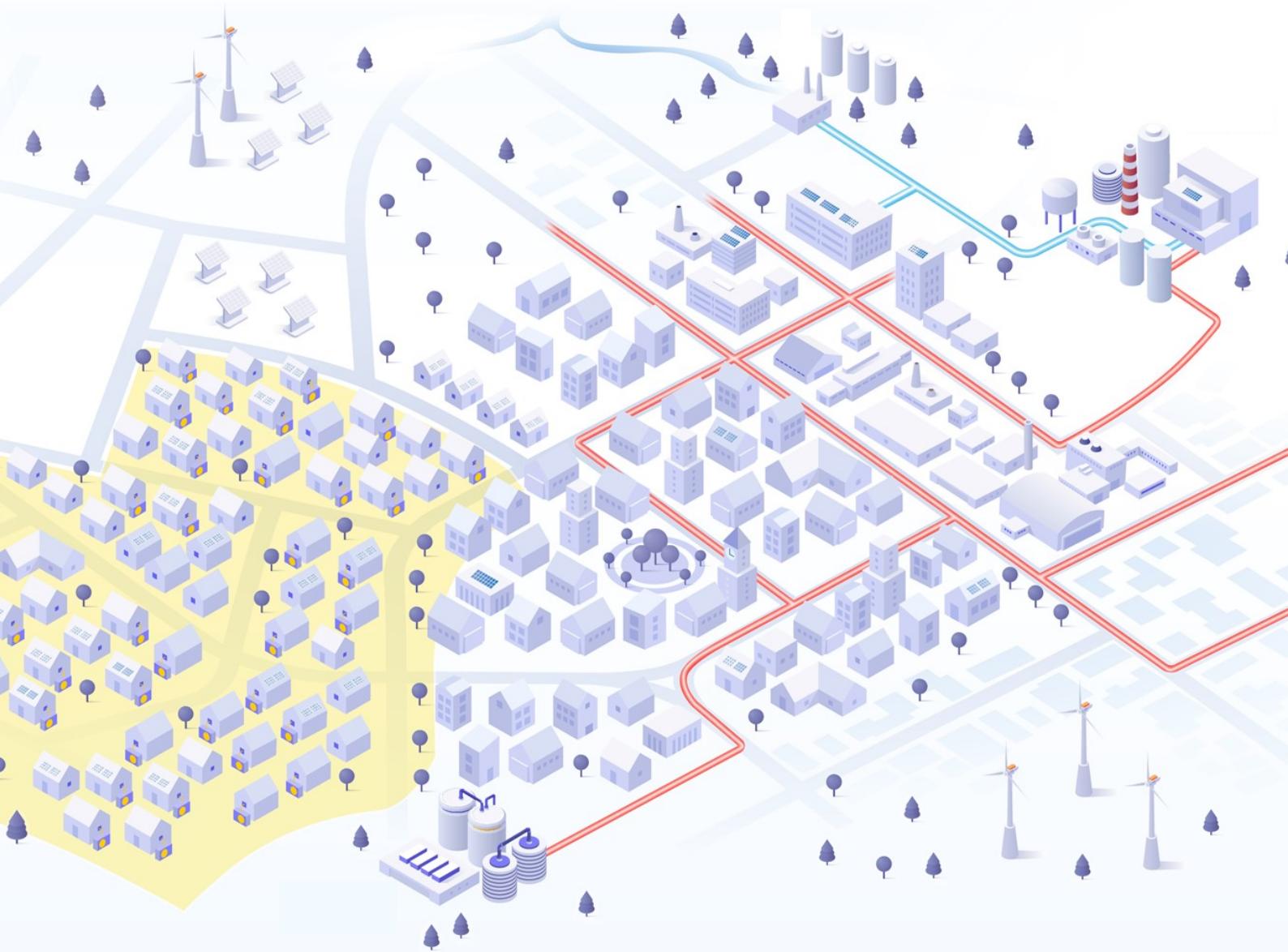


KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG DER GEMEINDE WEILHEIM (BADEN)

**Fachgutachten
Dezember 2025**





Auftraggeberin: Gemeinde Weilheim
Badener Platz 1
79809 Weilheim

Erstellt durch: badenovaNETZE GmbH
Tullastraße 61
79108 Freiburg

Projektteam: Marc Krecher (Projektleiter)
Manuel Gehring
Melissa Siegl

In Zusammenarbeit mit: Smart Geomatics Informationssysteme GmbH
Ebertstraße 8
76137 Karlsruhe

Förderkennzeichen: 67K24144
Gefördert über die Nationale Klimaschutzinitiative
Erstellt nach Wärmeplanungsgesetz (WPG) 2024

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Freiburg, Dezember 2025

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in diesem Bericht auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS.....	I
KARTENVERZEICHNIS	III
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	III
TABELLENVERZEICHNIS	V
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VI
1. ZIELSETZUNG UND VORGEHEN DER KOMMUNALEN WÄRMEPLANUNG	7
2. AKTEURSBETEILIGUNG	9
2.1 AKTEURSANALYSE.....	9
2.2 BETEILIGUNGSKONZEPT	10
3. EIGNUNGSGEBIETSPRÜFUNG	12
3.1 WAS IST DIE EIGNUNGSPRÜFUNG?	12
3.2 ERGEBNIS DER EIGNUNGSPRÜFUNG FÜR WEILHEIM	13
4. BESTANDSANALYSE.....	16
4.1 STRUKTUR DER GEMEINDE WEILHEIM.....	16
4.2 ERFASSUNG DES GEBÄUDEBESTANDS	17
4.3 AKTUELLE VERSORGUNGSSTRUKTUR	21
4.4 ENDENERGIEVERBRAUCH WÄRME	26
4.5 SEKTORENKOPPLUNG UND STROMBEDARFSDECKUNG	37
4.6 ERNEUERBARE GASE.....	38
4.7 KENNZAHLEN DER BESTANDSANALYSE	40
5. POTENZIALANALYSE.....	41
5.1 ENERGIEEINSPARUNG.....	41
5.2 STEIGERUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ	42
5.3 ERNEUERBARE ENERGIEN FÜR DIE WÄRMEVERSORGUNG	46
5.4 ERNEUERBARE ENERGIEN FÜR DIE STROMERZEUGUNG.....	56
5.5 ERNEUERBARE GASE	60
5.6 ZUSAMMENFASSUNG DER POTENZIALE	64
6. ZIELSENARIO KLIMANEUTRALER GEBÄUDEBESTAND 2040	67
6.1 ZUKÜNTIGER WÄRMEBEDARF 2030 UND 2040	67
6.2 DECKUNG DES ZUKÜNTIGEN WÄRMEBEDARFS NACH ENERGIETRÄGERN	68
6.3 ENTWICKLUNG DER WÄRMEBEDINGTEN THG-EMISSIONEN IM ZIELSENARIO.....	70
6.4 STROMBEDARFSDECKUNG IM ZIELSENARIO	72
6.5 ZUKÜNTIGE VERSORGUNGSSTRUKTUR 2030 UND 2040	74
6.6 TRANSFORMATION DES ERDGASNETZES	78
6.7 SENKEN FÜR RESTEMISSIONEN	81
6.8 KENNWERTE DES ZIELSzenarios	81

7. WÄRMEWENDESTRATEGIE & MAßNAHMEN.....	86
7.1 KOMMUNALE WÄRMEWENDESTRATEGIE	86
7.2 KOMMUNALE HANDLUNGSFELDER FÜR DIE WÄRMEWENDE.....	87
7.3 MAßNAHMENENTWICKLUNG.....	89
7.4 MAßNAHMEN DES KOMMUNALEN WÄRMEPLANS 2025.....	89
7.5 FORTSCHREIBUNG DES KOMMUNALEN WÄRMEPLANS	101
7.6 VERSTETIGUNGSSTRATEGIE	102
8. AUSBLICK	104
9. METHODIK	105
9.1 DIGITALER ZWILLING.....	105
9.2 GEBÄUDETYPLOGIE.....	105
9.3 ENERGIE- UND THG-BILANZ	106
9.4 HINTERGRUND ERNEUERBARE GASE	110
9.5 POTENZIALBERECHNUNGEN.....	110
9.6 ZIELSzenario	115
10. GLOSSAR	122
11. LITERATURVERZEICHNIS.....	126
12. ANHANG	128
12.1 GEBIETSAUFTeilUNG DER ORTSTEILSTECKBRIEFE.....	129
12.2 STECKBRIEF WEILHEIM	130
12.3 STECKBRIEF NÖGGENSCHWIEL	137
12.4 STECKBRIEF BIERBRONNEN.....	141
12.5 STECKBRIEF BANNHOLZ	146
12.6 STECKBRIEF REMETSCHWIEL & BRUNNADERN.....	150
12.7 GEBÄUDESTECKBRIEFE FÜR MUSTERSANIERUNGEN	155

Kartenverzeichnis

Karte 1 – Übersichtskarte der Gemeinde Weilheim	17
Karte 2 – Vorwiegendes Baualter der Gebäude auf Baublockebene	18
Karte 3 – Räumliche Verteilung der Wohngebäudetypen in Weilheim	20
Karte 4 – Gasnetzinfrastruktur der Gemeinde Weilheim	22
Karte 5 – Vorwiegender Energieträger der Heizanlagen auf Baublockebene.....	24
Karte 6 – Vorwiegendes Heizungsalter auf Baublockebene	25
Karte 7 – Energieträgeranteile am Endwärmeverbrauch auf Baublockebene	27
Karte 8 – Wärmeverbrauch auf Baublockebene in Weilheim	31
Karte 9 – Großverbraucher in Weilheim	32
Karte 10 – Wärmedichte auf Baublockebene in Weilheim	33
Karte 11 – Wärmedichte auf Straßenzugsebene in Weilheim	34
Karte 12 – Anwendung von KWK-Anlagen in Weilheim.....	35
Karte 13 – Ausschnitt der Einsparpotenziale durch energetische Sanierung der Wohngebäude auf Baublockebene	43
Karte 14 – Ausschnitt des Erdwärmepotenzials der Wohngebäude im Jahr 2040 (nach Sanierung)	50
Karte 15 – Ausschnitt des Wärmepumpenpotenzials der Wohngebäude in Weilheim.....	52
Karte 16 – Ausschnitt des Wärmepumpenpotenzials der Wohngebäude in Weilheim.....	54
Karte 14 – Ausschnitt des Dachflächenpotenzials für PV-Anlagen in Weilheim	57
Karte 15 – Potenzialflächen für Freiflächen-PV-Anlagen nach LUBW und nach Regionalverbandsangaben	58
Karte 16 – Eignungsgebiete für zentrale und dezentrale Wärmeverversorgungslösungen in Weilheim	75

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Übersicht des Projektablaufs und der Akteursbeteiligung der kommunalen Wärmeplanung	9
Abbildung 2 - Ablaufgrafik Eignungsgebietsprüfung.....	13
Abbildung 3 - Transformationseignung der Gebäude auf Baublockebene	14
Abbildung 4: Gasnetzinfrastruktur.....	14
Abbildung 5 - Sanierungspotenzial der Gebäude auf Baublockebene	15
Abbildung 6 – Anteil der Wohngebäude nach Baualtersklassen in Weilheim	19
Abbildung 7 – Verteilung der Wohngebäudetypen in Weilheim	20
Abbildung 8 – Anteil der Primärheizungen in Weilheim nach Anzahl je Energieträger	23
Abbildung 9 – Einbaujahr der Heizanlagen in Weilheim	25
Abbildung 10 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs nach Sektoren (2022)	26
Abbildung 11 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs nach Energieträgern (2022).....	27
Abbildung 12 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträger (2022)	29
Abbildung 13 – Wärmeenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften der Gemeinde Weilheim (2022).....	30
Abbildung 14 – Aufteilung der wärmebedingten THG-Emissionen nach Energieträger (2022)	36
Abbildung 15 – THG-Bilanz des Wärmeverbrauchs nach Sektor und Energieträger	36
Abbildung 16 – Wärmebedingte THG-Emissionen der kommunalen Liegenschaften (2022).....	37
Abbildung 17 – Anteil der lokalen erneuerbaren Stromerzeugung im Vergleich zum Stromverbrauch	38
Abbildung 18 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial	44
Abbildung 19 – Techniken der oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit	48
Abbildung 20 – Beispielhafte geologische Profilabfolge für Weilheim nach LGRB	49
Abbildung 21 – Stromerzeugungspotenziale mit PV in Weilheim im Vergleich zum Stromverbrauch	59
Abbildung 22 – Versorgungssicherheit durch Schließung der Winterlücke (Powerloop, 2020)	61
Abbildung 23 – H2@Hydro (badenovaNETZE GmbH, 2024)	62
Abbildung 24 – European Hydrogen Backbone 2040 (European Hydrogen Backbone, 2023)	62
Abbildung 25 – Industrieller Wärmebedarf nach Wirtschaftszweigen (Agentur für erneuerbare Energien, 2017)	63
Abbildung 26 – Erneuerbare Strompotenziale in Weilheim	64
Abbildung 27 – Erneuerbare Wärmepotenziale in Weilheim	65
Abbildung 28 – Entwicklung des Energieverbrauchs für die Wärme nach Sektoren im Zielszenario	68
Abbildung 29 – Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme nach Energieträger im Zielszenario	69
Abbildung 30 – Entwicklung der Energieträgerverteilung für Wärme im Zielszenario	69
Abbildung 31 – Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen nach Sektoren im Zielszenario.....	71
Abbildung 32 – Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen nach Energieträger im Zielszenario	71
Abbildung 33 – Stromverbrauch nach Sektor im Zielszenario	73
Abbildung 34 – Stromerzeugung nach Energieträger im Zielszenario	73

Abbildung 35 – Übersicht der Speicherkapazität und Ausspeicherdauer verschiedener Speichertechnologien (Stern, M. & Stadler, I., 2014)	76
Abbildung 36 – H2@Hochrhein & Rhyn Interco (badenovaNETZE 2024)	79
Abbildung 37 – H2@Hydro (Quelle: badenovaNETZE GmbH, 2024)	80
Abbildung 38 – European Hydrogen Backbone 2040 (European Hydrogen Backbone, 2023)	80
Abbildung 39 – Sektorale Energieverbräuche und Energieträgerverwendungen für 2022	84
Abbildung 40 – Sektorale Energieverbräuche und Energieträgerverwendungen für 2030	84
Abbildung 41 – Sektorale Energieverbräuche und Energieträgerverwendungen für 2035	85
Abbildung 42 – Sektorale Energieverbräuche und Energieträgerverwendungen für 2040	85
Abbildung 43 – Gebietsaufteilung der Ortsteilsteckbriefe	129

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Übersicht der Bausteine des Beteiligungskonzepts und der jeweiligen Zielgruppen	11
Tabelle 2 – Endenergieverbrauch für Wärme der Gemeinde Weilheim nach Energieträger (2022)	28
Tabelle 3 – Begriffsabgrenzung erneuerbarer Gase (angelehnt an VKU, 2017)	39
Tabelle 4 – Wesentliche Kennzahlen der Bestandsanalyse	40
Tabelle 5 – Energetisches Potenzial der landwirtschaftlichen Reststoffe und tierischen Exkremeante in Weilheim.....	47
Tabelle 6 – Übersicht der nutzbaren Erzeugungspotenziale aus erneuerbaren Energien	66
Tabelle 7 – Energieträgereinsatz für die zentrale Wärmeversorgung über Wärmenetze	81
Tabelle 8 – Jahresendenergiebedarf der Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträger und Sektoren (2022).....	82
Tabelle 9 – Jahresendenergiebedarf der Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträger u. Sektoren (2030).....	82
Tabelle 10 – Jahresendenergiebedarf der Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträger u. Sektoren (2035).....	83
Tabelle 11 – Jahresendenergiebedarf der Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträger u. Sektoren (2040).....	83
Tabelle 12 – Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH Es ist eine ungültige Quelle angegeben.	106
Tabelle 13 – Emissionsfaktoren für die Wärmeerzeugung 2022 (IFEU, 2025)	109
Tabelle 14 – Bewertung der Datengüte der Energie- und THG-Bilanz nach Sektoren	109
Tabelle 15 – Unterscheidung der Bezeichnungen für Wasserstoff nach Produktionsverfahren	110
Tabelle 16 – Vorgegebene Untergrundparameter	112
Tabelle 17 – Vorgegebene Sondenparameter	112
Tabelle 18 – Berechnete spezifische Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte	113
Tabelle 19 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung	113
Tabelle 20 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsdichte	113
Tabelle 21 – Abschätzung des Wärmeerzeugungspotenzial aus Grundwasser	115
Tabelle 22 – Angenommene THG-Emissionsfaktoren für Strom nach Erzeugungsart für die Jahre 2030 und 2040 (Peters et al., 2023)	117
Tabelle 23 – Angenommene THG-Emissionsfaktoren für Wärme nach Energieträger für die Jahre 2030 und 2040 (Peters et al., 2023)	118
Tabelle 24 – Indikatoren zur Bewertung der Wärmegestehungskosten für ein Wärmenetz (nach Leitfaden Wärmeplanung 2024, KWW Halle)	120
Tabelle 25 – Indikatoren zur Bewertung der Risiken für eine der drei Wärmeversorgungsarten (nach Leitfaden Wärmeplanung 2024, KWW Halle)	120
Tabelle 26 – Bewertung der bis 2040 kumulierten THG-Emissionen bei Umstellung auf eine der drei Wärmeversorgungsarten (nach Leitfaden Wärmeplanung 2024, KWW Halle).....	121

Abkürzungsverzeichnis

BEW.....	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BlmSchV.....	Bundes-Immissionsschutzverordnung
CCS.....	Carbon Capture and Storage
CO ₂ e.....	CO ₂ -Äquivalente
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EU	Europäische Union
FFÖ-VO	Freiflächenöffnungsverordnung
GEG.....	Gebäudeenergiegesetz
GIS.....	Geografisches Informationssystem
GWP.....	Global Warming Potential
IFEU.....	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH
ITG	Institut für technische Gebäudeausrüstung
IWU.....	Institut für Wohnen und Umwelt
JAZ	Jahresarbeitszahl
KEA-BW.....	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg
KWP	Kommunale Wärmeplanung
LQS EWS	Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden
LUBW	Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg
MWh.....	Megawattstunde
PtG	Power-to-Gas
PV.....	Photovoltaik
SCOP	Seasonal Coefficient of Performance
THG	Treibhausgas
TWW.....	Trinkwarmwasser
WPG.....	Wärmeplanungsgesetz
WSchVO.....	Wärmeschutzverordnung

1. Zielsetzung und Vorgehen der kommunalen Wärmeplanung

Die Abmilderung des Klimawandels ist in Deutschland und in Baden-Württemberg seit 2011 zu einem prioritären Ziel ausgerufen worden. Von zentraler Bedeutung ist hierbei die Dekarbonisierung der Energieversorgung. Während im Stromsektor durch den Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung, wie z.B. Windenergie und Photovoltaik (PV) bereits wesentliche Fortschritte gemacht wurden, wird sich nun auf die ebenso notwendige Wärmewende fokussiert. Im Jahr 2023 wurden rund 82 % des Wärmeverbrauchs in Baden-Württemberg mit fossilen Wärmequellen, wie z.B. Heizöl und Erdgas, erzeugt (UMBW, 2023). Gleichzeitig ist die Sanierungsrate gering und der Wärmebedarf der Bestandsgebäude sinkt nur langsam, da energetische Sanierungen hohe Investitionskosten verursachen können (Holm et al., 2024).

Das Land Baden-Württemberg hat im Jahr 2023 den notwendigen Maßnahmen im Wärmesektor mit einer Novellierung des **Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz (KlimaG BW)** Rechnung getragen und als Instrument für Kommunen zur Zielerreichung die kommunale Wärmeplanung (KWP) festgesetzt. Alle großen Kreisstädte im Land waren damit verpflichtet, einen kommunalen Wärmeplan bis zum 31.12.2023 vorzulegen. Städte und Gemeinden, die keine Kreisstädte sind, konnten die Wärmeplanung nach Landesrecht freiwillig erstellen. Nach dem aktuellen **Wärmeplanungsgesetz (WPG)** des Bundes, welches zum 01.01.2024 in Kraft getreten ist, und der Novellierung des KlimaG BW 2025 sind nun alle Kommunen verpflichtet, eine Wärmeplanung bis spätestens zum 30.06.2028 zu erstellen. Die Gemeinde Weilheim hatte sich dazu entschlossen, die Wärmeplanung nach dem WPG durchzuführen und entsprechende Fördermittel bereits zum 1.11.2023 beantragt.

Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist, dass die Kommunen eine Strategie für die Wärmeversorgung entwickeln, um einen **klimaneutralen Gebäudebestand bis zum Jahr 2040** zu erreichen. Ein kommunaler Wärmeplan verknüpft die energetische Gebäudesanierung mit der Verwirklichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung und soll die Grundlage zur Umsetzung von lokalen Maßnahmen bilden.

Der kommunale Wärmeplan besteht aus den folgenden vier Arbeitspaketen, nach denen sich auch dieses Fachgutachten gliedert:

1. Bestandsanalyse (Kapitel 4)

Zunächst werden die Energie- und Gebäudeinfrastruktur, der Energieverbrauch und die damit entstehenden Treibhausgasemissionen (THG) für das Gemeindegebiet möglichst gebäudescharf erfasst. Die Ergebnisse werden als sogenannter digitaler Zwilling in einem Geografischen Informationssystem (GIS) dargestellt.

2. Potenzialanalyse (Kapitel 5)

Die lokalen Potenziale zur Versorgung der Gemeinde mit erneuerbaren Energien werden erhoben. Dabei fließt die Betrachtung erneuerbarer Wärmequellen (Solarthermie, Geothermie, Biomasse etc.), erneuerbarer Stromquellen (PV, Windenergie, Wasserkraft etc.) und Abwärme (Industrie, Abwasser, Rechenzentren etc.) mit ein. Zudem wird das Potenzial steigender Energieeffizienz berechnet, sodass die Menge an benötigter erneuerbarer Energie im Jahr 2040 minimiert wird.

3. Zielszenario 2040 (Kapitel 6)

Auf Basis der Bestands- und Potenzialanalyse wird ein energetisches Zielszenario für das Jahr 2040 mit Zwischenziel 2030 erstellt. Dieses soll die zukünftige klimaneutrale Energieinfrastruktur unter Einbindung der ermittelten Potenziale darstellen. Dabei werden auch sogenannte Eignungsgebiete beschrieben, in welchen zukünftig die Wärmeversorgung zentral über Wärmenetze oder dezentral über Einzelheizungslösungen erfolgen soll.

4. Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog (Kapitel 7)

Abschließend wird eine Wärmewendestrategie für die Kommune formuliert, die den Transformationspfad zum Zielbild des klimaneutralen Gebäudebestands beschreibt. Hierbei werden detaillierte Steckbriefe zu Maßnahmen und den Ortsteilen der Gemeinde ausgearbeitet.

Mit der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung hat die Gemeinde Weilheim (Baden) badenova-NETZE GmbH in Zusammenarbeit mit Smart Geomatics GmbH beauftragt.

Die Wärmeplanung wurde nach dem WPG und in enger Abstimmung mit der kommunalen Verwaltung erarbeitet. Im Rahmen eines Beteiligungskonzepts wurden die relevanten Akteure vor Ort befragt und eingebunden. Dazu gehören die politischen Gremien, die Bürgerinnen und Bürger, örtliche Betriebe und insbesondere die Holzwirtschaft. Im Projektverlauf wurden unterschiedliche Informations- und Workshopveranstaltungen durchgeführt. Das folgende Kapitel 2 gibt eine Übersicht des Projektablaufs und der Akteursbeteiligung der kommunalen Wärmeplanung der Gemeinde Weilheim.

Dieses Fachgutachten stellt die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung der Gemeinde Weilheim mit dem Stand November 2025 dar. Wichtige Ergebnisse des Wärmeplans sind die geografisch zugeordneten Daten des Wärmeverbrauchs (der sogenannte digitale Zwilling), der Potenziale und der perspektivischen Infrastruktur. Diese liegen der Gemeinde zur weiteren Bearbeitung vor, damit diese fortlaufend angepasst und bearbeitet werden können. Spätestens bei der Fortschreibung des Wärmeplans werden diese Daten eine wichtige Grundlage für die Beurteilung des bisherigen Fortschritts der Gemeinde Weilheim sein und sie werden Grundlage für die Ausarbeitung neuer Maßnahmen zur Erreichung des Ziels eines klimaneutralen Gebäudebestands sein. Der kommunale Wärmeplan soll nach aktuellem Gesetz (WPG, KlimaG BW 2025) alle fünf Jahre fortgeschrieben werden. Dies wäre somit für Weilheim ab dem Jahr 2030 relevant.

Der kommunale Wärmeplan richtet sich zunächst klar an das Wirkungsfeld der Kommune. Ziel ist es, Maßnahmen zu definieren, die von der Gemeinde direkt umgesetzt werden können. Gleichzeitig ist klar, dass der Zielzustand eines klimaneutralen Gebäudebestands nur durch ein Mitwirken auf verschiedenen politischen Ebenen und mit großen Anstrengungen der lokalen Akteure und der Bürgerinnen und Bürger der Gemeinde gelingen wird. In den kommenden Monaten und Jahren wird es für die Gemeinde zunächst wichtig sein, strategische und organisatorische Maßnahmen umzusetzen, um den Wärmeplan und dessen langfristige Ziele in der Verwaltung und in den politischen Gremien zu festigen.

2. Akteursbeteiligung

Der Erarbeitung des kommunalen Wärmeplans der Gemeinde Weilheim hat unter Beteiligung lokaler Akteure und Stakeholder stattgefunden. Hierzu haben verschiedene Informationsformate, Workshops und Veranstaltungen mit unterschiedlichen Zielgruppen stattgefunden. Dies soll im Folgenden beschrieben und erläutert werden. Abbildung 1 gibt einen Überblick über den Ablauf der kommunalen Wärmeplanung und die Akteursbeteiligung, die in Weilheim durchgeführt wurde.

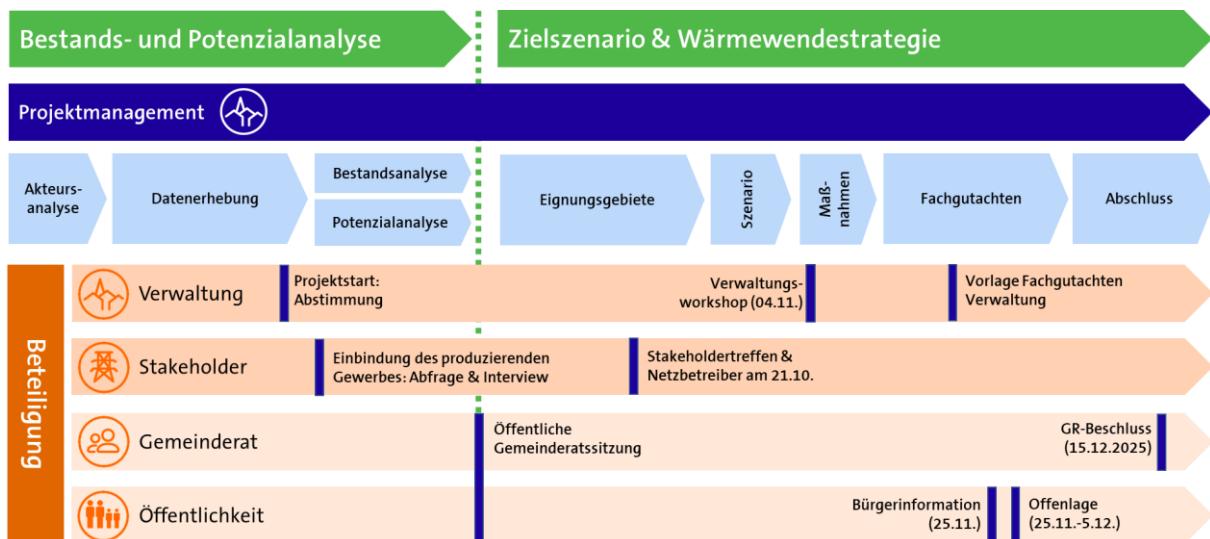


Abbildung 1 – Übersicht des Projektablaufs und der Akteursbeteiligung der kommunalen Wärmeplanung

2.1 Akteursanalyse

Zu Beginn des Wärmeplanungsprozesses und zur Vorbereitung des Beteiligungskonzepts wurde eine Akteursanalyse durchgeführt, die die relevanten Akteure, lokalen Stakeholder und wichtigen Entscheidungsträger im Hinblick auf die Wärmewende in der Gemeinde identifiziert.

Ziel ist eine sinnvolle und ganzheitliche Beteiligung, um Ansichten, Anregungen und das lokale Wissen in die Planung mitaufzunehmen sowie eine breite Akzeptanz zu erreichen. Dabei sollen die Ergebnisse und Maßnahmen schließlich bei den relevanten Akteuren platziert werden, dass eine nahtlose Umsetzung erfolgen kann.

Folgende Akteure wurden in der Gemeinde Weilheim identifiziert:

- Bürgermeister
- Gemeindeverwaltung
 - Hauptamt
 - Bauamt
- Gemeinderatsgremium
- Energieversorger
 - Erdgasnetzbetreiber
 - Stromnetzbetreiber
- Lokale Wirtschaft
 - Gewerbebetriebe, Handel, Dienstleistungen
 - Industriebetriebe (Brauerei und Holzbau)
- Landwirtschaft
- Bürgerschaft

2.2 Beteiligungskonzept

Das Beteiligungskonzept ist ein wesentlicher Baustein bei der Entwicklung einer kommunalen Wärmeplanung. Durch die Einbindung lokaler Akteure soll das bestehende Wissen im Kontext der kommunalen Wärmeplanung integriert und somit die Akzeptanz von erarbeiteten Lösungen erreicht werden. Dazu wurden mehrere Veranstaltungen und Informationsformate durchgeführt, die im Folgenden beschrieben werden.

- **Projektmanagement / Kernteam:** Zu Beginn der Wärmeplanung wurde ein Kernteam aus dem Projektteam der badenovaNETZE und Vertretern der Gemeindeverwaltung gebildet. Das Kernteam hat sich über den gesamten Projektzeitraum in regelmäßigen Abstimmungsterminen zusammengefunden und gemeinsam organisatorische und inhaltliche Themen bearbeitet.
- **Fachliche Workshops:** Die fachlichen Workshops hatten zum Ziel, die relevanten Akteure und Entscheidungsträger vor Ort über den Sachstand der kommunalen Wärmeplanung zu informieren, an der Entwicklung des Wärmeplans zu beteiligen und die Ergebnisse zu diskutieren. Die Wärmeplanung wurde um das lokale Wissen der Akteure ergänzt, damit verifiziert und umsetzungsorientiert gestaltet. Es nahmen Vertreter der Gemeindeverwaltungen sowie die lokalen Energieversorger naturenergie und badenovaNETZE teil. Der Stakeholder-Workshop legte inhaltlich den Fokus auf die Vorstellung und Diskussion der Ergebnisse aus Bestands- und Potenzialanalyse sowie des ersten Entwurfs der Eignungsgebiete für die zentrale und dezentrale WärmeverSORGUNG. Schwerpunktthema war die zukünftige Verfügbarkeit von Holz, zu der auch ein größeres Unternehmen aus der Gemeinde referiert hat. In einem weiteren Workshop wurde zusammen mit der Gemeindeverwaltung die Entwicklung der Wärmewende in Weilheim auf der Grundlage von möglichen Maßnahmen diskutiert. Inhaltliche Themen waren hier das Zielszenario und die Sammlung und Erarbeitung dieser Maßnahmen.
- **Politische Ebene:** Als Entscheidungsträger ist das Gemeinderatsgremium von wesentlicher Bedeutung bei der Entwicklung und Verankerung der kommunalen Wärmeplanung. Im Rahmen einer öffentlichen Sitzung des Gemeinderats wurden zunächst die Zwischenergebnisse vorgestellt und erläutert. Im Stakeholder-Workshop, an dem ebenfalls Gemeinderäte teilnahmen, wurden die Eignungsgebiete und das Energieträgerszenario vorgestellt. Die erarbeiteten und priorisierten Maßnahmen wurden mit dem Bürgermeister der Gemeinde Weilheim diskutiert und definiert. Schließlich wurden die Ergebnisse der Wärmeplanung in der Offenlage des Fachgutachtens und in einer abschließenden öffentlichen Gemeinderatssitzung vorgestellt. Der Verwaltung wurde das Fachgutachten vorab und zum Beschluss vorgelegt.
- **Bürgerinformationsveranstaltungen:** Alle Bürger und interessierten Akteure der Gemeinde hatten die Möglichkeit, sich im Rahmen von zwei öffentlichen Veranstaltungen über den aktuellen Stand der kommunalen Wärmeplanung zu informieren. Die erste Veranstaltung im Rahmen einer öffentlichen Gemeinderatssitzung diente zur Präsentation und Erläuterung der Zwischenergebnisse aus Bestands- und Potenzialanalyse. Die zweite Veranstaltung informierte in Form einer Abschlusspräsentation über die Ergebnisse der Wärmeplanung und der Maßnahmen. Informationen zur Heizungserneuerung und zur Fördermittellandschaft wurden von der Energieagentur Südwest GmbH präsentiert. Fragen und Anmerkungen der Teilnehmenden konnten beantwortet werden. Die Bürgerinformation erfolgte online.
- **Offenlage des Fachgutachtens:** In Abstimmung mit der Gemeindeverwaltung wurde entschieden, dass der kommunale Wärmeplan vor dem Feststellungsbeschluss durch den Gemeinderat der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden sollte, um allen Akteuren und der Bürgerschaft die Möglichkeit zu geben, sich über die Ergebnisse und die geplanten Maßnahmen im Detail zu informieren und um sie an der Wärmeplanung zu beteiligen.

Tabelle 1 listet die im Rahmen der Öffentlichkeits- und Akteursbeteiligung durchgeführten Veranstaltungen und Formate auf und gibt einen Überblick über die jeweiligen Zielgruppen und Teilnehmenden.

	Kernteam	Verwal-tung	Gemeinde-rat	Stake-holder/Akteure	Bürger-schaft
Aufstellungsbeschluss			X		
Regelmäßiger Jour-fixe	X				
Auftaktveranstaltung	X	X			
Zwischenergebnisse in öffentlicher Gemeinderatssitzung	X	X	X	X	X
Fachworkshop für Stakeholder	X	X	X	X	
Bürgerinformationsveranstaltung	X			X	X
Offenlage des Fachgutachtens	X	X	X	X	X
Öffentliche Gemeinderatssitzung mit Feststellungsbeschluss	X	X	X	X	X

Tabelle 1 – Übersicht der Bausteine des Beteiligungskonzepts und der jeweiligen Zielgruppen

3. Eignungsgebietsprüfung

Zu Beginn einer kommunalen Wärmeplanung stehen drei zentrale Schritte an: die **Eignungsprüfung** (§14 Wärmeplanungsgesetz (WPG)), die **Bestandsanalyse** und die **Potenzialanalyse**.

In der **Eignungsprüfung** wird untersucht, ob es innerhalb des Gemeindegebiets von Weilheim Areale gibt, für die ein verkürztes Planungsverfahren angewendet werden kann. Daran schließt sich die Bestands- und Potenzialanalyse an. Sie ermittelt, wie die derzeitige Wärmeversorgung aufgebaut ist, welche Einsparpotenziale beim Wärmebedarf bestehen und wie sich erneuerbare Energiequellen künftig ausbauen ließen.

Für Gebiete, in denen ein verkürztes Verfahren zulässig ist, kann auf Teile der Bestands- und Potenzialanalyse verzichtet werden. So soll sich der Planungsaufwand reduzieren lassen, ohne die Qualität der Gesamtplanung zu beeinträchtigen. Zusätzlich besteht nach § 22 WPG für Weilheim die Möglichkeit ein vereinfachtes Verfahren durchzuführen, indem die Verringerung der zu beteiligende Stakeholder angestrebt wird. Die Gemeinde Weilheim hat sich jedoch dafür entschieden kein vereinfachtes Verfahren durchzuführen, da die Akzeptanz und vollumfängliche Einbindung aller relevanten Akteure und Akteurinnen ein wesentlicher Baustein der kommunalen Wärmeplanung sein sollten.

3.1 Was ist die Eignungsprüfung?

Die Eignungsprüfung bildet den ersten Schritt der kommunalen Wärmeplanung. Ziel ist es, jene Gebiete zu identifizieren, für die ein verkürztes Verfahren geeignet ist. Dies betrifft vor allem Bereiche, die sich voraussichtlich weder für den Anschluss an ein Wärmenetz noch für die Erschließung über ein Wasserstoffnetz eignen. Darüber hinaus betrifft es auch Gebiete mit überwiegend neueren Gebäuden und somit geringem Sanierungspotenzial.

In solchen Gebieten konzentriert sich die weitere Planung insbesondere auf Maßnahmen zur dezentralen Wärmeversorgungslösung – etwa durch individuelle Heizsysteme oder kleine, lokale erneuerbare Anlagen. Gebiete werden aus der Detailbetrachtung ausgeklammert, wenn die Wärmeversorgung dort bereits vollständig klimaneutral erfolgt.

Die nachfolgende Abbildung 2 zeigt den Ablauf und die Einteilung einer möglichen verkürzten Wärmeplanung.

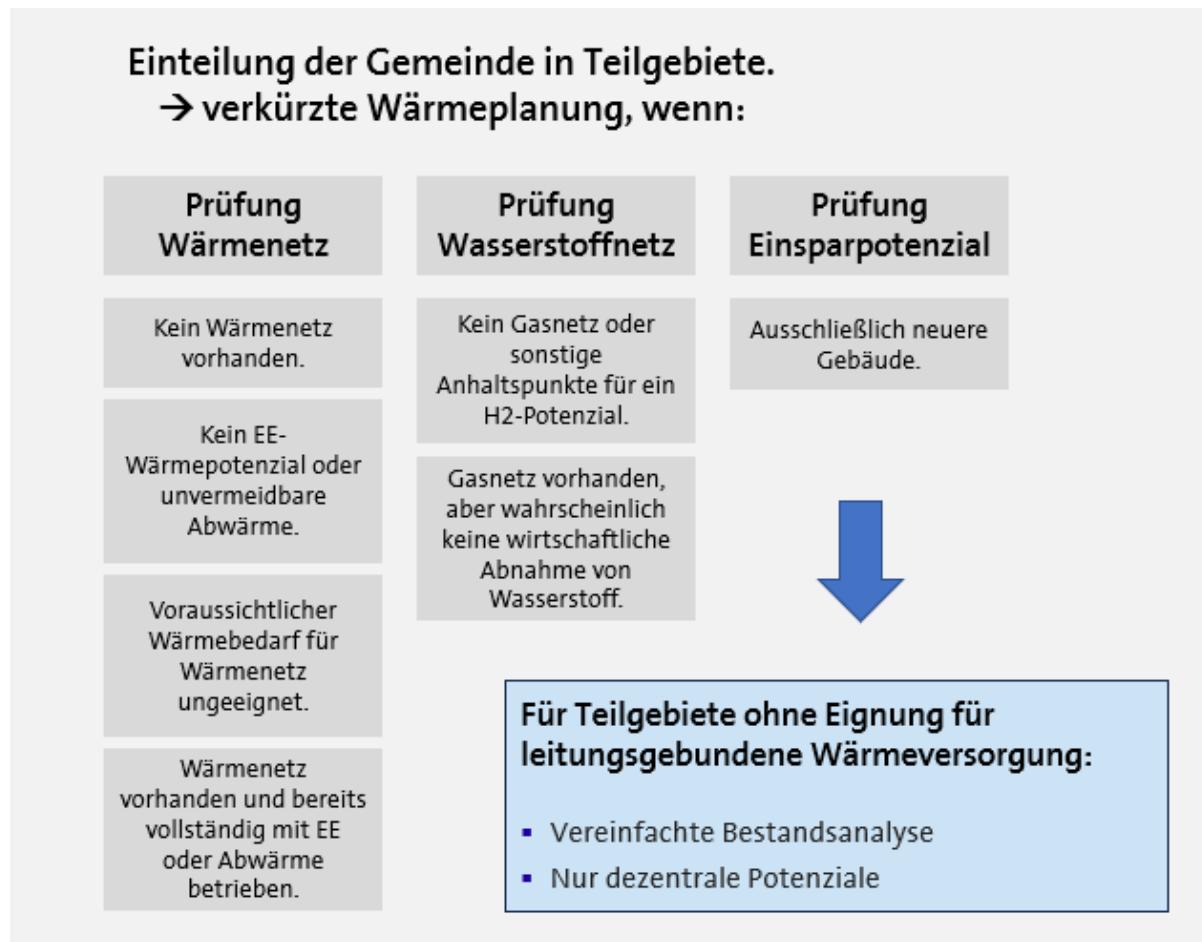


Abbildung 2 - Ablaufgrafik Eignungsgebietsprüfung

3.2 Ergebnis der Eignungsprüfung für Weilheim

Um die Eignungsprüfung durchzuführen, wurde anhand entscheidender Prüfkriterien untersucht, ob für Teilgebiete der Gemeinde ein verkürztes Verfahren in Frage kommt. Mit Hilfe der „digitalen Energieleitplanung“ (DELP) der badenovaNETZE GmbH, als innovatives Planungsinstrument, konnte diese Fragestellung mit Hilfe des Digitalen Zwillings der Gemeinde abschließend beantworten.

Kernelement der DELP ist die Antizipation zukünftiger Energieversorgungslösungen auf Einzelgebäudeebene mit Hilfe eines digitalen Zwillings, also einer näherungsweisen Abbildung des energetischen IST-Zustands der Gebäudeenergieversorgung in einem Geoinformationssystem. Die gebäudescharfe Auflösung und die automatisierte Planungsintelligenz optimieren Investitionen in den Infrastrukturausbau und maximieren die Auslegungsgenauigkeit nachhaltiger Versorgungslösungen. Die Erkenntnisse können unmittelbar Einzug in die Zielnetz- und damit Investitionsplanung des Assetmanagements Strom, Gas und Wärme finden. So entsteht durch eine integrierte und hochdigitalisierte Energieinfrastrukturplanung eine robuste Entscheidungsgrundlage im Transformationsprozess hin zu einem möglichst klimaneutral versorgten Gebäudebestand in 2040.

Der Algorithmus der DELP leistet die vollautomatisierte Erstellung und Analyse von Eignungsgebieten für zentrale und dezentrale Transformationslösungen von Siedlungsstrukturen, wie sie im Rahmen der Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung gefordert werden. U.a. konnten so aufgrund von flächendeckenden Angaben zum Gebäudealter und dem Sanierungszustand, der Lage der Gasnetzinfrastruktur und der Transformationseignung jedes Gebäudes im Hinblick auf dezentrale oder zentrale

Wärmeversorgung eine fundierte Entscheidung getroffen werden. Die DELP konnte somit eine elementare Bewertungsgrundlage liefern, um eine Entscheidung darüber zu treffen welche Teilgebiete für eine verkürzte oder vollumfängliche Wärmeplanung geeignet erscheinen.

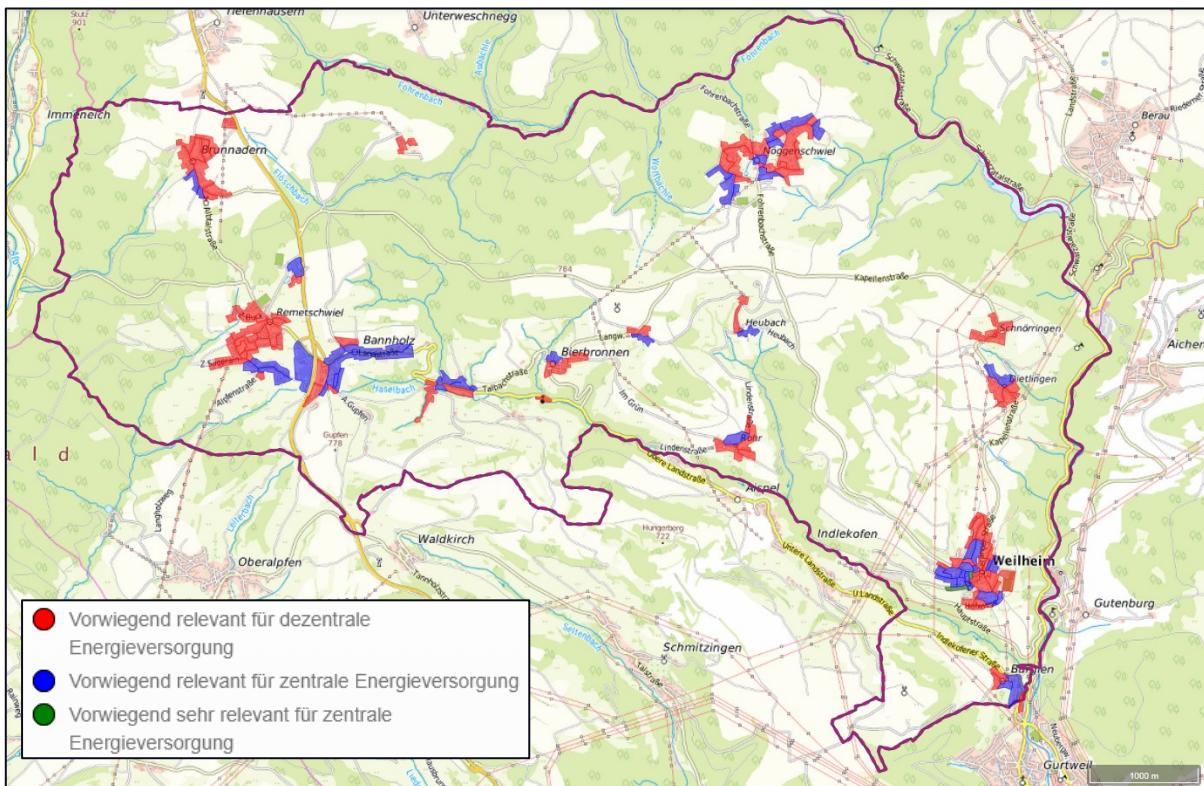


Abbildung 3 - Transformationseignung der Gebäude auf Baublockebene

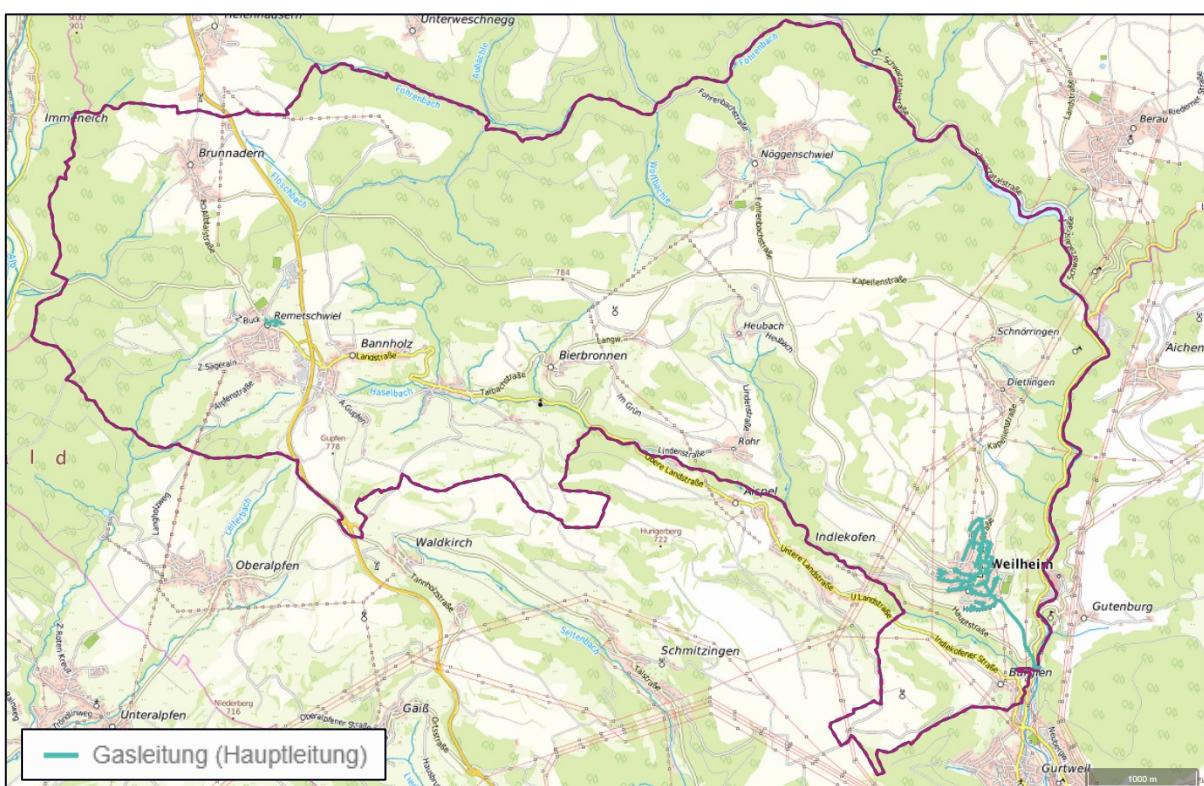


Abbildung 4 - Gasnetzinfrastruktur

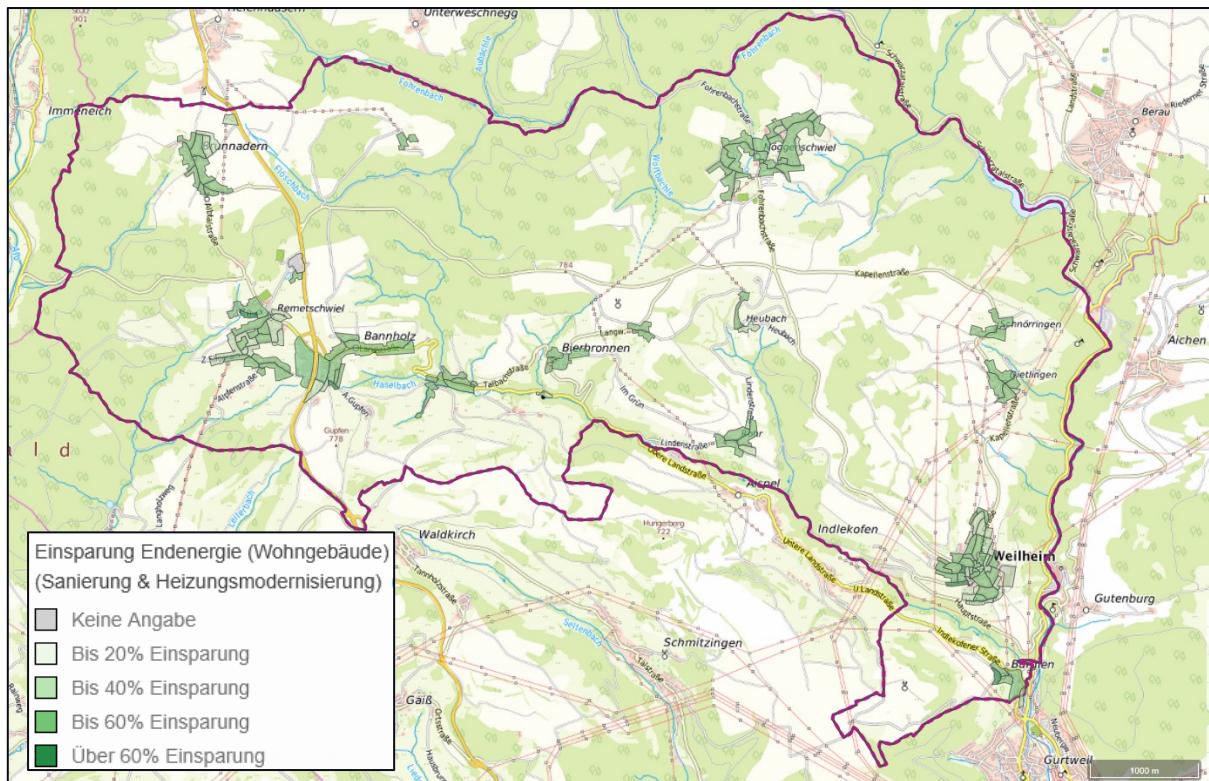


Abbildung 5 - Sanierungspotenzial der Gebäude auf Baublocksebene

Vor diesem Hintergrund konnte anhand der nachfolgenden Kriterien ein verkürztes Verfahren für Teilgebiete in Weilheim nicht befürwortet werden:

- Gasnetzversorgung Weilheim-Ort
- Flächenhafte ältere Gebäudestrukturen in allen Ortsteilen
- Flächendeckend hohes Sanierungspotenzial in allen Ortsteilen
- Transformationseignung der Gebäude für eine zentrale Wärmeversorgung in allen Ortsteilen teilweise gegeben. Nachprüfung durch weitere Kriterien erforderlich.

Infolgedessen wird für das gesamte Gemeindegebiet eine vollumfängliche kommunale Wärmeplanung erarbeitet, um eine umfassende, datengestützte und zukunftssichere Grundlage für die klimaneutrale Wärmeversorgung zu schaffen. Ausschlaggebend für die Entscheidung sind neben der DELP-Grundlage, dass eine verlässliche Wirtschaftlichkeitsbewertung möglicher Wärme- oder Wasserstoffnetze nur auf Basis weiterer und detaillierter Daten zum Gebäudebestand und zu lokalen Wärmequellen erfolgen kann. Diese Informationen liegen i.d.R. jedoch erst nach Abschluss der Bestands- und Potenzialanalyse vor.

Vor dem Hintergrund der Tatsache, dass es in Weilheim nur sehr lokal ein Gasnetz gibt und das alternative Energieträger voraussichtlich im größeren Umfang zum Einsatz kommen, wird trotz des obigen Ergebnisses der Eignungsprüfung davon ausgegangen, dass der Großteil der Gemeinde weiterhin dezentral wärmeversorgt wird.

4. Bestandsanalyse

In der Bestandsanalyse wird der energetische Ist-Zustand der Gemeinde Weilheim erfasst. Ein zentraler Baustein der Bestandsanalyse ist die Erstellung einer Energie- und THG-Bilanz. Diese erfasst sämtliche Energieverbräuche auf der Gemarkungsfläche der Gemeinde über den Zeitraum eines Jahres und ordnet diese Verbräuche den wichtigsten Sektoren (private Haushalte, Wirtschaft, kommunale Liegenschaften, Verkehr) zu. Die Energie- und THG-Bilanz liefert somit einen ersten Einblick in den energetischen Ist-Zustand der Gemeinde und zu den lokalen THG-Emissionen. Sie wird nach einer einheitlichen Methodik erstellt, so dass das Ergebnis auch mit anderen Kommunen und Jahren vergleichbar ist.

Da beim Transport von Wärme mit großen Verlusten zu rechnen ist, ist die räumliche Zuordnung von Wärmesenken und -quellen bei der Erstellung des kommunalen Wärmeplans ein weiterer wichtiger Baustein. Daher wurden im Rahmen der Bestandsanalyse räumliche Daten des Gebäudebestands, der Energieinfrastruktur und des Energieverbrauchs digital erfasst und ausgewertet.

In den folgenden Abschnitten werden die wesentlichen Ergebnisse der Bestandsanalyse festgehalten. Zunächst werden Strukturmerkmale der Gemeinde und der Gebäude ausgewertet und beschrieben. Es folgt eine Übersicht der Energieinfrastruktur der Gemeinde sowie die Auswertung des Wärmeverbrauchs und den damit verbundenen THG-Emissionen. Anschließend wird auf die Themen Sektorenkopplung und Stromerzeugung in der Gemeinde und die Rolle von erneuerbaren Gasen eingegangen. Abschließend sind die wichtigsten Kennzahlen der Bestandsanalyse tabellarisch dargestellt.

4.1 Struktur der Gemeinde Weilheim

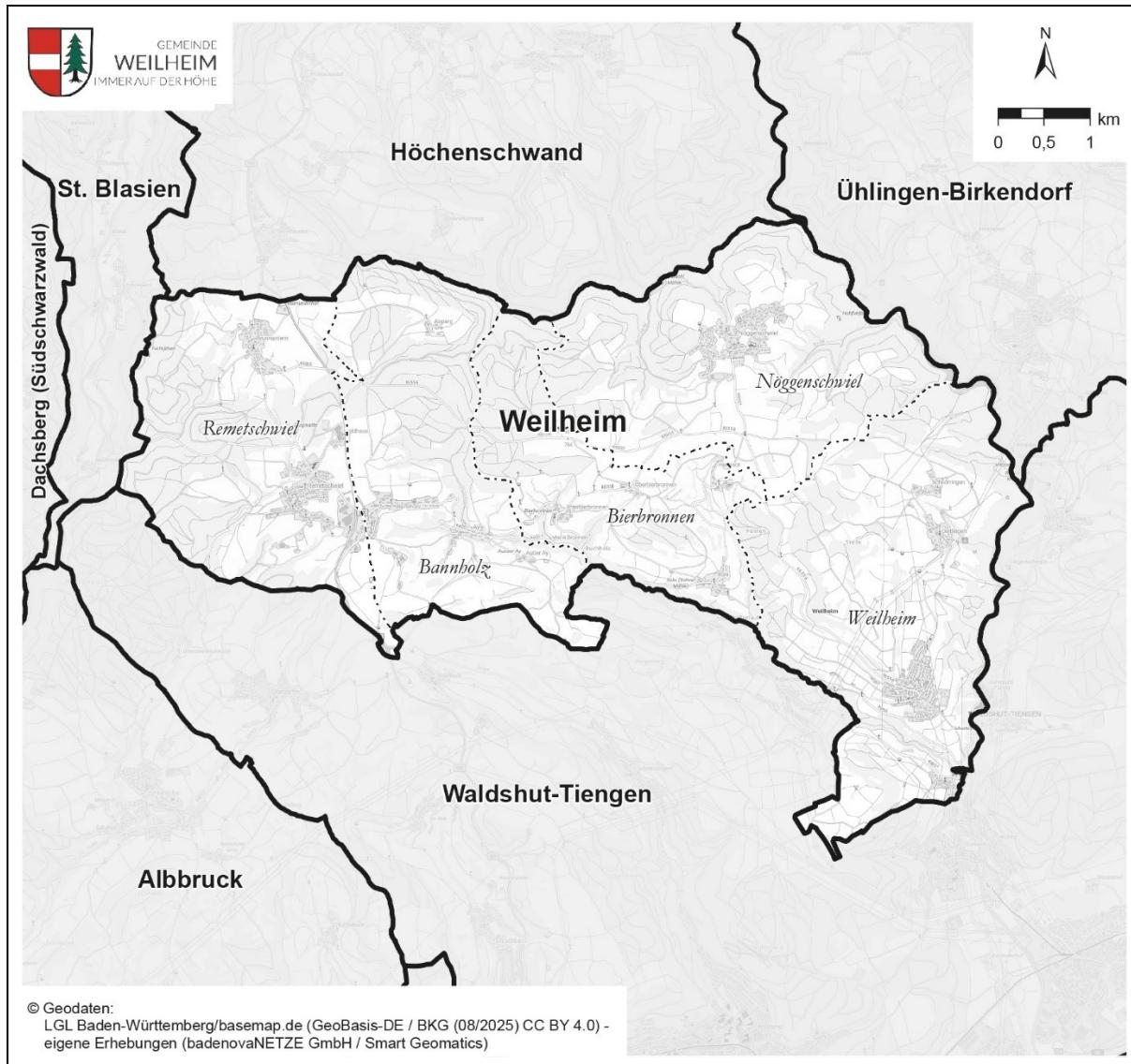
Weilheim ist eine Gemeinde im Süden Baden-Württembergs. Sie liegt am Südabhang des Schwarzwaldes im Landkreis Waldshut, nur 3 km Luftlinie nördlich von Waldshut und ca. 35 km Luftlinie von Zürich entfernt. Direkt im Westen benachbart folgt die Gemarkung Dachsberg, im Südwesten schließt sich Albruck an und im Norden Höchenschwand (Karte 1). Bei Waldshut liegt der Hochrhein und südlich davon die Schweiz.

Die Gemarkungsfläche umfasst ca. 3.565 ha. Davon entfallen Stand 2022 ca. 1.493 ha auf Wald, und 1.705 ha auf Landwirtschaftsfläche. Die Höhe des Ortes wird mit ca. 517 m ü. NN angegeben. In Weilheim leben 3.104 Menschen (Stand 2022), wobei die Bevölkerungsentwicklung seit dem Jahr 2000 stagnierend-schwankend verläuft (Karte 1).

Weilheim ist ein attraktiver Wirtschaftsstandort in der Region, mit 2 großen und erfolgreichen mittelständischen Betrieben. Insgesamt sind 584 Personen sozialversicherungspflichtig beschäftigt (Stand 2022) und in verschiedenen Branchen tätig. Insgesamt gibt es ca. 30 Gewerbeunternehmen. Das größte Industrie-Unternehmen in Weilheim ist die Lignotrend GmbH, ein international agierendes Holzverarbeitungsunternehmen.

Neben den Gewerbebetrieben spielt auch die Landwirtschaft eine Rolle in Weilheim. Es gibt 55 landwirtschaftliche Betriebe, davon sieben der Betriebe mit einer Fläche von > 50 ha. 7 Bauern betreiben ihren Hof laut Statistischem Landesamt Baden-Württemberg hauptberuflich, 46 im Nebenerwerb.

Weilheim verfügt über eine gute Verkehrsanbindung über die B500. Die B34 und die Autobahn A98 zwischen Basel und Schaffhausen sind nur etwa 8 km von Weilheim-Bannholz entfernt.



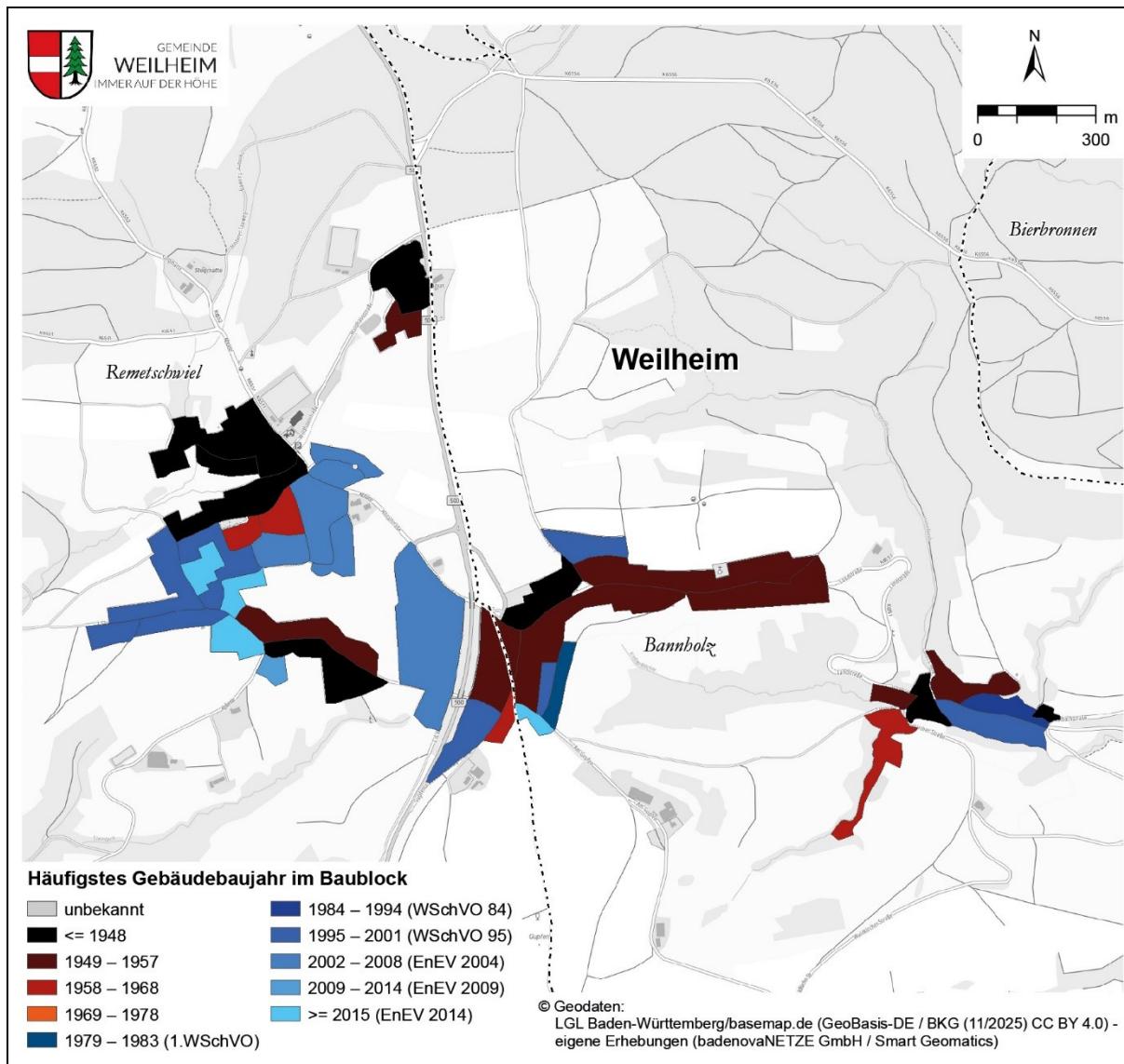
Karte 1 – Übersichtskarte der Gemeinde Weilheim

4.2 Erfassung des Gebäudebestands

Zur Beschreibung der Gebäudestruktur in der Gemeinde Weilheim wurde der Gebäudebestand nach Baualter sowie nach Gebäudegröße in Klassen eingeteilt gemäß der „deutschen Gebäudetypologie“ des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU). Bei der Typologie wird davon ausgegangen, dass Gebäude aus einer bestimmten Bauzeit in der Regel ähnliche Baustandards und damit ähnliche thermische Eigenschaften aufweisen (Busch et al., 2010).

4.2.1 Baualtersklassen

In Abbildung 6 ist die Anzahl der Wohngebäude in der Gemeinde Weilheim nach Baualter dargestellt. Demnach sind 61 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) vor Inkrafttreten der zweiten Wärmeschutzverordnung (WSchV) 1984 erbaut worden. Dies ist von besonderem Interesse, da Wärmedämmung damals eine untergeordnete Rolle spielte und das Einsparpotenzial durch Sanierungsmaßnahmen bei diesen Gebäuden besonders hoch ist. Karte 2 zeigt die räumliche Verteilung der Gebäude nach den Baualtersklassen, bezogen auf Baublöcke.



Karte 2 – Vorwiegendes Baualter der Gebäude auf Baublockebene

In Weilheim sind 61 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) vor Inkrafttreten der zweiten Wärmeschutzverordnung (WSchVO) 1984 erbaut worden. Dies ist von besonderem Interesse, da Wärmedämmung damals eine untergeordnete Rolle spielte und das Einsparpotenzial durch Sanierungsmaßnahmen bei diesen Gebäuden besonders hoch sein kann.

Abbildung 6 stellt die Anzahl der Wohngebäude in der Gemeinde Weilheim nach Baualtersklassen dar.

In Weilheim befinden sich zahlreiche Gebäude, die noch vor oder zwischen den beiden Weltkriegen erbaut wurden. Deutlich wird außerdem, dass besonders in den 1950er und 1960er Jahren viele neue Wohngebiete erschlossen wurden. Immer wieder sind in der Gemeinde neue Gebäude hinzugekommen, sowohl in neu ausgewiesenen Wohngebieten als auch als Nachverdichtung, so dass heute oftmals eine gemischte Gebäudestruktur anzutreffen ist.

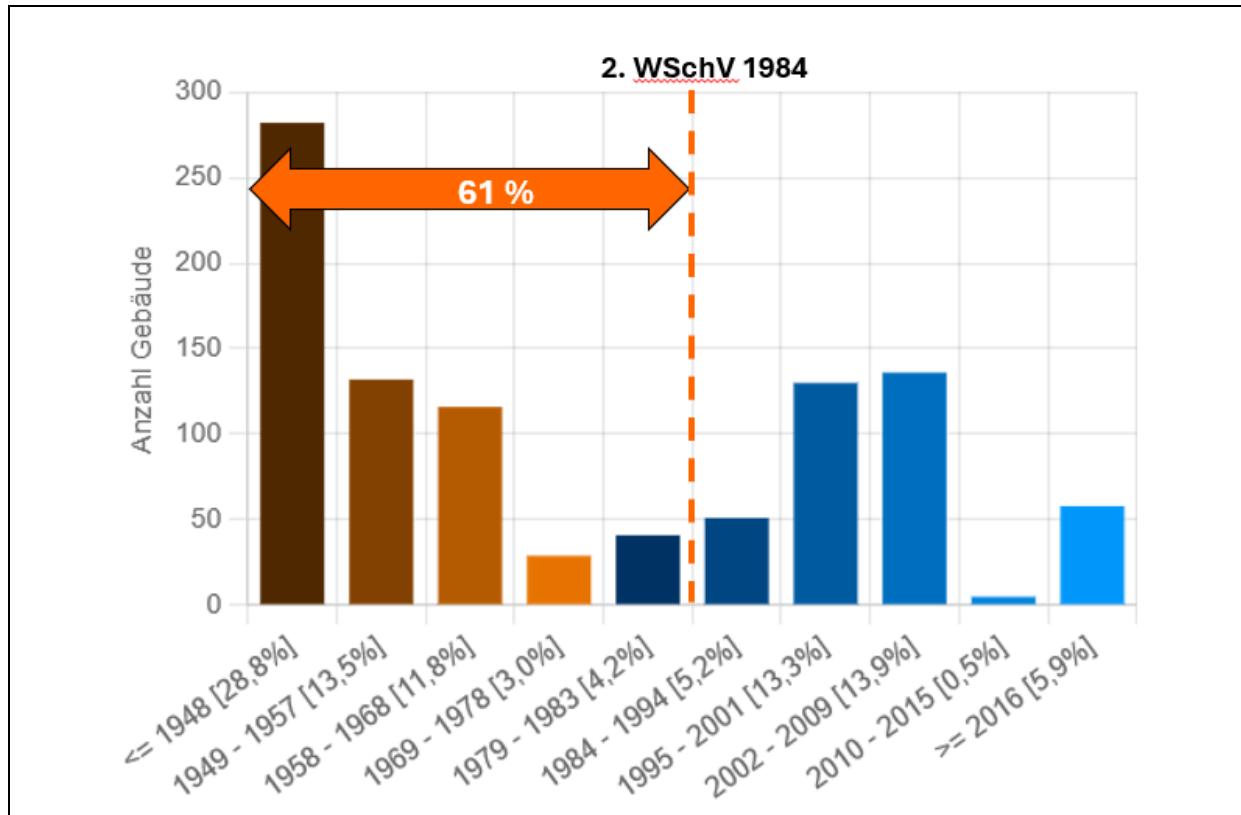


Abbildung 6 – Anteil der Wohngebäude nach Baualtersklassen in Weilheim

4.2.2 Gebäudetypen

Neben dem Gebäudealter, ist auch der Gebäudetyp für die Ermittlung der Energiebedarfswerte und der Energieeinsparpotenziale relevant. In Weilheim gibt es etwa 1.495 Gebäude, davon sind 85 % reine Wohngebäude. Hinzu kommen ca. 2,5 % Gebäude mit Wohnmischnutzung, so dass die Gebäudekategorie Wohnen mit insgesamt 87,5 % aller Gebäude den größten Anteil am Gebäudebestand hat. Etwa 9 % der Gebäude sind der Kategorie des Wirtschaftssektors zuzuordnen, während knapp 3 % der Gebäude für öffentliche Zwecke sind.

Charakteristisch für Gemeinden im ländlichen Raum ist, dass Einfamilienhäuser den größten Teil des Wohnbestandes ausmachen, in Weilheim sind das ca. 62 % (vgl. Abbildung 7). Doppel- und Reihenhäuser machen 11 % und Mehrfamilienhäuser 24 % der Siedlungsstruktur aus. Die Einfamilienhäuser spielen bei der Erschließung der Einsparpotenziale eine wichtige Rolle. Zum einen verzeichnen sie im Durchschnitt den höchsten Energieverbrauch pro Einwohner, zum anderen werden Einfamilienhäuser meist von Eigentümern selbst bewohnt. Der Nutzen von Sanierungsmaßnahmen wirkt sich hier direkt aus und erhöht die Bereitschaft, Investitionen zur Energieeinsparung vorzunehmen.

Karte 3 zeigt die räumliche Verteilung der Gebäudetypen.

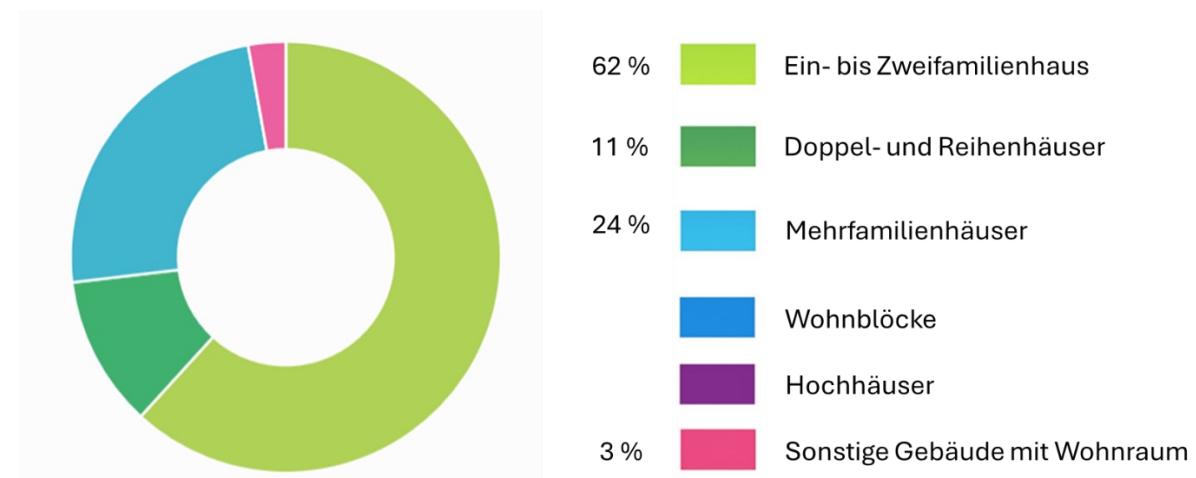
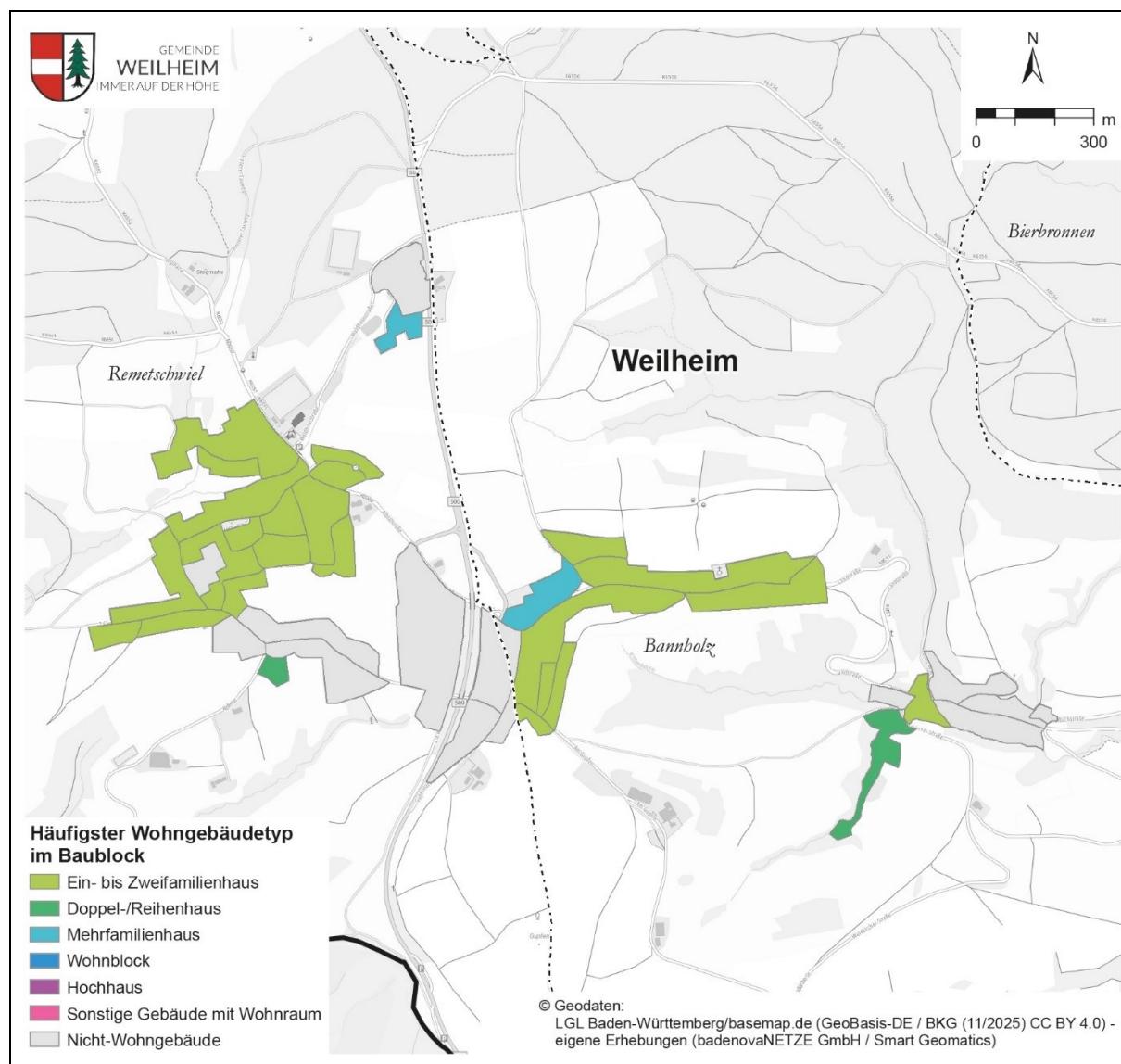


Abbildung 7 – Verteilung der Wohngebäudetypen in Weilheim



Karte 3 – Räumliche Verteilung der Wohngebäudetypen in Weilheim

4.2.3 Wärmebedarf der Gebäude

Ausgehend von der Einordnung des Gebäudebestands nach Gebäudetyp und -alter und Daten zur Gebäudekubatur wurde für jedes Wohngebäude der Wärmebedarf und das Energieeinsparpotenzial durch Sanierungsmaßnahmen rechnerisch ermittelt. Durch die Typologie werden Gebäude mit ähnlichen thermischen Eigenschaften zusammengefasst. Für jeden Gebäudetyp wurden vom IWU entsprechende Kennwerte des Wärmebedarfs statistisch ermittelt. Zudem liegen Kennwerte für die durchschnittliche Energieeinsparung durch energetische Sanierungsmaßnahmen (Wärmeschutzfenster, Außenwanddämmung, Dachdämmung, Kellerdeckendämmung) vor (Hamacher & Hausladen, 2011). So mit können sowohl der Wärmebedarf jedes Gebäudes als auch die möglichen Einsparpotenziale durch Sanierungsmaßnahmen bestimmt werden (siehe Abschnitt 5.2.3). Die Vorgehensweise orientiert sich am Leitfaden Energienutzungsplan (Hamacher & Hausladen, 2011).

Der Wärmebedarf der Gebäude stellt den Nutzenergiebedarf des Gebäudes dar. Der tatsächliche Endenergieverbrauch wird von einer Vielzahl an Faktoren beeinflusst und weicht in der Regel vom Wärmebedarf ab. Hierzu zählen das Nutzerverhalten, die Anzahl der dort lebenden Personen, die passive Wärmenutzung (Erwärmung durch Sonneneinstrahlung), interne Wärmegewinne (Erwärmung durch Elektrogeräte), die Witterung, der Wirkungsgrad der Heizung und Wärmeverluste im Heizsystem. Der Wärmebedarf der Gebäude ist eine wichtige Grundlage für die Berechnung der Potenziale und des Zielbilds. Zur weiteren Beschreibung des Ist-Zustands der Gemeinde Weilheim wird der Endenergieverbrauch im Abschnitt 4.4 näher beschreiben.

4.3 Aktuelle Versorgungsstruktur

Die Energieinfrastruktur gibt Hinweise zu Art und Menge der zur Wärmeversorgung eingesetzten Energieträger. Zusätzlich werden aus diesen Daten Effizienz- und Einsparpotenziale berechnet. Im folgenden Abschnitt wird der aktuelle Stand der Wärmeenergieversorgung der Gemeinde Weilheim beschrieben. Zunächst wird der Ausbaustand der Gasnetz- und Wärmenetzinfrastruktur dargestellt. Anschließend folgt eine Auswertung der Heizanlagendaten.

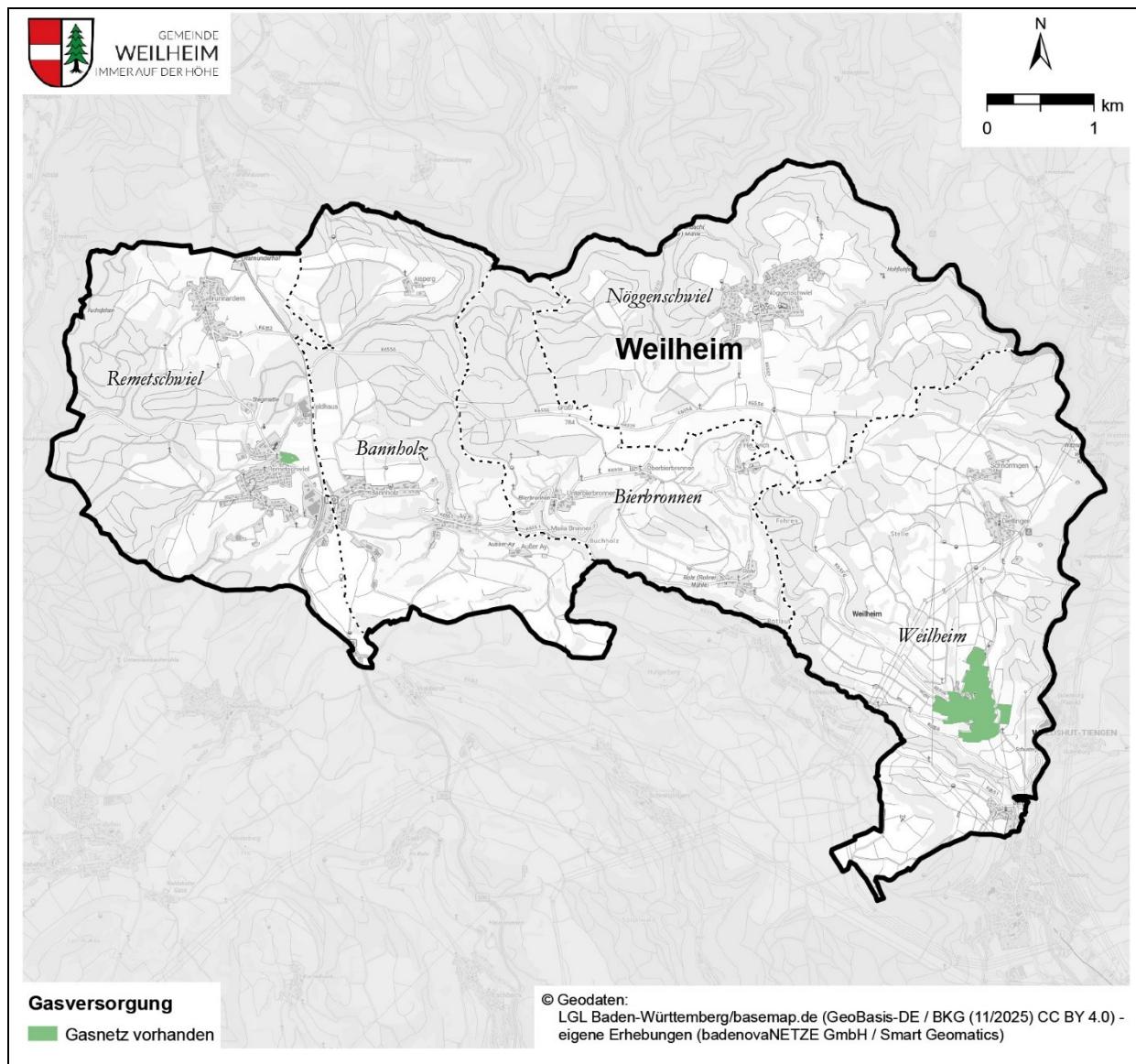
4.3.1 Gasinfrastruktur

Heizöl weist mit 45 % den höchsten Anteil an allen Energieträgern auf, die zur Wärmeerzeugung in der Gemeinde dienen. Von allen Teilorten ist nur Weilheim selbst mit einem Erdgasnetz auf knapp 8 km Länge erschlossen. Bei Remetschwiel existiert ein kleines Gasnetz in der Straße „Gattrütte“.

Die Wärmeversorgung des Sektors „Private Haushalte“ erfolgt zu 9 % mit Erdgas. Karte 4 gibt einen Überblick über den aktuellen Ausbauzustand der Gasnetzinfrastruktur in Weilheim.

4.3.2 Wärmenetzinfrastruktur

Es gibt aktuell noch keine Wärmenetze oder weiterführenden Wärmenetzplanungen in der Gemeinde Weilheim. In Zusammenarbeit mit dem Planungsbüro für Gebäudetechnik mtplan erfolgten zwei konzeptionelle Vorplanungen für ein Wärmenetz für ca. 17 Gebäude und ein kleineres kommunales Gebäude Netz jeweils im Ortsteil Nöggenschwiel. Als Energieträger wurden Holz und ein Mix aus Wärme pumpe und Holz gewählt. Die Energiezentrale sollte in der Kindertagesstätte platziert werden. Geplant war auch, die Grundschule und die Pfarrkirche daran anzuschließen. Berechnet wurden die Investitionskosten und die staatlichen Zuwendungen für das jeweilige Konzept. Vor dem Hintergrund der hohen Investitions- und Betriebskosten und der sich daraus ableitbaren Unwirtschaftlichkeit hat sich die Gemeinde gegen die weitere Planung und den Bau dieses Wärmenetzes entschieden.



Karte 4 – Gasnetzinfrastruktur der Gemeinde Weilheim

4.3.3 Breitbandinfrastruktur

Im Sinne einer integrierten Infrastrukturplanung und koordinierten Baumaßnahmen an der Straßeninfrastruktur werden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung weitere mögliche Straßenbauvorhaben in der Gemeinde betrachtet. Hierzu werden der Stand und die Planungen des Breitbandausbaus einbezogen. Zu berücksichtigen ist, dass Wärmeleitungen in der Regel unter den Verkehrsstraßen verlegt werden, während Breitbandleitungen dagegen meist unter dem Gehweg verlegt werden. Ob es Synergieeffekte bei einem potenziellen Wärmenetzausbau und dem Breitbandausbau gibt, sollte somit im Einzelfall geprüft werden.

In Weilheim arbeitet die Gemeinde seit 2021 mit dem Unternehmen APM und der Fa. Stiegeler am großflächigen Ausbau des Netzes zusammen. In den meisten Straßenzügen sind Breitbandkabel bereits verlegt.

Da der Bau eines Wärmenetzes in Weilheim für die nächsten zehn Jahre nicht zu erwarten ist, wird es großflächig sicher nicht zu einer zeitlichen Überlappung beider Projekte kommen. Im Einzelfall muss dann geprüft werden, welche Ausbaubereiche zeitgleich gestaltet und welche Synergieeffekte genutzt werden könnten.

4.3.4 Erzeugungsanlagen

Wesentlicher Bestandteil der lokalen Wärmeinfrastruktur sind die vor Ort installierten Heizanlagen. Hierzu wurden Daten durch eine Abfrage bei den örtlichen Schornsteinfegern ermittelt und ausgewertet. Diese enthalten Angaben zur installierten Leistung, zu Energieträgern und Einbaujahr der Anlagen. Die Daten wurden ergänzt durch Angaben des Stromnetzbetreibers naturenergie zu Nachtspeicherheizanlagen und Wärmepumpen.

Insgesamt sind in Weilheim 1028 Primärheizungen mit Angaben der Energieträger gelistet, die als Zentralanlagen der Wärmeversorgung dienen und den Gebäuden zuordbar sind. Die Auswertung der Heizanlagenstatistik zeigt, dass eine große Anzahl an primären Heizanlagen in Weilheim mit den fossilen Energieträgern Erdgas bzw. Flüssiggas (18,5 %) und Heizöl (36 %) betrieben werden. Rund 24 % der Gebäude heizen mit einer Holzzentralheizung. Strombetriebene Nachtspeicherheizungen werden zu 11 % eingesetzt und Wärmepumpen haben einen Gesamtanteil von ebenfalls knapp 11 %. Es wurden im Jahr 2022 ca. 110 Wärmepumpen betrieben (vgl. Abbildung 8).

Zusätzlich haben viele Gebäude eine Zusatzheizung wie Kaminofen, Kachelofen und Schwedenofen.

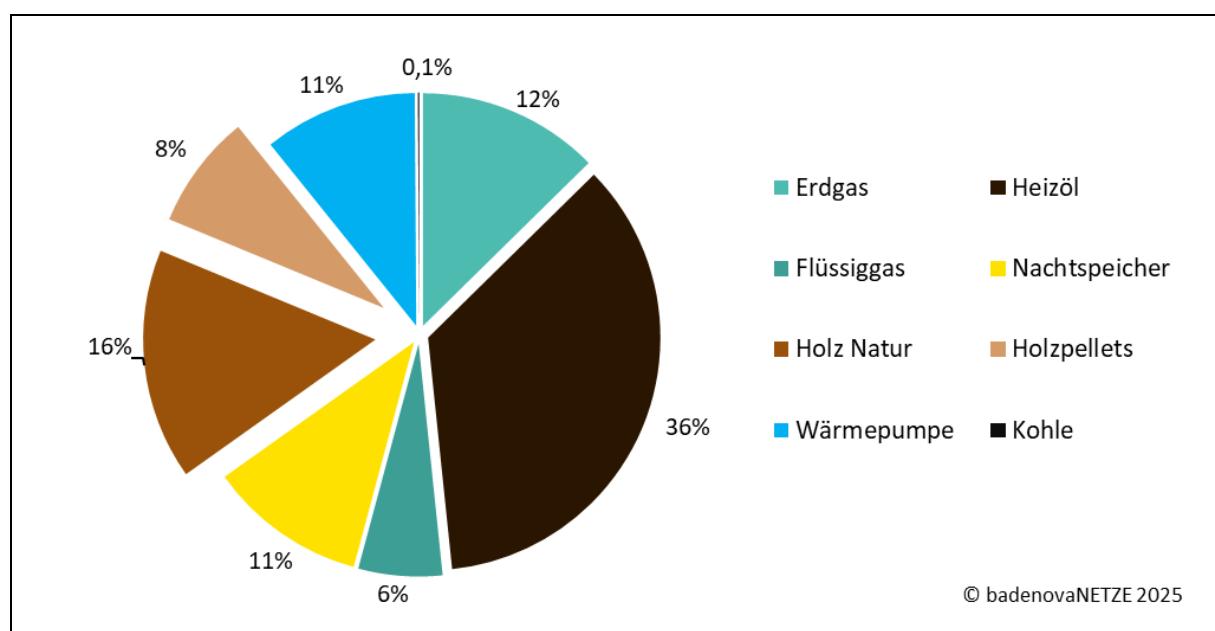
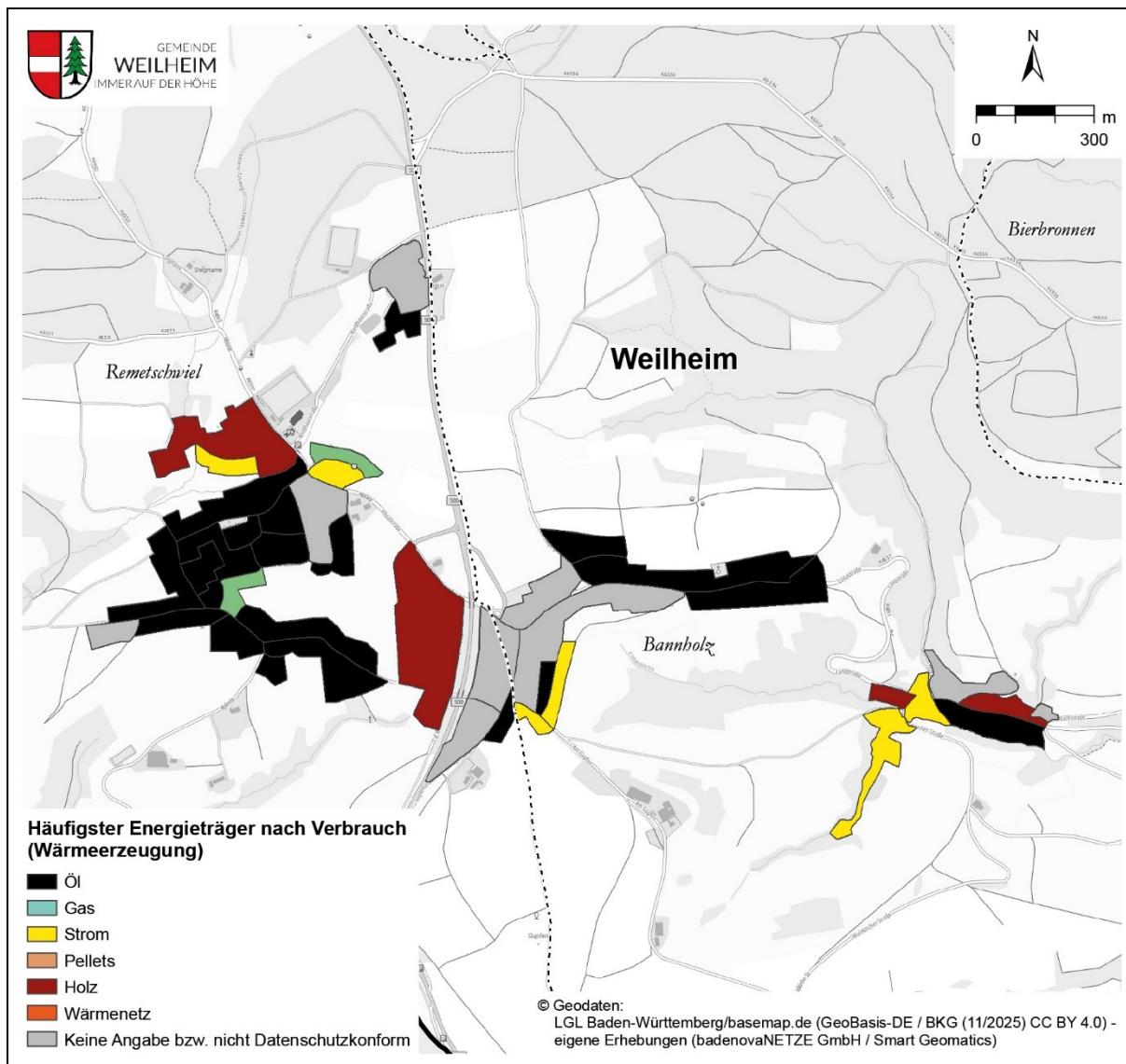


Abbildung 8 – Anteil der Primärheizungen in Weilheim nach Anzahl je Energieträger

Karte 5 veranschaulicht die vorwiegenden Energieträger der Zentralheizanlagen auf Baublockebene. Es wird sichtbar, dass überwiegend Heizöl und Holz als Energieträger eingesetzt werden. Der hohe Anteil an Stromheizungen wird ebenfalls in der Karte erkennbar, wobei sich die Wärmepumpenheizungen bevorzugt in jenen Baugebieten verteilen, die ab den 2000er Jahren erschlossen wurden. Erdgas spielt wegen des Erdgasnetzes nur in Weilheim-Ort eine Rolle, während Flüssiggasheizungen über ganz Weilheim verteilt sind.



Karte 5 – Vorwiegender Energieträger der Heizanlagen auf Baublockebene

Das Alter der Heizungen ist im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ebenfalls ein wichtiger Bestandteil der Analysen, denn es liefert einen Hinweis, in welchen Gebieten der Gemeinde in den kommenden Jahren vermehrt Heizungswechsel anstehen werden. Diese Information kann sowohl für gezielte Energieberatungsangebote oder bei dem Aufbau eines Wärmenetzes Hinweise auf einen potenziellen Anschlusszeitraum geben. Die Auswertung des Einbaujahrs der Heizanlagen (nur bei Feuerungsanlagen vorhanden) zeigt, dass etwa 35 % der Heizanlagen bereits älter als 30 Jahre sind und somit ein Heizungswechsel in den kommenden Jahren wahrscheinlich ist (vgl. Abbildung 9).

Karte 6 stellt zudem das vorwiegende Alter der installierten Heizanlagen auf Baublockebene räumlich dar.

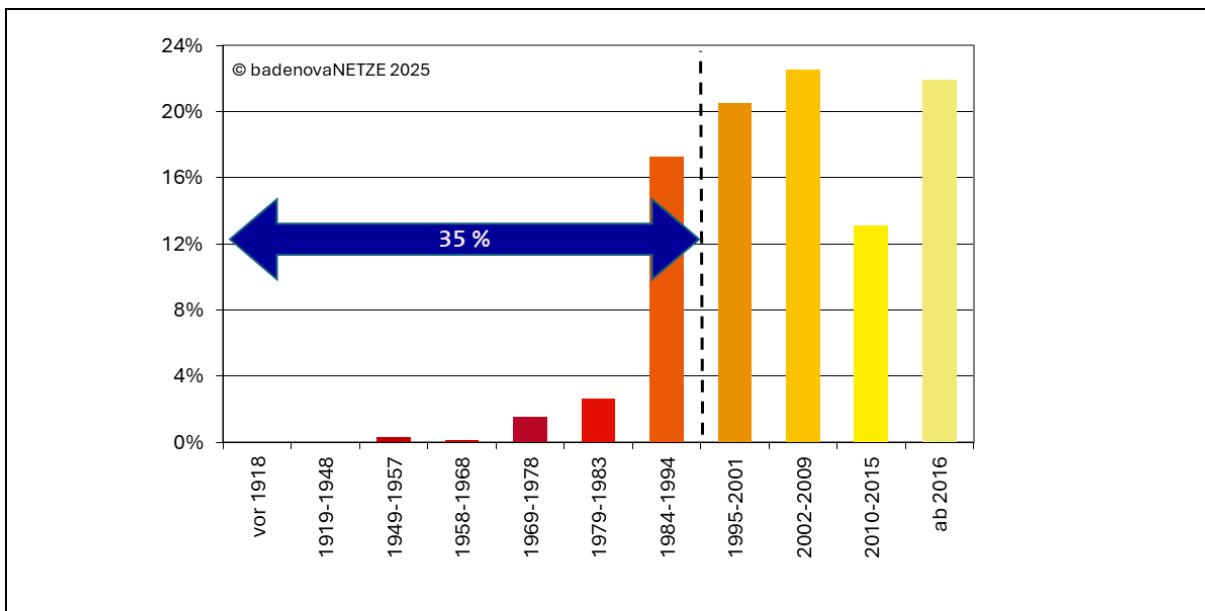
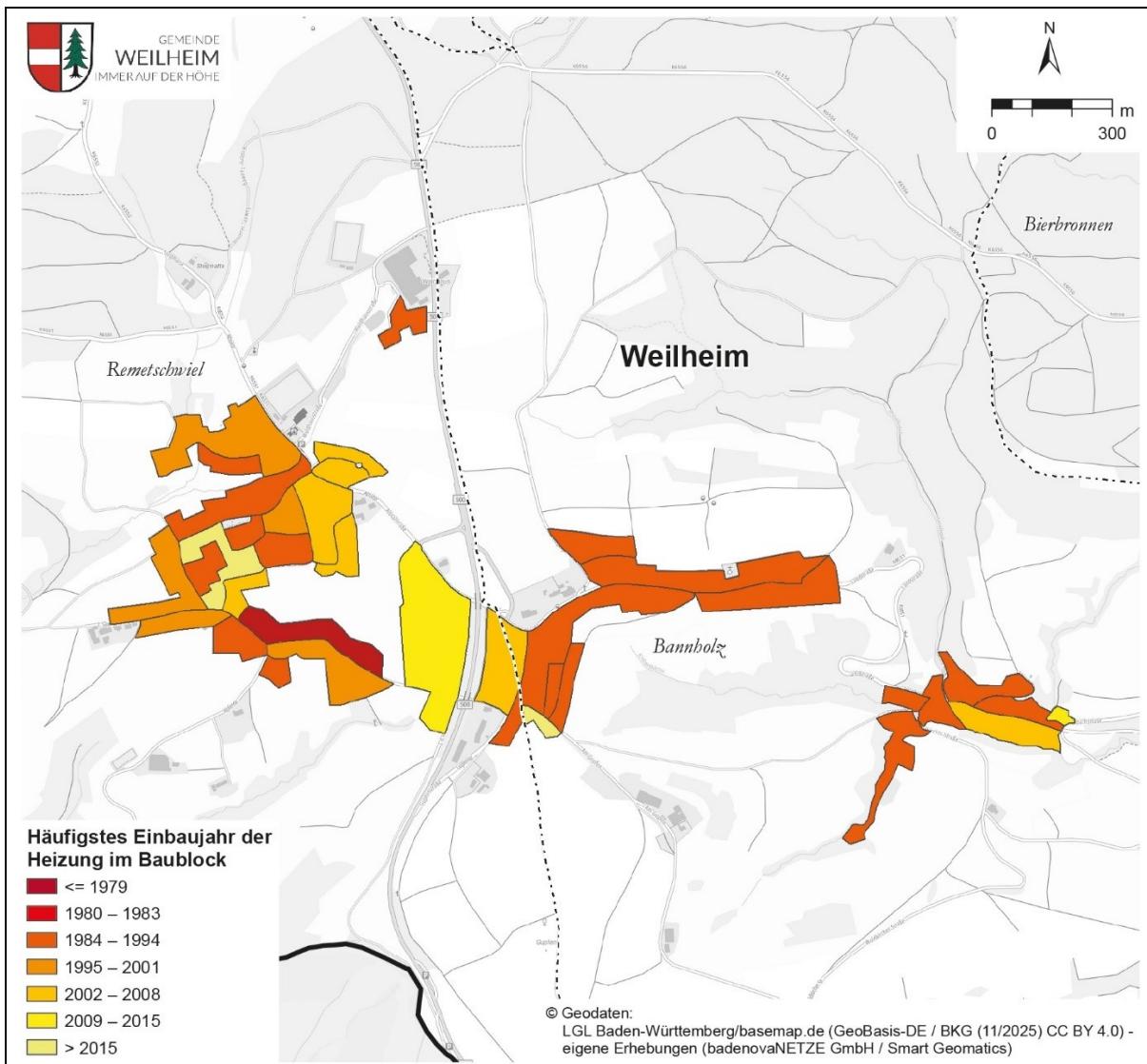


Abbildung 9 – Einbaujahr der Heizanlagen in Weilheim



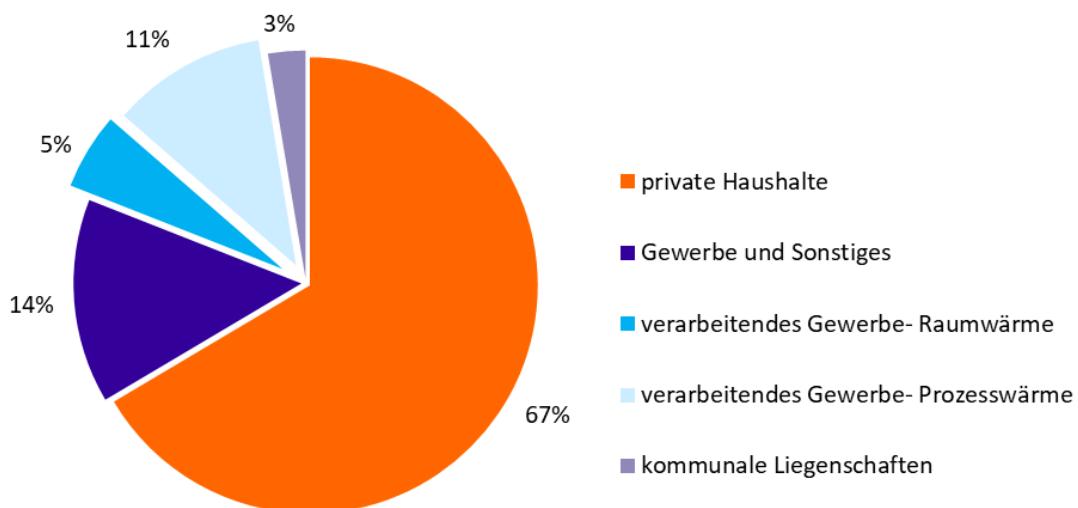
Karte 6 – Vorwiegendes Heizungsalter auf Baublockebene

4.4 Endenergieverbrauch Wärme

Während der Wärmebedarf aufzeigt, wie viel Energie die Gebäude für Raumwärme und Warmwasser benötigen, um ein konstantes Temperaturniveau zu erreichen, erfasst der Endenergieverbrauch die tatsächlich vor Ort eingesetzte Energiemenge. Damit können Faktoren wie die Wirkungsgrade der Heizanlagen, das Nutzerverhalten und der Energieverbrauch für die Prozesswärme im Gewerbe betrachtet werden. Der Endenergieverbrauch für Wärme (Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme) der Gemeinde Weilheim, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren, wurde mit einer Energie- und THG-Bilanz für das Referenzjahr 2022 mit dem für das Land Baden-Württemberg konzipierten Tool BICO2 BW (Version 3.2.2) ermittelt (IFEU, 2024).

4.4.1 Gesamtendenergieverbrauch Wärme

Nach dem Ergebnis der Energie- und THG-Bilanz betrug der Gesamtendenergieverbrauch für Wärme in Weilheim 33.410 MWh im Jahr 2022. Nach den Sektoren betrachtet, hatte der Wärmeverbrauch der privaten Haushalte den mit Abstand höchsten Anteil am Wärmeverbrauch der Gemeinde mit einem Anteil von 67 %. An zweiter Stelle hatte der Sektor Gewerbe und Sonstiges einen Anteil von 14 % des Gesamtwärmeverbrauchs. Der Wärmeverbrauch des verarbeitenden Gewerbes teilt sich auf in Raumwärme mit einem Anteil von 5 % und Prozesswärme mit einem Anteil von 11 % des Gesamtwärmeverbrauchs der Gemeinde. Die kommunalen Liegenschaften in Weilheim haben mit 3 % nur einen geringen Anteil am Gesamtwärmeverbrauch der Gemeinde (vgl. Abbildung 10).

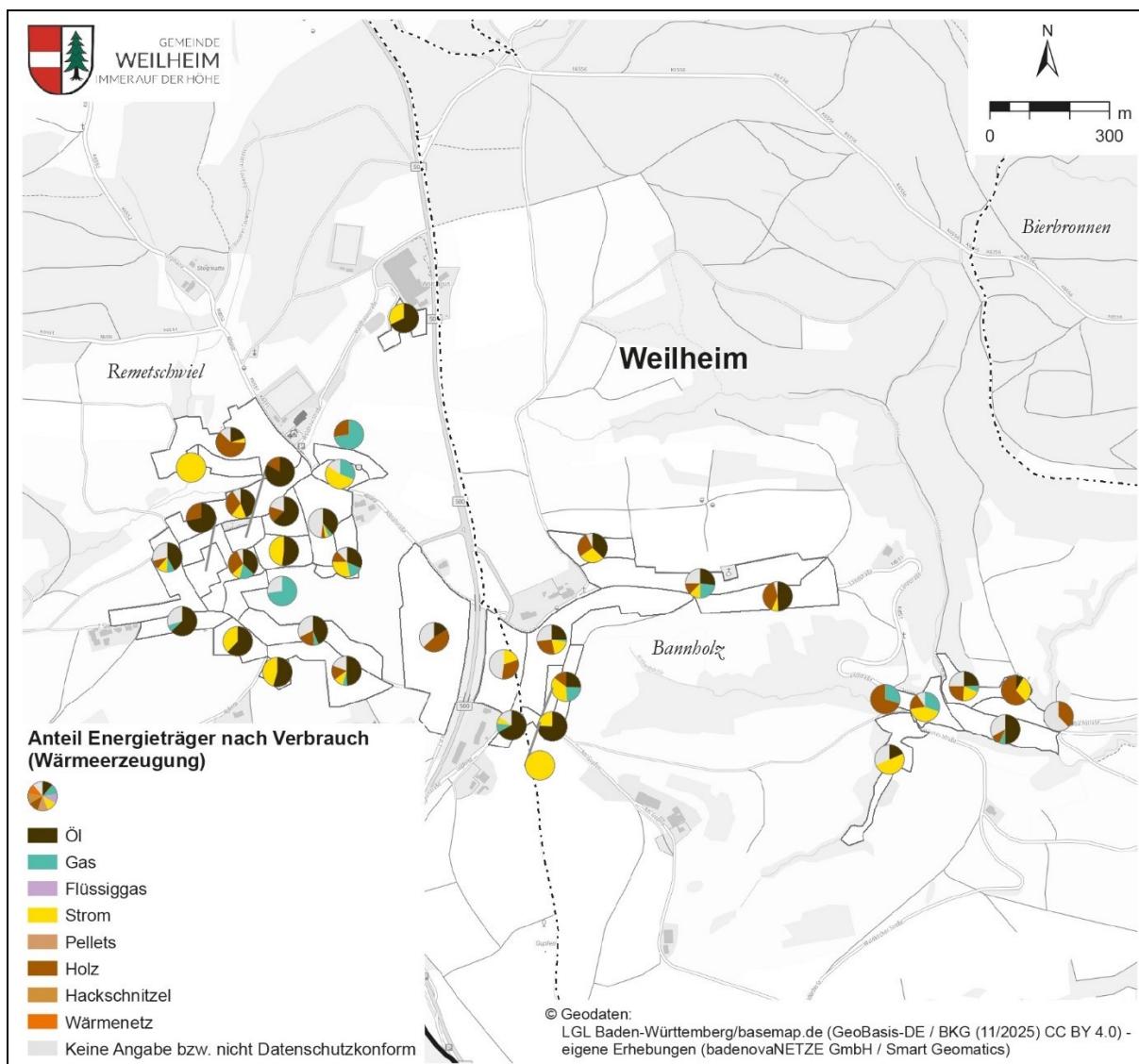


© badenovaNETZE 2025

Abbildung 10 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs nach Sektoren (2022)

Die Auswertung der vorliegenden Daten zeigt, dass zur Deckung des Wärmebedarfs im Jahr 2022 in Weilheim etwa 63 % fossile Energieträger eingesetzt wurden, darunter vorrangig Heizöl (45 %), Erdgas (9 %), Flüssiggas (6 %), Heizungsstrom (2 %) und Kohle (1 %). Erneuerbare Energieträger deckten insgesamt 37 % des Wärmeverbrauchs der Gemeinde. Diese beinhalten die erneuerbaren Energien Energieholz, Solarthermie und Umweltwärme sowie erneuerbare Energien beim verarbeitenden Gewerbe.

Der Anteil der Energieträger am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme wird baublocksbezogen und in Chart-Darstellung in Karte 7 aufgezeigt.



Karte 7 – Energieträgeranteile am Endwärmeverbrauch auf Baublockebene

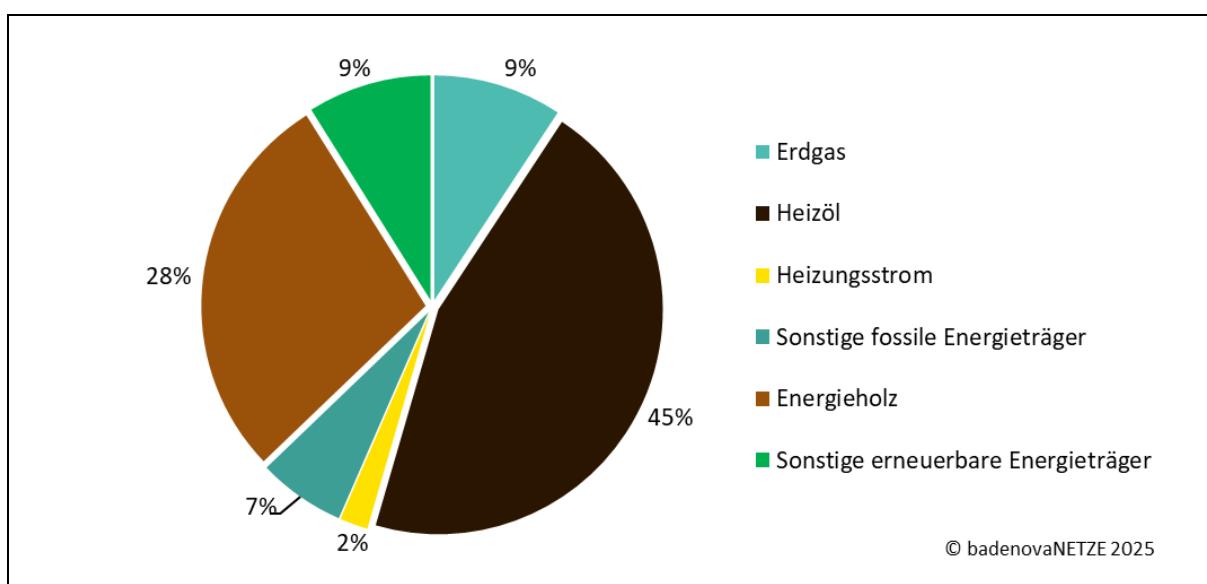


Abbildung 11 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs nach Energieträgern (2022)

Die Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs auf die Energieträger ist in Abbildung 11 dargestellt und die eingesetzten Mengen sind in Tabelle 2 festgehalten. Die Kategorie „Sonstige fossile Energieträger“ beinhaltet die Wärmebereitstellung mit Flüssiggas und Kohle. In der Kategorie „Sonstige erneuerbare Energieträger“ sind Solarthermie und Umweltwärme enthalten.

Energieträger	Wärmeverbrauch (MWh im Jahr 2022)	Anteil am Gesamtwärmeverbrauch
Erdgas	3.101	9 %
Heizöl	15.113	45 %
Heizungsstrom	678	2 %
Kohle	28	0,1 %
Wärmenetze	0	0 %
Flüssiggas	2.076	6 %
Energieholz	9.433	28 %
Solarthermie	1.289	4 %
Umweltwärme	1.691	5 %
Sonstige Erneuerbare Energien im Gewerbe	0	< 1 %
Gesamt	33.410	

Tabelle 2 – Endenergieverbrauch für Wärme der Gemeinde Weilheim nach Energieträger (2022)

Abbildung 12 zeigt detailliert die Aufteilung des Wärmeenergieverbrauchs nach Energieträger und Sektoren. Hierbei wurde der Wirtschaftssektor zum einen nach „Gewerbe und Sonstiges“ (Gewerbe, Handel und Dienstleistung) sowie zum anderen nach dem „verarbeitenden Gewerbe“ (Industrie) aufgeteilt. Der Sektor verarbeitendes Gewerbe wurde zudem in Raum- und Prozesswärme unterteilt. Die Darstellung verdeutlicht einerseits den hohen Anteil der privaten Haushalte am Gesamtenergieverbrauch sowie andererseits den deutlich geringeren Anteil des Industriesektors. Gleichzeitig wird der hohe Anteil der erneuerbaren Energieträger (überwiegend Holz) an der Wärmebereitstellung in den Privathaushalten und insbesondere im Industriesektor sichtbar.

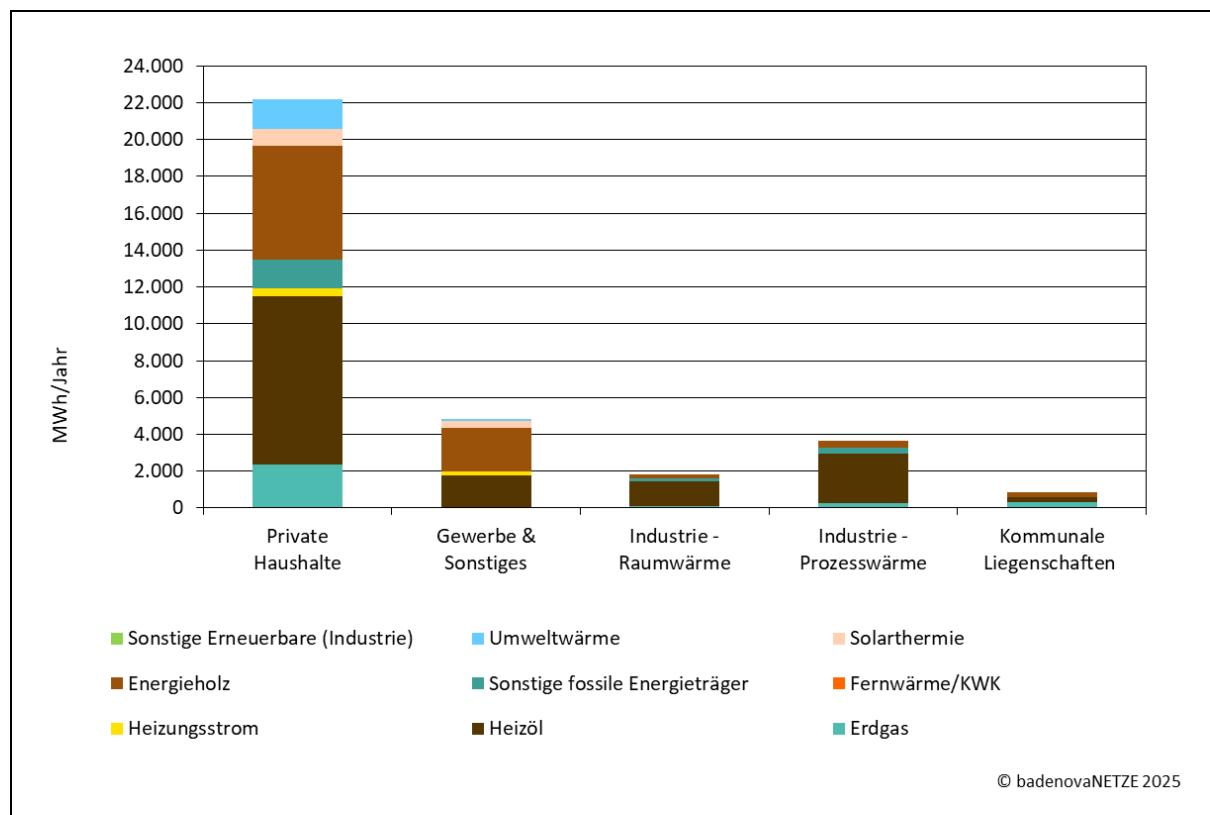


Abbildung 12 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträger (2022)

4.4.2 Energieträgermix zur Wärmenetzversorgung

Es werden aktuell keine Wärmenetze in Weilheim betrieben.

4.4.3 Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften

Die kommunalen Liegenschaften haben im Jahr 2022 etwa 883 MWh Wärmeenergie verbraucht. Davon werden zwei Drittel aus fossilen und ein Drittel aus erneuerbaren Energieträgern bereitgestellt. Der Erdgasverbrauch der kommunalen Liegenschaften liegt bei ca. 339 MWh/Jahr (38 %) und der Heizölverbrauch bei 265 MWh (30 %).

Die eingesetzte Energiemenge zur Wärmeversorgung der einzelnen Liegenschaften ist in Abbildung 13 nach Energieträgern dargestellt. Den höchsten Energieverbrauch haben das Rathaus inklusive der angeschlossenen Wohnanlage, die Grundschule in Nöggenschwiel und die Halle Remetschwiel. Drei weitere große Verbraucher sind der Bauhof und die Gemeindehalle in Weilheim.

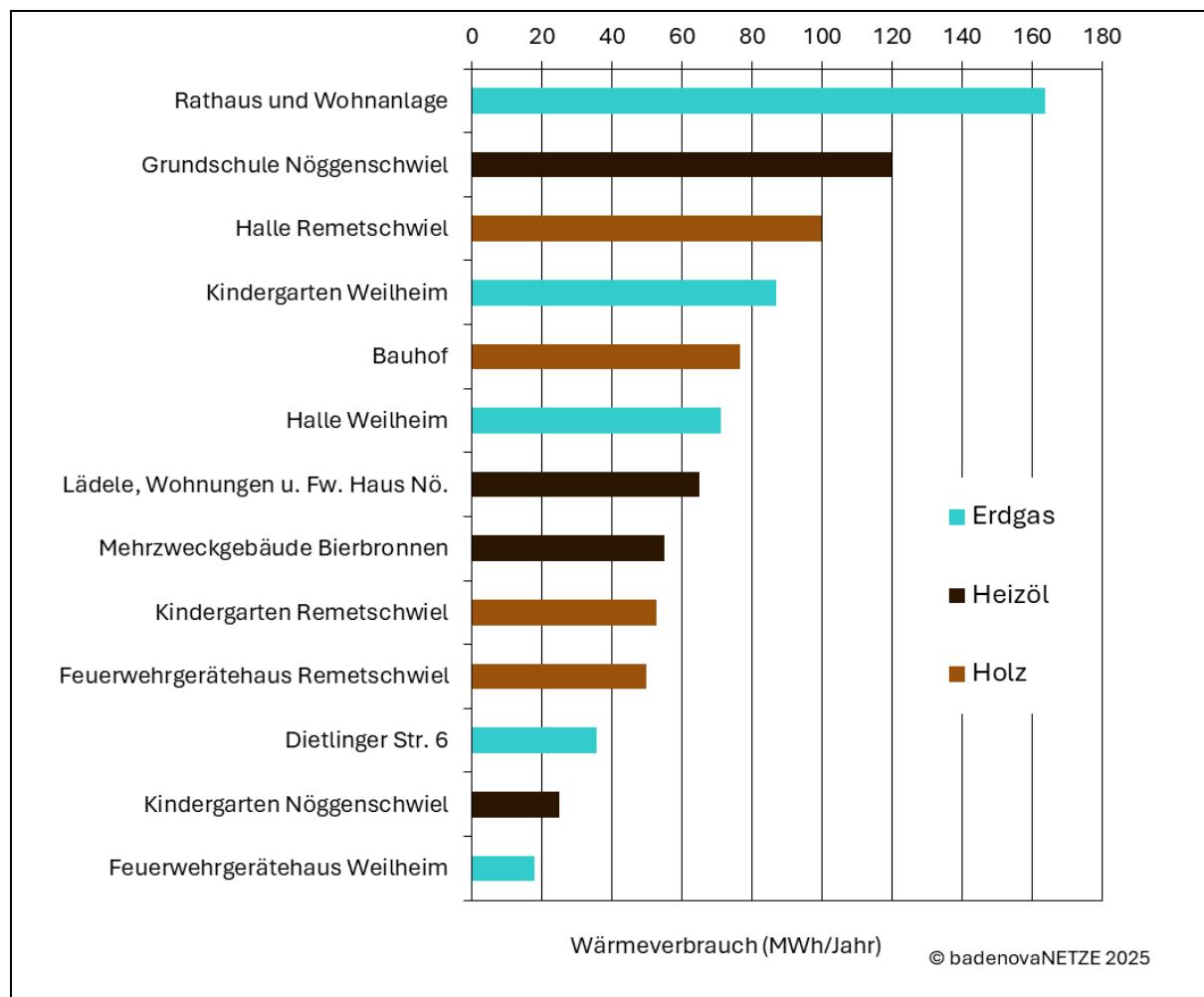


Abbildung 13 – Wärmeenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften der Gemeinde Weilheim (2022)

4.4.4 Endenergieverbrauch für Prozesswärme/Prozesskälte

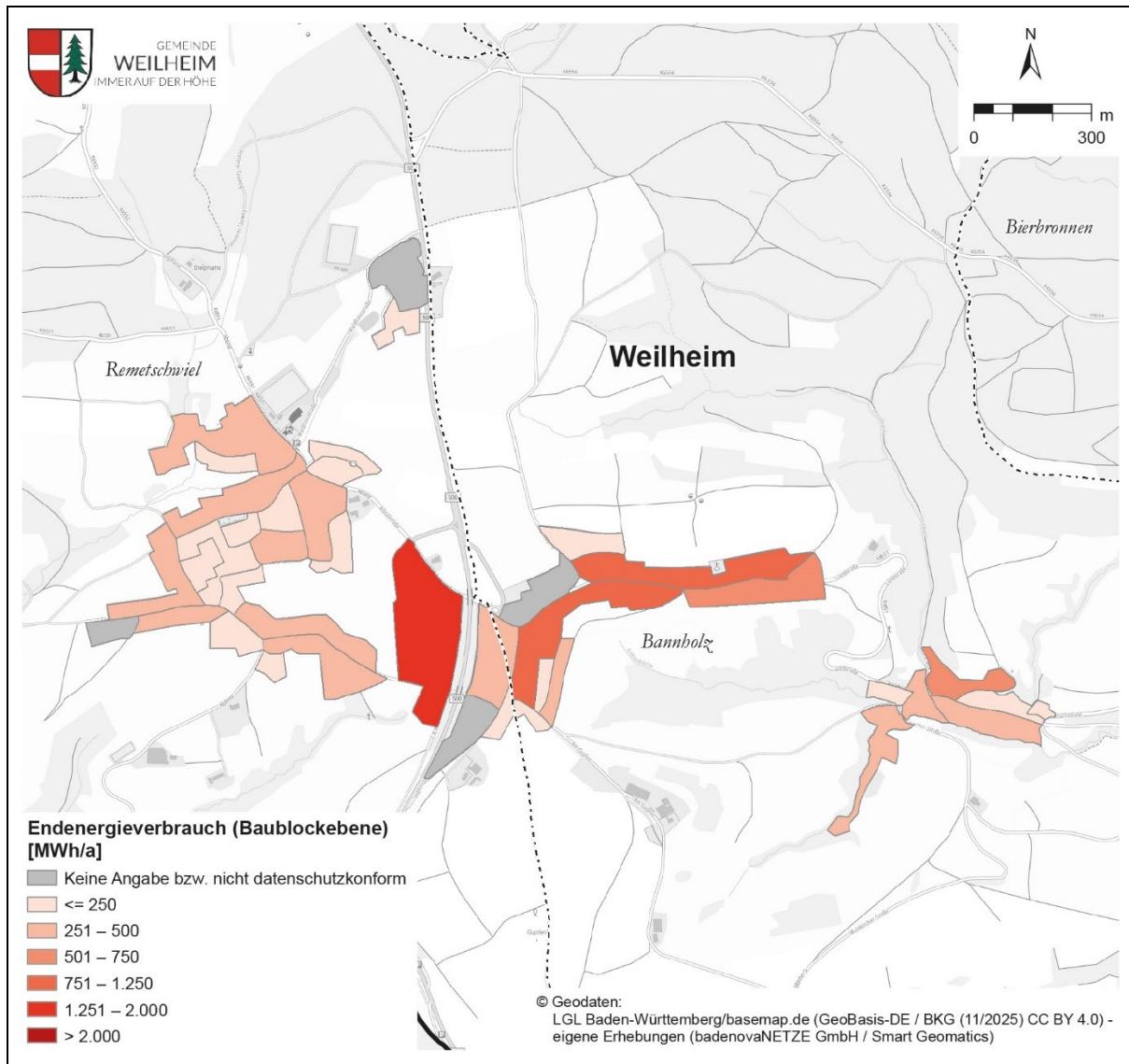
Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird der Energiebedarf für Prozesswärme und Prozesskälte berücksichtigt. Diese Energieformen sind besonders relevant für industrielle und gewerbliche Anwendungen, bei denen Wärme und Kälte kontinuierlich benötigt werden. Während der Wärmeverbrauch der Sektoren private Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie kommunale Liegenschaften vor allem der Raumwärme zuzuordnen ist, ist der Wärmeverbrauch des Sektors verarbeitendes Gewerbe/Industrie in Raumwärme und Prozesswärme/-kälte zu unterscheiden. Eine getrennte Betrachtung der Raumwärme und Prozesswärme/-kälte ist für die Wärmeplanung von Bedeutung, da sich die benötigten Mengen, Temperaturen und Lasten stark unterscheiden. Der Anteil der Prozesswärme und -kälte am Endenergieverbrauch der Industrie betrug in Deutschland im Jahr 2017 68,6 % (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2022).

Der Prozesswärmeverbrauch wurde mit lokalen Informationen der vor Ort angesiedelten Betriebe ermittelt und durch eine statistische Auswertung ergänzt. Demnach lag der Prozesswärmeverbrauch in Weilheim im Jahr 2022 bei 3.665 MWh und machte somit 11 % des Gesamtwärmeverbrauchs der Gemeinde aus. Der Großteil der Prozesswärme wird mit Holz und Heizöl erzeugt, ein kleiner Anteil durch Gas. Zwar könnte Abwärme vermutlich in begrenzter Menge zur Verfügung stehen, diese lässt sich jedoch Stand heute nicht beziffern. Zusätzlich kann festgestellt werden, dass aus räumlichen Gründen dem möglicherweise vorhandenen Abwärmepotenzial kein entsprechendes Absatzpotenzial gegenübersteht.

4.4.5 Räumliche Verteilung des Wärmeverbrauchs

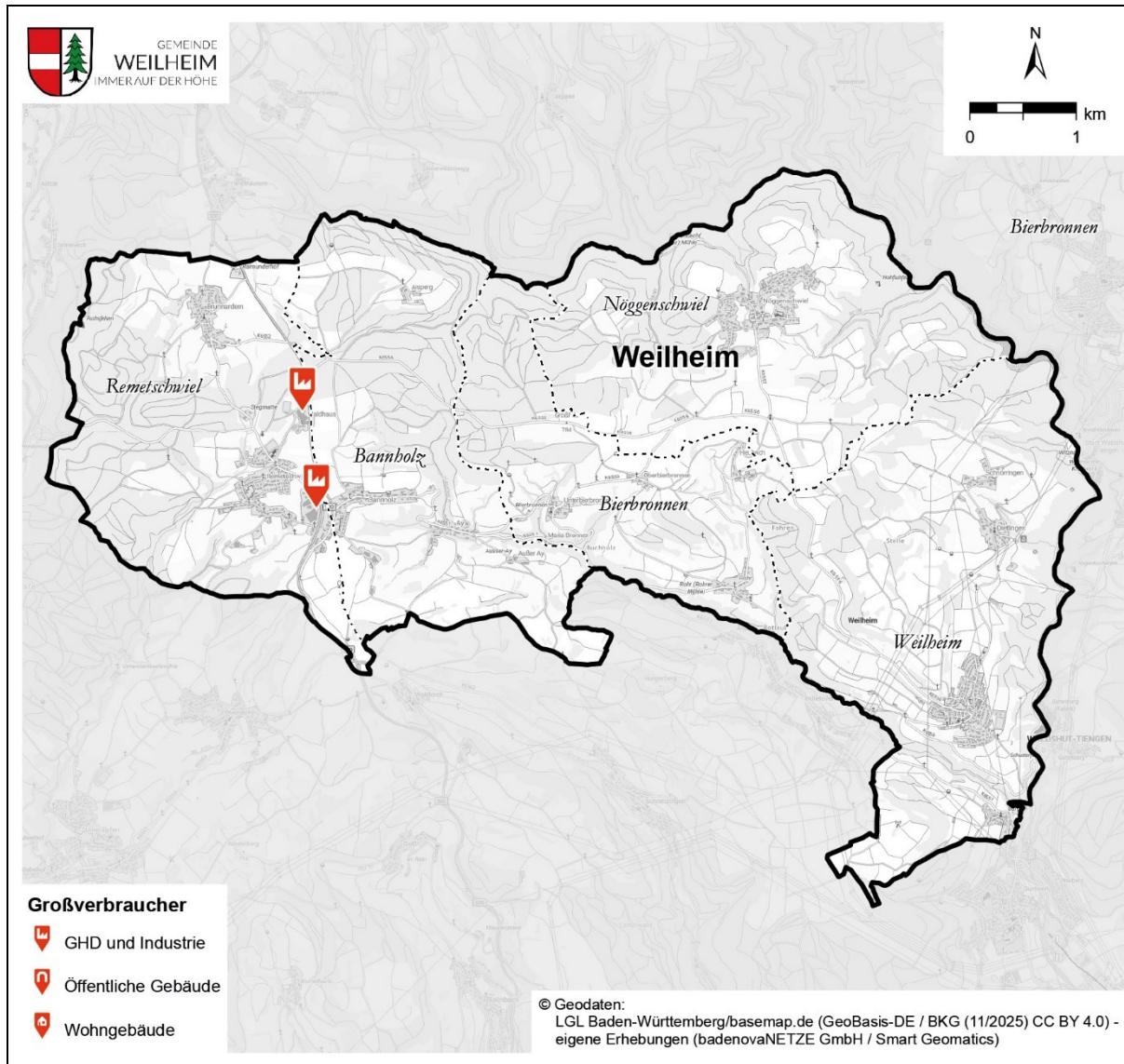
Anhand der Gebäudeeigenschaften, der Heizanlagenstatistik und der Verbrauchsdaten der leitungsgebundenen Energieträger, konnte die räumliche Verteilung des Wärmeverbrauchs ermittelt werden.

Karte 8 zeigt den Wärmeverbrauch (Endenergieverbrauch) in Weilheim, aggregiert auf Baublockebene. Dabei werden mehrere Gebäude datenschutzkonform zu einem Baublock zusammengefasst. Die Karte zeigt somit die flächenmäßige Verteilung des Wärmeverbrauchs der Gemeinde.



Karte 8 – Wärmeverbrauch auf Baublockebene in Weilheim

Karte 9 zeigt die Lage der beiden Großverbraucher innerhalb der Gemarkung Weilheim. Dazu zählen die Privatbrauerei Waldhaus GmbH und die Holzbaufirma Lignotrend GmbH.

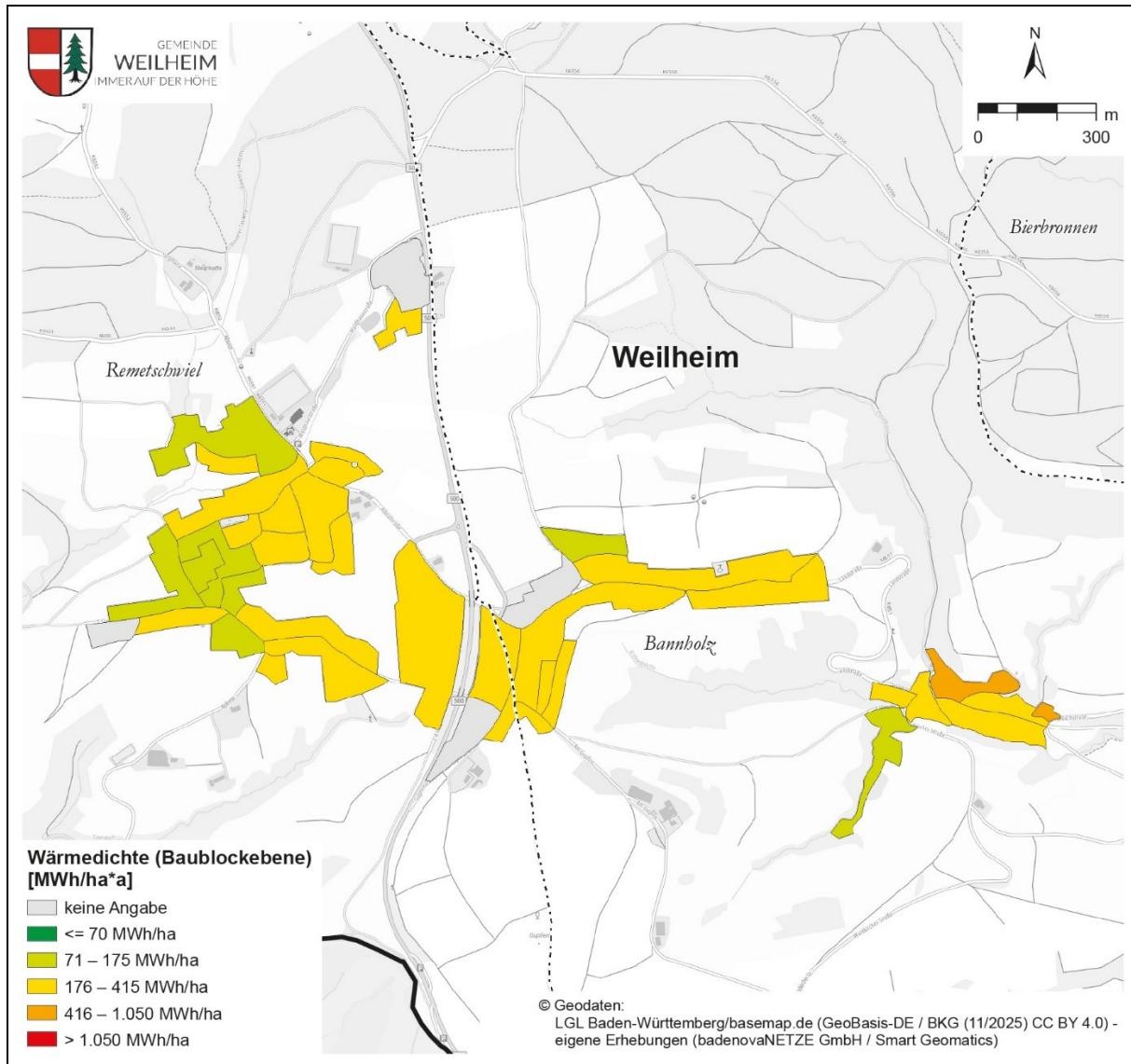


Karte 9 – Großverbraucher in Weilheim

Karte 11 zeigt den Wärmeverbrauch der Gebäude als Wärmedichte im Baublock und Karte 11 die Wärmeliniendichte im Straßenzug. Dabei wird der Wärmeverbrauch der Gebäude geografisch auf Straßenzugebene aggregiert und somit linienförmig dargestellt, in Anlehnung daran wie Wärmenetzleitungen verlaufen könnten. Sehr hohe Wärmedichten von 3.000 bis über 4.000 kWh/m sind in Weilheim in einigen wenigen Straßenzügen vorhanden und konzentrieren sich im Wesentlichen auf die Umgebung des Rathauses von Weilheim. Auch in anderen Ortszentren des Gemeindegebiets sind kurze Straßenabschnitte mit hohen Wärmedichten anzutreffen, die in den meisten Fällen jedoch nicht über mehrere Straßenzüge hinweg durchhalten. Lediglich im Ortsteil Bannholz finden sich entlang der Langstraße hohe Wärmeliniendichten zwischen 2.000 und ca. 3.700 kWh/m und Jahr.

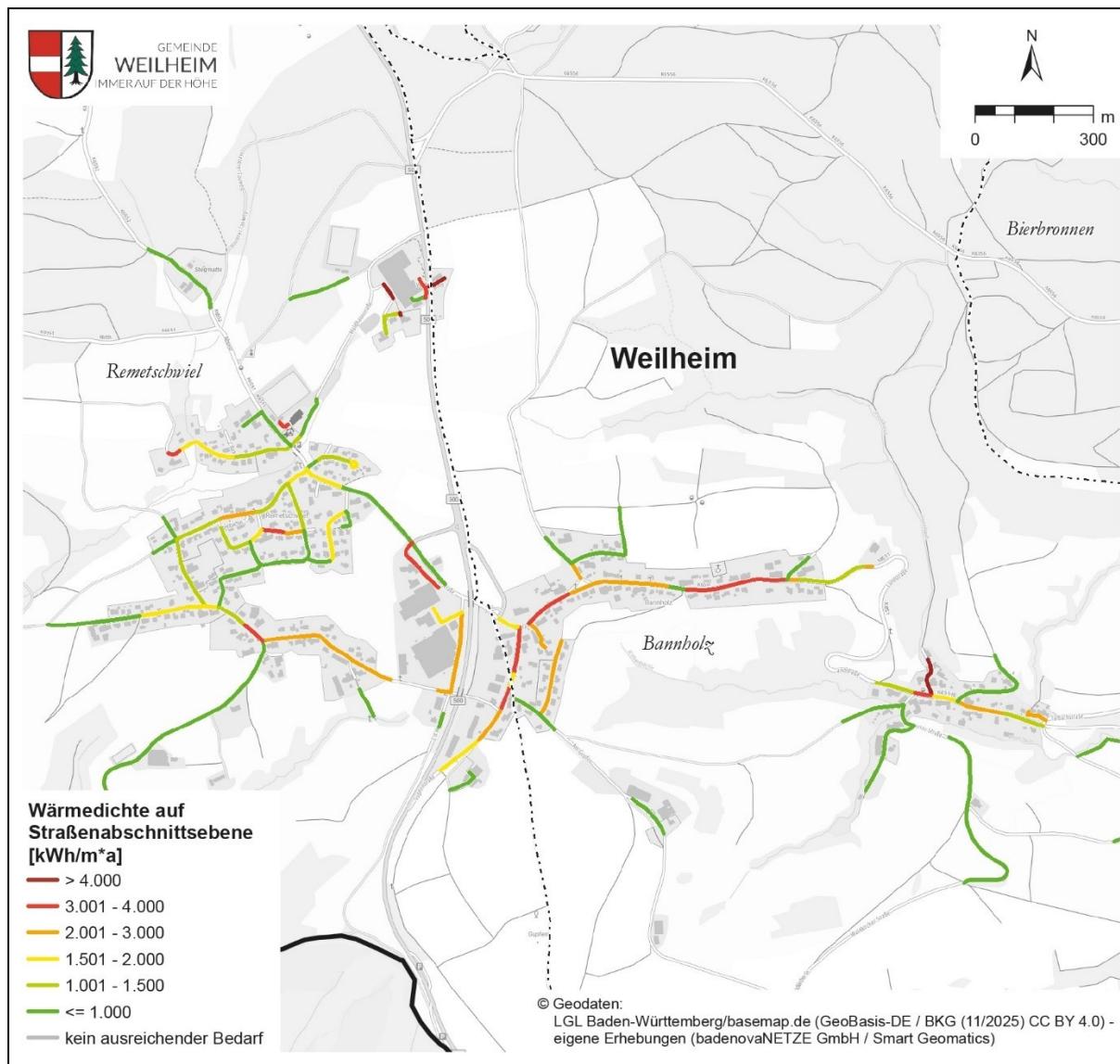
Zu beachten ist, dass die Wärmeliniendichte von der Straßenzugslänge und den möglicherweise nur punktuell darin befindlichen Großverbrauchern abhängig sein kann. Zudem werden die Verbräuche in einem automatisierten Verfahren den Straßenzügen zugeordnet, diese Zuordnung wird jedoch von einem tatsächlichen Verlauf eines perspektivischen Wärmenetzes abweichen, da bei der Trassenplanung eines Wärmenetzes eine Vielzahl an weiteren Faktoren berücksichtigt werden muss. Zu diesen Faktoren zählen vor allem die bereits heute eingesetzten erneuerbaren Energieträger und Heizungssysteme, die Gebäudealtersstruktur, das Heizungsalter sowie das Vorhandensein von Ankerkunden für eine dauerhafte Nutzung.

erhafte Grundlast der zentralen Wärmeversorgung. Für die operative Vorgehensweise bei der Wärmeplanung ist die Wärmedichte auf Straßenzugsebene trotzdem von größerer Relevanz, da die Wärmeabnahme pro Trassenmeter für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes von großer Bedeutung ist.

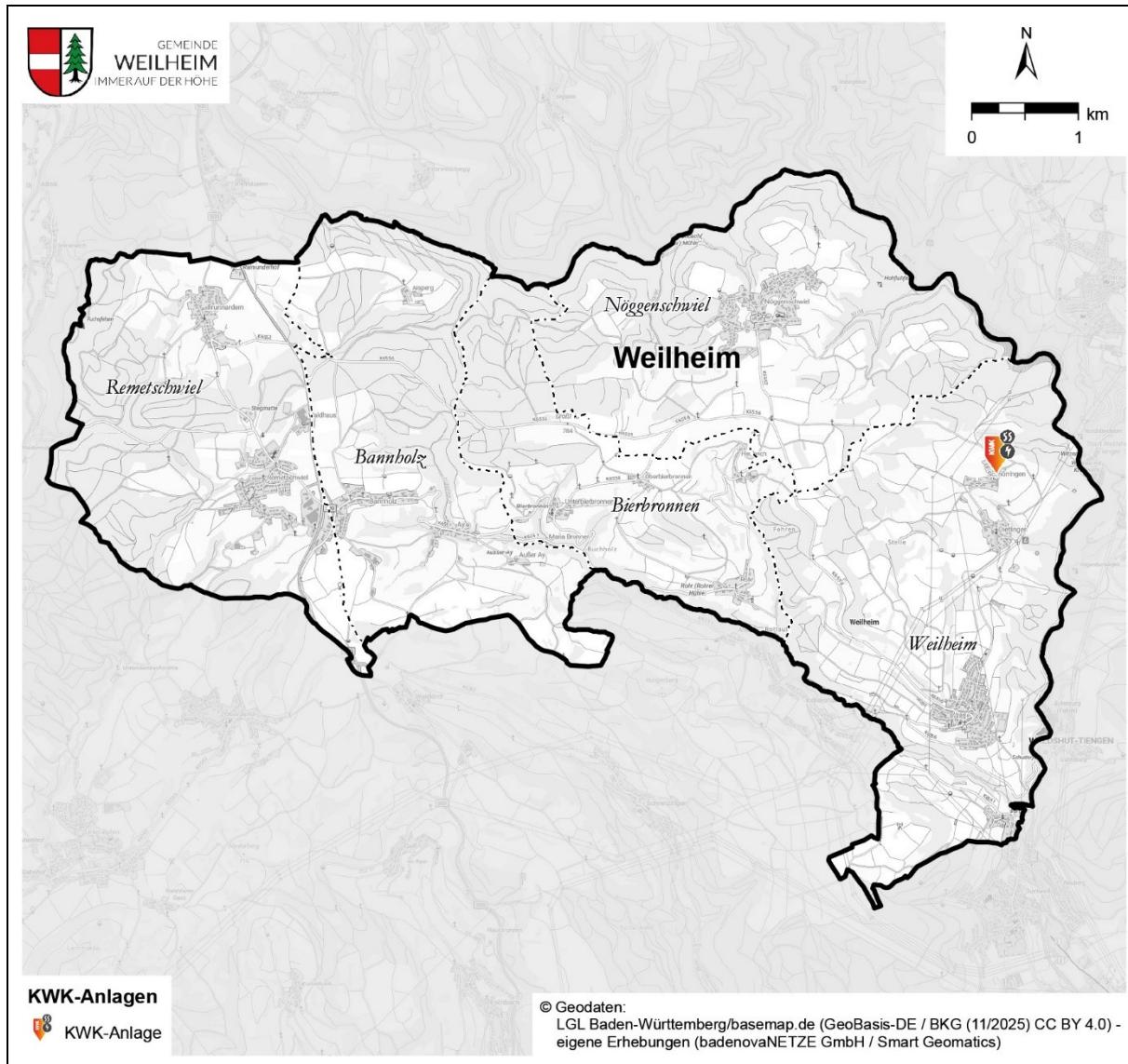


Karte 10 – Wärmedichte auf Baublockebene in Weilheim

Die Verwendung von Anlagen nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsprinzip (KWK) erfolgt nach den vorliegenden Daten nur in Schnörringen auf der Gemarkung Weilheim (Karte 12). Die Anlage wird mit örtlich produziertem Biogas gespeist.



Karte 11 – Wärmedichte auf Straßenzugsebene in Weilheim



Karte 12 – Anwendung von KWK-Anlagen in Weilheim

4.4.6 Treibhausgasbilanz der Wärmeversorgung

Auf Basis der Verbrauchsmengen der jeweiligen Energieträger berechnet das Bilanzierungstool BICO2 BW anhand der entsprechenden Emissionsfaktoren die THG-Emissionen des Wärmeverbrauchs. Die Deckung des Wärmeverbrauchs der Gemeinde Weilheim führte demnach im Jahr 2022 zu THG-Emissionen in Höhe von 6.947 t CO₂e. Der überwiegende Anteil ist den fossilen Energieträgern Erdgas und Heizöl zuzuordnen, die gemeinsam 93 % der Wärmeemissionen ausmachen (vgl. Abbildung 14).

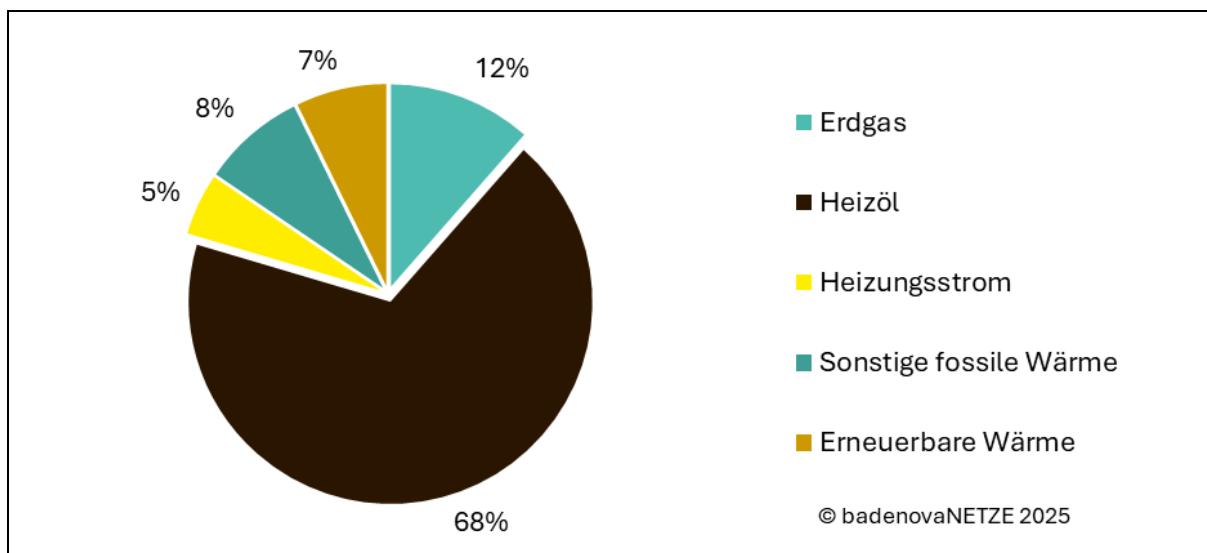


Abbildung 14 – Aufteilung der wärmebedingten THG-Emissionen nach Energieträger (2022)

Entsprechend des Wärmeverbrauchs hat der Sektor private Haushalte mit 4.532 t CO₂e/Jahr und 65 % den größten Anteil aller Sektoren. Die kommunalen Liegenschaften waren mit ihrem Wärmeverbrauch für 176 t CO₂e im Jahr 2022 und somit 3 % der wärmebedingten Emissionen verantwortlich. Abbildung 15 zeigt die Aufteilung der wärmebedingten THG-Emissionen nach Sektor und Energieträger.

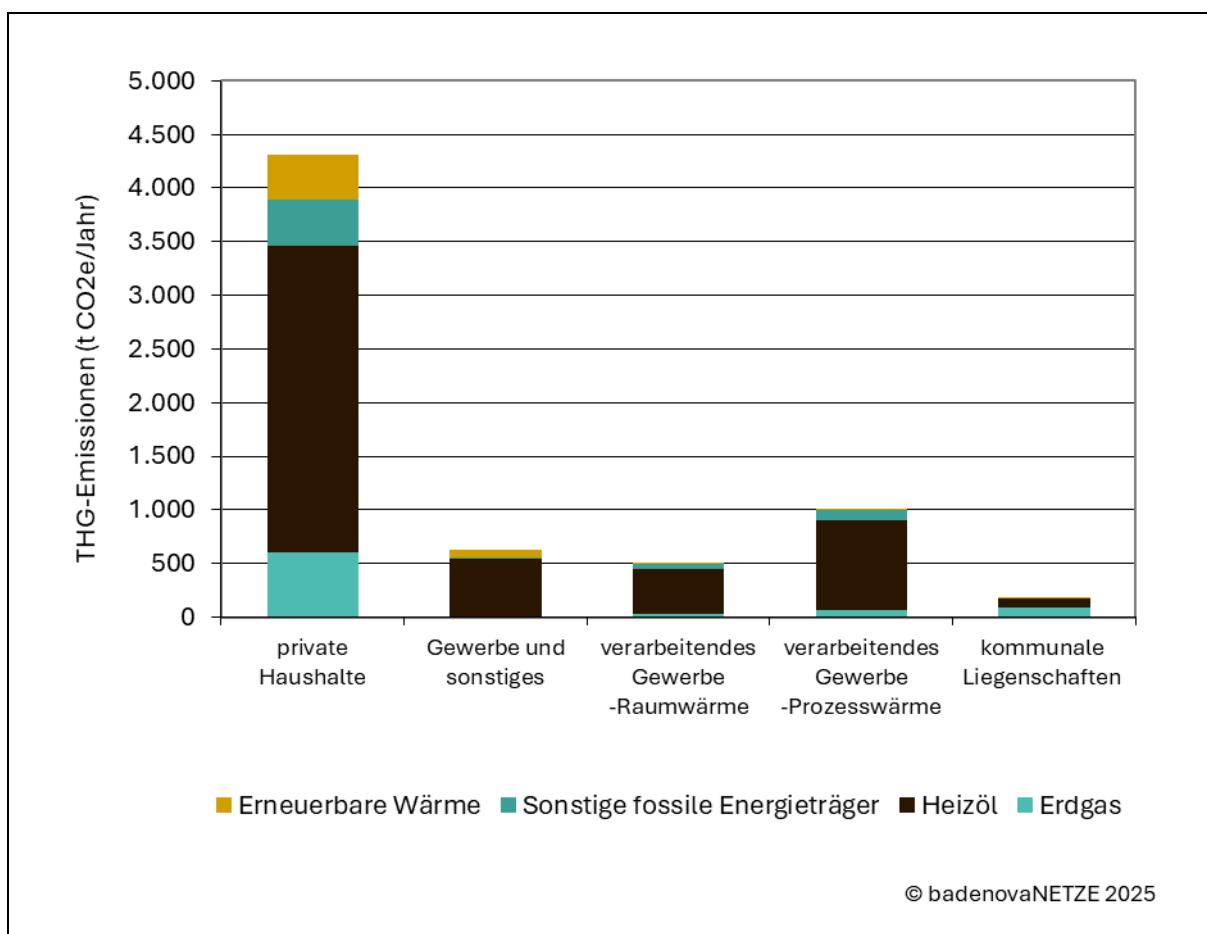


Abbildung 15 – THG-Bilanz des Wärmeverbrauchs nach Sektor und Energieträger

Abbildung 16 zeigt die wärmebedingten THG-Emissionen der einzelnen kommunalen Liegenschaften. Wie bei den Wärmeverbrauchswerten der Liegenschaften werden hier erneut die großen Verbraucher sichtbar.

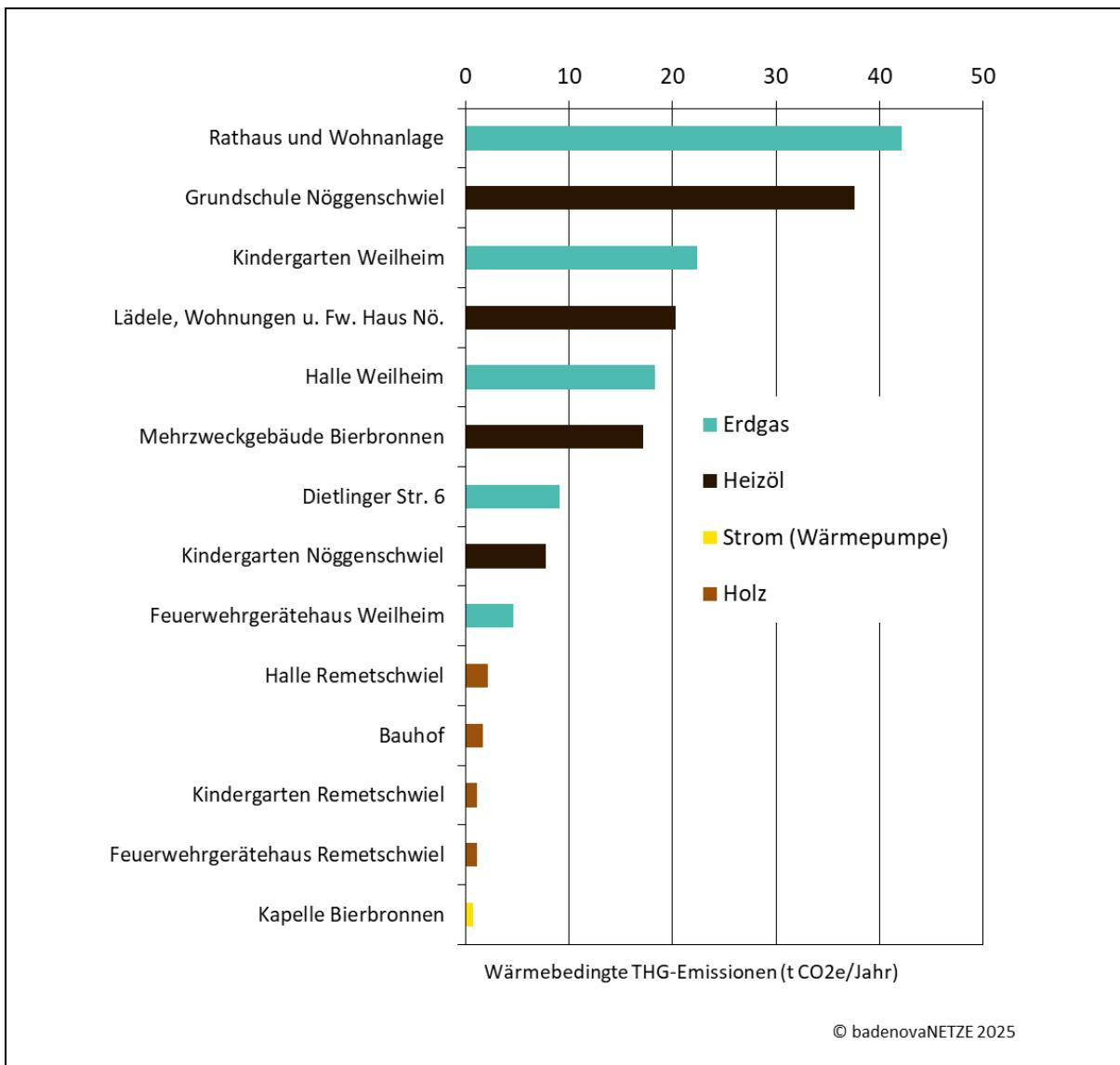


Abbildung 16 – Wärmebedingte THG-Emissionen der kommunalen Liegenschaften (2022)

4.5 Sektorenkopplung und Strombedarfsdeckung

Bei der kommunalen Wärmeplanung liegt der Fokus auf einer möglichst klimaneutralen Wärmeversorgung. Dabei werden die zwei anderen großen Bereiche der Energiebilanz einer Gemeinde, der Stromverbrauch und die Mobilität, größtenteils ausgeblendet. Allerdings sind diese drei Bereiche nicht gänzlich voneinander zu trennen, denn die Bereiche Mobilität (durch die Verbreitung von Elektroantrieben) und Wärme (durch den Einsatz von Wärmepumpen) werden zunehmend durch Strom gedeckt. Vor diesem Hintergrund wurde im Sinne einer kommunalen Energieleitplanung auch die lokale Stromerzeugung und der lokale Stromverbrauch bei der Bestandsanalyse betrachtet.

Im Jahr 2022 wurde in Weilheim lokaler Strom aus PV-Anlagen, aus Biomasse und aus mehreren kleinen KWK-Anlagen erzeugt. Insgesamt wurden 3.578 MWh/Jahr mit PV-Anlagen und 246 MWh aus Biomasse-Anlagen erzeugt. Dies entspricht 41 % des Gesamtstromverbrauchs der Gemeinde Weilheim pro Jahr. Hinzu kommen ca. 83 MWh Strom aus kleinen KWK-Anlagen, womit ein weiteres Prozent des Gesamtstromverbrauchs der Gemeinde lokal gedeckt werden konnte (vgl. Abbildung 17).

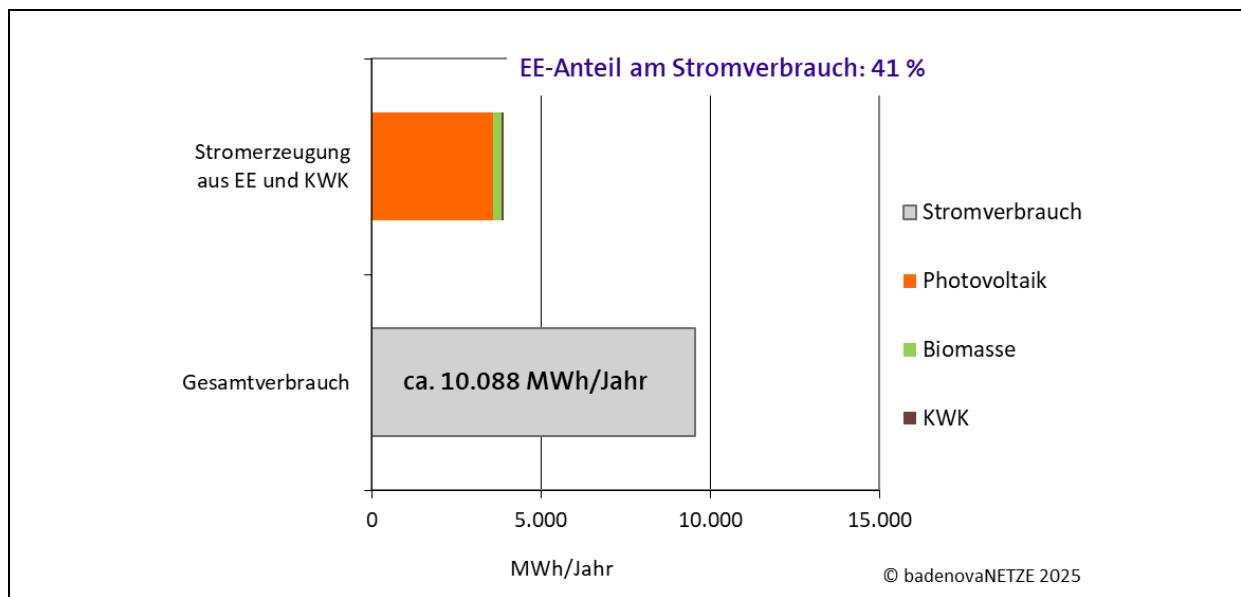


Abbildung 17 – Anteil der lokalen erneuerbaren Stromerzeugung im Vergleich zum Stromverbrauch

4.6 Erneuerbare Gase

Im Zuge der Energiewende und dem damit verbundenen Zuwachs einer fluktuierenden Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien bedarf es neuer Möglichkeiten, diese Energie zu speichern. Zusätzlich wird durch den verstärkten Einsatz von Wärmepumpen der Stromverbrauch im Winter deutlich steigen, während davon auszugehen ist, dass in den Sommermonaten Überschüsse an Strom aus PV-Anlagen erzeugt werden. Um das Energieangebot mit der Nachfrage zu decken und dadurch Versorgungssicherheit zu gewährleisten, werden in Zukunft sowohl die kurzfristige als auch die saisonale Speicherung von Überkapazitäten notwendig sein (siehe auch Abschnitt 6.5.3).

Während Batteriespeicher kurzfristige Überkapazitäten decken können und in der Elektromobilität eingesetzt werden, können auch saisonale Speicher für die Wärmewende entscheidend sein. In diesem Zusammenhang sollen in Zukunft erneuerbare Gase eine zentrale Rolle spielen. Bei der Energie- bzw. Wärmewende werden vor allem drei erneuerbare Gase betrachtet: Wasserstoff, synthetisches Methan und Biomethan (Synonym Bioerdgas). Tabelle 3 gibt eine Übersicht über die Herstellungsverfahren, Aufbereitungsschritte und Einsatzmöglichkeiten dieser drei Gase.

Insbesondere bei Wasserstoff wird durch eine zusätzliche Bezeichnung die Herkunft bzw. Gewinnungsart gekennzeichnet (vgl. Tabelle 15 in Methodik). Momentan gilt Wasserstoff als einer der zentralen Hoffnungsträger der deutschen und europäischen Energiewende. Wasserstoff kann im Gegensatz zu Strom und Wärme sehr gut über einen langen Zeitraum gespeichert werden und weist eine relativ hohe Energiedichte auf. Wird Wasserstoff aus erneuerbarem Strom erzeugt, ist er zudem nahezu klimaneutral und wird als grüner Wasserstoff bezeichnet (vgl. Methodik 9.4).

Wasserstoff und synthetisches Methan sind ebenso vielseitig einsetzbar wie Erdgas. Auch andere Vorteile wie die Speicherbarkeit und die vorhandene Erdgasverteilinfrastruktur können durch den Einsatz

dieser Gase genutzt werden. Synthetische Gase werden jedoch voraussichtlich auch langfristig im Zeithorizont bis 2050 ein knappes Gut bleiben, da auch erneuerbarer Strom nur in begrenzten Mengen zur PtG-Erzeugung zur Verfügung steht bzw. stehen wird.

In Weilheim spielen erneuerbare Gase im Sinne der Tabelle 3 noch keine Rolle.

	Biomethan	Power to Gas (PtG)	
		Synthetisches Methan	Wasserstoff
Herstellung/ Gewinnung	Vergärung verschiedener Substrate zu Biogas	Gewinnung von Wasserstoff durch Elektrolyse unter Einsatz von (überschüssigem EE-)Strom	
Aufbereitung	Aufbereitung des Biogases	Methanisierung u. a. mit CO ₂ zu erneuerbarem Methan	keine weitere Verarbeitung
Einsatz im Erdgasnetz	Einspeisung zu 100 % in das Erdgasnetz möglich und Einsatz wie herkömmliches Erdgas möglich		anteilige Einspeisung in Erdgasnetz möglich

Tabelle 3 – Begriffsabgrenzung erneuerbarer Gase (angelehnt an VKU, 2017)

4.7 Kennzahlen der Bestandsanalyse

In Tabelle 4 sind die wesentlichen Kennzahlen und Ergebnisse der Bestandsanalyse festgehalten.

Beschreibung Kennwert	Wert	Einheit
Endenergieverbrauch der Haushalte	8,32	MWh/gem. Person
THG-Emissionen der Haushalte	2,05	t CO ₂ e/gem. Person
Endenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften	0,35	MWh/gem. Person
THG-Emissionen der kommunalen Liegenschaften	0,09	t CO ₂ e/gem. Person
Endenergieverbrauch für Wärme für Wohngebäude	0,13	MWh/m ² Wohnfläche
Stromverbrauch zur Wärmeversorgung der Haushalte	0,31	MWh/gem. Person
Endenergieverbrauch in GHD und Industrie	4,92	MWh/gem. Person
THG-Emissionen in GHD und Industrie	1,53	t CO ₂ e/gem. Person
Einsatz erneuerbarer Energien nach Energieträgern		
▪ Energieholz	3,04	MWh/gem. Person
▪ Solarthermie	0,42	MWh/gem. Person
▪ Umweltwärme	0,54	MWh/gem. Person
▪ Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0,0	MWh/gem. Person
Anteil erneuerbarer Energien an lokaler Stromerzeugung	98	%
Anteil erneuerbarer Energien an lokaler Wärmeerzeugung	37,16	%
Anteil erneuerbarer Energien am Strombedarf	40	%
Anteil erneuerbarer Energien am Wärmebedarf	37,16	%
Nutzung synthetischer Brennstoffe (PtX)	-	MWh/gem. Person
Stromverbrauch für die Wärmebereitstellung	1.207	MWh
Fläche solarthermischer Anlagen	0,53	m ² /gem. Person
Fläche PV-Anlagen	7,15	m ² /gem. Person
Installierte KWK-Leistung pro Kopf	0,02	MWh/gem. Person
Wärmeerzeugung KWK pro Kopf	k.A.	MWh/gem. Person
Installierte Speicherkapazität Strom	0,41	kW
Installierte Speicherkapazität Wärme	k.A.	kW
Hausanschlüsse in Gasnetzen	153	Anzahl
Länge der Transport- und Verteilleitungen in Gasnetzen	7.966	m
Hausanschlüsse in Wärmenetzen	0	Anzahl
Länge der Transport- und Verteilleitungen in Wärmenetzen	0	m

Tabelle 4 – Wesentliche Kennzahlen der Bestandsanalyse

5. Potenzialanalyse

Bei der Wärmewende hat die Senkung des Wärmebedarfs durch die Energieeinsparung und die Erhöhung der Energieeffizienz eine hohe Priorität. Für eine klimaneutrale Wärmeversorgung muss der verbleibende Wärmeverbrauch durch Energie aus erneuerbaren Quellen, aus Abwärme oder aus synthetischen Brennstoffen, die aus erneuerbaren Energien erzeugt werden, gedeckt werden.

In den folgenden Abschnitten werden diese Potenziale zur klimaneutralen Wärmeversorgung in der Gemeinde Weilheim beschrieben und nach Möglichkeit beziffert. Dabei werden zunächst Potenziale der Energieeinsparung und Energieeffizienz erläutert, die den Energieverbrauch für Wärme senken können. Anschließend werden Potenziale zur Deckung des Wärmeverbrauchs durch lokale erneuerbare Energien erläutert. Da davon auszugehen ist, dass in diesem Zusammenhang der Stromverbrauch für Wärmeerzeugung steigen wird, werden zusätzlich die Potenziale zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien aufgezeigt. Abschließend werden Potenziale zur Anwendung und Erzeugung von synthetischen Brennstoffen erläutert.

5.1 Energieeinsparung

Energieeinsparung bedeutet, durch einen bewussten und verantwortungsvollen Umgang mit Energie den Verbrauch zu reduzieren. Obwohl die Möglichkeiten zur Einsparung bekannt sind, ist die Umsetzung oft schwierig, da sie nicht allein durch technische Maßnahmen erreicht werden kann. Vielmehr hängt sie vom täglichen Verhalten aller Nutzer ab. Dieses Verhalten wird stark von Gewohnheiten sowie sozialen und psychologischen Faktoren beeinflusst, was eine Änderung erschwert. Dennoch ist Energieeinsparung ein wichtiger Bestandteil der Wärmewende. Im folgenden Abschnitt werden Möglichkeiten beschrieben, durch die der Wärmebedarf gesenkt werden kann.

5.1.1 Senkung des Wärmebedarfs durch Nutzerverhalten

Durch verändertes Nutzerverhalten kann in Gebäuden Wärmeenergie eingespart werden.

Eine der effektivsten Maßnahmen zur Reduktion des Wärmebedarfs ist das Absenken der Raumtemperatur. Für jedes Grad der Absenkung sinkt der Energieverbrauch um 6 %. Zusätzlich kann ein zonenweises Heizen bei geschlossenen Zimmertüren ca. 1-3 % Energie einsparen. Das korrekte Lüften in Form von Stoßlüften reduziert Wärmeverluste, allerdings lassen sich die erreichbaren Einsparungen nur schwer abschätzen, weil das Ergebnis sehr vom individuellen Nutzerverhalten abhängig ist. Die Umsetzung solcher Maßnahmen kann zudem durch diverse technische Lösungen erleichtert werden, bspw. mit programmierbaren, digitalen und/oder ferngesteuerten Heizreglern. Einige Sensoren erkennen auch offene Fenster und schalten beim Lüften die Heizung selbstständig aus. Wassersparende Duschbrausen und Armaturen können bis zu 20 % des Energiebedarfs für die Warmwasserbereitung einsparen und mit einem bewussten und sparsamen Verbrauchsverhalten mit Warmwasser können bis zu 10 % Energie eingespart werden (Rehmann et al., 2022).

Mit Hilfe von organisatorischen Veränderungen bei der Gebäudenutzung im Gewerbesektor (z.B. beim mobilen Arbeiten) lassen sich bei geringer Auslastung und entsprechender Umverteilung der Mitarbeitenden einzelne Gebäudegeschosse teilweise mit abgesenkter Raumtemperatur betreiben und somit unter normalen Randbedingungen bis zu 10 % Energie einsparen. Je größer die Fläche ist, die mit abgesenkten Raumtemperaturen betrieben wird, desto größer kann die Energieeinsparung ausfallen (Rehmann, Streblow, & Müller, 2022).

5.2 Steigerung der Energieeffizienz

5.2.1 Effizienz der Heizungssysteme

Durch die Kombination verschiedener Maßnahmen zur Steigerung der Effizienz von Heizsystemen kann durchschnittlich 8-15 % Energie eingespart werden. Dies beziffert eine Studie des Instituts für Technische Gebäudeausrüstung (ITG) Dresden (Rehmann et al., 2022).

Durch die Absenkung der Vorlauftemperatur mittels Einstellung von Anlagenparametern zur Steigerung der Effizienz durch Reduktion von Wärmeverlusten kann eine Energieeinsparung von bis zu 5 % erzielt werden. Auch mit Hilfe einer Nachabsenkung können die Temperaturen im Gebäude gesenkt und somit eine Energieeinsparung zwischen 4-10 % erreicht werden. Infolge einer Überprüfung und Berücksichtigung der Anwesenheitszeiten und der anschließenden Anpassung von Zeitplänen, lassen sich bis zu 10 % der Endenergie einsparen. Ist der hydraulische Abgleich durchgeführt worden, lassen sich bis zu 3 % Energie einsparen. Der hydraulische Abgleich ist erforderlich, damit durch alle Heizkörper die notwendige Wassermenge fließen kann.

Alle diese Maßnahmen sind vor allem für einen effizienten Betrieb von Wärmepumpen in Bestandsgebäuden unverzichtbar. Die Vergrößerung von Heizflächen durch neue und großenangepasste Heizkörper kann in manchen Fällen ausreichen, um auch ältere Gebäude für einen Betrieb von Wärmepumpen zu ertüchtigen. Gerade in alten Gebäuden sind die Heizkörper in vielen Fällen überdimensioniert, so dass sie jetzt schon für den Wärmepumpenbetrieb geeignet sein können und eine Vergrößerung der Heizfläche oder der Einbau von Fußbodenheizungen nicht notwendig ist.

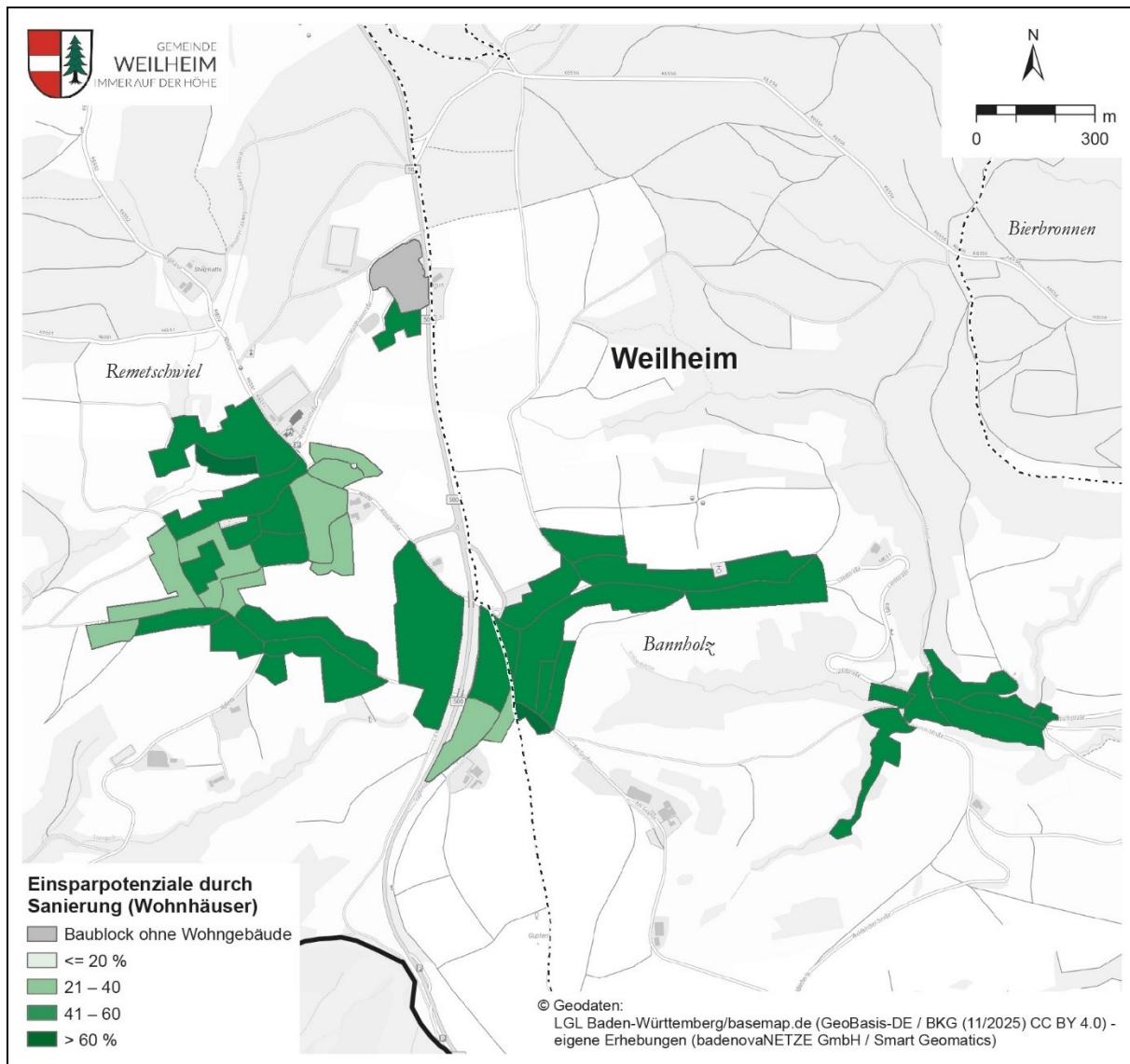
5.2.2 Monitoring und Optimierung der technischen Anlagen

Bei Nicht-Wohngebäuden (Gewerbe, Industrie oder öffentliche Liegenschaften) kann die Effizienz und Funktionsweise von technischen Anlagen mit Hilfe eines Monitorings durch engmaschige Kontrollen überprüft und mit geeigneten Gegenmaßnahmen bis zu 10 % Energie eingespart werden. Die Nutzung einer Gebäudeautomation ermöglicht es die vorhandenen Informationen zur tatsächlichen Nutzung des Gebäudes heranzuziehen und den Energieverbrauch um ca. 10-30 % zu senken. Beispielsweise lässt sich mit Hilfe von Sensoren die Präsenz in Räumen erfassen und somit eine bedarfsgerechte Beleuchtung ermöglichen. Darüber hinaus kann mit Hilfe von Temperaturfühlern die Heizung außentemperaturgeführt betrieben werden. Durch die Nutzung einer automatischen Einzelraumregelung unter Verwendung von programmierbaren elektronischen Thermostatventilen sind Einsparungen zwischen 9-15 % möglich (Rehmann et al., 2022).

5.2.3 Energetische Sanierung der Wohngebäude und Nichtwohngebäude

Die energetische Sanierung von Gebäuden bietet einen großen Hebel, um den Raumwärmebedarf der Gebäude zu senken. In Weilheim wurden 61 % des Wohngebäudebestands vor der zweiten Wärmeschutzverordnung 1984 erbaut, als Energieeffizienz noch keine wesentliche Rolle spielte. Anhand der Klassifizierung der Gebäude in Gebäudetypen (Gebäudealtersklasse und Gebäudeart) wurde, ausgehend vom Gebäudewärmebedarf, das Potenzial durch die energetische Sanierung für jedes Gebäude berechnet. Dabei wurden den einzelnen Bauteilen (Dach, Fenster, Außenwand und Keller) gängige Dämmmaßnahmen der jeweiligen Gebäudetypen hinterlegt und der Wärmebedarf nach einer Sanierung anhand üblicher Bauteilflächen des Gebäudetyps ermittelt.

Karte 13 zeigt mit einem Ausschnitt des digitalen Zwillings die Einsparpotenziale durch energetische Sanierung für einzelne Gebäude in Weilheim.



Karte 13 – Ausschnitt der Einsparpotenziale durch energetische Sanierung der Wohngebäude auf Baublock-ebene

In Summe könnten 45 % des aktuellen Wärmebedarfs der Wohngebäude eingespart werden, wenn alle Wohngebäude auf den aktuellen Stand des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) modernisiert werden. In Abbildung 18 sind sowohl der aktuelle Wärmeverbrauch der Wohngebäude (links) sowie das mögliche Einsparpotenzial (rechts) für die gesamte Gemeinde Weilheim grafisch zusammengefasst. Durch die weitere Sanierung der Wohngebäude und der damit einhergehenden Energieeinsparung könnten die THG-Emissionen jährlich um knapp 1.840 t CO₂e gesenkt werden. Dies entspricht 12 % der wärmebedingten THG-Emissionen der Gemeinde im Jahr 2022.

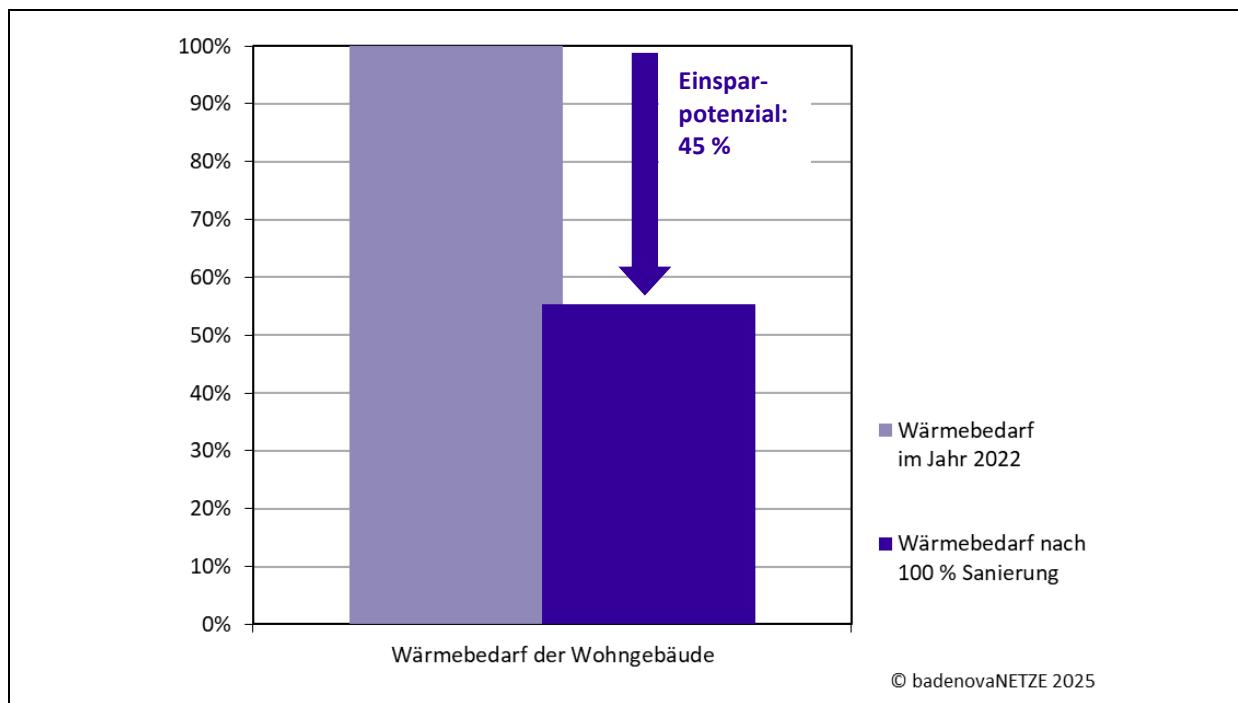


Abbildung 18 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial

5.2.4 Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen

Zur Ermittlung von Einsparpotenzialen bei energetischen Sanierungsmaßnahmen wurde eine Gebäudetypisierung der Wohngebäude in Weilheim vorgenommen. Diese Gebäudetypisierung nach der Methodik des IWU ermöglicht eine vereinfachte Abbildung des Wohngebäudebestands und dient als Grundlage zur Berechnung konkreter Sanierungspotenziale (IWU, 2005).

Um die Sanierungspotenziale für Gebäudeeigentümer greifbar und nutzbar zu machen, wurden für die alle Gebäudetypen der Gemeinde sogenannte Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen erstellt. Damit mindestens 90 % des Wohngebäudebestands abgedeckt. Eine Auflistung und methodische Hinweise finden sich im Abschnitt 9.5.1.

Die Gebäudesteckbriefe zeigen beispielhaft Mustersanierungen am jeweiligen Gebäudetyp auf und beschreiben somit die Potenziale zur energetischen Sanierung der Gebäudehülle und zur Optimierung bzw. Umstellung der Wärmeversorgung konkret für den jeweiligen Gebäudetyp. Die jeweils vierseitigen Gebäudesteckbriefe stellen die wichtigsten Daten der einzelnen Beispielgebäude zusammen und bieten eine übersichtliche Darstellung des Ist-Zustands und der durch energetische Modernisierung erzielbaren Energieeinsparungen. Darüber hinaus werden beispielhafte technische Anlagenlösungen und die damit einhergehenden Investitionskosten dargestellt. Auf der letzten Seite sind abschließend entsprechende Hinweise zu Förderprogrammen und gesetzlichen Rahmenbedingungen zu finden.

Ziel der Steckbriefe ist es, Gebäudeeigentümern eine erste Übersicht und Hilfestellung für den Einstieg in die Themen Energieeffizienz des Gebäudes und des Heizsystems zu bieten. Im optimalen Fall wird dies gefolgt von einer Energieberatung durch einen neutralen Energieeffizienzexperten vor Ort.

Im Anhang 12.7 ist beispielhaft der Gebäudesteckbrief für ein Einfamilienhaus mit einem Baualter zwischen 1958 und 1968 (Baualtersklasse E) abgebildet. Alle Gebäudesteckbriefe werden der Gemeinde digital zur Verfügung gestellt. So können diese auf der Homepage der Gemeinde veröffentlicht oder im Rahmen von Veranstaltungen und Sanierungskampagnen den Bürgern von Weilheim zur Verfügung gestellt werden.

5.2.5 Einsparpotenzial der Raumwärme der kommunalen Liegenschaften

Die Energie- und THG-Bilanz der Gemeinde Weilheim weist einen Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften von ca. 883 MWh im Jahr 2022 aus. Unter Anwendung der Studie des ITG Dresden zur Steigerung der Effizienz von Heizsystemen (Rehmann et al., 2022) kann ein Einsparpotenzial von durchschnittlich 8-15 % angesetzt werden, so dass ohne Gebäudesanierungen der Verbrauch um ca. 70 - 132 MWh/Jahr gesenkt werden kann.

Zusätzlich kann der Energieverbrauch der kommunalen Liegenschaften durch Sanierung bzw. Dämmung der Gebäudehülle sowie durch die Umstellung auf effiziente Heizsysteme deutlich reduziert werden. Die kommunalen Liegenschaften Grundschule Nöggenschwiel, Rathaus, Halle Remetschwiel weisen die höchsten Wärmeverbräuche der Gemeinde auf und bieten daher den größten Hebel bei der Einsparung.

5.2.6 Prozesswärme

Wesentliche Effizienzpotenziale bei der Prozesswärme im Industrie- und Gewerbesektor bieten diverse Modernisierungs- und Optimierungsmaßnahmen, durch die der Energieverbrauch um bis zu 15 % gesenkt werden kann. Der Einsatz von energieeffizienten Anlagenkomponenten, wie drehzahlge Regelten Pumpen und Ventilatoren, regelbaren Brennern und großen Wärmeübertragungsflächen, stellen schnelle und wirksame Maßnahmen dar. Zudem können Wärme- und Dampferzeugungsanlagen modernisiert werden. Immerhin sind 80 % der industriellen Wärmeanlagen in Deutschland älter als zehn Jahre und entsprechen nicht mehr dem aktuellen Stand der Technik.

Weitere Potenziale bietet die Wärmerückgewinnung. Bei der industriellen Wärmeerzeugung werden durchschnittlich 40 % der Abwärme an die Umgebung abgegeben. Die bisher ungenutzte Abwärme kann für das Heizen von Gebäuden, das Aufbereiten von Warmwasser oder zur Vorwärmung von Verbrennungs- und Trocknungsluft verwendet werden. Kann die Wärme nicht im Betrieb genutzt werden, kann sie zudem ausgekoppelt und über ein Wärmenetz weitere Gebäude beheizen (siehe auch Abschnitt 5.3.6).

Eine weitere Senkung des Energieverbrauchs gelingt durch den Umstieg auf effiziente Umwandlungs- und Erzeugertechnologien. Ein Blockheizkraftwerk folgt beispielsweise dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung und erzeugt gleichzeitig Wärme und Strom. Dadurch wird die Abwärme nicht ungenutzt an die Umwelt abgegeben, sondern direkt genutzt. Auch mit Hilfe moderner Wärmepumpen, Wärmespeicher oder Solarthermieanlagen kann vorhandene Energie effizienter genutzt werden.

Die örtlichen Potenziale zur Senkung des Prozesswärmebedarfs lassen sich nur durch eine Untersuchung der bestehenden Anlagen und Prozesse der jeweiligen Betriebe in Weilheim genau beziffern. Eine solche Erhebung ist im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nicht vorgesehen.

5.3 Erneuerbare Energien für die Wärmeversorgung

Um einen klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen, sollte der verbleibende Wärmebedarf nach Einspar- und Effizienzmaßnahmen möglichst treibhausgasneutral durch erneuerbare Energieträger gedeckt werden. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden daher die lokal verfügbaren erneuerbaren Energieträger auf ihre Potenziale zur Strom- und Wärmeerzeugung untersucht und nach Möglichkeit beziffert. In diesem Kapitel 5.3 werden die Potenziale zur erneuerbaren Wärmeerzeugung beschrieben. Das folgende Kapitel widmet sich anschließend den Potenzialen zur erneuerbaren Stromerzeugung.

Die untersuchten erneuerbaren Wärmequellen auf der Gemarkung der Gemeinde Weilheim sind Biomasse, Erdwärme, Umweltwärme und Solarthermie und Abwärme aus Gewerbe und Abwasser.

5.3.1 Biomasse

Bei der energetischen Nutzung der Biomasse kann zwischen Energieholz und Biogas unterschieden werden. Energieholz in Form von Stückholz, Holzpellets oder Holzhackschnitzel wird aus der Forstwirtschaft sowie der holzverarbeitenden Industrie gewonnen und wird hauptsächlich für die Wärmeerzeugung genutzt, während Biogas aus verschiedenen Substraten, vor allem aus der Landwirtschaft, erzeugt werden kann und sowohl für die Erzeugung von Strom als auch von Wärme genutzt wird.

In den folgenden Abschnitten werden die lokal verfügbaren Potenziale zur Erzeugung von Biogas und zur energetischen Verwertung fester Biomasse (Energieholz) in Weilheim beschrieben. Es wird das technische Potenzial zur Energieerzeugung anhand des Massenaufkommens der ermittelten Reststoffe quantifiziert.

5.3.1.1 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus der Landwirtschaft

Die Ermittlung der Biogaspotenziale erfolgte mithilfe statistischer Kennzahlen sowie einer Befragung bei ausgewählten Betrieben und Landwirten. Laut dem Statistischen Landesamt wurde im Jahr 2022 in der Gemeinde Weilheim eine Fläche von 1.705 ha landwirtschaftlich genutzt (STALA BW, 2024). Bei der Bewirtschaftung dieser Flächen entstehen unterschiedliche Reststoffe, die sich für den Betrieb einer Biogasanlage eignen. Tabelle 5 gibt eine Übersicht dieser Reststoffe und deren energetischen Potenziale in der Gemeinde.

Die Nutzung von tierischen Exkrementen als Biogassubstrat ist ökologisch sinnvoll, denn die vergorene Gülle bzw. der ausgefaulte Festmist kann nach der Nutzung in einer Biogasanlage in Form von Biogasgülle als hochwertiger organischer Dünger auf das Feld ausgebracht werden. Anhand der vom Statistischen Landesamt angegebenen Tierbestände in der Gemeinde wurde ein energetisches Potenzial der tierischen Exkremeante ermittelt (vgl. Tabelle 5). Das Energiepotenzial der Ackerpflanzen verteilt sich in Weilheim auf 7 Haupterwerbslandwirte und 46 Nebenerwerbslandwirte.

Eine ökologische Bewertung der Nutzung dieser Biomasse ist abhängig von der Tatsache, ob diese Reststoffe als organischer Dünger oder zur Tierernährung genutzt werden. Im ersten genannten Fall stellt die Nutzung dieser Reststoffe in einer Biogasanlage eine Wertschöpfung dar, da am Ende des Biogasprozesses erneut ein hochwertiger Dünger entsteht. Bei Letzterem ist eine Falluntersuchung notwendig, ob die als Tierfutter genutzte Biomasse kostengünstig und unter ökologischen Gesichtspunkten äquivalent substituiert werden kann.

Landwirtschaft	Anbaufläche (ha) (Quelle: STALA BW, 2024)	Energetisches Potenzial (MWh/Jahr)
Ackerpflanzen (Winterweizenstroh, Silomais)	491	3.198
Dauergrünlandflächen	910	4.215
Obstanbau	0	0
Rebland	0	0
Viehhaltung	Tiere (Quelle: STALA BW, 2024)	Energetisches Potenzial (MWh/Jahr)
Tierische Exkreme	Rinder, Milchkühe, Schweine, Pferde, Ziegen, Hühner	1.864
Summe		9.277

Tabelle 5 – Energetisches Potenzial der landwirtschaftlichen Reststoffe und tierischen Exkreme in Weilheim

5.3.1.2 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus organischen Abfällen

Eine energetische Nutzung von Rest- und Abfallstoffen ist aus ökologischer Sicht sehr attraktiv, da keine Konkurrenz zu Nahrungsmitteln besteht und es sich teilweise um Stoffe handelt, die bisher entsorgt werden müssen.

Die Nutzung der organischen Abfälle der Haushalte der Gemeinde Weilheim birgt zwar ein energetisches Potenzial von ca. 299 MWh/Jahr, die Verwertung in einer Biogasanlage in Weilheim wird jedoch in dieser Studie ausgeschlossen, da die Entsorgung dieser Abfälle in der Verantwortung des Landkreises Waldshut liegt.

Betriebe mit organischen Reststoffen haben laut den Erhebungen und Befragungen bereits bestehende Verwertungspfade wie Kompostierung/Düngung oder Entsorgung, wobei die Abfälle außerhalb der Gemeinde weiterverarbeitet werden.

5.3.1.3 Gesamterzeugungspotenzial Biogas

Insgesamt ergibt sich für Weilheim ein technisches Biogaspotenzial von ca. 9.277 MWh/Jahr (vgl. Tabelle 5), was im Rahmen einer Stromerzeugung einem elektrischen Erzeugungspotenzial von ca. 3.525 MWh/Jahr und einer Leistung einer Biogasanlage mit 518 kW_{el} sowie einem Nettowärmepotenzial von ca. 3.022 MWh/Jahr entsprechen würde (vgl. Methodik 9.5.2).

Eine Investition in eine Anlage zur Nutzung oben genannter Reststoffe ist aufgrund der aufwendigen Abgasreinigung erst ab einer Mindestgröße wirtschaftlich vertretbar. Das wirtschaftliche Potenzial einer Biogasanlage in Weilheim sollte daher zunächst geprüft werden. Eine solche Prüfung ist im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nicht vorgesehen.

5.3.1.4 Energieholz

Die Quantifizierung der kommunalen Energieholzpotenziale konnte einerseits durch konkrete Holzeinschlagsdaten, andererseits auf Basis von Erfahrungsberichten der zuständigen Forstverwaltung durchgeführt werden.

In der Gemeinde Weilheim beläuft sich die Gemeindewaldfläche auf 180 ha, also etwas mehr als 1/10 der Gesamtwaldfläche. Das eingeschlagene Holz wird teilweise energetisch genutzt und als Hackschnitzel (40 fm/Jahr) und Brennholz (10 fm/Jahr) in der Region verwendet. Zusätzlich werden 450 fm/Jahr

stofflich genutzt. Auf Grundlage der Informationen des zuständigen Forstamtes kann festgestellt werden, dass die Gemeindewaldfläche in Weilheim bereits nachhaltig bewirtschaftet wird und der Großteil des ungenutzten Zuwachses dem Wiederaufforstungsprogramm unterliegt. Zusätzliche energetische Potenziale sind daher nur sehr beschränkt vorhanden oder lassen sich aktuell im Privatwald nur schwer erfassen. Hinzukommt, dass es in den letzten 10 Jahren zu erheblichen Kalamitäten gekommen ist, so dass sehr viel Holz auf dem Markt zur Verfügung stand. Diese Hochzeit geht nun zu Ende, so dass mit weniger Energieholz in Zukunft zu rechnen ist. Andererseits stehen mit der Privatwaldfläche von ca. 900 ha und der Staatswaldfläche von nochmal 400 ha ungleich größere Waldpotenziale zur Verfügung, sofern diese in Zukunft ausgeschöpft werden können. Große Holzverbraucher sind die produzierenden Unternehmen in der Region, in Waldheim vor allem die Firma Lignotrend GmbH und benachbart zur Gemarkung Weilheim die Firma Gutex. Die Verarbeitung des Holzes als Stammholz führt durch die Holzabfälle von bis zu 50% bei der Produktion gleichzeitig auch zu größeren Mengen Energieholz. Dieses wird intern im Unternehmen zur Wärmeversorgung genutzt. Insgesamt tendiert der Markt für Holz nach Aussagen der holzverarbeitenden Unternehmen zu einer zunehmenden Verknappung, sofern die Nutzung für Bauzwecke, Energie und auch chemische Verfahren weiter zunimmt.

5.3.2 Oberflächennahe Geothermie

Bei der oberflächennahen Geothermie werden die Erdwärmepotenziale betrachtet, die in bis zu 400 m Tiefe erschließbar sind. Diese sind ausschließlich zur Wärmeversorgung und nicht zur Stromerzeugung vorgesehen. Dabei wird die in oberflächennahen Erdschichten vorhandene niedrigtemperierte Wärme mit einer Sole aufgenommen und in einem Kühlmittelkreislauf mittels einer Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau gehoben. Dieses ermöglicht das Heizen eines Gebäudes.

In Abbildung 19 sind die verschiedenen Techniken zur Beheizung oder Kühlung von Gebäuden mit Erdwärme dargestellt. Welches System seine Anwendung findet, hängt wesentlich vom Bedarf, von den Untergrundverhältnissen und von der zur Verfügung stehenden Fläche ab. Für gewerbliche Zwecke, größere Gebäude und Gebäudegruppen bieten sich Erdwärmesonden und Grundwasserbrunnen an. Bei Einfamilienhäusern sind vor allem Erdwärmesonde oder auch Kollektorsysteme sinnvoll, letzteres allerdings nur in sehr begrenztem Maße.

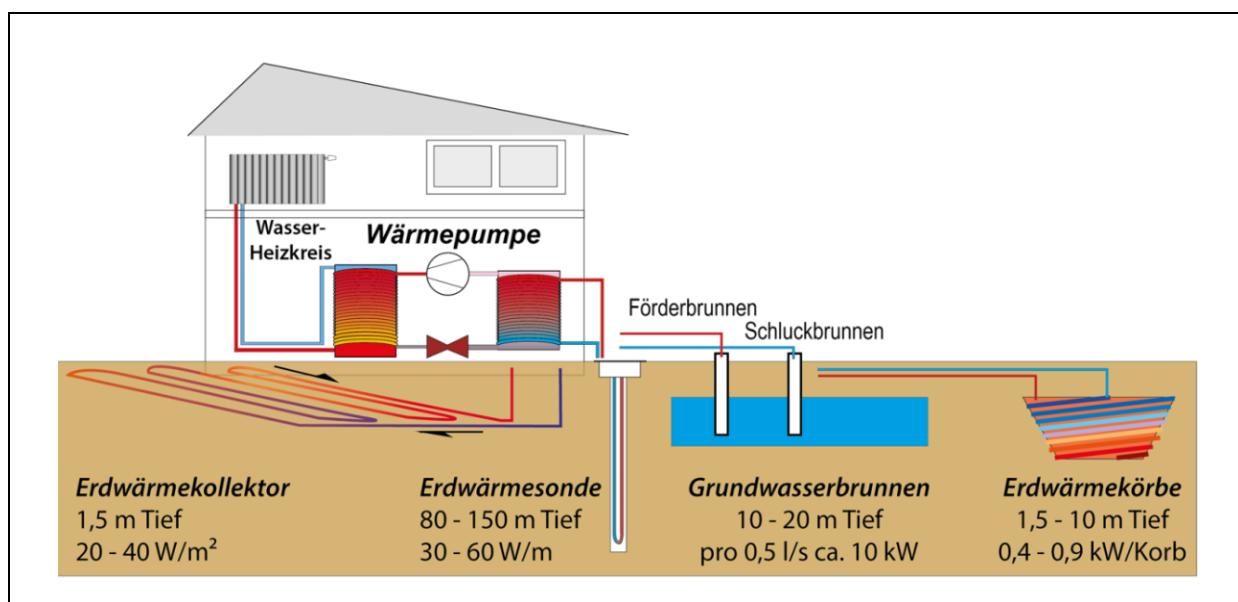


Abbildung 19 – Techniken der oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit

In Weilheim besteht der tiefere Untergrund primär aus Kristallingesteinen (Granit und Gneiss) sowie aus deren geringmächtigen Auflager. Bei Weilheim und den südlichen Gemarkungsbereichen besteht

das Auflager aus Muschelkalk und einer geringmächtigen Abfolge von Buntsandstein. Der Muschelkalk könnte Reste von Anhydrit enthalten oder Karsthohlräume führen (vgl. Abbildung 20). Anhydritvorkommen und Karsthohlräume im Muschelkalk können Bohrrisiken technischer und wirtschaftlicher Art hervorrufen. Dennoch besteht fast überall die Möglichkeit mit behördlicher Erlaubnis Erdwärme auf der gesamten Gemarkung Weilheim mit Erdwärmesonden oder mit Kollektoren zu heben.

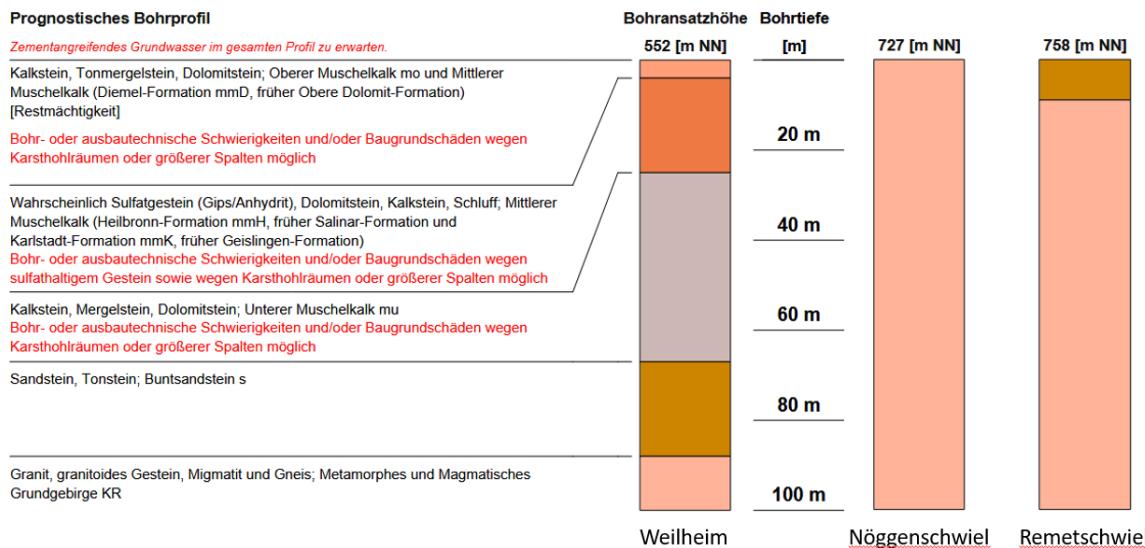


Abbildung 20 – Beispielhafte geologische Profilabfolge für Weilheim nach LGRB

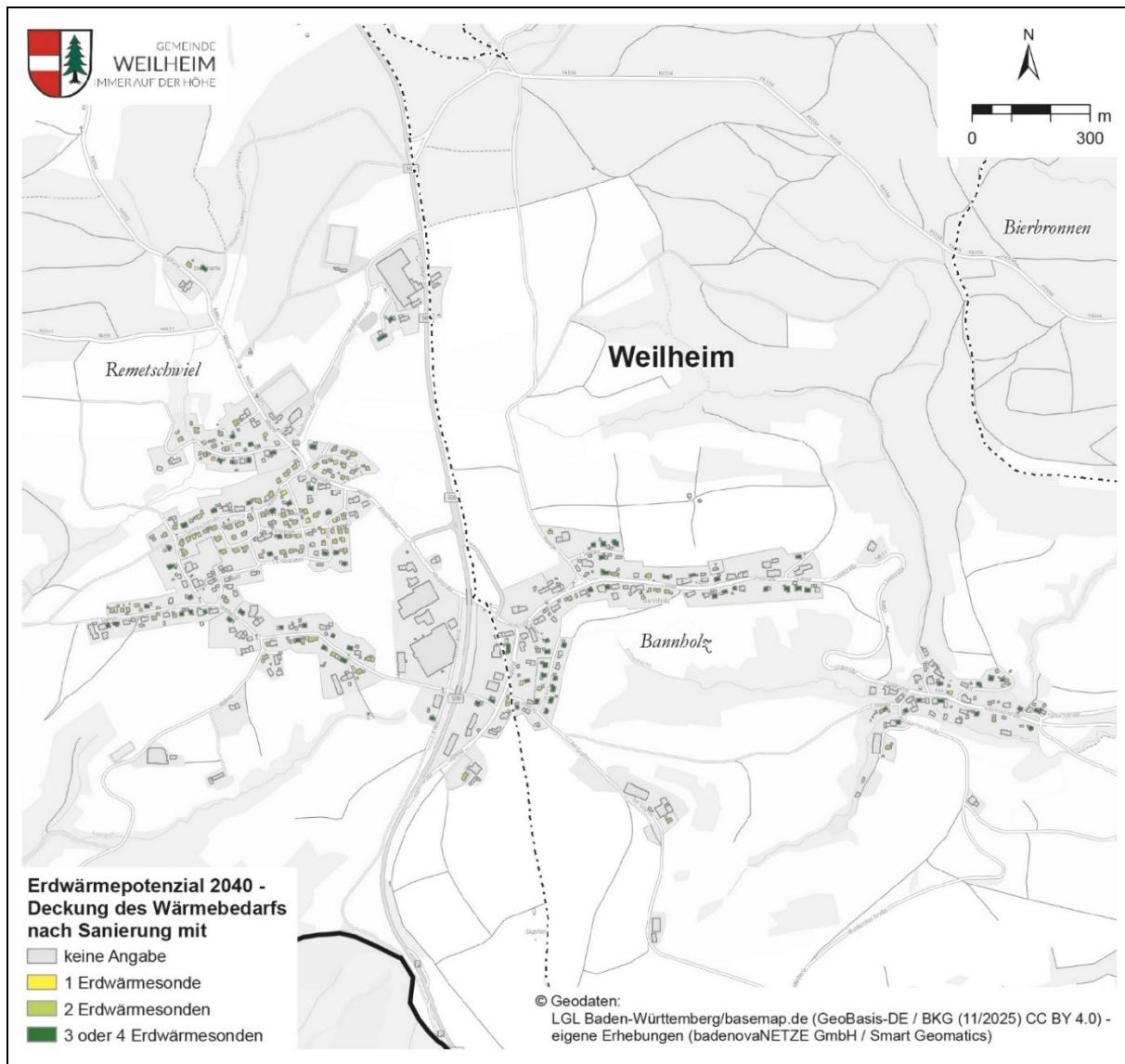
5.3.2.1 Erdwärmesonden

Weilheim liegt auf den Höhenlagen des südlichen Schwarzwaldes, nördlich des Hochrheingebiets bei Waldshut-Tiengen. Der geologische Untergrund besteht überwiegend aus kristallinem Gestein, sowie dessen Auflager. Letzteres besteht aus Buntsandstein und Muschelkalk. In den nördlichen Siedlungsbereichen des Hauptortes Weilheim erreicht das Sedimentgesteinsauflager mit über 80 m die größte Mächtigkeit. Das Hangende bildet der mittlere Muschelkalk, in dem auch sulfathaltige Gesteine auftreten können. Zudem könnten Klüfte in den Kalksteinen des Muschelkalks zu Bohrkomplikationen führen. Je weiter westlich und nördlich die Bohrungen innerhalb der Gemarkung liegen, desto geringmächtiger wird das sedimentäre Auflager. Damit werden auch die Bohrrisiken geringer. Der kristalline Untergrund eignet sich zudem sehr gut für das Abteufen von Erdwärmesonden und bietet eine hohe Wärmeleitfähigkeit, was die Anlage effizienter macht. Insbesondere bei Remetschwielen, Nögenschwiel, Dietlingen und im südlichen Ortsteil von Weilheim ist das Setzen von Erdwärmesonden mit technisch in aller Regel handhabbaren Bohrrisiken verbunden. Wirtschaftliche und technische Bohrrisiken ergeben sich dort hauptsächlich durch oberflächennahe Karsthohlräume im unteren Muschelkalk und im Buntsandstein. Die Anwendung von flachgründigen Kollektorsystemen hängt von der Dicke der Bodenschicht ab, die mindestens 1,5 m betragen sollte und die daher vermutlich nicht überall gegeben ist.

Das technische Potenzial zur Deckung des Wärmeverbrauchs der Wohngebäude über Erdwärmesonden liegt in Weilheim bei ca. 7.747 MWh/Jahr, was ca. 35 % des Wärmebedarfs der Wohngebäude entspricht. Bis zum Jahr 2040 erhöht sich dieser Anteil aufgrund der Gebäudesanierung auf ca. 45 % des dann erwarteten Wärmebedarfs (vgl. Methodik 9.5.4).

In Karte 14 wird das Potenzial je Wohngebäude angegeben. Der Ausschnitt zeigt die Wohngebäude, die ihren Wärmebedarf nach Sanierung mit Erdwärmesonden decken könnten. Eine geothermische

Bedarfsdeckung konzentriert sich vor allem auf die Wohngebiete mit überwiegend Einfamilienbebauung. Karte 14 verzeichnet die Anzahl der Erdwärmesonden, die je Gebäude zur Deckung des technischen Wärmebedarfs benötigt werden. Dabei wird neben dem Gebäudewärmebedarf auch die zur Verfügung stehende Rest-Grundstücksfläche, der thermodynamisch notwendige Sondenabstand und die durchschnittliche Umgebungstemperatur im Schwarzwald berücksichtigt. Gebäude, die mehr als vier Erdwärmesonden benötigen, sollten mit anderen Energieträgern versorgt werden, da die Wirtschaftlichkeit einer Erdwärmeheizung voraussichtlich nicht gegeben ist.



Karte 14 – Ausschnitt des Erdwärmepotenzials der Wohngebäude im Jahr 2040 (nach Sanierung)

5.3.2.2 Grundwasser

Die Grundwasserführung ist auf der Gemarkung Weilheim nur auf Gesteine des Deckgebirges und eventuell auf Aquifere von deutlich über 15 m Tiefe u. GOK beschränkt. Letzteres bedeutet einen hohen Energieaufwand in Form von Pumpenstrom. Für eine Wärmeversorgung ist die Nutzung von Grundwasser als Energieträger daher nicht effizient genug. Insgesamt liegt für die großflächige Nutzung des Grundwassers mittels Brunnenanlagen in Weilheim kein Potenzial vor.

5.3.2.3 Risiken der oberflächennahen Geothermie

Es werden folgende Bohrrisiken innerhalb der Gemarkung Weilheim angegeben:

- Bohr- und ausbautechnische Schwierigkeiten wegen möglicher Karsthohlräume
- Auftreten von Anhydrit
- Zementangreifendes Grundwasser

Es könnten Bohrrisiken auftreten, die technisch zwar handhabbar sind, allerdings mit wirtschaftlichen Risiken einhergehen.

5.3.3 Tiefengeothermische Potenziale

Bei der Tiefengeothermie werden die Erdwärmepotenziale betrachtet, die ab einer Tiefe von mehr als 400 m nutzbar sind. Dabei wird die in tiefen Erdschichten vorhandene hochtemperierte Wärme über hydrothermale oder petrothermale Verfahren durch Bohrungen erschlossen und zur Strom- oder Wärmeversorgung genutzt. Die Wärmeenergie wird dann über Wärmeüberträger auf ein Wärmenetz übertragen, um Gebäude und Industrieanlagen zu beheizen.

Die potenziellen Thermalwasserhorizonte sind bei Weilheim nicht vorhanden bzw. überwiegend vollständig erodiert, so dass die Anwendung der hydrothermalen Geothermie nicht in Frage kommt.

Insgesamt ist auch eine petrothermale Exploration für Weilheim vor dem Hintergrund der Kosten, des Gesamtaufwandes und des relativ geringen Wärmeabsatzes als unwirtschaftlich anzusehen.

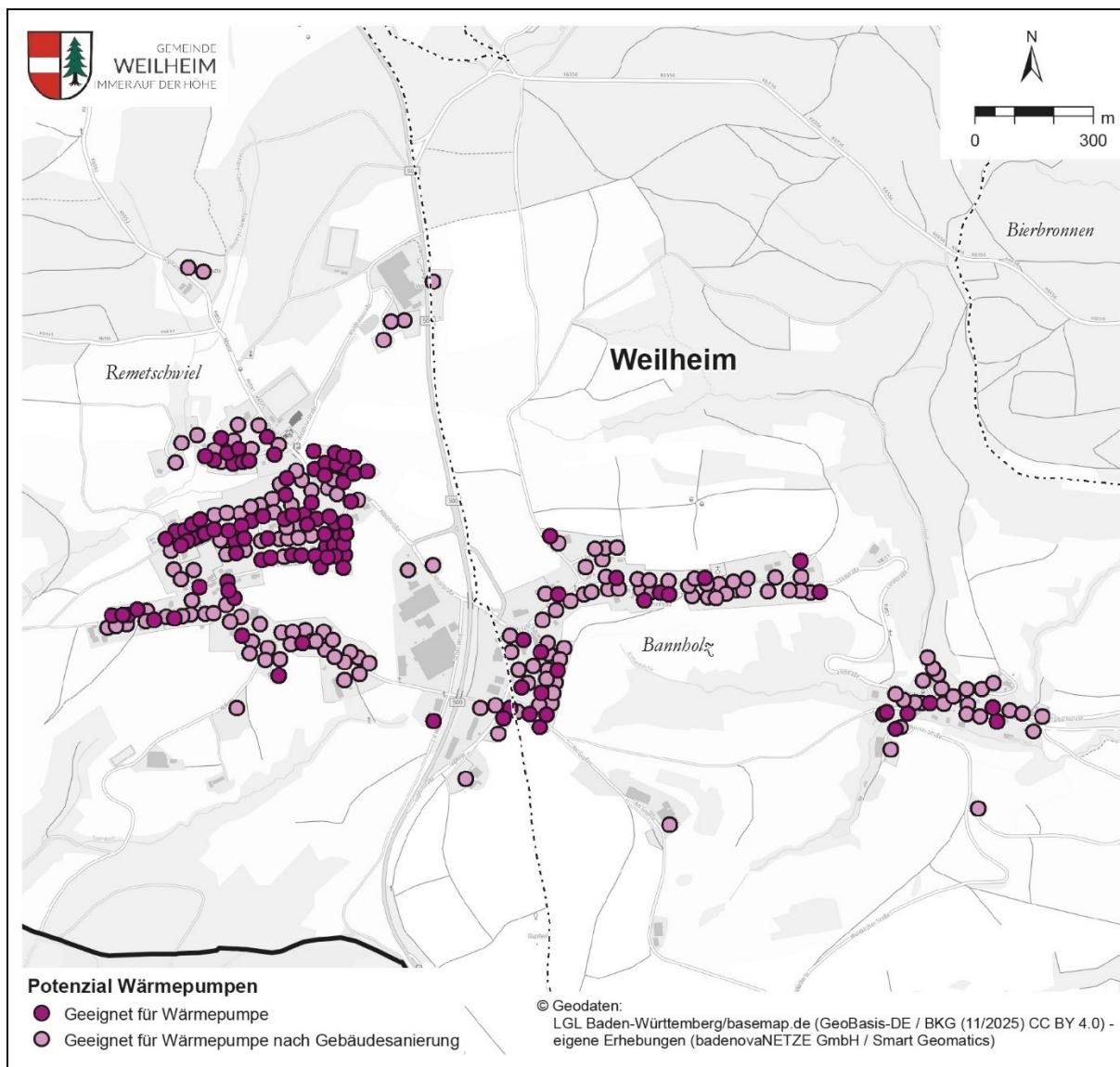
5.3.4 Umweltwärme

Umweltwärme ist die in der Umgebung gespeicherte Wärmeenergie, die aus natürlichen Quellen wie Luft und Wasser stammt. Diese Wärme kann durch Technologien wie Luft-Wärmepumpen und Wasser-Wärmepumpen genutzt werden, um Gebäude zu heizen und zu kühlen.

Das auf Basis eines Wärmepumpenkatasters der badenovaNETZE GmbH berechnete Gesamtpotenzial für Luft/Wasser-Wärmepumpen im Sektor Haushalte beträgt ca. 3.252 MWh/a bezogen auf den heutigen Gebäudewärmebedarf und auf den heutigen Sanierungsstand der Wohngebäude. Das entspricht einer potenziellen Abdeckung des Wohngebäude-Wärmeverbrauchs von nur ca. 15 %. Bis ins Jahr 2040 kann dieser Anteil aber durch die Gebäudesanierung auf ca. 8.089 MWh/a gesteigert werden, was dann einen Deckungsanteil von bis zu 36 % bei den Privathaushalten bedeuten könnte. Dabei werden nur Wärmepumpen berücksichtigt, die bei der Wärmeversorgung der bis zum Jahr 2040 teilsanierten Gebäude eine Jahresarbeitszahl von dann mindestens 2,8 erreichen, wodurch dann mindestens ein Drittel des Primärenergiebedarfs für die Wärmebereitstellung eingespart werden kann. Die Zahlen haben nochmals die Bedeutung der Gebäudesanierung hervor. Aktuell werden in Weilheim ca. 5 % des Wärmeverbrauchs mit Wärmepumpen auf Basis von Umwelt- und Erdwärme gedeckt.

Karte 15 zeigt in einem Ausschnitt der Gemeinde die Wohngebäude, die ihren Wärmebedarf mit einer Wärmepumpe decken könnten. Die Farbabstufungen zeigen, ob der Einsatz einer Wärmepumpe ohne weitere oder mit energetischen Sanierungsmaßnahmen am Gebäude möglich wäre.

Eine weitere Möglichkeit der Nutzung von Umweltwärme sind Oberflächengewässer wie Flüsse und Seen. Auf Gemarkung von Weilheim sind jedoch keine entsprechenden Gewässer vorhanden.



Karte 15 – Ausschnitt des Wärmepumpenpotenzials der Wohngebäude in Weilheim

5.3.5 Solarthermie

Die Gemeinde Weilheim hat aufgrund ihrer Lage in Süddeutschland eine günstige Solareinstrahlung, welche für die Strom- und Wärmeerzeugung genutzt werden kann. Laut Globalstrahlungsatlas der LUBW liegt hier der jährliche Energieertrag, bezogen auf eine horizontale Fläche, bei 1.134 kWh/m² und damit über dem bundesdeutschen Durchschnitt (LUBW, (Solarenergie in Baden-Württemberg, 2023)). Im Jahr 2022 wurden in Weilheim ca. 3,9 % des Wärmeverbrauchs der Gemeinde durch Solarthermieranlagen gedeckt.

Bei der Ermittlung der Potenziale zur Erzeugung von Wärme aus Solarenergie stehen Dachflächenpotenziale im Vordergrund, da bei der Erschließung dieser Potenziale kein zusätzlicher Flächenverbrauch bzw. keine Versiegelung von Flächen erforderlich ist. Zudem kann die erzeugte Wärme direkt im Gebäude genutzt werden. Solche Anlagen sind bereits etabliert und Richtwerte für das Erzeugungspotenzial und die Wirtschaftlichkeit verfügbar, sodass sich das Potenzial auch zuverlässig ermitteln lässt.

5.3.5.1 Wärmeerzeugungspotenziale auf bestehenden Dachflächen

Die Solarstrahlung auf Dachflächen kann sowohl zur Erzeugung von Wärme (Solarthermie) als auch von Strom (PV) genutzt werden. Bei der Berechnung des solarenergetischen Potenzials der LUBW wird

davon ausgegangen, dass das zur Verfügung stehende Dachflächenpotenzial vollständig zur Erzeugung von Strom durch PV-Module genutzt wird. Um die Potenziale zur Erzeugung von Wärme zu berücksichtigen, wurde in dieser Studie davon ausgegangen, dass das Dachflächenpotenzial nicht vollständig mit PV-Modulen belegt wird, sondern zusätzlich Wärme durch Solarthermie erzeugt wird. Etwa 60 % des Warmwasserbedarfs eines Wohngebäudes kann in der Regel durch Solarthermieanlagen erzeugt werden. Das wirtschaftliche Potenzial zur Wärmeerzeugung mit Solarthermie auf Dachflächen wurde anhand dieser Kennzahl berechnet. Für die Berechnung der Potenziale zur Stromerzeugung auf Dachflächen (siehe Abschnitt 5.4.3) wurden dementsprechend die Potenzialflächen für die Wärmeerzeugung vom Gesamtpotenzial abgezogen.

Die Potenziale zur anteiligen Deckung des Energiebedarfs zur Warmwasserbereitstellung durch Solarthermie belaufen sich zusätzlich zu den Bestandsanlagen (1.289 MWh) auf 1.672 MWh und damit auf insgesamt rund 9 % des Wärmeverbrauchs der Gemeinde Weilheim. Durch die Ausschöpfung des Potenzials und der erhöhten Erzeugung von Solarwärme könnten, im Vergleich zum mittleren Emissionsfaktor des Wärmeverbrauch, insgesamt 464 t CO₂e/Jahr vermieden werden.

5.3.5.2 Wärmeerzeugungspotenziale auf Freiflächen

Wärme aus Solarenergie auf Freiflächen wird in der Regel nur dort eingesetzt, wenn in der direkten Umgebung auch eine Wärmeabnahme oder die Einspeisung in ein Wärmenetz möglich ist. Beim Ausbau von zentraler Wärmeversorgung sollten in Zukunft solche Anlagen als eine potenzielle Wärmequelle in Betracht gezogen werden, da sie einen Beitrag zur klimaneutralen und erneuerbaren Versorgung darstellen. Um die Versiegelung neuer Flächen zu vermeiden, können auch bereits versiegelte Flächen, wie Parkplätze als Potenziale betrachtet werden. Ein wirtschaftliches Potenzial lässt sich erst abschätzen, wenn genauere Angaben zu den einzelnen Wärmenetzen und der zur Verfügung stehenden Flächen bekannt sind. Letztere sollten – im Gegensatz zu Photovoltaik-Freiflächen – in der direkten Nachbarschaft zur Wärmesenke errichtet werden. Daraus resultieren deutlich größere Einschränkungen für die Freiflächen-Solarthermie als für die Stromerzeugung auf Photovoltaik-Freiflächen.

Entscheidend für die wirtschaftliche Einbindung von solarthermischen Anlagen in ein Wärmenetz sind zum einen die Entfernung der Potenzialflächen zu den Eignungsgebieten. Diese sollte weniger als 500 m betragen, um Wärmeverlusten und hohen Investitionskosten für Leitungsinfrastruktur und Einbauten vorzubeugen. Ebenfalls sind infrastrukturelle Gegebenheiten zu berücksichtigen, die Hindernisse darstellen können.

Ein Freiflächen-Solarthermie-Potenzial für Weilheim könnte zwar rein theoretisch gegeben sein, bietet sich aber für die geringe Größe des einzigen Fernwärme-Plangebietes in Weilheim-Ort nicht an. Ein wirtschaftliches Potenzial ist dementsprechend nicht gegeben.

5.3.6 Abwärmepotenziale

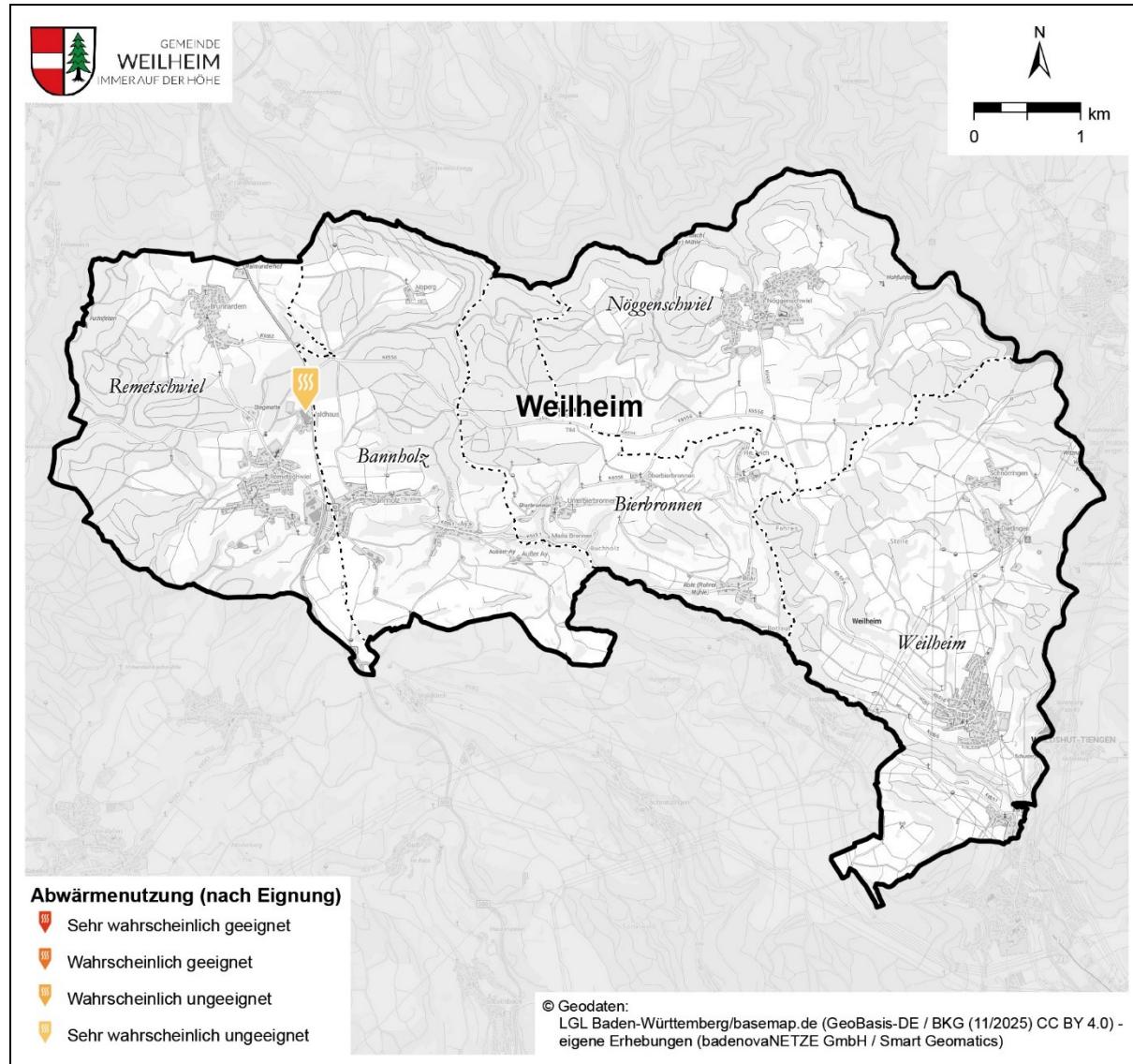
Die Untersuchung von Abwärmequellen ist ein zentrales Element der kommunalen Wärmeplanung. Abwärme, die bei industriellen Prozessen, in Rechenzentren, aus Abwasseranlagen oder in Kraftwerken entsteht, kann genutzt werden, um Gebäude zu heizen oder Warmwasser bereitzustellen, anstatt ungenutzt in die Umwelt abgegeben zu werden. Durch die Nutzung lokaler Abwärmepotenziale können somit THG-Emissionen reduziert und die Energieeffizienz vor Ort gesteigert werden.

5.3.6.1 Abwärmepotenziale im Gewerbe

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden die beiden größten und energieintensivsten Betriebe in Weilheim angeschrieben und zu ihren Energieverbräuchen sowie möglicher Abwärme befragt. Von den kontaktierten Betrieben hat nur eines der Unternehmen angegeben, dass Abwärme im Betrieb anfällt (Karte 16). Es konnten aber bislang keine weiteren Angaben zu Menge und Temperaturniveau gemacht werden, angegeben wurde jedoch zum einen ein hoher Auskopplungsaufwand und zum anderen die Notwendigkeit, die Wärmeversorgung zu transformieren. In diesem Zuge würde die Heizungsanlage an den reduzierten Bedarf angepasst, wodurch deutlich weniger Abwärme in Zukunft

anfallen würde. Um diesbezüglich sichere Aussagen machen zu können, wäre zunächst eine weitergehende Analyse zur Bemessung der innerbetrieblichen Optimierungspotenziale und der exakten Abwärmemenge notwendig. Vor dem Hintergrund des fehlenden Wärmeabsatzpotenzials in direkter Umgebung zum Unternehmen besteht jedoch keine wirtschaftliche Grundlage im Verhältnis zum Aufwand.

Die derzeit vorliegenden Daten lassen darauf schließen, dass in Weilheim aktuell keine wirtschaftlich nutzbaren Abwärmepotenziale aus Gewerbe oder Industrie vorhanden sind.



Karte 16 – Ausschnitt des Wärmepumpenpotenzials der Wohngebäude in Weilheim

5.3.6.2 Abwärmepotenziale aus dem Abwasser

Das Abwasser aus dem Kanalnetz oder im Auslauf einer Kläranlage ist eine potenzielle erneuerbare Wärmequelle. Im Winter ist die Temperatur in konventionellen Abwasserkanälen mit 10-12 °C deutlich höher als bei anderen Wärmequellen. Im Sommer liegt die Temperatur in den Kanälen bei ca. 15-20 °C und ist damit meist kühler als die Außenluft. Somit bietet sich die Abwasserwärmennutzung nicht nur zum Heizen im Winter, sondern auch zum Kühlen im Sommer an. Die Verfügbarkeit von Abwasser als Wärmequelle bzw. -senke liegt grundsätzlich günstig, da sich das Angebot an Abwasserwärme in Siedlungsräumen sowohl zeitlich als auch räumlich mit dem Bedarf an Wärmeenergie deckt.

Um Wärme oder Kälte aus dem Abwasserkanal gewinnen zu können, gibt es verschiedene Systeme. Die gängigsten sind Kanalwärmetauscher, die direkt im Kanal installiert werden, und Bypasswärmetauscher, die nur einen Teil des Abwasserstroms entnehmen. Nutzbar wird die Wärme mittels einer Wärmeleitung, die die Abwasserwärme auf ein höheres Temperaturniveau bringt. Die Abwasserwärme kann für die Einspeisung in lokale Wärmenetze genutzt werden. Wichtige Faktoren bei der Abwasserwärmenutzung sind nach Einschätzungen der Studie des Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (IFEU) die Größe des Abwasserkanals, die Durchflussrate des Abwassers im Kanal (mindestens 15 l/s), die Temperatur, die Mindestabnahme, die Verfügbarkeit des Abwassers (jahreszeitliche Schwankungen oder konstante Verfügbarkeit) und die Distanz zwischen Abwasserwärmequelle und Verbraucher (Fritz, 2018).

Aufgrund der geringen Ausdehnung der Abwasserkanäle und des eher gering zu veranschlagenden Durchflusses steht in Weilheim kein relevantes und nutzbares Abwärmepotenzial aus Abwasser zur Verfügung.

5.4 Erneuerbare Energien für die Stromerzeugung

Da Wärmepumpen in der Zukunft eine große Rolle bei der Wärmewende spielen sollen, wurden für den kommunalen Wärmeplan auch erneuerbare Potenziale für die Stromerzeugung betrachtet, die den zusätzlichen Stromverbrauch lokal decken könnten. Die Potenziale zur Stromerzeugung aus Biogas wurden bereits im Abschnitt 5.3.1 erläutert. In diesem Kapitel werden die Potenziale zur Stromerzeugung aus Wasserkraft, Windkraft und mit PV-Anlagen auf Dachflächen und Freiflächen dargestellt.

5.4.1 Wasserkraft

Der aktuelle Stand der Stromerzeugung aus Wasserkraft sowie deren Potenziale wurden auf Basis des Energieatlas BW (LUBW, 2020a) ermittelt und aus den Angaben des örtlichen Stromnetzbetreibers entnommen.

Aktuell werden keine Wasserkraftanlagen in Weilheim betrieben. Laut Energieatlas der LUBW ist innerhalb der Gemarkung von Weilheim kein Wasserkraftpotenzial vorhanden.

Laut Energieatlas der LUBW ist innerhalb der Gemarkung von Weilheim kein Wasserkraftpotenzial vorhanden. Im Gemeindegebiet gibt es weder große Gewässer noch Flüsse mit großer Wassermenge und beständigem Durchfluss. Somit bestehen keine Potenziale zur lokalen Nutzung der Wasserkraft zur Stromerzeugung.

5.4.2 Windkraft

Bei der Erfassung von Windkraftpotenzialen in der Gemeinde wurde zunächst der Energieatlas BW der LUBW herangezogen. Zudem wurden die Offenlage der Teilstreitbeschreibung „Windenergie“ des Regionalverbandes Hochrhein-Bodensee einbezogen.

Bei der Auswertung potenzieller Standorte werden neben der Windgeschwindigkeit auch immissionsrechtliche Themen wie Schall und Schattenwurf, Naturschutz- und Raumordnungsbelange berücksichtigt. Als wirtschaftlich interessant für die Entwicklung von Windkraftanlagen gelten in der Regel Standorte mit hohen mittleren Windleistungsdichten. Für die Bewertung der technisch-wirtschaftlichen Potenzialgebiete wurde der Windatlas Baden-Württemberg (LUBW, 2020c) herangezogen und bei der Windhöufigkeit ein Grenzwert von mindestens 215 W/m^2 in 160 m Höhe vorausgesetzt.

Das im Jahr 2023 in Kraft getretene Windenergieflächenbedarfsgesetz des Bundes sieht künftig im Bereich der Windenergie verbindliche Flächenziele (Flächenbeitragswerte) vor, wonach in Baden-Württemberg bis 2032 mindestens 1,8 % der Landesfläche für Windkraftanlagen auszuweisen sind. Dies bedeutet, dass jeder Regionalverband in Baden-Württemberg mindestens 1,8 % der Regionsfläche planerisch für die Windenergienutzung zu sichern hat.

Aufgrund der oben genannten Voraussetzungen bietet die Gemeinde Weilheim kein Potenzial für die Nutzung von Windkraft. Der Regionalverband Hochrhein-Bodensee hat hier auch keine Vorrangflächen ausgewiesen.

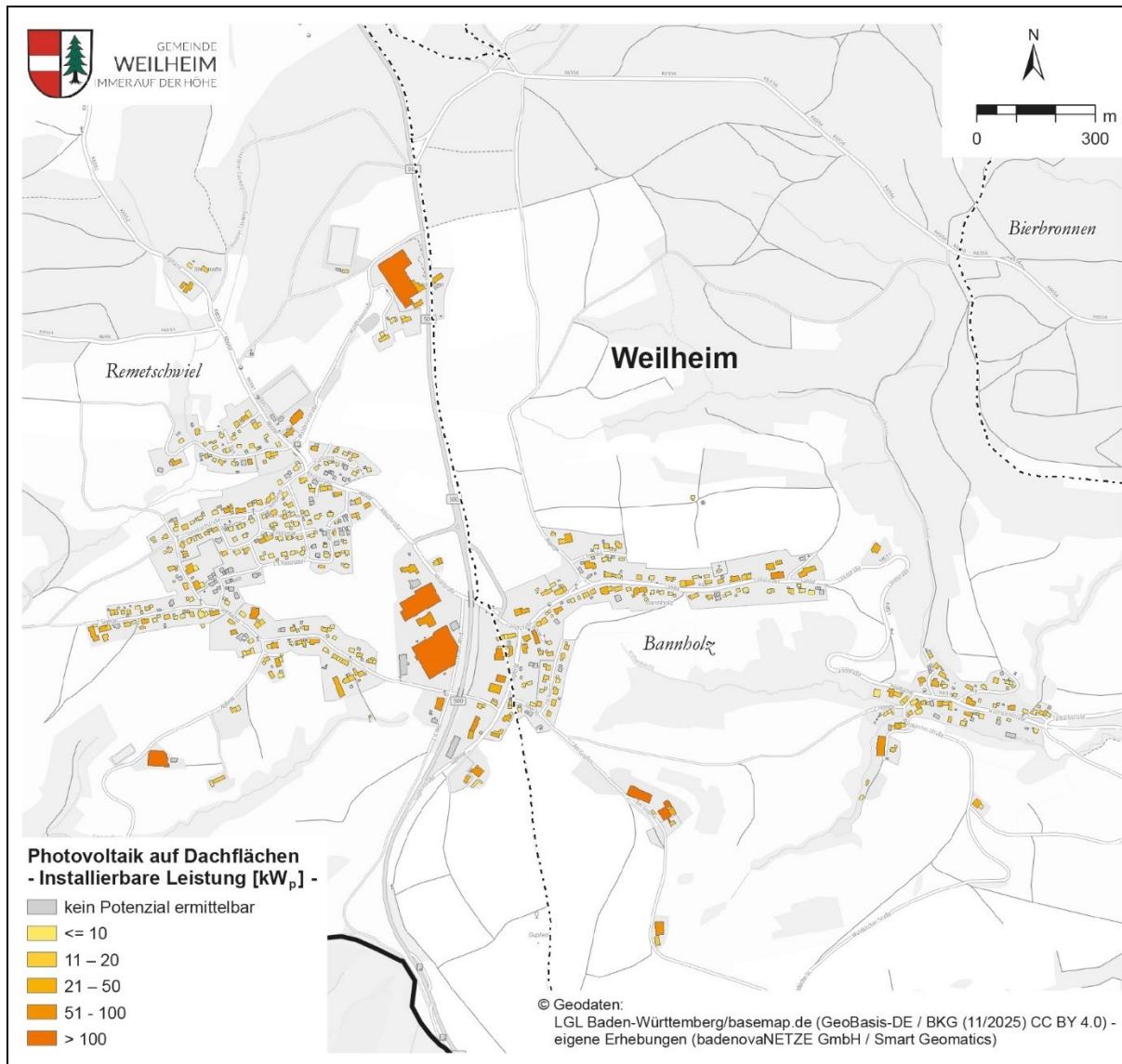
5.4.3 Solarenergie (Photovoltaik)

Für die Ermittlung der Solarpotenziale zur Stromerzeugung wurde auf den Energieatlas BW der LUBW sowie die Offenlage des Regionalverbandes Hochrhein-Bodensee zurückgegriffen (LUBW, 2023) (vgl. Abschnitt 9.4). Es wird zwischen folgenden drei Potenzialflächen unterschieden: Dachflächen, Freiflächen und Seen.

5.4.3.1 Stromerzeugungspotenzial auf bestehenden Dachflächen

Das Dachflächenpotenzial für die Stromerzeugung mit PV wurde, wie auch das Solarthermiepotenzial (vgl. 5.3.5), anhand des Dachflächenkatasters der LUBW ermittelt. Bei Ausschöpfung des Dachflächenpotenzials in Weilheim können nach diesen Berechnungen jährlich insgesamt ca. 12.816 MWh Strom

mit PV-Anlagen auf Dachflächen erzeugt werden. Dies entspricht 134 % des gesamten Stromverbrauchs im Jahr 2022 (Karte 17).



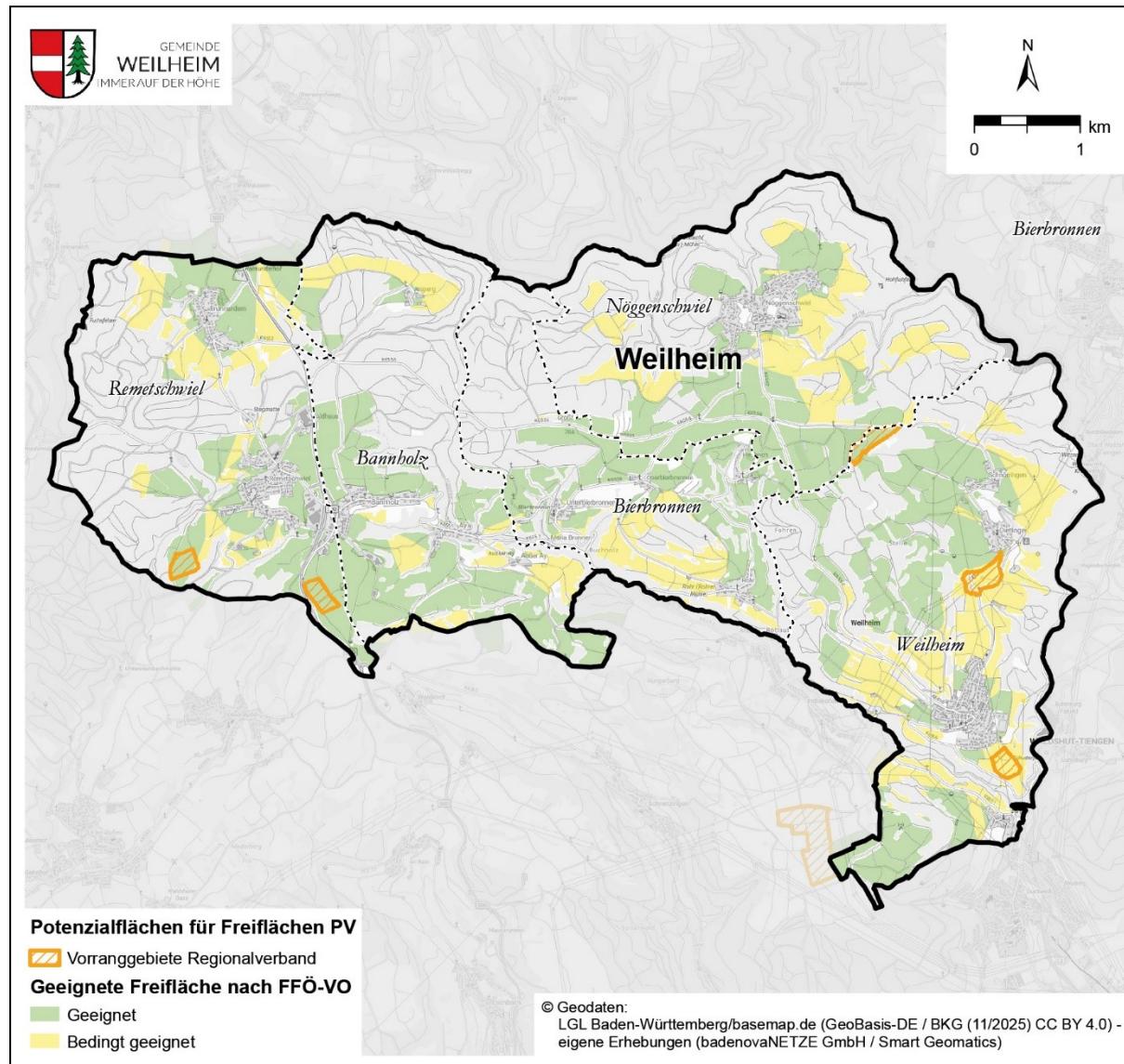
Karte 17 – Ausschnitt des Dachflächenpotenzials für PV-Anlagen in Weilheim

5.4.3.2 Stromerzeugungspotenziale auf Freiflächen

Der Energieatlas Baden-Württemberg listet Angaben zum Potenzial für PV-Anlagen auf Freiflächen auf, die für PV-Nutzung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und der Freiflächenöffnungsverordnung (FFÖ-VO) förderberechtigt im Sinne der Einspeisevergütung sind (LUBW, 2020b). Diese sind wiederum kategorisiert nach geeigneten und bedingt geeigneten Flächen. Auf der Gemarkung Weilheim sind 1.305 ha als geeignete Flächen ausgewiesen. Daraus ergeben sich geeignete Flächen für die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen auf Grünland- und Ackerflächen (vgl. Karte 18). Hierbei handelt es sich aber nur um ein sehr theoretisches Potenzial, dass differenziert betrachtet werden muss.

In der Teilstudie des Regionalverbandes Hochrhein-Bodensee sind für Weilheim ca. 28 ha auf fünf Flächen als PV-Freiflächenpotenzial ausgewiesen (vgl. Karte 18). Auf einer dieser Flächen wurde bereits eine PV-Freiflächenanlage mit 2,5 MW elektrischer Leistung von der Energiedienst Holding AG in Betrieb genommen. Die weitere Nutzung von Flächen für den Bau von Freiflächenanlagen wird in

Weilheim kritisch diskutiert. Der Regionalverband Hochrhein-Bodensee hat mit der Teilfortschreibung ca. 28 ha verteilt auf 5 Flächen zur Nutzung für PV-Freiflächenanlagen ausgewiesen.



Karte 18 – Potenzialflächen für Freiflächen-PV-Anlagen nach LUBW und nach Regionalverbandsangaben

5.4.3.3 Stromerzeugungspotenziale auf Seen

Der Energieatlas BW enthält außerdem Angaben zum Potenzial für PV-Anlagen auf Seen (LUBW, 2020b), die für PV-Nutzung nach dem EEG geeignet sind. Auf der Gemarkungsfläche Weilheim ist dieses Potenzial nicht vorhanden.

5.4.3.4 Gesamtstromerzeugungspotenziale mit PV in Weilheim

Abbildung 21 zeigt das gesamte Stromerzeugungspotenzial mit PV im Verhältnis zum Gesamtstromverbrauch der Gemeinde im Jahr 2022.

Weitere Potenziale für die Nutzung von Solarenergie bieten Anlagen über Parkplätzen, beim Neubau oder der Erweiterung eines Parkplatzes. Bei Parkplätzen ab 35 Stellplätzen ist dies in Baden-Württemberg Pflicht. Auf verschiedenen kleinen Parkplatzflächen von Weilheim könnte noch ungenutztes Potenzial vorhanden sein. Balkonsolaranlagen und Anlagen auf Agrarflächen von bewirtschaftetem

Ackerland bieten möglicherweise ebenfalls Potenzial. Diese Potenziale wurden jedoch im Rahmen der Potenzialanalyse aufgrund zu großer Unsicherheiten nicht beziffert.

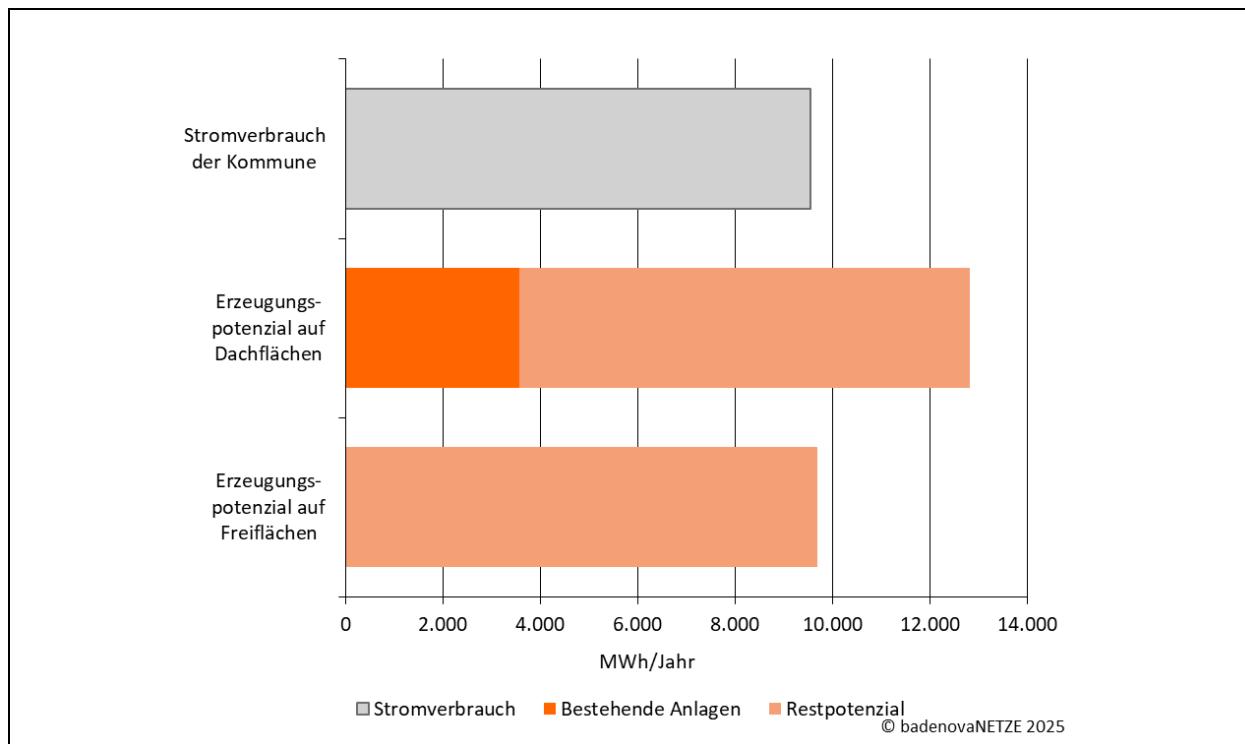


Abbildung 21 – Stromerzeugungspotenziale mit PV in Weilheim im Vergleich zum Stromverbrauch

5.5 Erneuerbare Gase

Der Power-to-Gas Technologie (PtG) wird eine entscheidende Rolle bei der Energiewende beigemessen. In Zeiten hoher Einspeisemengen von Wind- und Solarenergie bei gleichzeitig niedrigem Bedarf, kann es zu einem Überangebot an Strom kommen. Durch den Ausbau erneuerbarer Energien und die Abschaltung konventioneller Grundlastkraftwerke (Kern- und Kohlekraftwerke) wird dieses Missverhältnis noch größer werden. PtG-Anlagen machen die überschüssige Energie durch die Umwandlung von elektrischer in chemische Energie speicherbar.

Da grüner Wasserstoff aktuell noch sehr rar ist und auch in naher Zukunft nicht unbegrenzt verfügbar sein wird, gilt es zunächst Wasserstoff in die Bereiche zu bringen, in denen er am sinnvollsten eingesetzt werden kann. Dies betrifft vor allem die energieintensiven industriellen Prozesse, welche auf hohe Energiedichten und hohe Temperaturen angewiesen sind. Auch im Schwerlastverkehr ist Wasserstoff eine sehr gute Alternative. Über Brennstoffzellen lässt sich der getankte Wasserstoff in Strom umwandeln, der für den elektrischen Antrieb sorgt. Brennstoffzellenfahrzeuge weisen im Vergleich zu batterieelektrischen Fahrzeugen eine deutlich kürzere „Tankzeit“ und eine höhere Reichweite auf.

Außerdem ist die Speicherfähigkeit von Wasserstoff von zentraler Bedeutung für den Ausgleich der Stromnetzlast. An sonnigen und windigen Tagen kann Überschussstrom per Elektrolyse in Wasserstoff umgewandelt und gespeichert werden. Dieser Wasserstoff kann dann wiederum an Tagen, an denen Stommangel herrscht, in Strom umgewandelt und in das Stromnetz eingespeist werden (vgl. Abbildung 22). Zudem lässt sich Wasserstoff auch in das bestehende Gasnetz integrieren.

Derzeit ist nicht bekannt, dass die Verfügbarkeit von erneuerbaren Gasen für ortsansässige Betriebe in Weilheim notwendig sein wird. Dies könnte der Fall sein, wenn ein Unternehmen für einzelne Prozessschritte Wärme auf hohen Temperaturniveaus benötigen sollte. Grundsätzlich könnte im Rahmen von weitergehenden Analysen und Unternehmensabfragen der Bedarf vor Ort ermittelt werden. Aufgrund der vielen Holzbau- und Handwerksbetriebe wird jedoch nicht davon ausgegangen das bspw. Wasserstoff eine Rolle spielen wird. Eine leitungsgebundene Versorgung mit Wasserstoff wäre grundsätzlich nur für den Ortsteil Weilheim möglich, da dieser derzeit leitungsgebunden mit Erdgas versorgt ist (vgl. 5.5.1).

Einen möglichen Einsatzzweck für Wasserstoff könnte in Brauereien (Waldhaus) zur Erzeugung von Prozesswärme, Strom und Wärme sowie für Fahrzeuge im Betrieb genutzt werden. H₂ ersetzt fossile Energien und reduziert CO₂-Emissionen. Der Einsatz ist technisch möglich, lohnt sich aber derzeit vor allem für größere Brauereien mit hohem Energiebedarf.

- **Prozesswärme:** Ersatz von Erdgas/Heizöl in Kesseln für emissionsfreie Wärme bei Maischen, Kochen und Reinigungen.
- **Energieversorgung:** Strom- und Wärmeerzeugung durch Brennstoffzellen oder Turbinen zur Effizienzsteigerung.
- **Logistik:** Nutzung von wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen wie Gabelstaplern (oder LKWs).
- **Energieintegration:** Nutzung von überschüssigem Strom zur Wasserstofferzeugung aus KWK-Anlagen (Power-to-Gas).

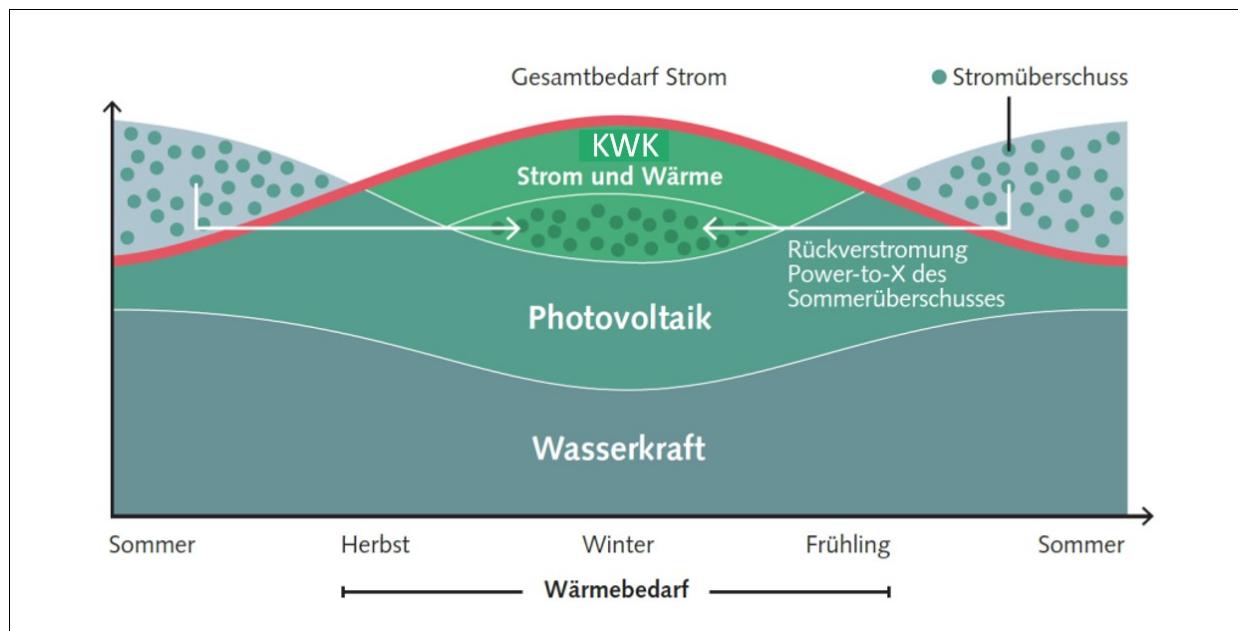


Abbildung 22 – Versorgungssicherheit durch Schließung der Winterlücke (Powerloop, 2020)

5.5.1 Zukünftige Verfügbarkeit von synthetischen Gasen

Derzeit sind Energieüberschüsse aus erneuerbaren Gasen nicht in dem Maße vorhanden, um eine Nutzung der Power-to-Gas-Technologie (PtG, vgl. Abschnitt 5.5) in großem Stil wirtschaftlich und energetisch sinnvoll zu gestalten.

Stand 2025 sind deutschlandweit ca. 36 PtG-Anlagen in Betrieb. Weitere 23 Anlagen sind bereits in Planung (DVGW, 2025). Die meisten dieser Anlagen sind Pilotanlagen und dienen zu Demonstrations- und Forschungszwecken in kleinem Maßstab.

Der Vergleich zwischen der notwendigen Elektrolyseleistung für einen vollständigen Erdgasersatz in Deutschland durch Wasserstoff (H_2) und die bis 2030 vorgesehenen Elektrolyseleistung, die mit staatlicher Förderung in Deutschland bzw. in der Europäischen Union (EU) aufgebaut werden soll, macht deutlich, dass mittelfristig nicht mit einer deutlichen Dekarbonisierung im Gasbereich durch Wasserstoff zu rechnen ist, auch wenn bis 2030 der Gasabsatz u.a. durch Effizienzmaßnahmen sinkt. Auch die langfristigen Perspektiven sind von hoher Unsicherheit geprägt.

Weilheim liegt mit der Grenze zu Waldshut-Tiengen und der Nähe zu Albbrück/Dogern in unmittelbarer Nähe des Wasserstoff-Projektgebiets „ $H_2@Hochrhein$ “ bzw. des ersten Bauabschnitts „ $H_2@Hydro$ “ der badenova, welcher in das Kernnetz des Bundes aufgenommen wurde. Entlang der Hochrheinschiene von Waldshut-Tiengen bis Rheinfelden befindet sich aktuell ein hohes Erdgasabnahmemaufkommen, hauptsächlich begründet durch dort angesiedelte Industrie- und Gewerbeunternehmen u.a. im Gewerbegebiet zwischen Albbrück und Dogern sowie in Richtung Bad Säckingen und Rheinfelden. Dieses Erdgasabnahmemaufkommen entspricht zu gewissen Anteilen einem Wasserstoff-Abnahmepotenzial. Aufgrund dieses hohen Wasserstoffabnahmepotenzials plant badenovaNETZE eine Wasserstoffpipeline bei Albbrück. Im Rahmen des Projektes $H_2@Hochrhein$ wird bis 2028 eine 58 km lange überregionale Wasserstoffpipeline von Grenzach-Wyhlen bis Waldshut-Tiengen geplant. Dies ermöglicht den Aufbau einer nationalen Erzeugungskapazität im dreistelligen MW-Bereich.

Im Rahmen des ersten Bauabschnitts $H_2@Hydro$ wird eine ca. 9 km lange Wasserstoff-Hochdruckleitung von Albbrück bis Waldshut gebaut. Der benötigte Wasserstoff soll über einen 50 MW-Elektrolyseur am Laufwasserkraftwerk in Albbrück durch den Projektpartner der RWE erzeugt werden.

Die Leitung kann in beide Richtungen erweitert werden und so einen entscheidenden Beitrag zur Energiewende in der Region liefern. Ebenso ist die grenzüberschreitende Vernetzung und Anbindung an

weitere Elektrolyseure möglich sowie der Anschluss an den europäischen Wasserstoff-Backbone (EHB) bei Basel. Seit März 2025 laufen die ersten Bauarbeiten und die Verlegung des ersten Teilabschnitts wurde im April 2025 erfolgreich abgeschlossen.

Vor dem Hintergrund dieser Planungen und der räumlichen Nähe Weilheims zum Kernnetz, durch die Angrenzung der Gemarkung an Waldshut-Tiengen kann aktuell davon ausgegangen werden, dass ein Anschluss von Weilheim an eine leitungsgebundene Wasserstoffversorgung nicht vor dem Jahr 2040 möglich sein wird, da erst die vorgelagerten Versorgungsstrukturen, von Gurtweil aus, auf H₂ umgerüstet werden müssen. Eine weitere Alternative für die Umstellung der Erdgasinfrastruktur von Weilheim auf Wasserstoff wäre eine Insellösung. Hier würde die Versorgung der Weilheimer Netzstruktur dezentral erfolgen, indem Wasserstoff per Trailer angefahren, vor Ort zwischengespeichert und in das Netz eingespeist wird (vgl. hierzu 7.4).



Abbildung 23 – H2@Hydro (badenovaNETZE GmbH, 2024)

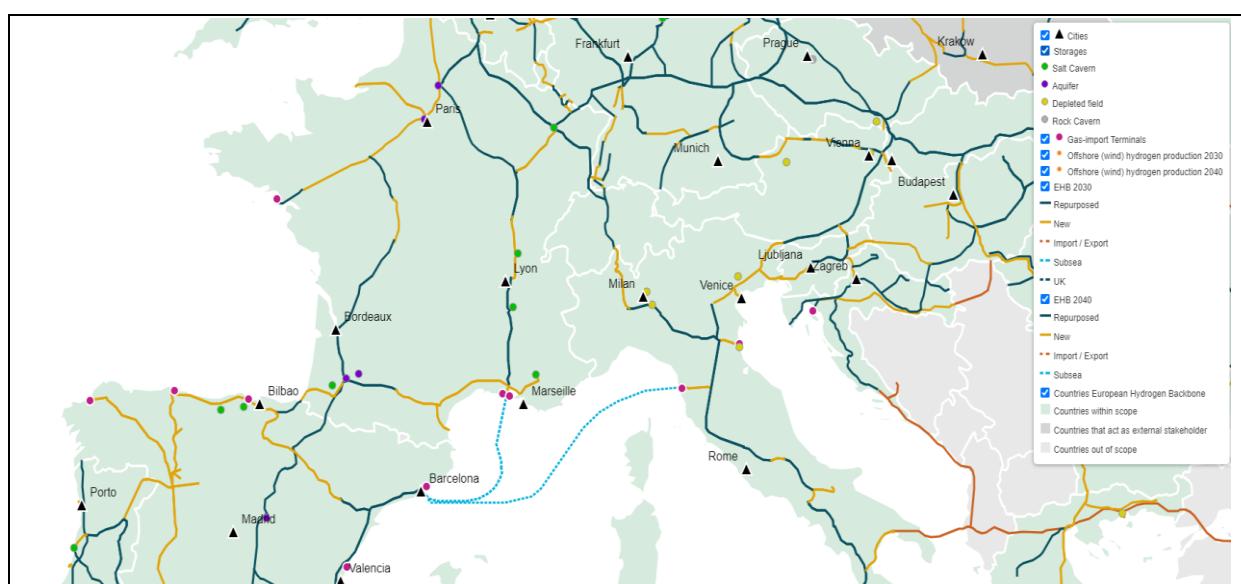


Abbildung 24 – European Hydrogen Backbone 2040 (European Hydrogen Backbone, 2023)

5.5.2 Zukünftige Rolle von erneuerbaren Gasen

Bei der Diskussion um die Rolle von PtG in der zukünftigen Energieversorgung spielen daher Überlegungen zur sinnvollen Zuteilung eines knappen Energieträgers eine zentrale Rolle. Die höchste Priorität liegt in den Bereichen, wo Alternativen nur begrenzt oder nicht verfügbar sind. Demnach wird der Einsatz in der Industrie für die stoffliche Nutzung am höchsten priorisiert, gefolgt vom Einsatz für Hochtemperatur-Anwendungen in der Industrie und den Teilen des Verkehrssektors, die nicht durch Elektrifizierung dekarbonisiert werden können (Schiffs-, Schwerlast- und Flugverkehr). Für Niedertemperaturanwendungen wie Raumwärme und Warmwasser in privaten Haushalten und Gewerbe können Wärmepumpen, Solarthermie und Biomasse eingesetzt werden. Dadurch besteht eine niedrigere Priorität für den Einsatz erneuerbarer Gase, so dass kein flächendeckender Einsatz von erneuerbaren Gasen bis zum Jahr 2040 zu erwarten ist. Zu dieser Einschätzung kommen auch folgende zwei Studien:

- RESCUE-Studie des Umweltbundesamtes (Purr et al., 2019)
- Langfristszenarien des Bundeswirtschaftsministeriums (Fraunhofer ISI, Consentec GmbH, ifeu, 2017).

Die jeweiligen Prozesse und die damit verbundenen Temperaturanforderungen unterscheiden sich stark von Branche zu Branche. Abbildung 25 zeigt typische Temperaturanforderungen verschiedener Wirtschaftszweige.

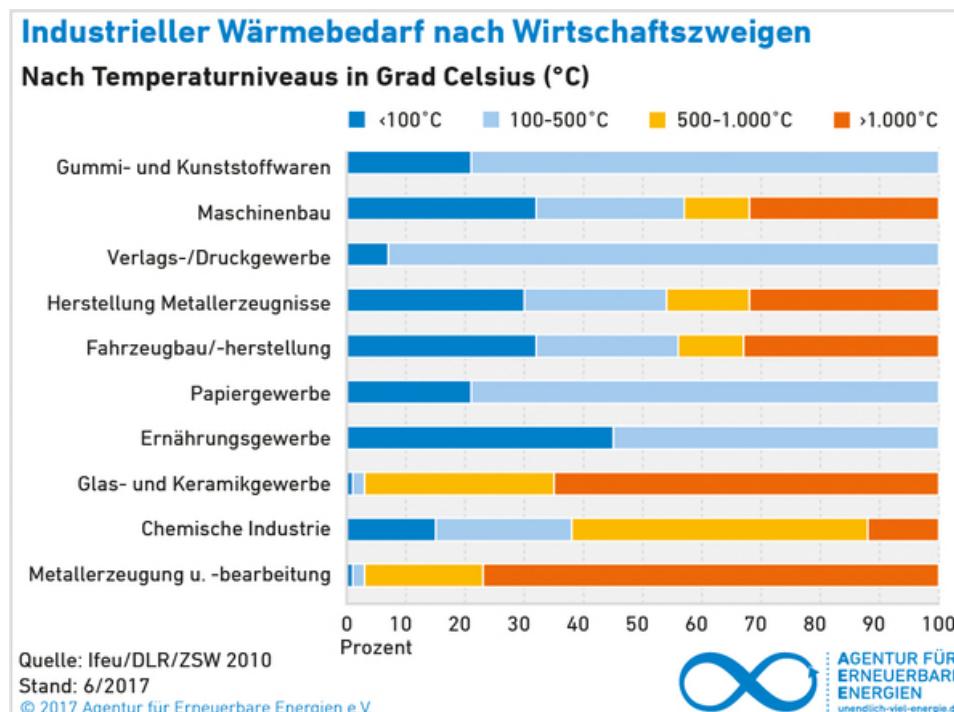


Abbildung 25 – Industrieller Wärmebedarf nach Wirtschaftszweigen (Agentur für erneuerbare Energien, 2017)

5.6 Zusammenfassung der Potenziale

Die Potenzialanalyse zeigt, in welchen Bereichen die Gemeinde Weilheim über Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz, zur Energieeinsparung und zur Erzeugung von Wärme und Strom aus erneuerbaren Energien verfügt.

Die Potenziale für die Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen sowie die Potenziale für erneuerbare Wärme sind in Abbildung 26 und Abbildung 27 zusammenfassend dargestellt. Daraus lässt sich ableiten, dass die Potenziale im Strombereich theoretisch mehr als ausreichend sind, um den heutigen Strombedarf erneuerbar zu decken.

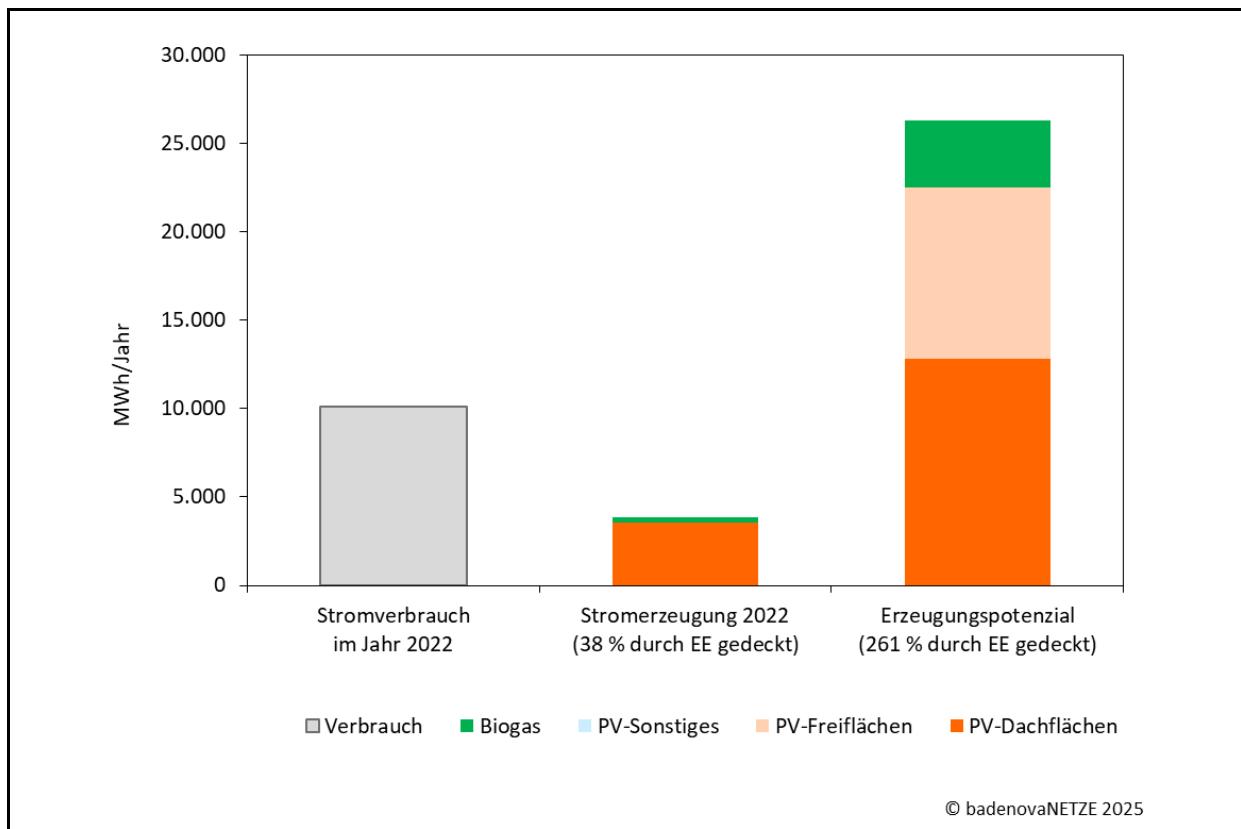


Abbildung 26 – Erneuerbare Strompotenziale in Weilheim

Auf der anderen Seite sind die in der Grafik zur Wärmeerzeugung dargestellten Potenziale mit 73 % nicht ausreichend, um die aktuell benötigte Wärmemenge bereitzustellen. Das bedeutet, dass der Wärmebedarf der Gemeinde gesenkt werden müsste, um das Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung zu gewährleisten. Neben der Gebäudesanierung und den Effizienzsteigerungen sowie dem Austausch alter Heizanlagen müssen weitere Potenziale herangezogen werden, die in dieser Grafik bisher nicht auftauchen. Insbesondere im Gewerbesektor sind Einzelpotenziale für die Umweltwärme gegeben. Unternehmen, in denen keine Hochtemperaturprozesse stattfinden oder die einen Bedarf an Raumwärme haben, können unter Umständen mit technischen Optimierungsmaßnahmen oder mit geringfügigen Sanierungen die Anwendung der Wärmepumpe auch für große Leistungen ermöglichen. Da genaue Daten für Nichtwohngebäude fehlen, sind diese Potenziale quantitativ nicht darstellbar. Vor diesem Hintergrund ist mit einem Wärmepotenzial zwischen 73 und 100 % zu rechnen.

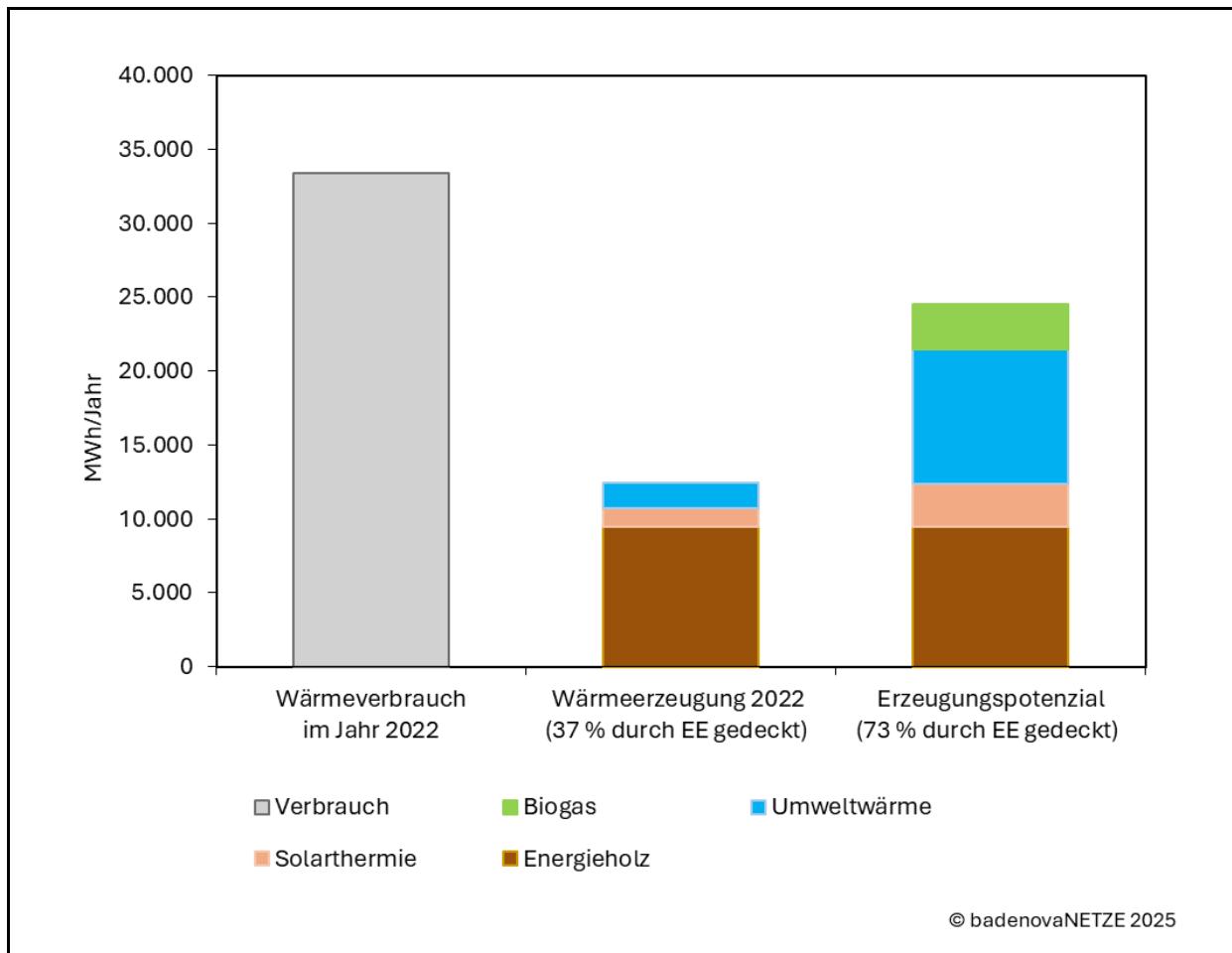


Abbildung 27 – Erneuerbare Wärmepotenziale in Weilheim

In der folgenden Tabelle 6 sind die lokalen Potenziale zur Erzeugung von Wärme und Strom aus erneuerbaren Energien übersichtlich zusammengefasst.

Energiequelle	Dezentrale Wärmeversorgung	Zentrale Wärmeversorgung	Stromerzeugung	Lokales Erzeugungspotenzial (pro Jahr)
Biomasse				
Biogas				
Biogas	X	X	X	3.022 MWh Wärme. 3.525 MWh Strom.
Energieholz	X	X		Lokale Potenziale werden bereits ausgeschöpft. Kein zusätzliches lokales Potenzial.
Oberflächennahe Erdwärme				
Erdwärmesonden	X			9.405 MWh (2030) / 10.093 MWh (2040)
Grundwasserbrunnen	X	X		Kein Potenzial vorhanden.
Tiefengeothermie				
Hydrothermale Geothermie		X		Kein lokales Erzeugungspotenzial.
Solarthermie				
Dachflächen	X	X		1.672 MWh
Freiflächen		X		Kein nutzbares Potenzial vorhanden.
Umweltwärme				
Luft	X	X		9.589 MWh (2030) / 8.089 MWh (2040)
Abwärme				
Industrie & Gewerbe		X		Kein nutzbares Potenzial vorhanden.
Abwasser		X		Kein nutzbares Potenzial vorhanden.
Windkraft				
		X		Kein Potenzial vorhanden.
Wasserkraft				
		X		Kein Potenzial vorhanden.
Photovoltaik				
Dachflächen			X	12.816 MWh
Freiflächen			X	9.700 MWh (davon ca. 2.500 MWh/a bereits genutzt)
Parkplatzflächen			X	Kein quantifizierbares Potenzial vorhanden.
Baggerseen			X	Kein Potenzial vorhanden.

Tabelle 6 – Übersicht der nutzbaren Erzeugungspotenziale aus erneuerbaren Energien

6. Zielszenario Klimaneutraler Gebäudebestand 2040

Aufbauend auf den Ergebnissen der Bestandsanalyse, der Energie- und THG-Bilanz und der ermittelten Potenziale wird im folgenden Kapitel ein Zielszenario zur perspektivischen Entwicklung des Wärmeverbrauchs und der daraus entstehenden THG-Emissionen bis zum Jahr 2040 beschrieben. Dabei gilt das Ziel des Landes Baden-Württemberg, bis zum Jahr 2040 Netto-THG-Neutralität zu erreichen (vgl. Methodik 9.6.1).

Das Zielszenario ist keine Prognose, sondern als ein möglicher Entwicklungspfad zu verstehen, um bis zum Jahr 2040 weitgehende THG-Neutralität im Gebäudebestand zu erreichen. Es wird angenommen, dass die lokalen Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz, zur Energieeinsparung und zum Einsatz von erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2040 kontinuierlich weiter ausgeschöpft werden. Eine Auflistung der getroffenen Annahmen finden sich im Abschnitt 9.6 in der Methodik.

Wichtiger Bestandteil des Zielszenarios ist auch die räumliche Beschreibung der zukünftigen Wärmeinfrastruktur. Hierzu wurde auf Basis der umfangreichen Datenauswertungen die Gemeinde Weilheim in Eignungsgebiete für zentrale und dezentrale Wärmeversorgung eingeteilt. Diese zeigen in welchen Bereichen perspektivisch eine Wärmenetzinfrastruktur und in welchen Bereichen dezentrale Einzelheizungen aus- und aufgebaut werden sollen. Zudem wird die bevorstehende Transformation des bestehenden Erdgasnetzes und das Thema erneuerbare Gase erläutert sowie auf das Thema der THG-Kompensation eingegangen.

6.1 Zukünftiger Wärmebedarf 2030 und 2040

Durch umfangreiche Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand und durch Effizienz- und Einsparmaßnahmen im Wirtschaftssektor sinkt der Gesamtwärmebedarf der Gemeinde im Zielszenario bis zum Jahr 2040 um insgesamt 19 % gegenüber dem Jahr 2022. Der Wärmebedarf der Wohngebäude sinkt durch die energetische Gebäudesanierung, erhöht sich aber durch den Zubau neuer Gebäude, so dass bis 2040 eine Einsparung von 15 % erwartet wird. Im gesamten Wirtschaftssektor sinkt der Wärmeverbrauch bis zum Jahr 2040 um ca. 39 %. Bei den kommunalen Liegenschaften liegt die Einsparung bei etwa 40 % bis im Jahr 2040. Abbildung 28 zeigt die Entwicklung des Wärmeverbrauchs aufgeteilt nach Sektoren für die Jahre 2022 bis 2040 mit etwa fünfjährigen Zwischenschritten.

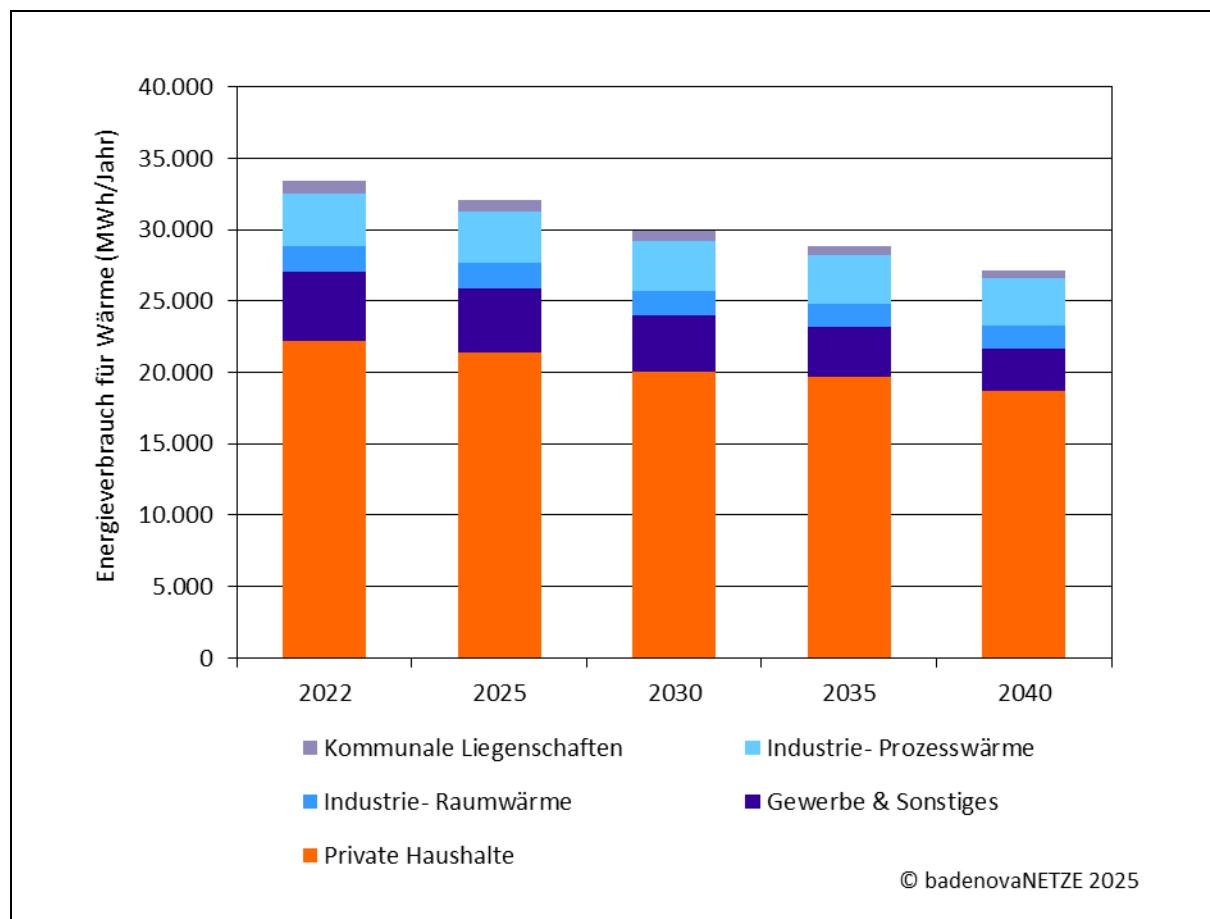


Abbildung 28 – Entwicklung des Energieverbrauchs für die Wärme nach Sektoren im Zielszenario

6.2 Deckung des zukünftigen Wärmebedarfs nach Energieträgern

Nach der Darstellung des zukünftigen Wärmeverbrauchs aller Sektoren wurden die zur Deckung benötigten Energiemengen nach Energieträgern ermittelt. Wesentliche Grundlage waren hierbei die lokalen Potenziale zur erneuerbaren Wärmeerzeugung. Um auch die räumliche Verteilung dieser Potenziale zu berücksichtigen, wurden die Eignungsgebiete für zentrale und dezentrale Wärmeversorgung für die Aufteilung der Wärmemengen auf die Energieträger herangezogen (vgl. Abschnitt 6.5).

Es wurden zwei Szenarien erstellt: Zum einen ein Szenario mit erhöhtem Holzanteil zur Deckung der Wärmeversorgung. Dieses Szenario trägt dem Umstand Rechnung, dass Weilheim eine sehr holzreiche und holzaffine Gemeinde am Südabhang des Schwarzwaldes ist. Bereits heute wird sehr viel Holz in der dezentralen Wärmeversorgung verwendet. Gegenüber dem Bilanzjahr 2022 steigt der Anteil der Umweltwärme zur Wärmeversorgung von 5 % auf 30 % und der Holzanteil von 28 % auf 47 %. Zum anderen wurde ein Szenario erstellt, in dem die Anwendung der Wärmepumpe vor Holz den Vorrang bekommt. Gegenüber dem Bilanzjahr 2022 steigt der Anteil der Umweltwärme zur Wärmeversorgung von 5 % auf 33 % und der Holzanteil von 28 % auf 44 %. Wie zu erkennen ist, ist der Unterschied marginal, was daran liegt, dass die Großverbraucher im Industriegewerbe zum einen nicht auf Holz verzichten werden und zum anderen ein Großverbraucher bereits die Umstellung von Heizöl zu Holz andenkt. Das wahrscheinlichere Szenario ist daher das holzdominierte Zielszenario.

Abbildung 29 zeigt, welche Energieträger im Zielszenario eingesetzt werden und wie sich der Energieträgermix über die nächsten Jahre entwickelt. Um eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen, werden im Zielszenario ab dem Jahr 2040 keine fossilen Energieträger mehr zum Einsatz kommen und

vollständig durch erneuerbare Energieträger ersetzt. In den Gebieten für dezentrale Wärmeversorgung werden primär Holz und Umweltwärme genutzt. Der Anteil der Wärme, der mittels einer zentralen Wärmeversorgung (Wärmenetz) bereitgestellt wird, erreicht im Jahr 2035 ca. 4 % und im Jahr 2040 ca. 6 %.

Abbildung 30 zeigt dieses Zielszenario ergänzend in einem Kuchendiagramm, um den Energieträgermix der gesamten Wärmeversorgung in Weilheim im Zielszenario zu verdeutlichen.

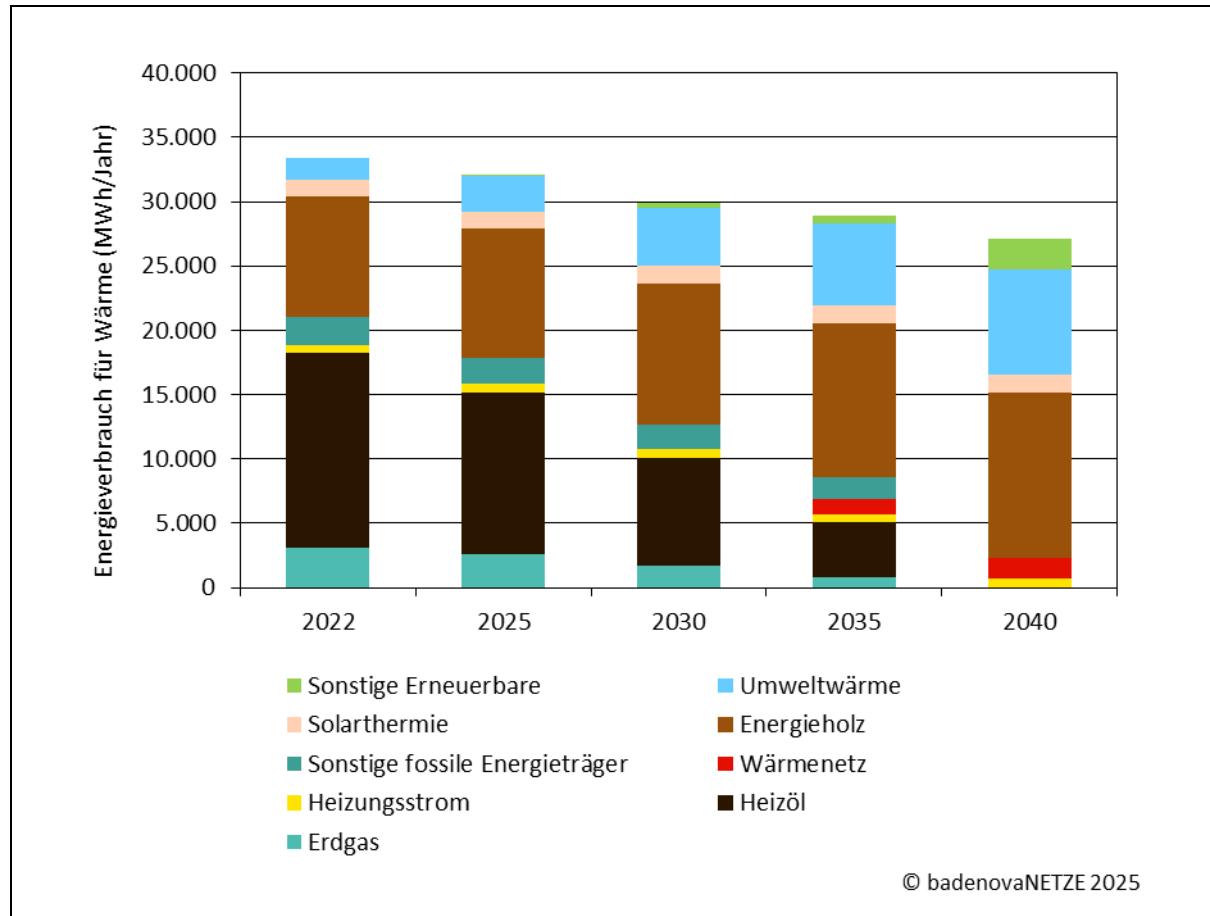


Abbildung 29 – Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme nach Energieträger im Zielszenario

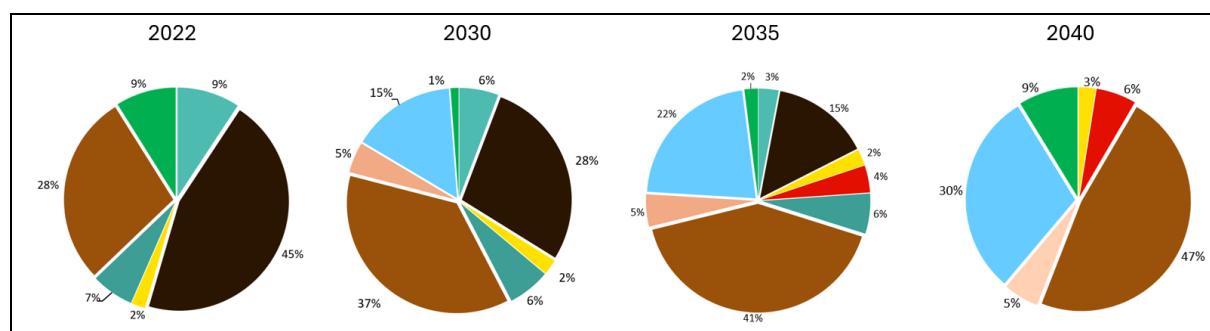


Abbildung 30 – Entwicklung der Energieträgerverteilung für Wärme im Zielszenario

Der Energieträgermix im Speziellen für die Wärmenetzversorgung in Weilheim wurde im Zielszenario entwickelt. Während heute noch keine Wärmenetze in Weilheim existieren, wird die zentrale Wärmeversorgung im Jahr 2040 im Zielszenario durch Energieholz sichergestellt. Das Wärmenetz könnte ab 2035 aufgebaut werden. Auf eine Abbildung wird hier verzichtet.

In Zukunft wird ein vielfältiger Mix an Wärmeerzeugern mit unterschiedlichen Energieträgern notwendig sein, um die Klimaneutralität bis im Jahr 2040 für Weilheim zu erreichen. Bei dem hier dargestellten Zielszenario handelt es sich um einen möglichen Pfad dieses Ziel zu erreichen. Sollte dieses Szenario nicht umsetzbar sein, können einzelne Energieträger durch andere erneuerbare Energieträger ersetzt werden oder in veränderten Anteilen genutzt werden. So könnte zum Beispiel biogenes Flüssiggas (Bio-LPG) in BHKWs eingesetzt werden. Dies bleibt jedoch in diesem Szenario zunächst unberücksichtigt, da zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht abgesehen werden kann, ob der Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur in Weilheim möglich sein. Dabei ist besonders die Preisgestaltung derzeit noch unsicher, also die Frage, ob es jeweils wirtschaftlich umzusetzen wäre (siehe auch Abschnitt 6.6.1).

Eine genaue Aufteilung der Wärmeerzeugung nach Energieträger und Sektor für die Jahre 2022, 2030, 2035 und 2040 ist in Tabelle 8, Tabelle 9, Tabelle 10 und Tabelle 11 in Zahlen festgehalten. Zudem ist in Tabelle 7 der Energieeinsatz zur zentralen Wärmeversorgung über ein Wärmenetz in Weilheim-Ort für die Jahre 2022, 2030 und 2040 beziffert (vgl. Abschnitt 6.8).

6.3 Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen im Zielszenario

Anhand der Emissionsfaktoren der eingesetzten Energieträger wurden die THG-Emissionen für die Wärmeerzeugung im Zielbild ermittelt. Demnach verursacht die Wärmeversorgung in Weilheim im Jahr 2040 THG-Emissionen von insgesamt 776 t CO₂e (wärmebedingte THG-Emissionen im Jahr 2022: 6.947 t CO₂e). Das bedeutet, dass im Vergleich zum Jahr 2022 die Emissionen um insgesamt 89 % sinken bzw. um jährlich durchschnittlich 1.243 t CO₂e, um das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040 zu erreichen.

Die Abbildung 31 und Abbildung 32 stellen, analog zur Entwicklung des Energieeinsatzes zur Wärmeversorgung (vgl. Abbildung 28 und Abbildung 29), die Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen bis 2040 dar. Es wird deutlich, dass die Reduktion des Wärmeverbrauchs und der Ersatz fossiler Energieträger durch lokale erneuerbare Energien zu einer Dekarbonisierung der Wärmeversorgung führen können. Außerdem wird bei der Darstellung nach Sektoren deutlich, dass die stärkste Reduktion im Sektor private Haushalte stattfindet.

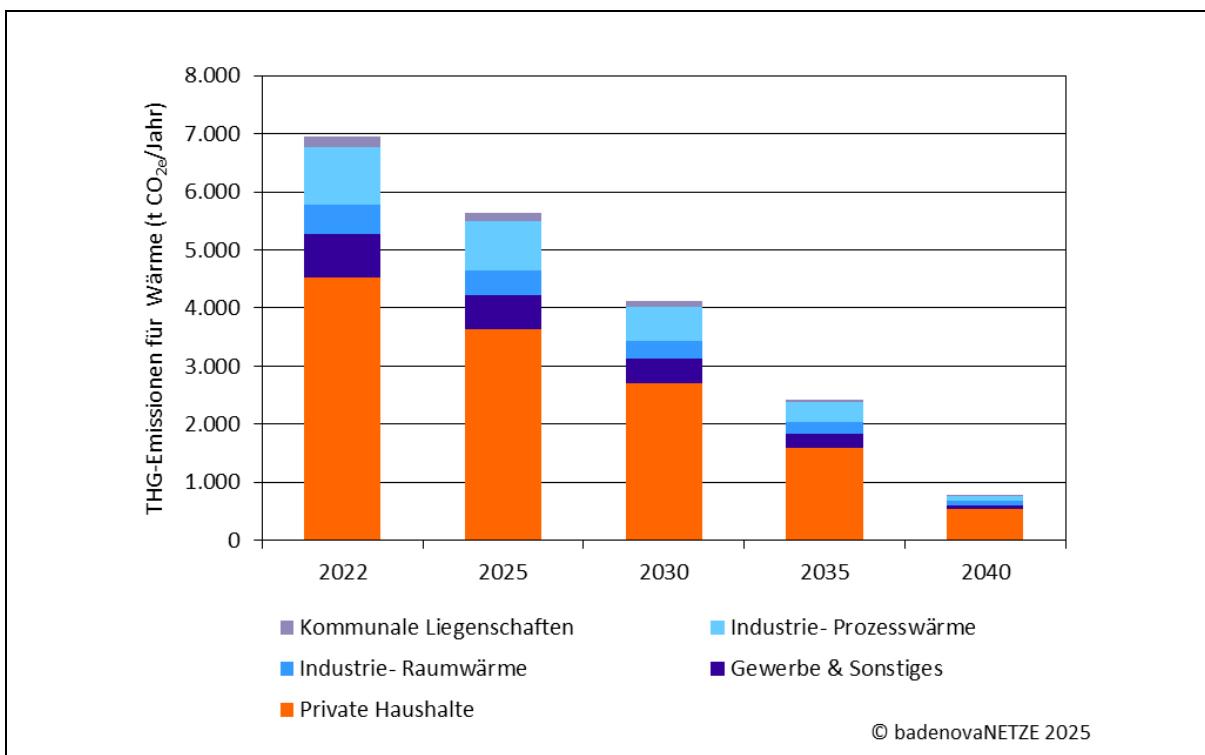


Abbildung 31 – Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen nach Sektoren im Zielszenario

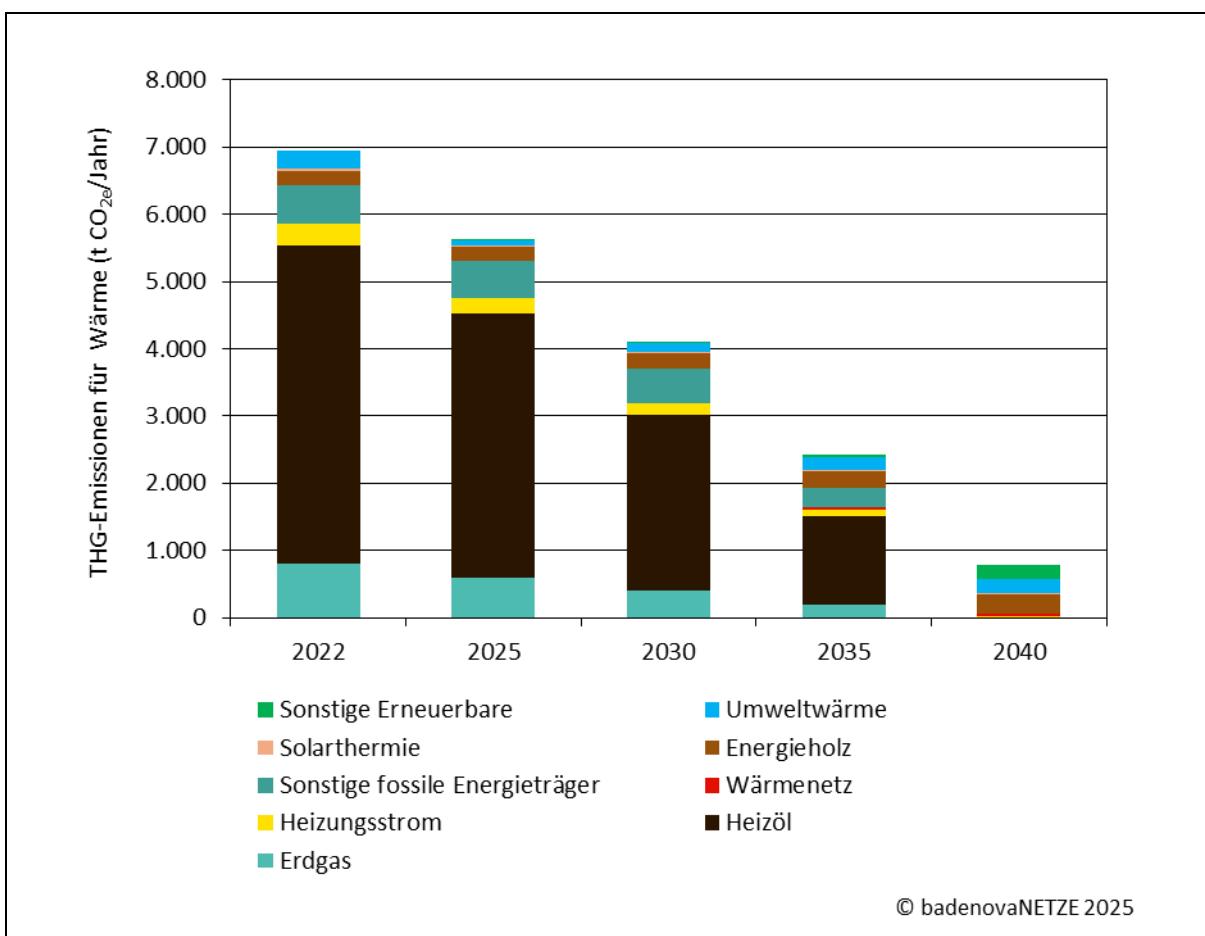


Abbildung 32 – Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen nach Energieträger im Zielszenario

6.4 Strombedarfsdeckung im Zielszenario

Das Zielszenario zeigt, dass der Strombedarf für die Wärmeerzeugung durch den zukünftigen Einsatz von Wärmepumpen steigen wird. Während im Jahr 2022 ca. 1.207 MWh Strom für Stromheizungen und Wärmepumpen verbraucht wurde, steigt der Stromverbrauch für Wärmepumpen im Zielszenario auf rund 2.204 MWh im Jahr 2040. Nachspeicherheizungen werden im Jahr 2040 weiterhin die Wärmeversorgung unterstützen. Wird zusätzlich die Elektrifizierung des Verkehrs betrachtet, wird im Szenario der Gesamtstrombedarf der Gemeinde Weilheim von ca. 10.088 MWh im Jahr 2022 Jahr auf rund 14.540 MWh im Jahr 2040 ansteigen. Der Stromverbrauch im Gewerbe kann durch Effizienzsteigerungen sinken, gleichzeitig aber durch Wirtschaftswachstum ansteigen.

Die Gemeinde Weilheim könnte diesen zukünftigen Stromverbrauch mit den lokal verfügbaren erneuerbaren Quellen langfristig decken. Der Zuwachs an PV-Anlagen wird zusammen mit der bereits in Betrieb genommenen 2,5 MW Freiflächen-PV-Anlage bei Dietlingen ausreichen, um den Strombedarf im Jahr 2040 zu decken.

Im Zielszenario wurde gemäß den aktuellen Planungen angenommen, dass auf der Gemarkung Weilheim keine Windkraftanlage installiert wird. Zudem wurde angenommen, dass das ermittelte Dachflächenpotenzial für PV-Anlagen annähernd ausgeschöpft wird und somit ab 2040 jährlich ca. 12.516 MWh Solarstrom erzeugt wird. Insgesamt würden demnach im Jahr 2040 zusammen mit der bestehenden Freiflächenanlage rund 15.016 MWh Strom lokal in der Gemeinde aus erneuerbaren Energien erzeugt. Damit übersteigt langfristig die lokale Stromerzeugung im Zielszenario den Verbrauch.

Die beiden folgenden Grafiken fassen dies zusammen und stellen den gesamten Stromverbrauch im Zielszenario (vgl. Abbildung 31) der potentiellen lokalen Stromerzeugung (vgl. Abbildung 34) in Weilheim gegenüber.

Der THG-Emissionsfaktor des lokalen Strommixes wird bis zum Jahr 2040 durch die erhöhte lokale Erzeugung von erneuerbarem Strom stark sinken.

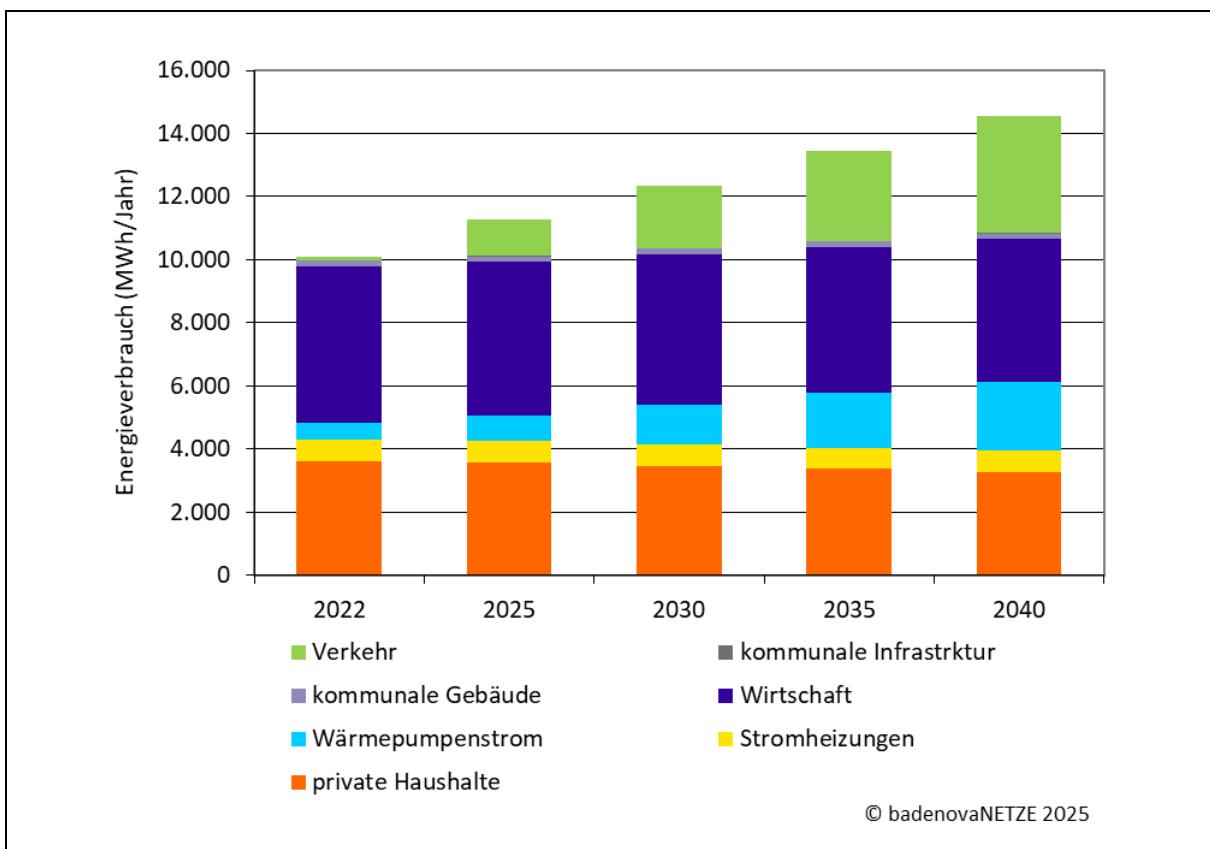


Abbildung 33 – Stromverbrauch nach Sektor im Zielszenario

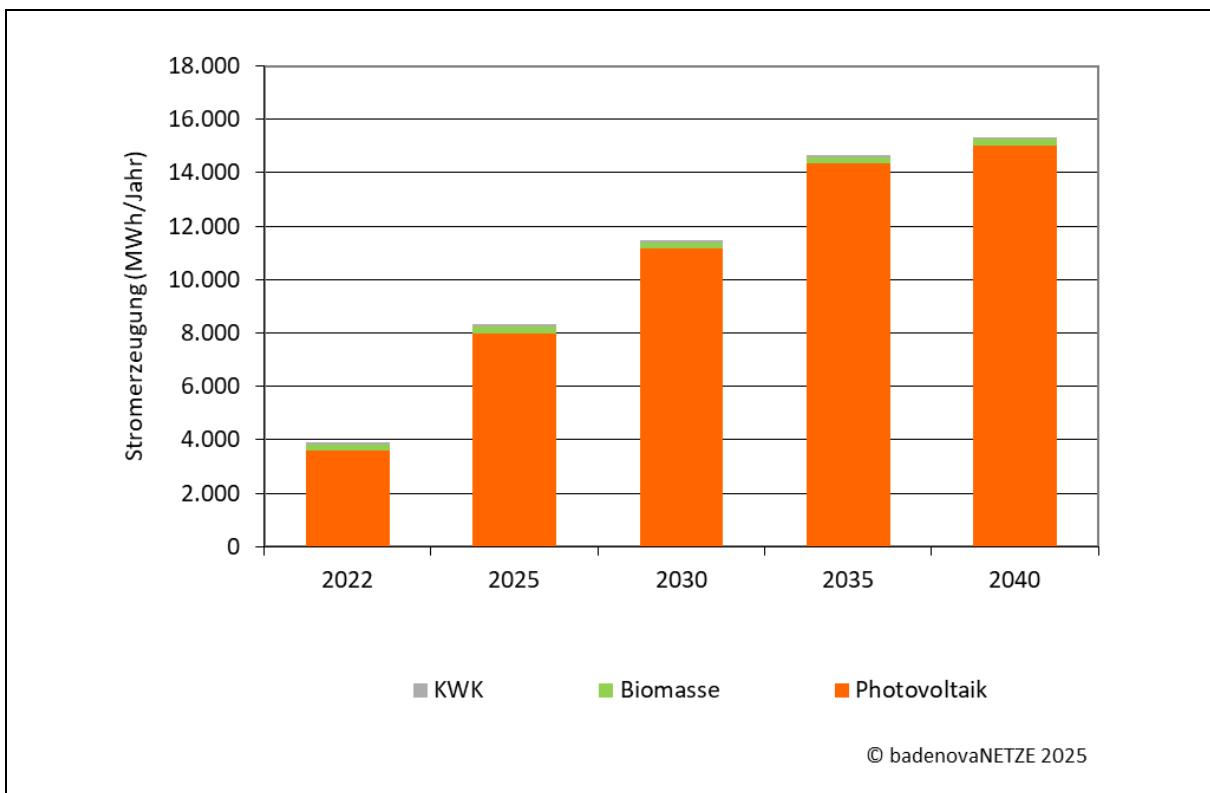


Abbildung 34 – Stromerzeugung nach Energieträger im Zielszenario

6.5 Zukünftige Versorgungsstruktur 2030 und 2040

Für eine zielgerichtete Beschreibung der zukünftigen Versorgungsstruktur für die Jahre 2030 und 2040 wurde die gesamte Gemeinde in Eignungsgebiete zur zentralen und dezentralen Versorgung eingeteilt (Karte 19). Bei der Einteilung der Eignungsgebiete geht es um eine erste grobe Abschätzung, wie in einem jeweiligen Gebiet die Gebäude ihren Wärmebedarf in Zukunft möglichst wirtschaftlich, ökologisch und effizient decken werden können. Bei der zentralen Wärmeversorgung wird dies mit dem Aufbau und Betrieb von Wärmenetzen erzielt, während bei der dezentralen Wärmeversorgung jedes Gebäude eine eigene Heizanlage betreibt. Für die Einteilung der zentralen Eignungsgebiete wurden verschiedene Kriterien herangezogen (siehe auch Abschnitt 9.6.6 für eine detaillierte Beschreibung der Kriterien):

- Hohe Wärmedichte auf Straßenzugebene
- Passender Sanierungszyklus der Heizanlagen
- Passende Energieträgerverteilung (z.B. wenige Wärmepumpen)
- Großverbraucher oder öffentliche Liegenschaften als Ankerkunden
- Siedlungs- und Besitzstrukturen (z.B. viele öffentliche Gebäude, Heterogenität der Gebäude)
- Siedlungsentwicklungen
- Lokale Potenziale erneuerbarer Energien
- Lokale Abwärme potenziale
- Potenzielle Wärmeinfrastrukturstandorte

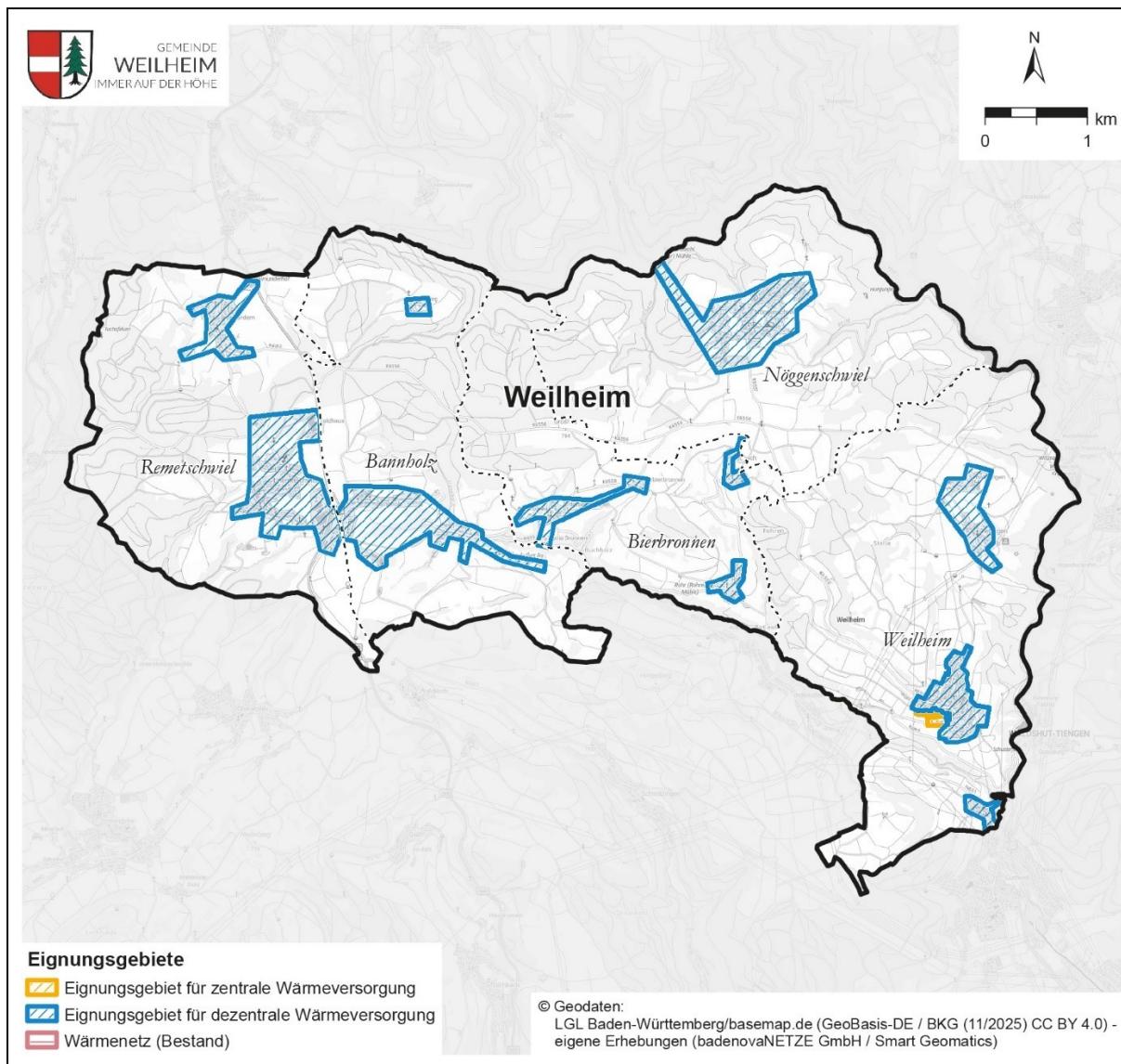
Die Eignungsgebiete für eine zentrale und dezentrale Wärmeversorgung sind in Karte 19 dargestellt.

6.5.1 Zentrale Eignungsgebiete:

Südwestlich der Ortsmitte von Weilheim wurde ein Eignungsgebiet im Bereich zwischen der Hauptstraße und dem Rotlaubweg für eine zentrale Wärmeversorgung identifiziert. Die Ausweisung dieses Gebiets wird begründet mit einer dichten Bebauung, dem Alter der Gebäude, der Art und dem Alter der bestehenden Heizanlagen und der hohen Wärmedichte auf Straßenzugebene. Durch die Ankerkundenfunktion des Rathauses und dem daran angeschlossenen Wohnheim für Senioren ergibt sich eine sehr wahrscheinliche Eignung des Gebiets für die Umsetzung eines Wärmenetzes.

Weitere Eignungsgebiete für eine zentrale Wärmenetzversorgung konnten nicht identifiziert werden. Der Grund dafür liegt im bereits hohen Anteil an der Nutzung von erneuerbaren Energieträgern, wie z.B. Holz und Wärmepumpen. Zudem sind die Wärmedichten im Straßenzug nur selten im durchgängig akzeptablen Bereich für einen wirtschaftlichen Betrieb von Wärmenetzen. Auch ist die Verteilung von möglichen Ankerkunden ungünstig für die Anbindung an potenziellen Wärmenetzeignungsgebieten.

Der einzige möglicherweise Abwärme führende Betrieb liegt zu weit abseits von Wohnsiedlungen, als dass sich eine mögliche Auskopplung wirtschaftlich lohnen könnten. Das Abwärme potenzial ist zudem unsicher und aktuell nicht quantifizierbar.



Karte 19 – Eignungsgebiete für zentrale und dezentrale Wärmeversorgungslösungen in Weilheim

6.5.2 Dezentrale Eignungsgebiete & detaillierte Ortsteilsteckbriefe

Die Analyse und Ausweisung von Eignungsgebieten ergibt, dass fast alle Siedlungsbereiche der Gemeinde Weilheim für eine dezentrale Wärmeversorgung mit Einzellösungen geeignet sind. In den Wohngebieten sind vermehrt Einfamilienhäuser sowie teilweise neuere Gebäude vorzufinden. Durch die lockere Bebauung ist die Wärmedichte in der Regel niedrig und die Gebiete und Gebäude eignen sich für Einzelheizungslösungen.

Für eine tiefergehende Betrachtung der Ortsteile und der Eignungsgebiete wurden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung detaillierte Ortsteilsteckbriefe ausgearbeitet. Für Weilheim wurden alle fünf Ortsteile zur näheren Betrachtung ausgewählt:

- Weilheim
- Nöggenschwiel
- Bannholz
- Bierbronn
- Remetschwil

Die Ortsteilstreckbriefe beschreiben jeweils den energetischen Ist-Zustand des Quartiers und erläutern die Umsetzungspotenziale in den dezentralen und zentralen Eignungsgebieten. Die Ortsteilstreckbriefe sind im Anhang unter 12.2 bis 12.6 zu finden.

6.5.3 Energiespeicher

Die Entwicklung des zukünftigen Energieverbrauchs wird im Zielszenario bilanziell über den Zeitraum von einem Jahr berechnet und dargestellt. Saisonale und tagesbedingte Schwankungen, wie beispielsweise der erhöhte Wärmebedarf im Winter und der daraus resultierende höhere Strombedarf durch Wärmepumpe oder die höheren Stromerträge, welche PV-Anlagen im Sommer erzeugen, werden zunächst nicht berücksichtigt. Allerdings stellen solche Schwankungen des Verbrauchs und der Verfügbarkeit durchaus große Hürden für das Gelingen der Wärmewende dar. Diese Hürden müssen bei der zukünftigen Umsetzung von Maßnahmen in Weilheim durchaus berücksichtigt werden.

In den folgenden Abschnitten werden deshalb solche Speicher erläutert, die in Weilheim zur Umsetzung der Wärmewende und zum Erreichen des Zielbilds eingesetzt werden könnten, und deren Einsatzbereiche geschildert. Welche Technologie bei einer Maßnahme eingesetzt wird, muss anhand wirtschaftlicher und technischer Kriterien im Einzelfall bewertet werden.

In Abbildung 35 werden verschiedene Speichertechnologien nach ihrer Speicherkapazität und der Dauer der Speicherung dargestellt. Zusätzlich sind am oberen Rand Beispiele für die entsprechenden Kapazitäten genannt. Bei hohen Kapazitäten (großen Energiemengen), wie sie zum Beispiel eine Großstadt benötigt, müssten erneuerbare Gase (rot: Power-to-Gas) zum Einsatz kommen. Die zukünftige Rolle dieser Gase wird in Abschnitt 6.6 erläutert. Für die Wärmewende in Weilheim werden vor allem kleine bis große Wärmespeicher (orange) sowie auf Grund der Sektorenkopplung Stromspeicher entscheidend sein.

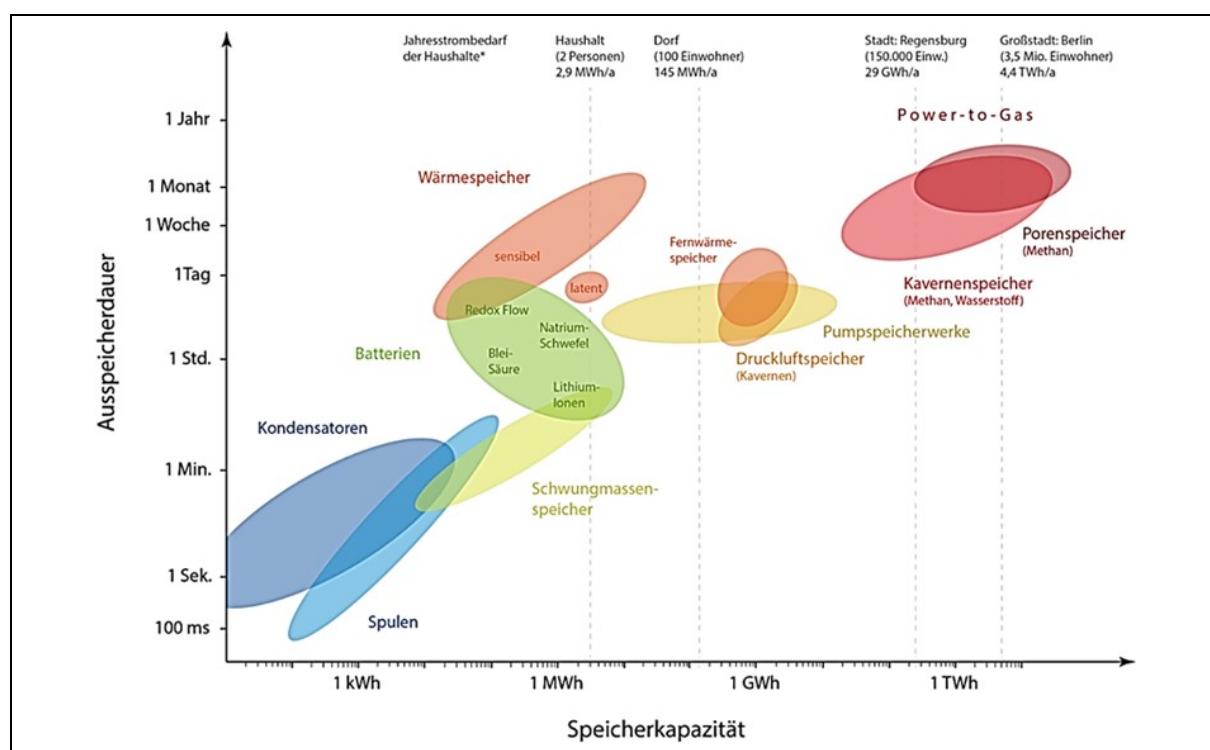


Abbildung 35 – Übersicht der Speicherkapazität und Ausspeicherdauer verschiedener Speichertechnologien (Sterner, M. & Stadler, I., 2014)

6.5.3.1 Wärmespeicher

Wärmespeicher können in verschiedene Speicherkonzepte unterteilt werden. Bei sensiblen Speichern erfolgt die Wärmespeicherung durch Temperaturveränderung des Speichermediums. Latente Speicher hingegen nutzen zur Wärmespeicherung hauptsächlich den Phasenwechsel von fest zu flüssig. Bei thermochemischen Wärmespeichern (nicht abgebildet) erfolgt die Wärmespeicherung in Form einer reversiblen thermochemischen Reaktion (dena, 2023). Im Folgenden werden vier gängige Arten der Wärmespeicherung beschrieben:

- **Heißwasser-Speicher (sensibler Wärmespeicher)**

Beim Heißwasser-Speicher (Pufferspeicher) befindet sich das Wasser in einem isolierten Behälter, der je nach Anwendungsfall von kleinen Speichern mit wenigen Kubikmetern in Gebäuden bis hin zu Großwasserspeichern für die saisonale Wärmespeicherung in Wärmenetzen eingesetzt werden kann.

- **Kies-Wasser-Speicher (sensibler Wärmespeicher)**

Bei einem Kies-Wasser-Speicher dient ein Gemisch aus Kies und Wasser als Speichermedium. Diese werden bisher überwiegend als Langzeitwärmespeicher oder Zwischenspeicher für solare Nahwärmenetze bzw. Gebäudekomplexe eingesetzt.

- **Eisspeicher (latenter Wärmespeicher)**

Der Eisspeicher besteht in der Regel aus einer Betonzisterne, die komplett unter der Erdoberfläche vergraben und nicht isoliert wird. Der erste Wärmetauscher entzieht dem Wasser seine Wärmeenergie, wodurch die Temperatur mit jedem Durchlauf sinkt und das Wasser mit der Zeit gefriert. Der Regenerationswärmetauscher führt der Zisterne hingegen Wärme zu, die er beispielsweise über eine Erdsonde oder durch eine Solarthermieanlage bezieht. Eisspeicher dienen sowohl als Wärmequelle als auch als saisonale Wärmespeicher. Es existieren technische Lösungen für kleine Gebäude (Ein- und Zweifamilienhäuser) und größere Gebäude sowie für die Einbindung in ein kaltes Nahwärmenetz.

- **Sorptionsspeicher (thermochemischer Wärmespeicher)**

Die Wärmespeicherung erfolgt durch chemisch reversible Reaktionen oder den Sorptionsprozess und zeichnet sich besonders durch eine hohe Energiedichte aus.

Der theoretische Aufbau von Wärmenetzen in Weilheim würde langfristig einen Ausbau der Wärmespeicherkapazitäten bedingen, für die geeignete Fläche identifiziert werden müssten.

6.5.3.2 Stromspeicher

Den Stromspeichern kommt neben dem Ausbau der Stromnetze eine bedeutende Rolle in der Energiewende zu. Denn sie können grundsätzlich Schwankungen bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien ausgleichen: Werden PV- oder Windkraftanlagen mit Speichersystemen kombiniert, wird nicht integrierbarer Strom gespeichert und steht bei Bedarf jederzeit zur Verfügung (dena, 2022). Dadurch sind Stromspeicher in der Lage:

- Angebot und Nachfrage auszugleichen,
- zahlreiche Systemdienstleistungen (z. B. Regelleistungen und Blindenergie) bereitzustellen, die die Systemstabilität unterstützen,
- inländische Wertschöpfung zu erhöhen, da nicht integrierbare Strommengen nicht exportiert werden müssen und
- die Integration von Strom aus erneuerbaren Energien in den Markt zu fördern.

Durch die Nutzung eines Stromspeichers lässt sich die Eigenverbrauchquote des durch PV-Anlagen und Windkraftanlagen erzeugten Stroms erhöhen und somit ein Großteil der Stromkosten einsparen. Batteriespeicher können sowohl dezentral in Ein- und Mehrfamilienhäusern als auch zentral in Quartieren zum Einsatz kommen.

6.6 Transformation des Erdgasnetzes

Die im Zielbild aufgezeigten Entwicklungen zur klimaneutralen Wärmeversorgung der Gemeinde Weilheim würden erhebliche Auswirkungen auf die bestehende Gasinfrastruktur implizieren. Faktisch spielt Erdgas im Zielszenario im Jahr 2040 keine Rolle mehr. Wie sich die Gasnachfrage entwickeln wird, kann derzeit niemand vorhersagen. Perspektivisch könnte die bestehende Erdgasinfrastruktur, zumindest in Teilen, für die Versorgung mit (grünem) Wasserstoff oder mit BioLPG genutzt werden.

Der nationale Gesetzgeber hat die Erdgaskonzessionäre hierbei als entscheidende Akteure beim Hochlauf der Wasserstoffinfrastruktur erkannt und den Geltungsbereich der wegerechtlichen Gestattungsverträge nach § 46 EnWG in § 113a EnWG auf Wasserstoff „erweitert“. Somit können vorbereitende Maßnahmen zum Wasserstofftransport ergriffen und die Zielnetzplanung an diese angepasst werden. Ein Gaskonzessionsvertrag ist somit zugleich ein Wasserstoffgestattungsvertrag.

In den folgenden Abschnitt werden drei wesentliche Szenarien, zur potenziellen zukünftigen Nutzung der Erdgasnetze beschrieben:

- **Szenario 1: Das Erdgasnetz wird weiterhin in der Fläche benötigt**
Dies bedeutet, dass weiterhin eine Versorgung mit Wasserstoff (oder einer Alternative zu Wasserstoff) über das bestehende Erdgasnetz möglich sein wird und die Endverbraucher diesen durch Umrüstung des bestehenden Heizkessels oder Installation eines neuen Heizkessels (hybrid) verwerten können. Der Wasserstoff muss entweder über das geplante H₂-Backbone in Deutschland bis zu den Netzen transportiert werden, oder durch den Anschluss an die geplante Trasse in Frankreich/Schweiz erfolgen. Die leitungsgebundene Versorgung der Endverbraucher über die bestehenden Erdgasnetze ist der effizienteste Weg.
- **Szenario 2: Punktuelle Erhaltung des Erdgasnetzes für Wärmenetze und die Industrie**
Im zweiten Szenario wird davon ausgegangen, dass die Erdgasnetzinfrastruktur teilweise stillgelegt wird und nur ein Teil der bisherigen Struktur erhalten bleibt. Mit dieser Struktur werden dann Heizzentralen für Wärmenetze und große energieintensive Betriebe mit Wasserstoff (oder einer Alternative zu Erdgas) versorgt. Anders als in Szenario 1 kann die Versorgung dieser zentralen Wärmenetze oder der Industrie über ein bestehendes Versorgungsnetz, wie das H₂-Backbone, oder aber auch mit zentralen Einspeisepunkten an den bisherigen Gasübergabestellen erfolgen.

Bei den Szenarien 1 und 2 gibt es wiederum zwei mögliche Varianten. Den Wasserstoff pur in das Erdgasnetz einzuspeisen, erfordert nach aktuellem Kenntnisstand das Umrüsten der bestehenden Heizkessel der Endverbraucher, während bei einer Beimischung von Wasserstoff zu einem anderen Medium, z.B. Biogas, sogenannte Hybridheizungen zum Einsatz kommen.

- **Szenario 3: Geordnete Stilllegung des Erdgasnetzes**
In Szenario 3 gibt es einen geordneten Rückzug des bestehenden Erdgasnetzes. Die am Erdgasnetz angeschlossenen Endverbraucher schließen entweder an ein zentrales Wärmenetz an oder rüsten auf eine dezentrale Lösung um. Auch in diesem Szenario ist eine Versorgung mit Wasserstoff durch dezentrale Lösungen wie Elektrolyseure, die regionalen Strom in Wasserstoff umwandeln und diesen dann entweder Einzelhaushalten oder kleinen Wärmenetzen zur Verfügung stellen, möglich.

Die Energieversorgung der Bürger ist ein wesentlicher Bestandteil der kommunalen Aufgabe der Daseinsvorsorge. Durch die Vergabe der Gaskonzession einer Kommune wird die Versorgungspflicht für Erdgas an den Erdgasnetzbetreiber übertragen. Demnach dürfen Erdgasnetze nur dort zurückgebaut bzw. stillgelegt werden, wenn kein Erdgasbedarf mehr besteht. Für das Szenario 3 müsste sich also entweder die Rechtslage zur Versorgungspflicht ändern, oder es müssten alle Verbrauchstellen zunächst auf eine alternative Energieversorgung umrüsten, bevor eine Stilllegung erfolgen könnte.

Die vielen unbekannten Variablen und die Vielfalt an Entwicklungsperspektiven, die von einem kompletten Stilllegen des Erdgasnetzes bis hin zu einem weiterhin flächigen Betrieb der Netze mit erneuerbaren Gasen reicht, stellen die Erdgasnetzbetreiber vor eine große Herausforderung hinsichtlich der Frage der aktuellen Investitionen und Erweiterungspläne.

Die Rahmenbedingungen, die die Transformation des Erdgasnetzes formen werden, liegen zum größten Teil weder in der Hand der Gemeinde noch in der Hand der Erdgasnetzbetreiber. Um geeignete Maßnahmen mit Blick auf die Transformation des Erdgasnetzes zu erarbeiten und an die sich noch in Entwicklung befindenden und sich wandelnden Rahmenbedingungen zu adaptieren, wird in den kommenden Jahren ein regelmäßiger Austausch zwischen der Gemeinde Weilheim und den lokalen Netzbetreibern notwendig sein. Zusätzlich müssen die Entwicklungen im Erdgasnetz frühzeitig mit den Bürgern und den Betrieben der Gemeinde abgestimmt und kommuniziert werden, damit diese die Perspektiven zur Energieversorgung über das Erdgasnetz bei Investitionsentscheidungen berücksichtigen können bzw. unter Umständen auch rechtzeitig mit Alternativen planen können.

6.6.1 Wasserstoffanbindung für Weilheim

In der Region Albbrück befindet sich aktuell ein hohes Erdgasabnahmemaufkommen, hauptsächlich begründet durch dort angesiedelten Industrie- und Gewerbeunternehmen im Gewerbegebiet zwischen Albbrück und Dogern sowie in Richtung Bad Säckingen und Rheinfelden. Dieses Erdgasabnahmemaufkommen entspricht zu gewissen Anteilen einem Wasserstoff-Abnahmepotenzial. Aufgrund dieses hohen Wasserstoffabnahmepotenzials plant badenovaNETZE eine Wasserstoffpipeline bei Albbrück. Im Rahmen des Projektes H2@Hochrhein wird bis 2028 eine 58 km lange überregionale Wasserstoffpipeline von Grenzach-Wyhlen bis Waldshut-Tiengen geplant. Dies ermöglicht den Aufbau einer nationalen Erzeugungskapazität im dreistelligen MW-Bereich. Hierbei wird die großindustrielle Wasserstofferzeugung ab 2028 mit No-regret-Bedarfen verbunden.



Abbildung 36 – H2@Hochrhein & Rhyn Interco (badenovaNETZE 2024)

Im Rahmen des ersten Bauabschnitts H2@Hydro wird eine ca. 9 km lange Wasserstoff-Hochdruckleitung von Albbrück bis Waldshut gebaut. Der benötigte Wasserstoff soll über einen 50 MW-Elektrolyseur am Laufwasserkraftwerk in Albbrück durch den Projektpartner der RWE erzeugt werden.

Die Leitung kann in beide Richtungen erweitert werden und so einen entscheidenden Beitrag zur Energiewende in der Region liefern. Ebenso ist die grenzüberschreitende Vernetzung und Anbindung an weitere Elektrolyseure möglich sowie der Anschluss an den europäischen Wasserstoff-Backbone

(EHB). Derzeit ist die Genehmigungs- und Ausführungsplanung in Bearbeitung sowie die Sicherung der Trasse in Abstimmung mit Eigentümerinnen und Eigentümern der Grundstücke.



Abbildung 37 – H2@Hydro (Quelle: badenovaNETZE GmbH, 2024)



Abbildung 38 – European Hydrogen Backbone 2040 (European Hydrogen Backbone, 2023)

(vgl. Abschnitt 5.5).

Eine zukünftige Anbindung von Weilheim an das Wasserstoffnetz müsste über den Anschluss nördlich von Gurtweil erfolgen. Damit ist aber Stand heute nicht bis 2040 zu rechnen. Als Übergangslösung bis 2040 kommt die Wasserstoffversorgung des bestehenden Gasnetzes über H₂-Trailer (LKW mit Druckflaschenladungen) in Frage. Dies muss vom Netzbetreiber geprüft werden (Siehe Maßnahme 1 im Kapitel 7.4).

6.7 Senken für Restemissionen

Der Ausbau der erneuerbaren Energien bietet zwar deutliche Potenziale zur Senkung der THG-Emissionen, allerdings sind aktuell keine Energiequellen gänzlich ohne Emissionen verfügbar. Durch den Bau und Betrieb von Anlagen zur Erzeugung von Wärme und Strom werden heute und in Zukunft weiterhin THG in die Atmosphäre emittiert. Auch das Zielszenario für Weilheim zeigt: Selbst, wenn die Wärmeversorgung komplett durch erneuerbare Wärme, Strom und Gase gedeckt wird, sinken die THG-Emissionen nicht vollständig auf null. Um die Klimaneutralität, wie von der EU definiert, zu erreichen (vgl. 9.6.1), würde es deshalb in Zukunft notwendig sein, verbleibende Emissionen einer Senke zuzuführen.

Es gibt bereits verschiedene Ansätze zur THG-Kompensation. Ein häufig angewandter Ansatz besteht darin, in Projekte zu investieren, die zur Reduzierung von THG-Emissionen beitragen. Dazu gehören beispielsweise erneuerbare Energien, Energieeffizienzprojekte oder Aufforstungs- und Waldschutzprojekte. Diese Projekte tragen dazu bei, den Ausstoß von THG zu verringern oder CO₂ aus der Atmosphäre zu entfernen (Carbon Capture and Storage, kurz CCS).

THG-Kompensation kann sowohl durch lokale Maßnahmen als auch durch technische Verfahren erfolgen. Momentan ist noch unklar, ob oder wie verbleibende THG-Emissionen in Zukunft kompensiert werden müssen. Eine Studie zu Entwicklungsszenarien der CO₂-Preise im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung geht von einer starken Steigerung des CO₂-Preises bis 2040 aus (von 30 €/t im Jahr 2022 auf mind. 250 €/t im Jahr 2040). Vor diesem Hintergrund würde die Umsetzung von lokalen Kompensationsmaßnahmen die lokale Wertschöpfung unterstützen. Zudem haben solche Maßnahmen auch weitere Vorteile, in dem z.B. Flächen ökologisch aufgewertet werden und die lokale Biodiversität steigern.

An der CO₂-Kompensation und an CCS gibt es auch Kritik. Beispielsweise wird unterstellt, dass dadurch notwendige Maßnahmen verzögert oder verlagert werden und somit der Klimaschutz vor Ort nicht effektiv genug vorangebracht wird. Zudem gibt es Zweifel an der Wirtschaftlichkeit und Effizienz der Maßnahmen, da der eingesetzte Euro pro Tonne CO₂ teilweise deutlich effizienter in Klimaschutzmaßnahmen vor Ort investiert werden könnte. Auch der Vorwurf des Greenwashings steht vermehrt im Raum.

Welchen Anteil CO₂-Senken beim Erreichen des Ziels der Klimaneutralität leisten können, wird sich in den nächsten Jahren zeigen und kann zum aktuellen Zeitpunkt nicht abschließend bewertet werden.

6.8 Kennwerte des Zielszenarios

In den folgenden Tabellen 7 bis 11 und Abbildungen 39 bis 42 sind die wesentlichen Kennwerte des favorisierten Zielbilds tabellarisch und grafisch zusammengefasst.

Energieträger im Wärmenetz	2030	2035	2040	Einheit
Erdgas (KWK fossil)	0	0	0	MWh
Energieholz	0	1.161	1.608	MWh
Solarthermie	0	0	0	MWh
Wärmepumpen	0	0	0	MWh
Summe	0	1.161	1.608	MWh

Tabelle 7 – Energieträgereinsatz für die zentrale Wärmeversorgung über Wärmenetze

Jahr 2022		private Haushalte	Gewerbe & Sonstiges	Industrie - Raumwärme	Industrie - Prozesswärme	kommunale Liegenschaften	Einheit
Energieträger							
Erdgas	2.342	41	126	254	339	MWh	
Heizöl	9.129	1.719	1.324	2.676	265	MWh	
Heizungsstrom	452	226	0	0	0	MWh	
Wärmenetz	0	0	0	0	0	MWh	
Kohle	19	8	0	0	0	MWh	
Flüssiggas	1.577	0	165	334	0	MWh	
Energieholz	6.183	2.370	199	401	280	MWh	
Solarthermie	903	387	0	0	0	MWh	
Umweltwärme	1.607	85	0	0	0	MWh	
Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0	0	0	0	0	MWh	
Wasserstoff	0	0	0	0	0	MWh	
Summe	22.213	4.836	1.814	3.665	884	MWh	

Tabelle 8 – Jahresendenergiebedarf der Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträger und Sektoren (2022)

Jahr 2030		private Haushalte	Gewerbe & Sonstiges	Industrie - Raumwärme	Industrie - Prozesswärme	kommunale Liegenschaften	Einheit
Energieträger							
Erdgas	1.301	23	70	141	188	MWh	
Heizöl	5.072	955	736	1.487	147	MWh	
Heizungsstrom	452	226	0	0	0	MWh	
Wärmenetz	0	0	0	0	0	MWh	
Kohle	11	5	0	0	0	MWh	
Flüssiggas	1.577	0	92	185	0	MWh	
Energieholz	6.733	2.107	287	1.556	280	MWh	
Solarthermie	963	387	0	0	0	MWh	
Umweltwärme	3.906	294	324	0	38	MWh	
Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0	0	222	133	0	MWh	
Wasserstoff	0	0	0	0	0	MWh	
Summe	20.015	3.997	1.731	3.502	653	MWh	

Tabelle 9 – Jahresendenergiebedarf der Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträger u. Sektoren (2030)

Jahr 2035		private Haushalte	Gewerbe & Sonstiges	Industrie - Raumwärme	Industrie - Prozesswärme	kommmunale Liegenschaften	Einheit
Energieträger							
Erdgas	651	11	35	70	0	MWh	
Heizöl	2.536	478	368	743	0	MWh	
Heizungsstrom	452	226	0	0	0	MWh	
Wärmenetz	1.043	0	0	0	118	MWh	
Kohle	5	2	0	0	0	MWh	
Flüssiggas	1.577	0	46	93	0	MWh	
Energieholz	7.076	1.942	342	2.278	280	MWh	
Solarthermie	1.000	387	0	0	0	MWh	
Umweltwärme	5.343	426	527	0	62	MWh	
Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0	0	361	217	0	MWh	
Wasserstoff	0	0	0	0	0	MWh	
Summe	19.684	3.472	1.679	3.401	628	MWh	

Tabelle 10 – Jahresendenergiebedarf der Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträger u. Sektoren (2035)

Jahr 2040		private Haushalte	Gewerbe & Sonstiges	Industrie - Raumwärme	Industrie - Prozesswärme	kommmunale Liegenschaften	Einheit
Energieträger							
Erdgas	0	0	0	0	0	0	MWh
Heizöl	0	0	0	0	0	0	MWh
Heizungsstrom	452	226	0	0	0	0	MWh
Wärmenetz	1.444	0	0	0	0	164	MWh
Kohle	0	0	0	0	0	0	MWh
Flüssiggas	1.577	0	0	0	0	0	MWh
Energieholz	7.420	1.778	397	3.000	280	MWh	
Solarthermie	1.038	387	0	0	0	0	MWh
Umweltwärme	6.781	557	730	0	86	MWh	
Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0	0	500	300	0	MWh	
Wasserstoff	0	0	0	0	0	MWh	
Summe	18.712	2.948	1.627	3.300	530	MWh	

Tabelle 11 – Jahresendenergiebedarf der Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträger u. Sektoren (2040)

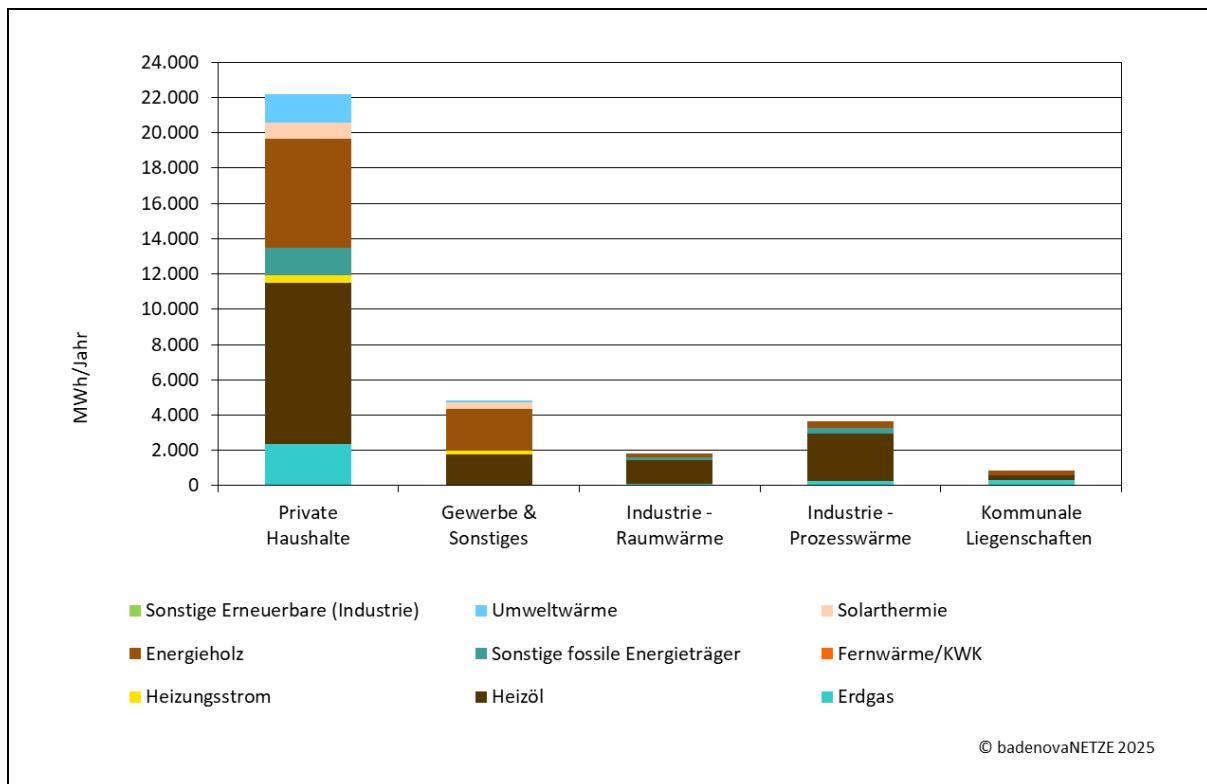


Abbildung 39 – Sektorale Energieverbräuche und Energieträgerverwendungen für 2022

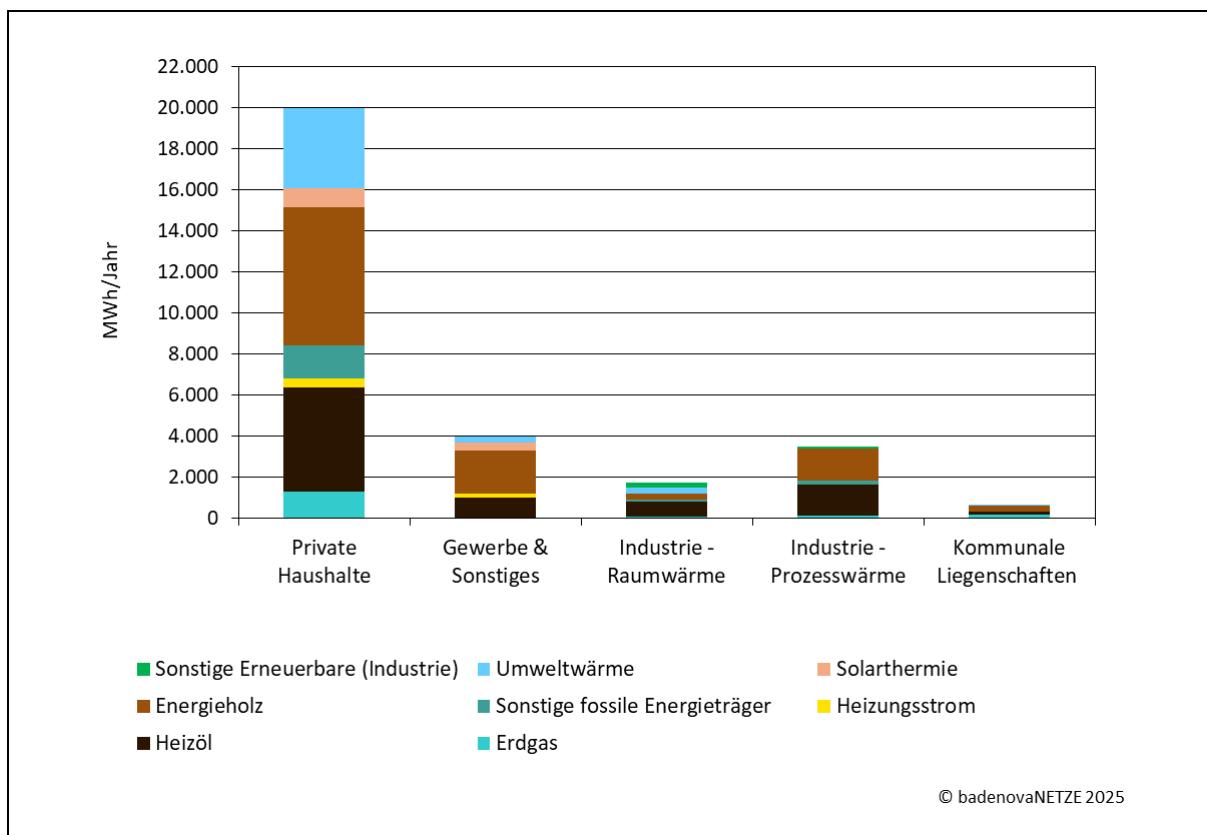


Abbildung 40 – Sektorale Energieverbräuche und Energieträgerverwendungen für 2030

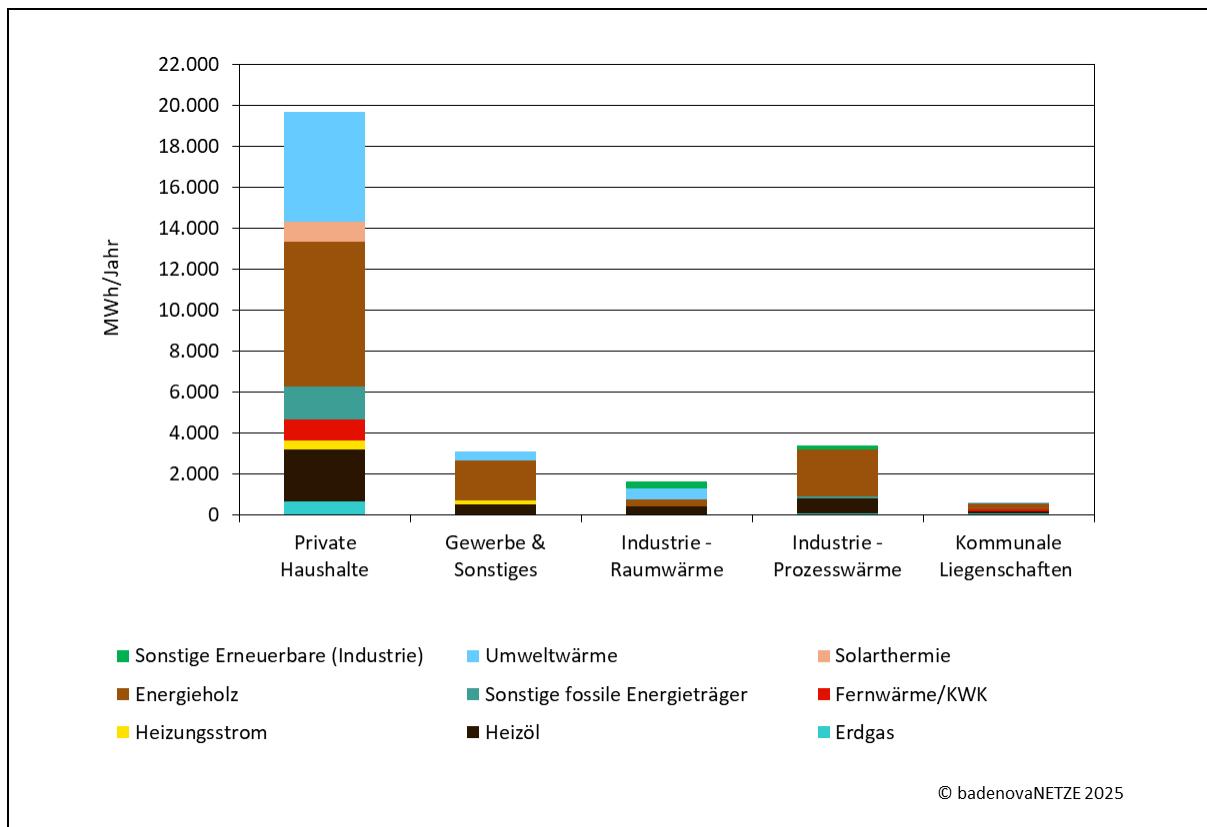


Abbildung 41 – Sektorale Energieverbräuche und Energieträgerverwendungen für 2035

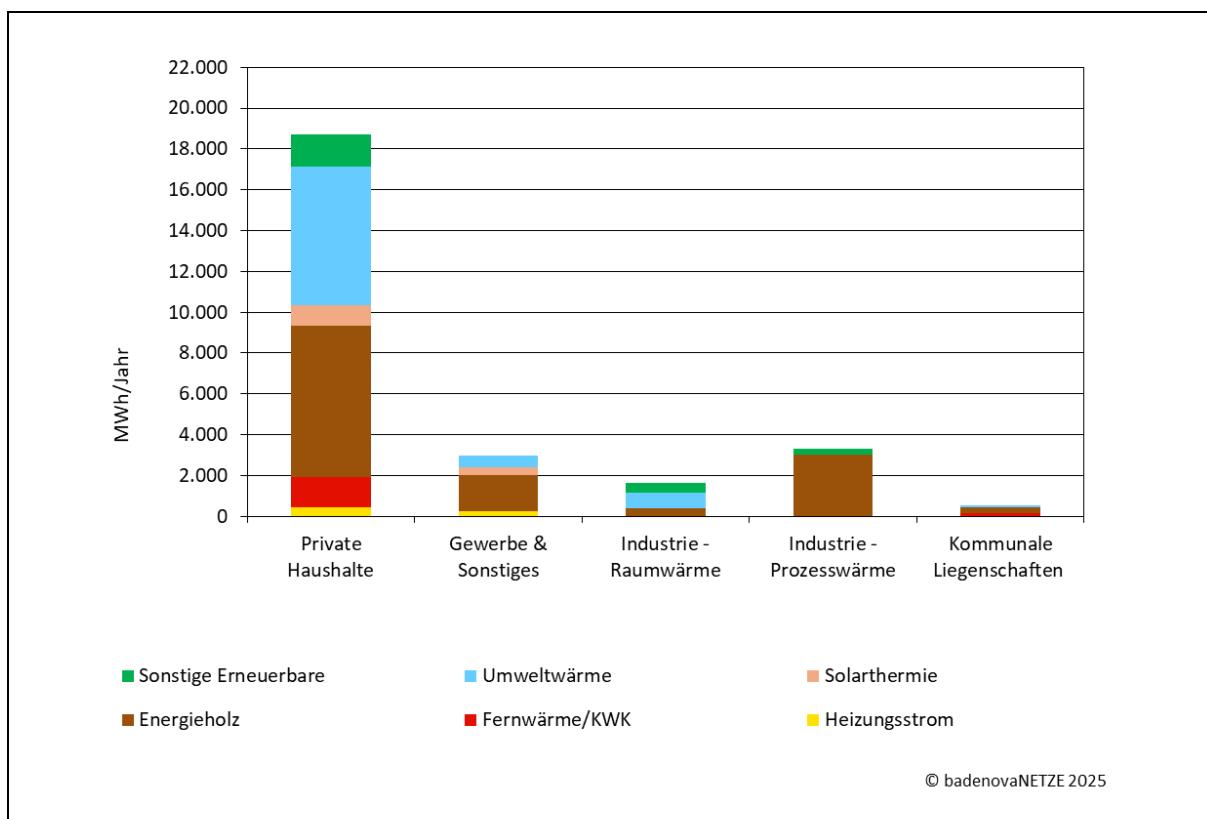


Abbildung 42 – Sektorale Energieverbräuche und Energieträgerverwendungen für 2040

7. Wärmewendestrategie & Maßnahmen

Nachdem das Zielszenario den Pfad aufzeigt, wie Weilheim bis zum Jahr 2040 einen klimaneutralen Gebäudebestand erreichen kann, wird mit der kommunalen Wärmewendestrategie dieser Pfad mit konkreten Maßnahmen hinterlegt. Das folgende Kapitel beschreibt zunächst die übergeordnete Wärmewendestrategie, welche konkreten Handlungsfelder daraus für Weilheim entwickelt wurden sowie abschließend die lokalen Maßnahmen zur Umsetzung.

Die Maßnahmen richten sich nach dem Handlungsräum, den Rollen und dem Wirkungsfeld der Gemeinde. Dabei wird es zunächst wichtig sein, die Organisation der Umsetzung des Wärmeplans sicherzustellen und den Wärmeplan in bestehende Strukturen und den Planungsaltag der Verwaltung zu integrieren.

7.1 Kommunale Wärmewendestrategie

Aus dem Zielszenario ergibt sich zunächst eine übergeordnete, gesamtheitliche Wärmewendestrategie. Die wichtigsten Ziele der Wärmewendestrategie sind:

- **Energieverbrauch senken**

Um den Energieverbrauch entscheidend zu senken, müssen die Gebäude energetisch saniert werden. Darüber hinaus sollten Einsparpotenziale durch Effizienzsteigerungen der Heizungssysteme und durch angepasstes Nutzerverhalten genutzt werden. Um diese Potenziale der Wohngebäude nochmals differenzierter darzustellen, wurden für nahezu alle Gebäudetypen in Weilheim Gebäudesteckbriefe erstellt (siehe Anhang 12.7). Die Steckbriefe zeigen detailliert, welche Maßnahmen an Gebäudehülle und -technik für ein typisches Gebäude des jeweiligen Gebäudetyps technisch und wirtschaftlich sinnvoll sind. Bei der Prozesswärme können Betriebe den Energieverbrauch durch gezielte Modernisierungs- und Optimierungsmaßnahmen senken.

- **Wärmeversorgung dekarbonisieren**

Um die Wärmeversorgung zu dekarbonisieren, müssen fossile Versorgungsstrukturen durch verschiedene erneuerbare Energiequellen ersetzt werden. Hier sollten je nach Gegebenheit vorhandene erneuerbare Potenziale sinnvoll genutzt werden. Eine zentrale Rolle wird hierbei die Nutzung der Umweltwärme für Heizzwecke über Wärmepumpen sowohl in zentralen als auch dezentralen Versorgungsgebieten einnehmen. Neben der Wärmequelle Luft, die überall zur Verfügung steht, können geothermische Potenziale aus Erdwärme in den jeweiligen Einzelfällen geprüft und erschlossen werden. Neben der Umweltwärme wird es zudem die Einbindung anderer erneuerbarer Wärmequellen brauchen, damit die Transformation gelingen kann. Im zentralen Versorgungsgebiet betrifft dies vor allem die Nutzung von Holzbrennstoffen. Erneuerbare Gase wie Biomethan, BioLPG oder auch Wasserstoff werden voraussichtlich zunächst nur dort eingesetzt, wo das Temperaturniveau des Heizsystems oder des Prozesses nicht abgesenkt werden kann. Dies betrifft vor allem gewerbliche Prozesse, die auf hohe Temperaturen angewiesen sind. BioLPG könnte zudem das in Weilheim häufig angewendete Flüssig-Erdgas ersetzen.

- **Stromversorgung dekarbonisieren**

Das Gelingen der Wärmewende ist mit Blick auf die zukünftige Rolle der strombetriebenen Wärmepumpe dadurch direkt an die Dekarbonisierung der Stromversorgung gekoppelt. In Weilheim sollte die lokale Stromerzeugung mit PV-Anlagen ausgebaut werden. Die identifizierten Potenziale reichen für eine klimaneutrale Stromversorgung der Gemeinde aus. Um die Fluktuation der erneuerbaren Energiequellen und die Winterlücke auszugleichen, werden

Energiespeicher in Form von Stromspeichern und in Zukunft Power-to-Gas-Anlagen benötigt. In Abstimmung mit dem lokalen Stromnetzbetreiber kann die Gemeinde dafür sorgen, dass die lokale Infrastruktur den zukünftigen Herausforderungen entsprechend ausgebaut und ertüchtigt wird.

7.2 Kommunale Handlungsfelder für die Wärmewende

Aus der übergeordneten Strategie ergeben sich fünf Handlungsfelder für die Gemeinde Weilheim. Sie zeigen, in welchen Bereichen die Gemeinde Handlungsmöglichkeiten hat, um die Wärmewende vor Ort voranzubringen.

Die kommunale Wärmewendestrategie wird durch die Zusammenarbeit aller relevanten Akteure in der Gemeinde und mit den entsprechenden Rahmenbedingungen, die bspw. auf Bundes- und Landesebene vorgegeben werden, umgesetzt. In den nächsten Abschnitten werden fünf wesentliche Handlungsfelder der Gemeinde für die Wärmewende erläutert.

7.2.1 Strategie, Organisation und Verankerung in der Verwaltung

Der kommunale Wärmeplan wurde in Abstimmung mit der Gemeinde erstellt, so dass das Thema und die Inhalte bereits in den bestehenden Strukturen integriert und die Zuständigkeiten innerhalb der Verwaltung geordnet sind.

Durch regelmäßiges Monitoring sollte in Zukunft über den Fortschritt und eventuell auftretende Hemmnisse beraten werden. Zudem können neue Maßnahmen aufgenommen werden. Nach und nach soll der Wärmeplan als wichtiges Tool in den Planungsalltag der Gemeinde, z.B. bei der Entwicklung von Neubaugebieten und bei der Verwaltung der kommunalen Liegenschaften, integriert werden.

Darüber hinaus sollte auch der Gemeinderat die Maßnahmen und die Strategie des kommunalen Wärmeplans mittragen und bei relevanten Entscheidungen entsprechend abwägen.

7.2.2 Klimaneutrale Wärmeversorgung der Liegenschaften

Für eine klimaneutrale Wärmeversorgung der kommunalen Liegenschaften ist es erforderlich, die bestehenden Gebäude zu sanieren bzw. zu modernisieren. Hier hat die Gemeinde in vielen Fällen bereits ihre Hausaufgaben gemacht, u.a. wurde die Grundschule Nöggenschwiel 2018 energetisch saniert. Sanierungsmaßnahmen haben auch die Hallen in Remetschwil und in Weilheim bereits erfahren. Mehrere kommunale Gebäude (Rathaus, Mehrzweckgebäude in Bierbrunnen und weitere Gebäude) sollen in den nächsten 5 bis 10 Jahren saniert werden. Sanierungskonzepte können präzise Informationen zu den Kosten und zu den Wirtschaftlichkeiten der Sanierungsmaßnahmen bieten. Einsparpotenziale und konkrete Sanierungsmaßnahmen für einzelne Liegenschaften mit einem Sanierungskonzept für Nichtwohngebäude ausgearbeitet werden.

Darüber hinaus sind auch Einspar- und Effizienzmaßnahmen ein zusätzlicher Schritt, um den Energieverbrauch der kommunalen Liegenschaften zu senken. Entsprechende Maßnahmen sind in Abschnitt 5.1 und 5.2 beschrieben. Die Reduktion der Energieverbräuche durch Effizienzsteigerung und Modernisierung der Gebäude ist der Grundstein für eine erfolgreiche Umstellung zur effizienten Nutzung erneuerbarer Energien. Zudem kann die Gemeinde durch die Umsetzung solcher Maßnahmen ein Vorbild für die Bürgerinnen und Bürger der Gemeinde sein.

7.2.3 Ausbau erneuerbarer Energien

Der nach den Einspar- und Effizienzmaßnahmen verbleibende Wärmebedarf muss möglichst treibhausgasarm gedeckt werden. Um dieses Ziel zu erreichen, sollten neben dem Ausbau und der Anpassung der bestehenden Energieinfrastruktur (Strom- und Gasnetze) die lokalen Potenziale aus erneuerbaren Energien erschlossen und genutzt werden.

Dazu müssen zunächst die wärmeseitig vorhandenen Potenziale erschlossen werden. Über Wärmepumpen kann Umweltwärme aus Luft, Grundwasser und Erdreich zur dezentralen Gebäudebeheizung nutzbar gemacht werden. Für die zentrale Wärmeversorgung steht in Weilheim insbesondere der Energieträger Energieholz im Fokus. Gegebenenfalls sind (Übergangs-)Lösungen mit Biogas oder Bio-Flüssiggas (Bio-LPG) zu betrachten.

Zur Deckung des zusätzlichen Stromverbrauchs durch Wärmepumpen müssen auch stromseitig vorhandene Potenziale im Rahmen einer klimaneutralen Wärmeversorgung erschlossen werden. Vor allem die Photovoltaik bietet weiterhin ein großes Potenzial zur lokalen Stromerzeugung. Hier kann die Gemeinde weitere Areale für eine Freiflächen-PV-Anlage zusammen mit den Landwirten sondieren. Zudem können weitere gemeindeeigenen Liegenschaften und Flächen auf Potenziale für PV-Anlagen geprüft werden.

7.2.4 Bau von klimaneutralen Wärmenetzen

Der Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung in Weilheim wird insgesamt betrachtet kein essenzieller Bestandteil der Wärmewendestrategie sein. Lediglich in Weilheim-Ort bietet sich ein kleineres Siedlungsareal dafür an. Mithilfe von einer geförderten Machbarkeitsstudie werden Wärmeabsatzprognosen, Trassenverläufe und Erzeugerstrukturen mit Hinsicht auf der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit untersucht und gegenübergestellt. Auf dieser Basis könnte das Wärmenetz entwickelt werden und in die Umsetzung kommen. Dazu bedarf es aber voraussichtlich auch einer starken innerkommunalen Initiative, z.B. durch eine Bürgergenossenschaft mit Unterstützung durch die Kommune oder durch einen Netzbetreiber.

7.2.5 Kommunikation, Information & Beratung

Mit dem kommunalen Wärmeplan schafft die Gemeinde Weilheim die Grundlage für einen klimaneutralen Gebäudebestand. Um dieses Ziel bis 2040 angehen und umsetzen zu können, ist die Kommunikation und Information aller relevanten Akteure in diesem Prozess essenziell. Die Gemeinde selbst kann im Gebäudebereich nur die Sanierung und den Einsatz der erneuerbaren Energien in ihren eigenen Liegenschaften real umsetzen. Alle anderen Gebäude, sei es Privatgebäude oder Gewerbebetriebe, liegen nicht in der Hand der Gemeindeverwaltung. Darum ist hier eine gezielte Information der einzelnen Zielgruppen wichtig, um diese zu motivieren.

Im ersten Schritt bedeutet dies, die Ergebnisse des kommunalen Wärmeplans öffentlich zu kommunizieren und über die gemeindeeigenen Medien den Bürgern, Gebäudebesitzern, Interessensgruppen und dem Gewerbe zur Verfügung zu stellen.

Für Gebäudeeigentümer sind alle Informationen rund um die energetische Gebäudesanierung relevant. Hier sollten Beispiele für umgesetzte Maßnahmen zur Verfügung gestellt werden. Gleichzeitig sollten Informationen zu den aktuellen Fördermöglichkeiten auf der Internetseite oder über eine gezielte Beratung bereitgestellt werden. Als konkrete Maßnahme können für dezentral versorgte Eignungsgebiete Wärmepumpeninitiativen durchgeführt werden. Hierfür kann die Gemeinde bspw. eine Informationsveranstaltung für alle Gebäudeeigentümer initiieren.

Bei den Bürgern kann Verständnis geschaffen werden, was Energie ist und wie mit dieser nachhaltig umgegangen werden kann. Dies kann über gezielte Tipps und Maßnahmen über die gemeindeeigenen Medien abgerundet werden.

Gleichzeitig sollte die Gemeinde in Austausch mit dem örtlichen Gewerbe treten und auch hier Maßnahmen zur Gebäudesanierung und zur Energieeinsparung besprechen und unterstützend zur Seite stehen.

Neben der öffentlichen Kommunikation ist eine enge und regelmäßige interne Abstimmung der Gemeindeverwaltung mit den Netzbetreibern ebenso von großer Bedeutung und entscheidend für den weiteren Verlauf der Wärmewende in Weilheim.

7.3 Maßnahmenentwicklung

Grundlage für die Maßnahmenentwicklung waren die Ergebnisse und Erarbeitungen aus der Bestands- und Potenzialanalyse sowie dem Zielszenario. Gemeinsam mit der Gemeindeverwaltung wurden im Rahmen eines Verwaltungsworkshops mögliche Maßnahmen gesammelt, diskutiert und konkretisiert. Hierbei sind sowohl das lokale Wissen der Entscheidungsträger als auch das Fachwissen der Energieexperten eingeflossen.

Sechs Maßnahmen wurden als prioritär bewertet. Mit der Umsetzung sollten mindestens fünf dieser Maßnahmen spätestens innerhalb von fünf Jahren begonnen werden.

7.4 Maßnahmen des kommunalen Wärmeplans 2025

Der Maßnahmenkatalog des kommunalen Wärmeplans der Gemeinde Weilheim mit Stand November 2025 enthält folgende sechs priorisierten Maßnahmen:

1. Initiative zur Prüfung der leitungsgebundenen Wasserstoffversorgung des Ortsteils Weilheim.
2. Sanierungspotenziale und -kosten für die kommunalen Gebäude mit geförderten Konzepten ermitteln (BEG NWG).
3. Weitere Initiativen zur Gründung einer Waldgemeinschaft
4. Vorstudie oder Machbarkeitsstudie zur Prüfung des zentralen Fernwärme-Eignungsgebiets in Weilheim-Ort.
5. Informationsangebote zum Thema Heizungserneuerung und Gebäudesanierung für Privathaushalte.
6. Nutzung der Flächenpotenziale: Initiative zur Prüfung von Dachflächen für die Anwendung von PV, eventuell mit Unterstützung von privaten Anbietern.

In den folgenden Abschnitten werden diese priorisierten Maßnahmen einzeln erläutert und strukturiert in einem Maßnahmensteckbrief dargestellt. Neben der Nennung des Titels und des Handlungsfelds der Maßnahme werden folgende Eckpunkte übersichtlich formuliert:

- Ziel: Welcher Mehrwert soll mit der Maßnahme konkret erreicht werden?
- Beschreibung: Was ist der Hintergrund der Maßnahme? Welche Informationen sind relevant?
- Erste Handlungsschritte: Wie kann die Gemeinde konkret mit der Umsetzung beginnen?
- Zeitliche Einordnung: Wann soll begonnen werden? Wie lange läuft die Maßnahme? Bis wann wird die Maßnahme abgeschlossen sein?
- Für die Umsetzung verantwortliche Akteure: Wer verantwortet und treibt die Umsetzung der Maßnahme?
- Von der Umsetzung betroffene Akteure: Auf wen wirkt sich die Umsetzung dieser Maßnahme aus? Wer wird durch die Umsetzung beeinflusst?
- Kosten: Welchen finanziellen Aufwand wird die Maßnahme verursachen? Welche Fördermittel stehen für die Umsetzung zur Verfügung?
- Energie- und THG-Einsparung: Wie viel Energie und THG-Emissionen können durch die Maßnahme eingespart werden?

1

Initiative zur Prüfung einer leitungsgebundenen Wasserstoff-Versorgung des Orts- teil Weilheim**Handlungsfeld:** Klimaneutrale Wärmenetze**Ziele:**

- Entwicklung eines ganzheitlichen Versorgungskonzeptes zur Versorgung der Endkunden mit Wasserstoff
- Analyse der technischen Machbarkeit durch Prüfung der Gasnetzinfrastruktur auf Wasser- stofftauglichkeit
- Ausarbeitung eines Sicherheitskonzeptes zur sicheren und reibungslosen Versorgung der Anschlussnehmer
- Erarbeitung eines Wirtschaftlichkeitsvergleiches bezogen auf den Energieträger Wasser- stoff, aus Sicht der Endkunden
- Prüfung von Logistikkonzepten für die Anlieferung von Wasserstoff mittels Trailer per LKW
- Identifikation geeigneter Standorte für die Zwischenlagerung und Einspeisung, einschließ- lich der Erarbeitung eines Sicherheitskonzeptes und der Einholung von entsprechenden Ge- nehmigungen
- Zusammenführung und Erstellung eines Transformationsplanes für den erdgasversorgten Ortsteil von Weinheim, in Kooperation mit dem Erdgasnetzbetreiber badenovaNETZE GmbH

Beschreibung:

Wasserstoff gilt Dank seiner flexiblen Einsatzmöglichkeiten als ein Schlüsselement für die Energie- wende. Im Zuge der kommunalen Wärmeplanung wird die Einspeisung von Wasserstoff als klima- freundlicher Energieträger in die bestehende Gasnetzinfrastruktur geprüft. Hierbei steht die Erstel- lung eines ganzheitlichen Versorgungskonzeptes im Mittelpunkt.

Zentraler Bestandteil dieser Maßnahme sind u.a. die technische Prüfung und die wirtschaftliche Be- wertung der Wasserstoffeinspeisung in das bestehende Erdgasnetz. Im Zuge dieser Machbarkeits- prüfung, werden die technischen und baulichen Schritte, die zur fortschreitenden Umstellung der Infrastruktur auf Wasserstoff notwendig werden, geprüft. Hierunter fällt eine umfangreiche Mate- rialprüfung der bestehenden Gasnetzinfrastruktur auf Wasserstofftauglichkeit. Des Weiteren wird ein Sicherheitskonzept erarbeitet, um jederzeit einen sicheren und reibungslosen Netzbetrieb ge- währleisten zu können. Die wirtschaftliche Bewertung umfasst u.a. einen Wirtschaftlichkeitsver- gleich des Energieträgers Wasserstoff aus Endkundensicht. Dadurch können die Letztabbraucher eine optimale Entscheidung, bezogen auf deren zukünftige Wärmeversorgung treffen.

Parallel dazu werden Möglichkeiten einer dezentralen Versorgung mit Wasserstoff untersucht. Hier- bei steht insbesondere die Belieferung über Trailer per LKW im Fokus, um bspw. Regionen ohne direkte Netzanschlüsse oder mit begrenzter Infrastruktur flexibel versorgen zu können. Hier könnte insb. der Fokus auf den erdgasversorgten Ortsteil von Weilheim gelegt werden.

Somit können abgelegene Kommunen auch schon vor einer Umstellung des vorgelagerten Netzes durch die Versorgung mit Wasserstoff profitieren, bis diese perspektivisch durch das vorgelagerte Netz Wasserstoff beziehen können.

Die Maßnahme kann einen wichtigen Beitrag zur Transformation der kommunalen Wärmeversor- gung und zur Erreichung der Klimaziele leisten. Sie schafft die Grundlage für eine flexible, skalierbare und zukunftsähnige Wasserstoffnutzung im Wärmesektor.

Erste Handlungsschritte:

1. Abstimmung mit dem Erdgasnetzbetreiber zur Zieldefinition und zeitlichen Umsetzbarkeit
2. Projektstruktur und Stakeholder definieren
3. Bestandsaufnahme und Datenanalyse, technische Machbarkeit prüfen, regulatorische Rahmenbedingungen klären
4. Versorgungskonzept für Weilheim entwickeln und Erstellung eines Transformationsplanes

Zeitliche Einordnung:

Kurzfristig: Abstimmung mit dem Netzbetreiber

Mittel- bis langfristig: Erstellung eines Transformationsplans/ alternativen Versorgungskonzepts für die bestehende Erdgasinfrastruktur

Langfristig: Umstellung der erdgasversorgten Haushalte auf Wasserstoff

Für die Umsetzung verantwortliche Akteure:

Gemeindeverwaltung, Erdgasnetzbetreiber, Gemeinderat, Bundesnetzagentur

Von der Umsetzung betroffene Akteure:

Gemeinde, ansässige Gewerbebetriebe, Bürgerinnen und Bürger, Erdgasnetzbetreiber

Kosten:

Grundsätzlich übernimmt der Netzbetreiber die Transformationsplanung, da er die technische Verantwortung für das Netz trägt. Die Kommune ist hierbei einzubinden, jedoch entstehen für sie i.d.R. keine Kosten.

Energie- und THG-Einsparungen¹:

Bei vollständiger Umstellung der erdgasbedingten Wärmebedarfswerte von 3.101 MWh/Jahr (Bilanzjahr 2022) würde sich ein THG-Einsparpotenzial, bei vollständiger Umstellung auf grünen Wasserstoff im Jahr 2040, von ca. 657 t CO₂e/Jahr ergeben.

¹ Grundlage: KWW Technikkatalog Wärmeplanung (08/2024). Emissionswerte: Erdgas 2040: 240 in g CO₂-Äquivalent pro kWh Endenergie, Grüner Wasserstoff 2040: 28 in g CO₂-Äquivalent pro kWh Endenergie

2 Sanierungspotenziale und -kosten für die kommunalen Gebäude mit geförderten Konzepten ermitteln (BEG NWG)

Handlungsfeld: Kommunale Verwaltung

Ziel:

- Übersicht zu Sanierungspotenziale und damit verbundene Investitionen schaffen
- Priorisierung und Planung von energetischen Sanierungsmaßnahmen der Liegenschaften
- Senkung des Energieverbrauchs der kommunalen Liegenschaften
- Stärkung der Vorbildfunktion der Gemeinde im Klimaschutz

Beschreibung:

Die Gemeindeverwaltung nimmt eine Vorreiterrolle und Vorbildfunktion im Bereich Klimaschutz und Nachhaltigkeit ein. Ziel der Maßnahme ist die Umsetzung einer klimaneutralen Wärmeversorgung für die kommunalen Liegenschaften durch die Erneuerung der bestehenden Heizanlagen und die Integration erneuerbarer Energieträger. Dies umfasst die Umstellung auf moderne, energieeffiziente Heizsysteme sowie die Nutzung von Solarthermie, Wärmepumpen oder Biomasse. Vor allem wenn auf ein Wärmepumpensystem umgestellt wird, ist häufig eine energetische Sanierung der Gebäudehülle erforderlich, damit die notwendige Effizienz für die Nutzung dieser Technologie gewährleistet wird. Neben der energetischen Sanierung der Gebäudehülle (Fassadendämmung, Fenster, Dach oder Dachgeschoß und Kellerdecke oder Bodenplatte) kann der Energieverbrauch durch Effizienzmaßnahmen am Heizsystem und durch moderne Gebäudetechnik reduziert werden. Ab Juni 2028 ist zudem gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG) der Nachweis zu erbringen, dass bei der Installation neuer Heizsysteme mindestens 65 % der genutzten Energie aus erneuerbaren Quellen stammt.

In Weilheim weisen z.B. das Rathaus, die Grundschule in Nöggenschwiel und der Kindergarten in Weilheim Energieeinsparpotenziale durch Heizungstausch und/oder Sanierung auf. Der kommunale Gesamtwärmeverbrauch durch Erdgas und Heizöl beträgt ca. 371 MWh/a.

Für eine strukturierte Vorgehensweise ist es sinnvoll zunächst eine Sanierungsstrategie mit Prioritäten zu erstellen. Dabei sollten Sanierungspotenziale der kommunalen Gebäude und die damit verbundenen Kosten ermittelt werden. Darauf aufbauend können die anzugehenden energetischen Sanierungsmaßnahmen aufgelistet und nach verschiedenen Kriterien bewertet werden. Folgende Faktoren könnten herangezogen werden, um die Priorisierung der Sanierungsmaßnahmen abzuwägen:

- Zeitlichkeit: Bestehender oder absehbarer, dringender Handlungsbedarf
- Synergieeffekte: Bereits geplante Maßnahmen am Gebäude oder Projekte im Quartier, perspektivische Anschlussmöglichkeiten an ein Wärmenetz
- Energieeffizienzklasse: Gebäude mit einem besonders hohen spezifischen Wärmeverbrauch
- Wirksamkeit: Gebäude mit einem besonders hohem absoluten Wärmeverbrauch
- Versorgung: Vorhandene Potenziale zur Nutzung lokaler erneuerbarer Energie

Die Erstellung von Sanierungskonzepten bzw. von Sanierungsfahrplänen könnte hierbei ein grundlegender Baustein sein, um Sanierungsmaßnahmen und deren Umsetzung für einzelne kommunale Liegenschaften planen zu können.

Die Umsetzung der Maßnahmen sollte zudem durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit begleitet werden, um die Vorbildfunktion dieser Maßnahmen zum Tragen zu bringen.

Ergänzend dazu sollte auch das Nutzerverhalten in den sanierten Liegenschaften berücksichtigt werden. Durch gezielte Schulungen und Informationsangebote für Mitarbeitende der Stadtverwaltung sowie die Nutzer der Gebäude kann das Bewusstsein für energieeffizientes Verhalten gestärkt und ein nachhaltiger Umgang mit den sanierten Gebäuden gefördert werden.

Erste Handlungsschritte:

1. Ermittlung der energetischen Sanierungspotenziale aller kommunalen Gebäude
2. Erstellung eines Prioritätenplans für durchzuführende Sanierungen, ggf. durch Einbindung eines Experten oder Energieberaters
3. Berücksichtigung der Sanierungskosten im kommunalen Haushalt

Zeitliche Einordnung:

Kurzfristig: Hinzunahme eines Experten oder Energieberaters, Erstellung der Sanierungsstrategie

Mittel- bis langfristig: Kontinuierliche Umsetzung der Sanierungsstrategie nach Prioritätenplan

Langfristig: Umstellung aller kommunalen Liegenschaften auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung

Für die Umsetzung verantwortliche Akteure:

Gemeindeverwaltung

Von der Umsetzung betroffene Akteure:

Gemeindeverwaltung, Energieagentur Südwest, Energieberater für Nicht-Wohngebäude, Gemeinderat

Kosten:

Energetisches Sanierungskonzept für Nichtwohngebäude: 1.700 € - 8.000 € netto

- Förderung nach BAFA, Modul 2: Energieberatung DIN V 18599: bis 50 % der Beratungskosten, abhängig von der Nettogrundfläche des Gebäudes, max. 4.000 € netto

Beratung durch Experten, z.B. Energieagentur Südwest

- Förderung durch das Kommunale Energieeffizienz-Netzwerk (KEEN)

Kosten für die Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen

- Fördermittelbeantragung möglich, z.B. KfW-Zuschuss Nr. 422: Heizungsförderung für Kommunen – Wohn- und Nichtwohngebäude

Energie- und THG-Einsparungen:

Je nach Sanierungsmaßnahme, daher vorerst nicht zu beziffern.

Nach vollständiger Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen und Umstellung der kommunalen Liegenschaften auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung ist mit einer Einsparung des Wärmeverbrauchs von mindestens 50 % zu rechnen. Bei gleichzeitiger Umstellung auf erneuerbare Energien (z.B. Holzkessel) kann eine THG-Einsparung von bis zu 98 t CO₂e/Jahr erreicht werden.

3 Initiative zur Gründung einer Waldgemeinschaft

Handlungsfeld: Erneuerbare Energien

Ziel:

- Die Gründung einer Waldgemeinschaft soll die nachhaltige Nutzung der lokalen Waldflächen für die Wärmeversorgung sichern. Sie bündelt die Interessen von Staat, Gemeinde und privaten Waldbesitzern, um eine verlässliche, regionale und klimafreundliche Energiequelle zu erschließen.
- Steigerung der Wärmeerzeugung aus lokalen erneuerbaren Energiequellen

Beschreibung:

Die Initiative zur Gründung einer Waldgemeinschaft bietet erhebliche Vorteile für die kommunale Wärmeplanung, insbesondere durch die Einbindung des kleinparzellierten Privatwaldes. Sie stärkt die regionale Energieversorgung, schafft Wertschöpfung vor Ort und fördert nachhaltige Waldbewirtschaftung. Gleichzeitig sind Hindernisse wie die Kooperationsbereitschaft der Eigentümer, rechtliche Rahmenbedingungen und finanzielle Investitionen zu beachten. Eine sorgfältige Planung und transparente Kommunikation sind entscheidend, um die Potenziale erfolgreich zu erschließen.

- **Effiziente Nutzung kleinparzellierter Privatwälde**. Der größte Teil der Waldfläche (900 ha) befindet sich in privater Hand und ist stark zersplittet. Einzelne Eigentümer können ihre Flächen oft nicht wirtschaftlich bewirtschaften. Eine Waldgemeinschaft bündelt diese Ressourcen und ermöglicht eine koordinierte, professionelle Nutzung.
- **Gesicherte Rohstoffversorgung für die Wärmeversorgung**. Mit insgesamt 1.480 ha Waldfläche – davon 400 ha Staatswald, 180 ha Gemeindewald und 900 ha Privatwald – steht ein erhebliches Potenzial für die nachhaltige Bereitstellung von Holzenergie zur Verfügung. Die Gemeinschaft schafft Strukturen, um dieses Potenzial langfristig und planbar zu nutzen.
- **Stärkung regionaler Wertschöpfung**. Die Energieerzeugung aus lokalem Holz reduziert die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern und hält die Wertschöpfung in der Region. Einnahmen aus Holzverkauf und Energieproduktion kommen direkt den Waldbesitzern und der Gemeinde zugute.
- **Klimaschutz und Nachhaltigkeit**. Holz als erneuerbare Ressource trägt zur Reduktion von CO₂-Emissionen bei. Gleichzeitig fördert die Gemeinschaft eine nachhaltige Waldbewirtschaftung, die Biodiversität und Schutzfunktionen des Waldes berücksichtigt.
- **Professionalisierung und Unterstützung der Waldbesitzer**. Durch gemeinsame Organisation können Beratung, Maschinen, Infrastruktur (z. B. Lagerplätze, Hackschnitzelwerke) und Vermarktung effizienter bereitgestellt werden. Dies entlastet insbesondere kleine Privatwaldbesitzer.

Neben den Vorteilen sind auch mögliche Herausforderungen zu berücksichtigen:

- **Kooperationsbereitschaft der Privatwaldbesitzer**. Die Vielzahl an Eigentümern mit unterschiedlichen Interessen kann die Gründung und Funktionsfähigkeit einer Waldgemeinschaft erschweren. Manche Eigentümer könnten Vorbehalte gegenüber gemeinschaftlichen Strukturen haben.
- **Rechtliche und organisatorische Fragen**. Die Wahl einer geeigneten Rechtsform (z. B. Genossenschaft, Verein) sowie die Ausgestaltung von Mitgliedsbeiträgen, Lieferverträgen und Entscheidungsprozessen erfordert sorgfältige Planung und juristische Begleitung.
- **Finanzielle Anfangsinvestitionen**. Der Aufbau von Infrastruktur wie Hackschnitzelwerken, Lagerflächen oder Transportlogistik erfordert erhebliche Investitionen. Diese müssen durch Fördermittel, kommunale Unterstützung oder Eigenmittel abgesichert werden.

- **Nachhaltigkeitsanforderungen.** Die Nutzung von Holz für Energie muss mit ökologischen Zielen wie Biodiversität, Bodenschutz und Klimaanpassung in Einklang gebracht werden. Eine Übernutzung der Wälder wäre kontraproduktiv und könnte Akzeptanzprobleme hervorrufen.
- **Markt- und Preisrisiken.** Schwankungen im Energie- und Holzmarkt können die Wirtschaftlichkeit beeinflussen. Eine Waldgemeinschaft muss daher flexible Strategien entwickeln, um auf Preisentwicklungen reagieren zu können.

Erste Handlungsschritte:

- 1. Bestandsaufnahme und Analyse**
 - Erfassung der Waldflächen, der Eigentümer und des jährlichen nachhaltigen Holzeinschlags
 - Bedarfserhebung für kommunale Wärmeversorgung
- 2. Vernetzung/Austausch mit bestehenden Waldgemeinschaften bspw. Gemeinde Albbruck**
- 3. Informations- und Beteiligungsprozess**
 - Einladung aller Waldbesitzer (insb. Privatwaldbesitzer) zu Informationsveranstaltungen
 - Darstellung der Vorteile (wirtschaftlich, ökologisch, organisatorisch)
- 4. Gründung einer Arbeitsgruppe**
 - Gemeinde, Forstverwaltung, Staatswald und privaten Waldbesitzern
 - Erarbeitung einer Satzung und Organisationsstruktur
- 5. Pilotprojekt starten**
- 6. Institutionalisierung der Waldgemeinschaft**
 - Gründung als eingetragener Verein oder Genossenschaft
 - Festlegung von Mitgliedsbeiträgen, Holzlieferverträgen und gemeinsamer Vermarktung

Zeitliche Einordnung:

Kurzfristig: Bestandsaufnahme sowie Austausch mit bestehender Waldgemeinschaft

Mittelfristig: Informationsveranstaltung, Gründung einer Arbeitsgruppe und Start einer Pilotphase

Langfristig: Konsolidierung und Verfestigung

Für die Umsetzung verantwortliche Akteure:

Gemeindeverwaltung, Waldeigentümer, Forstamt/Revierförster

Von der Umsetzung betroffene Akteure:

Waldeigentümer

Kosten:

Nicht zu beziffern

Energie- und THG-Einsparungen:

Nicht zu beziffern, da konkrete Restepotenziale und jährliche Einschlagsmengen etc. im Privatwald nicht bekannt sind

4

Vorstudie oder Machbarkeitsstudie zur Prüfung des zentralen Fernwärme-Eignungsgebiets in Weilheim-Ort

Handlungsfeld: Klimaneutrale Wärmenetze

Ziele:

- Prüfung des Aufbaus eines neuen Wärmenetzes in Weilheim-Ort mit Ankerkunden Rathaus und Seniorenheim
- Prüfung einer zentralen Wärmeversorgung in Weilheim
- Erreichen einer klimaneutralen Wärmeversorgung

Beschreibung:

Auf Grund der ländlichen Struktur der Gemeinde, der vielen Einfamilienhäusern und dadurch niedrigen absoluten Wärmebedarfen der Gebäude, wurde im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung lediglich das Gebiet um den Ortskern in Weilheim als Eignungsgebiet für eine zentrale Wärmeversorgung definiert. In dem Bereich befinden sich überwiegend Gebäude aus der Gründer- und Nachkriegszeit und sind somit vor der ersten Wärmeschutzverordnung 1983 gebaut wurden. Der Wärmebedarf dieser Gebäude ist dementsprechend hoch. Zudem können das Rathaus und das Seniorenheim als Ankerkunden dienen. Dadurch kann die Gemeinde selbst die Realisierung steuern.

Die nachhaltige Wärmeversorgung des Wärmenetzes wird sich voraussichtlich auf Holz als Energieträger stützen. Hier wird es wichtig sein, alle Möglichkeiten vorher analysieren zu lassen. Daher sollte die Gemeinde eine Vorstudie zur Prüfung eines zentralen Wärmenetzes im ausgewiesenen Bereich beauftragen. Ein zukünftiges Netz muss über einen entsprechend erneuerbaren Energieträgermix versorgt werden, welcher verschiedene Last- und Temperaturniveaus abdeckt. Dafür können die Daten aus der kommunalen Wärmeplanung eine Grundlage bilden, die durch weitere zu erarbeitende Daten wie z.B. Anschlussinteresse oder Trassenplanung ergänzt werden müssen. Die Eignungsgebiets-Steckbriefe im Anhang enthalten weitere relevante Informationen zur Umsetzung einer solchen Maßnahme.

Erste Handlungsschritte:

1. Förderantragstellung beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) oder
2. Suche nach einem geeigneten Ingenieurbüro, um eine Potenzial- und Wirtschaftlichkeitsstudie erstellen zu lassen. (Um die Kosten zunächst gering zu halten, kann auch eine Vorstudie ohne Fördermittel erstellt werden, um erste quantitative Hinweise auf die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzen zu erhalten).
3. Ggf. Ausschreibung zur Vergabe der Dienstleistung
4. Beauftragung eines Dienstleisters für die Erstellung der Studie.

Zeitliche Einordnung:

Kurzfristig: Förderantragsstellung beim BAFA für die Vorstudie bzw. Machbarkeitsstudie. Sobald der Antrag durch das BAFA bewilligt wird, kann eine Ausschreibung und Vergabe an einen Dienstleister erfolgen.

Dauer: Durchführung der gesamten Machbarkeitsstudie ca. 1 Jahr (verlängerbar um ein Jahr)

Für die Umsetzung verantwortliche Akteure:

Stadtverwaltung, Dienstleister zur Durchführung der BEW-Machbarkeitsstudie

Von der Umsetzung betroffene Akteure:

Anwohner, Seniorenheim, Gemeinde (Rathaus), eventuell auch die Kirche

Kosten:

- Ca. 30.000 - 40.000 € (netto) für die erste Leistungsphase im Modul 1 der Machbarkeitsstudie (Grundlagenermittlung + Teile der Vorplanung)
- Förderquote: bis zu 50 % der förderfähigen Kosten für Modul 1
- Nötige Zusatzleistungen (z.B. Erdwärmeuntersuchungen), die sich erst mit der Projektskizze ergeben, können die Kosten erhöhen.
- Aufstockungsantrag für Phasen 2 bis 4 (Vor-, Entwurfs- und Genehmigungsplanung): 100.000 - 200.000 € (netto)

Energie- und THG-Einsparungen:

Fördervoraussetzung ist die Planung eines Wärmenetzes, welches zu mindestens 75 % mit erneuerbaren Energieträgern betrieben wird. Bis 2040 muss dieses Wärmenetz klimaneutral sein.

Bei einer Anschlussquote von langfristig 90 % im Eignungsgebiet betragen die Emissionseinsparungen mit der Umsetzung des Wärmenetzes dann ca. 450 t CO₂e pro Jahr ab 2040.

5**Informationsangebote zum Thema Heizungserneuerung und Gebäudesanierung für Privathaushalte****Handlungsfeld:** Information, Kommunikation & Beratung**Ziele:**

- Informationsangebote für Bürger zu klimafreundlichen Heizungslösungen und energetischer Gebäudesanierung
- Plattform zur regelmäßigen Bürgerinformation zu den Themen Heizungs- und Gebäudesanierung etablieren
- Individuelles und neutrales Beratungsangebot zur energetischen Sanierung vor Ort
- Aktivierung von Sanierungsmaßnahmen bei Privathaushalten

Beschreibung:

Die Privathaushalte in Weilheim haben mit knapp 67 % den größten Anteil am Gesamtwärmeverbrauch der Gemeinde. Somit liegt hier ein bedeutender Hebel und ein wichtiges Handlungsfeld, wenn die Gemeinde einen klimaneutralen Gebäudebestand erreichen möchte.

Zur Erreichung des Ziels ist es wichtig, den Gebäudebesitzern Informationen und Bewusstsein für energetische Gebäudesanierungsmaßnahmen zu schaffen.

Dazu sollen Veranstaltungen organisiert werden, bei denen Hauseigentümer über die verschiedenen Möglichkeiten des klimaneutralen Heizens mit Einzelheizungen u.a. Wärmepumpen, energetische Sanierung und zu Fördermitteln aufgeklärt werden. Als konkrete Aktion kann eine sogenannte Energiekarawane organisiert werden, bei der Hausbesitzer direkt angesprochen werden und diesen kostenlose, neutrale Vor-Ort Beratungen angeboten werden. Die Energiekarawane kann von der Gemeinde mit Energieberatern oder mit der regionalen Energieagentur organisiert werden.

Darüber hinaus können lokale Akteure wie Heizungsbauer und Schornsteinfeger aktiv in den Prozess involviert werden. Ebenso können Initiativen wie Bürgerberatungen eingebunden werden.

Um möglichst viele Eigentümer zu erreichen, empfiehlt es sich, sowohl Vor-Ort-Veranstaltungen als auch Online-Formate anzubieten. Dabei kann auf bestehende Online-Veranstaltungsreihen der Verbraucherzentrale, der Initiative Zukunft Altbau oder des Landkreises verwiesen werden. Auch eine gezielte Kommunikation über bestehende und jährlich stattfindende Kampagnen und Aktionen, wie etwa die Wärmewendeweche, der Wärmepumpen-Tag oder Angebote von Landkreisen und Ländern, ermöglicht mit wenig Aufwand ein Angebot für die eigenen Bürger zu schaffen.

Erste Handlungsschritte:

1. Sondierung möglicher Themen, Anbieter und Partner zur Durchführung von Informationsveranstaltungen
2. Organisation adäquater Räumlichkeiten für wiederkehrende Veranstaltungen
3. Zielgruppe beleuchten, um auf Vortragsreihen auf diese zuzuschneiden
4. Öffentlichkeitsarbeit und Bewerbung bestehender Angebote

Zeitliche Einordnung:

Kurzfristig: Die Maßnahme ist zeitnah umsetzbar. Nach ersten Organisationsschritten, Test des ausgewählten Formats und ggf. Vornahme notwendiger Optimierungen.

Mittel- bis langfristig: Kampagnen und wiederkehrender Turnus zu empfehlen – Ziel sollte es sein, ein Programm mit mehreren Veranstaltungen pro Jahr aufzustellen und dieses zu bewerben.

Für die Umsetzung verantwortliche Akteure:

Gemeindeverwaltung, Energieagentur Südwest GmbH, Verbraucherzentrale, Energieberater oder Fachfirmen

Von der Umsetzung betroffene Akteure:

Zielgruppe sind besonders die Gebäudeeigentümer (Privathaushalte und Gewerbebetriebe)

Kosten:

Stark abhängig vom Umfang der Kampagne und/oder Anzahl der Veranstaltungen.

Beispiel:

- Präsenzveranstaltung zum Thema Wärmepumpe mit Werbung, Vorträgen und Beratung durch Fachleute: ca. 3.000-4.000 €
- Einstündige Beratungen durch Energieberater bei Gebäudebesitzer vor Ort: 80-90 € pro Beratung

Energie- und THG-Einsparungen:

Indirekt, nicht zu beziffern

6

Nutzung der Flächenpotenziale: Initiative zur Prüfung von Dachflächen für die Anwendung von PV

Handlungsfeld: Erneuerbare Energien

Ziele:

- Prüfung des lokalen Dachflächen-PV-Potenzials
- Steigerung der Stromerzeugung aus lokalen erneuerbaren Energiequellen
- Nutzung lokaler Flächenpotenziale

Beschreibung:

Erneuerbarer Strom ist im Hinblick auf die Sektorenkopplung auch für die Wärmeversorgung der Zukunft ein wichtiger Faktor. Die Auswertung der PV-Potenziale der Gemeinde zeigt, dass auf den Dachflächen in Weilheim bisher ungenutztes hohes Potenzial zur lokalen erneuerbaren Stromerzeugung besteht.

Bei der Planung und Auslegung einer PV-Anlage kann die Eigenversorgung eine Rolle spielen. Kann der erzeugte Strom für den Betrieb einer Wärmepumpe oder zum Laden von Elektrofahrzeugen genutzt werden, so kann in der Regel auch ein hoher Eigenversorgungsgrad erreicht werden. Wenn der erzeugte Strom direkt genutzt wird, trägt die PV-Anlage dazu bei, die Stromkosten zu senken.

Durch öffentlichkeitswirksame Maßnahmen und Informationsveranstaltungen sollen Bürger dazu motiviert werden PV-Anlagen auf ihren Dachflächen zu installieren. Insbesondere gilt es die Bürgerschaft über den ökologischen und ökonomischen Nutzen sowie die Vorteile der PV-Nutzung in Kombination mit nach nachhaltigen Heizsystemen wie bspw. der Wärmepumpe zu informieren. Einen ersten Anhaltspunkt über die solare Eignung der Dachflächen und eine erste Einschätzung der Wirtschaftlichkeit bietet der Energieatlas der LUBW (<https://www.energieatlas-bw.de/sonne/gebaeude/karten?activeLayer=solarkataster>).

Privatwirtschaftliche Initiativen bieten an, online-abrufbare Steckbriefe für Wohngebäude zu erstellen, um den Bürgern direkt eine Handhabe zur Entscheidung zu bieten. Darin werden die Größe der Anlage und die Kosten sowie die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage beschrieben. Weitere Informationen dazu bietet die Homepage <https://5-prozent.de/>

Erste Handlungsschritte:

1. Benennung eines Verantwortlichen zur Umsetzung der Maßnahme
2. Dachflächenscreening, z.B. über das Solarkataster der LUBW oder Beauftragung zur Erstellung von Gebäudesteckbriefen mit der Firma Fünf Prozent GmbH
3. Aufbereitung der Informationen für die Gebäudeeigentümer
4. Öffentlichkeitsarbeit und Bewerbung bestehender Angebote zur Planung und Umsetzung einer Photovoltaik-Dachanlage

Zeitliche Einordnung:

Kurzfristig: Durchführung eines Dachflächenscreenings oder 5% Initiative

Mittelfristig: Gebäudeeigentümer bzgl. des Dachflächenpotenzials und den weiteren Schritten zur Umsetzung informieren und Öffentlichkeitsarbeit zu erfolgreichen Beispielen in der Kommune.

Für die Umsetzung verantwortliche Akteure:

Gemeindeverwaltung, Energieagentur Südwest GmbH, Fünf Prozent

Von der Umsetzung betroffener Personenkreis:

Gebäudeeigentümer (Privathaushalte und Gewerbebetriebe), Gemeindeverwaltung, Energieberater

Kosten:

Je nach Ausgestaltung

Energie- und THG-Einsparungen:

Eine PV-Anlage mit 40 kWp erzeugt jährlich rund 38.400 kWh erneuerbaren Strom. Dadurch werden rund 16 t CO₂e im Vergleich zum deutschen Strommix eingespart.

7.5 Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans

Die Novelle des KlimaG BW 2025 gibt vor, dass der kommunale Wärmeplan spätestens nach fünf Jahren fortgeschrieben werden muss. Für die Gemeinde Weilheim wird dies somit 2030 relevant.

Mit einer kontinuierlichen Fortschreibung können laufende Entwicklungen in der Gemeinde und aus der Umsetzung regelmäßig in den digitalen Zwilling und in den Maßnahmenkatalog eingepflegt werden. Beispielsweise könnten sich durch nähere Untersuchungen die Grenzen der Eignungsgebiete verschieben, es ergeben sich neue Potenziale aus Abwärme oder andere Potenziale sind nach näherer Betrachtung nicht wirtschaftlich nutzbar. Zudem ist in der aktuellen Klimaschutzpolitik stets viel in Bewegung. Politische, rechtliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen ändern sich, wodurch sich die Handlungsmöglichkeiten der Akteure ebenfalls ändern können. Ist der kommunale Wärmeplan stets gepflegt und öffentlich zugänglich, kann er sich zu einem wichtigen Werkzeug für die Gemeindeverwaltung und für Akteure und Bürger entwickeln.

Folgende Bausteine könnten bei der Fortschreibung umgesetzt werden:

- Aktualisierung der Energie- und THG-Bilanz, z.B. alle drei bis fünf Jahre
- Umsetzung der Maßnahmen
 - Etablierung eines Controllingkonzepts zur Überprüfung des Maßnahmenfortschritts und zur Identifizierung von Umsetzungshemmnissen
 - Aufnahme neuer Maßnahmen
 - Anpassung der Maßnahmen auf aktuelle, politische oder technische Gegebenheiten
 - Abstimmung mit den Energieversorgern
- Anpassung der Eignungsgebiete nach Bedarf und aktuellen Gegebenheiten
 - Abstimmung mit den Energieversorgern
- Digitaler Zwilling
 - Pflege und Aktualisierung der Daten
 - Aufnahme neuer Gebäude
 - Aktualisierung der Heizanlagenstatistik sowie Erdgas- und Stromverbrauchsdaten alle drei bis fünf Jahre
- Veröffentlichung der aktualisierten Fassung des kommunalen Wärmeplans
- Berücksichtigung von Anpassungen gesetzlicher Vorgaben für kommunale Wärmepläne

7.6 Verstetigungsstrategie

Um die kommunale Wärmeplanung langfristig als strategisches Instrument der kommunalen Energie- und Klimapolitik zu verankern, ist eine Verstetigungsstrategie erforderlich, die über die einmalige Erstellung von Wärmeplänen hinausgeht. Diese sollte insbesondere den Aufbau und die Sicherung personeller und fachlicher Kompetenzen in den Verwaltungen, die Etablierung dauerhafter Kooperationsstrukturen zwischen Kommunen, Energieversorgern und regionalen Akteuren sowie die Integration der Wärmeplanung in bestehende Planungs- und Entscheidungsprozesse umfassen. Wesentliche Elemente sind zudem die kontinuierliche Fortschreibung der Datenbasis (u.a. Aktualisierung der Energie- und CO₂-Bilanz), die regelmäßige Aktualisierung der Planungen sowie eine verbindliche politische Verankerung auf kommunaler Ebene. Nur durch eine solche institutionelle und organisatorische Verstetigung kann gewährleistet werden, dass die Wärmeplanung dauerhaft wirksam zur Erreichung der Klimaschutzziele und zur zukunftsfähigen Gestaltung der lokalen Energieinfrastrukturen beiträgt.

Zur langfristigen Sicherung und Weiterentwicklung der kommunalen Wärmeplanung empfiehlt sich eine Verstetigungsstrategie die folgende Handlungsfelder umfasst:

- **Institutionelle Verankerung:** Festlegung klarer Zuständigkeiten innerhalb der Verwaltung sowie Aufbau dauerhafter organisatorischer Strukturen zur Fortschreibung und Umsetzung der Wärmeplanung.
- **Personelle und fachliche Kapazitäten:** Sicherstellung von personellen Ressourcen und gezieltem Kompetenzaufbau, z. B. durch Fortbildungen, Netzwerke oder Kooperationen mit Fachstellen wie der Energieagentur Südwest oder lokalen Netzbetreibern wie der badenovaNETZE oder der naturenergie.
- **Datenmanagement und Monitoring:** Aufbau eines kontinuierlichen Datenmanagements zur Pflege, Aktualisierung und Auswertung relevanter Energie- und Infrastrukturdaten. Implementierung eines fortlaufenden Datenmanagements unter Einbindung der landesweiten Datenangebote (z. B. LUBW, Landesplattform Kommunale Wärmeplanung) sowie Einrichtung eines Monitorings zur Überprüfung und Fortschreibung der Maßnahmen. Hier kann bspw. das von der Smart Geomatics GmbH und der badenovaNETZE entwickelte Tool „Digitale Energieleitplanung“, welches in der Anwendung smart2energy integriert ist einen elementaren Beitrag leisten.
- **Kooperation und Vernetzung:** Aufbau und Pflege von Kooperationsstrukturen mit benachbarten Kommunen, Energieversorgern, Netzbetreibern und regionalen Akteuren, um Synergien zu nutzen und Maßnahmen effizient umzusetzen.
- **Integration in bestehende Planungen:** Verknüpfung der Wärmeplanung mit bestehenden kommunalen Strategien, insbesondere der Gemeinde- und Bauleitplanung, Klimaschutzkonzepten sowie der Infrastruktur- und Haushaltsplanung.
- **Finanzielle Verstetigung:** Sicherstellung einer dauerhaften Finanzierung, z. B. durch kommunale Eigenmittel, Landesförderprogramme oder kooperative Finanzierungsmodelle mit externen Partnern. U.a. auch frühzeitige Definition der Kosten von den im Wärmeplan definierten Maßnahmen.
- **Politische und gesellschaftliche Verankerung:** Kontinuierliche Einbindung der politischen Gremien, regelmäßige Berichterstattung an Verwaltungsspitze und Gemeinderat sowie aktive Öffentlichkeitsarbeit zur Förderung der Akzeptanz und Mitwirkung relevanter Akteursgruppen.

Durch die konsequente Umsetzung dieser Handlungsfelder wird die kommunale Wärmeplanung in Baden-Württemberg von einer gesetzlichen Pflichtaufgabe zu einem dauerhaft etablierten, strategischen Instrument der kommunalen Energie- und Klimapolitik weiterentwickelt. Dies stärkt die Handlungsfähigkeit der Kommune im Bereich der Wärmewende und trägt wesentlich zur Erreichung der Klima-

schutzziele des Landes bei. Überdies besteht nach WPG die Verpflichtung den kommunalen Wärmeplan nach fünf Jahren fortzuschreiben, was eine entsprechende Verstetigung in der kommunalen Verwaltung unabdingbar macht.

8. Ausblick

Das Land Baden-Württemberg hat sich das ehrgeizige Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2040 einen klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen. Dieses Ziel ist ein zentraler Bestandteil der landesweiten Klimaschutzstrategie und erfordert umfassende Maßnahmen auf kommunaler Ebene. Die kommunale Wärmeplanung stellt das Planungsinstrument für Kommunen dar, diese Herausforderung in den kommenden Jahren gezielt und aktiv anzugehen und eine Strategie zum Umbau der Wärmeversorgung zu entwickeln.

Mit der Erstellung des hier vorliegenden kommunalen Wärmeplans kommt die Gemeinde Weilheim ihrer Verpflichtung nach, die lokale Wärmewende voranzutreiben. Zudem sorgt sie mit ihrem Handeln dafür, dass die Akteure und Bürger vor Ort ebenfalls die Wärmewende umsetzen können. Die geplanten Maßnahmen umfassen die energetische Sanierung bestehender Gebäude, den Ausbau erneuerbarer Energien zur lokalen Stromerzeugung, die Umstellung bestehender sowie die Prüfung weiterer Wärmenetze und nicht zuletzt die Durchführung von Informationsveranstaltungen für Bürger der Gemeinde.

Durch die kontinuierliche Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung wird nicht nur ein Beitrag zum Klimaschutz geleistet, sondern auch die Lebensqualität der Bürger nachhaltig verbessert. Die Reduktion der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen trägt zur Erhöhung der Versorgungssicherheit bei und schützt vor den schwankenden Entwicklungen auf den globalen Energiemarkten.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass mit der kommunale Wärmeplanung nun

- eine umfangreiche Datenbasis für die Energieleitplanung der Kommune vorliegt,
- der Weg zum klimaneutralen Gebäudebestand aufzeigt wird
- und die Wärmewende in Weilheim verankert wird.

Die erfolgreiche Umsetzung der geplanten Maßnahmen erfordert eine enge Zusammenarbeit aller beteiligten Akteure sowie eine kontinuierliche Anpassung und Weiterentwicklung der Strategien und Konzepte. Nur so kann ein Beitrag zur Reduktion von THG-Emissionen geleistet werden und das ambitionierte Ziel des Landes Baden-Württemberg erreicht werden.

9. Methodik

9.1 Digitaler Zwilling

Durch das Klimaschutzgesetz des Landes (KlimaG BW) ist die Gemeinde Weilheim im Rahmen der Erstellung des kommunalen Wärmeplans berechtigt, Daten des Energieverbrauchs und der Energieinfrastruktur der lokalen Netzbetreiber und Schornsteinfeger zu bearbeiten. Diese Daten wurden um Informationen zum Gebäudebestand und statistischen Daten der Sanierungszustände und Wärmebedarfe ergänzt. In einem Geografischen Informationssystem (GIS) konnten diese Gebäude- und Energiedaten mit Lageinformationen der Gebäude der Gemeinde aus dem amtlichen Kataster gekoppelt werden.

Für diesen Arbeitsschritt wurde mit dem Dienstleister Smart Geomatics Informationssysteme GmbH aus Karlsruhe zusammengearbeitet. Das Ergebnis ist ein digitaler Zwilling der Energieversorgung der Gemeinde Weilheim, bei dem Energiemengen nicht nur beziffert, sondern auch räumlich verortet und online dargestellt werden können. Dieser digitale Zwilling dient als Grundlage für die anschließende Auswertung der energetischen Potenziale und für die Beschreibung des Ziel-Zustands eines klimaneutralen Gebäudebestands. Zudem kann er als planerische Grundlage für die Umsetzung der Maßnahmen des kommunalen Wärmeplans dienen.

Während die gebäudescharfe Bearbeitung der Daten einen großen Mehrwert bei der Erstellung des Wärmeplans liefert, sind in diesem Fachgutachten und auch in den digitalen Karten/Daten alle sensiblen Daten aggregiert, um den Datenschutz zu gewährleisten. Gebäudescharfe Daten der Schornsteinfeger und der Energieversorger müssen zudem nach Erstellung des Wärmeplans dem Auftraggeber übergeben und beim Auftragnehmer selbst gelöscht werden.

9.2 Gebäudetypologie

Die Grenzjahre der Baualtersklassen orientieren sich an historischen Einschnitten, an statistischen Erhebungen und an Veröffentlichungen neuer Wärmeschutzverordnungen. In diesen Zeiträumen wird der Gebäudebestand in Hinsicht auf energetischen Baustandards als homogen angenommen, sodass für die einzelnen Baualtersklassen durchschnittliche Energieverbrauchskennwerte der verschiedenen Gebäudetypen bestimmt werden können. Die Gebäudegröße dagegen beeinflusst die Fläche der thermischen Hülle. Mit den mittleren Energieverbrauchskennwerten der jeweiligen Gebäudetypen kann so der energetische Zustand eines gesamten Gebäudebestands ermittelt werden (Busch et al., 2010).

Die Einteilung nach Baualter erfolgt in dieser Typologie in elf Klassen, die jeweils eine ähnliche Bausubstanz aufweisen (vgl. Tabelle 12).

Das wesentliche Kriterium zur Ermittlung des Gebäudetyps ist die Anzahl der Wohneinheiten im Gebäude. Bei der Unterscheidung zwischen den Einfamilienhäusern und Doppel-/Reihenhäusern muss zusätzlich das Kriterium der Baustruktur herangezogen werden:

- Einfamilienhäuser sind definiert als freistehendes Wohngebäude mit bis zu 2 Wohneinheiten
- Doppelhaushälften sind definiert als zwei aneinandergrenzende Wohngebäude mit jeweils bis zu 2 Wohneinheiten
- Reihenhäuser sind definiert als drei oder mehr aneinandergrenzende Häuser mit jeweils bis zu 2 Wohneinheiten
- kleine Mehrfamilienhäuser haben zwischen 3 und 6 Wohneinheiten
- große Mehrfamilienhäuser haben zwischen 7 und 12 Wohneinheiten
- Hochhäuser/Blockbebauungen haben mehr als 13 Wohneinheiten

Baualtersklasse	Charakteristika und Gründe für die zeitliche Einteilung
A: bis 1918	Fachwerksbau
B: bis 1918	Mauerwerksbau
C: 1919 - 1948	Zwischen Ende 1. und Ende 2. Weltkrieg
D: 1949 - 1957	Wiederaufbau, Gründung der Bundesrepublik
E: 1958 - 1968	Ende des Wiederaufbaus, neue Siedlungsstruktur
F: 1969 - 1978	Neue industrielle Bauweise, Ölkrise
G: 1979 - 1983	Inkrafttreten der 1. Wärmeschutzverordnung (WSchV)
H: 1984 - 1994	Inkrafttreten der 2. WSchV
I: 1995 - 2001	Inkrafttreten der 3. WSchV
J: 2002 - 2009	Einführung der Energieeinsparungsverordnung (EnEV)
K: 2010 - 2015	Inkrafttreten der EnEV 2009
L: 2016 - heute	Neubauten nach EnEV 2014 und GEG

Tabelle 12 – Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH (2005)

9.3 Energie- und THG-Bilanz

Die THG-Bilanz beinhaltet alle klimawirksamen Emissionen der in der Gemeinde eingesetzten Energien. Emissionen anderer Treibhausgase wurden gemäß ihrer Wirksamkeit „Global Warming Potential“ (GWP) in sogenannte CO₂-Äquivalente (CO₂e) umgerechnet. Im Text stehen die CO₂e-Werte synonym für die gesamten THG-Emissionen.

Anmerkungen zur angewandten Methodik:

- Die Energie- und THG-Bilanz wurde mit dem Tool BICO2 BW erstellt (Version 3.2.2). Dieses Tool wurde vom IFEU im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft als Standardverfahren für Baden-Württemberg erstellt. Somit kann die Bilanz regelmäßig fortgeschrieben werden, um die Wirksamkeit der Klimaschutzmaßnahmen in den kommenden Jahren zu überprüfen.
- In der THG-Bilanz wurden sowohl die direkten als auch die indirekten Emissionen berücksichtigt. Direkte Emissionen entstehen vor Ort bei der Nutzung der Energie (z.B. beim Verbrennen von Öl in der Heizung), während die indirekten Emissionen bereits vor der Nutzung entstehen (z.B. durch Abbau und Transport von Ressourcen oder den Bau und die Wartung von Anlagen).
- Für den Stromverbrauch basieren alle Aussagen auf der Endenergie, also der Energie, die vor Ort im Wohnhaus eingesetzt wird bzw. über den Hausanschluss geliefert wird.
- Für den Wärmeverbrauch werden Endenergie und Nutzenergie unterschieden. Endenergie ist die Menge Öl, Gas, Holz etc., mit der die Heizung „betankt“ wird. Nutzenergie stellt dagegen die Energie dar, die unabhängig vom Energieträger vom Wärmeverbraucher genutzt werden kann. Die Nutzenergie ist also gleich der Endenergie abzüglich der Übertragungs- und Umwandlungsverluste. Hierbei spielt beispielsweise der Wirkungsgrad der Heizanlage eine ent-

scheidende Rolle. Die Berechnungen zum Wärmebedarf und zum Sanierungspotenzial basieren auf der Nutzenergie. Berechnungen zum Wärmeverbrauch stellen den Endenergieverbrauch dar.

- Bei der Energiebilanz für die Bereiche Strom, Wärme und Verkehr wurde das Territorialprinzip angewendet. Es werden also nur die Energiepotenziale auf kommunalem Gebiet und die Energieverbräuche und THG-Emissionen berücksichtigt, die durch den Verbrauch innerhalb der Gemeindegrenzen ihre Ursache haben. Verursachen z.B. die Bürger der Gemeinde durch Fahrten über die Gemeindegrenzen hinaus Emissionen, sind diese in der Bilanz nicht enthalten.

9.3.1 Datenquellen Endenergieverbrauch Wärme

Folgende Daten wurden für die Berechnung der Energie- und THG-Bilanz der Gemeinde Weilheim zum Energieverbrauch für Wärme erhoben und ausgewertet:

- Der Erdgasnetzbetreiber badenovaNETZE stellte die aktuellen Gasverbrauchsdaten zur Verfügung.
- Der Stromnetzbetreiber naturenergie lieferte Daten zum Stromverbrauch der Gemeinde und zum Stromverbrauch für Nachspeicherheizanlagen und Wärmepumpen.
- Für den nicht-netzgebundenen Verbrauch wurden aggregierte Daten des Landesamtes für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) zur Ermittlung des Energieverbrauchs kleiner und mittlerer Feuerungsanlagen herangezogen. Diese wurden ergänzt um Daten der örtlichen Schornsteinfeger, die Angaben zu Leistung und eingesetzten Energieträgern beinhalten.
- Der Bestand an Solarthermie wurde von der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW) zur Verfügung gestellt. Die Daten beinhalten allerdings nur Anlagen, die durch das bundesweite Marktanreizprogramm gefördert wurden.
- Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften wurden von der Gemeindeverwaltung zur Verfügung gestellt.
- Das Tool BICO2 BW ergänzt und plausibilisiert die Daten, z.B. mit Auswertungen zu den verursacherbezogenen THG-Emissionen der Gemeinde Weilheim vom Statistischen Landesamt Baden-Württemberg und anhand von Zahlen zu den sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten der Sektoren Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie verarbeitendes Gewerbe der Bundesagentur für Arbeit.

9.3.2 Endenergieverbrauch für Prozesswärme/-kälte

Während der Wärmeverbrauch der Sektoren private Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie der kommunalen Liegenschaften dem Bedarf für Raumwärme zuzuordnen ist, benötigt der Sektor verarbeitendes Gewerbe auch Prozesswärme und Prozesskälte. Eine getrennte Betrachtung des Wärmeverbrauchs für die Prozesswärme und -kälte ist für die Wärmeplanung von Bedeutung, denn die benötigten Mengen, Temperaturen und Lasten unterscheiden sich bei der Prozesswärme und -kälte stark von der Raumwärme. Dadurch sind die Potenziale zur Umstellung auf erneuerbare Energien zur Deckung des Prozesswärmeverbrauchs begrenzt.

Abwärmerelevante Unternehmen der Gemeinde Weilheim wurden im Rahmen der Erstellung des kommunalen Wärmeplans von der Gemeindeverwaltung angeschrieben und um die Mitteilung der wichtigsten Daten zum Energieverbrauch und möglichen Abwärmepotenzialen befragt (vgl. 5.3.6.1). Beide relevanten Betriebe lieferten Daten um eine Zuordnung des Wärmebedarfs auf die Prozesswärme bzw. -kälte mit den vorhandenen Daten möglich zu machen. Der Anteil der Prozesswärme und -kälte am Endenergieverbrauch der Industrie betrug in Deutschland im Jahr 2018 66,8 % (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2019).

9.3.3 THG-Bilanzierung des Stromverbrauchs

Die Stromdaten, die für diese Studie vom Stromnetzbetreiber zur Verfügung gestellt wurden, beinhalten die Stromverbrauchsmengen in kWh. Diese Daten wurden vom Netzbetreiber unterteilt in Standardlastprofil-Kunden, Lastgangzählungs-Kunden und Heizungs-/Wärmepumpen. Für die öffentlichen Liegenschaften und Straßenbeleuchtung wurden die Verbräuche mit den Angaben der Gemeinde abgeglichen. Der Stromverbrauch der Großverbraucher (Lastgangzählung) wird in der Regel der Industrie zugeordnet.

Die von der naturenergie zur Verfügung gestellten Stromdaten geben keinen Hinweis auf die Zusammensetzung des Stroms, also der Energiequellen, aus denen der Strom erzeugt wird. Bei der Bilanzierung wurde deshalb der Emissionsfaktor des deutschen Strommix verwendet, der im Jahr 2022 0,505 t CO₂e/MWh beträgt (IFEU, 2025).

9.3.4 Lokale Stromerzeugung

Da die Nutzung erneuerbarer Energien bei der Stromerzeugung gegenüber der Erzeugung aus fossilen Brennstoffen erhebliche THG-Einsparungen mit sich bringt, wurde für die THG-Bilanz ein kommunaler Strommix berechnet, bei dem der eingespeiste Strom aus erneuerbaren Energien einbezogen wurde. So wird der Beitrag dieser Anlagen zum Klimaschutz in der THG-Bilanz berücksichtigt. Für die Berechnung wurde für Strom aus PV-Anlagen ein THG-Emissionsfaktor von 0,057 t CO₂e/MWh und für Windkraft von 0,018 t CO₂e/MWh angenommen (IFEU, 2025).

9.3.5 Energie- und THG-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs

Zur Berechnung der THG-Bilanz des Wärmeverbrauchs wurden Daten des Erdgasnetzbetreibers badenovaNETZE für Erdgas verwendet. Zusätzlich wurden Daten des LUBWs zum Energieverbrauch kleiner und mittlerer Heizanlagen im Jahr 2022 sowie zu Anlagen nach der 11. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) für die Auswertung des Wärmeverbrauchs herangezogen.

Bei den örtlichen Schornsteinfegern wurde die Heizanlagenstatistik der Gemeinde abgefragt. Die Heizanlagenstatistik unterscheidet zwischen den Heizenergieträgern Heizöl, Flüssiggas, Erdgas und Feststoffe (Energieholz) und gibt jeweils die Leistung und das Alter der in der Gemeinde vorhandenen Heizanlagen an.

Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften wurden von der Gemeindeverwaltung zur Verfügung gestellt.

Die für die Berechnung der THG-Bilanz angewendeten Emissionsfaktoren der unterschiedlichen Wärmeenergieträger können der Tabelle 13 entnommen werden. Die Faktoren stellt das Bilanzierungstool BICO2 BW (IFEU, 2025).

Energieträger	THG-Emissionen (t CO ₂ e/MWh)
Erdgas	0,257
Heizöl	0,313
Braunkohle	0,445
Fernwärme	0,186 (Mischfaktor)
Flüssiggas	0,270
Energieholz	0,022
Solarthermie	0,023
Umweltwärme	0,158

Tabelle 13 – Emissionsfaktoren für die Wärmeerzeugung 2022 (IFEU, 2025)

9.3.6 Datengüte der Energie- und THG-Bilanz

Eine THG-Bilanz kann nach unterschiedlichen Methoden und mit unterschiedlicher Datentiefe erstellt werden, abhängig vom Zweck der Bilanzierung und der Datenverfügbarkeit. Um die Aussagekraft einer Energie- und THG-Bilanz zu bewerten, wird deshalb im Bilanzierungstool BICO2 BW eine Datengüte ermittelt (IFEU, 2025).

Die Datengüte zeigt die Datenqualität, auf welcher die erstellte Bilanz basiert. Ziel ist es, eine hohe Datengüte zu erreichen, um fundierte Aussagen und daraus wirksame Handlungsempfehlungen treffen zu können. Für jede Eingabe in das BICO2 BW-Tool werden die Datenquelle und die daraus resultierende Datengüte bewertet. Die Datengüte des Verbrauchs pro Energieträger wird anhand des jeweiligen prozentualen Anteils am Gesamtverbrauch gewichtet, wodurch schließlich eine Gesamtdatengüte für die Sektoren und für die Gesamtbilanz ermittelt wird.

Die beste zu erreichende Datengüte beträgt 100 % und liegt dann vor, wenn alle angegebenen Daten „aus erster Hand“ sind, also lokale Primärdaten darstellen, z.B. Energieversorgungsdaten für leitungsbundene Energieträger. Die Datengüte verringert sich, wenn gewisse Werte auf Basis von Hochrechnungen ermittelt werden oder rein statistische Angaben verwendet werden. Je mehr regionale (statt lokale) Kennwerte verwendet werden, desto niedriger ist die Datengüte (IFEU, 2025).

Die Datengüte der erstellten Energie- und THG-Bilanz für das Jahr 2022, liegt bei 59 %, womit die Ergebnisse als relativ belastbar einzustufen sind. Tabelle 14 zeigt den jeweiligen Anteil und die Datengüte der Sektoren.

Sektor	Anteil	Datengüte	Belastbarkeit
Private Haushalte	44 %	51 %	Relativ belastbar
Gewerbe, Handel und Dienstleistungen	10 %	69 %	Belastbar
Verarbeitendes Gewerbe	14 %	91 %	Gut belastbar
Kommunale Liegenschaften	2 %	100 %	Gut belastbar
Verkehr	29 %	51 %	Relativ belastbar
Gesamt		59 %	Relativ belastbar

Tabelle 14 – Bewertung der Datengüte der Energie- und THG-Bilanz nach Sektoren

9.4 Hintergrund Erneuerbare Gase

Die verschiedenen Arten von Wasserstoff unterscheiden sich in ihrer Herstellungsweise und den damit verbundenen Umweltwirkungen. Im Folgenden werden die wichtigsten Wasserstofftypen sowie ihre Produktionsmethoden und Energiequellen dargestellt.

Bezeichnung	Definition/Gewinnung
Grauer Wasserstoff	<ul style="list-style-type: none"> Gewinnung aus fossilen Brennstoffen Das am häufigsten angewandte Verfahren: Umwandlung von Erdgas in Wasserstoff und CO₂ (Dampfreformierung)
Roter Wasserstoff	<ul style="list-style-type: none"> Herstellung durch Elektrolyse von Wasser Deckung des elektrischen Energiebedarfs durch Strom aus Kernenergie
Grüner Wasserstoff	<ul style="list-style-type: none"> Herstellung durch Elektrolyse von Wasser Deckung des elektrischen Energiebedarfs durch erneuerbaren Strom
Blauer Wasserstoff	<ul style="list-style-type: none"> grauer Wasserstoff, dessen CO₂ bei der Entstehung abgeschieden und mittels Carbon Capture and Storage (CCS) gespeichert wird bilanziell THG-neutrale Wasserstoffproduktion
Türkiser Wasserstoff	<ul style="list-style-type: none"> Herstellung durch thermische Spaltung von Methan (Methanpyrolyse) Weiteres Reaktionsprodukt ist fester Kohlenstoff Voraussetzungen für die THG-Neutralität des Verfahrens: <ul style="list-style-type: none"> Wärmeversorgung des Hochtemperaturreaktors aus erneuerbaren Energiequellen dauerhafte Bindung des Kohlenstoffs

Tabelle 15 – Unterscheidung der Bezeichnungen für Wasserstoff nach Produktionsverfahren

9.5 Potenzialberechnungen

9.5.1 Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen

Zur Ermittlung von Einsparpotenzialen im Wohngebäudebereich bei energetischen Sanierungsmaßnahmen wurde eine Gebäudetypisierung der Wohngebäude durchgeführt. Diese Gebäudetypisierung ermöglicht eine vereinfachte Abbildung des Wohngebäudebestands der Gemeinde und dient als Grundlage zur Berechnung der Einsparpotenziale. Konkret wurden dafür alle Wohngebäude nach den Kategorien Gebäudetyp und Gebäudealter eingeteilt nach der Methodik des IWU (IWU, 2005). Abgedeckt werden Wohngebäudetypen der Baualtersklasse B bis I, die zwischen der Gründerzeit und dem Jahr 2001 errichtet wurden.

- 1) Einfamilienhaus Baualtersklasse B bis I (Baujahr von vor 1919 bis 2001)
- 2) Reihenhaus
- 3) Mehrfamilienhaus
- 4) Großes Mehrfamilienhaus

Die genannten Wohngebäudetypen decken insgesamt 781 von 994 Wohngebäude in der Gemeinde und damit ca. 79 % des gesamten Wohngebäudebestands ab.

Gebäude, die im Jahr 2002 oder später gebaut wurden (IWU Baualtersklassen J, K und L) werden aufgrund des ausbleibenden Sanierungsbedarfs hier ausgespart und für diese wird kein Gebäudesteckbrief erstellt.

Ziel der Steckbriefe ist es, eine Hilfestellung für die energetische Klassifizierung von Bestandsgebäuden zu geben und hierfür systematische Ansätze, Kriterien und typische Kennwerte zu liefern. Die Wirksamkeit von energetischen Maßnahmen wird exemplarisch demonstriert. Ausgehend von Beispielgebäuden verschiedener Größen und Altersklassen werden typische Energiekennwerte sowie das Einsparpotenzial dargestellt. Das Niveau des rechnerischen Energiebedarfs wird dabei abgeglichen, um typischerweise in Bestandsgebäuden auftretende Verbrauchskennwerte abzubilden.

Die in den Gebäudesteckbriefen dargestellten Gebäude stellen Fallbeispiele dar, deren Eigenschaften exemplarisch für den jeweiligen Gebäudetyp sind. Die von der IWU erstellte Gebäudetypologie ermöglicht einige grundsätzliche Aussagen, die Vereinfachungen und exemplarische Betrachtungen voraussetzen, dabei jedoch die Bandbreite der Praxis nicht wiedergeben können. Viele Details der möglichen Umsetzung von Energiesparmaßnahmen am konkreten Objekt lassen sich nur mit einem Experten vor Ort klären. Deshalb eignen sich die Gebäudesteckbriefe als erste Übersicht für Eigentümer und für den Einstieg in die Themen Energieeffizienz des Gebäudes und des Heizsystems, die im optimalen Fall von einer Energieberatung durch einen neutralen Energieeffizienzexperten vor Ort gefolgt werden.

9.5.2 Biomasse

Eine effektive Nutzung von Biomasse wird durch eine Kaskadennutzung erreicht. An der Spitze dieser Pyramide steht die Nutzung von Biomasse als Nahrungsmittel. In einer zweiten Nutzungsstufe wird eine stoffliche Nutzung der Biomasse, wie beispielsweise die Herstellung von Baustoffen oder Verpackungsmaterialien, überprüft. Erst im Anschluss ist eine energetische Nutzung sinnvoll. In dieser Studie wird daher der Schwerpunkt auf das Energiepotenzial von Reststoffen gelegt, die bisher keinem Verwertungspfad unterliegen oder durch einen kosteneffizienten und ökologischen Verwertungspfad ersetzt werden können.

Für die Berechnung des Erzeugungspotenzials für Wärme und Strom aus den ermittelten Energiepotenzialen wurden folgenden Annahmen getroffen: Mit den verfügbaren Substratpotenzialen wird eine Anlage für 6.800 Vollaststunden ausgelegt. Elektrischer Wirkungsgrad von 38 %, thermischer Wirkungsgrad von 54 %. Dabei werden 40 % der erzeugten Wärme für den Eigenbedarf der Anlage benötigt.

9.5.3 Solarpotenzial

Das Solarpotenzial für Dachflächen wurde durch das LUBW im Energieatlas Baden-Württemberg ermittelt, welcher öffentlich im Internet zur Verfügung steht (LUBW, 2025).

Im Solaratlas werden die freien Dachflächen in folgende Dachkategorien eingeteilt: Sehr gut geeignete, gut geeignete und bedingt geeignete Dächer. Standortanalyse und Potenzialberechnung des Solaratlas werden auf der Grundlage von hochauflösten Laserscan Daten durchgeführt. Die Potenzialanalyse bezieht sich auf Standortfaktoren wie Neigung, Ausrichtung, Verschattung und solare Einstrahlung. Die Berechnung dieser Faktoren erfolgt über ein digitales Oberflächenmodell. Auf dieser Basis sind sehr gut geeignete Modulflächen solche Dachflächen, auf denen mehr als 95 % der lokalen Globalstrahlung auftreffen. Dabei handelt es sich um überwiegend nach Süden ausgerichtete Dächer, die kaum oder keiner Verschattung unterliegen. Geeignete Modulflächen sind solche Dachflächen, auf die 80-94 % der lokalen Globalstrahlung auftreffen und bedingt geeignete Flächen nehmen 75-79 % der Globalstrahlung auf.

Für die Abschätzung des Strom- und Wärmeerzeugungspotenzials aus Solarenergie wurde angenommen, dass alle diese unbebauten und im Solaratlas als mindestens bedingt geeignet eingestuften Dachflächen mit PV- oder Solarthermieranlagen belegt werden. Dieser theoretische Wert wird sich in der

Praxis sicher nicht vollständig umsetzen lassen, er gibt jedoch einen guten Hinweis auf die Größenordnung des Solarenergieausbaupotenzials.

Der Energieatlas Baden-Württemberg listet, zusätzlich zum PV-Potenzial auf Dächern, Angaben zum Potenzial für PV-Anlagen auf Freiflächen auf (LUBW, 2020b), die theoretisch für PV-Nutzung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz und der Freiflächenöffnungsverordnung geeignet sind. Im Abgleich mit Angaben des Regionalverbands Hochrhein-Bodensee wurden Flächen, die durch Restriktionen aus dem Regionalplan für PV-Anlagen nicht genehmigungsfähig wären, abgezogen. Das Potenzial wird auf Basis eines Erfahrungswertes für Freiflächenanlagen berechnet. Dieser Faktor liegt bei 1,5 MW/ha und wird mit 1.000 Vollaststunden/Jahr multipliziert. Letztere bemessen sich durch die ungefähre Global-einstrahlung in Süddeutschland.

9.5.4 Erdwärmesondenpotenziale

Zur Darstellung des Erdwärmesondenpotenzials wurde der Wärmeentzug des Untergrundes durch Erdwärmesonden auf Basis der Berechnungssoftware „GEOHANDlight V. 2.2“ ermittelt (Hochschule Biberach a.d.R.). Folgende vorgegebene Wärmeparameter wurden dabei zugrunde gelegt:

Wärmeparameter	Vorgegebener Wert
Ø Oberflächentemperatur	6 °C (Klimazone 6 nach DIN 4710)
Wärmeleitfähigkeit λ	2,25 W/mK
Volumenbezogene Wärmekapazität $c_{p(V)}$	2,18 MJ/m³K

Tabelle 16 – Vorgegebene Untergrundparameter

Die Wärmeleitfähigkeiten des Untergrundes liegen im Bereich von 0,8 bis > 1,6 W/mK. Geologisch bedingte thermische Entzugsleistungen liegen in der Gemeinde im Bereich von 45 mindestens 55 W/m Sondenlänge bei 100 m Gesamtlänge. Für Potenzialberechnungen von Einzelsonden werden Werte bis maximal 50 W/m benötigt, für die von Erdwärmesondenfeldern maximal 30 W/m.

Das Geothermiepotenzial wurde mit standardmäßigen Erdwärmesonden bei einem gängigen Bohrlochwiderstand R_b berechnet. Zur Potenzialberechnung wird eine Sondenlänge von 120 m zu Grunde gelegt. Alle Sondenabstände sind so gewählt, dass eine behördliche Genehmigung nach Bergrecht möglichst vermieden wird, wenn der Abstand zur Grundstücksgrenze jeweils die Hälfte dieser Werte beträgt. In der GIS-Anwendung wird dieser Abstand berücksichtigt. Alle vorgegebenen Sondenparameter sind in folgender Tabelle 17 gelistet.

Sondenparameter	Vorgegebener Wert
Bohrlochradius r_b	0,0675 m
Sondenlänge H	120 m
Sondentyp	DN 40, Doppel-U
Bohrlochwiderstand R_b	0,1 mK/W
Sondenabstand bei 2 Sonden / 3 – 4 Sonden	6 m / 7,5 m
Korrigierte g-Werte für r_b/H bei 1 Sonde / 2 Sonden / 4 Sonden	6,38 / 8,48 / 11,88
Temperaturspreizung der Sole in den Sonden	3 K

Tabelle 17 – Vorgegebene Sondenparameter

Tabelle 18 gibt die Ergebnisse der Kalkulation wieder. Technisch nach VDI 4640 und behördlich nach den Leitlinien Qualitätssicherung für Erdwärmesonden (LQS EWS) (Ministerium für Umwelt, 2018) geforderte Temperaturwerte wurden eingehalten. Dabei liegt den Werten der eingeschwungene Zustand zwischen Sondenaktivität und Untergrundreaktion zugrunde, was zu einer konservativen Betrachtung führt.

Berechneter Untergrundparameter	Wert
Wärmeentzugsleistung in W/m bei 1 Sonde / 2 Sonden / 4 Sonden à 120 m	29,0 / 26,5 / 23,2
Wassereintrittstemperatur in die Sonde	≥ -3,0 °C im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz bei Spitzenlast	≤ 10,8 K im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz im Monatsmittel	≤ 6,8 K im eingeschwungenen Zustand

Tabelle 18 – Berechnete spezifische Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte

Zur Berechnung der potenziellen Wärmebedarfsabdeckung wurden die in Tabelle 19 genannten Werte genutzt. Der Jahreszeitabhängige Leistungskoeffizient der Wärmepumpe muss mindestens einen Wert von 3,375 aufweisen, um eine Förderberechtigung nach BAFA zu erhalten.

Parameter zur Wärmebedarfsdeckung	Vorgegebener Wert
Leistungskoeffizient der Wärmepumpe (SCOP)	3,375 (n _s bei 55°C Vorlauf = 135 %)
Vollbenutzungsstunden h	1.800
Maximale Monatslast	16 % der Jahreslast

Tabelle 19 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung

Um die Flächenverfügbarkeit zum Einrichten der Erdwärmesonde(n) zu berechnen, müssen pauschale Seitenverhältnisse der Flurfläche und der Gebäudegrundfläche angenommen werden. Dadurch können sowohl eine nicht nutzbare Gebäudeperipherie (Garage, Garageneinfahrt, Leitungen, Schuppen, Bäume etc.) als auch der nötige Abstand zwischen Sonden und Flurgrenze berücksichtigt werden (vgl. Tabelle 20).

Parameter für Sondenbelegungsdichte	Vorgegebener Wert
Seitenverhältnis der Flurfläche / Gebäudegrundfläche	1 : 2,5 / 1 : 1,5
Berechnung der nicht nutzbaren Fläche bei 3 m Abstand zum Gebäude	A _{Gebäude} + 12,3 · V _A _{Gebäude} + 36
Belegungsfläche für 1 Sonde / 2 Sonden / 3 – 4 Sonden	18 m ² / 36 m ² / 169 m ²

Tabelle 20 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsdichte

Die Potenzialkarten zeigen auf dieser Grundlage an, welches Gebäude seinen Wärmebedarf mit ein, zwei oder bis zu vier Sonden bei der zur Verfügung stehenden Flurfläche decken kann, ohne auf die sonstige Nutzfläche verzichten zu müssen.

9.5.5 Luft/Wasser-Wärmepumpenpotenziale

Das Luft/Wasser-Wärmepumpenpotenzial wird in einem von der badenovaNETZE GmbH entwickelten Wärmepumpenkataster auf der Grundlage folgender Parameter berechnet:

- I. Gebäudewärmebedarf auf Basis von Daten der Deutschen Gebäudetypologie (IWU)
- II. Gebäudeheizlast ohne Trinkwarmwasser(TWW)-Bedarf zur Bemessung der Wärmepumpenleistung bei Bestandsgebäuden (bei Neubauten ab 2010 mit TWW-Bedarf berechnet)
- III. Schallemissionsberechnungen in Bezug auf Kennwerte ausgewählter und marktypischer Anlagen, Gebäudeabstand und kommunaler Flächennutzung sowie deren Abgleich mit den Immissionsgrenzwerten der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm)
- IV. Bemessung der elektrischen Anschlussleistung im Auslegungsfall anhand von Kennwerten ausgewählter und marktypischer Wärmepumpen (COP inkl. E-Stabeinsatz)
- V. Zugrundelegung von Jahresarbeitszahlen (JAZ) anhand empirischer Daten aus öffentlich zugänglichen Studien (Günther et al., 2020) und aus Herstellerangaben
- VI. Strombedarfsberechnung auf Basis des Gebäudewärmebedarfs und der Zugrunde gelegten JAZ (in Abhängigkeit vom Gebäudealter; inkl. TWW-Bedarf)
- VII. Wärmepotenzialbetrachtung anhand der erreichten JAZ mit Betrag 2,9 im Jahr 2030 bei einer steigenden Gebäudesanierungsquote von bis zu 2 % ab 2028. Bei Wohngebäuden, die eine WP-Leistung von maximal 12,5 kW benötigen, soll die Eignung bereits bei JAZ 2,8 erreicht werden, was einem derzeitigen fossilen Primärenergiebedarf von 64 % der erzeugten kWh Wärme entspricht.

9.5.6 Grundwasserpotenziale

Folgende Annahmen werden für die Berechnung eines Grundwasserpotenzials angesetzt:

- Die Schüttungsmenge liegt bei ca. 12 l/s.
- Die jahreszeitlich differenzierte Leistungszahl der Wärmepumpe wird für die Wärmeversorgung von Bestandsgebäuden mit mindestens 3,0 angesetzt.
- die Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf des Brunnenwassers soll im Fall W10/W35 maximal 4 K betragen.

Das lokale Potenzial lässt sich nur grob über eine Berechnungsformel zum Grundwasserandrang V' in m^3/s quantifizieren.

- Es wird mit Durchlässigkeitsbeiwerten von $k_F = 0,003 \text{ m/s}$ gerechnet.
- Die Grundwasserabsenkung bei Entnahme beträgt $s = 0,59$.
- Die erschlossene Mächtigkeit (hM) des Grundwasserführenden Lockergesteins soll 6 m betragen, die Trichterweiten liegen bei 97 m.
- Die Berechnungen der Brunnenleistung erfolgen nach Sichard (Trichterweite) und Dupuit-Thiem (Grundwasserabsenkung), wobei ersterer aus dem k_F -Wert und der fixierten Grundwasserabsenkung errechnet wird, um dann die Förderleistung des Brunnens zu ermitteln.

Die nachfolgende Tabelle 21 fasst das daraus ermittelte Potenzial für je einen einzelnen Brunnen übersichtlich zusammen.

Grundwasser Potenziale	Wert	Einheit
Einzelner Brunnen		
Tiefe (m)	12	m
Fördermenge maximal	0,012	m ³ /s
Temperatur	10	°C
Delta	4	K
Potenzial je Brunnen	301	kW
1 Brunnen		
Gesamtwärmeleistung bei COP 3,0	0,301	MW
Gesamtwärme bei 3.500 h/Jahr	1.054	MWh/Jahr

Tabelle 21 – Abschätzung des Wärmeerzeugungspotenzial aus Grundwasser

9.6 Zielszenario

Das Zielszenario baut auf die Energie- und THG-Bilanz aus der Bestandsanalyse auf. Deshalb liegt auch hier der Fokus auf den energiebedingten THG-Emissionen. Die Ergebnisse des Zielbilds sind ebenfalls in die Sektoren private Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistung, verarbeitendes Gewerbe und kommunale Liegenschaften aufgeteilt. Außerdem werden der Energieverbrauch und die THG-Emissionen nach den eingesetzten Energieträgern ausgewiesen. Das Basisjahr ist das Jahr 2022. Das Zieljahr ist analog zum Ziel der Klimaneutralität in Baden-Württemberg das Jahr 2040 mit dem Zwischenziel 2030.

Höchste Priorität bei der Erstellung des Zielbilds hatte die Einbindung und Verwendung lokaler Daten. Bei der Entwicklung und der Deckung des Wärmebedarfs nach Energieträger wurden die Ergebnisse der Potenzialanalyse eingesetzt. Die lokalen Daten wurden ergänzt durch Werte aus der Studie „Baden-Württemberg Klimaneutral 2040“ (Nitsch & Magosch, 2021). Diese Studie wurde ausgewählt, da sie

- eine weitreichende und zugängliche Datenbasis enthält,
- sämtliche Energieträger betrachtet,
- das Ziel der Klimaneutralität für 2040 aufweist,
- spezifisch auf das Land Baden-Württemberg ausgerichtet ist und
- eine hohe Aktualität aufweist.

9.6.1 Definition der Klimaneutralität

Das Europäische Parlament gibt folgende Definition der Klimaneutralität:

- „Klimaneutralität bedeutet, ein Gleichgewicht zwischen Kohlenstoffemissionen und der Aufnahme von Kohlenstoff aus der Atmosphäre in Kohlenstoffsenken herzustellen. Um Netto-Null-Emissionen zu erreichen, müssen alle THG-Emissionen weltweit durch Kohlenstoffbindung ausgeglichen werden.“ (Europäisches Parlament, 2022)

Bei der Entwicklung des Zielbilds wird davon ausgegangen, dass die Reduktion der THG-Emissionen zur Erreichung der Klimaneutralität oberste Priorität hat. Da eine Reduktion auf null nicht realistisch ist, da auch erneuerbare Energieträger in naher Zukunft einen geringen THG-Emissionsfaktor aufweisen, müssten zur Erreichung einer Klimaneutralität Restemissionen kompensiert werden. Konkret heißt das, dass sie an einer anderen Stelle einer Kohlenstoffsenke zugeführt werden müssten.

9.6.2 Berechnungsgrundlagen zur Entwicklung des Wärmebedarfs

Folgende Annahmen wurden bei der Szenarienentwicklung getroffen:

- Der Wärmebedarf der Bestandsgebäude sinkt durch die energetische Sanierung der Gebäudehüllen. Der zukünftige Wärmebedarf der Wohngebäude im Bestand wurde anhand der in der Potenzialanalyse ermittelten Sanierungspotenziale für Wohngebäude berechnet. Dabei wurde eine jährliche Sanierungsrate von 2 % angesetzt. Konkret heißt das, dass jährlich 2 % der möglichen Einsparungen durch Sanierungsmaßnahmen erreicht werden.
- Die Bevölkerungsentwicklung wurde anhand von Angaben des Statistischen Landesamtes von Baden-Württemberg ermittelt, ergänzt um eine Abschätzung neuer Wohngebäude bis 2030. Demnach wächst die Bevölkerung in der Gemeinde bis zum Jahr 2040 um 5,2 %. Damit werden in Zukunft die beheizten Gebäudeflächen in der Gemeinde ebenfalls wachsen. Da die energetischen Anforderungen für Neubauten bereits recht hoch sind, machen diese Neubauten, im Vergleich zum Bestand, einen geringen Anteil des zukünftigen Wärmebedarfs aus.
- Der Wärmebedarf für die Sektoren Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie Industrie sinkt bis zum Jahr 2040 aufgrund energetischer Sanierung der Gebäude und durch Effizienzmaßnahmen, die zu einer Reduktion des Energieeinsatzes für Prozesswärme führen (Nitsch & Magosch, 2021).
- Im Sinne einer Vorbildfunktion wurde für die kommunalen Liegenschaften ein Zielwert von 50 % Senkung des aktuellen Wärmebedarfs bis 2040 angesetzt.

9.6.3 Berechnungsgrundlagen zur Deckung des Wärmebedarfs

- Im Zielszenario werden im Jahr 2040 keine fossilen Brennstoffe mehr verwendet. Dies entspricht einem möglichst klimaneutralen Zustand und ist auch eine der Grundannahmen in der Studie „Baden-Württemberg Klimaneutral 2040“ (Nitsch & Magosch, 2021).
- Obwohl es nur wenig zusätzliches Potenzial von Energieholz in der Gemeinde gibt, steigt der Einsatz von Energieholz im Bereich der Privathaushalte um 120 %. Es wird angenommen, dass Mengen, die durch bspw. Sanierungsmaßnahmen eingespart werden, durch neue Heizanlagen ausgeglichen werden. Bei der Wärmenetzversorgung wird nur Energieholz eingesetzt, obwohl es kein zusätzliches lokales Potenzial gibt. Die Gemeinde Weilheim ist sehr holzaffin, weshalb davon ausgegangen wird, dass viele Bewohner in Zukunft Holz (zumeist in Form von Pellets oder aber Scheitholz aus dem Privatwald) verwenden werden.
- Für die Prozesswärme von produzierenden Unternehmen wird angenommen, dass Heizöl überwiegend durch Energieholz ersetzt wird. Dies erfolgt aufgrund von mitgeteilten Planungen der Unternehmen. Im GHD-Sektor sinkt der Holzbedarf bis 2040 ab. Hier und im Raumwärmebedarf werden Wärmepumpen verstärkt zum Einsatz kommen.
- Der Einsatz von Solarthermie steigt bis zum Jahr 2040 um 115 %. Es wird angenommen, dass bestehende Anlagen weiterhin in Betrieb bleiben und ein leichter Zubau stattfindet. Für die zentrale Wärmeversorgung spielen im Zielszenario Freiflächen-Solarthermieanlagen keine Rolle.
- Entsprechend aktuellen Planungen zum Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur am Hochrhein wird angenommen, dass Wasserstoff bis zum Jahr 2040 in der Region verfügbar sein wird. Da Wasserstoff vorerst in der Industrie eingesetzt wird und dieser Sektor in Weilheim absolut betrachtet klein ist, wird im Szenario keine Wasserstoffnutzung bis im Jahr 2040 in Weilheim angenommen.
- In den Eignungsgebieten für dezentrale Wärmeversorgung werden Wärmepumpen (Luft-Luft und Luft-Wasser) in Zukunft einen Großteil des Wärmebedarfs decken.
- Für das Wärmenetzeignungsgebiet wurde ein zukünftiger Anschlussgrad von 90 % des Gesamtwärmebedarfs der Gebäude angenommen.

- Die kommunalen Liegenschaften wurden gemäß der Eignungsgebiete entweder der zentralen oder der dezentralen (Wärmepumpe) Versorgung zugeordnet.

9.6.4 Berechnung der Treibhausgasemissionen

Analog zur THG-Bilanz der Bestandsanalyse werden die zukünftigen THG-Emissionen in den Szenarien anhand der Emissionsfaktoren der eingesetzten Energieträger berechnet. Die hier angewendeten Emissionsfaktoren stammen aus dem Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg der KEA-BW (Peters et al., 2023). Diese stehen für die Strom- und Wärmeerzeugung zur Verfügung. Werte für Energieträger, die nicht im Technikkatalog enthalten waren, wurden anhand weiterer Quellen ergänzt. Die für das Zielszenario verwendeten Emissionsfaktoren sind in folgenden zwei Tabellen dargestellt.

Erzeugungsart	THG-Emissionen (t CO ₂ e/MWh)	
	2030	2040
Strommix Deutschland	0,270	0,032
Photovoltaik	0,036	0,030
Wasserkraft	0,003	0,003
Biogas	0,092	0,087
Klärgas	0,048	0,046

Tabelle 22 – Angenommene THG-Emissionsfaktoren für Strom nach Erzeugungsart für die Jahre 2030 und 2040 (Peters et al., 2023)

Energieträger	THG-Emissionen (t CO ₂ e/MWh) im Jahr	
	2030	2040
Erdgas	0,233	0,233
Heizöl	0,311	0,311
Fernwärme ²	0,022	0,022
Energieholz	0,022	0,022
Solarthermie	0,025	0,025
Abwärme	0,038	0,036
Geothermie	0,078	0,071
Wasserstoff	0,044	0,040
Elektrische Wärmepumpe	0,028	0,028

Tabelle 23 – Angenommene THG-Emissionsfaktoren für Wärme nach Energieträger für die Jahre 2030 und 2040 (Peters et al., 2023)

9.6.5 Strombedarfsdeckung im Zielszenario

Zur Berechnung des zukünftigen Stromverbrauchs wurden folgende Annahmen getroffen:

- Der Stromverbrauch der privaten Haushalte berücksichtigt den Bevölkerungszuwachs als auch den allgemein leichten Rückgang des Stromverbrauchs im privaten Sektor (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut, 2021).
- Der Stromverbrauch für den Sektor Wirtschaft wird in diesem Szenario auf Grund der unvorhersehbaren Einflussfaktoren über die Jahre stabil gehalten. Der Stromverbrauch kann durch Effizienzsteigerungen sinken, gleichzeitig aber durch Wirtschaftswachstum ansteigen.

9.6.6 Zukünftige Versorgungsstruktur

Für die Einteilung der Eignungsgebiete wurden folgende Kriterien herangezogen und bewertet:

- Hohe Wärmedichte auf Straßenzugebene:** Der Wärmeverbrauch auf Straßenzugsdichte ist ein maßgeblicher Indikator für die Wirtschaftlichkeit eines potenziellen Wärmenetzes. Im Rahmen der Ausweisung der Eignungsgebiete für die zentrale Wärmeversorgung wurde der mindestwert von 2,0 MWh/m/Jahr angesetzt.
- Passender Sanierungszyklus der Heizanlagen:** Oftmals werden Heizanlagen 20 bis 30 Jahre lang betrieben. Sind die Heizanlagen in einem Gebiet überwiegend weniger als 10 Jahre alt, ist die Wahrscheinlichkeit gering, dass die Gebäude in den kommenden 5 bis 10 Jahren an ein Wärmenetz angeschlossen werden. Sind die Heizungen bereits älter als 15 Jahre, wird ein Anschluss ans Wärmenetz wahrscheinlicher und begünstigt damit eine potenziell hohe Anschlussdichte. Diese ist ebenfalls ausschlaggebend für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes.
- Passende Energieträgerverteilung (z.B. wenige Wärmepumpen):** Für ein Gebäude, das bereits mit erneuerbarer Wärme beheizt wird, bietet ein Wärmenetzanschluss wenige Vorteile, da die

² Unter Verwendung von Holz als Energieträger nach Technikkatalog der KEA, Version 1.1 (2024)

gesetzlichen Vorgaben bereits erfüllt werden. Zudem bietet der Ausbau von Wärmenetzen in Gebieten, in denen noch viele fossile Energieträger eingesetzt werden, ein größeres Potenzial zur Reduktion der THG-Emissionen.

- **Lokale Abwärme potenziale:** Wird lokal und in der Umgebung eines potenziellen Wärmenetzes überschüssige Wärme erzeugt, kann diese ausgekoppelt und über ein Wärmenetz für die Beheizung weiterer Gebäude genutzt werden.
- **Lokale Potenziale erneuerbarer Energien:** Die Potenzialanalyse zeigt auf, welche Gebäude ihren Wärmebedarf perspektivisch mit einer Wärmepumpe (Luft, Grundwasser oder Erdwärme) decken können. Diese Gebäude können demnach dezentral versorgt werden. Auch bei der Ausweisung der Wärmenetzgebiete ist ein entscheidender Faktor, wie viel erneuerbare Energien für ein potenzielles Wärmenetz lokal zur Verfügung steht.
- **Großverbraucher als Ankerkunden:** Großverbraucher nehmen in der Regel eine große Menge Wärmeenergie ab und sorgen damit für eine höhere Wärmeabnahme pro Trassenmeter. Zudem sind sie sichere und meist ganzjährige Abnehmer der Wärme, wodurch sich das Risiko für den Wärmenetzbetreiber reduziert, und die Wirtschaftlichkeit erhöht wird. In manchen Fällen können Großverbraucher auch Produzenten von Abwärme sein, die wiederum in das Wärmenetz eingespeist werden kann.
- **Siedlungs- und Besitzstrukturen:** Siedlungsstrukturen sind stark mit der Wärmedichte verbunden, denn dichtbesiedelte Räume weisen in der Regel höhere Wärmedichten auf. Zur Bestimmung des Wärmepumpenpotenzials eines Gebäudes sind der Gebäudetyp und das Gebäudealter wichtige Faktoren. Die Siedlungsdichte gibt Hinweise auf mögliche Restriktionen durch Schallemissionen, die dem Einsatz von Wärmepumpen entgegensprechen können. Besitzstrukturen sind beim Ausbau von Wärmenetzen relevant, weil sie ein Indikator für die Anschlussrate sein können. Ob eine kommunale Liegenschaft an ein Wärmenetz angeschlossen wird, kann die Kommune selbst entscheiden. Baugenossenschaften und andere institutionelle bzw. gewerbliche Gebäudeeigentümer bieten Potenziale zum Anschluss mehrerer, in der Regel großer Gebäude oder Gebäudekomplexe, und können somit einen Wärmenetzausbau begünstigen.
- **Siedlungsentwicklungen:** Bei der Einteilung der Eignungsgebiete werden bestehende Planungen für Baugebiete sofern möglich, berücksichtigt. Neubauten sind aufgrund der hohen gesetzlichen Anforderungen zur Wärmedämmung in der Regel nicht für den Anschluss an ein konventionelles Wärmenetz geeignet, da diese Gebäude eine geringere Vorlauftemperatur benötigen. Dennoch können Neubaugebiete zentral versorgt werden. So können sie beispielsweise mit Kaskaden (Nutzung des Wärmerücklaufs) an ein konventionelles Wärmenetz angeschlossen werden oder durch den Aufbau von Niedertemperaturnetzen. Diese Möglichkeiten sollten in Zukunft bei der Planung neuer Baugebiete untersucht werden.
- **Potenzielle Wärmeinfrastrukturstandorte (z.B. öffentliche Gebäude):** Kommunale Liegenschaften bieten in vielen Fällen günstige Bedingungen als Ausgangspunkte für den Aufbau eines Wärmenetzes. Auf den Grundstücken oder in den Gebäuden kann zumindest ein Teil der Technik für ein Wärmenetz untergebracht werden (z.B. Erzeugungsanlagen und Wärmespeicher).

9.6.7 Bewertungsindikatoren zur Einteilung des Plangebietes in Wärmeversorgungsgebiete

Mit der Bestands- und der Potenzialanalyse werden relevante Grundlagen für das Zielszenario geklärt. Anschließend wird die Entwicklung des zukünftigen Wärmebedarfs für das Zielszenario abgeleitet. Im nächsten Schritt werden alle Teilgebiete qualitativ hinsichtlich ihrer Eignung als **Wärmenetzgebiet**, **Wasserstoffnetzgebiet** sowie Gebiet für die **dezentrale Wärmeversorgung** bewertet. Hierfür werden

die vier Kriterien **niedrige Wärmegestehungskosten, geringes Realisierungsrisiko, hohe Versorgungssicherheit sowie geringe kumulierte Treibhausgasemissionen** anhand von definierten Indikatoren bewertet.

Die Bewertung erfolgt in den Ortssteckbriefen im Anhang.

Es werden folgende Indikatoren für die Bewertung von zukünftigen Wärmeversorgungsgebieten verwendet: Tabelle 24 gibt die Indikatoren zur Bewertung der Wärmegestehungskosten einer zentralen Wärmenetzversorgung an.

Indikator	Welche Rolle spielen die Indikatoren für ein Wärmenetz?
Wärmeliniendichte	Die Wärmeliniendichte im Straßenzug sollte flächendeckend bei mindestens 2.000 bis 3.000 kWh/m ² liegen, um ein Plangebiet als Wärmenetzgeeignet zu bewerten
Anerkunden	Anerkunden können ein Wärmenetz wirtschaftlicher machen, wenn diese einen konstanten Wärmeabsatz garantieren und/oder ganzjährig Warmwasser benötigen
Erwarteter Anschlussgrad	Bei hohem Anteil an älteren Gebäuden und bei hohem Anteil an fossilen Energieträgern bei der aktuellen Wärmeversorgung kann mit hohen Anschlussgraden an ein Wärmenetz gerechnet werden
Prozesswärmbedarf	Ein hoher Prozesswärmbedarf kann sich positiv auf die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes auswirken, sofern das Temperaturniveau zu erreichen ist
Spez. Investitionsaufwand für ein Wärmenetz	Sofern eine kompakte Bebauung, eine ausreichend breite Straßenführung, kurze Leitungszugänge zu den Gebäuden und ein leicht verfügbares Platzangebot für eine Heizungszentrale gegeben sind, können die spezifischen Investitionskosten für den Netzbau gering gehalten werden.
Wasserstoffpotenzial	Liegt ein Wasserstoffpotenzial in Form einer Anbindung an eine geplante H2-Haupttrasse und in Form eines bestehenden Gasnetzes vor, dann kann in Zukunft ein Plangebiet mit Wasserstoff versorgt werden
Abwärmepotenzial	Ein zur Verfügung stehendes Abwärmepotenzial kann für das zur Verfügungstellende Unternehmen Vorteile generieren, wenn damit ein Wohn- oder Gewerbegebiet günstig wärmeversorgt werden kann.
EE-Potenzial	Leicht zugängliche Potenziale an erneuerbaren Energien (EE) können sich positiv auf die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes auswirken, da der Energieträger nicht aus weiter Entfernung herbeigeschafft werden muss.
Invest Anlagentechnik	Bei einer hohen Wärmedichte und einem günstigen Energieträger ergibt sich ein günstiges Verhältnis von Anlageninvestition zu Wärmeabsatz.

Tabelle 24 – Indikatoren zur Bewertung der Wärmegestehungskosten für ein Wärmenetz (nach Leitfaden Wärmeplanung 2024, KWW Halle)

Fallen die Bewertung für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes negativ aus, dann werden die Wasserstoff-Wärmeversorgung oder die dezentrale Wärmeversorgung favorisiert. Eine Versorgung über Wasserstoff als Energieträger ist nur dann plausibel, wenn eine Anbindungsmöglichkeit an ein zukünftiges Wasserstoffnetz möglich erscheint und wenn bereits eine Gasnetzinfrastruktur vorliegt.

In Tabelle 25 werden die Risiken der jeweiligen Wärmeversorgungsarten eingeschätzt. Ziel der Berücksichtigung des Kriteriums Realisierungsrisiko/Versorgungssicherheit ist es, im Rahmen der Wärmeplanung Pläne zu entwickeln, die sich mit hoher Wahrscheinlichkeit umsetzen lassen und die auch bei sich ändernden Rahmenbedingungen Bestand haben (Robustheit). Dieses Ziel soll erreicht werden, indem das mit den jeweiligen Versorgungsoptionen verbundene Realisierungsrisiko sowie die damit verbundene zu erwartende Versorgungssicherheit abgeschätzt werden.

Indikator	Welche Rolle spielen die Risiko-Indikatoren für eine der drei Wärmeversorgungsarten?
Infrastruktur-Baurisiken	Risikobewertung hinsichtlich Auf-, Aus- und Umbau der Infrastruktur in Bezug auf eine der drei Wärmeversorgungsarten.
Ressourcenverfügbarkeit	Risikobewertung hinsichtlich der rechtzeitigen Verfügbarkeit von vorgelagerten Infrastrukturen (Heizanlagen, Anlagen- und Netzbaufirmen u.a.)
Energieträgerverfügbarkeit	Risikobewertung hinsichtlich der rechtzeitigen Verfügbarkeit von Energieträgern oder der Erschließung lokaler Energiequellen
Robuste Rahmenbedingungen	Risikobewertung hinsichtlich der Robustheit von Rahmenbedingungen (Kosten, Energieträgerverfügbarkeit, Attraktivität für das wirtschaftliche Interesse, voraussichtliche

Tabelle 25 – Indikatoren zur Bewertung der Risiken für eine der drei Wärmeversorgungsarten (nach Leitfaden Wärmeplanung 2024, KWW Halle)

Die Bewertung der kumulierten Treibhausgasemissionen in Tabelle 26 ergeben sich aus der Entwicklung des Energiebedarfs und der sukzessiven Umstellung der Wärmeerzeugung in den betrachteten Teilgebieten. Eine Abschätzung ist für den gesamten Zeitraum vom Startjahr der Betrachtung bis zum Zieljahr notwendig. Bei der Bewertung der kumulierten Treibhausgasemissionen spielt der Zeitpunkt der Umstellung der Wärmeerzeugung in Gebäuden und Prozessen, aber auch bei der Wärmeerzeugung in Wärmenetzen eine wichtige Rolle: Je später die Umstellung erfolgt, desto höher sind die kumulierten Treibhausgasemissionen. Insbesondere in Wasserstoffnetzgebieten, die erst nach 2040 auf Wasserstoff umgestellt werden, können die kumulierten Emissionen durch die lange Verbrennung von fossilem Erdgas hoch sein. Gleiches gilt auch für Wärmenetze, bei denen die Wärmeerzeugung erst sehr spät von fossilen Energieträgern auf alternative Wärmequellen umgestellt wird.

Indikator	Welche Rolle spielt die Bewertung der THG-Emissionen für die Umstellung der Wärmeversorgungsart?
Kumulierte Treibhausgasemissionen	Bewertung der bis 2040 kumulierten THG-Emissionen in Bezug auf die Dauer der Umstellung eines Versorgungsgebietes auf Wärmenetzversorgung oder auf Wasserstoffversorgung oder auf dezentrale Versorgungsarten von fossilen auf erneuerbaren Energieträgern.

Tabelle 26 –Bewertung der bis 2040 kumulierten THG-Emissionen bei Umstellung auf eine der drei Wärmeversorgungsarten (nach Leitfaden Wärmeplanung 2024, KWW Halle)

Alle Indikatoren und deren Bewertungen werden je Ortsteil oder je Eignungsgebiet zu einer Gesamtbewertung zusammengefasst.

10. Glossar

Abwärme	Die bei einem wärmetechnischen Prozess entstehende, aber bei diesem nicht genutzte Wärme bezeichnet man als Abwärme. Sie ist ein Nebenprodukt eines Herstellungsprozesses.
Batterie	Ein Erzeuger, in dem elektrochemische Energie kleiner Elemente in elektrische Energie umgewandelt wird, so dass ein elektrisches Gerät auch ohne Netzan- schluss betrieben werden kann.
Biomethan	Biomethan (auch Bioerdgas genannt) ist ein auf Erdgasqualität aufbereitetes Gasgemisch, welches aus Biogas gewonnen wird. Es entsteht durch die Aufbe- reitung von Rohbiogas mittels CO ₂ -Abscheidung und Reinigung. Das so aufbe- reitete Biomethan kann dann ins Erdgasnetz eingespeist werden.
Blockheizkraftwerk	Ein Blockheizkraftwerk (BHKW) ist eine Anlage zur Gewinnung elektrischer Energie und Wärme. Ein Verbrennungsmotor treibt einen Generator an, wodurch Energie erzeugt wird. Die dabei entstehende Wärme erhitzt Wasser, dies kann wiederum genutzt werden.
Brennstoffzelle	Ein technisches Gerät, das aus Wasserstoff und (dem in der Luft enthaltenen) Sauerstoff Wasser erzeugt, wobei bei diesem Prozess nutzbare elektrische Energie in Form von Strom erzeugt.
CO₂-neutral	Es sagt aus, dass die Verwendung eines Brennstoffs oder auch eine menschli- che Aktivität keinen Einfluss auf die Kohlendioxid-Konzentration der Atmo- sphäre hat und insofern nicht klimaschädlich ist.
Dezentrale Energie- versorgung	Privathaushalte versorgen sich selbstständig mit Energie. Zum Beispiel mit Strom durch eine PV-Anlage und Wärme durch eine Wärmepumpe.
Eigenverbrauch	Der Eigenverbrauch ist der Anteil, der in einer eigenen Anlage erzeugten elektrischen Energie, die selbst verbraucht wird.
Emission	Ist der Ausstoß von gasförmigen Stoffen, welche Luft, Boden und Wasser ver- unreinigen.
Energieholz	Altholz oder jegliches andere Holz, welches zu Hackschnitzeln oder Holzpellets verarbeitet wird, um diese wiederum in Heizungsanlagen in Energie umzu- wandeln.
Endenergie	Endenergie ist die Energie, die vor Ort z.B. im Wohnhaus eingesetzt wird. Im Fall von Strom ist dies die Menge Strom, die über den Hausanschluss an einen Haushalt geliefert wird. Im Fall von Wärme ist es die Menge an Öl, Gas, Holz, etc., mit der die Heizung „betankt“ wird. Die Endenergie unterscheidet sich von der Nutzenergie (s.u.).
Energieverbrauch	Unter Energieverbrauch versteht man meistens den Verbrauch von Energie- trägern wie den Brenn- und Kraftstoffen Benzin, Heizöl und Erdgas, also von materiellen Substanzen, oft aber auch von elektrischer Energie, im letzteren Fall also von einer durchaus abstrakten (nicht direkt sinnlich erfassbaren) Größe.
Erdwärmesonde	Dies ist eine Sonde, welche zur Gewinnung von Erdwärme in den Boden ein- gelassen wird, um oberflächennahe Geothermie zu nutzen.

Erneuerbare-Energien-Gesetz	Das deutsche Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien (EEG) soll den Ausbau von Energieversorgungsanlagen vorantreiben, die aus sich erneuernden (regenerativen) Quellen gespeist werden. Grundgedanke ist, dass den Betreibern der zu fördernden Anlagen über einen bestimmten Zeitraum ein im EEG festgelegter Vergütungssatz für den eingespeisten Strom gewährt wird. Dieser orientiert sich an den Erzeugungskosten der jeweiligen Erzeugungsart, um so einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlagen zu ermöglichen.
European Hydrogen Backbone	Die Initiative European Hydrogen Backbone (EHB) besteht aus einer Gruppe von 33 Energieinfrastrukturbetreibern, welche die gemeinsame Vision eines klimaneutralen Europas haben, das durch erneuerbare Energien und CO ₂ -armen Wasserstoff ermöglicht wird.
Fernwärme	Zentral erzeugte Wärme, die über ein Leitungsnetz zu den jeweiligen Gebäuden/Abnehmern gebracht wird.
Festmeter	Ein Festmeter (fm) ist ein Raummaß für Festholz und entspricht 1 m ³ fester Holzmasse.
Fossile Energieträger	Zu den fossilen Energieträgern zählen beispielsweise Braunkohle, Steinkohle, Heizöl, Flüssiggas und Erdgas.
Gebäude-Energie-Gesetz	Das Gebäude-Energie-Gesetz (GEG) führt die Energieeinsparverordnung, das Energieeinspargesetz sowie das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz zusammen und hat den möglichst sparsamen Einsatz von Energie in Gebäuden sowie die steigende Nutzung der erneuerbaren Energien zum Ziel.
Gebäudetypologie	Bei dieser Typologie wird der Wohngebäudebestand nach Baualter und Gebäudeart in Klassen eingeteilt, so dass Analysen über Energieeinsparpotenziale eines größeren Gebäudebestands möglich sind.
Geothermische Energie	Die direkte oder indirekte Nutzung von Wärme aus dem Erdreich (Erdwärme) wird als Geothermie bezeichnet. Es handelt sich um eine Form erneuerbarer (regenerativer) Energie, die insbesondere in Form von Niedertemperaturwärme bereits heute verbreitet genutzt wird.
Heizwärmeverbrauch	Beziffert die Menge an Heizwärme, die ein Gebäude über einen bestimmten Zeitraum benötigt.
Kilowatt	Ein Kilowatt (kW) entspricht 1.000 Watt. Dies ist die Einheit der Leistung, mit der unter anderem die Leistungsfähigkeit von PV-Anlagen gemessen wird.
Kilowattstunde	Der Verbrauch elektrischer Energie wird in Kilowattstunden angegeben (Leistung über eine Zeitspanne hinweg). Eine Kilowattstunde entspricht der Nutzung von 1.000 Watt über einen Zeitraum von einer Stunde. Für eine Stunde bügeln wird etwa 1 kWh Strom benötigt.
Kohlendioxid	Kohlendioxid (CO ₂) ist ein Gas, welches bei der Verbrennung kohlenstoffhaltiger Kraft- und Brennstoffe entsteht. In der Regel wird nahezu der gesamte Kohlenstoffgehalt von Brennstoffen und Kraftstoffen bei der Verbrennung in Kohlendioxid umgesetzt. Allenfalls kleine Anteile werden zu Ruß oder zum sehr giftigen Kohlenmonoxid.
Kraft-Wärme-Kopplung	Dies ist die gleichzeitige Gewinnung von elektrischer und thermischer Energie in einem Kraftwerk. Die thermische Energie ist dabei ein Nebenprodukt bei der Herstellung von elektrischer Energie.
Megawattstunde	Megawattstunde. Eine MWh entspricht 1.000 kWh (s.o.).

Nahwärme	Wenn Wärme von einem zentralen Wärmeerzeuger zu Verbrauchern transportiert wird, die Entferungen aber relativ klein sind (meist unter 1 km, kürzer als bei Fernwärme), spricht man von Nahwärme. (Rechtlich handelt es sich aber auch hier um Fernwärme.)
Nutzenergie	Nutzenergie stellt die Energie dar, die unabhängig vom Energieträger vom Wärmeverbraucher genutzt werden kann. Die Nutzenergie ist also gleich der Endenergie (s.o.) abzüglich der Übertragungs- und Umwandlungsverluste. Hierbei spielt bspw. der Wirkungsgrad der Heizanlage eine Rolle. Die Berechnungen zum Wärmekataster und zum Sanierungspotenzial basieren auf der Nutzenergie.
oberflächennahe Geothermie	Die oberflächennahe Geothermie ist die Nutzung von Erdwärme (Geothermie) aus geringen Tiefen bis zu einigen hundert Metern.
Ökostrom	Elektrische Energie, die nachweisbar auf ökologisch vertretbare Weise aus erneuerbaren Energiequellen hergestellt wird.
Pelletheizung	Eine Heizungsanlage, die mit festem Brennstoff aus Biomasse in Pelletform betrieben wird.
Photovoltaik	Photovoltaik (PV) ist ein technisches Verfahren, um Energie von Licht (also eines Teils der Strahlung der Sonne) mit Hilfe von Solarzellen direkt in elektrische Energie umzuwandeln.
Power-to-Gas	Power-to-Gas (PtG) ist ein Konzept, dessen zentraler Bestandteil die Erzeugung erneuerbarer Gase (z. B. Wasserstoff oder Methan) mit Hilfe elektrischer Energie ist.
Power-to-Heat	Power-to-Heat bedeutet zunächst einmal nur die Erzeugung von Wärme aus elektrischer Energie. Allerdings wird er üblicherweise nicht für jede Erzeugung von Elektrowärme benutzt, sondern nur im Zusammenhang mit der Nutzung von zeitweise anfallenden Überschüssen an elektrischer Energie.
Primärenergieverbrauch	Der Primärenergieverbrauch (PEV) gibt an, wie viel Energie in einer Volkswirtschaft eingesetzt wurde, um alle Energiedienstleistungen wie zum Beispiel Produzieren, Heizen, Bewegen, elektronische Datenverarbeitung, Telekommunikation oder Beleuchten zu nutzen. Es ist also die gesamte einer Volkswirtschaft zugeführte Energie. Eingesetzte Energieträger sind bisher vor allem Erdöl, Erdgas, Steinkohle, Braunkohle, Kernenergie, Wasserkraft und Windenergie.
Prozesswärme	Wärme, die für die Durchführung von bestimmten technischen Prozessen (insbesondere in der Industrie) benötigt wird.
Solarkataster	Solarkataster sind Landkarten, die aufzeigen, wie gut vorhandene Dachflächen für die Installation von PV-Anlagen oder Solarthermieanlagen geeignet sind.
Solarthermie	Die Gewinnung von Wärme aus der Sonneneinstrahlung mit Hilfe von Sonnenkollektoren.
Stickstoffoxide	Stickstoffoxide ist ein Sammelbegriff für zahlreiche gasförmige Stickoxide. Eine der Hauptquellen für Stickoxide in der Atmosphäre sind Abgase, die bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen, z.B. Kohle oder Kraftstoff, entstehen. Der Verkehr gilt als der größte Verursacher von NO _x -Emissionen.
Strommix	Der Strommix beschreibt die Kombination verschiedener Energiequellen, die für die Erzeugung von Strom eingesetzt werden. Derzeit werden deutschland-

	weit überwiegend fossil befeuerte Kraftwerke (Steinkohle, Braunkohle, Erdgas, Erdöl) sowie Kernkraftwerke, Wasserkraftwerke, Windkraft-, Biogas- und PV-Anlagen zur Stromerzeugung eingesetzt.
Technisches Potenzial	Das technische Potenzial ist der Anteil des theoretischen Potenzials, der unter Berücksichtigung der gegebenen technischen Restriktionen nutzbar ist.
Tiefengeothermie	Die Tiefengeothermie ist die Nutzung von Erdwärme (Geothermie) aus Tiefen ab 400 m.
Über Normalnull	Dabei handelt es sich in der Geodäsie um die Bezeichnung für eine bestimmte Niveauplätze, die in einem Land als einheitliche Bezugsfläche bei der Ermittlung der Erdoberfläche vom mittleren Meeresspiegel dient. Das Normalnull in Deutschland repräsentiert das Mittelwasser der Nordsee, „0 m ü. NN.“ ist also gleichbedeutend mit „mittlerer Meereshöhe“.
Umgebungswärme	Energie, die sich durch tägliche Sonneneinstrahlung und den Wärmefluss im Erdinneren, natürlicherweise in der Umwelt befindet. Sie wird zum Beispiel in Flüssen, Seen sowie in der Luft oder dem Erdreich gespeichert. Sie wird zum Teil als erneuerbare Energiequelle genutzt.
Volatilität	Die Anfälligkeit eines bestimmten Gutes für Schwankungen. In der Energiebranche spricht man von Volatilität der Erneuerbaren Energien, da die Stromerzeugung aus bestimmten Erneuerbaren Energien witterungsbedingt sowie Jahres und tageszeitlich bedingt Schwankungen unterworfen ist.
Wärmebedarf	Dies ist der Bedarf an Wärme, den ein Gebäude für Raumwärme und Warmwasser benötigt, um ein konstantes Temperaturniveau zu erreichen.
Wärmebrücke	Bezeichnung für eine Stelle in der Bausubstanz, die mehr Wärme ableitet als ihre umgebenden Flächen.
Wärmekataster	Ein Wärmekataster gibt Auskunft über den Wärmebedarf von Gebäuden und die Lage der Wärmequellen und -verbraucher in einer Kommune. Es kann als Grundlage für die Auslegung eines Nahwärmenetzes verwendet werden.
Wärmeschutzverordnung	Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden seit 1983. Durch die folgenden Novellierungen und verschärften gesetzlichen Anforderungen wird das Gebäude immer mehr als ein „Gesamtsystem“ mit ganzheitlichen Planungen begriffen.
Wirtschaftliches Potenzial	Das wirtschaftliche Potenzial ist der Anteil des technischen Potenzials, den man erhält, wenn die Gesamtkosten (Investition, Betrieb und Entsorgung einer Anlage) für die Energieumwandlung einer erneuerbaren Energiequelle berechnet und in der gleichen Bandbreite liegen wie die Gesamtkosten konkurrierender Systeme.

11. Literaturverzeichnis

- Agentur für erneuerbare Energien, 2017. Industrieller Wärmebedarf nach Wirtschaftszweigen. Online verfügbar unter: <https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/industrieller-waermebedarf-nach-wirtschaftszweigen>
- Busch, M., Botzenhart, F., Hamacher, T. & Zöllitz, R., 2010. GIS-gestützte Abbildung der Wärmenachfrage auf kommunaler Ebene am Beispiel der Gemeinde Greifswald mit besonderem Blick auf die Fernwärme. In gis.SCIENCE, 3/2010 S. 117-125.
- Christ, O. & Mitsdoerffer, R., 2008. Regenerative Energie nutzen - Wärmequelle Abwasser. WWT - Wasserwirtschaft Wassertechnik (05/2008): M6 - M12.
- Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), 2005. Energie aus Abwasser - Leitfaden für Ingenieure und Planer, Bern/Osnabrück: s.n.
- Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2022. Erneuerbare Energien integrieren – Versorgungssicherheit gewährleisten. Online verfügbar unter: <https://www.dena.de/themen-projekte/energie-systeme/flexibilitaet-und-speicher/>
- Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (dena), 2023. Thermische Energiespeicher für Quartiere - Aktualisierung, Überblick zu Rahmenbedingungen. Online verfügbar unter: https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2023/Thermische_Energiespeicher_fuer_Quartiere_-_Aktualisierung.pdf
- Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW), 2025. Interaktive Power to Gas Karte Deutschland. Online verfügbar unter: <https://www.dvgw.de/themen/energiewende/power-to-gas/interaktive-power-to-gas-karte>
- Europäisches Parlament, 2022. Was versteht man unter Klimaneutralität und wie kann diese bis 2050 erreicht werden?. Online verfügbar unter: <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20190926STO62270/was-versteht-man-unter-klimaneutralitat>
- Fraunhofer ISI, Consentec GmbH, IFEU, 2017. Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland. Module 0-3, Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.
- Fritz, S., 2018. Kommunale Abwässer als Potenzial für die Wärmewende, Heidelberg: ifeu.
- Günther, D. et al., 2020. Wärmepumpen in Bestandsgebäuden, Version 2.1, Freiburg: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE.
- Holm et al., 2024. Klimaziellücke im Gebäudesektor: Untersuchung der Auswirkungen des aktuellen GEG-Kompromisses auf die Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor in Deutschland, Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München.
- Institut für Energie und Umweltforschung gGmbH (IFEU), 2012. Pilotphase zum kommunalen Energie- und CO2-Bilanzierungstool BiCO2 BW: Endbericht, Heidelberg: s.n.
- Institut für Energie- und Umweltforschung gGmbH (IFEU), 2025. BiCO2 BW: Version 3.2.2, Heidelberg: s.n.
- Institut Wohnen und Umwelt (IWU), 2005. Deutsche Gebäudetypologie - Systematik und Datensätze, Darmstadt: s.n.
- Klinger und Partner, 2010. Abwasserzweckverband Breisgauer Bucht: Potenzialstudie zur Abwasserwärmenutzung, Bericht. Stuttgart, 10.11.2010.
- Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), 2020a. Energieatlas - Ermitteltes Wasserkraftpotenzial. Online verfügbar unter <https://www.energieatlas-bw.de/wasser/ermitteltes-wasserkraftpotenzial>

- Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), 2020b. Freiflächen. Online verfügbar unter: <https://www.energieatlas-bw.de/sonne/freiflachen>
- Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), 2020c. Windenergie in Baden-Württemberg. Online verfügbar unter: <https://www.energieatlas-bw.de/wind/anlagen-und-potenziale>
- Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), 2025. Solarenergie in Baden-Württemberg. Online verfügbar unter: <https://www.energieatlas-bw.de/sonne>
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2018. Leitlinien Qualitäts- sicherung Erdwärmesonden (LQS EWS). Online verfügbar unter: <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/energie/erneuerbare-energien/geothermie/lqs-ews>
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2023. Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022. Stuttgart. Online verfügbar unter: https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Energie/Eneuerbare-Energien-2022.pdf
- Nitsch, J. & Magosch, M., 2021. Plattform Erneuerbare Energien – Baden-Württemberg Klimaneutral 2040. Online verfügbar unter: https://erneuerbare-bw.de/fileadmin/user_upload/pee/Startseite/Magazin/Projekt/PDF/20211027_Studie_EE-Ausbau_fuer_klimaneutrales_BW.pdf
- Peters, M. et al., 2023. Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg, Version 1.1, Stuttgart: Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH.
- Powerloop Schweizerischer Fachverband, 2020. Wärme-Kraft-Kopplung - Der Schlüssel für eine sichere, saubere und bezahlbare Energiezukunft. Online verfügbar unter: <https://powerloop.ch/wp-content/uploads/2020/07/POWERLOOP-Standardpr%C3%A4sentation-v20200703c-1.pdf>
- Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut, 2021. Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann, Berlin: Studie im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende.
- Purr, K., Günther, J., Lehmann, H. & Nuss, P., 2019. RESCUE-Studie: Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), 2021. LGRB- Kartenviewer - Layer: Aufschlussdatenbank/Bohrdatenbank (ADB). Online verfügbar unter: <https://maps.lgrb-bw.de/>.
- Rehmann, F., Streblow, R. & Müller, D., 2022. Kurzfristig umzusetzende Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden und Quartieren, Whitepaper, Berlin.
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (STALA BW), 2024. Struktur- und Regionaldatenbank. Online verfügbar unter: <https://www.statistik-bw.de/SRDB/?E=GS>.
- Sterner, M. & Stadler, I., 2014. Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg.
- Verband kommunaler Unternehmen e.V. (VKU), 2017. Erdgasinfrastruktur in der Zukunft: Darauf können wir aufbauen, Berlin: VKU Verlag GmbH.
- WBGU, 2011. Welt im Wandel - Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation, Berlin: WBGU.

12. Anhang

In diesem Anhang befinden sich folgende Dokumente:

- Ortsteil-Steckbriefe der Gemarkung mit folgenden Inhalten (siehe 12.1 bis 12.3):
 - Beschreibung des energetischen Ist-Zustands der Gebäude und der Heizanlagen in dem ausgewählten Ortsteil oder Quartier
 - Darstellung und Beschreibung der zentralen und dezentralen Wärmeversorgungsgebiete
 - Bewertung der drei Wärmeversorgungsarten anhand von Indikatoren (siehe 9.6.7)
 - Lokal verfügbare Wärme- und Stromerzeugungspotenziale, Einsparpotenziale durch Gebäudeeffizienzmaßnahmen
- Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen (siehe 12.7):
 - Ein Beispielhafter Steckbrief

Zusätzlich werden diesem Fachgutachten folgende Dokumente separat als PDF beigefügt:

- Detaillierte Karten
 - Wärmeverbrauch auf Baublockebene
 - Einsparpotenziale durch energetische Sanierung von Wohngebäuden
 - Dachflächenpotenziale für Solarthermie- und PV-Anlagen
 - Erdwärmepotenziale
 - Wärmepumpenpotenzial (Luft-Wasser-Wärmepumpe)
- Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen
 - Steckbriefe aller Gebäudetypen in Weilheim

12.1 Gebietsaufteilung der Ortsteilsteckbriefe

Die Gemeinde Weilheim umfasst die Ortsteile Aisperg, Ay, Bannholz, Bierbronnen, Brunnadern, Bürglen, Dietlingen, Heubach, Maria Bronnen, Nöggenschwiel, Remetschwi, Rohr, Schnörringen, Waldhaus und Weilheim aufgeteilt. Für die Erstellung der Ortsteilsteckbriefe wurden die offiziellen Gemarkungsgrenzen aus dem Zusammenschluss der einst selbständigen Ortsteile (Weilheim, Bannholz, Bierbronnen, Nöggenschwiel und Remetschwi) zu der Gemeinde Weilheim aus dem Jahr 1975 herangezogen.

Die Gemeinde wurde für die Ortsteilsteckbriefe somit wie folgt unterteilt (vgl. Abbildung 43)

- Weilheim
- Nöggenschwiel
- Bierbronnen
- Bannholz
- Remetschwi

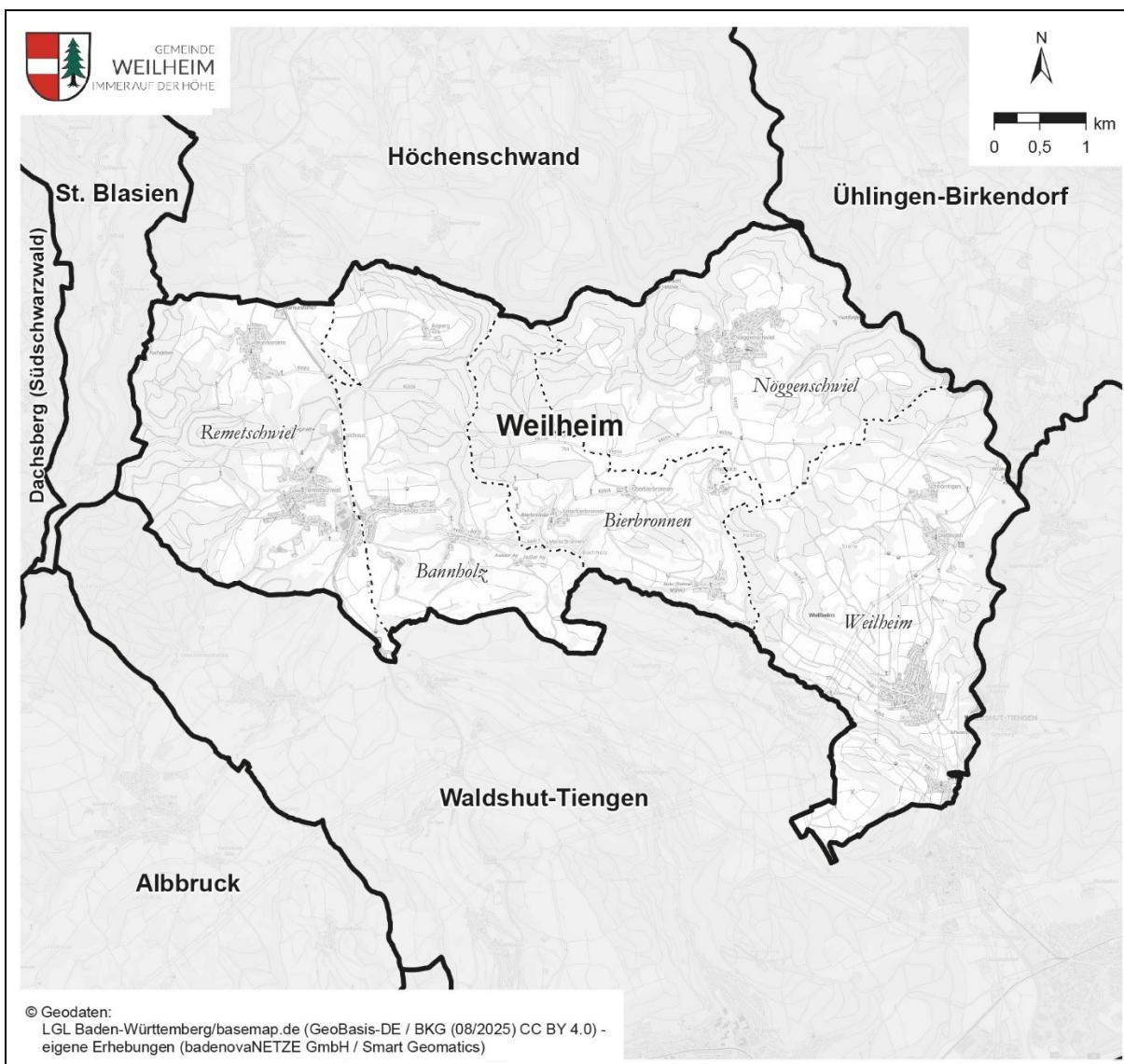
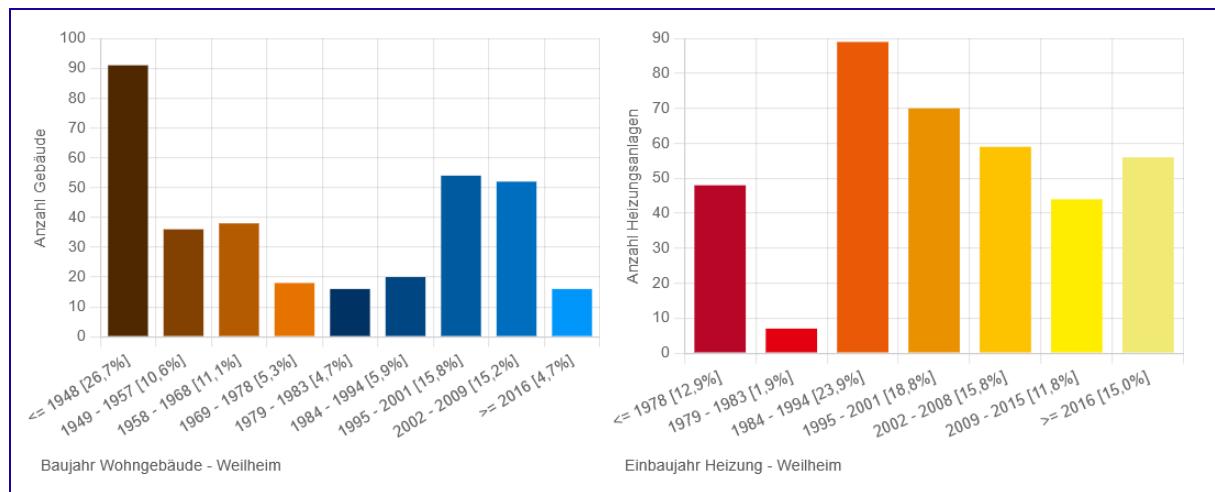


Abbildung 43 – Gebietsaufteilung der Ortsteilsteckbriefe

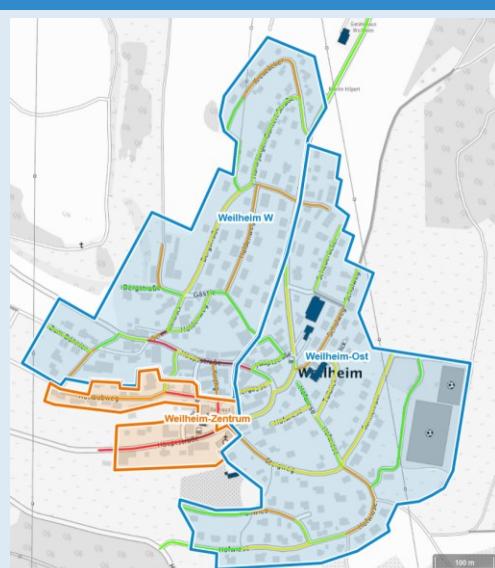
12.2 Steckbrief Weilheim

Beschreibung des Ortsteils		Lage																										
Anzahl beheizter Gebäude	511																											
Wärmeverbrauch 2022	15.082 MWh																											
Einsparpotenzial Sanierung	47 %																											
Energieverbrauch nach Energieträgern		Gebäudenutzung																										
Der Ortsteil ist durch ein Gasnetz erschlossen. Der höchste Anteil mit ca. 42 % des aktuellen Wärmeverbrauchs wird mit Erdgasheizungen und ca. 25 % mit Heizölheizungen gedeckt.	<table border="1"> <caption>Endenergiebedarf Wärme nach Energieträger - Weilheim</caption> <thead> <tr> <th>Energieträger</th> <th>Anteil</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gas</td> <td>42,1%</td> </tr> <tr> <td>Öl</td> <td>25,4%</td> </tr> <tr> <td>Holzzentralheizung</td> <td>14,0%</td> </tr> <tr> <td>Strom</td> <td>13,0%</td> </tr> <tr> <td>Pellets</td> <td>5,5%</td> </tr> <tr> <td>Unbenannt</td> <td>5,5%</td> </tr> </tbody> </table>	Energieträger	Anteil	Gas	42,1%	Öl	25,4%	Holzzentralheizung	14,0%	Strom	13,0%	Pellets	5,5%	Unbenannt	5,5%	<p>Der überwiegende Teil der Gebäude ist mit ca. 88 % Wohngebäude.</p> <table border="1"> <caption>Gebäudekategorien - Weilheim</caption> <thead> <tr> <th>Kategorie</th> <th>Anteil</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gebäude für öffentliche Zwecke</td> <td>2,9%</td> </tr> <tr> <td>Wohnen</td> <td>87,8%</td> </tr> <tr> <td>Wohnmischnutzung</td> <td>1,8%</td> </tr> <tr> <td>GHD und Industrie</td> <td>7,3%</td> </tr> <tr> <td>Sonstiges</td> <td>0,3%</td> </tr> </tbody> </table>	Kategorie	Anteil	Gebäude für öffentliche Zwecke	2,9%	Wohnen	87,8%	Wohnmischnutzung	1,8%	GHD und Industrie	7,3%	Sonstiges	0,3%
Energieträger	Anteil																											
Gas	42,1%																											
Öl	25,4%																											
Holzzentralheizung	14,0%																											
Strom	13,0%																											
Pellets	5,5%																											
Unbenannt	5,5%																											
Kategorie	Anteil																											
Gebäude für öffentliche Zwecke	2,9%																											
Wohnen	87,8%																											
Wohnmischnutzung	1,8%																											
GHD und Industrie	7,3%																											
Sonstiges	0,3%																											
Gebäudealter																												
<p>Über 64 % der Wohngebäude wurden vor der ersten Wärmeschutzverordnung 1977 errichtet. Dementsprechend liegen ein sehr hoher Wärmeverbrauch sowie ein sehr hohes Sanierungspotenzial pro Wohnfläche vor. Mehr als 43 % der Heizanlagen sind älter als 25 Jahre. In den zwei nachfolgenden Abbildungen sind die Altersstrukturen der Wohngebäude (links) sowie deren Anzahl und die Altersstrukturen der eingesetzten Heizanlagen (rechts) in der Gemarkung Weilheim dargestellt.</p>																												

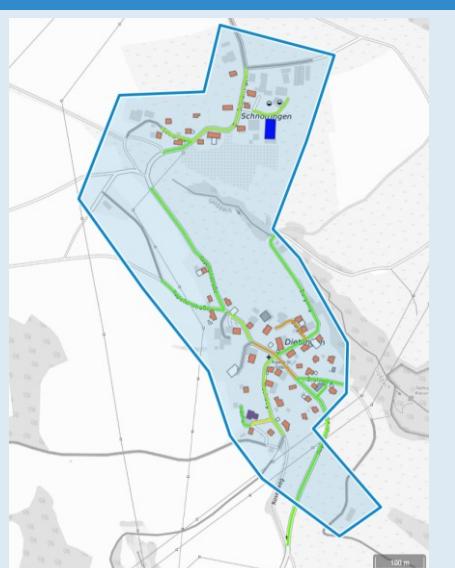


Eignungsgebiet in Weilheim

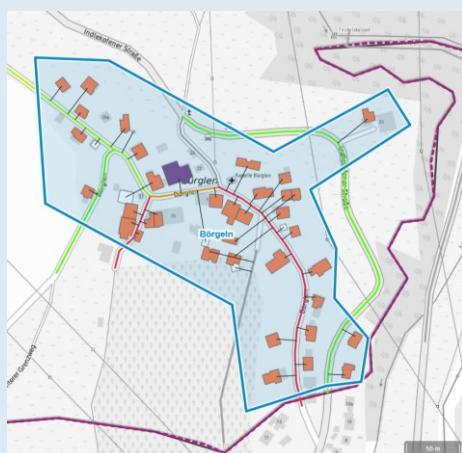
1. Übersicht und dezentrale Wärmeversorgung



Weilheim-Ort



Dietlingen und Schnörringen



Bürglen

Eignungsgebiete für zentrale und dezentrale Versorgungslösungen in Weilheim

Legende

Wärmedichtesegmente (Endenergie)	
—	Keine Angabe
—	Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie
—	Gesundheits- und Pflegeeinrichtung
—	Wohnmischnutzung
—	Wohnen

Schwerpunktgebiete

—	Schwerpunktgebiet (vorwiegend Einzelheizungen)
—	Schwerpunktgebiet (potenzielles Nahwärmegebiet)
—	Wärmenetz - Bestandsgebiet

Übersicht und dezentrale Wärmeversorgung:

Der größte Teil des Ortes Weilheim wurde als Eignungsgebiet für dezentrale Wärmeversorgungslösungen definiert. Dies gilt ebenso für die Teileorte Dietlingen, Schnörringen und Bürglen. Auf Grund der überwiegenden Einfamilienhaus-Wohnbebauung wird sich die Wärmeversorgung im Ort zukünftig durch eine Kombination von Wärmepumpen mit PV-Anlagen und dezentrale holzbasierte Heizanlagen (bspw. Pellets, Scheitholz), eventuell auch in Kombination mit Solarthermie zusammensetzen. In Bürglen sind bereits in 30 % der Wohngebäude Wärmepumpen im Einsatz. In den älteren Kerngebieten können Gebäudesanierungen den Wärmebedarf mit der Zeit herabsetzen. In den jeweils peripheren Siedlungsbereichen von Weilheim liegt das Baualter häufig in den 2000er Jahren mit bereits heute gutem Wärmeschutz. Für die kommunalen und landwirtschaftlichen Gebäude können für heizöl- oder erdgasversorgte Heizanlagen hybride Systeme zum Einsatz kommen, um höhere Leistungsbedarfe abzudecken. Ab 2040 müssen aber auch diese durch erneuerbare Energieträger ersetzt werden (z.B. BioLPG).

Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Energieholz, Solarthermie, Erdwärme und Umweltwärme. Eine zukünftige Wasserstoffversorgung ist aufgrund des Erdgasnetzes und wegen der geplanten H₂-Versorgungsinfrastruktur entlang des westlichen Hochrheines möglich. Eine solche wird aber sicher nicht vor 2040 vollständig ausgebaut.

Für den Aufbau von Freiflächen-PV-Anlagen wurde eine Fläche südöstlich von Weilheim vom Regionalverband Hochrhein-Bodensee ausgewiesen. Die Nutzung der Fläche wird jedoch kritisch gesehen. Bei Dietlingen ist bereits eine Freiflächen-PV-Anlage mit 2,5 MWp Leistung ans Netz gegangen.

Der Bau von Wärmenetzen ist lediglich in einem kleinen Bereich von Weilheim-Ort denkbar. Dazu bedarf es jedoch eines innerkommunalen Engagements, um eine zentrale Wärmeversorgung aufzubauen oder zumindest zu initiieren.

Struktur der heutigen dezentralen Wärmeversorgung

(blau eingezeichnete Gebiete in der Ortsmitte):

- 263 Gebäude im Gebiet (231 Wohngebäude, 19 gewerbliche Gebäude, 9 Gebäude für öffentliche Zwecke, vier kommunale Gebäude)
- Endenergieverbrauch im Eignungsgebiet: 8.653 MWh/Jahr (88% für Wohngebäude)
- Wärmeversorgungsstruktur: Überwiegend leitungsgebunden durch Erdgas (46 %); Heizöl (25 %); Holzzentralheizung (11 %); Holzpellets (6 %); Heizstrom (11,6 %)
- Leistung der Heizanlagen gesamt (exklusive Heizstrom): 5 MW
- Ca. 54 % der Heizanlagen sind bereits über 25 Jahre alt.
- Einsparpotenzial durch Wohngebäudesanierung: ca. 18.550 MWh/Jahr (46 %) Endenergie
- PV-Dachflächenpotenzial: 4.996 MWh/Jahr
- PV-Freiflächenpotenzial: k.A. (4,7 ha Freifläche nach RV-Teilfortschreibung)

Bewertungsmatrizen für die Entscheidung zur dezentralen Wärmeversorgung in Weilheim (Erläuterungen zu den Indikatoren siehe Kapitel 9.6.7):

Qualitative Bewertung von Indikatoren der Wärmegestehungskosten

Indikator	Ortschaft / Quartier	Zentrale Versorgung	Wasserstoffversorgung	Dezentrale Versorgung
Wärmeliniendichte	Weilheim	rot		
Ankerkunden		gelb		grün
Erwarteter Anschlussgrad		rot	grün	
Prozesswärmeverbedarf		rot	rot	
Wärmenetzverdichtungsgebiet				
Wärmenetzausbaugebiet				
Neues Wärmenetzgebiet				
Spez. Investitionsaufwand für ein Wärmenetz		gelb		
Wasserstoffpotenzial			rot	
Abwärmepotenzial		rot		
EE-Potenzial		gelb		
Invest Anlagentechnik		gelb	gelb	gelb
Gesamtbewertung		rot	rot	grün

Qualitative Bewertung von Indikatoren des Realisierungsrisikos

Indikator	Ortschaft / Quartier	Zentrale Versorgung	Wasserstoffversorgung	Dezentrale Versorgung
Infrastruktur-Baurisiken	Weilheim	rot	grün	grün
Ressourcenverfügbarkeit		rot	rot	grün
Energieträgerverfügbarkeit		gelb	gelb	grün
Robuste Rahmenbedingungen		rot	rot	grün
Gesamtbewertung		rot	rot	grün

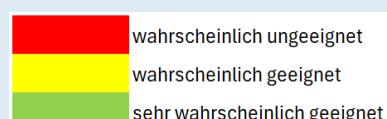
Qualitative Bewertung der kumulierten Treibhausgas-Emissionen

Indikator	Ortschaft / Quartier	Zentrale Versorgung	Wasserstoffversorgung	Dezentrale Versorgung
kumulierte THG-Emissionen	Weilheim	gelb	rot	gelb

Qualitative Gesamtbewertung der Eignungsstufen der Wärmeversorgungsart

Indikator	Ortschaft / Quartier	Zentrale Versorgung	Wasserstoffversorgung	Dezentrale Versorgung
Wärmegestehungskosten	Weilheim	rot	rot	grün
Realisierungs- und Versorgungsrisiko		rot	rot	grün
Kumulierte THG-Emissionen		gelb	rot	grün
Gesamtbewertung der Eignung		rot	rot	grün

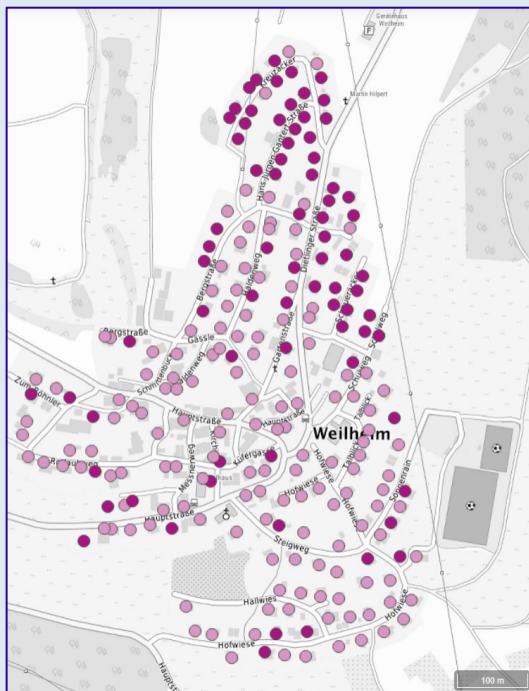
Farbindikatoren zur Eignung der Wärmeversorgungsart:



Die Farbskala gibt an, ob ein Indikator für eine der drei Arten von Wärmeversorgung wahrscheinlich ungeeignet (rot), wahrscheinlich geeignet (gelb) oder aber sehr wahrscheinlich geeignet ist (grün).

Wärmepumpeneignung der Wohngebäude:

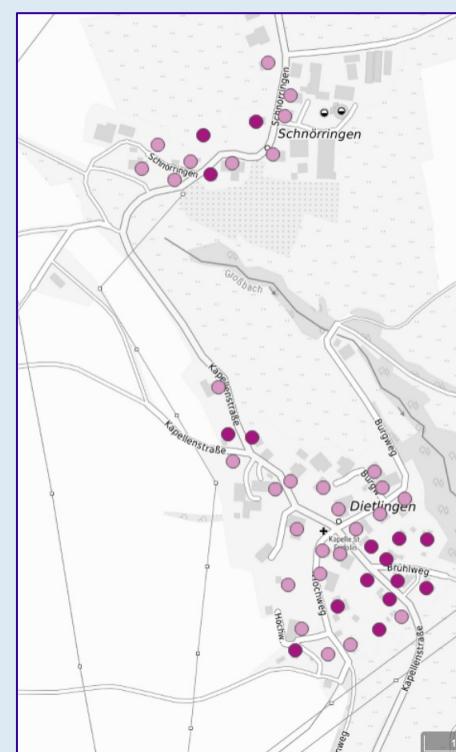
Für eine effiziente und kostensparende dezentrale Versorgung mit Wärmepumpen-Systemen werden zahlreiche Wohngebäude erst heizungstechnische Optimierungen oder Teilsanierungen an den Gebäuden vornehmen müssen. Insbesondere bei den Gebäuden ab 1979 können dies auch weniger kostenintensive Optimierungsarbeiten sein (z.B. der Einbau größerer Heizkörper oder eine Kellerdecken-Dämmung). Die Grafik unten zeigt die effiziente Wärmepumpeneignung der Gebäude für heute (dunklere Punkte) und nach Optimierungen für die Zeit ab 2030 (hellere Punkte):

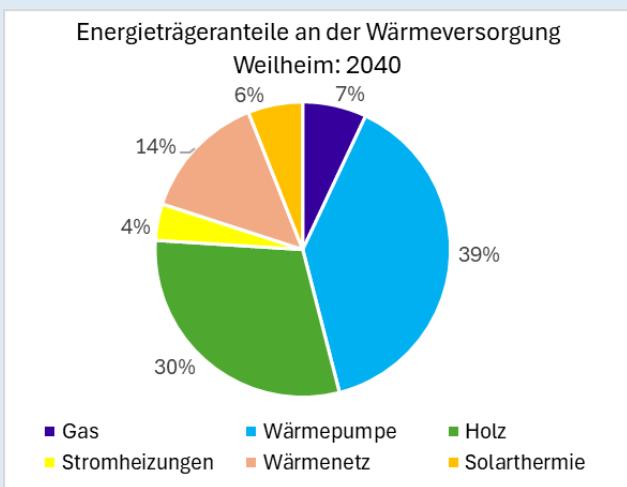


Wärmepumpeneignung für Gebäude in Weilheim-Ort

Legende:

- Geeignet für Wärmepumpe
- Geeignet für Wärmepumpe nach Gebäudesanierung





Zukünftige Energieträgerverteilung

Eine zukünftige Energieträgerverteilung für Weilheim könnte bis 2040 wie im Diagramm links aussehen. Dabei handelt es sich um Schätzungen auf Basis der heutigen Verteilung und der zukünftigen Verteilung laut dem Zielszenario für Gesamt-Weilheim. Das Wärmenetz-Eignungsgebiet (siehe unten) ist darin mit 14 % Anteil bereits enthalten. Zahlreiche Gebäude sind jüngerer Alters und somit Wärmepumpengeeignet, weshalb der WP-Anteil in der dezentralen Versorgung deutlich überwiegt.

2. Übersicht und zentrale Wärmeversorgung

Im Gebiet der südwestlichen Ortsmitte Weilheims besteht laut Bewertungsmatrizen ein Potenzial zum Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung über ein Wärmenetz. Die Wärmedichten im Straßenzug weisen hohe Werte von teilweise über 4.000 kWh/(m·a) auf. Die Wohngebäude entlang der Rotlaub- und der Hauptstraße weisen überwiegend hohe Baualter aus der Vorkriegszeit auf und werden überwiegend fossil wärmeversorgt. Am Badener Platz steht das Rathaus aus den 90er Jahren, mit einem hohen Wärmebedarf. Daran angeschlossen ist eine Seniorenwohnanlage. Beide Gebäude sind Ankerkunden für ein potenzielles Wärmenetz. Das Wärmenetz-Eignungsgebiet ist auf der ersten Abbildung des Steckbriefes rot eingerahmt. Eine zentrale Anlage hätte einen Wärmeleistungsbedarf von ca. 400 kW mit eher geringem Platzbedarf. Aktuell ist im Rathaus eine Erdgasheizung mit 110 kW installiert. Bei Verwendung von Holzpellets ist ein entsprechender Pellet-Bunker zu berücksichtigen. Das Platzangebot muss im Rahmen einer Voruntersuchung genauer bewertet werden. Fördermittel für eine Machbarkeitsstudie könnten nach den Vorgaben des BAFA für effiziente Wärmenetze abgerufen werden.

2.1 Zentrales Eignungsgebiet „Weilheim-Zentrum“

- 29 Wohngebäude und das Rathaus
- Endenergieverbrauch im Eignungsgebiet: 1.790 MWh/Jahr
- Wärmeversorgungsstruktur: Überwiegend leitungsgebunden durch Erdgas (65,5 %); Heizöl (24 %); Holzzentralheizung; Heizstrom (10,6 %)
- Leistung der Heizanlagen gesamt (exklusive Heizstrom): 1 MW
- Hauptleitungslänge: 480 m
Anzahl Hausanschlüsse: maximal 30 Anschlüsse
- Einsparpotenzial durch Wohngebäudesanierung: ca. 662 MWh/Jahr (49 %)
- PV-Dachpotenzial: 855 MWh/Jahr

Bewertungsmatrizen für die Entscheidung zur zentralen Wärmeversorgung in Weilheim:

Qualitative Bewertung von Indikatoren der Wärmegestehungskosten

Indikator	Ortschaft / Quartier	Zentrale Versorgung	Wasserstoffversorgung	Dezentrale Versorgung
Wärmeliniedichte	Weilheim-Netzgebiet	grün		
Ankerkunden		grün		gelb
Erwarteter Anschlussgrad		grün	grün	
Prozesswärmeverbedarf		rot	rot	
Wärmenetzverdichtungsgebiet				
Wärmenetzausbaugebiet				
Neues Wärmenetzgebiet		grün		
Spez. Investitionsaufwand für ein Wärmenetz		gelb		
Wasserstoffpotenzial			rot	
Abwärmepotenzial		rot		
EE-Potenzial		gelb		
Invest Anlagentechnik		grün	grün	gelb
Gesamtbewertung		grün	rot	gelb

Qualitative Bewertung von Indikatoren des Realisierungsrisikos

Indikator	Ortschaft / Quartier	Zentrale Versorgung	Wasserstoffversorgung	Dezentrale Versorgung
Infrastruktur-Baurisiken	Weilheim-Netzgebiet	gelb	grün	grün
Ressourcenverfügbarkeit		gelb	rot	grün
Energieträgerverfügbarkeit		grün	gelb	gelb
Robuste Rahmenbedingungen		grün	rot	gelb
Gesamtbewertung		gelb	rot	gelb

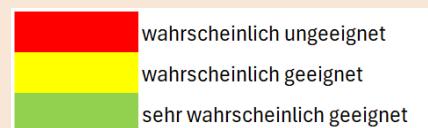
Qualitative Bewertung der kumulierten Treibhausgas-Emissionen

Indikator	Ortschaft / Quartier	Zentrale Versorgung	Wasserstoffversorgung	Dezentrale Versorgung
kumulierte THG-Emissionen	Weilheim-Netzgebiet	grün	rot	gelb

Qualitative Gesamtbewertung der Eignungsstufen der Wärmeversorgungsart

Indikator	Ortschaft / Quartier	Zentrale Versorgung	Wasserstoffversorgung	Dezentrale Versorgung
Wärmegestehungskosten	Weilheim-Netzgebiet	grün	rot	gelb
Realisierungs- und Versorgungsrisiko		gelb	rot	
Kumulierte THG-Emissionen		grün	rot	
Gesamtbewertung der Eignung		grün	rot	gelb

Farbindikatoren zur Eignung der Wärmeversorgungsart:



Die Farbskala gibt an, ob ein Indikator für eine der drei Arten von Wärmeversorgung wahrscheinlich ungeeignet (rot), wahrscheinlich geeignet (gelb) oder aber sehr wahrscheinlich geeignet ist (grün).

12.3 Steckbrief Nöggenschwiel

Beschreibung des Ortsteils		Lage																																						
Anzahl beheizter Gebäude	211																																							
Wärmeverbrauch 2022	7.328 MWh																																							
Einsparpotenzial Sanierung	49 %																																							
Energieverbrauch nach Energieträgern		Gebäudenutzung																																						
<p>Der Ortsteil ist nicht leitungsgebunden erschlossen. Der Großteil mit ca. 35 % des aktuellen Wärmeverbrauchs wird mit Heizölheizungen gedeckt.</p> <p>Endenergiebedarf Wärme nach Energieträger - Weilheim</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Energieträger</th> <th>Anteil</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Öl</td> <td>35,4%</td> </tr> <tr> <td>Holzzentralheizung</td> <td>31,5%</td> </tr> <tr> <td>Strom</td> <td>14,7%</td> </tr> <tr> <td>Pellets</td> <td>13,8%</td> </tr> <tr> <td>Gas</td> <td>4,6%</td> </tr> </tbody> </table>		Energieträger	Anteil	Öl	35,4%	Holzzentralheizung	31,5%	Strom	14,7%	Pellets	13,8%	Gas	4,6%	<p>Der überwiegende Teil mit ca. 85 % der Gebäude sind reine Wohngebäude.</p> <p>Gebäudekategorien - Weilheim</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategorie</th> <th>Anteil</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gebäude für öffentliche Zwecke</td> <td>4,1%</td> </tr> <tr> <td>Wohnen</td> <td>84,5%</td> </tr> <tr> <td>Wohnmischnutzung</td> <td>1,0%</td> </tr> <tr> <td>Sonstiges</td> <td>0,5%</td> </tr> <tr> <td>GHD und Industrie</td> <td>9,8%</td> </tr> </tbody> </table>	Kategorie	Anteil	Gebäude für öffentliche Zwecke	4,1%	Wohnen	84,5%	Wohnmischnutzung	1,0%	Sonstiges	0,5%	GHD und Industrie	9,8%														
Energieträger	Anteil																																							
Öl	35,4%																																							
Holzzentralheizung	31,5%																																							
Strom	14,7%																																							
Pellets	13,8%																																							
Gas	4,6%																																							
Kategorie	Anteil																																							
Gebäude für öffentliche Zwecke	4,1%																																							
Wohnen	84,5%																																							
Wohnmischnutzung	1,0%																																							
Sonstiges	0,5%																																							
GHD und Industrie	9,8%																																							
Gebäudealter																																								
<p>Etwa 60 Prozent der Wohngebäude wurden vor der ersten Wärmeschutzverordnung 1977 errichtet. Dementsprechend liegt ein hoher Wärmeverbrauch sowie ein hohes Sanierungspotenzial pro Wohnfläche vor. Knapp 40 Prozent der Heizanlagen sind älter als 25 Jahre. In den zwei nachfolgenden Abbildungen sind die Altersstrukturen der Wohngebäude (links) sowie deren Anzahl und die Altersstrukturen der eingesetzten Heizanlagen (rechts) dargestellt.</p> <p>Anzahl Gebäude</p> <p>Baujahr Wohngebäude - Weilheim</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Baujahr</th> <th>Anzahl</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><= 1948 [28,0%]</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>1949 - 1957 [14,0%]</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>1958 - 1968 [16,5%]</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>1969 - 1978 [1,8%]</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>1979 - 1983 [4,3%]</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>1984 - 1994 [4,3%]</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>1995 - 2001 [10,4%]</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>2002 - 2009 [16,5%]</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>2010 - 2015 [0,6%]</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>>= 2016 [3,7%]</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table> <p>Anzahl Heizungsanlagen</p> <p>Einbaujahr Heizung - Weilheim</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Einbaujahr</th> <th>Anzahl</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><= 1978 [2,6%]</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>1979 - 1983 [1,3%]</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>1984 - 1994 [24,7%]</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>1995 - 2001 [11,7%]</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>2002 - 2008 [24,0%]</td> <td>37</td> </tr> <tr> <td>2009 - 2015 [10,4%]</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>>= 2016 [25,3%]</td> <td>39</td> </tr> </tbody> </table>			Baujahr	Anzahl	<= 1948 [28,0%]	45	1949 - 1957 [14,0%]	22	1958 - 1968 [16,5%]	27	1969 - 1978 [1,8%]	5	1979 - 1983 [4,3%]	8	1984 - 1994 [4,3%]	8	1995 - 2001 [10,4%]	17	2002 - 2009 [16,5%]	27	2010 - 2015 [0,6%]	2	>= 2016 [3,7%]	7	Einbaujahr	Anzahl	<= 1978 [2,6%]	4	1979 - 1983 [1,3%]	3	1984 - 1994 [24,7%]	38	1995 - 2001 [11,7%]	18	2002 - 2008 [24,0%]	37	2009 - 2015 [10,4%]	16	>= 2016 [25,3%]	39
Baujahr	Anzahl																																							
<= 1948 [28,0%]	45																																							
1949 - 1957 [14,0%]	22																																							
1958 - 1968 [16,5%]	27																																							
1969 - 1978 [1,8%]	5																																							
1979 - 1983 [4,3%]	8																																							
1984 - 1994 [4,3%]	8																																							
1995 - 2001 [10,4%]	17																																							
2002 - 2009 [16,5%]	27																																							
2010 - 2015 [0,6%]	2																																							
>= 2016 [3,7%]	7																																							
Einbaujahr	Anzahl																																							
<= 1978 [2,6%]	4																																							
1979 - 1983 [1,3%]	3																																							
1984 - 1994 [24,7%]	38																																							
1995 - 2001 [11,7%]	18																																							
2002 - 2008 [24,0%]	37																																							
2009 - 2015 [10,4%]	16																																							
>= 2016 [25,3%]	39																																							



- Endenergieverbrauch im Eignungsgebiet: ca. 7.328 MWh/Jahr (davon 76 % private Haushalte)
- Wärmeversorgungsstruktur: Überwiegend durch Heizöl (35 %) und Holzzentralheizung (32 %); Heizstrom (15 %); Holzpellets (14 %); Erdgas (5 %)
- Leistung der installierten Heizanlagen gesamt (exklusive Heizstrom): 4 MW
- Einsparpotenzial durch Wohngebäudesanierung: ca. 2.775 MWh/Jahr (49 %) Endenergie
- PV-Dachpotenzial: ca. 4.248 MWh/Jahr
- PV-Freiflächenpotenzial: k.A.

Bewertungsmatrizen für die Entscheidung zur dezentralen Wärmeversorgung in Nöggenschwiel (Erläuterungen zu den Indikatoren siehe Kapitel 9.6.7):

Qualitative Bewertung von Indikatoren der Wärmeversorgungskosten

Indikator	Ortschaft / Quartier	Zentrale Versorgung	Wasserstoffversorgung	Dezentrale Versorgung
Wärmeliniedichte	Nöggenschwiel			
Ankerkunden				
Erwarteter Anschlussgrad				
Prozesswärmbedarf				
Wärmenetzverdichtungsgebiet				
Wärmenetzausbaugebiet				
Neues Wärmenetzgebiet				
Spez. Investitionsaufwand für ein Wärmenetz				
Wasserstoffpotenzial				
Abwärmepotenzial				
EE-Potenzial				
Invest Anlagentechnik				
Gesamtbewertung				

Qualitative Bewertung von Indikatoren des Realisierungsrisikos

Indikator	Ortschaft / Quartier	Zentrale Versorgung	Wasserstoffversorgung	Dezentrale Versorgung
Infrastruktur-Baurisiken	Nöggenschwiel			
Ressourcenverfügbarkeit				
Energieträgerverfügbarkeit				
Robuste Rahmenbedingungen				
Gesamtbewertung				

Qualitative Bewertung der kumulierten Treibhausgas-Emissionen

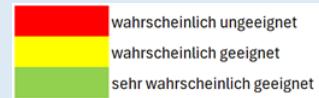
Indikator	Ortschaft / Quartier	Zentrale Versorgung	Wasserstoffversorgung	Dezentrale Versorgung
kumulierte THG-Emissionen	Nöggenschwiel			

Qualitative Gesamtbewertung der Eignungsstufen der Wärmeversorgungsart

Indikator	Ortschaft / Quartier	Zentrale Versorgung	Wasserstoffversorgung	Dezentrale Versorgung
Wärmeversorgungskosten	Nöggenschwiel			
Realisierungs- und Versorgungsrisiko				
Kumulierte THG-Emissionen				
Gesamtbewertung der Eignung				

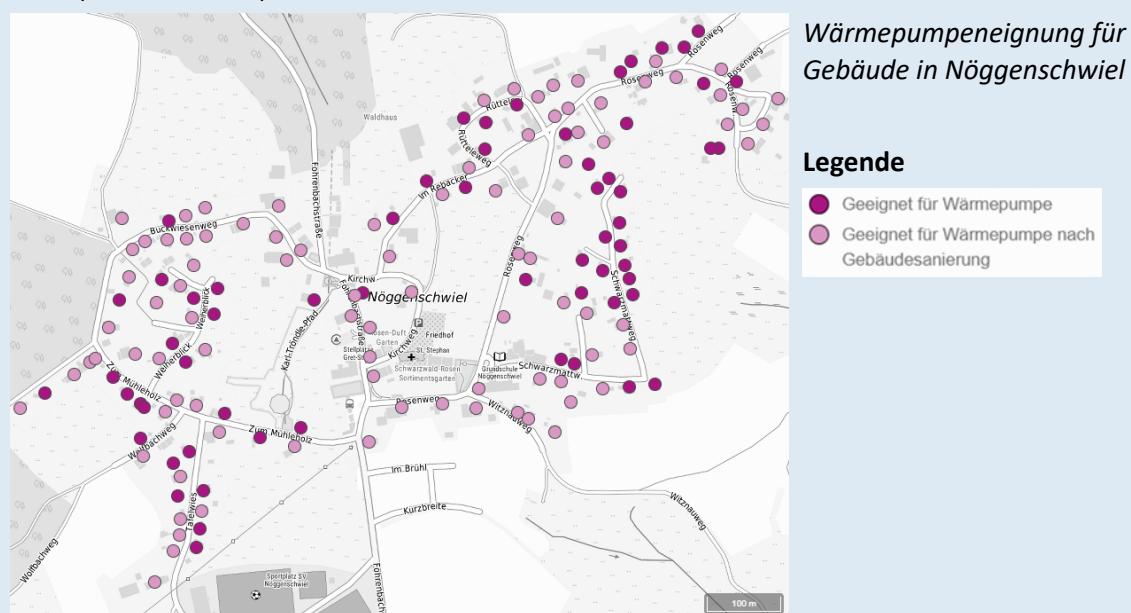
Farbindikatoren zur Eignung der Wärmeversorgungsart:

Die Farbskala gibt an, ob ein Indikator für eine der drei Arten von Wärmeversorgung wahrscheinlich ungeeignet (rot), wahrscheinlich geeignet (gelb) oder aber sehr wahrscheinlich geeignet ist (grün).



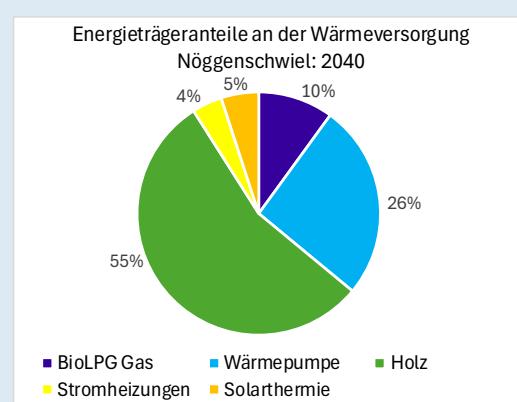
Wärmepumpeneignung der Wohngebäude:

Für eine effiziente und kostensparende dezentrale Versorgung mit Wärmepumpen-Systemen werden zahlreiche Wohngebäude erst heizungstechnische Optimierungen oder Teilsanierungen an den Gebäuden vornehmen müssen. Insbesondere bei den Gebäuden ab 1979 können dies auch weniger kostenintensive Optimierungsarbeiten sein (z.B. der Einbau größerer Heizkörper oder eine Kellerdecken-Dämmung). Die Grafik unten zeigt die effiziente Wärmepumpeneignung der Gebäude für heute (dunklere Punkte) und nach Optimierungen für die Zeit ab 2030 (hellere Punkte):

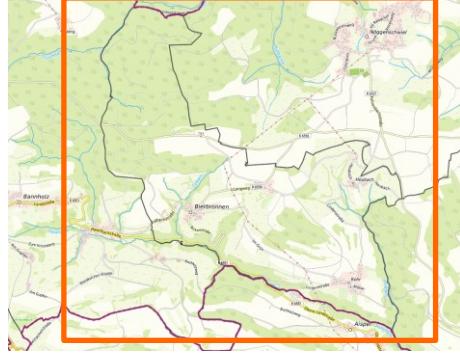
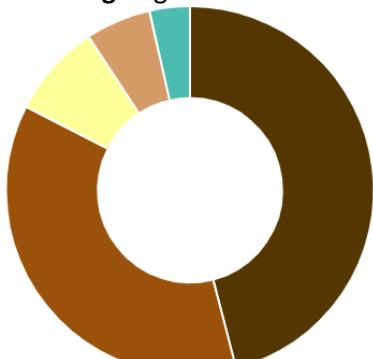
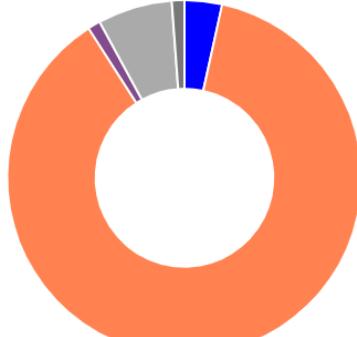
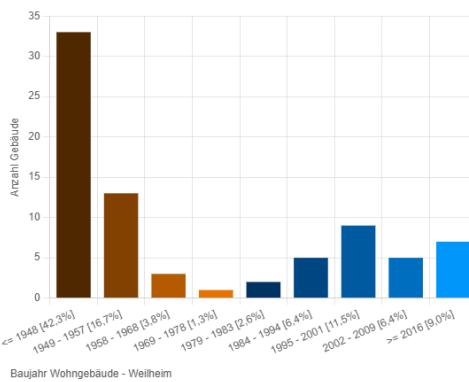
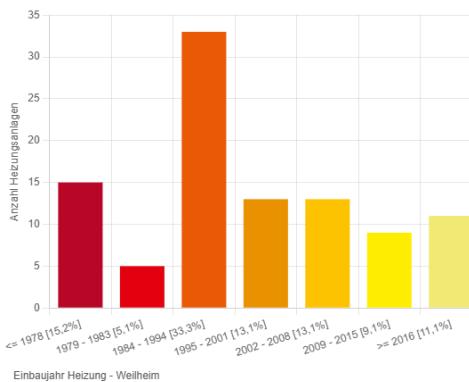


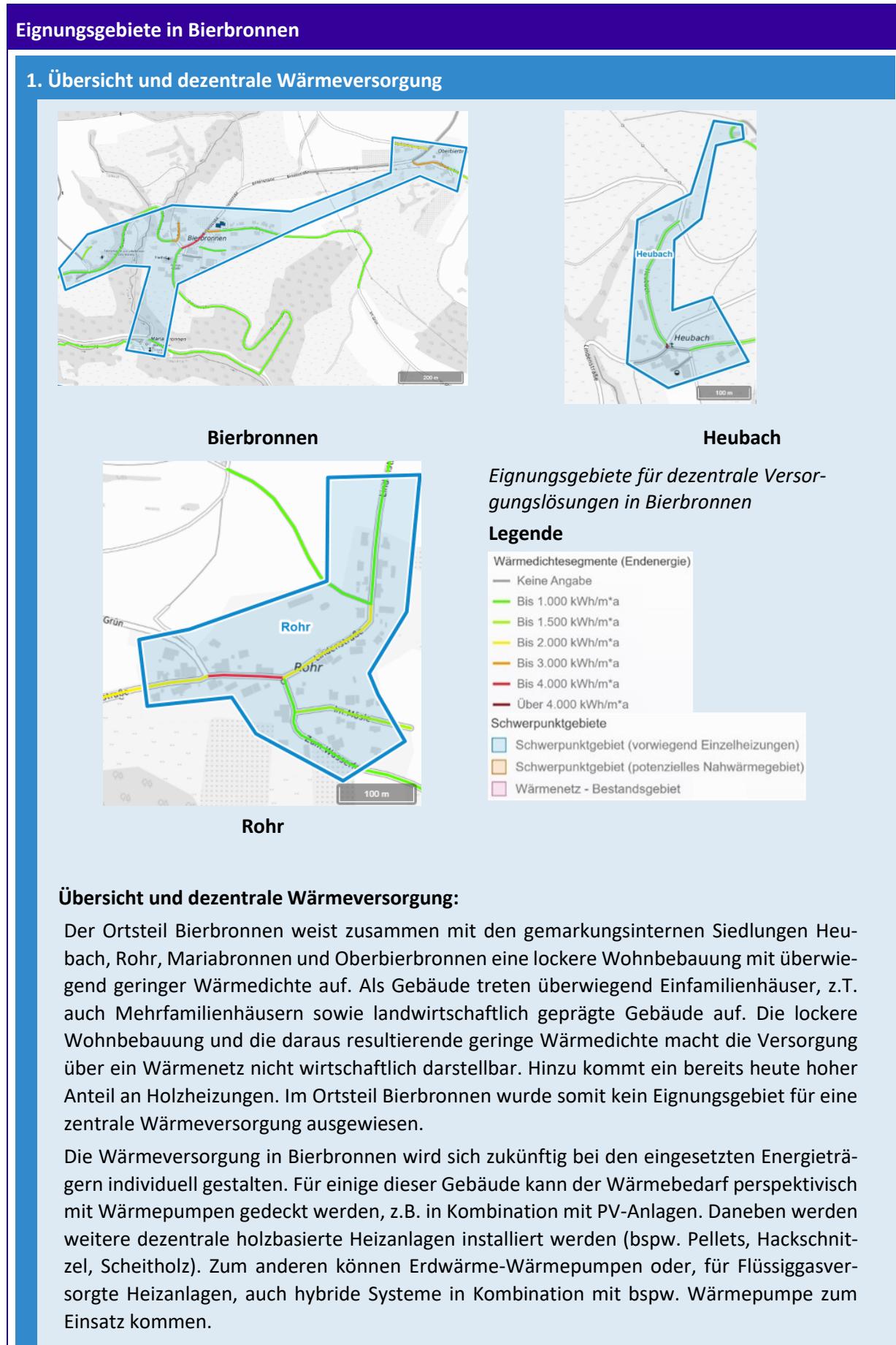
Zukünftige Energieträgerverteilung:

Eine zukünftige Energieträgerverteilung für Nöggenschwiel könnte bis 2040 wie im Diagramm rechts aussehen. Dabei handelt es sich um Schätzungen auf Basis der heutigen Verteilung und der zukünftigen Verteilung laut dem Zielszenario für Nöggenschwiel. Darin wird nach heutiger Einschätzung Holz eine sehr große Rolle einnehmen, sofern der zukünftige Markt dies hergibt.



12.4 Steckbrief Bierbronnen

Beschreibung des Ortsteils		Lage
Anzahl beheizter Gebäude	120	
Wärmeverbrauch 2022	4.172 MWh	
Einsparpotenzial Sanierung	49 %	
Energieverbrauch nach Energieträgern		Gebäudenutzung
Der Ortsteil ist nicht leitungsgebunden erschlossen. 46 % des aktuellen Energieverbrauchs wird mit Heizölheizungen gedeckt.		Der überwiegende Teil mit ca. 88 % der Gebäude sind reine Wohngebäude .
<p>Endenergiebedarf Wärme nach Energieträger - Weilheim</p> 		 <p>Gebäudekategorien - Weilheim</p> 
Gebäudealter		
<p>Etwa 64 der Wohngebäude wurden vor der ersten Wärmeschutzverordnung 1977 errichtet. Dementsprechend liegen ein hoher Wärmeverbrauch sowie ein hohes Sanierungspotenzial pro Wohnfläche vor. Etwa 67 Prozent der Heizanlagen sind älter als 25 Jahre. In den zwei nachfolgenden Abbildungen sind die Altersstrukturen der Wohngebäude (links) sowie deren Anzahl und die Altersstrukturen der eingesetzten Heizanlagen (rechts) dargestellt.</p>	 <p>Baujahr Wohngebäude - Weilheim</p>	 <p>Einbaujahr Heizung - Weilheim</p>



Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Energieholz, Erdwärme, Solarthermie und Umweltwärme. Im Bereich Bierbronnen gibt es keine vom Regionalverband Hochrhein-Bodensee ausgewiesenen Flächen für Solar-Freiflächenpotenziale.

Struktur der heutigen dezentralen Wärmeversorgung

- 120 Gebäude im Gebiet (77 Wohngebäude, ein Gebäude mit Wohnmischnutzung, sechs gewerbliche Gebäude, drei Gebäude für öffentliche Zwecke, 33 sonstige Gebäude)
- Endenergieverbrauch im Eignungsgebiet: ca. 4.172 MWh/Jahr (davon 88 % private Haushalte)
- Wärmeversorgungsstruktur: Überwiegend durch Heizöl (46 %); Holzzentralheizung (37 %); Holzpellets (6 %); Erdgas (4 %); Heizstrom (8 %);
- Leistung der Heizanlagen gesamt (exklusive Heizstrom): 3 MW
- Einsparpotenzial durch Wohngebäudesanierung: ca. 1.797 MWh/Jahr (49 %) Endenergie
- PV-Dachpotenzial: 2.476 MWh/Jahr

Bewertungsmatrizen für die Entscheidung zur dezentralen Wärmeversorgung in Bierbronnen (Erläuterungen zu den Indikatoren siehe Kapitel 9.6.7):

Qualitative Bewertung von Indikatoren der Wärmegegestaltungskosten

Indikator	Ortschaft / Quartier	Zentrale Versorgung	Wasserstoffversorgung	Dezentrale Versorgung
Wärmelinienichte	Bierbronnen	Red		
Ankerkunden		Red		Green
Erwarteter Anschlussgrad		Yellow		
Prozesswärmeverbrauch		Red		
Wärmenetzverdichtungsgebiet				
Wärmenetzausbaugebiet				
Neues Wärmenetzgebiet				
Spez. Investitionsaufwand für ein Wärmenetz		Red		
Wasserstoffpotenzial				
Abwärmepotenzial		Red		
EE-Potenzial		Yellow		Green
Invest Anlagentechnik		Red		Yellow
Gesamtbewertung		Red		Green

Qualitative Bewertung von Indikatoren des Realisierungsrisikos

Indikator	Ortschaft / Quartier	Zentrale Versorgung	Wasserstoffversorgung	Dezentrale Versorgung
Infrastruktur-Baurisiken	Bierbronnen	Red		Green
Ressourcenverfügbarkeit		Red		Green
Energieträgerverfügbarkeit		Red		Green
Robuste Rahmenbedingungen		Red		Green
Gesamtbewertung		Red		Green

Qualitative Bewertung der kumulierten Treibhausgas-Emissionen

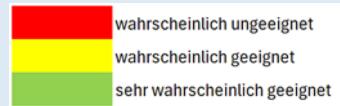
Indikator	Ortschaft / Quartier	Zentrale Versorgung	Wasserstoffversorgung	Dezentrale Versorgung
kumulierte THG-Emissionen	Bierbronnen	Red		Green

Qualitative Gesamtbewertung der Eignungsstufen der Wärmeversorgungsart

Indikator	Ortschaft / Quartier	Zentrale Versorgung	Wasserstoffversorgung	Dezentrale Versorgung
Wärmegegestaltungskosten	Bierbronnen	rot	grau	grün
Realisierungs- und Versorgungsrisiko		rot	grau	grün
Kumulierte THG-Emissionen		rot	grau	grün
Gesamtbewertung der Eignung		rot	grau	grün

Farbindikatoren zur Eignung der Wärmeversorgungsart:

Die Farbskala gibt an, ob ein Indikator für eine der drei Arten von Wärmeversorgung wahrscheinlich ungeeignet (rot), wahrscheinlich geeignet (gelb) oder aber sehr wahrscheinlich geeignet ist (grün).



Wärmepumpeneignung der Wohngebäude:

Für eine effiziente und kostensparende dezentrale Versorgung mit Wärmepumpen-Systemen werden zahlreiche Wohngebäude erst heizungstechnische Optimierungen oder Teilsanierungen an den Gebäuden vornehmen müssen. Insbesondere bei den Gebäuden ab 1979 können dies auch weniger kostenintensive Optimierungsarbeiten sein (z.B. der Einbau größerer Heizkörper oder eine Kellerdecken-Dämmung). Die Grafik unten zeigt die effiziente Wärmepumpeneignung der Gebäude für heute (dunklere Punkte) und nach Optimierungen für die Zeit ab 2030 (hellere Punkte):



Bierbronnen



Heubach

Wärmepumpeneignung für Gebäude in Bierbronnen



Rohr

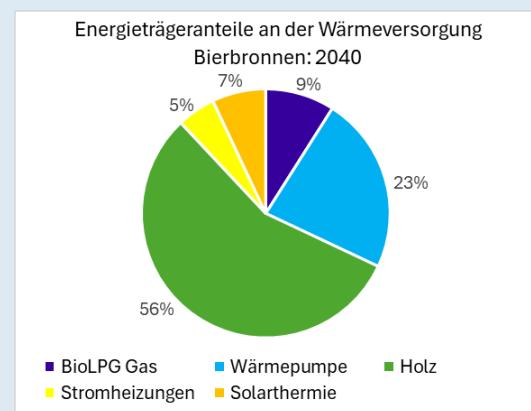
Legende

- Geeignet für Wärmepumpe
- Geeignet für Wärmepumpe nach Gebäudesanierung

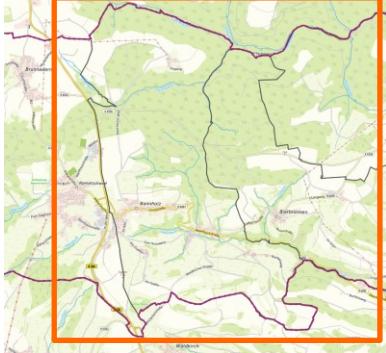
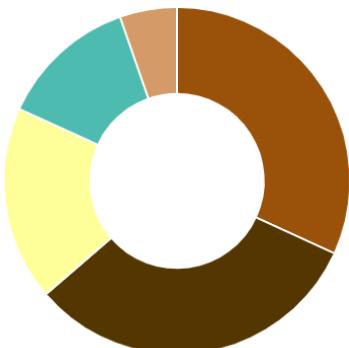
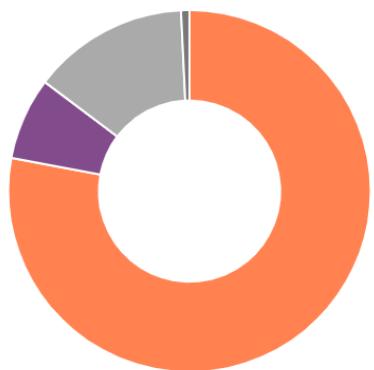
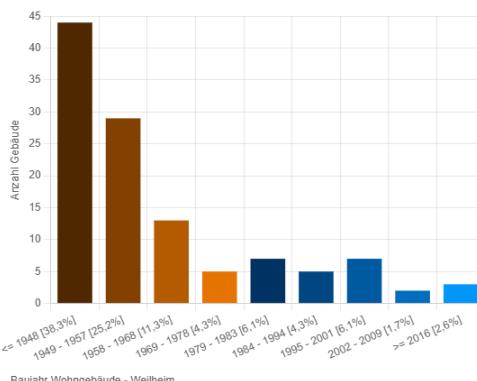
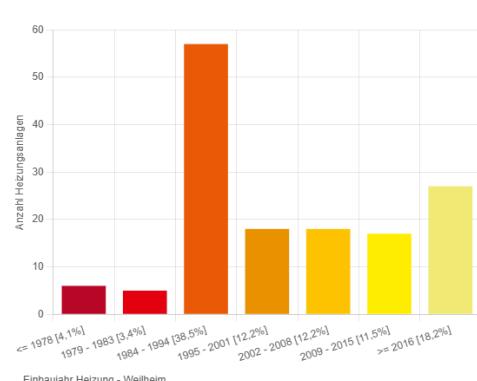
Zukünftige Energieträgerverteilung:

Eine zukünftige Energieträgerverteilung für Weilheim könnte bis 2040 wie im Diagramm rechts aussehen.

Dabei handelt es sich um Schätzungen auf Basis der heutigen Verteilung und der zukünftigen Verteilung laut dem Zielszenario für Bierbronnen. Auch in Bierbronnen ist davon auszugehen, dass der Anteil an Holz als Energieträger stark zunehmen und später dominieren wird. Eine Verknappung des Holzes könnte den Anteil von BioLPG in Flüssiggasanlagen erhöhen oder den Anteil an hybriden Heizanlagen (Wärmepumpe und Bioöl/BioLPG-Kessel). Eine rein von Wärmepumpen dominierte Wärmeversorgung wird gebäudetechnische Optimierungen erfordern, die kostenintensiv sein können.



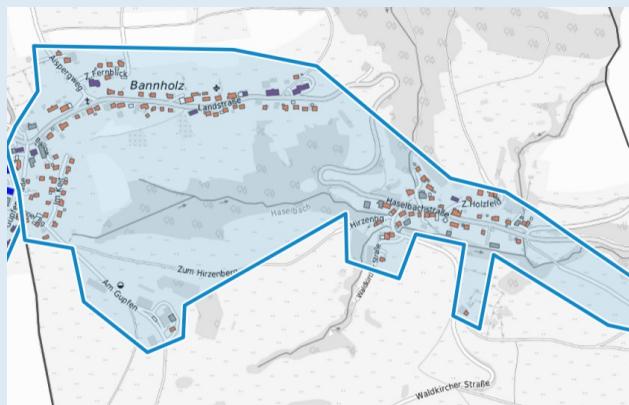
12.5 Steckbrief Bannholz

Beschreibung des Ortsteils		Lage																																				
Anzahl beheizter Gebäude																																						
Wärmeverbrauch 2022		6.234 MWh																																				
Einsparpotenzial Sanierung		53 %																																				
Energieverbrauch nach Energieträgern		Gebäudenutzung																																				
<p>Der Ortsteil ist nicht leitungsgebunden erschlossen. Ca. 32 % des aktuellen Energieverbrauchs werden je mit Heizöl- und mit Holzzentralheizungen gedeckt.</p>  <table border="1"> <caption>Endenergiebedarf Wärme nach Energieträger - Weilheim</caption> <thead> <tr> <th>Energieträger</th> <th>Anteil</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Holzzentralheizung</td> <td>31,9%</td> </tr> <tr> <td>Öl</td> <td>31,8%</td> </tr> <tr> <td>Strom</td> <td>18,1%</td> </tr> <tr> <td>Gas</td> <td>12,9%</td> </tr> <tr> <td>Pellets</td> <td>5,3%</td> </tr> </tbody> </table>		Energieträger	Anteil	Holzzentralheizung	31,9%	Öl	31,8%	Strom	18,1%	Gas	12,9%	Pellets	5,3%	<p>Der überwiegende Teil mit ca. 78 % der Gebäude in sind reine Wohngebäude.</p>  <table border="1"> <caption>Gebäudekategorien - Weilheim</caption> <thead> <tr> <th>Kategorie</th> <th>Anteil</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Wohnen</td> <td>77,9%</td> </tr> <tr> <td>Wohnmischnutzung</td> <td>7,4%</td> </tr> <tr> <td>GHD und Industrie</td> <td>14,0%</td> </tr> <tr> <td>Sonstiges</td> <td>0,7%</td> </tr> </tbody> </table>	Kategorie	Anteil	Wohnen	77,9%	Wohnmischnutzung	7,4%	GHD und Industrie	14,0%	Sonstiges	0,7%														
Energieträger	Anteil																																					
Holzzentralheizung	31,9%																																					
Öl	31,8%																																					
Strom	18,1%																																					
Gas	12,9%																																					
Pellets	5,3%																																					
Kategorie	Anteil																																					
Wohnen	77,9%																																					
Wohnmischnutzung	7,4%																																					
GHD und Industrie	14,0%																																					
Sonstiges	0,7%																																					
Gebäudealter																																						
<p>Etwa 79 % der Wohngebäude wurden vor der ersten Wärmeschutzverordnung 1977 errichtet. Dementsprechend liegen ein hoher Wärmeverbrauch sowie ein hohes Sanierungspotenzial pro Wohnfläche vor. Etwa 58 % der Heizanlagen sind älter als 25 Jahre. In den zwei nachfolgenden Abbildungen sind die Altersstrukturen der Wohngebäude (links) sowie deren Anzahl und die Altersstrukturen der eingesetzten Heizanlagen (rechts) dargestellt.</p>  <table border="1"> <caption>Baujahr Wohngebäude - Weilheim</caption> <thead> <tr> <th>Baujahr</th> <th>Antzahl Gebäude</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><= 1948</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>1949 - 1957</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>1958 - 1968</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>1969 - 1978</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>1979 - 1983</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>1984 - 1994</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>1995 - 2001</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>2002 - 2009</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>>= 2016</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>		Baujahr	Antzahl Gebäude	<= 1948	45	1949 - 1957	30	1958 - 1968	13	1969 - 1978	5	1979 - 1983	3	1984 - 1994	7	1995 - 2001	5	2002 - 2009	7	>= 2016	3	 <table border="1"> <caption>Einbaujahr Heizung - Weilheim</caption> <thead> <tr> <th>Einbaujahr</th> <th>Antzahl Heizanlagen</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><= 1978</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>1979 - 1983</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>1984 - 1994</td> <td>58</td> </tr> <tr> <td>1995 - 2001</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>2002 - 2008</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>2009 - 2015</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>>= 2016</td> <td>27</td> </tr> </tbody> </table>	Einbaujahr	Antzahl Heizanlagen	<= 1978	5	1979 - 1983	3	1984 - 1994	58	1995 - 2001	18	2002 - 2008	18	2009 - 2015	18	>= 2016	27
Baujahr	Antzahl Gebäude																																					
<= 1948	45																																					
1949 - 1957	30																																					
1958 - 1968	13																																					
1969 - 1978	5																																					
1979 - 1983	3																																					
1984 - 1994	7																																					
1995 - 2001	5																																					
2002 - 2009	7																																					
>= 2016	3																																					
Einbaujahr	Antzahl Heizanlagen																																					
<= 1978	5																																					
1979 - 1983	3																																					
1984 - 1994	58																																					
1995 - 2001	18																																					
2002 - 2008	18																																					
2009 - 2015	18																																					
>= 2016	27																																					

Eignungsgebiete in Bannholz

1. Übersicht und dezentrale Wärmeversorgung

Eignungsgebiete für dezentrale Versorgungslösungen in Bannholz



Legende

Wärmedichtesegmente (Endenergie)	
Keine Angabe	
Bis 1.000 kWh/m*a	
Bis 1.500 kWh/m*a	
Bis 2.000 kWh/m*a	
Bis 3.000 kWh/m*a	
Bis 4.000 kWh/m*a	
Über 4.000 kWh/m*a	

Schwerpunktgebiete

Schwerpunktgebiet (vorwiegend Einzelheizungen)
Schwerpunktgebiet (potenzielles Nahwärmegebiet)
Wärmenetz - Bestandsgebiet

Übersicht und dezentrale Wärmeversorgung:

Der Ortsteil Bannholz weist im Hauptort insbesondere entlang der Hauptstraße größere Abschnitte mit hoher Wärmedichte auf. Er zeichnet sich durch eine Wohnbebauung mit überwiegend Einfamilienhäusern aus. Aisperg, Am Gupfen und Außer Ay bilden landwirtschaftlich geprägte Kleinsiedlungen. Im südwestlichen und östlichen Gebiet des Hauptortes überwiegen die Gebäude, die nach der 2. Wärmeschutzverordnung 1984 erbaut wurden. In den anderen Bereichen dominieren Gebäude, die in den 60er Jahren und früher erbaut wurden. Die Heizanlagen entlang der Hauptstraße sind überwiegend vor 25 Jahren und mehr eingebaut worden. Allerdings sind bereits in sehr vielen Gebäuden regenerative Heizanlagen verbaut (ca. 30 % Holzheizungen, eine größere Anzahl an Wärmepumpen und insgesamt 26 % Stromheizungen). Trotz der hohen Wärmedichten wurde daher im Ortsteil Bannholz kein Eignungsgebiet für eine zentrale Wärmeversorgung ausgewiesen.

Die Wärmeversorgung im Eignungsgebiet Bannholz wird sich zukünftig bei den eingesetzten Energieträgern individuell gestalten. Für viele dieser Gebäude, insbesondere der neueren Baualters, kann der Wärmebedarf perspektivisch mit Wärmepumpen gedeckt werden, auch mit Erdwärme-Wärmepumpen. Daneben könnten dezentrale holzbasierte Heizanlagen (bspw. Pellets, Hackschnitzel, Scheitholz) in Kombination mit Solarthermie sinnvoll und effizient sein. Gebäudesanierungen machen den Einbau insbesondere von Luft-Wasser-Wärmepumpen effizienter. Peripher gelegene landwirtschaftlich geprägte Gebäude können zukünftig entweder Holzkesseln oder auch BioLPG-Heizanlagen nutzen. Diese auch in Kombination z.B. mit Solarthermieranlagen. Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Energieholz, Solarthermie, Erdwärme und Umweltwärme.

In Bannholz gibt es gemäß der Flächenausweisung des Regionalverbandes Hochrhein-Boden-see keine Solar-Freiflächenpotenziale.

Struktur der heutigen dezentralen Wärmeversorgung

- 188 Gebäude im Gebiet (106 Wohngebäude, zehn Gebäude mit Wohnmischnutzung, 19 gewerbliche Gebäude, 53 sonstige Gebäude)
- Endenergieverbrauch im Eignungsgebiet: ca. 6.234 MWh/Jahr (davon 87 % private Haushalte)
- Wärmeversorgungsstruktur: Überwiegend durch Heizöl (32 %); Holzzentralheizung (32 %); Holzpellets (5 %); Heizstrom (18 %); Erdgas (13 %)
- Leistung der Heizanlagen gesamt (exklusive Heizstrom): 3 MW
- Einsparpotenzial durch Wohngebäudesanierung: ca. 2.871 MWh/Jahr (53 %) Endenergie
- PV-Dachpotenzial: 3.483 MWh/Jahr
- Freiflächen-PV-Potenzial: k.A.

Bewertungsmatrizen für die Entscheidung zur dezentralen Wärmeversorgung in Bannholz (Erläuterungen zu den Indikatoren siehe Kapitel 9.6.7):

Qualitative Bewertung von Indikatoren der Wärmegestehungskosten

Indikator	Ortschaft / Quartier	Zentrale Versorgung	Wasserstoffversorgung	Dezentrale Versorgung
Wärmeliniendichte	Bannholz			
Ankerkunden		Yellow		Yellow
Erwarteter Anschlussgrad		Red		
Prozesswärmeverbrauch		Red		
Wärmenetzverdichtungsgebiet				
Wärmenetzausbaugebiet				
Neues Wärmenetzgebiet		Yellow		
Spez. Investitionsaufwand für ein Wärmenetz		Yellow		
Wasserstoffpotenzial				
Abwärmepotenzial		Red		
EE-Potenzial		Yellow		Green
Invest Anlagentechnik		Yellow		Green
Gesamtbewertung		Red		Green

Qualitative Bewertung von Indikatoren des Realisierungsrisikos

Indikator	Ortschaft / Quartier	Zentrale Versorgung	Wasserstoffversorgung	Dezentrale Versorgung
Infrastruktur-Baurisiken	Bannholz	Yellow		Green
Ressourcenverfügbarkeit		Yellow		Green
Energieträgerverfügbarkeit		Yellow		Green
Robuste Rahmenbedingungen		Red		Green
Gesamtbewertung		Yellow		Green

Qualitative Bewertung der kumulierten Treibhausgas-Emissionen

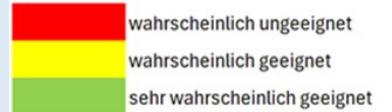
Indikator	Ortschaft / Quartier	Zentrale Versorgung	Wasserstoffversorgung	Dezentrale Versorgung
kumulierte THG-Emissionen	Bannholz	Yellow		Green

Qualitative Gesamtbewertung der Eignungsstufen der Wärmeversorgungsart

Indikator	Ortschaft / Quartier	Zentrale Versorgung	Wasserstoffversorgung	Dezentrale Versorgung
Wärmegegestaltungskosten	Bannholz	rot	grau	grün
Realisierungs- und Versorgungsrisiko		gelb	grau	grün
Kumulierte THG-Emissionen		gelb	grau	grün
Gesamtbewertung der Eignung		rot	grau	grün

Farbindikatoren zur Eignung der Wärmeversorgungsart:

Die Farbskala gibt an, ob ein Indikator für eine der drei Arten von Wärmeversorgung wahrscheinlich ungeeignet (rot), wahrscheinlich geeignet (gelb) oder aber sehr wahrscheinlich geeignet ist (grün).



Wärmepumpeneignung der Wohngebäude:

Für eine effiziente und kostensparende dezentrale Versorgung mit Wärmepumpen-Systemen werden zahlreiche Wohngebäude erst heizungstechnische Optimierungen oder Teilsanierungen an den Gebäuden vornehmen müssen. Insbesondere bei den Gebäuden ab 1979 können dies auch weniger kostenintensive Optimierungsarbeiten sein (z.B. der Einbau größerer Heizkörper oder eine Kellerdecken-Dämmung). Die Grafik unten zeigt die effiziente Wärmepumpeneignung der Gebäude für heute (dunklere Punkte) und nach Optimierungen für die Zeit ab 2030 (hellere Punkte):



Wärmepumpeneignung für Gebäude in Bannholz

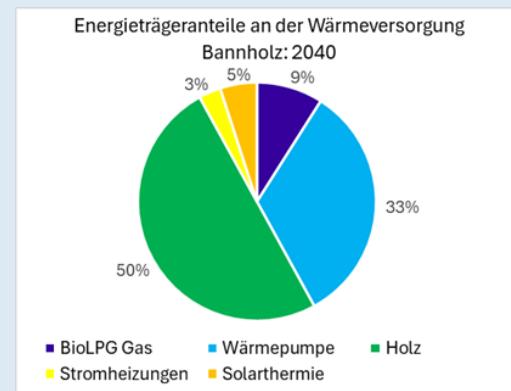
Legende

- Geeignet für Wärmepumpe
- Geeignet für Wärmepumpe nach Gebäudesanierung

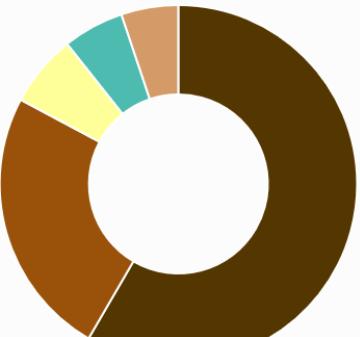
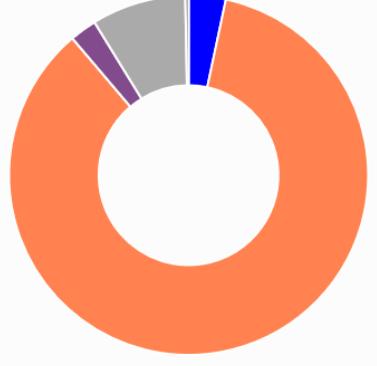
Zukünftige Energieträgerverteilung

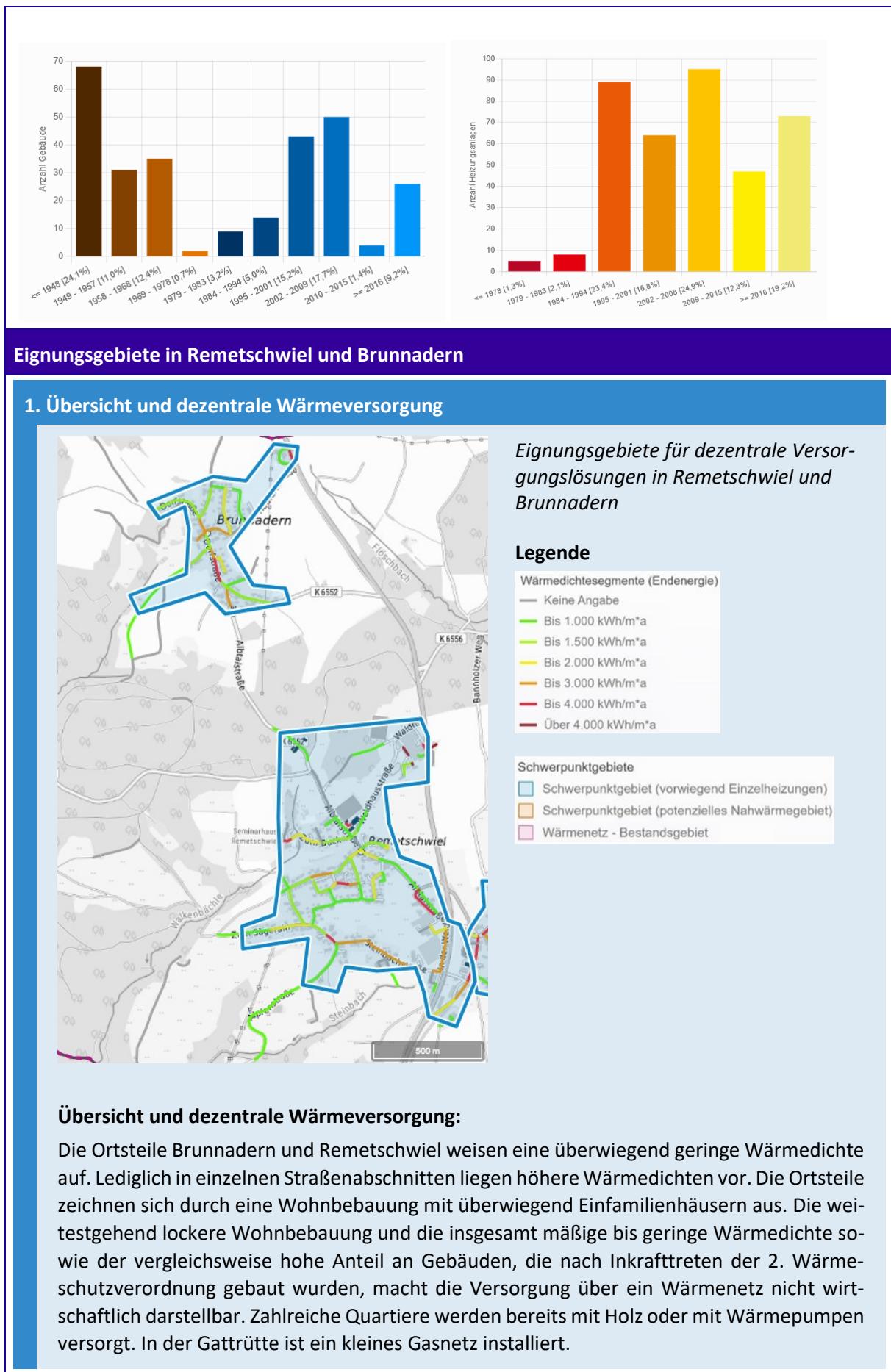
Eine zukünftige Energieträgerverteilung für Bannholz könnte bis 2040 wie im Diagramm rechts aussehen.

Dabei handelt es sich um Schätzungen auf Basis der heutigen Verteilung und der zukünftigen Verteilung laut dem Zielszenario für Bannholz. Im westlichen Teilort werden Wärmepumpen vermutlich eine größere Rolle spielen.



12.6 Steckbrief Remetschwiel & Brunnadern

Beschreibung des Ortsteils		Lage												
Anzahl beheizter Gebäude														
Wärmeverbrauch 2022		15.552 MWh												
Einsparpotenzial Sanierung		46 %												
Energieverbrauch nach Energieträgern		Gebäudenutzung												
<p>Der Ortsteil ist nicht leitungsgebunden erschlossen. 58 % des aktuellen Energieverbrauchs wird mit Heizölheizungen gedeckt.</p>  <table border="1"> <tr> <td>Öl [58,4%]</td> <td>Holzzentralheizung [24,4%]</td> <td>Strom [6,5%]</td> </tr> <tr> <td>Gas [5,5%]</td> <td>Pellets [5,1%]</td> <td></td> </tr> </table>		Öl [58,4%]	Holzzentralheizung [24,4%]	Strom [6,5%]	Gas [5,5%]	Pellets [5,1%]		<p>Der überwiegende Teil mit ca. 86 % der Gebäude sind reine Wohngebäude.</p>  <table border="1"> <tr> <td>Gebäude für öffentliche Zwecke [3,3%]</td> <td>Wohnen [85,5%]</td> </tr> <tr> <td>Wohnmischnutzung [2,4%]</td> <td>GHD und Industrie [8,5%]</td> </tr> <tr> <td>Sonstiges [0,3%]</td> <td></td> </tr> </table>	Gebäude für öffentliche Zwecke [3,3%]	Wohnen [85,5%]	Wohnmischnutzung [2,4%]	GHD und Industrie [8,5%]	Sonstiges [0,3%]	
Öl [58,4%]	Holzzentralheizung [24,4%]	Strom [6,5%]												
Gas [5,5%]	Pellets [5,1%]													
Gebäude für öffentliche Zwecke [3,3%]	Wohnen [85,5%]													
Wohnmischnutzung [2,4%]	GHD und Industrie [8,5%]													
Sonstiges [0,3%]														
Gebäudealter														
<p>Etwa 48 % der Wohngebäude wurden vor der ersten Wärmeschutzverordnung 1977 errichtet. Dementsprechend liegen ein hoher Wärmeverbrauch sowie ein hohes Sanierungspotenzial pro Wohnfläche vor. Etwa 44 Prozent der Heizanlagen sind älter als 25 Jahre. In den zwei nachfolgenden Abbildungen sind die Altersstrukturen der Wohngebäude (links) sowie deren Anzahl und die Altersstrukturen der eingesetzten Heizanlagen (rechts) dargestellt.</p>														



Dieses kann dann in Zukunft mit BioLPG versorgt werden. In den Ortsteilen Brunnadern und Remetschwiel wurde somit kein Eignungsgebiet für eine zentrale Wärmeversorgung ausgewiesen.

Die Wärmeversorgung im Eignungsgebiet Remetschwiel-Brunnadern wird sich zukünftig bei den eingesetzten Energieträgern individuell gestalten. Für viele dieser Gebäude kann der Wärmebedarf perspektivisch mit Wärmepumpen gedeckt werden. Dies gilt vornehmlich für Wohngebäude in den Straßenzügen Zum Sägerain, Zum Rössle, Panoramaweg und In den Hausmatten. Bei Brunnadern sind das die Wohngebäude im Alpenblick und im Eschenweg. In zahlreichen Fällen wird dort bereits die Wärmepumpe, aber auch der Holzkessel genutzt. Es zeichnet sich bereits heute ab, dass holzbasierte Heizanlagen (bspw. Pellets, Hackschnitzel, Scheitholz) eine größere Rolle spielen werden. Insbesondere in Brunnadern überwiegt heute schon der Holzkessel. Für eine effiziente Wärmeversorgung mit einer Wärmepumpe könnten bei älteren Gebäuden mit Baujahr vor 1995 Teilsanierungen nötig sein.

Im Ortsteil Remetschwiel/Brunnadern sind die beiden Großverbraucher Privatbrauerei Waldhaus und Lignotrend angesiedelt. Letztere nutzt Holz als Wärmeträger, erstere zurzeit noch Heizöl. Eine Umstellung auf Holz wird für die nahe Zukunft erwogen.

Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Energieholz, Erdwärme, Solarthermie und Umweltwärme.

Im südlichen Bereich von Remetschwiel gibt es zwei vom Regionalverband ausgewiesene Flächen, die theoretisch ein Solar-Freiflächenpotenzial bieten.

Struktur der heutigen dezentralen Wärmeversorgung

- 461 Gebäude im Gebiet (282 Wohngebäude, acht Gebäude mit Wohnmischnutzung, 28 gewerbliche Gebäude, elf Gebäude für öffentliche Zwecke, 132 sonstige Gebäude)
- Endenergieverbrauch im Eignungsgebiet: ca. 16.147 MWh/Jahr (davon 55 % private Haushalte)
- Wärmeversorgungsstruktur: Überwiegend durch Heizöl (58 %); Holzzentralheizung (24 %); Heizstrom (7 %); Erdgas (6 %); Holzpellets (5 %)
- Leistung der installierten Heizanlagen gesamt (exklusive Heizstrom): 8 MW
- Einsparpotenzial durch Wohngebäudesanierung: ca. 4.126 MWh/Jahr (46 %) Endenergie
- PV-Dachpotenzial: 8.369 MWh/Jahr
- Freiflächen-Solarpotenzial: ca. 3,5 ha

Bewertungsmatrizen für die Entscheidung zur dezentralen Wärmeversorgung in Remetschwil und Brunnadern

(Erläuterungen zu den Indikatoren siehe Kapitel 9.6.7):

Qualitative Bewertung von Indikatoren der Wärmegegestaltungskosten

Indikator	Ortschaft / Quartier	Zentrale Versorgung	Wasserstoffversorgung	Dezentrale Versorgung
Wärmeliniedichte	Remetschwil-Brunnadern			
Ankarkunden				
Erwarteter Anschlussgrad				
Prozesswärmeverbedarf				
Wärmenetzverdichtungsgebiet				
Wärmenetzausbaugebiet				
Neues Wärmenetzgebiet				
Spez. Investitionsaufwand für ein Wärmenetz				
Wasserstoffpotenzial				
Abwärmepotenzial				
EE-Potenzial				
Invest Anlagentechnik				
Gesamtbewertung				

Qualitative Bewertung von Indikatoren des Realisierungsrisikos

Indikator	Ortschaft / Quartier	Zentrale Versorgung	Wasserstoffversorgung	Dezentrale Versorgung
Infrastruktur-Baurisiken	Remetschwil-Brunnadern			
Ressourcenverfügbarkeit				
Energieträgerverfügbarkeit				
Robuste Rahmenbedingungen				
Gesamtbewertung				

Qualitative Bewertung der kumulierten Treibhausgas-Emissionen

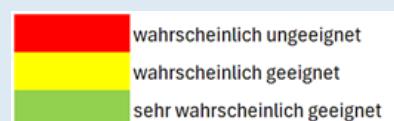
Indikator	Ortschaft / Quartier	Zentrale Versorgung	Wasserstoffversorgung	Dezentrale Versorgung
kumulierte THG-Emissionen	Remetschwil-Brunnadern			

Qualitative Gesamtbewertung der Eignungsstufen der Wärmeversorgungsart

Indikator	Ortschaft / Quartier	Zentrale Versorgung	Wasserstoffversorgung	Dezentrale Versorgung
Wärmegegestaltungskosten	Remetschwil-Brunnadern			
Realisierungs- und Versorgungsrisiko				
Kumulierte THG-Emissionen				
Gesamtbewertung der Eignung				

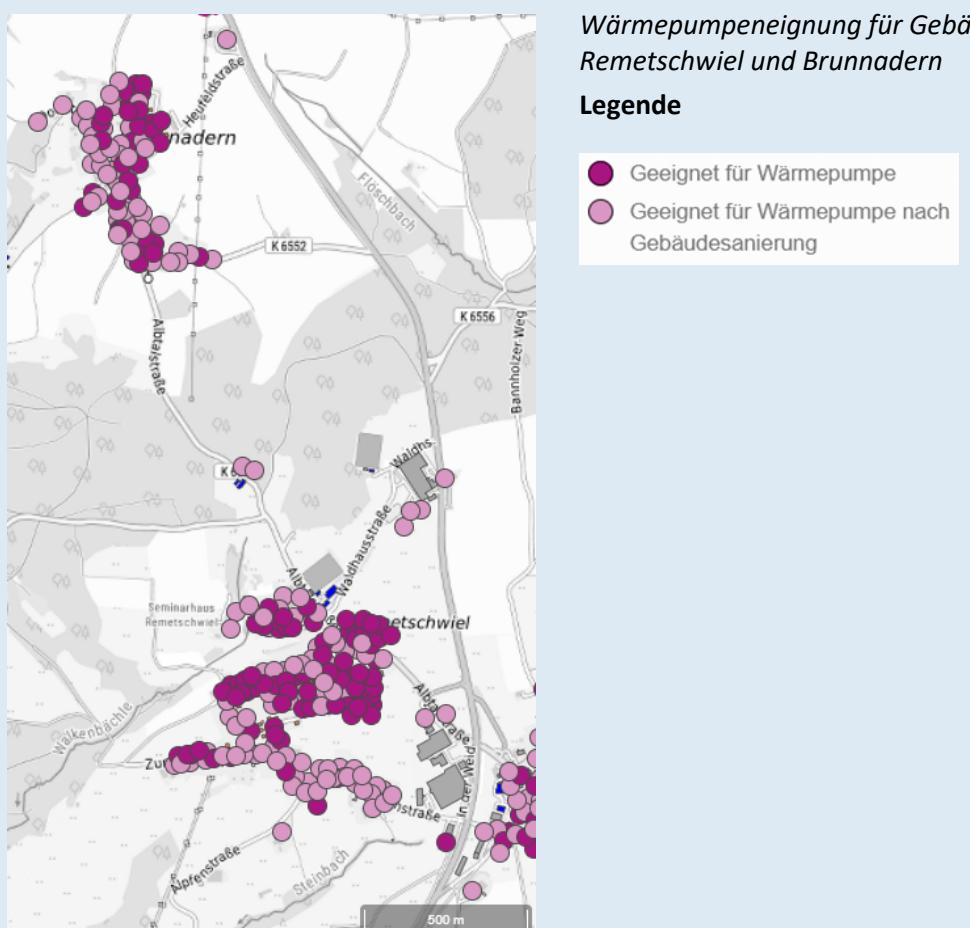
Farbindikatoren zur Eignung der Wärmeversorgungsart:

Die Farbskala gibt an, ob ein Indikator für eine der drei Arten von Wärmeversorgung wahrscheinlich ungeeignet (rot), wahrscheinlich geeignet (gelb) oder aber sehr wahrscheinlich geeignet ist (grün).



Wärmepumpeneignung der Wohngebäude:

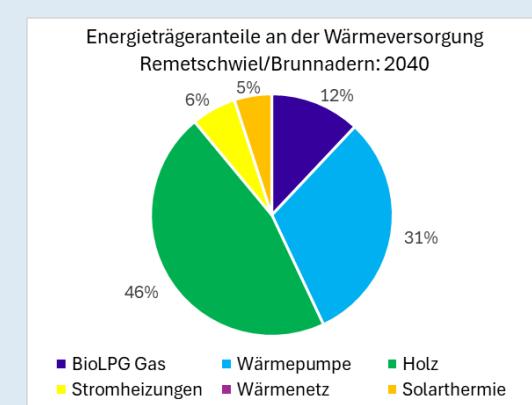
Für eine effiziente und kostensparende dezentrale Versorgung mit Wärmepumpen-Systemen werden zahlreiche Wohngebäude erst heizungstechnische Optimierungen oder Teilsanierungen an den Gebäuden vornehmen müssen. Insbesondere bei den Gebäuden ab 1979 können dies auch weniger kostenintensive Optimierungsarbeiten sein (z.B. der Einbau größerer Heizkörper oder eine Kellerdecken-Dämmung). Die Grafik unten zeigt die effiziente Wärmepumpeneignung der Gebäude für heute (dunklere Punkte) und nach Optimierungen für die Zeit ab 2030 (hellere Punkte):



Zukünftige Energieträgerverteilung

Eine zukünftige Energieträgerverteilung für Remetschwil und Brunnadern könnte bis 2040 wie im Diagramm rechts aussehen.

Dabei handelt es sich um Schätzungen auf Basis der heutigen Verteilung und der zukünftigen Verteilung laut dem Zielszenario für Remetschwil und Brunnadern. Auch hier wird der zukünftige Holzmarkt entscheiden, ob die Wärmepumpen einen größeren Anteil einnehmen werden, als es im Diagramm dargestellt ist.



12.7 Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen

Im Folgenden wird ein beispielhafter Gebäudesteckbrief für den Typ Einfamilienhaus mit einem Baualter zwischen 1958 und 1968 (EFH-E) dargestellt. Alle erstellten Gebäudesteckbriefe werden der Gemeinde digital zur Verfügung gestellt.

Seite 1/4

Stand: 15.09.2025



Gebäudesteckbrief für die Einstiegsberatung

Einfamilienhaus der Baualtersklasse E in Anlehnung an die Gebäudetypologie des IWU*

Dieser Steckbrief beschreibt ein typisches unsaniertes Einfamilienhaus der Baualtersklasse E.

Es werden beispielhafte Sanierungsmaßnahmen dargestellt, welche für das Typgebäude möglich sind, wie hoch die Investitionskosten sind und wie viel Energie eingespart werden kann. Der Steckbrief zeigt hierzu Größenordnungen auf. Die für das Typgebäude genannten Werte können im konkreten Einzelfall abweichen. Der die Energieberater_in geht mit Ihnen den Steckbrief gemeinsam durch und erläutert Ihnen gerne die einzelnen Angaben und Informationen.

Ist-Zustand

Allgemeine Daten

Gebäudetyp	Einfamilienhaus
Baualter	1958 - 1968 (Klasse E)
Wohnfläche	110 m ²
Anzahl Vollgeschosse	1 - 2
Anzahl Wohnungen	1
Keller	unbeheizt
Dachgeschoss	beheizt



Quelle: Deutsche Gebäudetypologie - Institut Wohnen und Umwelt GmbH

Bauteile Gebäudehülle

Bauteil	Beschreibung	Fläche
Außenwand	Mauerwerk aus Hohlblocksteinen oder Hochlochziegeln	141 m ²
Außenwand gg. Erdreich	nicht relevant	-
Fenster	Holzfenster mit Zweischeiben-Isolierverglasung	27 m ²
Dach	Steildach, 5cm Zwischensparrendämmung	169 m ²
oberste Geschossdecke	nicht relevant	-
Kellerdecke	Betondecke mit 1 cm Dämmung	116 m ²
Fußboden gegen Erdreich	nicht relevant	-

Heizungs- und Anlagentechnik

Heizungsart	Gas-Zentralheizung
Warmwasserbereitung	über Zentralheizung
Lüftung	Fensterlüftung

Endenergiebedarf und Energiekosten

Energieart	Endenergiebedarf	Energiekosten ¹⁾
Erdgas	24.000 kWh/a	2.900 €/a
Strom	3.000 kWh/a	1.000 €/a

* Institut Wohnen und Umwelt (IWU)

1) Annahmen für die jährlichen Energiekosten (ohne Wartungskosten); Erdgas: 12 ct/kWh, Strom Haushaltstarif: 33 ct/kWh, ohne zukünftige Energiepreissteigerung und nicht vergleichbar mit Wärmegestehungskosten.

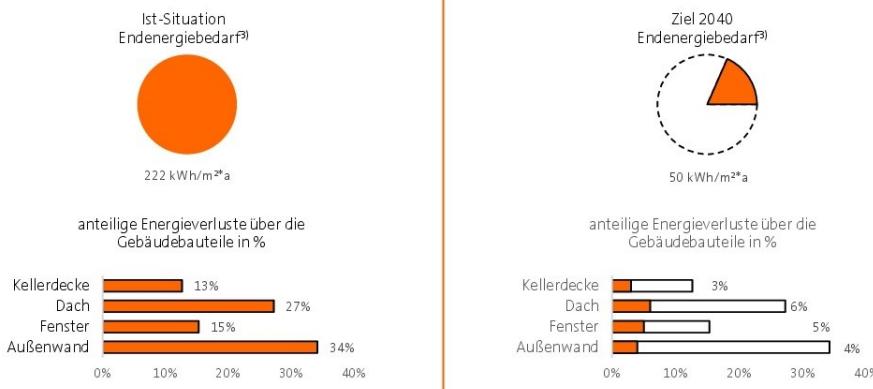
Stand: 15.09.2025

Sanierung der Gebäudehülle

Die Sanierung der Bauteile der Gebäudehülle (Fassade, Fenster, Dach, Kellerdecke etc.) wird in der Regel nur alle 30 Jahre (oder noch seltener) vorgenommen und ist mit erheblichen Investitionen verbunden. Wenn Sie sanieren, lohnt es sich langfristig zu denken, gut zu planen und eine möglichst hohe energetische Qualität anzustreben. Die Tabelle zeigt die Kosten und die Energieeinsparung für eine Sanierung der Gebäudehülle - je Bauteil und insgesamt. Alle Sanierungsmaßnahmen wurden so gewählt, dass ein hochwertiger energetischer Standard erreicht wird. Die Nutzung möglicher Förderprogramme und der damit verbundenen Zuschüsse wurden hierbei nicht berücksichtigt. Einen Überblick hierzu finden Sie auf der Seite 4.

Sanierung		Kosten in € ²⁾ (Brutto)	Energie- einsparung ²⁾
Bauteil	Beschreibung		
Außenwand	Dämmung 24 cm (WLS 035) + Verputz (Wärmedämmverbundsystem)	56.000 €	30%
Außenwand gg. Erdreich	keine Maßnahme		
Fenster	3-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung und gedämmtem Rahmen	31.000 €	10%
Dach	18 cm Zwischensparrendämmung und 12 cm Aufsparrendämmung (WLS 035)	76.000 €	22%
oberste Geschossdecke	keine Maßnahme		
Kellerdecke	Dämmung 12 cm (WLS 035) unter der Decke	14.000 €	9%
Fußboden gegen Erdreich	keine Maßnahme		
Umsetzung aller Maßnahmen	Gesamtkosten und Gesamteinsparung	177.000 €	72%
davon "energiebedingte Mehrkosten"	Anteil der Gesamtkosten, die durch die Dämmung bzw. energetische Maßnahmen verursacht werden (im Gegensatz zur Instandhaltung)	127.000 €	
Nebenkosten	Kosten für Planung und Baubegleitung	30.000 €	
Gesamtinvestition	Maßnahmen und Nebenkosten	207.000 €	

Sanierungsvarianten



Je nach Art und Umfang der Sanierungsvarianten lassen sich bis zu 2.300 € der jährlichen Energiekosten einsparen.

²⁾ Die hier genannten Werte sind Abschätzungen gem. Baukostenindex für das Beispielgebäude. Kosten und Einsparungen für ein spezielles Gebäude können u.U. deutlich abweichen (je nach Konstruktion, Zustand und Nutzung des Gebäudes).

³⁾ Der Endenergiebedarf eines Gebäudes liefert einen Richtwert über den notwendigen Brennstofffeinsatz in Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr (abgekürzt: kWh/m²*a).

Stand: 15.09.2025

Sanierung der Heizung

Die Tabelle gibt einen Überblick über die Systeme, die bei der Heizungssanierung prinzipiell zur Auswahl stehen. Es handelt sich um zentrale Systeme (Zentralheizungen), die sowohl die Raumheizung als auch die Warmwasserbereitung übernehmen. Alle Systeme sind darüber hinaus in der Lage das EWärmeG (Erläuterung siehe letzte Seite) zu erfüllen. Die hier genannten Zahlen gelten für das Beispielgebäude. Für den Einzelfall ist die Wirtschaftlichkeit jeweils individuell zu prüfen!

System	Beschreibung / Hinweise	Investitionskosten in € (Brutto) ⁴⁾
Luft-Wasser-Wärmepumpe	Der Einsatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe zur Nutzung von Umweltwärme über die Umgebungsluft kann in gut gedämmten Gebäuden zum Einsatz kommen. Systembedingt können Wärmepumpen sinnvoll in Kombination mit Niedertemperaturheizungen (z.B. Fußbodenheizungen) und einer Frischwasserstation eingesetzt werden.	
Luft-Wasser-Wärmepumpe + Gas-Spitzenlastkessel	Die Luft-Wasser-Wärmepumpe in Verbindung mit einem Gas-Spitzenlastkessel wird bevorzugt in Altbauten mit hohen Vorlauftemperaturen im Heizungssystem und in größeren Gebäuden bivalent eingesetzt.	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 13 - 15 ct/kWh 15.000 € - 22.000 €
Sole-Wasser-Wärmepumpe	Die Sole/Wasser-Wärmepumpe nutzt die Umweltwärme mit Hilfe von Erdwärmesonden oder Erdkollektoren. Systembedingt können Wärmepumpen sinnvoll in Kombination mit Niedertemperaturheizungen (z.B. Fußbodenheizungen) und einer Frischwasserstation eingesetzt werden. Die Effizienz kann höher sein als die einer vergleichbaren Luft-Wasser-Wärmepumpe.	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 19 - 23 ct/kWh 26.000 € - 37.000 €
mit Erdsonden	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 13 - 16 ct/kWh 23.000 € - 33.000 €	
mit Erdkollektoren	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 13 - 15 ct/kWh 18.000 € - 26.000 €	
Holzpelletkessel + ggf. Solarthermie-Anlage	Eine Pelletheizung verbrennt nachwachsende Rohstoffe. Sind Solaranlage, Pelletkessel und Pufferspeicher aufeinander abgestimmt, erhält der Hausbesitzer eine hervorragende Energieeffizienz und den höchstmöglichen Wärmeertrag – und das sehr umweltschonend. Es besteht ein erhöhter Platzbedarf durch Pelletlager und -austragung.	
ohne Solarthermieanlage	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 14 - 17 ct/kWh 14.000 € - 20.000 €	
inkl. Solarthermieanlage	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 14 - 18 ct/kWh 17.000 € - 24.000 €	
Fernwärme	Bei einem Anschluss an ein bestehendes Fernwärmennetz, ist die Verfügbarkeit und die Kostenkalkulation abhängig von den lokalen Angeboten der Fernwärmeanbieter.	
Zusatzsysteme	(Systeme, die nur einen Teil der Wärmebereitstellung übernehmen können)	
Solarthermieanlage	Thermische Solaranlage zur Warmwasserbereitung und zur Heizungsunterstützung (ca. 10 m ² Kollektorfläche) zur Erfüllung des EWärmeG – 15 % Erneuerbare.	12.000 € - 18.000 €
Photovoltaikanlage + ggf. Stromspeicher	Die Photovoltaikanlage (ca. 10 kWp) wandelt die Sonnenenergie in elektrische Energie um und dient der Eigenstromnutzung. Sinnvoll auch in Kombination mit einer Wärmepumpe.	15.000 € - 35.000 €
Lüftung mit Wärmerückgewinnung	Mechanisches Lüftungssystem (Be- und Entlüftung) mit Wärmerückgewinnung.	10.000 € - 18.000 €

⁴⁾ Investitionskosten inklusive Nebenkosten (Planungskosten), mit Förderung

⁵⁾ bei unsanierten Gebäudehülle. Die Wärmegestehungskosten sind das Verhältnis der Vollkosten der Wärmeversorgung (Kapital-, Verbrauchs- und Betriebskosten) zur gelieferten Wärme. (Betrachtungszeitraum gemäß VDI 2067 - 20 Jahre, ohne Kapitalzins, ohne Energiepreisseigerung, mit Förderung).

Stand: 15.09.2025

Was Sie noch wissen sollten!

Gesetzliche Rahmenbedingungen

Gebäudeenergiegesetz (GEG):

Ab 2024 muss jede neu eingebaute Heizung zu 65 Prozent mit Erneuerbaren Energien betrieben werden. In Neubaugebieten greift diese Regel direkt ab 1. Januar 2024. Für bestehende Gebäude und Neubauten außerhalb von Neubaugebieten gibt es längere Übergangsfristen: In Großstädten (mehr als 100.000 Einwohnerinnen und Einwohner) werden klimafreundliche Energien beim Heizungswechsel spätestens nach dem 30. Juni 2026 Pflicht. In kleineren Städten ist der Stichtag der 30. Juni 2028. Gibt es in den Kommunen bereits vorab eine Entscheidung zur Gebietsausweisung für zum Beispiel ein Wärmenetz, die einen kommunalen Wärmeplan berücksichtigt, können frühere Fristen greifen.



Alle Infos und Details unter:
<https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Navigation/DE/Service/FAQ/GEG/faq-geg.html>

Energieeffizienzklasse	Endenergiebedarf oder -verbrauch in kWh/m²a	Haustyp
A+	unter 30	Neubauten mit höchstem Energiestandard z.B. Passivhaus, KfW 40
A	30 bis unter 50	Neubauten, Niedrigenergiehäuser, KfW 55
B	50 bis unter 75	normale Neubauten
C	75 bis unter 100	Mindestanforderung Neubau
D	100 bis unter 130	gut sanierte Altbauten
E	130 bis unter 160	sanierte Altbauten
F	160 bis unter 200	sanierte Altbauten
G	200 bis unter 250	teilweise sanierte Altbauten
H	über 250	unsanierte Gebäude

Ausblick

Steigerung Komfort / Marktwert

Neben der Energieeinsparung steigert eine energetische Sanierung in erheblichem Maße den Raumkomfort. Beeinträchtigungen, wie beispielsweise kalte Wandoberflächen oder Zugerscheinungen an Fenstern, werden beseitigt. Dies trägt zu einer höheren Behaglichkeit der Bewohner bei und steigert den Wohn- und Marktwert der Immobilie.

Professionelle Planung und Baubegleitung

Es wird dringend empfohlen, umfangreiche energetische Sanierungen professionell planen und umsetzen zu lassen. Die Aufgabe von Energieeffizienz-Experten und Experten ist es, Gebäude – Wohngebäude, Nichtwohngebäude oder auch Baudenkmäler – energetisch zu bauen oder zu sanieren. Sie beraten vor Ort, planen die Maßnahmen und begleiten den Bau oder die Sanierung nach energiespezifischen Vorgaben – immer individuell und entsprechend der jeweiligen Anforderungen und des Budgets ihrer Kunden. Dabei können sie die größtmöglichen Energieeinsparpotenziale für private Bauherrinnen und Bauherren, Kommunen oder Unternehmen erzielen und Fördermittel des Bundes beantragen.



Alle Infos und Details unter:
www.energie-effizienz-experten.de

Förderprogramme

Einzelmaßnahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG EM)



Alle Infos und Details unter:
www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/effiziente_gebaeude_node.html

Bundesförderung für effiziente Gebäude – Wohngebäude (BEG WG)



Alle Infos und Details unter:
www.kfw.de/inlandsfoerderung/Bundesfoerderung-fuer-effiziente-Gebaeude/

