

# Abschlussbericht

# Kommunale Wärmeplanung

# Stadt Aulendorf



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz  
und nukleare Sicherheit



NATIONALE  
KLIMASCHUTZ  
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

**Herausgeber**

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

Telefon: +49 (0)761 7699 4160

E-Mail: [info@greenventory.de](mailto:info@greenventory.de)

Webseite: [www.greenventory.de](http://www.greenventory.de)

Stadt Aulendorf  
Stadtbauamt  
Hauptstraße 35  
88326 Aulendorf  
[www.aulendorf.de](http://www.aulendorf.de)

**Autoren**

Jakob Schulz  
Lara Freyer

**Bildnachweise**

© greenventory GmbH

**Stand**

10. März 2026

# Inhalt

<b>1 Einleitung</b>	<b>11</b>
1.1 Motivation	11
1.2 Ziele der kommunalen Wärmeplanung und Einordnung in den planerischen Kontext	11
1.3 Erarbeitung des kommunalen Wärmeplans	13
1.4 Digitaler Zwilling als zentrales Arbeitswerkzeug	14
1.5 Aufbau des Berichts	14
1.6 Akteursbeteiligung im Rahmen der Ausarbeitung	14
<b>2 Fragen und Antworten</b>	<b>15</b>
2.1 Was ist ein Wärmeplan?	15
2.2 Gibt es verpflichtende Ergebnisse?	15
2.3 Wie ist der Zusammenhang zwischen Gebäudeenergiegesetz (GEG), Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) und kommunaler Wärmeplanung?	15
2.4 Welche Gebiete sind prinzipiell für den Bau von Wärmenetzen geeignet?	16
2.5 In welchen Gebieten werden Wärmenetze ausgebaut?	16
2.6 Wird die Treibhausgasneutralität erreicht?	16
2.7 Was ist der Nutzen einer Wärmeplanung?	17
2.8 Was bedeutet die Wärmeplanung für Anwohnerinnen und Anwohner?	17
<b>3 Bestandsanalyse</b>	<b>19</b>
3.1 Das Projektgebiet	19
3.2 Datenerhebung	20
3.3 Gebäudebestand	20
3.4 Wärmebedarf	24
3.5 Analyse der Wärmeerzeuger	26
3.6 Eingesetzte Energieträger	29
3.7 Gasnetz-Infrastruktur	30
3.8 Wärmenetz-Infrastruktur	32
3.9 Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung	34
3.10 Zusammenfassung Bestandsanalyse	36
<b>4 Potenzialanalyse</b>	<b>37</b>
4.1 Erfasste Potenziale	37
4.2 Methode: Indikatorenmodell	38
4.3 Potenziale zur Wärmeerzeugung	42
4.3.1 Freiflächen-Solarthermie	43
4.3.2 Aufdach-Solarthermie	45
4.3.3 Luftwärmepumpen	46
4.3.4 Oberflächennahe Geothermie	49
4.3.5 Potenziale an Oberflächengewässern	52
4.3.6 Grundwasserwärme	52
4.3.7 Biomasse	52
4.3.8 Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen	55

4.3.9 Abwasserwärme	56
4.3.10 Industrielle Abwärme	57
4.4 Potenziale zur Stromerzeugung	58
4.4.1 Freiflächen-Photovoltaik	58
4.4.2 Aufdach-Photovoltaik	60
4.4.3 Biomasse	61
4.4.4 Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen	61
4.4.5 Windenergie	61
4.5 Potenziale für Sanierung	63
4.6 Zusammenfassung Potenzialanalyse	65
<b>5 Eignungsgebiete für Wärmenetze</b>	<b>66</b>
5.1 Einordnung der Verbindlichkeit	67
5.2 Entwicklung der Eignungsgebiete	67
5.3 Wärmenetz-Eignungsgebiete in Aulendorf	70
5.3.1 Nahwärmenetzerweiterung	71
5.3.2 Eignungsgebiet Prio 1	72
5.3.3 Eignungsgebiet Prio 2	73
5.3.4 Eignungsgebiet Klärwerk/Zollenreute	74
5.3.5 Nahwärmenetz Blönried	75
<b>6 Fokusgebiete</b>	<b>76</b>
6.1 Fokusgebiet Kernstadt Aulendorf	78
6.1.1 Charakterisierung des Fokusgebiets	78
6.1.2 Potenziale und Entwicklungsoptionen	78
6.1.3 Rolle der BEW-Machbarkeitsstudie	78
6.2 Fokusgebiet Ortsteil Zollenreute / Klärwerksumfeld	80
6.2.1 Charakterisierung des Fokusgebiets	80
6.2.2 Zentrales Wärmequellenpotenzial	80
6.2.3 Rolle der BEW-Machbarkeitsstudie	80
6.3 Einordnung und weiteres Vorgehen	80
<b>7 Zielszenario</b>	<b>81</b>
7.1 Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs	81
7.2 Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgungsinfrastruktur	83
7.3 Entwicklung des Endenergiebedarfs	85
7.4 Zusammensetzung der Wärmeerzeugung in Wärmenetzen	86
7.5 Bestimmung der Treibhausgasemissionen	86
<b>8 Maßnahmen und Wärmewendestrategie</b>	<b>88</b>
8.1 Maßnahme 1: BEW-Machbarkeitsstudie in den Eignungsgebieten Nahwärmenetzerweiterung, Prio 1 und Prio 2	90
8.2 Maßnahme 2: BEW-Machbarkeitsstudie im Wärmenetz-Eignungsgebiet Zollenreute	91
8.3 Maßnahme 3: Untersuchungen zur Kapazitätssicherung des Stromnetzes	92
8.4 Maßnahme 4: Untersuchungen zur Transformation des Gasnetzes	93
8.5 Maßnahme 5: Entwicklung von Quartierskonzepten und Sanierungsgebieten	94
8.6 Maßnahme 6: Entwicklung einer Leitlinie zur Dekarbonisierung kommunaler Liegenschaften	94
8.7 Maßnahme 7: Ausbauen der Energie-Erstberatung für Bürgerinnen und Bürger	95

8.8 Maßnahme 8: Fortlaufendes Monitoring der Wärmewende einrichten	96
8.9 Übergreifende Wärmewendestrategie	98
8.9.1 Finanzierung	98
8.9.2 Lokale ökonomische Vorteile der Wärmewende	99
8.9.3 Fördermöglichkeiten	99
<b>9 Verstetigung der Wärmeplanung</b>	<b>102</b>
9.1 Verstetigungskonzept	102
9.2 Monitoring der Wärmewende	103
9.3 Kommunikationsstrategie	103
<b>10 Fazit</b>	<b>105</b>
<b>11 Literaturverzeichnis</b>	<b>106</b>

# Abbildungen

[Abbildung 1: Erstellung des Kommunalen Wärmeplans](#)

[Abbildung 2: Vorgehen bei der Bestandsanalyse](#)

[Abbildung 3: Gebäudeanzahl nach Sektor in Aulendorf](#)

[Abbildung 4: Überwiegender Gebäudetyp pro Baublock](#)

[Abbildung 5: Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen in Aulendorf](#)

[Abbildung 6: Verteilung der Baualtersklassen der Gebäude](#)

[Abbildung 7: Gebäudeverteilung der Wohngebäude nach GEG-Effizienzklassen](#)

[Abbildung 8: Wärmebedarf nach Sektor](#)

[Abbildung 9: Verteilung des Wärmebedarfs je Baublock](#)

[Abbildung 10: Wärmelinienichten der einzelnen Straßenabschnitte](#)

[Abbildung 11: Gebäudeanzahl nach Art der Heizsysteme](#)

[Abbildung 12: Verteilung nach Alter der Heizsysteme](#)

[Abbildung 13: Verteilung der primären Energieträger](#)

[Abbildung 14: Verteilung der Alter der Heizsysteme](#)

[Abbildung 15: Endenergiebedarf nach Energieträgern](#)

[Abbildung 16: Endenergiebedarf nach Sektor](#)

[Abbildung 17: Gasnetzinfrastruktur in Aulendorf](#)

[Abbildung 18: Fernwärmeerzeugung nach Energieträgern](#)

[Abbildung 19: Wärmenetzinfrastruktur in Aulendorf](#)

[Abbildung 20: Treibhausgasemissionen nach Sektoren in Aulendorf](#)

[Abbildung 21: Verteilung der Treibhausgasemissionen in Aulendorf](#)

[Abbildung 22: Treibhausgasemissionen nach Energieträger in Aulendorf](#)

[Abbildung 23: Vorgehen bei der Ermittlung von erneuerbaren Potenzialen](#)

[Abbildung 24: Vorgehen und Datenquellen der Potenzialanalyse](#)

[Abbildung 25: Auswahl der wichtigsten Restriktionsflächen für erneuerbare Energiepotenziale in Aulendorf](#)

[Abbildung 26: Erneuerbare Wärmepotenziale in Aulendorf](#)

[Abbildung 27: Potenzial Freiflächen-Solarthermie](#)

[Abbildung 28: Solarthermie-Dachflächen-Potenziale](#)

[Abbildung 29: Luftwärmepumpen-Potenziale](#)

[Abbildung 30: Oberflächennahe Geothermie-Potenziale: Sonden](#)

[Abbildung 31: Oberflächennahe Geothermie-Potenziale: Kollektoren](#)

[Abbildung 32: Biomasse-Potenziale: Wärmemengen](#)

[Abbildung 33: Biomasse-Potenziale: Substrate](#)

[Abbildung 34: Standorte der KWK-Anlagen](#)

[Abbildung 35: Potenziale aus Abwasser: Kläranlage](#)

[Abbildung 36: Erneuerbare Strompotenziale in Aulendorf](#)

[Abbildung 37: Photovoltaik Freiflächen-Potenziale](#)

[Abbildung 38: Photovoltaik Aufdach-Potenziale](#)

[Abbildung 39: Windenergie-Potenziale](#)

[Abbildung 40: Reduktionspotenziale des Wärmebedarfs nach Baualtersklassen](#)

[Abbildung 41: Potenzial der Wärmebedarfsreduktion durch Sanierung](#)

[Abbildung 42: Vorgehen bei der Identifikation der Eignungsgebiete](#)

[Abbildung 43: Übersicht der Versorgungsgebiete in Aulendorf](#)

[Abbildung 44: Fokusgebiet Kernstadt Aulendorf](#)

[Abbildung 45: Fokusgebiet Zollenreute](#)

[Abbildung 46: Simulation des Zielszenarios für 2045](#)

[Abbildung 47: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion im Ziel- und Zwischenjahr](#)

[Abbildung 48: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2045](#)

[Abbildung 49: Mögliches Versorgungsszenario im Zieljahr 2045](#)

[Abbildung 50: Endenergiebedarf nach Sektor im Zieljahr 2045](#)

[Abbildung 51: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger im zeitlichen Verlauf](#)

[Abbildung 52: Fernwärmeerzeugung nach Energieträger im Zieljahr 2045](#)

[Abbildung 53: Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Energieträger](#)

[Abbildung 54: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Jahr 2045](#)

[Abbildung 55: Entwicklung von Maßnahmen zur Erreichung des Zielszenarios](#)

# Tabellen

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

Tabelle 2: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien

Tabelle 3: Übersicht der Wärmenetz-Eignungsgebiete in Aulendorf

Tabelle 4: Erweiterte Handlungsvorschläge für Akteure der kommunalen Wärmewende

# Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erklärung
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEG EM	Bundesförderung für effiziente Gebäude Einzelmaßnahmen
BEG WG	Bundesförderung für effiziente Gebäude Wohngebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BfG	Bundesamt für Gewässerkunde
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BHKW	Blockheizkraftwerk
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
BMJV	Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz
BMWE	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMWSB	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
BW	Baden-Württemberg
CO <sub>2</sub> e	Kohlenstoffdioxid-Äquivalente
dena	Deutsche Energie-Agentur GmbH
EE	Erneuerbare Energien
EG	Eignungsgebiete
EnEV	Energieeinsparverordnung
FFH	Flora-Fauna-Habitat
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GIS	Geoinformationssysteme
H <sub>2</sub>	Wasserstoff
IWU	Institut Wohnen und Umwelt
KEA-BW	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KlimaG BW	Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg
KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWP	Kommunale Wärmeplanung

<b>Abkürzung</b>	<b>Erklärung</b>
KWW	Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende
LoD2	Level of Detail 2
LPG	Flüssiggas
MaStR	Marktstammdatenregister
PPP	Public-Private-Partnership
PV	Photovoltaik
PVT	Photovoltaik-Thermie
t CO <sub>2</sub> e/a	Tonne Kohlendioxid-Äquivalent pro Jahr
TABULA	Typology Approach for Building Stock Energy Assessment - Gebäudetypologie
THG	Treibhausgas
WP	Wärmepumpe
WPG	Wärmeplanungsgesetz des Bundes

# Konsortium

## Auftraggeberin:



Aulendorf ist eine Stadt im Landkreis Ravensburg in Oberschwaben mit rund 10.000 Einwohnerinnen und Einwohnern. Die Stadt strebt eine langfristig treibhausgasneutrale Wärmeversorgung bis 2045 an. Bereits 2015 wurde mit dem Energie- und Klimaschutzkonzept eine strategische Grundlage geschaffen. Nun folgt ein kommunaler Wärmeplan, um Potenziale zu identifizieren, konkrete Maßnahmen abzuleiten und die Wärmeversorgung nachhaltig zu gestalten.

Mitarbeitende in der Wärmeplanung: Stadt Aulendorf, Stadtbauamt

<https://www.aulendorf.de/startseite>

## Auftragnehmer:



*Energie kann mehr.*

Die Thüga Energie GmbH ist unter anderem in den Bundesländern Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg als Energieversorgungsunternehmen tätig. Zu den Schwerpunkten gehören die Belieferung von Kunden mit Gas, Biogas, Strom, Ökostrom und Wärme. Darüber hinaus betreibt die Thüga Energie GmbH Nahwärmenetze und Contracting-Anlagen für eine klimaschonende Bereitstellung von Wärme. Außerdem gehören PV-Anlagen (auch Freiflächen), Stromspeicher, Energiedienstleistungen oder auch Highspeed-Internet zum Portfolio.



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 80 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter mit einem starken Fokus im Energie- und Daten-Bereich und umfangreicher Fachexpertise im Kontext einer sektorübergreifenden Energie- und Infrastrukturplanung. greenventory bringt hierbei sowohl die Erfahrung aus der kommunalen Wärmeplanung in mehr als 300 Kommunen ein als auch den digitalen Wärmeplan als zentrales Werkzeug.

[www.greenventory.de/](http://www.greenventory.de/)

# 1 Einleitung

Im Angesicht des fortschreitenden Klimawandels und signifikant steigender Gaspreise als Folge der Energiekrise wurde die Notwendigkeit einer zukunftssicheren, kosteneffizienten und treibhausgasneutralen Energieversorgung in Deutschland in den letzten Jahren zunehmend deutlich. Die Wärmeversorgung spielt hier eine zentrale Rolle. Derzeit entfällt in etwa die Hälfte des gesamten Endenergieverbrauchs in Deutschland auf die Wärme- und Kältebereitstellung, mit erheblichen Folgen für den Ausstoß von Treibhausgasemissionen. Die Kommunale Wärmeplanung (KWP) stellt in diesem Zusammenhang ein wichtiges 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.

## 1.1 Motivation

Angesichts der Bedrohung, die der voranschreitende Klimawandel u.a. in Form von zunehmenden Extremwetterereignissen darstellt, hat die Bundesrepublik im Klimaschutzgesetz des Bundes die Treibhausgasneutralität zum Jahre 2045 verpflichtend festgeschrieben. Auch die Stadt Aulendorf hat den Klimawandel als zentrale Herausforderung erkannt und sich ihrerseits das Ziel der Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2040 gesetzt. Als eine zentrale Maßnahme hierzu konnte die Stadt in den Jahren 2025-2026 die Erstellung eines kommunalen Wärmeplans umsetzen. Gefördert wurde die Wärmeplanung im Rahmen der nationalen Klimaschutz-Initiative.

Bezüglich der Reduzierung der Treibhausgasemissionen fällt dem Wärmesektor eine zentrale Rolle zu, da in etwa die Hälfte des gesamten Endenergieverbrauchs, in Deutschland, im Bereich der Wärme- und Kältebereitstellung anfallen (Umweltbundesamt, 2024). Dazu zählen Prozesswärme, Raumwärme und Warmwasser sowie Kälteerzeugung. Während, im Stromsektor bereits über 50 % der Energie erneuerbar erzeugt wird, sind es im Wärmesektor bislang bundesweit nur 18,8 % (Umweltbundesamt, 2023). Eine große Verantwortung für die Dekarbonisierung des Wärmesektors liegt bei Städten und Kommunen. Die kommunale Wärmeplanung stellt eine Planungsgrundlage für eine klimafreundliche, zukunftssichere Wärmeversorgung dar. Sie ist nach aktueller Gesetzeslage in Deutschland gemäß

Wärmeplanungsgesetz des Bundes (WPG) für alle Kommunen verpflichtend. In Aulendorf hat der Beschluss des kommunalen Wärmeplans laut WPG bis 30.06.2028 zu erfolgen.

## 1.2 Ziele der kommunalen Wärmeplanung und Einordnung in den planerischen Kontext

Da Investitionen in Energieinfrastruktur mit komplexen Planungen, hohen Investitionskosten und langen Investitionszyklen verbunden sind, ist eine ganzheitliche Strategie wichtig, um eine fundierte Grundlage für nachgelagerte Planungen und Aktivitäten zu schaffen. Die kommunale Wärmeplanung (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 sinnvolle Eingrenzung des Such- und Optionenraums für städtische Energieprojekte.

Die KWP ist eng mit anderen planerischen Instrumenten wie dem Flächennutzungsplan, dem Energie- und Klimaschutzkonzept und dem integrierten Stadtentwicklungskonzept 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.

Bei der KWP handelt es sich um einen iterativen Prozess. Das bedeutet, dass die kommunale Wärmeplanung in den Jahren nach dem ursprünglichen Beschluss fortlaufend aktualisiert und konkretisiert wird. Laut Wärmeplanungsgesetz hat eine Überarbeitung des Wärmeplanes spätestens alle fünf Jahre zu erfolgen.

### 1.3 Erarbeitung des kommunalen Wärmeplans

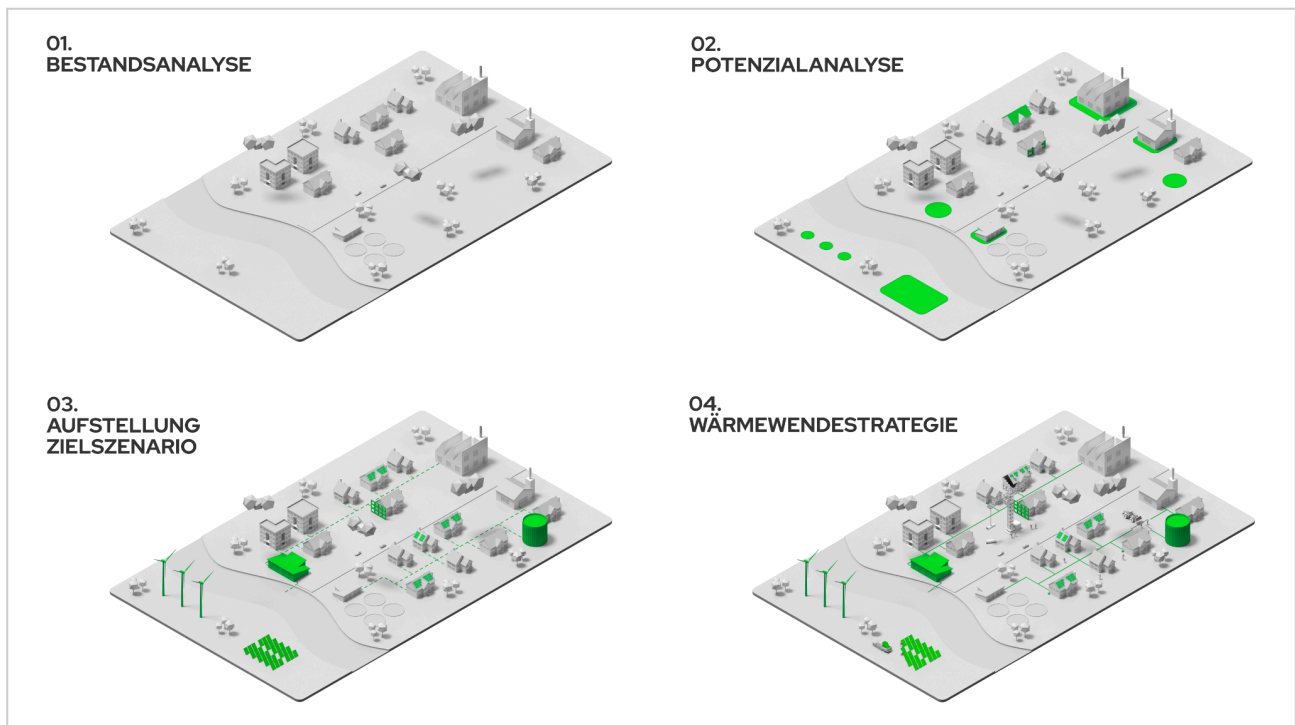


Abbildung 1: Erstellung des Kommunalen Wärmeplans

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

Im ersten Schritt, der Bestandsanalyse, wird die Ist-Situation der Wärmeversorgung umfassend analysiert. Dazu gehört die Erfassung von Daten zum Wärmebedarf und -verbrauch, die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen, die existierenden Gebäudetypen sowie deren Baualtersklassen. Ebenso werden die vorhandene Infrastruktur der Gas- und Wärmenetze, systematisch untersucht und die Beheizungsstrukturen in Gebäuden detailliert erfasst.

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

Im dritten Schritt nutzt man die gewonnenen Erkenntnisse, um Eignungsgebiete für eine zentralisierte Wärmeversorgung über Wärmenetze, unter Berücksichtigung der hierfür in Frage kommenden Energiequellen, sowie Gebiete für dezentrale Wärmeversorgungsoptionen zu

identifizieren. Bei letzteren handelt es sich um Gebiete, in denen Einzellösungen, wie etwa Wärmepumpen, Pelletheizungen und dergleichen, aus wirtschaftlichen und technischen Gründen zentralen Wärmenetzen vorzuziehen sind. Basierend darauf wird ein Zielszenario für die zukünftige Wärmeversorgung entwickelt, das eine räumlich aufgelöste Beschreibung einer möglichen künftigen Versorgungsstruktur für das Zieljahr umfasst.

Der vierte Schritt besteht in der Formulierung konkreter Maßnahmen als erste Schritte zur Zielerreichung sowie einer übergreifenden Wärmewendestrategie. Dabei sind neben technischen Maßnahmen und Projekten auch übergeordnete Strukturen und Prozesse zu berücksichtigen, die notwendig sind, um eine Verstetigung und regelmäßige Überarbeitung der kommunalen Wärmeplanung zu ermöglichen. Am Ende des Planungsprozesses steht der Beschluss des Wärmeplans im Stadtrat, anschließend beginnt die Umsetzung der Maßnahmen.

Die kommunale Wärmeplanung ist ein kontinuierlicher Prozess. Die Inhalte des

vorliegenden Berichts, also die Ergebnisse des Wärmeplans, müssen regelmäßig auf Umsetzung überprüft sowie unter Berücksichtigung der laufenden Entwicklungen überarbeitet und angepasst werden. Durch die Diskussion und Zusammenarbeit zwischen den Akteuren wird der Wärmeplan fortlaufend verbessert und angepasst. Gemäß den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) muss der Wärmeplan alle fünf Jahre auf Anpassungs- und Aktualisierungsbedarf überprüft werden (§ 25 WPG).

#### **1.4 Digitaler Zwilling als zentrales Arbeitswerkzeug**

Eine Besonderheit des Projektes ist die Erstellung und Nutzung eines digitalen Zwillings für die Planerstellung und -fortschreibung. Der digitale Zwilling der Firma greenventory dient als zentrales Arbeitswerkzeug für die Projektbeteiligten und reduziert die Komplexität der Planungs- und Entscheidungsprozesse. Es handelt sich um ein spezialisiertes digitales Kartentool, welches ein virtuelles, gebäudegenaues Abbild des Projektgebiets darstellt. Der digitale Zwilling bildet die Grundlage für die Analysen und Visualisierungen und ist zentraler Ort für die Datenhaltung im Projekt.

Dies bietet mehrere Vorteile, wie zum Beispiel eine homogene Datenqualität, die für fundierte Analysen und Entscheidungen unabdingbar ist und eine digitale Plattform für die gemeinschaftliche Planung der Wärmewende von mehreren kommunalen Akteuren ermöglicht. So stellt der digitale Zwilling ein Arbeitstool dar, welches eine effiziente und dauerhafte Prozessgestaltung ermöglicht.

#### **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 des kommunalen Wärmeplans ausmachen. Kapitel 5 enthält Steckbriefe der verschiedenen Wärmenetzzeichnungsgebiete. Kapitel 8 enthält die Steckbriefe zu den definierten Maßnahmen im Projekt, welche den Kern der Wärmewendestrategie darstellen. Abschließend werden die zentralen Befunde der kommunalen Wärmeplanung zusammengefasst.

#### **1.6 Akteursbeteiligung im Rahmen der Ausarbeitung**

Bei der Erstellung des kommunalen Wärmeplans sind Kenntnisse über die lokalen Rahmenbedingungen essentiell. Deshalb wurden während der Ausarbeitung diverse Fachakteure, wie lokale Wärmenetzbetreiber, ansässige Unternehmen, Biogasanlagenbetreiber sowie der Bürgermeister und Mitarbeitende der Stadtverwaltung in zwei Expertenworkshops frühzeitig aktiv in die Erstellung des Wärmeplans einbezogen.

Die beiden zweistündigen Workshops, mit jeweils rund 15 Teilnehmenden, fanden im September und Dezember 2025 statt. Inhaltlich konzentrierte sich der erste Workshop auf die Vorstellung der Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse, inklusive eines ersten Entwurfs der Wärmenetzzeichnungsgebiete, und deren Validierung. Im zweiten Workshop wurden anschließend die Wärmenetzzeichnungsgebiete konkretisiert und vorgeschlagene Maßnahmen zur Diskussion gestellt. Die vielseitigen Perspektiven der beteiligten Stakeholder trugen wesentlich zur Validierung der Ergebnisse und Ausarbeitung des Wärmeplanes bei.

Die Öffentlichkeit wurde im Rahmen einer Auslegung des Wärmeplans im Februar und März 2026, Informationsmaterialien auf den Webseiten der Stadt sowie eine öffentliche Veranstaltung am 12. März informiert und beteiligt.

## 2 Fragen und Antworten

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

### 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 langfristig ausgelegten 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 der Wärmeplan die Entwicklung von Strategien und Maßnahmen als erste Schritte zur Zielerreichung. Der Wärmeplan ist spezifisch auf die Stadt Aulendorf zugeschnitten, um die lokalen Gegebenheiten und Bedürfnisse zu berücksichtigen.

Die Kommunale Wärmeplanung ersetzt nicht die gebäudescharfe Planung und individuelle Entscheidungen der Eigentümerinnen und Eigentümer.

### 2.2 Gibt es verpflichtende Ergebnisse?

Der Wärmeplan dient als informeller und strategischer Fahrplan, der erste Handlungsempfehlungen und Entscheidungsgrundlagen für die beteiligten Akteure liefert. Die Ergebnisse der Analysen können genutzt werden, um die kommunalen Planungen und Handlungen auf das Ziel einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung auszurichten. Daneben werden auch konkrete Maßnahmenvorschläge formuliert, die die Entwicklung der Wärmeversorgungsinfrastruktur und die Integration erneuerbarer Energien betreffen. Die Ergebnisse und

Maßnahmenvorschläge des Wärmeplans dienen dem Stadtrat und den Verantwortlichen als Grundlage für die weitere Stadt- und Energieplanung.

Die konkreten Maßnahmen hängen von den individuellen Gegebenheiten im Projektgebiet und den identifizierten Potenzialen ab. In Aulendorf wurden insgesamt acht Maßnahmen durch die Projektbeteiligten identifiziert und priorisiert, die in diesem Bericht genauer beschrieben werden. Die kommunale Wärmeplanung ist ein kontinuierlicher Prozess ohne rechtliche Außenwirkung, was bedeutet, dass aus dem Beschluss des Wärmeplans keine rechtlich verbindlichen Vorschriften oder Garantien resultieren. Der Wärmeplan wird nach Beschluss regelmäßig unter Berücksichtigung aktueller Entwicklungen angepasst und überarbeitet.

### 2.3 Wie ist der Zusammenhang zwischen Gebäudeenergiegesetz (GEG), Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) und kommunaler Wärmeplanung?

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG), die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) und die kommunale Wärmeplanung nach dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) sind eng miteinander verzahnt. Ziel aller drei Instrumente ist es, die Energieeffizienz im Gebäudesektor zu steigern, die Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien umzustellen und die Treibhausgasemissionen nachhaltig zu senken.

Das **GEG** legt die energetischen Mindestanforderungen an Neubauten und Bestandsgebäude fest. Es schreibt u. a. vor, dass ab 2024 in Neubaugebieten nur noch Heizsysteme mit mindestens 65 % erneuerbaren Energien eingebaut

werden dürfen. Für Bestandsgebäude und Baulücken gilt diese Vorgabe ab Mitte 2026. Bestehende Heizungen dürfen weiterhin genutzt und repariert werden, bis ein Austausch nötig ist. Ab 2045 müssen alle Heizsysteme vollständig mit erneuerbaren Energien betrieben werden.

Die **kommunale Wärmeplanung** bildet dafür die strategische Grundlage: Sie identifiziert lokale Potenziale, zeigt Versorgungsoptionen auf und kann durch den Stadtrat konkretisiert werden – z. B. durch Satzungen, die Gebiete für den Ausbau von Wärmenetzen festlegen. Diese rechtliche Verzahnung ist im GEG (§ 71k) geregelt. Der Wärmeplan selbst entfaltet jedoch keine unmittelbare Rechtswirkung, sondern dient lediglich als Orientierungs- und Steuerungsinstrument. Aus dem Wärmeplan selbst ergeben sich somit weder rechtlich verbindliche Pflichten noch entsprechende Garantien.

Die **Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)** ergänzt dies als zentrales Förderprogramm. Sie unterstützt Gebäudeeigentümer finanziell dabei, Maßnahmen umzusetzen, die über die gesetzlichen Mindestanforderungen hinausgehen – z. B. durch den Einbau effizienter Heizungen oder energetische Sanierungen. Dadurch wird die praktische Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung erleichtert und zusätzliche Anreize für Investitionen geschaffen.

Insgesamt greifen GEG, BEG und Wärmeplanung ineinander: Kommunen können über ihre Wärmeplanung die Wärmewende steuern, während klare rechtliche Vorgaben (GEG) und finanzielle Anreize (BEG) die Umsetzung auf Gebäudeebene unterstützen.

#### **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 für Wärmenetze grundsätzlich gut geeignet sind. In diesen Gebieten sind weitere Planungsschritte angedacht, um die technische,

wirtschaftliche und bauliche Machbarkeit eines Wärmenetzes zu prüfen und ggf. zukünftige konkrete Planungen zu ermöglichen. Die Gebiete sind im Stadtgebiet verteilt. Ihre Erarbeitung sowie detaillierte Steckbriefe sind in Kapitel 5 beschrieben.

#### **2.5 In welchen Gebieten werden Wärmenetze ausgebaut?**

Auf Grundlage der Eignungsgebiete werden in einem der Wärmeplanung nachgelagerten Schritt Ausbaupläne für Wärmenetzausbaugebiete erstellt, die neben der Wärmebedarfsdichte weitere Kriterien, wie die wirtschaftliche und ressourcenbedingte Umsetzbarkeit, mit einbeziehen. Diese sollen von der Stadt, Projektentwicklern und Wärmenetzbetreibern erstellt werden. Verpflichtende Gebiete für den Ausbau der Wärmenetzversorgung sind nicht Gegenstand der Wärmeplanung. Der Ausbau der Wärmenetze bis 2045 wird in mehreren Phasen modelliert und ist von verschiedenen Faktoren abhängig.

#### **2.6 Wird die Treibhausgasneutralität erreicht?**

Durch die Realisierung des Wärmeplans ist die Erreichung der Treibhausgasneutralität im Wärmesektor bis zum Zieljahr 2045 theoretisch möglich, allerdings nicht ausschließlich auf lokaler Ebene. Hier spielt auch die EU-, Bundes- und Landesgesetzgebung eine wichtige Rolle, auf der die Ausgestaltung von Förderprogrammen und Gesetzen (wie bspw. dem Gebäudeenergiegesetz) oder dem Treibhausgasemissionshandel übergeordnet beschlossen wird. Erneuerbare Energieträger haben bilanziell voraussichtlich auch im Jahr 2045 noch eine Resttreibhausgasbilanz, weshalb auch dann noch mit einem Ausstoß von Treibhausgasen in einem geringeren Umfang zu rechnen ist. Nach aktuellem Technologiestand ist also auch bei ausschließlicher Einsatz erneuerbarer Energieträger im Jahr 2045 keine vollständige Treibhausgasneutralität zu erreichen. Es bleiben Restemissionen, die mit bereits vorhandenen Treibhausgassenken oder Ausgleichsmaßnahmen in Einklang gebracht werden müssen. Obwohl die

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

### 2.7 Was ist der Nutzen einer Wärmeplanung?

Die kommunale Wärmeplanung ist ein zentrales, strategisches Planungsinstrument, um die Energiewende vor Ort umzusetzen. Sie hilft Städten und Gemeinden, ihre Wärmeversorgung systematisch zu analysieren und langfristig klimaneutral auszurichten. Durch die Planung werden Potenziale für erneuerbare Energien, Abwärme oder Effizienzmaßnahmen sichtbar, was Investitionen besser steuerbar macht. Kommunen und Netzbetreiber können so gezielt Netzgebiete entwickeln, Kosten senken und Versorgungssicherheit erhöhen. Bürger, Versorger und Unternehmen profitieren von einer erhöhten Planungssicherheit und transparenten Entscheidungsgrundlagen. Damit schafft die Wärmeplanung klare Perspektiven für eine nachhaltige, sozial gerechte Wärmewende.

### 2.8 Was bedeutet die Wärmeplanung für Anwohnerinnen und Anwohner?

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

Insbesondere bei der Entwicklung von Wärmenetzen, aber auch in Gebieten, die perspektivisch nicht für Wärmenetze geeignet sind, werden Anwohnerinnen und Anwohner frühzeitig informiert und eingebunden. So kann sichergestellt werden, dass die individuellen Entscheidungen zur

Umstellung der Wärmeversorgung eines Gebäudes im Einklang mit der kommunalen Planung getroffen werden.

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

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

**Ich bin Gebäudeeigentümerin oder Gebäudeeigentümer:** Prüfen Sie, ob sich Ihr Gebäude in einem Eignungsgebiet für Wärmenetze befindet. Die lokalen Versorger 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 Wärmenetzeignungsgebieten liegen, ist ein zeitnaher Anschluss an ein großflächiges Wärmenetz eher unwahrscheinlich. Es gibt allerdings zahlreiche alternative Maßnahmen, die Sie zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Reduzierung Ihrer CO<sub>2</sub>-Emissionen ergreifen können. Durch erneuerbare Energien betriebene Heiztechnologien können dabei helfen, den Wärme- und Strombedarf Ihrer Immobilie nachhaltiger zu decken. Optionen sind beispielsweise die Installation einer Wärmepumpe, die mit Luft, Erdwärmesonden oder -kollektoren betrieben wird, oder die Umstellung auf eine Biomasseheizung. Ebenso können Sie die Installation von Photovoltaik-Anlagen zur Deckung

des Strombedarfs in Betracht ziehen. Prüfen Sie, welche energetischen Sanierungen zu einer besseren Energieeffizienz Ihres Gebäudes beitragen können. Bei umfassenden Sanierungen ist in der Regel die Erstellung eines individuellen Sanierungsfahrplans (iSFP) empfehlenswert, der Maßnahmen wie die Dämmung von Dach und Fassade, den Austausch der Fenster oder den hydraulischen Abgleich des Heizungssystems beinhaltet.

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

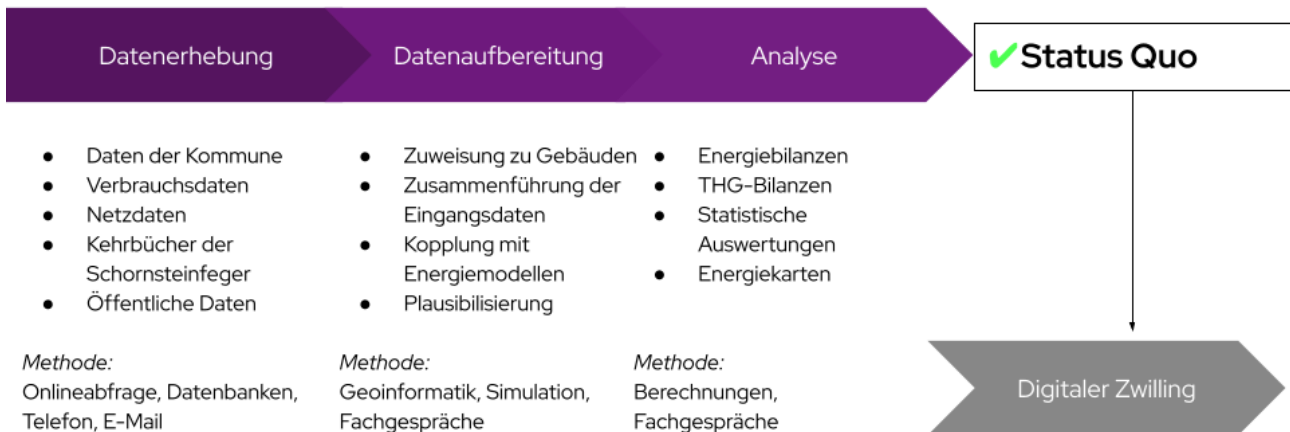
Darüber hinaus gibt es verschiedene Förderprogramme, die Sie in Anspruch nehmen können. Diese reichen von der Bundesförderung für effiziente Gebäude bis hin zu kommunalen Programmen. Eine individuelle Energieberatung kann Ihnen darüber hinaus weitere, auf Ihre speziellen Bedürfnisse zugeschnittene Empfehlungen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

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

Für alle Anwohnerinnen und Anwohner gleichermaßen gilt zudem: Lassen Sie sich bei Fragen zur Wärmeversorgung und Energieeffizienz nach Möglichkeit fachkundig beraten. Informationen zu den Beratungsangeboten der Stadt Aulendorf und Ihrer Kooperationspartner finden Sie auf den städtischen Internetseiten unter <https://www.aulendorf.de/wirtschaft-energie/energie-klimaschutz/energieberatung>. Eine produkt- und anbieterneutrale Beratung durch einen fachkundigen Experten oder eine fachkundige Expertin ist der schnellste Weg zu einer bestmöglichen Lösung für Ihre individuelle Situation.

# 3 Bestandsanalyse

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



**Abbildung 2: Vorgehen bei der Bestandsanalyse**

## 3.1 Das Projektgebiet

Aulendorf ist eine Stadt im Landkreis Ravensburg in Oberschwaben mit rund 10.000 Einwohnerinnen und Einwohnern. Die Stadt liegt eingebettet in die hügelige Landschaft und ist von den Kommunen Bad Schussenried, Ingoldingen, Bad Waldsee, Wolpertswende, Altshausen und Ebersbach-Musbach umgeben. Aulendorf verfügt über eine gute Verkehrsanbindung, unter anderem über die B30 und eine direkte Bahnverbindung, sowie über Einrichtungen wie Kliniken, ein Thermalbad und historische Sehenswürdigkeiten.

Die Stadt Aulendorf ist ein diversifizierter Wirtschaftsstandort mit bedeutenden Unternehmen in den Bereichen Fahrzeugbau, Lebensmittelproduktion, Veterinärmedizin, Maschinenbau und Tourismus. Zahlreiche Firmen streben die Nutzung erneuerbarer Energien und CO<sub>2</sub>-neutrale Produktionsprozesse an, was Synergien für die Energiewende vor Ort schafft.

Die Transformation der Wärmeversorgung ist ein zentraler Baustein der Klimastrategie der Stadt

Aulendorf mit dem Ziel einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis 2045. Bereits 2015 wurde ein Energie- und Klimaschutzkonzept erstellt, das unter anderem die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz der Stadt enthält und die Grundlage für die langfristige Steuerung von Klimaschutzmaßnahmen bildet. Nun wurde ein kommunaler Wärmeplan erarbeitet, um Potenziale zu identifizieren, konkrete Maßnahmen abzuleiten und die Wärmewende gezielt umzusetzen.

Wichtige Transformationspartner sind die Thüga Energie GmbH und die Energieagentur Ravensburg, die die Stadt fachlich unterstützen. Die Wärmeplanung wird zudem von städtischen Ämtern und externen Fachakteuren begleitet, um die Umsetzung effizient zu steuern.

### 3.2 Datenerhebung

Zu Beginn der Bestandsanalyse erfolgte die systematische Erfassung von Verbrauchsdaten für Wärme über die vorhandenen Gas- und Wärmenetze. Elektronische Kehrbücher wurden von den zuständigen Kaminkehrern bereitgestellt. Zusätzlich wurden lokale Daten aus Plan- und Geoinformationssystemen (GIS) der städtischen Ämter bezogen, die ausschließlich für die Erstellung des Wärmeplans freigegeben und verwendet wurden. Die Datenquellen für die Bestandsanalyse sind folgend aufgelistet:

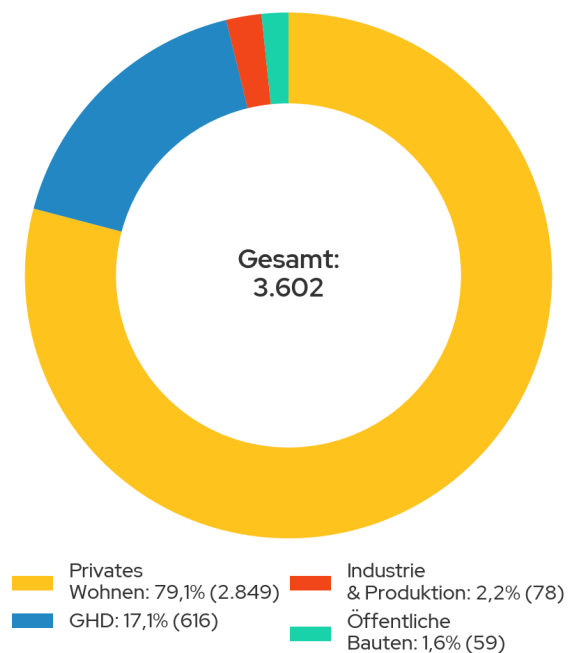
- Statistik und Katasterdaten des amtlichen Liegenschaftskatasters (ALKIS)
- Daten zu Wärmenetz- und Gasverbräuchen, welche von Netzbetreibern zur Verfügung gestellt werden
- Auszüge aus den elektronischen Kehrbüchern der Schornsteinfeger mit Informationen zu den jeweiligen Feuerstellen
- Verlauf der Strom-, Wärme- und Gasnetze sowie der Abwassersammler
- Industrielle Abwärmequellen, erfasst durch Befragungen bei Betrieben und die Plattform für Abwärme der Bundesstelle für Energieeffizienz
- 3D-Gebäudemodelle (LoD2)
- Zensusdaten (2011 und 2022)

Die 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 öffentlich verfügbarem Kartenmaterial sowie dem amtlichen Liegenschaftskataster ergaben sich für das Projektgebiet der Stadt Aulendorf 3.602 beheizte Gebäude. Wie in Abbildung 3 zu sehen, besteht der überwiegende Anteil der Gebäude aus

Wohngebäuden, gefolgt von Gebäuden des Sektors "Gewerbe, Handel, Dienstleistungen" (GHD) sowie Industrie und Produktion und öffentlichen Bauten. In Abbildung 4 ist die räumliche Verteilung der Sektoren zu sehen. Es wird der jeweils überwiegende Gebäudetyp pro Baublock herausgestellt. Insgesamt wird ersichtlich, dass die Wärmewende eine kleinteilige Aufgabe ist und sich zu großen Teilen im Wohnsektor abspielen wird.



**Abbildung 3: Gebäudeanzahl nach Sektor in Aulendorf**

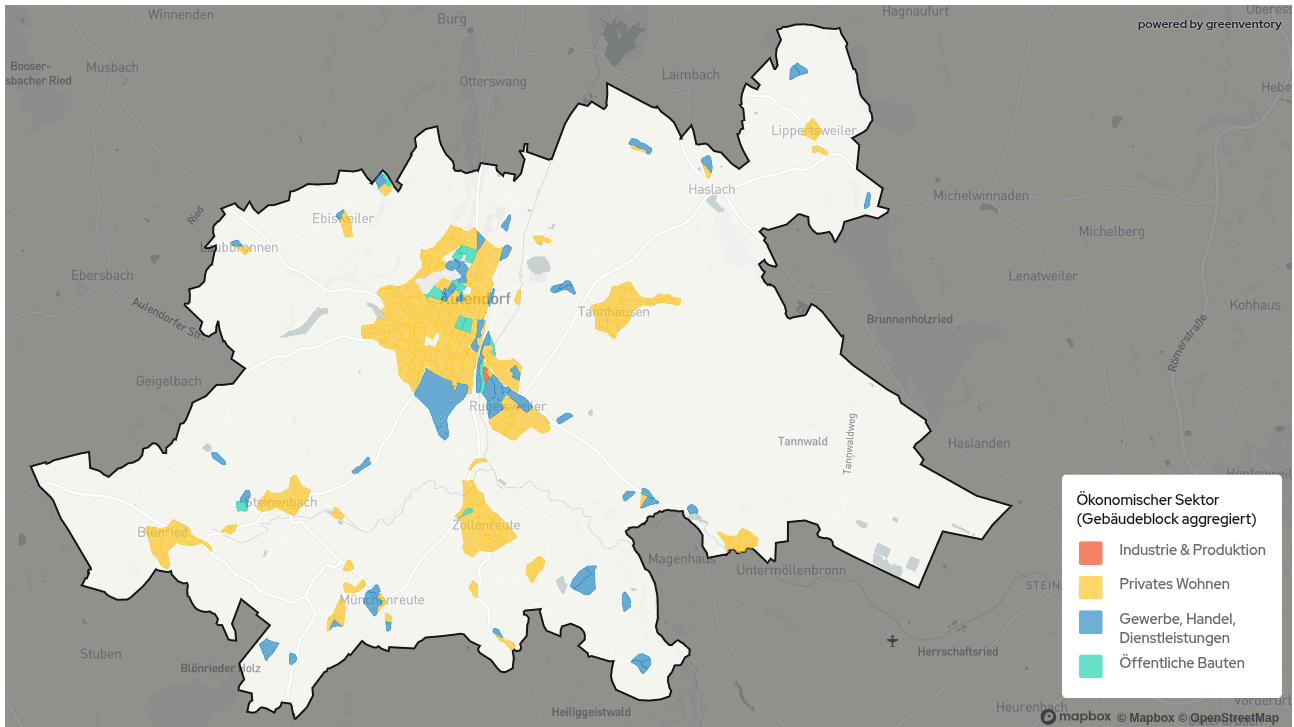


Abbildung 4: Überwiegender Gebäudetyp pro Baublock

Die Analyse der Baualtersklassen (siehe Abbildung 5) hebt hervor, dass mehr als 46 % 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 24,4 % den größten Anteil am Gebäudebestand dar und bieten somit das umfangreichste Sanierungspotenzial. Altbauten, die vor 1919 errichtet wurden, zeigen häufig den höchsten spezifischen Wärmebedarf, sofern sie bislang wenig oder nicht saniert wurden. Diese Gebäude sind wegen ihrer oft robusten Bauweise ebenfalls interessant für eine Sanierung, allerdings können denkmalschutzrechtliche Auflagen Einschränkungen mit sich bringen. Um das Sanierungspotenzial jedes Gebäudes vollständig ausschöpfen zu können, sind gezielte Energieberatungen und angepasste Sanierungskonzepte erforderlich.

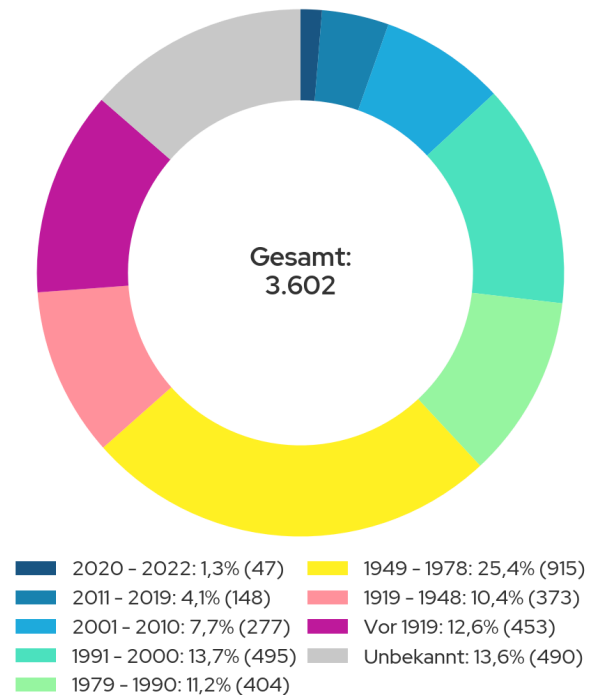
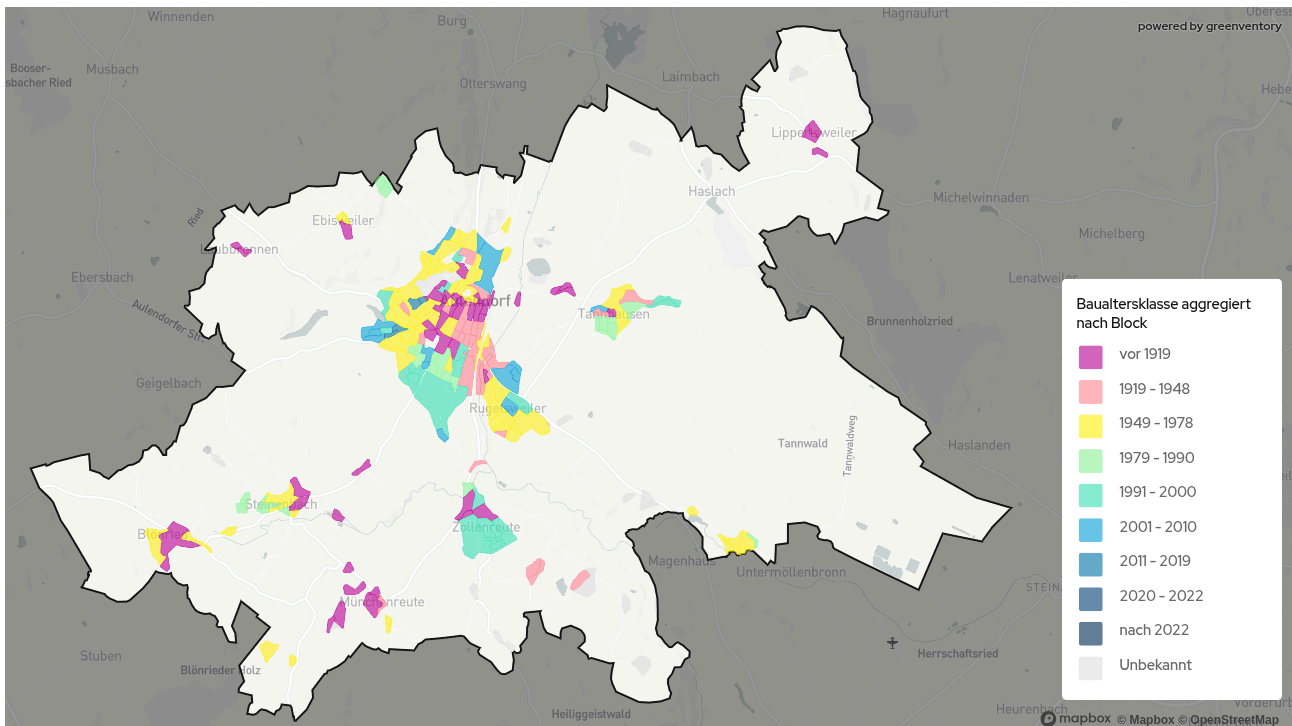


Abbildung 5: Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen in Aulendorf



**Abbildung 6: Verteilung der Baualtersklassen der Gebäude**

Abbildung 6 zeigt eine räumliche Analyse der Baualtersklassen im Projektgebiet. Es wird deutlich, dass die Bebauungsstruktur vielfältig geprägt ist. Insbesondere in der Kernstadt dominieren Altbauten mit Baujahr vor 1919. Darüber hinaus befinden sich ausgedehnte Wohngebiete aus den 1950er bis 1970er Jahren, während neuere Siedlungs- und Gewerbegebiete das Stadtbild vor allem in den Randlagen prägen. 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 im dichter bebauten Zentrum von Bedeutung, wo sowohl die potenziellen Aufstellflächen für Wärmepumpen begrenzt sind als auch die Möglichkeiten für energetische Sanierungen durch strukturelle Gegebenheiten und denkmalschutzrechtliche Anforderungen eingeschränkt sein können.

Anhand des Baujahres, des Verbrauchs und der Grundfläche wurde eine Einteilung der Gebäude in die Energieeffizienzklassen laut Gebäudeenergiegesetz vorgenommen, um den

Sanierungsstand abzuschätzen. Durch die erwähnte aggregierte Erfassung von Verbrauchsdaten entsteht eine Unschärfe bei der Zuordnung der Verbräuche zu einzelnen Gebäuden. Somit sind zwar Aussagen zur Energieeffizienz des Gebäudebestands in seiner Gesamtheit möglich, nicht jedoch zu einzelnen Gebäuden. Von den Gebäuden, denen ein Wärmebedarf zugeordnet werden konnte, sind 15,5 % in den Effizienzklassen G und H eingeordnet, was unsanierten oder nur geringfügig sanierten Altbauten entspricht. Der Großteil der Gebäude befindet sich im unteren Mittelfeld der Energieeffizienz in den Klassen D - F (siehe Abbildung 7), sodass dort noch erhebliche Sanierungspotenziale bestehen. Die meisten Gebäude mit einem Anteil von 23 % sind der Effizienzkategorie F zuzuordnen und entsprechen überwiegend Altbauten, die nach den Richtlinien der Energieeinsparverordnung (EnEV) modernisiert wurden. Durch weitere energetische Sanierungen kann der Anteil der Gebäude in den unteren Effizienzklassen reduziert und ein erheblicher Beitrag zur Einsparung von Energie geleistet werden.

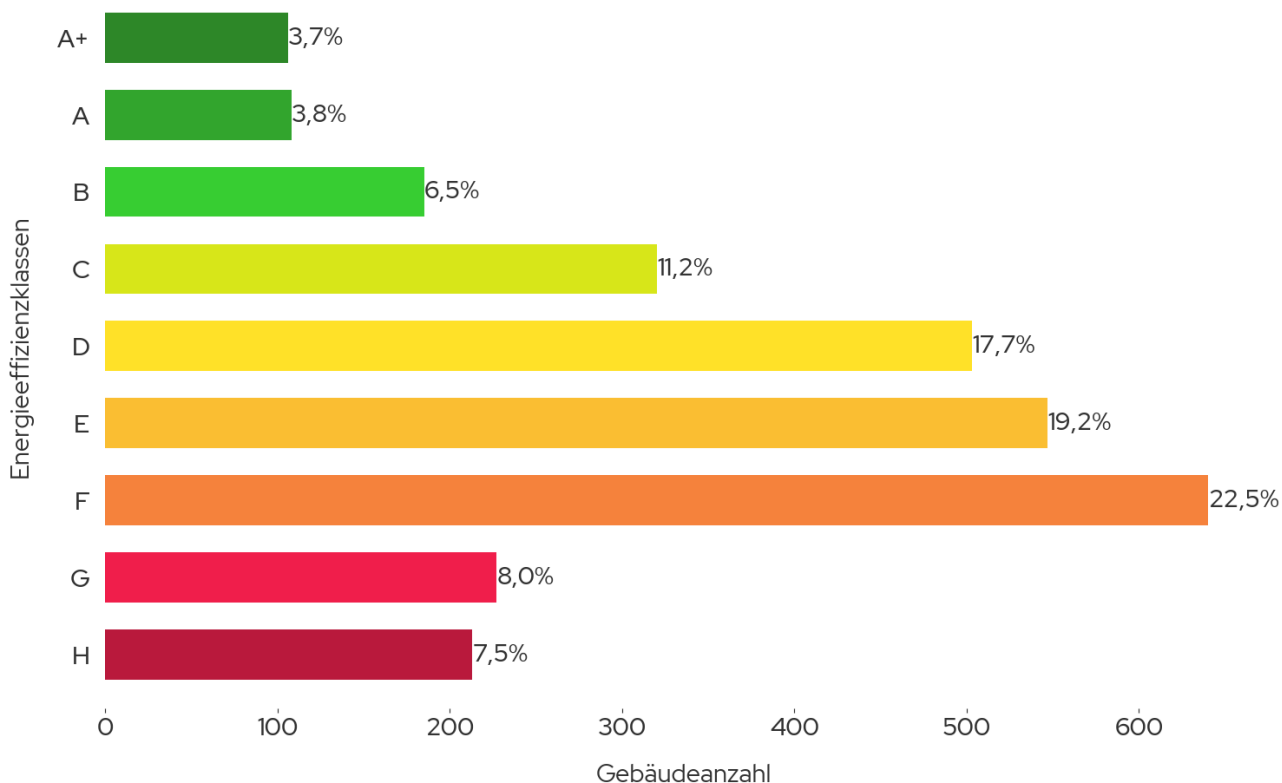


Abbildung 7: Gebäudeverteilung der Wohngebäude nach GEG-Effizienzklassen

Infobox: Einteilung der GEG-Effizienzklassen anhand des spezifischen Wärmeverbrauchs		
Effizienzklasse	kWh/(m²*a)	Erläuterung
A+	0 - 30	Neubauten mit höchstem Energiestandard, z.B. Passivhaus, KfW 40
A	30 - 50	Neubauten, Niedrigstenergiehäuser, KfW 55
B	50 - 75	Normale Neubauten nach modernen Dämmstandards, KfW 70
C	75 - 100	Mindestanforderung Neubau (Referenzgebäude-Standard nach GEG) / entspricht <b>EnEV</b>
D	100 - 130	Gut sanierte Altbauten / entspricht <b>3. WSchVO 1995</b>
E	130 - 160	Sanierte Altbauten / entspricht <b>2. WSchVO 1984</b>
F	160 - 200	Sanierte Altbauten / entspricht <b>1. WSchVO 1977</b>
G	200 - 250	Teilweise sanierte Altbauten
H	> 250	Unsanierete Altbauten

### 3.4 Wärmebedarf

Die Bestimmung des Wärmebedarfs erfolgte für die leitungsgebundenen Heizsysteme (Gas- und Wärmenetze) über die gemessenen Verbrauchsdaten (Endenergieverbräuche), sofern diese verfügbar waren. Mit den Wirkungsgraden der verschiedenen Heiztechnologien konnte so der Wärmebedarf, die Nutzenergie, ermittelt werden. Bei beheizten Gebäuden mit unzureichenden Informationen zum verwendeten Heizsystem wurde der Wärmebedarf auf Basis der beheizten Fläche, des Gebäudetypus und weiterer gebäudespezifischer Datenpunkte berechnet. Der Heizsystemtyp und somit der Endenergieträger konnte für diese Gebäude aus den Zensus-Daten des Jahres 2022 abgeleitet werden. Für die Gebäude mit nicht-leitungsgebundenen Heizsystemen konnte unter Verwendung der entsprechenden Wirkungsgrade auf die Endenergieverbräuche geschlossen werden.

Aktuell beträgt der Wärmebedarf in Aulendorf 129 GWh jährlich (siehe Abbildung 8). Mit 59,2 % ist der Wohnsektor anteilig am stärksten vertreten, während auf den Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor (GHD) 30 % des Gesamtwärmebedarfs entfällt. Auf die öffentlich genutzten Gebäude, die kommunale Liegenschaften, wie beispielsweise Schulen beinhalten, entfallen 6,6 %, auf den Industriesektor entfällt ein Anteil von 4,2 % des Wärmebedarfs. Die räumliche Verteilung der spezifischen Wärmebedarfsdichten auf Baublockebene ist in Abbildung 9 dargestellt. Darüber hinaus zeigt Abbildung 10 die Wärmelinienindichten der einzelnen Straßenzüge. Die Wärmelinienindichte ist ein Maß für den Wärmebedarf im Verhältnis zur Länge des benötigten Leitungsnetzes, welches hier näherungsweise durch das Straßennetz abgebildet wird. Sie stellt eine wichtige Kennzahl für die Wirtschaftlichkeit einer leitungsgebundenen Energieversorgung dar.

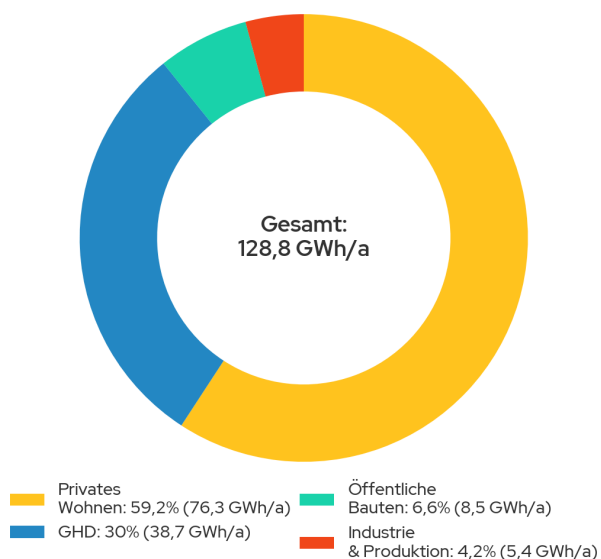


Abbildung 8: Wärmebedarf nach Sektor

**Infobox: Unterschied zwischen Endenergie- und Wärmebedarf**

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

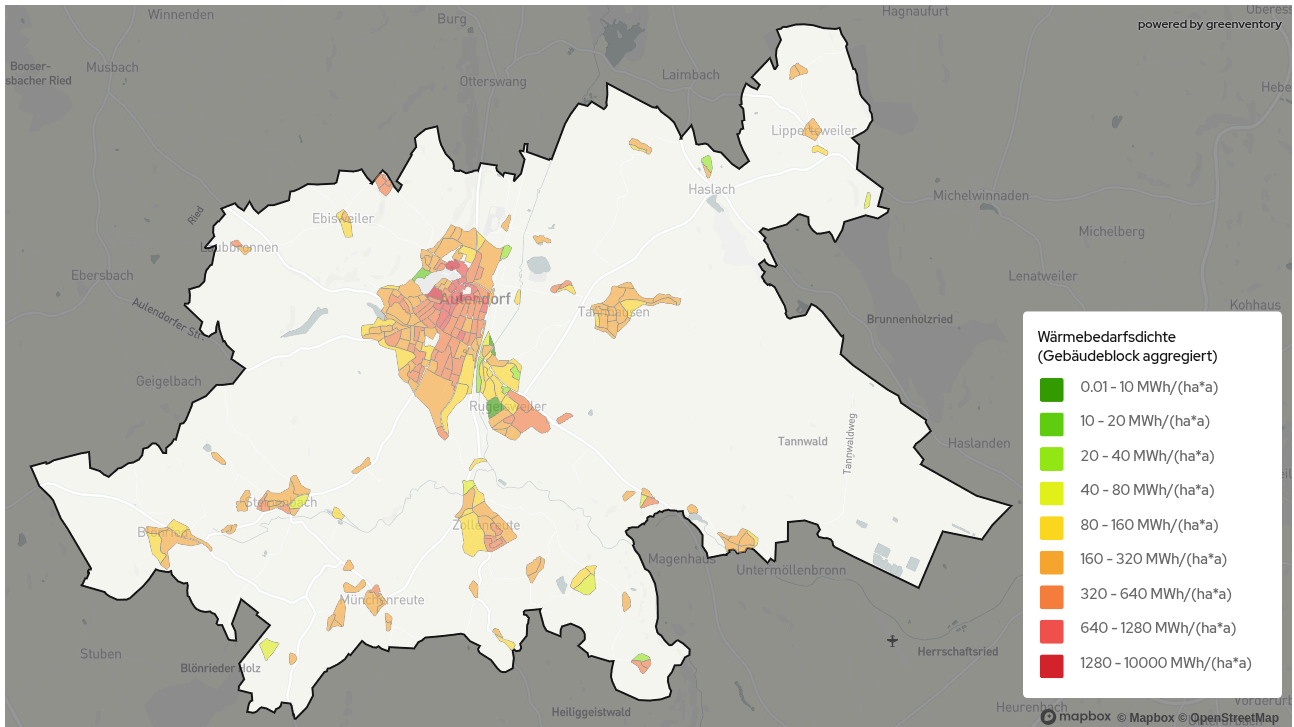


Abbildung 9: Verteilung des Wärmebedarfs je Baublock

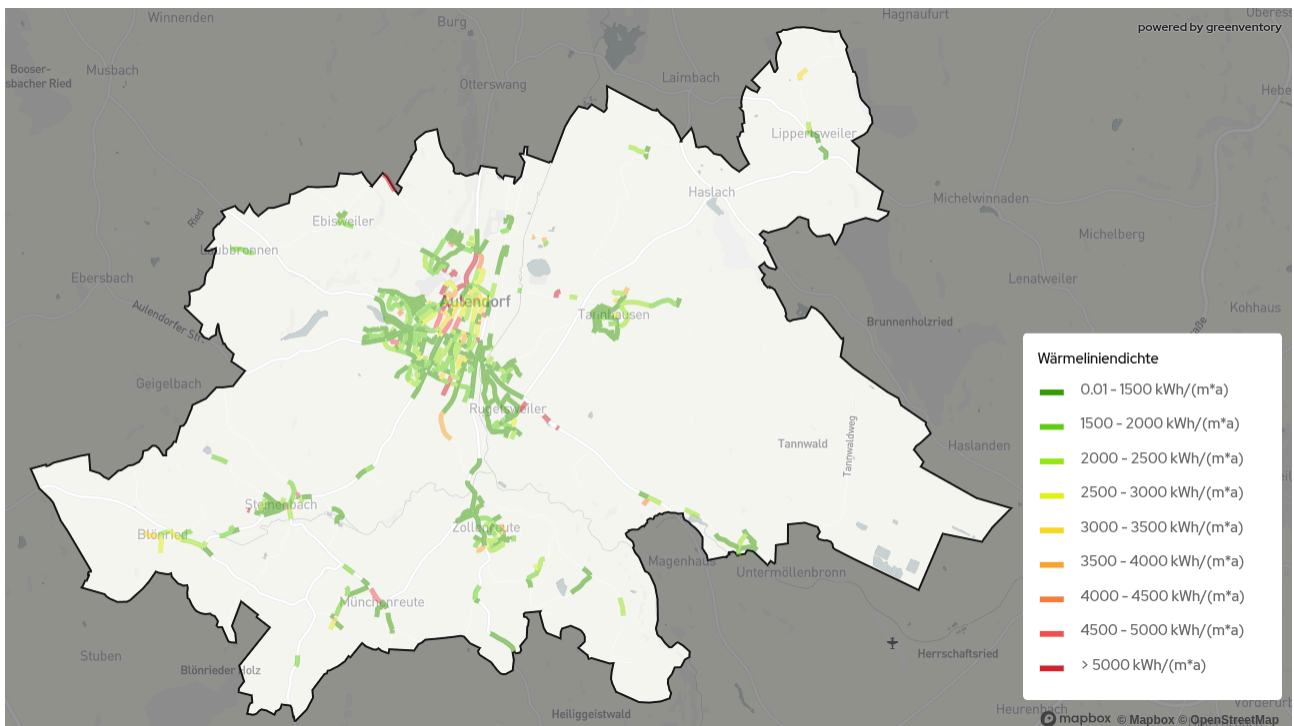


Abbildung 10: Wärmelinien-dichten der einzelnen Straßenabschnitte

### 3.5 Analyse der Wärmeerzeuger

Zur Analyse der Wärmeerzeuger dienten als Datengrundlage öffentlich zugängliche Daten aus Zensuserhebungen, die Informationen zum Heizsystem im Wohnbereich enthalten, sowie die Verbrauchsdaten der Energieversorger und Kehrbücher der Schornsteinfeger.

Für Gebäude, deren Energieträger nicht durch die oben erwähnten Quellen bestimmt werden konnten, wurden statistische Verteilungen angewandt, sodass jedem Gebäude ein Heizsystem zugewiesen wird. Die Verteilung der primären Heizsysteme zeigt, dass die fossilen Heizsysteme mit über 70 % dominieren (siehe Abbildungen 11 und 12). Gasheizungen sind dabei mit über 40 % die am weitesten verbreiteten Heizsysteme, gefolgt von Ölheizungen mit 32 %. Strom und Biomasse spielen mit jeweils ca. 12 % bereits signifikante Rollen und tragen zum potenziell erneuerbaren Anteil der Heizsysteme bei.

Abbildung 13 visualisiert die Verteilung der Energieträger und verdeutlicht, in welchen Quartieren das Gasnetz vorhanden ist und welche Gebiete aktuell individualversorgt werden.

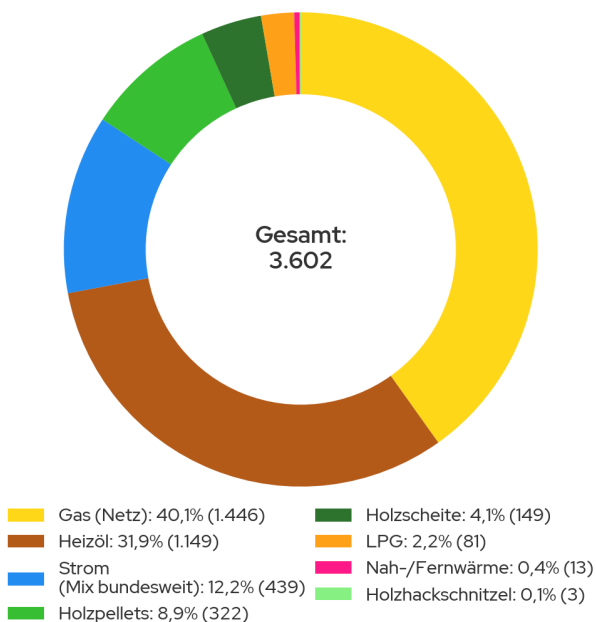


Abbildung 11: Gebäudeanzahl nach Art der Heizsysteme

Bei der Analyse des Alters der erfassten Heizsysteme wird deutlich, dass zeitnah in zahlreichen Gebäuden erheblicher Handlungsdruck entsteht (Abbildung 12). Über 20 % der dargestellten Heizsysteme haben bereits das kritische Alter von über 30 Jahren erreicht. Weitere knapp 30 % sind zwischen 20 und 30 Jahre alt. Das bedeutet, dass etwa die Hälfte aller Heizungen in den nächsten Jahren erneuert werden muss. Dementsprechend ist es wichtig, Bürgerinnen und Bürgern mit der kommunalen Wärmeplanung eine Entscheidungsgrundlage und Beratungsangebote für das zukünftig eingesetzte Wärmeversorgungssystem zu liefern.

Abbildung 14 zeigt, dass im gesamten Stadtgebiet veraltete Heizsysteme vorhanden sind. Insbesondere im Zentrum Aulendorfs sind überwiegend Heizsysteme mit mehr als 20 Jahren Nutzungsdauer präsent. Lediglich in den vereinzelt neueren Wohngebieten ist das Alter der Heizsysteme entsprechend dem jüngeren Gebäudebestand noch weniger als 10 Jahre alt.

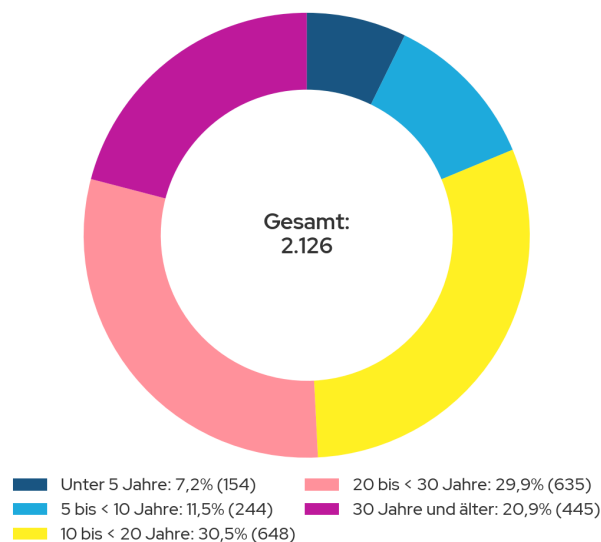


Abbildung 12: Verteilung nach Alter der Heizsysteme

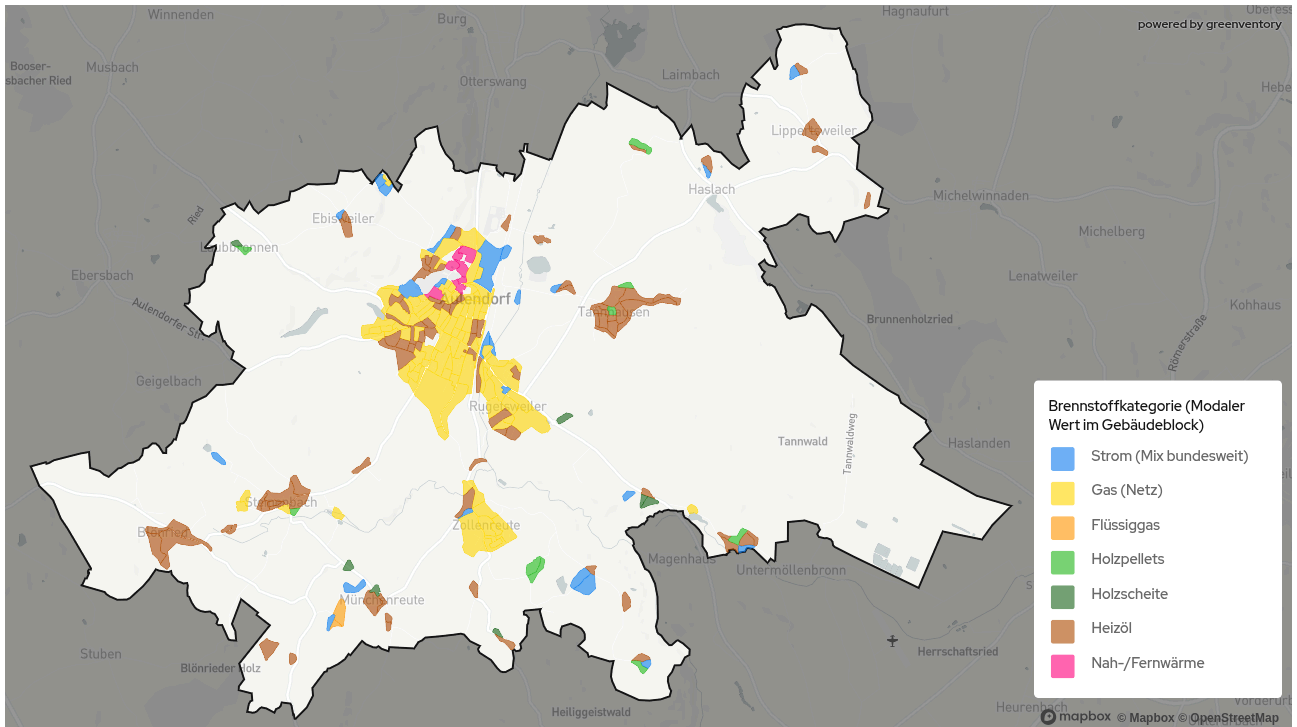


Abbildung 13: Verteilung der primären Energieträger

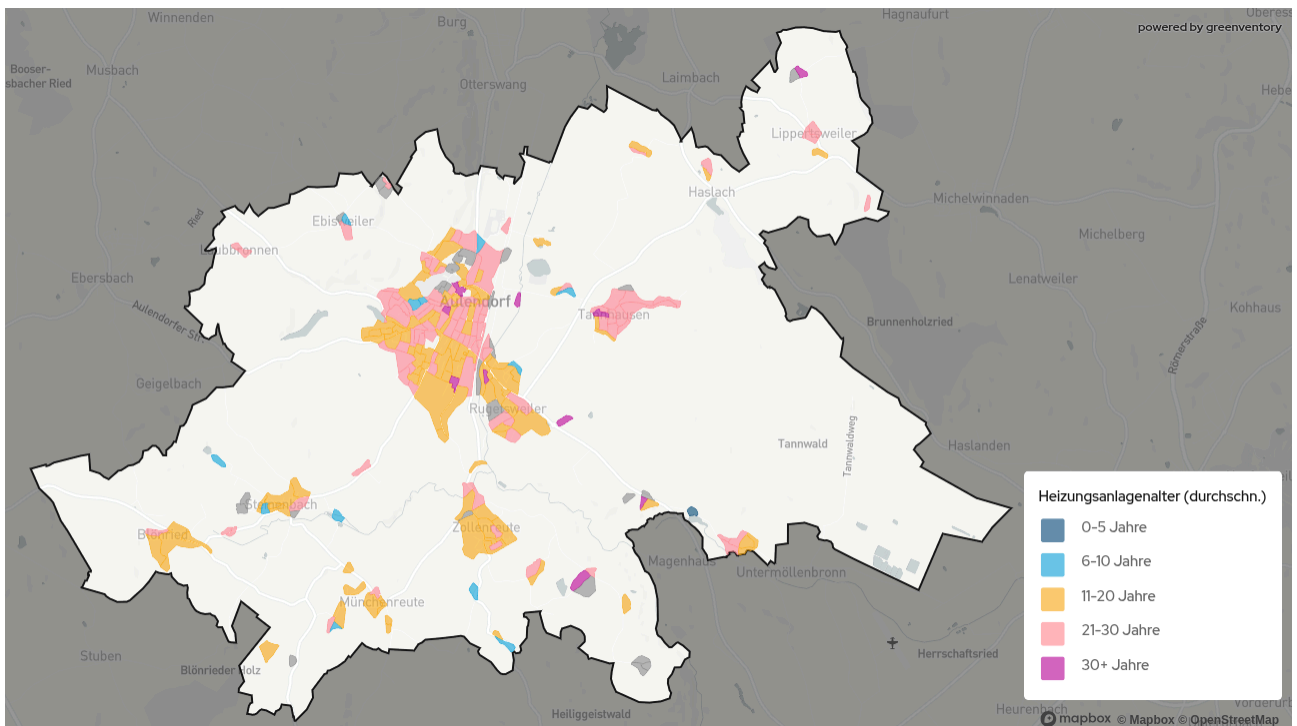


Abbildung 14: Verteilung der Alter der Heizsysteme

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

Gemäß § 72 GEG dürfen Heizkessel, die flüssigen oder gasförmigen Brennstoff verbrauchen und vor dem 1. Januar 1991 aufgestellt wurden, nicht mehr betrieben werden. Das Gleiche gilt für später in Betrieb genommene Heizkessel, sobald sie eine Betriebszeit von 30 Jahren erreicht haben. Ausnahmen gelten für Niedertemperatur-Heizkessel und Brennwertkessel, Heizungen mit einer Leistung unter 4 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 Hauseigentümerinnen oder Hauseigentümer in Ein- oder Zweifamilienhäusern, die ihr Gebäude zum 01.02.2002 bereits selbst bewohnt haben. Heizkessel mit fossilen Brennstoffen dürfen jedoch längstens bis Ende 2044 betrieben werden (GEG, 2024).

In der Neuerung des GEG, die seit 2024 in Kraft ist, müssen Heizsysteme, die in Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohnerinnen und Einwohnern nach dem 30.06.2026 neu eingebaut werden, zukünftig mit mindestens 65 % erneuerbaren Energien betrieben werden. Für kleinere Kommunen gilt der 30.06.2028 als Fristdatum. 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, insbesondere aufgrund geltender bundesrechtlicher Vorgaben, ein erheblicher Handlungsdruck auf Immobilienbesitzerinnen und Immobilienbesitzer zukommt. Dies betrifft vor allem die Punkte eines Systemaustauschs gemäß § 72 GEG. Für Heizsysteme, die eine Betriebsdauer von mehr als 30 Jahren aufweisen, muss demnach geprüft werden, ob eine Verpflichtung zum Austausch des Heizsystems besteht. Zudem sollte eine technische Modernisierung der Heizsysteme mit einer Betriebsdauer zwischen 20 und 30 Jahren erfolgen, oder es wird zumindest eine technische Überprüfung empfohlen. Diese sollte nach Möglichkeit um die Komponente einer ganzheitlichen Energieberatung ergänzt werden.

### 3.6 Eingesetzte Energieträger

Für die Bereitstellung der Wärme in den Gebäuden werden 146 GWh Endenergie pro Jahr benötigt. Die Dominanz der fossilen Brennstoffe verdeutlicht sich in der Zusammensetzung der Energiebereitstellung im aktuellen Energiemix (siehe Abbildung 15). Der Beitrag von Erdgas zur Wärmeerzeugung beträgt 59 GWh/a (entspricht rund 41 %), was die maßgebliche Rolle dieses Energieträgers in diesem Sektor verdeutlicht.

Heizöl, als zweitwichtigster fossiler Brennstoff, macht mit 36 GWh/a rund 25 % des Endenergiebedarfs aus. Durch das bestehende Wärmenetz werden bereits 8,5 GWh/a (ca. 6 %) des Endenergiebedarfs gedeckt. Der überwiegende Anteil der Fernwärme wird dabei aktuell durch Erdgas-Blockheizkraftwerke erzeugt. Auf die Einzelgebäudeversorgung mit Biomasse (Scheitholz, Holzpellets) entfallen 30 GWh/a (20 %). Strom, welcher in Wärmepumpen und Direktheizungen zum Einsatz kommt, trägt mit 10 GWh/a (ca. 7 %) des Endenergiebedarfs bereits einen erheblichen Anteil bei.

Die aktuelle Zusammensetzung des Endenergieverbrauchs in Aulendorf verdeutlicht die Dimension der Herausforderungen auf dem Weg zur Dekarbonisierung. Die Verringerung der Abhängigkeit von fossilen Energieträgern erfordert technische Innovationen, eine 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.

Analog zum Wärmebedarf fällt der größte Anteil des Endenergiebedarfs im Wohnsektor an (59 %), gefolgt vom Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor (31 %) und den öffentlichen Gebäuden (7 %). Weitere 4 % des Endenergiebedarfs fallen im Industriesektor an (siehe Abbildung 16).

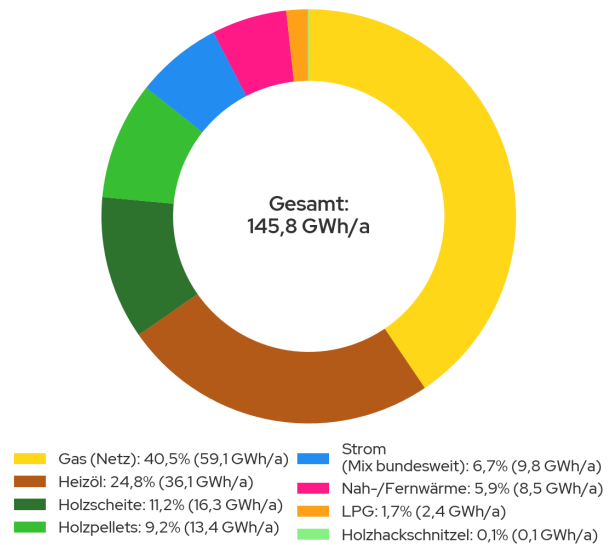


Abbildung 15: Endenergiebedarf nach Energieträgern

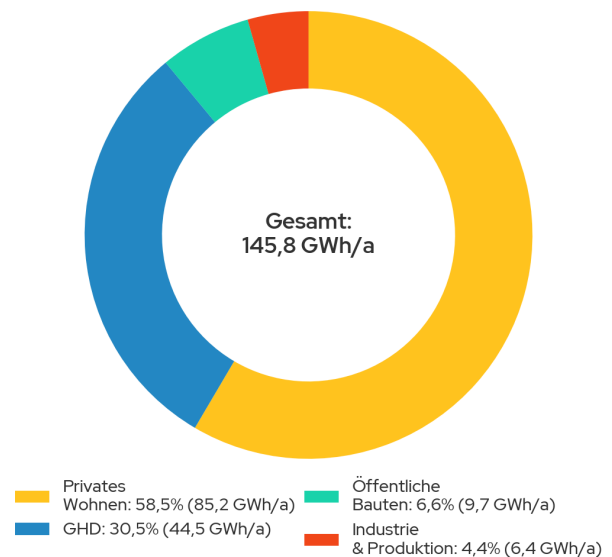


Abbildung 16: Endenergiebedarf nach Sektor

### 3.7 Gasnetz-Infrastruktur

Das Gasnetz der Stadt Aulendorf wird von der Thüga Netze GmbH betrieben, die Erdgas für Haushalte, Gewerbe und öffentliche Einrichtungen bereitstellt. Die Gasversorgung ist historisch gewachsen und stellt heute einen zentralen Bestandteil der Energieversorgung im Stadtgebiet sowie in den Ortschaften dar. Das Verteilnetz erschließt weite Teile des Siedlungsgebiets und bildet die Grundlage für die Wärmeversorgung eines Großteils des Gebäudebestands.

Der überwiegende Teil des Gasnetzes wurde in den 1990er Jahren errichtet und besteht hauptsächlich aus Polyethylen-Leitungen (PE). Diese Netzstruktur gilt grundsätzlich als wasserstofftauglich, sodass aus heutiger Sicht eine perspektivische Nutzung für Wasserstoff technisch möglich erscheint. Detaillierte netz- und betriebspezifische Analysen zur tatsächlichen Eignung einzelner Netzabschnitte sind jedoch noch erforderlich und Bestandteil weiterführender Untersuchungen.

Aktuell basiert die Gasversorgung nahezu vollständig auf fossilem Erdgas. Das jährliche Transportvolumen liegt bei rund 65 GWh. Die Abnehmerstruktur setzt sich dabei aus etwa 35 % Gewerbe- und Industriekunden sowie rund 65 %

privaten Haushalten zusammen. Ein aktiver Ausbau des Gasnetzes ist derzeit nicht vorgesehen. Die Schwerpunkte liegen auf dem Betrieb, Instandhaltung und Versorgungssicherheit.

Vor dem Hintergrund der langfristigen Klimaziele gewinnt die Frage der zukünftigen Rolle des Gasnetzes zunehmend an Bedeutung. Parallel zur kommunalen Wärmeplanung wird daher untersucht, welche Netzabschnitte perspektivisch wirtschaftlich weiterbetrieben werden können und inwieweit eine Umstellung auf Gase aus erneuerbaren Quellen oder auf Wasserstoff möglich ist. Dabei spielen lokale Potenziale, etwa aus bestehenden Biogasanlagen, eine wichtige Rolle.

Gleichzeitig ist eine enge Abstimmung mit übergeordneten Netzebenen erforderlich, um technische Machbarkeit, Versorgungssicherheit sowie regulatorische Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Eine vollständige Stilllegung des Gasnetzes ist kurzfristig nicht vorgesehen. Vielmehr wird geprüft, in welchen Bereichen das Gasnetz künftig gezielt für Anwendungen genutzt werden kann, die auf molekulare Energieträger angewiesen sind, und wie es ergänzend zur Entwicklung von Wärmenetzen sinnvoll in die kommunale Wärmewende eingebunden werden kann.

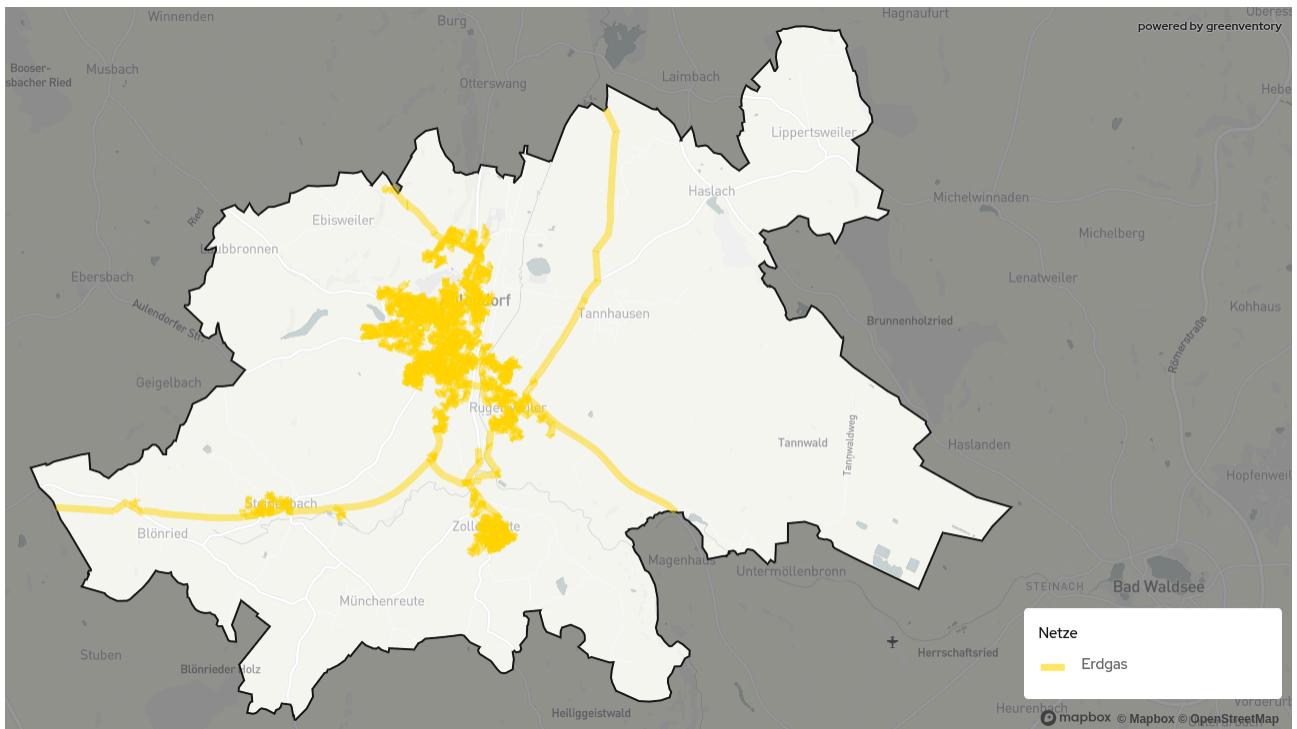


Abbildung 17: Gasnetzinfrastruktur in Aulendorf

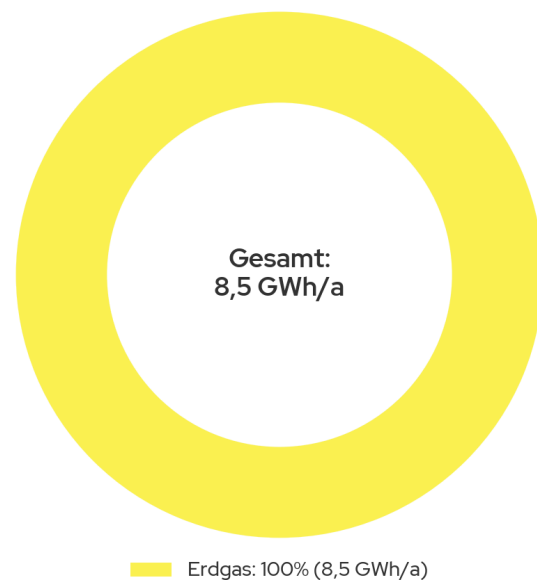
### 3.8 Wärmenetz-Infrastruktur

Das bestehende Wärmenetz in Aulendorf wird von der HDS Energie GmbH betrieben und versorgt vor allem zentrale Bereiche der Kernstadt. Das Nahwärmenetz ist historisch gewachsen und stellt heute eine wichtige Säule der leitungsgebundenen Wärmeversorgung dar. Angeschlossen sind insbesondere größere Abnehmer wie die Kliniken, die Therme, Schulen mit Sporthalle sowie das Schloss. Darüber hinaus werden einzelne weitere Gebäude im Umfeld versorgt. Der räumliche Schwerpunkt des Netzes liegt in der dicht bebauten Innenstadt mit einem überwiegend älteren Gebäudebestand.

Die Wärmeerzeugung erfolgt derzeit überwiegend erdgasbasiert und ist damit noch fossil geprägt. Technisch ist das Netz auf vergleichsweise hohe Vorlauftemperaturen ausgelegt, um auch unsanierte Bestandsgebäude zuverlässig versorgen zu können. Durch die hohe Wärmelinienichte im versorgten Gebiet weist das Netz grundsätzlich gute Voraussetzungen für einen wirtschaftlichen Betrieb und eine perspektivische Weiterentwicklung auf.

Vor dem Hintergrund der Klimaziele der Stadt Aulendorf besteht jedoch ein zentraler Handlungsbedarf in der Dekarbonisierung des bestehenden Wärmenetzes bei gleichzeitiger Prüfung von Erweiterungsoptionen. Im Rahmen der

kommunalen Wärmeplanung wird daher untersucht, wie erneuerbare Wärmequellen – etwa aus Biogasanlagen, Abwärme aus abgebadetem Thermalwasser oder perspektivisch weiteren lokalen Potenzialen – in das Bestandsnetz integriert werden können. Gleichzeitig soll geprüft werden, in welchen angrenzenden Quartieren eine Netzerweiterung sinnvoll und wirtschaftlich umsetzbar ist. Die kommunale Wärmeplanung bildet hierfür die strategische Grundlage und ordnet das bestehende Wärmenetz als wichtigen Baustein für eine langfristig treibhausgasneutrale Wärmeversorgung in Aulendorf ein.



**Abbildung 18: Fernwärmeerzeugung nach Energieträgern**

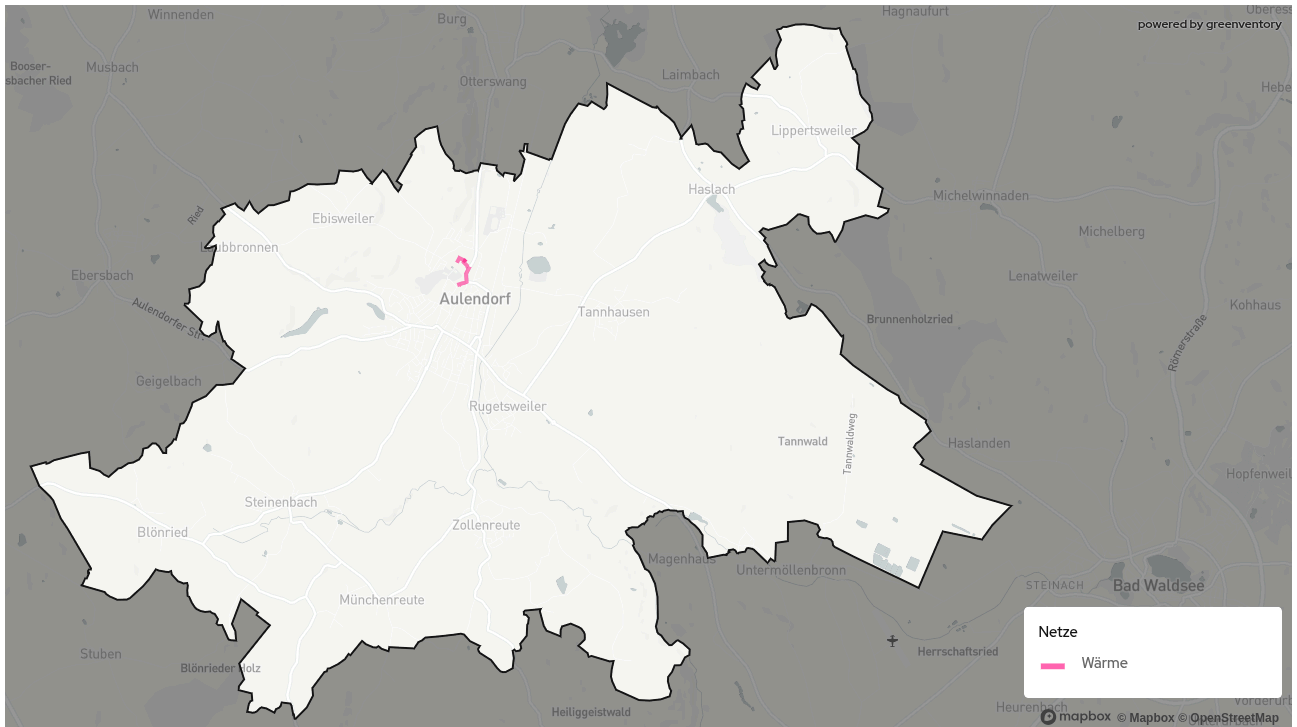


Abbildung 19: Wärmenetzinfrastruktur in Aulendorf

### 3.9 Treibhausgasemissionen der Wärmeherzeugung

Die Treibhausgasemissionen im Wärmebereich betragen 29.958 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr. Sie entfallen zu 57 % auf den Wohnsektor, zu 31% auf den GHD-Sektor, zu 7 % auf öffentliche Bauten und zu 5 % auf die Industrie (siehe Abbildung 18). Damit sind die Anteile der Sektoren an den Treibhausgasemissionen in etwa proportional zu deren Anteilen am Wärmebedarf (siehe Abbildung 8). Die räumliche Verteilung der aggregierten Treibhausgasemissionen ist in Abbildung 19 dargestellt. Im innerstädtischen Bereich und in den Industriegebieten ist das Emissionsniveau tendenziell höher als in Stadtrandgebieten oder Ortsteilen. Gründe für hohe lokale Treibhausgasemissionen können große Industriebetriebe oder eine Häufung besonders schlecht sanierter Gebäude, gepaart mit dichter Besiedelung sein.

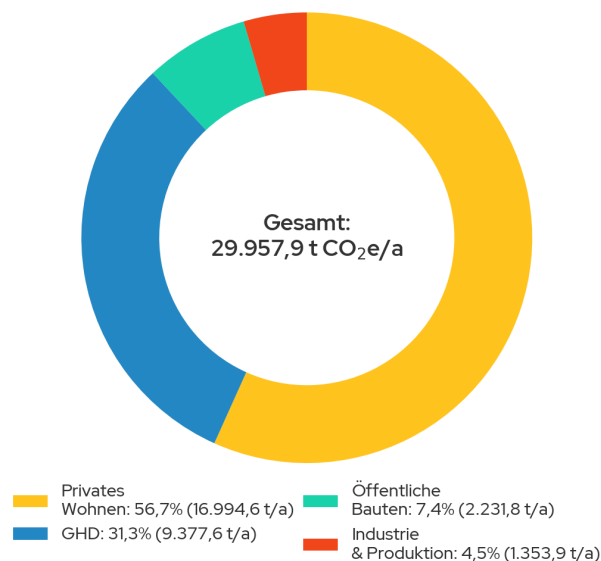


Abbildung 20: Treibhausgasemissionen nach Sektoren in Aulendorf

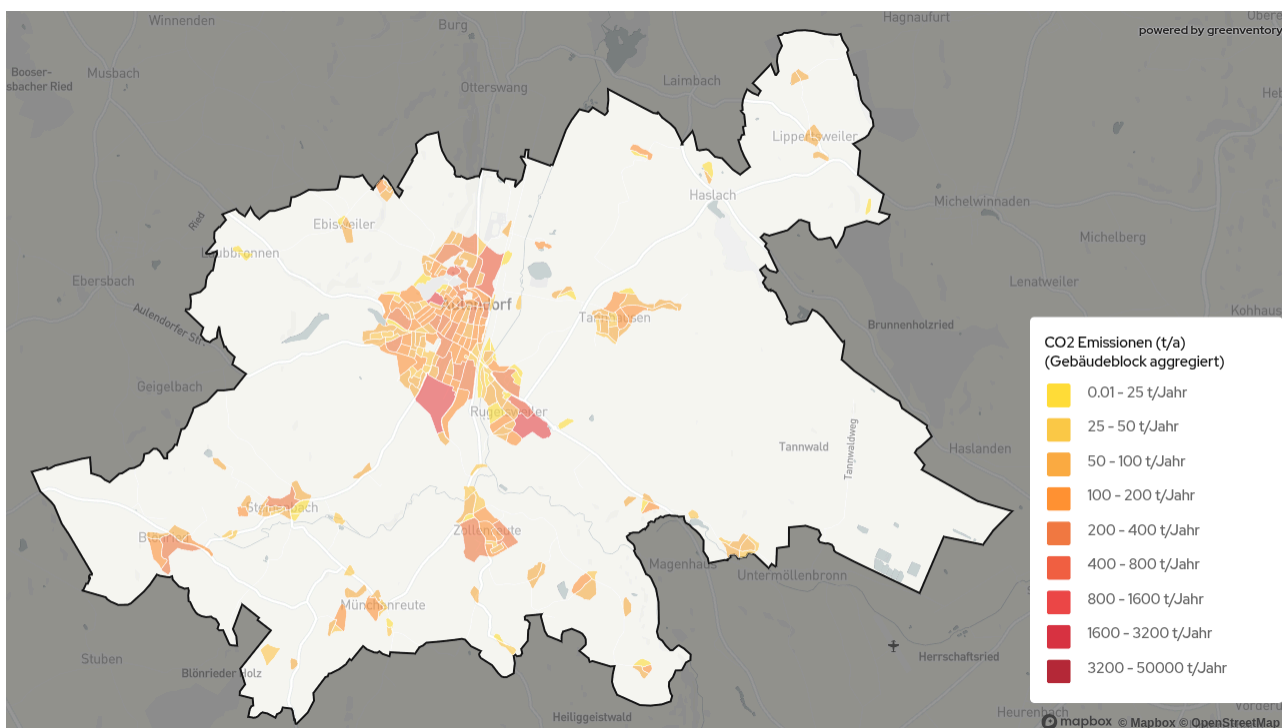
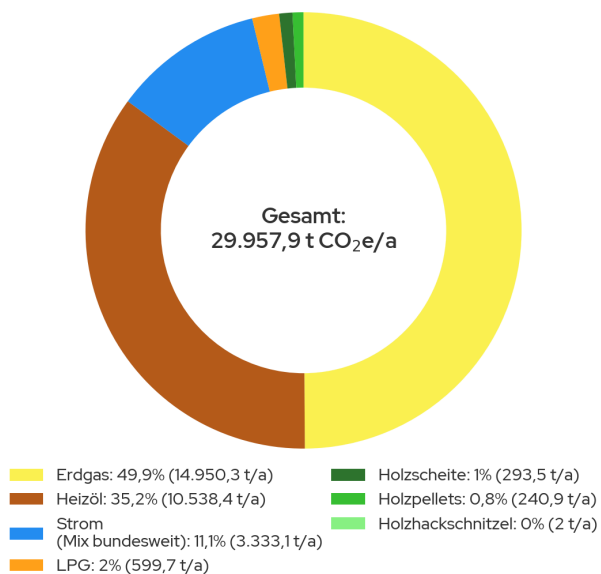


Abbildung 21: Verteilung der Treibhausgasemissionen in Aulendorf

Erdgas ist mit 50 % der Hauptverursacher der Treibhausgasemissionen, gefolgt von Heizöl mit 35 %. Damit verursachen die beiden fossilen Wärmeerzeuger über 85 % der Emissionen im Wärmesektor von Aulendorf. Der Anteil von Strom ist mit 11 % deutlich geringer, jedoch ebenfalls signifikant, da der Bundesstrommix nach wie vor hohe Emissionen verursacht. 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 in der Wärmeversorgung durch die absehbare, starke Zunahme von Wärmepumpen zukünftig eine zentrale Rolle zufallen wird.



**Abbildung 22: Treibhausgasemissionen nach Energieträger in Aulendorf**

Die verwendeten Emissionsfaktoren lassen sich Tabelle 1 entnehmen. Diese beziehen sich auf den Heizwert der Energieträger.

Bei der Betrachtung der Emissionsfaktoren wird der Einfluss der Brennstoffe bzw. Energiequellen auf den Treibhausgasausstoß deutlich. Zudem spiegelt sich die erwartete Dekarbonisierung des Stromsektors in den Emissionsfaktoren wider. Dieser entwickelt sich für den deutschen Strommix von heute 0,499 t CO<sub>2</sub>e/MWh auf zukünftig 0,015 t CO<sub>2</sub>e/MWh – ein Effekt, der elektrische

Heizsysteme wie Wärmepumpen zukünftig weiter begünstigen dürfte.

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

Energieträger	Emissionsfaktoren (t CO <sub>2</sub> e/MWh)		
	2022	2030	2045
Strom	0,499	0,110	0,015
Heizöl	0,310	0,310	0,310
Erdgas	0,240	0,240	0,240
Steinkohle	0,400	0,400	0,400
Biogas	0,139	0,133	0,123
Biomasse (Holz)	0,020	0,020	0,020
Umgebungs-wärme	0	0	0
Prozessabwärme	0,040	0,038	0,020
Abwärme aus Verbrennung	0,020	0,020	0,035

### 3.10 Zusammenfassung Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse liefert eine umfassende Datengrundlage zur aktuellen Wärmeversorgung der Stadt Aulendorf und bildet die Basis für die weiteren Planungsschritte aufbauend auf der kommunalen Wärmeplanung. Hierfür wurden zahlreiche lokale und externe Datenquellen zusammengeführt, harmonisiert und in einem digitalen Zwilling aufbereitet, um eine detaillierte räumliche und sektorale Analyse zu ermöglichen.

Der Gebäudebestand in Aulendorf ist überwiegend durch Wohngebäude geprägt, wobei ein großer Anteil der Gebäude vor Einführung moderner energetischer Standards errichtet wurde. Entsprechend zeigt sich ein insgesamt hoher Wärmebedarf, der insbesondere durch den Wohnsektor bestimmt wird. Die räumliche Analyse verdeutlicht deutliche Unterschiede in der Wärmeliniendichte, mit hohen Konzentrationen insbesondere in der Kernstadt und weiteren verdichteten Siedlungsbereichen.

Die Analyse der Wärmeerzeuger zeigt, dass die Wärmeversorgung in Aulendorf derzeit noch stark auf fossilen Energieträgern basiert. Erdgas und Heizöl stellen den überwiegenden Anteil der eingesetzten Energieträger dar, während erneuerbare Energien bislang nur eine untergeordnete Rolle spielen. Ein erheblicher Teil der installierten Heizsysteme weist zudem ein hohes Alter auf, was mittelfristig einen steigenden Erneuerungsbedarf erwarten lässt.

Die bestehende Gasnetzinfrastruktur ist im Stadtgebiet weit verbreitet und bildet aktuell eine zentrale Säule der Wärmeversorgung. Ergänzend existieren einzelne Wärmenetzstrukturen, deren räumliche Ausdehnung bislang begrenzt ist. Diese Infrastruktur bietet jedoch Ansatzpunkte für eine zukünftige Transformation hin zu klimafreundlichen Versorgungslösungen.

Infolge der dominierenden fossilen Wärmeversorgung entstehen erhebliche Treibhausgasemissionen, die maßgeblich dem Wohngebäudebereich zuzuordnen sind. Die

Bestandsanalyse macht damit deutlich, dass in Aulendorf ein erheblicher Handlungsbedarf besteht, um die Wärmeversorgung schrittweise zu dekarbonisieren. Gleichzeitig werden räumliche Schwerpunkte, infrastrukturelle Ausgangsbedingungen und zentrale Hebel identifiziert, die eine gezielte Weiterentwicklung der Wärmeversorgung ermöglichen.

# 4 Potenzialanalyse

Zur Identifizierung der technischen Potenziale zur Erzeugung treibhausgasneutraler Wärme im Stadtgebiet 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, den vorherrschenden Eigentumsverhältnissen und eventuellen zusätzlich zu beachtenden spezifischen Restriktionen ab, welche nach Abschluss der Erstellung dieses Wärmeplans Teil von vertiefenden Untersuchungen sein werden.

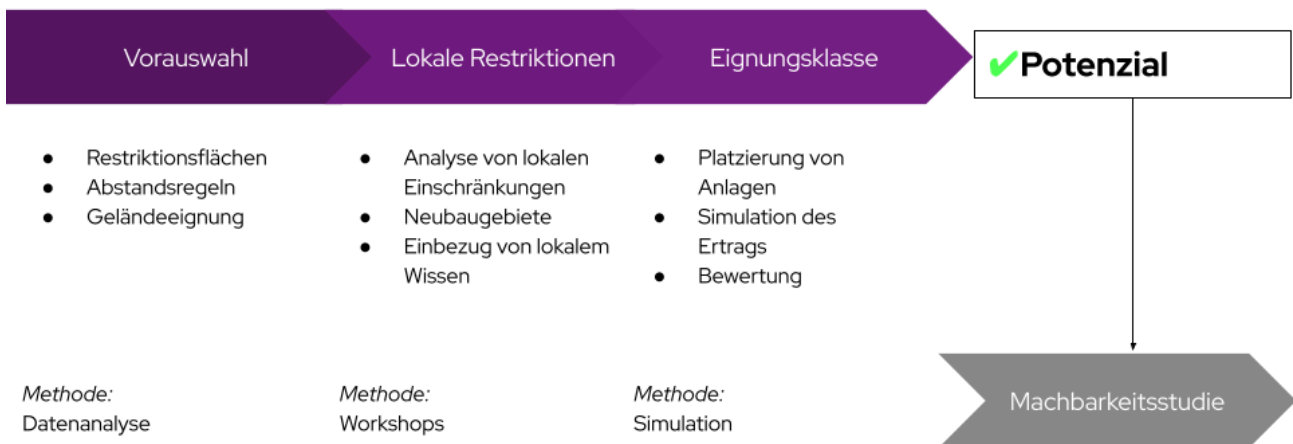


Abbildung 23: Vorgehen bei der Ermittlung von erneuerbaren Potenzialen

## 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 & Aufdach): Nutzbare Wärmeenergie aus Sonnenstrahlung

- Photovoltaik (Freifläche & Aufdach): Stromerzeugung durch Sonneneinstrahlung
- Oberflächennahe Geothermie: Nutzung des Wärmepotenzials der oberen Erdschichten
- 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 24: Vorgehen und Datenquellen der Potenzialanalyse

#### 4.2 Methode: Indikatorenmodell

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

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

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

aufgeführt. Diese Kriterien erfüllen die gesetzlichen Richtlinien nach Bundes- und Landesrecht, können jedoch keine raumplanerischen Abwägungen um konkurrierende Flächennutzungen ersetzen. Abbildung 25 zeigt die wichtigsten Restriktionsflächen, die in der Potenzialanalyse berücksichtigt wurden.

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. Die Potenzialanalyse fokussiert sich auf die technischen Potenziale und berücksichtigt darüber hinaus bekannte rechtliche oder wirtschaftliche Restriktionen (siehe Infobox - Definition von Potenzialen). Neben der technischen Realisierbarkeit sind auch ökonomische und soziale Faktoren bei der späteren Entwicklung spezifischer Flächen weiterführend zu berücksichtigen. Es ist zu beachten, dass die KWP nicht den Anspruch erhebt, eine detaillierte Potenzialstudie zu sein. Tatsächlich realisierbare Potenziale sind in nachgelagerten Prozessen, unter Berücksichtigung eines erweiterten Kriterienkatalogs zu ermitteln.

Tabelle 2: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien

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

**Infobox: Definition von Potenzialen**

**Theoretisches Potenzial:**

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

**Technisches Potenzial:**

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

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

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

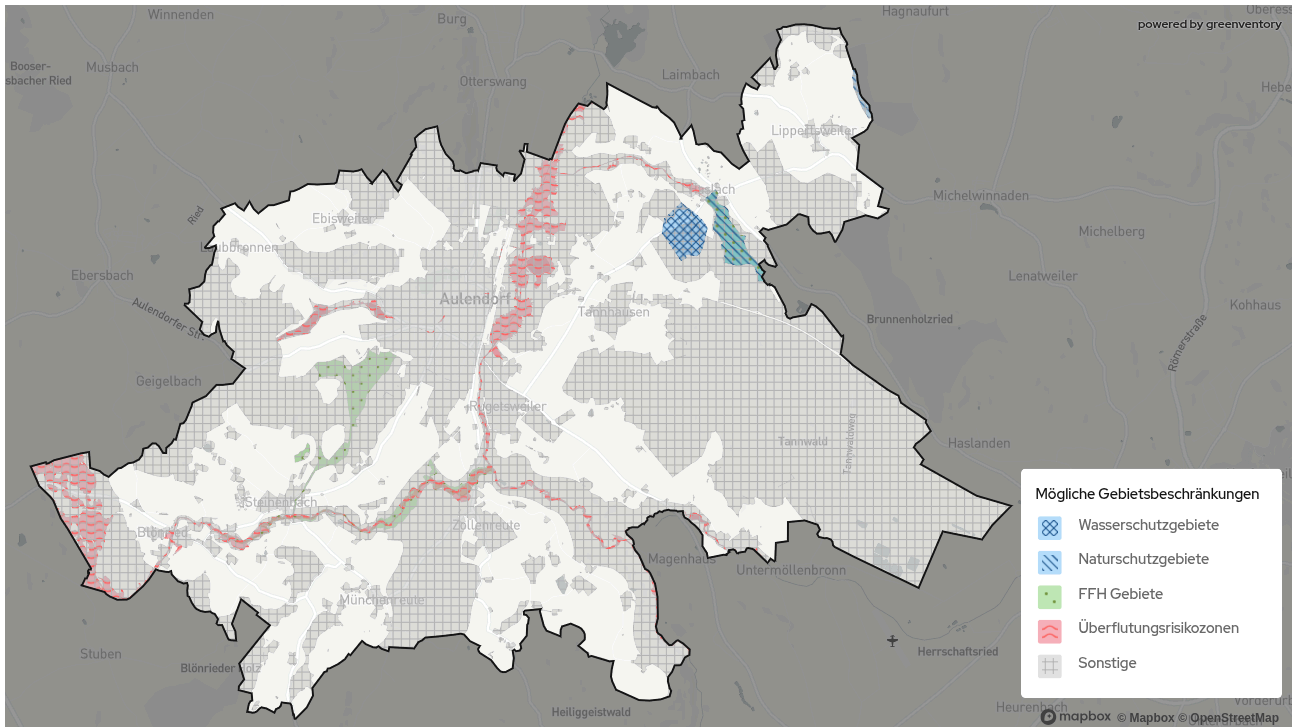
**Wirtschaftliches Potenzial:**

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

**Realisierbares Potenzial:**

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





**Abbildung 25: Auswahl der wichtigsten Restriktionsflächen für erneuerbare Energiepotenziale in Aulendorf**

### 4.3 Potenziale zur Wärmeerzeugung

Die Untersuchung der thermischen Potenziale offenbart ein breites Spektrum an Möglichkeiten für die lokale Wärmeversorgung (siehe Abbildung 26). Für die Potenzialberechnungen von Solarthermie, Flusswasser, Seewärme und oberflächennaher Geothermie werden maximale Abstände von 1000 m zu Siedlungsflächen angenommen, wobei Flächen mit einem Abstand von 200 m zu Siedlungen als gut geeignet gekennzeichnet werden. Ein weiterer wichtiger Aspekt, der in der Betrachtung der erhobenen Potenziale Berücksichtigung finden muss, ist das Temperaturniveau des jeweiligen Wärmeerzeugers. Es hat einen signifikanten Einfluss auf die Nutzbarkeit und Effizienz von Systemen, insbesondere von Wärmepumpen. Des Weiteren gilt es zu berücksichtigen, dass die meisten hier genannten Potenziale eine Saisonalität aufweisen, sodass Speicherlösungen und Redundanzen für die bedarfsgerechte Wärmebereitstellung bei der an die Wärmeplanung anschließenden, vertiefenden Planung mitberücksichtigt werden müssen. Kartenmaterial zu den einzelnen Potenzialquellen ist in den jeweiligen Unterkapiteln abgebildet.

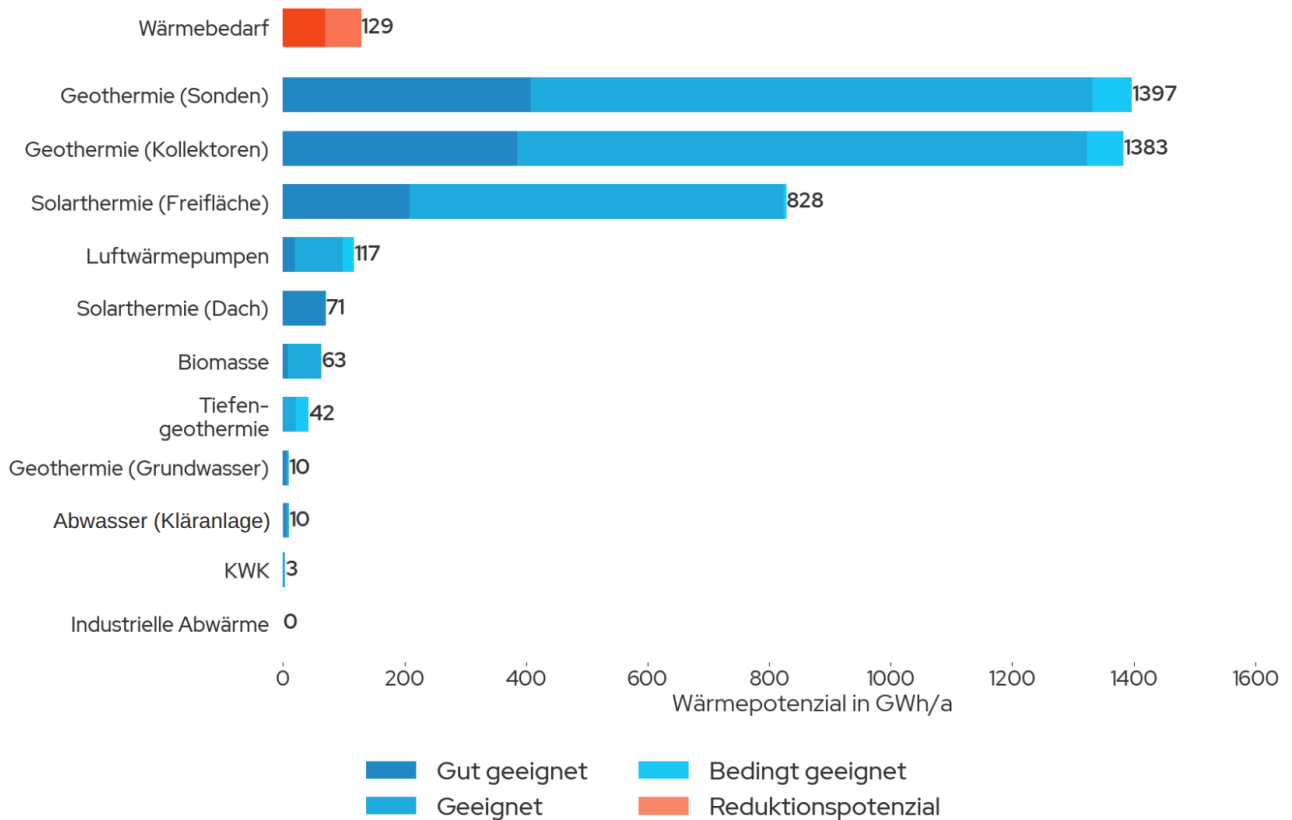


Abbildung 26: Erneuerbare Wärmepotenziale in Aulendorf

### 4.3.1 Freiflächen-Solarthermie

Die Freiflächen-Solarthermie stellt eine weit verbreitete Technologie zur Wärmeengewinnung dar, welche die Strahlung der Sonne nutzt und mit Hilfe von Sonnenkollektoren in Wärme umwandelt. Die Technologie eignet sich zur Erreichung von Temperaturniveaus zwischen 80 und 150 Grad Celsius. Durch ein angeschlossenes Verteilsystem kann diese Wärme an die entsprechenden Nutzungsorte transportiert werden.

#### Gebietsbestimmung

Da die Förderung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG-Förderung) keine zwingende Voraussetzung für PV- und Solarthermie- Freiflächenprojekte mehr ist, werden mögliche Flächen hierfür im gesamten Projektgebiet gesucht.

Hierbei werden Siedlungs- und Infrastrukturflächen, Waldflächen, sowie diejenigen Flächen entfernt bzw. als bedingt geeignet ausgewiesen, die aufgrund von Neigung und Beschaffenheit der Böden den technischen Anforderungen zum Aufstellen von Solarthermie-Anlagen nicht oder nur bedingt genügen. Darunter fallen unter anderem Gebiete mit starker Hangneigung ( $>30^\circ$ ), Gewässer und Überschwemmungsgebiete.

Ebenso werden Gebiete herausgefiltert, die unter die Belange des Naturschutzes fallen. Diese Flächen beinhalten Naturschutzgebiete, Natura 2000 Flächen (z.B. FFH) und Biosphärenreservate. Außerdem werden Flächen für Infrastruktur wie Straßen oder Schienenwege ausgeschlossen. Zusätzlich gibt es die Einschränkung, dass Solarthermieanlagen nicht weiter als 1 km von Siedlungsgebieten liegen sollten, um Wärmeverluste in den Transportleitungen gering zu halten.

Aus den so bestimmten Potenzialgebieten werden kleinere Flächen ( $< 500 \text{ m}^2$ ), deren Erschließung nicht praktikabel wäre, entfernt. Zusätzlich werden Flächen ausgeschlossen, die nicht mit anderen Flächen innerhalb eines Suchradius von 25 m zu einem mindestens 1 ha großen Gebiet verbunden werden können. Flächen mit weniger als 5 m Breite

werden ebenfalls ausgeschlossen. Weiterhin werden nur Flächen, bei denen mit mindestens 800 Volllaststunden auf Basis des Global Solar Atlas zu rechnen ist, berücksichtigt (Glob Sol, 2025).

#### Potenzialberechnung

Zur Potenzialberechnung werden Annahmen bzgl. Leistungsdichte (3.000 kWp/ha) und Volllaststunden (800 h/a) getroffen, basierend auf den Werten bestehender Solarthermie-Großprojekte in Deutschland (SWLB, 2020).

Für die Modulplatzierung wird eine Ausrichtung nach Süden mit einem üblichen Neigungswinkel angenommen. Zur Berücksichtigung von Verlusten bei Übertragung, Speicherung, etc. wird zur Berechnung des Jahresenergieertrags noch ein Reduktionsfaktor (0,611) zwischen theoretisch errechneter und praktisch erzielbarer Wärmemenge berücksichtigt.

#### Wirtschaftliche Eingrenzung

Zur Einschätzung der wirtschaftlichen Nutzbarkeit werden Flächen als "gut geeignet" charakterisiert, die sich in direkter Umgebung (weniger als 200 m) zu Siedlungen befinden. Flächen, die in Entfernungen zwischen 200 m und 1.000 m von Siedlungsgebieten liegen, werden als "geeignet" gekennzeichnet.

#### Ergebnis

Solarthermie auf Freiflächen stellt mit einem technischen Potenzial von 828 GWh/a die drittgrößte Ressource auf dem Aulendorfer Gemarkungsgebiet dar. Bei der Planung und Erschließung sind jedoch Flächenverfügbarkeit und Anbindung an Wärmenetze zu berücksichtigen. Auch sollten geeignete Flächen für die Wärmespeicherung (eine Woche bis zu mehreren Monaten) vorgesehen werden. Zudem sei darauf hingewiesen, dass es zwischen Solarthermie- und PV-Freiflächenanlagen eine Flächenkonkurrenz gibt.

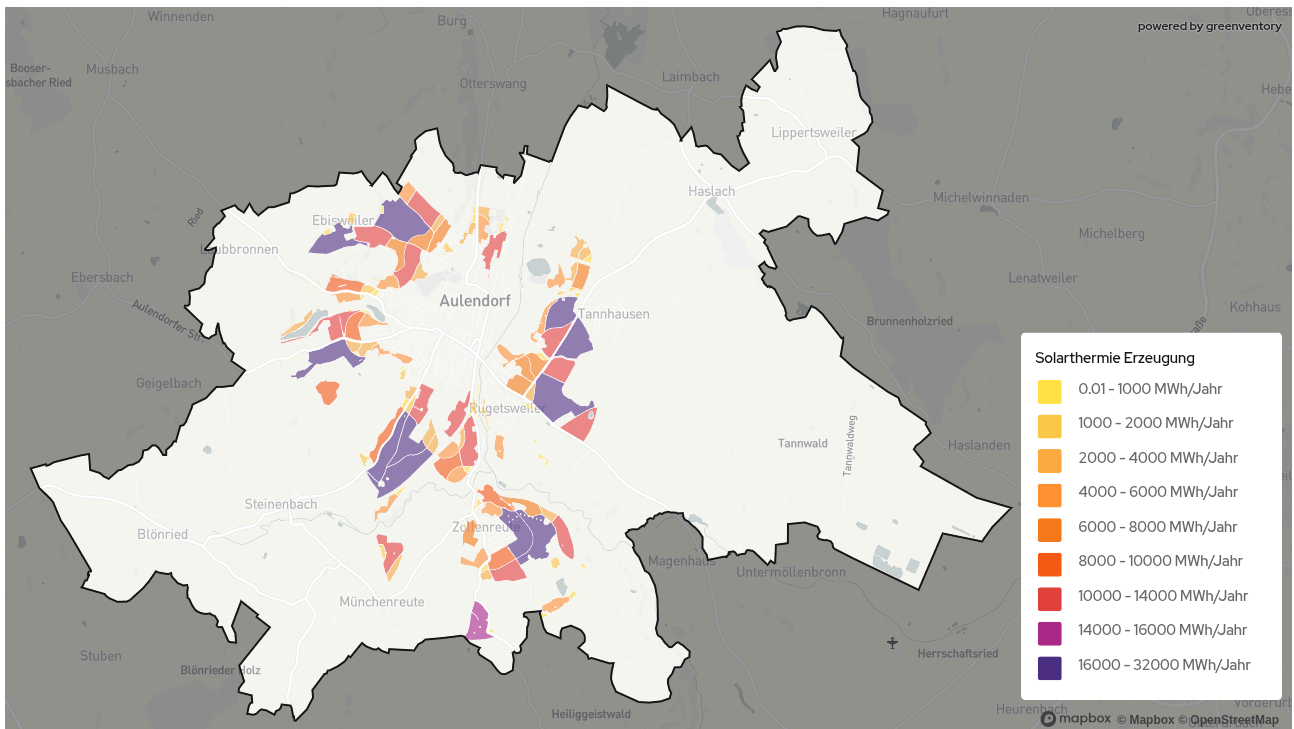


Abbildung 27: Potenzial Freiflächen-Solarthermie

### 4.3.2 Aufdach-Solarthermie

Zur Potenzialberechnung kommt eine Methode der KEA-BW (KEA, 2020) zum Einsatz, die das Wärmeerzeugungspotenzial über die Grundfläche des Gebäudes approximiert. Dafür wird angenommen, dass 25 % der Grundfläche aller Gebäude mit einer Grundfläche über 50 m<sup>2</sup> (basierend auf den ALKIS-Gebäudeumrissen) als Dachfläche für Solarthermie genutzt wird. Anschließend wird die jährliche Wärmeerzeugung anhand eines spezifischen Ertrags von 400 kWh/(m<sup>2</sup>\*a) berechnet.

Das damit erschließbare Wärmepotenzial beträgt 71 GWh/a und konkurriert derzeit direkt mit den

Potenzialen für Photovoltaik-Anlagen auf Dächern. Eine Entscheidung für die Nutzung des einen oder anderen Potenzials sollte individuell getroffen werden. Mit der fortschreitenden Entwicklung leistungsstarker PVT-Module und deren zunehmender Etablierung am Markt könnten sich zukünftig jedoch verstärkt Möglichkeiten für eine hybride Nutzung entsprechender Flächen ergeben. Bei PVT-Modulen handelt es sich um Hybrid-Module, die Solarstrom und Wärme gleichzeitig erzeugen. Sie kombinieren Photovoltaik-Zellen (PV) mit solarthermischen Kollektoren (T).

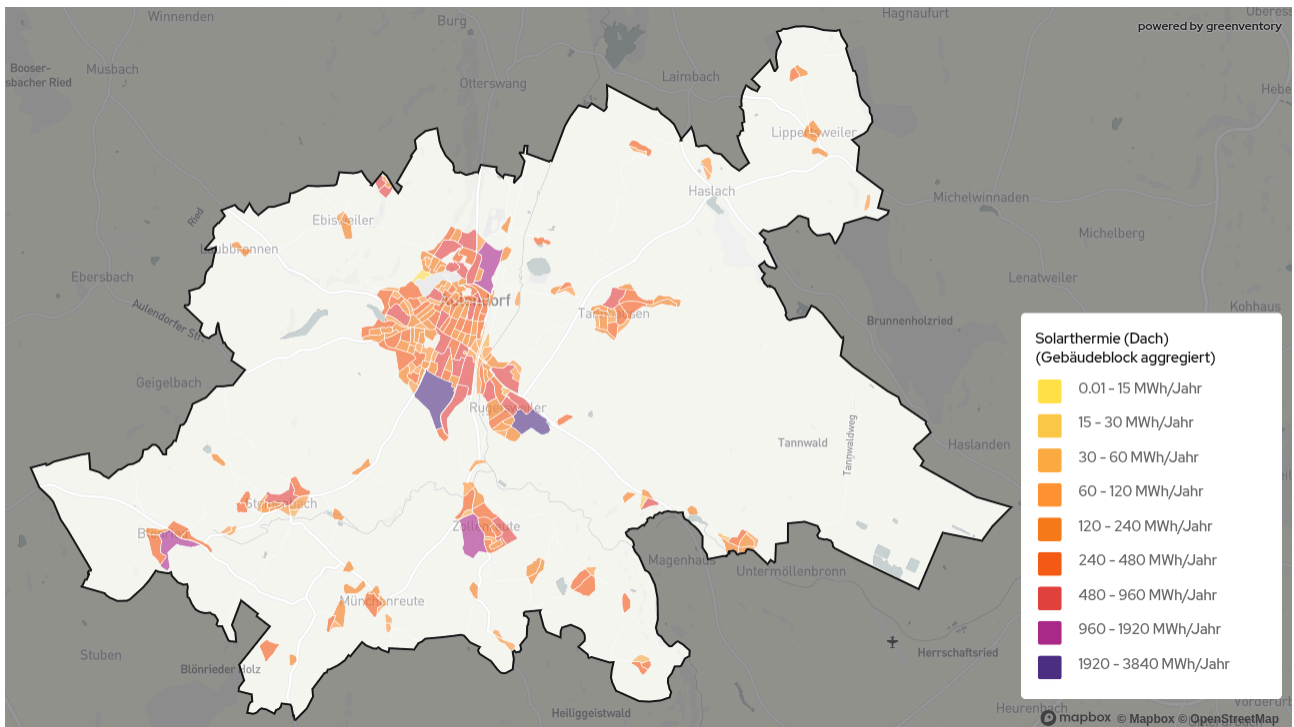


Abbildung 28: Solarthermie-Dachflächen-Potenziale

### 4.3.3 Luftwärmepumpen

Wärmepumpen sind eine etablierte und bei geeigneten Bedingungen energetisch hocheffiziente Technologie für die Wärmeerzeugung. Eine Wärmepumpe ist ein Gerät, welches Wärmeenergie aus einer Quelle (wie Luft, Wasser oder Erdwärme) auf ein höheres Temperaturniveau transferiert, um Gebäude zu beheizen oder mit Warmwasser zu versorgen. Sie nutzt dafür ein Kältemittel, welches in einem geschlossenen Kreislauf geführt wird, um Wärme aufzunehmen und abzugeben.

#### Gebietsbestimmung

Die Ermittlung der Potenziale für die Anwendung von Luft-Wärmepumpen in Gebäuden hängt im Wesentlichen davon ab, ob die Gebäude über geeignete Aufstellflächen für die benötigten Außeneinheiten der Wärmepumpen verfügen. Hierfür sind neben den örtlichen Gegebenheiten (bspw. Bebauungsdichte) und technischen Parametern der Wärmepumpen insbesondere auch lärmschutzrechtliche Aspekte von Belang.

Zur Potenzialbestimmung werden Flächen in unmittelbarer Umgebung von Gebäuden herangezogen, um Wärmeverluste zu minimieren.

Gleichzeitig muss gewährleistet sein, dass genügend Abstand zu Nachbargebäuden besteht, um Probleme bezüglich der Schallemissionen der Außeneinheit zu vermeiden.

Die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm, 1998) legt die entsprechenden Richtlinien für die Wahl des Standortes der Außeneinheit fest. Abhängig vom Siedlungstyp (Wohn-/ Industriegebiet) wird die maximal zulässige Lautstärke aus der TA Lärm ermittelt. Unter Berücksichtigung der Gesetzmäßigkeiten der Schallausbreitung ergeben sich die Mindestabstände einer Wärmepumpe zu Nachbargrundstücken und entsprechende Verbotsflächen.

Grundsätzlich wird eine Fläche von 8 m um jedes Gebäude als geeignet identifiziert. Mindestabstände zu anderen Gebäuden von 10 m

werden berücksichtigt. Dabei handelt es sich um methodische Grenzwerte zum Zweck der Potenzialabschätzung. Feste gesetzliche Grenzwerte für den Mindestabstand von Wärmepumpen existieren in Bayern nicht. Die notwendigen Abstände bei Aufstellung einer Wärmepumpe bemessen sich auf Grundlage der Schalleistung des jeweiligen Geräts sowie den geltenden immissionsrechtlichen Grenzwerten und sind für den konkreten Einzelfall zu prüfen.

Weiterhin werden Straßen, Plätze und ähnliche Bereiche als zusätzliche Ausschlussflächen definiert. Potenzielle Installationsflächen für eine Wärmepumpe ergeben sich dann aus den Umgebungsflächen des eigenen Gebäudes, die von den Ausschlussflächen der umliegenden Gebäude und den zusätzlichen Ausschlussflächen unberührt bleiben.

#### Potenzialberechnung

Mit der ermittelten Installationsfläche und der Leistung pro Fläche der Wärmepumpe kann die installierbare Leistung der Wärmepumpe berechnet werden. Unter Anwendung folgender technischer Parameter wird dann die installierbare Leistung und sowohl jährlich erzeugbare Wärmemenge als auch dafür notwendige Menge an elektrischer Energie berechnet:

- min. Aufstellfläche pro Teilfläche: 4 m<sup>2</sup>
- Leistungsdichte: 4,6 kW/m<sup>2</sup>
- Volllaststunden: 1.700 h/a (heizung.de, 2020)
- Jahresarbeitszahl: 3,15 (ifeu, 2021)

Da sich bei Gebäuden mit viel Platz in der näheren Umgebung leicht riesige Wärmepotenzial-Mengen ergeben, werden diese pro Gebäude am ermittelten Gesamtwärmebedarf des jeweiligen Gebäudes als Obergrenze beschnitten.

#### Wirtschaftliche Eingrenzung

Zur Einschätzung der Wirtschaftlichkeit wird das Alter des Gebäudes herangezogen. Dabei wird angenommen, dass die Gebäudedämmung für ältere Gebäude weniger gut ist und sich daher

neue Gebäude für die Beheizung durch Wärmepumpen besonders gut eignen.

Diese Gebäudealter fließen insofern ein, dass Gebäude nach 1990 als gut geeignet, Gebäude vor 1930 als bedingt geeignet kategorisiert werden.

#### Ergebnis

Wärmepumpen können im Projektgebiet vielseitig genutzt werden. Das Potenzial der Luftwärmepumpen beträgt 117 GWh/a und ergibt sich jeweils im direkten Umfeld der Gebäude. Das Potenzial ist besonders groß für Ein- und Zweifamilienhäuser sowie kleinere bis mittlere Mehrfamilienhäuser. Essenziell bei der Nutzung von Wärmepumpen ist eine Optimierung der Vor-

und Rücklauftemperaturen, um möglichst geringe Temperaturhübe zu benötigen. In dünn besiedelten Gebieten in Aulendorf weist die Mehrzahl der Gebäude mögliche Aufstellflächen für Wärmepumpen auf. In der dichter bebauten Altstadt jedoch bestehen für diese Technologie stellenweise etwas eingeschränktere Potenziale (Siehe Abbildung 29). Hinzu kommt bei Altbauten die Herausforderung, dass eine energetische Sanierung der Gebäudehülle nötig sein kann, um einen effizienten Betrieb der Wärmepumpe gewährleisten zu können. Eine Einschätzung bezüglich der tatsächlichen Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit ist jedoch nur im Einzelfall möglich. Investitionsentscheidungen sollten deshalb nicht anhand der hier angelegten, allgemeinen Kriterien erfolgen.

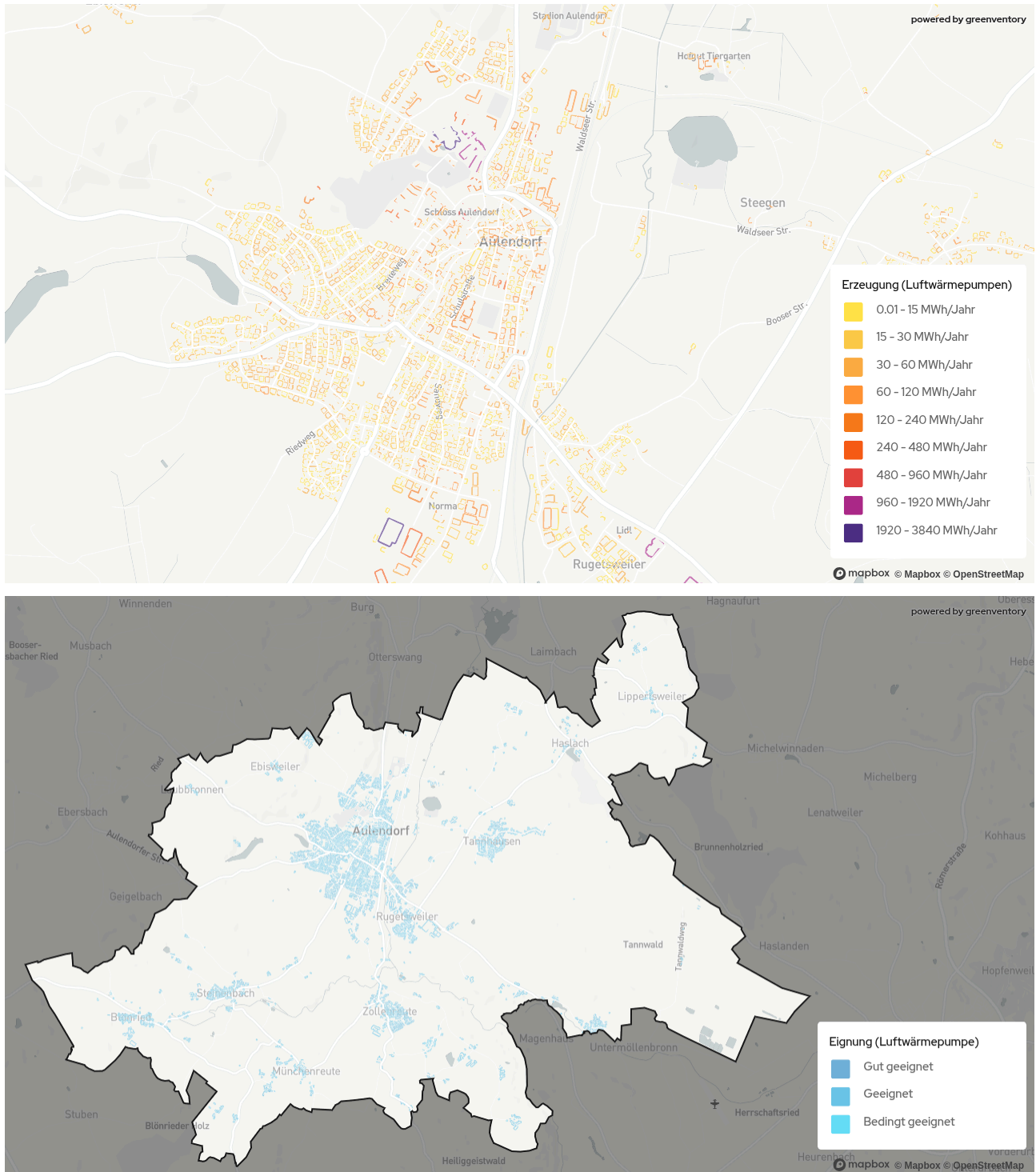


Abbildung 29: Luftwärmepumpen-Potenziale

#### 4.3.4 Oberflächennahe Geothermie

Durch die relativ konstanten Temperaturen in der oberen Erdschicht kann mit Hilfe von Erdwärmesonden oder -kollektoren und in Kombination mit einer Wärmepumpe ganzjährig Wärme extrahiert werden. Das System der Erdwärmesonden mit Wärmepumpe besteht aus drei Teilen: einem U-förmigen Rohrsystem, welches bis in eine Tiefe von ca. 100 m reicht, einer elektrisch betriebenen Pumpe, die das Wärmeleitmedium durch das System zirkulieren lässt und einem sich an das Rohr anschließenden Verteilsystem. Das zirkulierende Wärmeleitmedium im Rohrsystem wird durch die höheren Temperaturen im Erdreich (Wärmequelle) erwärmt. Die im Wärmemedium aufgenommene Wärme wird in einer Wärmepumpe genutzt, um die jeweils erforderlichen Vorlauftemperaturen des Heizsystems zu erzielen.

Anstatt einer vertikal ins Erdreich eingebrachten Sonde besteht auch die Möglichkeit, Wärmekollektoren horizontal wenige Meter unter der Oberfläche zu verlegen. Diese bestehen aus in großflächigen Schleifen verlegten Rohrsystemen, die die Umgebungswärme aus dem Erdreich mithilfe eines Wärmeleitmediums aufnehmen. Die Wärme wird analog zu den Sonden mithilfe einer Wärmepumpe genutzt, um die jeweils erforderlichen Vorlauftemperaturen zu erzielen.

##### Gebietsbestimmung

Für die Potenzialbestimmung für Geothermie werden Flächen mit einem definierten Maximalabstand zu Siedlungen bzw. Wärmenetzen als nutzbar selektiert. Bestehende Gebäude, Straßen und andere bebaute bzw. versiegelte Flächen werden dabei ausgeschlossen. Auch Gewässer und Überschwemmungsgebiete stehen nicht für Geothermie zur Verfügung. Ebenso werden Gebiete herausgefiltert, die unter die Belange des Naturschutzes fallen. Diese Flächen beinhalten Naturschutzgebiete, Natura 2000 Flächen (z.B. FFH), Biosphärenreservate und andere geschützte Gebiete. Da Grundwasser durch Bohrungen verunreinigt werden kann,

werden Wasserschutzgebiete aller Zonen als Potenzialflächen für Erdwärmesonden ausgeschlossen. Für Erdwärmekollektoren werden Potenzialflächen in Wasserschutzgebieten der Zone III als bedingt geeignet klassifiziert, da hier Genehmigungen unter bestimmten lokalen Voraussetzungen möglich sind. Eine weitergehende Bewertung des Untergrundes findet im Rahmen der Wärmeplanung nicht statt.

##### Potenzialberechnung

Aufgrund der zentralen Bedeutung der Wärmeleitfähigkeit und -kapazität bei der Abschätzung des Potenzials werden ortsspezifische Werte des Geodatenkatalogs verwendet und keine pauschalen Schätzungen vorgenommen (GDI-DE, 2024).

##### **Erdwärmesonden:**

Ausgehend von 1.800 Volllaststunden und einer Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen von 4 kann ein jährliches Potenzial pro Bohrloch bestimmt werden. Die durchschnittliche lokale Oberflächenumgebungstemperatur wird aus öffentlichen Wetterdaten bezogen. Für das Gesamtpotenzial werden die einzelnen flächenspezifischen Potenziale aufsummiert.

Folgende Parameter werden für die Bohrlöcher angewandt:

- Bohrlochtiefe: 100 m
- Raster: ein Bohrloch/Sonde pro 100 m<sup>2</sup> Fläche

Erreichbare Temperaturen werden mit einem Temperaturgradienten von 0,03 K/m ausgehend von der Oberflächenumgebungstemperatur abgeschätzt.

##### **Erdwärmekollektoren:**

Die erzielbare Umweltwärmemenge berechnet sich über eine flächenspezifische Wärmeleistung von 30 W/m<sup>2</sup>. Von den betrachteten Flächen wird ein Randstreifen von umlaufend 2 m abgezogen. Es werden 1.650 Volllaststunden und eine Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen von 3,5 angenommen.

### Wirtschaftliche Eingrenzung

Zur Einschätzung der wirtschaftlichen Nutzbarkeit werden Flächen als gut geeignet charakterisiert, die sich in direkter Umgebung (maximal 200 m entfernt) zu Siedlungen bzw. Wärmenetzen befinden. Als "geeignet" werden Flächen klassifiziert, die zwischen 200 m und 1.000 m von bestehenden Wärmenetzen oder Siedlungen entfernt liegen. Als "bedingt geeignet" werden Flächen gekennzeichnet, die maximal 1.000 m entfernt von bestehenden Wärmenetzen oder Siedlungen liegen, aber auf welche Restriktionen durch die Belange des Naturschutzes zutreffen.

### Ergebnis

Oberflächennahe Geothermie auf Basis von Erdwärmesonden hat im Aulendorfer Projektgebiet ein Potenzial von 1.397 GWh/a.

Potenziale für Erdwärmekollektoren in der Höhe von 1.383 GWh/a können sich im direkten Umfeld der Gebäude oder auf Freiflächen ergeben.

Insbesondere auf Freiflächen im Süden des Gemarkungsgebiets in Umgebung der Ortsteile Blönried, Steinenbach, Münchenreute und Zollenreute sind die Erdwärme-Potenzialflächen weit verbreitet, aber auch in direkter Umgebung der Kernstadt befinden sich große zusammenhängende Freiflächen für Erdwärmennutzung (Abbildungen 30 und 31).

Vorteile der Erdwärmesonden gegenüber Kollektoren sind tendenziell höhere Temperaturen und geringere jahreszeitliche Schwankungen in größeren Tiefen, was zu einer größeren Effizienz dieser Systeme führt. Demgegenüber stehen jedoch höhere Investitionskosten, bedingt durch die größeren Bohrtiefen. Dementsprechend muss im Einzelfall geprüft werden, welche der beiden Technologien die wirtschaftlichere Option darstellt. Insbesondere in ländlichen Gebieten können sich Großwärmepumpen auf der Basis von Erdwärme, gegebenenfalls in Kombination mit einem Langzeitspeicher, als effiziente Systeme zur zentralen Versorgung lokaler Nahwärmenetze eignen.

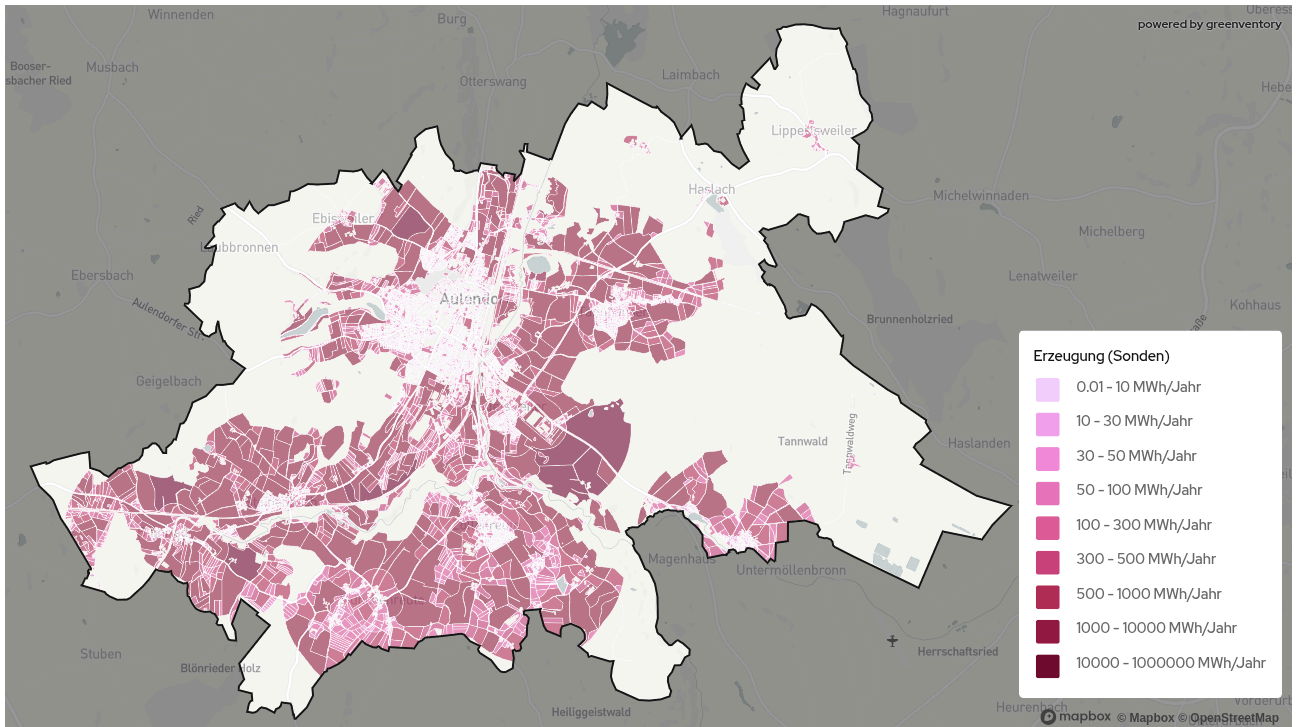


Abbildung 30: Oberflächennahe Geothermie-Potenziale: Sonden

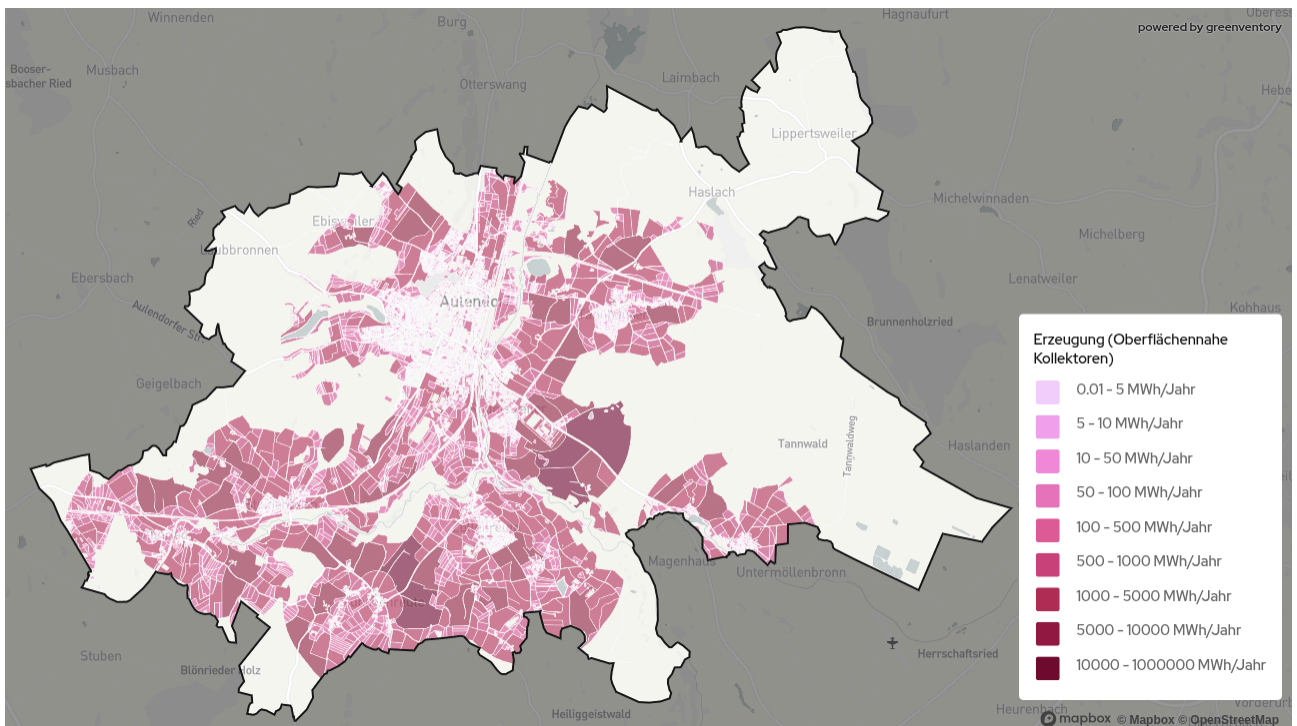


Abbildung 31: Oberflächennahe Geothermie-Potenziale: Kollektoren

#### 4.3.5 Potenziale an Oberflächengewässern

Wenn Gewässer im Projektbereich liegen, können diese häufig als Wärmequelle genutzt werden. Dazu wird mit Hilfe von Wärmetauschern Seen oder Flüssen Wärme entzogen und diese dadurch leicht abgekühlt. Für die Verwendung in Wärmenetzen muss das erwärmte Medium mit Großwärmepumpen auf das gewünschte Temperaturniveau nacherwärmt werden. Die Wärmegewinnung an Oberflächengewässern setzt die vorhergehende Prüfung wasserrechtlicher Belange voraus.

Da die Schussen sowie weitere Oberflächengewässer auf dem Aulendorfer Gemarkungsgebiet noch keine ausreichenden Größen bzw. Abflussniveaus vorweisen, konnten keine technischen Oberflächengewässerpotenziale identifiziert werden.

#### 4.3.6 Grundwasserwärme

Zur Gewinnung oberflächennaher Geothermie kann neben Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren auch unmittelbar oberflächennahes Grundwasser verwendet werden.

Bei der Grundwassergeothermie wird die im Grundwasser gespeicherte Wärme zur Beheizung von Gebäuden oder zur Einspeisung in Wärmenetze genutzt. Dabei wird über einen Förderbrunnen Grundwasser entnommen. Ein Wärmetauscher entzieht dem Wasser Wärme und anschließend wird dieses über einen Schluckbrunnen wieder in den Untergrund zurückgeführt. Mithilfe einer Wärmepumpe wird die gewonnene Energie auf ein für Heizzwecke geeignetes Temperaturniveau angehoben. Aufgrund der konstanten Temperaturen des Grundwassers von etwa 8 bis 12 °C steht diese Wärmequelle ganzjährig zuverlässig zur Verfügung.

Die Eignung eines Standortes hängt maßgeblich von der Grundwasserverfügbarkeit, der Förderleistung sowie den hydrogeologischen

Bedingungen ab. Diese Parameter werden anhand der Karte zur Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) sowie weiterer geologischer Datensätze ermittelt. Besonders geeignet sind Gebiete mit hoher Grundwasserergiebigkeit in der Nähe von Siedlungsgebieten oder bestehenden Wärmenetzen, in denen kurze Transportwege möglich sind.

Das Potenzial der Grundwassergeothermie in Aulendorf beträgt 10 GWh/a.

#### 4.3.7 Biomasse

Zur energetischen Nutzung von Biomasse können die Stoffe entweder direkt verbrannt oder zuvor mittels anaerober Vergärung in Biogas umgewandelt werden. Die energetische Nutzung kann vollständig der Wärmebereitstellung dienen oder auch zur Stromerzeugung.

##### Gebietsbestimmung

Für die Bestimmung der für Biomassenutzung geeigneten Gebiete werden sämtliche Naturschutzgebiete ausgeschlossen. Anschließend werden folgende Gebiete mit den jeweiligen Biomasse-Substraten, die auf diesen Flächen gewonnen werden können, als geeignete Gebiete für die Potenzialberechnung herangezogen:

- Landwirtschaftliche Flächen: Energiepflanzen (Mais), Stroh
- Waldflächen: Waldrestholz
- Reben: Rebschnitt
- Gras: Grünschnitt
- Wohngebiete: Hausmüll, Biomüll

##### Potenzialberechnung

Zur Berechnung des energetischen Potenzials wird für die nachwachsenden Biomassetypen mit üblichen Flächenerträgen gerechnet. Auf Ackerflächen wird angenommen, dass Mais als Energiepflanze angebaut wird.

Zur Bestimmung der Biomasse in Siedlungsgebieten wird die Einwohnerzahl als

wesentlicher Parameter herangezogen und mit einer durchschnittlichen Abfallmenge pro Person multipliziert. Als Grundlage für die wesentlichen Parameter wurden verschiedene wissenschaftliche und branchenübliche Veröffentlichungen verwendet (FNR, 2025).

Es wird weiterhin angenommen, dass jegliche Biomasse, die zu Biogas vergoren werden kann (Mais, Gras, Bioabfall), über diesen Weg in BHKWs sowohl zur Strom- als auch zur Wärmeerzeugung genutzt wird. Dabei wird ein Verhältnis von 40% Wärme, 30% Strom und 30% Verlust angenommen. Für die verbleibende Biomasse (Stroh, Waldrestholz, Rebschnitt, Hausmüll) wird lediglich die thermische Verwertung zur Wärmeerzeugung berechnet und ein Verlust von 10% angenommen.

#### Wirtschaftliche Eingrenzung

Aufgrund der geringeren Flächenkonkurrenz im Vergleich zur Biomasse aus der Landwirtschaft werden Hausmüll sowie Waldrestholz als gut geeignet ausgewiesen.

#### Ergebnis:

Das thermische Biomassepotenzial in Aulendorf beträgt 63 GWh/a und setzt sich aus Waldrestholz, Hausmüll, Grünschnitt und dem möglichen Anbau von Energiepflanzen zusammen. Es ist ersichtlich, dass das hier ermittelte technische Potenzial aufgrund anderweitiger Flächennutzungen und weiterer Einschränkungen nur in begrenztem Maße für die Wärmeerzeugung zur Verfügung steht

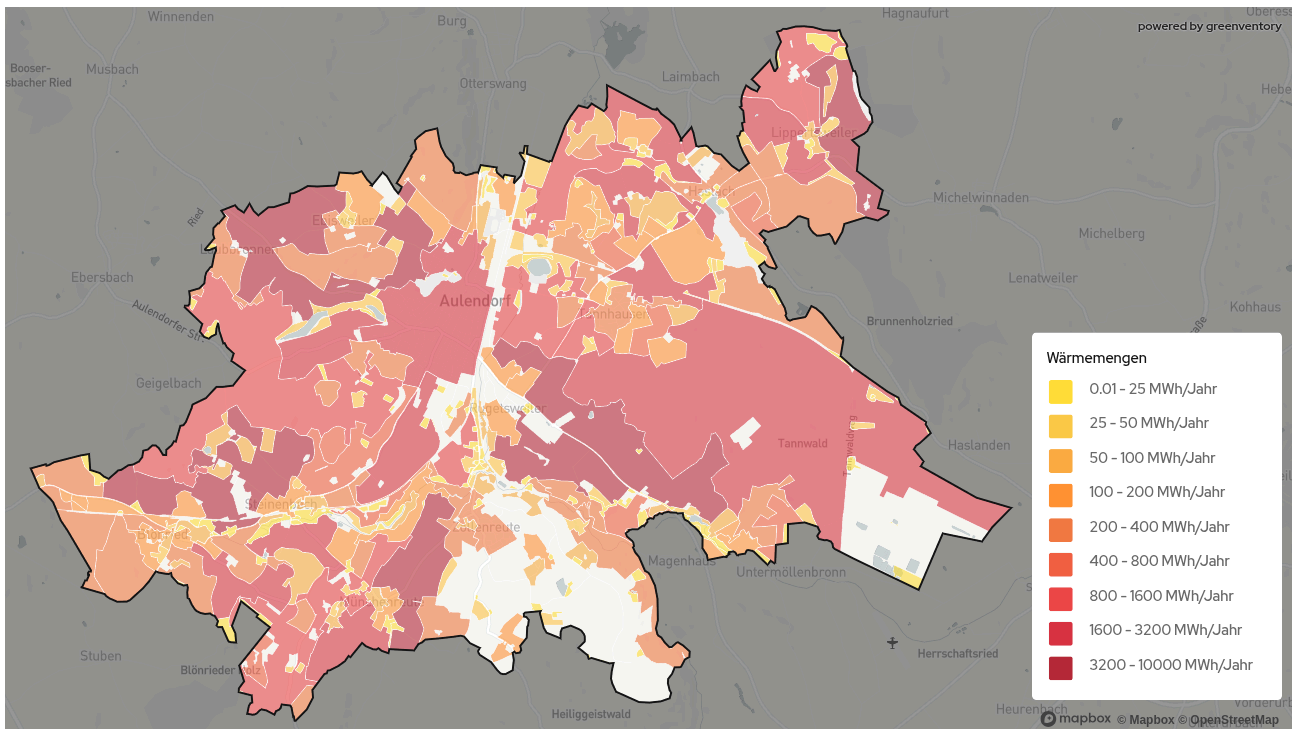


Abbildung 32: Biomasse-Potenziale: Wärmemengen

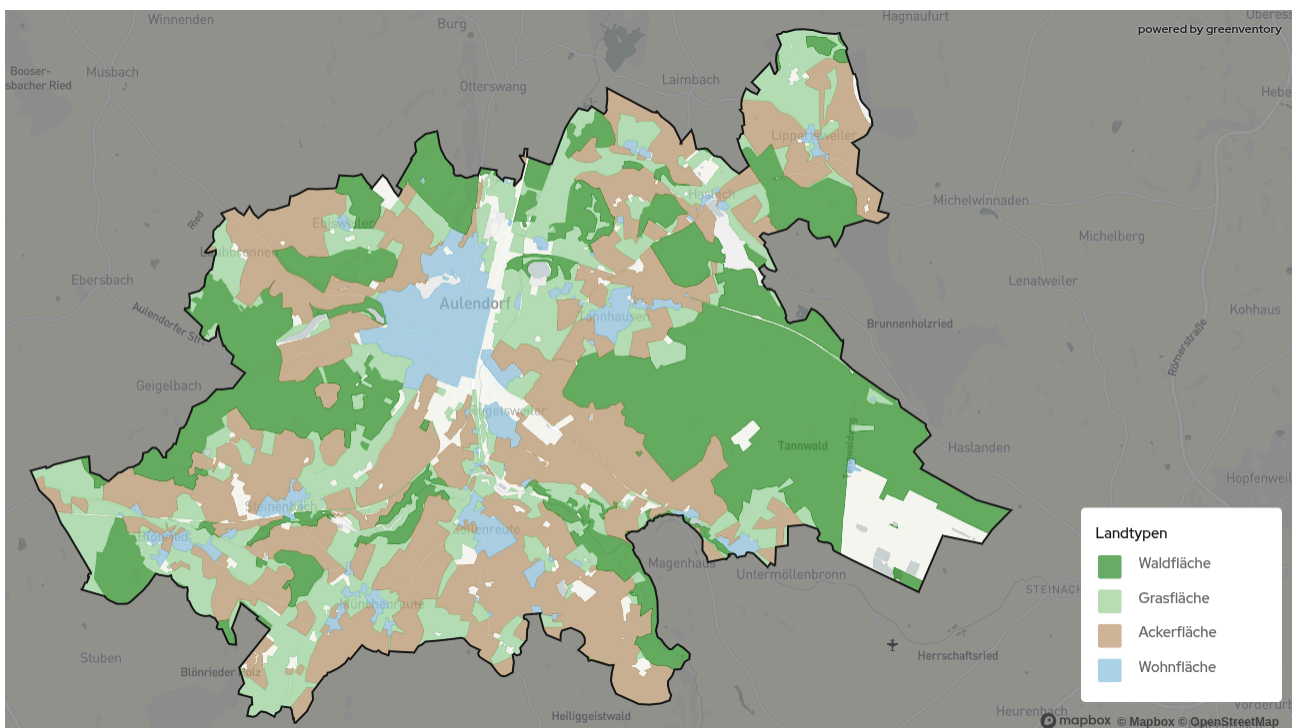


Abbildung 33: Biomasse-Potenziale: Substrate

### 4.3.8 Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen

Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) dienen der kombinierten Erzeugung von Strom und Nutzwärme. KWK-Anlagen erreichen einen hohen Gesamtwirkungsgrad von typischerweise 80–90 % und stellen eine besonders effiziente Technologie der Energieversorgung dar. Dabei liegt das typische Verhältnis von Strom zu Wärme (Strom-Wärme-Verhältnis) bei gasbetriebenen Anlagen häufig zwischen 30 und 60 %, was die Flexibilität der Technologie im Hinblick auf die bedarfsgerechte Energieversorgung unterstreicht. Als Brennstoffe können sowohl Erdgas als auch Biomasse zum Einsatz kommen.

#### Gebietsbestimmung

Zunächst werden alle Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen im Projektgebiet unter Verwendung des Marktstammdatenregisters (MaStR) identifiziert und mit Informationen zum verwendeten Brennstoff sowie der thermischen und elektrischen Nennleistung erfasst. Für die Ermittlung der erneuerbaren Energiepotenziale werden lediglich diejenigen KWK-Anlagen in Betracht gezogen, die aktuell mit fossilen Energieträgern (i.d.R. Erdgas) betrieben werden.

#### Potenzialermittlung

Für jede mit fossilen Energieträgern betriebene KWK-Anlage wird durch Multiplikation der elektrischen und thermischen Leistung mit 4000 jährlichen Volllaststunden das erneuerbare Strom- und Wärmepotenzial quantifiziert.

Die Analyse zeigt also das elektrische und thermische Potenzial der bestehenden fossilen Infrastruktur, falls eine Umstellung auf Biogas oder andere regenerative Gase erfolgen sollte. Zukünftige Erweiterungen der Kapazität der Bestandsanlagen oder neue Standorte sind hierbei nicht berücksichtigt.

#### Ergebnis

In Aulendorf sind nach Auswertung des Marktstammdatenregisters (MaStR) 12 KWK-Anlagen in unterschiedlichen Größenordnungen vertreten – von Kleinstanlagen mit Brennstoffzellentechnologie ab 75 kW<sub>thl</sub> bis zu großen Einheiten mit 5.116 kW<sub>th</sub>. In Summe zeigt sich aktuell eine Erzeugerkapazität von 12 MW<sub>th</sub>. Basierend auf den vorhandenen, derzeit mit Erdgas betriebenen Anlagen liegt das KWK-Potenzial zur regenerativen Wärmeerzeugung bei 3 GWh pro Jahr.

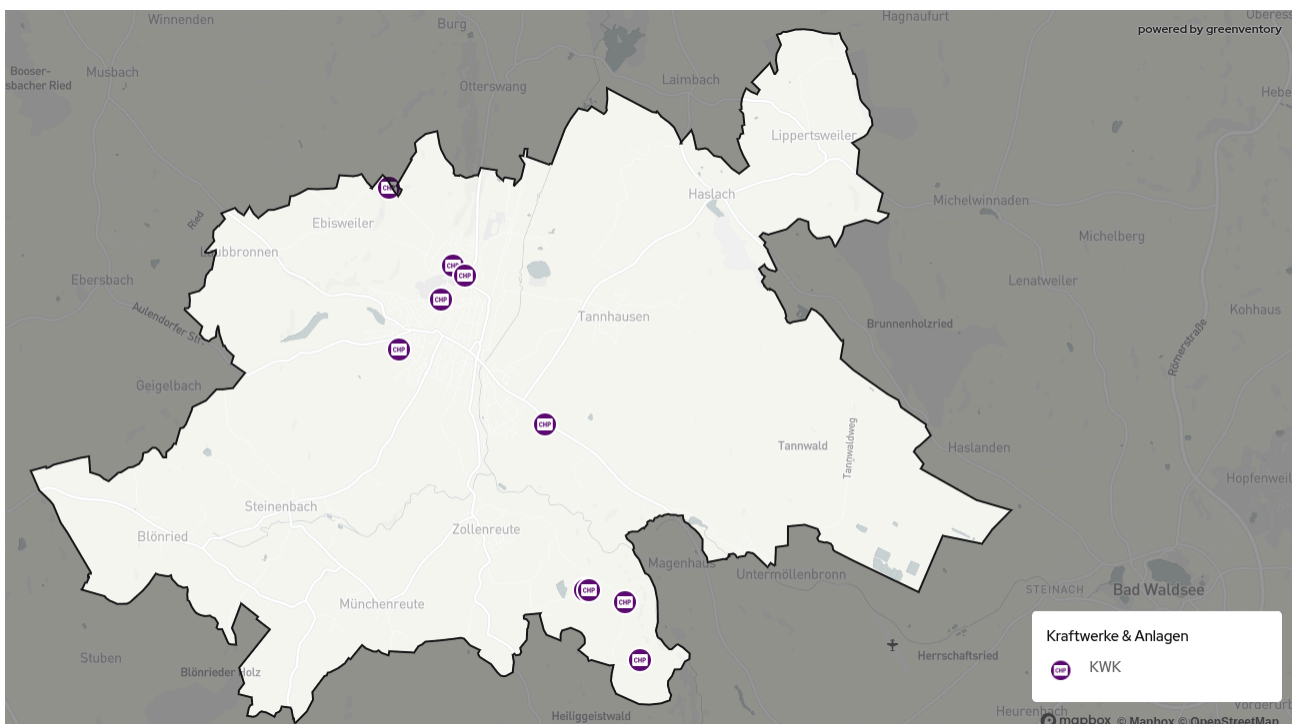


Abbildung 34: Standorte der KWK-Anlagen

### 4.3.9 Abwasserwärme

Klärwerke stellen eine wertvolle potentielle Wärmequelle dar, da das geklärte Abwasser das ganze Jahr über mit einer relativ konstanten Temperatur und in gleichbleibender Menge zur Verfügung steht.

#### Gebietsbestimmung

Das Abwärmepotenzial aus Abwasser wird an den Klärwerken selbst erfasst, diese fungieren als Punktquellen. Die zugrunde liegenden Daten zu angeschlossenen Einwohnerwerten und Richtwerte für die anfallende Abwassermenge pro Einwohnerwert stammen aus einem zentralen Klärwerks-Register der EU-Umweltagentur (UWWTD, 2025).

#### Potenzialberechnung

Das Abwasservolumen pro Klärwerk wird über die Anzahl der angeschlossenen Verbraucher modelliert, welche im o.g. Datensatz enthalten

sind. In die Quantifizierung des Potenzials fließen gemäß (Hotmaps, 2025) Richtwerte für die anfallende Abwassermenge pro Einwohnerwert, das Temperaturniveau des Abwassers sowie die Temperaturdifferenz zur Abkühlung und Annahmen zu Betriebszeiten der Anlage ein. Dabei werden anfallende Abwassermengen aus privaten und gewerblichen Nutzungen berücksichtigt.

#### Ergebnis

Am Klärwerk Aulendorf in der Nähe der Schussen unweit des Ortsteils Zollenreute ist, durch die Ausbaugröße von 19.000 Einwohnerwerten, ein Potenzial von 10 GWh jährlich ermittelt worden. Durch die siedlungsnah Lage und das hohe Potenzial kann das Klärwerk eine essenzielle Rolle bei der Versorgung von Zollenreute spielen, sollte sich eine technische und wirtschaftliche Nutzbarkeit der Klärwerksabwärme ergeben.



Abbildung 35: Potenziale aus Abwasser: Kläranlage

#### 4.3.10 Industrielle Abwärme

Einzelne Betriebe verfügen teils über große Abwärmequellen, die, je nach Temperaturniveau der Quelle, für die Einspeisung in warme oder kalte Wärmenetze erschlossen werden können. Hierzu gehören beispielsweise Betriebe in der verarbeitenden Industrie, jedoch auch größere Einrichtungen wie Kliniken, die Abwärme zum Beispiel in Form von Abluft oder warmem/heißen Wasser vorweisen. Die Identifikation dieser Quellen erfolgt auf zwei Wegen:

- öffentlich einsehbare Datenbanken wie die Plattform für Abwärme (PfA) der Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE, 2025)
- projektspezifische Erhebungen, bei denen potenzielle Abwärme-Lieferanten kontaktiert und zu ihrer Kapazität/Bereitschaft, Abwärme beizusteuern, befragt werden

Insgesamt ergibt sich aus diesen Quellen jedoch zum aktuellen Zeitpunkt kein quantifizierbares industrielles Abwärmepotenzial. Bei weiteren Untersuchungen und Kooperation mit Großbetrieben kann eine weitere Potenzialuntersuchung jedoch berücksichtigt werden.

#### 4.4 Potenziale zur Stromerzeugung

Die Analyse der Potenziale im Projektgebiet zeigt verschiedene Optionen für die lokale Erzeugung von erneuerbarem Strom (siehe Abbildung 37).

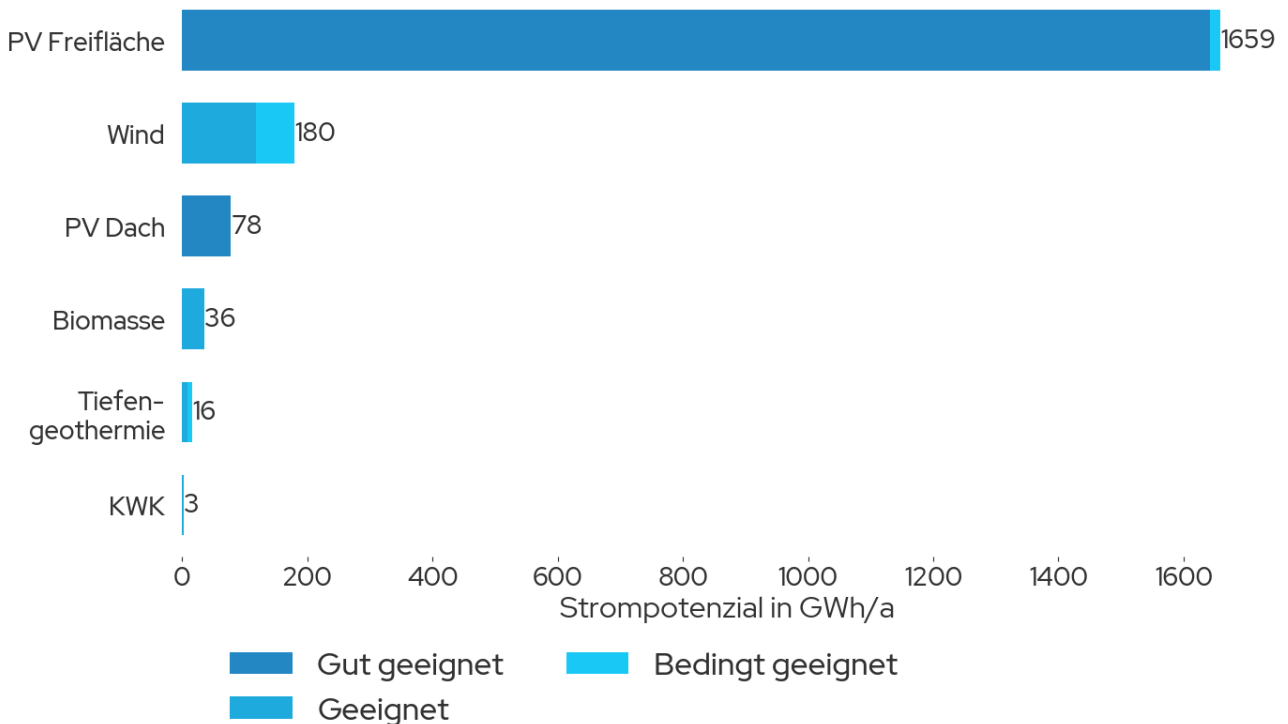


Abbildung 36: Erneuerbare Strompotenziale in Aulendorf

##### 4.4.1 Freiflächen-Photovoltaik

Photovoltaik beschreibt die direkte Umwandlung von Sonnenenergie in elektrischen Strom.

###### Gebietsbestimmung

Die Gebietsbestimmung erfolgt analog zu derjenigen für Freiflächen-Solarthermieanlagen. Jedoch fällt bei PV-Anlagen das Abstandskriterium von maximal 1.000 Metern außerhalb von Siedlungsgebieten weg, da eine Stromübertragung mit geringeren Verlusten verbunden und somit über deutlich längere Strecken möglich ist.

Ebenso hinzugezogen wurde die Flächenkulisse aus der PV-Potenzialanalyse (siehe Abbildung 26), sodass sich die dort identifizierten Gebiete als "gut geeignete" Potenzialflächen wiederfinden.

###### Potenzialberechnung

Die Berechnung des Flächenpotenzials basiert auf

einer angenommenen Leistungsdichte von 750 kWp pro Hektar. Damit wird festgelegt, wie viel installierbare Spitzenleistung (kWp) pro geeigneter Fläche möglich ist. Für geeignete Flächen werden die Daten des Global Solar Atlas verwendet, um die erwarteten Volllaststunden zu bestimmen. Ein zusätzlicher Reduktionsfaktor ( $\sim 0,97$ ) wird außerdem berücksichtigt, um Verluste abzubilden.

###### Wirtschaftliche Eingrenzung

Flächen, deren Erzeugungspotenzial über dem Schwellwert von 919 Volllaststunden pro Jahr liegt, werden als gut geeignet eingeordnet.

###### Ergebnis

Auf der so bestimmten Fläche für das Technische Potenzial stellt die Photovoltaik mit 1.659 GWh/a das größte erneuerbare Strompotenzial im aulendorfer Gemarkungsgebiet dar.

Zudem sind Flächenkonflikte, beispielsweise mit landwirtschaftlichen Nutzflächen, sowie die

Netzanschlussmöglichkeiten abzuwägen und etwaige alternative Lösungsansätze (z.B. Agri-Photovoltaik) in Betracht zu ziehen. Ein großer Vorteil von PV-Freiflächen in Kombination mit großen Wärmepumpen ist, dass sich die Stromerzeugungsf lächen nicht in unmittelbarer

Nähe zur Wärmenachfrage befinden müssen und so eine gewisse Flexibilität in der Flächenauswahl möglich ist. Abbildung 37 zeigt die technische Potenzialkulisse, ergänzt um Flächen im Westen, die bereits die geplante Photovoltaikfläche in diesem Bereich zeigt.

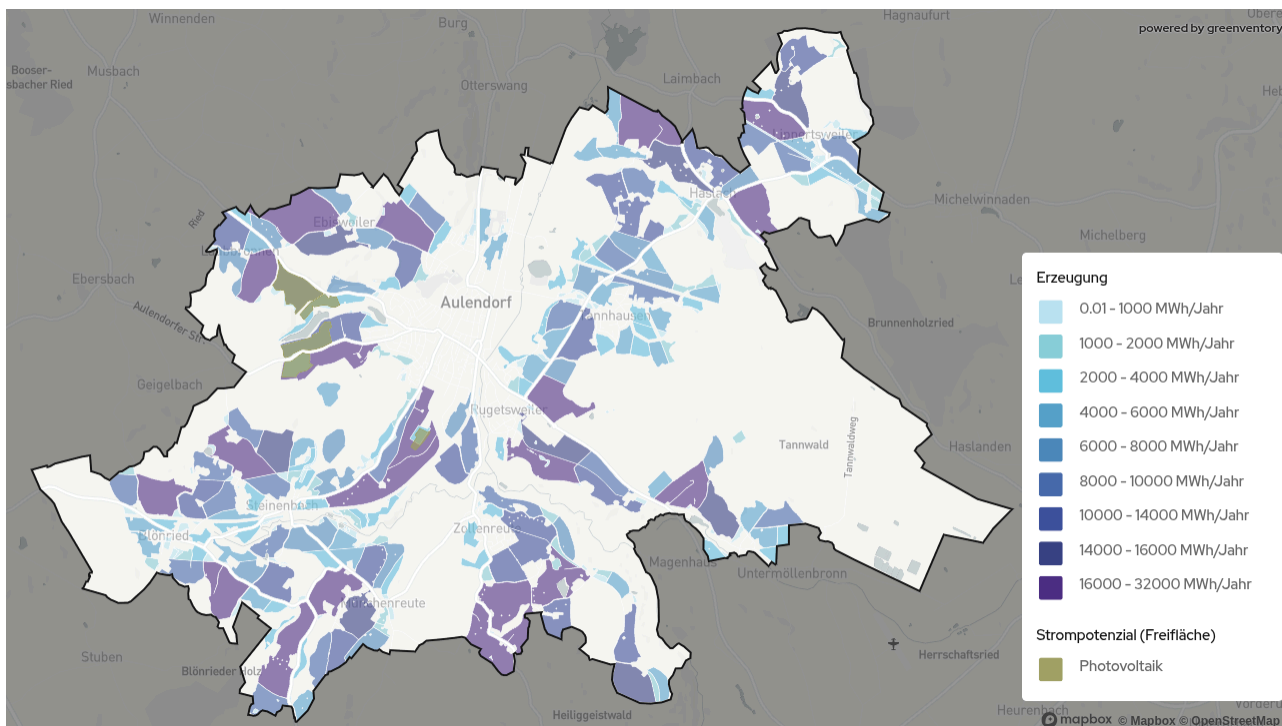


Abbildung 37: Photovoltaik Freiflächen-Potenziale

#### 4.4.2 Aufdach-Photovoltaik

Zur Potenzialberechnung kommt eine Methode der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA, 2020) zum Einsatz, die das Stromerzeugungspotenzial direkt über die Grundfläche des Gebäudes näherungsweise bestimmt. Dafür wird angenommen, dass 50 % der Grundfläche aller Gebäude mit einer Grundfläche über 50 m<sup>2</sup> (basierend auf den ALKIS-Gebäudeumrissen) als Dachfläche für Photovoltaik genutzt werden kann. Anschließend wird die jährliche Stromerzeugung anhand einer spezifischen Erzeugungsleistung von 0,22 kWp/m<sup>2</sup> und einer spezifischen Energieerzeugungsmenge von 1.000 kWh/(kWp\*a) berechnet.

Das Potenzial für Photovoltaikanlagen (PV) auf Dachflächen fällt mit 78 GWh/a geringer aus als in der Freifläche, bietet jedoch den Vorteil, dass es ohne zusätzlichen Flächenbedarf oder Flächenkonflikte ausgeschöpft werden kann. 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.

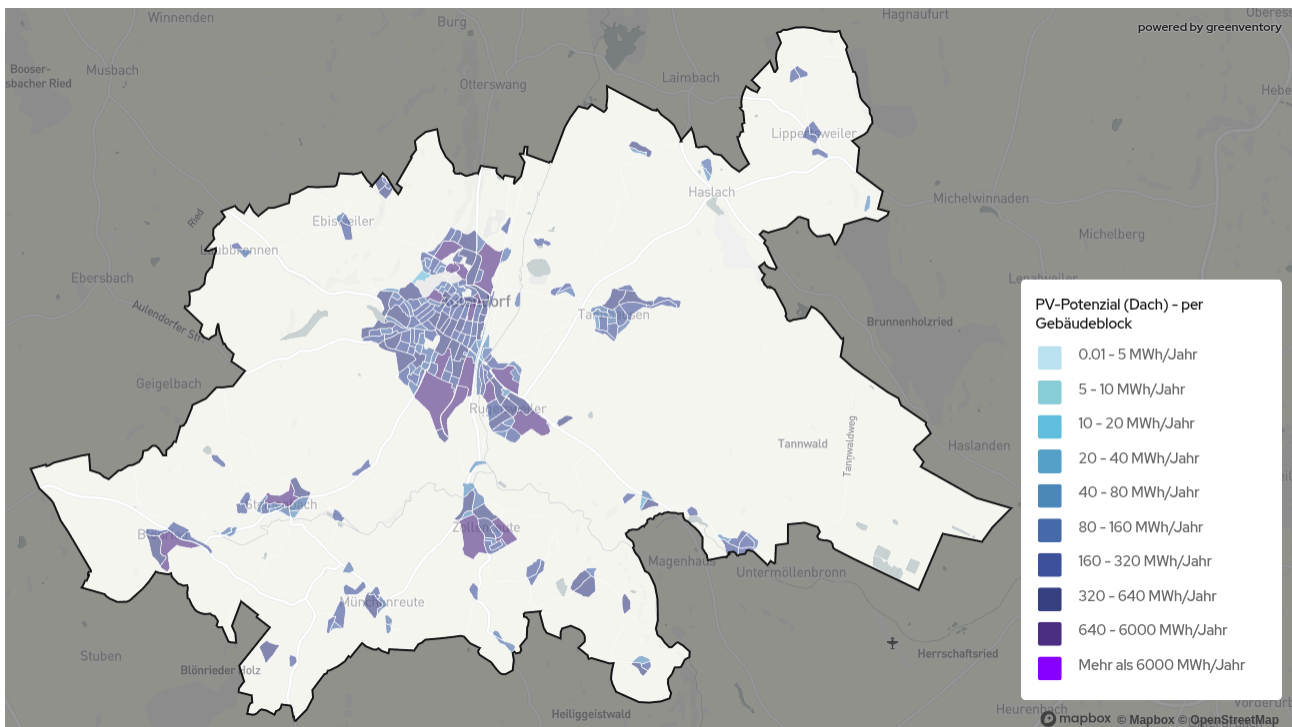


Abbildung 38: Photovoltaik Aufdach-Potenziale

#### 4.4.3 Biomasse

Wie im Kapitel 4.3.7 erläutert, kann aus vergärbare Biomasse in Blockheizkraftwerken Strom erzeugt werden.

Es zeigt sich, dass die Nutzung von ausschließlich im Aulendorfer Gemarkungsgebiet vorhandener Biomasse mit 36 GWh/a nur einen geringen Beitrag zur Stromerzeugung leisten könnte.

#### 4.4.4 Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen

Analog zu der Wärmeerzeugung (siehe Kapitel 4.3.8) aus KWK-Anlagen wird auch das Strompotenzial ermittelt.

Basierend auf den vorhandenen, derzeit mit Erdgas betriebenen Anlagen liegt das erneuerbare KWK-Potenzial zur Stromerzeugung bei 3 GWh Strom pro Jahr.

#### 4.4.5 Windenergie

Windkraft ist derzeit die wichtigste erneuerbare Stromquelle in Deutschland und bietet besonders in Städten und Gemeinden mit größeren Flächen, wie landwirtschaftlich genutzten Gebieten oder Waldflächen, ein vielversprechendes Potenzial. Da Windenergie in Form von Strom und nicht Wärme bereitgestellt wird, steht eine vielseitig nutzbare Energiequelle zur Verfügung. Zwar ist die zeitliche Verfügbarkeit von Windstrom nicht kontinuierlich gewährleistet, jedoch liefert Wind im Gegensatz zu Photovoltaik auch in den kalten Wintermonaten zuverlässig Energie. Dadurch eignet sich Windkraft besonders gut für die Integration in Power-to-Heat-Konzepte.

##### Gebietsbestimmung

Zur Bestimmung der Potenzialflächen werden diejenigen Gebiete herausgefiltert bzw. abgestuft ausgewiesen, die aufgrund von Neigung und

Beschaffenheit der Böden den technischen Anforderungen zum Aufstellen von Windkraftanlagen nicht genügen oder gesonderter Prüfung bedürfen (bedingte Eignung). Darunter fallen unter anderem Gebiete mit starker Hangneigung, Gewässer und Überschwemmungsgebiete.

Ebenso werden bestimmte Gebiete herausgefiltert, die unter die Belange des Naturschutzes fallen. Diese Flächen beinhalten Naturschutzgebiete, Natura2000 Flächen (z.B. FFH), Biosphärenreservate und andere geschützte Gebiete. Abhängig vom Bundesland werden auch Waldflächen ausgeschlossen und unterschiedliche Mindestabstände zu den genannten Gebieten berücksichtigt.

Außerdem werden Siedlungsflächen inklusive der länderspezifischen Abstände sowie Flächen für Infrastruktur ausgeschlossen. Letztere betreffen Straßen, Schienen und für den Flugverkehr relevante Flächen (FA Wind 2024).

Für "gut geeignete Gebiete" gilt, zusätzlich zur Beachtung harter und weicher Ausschlusskriterien, die Mindestanforderung von 1900 jährlichen Volllaststunden für potenzielle Windkraftanlagen.

##### Ergebnis

Auf den in Abbildung 39 dargestellten Potenzialflächen für Windkraft in Aulendorf wurde durch die geschilderte Methodik ein Stromerzeugungspotenzial von 180 GWh pro Jahr ermittelt. Ebenfalls dargestellt sind die sechs bereits geplanten Windenergieanlagen im Tannhauser Wald. Weitere Anlagen sind derzeit nicht in Planung, dennoch wird im Wärmeplan das gesamte technische Potenzial ausgewiesen.

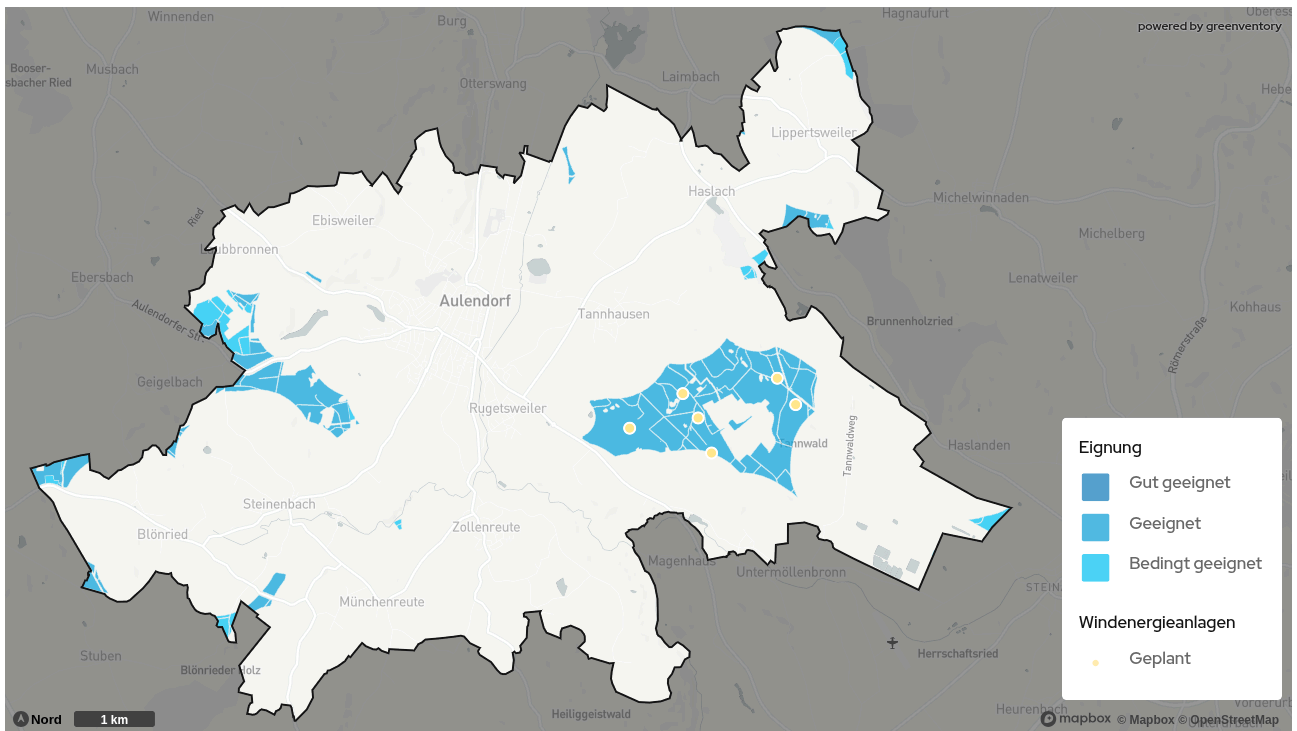
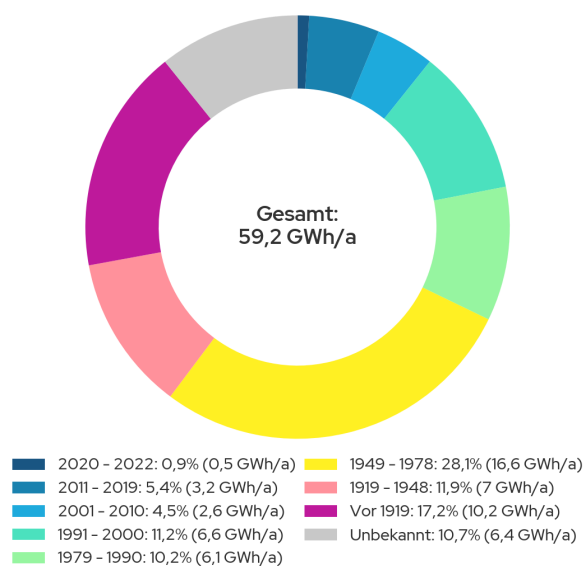


Abbildung 39: Windenergie-Potenziale

#### 4.5 Potenziale für Sanierung

Die energetische Sanierung des Gebäudebestands stellt ein zentrales Element zur Erreichung der kommunalen Klimaziele und der Sicherung einer nachhaltigen, kostengünstigen Wärmeversorgung dar. Die Untersuchung zeigt, dass durch eine vollständige Sanierung aller Gebäude im Projektgebiet eine Gesamtreduktion um bis zu 59 GWh bzw. 46 % des Gesamtwärmebedarfs realisiert werden könnte. Erwartungsgemäß liegt der größte Anteil des Sanierungspotenzials bei Gebäuden, die bis 1978 erbaut wurden (siehe Abbildung 40). 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. Das Sanierungspotenzial trägt auch zur Steigerung des

Wohnkomforts, zum sommerlichen Hitzeschutz und zur Wertsteigerung der Immobilien bei. Daher sollten entsprechende Sanierungsprojekte integraler Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung sein. Es gilt, diese Effizienzpotenziale vor dem Hintergrund der aktuellen Energieeffizienz der Gebäude (siehe Abbildung 7) zu bewerten und individuelle Lösungen zu entwickeln.



**Abbildung 40: Reduktionspotenziale des Wärmebedarfs nach Baualtersklassen**

Abbildung 41 zeigt das mögliche Potenzial der Wärmebedarfsreduktion auf Baublockebene für die gesamte Projektregion. Gebiete mit besonders hohem Einsparpotenzial ist auch hier insbesondere die Innenstadt, in welcher eine hohe Dichte alter Gebäude herrscht.

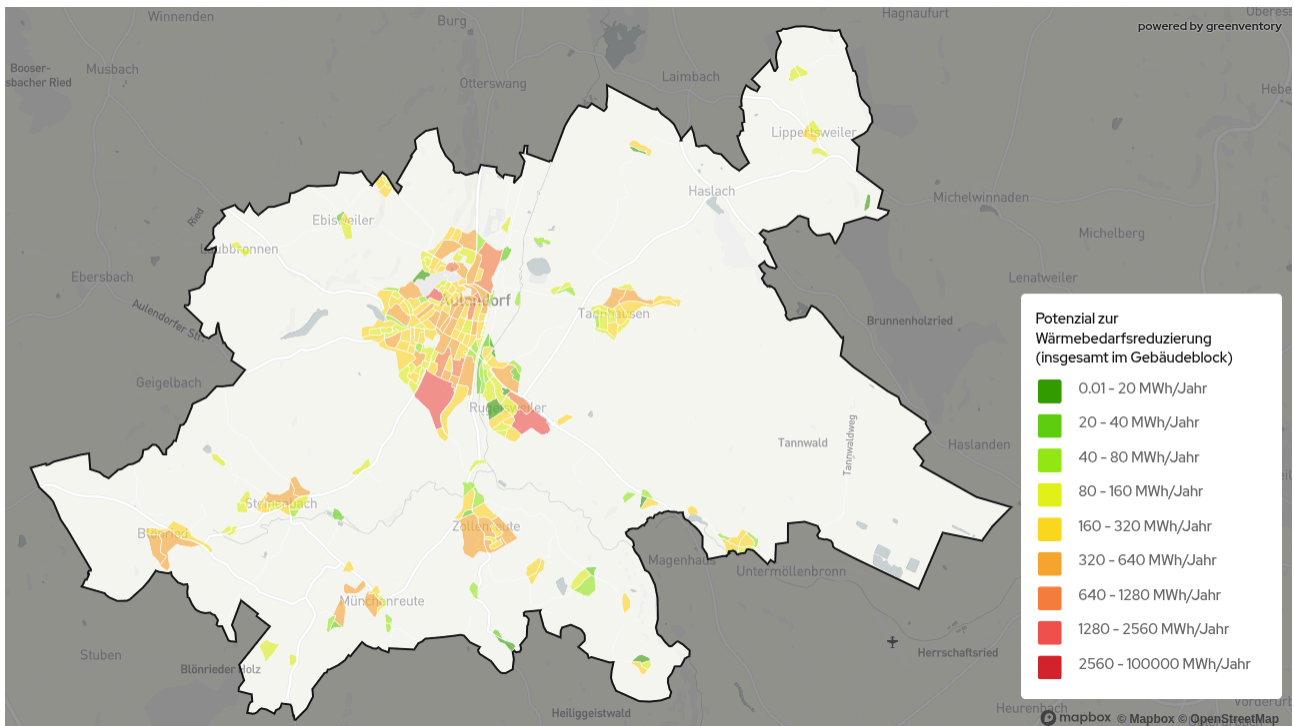


Abbildung 41: Potenzial der Wärmebedarfsreduktion durch Sanierung

**Infobox: Energetische Gebäudesanierung - Maßnahmen, Kosten (brutto) und Einsparpotenzial**

	Maßnahmen	Kosten*	Einsparpotenzial**
	<b>Fenster</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3-fach Verglasung</li> <li>• Zugluft/hohe Wärmeverluste durch Glas vermeiden</li> </ul>	800 €/m <sup>2</sup>	hoch
↓			
	<b>Fassade</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmedämmverbundsystem ~ 15cm</li> <li>• Wärmebrücken (Rolladenkästen, Ecken, Heizkörpernischen) reduzieren</li> </ul>	200 €/m <sup>2</sup>	65 - 80 %
↓			
	<b>Dach</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (teil-)beheiztes Dachgeschoss: Dach abdichten / Zwischensparrendämmung</li> <li>• Unbeheiztes Dachgeschoss: oberste Geschossdecke dämmen</li> <li>• Oft verhältnismäßig gutes Dach in älteren Gebäuden</li> </ul>	400 €/m <sup>2</sup> 100 €/m <sup>2</sup>	50 - 70 %
↓			
	<b>Kellerdecke</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei unbeheiztem Keller</li> </ul>	100 €/m <sup>2</sup>	ca. 50 %

\* Kosten je m<sup>2</sup> Bauteilfläche, Stand: 2022 (greenventory)  
 \*\* Bauteilbezogenes Wärmeeinsparpotenzial bezogen auf ein Einfamilienhaus der Baujahre 1984-1994 (Umweltbundesamt, 2024)

#### 4.6 Zusammenfassung Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse baut auf den Erkenntnissen der Bestandsanalyse auf und untersucht systematisch die Möglichkeiten zur zukünftigen, klimafreundlichen Wärme- und Stromversorgung im Stadtgebiet von Aulendorf. Ziel ist es, technisch erschließbare Potenziale erneuerbarer Energien sowie Effizienzpotenziale zu identifizieren und räumlich einzuordnen und damit eine Grundlage für weitere Untersuchungen bis zur Ausschöpfung einzelner Potenzialquellen zu bilden.

Im Bereich der Wärmeerzeugung zeigt sich, dass insbesondere Umweltwärme ein zentrales Potenzial für die zukünftige Wärmeversorgung darstellt. Luftwärmepumpen, oberflächennahe Geothermie sowie die Nutzung von Grund- und Abwasserwärme bieten in weiten Teilen des Stadtgebiets sowie einzelnen Ortsteilen realistische Einsatzmöglichkeiten – sowohl für Einzelgebäude als auch in Kombination mit Nah- und Wärmenetzen. Ergänzend bestehen Potenziale für Solarthermie, insbesondere auf geeigneten Dachflächen sowie auf ausgewählten Freiflächen.

Biomassepotenziale sind in Aulendorf grundsätzlich vorhanden, jedoch mengenmäßig begrenzt und daher vorrangig als ergänzende Option zu bewerten. Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen können insbesondere im Zusammenspiel mit erneuerbaren Energieträgern und Wärmenetzen eine unterstützende Rolle übernehmen. Industrielle Abwärme weist lokal nutzbare Potenziale auf, deren Erschließung im Einzelfall weiter zu prüfen ist.

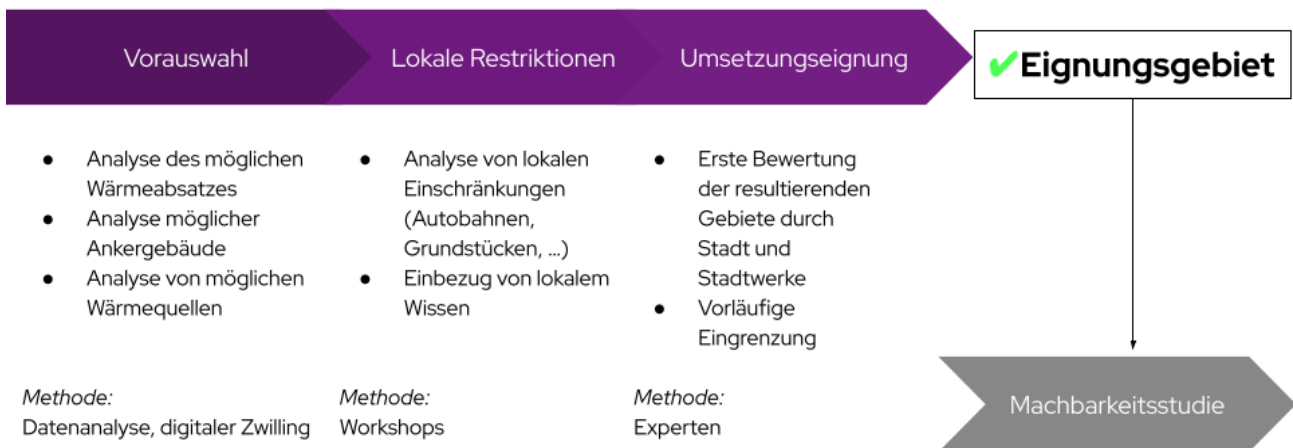
Neben der Wärmeerzeugung wurden auch Potenziale zur erneuerbaren Stromerzeugung analysiert. Insbesondere Photovoltaik auf Dachflächen stellt ein bedeutendes Potenzial dar und ist ein wichtiger Baustein zur Versorgung von Wärmepumpen und weiteren elektrischen Anwendungen. Freiflächen-Photovoltaik und Windenergie können ergänzend zur lokalen Strombereitstellung beitragen, unter Berücksichtigung der bestehenden Restriktionen.

Ein weiterer zentraler Baustein der Potenzialanalyse ist das energetische Sanierungspotenzial des Gebäudebestands. Insbesondere in älteren Baualterklassen bestehen erhebliche Möglichkeiten zur Reduktion des Wärmebedarfs. Energetische Sanierungen leisten damit nicht nur einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz, sondern erhöhen auch den Wohnkomfort und die langfristige Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung.

Insgesamt zeigt die Potenzialanalyse, dass Aulendorf über ein breites Spektrum an erneuerbaren Energie- und Effizienzpotenzialen verfügt, die – in Kombination und abgestimmt auf die lokalen Rahmenbedingungen – eine schrittweise Transformation der Wärmeversorgung ermöglichen.

# 5 Eignungsgebiete für Wärmenetze

Wärmenetze sind eine Schlüsseltechnologie für die Wärmewende, jedoch sind diese nicht überall wirtschaftlich umsetzbar. Die Ausweisung von Eignungsgebieten für die Versorgung mit Wärmenetzen ist eine zentrale Aufgabe der Wärmeplanung 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 42: Vorgehen bei der Identifikation der Eignungsgebiete**

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

Ein wesentliches Kriterium für die Auswahl geeigneter Gebiete ist die Wirtschaftlichkeit, welche durch den Zugang zu kosteneffizienten Wärmeerzeugern und einen hohen Wärmeabsatz pro Meter installierter 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 Bewohnerinnen, sowie das 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, inklusive der Bereitstellung entsprechender Reservekapazitäten, gewährleistet. Diese Kriterien sorgen zusammen dafür, dass die Wärmenetze nicht nur effizient und wirtschaftlich, sondern auch nachhaltig und zuverlässig betrieben werden können.

Bis zu einem möglichen Ausbau bzw. Neubau von Wärmenetzen müssen zahlreiche Planungsschritte durchlaufen werden. Die Wärmeplanung ist hier als ein erster Schritt zu sehen, im Zuge dessen geeignete Projektgebiete identifiziert werden. Eine detaillierte technische Ausarbeitung des Wärmeversorgungssystems ist nicht Teil des Wärmeplans, sondern wird im Rahmen von nachfolgenden Machbarkeitsstudien erarbeitet. In diesem Bericht wird zwischen zwei Kategorien von Versorgungsgebieten unterschieden:

### Eignungsgebiete für Wärmenetze

- Gebiete, welche auf Basis der zuvor angegebenen Bewertungskriterien (siehe Abb. 42) für Wärmenetze grundsätzlich geeignet sind.

### Einzelversorgungsgebiete

- Gebiete, in welchen eine wirtschaftliche Erschließung durch Wärmenetze nicht gegeben ist. Die Wärmeerzeugung erfolgt individuell im Einzelgebäude. Möglichkeiten zur Nutzung lokaler Nahwärmenetze sind gegebenenfalls vorhanden.

## 5.1 Einordnung der Verbindlichkeit

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

Für den erstellten Wärmeplan gilt in Bezug auf das GEG:

Der Beschluss der Wärmeplanung durch die Stadt Aulendorf hat keine direkten Auswirkungen im Hinblick auf die Fristen und Vorgaben des GEG. Diese sehen vor, dass in Städten mit weniger als 100.000 Einwohnern der Einbau von Heizungen mit 65 Prozent Erneuerbaren Energien, beim Austausch oder Neueinbau einer Heizung, spätestens ab dem 30. Juni 2028 verbindlich wird.

Würde der Aulendorfer Stadtrat eine Entscheidung über die Ausweisung eines genau definierten Teilgebiets der Stadt als Gebiet zum Neu- oder

Ausbau eines Wärmenetzes oder als Wasserstoffnetzausbaugbiet vor Mitte 2028 treffen, wird der Einbau von Heizungen mit 65 Prozent Erneuerbaren Energien in diesem Gebiet schon dann verbindlich. Der Beschluss der stadtweiten Wärmeplanung allein löst diese frühere Geltung der Pflichten des GEG jedoch nicht aus. Vielmehr braucht es auf der Grundlage des Wärmeplans eine zusätzliche Entscheidung der Kommune über die Gebietsausweisung, die veröffentlicht sein muss. (BMWK, 2024).

Würde die Stadt Aulendorf also beschließen, vor 2028 Neu- und/oder Ausbaugebiete für Wärmenetze oder Wasserstoff auszuweisen und diese zu veröffentlichen, würde die 65 %-EE-Pflicht für Bestandsgebäude in diesen Gebieten einen Monat nach Veröffentlichung gelten.

Zudem hat die Stadt grundsätzlich die Möglichkeit, ein Gebiet mittels Satzung mit einem Anschluss- und Benutzungszwang an ein Wärmenetz zu versehen. Diese Verpflichtung besteht bei Neubauten sofort. Im Bestand kann eine solche Satzung in Sanierungsgebieten beschlossen werden. Grundstücke mit emissionsfreien Heizeinrichtungen sind ausgenommen. Derzeit existieren seitens der Stadt keine Planungen, in Bestandsgebieten einen Anschluss- bzw. Benutzungszwang einzuführen.

## 5.2 Entwicklung der Eignungsgebiete

Im Rahmen der Wärmeplanung lag der Fokus auf der Identifikation von Wärmenetz-Eignungsgebieten. Der Prozess der Identifikation dieser Prüfgebiete erfolgte in drei Stufen:

**1. Vorauswahl:** Zunächst wurden die Untersuchungsgebiete automatisiert ermittelt, wobei ausreichender Wärmeabsatz pro Fläche bzw. Straßenzug und vorhandene Ankergebäude, wie kommunale Gebäude, berücksichtigt wurden. Auch wurde die Nähe zu bereits existierenden Wärmenetzen einbezogen.

**2. Lokale Restriktionen:** In einem zweiten Schritt wurden die automatisiert erzeugten

Untersuchungsgebiete im Rahmen von Expertenworkshops näher betrachtet. Dabei flossen sowohl örtliche Fachkenntnisse als auch die Ergebnisse der Potenzialanalyse sowie die Ergebnisse aus einem 2024 erstellten Quartierskonzept ein. Es wurde analysiert, in welchen Gebieten neben einer hohen Wärmedichte auch die Nutzung der Potenziale zur Erzeugung erneuerbarer Wärme günstig erscheinen.

**3. Umsetzungseignung:** Im letzten Schritt unterzogen lokale Akteure zusammen mit der Stadtverwaltung die Gebiete einer weiteren Analyse und ordnete sie in Prioritätsklassen ein, wobei die Realisierung der Wärmenetze bis zum Zieljahr 2045 in den Gebieten umso realistischer eingeschätzt wird, je höher die Priorität gesetzt wurde.

Im Projektgebiet wurden die in Abbildung 43 eingezeichneten Gebiete als Eignungsgebiete identifiziert. Darüber hinaus gilt für den Gebäudebestand in direkter Umgebung der bestehenden Wärmenetze, dass ein Anschluss an das Bestandsnetz perspektivisch im Bereich des Möglichen liegt.

Da die Identifikation der Gebiete 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 im Umkehrschluss als Einzelversorgungsgebiete ausgewiesen. Hier werden also perspektivisch je Gebäude individuelle Heizsysteme zum Einsatz kommen. Es besteht jedoch auch in solchen Gebieten die Möglichkeit, lokale Arealnetze aufzubauen, in denen sich mehrere Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer zusammenschließen, um mit einer zentralen Wärmeerzeugungsanlage mehrere Einzelgebäude oder Straßenzüge zu versorgen.

### **Abschätzung der zu erwartenden Wärmevollkosten für die zentrale Wärmeversorgung:**

Wärmevollkosten sind die Gesamtkosten, die für die Bereitstellung von Wärme anfallen. Sie beinhalten sämtliche Kosten, die bei der Wärmeerzeugung, -verteilung und -nutzung entstehen.

Für die im Wärmeplan definierten Wärmenetz-Untersuchungsgebiete kann die Berechnung von Wärmevollkosten in nachgelagerten Machbarkeitsstudien eine erste Orientierung für potenzielle zukünftige Wärmenetzbetreiber sowie für Bürgerinnen und Bürger bieten. Es ist zu betonen, dass der Detailgrad der Wärmeplanung für eine spezifische Prognose der Wärmevollkosten nicht ausreichend ist und die resultierenden Kosten mit zu großen Unsicherheiten behaftet wären. Eine präzisere Berechnung der zu erwartenden Vollkosten muss im Rahmen von der Wärmeplanung nachgelagerten Machbarkeitsstudien in den einzelnen Wärmenetz-Prüfgebieten auf einer detaillierteren Planungsgrundlage erfolgen.

In den Wärmevollkosten, welche üblicherweise in €/kWh Wärme angegeben werden, sind folgende Kostenelemente enthalten:

- Netzinvestitionskosten (diskontiert über den Betrachtungszeitraum)
- Investitionskosten der Heizzentrale(n) (diskontiert über den Betrachtungszeitraum)
- Investitionskosten der Hausanschlussleitungen
- Investitionskosten der Übergabestationen
- Endenergiekosten
- Betriebskosten Netz und Heizzentrale(n)

**Abschätzung der zu erwartenden Wärmevollkosten für die treibhausgasneutrale dezentrale Wärmeversorgung:**

Die Ermittlung der Wärmevollkosten für eine treibhausgasneutrale dezentrale Wärmeversorgung auf Einzelgebäudeebene hängt von unterschiedlichen Faktoren ab. So ist ausschlaggebend, ob ein Heizsystem in einen Neubau eingebaut oder in ein bestehendes Gebäude nachgerüstet wird. Auch die Energieeffizienzklasse und Nutzfläche des Hauses wirkt sich stark auf die Effizienz und Dimensionierung des Heizsystems und damit auf die zu erwartenden Wärmevollkosten aus.

Die Ausweisung eines Durchschnittswerts für die zu erwartenden Wärmevollkosten für die dezentrale

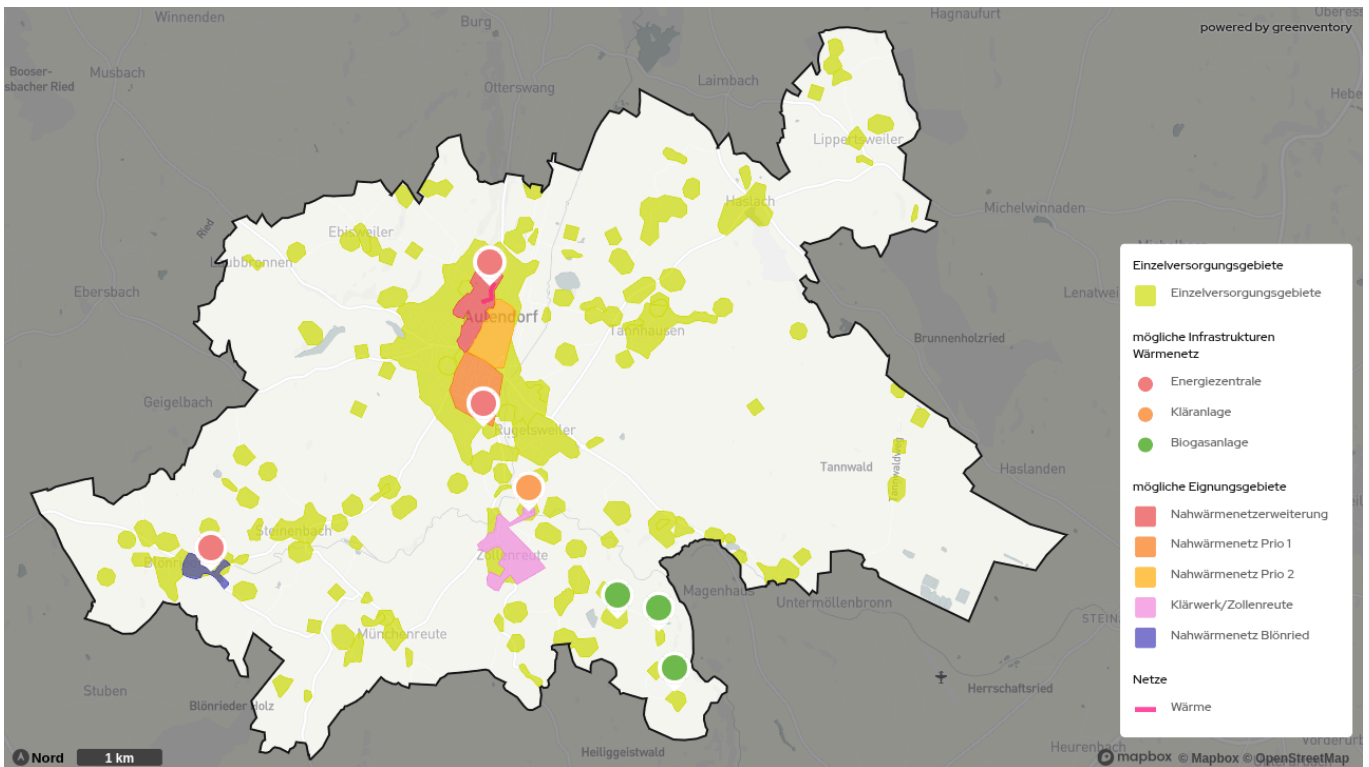
Versorgung für Versorgungsgebiete ist daher mit großen Unsicherheiten verbunden. Bürgerinnen und Bürgern stehen jedoch verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung, eine Abschätzung der gebäudespezifischen zu erwartenden Wärmevollkosten zu erhalten. Darunter befinden sich auch kostenlose, öffentlich verfügbare Tools. Beispielsweise bieten der [Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. \(BDEW\)](#) (Online-Heizkostenvergleich des BDEW) sowie die Plattform [co2online.de](#) kostenlose Online-Tools auf den jeweiligen Webseiten an, auf Grundlage derer gebäudespezifische Vollkosten ermittelt werden können. Darüber hinaus hat der BDEW in einer Studie konkrete Beispielrechnungen für einen technologiebasierten Heizkostenvergleich im Neu- und Altbau durchgeführt (BDEW, 2021a und b).

### 5.3 Wärmenetz-Eignungsgebiete in Aulendorf

In den folgenden Abschnitten werden die identifizierten Eignungsgebiete in kurzen Steckbriefen vorgestellt.

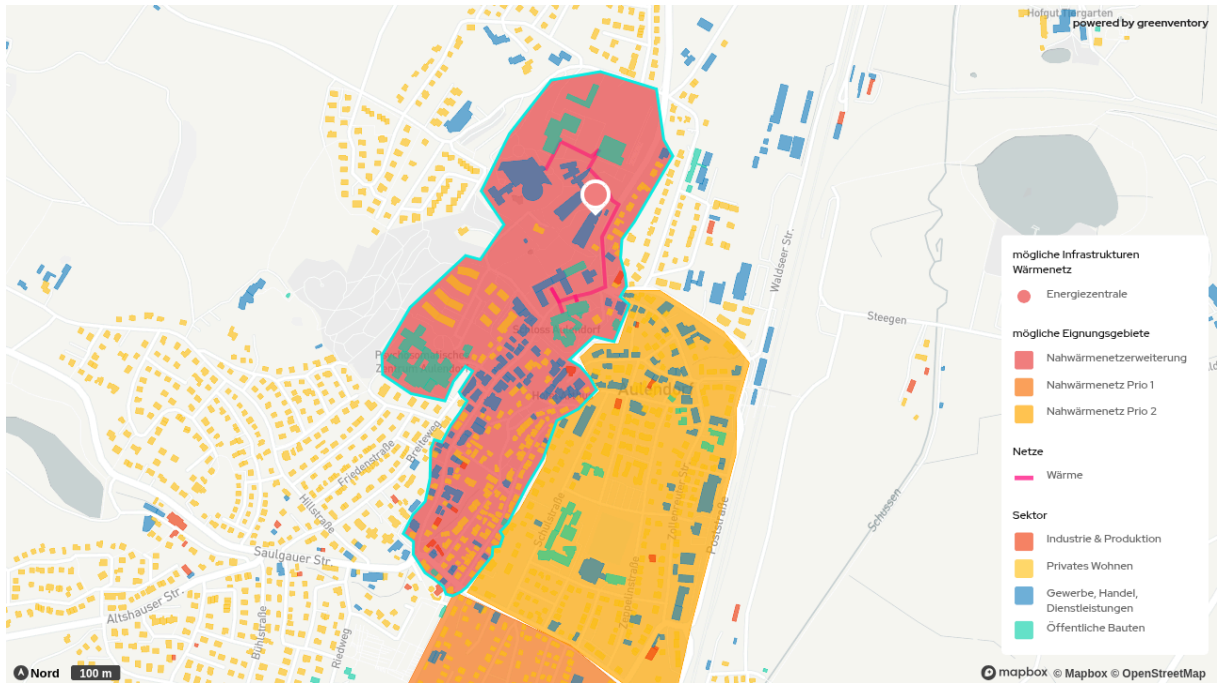
**Tabelle 3: Übersicht der Wärmenetz-Eignungsgebiete in Aulendorf**

Gebiet	Kategorie	Anzahl Gebäude	Wärmebedarf [GWh/a]	Wärmedichte [kWh/(m*a)]
Nahwärmenetzerweiterung	1	268	20,6	5.620
Eignungsgebiet Prio 1	1	371	9,4	1.610
Eignungsgebiet Prio 2	2	281	11,5	2.450
Klärwerk/Zollenreute	3	246	6,2	1.590
Nahwärmenetz Blönried	1	56	1,6	1.980



**Abbildung 43: Übersicht der Versorgungsgebiete in Aulendorf**

5.3.1 Nahwärmenetzerweiterung



<b>Anzahl Gebäude gesamt</b>	<b>268</b> (14 bestehende Wärmenetzanschlüsse)
<b>Aktueller Wärmebedarf</b>	<b>ca. 20,6 GWh/a</b>
<b>modellierter Wärmebedarf 2045</b>	<b>ca. 14,2 GWh/a</b>
<b>aktuelle Wärmelinienichte</b>	<b>ca. 5.620 kWh/(m*a)</b>

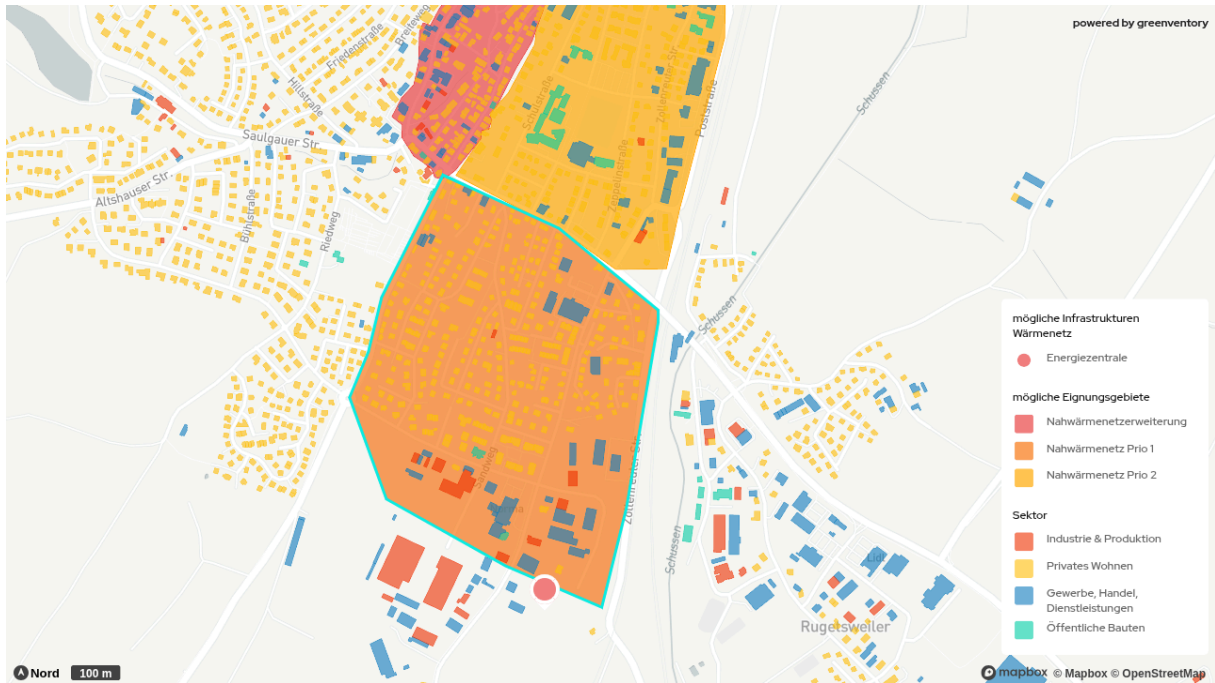
**Ausgangssituation:** Das Wärmenetz-Eignungsgebiet umfasst die dicht bebaute Kernstadt Aulendorfs mit überwiegend altem Gebäudebestand, größtenteils errichtet vor 1919. Es handelt sich um ein Mischgebiet aus Wohnnutzung, Gewerbe, Bildungs- und Kultureinrichtungen. Ein bestehendes, erdgasbasiertes Nahwärmenetz der HDS Energie GmbH versorgt unter anderem Klinik, Therme, Schulen mit Sporthalle sowie das Schloss. Die hohe Wärmelinienichte von rund 5.600 kWh/m spricht für eine effiziente Netznutzung. Zentrale Herausforderung ist die parallele Dekarbonisierung des Bestandsnetzes bei gleichzeitiger Erweiterung.

- Nutzbare Potenziale:**
- Biogasanlagen
  - Thermalwasser
  - Holzhackschnitzel (Spitzenlast)

**Verknüpfte Maßnahmen:** [8.1 Maßnahme 1](#)

**Wahrscheinlichkeit für Versorgungsart im Zieljahr** sehr wahrscheinlich ▾

5.3.2 Eignungsgebiet Prio 1



<b>Anzahl Gebäude gesamt</b>	<b>371</b>
<b>Aktueller Wärmebedarf</b>	<b>ca. 9,4 GWh/a</b>
<b>modellierter Wärmebedarf 2045</b>	<b>ca. 6,3 GWh/a</b>
<b>aktuelle Wärmeliniedichte</b>	<b>ca. 1.610 kWh/(m*a)</b>

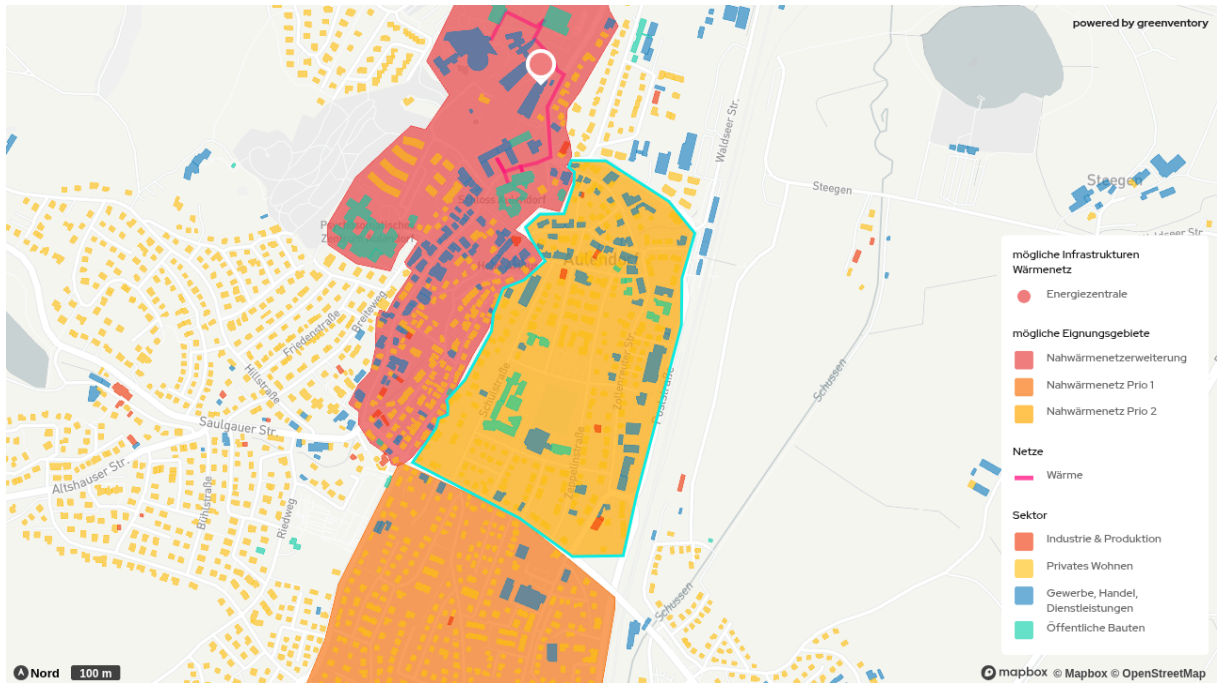
**Ausgangssituation:** Das Wärmenetz-Eignungsgebiet in der Südstadt ist überwiegend durch Wohnbebauung geprägt, ergänzt durch vereinzelte Gewerbe- und Bildungseinrichtungen. Im nördlichen Teil überwiegt älterer Gebäudebestand, während im Süden jüngere Gebäude vorzufinden sind. Die mittlere Wärmeliniedichte liegt bei rund 1.600 kWh/m. Die Wärmeversorgung erfolgt derzeit überwiegend fossil über das Erdgasnetz sowie vereinzelt über Ölheizungen. Aufgrund der räumlichen Nähe zu einer möglichen Energiezentrale im Süden des Areals zur Erschließung der Wärmenetz-Gebiete über Abwärme aus Biogas-Anlagen besitzt das Gebiet eine hohe Priorität.

- Nutzbare Potenziale:**
- Biogasanlagen
  - Thermalwasser
  - Holzhackschnitzel (Spitzenlast)

**Verknüpfte Maßnahmen:** [8.1 Maßnahme 1](#)

**Wahrscheinlichkeit für Versorgungsart im Zieljahr** sehr wahrscheinlich ▾

5.3.3 Eignungsgebiet Prio 2



<b>Anzahl Gebäude gesamt</b>	<b>281</b>
<b>Aktueller Wärmebedarf</b>	<b>ca. 11,5 GWh/a</b>
<b>modellierter Wärmebedarf 2045</b>	<b>ca. 6,9 GWh/a</b>
<b>aktuelle Wärmelinien-dichte</b>	<b>ca. 2.450 kWh/(m*a)</b>

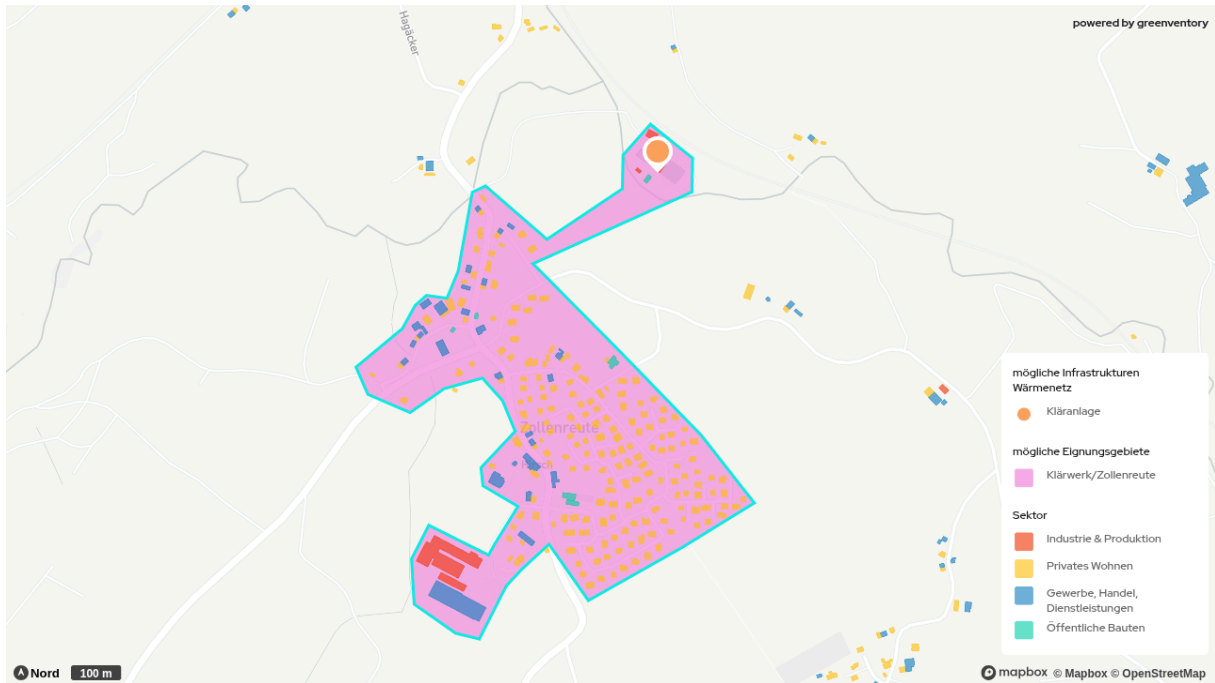
**Ausgangssituation:** Das Wärmenetz-Eignungsgebiet in der Oststadt ist durch Wohnbebauung geprägt, ergänzt durch vereinzelte Gewerbe- und Bildungseinrichtungen sowie die Stadthalle. Mit einer hohen Wärmelinien-dichte sind gute Voraussetzungen für eine netzgebundene Versorgung gegeben. Die aktuelle Wärmeversorgung erfolgt überwiegend fossil. Im Rahmen des Netzausbaus besteht die Option, dieses Gebiet ebenfalls über die mögliche Energiezentrale im Süden des Stadtgebiets einzubinden. Aufgrund der größeren Entfernung zur Zentrale wird dieses Gebiet mit mittlerer Priorität bewertet und könnte in einer zweiten Ausbaustufe an die Wärmenetzgebiete angeschlossen werden.

- Nutzbare Potenziale:**
- Biogasanlagen
  - Thermalwasser
  - Holzhackschnitzel (Spitzenlast)

**Verknüpfte Maßnahmen:** [8.1 Maßnahme 1](#)

**Wahrscheinlichkeit für Versorgungsart im Zieljahr** wahrscheinlich ▾

5.3.4 Eignungsgebiet Klärwerk/Zollenreute



<b>Anzahl Gebäude gesamt</b>	<b>246</b>
<b>Aktueller Wärmebedarf</b>	<b>ca. 6,2 GWh/a</b>
<b>modellierter Wärmebedarf 2045</b>	<b>ca. 4,1 GWh/a</b>
<b>aktuelle Wärmeliniendichte</b>	<b>ca. 1.590 kWh/(m*a)</b>

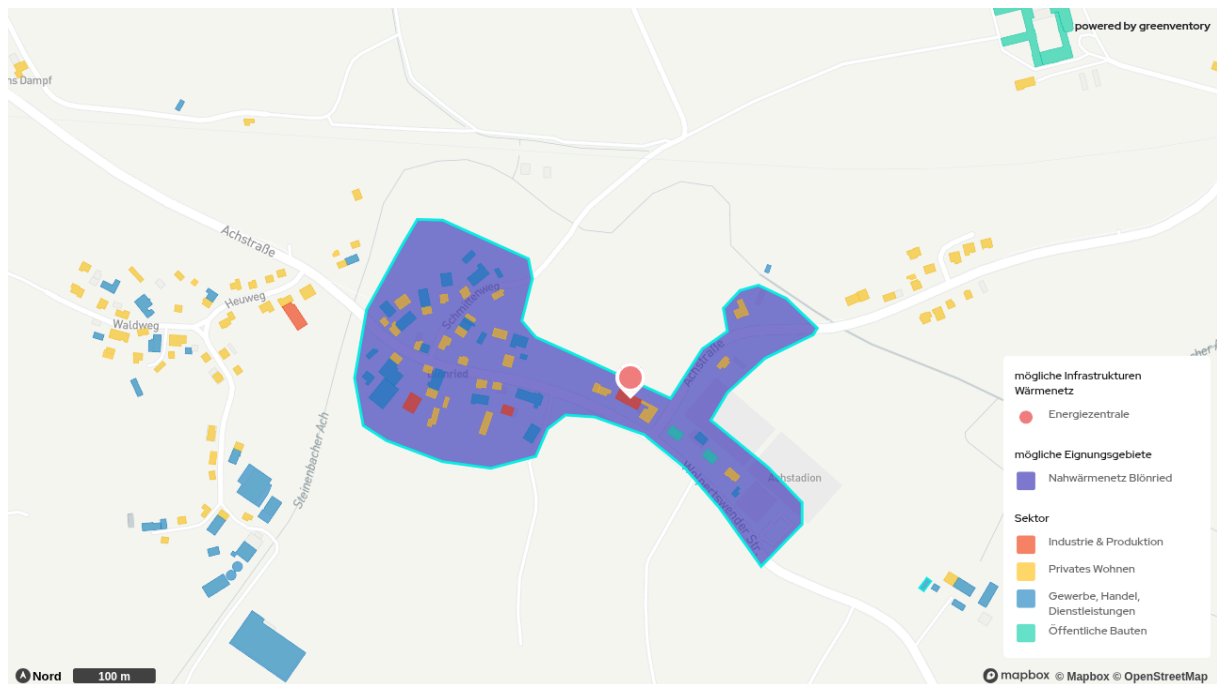
**Ausgangssituation:** Das Wärmenetz-Eignungsgebiet umfasst die Ortschaft Zollenreute im Umfeld des Klärwerks Aulendorf. Die Bebauung ist überwiegend wohnlich geprägt, ergänzt durch vereinzelte Bildungs- und Gewerbeeinrichtungen, bei insgesamt niedriger Wärmeliniendichte. Die aktuelle Wärmeversorgung erfolgt überwiegend fossil über Erdgas sowie vereinzelt Ölheizungen. Laut Energiekonzept der Kläranlage besteht ein erhebliches Potenzial zur Nutzung von Abwasserwärme am Klärwerksauslauf von etwa 7 bis 10 GWh/a zur Einspeisung in ein Wärmenetz. Herausforderungen ergeben sich durch infrastrukturelle Hindernisse wie die Schussen und Bahngleise sowie den Bedarf an Speichertechnologien und Spitzenlast- bzw. Redundanzsystemen.

- Nutzbare Potenziale:**
- Klärwerksabwärme
  - Holzhackschnitzel (Spitzenlast)

**Verknüpfte Maßnahmen:** [8.2 Maßnahme 2](#)

**Wahrscheinlichkeit für Versorgungsart im Zieljahr** möglich, abhängig von weiteren Untersuchungen ▾

### 5.3.5 Nahwärmenetz Blönried



<b>Anzahl Gebäude gesamt</b>	<b>56</b>
<b>Aktueller Wärmebedarf</b>	<b>ca. 1,6 GWh/a</b>
<b>modellierter Wärmebedarf 2045</b>	<b>ca. 0,8 GWh/a</b>
<b>aktuelle Wärmeliniendichte</b>	<b>ca. 1.980 kWh/(m*a)</b>

**Ausgangssituation:**

Das Wärmenetz-Eignungsgebiet umfasst den östlichen Teil der Ortschaft Blönried. Das Gebiet besteht neben überwiegend Wohngebäuden mit Nebengebäuden auch einen Kindergarten. Ein lokaler Akteur plant bereits die Umsetzung eines Nahwärmenetzes auf Basis von Holzhackschnitzeln. Die geplante Heizzentrale liegt in der Achstraße, von der aus die umliegenden Gebäude versorgt werden könnten. Im aktuellen Planungsstadium stellt die Steinenbacher Ach die westliche Begrenzung des Gebietes dar. Aktuell laufen bereits Informationskampagnen und Abfragen für das Anschlussinteresse im Ort. Aufgrund der bereits fortgeschrittenen Planung, findet sich dieses Gebiet dementsprechend nicht im weiteren Maßnahmenkatalog wieder.

**Nutzbare Potenziale:**

→ Holzhackschnitzel

**Wahrscheinlichkeit für Versorgungsart im Zieljahr**

sehr wahrscheinlich ▾

## 6 Fokusgebiete

Der technische Annex der Kommunalrichtlinie, nach welcher die kommunale Wärmeplanung der Stadt Aulendorf gefördert wurde, sieht die Ausweisung von zwei bis drei Fokusgebieten vor, in denen eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung kurz- bis mittelfristig prioritär vorangetrieben werden soll. Fokusgebiete stellen damit jene Versorgungs- und Untersuchungsräume dar, die nach Abschluss der Wärmeplanung vertieft betrachtet und im Rahmen nachgelagerter Planungen konkretisiert werden sollen.

Für die Stadt Aulendorf wurden zwei Fokusgebiete definiert:

1. **Fokusgebiet Kernstadt Aulendorf**
2. **Fokusgebiet Ortsteil Zollenreute / Klärwerksumfeld**

Für beide Fokusgebiete ist vorgesehen, im Anschluss an die kommunale Wärmeplanung jeweils eine Machbarkeitsstudie nach den Vorgaben der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) durchzuführen. Ziel dieser Studien ist die vertiefte technische, wirtschaftliche und organisatorische Ausarbeitung möglicher Wärmenetzlösungen bis hin zur Umsetzungsreife.

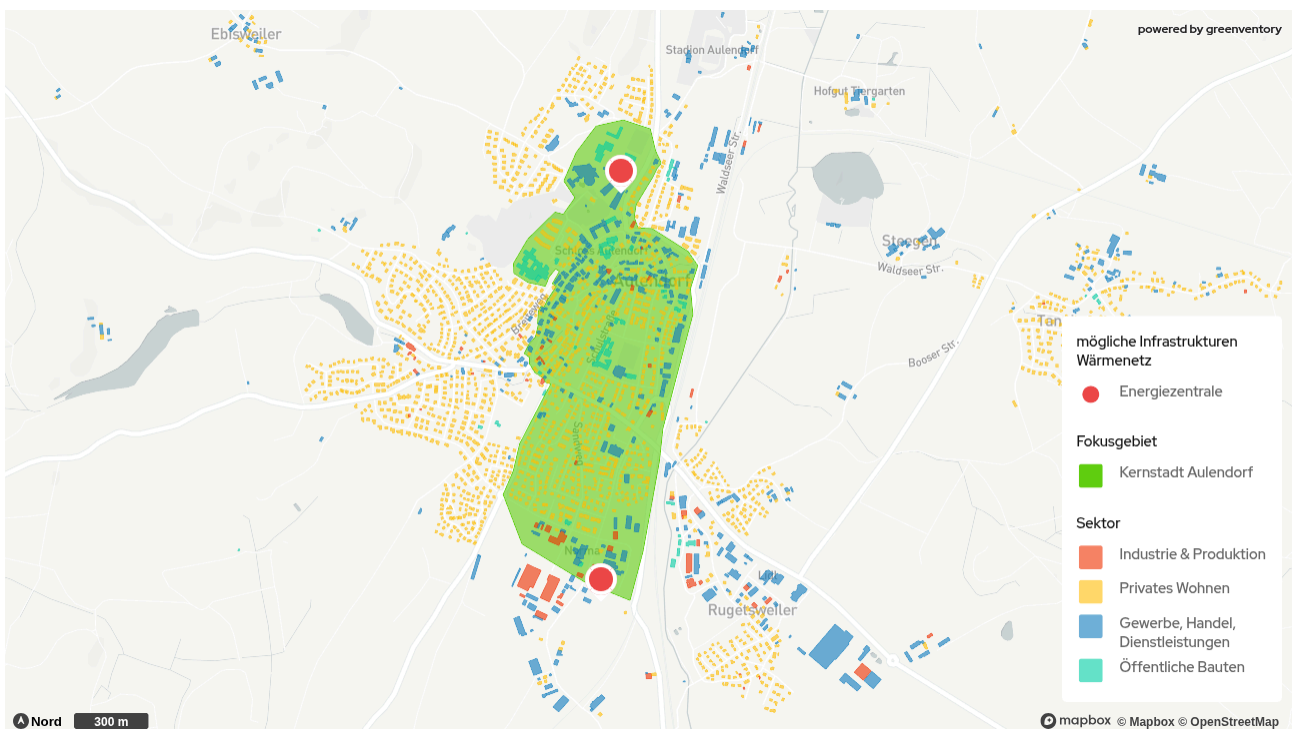


Abbildung 44: Fokusgebiet Kernstadt Aulendorf

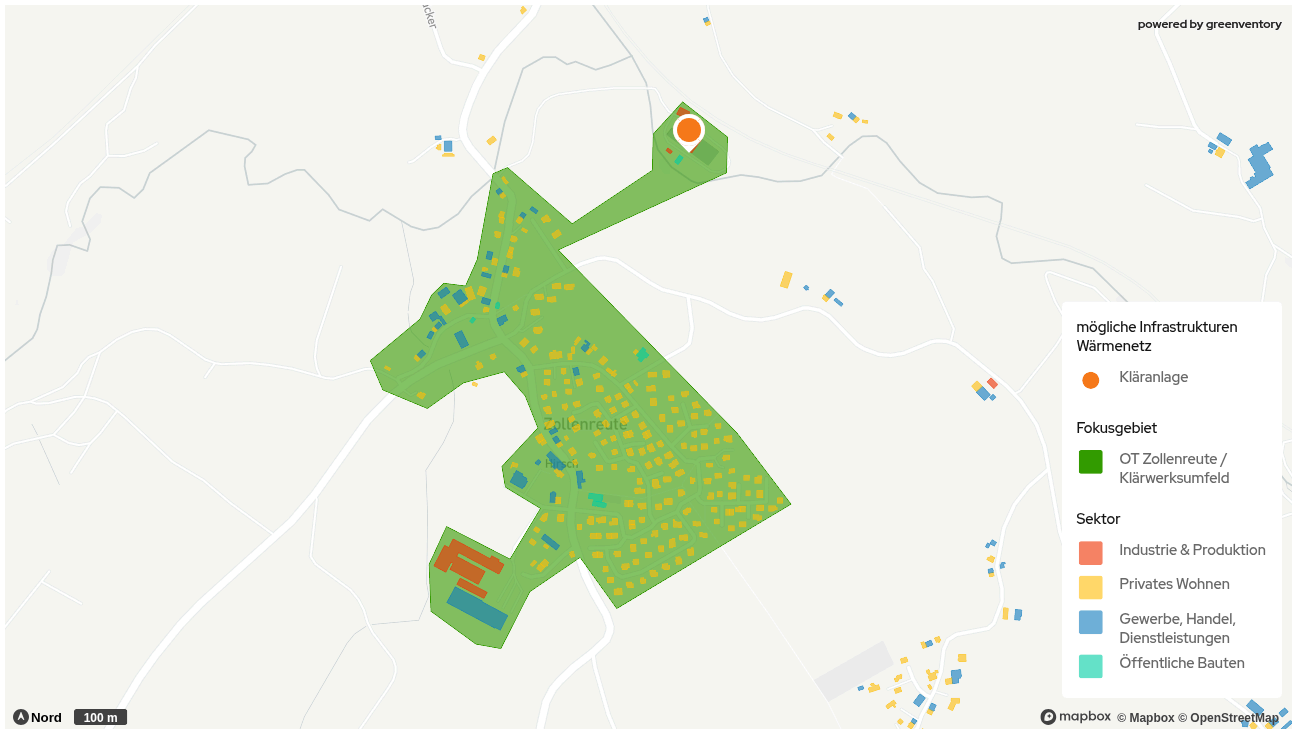


Abbildung 45: Fokusgebiet Zollenreute

## 6.1 Fokusgebiet Kernstadt Aulendorf

### 6.1.1 Charakterisierung des Fokusgebiets

Das Fokusgebiet Kernstadt umfasst die dicht bebaute Innenstadt Aulendorfs sowie angrenzende Wohnquartiere der Süd- und Oststadt. Es vereint die im Rahmen der Wärmeplanung identifizierten Wärmenetz-Eignungsgebiete "Nahwärmenetz-Erweiterung", "Eignungsgebiet Prio 1" und "Eignungsgebiet Prio 2" zu einem zusammenhängenden Entwicklungsraum für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung.

Das Gebiet ist geprägt durch eine heterogene Nutzungsstruktur mit einem hohen Anteil an Wohngebäuden, ergänzt durch Gewerbe-, Bildungs-, Kultur- und Verwaltungsnutzungen. Insbesondere in der Innenstadt dominiert ein überwiegend historischer Gebäudebestand, vielfach errichtet vor 1919, mit entsprechend hohem energetischem Sanierungsbedarf. In den südlichen und östlichen Teilbereichen finden sich zusätzlich Gebäude aus der Nachkriegszeit sowie jüngere Wohnbebauung.

Die bestehende Wärmeversorgung erfolgt derzeit überwiegend fossil, hauptsächlich über das Erdgasnetz sowie vereinzelt über Ölheizungen. Gleichzeitig besteht in der Kernstadt bereits ein erdgasbasiertes Nahwärmenetz der HDS Energie GmbH, das zentrale Ankergebäude wie Klinik, Therme, Schulen, Sporthalle und das Schloss versorgt. Diese vorhandene Infrastruktur bildet einen wichtigen Ausgangspunkt für die schrittweise Transformation und Erweiterung hin zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung.

Mit einer sehr hohen Wärmeliniendichte von bis zu rund 5.600 kWh/(m·a) im Innenstadtbereich sowie weiterhin günstigen Dichten in den angrenzenden Quartieren bestehen sehr gute Voraussetzungen für einen wirtschaftlichen Wärmenetzausbau. Aufgrund der räumlichen Nähe der Teilgebiete zueinander und zur bestehenden Wärmenetzstruktur wird das Fokusgebiet

Kernstadt als zentraler Handlungsraum für die Wärmewende in Aulendorf bewertet.

### 6.1.2 Potenziale und Entwicklungsoptionen

Für das Fokusgebiet Kernstadt stehen mehrere erneuerbare und treibhausgasarme Wärmequellen zur Verfügung, die perspektivisch in ein Wärmenetz eingebunden werden können. Hierzu zählen insbesondere:

- Abwärme aus Biogasanlagen im Stadtgebiet und Umfeld,
- Thermalwasserpotenziale,
- Holzhackschnitzel zur Abdeckung von Spitzenlasten und zur Absicherung der Versorgung.

Die räumliche Nähe dieser Potenziale zu den identifizierten Eignungsgebieten sowie die Möglichkeit, diese über eine oder mehrere zentrale Energiezentralen zu erschließen, stellen eine gute Grundlage für eine skalierbare Netzentwicklung dar. Die Kombination mehrerer Wärmequellen erhöht dabei sowohl die Versorgungssicherheit als auch die Flexibilität des Gesamtsystems.

Parallel zum Netzausbau sind energetische Sanierungen der Gebäude ein zentraler Hebel zur Reduzierung des Wärmebedarfs. Dennoch ist insbesondere im innerstädtischen Bereich – etwa aufgrund von Denkmalschutz, begrenzten Flächen und dichter Bebauung – der Einsatz rein dezentraler Wärmeerzeugungssysteme nur eingeschränkt möglich. Vor diesem Hintergrund bietet ein Wärmenetz die Möglichkeit, auch schwer sanierbare Gebäude zuverlässig und klimafreundlich zu versorgen.

### 6.1.3 Rolle der BEW-Machbarkeitsstudie

Für das Fokusgebiet Kernstadt soll im Anschluss an die kommunale Wärmeplanung eine BEW-Machbarkeitsstudie durchgeführt werden. Diese dient der detaillierten Untersuchung und Ausarbeitung eines Transformations- und Ausbaupfads für das bestehende Nahwärmenetz sowie für die neu zu erschließenden Quartiere.

Gegenstand der Machbarkeitsstudie sind unter anderem:

- die technische Auslegung des Wärmenetzes (Netzstruktur, Temperaturniveaus, Ausbaustufen),
- die Auswahl und Dimensionierung geeigneter erneuerbarer Wärmequellen,
- die Bewertung von Varianten zur Dekarbonisierung des Bestandsnetzes,
- die Abschätzung der Wärmeevollkosten,
- die Analyse von Wirtschaftlichkeit, Förderfähigkeit und Betreibermodellen,
- sowie die Entwicklung eines realistischen Umsetzungsfahrplans bis 2045.

Die Machbarkeitsstudie bildet damit die zentrale Entscheidungsgrundlage für Politik, Verwaltung und potenzielle Wärmenetzbetreiber und stellt den Übergang von der strategischen Wärmeplanung zur konkreten Projektentwicklung dar.

## 6.2 Fokusgebiet Ortsteil Zollenreute / Klärwerksumfeld

### 6.2.1 Charakterisierung des Fokusgebiets

Das zweite Fokusgebiet umfasst den Ortsteil Zollenreute sowie das Umfeld des Klärwerks Aulendorf. Die Bebauung ist überwiegend wohnlich geprägt und weist im Vergleich zur Kernstadt eine geringere Bebauungsdichte und Wärmelinien-dichte auf. Ergänzt wird die Wohnnutzung durch vereinzelte Bildungs- und Gewerbeeinrichtungen.

Die Wärmeversorgung erfolgt derzeit größtenteils fossil über Erdgasheizungen sowie in Einzelfällen über Ölheizungen. Trotz der insgesamt niedrigeren Wärmedichte bietet das Gebiet aufgrund des besonderen lokalen Potenzials eine eigenständige Perspektive für den Aufbau eines Wärmenetzes.

### 6.2.2 Zentrales Wärmequellenpotenzial

Ein wesentliches Alleinstellungsmerkmal des Fokusgebiets Zollenreute ist das erhebliche Potenzial zur Nutzung von Abwasserwärme am Klärwerksauslauf. Laut vorliegenden Untersuchungen liegt das nutzbare Potenzial bei etwa 7 bis 10 GWh pro Jahr und übersteigt damit den modellierten Wärmebedarf des Gebiets im Zieljahr 2045 deutlich.

Die Nutzung dieser Abwasserwärme in Kombination mit Großwärmepumpen bietet die Möglichkeit, ein lokal verankertes, weitgehend treibhausgasneutrales Wärmenetz aufzubauen. Zur Absicherung der Versorgung sind ergänzend Spitzenlast- und Redundanzsysteme, beispielsweise auf Basis von Holzhackschnitzeln, erforderlich.

Herausforderungen ergeben sich insbesondere durch infrastrukturelle Rahmenbedingungen, wie die Querung von Schüssen und Bahngleisen, sowie durch den Bedarf an Wärmespeichern und einer hydraulischen Einbindung der Wärmequelle.

### 6.2.3 Rolle der BEW-Machbarkeitsstudie

Auch für das Fokusgebiet Zollenreute ist im Anschluss an die kommunale Wärmeplanung die Durchführung einer BEW-Machbarkeitsstudie vorgesehen. Ziel ist die vertiefte Prüfung, ob und unter welchen Voraussetzungen ein Wärmenetz technisch und wirtschaftlich realisierbar ist.

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie sollen insbesondere untersucht werden:

- die technische Erschließung der Abwasserwärme (Wärmeentzug, Wärmepumpentechnik),
- die optimale Netzstruktur und Dimensionierung,
- die erforderlichen Speicher-, Spitzenlast- und Redundanzkonzepte,
- die Investitions- und Betriebskosten sowie die zu erwartenden Wärmevollkosten,
- die Förderfähigkeit nach BEW,
- sowie mögliche Betreiber- und Organisationsmodelle.

Die Ergebnisse der Machbarkeitsstudie sind maßgeblich dafür, ob das Fokusgebiet Zollenreute langfristig als eigenständiges Wärmenetzgebiet entwickelt oder alternative Versorgungsstrategien weiterverfolgt werden.

## 6.3 Einordnung und weiteres Vorgehen

Die ausgewählten Fokusgebiete stellen die zentralen Entwicklungsräume für die treibhausgasneutrale Wärmeversorgung in Aulendorf dar. Die kommunale Wärmeplanung liefert hierfür eine strategische Orientierung, ersetzt jedoch keine detaillierte Projektplanung. Erst durch die nachgelagerten BEW-Machbarkeitsstudien können belastbare Aussagen zu Wirtschaftlichkeit, Umsetzbarkeit und zeitlicher Realisierung getroffen werden.

Mit der prioritären Bearbeitung der Fokusgebiete schafft die Stadt Aulendorf die Grundlage für eine schrittweise, koordinierte und förderfähige Transformation der Wärmeversorgung.

# 7 Zielszenario

Das Zielszenario zeigt die mögliche treibhausgasneutrale Wärmeversorgung der Stadt Aulendorf im Zieljahr 2045, basierend auf den Eignungsgebieten und nutzbaren Potenzialen. Dieses Kapitel beschreibt die Methodik sowie die Ergebnisse einer Simulation des ausgearbeiteten Zielszenarios.



**Abbildung 46: Simulation des Zielszenarios für 2045**

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 kann die Wärme für diese Netze treibhausgasneutral erzeugt werden?
- 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. Modellierung des zukünftigen Wärmebedarfs
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 lediglich als Ausgangspunkt für die strategische Infrastrukturentwicklung dient. Aus der Wärmeplanung entstehen keinerlei verbindliche

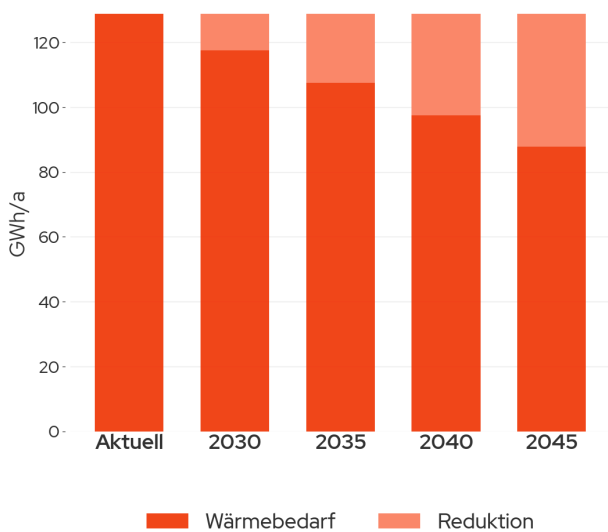
Festlegungen bezüglich der eingesetzten Heizenergieträger oder Wärmeerzeuger (Kapitel 2). Die Umsetzung der im Rahmen dieses Szenarios dargestellten Strategie ist abhängig von zahlreichen Faktoren, wie der technischen Machbarkeit der Einzelprojekte sowie den lokalen politischen Rahmenbedingungen und der Bereitschaft der Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer zur Sanierung und einem Heizungstausch sowie dem Erfolg bei der Kundengewinnung für Wärmenetze.

## 7.1 Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs

Die 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 Gebäudetypologie nach TABULA (IWU, 2012). Für Nichtwohngebäude wird eine Reduktion des Wärmebedarfs anhand von Reduktionsfaktoren berechnet. Es werden folgende Einsparungen des Wärmebedarfs bis 2050 angenommen und entsprechend auf 2045 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 47 zeigt den Effekt der Sanierung auf den zukünftigen Wärmebedarf. Für die Zwischenjahre 2030, 2035 und 2040 ergibt sich ein Wärmebedarf von 117 GWh/a, 108 GWh/a und 98 GWh/a, was einer Minderung um 9 % über 17 % auf 24 % entspricht. Für das Zieljahr 2045 reduziert sich der Wärmebedarf durch fortschreitende Sanierungen weiter, sodass der jährliche Wärmebedarf noch 88 GWh/a beträgt. Insgesamt entspricht dies einer Minderung um 32 % gegenüber dem Basisjahr. Durch eine Priorisierung der Gebäude mit dem höchsten Sanierungspotenzial bis 2035 lassen sich folglich auf effiziente Weise bereits signifikante Anteile des gesamten Reduktionspotenzials erschließen.



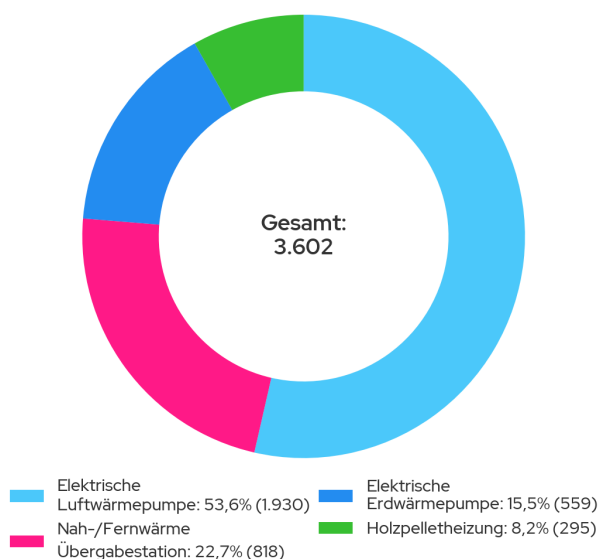
**Abbildung 47: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion im Ziel- und Zwischenjahr**

## 7.2 Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgungsinfrastruktur

Nach der Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs und der Bestimmung der Eignungsgebiete für Wärmenetze erfolgt die Ermittlung der zukünftigen Versorgungsinfrastruktur. Im Rahmen der Simulation wird dabei für jedes Gebäude eine Wärmeerzeugungstechnologie modelliert, basierend auf den lokal verfügbaren Potenzialen. In den identifizierten Wärmenetzeignungsgebieten wird mit einer Anschlussquote von 70 % gerechnet. Die Anschlussquote gibt den Anteil der Gebäude innerhalb eines Wärmenetzgebiets an, die über eine Hausübergabestation an ein Wärmenetz angeschlossen sind. 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 vorhanden sind, wird eine Luftwärmepumpe oder eine Erdwärmepumpe zugeordnet. Andernfalls wird ein Biomassekessel angenommen, der um eine Solarthermie-Anlage mit einem Deckungsanteil von 20 % des Wärmebedarfs ergänzt wird. Der Einsatz von Wasserstoff wurde aufgrund fehlender belastbarer Prognosen sowie Verfügbarkeit im Szenario nicht betrachtet, kann aber bei einer Fortschreibung der Wärmeplanung Berücksichtigung finden.

Die resultierende Verteilung der Heizsysteme im Zielszenario ist in Abbildung 48 dargestellt. Im Zieljahr werden 22,7 % der Gebäude über Wärmenetze versorgt. 53,6 % des Gebäudebestands könnten zukünftig mit Luftwärmepumpen beheizt werden (1.930 Gebäude). Erdwärmepumpen sind in diesem Szenario in 15,5 % der Gebäude verbaut (559 Gebäude). Um diesen Ausbaugrad an Wärmepumpen zu erreichen, müssten bis 2045 jährlich ca. 100 Wärmepumpen installiert werden. Einzelheizungen mit Biomasse könnten nach diesen Berechnungen zukünftig in 8,2 % bzw. ca. 295 Gebäuden zum Einsatz kommen.

Abbildung 49 stellt das modellierte zukünftige Versorgungsszenario in Aulendorf dar. Darin sind die Eignungsgebiete für Wärmenetze sowie die Einzelversorgungsgebiete, die überwiegend strombasiert mit Wärme versorgt werden, dargestellt.



**Abbildung 48: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2045**

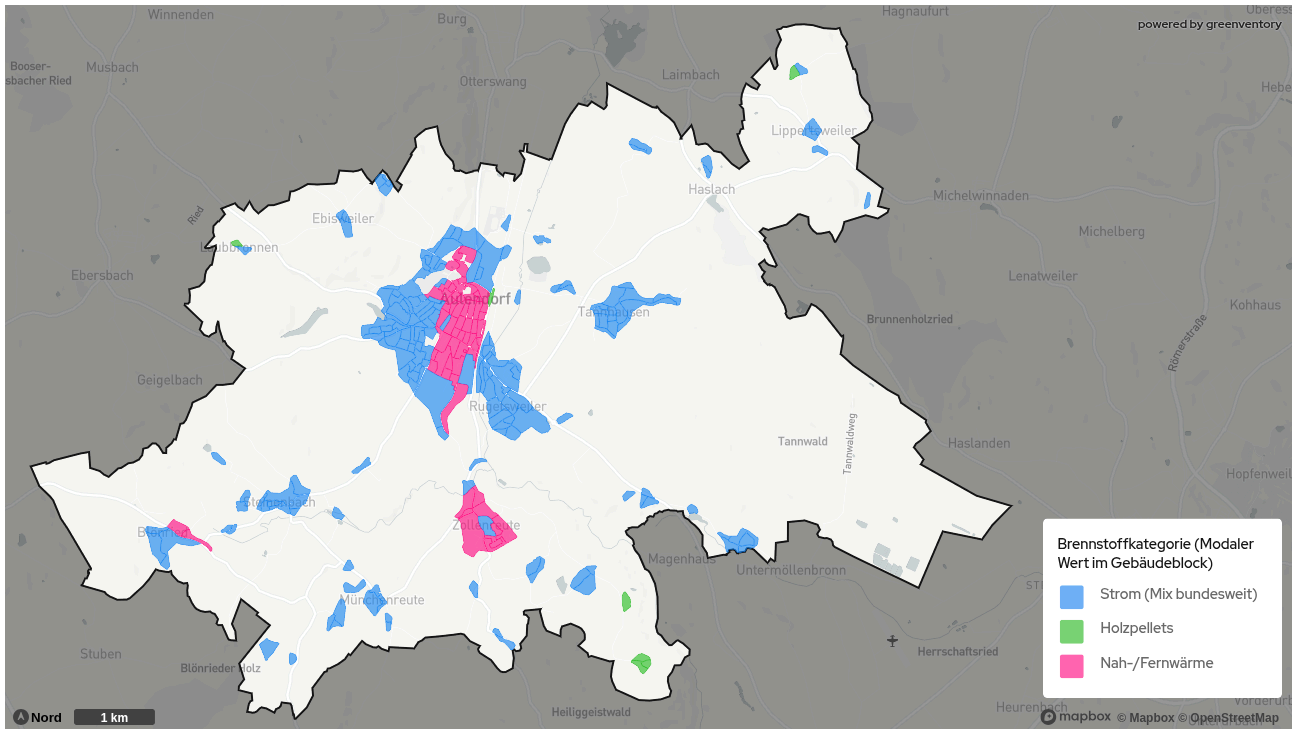


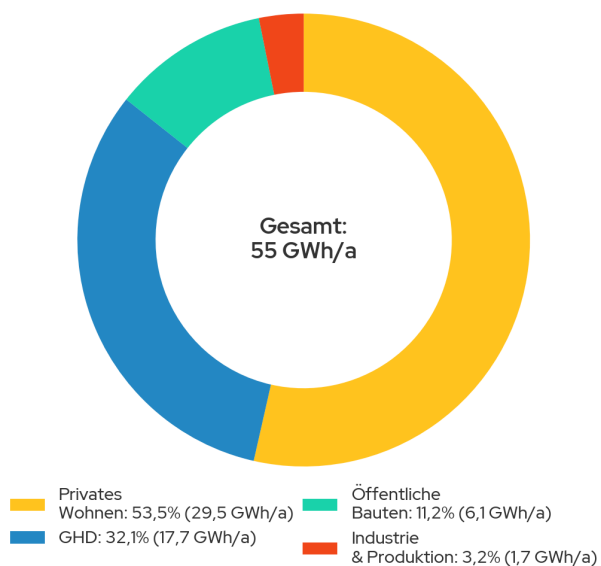
Abbildung 49: Mögliches Versorgungsszenario im Zieljahr 2045

### 7.3 Entwicklung des Endenergiebedarfs

Basierend auf den im Modell zugewiesenen Wärmeerzeugungstechnologien aller Gebäude im Projektgebiet wird der Endenergiebedarf nach Energieträgern für das Zieljahr 2045 berechnet. Die Zusammensetzung der Energieträger gibt Auskunft darüber, welche Energieträger in Zukunft zur Wärmeversorgung in Wärmenetzen und in der Einzelversorgung zum Einsatz kommen.

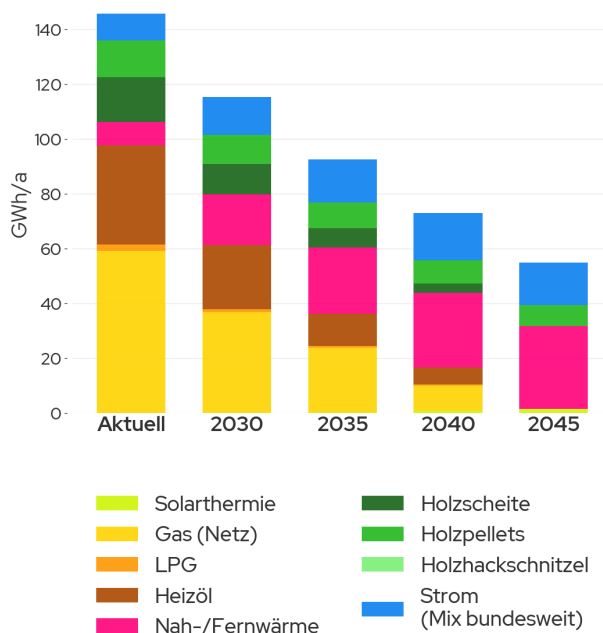
Zunächst wird jedem Gebäude im Zielszenario ein treibhausgasneutrales Heizsystem zugeordnet (siehe 7.2). Anschließend wird - basierend auf dem Wirkungsgrad der Wärmeerzeugungstechnologie sowie des Wärmebedarfs - der Endenergiebedarf des Gebäudes berechnet. Dafür wird der jeweilige Wärmebedarf im Zieljahr durch den thermischen Wirkungsgrad der Wärmeerzeugungstechnologie dividiert.

Im Zieljahr 2045 beträgt der Endenergiebedarf 55 GWh/a, wobei hiervon 54 % (30 GWh/a) auf den Wohnsektor entfallen, 32 % (18 GWh/a) auf den Gewerbesektor, 11 % (6 GWh/a) auf den öffentlichen Sektor und 3 % (2 GWh/a) auf den Industriesektor (siehe Abbildung 50).



**Abbildung 50: Endenergiebedarf nach Sektor im Zieljahr 2045**

Die Zusammensetzung des Endenergiebedarfs nach Energieträgern im zeitlichen Verlauf wird in Abbildung 55 dargestellt. Darin wird eine Verschiebung von fossilen hin zu regenerativen Energieträgern deutlich. Zudem sinkt der gesamte Endenergiebedarf durch die Annahme fortschreitender Sanierungen (siehe 7.1).



**Abbildung 51: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger im zeitlichen Verlauf**

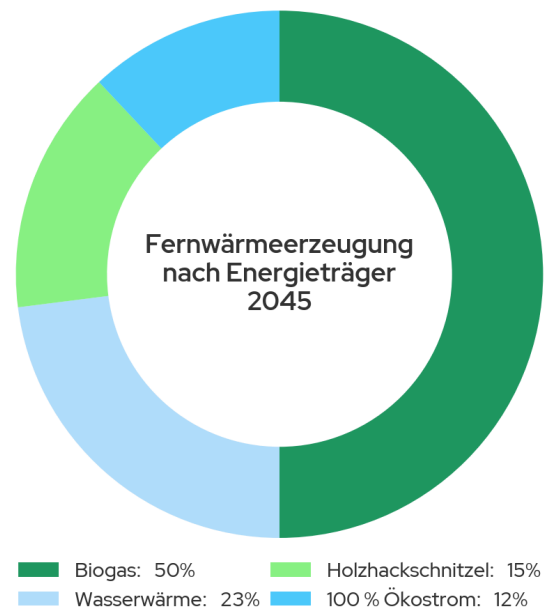
Der Anteil von Wärmenetzen am Endenergiebedarf 2045 steigt über die betrachteten Zwischenjahre deutlich von 9 GWh/a auf 30 GWh/a. Der Anteil von Strom für dezentrale Wärmepumpen fällt in 2045 trotz eines großen Anteils von Gebäuden, die mit dezentralen Luft- oder Erdwärmepumpen beheizt werden vergleichsweise gering aus. Zur Einordnung des Strombedarfs muss ergänzt werden, dass durch die Nutzbarmachung von Umweltwärme ein Vielfaches des Strombedarfs als Wärme bereitgestellt wird. Das Verhältnis von eingesetztem Strom zu erzeugter Wärme wird üblicherweise in Form einer Jahresarbeitszahl ausgedrückt. Grundsätzliche Annahmen bezüglich der Jahresarbeitszahl verschiedener Technologien sind in Kapitel 4 dargestellt, wobei die Werte im Einzelfall stark variieren können. Der Anteil von Erdgas sinkt über die Zwischenjahre ab und ist im treibhausgasneutralen Zieljahr nicht mehr vertreten.

#### 7.4 Zusammensetzung der Wärmeerzeugung in Wärmenetzen

Bei Umsetzung aller Eignungsgebiete entspricht der Anteil der Fernwärme 55 % (30 GWh/a) am zukünftigen Endenergieverbrauch. Hinsichtlich der Zusammensetzung der im Zieljahr verwendeten Energieträger für die Wärmenetz-Versorgung wurde eine Projektion durchgeführt. Diese basiert auf Kenntnissen zu aktuellen und zukünftigen Energieerzeugungstechnologien sowie der Transformationsplanung von HDS für das bestehende Wärmenetz sowie dessen geplanten Ausbau. Die Zusammensetzung der Energieträger ist in Abbildung 52 dargestellt.

Eine zentrale Rolle für die Fernwärmeversorgung spielen die Biogasanlagen im Südosten des Gemarkungsgebiets. Im modellierten Szenario werden 50 % des Bedarfs im Wärmenetz über die Abwärme aus den Biogasanlagen gedeckt. Mit dem Klärwerk nahe Zollenreute und abgebadetem Thermalwasser in der Stadt stehen zwei weitere attraktive Potenziale im Raum, die die Wärme aus Wasser unter Einsatz von strombetriebenen Wärmepumpen für das Einspeisen in die Wärmenetze nutzbar machen. Biomasse in Form von Holz hackschnitzeln kann eine ergänzende Rolle als Spitzenlastherzeuger sowohl im Netz in Aulendorf als auch in Zollenreute spielen. Hinzu kommt, dass das Nahwärmenetz in Blönried diese Form von Biomasse verwenden soll.

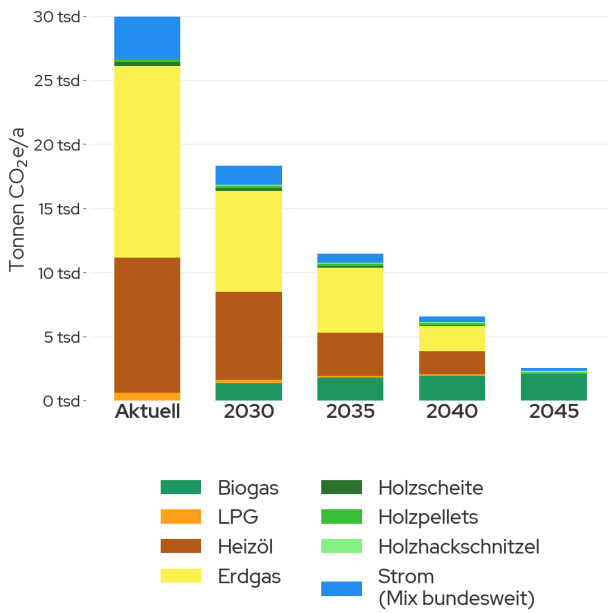
Es ist zu betonen, dass die hier dargestellten initialen Werte in nachgelagerten Machbarkeitsstudien, die für jedes Eignungsgebiet durchgeführt werden, weiter konkretisiert und validiert werden müssen.



**Abbildung 52: Fernwärmeerzeugung nach Energieträger im Zieljahr 2045**

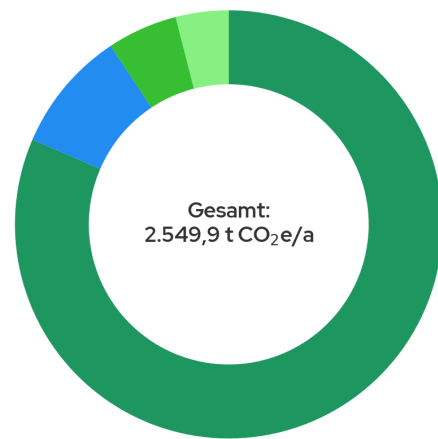
#### 7.5 Bestimmung der Treibhausgasemissionen

Die dargestellten Veränderungen in der Zusammensetzung der Energieträger bei der Einzelversorgung und in Wärmenetzen führen zu einer kontinuierlichen Reduktion der Treibhausgasemissionen (siehe Abbildung 53). Es zeigt sich, dass im angenommenen Szenario im Zieljahr 2045 verglichen mit dem Basisjahr eine Reduktion um ca. 92 % erzielt werden kann. Im Zieljahr bleibt ein CO<sub>2</sub>-Restbudget im Wärmesektor von ca. 2.550 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (t CO<sub>2</sub>e). Dieses muss über CO<sub>2</sub>-Senken kompensiert oder durch weitere technische Maßnahmen im Rahmen des kommunalen Klimaschutzes bilanziell reduziert werden, um die Treibhausgasneutralität im Zieljahr zu gewährleisten. Das Restbudget resultiert aus den Lebenszyklus-Emissionen der Erneuerbaren Energien, die entlang der Wertschöpfungskette (z. B. im Rahmen der Fertigung und Installation erneuerbarer Energietechnologien) entstehen. Eine Reduktion der Emissionen aus der Energiebereitstellung auf 0 t CO<sub>2</sub>e ist daher nach aktuellem Technologiestand auch bei ausschließlicher Einsatz erneuerbarer Energieträger bis zum Zieljahr 2045 nicht möglich.



**Abbildung 53: Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Energieträger**

Einen wesentlichen Einfluss auf die zukünftigen Treibhausgasemissionen hat neben der eingesetzten Technologie auch die zukünftige Entwicklung der Emissionsfaktoren. Für das vorliegende Szenario wurden die in der Tabelle 1 (siehe 3.11) aufgeführten Emissionsfaktoren angenommen. Gerade im Stromsektor ist durch die zunehmende Einbindung erneuerbarer Energien von einer erheblichen Reduktion der CO<sub>2</sub>-Intensität auszugehen, die sich positiv auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen von Wärmepumpenheizungen auswirkt.



**Abbildung 54: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Jahr 2045**

Wie in Abbildung 54 zu sehen ist, wird im Jahr 2045 Biogas den Großteil der verbleibenden Emissionen ausmachen. Die Emissionen sind dabei größtenteils auf die eingesetzten Rohstoffe und Prozesse, während Anbau, Ernte und Transport der zum Einsatz kommenden Pflanzen zurückzuführen. Um eine vollständige Treibhausgasneutralität erreichen zu können, sollte im Rahmen der Fortschreibung der Wärmeplanung der Kompensation dieses Restbudgets Rechnung getragen werden.

## 8 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. Diese können sowohl „harte“ Maßnahmen mit direkten, quantifizierbaren Treibhausgasemissionseinsparungen als auch „weiche“ Maßnahmen, etwa in der Öffentlichkeitsarbeit, sein. Für die Auswahl der quantitativen Maßnahmen dienen die Erkenntnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse als Grundlage.

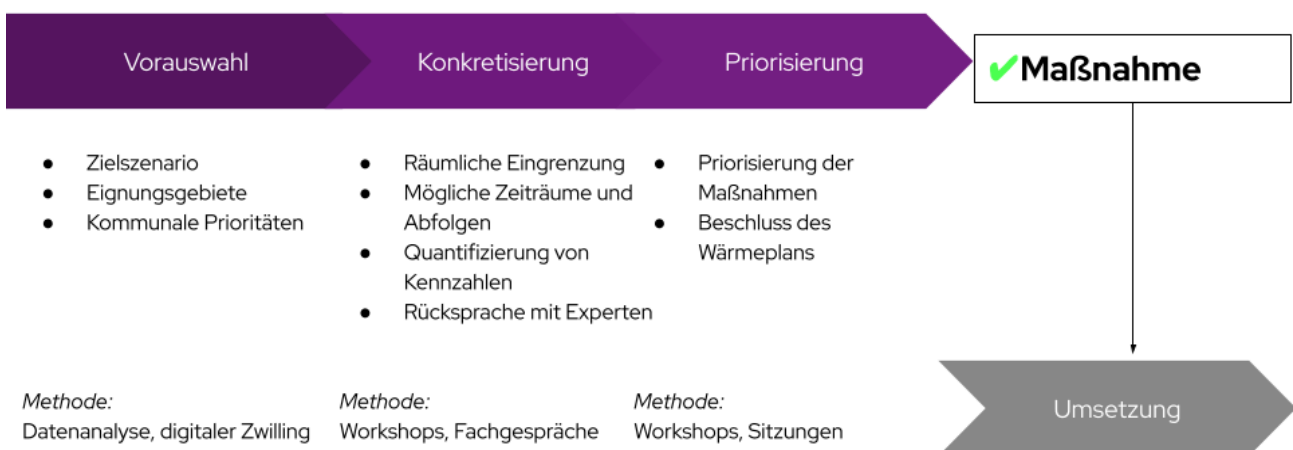


Abbildung 55: Entwicklung von Maßnahmen zur Erreichung des Zielszenarios

In Zusammenarbeit mit allen beteiligten Akteuren wurden acht zentrale Maßnahmen identifiziert, die sich wiederum in vier Teilbereiche untergliedern lassen:

### A Entwicklung und Transformation von Energieinfrastruktur

1. BEW-Machbarkeitsstudie in den Eignungsgebieten Nahwärmenetzerweiterung, Prio 1 und Prio 2
2. BEW-Machbarkeitsstudie im Wärmenetz-Eignungsgebiet Zollenreute
3. Untersuchungen zur Kapazitätssicherung des Stromnetzes
4. Untersuchungen zur Transformation des Gasnetzes

### B Sanierung und Dekarbonisierung von Gebäuden

5. Entwicklung von Quartierskonzepten und Sanierungsgebieten
6. Entwicklung einer Leitlinie zur Dekarbonisierung kommunaler Liegenschaften

### C Information, Beratung und Förderung

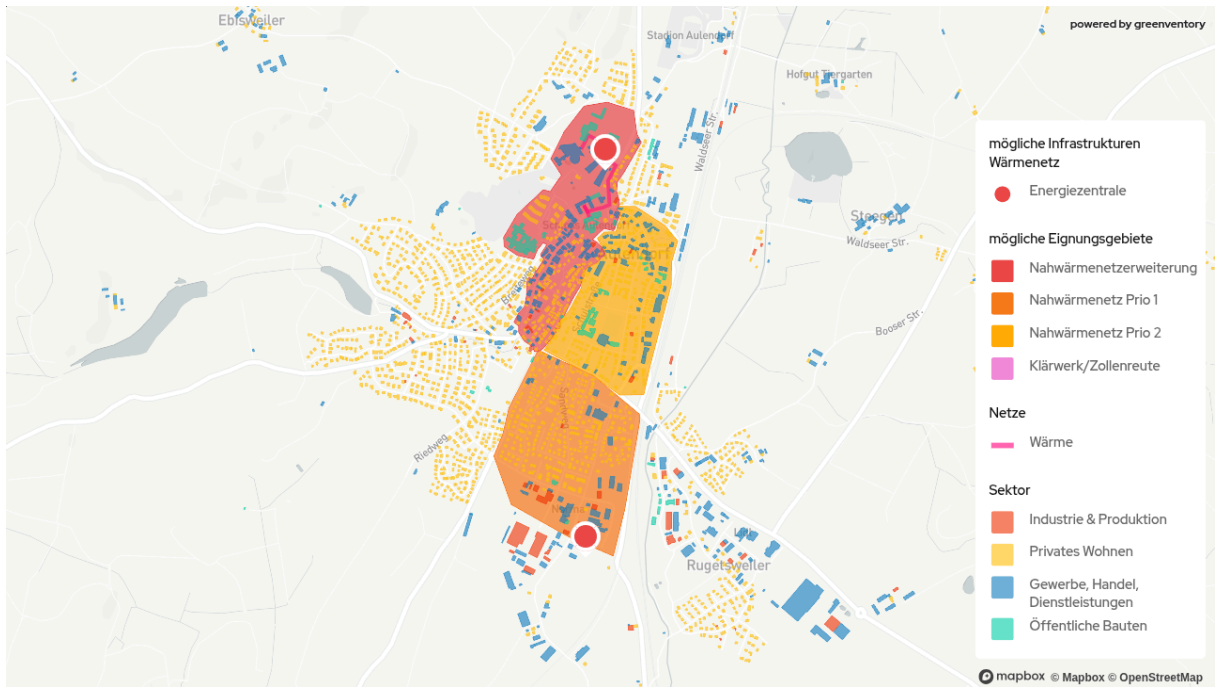
7. Ausbauen der Energie-Erstberatung für Bürgerinnen und Bürger

### D Verwaltungs- und Planungsprozesse

8. Fortlaufendes Monitoring der Wärmewende einrichten

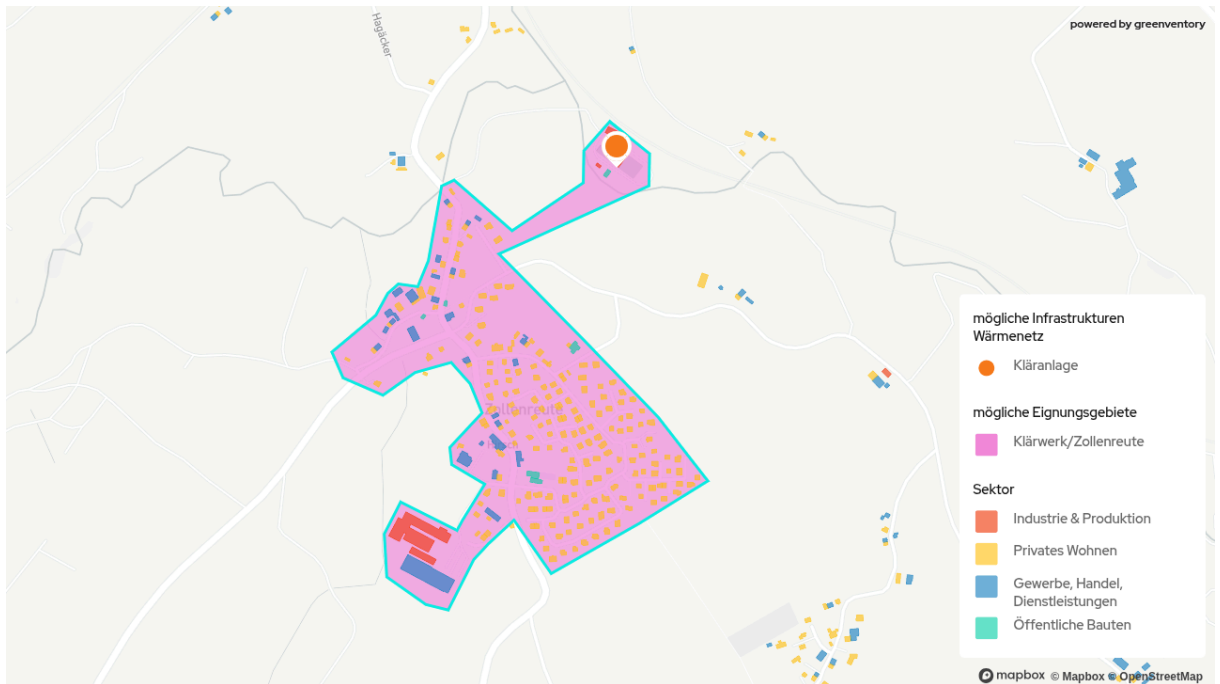
Es folgt eine kurze Beschreibung aller identifizierten Maßnahmen, inklusive der wesentlichen beteiligten Akteure, Verortung im Stadtgebiet, Zeitrahmen für die Umsetzung, sowie etwaiger entstehender Kosten, soweit zum jetzigen Zeitpunkt bezifferbar. Zu beachten ist dabei, dass die folgende Darstellung der Maßnahmen auf einer Momentaufnahme basiert. So sind aufgrund des langen Betrachtungszeitraums Veränderungen, beispielsweise durch technologische Innovationen oder künftige Gesetzesänderungen, zum aktuellen Zeitpunkt nicht vollständig absehbar. Dementsprechend sind auch die dargestellten Zeitpläne und Kostenschätzungen lediglich als grobe Indikatoren zu verstehen. Der genaue zeitliche und finanzielle Aufwand lässt sich in der Regel erst im Rahmen der Konkretisierung und Ausarbeitung der Maßnahmen präzise bestimmen. Eine Konkretisierung und, wenn notwendig, Anpassung der Maßnahmen wird im Rahmen der regelmäßigen Überarbeitung der kommunalen Wärmeplanung angestrebt.

**8.1 Maßnahme 1: BEW-Machbarkeitsstudie in den Eignungsgebieten Nahwärmenetzerweiterung, Prio 1 und Prio 2**



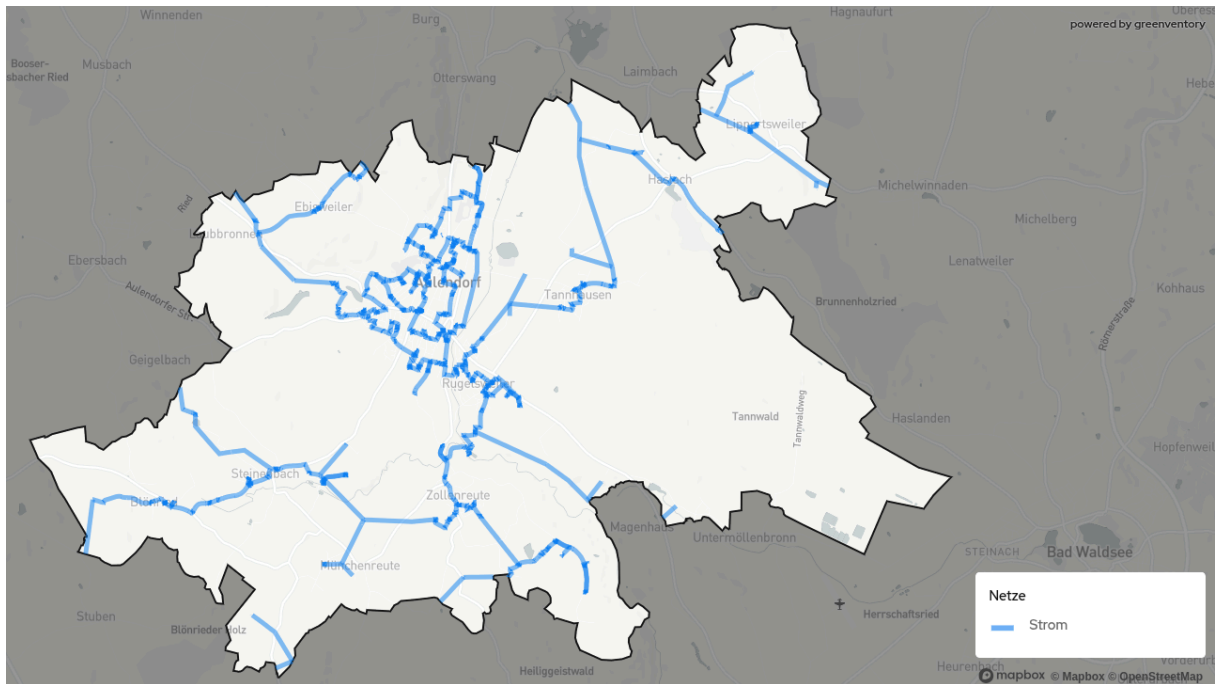
<b>Maßnahmentyp</b>	Entwicklung und Transformation von Energieinfrastruktur
<b>Beschreibung der Maßnahme</b>	Im Rahmen dieser Maßnahme sollen Projektskizzen sowie Förderanträge für eine Machbarkeitsstudie nach der Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) erarbeitet werden. Ziel ist es, die drei identifizierten Eignungsgebiete für eine Nahwärmenetzerweiterung gemeinsam zu untersuchen und vergleichend zu bewerten. Bestandteil der Studie sind die Klärung geeigneter Standorte für Heizzentralen sowie die Prüfung der Nutzung vorhandener Abwärmepotenziale, insbesondere aus Biogasanlagen. Darüber hinaus sollen Möglichkeiten zur Nutzung des Wärmepotenzials aus Thermalwasser sowie die Optionen zur Integration eines Biomasse-Heizkraftwerks analysiert werden. Ergänzend wird geprüft, ob in den Eignungsgebieten Übergangslösungen beim Heizungstausch angeboten werden können, um die Wärmeversorgung bis zur Realisierung eines Wärmenetzes sicherzustellen.
<b>Verantwortliche Akteure</b>	HDS, Thüga Netze GmbH, Kaiser Heizung & Sanitär GmbH, Stadt Aulendorf
<b>Flächen / Ort</b>	Wärmenetz-Eignungsgebiete Innenstadt
<b>Kostenschätzung</b>	Ca. 100.000 €
<b>Mögliche Förderung</b>	<b>Förderung für den Transformationsplan sowie weiterführende Planungen:</b> <a href="#">Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW):</a> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 50 % der förderfähigen Kosten, max. 2 Mio. € pro Antrag"</li> </ul>
<b>Geplanter Umsetzungsbeginn</b>	Bis Ende 2026 ▾ (läuft bereits)

8.2 Maßnahme 2: BEW-Machbarkeitsstudie im Wärmenetz-Eignungsgebiet Zollenreute



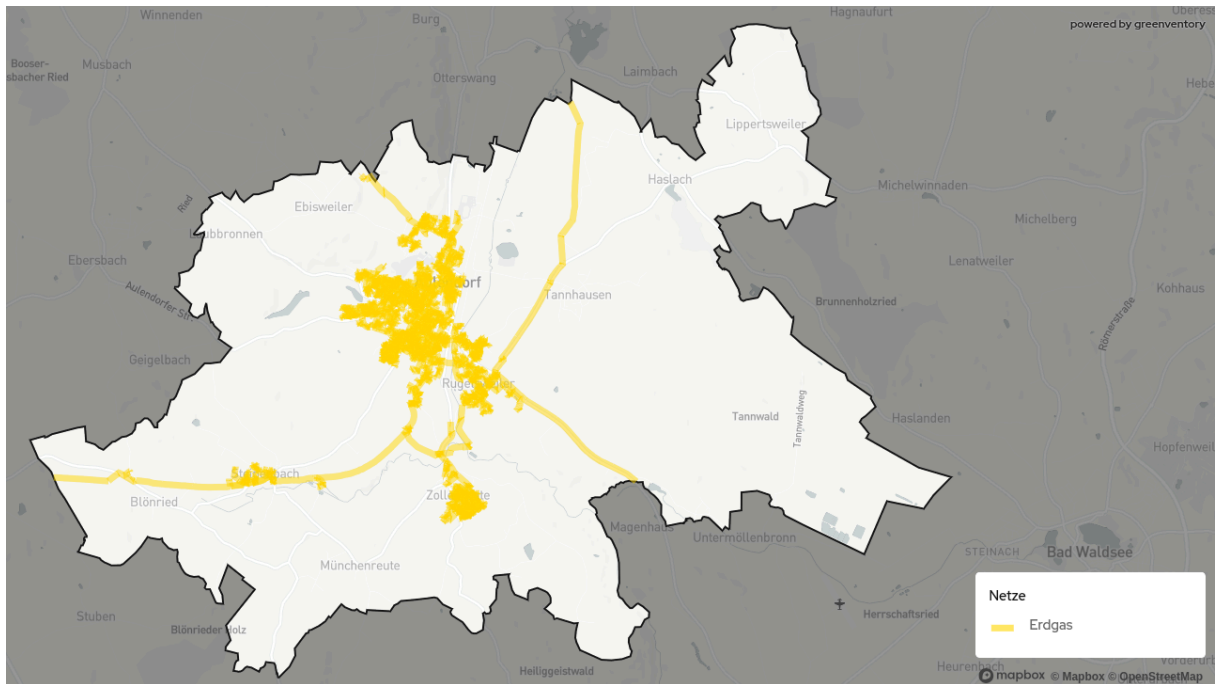
<b>Maßnahmentyp</b>	Entwicklung und Transformation von Energieinfrastruktur
<b>Beschreibung der Maßnahme</b>	Im Rahmen dieser Maßnahme sollen Projektskizzen sowie Förderanträge für eine Machbarkeitsstudie nach der Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) erstellt werden, die die Nahwärmeversorgung der Ortschaft Zollenreute untersucht. Bestandteil der Studie ist die Analyse des Wärmepotenzials am Klärwerksauslauf sowie die Prüfung möglicher zusätzlicher Spitzenlastzeuger zur Absicherung der Wärmeversorgung. Ziel ist es, die technische und wirtschaftliche Machbarkeit eines Wärmenetzes in Zollenreute zu bewerten und geeignete Umsetzungsmöglichkeiten aufzuzeigen.
<b>Verantwortliche Akteure</b>	Stadt Aulendorf, Klärwerksbetrieb
<b>Flächen / Ort</b>	OT Zollenreute
<b>Kostenschätzung</b>	50-100.000 € für Machbarkeitsstudie
<b>Mögliche Förderung</b>	<b>Zu prüfen: Förderung für den Transformationsplan sowie weiterführende Planungen: <a href="#">Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)</a>:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 50 % der förderfähigen Kosten, max. 2 Mio. € pro Antrag"</li> </ul>
<b>Geplanter Umsetzungsbeginn</b>	Bis Ende 2027 ▾

### 8.3 Maßnahme 3: Untersuchungen zur Kapazitätssicherung des Stromnetzes



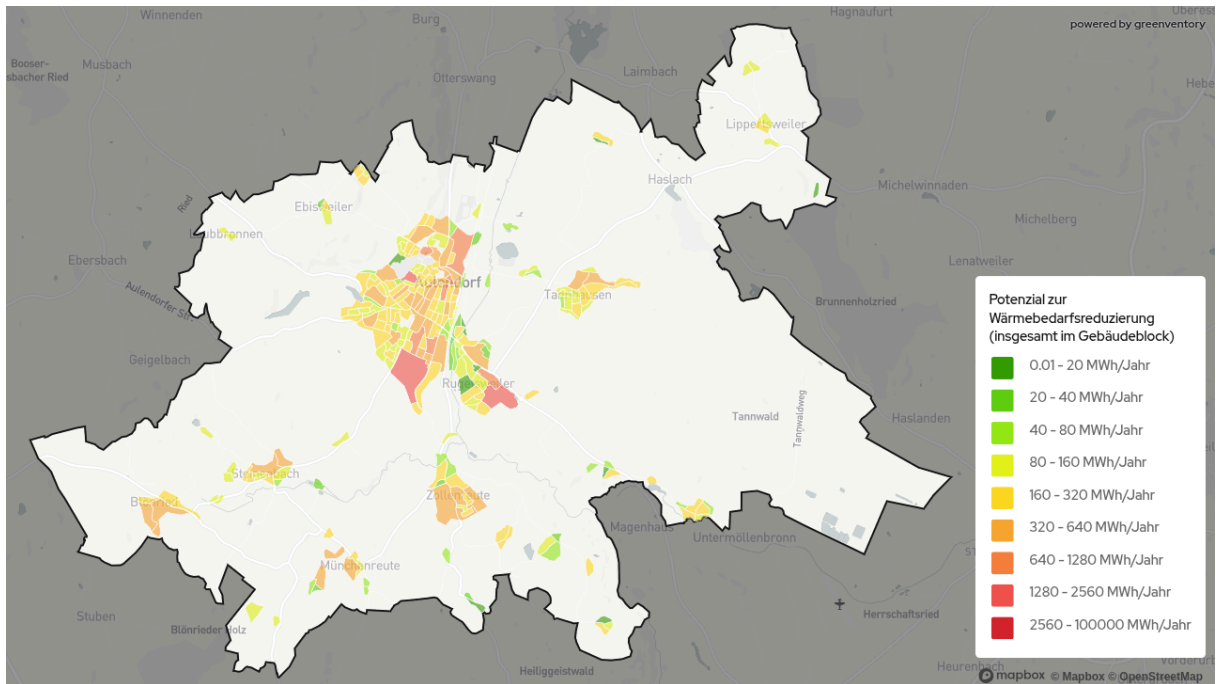
<b>Maßnahmentyp</b>	Entwicklung und Transformation von Energieinfrastruktur
<b>Beschreibung der Maßnahme</b>	Diese Maßnahme zielt darauf ab, die Kapazitäten des Stromnetzes in Aulendorf im Hinblick auf die zunehmende Elektrifizierung von Wärme- und Mobilitätssektoren, etwa durch Wärmepumpen und Elektromobilität, zu untersuchen. Gleichzeitig wird ein Anstieg der lokalen Stromerzeugung, insbesondere durch PV-Anlagen, erwartet. Die Stromnetzplanung umfasst die Analyse von Netzkapazitäten, Identifikation von Ausbaubedarfen und erforderlichen Infrastrukturmaßnahmen wie Umspannwerke, Transformatoren, Leitungsverstärkungen sowie die Sicherung geeigneter Flächen für den Netzausbau. Ziel ist die Sicherstellung einer zuverlässigen und zukunftsfähigen Stromversorgung.
<b>Verantwortliche Akteure</b>	NetzeBW
<b>Flächen / Ort</b>	Stadt Aulendorf
<b>Kostenschätzung</b>	Kosten für die Studie sind stark variierend je nach Detaillierungsgrad. Ausbaukosten abhängig von Studienergebnissen.
<b>Geplanter Umsetzungsbeginn</b>	Bis Ende 2030 ▾

### 8.4 Maßnahme 4: Untersuchungen zur Transformation des Gasnetzes



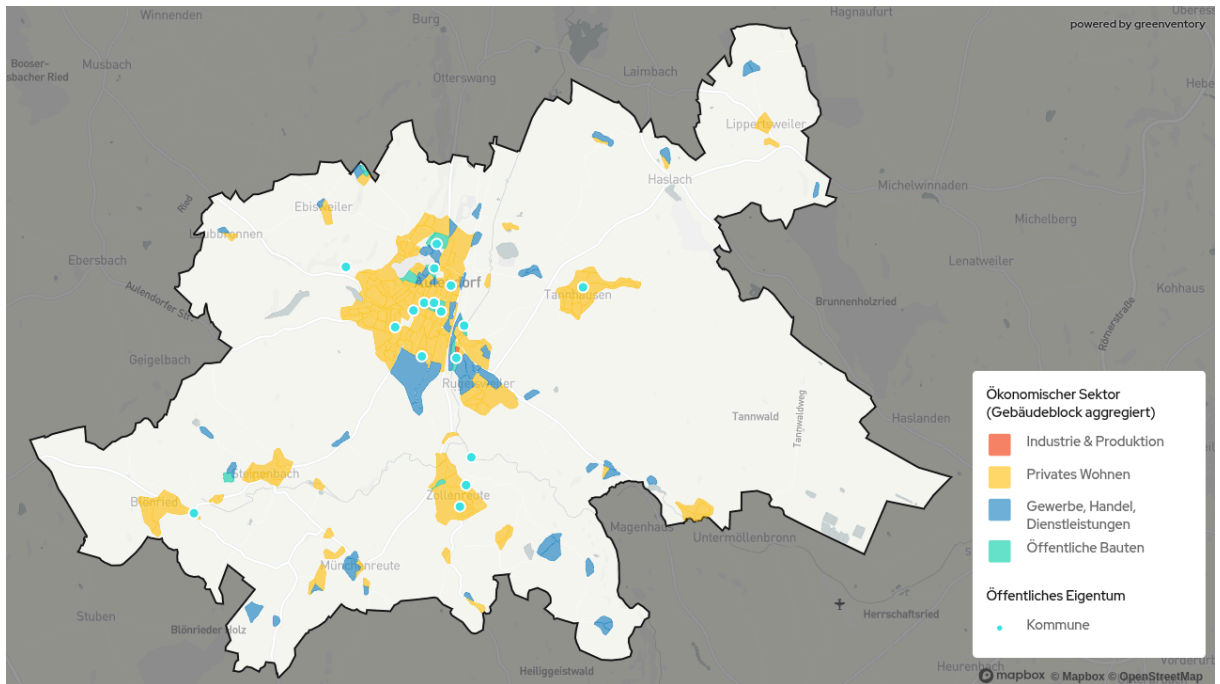
<b>Maßnahmentyp</b>	Entwicklung und Transformation von Energieinfrastruktur
<b>Beschreibung der Maßnahme</b>	Ziel dieser Maßnahme ist die Analyse und Planung einer schrittweisen Transformation des bestehenden Gasnetzes in Aulendorf hin zu einer nachhaltigen Versorgung mit Gasen aus regenerativen Quellen, wie Biogas oder Wasserstoff. Untersucht wird, welche Teile des Gasnetzes technisch und wirtschaftlich für die Umstellung geeignet sind und welche Abschnitte langfristig weiterbetrieben werden können. Zudem werden lokale regenerative Quellen, mögliche Einspeisepunkte und Kapazitäten identifiziert. Die Analyse erfolgt in Abstimmung mit übergeordneten Netzebenen, um Netzstabilität, Versorgungssicherheit und Integration erneuerbarer Gase zu gewährleisten. Ergänzend werden Potenziale zur Effizienzsteigerung, Reduzierung fossiler Lasten sowie die Perspektiven für hybride Versorgungsstrategien betrachtet, um die Gasinfrastruktur langfristig zukunftsfähig zu gestalten.
<b>Verantwortliche Akteure</b>	Thüga Netze GmbH
<b>Flächen / Ort</b>	Versorgungsgebiet des Gasnetzes
<b>Kostenschätzung</b>	Kosten für die Studie sind stark variierend je nach Detaillierungsgrad. Transformationskosten sind abhängig von Studienergebnissen.
<b>Geplanter Umsetzungsbeginn</b>	<span style="border: 1px solid #ccc; border-radius: 10px; padding: 2px 10px; display: inline-block;">Bis Ende 2028 ▾</span>

8.5 Maßnahme 5: Entwicklung von Quartierskonzepten und Sanierungsgebieten



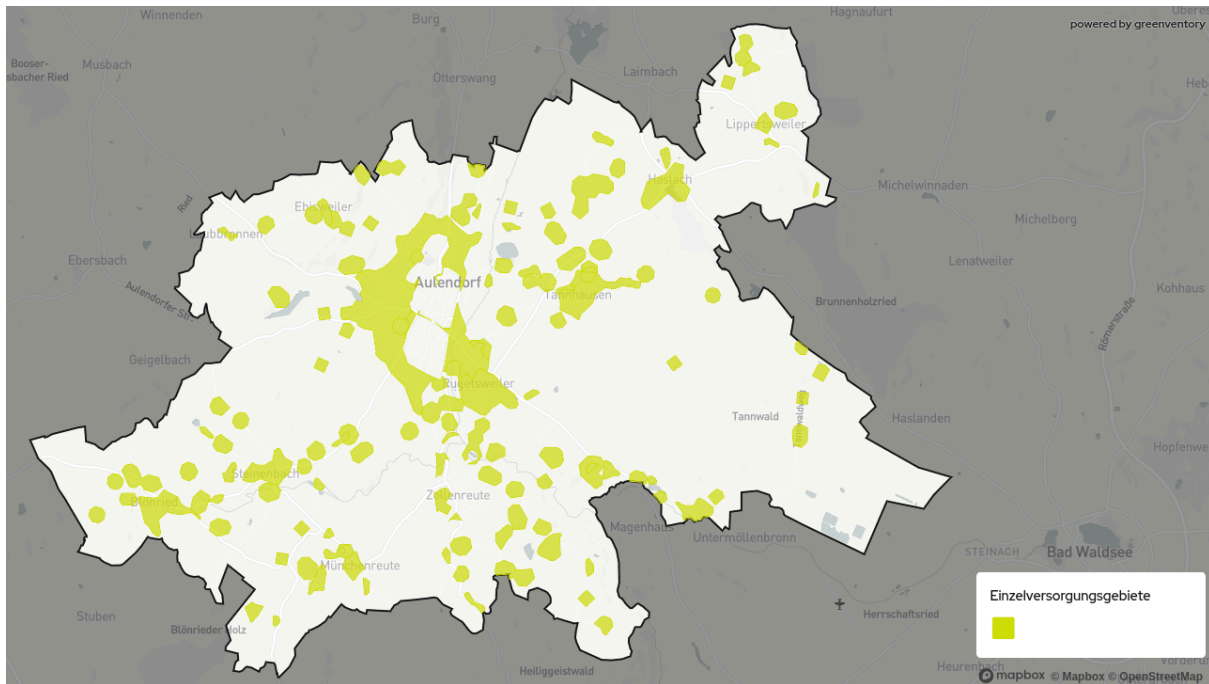
<b>Maßnahmentyp</b>	Sanierung, Effizienzsteigerung und Emissionsminderung
<b>Beschreibung der Maßnahme</b>	Mit der Wiederaufnahme des KfW-Förderprogramms 432 zur energetischen Stadtsanierung können integrierte Quartierskonzepte und Sanierungsmanagementsysteme erarbeitet werden. Quartierskonzepte analysieren den energetischen Bestand eines Stadtteils oder einer Ortschaft, identifizieren Potenziale für Effizienzsteigerungen und den Einsatz erneuerbarer Energien und leiten Maßnahmen für Gebäude, Infrastruktur und Versorgungssysteme ab. Die Ausweisung eines Sanierungsgebiets schafft rechtliche und organisatorische Rahmenbedingungen, um Maßnahmen zu Sanierungen und Modernisierung oder Wärmenetzanschlüssen gezielt zu fördern und zu koordinieren. Da in der Kernstadt Aulendorf bereits ein Quartierskonzept erarbeitet wurde und dort nun die Weiterentwicklung der Wärmenetze vorgesehen ist, sollte der Fokus dieser Maßnahme besonders außerhalb der Wärmenetz-Eignungsgebiete liegen. Hier können Quartierskonzepte und Sanierungsgebiete eine zentrale Rolle bei der Dekarbonisierung der Energieversorgung und der nachhaltigen Modernisierung des Gebäudebestands spielen.
<b>Verantwortliche Akteure</b>	Stadt Aulendorf
<b>Flächen / Ort</b>	Stadt Aulendorf, Fokus auf Einzelversorgungsgebiete
<b>Kostenschätzung</b>	ca. 50.000 € je Quartier
<b>Mögliche Förderung</b>	<a href="#">KfW Förderprogramm 432</a> , Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)
<b>Geplanter Umsetzungsbeginn</b>	Bis Ende 2030 ▾

**8.6 Maßnahme 6: Entwicklung einer Leitlinie zur Dekarbonisierung kommunaler Liegenschaften**



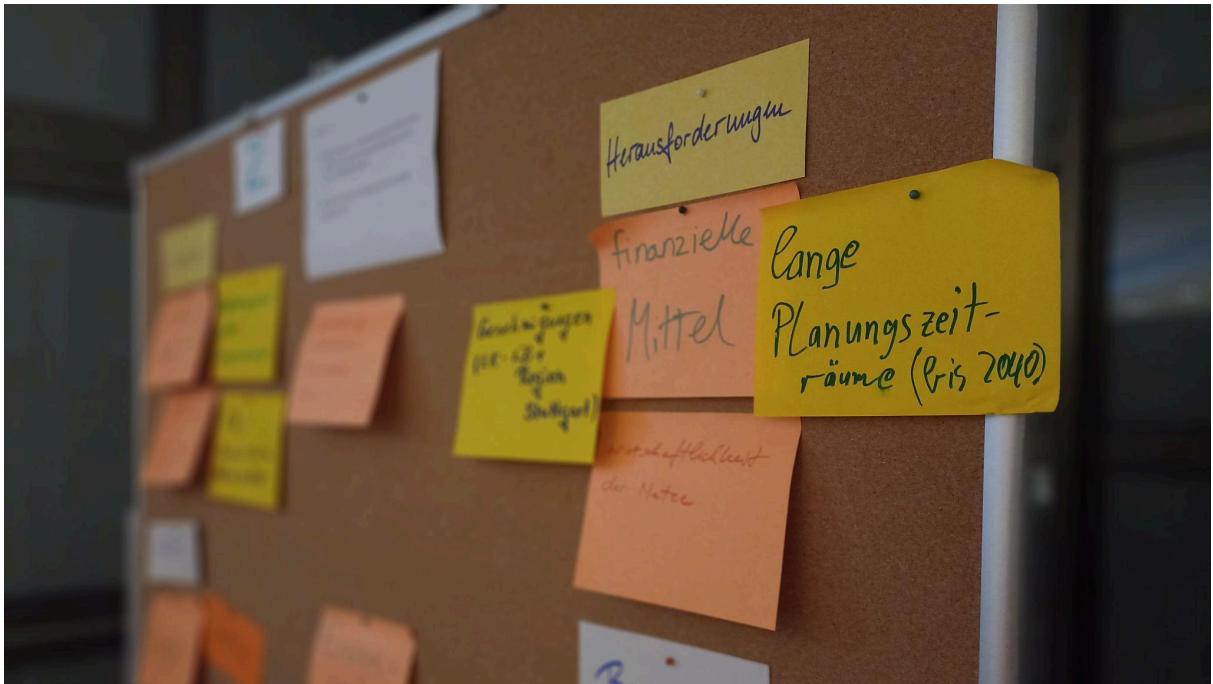
<b>Maßnahmentyp</b>	Sanierung, Effizienzsteigerung und Emissionsminderung
<b>Beschreibung der Maßnahme</b>	Ziel dieser Maßnahme ist die Entwicklung einer strategischen Leitlinie für die energetische Sanierung, den Heizungstausch und die Integration kommunaler Liegenschaften in Wärmenetzversorgungsgebiete. Die Leitlinie dient als Planungs- und Steuerungsinstrument, um die städtische Verwaltung klimaneutral zu machen und eine Vorbildfunktion für Bürger:innen und lokale Unternehmen zu übernehmen. Dabei wird auf bestehende Programme wie die „Zukunftskommune“ der Energieagentur Oberschwaben zurückgegriffen. Dieses Programm unterstützt Kommunen bei der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen durch Beratung, Schulungen und die Bereitstellung von Best-Practice-Ansätzen.
<b>Verantwortliche Akteure</b>	Stadt Aulendorf
<b>Flächen / Ort</b>	Stadt Aulendorf, Städtische Liegenschaften
<b>Kostenschätzung</b>	ca. 30.000 € für Gebäudeanalyse und Leitlinie individuelle Umsetzungskosten je Gebäude
<b>Mögliche Förderung</b>	Klimaschutz-Plus, Bundesförderung für effiziente Gebäude,
<b>Geplanter Umsetzungsbeginn</b>	festzulegen ▾

8.7 Maßnahme 7: Ausbauen der Energie-Erstberatung für Bürgerinnen und Bürger



<b>Maßnahmentyp</b>	Sanierung, Dekarbonisierung und Effizienzsteigerung
<b>Beschreibung der Maßnahme</b>	Im Rahmen dieser Maßnahme wird das bestehende Energieberatungsangebot in Aulendorf erweitert und strukturiert. Ergänzend zu Beratungen in Kooperation mit der Energieagentur Oberschwaben sollen Informationsveranstaltungen zu Sanierungsmöglichkeiten, erneuerbaren Heizsystemen, Wärmenetzanschlüssen und Förderprogrammen etabliert werden. Ziel ist es, Bürgerinnen und Bürger frühzeitig zu informieren, Unsicherheiten abzubauen und konkrete Unterstützungsangebote aufzuzeigen. Die Stadt arbeitet dabei eng mit lokalen Energieberatern und Partnern wie der Energieagentur zusammen, insbesondere im Kontext des Zukunftskommune-Prozesses, der Planungs- und Beratungsprozesse bündelt und die Klimaneutralität bis 2045 verfolgt. Durch abgestimmte Veranstaltungsformate und kommunikationsstrategische Begleitung soll die Reichweite und Wirksamkeit des Angebots erhöht werden.
<b>Verantwortliche Akteure</b>	Stadt Aulendorf, Energieagentur Oberschwaben
<b>Flächen / Ort</b>	Stadt Aulendorf, Fokus auf Einzelversorgungsgebiete
<b>Kostenschätzung</b>	Gesamt (jährlich): ca. 10 – 20.000 € (Informationsveranstaltungen, Raummiete, Honorare, Informationsmaterial)
<b>Mögliche Förderung</b>	Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)
<b>Geplanter Umsetzungsbeginn</b>	Bis Ende 2027 ▾

8.8 Maßnahme 8: Fortlaufendes Monitoring der Wärmewende einrichten



<b>Maßnahmentyp</b>	Entwicklung und Transformation von Energieinfrastruktur
<b>Beschreibung der Maßnahme</b>	Ziel dieser Maßnahme ist die kontinuierliche Begleitung und Steuerung der Wärmewende in Aulendorf. Kernbestandteile sind die Weiterführung der Stakeholder-Runde aus den Workshops der kommunalen Wärmeplanung in Form von regelmäßigen Stakeholderstammtischen sowie die strategische Koordination zwischen Stadtverwaltung, Versorgern und weiteren Akteuren. Insbesondere sollen städtische Tiefbaumaßnahmen frühzeitig mit Verdichtungs- und Ausbauplänen für Wärmenetze abgestimmt werden, um Synergien zu nutzen und Planungs- oder Baukonflikte zu vermeiden. Ergänzend werden relevante Indikatoren wie Anschlussquoten, Wärmeverbrauch und Ausbaufortschritt regelmäßig erfasst, um die Umsetzung der Wärmeplanung zu überprüfen, Anpassungen vorzunehmen und die langfristigen Ziele der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung effizient zu erreichen. Das Monitoring unterstützt zudem die Integration neuer Technologien, etwa Wärmepumpen, erneuerbare Wärmequellen und Speicherlösungen, in die Gesamtplanung.
<b>Verantwortliche Akteure</b>	Stadt Aulendorf, Energieagentur Oberschwaben
<b>Flächen / Ort</b>	Stadt Aulendorf
<b>Kostenschätzung</b>	ca. 20 - 30.000 €
<b>Mögliche Förderung</b>	Klimaschutz-Plus, Landesförderung zur Wärmeplanung
<b>Geplanter Umsetzungsbeginn</b>	Bereits in Bearbeitung ▾

## 8.9 Übergreifende Wärmewendestrategie

In der Startphase der Umsetzung des Wärmeplans sollte der Fokus auf die Evaluierung der Umsetzbarkeit der Wärmenetzversorgung in den Eignungsgebieten gelegt werden. So kann für Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer sowie Bewohnerinnen und Bewohner frühzeitig Klarheit geschaffen werden, ob und wann es gegebenenfalls ein Wärmenetz in ihrer Straße geben kann. Hierzu müssen erneuerbare Wärmequellen mittels Machbarkeitsstudien oder Transformationsplänen bewertet sowie die Verfügbarkeit von Standorten zukünftiger Heizzentralen geprüft und gesichert werden.

Die erfolgreiche Umsetzung der Wärmewende in Aulendorf 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 im Gebäudebereich zu reduzieren. Kommunale Liegenschaften haben dabei einen Vorbildcharakter. 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 fünf Jahre fortzuschreiben. Teil der Fortschreibung ist die Überprüfung der

Umsetzung der ermittelten Strategien und Maßnahmen sowie deren Aktualisierung und Überarbeitung.

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 regenerative Gase legt. Bis 2045 sollte im Mittel eine jährliche Sanierungsquote von ca. 2 % angestrebt werden. Die Gebäudesanierung ist nicht nur Voraussetzung für eine Reduktion der Emissionen, sondern trägt auch wesentlich zur langfristigen Reduzierung der Energiekosten für Bewohnerinnen und Bewohner bei. Die Umstellung der verbleibenden konventionellen Wärmequellen auf erneuerbare Energien oder unvermeidbare Abwärme sollte ebenfalls bis 2045 abgeschlossen sein. Hierfür sollte auch die Einrichtung von Wärmespeichern zur besseren Integration erneuerbarer Energien mit fluktuierender Erzeugung berücksichtigt werden.

In Tabelle 4 sind basierend auf der Wärmewendestrategie erweiterte Handlungsempfehlungen aufgelistet. Die Infobox: Kommunale Handlungsmöglichkeiten stellt zudem Möglichkeiten der Kommune zur Gestaltung der Energiewende dar.

### 8.9.1 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 Finanzierungsstrategie zu entwickeln, die mehrere Einkommensquellen und Finanzinstrumente berücksichtigt.

**Öffentliche Finanzierung:** Staatliche Förderprogramme, sowohl auf nationaler als auch auf EU-Ebene, sind ein entscheidender Faktor der Finanzierungsstruktur. Diese Mittel könnten insbesondere für anfängliche Investitionen in Infrastruktur und Technologieeinführung

entscheidend sein. Zudem wird empfohlen, einen festen Anteil des kommunalen Haushalts für die Wärmewende vorzusehen. Eine genaue Quantifizierung muss von den beschlossenen und geplanten Zielen der Stadt abhängen.

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

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

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

### 8.9.2 Lokale ökonomische Vorteile der Wärmewende

Die Investition in eine erneuerbare Wärmeversorgung bietet nicht nur ökologische, sondern auch ökonomische Vorteile. Die Umsetzung des Wärmeplans kann positive Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt und die regionale Wirtschaft haben und gleichzeitig die lokale Wertschöpfung fördern. Kapital, das in lokale erneuerbare Energieressourcen und Technologien investiert wird, bleibt innerhalb der Stadt und fördert die lokale Wirtschaft in einem breiten Spektrum. 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 eine nachhaltige Zukunft betrachtet werden.

### 8.9.3 Fördermöglichkeiten

Für die Umsetzung der Maßnahmen stehen verschiedene Förderprogramme zur Verfügung

- Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)
- Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)
- Energetische Stadtsanierung (KfW 432)

Die BEW unterstützt Neubau, Ausbau und Umgestaltung von Wärmenetzen mit mindestens 75 % erneuerbaren Energien oder Abwärme. Gefördert werden Machbarkeitsstudien und Transformationspläne (bis 50 % der Kosten, max. 2 Mio. €), Investitionen in Bestands- und Neubauinfrastruktur, Einzelmaßnahmen wie Solarthermie, Wärmepumpen oder Speicher sowie Betriebskosten für erneuerbare Wärmeherzeugung.

Die BEG bündelt Förderungen für Energieeffizienz und erneuerbare Energien im Gebäudebereich, z. B. für Heizungstausch, Gebäudehülle oder Fachplanung, mit Zuschüssen bis zu 70 %. Informationen und Anträge laufen über das BAFA, ergänzt durch KfW-Programm 458 für Privatpersonen. Sanierungskosten können zudem steuerlich nach § 35c EStG geltend gemacht werden.

Das wiederaufgenommene Programm der KfW zur Förderung energetischer Stadtsanierung bezuschusst das Erstellen von Sanierungsmanagement und integrierten Quartierskonzepten und ist somit ein wirksames Instrument zur Umsetzung von Klimaschutz und Klimaanpassung auf Quartiersebene (KfW, 2025).

**Tabelle 4: Erweiterte Handlungsvorschläge für Akteure der kommunalen Wärmewende**

Handlungsvorschläge für Schlüsselakteure	
<b>Immobilienbesitzer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Inanspruchnahme von Gebäudeenergieberatungen</li> <li>➤ Investitionen in Gebäudesanierungen sowie in energieeffiziente Heizsysteme unter Berücksichtigung der zukünftigen Wärmeversorgung laut Wärmeplan</li> <li>➤ Installation von Photovoltaikanlagen, bei Mehrfamilienhäusern inklusive Evaluation von Mieterstrommodellen oder Dachpacht</li> </ul>
<b>Netzbetreiber / Versorger</b>	<p>Wärme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Strategische Evaluation des Wärmenetzausbaus</li> <li>➤ Ausbau von Energieeffizienz-Dienstleistungen z. B. Contracting</li> <li>➤ Ausbau bestehender Wärmenetze basierend auf KWP und Machbarkeitsstudien</li> <li>➤ Transformation bestehender Wärmenetze</li> <li>➤ Bewertung der Machbarkeit von kalten Wärmenetzen</li> <li>➤ Physische oder vertragliche Erschließung und Sicherung von Flächen sowie erneuerbaren Energien / Biomasse als Energiequellen für Wärmenetze</li> <li>➤ Digitalisierung und Monitoring von Wärmenetzen</li> </ul> <p>Strom:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Erstellung von detaillierten Netzstudien, basierend auf den Ergebnissen der KWP</li> <li>➤ Modernisierung und Ausbau der Stromnetzinfrastruktur</li> <li>➤ Konsequenter Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung unter Berücksichtigung der Lastveränderung durch Wärmeerzeugung</li> <li>➤ Implementierung von Lastmanagement-Systemen im Verteilnetz</li> </ul> <p>Vertrieb:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Flexible Tarifgestaltung für Energielieferung sowie Gestaltung von Wärmeprodukten</li> <li>➤ Vorverträge mit Wärmeabnehmern in Eignungsgebieten und Abwärmelieferanten</li> </ul>
<b>Stadt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aufbau und Weiterentwicklung von Wärmenetzen mit Netzbetreibern und Projektierern</li> <li>➤ Identifikation von Akteuren zur Erschließung der Potenziale und Eignungsgebiete</li> <li>➤ Schaffung von personellen Kapazitäten für die Wärmewende</li> <li>➤ Erhöhung der Sanierungsquote für kommunale Liegenschaften</li> <li>➤ Einführung und Ausbau von Förderprogrammen und Informationskampagnen für Gebäudeenergieeffizienz sowie PV-Ausbau</li> <li>➤ Öffentlichkeitsarbeit, Information zu KWP</li> <li>➤ Monitoring und Controlling zur Beurteilung und Steuerung des Fortschritts im Hinblick auf die gesetzten Ziele und die Umsetzung der beschlossenen Maßnahmen</li> <li>➤ Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans</li> </ul>

**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 Gemeindefestsetzung zur Festlegung eines Anschluss- und Benutzungszwangs für erneuerbare Wärmeversorgungssysteme. Freistaat Bayern: Dies ist laut Gemeindeordnung nur im Neubau und im Bestand nur bei Sanierungsgebieten möglich.

**Verlegung von Fernwärmeleitungen:**

Abschluss von Gestattungsverträgen für die Verlegung von Fernwärmeleitungen im Stadtgebiet.

**Stadtplanung:**

Ausweisung von Flächen für die erneuerbare Wärmeherzeugung 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.

**Kommunale Förderungen und andere freiwillige Leistungen:**

Schaffung von Angeboten im Bereich Energie-/Sanierungsberatung und kommunaler Förderprogramme für Erneuerbare Energien, Sanierungsmaßnahmen, etc.

**Vorbildfunktion der Kommune:**

Umsetzung von Best-Practice-Beispielen in öffentlichen Gebäuden.

**Direkte Umsetzung bei kommunalen Stadtwerken oder Wohnbaugesellschaften:**

Umsetzung der Maßnahmen zur erneuerbaren Wärmeversorgung auf Grundlage des Wärmeplans bei kommunalen Stadtwerken oder Wohnbaugesellschaften.

# 9 Verstetigung der Wärmeplanung

Die kommunale Wärmeplanung ist kein einmaliges Projekt, sondern ein langfristiger Prozess zur strategischen Steuerung der Wärmewende auf lokaler Ebene. Damit die im Wärmeplan entwickelten Zielbilder und Maßnahmen wirksam umgesetzt werden können, bedarf es einer dauerhaften organisatorischen Verankerung, einer systematischen Erfolgskontrolle sowie einer aktiven Einbindung der relevanten Akteure. Dieses Kapitel beschreibt die zentralen Bausteine für die Verstetigung, das Monitoring und die Kommunikation der Wärmeplanung. Es zeigt auf, wie Strukturen, Werkzeuge und Prozesse dazu beitragen können, die Wärmewende in der Stadt Aulendorf langfristig, transparent und wirksam zu gestalten.

## 9.1 Verstetigungskonzept

Die kommunale Wärmeplanung bildet einen kontinuierlichen Prozess, der über die reine Erstellung des Wärmeplans hinausgeht. Ziel ist es, die Planung langfristig in Verwaltung, Politik und Stadtgesellschaft zu verankern und regelmäßig fortzuschreiben.

### Strukturen und Zuständigkeiten:

Für die dauerhafte Umsetzung wird empfohlen, eine "Koordinierungsstelle Kommunale Wärmeplanung" innerhalb der Stadtverwaltung einzurichten. Hierfür bietet sich das Stadtbauamt an, in dem auch Klimaschutz-Angelegenheiten angesiedelt sind. Diese Stelle sollte die Gesamtverantwortung für die Fortschreibung, das Monitoring und die Abstimmung mit weiteren Akteuren übernehmen. Ebenfalls sollten klare Zuständigkeiten für Datenpflege, Umsetzung und Fortschreibung der Wärmeplanung festgelegt werden.

Die Arbeit der Koordinierungsstelle sollte durch eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe unterstützt werden, in der Vertreterinnen und Vertreter aus Stadtplanung, Klimaschutz, Versorgern, Wirtschaft und der Energieagentur zusammenarbeiten. Bestehende Strukturen wie z.B. das Energieteam können dabei sinnvoll integriert werden. Eine regelmäßige Berichterstattung an die politischen Gremien wie das Energieteam oder den Ausschuss für Umwelt und Technik stellt die politische Rückkopplung sicher. Das Energieteam der Stadt Aulendorf fungiert als zentrale Steuerungseinheit für die lokale Energie- und Klimaschutzpolitik. Das

interdisziplinäre Team aus Verwaltung, Politik und externen Fachleuten entwickelt das energiepolitische Arbeitsprogramm der Stadt, begleitet dessen Umsetzung und sichert durch regelmäßige Audits sowie Projektkontrollen die Erreichung der städtischen Klimaziele.

Die Fortschreibung der Wärmeplanung sollte gemäß Wärmeplanungsgesetz mindestens alle fünf Jahre erfolgen oder wenn wesentliche Rahmenbedingungen – etwa Infrastrukturausbau, Energiepreise, gesetzliche Vorgaben oder technische Entwicklungen – eine Anpassung erforderlich machen. Dabei sollte die Wärmeplanung eng mit anderen kommunalen Planungsinstrumenten verknüpft werden, insbesondere mit dem Flächennutzungsplan, dem Quartierskonzept sowie dem Klimaschutzkonzept.

Als technisches Instrument kann der im Rahmen der Wärmeplanung entwickelte digitale Zwilling eine zentrale Rolle einnehmen. Er dient als zentrale, einheitliche Daten- und Arbeitsplattform für alle Akteure. Aktuelle Versorgungsstrukturen, Potenziale und Maßnahmen werden digital abgebildet. Dadurch können Fortschreibungen effizienter erfolgen und Szenarien zur zukünftigen Wärmeversorgung räumlich und technisch nachvollziehbar simuliert werden.

Zur Umsetzung empfiehlt sich zudem ein digitales Maßnahmenmanagement, über das alle relevanten Projekte und Umsetzungsstände dokumentiert und fortgeschrieben werden. Die Nutzung bestehender Förderprogramme (z. B. BEW, BEG, KfW) und ggf. städtischer

Förderinstrumente wie das kommunale Klimaschutz-Förderprogramm unterstützt die Verstärkung finanziell und strukturell.

## 9.2 Monitoring der Wärmewende

Ein kontinuierliches Monitoring ist wesentlich, um die Zielerreichung der kommunalen Wärmewende zu überprüfen und die Wärmeplanung datenbasiert fortzuschreiben. Es dient der Transparenz, der Steuerung von Maßnahmen und der politischen Entscheidungsunterstützung.

Zentrale Indikatoren des Monitorings sind:

- Endenergieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen im Wärmesektor,
- Anteil erneuerbarer Energien und Abwärme,
- Anschlussgrad und Ausbau der Wärmenetz-Infrastrukturen,
- Gebäudesanierungsrate und Energieeffizienzsteigerungen,
- Umsetzungsstand der definierten Maßnahmenpakete.

Die konkrete Auswahl und Gewichtung dieser Kennzahlen sollte an die lokale Datenverfügbarkeit bei Versorgern und sonstigen öffentlichen Quellen angepasst werden.

Der digitale Zwilling kann als zentrale technische Grundlage für das Monitoring dienen. Er ermöglicht die Zusammenführung unterschiedlicher Datenquellen, die Aktualisierung von Energie- und Emissionsbilanzen sowie die Visualisierung räumlicher Entwicklungen, beispielsweise im Falle von Netzausbau, der Erschließung von Neubaugebieten oder der Realisierung von Potenzialflächen. Durch die Integration in das Datenmanagement der Stadt lassen sich Fortschritte in Echtzeit darstellen und die Datenqualität kontinuierlich sichern.

Stadtseitig sollte ein standardisiertes Monitoringsystem etabliert werden, welches jährliche Datenerhebung und Qualitätssicherung

beinhaltet. Empfohlen wird ein zweistufiges Berichtssystem:

- Ein jährlicher Monitoringbericht fasst zentrale Kennzahlen kompakt zusammen und dient der internen Steuerung.
- Ein detaillierter Bericht alle fünf Jahre liefert vertiefte Analysen und bildet die Grundlage für die Fortschreibung der Wärmeplanung. Hierbei sollten Synergien zur Erfüllung der gesetzlichen Pflichten zur Fortschreibung ausgenutzt werden.

Zur Steigerung der Transparenz kann ein öffentlich zugängliches Dashboard eingerichtet werden, das zentrale Kennzahlen, Entwicklungen und Maßnahmen visualisiert – idealerweise auf Basis des digitalen Zwillings. Die Abstimmung zur Darstellung und Veröffentlichung sollte gemeinsam mit der städtischen Öffentlichkeitsarbeit und der IT erfolgen.

## 9.3 Kommunikationsstrategie

Die Wärmewende kann nur erfolgreich umgesetzt werden, wenn sie von der Stadtgesellschaft mitgetragen wird. Eine kontinuierliche, verständliche und glaubwürdige Kommunikation ist daher zentraler Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung. Ziel ist es, alle relevanten Akteursgruppen zu informieren, zu beteiligen und zur Mitwirkung zu motivieren.

Zu den zentralen Zielgruppen gehören Bürgerinnen und Bürger, also sowohl Eigenheimbesitzende als auch Mieterinnen und Mieter, sowie Akteure aus Wohnungswirtschaft, Gewerbe, Industrie, Handwerk, Politik, Verwaltung, Bildungseinrichtungen und ggfs. lokale Medien. Bereits bestehende Netzwerke und Akteursforen wie das Energieteam sollten aktiv eingebunden werden. Orientierung bieten können auch die im Rahmen der Akteursbeteiligung durchgeführten Workshops zur Wärmeplanung.

Die Kommunikation kann auf bestehenden Kanälen der Stadt aufbauen. Ergänzend sollten spezifische Formate entwickelt werden:

- Informationskampagnen zur Vermittlung der Ziele und Fortschritte der Wärmewende
- Beteiligungsformate wie Bürgerdialoge, Quartierswerkstätten und Online-Umfragen
- Fachveranstaltungen und Netzwerktreffen für Schlüsselakteure wie Wohnungswirtschaft, Energieberater und Handwerksbetriebe

Zentrale Kommunikationsziele liegen dabei in der Förderung von Verständnis, Vertrauen und Akzeptanz für die eingeschlagenen Transformationspfade. Als Beispiel können hier die möglichen Baumaßnahmen in der Innenstadt dienen, die für die Erweiterung des Wärmenetzes nötig sind. Zusätzlich zur Akzeptanz soll auch zur aktiven Beteiligung motiviert werden, wenn es beispielsweise um Gebäudesanierung oder Netzanschlüsse geht. Wichtig ist an dieser Stelle das klare Aufzeigen von Perspektiven und Unterstützen bei individuellen Entscheidungen. Unter lokalen Akteuren soll durch eine transparente und frühzeitige Kommunikation die Kooperationsbereitschaft verstärkt werden. Gleiches gilt auch für die stadtübergreifende

Kooperation mit den Nachbarstädten und -Gemeinden. Insgesamt sollen dauerhafte Kommunikationsstrukturen etabliert werden, die auf existierenden Formaten aufbauen und weit über das Erstellen der Wärmeplanung wirken.

Der digitale Zwilling kann dabei als anschauliches Kommunikationsinstrument dienen, indem er komplexe Planungszusammenhänge visuell aufbereitet und so einen verständlichen Zugang zu Daten und Szenarien bietet. Er ermöglicht Bürgerinnen und Bürgern einen interaktiven Zugang zur Wärmeplanung und unterstützt Fachdialoge mit anschaulichen, datenbasierten Grundlagen. Dadurch wird Transparenz geschaffen und das Vertrauen in den Transformationsprozess gestärkt.

Die Verantwortung für die Kommunikation sollte zentral bei der Stadt und der erwähnten "Koordinierungsstelle Kommunale Wärmeplanung" in enger Zusammenarbeit mit Versorgern, Energieagenturen und weiteren Partnern liegen. Externe Kommunikations- oder Moderationsdienstleister können punktuell hinzugezogen werden, um Formate professionell zu begleiten.

# 10 Fazit

Mit dem kommunalen Wärmeplan liegt für die Stadt Aulendorf ein strategisches, informelles Planungsinstrument vor, das einen zentralen Orientierungsrahmen für die zukünftige Ausgestaltung der Wärmeversorgung bietet. Der Wärmeplan ersetzt weder verbindliche Fachplanungen noch individuelle Entscheidungen auf Gebäudeebene, schafft jedoch eine wichtige Grundlage für ein koordiniertes und langfristig ausgerichtetes Vorgehen auf kommunaler Ebene.

Die Analysen zeigen deutlich, dass die derzeitige Wärmeversorgung in Aulendorf noch stark durch fossile Energieträger geprägt ist und mit entsprechenden Treibhausgasemissionen einhergeht. Gleichzeitig wird ersichtlich, dass umfangreiche Potenziale für eine klimafreundliche Umgestaltung der Wärmeversorgung vorhanden sind. Insbesondere Umweltwärme, erneuerbare Stromerzeugung, energetische Gebäudesanierung sowie der gezielte Ausbau von Nah- und Wärmenetzen spielen hierbei eine zentrale Rolle.

Ein wesentlicher Mehrwert der kommunalen Wärmeplanung liegt in der räumlichen Differenzierung der Versorgungsoptionen. Durch die Identifikation geeigneter Wärmenetzgebiete, Fokusgebiete und priorisierter Maßnahmen können zukünftige Investitionen gezielt gelenkt und Synergien zwischen verschiedenen Akteuren genutzt werden. Der Wärmeplan schafft damit Transparenz für Verwaltung, Politik, Energieversorger, Wirtschaft sowie Bürgerinnen und Bürger.

Die enge Einbindung lokaler Akteure, insbesondere der Stadtverwaltung, der Thüga Energie GmbH, der Energieagentur Ravensburg sowie weiterer Fachakteure, die wichtige Rollen bei einem möglichen Ausbau von Wärmenetz-Infrastrukturen spielen können, war ein zentrales Element bei der Erstellung des Wärmeplans. Diese Zusammenarbeit bildet eine

wichtige Grundlage für die weitere Umsetzung der Wärmewende in Aulendorf und sollte künftig verstetigt und weiter ausgebaut werden.

Der kommunale Wärmeplan versteht sich als dynamisches Instrument, das regelmäßig überprüft und fortgeschrieben werden muss. Mit der Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen, einem kontinuierlichen Monitoring sowie einer aktiven Kommunikation kann Aulendorf die Transformation hin zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis 2045 schrittweise und erfolgreich gestalten.

# 11 Literaturverzeichnis

- BAFA (2025a). *Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)*. BAFA.de. Aufgerufen am 19. Dezember 2025 unter [https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente\\_Waermenetze/effiziente\\_waermenetze\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html)
- BAFA (2025b). *Förderprogramm im Überblick*. BAFA.de. Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter [https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente\\_Gebaeude/Foerderprogramm\\_im\\_Ueberblick/foerderprogramm\\_im\\_ueberblick\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Foerderprogramm_im_Ueberblick/foerderprogramm_im_ueberblick_node.html)
- BDEW (2021a) *BDEW-Heizkostenvergleich Neubau 2021*. BDEW.de. Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter [https://www.bdew.de/media/documents/BDEW-HKV\\_Nebau.pdf](https://www.bdew.de/media/documents/BDEW-HKV_Nebau.pdf)
- BDEW (2021b) *BDEW-Heizkostenvergleich Altbau 2021*. BDEW.de. Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter [https://www.bdew.de/media/documents/BDEW-HKV\\_Altbau.pdf](https://www.bdew.de/media/documents/BDEW-HKV_Altbau.pdf)
- BMJV (2025). *Einkommensteuergesetz (EStG) § 35c Steuerermäßigung für energetische Maßnahmen bei zu eigenen Wohnzwecken genutzten Gebäuden*. Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter [https://www.gesetze-im-internet.de/estg/\\_35c.html](https://www.gesetze-im-internet.de/estg/_35c.html)
- BMWK (2024). *Systementwicklungsstrategie 2024*. BMWK.de. Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Klimaschutz/2024-systementwicklungsstrategie.pdf?blob=publicationFile&v=10>
- BMWE (2024). *Erneuerbares Heizen – Gebäudeenergiegesetz (GEG). Häufig gestellte Fragen (FAQ)*. BMW.de. Aufgerufen am 16. Dezember 2025 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 16. Dezember 2025 unter <https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2023/04/20230419-bundesregierung-einigt-sich-auf-neues-foerderkonzept-fuer-erneuerbares-heizen.html>
- BMWSB (2023b). *Novelle des Gebäudeenergiegesetzes auf einen Blick (GEG)*. BMWSB.de. Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter <https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/Downloads/geg-auf-einen-blick.pdf?blob=publicationFile&v=4>
- Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2025). [Geodatenkatalog.de](https://www.geodatenkatalog.de). *Zentrale Informationssammlung zu Geodaten und Geodatendienste*. Aufgerufen am 15. Oktober 2025 unter [Geodatenkatalog.de](https://www.geodatenkatalog.de)
- dena (2016). *Der dena-Gebäudereport 2016. Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand*. Deutsche Energie-Agentur dena.de. Hrsg.: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2016
- European Environment Agency (2024). *Waterbase - UWWTD: Urban Waste Water Treatment Directive – reported data*. Aufgerufen am 12. November 2025 unter <https://www.eea.europa.eu/en/datahub/datahubitem-view/6244937d-1c2c-47f5-bdf1-33ca01ff1715>

- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2017). *Jahresbericht*. Aufgerufen am 12. November 2025 unter [https://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/FNR\\_Jahresbericht\\_2016-17\\_Web.pdf](https://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/FNR_Jahresbericht_2016-17_Web.pdf)
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2025). *Faustzahlen Biogastechnologie*. Aufgerufen am 12. November 2025 unter <https://biogas.fnr.de/daten-und-fakten/faustzahlen>
- Fraunhofer IEG & Fraunhofer ISI (2025). *Heizen mit Wasserstoff: Aufwand und Kosten für Haushalte anhand aktueller Daten und Prognosen*. Kurzgutachten im Auftrag von GasWende und Greenpeace e.V. Aufgerufen am 12. November 2025 unter [https://www.greenpeace.de/publikationen/251014\\_Studie\\_Heizen\\_mit\\_Wasserstoff\\_20251013.pdf](https://www.greenpeace.de/publikationen/251014_Studie_Heizen_mit_Wasserstoff_20251013.pdf)
- Fraunhofer ISE (2020). *Wärmepumpen in Bestandsgebäuden. Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt "WP<sub>SMART</sub> im Bestand"*. Aufgerufen am 15. Oktober 2025 unter [https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/downloads/pdf/Forschungsprojekte/BMWi-03ET1272A-WPsmart\\_im\\_Bestand-Schlussbericht.pdf](https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/downloads/pdf/Forschungsprojekte/BMWi-03ET1272A-WPsmart_im_Bestand-Schlussbericht.pdf)
- Geres R, Kohn A, Lenz S, Ausfelder F, Bazzanella A, Möller A (2019). *Roadmap Chemie 2050: Auf dem Weg zu einer treibhausgasneutralen chemischen Industrie in Deutschland: Eine Studie von DECHEMA und FutureCamp für den VCI*. Aufgerufen am 14. November 2025 unter <https://www.vci.de/vci/downloads-vci/publikation/2019-10-09-studie-roadmap-chemie-2050-treibhausgas-neutralitaet.pdf>
- Glob Sol (2025). *Global Solar Atlas*. Ein Projekt der Weltbankgruppe ESMAP, entwickelt von Solargis. Abgerufen am 15. Oktober 2025 unter <https://globalsolaratlas.info/map>
- HIC Hamburg Institut Consulting GmbH (2021). *Gutachten zur Analyse der zukünftigen CO<sub>2</sub>-neutralen Wärmeversorgungsoptionen und politisch-rechtlicher Handlungsoptionen im Land Bremen*. Aufgerufen am 12. Oktober 2023 unter [https://www.bremische-buergerschaft.de/presse/EK/Gutachten\\_CO2-neutrale\\_Waermeversorgung.pdf](https://www.bremische-buergerschaft.de/presse/EK/Gutachten_CO2-neutrale_Waermeversorgung.pdf)
- Hotmaps (2025). *Hotmaps. The open source mapping and planning tool for heating and cooling*. Aufgerufen am 10. Oktober unter <https://www.hotmaps-project.eu/>
- ISE (2025) Energy Charts des Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE. Aufgerufen am 19. Dezember 2025 unter [https://energy-charts.info/charts/energy\\_pie/chart.htm?l=de&c=DE](https://energy-charts.info/charts/energy_pie/chart.htm?l=de&c=DE)
- IWU (2012). „TABULA“ – *Entwicklung von Gebäudetypologien zur energetischen Bewertung des Wohngebäudebestands in 13 europäischen Ländern*. Institut Wohnen und Umwelt (IWU). Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter <https://www.iwu.de/index.php?id=205>
- KEA (2020). *Leitfaden Kommunale Wärmeplanung*. KEA-BW.de. Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter [https://www.kea-bw.de/fileadmin/user\\_upload/Publikationen/094\\_Leitfaden-Kommunale-Waermeplanung-022021.pdf](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). *Heizungsförderung für Privatpersonen – Wohngebäude – Zuschuss (458)*. Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter

[https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/F%C3%B6rderprodukte/Heizungsf%C3%B6rderung-f%C3%BCr-Privatpersonen-Wohngeb%C3%A4ude-\(458\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/F%C3%B6rderprodukte/Heizungsf%C3%B6rderung-f%C3%BCr-Privatpersonen-Wohngeb%C3%A4ude-(458)/)

KfW (2025a). *Kredit Nr. 270. Erneuerbare Energien – Standard*. Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter

[https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/F%C3%B6rderprodukte/Erneuerbare-Energien-Standard-\(270\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/F%C3%B6rderprodukte/Erneuerbare-Energien-Standard-(270)/)

KfW (2025b). *Energetische Stadtsanierung – Zuschuss (432)*. Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter

[https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Energie-Versorgung-und-Netze/Energetische-Stadtsanierung-\(432\)/?redirect=74128](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Energie-Versorgung-und-Netze/Energetische-Stadtsanierung-(432)/?redirect=74128)

KWW (2025). *Technikkatalog Wärmeplanung*. Kompetenzzentrums Kommunale Wärmewende. kww-halle.de. Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter

<https://www.kww-halle.de/service/infothek/detail/kww-technikkatalog-waermeplanung-begleitdokument>

Rechtsanwälte Günther (2024). *Gutachterliche Stellungnahme zur kommunalen*

*Wasserstoffnetzausbauplanung im Auftrag des Umweltinstitut München e.V.*. Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter

[https://umweltinstitut.org/wp-content/uploads/2024/06/Rechtsgutachten\\_Wasserstoffnetzgebiete.pdf](https://umweltinstitut.org/wp-content/uploads/2024/06/Rechtsgutachten_Wasserstoffnetzgebiete.pdf)

Rosenow J (2024): *A meta-review of 54 studies on hydrogen heating*. Cell Reports Sustainability. Aufgerufen am 14. November 2025 unter

[https://www.cell.com/cell-reports-sustainability/fulltext/S2949-7906\(23\)00010-1?returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2949790623000101%3Fshowall%3Dtrue](https://www.cell.com/cell-reports-sustainability/fulltext/S2949-7906(23)00010-1?returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2949790623000101%3Fshowall%3Dtrue)

Stadtwerke Ludwigsburg-Kornwestheim GmbH (2025). *Solarthermie als Teil eines grünen Netzes. Die Power von 1.088 Kollektoren für eine reiche Energieernte*. Aufgerufen am 15. Oktober 2025 unter

[https://www.swlb.de/de/SWLB-Navigation/Spotlights/Spotlight-Seiten/Solarthermie-als-Teil-eines-gruenen-Netzes\\_1664313.html](https://www.swlb.de/de/SWLB-Navigation/Spotlights/Spotlight-Seiten/Solarthermie-als-Teil-eines-gruenen-Netzes_1664313.html)

Statistisches Bundesamt (2022). *Zensus 2022*. Aufgerufen am 16.11.2024 unter

[https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Zensus2022/\\_inhalt.html](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Zensus2022/_inhalt.html)

Statistisches Bundesamt (2023). *Aufkommen an Haushaltsabfällen: Deutschland, Jahre, Abfallarten*.

Aufgerufen am 15. Oktober unter

<https://www-genesis.destatis.de/datenbank/online/statistic/32121/table/32121-0001>

Statistisches Bundesamt (2025). *Feldfrüchte und Grünland. Ackerland nach Hauptfruchtgruppen und Fruchtarten*. Aufgerufen am 27. November unter

<https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Feldfruechte-Gruenland/Tabellen/ackerland-hauptnutzungsarten-kulturarten.html#>

Umweltbundesamt (2025). *Energieverbrauch für fossile und erneuerbare Wärme*. Umweltbundesamt.de.

Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter

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

Umweltbundesamt (2024). *Wärmedämmung und Fenster*. Umweltbundesamt.de.

Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter

<https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/heizen-bauen/waermedaemmung-fenster>

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>

Velázquez-Martí, Borjas; Fernández-González, E.; López-Cortés, I.; Salazar-Hernández, D. M. (2011): *Quantification of the residual biomass obtained from pruning of vineyards in Mediterranean area*. In: *Biomass and Bioenergy* 35 (8). Abgerufen am 12. November 2025 unter

[https://www.researchgate.net/publication/251628918\\_Quantification\\_of\\_the\\_residual\\_biomass\\_obtained\\_from\\_pruning\\_of\\_trees\\_in\\_Mediterranean\\_olive\\_groves](https://www.researchgate.net/publication/251628918_Quantification_of_the_residual_biomass_obtained_from_pruning_of_trees_in_Mediterranean_olive_groves)

Viessmann Holding International GmbH (2025). *Volllast und Teillast einer Heizung*. Aufgerufen am 15. Oktober 2025 unter <https://www.heizung.de/ratgeber/diverses/volllast-und-teillast-einer-heizung.html>



 **greenventory**

**greenventory GmbH**

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

<https://greenventory.de>