einige kommunale Gebäude versorgt, darunter das gesamte Schulzentrum Gerlingen, die nahegelegene Stadthalle und Schwimmhalle, das Rathaus und die Stadtbibliothek sowie perspektivisch das Stadtmuseum. Es ist hervorzuheben, dass das Wärmenetz aktuell durch die Stadt Gerlingen betrieben wird, wodurch keine privaten Gebäude durch das Wärmenetz versorgt werden dürfen. Weitere Ankerkunden im Eignungsgebiet, die nicht am Wärmenetz angeschlossen sind, sind private Betriebe und ein großer Wohnkomplex im Norden des Eignungsgebietes.

In einer möglichen Machbarkeitsstudie sollte geprüft werden, ob das bestehende Wärmenetz um die privaten Gebäude im aufgezeigten Eignungsgebiet erweitert werden kann. Eine Option, die im Hinblick darauf auch beleuchtet werden kann, ist eine hydraulisch entkoppelte Anbindung eines neuen Wärmenetzes an das kommunale Wärmenetz. Unabhängig der technischen Umsetzung eines neuen Wärmenetzes bzw. der Erweiterung des Bestandsnetzes ist ein zukünftiges Betreiberkonzept des bestehenden Wärmenetzes zu prüfen.

Nutzbare Potenziale:

Großwärmepumpen auf Basis von Erdwärme sowie Nutzung eines bestehenden kommunalen Wärmenetzes. Weitere nutzbare Potenziale sind zu untersuchen.

Verknüpfte Maßnahmen:

2, 3, 5

6 Zielszenario

Das Zielszenario zeigt die mögliche Wärmeversorgung im Zieljahr, basierend auf den Eignungsgebieten und nutzbaren Potenzialen. Dieses Kapitel beschreibt die Methodik sowie die Ergebnisse einer Simulation des ausgearbeiteten Zielszenarios.

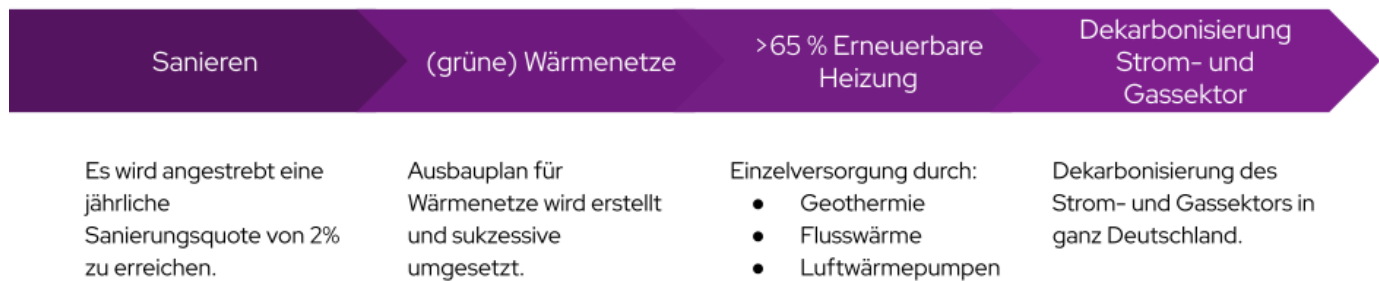


Abbildung 28: Simulation des Zielszenarios für 2040

Die Formulierung des Zielszenarios ist zentraler Bestandteil des kommunalen Wärmeplans. Das Zielszenario dient als Blaupause für eine treibhausgasneutrale und effiziente Wärmeversorgung. Das Zielszenario beantwortet quantitativ folgende Kernfragen:

- Wo können künftig Wärmenetze liegen?
- Wie lässt sich die Wärmeversorgung dieser Netze treibhausgasneutral gestalten?
- Wie viele Gebäude müssen bis zur Zielerreichung energetisch saniert werden?
- Wie erfolgt die Wärmeversorgung für Gebäude, die nicht an ein Wärmenetz angeschlossen werden können?

Die Erstellung des Zielszenario erfolgt in drei Schritten:

1. Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs mittels Modellierung
2. Identifikation geeigneter Gebiete für Wärmenetze
3. Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgung.

Zu beachten ist, dass das Zielszenario die Technologien zur Wärmeerzeugung nicht verbindlich festlegt, sondern es als Ausgangspunkt für die strategische Infrastrukturentwicklung dient. Die Umsetzung dieser

Strategie ist abhängig von zahlreichen Faktoren, wie der technischen Machbarkeit der Einzelprojekte sowie der lokalen politischen Rahmenbedingungen und der Bereitschaft der Gebäudeeigentümer zur Sanierung und einem Heizungstausch sowie dem Erfolg bei der Kundengewinnung für Wärmenetze.

6.1 Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs

Eine Reduktion des Wärmebedarfs ist eine zentrale Komponente zum Gelingen der Wärmewende. Im Zielszenario wurde für Wohngebäude eine Sanierungsrate von 2 % pro Jahr angenommen (dena, 2016). Die Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs erfolgt unter Nutzung von repräsentativen Typgebäuden. Diese basieren auf der Gebäudetypologien nach TABULA (IWU, 2012). Für Nichtwohngebäude wird eine Reduktion des Wärmebedarfs anhand von Reduktionsfaktoren berechnet. Es werden im Nichtwohnbereich folgende Einsparungen des Wärmebedarfs bis 2050 angenommen und entsprechend auf 2040 angepasst:

- Gewerbe, Handel & Dienstleistungen: 37 %
- Industrie: 29 %
- Kommunale Liegenschaften: 33 %

Die Simulation der Sanierung erfolgt jahresscharf und gebäudespezifisch. Jedes Jahr werden die 2 % der

Gebäude mit dem schlechtesten Sanierungszustand saniert. Abbildung 29 zeigt den Effekt der Sanierung auf den zukünftigen Wärmebedarf. Für das Zwischenjahr 2030 ergibt sich ein Wärmebedarf von 126 GWh, was einer Minderung um ca. 13 % entspricht. Für das Zieljahr 2040 reduziert sich der Wärmebedarf durch fortschreitende Sanierungen weiter, sodass der jährliche Wärmebedarf noch 106 GWh beträgt, was einer Minderung um ca. 27 % gegenüber dem Basisjahr entspricht.

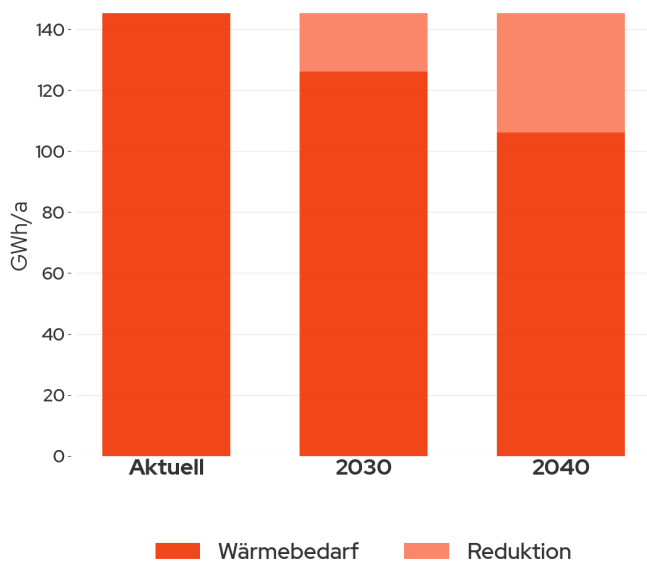


Abbildung 29: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion im Ziel- und Zwischenjahr

6.2 Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgung

Nach der Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs und der Bestimmung der Eignungsgebiete für Wärmenetze erfolgt die Ermittlung der zukünftigen Versorgungsinfrastruktur. Es wird jedem Gebäude eine Wärmeerzeugungstechnologie zugewiesen. Zur Ermittlung der zukünftigen Wärmeerzeugungstechnologie in den beheizten Gebäuden, wird für 70 % der Gebäude, die in einem Wärmenetzeignungsgebiet liegen, ein Anschluss an das Wärmenetz mittels einer Hausübergabestation angenommen. In diesem Szenario werden etwa 10 % der Gebäude über Wärmenetze versorgt (siehe Abbildung 30).

Gebäude außerhalb der Eignungsgebiete werden individuell beheizt. Falls auf dem jeweiligen Flurstück die Möglichkeiten zur Installation einer Wärmepumpe vorhanden sind, wird eine Luftwärmepumpe oder eine Erdwärmepumpe zugeordnet. Andernfalls wird ein Biomassekessel angenommen. Dieser kommt auch bei großen gewerblichen Gebäuden zum Einsatz. Der mögliche Einsatz von Wasserstoff wurde aufgrund fehlender belastbarer Planungsmöglichkeiten sowie Verfügbarkeit im Szenario nicht betrachtet.

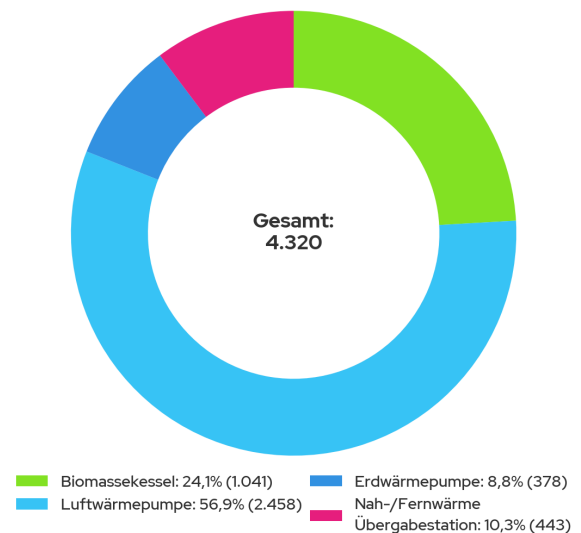


Abbildung 30: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2040

Die Ergebnisse der Simulation sind in Abbildung 30 für das Jahr 2040 dargestellt. Eine Analyse der eingesetzten Wärmeerzeugungstechnologien macht deutlich, dass 56,7 % der Haushalte zukünftig mit Luftwärmepumpen beheizt werden könnten, was einer Gebäudeanzahl von 2.458 entspricht. Erdwärmepumpen sind in diesem Szenario in 8,7 % der Gebäude verbaut, was insgesamt 378 Gebäuden entspricht. Um diesen Ausbaugrad an Wärmepumpen zu erreichen, müsste jährlich eine dreistellige Zahl an Wärmepumpen installiert werden. Einzelheizungen mit Biomasse könnten nach diesen Berechnungen zukünftig in 24 % der Gebäuden zum Einsatz kommen. Abbildung 31 stellt das modellierte zukünftige Versorgungsszenario im Projektgebiet dar. Darin sind

die Eignungsgebiete für Wärmenetze sowie die Einzelversorgungsgebiete dargestellt, welche durch Heizsystem, betrieben durch Biomasse und Strom, versorgt werden.

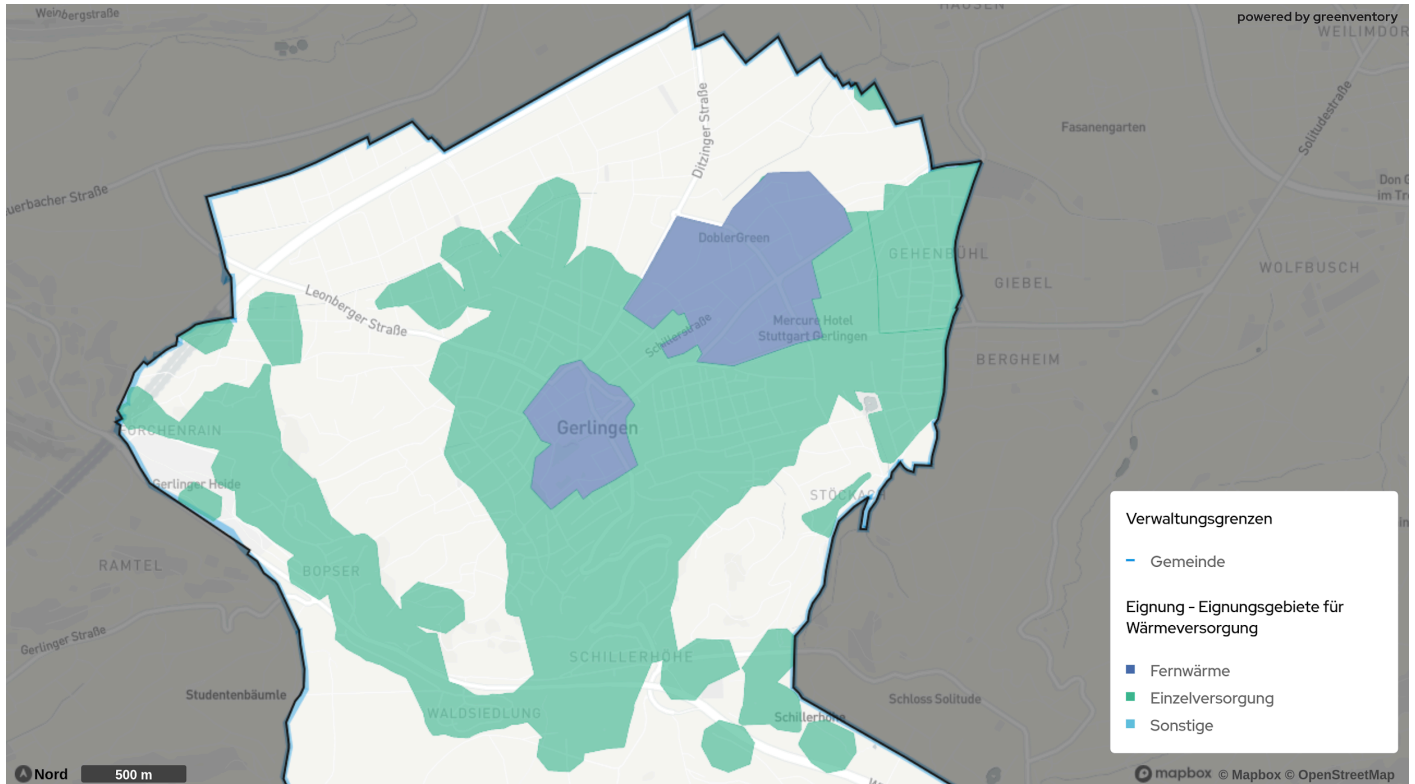


Abbildung 31: Eignungsgebiete für das Zieljahr 2040

6.3 Zusammensetzung der Fernwärmeerzeugung

Im Kontext der geplanten Fernwärmeerzeugung bis 2040 wurde eine Projektion hinsichtlich der Zusammensetzung der im Zieljahr verwendeten Energieträger durchgeführt. Diese basiert auf Kenntnissen zu aktuellen und zukünftigen Energieerzeugungstechnologien.

Die Zusammensetzung der im Zieljahr 2040 voraussichtlich für die Fernwärmeversorgung eingesetzten Energieträger ist in Abbildung 32 dargestellt. Mit Anteilen von 5 % und 15 % könnten die Wärmenetze im Zieljahr 2040 durch Biogas und Biomasse als Energieträger versorgt werden.

Großwärmepumpen, welche Umweltwärme (Luft, Abwasser sowie Geothermie in ausgewählten

Randlagen) und Strom kombinieren, könnten zukünftig 80 % der benötigten Wärme für die Fernwärme bereitstellen.

Jeder dieser Energieträger wurde aufgrund seiner technischen Eignung, Umweltverträglichkeit und Effizienz im Kontext der Fernwärmeerzeugung ausgewählt. Es ist zu betonen, dass diese initialen Werte in nachgelagerten Machbarkeitsstudien, die für jedes Eignungsgebiet durchgeführt werden, noch weiter verfeinert und validiert werden müssen, sodass sich im Zieljahr eine andere Zusammensetzung der Fernwärme ergeben kann.

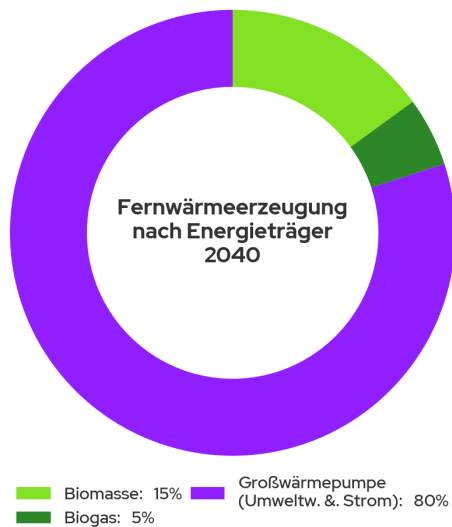


Abbildung 32: Fernwärmeerzeugung nach Energieträger im Zieljahr 2040

6.4 Entwicklung der eingesetzten Energieträger

Basierend auf den zugewiesenen Wärmeerzeugungstechnologien aller Gebäude im Projektgebiet wird der Energieträgermix für das Zieljahr 2040 berechnet.

Der Energieträgermix zur Deckung des zukünftigen Endenergiebedarfs gibt Auskunft darüber, welche Energieträger in Zukunft zur Wärmeversorgung in Wärmenetzen und in der Einzelversorgung zum Einsatz kommen.

Zunächst wird jedem Gebäude ein Energieträger zugewiesen. Anschließend wird dessen Endenergiebedarf basierend auf dem Wirkungsgrad der Wärmeerzeugungstechnologie sowie des Wärmebedarfs berechnet. Dafür wird der jeweilige Wärmebedarf im Zieljahr durch den thermischen Wirkungsgrad der Wärmeerzeugungstechnologie dividiert. Der Endenergiebedarf nach Energieträger für das Zwischenjahr 2030 sowie das Zieljahr 2040 ist in Abbildung 33 dargestellt.

Die Zusammensetzung der verschiedenen Energieträger am Endenergiebedarf erfährt einen Übergang von fossilen hin zu nachhaltigen Energieträgern. Zudem sinkt der gesamte

Endenergiebedarf durch die Annahme fortschreitender Sanierungen.

Der Anteil der Fernwärme am Endenergiebedarf 2040 wird über das betrachtete Zwischenjahr 2030 deutlich steigen. In diesem Szenario wird angenommen, dass sämtliche Wärmenetzungsgebiete vollständig erschlossen sein werden.

Der Anteil von Strom für dezentrale Wärmepumpen am Endenergiebedarf 2040 fällt trotz der 65,4 % mit dezentralen Luft- oder Erdwärmepumpen beheizten Gebäude vergleichsweise gering aus. Aufgrund der angenommenen Jahresarbeitszahl von ca. drei für die Wärmepumpen ergibt sich eine größere, durch die Wärmepumpe bereitgestellte Energiemenge als der eingesetzte und hier dargestellte Strombedarf.

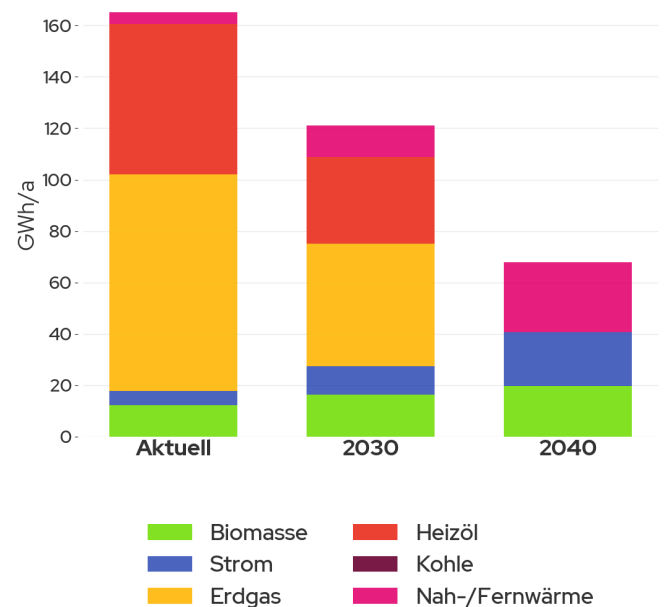


Abbildung 33: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger im zeitlichen Verlauf

6.5 Bestimmung der Treibhausgasemissionen

Die dargestellten Veränderungen in der Zusammensetzung der Energieträger bei der Einzelversorgung und in Wärmenetzen führen zu einer kontinuierlichen Reduktion der Treibhausgasemissionen (siehe Abbildung 34). Es zeigt sich, dass im

angenommenen Szenario im Zieljahr 2040 eine Reduktion um ca. 96 % verglichen mit dem Basisjahr erzielt werden kann. Dies bedeutet, dass ein CO₂-Restbudget im Wärmesektor von ca. 1.390 tCO₂e im Jahr 2040 anfällt. Dieses muss kompensiert oder durch weitere technische Maßnahmen im Rahmen des kommunalen Klimaschutzes bilanziell reduziert werden, um die Treibhausgasneutralität im Zieljahr zu erreichen. Das Restbudget ist den Emissionsfaktoren der erneuerbaren Energieträger zuzuschreiben, die auf die Emissionen entlang der Wertschöpfungskette (z. B. Fertigung und Installation) zurückzuführen sind. Eine Reduktion auf 0 tCO₂e ist daher nach aktuellem Technologiestand auch bei ausschließlichen Einsatz erneuerbarer Energieträger nicht möglich.

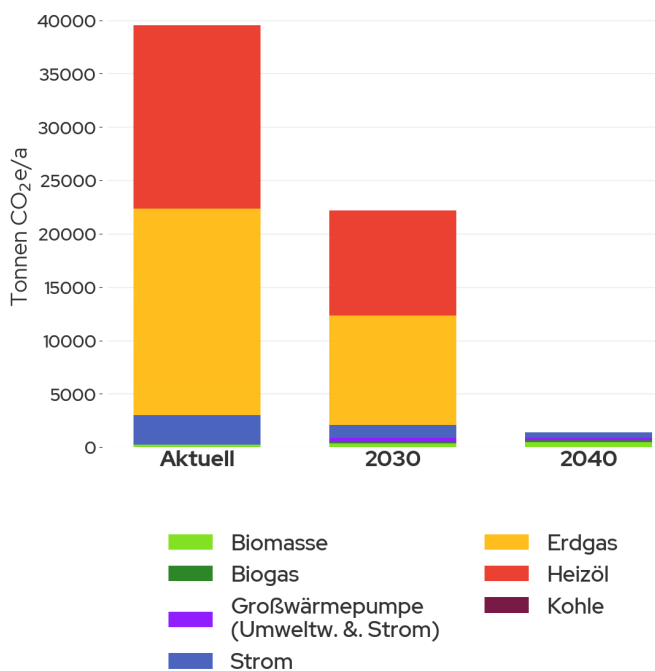


Abbildung 34: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf

Einen wesentlichen Einfluss auf die zukünftigen THG-Emissionen haben neben der eingesetzten Technologie auch die zukünftigen Emissionsfaktoren. Für die vorliegende Berechnung wurden die in der Tabelle 1 aufgeführten Emissionsfaktoren angenommen. Gerade im Stromsektor wird von einer

erheblichen Reduktion der CO₂-Intensität ausgegangen, was sich positiv auf die CO₂-Emissionen von Wärmepumpenheizungen auswirkt.

Wie in Abbildung 35 zu sehen ist, werden im Jahr 2040 biogene Stoffe und Strom den Großteil der verbleibenden Emissionen ausmachen. Um eine vollständige Treibhausgasneutralität erreichen zu können, sollte im Rahmen der Fortschreibung der Wärmeplanung der Kompensation dieses Restbudgets Rechnung getragen werden.

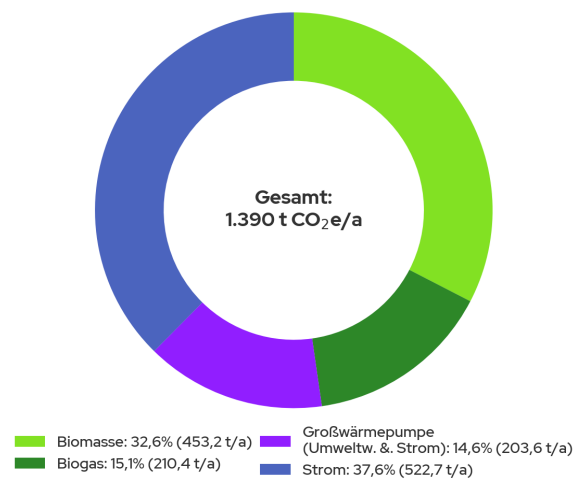


Abbildung 35: Treibhausgas-Emissionen nach Energieträger im Jahr 2040

6.6 Zusammenfassung des Zielszenarios

Durch die Simulation des Zielszenarios zeigt sich, wie sich der Wärmebedarf bis ins Zieljahr 2040 bei einer Sanierungsquote von 2 % entwickelt. Der bundesweite Durchschnitt der Sanierungsquote liegt aktuell jedoch bei lediglich 0,8 %. Dies unterstreicht die Dringlichkeit großflächiger Sanierungen, um die Wärmewende erfolgreich zu gestalten.

Im betrachteten Szenario werden gut 90 % der Gebäude dezentral über Wärmepumpen oder Biomasse beheizt. Parallel dazu wird der Ausbau der Fernwärmeversorgung vorangetrieben und es wird angenommen, dass im Zieljahr 2040 alle Wärmenetze der erarbeiteten Eignungsgebiete umgesetzt und die angestrebten Anschlussquoten erreicht worden sind. Um die Dekarbonisierung des Wärmesektors im

Projektgebiet zu erreichen, müssen konsequent erneuerbare Energiequellen auf dem Projektgebiet erschlossen werden. Auch wenn dies, wie im Zielszenario angenommen, erreicht wird, bleiben 2040 Restemissionen von 1.390 tCO₂e/a. Im Rahmen der Fortschreibungen des Wärmeplans müssen hierzu weitere Maßnahmen und Strategien entwickelt werden, um eine vollständige Treibhausgasneutralität des Wärmesektors erreichen zu können.

Für die Zeit bis 2040 und insbesondere das Zwischenzieljahr 2030 ist mit einer fortschreitenden Entwicklung und Transformation der Wärmeversorgungsinfrastruktur zu rechnen. Hierbei ist zu erwarten, dass bereits 2030 eine Vielzahl der Gebäude Gerlingens mittels Wärmepumpen mit Wärme versorgt werden und Teile des Umbaus und der Erweiterung der zentralen Wärmenetzinfrastruktur sich in Umsetzung befinden werden. Hierdurch wird es für Gerlingen bereits 2030 zur dargestellten Reduktion der Treibhausgasemissionen kommen.

7 Maßnahmen und Wärmewendestrategie

In den vorhergehenden Kapiteln dieses Berichts wurden die wichtigsten Elemente einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung identifiziert, Eignungsgebiete bestimmt und simulativ quantifiziert. Zur Umsetzung der Wärmewende wurden die Ergebnisse der Analysen konkretisiert und in Maßnahmen überführt.

Die Maßnahmen bilden den Kern des Wärmeplans und bieten den Einstieg in die Transformation zum angestrebten Zielszenario. Gemäß § 27 Abs. 2 KlimaG BW sind mindestens fünf Maßnahmen im Wärmeplan zu nennen, mit deren Umsetzung innerhalb der auf die Veröffentlichung folgenden fünf Jahre begonnen werden soll. Diese können sowohl „harte“ Maßnahmen mit messbarer CO₂-Einsparung als auch "weiche" Maßnahmen, etwa in der Öffentlichkeitsarbeit, sein. Für die Auswahl der quantitativen Maßnahmen dienten die Erkenntnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse als Grundlage.

In Kombination mit dem Fachwissen beteiligter Akteure, greenventory sowie der lokalen Expertise der Stadtverwaltung, wurde der Handlungsspielraum so eingegrenzt, dass fünf zielführende Maßnahmen identifiziert werden konnten. Im folgenden werden die einzelnen Maßnahmen vorgestellt. Zu jeder Maßnahme werden eine geografische Verortung vorgenommen sowie die wichtigsten Kennzahlen ausgewiesen. Über die fünf dargestellten Maßnahmen hinaus erfolgt die Darstellung einer übergreifenden Wärmewendestrategie, um die weiteren Schritte der Wärmewende Gerlingens bis zum Zieljahr 2040 aufzuzeigen.

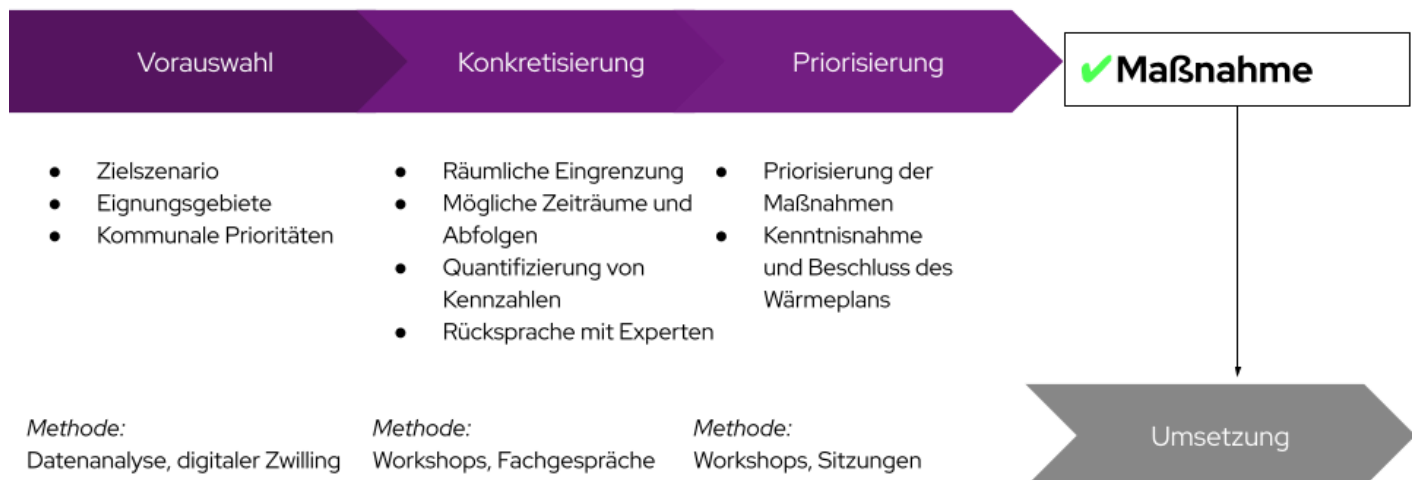


Abbildung 36: Entwicklung von Maßnahmen zur Erreichung des Zielszenarios

7.1 Erarbeitete Maßnahmen Gerlingen

- **Erweiterte Machbarkeitsstudie Wärmenetzeignungsgebiet Nordost durchführen:** Durchführung einer erweiterten Machbarkeitsstudie zum Wärmenetzbau im Nordosten Gerlingens, überwiegend für die an den Bruhweg II angrenzenden Bereiche.

- **Wärmenetzeignungsgebiet Innenstadt voranbringen:** Durchführung einer Machbarkeitsstudie bzw. eines Transformationplans zum Wärmenetz(aus-)bau im Zentrum Gerlingens.
- **Prüfung des zukünftigen Betriebs der Wärmenetze Gerlingens:** Prüfen der Überführung des bestehenden Wärmenetzes in


















der Innenstadt Gerlingens in eine Betreibergesellschaft. Zudem soll konzeptionell und rechtlich die Einführung einer Wärmesatzung für die Wärmenetzgebiete Gerlingens geprüft werden.

- **Digitale Sanierungserstberatung für die Bürgerschaft anbieten:** Erste Einschätzung zur energetischen Situation der eigenen Gebäude, bevor ein Energieberater

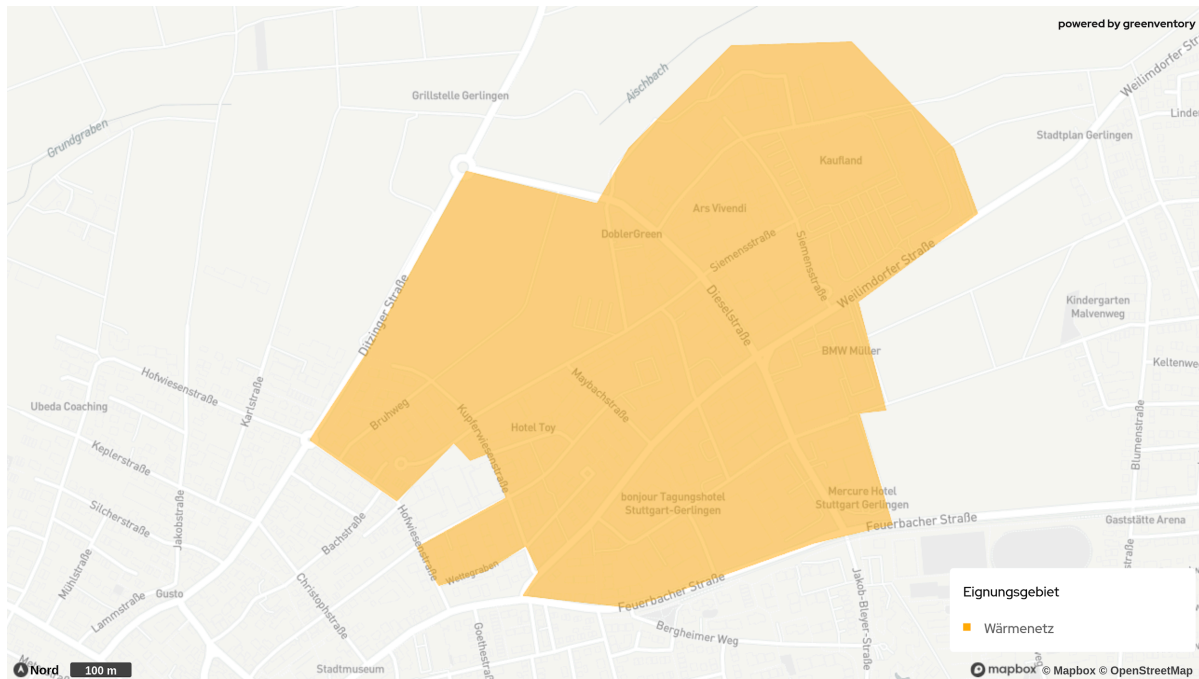
hinzugezogen wird.

- **Finanzierungs- und Umsetzungsverfahren prüfen:** Prüfung von Finanzierungsoptionen und Identifikation von Umsetzungshemmnissen zur Beschleunigung und Umsetzung der Wärmewende Gerlingens.

Tabelle 3: Übersicht und Einordnung der Maßnahmen

Maßnahme	Koordinat ion & Manage ment	Beratung & Informa tion	Planung / Studie	Dezentrale Wärmever sorgungs gebiete	Wärme netz	Wärme netz quellen
1 Wärmenetzgebiet Nordost						
2 Wärmenetzgebiet Innenstadt						
3 Betrieb Wärmenetze						
4 Dig. Sanierungs erstberatung						
5 Finanzierung & Umsetzung						

7.2 Maßnahme 1: Erweiterte Machbarkeitsstudie Wärmenetzzeignungsgebiet Nordost durchführen



Maßnahmentyp



Koordination und Management |



Planung & Studie



Wärmenetz |



Wärmenetzquellen

Beschreibung der Maßnahme

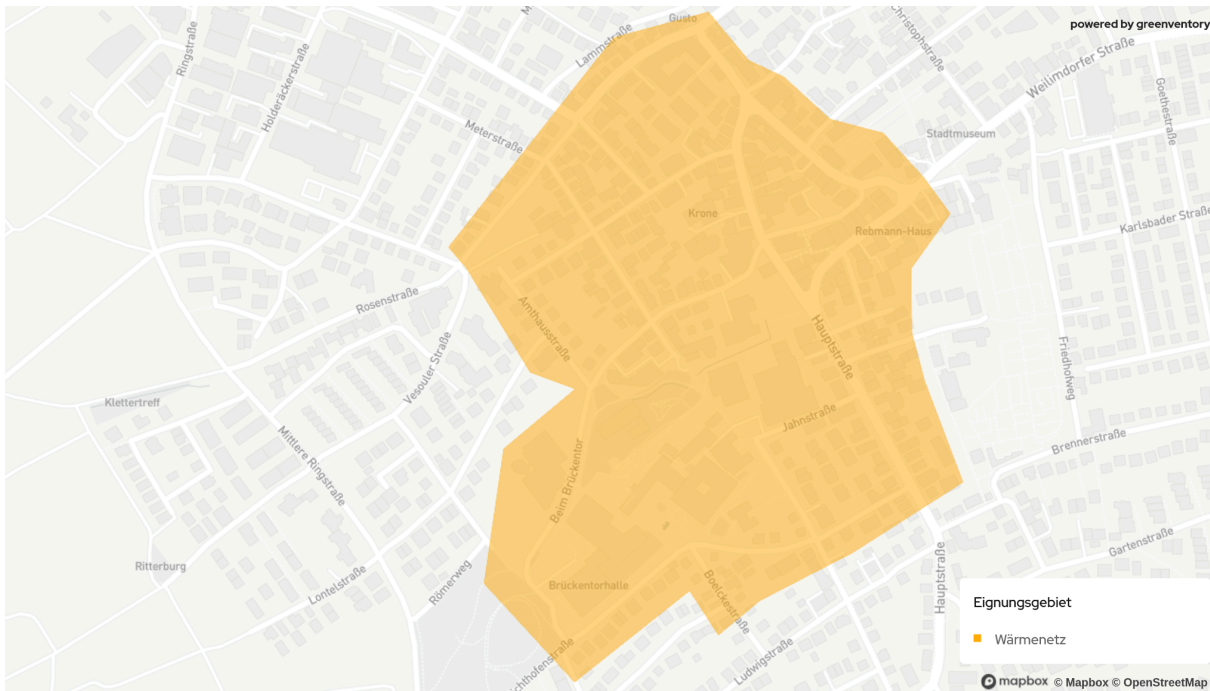
Auf Grundlage des identifizierten Wärmenetzzeignungsgebietes im Nordosten Gerlingens sowie der vorhandenen Machbarkeitsstudie Wärmenetze 4.0 für das Neubaugebiet Bruhweg II und des Ausschreibungsverfahrens "Bau und Betrieb Wärmenetz Bruhweg II" soll eine erweiterte Machbarkeitsstudie zum Wärmenetzbaus in den an den Bruhweg II angrenzenden Gebieten durchgeführt werden. Das Wärmenetz soll dabei vorrangig den aktuellen Baubestand umfassen. Innerhalb der Grundlagenermittlung sollen auch bisherige Erkenntnisse der Wärmeplanung für das Neubaugebiet Bruhweg II berücksichtigt werden. Zudem sollten vor allem folgende Aspekte aufgegriffen und untersucht werden:

- Kaskadierende Wärmenetze (z. B. Versorgung der Bestandsgebäude mit höher temperierten Wärmenetz und Kopplung eines kalten Wärmenetzes für den Neubau mit diesem)
- Einbindung von erneuerbaren Energiequellen (vor allem Abwasser- und Erdwärme mittels Wärmepumpen)





- Etappierung der Wärmenetzentwicklung
- Trassenverläufe und Netztemperaturen
- Lokalisierung der Heizzentrale

Verantwortliche Akteure	Stadt Gerlingen, durchführendes Ingenieurbüro
Flächen / Ort	<p>Das Gebiet wird wie oben dargestellt ungefähr durch folgende Straßen abgegrenzt:</p> <ul style="list-style-type: none">• Norden: Dieselstr., Aichbach, Gutenbergstr.• Osten: Weilimdorfer Str., Feldwege• Süden: Feuerbacher Str.• Westen: Weilimdorfer Str., Kupferwiesenstr., Wettegraben, Hofwiesenstr., Schillerstr., Fürsaalstr., Ditzingerstr.
Priorität	Hoch
Umsetzungsbeginn	Bis Ende 2026
Geschätzte Kosten	ca. 50.000 - 120.000 €
Erzielbare Treibhausgas-emissionseinsparung	ca. 6.000 tCO ₂ e/a

7.3 Maßnahme 2: Wärmenetzeignungsgebiet Innenstadt voranbringen



Maßnahmentyp

 Koordination und Management |
  Planung & Studie
 Wärmenetz |
  Wärmenetzquellen

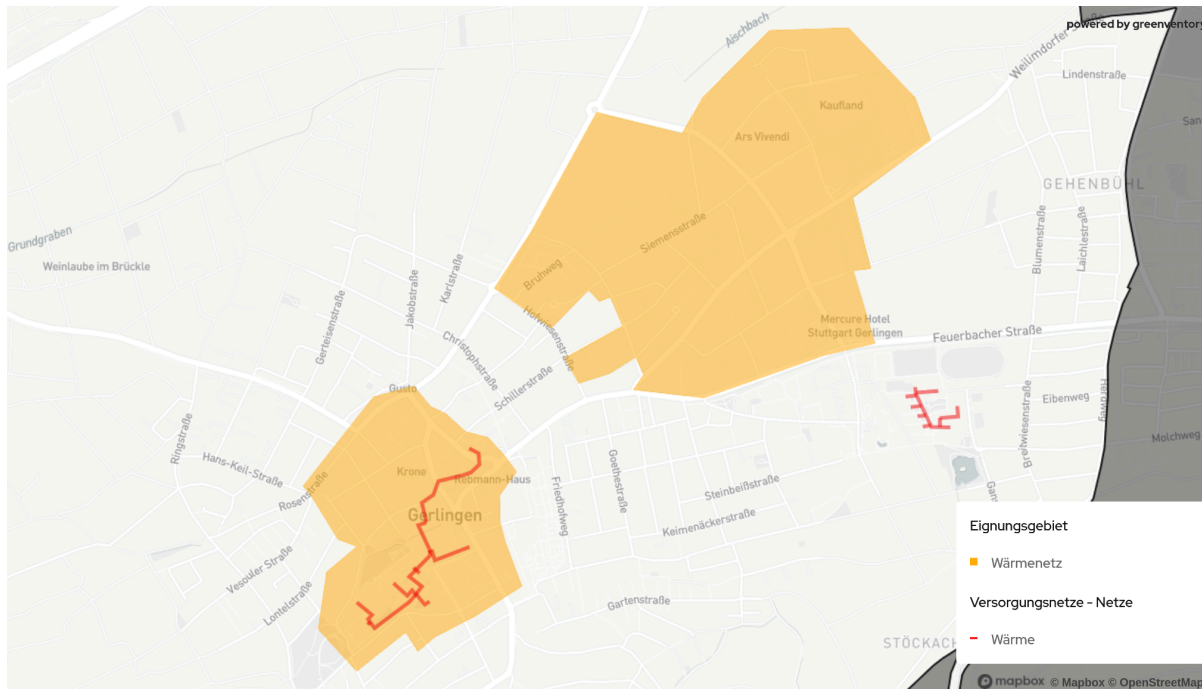
Beschreibung der Maßnahme

Aktuell gibt es in der Innenstadt Gerlingens ein kommunal betriebenes Wärmenetz, über das mehrere Gebäude der Stadt Gerlingen mit Nahwärme versorgt werden. Auf Grundlage des identifizierten Wärmenetzeignungsgebiets im Zentrum Gerlingens soll eine Machbarkeitsstudie bzw. ein Transformationsplan zum Neubau eines Wärmenetzes bzw. zum Ausbau des bestehenden Wärmenetzes erstellt werden. Für die Planung des Wärmenetzbaus sind auch die Erkenntnisse der Maßnahme 3 bezüglich des zukünftigen Betreibermodells des bestehenden kommunalen Netzes entscheidend, da hiervon u. a. abhängt, ob es für die Versorgung von Privatgebäuden erweitert oder als Wärmequelle für ein zweites Wärmenetz genutzt werden kann. Innerhalb der Machbarkeitsstudie bzw. des Transformationsplans sollten daher vor allem folgende Aspekte aufgegriffen und untersucht werden:

- Kaskadierende Wärmenetze (z. B. (Teil-)Versorgung eines neuen Wärmenetzes für Privatgebäude mittels des bestehenden Wärmenetzes)
- Einbindung verschiedener Wärmequellen (z. B.

	<p>bestehendes Wärmenetz, Schwimmbad sowie Abwasser- und Erdwärme mittels Wärmepumpen)</p> <ul style="list-style-type: none">• Etappierung der Wärmenetzentwicklung• Trassenverläufe und Netztemperaturen• Lokalisierung der Heizzentrale
Verantwortliche Akteure	Stadt Gerlingen, durchführendes Ingenieurbüro
Flächen / Ort	<p>Das Gebiet wird wie oben dargestellt ungefähr durch folgenden Straßen abgegrenzt:</p> <ul style="list-style-type: none">• Norden: Rosenstr.• Osten: Schulstr., Kirchstr., Hauptstr.• Süden: Richthofenstr., Boelckestr.• Westen: Beim Brückentor, Amthausstr.
Priorität	Hoch
Umsetzungsbeginn	Bis Ende 2026
Geschätzte Kosten	ca. 50.000 – 80.000 €
Erzielbare Treibhausgas-emissionseinsparung	bis zu ca. 4.200 tCO ₂ e/a

7.4 Maßnahme 3: Prüfung des zukünftigen Betriebs der Wärmenetze Gerlingens



Maßnahmentyp



Koordination und Management |  Wärmenetz |

Beschreibung der Maßnahme

Aktuell werden kommunale Gebäude im Zentrum Gerlingens und im Osten Gerlingens durch Wärmenetze versorgt. Der Betrieb dieser Wärmenetze erfolgt durch die Stadt Gerlingen. Um den wirtschaftlichen Betrieb dieser Wärmenetze und mögliche Netzerweiterungen bzw. den Neubau von Wärmenetzen zu gewährleisten und zu unterstützen, sollen unterschiedliche Betreiberkonzepte für die bestehenden Wärmenetze untersucht werden.

Dabei sind unterschiedliche Betreiberkonzepte zu strukturieren, zu bewerten und zu vergleichen. Auch die eventuelle Neugründung einer Betreibergesellschaft oder der Verkauf des Netzes sind Möglichkeiten, die in Betracht gezogen werden sollten. Zudem sollte ein Augenmerk auf unterschiedliche Rahmenbedingungen gelegt werden, die die Betreiberkonzepte beeinflussen.

Außerdem soll die Möglichkeit und Umsetzbarkeit der Implementierung einer Wärmesatzung zum Ziele einer hohen Anschlussquote in Wärmenetausbaubereichen geprüft werden.

In der Durchführung dieser Maßnahme kann der Austausch mit Energieagenturen und anderen Kommunen zielführend sein sowie das Hinzuziehen einer Wirtschafts- bzw. Rechtsberatung.

Verantwortliche Akteure	Stadt Gerlingen, Dritte als Wissensgeber, Energieagenturen, eventuell Wirtschafts- oder Rechtsberatungskanzlei
Flächen / Ort	Wärmenetzgebiete in Gerlingen
Priorität	Hoch
Umsetzungsbeginn	Bis Ende 2026
Geschätzte Kosten	Kosten v. a. durch Personalaufwand und evtl. Wirtschafts- bzw. Rechtsberatung ca. 35.000 - 60.000 €
Erzielbare Treibhausgas-emissionseinsparung	Aktuell nicht bezifferbar

7.5 Maßnahme 4: Digitale Sanierungserstberatung für die Bürgerschaft anbieten



Maßnahmentyp



Koordination und Management |



Beratung & Information



Wärmenetz |



Dezentrale Wärmeversorgungsgebiete

Beschreibung der Maßnahme

Im Rahmen der Wärmewende Gerlingens gilt es, den Bürgerinnen und Bürgern ausreichende Informationen und Wissen zu vermitteln, sodass Sie befähigt werden, fundierte Entscheidungen zu treffen. Hierunter zählen vor allem aus Sicht der Bürgerschaft die Fragen zur Sanierung der eigenen Immobilien.

Innerhalb dieser Maßnahme soll ein digitales Sanierungserstberatungsangebot für die Bürgerschaft aufgebaut und angeboten werden, um eine Ersteinschätzung der energetischen Situation des eigenen Gebäudes und seines Optimierungspotenzials zu vermitteln, noch bevor ein Energieberater hinzugezogen wurden. Hierdurch soll die Entscheidungsfindung vereinfacht und die Umsetzung der eventuell nachfolgend eingeleiteten Schritte zielgerichteter und effizienter erfolgen können. Als Nebeneffekt dieses Angebots soll der ressourcenschonende Einsatz der Energieberatungskapazitäten unterstützt werden.

Für die Umsetzung dieser Maßnahme kann ein eigenes Angebot aufgebaut werden, auf bestehende Beratungstools anderer staatlicher Akteure verwiesen oder ein digitales Beratungstool

privatwirtschaftlicher Unternehmen genutzt werden.

Verantwortliche Akteure	Stadt Gerlingen, digitaler Dienstleister
Flächen / Ort	Gerlingen (gesamtstädtisch)
Priorität	Mittel
Umsetzungsbeginn	Bis Ende 2026
Geschätzte Kosten	Kosten ca. 5.000 - 15.000 €
Erzielbare Treibhausgas- emissionseinsparung	Aktuell nicht bezifferbar

7.6 Maßnahme 5: Finanzierungs- & Umsetzungsverfahren prüfen



Maßnahmentyp



Koordination und Management |



Wärmenetz



Dezentrale Wärmeversorgungsgebiete

Beschreibung der Maßnahme

Die Wärmewende Gerlingens benötigt zur Umsetzung – gerade im Hinblick auf den Bau zentraler Wärmeversorgungsinfrastrukturen – finanzielle Ressourcen. Innerhalb dieser Maßnahme soll die Stadt Gerlingen Finanzierungsoptionen prüfen. Hierbei sollen neben den üblichen Förderprogrammen auch innovative Ansätze wie beispielsweise Energiespar-Contracting oder Genussrechte in Betracht gezogen werden.

Außerdem sollen innerhalb dieser Maßnahme Wege beleuchtet werden, wie die Umsetzung der Wärmewende beschleunigt werden kann. Möglich Optionen könnten die Beschleunigung von Genehmigungsverfahren oder der Abschluss von Rahmenverträgen mit Dienstleistern sein.

Zur Prüfung und Realisierung der Finanzierungs- und Beschleunigungsmöglichkeiten sollten bei Bedarf auch Beratungsangebote und Wissensgeber (z. B. Energieagenturen, dena, Kompetenzzentrum Wärmewende (KWW), Juristen)) hinzugezogen werden.

Verantwortliche Akteure

Stadt Gerlingen, evtl. beratende oder unterstützende Akteure

	(beispielsweise Energieagenturen, Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW), juristische Beratung)
Flächen / Ort	Gerlingen (gesamtstädtisch)
Priorität	Mittel
Umsetzungsbeginn	Bis Ende 2026
Geschätzte Kosten	Kosten v.a. durch Personalaufwand ca. 10.000 - 20.000 €
Erzielbare Treibhausgas-emissionseinsparung	Aktuell nicht bezifferbar

7.7 Übergreifende Wärmewendestrategie

In der Startphase der Umsetzung des Wärmeplans sollte der Fokus auf die Evaluierung der Umsetzbarkeit der Wärmenetzversorgung in den Wärmenetzeignungsgebieten gelegt werden. So kann auf Seiten der Bewohner so früh wie möglich Klarheit geschaffen werden, ob und wann es ein Wärmenetz in ihrer Straße geben wird. Hierzu müssen erneuerbare Wärmequellen mittels Machbarkeitsstudien oder Transformationsplänen bewertet sowie die Verfügbarkeit von Standorten zukünftiger Heizzentralen geprüft und gegebenenfalls gesichert werden. Geplant sind (wie in den vorherigen Unterkapiteln dargestellt) Machbarkeitsstudien bzw. Transformationspläne zur Erschließung neuer Wärmenetzversorgungsgebiete unter Einbindung von erneuerbaren Energiequellen, die es zusätzlich zu erschließen gilt. Generell sollten Verknüpfungen zwischen einem möglichen Wärmenetzausbau und laufenden oder geplanten Infrastrukturprojekten gesucht und ausgenutzt werden.

Die erfolgreiche Umsetzung der Wärmewende in Gerlingen ist nicht nur von technischen Maßnahmen abhängig, sondern erfordert auch den Erhalt und die Stärkung geeigneter Strukturen in der Kommune. Auch ist die Berücksichtigung personeller Kapazitäten für das Thema Wärmewende von Bedeutung, um kontinuierliche Expertise und administrative Kapazitäten sicherzustellen. Diese Personalressourcen werden nicht nur für die Umsetzung, sondern auch für die fortlaufende Überwachung, Optimierung und Kommunikation der Maßnahmen erforderlich sein. Darüber hinaus ist für die Umsetzung der Wärmewende Gerlingens die Klärung der finanziellen Rahmenbedingungen wichtig, weshalb Maßnahme 5 eine gesonderte Rolle einnimmt.

Außerdem sollte ein Schwerpunkt darauf gelegt werden, den Energiebedarf sowohl von kommunalen Liegenschaften als auch Privatgebäuden zu reduzieren. Kommunale Liegenschaften kommen dabei trotz des

im Vergleich zum Gesamtgebiet geringen Energiebedarfs ein besonderes Augenmerk zu, da diese einen Vorbildcharakter haben. Zusätzlich zu Energiemanagement und -beratungsangeboten, sollten die Bürgerinnen und Bürger Gerlingens durch ein digitales Sanierungserstberatungsangebot und umfangreiche Kommunikationsveranstaltung in die Lage versetzt werden, fundiert ihren Teil zur Wärmewende Gerlingens beizutragen.

In der mittelfristigen Phase bis 2030 sollte der Bau der Wärmenetze in den definierten Wärmenetzeignungsgebieten wie in den Maßnahmen beschrieben, umgesetzt werden. Hierbei ist die vorangegangene Prüfung der Machbarkeit essentiell.

Der Wärmeplan ist nach dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) des Bundes alle 5 Jahre fortzuschreiben. Teil der Fortschreibung ist die Überprüfung der Umsetzung der ermittelten Strategien und Maßnahmen. Dies zieht eine Überarbeitung des Wärmeplans nach sich, durch welche die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung weiter feinjustiert werden kann.

Langfristige Ziele bis 2035 und 2040 können die Fortführung der Dekarbonisierungsstrategie durch die Implementierung eines konsequenten Netzausbaus umfassen, der auch ein Augenmerk auf den Stromsektor sowie gegebenenfalls Wasserstoff legt. Bis 2040 sollte im Mittel die jährliche Sanierungsquote von ca. 2 % weiterhin eingehalten werden. Die Umstellung der restlichen konventionellen Wärmequellen auf erneuerbare Energien sollte bis dahin abgeschlossen sein. Hierfür sollte auch die Einrichtung von Wärmespeichern zur besseren Integration erneuerbarer Energien mit fluktuierender Erzeugung berücksichtigt werden.

In Tabelle 3 sind basierend auf der Wärmewendestrategie erweiterte Handlungsempfehlungen aufgelistet. Die [Infobox: Kommunale Handlungsmöglichkeiten](#) stellt zudem Möglichkeiten der Kommune zur Gestaltung der Energiewende dar.

Tabelle 4: Erweiterte Handlungsvorschläge für Akteure der kommunalen Wärmewende

Handlungsvorschläge für Schlüsselakteure	
Immobilien- besitzer	<ul style="list-style-type: none"> → Inanspruchnahme von Gebäudeenergieberatungen → Gebäudesanierungen sowie Investition in energieeffiziente Heizsysteme unter Berücksichtigung der zukünftigen Wärmeversorgung laut Wärmeplan → Installation von Photovoltaikanlagen, bei Mehrfamilienhäusern inklusive Evaluation von Mieterstrommodellen oder Dachpacht
Energie- versorgungs- unternehmen	<p>Wärme:</p> <ul style="list-style-type: none"> → Strategische Evaluation von Wärmenetzbau → Ausbau von Energieeffizienz-Dienstleistungen sowie Contracting → Ausbau bestehender Wärmenetze (WN) basierend auf KWP und Machbarkeitsstudien → Transformation bestehender Wärmenetze → Bewertung der Machbarkeit von kalten Wärmenetzen → Physische oder vertragliche Erschließung und Sicherung von Flächen sowie erneuerbaren Energien als Energiequellen für Wärmenetze → Digitalisierung und Monitoring für Wärmenetze <p>Strom:</p> <ul style="list-style-type: none"> → Erstellung von detaillierten Netzstudien basierend auf den Ergebnissen der KWP → Modernisierung und Ausbau der Stromnetzinfrastruktur → Konsequenter Ausbau von erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung unter Berücksichtigung der Lastveränderung durch Wärme → Implementierung von Lastmanagement-Systemen im Verteilnetz <p>Vertrieb:</p> <ul style="list-style-type: none"> → Flexible Tarifgestaltung für Energielieferung sowie Gestaltung von Wärme-, bzw. Heizstromprodukten → Vorverträge mit Wärmeabnehmern in Eignungsgebieten und Abwärmelieferanten
Stadt	<ul style="list-style-type: none"> → Aufbau und Weiterentwicklung von Wärmenetzen → Akteurssuche für die Erschließung der Potenziale und der Eignungsgebiete → Schaffung von personellen Kapazitäten für die Wärmewende → Erhöhung der Sanierungsquote für kommunale Liegenschaften → Einführung und Ausbau von Förderprogrammen und Informationskampagnen für Gebäudeenergieeffizienz sowie PV-Ausbau → Öffentlichkeitsarbeit, Information zu KWP → Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans

Infobox – Kommunale Handlungsmöglichkeiten

Infobox: Kommunale Handlungsmöglichkeiten

Bauleitplanung bei Neubauten:

Verpflichtende energetische und versorgungstechnische Vorgaben für Neubauten (gem. § 9 Abs. 1 Nr. 12, 23b; § 11 Abs. 1 Nr. 4 und 5 BauGB).

Regulierung im Bestand:

Einführung von Verbrennungsverboten für fossile Energieträger in bestimmten Gebieten (Vorgabe von Emissionsschutznormen gem. § 9 Abs. 1 Nr. 23a BauGB).

Anschluss- und Benutzungszwang:

Erlass einer Gemeindesatzung zur Festlegung eines Anschluss- und Benutzungszwangs für erneuerbare Wärmeversorgungssysteme.

Verlegung von Fernwärmeleitungen:

Abschluss von Gestattungsverträgen für die Verlegung von Fernwärmeleitungen im Stadtgebiet.

Stadtplanung:

Spezielle Flächen für erneuerbare Wärme in Flächennutzungsplänen. Vorhaltung von Flächen für Heizzentralen in Bebauungsplänen.

Stadtumbaumaßnahmen:

Einbindung von Klimaschutz und -anpassung in städtebauliche Erneuerungsprozesse.

Öffentlichkeits- und Bürgerbeteiligung:

Proaktive Informationskampagnen und Bürgerbeteiligungsformate zur Steigerung der Akzeptanz von Wärmewende-Maßnahmen.

Vorbildfunktion der Kommune:

Umsetzung von Best-Practice-Beispielen in öffentlichen Gebäuden.

Direkte Umsetzung bei kommunalen Stadtwerken oder Wohnbaugesellschaften:

Umgehende Umsetzung der Maßnahmen zur erneuerbaren Wärmeversorgung bei kommunalen Stadtwerken oder Wohnbaugesellschaften.

7.8 Konzept für ein Monitoring der Zielerreichung

Das Monitoringkonzept dient der regelmäßigen Überprüfung und Dokumentation der Fortschritte und der Wirksamkeit der im kommunalen Wärmeplan festgelegten Maßnahmen. Ziel ist es, die Zielerreichung hinsichtlich einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung systematisch zu erfassen, zu bewerten und gegebenenfalls Anpassungen vorzunehmen.

7.8.1 Monitoringziele

- Erfassung der Effektivität der umgesetzten Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen
- Kontinuierliche Prüfung des Ausbaufortschritts infrastruktureller Vorhaben (Fernwärme-Leitungen, Energiezentralen etc.)
- Frühzeitige Identifikation von Abweichungen und Handlungsbedarf
- Sicherstellung der kontinuierlichen Verbesserung der Energieeffizienz kommunaler Liegenschaften
- Dokumentation des Fortschritts

7.8.2 Monitoringinstrumente und -methoden

1. Energiemanagementsystem: Implementierung eines kommunalen Energiemanagementsystems (KEMS) zur Erfassung, Analyse und Verwaltung des Energieverbrauchs auf kommunalen Liegenschaften. Das KEMS soll Energieverbrauchsdaten möglichst vollständig automatisiert erfassen, um den manuellen Erfassungsaufwand zu minimieren und die Datenqualität zu verbessern.

2. Interne Energieaudits: Regelmäßige Durchführung von internen Energieaudits in kommunalen Liegenschaften zur Identifikation von Einsparpotenzialen und zur Überprüfung der Wirksamkeit bereits umgesetzter Maßnahmen.

3. KWP-Kennzahlen und -Indikatoren (nach Möglichkeit georeferenziert): Entwicklung und Anwendung spezifischer Indikatoren für Energieeffizienz, Energieinfrastruktur-Ausbau und Treibhausgasemissionen, um den Fortschritt auf der gesamtstädtischen Ebene und insbesondere der kommunalen Liegenschaften quantitativ messen zu können. Wichtige Indikatoren können hierbei sein: Energiebedarf, erneuerbare Erzeugungsleistung, CO₂-Emissionen sowie Reduktionen, durchgeführte Sanierungsmaßnahmen, Wärmenetzbau in km, Anzahl installierter Wärmepumpen, Anzahl PV-Anlagen.

4. Benchmarking: Vergleich der genannten Indikatoren mit ähnlichen Kommunen, um Best Practices zu identifizieren und Schwachpunkte aufzudecken.

7.8.3 Datenerfassung und -analyse

Jährliche interne Energieverbrauchsdocumentation: Alle Energieverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften werden im Rahmen des KEMS jährlich erfasst und ausgewertet. Dazu gehören Strom, Wärme, Kälte und, falls vorhanden, Gas. Diese können in einem digitalen Zwilling aktualisiert werden.

Regelmäßige Treibhausgasbilanzierung (Vorschlag: drei-Jahres-Zyklus) (stadtweit): Fortschreibung der THG-Bilanz für die gesamte Stadt Gerlingen inkl. aller

Wirtschaftssektoren, basierend auf Endenergieverbräuchen (inkl. Wärme), um die Entwicklung der Emissionen und Verbräuche im Zeitverlauf verfolgen zu können.

7.8.4 Berichterstattung und Kommunikation

Jährliche Status-Berichte: Erstellung jährlicher Berichte in Form von Mitteilungsvorlagen für die relevanten Gremien der Stadt Gerlingen, um die Entwicklungen, Erfolge und Herausforderungen der Wärmewende transparent zu machen.

Organisation von Networking-Events für alle relevanten Akteure der Wärmewende in Gerlingen. Diese Veranstaltungen dienen als zentrale Plattform, um Vertreter aus der Stadtverwaltung, der lokalen Wirtschaft, Energieanbietern, Immobilienbesitzern sowie der Bürgerschaft zu vernetzen und die Akzeptanz sowie die Umsetzung der notwendigen Maßnahmen zu unterstützen.

7.9 Finanzierung

Die Umsetzung der Wärmewende stellt eine erhebliche finanzielle Herausforderung dar, die eine koordinierte Anstrengung von öffentlichen, privaten und zivilgesellschaftlichen Akteuren erfordert. Es ist unerlässlich, eine multifaktorielle Finanzierungsstrategie zu entwickeln, die mehrere Einkommensquellen und Finanzinstrumente berücksichtigt.

Öffentliche Finanzierung: Staatliche Förderprogramme, sowohl auf nationaler als auch auf EU-Ebene, sind ein entscheidender Faktor der Finanzierungsstruktur. Diese Mittel könnten insbesondere für anfängliche Investitionen in Infrastruktur und Technologieeinführung entscheidend sein. Zudem wird empfohlen, einen festen Anteil des kommunalen Haushalts für die Wärmewende vorzusehen. Eine genaue Quantifizierung muss von den beschlossenen und geplanten Zielen der Stadt abhängen.

Private Investitionen und PPP: Über die Einbindung von Privatunternehmen durch

Public-Private-Partnerships (PPP) können finanzielle Ressourcen für Wärmeprojekte mobilisiert werden. Gerade für den großflächigen Ausbau von Wärmenetzen ist es gewünscht, auch lokale Initiativen und Akteure aus dem privaten Sektor zu unterstützen. Darüber hinaus können spezialisierte Kreditprogramme von Banken und Finanzinstituten eine wichtige Rolle spielen.

Bürgerbeteiligung: Die Möglichkeit einer Bürgerfinanzierung über Genossenschaftsmodelle oder Crowdfunding-Plattformen sollte aktiv beworben werden. Das erhöht die finanzielle Kapazität und stärkt die öffentliche Akzeptanz der Maßnahmen.

Gebühren und Einnahmen: Eine strategische Preisgestaltung für Wärmeabgabe und Energieeinspar-Contracting kann sowohl die Kosten decken als auch den Verbrauch regulieren.

7.10 Lokale ökonomische und finanzielle Vorteile der Wärmewende

Die Investition in eine erneuerbare Wärmeversorgung bietet nicht nur ökologische, sondern kann auch ökonomische Vorteile bieten. Einer der entscheidenden Aspekte ist die Schaffung neuer Arbeitsplätze in unterschiedlichen Sektoren, beispielsweise von der Entwicklung bis zur Wartung erneuerbarer Wärmetechnologien. Diese Diversifizierung des Arbeitsmarktes belebt die regionale Wirtschaft und fördert gleichzeitig die lokale Wertschöpfung. Kapital, das in lokale erneuerbare Energieressourcen und Technologien investiert wird, bleibt innerhalb der Stadt und fördert die lokale Wirtschaft in einem breiten Spektrum. Die langfristigen Betriebskosten für erneuerbare Wärmequellen wie Solarthermie und Geothermie sind in der Regel niedriger als bei fossilen Brennstoffen. Da dies jedoch von vielen Faktoren abhängt, bleibt abzuwarten, ob dadurch signifikante finanzielle Entlastungen bei den Wärmeabnehmern möglich sein werden. Lokale Handwerksbetriebe und Zulieferer können von der gesteigerten Nachfrage nach Installations- und Wartungsdienstleistungen profitieren.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist der potenzielle Anstieg der Steuereinnahmen durch die Erhöhung der regionalen Wertschöpfung. Zudem kann die lokale Energieproduktion die Abhängigkeit von volatilen, globalen Energiemärkten reduzieren. Insgesamt sollte die Finanzierung der Wärmewende als eine Investition in die wirtschaftliche Vitalität und nachhaltige Zukunft betrachtet werden.

7.11 Fördermöglichkeiten

Folgende Fördermöglichkeiten orientieren sich an den beschriebenen Maßnahmen und werden zu deren Umsetzung empfohlen:

- Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)
- Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)
- Investitionskredit Kommunen / Investitionskredit Kommunale und Soziale Unternehmen (KfW)

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) hat die Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) entwickelt, die Zuschüsse für Investitionen in Wärmenetze ermöglicht. Zielgruppen sind Energieversorgungsunternehmen, Kommunen, Stadtwerke und Vereine / Genossenschaften. Es soll die Dekarbonisierung der Wärme- und Kältenetze in Deutschland beschleunigen. Die Förderung konzentriert sich auf den Neubau von Wärmenetzen mit hohen Anteilen (mindestens 75 %) an erneuerbaren Energien und Abwärme sowie den Ausbau und die Umgestaltung bestehender Netze. Das Förderprogramm ist in vier Module gegliedert, die im Folgenden beschrieben werden:

Gefördert werden im ersten Schritt (Modul 1) die Kosten für Machbarkeitsstudien für neue Wärmenetze und Transformationspläne für den Umbau bestehender Wärmenetzsysteme. Die Förderung beträgt bis zu 50 % der förderfähigen Ausgaben und ist auf 2 Mio. Euro pro Antrag begrenzt. Es gibt darüber hinaus Investitionszuschüsse von bis zu 40 % für Maßnahmen für den Neubau von Wärmenetzen, die zu mindestens 75 % mit erneuerbaren Energien und Abwärme

gespeist werden sowie für die Bestandsinfrastruktur von Wärmenetzen (Modul 2). Auch bei Bestandswärmenetzen sind gewisse Einzelmaßnahmen (Modul 3) aus Solarthermieranlagen, Wärmepumpen, Biomassekessel, Wärmespeicher, Rohrleitungen für den Anschluss von EE-Erzeugern und Abwärme sowie für die Erweiterung von Wärmenetzen, und Wärmeübergabestationen mit bis zu 40 % der Ausgaben förderfähig. Des Weiteren besteht eine Betriebskostenförderung (Module 4) für erneuerbare Wärmeerzeugung aus Solarthermieranlagen und strombetriebenen Wärmepumpen, die in Wärmenetze einspeisen (BAFA, 2024).

Im Hinblick auf das novellierte Gebäudeenergiegesetz (GEG) wurde die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) angepasst (BMWSB, 2023a, BMWSB, 2023b). Die BEG vereint verschiedene frühere Förderprogramme zu Energieeffizienz und erneuerbaren Energien im Gebäudebereich. Das BEG fördert verschiedene Maßnahmen in den Bereichen Einzelmaßnahmen (BEG EM), Wohngebäude (BEG WG) und Nichtwohngebäude (BEG NWG). Im Rahmen der BEG EM werden Maßnahmen an der Gebäudehülle, der Anlagentechnik, der Wärmeerzeugung, der Heizungsoptimierung, der Fachplanung und Baubegleitung gefördert. Die Fördersätze variieren je nach Maßnahme. Für den Heizungstausch gibt es Zuschüsse von bis zu 70 %, abhängig von der Art des

Wärmeerzeugers und des Antragstellers (BAFA, 2024). Für Bürger:innen, die sich über die verschiedenen Fördermöglichkeiten im Bereich der Energieeffizienz und erneuerbaren Energien informieren möchten, stellt das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) eine zentrale Informations- und Antragsstelle dar (BAFA, 2024). Hier können sowohl allgemeine Informationen als auch spezifische Details zu einzelnen Förderprogrammen und Antragsverfahren eingeholt werden. Seit Ende Februar 2024 wird mit dem KfW-Programm 458 zusätzlich eine Heizungsförderung für Privatpersonen etabliert (KfW, 2024). § 35c des Einkommensteuergesetzes (EStG) räumt zudem Möglichkeiten ein, Sanierungskosten bei der Einkommenssteuer geltend zu machen.

Der Ende 2023 eingestellte KfW-Zuschuss Energetische Stadtsanierung (Programmnummer 432) für Klimaschutz und -anpassung im Quartier förderte Maßnahmen, die die Energieeffizienz im Quartier erhöhen. Bereits zugesagte Zuschüsse sind von der Beendigung des Programms nicht betroffen und werden ausgezahlt. Als Alternative für die Finanzierung energetischer Maßnahmen nennt die KfW die Programme Investitionskredit Kommunen (IKK) und Investitionskredit Kommunale und Soziale Unternehmen (IKU), mit denen Investitionen in die kommunale und soziale Infrastruktur gefördert werden (KfW, 2024).

8 Fazit

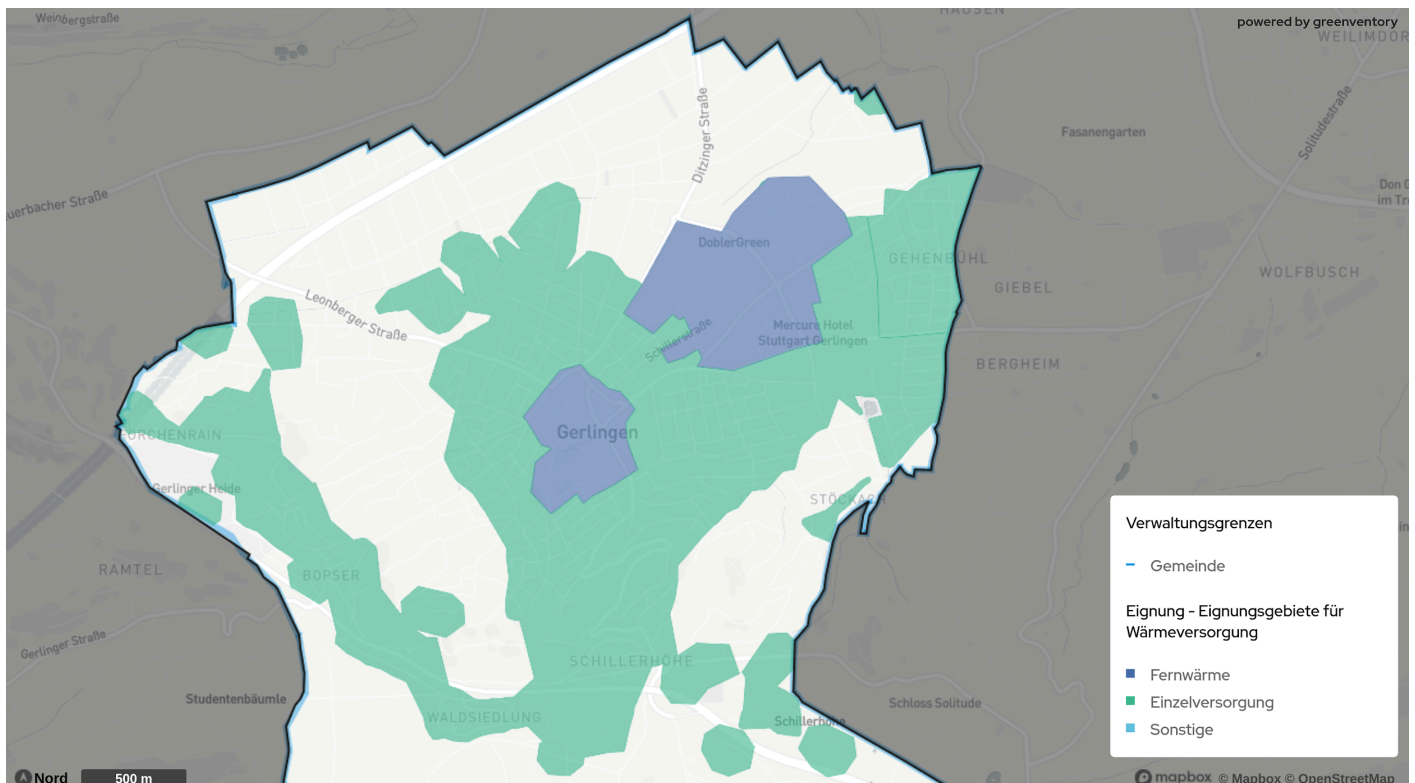


Abbildung 37: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040

Die Fertigstellung der kommunalen Wärmeplanung (KWP) erhöht die Planungssicherheit für Bürger (vor allem außerhalb der Wärmenetzeignungsgebiete). Bei Kommunen, Energieversorgern und weiteren Akteuren sorgt sie für eine Priorisierung und Klarheit, um zu definieren, auf welche Gebiete sich Folgeaktivitäten und Detailuntersuchungen im Bereich der Wärmenetze erstrecken sollen.

Ein Blick auf die Bestandsanalyse der Wärmeversorgung zeigt deutlichen Handlungsbedarf: knapp 90 % der Wärme basieren auf fossilen Quellen wie Erdgas und Heizöl, die dekarbonisiert werden müssen. Der Wohnsektor, verantwortlich für zwei Drittel der Emissionen, spielt dabei eine Schlüsselrolle. Sanierungen, Energieberatungen und der Ausbau von Wärmenetzen sind entscheidend für die Wärmewende. Zudem liefert die gesammelte Datengrundlage wichtige Informationen für eine Beschleunigung der

Energiewende. Die Einführung digitaler Werkzeuge, wie dem digitalen Wärmeplan, unterstützt diesen Prozess zusätzlich.

Im Rahmen des Projekts erfolgte die Identifikation von Gebieten, die sich für Wärmenetze eignen (Eignungsgebiete). Für die Versorgung und mögliche Erschließung dieser Gebiete wurden erneuerbarer Wärmequellen analysiert und konkrete Maßnahmen festgelegt. In den definierten Eignungsgebieten kann die Wärmewende nun vorangetrieben werden, um so im Rahmen weiterer Planungsschritte die Wärmenetze tatsächlich in die Umsetzung zu bringen. Hierfür sind die in den Maßnahmen aufgeführten Studien von hoher Bedeutung.

Während in den identifizierten Eignungsgebieten Wärmenetze ausgebaut bzw. neu installiert werden könnten, wird in den übrigen

Einzelversorgungsgebieten mit vermehrt Einfamilien- und Doppelhäusern der Fokus überwiegend auf eine effiziente Versorgung durch Wärmepumpen, Photovoltaik und Biomasseheizungen gelegt werden. Gerade in diesen Gebieten mit Einzelversorgung benötigen die Bürger Unterstützung durch eine Gebäudeenergieberatung. Hier gibt es bereits zahlreiche Formate und Akteure in der Region. Allerdings sollten diese Angebote gestärkt werden. Informationskampagnen hierzu sollen unterstützen und die bestehenden Möglichkeiten zur Beratung weiter beworben werden.

Die während des Projekts erarbeiteten konkreten Maßnahmen bieten einen ersten Schritt hin zur Transformation der Wärmeversorgung. Dabei ist insbesondere eine detaillierte Untersuchung des Aufbaus von potenziellen Wärmenetzen in Form von Studien, die in den Eignungsgebieten identifiziert wurden, vorgesehen.

Ein weiterer Fokus sollte auf dem Nicht-Wohnsektor liegen. Dies bietet auch die Möglichkeit, die ansässige Industrie mit an der Wärmewende teilhaben zu lassen und deren Potenziale zu erschließen.

Die Energiewende ist für alle mit einem erheblichen Investitionsbedarf verbunden. Der Start mit ökonomisch sinnvollen Projekten wird als zentraler Ansatzpunkt für das Gelingen der Wärmewende betrachtet. Gerade für die Transformation und den Neubau von Wärmenetzen gibt es Förderprogramme, welche genutzt werden können, um das Risiko zu senken. Zudem sind fossile Versorgungsoptionen mit einem zunehmenden Preis- und Versorgungsrisiko verbunden, das durch die Bepreisung von CO₂-Emissionen zunehmen wird. Abschließend ist hervorzuheben, dass die Wärmewende sich nur durch eine Zusammenarbeit zahlreicher lokaler Akteure bewältigen lässt – neben der lokalen Identifikation wird durch die Wärmewende auch die lokale Wertschöpfung erhöht.

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
- 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. Aufgerufen am 12. Februar 2024 unter https://www.dena.de/fileadmin/user_upload/8162_dena-Gebaeudereport.pdf
- 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-02_2021.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>



greenventory GmbH

Georges-Köhler-Allee 302
D-79110 Freiburg im Breisgau

<https://greenventory.de>