



Kommunaler Wärmeplan der Gemeinde Schwendi Abschlussbericht

Erstellt durch



Stand: Dezember 2025

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis.....	5
1 Zusammenfassung.....	8
2 Einleitung.....	11
2.1 Erarbeitung der kommunalen Wärmeplanung	11
3 Datenevaluierung	13
3.1 Vorgehensweise und Datenschutz	13
3.1.1 Online-Umfrage industrielle Abwärme	13
3.1.2 Energieversorger/Netzbetreiber	13
3.1.3 Schornsteinfeger	13
3.1.4 Aufbereitung der Daten	13
3.2 Datenqualität	14
4 Bestandsanalyse	15
4.1 Das Projektgebiet	15
4.2 Gebäudebestand und Wärmebedarf	15
4.3 Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger	20
4.4 Eingesetzte Energieträger	23
4.5 Gasinfrastruktur	24
4.6 Wärmenetze.....	24
4.7 Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung	25
4.8 Zusammenfassung Bestandsanalyse	26
5 Potenzialanalyse	28
5.1 Potenziale für energetische Sanierung.....	28
5.2 Lokale Potenziale zur Wärme- und Stromerzeugung	30
5.3 Methodisches Vorgehen	30
5.4 Potenziale zur Stromerzeugung	33
5.4.1 Freiflächen und Dachflächen Photovoltaik	33
5.4.2 Windkraftpotenzial	34
5.5 Potenziale zur Wärmeerzeugung	35
5.5.1 Oberflächennahe Geothermie	35
5.5.2 Umgebungsluft	37
5.5.3 Dach- und Freiflächen Solarthermiefpotenzial.....	38
5.5.4 Potenzial Oberflächengewässer.....	39
5.5.5 Potenzial der Abwärme aus Abwasser	40
5.5.6 Industrielles Abwärmepotenzial.....	40
5.5.7 Potenzial für eine lokale Wasserstoffherzeugung.....	40
5.6 Biomasse Potenziale	41
5.6.1 Feste Biomasse	41
5.6.2 Organische Abfälle.....	41
5.7 Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen	42

5.8	Zusammenfassung Potenzialanalyse	42
6	Zielszenario und Eignungsgebiete	44
6.1	Klimaneutrales Zielbild	44
6.2	Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs	44
6.3	Wärmebedarfsdichte im Zieljahr 2040.....	45
6.4	Ausweisung von Eignungsgebieten	46
6.5	Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgungsinfrastruktur	47
6.6	Zusammensetzung der netzgebundenen Wärmeerzeugung	48
6.7	Energie- und CO ₂ -Bilanz	49
6.8	Wärmegestehungskosten.....	51
6.9	Auswirkungen der Wärmewendestrategie auf die Gasnetze	52
6.10	Zusammenfassung Zielszenario	52
7	Wärmewendestrategie und Maßnahmen	54
7.1	Maßnahmensteckbriefe	55
7.2	Verstetigungskonzept	70
7.3	Lokale ökonomische und finanzielle Vorteile der Wärmewende	72
8	Akteursbeteiligung.....	73
9	Fazit und Ausblick	75
10	Literaturverzeichnis	77
	Anhang	78

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ablauf der Wärmeplanung.....	12
Abbildung 2: Gebäudebestand nach Sektoren	16
Abbildung 3: Kartografische Darstellung der überwiegenden Gebäudetypen auf Baublockebene	16
Abbildung 4: Gebäudebestand nach Baualtersklassen.....	17
Abbildung 5: Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen	18
Abbildung 6: Wärmebedarf pro Gebäudesektor	19
Abbildung 7: Verteilung der Wärmebedarfsdichte je Gebäudeblock.....	19
Abbildung 8: Verteilung der Wärmelinien-dichte	20
Abbildung 9: Verteilung der Heizungsanlagen pro Energieträger	21
Abbildung 10: Verteilung der Heizungsanlagen nach Baujahr.....	21
Abbildung 11: Verteilung des Heizungsalters auf Baublockebene	22
Abbildung 12: Endenergiebedarf pro Energieträger.....	23
Abbildung 13: Aufteilung Endenergiebedarf nach Energieträgerklassifizierung	24
Abbildung 14: Nahwärmenetz in Orsenhausen.....	25
Abbildung 15: Biogasanlage Bioenergie Rottal GmbH in Orsenhausen, Schwendi	25
Abbildung 16: Treibhausgasemissionen nach Sektoren	26
Abbildung 17: CO ₂ -Emissionen pro Energieträger.....	26
Abbildung 18: Energieeinsparpotenziale nach Sektoren	29
Abbildung 19: Reduktionspotenziale des gebäudebezogenen Wärmebedarfs nach Baualtersklassen	29
Abbildung 20: Erneuerbare Strompotenziale in Schwendi	33
Abbildung 21: Photovoltaik-Potenzial auf der Dach- und in der Freifläche	34
Abbildung 22: Erneuerbare Wärmepotenziale in Schwendi.....	35
Abbildung 23: Potenzial für Geothermie-Sonden	36
Abbildung 24: Potenzial für Erdwärme-Kollektoren.....	37
Abbildung 25: Solarthermie-Potenzial auf den Dach- und in der Freifläche.....	38
Abbildung 26: Flusswärmepotenzial der Rot in Schwendi.....	39
Abbildung 27: Vorhandene Biogas- und KWK-Anlagen in Schwendi	42
Abbildung 28: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion.....	45
Abbildung 29: Wärmelinien-dichten im Zieljahr 2040	45
Abbildung 30: Eignungsgebiete der Wärmeversorgung.....	47
Abbildung 31: Energieträgermix 2040	48
Abbildung 32: Energieträgermix 2040 ohne Umweltwärme.....	48
Abbildung 33: Energieträgermix netzgebundene Wärmeerzeugung.....	49
Abbildung 34: Endenergiebedarf pro Energieträger.....	50
Abbildung 35: CO ₂ -Emissionen pro Energieträger.....	50
Abbildung 36: Energiebedarf nach Gebäudesektor	51
Abbildung 37: CO ₂ -Emissionen nach Gebäudesektor	51

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Potenziale und Auswahl der wichtigsten Kriterien.....	31
Tabelle 2: Biomassepotenziale in Schwendi	41
Tabelle 3: Organische Abfälle Schwendi	41
Tabelle 4: Dezentrale und zentrale Wärmebereitstellungskosten für 2030 und 2040.....	52

Abkürzungsverzeichnis

ALKIS	Allgemeines Liegenschaftskatasterinformationssystem
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BHKW	Blockheizkraftwerk
CAD	Computer aided design
CSV-Format	Comma-separated values-Format
DXF-Format	Drawing Interchange File Format
Fm	Festmeter
GIS	Geographisches Informationssystem
GWh	Gigawattstunde
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistung
ha	Hektar
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
kWh/a	Kilowattstunde pro Jahr
KEA BW	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH
KlimaG BW	Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg
KSG BW	Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg
kWP	kommunale Wärmeplanung
MWh/a	Megawattstunde pro Jahr
MW _{th}	Megawatt thermisch
LUBW	Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg
PDF	Portable Document Format
PV	Photovoltaik
THG	Treibhausgas
UDO	Umwelt-Daten und -Karten Online

Arbeitsgemeinschaft

Auftraggeber:



Gemeinde Schwendi

Das Projektgebiet liegt im Landkreis Biberach, Baden-Württemberg, und umfasst die Gemeinde Schwendi mit 7.098 Einwohnern sowie deren Teilorte Bußmannshausen, Großschafhausen, Orsenhausen, Schönebürg und Sießen im Wald. Das Gebiet zeichnet sich durch eine vielfältige Landschaft aus, die landwirtschaftlich genutzte Flächen, naturnahe Bereiche und städtische Strukturen miteinander vereint. Die fruchtbaren Böden der Region ermöglichen eine effiziente Nutzung für den Ackerbau. Zudem spielen die ansässigen Industriebetriebe in Schwendi eine große Rolle.

Die Kommune hat die Wärmeplanung freiwillig als strategische Grundlage für eine nachhaltige und zukunftsfähige Energieversorgung gestartet. Damit zeigt die Kommune ihr proaktives Engagement für den Klimaschutz und die Energiewende. Ziel ist es, konkrete Entwicklungswege zu gestalten, regionale Potenziale zu nutzen und eine klimaneutrale Versorgung sicherzustellen.

Auftragnehmer:



Netze BW
Sparte Dienstleistungen

Die Netze BW ist Wegbereiter der Energiewende in Deutschland und gestaltet diese aktiv und verantwortungsbewusst mit. Als erfahrenes, regional verwurzeltes Unternehmen unterstützt die Netze BW Kommunen, Landkreise und Stadtwerke bei der Umsetzung der Energiewende. Als größter Verteilnetzbetreiber in Baden-Württemberg ist das Unternehmen nicht nur für Strom-, Gas- und Wassernetze zuständig, sondern erbringt mit der Sparte Dienstleistungen auch für Dienstleistungen unter anderem in den Bereichen öffentliche Beleuchtung, Elektromobilität, Energietechnik und -effizienz, Breitband sowie Wärme.

Mit hoher Expertise in den Bereichen Wärmewende und Wärmeinfrastruktur entwickelt die Netze BW maßgeschneiderte Strategien, welche eine integrative Wärmeversorgung bis zur Klimaneutralität ermöglichen. Durch die enge Zusammenarbeit mit lokalen Akteuren und das detaillierte Verständnis der regionalen Gegebenheiten setzt die Netze BW innovative und effiziente Energiekonzepte um, die sowohl ökologisch als auch ökonomisch nachhaltig sind.



RBS wave

Die RBS wave arbeitet regional und bundesweit erfolgreich als beratendes Ingenieurunternehmen mit den Arbeitsschwerpunkten Energieversorgung, Wasserversorgung und Infrastruktur. Das Unternehmen beschäftigt aktuell ca. 200 Mitarbeitende und bietet in den Bereichen Energie, Wassertechnik und Infrastruktur in Ettlingen und Stuttgart mit rund 140 technischen Mitarbeitenden (Ingenieure, Geologen, Techniker, technische Zeichner) alle Ingenieurleistungen rund um das Thema Quartiersversorgung (Wärme, Kälte, Strom, Gas, Wasser, Abwasser, Breitband) an.

In diesem Rahmen hat die RBS wave u.a. verschiedene Projekte zur Planung von Energieerzeugungszentralen (Wärme/Kälte) sowie von Nah- und Fernwärmeleitungen durchgeführt. Die fachtechnische Expertise und Erfahrung aus der Vielzahl von realisierten Projekten, ermöglichen eine praxisnahe Bewertung von Energiepotenzialen und Umsetzungsmöglichkeiten.

1 Zusammenfassung

Mit der Novellierung des Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetzes Baden-Württemberg (KlimaG BW) vom 14. Oktober 2020 wurde in Baden-Württemberg die kommunale Wärmeplanung eingeführt. Ziel des KlimaG BW ist es, die Wärmeversorgung zu dekarbonisieren und die Klimaziele auf Landes-, Bundes- und europäischer Ebene zu erreichen.

Für die Umstellung der Wärmeversorgung von fossilen Brennstoffen auf regenerative Energien und Abwärme bedarf es einer Transformation der Versorgungsinfrastruktur, die auch mit einem zusätzlichem Flächenbedarf verbunden ist. Deshalb ist es notwendig, diesen Transformationsprozess unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten zu planen.

Jede Kommune entwickelt im kommunalen Wärmeplan ihren Weg zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung, der die jeweilige Situation vor Ort bestmöglich berücksichtigt. Das Ziel der Klimaneutralität bezieht sich dabei auf sämtliche Sektoren der Wärmeversorgung, auch auf Unternehmen und private Haushalte. Da dies eine große Aufgabe darstellt, ist die kommunale Wärmeplanung in einen langfristigen und fortschreibenden Prozess eingebettet. Der Plan dient als strategische Grundlage, um konkrete Entwicklungswege zur Erreichung des Zielbildes 2040 zu gestalten.

Datenerhebung

Das Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) ermöglichte den Zugriff auf gebäudescharfe Angaben zu Energie- und Brennstoffverbräuchen, welche durch die Energieversorgungsunternehmen und Netzbetreiber auf Anfrage der Kommune bereitgestellt wurden. Diese Daten wurden durch Angaben aus dem elektronischen Kheirbuch der Bezirksschornsteinfeger zu den bestehenden Heizungsanlagen ergänzt. Mithilfe dieser Daten lässt sich ein detailliertes Bild der Beheizungsstruktur zeichnen. Für die Ermittlung der Abwärmepotenziale aus Industrie und Gewerbe wurde eine Unternehmensumfrage durchgeführt. In dieser wurde gezielt nach möglichen Abwärmequellen aus Produktionsprozessen und der Bereitschaft zur Auskopplung von Abwärme gefragt.

Bestandsanalyse

Die Gebäudestruktur in Schwendi wird stark vom Wohnsektor geprägt, der den Großteil des Gebäudebestands ausmacht. Ergänzt wird dieser durch Gewerbe-, Industrie- und öffentliche Gebäude. Besonders ältere Gebäude, die vor Einführung erster Wärmeschutzstandards errichtet wurden, weisen erhebliche energetische Defizite auf und bieten großes Potenzial für Sanierungsmaßnahmen. Auch viele Heizungsanlagen sind veraltet und dringend erneuerungsbedürftig, um den Energieverbrauch effizienter zu gestalten.

Der Wärmebedarf in der Gemeinde wird derzeit überwiegend durch fossile Energieträger wie Heizöl und Gas gedeckt, während erneuerbare Energien noch eine untergeordnete Rolle spielen. Heizöl ist dabei der Hauptverursacher der CO₂-Emissionen. Eine nachhaltige Wärmeversorgung erfordert daher den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien, die Modernisierung von Heizsystemen und einen Ausbau der Wärmenetze. Im Projektgebiet bestehen bereits kleinere Nahwärmenetze, die das Potenzial haben, durch Erweiterung und Integration erneuerbarer Energiequellen einen größeren Beitrag zur klimafreundlichen Versorgung zu leisten.

Um die Wärmewende in Schwendi erfolgreich umzusetzen, sind energetische Sanierungen vor allem bei älteren Wohngebäuden, der Ausbau nachhaltiger Wärmenetze und die Einführung moderner Heiztechnologien zentrale Aufgaben. Eine klare Strategie, die den schrittweisen Ausstieg aus fossilen Energien und die Förderung erneuerbarer Technologien vorantreibt, ist entscheidend für die Transformation hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung.

Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse zur Strom- und Wärmeversorgung prognostiziert eine zunehmende Elektrifizierung des Wärmesektors, wobei die energetische Sanierung eine Schlüsselrolle für die Wärmewende einnimmt. Im Gemeindekern liegt das größte Einsparpotenzial bei kommunalen Liegenschaften und älteren Gebäuden bis Baujahr 1979. Durch ambitionierte Sanierungsmaßnahmen könnten bis 2040 rund 30 GWh Wärmebedarf eingespart werden, was etwa 37 % des aktuellen Gesamtbedarfs entspricht.

Die Potenziale für erneuerbare Wärmequellen wie Solarthermie und Geothermie sind räumlich unterschiedlich verteilt. Dachflächen dominieren im Projektgebiet, während Freiflächen und Erdwärmekollektoren vor allem an Randgebieten der Kommune wichtig sind. Eine effiziente Nutzung erfordert sorgfältige Planung zur Flächenverfügbarkeit, Konkurrenz mit anderen Nutzungen und die Einbindung von Speichertechnologien zur Bewältigung saisonaler Schwankungen.

Eine dezentrale und räumlich angepasste Planung ist entscheidend, wobei die Priorität auf Dachflächen und versiegelten Gebieten liegt. Die Analyse zeigt, dass eine vollständige Deckung des Wärmebedarfs durch lokale erneuerbare Energien technisch umsetzbar ist, jedoch eine differenzierte und integrierte Strategie zur Überwindung räumlicher und saisonaler Herausforderungen erforderlich macht.

Klimaneutrales Zielszenario

Das Ziel für Schwendi ist ein klimaneutraler Gebäudebestand bis 2040. Dies wird durch die Reduzierung des Wärmebedarfs und den Umstieg auf erneuerbare Energien erreicht. Einzelheizungen und Wärmenetze sollen dazu ausschließlich mit regenerativen Energien betrieben werden. Die energetische Sanierung bildet die Grundlage für eine wirtschaftliche Nutzung von Wärmenetzen, auch bei sinkendem Verbrauch.

Zehn Eignungsgebiete wurden für Wärmenetze festgelegt, während Gebäude außerhalb dieser Gebiete auf dezentrale Lösungen wie Wärmepumpen oder Biomasse zurückgreifen können. Die Wärmeversorgung basiert auf einer Kombination aus Umweltwärme, Biomasse, Solarthermie, Wasserstoff und Strom, wobei Biomasse in Wärmenetzen eine Schlüsselrolle übernimmt.

Der Gasverbrauch wird schrittweise reduziert, bleibt jedoch in bestimmten Bereichen relevant. Herausforderungen wie die Umstellung der Gasinfrastruktur auf Wasserstoff erfordern weitere Klärung. Der Erfolg der Wärmewende hängt von gezielter Planung und der aktiven Mitwirkung der Gebäudeeigentümer ab.

Wärmewendestrategie

Im Rahmen der Wärmewendestrategie wird ein Transformationspfad entwickelt, der den Weg zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung aufzeigt. Aus der Analyse des Zielszenarios werden Maßnahmen abgeleitet und fünf davon priorisiert. Gemäß dem KlimaG BW soll die Umsetzung dieser priorisierten Maßnahmen innerhalb der nächsten fünf Jahre beginnen.

In Abstimmung mit Vertretern der Kommunalverwaltung und relevanten Akteuren wurden folgende Maßnahmen entwickelt und detailliert beschrieben:

- Maßnahme 1: Machbarkeitsstudie Wärmenetz Biogasanlage Ortsteil Sießen/Hörenhausen
- Maßnahme 2: Machbarkeitsstudie zur Ausweitung des bestehenden Wärmenetzes ausgehend von der Biogasanlage im Ortsteil Orsenhausen
- Maßnahme 3: Akquise weiterer Anschlüsse Wärmenetz Orsenhausen
- Maßnahme 4: Untersuchung industrielles Abwärmepotenzial
- Maßnahme 5: Energieberatungskampagne private Hauseigentümer
- Maßnahme 6: Sanierungsfahrpläne kommunale Gebäude
- Maßnahme 7: PV-Strategie für kommunale Liegenschaften
- Maßnahme 8: Einführung KEM
- Maßnahme 9: KEFF+-Check für Unternehmen
- Maßnahme 10: Zukunftskommune

Zur Überwachung und Messung des Umsetzungsfortschritts wird ein Monitoringkonzept empfohlen. Angesichts dynamischer Entwicklungen ist es ratsam, den Transformationspfad regelmäßig zu überprüfen und an mögliche Änderungen der gesetzlichen, wirtschaftlichen und technischen Rahmenbedingungen anzupassen.

2 Einleitung

Deutschland hat das Ziel der Klimaneutralität bis 2045 festgeschrieben, Baden-Württemberg sogar bis zum Jahr 2040. Die Klimaneutralität bedeutet, dass Treibhausgas-Emissionen bestmöglich durch Einsatz von regenerativen Energieträgern zu reduzieren sind, während nicht vermeidbare THG-Emissionen durch natürliche bzw. technische THG-Senken ausgeglichen werden [1]. Um dieses Ziel zu erreichen, ist eine Reduzierung des Energieverbrauchs mittels energetischer Sanierungen und eine regenerative Energienutzung essenziell. Der Weg dorthin wird gemeinhin als Energiewende bezeichnet. Im Gegensatz zu Strom kann Wärme jedoch nur sehr schwer und mit hohen Verlusten über längere Strecken transportiert werden. Deshalb ist es notwendig, diesen Transformationsprozess unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten zu planen. Darüber hinaus betrifft der Transformationsprozess nicht nur die Aufgaben der Daseinsvorsorge der Kommunen, sondern auch Gebäude und Gemeindeentwicklung. Den Kommunen kommt dabei eine wichtige Funktion zu, die sie im Zuge der Wärmeplanung übernimmt.

Wie die Kommunen eine klimaneutrale Wärmeversorgung erreichen können, wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung erarbeitet. Das Ziel der Klimaneutralität bezieht sich dabei auf sämtliche Sektoren der Wärmeversorgung, auch auf Unternehmen und private Haushalte. Da dies eine große Aufgabe ist, ist die kommunale Wärmeplanung als langfristiger Prozess angelegt, und die Wärmeplanung muss regelmäßig fortgeschrieben werden. Der Wärmeplan soll dabei nicht nur als Leitfaden für die Umsetzung der Wärmewende selbst, sondern auch als Leitplanke für die kommunale Planung dienen.

Die Anforderungen an den kommunalen Wärmeplan sind im Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) und die Vorgehensweise und inhaltliche Aufstellung im Kommunalen Wärmeplanung-Handlungsleitfaden der KEA BW [2] geregelt. Zuerst wird in der Bestandsanalyse der Ist-Zustand des Wärmebedarfs und der energetischen Infrastruktur erfasst. Im nächsten Schritt werden Potenziale regenerativer Energiequellen und Abwärmequellen zur Wärme- und Stromversorgung analysiert. Die Wärmesenken und -quellen werden zusammengestellt und klimaneutrale Versorgungsszenarien ermittelt. Zum Schluss wird eine Wärmewendestrategie mit Maßnahmen ausgearbeitet.

Die kommunale Wärmeplanung wurde freiwillig im Rahmen der Förderung über den Förderschwerpunkt 4.1.11 „Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung“ der Kommunalrichtlinie durchgeführt, besitzt diese Bestandsschutz und muss erst nach 7 Jahren fortgeschrieben werden.

Der vorliegende Abschlussbericht fasst die methodischen und fachlichen Ergebnisse von Bestandsanalyse, Potenzialanalyse, Zielszenario und der Maßnahmenentwicklung zusammen. Dabei beziehen sich alle methodischen Angaben und zu beachtenden Rahmenbedingungen, sofern nicht anders angegeben, auf den Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung der KEA BW.

2.1 Erarbeitung der kommunalen Wärmeplanung

Die Kommunale Wärmeplanung (KWP) dient als strategisches Planungsinstrument und verfolgt drei zentrale Phasen (siehe Abbildung 1):

- Initiierungsphase
- Analysephase
- Strategiephase

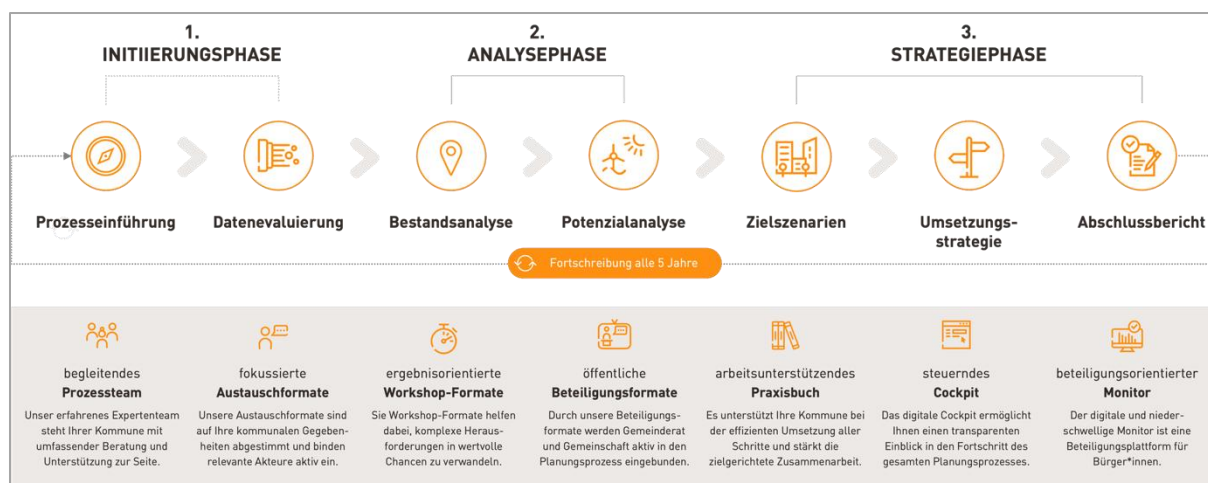


Abbildung 1: Ablauf der Wärmeplanung

Die Initiierungsphase bildet den Grundstein für die Zusammenarbeit. In einem ersten Termin werden Ziele, Erwartungen und organisatorische Rahmenbedingungen definiert.

Auf Basis der erfassten und aufbereiteten Daten erfolgt eine umfassende Bestands- und Potenzialanalyse. Dabei werden die bestehende Wärmeversorgungsstruktur sowie die Gebäudeeigenschaften detailliert untersucht. Zusätzlich werden Potenziale zur Energieeinsparung, zur Nutzung erneuerbarer Energien und zur Abwärmenutzung flächenbezogen analysiert. Darüber hinaus berücksichtigt die Analyse lokale Besonderheiten sowie interkommunale Potenziale, um ein möglichst vollständiges Bild zu erhalten.

In der Strategiephase wird auf Basis der Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse eine Strategie für die klimaneutrale Wärmeversorgung entwickelt. Darauf aufbauend werden konkrete Umsetzungsmaßnahmen abgeleitet.

Um den Prozess effizient und transparent zu gestalten, bietet die Netze BW in allen Phasen passende Austauschformate und Tools (z.B. Cockpit und Monitor, siehe Abbildung 1). Der Fokus liegt auf der Akteursbeteiligung und der effizienten Inhaltsbearbeitung.

3 Datenevaluierung

Die Datenerfassung und -verarbeitung erfüllt stets alle Anforderungen des Datenschutzes. Der Umfang der Datenerhebung ist im Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz (KlimaG BW) Baden-Württemberg geregelt und bildet somit die notwendige Rechtgrundlage.

Grundlage für eine praxisnahe und umsetzungsorientierte kommunale Wärmeplanung ist eine solide und umfassende Datenlage. Dazu zählen nicht nur die derzeit benötigten Wärmemengen und Energieträger, sondern auch das Wissen, wie heute die Wärme erzeugt wird und welche Voraussetzungen damit für eine zukünftige Wärmeversorgung bestehen.

3.1 Vorgehensweise und Datenschutz

Zur Erhebung der Daten wurden vom Auftraggeber Netzbetreiber, Energieversorgungsunternehmen, Schornsteinfeger, Unternehmen und weitere relevante Akteure für die kommunale Wärmeplanung kontaktiert. Die Datenanfrage sowie -übermittlung erfolgte stets über den Ansprechpartner der Kommune, welcher die Informationen den Bearbeitenden über das Cockpit (siehe Abbildung 1) zur Verfügung stellte.

3.1.1 Online-Umfrage industrielle Abwärme

Zur Identifizierung möglicher Abwärmequellen bei Betrieben der Sektoren Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) wurde ein Online-Fragebogen, basierend auf der KEA-Vorlage „Formular zur Erhebung der Abwärme in Unternehmen“ erstellt [3]. Die relevanten Unternehmen wurden vom Auftraggeber per E-Mail mit QR-Code zur Teilnahme an der Fragebogenaktion eingeladen.

Abgefragt wurden die firmenspezifischen Daten Endenergieverbrauch, Wärmeverbrauch nach Energieträgern (inkl. erneuerbarer Energien und Kraft-Wärme-Kopplung), Abwärmeaufkommen nach Art und zeitlicher Verfügbarkeit sowie die Bereitschaft, Abwärme an Dritte abzugeben.

3.1.2 Energieversorger/Netzbetreiber

Abgefragt wurden bei den Energieversorgern die adressscharfen Jahresverbräuche der leitungsgebundenen Energieträger Nahwärme, Erdgas und Strom für Wärmeanwendungen. Die Netzbetreiber stellten Daten zum bestehenden Gasnetz sowie dem Nahwärmenetz über das Cockpit zur Verfügung.

3.1.3 Schornsteinfeger

Das elektronische Kkehrbuch der Bezirksschornsteinfeger wurde über die Kommune abgefragt und im Cockpit angelegt. Der Umfang des Exports aus dem elektronischen Kkehrbuch umfasst die adressscharfen Feuerstätten nach Art, Brennstoff, Nennwärmeleistung, Baujahr sowie weitere Informationen zu Brenn- bzw. Heizwert und Zentral- bzw. Einzelraumheizung.

3.1.4 Aufbereitung der Daten

Bei der Aufbereitung der gelieferten Energiedaten wurden folgende Schritte durchgeführt:

- **Vollständigkeitsprüfung:** Generell wird davon ausgegangen, dass die gelieferten Datensätze vollständig sind. Insofern bezieht sich die Vollständigkeitsprüfung auf die Überprüfung der Attribute innerhalb eines Objekts. Fehlende Daten führen, je nach Relevanz, entweder zur Löschung des betreffenden Objekts oder zur Ergänzung, beispielsweise durch den Mittel- oder Medianwert der anderen Attributausprägungen.
- **Plausibilitäts- und Konsistenzprüfung:** Hierbei wird geprüft, ob Wertebereich und Verteilung der gegebenen Werte plausibel sind und ob Ausreißer vorliegen.

- Fehleranalyse und Datenbereinigung: Hierbei werden fehlerhafte, unvollständige oder doppelte Objekte identifiziert, bewertet und bei Bedarf gelöscht oder ergänzt.
- Datentransformation und -anreicherung: In diesem Schritt wird sichergestellt, dass die Datensätze in denselben Dimensionen vorliegen. Dies sind bei Energiedaten insbesondere Energiemengen in Kilowattstunden (kWh), Leistungen in Kilowatt (kW), Flächen in Quadratmetern (m²) sowie CO₂-Emissionen in Kilogramm pro Kilowattstunden (kg/kWh). Aufbauend auf den vorangegangenen Schritten werden die Datensätze um weitere sinnvolle Attribute für die nachfolgenden Analysen angereichert. Dies sind zum Beispiel Gebäudetyp-spezifische Anteile an Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme oder flächenbezogene Energieverbräuche.

3.2 Datenqualität

Zur Weiterverarbeitung der Energiedaten im geographischen Informationssystem (GIS) wurden jeweils adressscharfe Informationen abgefragt. Diese Anforderung wurde bei sämtlichen Datensätzen erfüllt, wobei je nach Datenquelle verschiedene Fehlerarten aufgetreten sind, z. B. Adressen ohne Hausnummer bzw. Dummy-Hausnummern (z.B. 9999), Energieverbräuche ohne Straßenzuordnung, doppelte Hausnummern. Insgesamt bewegte sich die Quote dieser Fehler im geringen einstelligen Prozentbereich, sodass bei den vorliegenden Datensätzen eine sehr gute Datenqualität festgestellt werden konnte.

Die Leitungsdaten des Wärmenetzes wurde im CAD-Format (DXF) geliefert und konnten somit direkt mittels der verwendeten GIS-Software ArcGIS Pro konvertiert und in den Datenbestand aufgenommen werden. Die Leitungsdaten der Gasnetze wurden im PDF-Format übermittelt, welches in einem weiteren Schritt mit Hilfe von einem frei verfügbaren Geodaten-Converter in das ESRI-Format Shapefile umgewandelt und zur GIS-Datenbank hinzugefügt werden konnte.

4 Bestandsanalyse

In der Bestandsanalyse erfolgt eine systematische und qualifizierte Erhebung des aktuellen Wärmeverbrauchs (Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme) einschließlich Informationen zu den vorhandenen Gebäudetypen und den Baualtersklassen sowie der aktuellen Versorgungsstruktur. Anschließend werden aus dem aktuellen Wärmeverbrauch die Treibhausgasemissionen ermittelt. Die kommunale Wärmeplanung bezieht sich auf das gesamte Gemeindegebiet und schließt damit Gewerbe- und Industriegebiete ein.

4.1 Das Projektgebiet

Das Projektgebiet befindet sich im Landkreis Biberach in Baden-Württemberg und umfasst die Gemeinde Schwendi (7.098 Einwohnende) mit ihren Teilorten Bußmannshausen, Großschafhausen, Orsenhausen, Schönebürg und Sießen im Wald. Das Gebiet liegt etwa 30 Kilometer südlich der Kreisstadt Biberach an der Riß und gehört zur Region Oberschwaben. Es grenzt an die umliegenden Städte und Gemeinden Laupheim, Ochsenhausen und Illertissen. Die gesamte Fläche des Projektgebiets beträgt etwa 50 km².

Das Gebiet ist gekennzeichnet durch das Vorhandensein einer vielfältigen Landschaftsstruktur, die sowohl landwirtschaftlich genutzte Flächen als auch naturnahe und städtisch geprägte Bereiche umfasst. Landwirtschaftlich bietet die Region fruchtbare Böden, die eine effiziente Nutzung für den Ackerbau ermöglichen. Wirtschaftlich und technologisch ist das Gebiet gut in die Region Oberschwaben integriert sowie angrenzend an die Gewerbegebiete in Biberach und Laupheim.

4.2 Gebäudebestand und Wärmebedarf

Durch die Zusammenführung von frei verfügbarem Kartenmaterial sowie dem amtlichen Liegenschaftskataster ergaben sich für das Projektgebiet 3.296 analysierte Gebäude. Wie in Abbildung 2 zu sehen, besteht der überwiegende Anteil der Gebäude aus Wohngebäuden (70 %), gefolgt von Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD, 17 %) sowie Gebäuden des Sektors „Industrie und Produktion“ (12 %) und öffentlichen Bauten (2 %). Hieraus wird ersichtlich, dass die Wärmewende eine kleinteilige Aufgabe ist und sich zu großen Teilen im Wohnsektor abspielen wird.

Kommunale Gebäude spielen in der lokalen Wärmewende eine wichtige Rolle. Die Kommune kann ihrer Vorreiterrolle nachkommen und über die Beheizung ihrer eigenen Liegenschaften selbst entscheiden. Darüber hinaus stellen kommunale Gebäude häufig den Ausgangspunkt für die Entwicklung neuer Wärmeverbünde dar. Sie werden im Kommunalen Wärmeplan gesondert ausgewiesen, wie die vorherige Abbildung beispielhaft zeigt. Bei den kommunalen Gebäuden handelt es sich nicht zwangsläufig um öffentlich zugängliche Gebäude – auch Wohngebäude können in kommunaler Hand sein.

In Abbildung 3 ist die räumlich aufgelöste Darstellung der Nutzungsarten der Gebäude und eine Darstellung der Gebietstypen zu sehen. Da ein Großteil der Gebäude dem Wohnsektor zugeordnet werden kann, ist die Karte in der Mehrheit gelb (=Wohngebäude) eingefärbt.

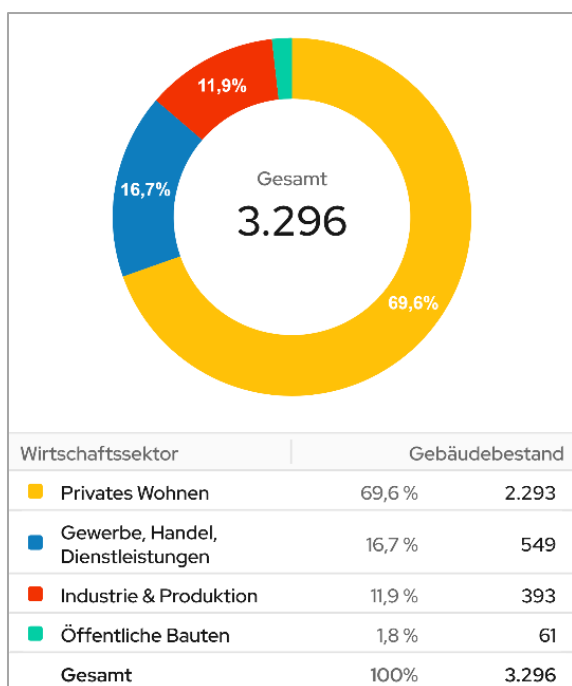


Abbildung 2: Gebäudebestand nach Sektoren

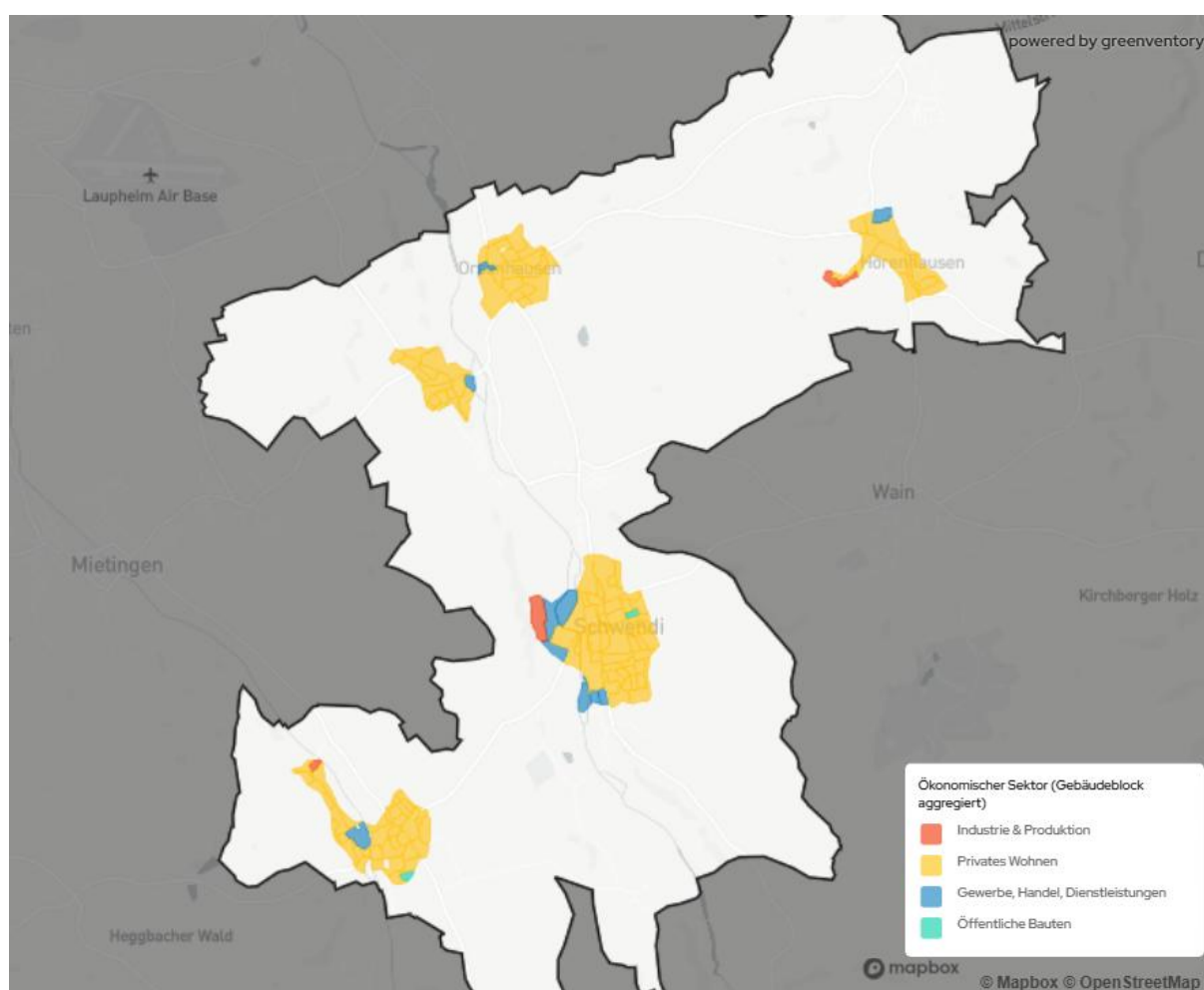


Abbildung 3: Kartografische Darstellung der überwiegenden Gebäudetypen auf Baublockebene

Die Analyse der Baualtersklassen (siehe Abbildung 4) hebt hervor, dass 45 % der Gebäude vor 1979 errichtet wurden, bevor die erste Wärmeschutzverordnung mit ihren Anforderungen an die Optimierung der Gebäudehülle in Kraft trat.

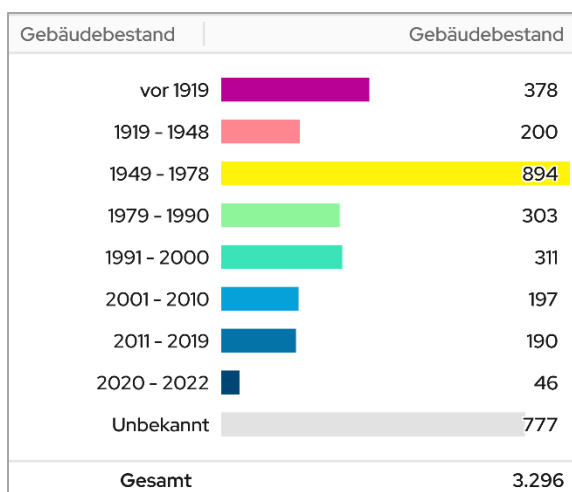


Abbildung 4: Gebäudebestand nach Baualtersklassen

Insbesondere Gebäude, die zwischen 1949 und 1978 erbaut wurden, stellen mit 27 % den größten Anteil am Gebäudebestand dar und bieten somit das umfangreichste Sanierungspotenzial. Altbauten, die vor 1919 errichtet wurden, zeigen häufig den höchsten spezifischen Wärmebedarf, sofern sie bislang wenig oder nicht saniert wurden. Diese Gebäude sind wegen ihrer oft robusten Bauweise ebenfalls interessant für eine Sanierung, allerdings können denkmalschutzrechtliche Auflagen Einschränkungen mit sich bringen. Um das Sanierungspotenzial jedes Gebäudes vollständig ausschöpfen zu können, sind gezielte Energieberatungen und angepasste Sanierungskonzepte erforderlich.

Abbildung 5 stellt eine räumliche Analyse der Baualtersklassen im Projektgebiet dar. Dabei wird deutlich, dass Gebäude, die vor 1948 errichtet wurden, überwiegend in den Zentren der Ortskerne zu finden sind. Jüngere Bauwerke hingegen sind häufiger an den Randbereichen der Ortschaften angesiedelt. Die Identifizierung von Sanierungsgebieten ist vor allem in den Bereichen mit älteren Gebäuden von besonderer Bedeutung. Zudem spielt die Verteilung der Baualtersklassen eine zentrale Rolle bei der Planung von Wärmenetzen, da sie Einfluss auf die Effizienz und die Zielgenauigkeit solcher Maßnahmen hat.

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 und die Nutzenergie ermittelt werden. Bei nicht-leitungsgebundenen Heizsystemen (Öl, Holz, Kohle) und bei beheizten Gebäuden mit unzureichenden Informationen zum verwendeten Heizsystem wurde der Wärmebedarf auf Basis der beheizten Fläche, des Gebäudetyps und weiteren gebäudespezifischen Datenpunkten berechnet. Für die Gebäude mit nicht-leitungsgebundenen Heizsystemen konnte unter Verwendung der entsprechenden Wirkungsgrade auf die Endenergieverbräuche geschlossen werden.

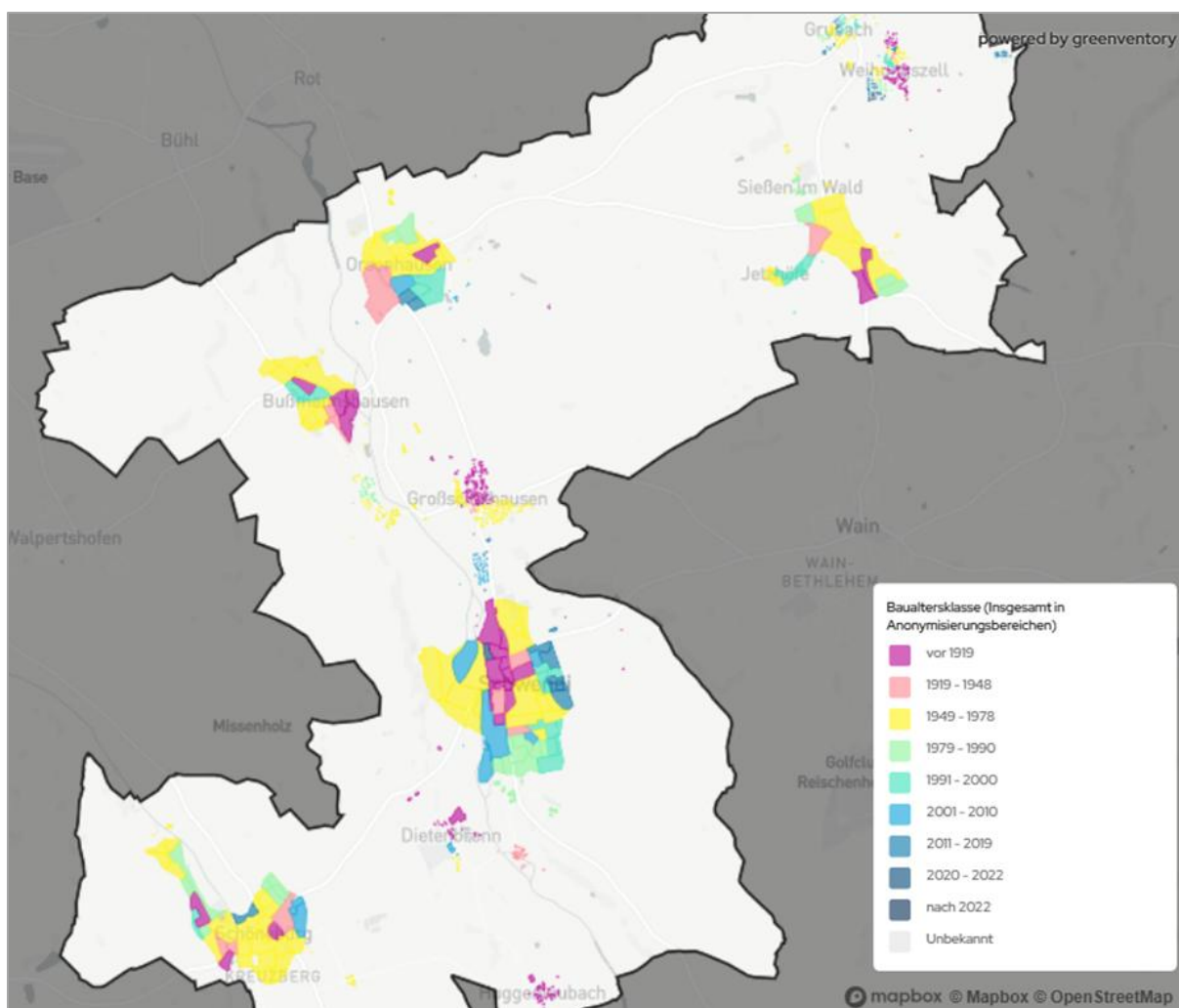


Abbildung 5: Gebäudeverteilung nach Baualterklassen

Exkurs: Unterschied zwischen Energie- und Wärmebedarf

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

Aktuell beträgt der Wärmebedarf im Projektgebiet 80 GWh jährlich (siehe Abbildung 6). Mit 50 % ist der Wohnsektor anteilig am stärksten vertreten, während auf die Industrie 35 % des Gesamtwärmebedarfs entfällt. Auf den Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor (GHD) entfällt ein Anteil von 9 % des Wärmebedarfs und auf öffentlich genutzte Gebäude, die ebenfalls kommunale Liegenschaften beinhalten, entfallen 5,5 %.

Wärmebedarf		Wärmebedarf GWh/yr
Privates Wohnen		41
Industrie & Produktion		27
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen		7,5
Öffentliche Bauten		4,5
Gesamt		80

Abbildung 6: Wärmebedarf pro Gebäudesektor

Die Karte in Abbildung 7 zeigt die Wärmebedarfsdichte in einem bestimmten Gebiet und stellt die aggregierte Wärmeanforderung der Gebäude auf Basis ihrer Blockstruktur dar. Verschiedene Farben repräsentieren unterschiedliche Wärmebedarfsbereiche pro Hektar und Jahr (MWh/ha*a).

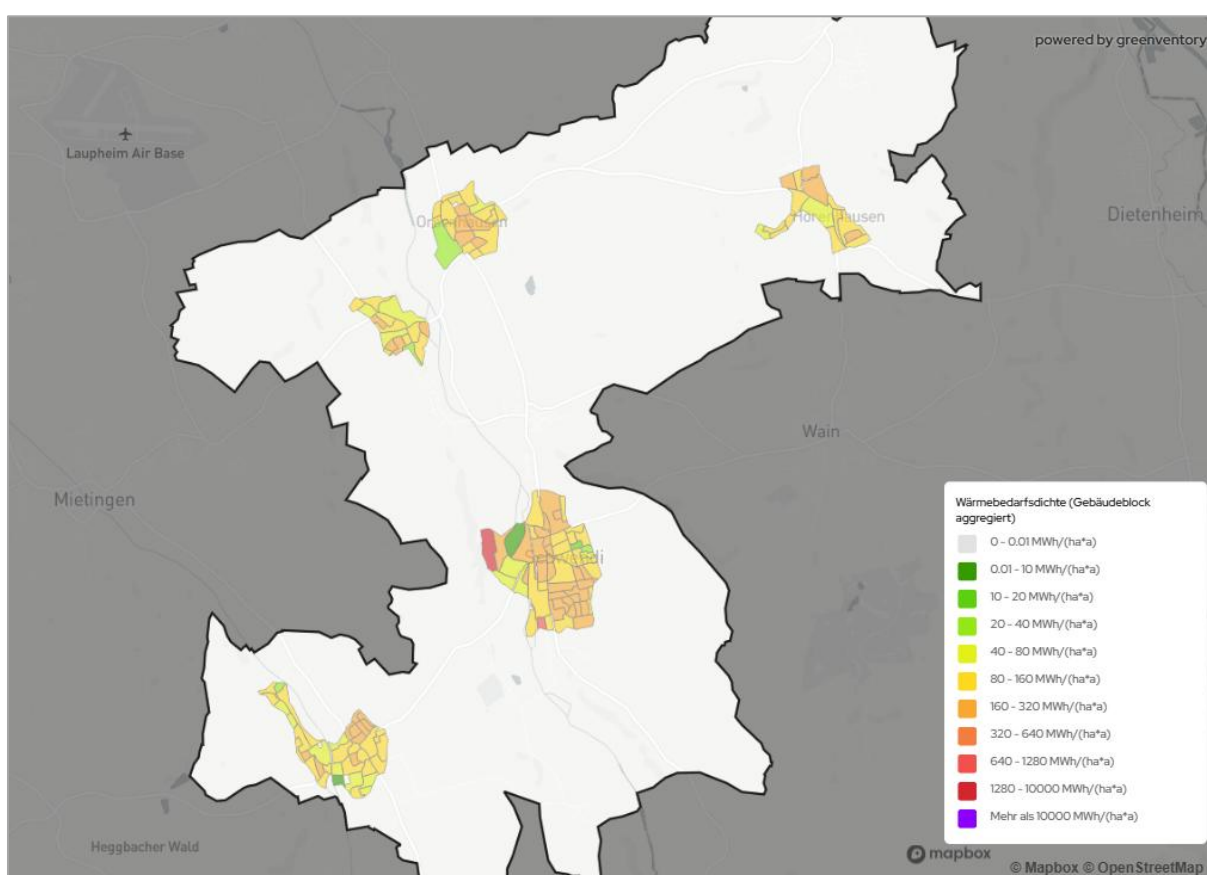


Abbildung 7: Verteilung der Wärmebedarfsdichte je Gebäudeblock

Die Wärmebedarfsdichte ist eine besonders wichtige Kennzahl für die Identifikation von geeigneten Gebieten in der kommunalen Wärmeplanung. Eine ausreichend hohe Dichte weist auf einen später wirtschaftlich tragfähigen Betrieb eines Wärmenetzes hin. Je höher die Wärmedichte, desto wahrscheinlicher ist ein Gebiet für die Versorgung mittels Wärmenetz geeignet.

Die Wärmedichte kann sowohl flächenbezogen (kWh pro ha und Jahr) als auch als Wärmelinien-dichte (kWh pro Meter Straßenzug) dargestellt werden. Im Hinblick auf einen möglichen Aus- oder Neubau von Wärmenetzen ist neben dem oben abgebildeten flächenbezogenen Ansatz vor allem die linienbezogene Analyse von Wärmedichten auf Straßenzügen eine gängige Praxis. Abbildung 8 zeigt die Liniendichten auf dem Gemeindegebiet.

Insbesondere sind die Wärmelinien-dichten ab 1.500 kWh/m und ab 2.000 kWh/m entscheidend. Die in der kommunalen Wärmeplanung verwendeten Schwellenwerte orientieren sich am Bundes Leitfaden [4] in

bebauten Gebieten deutet eine Wärmelinien-dichte ab etwa 1.500 kWh/m beziehungsweise 2.000 kWh/m darauf hin, dass das Gebiet grundsätzlich für die Versorgung durch ein Wärmenetz geeignet ist. Diese Schwellenwerte dienen als wichtige Orientierung um Straßenzüge mit ausreichend hoher Wärmedichte für eine vertiefte Prüfung auszuwählen. Dies ist punktuell vor allem im Zentrum und im Nordosten der Kommune zu sehen.

Neben der Wärmedichte spielen weitere Kriterien – wie etwa zukünftiger Wärmebedarf, Nähe zu Ankerkunden, Siedlungsstruktur oder das vorhandene regenerative Potenzial – eine wesentliche Rolle bei der erfolgreichen Identifikation geeigneter Eignungsgebiete. Auf diese Faktoren sowie auf die Wärmedichte wird im folgenden Kapitel 6 zum Zielszenario auf Basis des Zieljahres 2040 näher eingegangen.



Abbildung 8: Verteilung der Wärmelinien-dichte

4.3 Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger

In Abbildung 9 wird dargestellt, welche Energieträger in den Heizsystemen in der Kommune genutzt werden.

Zur Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger dienten als Datengrundlage die elektronischen Kheirbücher der Bezirksschornsteinfeger, die Informationen zum verwendeten Brennstoff sowie zur Art und zum Alter der jeweiligen Feuerungsanlage enthielten. Aus den Kheirbüchern konnten die Daten zu vielen Gebäuden mit Heizsystemen entnommen werden. Diese Informationen wurden durch Verbrauchs- und Netzdaten von den Netzbetreibern ergänzt. Mehr als die Hälfte (54 %) der Heizsysteme nutzt den Energieträger Heizöl. Gefolgt von Gas mit 18 % und Strom mit 11 % (siehe Abbildung 9).

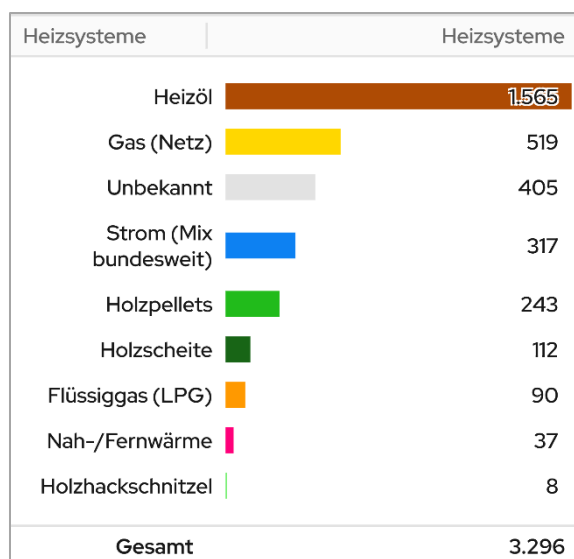


Abbildung 9: Verteilung der Heizungsanlagen pro Energieträger

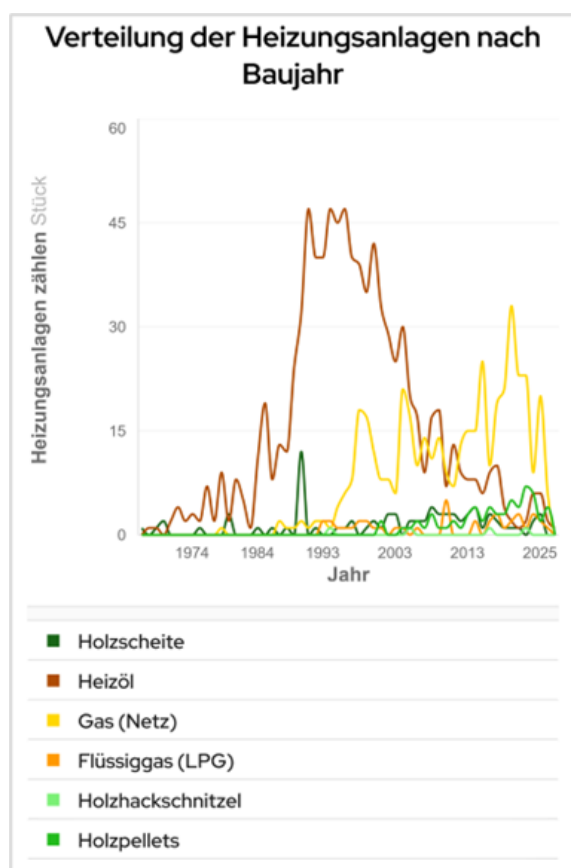


Abbildung 10: Verteilung der Heizungsanlagen nach Baujahr

Abbildung 10 zeigt die Gesamtanzahl der neu installierten Heizsysteme je Energieträger nach Baujahr. Die Anzahl der jährlich installierten Ölheizungen ist ab 1970 und bis in die 1990er Jahre hinein stark gestiegen. In den letzten drei Jahrzehnten ist dann ein deutlicher Rückgang der neu installierten Ölheizungen zu verzeichnen. Die Leistung installierter Gasheizungen ist ab 1995 sehr stark angestiegen, erlebte ab der Jahrtausendwende einen deutlichen Abfall und nimmt seit 2008 wieder zu. Zugleich steigt seit den 2000er Jahren der Anteil von Holzfeuerungen an. Diese Feuerungen werden meist nicht als primäre, sondern als zusätzliche Heizsysteme in Form von Kaminöfen genutzt, weshalb sie in Summe nur einen geringen Anteil der installierten Anlagen sowie der erzeugten Wärme ausmachen. Sie dienen neben der Wärmebereitstellung im Wesentlichen zur Steigerung des Wohnkomforts. Des Weiteren sind Heizsysteme

auf Basis von Flüssiggas (LPG) vorhanden, deren Gesamtanzahl für die Wärmeplanung kaum relevant ist. Um in Zukunft Treibhausgasneutralität im Wärmesektor gewährleisten zu können, müssen alle fossil betriebenen Heizsysteme ersetzt werden.

Die Untersuchung des Alters der derzeit eingebauten Heizsysteme liefert wichtige Anhaltspunkte für eine gezielte Priorisierung beim Austausch dieser Systeme. Eine Auswertung der Altersstruktur dieser Systeme auf Gebäudeebene 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: viele Heizsysteme überschreiten die Altersgrenze von 20 Jahren und einige Anlagen sogar die 30-Jahre-Marke. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund des § 72 GEG von hoher Relevanz.

Die räumliche Verteilung des Alters der Heizsysteme auf Ebene der Baublöcke lässt sich in Abbildung 11 ablesen. Es wird deutlich, dass in den vielen Gebieten das durchschnittliche Alter der Heizsysteme mindestens 20 Jahre beträgt, in einigen wenigen Gebieten sogar 30 Jahre und mehr.

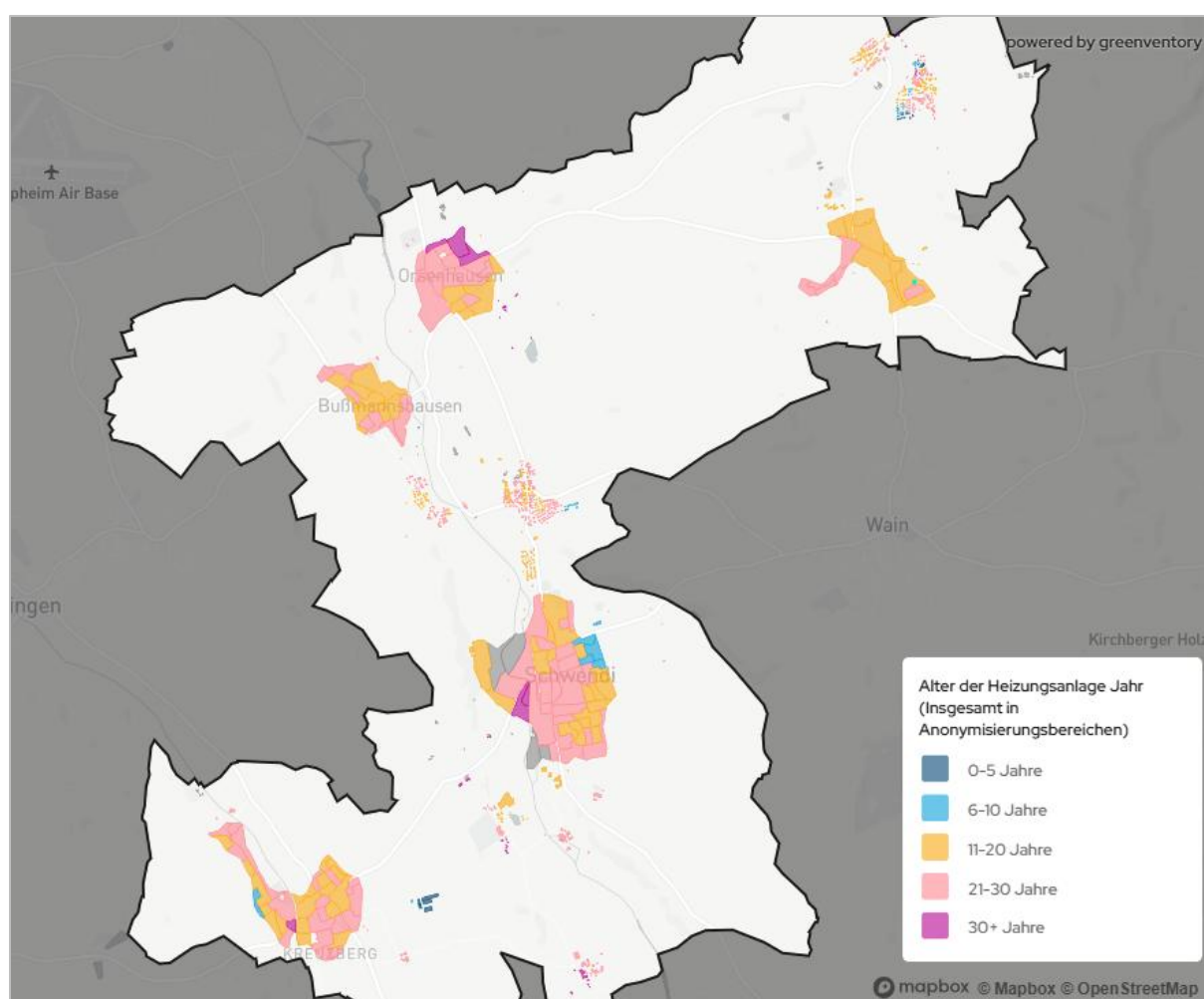


Abbildung 11: Verteilung des Heizungsalters auf Baublockebene

Gemäß § 72 GEG dürfen Heizkessel, die flüssigen oder gasförmigen Brennstoff verbrauchen und vor dem 1. Januar 1991 aufgestellt wurden, nicht mehr betrieben werden. Das Gleiche gilt für später in Betrieb genommene Heizkessel, sobald sie eine Betriebszeit von 30 Jahren erreicht haben. Ausnahmen gelten für Niedertemperatur- Heizkessel und Brennwertkessel, Heizungen mit einer Leistung unter 4 Kilowatt oder über 400 Kilowatt sowie heizungstechnische Anlagen mit Gas-, Biomasse- oder Flüssigbrennstofffeuerung als Bestandteil einer Wärmepumpen-Hybridheizung, soweit diese nicht mit fossilen Brennstoffen betrieben werden. Ausgenommen sind ebenfalls Hauseigentümer in Ein- oder Zweifamilienhäusern, die ihr Gebäude

zum 01.02.2002 bereits selbst bewohnt haben. Heizkessel mit fossilen Brennstoffen dürfen jedoch längstens bis zum Ablauf des 31.12.2044 betrieben werden (GEG, 2024).

In der Neuerung des GEG, die ab dem 01.01.2024 in Kraft getreten ist, müssen Heizsysteme, die in Kommunen bis maximal 100.000 Einwohnenden 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 Immobilienbesitzende zukommt. Dies betrifft vor allem die Punkte eines Systemaustauschs gemäß § 72 GEG. Für 16 % 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 38 % der Heizsysteme mit einer Betriebsdauer älter als 20 Jahre erfolgen, oder es wird zumindest eine technische Überprüfung empfohlen. Diese sollte um die Komponente einer ganzheitlichen Energieberatung ergänzt werden.

4.4 Eingesetzte Energieträger

Für die Bereitstellung der Wärme in den Gebäuden werden rund 82 GWh Endenergie pro Jahr benötigt. Die Analyse des Energiemixes zeigt, dass fossile Brennstoffe derzeit dominieren (siehe Abbildung 12).

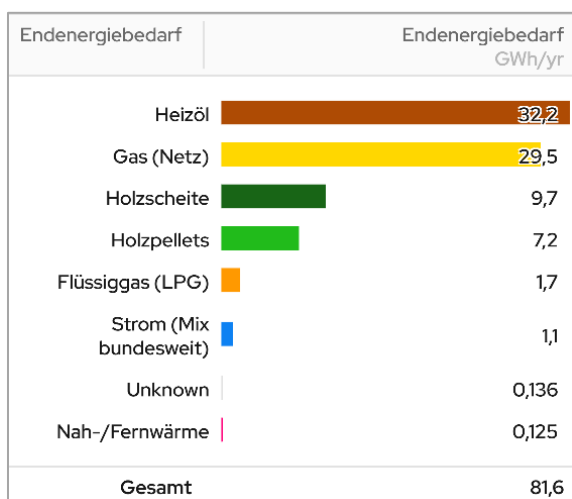


Abbildung 12: Endenergiebedarf pro Energieträger

Heizöl trägt mit 32,2 GWh/a (39 %) erheblich zur Wärmeerzeugung bei, gefolgt von Gas (Erd- und Flüssiggas) mit 31,2 GWh/a (38 %). Biomasse liefert 16,9 GWh/a (21 %) und deckt den erneuerbaren Anteil der Wärmeversorgung. Strom für Wärmepumpen und Direktheizungen macht 1,1 GWh/a (1 %) aus, während Nah- oder Fernwärme 0,1 GWh/a (0,2 %) des Endenergiebedarfs deckt. Die aktuelle Zusammensetzung der Endenergie verdeutlicht die Dimension der Herausforderungen auf dem Weg zur Dekarbonisierung (siehe Abbildung 13). Die Verringerung der fossilen Abhängigkeit erfordert technische Innovationen, verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien, den Bau von Wärmenetzen und die Integration verschiedener Technologien in bestehende Systeme. Eine zielgerichtete, technische Strategie ist unerlässlich, um die Wärmeversorgung zukunftssicher und treibhausgasneutral zu gestalten.

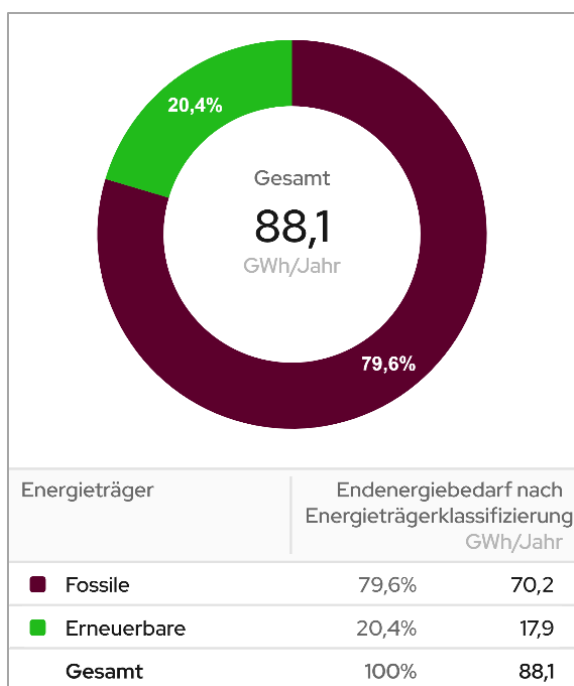


Abbildung 13: Aufteilung Endenergiebedarf nach Energieträgerklassifizierung

4.5 Gasinfrastruktur

Im Projektgebiet ist die Gasinfrastruktur flächendeckend etabliert. Aktuell sind etwa 16 % der Gebäude von Schwendi an das Gasnetz angeschlossen. Ob und in welchem Umfang das aktuelle Gasnetz für einen Transport von Wasserstoff (H₂) genutzt werden könnte, muss geprüft werden. Die GIS-Datei zur Lage des Gasnetzes liegt uns leider nicht vor.

4.6 Wärmenetze

In der Gemeinde Schwendi gibt es derzeit zwei Wärmenetze mit unterschiedlichen Ausgangslagen und Entwicklungsperspektiven. Das erste Netz befindet sich in den Ortsteilen Sießen / Hörenhausen und wird von einer Biogasanlage versorgt. Ursprünglich war geplant, die erzeugte Wärme zur Versorgung von Haushalten zu nutzen. Derzeit wird die Wärme zur Beheizung eines nahegelegenen Rhabarberfeldes verwendet. Seitens des Biogasbetreibers besteht großes Interesse an einem möglichen Ausbau des Wärmenetzes und an einer Wärmeversorgung von Gebäuden.

Das zweite Nahwärmenetz (siehe Abbildung 14) befindet sich im Ortsteil Orsenhausen und wird von der Bioenergie Rottal GmbH betrieben. Die Anlage (siehe Abbildung 15) verfügt über eine thermische Leistung von 1.900 kW und einer Bemessungsleistung von 432 kW und ist seit dem Jahr 2014 in Betrieb. Im Jahr 2021 wurde die Anlage mit der Installation eines 16 m hohen Pufferspeichers mit einer Volumenfassung von 1000 m³ erweitert.¹ Somit kann die Effizienz und Versorgungssicherheit des Netzes weiter verbessert und garantiert werden.

¹ <https://www.hansvanbebbber.de/referenz/bioenergie-rottal/>

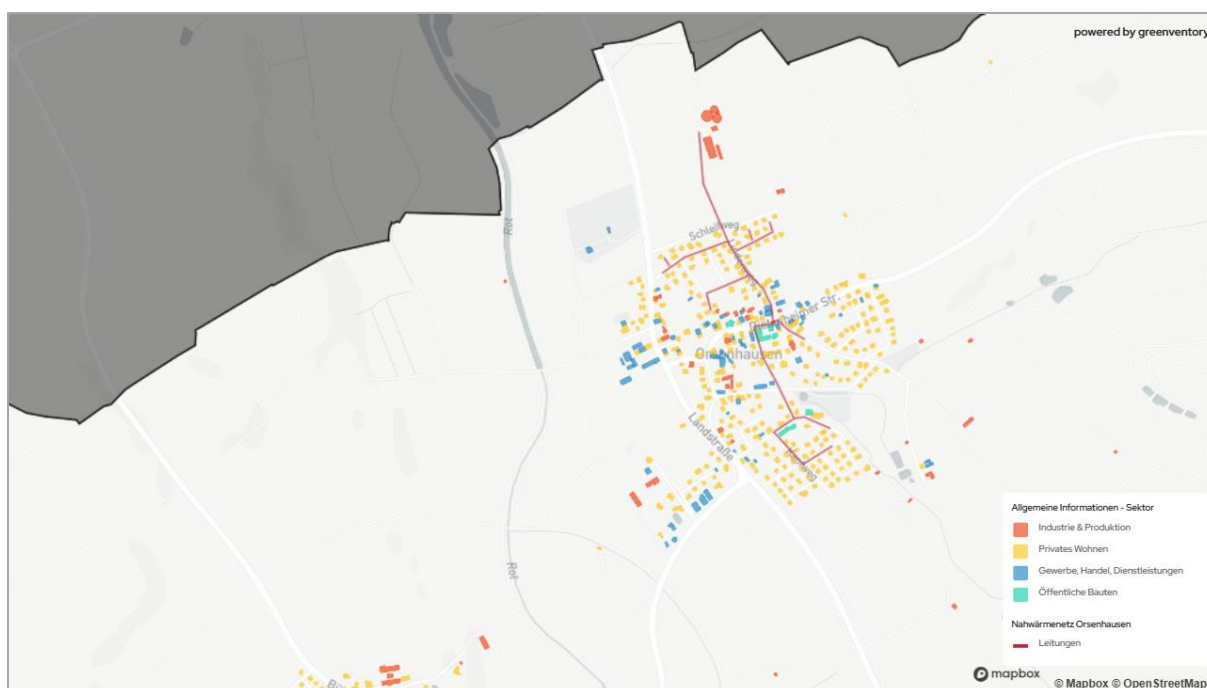


Abbildung 14: Nahwärmenetz in Orsenhausen



Abbildung 15: Biogasanlage Bioenergie Rottal GmbH in Orsenhausen, Schwendi

4.7 Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung

Im Projektgebiet betragen aktuell die gesamten Treibhausgasemissionen im Wärmebereich 18.800 Tonnen CO₂- Äquivalente pro Jahr. Sie entfallen zu 47 % auf den Wohnsektor, zu 9 % auf den Gewerbe-, Handels und Dienstleistungssektor (GHD), zu 38 % auf die Industrie, und zu 6 % auf öffentlich genutzte Gebäude (siehe Abbildung 16). Damit sind die Anteile der Sektoren an den Treibhausgasemissionen in etwa proportional zu deren Anteilen am Wärmebedarf (siehe Abbildung 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.

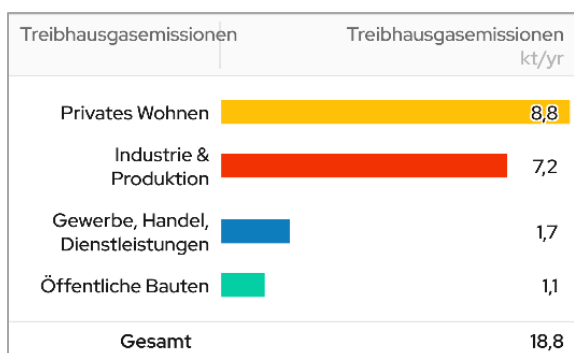


Abbildung 16: Treibhausgasemissionen nach Sektoren

Heizöl ist mit 58 % der Hauptverursacher der Treibhausgasemissionen, gefolgt von Erdgas mit 35 %. Damit verursachen die beiden fossilen Wärmeerzeuger fast 94 % der Emissionen im Wärmesektor des Projektgebiets. Der Anteil von Strom ist mit 3 % deutlich geringer, jedoch ebenfalls signifikant, da der Bundesstrommix nach wie vor hohe Emissionen verursacht. Biomasse (2 %) macht nur einen Bruchteil der Treibhausgasemissionen aus (siehe Abbildung 17). An diesen Zahlen wird deutlich, dass der Schlüssel für die Reduktion der Treibhausgase in der Abkehr von Erdgas und Heizöl liegt, aber eben auch in der erneuerbaren Stromerzeugung, zumal dem Strom durch die absehbare, starke Zunahme von Wärmepumpen zukünftig eine zentrale Rolle zufallen wird.

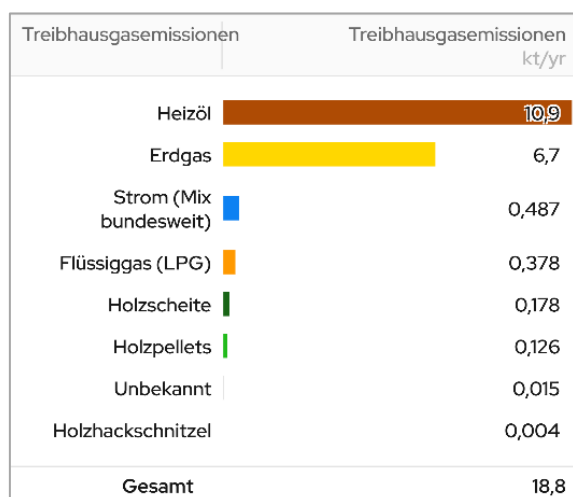


Abbildung 17: CO₂-Emissionen pro Energieträger

Die verwendeten Emissionsfaktoren lassen sich aus dem Anhang 1 entnehmen. Diese beziehen sich auf den Heizwert der Energieträger. Bei der Betrachtung der Emissionsfaktoren wird der Einfluss der Brennstoffe bzw. Energiequellen auf den Treibhausgasausstoß deutlich. Zudem spiegelt sich die erwartete Dekarbonisierung des Stromsektors in den Emissionsfaktoren wider. Dieser entwickelt sich für den deutschen Strommix von heute 0,260 t CO₂e/MWh auf zukünftig 0,025 t CO₂e/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.

4.8 Zusammenfassung Bestandsanalyse

Die Gebäudestruktur in Schwendi ist stark vom Wohnsektor geprägt. Wohngebäude machen mit 70 % den überwiegenden Anteil aus, gefolgt von Gebäuden des Sektors „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ (GHD) mit 17 %, Industrie und Produktion mit 12 % sowie öffentlichen Bauten mit 2 %. Diese Verteilung zeigt,

dass die Wärmewende eine kleinteilige Herausforderung darstellt und insbesondere im Wohnsektor umgesetzt werden muss.

Besonders große Potenziale für energetische Sanierungsmaßnahmen liegen in Gebäuden, die zwischen 1949 und 1978 errichtet wurden. Diese Gruppe macht mit 27 % den größten Anteil am Gebäudebestand aus. Insgesamt wurde knapp die Hälfte der Gebäude vor 1979 gebaut, bevor die erste Wärmeschutzverordnung in Kraft trat, wodurch eine größere energetische Optimierung notwendig ist. Eine kritische Betrachtung zeigt, dass 16 % der Heizungsanlagen, die älter als 30 Jahre sind, dringend saniert oder erneuert werden sollten.

Der jährliche Wärmebedarf von Schwendi beträgt aktuell 80 GWh. Fossile Brennstoffe dominieren weiterhin den Energiemix: Heizöl ist mit einem Anteil von 42 % die wichtigste Energiequelle, gefolgt von Gas mit etwa 30 %. Insgesamt stammen 80 % der genutzten Energie zur Wärmeversorgung aus fossilen Quellen, während lediglich 20 % aus erneuerbaren Energien bereitgestellt wird. Eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung erfordert den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien, technische Innovationen und einen Ausbau der Wärmenetze. Im Projektgebiet existieren bereits zwei kleinere Nahwärmenetze. Eine Erweiterung dieser Netze sowie die Integration erneuerbarer Energiequellen werden derzeit geprüft. Heizöl, als Hauptverursacher der Treibhausgasemissionen (58 %), steht dabei im Mittelpunkt der Dekarbonisierungsmaßnahmen.

Es wird empfohlen, die energetischen Sanierungsmöglichkeiten gezielt auszuschöpfen, insbesondere bei Gebäuden aus den Baujahren 1949 bis 1978. Weitere Prioritäten sind der Ausbau von Nahwärmenetzen und die Einführung moderner, treibhausgasneutraler Heiztechnologien. Für eine erfolgreiche Wärmewende sollte eine langfristige, schrittweise Strategie zur Reduktion fossiler Energien sowie zur Förderung erneuerbarer Energien entwickelt werden.

5 Potenzialanalyse

Das Ziel der Potenzialanalyse ist es, konkrete Handlungsmöglichkeiten für die Nutzung regenerativer Energiequellen zu identifizieren. Zudem bietet die gebietsscharfe Potenzialbetrachtung eine fundierte Grundlage für die Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios und für weiterführende Maßnahmen zur vollständigen Ausschöpfung des vorhandenen Potenzials.

In der Potenzialanalyse werden einzelne Potenziale der Gebäudesanierung und die regenerative Strom- und Wärmeerzeugung im Gemarkungsgebiet untersucht. Eine potenzielle Senkung des Wärmebedarfes durch energetische Sanierung wird erfasst. Auf der Seite der Wärmeerzeugung werden Wärmeerzeugungsquellen sowie Abwärmepotenziale erhoben. Potenziale zur regenerativen Stromerzeugung sind Windenergie, Photovoltaik, Wasserkraft, Biomasse.

5.1 Potenziale für energetische Sanierung

Um die Klimaschutzziele Deutschlands und des Landes zu erreichen, sind umfassende Sanierungsmaßnahmen im Gebäudesektor zur Reduzierung des Wärmebedarfs nötig. Problematisch bei der Betrachtung einer Sanierungsquote ist insbesondere die Tatsache, dass es keine einheitliche Definition dieses Terminus gibt. So kann z.B. sowohl eine Teil- als auch eine Vollsanierung zu gleichen Anteilen in diese Quote eingehen. Des Weiteren wird teilweise auch der Heizungstausch als Sanierungsmaßnahme gerechnet. Im Folgenden wird für Gebäude des Wohnsektors das Sanierungspotenzial modellbasiert unter Nutzung von Gebäudetypen und -alter ermittelt. Diese basieren auf der Gebäudetypologie nach TABULA [5]. Derzeit beträgt die jährliche Sanierungsquote bundesweit ca. 1 %, ein Wert, der als deutlich zu niedrig angesehen wird [6].

Ein Sanierungspotenzial liegt aufgrund der älteren Bausubstanz nur in Bestandsgebäuden vor. Für Neubauten, mit einem Baujahr ab 2020, wird kein Einsparpotenzial durch Sanierung angenommen, da diese den neusten energetischen Sanierungsstandards entsprechen.

In Gewerbebetrieben und Industrie besteht oftmals ein Bedarf an Prozesswärme. Die Sanierung von Wohngebäuden wirkt sich ausschließlich auf die Reduktion der Heizwärme aus. Für Nichtwohngebäude wird eine Reduktion des Wärmebedarfs anhand von Reduktionsfaktoren berechnet in Anlehnung an eine Studie [7]. Es werden im Nichtwohnbereich folgende Einsparungen des gesamten Wärmebedarfs bis 2050 angenommen und entsprechend im Jahr 2040 interpoliert

- Gewerbe, Handel & Dienstleistungen: 37 % (geschätzte Sanierungsrate von ca. 1,5 %/a)
- Industrie: 29 % (geschätzte Sanierungsrate von ca. 1,2 %/a)
- Kommunale Liegenschaften: 33 % (geschätzte Sanierungsrate von ca. 1,3 %/a)

In Abbildung 18 ist zu sehen, wie sich das Reduktionspotenzial der Wärmeenergie auf die verschiedenen Gebäudesektoren aufteilt. Durch die große Anzahl der Wohngebäude ist bei den privaten Wohngebäuden das Potenzial zur Wärmeenergieeinsparung groß. Bei Industriegebäuden liegt ein Großteil des Potenzials zur Energieeinsparung in der Optimierung der Prozesse.

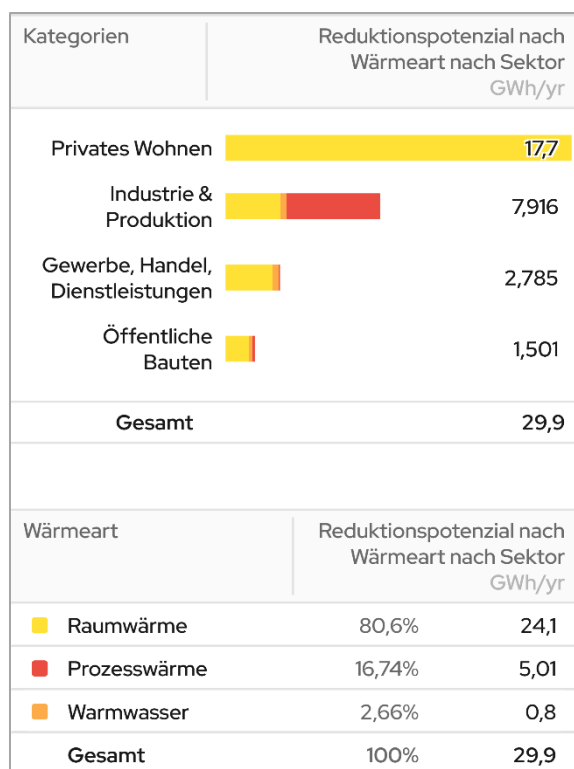


Abbildung 18: Energieeinsparpotenziale nach Sektoren

Die energetische Sanierung des Gebäudebestands stellt ein zentrales Element zur Erreichung der kommunalen Klimaziele dar. Die Untersuchung zeigt, dass durch eine vollständige Sanierung aller Gebäude im Projektgebiet eine Gesamtreduktion um bis zu ca. 30 GWh bzw. 38 % des Gesamtwärmebedarfs realisiert werden könnte. Erwartungsgemäß liegt der größte Anteil des Sanierungspotenzials bei Gebäuden, die bis 1978 erbaut wurden (siehe Abbildung 19).

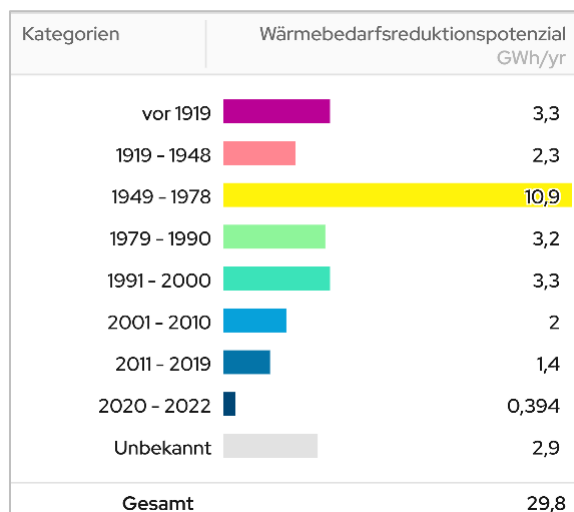


Abbildung 19: Reduktionspotenziale des gebäudebezogenen Wärmebedarfs nach Baualtersklassen

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 z.B. die Dämmung der Außenwände bzw. des Daches oder die Erneuerung der Fenster.

5.2 Lokale Potenziale zur Wärme- und Stromerzeugung

Die Vorgehensweise der Potenzialanalyse orientiert sich am Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung des Landes Baden-Württemberg [2]. Für die Erhebung des Potenzials wurden umfassende, öffentlich zugängliche Datenquellen, Studien und statistische Annahmen herangezogen. Außerdem wurden Experteninterviews und Umfragen durchgeführt.

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 tieferen Erdschichten zur Wärme- und Stromgewinnung
- Luftwärmepumpe: Nutzung der Umweltwärme der Umgebungsluft
- Gewässerwärmepumpe (Flüsse und Seen): Nutzung der Umweltwärme der Gewässer
- Abwärme aus Klärwerken: Nutzbare Restwärme aus Abwasserbehandlungsanlagen
- Industrielle Abwärme: Erschließbare Restwärme aus industriellen Prozessen.
- Kraft-Wärme-Kopplung: Nutzung von Strom und Wärme durch die Umstellung bestehender KWK-Anlagen auf erneuerbare Brennstoffe

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

5.3 Methodisches Vorgehen

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

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

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

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 KEA BW [2] fokussiert sich diese Analyse auf die Identifikation des technischen Potenzials (siehe Infobox - Definition von Potenzialen). Neben der technischen Realisierbarkeit sind auch ökonomische und soziale Faktoren bei der späteren Entwicklung spezifischer Flächen zu berücksichtigen. Es ist zu beachten, dass die KWP nicht den Anspruch erhebt, eine detaillierte Potenzialstudie zu sein. Tatsächlich wirtschaftliche und realisierbare Potenziale werden in nachgelagerten vertieften Analysen ermittelt.

Tabelle 1: Potenziale und Auswahl der wichtigsten Kriterien

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

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. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird das technische Potenzial zur Erschließung von erneuerbaren Energien ermittelt und analysiert. Durch Technologie-spezifische Kriterien wird in die folgenden Kategorien differenziert:

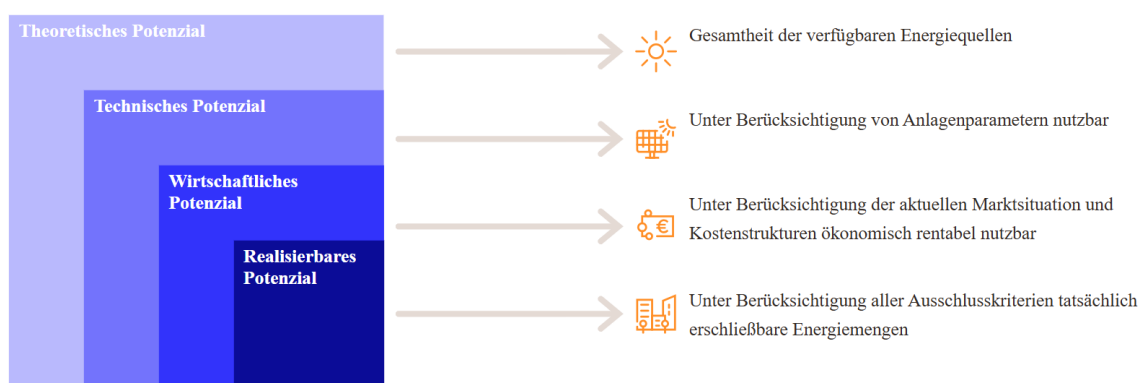
- **Bedingt geeignetes Potenzial:** Gebiet ist von weichen Ausschlusskriterien betroffen, z.B. Biosphärenreservat. Die Errichtung von Erzeugungsanlagen erfordert die Prüfung der Restriktionen sowie gegebenenfalls der Schaffung von Ausgleichsflächen.
- **Geeignetes Potenzial:** Gebiet ist weder von harten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

Wirtschaftliches Potenzial:

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

Realisierbares Potenzial:

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



5.4 Potenziale zur Stromerzeugung

Die Potenzialanalyse verdeutlicht, dass vielfältige Möglichkeiten zur lokalen Erzeugung von erneuerbarem Strom bestehen (siehe Abbildung 20). Nachfolgend werden die einzelnen Potenzialbereiche detailliert betrachtet.

Potenziale der Stromerzeugung	Potenziale der Stromerzeugung TWh/yr
Freiflächen PV 	1,6
PV Dach 	0,067
Biomasse 	0,022
Gesamt	1,7
Potenziale	Potenziale der Stromerzeugung TWh/yr
 Sehr wahrscheinlich geeignet	94,79% 1,6
 Wahrscheinlich geeignet	5,21% 0,09
Gesamt	100% 1,7

Abbildung 20: Erneuerbare Strompotenziale in Schwendi

5.4.1 Freiflächen und Dachflächen Photovoltaik

Mit Sonnenenergie lässt sich mittels Photovoltaikanlagen Strom erzeugen. Im Folgenden wird das Potenzial der Solarenergie sowohl auf Freiflächen als auch auf Dachflächen dargestellt.

Photovoltaik in der Freifläche

Das größte Potenzial für die Erzeugung erneuerbaren Stroms in Schwendi bietet die Photovoltaik auf Freiflächen mit rund 1.600 GWh pro Jahr. In Abbildung 21 werden die für PV-Freiflächenanlagen geeigneten Gebiete dargestellt. Für die Bewertung geeigneter Flächen werden insbesondere Naturschutzaspekte, Überschwemmungsgebiete, Hangneigungen und planerische Abstandsregelungen berücksichtigt. Darüber hinaus können regionale Vorranggebiete sowie weitere planerische Vorgaben die tatsächliche Erschließbarkeit von Freiflächen für Photovoltaik erheblich einschränken. Diese Aspekte wurden im Rahmen der Wärmeplanung bislang nicht vollständig berücksichtigt, da entsprechende Datensätze derzeit nicht vorliegen. Die Potenzialberechnung erfolgt durch eine optimale Platzierung der Module, wobei Verschattung und Sonneneinstrahlung einbezogen werden, um die jährlichen Volllaststunden und den Energieertrag je Gebiet zu bestimmen. Die technische Nutzbarkeit wird basierend auf Mindestvolllaststunden und dem Neigungswinkel des Geländes bewertet, um nur die geeigneten Flächen einzubeziehen. Hierbei werden Flächen mit mindestens 919 Volllaststunden als gut geeignet ausgewiesen. Ein großer Vorteil von PV-Freiflächen in Kombination mit großen Wärmepumpen ist, dass sich die Stromerzeugungsflächen nicht in unmittelbarer Nähe zur Wärmenachfrage befinden müssen und so eine gewisse Flexibilität in der Flächenauswahl möglich ist.

Darüber hinaus ist die Realisierung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen grundsätzlich gut möglich und bietet erhebliche Effizienzvorteile gegenüber der Biomasseproduktion. Die Flächeneffizienz liegt mit etwa 800 MWh pro Jahr rund 40-mal höher als bei der Biomasseproduktion, die durchschnittlich lediglich 20 MWh pro Jahr erzielt. Allerdings ist bei der Nutzung von Freiflächen die Konkurrenz zur landwirtschaftlichen Nahrungsmittelerzeugung zu berücksichtigen. Eine geeignete Lösung kann die

Implementierung von Agri-Photovoltaiksystemen darstellen, die eine kombinierte Nutzung für Energieerzeugung und Landwirtschaft ermöglichen.

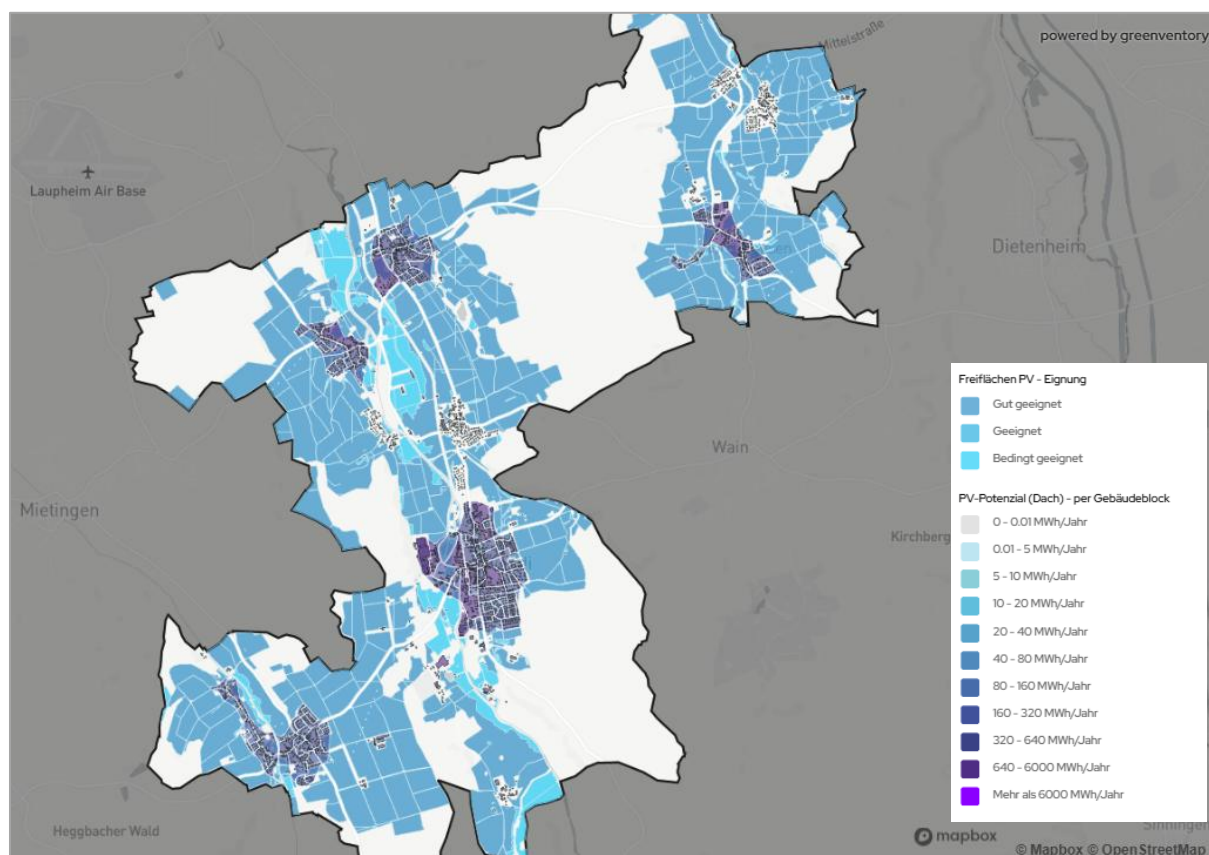


Abbildung 21: Photovoltaik-Potenzial auf der Dach- und in der Freifläche

Photovoltaik auf den Dachflächen

Das Potenzial für Photovoltaikanlagen (PV) auf Dachflächen fällt mit 67 GWh/a geringer aus als in der Freifläche (siehe Abbildung 21), bietet jedoch den Vorteil, dass es ohne zusätzlichen Flächenbedarf oder Flächenkonflikte ausgeschöpft werden kann. In der aktuellen Analyse wird davon ausgegangen, dass das Stromerzeugungspotenzial von Photovoltaik auf 50 % der Dachflächen von Gebäuden über 50 m² möglich ist [2]. Die jährliche Stromproduktion wird unter Annahme einer flächenspezifischen Leistung von 220 kWh/m²a berechnet. Im Vergleich zu Freiflächenanlagen ist allerdings mit höheren spezifischen Kosten zu kalkulieren. In Kombination mit Wärmepumpen ist das Potenzial von PV auf Dachflächen gerade für die Warmwasserbereitstellung im Sommer sowie die Gebäudeheizung in den Übergangszeiten interessant. In der Gemeinde Schwendi beträgt die derzeit installierte Photovoltaikleistung auf Dachflächen 12,5 MWp².

5.4.2 Windkraftpotenzial

Windkraftanlagen nutzen Wind zur Stromerzeugung. Potenzialflächen werden nach technischen und ökologischen Kriterien sowie Abstandsregelungen selektiert, wobei Gebiete mit mindestens 1.900 Volllaststunden als gut geeignet gelten. Die Potenzial- und Wirtschaftlichkeitsberechnung berücksichtigt lokale Windverhältnisse, Anlagentypen und erwartete Energieerträge. Laut dem Regionalplan Donau-Iller gibt es kein Potenzial für Windkraftanlagen in Schwendi. Grund hierfür ist die Stationierung von Heeresfliegern im nahegelegenen Militärflugplatz Laupheim.

² Marktstammdatenregister, Stand: 13.11.2025

5.5 Potenziale zur Wärmeerzeugung

Die Untersuchung der thermischen Potenziale zeigt verschiedene Optionen für die lokale dezentrale und zentrale Wärmeversorgung (siehe Abbildung 22). Damit die Erschließung großer Wärmquellen über ein Nahwärmenetz wirtschaftlich bleibt, sollte die Anlage in unmittelbarer Nähe zu Wohn- und Gewerbeflächen liegen. Für die Potenzialberechnungen von Solarthermie, Flusswasser und oberflächennaher Geothermie wird dabei ein maximaler Abstand von 1.000 m zu Siedlungsflächen zugrunde gelegt. Sofern keine weiteren Restriktionen vorliegen, sind Flächen mit einem Abstand von 200 m zu Siedlungen gut geeignet. Ein weiterer wichtiger Aspekt, der in der Betrachtung der erhobenen Potenziale Berücksichtigung finden muss, ist das Temperaturniveau des jeweiligen Wärmeerzeugers. Das Temperaturniveau hat einen signifikanten Einfluss auf die Nutzbarkeit und Effizienz von Wärmeerzeugern, insbesondere Wärmepumpen. Des Weiteren gilt es zu berücksichtigen, dass die meisten hier genannten Wärmeerzeugungspotenziale eine Saisonalität aufweisen, sodass Speicherlösungen und Redundanzen für die bedarfsgerechte Wärmebereitstellung bei der an die Wärmeplanung anschließenden, vertiefenden Planung mitberücksichtigt werden sollten. Im Folgenden werden die einzelnen Potenzialbereiche detailliert betrachtet.

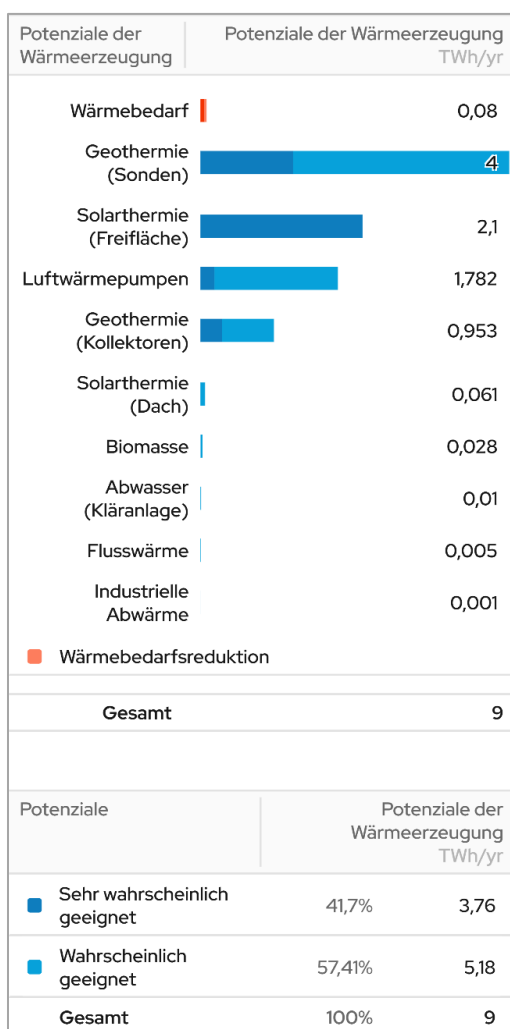


Abbildung 22: Erneuerbare Wärmepotenziale in Schwendi

5.5.1 Oberflächennahe Geothermie

Wärmepumpen sind eine etablierte und unter geeigneten Bedingungen hocheffiziente Technologie zur Wärmeerzeugung. Sie entziehen Wärme aus einer Quelle wie Luft, Wasser oder Erde und heben diese mithilfe eines Kältemittelkreislaufs auf ein höheres Temperaturniveau, um Gebäude zu heizen oder Warmwasser bereitzustellen.

Erdwärmesonden

Die oberflächennahe Geothermie mittels Sonden weist im Projektgebiet das höchste Potenzial auf und könnte jährlich bis zu 4.000 GWh bereitstellen. Diese Technologie nutzt die konstanten Temperaturen des Erdreichs bis in 100 Meter Tiefe, wobei Erdwärmesonden in Kombination mit Wärmepumpen zur effizienten Wärmeengewinnung eingesetzt werden. Bei der Potenzialermittlung werden spezifische geologische Gegebenheiten berücksichtigt, sowohl Wohn- als auch Gewerbegebiete fließen in die Analyse ein. Gewässer und Schutzzonen bleiben dabei außen vor. Die Potenziale einzelner Bohrungen werden anhand definierter Kennzahlen abgeschätzt.

In Abbildung 23 ist zu sehen, dass in einem großen Gebiet in Schwendi eine Begrenzung der Bohrtiefe vorliegt. Das bedeutet, dass Geothermiesonden nicht tiefer als 50 m in die Erde ragen können und damit auch weniger Wärmeleistung entnommen werden kann. Niedrigere Sonden oder Erdwärmekollektoren können in diesem Gebiet ohne Einschränkung genutzt werden.

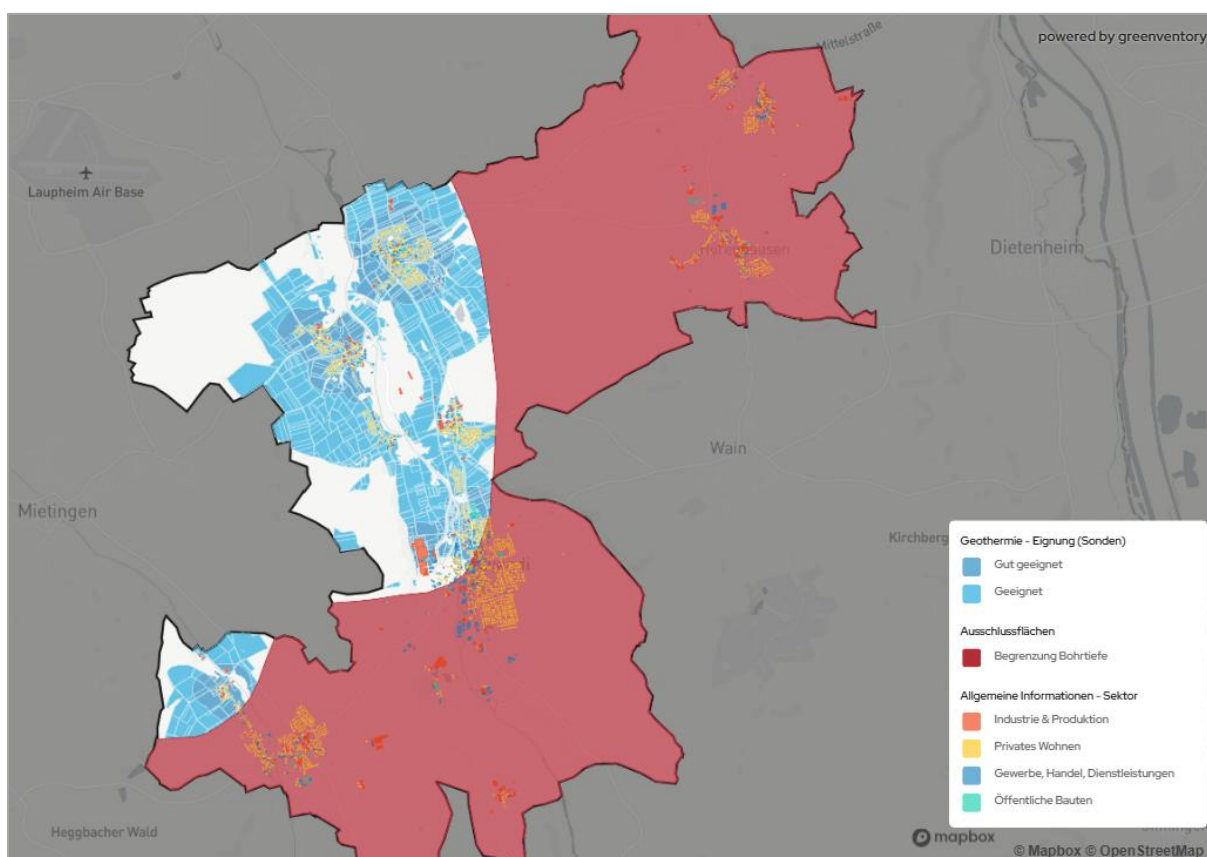


Abbildung 23: Potenzial für Geothermie-Sonden

Erdwärmekollektoren

Erdwärmekollektoren stellen eine Alternative zu Erdwärmesonden dar – sie werden typischerweise als horizontaler Wärmeüberträger in Tiefen von 1 – 1,5 m und damit unterhalb der Frostgrenze im Erdreich installiert. Diese Fläche darf im Anschluss nicht bebaut oder anderweitig versiegelt werden. Aufgrund der geringeren Umgebungstemperaturen in dieser Tiefe haben Erdwärmekollektoren einen deutlich höheren Platzbedarf als Erdwärmesonden, um den Wärmebedarf eines Gebäudes zu decken. Dieser variiert je nach Bodentyp und seiner Beschaffenheit [8].

Potenziale für Erdwärmekollektoren sind jeweils im direkten Umfeld der Gebäude vorhanden. Erdwärmekollektoren sind Wärmetauscher, die wenige Meter unter der Erdoberfläche liegen. Sie nutzen die konstante Erdtemperatur, um über ein Rohrsystem mit Wärmeträgerflüssigkeit Wärme zu einer Wärmepumpe zu leiten. Dort wird die Wärme für die Beheizung von Gebäuden oder Warmwasserbereitung aufbereitet. In Abbildung 24 ist das Potenzial für die Installation von Erdkollektoren in Schwendi

dargestellt. Nahezu alle unversiegelten Flächen sind für Erdkollektoren nutzbar. Es eignen sich hierfür auch kleinere freie Flächen in Siedlungsgebieten. Flächenkollektoren sind unter der Oberfläche eingebaut, sodass die oberirdische Nutzung nicht eingeschränkt wird. Die Fläche kann weiterhin als Garten, Wiese oder sogar landwirtschaftlich verwendet werden.

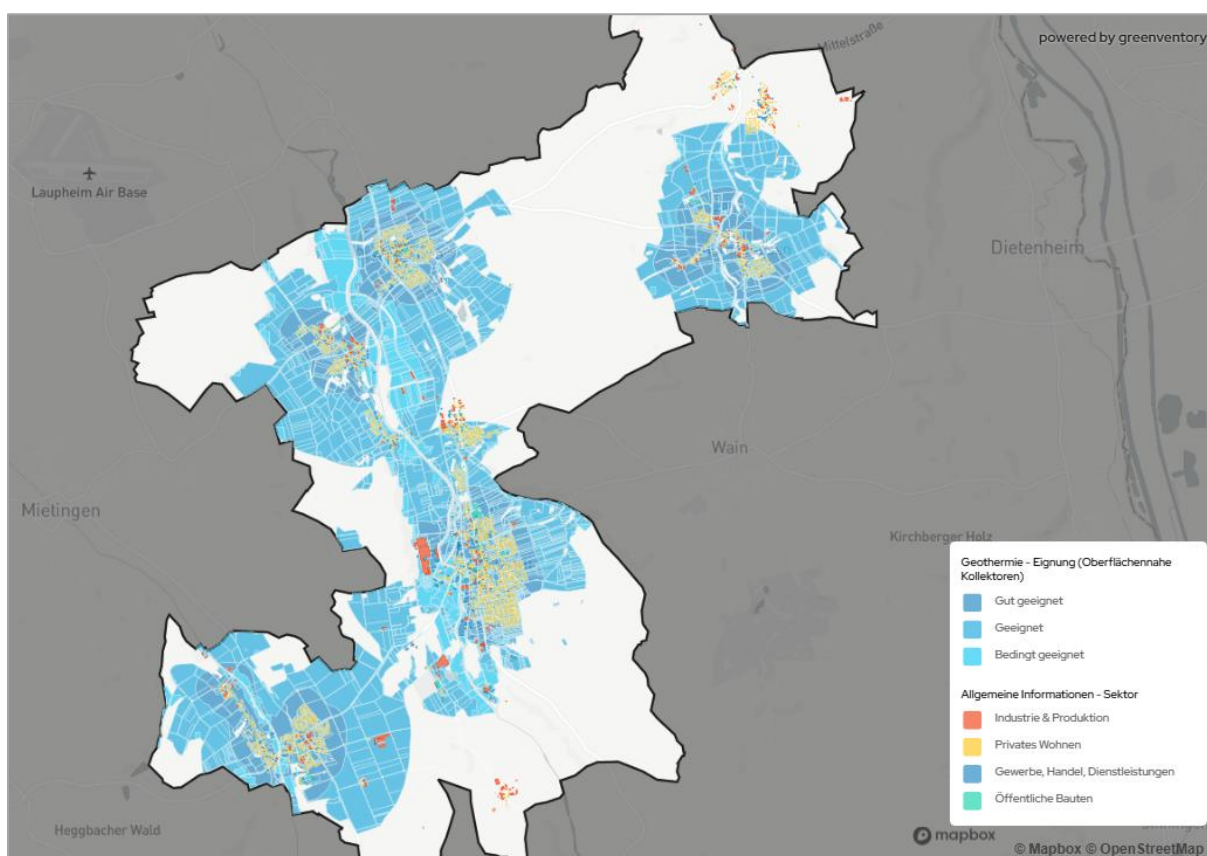


Abbildung 24: Potenzial für Erdwärme-Kollektoren

Grundwasser

Grundwasser stellt aufgrund seines ganzjährig gleichbleibenden Temperaturniveaus ein effizientes Potenzial zur Gebäudebeheizung dar. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung kann dieses aber nicht gesamtheitlich für das Gemarkungsgebiet betrachtet werden. Stattdessen bedarf es punktueller Untersuchungen und hydrogeologischer Gutachten, in welchen die möglichen Auswirkungen von zu erbauenden Grundwasserbrunnen auf das umgebende Ökosystem oder bestehende Anlagen erörtert werden.

5.5.2 Umgebungsluft

Die Umgebungsluft stellt eine grundsätzlich ortsunabhängig verfügbare Quelle für Umweltwärme dar, welche mittels einer Wärmepumpe einfach genutzt werden kann. Wärmepumpen mit der Wärmequelle Außenluft erfordern den geringsten technischen Aufwand und sind fast an jedem Standort einsetzbar. Bei diesen Systemen wird der Außenluft Wärme entzogen. Je niedriger die Wärmequellentemperatur, desto niedriger die Effizienz (d. h., die Arbeitszahl sinkt und der Strombedarf steigt), was im Winter öfter vorkommt. Die KEA BW weist daher im Leitfaden zur kommunalen Wärmeplanung darauf hin, dass andere Quellen der Umweltwärme, wie z.B. Sole oder Wasser, deutlich effizienter zu nutzen sind. Luftwärmepumpen sollten also nur dort installiert werden, wo „keine netzgebundene Versorgung auf Basis erneuerbarer Energien technisch-wirtschaftlich realisierbar ist (Einzelversorgungsgebiete) und [...] keine oberflächennahe geothermische Wärmequelle erschlossen werden kann“ [2]. Weiterhin ist ein ausreichender Platzbedarf für die Aufstellung der Außeneinheit einer Wärmepumpe notwendig. Ebenso spielen Anforderungen an den Lärmschutz bei der Aufstellung der Außeneinheit eine Rolle.

Das Potenzial der Luftwärmepumpen (in Summe 1.782 GWh/a) ergibt sich jeweils im direkten Umfeld der Gebäude. Luftwärmepumpen haben für die zukünftige Wärmeversorgung daher ein sehr großes Potenzial. Dieses ist besonders groß für Ein- und Zweifamilienhäuser sowie kleinere bis mittlere Mehrfamilienhäuser. Im Vergleich zu Erdwärmekollektoren können Luftwärmepumpen auch in Gebieten ohne große Flächenverfügbarkeit genutzt werden.

5.5.3 Dach- und Freiflächen Solarthermiepotezial

Solarthermie ist eine Technologie, die die Energie der Sonnenstrahlung nutzt, um durch speziell entwickelte Solarkollektoren Wärme zu erzeugen. Diese erzeugte Wärme wird über ein effizientes Verteilsystem weitergeleitet, sodass sie zur Deckung des Wärmebedarfs in verschiedenen Anwendungen, wie etwa der Warmwasserbereitung oder Raumheizung, eingesetzt werden kann.

Solarthermie in der Freifläche

Solarthermie auf Freiflächen stellt mit einem Potenzial von 2.100 GWh/a die zweitgrößte Ressource in Schwendi dar. Geeignete Flächen werden nach technischen Anforderungen und unter Berücksichtigung weiterer Restriktionen wie Naturschutz und baulicher Infrastruktur ausgewählt, wobei Flächen unter 500 m² ausgeschlossen werden. Die Potenzialberechnung basiert auf einer angenommenen Leistungsdichte von 3.000 kW/ha und berücksichtigt Einstrahlungsdaten sowie mittels eines Reduktionsfaktors für den Jahresenergieertrag auch Verschattung. Bei der Planung und Erschließung von Solarthermie sind jedoch Flächenverfügbarkeit und Anbindung an Wärmenetze zu berücksichtigen. Flächen, die mehr als 1 Kilometer von bestehenden Siedlungsgebieten entfernt liegen, werden aufgrund der großen Distanz zu potenziellen Wärmenetzanschlüssen nicht in Betracht gezogen. Gegebenenfalls sollten geeignete Flächen für die Wärmespeicherung (eine Woche bis zu mehreren Monaten je nach Einbindungskonzept) vorgesehen werden. Zwischen Solarthermie- und PV-Freiflächenanlagen gibt es zudem eine Flächenkonkurrenz. In Abbildung 25 ist das Solarthermie-Potenzial für die Freifläche und die Dächer von Schwendi zu sehen.

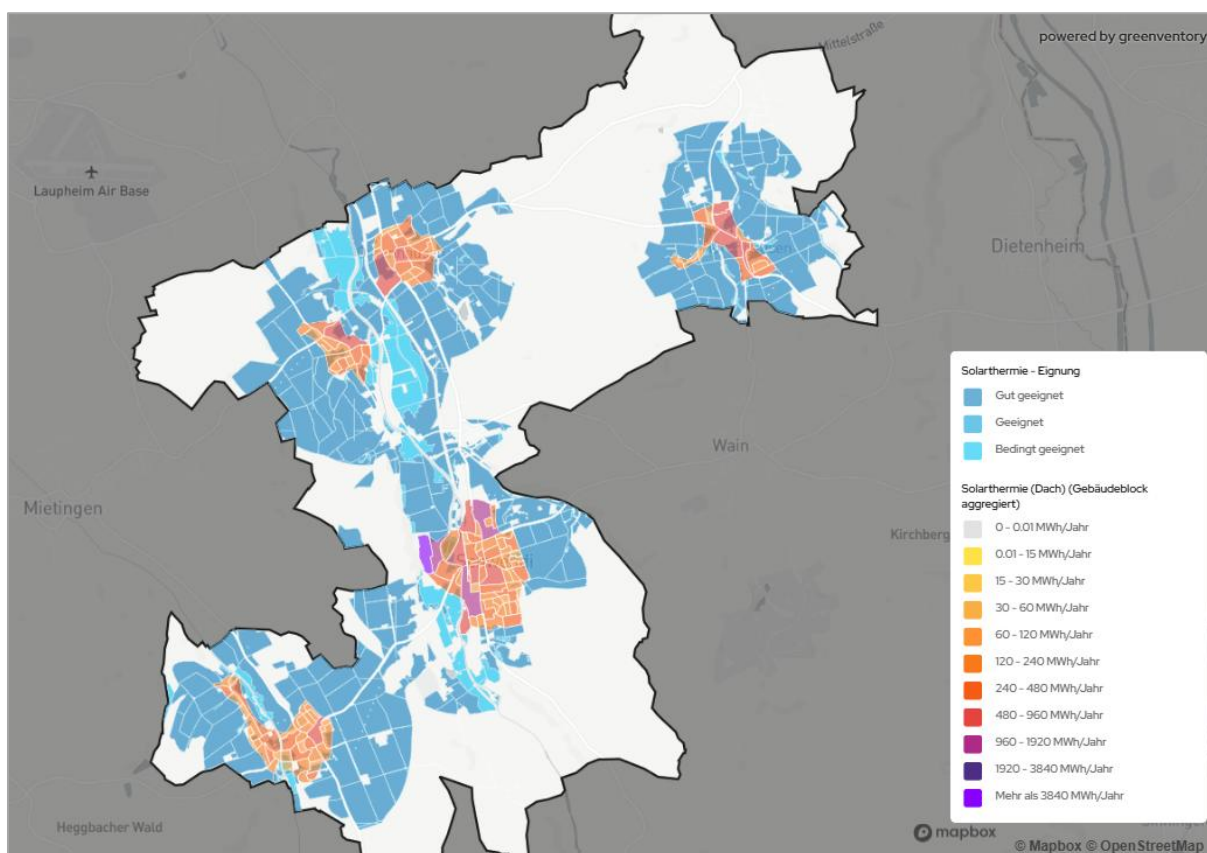


Abbildung 25: Solarthermie-Potenzial auf den Dach- und in der Freifläche

Solarthermie auf Dachflächen

Zur Bestimmung des solarthermischen Wärmeerzeugungspotenzials von Dachflächen wird auf Grundlage der Methodik der KEA-BW angenommen, dass 25 % des bestehenden Dachflächenpotenzials bei einer Mindestfläche von 50 m² zur Wärmeerzeugung genutzt werden. Als flächenspezifische Leistung werden 400 kWh/m² bei Annahme einer durchschnittlichen Volllaststundenzahl zugrunde gelegt. Das damit erschließbare Wärmepotenzial beträgt laut der durchgeführten Hochrechnung 61 GWh/a und konkurriert direkt mit den Potenzialen für Photovoltaik-Anlagen auf Dächern. Eine Kombination der beiden Systeme (Photovoltaik und Solarthermie) ist durch den Einsatz von PVT-Modulen möglich.

5.5.4 Potenzial Oberflächengewässer

Während der Wärmeplanung wird in den Kommunen auch das Potenzial in Oberflächengewässern untersucht. Die Wärme kann hier über Wärmetauscher aus dem Wasser entzogen und mittels Wärmepumpen zur Beheizung oder Kühlung von Gebäuden genutzt werden. Oberflächengewässer sind sowohl Flüsse als auch Seen. Gemäß Handlungsleitfaden für die kommunale Wärmeplanung der KEA-BW können „bei geeigneten Durchflussmengen/Reservoirgrößen und Tiefe der Entnahme/Rückgabe in Seen erhebliche technische Potenziale bestehen“ [2]. Die Wärmenutzung der größeren Gewässer kann dabei einen relevanten Beitrag für eine klimaneutrale Wärmenutzung einzelner Quartiere liefern.

Das Potenzial für die Nutzung der Abwärme aus Gewässern im Projektgebiet ist mit 5 GWh/a gering (siehe Abbildung 26). Als Wärmequelle dient der Fluss Rot, der sich von Süden nach Norden durch das Gemeindegebiet schlängelt und schließlich bei Dellmensingen in die Donau mündet. Für die Nutzung von Fließgewässern als Wärmequelle müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein. Dazu zählen ein Trockenwetterabfluss von mehr als 500 Litern pro Sekunde sowie eine minimale mittlere Flusstemperatur von 4 °C. Nach Angaben der LUBW Baden-Württemberg erfüllt die Rot diese Anforderungen weitgehend: Der Mittelwert des niedrigsten jährlichen Abflusses beträgt 1.030 l/s und liegt damit über dem erforderlichen Mindestwert. Die Minimaltemperatur unterschritt seit 2019 lediglich zweimal die Grenze von 4 °C – im Januar 2023 mit 3,5 °C und im Januar 2024 mit 2,5 °C. Damit ist der Fluss Rot grundsätzlich als Wärmequelle geeignet.

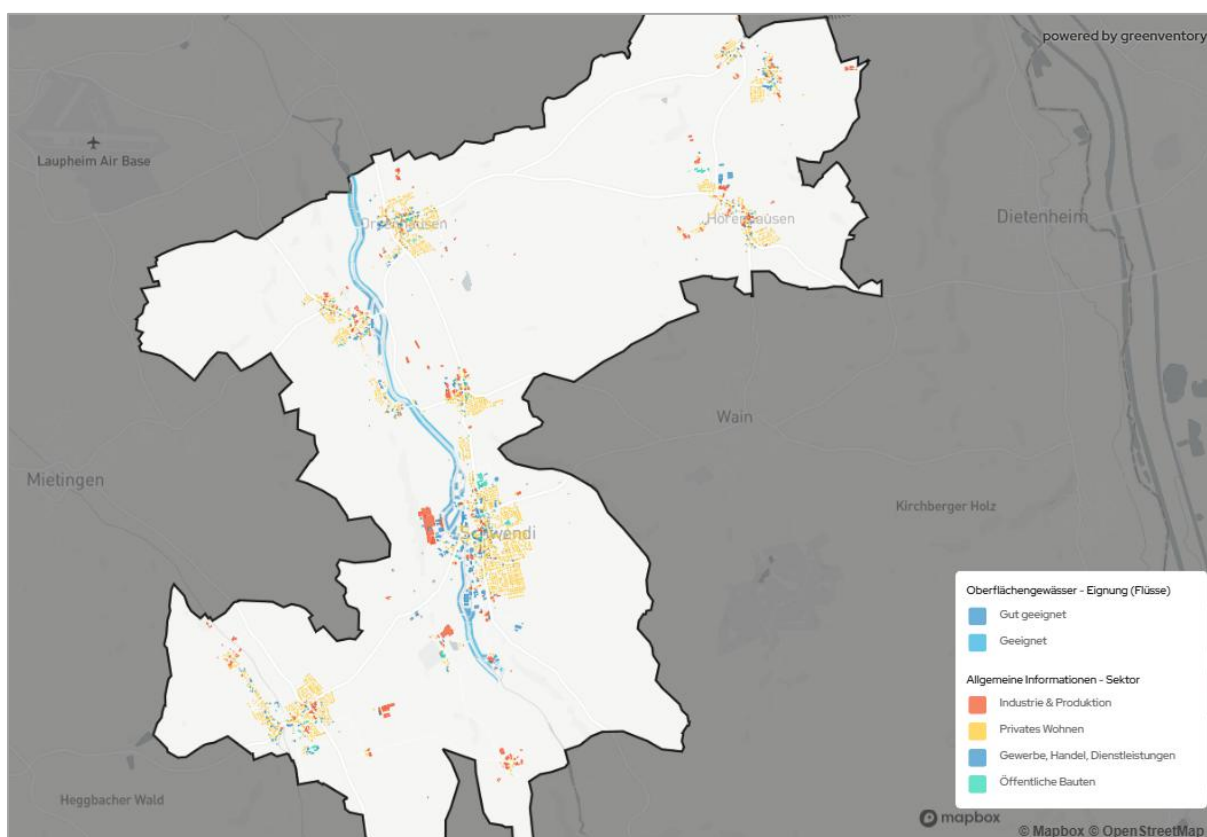


Abbildung 26: Flusswärmepotenzial der Rot in Schwendi

5.5.5 Potenzial der Abwärme aus Abwasser

Das kommunale Abwasser stellt eine Wärmequelle dar, die durch den Einsatz innovativer Technologien genutzt werden kann. Mithilfe spezieller Abwasserwärmetauscher lässt sich dem Abwasser entlang seiner Fließrichtung Wärme entziehen, die anschließend mittels einer Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau gebracht wird. Dadurch ist es möglich, Wärme mit einem ausreichenden Temperaturniveau über ein Nahwärmenetz bereitzustellen, was sowohl ökologisch als auch ökonomisch von Vorteil ist.

Damit eine effiziente Nutzung von Abwasserwärme möglich wird, müssen bestimmte technische Voraussetzungen erfüllt sein. Laut dem KEA-Leitfaden sind Abwasserkanäle mit einer Mindestnennweite von DN 400 relevant. Zusätzlich sollte der Trockenwetterabfluss im Tagesmittel mindestens 10 bis 15 Liter pro Sekunde betragen [2]. Auch die Temperatur des Abwassers spielt eine entscheidende Rolle: Sie darf selbst in den Wintermonaten keinesfalls unter 10°C fallen. Darüber hinaus sollte der Kanal ein Gefälle von mindestens 1 Promille aufweisen, um die Voraussetzungen für eine Wärmenutzung per Wärmetauscher zu gewährleisten. Erfahrungen aus der Praxis zeigen jedoch, dass größere Kanäle mit einer Nennweite von mindestens DN 800 bevorzugt werden [4]. Diese bieten ausreichend Platz für die Installation der Abwasserwärmetauscher und erleichtern deren Einbau sowie langfristige Wartung. Solche Kanäle eignen sich daher besonders gut für die Abwasserwärmenutzung, welche eine nachhaltige und energieeffiziente Wärmebereitstellung ermöglicht.

In Schwendi gibt es drei Kläranlagen:

- Kläranlage Schönebürg: der durchschnittliche gesicherte Trockenwetterabfluss beträgt hier 15 l/s. Dies bedeutet eine nutzbare Entzugsleistung bei 3 K Abkühlung von ca. 700 kW. Der Durchfluss der Abwassersammler vor dem Klärwerk ist jedoch zu gering für eine Abwärmenutzung
- Kläranlage Weihungszell: der durchschnittliche Trockenwetterabfluss beträgt hier 12,5 l/s. Dies bedeutet eine nutzbare Entzugsleistung bei 3 K Abkühlung von ca. 155 kW. Auch hier ist der Durchfluss der Abwassersammler vor dem Klärwerk zu gering für eine Abwärmenutzung
- AZV Rottal – Kläranlage Burgrieden: aufgrund der kleingliedrigen Ortstruktur und der Lage der Kläranlage außerhalb der Gemarkung Schwendi ist diese Kläranlage ebenfalls nicht für einen Wärmeentzug nutzbar

5.5.6 Industrielles Abwärmepotenzial

Im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung wurde im Frühjahr 2025 eine Unternehmensumfrage im Gemeindegebiet durchgeführt. Ziel dieser Umfrage war es, die lokalen Akteure aus Industrie und Gewerbe aktiv in das Projekt einzubinden. Die Umfrage stellte somit einen bedeutenden Bestandteil der Akteursbeteiligung dar. Die Befragung konzentrierte sich auf die Erfassung von Energieverbrauchsdaten der Unternehmen sowie auf die mögliche Identifikation von Abwärmepotenzialen aus Produktionsprozessen. Hierbei wurden gezielt Abwärmequellen sowie deren zeitliche Verfügbarkeit abgefragt. Sofern den Unternehmen entsprechende Werte vorlagen, konnten durch die Umfrage die jährlichen Abwärmemengen und -leistungen genauer quantifiziert werden.

Insgesamt beteiligten sich neun Unternehmen an der Umfrage. Davon gaben fünf Unternehmen an, dass in ihrem Produktionsprozess Abwärme entsteht mit einer Gesamtmenge von 1,7 GWh. Die Menge und das Temperaturniveau der Abwärme unterscheiden sich in den verschiedenen Unternehmen. Teilweise ist die Menge hoch, so dass sich eine Betrachtung des Abwärmepotenzials lohnt. Da die Verfügbarkeit der Abwärme tageszeitlich und saisonal schwankt, müssen Speicherlösungen und Redundanzen für die bedarfsgerechte Wärmebereitstellung bei der Untersuchung mitberücksichtigt werden. Aus datenschutzrechtlichen Gründen werden die einzelnen Unternehmen jedoch nicht näher benannt.

5.5.7 Potenzial für eine lokale Wasserstoffherzeugung

Die lokale Erzeugung von Wasserstoff zur Wärmeherzeugung wird aufgrund der zum heutigen Tag geringen lokalen Verfügbarkeit von Überschussstrom nicht weiter betrachtet. Bei sich ändernden

Rahmenbedingungen kann die lokale Wasserstoffherzeugung im Rahmen der Fortschreibung in die kommunale Wärmeplanung aufgenommen werden.

5.6 Biomasse Potenziale

Biomasse umfasst alle organischen Stoffe, die für Energiegewinnung genutzt werden können. Die Stoffe stammen aus der Land-, Forst- oder Abfallwirtschaft. Die Biomasse kann je nach Technik vielseitig als Energieträger eingesetzt werden, um Biogas, Strom und Wärme zu erzeugen, oder sie kann in Kraftstoff umgewandelt werden. Schwerpunkt der Potenzialanalyse der Biomasse ist die Ermittlung des Potenzials von Biomethan zur Strom- und Wärmeerzeugung sowohl in bestehenden Biogas- und KWK-Anlagen als auch aus in der Gemarkung anfallenden biogenen Reststoffen. Die Ermittlung des Potenzials der holzartigen, gasförmigen Biomasse und Abfälle orientiert sich am Handlungsleitfaden der kommunaler Wärmeplanung der KEA BW. Es wurden sämtliche potenziell nutzbaren Biomassepotenziale ermittelt, einschließlich der Potenziale auf landwirtschaftlichen Flächen (z. B. Grassilage, methanertragsreiche Energiepflanzen wie durchwachsene Silphie oder Mais sowie thermisch verwertbare Potenziale aus der Strohernte). Diese theoretischen Potenziale sind in Kapitel 0 und 5.5 übersichtlich dargestellt. Aufgrund der bestehenden Flächenkonkurrenzen – insbesondere mit Nahrungs- und Futtermittelproduktion sowie anderen landwirtschaftlichen Nutzungen – spielen diese Potenziale für das Zielszenario jedoch nur eine untergeordnete Rolle. Maßgeblich relevant sind vor allem die Potenziale aus fester Biomasse und organischen Abfällen, die in den folgenden Kapiteln erläutert werden.

5.6.1 Feste Biomasse

Unter fester Biomasse können Potenziale des lokalen Energieholz- und Restholzaufkommens, beispielsweise aus Industrie oder Grüngutabfällen wie Landschaftspflegeholz, zusammengefasst werden. In Schwendi stehen jährlich etwa 2.870 MWh Energie aus Waldrestholz zur Verfügung. Zusätzlich können rund 290 MWh pro Jahr aus Grünschnitt der Landschaftspflege energetisch genutzt werden. In Tabelle 2 ist das für Schwendi ermittelte Biomassepotenzial zusammengefasst. Die Daten für diese Tabelle stammen aus dem Forstamt und dem Landratsamt.

Tabelle 2: Biomassepotenziale in Schwendi

Lokale Biomasse	Energiewert in MWh/a
Kommunales Waldrestholz	2.870
Grünschnitt aus Landschaftspflege	290

5.6.2 Organische Abfälle

Zu den organischen Abfällen zählen biogene Materialien wie Haushaltsbiomüll und Grünabfälle. Diese können in einer Biomassevergärungsanlage zu Biogas verarbeitet werden, das anschließend in einem Blockheizkraftwerk zur Erzeugung von Wärme und Strom genutzt wird. In Schwendi stehen hierfür jährlich rund 580 MWh Bioabfälle (siehe Tabelle 3) zur Verfügung, die entweder vergärt oder kompostiert werden.

Tabelle 3: Organische Abfälle Schwendi

Lokale Biomasse	Energiewert in MWh/a
Bioabfälle	580

5.7 Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen

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

In der Gemeinde Schwendi sind zwei BHKWs bei den beiden Biogasanlagen vorhanden. Diese beiden Anlagen und weitere kleine KWK-Anlagen sind in Abbildung 27 dargestellt. Auf Basis der Datengrundlage aus dem Marktstammdatenregister haben die KWK-Anlagen in Schwendi eine thermische Leistung von ca. 6,9 MW und eine elektrische von 3,6 MW. Langfristig kann davon ausgegangen werden, dass die kleinen KWK-Anlagen einen sehr geringen Beitrag zur Wärmeversorgung leisten werden. Darüber hinaus müssen die vorhandenen KWK-Anlagen, die fossile Brennstoffe nutzen, auf erneuerbare Energieträger, wie z.B. grüne Gase, umgestellt werden.

In Schwendi liegen zwei Biogasanlagen (siehe Abbildung 27). Im Ortsteil Orsenhausen liegt die bereits beschriebene Biogasanlage. Sie umfasst zwei BHKWs mit insgesamt 2,4 MWth und versorgt bereits ein Wärmenetz (siehe Kapitel 4.7). Im Ortsteil Sießen / Hörenhausen liegt eine zweite Biogasanlage mit einer BHKW-Leistung von 1,5 MWth. Hier bestehen bereits erste Überlegungen im angrenzenden Ortsteil ein Wärmenetz zu versorgen. Beide Biogasanlagen werden mit Biomasse der Eigentümer-Landwirte gespeist.

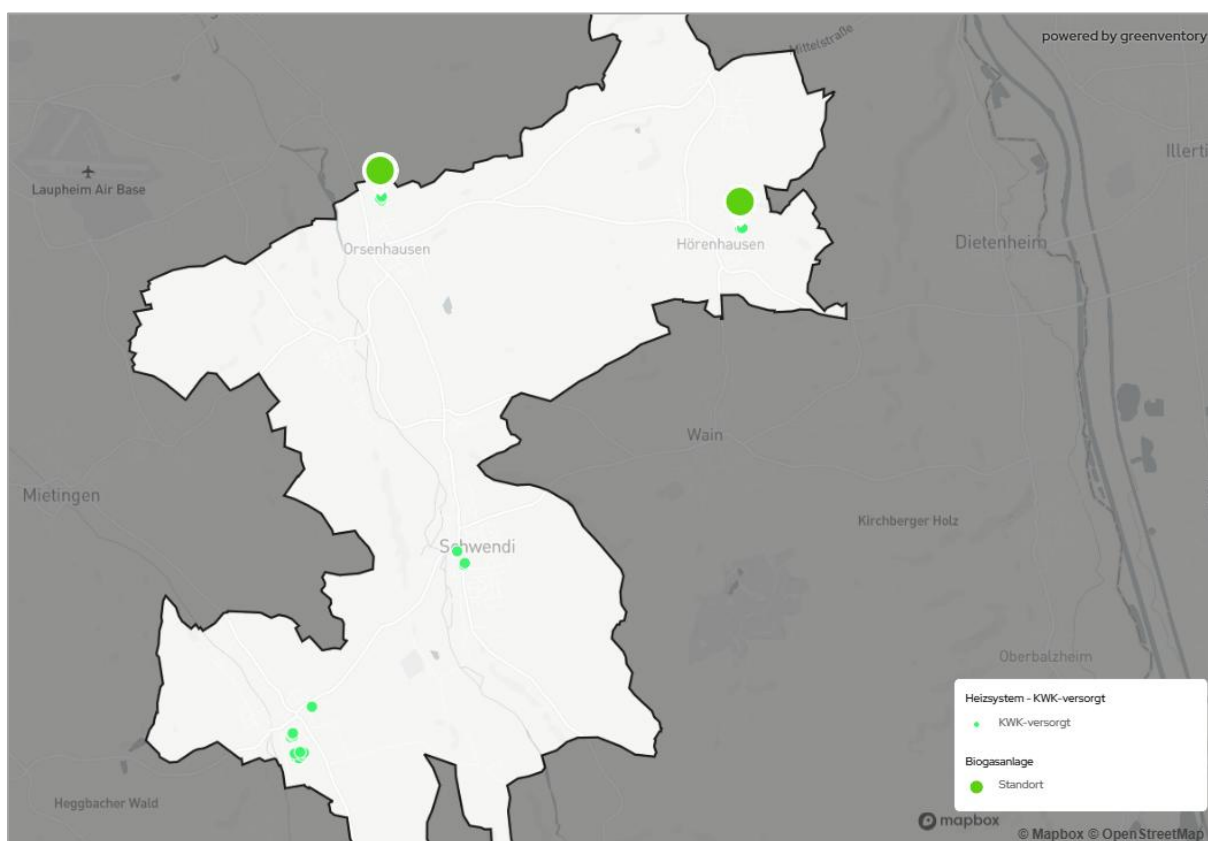


Abbildung 27: Vorhandene Biogas- und KWK-Anlagen in Schwendi

5.8 Zusammenfassung Potenzialanalyse

In der Potenzialanalyse wurden verschiedene Potenziale zur Strom- und Wärmeversorgung erfasst und gemeinsam betrachtet, da künftig mit einer stärkeren Elektrifizierung des Wärmesektors zu rechnen ist. Die energetische Sanierung stellt einen ersten Baustein der Wärmewende dar. Im Gemeindekern liegt das größte Potenzial in der Gebäudesanierung mit einem Schwerpunkt auf den kommunalen Liegenschaften

und Wohngebäuden. Besonders Gebäude, die bis 1978 erbaut wurden, bieten ein hohes Einsparpotenzial durch Sanierung. Im gesamten Gemeindegebiet könnten im Jahr 2040 bei einer maximalen Sanierungsquote rund 30 GWh weniger Wärmebedarf anfallen als im Basisjahr. Dies entspricht einem Rückgang von etwa 37 % des derzeitigen Gesamtwärmebedarfs.

Die Potenziale für eine erneuerbare Wärmeversorgung sind räumlich heterogen verteilt: Im Projektgebiet dominieren auf Dachflächen die Potenziale der Solarthermie. An den Rändern der Kommune sind es die Erdwärmekollektoren bzw. -sonden und Solarthermie-Freiflächenanlagen. Die Solarthermie auf Freiflächen erfordert trotz hohem Potenzial eine sorgfältige Planung hinsichtlich der Flächenverfügbarkeit, Flächen zur Wärmespeicherung sowie der Flächenkonkurrenz mit Agrarwirtschaft und Photovoltaik. Die Erschließung dieser Potenziale ist bei der detaillierten Prüfung der Wärmenetzeignungsgebiete im Anschluss an die Wärmeplanung zu prüfen. Wichtige Wärmequellen ergeben sich durch die Nutzung von Aufdach-PV in Kombination mit Wärmepumpen, Geothermie, Solarthermie, Biomasse, industrielle Abwärme und der Möglichkeit eines teilweisen Anschlusses an das Wärmenetz.

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

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

6 Zielszenario und Eignungsgebiete

Auf Basis der Bestandsaufnahme, der Potenzialanalyse und der Entwicklung des Wärmebedarfes bis 2040 werden nun Zielszenarien entwickelt. Diese Szenarien beschreiben wie der verbleibende Wärmebedarf nach energetischen Sanierungsmaßnahmen vollständig durch erneuerbare Energien und Abwärme gedeckt werden kann. Dafür werden die im Rahmen der Potenzialanalyse ermittelten Quellen für Wärme mit den verbliebenen Wärmebedarfen zusammengeführt. Darauf aufbauend werden die Eignungsgebiete für eine zentrale und dezentrale Wärmeversorgung ausgewiesen. Zudem werden die Auswirkungen der Transformation des Wärmesektors auf den Stromsektor und die Gasnetze skizziert.

6.1 Klimaneutrales Zielbild

Die klimaneutrale Wärmeerzeugung 2040 wird sowohl durch die kontinuierliche Steigerung der Energieeffizienz, Umsetzung der Einsparpotenziale von Gebäuden als auch durch die Umstellung der fossilen Wärmeerzeuger auf regenerative Energieerzeugung erreicht.

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

Wo können künftig Wärmenetze liegen?

- Wie kann die Wärme für diese Netze treibhausgasneutral erzeugt werden?
- Wie viele Gebäude müssen bis zur Zielerreichung energetisch saniert werden?
- Wie erfolgt die Wärmeversorgung für Gebäude, die nicht an ein Wärmenetz angeschlossen werden können?

Die Erstellung des Zielszenario erfolgt in drei Schritten:

- Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs mittels Modellierung
- Identifikation geeigneter Gebiete für Wärmenetze
- Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgung

Zu beachten ist, dass das Zielszenario die Technologien zur Wärmeerzeugung nicht verbindlich festlegt, sondern vielmehr als Orientierung für die strategische Infrastrukturentwicklung dient. Die Umsetzung dieser Strategie hängt von zahlreichen Faktoren ab, etwa der technischen Machbarkeit der einzelnen Projekte, den lokalen politischen Rahmenbedingungen, der Bereitschaft der Gebäudeeigentümer zu Sanierungsmaßnahmen und einem Heizungstausch sowie dem Erfolg bei der Kundengewinnung für Wärmenetze.

6.2 Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs

In Kapitel 5.1 wurde erläutert, wie die zukünftige Wärmebedarfsentwicklung in Schwendi unter Berücksichtigung einer prozentualen Sanierungsquote abgebildet werden kann. Im Zielszenario wurde für Wohngebäude eine Sanierungsrate von 1 % pro Jahr mit der Gemeinde abgestimmt und angenommen. Unter Berücksichtigung festgelegten Sanierungs- und Bedarfsreduktionsraten lässt sich ein möglicher Entwicklungspfad des Gesamtwärmebedarfs bis zum Jahr 2040 ableiten.

Abbildung 28 zeigt den Effekt der Sanierung auf den zukünftigen Wärmebedarf. Aktuell liegt der Wärmebedarf in Schwendi bei 80 GWh/a. Für die Zwischenjahre 2030 und 2035 ergibt sich ein Wärmebedarf 75 GWh und 71 GWh. Für das Zieljahr 2040 reduziert sich der Wärmebedarf durch fortschreitende Sanierungen weiter, sodass der jährliche Wärmebedarf noch 70 GWh beträgt. Dies entspricht einer Minderung um 12,5 % gegenüber dem Basisjahr (80 GWh).

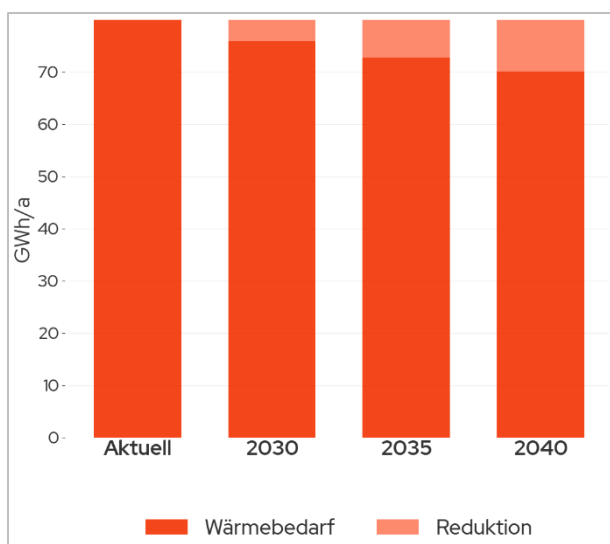


Abbildung 28: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion

6.3 Wärmebedarfsdichte im Zieljahr 2040

Basierend auf der angenommenen Sanierungsrate von 1 % und der daraus resultierenden Reduktion des Wärmebedarfs lässt sich eine prognostizierte Wärmeliniedichte für das Jahr 2040 ableiten. Diese dient in der anschließenden Festlegung der Eignungsgebiete dazu, bei der Empfehlung von Wärmenetzungsgebieten sicherzustellen, dass diese auch künftig trotz sinkenden Wärmeverbrauchs wirtschaftlich betrieben werden können.

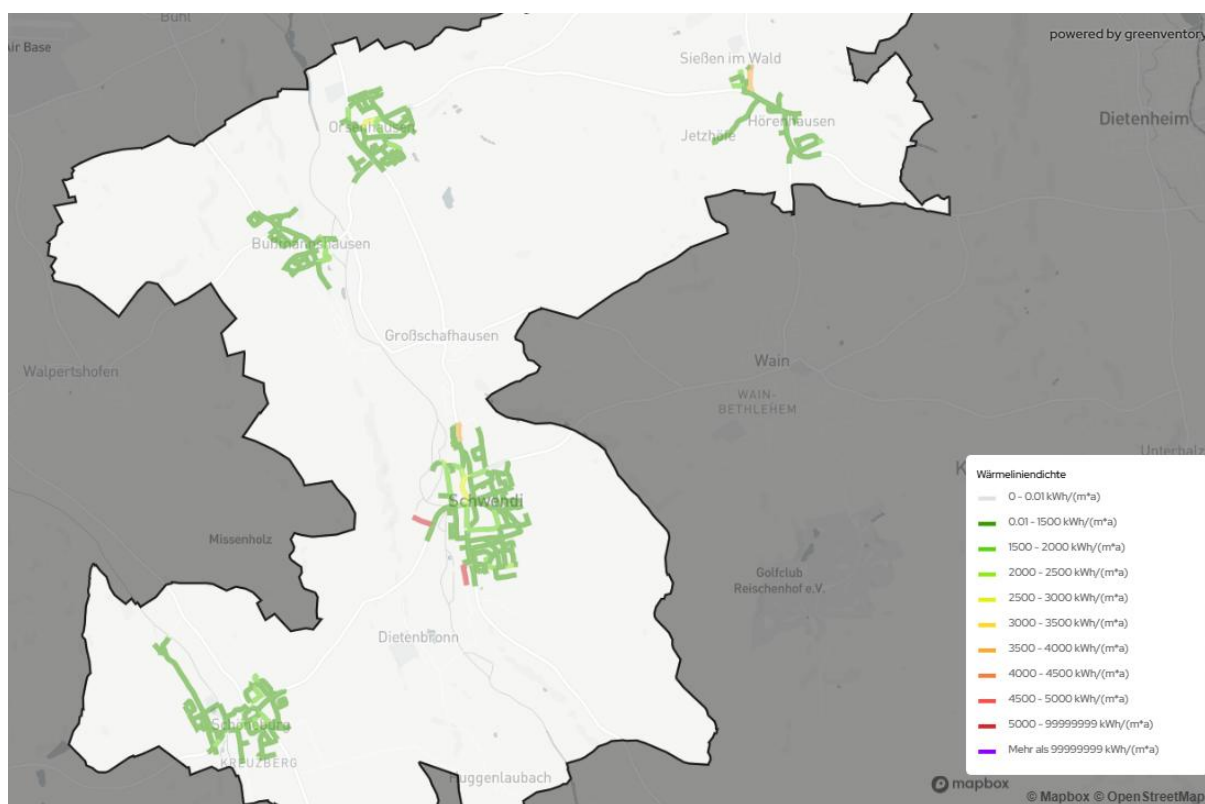


Abbildung 29: Wärmeliniedichten im Zieljahr 2040

Abbildung 29 zeigt die Wärmeliniedichte im Gemeindegebiet für das Zieljahr 2040. Es zeigt sich, dass bei fortgeschriebener Sanierung der Gebäude, die bereits für das Basisjahr ermittelten Schwerpunktgebiete bestehen bleiben.

6.4 Ausweisung von Eignungsgebieten

Die Wärmeversorgung aus den erneuerbaren Energiequellen kann sowohl dezentral über Einzelheizungen als auch über Wärmenetze erfolgen. Wärmenetze leisten einen wichtigen Beitrag zu einem integrierten Energiesystem, da sie die flexible Einbindung vielfältiger regenerativer Energiequellen sowie die Nutzung von Abwärme ermöglichen. Darüber hinaus können Spitzenlasten im Strom- und Wärmebedarf durch den flexiblen Betrieb von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen in den Heizzentralen sowie durch die Einbindung großer Wärmespeicher abgefangen werden. Wärmenetze sind eine Schlüsseltechnologie für die Wärmewende, jedoch sind diese nicht überall wirtschaftlich. Die Implementierung solcher Netze erfordert allerdings erhebliche Anfangsinvestitionen sowie einen beträchtlichen Aufwand in der Planungs-, Erschließungs- und Bauphase. Aus diesem Grund ist die sorgfältige Auswahl potenzieller Gebiete für Wärmenetze von großer Bedeutung.

Ein wesentliches Kriterium für die Auswahl geeigneter Gebiete ist die Wirtschaftlichkeit, welche durch den Zugang zu kosteneffizienten Wärmeerzeugern und einem hohen Wärmeabsatz pro Meter Leitung charakterisiert wird. Weitere entscheidende Faktoren sind: Die verfügbare Fläche für eine Heizzentrale, eine hohe Quote möglicher Anschlussnehmer sowie die Realisierbarkeit und Versorgungssicherheit. Bis zu einem möglichen Ausbau von Wärmenetzen müssen zahlreiche Planungsschritte durchlaufen werden. Die Wärmeplanung ist hier als ein erster Schritt zu sehen, in welcher geeignete Potenzialgebiete für eine vertiefte Betrachtung identifiziert werden. Eine detaillierte technische Ausarbeitung des Wärmeversorgungssystems ist nicht Bestandteil des Wärmeplans, sondern wird im Rahmen nachfolgender Analysen, beispielsweise im Zuge von Machbarkeitsstudien, erarbeitet.

Die Ausweisung von Eignungsgebieten für die Versorgung mit Wärmenetzen und Einzelversorgungsgebiete ist eine zentrale Aufgabe der kommunalen Wärmeplanung. Für die Einteilung werden folgende Einflussgrößen herangezogen:

- Wärmebedarfsdichte bzw. Wärmeliniendichte
- Ankerkunden (große Wärmeverbraucher)
- Siedlungsstruktur und Wärmeverbrauchstruktur
- Gebäudetypologie und -alter
- Bestehende Wärmeversorgungsinfrastruktur
- Alter der bestehenden Heizungen
- Potenzial regenerativer Energien und Abwärme

Abgeleitet von den Wärmedichten und unter Berücksichtigung der Entscheidungsparameter sowie natürlichen Grenzen wurden für Schwendi 10 Teilgebiete definiert (siehe Abbildung 30).

Es wird deutlich, dass in Schwendi keine flächendeckende Voraussetzung für den Ausbau von Wärmenetzen besteht. Stattdessen wurden acht Eignungsgebiete identifiziert, die sich für individuelle Heizlösungen eignen. Darüber hinaus wird eine mögliche Erweiterung des bestehenden Wärmenetzes Orsenhausen und eine neues Wärmenetz in Sießen/Hörenhausen untersucht. Diese Erweiterung und der Aufbau des zweiten Wärmenetzes soll im Rahmen von Machbarkeitsstudien bewertet werden, um sowohl die Wirtschaftlichkeit als auch die technische Umsetzbarkeit sicherzustellen.

Während des Prozesses zur Wärmeplanung wurden zwei zusätzliche, Eignungsgebiete für Wärmenetze in Schwendi in Erwägung gezogen. Während eines Workshops mit Akteuren der Verwaltung, der Netzbetreiber und der ansässigen Industrie und Landwirtschaft, wurden alle Wärmenetzeignungsgebiete einer umfangreichen Prüfung unterzogen. Diese Prüfung führte zu der Entscheidung zwei der untersuchten Gebiete nicht weiter zu berücksichtigen. Im ersten Gebiet im Zentrum von Schwendi war die bereits abgeschlossene Sanierung der Hauptstraße, die geringe Wärmeliniendichte sowie das Fehlen geeigneter Wärmequellen im untersuchten Gebiet ausschlaggebend für den Ausschluss des Gebiets. In einem zweiten Gebiet im Norden von Schwendi war ein zusätzliches Argument gegen die weitere Untersuchung als Wärmenetzeignungsgebiet, dass das Schulzentrum bereits eine klimaneutrale Heizung enthält.

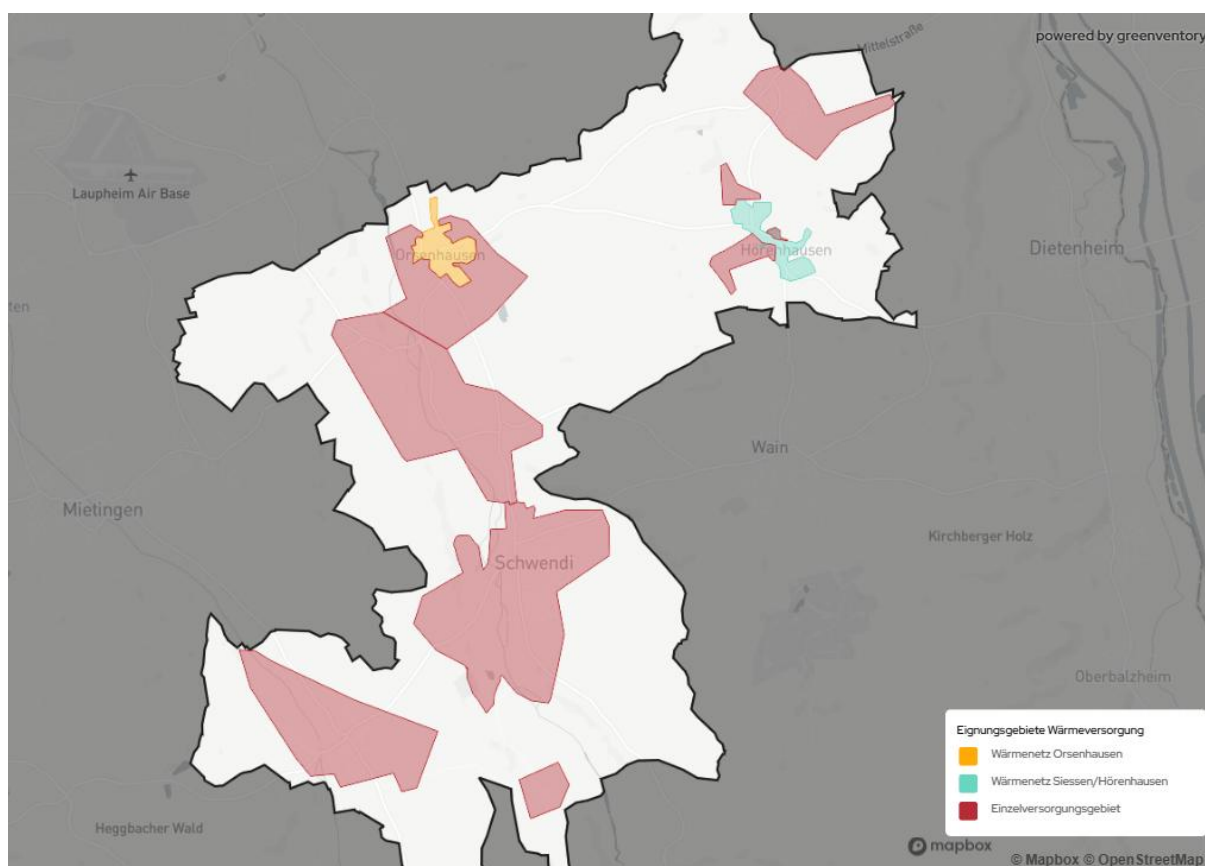


Abbildung 30: Eignungsgebiete der Wärmeversorgung

Die Eignungsgebiete für Einzelheizungen befinden sich in den Ortsteilen Schönebürg, Schwendi, Großschafhausen, Bußmannshausen, Weihungszell und in den Teilen von Orsenhausen und Hörenhausen die sich außerhalb der Wärmenetzgebiete befinden. Da in den aufgeführten Gebieten keine Eignung für ein Wärmenetz festgestellt wurde, haben die Bürgerinnen und Bürger die Möglichkeit, eine passende Einzelheizungslösung für ihr Gebäude auszuwählen. Fernwärme wird in diesen Gebieten nicht zur Verfügung stehen.

Die Eignungsgebiete werden in kurzen Steckbriefen vorgestellt und eine mögliche Wärmeversorgung anhand der lokal vorliegenden Potenziale skizziert. Aufgrund der Übersichtlichkeit werden die Teilgebietssteckbriefe im Anhang dargestellt.

6.5 Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgungsinfrastruktur

Nach der Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs und der Bestimmung der Eignungsgebiete für Wärmenetze und Einzelheizungsgebiete erfolgt die Ermittlung der zukünftigen Versorgungsinfrastruktur. Es wird dabei jedem Gebäude eine Wärmeerzeugungstechnologie zugewiesen. In den identifizierten Wärmenetzeignungsgebieten wird mit einer Anschlussquote von 50 % gerechnet. Es wird angenommen, dass 50 % der Gebäude im Gebiet eine Hausübergabestation zum Anschluss an ein Wärmenetz erhalten. Die übrigen 50 % der Gebäude in Eignungsgebieten sowie alle Gebäude außerhalb der Eignungsgebiete werden individuell beheizt. Falls auf dem jeweiligen Flurstück die Möglichkeiten zur Installation einer Wärmepumpe vorhanden sind, wird eine Luftwärmepumpe oder eine Erdwärmepumpe zugeordnet. Andernfalls wird ein Biomassekessel angenommen. Im Gewerbegebiet wird mit einem Energieträgermix von 50 % Wasserstoff, 30 % Wärmepumpe und 20 % Biomasse gerechnet.

In Abbildung 31 ist der zukünftige Energieträgermix zur Deckung des Wärmebedarfs dargestellt. Es wird deutlich, dass ein großer Teil der Energie durch Umweltwärme (47 % Luftwärme und 10 % Erdwärme) mit Hilfe von Wärmepumpen gedeckt wird. Die verbleibenden 43 % des Wärmebedarfs werden laut der

Simulation durch Strom, Fernwärme, Wasserstoff, Pellets und Solarthermie gedeckt. In Abbildung 32 ist der Energieträgermix des Wärmebedarfs ohne die verwendete Umweltwärme dargestellt.

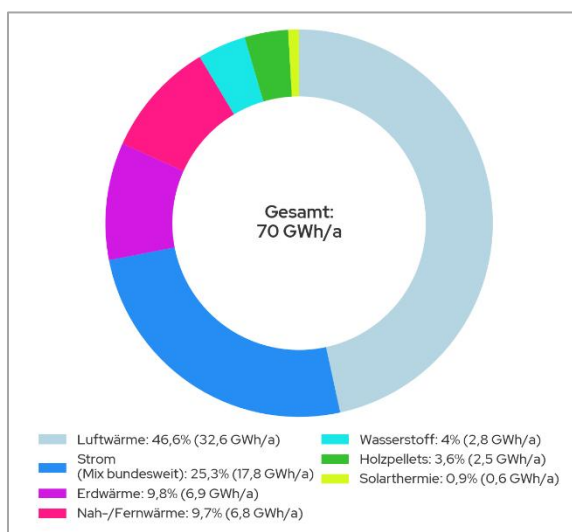


Abbildung 31: Energieträgermix 2040

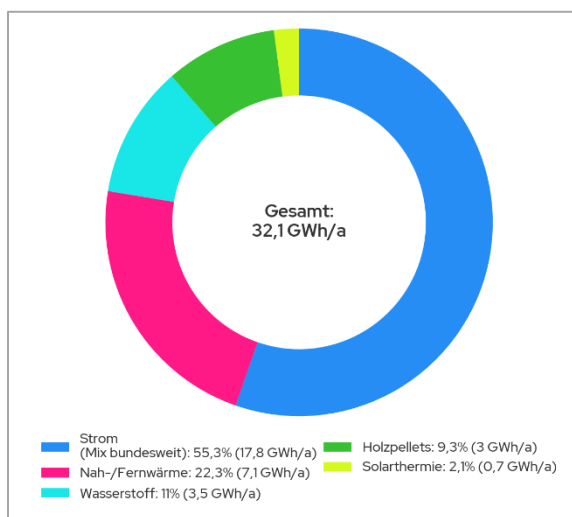


Abbildung 32: Energieträgermix 2040 ohne Umweltwärme

6.6 Zusammensetzung der netzgebundenen Wärmeerzeugung

Im Kontext der geplanten Wärmeerzeugung in Wärmenetzen wurde eine Projektion hinsichtlich der Zusammensetzung der im Zieljahr 2040 verwendeten Energieträger durchgeführt. Diese basiert auf Kenntnissen zu aktuellen und zukünftigen Energieerzeugungstechnologien. Das Ergebnis ist in Abbildung 33 zu sehen. Die in Schwendi vorhandenen bzw. geplanten Wärmenetze werden zu 90 % durch Abwärme der beiden Biogasanlagen versorgt. Es wird davon ausgegangen, dass 10 % des netzgebundenen Wärmebedarfs durch Wasserstoff gedeckt werden. Diese initialen Werte müssen in nachgelagerten Machbarkeitsstudien, die für jedes Eignungsgebiet durchgeführt werden, weiter verfeinert und validiert werden.

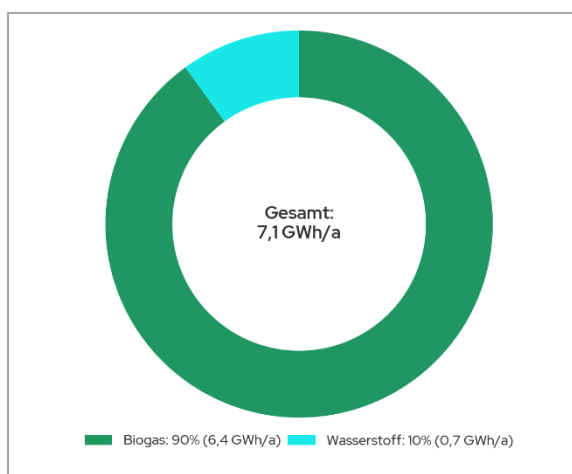


Abbildung 33: Energieträgermix netzgebundene Wärmeerzeugung

6.7 Energie- und CO₂-Bilanz

Basierend auf den zugewiesenen Wärmeerzeugungstechnologien aller Gebäude im Projektgebiet wird der Energieträgermix für das Zieljahr 2040 berechnet. Der Energieträgermix zur Deckung des zukünftigen Endenergiebedarfs gibt Auskunft darüber, welche Energieträger in Zukunft zur Wärmeversorgung in Wärmenetzen und in der Einzelversorgung zum Einsatz kommen.

Zunächst wird jedem Gebäude ein Energieträger zugewiesen. Anschließend wird - basierend auf dem Wirkungsgrad der Wärmeerzeugungstechnologie sowie des Wärmebedarfs - der Endenergiebedarf des Gebäudes berechnet. Dafür wird der jeweilige Wärmebedarf im Zieljahr durch den thermischen Wirkungsgrad der Wärmeerzeugungstechnologie dividiert. Die Zusammensetzung des Energieträgermixes für den Endenergiebedarf wird für die Zwischenjahre 2030 und 2035 sowie das Zieljahr 2040 in Abbildung 34 dargestellt.

Die Zusammensetzung der verschiedenen Energieträger am Endenergiebedarf verschiebt sich von fossilen hin zu regenerativen Energieträgern. Zudem sinkt der gesamte Endenergiebedarf von 88 GWh (2023) um 56 % auf 32 GWh (2040) durch die Annahme fortschreitender Sanierungen und durch den vermehrten Einsatz effizienter Wärmepumpen. Der Anteil der Fernwärme am Endenergiebedarf 2040 wird über die betrachteten Zwischenjahre 2030 und 2035 von 1 auf 7 GWh deutlich steigen. In diesem Szenario wird angenommen, dass sämtliche in den Workshops im Rahmen der Akteursbeteiligung erarbeiteten Wärmenetzgebietsgebiete vollständig erschlossen sein werden.

Der Anteil von Strom für dezentrale Wärmepumpen am Endenergiebedarf 2040 steigt von 1,4 auf 18 GWh und macht im Jahr 2040 55 % des Endenergiebedarfs aus. Aufgrund der angenommenen Jahresarbeitszahl von ca. drei für die Wärmepumpen ergibt sich eine größere durch die Wärmepumpe bereitgestellte Energiemenge als der eingesetzte und hier dargestellte Strombedarf. Wasserstoff macht im Jahr 2040 rund 11 % des Endenergiebedarfs aus.

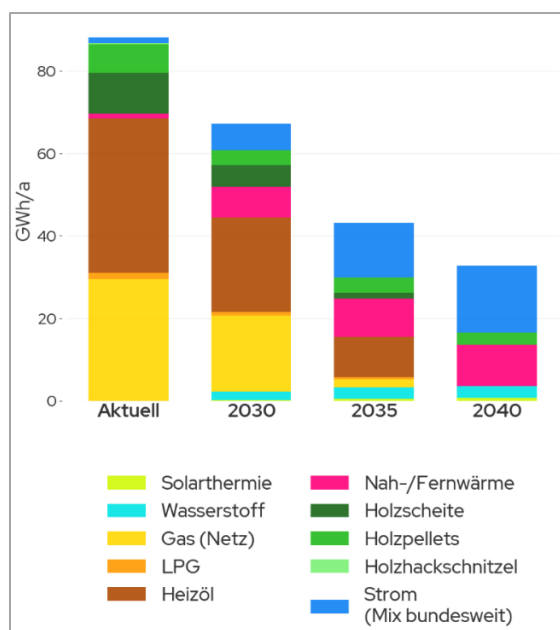


Abbildung 34: Endenergiebedarf pro Energieträger

Die dargestellten Veränderungen in der Zusammensetzung der Energieträger bei der Einzelversorgung und in den Wärmenetzen führen zu einer kontinuierlichen Reduktion der Treibhausgasemissionen (siehe Abbildung 35).

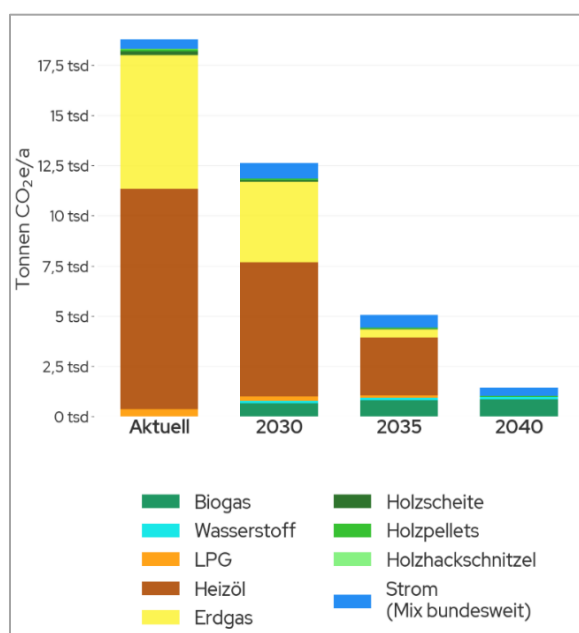


Abbildung 35: CO₂-Emissionen pro Energieträger

Es zeigt sich, dass im angenommenen Szenario im Zieljahr 2040 verglichen mit dem Basisjahr eine Reduktion um 92 % erzielt werden kann. Dies bedeutet, dass im Jahr 2040 ein CO₂-Restbudget im Wärmesektor von 1.510 t CO₂e anfällt. Dieses muss kompensiert oder durch weitere technische Maßnahmen im Rahmen des kommunalen Klimaschutzes bilanziell reduziert werden, um die Treibhausgasneutralität im Zieljahr zu erreichen. Das Restbudget ist den Emissionsfaktoren der erneuerbaren Energieträger zuzuschreiben, die auf die Emissionen entlang der Wertschöpfungskette (z. B. Fertigung und Installation) zurückzuführen sind. Eine Reduktion auf 0 t CO₂e ist daher nach aktuellem Technologiestand auch bei ausschließlichen Einsatz erneuerbarer Energieträger bis zum Zieljahr 2040 nicht möglich.

Einen wesentlichen Einfluss auf die zukünftigen Treibhausgasemissionen hat neben der eingesetzten Technologie auch die zukünftige Entwicklung der Emissionsfaktoren. Für das vorliegende Szenario wurden die in Anhang 1 aufgeführten Emissionsfaktoren angenommen. Gerade im Stromsektor wird von einer erheblichen Reduktion der CO₂-Intensität ausgegangen, die sich positiv auf die CO₂-Emissionen von Wärmepumpenheizungen auswirkt. Wie in Abbildung 35 zu sehen ist, werden im Jahr 2040 Biogas und Strom den Großteil der verbleibenden Emissionen ausmachen. Um eine vollständige Treibhausgasneutralität erreichen zu können, sollte im Rahmen der Fortschreibung der Wärmeplanung der Kompensation dieses Restbudgets Rechnung getragen werden.

In Abbildung 36 ist der Endenergiebedarf pro Gebäudesektor für die Jahre 2023, 2030, 2035 und 2040 dargestellt. Der Endenergiebedarf im privaten Wohnsektor sinkt bis im Jahr 2040 um 60 % auf 17 GWh. Der Bedarf im Industriesektor um 75 % auf 8 GWh, der des GHD-Sektors sinkt um 35 % auf 5 GWh und der Energiebedarf der öffentlichen Bauten nimmt um 71 % ab und liegt am Ende bei 1,5 GWh.

In Abbildung 37 sind die CO₂-Emissionen pro Gebäudesektor für die Jahre 2023, 2030, 2035 und 2040 dargestellt. Die Emissionen sinken im privaten Wohnsektor im Jahr 2040 um 89 % auf 990 t. Die Emissionen im Industrie-Sektor sinken um 96 % auf 310 t, im GHD-Sektor um 93 % auf 110 t und die CO₂-Emissionen der öffentlichen Bauten sinken um 91 % auf 90 t.

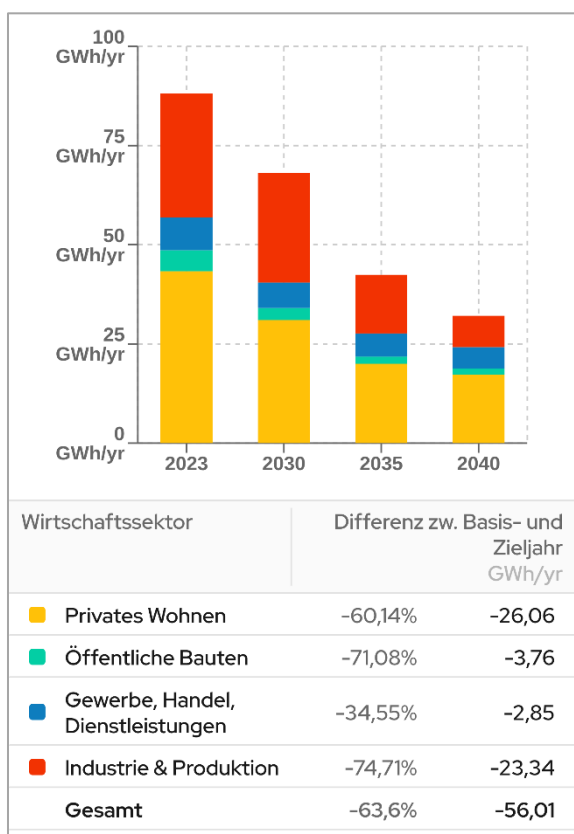


Abbildung 36: Energiebedarf nach Gebäudesektor

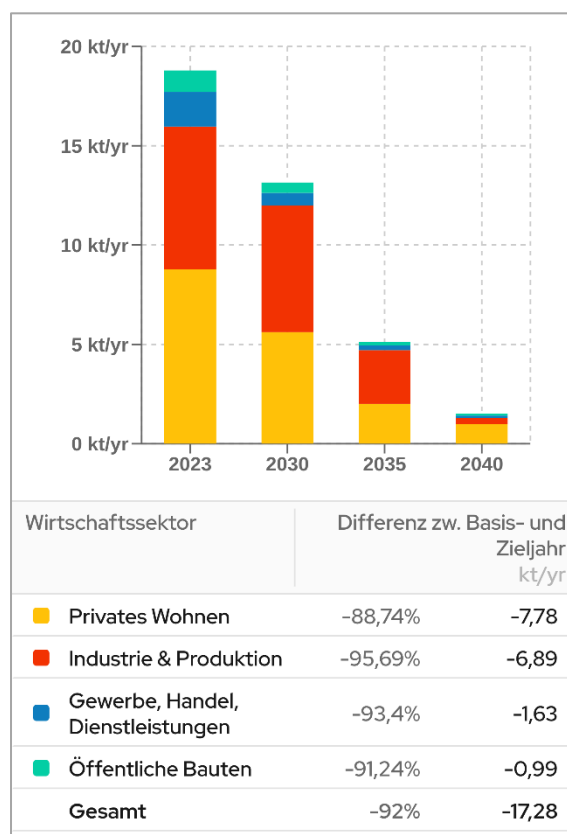


Abbildung 37: CO₂-Emissionen nach Gebäudesektor

6.8 Wärmegestehungskosten

Basierend auf den Vorgaben des Technikcatalogs von KWW [9] wurden für die oben genannten Eignungsgebiete Wärmegestehungskosten grob eingeschätzt, welche die Summe der Verteil- und Wärmeerzeugungskosten für potenzielle Wärmeerzeugungslösungen umfassen. Die Kosten für die Versorgung mit Wärmenetzen variieren je nach den örtlichen Gegebenheiten. Einen wesentlichen Einflussfaktor auf die Vollkosten bzw. die Verteilkosten hat die Entwicklung der Wärmebedarfsdichte und Anschlussrate der Gebäude im Wärmenetz.

Die Verteilkosten setzen sich aus den Investitionskosten für die Hauptleitung, die Hausanschlussleitungen und die Übergabestationen zusammen. Diese Kosten wurden unter Berücksichtigung einer Anschlussrate an das Wärmenetz von 50 % und der Reduktion des Wärmebedarfs durch energetische Sanierungen ermittelt. Bei der Betrachtung der Wärmeerzeugung wurden die Investitionskosten für Heizungsanlagen, die Erschließung von Wärmequellen sowie die betriebs- und verbrauchsgebundenen Kosten berücksichtigt. Als Grundlage für die Berechnung der Gesamtkosten diente der Technikkatalog von KWW [9]. Da viele der zugrunde liegenden Parameter, wie Wärmebedarf, Anschlussrate, Investitionen sowie Betriebs- und Verbrauchskosten auf Annahmen basieren, ist eine genaue Bestimmung der Wärmegestehungskosten zu diesem Zeitpunkt nicht möglich, weshalb lediglich eine grobe Schätzung vorgenommen werden kann. Diese ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 4: Dezentrale und zentrale Wärmegestehungskosten für 2030 und 2040

Wärmegestehungskosten	2030	2040
dezentral	12-19 ct/kWh	10-18 ct/kWh
zentral	11-18 ct/kWh	10-20 ct/kWh

6.9 Auswirkungen der Wärmewendestrategie auf die Gasnetze

Im vorherigen Kapitel wurden die örtlichen Gegebenheiten und Handlungsmöglichkeiten zur Transformation der Wärmeversorgung aufgezeigt. Die für das Gemeindegebiet entwickelten Zielszenarien sehen dabei bis 2040 einen sinkenden Gasverbrauch vor. Zur Versorgung von Gewerbe und Industrie sowie für die Spitzenlastdeckung von Wärmenetzen kann jedoch weiterhin Gas erforderlich sein. Um die Klimaneutralitätsziele einzuhalten, muss es sich hierbei um klimaneutrales Gas wie synthetische Gase, Biomethan oder Wasserstoff handeln. Die Nationale Wasserstoffstrategie stellt Ziele und Rahmen für den bundesweiten Aufbau einer Netz- und Speicherinfrastruktur für Wasserstoff dar [10].

Der Einsatz von Biomethan und Wasserstoff als Erdgas-Ersatz ist von politischen, gesetzlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen abhängig, die derzeit noch nicht abschließend definiert sind und sich permanent entwickeln. Diese Rahmenbedingungen bestimmen auch deren Bedeutung und Potenziale für die zukünftige Wärmeversorgung.

Grundsätzlich sind die Gasinfrastrukturen und -leitungen in Schwendi modern und für die Verteilung von Wasserstoff geeignet (H2 ready). Damit sind die infrastrukturellen Voraussetzungen für die zukünftige Nutzung von Wasserstoff im örtlichen Verteilnetz gegeben.

So zeigt der aktuelle Gasnetzgebietstransformationsplan (Stand September 2024) Umstellzonen für die Einspeisung von Wasserstoff [11]. Die Gemeinde Schwendi befindet sich hierbei in der Umstellzone 2030. Dennoch basiert der konkrete Entschluss über die Transformation in Abhängigkeit der örtlichen Rahmenbedingungen.

Die Energie- und Wärmewende wird durch die optimale Kombination verschiedener Energieträger ermöglicht. Je mehr Optionen dabei zur Verfügung stehen, desto effizienter kann die Energiewende gelingen. Bei Energieträger Wasserstoff sind weiterhin vielfältige Fortschritte zu beobachten, vor allem in den Bereichen Preisentwicklung, Erzeugungskapazitäten, Innovation und Regulierung. Zukünftige Entwicklungen bei Wasserstoff sollten daher weiter strategisch berücksichtigt werden.

6.10 Zusammenfassung Zielszenario

Das Zielbild verdeutlicht, dass Schwendi bis 2040 einen klimaneutralen Gebäudebestand erreichen kann – durch die konsequente Reduzierung des Wärmebedarfs und die Umstellung der Wärmeerzeugung auf

alternative, erneuerbare Energieträger. Klimaneutralität bedeutet, dass ab 2040 sowohl Einzelheizungen als auch Wärmenetze ausschließlich mit erneuerbaren Energien betrieben werden. Ein zentraler Bestandteil der Wärmewende ist die energetische Sanierung, welche durch eine abgestimmte Sanierungsquote von 1 % pro Jahr den Wärmebedarf bis 2040 um 12,5 % reduziert. Dies schafft eine Grundlage für die wirtschaftliche Nutzung von Wärmenetzen, auch bei sinkendem Wärmeverbrauch.

Insgesamt wurden zehn Eignungsgebiete definiert, wobei die Entscheide sich auf Kriterien wie Wärmedichte, Siedlungsstruktur und Anschlussmöglichkeiten stützen. Wärmenetze, die eine flexible Integration verschiedener regenerativer Energien und Abwärme ermöglichen, spielen dabei eine Schlüsselrolle im Versorgungsszenario. Gleichzeitig werden auch dezentrale Lösungen für Gebäude außerhalb der Eignungsgebiete berücksichtigt, beispielsweise durch den Einsatz von Wärmepumpen, Biomassekesseln oder Solarthermie.

Die zukünftige Wärmeversorgung wird durch einen vielfältigen Energieträgermix geprägt. Etwa 56 % der Wärme sollen durch Umweltwärme mittels Luft- und Erdwärmepumpen gedeckt werden, während Strom, Fernwärme, Wasserstoff, Biomasse und Solarthermie die verbleibenden Anteile übernehmen. Im Bereich der zentralen Wärmenetze dominiert die Biomasse. Diese Maßnahmen führen zu einer deutlichen Reduktion der Treibhausgasemissionen um 92 % gegenüber dem Basisjahr. Ein Restbudget von 1.510 Tonnen CO₂ verbleibt jedoch, dass durch weiterführende technische Maßnahmen oder Kompensation ausgeglichen werden muss.

Darüber hinaus wird der Gasverbrauch in Schwendi sukzessive sinken. Für spezielle Anwendungen in Gewerbe und Industrie sowie in Wärmenetzen könnte weiterhin klimaneutrales Gas wie Biomethan oder Wasserstoff benötigt werden. Dennoch stellen der Umbau und die Umstellung der Gasnetze auf Wasserstoff signifikante technische und wirtschaftliche Herausforderungen dar, die künftig weiter geprüft werden müssen. Das Projekt zeigt, dass eine erfolgreiche Wärmewende eine sorgfältige Planung, starke politische Rahmenbedingungen und die aktive Beteiligung der Gebäudeeigentümer erfordert, um die ambitionierten Klimaziele bis 2040 zu erreichen.

7 Wärmewendestrategie und Maßnahmen

Im Rahmen der Wärmewendestrategie wird ein Transformationspfad für die Erreichung des Zielszenario 2040 erläutert. Der Transformationspfad beschreibt den konkreten Pfad für die schrittweise Umsetzung der Wärmewendestrategie. Die in diesem Zusammenhang erarbeiteten Maßnahmen sind die Grundlage für die weitere Ausarbeitung von konkreten Quartiers- bzw. Infrastrukturprojekten, wie z. B. den Ausbau von Wärmenetzen.

In Zusammenarbeit mit den Vertretern der Kommunalverwaltung und in Abstimmung der relevanten Akteure wurden Maßnahmen ausgearbeitet und anschließend priorisiert. Mit der Umsetzung der als prioritär eingestuften Maßnahmen soll gem. §27 KlimaG BW innerhalb der nächsten fünf Jahre nach Veröffentlichung des Wärmeplans begonnen werden, weshalb diese bereits in einem hohen Detaillierungsgrad ausgearbeitet wurden. Die definierten Maßnahmen stellen einen möglichen Weg dar, wie der Weg zur treibhausgasneutralen Wärmeversorgung erreicht werden kann. Bei der Fortschreibung der Wärmeplanung können bei Bedarf Maßnahmen angepasst oder neu entwickelt werden, sodass die Wärmeplanung weiterhin den aktuellen Rahmenbedingungen entspricht.

Im Folgenden wird auf die konkreten Maßnahmen im Rahmen der Wärmeplanung eingegangen. Sie sind in Steckbrief-Form dargestellt und wurden in die Kategorien hoch, mittel oder niedrig priorisiert. Die folgenden fünf Maßnahmen sollen als erstes und mit hoher Priorität verfolgt werden:

- Machbarkeitsstudie Wärmenetz Biogasanlage Ortsteil Sießen/Hörenhausen
- Machbarkeitsstudie zur Ausweitung des bestehenden Wärmenetzes ausgehend von der Biogasanlage im Ortsteil Orsenhausen
- Sanierungsfahrpläne für kommunale Gebäude
- Einführung Kommunales Energiemanagement
- Zukunftskommune

Priorität	hoch
-----------	------

Ziel	Erstellung einer Machbarkeitsstudie zum Bau eines Wärmenetzes im Ortsteil Sießen/Hörsenhausen der Gemeinde Schwendi. Das Wärmenetz soll sich an eine bestehende Biogasanlage anschließen und dessen Abwärme als Wärmequelle nutzen.
-------------	---

Lageplan



Beschreibung der Situation

Als zentrale Wärmequelle wird die Nutzung der Abwärme einer bestehenden Biogasanlage in Betracht gezogen. Darüber hinaus sprechen mehrere wichtige Faktoren für die Umsetzung des Projekts:

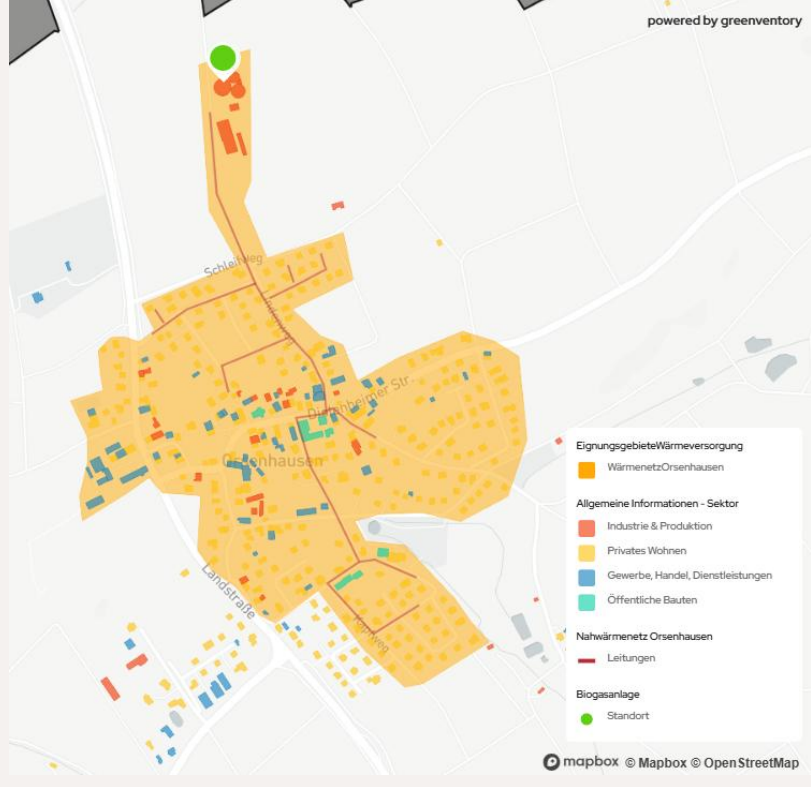
- der bestehende Bedarf und konkrete Anschlusswünsche von ansässigen Unternehmen, Privatpersonen und kommunalen Liegenschaften im Ort
- sowie die bevorstehende Sanierung der Ortsstraße, die eine optimale Gelegenheit für die Integration des Wärmenetzes bietet.

In der Machbarkeitsstudie wird die technische Durchführbarkeit und die wirtschaftliche Rentabilität eines potenziellen Wärmenetzes in einem abgegrenzten Gebiet festgestellt. Darüber hinaus werden die Potenziale der Wärmequellen tiefergehend untersucht. Unterschiedliche Versorgungskonzepte werden berechnet und einer Referenzvariante gegenübergestellt.

Ein potenzielles Betriebsmodell für das geplante Wärmenetz könnte eine Energiegenossenschaft sein. Dieses Modell fördert eine hohe Identifikation und Motivation innerhalb der Bevölkerung, sich aktiv am Wärmenetz zu beteiligen und einen Anschluss daran zu realisieren. Zudem zeichnet sich eine Energiegenossenschaft durch eine gemeinschaftliche Organisation aus, bei der die Interessen der Mitglieder im Vordergrund stehen. Dies trägt dazu bei, dass die Wärmepreise in der Regel in einem moderaten und kosteneffizienten

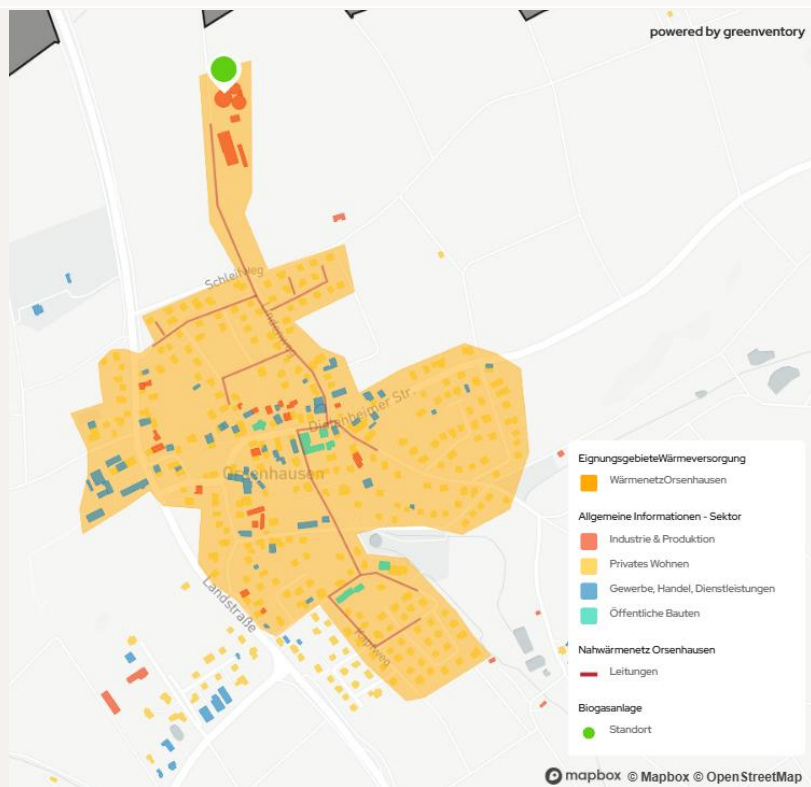
	Rahmen bleiben, da keine gewinnorientierte Betreibergesellschaft involviert ist.
Erforderliche Umsetzungsschritte	Nach der Konzeptphase der Machbarkeitsstudie folgt die Fachplanungsphase. Die Machbarkeitsstudie ist eine fundierte Entscheidungsgrundlage für die Realisierung eines möglichen Wärmenetzes und die Voraussetzung für Fördermittel zum Bau des Wärmenetzes im Rahmen der BEW-Förderung.
Mögliche Akteure / Initiatoren	Betreiber der Biogasanlage Hr. Thanner + Fachplaner + kommunale Verwaltung
Nächste Schritte	• Antragsstellung bei der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW-Förderung) • Durchführung der Konzeptionsphase der Machbarkeitsstudie • Vorstellung der Ergebnisse und Konzeptauswahl • Durchführung der Fachplanung der Machbarkeitsstudie • Weitere Planungsschritte nach HOAI • Kommunikation der Ergebnisse und Information an die Haushalte, zur Erreichung einer hohen Anschlussquote
Geschätzte Kosten und Fördermittel	Die Durchführung der Machbarkeitsstudie kann durch die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW-Förderung) mit bis zu 50 % gefördert werden. Weitere Planungsschritte und Investitionen der Wärmeerzeugung, der Wärmeverteilung und der Übergabe der Wärme können ebenfalls über die BEW-Förderung mit bis zu 40 % der förderfähigen Kosten gefördert werden. Voraussetzung hierfür ist wiederum eine vorliegende Machbarkeitsstudie.
Mögliche CO_{2eq}-Einsparungen	Durch die Machbarkeitsstudie zu klären
Umsetzungshorizont	2026

Maßnahme 2: Machbarkeitsstudie zur Ausweitung des bestehenden Wärmenetzes ausgehend von der Biogasanlage im Ortsteil Orsenhausen

Priorität	hoch
Ziel	Im Rahmen der geplanten Studie soll überprüft werden, in welchen Bereichen des Ortsteils Orsenhausen eine technisch und wirtschaftlich sinnvolle Erweiterung des bestehenden Wärmenetzes umsetzbar ist.
Lageplan	
Beschreibung der Situation	Die Studie soll ergeben, in welchen Straßen in Orsenhausen ein technisches und wirtschaftliches Potenzial für den Ausbau des Wärmenetzes gegeben ist. Besonderes Augenmerk wird dabei auf eine mögliche Netz-Erweiterung in die östlichen Gebiete des Versorgungsbereichs gelegt. Nach aktuellem Kenntnisstand erfordert diese Erweiterung eine zusätzliche technische Lösung in Form eines Satelliten-Blockheizkraftwerks (BHKW). Dieses Satelliten-BHKW soll über eine direkte Leitung zur bestehenden Biogasanlage mit dem dort erzeugten Biogas versorgt werden. Die Installation eines Satelliten-BHKWs ist insbesondere aufgrund der topografischen Gegebenheiten des östlichen Versorgungsgebiets notwendig, welche eine traditionelle Erweiterung des Netzes erschweren. Zudem ermöglicht die geplante Lösung eine Ergänzung der derzeitigen Wärmequelle des Wärmenetzes, das primär durch die Abwärme der Biogasanlage gespeist wird, und trägt gleichzeitig zur Erhöhung der gesamt verfügbaren Kapazität bei.
Erforderliche Umsetzungsschritte	Nach der Konzeptphase der Machbarkeitsstudie folgt die Fachplanungsphase. Die Machbarkeitsstudie ist eine fundierte Entscheidungsgrundlage für die Realisierung eines möglichen

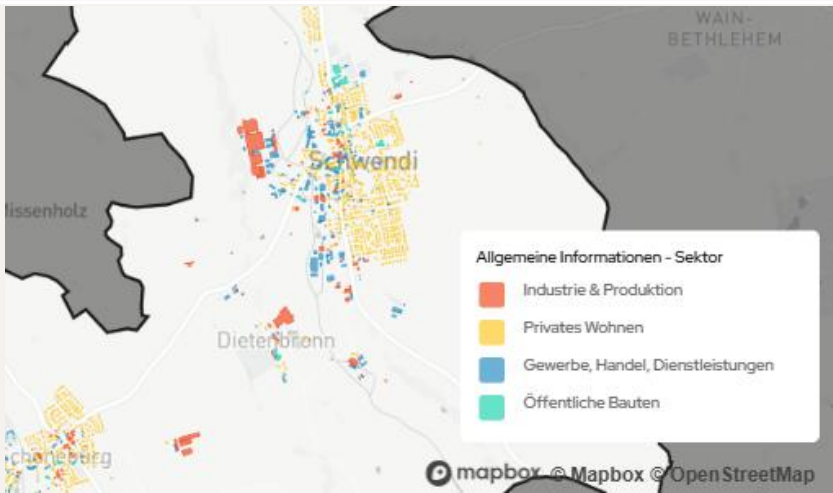
	Wärmenetzes und die Voraussetzung für Fördermittel zum Bau des Wärmenetzes im Rahmen der BEW-Förderung.
Mögliche Akteure / Initiatoren	Betreiber der Biogasanlage Hr. Neidlinger + Fachplaner + kommunale Verwaltung
Nächste Schritte	• Antragsstellung bei der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW-Förderung) • Durchführung der Konzeptionsphase der Machbarkeitsstudie • Vorstellung der Ergebnisse und Konzeptauswahl • Durchführung der Fachplanung der Machbarkeitsstudie • Weitere Planungsschritte nach HOAI • Kommunikation der Ergebnisse und Information an die Haushalte, zur Erreichung einer hohen Anschlussquote
Geschätzte Kosten und Fördermittel	Die Durchführung der Machbarkeitsstudie kann durch die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW-Förderung) mit bis zu 50 % gefördert werden. Weitere Planungsschritte und Investitionen der Wärmeerzeugung, der Wärmeverteilung und der Übergabe der Wärme können ebenfalls über die BEW-Förderung mit bis zu 40 % der förderfähigen Kosten gefördert werden. Voraussetzung hierfür ist wiederum eine vorliegende Machbarkeitsstudie.
Mögliche CO_{2eq}-Einsparungen	Die zu erreichenden CO ₂ -Einsparungen können erst im weiteren Verlauf und bei genauerem Planungsstand ermittelt werden.
Umsetzungshorizont	2026

Maßnahme 3: Akquise weiterer Anschlüsse Wärmenetz Orsenhausen

Priorität	hoch
Ziel	Ein erfolgreiches Wärmenetzprojekt erfordert die enge Zusammenarbeit und die aktive Unterstützung durch die kommunale Verwaltung, den Bürgermeister und den Gemeinderat. Dabei übernimmt die Verwaltung eine Schlüsselrolle als Treiber und Koordinator des Projektes. Als strategische Lenker sind sie dafür verantwortlich, die Initiative zu steuern, den Fortschritt zu überwachen und sicherzustellen, dass alle notwendigen Ressourcen und Rahmenbedingungen bereitgestellt werden. Die politische Unterstützung durch den Gemeinderat sowie eine klare Kommunikation seitens des Bürgermeisters sind essenziell, um das Vertrauen und die Akzeptanz der Bürgerinnen und Bürger für das Wärmenetz zu gewinnen. Ein gemeinsames Engagement aller Entscheidungsträger stärkt die Position des Projekts und beschleunigt dessen Umsetzung.
Lageplan	
Beschreibung der Situation	Neben der technischen und organisatorischen Planung des Wärmenetzes ist die Frage der Anschlussgewinnung von zentraler Bedeutung. Die Verwaltung sollte eine zielgerichtete Strategie entwickeln, um weitere potenzielle Anschlüsse zu gewinnen. Hierbei ist es entscheidend, die Vorteile des Wärmenetzes für private Haushalte anschaulich und nachvollziehbar zu kommunizieren. Gezielte Maßnahmen wie die Durchführung von Informationsveranstaltungen, individuelle Beratungsgespräche oder Informationsmaterialien können Bürgerinnen und Bürger über die

	Vorteile des Anschlusses und nachhaltiger Wärmeversorgung informieren und motivieren. Die Strategie sollte außerdem potenzielle Hürden (z. B. finanzielle oder technische Bedenken) berücksichtigen und Lösungen aufzeigen. Ein effektives Mittel zur Gewinnung von Anschlussnehmern ist das Angebot einer kostenlosen oder kostengünstigen Energieberatung. Die Beratung sollte durch neutrale Experten erfolgen, die gezielt auf die Bedürfnisse der Haushalte eingehen und den Mehrwert des Wärmenetzes aufzeigen. Dies kann durch Energieberater der Energieagentur Oberschwaben umgesetzt werden. Eine Schlüsselrolle bei der erfolgreichen Umsetzung des Wärmenetzprojektes spielen die lokalen Heizungsbauer. Sie sind in vielen Fällen der erste Ansprechpartner für Bürgerinnen und Bürger, wenn es um Fragen rund um den Austausch oder die Installation von Heizungen geht. Deshalb ist es essenziell, die Heizungsbauer frühzeitig in das Projekt einzubinden und sie umfassend zu informieren. Denn auch mit der Einführung eines Wärmenetzes übernehmen diese Fachkräfte weiterhin Aufgaben in den einzelnen Haushalten, beispielsweise die Installation und Wartung der Wärmeübergabestationen, die Optimierung von Heizsystemen oder die Beratung ihrer Kunden. Es ist daher von besonderer Bedeutung, eine enge Zusammenarbeit mit den Heizungsbauern zu fördern, sie über die Funktionsweise des Wärmenetzes zu schulen und sie als Partner des Projektes zu gewinnen.
Erforderliche Umsetzungsschritte	• Koordination durch die Verwaltung: Rollen und Verantwortlichkeiten klar definieren, um die Projektsteuerung zu verbessern. • Strategieentwicklung: Ein Konzept zur Gewinnung weiterer Anschlüsse und zur Öffentlichkeitsarbeit erarbeiten. • Energieberatung stärken: Einwohner gezielt über die Vorteile des Wärmenetzes und mögliche Fördermöglichkeiten informieren. • Einbindung der Heizungsbauer: Regelmäßige Workshops oder Informationsveranstaltungen für lokale Heizungsbauer organisieren und sie aktiv am Projekt beteiligen. • Kommunikation stärken: Transparente und kontinuierliche Kommunikation über den Fortschritt des Projektes und die Vorteile für die Kommune.
Mögliche Akteure / Initiatoren	Externe Fachexperten (z.B. Energieagentur) + kommunale Verwaltung+ ortsansässige Heizungsbauer
Nächste Schritte	
Geschätzte Kosten und Fördermittel	Während der Planung zu klären
Mögliche CO_{2eq}-Einsparungen	Die zu erreichenden CO ₂ -Einsparungen können erst nach der Durchführung der Energieberatungskampagne abgeschätzt werden.
Umsetzungshorizont	2026 / 2027

Maßnahme 4: Untersuchung industrielles Abwärmepotenzial

Priorität	mittel
Ziel	Vorhandenes Abwärmepotenzial der ortsansässigen Industrieunternehmen und mögliche Nutzung dessen ermitteln.
Lageplan	
Beschreibung der Situation	Schwendi zeichnet sich durch einen vergleichsweise hohen Anteil an Industrieunternehmen aus, insbesondere in Bezug auf ihre Größe und Einwohnerzahl. Dieser starke industrielle Sektor bietet nicht nur eine wirtschaftliche Grundlage für die Region, sondern auch eine Chance zur Nutzung ungenutzter Energiepotenziale – der industriellen Abwärme. Da viele Produktionsprozesse in Industrieunternehmen Wärme als Nebenprodukt erzeugen, welche bislang oft ungenutzt bleibt, könnte diese Abwärme effizient in ein kommunales Wärmenetz integriert werden. Um diese Möglichkeit zu prüfen, soll den ansässigen Unternehmen der kostenlose „Abwärmecheck“ der Umwelttechnik-BW angeboten werden. Dieser Check dient dazu, die Menge, Qualität und Verfügbarkeit der Abwärme aus den verschiedenen Industrieprozessen zu ermitteln und die Infrastruktur für eine potenzielle Nutzung zu analysieren.
Erforderliche Umsetzungsschritte	• Auswahl relevanter Industrieunternehmen mit hohem Abwärmepotenzial. • Kontaktaufnahme mit Umwelttechnik -BW • Ansprache der Unternehmen und Bereitstellung von Materialien über die Vorteile des Checks. • Gespräche mit Unternehmensentscheidern führen, um Teilnahme zu sichern. • Technische Erfassung und Analyse der Abwärmequellen durch die Experten. • Bewertung der Integration der Abwärme in ein Wärmenetz.
Mögliche Akteure / Initiatoren	Abwärmeexperten der Umwelttechnik-BW
Nächste Schritte	s.o.

Geschätzte Kosten und Fördermittel	Der Abwärmecheck der Umwelttechnik-BW ist kostenlos
Mögliche CO₂eq-Einsparungen	Die zu erreichenden CO ₂ -Einsparungen können erst im weiteren Verlauf und bei genauerem Planungsstand ermittelt werden.
Umsetzungshorizont	2026

Maßnahme 5: Energieberatungskampagne private Hauseigentümer

Priorität	hoch
Ziel	Die Bürgerinnen und Bürger sollen umfassend über die Energie- und Wärmewende informiert werden und bei der Umstellung auf eine zukunftsfähige Wärmeversorgung unterstützt werden. Durch niederschwellige und zielgerichtete Angebote soll jede/r Einzelne dazu befähigt werden, passende Schritte für sein Gebäude umzusetzen – sei es durch Sanierungen, den Austausch von Heizsystemen oder durch bewusstes Energiesparverhalten.
Lageplan	
Beschreibung der Situation	Mögliche Bausteine für die Energieberatungskampagne sind: Informationsveranstaltungen: Öffentliche Veranstaltungen, in denen Themen rund um Heizen, Sanieren und Energiesparen verständlich erklärt werden. Dabei sollen auch aktuelle Erkenntnisse aus der kommunalen Wärmeplanung vorgestellt und auf Handlungsoptionen in Schwendi bezogen werden. Individuelle Energieberatung vor Ort: Interessierten Bürgern wird eine günstige/kostenlose individuelle Energieberatung angeboten. Es sollen bestehende Beratungsangebote berücksichtigt werden und externe Fachleute eingebunden werden (z.B. Energieagentur). Im Ortsteil Orsenhausen soll der Anschluss an das bestehende Wärmenetz in der Beratung erwähnt werden. Informationskampagne zum Energieverbrauch: Begleitend kann eine Kampagne entwickelt werden, die auf Einsparmöglichkeiten im Alltag hinweist – insbesondere auch in öffentlichen Gebäuden oder in Haushalten durch verändertes Verhalten. Ziel ist es, Aufmerksamkeit für das Thema zu schaffen und kleine Schritte leicht verständlich zu vermitteln.
Erforderliche Umsetzungsschritte	• Auswahl der passenden Energieberatungsformate und Informationsveranstaltungen • Eventuelle Einbindung externer Fachexperten • Auswertung des Erfolgs der Kampagne
Mögliche Akteure / Initiatoren	Externe Fachexperten (z.B. Energieagentur)
Nächste Schritte	Planung der Energieberatungskampagne und eventuelle Einbindung von externen Fachexperten
Geschätzte Kosten und Fördermittel	Während der Planung zu klären
Mögliche CO_{2eq}-Einsparungen	Die zu erreichenden CO ₂ -Einsparungen können erst nach der Durchführung der Energieberatungskampagne abgeschätzt werden.
Umsetzungshorizont	Ab 2026

Maßnahme 6: Sanierungsfahrpläne kommunale Gebäude

Priorität	hoch
Ziel	Ziel der Maßnahme ist eine Reduktion der Treibhausgasemissionen der kommunalen Gebäude durch Sanierungsmaßnahmen. Damit soll auch die Vorbildfunktion der Kommune erfüllt werden.
Lageplan	
Beschreibung der Situation	Das Potenzial zur Treibhausgasreduktion in den kommunalen Gebäuden soll adressiert werden. Hierfür soll zunächst eine Aufnahme der derzeitigen energetischen Situation der kommunalen Gebäude erfolgen, um darauf aufbauend die Sanierungspotenziale zu identifizieren und einen Katalog nötiger Maßnahmen (Sanierungsfahrplan) abzuleiten sowie einen Umsetzungs- und Kostenfahrplan zu erstellen. Hier sollen auch die Gebäude berücksichtigt werden, bei denen ein hoher Handlungsbedarf z. B. aufgrund sehr alter Heizungen oder hoher Wartungskosten besteht. Darüber hinaus ist auch eine Fördermittelberatung für die ermittelten Sanierungsmaßnahmen Bestandteil der Ausarbeitung. Auf Basis dieser Untersuchung können fundierte Entscheidungen über durchzuführende Sanierungsmaßnahmen getroffen werden.
Erforderliche Umsetzungsschritte	
Mögliche Akteure / Initiatoren	Externe Fachexperten (z.B. Ingenieurbüro)
Nächste Schritte	• Auswahl und Priorisierung von kommunalen Gebäuden für die energetische Bewertung • Beantragung von Fördermitteln für die Beratungsleistung bei der BAFA • Durchführung von Energieaudits • Einleitung von Umsetzungsmaßnahmen • Die Kommune Schwendi hat bereits einige Sanierungspläne für kommunale Gebäude erstellt. Es liegt auch eine Übersicht vor, wann die Sanierungsfahrpläne für die übrigen Gebäude angegangen werden.
Geschätzte Kosten und Fördermittel	Die Kosten eines Energieaudits sind abhängig von der beheizten Gebäudefläche, die individuell geprüft werden muss. Der individuelle Sanierungsfahrplan (iSFP) wird mit 650 € bzw. 850 € Zuschuss vom Staat (BAFA) gefördert. Mit einem iSFP steigen die maximal förderfähigen Ausgaben auf 60.000 € pro Wohneinheit (statt nur max. 30.000 € ohne iSFP). Außerdem gibt es 5% zusätzliche Förderung auf Sanierungen (iSFP Bonus).
Mögliche CO_{2eq}-Einsparungen	Die zu erreichenden CO ₂ -Einsparungen können erst im weiteren Verlauf und bei genauerem Planungsstand ermittelt werden.

Umsetzungshorizont

Ab 2025

Maßnahme 7: PV-Strategie für kommunale Liegenschaften

Priorität	hoch
Ziel	Da in den kommenden Jahren mit einem deutlich höheren Strombedarf im Wärme- und Verkehrssektor zu rechnen ist gilt es, die lokale, erneuerbare Stromerzeugung in Schwendi auszubauen. Ziel der Maßnahme ist es, den Ausbau von PV-Anlagen auf Dachflächen der kommunalen Gebäude zu verstärken.
Lageplan	
Beschreibung der Situation	Im Rahmen der Maßnahme wird der Ausbau der Photovoltaik-Anlagen auf den kommunalen Dachflächen forciert. Dafür wird ein umfassendes Verzeichnis aller kommunalen Gebäude und Dachflächen, die für PV-Anlagen potenziell geeignet sind, erstellt. Zu bewertende Größen sind: • Dachgröße und Statik • Dachausrichtung und Neigungswinkel • Verschattung durch umliegende Gebäude oder Vegetation Im Rahmen einer Analyse wird eine technische und wirtschaftliche Bewertung durchgeführt, um zu prüfen, wie viel Energie auf den jeweiligen Dachflächen produziert werden könnte und welche Kosten und Einsparungen damit verbunden sind. Abschließend werden die Reihenfolge und der Zeitpunkt des PV-Ausbaus auf den kommunalen Dachflächen festgelegt.
Erforderliche Umsetzungsschritte	• Verzeichnis erstellen: Erfassung aller kommunalen Gebäude und Dachflächen unter Berücksichtigung von Dachgröße, Statik, Ausrichtung, Neigungswinkel und Verschattung. – bereits geschehen • Potenzialanalyse durchführen: Technische und wirtschaftliche Bewertung der Energieerzeugung, Kosten und Einsparungen. • Priorisierung und Zeitplan: Festlegung der Reihenfolge und des zeitlichen Ablaufs für den PV-Ausbau basierend auf den Ergebnissen der Analyse. • Kommune Schwendi hat bereits mit der schrittweisen Belegung der kommunalen Gebäude mit PV-Anlagen begonnen
Mögliche Akteure / Initiatoren	Kommunale Verwaltung
Nächste Schritte	Erstellung der PV-Strategie durch die Kommune und schrittweise Belegung der Dachflächen der Gebäude
Geschätzte Kosten und Fördermittel	Kosten für Planung und Installation der Anlagen stark abhängig von der Anlagengröße
Mögliche CO_{2eq}-Einsparungen	Pro installiertem kW _{peak} können rund 430 kg CO ₂ pro Jahr im Vergleich zum deutschen Strommix im Jahr 2022 eingespart werden.
Umsetzungshorizont	Ab 2025

Maßnahme 8: Einführung KEM

Priorität	hoch
------------------	------

Ziel	Einführung kommunales Energiemanagement
Lageplan	
Beschreibung der Situation	Die Einführung eines kommunalen Energiemanagements umfasst die Analyse des Energieverbrauchs, die Planung und Umsetzung effizienter Maßnahmen sowie die langfristige Optimierung der Energienutzung. Durch ein Energiemanagement können der Energieverbrauch und die Betriebskosten in der Kommune stark gesenkt werden. Meist ist dies allein durch eine Anpassung der Regelung der Anlagentechnik möglich und es sind keine oder nur geringintensive Investitionen nötig.
Erforderliche Umsetzungsschritte	• Datenerfassung: Bestandsaufnahme des Energieverbrauchs und der Infrastruktur. • Monitoring: Einführung eines Energiecontrollingsystems zur Verbrauchsüberwachung. • Maßnahmen: Umsetzung technischer, organisatorischer und verhaltensbezogener Energieeinsparungen. • Finanzierung: Nutzung von Fördermitteln und Budgetplanung. • Überprüfung: Regelmäßige Evaluation und Optimierung der Maßnahmen. • Kommunikation: Transparente Information und Einbindung der Öffentlichkeit.
Mögliche Akteure / Initiatoren	externe Fachexperten
Nächste Schritte	• Die Einführung des KEM wurde bereits beschlossen • Die Begehung der Gebäude und die Datenaufnahme erfolgte bereits • 2026 soll mit der regelmäßigen Durchführung von KEM begonnen werden
Geschätzte Kosten und Fördermittel	
Mögliche CO_{2eq}-Einsparungen	Die zu erreichenden CO ₂ -Einsparungen können erst im weiteren Verlauf und bei genauerem Planungsstand ermittelt werden.
Umsetzungshorizont	Ab 2025

Maßnahme 9: KEFF+-Check für Unternehmen

Priorität	hoch
Ziel	KEFF+ Check für Unternehmen in der Kommune. Mit Hilfe der Beratung sollen Energieeinsparpotenziale identifiziert, der Energieverbrauch reduziert und wirtschaftlich sinnvolle Maßnahmen umgesetzt werden.
Lageplan	
Beschreibung der Situation	Mit dem KEFF+ Check erhalten Unternehmen eine kostenfreie und unabhängige Beratung zur Steigerung ihrer Ressourceneffizienz. Die Beratung hilft Betrieben, Einsparpotenziale zu identifizieren, den Energieverbrauch zu reduzieren und wirtschaftlich sinnvolle Maßnahmen umzusetzen. Dabei begutachten neutrale Effizienzexpertinnen und -experten den aktuellen Ressourcenbedarf bei einem Betriebsrundgang und Gesprächen. Anschließend erhalten die teilnehmenden Unternehmen einen Ergebnisbericht mit konkreten Empfehlungen zur Kostenreduktion und Steigerung der Ressourceneffizienz. Darüber hinaus werden passende Fördermöglichkeiten und vertiefende Beratungsmöglichkeiten benannt.
Erforderliche Umsetzungsschritte	• Informationsbereitstellung und Sensibilisierung: Die Kommune informiert lokale Unternehmen über die Vorteile des KEFF+ Checks. Ziel ist es, Unternehmen für die Themen Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit zu sensibilisieren und zur Teilnahme am KEFF+ Check zu motivieren. • Kooperation mit regionalen Netzwerken und den KEFF-Partnern • Unterstützung der Experten durch Zugang zu Daten, die der Kommune vorliegen, etwa zur regionalen Wirtschaftsstruktur, Energieverbrauchsstatistiken oder branchenspezifischen Herausforderungen.
Mögliche Akteure / Initiatoren	KEFF+-Experten + kommunale Verwaltung
Nächste Schritte	• Kontaktaufnahme zum KEFF-Netzwerk • Information der Unternehmen in Schwendi
Geschätzte Kosten und Fördermittel	kostenlos
Mögliche CO_{2eq}-Einsparungen	Die zu erreichenden CO ₂ -Einsparungen können erst im weiteren Verlauf und bei genauerem Planungsstand ermittelt werden.
Umsetzungshorizont	2026

Maßnahme 10: Zukunftskommune	
Priorität	hoch
Ziel	Das Ziel des Programms "Zukunftskommune" der <u>rea BW</u> ist es, Kommunen in Baden-Württemberg wirksam bei ihren Herausforderungen im Klimaschutz zu unterstützen, damit sie ihre Klimaziele erreichen können.
Lageplan	
Beschreibung der Situation	Das oben genannte Ziel wird erreicht durch ein strukturiertes, praxisnahes Vorgehen, bei dem Kommunen von der Bestandsaufnahme über die Maßnahmenplanung bis zur Umsetzung begleitet werden, um Themen wie Klimaschutz, Energieeffizienz, Mobilität und Klimaanpassung zu adressieren.
Erforderliche Umsetzungsschritte	• Strukturierung komplexer Aufgaben: Das Programm bietet klare Strukturen, um die komplexen Herausforderungen, vor denen Kommunen stehen, zu bewältigen. • Praxisnahe Umsetzung: Ziel ist es, ein unbürokratisches Werkzeug bereitzustellen, um konkrete und wirkungsvolle Schritte in Richtung Nachhaltigkeit zu gehen. • Ganzheitliche Begleitung: Kommunen werden Schritt für Schritt von der Analyse ihrer Situation über die Entwicklung passender Maßnahmen bis zur praktischen Umsetzung und Erfolgskontrolle begleitet. • Fokus auf Zukunftsthemen: Im Mittelpunkt stehen zentrale Zukunftsthemen wie Klimaschutz, Energieeffizienz, Mobilität und Klimaanpassung. • Transparenz und Austausch: Der Erfahrungsaustausch zwischen den beteiligten "Vorreiter-Kommunen" wird gefördert, um die ergriffenen Maßnahmen transparent zu machen.
Mögliche Akteure / Initiatoren	Energieagentur Biberach
Nächste Schritte	• Die Kommune Schwendi wurde bereits ins Programm der Zukunftskommune aufgenommen • Start mit der Durchführung des Programms
Geschätzte Kosten und Fördermittel	
Mögliche CO_{2eq}-Einsparungen	Die zu erreichenden CO ₂ -Einsparungen können erst im weiteren Verlauf und bei genauerem Planungsstand ermittelt werden.
Umsetzungshorizont	Ab 2025

7.2 Verstetigungskonzept

Die im Kontext der kommunalen Wärmeplanung definierten Maßnahmen zur Erreichung der langfristigen Klimaziele sollten kontinuierlich und konsequent umgesetzt, regelmäßig überprüft und gegebenenfalls angepasst werden. Um dies zu gewährleisten, definiert die Verstetigungsstrategie die wesentlichen

Leitlinien, sodass die Umsetzung des Wärmeplans und damit der Wärmewende fester Bestandteil der kommunalen Prozesse der Kommune Schwendi werden können. Erst im Umfeld effektiver Arbeitsabläufe mit klaren Prozessdefinitionen, konkreten Verantwortlichkeiten und regelmäßiger Überprüfung der Erreichung definierter Ziele kann für alle Beteiligten Transparenz geschaffen und zielorientierte Steuerung ermöglicht werden. Eine Verstetigungsstrategie inklusive eines Monitoringkonzeptes sind also unerlässlich, um sicherzustellen, dass Maßnahmen zur Umsetzung der Wärmewende in Schwendi nicht nur eingeführt, sondern auch dauerhaft und effektiv umgesetzt werden. Hierbei ist zu beachten, dass die im Folgenden aufgezeigte Verstetigungsstrategie lediglich als Konzept zur Orientierung für eine mögliche Gestaltung der Verstetigung dient und innerhalb der politischen und verwaltungstechnischen Prozesse angepasst und im Detail ausgearbeitet werden muss. Zugleich gehören kontinuierliche Verbesserungen und Anpassungen an sich ändernde Rahmenbedingungen und Herausforderungen ebenfalls zum Zielbild der Verstetigung und definieren diese als einen dynamischen Prozess.

Es wird angeraten innerhalb der Verwaltung die grundsätzlichen Themen der Wärmewende zu diskutieren, Informationen auszutauschen und grundsätzliche Entscheidungen abzuleiten.

Konzept für ein Monitoring

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

Monitoringziele

- Betrachtung der Effektivität der umgesetzten Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen
- Kontinuierliche Prüfung des Ausbaufortschritts infrastruktureller Vorhaben
- Frühzeitige Identifikation von Abweichungen und Handlungsbedarf
- Sicherstellung der kontinuierlichen Verbesserung der Energieeffizienz kommunaler Liegenschaften
- Dokumentation des Fortschritts

Monitoringinstrumente und -methoden

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

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

Datenerfassung und -analyse

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

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

Berichterstattung und Kommunikation

Jährliche Status-Berichte: Erstellung jährlicher Berichte in Form von Übersichten für die kommunale Verwaltung um die Entwicklungen, Erfolge und Herausforderungen der Wärmewende transparent zu machen.

7.3 Lokale ökonomische und finanzielle Vorteile der Wärmewende

Die Investition in eine erneuerbare Wärmeversorgung bietet nicht nur ökologische, sondern kann auch ökonomische Vorteile ermöglichen. Einer der entscheidenden Aspekte ist die Schaffung neuer Arbeitsplätze in unterschiedlichen Sektoren, von der Entwicklung bis zur Wartung erneuerbarer Wärmetechnologien. Die Umsetzung des Wärmeplans kann positive Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt und die regionale Wirtschaft haben und gleichzeitig die lokale Wertschöpfung fördern. Kapital, das in lokale erneuerbare Energieressourcen und Technologien investiert wird, bleibt innerhalb der Kommune und fördert die lokale Wirtschaft in einem breiten Spektrum. Die langfristigen Betriebskosten für erneuerbare Wärmequellen wie Solarthermie und Geothermie sind in der Regel niedriger als bei fossilen Brennstoffen. Da dies jedoch von vielen Faktoren abhängt, bleibt abzuwarten, ob dadurch signifikante finanzielle Entlastungen bei den Wärmeabnehmern möglich sein werden. Lokale Handwerksbetriebe und Zulieferer können von der gesteigerten Nachfrage nach Installations- und Wartungsdienstleistungen profitieren. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist der potenzielle Anstieg der Steuereinnahmen durch die Erhöhung der regionalen Wertschöpfung. Zudem kann die lokale Energieproduktion die Abhängigkeit von volatilen, globalen Energiemärkten reduzieren. Insgesamt sollte die Finanzierung der Wärmewende als eine Investition in die wirtschaftliche Vitalität und eine nachhaltige Zukunft betrachtet werden.

8 Akteursbeteiligung

Damit die kommunale Wärmeplanung erfolgreich ist und eine breite Akzeptanz findet, ist eine aktive Beteiligung sowie frühzeitige Information der lokalen Akteure und der Öffentlichkeit entscheidend. Durch die kontinuierliche Einbindung relevanter Stakeholder wird sichergestellt, dass die erarbeiteten Ergebnisse eine hohe Zustimmung erhalten und das spezifische Wissen der Beteiligten in die Planung einfließen kann. Aus diesem Grund wurden die wichtigsten Akteursgruppen systematisch in die Entwicklung des Wärmeplans einbezogen.

Im Rahmen der Akteursanalyse wurden zunächst relevante Akteure identifiziert und deren Erwartungen an die Wärmeplanung erfasst. Auf dieser Grundlage wurde ein Kommunikationskonzept entwickelt. Je nach Gruppe und Kommunikationsform wurden entsprechende Formen der informativen oder partizipativen Beteiligung definiert. Hierbei wurden folgende Beteiligungsformate umgesetzt:

Unternehmensumfrage

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde im Frühjahr 2025 eine Befragung unter gewerblichen Betrieben in Schwendi durchgeführt. Ziel der Umfrage war es, den Brennstoffverbrauch sowie das Abwärmeaufkommen der Unternehmen zu erfassen. Auf dieser Grundlage konnte das Potenzial für die Nutzung industrieller Abwärme bewertet werden.

Darüber hinaus diente die Befragung dazu, die teilnehmenden Betriebe über die kommunale Wärmeplanung zu informieren und sie für eine aktive Mitwirkung zu gewinnen. Abgefragt wurde unter anderem, ob Interesse besteht, Unternehmensgebäude an ein Wärmenetz anzuschließen oder überschüssige Abwärme in ein solches einzuspeisen.

Die erhobenen Daten flossen anschließend in die Ermittlung und Bewertung der relevanten Potenziale ein

Arbeitsgruppenaustausch

Das zentrale Kommunikationsformat bestand aus regelmäßig stattfindenden Besprechungen mit der Gemeindeverwaltung. Sowohl während der Bestandsaufnahme und Potenzialanalyse als auch bei der Ausarbeitung des Zielszenarios wurden gemeinsame Arbeitstermine durchgeführt.

Sachstandsbericht in öffentlicher Gemeinderatssitzung

Im September 2025 wurden die ersten beiden Phasen des Kommunalen Wärmeplans, die Bestands- und Potenzialanalyse, dem Gemeinderat der Gemeinde Schwendi in einer öffentlichen Sitzung vorgestellt und umfassend diskutiert.

Workshop mit beteiligten Akteuren

Im Herbst 2025 fand ein Workshop mit Vertreterinnen und Vertretern der Gemeindeverwaltung, der ortsansässigen Industrieunternehmen, der Biogasbetreibern und der Netzbetreiber statt. Ziel dieses Workshops war es, den Teilnehmenden einen Einblick in die abgeschlossenen Arbeitspakete zu geben. Die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalysen wurden dabei detailliert erläutert, bevor auf das Zielbild mit allen definierten Parametern für das Jahr 2040 eingegangen wurde. Aufbauend auf den Analysen erarbeiteten die Teilnehmenden in Kleingruppen mögliche Eignungsgebiete, die als essenziell für die Umsetzung des Zielbildes beurteilt wurden. Im Plenum wurden anschließend sämtliche Maßnahmen diskutiert und priorisiert, sodass schlussendlich die vom Gesetzgeber geforderten fünf Maßnahmen Einzug in die Wärmewendestrategie der Gemeinde fanden.

Vorstellung und Auslegung des Wärmeplan-Entwurfs

Im Dezember 2025 wurde der Berichtsentwurf des Kommunalen Wärmeplans Schwendi, der alle erarbeiteten Phasen zusammenfasst, dem Gemeinderat vorgestellt. Der Entwurf wurde daraufhin zur öffentlichen Stellungnahme ausgelegt, um den Bürgerinnen und Bürgern der Gemeinde die Möglichkeit zu geben, den Bericht zu prüfen und Anregungen einzubringen.

Beschluss des Wärmeplans

Im Dezember 2025 wurde der kommunale Wärmeplan für die Gemeinde Schwendi im Gemeinderat in öffentlicher Sitzung vorgestellt und beschlossen.

Ausblick

Nach der Veröffentlichung des Kommunalen Wärmeplans beginnt der Umsetzungsprozess der definierten Maßnahmen. Eine kontinuierliche Kommunikation mit allen relevanten Akteuren ist hierbei entscheidend. So wird die öffentliche Auslegung des Abschlussberichts sowie die begleitende Berichterstattung durch die Lokalpresse einen ersten Schritt darstellen, um Transparenz zu schaffen. Insbesondere im Hinblick auf den Bau von Wärmenetzen ist eine frühe Information der Anwohnerinnen und Anwohner wesentlich, da nur eine hohe Anschlussquote die Wirtschaftlichkeit des Projekts und den späteren Betrieb sicherstellen kann.

Ziel ist es, die Bürgerinnen und Bürger über die perspektivische Wärmeversorgung in ihren Gemeindeteilgebieten zu informieren und sie zur Mitwirkung zu motivieren. Dies bietet ihnen gleichzeitig die Möglichkeit, ihre eigenen Planungen, beispielsweise den Austausch von Heizsystemen, an den künftigen Infrastrukturen auszurichten.

Grundsätzlich wird empfohlen, alle relevanten Akteure der Gemeinde Schwendi frühzeitig in die Umsetzung der Maßnahmen einzubinden, sie regelmäßig über Fortschritte auf dem Transformationspfad zu informieren und sie zur aktiven Mitarbeit zu gewinnen. Es gilt, gemeinsam eine positive Aufbruchstimmung für eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu schaffen. Der Erfolg der Wärmewende hängt nicht allein von der Gemeindeverwaltung und den lokalen Energieversorgern ab, sondern maßgeblich vom Engagement aller Bürgerinnen und Bürger der Gemeinde Schwendi.

9 Fazit und Ausblick

Der vorliegende kommunale Wärmeplan vermittelt einen umfassenden Überblick über die bestehende Wärmeinfrastruktur, die Siedlungsstrukturen, den energetischen Zustand der Gebäude sowie die Potenziale zur Einsparung von Wärmeenergie und zur Nutzung erneuerbarer Energien im gesamten Gemeindegebiet Schwendi. Auf dieser Grundlage werden konkrete Handlungsoptionen aufgezeigt, wie die Wärmewende auf lokaler Ebene vorangebracht werden kann, um den Wärmebedarf der Gebäude künftig klimafreundlich und ressourceneffizient zu decken.

Die Aufstellung des Wärmeplans erhöht die Planungssicherheit für die Bürgerinnen und Bürger sowie für weitere relevante Akteure der Gemeinde Schwendi – insbesondere in den Gebieten außerhalb der Eignungsgebiete. Der Plan schafft Prioritäten und Klarheit darüber, auf welche Bereiche sich nachfolgende Aktivitäten und vertiefende Untersuchungen zur Wärmenetzplanung konzentrieren sollten.

Ein Blick auf die Bestandsanalyse der Wärmeversorgung macht den dringenden Handlungsbedarf deutlich: Rund 80 % der Wärmeerzeugung basieren aktuell auf fossilen Energieträgern wie Erdgas und Heizöl. Eine umfassende Umstellung auf erneuerbare Energien ist daher zwingend erforderlich. Der Wohnsektor spielt hierbei eine zentrale Rolle, da er etwa 47 % der damit verbundenen Emissionen verursacht. Energetische Sanierungen, Energieberatungen und der Ausbau von Wärmenetzen sind entscheidende Bausteine für eine erfolgreiche Wärmewende. Gleichzeitig liefert die erhobene Datengrundlage wertvolle Informationen, um die Energiewende zielgerichtet zu beschleunigen. Digitale Werkzeuge wie der digitale Wärmeplan unterstützen diesen Prozess zusätzlich.

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

Während in den identifizierten Eignungsgebieten Wärmenetze ausgebaut bzw. neu installiert werden sollen, wird der Fokus in den Einzelversorgungsgebieten mit vermehrter Einfamilien- und Doppelhausbebauung überwiegend auf eine effiziente Versorgung durch Wärmepumpen, PV und Biomasseheizungen gelegt werden. Gerade in diesen Gebieten benötigen die Gebäudeeigentümer Unterstützung durch eine Energieberatung sowie durch staatliche Förderungen beziehungsweise Vergünstigungen ihrer Sanierungsvorhaben. Hier gibt es bereits zahlreiche Formate und Akteure in der Region. Allerdings sollten diese Angebote gestärkt werden. Informationskampagnen hierzu sollen unterstützen und die bestehenden Möglichkeiten zur Beratung weiter beworben werden.

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

Die kommunale Wärmeplanung gemäß KlimaG BW ist zunächst eine strategische Planung ohne verbindliche Folgen für die Bürgerschaft und Verwaltung. Hingegen werden die Haushalte und Unternehmen bei Wahl der Heizungstechnologie durch die Novelle des Gebäude-Energie-Gesetzes (GEG) stärker beeinflusst. Dennoch bildet der Wärmeplan eine wertvolle Grundlage, um das übergeordnete Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2040 zu erreichen. Er zeigt die Handlungsoptionen für die Transformation der Wärmeinfrastruktur in Schwendi auf, die in die Feinplanung für konkrete Quartiere und Infrastrukturprojekte überführt werden sollen.

Es ist wichtig, die Wärmeplanung bei aktuellen Entwicklungsprojekten und stadtpolitisch relevanten Themen zu berücksichtigen und sicherzustellen, dass sie mit bereits formulierten Zielen und Maßnahmen sowie der Energie- und Infrastrukturplanung übereinstimmt.

Die Umsetzung des Zielbilds betrifft verschiedene Handlungsfelder und Interessen von Schlüsselakteuren. Der Erfolg der Maßnahmen hängt von der Zusammenarbeit zwischen Stadtverwaltung, Energieversorgern, Energieberatungen, Handwerksbetrieben und den Bürgerinnen und Bürgern ab. Das Engagement und die koordinierte Zusammenarbeit aller Schlüsselakteure sind notwendig, um die Wärmewende erfolgreich voranzutreiben. Die Gemeinde spielt dabei eine leitende und koordinierende Rolle und muss die komplexen Veränderungsprozesse aktiv gestalten.

Der Wärmeplan wird regelmäßig fortgeschrieben. Bis zur nächsten Fortschreibung, angesichts der dynamischen politischen Entwicklungen, sollten der Wärmeplan und die Umsetzung der Wärmewendestrategie regelmäßig überprüft, aktualisiert und angepasst werden, um sicherzustellen, dass sie den aktuellen Rahmenbedingungen und Entwicklungen entsprechen. Bei Bedarf müssen neue Maßnahmen entwickelt oder bestehende Maßnahmen angepasst werden. Der Prozess der kommunalen Wärmeplanung wird somit als langfristiger Transformationsprozess verstanden, der erst mit der Erreichung des Ziels einer klimaneutralen Wärmeversorgung des Gebäudebestands abgeschlossen ist.

10 Literaturverzeichnis

- [1] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, „Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) vom 31. August 2021“. 2019.
- [2] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, „Kommunale Wärmeplanung. Handlungsleitfaden“, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Energie/Leitfaden-Kommunale-Waermeplanung-barrierefrei.pdf
- [3] KEA BW, „Formular zur Erhebung der Abwärme in Unternehmen“. 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/formular-zur-erhebung-der-abwaerme-in-unternehmen>
- [4] „Leitfaden Wärmeplanung. Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche“. Im Auftrag von BMWK und BMWSB, 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://api.kww-halle.de/fileadmin/PDFs/Leitfaden_W%C3%A4rmeplanung_final_17.9.2024_gesch%C3%BCtzt.pdf
- [5] IWU, „Tabula Web Tool“. Institut Wohnen Und Umwelt. [Online]. Verfügbar unter: <https://webtool.building-typology.eu/#bm>
- [6] G. Luderer, C. Kost, und Dominika, „Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 - Szenarien und Pfade im Modellvergleich“, S. 359 pages, 2021, doi: 10.48485/PIK.2021.006.
- [7] Kelm, T., Bickel, P., Jachmann, H., und Liebhart, L., „Sektorziele 2030 und klimaneutrales Baden-Württemberg 2040“. Zugegriffen: 11. September 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.ifeu.de/publikation/sektorziele-2030-und-klimaneutrales-baden-wuerttemberg-2040/>
- [8] Wolfgang Streicher, Felix Ziegler, und Martin Kaltschmitt, „Physikalische Grundlagen“, in *Erneuerbare Energie. Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte.*, Berlin: Springer Vieweg.
- [9] Langreder und Lettow, „KWW-Technik-katalog Wärme-planung“. im Auftrag des BMWK, 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.kww-halle.de/service/infothek/detail/kww-technik-katalog-waermeplanung-begleitdokument>
- [10] BMWK, „Fortschrittsbericht zur Umsetzung der Nationalen Wasserstoffstrategie“. 3. Juni 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Wasserstoff/News/2022-06-03-fortschrittsbericht-zur-umsetzung-der-nationalen-wasserstoffstrategie-online.html>
- [11] DVGW, „Gasnetzgebietstransformationsplan, <https://www.h2vorort.de/gtp/>“. 2024.

Anhang

Anhang 1: Heizwertbezogene Emissionsfaktoren nach Energieträger³

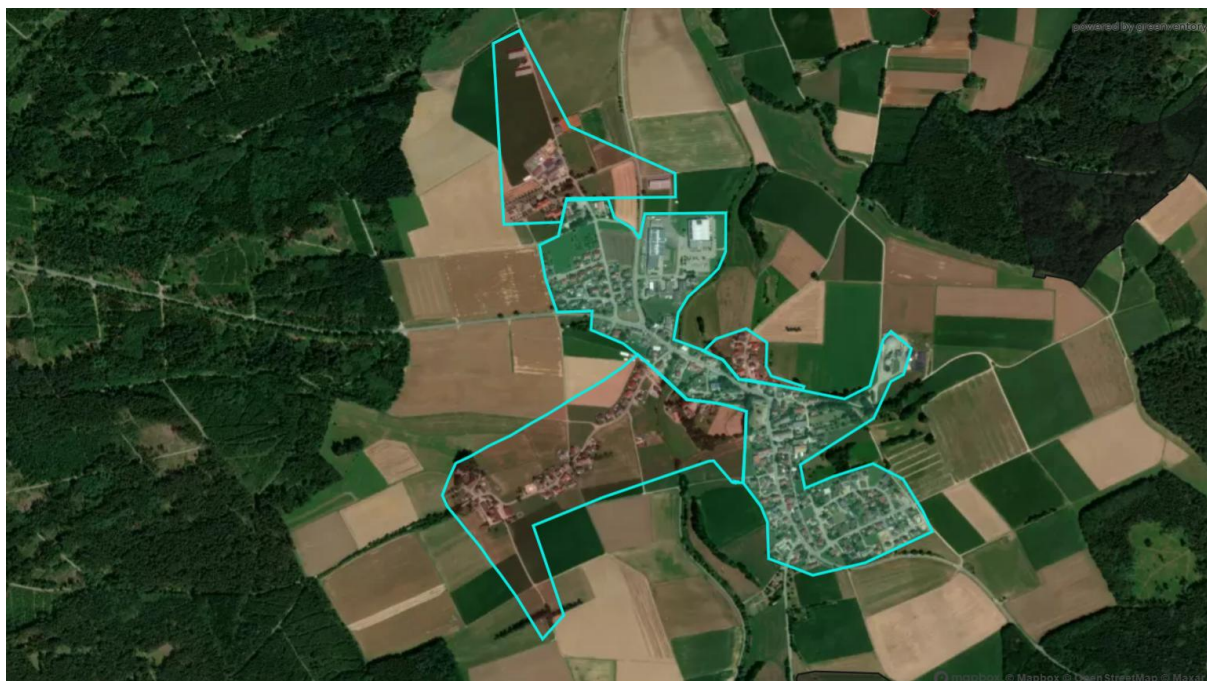
Energieträger	Emissionsfaktoren (t CO ₂ e/MWh) nach Jahren		
	2025	2030	2040
Strom-Mix-D	0,260	0,110	0,025
Heizöl	0,310	0,310	0,310
Erdgas	0,240	0,240	0,240
Steinkohle	0,400	0,400	0,400
Biogas/ -methan	0,137	0,133	0,126
Biomasse (Holz)	0,020	0,020	0,020
Solarthermie, Geothermie	0	0	0
Abwärme aus Verbrennung	0,020	0,020	0,020
Prozessabwärme	0,039	0,038	0,036

Anhang 2: Teilgebietssteckbriefe

Im Folgenden sind die Eignungsgebiete in kurzen Steckbriefen vorgestellt:

³ Technikkatalog Wärmeplanung Version 1.1 der KWW, Stand: 08.2024

Teilgebiet: Sießen/Hörenhausen



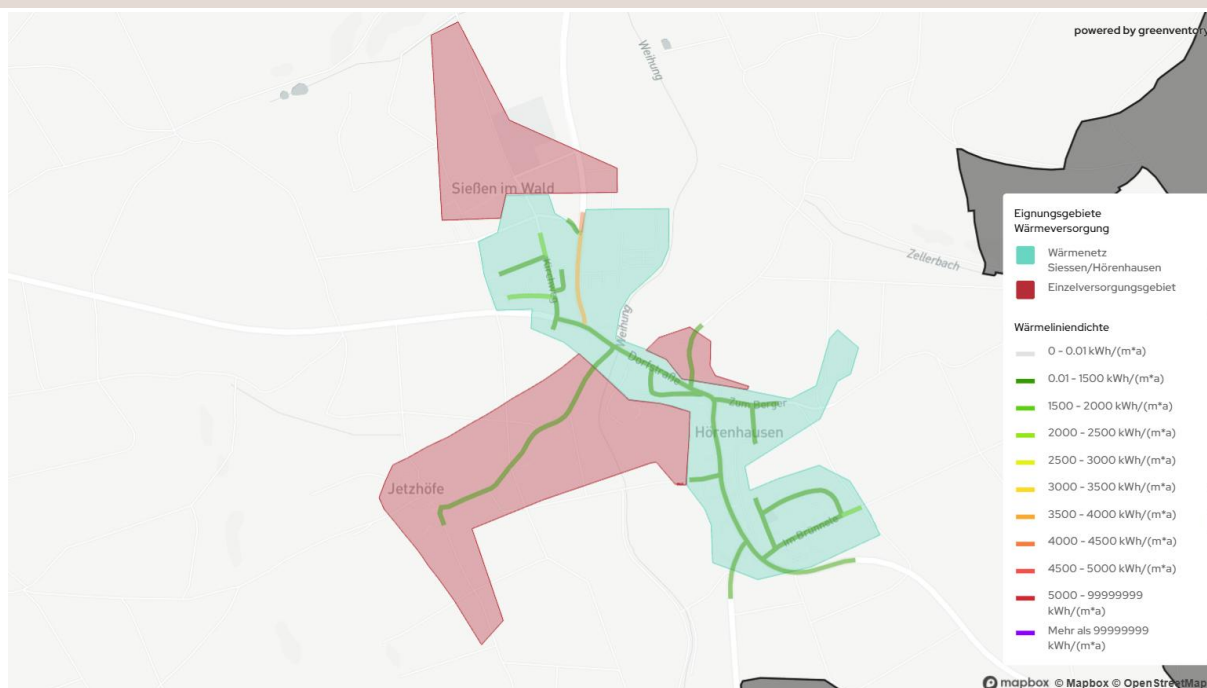
Gebietsstruktur im Basisjahr

Gebietsfläche	72,3	ha
Anzahl Gebäude	299	-
Vorwiegender Sektor	Privates Wohnen	-
Vorwiegendes Gebäudealter	1949 – 1978	-
Vorwiegender Heizungstyp	Ölkessel	-
Vorwiegendes Heizungsalter	11 – 20	a
Infrastruktur	Gas, Abwasser, Strom, Wärmenetz	-

Wärmebedarfsentwicklung

Basisjahr	6.660	MWh/a
Jahr 2040	6.000	MWh/a
Max. Energieeinsparpotenzial	660	MWh/a

Bestehende Infrastruktur und Wärmebedarfsdichte 2040



Vorhandene und auszunutzende lokale Potenziale für Einzelversorgung

Dachflächen PV	6.300	MWh/a
Dachflächen Solarthermie	5.800	MWh/a
Erdwärme	eingeschränktes Potenzial (Bohrtiefenbegrenzung)	
Biomasse	mittleres Potenzial	

Vorhandene und auszunutzende lokale Potenziale für Wärmenetze

Freiflächen Solarthermie	hohes Potenzial
Erdwärme	eingeschränktes Potenzial (Bohrtiefenbegrenzung)
Oberflächengewässer	kein Potenzial
Industrielle Abwärme	kein Potenzial
Abwasserkanäle (> DN 400)	kein Potenzial
Biomasse	hohes Potenzial

Zielfoto, CO2-Einsparung

Zielfoto - Versorgungsgebiet	Dezentrale & Zentrale Versorgung	
CO ₂ -Einsparung 2040 (ggü. Basisjahr)	752	t/a

Teilgebiet: Orsenhausen



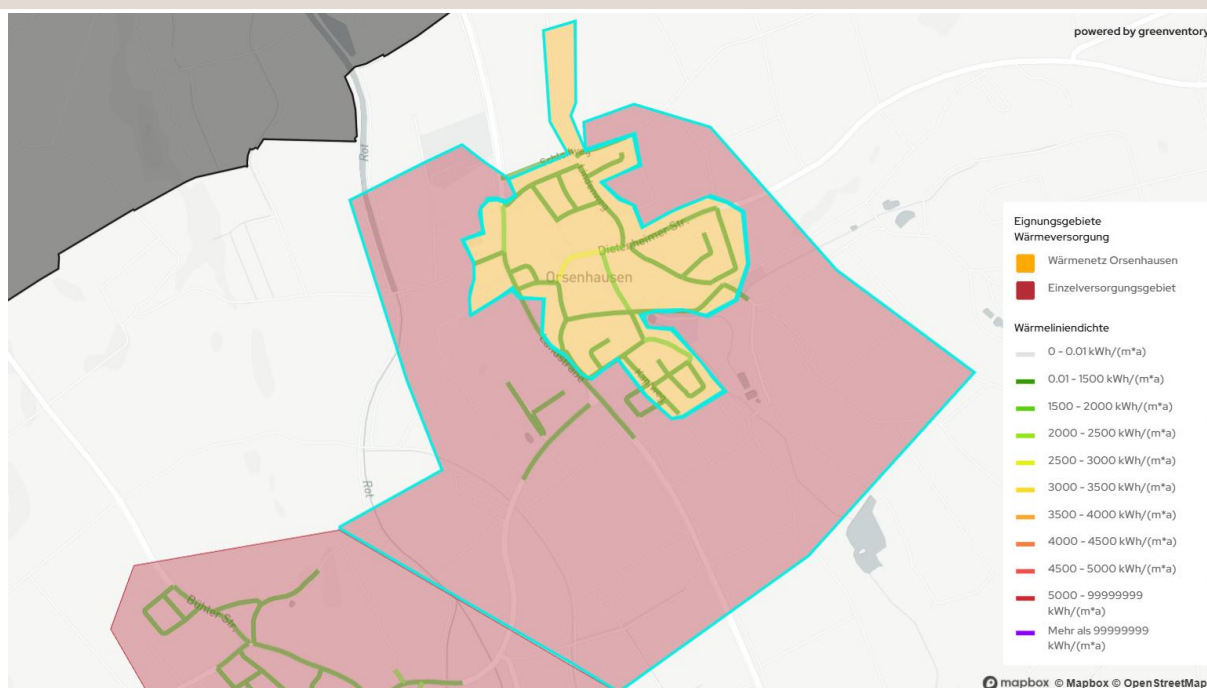
Gebietsstruktur im Basisjahr

Gebietsfläche	182	ha
Anzahl Gebäude	432	-
Vorwiegender Sektor	Privates Wohnen	-
Vorwiegendes Gebäudealter	1949 – 1978	-
Vorwiegender Heizungstyp	Ölkessel	-
Vorwiegendes Heizungsalter	21 – 30	a
Infrastruktur	Gas, Abwasser, Strom, Wärmenetz	-

Wärmebedarfsentwicklung

Basisjahr	6.760	MWh/a
Jahr 2040	6.100	MWh/a
Max. Energieeinsparpotenzial	660	MWh/a

Bestehende Infrastruktur und Wärmebedarfsdichte 2040



Vorhandene und auszunutzende lokale Potenziale für Einzelversorgung

Dachflächen PV	6.200	MWh/a
Dachflächen Solarthermie	5.600	MWh/a
Erdwärme	1.001.000	MWh/a
Biomasse	mittleres Potenzial	

Vorhandene und auszunutzende lokale Potenziale für Wärmenetze

Freiflächen Solarthermie	hohes Potenzial
Erdwärme	hohes Potenzial
Oberflächengewässer	kein Potenzial
Industrielle Abwärme	kein Potenzial
Abwasserkanäle (> DN 400)	kein Potenzial
Biomasse	hohes Potenzial

Zielfoto, CO2-Einsparung

Zielfoto - Versorgungsgebiet	Dezentrale & Zentrale Versorgung	
CO ₂ -Einsparung 2040 (ggü. Basisjahr)	1.010	t/a

Teilgebiet: Weihungszell



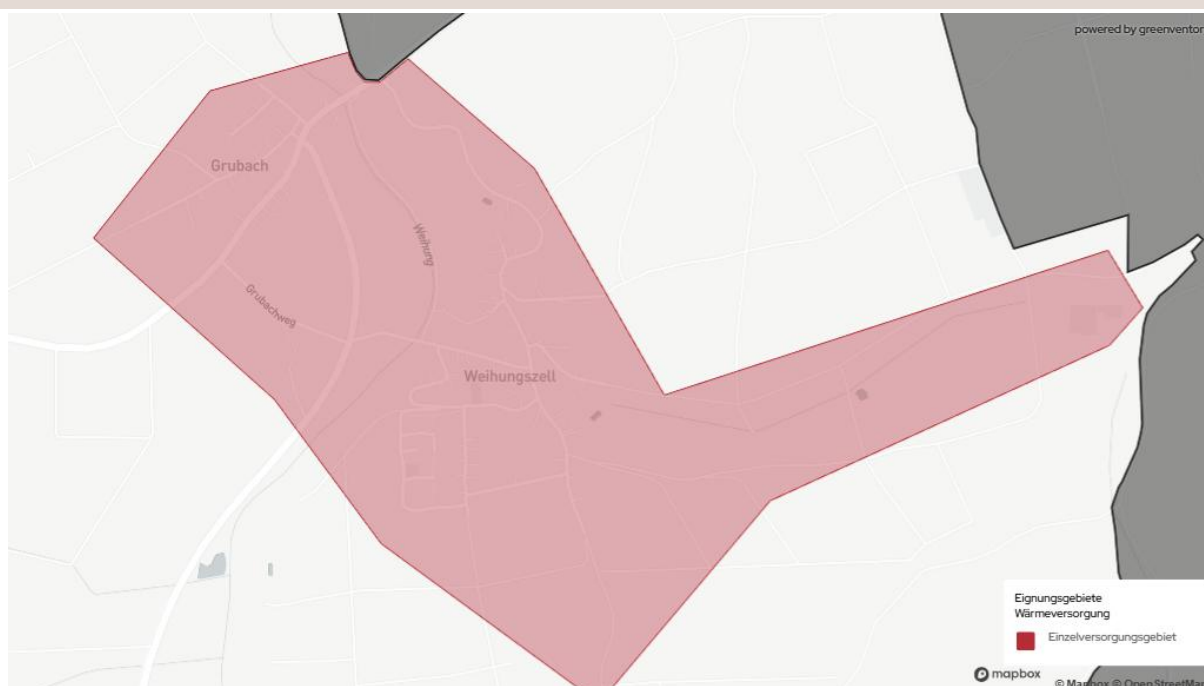
Gebietsstruktur im Basisjahr

Gebietsfläche	87,1	ha
Anzahl Gebäude	280	-
Vorwiegender Sektor	Privates Wohnen	-
Vorwiegendes Gebäudealter	1949 – 1978	-
Vorwiegender Heizungstyp	Ölkessel	-
Vorwiegendes Heizungsalter	21 – 30	a
Infrastruktur	Abwasser, Strom	-

Wärmebedarfsentwicklung

Basisjahr	3.940	MWh/a
Jahr 2040	3.570	MWh/a
Max. Energieeinsparpotenzial	370	MWh/a

Bestehende Infrastruktur und Wärmebedarfsdichte 2040



Vorhandene und auszunutzende lokale Potenziale für Einzelversorgung

Dachflächen PV	4.400	MWh/a
Dachflächen Solarthermie	4.000	MWh/a
Erdwärme	eingeschränktes Potenzial (Bohrtiefenbegrenzung)	
Biomasse	niedriges Potenzial	

Vorhandene und auszunutzende lokale Potenziale für Wärmenetze

Freiflächen Solarthermie	hohes Potenzial
Erdwärme	eingeschränktes Potenzial (Bohrtiefenbegrenzung)
Oberflächengewässer	kein Potenzial
Industrielle Abwärme	kein Potenzial
Abwasserkanäle (> DN 400)	kein Potenzial
Biomasse	mittleres Potenzial

Zielfoto, CO₂-Einsparung

Zielfoto - Versorgungsgebiet	Dezentrale Versorgung	
CO ₂ -Einsparung 2040 (ggü. Basisjahr)	760	t/a

Teilgebiet: Bußmannshausen, Kleinschafhausen, Großschafhausen

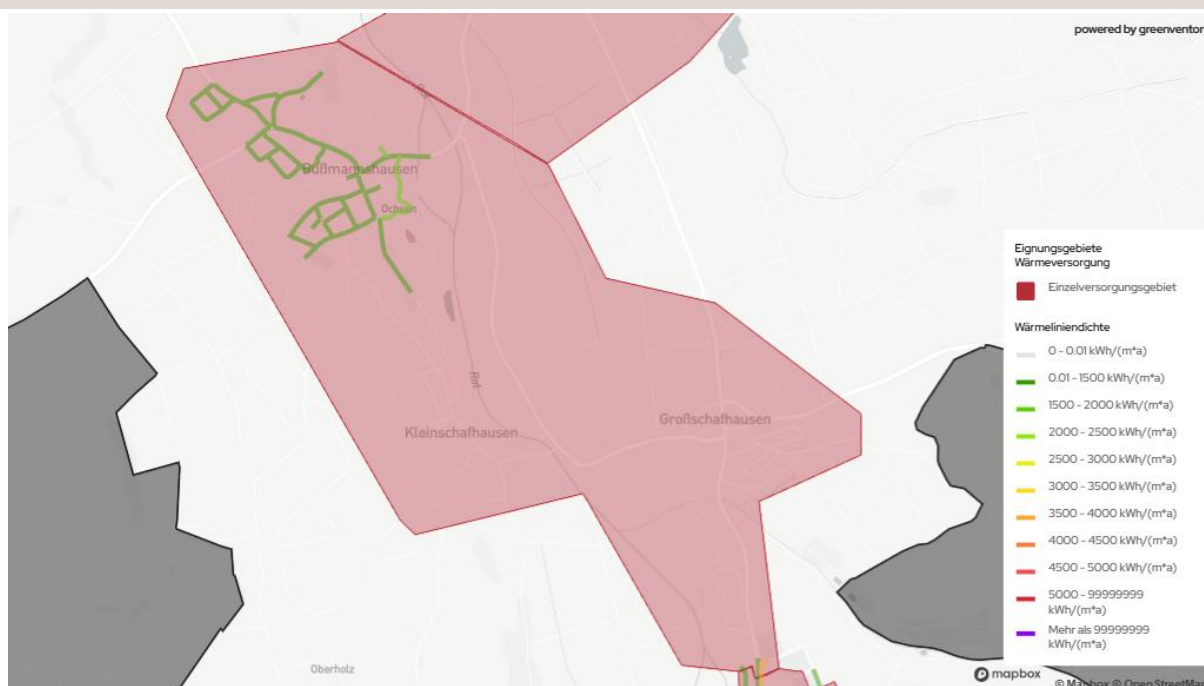
Gebietsstruktur im Basisjahr

Gebietsfläche	287,6	ha
Anzahl Gebäude	618	-
Vorwiegender Sektor	Privates Wohnen	-
Vorwiegendes Gebäudealter	1949 – 1978	-
Vorwiegender Heizungstyp	Ölkessel	-
Vorwiegendes Heizungsalter	21 – 30	a
Infrastruktur	Gas, Abwasser, Strom	-

Wärmebedarfsentwicklung

Basisjahr	10.030	MWh/a
Jahr 2040	9.080	MWh/a
Max. Energieeinsparpotenzial	950	MWh/a

Bestehende Infrastruktur und Wärmebedarfsdichte 2040



Vorhandene und auszunutzende lokale Potenziale für Einzelversorgung

Dachflächen PV	10.500	MWh/a
Dachflächen Solarthermie	9.500	MWh/a
Erdwärme	1.140.700	MWh/a
Biomasse	niedriges Potenzial	

Vorhandene und auszunutzende lokale Potenziale für Wärmenetze

Freiflächen Solarthermie	hohes Potenzial
Erdwärme	hohes Potenzial
Oberflächengewässer	niedriges Potenzial
Industrielle Abwärme	kein Potenzial
Abwasserkanäle (> DN 400)	kein Potenzial
Biomasse	mittleres Potenzial

Zielfoto, CO2-Einsparung

Zielfoto - Versorgungsgebiet	Dezentrale Versorgung	
CO2-Einsparung 2040 (ggü. Basisjahr)	2.150	t/a

Teilgebiet: Schwendi



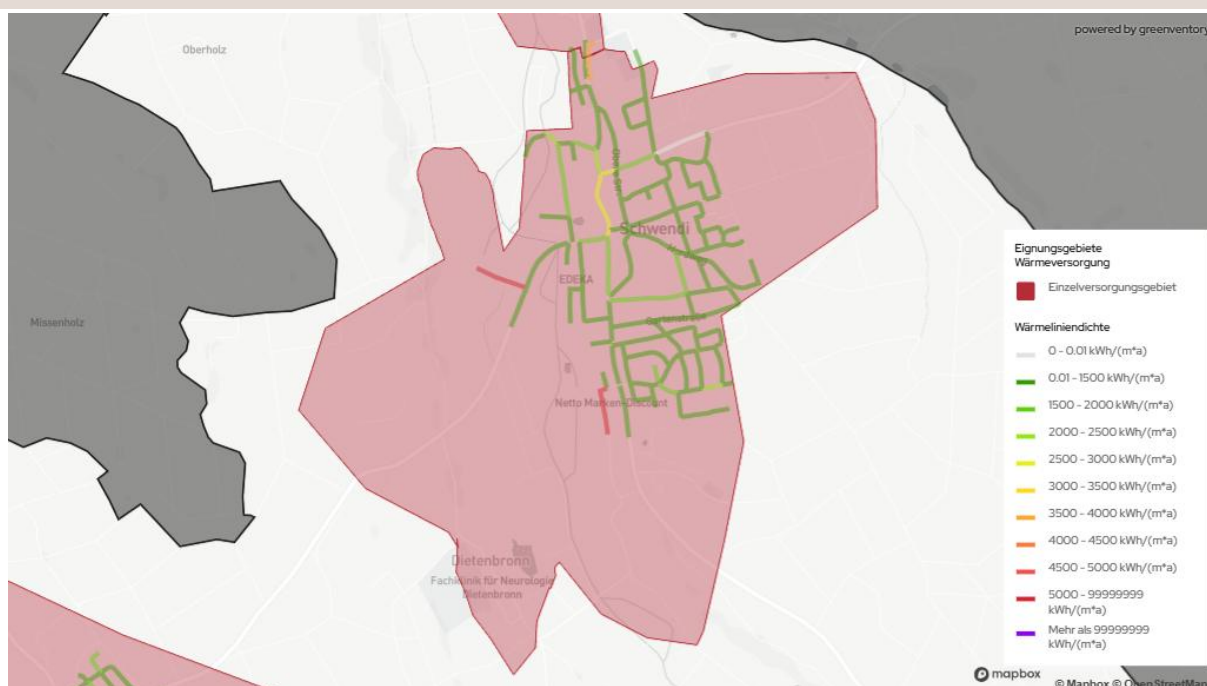
Gebietsstruktur im Basisjahr

Gebietsfläche	356,9	ha
Anzahl Gebäude	1.078	-
Vorwiegender Sektor	Privates Wohnen	-
Vorwiegendes Gebäudealter	1949 – 1978	-
Vorwiegender Heizungstyp	Ölkessel	-
Vorwiegendes Heizungsalter	21 – 30	a
Infrastruktur	Gas, Abwasser, Strom	-

Wärmebedarfsentwicklung

Basisjahr	43.770	MWh/a
Jahr 2040	37.040	MWh/a
Max. Energieeinsparpotenzial	6.730	MWh/a

Bestehende Infrastruktur und Wärmebedarfsdichte 2040



Vorhandene und auszunutzende lokale Potenziale für Einzelversorgung

Dachflächen PV	28.000	MWh/a
Dachflächen Solarthermie	25.500	MWh/a
Erdwärme	eingeschränktes Potenzial (teilweise Bohrtiefenbegrenzung)	
Biomasse	mittleres Potenzial	

Vorhandene und auszunutzende lokale Potenziale für Wärmenetze

Freiflächen Solarthermie	hohes Potenzial
Erdwärme	eingeschränktes Potenzial (teilweise Bohrtiefenbegrenzung)
Oberflächengewässer	niedriges Potenzial
Industrielle Abwärme	mittleres Potenzial
Abwasserkanäle (> DN 400)	kein Potenzial
Biomasse	mittleres Potenzial

Zielfoto, CO₂-Einsparung

Zielfoto - Versorgungsgebiet	Dezentrale Versorgung
CO ₂ -Einsparung 2040 (ggü. Basisjahr)	10.630 t/a

Teilgebiet: Huggenlaubach



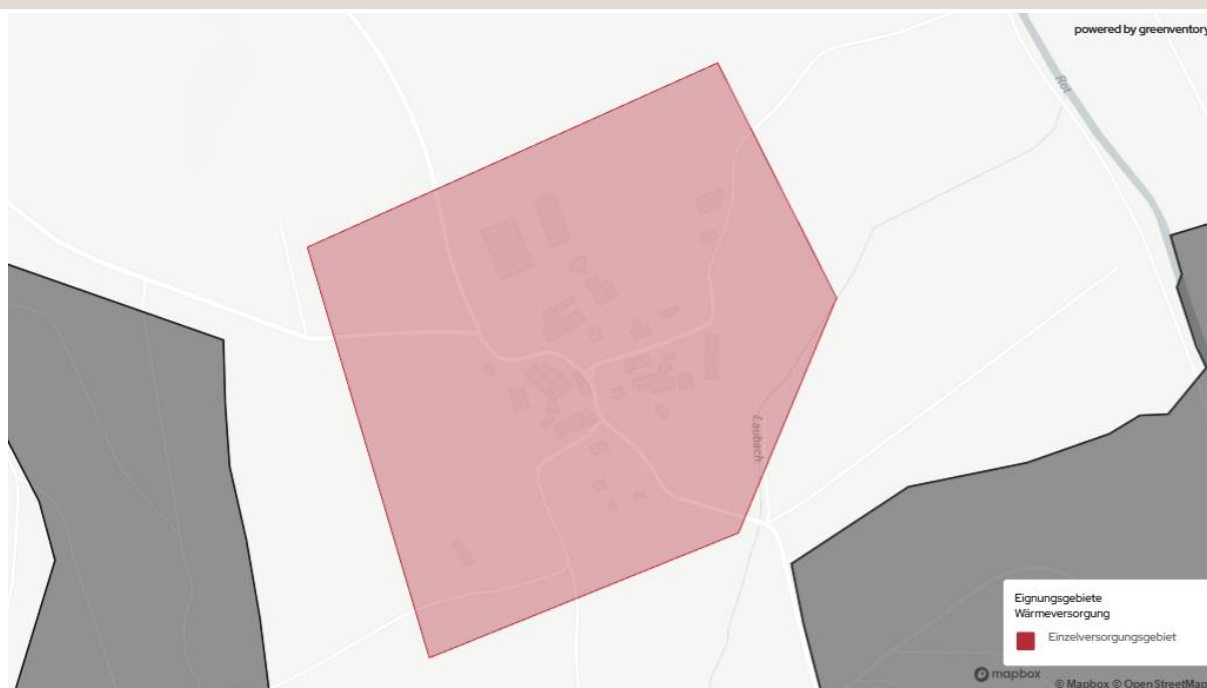
Gebietsstruktur im Basisjahr

Gebietsfläche	27,5	ha
Anzahl Gebäude	29	-
Vorwiegender Sektor	Industrie & Produktion	-
Vorwiegendes Gebäudealter	vor 1919	-
Vorwiegender Heizungstyp	Holzpellets	-
Vorwiegendes Heizungsalter	21 – 30	a
Infrastruktur	Abwasser, Strom	-

Wärmebedarfsentwicklung

Basisjahr	368	MWh/a
Jahr 2040	336	MWh/a
Max. Energieeinsparpotenzial	32	MWh/a

Bestehende Infrastruktur und Wärmebedarfsdichte 2040



Vorhandene und auszunutzende lokale Potenziale für Einzelversorgung

Dachflächen PV	1.200	MWh/a
Dachflächen Solarthermie	1.100	MWh/a
Erdwärme	eingeschränktes Potenzial (Bohrtiefenbegrenzung)	
Biomasse	mittleres Potenzial	

Vorhandene und auszunutzende lokale Potenziale für Wärmenetze

Freiflächen Solarthermie	kein Potenzial	
Erdwärme	eingeschränktes Potenzial (Bohrtiefenbegrenzung)	
Oberflächengewässer	niedriges Potenzial	
Industrielle Abwärme	kein Potenzial	
Abwasserkanäle (> DN 400)	kein Potenzial	
Biomasse	mittleres Potenzial	

Zielfoto, CO₂-Einsparung

Zielfoto - Versorgungsgebiet	Dezentrale Versorgung	
CO ₂ -Einsparung 2040 (ggü. Basisjahr)	37,5	t/a

Teilgebiet: Schöneburg

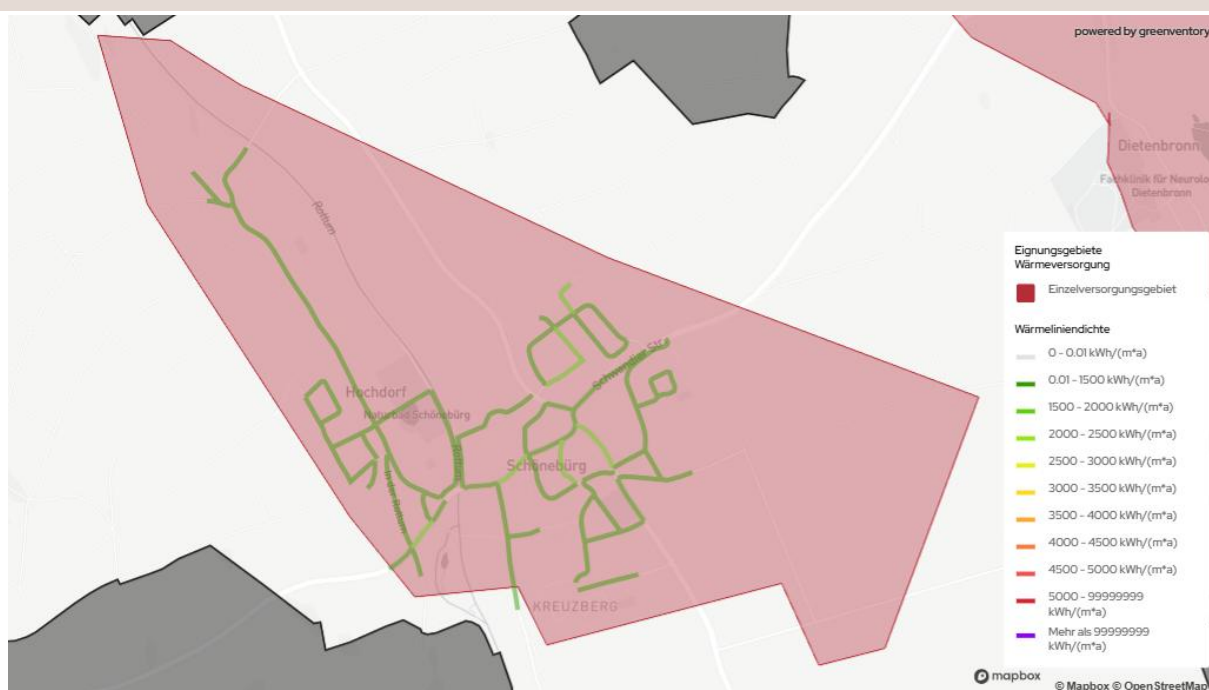
Gebietsstruktur im Basisjahr

Gebietsfläche	209,6	ha
Anzahl Gebäude	544	-
Vorwiegender Sektor	Privates Wohnen	-
Vorwiegendes Gebäudealter	1949 – 1978	-
Vorwiegender Heizungstyp	Ölkessel	-
Vorwiegendes Heizungsalter	21 – 30	a
Infrastruktur	Gas, Abwasser, Strom	-

Wärmebedarfsentwicklung

Basisjahr	8.570	MWh/a
Jahr 2040	7.920	MWh/a
Max. Energieeinsparpotenzial	650	MWh/a

Bestehende Infrastruktur und Wärmebedarfsdichte 2040



Vorhandene und auszunutzende lokale Potenziale für Einzelversorgung

Dachflächen PV	9.900	MWh/a
Dachflächen Solarthermie	9.000	MWh/a
Erdwärme	eingeschränktes Potenzial (Bohrtiefenbegrenzung)	
Biomasse	niedriges Potenzial	

Vorhandene und auszunutzende lokale Potenziale für Wärmenetze

Freiflächen Solarthermie	hohes Potenzial
Erdwärme	eingeschränktes Potenzial (Bohrtiefenbegrenzung)
Oberflächengewässer	kein Potenzial
Industrielle Abwärme	kein Potenzial
Abwasserkanäle (> DN 400)	niedriges Potenzial
Biomasse	mittleres Potenzial

Zielfoto, CO2-Einsparung

Zielfoto - Versorgungsgebiet	Dezentrale Versorgung	
CO ₂ -Einsparung 2040 (ggü. Basisjahr)	1.950	t/a



Netze BW GmbH

Schelmenwasenstraße 15

70567 Stuttgart

<https://netze-bw.de>