



Kommunale Wärmeplanung Konvoi Spaichingen, Aldingen, Denkingen, Frittlingen, Dürbheim, Balgheim, Hausen ob Verena

Abschlussbericht

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:

Dr. David Fischer

Simon Schäfer

Lars Felder

Bildnachweise

© greenventory GmbH

Stand

11. November 2024

Inhalt

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
1.6 Beteiligungskonzept für die Erstellung des Wärmeplans	14
2 Fragen und Antworten	16
2.1 Was ist ein Wärmeplan?	16
2.2 Gibt es verpflichtende Ergebnisse?	16
2.3 Wie ist der Zusammenhang zwischen GEG, BEG und kommunaler Wärmeplanung?	17
2.4 Welche Gebiete sind prinzipiell für den Bau von Wärmenetzen geeignet?	18
2.5 In welchen Gebieten werden Wärmenetze ausgebaut?	18
2.6 Schaffen wir die Treibhausgasneutralität?	18
2.7 Was ist der Nutzen einer Wärmeplanung?	19
2.8 Was bedeutet das für Anwohner und Anwohnerinnen?	19
3 Bestandsanalyse	21
3.1 Das Projektgebiet	21
3.2 Datenerhebung	21
3.3 Gebäudebestand	22
3.4 Wärmebedarf	25
3.5 Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger	27
3.6 Eingesetzte Energieträger	29
3.7 Gasinfrastruktur	30
3.8 Wärmenetze	30
3.9 Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung	31
3.10 Zusammenfassung Bestandsanalyse	32
4 Potenzialanalyse	34
4.1 Erfasste Potenziale	34
4.2 Methode: Indikatorenmodell	35
4.3 Potenziale zur Stromerzeugung	38
4.4 Potenziale zur Wärmeerzeugung	42
4.5 Potenzial für eine lokale Wasserstoffherzeugung	52
4.6 Potenziale für Sanierung	52
4.7 Zusammenfassung und Fazit	54
5 Eignungsgebiete für Wärmenetze	56

5.1 Einordnung der Verbindlichkeit der identifizierten Eignungsgebiete und Gebiete zum Neu- und Ausbau von Wärmenetzen:	57
5.2 Eignungsgebiete im Projektgebiet	58
5.3 Eignungsgebiet „Aldingen Bestandsnetz“	61
5.4 Eignungsgebiet „Riedwasen Ausbaugbiet“	63
5.5 Eignungsgebiet „Aldingen Industriegebiet West“	65
5.6 Eignungsgebiet „Winzingen“	67
5.7 Eignungsgebiet „Neubaugebiet Lindengasse II“	69
5.8 Eignungsgebiet „Balgheim Ortsmitte“	71
5.9 Eignungsgebiet „Denkingen Ortsmitte“	73
5.10 Eignungsgebiet „Dürbheim Ortsmitte“	75
5.11 Eignungsgebiet „Frittlingen Wärmenetz“	77
5.12 Eignungsgebiet „Hausen ob Verena, Kindergarten, Grundschule, Halle, Bauhof“	79
5.13 Eignungsgebiet „Spaichingen Grund- Unterbach“	81
5.14 Eignungsgebiet „Spaichingen Innenstadt“	83
6 Zielszenario	85
6.1 Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs	85
6.2 Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgung	86
6.3 Zusammensetzung der Fernwärmeerzeugung	87
6.4 Entwicklung der eingesetzten Energieträger	88
6.5 Bestimmung der Treibhausgasemissionen	89
6.6 Zusammenfassung des Zielszenarios	90
7 Maßnahmen und Wärmewendestrategie	91
7.1 Erarbeitete Maßnahmen	92
7.2 Maßnahme 1: Interkommunale Informationsveranstaltung	93
7.3 Maßnahme 2: Interkommunales Energieberatungsangebot	94
7.4 Maßnahme 3: Photovoltaik auf kommunalen Gebäuden	96
7.5 Maßnahme 4: Nachverdichtung Bestandsnetz Aldingen	97
7.6 Maßnahme 5: BEW Machbarkeitsstudie Wärmenetzausbau Riedwasen	98
7.7 Maßnahme 6: Wärmenetzeinspeisung und -bezug Industriegebiet West prüfen	99
7.8 Maßnahme 7: Solarflächennutzung Deponie Aldingen	100
7.9 Maßnahme 8: Prüfung Machbarkeitsstudie Balgheim Ortsmitte	101
7.10 Maßnahme 9: BEW Machbarkeitsstudie Denkingen Ortsmitte	103
7.11 Maßnahme 10: BEW Machbarkeitsstudie Ortsmitte Dürbheim	104
7.12 Maßnahme 11: Prüfung Freiflächen PV Nutzung am EPD Energiepark Dürbheim	106
7.13 Maßnahme 12: Wärmenetzbau Frittlingen	107
7.14 Maßnahme 13: Inselnetze Bauhof und Kindergarten, Grundschule, Halle in Hausen ob Verena	108
7.15 Maßnahme 14: BEW Machbarkeitsstudie Wärmenetz Innenstadt Spaichingen	109
7.16 Maßnahme 15: BEW Machbarkeitsstudie Wärmenetz Grund- Unterbach	110

7.17 Übergreifende Wärmewendestrategie für alle Projektkommunen	110
7.18 Konzept für ein Monitoring der Zielerreichung	114
7.18.1 Monitoringziele	114
7.18.2 Monitoringinstrumente und -methoden	114
7.18.3 Datenerfassung und -analyse	114
7.18.4 Berichterstattung und Kommunikation	114
7.19 Finanzierung	115
7.20 Lokale ökonomische und finanzielle Vorteile der Wärmewende	115
7.21 Fördermöglichkeiten	116
8 Fazit	117
9 Literaturverzeichnis	119

Abbildungen

Abbildung 1: Erstellung des Kommunalen Wärmeplans	12
Abbildung 2: Vorgehen bei der Bestandsanalyse	21
Abbildung 3: Gebäudeanzahl nach Sektor im Projektgebiet	22
Abbildung 4: Gebäudetypen im Projektgebiet je Baublock aggregiert	22
Abbildung 5: Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen im Projektgebiet	23
Abbildung 6: Verteilung der Baualtersklassen für Gebäude	24
Abbildung 7: Wohngebäude nach GEG- Effizienzklassen (Verbrauchswerte)	24
Abbildung 8: Wärmebedarf nach Sektor	25
Abbildung 9: Verteilung der Wärmebedarfe je Baublock	26
Abbildung 10: Gesamtleistung der jährlich neu installierten Heizsysteme nach Energieträger, gruppiert in 10-Jahresabschnitten (Summe)	27
Abbildung 11: Gebäudeanzahl nach Alter der bekannten Heizsysteme (Stand: 2023)	27
Abbildung 12: Verteilung nach Alter der Heizsysteme (Stand: 2023)	28
Abbildung 13: Endenergiebedarf nach Energieträger	29
Abbildung 14: Gasnetzinfrastruktur im Projektgebiet	30
Abbildung 15: Wärmenetzinfrastruktur im Projektgebiet	30
Abbildung 16: Treibhausgasemissionen nach Sektoren im Projektgebiet	31
Abbildung 17: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Projektgebiet	32
Abbildung 18: Verteilung der Treibhausgasemissionen im Projektgebiet	32
Abbildung 19: Vorgehen bei der Ermittlung von erneuerbaren Potenzialen	34
Abbildung 20: Vorgehen und Datenquellen der Potenzialanalyse	35
Abbildung 21: Technische Potenzialflächen für Windkraft	39
Abbildung 22: Technische Potenzialflächen für Photovoltaik auf Freiflächen	40
Abbildung 23: Technische Potenzialflächen für Photovoltaik auf Dachflächen	41
Abbildung 24: Erneuerbare Strompotenziale im Projektgebiet	42
Abbildung 25: Technische Potenzialflächen für Solarthermie auf Freiflächen	43
Abbildung 26: Technische Potenzialflächen für Solarthermie auf Dachflächen je Baublock	44
Abbildung 27: Potenzielle Aufstellflächen für gebäudenähe Luftwärmepumpen im Stadtgebiet Aldingen	45
Abbildung 28: Technische Potenzialflächen für Geothermie-Sonden	46
Abbildung 29: Technische Potenzialflächen für Geothermie-Kollektoren	47
Abbildung 30: Technische Potenzialflächen für Biomasse	48
Abbildung 31: Bestehende Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen	49
Abbildung 32: Standorte mit hohem Potenzial für (industrielle) Abwärme	50
Abbildung 33: Erneuerbare Wärmepotenziale im Projektgebiet	51
Abbildung 34: Reduktionspotenzial nach Baualtersklassen	52
Abbildung 35: Potenzial der Wärmebedarfsreduzierung durch Sanierung	53
Abbildung 36: Vorgehen bei der Identifikation der Eignungsgebiete	56
Abbildung 37: Übersicht über alle definierten Eignungsgebiete für Wärmenetze im Projektgebiet	58

Abbildung 38: Simulation der Zielszenarios für 2040	85
Abbildung 39: Wärmebedarf und Wärmebedarfs- reduktion im Ziel- und Zwischenjahr	86
Abbildung 40: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2040	86
Abbildung 41: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040	87
Abbildung 42: Fernwärmeerzeugung nach Energieträger im Zieljahr 2040	88
Abbildung 43: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger im zeitlichen Verlauf	88
Abbildung 44: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf	89
Abbildung 45: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Jahr 2040	89
Abbildung 46: Emissionsfaktoren in tCO ₂ /MWh (Quelle: KEA, 2024)	90
Abbildung 47: Entwicklung von Maßnahmen zur Erreichung des Zielszenarios	91
Abbildung 48: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040	117

Tabellen

Tabelle 1: Emissionsfaktoren nach Energieträger (KEA, 2023)

Tabelle 2: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien

Tabelle 3: 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
KIT	Karlsruher Institut für Technologie
KlimaG BW	Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg
KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz
KWP	Kommunale Wärmeplanung

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

Konvoi Spaichingen

Auftraggeber:



Spaichingen ist eine Kleinstadt an der Prim am Fuß des Dreifaltigkeitsberges. Sie ist die drittgrößte Stadt im Landkreis Tuttlingen. Die Stadt erstreckt sich über eine Fläche von 18,5 km² und hatte zum 31. Dezember 2023 13.795 Einwohner, was einer Bevölkerungsdichte von 745 Einwohnern pro km² entspricht. Spaichingen wird aktuell von Bürgermeister Markus Hugger geleitet. Die Stadt Spaichingen und alle folgenden Kommunen führen die kommunale Wärmeplanung freiwillig durch.

Mitarbeitende in der Wärmeplanung: Benedikt Schmid, Timo Hirt, Jonas Teufel

<https://www.spaichingen.de>



Aldingen ist die viertgrößte Gemeinde im Landkreis Tuttlingen. Die Gemeinde erstreckt sich über eine Fläche von 22,2 km² und hatte zum 31. Dezember 2023 7.775 Einwohner, was einer Bevölkerungsdichte von 350 Einwohnern pro km² entspricht. Aldingen wird aktuell von Bürgermeister Ralf Fahrländer geleitet.

Mitarbeitende in der Wärmeplanung: Erwin Jetter, Michael Esslinger

<https://www.aldingen.de>



Denkingen liegt im Landkreis Tuttlingen. Die Gemeinde erstreckt sich über eine Fläche von 15 km² und hatte zum 31. Dezember 2023 2.949 Einwohner, was einer Bevölkerungsdichte von 196 Einwohnern pro km² entspricht. Denkingen wird aktuell von Bürgermeister Fabian Biselli geleitet.

Mitarbeitende in der Wärmeplanung: Fabian Biselli

<https://www.denkingen.de>



Frittlingen liegt im Landkreis Tuttlingen. Die Gemeinde erstreckt sich über eine Fläche von 8,8 km² und hatte zum 31. Dezember 2023 2.179 Einwohner, was einer Bevölkerungsdichte von 247 Einwohnern pro km² entspricht. Frittlingen wird aktuell von Bürgermeister Dominic Butz geleitet.

Mitarbeitende in der Wärmeplanung: Dominic Butz

<https://www.frittlingen.de/>



Dürbheim liegt im Landkreis Tuttlingen. Die Gemeinde erstreckt sich über eine Fläche von 14,8 km² und hatte zum 31. Dezember 2023 1.728 Einwohner, was einer Bevölkerungsdichte von 116 Einwohnern pro km² entspricht. Dürbheim wird aktuell von Bürgermeisterin Heike Burgbacher geleitet.

Mitarbeitende in der Wärmeplanung: Heike Burgbacher

<https://www.duerbheim.de/>



Balgheim liegt im Landkreis Tuttlingen. Die Gemeinde erstreckt sich über eine Fläche von 7,6 km² und hatte zum 31. Dezember 2023 1.298 Einwohner, was einer Bevölkerungsdichte von 170 Einwohnern pro km² entspricht. Balgheim wird aktuell von Bürgermeister Nathanael Schwarz geleitet.

Mitarbeitende in der Wärmeplanung: Nathanael Schwarz

<https://www.balgheim.de/>



Hausen ob Verena liegt im Landkreis Tuttlingen. Die Gemeinde erstreckt sich über eine Fläche von 5,8 km² und hatte zum 31. Dezember 2023 853 Einwohner, was einer Bevölkerungsdichte von 147 Einwohnern pro km² entspricht. Hausen ob Verena wird aktuell von Bürgermeister Wolfgang Klaiber geleitet.

Mitarbeitende in der Wärmeplanung: Wolfgang Klaiber

<https://hausen-ob-verena.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 45 MitarbeiterInnen 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 gerade in ländlichen Regionen einhergehen, und wissen die Akzeptanz neuer Konzepte zu fördern. Damit erhöhen sie das Eigenengagement in der Region und unterstützen so die Umsetzung des Wärmeplans.

Mitarbeitende: Carina Nitschke

<https://digitaleentwicklung.de/>

1 Einleitung

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

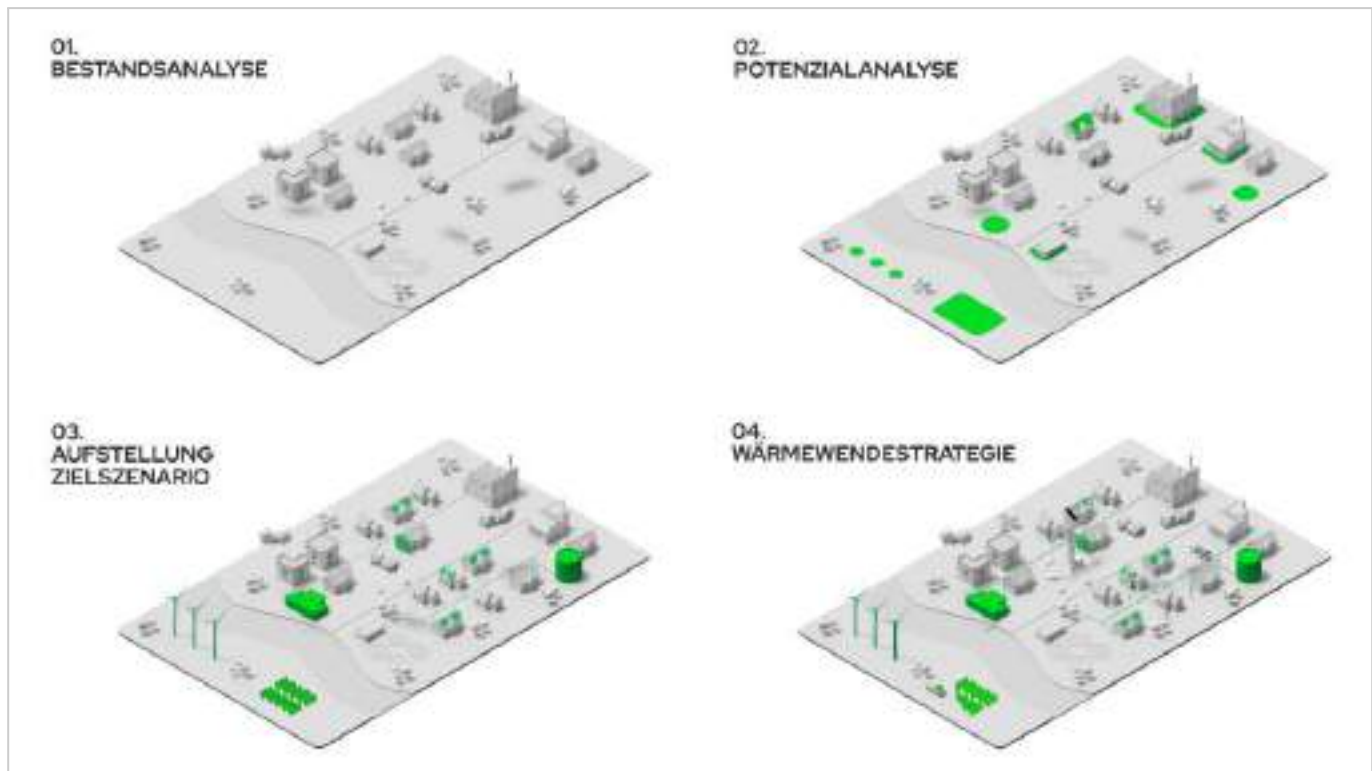


Abbildung 1: Erstellung des Kommunalen Wärmeplans

1.1 Motivation

Angesichts der Bedrohung, die der voranschreitende Klimawandel darstellt, hat die Bundesrepublik im Klimaschutzgesetz des Bundes (KSG) die Treibhausgasneutralität zum Jahre 2045 verpflichtend festgeschrieben. Das Land Baden-Württemberg sieht das Erreichen der Treibhausgasneutralität bereits bis 2040 vor (KlimaG BW). Auch der Konvoi Spaichingen hat den Klimawandel als zentrale Herausforderung erkannt und trägt seinen 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 Raumwärme, Prozesswärme 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, welches drei übergreifende Ziele verfolgt:

- Versorgungssicherheit
- Treibhausgasneutralität
- Wirtschaftlichkeit

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

Die KWP ist eng mit anderen planerischen Instrumenten wie 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.

1.3 Erarbeitung der kommunalen Wärmeplanung

Die Entwicklung des kommunalen Wärmeplans war ein mehrstufiger Prozess, der vier Schritte umfasste (s. Abbildung 2).

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 Schritte zur Zielerreichung sowie einer übergreifenden Wärmewendestrategie. Diese Maßnahmen wurden priorisiert und sollten innerhalb der nächsten fünf Jahre angegangen werden. Bei der Erstellung dieser Maßnahmen sind Kenntnisse über die lokalen Rahmenbedingungen essentiell. Deshalb wurden Fachakteure und Gemeinderatsmitglieder in Workshops aktiv in die Erstellung des Wärmeplans einbezogen. Sie trugen durch Diskussionen und Validierung von Analysen zur Entwicklung von Maßnahmen und Wärmenetzeignungsgebieten bei. Hierzu wurden im Projektverlauf drei Workshops durchgeführt. Am Ende des Planungsprozesses steht der Beschluss des Wärmeplans im Gemeinderat, anschließend beginnt die Umsetzung der Maßnahmen. Die Öffentlichkeit wurde im Rahmen von Beteiligungsveranstaltungen im Prozess eingebunden.

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

zwischen den 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 reduziert die Komplexität der Planungs- und Entscheidungsprozesse. Es handelt sich um ein spezialisiertes digitales Kartentool, welches ein virtuelles, gebäudegenaues Abbild des Projektgebiets darstellt. Der digitale Zwilling bildet die Grundlage für die Analysen und Visualisierungen und ist zentraler Ort für die Datenhaltung im Projekt. Dies bietet mehrere Vorteile, wie zum Beispiel eine homogene Datenqualität, die für fundierte Analysen und Entscheidungen unabdingbar ist und ermöglicht ein gemeinschaftliches Arbeiten sowie 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.

1.6 Beteiligungskonzept für die Erstellung des Wärmeplans

Während des Entstehungsprozesses des kommunalen Wärmeplans wurde der Öffentlichkeitsbeteiligung ein hoher Stellenwert von dem Konvoi eingeräumt. So zeigte der Konvoi großes Interesse und viel Engagement bei der Beteiligung der Stakeholder und der Einbindung der Öffentlichkeit. Dadurch wird wiederum die zukünftige, möglichst reibungslose Zusammenarbeit zwischen interner Verwaltung und externer Zielgruppe mit dem Ziel der nachgelagerten Umsetzung der Wärmeplanung ermöglicht. Es wurden drei Zielgruppen unterschieden, die mit unterschiedlichen Zielsetzungen angesprochen wurden:

- **Kommunalintern:** Die Kommunikation der Wärmeplanung innerhalb der Verwaltung sowie der politischen Gremien und Fraktionen und deren Einbindung in den Prozess gewährleistete einen reibungsfreien Planungsablauf.
- **Externe Fachakteure:** Eine frühzeitige und kontinuierliche Konsultation der wesentlichen Akteurinnen und Akteure, also der Stakeholder, ließ vorhandenes Wissen und fachliche Beiträge rechtzeitig einfließen und berücksichtigte lokale Besonderheiten.
- **Lokale Bevölkerung:** Transparente Öffentlichkeitskommunikation im Rahmen einer Beteiligungsveranstaltung.

Externe Fachkreise wurden in drei Akteurs-Workshops durch die Vorstellung vorläufiger Ergebnisse eingebunden. Es waren unter anderem Vertreterinnen und Vertreter aus der Politik, der Industrie, sowie der Energieversorgung vertreten. Nach dem Schaffen eines gemeinsamen Verständnisses im Kickoff wurden im zweiten Workshop die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse sowie mögliche Eignungsgebiete für Wärmenetze diskutiert. Im dritten Akteurs-Workshop

wurden das Zielszenario sowie die sich daraus ergebenden Maßnahmen besprochen.

Auf der Website der Kommunen erhielt die lokale Bevölkerung die Möglichkeit, sich über die kommunale Wärmeplanung zu informieren. Zusätzlich wurde eine Bürgerinformationsveranstaltung am 28.05.2025 durchgeführt.

Eine derart gestaltete Einbindung aller Zielgruppen erleichtert den Prozess der Wärmeplanung, fördert die konsens- und unterstützungsorientierte Zusammenarbeit mit allen Zielgruppen, erhöht die Qualität des Wärmeplans und steigert nun auch zukünftig Wahrscheinlichkeit und Geschwindigkeit für die weitere Umsetzung der Wärmewende.

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 den Konvoi zugeschnitten, um die lokalen Gegebenheiten und Bedürfnisse zu berücksichtigen.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich um ein strategisches Planungsinstrument handelt und auf Gebietsebene die bestmögliche Wärme-Technologie identifiziert. Sie ersetzt nicht die gebäudescharfe und individuelle Einzel-Planung der Eigentümerinnen und Eigentümer.

2.2 Gibt es verpflichtende Ergebnisse?

Der Wärmeplan dient als informeller und strategischer Fahrplan, der erste Handlungsempfehlungen und Entscheidungsgrundlagen für die beteiligten Akteure liefert. Die Ergebnisse der Analysen können genutzt werden, um die kommunalen Planungen und Handlungen auf das Ziel 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// NKlimaG). Die konkreten Maßnahmen hängen von den individuellen Gegebenheiten im Projektgebiet und den identifizierten Potenzialen ab. Im Projektgebiet wurden insgesamt 15 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 zu reduzieren und die Energieeffizienz zu 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. Durch die Erstellung einer Wärmeplanung alleine werden diese Fristen nicht verkürzt.

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

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

Diese Übergangsfrist wird je nach Ergebnis 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 Wasserstoffausbaugebiete ausgewiesen werden, sondern dies ausschließlich in

einer gesonderten Satzung des Gemeinde- oder Stadtrats 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 Wärmeplanung 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 Resttreibhausbilanz, weshalb eine Reduktion auf 0 t CO₂e nach aktuellen Technologiestand auch bei ausschließlicher 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 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 Stadtwerke oder andere potentielle Wärmenetzbetreiber. Diese können Ihnen Auskunft darüber geben, ob der Ausbau des Wärmenetzes in Ihrem Gebiet bereits geplant ist. Sollte Ihre Immobilie außerhalb eines der in diesem Wärmeplan aufgeführten Wärmenetzeignungsgebiete liegen, ist ein zeitnaher Anschluss an ein 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 Tuttlingen in Baden-Württemberg und umfasst die Stadt Spaichingen (13.795 Einwohner) und die Gemeinden Aldingen (7.775 Einwohner), Denkingen (2.949 Einwohner), Frittlingen (2.179 Einwohner), Dürbheim (1.728 Einwohner), Balgheim (1.298 Einwohner) und Hausen ob Verena (853 Einwohner). Das Gebiet liegt etwa 90 Kilometer südwestlich der Landeshauptstadt Stuttgart und gehört zur Region Schwarzwald-Baar-Heuberg. Es erstreckt sich über eine Fläche von ca. 93 km² und zeichnet sich durch eine abwechslungsreiche Landschaftsstruktur aus. Diese umfasst sowohl landwirtschaftlich genutzte Flächen als auch städtische und industrielle Bereiche.

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 und im Rahmen des § 11 WPG autorisiert. 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:

- Statistik und Katasterdaten des amtlichen Liegenschaftskatasters (ALKIS)
- Daten zu Strom, Wärmenetz- und Gasverbräuchen, welche von Netzbetreibern zur Verfügung gestellt werden
- Auszüge aus den elektronischen Kehrbüchern der Schornsteinfeger mit Informationen zu den jeweiligen Feuerstellen
- Verlauf der Wärme-, Gas- und Abwassernetze

- Daten über Abwärmequellen, welche durch Befragungen bei Betrieben erfasst wurden
- 3D-Gebäudemodelle (LoD2)

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

3.3 Gebäudebestand

Durch die Zusammenführung von frei verfügbarem Kartenmaterial sowie dem amtlichen Liegenschaftskataster ergaben sich 10.171 analysierte Gebäude im Projektgebiet. Wie in Abbildung 3 zu sehen, besteht der überwiegende Anteil der Gebäude aus Wohngebäuden, gefolgt von Industrie und Produktion sowie GHD und öffentlichen Bauten. Hieraus wird ersichtlich, dass die Wärmewende eine kleinteilige Aufgabe ist und sich zu großen Stücken im Wohnsektor abspielen muss. Die Sektoren bestehen wiederum aus unterschiedlichen Gebäudetypen. Dabei werden Einfamilien- und Mehrfamilienhäuser im Sektor

„Privates Wohnen“ zusammengefasst. Abbildung 5 veranschaulicht die räumliche Verteilung der Gebäudetypen, indem für jeden Baublock der jeweils vorherrschende Gebäudetyp dargestellt wird.

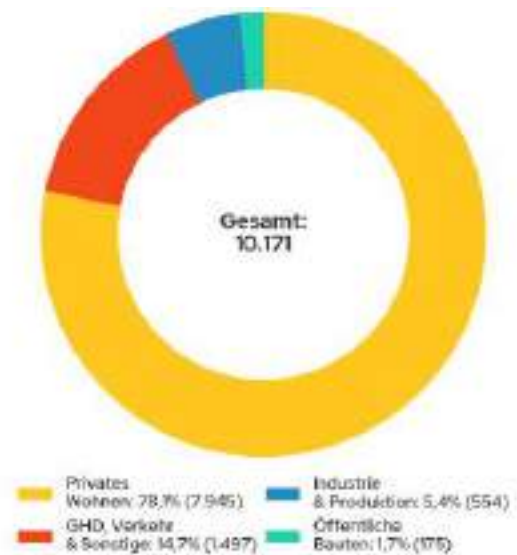


Abbildung 3: Gebäudeanzahl nach Sektor im Projektgebiet

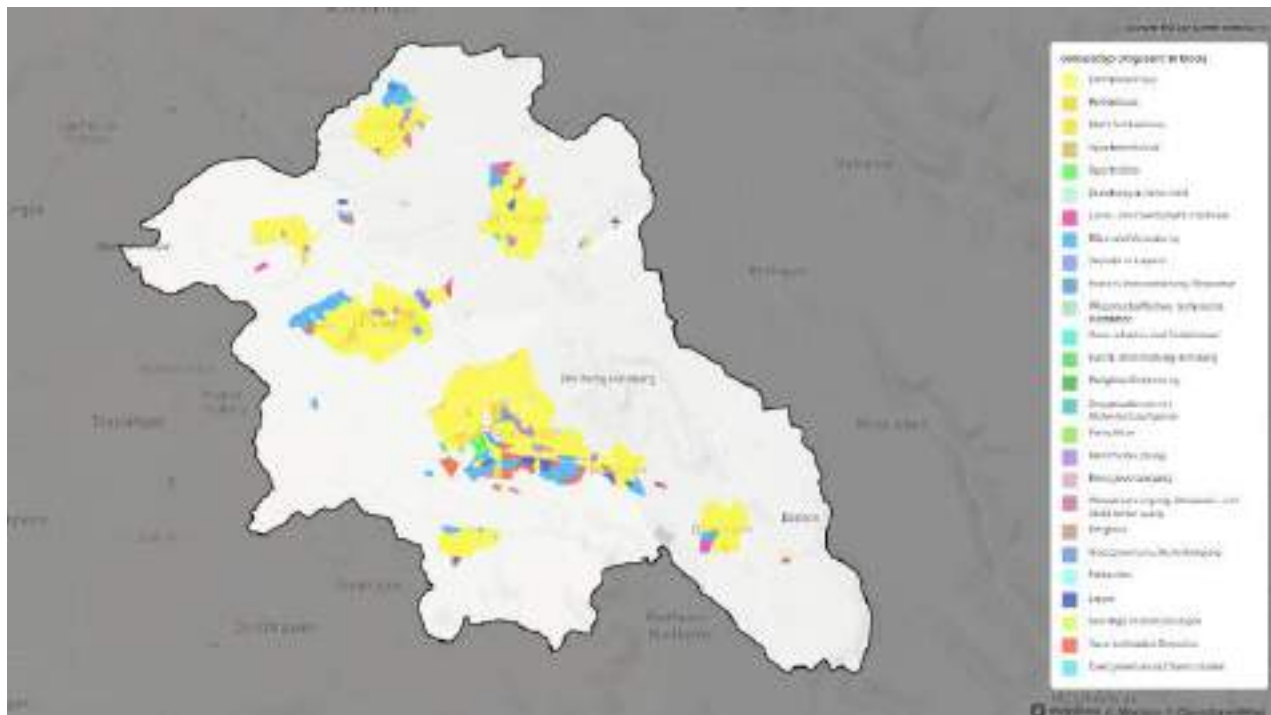


Abbildung 4: Gebäudetypen im Projektgebiet je Baublock aggregiert

Die Analyse der Baualtersklassen (s. Abbildung 5) enthüllt, dass mehr als 67 % 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 48,7 % 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 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. In Abbildung 6 ist eine räumliche Analyse der Baualtersklassen im Projektgebiet dargestellt. Es wird deutlich, dass Gebäude, die vor 1948 erbaut wurden, hauptsächlich in den Zentren der Ortskerne angesiedelt sind, während jüngere Bauten eher an den Außengrenzen der Orte zu finden sind. Die Identifizierung von Sanierungsgebieten erweist sich insbesondere in den Bereichen mit älteren Gebäuden als besonders relevant. Zudem spielt die

Verteilung der Gebäudealtersklassen eine entscheidende Rolle bei der Planung von Wärmenetzen. Dies ist vor allem in dichter bebauten Stadtkernen von Bedeutung, wo sowohl die Aufstellflächen für Wärmepumpen begrenzt sind als auch die Möglichkeiten für energetische Sanierungen durch strukturelle Gegebenheiten eingeschränkt sein können.

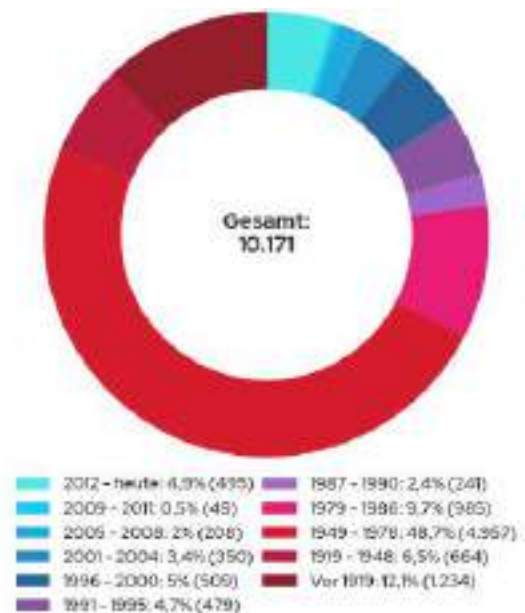


Abbildung 5: Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen im Projektgebiet

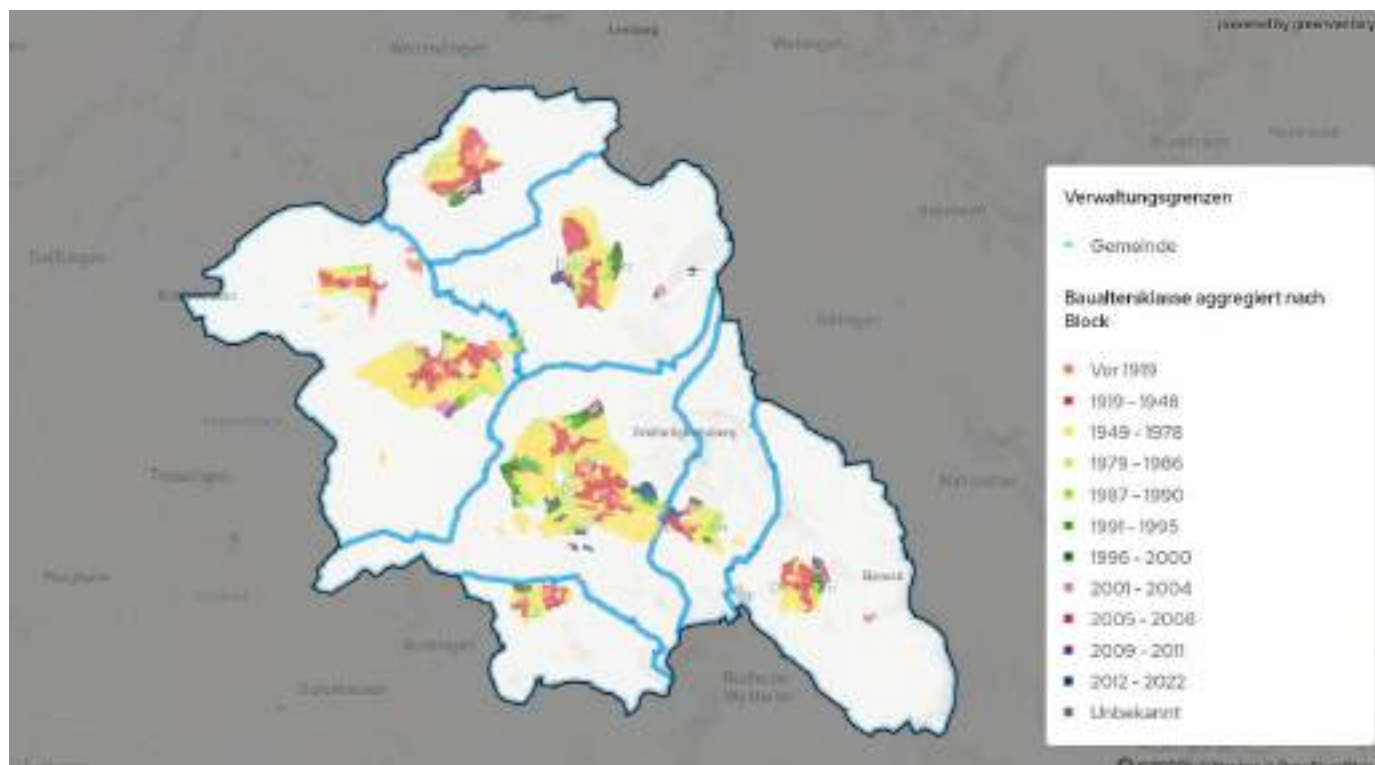


Abbildung 6: Verteilung der Baualtersklassen für Gebäude

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 Kommunen vergleichsweise wenige Gebäude aufweisen, die vollumfänglich saniert werden müssten. Der Großteil der Gebäude befindet sich im Mittelfeld der Energieeffizienz (s. Abbildung 7). Von den Gebäuden, denen ein Wärmebedarf zugeordnet werden konnte, sind 4,1 % den Effizienzklassen G und H zuzuordnen, was unsanierten oder nur sehr wenig sanierten Altbauten entspricht. 46 % der Gebäude gehören zur Effizienzklasse D und entsprechen meist unsanierten Bauten der 1970er Jahre mit mäßiger Dämmung, ursprünglichen Fenstern und älteren Heizungen. Durch weitere energetische Sanierungen kann der Anteil der Gebäude in den schlechteren Effizienzklassen zugunsten besserer Effizienzklassen reduziert werden.

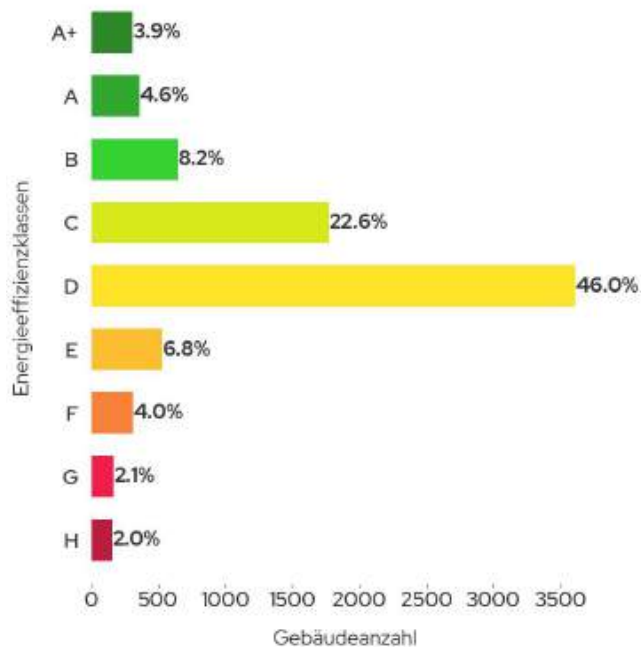


Abbildung 7: Wohngebäude nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte)

3.4 Wärmebedarf

Die Bestimmung des Wärmebedarfs erfolgte für die leitungsgebundenen Heizsysteme (Gas, Wärmenetz, Strom für Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen) über die gemessenen Verbrauchsdaten (Endenergieverbräuche), sofern diese verfügbar waren. Mit den Wirkungsgraden der verschiedenen Heiztechnologien konnte so der Wärmebedarf, die Nutzenergie, ermittelt werden. Bei nicht-leitungsgebundenen Heizsystemen (Öl, Holz, Kohle) und bei beheizten Gebäuden mit 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 309 GWh jährlich (s. Abbildung 8). Mit 55,6 % ist der Wohnsektor anteilig am stärksten vertreten, während auf die Industrie 16,1% des Gesamtwärmebedarfs entfällt. Auf den Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor (GHD) entfällt ein Anteil von 24,3 % des Wärmebedarfs und auf die öffentlich genutzten Gebäude, die ebenfalls kommunale Liegenschaften beinhalten, entfallen 4 %.

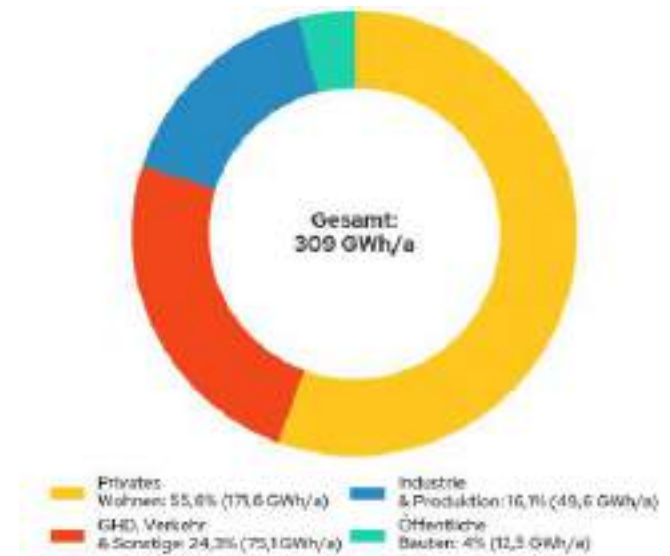


Abbildung 8: Wärmebedarf nach Sektor

Die räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichten auf Baublockebene ist in Abbildung 9 dargestellt.

Infobox - Unterschied zwischen Endenergie- und Wärmebedarf

Infobox: Unterschied zwischen Endenergie- und Wärmebedarf

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

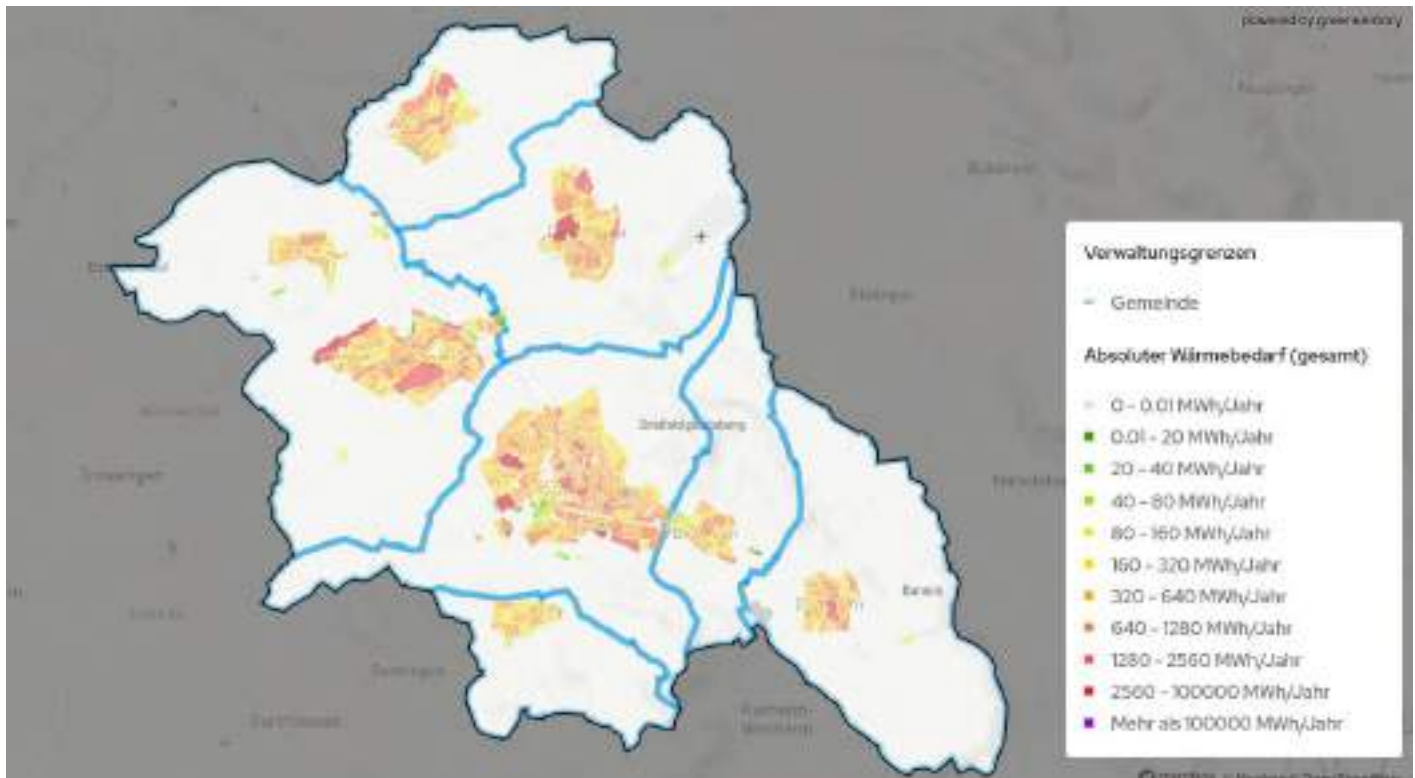


Abbildung 9: Verteilung der Wärmebedarfe je Baublock

3.5 Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger

Als Datengrundlage dienten die elektronischen Kehrbücher der Bezirksschornsteinfeger, die Informationen zum verwendeten Brennstoff sowie zur Art und zum Alter der jeweiligen Feuerungsanlage enthielten. Insgesamt konnten aus den Kehrbüchern Daten zu 7.554 Gebäuden mit Heizsystemen entnommen werden. Diese Informationen wurden durch Verbrauchs- und Netzdaten von den Stadtwerken ergänzt. Für 2.617 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 waren die mit Wärmenetzen und Wärmepumpen versorgten Gebäude in den Kehrbüchern nicht erfasst. Durch Wärmepumpen versorgte Objekte wurden über Angaben zu Heizstromverbrauchswerten erfasst.

Wärmenetzanschlüsse und -verbrauchswerte einzelner Gebäude wurden über die jeweiligen Netzbetreiber abgefragt.

Abbildung 10 zeigt die Gesamtleistung der neu installierten Heizsysteme je Energieträger. Die Leistung der jährlich installierten Ölheizungen ist ab 1965 und bis in die 1990er Jahre hinein stark gestiegen. In den letzten drei Jahrzehnten ist dann ein deutlicher Rückgang der neu installierten Ölheizungen zu verzeichnen. Die Leistung installierter Gasheizungen ist ab 1980 sehr stark angestiegen, erlebte ab der Jahrtausendwende einen deutlichen Abfall und nimmt seit 2010 wieder zu. Zugleich steigt seit 2000 der Anteil von Holzfeuerungen deutlich an, fällt dann ab 2010 jedoch wieder leicht ab. 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 Heizsysteme auf Basis von Flüssiggas (LPG, Flüssiggas) vorhanden, deren Gesamtleistung deswegen für die Wärmeplanung kaum relevant sind.

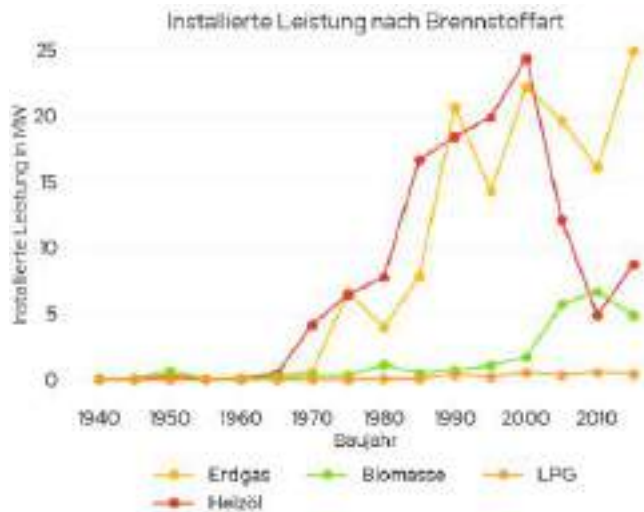


Abbildung 10: Gesamtleistung der jährlich neu installierten Heizsysteme nach Energieträger, gruppiert in 10-Jahresabschnitten (Summe)

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 11) 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:

- 51,2 % aller Heizsysteme überschreiten bereits die Altersgrenze von 20 Jahren.
- Bei 22,4 % 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 12 ablesen. Es wird deutlich, dass in den meisten Gebieten das durchschnittliche Alter der Heizsysteme mindestens 20 Jahre beträgt, in einigen Gebieten sogar 30 Jahre und mehr.



Abbildung 11: Gebäudeanzahl nach Alter der bekannten Heizsysteme (Stand: 2023)

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 v.a. die Punkte eines Systemaustauschs gemäß § 72 GEG. Für 22,4 % 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 28,8 % 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.

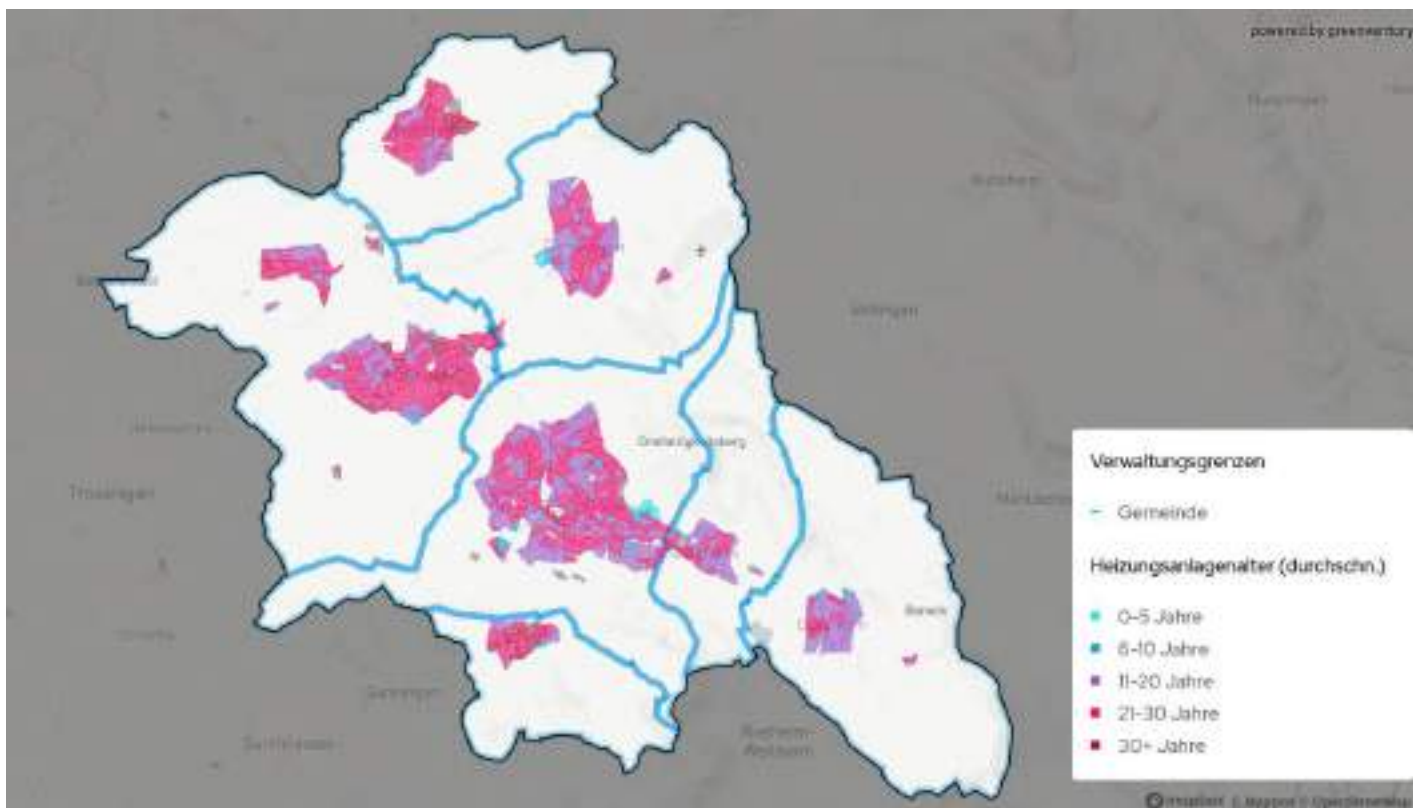


Abbildung 12: Verteilung nach Alter der
Heizsysteme (Stand: 2023)

3.6 Eingesetzte Energieträger

Für die Bereitstellung der Wärme in den Gebäuden werden 354 GWh Endenergie pro Jahr benötigt. Die Zusammensetzung der Energiebereitstellung verdeutlicht die Dominanz fossiler Brennstoffe im aktuellen Energiemix (s. Abbildung 13). Erdgas trägt mit 177 GWh/a (50 %) maßgeblich zur Wärmeerzeugung bei, gefolgt von Heizöl mit 120 GWh/a (33,9 %). Biomasse trägt mit 41,4 GWh/a (11,7 %) zum bereits erneuerbaren Anteil der Wärmeversorgung bei. Ein weiterer Anteil von 3,6 GWh/a (ca.1%) des Endenergiebedarfs wird durch Strom gedeckt, der in Wärmepumpen und Direktheizungen genutzt wird. Zusätzlich werden bereits 12,2 GWh/a (3,4 %) 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.

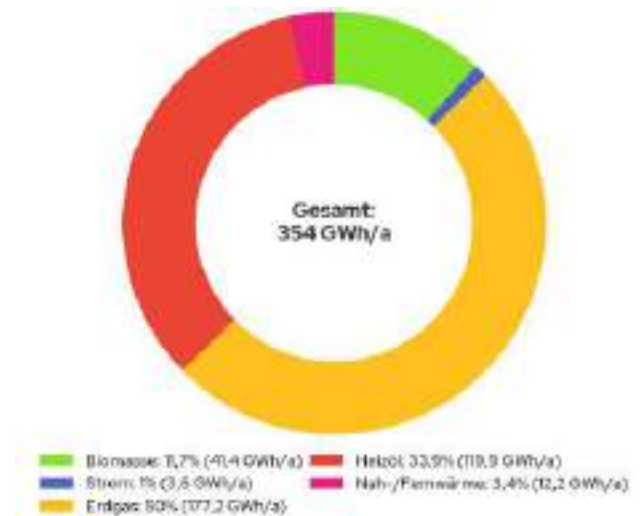


Abbildung 13: Endenergiebedarf nach Energieträger

3.7 Gasinfrastruktur

Im Projektgebiet ist die Gasinfrastruktur flächendeckend etabliert (s. Abbildung 14). Die Nutzung von Wasserstoff im Gasnetz sowie die zukünftige Verfügbarkeit von Wasserstoff hinsichtlich Menge und Preis ist allgemein noch nicht abzusehen.

3.8 Wärmenetze

Aktuell gibt es im Projektgebiet ein Wärmenetz in Aldingen mit einer Netzlänge von 26,1 km. Die beiden Heizzentralen Aldingen und Nagelsee weisen eine Nennleistung von ca. 6 MW auf. Der Verlauf der Wärmenetze ist vereinfacht in Abbildung 14 wiedergegeben.

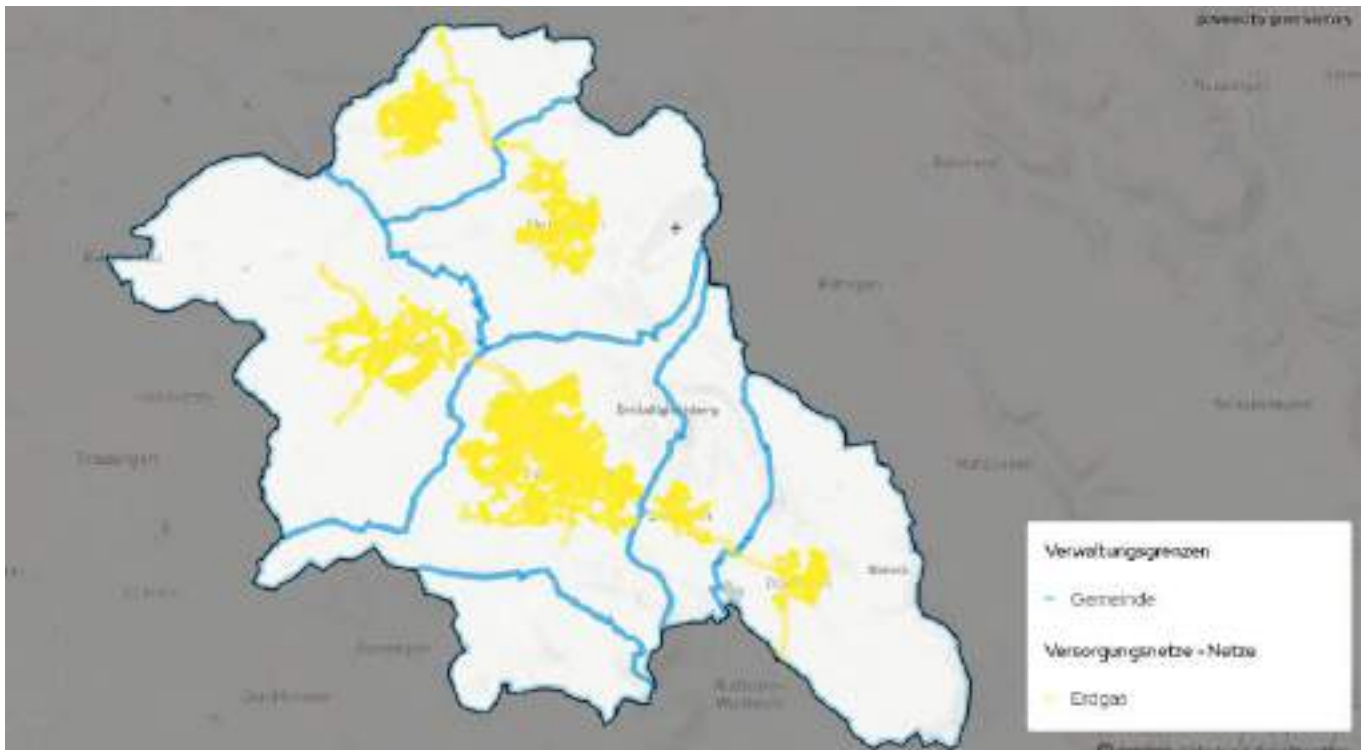


Abbildung 14: Gasnetzinfrastruktur im Projektgebiet

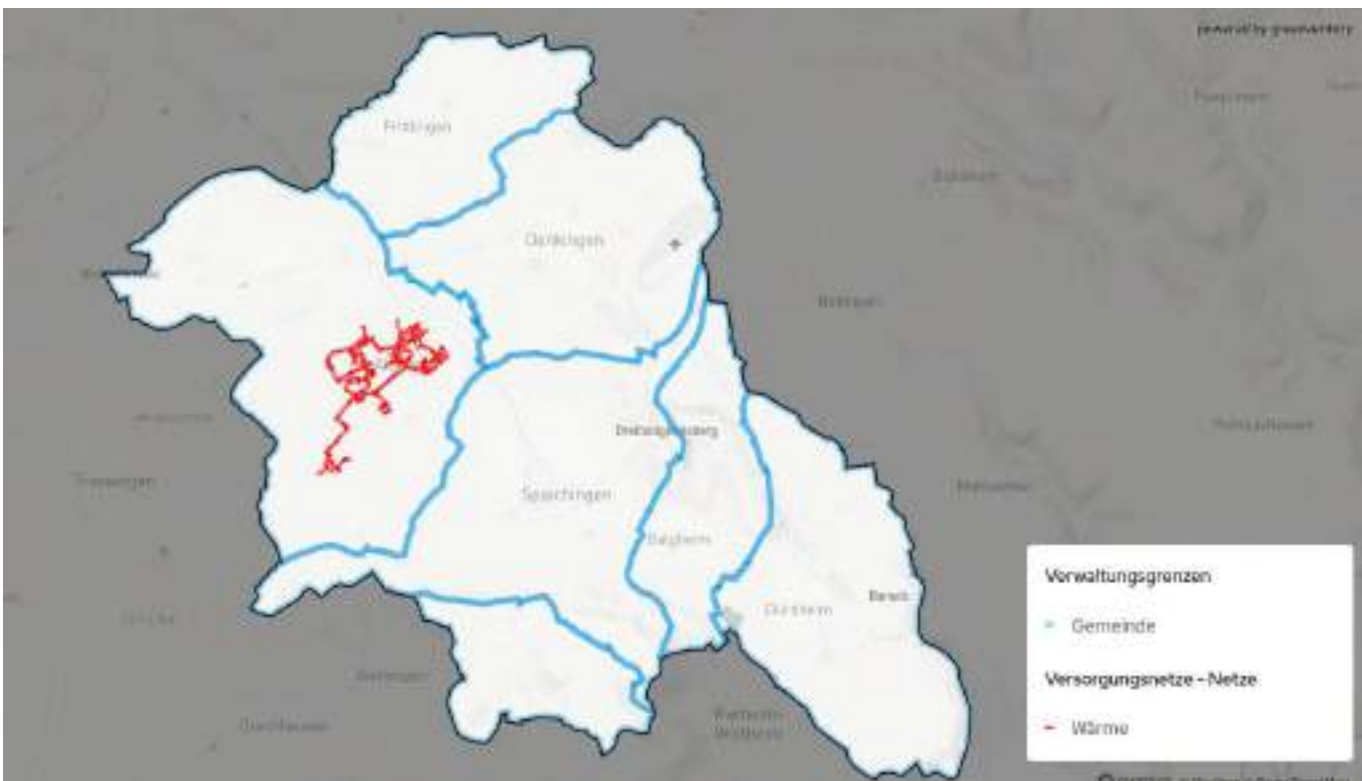


Abbildung 15: Wärmenetzinfrastruktur im Projektgebiet

3.9 Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung

Im Projektgebiet betragen aktuell die gesamten Treibhausgasemissionen im Wärmebereich 82.246 tCO₂ pro Jahr. Sie entfallen zu 54,1% auf den Wohnsektor, zu 25,4 % auf den Gewerbe- Handels und Dienstleistungssektor (GHD), zu 16,6 % auf die Industrie, und zu 3,9 % auf öffentlich genutzte Gebäude (s. Abbildung 16). Damit sind die Anteile der Sektoren an den Treibhausgasemissionen in etwa proportional zu deren Anteilen am Wärmebedarf (s. Abbildung 7). Jeder Sektor emittiert also pro verbrauchter Gigawattstunde Wärme ähnlich viel Treibhausgas, wodurch eine Priorisierung einzelner Sektoren auf Basis der spezifischen Emissionen nicht erfolgen muss.

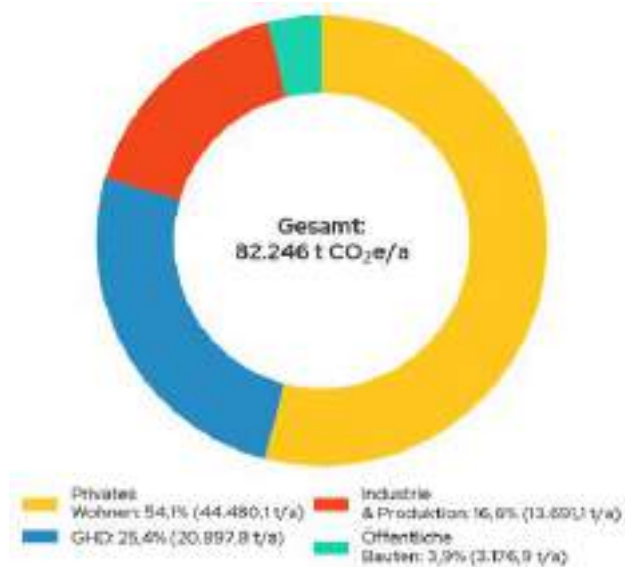


Abbildung 16: Treibhausgasemissionen nach Sektoren im Projektgebiet

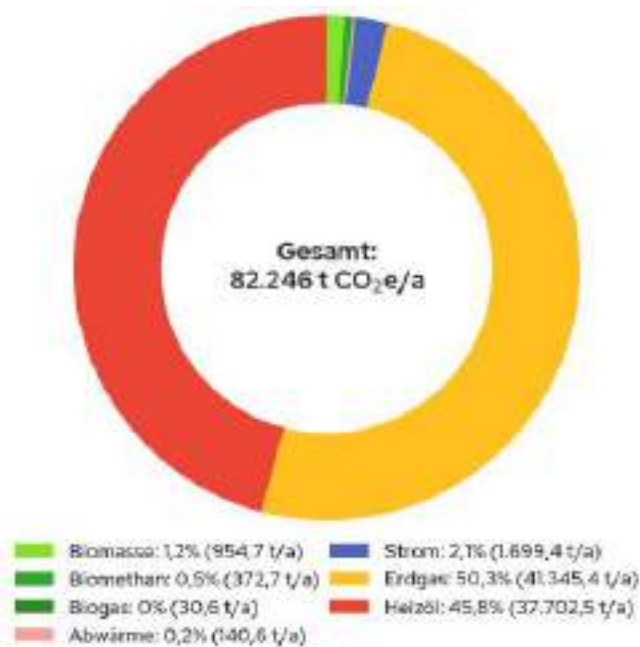
Erdgas ist mit 50,3 % der Hauptverursacher der Treibhausgasemissionen, gefolgt von Heizöl mit 45,8 %. Der Anteil von Strom ist mit 2,1% deutlich geringer, jedoch ebenfalls signifikant, da der Bundesstrommix nach wie vor hohe Emissionen verursacht. Biomasse (1,2 %) macht nur einen Bruchteil der Treibhausgasemissionen aus (s. Abbildung 17). 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.

Tabelle 1: Emissionsfaktoren nach Energieträger (KEA, 2023)

Energieträger	Emissionsfaktoren (tCO ₂ /MWh)		
	2022	2030	2040
Strom	0,438	0,270	0,032
Heizöl	0,311	0,311	0,311
Erdgas	0,233	0,233	0,233
Steinkohle	0,431	0,431	0,431
Biogas / Biomethan	0,090	0,086	0,081
Biomasse (Holz)	0,022	0,022	0,022
Solarthermie	0,013	0,013	0,013
Abwärme	0,04	0,038	0,036

Eine örtliche Verteilung der auf Baublockebene aggregierten Treibhausgasemissionen ist in Abbildung 18 dargestellt. Im innerstädtischen Bereich und in den Industriegebieten sind die Emissionen besonders hoch. Gründe für hohe lokale Treibhausgasemissionen können große Industrie- betriebe oder eine Häufung besonders schlecht sanierter Gebäude gepaart mit dichter Besiedelung sein. Eine Reduktion der Treibhausgasemissionen bedeutet eine Verbesserung der Luftqualität, was besonders in den Wohnvierteln eine erhöhte Lebensqualität mit sich bringt.



Die verwendeten Emissionsfaktoren lassen sich Tabelle 1 entnehmen. 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 0,438 tCO₂/MWh auf zukünftig 0,032 tCO₂/MWh – ein Effekt, der elektrische Heizsysteme wie Wärmepumpen zukünftig weiter begünstigen dürfte.

Abbildung 17: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Projektgebiet

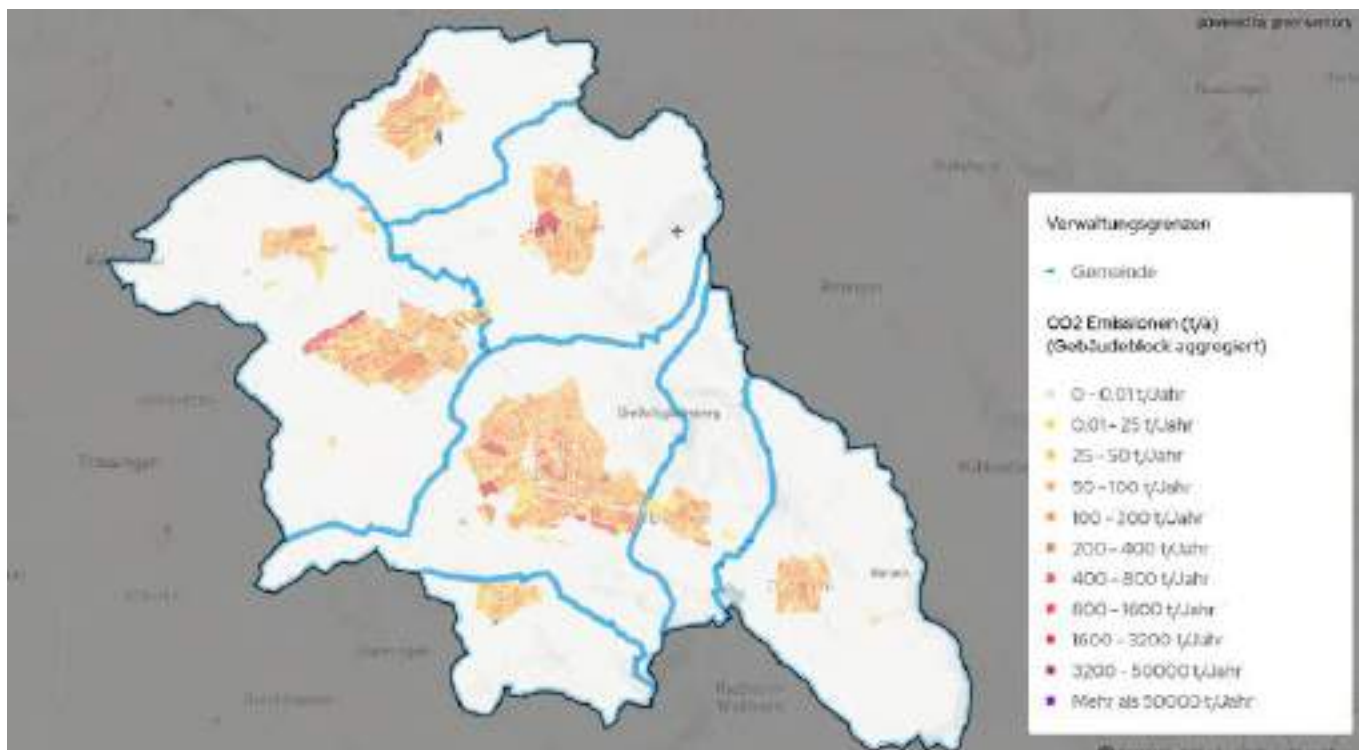


Abbildung 18: Verteilung der Treibhausgasemissionen im Projektgebiet

3.10 Zusammenfassung Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse verdeutlicht die zentrale Rolle fossiler Energieträger in der aktuellen Wärmeversorgungsstruktur, mit einem signifikanten Anteil im Wohnsektor, der sowohl die Mehrheit der Emissionen als auch der Gebäudeanzahl ausmacht. Erdgas ist der vorherrschende Energieträger in den Heizsystemen, während der Anteil an erneuerbaren Energieträgern gering bleibt. Eine kritische Betrachtung zeigt, dass 22,4 % 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 Sanierungen. Trotz der herausfordernden Ausgangslage zeigen die Daten auch positive Aspekte auf: Ein ausgeprägtes Engagement der Kommunen und erste Erfahrungen mit der Implementierung von Wärmenetzen 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, die unterstützt durch das Engagement der Kommunen und die Nutzung bestehender Erfahrungen mit Wärmenetzen, eine effektive Reduktion der Treibhausgasemissionen und eine nachhaltige Verbesserung der Wärmeversorgung ermöglichen.

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.

→ Kraft-Wärme-Kopplung: Nutzung von Strom und Wärme durch die Umstellung bestehender KWK-Anlagen auf erneuerbare Brennstoffe

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



Abbildung 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 (s. 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 & 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, Gesteinstypen
Luftwärmepumpe	Gebäudeflächen, Gebäudealter, techno-ökonomische Anlagenparameter, gesetzliche Vorgaben zu Abständen
Großwärmepumpen Flüsse und Seen	Landnutzung, Naturschutz, Temperatur- und Abflussdaten der Gewässer, Nähe zu Wärmeverbrauchern, techno-ökonomische Anlagenparameter

Infobox – Definition von Potenzialen

Infobox: Potenzialbegriffe

Theoretisches Potenzial:

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

Technisches Potenzial:

Eingrenzung des theoretischen Potenzials durch Einbeziehung der rechtlichen Rahmenbedingungen und technologischen Möglichkeiten. Das technische Potenzial ist somit als Obergrenze anzusehen. 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 sowie 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.

4.3.1 Biomasse

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 einen geringen Beitrag zur Stromerzeugung leisten könnte. Der Rohstoff Biomasse sollte daher eher für die Wärmeerzeugung genutzt werden.

4.3.2 Kraft-Wärme-Kopplung

Kraft-Wärmekopplungs-(KWK)-Anlagen dienen der kombinierten Erzeugung von Strom und Wärme, 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 liegt das KWK-Potenzial zur Stromerzeugung bei 4 GWh Strom pro Jahr, basierend auf den vorhandenen, derzeit mit Erdgas betriebenen Anlagen. 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 oder neue Standorte sind hierbei nicht berücksichtigt.

4.3.3 Windkraft

Windkraftanlagen nutzen Wind zur Stromerzeugung und sind eine zentrale Form der Windenergienutzung. Potenzialflächen (s. Abbildung 21) 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 1.251 GWh/a bietet die Windkraft ein signifikantes Potenzial. Allerdings sind hier Aspekte der Akzeptanz sowie der Einfluss auf die lokale Flora und Fauna zu berücksichtigen, weshalb die Eignungsflächen stark eingegrenzt sind und die Analyse der Windflächen außerhalb der KWP erfolgen sollte.

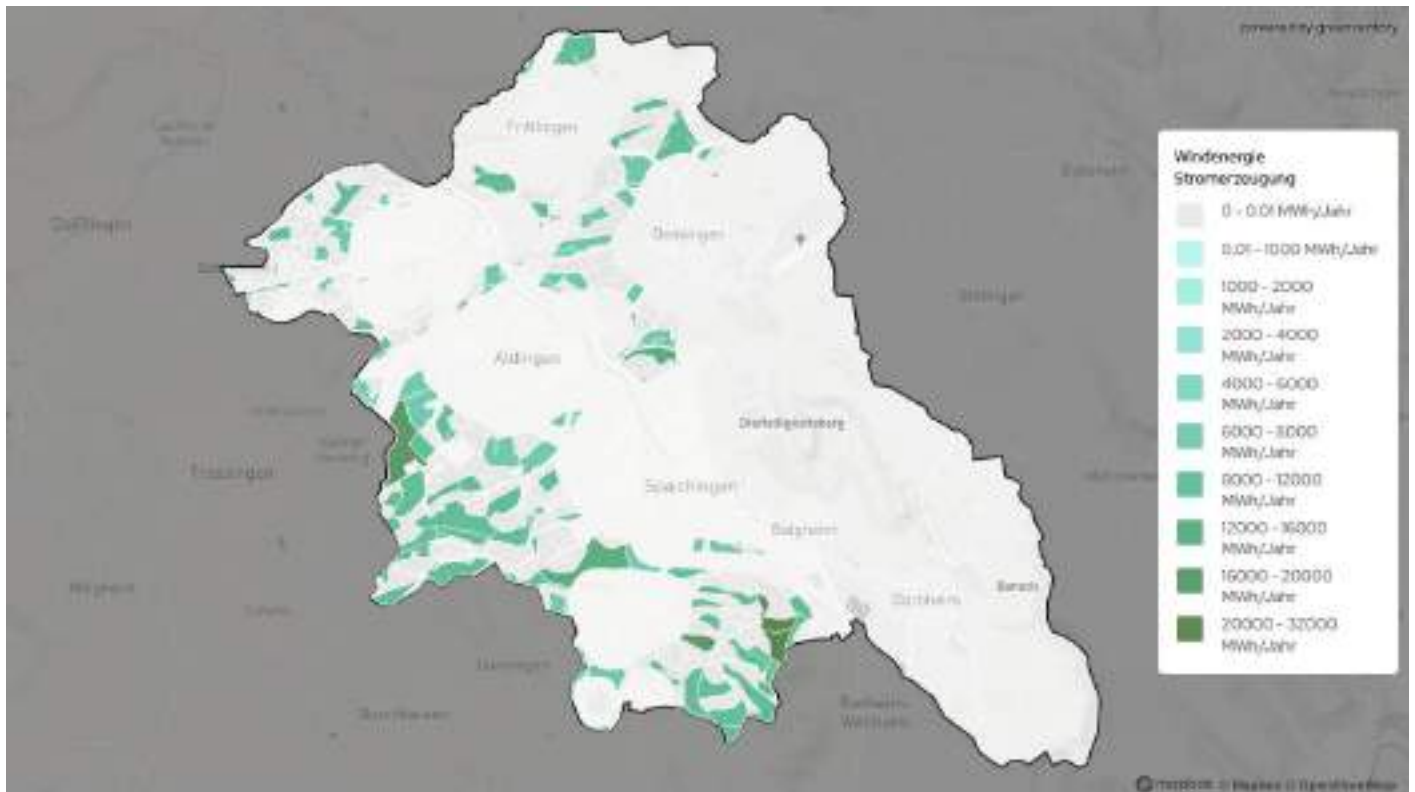


Abbildung 21: Technische Potenzialflächen für Windkraft

4.3.4 Photovoltaik

Photovoltaik auf Freiflächen (s. Abbildung 22) stellt mit 2.030 GWh/a das größte erneuerbare Strompotenzial dar, wobei Flächen als grundsätzlich geeignet ausgewiesen werden, die keinen Restriktionen unterliegen und die technischen Anforderungen erfüllen. Besonders beachtet werden dabei Naturschutz, Hangneigungen, Überschwemmungsgebiete und gesetzliche Abstandsregeln. Bei der Potenzialberechnung werden Module optimal platziert und unter Berücksichtigung von Verschattung und Sonneneinstrahlung werden jährliche Volllaststunden und der Jahresenergieertrag

pro Gebiet errechnet. Die wirtschaftliche Nutzbarkeit wird basierend auf Mindestvolllaststunden und dem Neigungswinkel des Geländes bewertet, um nur die rentabelsten Flächen einzubeziehen. Hierbei werden Flächen mit mindestens 919 Volllaststunden als gut geeignet ausgewiesen. Zudem sind Flächenkonflikte, beispielsweise mit landwirtschaftlichen Nutzflächen sowie die Netzanschlussmöglichkeiten abzuwägen. 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.

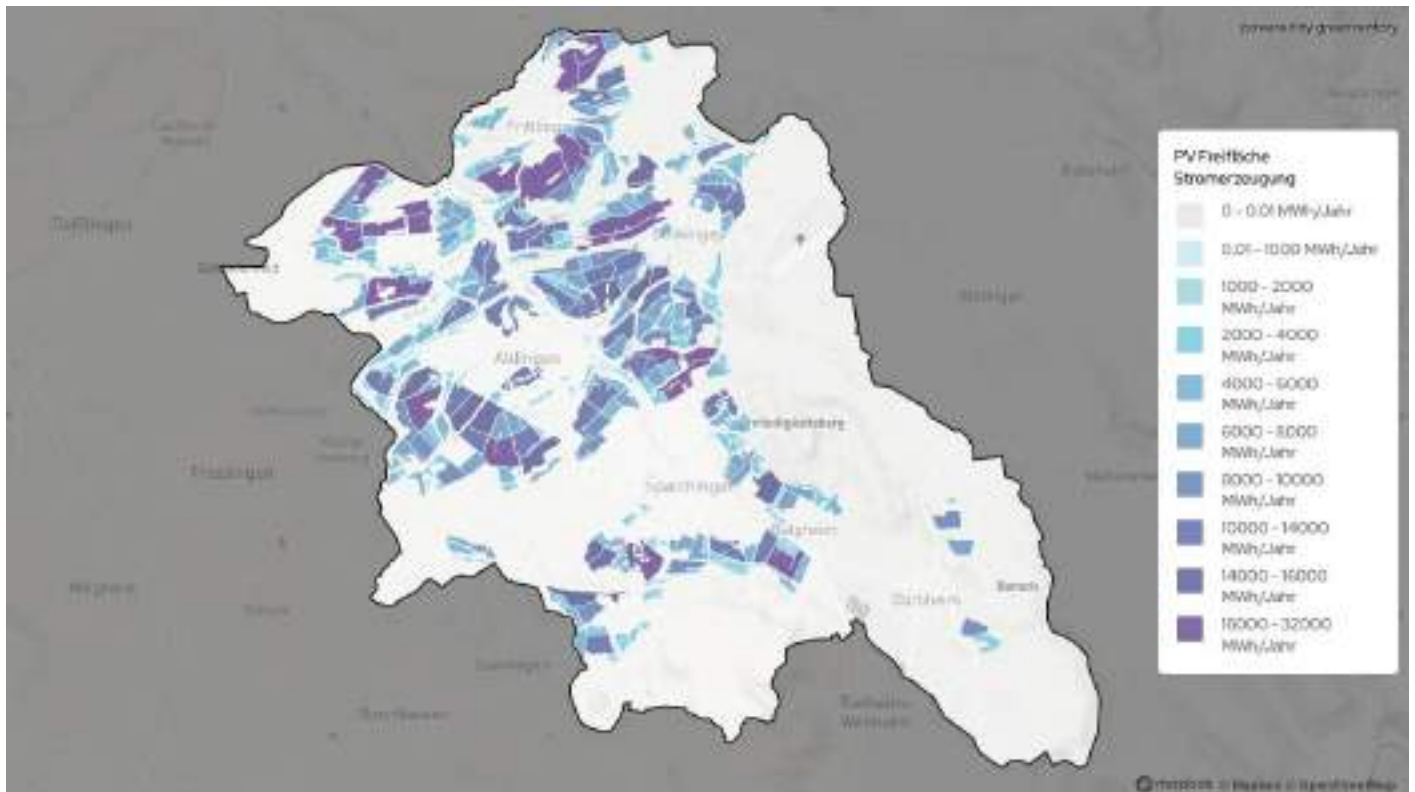


Abbildung 22: Technische Potenzialflächen für Photovoltaik auf Freiflächen

Das Potenzial für Photovoltaikanlagen auf Dachflächen (s. Abbildung 23) fällt mit 170 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 (s. 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 kWh/m²a) berechnet. Im Vergleich zu Freiflächenanlagen ist allerdings mit höheren spezifischen Kosten zu kalkulieren. In Kombination mit Wärmepumpen ist das Potenzial von PV auf Dachflächen gerade für die Warmwasserbereitstellung im Sommer sowie die Gebäudeheizung in den Übergangszeiten interessant.

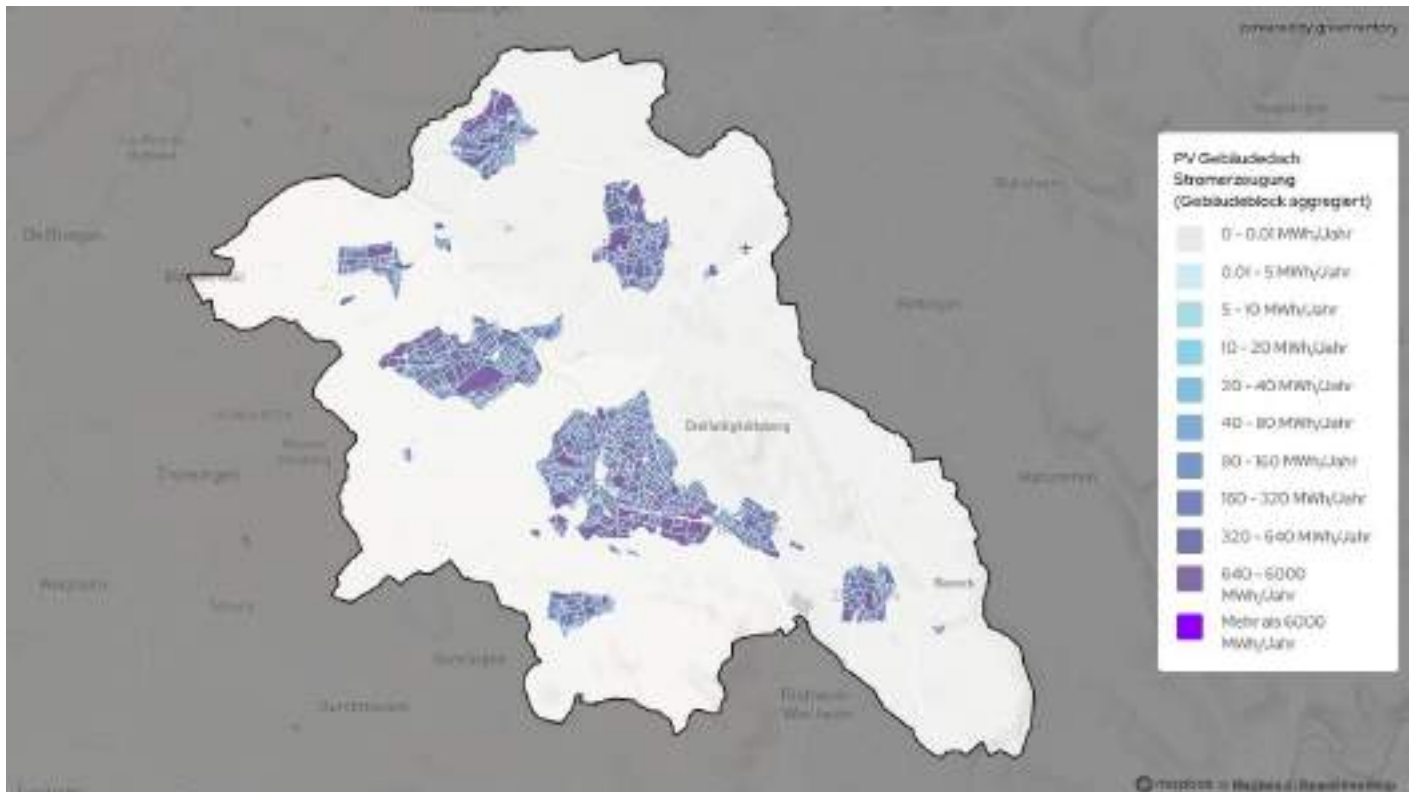


Abbildung 23: Technische Potenzialflächen für Photovoltaik auf Dachflächen

Zusammenfassend bieten sich vielfältige Möglichkeiten zur erneuerbaren Stromerzeugung im Projektgebiet (s. Abbildung 24), 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.

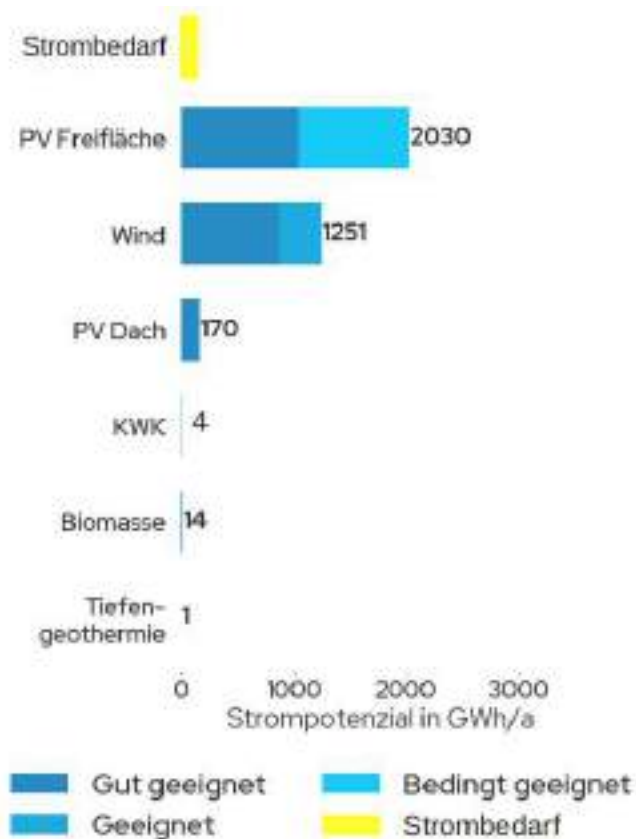


Abbildung 24: Erneuerbare Strompotenziale im Projektgebiet

4.4 Potenziale zur Wärmeerzeugung

Die Untersuchung der thermischen Potenziale offenbart ein breites Spektrum an Möglichkeiten für die lokale Wärmeversorgung (s. Abbildung 33).

Für Solarthermie, Flusswasser, Seewärme 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.

4.4.1 Solarthermie

Solarthermie auf Freiflächen (s. Abbildung 25) stellt mit einem Potenzial von 3.348 GWh/a die größte Ressource dar. Solarthermie nutzt Sonnenstrahlung, um mit 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.

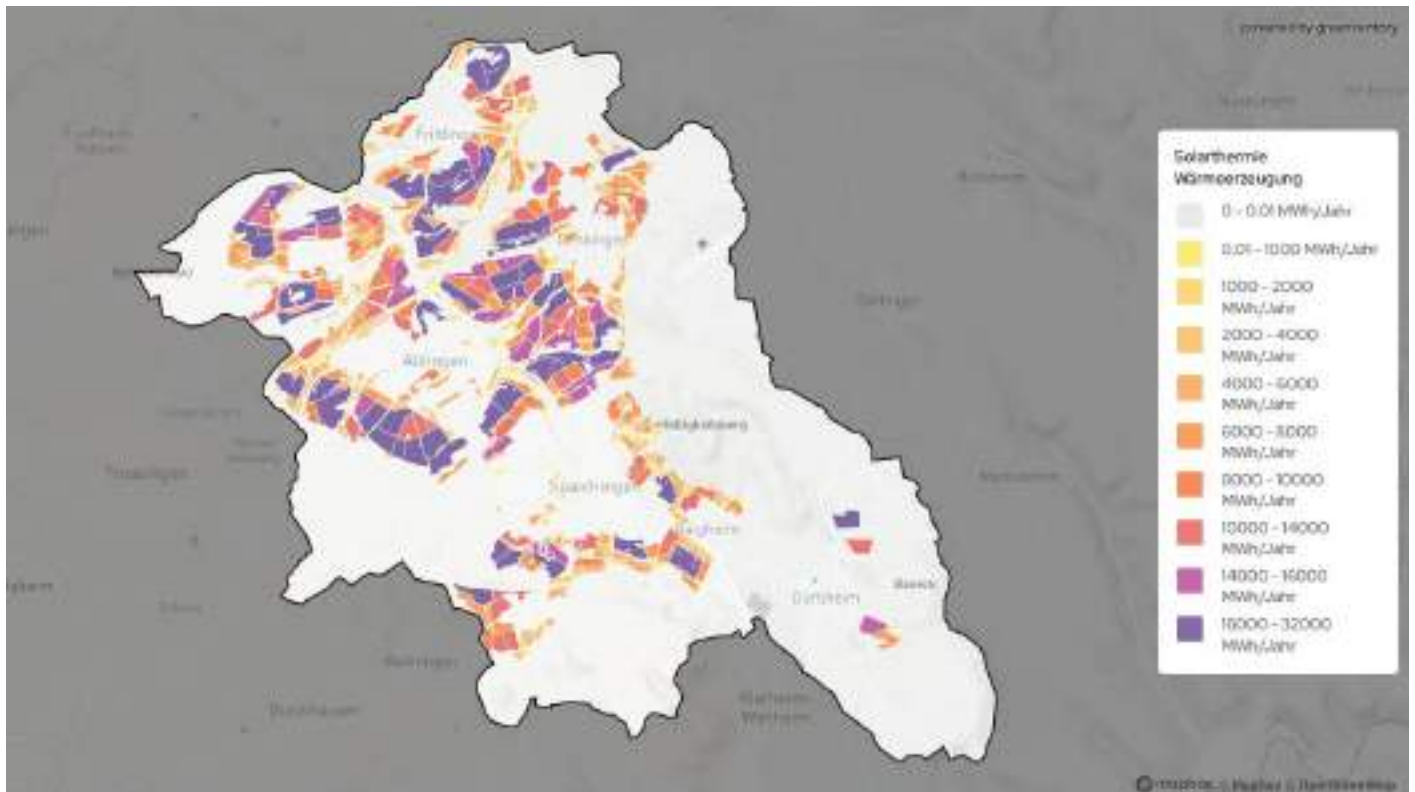


Abbildung 25: Technische Potenzialflächen für Solarthermie auf Freiflächen

Auch auf Dachflächen kann Solarthermie genutzt werden (s. Abbildung 26). Bei der Solarthermie auf Dachflächen wird mittels KEA-BW Methode das Potenzial aus 25 % der Dachflächen über 50 m² für die Wärmezeugung geschätzt. Die jährliche Produktion basiert auf 400 kWh/m² durch flächenspezifische

Leistung und durchschnittliche Volllaststunden. Die Potenziale der Dachflächen für Solarthermie belaufen sich auf 212 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.

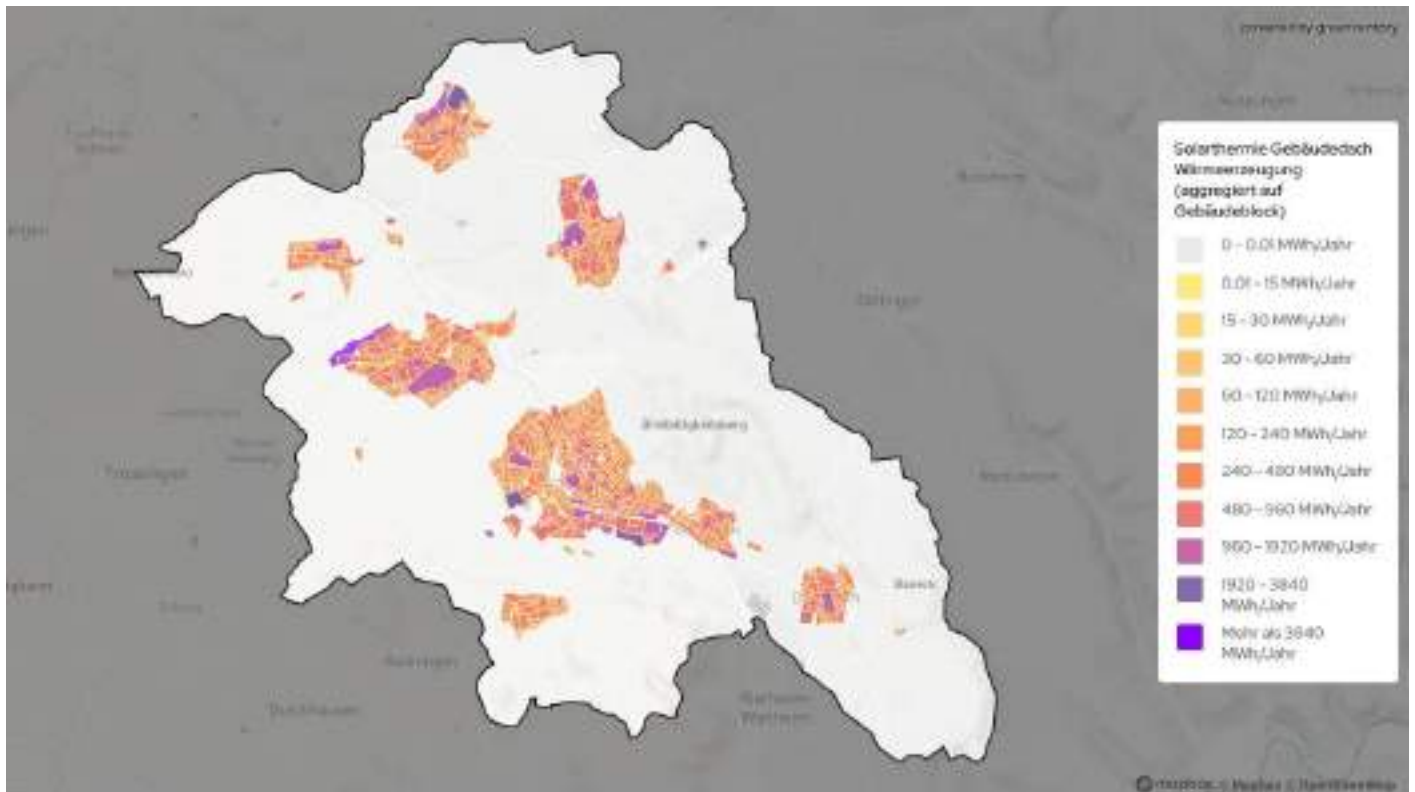


Abbildung 26: Technische Potenzialflächen für Solarthermie auf Dachflächen je Baublock

4.4.2 Luftwärme

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 einem Kühlschrank, der in umgekehrter Richtung arbeitet. Wärmepumpen können vielseitig im Projektgebiet genutzt werden. Das Potenzial der Luftwärmepumpen (292 GWh/a) ergibt sich jeweils im direkten Umfeld der

Gebäude (s. Abbildung 27). 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.



Abbildung 27: Potenzielle Aufstellflächen für gebäudenahe Luftwärmepumpen im Stadtgebiet Aldingen

4.4.3 Geothermie

Oberflächennahe Geothermie (Sonden) hat ein Potenzial von 2.349 GWh/a im Projektgebiet (s. Abbildung 28). 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.

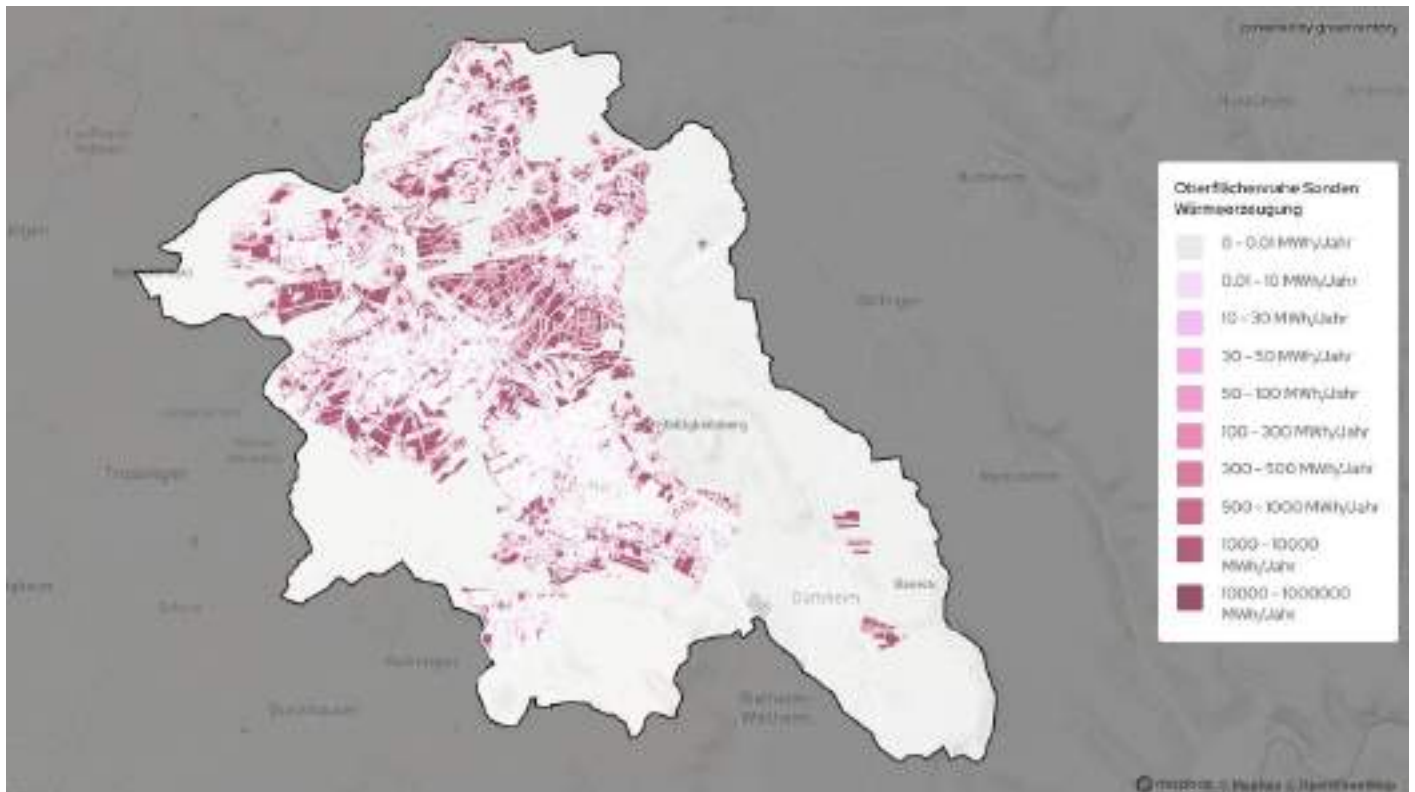


Abbildung 28: Technische Potenzialflächen für Geothermie-Sonden

Erdwärmekollektoren (1.553 GWh/a) ergeben sich jeweils im direkten Umfeld der Gebäude (s. Abbildung 29). 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.

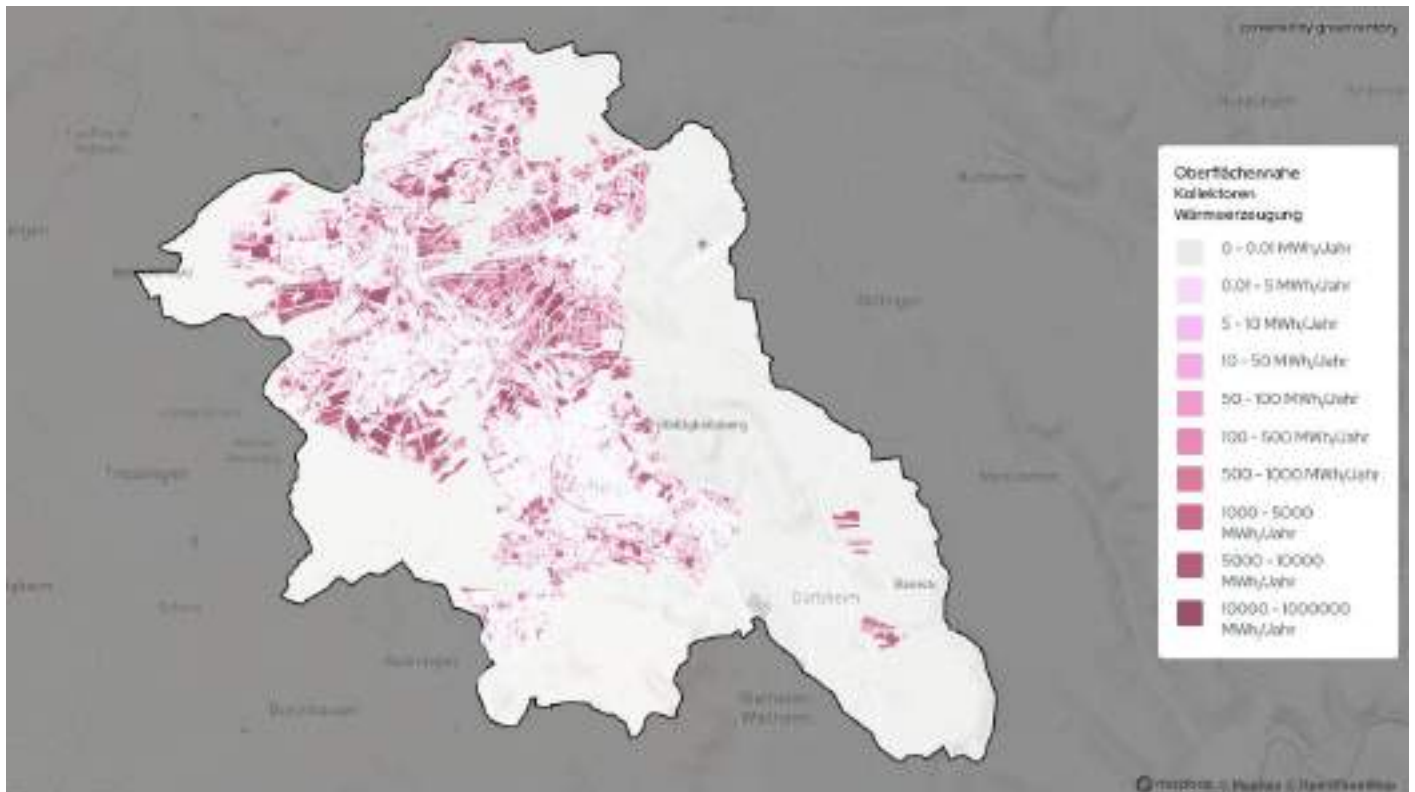


Abbildung 29: Technische Potenzialflächen für Geothermie-Kollektoren

4.4.4 Biomasse

Das thermische Biomaspotenzial beträgt 23 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 aus Abbildung 30 ersichtlich, dass diese nur in sehr begrenzter Menge zur Verfügung steht.

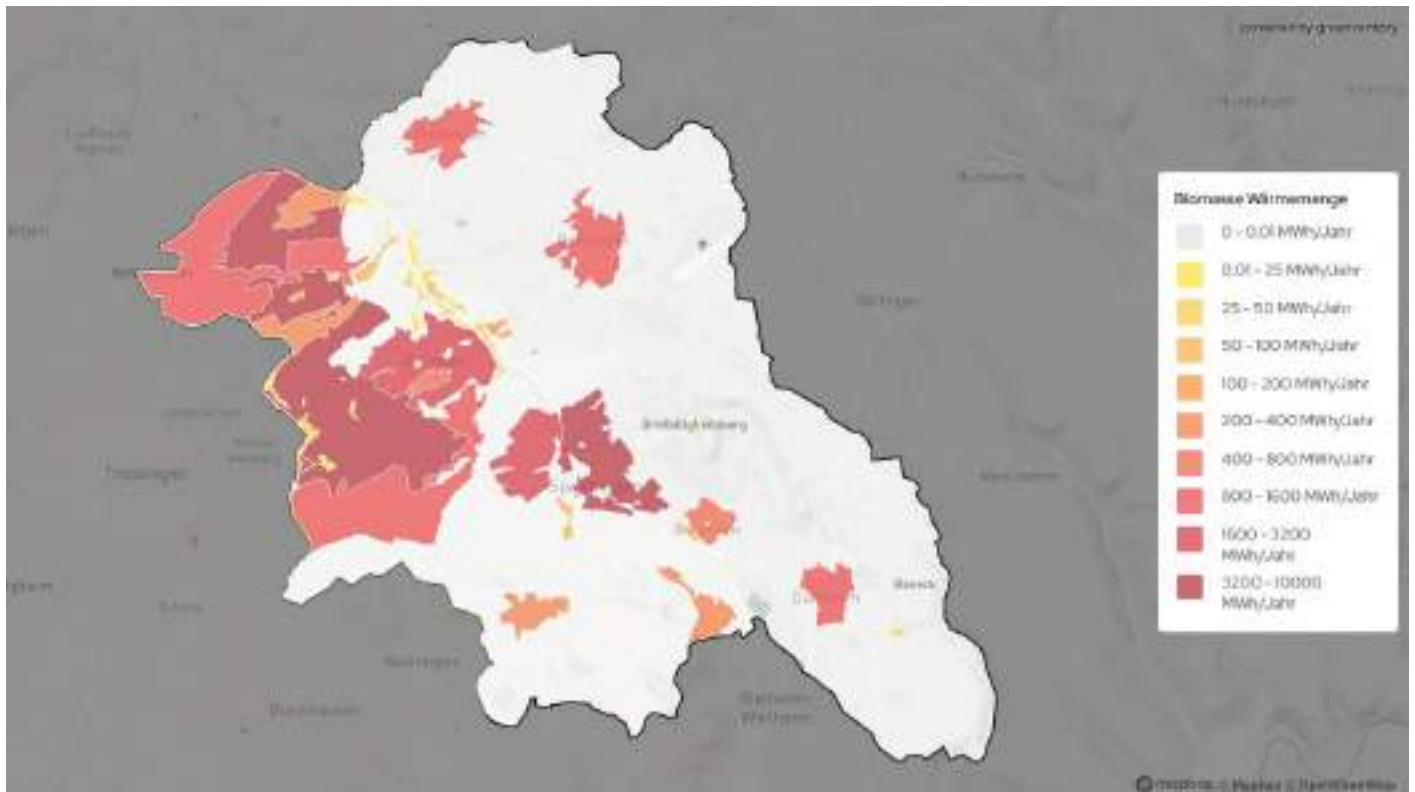


Abbildung 30: Technische Potenzialflächen für Biomasse

4.4.5 Kraft-Wärme-Kopplung

Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) dienen der kombinierten Erzeugung von Strom und Nutzwärme (s. 4.3.2 Kraft-Wärme-Kopplung). KWK-Anlagen spielen vor allem in Verbindung mit Wärmenetzen in der nahen Zukunft eine wichtige Rolle beim Übergang zu einem fossilfreien Wärmesystem. Abbildung 31 zeigt KWK-Anlagen, die laut Marktstammdatenregisters (MaStR) in Betrieb sind. Das thermische Potenzial von

KWK-Anlagen liegt im Konvoi Spaichingen bei ca. 5 GWh Wärme pro Jahr. Das Potenzial der bestehenden KWK-Infrastruktur kann durch eine Umstellung auf Biogas oder andere regenerative Gase für eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung erschlossen werden. 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.



Abbildung 31: Bestehende Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen

4.4.6 Gewässerwärme

Ein Potenzial für Gewässerwärmepumpen durch Seewärme ist im Projektgebiet nicht vorhanden. Der Egelsee ist der einzige See mit einer ausreichenden Größe, allerdings liegt er in einem Naturschutzgebiet. Für die Nutzung von Flusswärme bietet die Prim eine zu geringe Durchflussmenge.

4.4.7 Abwasserwärme

Das Abwärmepotenzial, welches aus dem geklärten Abwasser am Kläranlagenauslauf gehoben werden kann, wurde auf 10 GWh/a beziffert. Da die Kläranlage außerhalb von Spaichingen liegt (s. Abbildung 32), ist eine interne Nutzung für den Klärprozess gegenüber der zukünftigen möglichen Wärmenetzen im Umfeld der Kläranlage zu prüfen. Die Abwärmenutzung in Abwassersammlern der Stadt Spaichingen wird aktuell in einer separaten Studie untersucht.

4.4.8 Industrielle Abwärme

Für die Evaluierung der industriellen Abwärme wurden im Projektgebiet insgesamt 36 relevante Betriebe

angeschrieben. Die Rücklaufquote lag bei 100 %, wobei 13 Unternehmen angaben, dass bei ihnen grundsätzlich nutzbare Abwärmepotenziale vorliegen. Insgesamt wurde so ein Potenzial von ca. 7 GWh/a identifiziert. Dieses Potenzial konzentriert sich räumlich insbesondere auf das Industriegebiet im Süden von Spaichingen mit den Betrieben VHW-Metallpresswerk GmbH, Spaichinger Nudelmacher GmbH und HEWI G. Winker GmbH & Co. KG. Die genannten Unternehmen haben bereits eine grundsätzliche Bereitschaft zur Abwärmebereitstellung signalisiert, wobei die vorliegenden Daten meist nutzbare Abwärme mit Temperaturniveaus zwischen 35 °C und 40 °C ausweisen, die durch Prozessspitzen teilweise deutlich höher liegen können. Aufgrund der industriellen Ausrichtung ist eine hohe zeitliche Verfügbarkeit gegeben, die bei den betrachteten Schlüsselbetrieben überwiegend ganzjährig erfolgt, was eine sehr gute Grundlastfähigkeit für ein potenzielles Wärmenetz darstellt.

Ein weiteres Potenzial findet sich in Balgheim bei der Bäckerei Licht, die eine mögliche Wärmequelle zur Versorgung des Ortskerns darstellt, wobei hier die Kreuzung der Bundesstraße und der begrenzte Platzmangel als bauliche Herausforderungen zu berücksichtigen sind. Für die Gemeinde Dürbheim wurde im Rahmen der Abfrage ein spezifisches Potenzial bei der PWG-Profilrollen-Werkzeugbau GmbH identifiziert, welches aufgrund der produktionsbedingten Betriebszeiten regelmäßig zur Verfügung steht. In Frittlingen ist zudem vorgesehen, die Abwärme der Biogasanlage in das bereits geplante Wärmenetz einzuspeisen. In Aldingen und Denkingen haben ebenfalls mehrere Betriebe eine grundsätzliche

Bereitschaft zur Abwärmenutzung signalisiert, jedoch noch ohne konkrete Angaben zur exakten Wärmemenge.

In den nachfolgenden Untersuchungsphasen gilt es nun, diese Wärmemengen technisch präzise zu quantifizieren und die Lastprofile im Detail mit den Bedarfen angrenzender Quartiere abzugleichen. Dabei wird vor allem die Prüfung der wirtschaftlichen Machbarkeit sowie der notwendigen Anlagentechnik zur Temperaturanhebung mittels Großwärmepumpen eine zentrale Rolle spielen, um das theoretische Potenzial zuverlässig in die zukünftige Wärmeversorgung zu integrieren.



Abbildung 32: Standorte mit hohem Potenzial für (industrielle) Abwärme



Abbildung 33: Erneuerbare Wärmepotenziale im Projektgebiet

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 und Redundanzen 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 123 GWh bzw. 39 % des Gesamtwärmeverbrauchs im Projektgebiet realisiert werden könnte. Erwartungsgemäß liegt der größte Anteil des Sanierungspotenzials bei Gebäuden, die bis 1978 erbaut wurden (s. Abbildung 34). Diese Gebäude sind sowohl in der Anzahl als auch in ihrem energetischen Zustand besonders relevant. Sie wurden vor den einschlägigen Wärmeschutzverordnungen erbaut und haben daher einen erhöhten Sanierungsbedarf. Besonders im Wohnbereich zeigt sich ein hohes Sanierungspotenzial. Hier können durch energetische Verbesserung der Gebäudehülle signifikante Energieeinsparungen erzielt werden. In Kombination mit einem Austausch der Heiztechnik bietet dies insbesondere für Gebäude mit Einzelversorgung einen großen Hebel. Typische energetische Sanierungsmaßnahmen für die Gebäudehülle sind in der Infobox „Energetische Gebäudesanierungen“ dargestellt. Diese können von der Dämmung der Außenwände bis hin zur Erneuerung der Fenster reichen und sollten im Kontext des Gesamtpotenzials der energetischen Sanierung betrachtet werden.

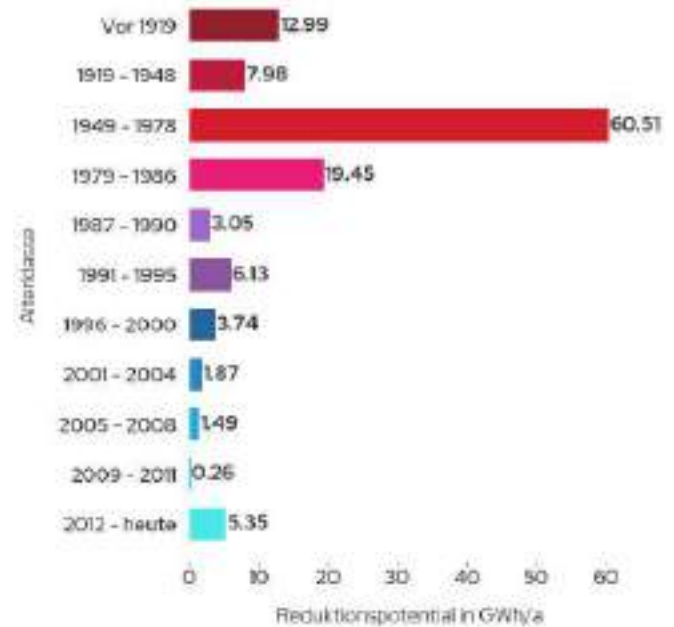


Abbildung 34: Reduktionspotenzial nach Baualtersklassen

Das Sanierungspotenzial bietet nicht nur eine beträchtliche Möglichkeit zur Reduzierung des Energiebedarfs, sondern auch zur Steigerung des Wohnkomforts und zur Wertsteigerung der Immobilien. Daher sollten entsprechende Sanierungsprojekte integraler Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung sein.

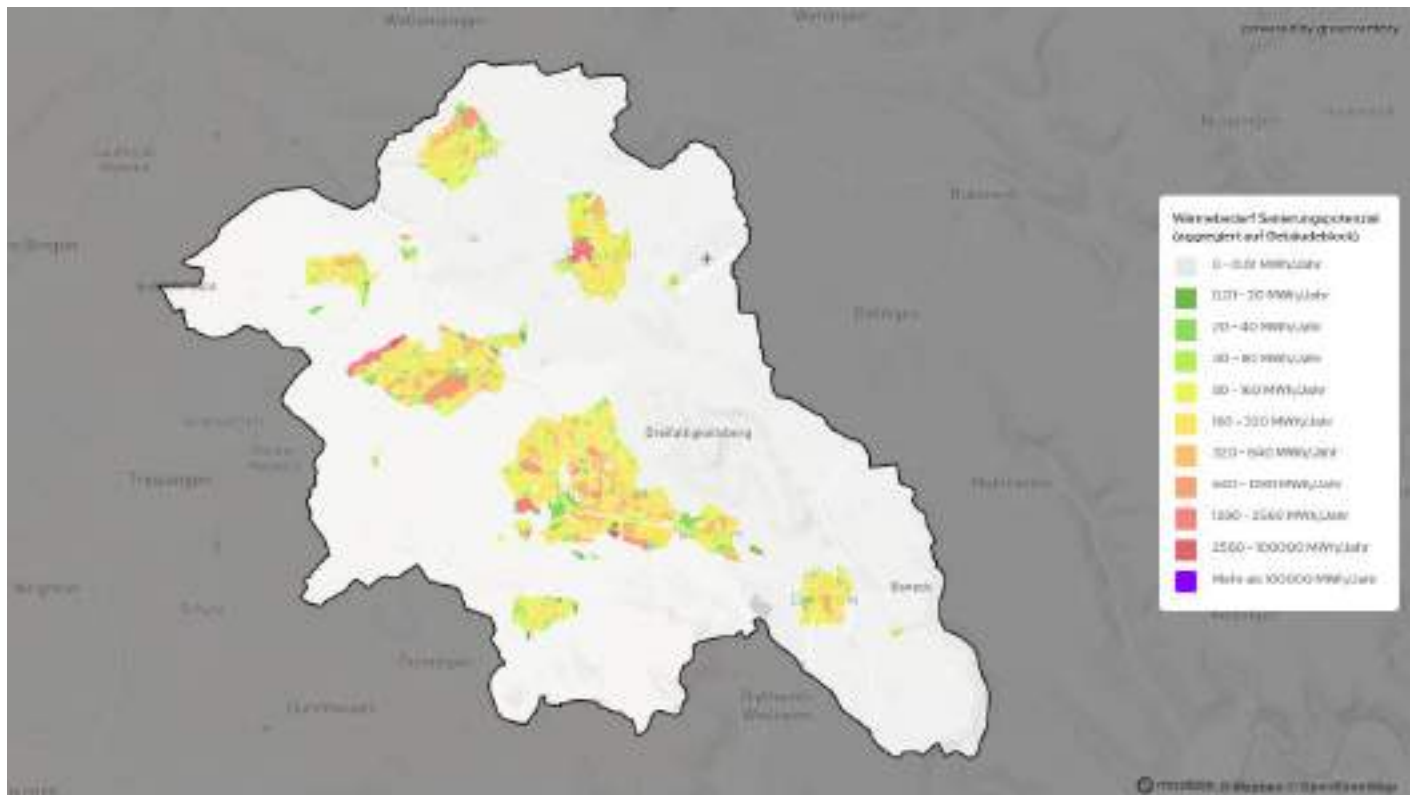


Abbildung 35: Potenzial der Wärmebedarfsreduzierung durch Sanierung

Infobox - Energetische Gebäudesanierung - Maßnahmen und Kosten

Infobox: Energetische Gebäudesanierung

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

4.7 Zusammenfassung und Fazit

Die Potenzialanalyse für erneuerbare Energien in der Wärmeerzeugung im Projektgebiet 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.

In den Stadtkernen 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. 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 36: 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 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 und Gebiete zum Neu- und Ausbau von Wärmenetzen:

In diesem Wärmeplan werden keine verbindlichen Ausbaupläne beschlossen. Die vorgestellten Eignungsgebiete dienen als strategisches Planungsinstrument für die Infrastrukturentwicklung der nächsten Jahre. Es 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 die teilnehmenden Städte und Gemeinden beschließen, vor 2028 Neu- und Ausbaugebiete für Wärmenetze oder Wasserstoff auszuweisen, und diese veröffentlichen, gilt die 65 %-EE-Pflicht für Bestandsgebäude einen Monat nach Veröffentlichung.

Zudem haben die Kommunen 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.

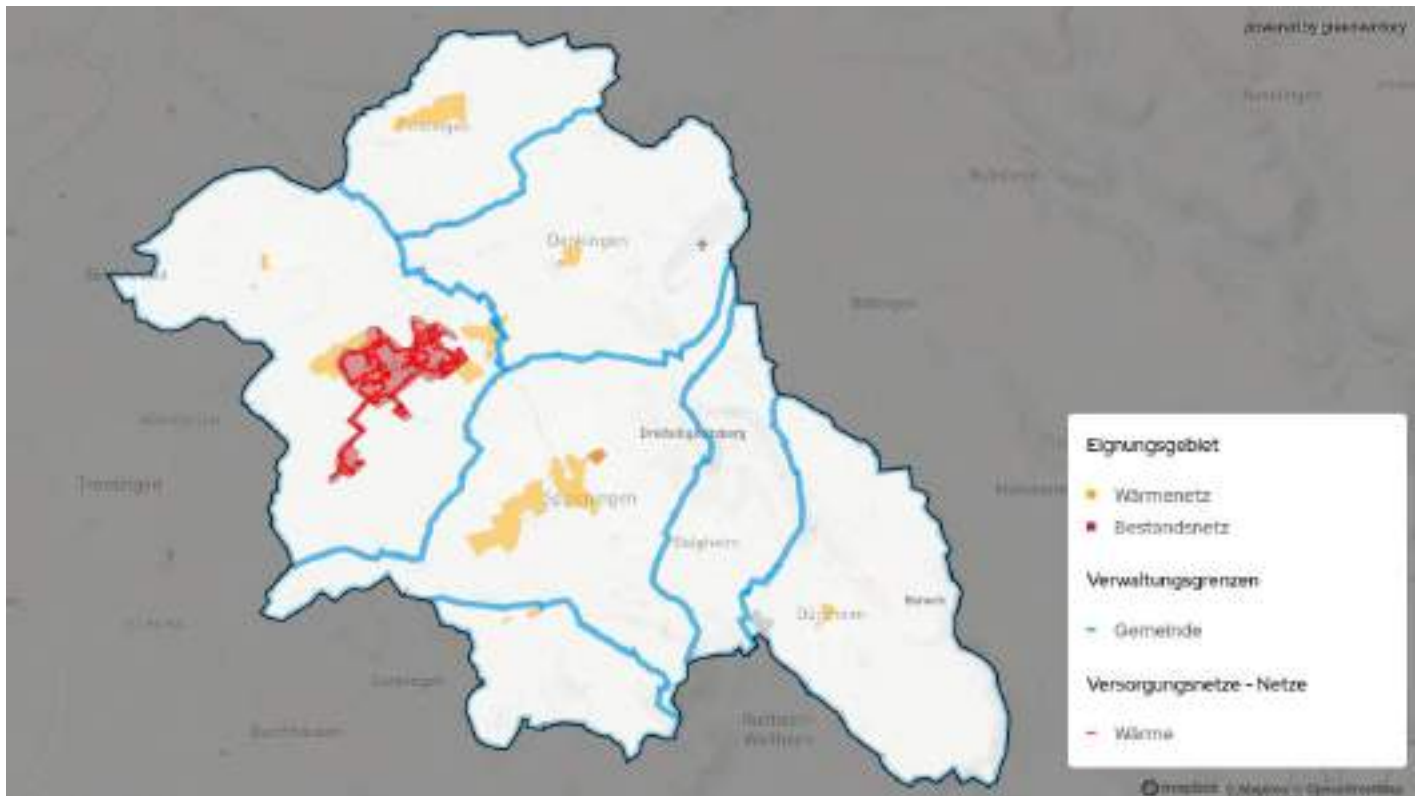


Abbildung 37: Übersicht über alle definierten Eignungsgebiete für Wärmenetze im Projektgebiet

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 Expertenworkshops 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 erschien.

3. Umsetzungseignung: Im letzten Schritt unterzogen die Projektbeteiligten die verbleibenden Gebiete einer weiteren Analyse und grenzten sie ein. Im Projektgebiet wurden die in Abbildung 37 orange eingezeichneten Eignungsgebiete identifiziert. Das rot eingezeichnete Bestandsnetz in Aldingen eignet sich zur Nachverdichtung. 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. In Aldingen wurden nur die für die nächsten Jahre priorisierten Gebiete eingezeichnet, potenziell besteht in ganz Aldingen zukünftig die

Option einer zentralen Wärmeversorgung. Konkretere Aussagen zu weiteren Gebieten können in der Fortschreibung des Wärmeplans folgen.

Zusammensetzung der Wärmeerzeugung: Mittels der verfügbaren Wärmequellen und üblichen Auslegungsregeln wurde für Eignungsgebiete ein Wärmeversorgungs-Szenario skizziert. Hierbei wurde davon ausgegangen, dass der Großteil des Wärmebedarfs im Versorgungsgebiet mittels einer Grundlast Technologie, zum Beispiel Großwärmepumpen, erzeugt wird. Die Spitzenlast deckt die Energiemenge, die an den kältesten Tagen oder zu Stoßzeiten benötigt wird. Diese wird in der Praxis mit einer Technologie, die gut regelbar ist, realisiert (bspw. Pelletheizungen oder Biogaskessel).

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

In den folgenden Abschnitten werden die Eignungsgebiete in kurzen Steckbriefen (alphabetisch nach Kommune sortiert) 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.

Überblick der Eignungsgebiete für Wärmenetze

Gebiet	Merkmal	Quellen Verfügbarkeit	Anzahl Gebäude	Wärmebedarf 2022 [GWh/a]	Wärmelinien- dichte 2022 [kWh/(m a)]
Aldingen Bestandsnetz	Bestandsnetz	Biogas BHKW, Industrielle Abwärme	1279	52	2.341
Riedwasen Ausbaugbiet	Ausbaugbiet	Anschluss an Bestandsnetz	51	2,1	1.522
Industriegebiet West	Ausbaugbiet	Industrielle Abwärme	28	6,8	5.232
Winzingen	Ausbaugbiet	Biomasse, Großwärmepumpe	98	2	1.075
Neubaugbiet Lindengasse II	Neubaugbiet	Großwärmepumpe, Biomethan	-	-	-
Balgheim Ortsmitte	Neues Netz	Abwärme Bäckerei, Großwärmepumpe	8	0,2	3.558
Denkingen Ortsmitte	Wärmenetz im Bau	Großwärmepumpe, BHKW Grundschule	72	2,3	1.939
Dürbheim Ortsmitte	Neues Netz	Hackschnitzel, Großwärmepumpe	34	1,4	1.563
Frittlingen Wärmenetz	Wärmenetz im Bau	Abwärme Biogasanlage	265	6,2	1.418
Hausen ob Verena Grundschule, Kindergarten, Halle, Bauhof	Kommunale Ankerkunden	Wärmepumpe, Pelletsheizung	5	0,23	1.298
Spaichingen Innenstadt	Neues Netz	Großwärmepumpe, Abwassersammler, Biogaskessel	330	16,9	3.565
Spaichingen Grund- Unterbach	Neues Netz	Abwärme VHW, Biomasse, Großwärmepumpe, industrielle Abwärme	262	18,6	4.294

5.3 Eignungsgebiet „Aldingen Bestandsnetz“



Aktueller Wärmebedarf (Datenbasis 2022)	52 GWh/a
Zukünftiger Wärmebedarf (2040)	38 GWh/a
Zukünftige durchschnittliche Wärmeliniendichte (2040)	1.750 kWh/(m*a)
Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2024)	1.279

Ausgangssituation:

In Aldingen wird bereits ein großer Teil der Gemeinde über ein Wärmenetz versorgt, an das derzeit 410 Gebäude angeschlossen sind. Zukünftig ist eine Nachverdichtung des bestehenden Netzes geplant, um weitere Haushalte einzubinden. Da die derzeitige Wärmeerzeugungskapazität dafür nicht ausreicht, ist die Erschließung zusätzlicher Wärmequellen erforderlich, um eine nachhaltige und zuverlässige Versorgung sicherzustellen.

Nutzbare Potenziale:

Die Wärmeversorgung könnte durch industrielle Abwärme und ein Biogas-BHKW erfolgen. Industrielle Abwärme liefert kontinuierlich nachhaltige Wärme, während das Biogas-BHKW flexibel für Grund- und Spitzenlastabdeckung genutzt werden kann und so eine zuverlässige, klimafreundliche Energieversorgung ermöglicht.

Verknüpfte Maßnahmen:

4

**Wahrscheinlichkeit für
Wärmeversorgungsart im Zieljahr**

sehr wahrscheinlich ▾

5.4 Eignungsgebiet „Riedwasen Ausbaugebiet“



Aktueller Wärmebedarf (Datenbasis 2022)	2,1 GWh/a
Zukünftiger Wärmebedarf (2040)	1,6 GWh/a
Zukünftige durchschnittliche Wärmeliniendichte (2040)	1.160 kWh/(m*a)
Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2024)	51

Ausgangssituation:

Im Gebiet Riedwasen besteht bereits ein privates Nahwärmenetz. Derzeit wird geprüft, ob eine Anbindung dieses Netzes an das bestehende Aldinger Wärmenetz möglich ist, um dadurch zusätzliche Gebäude versorgen und die Wärmeversorgung weiter optimieren zu können.

Nutzbare Potenziale:

Eine mögliche Verbindung des bereits bestehenden Wärmenetzes in Aldingen und des privaten Wärmenetzes. kann langfristig die

Versorgungskapazität und Flexibilität erhöhen. Gegebenenfalls müssen im Zuge dessen zusätzliche Quellen für das Bestandsnetz in Aldingen erschlossen werden.

Verknüpfte Maßnahmen:

5

Wahrscheinlichkeit für

sehr wahrscheinlich ▾

Wärmeversorgungsart im Zieljahr

5.5 Eignungsgebiet „Aldingen Industriegebiet West“



Aktueller Wärmebedarf
(Datenbasis 2022)

6,8 GWh/a

Zukünftiger Wärmebedarf
(2040)

5,4 GWh/a

**Zukünftige durchschnittliche
Wärmeliniendichte**
(2040)

4.140 kWh/(m*a)

Anzahl Gebäude gesamt
(Stand 2024)

28

Ausgangssituation:

Im Industriegebiet West speisen bereits Unternehmen wie Sauter in das Wärmenetz ein. Weitere Firmen könnten sowohl als potenzielle Abwärmelieferanten als auch als Wärmeabnehmer fungieren, wodurch die Effizienz und Reichweite des Netzes gesteigert werden könnten. Das bestehende Netz grenzt unmittelbar an das Industriegebiet an und bietet somit optimale Voraussetzungen für eine erweiterte Nutzung der verfügbaren Wärmequellen.

Nutzbare Potenziale:

Im Industriegebiet West in Aldingen steht industrielle Abwärme als potenzielle Wärmequelle zur Verfügung. Diese könnte in das bestehende Wärmenetz eingespeist werden, um eine nachhaltige und effiziente Wärmeversorgung für weitere Gebäude und Einrichtungen im Gebiet zu gewährleisten. Hier ist eine detaillierte Untersuchung des Abwärmepotenzials notwendig.

Verknüpfte Maßnahmen:

6

Wahrscheinlichkeit für
Wärmeversorgungsart im Zieljahr

wahrscheinlich ▾

5.6 Eignungsgebiet „Winzingen“



Aktueller Wärmebedarf (Datenbasis 2022)	2,0 GWh/a
Zukünftiger Wärmebedarf (2040)	1,7 GWh/a
Zukünftige durchschnittliche Wärmeliniendichte (2040)	944 kWh/(m*a)
Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2024)	98

Ausgangssituation:

Im Eignungsgebiet Winzingen werden bereits einige Häuser über eine private Hackschnitzelheizung versorgt. Durch bestehende Leerrohre unter den Bahngleisen könnte eine Verbindung zum Wärmenetz in Aldingen hergestellt werden, um eine erweiterte und effiziente Wärmeversorgung für das Gebiet zu ermöglichen.

Nutzbare Potenziale:

Biomasse und eine Großwärmepumpe bieten vielseitige Optionen für die Wärmeversorgung. Die Biomasse liefert kontinuierlich Wärme, während die Großwärmepumpe zur Grundlastabdeckung beiträgt und erneuerbare Umweltwärme nutzt. Es muss überprüft werden, ob bestehende private Hackschnitzelheizungen in das Netz eingebunden werden können.

Verknüpfte Maßnahmen:

-

**Wahrscheinlichkeit für
Wärmeversorgungsart im Zieljahr**

wahrscheinlich ▾

5.7 Eignungsgebiet „Neubaugebiet Lindengasse II“



Aktueller Wärmebedarf
(Datenbasis 2022)

- GWh/a

Zukünftiger Wärmebedarf
(2040)

- GWh/a

**Zukünftige durchschnittliche
Wärmeliniendichte**
(2040)

- kWh/(m*a)

Anzahl Gebäude gesamt
(Stand 2024)

-

Ausgangssituation:

Im Neubaugebiet Lindengasse II ist eine zentrale Wärmeversorgung vorgesehen, wobei derzeit die Entscheidung zwischen einem kalten oder einem konventionellen Wärmenetz getroffen wird. Sollte ein warmes Netz realisiert werden, besteht die Möglichkeit, das Versorgungsgebiet bis zur Schillerstraße zu erweitern und so eine größere Zahl an Haushalten einzubinden.

Nutzbare Potenziale:

Eine Großwärmepumpe und Biomethan bieten zusammen eine flexible und nachhaltige Wärmeversorgung. Die Großwärmepumpe nutzt Umweltwärme für die Grundlast, während Biomethan bedarfsgerecht zur Spitzenlastabdeckung eingesetzt werden kann und somit eine zuverlässige, klimafreundliche Energiequelle darstellt.

Verknüpfte Maßnahmen:

-

Wahrscheinlichkeit für
Wärmeversorgungsart im Zieljahr

wahrscheinlich ▾

5.8 Eignungsgebiet „Balgheim Ortsmitte“



Aktueller Wärmebedarf (Datenbasis 2022)	0,2 GWh/a
Zukünftiger Wärmebedarf (2040)	0,17 GWh/a
Zukünftige durchschnittliche Wärmeliniendichte (2040)	2.830 kWh/(m*a)
Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2024)	8

Ausgangssituation:

Im Ortskern von Balgheim befinden sich mehrere öffentliche Gebäude, darunter die Feuerwehr, das Rathaus, der Kindergarten und die Kirche. Diese Gebäude werden derzeit mit Heizsystemen auf Erdöl- und Erdgasbasis betrieben. Die Möglichkeiten zur Nutzung regenerativer Wärmequellen sind aufgrund von Platzmangel und baurechtlichen Einschränkungen in der Ortsmitte jedoch begrenzt.

Nutzbare Potenziale:

Die Abwärme der auf der andern Straßenseite liegenden Bäckerei Licht

bietet eine mögliche Wärmequelle. Ergänzend dazu könnte eine Luft- oder Grundwasserwärmepumpe eingesetzt werden. Problematisch sind vor allem die Kreuzung der Bundesstraße und die in der Ausgangslage angesprochenen Platzmangel.

Verknüpfte Maßnahmen:

8

**Wahrscheinlichkeit für
Wärmeversorgungsart im Zieljahr**

sehr wahrscheinlich ungeeignet ▾

5.9 Eignungsgebiet „Denkingen Ortsmitte“



Aktueller Wärmebedarf (Datenbasis 2022)	2,3 GWh/a
Zukünftiger Wärmebedarf (2040)	1,8 GWh/a
Zukünftige durchschnittliche Wärmeliniendichte (2040)	1.470 kWh/(m*a)
Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2024)	72

Ausgangssituation:

In der Ortsmitte von Denkingen befinden sich mehrere öffentliche Gebäude, darunter die Grundschule, das Rathaus, der Kindergarten und das Pfarramt. Diese Gebäude werden derzeit mit Heizsystemen auf Basis von Erdöl und Erdgas betrieben. Direkt westlich des Wärmenetzeignungsgebiets liegt eine potenzielle Fläche, die sich für den Bau einer zentralen Heizzentrale eignen könnte und somit eine nachhaltige Wärmeversorgung für die Zukunft ermöglicht.

Nutzbare Potenziale:

Eine Kombination aus Freiflächen- und Aufdach-PV-Anlagen mit einer Luft-Wasser-Großwärmepumpe und einem Wärmespeicher ermöglicht eine effiziente Deckung der Grundlast. Zur Spitzenlastabdeckung kann das bestehende BHKW in der Grundschule flexibel eingesetzt werden.

Verknüpfte Maßnahmen:

9

**Wahrscheinlichkeit für
Wärmeversorgungsart im Zieljahr**

wahrscheinlich ▾

5.10 Eignungsgebiet „Dürbheim Ortsmitte“



Aktueller Wärmebedarf (Datenbasis 2022)	1,4 GWh/a
Zukünftiger Wärmebedarf (2040)	1,1 GWh/a
Zukünftige durchschnittliche Wärmeliniendichte (2040)	1.170 kWh/(m*a)
Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2024)	34

Ausgangssituation:

Im Eignungsgebiet Dürbheim Ortsmitte befinden sich das Rathaus, der Kindergarten, die Grundschule, die Festhalle sowie weitere öffentliche Gebäude. Diese werden derzeit mit Erdöl- und Erdgasheizungen betrieben und können als Ankerkunden für ein zukünftiges Wärmenetz dienen. Eine bestehende Hackschnitzelheizung im Eignungsgebiet könnte zudem als potenzielle Wärmequelle in ein solches Netz integriert werden.

Nutzbare Potenziale:

Eine Kombination aus Freiflächen- und Aufdach-PV-Anlagen zusammen mit einer Großwärmepumpe (Geothermie/Luft) bildet die Grundlage für eine klimafreundliche Grundlastversorgung. Die bestehende Hackschnitzelheizung kann zur zusätzlichen Wärmebereitstellung genutzt werden, während die zu prüfende Abwärme der MBEngineering GmbH das System ergänzen kann.

Verknüpfte Maßnahmen:

10

**Wahrscheinlichkeit für
Wärmeversorgungsart im Zieljahr**

wahrscheinlich ungeeignet ▾

5.11 Eignungsgebiet „Frittlingen Wärmenetz“



Aktueller Wärmebedarf
(Datenbasis 2022)

6,2 GWh/a

Zukünftiger Wärmebedarf
(2040)

4,9 GWh/a

**Zukünftige durchschnittliche
Wärmelinienichte**
(2040)

1.130 kWh/(m*a)

Anzahl Gebäude gesamt
(Stand 2024)

265

Ausgangssituation:

In Frittlingen befindet sich ein Wärmenetz bereits in der Planung und Umsetzung. Dieses Netz wird künftig mit Abwärme aus der östlich gelegenen Biogasanlage Benne versorgt, wodurch eine nachhaltige und effiziente Wärmeversorgung für die Gemeinde sichergestellt wird.

Nutzbare Potenziale:

Die Abwärmenutzung der Biogasanlage Benne ist bereits in Planung und stellt eine bedeutende erneuerbare Energiequelle für das Wärmenetz dar.

Verknüpfte Maßnahmen: 12

Wahrscheinlichkeit für
Wärmeversorgungsart im Zieljahr wahrscheinlich ▾

5.12 Eignungsgebiet „Hausen ob Verena, Kindergarten, Grundschule, Halle, Bauhof“



Aktueller Wärmebedarf 0,23 GWh/a
(Datenbasis 2022)

Zukünftiger Wärmebedarf 0,18 GWh/a
(2040)

**Zukünftige durchschnittliche
Wärmelinendichte** 1.000 kWh/(m*a)
(2040)

Anzahl Gebäude gesamt 5
(Stand 2024)

Ausgangssituation:

In Hausen ob Verena ist aufgrund der ländlichen Struktur mit vielen Einfamilienhäusern die Wärmelinendichte gering, was den wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmenetzes erschwert. Am nördlichen Rand des Ortes befinden sich der Kindergarten, die Grundschule und die Vereinshalle. Der Kindergarten wird aktuell über einen Pelletskessel in der Grundschule beheizt. Perspektivisch könnten auch die Gebäude des bislang fossil beheizten Bauhofs über ein kleines Inselnetz klimafreundlich mit Wärme

versorgt werden.

Nutzbare Potenziale:

Eine Kombination aus Aufdach-Photovoltaik und einer Wärmepumpe (Geothermie oder Luft) ermöglicht eine nachhaltige Grundlastversorgung. Die vorhandene Pelletsheizung kann flexibel zur Spitzenlastabdeckung eingesetzt werden.

Verknüpfte Maßnahmen:

13

**Wahrscheinlichkeit für
Wärmeversorgungsart im Zieljahr**

wahrscheinlich ▾

5.13 Eignungsgebiet „Spaichingen Innenstadt“



Aktueller Wärmebedarf (Datenbasis 2022)	16,9 GWh/a
Zukünftiger Wärmebedarf (2040)	10,3 GWh/a
Zukünftige durchschnittliche Wärmeliniendichte (2040)	2.060 kWh/(m*a)
Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2024)	330

Ausgangssituation:

Im Stadtkern befinden sich zentrale Einrichtungen wie das Gymnasium, die Grundschule, das Rathaus, die Stadthalle, die Feuerwehr und das Altenzentrum. Hier kann die Stadt als Vorreiter agieren und eine hohe Anschlussquote an ein modernes Wärmenetz erzielen. Das durchschnittliche Alter der Heizungsanlagen von 22 Jahren deutet darauf hin, dass in vielen Gebäuden ein baldiger Heizungswechsel erforderlich

ist, was die Umstellung auf eine klimafreundliche Wärmeversorgung begünstigt.

Nutzbare Potenziale:

Eine Großwärmepumpe kann die Grundlast decken, während ein Biomasse- oder Biogaskessel zur Spitzenlastabdeckung dient. Zusätzlich wird die Nutzung von Abwärme aus dem Abwassersammler untersucht, um die Wärmeversorgung zu ergänzen.

Verknüpfte Maßnahmen:

14

**Wahrscheinlichkeit für
Wärmeversorgungsart im Zieljahr**

wahrscheinlich ▾

5.14 Eignungsgebiet „Spaichingen Grund- Unterbach“



Aktueller Wärmebedarf
(Datenbasis 2022)

18,6 GWh/a

Zukünftiger Wärmebedarf
(2040)

14,7 GWh/a

**Zukünftige durchschnittliche
Wärmeliniendichte**
(2040)

3.400 kWh/(m*a)

Anzahl Gebäude gesamt
(Stand 2024)

262

Ausgangssituation:

Die Siedlung „Im Grund“ liegt nordwestlich des Gewerbegebiets in Spaichingen und eignet sich ideal für eine zentrale Wärmeversorgung aufgrund der verfügbaren Abwärmequellen. Die Nähe zum Stadtrand erleichtert zudem die Erschließung zusätzlicher Wärmequellen und bietet günstige Bedingungen für die Standortwahl einer Heizzentrale.

Nutzbare Potenziale:

Mögliche Wärmequellen umfassen Abwärme aus dem VHW Metallpresswerk, Biomasse, eine Großwärmepumpe sowie weitere industrielle Abwärmequellen.

Verknüpfte Maßnahmen:

15

**Wahrscheinlichkeit für
Wärmeversorgungsart im Zieljahr**

wahrscheinlich ▾

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 38: Simulation der 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 39 zeigt den Effekt der Sanierung auf den zukünftigen Wärmebedarf. Für das Zwischenjahr 2030 ergibt sich ein Wärmebedarf von 259 GWh, was einer Minderung um 15,8 % entspricht. Für das Zieljahr 2040 reduziert sich der Wärmebedarf durch fortschreitende Sanierungen weiter, sodass der jährliche Wärmebedarf noch 225 GWh beträgt, was einer Minderung um 26,8 % gegenüber dem Basisjahr entspricht. Es wird deutlich, dass sich durch eine Priorisierung der Gebäude mit dem höchsten Sanierungspotenzial bis 2030 auf effiziente Weise bereits signifikante Anteile des gesamten Reduktionspotenzials erschließen lassen.

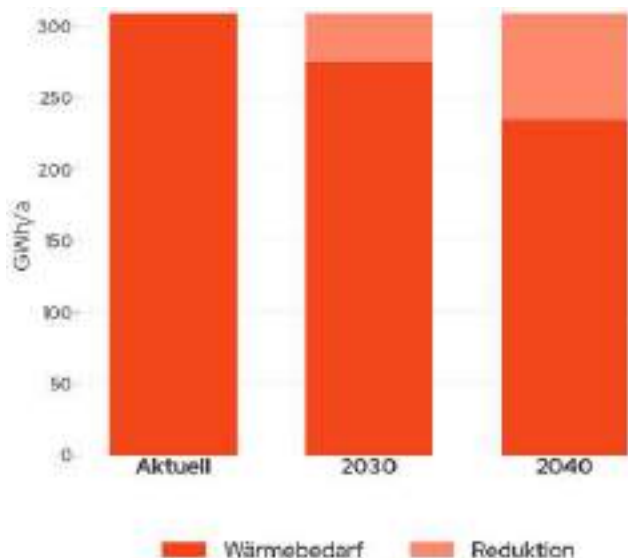


Abbildung 39: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion im Ziel- und Zwischenjahr

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 dabei jedem Gebäude eine Wärmeerzeugungstechnologie zugewiesen. In den identifizierten Wärmenetz-Eignungsgebieten wird mit einer Anschlussquote von 70 Prozent gerechnet. Das bedeutet, dass 70 % der Gebäude im Gebiet eine

Hausübergabestation zum Anschluss an das Wärmenetz erhalten. Die übrigen 30 % der Gebäude in Eignungsgebieten sowie alle 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.

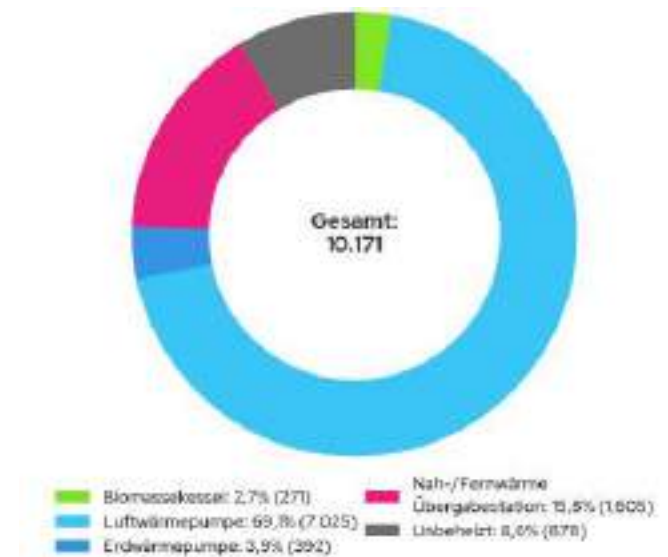


Abbildung 40: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2040

Die Ergebnisse der Simulation sind in Abbildung 40 für das Jahr 2040 dargestellt. In diesem Szenario werden 15,8 % der Gebäude über Wärmenetze versorgt. Eine Analyse der eingesetzten dezentralen Wärmeerzeugungstechnologien macht deutlich, dass 69,1 % der Haushalte zukünftig mit Luftwärmepumpen beheizt werden könnten, was einer Gebäudeanzahl von 7.025 entspricht. Erdwärmepumpen sind in diesem Szenario in 3,9 % der Gebäude verbaut, was insgesamt 392 Gebäuden entspricht. Einzelheizungen mit

Versorgungsszenario im Projektgebiet dar. Darin sind die Eignungsgebiete für Wärmenetze sowie die Einzelversorgungsgebiete dargestellt.

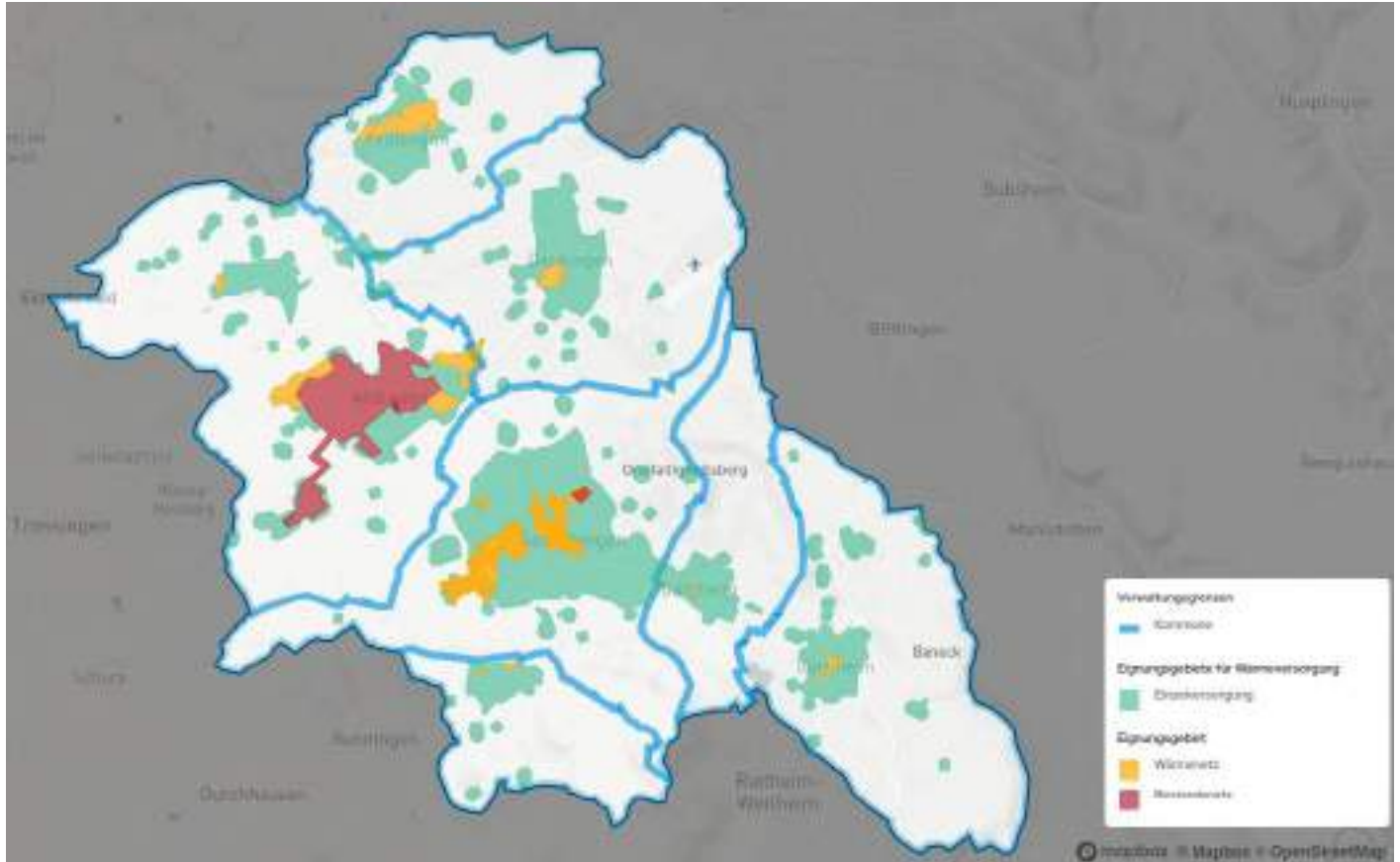


Abbildung 41: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040

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 Wärmenetze im Zieljahr 2040 könnten zu einem Anteil von 17,7 % durch Biomasse, 30,4 % durch

Großwärmepumpen, welche Umweltwärme (Luft sowie Geothermie in ausgewählten Randlagen) und Strom kombinieren, könnten zukünftig 22 % der benötigten Wärme für die Fernwärme bereitstellen. Des Weiteren trägt industrielle Abwärme (22,6 %) zum Energiemix bei.

87

Eignungsgebiet durchgeführt werden, noch weiter verfeinert und validiert werden müssen.



Abbildung 42: 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 43 dargestellt.

Die Zusammensetzung der verschiedenen Energieträger am Endenergiebedarf erfährt einen Übergang von fossilen hin zu regenerativen 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 in den Workshops im Rahmen der Akteursbeteiligung erarbeiteten Wärmenetz-Eignungsgebiete vollständig erschlossen sein werden.

Der Anteil von Strom für dezentrale Wärmepumpen am Endenergiebedarf 2040 fällt trotz der ca. 70 % 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 Strombedarf.

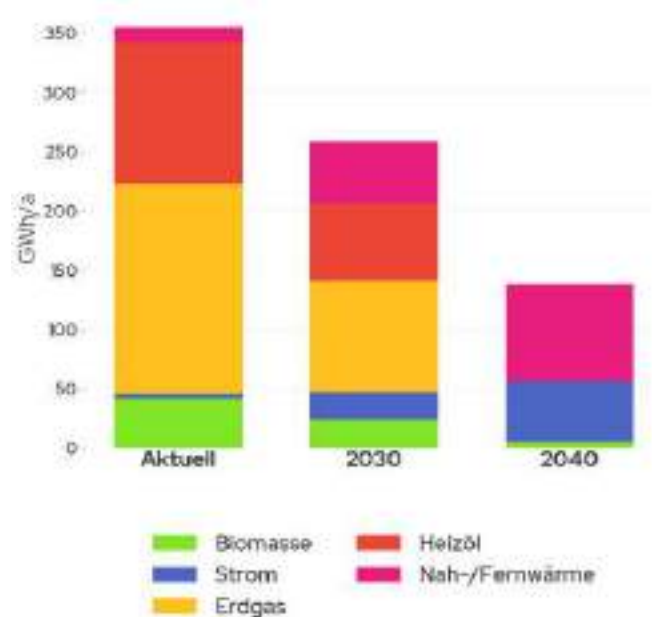


Abbildung 43: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger im zeitlichen Verlauf

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 (s. Abbildung 44). Es zeigt sich, dass im angenommenen Szenario im Zieljahr 2040 eine Reduktion um ca. 94 % verglichen mit dem Basisjahr erzielt werden kann. Dies bedeutet, dass ein CO₂-Restbudget im Wärmesektor von ca. 4.891 t CO₂e 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 t CO₂e ist daher nach aktuellen Technologiestand auch bei ausschließlichen Einsatz erneuerbarer Energieträger nicht möglich.

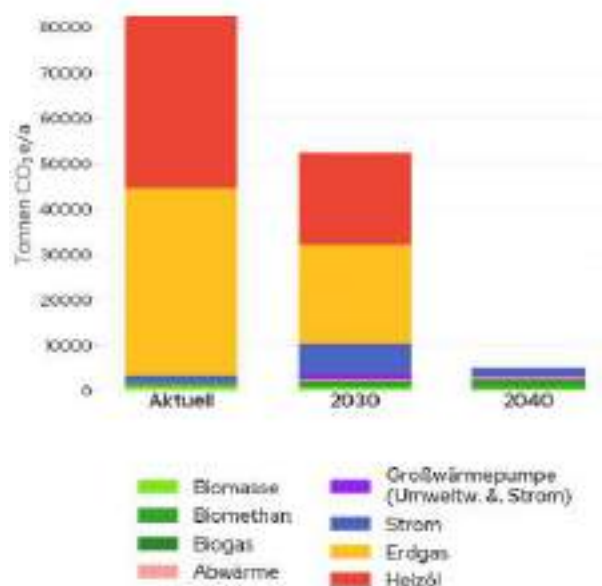


Abbildung 44: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf

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 und in Abbildung 44 dargestellten Emissionsfaktoren angenommen. Gerade im Stromsektor wird von einer erheblichen Reduktion der CO₂-Intensität ausgegangen, was sich positiv auf die CO₂-Emissionen von Wärmepumpenheizungen auswirkt.

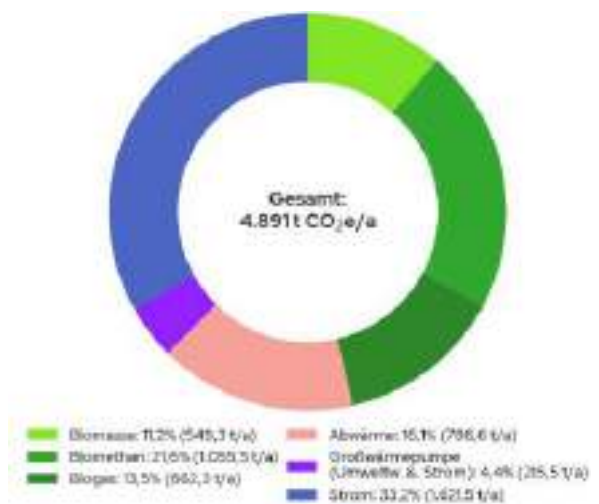


Abbildung 45: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Jahr 2040

Wie in Abbildung 45 zu sehen ist, wird im Jahr 2040 Strom und Bioenergie 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.

In Abbildung 46 sind die verwendeten Emissionsfaktoren pro Energieträger und Jahr dargestellt. Es ist zu sehen, dass die Emissionsfaktoren für fossile Energieträger wie Erdgas und Heizöl bis zum Zieljahr konstant bleiben. Im Gegensatz hierzu ist vor

allein beim Strom eine deutliche Reduktion zu erkennen. Dies hängt mit dem Ausbau regenerativer Stromerzeugungsanlagen zusammen.

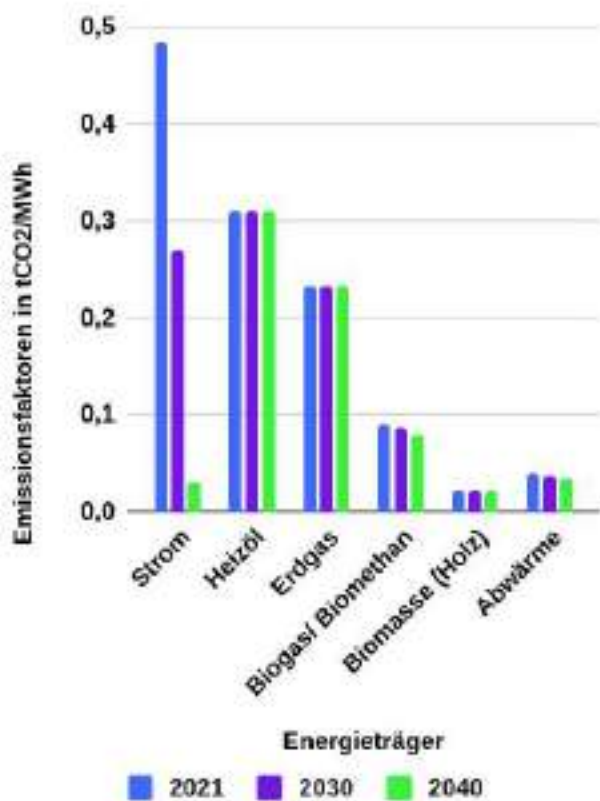


Abbildung 46: Emissionsfaktoren in tCO₂/MWh
(Quelle: KEA, 2024)

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 aufgrund der ländlichen Region über 75 % 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 4.891 t CO₂e/a, die im Wärmesektor weiterhin anfallen und kompensiert werden sollen. Im Rahmen der Fortschreibungen des Wärmeplans müssen hierzu weitere Maßnahmen und Strategien entwickelt werden, um eine vollständige Treibhausgasneutralität des Wärmesektors erreichen zu können.

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 im Rahmen der Beteiligung 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 Kommunen, wurde der Handlungsspielraum so eingegrenzt, dass 15 zielführende Maßnahmen identifiziert werden konnten. Diese wurden in Workshops diskutiert und verfeinert. Im folgenden werden die einzelnen Maßnahmen vorgestellt. Zu jeder Maßnahme werden eine geografische Verortung vorgenommen sowie die wichtigsten Kennzahlen ausgewiesen. Als Berechnungsgrundlage zum CO₂-Einsparungspotenzial jeder Maßnahme dienten die Parameter des KEA Technikcatalogs (KEA, 2023).



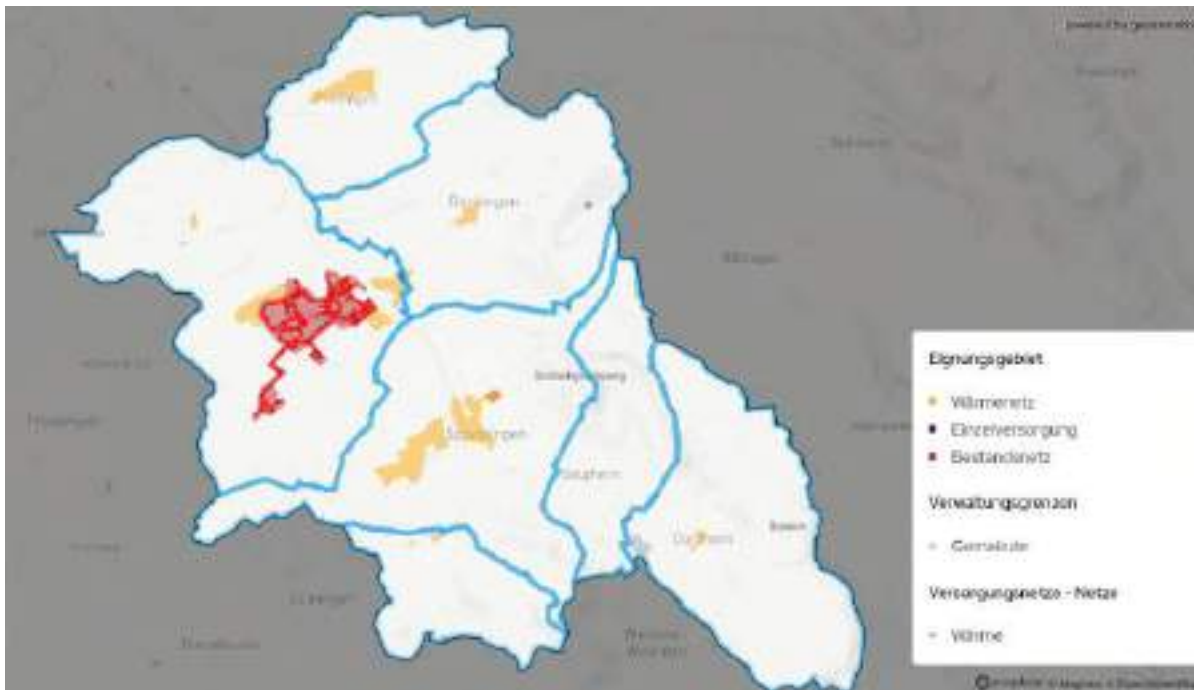
Abbildung 47: Entwicklung von Maßnahmen zur Erreichung des Zielszenarios

7.1 Erarbeitete Maßnahmen

Die drei interkommunalen Maßnahmen sind zu Beginn gelistet.. Darauf folgen die kommunenspezifischen Maßnahmen (alphabetisch nach Kommunen sortiert)

- **Interkommunale Informationsveranstaltung:** Öffentlich und online zu Wärmeplanung, Gebäudesanierung und Förderungen, um breite Bürgerbeteiligung zu fördern.
- **Interkommunales Energieberatungsangebot:** Aufbau eines Angebots für Sanierung und Heizungstausch mit „Energiekarawanen“ und optionaler digitaler Beratung zur Bürgeraktivierung
- **Photovoltaik auf kommunalen Gebäuden:** Erweiterung Aufdach-PV zur Dekarbonisierung und Deckung des steigenden Strombedarfs
- **Nachverdichtung Bestandsnetz Aldingen:** Nachverdichtung des Wärmenetzes und Erschließung neuer Wärmequellen prüfen sowie das Erreichen einer höheren Anschlussquote durch Beratungsangebote
- **BEW Machbarkeitsstudie Wärmenetzausbau Riedwasen:** Prüfung des Anschlusses des privaten Wärmenetzes an das kommunale Netz und Priorisierung des Gewerbegebiets
- **Wärmenetzeinspeisung und -bezug Industriegebiet Aldingen West prüfen:** Es werden Daten zur Abwärmenutzung erhoben, um den Nutzen und Aufwand einer Integration in das Wärmenetz zu bewerten
- **Solarflächennutzung Deponie Aldingen:** Nutzung Deponiefläche für Photovoltaik, Solarthermie oder PVT-Module
- **Prüfung Machbarkeitsstudie Balgheim Ortsmitte:** Prüfen ob die Durchführung einer Machbarkeitsstudie im Ortskern Balgheim sinnvoll ist.
- **BEW Machbarkeitsstudie Denkingen Ortsmitte:** BEW Studie für Wärmenetz im Ortskern Denkingen, versorgt durch eine Großwärmepumpe mit Wärmespeicher und bestehendes BHKW zur Spitzenlastabdeckung
- **BEW Machbarkeitsstudie Dürbheim Ortsmitte:** BEW Studie für Wärmenetz im Ortskern Dürbheim, versorgt durch eine Großwärmepumpe mit Wärmespeicher und bestehende Holzhackschnitzelheizung für Spitzenlast
- **Prüfung Freiflächen PV Nutzung am EPD Energiepark Dürbheim:** Untersuchung der Freiflächen-PV-Anlage zur kommunalen Stromerzeugung mit Speicher- und Transportoptionen
- **Wärmenetzbau Frittlingen:** Bau des Wärmenetzes und Abwärmenutzung der Biogasanlage in Frittlingen
- **Inselnetze Bauhof und Kindergarten, Grundschule, Halle in Hausen ob Verena:** Prüfung Anschluss Festhalle an Wärmeversorgung von Grundschule und Kindergarten.Ähnliche Lösung auch für den Bauhof prüfen.
- **BEW Machbarkeitsstudie Wärmenetz Innenstadt Spaichingen:** Eine BEW-Studie zur Planung eines Wärmenetzes inklusive Erschließung von Wärmequellen und Standort der Heizzentrale
- **BEW Machbarkeitsstudie Wärmenetz Grund- Unterbach:** Eine BEW-Studie zur Planung eines Wärmenetzes inklusive Nutzung von Abwärme und Standort der Heizzentrale

7.2 Maßnahme 1: Interkommunale Informationsveranstaltung



Maßnahmentyp

 Beratung, Koordination & Management |  Förderung

Beschreibung der Maßnahme

Eine öffentliche Informationsveranstaltung wird organisiert, um die Ergebnisse der Wärmeplanung, zukünftige Versorgungsgebiete, Möglichkeiten zur Gebäudesanierung, den Austausch von Heizsystemen und verfügbare Förderprogramme vorzustellen. Die Veranstaltung kann für alle Kommunen zentral in Spaichingen ausgerichtet werden, um den Planungs- und Koordinationsaufwand zu reduzieren.

Verantwortliche Akteure

Alle Kommunen im Konvoi

Flächen / Ort

Alle Kommunen im Konvoi

Erzielbare CO₂e-Einsparung

Keine direkte Auswirkung auf die Treibhausgasemissionen

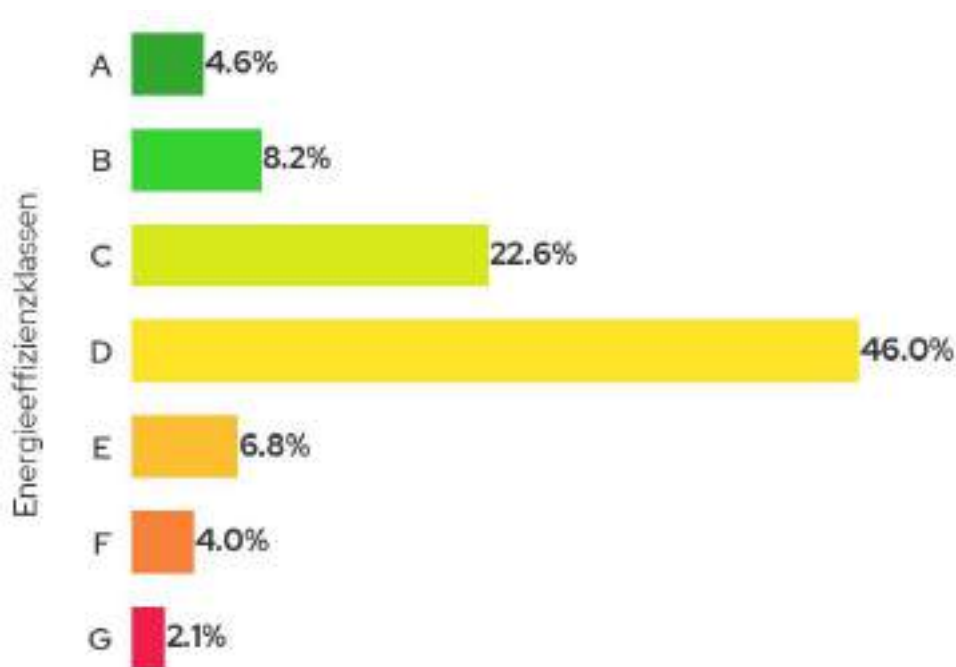
Geschätzte Kosten

Personalkosten für Durchführung sowie, Vor- und Nachbereitung
ca. 2 AT

Umsetzungsbeginn

Bereits in Planung

7.3 Maßnahme 2: Interkommunales Energieberatungsangebot



Maßnahmentyp

 Beratung, Koordination & Management |  Förderung

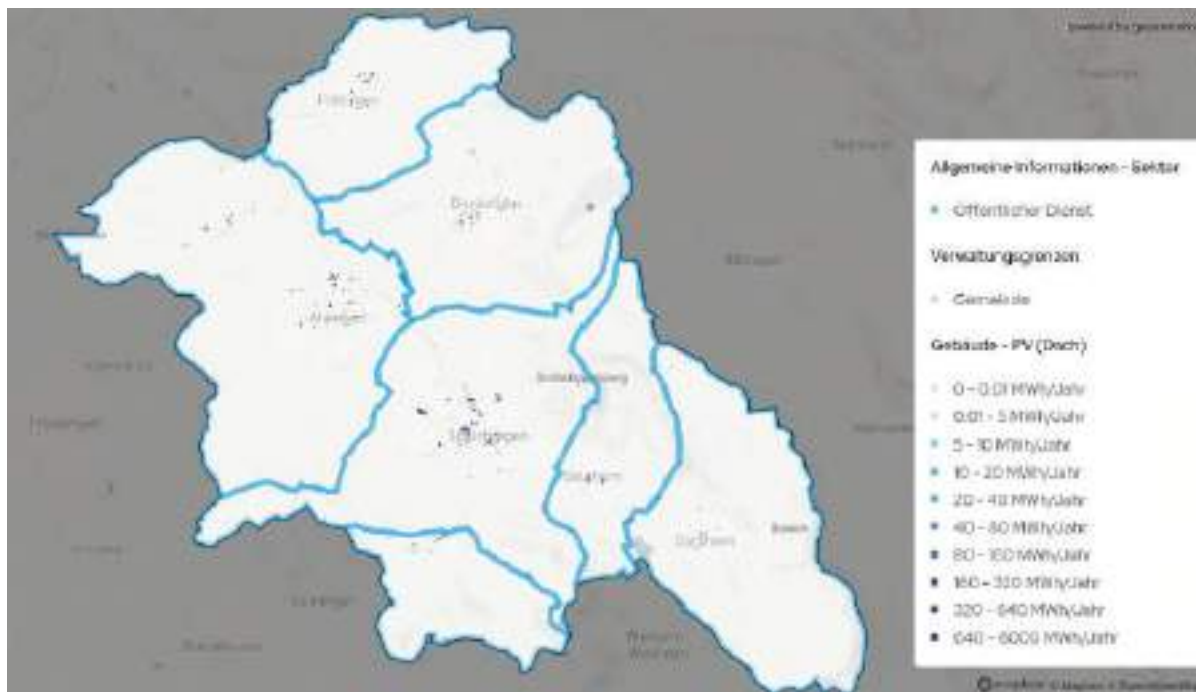
Beschreibung der Maßnahme

Ein umfassendes Energieberatungsangebot mit Schwerpunkt auf Gebäudesanierung und Heizungstausch wird im Rahmen des Konvois aufgebaut. Dieses Angebot umfasst Beratungen zum Anschluss an das Wärmenetz in den entsprechenden Versorgungs- und Eignungsgebieten sowie Empfehlungen zum Einbau von Wärmepumpen in dezentralen Gebieten. Zusätzlich werden „Energiekarawanen“ durchgeführt, um direkt vor Ort zu informieren.

Derzeit bietet die Verbraucherzentrale eine kommunalfinanzierte Erstberatung durch Energieberater an, mit der Möglichkeit, anschließend eine vertiefende, kostenpflichtige Beratung in Anspruch zu nehmen. Ziel ist es, das Interesse der Bürger zu wecken und sie zur Teilnahme an einer Erstberatung zu motivieren. Um den Aufwand für die einzelnen Kommunen zu reduzieren, können diese Maßnahmen gemeinsam im Konvoi koordiniert werden. Zudem könnte eine digitale Erstberatungssoftware entwickelt werden, um die Hemmschwelle der Bürger zu senken und den Zugang zur Beratung zu erleichtern.

Verantwortliche Akteure	Alle Kommunen im Konvoi
Flächen / Ort	Alle Kommunen im Konvoi
Erzielbare CO₂e-Einsparung	Eine Abschätzung der CO ₂ -Einsparungen ist aufgrund der Unterschiedlichkeit der sanierten Gebäude und durchzuführenden Maßnahmen nicht seriös möglich
Geschätzte Kosten	40.000 €/a, abhängig vom Umfang
Umsetzungsbeginn	Bereits in Umsetzung

7.4 Maßnahme 3: Photovoltaik auf kommunalen Gebäuden



Maßnahmentyp

 Baumaßnahme |  Photovoltaik

Beschreibung der Maßnahme

Um den aktuellen Strommix weiter zu dekarbonisieren und den wachsenden Strombedarf zukünftig zu decken, ist der verstärkte Ausbau von Photovoltaikanlagen unerlässlich. Hier können die Kommunen eine Vorreiterrolle übernehmen: Ein Teil der öffentlichen Gebäude im Konvoi ist bereits mit Aufdach-Photovoltaik ausgestattet, und dieser Ausbau soll kontinuierlich erweitert werden, um einen wesentlichen Beitrag zur nachhaltigen Energieversorgung zu leisten.

Verantwortliche Akteure

Alle Kommunen im Konvoi

Flächen / Ort

Alle Kommunen im Konvoi

Erzielbare CO₂e-Einsparung

Die erzielbare CO₂-Einsparung ist abhängig von der schlussendlich installierten Leistung an PV. Wird bei 50 % aller öffentlichen Gebäude das PV Potenzial genutzt, können 1.474 t CO₂e / a eingespart werden.

Geschätzte Kosten

150.000 €/a

Umsetzungsbeginn

Bereits in Umsetzung

7.5 Maßnahme 4: Nachverdichtung Bestandsnetz Aldingen



Maßnahmentyp

 Baumaßnahme |  Wärmenetz

Beschreibung der Maßnahme

Im Rahmen einer BEW-Machbarkeitsstudie werden die Transformation, Nachverdichtung und der Ausbau des bestehenden Wärmenetzes untersucht. Besonders priorisiert ist die Nachverdichtung im Bereich der Schuraer Straße. Die Studie zielt darauf ab, einen Dekarbonisierungsplan für das bestehende Wärmenetz zu entwickeln und zusätzliche Wärmequellen für die Nachverdichtung zu erschließen. Zudem wird geprüft, wie eine höhere Anschlussquote erreicht werden kann, beispielsweise durch attraktive Abnahmepreise oder ein gezieltes Beratungsangebot.

Verantwortliche Akteure

Gemeinde Aldingen, Planungsbüro

Flächen / Ort

Aldingen

Erzielbare CO₂e-Einsparung

6.177 t CO₂e / a

Geschätzte Kosten

Planung: 150.000 € (50 % staatlich eFörderung BEW)

Umsetzungsbeginn

Innerhalb von 5 Jahren

7.6 Maßnahme 5: BEW Machbarkeitsstudie Wärmenetzausbau Riedwasen



Maßnahmentyp

 Planung & Studie |  Wärmenetz

Beschreibung der Maßnahme

Es wird geprüft, ob eine Anbindung des bereits bestehenden privaten Wärmenetzes an das kommunale Wärmenetz möglich ist und ob das Gewerbegebiet als priorisierte Fläche für den weiteren Ausbau des Wärmenetzes in Frage kommt.

Verantwortliche Akteure

Gemeinde Aldingen, Planungsbüro

Flächen / Ort

Aldingen Riedwasen

Erzielbare CO₂e-Einsparung

356 t CO₂e / a

Geschätzte Kosten

40.000 € (50 % staatliche Förderung BEW)

Umsetzungsbeginn

Innerhalb von 5 Jahren

7.7 Maßnahme 6: Wärmenetzeinspeisung und -bezug Industriegebiet West prüfen



Maßnahmentyp

 Planung & Studie |  Wärmenetz

Beschreibung der Maßnahme

Das Industriegebiet West ist ein Mischgebiet aus Wärmeeinspeisern und -abnehmern. Aufbauend auf den Ergebnissen der im Wärmeplan durchgeführten Gewerbebefragbögen werden die ansässigen Unternehmen kontaktiert, um detaillierte Daten zur Abwärmennutzung zu erfassen. Dazu gehören unter anderem die Abwärmemenge, die zeitliche Verfügbarkeit, das Temperaturniveau sowie potenzielle Wärmeabnahmen aus dem Netz. Der Aufwand und der Nutzen der Abwärmennutzung und Einspeisung ins Wärmenetz werden daraufhin umfassend bewertet.

Verantwortliche Akteure

Gemeinde Aldingen, Planungsbüro

Flächen / Ort

Aldingen Industriegebiet West

Erzielbare CO₂e-Einsparung

1.193 t CO₂e / a

Geschätzte Kosten

20.000 € (ggf. integrierbar in BEW Förderung)

Umsetzungsbeginn

Innerhalb von 5 Jahren

7.8 Maßnahme 7: Solarflächennutzung Deponie Aldingen



Maßnahmentyp

 Planung & Studie |  Photovoltaik |  Wärmenetz

Beschreibung der Maßnahme

Es wird geprüft, ob die Fläche für Photovoltaik, Solarthermie oder PVT-Module genutzt werden soll. Dabei wird auch die mögliche Wärmeeinspeisung ins Wärmenetz in Betracht gezogen, um die Erzeugungskapazität nachhaltig zu erweitern.

Verantwortliche Akteure

Gemeinde Aldingen, Planungsbüro

Flächen / Ort

Deponie Aldingen

Erzielbare CO₂e-Einsparung

2.036 t CO₂e / a

Geschätzte Kosten

Prüfung: ca. 10.000 €. Baukosten abhängig von installierter Leistung und Technologie (ggf. kombinierbar mit BEW Trafoplan)

Umsetzungsbeginn

Innerhalb von 5 Jahren

7.9 Maßnahme 8: Prüfung Machbarkeitsstudie Balgheim Ortsmitte



Maßnahmentyp

 Planung & Studie |  Wärmenetz

Beschreibung der Maßnahme

Im Ortskern von Balgheim befinden sich mehrere öffentliche Gebäude, darunter die Feuerwehr, das Rathaus, der Kindergarten, die Kirche und der Jugendraum, die aktuell mit fossilen Energieträgern beheizt werden. Aufgrund des hohen Grundwasserspiegels bietet sich die Nutzung einer Grundwasserwärmepumpe an. Jedoch stellt der begrenzte Platz in der Ortsmitte eine Herausforderung für die Implementierung klimafreundlicher Wärmequellen dar. Etwa 200 Meter südlich des Eignungsgebiets liegt potenzielle Abwärme der Bäckerei Licht vor; für deren Nutzung müsste jedoch die Bundesstraße überquert werden. Da das Eignungsgebiet bereits häufiger diskutiert wurde und Herausforderungen bestehen, ist eine erste Prüfung, ob eine Machbarkeitsstudie sinnvoll ist, vorgesehen. Dabei soll insbesondere die nutzbare Abwärme der Bäckerei hinsichtlich Menge, Temperaturniveau und zeitlichem Verlauf erfasst werden, um die Umsetzbarkeit des Projekts zu bewerten.

Verantwortliche Akteure

Gemeinde Balgheim, Planungsbüro

Flächen / Ort

Balgheim Ortsmitte

Erzielbare CO₂e-Einsparung	36 t CO ₂ e / a
Geschätzte Kosten	Gering, da zunächst nur Prüfung, ob eine Machbarkeitsstudie sinnvoll ist
Umsetzungsbeginn	Innerhalb von 5 Jahren

7.10 Maßnahme 9: BEW Machbarkeitsstudie Denkingen Ortsmitte



Maßnahmentyp

 Planung & Studie |  Wärmenetz

Beschreibung der Maßnahme

Im Ortskern von Denkingen befinden sich mehrere öffentliche Gebäude, darunter die Grundschule, das Rathaus, der Kindergarten und das Pfarramt, die sich als Ankerkunden für ein Wärmenetz anbieten. Die westlich angrenzende Fläche könnte als Standort für eine Luft-Wasser-Großwärmepumpe in Kombination mit einem Wärmespeicher dienen. Das bestehende BHKW in der Grundschule kann als Spitzenlasttechnologie eingesetzt werden, was sowohl die Systemredundanz als auch die ausreichende Wärmeleistung in Spitzenlastzeiten sicherstellt. Die Machbarkeit des Netzes und die Auslegung der Erzeugungstechnologien können in einer geförderten BEW-Studie geprüft werden.

Verantwortliche Akteure

Gemeinde Denkingen, Planungsbüro

Flächen / Ort

Denkingen Ortsmitte

Erzielbare CO₂e-Einsparung

405 t CO₂e / a

Geschätzte Kosten

50.000 € (50 % staatliche Förderung BEW)

Umsetzungsbeginn

Innerhalb von 5 Jahren

Planung & Studie | Wärmenetz

Im Eignungsgebiet Dürbheim Ortskern befinden sich das Rathaus, der Kindergarten, die Grundschule, die Festhalle und weitere öffentliche Gebäude, die derzeit mit Erdöl und Erdgas beheizt werden und als Ankerkunden für ein zukünftiges Wärmenetz in Frage kommen. Eine bereits vorhandene Hackschnitzelheizung könnte zukünftig das Rathaus und die Schule versorgen und würde sich im Rahmen des Wärmenetzes ideal als Spitzenlasttechnologie eignen. Die Grundlast könnte über eine PV-gestützte Großwärmepumpe bereitgestellt werden, die in Kombination mit einem Wärmespeicher südwestlich des bebauten Gebiets installiert werden könnte. Die technische Planung, die Dimensionierung der Erzeugungstechnologien und die Machbarkeitsanalyse können im Rahmen einer staatlich geförderten BEW-Studie erfolgen.

Gemeinde Dürbheim, Planungsbüro

Dürbheim Ortsmitte

207 t CO₂e / a

Wärmeplanung Konvoi: Spaichingen, Aldingen, Denkingen,
Frittlingen, Dürbheim, Balgheim, Hausen ob Verena

Abschlussbericht

Geschätzte Kosten 30.000 € (50 % staatliche Förderung BEW)

Umsetzungsbeginn Innerhalb von 5 Jahren

7.12 Maßnahme 11: Prüfung Freiflächen PV Nutzung am EPD Energiepark Dürbheim



Maßnahmentyp

 Planung & Studie |  Photovoltaik

Beschreibung der Maßnahme

Es soll geprüft werden, ob die Freiflächen-PV-Anlage des EPD Energieparks oder ein Teilbereich davon für die Produktion von kommunalem Strom genutzt werden kann. Dies würde zur Dekarbonisierung des Strommixes beitragen und den zukünftig steigenden Strombedarf teilweise decken. Zusätzlich müssen der Stromtransport zum bebauten Gebiet sowie mögliche Optionen zur Stromspeicherung untersucht werden, um eine stabile und nachhaltige Energieversorgung sicherzustellen.

Verantwortliche Akteure

Gemeinde Dürbheim

Flächen / Ort

EPD Energiepark

Erzielbare CO₂e-Einsparung

4,080 t CO₂e / a

Geschätzte Kosten

Gering, da zunächst nur eine Prüfung der Nutzung

Umsetzungsbeginn

Innerhalb von 5 Jahren

7.13 Maßnahme 12: Wärmenetzbau Frittlingen



Maßnahmentyp

 Baumaßnahme |  Wärmenetz

Beschreibung der Maßnahme

Der Ausbau des Wärmenetzes sowie die Integration der Abwärme aus der Biogasanlage sind geplant und befinden sich bereits in der Umsetzung. Dabei wird das Wärmenetz gemäß den technischen Anforderungen gebaut und die Abwärme der Biogasanlage eingebunden. Die Installation und Inbetriebnahme der notwendigen Infrastruktur, einschließlich Rohrleitungen, Wärmetauscher und Pumpen, erfolgt ebenfalls im Rahmen dieser Maßnahme.

Verantwortliche Akteure

Gemeinde Frittlingen, Planungsbüro

Flächen / Ort

Nördliche Ortshälfte Frittlingen

Erzielbare CO₂e-Einsparung

954 t CO₂e / a

Geschätzte Kosten

ist aktuell schon im Bau

Umsetzungsbeginn

Bereits in Umsetzung

7.14 Maßnahme 13: Inselnetze Bauhof und Kindergarten, Grundschule, Halle in Hausen ob Verena



Maßnahmentyp

Planung & Studie | Wärmenetz

Beschreibung der Maßnahme

Es soll geprüft werden, ob die Festhalle an die bestehende Wärmeversorgung der Grundschule und des Kindergartens angeschlossen werden kann. Eine zusätzliche Wärmepumpe könnte die Kapazität der vorhandenen Pelletsheizung erweitern, indem sie die Wärmenachfrage im Sommer sowie die Grundlast im Winter deckt, während der Pelletskessel die Spitzenlast übernimmt. Die Dächer der Vereinshalle, der Grundschule und des Kindergartens könnten mit PV-Modulen ausgestattet werden, um regenerativen Strom für den Betrieb der Wärmepumpe bereitzustellen. Zudem ist eine Versorgung des Bauhofs durch die Kombination von Wärmepumpe und PV-Anlage zu prüfen.

Verantwortliche Akteure

Gemeinde Hausen ob Verena, Planungsbüro

Flächen / Ort

Bauhof und Kindergarten, Grundschule, Halle in Hausen ob Verena

Erzielbare CO₂e-Einsparung

32 t CO₂e / a

Geschätzte Kosten

ca. 100.000, je nach Umfang der Baumaßnahmen

Umsetzungsbeginn

Innerhalb von 5 Jahren

7.15 Maßnahme 14: BEW Machbarkeitsstudie Wärmenetz Innenstadt Spaichingen



Maßnahmentyp

Planung & Studie | Wärmenetz

Beschreibung der Maßnahme

Im Stadtkern befinden sich zentrale öffentliche Einrichtungen wie das Gymnasium, die Grundschule, das Rathaus, die Stadthalle, die Feuerwehr und das Altenzentrum. Hier kann die Stadt als Vorreiter agieren und eine hohe Anschlussquote an ein Wärmenetz erzielen. Die technische Planung sowie die Machbarkeitsprüfung des Netzes können im Rahmen einer staatlich geförderten BEW-Studie erfolgen. Diese Studie umfasst auch die Untersuchung potenzieller Wärmequellen, die Dimensionierung der Erzeugungstechnologien sowie die Bewertung geeigneter Standorte für eine oder mehrere Heizzentralen.

Verantwortliche Akteure

Stadt Spaichingen, Planungsbüro

Flächen / Ort

Innenstadt Spaichingen

Erzielbare CO₂e-Einsparung

2.194 t CO₂e / a

Geschätzte Kosten

120.000 € (50 % staatliche Förderung BEW)

Umsetzungsbeginn

Innerhalb von 5 Jahren

7.16 Maßnahme 15: BEW Machbarkeitsstudie Wärmenetz Grund- Unterbach



Maßnahmentyp

Planung & Studie | Wärmenetz

Beschreibung der Maßnahme

Im Rahmen einer BEW-Machbarkeitsstudie wird der Bau eines Wärmenetzes in Grund- und Unterbach sowie die Nutzung der Abwärme von der VHW-Metallpresswerk GmbH untersucht. Dabei werden Aspekte wie potenzielle Wärmequellen, der Netzverlauf, die optimale Netztemperatur und geeignete Standorte für eine Heizzentrale geprüft. Ziel der Studie ist es, die technische und wirtschaftliche Machbarkeit zu bewerten und eine nachhaltige sowie effiziente Wärmeversorgung sicherzustellen.

Verantwortliche Akteure

Stadt Spaichingen, Planungsbüro

Flächen / Ort

Grund- Unterbach Spaichingen

Erzielbare CO₂e-Einsparung

3.118 t CO₂e / a

Geschätzte Kosten

120.000 € (50 % staatliche Förderung BEW)

Umsetzungsbeginn

Innerhalb von 5 Jahren

7.17 Übergreifende Wärmewendestrategie für alle Projektkommunen

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. Generell sollten Verknüpfungen zwischen einem möglichen Wärmenetzausbau und laufenden oder geplanten Infrastrukturprojekten gesucht und ausgenutzt werden.

Die erfolgreiche Umsetzung der Wärmewende im Konvoi Spaichingen 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.

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 Energieberatungsangeboten für Wohngebäude, sollten Förderprogramme für die Installation von Aufdach-PV-Anlagen initiiert werden.

In der mittelfristigen Phase bis 2030 sollte der Bau der Wärmenetze in den definierten Wärmenetzeignungsgebieten wie in den Maßnahmen beschrieben, beginnen. 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 im Konvoi Spaichingen bis 2040 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 3: Erweiterte Handlungsvorschläge für Akteure der kommunalen Wärmewende

Handlungsvorschläge für Schlüsselakteure	
Immobilienbesitzer	➤ 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
Energieversorger	Wärme: ➤ 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 Biomasse als Energiequellen für Wärmenetze ➤ Digitalisierung und Monitoring für Wärmenetze Strom: ➤ 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 Vertrieb: ➤ Flexible Tarifgestaltung für Energielieferung sowie Gestaltung von Wärme-, bzw. Heizstromprodukten ➤ Vorverträge mit Wärmeabnehmern in Eignungsgebieten und Abwärmelieferanten
Stadt, Gemeinde	➤ Aufbau und Weiterentwicklung von Wärmenetzen im Dialog mit Energieversorgern und Projektierern ➤ Akteurssuche für die Erschließung der Potenziale und der Eignungsgebiete

	➤ Gegebenenfalls Aufbau von Stadtwerken ➤ 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 Gemeindecsetzung zur Festlegung eines Anschluss- und Benutzungszwangs für erneuerbare Wärmeversorgungssysteme.

Verlegung von Fernwärmeleitungen:

Abschluss von Gestattungsverträgen für die Verlegung von Fernwärmeleitungen im Stadt- / Gemeindegebiet.

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.

7.18 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.

7.18.1 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

7.18.2 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.

7.18.3 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 im digitalen Zwilling aktualisiert werden.

Treibhausgasbilanzierung im Drei-Jahres-Zyklus (stadtweit): Fortschreibung der THG-Bilanz für die gesamte Kommune inkl. aller Wirtschaftssektoren, basierend auf Endenergieverbräuchen (inkl. Wärme), um die Entwicklung der Emissionen und Verbräuche im Zeitverlauf verfolgen zu können.

7.18.4 Berichterstattung und Kommunikation

Jährliche Status-Berichte: Erstellung jährlicher Berichte in Form von Mitteilungsvorlagen für den Rat der Stadt Spaichingen und der jeweiligen Gemeinden, um die

Entwicklungen, Erfolge und Herausforderungen der Wärmewende transparent zu machen.

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

7.19 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 Kommunen 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.

7.20 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, 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 Kommune 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.

7.21 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) wird 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).

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.

8 Fazit

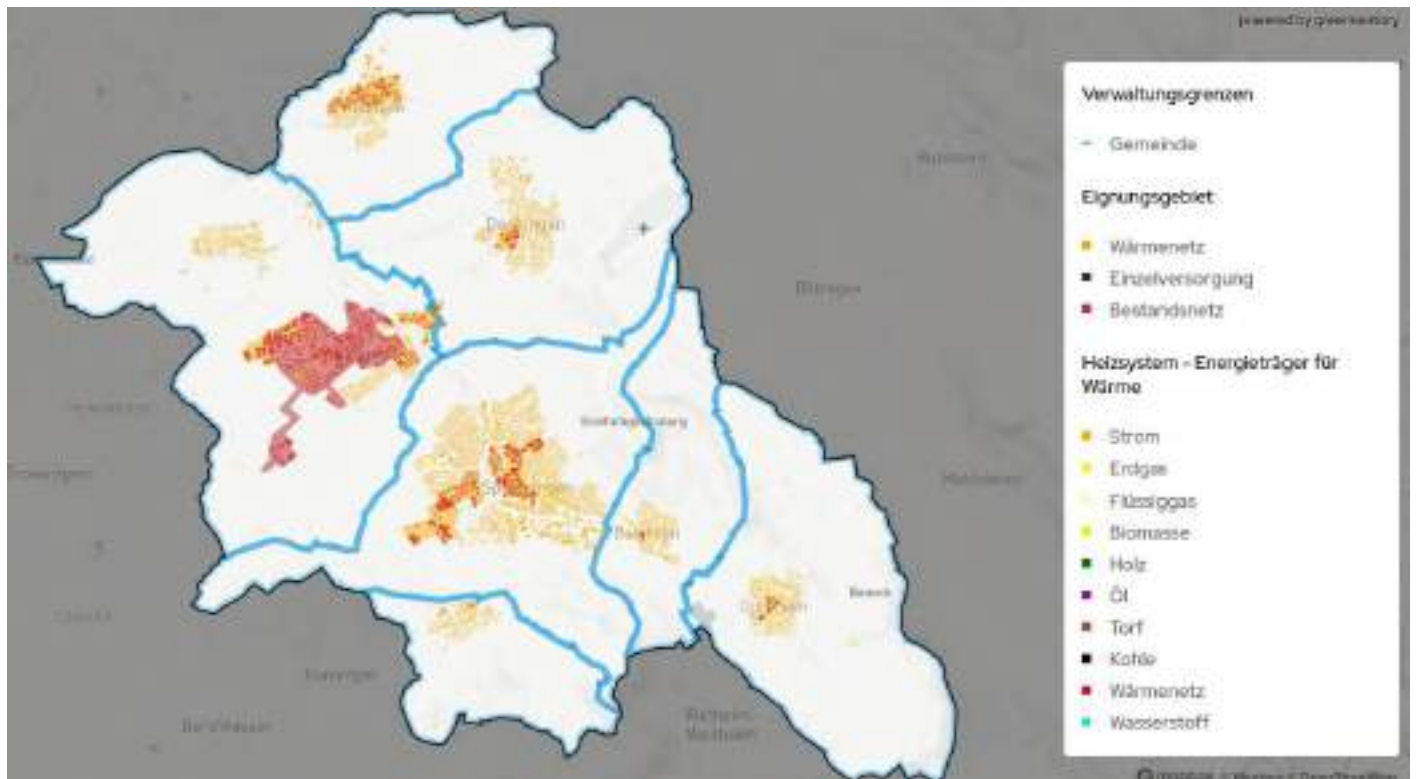


Abbildung 48: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040

Zur Erstellung der KWP haben sich die Kommunen Spaichingen, Aldingen, Denkingen, Frittlingen, Dürbheim, Balgheim, Hausen ob Verena zu einem Konvoi zusammengetan. Hierdurch konnten sie Synergien im Prozess nutzen, voneinander zu Lernen und interkommunale Versorgungsoptionen direkt bei der Planerstellung berücksichtigen. Durch gemeinsame Workshops und eine gemeinsame Zielstellung wurde zudem die Interkommunale Zusammenarbeit gestärkt.

Die Fertigstellung der KWP erhöht die Planungssicherheit für Bürger (v. a. außerhalb der Eignungsgebiete). Bei Kommunen, Energieversorgern und Akteuren sorgt sie für eine Priorisierung und Klarheit, um zu definieren, auf welche Gebiete sich Folgeaktivitäten und Detailuntersuchungen im Bereich der Wärmenetze erstrecken sollen. Eine Besonderheit des Wärmeplans war das Zusammenspiel von

Beteiligung in Workshops, Digitalisierung und kommunaler Expertise, von Analog und Digital sowie neuer Technologie und Erfahrung.

Ein Blick auf die Bestandsanalyse der Wärmeversorgung zeigt deutlichen Handlungsbedarf: 83 % der Wärme basieren auf fossilen Quellen wie Erdgas und Heizöl, die dekarbonisiert werden müssen. Der Wohnsektor, verantwortlich für etwa 54 % 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 zentral vorangetrieben werden, um so im Rahmen weiterer Planungsschritte die Wärmenetze tatsächlich in die Umsetzung zu bringen. Hierfür sind die in den Maßnahmen aufgeführten Machbarkeitsstudien von hoher Bedeutung. Auch ist zu erwähnen, dass in den teilnehmenden Kommunen der Aus- und Aufbau von Wärmenetzen bereits, zwar in unterschiedlichen Geschwindigkeiten, vorbereitet und vorangetrieben wird. Um diese Geschwindigkeit weiter zu erhöhen, bietet der Wissenstransfer zwischen den Kommunen große Chancen.

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, PV 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 in Form von Machbarkeitsstudien des Aufbaus von potenziellen Wärmenetzen, 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_in_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-022021.pdf

KEA (2024). *Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung | Wärmewende*. KEA-BW.de. Aufgerufen am 15. Juli 2024 unter <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/kommunale-waermeplanung/einfuehrung-in-den-technikkatalog#c7393-content-3>

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

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

Umweltbundesamt (2023). *Erneuerbare Energien in Zahlen*. Umweltbundesamt.de. Aufgerufen am 12. Oktober 2023 unter

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#uberblick>

Umweltbundesamt (2024). *Energieverbrauch für fossile und erneuerbare Wärme*. Umweltbundesamt.de.
Aufgerufen am 14. Februar 2024 unter

<https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme>



greenventory GmbH

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

<https://greenventory.de>