



Kommunaler Wärmeplan für die Stadt Walldorf

Endbericht

Walldorf/Lampertheim, 26.04.2024

Impressum

Auftraggeberin:

Stadt Walldorf
Nußlocher Straße 45
69190 Walldorf
Telefon: 06227/35-0
E-Mail: stadt@walldorf.de
Web: www.walldorf.de

Ansprechpartner:
Alena Müller
Alexander Engelhard
Christian Horny
Ivo Hellinger

Auftragnehmerin:



EnergyEffizienz GmbH
Gaußstraße 29a
68623 Lampertheim
Telefon: 06206/5803581
E-Mail: m.wenzel@e-eff.de
E-Mail: s.drohner@e-eff.de

Projektleitung:
Maren Wenzel
Silvia Drohner
Projektteam:
Johanna Müggenborg
Leonie Bremer
Sophie Weisenbach



Web: www.e-eff.de
greenventory GmbH
(im Unterauftrag)
Georges-Köhler-Allee 302
79110 Freiburg im Breisgau
Telefon: 0761/76994160
E-Mail: info@greenventory.de
Web: www.greenventory.de

Projektteam:
David Fischer
Lars Felder
Stefan Beck

Gefördert durch das Land Baden-Württemberg

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft
Kernplatz 9
70182 Stuttgart

Inhalt

1	Einleitung und Zusammenfassung	6
1.1	Hintergrund	6
1.2	Aufbau des Wärmeplans	6
1.3	Zentrale Ergebnisse	7
1.4	Nächste Schritte zur Wärmewende in Walldorf.....	8
2	Grundlagen.....	10
2.1	Methodik und Aufbau des Wärmeplans	10
2.2	Datenerfassung / Methodik.....	11
2.2.1	Bestandsanalyse	11
2.2.2	Potenzialanalyse.....	11
2.2.3	Zielszenario	12
2.2.4	Wärmewendestrategie	12
2.3	Datenschutz.....	12
3	Bestandsanalyse	13
3.1	Das Projektgebiet.....	13
3.2	Datenerhebung.....	13
3.3	Gebäudebestand.....	14
3.4	Wärmebedarf.....	16
3.5	Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger	19
3.6	Eingesetzte Energieträger	22
3.7	Erdgasinfrastruktur	23
3.8	Stromnetze	24
3.9	Wärmenetze	24
3.10	Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung	25
3.11	Zusammenfassung Bestandsanalyse	28
4	Potenzialanalyse	29
4.1	Erfasste Potenziale	29
4.2	Methode: Indikatorenmodell.....	30

4.2.1	Potenziale zur Stromerzeugung.....	34
4.2.2	Potenziale zur Wärmeerzeugung.....	35
4.2.3	Potenziale für Sanierung.....	41
4.3	Potenzial für eine lokale Wasserstofferzeugung	43
4.4	Zusammenfassung und Fazit	43
5	Eignungsgebiete für Wärmenetze	45
5.1	Einordnung der Verbindlichkeit der identifizierten Eignungsgebiete:.....	47
5.2	Eignungsgebiete für Wärmenetze.....	47
5.2.1	Wärmenetzeignungsgebiet Wohnstadt:	48
5.2.2	Prüfung dezentrale oder zentrale Versorgung im Gebiet Tannen- / Fichtenweg	51
5.2.3	Wärmenetzeignungsgebiet – Gewerbegebiet	52
6	Simulation des Zielszenarios.....	54
6.1	Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs.....	55
6.2	Ermittlung zukünftiger Wärmeerzeuger.....	56
6.3	Zusammensetzung der Fernwärmeerzeugung	57
	Fernwärmeezusammensetzung Szenario 1 mit Tiefengeothermie	58
	Fernwärmeezusammensetzung Szenario 2.....	59
6.4	Entwicklung der eingesetzten Energieträger	60
6.5	Bestimmung der Treibhausgasemissionen	62
6.6	Zusammenfassung des Zielszenarios.....	63
6.7	Perspektiven der Gasversorgung und des Gasnetzes in Walldorf.....	64
7	Wärmewendestrategie.....	66
7.1	Fokusgebiete	66
	Ergänzende Maßnahmen.....	89
7.1.1	Technische Maßnahmen	93
7.1.2	Maßnahmen Einzelgebäude	94
7.1.3	Maßnahmen für kommunale Gebäude.....	95
7.1.4	Zentrale Strom- und Wärmeversorgung	97
7.1.5	Strukturelle Maßnahmen	98
7.1.6	Information, Beratung und Öffentlichkeitsarbeit.....	100

Einleitung und Zusammenfassung

8	Öffentlichkeitsbeteiligung.....	101
	Literaturverzeichnis.....	104
	Tabellenverzeichnis.....	106
	Abbildungsverzeichnis.....	107
	Abkürzungsverzeichnis	109

1 Einleitung und Zusammenfassung

1.1 Hintergrund

Eine umfassende Wärmewende in Deutschland ist von großer Bedeutung und Dringlichkeit, da der Wärmesektor hierzulande einen Großteil des Endenergieverbrauchs ausmacht, dieser bislang aber nur in unzureichendem Maße klimaverträglich durch erneuerbare Energien gedeckt wird. Damit im Wärmesektor die übergeordneten Klimaschutzziele erfüllt werden, sind weitreichende Maßnahmen zur Sicherstellung einer nachhaltigen und klimafreundlichen Versorgung erforderlich.

Als wegweisende Maßnahme für die Wärmewende verpflichtet das Land Baden-Württemberg mit seinem Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz (KlimaG BW) Große Kreisstädte und Stadtkreise zur Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung. So soll das Landesziel einer Klimaneutralität bis 2040 entscheidend unterstützt werden. Inzwischen sind weitere Bundesländer dem Vorbild Baden-Württembergs gefolgt, und auch die Bundesregierung hat ein Wärmeplanungsgesetz in den Bundestag eingebracht, das zum Jahresbeginn 2024 in Kraft getreten ist. Die Stadt Walldorf hat sich bereits im April 2023 freiwillig dazu entschieden die kommunale Wärmeplanung mit Hilfe der Förderungen der Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft zur Förderung der kommunalen Wärmeplanung in Landkreisen und Gemeinden (VwV freiwillige kommunale Wärmeplanung) anzugehen. Auf Basis einer Ausschreibung hat die Stadtverwaltung Walldorf die EnergyEffizienz GmbH aus Lampertheim mit dem Subunternehmen greenventory GmbH mit der Erarbeitung der Wärmeplanung beauftragt. Das jeweilige Firmenlogo in der Kopfzeile kennzeichnet die schwerpunktmäßig erarbeiteten Inhalte des Projektpartners. Die Wärmeplanung bildet die strategische Grundlage für die Gestaltung einer zukunftsfähigen Wärmeversorgung in der Stadt.

1.2 Aufbau des Wärmeplans

Der vorliegende Wärmeplan ist im Anschluss an dieses einleitende Kapitel wie folgt aufgebaut:

- Kapitel 2 stellt die Grundlagen der Planerarbeitung dar. Dies sind insbesondere die Projektphasen und der organisatorische Rahmen, Grundbegriffe und Definitionen sowie die angewendete Methodik
- Kapitel 3 widmet sich dem Ist-Zustand der Wärmeversorgung in Walldorf (Bestandsanalyse)
- Kapitel 4 legt dar, welche Potenziale zur Energieeinsparung sowie zur Nutzung von erneuerbaren Energien und Abwärme in Walldorf bestehen (Potenzialanalyse)
- Kapitel 5 entwickelt ein Zielszenario für das Jahr 2040 sowie – als Zwischenetappe – für das Jahr 2030

- Kapitel 6 entwickelt ein Zielszenario für das Jahr 2040 sowie – als Zwischenetappe – für das Jahr 2030
- Kapitel 7 erstellt auf Basis der vorherigen Arbeitsschritte eine Wärmewendestrategie mit entsprechenden Maßnahmen für die Umsetzung. Für die identifizierten Fokusgebiete werden konkrete und räumlich verortete Umsetzungspläne erarbeitet
- Kapitel 8 zeigt den partizipativen Charakter der Planerarbeitung für Walldorf auf. Für die Erarbeitung des Wärmeplans bildete die Beteiligung und Einbindung lokaler und regionaler Akteurinnen und Akteure eine wesentliche Basis
- Kapitel 9 beschreibt die entwickelte Kommunikationsstrategie für die konsens- und unterstützungsorientierte Zusammenarbeit mit allen Zielgruppen

Der Aufbau folgt damit den Vorgaben des Handlungsleitfadens Kommunale Wärmeplanung

1.3 Zentrale Ergebnisse

Die **Bestandsanalyse** in Walldorf basiert auf der Analyse und Aufbereitung zahlreicher Datenquellen wie Kehrbücher, Statistiken, Fragebögen und Verbrauchsdaten. Sie verdeutlicht, dass die Wärmewende eine herausfordernde Aufgabe ist, die dringenden Handlungsbedarf offenbart. Aktuell basiert die Wärmeversorgung zu etwa 88 % auf fossilen Energieträgern, wobei der Wohnsektor den größten Anteil an Emissionen und Gebäudeanzahl ausmacht. Mit 671 Heizungsanlagen, die älter als 30 Jahre sind, sowie insgesamt 1.735 Anlagen, die mindestens 20 Jahre alt sind, besteht absehbar ein erheblicher Sanierungsdruck. Dies verdeutlicht den dringenden Handlungsbedarf, bietet jedoch auch eine wertvolle Gelegenheit, um nachhaltige und effiziente Wärmeversorgungslösungen zu implementieren.

Die **Potenzialanalyse** hat ein großes Potenzial für eine tiefengeothermische Wärmegewinnung identifiziert. In den größten Teilen der Stadt Walldorf kann Wärme auch über oberflächennahe Geothermie in Form von Erdwärmesonden oder Erdwärmekollektoren erschlossen werden. Im Gegensatz dazu stehen für Freiflächensolarthermie auf Grund bestehender harter und weicher Restriktionen nur wenige Flächen zur Verfügung. Für den Ausbau von Photovoltaik stehen im Vergleich mehr Freiflächen zur Verfügung. Die Realisierung des möglichen Windenergiepotenzials, das den Anteil erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung steigern kann, sollte im weiteren Verlauf ebenfalls betrachtet werden. Für die Wärmewende in Walldorf wird Strom auch eine bedeutende Rolle einnehmen. Mögliche Abwärmequellen wurden im Rahmen der Konzepterstellung ebenfalls identifiziert. Jedoch wird der Umfang eher als gering eingeschätzt. Über die Nutzbarkeit bzw. eine Quantifizierbarkeit der Abwärmequellen konnte im Rahmen der Potenzialanalyse keine Aussage getroffen werden. Die Abwärmequellen sollten mit ergänzenden Beratungsangeboten (siehe Kapitel 7) untersucht und wenn möglich erschlossen werden. Auch die Oberflächengewässer auf Walldorfer Gemarkung wurden hinsichtlich der energetischen Nutzung überprüft und stellen kein Potential dar. Des Weiteren wurden Gebiete identifiziert, die das Potential für einen erfolgreichen Wärmenetzausbau haben können. Das

Kosten- und Emissionssenkungspotential dieser Wärmenetze ist in Machbarkeitsstudien zu verifizieren.

Im **Zielszenario** wird dementsprechend anvisiert, die ermittelten Potenziale möglichst weitgehend zu realisieren. Da Tiefengeothermie in Walldorf ein hohes theoretisches Potenzial darstellt, die Erschließung dieses Potenzials allerdings mit dem Risiko der Nichtfündigkeit behaftet ist, wurden im Rahmen der Konzepterstellung zwei Szenarien betrachtet. Eines, das ab den 2030er Jahren auf Tiefengeothermie basiert und eines, das ohne Tiefengeothermie arbeitet und mit kleineren Wärmenetzen stärker auf Wärmepumpen setzt. Im Zieljahr 2040 resultiert dies plangemäß in einem Energiemix zur Wärmeversorgung, der durch regenerative Energienutzung zur Wärmebereitstellung und einen reduzierten Wärmebedarf geprägt ist. Das Ziel der Klimaneutralität wird somit erreicht.

Die **Wärmewendestrategie** stellt dar, welche Maßnahmen zur Erreichung der zuvor dargestellten Zielszenarios beitragen können. Entsprechend der Anforderungen zur Erstellung der kommunalen Wärmeplanung nach der Kommunalrichtlinie wurden zu den Gesamtstädtischen Maßnahmen noch sechs Fokusgebiete identifiziert und hierzu konkrete und räumlich verortete Umsetzungspläne erarbeitet.

- 1) Fokusgebiet „Zielwärmenetz Wohngebiet“
- 2) Fokusgebiet „Zielwärmenetz Gewerbegebiet“
- 3) Fokusgebiet „Niedertemperaturnetz Neubaugebiet (Walldorf Süd 3.BA)“
- 4) Fokusgebiet “Transformationsplan - Wärmenetz am Schulzentrum”
- 5) Fokusgebiet “Prüfung dezentrale oder zentrale Versorgung im Areal Tannen- / Fichtenweg”
- 6) Fokusgebiet „Prüfung einer möglichen zentralen Wärmeversorgung durch Tiefengeothermie“

1.4 Nächste Schritte zur Wärmewende in Walldorf

Als nächster Schritt für die Wärmewende in Walldorf wurden sechs Fokusgebiete mit konkreten Umsetzungsplänen sowie weitere gesamtstädtische Maßnahmen identifiziert. Hierbei können auch **Fördermittel des Bundes** genutzt werden:

- So sind Machbarkeitsstudien zu einer geplanten Wärmenetzversorgung mit 50 % im Rahmen des Programms „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“ (BEW) förderfähig. Die Durchführung einer Machbarkeitsstudie dauert ca. 12 Monate. Als Vorarbeit zur Förderbeantragung ist zunächst eine detaillierte Projektskizze zu erstellen, so dass der Vorlauf für die Machbarkeitsstudie inkl. Förderungsbewilligung zusätzliche 6 bis 9 Monate beträgt. Erst danach können weitere Entscheidungen zur Realisierung folgen

- Der Ausbau von Wärmepumpen wiederum wird in den nächsten Jahren im Zuge der erneuerten „Bundesförderung für effiziente Gebäude“ (BEG) ab 2024 mit bis zu 70 % der Kosten gefördert
- Der Ausbau von Windkraft und Photovoltaik wird in der novellierten Fassung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG 2023) mit deutlich erhöhten Zielen und damit verbundenen Einspeisevergütungssätzen gefördert. Für die Wärmewende in Walldorf nimmt der Ausbau von regenerativ erzeugtem Strom an Bedeutung zu

Die identifizierten Maßnahmen für Walldorf haben das Potenzial einen dreifachen Nutzen zu erzielen: 1.) Beitrag zu Klimaschutz und Versorgungssicherheit, 2.) Kostensenkung durch die Nutzung lokaler erneuerbarer Energien, 3.) Nutzung von Fördermitteln des Bundes zur Stärkung der regionalen Wertschöpfung.

In regelmäßigen Abständen wird zudem zukünftig eine **Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans** notwendig sein. Aktuell gibt das Wärmeplanungsgesetz vor, die Wärmeplanung alle fünf Jahre zu aktualisieren.

Ein weiterer wichtiger Einfluss auf die Wärmewende in Walldorf besteht außerdem in der **Novelle des Gebäudeenergiegesetzes** (GEG) zum 01.01.2024. Hierin ist festgelegt, dass zukünftig neue Heizungen grundsätzlich zu mindestens 65 % erneuerbare Energien nutzen müssen. Hierfür kommt eine breite Palette an Technologien in Betracht, von Wärmenetzen und Wärmepumpen über Solarthermie, Hybridheizungen und Stromdirektheizungen bis hin zu grünen Gasen und grünen Ölen. Für Neubaugebiete gilt diese Regelung unmittelbar ab 2024, für Bestandsgebiete in Kommunen unter 100.000 Einwohner*innen ab 01.07.2028.

Wichtig ist hierbei zu wissen, dass die 65%-Regelung in Walldorf in Bezug auf Bestandsgebiete durch die (im Unterschied zu vielen anderen Kommunen) nun bereits vorliegende Wärmeplanung grundsätzlich nicht früher in Kraft tritt.¹ Da es sich gerade bei Wärmenetzen und Wärmepumpen gemäß der vorliegenden Wärmeplanung allerdings ohnehin bei den meisten Walldorfer Gebäuden um die wirtschaftlichsten Heizungsoptionen handelt, kommt insbesondere einer aufklärenden Informations- und Beratungsarbeit zu den gesetzlichen Vorgaben und Fördermöglichkeiten eine hohe Bedeutung zu.

Insgesamt hängen eine erfolgreiche Umsetzung und Weiterentwicklung des vorliegenden Wärmeplans maßgeblich von einer **zielführenden und konstruktiven Zusammenarbeit aller relevanten Akteur*innen in der Stadt Walldorf** ab. Dies betrifft sowohl den Gemeinderat und die Verwaltung sowie die Stadtwerke als auch Gewerbe, insbesondere Großabnehmer als Ankerkunden von Wärmenetzen und die Bürgerschaft sowie Facheinrichtungen wie das Handwerk und die Kliba als lokal zuständige Energieagentur.

¹ Eine Ausnahme hiervon kann lediglich für Wärmenetz- oder Wasserstoffnetzgebiete eintreten, soweit diese durch den Gemeinderat gesondert als kommunale Satzung ausgewiesen werden.

2 Grundlagen

2.1 Methodik und Aufbau des Wärmeplans

Im Wesentlichen gliedert sich die Planerstellung gemäß Leitfaden der KEA-BW in **vier Hauptphasen**, siehe Abbildung 1:

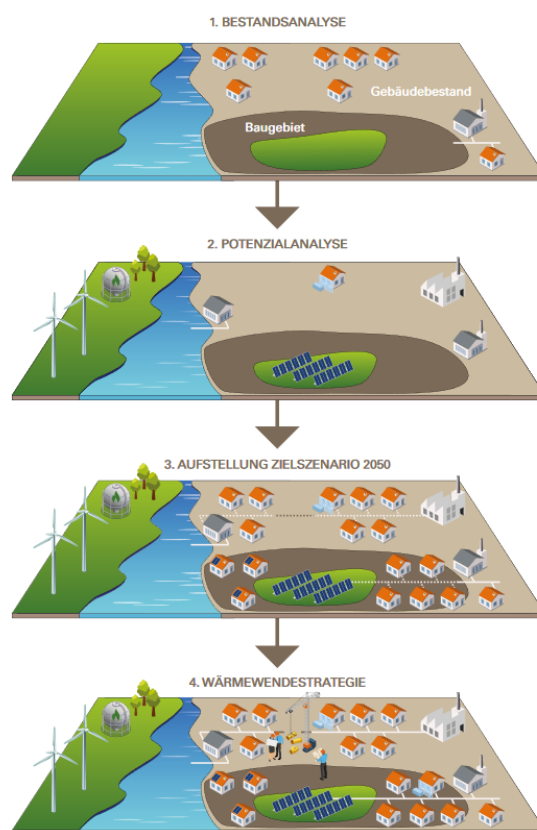


Abbildung 1: Hauptphasen der Kommunalen Wärmeplanung

1. Bestandsanalyse

Erhebung des aktuellen Wärmebedarfs und -verbrauchs und der daraus resultierenden Treibhausgasemissionen, einschließlich Informationen zu den vorhandenen Gebäudetypen und Baualtersklassen, der Versorgungsstruktur aus Gas- und Wärmenetzen, Heizzentralen und Speichern sowie Ermittlung der Beheizungsstruktur der Wohn- und Nichtwohngebäude. Erstellung einer Energie und Treibhausgasbilanz nach Energieträgern und Sektoren.

2. Potenzialanalyse

Ermittlung der Potenziale zur Energieeinsparung für Raumwärme, Warmwasser und

Prozesswärme in den Sektoren Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen, Industrie und öffentlichen Liegenschaften sowie Erhebung der lokal verfügbaren Potenziale erneuerbarer Energien und der Abwärmepotenziale.

3. Zielszenario

Entwicklung eines Szenarios für eine klimaneutrale Wärmeversorgung. Dazu wird die Nutzung der in Phase 2 ermittelten Potenziale für Energieeinsparung und erneuerbare Energien in einer Energie- und Treibhausgasbilanz nach Sektoren und Energieträgern für die Jahre 2030 und 2040 dargestellt. Außerdem erfolgt eine räumlich aufgelöste Beschreibung der dafür benötigten zukünftigen Versorgungsstruktur im Jahr 2040 mit einem Zwischenziel für 2030. Insbesondere soll eine Einteilung in Eignungsgebiete für Wärmenetze und Einzelversorgung erfolgen.

4. Wärmewendestrategie

Formulierung eines Transformationspfads für den Aufbau einer klimaneutralen Wärmeversorgung und Beschreibung der dafür erforderlichen Maßnahmen. Hierzu wurden sechs Fokusgebiete identifiziert, für die konkrete sowie räumlich verortete Umsetzungspläne erarbeitet wurden. Auf gesamtstädtischer Ebene wurden weitere Maßnahmen identifiziert, die zu den erforderlichen Treibhausgasminderungen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung führen sollen. Die Öffentlichkeit (Bürgerschaft, Interessengruppen sowie Vertreterinnen und Vertreter der Wirtschaft) soll am Entwurf des Wärmeplans beteiligt werden.

2.2 Datenerfassung / Methodik

2.2.1 Bestandsanalyse

Das Ziel der Bestandsanalyse besteht darin, ein genaues Bild des aktuellen Zustands der Gebäudestruktur, des Wärmebedarfs und der vorhandenen Wärmeinfrastruktur zu erlangen. Hierfür ist zunächst eine umfängliche Datenerhebung erforderlich, die im weiteren Projektverlauf die Basis für die Identifikation konkreter Handlungsbedarfe und die Ausarbeitung von Szenarien zur Dekarbonisierung, inklusive der darauf aufbauenden strategischen Maßnahmen bildet.

2.2.2 Potenzialanalyse

Die zu erhebenden Potenziale sind aufgeteilt in flächenbezogene sowie Gebäudepotenziale. Die Analyse von Potenzialen unterscheidet sich je nach Energiequelle erheblich. Die Methodik zur Bestimmung der erfassten Potenziale zur Energiegewinnung beruht auf der SaaS-Lösung (Software as a Service) von der greenventory GmbH, die eine integrierte und sektorübergreifende Energieplanung ermöglicht. SaaS ist ein cloudbasiertes Modell, bei dem der Anbieter eine Software entwickelt, wartet und Updates automatisch bereitstellt. Diese Plattform nutzt fortschrittliche KI-Algorithmen für die digitale Inventarisierung des Energiesystems auf Gebäudeebene und moderne Simulationsverfahren zur Ermittlung

repräsentativer Last- und Erzeugungsprofile. Die Methoden für die einzelnen Potenziale werden im Anhang ausführlich beschrieben.

2.2.3 Zielszenario

Das Zielszenario beschreibt den anzustrebenden Zustand im Zieljahr 2040 mit dem Zwischenjahr 2030. Auf Basis der erarbeiteten Ergebnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse werden Lösungswege hin zur Klimaneutralität aufgezeigt. Dabei werden sämtliche zuvor ermittelte Datensätze und Karten kombiniert und fachlich diskutiert. Wie bereits beschrieben wurden für die Stadt Walldorf zwei Szenarien hinsichtlich der Nutzung von verfügbaren erneuerbaren Energien erarbeitet. Für beide Szenarien sind Heizungsumstellung, sowie Hüllsanierungen auf Einzelgebäudeebene ebenfalls relevant.

2.2.4 Wärmewendestrategie

Die Wärmewendestrategie beschreibt, wie das Zielszenario erreicht werden kann. Die wichtigsten Maßnahmen werden ausgearbeitet, um einen sofortigen Einstieg in die Umsetzung zu ermöglichen. Es werden Eignungsgebiete für die Einzelversorgung und für Wärmenetze empfohlen.

2.3 Datenschutz

Bei der Erhebung und Verarbeitung der zu sammelnden Daten sind die Vorgaben an den Datenschutz eingehalten worden (gemäß § 27 Absatz 5 und § 33 KlimaG BW). Veröffentlichtes Material lässt zudem keine Rückschlüsse auf personenbezogene Daten zu.

3 Bestandsanalyse

Die Grundlage der KWP ist ein Verständnis der Ist-Situation sowie eine umfassende Datenbasis. Letztere wurde digital aufbereitet und zur Analyse des Bestands genutzt. Hierfür wurden zahlreiche Datenquellen aufbereitet, integriert und für Beteiligte an der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung zugänglich gemacht. Die Bestandsanalyse bietet einen umfassenden Überblick über den gegenwärtigen Energiebedarf, die Energieverbräuche, die Treibhausgasemissionen sowie die existierende Infrastruktur. Abbildung 2 veranschaulicht diesen Prozess.

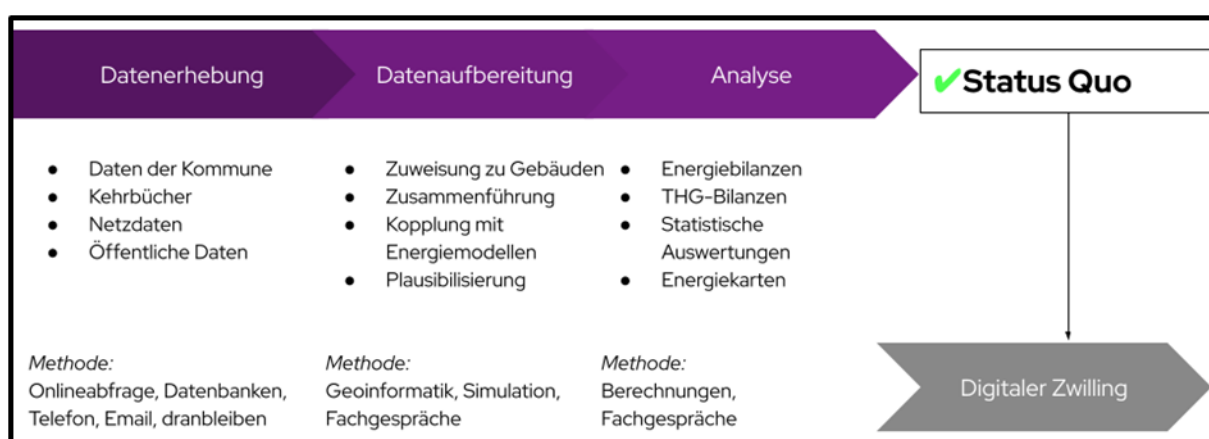


Abbildung 2: Vorgehen bei der Bestandsanalyse

3.1 Das Projektgebiet

Walldorf befindet sich im Rhein-Neckar-Kreis in Baden-Württemberg und gehört zur Metropolregion Rhein-Neckar. Es leben knapp 16.000 Einwohner*innen in der Stadt. Angrenzende Gemeinden sind Sandhausen, Leimen, Nußloch, Wiesloch, Sankt Leon-Rot und Reilingen. Die gesamte Fläche des Projektgebiets beträgt etwa 19,91 km². Das Gebiet ist gekennzeichnet durch das Vorhandensein einer vielfältigen Landschaftsstruktur, die sowohl Wälder, landwirtschaftlich genutzte Flächen als auch städtische und industrielle Bereiche umfasst.

3.2 Datenerhebung

Am Anfang der Bestandsanalyse erfolgte die systematische Erfassung von Verbrauchsdaten für Wärme, einschließlich Gas- und Stromverbrauch speziell für Heizzwecke. Anfragen zur Bereitstellung der elektronischen Kehrbücher wurden an die zuständigen Bezirksschornsteinfeger gerichtet und im Rahmen des § 33 KlimaG BW (früher § 7e KSG BW) autorisiert. Zusätzlich wurden ortsspezifische Daten aus Plan- und Geoinformationssystemen (GIS) der städtischen Ämter bezogen, die ausschließlich für die Erstellung des Wärmeplans

freigegeben und verwendet wurden. Die primären Datenquellen für die Bestandsanalyse sind folgendermaßen:

- Statistik und Katasterdaten des amtlichen Liegenschaftskatasters (ALKIS)
- Daten zu Strom-, Gas- und Nahwärmeverbräuchen, die von den Stadtwerken Walldorf zur Verfügung gestellt werden
- Auszüge aus den elektronischen Kkehrbüchern der Schornsteinfeger mit Informationen zu den jeweiligen Feuerstellen
- Verlauf der Strom-, Gas-, und Wärmenetze
- Daten über Abwärmequellen, welche durch Befragungen bei Betrieben ermittelt wurden

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

3.3 Gebäudebestand

Durch die Zusammenführung von offenem Kartenmaterial sowie dem amtlichen Liegenschaftskataster ergaben sich 4.722 analysierte Gebäude in Walldorf. Wie in Abbildung 3 zu sehen, besteht der überwiegende Anteil der Gebäude aus Wohngebäuden, gefolgt von Gebäuden die dem Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor (GHD) angehören sowie der Industrie und öffentlichen Bauten. Hieraus wird ersichtlich, dass die Wärmewende eine kleinteilige Aufgabe ist und sich zu großen Stücken im Wohn- und Gewerbebereich abspielen muss.

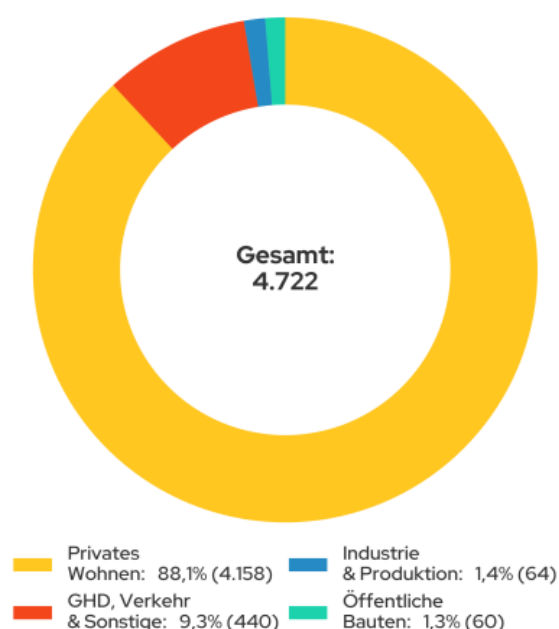


Abbildung 3: Gebäudeanzahl nach Sektor in Walldorf

Die Analyse der Baualtersklassen enthüllt, siehe Abbildung 4, dass fast 70 % der Gebäude vor 1979 errichtet wurden. Demzufolge bevor die erste Wärmeschutzverordnung mit ihren Anforderungen an die Dämmung in Kraft trat. Insbesondere Gebäude, die zwischen 1949 und 1978 erbaut wurden, stellen mit 56,4 % den größten Anteil am Gebäudebestand dar und bieten somit das umfangreichste Sanierungspotenzial. Altbauten, die vor 1919 errichtet wurden, zeigen, sofern sie bislang wenig oder nicht saniert wurden, den höchsten spezifischen Wärmebedarf. Diese Gebäude sind wegen ihrer oft robusten Bauweise interessant für eine Sanierung, allerdings können denkmalschutzrechtliche Auflagen Einschränkungen mit sich bringen. Um das Sanierungspotenzial jedes Gebäudes vollständig ausschöpfen zu können, sind gezielte Energieberatungen und angepasste Sanierungskonzepte erforderlich.

Gebäude, die vor 1948 erbaut wurden, sind hauptsächlich in den Zentren der Ortskerne angesiedelt, während jüngere Bauten eher an den Außengrenzen der Orte zu finden sind. Die Identifizierung von Sanierungsgebieten erweist sich insbesondere in den Bereichen mit älteren Gebäuden als besonders relevant. Zudem spielt die Verteilung der Gebäudealtersklassen eine entscheidende Rolle bei der Planung von Wärmenetzen. Dies ist vor allem in den dicht bebauten Altstadtkernen von Bedeutung, wo sowohl die Aufstellflächen für Wärmepumpen begrenzt sind als auch die Möglichkeiten für energetische Sanierungen durch strukturelle Gegebenheiten eingeschränkt sein können.

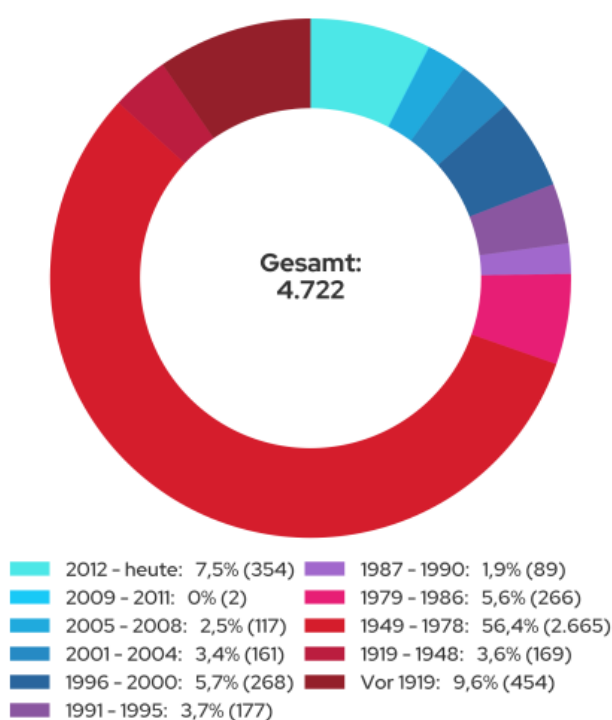


Abbildung 4: Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen in Walldorf

Anhand des Baujahres, des Verbrauchs und der Grundfläche wurde eine überschlägige Einteilung der Gebäude in die GEG-Energieeffizienzklassen vorgenommen, um den Sanierungsstand abzuschätzen. Bei der Analyse der GEG-Energieeffizienzklassen fällt auf, dass die Stadt vergleichsweise wenig Gebäude aufweist, die auf Basis des Gebäudealters

vollumfänglich saniert werden müssten. Der Großteil der Gebäude befindet sich im Mittelfeld der Energieeffizienz, siehe Abbildung 5. Von den Gebäuden, denen ein Wärmebedarf zugeordnet werden konnte, sind etwa 5 % den Effizienzklassen G und H zuzuordnen, was unsanierten oder nur sehr wenig sanierten Altbauten entspricht. 5,1 % der Gebäude sind Effizienzklasse F zuzuordnen und entsprechen überwiegend Altbauten, die nach den Richtlinien der Energieeinsparverordnung (EnEV) modernisiert wurden. Durch weitere energetische Sanierungen kann der Anteil der Gebäude in den mittleren Effizienzklassen zugunsten der energetisch günstigsten Effizienzklassen (A+ bis C) reduziert werden und Gebäude der Effizienzklassen F bis G möglichst verdrängt werden.

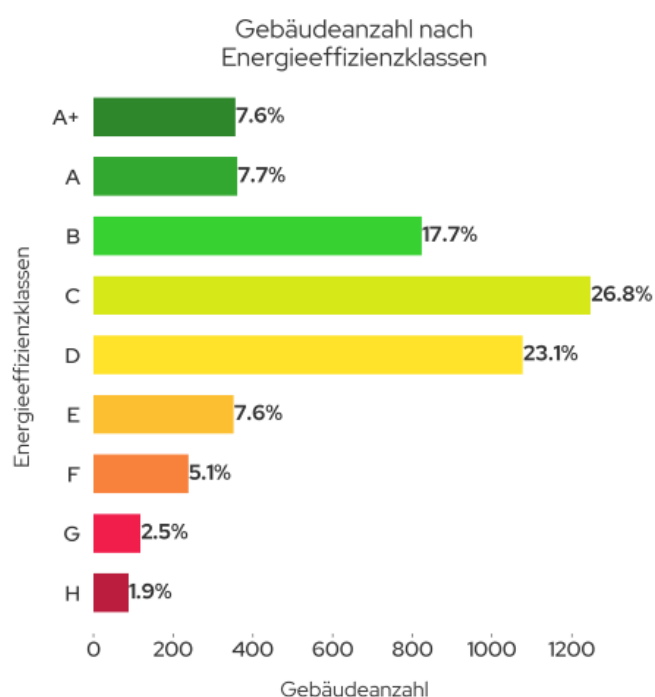


Abbildung 5: Gebäudeverteilung nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte)

3.4 Wärmebedarf

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

Aktuell beträgt der Wärmebedarf in Walldorf 163 GWh jährlich, siehe Abbildung 6. Mit 53,7 % ist der Wohnsektor anteilig am stärksten vertreten, während auf die Industrie 7,7 % des Gesamtwärmebedarfs entfällt. Auf den Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor (GHD) entfällt ein signifikanter Anteil von 34,6 % des Wärmebedarfs und auf die öffentlich genutzten Gebäude, die ebenfalls kommunale Liegenschaften beinhalten, entfallen 4 %. Die räumliche Verteilung der spezifischen Wärmebedarfsdichten auf Baublockebene ist in Abbildung 7 dargestellt.

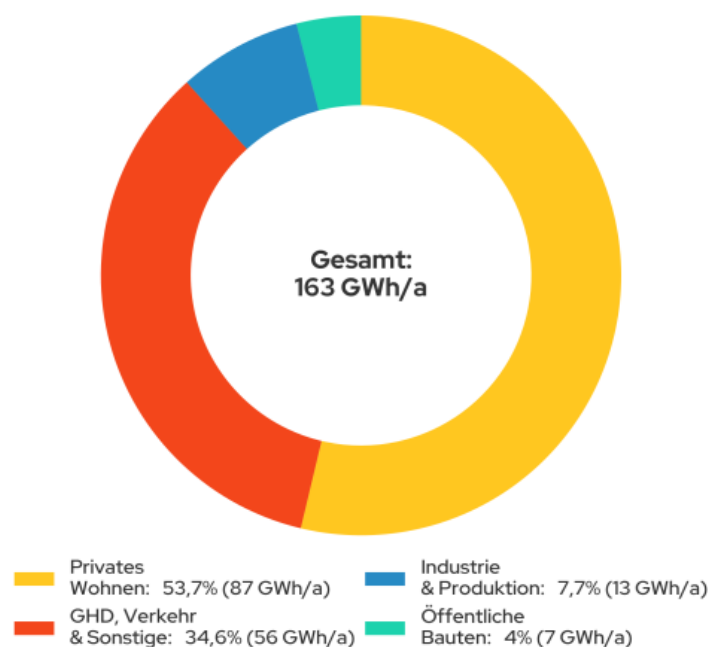


Abbildung 6: Wärmebedarf nach Sektor

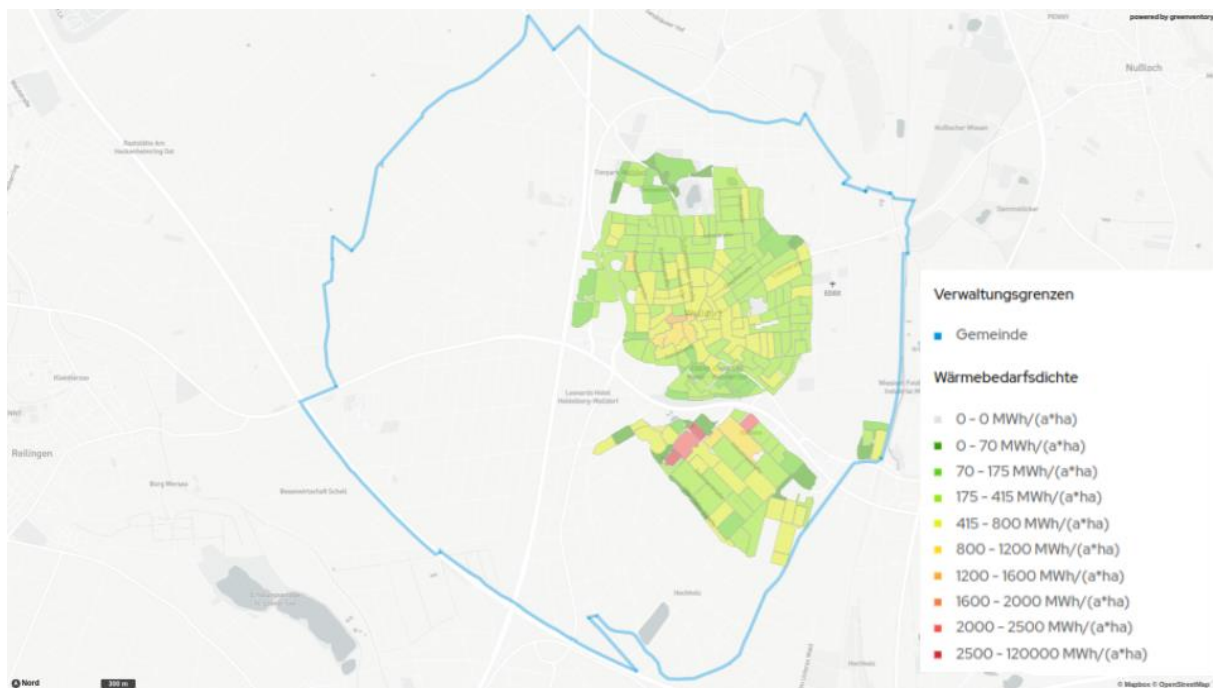


Abbildung 7: Verteilung der Wärmebedarfe je Baublock

3.5 Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger

Als Datengrundlage dienten die elektronischen Kehrbücher der Bezirksschornsteinfeger, die Informationen zum verwendeten Brennstoff sowie zur Art und zum Alter der jeweiligen Feuerungsanlage enthielten. Insgesamt konnten aus den Kehrbüchern Daten zu 3.464 Gebäuden mit Heizsystemen entnommen werden. Diese Informationen wurden durch Verbrauchs- und Netzdaten von den Stadtwerken ergänzt. Für 1.258 Gebäude lagen keine Informationen zum Alter des Heizsystems vor. Die Diskrepanz zwischen der Anzahl der Heizungsanlagen und des Gebäudebestands war zum einen darauf zurückzuführen, dass auch Scheunen, Ställe, Hallen und weitere Gebäude ohne vorhandene Heizsysteme erfasst wurden. Zum anderen waren die mit Wärmenetzen und Wärmepumpen versorgten Gebäude in den Kehrbüchern nicht erfasst. Durch Wärmepumpen versorgte Objekte wurden über Angaben zu Heizstromverbrauchswerten erfasst. Wärmenetzanschlüsse und -verbrauchswerte einzelner Gebäude wurden über den Netzbetreiber abgefragt.

Abbildung 8 zeigt die Gesamtleistung der neu installierten Heizsysteme je Energieträger. Die Leistung der installierten Ölheizungen ist ab 1965 und bis zur Jahrtausendwende hinein stark gestiegen. In den letzten zwei Jahrzehnten ist dann ein deutlicher Rückgang der neu installierten Ölheizungen zu verzeichnen. Die Leistung installierter Gasheizungen ist ab 1985 sehr stark angestiegen, erlebte ab der Jahrtausendwende einen deutlichen Abfall und nimmt seit 2010 wieder zu. Zugleich steigt seit den 2000 Jahren der Anteil von Holzfeuerungen deutlich an, fällt dann ab 2010 jedoch wieder leicht ab. Diese Feuerungen werden meist nicht als primäre, sondern als zusätzliche Heizsysteme in Form von Kaminöfen genutzt, weshalb sie in Summe nur einen geringen Anteil der installierten Leistung sowie der erzeugten Wärme ausmachen. Sie dienen neben der Wärmebereitstellung im Wesentlichen zur Steigerung des Wohnkomforts. Des Weiteren sind Heizsysteme auf Basis von „Liquefied Petroleum Gas“ (LPG, Flüssiggas) vorhanden, deren Gesamtleistung jedoch sehr gering ausfällt.

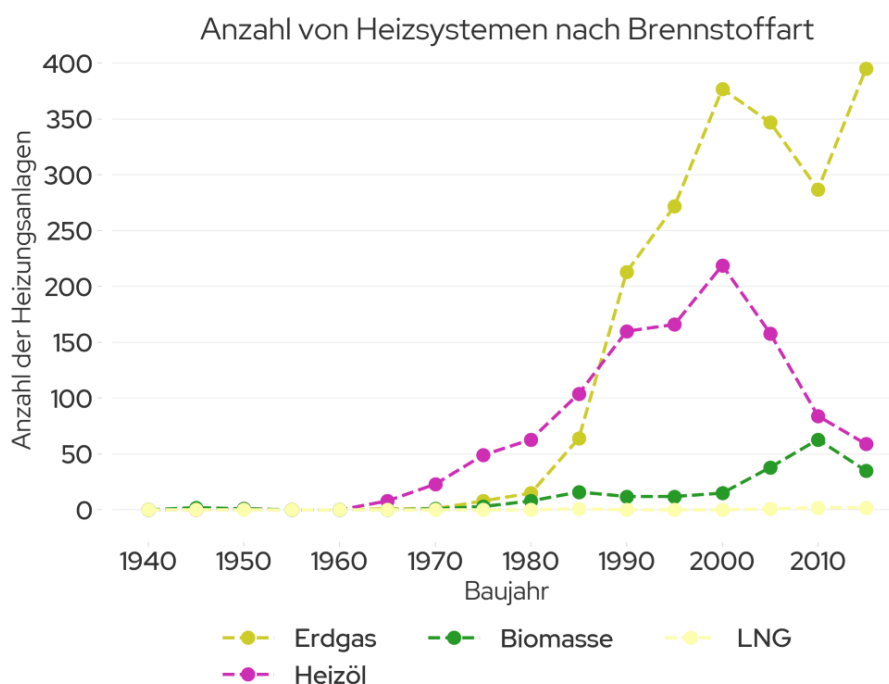


Abbildung 8: Gesamtleistung der jährlich neu installierten Heizsysteme nach Energieträger, gruppiert in 5 Jahresabschnitten (Summe)

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

Die Untersuchung des Alters der derzeit eingebauten Heizsysteme liefert wichtige Anhaltspunkte für eine gezielte Priorisierung beim Austausch dieser Systeme. Eine Auswertung der Altersstruktur dieser Systeme auf Gebäudeebene (vgl. Abbildung 10) offenbart einen signifikanten Anteil veralteter beziehungsweise stark veralteter Heizanlagen, unter der Annahme einer technisch begründeten Nutzungsdauer von 20 Jahren. Diese Annahme führt zu einer klaren Erkenntnis hinsichtlich des dringenden Handlungsbedarfs:

- 50,1 % aller Heizsysteme überschreiten bereits die Altersgrenze von 20 Jahren
- Bei 19,4 % der Anlagen ist sogar die 30-Jahre-Marke überschritten, was insbesondere vor dem Hintergrund des § 72 GEG von hoher Relevanz ist

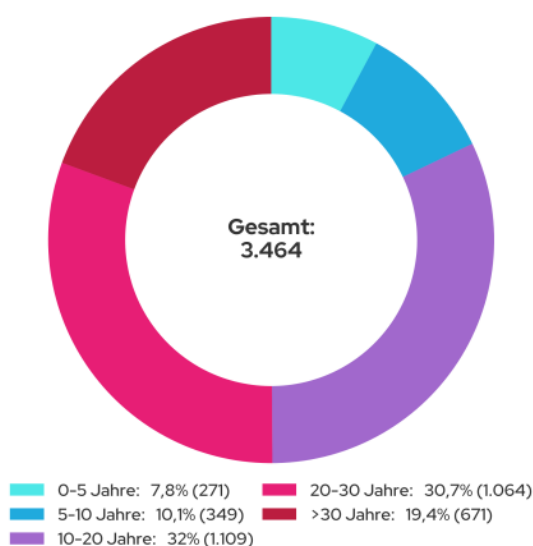


Abbildung 9: Gebäudeanzahl nach Alter der bekannten Heizsysteme (Stand 2022)

Die räumliche Verteilung des Alters der Heizsysteme auf der Ebene der Baublöcke lässt sich in Abbildung 9 ablesen. Es wird deutlich, dass in den meisten Gebieten das durchschnittliche Alter der Heizsysteme mindestens 15 Jahre beträgt, in einigen Gebieten sogar 30 Jahre und mehr.

Gemäß § 72 GEG dürfen Heizkessel, die flüssigen oder gasförmigen Brennstoff verbrauchen und vor dem 1. Januar 1991 aufgestellt wurden, nicht mehr betrieben werden. Das Gleiche gilt für später in Betrieb genommene Heizkessel, sobald sie 30 Jahre in Betrieb waren. Ausnahmen gelten für Niedertemperatur-Heizkessel und Brennwertkessel, Heizungen mit einer Leistung unter 4 Kilowatt oder über 400 Kilowatt sowie heizungstechnische Anlagen mit Gas-, Biomasse- oder Flüssigbrennstoffeuerung als Bestandteil einer Wärmepumpen-Hybridheizung soweit diese nicht mit fossilen Brennstoffen betrieben werden. Ausgenommen sind ebenfalls Hauseigentümer in Ein- oder Zweifamilienhäusern, die ihr Gebäude zum 01.02.2002 bereits selbst bewohnt haben. Heizkessel mit fossilen Brennstoffen dürfen jedoch längstens bis zum Ablauf des 31.12.2044 betrieben werden (GEG, 2024).

In der Neuerung des GEG, die ab dem 01.01.2024 in Kraft getreten ist, müssen Heizsysteme, die in Kommunen mit mindestens 10.000 bis maximal 100.000 Einwohnern nach dem 30.06.2028 neu eingebaut werden, zukünftig mit mindestens 65 % erneuerbaren Energien betrieben werden. In Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohnern gilt bereits der 30.06.2026 als Frist. Wird in der Kommune auf Grundlage eines erstellten Wärmeplans nach § 26 WPG ein Gebiet zum Neu- oder Ausbau von Wärme- oder Wasserstoffnetzen in Form einer gesonderten Satzung ausgewiesen, gilt die 65 %-Regelung des GEG in diesem Gebiet entsprechend früher.

Es ist somit ersichtlich, dass in den kommenden Jahren ein erheblicher Handlungsdruck auf Immobilienbesitzer zukommt. Dies betrifft v. a. die Punkte eines Systemaustauschs gemäß § 72 GEG. Für 17,8 % der Heizsysteme, die eine Betriebsdauer von mehr als 30 Jahren

aufweisen, muss demnach geprüft werden, ob eine Verpflichtung zum Austausch des Heizsystems besteht. Zudem sollte eine technische Modernisierung der 30,7 % der Heizsysteme mit einer Betriebsdauer zwischen 20 und 30 Jahren erfolgen oder es wird zumindest eine technische Überprüfung empfohlen. Diese sollte um die Komponente einer ganzheitlichen Energieberatung ergänzt werden.

Neben den gesetzlichen Vorgaben zur alters- und gebietsabhängigen Heizungsumstellung ergibt sich für die Gebäudeeigentümer aus der zunehmenden CO₂-Bepreisung nach dem BEHG ein zunehmender wirtschaftlicher Anreiz zur Abkehr von fossilen Brennstoffen.

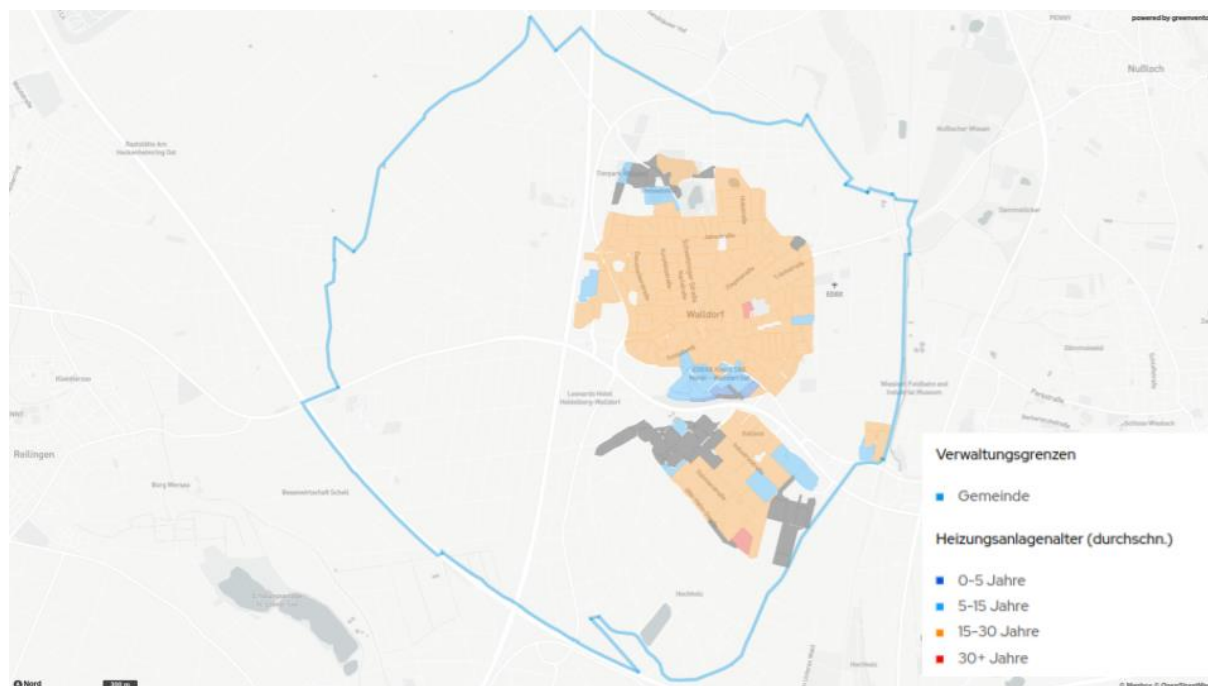


Abbildung 10: Verteilung nach Alter der Heizsysteme (Stand 2022)

3.6 Eingesetzte Energieträger

Für die Bereitstellung der Wärme in den Gebäuden werden 190 GWh Endenergie pro Jahr benötigt. Die Zusammensetzung der Energiebereitstellung verdeutlicht die Dominanz fossiler Brennstoffe im aktuellen Energiemix, siehe Abbildung 11. Erdgas trägt mit 107 GWh/a (57 %) maßgeblich zur Wärmeerzeugung bei, gefolgt von Heizöl mit 59 GWh/a (ca. 31,3 %). Biomasse trägt mit 15 GWh/a (ca. 8 %) zum bereits erneuerbaren Anteil der Wärmeversorgung bei. Lediglich 3 GWh/a (1,5 %) des Endenergiebedarfs wird durch Strom gedeckt, der in Wärmepumpen und Direktheizungen genutzt wird. Zusätzlich werden bereits 5 GWh/a (ca. 2,7 %) des Endenergiebedarfs durch Nah- oder Fernwärme gedeckt. Die aktuelle Zusammensetzung der Endenergie verdeutlicht die Dimension der Herausforderungen auf dem Weg zur Dekarbonisierung. Die Verringerung der fossilen Abhängigkeit erfordert technische Innovationen, verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien, den Bau von Wärmenetzen und die Integration verschiedener Technologien in bestehende Systeme. Eine zielgerichtete, technische Strategie ist unerlässlich, um die Wärmeversorgung zukunftssicher und treibhausgasneutral zu gestalten.

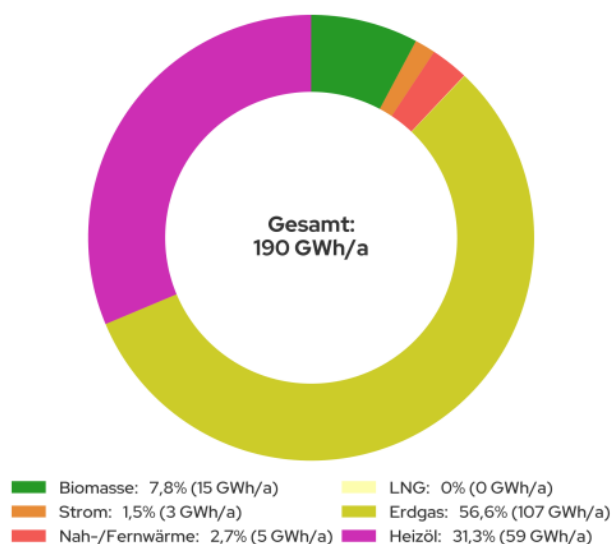


Abbildung 11: Endenergiebedarf nach Energieträger

3.7 Erdgasinfrastruktur

In Walldorf ist die Erdgasinfrastruktur im Stadtgebiet flächendeckend etabliert, siehe Abbildung 12. Auf die Eignung der vorhandenen Erdgasinfrastruktur für die Nutzung von Wasserstoff im Gasnetz wird in Kapitel 6.7 eingegangen. Um die Entscheidungshoheit für heute erdgasversorgte Objekte möglichst lange beim Eigentümer zu belassen, wird seitens der Stadtwerke der Weiterbetrieb der vorhandenen Erdgasinfrastruktur angestrebt, solange dies wirtschaftlich vertretbar ist.

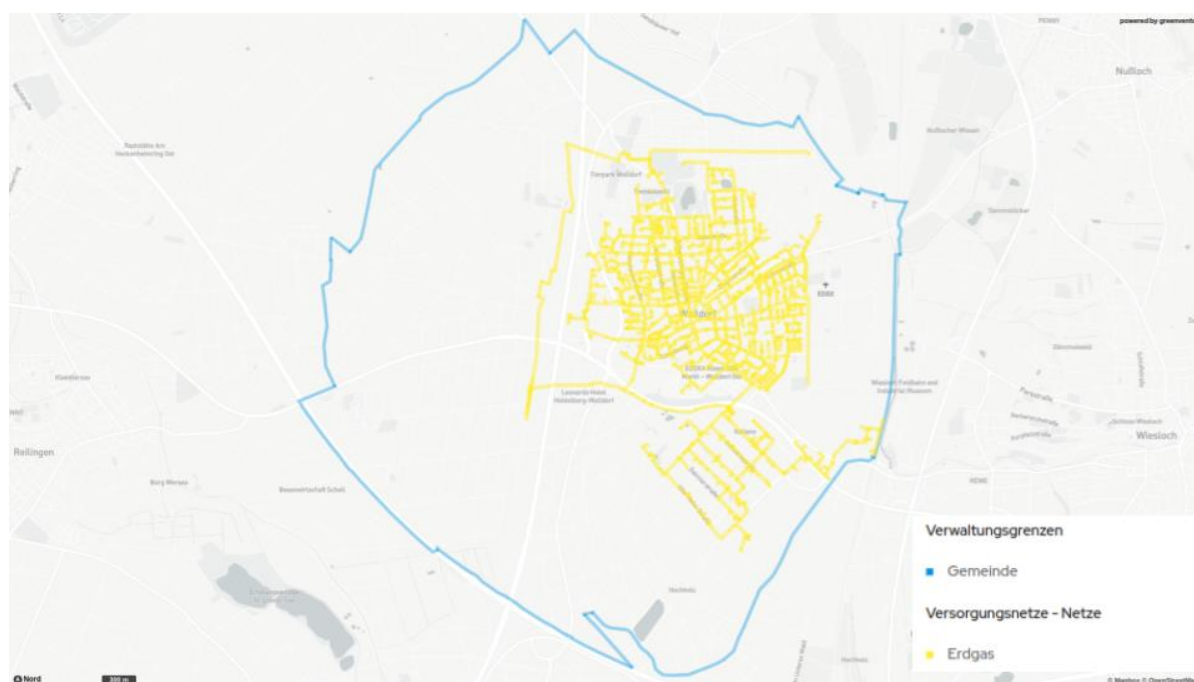


Abbildung 12: Gasnetzinfrastruktur in Walldorf

3.8 Stromnetze

Die Gemeindegebiete, für die keine Wärmenetze geplant werden, wird die elektrische Wärmepumpe zur bevorzugten Heiztechnologie werden. Die Stadtwerke Walldorf werden die Stromverteilnetze so weit verstärken, dass diese die an kalten Tagen zu erwartende Netzhöchstlast in diesem Gebieten bereitstellen können. Damit werden die Stadtwerke die in ihrem Einflussbereich liegenden Voraussetzungen für die Umstellung auf Wärmepumpen schaffen und den Hausbesitzern die Möglichkeit geben, ihre Heizung auf eine Wärmepumpe umzustellen. Um die Entscheidungshoheit für heute erdgasversorgte Objekte möglichst lange beim Eigentümer zu belassen, wird seitens der Stadtwerke der Weiterbetrieb der vorhandenen Erdgasinfrastruktur angestrebt, solange dies wirtschaftlich vertretbar ist.

3.9 Wärmenetze

Derzeit gibt es in Walldorf kleinere Arealnetze im südlichen Teil sowie ein Wärmenetz am Schulzentrum im Norden, die durch die Stadtwerke betrieben werden. Zusätzlich existiert ein privat betriebenes Wärmenetz im Gewerbegebiet im Süden, dessen Daten jedoch nicht im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung erfasst werden konnten, weshalb dieses nicht in Abbildung 13 erscheint. Dies führt dazu, dass der Endenergieverbrauch, der durch Erdgas gedeckt wird, geringer ausfällt, während der Anteil, der durch Fernwärme abgedeckt wird, zu etwa gleichen Teilen höher ausfällt als in Abbildung 11 dargestellt.

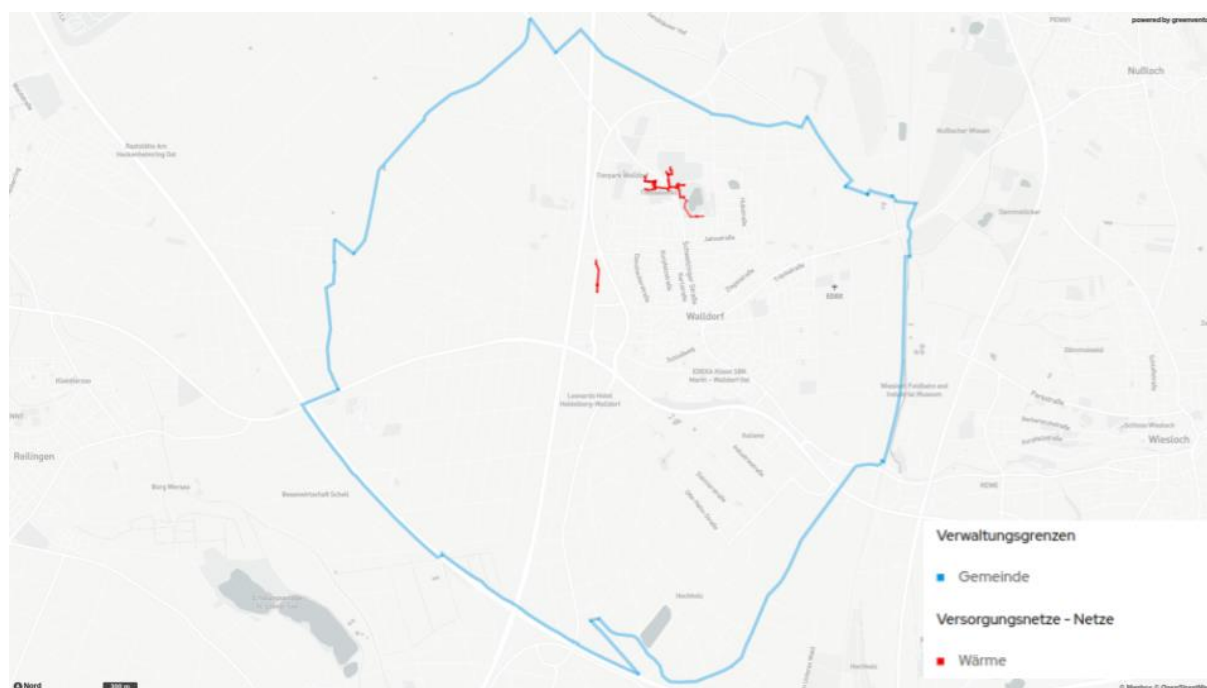


Abbildung 13: Wärmenetzinfrastruktur in Walldorf

3.10 Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung

In Walldorf betragen aktuell die gesamten Treibhausgasemissionen im Wärmebereich 46.819 Tonnen pro Jahr. Sie entfallen zu 50,9 % auf den Wohnsektor, zu 35,4 % auf den Gewerbe-Handels und Dienstleistungssektor (GHD), zu 9,4 % auf die Industrie, und zu 4,3 % auf öffentlich genutzte Gebäude, Abbildung 14. Damit sind die Anteile der Sektoren an den Treibhausgasemissionen in etwa proportional zu deren Anteilen am Wärmebedarf, siehe Abbildung 6. Jeder Sektor emittiert also pro verbrauchter Gigawattstunde Wärme ähnlich viel Treibhausgas, wodurch eine Priorisierung einzelner Sektoren auf Basis der spezifischen Emissionen nicht erfolgen muss.

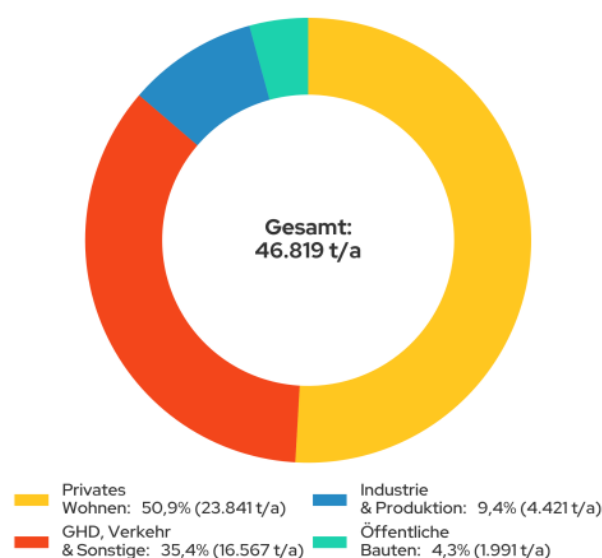


Abbildung 14: Treibhausgasemissionen nach Sektoren in Walldorf

Erdgas ist mit 56,8 % der Hauptverursacher der Treibhausgasemissionen, gefolgt von Heizöl mit 39,5 %. Damit verursachen die beiden fossilen Wärmeerzeuger mit 97 % nahezu die gesamten Emissionen im Wärmesektor in Walldorf. Der Anteil von Strom ist mit 3 % deutlich geringer, siehe Abbildung 15. An diesen Zahlen wird deutlich, dass der Schlüssel für die Reduktion der Treibhausgase in der Abkehr von Erdgas und Erdöl liegt, aber eben auch in der erneuerbaren Stromerzeugung, zumal dem Strom durch die vorher zu sehende starke Zunahme von Wärmepumpen zukünftig eine zentrale Rolle zufallen wird.

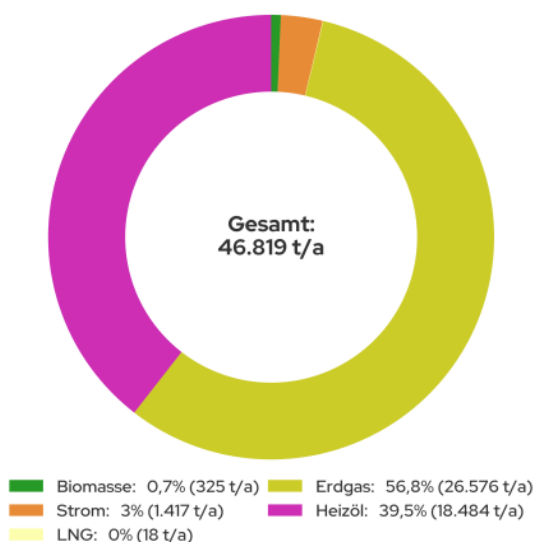


Abbildung 15: Treibhausgasemissionen nach Energieträger in Walldorf

Eine örtliche Verteilung der aggregierten Treibhausgasemissionen auf Baublockebene ist in Abbildung 16 dargestellt. Im innerstädtischen Bereich und in den Industriegebieten sind die Emissionen besonders hoch. Gründe für hohe lokale Treibhausgasemissionen können große Industriebetriebe oder eine Häufung besonders schlecht sanierter Gebäude gepaart mit dichter Besiedelung sein. Eine Reduktion der Treibhausgasemissionen bedeutet auch eine Verbesserung der Luftqualität, was besonders in den Wohnvierteln eine erhöhte Lebensqualität mit sich bringt.

Die verwendeten Emissionsfaktoren lassen sich Tabelle 1: Emissionsfaktoren nach Energieträger (KEA, 2023) im Folgenden entnehmen. Bei der Betrachtung der Emissionsfaktoren wird der Einfluss der Brennstoffe bzw. Energiequellen auf den Treibhausgasausstoß deutlich. Zudem spiegelt sich die erwartete Dekarbonisierung des Stromsektors in den Emissionsfaktoren wider. Dieser entwickelt sich für den deutschen Strommix von heute 0,438 tCO₂/MWh auf zukünftig 0,032 tCO₂/MWh – ein Effekt, der elektrische Heizsysteme wie Wärmepumpen zukünftig weiter begünstigen dürfte. Der zukünftige stark reduzierte Emissionsfaktor des Strommixes spiegelt die erwartete Entwicklung einer fast vollständigen Dekarbonisierung des Stromsektors wider.

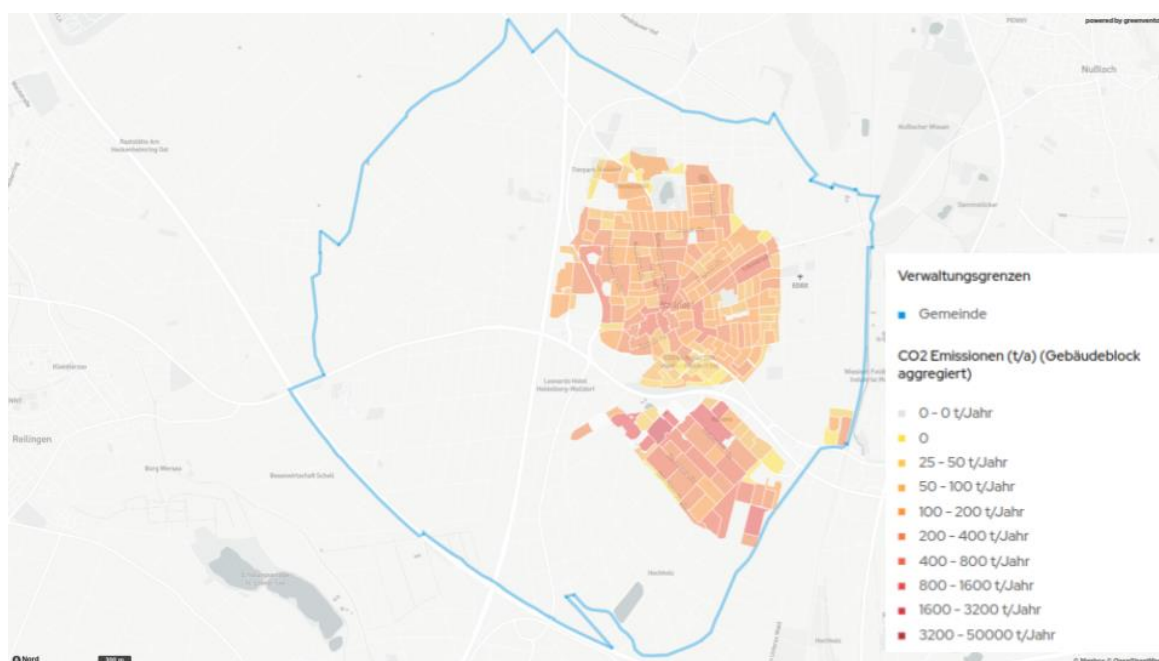


Abbildung 16: Verteilung der Treibhausgasemissionen in Walldorf

Tabelle 1: Emissionsfaktoren nach Energieträger (KEA, 2023)

Energieträger	Emissionsfaktoren (tCO ₂ /MWh)		
	2021	2030	2040
Strom	0,485	0,270	0,032
Heizöl	0,311	0,311	0,311
Erdgas	0,233	0,233	0,233
Steinkohle	0,431	0,431	0,431
Biogas / Biomethan	0,090	0,086	0,081
Biomasse (Holz)	0,022	0,022	0,022
Solarthermie	0,013	0,013	0,013

3.11 Zusammenfassung Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse verdeutlicht die zentrale Rolle fossiler Energieträger in der aktuellen Wärmeversorgungsstruktur, mit einem signifikanten Anteil im Wohnsektor und dem Gewerbesektor. Erdgas ist der vorherrschende Energieträger in den Heizsystemen, während der Anteil an Fernwärme gering bleibt. Eine kritische Betrachtung zeigt, dass 19,4 % der Heizungsanlagen, die älter als 30 Jahre sind, dringend saniert oder erneuert werden müssen. Die Analyse betont den dringenden Bedarf an technischer Erneuerung und Umstellung auf erneuerbare Energieträger, um den hohen Anteil fossiler Brennstoffe in der Wärmeversorgung zu reduzieren. Gleichzeitig bietet der signifikante Anteil veralteter Heizungsanlagen ein erhebliches Potenzial für Energieeffizienzsteigerungen und die Senkung von Treibhausgasemissionen durch gezielte Sanierungsmaßnahmen. Trotz der herausfordernden Ausgangslage zeigen die Daten auch positive Aspekte auf: Ein ausgeprägtes Engagement der Kommune im Ausbau der Stromnetze und erste Erfahrungen mit der Implementierung von Nahwärmenetzen in der Stadt deuten auf ein solides Fundament für die Gestaltung der Wärmewende hin. Dieses Engagement ist essenziell für die Realisierung einer nachhaltigen, effizienten und letztendlich treibhausgasneutralen Wärmeversorgung. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Bestandsanalyse nicht nur die Notwendigkeit für einen systematischen und technisch fundierten Ansatz zur Modernisierung der Wärmeinfrastruktur aufzeigt, sondern auch konkrete Ansatzpunkte und Chancen für die zukünftige Gestaltung der Wärmeversorgung bietet. Die Umstellung auf erneuerbare Energieträger und die Sanierung bzw. der Austausch veralteter Heizsysteme sind dabei zentrale Maßnahmen, die unterstützt durch das Engagement der Kommunen und die Nutzung bestehender Erfahrungen mit Wärmenetzen, eine effektive Reduktion der Treibhausgasemissionen und eine nachhaltige Verbesserung der Wärmeversorgung ermöglichen.

4 Potenzialanalyse

Zur Identifizierung der technischen Potenziale wurde eine umfassende Flächenanalyse durchgeführt, bei der sowohl übergeordnete Ausschlusskriterien als auch Eignungskriterien berücksichtigt wurden. Diese Methode ermöglicht für das gesamte Projektgebiet eine robuste, quantitative und räumlich spezifische Bewertung aller relevanten erneuerbaren Energieressourcen. Die endgültige Nutzbarkeit der erhobenen technischen Potenziale hängt von weiteren Faktoren, wie der Wirtschaftlichkeit, Eigentumsverhältnissen und eventuellen zusätzlich zu beachtenden spezifischen Restriktionen ab, welche Teil von weiterführenden Untersuchungen sind. Abbildung 17 und 18 veranschaulichen das Vorgehen der Potenzialanalyse.

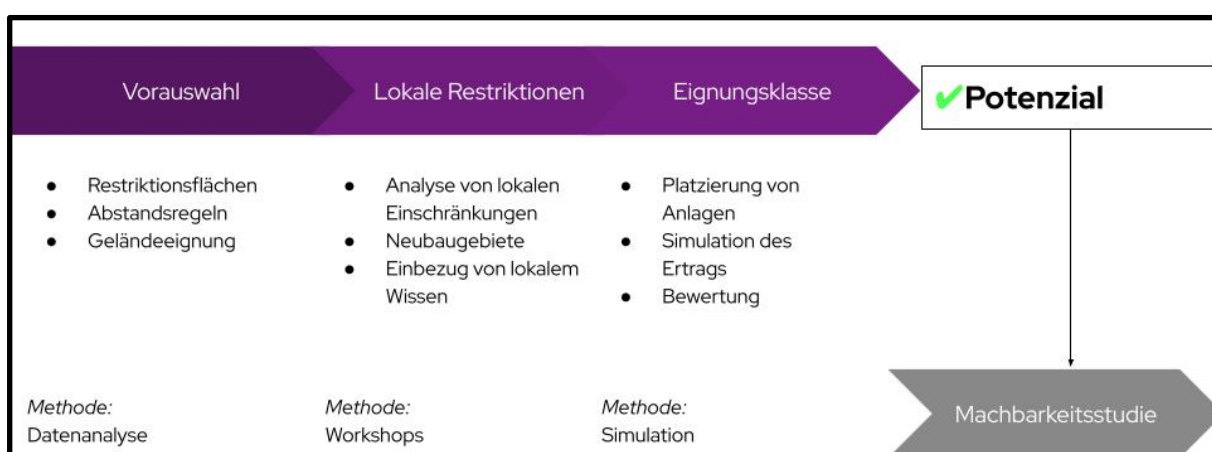


Abbildung 17: Vorgehen bei der Ermittlung von erneuerbaren Potenzialen

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
- Tiefengeothermie: Nutzung von Wärme in Tiefen > 1000 m zur Wärme- und Stromgewinnung
- Luftwärmepumpe: Nutzung der Umweltwärme der Umgebungsluft

- Gewässerwärmepumpe (Flüsse und Seen): Nutzung der Umweltwärme der Gewässer
- Abwärme aus Abwasserkanälen: Nutzbare Restwärme aus Abwasserstrom
- Industrielle Abwärme: Erschließbare Restwärme aus industriellen Prozessen

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



Abbildung 18: Vorgehen und Datenquellen der Potenzialanalyse

4.2 Methode: Indikatorenmodell

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

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

In Tabelle 2 ist eine Auswahl der wichtigsten für die Analyse herangezogenen Flächenkriterien aufgeführt. Diese Kriterien erfüllen die gesetzlichen Richtlinien nach Bundes- und Landesrecht, können jedoch keine raumplanerischen Abwägungen um konkurrierende Flächennutzung ersetzen.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung zielt die Potenzialanalyse darauf ab, die Optionen für die Wärmeversorgung, insbesondere bezüglich der Fernwärme in den Eignungsgebieten, zu präzisieren und zu bewerten. Gemäß den Richtlinien des Handlungsleitfadens zur Kommunalen Wärmeplanung der Klimaschutz- und Energieagentur

Baden-Württemberg (KEA-BW, 2020) fokussiert sich diese Analyse primär auf die Identifikation des technischen Potenzials (siehe Infobox - Definition von Potenzialen). Neben der technischen Realisierbarkeit sind auch ökonomische und soziale Faktoren bei der späteren Entwicklung spezifischer Flächen zu berücksichtigen. Es ist zu beachten, dass die KWP nicht den Anspruch erhebt, eine detaillierte Potenzialstudie zu sein. Tatsächlich realisierbare Potenziale werden in nachgelagerten kommunalen Prozessen ermittelt.

Tabelle 2: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien

Potenzial	Wichtigste Kriterien (Auswahl)
Elektrische Potenziale	
Windkraft	Abstand zu Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte
PV-Freiflächen	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte
PV-Dachflächen	Dachflächen, Mindestgrößen, Gebäudetyp, techno-ökonomische Anlagenparameter
Thermische Potenziale	
Abwärme aus Klärwerken	Klärwerk-Standorte, Anzahl versorgter Haushalte, techno-ökonomische Anlagenparameter
Industrielle Abwärme	Wärmemengen, Temperaturniveau, zeitliche Verfügbarkeit
Biomasse	Landnutzung, Naturschutz, Hektarerträge von Energiepflanzen, Heizwerte, techno-ökonomische Anlagenparameter
Solarthermie Freiflächen	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte, Nähe zu Wärmeverbrauchern
Solarthermie Dachflächen	Dachflächen, Mindestgrößen, Gebäudetyp, techno-ökonomische Anlagenparameter
Oberflächennahe Geothermie	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Wasserschutzgebiete, Nähe zu Wärmeverbrauchern

 Potenzialanalyse

Tiefengeothermie	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Wasserschutzgebiete, Potenzial, Gesteinstypen
Luftwärmepumpe	Gebäudeflächen, Gebäudealter, techno-ökonomische Anlagenparameter, gesetzliche Vorgaben zu Abständen
Großwärmepumpen Flüsse und Seen	Landnutzung, Naturschutz, Temperatur- und Abflussdaten der Gewässer, Nähe zu Wärmeverbrauchern, techno-ökonomische Anlagenparameter

Infobox: Potenzialbegriffe

Theoretisches Potenzial:

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

Technisches Potenzial:

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

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

Wirtschaftliches Potenzial:

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

Realisierbares Potenzial:

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

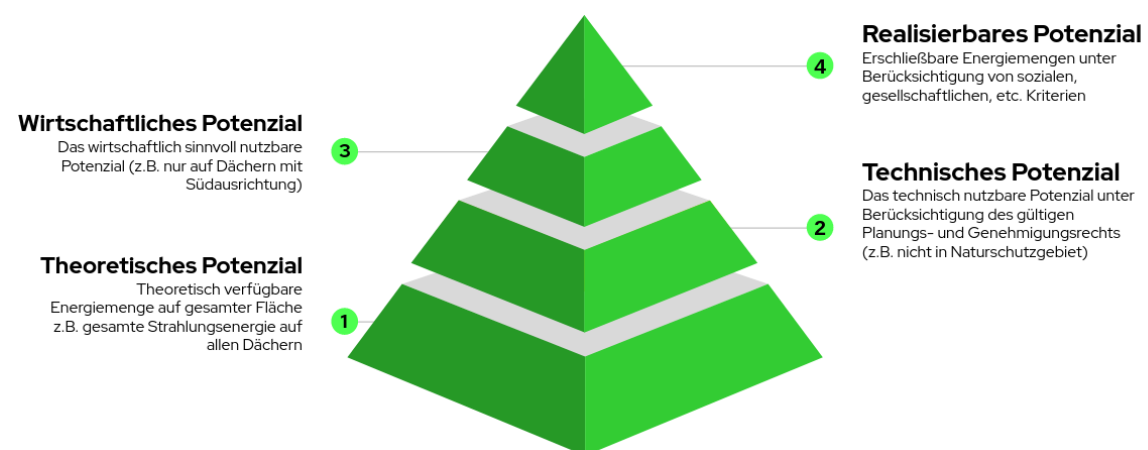


Abbildung 19: Infobox - Definitionen von Potenzialen

4.2.1 Potenziale zur Stromerzeugung

Die Analyse der Potenziale in Walldorf zeigt verschiedene Optionen für die lokale Erzeugung von erneuerbarem Strom, siehe Abbildung 20.

Biomasse wird für Wärme oder Strom entweder direkt verbrannt oder zu Biogas vergoren. Für die Biomassenutzung geeignete Gebiete schließen Naturschutzgebiete aus und berücksichtigen landwirtschaftliche Flächen, Waldreste, Rebschnitte und städtischen Biomüll. Die Potenzialberechnung basiert auf Durchschnittserträgen und der Einwohnerzahl für städtische Biomasse, wobei wirtschaftliche Faktoren wie die Nutzungseffizienz von Mais und die Verwertbarkeit von Gras und Stroh berücksichtigt werden. Es zeigt sich, dass die Nutzung von ausschließlich in Walldorf vorhandener Biomasse nur einen geringen Beitrag zur Stromerzeugung leisten könnte. Der Einsatz von Biomasse sollte daher eher für die Wärmeerzeugung genutzt werden.

Windkraftanlagen nutzen Wind zur Stromerzeugung und sind eine zentrale Form der Windenergienutzung. Potenzialflächen werden nach technischen und ökologischen Kriterien sowie Abstandsregelungen selektiert, wobei Gebiete mit mindestens 1.900 Volllaststunden als gut geeignet gelten. Die Potenzial- und Wirtschaftlichkeitsberechnung berücksichtigt lokale Windverhältnisse, Anlagentypen und erwartete Energieerträge. Mit 149 GWh/a bietet die Windkraft ein signifikantes Potenzial. Allerdings sind hier Aspekte der Akzeptanz sowie der Einfluss auf die lokale Flora und Fauna zu berücksichtigen, weshalb die Eignungsflächen stark eingegrenzt sind und die Analyse der Windflächen außerhalb der Kommunalen Wärmeplanung nähergehend erfolgen sollte.

Photovoltaik auf Freiflächen stellt mit 345 GWh/a das größte erneuerbare Potenzial dar, wobei Flächen als grundsätzlich geeignet ausgewiesen werden, die keinen Restriktionen unterliegen und die technischen Anforderungen erfüllen; besonders beachtet werden dabei Naturschutz, Hangneigungen, Überschwemmungsgebiete und gesetzliche Abstandsregeln. Bei der Potenzialberechnung werden Module optimal platziert und unter Berücksichtigung von Verschattung und Sonneneinstrahlung werden jährliche Volllaststunden und der Jahresenergieertrag pro Gebiet errechnet. Die wirtschaftliche Nutzbarkeit wird basierend auf Mindestvolllaststunden und dem Neigungswinkel des Geländes bewertet, um nur die rentabelsten Flächen einzubeziehen. Zudem sind Flächenkonflikte, beispielsweise mit landwirtschaftlichen Nutzflächen sowie die Netzanschlussmöglichkeiten abzuwägen. Ein großer Vorteil von PV-Freiflächen in Kombination mit großen Wärmepumpen ist, dass sich die Stromerzeugungsf lächen nicht in unmittelbarer Nähe zur Wärmenachfrage befinden müssen und so eine gewisse Flexibilität in der Flächenauswahl möglich ist.

Das Potenzial für Photovoltaikanlagen auf Dachflächen fällt mit 93 GWh/a geringer aus als in der Freifläche, bietet jedoch den Vorteil, dass es ohne zusätzlichen Flächenbedarf oder Flächenkonflikte ausgeschöpft werden kann. In der aktuellen Analyse wird davon ausgegangen (siehe KEA-BW), dass das Stromerzeugungspotenzial von Photovoltaik auf 50 % der Dachflächen von Gebäuden über 50 m² möglich ist. Die jährliche Stromproduktion wird durch flächenspezifische Leistung (160 kWh/m²a) berechnet. Im Vergleich zu

Freiflächenanlagen ist allerdings mit höheren spezifischen Kosten zu kalkulieren. In Kombination mit Wärmepumpen ist das Potenzial von PV auf Dachflächen gerade für die Warmwasserbereitstellung im Sommer sowie die Gebäudeheizung in den Übergangszeiten interessant.

Zusammenfassend bieten sich vielfältige Möglichkeiten zur erneuerbaren Stromerzeugung in Walldorf, wobei jede Technologie ihre eigenen Herausforderungen und Kostenstrukturen mit sich bringt. Bei der Umsetzung von Projekten sollten daher sowohl die technischen als auch die sozialen und wirtschaftlichen Aspekte sorgfältig abgewogen werden. Es ist jedoch hervorzuheben, dass die Nutzung der Dachflächen der Erschließung von Freiflächen vorzuziehen ist.

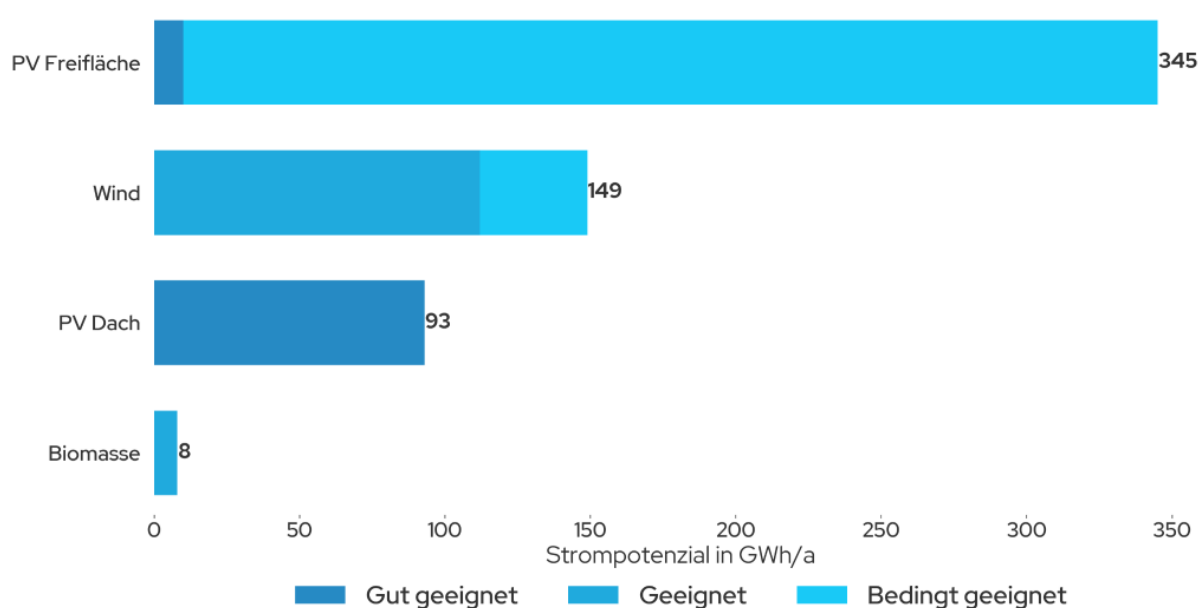


Abbildung 20: Erneuerbare Strompotenziale in Walldorf

4.2.2 Potenziale zur Wärmeerzeugung

Die Untersuchung der thermischen Potenziale offenbart ein breites Spektrum an Möglichkeiten für die lokale Wärmeversorgung, siehe Abbildung 211.

4.2.2.1 Solarthermie

Solarthermie auf Freiflächen stellt mit einem Potenzial von 306 GWh/a die größte Ressource dar. Solarthermie nutzt Sonnenstrahlung, um mit Kollektoren Wärme zu erzeugen und über ein Verteilsystem zu transportieren. Geeignete Flächen werden nach technischen Anforderungen und ohne Restriktionen wie Naturschutz und bauliche Infrastruktur ausgewählt, wobei Flächen unter 500 m² ausgeschlossen werden. Die Potenzialberechnung basiert auf einer Leistungsdichte von 3.000 kW/ha und berücksichtigt Einstrahlungsdaten sowie Verschattung, mit einem Reduktionsfaktor für den Jahresenergieertrag und einer

wirtschaftlichen Grenze von maximal 1.000 m zur Siedlungsfläche. Bei der Planung und Erschließung von Solarthermie sind jedoch Flächenverfügbarkeit und Anbindung an Wärmenetze zu berücksichtigen. Auch sollten geeignete Flächen für die Wärmespeicherung (1 Woche bis zu mehreren Monaten je nach Einbindungskonzept) vorgesehen werden. Zudem sei darauf hingewiesen, dass es bei Solarthermie- und PV-Freiflächenanlagen eine Flächenkonkurrenz besteht.

Auch auf Dachflächen kann Solarthermie genutzt werden. Bei Solarthermie auf Dachflächen wird mittels KEA-BW Methode das Potenzial aus 25 % der Dachflächen über 50 m² für die Wärmeerzeugung geschätzt. Die jährliche Produktion basiert auf 400 kWh/m² durch flächenspezifische Leistung und durchschnittliche Volllaststunden. Die Potenziale der Dachflächen für Solarthermie belaufen sich auf 260 GWh/a und konkurrieren direkt mit den Potenzialen für Photovoltaik-Anlagen auf Dächern. Eine Entscheidung für die Nutzung des einen oder anderen Potenzials sollte individuell getroffen werden.

4.2.2.2 Luftwärmepumpen

Wärmepumpen sind eine etablierte und unter gewissen Bedingungen energetisch hocheffiziente Technologie für die Wärmeerzeugung. Eine Wärmepumpe ist ein Gerät, das Wärmeenergie aus einer Quelle (wie Luft, Wasser oder Erde) auf ein höheres Temperaturniveau transferiert, um Gebäude zu heizen oder mit Warmwasser zu versorgen. Sie nutzt dabei ein Kältemittel, das im Kreislauf geführt wird, um Wärme aufzunehmen und abzugeben, effektiv wie ein Kühlschrank, der in umgekehrter Richtung arbeitet. Wärmepumpen können vielseitig in Walldorf genutzt werden. Die Potenziale der Luftwärmepumpe (133 GWh/a) und Erdwärmekollektoren (190 GWh/a) ergeben sich jeweils im direkten Umfeld der Gebäude.

Luftwärmepumpen haben für die zukünftige Wärmeversorgung ein großes Potenzial. Dieses ist besonders groß für Ein- und Zweifamilienhäuser sowie kleinere bis mittlere Mehrfamilienhäuser und kann im Vergleich zu Erdwärmekollektoren auch in Gebieten ohne große Flächenverfügbarkeit genutzt werden, sofern die geltenden Abstandsregeln zum Lärmschutz eingehalten werden. Auch für die Nutzung in Wärmenetzen sind Luftwärmepumpen mit einer Größenordnung von 1-4 MW gut geeignet. Essenziell bei der Nutzung von Wärmepumpen ist eine Optimierung der Temperaturen, um möglichst geringe Temperaturhübe zu benötigen.

4.2.2.3 Geothermie

Geothermie bezeichnet die unter der Erdoberfläche vorhandene Wärmeenergie, die der Mensch durch verschiedene Verfahren erschließen und für sich nutzbar machen kann. Unterschieden wird nach VDI 4640 zwischen der oberflächennahen Geothermie (< 400 m) und der Tiefengeothermie (> 400 m). Im Mitteleuropäischen Durchschnitt beträgt die vertikale Temperaturzunahme, der geothermische Gradient, ca. 3 °C pro 100 m Tiefe. In Abhängigkeit der Nutzungsintention, d.h. Gewinnung thermischer Energie und/oder Stromerzeugung, des Reservoirs, der Schüttung und der Größe der Endabnehmer, muss dementsprechend tief gebohrt werden.

Oberflächennahe Geothermie

Erdwärmesonden nutzen konstante Erdtemperaturen in einer Tiefe von bis zu mehreren hundert Metern, um in einem System aus Sonde und Wärmepumpe die Erdwärme zu erschließen. Im Falle Walldorf besteht aufgrund des Grundwasserschutzes eine Bohrtiefenbegrenzung auf ca. 50 m. Für Erdwärmesonden ergibt sich in Walldorf ein technisches Potenzial von 237 GWh/a. Die Potenzialberechnung berücksichtigt spezifische geologische Daten und schließt Wohn- sowie Gewerbegebiete ein, wobei Gewässer und Schutzzonen ausgeschlossen und die Potenziale einzelner Bohrlöcher unter Verwendung von Kennzahlen abgeschätzt werden. Es ist zu erwähnen, dass sich Teile des Projektgebietes im Bereich einer Wasserschutzzone befinden, in der die Nutzung von Erdwärmesonden einer Einzelfallprüfung unterliegt.

Eine weitere Möglichkeit der Wärmegewinnung durch oberflächennahe Geothermie ergibt sich durch Erdwärmekollektoren. Es handelt sich hierbei um Wärmetauscher, die in einer Tiefe von ungefähr 1,50 m in die Erde eingebracht werden und die konstante Erdtemperatur nutzen, um über ein Rohrsystem mit Wärmeträgerflüssigkeit Wärme zu einer Wärmepumpe zu leiten. Dort wird die Wärme für die Beheizung von Gebäuden oder Warmwasserbereitung aufbereitet. Diese Technologie eignet sich insbesondere für einzelne (Wohn-) Gebäude. Das ermittelte technische Potenzial von Erdwärmekollektoren beträgt in Walldorf 190 GWh/a.

Tiefengeothermie

Tiefengeothermie wird in Deutschland für die Wärmewende zukünftig an Bedeutung gewinnen, so der politische Konsens. Das Bundeswirtschaftsministerium startete 2022 einen Konsultationsprozess mit Bundesländern, Unternehmen und Verbänden zur verbesserten Nutzung von Erdwärme. Angestrebt wird eine zu 50 % klimaneutrale Erzeugung von Wärme bis 2030. Hinsichtlich der Umsetzung dieses Ziels enthält die „Eröffnungsbilanz Klimaschutz“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) vom Januar 2022 konkrete Ziele in Bezug auf den Ausbau der Nutzung des geothermischen Potenzials. 10 TWh/a aus der tiefen und mitteltiefen Geothermie sollen bis 2030 weitestmöglich erschlossen werden. Das entspricht einer Verzehnfachung der aktuellen Einspeisung in Wärmenetze aus geothermischer Energie. Das BMWK sieht daher vor, bis 2030 mindestens 100 weitere

geothermische Projekte zu initiieren. Dies inkludiert deren Anschluss an Wärmenetze und die Bereitstellung von geothermischer Energie für industrielle Prozesse, Quartiere und Wohngebäude (BMWK, 2022).

Die Maßnahmen zur Umsetzung des Ziels lauten wie folgt (BMWK, 2022):

- Austausch mit Akteuren – Dialogprozess zu notwendigen Maßnahmen
- Datenkampagne – Systematische Bereitstellung vorhandener Daten, um die Grundlage für erfolgreiche Projekte zu ermöglichen
- Explorationskampagne – vom Bund teilfinanzierte Exploration in Gebieten, die eine hohe Erfolgswahrscheinlichkeit für konkrete Projekte bieten
- Planungsbeschleunigung – Optimierungspotenziale in Genehmigungsverfahren identifizieren und heben
- Förderprogramme – Impulse für die Marktbereitung und Wettbewerbsfähigkeit geben
- Risikoabfederung – Prüfung von Risikoabsicherungsinstrumenten
- Fachkräftesicherung – Entwicklung von Strategien zur Nachwuchsgewinnung
- Akzeptanz – Informationsveranstaltungen und Akzeptanzprogramme als integraler Bestandteil eines jeden Projekts

Als grundlastfähige erneuerbare Energiequelle nimmt Tiefengeothermie folglich eine bedeutende Stellung für die Wärmewende ein. Für Kommunen, die sich in Teilen Deutschlands mit einem hohen theoretischen Potenzial für Tiefengeothermie befinden, kann die mögliche Gewinnung von thermischer Energie durch Tiefengeothermie Anlagen einen großen Schritt in Richtung klimaneutraler Wärmeversorgung bedeuten.

Auf Grund seiner geologischen Beschaffenheit hält der Oberrheingraben ein sehr hohes theoretisches Potenzial für Tiefengeothermie bereit. Deutschlandweit weist er den höchsten geothermischen Gradienten auf. Innerhalb des Grabens besteht eine Temperaturzunahme von 5 bis 10 °C pro 100 m Tiefe; im Vergleich liegt der mitteleuropäische Durchschnitt bei nur 3 °C pro 100 m.

Die Stadt Walldorf befindet sich innerhalb des Oberrheingrabens und befindet sich daher in an einem geeigneten Standort für eine Wärmegewinnung mittels hydrothormaler Tiefengeothermie. Die bestehende hohe Datenbasis und eine Machbarkeitsstudie zur Tiefengeothermie im Raum Walldorf, welche im Jahr 2006 von dem Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau erstellt wurde, bestätigen die Eignung der Wärmegewinnung durch hydrothermale Tiefengeothermie am Standort Walldorf. Zu beachten ist, dass im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung für Tiefengeothermie eine Berechnung des technischen Potenzials nicht möglich ist, sondern nur Annahmen zu dem theoretischen Potenzial getroffen werden können. Dieses Potenzial von 300 GWh/a an thermischer Energie, wird durch bestehende Tiefengeothermische Anlagen in der Region bestätigt.

4.2.2.4 Biomasse

Das thermische Biomassepotenzial beträgt 14 GWh/a und setzt sich aus Waldrestholz, Grünschnitt und dem möglichen Anbau von Energiepflanzen zusammen. Biomasse hat den Vorteil einer einfachen technischen Nutzbarkeit sowie hoher Temperaturen. Allerdings ist ersichtlich, dass diese nur in sehr begrenzter Menge zur Verfügung steht.

4.2.2.5 Oberflächengewässer / Wärme aus Abwasser

Die Oberflächengewässer in Walldorf weisen kein technisches Wärmepotenzial auf. Damit beträgt das Potenzial für Gewässerwärmepumpen in Walldorf 0 GWh/a.

Da sich keine Kläranlage in Walldorf befindet, liegt kein Abwärmepotenzial vor, welches aus dem geklärten Abwasser am Kläranlagenauslauf gehoben werden kann. Ob in der Kläranlage in Wiesloch ein Potenzial vorliegt, welches über eine interkommunale Zusammenarbeit gegebenenfalls genutzt werden kann, ist zu prüfen.

Das Potenzial für Wärme aus dem Kanalnetz ist auf Grund der geringen Abwassermengen bzw. des geringen Gefälles im Kanalnetz nicht gegeben. Eine Nutzung der Abwasserwärme könnte lediglich im Abwassersammler, in der Nähe der Heizzentrale des Bestandnetzes, am Schulzentrum möglich sein. Die mögliche Einbindung dieses Potenzials wird in der Wärmewendestrategie beschrieben.

4.2.2.6 Industrielle Abwärme

Für die Evaluierung der Nutzung von industrieller Abwärme wurden in Walldorf Abfragen bei möglichen relevanten Industrie- und Gewerbebetrieben durchgeführt. Hierbei wurde kein Abwärmepotenzial identifiziert.

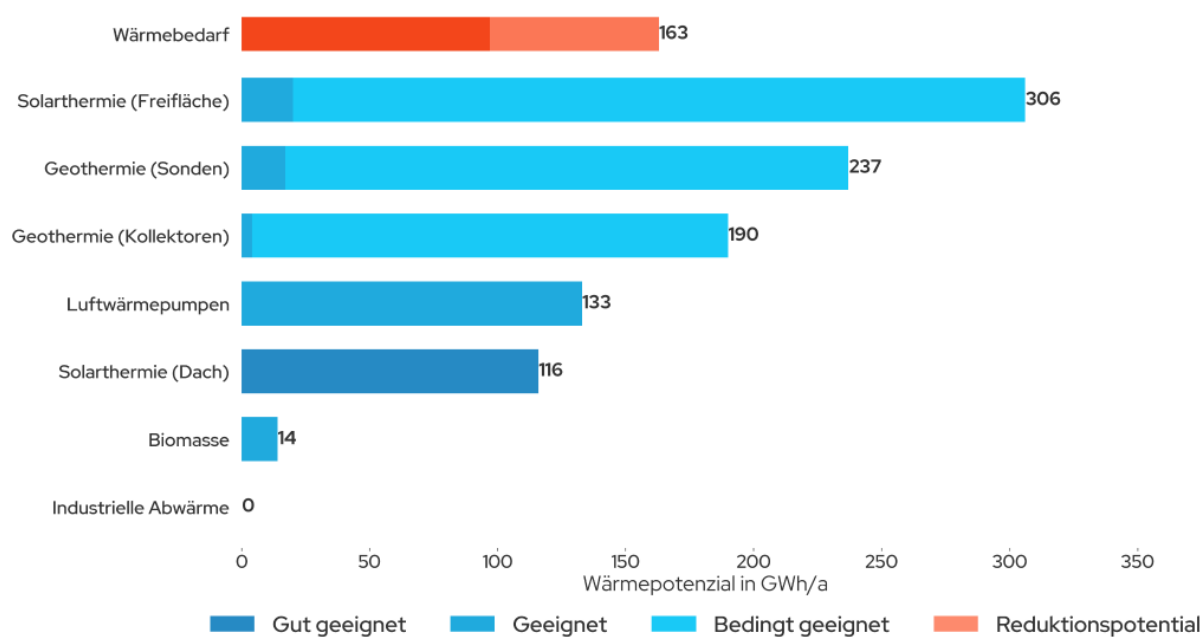


Abbildung 21: Erneuerbare Wärmepotenziale in Walldorf

Ein wichtiger Aspekt, der in der Betrachtung der erhobenen Potenziale Berücksichtigung finden muss, ist das Temperaturniveau des jeweiligen Wärmeerzeugers. Das Temperaturniveau hat einen signifikanten Einfluss auf die Nutzbarkeit und Effizienz von Wärmeerzeugern, insbesondere Wärmepumpen. Des Weiteren gilt es zu berücksichtigen, dass die meisten hier genannten Wärmeerzeugungspotenziale eine Saisonalität aufweisen, sodass Speicherlösungen für die bedarfsgerechte Wärmebereitstellung bei der Planung mitberücksichtigt werden müssen.

4.2.3 Potenziale für Sanierung





Infobox: Energetische Gebäudesanierung			
	Fenster	<ul style="list-style-type: none"> • 3-fach Verglasung • Zugluft / hohe Wärmeverluste durch Glas vermeiden 	800 €/m ²
↓			
	Fassade	<ul style="list-style-type: none"> • Wärmedämmverbundsystem ~ 15 cm • Wärmebrücken (Rolladenkästen, Heizkörpernischen, Ecken) reduzieren 	200 €/m ²
↓			
	Dach	<ul style="list-style-type: none"> • (teil-)beheiztes Dachgeschoss: Dach abdichten / Zwischensparrendämmung • Unbeheiztes Dachgeschoss: oberste Geschossdecke dämmen • Oft: verhältnismäßig gutes Dach in älteren Gebäuden 	400 €/m ² 100 €/m ²
↓			
	Kellerdecke	<ul style="list-style-type: none"> • Bei unbeheiztem Keller 	100 €/m ²

Abbildung 22: Infobox - Energetische Gebäudesanierung

Die energetische Sanierung des Gebäudebestands stellt ein zentrales Element zur Erreichung der kommunalen Klimaziele dar. Die Untersuchung zeigt, dass durch umfassende Sanierungsmaßnahmen eine Gesamtreduktion um bis zu 66 GWh bzw. 40 % des Gesamtwärmeverbrauchs in Walldorf realisiert werden könnte. Erwartungsgemäß liegt der größte Anteil des Sanierungspotenzials bei Gebäuden, die bis 1978 erbaut wurden, siehe Abbildung 23. 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“, siehe Abbildung 22 dargestellt. Diese können von der Dämmung der Außenwände bis hin zur Erneuerung der Fenster reichen und sollten im Kontext des Gesamtpotenzials der energetischen Sanierung betrachtet werden.

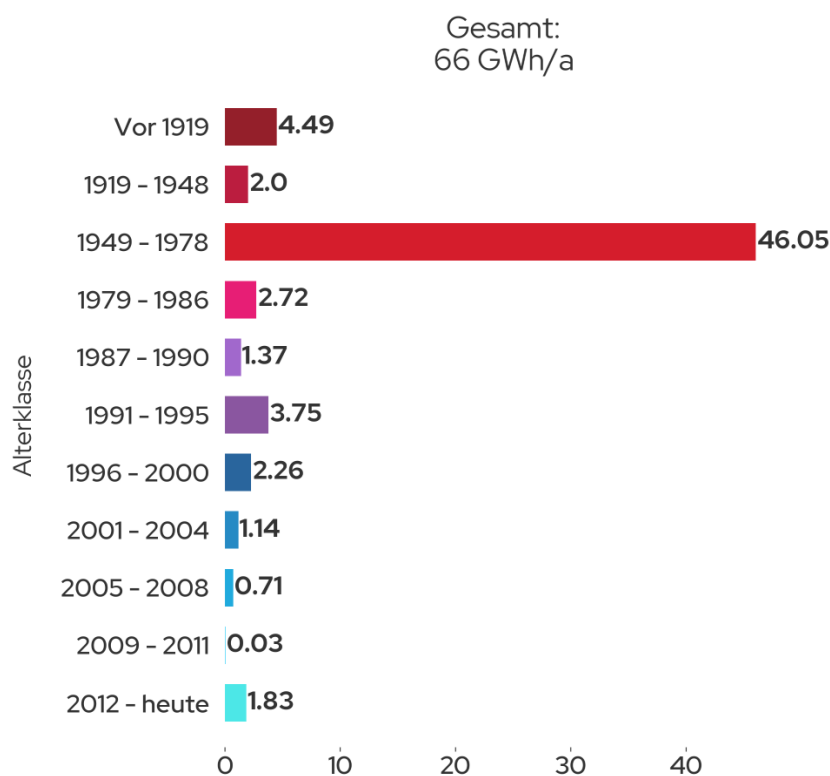


Abbildung 23: Reduktionspotenzial nach Baualtersklassen

Die energetische Sanierung der Gebäudehülle ermöglicht bei einem bestehenden, wasserführenden Heizungssystem die Vorlauftemperaturen zu reduzieren. Damit verbessert sich die wirtschaftliche Einsatzmöglichkeit von Wärmepumpen aber auch Niedertemperatur-Wärmenetzen entscheidend. Das Sanierungspotenzial, welches insbesondere auf die Baualtersklassen 1949 – 1978 zutrifft, bietet darüber hinaus die Steigerung des Wohnkomforts und Wertsteigerung der Immobilien. Daher sollten entsprechende Sanierungsprojekte integraler Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung sein.

4.3 Potenzial für eine lokale Wasserstofferzeugung

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

4.4 Zusammenfassung und Fazit

Die Potenzialanalyse zeigt der Stadt Walldorf die Möglichkeiten auf die Wärmewende durch lokale erneuerbare Energie zu gestalten.

Die technischen Potenziale sind räumlich heterogen verteilt: Für die Wärmegewinnung in Walldorf dominieren die Potenziale der Solarthermie auf Dachflächen und in lockerer bebauten Quartieren das der oberflächennahen Geothermie. An den Stadträndern sind aus technischer Sicht vielerorts Solar-Kollektorfelder und große Erdwärmekollektorfelder potenziell möglich. Erdwärmesondenfelder sind außerhalb von Wasserschutzonen und innerhalb der Wasserschutzzone IIIB potenziell möglich. Aufgrund der großen Anzahl an Wasserschutzgebieten, liegen viele diese Potenziale in Bereichen, die eine Einzelfallprüfung bedürfen. Die Solarthermie auf Freiflächen erfordert trotz hohem Potenzial eine sorgfältige Planung hinsichtlich der Flächenverfügbarkeit und Möglichkeiten der Integration in bestehende und neue Wärmenetze sowie Flächen zur saisonalen Wärmespeicherung. Die Erschließung dieser Potenziale wird bei der detaillierten Prüfung der Wärmenetzeignungsgebiete mit untersucht. Grundsätzlich ist jedoch die Flächenkonkurrenz zur PV-Nutzung (Stromerzeugung) zu berücksichtigen. So kann die PV-Nutzung neben der Wärmewende (el. Wärmepumpen) zusätzlich auch die Elektrifizierung des Verkehrssektors sowie den Kohleausstieg unterstützen.

In den Stadtkernen liegt das größte Potenzial in der Gebäudesanierung mit einem Schwerpunkt auf kommunalen Liegenschaften und Wohngebäuden. Besonders Gebäude, die bis 1978 erbaut wurden, bieten ein hohes Einsparpotenzial durch Sanierung. Wichtige Wärmequellen ergeben sich durch die Nutzung von Aufdach-PV in Kombination mit Wärmepumpen, Solarthermie, Biomasse und der Möglichkeit eines teilweisen Anschlusses an ein zu errichtendes Wärmenetz. Zu beachten ist hier auch die Altstadtsatzung und der Denkmalschutz. Auch große Luftwärmepumpen können flexibel in Wärmenetze integriert werden, wobei sich gerade Gewerbeflächen als gute Standorte anbieten, da ausreichende Abstände zur Wohnbebauung eingehalten werden müssen.

Die umfassende Analyse legt nahe, dass es zwar technisch möglich ist, den gesamten Wärmebedarf durch erneuerbare Energien auf der Basis lokaler Ressourcen zu decken. Dieses ambitionierte Ziel erfordert allerdings eine differenzierte Betrachtungsweise, da die

Potenziale räumlich und saisonal (Solarthermie) stark variieren und nicht überall gleichermaßen verfügbar sind bzw. erschlossen werden können. Die Flächenverwendung ist ein wichtiges und mit anderen Bereichen konkurrierendes Thema, das nicht nur aus energetischer Perspektive zu betrachten ist.

Im Hinblick auf die dezentrale Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien spielt die Flächenverfügbarkeit eine entscheidende Rolle. Individuelle, räumlich angepasste Lösungen sind daher unerlässlich für eine effektive Wärmeversorgung. Dabei sind Dachflächenpotenziale und weitere Potenziale in bereits bebauten, versiegelten Gebieten den Freiflächenpotenzialen gegenüber prioritär zu betrachten.

5 Eignungsgebiete für Wärmenetze

Die Ausweisung von Eignungsgebieten für die Versorgung mit Wärmenetzen ist ein wichtiger Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung und dient als Grundlage für weiterführende Planungen und Investitionsentscheidungen. Für eine fundierte Entscheidungsgrundlage zur finalen Festlegung von Wärmenetzversorgungsgebieten sind jedoch weitere Untersuchungen erforderlich, insbesondere die Durchführung von Machbarkeitsstudien für die im vorliegenden Wärmeplan identifizierten Eignungsgebiete.

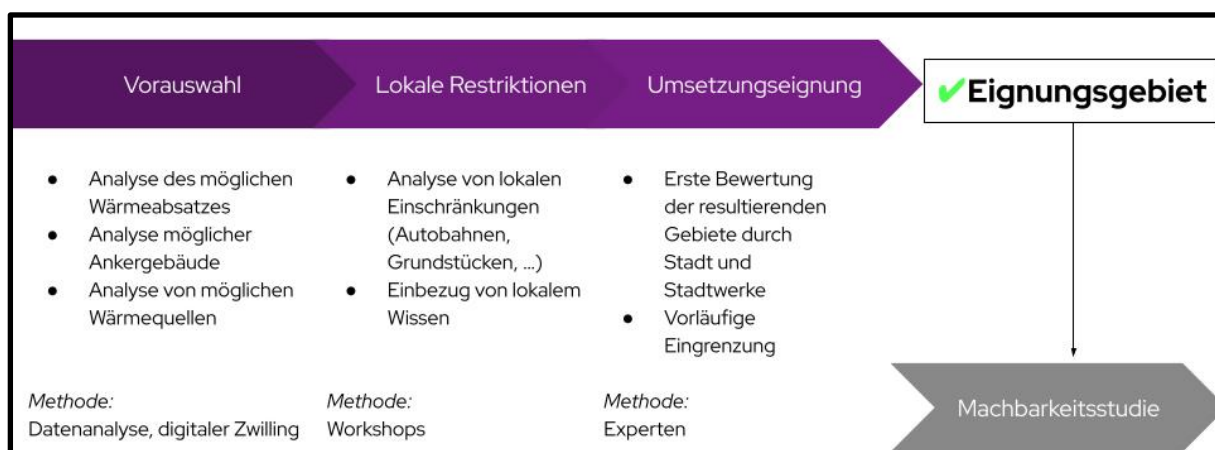


Abbildung 24: Vorgehen bei der Identifikation der Eignungsgebiete

Wärmenetze ermöglichen die zentrale Nutzung klimafreundlicher Wärmequellen und sind deshalb eine der Schlüsseltechnologien für die zukünftige Wärmeversorgung. Nah- und Fernwärme können eine effiziente Lösung zur Erschließung größerer Versorgungsgebiete und zur zentralen Versorgung von Wärmesenken mit erneuerbaren Energiequellen darstellen. Da der Aufbau von Wärmenetzen sehr hohe Investitionen erfordert und mit einem erheblichen Aufwand bei Planung, Erschließung und Bau verbunden ist, gilt es, diese Gebiete sorgfältig auszuwählen und in weiteren Analysen detaillierter zu untersuchen. Bei der Aufstellung des Zielszenarios ist es dementsprechend von großer Bedeutung, sogenannte Eignungsgebiete für Wärmenetze aufzuzeigen, in denen deren Nutzung und Betrieb als effizient und wirtschaftlich erwartet werden. Grundsätzlich werden im Rahmen dieses Berichtes vier Kategorien von Gebieten unterschieden:

- Eignungsgebiete: Gebiete, die grundsätzlich auf Basis der vorgegebenen Bewertungskriterien für Wärmenetze geeignet sind
- Wärmenetzausbauggebiete: Gebiete, in denen der Wärmnetzausbau perspektivisch geplant ist
- Fernwärmevorranggebiete mit Anschluss- und Benutzungszwang: Gebiete, in denen die Bewohner*innen zum Anschluss an das Wärmenetz verpflichtet werden
- Einzelversorgungsgebiete: Gebiete ohne Erschließung mit Fernwärme und Wärmeerzeugung individuell im Einzelgebäude

Im Rahmen der Wärmeplanung liegt der Fokus auf der Identifikation von Eignungsgebieten, welche dann in Folgeschritten, wie Machbarkeitsstudien, genauer untersucht werden müssen, um so zu einem Wärmenetzausbaugebiet zu werden. Der Prozess der Identifikation der Eignungsgebiete erfolgt in drei Stufen:

1. **Vorauswahl:** In einem ersten Schritt werden mögliche Eignungsgebiete automatisiert ermittelt. Hierzu werden folgende Kriterien berücksichtigt: Ausreichender Wärmeabsatz, vorhandene Ankergebäude und gut erschließbare Wärmepotenziale innerhalb oder nahe des Gebiets (z. B. Abwärmequellen). Zudem werden Versorgungsgebiete von Bestandswärmenetzen sowie bereits beschlossene Vorranggebiete für Wärmenetze berücksichtigt. Für die Betrachtung der Wärmelinien-dichte, wird der berechnete Wärmebedarf für das Zieljahr 2040 zu Grunde gelegt. Dabei sind die Sanierungspotenziale (siehe Kapitel 4.2.5 und Kapitel 6.1) entsprechend berücksichtigt.
2. **Lokale Restriktionen:** Im zweiten Schritt werden diese automatisiert erzeugten Gebiete im Rahmen von Expertenworkshops genauer betrachtet. Dabei werden sowohl örtliche Fachkenntnisse als auch die Ergebnisse der Potenzialanalyse miteinbezogen. Es wird vor allem analysiert, in welchen Gebieten neben einer hohen Wärmedichte auch die Nutzung der Potenziale zur Wärme-erzeugung günstig erscheint. Jene Gebiete, die als geeignet bewertet werden, können im nächsten Kapitel der Zielszenarien bei der Bestimmung des Energieträgermixes berücksichtigt werden. Ein weiteres wichtiges Kriterium ist die Siedlungsstruktur. Gebiete mit dicht aneinander gereihten denkmalgeschützten Gebäuden, haben kaum die benötigten Platzverhältnisse für eine Wärmepumpe.
3. **Umsetzungseignung:** Im letzten Schritt werden die verbleibenden Gebiete von den lokalen Energieversorgern und Stadtwerken einer ersten Analyse unterzogen und weiter eingegrenzt.

Infobox: Wärmelinien-dichte

Die Wärmelinien-dichte ist ein wichtiger Indikator für die Effizienz und Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen. Sie wird in Kilowattstunden pro Jahr und Meter Trassenlänge ausgedrückt. Da bei der Ausarbeitung des Zielszenarios noch kein Trassenverlauf zukünftiger Wärmenetze vorhanden ist, wird das existierende Straßennetz als potenzieller Trassenverlauf herangezogen. Für die Berechnung der Wärmelinien-dichte wird der Wärmebedarf jedes Gebäudes dem nächstgelegenen Straßenabschnitt zugeordnet, summiert und durch die Straßenlänge geteilt.

Abbildung 25: Infobox – Wärmelinien-dichte

5.1 Einordnung der Verbindlichkeit der identifizierten Eignungsgebiete:

In diesem Wärmeplan, der nach den Vorgaben des KlimaG BW erstellt wurde, werden keine verbindlichen Ausbaupläne beschlossen. Die in den Maßnahmen 2 bis 4 erläuterten und dargestellten Ausbaugebiete dienen als strategisches Planungsinstrument für die Infrastrukturentwicklung der lokalen Stadtwerke in den nächsten zehn Jahren.

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

In einem (der Wärmeplanung) nachgelagerten Schritt sollen auf Grundlage der Eignungsgebiete von den Projektentwicklern und Wärmenetzbetreibern konkrete Ausbauplanungen für Wärmenetzausbaugebiete erstellt werden, die neben der Wärmebedarfsdichte weitere Kriterien wie die wirtschaftliche, technische und ressourcenbedingte Umsetzbarkeit mit einbeziehen.

Für den nach KlimaG BW erstellten Wärmeplan gilt in Bezug auf das GEG „Wird in einer Kommune eine Entscheidung über die Ausweisung als Gebiet zum Neu- oder Ausbau eines Wärmenetzes oder als Wasserstoffnetzausbaugebiet auf der Grundlage eines Wärmeplans schon vor Mitte 2026 bzw. Mitte 2028 getroffen, wird der Einbau von Heizungen mit 65 Prozent erneuerbaren Energien schon dann verbindlich. Der Wärmeplan allein löst diese frühere Geltung der Pflichten des GEG jedoch nicht aus. Vielmehr braucht es auf dieser Grundlage eine zusätzliche Entscheidung der Kommune über die Gebietsausweisung, die veröffentlicht sein muss.“ (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2023).

Das bedeutet, wenn die Stadt Walldorf beschließt, vor Mitte 2028 Neu- und Ausbaugebiete für Wärmenetze oder Wasserstoff auszuweisen, und diese veröffentlicht, gilt die 65%-EE-Pflicht für Bestandsgebäude innerhalb dieser Gebiete einen Monat nach Veröffentlichung.

5.2 Eignungsgebiete für Wärmenetze

Für die Identifizierung von Eignungsgebieten wurden neben den erläuterten Prüfkriterien hinaus Expertenworkshops zur Einbindung von lokalem Fachwissen durchgeführt (siehe hierzu auch Kapitel 8).

Für den ökologisch und wirtschaftlich sinnvollen Betrieb von Wärmenetzen ist auf der Absatzseite, auf Grund der hohen Investitionskosten von Wärmeleitungen, eine möglichst hohe Absatzdichte vorteilhaft. Vorteilhaft ist darüber hinaus eine nicht nur temperaturabhängige Wärmelast, die auch im Sommer eine entsprechende Auslastung mit sich bringt. Auf der Erzeugungsseite ist es der Zugriff auf ausreichende regenerative Wärmequellen notwendig, die idealerweise mit möglichst geringen Speicheraufwand die

Lastkurve bedienen können. Dabei kommt den Wärmegestehungskosten eine hohe Bedeutung zu: Ideal ist die Nutzung von industrieller Abwärme, die zu geringen Kosten bereitsteht und mit geringem Technologieaufwand nutzbar gemacht werden kann. In der Wechselwirkung bedeutet das, dass Wärmenetze mit sehr hoher Absatzdichte auch noch aus teureren Wärmequellen gespeist werden können bzw. im Umkehrschluss Wärmenetze mit geringer Absatzdichte nur bei Nutzung sehr günstiger Wärmequellen wirtschaftlich betrieben werden können.

Die Potentialanalyse für die Wärmegewinnung hat – mit Ausnahme der in der Region vorhandenen Tiefengeothermie-Potentiale – keine leicht verfügbaren, kostengünstigen Wärmequellen aufzeigen können, die geeignet wären, großflächige Wärmenetze für die Wohnbebauung mit der überwiegend geringen Wärmedichte zu speisen.

Da die Tiefengeothermie in Walldorf, wie bereits zuvor beschrieben, ein hohes theoretisches Potenzial darstellt, die Erschließung dieses Potenzials allerdings auf Grund der Größenordnung eine interkommunale Zusammenarbeit sowie die Einbindung von Großabnehmern voraussetzt und darüber hinaus immer mit dem Risiko der Nichtfündigkeit behaftet ist, wurden im Rahmen der Konzepterstellung zwei Szenarien betrachtet. Auch für die Eignungsgebiete für Wärmenetze hat die mögliche Erschließung oder auch Nichtfündigkeit Auswirkungen, die im Weiterem beschrieben werden.

5.2.1 Wärmenetzeignungsgebiet Wohnstadt:

Für Kommunen, die sich in Teilen Deutschlands mit einem hohen theoretischen Potenzial für Tiefengeothermie befinden, kann die mögliche Gewinnung von thermischer Energie durch Tiefengeothermieanlagen einen großen Schritt in Richtung klimaneutraler Wärmeversorgung bedeuten. In der Abbildung 26 ist das Wärmenetzeignungsgebiet im Falle einer möglichen Erschließung des tiefengeothermischen Potenzials dargestellt. Sollte diese perspektivisch in ausreichendem Maße und kostengünstig zur Verfügung stehen, können die Wärmenetze stärker ausgebaut werden. Für die Festlegung des Gebietes wurden die zuvor erläuterten Kriterien (Wärmelinienendichte, Ankerkunden) herangezogen.

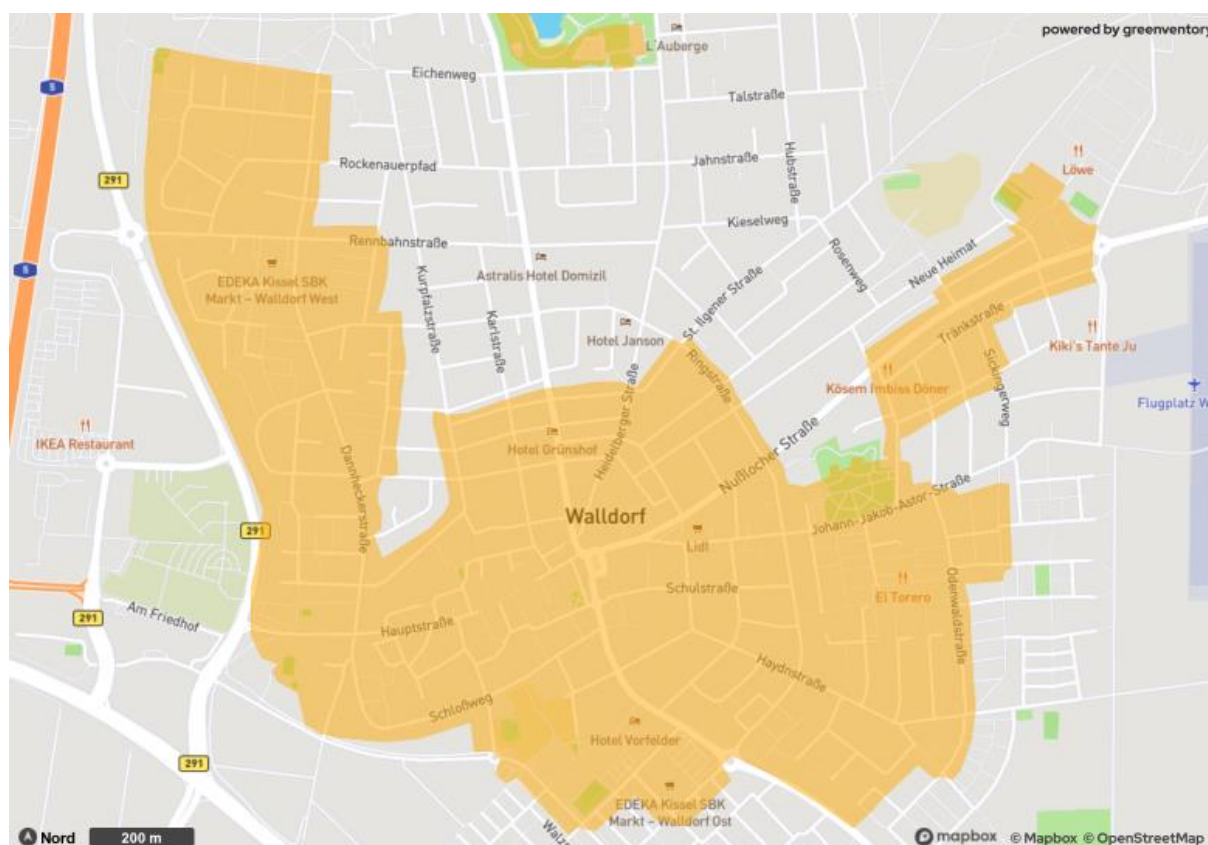


Abbildung 26: Wärmenetzeignungsgebiet Wohnstadt – Szenario 1

Die Prüfung kann einige Jahre in Anspruch nehmen, bis Gewissheit zur Nutzung dieses Potenzials besteht. Demnach wurden für Walldorf zwei Zukunftsszenarien entwickelt, einmal mit der perspektivischen Nutzung von Tiefengeothermie und einmal ohne diese.

Die weiteren Schritte und Prüfungen zur Eignung von Wärmenetzen sollen daher zunächst ohne Tiefengeothermie geplant werden. Jedoch soll die Option der Erweiterung bzw. Zusammenschluss von Wärmenetzen bei allen weiteren Prüfungen bzw. Planungen bedacht werden, so dass die Wärmenetze bei einer Erschließung des Potenzials, auf eine zentrale Wärmeversorgung durch Tiefengeothermie umgestellt werden können und das Gebiet wie in Abbildung 26 dargestellt auch erweitert werden könnte. Aspekte wie eine Kapazitätserweiterung, Zusammenschluss von Wärmenetzen und Umrüstung auf den Energieträger Tiefengeothermie sollten bei den nachgelagerten Studien daher eine wichtige Rolle einnehmen.

Im Szenario 2 stehen für die Versorgung der Wärmenetze nur wenige lokale erneuerbare Wärmepotenziale zur Verfügung. In diesem Falle soll der Fokus zunächst besonders stark auf für Wärmenetze geeigneten Gebieten mit hoher Abnahmedichte liegen. Für dieses Gebiet darf auch ohne Tiefengeothermienutzung ein dauerhafter wirtschaftlicher Wärmenetzbetrieb erwartet werden. Somit könnte der Ausbau unabhängig von der Verfügbarkeit der Tiefengeothermie starten.

Hinsichtlich des Zwischenziels 2030 soll zunächst das blau gekennzeichnete Gebiet in Abbildung 27 definiert werden. Sobald erkennbar wird, dass Tiefengeothermie verfügbar sein wird, wäre dieses Gebiet weiter auszubauen entsprechend der für 2040 definierten Zielgebiete.

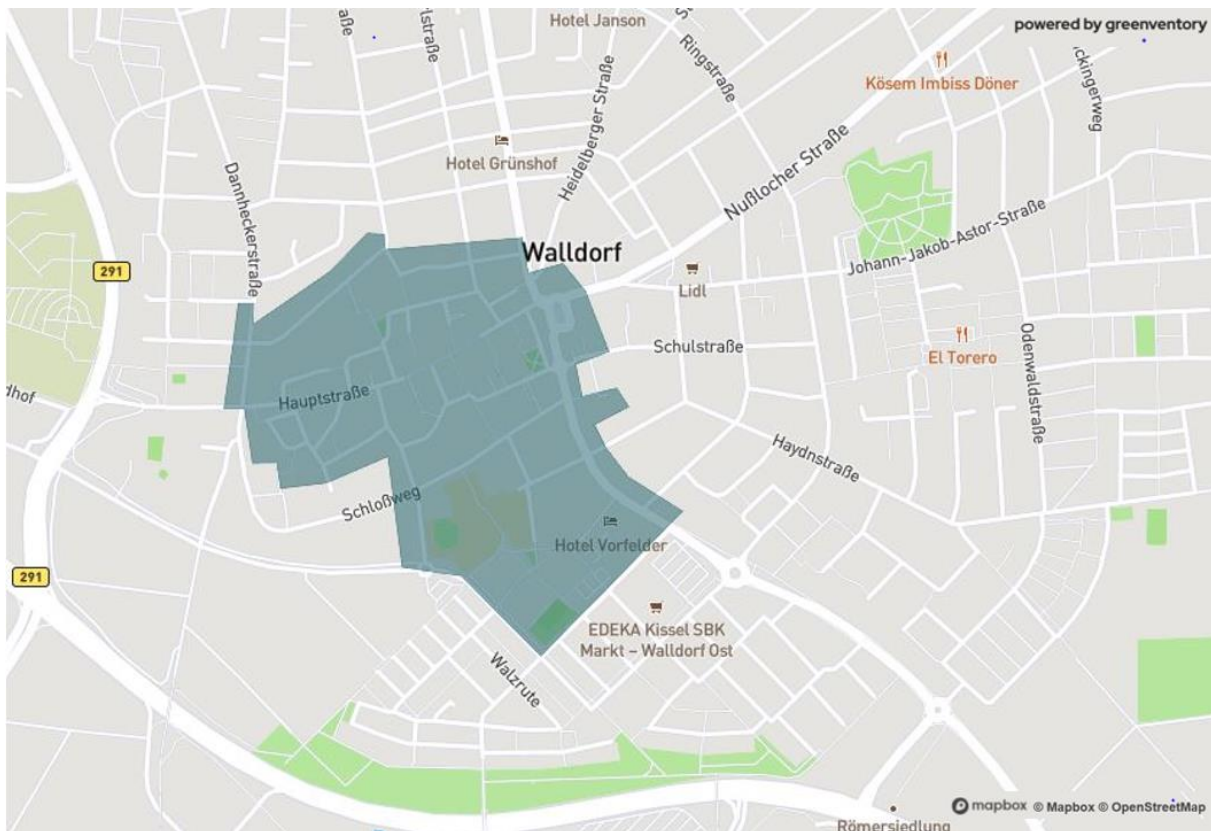


Abbildung 27: Mögliche Ausbaustufe 1 - Wärmenetze - Szenario 2

Die Siedlungsstruktur in diesem Gebiet weist viele Denkmalschutzgebäude in dichter Bebauung auf. Eine Installation von Luftwärmepumpen kann hier voraussichtlich nur bedingt erfolgen. Zudem befinden sich in diesem Gebiet viele mögliche Ankerkunden für ein Wärmenetz. Ob eine Fläche für eine Energiezentrale gefunden werden kann, müssen weitere Untersuchungen zeigen. Mögliche Ideen bestehen darin Flächen für eine Energiezentrale Richtung Neubaugebiet bzw. „Neue Soziale Mitte“ zu prüfen. Werden in diesen Gebieten keine Flächen für Energiezentralen gefunden, soll eine Energiezentrale am östlichen Stadtrand Nähe der Nusslocher Straße geprüft werden. Dabei müsste das Wärmenetzgebiet um die Nusslocher Straße erweitert werden, siehe gelb eingefärbter Bereich in Abbildung 28. Auch in diesem Areal befinden sich viele städtische Liegenschaften, die perspektivisch an ein Wärmenetz angeschlossen werden könnten.

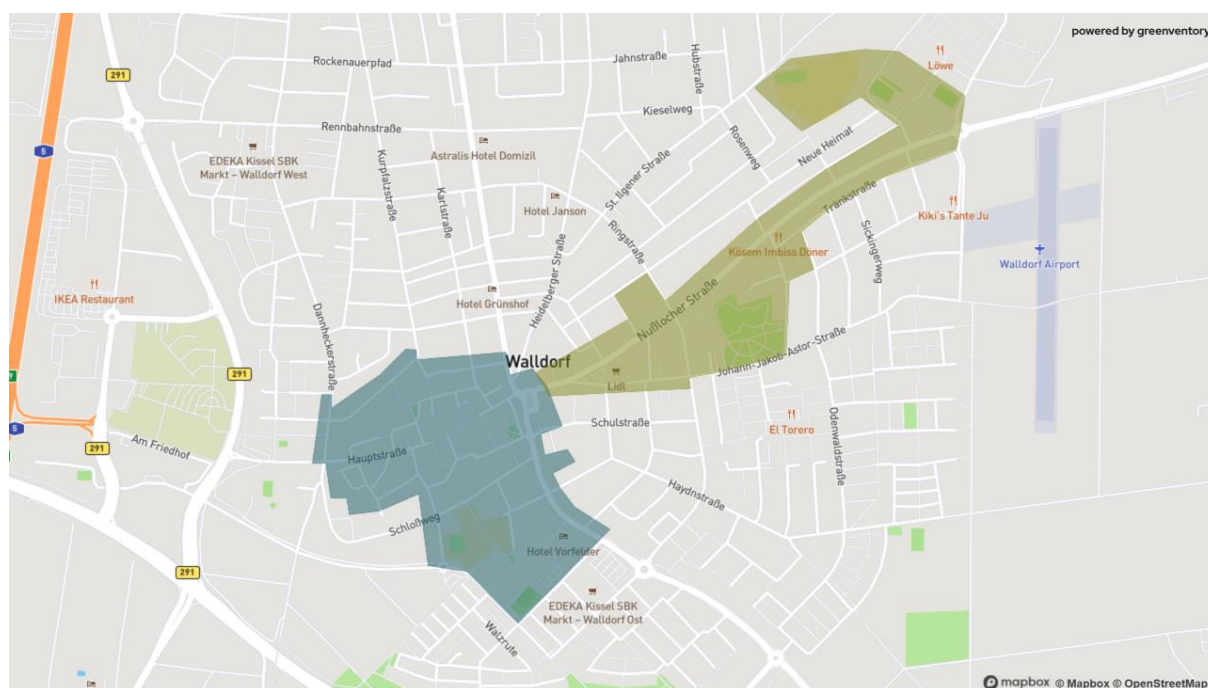


Abbildung 28: Mögliche Ausbaustufe 1 - Wärmenetze - Szenario 2 - Energiezentrale nordöstlich des Stadtgebietes

5.2.2 Prüfung dezentrale oder zentrale Versorgung im Gebiet Tannen- / Fichtenweg

In Teilen des Tannen- und Fichtenweges stehen Hochhäuser. Ein hoher Wärmebedarf im Verhältnis zur Grundstückfläche führen hier ebenfalls zu einer hohen Wärmeliniendichte. Für diese Liegenschaften, siehe Abbildung 29, soll geprüft werden, ob eine zentrale Versorgung über ein Wärmenetz oder eine dezentrale Versorgung mit Einzelanlagen vorzuziehen ist. Auch hier wäre ebenfalls zu prüfen, insofern erkennbar wird, dass Tiefengeothermie verfügbar sein wird, ob dies ein weiterer Ausgangspunkt für die Erweiterung des angestrebten Zielgebietes im Jahr 2040 wäre. Die Aspekte wie eine Kapazitätserweiterung, Zusammenschluss von Wärmenetzen und Umrüstung auf den Energieträger Tiefengeothermie sollten auch hier Beachtung finden.

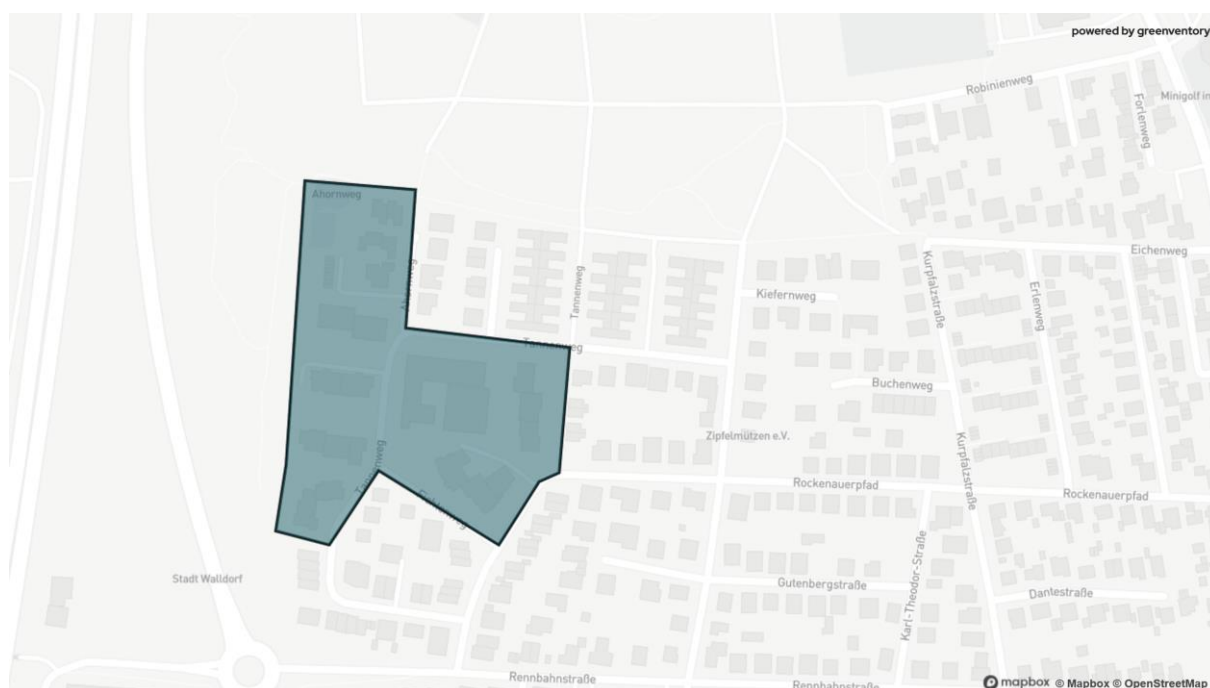


Abbildung 29: Prüfung dezentrale oder zentrale Versorgung im Gebiet Tannen - / Fichtenweg

5.2.3 Wärmenetzeignungsgebiet – Gewerbegebiet

In der Abbildung 30 ist ein weiteres Untersuchungsgebiet für ein mögliches Wärmenetz dargestellt. Für die Festlegung des Gebietes wurden auch hier die zuvor erläuterten Kriterien (siehe Kapitel 5.2) herangezogen. Im gesamten Gebiet besteht eine hohe Wärmeliniedichte. Große Wärmeabnehmer innerhalb des Gebietes können zur wirtschaftlichen Umsetzung solch eines Projektes beitragen. Für die Unternehmen im Gebiet selbst kann es von Vorteil sein, wenn die Wärmeversorgung mit dem gesetzlich geforderten Anteil an erneuerbaren Energien in der Verantwortung eines Wärmenetzbetreibers liegt. Hierdurch besteht auch die Möglichkeit der Einbindung von Abwärmepotenzialen. Weitere Maßnahmen für das Wärmenetzeignungsgebiet Gewerbegebiet werden in der Wärmewendestrategie „Fokusgebiet Zielwärmenetz Gewerbegebiet“ ausführlicher beschrieben.

Eignungsgebiete für Wärmenetze



Abbildung 30: Wärmenetzeignungsgebiet Gewerbegebiet - Szenario 1 und 2

6 Simulation des Zielszenarios

Das Zielszenario beschreibt den Endzustand einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung. Es wird auch Zielfoto oder Zielbild genannt. Dieses Kapitel beschreibt die Methodik sowie die Ergebnisse einer Simulation des ausgearbeiteten Zielszenarios. Es basiert auf den Ergebnissen der Bestands- und Potenzialanalyse sowie den Eignungsgebieten.

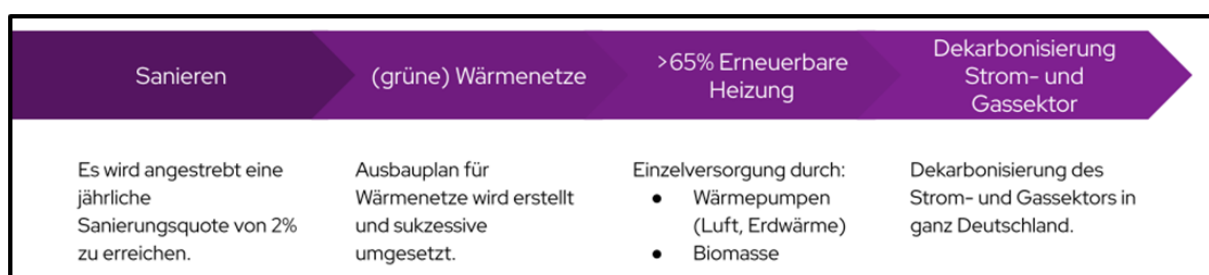


Abbildung 31: Simulation des Zielszenarios für 2040

Die Formulierung eines zukunftsorientierten Zielszenarios ist zentraler Bestandteil des kommunalen Wärmeplans für Walldorf. Das Zielszenario dient als Blaupause und Orientierung für eine nachhaltige und effiziente Wärmeversorgung. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen mehrere Kernfragen geklärt werden:

- Wo sind Wärmenetze sinnvoll und realisierbar? (siehe Kapitel 5)
- Wie lässt sich die Wärmeversorgung dieser Netze treibhausgasneutral gestalten?
- Wie viele Gebäude benötigen bis zur Zielerreichung eine energetische Sanierung?
- Welche Alternativen zur Wärmeversorgung existieren für Gebäude, die nicht an ein Wärmenetz angeschlossen werden können?

Durch die Beantwortung dieser Fragen schafft das Zielszenario eine solide Grundlage für zukünftige Entscheidungen im Bereich der Wärmeversorgung der Stadt. Die Erstellung des Zielszenarios erfolgt in drei Schritten:

1. Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs mittels Modellierung
2. Identifikation geeigneter Gebiete für Wärmenetze und Wärmequellen zur Speisung der Wärmenetze
3. Evaluierung einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung der Gebäude, die nicht an Wärmenetze angeschlossen werden können

Zu beachten ist, dass das Zielszenario die Technologien zur Wärmeerzeugung nicht verbindlich festlegt, sondern als Ausgangspunkt für die strategische Infrastrukturentwicklung dient, etwa für den Ausbau von Wärmenetzen. Die Umsetzung dieser Strategie ist abhängig von zahlreichen weiteren Variablen, die im Rahmen dieser Szenarioanalyse nicht berücksichtigt werden können. Dazu gehören beispielsweise die Bereitschaft der Gebäudeeigentümer*innen, treibhausgasneutrale Wärmeerzeugungstechnologien zu nutzen, politische Rahmenbedingungen, Schwankungen in Anlagen- und Brennstoffpreisen sowie der Erfolg bei der Kundenakquise für Wärmenetze. Infolgedessen stellt dieses Szenario keinen

definitiven Leitfaden für Investitionsentscheidungen dar, sondern dient vielmehr einer Exploration der Zukunft. Um die technische Machbarkeit des Wärmenetzausbaus festzustellen und daraufhin fundierte Entscheidungen zu treffen, sind detaillierte nachfolgende Untersuchungen erforderlich, etwa in Form von Machbarkeitsstudien.

6.1 Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs

Die Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs ist eines der wichtigsten Ergebnisse des Zielszenarios. Es ist unerlässlich, den Wärmebedarf signifikant zu reduzieren, um eine realistische Chance zu haben, den zukünftig anfallenden Wärmebedarf erneuerbar decken zu können. Für Wohngebäude wird eine Sanierungsrate von 2 % pro Jahr angenommen (dena, 2016). Damit wird prognostiziert, dass jedes Jahr für 2 % dieser Gebäude eine Sanierung der Gebäudehülle (Dämmung) vorgenommen wird und sich dadurch der Wärmebedarf reduziert. Im Wohnsektor erfolgt die Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs modellbasiert unter Nutzung von Gebäudetypen. Der Wärmebedarf im sanierten Zustand wird basierend auf TABULA bestimmt (IWU, 2012). Dabei wird für jedes Wohngebäude die entsprechende TABULA-Klasse ermittelt und damit der spezifische Wärmebedarf für den sanierten Zustand angenommen.

Für Nichtwohngebäude wird eine Reduktion des Wärmebedarfs anhand von Reduktionsfaktoren angenommen. Es werden folgende Einsparungen des Wärmebedarfs bis 2050 angenommen und entsprechend dem gewählten Zieljahr 2040 interpoliert (KEA, 2020):

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

Die Simulation der Wärmebedarfsreduktion erfolgt jahresscharf und gebäudespezifisch. Dabei werden jedes Jahr 2 % der Gebäude mit niedrigem Sanierungszustand bei der Sanierung priorisiert. Zukünftige Neubaugebiete werden nicht betrachtet. Abbildung 3232 macht den Effekt der Sanierung auf den zukünftigen Wärmebedarf deutlich. Für das Zwischenjahr 2030 ergibt sich so ein prognostizierter Wärmebedarf von 136 GWh pro Jahr und für 2035 von ca. 126 GWh pro Jahr. Für das Zieljahr 2040 reduziert sich der Wärmebedarf durch fortschreitende Sanierungen weiter, sodass der jährliche Wärmebedarf in 2040 noch ca. 118 GWh pro Jahr beträgt, was einem Reduktionspotenzial von 45 GWh bzw. 28 % gegenüber dem Basisjahr 2020, entspricht. Hier wird deutlich, dass sich durch eine Priorisierung der Gebäude mit dem höchsten Sanierungspotenzial bis 2030 bereits knapp 60 % des Reduktionspotenzials erschließen lassen.

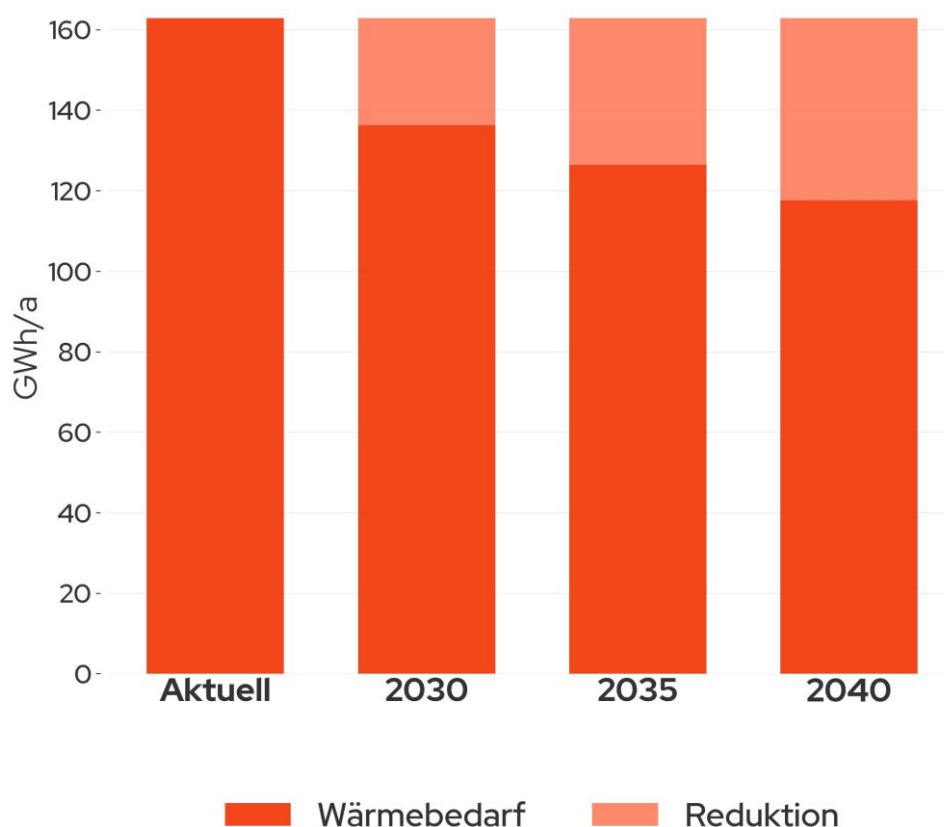


Abbildung 32: Reduktionspotenzial des Wärmebedarfs

6.2 Ermittlung zukünftiger Wärmeerzeuger

Nach der Berechnung des zukünftigen Wärmebedarfs erfolgt die Zuweisung der zukünftigen Wärmeerzeugungstechnologien im Zieljahr 2040. Für jedes Gebäude, die in einem Wärmenetzeignungsgebiet liegen, wird zunächst ein Anschluss an das Wärmenetz mittels einer Hausübergabestation angenommen.

Für Gebäude, die außerhalb eines solchen Gebietes liegen, wird eine Einzelversorgung angenommen. Dafür wird analysiert, ob ein ausreichendes Potenzial zur Deckung des Wärmebedarfs durch eine Wärmepumpe besteht. Falls auf dem jeweiligen Flurstück die Möglichkeiten zur Installation einer Wärmepumpe vorhanden ist, wird eine Luft-Wärmepumpe oder eine Erd-Wärmepumpe zugeordnet. Andernfalls wird ein Biomassekessel angenommen.

Die Ergebnisse der Simulation sind in Abbildung 3333 für das Jahr 2040 dargestellt. Eine Analyse der eingesetzten Wärmeerzeuger macht deutlich, dass im Szenario mit Tiefengeothermie und eines perspektivischen weiträumigen Ausbaus der Wärmenetze, 51,9 % der Haushalte zukünftig an Wärmenetze angeschlossen werden können. Für die Gebäude mit Einzelversorgung ergibt sich folgendes Bild. Mit Luft- und Erd-Wärmepumpen beheizt werden könnten 21,8 bzw. 14,3 %. Einzelheizungen mit Biomasse werden nach diesen Berechnungen rund 12 % ausmachen.

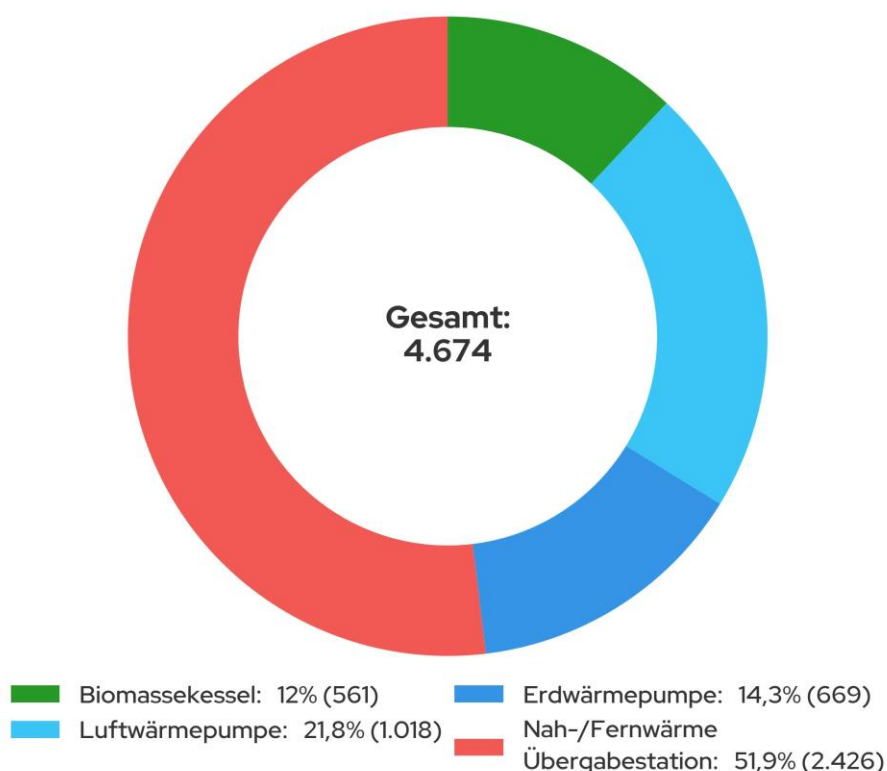


Abbildung 33: Gebäudeanzahl nach Heizungstechnologien im Jahr 2040

6.3 Zusammensetzung der Fernwärmeerzeugung

Die Zusammensetzung der Energieträger, die zukünftig für die Erzeugung der Fernwärme genutzt werden soll, wurde im Rahmen von Fachgesprächen mit der Stadt und den Stadtwerken diskutiert und anhand der lokal verfügbaren Potenziale bestimmt. Die Ergebnisse für die zwei definierten Szenarien sind den Abbildung 3434 und Abbildung 3636 zu entnehmen.

Die Ergebnisse stellen den jeweiligen Energieträgermix der Fernwärmeerzeugung im Jahr 2040 dar, der die Ergebnisse der Potenzialanalyse mit den Plänen der Stadt Walldorf bzw. den Stadtwerken vereint. Die konkrete Zusammensetzung der Fernwärmeerzeugung wird jedoch jeweils in nachgelagerten Machbarkeitsstudien für jedes Eignungsgebiet detaillierter zu prüfen sein.

Fernwärmeezusammensetzung Szenario 1 mit Tiefengeothermie

In Szenario 1 wird der Großteil der Fernwärme über Tiefengeothermie bereitgestellt. In diesem Szenario wird eine Grundlastdeckung des angenommenen Bedarfs durch Tiefengeothermie unterstellt. Ergänzt wird der Energieträgermix mit einer Großwärmepumpe, die mit regenerativem Strom betrieben werden muss. Auf Grund der zum heutigen Kenntnisstand fraglichen, ausreichenden Verfügbarkeit von EE-Gasen (Wasserstoff, synthetisches Methan, Biogas) wird im Zielszenario die Spitzenlastabdeckung zunächst mit Biomasse angenommen. Leider sind auf der eigenen Gemarkung sowie im Rhein-Neckar-Kreis keine weiteren Biomassepotenziale erschließbar (Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS), 2022). Die Biomasse für die Spitzenlasten müssten daher zunächst überregional bezogen werden. Aktuell überwiegen die Kostenvorteile für den Brennstoff Biomasse, jedoch müssen für die Verwendung von Biomasse auch entsprechende Flächen und Gegebenheiten für eine Energiezentrale bestehen, dies betrifft die Anlieferung der Holzhackschnitzel / Pellets sowie entsprechenden Lagerraum. Der Flächenbedarf ist für den Einsatz einer Großwärmepumpe oder Biomasseheizzentrale deutlich höher als für den Einsatz von Gaskesseln. In der rollierenden Planung soll daher die Verfügbarkeit sowie Kosten für den Einsatz von EE-Gasen in der Spitzenlast erneut geprüft werden.

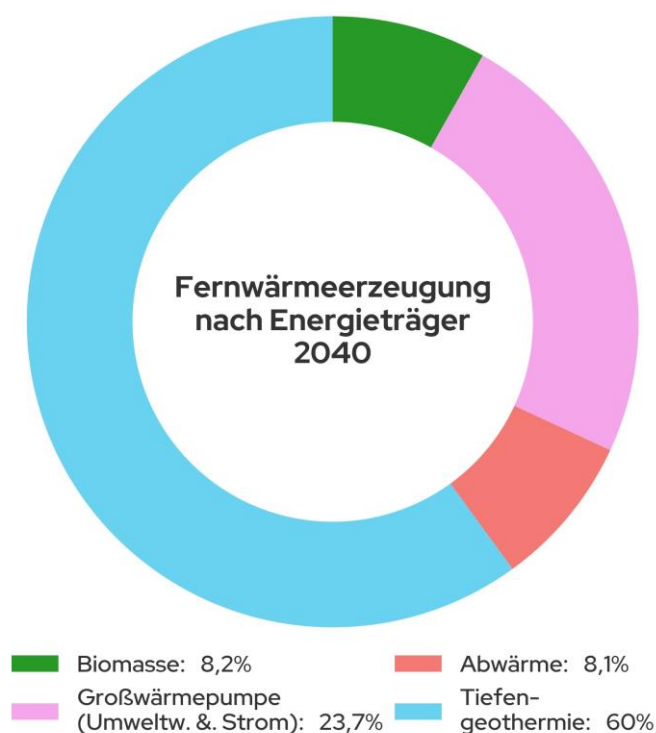


Abbildung 34: Fernwärmeezeugung nach Energieträger 2040 - Szenario 1

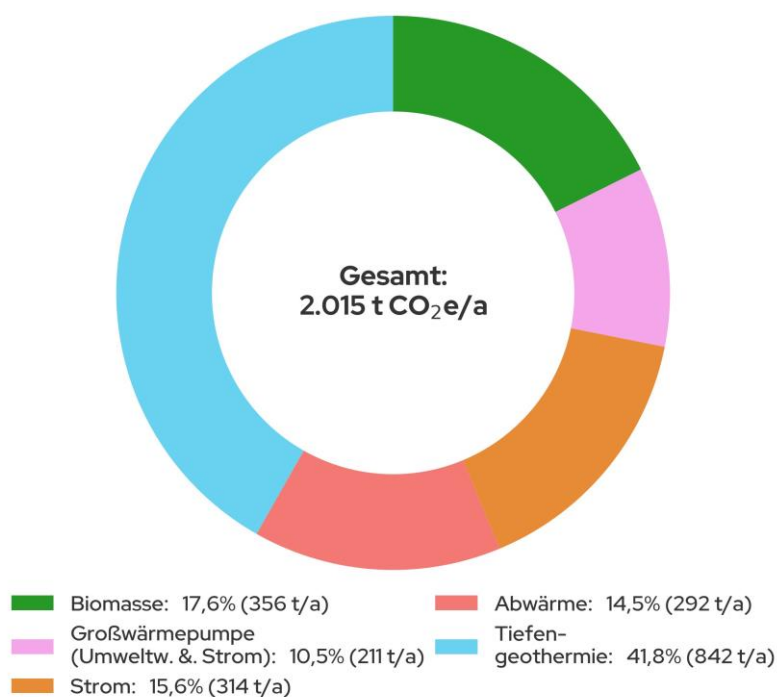


Abbildung 35: Entstehung Treibhausgase nach Energieträger 2040 - Szenario 1

Fernwärmeezusammensetzung Szenario 2

Im kleineren Wärmenetz in Szenario 2 wird der Großteil der Fernwärme über eine Großwärmepumpe bereitgestellt, siehe Abbildung 366. Eine mögliche Spitzenlastabdeckung wird auch hier zunächst mit Biomasse angenommen.

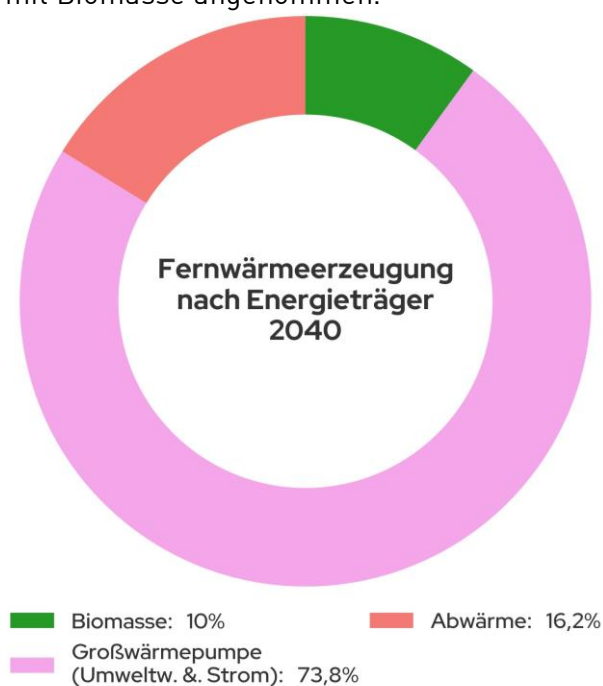


Abbildung 36: Fernwärmeeerzeugung nach Energieträger 2040 - Szenario 2

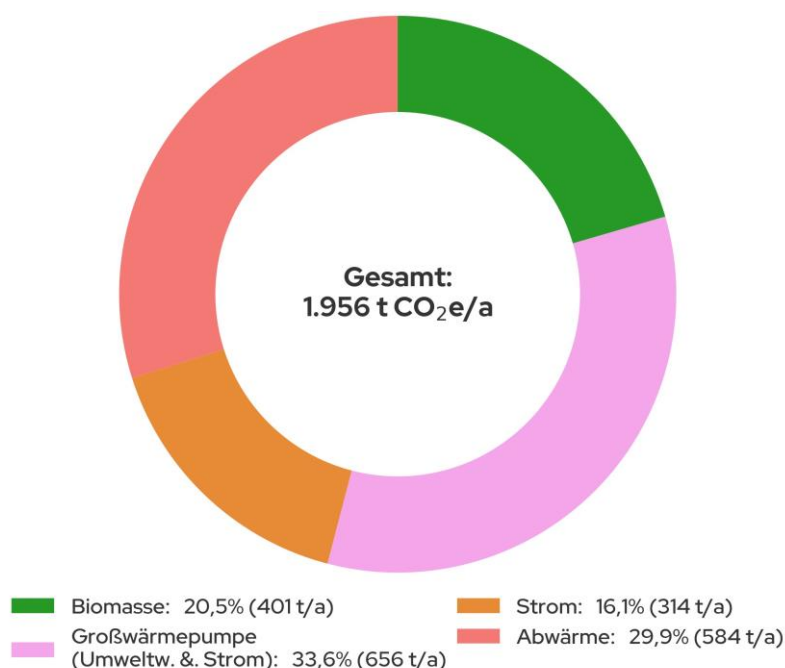


Abbildung 37: Entstehung Treibhausgase nach Energieträger 2040 - Szenario 2

6.4 Entwicklung der eingesetzten Energieträger

Basierend auf den zugewiesenen Wärmeerzeugern aller Gebäude wird der Energieträgermix der Stadt Walldorf für das Zieljahr 2040 berechnet. Der Energieträgermix des zukünftigen Endenergiebedarfs gibt Auskunft darüber, welche Energieträger in Zukunft zur Wärmeversorgung für sämtliche Gebäude der Stadt zum Einsatz kommen.

Zuerst wird jedem Gebäude ein Energieträger zugewiesen. Anschließend wird dessen Endenergiebedarf basierend auf dem Wirkungsgrad des Wärmeerzeugers sowie des Wärmebedarfs berechnet. Basierend auf den Zuordnungen der Heizsysteme wird der Endenergiebedarf aller Gebäude berechnet. Dafür wird der jeweilige Wärmebedarf im Zieljahr durch den thermischen Wirkungsgrad der Wärmeerzeuger dividiert. Der Endenergiebedarf nach Energieträger für das Zieljahr 2040 ist in Abbildung 388 dargestellt.

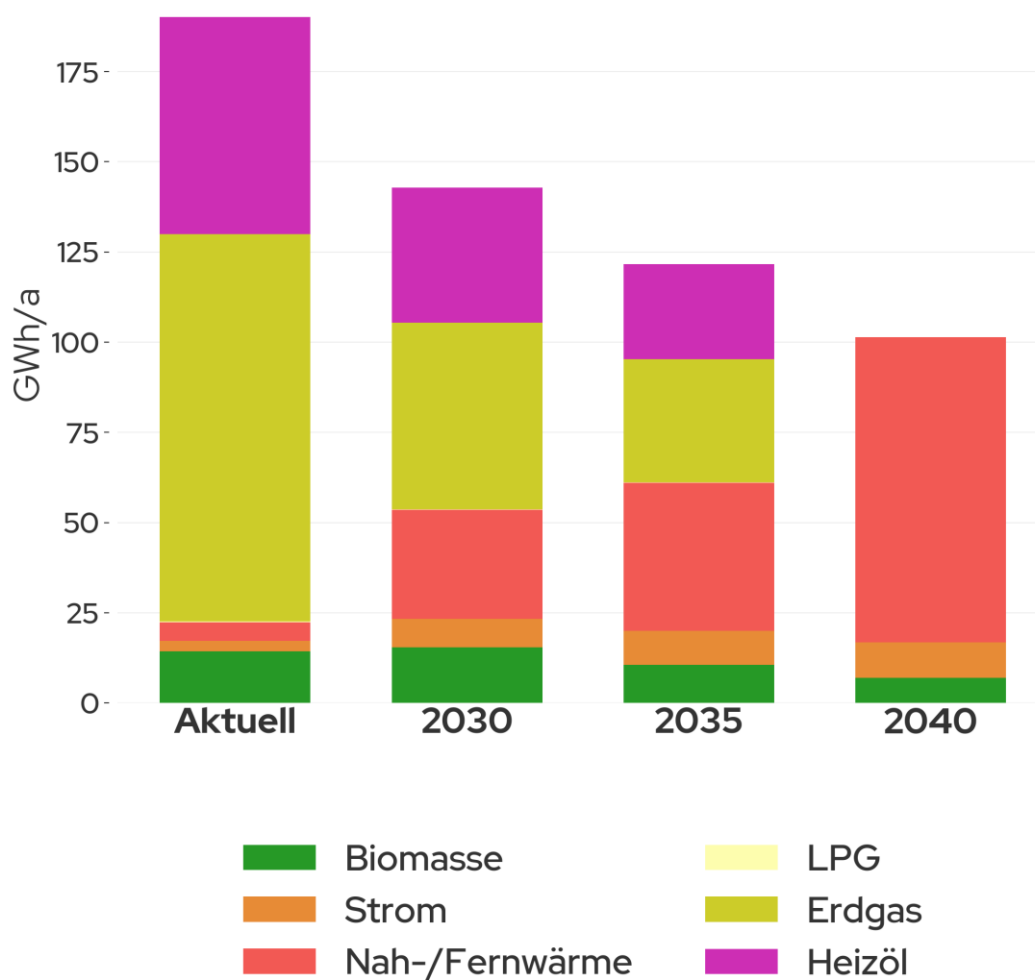


Abbildung 38: Endenergiebedarf nach Energieträger für das Zieljahr 2040

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

Der Endenergiebedarf 2040 soll zum Großteil über Fernwärme und strombasierte Einzelversorgungssysteme (Luft- und Erdwärmepumpen) gedeckt werden. Nur wenn dies nicht möglich ist, kommt im Zielszenario Biomasse zum Einsatz. Dies kann / sollte bei entsprechender Verfügbarkeit durch EE-Gase (Wasserstoff, synthetisches Methan, Biogas) ersetzt werden.

6.5 Bestimmung der Treibhausgasemissionen

Die geplanten Veränderungen in der Zusammensetzung der Energieträger, einschließlich dem schrittweisen Rückgang von Erdgas und Heizöl zugunsten von Strom, werden, in Kombination mit der Anpassung der Energieträger, die für die Erzeugung der Fernwärme eingesetzt werden, zu einer kontinuierlichen Reduktion der Treibhausgasemissionen führen (siehe Abbildung 399 und Abbildung 4040). Es zeigt sich, dass im angenommenen Szenario 1 eine Reduktion von ca. 95,6 % erzielt werden kann. Dies bedeutet, dass ein CO₂ Restbudget im Wärmesektor von ca. 2.015 tCO₂ im Jahr 2040 benötigt wird. Dies müsste dann kompensiert oder durch weitere technische Maßnahmen im Rahmen des kommunalen Klimaschutzes bilanziell reduziert werden. Im Szenario 2 kann eine Reduktion um 95,7 % erzielt werden. Dies bedeutet, dass ein CO₂ Restbudget im Wärmesektor von ca. 1.956 tCO₂ im Jahr 2040 benötigt wird.

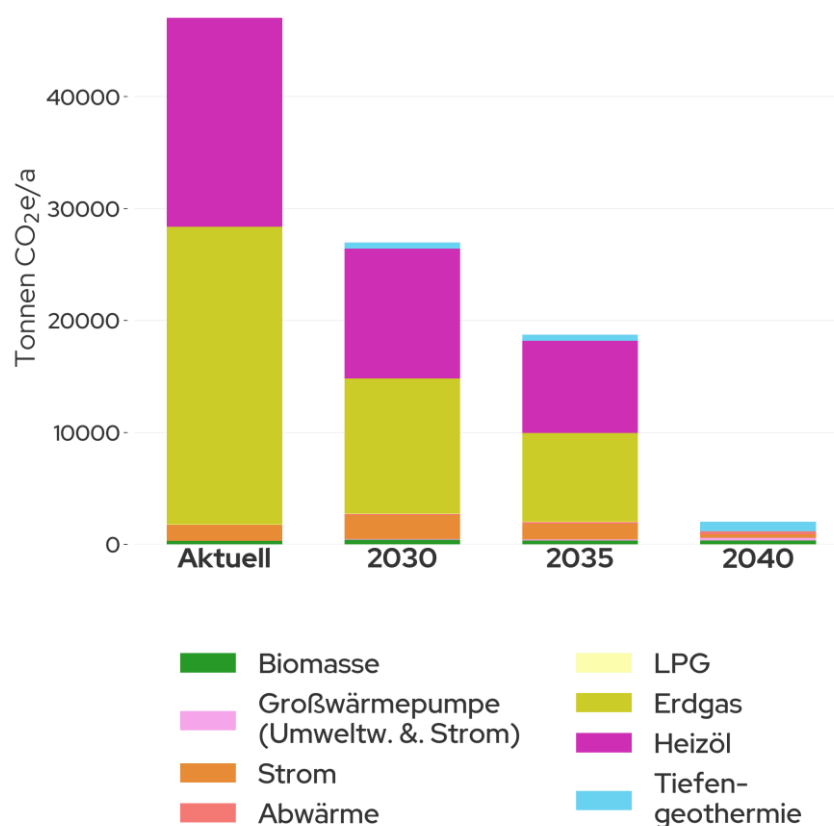


Abbildung 39: Treibhausgasemissionen - Szenario 1

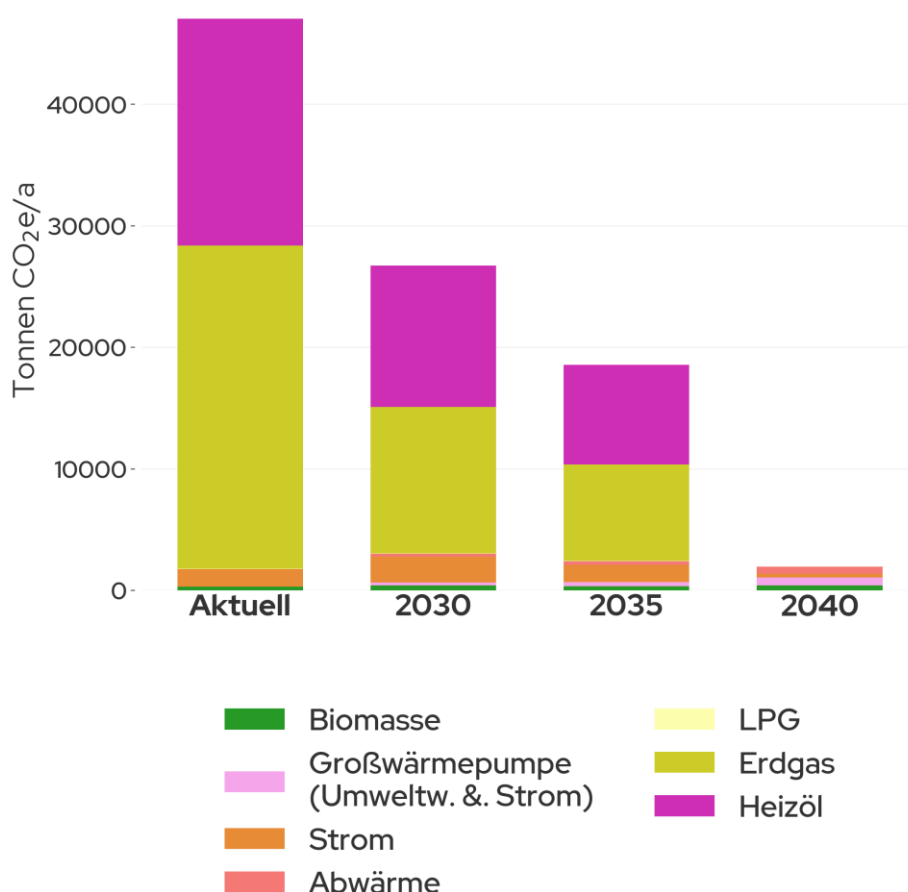


Abbildung 40: Treibhausgasemissionen Szenario 2

6.6 Zusammenfassung des Zielszenarios

Zusammenfassend zeigt die Simulation des Zielszenarios, dass es bis 2040 einer ambitionierten Sanierungsquote von 2 % bedarf. Im Vergleich dazu liegt der aktuelle bundesweite Durchschnitt bei lediglich 0,8 %. Dies unterstreicht die Dringlichkeit großflächiger Sanierungen, um die Wärmewende erfolgreich zu gestalten.

Die Dekarbonisierung soll über den Ausbau von Wärmenetzen sowie die Umrüstung von Einzelgebäuden auf Wärmepumpen erfolgen. Für die Dekarbonisierung müssen unterschiedliche erneuerbare Energiequellen konsequent erschlossen werden. Trotz dieser Bemühungen bleibt eine beachtliche Lücke von ca. 2.000 tCO₂/a, die weiterhin im Wärmesektor emittiert wird, was die Notwendigkeit zusätzlicher Maßnahmen und Strategien betont, um das CO₂-Reduktionsziel vollständig zu erreichen.

Abbildung 33 stellt das modellierte zukünftige Versorgungsszenario dar. Darin sind die Eignungsgebiete für Wärmenetzversorgung sowie die größtenteils mit strombasierten Heizsystemen versorgten Einzelversorgungsgebiete abgebildet.

6.7 Perspektiven der Gasversorgung und des Gasnetzes in Walldorf

Die Wärmeplanung steht unter der Notwendigkeit der vollständigen Abkehr von fossilen Brennstoffen in der Wärmeversorgung. Damit ist klar, dass im Zielszenario kein Erdgas mehr zum Einsatz kommen wird. Im Hinblick auf die Umsetzung der Wärmewende ist es aber notwendig den Transformationspfad bis dahin bestmöglich zu beschreiben, um eine schnelle, klimafreundliche aber auch volkswirtschaftlich effiziente Wärmewende zu ermöglichen. Hierbei wird anfänglich ein hoher Erdgasanteil unvermeidbar sein, der in einer anschließenden Übergangsphase bei rückläufigen Energiedurchsatz des Erdgasnetzes durch die Beimischung von Biomethan, synthetischem Methan und / oder Wasserstoff ergänzt werden kann. Schlussendlich ist zu erwarten, dass primär nur noch Spitzenlast-Heizzentralen von Fernwärmenetzen sowie Spitzenlastkraftwerke aus dem heutigen Erdgasnetz CO₂-neutrale Gase beziehen.

Die Geschwindigkeit der Transformation wird davon abhängen, dass

- Ausreichende Kraftwerkskapazität für die Stromspitze im Winter geschaffen wird (Spitzenlastkraftwerke, Windkraftausbau)
- Ausreichend Wasserstoff für den Betrieb der Spitzenlastkraftwerke vorhanden ist
- Die Strom-Transport- und -verteilnetze auf die Last des Wärmesektors ausgebaut werden
- Wärmenetze aus- und aufgebaut werden, die einen möglichst kleinen Anteil elektrischer Wärmeerzeugung benötigen
- Der Gebäudebestand energetisch saniert wird

Umgekehrt wäre ein übergangsweiser Weiterbetrieb der heutigen Erdgasinfrastruktur besser zu rechtfertigen, je besser es gelingt, die CO₂-Emissionen durch höhere Anteile von Biomethan, synthetischen Methan und/oder Wasserstoff zu reduzieren.

Das Erdgasnetz der Stadtwerke Walldorf ist durch die umfangreichen Sanierungsmaßnahmen (Grauguß- und Stahlleitungssanierungen) ein im Vergleich sehr junges Erdgasnetz, das geringe Unterhaltskosten verursacht. Das junge Netz bringt gute Voraussetzungen mit, um mit vergleichsweise geringen Anpassungen, mit einem vergleichsweise hohen Wasserstoffanteil weiterbetrieben werden zu können. Der Transport von CO₂-freien Methan (Biomethan oder synthetisch erzeugtes Methan) stellt keine technische Anforderung an das Erdgasnetz.

Aus diesem Grund wird mit der Wärmeplanung im Übergangszeitraum vor Erreichen des Zielszenarios 2040 kein Stilllegungszeitpunkt für das (Erd-)gasnetz in Walldorf definiert. Mit den in der Wärmeplanung beschriebenen Schritten zum Aufbau von Wärmenetzen sowie der Verstärkung der Stromnetze durch die Stadtwerke werden die Voraussetzungen für eine Umstellung der Heizungssysteme durch die Bürger und Unternehmen geschaffen. Gleichzeitig wird die Umstellung durch bundespolitische Maßnahmen angereizt (Förderung, CO₂-Preisentwicklung) sowie gesetzlich vorgeschrieben. Darüber hinaus soll die Umstellung der Heizungssysteme nicht durch die vorzeitige Stilllegung der Gasnetze erzwungen werden,

Simulation des Zielszenarios

solange der Weiterbetrieb des Gasnetzes wirtschaftlich vertretbar ist. Diese Positionierung ist im Rahmen der Fortschreibung der Kommunalen Wärmeplanung an den aktuellen Kenntnisstand und jeweiligen Rahmenbedingungen anzupassen.

7 Wärmewendestrategie

Das Zielbild einer klimaneutralen Wärmeversorgung für die Stadt Walldorf wurde im vorhergehenden Abschnitt in den zwei beschriebenen Zielszenarien dargestellt. Beide Szenarien setzen auf einen Nah-/Fernwärmeausbau mit gleichzeitiger Dekarbonisierung der Nah-/Fernwärmeerzeugung. Im Falle des Szenarios mit zentraler Wärmeversorgung durch Tiefengeothermie sogar eines signifikanten Ausbaus der Fernwärmeversorgung. Gleichmaßen spielt die Dekarbonisierung der dezentralen Heizungsanlagen in beiden Szenarien eine wichtige Rolle. Aufbauend auf der Potenzialanalyse sollen mithilfe der Wärmewendestrategie Transformationspfade hin zum Zielszenario aufgezeigt werden und verfügbare erneuerbare Energiepotenziale genutzt werden. Es folgt die Entwicklung einer Strategie und eines Maßnahmenkatalogs zur Umsetzung und zur Erreichung der Energie- und THG-Einsparung. Zudem wurden Fokusgebiete identifiziert, die bezüglich einer klimafreundlichen Wärmeversorgung kurz- und mittelfristig prioritär zu behandeln sind. Für diese Fokusgebiete sind konkrete, räumlich verortete Umsetzungspläne zu erarbeiten und dienen als Handlungsstrategie bzw. zur Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung. Die Wärmewendestrategie umfasst zudem weitere auf Gesamtstädtischer Ebene ausgearbeitete Maßnahmen.

7.1 Fokusgebiete

Aus dem Zielszenario wurden die geforderten Fokusgebiete eingegrenzt. Die darin beschriebenen konkreten Umsetzungspläne sollten zeitnah umgesetzt werden, sodass die Transformation hin zu einer zukunftsfähigen Versorgungsstruktur erfolgreich gestaltet werden kann. In den nachfolgenden Beschreibungen der Fokusgebiete werden die weiteren Schritte hinsichtlich der anfallenden Kosten sowie weiteren Kriterien beschrieben und bewertet. Die qualitative und quantitative Einordnung in verschiedene Stufen ist in Tabelle 2 dargestellt. Die Ausgaben beziehen sich auf die für die Kommune anfallenden Kosten, um die jeweilige Maßnahme umzusetzen. Förderungen, die für die Umsetzung beantragt werden können, werden bei der Darstellung mitangegeben. Die zu erzielende Gewinne, beispielsweise aufgrund von Einsparungen, wurden nicht eingerechnet.

Tabelle 1: Darstellung der sechs Fokusgebiete

Fokusgebiete	
F-1	Zielwärmenetz Wohngebiet
F-2	Zielwärmenetz Gewerbegebiet
F-3	Niedertemperaturnetz Neubaugebiet (Walldorf Süd 3.BA)
F-4	Transformationsplan – Wärmenetz am Schulzentrum
F-5	Prüfung dezentrale oder zentrale Versorgung im Areal Tannen- / Fichtenweg
F-6	Prüfung einer möglichen zentralen Wärmeversorgung durch Tiefengeothermie

Tabelle2: Legende Maßnahmen-Steckbriefe

Ausgaben

keine	Niedrig	mittel	hoch
keine Kosten	< 80.000 Euro	80.000 – 200.000 Euro	> 200.000 Euro

Klimaschutzwirkung

indirekt: niedrig		indirekt: mittel		indirekt: hoch	
Erreichung von Personengruppen zu Themen mit eher geringem Emissionsreduktionspotenzial	von	Erreichung von Personengruppen zu Themen mit erhöhtem Emissionsreduktionspotenzial (bspw. Sanierungen)	von	Erreichung von Personengruppen zu Themen mit sehr hohem Emissionsreduktionspotenzial (bspw. PV-Installationen, nachhaltige Heiztechnologien)	von

Direkte Klimaschutzwirkung: Maßnahmen, die einen direkten Einfluss auf die verursachten Emissionen ausüben (z.B. Sanierungsmaßnahmen, Photovoltaik-Ausbau etc.)

direkt, niedrig		direkt, mittel		direkt, hoch	
Einzelmaßnahmen, Sanierung kommunaler Gebäude	z.B.	Umsetzung von Maßnahmen mit mittlerem Emissionsreduktionspotenzial (abhängig von Verbrauchergruppe und Höhe von Einsparungseffekten)		Umsetzung von Maßnahmen mit sehr hohem Emissionsreduktionspotenzial (z.B. PV und Windkraft) in großem Stil	

Lokale Wertschöpfung

keine	Niedrig	Mittel	hoch
Keine Wertschöpfungseffekte	Einzelfälle an lokaler Wertschöpfung (z.B. Unterstützung ökologischer Initiativen)	Lokale Wertschöpfung in größerem Stil (z.B. Wirtschaftsförderung für nachhaltige Unternehmen)	Vergleichsweise viele Möglichkeiten intensiver lokaler Wertschöpfung

Fokusgebiet 1: Zielwärmenetz Wohngebiet	F-1
--	------------

Beschreibung des Fokusgebietes

Das erste Fokusgebiet stellt das Zielwärmenetz dar, welches sich über einen Teil des Wohngebietes Walldorfs erstreckt, siehe Abbildung 41. Dieses Zielnetz wurde durch Kenntnisse lokaler Begebenheiten und der in Kapitel 5 beschriebenen weiteren Kriterien festgelegt. Da Tiefengeothermie in Walldorf ein hohes theoretisches Potenzial darstellt, die Erschließung dieses Potenzials allerdings immer mit dem Risiko der Nichtfündigkeit behaftet ist, wurden im Rahmen der Konzepterstellung zwei Szenarien für die Versorgung der Wärmenetze betrachtet. Eines mit Tiefengeothermie und eines ohne. Für das Szenario ohne Tiefengeothermie sind die vorhandenen lokalen Wärmepotenziale nur begrenzt verfügbar. Demzufolge soll ein möglicher Ausbau zunächst unter Annahme des Szenarios 2 (ohne Tiefengeothermie) untersucht werden, siehe Abbildung 42.

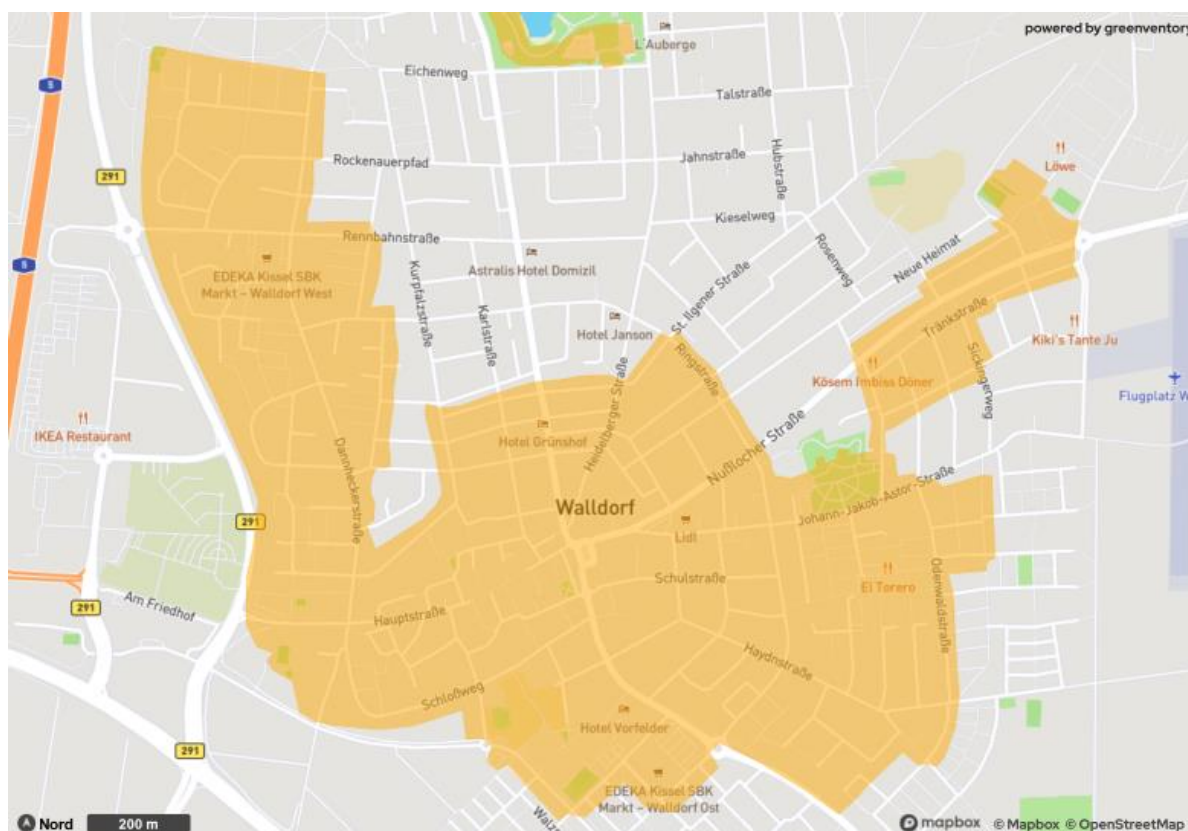
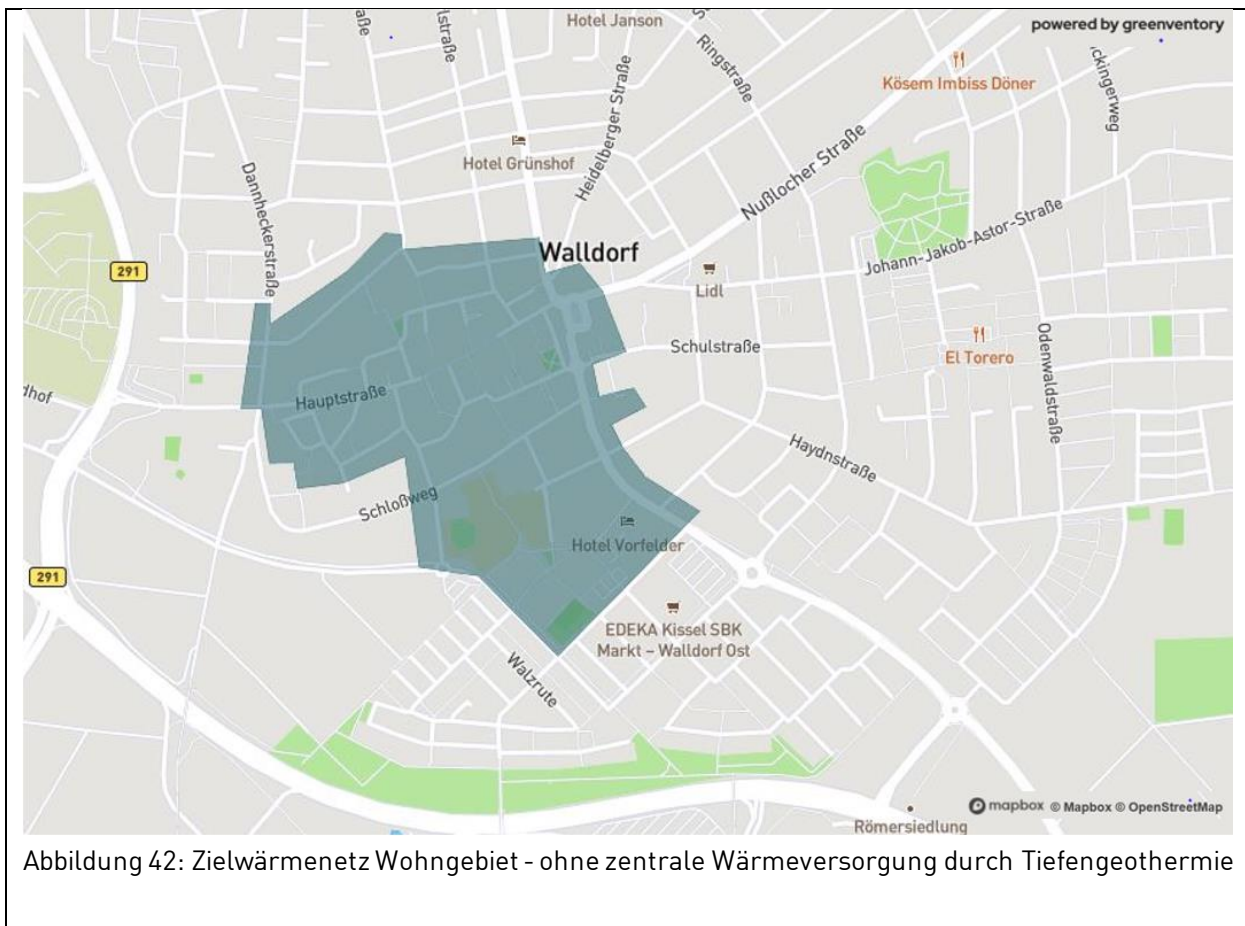


Abbildung 41: Zielwärmenetz Wohngebiet mit zentraler Wärmeversorgung durch Tiefengeothermie



Fokusgebiet 1: Zielwärmenetz Wohngebiet		F-1
Beschreibung der Maßnahmen		
Durchführung von Machbarkeitsstudien für die identifizierten Wärmenetzeignungsgebiete		
Beschreibung	<p>Der Ausbau von Wärmenetzen kann einen bedeutenden Beitrag zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung in der Stadt Walldorf leisten. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde hierfür eine entsprechende Datengrundlage geschaffen, die als Grundlage zur Festlegung der Eignungsgebiete für Wärmenetze herangezogen wird. Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie sollen die konkreten Netzbereiche und Ausbaustufen festgelegt werden. Zusätzlich sollte ein geeigneter Energieträgermix detailliert berechnet und in der Folge festgelegt werden. Dazu sollten alle, im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ermittelten, lokal verfügbaren Potenziale, eingebunden werden. Die Machbarkeitsstudie kann nach Fertigstellung weitere Schritte aufzeigen und eine Grundlage für akquirierende Maßnahmen bilden. Außerdem erhöht sie bereits die Planungssicherheit für Bürger*innen. Schließlich sollte im Anschluss (oder bereits im Rahmen der Studie) die konkrete Beteiligungsbereitschaft geprüft werden, da die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes maßgeblich von der Anschlussquote beeinflusst wird.</p>	
Laufzeit	<p>Die Erstellung der Machbarkeitsstudie umfasst einen Zeitraum von einem Jahr und kann einmalig um ein weiteres Jahr verlängert werden. Zur Beantragung der Fördermittel ist im Vorfeld eine detaillierte Projektskizze zu erarbeiten. Die Machbarkeitsstudie ist zudem Voraussetzung dafür, wenn weitere Fördermittel z.B. für den Bau des Wärmenetzes beantragt werden sollen. Liefert die Machbarkeitsstudie ein positives Ergebnis und wird die BEW-Förderung in Anspruch genommen, muss das darin geplante Wärmenetz innerhalb von 4 Jahren (bzw. bei Verlängerung innerhalb von 6 Jahren) umgesetzt werden.</p>	
Handlungsschritte & Verantwortliche	<ul style="list-style-type: none"> • Erstellung einer Projektskizze (Stadtverwaltung/Stadtwerke) • Ggf. Beantragung der BEW-Förderung (Stadtverwaltung) • Beauftragung Machbarkeitsstudie(n) (Stadtwerke) • Durchführung der Machbarkeitsstudie(n) (Dienstleister) • Beteiligung der Öffentlichkeit / akquirierende Maßnahmen (Stadtverwaltung/Stadtwerke) 	
Ausgaben	<p><input type="checkbox"/> niedrig <input checked="" type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> hoch</p> <p>Für eine Machbarkeitsstudie werden die Gesamtkosten auf 80.000 – 120.000 € geschätzt. Wird die BEW-Förderung genutzt, reduzieren sich die Ausgaben um 50 %.</p>	
Machbarkeit	<p>Die Maßnahme ist umsetzbar, wenn ausreichend finanzielle Mittel zur Verfügung stehen und ggf. die Förderung beantragt wird.</p>	

Wärmewendestrategie

Förderung	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW): ² <ul style="list-style-type: none"> ○ Gefördert wird u.a. die Erstellung einer Machbarkeitsstudie und ggf. die Errichtung des Wärmenetzes ○ Förderquote: 50 % der förderfähigen Ausgaben ○ Maximale Fördersumme: 2 Mio. Euro
Klimaschutz	<input type="checkbox"/> direkt <input checked="" type="checkbox"/> indirekt <input type="checkbox"/> niedrig <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> hoch
Endenergieeinsparung	Die Endenergieeinsparung ist von den für das Wärmenetz genutzten Energieträgern abhängig. Aus diesem Grund kann die Endenergieeinsparung erst nach Festlegung des konkreten Energieträgermixes im Zuge der Machbarkeitsstudie abgeschätzt werden.
Lokale Wertschöpfung	<input checked="" type="checkbox"/> direkt <input type="checkbox"/> indirekt <input type="checkbox"/> niedrig <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> hoch Eine hohe lokale Wertschöpfung kann durch die Ausschöpfung des wirtschaftlichen Potenzials der Wärmenetze über die Energieversorger, die angeschlossenen Endnutzer*innen und das umsetzende Handwerk erzielt werden. Zudem wird der Abfluss finanzieller Mittel aus der Kommune heraus für fossile Energieträger gemindert, sodass ein weiterer Beitrag zur lokalen Wertschöpfung geleistet wird.
Zielgruppe	Stadtverwaltung, Stadtwerke

² Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW). Abgerufen 11.01.2024 von https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waerменetze_node.html

<p>Fokusgebiet 2: Zielwärmenetz Gewerbegebiet</p>	<p>F-2</p>
<p>Beschreibung des Fokusgebietes</p>	
<p>Das zweite Fokusgebiet stellt das Zielwärmenetz im Gewerbegebiet dar, siehe Abbildung 43. Dieses Zielnetz wurde ebenfalls durch Kenntnisse lokaler Begebenheiten und der in Kapitel 5 beschriebenen weiteren Kriterien ermittelt. Auch für dieses Wärmenetzeignungsgebiet muss nach erfolgreicher Einbindung von mindestens zwei Ankerkunden zunächst für eine detailliertere Betrachtung eine Machbarkeitsstudie erstellt werden. Für eine erfolgreiche Transformation der Wärmeversorgung des Gewerbegebiets wird die Einführung eines Netzwerktreffens für Unternehmen vorgeschlagen. Diese Maßnahme zielt darauf ab, Unternehmen als strategische Partner in die Gestaltung der Wärmeversorgung des Gewerbegebietes einzubinden und langfristige Kooperationen zu fördern. Hierbei soll besonders auf die Einbindung der relevanten Akteure geachtet werden. Ein weiterer wichtiger Baustein hin zur klimaneutralen Wärmeversorgung, ist die Energieeffizienz. Für die Hebung von Energieeinsparpotenzialen soll die Bewerbung von Energieeffizienzberatung verstärkt erfolgen.</p>  <p>The map shows an industrial district in Heidelberg-Walldorf, Germany, highlighted in orange. Key streets include Otto-Hahn-Straße, Daimler-Hopp-Milien, Industriegebiet Walldorf, Daimlerstraße, and Albert-Einstein-Straße. Landmarks such as SAP SE, Leonardo Hotel Heidelberg-Walldorf, and Hochschule are also visible. The map is powered by greenenventry and includes a 300m scale bar and a north arrow.</p>	

Abbildung 43: Zielwärmenetz - Gewerbegebiet

Fokusgebiet 2: Zielwärmenetz Gewerbegebiet		F-2
Beschreibung der Maßnahmen		
Durchführung von Machbarkeitsstudien für die identifizierten Wärmenetzeignungsgebiete		
Beschreibung	<p>Der Ausbau von Wärmenetzen kann auch einen bedeutenden Beitrag zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung des Gewerbegebietes Walldorf leisten. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde hierfür eine entsprechende Datengrundlage geschaffen, die als Grundlage zur Festlegung der Eignungsgebiete für Wärmenetze herangezogen wird. Relevante ansässige Betriebe wurden im Rahmen der Konzepterstellung nach potenzieller Abwärme befragt. Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie sollen konkrete Netzbereiche und Ausbaustufen festgelegt werden. Zusätzlich sollte ein geeigneter Energieträgermix detailliert berechnet und in der Folge festgelegt werden. Die Machbarkeitsstudie kann nach Fertigstellung weitere Schritte aufzeigen und eine Grundlage für akquirierende Maßnahmen bilden. Eine frühzeitige Vernetzung der ansässigen Unternehmen sowie entsprechender Austausch kann die Beteiligungs- und Innovationsbereitschaft fördern (siehe Maßnahme Netzwerkbildung / Interkommunale Zusammenarbeit mit der Stadt Wiesloch). Schließlich sollte im Anschluss (oder bereits im Rahmen der Studie) die konkrete Anschlussbeteiligungsbereitschaft geprüft werden, da die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes maßgeblich von der Anschlussquote beeinflusst wird.</p>	
Laufzeit	<p>Der Aufbau eines flächendeckenden Wärmenetzes im Industriegebiet setzt die verbindliche Einbindung von mindestens zwei Ankerkunden voraus. Die Aufgabenstellung einer Machbarkeitsstudie ergibt sich aus der Abstimmung mit deren Dekarbonisierungsplänen und Aufstellung einer gemeinsamen Projektskizze. Die Erstellung der Machbarkeitsstudie selbst umfasst einen Zeitraum von einem Jahr und kann einmalig um ein weiteres Jahr verlängert werden. Bei Inanspruchnahme der BEW-Förderung und positiven Ergebnis der Machbarkeitsstudie muss das darin geplante Wärmenetz innerhalb von 4 Jahren (bzw. bei Verlängerung innerhalb von 6 Jahren) umgesetzt werden.</p>	
Handlungsschritte & Verantwortliche	<ul style="list-style-type: none"> • Abstimmung Ankerkunden (Stadtverwaltung / Stadtwerke) • Erstellung der Projektskizze (Stadtwerke / Ankerkunden) • Ggf. Beantragung der BEW-Förderung (Stadtwerke) • Beauftragung Machbarkeitsstudie (Stadtverwaltung) • Durchführung der Machbarkeitsstudie (Dienstleister) • Beteiligung der Öffentlichkeit / akquirierende Maßnahmen (Stadtverwaltung) 	

Wärmewendestrategie

Ausgaben	<input type="checkbox"/> niedrig <input checked="" type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> hoch Für eine Machbarkeitsstudie werden die Gesamtkosten auf 80.000 – 120.000 € geschätzt. Wird die BEW-Förderung genutzt, reduzieren sich die Ausgaben um 50 %.
Machbarkeit	Die Maßnahme ist umsetzbar, wenn ausreichend finanzielle Mittel zur Verfügung stehen und ggf. die Förderung beantragt wird.
Förderung	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW): ³ <ul style="list-style-type: none"> ○ Gefördert wird u.a. die Erstellung einer Machbarkeitsstudie und ggf. die Errichtung des Wärmenetzes ○ Förderquote: 50 % der förderfähigen Ausgaben ○ Maximale Fördersumme: 2 Mio. Euro
Klimaschutz	<input type="checkbox"/> direkt <input checked="" type="checkbox"/> indirekt <input type="checkbox"/> niedrig <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> hoch
Endenergieeinsparung	Die Endenergieeinsparung ist von den für das Wärmenetz genutzten Energieträgern abhängig. Aus diesem Grund kann die Endenergieeinsparung erst nach Festlegung des konkreten Energieträgermixes im Zuge der Machbarkeitsstudie abgeschätzt werden.
Lokale Wertschöpfung	<input checked="" type="checkbox"/> direkt <input type="checkbox"/> indirekt <input type="checkbox"/> niedrig <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> hoch Eine hohe lokale Wertschöpfung kann durch die Ausschöpfung des wirtschaftlichen Potenzials der Wärmenetze über die Energieversorger, die angeschlossenen Endnutzer*innen und das umsetzende Handwerk erzielt werden. Zudem wird der Abfluss finanzieller Mittel aus der Kommune heraus für fossile Energieträger gemindert, sodass ein weiterer Beitrag zur lokalen Wertschöpfung geleistet wird.
Maßnahme Netzwerkbildung / Interkommunale Zusammenarbeit mit der Stadt Wiesloch	
Beschreibung	Für die Transformation der Wärmeversorgung des Gewerbegebiets wird die Einführung eines Netzwerktreffens für Unternehmen vorgeschlagen. Da die Gewerbegebiete der Städte Walldorf und Wiesloch aneinandergrenzen, wird ein interkommunaler Austausch dieser beide Städte und der Unternehmen empfohlen. Diese Treffen sollen Unternehmen die Möglichkeit bieten, aktiv an der Planung und Umsetzung von Lösungen teilzunehmen. Durch die Zusammenführung können Netzwerktreffen innovative Ansätze für eine nachhaltige Wärmeversorgung entwickeln. Diese Maßnahme zielt darauf ab, Unternehmen als strategische Partner in die Gestaltung der Wärmeversorgung des Gewerbegebietes einzubinden und langfristige Kooperationen zu fördern.

³ Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW). Abgerufen 11.01.2024 von https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermentetze_node.html

Wärmewendestrategie

Laufzeit	Fortlaufend
Handlungsschritte & Verantwortliche	<ul style="list-style-type: none"> • Förderung beantragen • Gründung und Fortführung eines Netzwerktreffens
Ausgaben	<input checked="" type="checkbox"/> niedrig <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> hoch
Machbarkeit	Die Maßnahme ist umsetzbar, wenn ausreichend finanzielle und personelle Mittel zur Verfügung stehen und ggf. die Förderung beantragt wird.
Förderung	Kommunalrichtlinie. Der Zuschuss für die Gewinnungsphase beträgt maximal 5.000 €. Der Zuschuss für die Netzwerkphase beträgt 60 % der förderfähigen Gesamtausgaben und liegt bei maximal 40.000 Euro pro Netzwerkteilnehmer*in sowie bei maximal 1.500 Euro pro Netzwerkteilnehmer*in für die begleitende Öffentlichkeitsarbeit.
Klimaschutz	<input type="checkbox"/> direkt <input checked="" type="checkbox"/> indirekt <input type="checkbox"/> niedrig <input checked="" type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> hoch
Lokale Wertschöpfung	<input type="checkbox"/> direkt <input type="checkbox"/> indirekt <input type="checkbox"/> niedrig <input checked="" type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> hoch
Zielgruppe	Kommune, Unternehmen
Bewerbung der Energieeffizienzberatung und produktionsintegrierter Umweltschutz für Unternehmen des Kompetenzzentrums Energieeffizienz (KEFF)	
Beschreibung	Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden im Gebiet Walldorf Unternehmen mit Abwärmepotenzial ermittelt. Um dieses quantifizieren zu können, soll ein kostenloser Abwärme-Check durchgeführt werden. Dazu sollen die Unternehmen gezielt kontaktiert und zu einer Teilnahme ermutigt werden. Energieeffizienzberatungen sollen mögliche Energieeinsparpotenziale heben somit ebenfalls einen Beitrag zur klimaneutralen Wärmeversorgung leisten.
Laufzeit	Fortlaufend
Handlungsschritte & Verantwortliche	<ul style="list-style-type: none"> • Gezielt auf Unternehmen zugehen (Stadtverwaltung)
Ausgaben	<input checked="" type="checkbox"/> niedrig <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> hoch
Klimaschutz	<input checked="" type="checkbox"/> direkt <input type="checkbox"/> indirekt <input type="checkbox"/> niedrig <input checked="" type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> hoch
Endenergieeinsparung	Die Endenergieeinsparung ist von den unternehmensspezifischen Einsparpotenzialen und der Annahme des Angebotes abhängig. Aus diesem Grund kann im Vorfeld keine Endenergieeinsparung abgeschätzt werden.
Zielgruppe	Unternehmen

<p>Fokusgebiet 3: Niedertemperaturnetz Neubaugebiet Walldorf Süd 3.BA</p>	<p>F-3</p>
<p>Beschreibung des Fokusgebietes</p>	
<p>Das dritte Fokusgebiet stellt das Neubaugebiet Walldorf Süd 3.BA dar, siehe Abbildung 444. Für die Neubauten soll das im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung identifizierte erneuerbare Energiepotenzial an Erdwärme, in Form eines Erdwärmesondenfeldes, gehoben werden. Der Einsatz von Erdwärmesonden ist in diesem Bereich möglich und könnte als Energiequelle für ein Niedertemperaturnetz dienen.</p> 	
<p>Abbildung 44: Neubaugebiet Walldorf Süd 3.BA</p>	

Fokusgebiet 3:		F-3
Niedertemperaturnetz Neubaugebiet Walldorf Süd 3.BA		
Beschreibung der Maßnahmen		
Machbarkeitsstudie zur Speisung eines Niedertemperaturnetzes mittels eines Erdwärmesondenfeldes		
Beschreibung	<p>Im Zuge der Bebauung des Neubaugebietes sollte mit einer Machbarkeitsstudie geprüft werden, ob dieses durch ein Niedertemperaturnetz, welches durch ein Erdwärmesondenfeld gespeist wird, mit Wärme versorgt werden kann.</p> <p>Ein Vorteil der Erschließung des Wärmepotenzials durch ein Erdwärmesondenfeld liegt auch in der Möglichkeit dieses sowohl als Wärmespeicher als auch zur Kühlung zu verwenden. Die Nutzung von oberflächennaher Geothermie ermöglicht im Sommer eine Kühlung über das System mittels reversibler Wärmepumpen in den Gebäuden. Diese können den Kreislauf für den Kühlbetrieb umkehren, jedoch ist dies nur mit einem entsprechenden Heizungssystem im Gebäude möglich.</p> <p>Bei Niedertemperaturnetzen gestaltet sich die Erweiterung für neue Anschlussnehmende nicht so einfach. Sobald die Bemessungsgrenze für die eingebrachten Erdwärmesonden erreicht ist, gestaltet es sich als schwierig, weitere Gebäude anzuschließen. Daher ist eine sorgfältige Planung im Voraus erforderlich, um die benötigte Wärmemenge zu bestimmen und die richtige Anzahl von Sonden zu berechnen. Dies sollte in der Machbarkeitsstudie ebenfalls erfolgen.</p>	
Laufzeit	Die Erstellung der Machbarkeitsstudie umfasst einen Zeitraum von einem Jahr und kann einmalig um ein weiteres Jahr verlängert werden. Bei Inanspruchnahme der BEW-Förderung muss das darin geplante Wärmenetz innerhalb von 4 Jahren (bzw. bei Verlängerung innerhalb von 6 Jahren) umgesetzt werden.	
Handlungsschritte & Verantwortliche	<ul style="list-style-type: none"> • Erstellung einer Projektskizze (Stadtverwaltung / Dienstleister) • Ggf. Beantragung der BEW-Förderung (Stadtverwaltung) • Beauftragung der Machbarkeitsstudie (Stadtverwaltung) • Durchführung der Machbarkeitsstudie (Dienstleister) • Beteiligung der Öffentlichkeit (Stadtverwaltung) 	
Ausgaben	<input checked="" type="checkbox"/> niedrig <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> hoch Für die Machbarkeitsstudie werden die Gesamtkosten auf ungefähr 50.000 - 70.000 € geschätzt. Wird die BEW-Förderung genutzt, reduzieren sich die Ausgaben um 50 %.	
Machbarkeit	Die Maßnahme ist umsetzbar, wenn ausreichend finanzielle Mittel zur Verfügung stehen und ggf. die Förderung beantragt wird.	

Wärmewendestrategie

Wirtschaftlichkeit	Die Maßnahme ist wirtschaftlich, sofern die Machbarkeitsstudie die Umsetzbarkeit bestätigt und ein Wärmenetz mit einer ausreichend hohen Anschlussquote gebaut werden kann.
Förderung	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW): ⁴ <ul style="list-style-type: none"> ○ Gefördert wird u.a. die Erstellung einer Machbarkeitsstudie und die Errichtung des Wärmenetzes ○ Förderquote: 50 % der förderfähigen Ausgaben ○ Maximale Fördersumme: 2 Mio. Euro
Klimaschutz	<input type="checkbox"/> direkt <input checked="" type="checkbox"/> indirekt <input type="checkbox"/> niedrig <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> hoch
Endenergieeinsparung	Die Endenergieeinsparung ist von den für das Wärmenetz genutzten Energieträgern abhängig. Aus diesem Grund kann die Endenergieeinsparung erst nach Festlegung des konkreten Energieträgermixes im Zuge der Machbarkeitsstudie abgeschätzt werden.
Lokale Wertschöpfung	<input type="checkbox"/> direkt <input checked="" type="checkbox"/> indirekt <input type="checkbox"/> niedrig <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> hoch Eine hohe lokale Wertschöpfung kann indirekt durch die Ausschöpfung des wirtschaftlichen Potenzials der Wärmenetze über die Energieversorger, die angeschlossenen Endnutzer*innen und das umsetzende Handwerk erzielt werden. Zudem wird der Abfluss finanzieller Mittel aus der Kommune heraus für fossile Energieträger gemindert, sodass ein weiterer Beitrag zur lokalen Wertschöpfung geleistet wird.
Zielgruppe	Stadtverwaltung

⁴ Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW). Abgerufen 11.01.2024 von https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waerменetze_node.html

Fokusgebiet 4:

Transformationsplan – Wärmenetz am Schulzentrum

F-4

Beschreibung des Fokusgebietes

Im Bereich der Schwetzingenstraße besteht bereits ein Nahwärmenetz, welches das Schulzentrum, die Astoria Halle sowie die Schwimmbäder mit Wärme versorgt. Aktuell basiert das Wärmenetz auf fossilen Energieträgern. Ziel ist folglich die Dekarbonisierung dieses Netzes zu erreichen. Für die Umstellung der Energieträger muss ein Transformationsplan erarbeitet werden. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden kaum erneuerbare Energiepotenziale für eine mögliche Wärmenetzspeisung identifiziert. So ergab die Prüfung des thermischen Potenzials des Badesees, dass dieses sehr geringfügig ausfällt und aus technischer sowie wirtschaftlicher Sicht kein erschließbares Potenzial darstellt. In der Nähe der Heizzentrale befindet sich ein Abwassersammler, der bereits im Jahr 2011 hinsichtlich einer Abwärmenutzung in Kombination mit einer Wärmepumpe untersucht wurde.

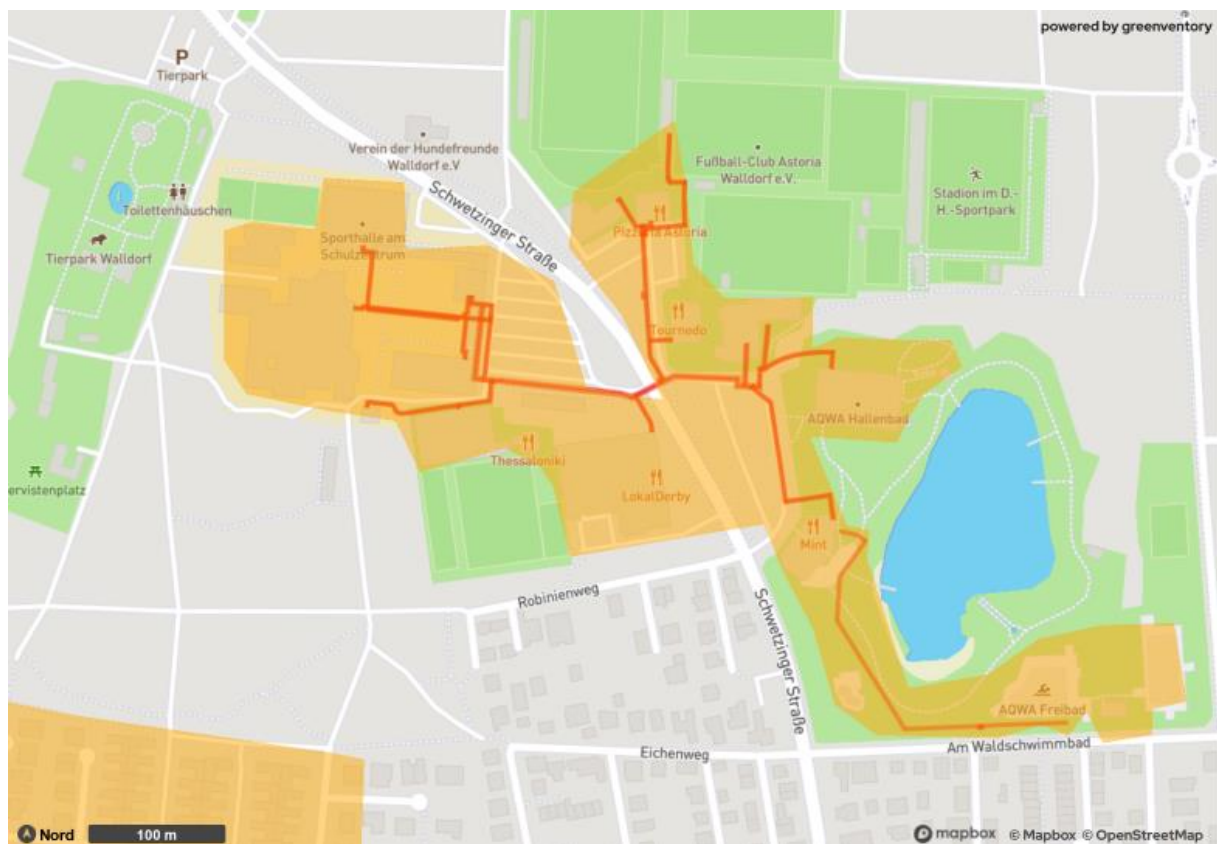


Abbildung 45: Wärmenetz am Schulzentrum

Fokusgebiet 4:		F-4
Transformationsplan – Wärmenetz am Schulzentrum		
Beschreibung der Maßnahme		
Erneute Überprüfung des thermischen Potenzials des Abwassersammlers / Aufbauende Machbarkeitsstudie zur Umsetzung der Abwasserwärmenutzung		
Beschreibung	<p>Zur Erreichung der Dekarbonisierung des Wärmenetzes am Schulzentrum soll ein Transformationsplan erarbeitet werden. In etwa 300 m Entfernung zur Heizzentrale befindet sich ein Abwassersammelkanal, wodurch die Möglichkeit einer Abwasserwärmenutzung in Kombination mit einem Wärmetauscher und einer Wärmepumpe besteht. Im Rahmen einer Analyse verschiedener Versorgungsvarianten für das Wärmenetz wurde die Möglichkeit zur Abwärmenutzung bereits im Jahr 2011 untersucht. Dabei wurde empfohlen, die Umsetzung der Abwasserwärmenutzung zu einem späteren Zeitpunkt und den dort vorliegenden Rahmenbedingungen erneut zu prüfen.</p> <p>Auf Grundlage des theoretischen Potenzials und der Ergebnisse und Empfehlung der Analyse aus dem Jahr 2011 soll die Möglichkeit zur Abwärmenutzung unter den heutigen technologischen und wirtschaftlichen Bedingungen im Rahmen einer Machbarkeitsstudie konkret untersucht werden. Hierfür sollten im Idealfall Daten zum Durchfluss und zur Temperatur im Jahresverlauf sowie weitere Standortparameter erhoben werden. Zudem sollen Aspekte wie die Nutzung zur Gebäudekühlung oder Einflüsse aus dem Abwasser des Schwimmbads berücksichtigt werden. Die Machbarkeitsstudie kann nach Fertigstellung weitere Schritte aufzeigen und als Grundlage für die weitere Maßnahmenplanung dienen.</p>	
Laufzeit	Die Erstellung der Machbarkeitsstudie umfasst einen Zeitraum von einem Jahr und kann einmalig um ein weiteres Jahr verlängert werden. Bei Inanspruchnahme der BEW-Förderung muss die darin geplante Maßnahme innerhalb von 4 Jahren (bzw. bei Verlängerung innerhalb von 6 Jahren) umgesetzt werden.	
Handlungsschritte & Verantwortliche	<ul style="list-style-type: none"> • Erstellung einer Projektskizze (Stadtwerke, Stadtverwaltung) • Ggf. Beantragung von Förderungen (Stadtwerke) • Beauftragung der Machbarkeitsstudie (Stadtverwaltung) • Durchführung der Machbarkeitsstudie (Dienstleister) 	
Ausgaben	<input checked="" type="checkbox"/> niedrig <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> hoch Für die Machbarkeitsstudie werden die Gesamtkosten grob auf ungefähr 20.000 - 50.000 € geschätzt. Wird die BEW-Förderung genutzt, reduzieren sich die Ausgaben um 50 %.	

Wärmewendestrategie

Machbarkeit	Die Maßnahme ist umsetzbar, wenn ausreichend finanzielle Mittel zur Verfügung stehen und ggf. die Förderung beantragt wird.
Förderung	<p>Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW):⁵ Gefördert werden u.a. die Erstellung einer Machbarkeitsstudie und die Transformation von Bestandswärmenetzen zu treibhausgasneutralen Wärmenetzen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Förderquote: max. 50 % der förderfähigen Ausgaben ○ Maximale Fördersumme: 2 Mio. Euro (Machbarkeitsstudie) bzw. Förderung der Wirtschaftlichkeitslücke (Transformation) <p>Förderrichtlinie Wasserwirtschaft des UM BW:⁶</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Förderung von Potenzial- und Machbarkeitsstudien zum Thema Abwasserwärmenutzung <p>Förderprogramm Klimaschutz Plus BW:⁷</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Förderung zum Bau von Anlagen der Abwasserwärmenutzung ○ Der Fördersatz hängt von der CO₂-Minderung über die anrechenbare Lebensdauer der Maßnahme ab und ist auf 30 % der zuwendungsfähigen Ausgaben begrenzt
Klimaschutz	<input type="checkbox"/> direkt <input checked="" type="checkbox"/> indirekt <input type="checkbox"/> niedrig <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> hoch
Endenergieeinsparung	Die Endenergieeinsparung ist abhängig von der Realisierung des Potenzials für die Nutzung von Abwärme aus Abwasser am Abwassersammler. Aus diesem Grund kann die Endenergieeinsparung erst nach Festlegung der konkreten Leistung im Zuge der Machbarkeitsstudie abgeschätzt werden.
Lokale Wertschöpfung	<input checked="" type="checkbox"/> direkt <input type="checkbox"/> indirekt <input type="checkbox"/> niedrig <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> hoch Bei einer Realisierung auf Grundlage einer positiven Machbarkeitsstudie wird der Abfluss finanzieller Mittel aus der Kommune heraus für fossile Energieträger gemindert, sodass ein weiterer Beitrag zur lokalen Wertschöpfung geleistet wird.
Zielgruppe	Stadtverwaltung, Stadtwerke

⁵ Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW). Abgerufen 11.01.2024 von https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waerменetze_node.html

⁶ Regierungspräsidien Baden-Württemberg, 2015

⁷ Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2024

Fokusgebiet 5:

Prüfung dezentrale oder zentrale Versorgung im Areal Tannen- / Fichtenweg

F-5

Beschreibung des Fokusgebietes

In Teilen des Tannen- und Fichtenweges stehen 18 Hochhäuser. Dies begründet einen hohen Wärmebedarf im Verhältnis zur Grundstücksfläche und demzufolge eine hohe Wärmeliniendichte. Aus diesem Grund soll für diese Liegenschaften, siehe Abbildung 466, geprüft werden, ob eine zentrale Versorgung über ein Wärmenetz oder eine dezentrale Versorgung mit Einzelanlagen vorzuziehen ist.

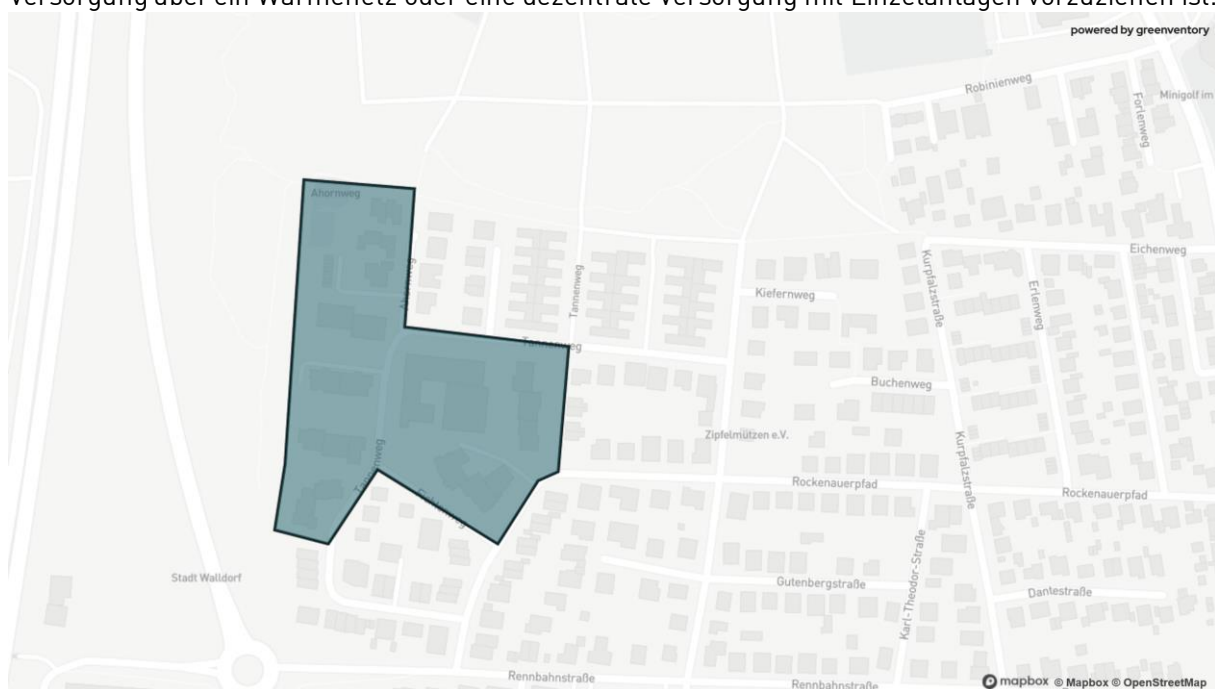


Abbildung 46: Fokusgebiet 5 - Areal Tannen- / Fichtenweg

Fokusgebiet 5: Prüfung dezentrale oder zentrale Versorgung im Areal Tannen- / Fichtenweg		F-5
Beschreibung der Maßnahme		
Machbarkeitsstudie zur Überprüfung der Versorgungsstruktur des Areals Tannen-/ Fichtenweg		
Beschreibung	In Teilen des Tannen- und Fichtenweges befinden sich 18 Hochhäuser. Ein hoher Wärmebedarf im Verhältnis zur Grundstückfläche führen hier ebenfalls zu einer hohen Wärmeliniedichte, welche ein wichtiges Kriterium in der Ermittlung von Eignungsgebieten für Wärmenetze darstellt. Für dieses Areal, siehe Abbildung 466, soll dem zu Folge geprüft werden, ob eine zentrale Versorgung über ein Wärmenetz oder eine dezentrale Versorgung mit Einzelanlagen vorzuziehen ist. Gegenstand der Machbarkeitsstudie könnte zusätzlich auch die Prüfung der Ausdehnung eines potenziellen Wärmenetzes über die Hochhäuser hinaus sein, da in diesem Gebiet Öl den dominierenden Energieträger in der Einzelversorgung darstellt. Sollte es in diesem Areal zu einem Ausbau eines Wärmenetzes kommen, kann dieses als Ausgangspunkt für eine Erweiterung des Wärmenetzes fungieren, wenn Tiefengeothermie zukünftig als Wärmequelle für Walldorf zur Verfügung steht.	
Laufzeit	Die Erstellung der Machbarkeitsstudie umfasst einen Zeitraum von einem Jahr und kann einmalig um ein weiteres Jahr verlängert werden. Bei Inanspruchnahme der BEW-Förderung muss die darin geplante Maßnahme innerhalb von 4 Jahren (bzw. bei Verlängerung innerhalb von 6 Jahren) umgesetzt werden.	
Handlungsschritte & Verantwortliche	<ul style="list-style-type: none"> • Erstellung einer Projektskizze (Stadtverwaltung/Stadtwerke/Dienstleister) • Ggf. Beantragung der BEW-Förderung (Stadtverwaltung, Stadtwerke) • Beauftragung Machbarkeitsstudie (Stadtverwaltung, Stadtwerke) • Durchführung der Machbarkeitsstudie (Dienstleister) • Beteiligung der Öffentlichkeit (Stadtverwaltung) 	
Ausgaben	<input checked="" type="checkbox"/> niedrig <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> hoch Für die Machbarkeitsstudie werden die Gesamtkosten auf 40.000 – 60.000 € geschätzt. Wird die BEW-Förderung genutzt, reduzieren sich die Ausgaben um 50 %.	
Machbarkeit	Die Maßnahme ist umsetzbar, wenn ausreichend finanzielle Mittel zur Verfügung stehen und ggf. die BEW-Förderung beantragt wird.	

Wärmewendestrategie

Förderung	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW): ⁸ <ul style="list-style-type: none"> ○ Gefördert wird u.a. die Erstellung einer Machbarkeitsstudie und die Errichtung des Wärmenetzes ○ Förderquote: 50 % der förderfähigen Ausgaben Maximale Fördersumme: 2 Mio. Euro
Klimaschutz	<input type="checkbox"/> direkt <input checked="" type="checkbox"/> indirekt <input type="checkbox"/> niedrig <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> hoch
Endenergieeinsparung	Eine genaue Abschätzung zur Endenergieeinsparung kann erst im Zuge der Machbarkeitsstudie erfolgen, wenn aus dieser als Ergebnis die Eignung einer zentralen Versorgung des Areals hervorgeht und Informationen zu den Energieträgern vorliegen.
Lokale Wertschöpfung	<input checked="" type="checkbox"/> direkt <input type="checkbox"/> indirekt <input type="checkbox"/> niedrig <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> hoch Eine hohe lokale Wertschöpfung kann indirekt durch die Ausschöpfung des wirtschaftlichen Potenzials der Wärmenetze über die Energieversorger, die angeschlossenen Endnutzer*innen und das umsetzende Handwerk erzielt werden. Zudem wird der Abfluss finanzieller Mittel aus der Kommune heraus für fossile Energieträger gemindert, sodass ein weiterer Beitrag zur lokalen Wertschöpfung geleistet wird.
Zielgruppe	Stadtwerke, Stadtverwaltung

⁸ Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW). Abgerufen 11.01.2024 von https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waerменetze_node.html

Fokusgebiet 6: Prüfung einer möglichen zentralen Wärmeversorgung durch Tiefengeothermie	F-6
Beschreibung des Fokusgebietes	
<p>Tiefengeothermie wird in Deutschland für die Wärmewende zukünftig an Bedeutung gewinnen, so der politische Konsens. Das Bundeswirtschaftsministerium startete 2022 einen Konsultationsprozess mit Bundesländern, Unternehmen und Verbänden zur verbesserten Nutzung von Erdwärme. Angestrebt wird eine zu 50 % klimaneutrale Erzeugung von Wärme bis 2030. Hinsichtlich der Umsetzung dieses Ziels enthält die „Eröffnungsbilanz Klimaschutz“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) vom Januar 2022 konkrete Ziele in Bezug auf den Ausbau der Nutzung des geothermischen Potenzials. 10 TWh/a aus der tiefen und mitteltiefen Geothermie sollen bis 2030 weitestmöglich erschlossen werden. Das entspricht einer Verzehnfachung der aktuellen Einspeisung in Wärmenetze aus geothermischer Energie. Das BMWK sieht daher vor, bis 2030 mindestens 100 weitere geothermische Projekte zu initiieren. Dies inkludiert deren Anschluss an Wärmenetze und die Bereitstellung von geothermischer Energie für industrielle Prozesse, Quartiere und Wohngebäude (BMWK, 2022). Als grundlastfähige erneuerbare Energiequelle nimmt Tiefengeothermie folglich eine bedeutende Stellung für die Wärmewende ein. Für Kommunen, die sich in Teilen Deutschlands mit einem hohen theoretischen Potenzial für Tiefengeothermie befinden, kann die mögliche Gewinnung von thermischer Energie durch Tiefengeothermie Anlagen einen großen Schritt in Richtung klimaneutrale Wärmeversorgung bedeuten.</p> <p>Auf Grund seiner geologischen Beschaffenheit hält der Oberrheingraben ein sehr hohes theoretisches Potenzial für Tiefengeothermie bereit. Deutschlandweit weist er den höchsten geothermischen Gradienten auf. Innerhalb des Grabens besteht eine Temperaturzunahme von 5 bis 10 °C pro 100 m Tiefe; im Vergleich liegt der mitteleuropäische Durchschnitt bei nur 3 °C pro 100 m.</p> <p>Die Stadt Walldorf befindet sich innerhalb des Oberrheingrabens und befindet sich daher an einem geeigneten Standort für eine zentrale Wärmegewinnung mittels hydrothermalen Tiefengeothermie. Die bestehende hohe Datenbasis und eine Machbarkeitsstudie zur Tiefengeothermie im Raum Walldorf, welche im Jahr 2006 von dem Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau erstellt wurde, bestätigen die Eignung der Wärmegewinnung durch hydrothermale Tiefengeothermie am Standort Walldorf. Zu beachten ist, dass im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung für Tiefengeothermie eine Berechnung des technischen Potenzials nicht möglich ist, sondern nur Annahmen zu dem theoretischen Potenzial getroffen werden können. Dieses Potenzial von 300 GWh/a an thermischer Energie, wird durch bestehende Tiefengeothermische Anlagen in der Region bestätigt.</p>	

Fokusgebiet 6: Prüfung einer möglichen zentralen Wärmeversorgung durch Tiefengeothermie		F-6
Beschreibung der Maßnahme		
Beschreibung	<p>Auf Grund seiner geologischen Beschaffenheit hält der Oberrheingraben ein sehr hohes theoretisches Potenzial für hydrothermale Tiefengeothermie bereit. Ob dieses Potenzial zur Gewinnung von thermischer Energie und möglicherweise auch für die Generierung von Strom auf eigener Gemarkung oder in interkommunaler Zusammenarbeit besteht, soll durch eine Machbarkeitsstudie ermittelt werden. Hierbei soll auf die bereits bestehende Machbarkeitsstudie zur Tiefengeothermie im Raum Walldorf aus dem Jahr 2006, durchgeführt vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, aufgebaut werden.</p>	
Laufzeit	<p>Die Durchführung einer Machbarkeitsstudie umfasst einen Zeitraum von ungefähr einem Jahr. Im Rahmen bzw. zu Beginn der Machbarkeitsstudie sollte eine 3D-seismische Exploration durchgeführt werden. Die Realisierung einer Tiefengeothermieanlage wird von Beginn der Datenbeschaffung bis zur Inbetriebnahme auf ungefähr 5 bis 8 Jahre geschätzt.</p>	
Handlungsschritte & Verantwortliche	<ul style="list-style-type: none"> • Kontaktaufnahme mit Nachbarkommunen/Interessierten Akteuren, Experten und ggf. potenziellen Wärmelieferanten, um Möglichkeiten der Zusammenarbeit hinsichtlich der Erschließung des Tiefengeothermischen Potenzials zu klären und zu beraten. (Stadtverwaltung) • Beauftragung einer geologischen Kenntnisstands-Analyse und einer 3-D-seismischen Exploration. Erstere dient dazu, bereits vorhandene Daten auszuwerten und Auskunft über weitere notwendige Handlungsschritte zu geben, bspw. die Ausweisung der mittels 3-D-Seismik zu erkundenden Gebiete. Letztere ist die einzige Technologie, welche die komplexe Geologie des Oberrheingrabens genau darzustellen vermag und ermöglicht folglich Rückschlüsse auf wasserführende Reservoirgesteine im tieferen Untergrund. Im Anschluss Initiierung einer Machbarkeitsstudie zur Konzeptentwicklung und Bewertung der geothermischen Wärmeversorgung. (Stadtverwaltung) • Bei positivem Ergebnis der Machbarkeitsstudie: Ausschreibung mit folgender Beauftragung eines Tiefengeothermie Unternehmens. (Stadtverwaltung) 	
Ausgaben	<p><input checked="" type="checkbox"/> niedrig <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> hoch</p> <p>Die Kosten für eine Machbarkeitsstudie werden auf 30.000 bis 40.000 Euro geschätzt. Für die Umsetzung einer neuen Tiefengeothermieanlage, kann von Kosten im zweistelligen Millionenbereich ausgegangen werden.</p>	

Wärmewendestrategie

Machbarkeit	Die Machbarkeitsstudie kann umgesetzt werden, wenn ausreichend finanzielle Mittel zur Verfügung stehen. Die Umsetzungswahrscheinlichkeit einer Tiefengeothermieanlage kann erst nach Fertigstellung der Machbarkeitsstudie abgeschätzt werden.
Förderung	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW): <ul style="list-style-type: none"> - Förderfähig ist der Bau einer Tiefengeothermieanlage mit Einbindung in ein Wärmenetz - Förderquote: 40% der förderfähigen Ausgaben - Max. Fördersumme: 100 Mio. Euro
Klimaschutz	<input type="checkbox"/> direkt <input checked="" type="checkbox"/> indirekt <input type="checkbox"/> niedrig <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> hoch Wenn die Machbarkeitsstudie den Bau einer Tiefengeothermieanlage zur Folge hat, wird eine hohe Klimaschutzwirkung erwartet. Durch eine solche Anlage kann eine CO ₂ -Minderung von rund 100.000 t CO ₂ /a erreicht werden.
Endenergieeinsparung	Für eine Tiefengeothermieanlage im Oberrheingraben kann von einer gewonnenen thermischen Energie in der Größenordnung von 300 GWh/a ausgegangen werden. Allerdings kann an dieser Stelle keine genaue Einschätzung der Endenergieeinsparung erfolgen, da zunächst eine Machbarkeitsstudie erfolgen muss und die Anlage im Falle einer interkommunalen Zusammenarbeit mehrere Kommunen mit thermischer Energie versorgen würde.
Lokale Wertschöpfung	<input type="checkbox"/> direkt <input checked="" type="checkbox"/> indirekt <input type="checkbox"/> niedrig <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> hoch Bei der Beauftragung lokaler Unternehmen entstehen lokale Wertschöpfungseffekte. Wird nach der Machbarkeitsstudie eine Tiefengeothermieanlage gebaut und erfolgreich in Betrieb genommen, erfolgt darauf eine deutliche Reduzierung fossiler Rohstoffe und der Abfluss finanzieller Mittel aus der Region wird erheblich reduziert.
Zielgruppe	Wärmenetzbetreiber, Stadtwerke

Ergänzende Maßnahmen

Informationskampagne zu Wärmepumpen und Photovoltaik
Beschreibung

Die Berechnungen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung verdeutlichen, dass der Einsatz von Wärmepumpen und die Nutzung von Photovoltaik sowohl aus finanzieller als auch aus ökologischer Sicht für die meisten Gebäude sinnvoll sind. Im Rahmen der Informationskampagne sind bezüglich der privaten Gebäude folgende Maßnahmen empfehlenswert:

1) Bewerbung des Solarkatasters Baden-Württemberg: Das Solarkataster des Landes Baden-Württemberg enthält für jedes Gebäude Informationen zur solarenergetischen Eignung. Hierauf sollten die Eigentümer*innen geeigneter Dächer gezielt hingewiesen werden, beispielsweise im Rahmen von Veranstaltungen oder Vor-Ort-Terminen. Da im Solarkataster auch die Eignung für Solarthermie erfasst ist, kann hierauf ergänzend hingewiesen werden.

2) Contracting-Modell mit Stromversorger: Der örtliche Energieversorger könnte den Gebäudeeigentümer*innen und Mieter*innen ein Gesamtpaket aus Planung, Finanzierung und Umsetzung anbieten und dieses zusammen mit der Stadtverwaltung durch Informationsveranstaltungen bewerben. Dies kann helfen, Gebäudeeigentümer*innen und Mieter*innen zu erreichen, die entweder nicht über die nötigen finanziellen Mittel bzw. Kreditwürdigkeit verfügen, oder den Aufwand scheuen, der mit Installation und Betrieb der Anlage verbunden ist. Eine besondere Rolle können hierbei Contracting-Modelle spielen, bei denen die Stadtwerke, lokalen Energieversorger oder andere Anbieter die Anlage finanzieren und der*die Gebäudeeigentümer*in die Anlage pachtet und betreibt. So entfällt die hohe Anfangsinvestition und zugleich können die Vorteile des Photovoltaik-Eigenverbrauchs genutzt werden. Eine weitere unterstützende Möglichkeit ist z.B. die Verpachtung von Dachflächen.

3) Infoteams / Bürgersolarberatung: Angestoßen von der Verwaltung werden von engagierten Bürgerinnen und Bürgern in der Kommune Teams gebildet, die im weiteren Verlauf eigenständig arbeiten. Ihre Aufgabe ist die Motivation, Information und Beratung von Bürger*innen für die Installation von Photovoltaikanlagen sowie die Nutzung von regenerativen Heizungstechnologien.

4) Informationsmaterial erstellen und Beratungsangebote schaffen: Durch die Bereitstellung von Informationen und Beratungsangeboten sollten Sanierungs- und Bauwillige gezielt auf die Nutzung von Wärmepumpen und Photovoltaik aufmerksam gemacht werden. Insbesondere bei anstehenden Sanierungen ist auf ein entsprechendes

	Beratungsangebot hinzuweisen und ggf. ein persönliches Gespräch anzubieten. Außerdem könnten Impulsberatungen zu den Themen Photovoltaik und Wärmepumpen durchgeführt werden.	
Laufzeit	Die Informationskampagne kann zunächst auf ein Jahr begrenzt und bei Bedarf verlängert oder wiederholt werden.	
Handlungsschritte & Verantwortliche	Die vielfältigen Handlungsschritte ergeben sich aus der obigen Maßnahmenbeschreibung.	Stadtverwaltung Ggf. externer Dienstleister und/oder Sanierungsmanagements
Ausgaben	<input checked="" type="checkbox"/> niedrig <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> hoch Die Kosten sind abhängig von Art und Umfang der Informationskampagne und werden auf maximal 25.000 Euro geschätzt.	
Machbarkeit	Die Maßnahme ist einfach umsetzbar, sofern die finanziellen und personellen Ressourcen vorhanden sind.	
Wirtschaftlichkeit	Sofern Privatpersonen aufgrund der Kampagne ihre Gebäude vermehrt mit Photovoltaik und / oder Wärmepumpen ausstatten, trägt dies zu einer deutlichen Verringerung der CO ₂ -Emissionen bei.	
Förderung	<ul style="list-style-type: none"> • Garantierte Einspeisevergütung gemäß Erneuerbare-Energien-Gesetz für Stromerzeugung aus Photovoltaik • KfW 270 Kredit Erneuerbare Energien ⁹- Standard <ul style="list-style-type: none"> ○ Förderung von Photovoltaik-Anlagen auf Dächern/Fassaden • BAFA: EBN Modul 3: Contracting-Orientierungsberatung <ul style="list-style-type: none"> ○ Förderung der Vorbereitung eines Contracting-Modells inkl. Auswahl geeigneter Gebäude ○ 80 % des förderfähigen Beratungshonorars, jedoch max. 7.000 € (bei jährlichen Energiekosten des betrachteten Gebäudepools über 300.000 €: max. 10.000 €) • Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG): <ul style="list-style-type: none"> ○ Förderfähig sind elektrisch betriebene Wärmepumpen ○ Förderquote: ab 2024 bis zu 70 oder 75% (Förderrichtlinie aktuell in Überarbeitung) 	

⁹ KfW. Abgerufen am 11.01.2024 von [Erneuerbare Energien – Standard \[270\] | KfW](#)

Klimaschutz	<input type="checkbox"/> direkt <input checked="" type="checkbox"/> indirekt <input type="checkbox"/> niedrig <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> hoch Die Klimaschutzwirkung ist davon abhängig, wie viele Gebäudeeigentümer*innen aufgrund der Kampagne Photovoltaik-Anlagen installieren oder eine Wärmepumpe einbauen.
Endenergieeinsparung	Die Endenergieeinsparung ist davon abhängig, wie viele Gebäudeeigentümer*innen aufgrund der Kampagne Photovoltaik-Anlagen installieren oder eine Wärmepumpe einbauen.
Lokale Wertschöpfung	<input type="checkbox"/> direkt <input checked="" type="checkbox"/> indirekt <input type="checkbox"/> niedrig <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> hoch Der Photovoltaik-Ausbau und der Einbau von Wärmepumpen trägt unmittelbar zu Handwerksaufträgen, Betreibergewinnen und Steuermehreinnahmen bei. Zudem wird der Abfluss finanzieller Mittel aus der Kommune heraus für fossile Energieträger gemindert, sodass ein direkter Beitrag zur lokalen Wertschöpfung geleistet wird.
Zielgruppe	Gebäudeeigentümer*innen

Technische Maßnahmen
Realisierung des Windkraftpotenzials
Ausbau von Photovoltaik-Freiflächenanlagen
Maßnahmen Einzelgebäude
Energetische Sanierungen / Praxisworkshops
Ringtausch von Heizungsanlagen
Förderung für Erdwärmepumpen der Stadt Walldorf
Maßnahmen für kommunale Gebäude
Masterplan Klimaneutralität kommunale Gebäude und weiterer Aufbau des Energiemanagementsystems
Eignungsprüfung Photovoltaik auf kommunalen Gebäuden
Zentrale Strom- und Wärmeversorgung
Monitoring Wärmenetzstrategie
Strukturelle Maßnahmen
Bebauungspläne energetisch optimieren
Ausweisung von Sanierungsgebieten nach BauGB prüfen
Förderprogramm „Klimafreundliches Wohnen“
Information, Beratung und Öffentlichkeitsarbeit
Aufbau Energieberatungsnetzwerk
Erstellung von Informationsmaterial

7.1.1 Technische Maßnahmen

Realisierung des Windkraftpotenzials

Beschreibung	<p>Als erneuerbare Energiequelle nimmt Windkraftenergie eine bedeutende Stellung für die Strom- und Wärmewende ein.</p> <p>Für Kommunen, die sich in einer Region mit einem erheblichen Potenzial für Windkraftanlagen befindet, könnte die mögliche Nutzung von Windenergie einen entscheidenden Schritt in Richtung klimaneutraler Wärmeversorgung / Dekarbonisierung von Wärmenetzen darstellen. Für die Realisierung des Windkraftpotenzials wird empfohlen, eine Machbarkeitsstudie für den Standort Walldorf durchzuführen.</p>
---------------------	---

Ausbau von Photovoltaik- Freiflächenanlagen

Beschreibung	<p>Basierend auf den ermittelten Potenzialflächen sollen konkrete Untersuchungen durchgeführt werden, um eine Realisierung anzubahnen. In diesem Zuge ist auch eine Prüfung der weichen Restriktionen von Potenzialflächen erforderlich. Neben Gesprächen mit Grundstückseigentümer*innen sollten in einem weiteren Schritt Betreiber gesucht und Verträge geschlossen werden. Die Nutzung und Einbindung in das Netz sollte ebenfalls im Rahmen konkreter Untersuchungen geprüft werden.</p>
---------------------	---

7.1.2 Maßnahmen Einzelgebäude

Energetische Sanierungen / Praxisworkshops

Beschreibung	<p>Insbesondere in den Eignungsgebieten dezentraler Wärmeversorgung sollten verstärkt Praxisworkshops zu Sanierungen durchgeführt werden. Die Maßnahme kann ggf. auch in Kombination mit Energieberatungen und Infoabenden, z.B. zu seriellem Sanieren durchgeführt werden. Bei allen Veranstaltungen sollte auf entsprechende Fördermöglichkeiten hingewiesen werden. Um den Anreiz für Sanierungen zu erhöhen und ggf. höhere Investitionskosten leicht zu senken, können auch Sammelbestellungen von Materialien (z.B. Dämmmaterial, Türen, Fenster) organisiert werden. Diese bieten eine zusätzliche Motivation und stärken das Gemeinschaftsgefühl.</p>
---------------------	---

Ringtausch von Heizungsanlagen

Beschreibung	<p>Im Zuge einer Umstellung von Gasversorgung auf Fernwärme kann ein Ringtausch von Heizungen helfen, die Anschlussquote zu erhöhen und die erneute Anschaffung von neuen Gasheizungen oder anderen dezentralen Lösungen zu verhindern. Nach § 71j des GEG 2024 kann bei der Umstellung der Heizung eine Übergangsfrist von bis zu 10 Jahren gewährt werden, wenn ein Anschluss an ein Wärmenetz absehbar ist. Dies gilt in den Eignungsgebieten für Wärmenetze. Sollte eine Heizung aufgrund einer Havarie ausgetauscht werden müssen, kann nach § 71i GEG 2024 ein Einbau einer gebrauchten Heizung für die Dauer von maximal 5 Jahren erfolgen. Hierbei ist im Einzelfall zu prüfen, inwieweit diese Maßnahme im Einklang mit dem baden-württembergischen EWärmeG umgesetzt werden kann. Der Ringtausch stellt eine kostengünstige Lösung für ein stark thematisiertes Problem dar. Um den Ringtausch bestmöglich zu organisieren, sollte eine Tauschbörse initiiert werden. Eine umfassende Kampagne zur Tauschbörse stellt sicher, dass ausreichend gebrauchte Heizungen angeboten und potenzielle Abnehmer auf diese Übergangslösung aufmerksam werden.</p>
---------------------	---

Förderung für Erdwärmepumpen der Stadt Walldorf

Beschreibung	<p>Zur Erhöhung des Ausbaus der oberflächennahen Geothermie sollten Informationen und Beratungsangebote zur Verfügung gestellt werden. Diese sollen den Bürger*innen die Angst vor möglichen Gefahren nehmen und sie umfassend über Vor- und Nachteile der verschiedenen Technologien aufklären. Da Geothermie weder in unserem Sichtfeld noch in den Medien sehr präsent ist, muss grundlegend für die Möglichkeit einer besonders effizienten, dezentralen Versorgung geworben werden. In Gebieten, in denen keine Erdwärmesonden installiert werden können, sollte außerdem auf Erdwärmekollektoren als mögliche Lösung hingewiesen werden. Das im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung entwickelte Kartenmaterial kann zur weiterführenden Information der Gebäudeeigentümer*innen genutzt werden, um aufzuzeigen, wie groß das Potenzial der Technologie ist. Für die konkrete Bemessung einer Erdwärmesonde oder eines -kollektors sind allerdings weitere Berechnungen erforderlich. Um die Hemmschwelle zur Nutzung der Technologie zu reduzieren, sollte außerdem ein Expertenverzeichnis erstellt werden, in dem Berater*innen, Ingenieurbüros und ausführende Firmen gelistet werden können. Die Stadt Walldorf fördert Erdwärmepumpen mit maximal 12.500 €. Um das Bewusstsein und die Nachfrage zu fördern, sollte das Förderprogramm verstärkt beworben werden.</p>
---------------------	---

7.1.3 Maßnahmen für kommunale Gebäude

Masterplan Klimaneutralität kommunale Gebäude und weiterer Aufbau des Energiemanagementsystems

Beschreibung	<p>Die Entwicklung eines Masterplans bewirkt eine strukturierte Vorgehensweise bei der Sanierung der kommunalen Gebäude. Sowohl personelle als auch finanzielle Ressourcen können auf diese Weise zielgerichtet eingesetzt werden. Der Masterplan sollte neben einer Bestandsanalyse Maßnahmen zur Transformation der Gebäude in den Bereichen Energieeffizienz (Gebäudehülle und -technik) und erneuerbare Energieversorgung umfassen. Außerdem sollten für Gebäude, bei denen der größten Sanierungsbedarf ermittelt wurde, Sanierungsfahrpläne erstellt werden.</p> <p>Das kommunale Energiemanagement wird derzeit durch die Einführung eines Systems unterstützt und optimiert. Auf diese Weise werden personelle Ressourcen weniger stark gebunden und können</p>
---------------------	---

für andere Themenbereiche eingesetzt werden. Die Nutzung des Managementsystems sollte fortgeführt werden, um weiterhin ein qualitativ hochwertiges Monitoring zu ermöglichen und schnell auf Ausfälle reagieren bzw. Anpassungen vornehmen zu können.

Eignungsprüfung Photovoltaik auf kommunalen Gebäuden

Beschreibung

Die Nutzung von Photovoltaik auf kommunalen Gebäuden dient neben der Stromerzeugung auch der kommunalen Vorbildfunktion gegenüber Privatpersonen und Unternehmen. Hierbei sollte das Photovoltaik-Potenzial auf den kommunalen Dächern möglichst ausgeschöpft werden. Im Rahmen einer Bestandsaufnahme sollten sowohl die Potenziale als auch die Strombedarfe für die konkreten Gebäude ermittelt werden. Dabei gilt es auch die Transformationsmaßnahmen im Rahmen des Masterplans zu beachten, da diese ggf. den künftigen Strombedarf beeinflussen. Nachdem umfassende Analysen und Berechnungen durchgeführt wurden, sollten Modelle und Zeitpläne zur Realisierung erstellt werden. Falls der Strom nicht (vollständig) durch die kommunalen Gebäude selbst genutzt werden kann, können auch alternative Betreibermodelle in Betracht gezogen werden. So kann auch die Nutzung für Wärmenetze geprüft werden. Darüber hinaus ist auch die Verbindung von Photovoltaik und Wärmepumpen bei den kommunalen Gebäuden zu prüfen. Insgesamt sollte bei dieser Maßnahme die entsprechenden bereits formulierten Ziele zur Erreichung der Klimaneutralität der Stadt Walldorf mitgedacht und die Umsetzung der Ziele angestrebt werden.

7.1.4 Zentrale Strom- und Wärmeversorgung

Monitoring Wärmenetzstrategie

Beschreibung	Um den Fortschritt im Ausbau der vorgeschlagenen Wärmenetze zu dokumentieren und ggf. auf weitere Maßnahmen hinweisen zu können, soll ein Arbeitskreis Wärme eingerichtet werden. Dieser kann den Ausbau auf fachlicher und organisatorischer Ebene begleiten. Auch ein Austausch über die Fortentwicklung der kommunalen Wärmeplanung kann in diesem Zusammenhang erfolgen. Ziele des Monitorings sind der Abgleich des Netzausbaus mit der kommunalen Wärmeplanung sowie die Koordination von weiteren Ausbaustufen bzw. Netzen, sodass günstige Bedingungen wie beispielsweise Straßensanierungen oder die Erschließung von Neubaugebieten genutzt werden können. Die Fortschritte im Ausbau der Wärmenetze sollten außerdem regelmäßig der Öffentlichkeit kommuniziert werden.
---------------------	--

Ausweitung von Pilotprojekten zur Blockversorgung

Beschreibung	Bei der Umstellung auf eine erneuerbare Wärmeversorgung sollten insbesondere in Gebieten dichter Bebauung auch Synergieeffekte genutzt werden. Dazu kann die Versorgung eines Blocks bzw. eines kleineren Gebietes innerhalb eines Quartiers auch mithilfe von kleinen Wärmenetzen erfolgen. Solche Netze versorgen ca. 2-10 Gebäude und können insbesondere in Gebieten eingesetzt werden, in denen eine dezentrale Versorgung nur schwer umzusetzen ist. Beispielsweise können auf einem einzelnen Grundstück so viele Erdwärmesonden installiert werden, dass über ein kleines Nahwärmenetz mehr als nur ein Gebäude versorgt werden kann. So kann ein größeres Grundstück vollausgenutzt werden und den Gebäudeeigentümer*innen mit kleinen Grundstücken wird die Möglichkeit gegeben, ihr Gebäude dennoch mit Erdwärme zu versorgen. Insbesondere außerhalb der Eignungsgebiete für (größer dimensionierte) Wärmenetze sollten diese Insellösungen flächendeckend geprüft werden. Dazu können auch die Ergebnisse aus der kommunalen Wärmeplanung als Grundlage für die Auswahl von geeigneten Gebieten dienen.
---------------------	--

Bewertung der Perspektiven des Gasverteilnetzes

Beschreibung	<p>Das Gasverteilnetz sollte hinsichtlich verschiedener Transformationsszenarien geprüft werden. Im Mittelpunkt der Untersuchung sollte eine zukünftige Dekarbonisierung stehen, sodass Möglichkeiten und Maßnahmen entwickelt werden, wie eine schrittweise Umstellung erfolgen kann. Der Bewertung des Weiterbetriebs der Gasnetze sollte gebiets- und zeitbezogen erfolgen. Bei der Bewertung sollten sowohl der Status quo als auch potenzielle Entwicklungen des Wärmemarktes berücksichtigt werden. Auf dieser Grundlage können zukunftsweisende Investitionsentscheidungen getroffen und Fehlinvestitionen vermieden werden.</p>
---------------------	---

7.1.5 Strukturelle Maßnahmen

Bebauungspläne energetisch optimieren

Beschreibung	<p>Im Rahmen eines B-Plans bestehen vielfältige Möglichkeiten, eine energetisch günstige Bebauung sicherzustellen. So kann die Ausrichtung der Gebäude der optimalen Nutzung der Sonnenenergie angepasst und nachhaltige Mobilitätsformen bereits bei der Planung berücksichtigt werden. Außerdem können begleitend Beratungen für Bauinteressierte angeboten werden.</p> <p>Zusätzlich sollten in Eignungsgebieten für Wärmenetze bei B-Plan-Verfahren auch frühzeitig Wärmenetze und Heizzentralen eingeplant werden. So kann sichergestellt werden, dass ausreichend Platz für die Errichtung von Wärmenetzen zur Verfügung steht.</p>
---------------------	---

Ausweisung von Sanierungsgebieten nach BauGB prüfen

Beschreibung	<p>Durch die gezielte Ausweisung von Sanierungsgebieten nach § 136 BauGB besteht die Möglichkeit, die Sanierungsquote zu erhöhen und einen weiteren (finanziellen) Anreiz für die Gebäudeeigentümer*innen zu schaffen, Sanierungsmaßnahmen durchzuführen.</p>
---------------------	---

Die Stadt Walldorf hat die Möglichkeit zur Festlegung eines Sanierungsgebiets, um in einem festgelegten Quartier städtebauliche Missstände wesentlich zu verbessern. Hiermit sind verbesserte Möglichkeiten für die betreffenden Gebäudeeigentümer*innen im Quartier zur steuerlichen Absetzbarkeit von Ausgaben zur energetischen Sanierung verbunden. Als Grundlage für die Ausweisung von Sanierungsgebieten bzw. vorbereitende Untersuchungen können auch bereits erstellte Quartierskonzepte dienen.

Förderprogramm „Klimafreundliches Wohnen“

Beschreibung

Mit einem städtischen Förderprogramm kann der Anreiz zum Heizungstausch oder zur energetischen Sanierung weiter erhöht werden. Es zeigt außerdem das Interesse der Stadt, die Gebäudeeigentümer*innen bei den Maßnahmen zu unterstützen und den Weg hin zur Klimaneutralität zu beschleunigen. Der Umfang und die Höhe der Förderungen müssen anhand des verfügbaren Budgets festgelegt werden. Außerdem sollte die Förderung umfassend beworben werden, sodass tatsächlich eine Wirkung eintreten kann.

Zusätzlich sollte im Rahmen des Förderprogrammes eine Liste von Expert*innen erarbeitet werden, die zu einer erneuerbaren Energieversorgung beraten können. Diese Beratungen können neben einem Vor-Ort-Check der Heizung eine individuelle Berechnung von Heizungsvarianten beinhalten. Zusätzlich sollte auch die Zufriedenheit von Gebäudeeigentümer*innen mit bereits installierten Wärmepumpen maximiert werden, indem Beratungen zur Effizienzerhöhung von Bestandswärmepumpen förderfähig sind.

Die Wirksamkeit des Programmes sollte in regelmäßigen Abständen geprüft werden, um ggf. strategische Anpassungen vorzunehmen.

7.1.6 Information, Beratung und Öffentlichkeitsarbeit

Aufbau Energieberatungszentrum

Beschreibung	Die Zusammenarbeit der Stadt mit lokalen Energieberater*innen sollte gestärkt und ausgebaut werden. In diesem Rahmen können ggf. kostenlose Einstiegsberatungen durch die Stadt angeboten werden. Auch ein regelmäßiger Beratungstag in den Räumlichkeiten der Stadt ist denkbar. Die Energieagentur Mittelbaden kann bei der Kontaktaufnahme mit geeigneten Energieberater*innen unterstützen oder ggf. selbst Einstiegsberatungen durchführen.
---------------------	--

Erstellung von Informationsmaterial

Beschreibung	Um die Bürger*innen umfassend über alle Möglichkeiten hinsichtlich Sanierungen oder nachhaltiger Wärmeversorgung zu informieren, sollte digital und analog verfügbares Infomaterial geschaffen werden. Dabei sollte der Fokus auf Maßnahmen liegen, die im privaten Bereich umgesetzt werden müssen und bei denen die Stadt Walldorf auf die Mithilfe der Bürger*innen angewiesen ist. Auch die Akzeptanz und Anschlussquote bei Wärmenetzen kann durch qualitativ hochwertiges Informationsmaterial gesteigert werden.
---------------------	---

8 Öffentlichkeitsbeteiligung

Die **Erfassung und Analyse der relevanten Akteur*innen** sowie ihrer Rollen im lokalen Akteursgefüge sind von zentraler Bedeutung für die Entwicklung und Umsetzung eines Wärmeplans. Es ist wichtig zu betonen, dass jeder Wärmeplan einzigartig ist und daher die örtlichen Gegebenheiten und die spezifischen Akteurskonstellationen sorgfältig berücksichtigen muss. Die Durchführung einer Akteursanalyse markiert den ersten Schritt in einem umfassenden Beteiligungskonzept und dient der gründlichen Vorbereitung aller Akteure, die am Prozess beteiligt sind. Im Rahmen der Akteursanalyse konnten folgenden Akteur*innen als zentral für die Entwicklung und Umsetzung der Wärmewende in Walldorf identifiziert werden:

- Bürgerschaft / Eigentümer*innen / Mieter*innen
- Gewerbe- und Industriebetriebe
- Handwerk
- Gemeinderat
- Stadtverwaltung (insbesondere die Ämter/Abteilungen für Stadtplanung, Liegenschaften, Hochbau, Tiefbau und Wirtschaftsförderung)
- Eigenbetrieb Stadtwerke (Stadtwerke Walldorf)
- Lokale Energieagentur (Klimaschutz- und Energie-Beratungsagentur Heidelberg – Rhein-Neckar-Kreis gGmbH)

Die Stadtverwaltung ist als Auftraggeber mit allen Akteursgruppen verbunden und spielt daher die zentrale Rolle, um alle aufgeführten Akteur*innen sowie ihre jeweiligen Erfahrungen und Kenntnisse in den Projektprozess sowie in den ab 2024 anstehenden Umsetzungsprozess zur Wärmeplanung einzubinden.

Die wichtigsten **Kommunikations- und Beteiligungsschritte im Rahmen der Erstellung des Wärmeplans** sind nachfolgend dargestellt. Neben der Beteiligung von Öffentlichkeit / Bürgerschaft, Gemeinderat und Gewerbe bildete im Projektverlauf die enge Abstimmung zwischen Stadtverwaltung, Stadtwerken und dem beauftragten Büro im Rahmen der Steuerungsgruppensitzungen ein wichtiges Element. Nachfolgend nicht aufgeführt sind zusätzliche bilaterale Kontakte zwischen dem beauftragten Büro und diversen Akteur*innen zur Abstimmung einzelner Sachverhalte.

Tabelle 3: Termine im Rahmen der Erarbeitung des Wärmeplans für die Stadt Walldorf

DATUM	INHALT	ADRESSIERTER AKTEURSKREIS
16.06.2023	Auftaktgespräch und Abstimmung notwendigen Schritten im Projekt	Steuerungsgruppe
11.07.2023	Akteursbeteiligung Walldorf	Steuerungsgruppe
Juli 2023	Öffentliche Bekanntmachung zur Erstellung des Wärmeplans für Walldorf	Öffentlichkeit, Gewerbe und Bürgerschaft in Walldorf
Juli/August 23	Befragung zu Abwärme und Energieverbräuchen	Gewerbetreibende und Industriebetriebe in Walldorf
22.11.2023	Öffentliche Informationsveranstaltung zum Stand der kommunalen Wärmeplanung in Walldorf	Öffentlichkeit, Gewerbe und Bürgerschaft in Walldorf
10.10.2023	Präsentation Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse	Steuerungsgruppe, Stadtwerke
25.10.2023	Unternehmertreff	Unternehmen, Stadtwerke, Steuerungsgruppe
21.11.2023	Zielszenario Workshop 1 Diskussion Eignungsgebiete Nahwärme/Einzelversorgung und Einbindung EE-Potenziale	Steuerungsgruppe, Stadtwerke, Ortsbeiräte
14.12.2023	Zielszenario Workshop 2 Diskussion Eignungsgebiete Nahwärme/Einzelversorgung und Einbindung EE-Potenziale	Steuerungsgruppe, Stadtwerke, Ortsbeiräte
27.02.2024	Präsentation und Diskussion der Wärmewendestrategien	Steuerungsgruppe, Stadtwerke, Ortsbeiräte
06.03.2024	Informationsveranstaltung Ergebnispräsentation des kommunalen Wärmeplans	Öffentlichkeit, Gewerbe und Bürgerschaft in Walldorf
23.04.2024	Präsentation des Kommunalen Wärmeplans im Ausschuss für Technik, Umwelt, Planung	Gemeinderäte

Öffentlichkeitsbeteiligung

	und Verkehr – Beschlussempfehlung für den Gemeinderat
07.05.2024	Feststellungsbeschluss über den Gemeinderat Wärmeplan (mit Abwägung)

Literaturverzeichnis

- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. Abgerufen am 11.01.2024 von https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Foerdergeber/B/bmwk-bundesministerium_wirtschaft_klimaschutz.html
- Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW). Abgerufen 11.01.2024 von https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html
- Bundesförderung für effiziente Wärmenetze. Abgerufen am 11.01.2024 von https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html
- KfW. Abgerufen am 11.01.2024 von Erneuerbare Energien – Standard (270) | KfW
- KfW. Abgerufen am 11.01.2024 von [https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-\(Inlandsf%C3%B6rderung\)/PDF-Dokumente/6000002110_M_432_Energetische_Stadtsanierung_Zuschuss.pdf](https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-(Inlandsf%C3%B6rderung)/PDF-Dokumente/6000002110_M_432_Energetische_Stadtsanierung_Zuschuss.pdf) Agora Energiewende, Prognos, Consentec. (2022). *Klimaneutrales Stromsystem 2035. Wie der deutsche Stromsektor bis zum Jahr 2035 klimaneutral werden kann.*
- BMWK. (2022). *Geothermie für die Wärmewende-Bundeswirtschaftsministerium startet Konsultationsprozess.* Von <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2022/11/20221111-geothermie-fuer-die-waermewende.html> abgerufen
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR). (2007). *Bodenarten in Oberböden Deutschlands.*
- Bundesverband Geothermie. (kein Datum). Abgerufen am 20. 09 2023 von <https://www.geothermie.de/geothermie/einstieg-in-die-geothermie.html>
- Die Bundesregierung. (2022). *Generationenvertrag für das Klima.* Abgerufen am 08.. 11. 2022 von <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschutzgesetz-2021-1913672>.
- HHP Raumentwicklung. (2022). *Überprüfung der Möglichkeit einer Steuerung der Windenergienutzung.*
- Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS). (2022). *Potenzialanalyse erneuerbare Energien im und für den Rhein-Neckar-Kreis.* https://www.rhein-neckar-kreis.de/site/Rhein-Neckar-Kreis-2016/get/params_E2095162917/3220897/Potenzialanalyse%20erneuerbare%20Energien%20Rhein-Neckar-Kreis.pdf.

- Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB). (kein Datum). *ISONG: Erdwärmekollektoren: Grabbarkeit in 1-2 m Tiefe*. (R. u. Landesamt für Geologie, Hrsg.) Abgerufen am 13. 06 2023 von <https://isong.lgrb-bw.de/>
- Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB). (kein Datum). *ISONG: Erdwärmekollektoren: Wasser- und Heilquellenschutzgebiete*. Abgerufen am 13. 06 2023 von <https://isong.lgrb-bw.de/>
- Lauf, T., Memmler, M., & Schneider, S. (2022). Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. (Umweltbundesamt, Hrsg.) Dessau-Roßlau.
- LUBW. (2022). *Energieatlas: Sonne*. Von <https://www.energieatlas-bw.de/sonne/freiflachen> abgerufen
- Ministerium für Umwelt, K. u. (2012). *Windenergieerlass Baden-Württemberg*.
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft BW. (2019). *Handlungsleitfaden Freiflächensolaranlagen*.
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2024). *Förderprogramm Klimaschutz Plus BW*.
- Peters, M., Miocic, J., & Koenigsdorff, R. (2022). *Erdwärmesonden-Potenzial für die kommunale Wärmeplanung in Baden-Württemberg*. (K. K.-u.-W. GmbH, Hrsg.) Von https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Waermewende/Wissensportal/Erdwaermesonden/230918_Dokumentation_Potenzial_EWS-BW.pdf abgerufen
- Schönberger, P., Dietrich, C., Falke, T., Fischer, M., Hensel, P., & Janssen, S. (2017). *EnEff:Stadt-Modellstadt25+/Lampertheim effizient - Innovative Konzepte zur Realisierung von Energieeffizienzpotenzialen in Mittelstädten*. Aachen/Lampertheim: EnergyEffizienz GmbH.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Emissionsfaktoren nach Energieträger (KEA, 2023)	27
Tabelle 2: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien	31
Tabelle 3: Termine im Rahmen der Erarbeitung des Wärmeplans für die Stadt Walldorf	102

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Hauptphasen der Kommunalen Wärmeplanung	10
Abbildung 2: Vorgehen bei der Bestandsanalyse	13
Abbildung 3: Gebäudeanzahl nach Sektor in Walldorf	14
Abbildung 4: Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen in Walldorf	15
Abbildung 5: Gebäudeverteilung nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte)	16
Abbildung 6: Wärmebedarf nach Sektor	17
Abbildung 7: Verteilung der Wärmebedarfe je Baublock	18
Abbildung 8: Gesamtleistung der jährlich neu installierten Heizsysteme nach Energieträger, gruppiert in 5 Jahresabschnitten (Summe)	20
Abbildung 9: Gebäudeanzahl nach Alter der bekannten Heizsysteme (Stand 2022)	21
Abbildung 10: Verteilung nach Alter der Heizsysteme (Stand 2022)	22
Abbildung 11: Endenergiebedarf nach Energieträger	23
Abbildung 12: Gasnetzinfrastruktur in Walldorf	23
Abbildung 13: Wärmenetzinfrastruktur in Walldorf	24
Abbildung 14: Treibhausgasemissionen nach Sektoren in Walldorf	25
Abbildung 15: Treibhausgasemissionen nach Energieträger in Walldorf	26
Abbildung 16: Verteilung der Treibhausgasemissionen in Walldorf	27
Abbildung 17: Vorgehen bei der Ermittlung von erneuerbaren Potenzialen	29
Abbildung 18: Vorgehen und Datenquellen der Potenzialanalyse	30
Abbildung 19: Infobox - Definitionen von Potenzialen	33
Abbildung 20: Erneuerbare Strompotenziale in Walldorf	35
Abbildung 21: Erneuerbare Wärmepotenziale in Walldorf	40
Abbildung 22: Infobox - Energetische Gebäudesanierung	41
Abbildung 23: Reduktionspotenzial nach Baualtersklassen	42
Abbildung 24: Vorgehen bei der Identifikation der Eignungsgebiete	45
Abbildung 25: Infobox - Wärmelinienrichte	46
Abbildung 26: Wärmenetzsignungsgebiet Wohnstadt – Szenario 1	49
Abbildung 27: Mögliche Ausbaustufe 1 - Wärmenetze - Szenario 2	50

Abbildung 28: Mögliche Ausbaustufe 1 - Wärmenetze - Szenario 2 - Energiezentrale nordöstlich des Stadtgebietes	51
Abbildung 29: Prüfung dezentrale oder zentrale Versorgung im Gebiet Tannen- / Fichtenweg	52
Abbildung 30: Wärmenetzeignungsgebiet Gewerbegebiet - Szenario 1 und 2	53
Abbildung 31: Simulation des Zielszenarios für 2040	54
Abbildung 32: Reduktionspotenzial des Wärmebedarfs	56
Abbildung 33: Gebäudeanzahl nach Heizungstechnologien im Jahr 2040	57
Abbildung 34: Fernwärmeerzeugung nach Energieträger 2040 - Szenario 1	58
Abbildung 35: Entstehung Treibhausgase nach Energieträger 2040 - Szenario 1	59
Abbildung 36: Fernwärmeerzeugung nach Energieträger 2040 - Szenario 2	59
Abbildung 37: Entstehung Treibhausgase nach Energieträger 2040 - Szenario 2	60
Abbildung 38: Endenergiebedarf nach Energieträger für das Zieljahr 2040	61
Abbildung 39: Treibhausgasemissionen - Szenario 1	62
Abbildung 40: Treibhausgasemissionen Szenario 2	63
Abbildung 41: Zielwärmenetz Wohngebiet mit zentraler Wärmeversorgung durch Tiefengeothermie	69
Abbildung 42: Zielwärmenetz Wohngebiet - ohne zentrale Wärmeversorgung durch Tiefengeothermie	70
Abbildung 43: Zielwärmenetz - Gewerbegebiet	73
Abbildung 44: Neubaugebiet Walldorf Süd 3.BA	77
Abbildung 45: Wärmenetz am Schulzentrum	80
Abbildung 46: Fokusgebiet 5 - Areal Tannen- / Fichtenweg	83

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr (anno)
Abb.	Abbildung
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BauGB	Baugesetzbuch
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
B-Plan	Bebauungsplan
bzgl.	Bezüglich
°C	Grad Celsius
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO _{2e}	Kohlenstoffdioxid-Äquivalent
d.h.	das heißt
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DN	Nomineller Rohrdurchmesser
EE	erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EFH	Einfamilienhaus
EUR	Euro
EWärmeG	Erneuerbare-Wärme-Gesetz Baden-Württemberg
etc.	et cetera
et al	und andere
e.V.	eingetragener Verein
FFH-Gebiet	Flora-Fauna-Habitat-Gebiet
GEG	Gebäudeenergiegesetz (Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden)
ggf.	Gegebenenfalls
GIS	Geoinformationssystem
GWh	Gigawattstunde(n)

Hg.	Herausgeber
HQ100	100-jährliches Hochwasser
ha	Hektar
ID	Identifikation
IKSK	Integriertes Klimaschutzkonzept
inkl.	Inklusive
K	Kelvin
KEA-BW	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kg	Kilogramm
KlimaG BW	Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde(n)
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
kWp	Kilowatt peak
LB	Laubbäume
LED	Light Emitting Diode
LUBW	Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg
m	Meter
m ²	Quadratmeter
MFH	Mehrfamilienhaus
Mio.	Millionen
MWh	Megawattstunde(n)
MW	Megawatt
MWp	Megawatt peak
neg.	Negativ
NSG	Naturschutzgebiet
PV	Photovoltaik
RWTH	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule
ST	Solarthermie
St.	Stück

t	Tonne
u.a.	und andere(s) / unter anderem
vgl.	Vergleiche
vs.	gegen (versus)
WE	Wohneinheit
WEA	Windenergieanlage(n)
Whg.	Wohnungen
WP	Wärmepumpe
WÜS	Wärmeübergabestation
z.B.	zum Beispiel
ZFH	Zweifamilienhaus
zzgl.	Zuzüglich