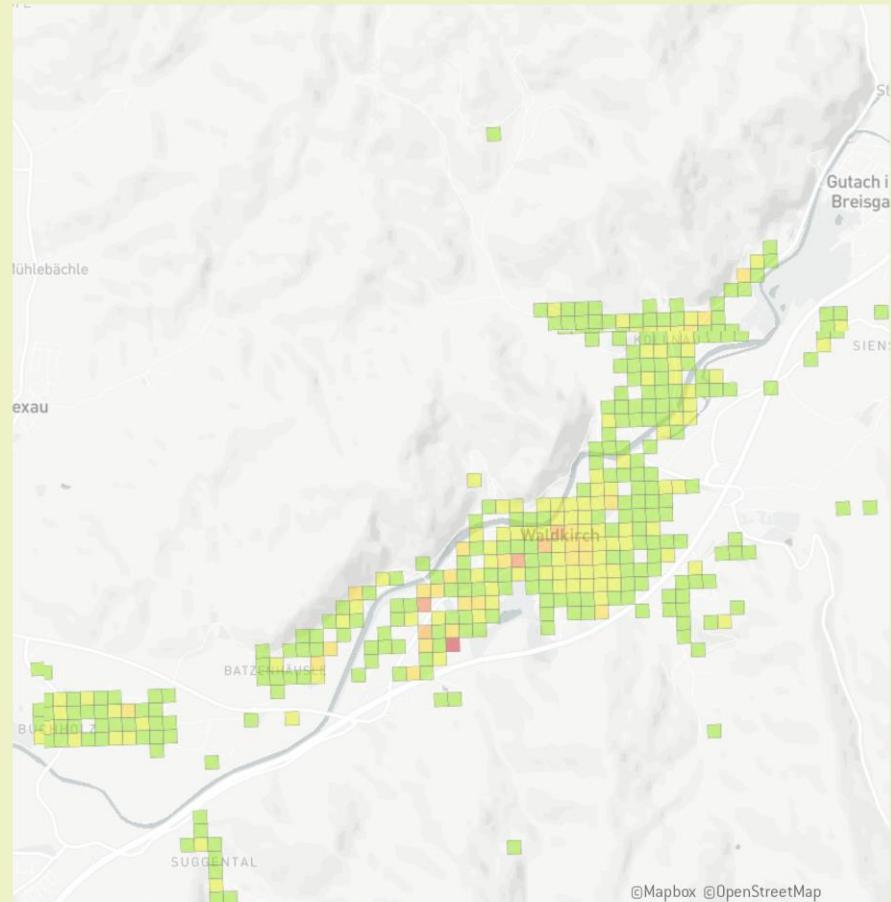


# Abschlussbericht

Juli 2023



## Fachgutachten Kommunale Wärmeplanung

Stadt Waldkirch



**Im Auftrag von:**

Stadtverwaltung Waldkirch  
Marktplatz 1 - 5  
79183 Waldkirch

Projektleitung: Dezernat IV - Planen, Bauen und Umwelt. Dezernatsleiter Detlef Kulse

**durch:**

endura kommunal GmbH  
Emmy-Noether-Str. 2  
79110 Freiburg  
[info@endura-kommunal.de](mailto:info@endura-kommunal.de)  
[www.endura-kommunal.de](http://www.endura-kommunal.de)

Projektleitung: Maximilian Schmid & Simon Winiger

Mitarbeitende:

endura kommunal: Simon Winiger, Maximilian Schmid

Dieser kommunale Wärmeplan darf nur unter Nennung der Stadt Waldkirch veröffentlicht werden. Sofern Änderungen an Berichten, Prüfergebnissen, Berechnungen u.Ä. des Konzeptes vorgenommen werden, muss eindeutig kenntlich gemacht werden, dass die Änderungen nicht von der Stadt Waldkirch stammen. Eine über die bloße Veröffentlichung hinausgehende Werbung des kommunalen Wärmeplans und seiner Bestandteile durch Dritte, insbesondere die kommerzielle Nutzung z.B. von Präsentationen oder Grafiken, ist nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung der Stadt Waldkirch gestattet.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.



## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	3
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....	5
1 Zusammenfassung .....	7
2 Vorbemerkungen und Ziele.....	10
3 Akteursanalyse und Akteursbeteiligung.....	11
4 Datenerhebung.....	13
5 Bestandsanalyse .....	15
5.1 Wärmebedarf .....	16
5.2 Wärmebedarf nach Endenergieträger .....	17
5.3 Auswertung der Kehrbücher .....	21
5.4 Auswertung der Gebäudealter .....	26
5.5 Auswertung IST-Wärmeinfrastruktur .....	26
5.6 Planungen und Konzepte für Wärmeversorgung.....	28
6 Potenzialanalyse.....	29
6.1 Erläuterung der Potenzialdefinitionen .....	29
6.2 Potenzialanalyse in der kommunalen Wärmeplanung .....	30
6.3 Darstellungen der Potenzialflächen .....	31
6.4 Solarpotenziale Freifläche (PV und Solarthermie) .....	31
6.5 Photovoltaik (Freifläche) .....	31
6.6 Solarthermie (Freifläche).....	34
6.7 Windenergie .....	37
6.8 Solarpotenziale Dachflächen (Solarthermie und PV) .....	38
6.9 Abwärmepotenziale .....	39
6.10 Biomasse.....	42
6.11 Geothermie und Umweltwärme .....	43
6.12 Wasserkraft .....	45
6.13 Zusammenfassung Potenzialanalyse.....	45
7 Szenarien und Eignungsgebiete .....	47
7.1 Verbrauchsszenario .....	47
7.2 Ausweisung von Eignungsgebieten für Wärmenetze und Einzelheizungen ..	48
7.3 Versorgungsszenario 2040 mit Zwischenziel 2030.....	50



7.4	Nutzung der Potenziale .....	55
7.5	Treibhausgas-Bilanz.....	56
7.6	Zukunft Gasnetze.....	57
8	Maßnahmenkatalog und Handlungsempfehlungen .....	59
8.1	Maßnahmenkatalog .....	59
	Energieeffizienz und energetische Sanierung .....	60
	Ausbau erneuerbare Energien und Abwärmenutzung .....	64
	Wärmenetze und Infrastruktur .....	68
	Wärmeplanung als Prozess .....	71
8.2	Ortsteilbezogene Handlungsempfehlungen.....	73
8.3	Gebiete mit hohem Potenzial für energetische Gebäudesanierung.....	76
8.4	Lokale Maßnahmen in ausgewählten Wärmenetz-Eignungsgebieten.....	79
	Priorisierung Wärmenetz-Eignungsgebiete .....	79
	Maßnahmensteckbriefe für ausgewählte Wärmenetz-Eignungsgebiete .....	80
9	Wärmewendestrategie und Maßnahmenpriorisierung.....	99
9.1	Maßnahmenpriorisierung .....	100
10	Quellenverzeichnis.....	101
11	Anhang.....	103



## Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Wärmenetz-Eignungsgebiete der Stadt Waldkirch.....	8
Abbildung 2: Datenquellen der kommunalen Wärmeplanung Waldkirch.....	13
Abbildung 3: Schemata zur Bestimmung des Wärme- und Endenergiebedarfs, sowie Ableitung von Primärenergiebedarf und CO <sub>2</sub> -Emissionen. ....	15
Abbildung 4: Wärmebedarf (in GWh/a) nach Sektoren (gemäß EU-NACE).....	16
Abbildung 5: Wärmebedarf (in GWh/a) nach Sektoren (gemäß EU-NACE) je Ortsteil.....	16
Abbildung 6: Kartografische Auswertung der Wärmebedarfsdichte.....	17
Abbildung 7: Wärmebedarf (in GWh/a) nach Endenergieträgern.....	18
Abbildung 8: Wärmebedarf (in GWh/a) nach Endenergieträgern und Sektoren .....	19
Abbildung 9: Prozentuale Deckung des Wärmebedarfs nach Energieträgern je Ortsteil.....	19
Abbildung 10: Prozentuale Deckung des Wärmebedarfs nach Energieträgern je Ortsteil – extrapoliert, d.h. ohne den unbekannten Anteil. ....	20
Abbildung 11: Alter der Heizungen. ....	21
Abbildung 12: Heizungsalter je Ortsteil.....	21
Abbildung 13: Heizungsalter je Ortsteil - extrapoliert, d.h. ohne den unbekannten Anteil. ....	22
Abbildung 14: Zentralheizungen nach Anzahl: Energieträger .....	23
Abbildung 15: Zentralheizungen nach Anzahl: Feuerstättenart und Energieträger. ....	23
Abbildung 16: Zentralheizungen nach Leistung: Energieträger .....	24
Abbildung 17: Anteil Brennwertheizungen an den Zentralheizungen. ....	24
Abbildung 18: Einzelheizungen nach Anzahl: Energieträger.....	25
Abbildung 19: Einzelheizungen nach Anzahl: Feuerstättenart und Energieträger. ....	25
Abbildung 20: Baulalter der Gebäude in Waldkirch (Datenquelle: Zensus 2011) .....	26
Abbildung 21: Heizzentrale des Wärmenetzes Gymnasium .....	27
Abbildung 22: Vorhandene Wärme-Infrastruktur.....	28
Abbildung 23: Definition der Potenzialbegriffe (Quelle: greenventory 2021) .....	30
Abbildung 24: Grafische Darstellung des verwendeten Indikatorenmodells .....	30
Abbildung 25: Kriterienkatalog für die Bestimmung des Potenzials für PV-Freiflächenanlagen. ....	32
Abbildung 26: Beispielhafte virtuelle Platzierung einer PV-Freiflächenanlage.....	33
Abbildung 27: Karte der PV-Freiflächen-Potenziale.....	34
Abbildung 28: Kriterienkatalog zur Bestimmung des Potenzials für Solarthermie-Freiflächenanlagen	35
Abbildung 29: Karte der Solarthermie-Freiflächen-Potenziale .....	36
Abbildung 30: Karte der Windenergie-Potenziale.....	37
Abbildung 31: Innerörtliche Potenzialflächen für die Solarthermie. ....	39
Abbildung 32: Ausschnitt aus der im Jahr 2010 erstellten Potenzialstudie zur Abwasserwärmeverwendung des Abwasserzweckverbandes Breisgauer Bucht .....	41
Abbildung 33: Kriterienkatalog für die Oberflächennahe Geothermie.....	43
Abbildung 34: Karte über die Zulässigkeit von Erdwärmesondenanlagen in Waldkirch .....	44
Abbildung 35: Höhe der Potenziale in Waldkirch.....	45
Abbildung 36: Flächenbezogener Endenergieverbrauch nach Altersklassen für den Ist-Zustand (teilsaniert) und nach energetischer (Voll-)Sanierung bis 2040.....	47
Abbildung 37: Wärmenetz-Eignungsgebiete der Stadt Waldkirch.....	49



Abbildung 38: Entwicklung des Wärmeverbrauchs und eingesetzte Energieträger: IST, 2030, 2040 ..	51
Abbildung 39: Eingesetzte Energieträger zur Wärmeversorgung der Wärmenetze: IST, 2030, 2040 ..	52
Abbildung 40: Wärmeverbräuche nach Energieträgern und nach Sektoren: IST, 2030, 2040 .....	54
Abbildung 41: Strombedarf für Wärmeerzeugung 2040 in Waldkirch .....	55
Abbildung 42: Nutzung der EE-Potenziale im dargestellten Szenario.....	56
Abbildung 43: CO <sub>2</sub> -Bilanzen für 2020, 2030 und 2040 der Stadt Waldkirch.....	57
Abbildung 44: Gebiete nach spezifischem Wärmebedarf.....	77
Abbildung 45: Gebiete nach Heizungsalter .....	78
Abbildung 46: Priorisierungsmatrix Eignungsgebiete .....	79
Abbildung 47: Wärmenetz-Eignungsgebiete der Stadt Waldkirch.....	80
Abbildung 48: Zeitungsartikel der Badischen Zeitung vom 10.12.2021.....	103
Abbildung 49: Zeitungsartikel der Badischen Zeitung vom 17.12.2022.....	104
Abbildung 50: Zeitungsartikel der Badischen Zeitung vom 19.3.2022.....	105

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der erhobenen Daten.....	14
Tabelle 2: Eckdaten zu dem Nahwärmenetz Gymnasium.....	27
Tabelle 3: Eckdaten zu dem Wärmenetz Am Schänzle .....	27
Tabelle 4: Biomasse-Potenziale laut Angaben von Stadtverwaltung und Klimaschutzkonzept 2020 ..	42
Tabelle 5: Biomasse-Potenziale aus statistischen Werten.....	42
Tabelle 6: Wärmebedarf 2020-2040, aufgeteilt nach Eignungsgebieten .....	49
Tabelle 10: Priorisierung der Maßnahmen. ....	100



## 1 Zusammenfassung

Im Zuge der Novellierung des Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetzes Baden-Württemberg (KlimaG BW) vom 14. Oktober 2020 wurde im Land Baden-Württemberg das Instrument der kommunalen Wärmeplanung eingeführt. Ziel des Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetzes des Landes Baden-Württemberg ist es, das Klima zu schützen und Baden-Württemberg klimaneutral zu gestalten. Um die Klimaziele auf Landes-, Bundes- und europäischer Ebene zu erreichen, ist die Transformation des Energiesystems notwendig. Ziel ist es den Wärmesektor zu dekarbonisieren und langfristig ohne fossile Energieträger auszukommen. Die Stadt Waldkirch ist als Große Kreisstadt gemäß des KlimaG BW verpflichtet, eine kommunale Wärmeplanung zu erstellen. Im Folgenden werden die Ergebnisse entsprechend der Vorgehensweise für die Wärmeplanung (Bestandsanalyse, Potenzialanalyse, Szenarien, Maßnahmen) vorgestellt:

### **Bestandsanalyse – die Stadt Waldkirch wird zu über 80 % mit „fossiler Wärme“ versorgt**

Die Bestandsanalyse befasste sich mit dem Ist-Zustand der Wärmeversorgung und lässt folgende zentrale Aussagen hinsichtlich Wärmebedarf, Wärmeversorgungsinfrastruktur und installierter Wärmeversorgungssysteme zu:

- › Der gesamte Endenergiebedarf für das Referenzjahr 2020 zur Wärmebereitstellung in Waldkirch liegt bei 187 GWh/Jahr.
- › Der Wohnsektor ist mit ca. 75 % größter Verbraucher, auf die Sektoren Industrie und Produktion entfallen ca. 22 %.
- › Zur Wärmebedarfsdeckung wird zu mindestens 55 % Erd- oder Flüssiggas eingesetzt, zu 13 % Heizöl, 7 % Biomasse sowie 4 % Heizstrom. Lediglich 6 % des Wärmebedarfs wird bisher über Wärmenetze gedeckt, die überwiegend mit Gas betrieben werden. Somit wird die Stadt zu über 80 % aus „fossilien Wärmequellen“ versorgt.
- › Der Sanierungsbedarf der Heizungsanlagen ist enorm: über 2/3 der Heizungen sind älter als 15 Jahre.

### **Potenzialanalyse – Solar- und Abwärmepotenziale sind zu erschließen**

Die Potenzialanalyse richtete ihren Blick auf die verfügbaren erneuerbaren Energiepotenziale (EE-Potenziale) im Stadtgebiet, um den Wärmebedarf künftig darüber decken zu können. Hierbei wurden nicht nur die originären EE-Potenziale zur Wärme-, sondern auch zur Strombedarfsdeckung betrachtet. Die Potenzialanalyse förderte die folgenden Ergebnisse zutage:

- › Aus technischer Sicht verfügt die Stadt Waldkirch über zahlreiche Flächen zur Nutzung von Photovoltaik-Freiflächen und Windenergie. Durch die urbanen Strukturen und die landwirtschaftliche Nutzung der Flächen kann jedoch nur ein Teil dieser Flächenpotenziale genutzt werden. Die Erschließung der vorhandenen Potenziale sollte vorrangig angegangen werden.
- › Besonderes Augenmerk sollte auf die Dachflächenpotenziale gelegt werden. Würden alle bereits heute vorhandenen (und bisher ungenutzten) Dachflächen zur Wärme- oder Stromerzeugung genutzt werden, könnte ein Großteil des Wärmebedarfs direkt gedeckt werden. Vor dem Hintergrund des zukünftig vermehrten Einsatzes von Wärmepumpen zur Wärmebereitstellung ist das Solar-dachpotenzial somit sehr wichtig.
- › Waldkirch bietet als Wirtschaftsstandort zwar Platz für viele Firmen verschiedenster Branchen – allerdings handelt es sich hauptsächlich um mittelständische Unternehmen mit wenig bis gar



keinem Abwärmepotenzial. Dafür läuft ein großer Abwassersammler durch das Gemarkungsgebiet, dem aufgrund der großen Entfernung zur Kläranlage Forchheim an mehreren Stellen Abwärme entnommen werden kann.

- › Auch die Nutzung von oberflächennaher Geothermie in Form von Erdsonden als Wärmequelle für Wärmepumpen ist in den meisten Ortsteilen von Waldkirch möglich und bietet ein erhebliches Wärmepotenzial.

### Szenarien und Eignungsgebiete – der Wärmeverbrauch reduziert sich bis 2040 um 31 %

Für die Erreichung der Klimaneutralität steht die Einsparung an vorderster Stelle. Das Zielszenario sieht vor, dass der Gesamtwärmeverbrauch bis 2040 um mindestens 31 % reduziert wird. Dafür müssen mehr Gebäude als bisher energetisch saniert und auch mehr veraltete Heizanlagen saniert werden. Auch der Sektor Industrie und Gewerbe muss 36 % seines Wärmeverbrauchs einsparen. Während aktuell nur 6 % des Wärmebedarfs durch Wärmenetze versorgt wird, sollen 2030 ca. 27 % und 2040 rund 50 % des Wärmebedarfs über Wärmenetze gedeckt werden.

Auf Basis der Szenarien wurden Eignungsgebiete für Wärmenetze ausgewiesen. Alle Gebiete außerhalb der Wärmenetz-Eignungsgebiete sind folglich Eignungsgebiete für die dezentrale Einzelversorgung. Anhand dieser Gebiete kann die Stadt die Bereiche fokussieren, in denen die Errichtung eines Wärmenetzes sinnvoll ist und diese Gebiete genauer untersuchen.

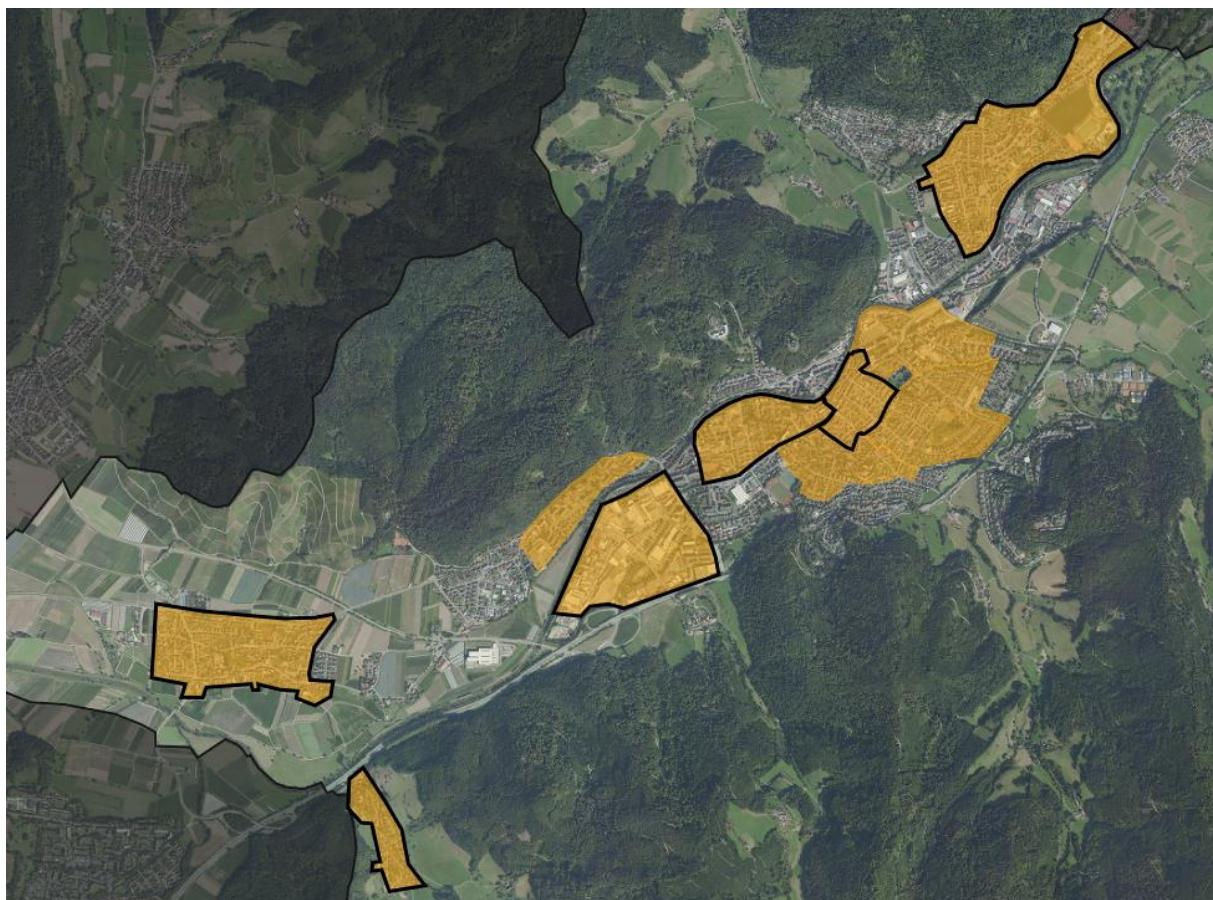


Abbildung 1: Wärmenetz-Eignungsgebiete (orange) der Stadt Waldkirch. Die priorisierten Eignungsgebiete sind mit einer schwarzen Umrandung dargestellt.



## Maßnahmen und Wärmewendestrategie

Um das Ziel der Klimaneutralität im Jahr 2040 zu erreichen, soll der kommunale Wärmeplan eine sogenannte Wärmewendestrategie beschreiben. Die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung erarbeiteten Maßnahmen und Handlungsempfehlungen bilden den Transformationspfad für die Stadt Waldkirch. Die Maßnahmen können zu folgenden Handlungsfeldern zusammengefasst werden:

### Energieeffizienz und energetische Sanierung

- › Umsetzungspläne zur Erreichung der Klimaneutralität der öffentlichen Gebäude erarbeiten
- › Gewerbe- und Industriebetriebe zu Energieeinsparungen bewegen
- › Gebäudesanierungsoffensive, Ausweisung Sanierungsgebiete
- › Sanierungsoffensive Einzelheizungen

### Ausbau erneuerbarer Energien und Abwärmenutzung

- › Erneuerbare Energie ausbauen: Dachnutzung (PV/ST)
- › Ausbau von PV-Freiflächenanlagen
- › Windenergie-Projekte entwickeln
- › Abwärmenutzung (Abwasser & Industrie)

### Wärmenetze und Infrastruktur

- › Ausbau Wärmenetze in ausgewiesenen Eignungsgebieten
- › Bestandswärmenetze dekarbonisieren
- › Zukunft Erdgasnetz bewerten und Strategie entwickeln

### Wärmeplanung als Prozess

- › Wärmeplanung in Stadtplanung/Stadtentwicklung verbindlich festschreiben
- › Arbeitskreis Wärme und Monitoring Wärmeplanung einführen

Die Wärmewendestrategie verfolgt die Maßnahmen aus den genannten Handlungsfeldern. Die Stadt Waldkirch begreift das Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung als integriertes Ziel auf dem Weg zur klimaneutralen Stadt im Jahr 2040. Die Belange der kommunalen Wärmeplanung sollen als integrativer Teil der zukünftigen Stadtentwicklung Berücksichtigung finden.



## 2 Vorbemerkungen und Ziele

Die kommunale Wärmeplanung im Sinne des Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) ist ein strategischer Planungsprozess mit dem Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040. Die erstmalige Aufstellung eines kommunalen Wärmeplans und die regelmäßige Aktualisierung (mindestens alle sieben Jahre) sind Bestandteil dieses kontinuierlichen Prozesses. Die zentralen Schritte zur Erstellung des kommunalen Wärmeplans sind in § 27 des Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW)<sup>1</sup> geregelt:

1. Bestandsanalyse
  - a. Wärmebedarf/-verbrauch
  - b. Gebäudeinformationen
  - c. Energieinfrastruktur
  - d. Beheizungsstruktur
2. Potenzialanalyse
  - a. Energieeinsparung Raum- und Prozesswärme
  - b. Erneuerbare Energien
  - c. Abwärme
3. Aufstellung eines klimaneutralen Zielszenarios
  - a. Verbrauchsszenario
  - b. Versorgungsszenario
  - c. Versorgungsstruktur (Eignungsgebiete für Wärmenetze und Einzelversorgung)
4. Wärmewendestrategie
  - a. Transformationspfad mit Maßnahmen
  - b. Priorisierung der Maßnahmen

Der wesentliche Bestandteil der Wärmeplanung im Sinne von § 27 Absatz 2 KlimaG BW ist die Wärmewendestrategie, welche insbesondere durch die Benennung von Maßnahmen gekennzeichnet wird.

Mit der Erarbeitung der kommunalen Wärmeplanung wurde endura communal GmbH beauftragt.

<sup>1</sup> Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg vom 7. Februar 2023. Davor befanden sich die Gesetzestexte zur Kommunalen Wärmeplanung in § 7c und die Abkürzung des Klimaschutzgesetzes BW lautete „KSG BW“.



### 3 Akteursanalyse und Akteursbeteiligung

Die Übersicht über relevante Akteure und ihre Rolle im lokalen Akteursgefüge ist ein zentraler Baustein für jeden Wärmeplan. Dabei ist jedes Vorhaben individuell zu betrachten und muss lokale Gegebenheiten sowie Akteurskonstellationen berücksichtigen. Eine Akteursanalyse steht dabei immer am Anfang eines Beteiligungskonzeptes und dient der fundierten Vorbereitung der gesamten Akteursbeteiligung.

Die folgenden Akteursgruppen stehen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung im Fokus:

1. **Lokale politische Ebene**: regelmäßige Information; müssen den Prozess und dessen Ergebnisse mittragen; Unterstützung des Vorhabens durch Reflexion und Multiplikation; sind für die spätere Umsetzung und Verfestigung der politischen Maßnahmen entscheidend
2. **Kommunalverwaltung**: Mitwirkung vor dem Hintergrund ihrer jeweiligen fachlichen Zuständigkeit und ihres lokalen Wissens; gute Vernetzung ist Voraussetzung für die Umsetzung und Verfestigung des kooperativen Prozesses
3. **Energieversorgungsunternehmen**: direkter Kontakt für Daten- und Potenzialanalyse sowie Maßnahmen wichtig; Commitment für den Prozess neben eigener Agenda; kooperative Zusammenarbeit aufgrund des gleichen Projektziels erfolgsentscheidend
4. **Lokale Interessensgruppen** (z. B. lokale Wirtschaftsverbände, Gewerbe, Gebäudeeigentümer etc.): Sensibilisierung und Mehrwert für den Prozess der Wärmeplanung aufzeigen.

Ein Beteiligungskonzept ist aus verschiedenen Gründen für die Erstellung einer Wärmeplanung von großer Wichtigkeit: Aus prozessualer Sicht liefert das der Beteiligung zugrundeliegende Konzept den Anker für die Einbindung von fachlichen Kompetenzen und Inhalten, die Kommunikation mit relevanten Interessenvertretern sowie die geplanten Veranstaltungen im Zuge der Erstellung des Wärmeplans.

Neben der prozessualen Bedeutung ist das Beteiligungskonzept ebenfalls im Hinblick auf die Akzeptanz der Ergebnisse und der Ausgestaltung der Wärmeplanung wichtig. Ein Austausch auf Augenhöhe mit wichtigen lokalen Interessenvertretern

- › stärkt das Vertrauen zwischen Akteuren in der Region und in die Ausgestaltung der Wärmeplanung,
- › hilft bei der Vermeidung oder Mediation von Konflikten,
- › trägt zur Dissemination von Informationen und (Zwischen-)Ergebnissen bei und
- › erhöht hierdurch in letzter Konsequenz die Akzeptanz für die Ausgestaltung des Wärmeplans.

Das Beteiligungskonzept für die kommunale Wärmeplanung in Waldkirch umfasste im Wesentlichen die enge Einbindung der folgenden Akteure:

#### Steuerungskreis

Der Steuerungskreis setzt sich aus Vertretern der Stadtverwaltung und endura communal GmbH als Dienstleister für die Erstellung des Wärmeplans zusammen. Im Steuerungskreis erfolgte die Projektsteuerung und die Einbindung der Fachbereiche aus der Stadtverwaltung. Um eine gute Projektsteuerung sicherzustellen, kam der Steuerungskreis etwa im monatlichen Rhythmus zusammen.



## Facharbeitsgruppe

Mit der Facharbeitsgruppe wurde die Wärmeplanung aus technisch-ökonomischer Sicht entwickelt und mögliche Umsetzungen vor allem bezüglich Wärmenetzen diskutiert. Deshalb setzte sie sich schwerpunktmäßig aus denjenigen Akteuren zusammen, die die Wärmeplanung schlussendlich auch technisch umsetzen bzw. deren Geschäftsmodell sie konkret betrifft. Diese Beteiligung verfolgte das Ziel, die Umsetzer aktiv bei der Entwicklung miteinzubinden und deren Planungen im Wärmeplan zu berücksichtigen, um somit die Akzeptanz hinsichtlich der Maßnahmen zu steigern und bereits die Umsetzung vorzubereiten.

Konkret waren Vertreter der Stadtwerke Waldkirch und der Stadtverwaltung eingebunden. Neben den Online-Terminen fanden mehrere Workshops mit den folgenden Themen statt: Im ersten Workshop am 22.7.2022 wurden die Bestands- und Potenzialanalyse vorgestellt und diskutiert. Im zweiten Workshop am 25.1.2023 wurden sowohl die Wärmenetz-Eignungsgebiete als auch die Maßnahmen besprochen und festgelegt. Und im dritten Workshop vom 28.6.2023 wurde die Maßnahmen-Priorisierung sowie die Verbrauchs- und Versorgungs-Szenarien behandelt.

## Kommunale Politik und Öffentlichkeit

Um die kommunalen Entscheidungsträger fachlich zu informieren und zu beteiligen, wurden der Prozess des kommunalen Wärmeplans im Kickoff am 28.10.2021 und am 7.12.2021 im Technik- und Umweltausschuss des Gemeinderats vorgestellt. Zum Abschluss der Wärmeplanung erfolgt die Vorstellung und Diskussion der Ergebnisse im Technik- und Umweltausschuss, der Feststellungsbeschluss im Gemeinderat. Die Öffentlichkeit wurde und wird über Artikel im Amtsblatt und lokaler Presse sowie über eine Offenlage der Ergebnisse der Wärmeplanung in den Prozess eingebunden.



## 4 Datenerhebung

Für die kommunale Wärmeplanung werden zahlreiche Daten aus unterschiedlichen Quellen benötigt (siehe Abbildung 2). Durch das KlimaG BW ist die Stadt Waldkirch dazu ermächtigt, gebäudescharfe Daten von den Energieversorgern, Schornsteinfegern und den Gewerbe- und Industriebetrieben zu erheben und auszuwerten.



Abbildung 2: Datenquellen der kommunalen Wärmeplanung Waldkirch.

Die Datenerhebung erfolgte auf Basis des §7e des Klimaschutzgesetzes Baden-Württemberg. Zur Sicherstellung des Datenschutzes wurde einen Auftragsdatenverarbeitungsvertrag (AVV) gemäß Art. 28 Abs. 2 - 4 DGSVO abgeschlossen. Die Datenübertragungen erfolgten über ein verschlüsseltes und passwortgeschütztes Upload-Portal. Die Datenhaltung erfolgte in dafür spezialisierten Datenbanken auf Basis des offenen Datenbanksystems (postgreSQL und postGIS).

Gemeinsam mit der Stadt wurden die potenziell abwärmerrelevanten Unternehmen ausgewählt und zum Ausfüllen des standardisierten Online-Fragebogens aufgefordert (siehe Anhang). Die übrigen Akteure (Energieversorgungsunternehmen, Schornsteinfeger) wurden individuell kontaktiert, um eine reibungslose Datenlieferung sicherzustellen.

Eine Übersicht der erhobenen Energie- und Geodaten zeigt die untenstehende Tabelle.



Tabelle 1: Übersicht der erhobenen Daten.

Datentyp	Datenbestandteile	Detailgrad	Bereitgestellt durch
Energie- und Brennstoffverbrauch, Stromverbrauch für Heizzwecke	- Art - Menge - Standorte	Zähler- oder gebäudegenau	Energieunternehmen
Wärme- und Gasnetze	- Art - Alter + Nutzungsdauer - Lage + Leitungslänge - Temperaturniveau (WN) - Wärmeleistung (WN) - Jährliche Wärmemenge		Energieunternehmen
Angaben zu Wärmeerzeugungsanlagen	- Art - Brennstoff - Nennwärmeleistung - Alter	gebäudegenau	Bevollmächtigte Bezirksschornsteinfeger
Gewerbe und öffentliche Gebäude	- Endenergieverbrauch - Art der Wärmeenergiebedarfsdeckung - Anteile EE und KWK - Höhe und Art der anfallenden Abwärme	gebäudegenau	Öffentliche Hand Gewerbe- und Industriebetriebe
Geodaten zu Siedlungsstruktur Gebäudebestand	- ALKIS - FNP - geplante Neubaugebiete - Siedlungsstruktur - Gebäudetypologie	gebäudegenau	Stadt, Beschaffung Auftragnehmer

Alle bereitgestellten und berechneten Daten wurden auf Plausibilität und Vollständigkeit überprüft. Fehlende oder fehlerhafte Daten werden mit geeigneten Verfahren zunächst validiert und anschließend korrigiert.

Die gesamten Daten wurden in einer Datenbank erfasst, auf die ein webbasiertes Geoinformationssystem (GIS) zugreifen konnte. Dies ermöglicht eine Visualisierung der Daten. Mittels unterschiedlichen Layern konnten die Erkenntnisse grafisch nachvollziehbar dargestellt und überprüft werden.



## 5 Bestandsanalyse

Zentraler Bestandteil der Bestandsanalyse ist die Bestimmung des derzeitigen Wärmebedarfs. Zur Abschätzung des Verbrauchs der nicht-leitungsgebundenen Heizsysteme (z. B. Ölheizungen) wurde folgende Methodik entwickelt: Aus den zahlreich vorhandenen Verbrauchsdaten wurde der flächenspezifische Median je Gebäudealtersklasse gebildet und dieser dann auf die Gebäude ohne Verbrauchsdaten angewendet<sup>2</sup>. Unbeheizte Nebengebäude wie Garagen und Schuppen wurden herausgefiltert.

Da keine flächendeckenden gebäudescharfen Daten zum Baualter vorhanden waren, wurden die Baualtersklassen aus dem im 100 x 100 m-Raster verfügbaren Zensus 2011 abgeleitet.

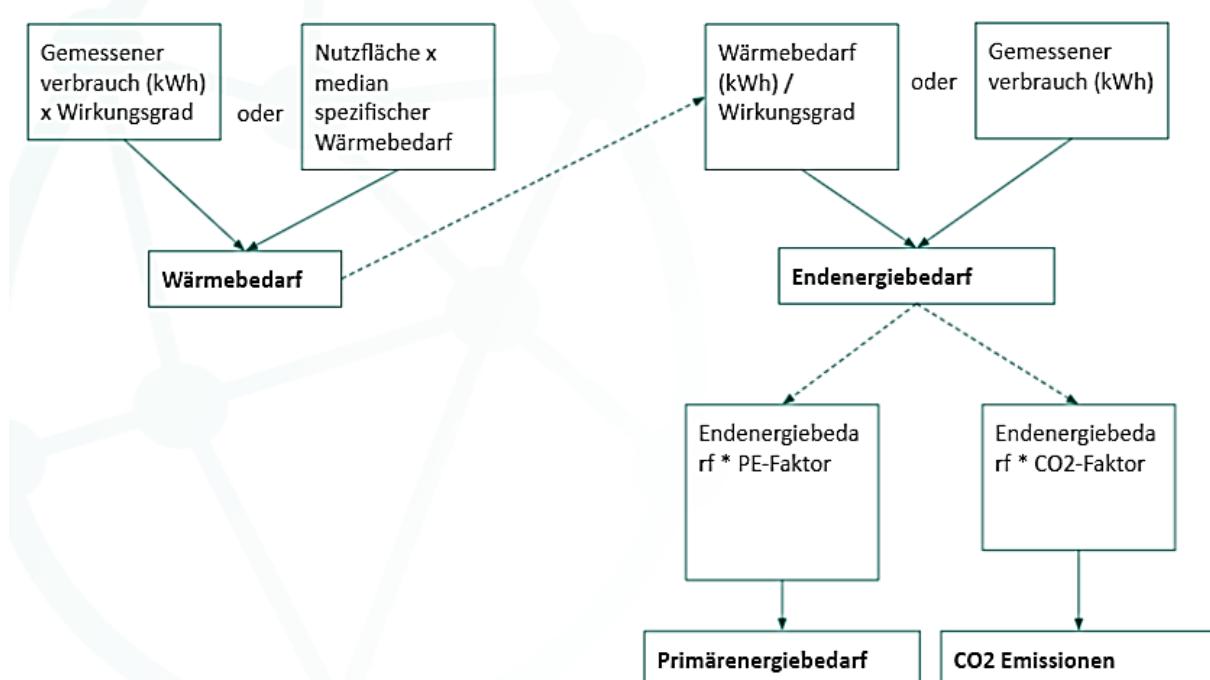


Abbildung 3: Schemata zur Bestimmung des Wärme- und Endenergiebedarfs, sowie Ableitung von Primärenergiebedarf und CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Die folgenden Erläuterungen und Abbildungen geben einen Einblick in die Auswertungen der Bestandsanalyse.

<sup>2</sup> Gebäude ohne Verbrauchsdaten sind vorhanden, da für manche Gebäude keine Datengrundlage vorhanden ist. Dies trifft bspw. auf Gebäude mit Öl-, Flüssiggas- oder Holzheizungen und Gebäude mit Solarthermieanlagen (bzw. Kombinationen) zu.



## 5.1 Wärmebedarf

Die Aufteilung des Wärmebedarfs nach Sektoren zeigt, dass der überwiegende Anteil (ca. 74 %) des Wärmebedarfs auf den Sektor privates Wohnen entfällt. Der Sektor Industrie und Produktion stellt den zweiten großen Sektor mit ca. 11 % des Gesamtwärmebedarfs.

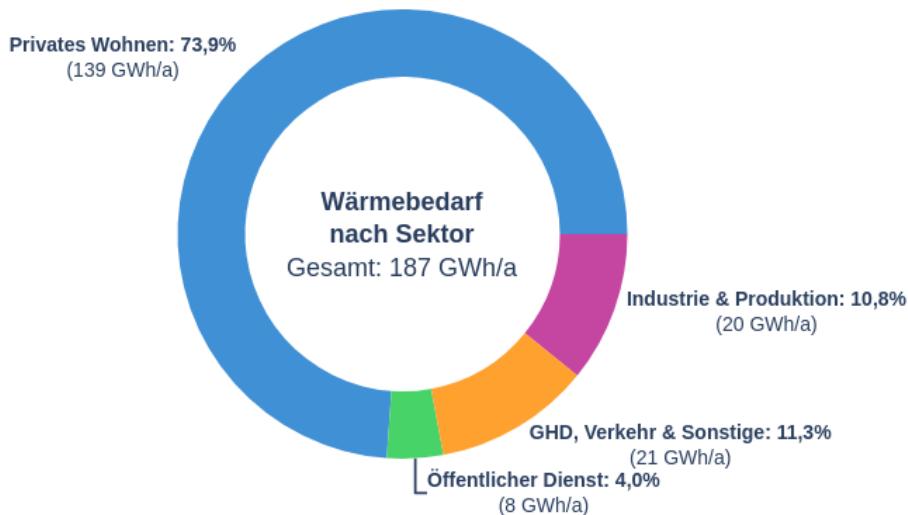


Abbildung 4: Wärmebedarf (in GWh/a) nach Sektoren (gemäß EU-NACE<sup>3</sup>).

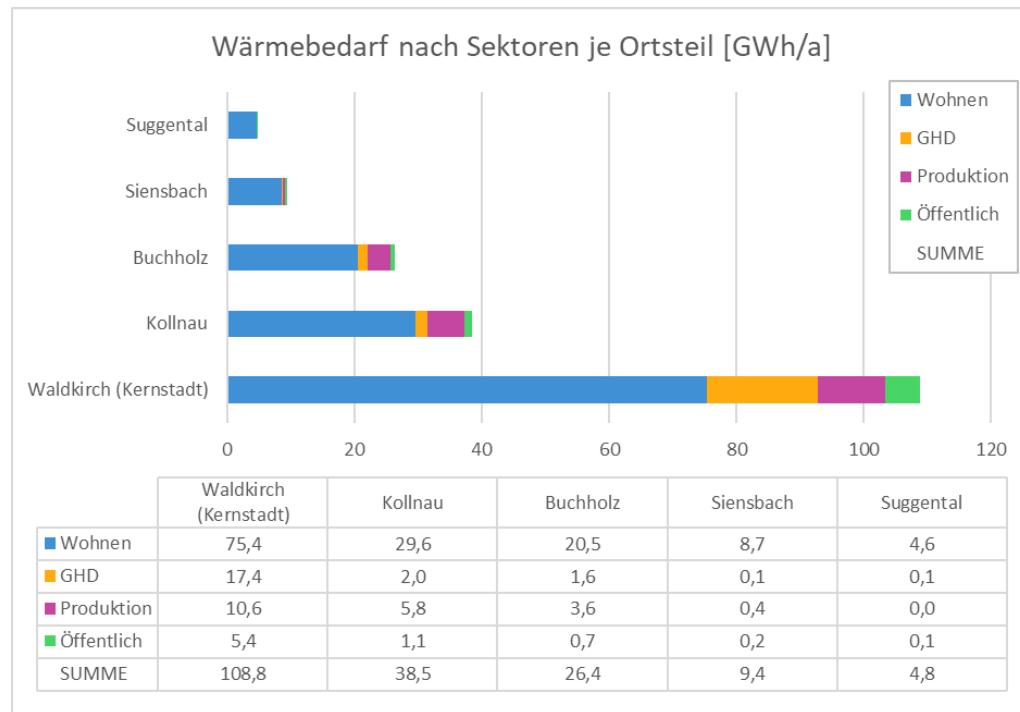


Abbildung 5: Wärmebedarf (in GWh/a) nach Sektoren (gemäß EU-NACE) je Ortsteil.

<sup>3</sup> EU-NACE ist die Abkürzung für die „Statistische Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft“. Je nach Klassifizierungsart kann es zu unterschiedlichen Bilanzierungsergebnissen kommen.



Betrachtet man die einzelnen Ortsteile, so wird deutlich, dass die Sektoren GHD und Produktion nur in der Kernstadt, Kollnau und Buchholz vertreten sind. Der Wärmebedarf konzentriert sich deutlich auf die Kernstadt.

Auf Grundlage des Wärmebedarfs kann die Wärmebedarfsdichte berechnet werden. Diese stellt die Summe des Wärmebedarfs in einem Quadrat mit einer Fläche von 100 m x 100 m dar. Diese Darstellung ist besonders nützlich, um Gebiete mit einer hohen Wärmebedarfsdichte darzustellen, die daher für ein Wärmenetz geeignet sind. Abbildung 6 zeigt die Wärmebedarfsdichte der Stadt Waldkirch.

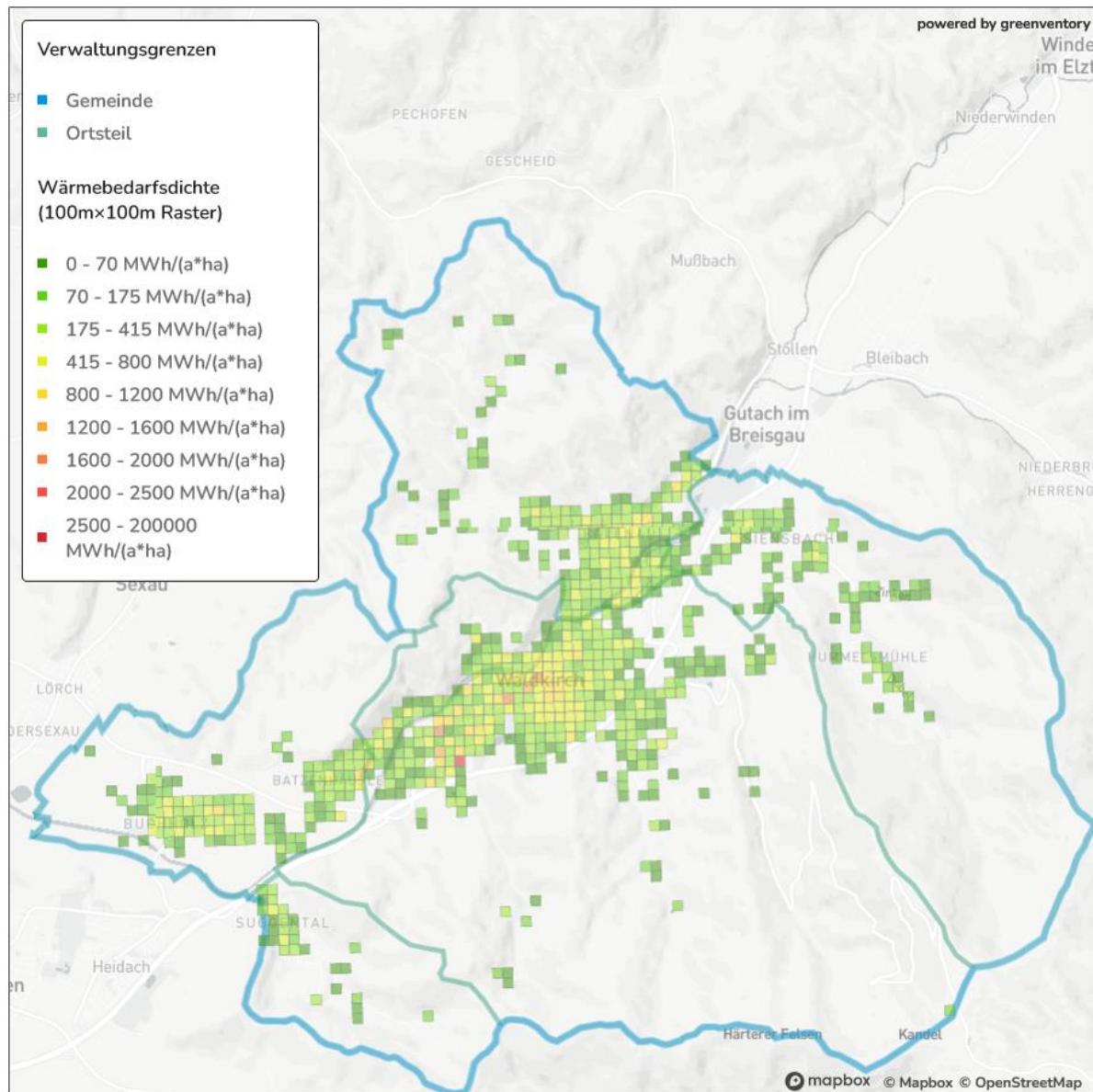


Abbildung 6: Kartografische Auswertung der Wärmebedarfsdichte.

## 5.2 Wärmebedarf nach Endenergieträger

Anhand der erhobenen Daten von Energieversorgern und Schornsteinfegern ermöglicht eine detaillierte Analyse des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern (vgl. Abbildung 7). In Waldkirch werden



ca. 55 % des Wärmebedarfes durch Erdgas gedeckt, und 12 % mit Heizöl. Biomasse sowie Wärmenetze spielen mit um die 7 % eine untergeordnete Rolle. Damit basiert der überwiegende Teil der Wärmeversorgung auf fossilen Energieträgern. Abbildung 8 macht deutlich, dass die Sektoren GHD & Produktion größtenteils gasversorgt sind, während im Bereich der öffentlichen Gebäude bereits ein Nahwärme-Anteil von über 60 % vorliegt.

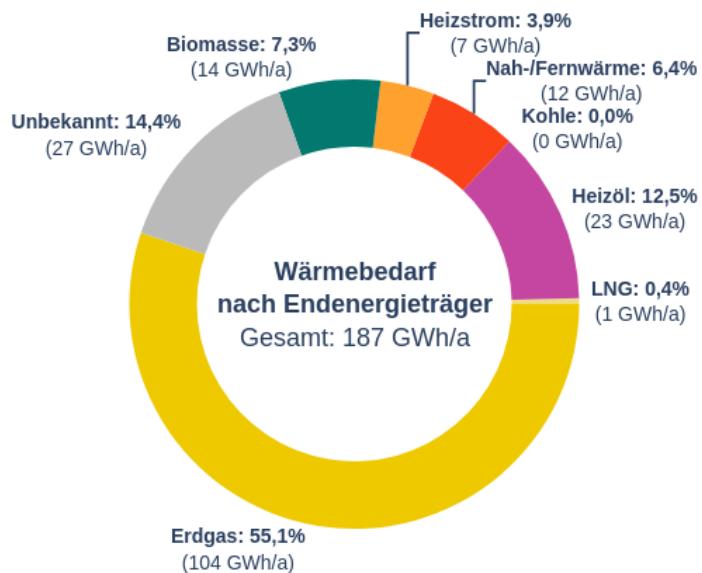


Abbildung 7: Wärmebedarf (in GWh/a) nach Endenergieträgern.

Die „unbekannten“ Anteile sind bedingt dadurch, dass in der automatisierten Analyse nicht jedem Gebäude(teil) ein Energieträger zugeordnet werden konnte. Dies ist bedingt durch fehlende oder lückenhafte Schornsteinfeger- oder Verbrauchsdaten. Da die Angaben zum Heizungsalter (siehe unten) alleinig auf den Schornsteinfegerdaten beruhen, ist hier der Anteil an „unbekannt“ noch höher - denn strombasierte Heizungen und Wärmenetzanschlüsse sind in den Schornsteinfegerdaten naturgemäß nicht enthalten.



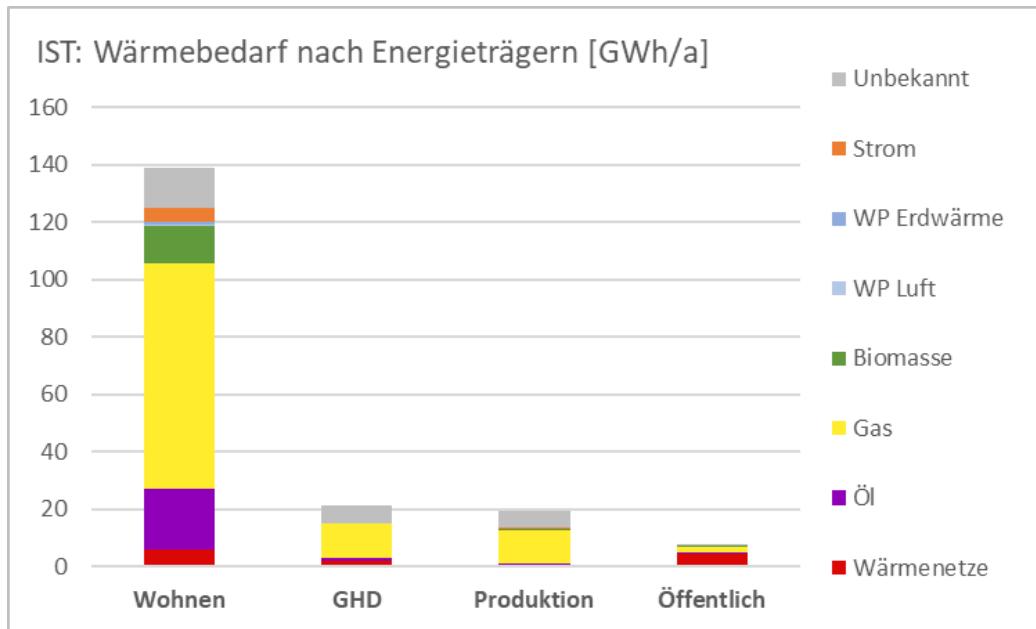


Abbildung 8: Wärmebedarf (in GWh/a) nach Endenergieträgern und Sektoren

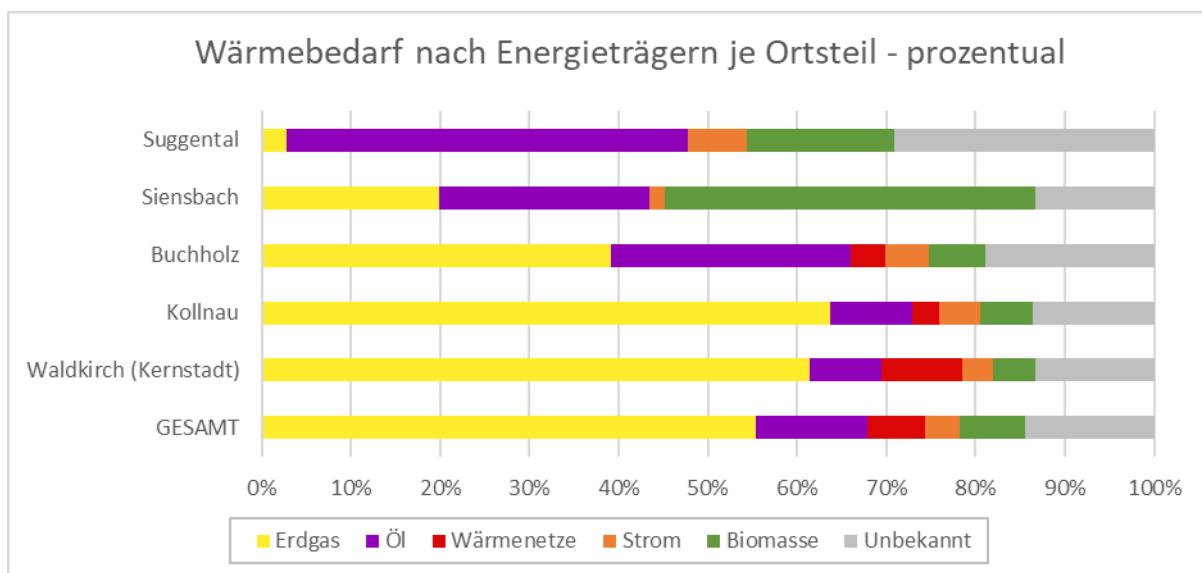


Abbildung 9: Prozentuale Deckung des Wärmebedarfs nach Energieträgern je Ortsteil.



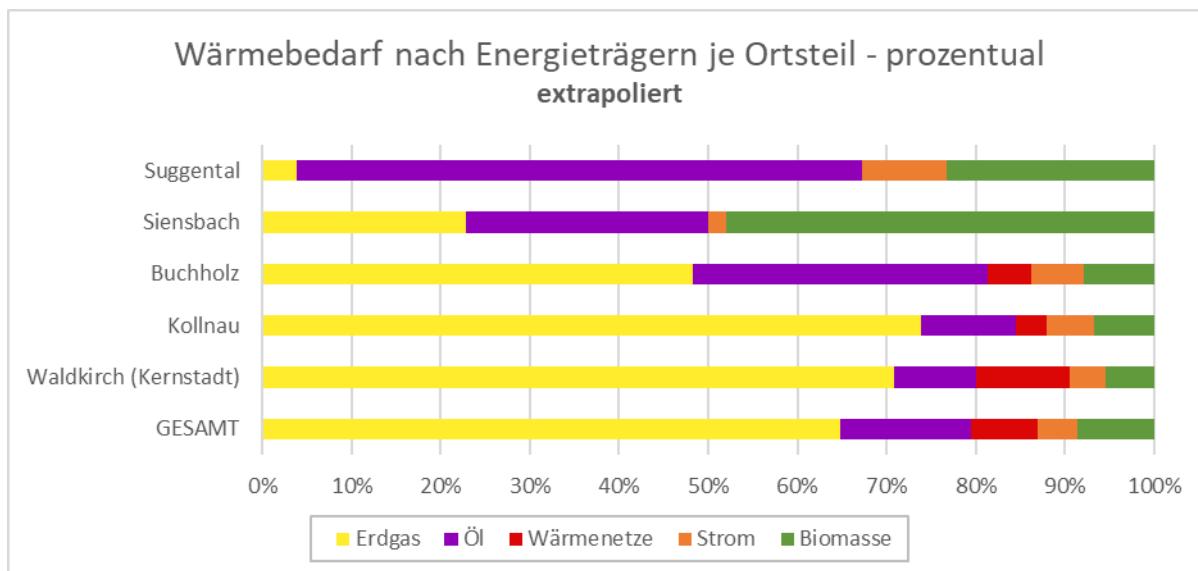


Abbildung 10: Prozentuale Deckung des Wärmebedarfs nach Energieträgern je Ortsteil – extrapoliert, d.h. ohne den unbekannten Anteil.

Der Heizöl-Verbrauch ist vor allem in den Ortsteilen Suggental, Siensbach und Buchholz von Bedeutung. In diesen Ortsteilen müssen die Besitzer von Heizölkesseln ab 2026 eine Alternative finden, wenn ihr Heizkessel ersetzt werden muss, da ab 2026 der Einbau von Heizölkesseln verboten sein wird.



### 5.3 Auswertung der Kehrbücher

#### Heizungsalter

Neben den Energieträgern wurde auch das Alter der Heizsysteme und die installierte Leistung der Heizsysteme bestimmt. Die Gebäudeanzahl wurde aus dem verwendeten Kartenmaterial automatisiert ermittelt, Gebäudeteile wurden dabei separat gezählt. Auch hier gibt es einen großen Anteil von „unbekannten Angaben“ (siehe oben).

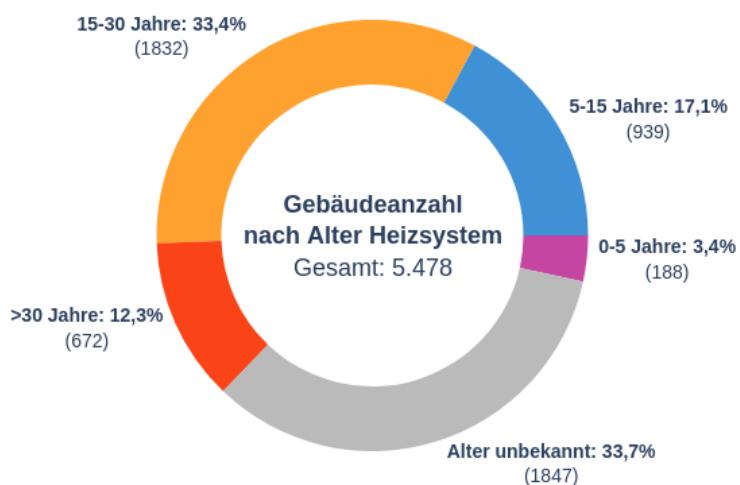


Abbildung 11: Alter der Heizungen. Die Gebäudeanzahl wurde aus dem verwendeten Kartenmaterial automatisiert ermittelt, Gebäudeteile wurden dabei separat gezählt. Erläuterung zu den „unbekannten“ Anteilen siehe unten.

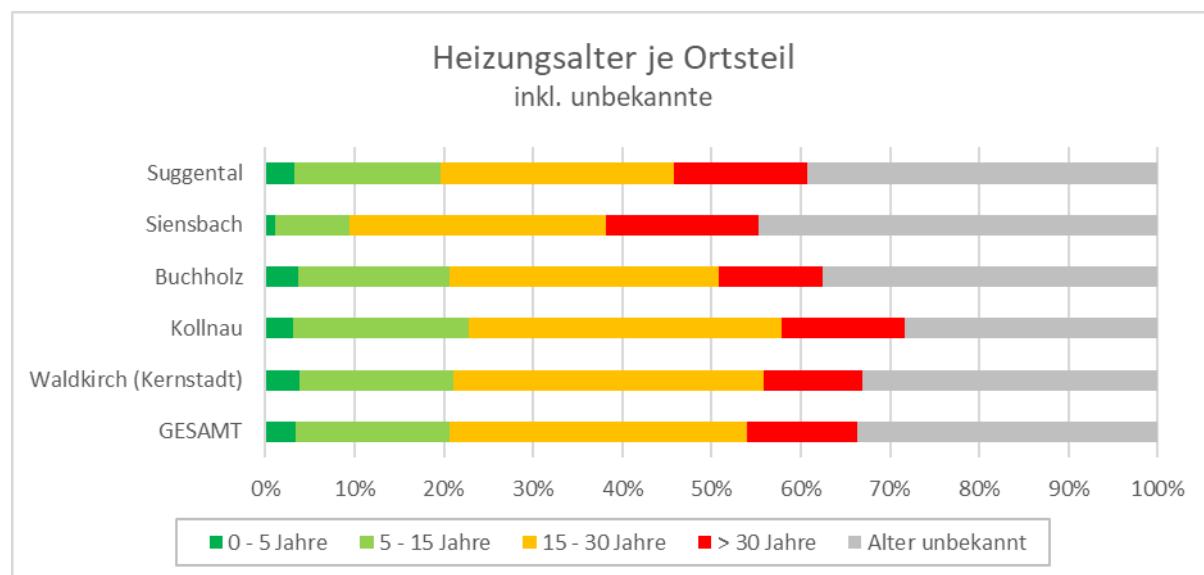


Abbildung 12: Heizungsalter je Ortsteil.



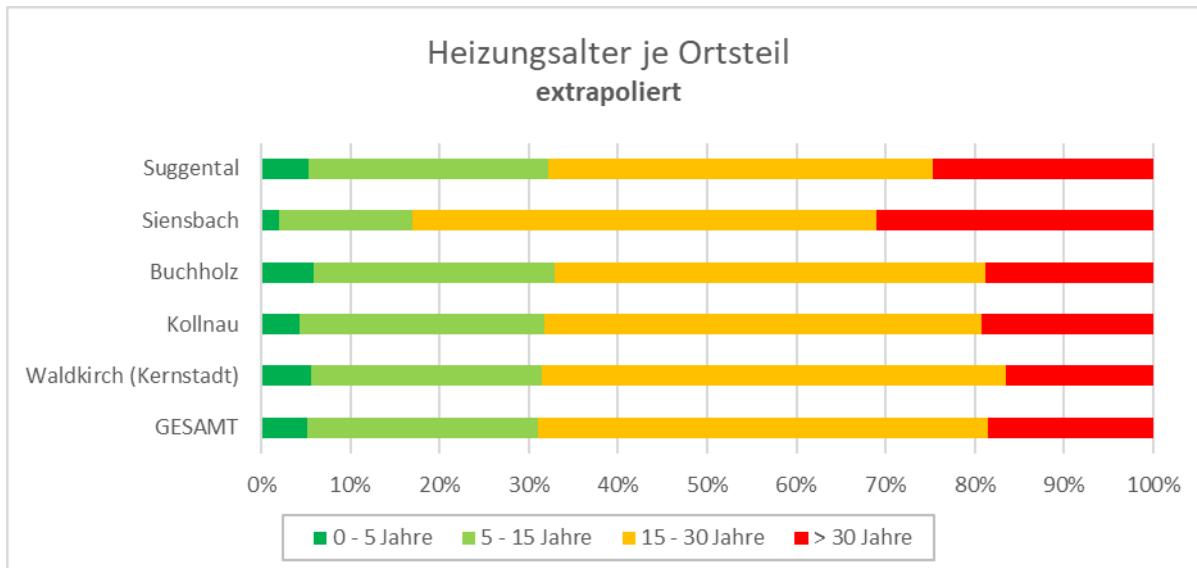


Abbildung 13: Heizungsalter je Ortsteil - extrapoliert, d.h. ohne den unbekannten Anteil.

In Siensbach ist die Menge an Heizkesseln, die älter als 30 Jahre sind, besonders hoch. Abgesehen davon zeigt diese Grafik keinen besonderen Trend, die Schlussfolgerung ist in allen Ortsteilen so gut wie gleich: Mindestens 2/3 der Heizkessel sind 15 Jahre oder älter, also wird die Mehrheit der Heizkessel in den kommenden Jahren ersetzt werden müssen.

#### Detailauswertungen nach Feuerstättenart

Für Waldkirch erfolgte zudem eine Detailauswertung der Kehrbücher nach Feuerstättenarten. Diese werden in den vorliegenden Daten zunächst nach Einzel- und Zentralheizungen unterschieden. Gesamt gibt es in Waldkirch 8.353 Feuerstätten. Davon sind rund 3.500 Einzel(raum)heizungen.



## Auswertung Zentralheizungen nach Anzahl

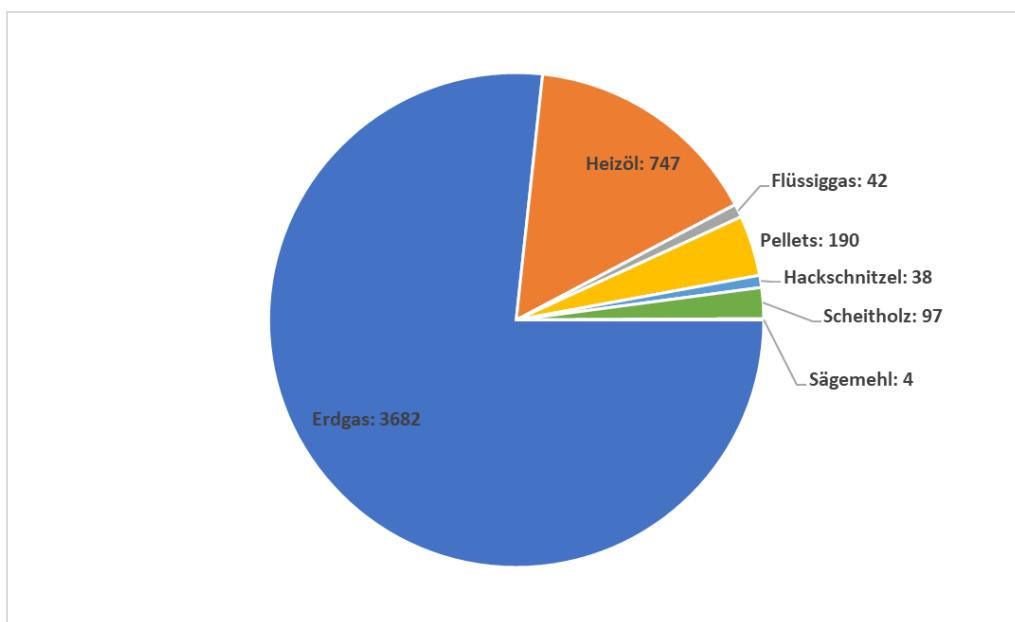


Abbildung 14: Zentralheizungen nach Anzahl: Energieträger

Anzahl von Feuerstaettenart Zeilenbeschriftungen	Spaltenbeschriftungen								Gesamtergebnis
	Erdgas	Heizöl	Pellets	Scheitholz	Flüssiggas	Hackschnitzel	sonstige		
heizkessel	2205	704	190	95	28	38	5	3265	
kombiwasserheizer		620			7			627	
umlaufwasserheizer		434						434	
durchlaufwasserheizer		234			1			235	
vorratswasserheizer_badeofen		61	1					62	
blockheizkraftwerk		43	5		1		1	50	
raumheizer		38	3		1	3		45	
lufterhitzer		10	19			1		30	
heizungsherd		18						18	
dunkelstrahler		10						10	
backofen_pizzaofen_waerme_und_gaerraum		2	4					6	
verbrennungsmotor			3					3	
brennstoffzelle_fuel_cell		3						3	
hochdruckreiniger_dampfreiniger			3					3	
grundofen_kachel_verputzter_gestell			2					2	
kachelofen_mit_heizeinsatz		1	1					2	
herd			1					1	
gewerbliche_kuechengeraete					1			1	
waeschetrockner		1						1	
luft_trocknungsanlage			1					1	
kaminofen					1			1	
sonstige								1	
Gesamtergebnis	3680	747	190	97	42	38	6	4800	

Abbildung 15: Zentralheizungen nach Anzahl: Feuerstättenart und Energieträger.

Der überwiegende Anteil der Zentralheizungen in Waldkirch sind Heizkessel, die mit Erdgas oder Erdöl betrieben werden. Danach folgen Erdgasbetriebene „Wasserheizer“. Über  $\frac{1}{4}$  der Zentralheizungen werden mit Erdgas betrieben. (Abbildung 14 und Abbildung 15.)



### Auswertung Zentralheizungen nach Leistung

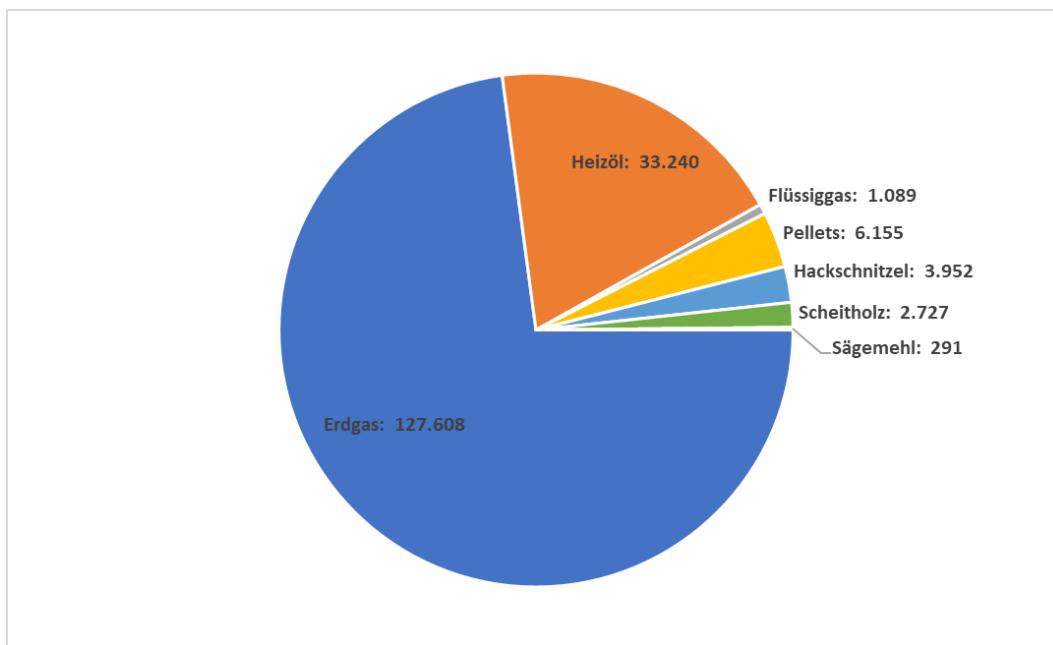


Abbildung 16: Zentralheizungen nach Leistung: Energieträger

Betrachtet man die aufsummierten Leistungen der Zentralheizungen (Abbildung 16) im Vergleich zu den Anzahlen (Abbildung 14), so ergibt sich ein etwas höherer Hackschnitzel-Anteil. Und vor allem der Heizöl-Anteil steigt deutlich zulasten des Erdgas-Anteils.

### Anteil Brennwertheizungen (Blau) an den Zentralheizungen

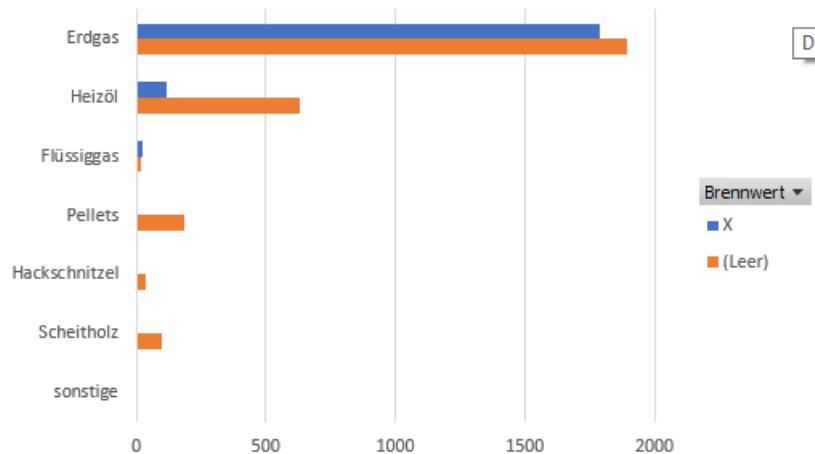


Abbildung 17: Anteil Brennwertheizungen an den Zentralheizungen.

Bei den Erdgasheizungen sind fast die Hälfte der Zentralheizungen in Waldkirch Brennwertgeräte. Bei den Erdölheizungen sind es nur etwa 20 % (Abbildung 17).



## Auswertung Einzelraumheizungen nach Anzahl

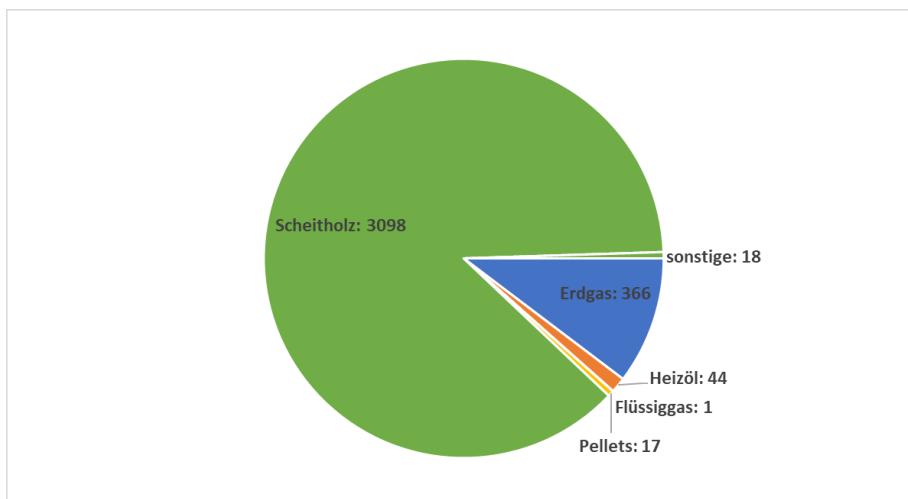


Abbildung 18: Einzelheizungen nach Anzahl: Energieträger

Anzahl von Feuerstaettenart Zeilenbeschreibungen	Spaltenbeschriftungen						Gesamtergebnis
	Scheitholz	Erdgas	Heizöl	sonstige	Pellets	Flüssiggas	
kaminofen	1106	2		1	8		1117
kachelofen_mit_heizeinsatz	507	38	18		1		564
grundofen_kachel_verputzter_gestell	540		15				555
raumheizer	67	314	10	8	2	1	402
offener_kamin	317						317
herd	211	6					218
kamineinsatz_kaminkassette	162	3	1				166
heizungsherd	52	1					53
destille_alkoholerstellung	24						24
brennofen	24						24
raeucheranlage	22						22
backofen_pizzaofen_waerme_und_gaerraum	18						18
waschkessel	14						14
heizkessel	12						14
vorratswasserheizer_badeofen	4	2					6
luftheritzer	5			1			6
specksteingrundofen	6						6
sonstige				4			4
kochkessel_wurstkessel_schnellkochkessel	4						4
schmiedefeuер				3			3
brat_grill_glueh_griddle_platte_mongolengrill					2		2
pelletofen					2		2
kachelofen_mit_heizeinsatz_im_grundofenprinzip	2						2
speichereinzelfeueraette	1						1
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>3098</b>	<b>366</b>	<b>44</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>1</b>	<b>3544</b>

Abbildung 19: Einzelheizungen nach Anzahl: Feuerstätenart und Energieträger.

Der überwiegende Anteil der Einzel(raum)heizungen sind mit Scheitholz betriebene Öfen. Knapp ein Viertel davon besitzt einen Heizeinsatz, mit dem ein Teil der Wärme in die Zentralheizung eingespeist wird. Zudem gibt es in Waldkirch etwa 400 fossil betriebene Einzel(raum)heizungen (366 mit Erdgas, 44 mit Heizöl), (Abbildung 19).



## 5.4 Auswertung der Gebäudealter

Die Daten aus der Datenbank ZENSUS 2011 zeigen, dass der überwiegende Anteil der Gebäude in Waldkirch zwischen 1949 und 1978 gebaut wurde. Insgesamt wurden ca. 72 % der Gebäude vor 1979 und somit vor der 1. Wärmeschutzverordnung gebaut.

So ist der Dämmungsstand des größten Teils der Gebäude in Waldkirch höchstwahrscheinlich sehr niedrig. Es gibt also ein großes Potenzial für eine Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden in Waldkirch.

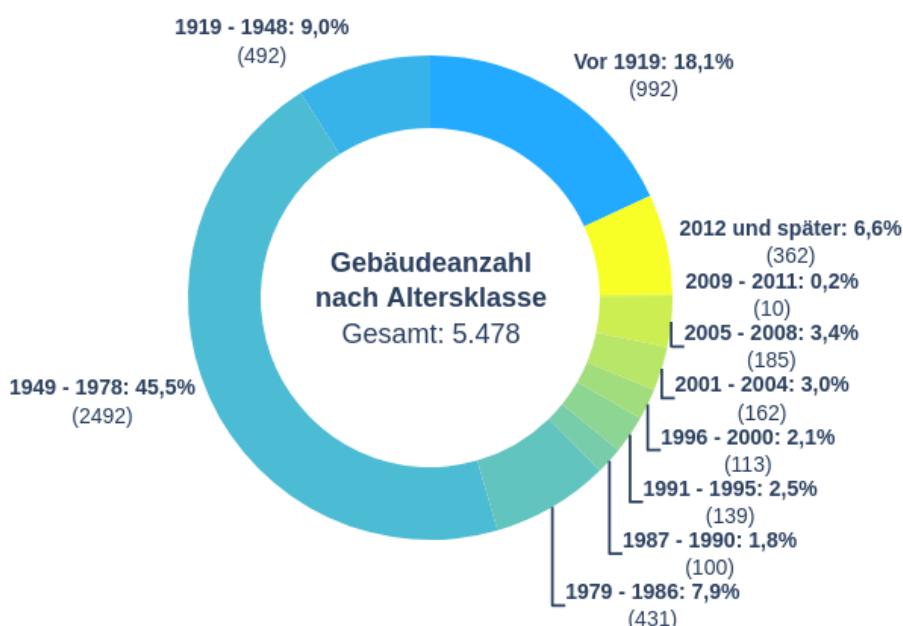


Abbildung 20: Baualter der Gebäude in Waldkirch (Datenquelle: Zensus 2011)

## 5.5 Auswertung IST-Wärmeinfrastruktur

Die größeren Siedlungsgebiete Waldkirchs sind vollständig durch das Erdgasnetz erschlossen (Abbildung 22). Lediglich im Suggental und in den entlegeneren Seitentälern besteht keine Erdgasversorgung. Im Suggental besteht teilweise ein Flüssiggasnetz, welches aus einem Tank oberhalb des Silberberghauses gespeist wird.

Bisher gibt es in Waldkirch sechs Wärmenetze, die von den Stadtwerken Waldkirch betrieben werden. Das größte Netz „Gymnasium“ wurde 2004 gebaut, hat 45 Abnehmer und wird zu rund 50 % über einen Hackschnitzelkessel versorgt. Die übrigen Netze werden allesamt mit Gas versorgt (BHKW + Spitzenlastkessel). Das Wärmenetz im 2019 errichteten Neubaugebiet „Am Schänzle“ versorgt rund 40 Abnehmer. Die anderen vier (Mikro-)Wärmenetze versorgen jeweils nur 3 – 5 Gebäude: Meist befindet sich die Heizzentrale in einem Schulgebäude, und es werden 2 – 3 benachbarte Gebäude mitversorgt.



Die wichtigsten Informationen zu beiden größten Wärmenetzen sind in den folgenden Tabellen zusammengefasst (Stand: Jahr 2022):

Tabelle 2: Eckdaten zu dem Nahwärmenetz Gymnasium

Netzbezeichnung	Nahwärmenetz Gymnasium
Alter des Netzes	Im Betrieb seit 2004
Anzahl Anschlussnehmer	45
Wärmeerzeuger 1 – Typ	Hackschnitzel-Kessel
Wärmeerzeuger 1 – Wärmeleistung	750 kW
Wärmeerzeuger 2 – Typ	Gaskessel
Wärmeerzeuger 2 – Wärmeleistung	2.100 kW

Tabelle 3: Eckdaten zu dem Wärmenetz Am Schänzle

Netzbezeichnung	Nahwärmenetz Am Schänzle
Alter des Netzes	In Betrieb seit 2018
Anzahl Anschlussnehmer	39
Wärmeerzeuger 1 – Typ	Erdgas-BHKW
Wärmeerzeuger 1 – Wärmeleistung	92 kW <sub>th</sub>
Wärmeerzeuger 2 – Typ	Gaskessel
Wärmeerzeuger 2 – Wärmeleistung	200 kW



Abbildung 21: Heizzentrale des Wärmenetzes Gymnasium



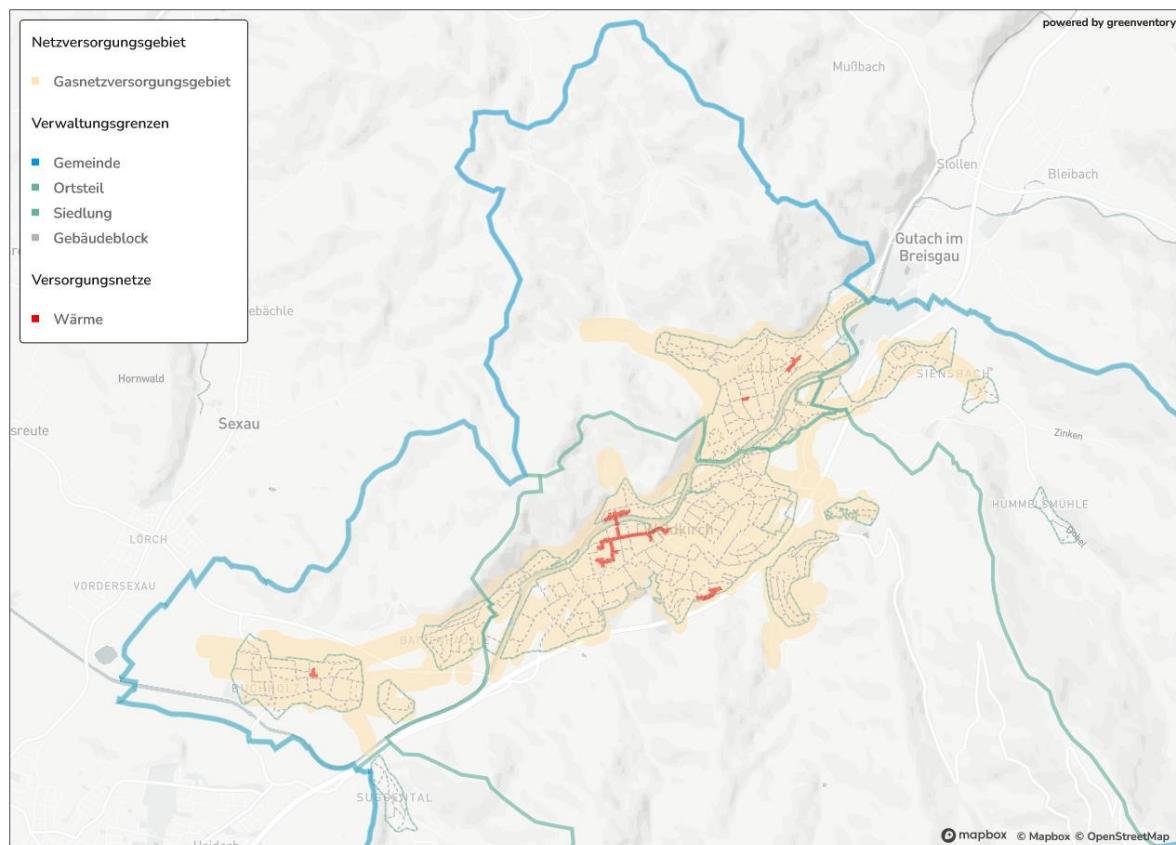


Abbildung 22: Vorhandene Wärme-Infrastruktur

## 5.6 Planungen und Konzepte für Wärmeversorgung

Von Seiten der Stadt wurde die Notwendigkeit der Heizungserneuerung in mehreren Kommunalgebäuden genannt, verbunden mit dem Wunsch, dies mit der Errichtung von Wärmenetzen zu kombinieren. Zudem müssen in den Haupt-Abwassersammler u.a. im Bereich der Schlettstadtallee und der Adolf-Ruth-Straße Regenwasser-Überlaufbecken eingebaut werden. Es bestehen Überlegungen, diese mit Abwasser-Wärmetauschern zur Abwärmennutzung auszustatten, siehe u.a. den Zeitungsartikel der Badischen Zeitung vom 17.12.2022 (Abbildung 49 auf Seite 104).



## 6 Potenzialanalyse

Im Rahmen der Potenzialanalyse werden die Möglichkeiten/Potenziale zur Energieeinsparung im Gebäudebestand sowie der Energieerzeugung für Wärme und Strom untersucht. Die Potenziale zeigen die Möglichkeiten auf, mit welchen Energieträgern eine zukünftige Versorgung mit Wärme erfolgen kann.

Für die Potenzialanalyse wurden, basierend auf öffentlich zugänglichen Datenquellen, Studien und Experteninterviews, die technischen Potenziale der wichtigsten im Untersuchungsgebiet erschließbaren erneuerbaren Wärmequellen (bspw. Solarthermie und Holzenergie) ermittelt und räumlich visualisiert. Zugleich wurden die Potenziale an regenerativer Stromerzeugung (bspw. Photovoltaik und Windenergie) erhoben.<sup>4</sup>

### 6.1 Erläuterung der Potenzialdefinitionen

Als **theoretisches** Potenzial werden jene Potenziale bezeichnet, die in der betrachteten Region physikalisch vorhanden sind, beispielsweise die gesamte Strahlungsenergie der Sonne oder die Energie des Windes auf einer bestimmten Fläche in einem definierten Zeitraum.

Das Potenzial, das in einer technischen Anlage (z. B. Windturbine) nutzbar ist, wird als **technisches** Potenzial bezeichnet. Dieses wird in der durchgeführten Analyse pro Energiequelle bestimmt. Dabei handelt es sich um den Teil des theoretischen Potenzials, der unter Einbeziehung der rechtlichen Rahmenbedingungen und technologischen Möglichkeiten nutzbar gemacht werden kann. Es ist somit als Obergrenze anzusehen. Einige Restriktionen innerhalb der Definition des technischen Potenzials sind jedoch gestaltbar (weiche Restriktionen). Andere Restriktionen sind jedoch gesetzlich oder technisch fest definiert und daher nicht gestaltbar (harte Restriktionen). Um die Bandbreite des Potenzials aufzuzeigen, wird das technische Potenzial weiter differenziert in:

- › Bedingt geeignetes Potenzial unter Anwendung von ausschließlich harten Restriktionen: Dieses Potenzial stellt die zusätzlich verfügbare Energiemenge dar, wenn dem Natur- und Artenschutz der gleiche oder weniger Wert eingeräumt wird wie bzw. als dem Klimaschutz; beispielsweise indem Wind-, Photovoltaik- und Solarthermieranlagen auch in Landschaftsschutz- und FFH-Gebiete errichtet werden.
- › Geeignetes Potenzial unter Anwendung von harten und weichen Kriterien: Dieses Potenzial unterscheidet sich von dem „bedingt geeigneten Potenzial“ beispielsweise dadurch, dass dem Natur- und Artenschutz grundsätzlich ein „politischer Vorrang“ eingeräumt wird und sich deshalb die verfügbare Fläche zur Nutzung von erneuerbaren Energien verringert.

Wird dieses Potenzial unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit weiter eingegrenzt, so spricht man vom **wirtschaftlichen** Potenzial. Dies beinhaltet Material- und Erschließungskosten sowie

<sup>4</sup> Als Basis für die Potenzialanalyse wurde eine stufenweise Eingrenzung der Potenziale vorgenommen, die an den Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung des Landes Baden-Württemberg [UM-BW 2020] angelehnt ist.



Betriebskosten und erzielbare Energiepreise. Hierfür muss also definiert werden, was als wirtschaftlich erachtet wird.

Die tatsächliche Umsetzbarkeit hängt von zusätzlichen Faktoren ab. Diese umfassen beispielsweise Akzeptanz oder kommunale Prioritäten. Werden diese Punkte berücksichtigt, spricht man vom **realisierbaren** Potenzial. Dieses wird häufig auch als „praktisch nutzbares Potenzial“ ausgewiesen.

Abbildung 23 zeigt, wie die jeweiligen Potenzialdefinitionen aufeinander aufbauen und sich immer mehr verengen.



Abbildung 23: Definition der Potenzialbegriffe (Quelle: greenventory 2021)

## 6.2 Potenzialanalyse in der kommunalen Wärmeplanung

Bei den hier dargestellten Potenzialen handelt es sich überwiegend um theoretische, technische und wirtschaftliche Potenzialdarstellungen.

Basierend auf dem Leitfaden der kommunalen Wärmeplanung BW [UM-BW 2020] wurden für die Potenzialbestimmung überwiegend Indikatorenmodelle benutzt. Hierbei werden alle Flächen analysiert und mit spezifischen Indikatoren (z. B. Windgeschwindigkeit oder solare Einstrahlung) versehen und bewertet. Die Schritte zur Erhebung des Potenzials sind folgende:

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



Abbildung 24: Grafische Darstellung des verwendeten Indikatorenmodells



Insgesamt wurden die folgenden erneuerbaren Energiepotenziale untersucht:

- › Abwärme Industrie und Abwasser
- › Solarthermie Dachfläche
- › Solarthermie Freifläche
- › Geothermie oberflächennah
- › Biomasse und Abfall
- › PV Dachfläche
- › PV Freifläche
- › Windenergie

## 6.3 Darstellungen der Potenzialflächen

Die in den folgenden Unterkapiteln dargestellten Kartenausschnitte zeigen die Bereiche, die anhand der zur Verfügung stehenden Daten bestimmt wurden. Dort steht einer Nutzung nach aktuellem Kenntnisstand weder nach technischen noch nach wirtschaftlichen Kriterien etwas im Wege. Das bedeutet, dass auf diesen Flächen die Errichtung von PV-, Solarthermie- oder Windkraftanlagen nach technisch-wirtschaftlichen Kriterien grundsätzlich möglich ist. Auch hier werden die o. g. Begriffe „geeignetes Potenzial“ und „bedingt geeignetes Potenzial“ wieder angewendet und dargestellt. Die vollständigen Pläne stehen als GIS-Karten zu Verfügung und können bei Bedarf in das städtische GIS integriert werden. Die dargestellten Potenziale stellen nicht das sogenannte „realisierbare“ Potenzial dar. So sind bspw. einige Potenzialflächen auf derzeit landwirtschaftlich genutzte Flächen ausgewiesen. Eine Nutzungsänderung und eine Bereitschaft der Flächeneigentümer, ihre Flächen zur Verfügung zu stellen, wurde im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nicht geprüft. Das realisierbare Potenzial liegt deshalb niedriger als die nachfolgend dargestellten Potenziale.

## 6.4 Solarpotenziale Freifläche (PV und Solarthermie)

Photovoltaik ist die direkte Umwandlung von Sonnenenergie in elektrischen Strom. Bei der Solarthermie wird die Strahlung der Sonne genutzt, um über Solarkollektoren (z. B. Röhrenkollektoren oder Flachkollektoren) direkt Wärme auf einem Temperaturniveau zwischen 80 °C und 150 °C zu erzeugen.

## 6.5 Photovoltaik (Freifläche)

Zur Bestimmung der potenziellen Flächen für Photovoltaiknutzung wurde der Kriterienkatalog aus Abbildung 25 verwendet. Als grundsätzlich geeignet wurden Flächen nach der EEG-Förderkulisse (Stand Juni 2022) ausgewiesen, erweitert um Flächen in „benachteiligten Gebieten“ [FFÖ-VO 2017]. Diese sind dementsprechend:

- › Flächen, die in einem Korridor von 200 m längs von Autobahnen, Bundes und Landstraßen oder Schienenwegen liegen.
- › Konversionsflächen aus wirtschaftlicher, verkehrlicher, wohnungsbaulicher oder militärischer Nutzung



- › Bauliche Anlagen, wie versiegelte Fläche oder Aufschüttungen
- › Acker- und Grünlandflächen in sogenannten „benachteiligten Gebieten“

Restriktionskategorie	Kategorie	Name	Abstand [m]
Potenziell geeignete Fläche	Benachteiligte Gebiete	Ackerland in benachteiligten Gebieten	0
Potenziell geeignete Fläche	Benachteiligte Gebiete	Offenland in benachteiligten Gebieten	0
Potenziell geeignete Fläche	Konversionsflächen	Abfalldeponien (stillgelegt)	0
Potenziell geeignete Fläche	Konversionsflächen	Abfalldeponien (stillgelegt)	0
Potenziell geeignete Fläche	Konversionsflächen	Tagebau/Grube/Steinbruch (stillgelegt)	0
Potenziell geeignete Fläche	Konversionsflächen	Truppenübungsplätze (stillgelegt)	0
Potenziell geeignete Fläche	Seitenrandstreifen	Seitenrandstreifen Autobahn 200m	0
Potenziell geeignete Fläche	Seitenrandstreifen	Seitenrandstreifen Bahnstrecke 200m	0
Potenziell geeignete Fläche	Seitenrandstreifen	Seitenrandstreifen Bundes- und Landesstraße	0
Hartes Restriktionskriterium	Flächeneignung	Stehendes Gewässer	10
Hartes Restriktionskriterium	Flächeneignung	Fließendes Gewässer	10
Hartes Restriktionskriterium	Flächeneignung	Überschwemmungsgebiete HQ100 BW	0
Hartes Restriktionskriterium	Flächeneignung	Überflutungsrisikozonen	0
Hartes Restriktionskriterium	Flächeneignung	Wald	10
Weiches Restriktionskriterium	Flächeneignung	Wald	30
Hartes Restriktionskriterium	Flächeneignung	Friedhof	5
Hartes Restriktionskriterium	Flächeneignung	PV-Bestandsanlage	5
Hartes Restriktionskriterium	Flächeneignung	Wind-Bestandsanlage	80
Hartes Restriktionskriterium	Hangneigung	extreme Hangneigung (>30°)	0
Weiches Restriktionskriterium	Hangneigung	extreme Hangneigung (>15°)	0
Hartes Restriktionskriterium	Siedlungsflächen	Ortslageflächen	0
Hartes Restriktionskriterium	Siedlungsflächen	Freizeitflächen, Sportanlagen	10
Hartes Restriktionskriterium	Siedlungsflächen	Gebäude	10
Hartes Restriktionskriterium	Siedlungsflächen	Strommasten & Umspannwerke	10
Hartes Restriktionskriterium	Infrastruktur	Autobahn	19
Hartes Restriktionskriterium	Infrastruktur	Bundes- und Landesstraßen	20
Hartes Restriktionskriterium	Infrastruktur	Weitere Straßen	20
Hartes Restriktionskriterium	Infrastruktur	Wege	2
Hartes Restriktionskriterium	Infrastruktur	Bahnstrecke	19
Hartes Restriktionskriterium	Infrastruktur	Bahnverkehr	0
Hartes Restriktionskriterium	Infrastruktur	Flächen für Flugverkehr	0
Hartes Restriktionskriterium	Infrastruktur	Umspannwerke, Türme, Masten	0
Hartes Restriktionskriterium	Infrastruktur	Asphaltierte Flächen (z.B. Parkplätze)	0
Hartes Restriktionskriterium	Infrastruktur	Zu-/Auffahrten von Bundes-/Landesstraßen	0
Hartes Restriktionskriterium	Naturschutz	Naturschutzgebiet	0
Hartes Restriktionskriterium	Naturschutz	Nationalpark	0
Hartes Restriktionskriterium	Naturschutz	Biosphärenreservat Kernzone	0
Hartes Restriktionskriterium	Naturschutz	Wasserschutzgebiet Zone I+II	0
Hartes Restriktionskriterium	Naturschutz	Feuchtgebiet nach Ramsar	0
Weiches Restriktionskriterium	Naturschutz	Flora-Fauna-Habitat-Gebiet (FFH-Gebiet)	0
Weiches Restriktionskriterium	Naturschutz	SPA-Gebiet (Vogelschutz)	0
Weiches Restriktionskriterium	Naturschutz	Landschaftsschutzgebiet	0
Weiches Restriktionskriterium	Naturschutz	Biosphärenreservat Entwicklungs- und Pflegezonen	0

Abbildung 25: Kriterienkatalog für die Bestimmung des Potenzials für PV-Freiflächenanlagen.

Weiterhin wurden die geforderten Mindestabstände zu Straßen, Wegen, Bahnstrecken, Gebäuden und Wäldern eingehalten [FStrG 2021], [StrG 2021], [LBO 2021].

Von den so bestimmten Potenzialgebieten wurden kleinere Flächen (< 500 m<sup>2</sup>) entfernt, deren Erschließung nicht praktikabel wäre. Zusätzlich wurden alle weiteren Flächen ausgeschlossen, die nicht mittels eines Suchradius von 25 m zu einem mindestens 0,5 ha großen Gebiet verbunden werden können [Greenvest 2022]. Es wurde ein Mindestabstand von 5 m von den Modulen zum Rand des jeweiligen Gebietes angenommen.



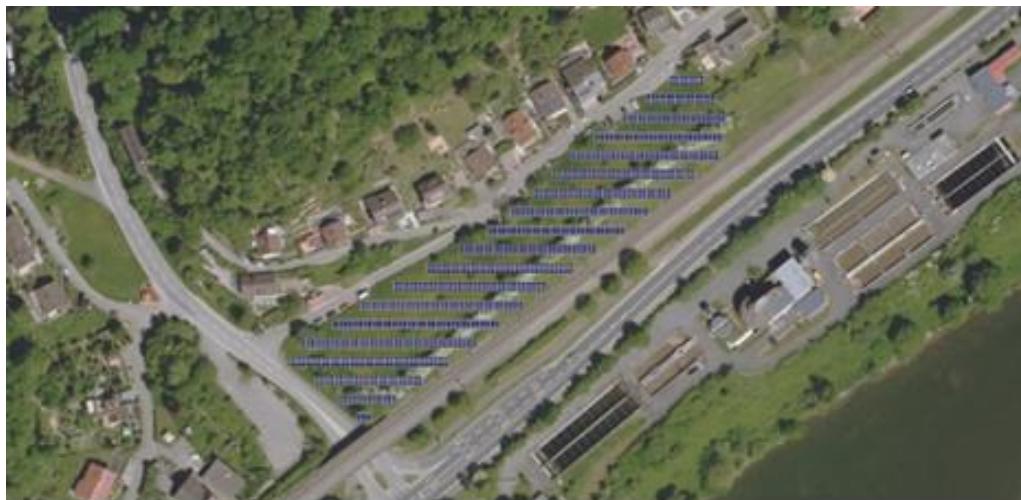


Abbildung 26: Beispielhafte virtuelle Platzierung einer PV-Freiflächenanlage.

Im nächsten Schritt wurden auf diesen Flächen virtuell Module platziert. Dabei wurden Parameter marktüblicher PV-Module für Größe und Leistung angenommen. Es wurde eine Ausrichtung nach Süden mit einem Neigungswinkel von 20° vorgesehen. Mit Modellen, die auf Satelliten- und Atmosphärenrendaten basieren und mit Messungen kalibriert werden, können Wolken berücksichtigt und die Globalstrahlung pro Ort und Höhe bestimmt werden [Glob Sol 2022]. Pro Gebiet werden dann die durchschnittliche Höhe und das Gefälle ermittelt. Verschattungen durch das Terrain werden in den Modellen berücksichtigt [Glob Sol 2022]. Aus den Strahlungsdaten und der Verschattung werden dann die jährlichen Vollaststunden berechnet [Glob Sol 2022]. Unter Berücksichtigung des Reihenabstands und der Leistung der Module wurde so der Jahresenergieertrag pro Gebiet errechnet.

Zur Einschätzung der wirtschaftlichen Nutzbarkeit der Potenziale wurden nur die Flächen in der Berechnung berücksichtigt, auf denen mehr als 1.125 Vollaststunden pro Jahr erreicht werden und der Neigungswinkel des Geländes maximal 5° beträgt bzw. zwischen 5° und 30°, solange der Azimutwinkel des Moduls 20° nicht überschritten.

Für die Ermittlung des geeigneten Potenzials wurden die harten und weichen Restriktionskriterien angewandt. Für das bedingt geeignete Potenzial wurden nur die weichen Restriktionskriterien genutzt.

Für Waldkirch ergibt sich somit ein PV-Freiflächenpotenzial von 257 GWh/a (geeignet) bis 535 GWh/a (bedingt geeignet).



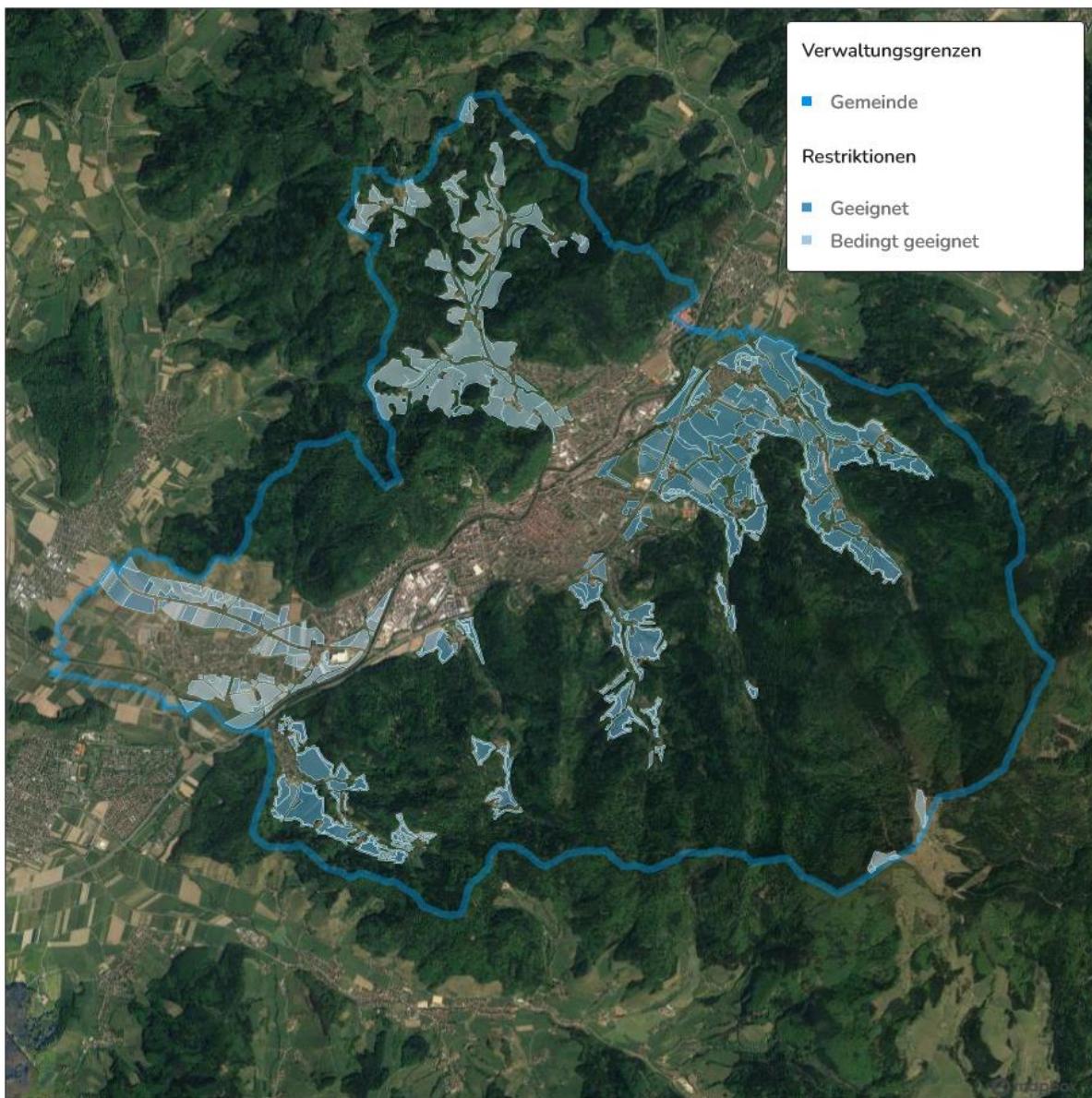


Abbildung 27: Karte der PV-Freiflächen-Potenziale

## 6.6 Solarthermie (Freifläche)

Zur Bestimmung der Flächen für Freiflächen-Solarthermie wurde der Kriterienkatalog aus Abbildung 28 angewendet. Die Solarthermie-Freiflächen sind somit ein „Subset“ der PV-Freiflächen. Das bedeutet, es sind grundsätzlich die gleichen Flächen, aber es wurden zusätzlich alle Flächen herausgefiltert, welche mehr als 500 m von Wohn- oder Gewerbegebäuden oder Wärmenetzen entfernt liegen. Von den so bestimmten Potenzialgebieten wurden kleinere Flächen entfernt ( $< 500 \text{ m}^2$ ), deren Erschließung nicht praktikabel wäre. Zusätzlich wurden alle weiteren Flächen ausgeschlossen, die nicht mittels eines Suchradius von 25 m zu einem 0,5 ha großen Gebiet verbunden werden können [Greenvest 2022]. Es wurde ein Mindestabstand von 5 m von den Modulen zum Rand des jeweiligen Gebietes angenommen.



Restriktionskategorie	Kategorie	Name	Abstand [m]
Potenziell geeignete Fläche	Benachteiligte Gebiete	Ackerland in benachteiligten Gebieten	0
Potenziell geeignete Fläche	Benachteiligte Gebiete	Offenland in benachteiligten Gebieten	0
Potenziell geeignete Fläche	Konversionsflächen	Abfalldeponien (stillgelegt)	0
Potenziell geeignete Fläche	Konversionsflächen	Abfalldeponien (stillgelegt)	0
Potenziell geeignete Fläche	Konversionsflächen	Tagebau/Grube/Steinbruch (stillgelegt)	0
Potenziell geeignete Fläche	Konversionsflächen	Truppenübungsplätze (stillgelegt)	0
Potenziell geeignete Fläche	Seitenrandstreifen	Seitenrandstreifen Autobahn 200m	0
Potenziell geeignete Fläche	Seitenrandstreifen	Seitenrandstreifen Bahnstrecke 200m	0
Potenziell geeignete Fläche	Seitenrandstreifen	Seitenrandstreifen Bundes- und Landesstraße	0
Hartes Restriktionskriterium	Flächeneignung	Wohngebiet oder Wärmenetz	> 500
Hartes Restriktionskriterium	Flächeneignung	Stehendes Gewässer	10
Hartes Restriktionskriterium	Flächeneignung	Fließendes Gewässer	10
Hartes Restriktionskriterium	Flächeneignung	Überschwemmungsgebiete HQ100 BW	0
Hartes Restriktionskriterium	Flächeneignung	Überflutungsrisikozonen	0
Hartes Restriktionskriterium	Flächeneignung	Wald	10
Weiches Restriktionskriterium	Flächeneignung	Wald	30
Hartes Restriktionskriterium	Flächeneignung	Friedhof	5
Hartes Restriktionskriterium	Flächeneignung	PV-Bestandsanlage	5
Hartes Restriktionskriterium	Flächeneignung	Wind-Bestandsanlage	80
Hartes Restriktionskriterium	Hangneigung	extreme Hangneigung (>30°)	0
Weiches Restriktionskriterium	Hangneigung	extreme Hangneigung (>15°)	0
Hartes Restriktionskriterium	Siedlungsflächen	Ortslageflächen	0
Hartes Restriktionskriterium	Siedlungsflächen	Freizeitflächen, Sportanlagen	10
Hartes Restriktionskriterium	Siedlungsflächen	Gebäude	10
Hartes Restriktionskriterium	Siedlungsflächen	Strommasten & Umspannwerke	10
Hartes Restriktionskriterium	Infrastruktur	Autobahn	19
Hartes Restriktionskriterium	Infrastruktur	Bundes- und Landesstraßen	20
Hartes Restriktionskriterium	Infrastruktur	Weitere Straßen	20
Hartes Restriktionskriterium	Infrastruktur	Wege	2
Hartes Restriktionskriterium	Infrastruktur	Bahnstrecke	19
Hartes Restriktionskriterium	Infrastruktur	Bahnverkehr	0
Hartes Restriktionskriterium	Infrastruktur	Flächen für Flugverkehr	0
Hartes Restriktionskriterium	Infrastruktur	Flächen für Flugverkehr	0
Hartes Restriktionskriterium	Infrastruktur	Umspannwerke, Türme, Masten	0
Hartes Restriktionskriterium	Infrastruktur	Asphaltierte Flächen (z.B. Parkplätze)	0
Hartes Restriktionskriterium	Infrastruktur	Zu- /Auffahrten von Bundes- /Landesstraßen	0
Hartes Restriktionskriterium	Naturschutz	Naturschutzgebiet	0
Hartes Restriktionskriterium	Naturschutz	Nationalpark	0
Hartes Restriktionskriterium	Naturschutz	Biosphärenreservat Kernzone	0
Hartes Restriktionskriterium	Naturschutz	Wasserschutzgebiet Zone I+II	0
Hartes Restriktionskriterium	Naturschutz	Feuchtgebiet nach Ramsar	0
Weiches Restriktionskriterium	Naturschutz	Flora-Fauna-Habitat-Gebiet (FFH-Gebiet)	0
Weiches Restriktionskriterium	Naturschutz	SPA-Gebiet (Vogelschutz)	0
Weiches Restriktionskriterium	Naturschutz	Landschaftsschutzgebiet	0
Weiches Restriktionskriterium	Naturschutz	Biosphärenreservat Entwicklungs- und Pflegezonen	0

Abbildung 28: Kriterienkatalog für die Bestimmung des Potenzials für Solarthermie-Freiflächenanlagen

Zur Potenzialberechnung wurden die identifizierten Flächen virtuell mit Modulen belegt. Für die Leistungsdichte wurden 3600 kW/ha zugrunde gelegt, basierend auf den Werten bestehender Solarthermie-Großprojekte in Deutschland [Sonnenpfad 2022]. Für die Modulplatzierung wurde eine Ausrichtung nach Süden mit einem Neigungswinkel von 20° angenommen. Aus Strahlungsdaten und der Verschattung wurden die jährlichen Vollaststunden berechnet [Glob Sol 2022]. Unter Berücksichtigung des Reihenabstands der Module konnte so ein Jahresenergieertrag pro Gebiet bestimmt werden. Dafür wurde der Unterschied zwischen theoretisch errechneter und praktisch erzielter Wärmemenge mit einem Reduktionsfaktor von 0.61 berücksichtigt [Senftenberg 2018].

Für die Ermittlung des geeigneten Potenzials wurden die harten und weichen Restriktionskriterien angewandt, für das bedingt geeignete Potenzial wurden nur die harten Restriktionskriterien genutzt.



Für Waldkirch ergibt sich somit ein Solarthermie-Freiflächenpotenzial von 692 GWh/a (geeignet) bis 1.168 GWh/a (bedingt geeignet).

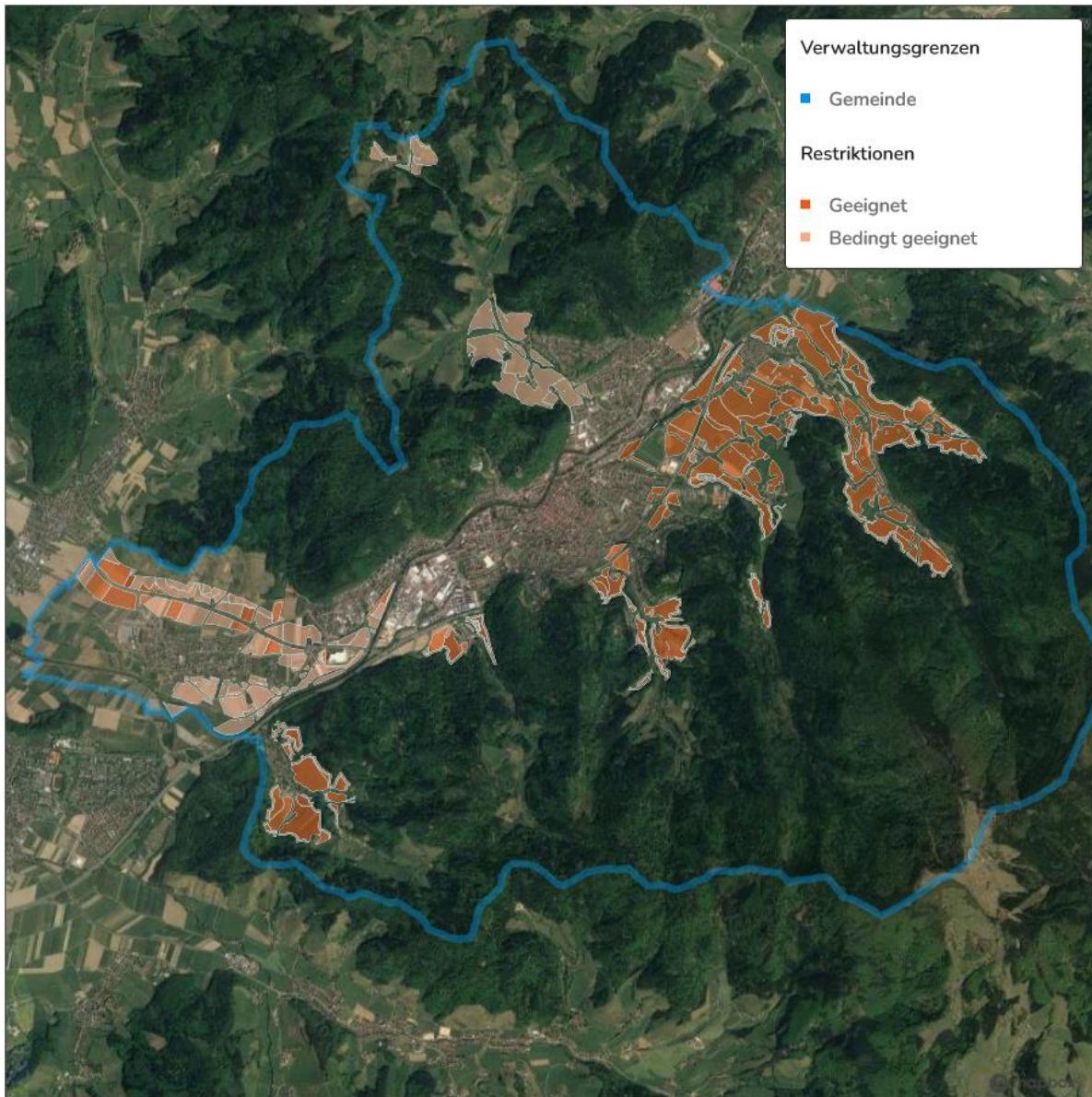


Abbildung 29: Karte der Solarthermie-Freiflächen-Potenziale



## 6.7 Windenergie

Für die Potenzialermittlungen Windenergie wurden die Potenzialflächen des laufenden Projektes „Neuaufstellung Flächennutzungsplan – Teilfortschreibung „Konzentrationsflächen Windenergie“ (Stand Januar 2022)“ genutzt. In Absprache mit der Stadt ist die Errichtung von 3 Windkraftanlagen realistisch (geeignetes Potenzial). Maximal ließen sich auf den ausgewiesenen Flächen etwa 20 Windkraftanlagen errichten (bedingt geeignetes Potenzial).

Für Waldkirch ergibt sich somit ein Potenzial von 45 GWh/a (geeignet) bis 300 GWh/a (bedingt geeignet). Inwiefern die identifizierten Potenzialflächen tatsächlich entwickelbar sind, ist weiter zu untersuchen.

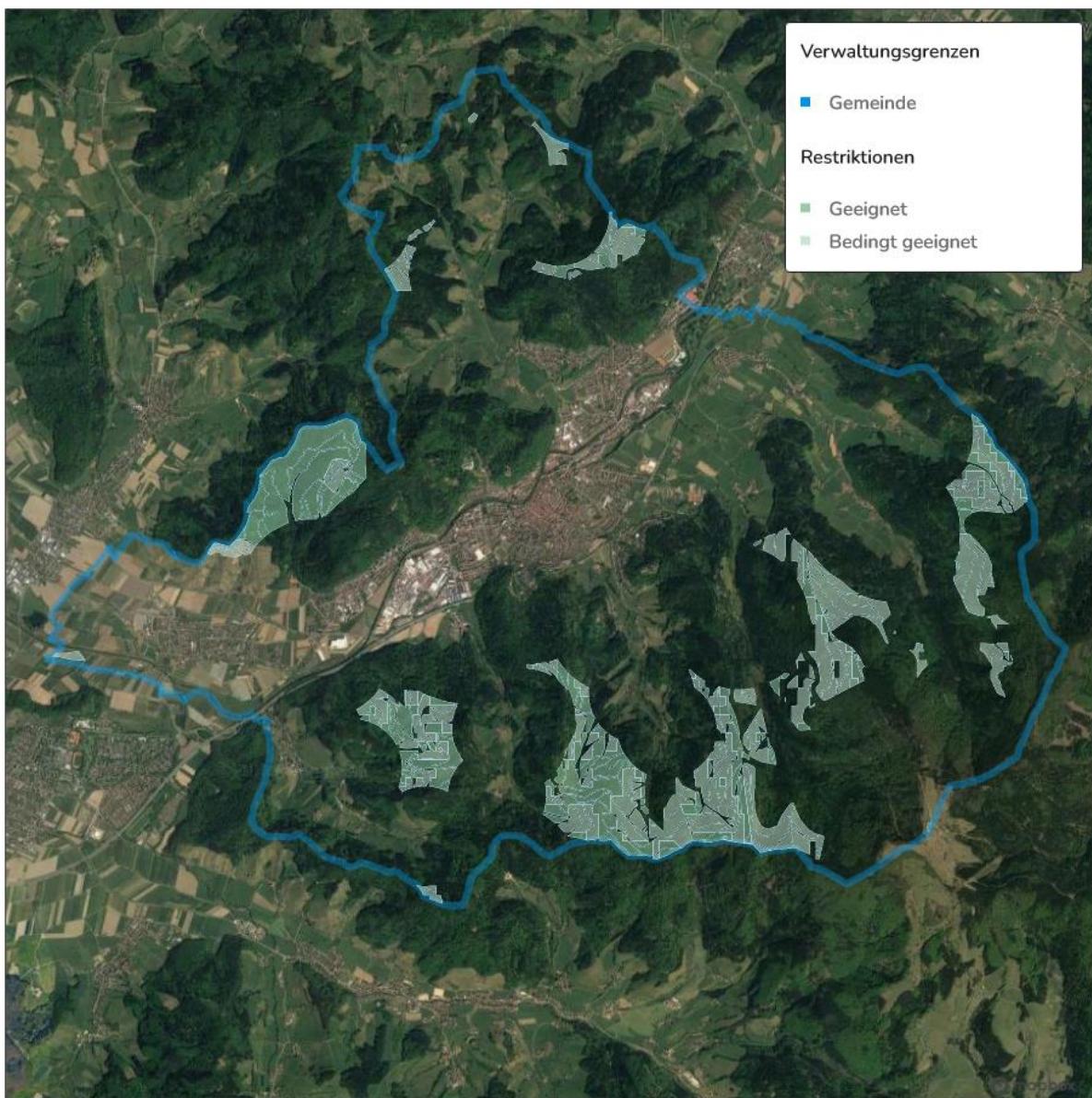


Abbildung 30: Karte der Windenergie-Potenziale



## 6.8 Solarpotenziale Dachflächen (Solarthermie und PV)

Bei der Potenzialberechnung kommt eine Methode der KEA-BW (Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH) zum Einsatz, die sich dem Erzeugungspotenzial direkt über die Grundfläche des Gebäudes annähert. Dafür wird angenommen, dass bei allen Gebäuden über 50 m<sup>2</sup> Grundfläche 25 % der Grundfläche als Dachfläche für Solarthermie und 50 % der Grundfläche als Dachfläche für Photovoltaik genutzt werden können. Anschließend wird die jährliche Strom- bzw. Wärmeerzeugung durch Anwendung von flächenspezifischen Leistungswerten und durchschnittlichen Vollaststunden berechnet. Folgende Werte kommen zum Einsatz:

- › Solarthermie:
  - › Flächenspezifische jährliche Wärmeerzeugung: **400 kWh/m<sup>2</sup>**
- › Photovoltaik:
  - › Flächenspezifische Photovoltaik-Leistung: **160 W/m<sup>2</sup>**
  - › Durchschnittliche Vollaststunden: **1.000 h**

Für Waldkirch ergibt sich somit ein Solarthermie-Aufdachpotenzial von 108 GWh/a und ein PV-Aufdachpotenzial von 86 GWh/a.

Da im Rahmen dieser Potenzialermittlung nicht ermittelt werden kann, ob es auf den einzelnen Gebäuden bauliche, statische oder sonstige weitere Einschränkungen gibt, wurden die Aufdachpotenziale lediglich als bedingt geeignet klassifiziert. Der Abgleich des Solarthermie-Ertrages mit dem Wärmebedarf der Gebäude erfolgt im nächsten Schritt, der Szenarioentwicklung (siehe Kapitel 7).



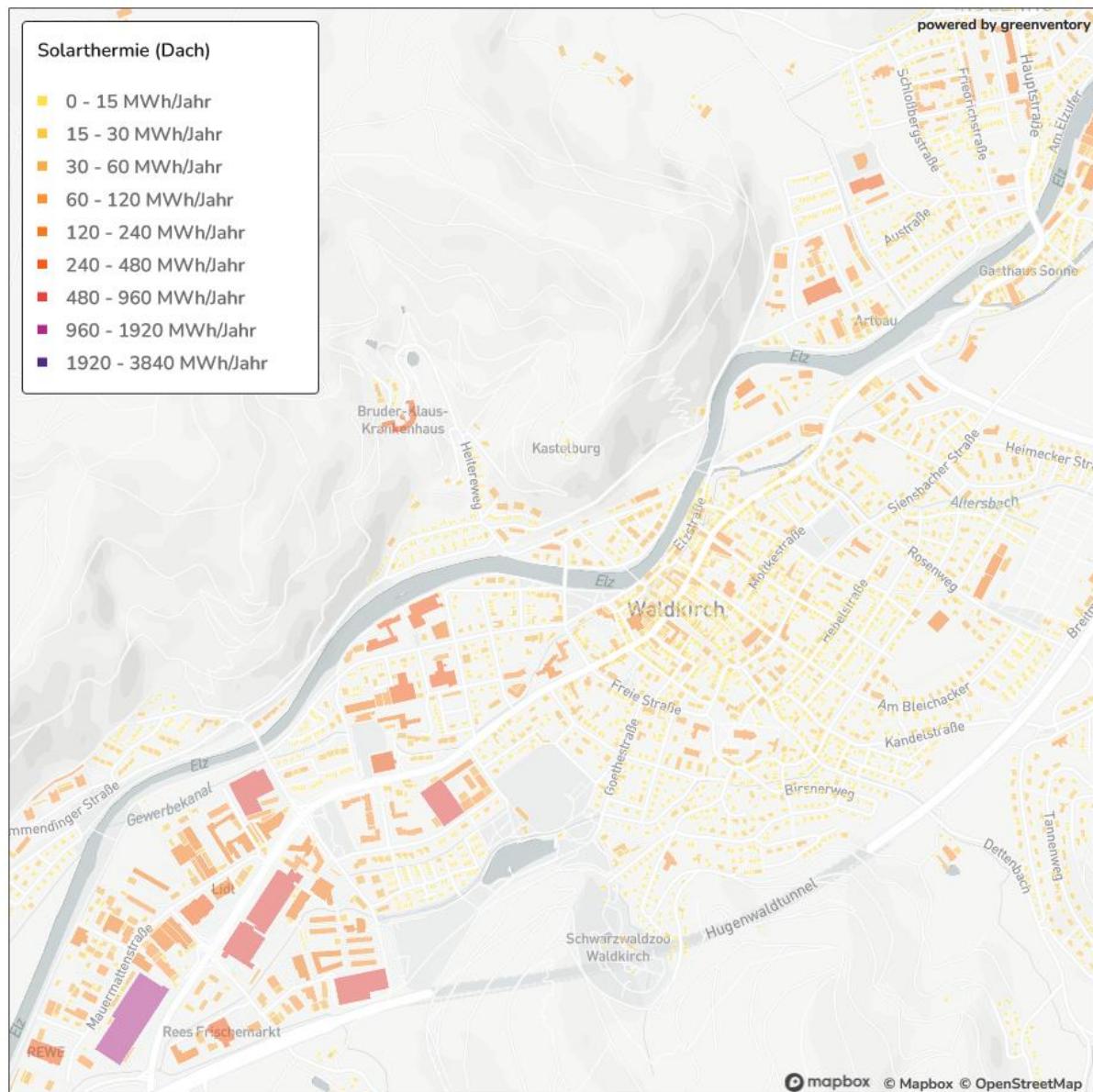


Abbildung 31: Innerörtliche Potenzialflächen für die Solarthermie (Die PV-Potenziale nutzen die identischen Flächen). Zur besseren Erkennbarkeit ist nur ein Ausschnitt von Waldkirch dargestellt.

## 6.9 Abwärmepotenziale

### Industrielle Abwärme

Die Abwärmepotenziale aus der Industrie wurden über Fragebogen erhoben (siehe Anhang). Im Rahmen der Datenerhebung bei den Industrie- und Gewerbebetrieben wurden nur von zwei Unternehmen eine konkrete Abwärmemenge übermittelt. Einzelne Betriebe haben angegeben, dass Abwärmepotenziale vorhanden sind, jedoch keine konkreten Angaben zu den Abwärmemengen gemacht. Diese Unternehmen sind in den Karten und Plansätzen zur kommunalen Wärmeplanung ebenfalls ausgewiesen.



Eine weitere Identifikation und Erschließung von Abwärmepotenzialen erfordert eine tiefergehende technisch-wirtschaftliche Untersuchung in Zusammenarbeit mit den jeweiligen Unternehmen, als dies im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung möglich war.

In Waldkirch wurden 40 potenziell abwärmerelevante Unternehmen angeschrieben. 24 Unternehmen haben geantwortet und den Abwärme-Fragebogen ausgefüllt. Davon haben 8 angegeben, dass in ihrem Unternehmen Abwärme anfällt. Weitere 3 haben auf die Frage mit „unsicher“ geantwortet. 9 der Unternehmen sind prinzipiell bereit, Abwärme auszukoppeln<sup>5</sup>.

Als erste grobe Abschätzung des Abwärmepotenzials kann der Gesamtenergiebedarf<sup>6</sup> der Unternehmen dienen, die angegeben haben Abwärme zu haben. Unter der Annahme, dass 10 % davon als Abwärme genutzt werden kann, ergibt sich ein Potenzial von 5 GWh/a.

### **Abwärme aus Abwasser**

Die Wärme des Abwassers kann entweder direkt in den Gebäuden, in den Abwassersammlern oder am Kläranlagen-Auslauf genutzt werden. Bei allen Nutzungen vor der Kläranlage muss darauf geachtet werden, dass die Mindesttemperatur in der Kläranlage nicht unterschritten wird. Somit herrscht eine Nutzungskonkurrenz zwischen verschiedenen potenziellen Entnahmestellen, die je nach Einzugsradius der Kläranlage auch auf unterschiedlichen Gemarkungen liegen können.

Das Abwasser Waldkirchs fließt in das über 25 km entfernte Klärwerk des Abwasserzweckverbandes Breisgauer Bucht. Im Jahr 2010 wurde für das gesamte Zweckverbands-Gebiet eine Potenzialstudie zur Wärmenutzung durchgeführt. Die für die Gemarkung Waldkirch ermittelten mittleren Trockenwetterabflüsse ( $Q_{t,a,m}$ ) sind in Abbildung 32 dargestellt. Konkrete Potenzialhöhen werden in der Studie nicht genannt.

Aufgrund der großen Entfernung zur Kläranlage wird zur Potenzialabschätzung davon ausgegangen, dass dem Abwasser in Waldkirch an drei Stellen Wärme entnommen werden kann, beispielsweise bei den geplanten Regenüberlaufbecken Schlettstadtallee und Adolf-Ruth-Straße (siehe Abbildung 49 im Anhang) sowie in Buchholz. Bei jeweils 3 K Abkühlung und 4.800 Vollbenutzungsstunden ergeben sich eine gesamte Entzugsleistung von etwa 1,4 MW und ein Wärmepotenzial von 6,8 GWh/a.

---

<sup>5</sup> Aus Datenschutzgründen kann in diesem Bericht keine Karte der Abwärmepotenziale dargestellt werden.

<sup>6</sup> Laut Fragebogen. Nicht alle Unternehmen haben hier eine Angabe gemacht.



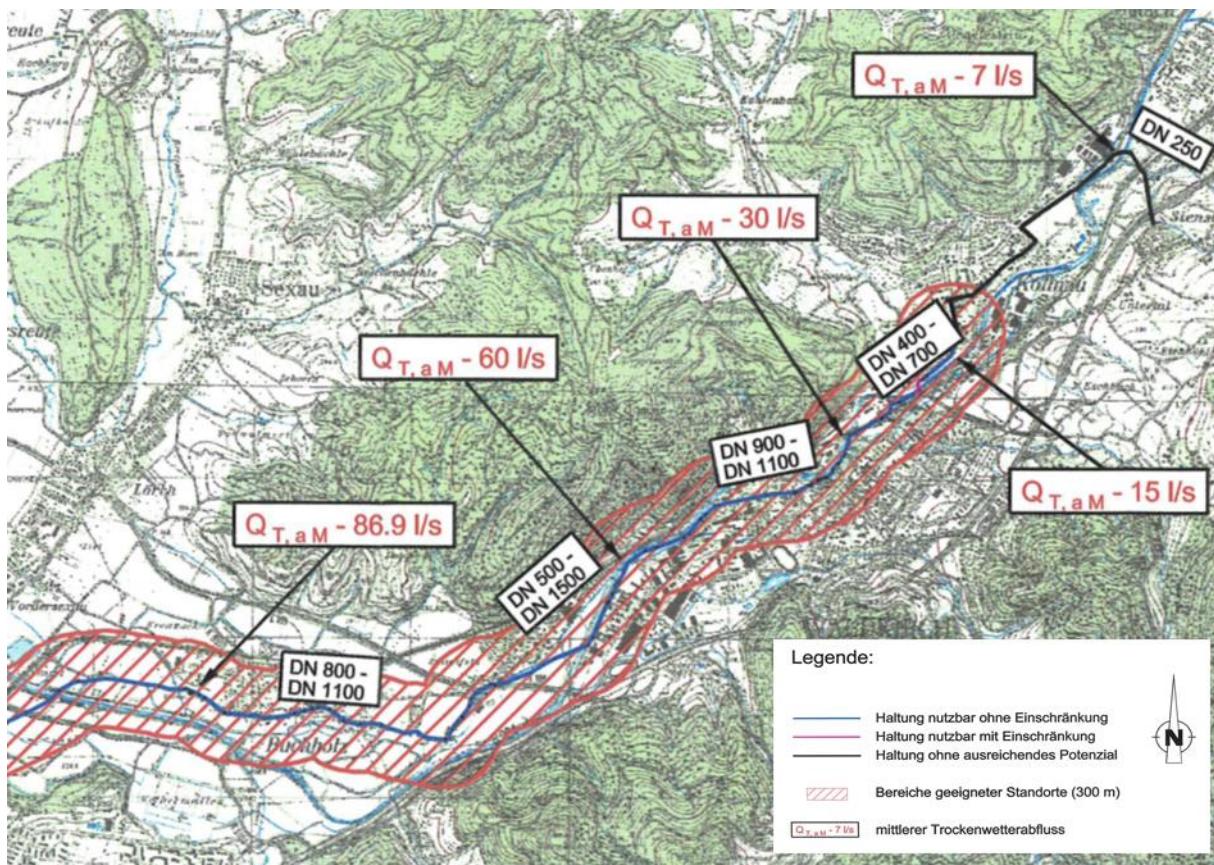


Abbildung 32: Ausschnitt aus der im Jahr 2010 erstellten Potenzialstudie zur Abwasserwärmennutzung des Abwasserzweckverbandes Breisgauer Bucht (Diese Karte sowie Detailkarten liegen der Stadt in Papierform vor.)



## 6.10 Biomasse

Über die Fachabteilungen der Stadtverwaltung Waldkirch wurden die folgenden Werte erfragt und daraus die Potenzialhöhen ermittelt. Wo möglich wurde auf die Berechnungen des Klimaschutzkonzeptes 2020 zurückgegriffen (*Tabelle 4*):

*Tabelle 4: Biomasse-Potenziale laut Angaben von Stadtverwaltung und Klimaschutzkonzept 2020*

Potenzialart	Angaben Stadtverwaltung / Klimaschutzkonzept (KSK)	Potenzial bei energetischer Nutzung (Wärme)	Kurzeinschätzung Nutzbarkeit
<b>Waldholz: derzeitige Nutzung</b>	Brennholz: 2.800 Festmeter/a Hackholz: 1.300 Festmeter/a	ca. 9 GWh/a	Geeignet
<b>Waldrestholz</b>	1.300 Festmeter/a (verbleibt größtenteils im Wald)	ca. 3 GWh/a	Geeignet (in Form von Hackschnitzeln)
<b>Landschaftspflegeholz</b>	42 kWh pro Einwohner (gemäß KSK)	0,5 GWh/a	Geeignet (in Form von Hackschnitzeln)
<b>Rebholz</b>	2,5 Tonnen pro Hektar (gemäß KSK)	0,9 GWh/a	Geeignet
<b>Industrie- und Sägerestholz</b>	1.030 kWh pro Einwohner (laut KSK)	22 GWh/a	Geeignet
<b>Abfall- und Gebrauchtholz</b>	515 kWh pro Einwohner (laut KSK)	11 GWh/a	Bedingt geeignet (spezielle Anlagen zur Verbrennung nötig)
<b>Biogas</b>	Potenzial für den Anbau von 8.200 Tonnen Biomasse pro Jahr (laut KSK)	4 GWh/a Wärme (+ 3 GWh/a Strom)	Geeignet (allerdings Nutzungs-konkurrenz)

Zudem wurden die folgenden Potenzialhöhen über statistische Werte ermittelt (*Tabelle 5*):

*Tabelle 5: Biomasse-Potenziale aus statistischen Werten*

Potenzialart	Annahmen	Potenzial bei energetischer Nutzung (Wärme)	Kurzeinschätzung Nutzbarkeit
<b>Haushmüll</b>	0,156 t pro Einwohner und Jahr [DBU], 22.000 Einwohner	4 GWh/a	Bedingt geeignet (Müllverbrennungs-anlage wird benötigt, Menge viel zu gering)
<b>Waldholz: Gesamter Baum</b>	Nutzung des gesamten jährlichen Zu-wachses von 7,6 Festmeter/ha zu energetischen Zwecken.	51 GWh/a	Bedingt geeignet (hohe Nutzungskon-kurrenz)



Somit ergibt sich für Waldkirch ein maximales theoretisches Biomasse-Potenzial von etwa 93 GWh/a – bei dem allerdings der gesamte jährliche Zuwachs des Waldes ausschließlich energetisch genutzt werden würde. Das geeignete Biomasse-Potenzial beträgt etwa 40 GWh/a.

Insbesondere beim Biomassepotenzial können zukünftig Nutzungsänderungen entstehen wodurch Stoffströme vermehrt in die energetische Nutzung gelangen können. Eine Abschätzung dieser Entwicklung kann nicht durchgeführt werden, da dies von vielen unbekannten Faktoren abhängt.

## 6.11 Geothermie und Umweltwärme

### Tiefe Geothermie

In Waldkirch beträgt die Untergrundtemperatur in 1.000 m Tiefe etwa 60 °C und in 3.000 m Tiefe etwa 120 °C.<sup>7</sup> Allerdings verläuft durch das Elztal eine geothermische Störung, genannt Elztallinie. Zudem besteht seit 2020 eine Bohrtiefenbeschränkung von 50 Meter (siehe Abbildung 50 im Anhang). Aus diesen Gründen wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung von keinem nutzbaren Potenzial für tiefe Geothermie in Waldkirch ausgegangen.

### Oberflächennahe Geothermie

Zur Bestimmung der Potenzialhöhe oberflächennahe Geothermie (bis 50 m) wurden zunächst sämtliche Wohn- und Gewerbegebiete erfasst, wobei Wege und Straßen mit einer Pufferzone von 3 m berücksichtigt wurden und Gewässer und Schutzzonen ausgeschlossen wurden (siehe Kriterienkatalog in Abbildung 33).

Restriktionskategorie	Kategorie	Name	Abstand [m]
Harter Restriktionskriterium	Straßen	Autobahn	3
Harter Restriktionskriterium	Straßen	Weitere Straßen	3
Harter Restriktionskriterium	Straßen	Wege	3
Harter Restriktionskriterium	Schienenstrecken	Bahnstrecke	0
Harter Restriktionskriterium	Schienenstrecken	Bahnverkehr	0
Potenziell geeignete Fläche	Bestehende Konversionsflächen	Wohngebiete	0
Potenziell geeignete Fläche	Bestehende Konversionsflächen	Häuser mit Gärten	0
Harter Restriktionskriterium	Siedlungsflächen	Ortslageflächen (Industrie- & Freizeitparks)	0
Harter Restriktionskriterium	Siedlungsflächen	Weitere Gebäude	3
Harter Restriktionskriterium	Flughäfen und Flugplätze	Flächen für Flugverkehr	0
Harter Restriktionskriterium	Gewässer	Stehendes Gewässer	0
Harter Restriktionskriterium	Gewässer	Fließendes Gewässer	0
Harter Restriktionskriterium	Naturschutzrechtliche Festlegungen	Wasserschutzgebiet Zone I+II	0

Abbildung 33: Kriterienkatalog für die Oberflächennahe Geothermie

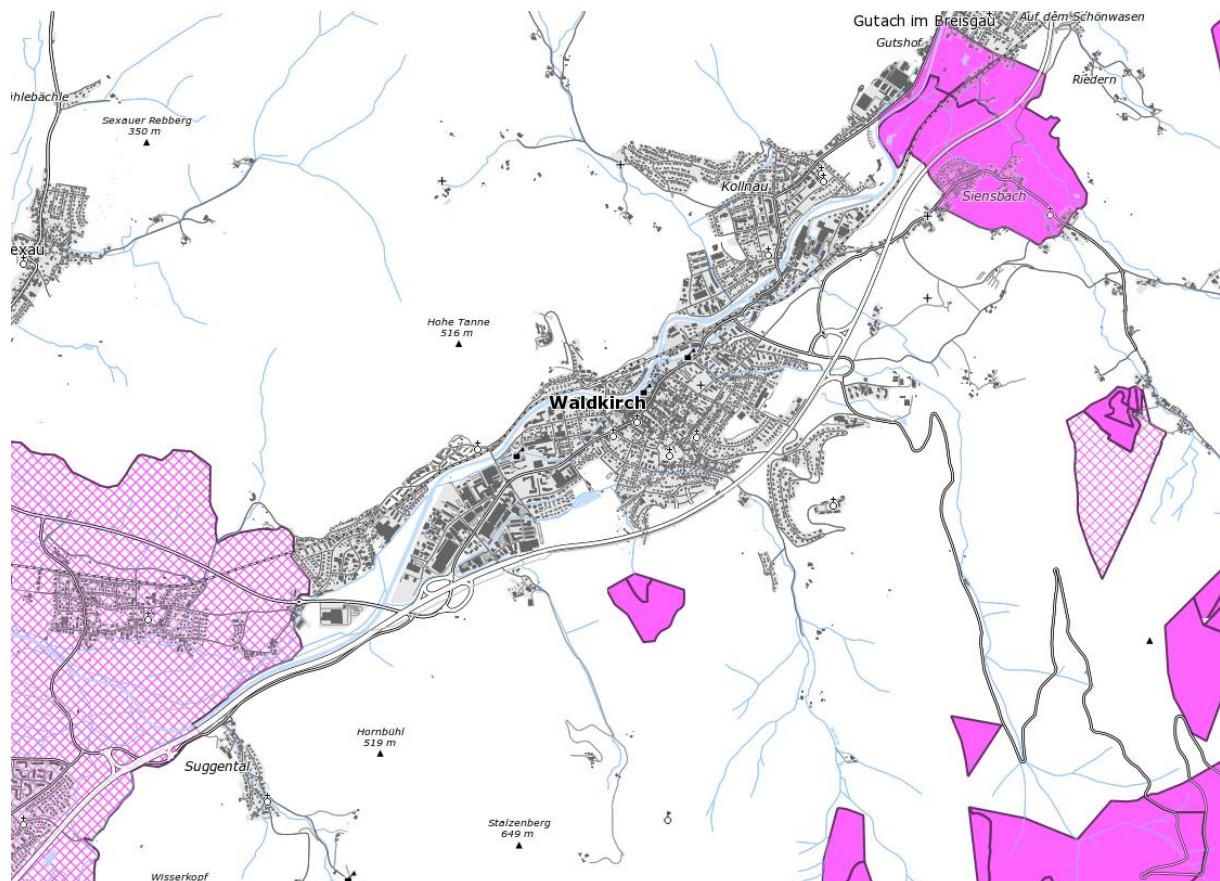
Für das Potenzial Erdsonden wurde aufgrund der zentralen Bedeutung der Wärmeleitfähigkeit und -kapazität bei der Abschätzung des Potenzials ortsspezifische Werte des Geodatenkatalogs verwendet [Geo 2020]. Ausgehend von 1.800 Volllaststunden wurde mittels der GPOT-Methodologie, ortsspezifischer Wetterdaten und weiterer Annahmen ein jährliches Potenzial pro Bohrloch bestimmt. Für das Gesamtpotenzial wurden die einzelnen Potenziale aufsummiert. Für die Stadt Waldkirch beträgt das Gesamtpotenzial aus Erdsonden somit 245 GWh/a. Die für den Betrieb der Wärmepumpen aufzuwendende elektrische Energie ist in den hier genannten Potenzialhöhen nicht enthalten.

In Waldkirch ist die Nutzung von oberflächennaher Geothermie an den meisten Orten möglich. Eine Übersicht über die Eignung der Gebiete und die vorhandenen Restriktionen in Form von

<sup>7</sup> Quelle: 3D-Temperaturmodell des Geothermischen Informationssystems GeotIS



Wasserschutzgebieten bietet Abbildung 34. In den Steckbriefen zu den Wärmenetz-Eignungsgebieten sind die Nutzungsmöglichkeiten und Restriktionen der oberflächennahen Geothermie im jeweiligen Gebiet ausgewiesen.



ISONG: Wasser- und Heilquellschutzgebiete (vereinfachte Legende)

Umrandung

ℳ rechtskräftiges Schutzgebiet

Bau von Erdwärmesonden

■ aus wasserwirtschaftlicher Sicht nicht erlaubt

▨ aus hydrogeologischer Sicht möglich (i.d.R. nur mit Wasser zu betreiben)

▨ im Einzelfall zu beurteilen

▨ aus hydrogeologischer Sicht bis zur angegebenen Bohrtiefenbegrenzung möglich (i.d.R. nur mit Wasser zu betreiben)

▨ aus hydrogeologischer Sicht nicht möglich (Ausnahmen nur im Rahmen eines Erlaubnisverfahrens nach fachlicher Prüfung)

ISONG: Gebiet mit Einzelfallbeurteilung

Gebiet mit Einzelfallbeurteilung

◻ Gebiet mit Einzelfallbeurteilung

Abbildung 34: Karte über die Zulässigkeit von Erdwärmesondenanlagen in Waldkirch (Quelle: ISONG)

## Luft

Da die Umgebungsluft als Wärmequelle im Prinzip unbegrenzt verfügbar ist, wurde dieses Potenzial im Rahmen der Wärmeplanung nicht quantifiziert.



## 6.12 Wasserkraft

Das Wasserkraftpotenzial der Stadt Waldkirch wird zum allergrößten Teil bereits genutzt. Gemäß der Studie „Wasserkraftkonzept Elz und Wilde Gutach – Betrachtung ungenutzter Querbauwerke“ und des Klimaschutzkonzeptes Waldkirchs beträgt das genutzte Wasserkraftpotenzial ca. 1,8 GWh/a und das Gesamtpotenzial (inkl. Bestand) 2,3 GWh (geeignet) bis 3,0 GWh/a (bedingt geeignet).

## 6.13 Zusammenfassung Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse hat ermittelt, welche technisch-wirtschaftlichen Potenziale in Waldkirch vorhanden sind. Dabei wurden sowohl Wärme- als auch Strompotenziale betrachtet. In der nachfolgenden Grafik (Abbildung 35) werden die ermittelten Potenziale dargestellt. Dabei werden bereits genutzte Potenziale, Potenziale auf geeigneten Flächen und auf bedingt geeigneten Flächen dargestellt<sup>8</sup>. In den Datenbeschriftungen ist jeweils angegeben: IST-Nutzung | geeignetes Potenzial | bedingt geeignetes Potenzial.

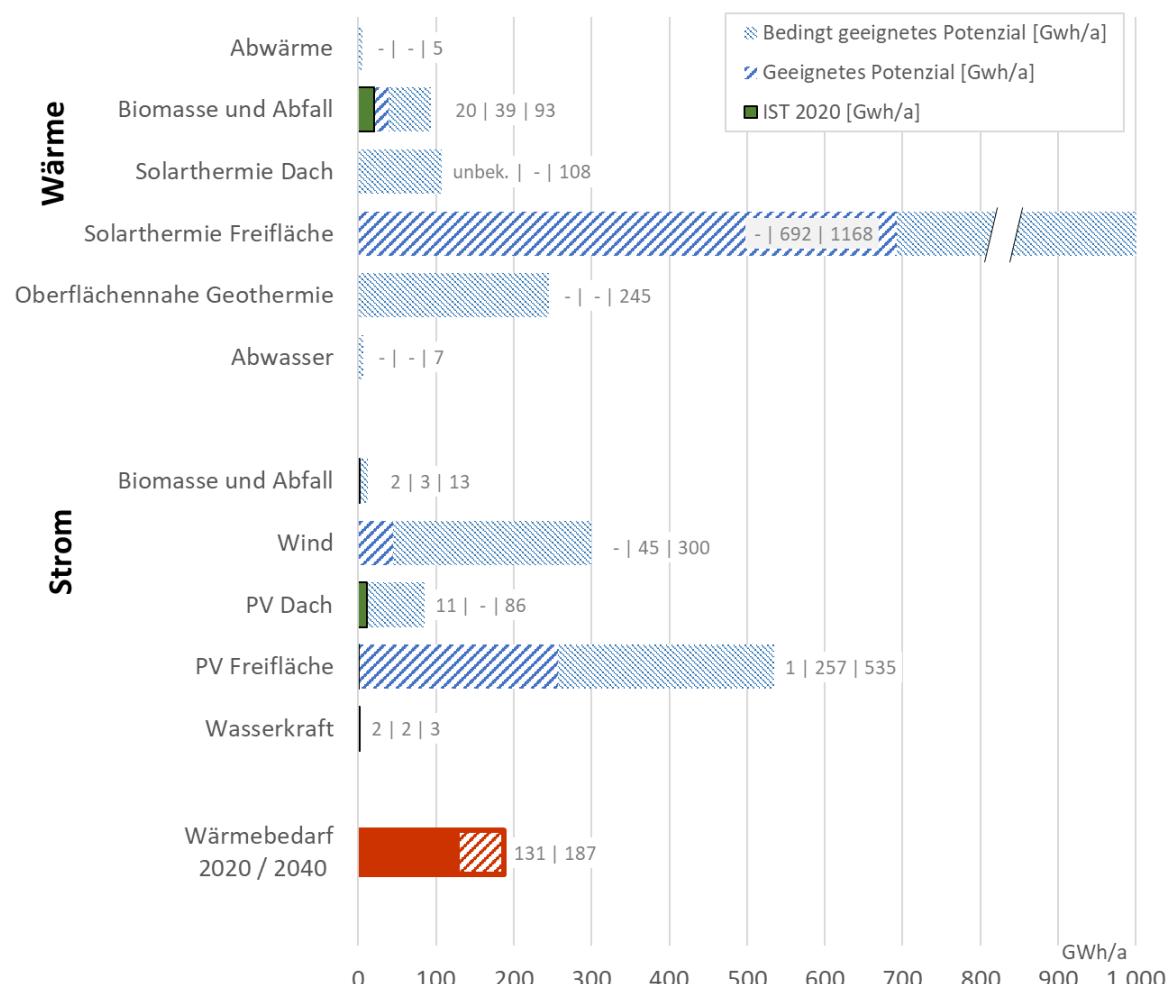


Abbildung 35: Höhe der Potenziale in Waldkirch

<sup>8</sup> Die genannten Potenzialhöhen schließen die IST-Nutzung mit ein. Ebenso schließt das begingt geeignete Potenzial das geeignete Potenzial mit ein.



Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Stadt Waldkirch vor allem über erhebliche Potentiale bei der Solarenergie verfügt. Auch die oberflächennahe Geothermie stellt in Waldkirch eine vielversprechende Wärmequelle dar. Umweltwärme in Form von Luft wurde nicht quantifiziert (da praktisch unbegrenzt) und darum an dieser Stelle nicht dargestellt.

Die Stadt Waldkirch könnte sich anhand der technisch-wirtschaftlichen Potenziale selbst versorgen. Allerdings dürfte aufgrund der Nutzungskonkurrenzen bei den Freiflächen das tatsächlich realisierbare Potenzial auf absehbare Zeit nicht genügen, um die Stadt komplett mit erneuerbarer Wärme zu versorgen. Zudem werden die dargestellten Strompotenziale gleichzeitig auch in den Sektoren Mobilität und Stromversorgung benötigt.



## 7 Szenarien und Eignungsgebiete

Für die Entwicklung einer Wärmewendestrategie sind Zielszenarien die wichtigsten Schnittstellen zwischen den ermittelten Potenzialen und den abgeleiteten Maßnahmen. Gemäß dem Klimaschutzgesetz BW wird ein Zielszenario für das Jahr 2040 und ein Zwischenszenario für das Jahr 2030 erstellt. Diese Szenarien schließen sowohl Verbrauchs- als auch Versorgungsszenarien mit ein. Mit den Szenarien einher geht ferner die Ausweisung von Eignungsgebieten für Wärmenetze sowie von Gebieten mit erhöhtem energetischen Sanierungsbedarf. Schließlich wird kurz auf die Zukunft der Gasnetze eingegangen.

### 7.1 Verbrauchsszenario

Für die Entwicklung des Wärmeverbrauchs bis 2040 wurden entsprechend der Methodik im Leitfaden Kommunale Wärmeplanung BW die folgenden Reduktionsfaktoren angenommen:

- › Wohngebäude: Einsparung je nach Baualtersklasse, siehe Abbildung 36. Für Waldkirch ergibt sich eine Einsparung von 29 %.
- › Gewerbe, Handel und Dienstleistung (GHD): Einsparung 43 %
- › Industrie & Produktion: Einsparung 36 %
- › Öffentliche Gebäude: Einsparung 16 %

In Summe ergibt sich somit eine Einsparung von 31 % des Wärmebedarfs.

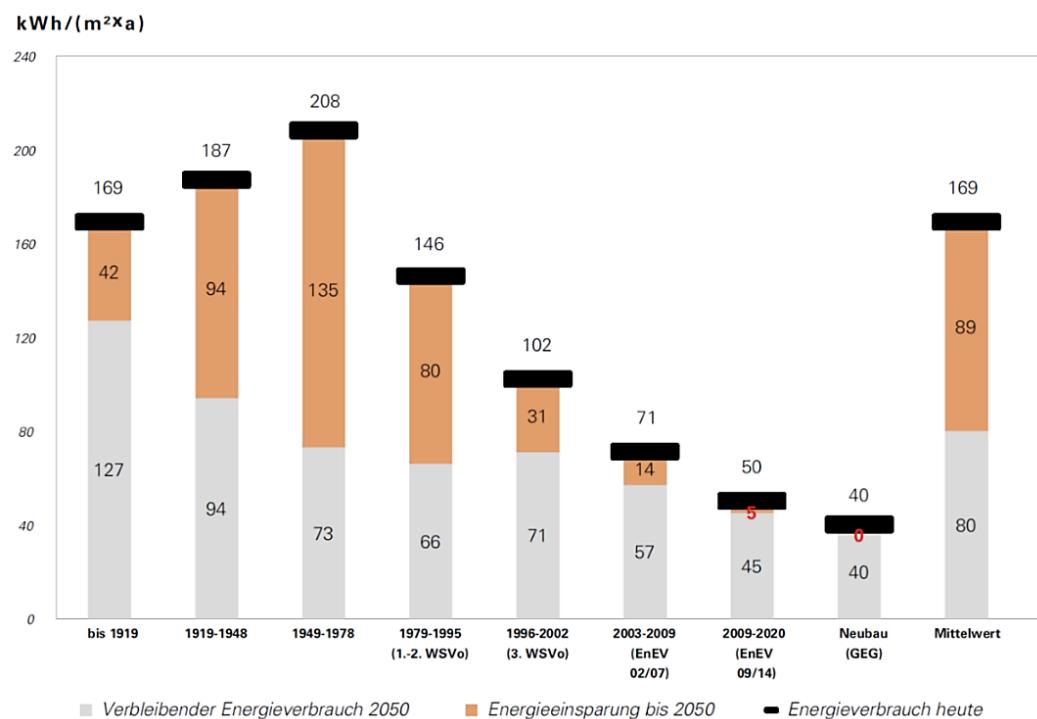


Abbildung 36: Flächenbezogener Endenergieverbrauch nach Altersklassen für den Ist-Zustand (teilsaniert) und nach energetischer (Voll-)Sanierung bis 2040. Quelle: Leitfaden kommunale Wärmeplanung BW



## 7.2 Ausweisung von Eignungsgebieten für Wärmenetze und Einzelheizungen

Die Versorgung mit Wärme und die Nutzung von erneuerbaren Energien kann sowohl dezentral über Einzelheizungen als auch über Wärmenetze erfolgen. Wärmenetze können in integrierten und zukunftsfähigen Versorgungssystemen einen wichtigen Beitrag leisten, weshalb diesen eine hohe Bedeutung bei der Wärmewende beigemessen wird. Im Leitfaden zur kommunalen Wärmeplanung BW [UM-BW 2020] werden die Systemdienstleistungen von Wärmenetzen wie folgt beschrieben:

- › Flexibilität und Vielfalt bei der Nutzung lokaler erneuerbarer Energien, wie große Solarthermie, Tiefe Geothermie, Umweltwärme, Biomasse
- › Deckung der verbleibenden Bedarfslücken der Stromerzeugung aus Sonne und Wind (Residuallasten) durch bedarfsgerecht betriebene, stromnetzgeführte Kraft-Wärme-Kopplung in den Heizzentralen
- › Erhöhung der Effizienz im Energiesystem aufgrund der Möglichkeit, vielfältige Abwärmequellen nutzen zu können
- › Flexibilitätsgewinne im Wärme- und Strombereich durch Einbindung großer thermischer Speicher
- › kommunale Steuerungsfunktion zur Senkung des Ausstoßes vermeidbarer Treibhausgas-Emissionen durch netzgebundene Wärmeversorgung

Aus den beschriebenen Gründen wurden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung Eignungsgebiete für Wärmenetze und Einzelheizungen identifiziert und ausgewiesen. Für die ausgewiesenen Eignungsgebiete wurden im nächsten Schritt Maßnahmen entwickelt.

Die Eignungsgebiete für Wärmenetze werden auf Basis des Verbrauchsszenarios und anhand der Potenzialanalyse nach untenstehenden Kriterien definiert. Die ausgewiesenen Gebiete dienen gleichzeitig dazu, das Versorgungsszenario aufzustellen. Für das Versorgungsszenario kann so der Anteil der zukünftig über Wärmenetze versorgten Gebiete und der zugehörige Wärmebedarf bestimmt werden.

Die wesentlichen Kriterien für die Eignung eines Gebietes für ein Wärmenetz sind wie folgt:

- › Wärmedichte je Hektar [MWh/ha\*a]
- › Wärmeliniendichte (d.h. Wärmedichte entlang der Straßen) [kWh/m\*a]
- › Vorhandene Ankergebäude (Keimzellen für Wärmenetze, i.d.R. öffentliche oder institutionelle Gebäude mit hohem Wärmebedarf)
- › Bebauungsstruktur und -dichte, Denkmalschutz
- › Mögliche Wärmequellen
- › Typische Ausbaubarrieren für Wärmenetze (z.B. Gewässer, Bahnlinien, stark befahrene Straßen oder deutliche Höhenunterschiede)
- › Bestehende Wärmenetze (bzw. Planungen)

Wesentliches Kriterium für die Ausweisung von Wärmenetz-Eignungsgebieten ist die Wärmedichte. Aufgrund von unterschiedlichen Siedlungsstrukturen muss bei der Ausweisung innerhalb des Stadtgebiets ggf. unterschiedliche Grenzwerte angesetzt werden. Zudem wurde angestrebt, möglichst zusammenhängende Gebiete auszuweisen. Das Vorgehen der Eignungsgebietsausweisung kann im Handlungsleitfaden zur kommunalen Wärmeplanung [UM-BW 2020] nachgelesen werden.



Abbildung 37 zeigt die Wärmenetz-Eignungsgebiete für die Stadt Waldkirch. Alle Gebiete außerhalb der Wärmenetz-Eignungsgebiete sind Eignungsgebiete für die dezentrale Einzelversorgung.

Für die Kommunen dient die Ausweisung der Eignungsgebiete dazu, Gebiete für vertiefte Planungen zu identifizieren und diese anschließend anzustoßen. Der Wärmebedarf nach Eignungsgebieten ist in Tabelle 6 aufgeschlüsselt: In den Wärmenetz-Eignungsgebieten befindet sich etwa 60 % des Wärmebedarfs der Stadt Waldkirchs.

Tabelle 6: Wärmebedarf 2020-2040, aufgeteilt nach Eignungsgebieten

Wärmebedarf in GWh/a	Gesamt	In Wärmenetz-Eignungsgebieten	In Einzelversorgungsgebieten
<b>2020</b>	187	113	74
<b>2030</b>	158	95	64
<b>2040</b>	130	77	53

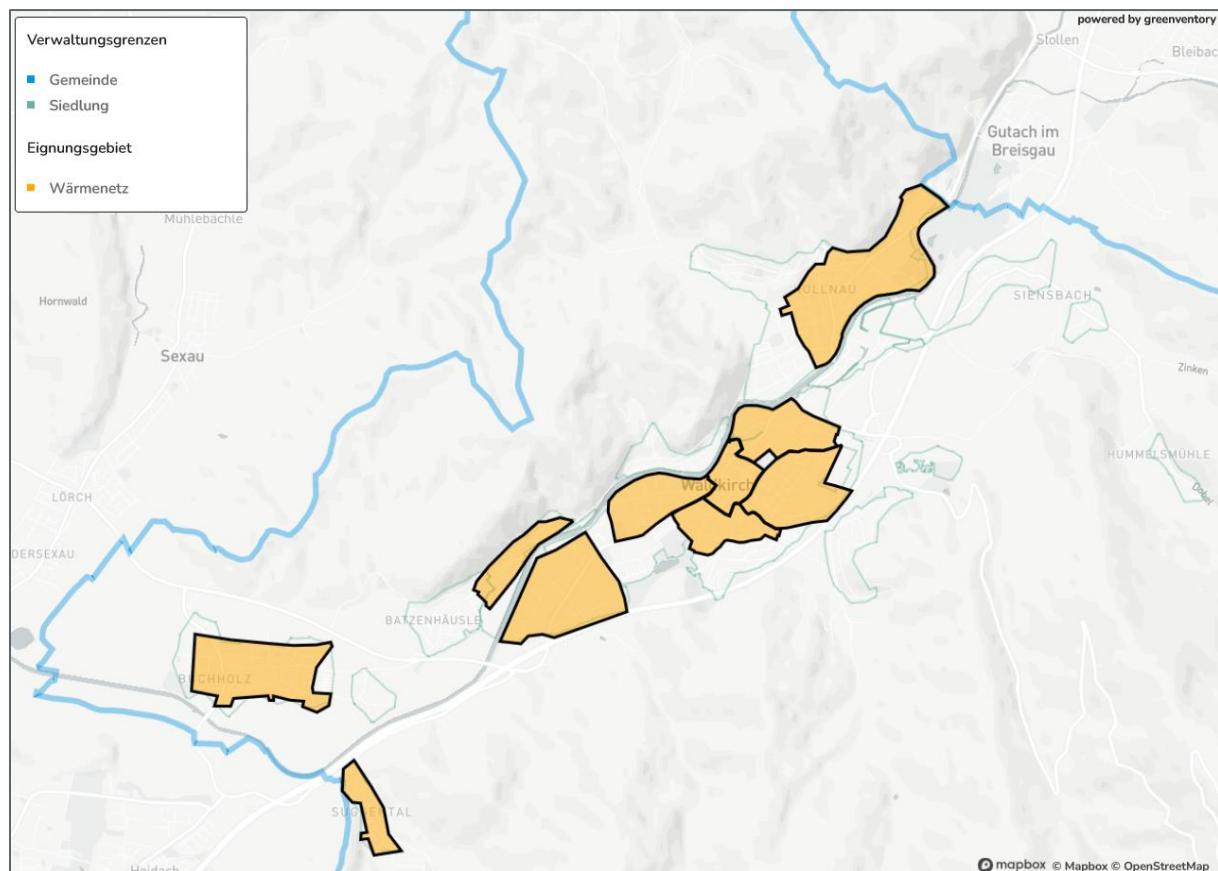


Abbildung 37: Wärmenetz-Eignungsgebiete der Stadt Waldkirch. Alle Gebiete außerhalb der Wärmenetz-Eignungsgebiete sind Eignungsgebiete für die dezentrale Einzelversorgung



## 7.3 Versorgungsszenario 2040 mit Zwischenziel 2030

Basierend auf den angenommenen Verbrauchsreduktionen (s.o.) wurde für Waldkirch ein Versorgungsszenario 2040 entwickelt, bei dem die Wärmeversorgung gänzlich ohne den Einsatz von fossilen Energieträgern erfolgt. Die Grundlage hierfür bildeten die im Folgenden aufgelisteten Szenario-Studien.

- › Kopernikus Projekt Ariadne: „Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 – Szenarien und Pfade im Modellvergleich“ [Ariadne 2021]
- › Studie im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende: „Klimaneutrales Deutschland 2045“ [Prognos et al. 2021]
- › RESCUE-Studie des Umweltbundesamtes „Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität“ [UBA 2021]
- › Studie „Baden-Württemberg Klimaneutral 2040: Erforderlicher Ausbau der Erneuerbaren Energien“ [PEE 2021]

Es ergaben sich die folgenden Leitplanken der Szenario-Erstellung:

1. Die Wärmenetze sollen hauptsächlich über Solarthermie, Abwasser- und Produktionsabwärme sowie Wärmepumpen versorgt werden. Zur Spitzenlastdeckung dienen Biomasse und Elektrokessel („Power2heat“).
2. Holzartige Biomasse soll nur zur Spitzenlastdeckung genutzt werden.
3. Wasserstoff als stromintensiver und hochwertiger Energieträger soll nur wo nötig eingesetzt werden. Aufgrund ihrer deutlich höheren Effizienz sind Wärmepumpen zur Wärmeerzeugung vorzuziehen.
4. In den Wärmenetz-Eignungsgebieten wird ein Anschlussgrad von 80 % des Wärmebedarfs angenommen.

Die daraus erarbeiteten Szenarien für 2030 und 2040 sind in den folgenden Abbildungen dargestellt. Abbildung 38 zeigt die in den Gebäuden eingesetzten Endenergiträger, d.h. entweder „Wärmenetz“ oder den dort dezentral genutzten Energieträger. Abbildung 39 zeigt den Erzeugungsmix der Wärmenetze. In den Szenarien wurden die folgenden Annahmen getroffen:

In den Wärmenetz-Eignungsgebieten werden 2040 80 % des Wärmebedarfs über Wärmenetze gedeckt<sup>9</sup>. Die Wärmenetze werden wo möglich aus Solarthermie mit Saisonalspeicher versorgt (v.a. in Suggental, Buchholz und Kollnau, gesamt 29 %). Abwasser- und Produktionsabwärme decken über Wärmepumpen 10 % und 7% des Wärmebedarfs. Weitere 40 % werden über Wärmepumpen aus anderen Wärmequellen (Saisonalspeicher, Erdsonden, Umgebungsluft) abgedeckt. Biomasse (9 %) und Elektrokessel (5 %) dienen zur Spitzenlastdeckung. Gesamt werden somit 2040 ca. 50 % des Wärmebedarfs in Waldkirch über Wärmenetze gedeckt.

<sup>9</sup> Für die verbleibenden 20 % der Gebäude, die sich innerhalb der WN-Eignungsgebiete dezentral versorgen, gilt der gleiche Energiemix wie für die Gebäude in den Einzelversorgungsgebieten.



In den Einzelversorgungsgebieten sollen sich die (Wohn-)Gebäude 2040 überwiegend über Wärmepumpen (85 %) versorgen. Solarthermie soll wo möglich eingesetzt werden (10 %), Biomasse hingegen nur zur Spitzenlastdeckung im Winter genutzt werden (5 %). Für den Sektor Produktion wurde aufgrund des teilweisen Hochtemperaturbedarfs ein Energieträgermix von 15 % Biomasse, 10 % Direkstrom, 10 % Wasserstoff, 10 % Solarthermie und 55 % Wärmepumpen angenommen.

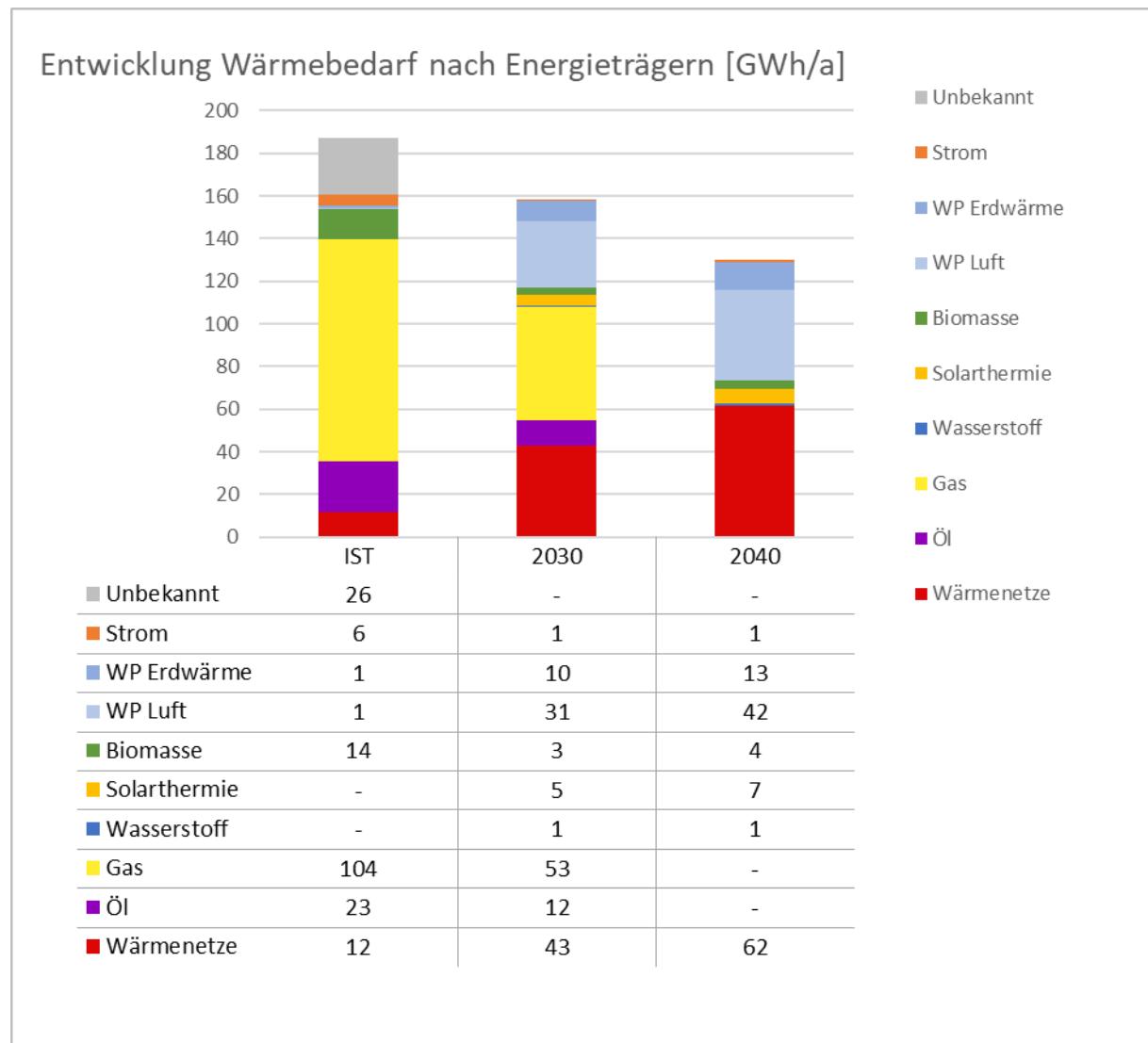


Abbildung 38: Entwicklung des Wärmeverbrauchs und eingesetzte (End-)Energieträger: IST, 2030, 2040. Die angesetzten Reduktionsfaktoren sind im vorigen Kapitel erläutert

Für das Zwischenziel 2030 wurde in den Wärmenetz-Eignungsgebieten ein Anschlussgrad von 45 % des Wärmebedarfs angenommen. Die Abwärmepotenziale wurden prioritär erschlossen und werden in derselben Größenordnung wie im Zielszenario 2040 genutzt. Die dezentrale Wärmeversorgung erfolgt bereits großflächig über Wärmepumpen.



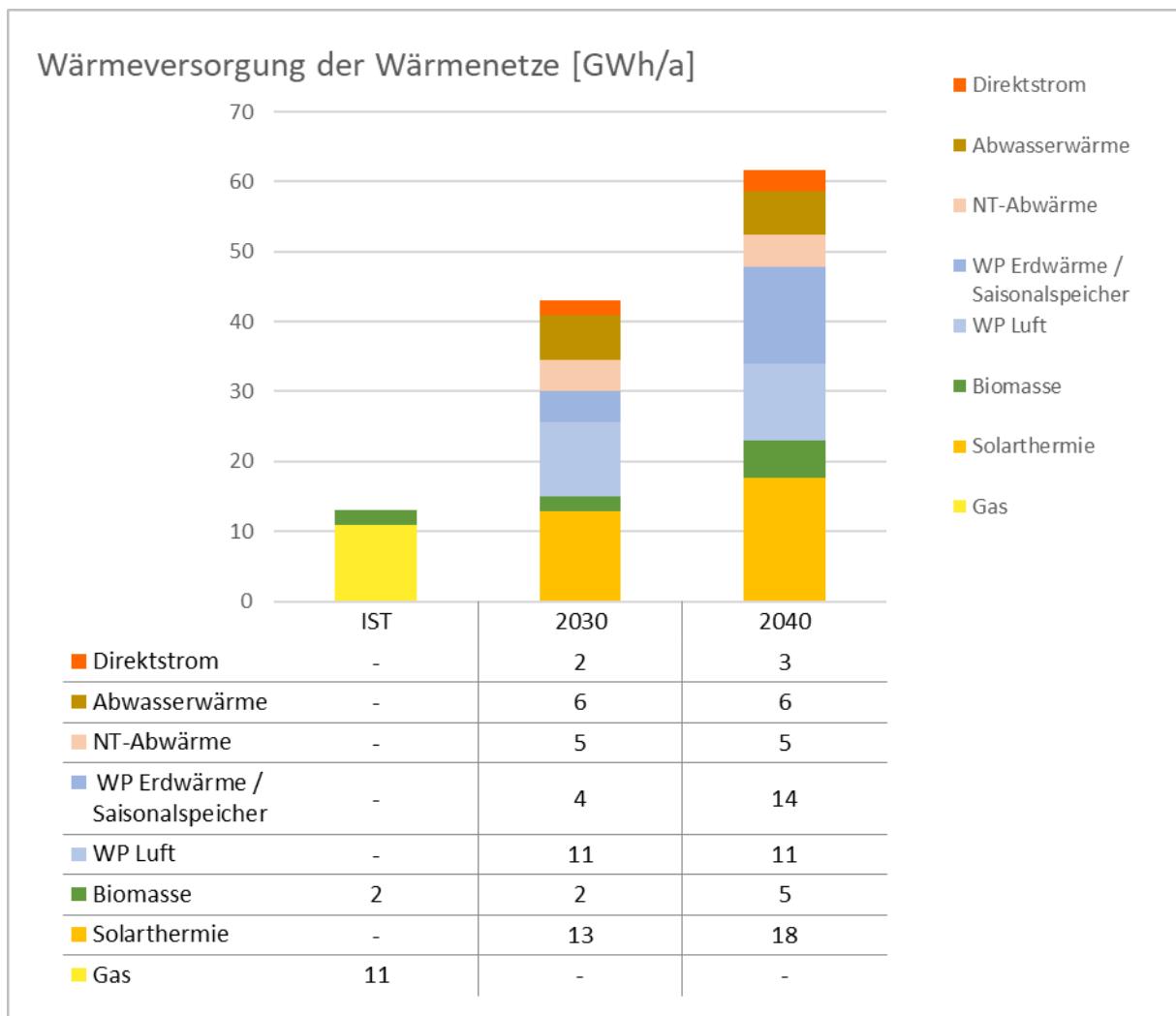
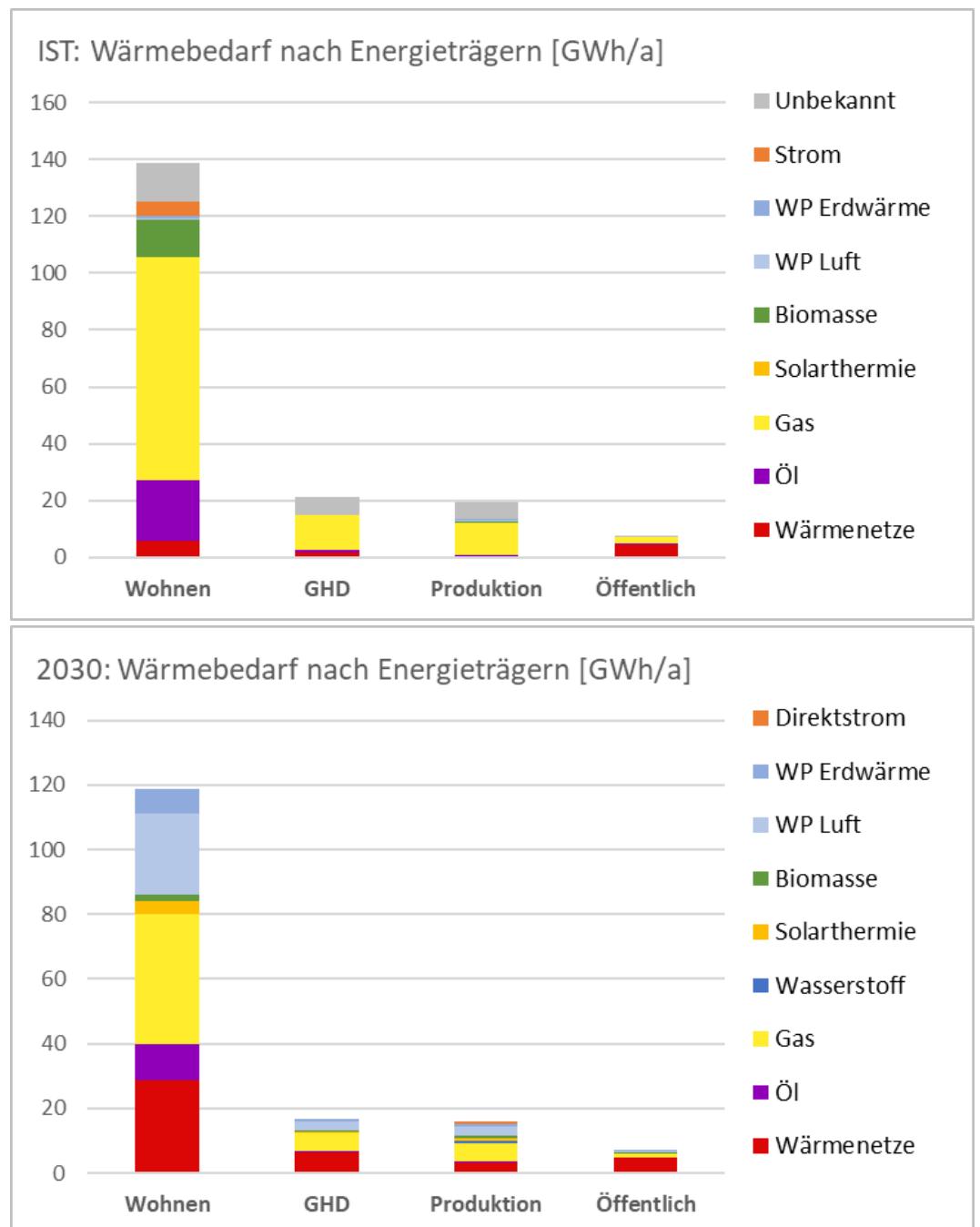


Abbildung 39: Eingesetzte Energieträger zur Wärmeversorgung der Wärmenetze in Waldkirch: IST, 2030, 2040



## Wärmeverbrauch nach Sektoren und Energieträgern



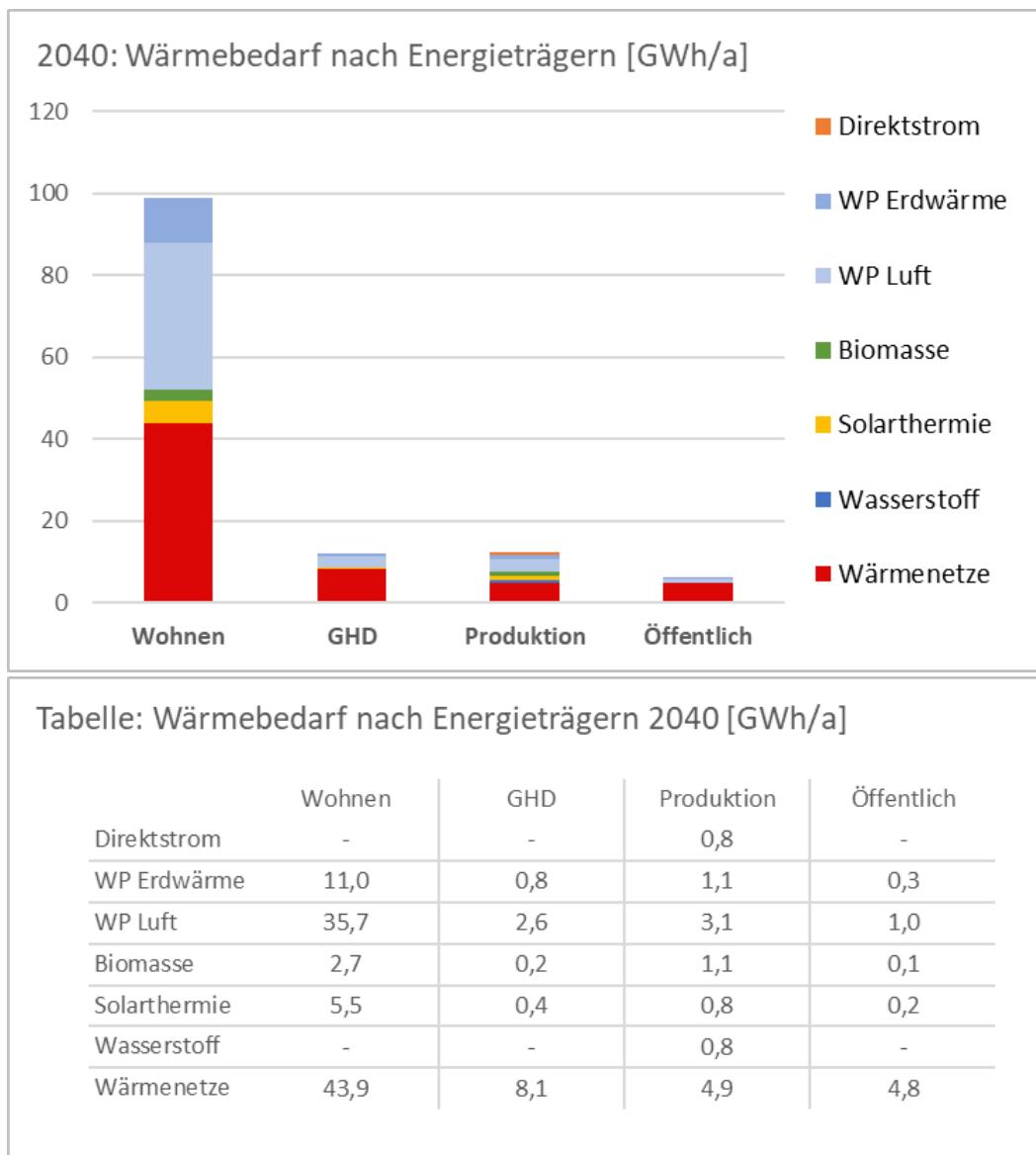


Abbildung 40: Wärmeverbräuche nach Energieträgern und nach Sektoren für den IST-Zustand, sowie für das Zwischenszenario 2030 und für das Zielszenario 2040



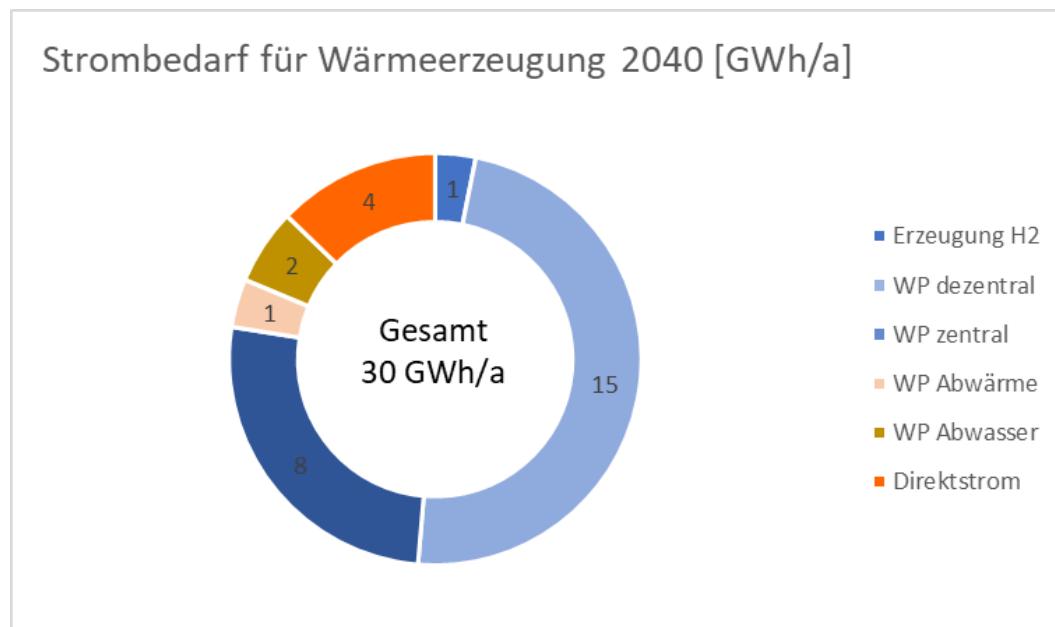


Abbildung 41: Strombedarf für Wärmeerzeugung 2040 in Waldkirch

Abbildung 41 zeigt den Strombedarf, der für die Wärmeerzeugung in Waldkirch benötigt wird. Um diesen bilanziell zu decken benötigt es beispielsweise 2,5 moderne Windkraftanlagen oder 34 Hektar PV-Freiflächenanlagen oder 85 Hektar vertikale Agri-PV.

## 7.4 Nutzung der Potenziale

Abbildung 42 zeigt die Potenziale an Erneuerbaren Energien in Zusammenhang mit der Nutzung im Zielszenario 2040. Viele Potenziale stehen insbesondere im Sommer zur Verfügung (Solarthermie, Photovoltaik), während der Wärmebedarf vor allem im Winter anfällt. Daher spielen ganzjährig verfügbare Potenziale (Abwärme, Oberflächennahe Geothermie) eine besondere Rolle.

Beispielhaft ist auch eine Deckungsmöglichkeit des Strombedarfs zur Wärmeerzeugung (30 GWh) dargestellt. Da ein wesentlicher Teil des Strombedarfes zur Wärmeerzeugung im Winter anfällt (Wärme-pumpen), ist bei der Stromerzeugung zu Wärmezwecken ein Fokus auf Windkraft zu setzen.



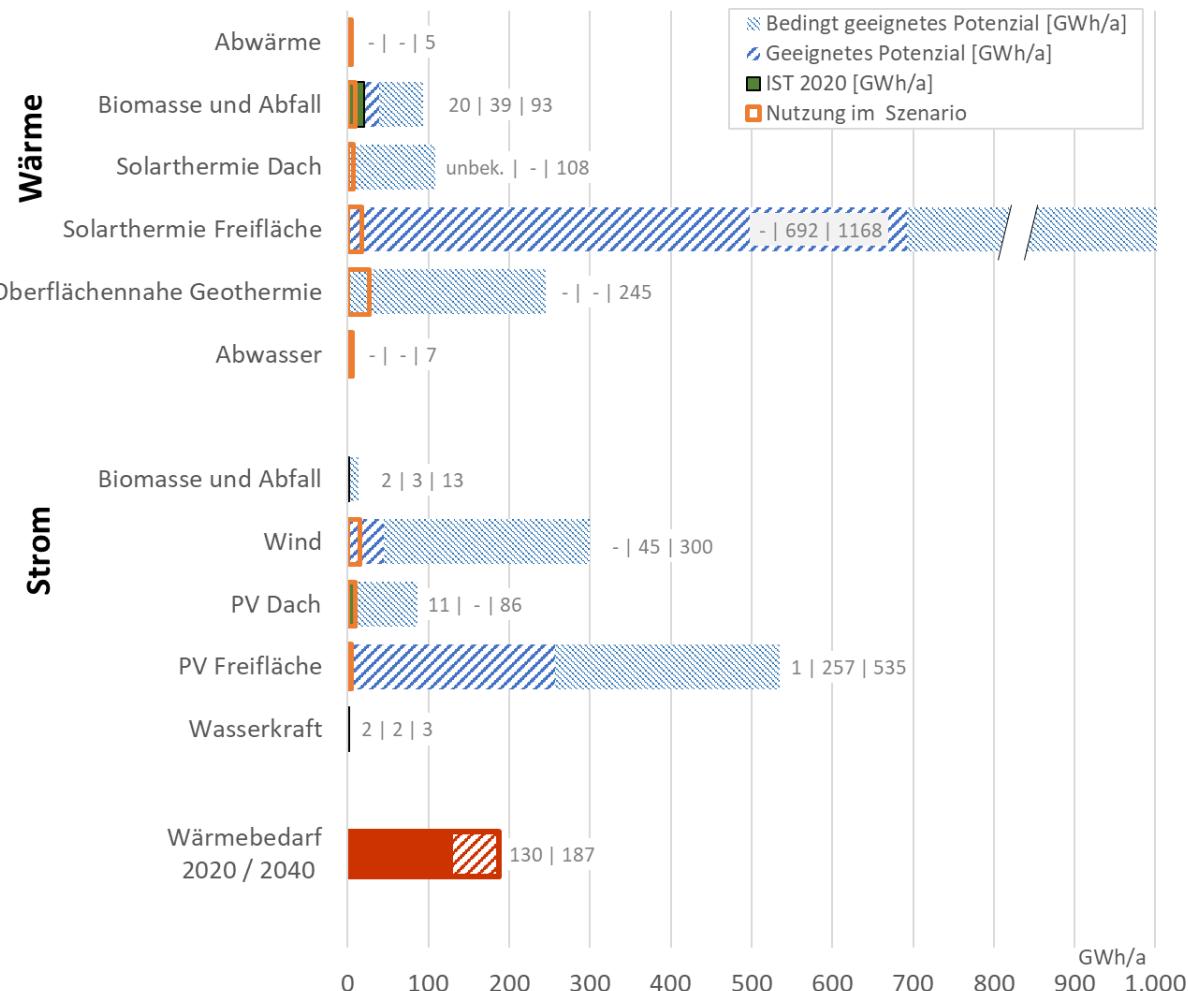


Abbildung 42: Nutzung der EE-Potenziale im dargestellten Szenario. Die Nutzung der Strom-Potenziale ist nur beispielhaft dargestellt. In den Datenbeschriftungen ist jeweils angegeben: IST | geeignetes Potenzial | bedingt geeignetes Potenzial

## 7.5 Treibhausgas-Bilanz

Abbildung 43 zeigt die CO<sub>2</sub>-Bilanzen für 2020, 2030 und 2040. Da die CO<sub>2</sub>-Faktoren für Biomasse, Solarthermie, Strom u.a. auch 2040 nicht null sind (gemäß KEA-BW Technikkatalog) fallen auch für die Wärmeerzeugung 2040 noch Treibhausgasemissionen an. Dies ist laut KEA-BW mit dem Klimaschutzgesetz vereinbar. Gegenüber dem IST-Zustand (43.000 t CO<sub>2</sub>) sind die Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung 2040 (5.300 t CO<sub>2</sub>) um rund 88 % geringer.



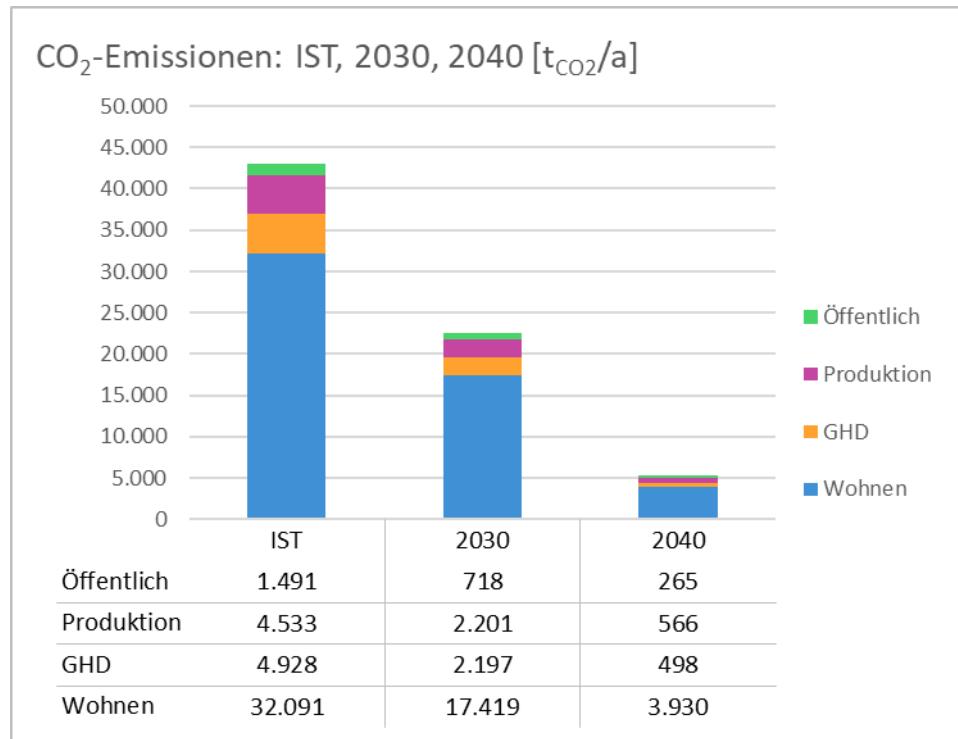


Abbildung 43: CO<sub>2</sub>-Bilanzen für 2020, 2030 und 2040 der Stadt Waldkirch

## 7.6 Zukunft Gasnetze

Gemäß dem Handlungsleitfaden zur Kommunalen Wärmeplanung [UM-BW 2020] sollen Wärmepläne auch eine Aussage über die Zukunft der Erdgasnetze machen. Schließlich, so der Leitfaden, sei man bei der Erstellung des Wärmeplans auch im intensiven Austausch mit den Energieversorgern, die das Erdgasnetz betreiben.

Obwohl das Thema Erdgasnetze im Verlauf der kommunalen Wärmeplanung in Waldkirch thematisiert wurde, lassen sich final nur sehr begrenzt Ableitungen zur Zukunft der Erdgasnetze der Stadt Waldkirch treffen. Die Diskussionen, die Datenerhebungen und die Szenarien-Entwicklung zum Thema „Zukunft der Erdgasnetze“ lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Aufgrund der notwendigen Dekarbonisierung der Wärmeversorgung bis 2040 ist es zwangsläufig notwendig, dass der aktuell bei ca. 55 % befindliche Gaseinsatz Waldkirch zur Wärmebereitstellung massiv zurückgefahren wird. In urban geprägten Gebieten wird die Wärmebereitstellung künftig überwiegend anhand von Wärmenetzen und dezentralen Heizanlagen auf Basis erneuerbarer Energien und Strom (Wärmepumpen) stattfinden. Die zukünftige Entwicklung der Erdgasnetze sollte daher den Ausbau der Wärmenetze berücksichtigen. In den erdgasversorgten, ländlicheren Gebieten werden dezentrale Wärmeversorgungen über Wärmepumpen und Biomasse die Wärmebereitstellung übernehmen. Es ist daher damit zu rechnen, dass die vorhandenen Erdgasnetze zurückgebaut oder stillgelegt werden müssen, außer es findet sich ein alternativer, gasförmiger, „grüner“ Energieträger, der den Weiterbetrieb des Erdgasnetzes finanzieren würde. Hierfür wird seit einigen Jahren grüner Wasserstoff als geeigneter Energieträger gehandelt.



2. In der öffentlichen und wissenschaftlichen Diskussion wird der Einsatz von Wasserstoff als Erdgas-Ersatz intensiv diskutiert.<sup>10</sup> Auch gibt es zahlreiche Beispiele für die Zumischung geringer Wasserstoff-Anteile (bis max. 10 %) in das bestehende Erdgasnetz.<sup>11</sup> Technisch ist jedoch bereits heute klar, dass sich die bestehenden Erdgasnetze nur unter enorm hohem Aufwand für den Transport von 100 %-igem Wasserstoff eignen würden. Auch müsste die Sekundärseite (Heizungen, BHKWs, Gasturbinen usw.), die bisher auf die Erdgasverbrennung eingestellt war, auf Wasserstoff umgestellt werden. Gleichzeitig wird immer wieder proklamiert, dass bestimmte Industriebranchen ohne Umstellung auf grünen Wasserstoff als Ersatz für Erdgas nicht überlebensfähig sein werden. Diese Diskussion, ob Erdgasnetze künftig mit Wasserstoff betrieben werden könnten, ist daher aufgrund der intensiv geführten Diskussionen weder politisch noch technisch-wirtschaftlich beantwortbar. Damit lässt sich auch keine sichere Aussage dazu ableiten, welche Zukunft die Erdgasnetze in diesem Zusammenhang haben werden.
3. Vorausgesetzt, Erdgas würde durch grünen Wasserstoff in relevantem Maße ersetzt werden und man würde für den Wasserstoff-Transport die existierenden Erdgasnetze nutzen, stellt sich die Frage, wo dieser grüne Wasserstoff herkommen sollte. Um nur einen Teil der Erdgasnetze auch künftig wirtschaftlich betreiben zu können, müssten durch die Erdgasleitungen wenigstens 30 % des derzeitigen Erdgasverbrauchs als Wasserstoff durch die Leitungen fließen. Wollte die Stadt Waldkirch diesen Wasserstoff selbst produzieren, würde dies mindestens 3 hochmoderne Windenergieanlagen bedeuten, die ausschließlich für die Produktion von Wasserstoff notwendig wären.

Diese Ausgangsbedingungen lassen daher keine validierbare Aussage für die Frage zu, welche genaue Zukunft die Erdgasnetze künftig haben werden. Auch in juristischer Hinsicht sind noch konzessionsrechtliche Fragestellungen detaillierter zu beantworten. Sicher erscheint, dass Erdgas als Energieträger aufgrund seiner Klimaschädlichkeit immer mehr an Relevanz verlieren wird und damit auch die Erdgasnetze hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen Tragfähigkeit in Frage gestellt werden dürften.

Die Strategie zum Ausbau der Wasserstoffversorgung ist zudem nicht auf Ebene der Kommune allein zu beantworten. Vielmehr ist die lokale Versorgung mit Wasserstoff in einer überregionalen Strategie zu betrachten. Mittelfristig ist die lokale Erzeugung von Wasserstoff nicht realisierbar. Für die Nutzung andernorts produziertem Wasserstoff ist der Aufbau von Transport- und Verteilnetzen zu diskutieren. Aus Sicht der kommunalen Wärmeplanung ist bei diesem Thema insbesondere die Landes- und Bundespolitik sowie die Energieversorger angehalten eine Strategie und mögliche Lösungen aufzuzeigen.

---

<sup>10</sup> S. Herkel, M. Lenz, J. Thomsen: Erste Ableitungen aus der „Bottom-up Studie zu Pfadoptionen einer effizienten und sozialverträglichen Dekarbonisierung des Wärmesektors“ mit Blick auf die kommunale Wärmeplanung und die Rolle von Wasserstoff, Fraunhofer IEE, Fraunhofer ISE, Freiburg/Kassel, Juni 2022, [https://www.wasserstoffrat.de/fileadmin/wasserstoffrat/media/Dokumente/2022/2022-06-30\\_NWR-Waermestudie\\_Zwischenergebnisse\\_FhG.pdf](https://www.wasserstoffrat.de/fileadmin/wasserstoffrat/media/Dokumente/2022/2022-06-30_NWR-Waermestudie_Zwischenergebnisse_FhG.pdf) (18. Oktober 2022).

<sup>11</sup> Heizungsjournal: Erdgasnetz in Deutschland: Wasserstoffbeimischungen bis zu zehn Volumen-Prozent sind möglich, Juli 2016, [https://www.heizungsjournal.de/erdgasnetz-in-deutschland-wasserstoffbeimischungen-bis-zu-zehn-volumen-prozent-sind-moeglich\\_14?p=1](https://www.heizungsjournal.de/erdgasnetz-in-deutschland-wasserstoffbeimischungen-bis-zu-zehn-volumen-prozent-sind-moeglich_14?p=1) (18. Oktober 2022).



## 8 Maßnahmenkatalog und Handlungsempfehlungen

### 8.1 Maßnahmenkatalog

Ein wesentlicher Bestandteil der Wärmewendestrategie im Sinne von § 27 Absatz 2 des Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetzes Baden-Württemberg (KlimaG BW) ist die Erstellung eines Maßnahmenkatalogs. Nachfolgend werden die für Waldkirch erarbeiteten Maßnahmen zusammengefasst. Die beschriebenen Maßnahmen zielen dabei auf die klimaneutrale Wärmeversorgung der Stadt im Jahr 2040 ab und orientieren sich am beschriebenen klimaneutralen Szenario. Die Maßnahmen bestehen zum einen aus übergeordneten Maßnahmen und zum anderen aus konkreten investiven Maßnahmen. Insbesondere der Auf- und Ausbau von Wärmenetzen und der Ausbau erneuerbarer Energieanlagen stehen dabei im Fokus.

Die kommunale Wärmeplanung und die daraus abgeleiteten Maßnahmen betreffen unterschiedliche Akteure innerhalb der Stadtverwaltung (bspw. Stadtplanung, Bauamt, Infrastruktur, Gebäudemanagement Klimaschutz, Grundstücksverkehr etc.) sowie weitere wesentliche Akteure der Energieversorgung (Stadtwerke, Netzbetreiber).

Die Maßnahmen werden nachfolgend zu folgenden Themenbereichen zusammengefasst:

- › **Energieeffizienz und energetische Sanierung**
- › **Ausbau erneuerbarer Energien und Abwärmennutzung**
- › **Wärmenetze und Infrastruktur**
- › **Wärmeplanung als Prozess**



## Energieeffizienz und energetische Sanierung

Die Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz bzw. die Energieeinsparung durch energetische Gebäudesanierung ist für die Erreichung der Ziele von besonderer Bedeutung. Jede eingesparte bzw. nicht benötigte kWh Energie muss nicht aufwändig durch erneuerbare Energien erzeugt werden und verringert den Gesamtenergiebedarf. Die energetische Gebäudesanierung ist zuallererst die Sache des Gebäudeeigentümers und kann nur durch ihn initiiert werden. Die Stadt sollte daher durch die beschriebenen Maßnahmen auf eine möglichst hohe Sanierungsrate hinwirken.

Handlungsfeld: Effizienz	Maßnahmen-Nummer: 1	Einführung: kurzfristig	Dauer der Maßnahme: 2 Jahre
<b>Konkrete Umsetzungspläne zur Erreichung der Klimaneutralität der öffentlichen Gebäude erarbeiten</b>			
<b>Beschreibung:</b> Nachdem die Sanierungsfahrpläne aller öffentlichen Gebäude in Waldkirch fertig erstellt wurden, soll eine Strategie erarbeitet werden, mit welcher Priorisierung die Sanierungsmaßnahmen erfolgen. Das Sanierungsstrategiepapier beschreibt neben der Priorisierung auch den notwendigen Mittelaufwand. Die bestehenden Beschlüsse und Richtlinien zur energetischen Sanierung städtischer Liegenschaften sind dabei zu berücksichtigen (Sanierung und Neubau auf Passivhausstandard, 100% erneuerbare Energien bei Neubau und Sanierung der Heizanlagen, etc.).			
<b>Stakeholder:</b> Stadt Waldkirch, Klimaschutzmanagement			
<b>Kosten:</b> Personalkosten für die Organisation der Erstellung, Zuarbeit Dienstleister, Erarbeitung Strategie etc.: 11.000.-€/Jahr (15 %-Stelle)			
<b>Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit:</b> Die Fortschritte der Stadt sollten laufend an die Bevölkerung kommuniziert werden, damit die Stadt eine Vorbildrolle für private Klimaschutzaktivitäten spielen kann.			
<b>Monitoring und Controlling:</b> Ein jährlicher Energiebericht sowie die Erfassung der kommunalen Energieverbräuche für den EEA sollten den Weg hin zur Klimaneutralität evaluieren.			



Handlungsfeld: Effizienz	Maßnahmen-Nummer: 2	Einführung: kurzfristig	Dauer der Maßnahme: 2 Jahre
<b>Gewerbe- und Industriebetriebe zu Energieeinsparungen bewegen</b>			
<p><b>Beschreibung:</b> Die Stadtverwaltung wird einen runden Tisch organisieren, um die Akteursgruppe Gewerbe- und Industriebetriebe zum Handeln zu motivieren. Die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung werden vorgestellt. Außerdem fördert der Bund im Rahmen des Förderprogramms „Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft (EEW)“ neben klassischen Energieeffizienzmaßnahmen auch die Erstellung von Masterplänen zur Klimaneutralität, so genannte Transformationskonzepte, mit bis zu 80.000 €. Dieses Programm soll im Rahmen der Veranstaltung ausführlich vorgestellt werden (Fördermittelberatung). Um den Prozess kontinuierlich fortzuführen sind regelmäßige weitere Aktionen (bspw. regelmäßige Information zu Fördermöglichkeiten) im Rahmen der bereits bestehenden Austauschformate durchzuführen und eine Ansprechstelle für die Fragen und Belange hinsichtlich energetischer Fragen diese Akteursgruppe einzurichten. Dabei sind ggf. auch weitere Akteure wie die Energieagentur und die Kompetenzstelle Energieeffizienz Region Südlicher Oberrhein (KEFF) einzubinden.</p>			
<p><b>Stakeholder:</b> Stadt Waldkirch, Klimaschutzmanagement, Wirtschaftsförderung Stadt Waldkirch, Eigentümer von Gewerbe- und Industrieobjekten, KEFF, Klimaschutzmanagement</p>			
<p><b>Kosten:</b> Personalkosten für die Netzwerkarbeit: 10.500.-€/Jahr (15%-Stelle) (dauerhafte Einrichtung wird empfohlen für eine dauerhafte Betreuung von Projekten mit Unternehmen)</p>			
<p><b>Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit:</b> Als Erstes soll ein runder Tisch die wichtigen Akteure zusammenbringen. Das Format sollte aber weitergeführt werden, um einen aktiven Austausch über Ideen, Herausforderungen und Praxisbeispiele zu ermöglichen. Positive Beispiele werden auch veröffentlicht, damit die Betriebe auch von der Außenwirkung profitieren können.</p>			
<p><b>Monitoring und Controlling:</b> Der Erfolg des Formats wird an der Umsetzung gemessen, z.B. die Anzahl der Energiemaßnahmen, die durchgeführt werden. Ferner soll eine regelmäßige Bilanzierung der Stadt dafür sorgen, dass der Anteil der Emissionen durch Gewerbe und Industrie als Indikator ständig evaluiert wird.</p>			



<b>Handlungsfeld:</b> Effizienz	<b>Maßnahmen-Nummer:</b> 3	<b>Einführung:</b> mittelfristig	<b>Dauer der Maßnahme:</b> 10 Jahre
------------------------------------	----------------------------	-------------------------------------	--

## Gebäudesanierungsoffensive, Ausweisung Sanierungsgebiete

### Beschreibung:

Energetische Gebäudesanierung: Aufbau eines städtischen Förderprogramms zur energetischen Gebäudesanierung mit ausreichender finanzieller Mittelbereitstellung. Fortlaufende Informations- und Beratungsformate im gesamten Stadtgebiet durchführen.

Sanierungsgebiete: Die Ausweisung von Sanierungsgebieten ist ein wichtiger Schritt zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden und Quartieren. Für die Ausweisung von Sanierungsgebieten sind neben städtebaulichen Missständen auch die Mitwirkungsbereitschaft der Gebäudeeigentümer und die soziale Betroffenheit der Bewohner und Gewerbetreibende wichtige Voraussetzungen. Es wird eine Ausweisung von Sanierungsgebieten empfohlen, um die Sanierungsquote in ausgewählten Teilbereichen der Stadt zu erhöhen. Die Sanierungsgebiete sollen neben städtebaulichen Missständen insbesondere energetische Missstände aufgreifen. Aufnahme von energetischen Aspekten in die Fördersatzung der Sanierungsgebiete.

**Stakeholder:** Stadt Waldkirch, Eigentümer von Wohn- und Gewerbeobjekten, Bürgerschaft

**Kosten:** Entwicklung Sanierungsgebiete durch externen Dienstleister: 40.000.-€. Laufende Personalkosten zur Koordinierung der Sanierungsgebiete und Informations- und Beratungstätigkeiten: 14.000.-€/Jahr zusätzlich zu Angebot der Energieagentur bzw. Verbraucherzentrale. Investitionskosten: mind. 150.000.-€ Fördermittel je Sanierungsgebiet

**Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit:** Für die erfolgreiche Umsetzung der Maßnahme ist die Akzeptanz und Beteiligung der Bürgerschaft essenziell. Daher sollte bei der Identifizierung der Sanierungsgebiete mit den betroffenen Gebäudeeigentümern herausgearbeitet werden, wie und in welchen Zeitrahmen die Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden sollen. Des Weiteren sollten besonders vorbildliche Maßnahmen anerkannt und ausgezeichnet werden.

**Monitoring und Controlling:** Die Anzahl der sanierten Gebäude pro Jahr soll als Erfolgsindikator dienen. Die Dokumentation von Energieverbräuchen vor und nach der Sanierung können zusätzlich wichtige Erkenntnisse zur Energieeinsparung in der Stadt liefern.



Handlungsfeld: Effizienz/EE	Maßnahmen-Nummer: 4	Einführung: mittelfristig	Dauer der Maßnahme: 5 Jahre
<b>Sanierungsoffensive Einzelheizungen</b>			
<b>Beschreibung:</b> Die außerhalb der Wärmenetz-Eignungsgebiete liegenden Gebäude müssen sich weiterhin dezentral, d.h. über eigene Heizungen in den Gebäuden versorgen. Um die Sanierung dieser Heizungen voranzutreiben ist eine Sanierungsoffensive zur Heizungserneuerung notwendig, um Gebäudeeigentümer über Sanierungsmöglichkeiten, Fördermöglichkeiten, entsprechende Handwerker etc. zu informieren.			
<b>Stakeholder:</b> Stadt Waldkirch, Klimaschutzmanagement, Gebäudeeigentümer, Handwerker bzw. Heizungsbauer			
<b>Kosten:</b> Laufende Personalkosten für Sanierungsberatung bzw. Informationsvermittlung: 20.000.- €/Jahr zusätzlich zu Angebot der Energieagentur bzw. Verbraucherzentrale. Sachkosten für die Erstellung von Infomaterialien: 6.000.-€			
<b>Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit:</b> Die Sanierungsoffensive braucht intensive Kommunikations- und Aufklärungsarbeit auf allen Ebenen. Ein Netzwerk von geeigneten Handwerkern bzw. Heizungsbauern wird sicherstellen, dass die Umstellung schnell und unkompliziert erfolgt. Regelmäßige Beratungsangebote, ggf. in Form einer aufsuchenden Beratung sind wichtige Erfolgsfaktoren.			
<b>Monitoring und Controlling:</b> Durchgeführte Beratungen und anschließende Umsetzungsmaßnahmen sollten dokumentiert werden, damit der Erfolg der Maßnahme kontrolliert werden kann (z.B., wenn nach Beratungen keine Maßnahmen umgesetzt werden, können die Gründe dafür evaluiert werden, um die Maßnahme zu optimieren).			



## Ausbau erneuerbare Energien und Abwärmenutzung

Die Bestandsanalyse hat gezeigt, dass die Wärmeversorgung derzeit zum größten Teil auf fossilen Energieträgern basiert. Die Erschließung und der Ausbau erneuerbarer Energiepotenziale ist für das Erreichen der Klimaneutralität und Treibhausgasneutralität unerlässlich. Die Stadt Waldkirch ist urban geprägt und verfügt über begrenzte Flächenpotenziale, welche oftmals in Nutzungskonkurrenz zu anderen Nutzungsarten stehen. Der Ausbau erneuerbarer Energien ist sowohl auf lokaler als auch überregionaler Ebene voranzutreiben.

Handlungsfeld: EE	Maßnahmen-Nummer: 5	Einführung: kurzfristig	Dauer der Maßnahme: 3 Jahre
----------------------	------------------------	----------------------------	--------------------------------

### Ausbau Erneuerbare Energien: Dachnutzung (Photovoltaik/Solarthermie)

**Beschreibung:** Der Ausbau von Dach-Photovoltaikanlagen gilt als wichtige Maßnahme, um den Erneuerbaren Energien Vorschub zu leisten und kann bereits jetzt ohne großen Mehraufwand vorangetrieben werden. Hierzu wird folgendes empfohlen: Einführung eines Solar-Förderprogramms, PV-Einkaufsgemeinschaften, Information zum Thema PV im Denkmalschutz, Schaffung von Anreizen zur Dachnutzung durch PV, Mieterstrommodelle im institutionellen Wohnungsbau vorantreiben.

Die Dachflächen sämtlicher Kommunalgebäude sollen soweit möglich mit PV belegt werden. Falls dafür Dachsanierungen nötig sind, sollen diese vorgezogen werden.

**Stakeholder:** Stadt Waldkirch, Klimaschutzmanagement, Gebäudeeigentümer, Bürgerschaft, institutioneller Wohnungsbau

**Kosten:** Laufende Personalkosten für die Organisation und Durchführung von z.B. Infoveranstaltungen: 7.000,-€/Jahr (10 %-Stelle). Sachkosten für die Erstellung von Infomaterialien: 5.000,-€. Investitionskosten: mind. 75.000,-€ Fördermittel. Solarthermieanlagen werden über die Bundesförderung effiziente Gebäude gefördert.

**Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit:** Kommunikations- und Öffentlichkeitsarbeit ist eine zentrale Säule dieser Maßnahme. Regelmäßige und klare Informationen sorgen dafür, dass die Hemmnisse abgebaut werden. Parallel dazu sollten positive Beispiele anerkannt und ausgezeichnet werden. Auch werden Formate wie 'Bürger beraten Mitbürger' zu mehr Akzeptanz und Umsetzung führen.

**Monitoring und Controlling:** Die Anzahl der installierten PV-Anlagen und deren Leistung in der Stadt kann dem Marktstammdatenregister entnommen werden. In regelmäßigen Abständen wird die installierte PV- bzw. Solarthermie-Kapazität ausgewertet, um den Erfolg der Maßnahme zu kontrollieren.



Handlungsfeld: EE	Maßnahmen-Nummer: 6	Einführung: mittelfristig	Dauer der Maßnahme: 5 Jahre
<b>Ausbau von PV-Freiflächen</b>			
<p><b>Beschreibung:</b> Die Freiflächenpotenziale werden zunächst von der dafür zuständigen Fachabteilung untersucht. Anschließend sammelt die Stadt die für PV gut geeigneten Freiflächen (sofern es mehrere Eigentümer gibt) in einem Flächen-Pooling-Verfahren und sucht in einem strukturierten Auswahlverfahren einen Projektierer/Investor, welcher diese Flächen mit einer PV-Freiflächenanlage bebaut. Des Weiteren initiiert und informiert die Stadt Waldkirch Agri-PV-Projekte auf weiteren Flächen (landwirtschaftlich genutzte Flächen).</p> <p>Handelt es sich um Flächen in kommunalen Eigentum, so werden diese vorrangig mit PV belegt.</p>			
<p><b>Stakeholder:</b> Stadt Waldkirch, Eigentümer von Freiflächen, Bürgerschaft, ggf. Projektierer/Investor, Landwirte</p>			
<p><b>Kosten:</b> Personalkosten für Flächen-Pooling und Betreuung von Ausschreibung bzw. Auswahlverfahren: 7.000.-€/Jahr (10 %-Stelle), Kosten Dienstleister je Projekt 5.000 - 10.000.- €/Jahr</p>			
<p><b>Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit:</b> Für die Akzeptanz von Freiflächen- und Agri-PV-Anlagen ist offene und transparente Kommunikation mit der Bürgerschaft wichtig. Es werden frühzeitig Veranstaltungen organisiert, die die Bürger über die geplanten Projekte und deren Vorteile für die Stadt informieren. Für größere Projekte kann Bürgern die Möglichkeit angeboten werden, Anteile am Projekt zu kaufen und dadurch das Projekt finanziell zu unterstützen.</p>			
<p><b>Erste Handlungsschritte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sammlung aller für PV gut geeigneten Freiflächen (sofern es mehrere Eigentümer gibt) in einem Flächen-Pooling-Verfahren, Konzentration auf vorbelastete Flächen z.B. entlang der Bundesstraße</li> <li>• Organisation eines strukturierten Auswahlverfahrens zur Findung eines Projektierers/Investors</li> <li>• Initiiierung von ersten Agri-PV-Projekten auf weiteren Flächen (landwirtschaftlich genutzte Flächen)</li> <li>• Organisation von Veranstaltung zur Information der Bürgerschaft zu Agri-PV-Anlagen</li> <li>• ggf. Beteiligung von Bürgern an größeren Projekten (z.B. über Bürgerenergiegenossenschaften)</li> </ul>			
<p><b>Monitoring und Controlling:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anzahl/ Fläche der im Flächenpooling erfassten Flächen</li> <li>• Neu errichtete Freiflächen- bzw. Agri-PV-Anlagen (Marktstammdatenregister, eigene Dokumentation)</li> </ul>			



Handlungsfeld: EE	Maßnahmen-Nummer: 7	Einführung: mittelfristig	Dauer der Maßnahme: 5 Jahre
<b>Windenergie-Projekte entwickeln</b>			
<p><b>Beschreibung:</b> In Waldkirch sind Windenergie-Potenzialflächen vorhanden. Um diese Flächen nutzen zu können sollten zunächst die Grundstückseigentümer identifiziert werden und über ein sog. Flächen-Pooling zusammengeführt werden. Anschließend wird in einem strukturierten Auswahlverfahren ein geeigneter Projektentwickler/Investor gesucht, der diese Flächen unter den von den Grundstückseigentümern und der Stadt vorgegebenen Kriterien zu einem Windpark entwickelt und baut. Ggf. weitere Beteiligung an Bürgerwindrädern in der Region.</p>			
<p><b>Stakeholder:</b> Stadt Waldkirch; Eigentümer von Flächen in Windeignungsgebieten; Bürgerschaft; ggfs. Projektierer/Investor</p>			
<p><b>Kosten:</b> Laufende Personalkosten für Flächen-Pooling, Auswahlverfahren etc.: 11.000.-€/Jahr (15 %-Stelle).</p>			
<p><b>Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit:</b> Eine offene und transparente Kommunikationsstrategie mit der Bürgerschaft soll die Hemmnisse gegenüber Windkraft abbauen. Besonders für die Grundstückseigentümer sollen Veranstaltungen organisiert werden, um den Vorteil der geplanten Projekte darzustellen. Außerdem kann Bürgern die Möglichkeit angeboten werden, Anteile am Projekt zu kaufen und dadurch das Projekt finanziell zu unterstützen.</p>			
<p><b>Monitoring und Controlling:</b> Die Anzahl der neu errichteten Windanlagen soll als Indikator für die Erfolgskontrolle dienen.</p>			



Handlungsfeld: EE	Maßnahmen-Nummer: 8	Einführung: mittelfristig	Dauer der Maßnahme: 5 Jahre
<b>Konkretisierung der Abwärmenutzung von Industrie und Abwasser</b>			
<p><b>Beschreibung:</b> Die Stadt Waldkirch führt konkrete Gespräche zur Abwärmenutzung mit den in Frage kommenden Unternehmen und unterstützt diese bei der Konkretisierung ihrer Abwärmepotenziale, beispielsweise durch Vermittlung von für die Unternehmen kostenfreien KEFF-Checks. Anschließend kann beispielsweise über Quartierskonzepte in die konkrete Wärmenetzentwicklung gestartet werden.</p> <p>Das Abwärmepotenzial des Abwasserhauptsammlers soll insbesondere an den Orten der geplanten Regenüberlaufbecken (Adolf-Ruth-Straße, Schlettstadtallee) genutzt werden. Hierfür soll im ersten Schritt über Quartierskonzepte oder den Förderbaustein „Erstberatung und Projektanbahnung bei Abwärmenutzung“ die Anschlussbereitschaft der umliegenden Gebäude an ein Nahwärmenetz ermittelt werden.</p>			
<p><b>Stakeholder:</b> Stadt Waldkirch, Klimaschutzmanagement, KEFF</p>			
<p><b>Kosten:</b> Personalkosten für Ausschreibung Potenzialerkundung, Begleitung bei der Durchführung etc.: ca. 11.000 € (15% Stelle), Potenzialstudie durch Fachbüro 30.000 – 50.000 €, Fördermittel Klimaschutz-Plus („Erstberatung und Projektanbahnung bei Abwärmenutzung“) 75%</p>			
<p><b>Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit:</b> Um die Öffentlichkeit auch bei diesem Thema mitzunehmen, kann in Form von Pressemitteilungen oder Meldungen in entsprechenden sozialen Medien auf die Potentialuntersuchungen und seine Ergebnisse hingewiesen werden.</p>			
<p><b>Monitoring und Controlling:</b> Die durch die Abwärme eingesparten CO<sub>2</sub>-Emissionen sollen als Indikator für die Erfolgskontrolle dienen.</p>			



## Wärmenetze und Infrastruktur

Die Art der Bereitstellung und Versorgung mit Wärme ist zu einem großen Teil eine Frage der Technik und Infrastruktur. Wird Wärme zukünftig dezentral oder zentral über ein Wärmenetz erzeugt? Wie kommt der Brennstoff bzw. die (Wärme-)Energie in die Gebäude? Welche Infrastruktur ist notwendig, um erneuerbare Energien zur Wärmeversorgung großflächig einzusetzen? Diese Fragen stellen sich für die zukünftige Wärmeversorgung. Wärmenetze werden zukünftig vermehrt notwendig, um erneuerbar und effizient erzeugte Wärme in bedeutendem Umfang bereit zu stellen. Welche Rolle bestehende Infrastruktur wie die Erdgasnetze zukünftig einnehmen werden gilt es zu beurteilen und zu entwickeln.

Handlungsfeld: Infrastruktur	Maßnahmen-Nummer: 9	Einführung: mittelfristig	Dauer der Maßnahme: 5 Jahre
---------------------------------	------------------------	------------------------------	--------------------------------

### Ausbau Wärmenetze in ausgewiesenen Eignungsgebieten

**Beschreibung:** Im Zuge der Wärmeplanung konnten Eignungsgebiete für den Ausbau von Wärmenetzen ausgewiesen werden. Im Rahmen von Quartierskonzepten sollen zunächst die hoch prioritisierten Gebiete für die Nachverdichtung oder den Bau von Wärmenetzen genauer untersucht werden. Die weiteren Eignungsgebiete für Wärmenetze sollen sukzessive untersucht und erschlossen werden, um das Ziele der Klimaneutralität bis 2040 zu erreichen. Die Stadt kann bspw. durch einen Anschluss- und Benutzungzwang (vor allem im Neubau) oder durch eine „Abwrackprämie“ für individuelle Heizanlagen die Anschlussbereitschaft von Gebäudeeigentümern erhöhen.

In den Gebieten, in denen bereits ersichtlich ist, welche Technologie zur Wärmeerzeugung verwendet werden soll (z.B. Abwasserwärme) kann der Projektstart direkt mit einer Machbarkeitsstudie nach BEW erfolgen. In Gebieten, in denen zunächst die grundsätzliche Konzeptionierung des Wärmenetzes ansteht, kann mit Quartierskonzepten begonnen werden.

**Stakeholder:** Stadt Waldkirch, Stadtwerke Waldkirch, Gebäudeeigentümer, Handwerker bzw. Heizungsbauer

**Kosten für die Verwaltung:** Laufende Personalkosten für Koordination des Ausbaus der Wärmenetze mit den Stadtwerken: 11.000.-€/Jahr (15 %-Stelle). Sachkosten für weitere Quartierskonzepte zur Voruntersuchung: je Konzept 70.000.-€ abzgl. 75 % Fördermittel, je dreijährigem Sanierungsmanagement 280.000.- abzgl. 75 % Fördermittel. Kosten für konkrete Machbarkeitsstudien nach BEW je nach Größe zwischen 70.000.- und 150.000.- €/Projekt abzgl. 50% Fördermittel.

**Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit:** Für den Ausbau der Wärmenetze ist vor allem das Anschlussinteresse der Gebäudeeigentümer maßgebend. In den Eignungsgebieten soll daher das Interesse abgefragt werden, um einen Zeitplan für den Wärmenetzausbau in der Stadt zu entwickeln. Die Gebäudeeigentümer sollten laufend über die geplanten Netzerweiterungen informiert werden, damit sich möglichst viele anschließen lassen.

**Monitoring und Controlling:** Die Anzahl der Neuanschlüsse an die Wärmenetze mit einer Berechnung der THG-Einsparung durch die Umstellung werden laufend dokumentiert und aktualisiert, um den Erfolg der Maßnahme zu quantifizieren.



Handlungsfeld: Infrastruktur/EE	Maßnahmen-Nummer: 10	Einführung: langfristig	Dauer der Maßnahme: 10 Jahre
<b>Bestandswärmenetze dekarbonisieren</b>			
<p><b>Beschreibung:</b> Fossilbasierte Wärmeerzeuger (gas- und ölbasierte Wärmeerzeugungsanlagen) sind sukzessive durch klimaneutrale Erzeuger zu ersetzen. Die bestehenden Wärmenetze sind für erneuerbare Wärme und Abwärme 'fit' zu machen (z. B. - soweit erforderlich - Anpassung des Temperaturniveaus im Wärmenetz). Durchführung eines sog. 'Transformationsplans' durch die Wärmenetzbetreiber oder durch ein Fachbüro/Ing. Büro (wird über das Förderprogramm BEW mit 50 % bezuschusst).</p>			
<p><b>Stakeholder:</b> Stadt Waldkirch, Wärmenetzbetreiber, ggf. Anschlussnehmer</p>			
<p><b>Kosten:</b> Keine Kosten für die Stadt, da die Prüfung über den Betreiber erfolgen soll.</p>			
<p><b>Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit:</b> Ein klimaneutrales Wärmenetz ist für die potenziellen Kunden ein wichtiges Entscheidungskriterium für den Anschluss. Dadurch steigt die Attraktivität des Netzes und ggfs. auch der Unternehmen, die Abwärme zur Verfügung stellen. Deswegen ist es empfohlen, das Vorhaben mit Öffentlichkeitsarbeit zu begleiten.</p>			
<p><b>Monitoring und Controlling:</b> Es wird für jedes Wärmenetz eine jährliche Bilanz erstellt werden, die aufzeigt, welche Energieträger bis zu welchem Grad eingesetzt wurden. Durch die sukzessive Umstellung der Energieträger in den Netzen sollte die Gesamtenergiebilanz positiv ausfallen.</p>			



Handlungsfeld: Infrastruktur	Maßnahmen-Nummer: 11	Einführung: mittelfristig	Dauer der Maßnahme: 5 Jahre
<b>Zukunft Erdgasnetz bewerten und Strategie entwickeln</b>			
<p><b>Beschreibung:</b> Erarbeitung eines Konzepts mit dem Netzbetreiber (Stadtwerke Waldkirch) zur zukünftigen Nutzung des Erdgasnetzes. Ein erster Schritt könnte sein, dass die Stadtwerke Waldkirch eine Bewertung der Perspektiven des Gasverteilnetzes für die klimaneutrale Versorgung durchführt. Dabei müsste folgendes u. a. bewertet werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- anstehende Investitionsentscheidungen im Gasnetz (zur Vermeidung von Fehlinvestitionen)</li> <li>- nationale/internationale Entwicklungen im Bereich erneuerbare Gase/Wasserstoff (speziell Anteil am nationalen Gasmix)</li> <li>- nationale Perspektive der Rolle von Gas zur Wärmeversorgung.</li> </ul> <p>Auf Grundlage der Bewertung ist eine Strategie für den Weiterbetrieb und die zukünftige Entwicklung des Gasnetzes gebiets- und zeitbezogen zu erarbeiten. Entscheidungen für Investitionen bzw. Stilllegung des Gasnetzes in bestimmten Gebieten sollten planvoll gestaltet werden und unter Berücksichtigung des weiteren Ausbaus der Wärmenetze erfolgen.</p>			
<p><b>Stakeholder:</b> Stadt Waldkirch, Gasnetzbetreiber (Stadtwerke Waldkirch), evtl. weitere Experten</p>			
<p><b>Kosten:</b> Laufende Personalkosten für die Erarbeitung des Konzepts und Koordination mit dem Netzbetreiber: 7.000.-€/Jahr (10 %-Stelle)</p>			
<p><b>Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit:</b> Wichtige Ergebnisse zur Bewertung der Bestandsnetze werden veröffentlicht.</p>			
<p><b>Monitoring und Controlling:</b> Teilergebnis der Maßnahme ist die Bewertung des bestehenden Verteilnetzes und dessen Zukunftsfähigkeit.</p>			



## Wärmeplanung als Prozess

Damit die Ziele und Maßnahmen aus der kommunalen Wärmeplanung in die Umsetzung kommen und in der Stadtentwicklung verankert werden ist es notwendig die Wärmeplanung in konkrete Beschlüsse zu führen und eine Verankerung in die stadtplanerischen Prozesse der Stadt zu schaffen.

Handlungsfeld: Prozess	Maßnahmen-Nummer: 12	Einführung: kurzfristig	Dauer der Maßnahme: 1 Jahre
---------------------------	-------------------------	----------------------------	--------------------------------

### Wärmeplanung in Stadtplanung/-entwicklung verbindlich festschreiben

**Beschreibung:** Um eine wirksame Wärmeplanung für Waldkirch zu erreichen, muss die Wärmeplanung in der Stadtplanung verbindlich festgeschrieben werden. Hierfür ist ein Beschluss im Gemeinderat notwendig, der festlegt, dass die kommunale Wärmeplanung bei allen Infrastrukturplanungen und bei allen Neubauvorhaben zu berücksichtigen ist. Der erste Schritt besteht daran, der Wärmeplan als städtebauliche Entwicklungskonzept zu beschließen.

**Stakeholder:** Stadt Waldkirch

**Kosten:** Einmalige Personalkosten für die Vorbereitung der entsprechenden Beschlüsse.

**Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit:** Keine direkte Öffentlichkeitsarbeit notwendig, allerdings sollte der Beschluss in und die Eckpunkte der Wärmeplanung in die Öffentlichkeit kommuniziert werden, um die anstehenden Pläne und Maßnahmen anzukündigen und die Bevölkerung von Anfang an mitzunehmen.

**Monitoring und Controlling:** Der Gemeinderat beschließt die Wärmeplanung und legt fest, dass die Ergebnisse und Maßnahmen in künftigen Vorhaben berücksichtigt werden. Anschließend ist der Flächennutzungsplan zu überarbeiten, um Flächen für EE-Anlagen auszuweisen.



Handlungsfeld: Prozess	Maßnahmen-Nummer: 13	Einführung: kurzfristig	Dauer der Maßnahme: dauerhaft
<b>Arbeitskreis Wärme und Monitoring Wärmeplanung einführen</b>			
<p><b>Beschreibung:</b> Aufbau eines kommunalen Arbeitskreises Wärme, um die Umsetzung der Wärmeplanung sicherzustellen. Eine der Aufgaben des AK Wärme sollte die Erstellung eines jährlichen Monitorings mit Bericht über den aktuellen Stand der Umsetzung sein. Insbesondere soll der Arbeitskreis sicherstellen, dass die Belange der Wärmewendestrategie bzw. der kommunalen Wärmeplanung in die Fachplanungen der Stadtentwicklung/-planung einfließen und berücksichtigt werden.</p>			
<p><b>Stakeholder:</b> Stadt Waldkirch, Klimaschutzmanagement, Bürgerschaft, Vertreter von Industrie- und Gewerbebetrieben, Energieagentur Freiburg, evtl. weitere Experten</p>			
<p><b>Kosten:</b> Laufende Personalkosten für die Koordination und Verwaltung des Arbeitskreises: 7.000.- €/Jahr.</p>			
<p><b>Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit:</b> Die Monitoring-Ergebnisse des Arbeitskreises sollten veröffentlicht werden, damit die Erreichung bzw. Nichterreichung der Ziele transparent kommuniziert werden.</p>			
<p><b>Monitoring und Controlling:</b> Diese Maßnahme ist erfolgreich, wenn der Arbeitskreis regelmäßig den Stand der Realisierung der anderen Maßnahmen und die notwendigen nächsten Schritte zur Zielerreichung darstellen kann.</p>			



## 8.2 Ortsteilbezogene Handlungsempfehlungen

Auf der Grundlage der Bestands- und Potenzialanalyse wurden die folgenden Handlungsempfehlungen für die einzelnen Ortsteile entwickelt:

		Kernstadt	Kollnau	Buchholz	Siensbach	Suggental
<b>Entwicklung NW-Netze</b>	Aufbau neuer Nahwärme-Netze und Sicherung von möglichen Heizzentralen-Standorten und Trassenkorridoren. Erster Schritt: Durchführung einer geförderten Machbarkeitsstudie (Förderhöhe 50%) oder eines geförderten Quartierskonzepts (Förderhöhe 75%) durch ein Fachbüro.	x	x	x		x
<b>Mikronetze prüfen</b>	Die Wärmedichte in diesem Ortsteil ist nicht ausreichend, um ein flächendeckendes Hochtemperatur-Wärmenetz zu initiieren. Möglicherweise könnte dort ein Niedertemperatur-Netz mit ausreichender Wirtschaftlichkeit untersucht und initiiert werden. Ebenfalls gibt es in diesem Ortsteil auch Hinweise auf mögliche Mikro-Netze, d.h. Wärmenetze zwischen wenigen (bis zu ca. 10) Gebäuden, die über eine Heizzentrale versorgt werden. Die notwendige Wirtschaftlichkeit solcher Mikronetze muss z.B. im Rahmen eines geförderten Quartierskonzepts überprüft werden. Mikronetze sind vor allem dann sinnvoll, wenn mehrere Gebäude mit entsprechend hohen Wärmeenergieverbräuchen eng beieinander liegen und bestenfalls auch denselben Eigentümer haben, wie dies z.B. bei Kommunalgebäuden (Schule, Rathaus, Hallen, Kindergarten) der Fall ist.				x	



		Kernstadt	Kollnau	Buchholz	Siensbach	Suggental
<b>Bestandswärmenetz - Dekarbonisierung</b>	Fossilbasierte Wärmeerzeuger sukzessive durch klimaneutrale Erzeuger ersetzen. Bestehende Wärmenetze für erneuerbare Wärme und Abwärme 'fit' machen (z.B. soweit erforderlich Anpassung des Temperaturniveaus im Wärmenetz). Durchführung eines sog. 'Transformationsplans' durch ein Fachbüro/Ing. Büro (wird über das Förderprogramm BEW mit 50% bezuschusst).	x	x	x		
<b>Bestandswärmenetz - Optimierung</b>	Maßnahmen umsetzen zur Senkung der Vorlauftemperaturen im Bestandswärmenetz, Wärmeverteil- und Wärmeübergabesysteme auf Verbraucherseite anpassen/erneuern/optimieren. Durchführung eines hydraulischen Abgleichs oder Auslegung der Flächenheizsysteme auf niedrigere Temperaturen.	x				
<b>Bestandswärmenetz - Erweiterung</b>	Nachverdichtung und Ausbau des Bestandsnetzes forcieren durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit und/oder Durchführung eines geförderten Quartierskonzepts bzw. Sanierungsmanagements durch ein Fachbüro.	x	x	x		
<b>Untersuchung Abwärme-potenzial</b>	In diesem Ortsteil existiert u.U. ein nutzbares Abwärmepotenzial. Zur Erschließung eines solchen Potenzials stehen folgende Optionen zur Verfügung: - Erstellung eines Konzepts zur Abwärmennutzung über ein Fachbüro (Förderprogramm Klimaschutz-Plus 'Erstberatung und Projektanbahnung zur Abwärmennutzung') - Erstellung eines Quartierskonzepts über ein Fachbüro (Förderhöhe: 75%) - Erstellung einer Machbarkeitsstudie Wärmenetz 4.0 über ein Fachbüro (Förderhöhe: 50%)	x	x			



		Kernstadt	Kollnau	Buchholz	Siensbach	Suggental
<b>Solarthermie-Freiflächen prüfen/entwickeln</b>	Aufgrund der Existenz potenzieller Freiflächen zur Nutzung mit Solarthermie sollte diese Nutzung bei der Entwicklung künftiger Wärmenetze zentral geprüft und mitberücksichtigt werden.	x	x	x		x
<b>Sanierungsoffensive Heizungen</b>	Die außerhalb der Wärmenetz-Eignungsgebiete liegenden Gebäude müssen sich weiterhin dezentral, d.h. über eigene Heizungen in den Gebäuden versorgen. Um die Sanierung dieser Heizungen voranzutreiben ist eine Sanierungsoffensive zur Heizungssanierung notwendig, um Gebäudeeigentümer über Sanierungsmöglichkeiten, Fördermöglichkeiten, entsprechende Handwerker etc. zu informieren. Hierzu ist eine forcierte Öffentlichkeitsarbeit notwendig. Dies kann z.B. auch über sog. Quartierskonzepte bzw. die darauf aufbauenden Sanierungsmanagements durchgeführt und gefördert werden.	x	x	x	x	x
<b>Dezentrale WP-Nutzung vorantreiben</b>	Wärmepumpen können zur dezentralen Versorgung auch von Bestandsgebieten angewendet werden. Wenn sie mit Ökostrom betrieben werden, stellen sie eine klimaneutrale Wärmeversorgung dar. Für einen energieeffizienten Betrieb soll die notwendige Vorlauftemperatur reduziert werden durch z.B. Gebäudedämmung und hydraulischen Abgleich --> Aufbau eines Beratungsangebots z.B. durch Stadtwerke / Energieagentur: „Wärmepumpe im Bestand“.	x	x	x	x	x



## 8.3 Gebiete mit hohem Potenzial für energetische Gebäudesanierung

Damit die oben beschriebenen Reduktionsziele bezüglich des Wärmebedarfs im Zielszenario erreicht werden, sind umfangreiche energetische Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand unerlässlich.

Gebiete mit erhöhtem energetischen Sanierungsbedarf werden insbesondere durch folgende Kriterien identifiziert:

- › Hoher spezifischer Wärmebedarf [ $\text{kWh}/\text{m}^2*\text{a}$ ], insbesondere Gebäude mit mehr als  $100 \text{ kWh}/\text{m}^2*\text{a}$
- › Ältere Baualtersklassen, insbesondere vor der 1. Wärmeschutzverordnung 1979 und Baualtersklasse vor EnEV 2002
- › Hohes Alter der Heizanlagen

Abbildung 44 zeigt die Bereiche nach dem spezifischen Wärmebedarf der Gebäude. Je mehr die Bereiche in Richtung orange/rot tendieren, desto höher ist ihr spezifischer Wärmebedarf in  $\text{kWh}/\text{m}^2*\text{a}$ .

Orange und vor allem rote Bereiche haben in der Regel das größte Potenzial zur Verbesserung der Energieeffizienz. Diese Informationen können bei der zukünftigen Auswahl von Sanierungsgebieten berücksichtigt werden (siehe Maßnahme Nr. 3).



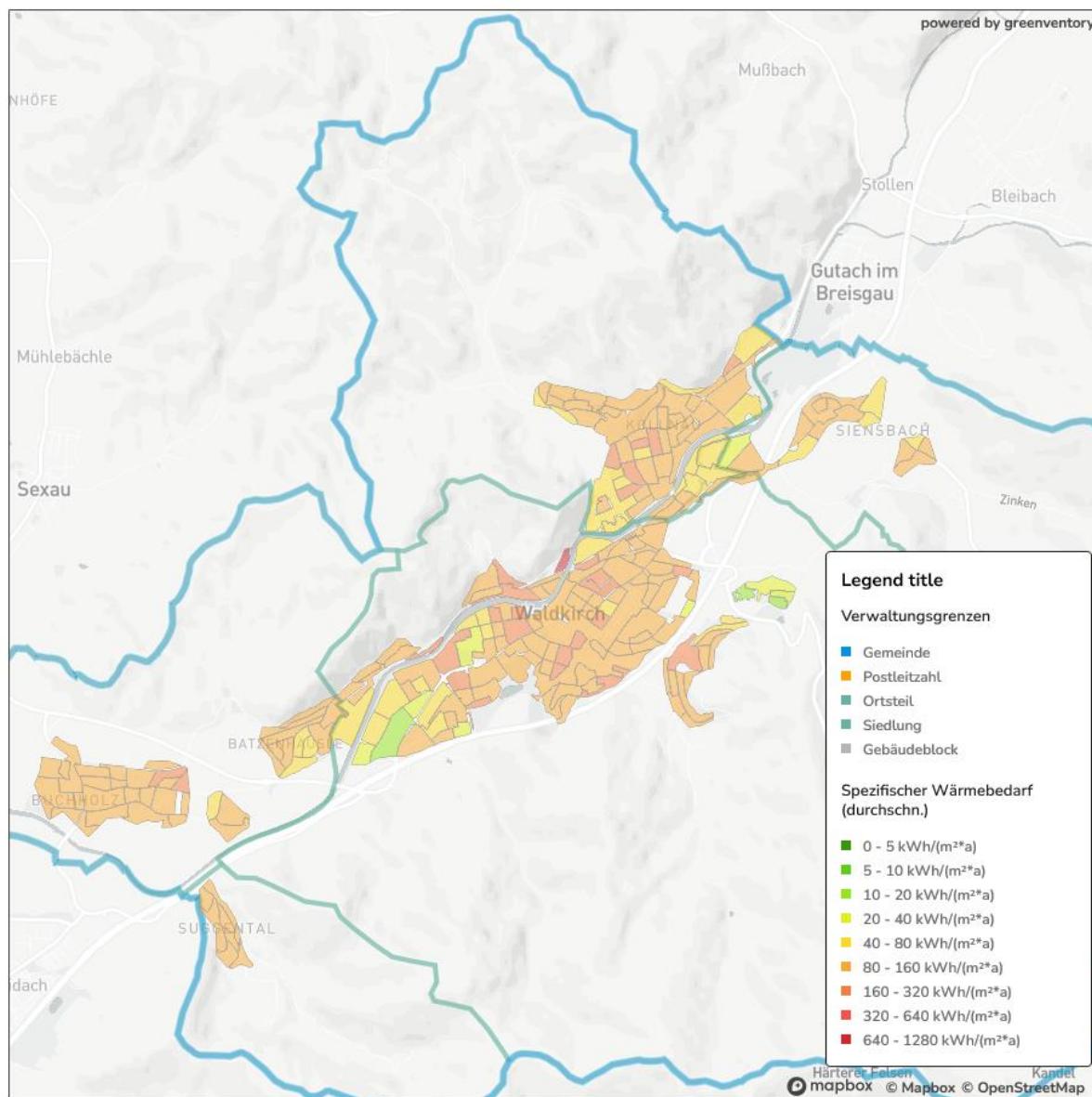


Abbildung 44: Gebiete nach spezifischem Wärmebedarf

Bei der Auswahl der Sanierungsgebiete kann auch die Information über das Alter der Heizsysteme berücksichtigt werden (Abbildung 45), um die Bereiche mit dem größten Potenzial zur Verbesserung der Energieeffizienz auszuwählen. Allerdings ist diese Karte eine Momentaufnahme mit Daten aus dem Jahr 2021, die sich schnell ändern kann. Es ist wichtig, schnell zu handeln, wenn es um die Umsetzung der Maßnahme Nr. 3 "Gebäudesanierungsoffensive, Ausweisung von Sanierungsgebieten" geht.



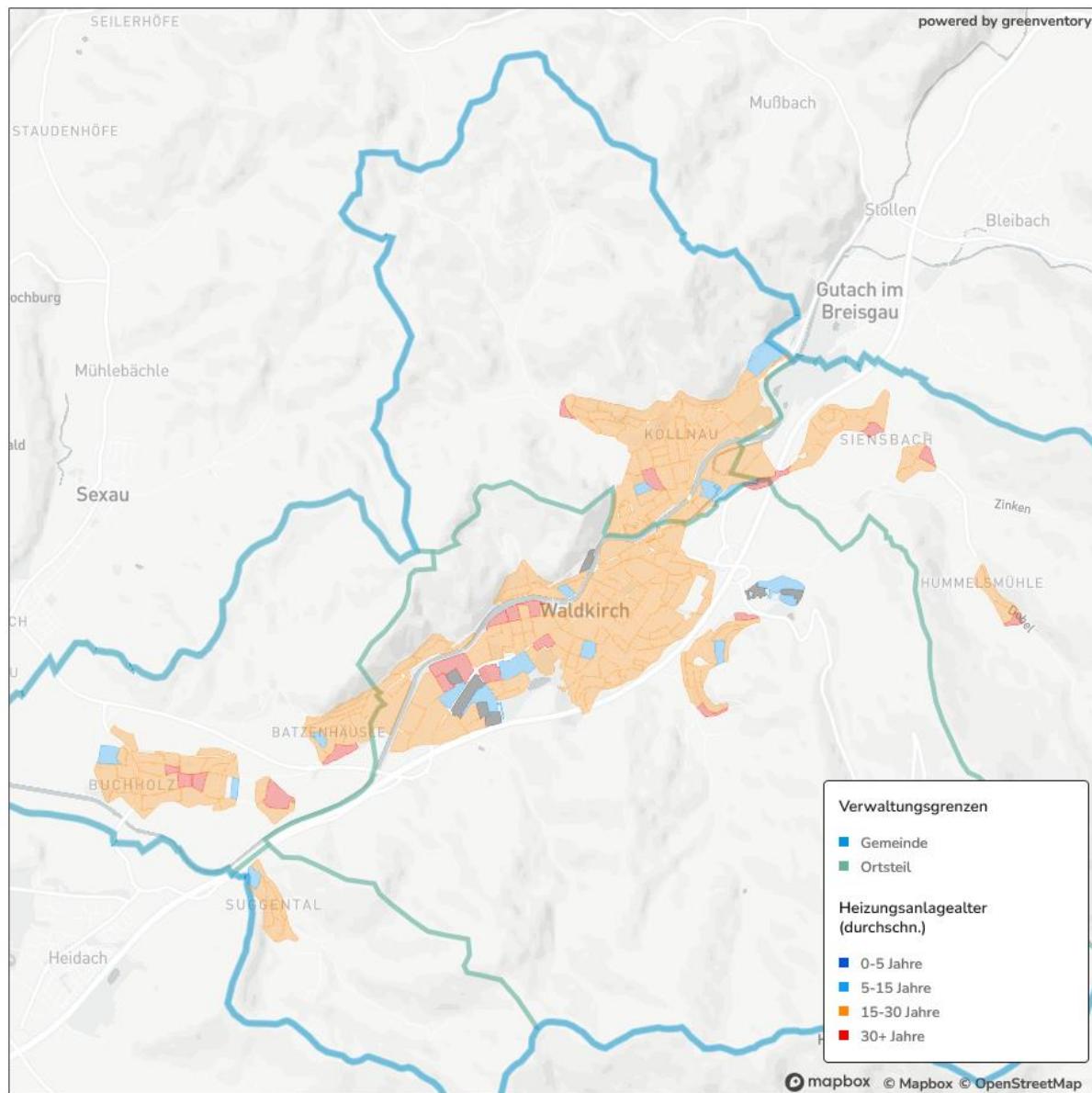


Abbildung 45: Gebiete nach Heizungsalter



## 8.4 Lokale Maßnahmen in ausgewählten Wärmenetz-Eignungsgebieten

Ziel dieses Kapitels ist es, die prioritären Wärmenetz-Eignungsgebiete genauer zu analysieren. Die Ergebnisse werden in Form von Steckbriefen dargestellt. Es wird empfohlen, diese Informationen bei der Planung der nächsten Schritte für die Realisierung von Wärmenetzen zu berücksichtigen.

### Priorisierung Wärmenetz-Eignungsgebiete

In einem ersten Schritt wurden mehrere Kriterien in Bezug auf die Wärmenetz-Eignungsgebiete analysiert, wie die mittlere Wärmeliniendichte oder der Gesamtwärmebedarf. Dann wurden die Eignungsgebiete dementsprechend in eine Rangfolge gebracht. Die Ergebnisse dieser Analyse sind in der folgenden Bewertungsmatrix zusammengefasst:

Nr	Eignungsgebiet	Wärmebedarf 2020	Punkte	Wärmebedarfsdichte	Punkte 2	Mittlere Wärmeliniendichte	Punkte 3	Ankerkunden	Punkte 4	Nähe zu Bestandswärmenetz	Punkte 5	Nähe zu Freiflächen	Punkte 6	Gasnetz?	Punkte 7	Gesamt
		[MWh]		[MWh/ha]		[kWh/m]		Ja/nein		Ja/nein		Ja/nein		Nein=1		
5	Altstadt	9.756	5	763	10	3.888	8	1	8	1	9	0	0	0	0	41
4	Bestandsnetz Gymnasium	13.079	7	585	8	3.193	7	1	8	1	9	0	0	0	0	39
9	Gewerbegebiet Südwest	16.386	9	384	5	4.580	10	1	8	0	0	0,5	3	0	0	35
3	Kollnau	18.171	10	309	4	2.073	5	1	8	0	0	1	5	0	0	32
1	Buchholz	14.216	8	350	5	2.461	5	1	8	0	0	1	5	0	0	31
10	Batzenhäuser	6.507	4	474	6	2.071	5	1	8	0	0	1	5	0	0	27
2	Suggental	3.891	2	332	4	1.722	4	1	8	0	0	1	5	1	4	27
8	Rettungszentrum	8.662	5	366	5	2.341	5	1	8	0	0	0,5	3	0	0	25
6	Elztalmuseum	7.915	4	448	6	2.693	6	1	8	0	0	0	0	0	0	24
7	Blechacker	11.821	7	387	5	2.134	5	0	0	0	0	1	5	0	0	21

Abbildung 46: Priorisierungsmatrix Eignungsgebiete

Laut der Bewertungsmatrix wären die Gebiete Altstadt und Bestandsnetz Gymnasium prioritätär. Abweichend davon wurde gemeinsam mit der Stadtverwaltung und den Stadtwerken festgelegt, dass den Gebieten Suggental und Gewerbegebiet Südwest die höchste Priorität zugewiesen werden soll. Die Gründe dafür sind, dass im Suggental die Heizung des kommunalen Gebäudes „Silberberghaus“ veraltet ist und sich das Gebiet aufgrund seines Charakters (abgeschlossener Ortsteil, hoher Anteil an alten Ölheizungen) sehr gut als erstes Projekt eines flächendeckenden Wärmenetzes in Waldkirch eignet. Das Gewerbegebiet Südwest ist aufgrund der bereits begonnenen Planungen des dortigen Regenüberlaufbeckens prioritätär, da sich hier optimal ein Wärmetauscher zur Abwasserwärmeverwendung integrieren lässt.

Somit sind die folgenden Wärmenetz-Eignungsgebiete prioritätär zu behandeln:

- › Gewerbegebiet Südwest
- › Suggental
- › Altstadt
- › Bestandsnetz Gymnasium
- › Kollnau
- › Buchholz

Diese prioritären Eignungsgebiete sind in Abbildung 47 schwarz umrandet dargestellt.



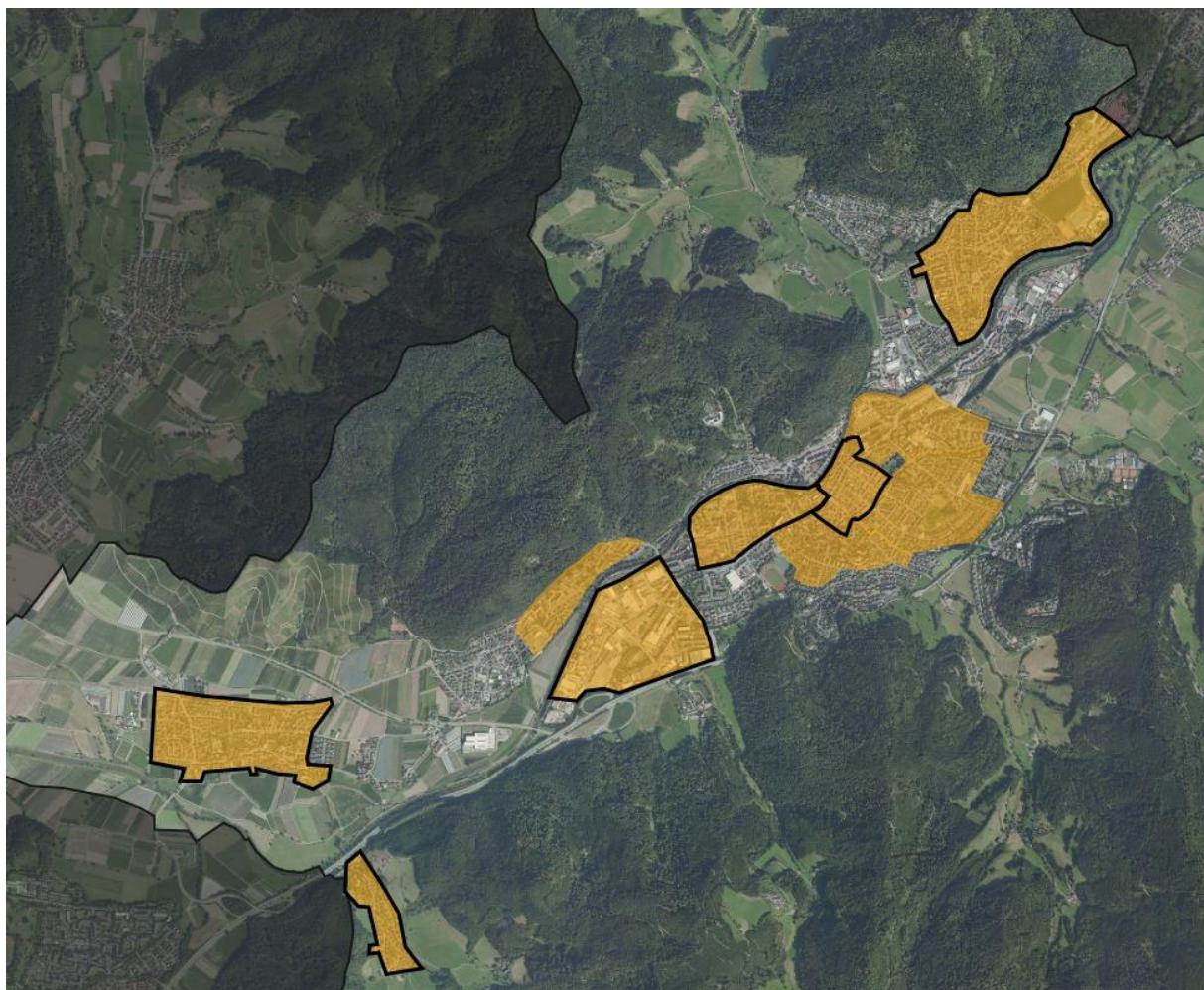


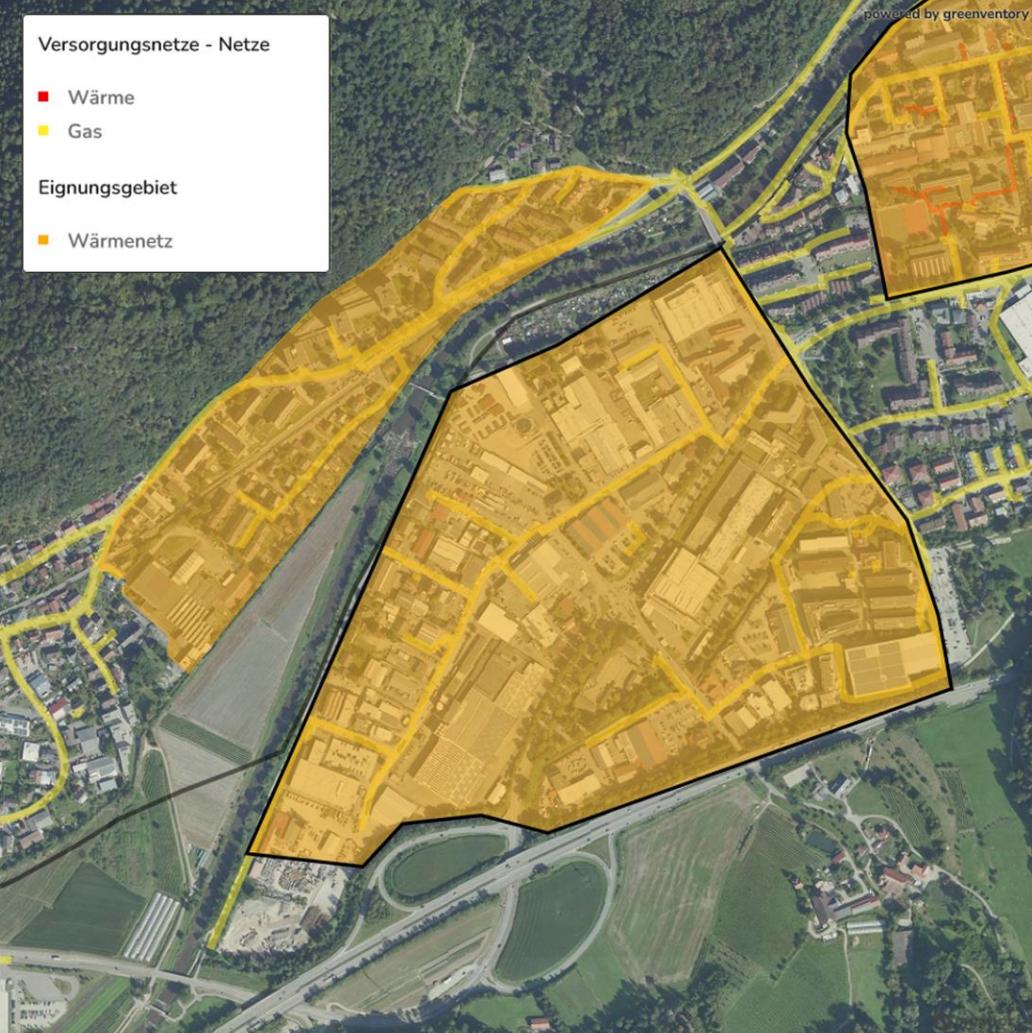
Abbildung 47: Wärmenetz-Eignungsgebiete (orange) der Stadt Waldkirch. Die priorisierten Eignungsgebiete sind mit einer schwarzen Umrandung dargestellt.

## Maßnahmensteckbriefe für ausgewählte Wärmenetz-Eignungsgebiete

Für die vier wichtigsten Wärmenetz-Eignungsgebiete wird je ein Steckbrief erstellt, in dem relevante Eckdaten der Bestandsaufnahmen ebenso dargestellt werden wie die Nutzungsoptionen für eine erneuerbare Wärmeversorgung, die in diesem Gebiet vorhanden sind. Der Steckbrief bietet eine erste Orientierung über:

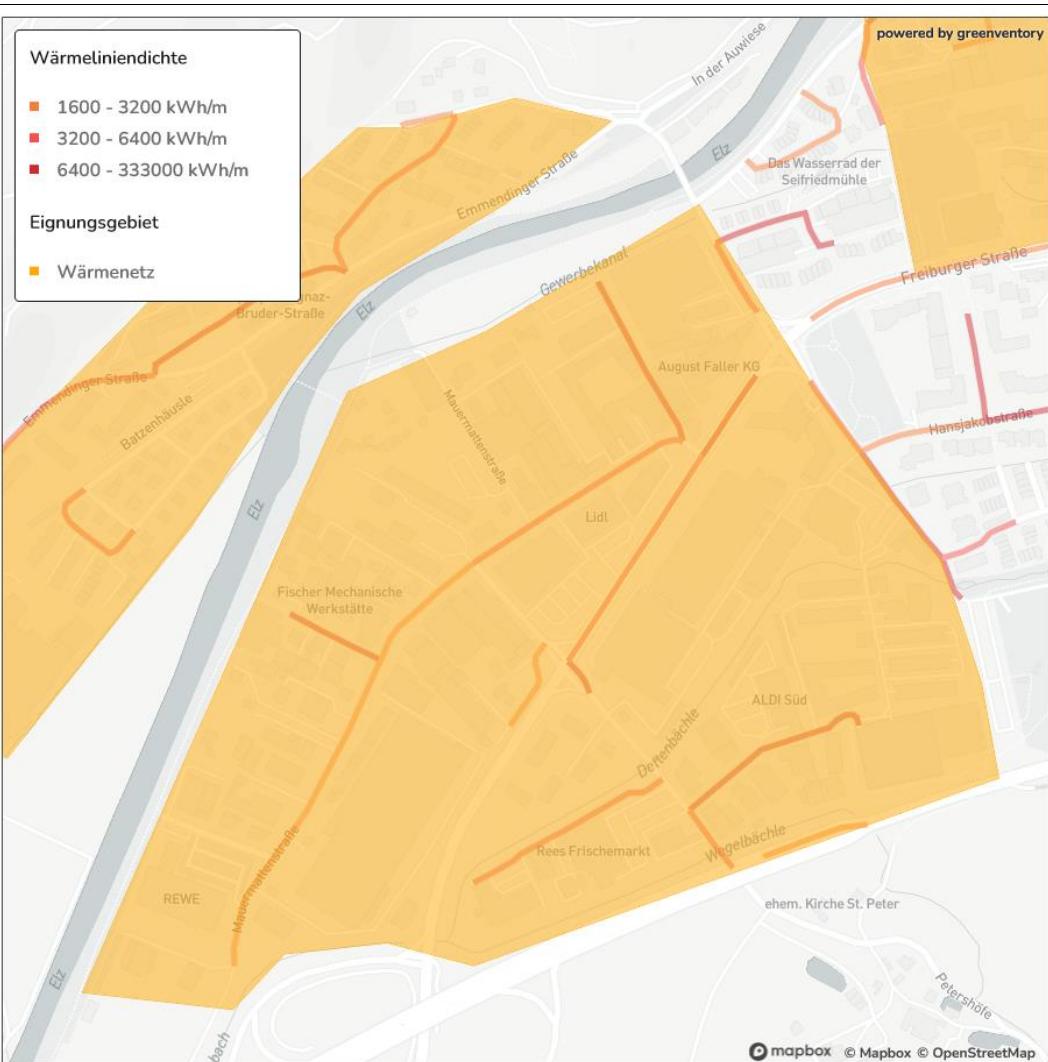
- die IST-Wärmeinfrastruktur (Gas und Nahwärme)
- die räumliche Verteilung der Wärmeliniendichte
- die räumliche Verteilung von Potenzialen für Solarthermie-Freiflächenanlagen (Quelle: Wärmeplan endura), Erdwärmesonden (Quelle: ISONG) und industrielle Abwärme (Quelle: Wärmeplan endura)
- Informationen zu möglichen Ankergebäuden für den Aufbau von Nahwärmenetzen
- Handlungsoptionen zur Erschließung der erneuerbaren Potenziale im Wärmebereich.



Name Wärmenetz-Eigennungsgebiet	Gewerbegebiet Südwest
1. Lage des Eignungsgebiets und IST-Wärme-Infrastruktur:	<p>Versorgungsnetze - Netze</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Wärme</li><li>■ Gas</li></ul> <p>Eignungsgebiet</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Wärmenetz</li></ul> 



**2. Wärme-  
liniendichte  
ab 1.800  
kWh/m**



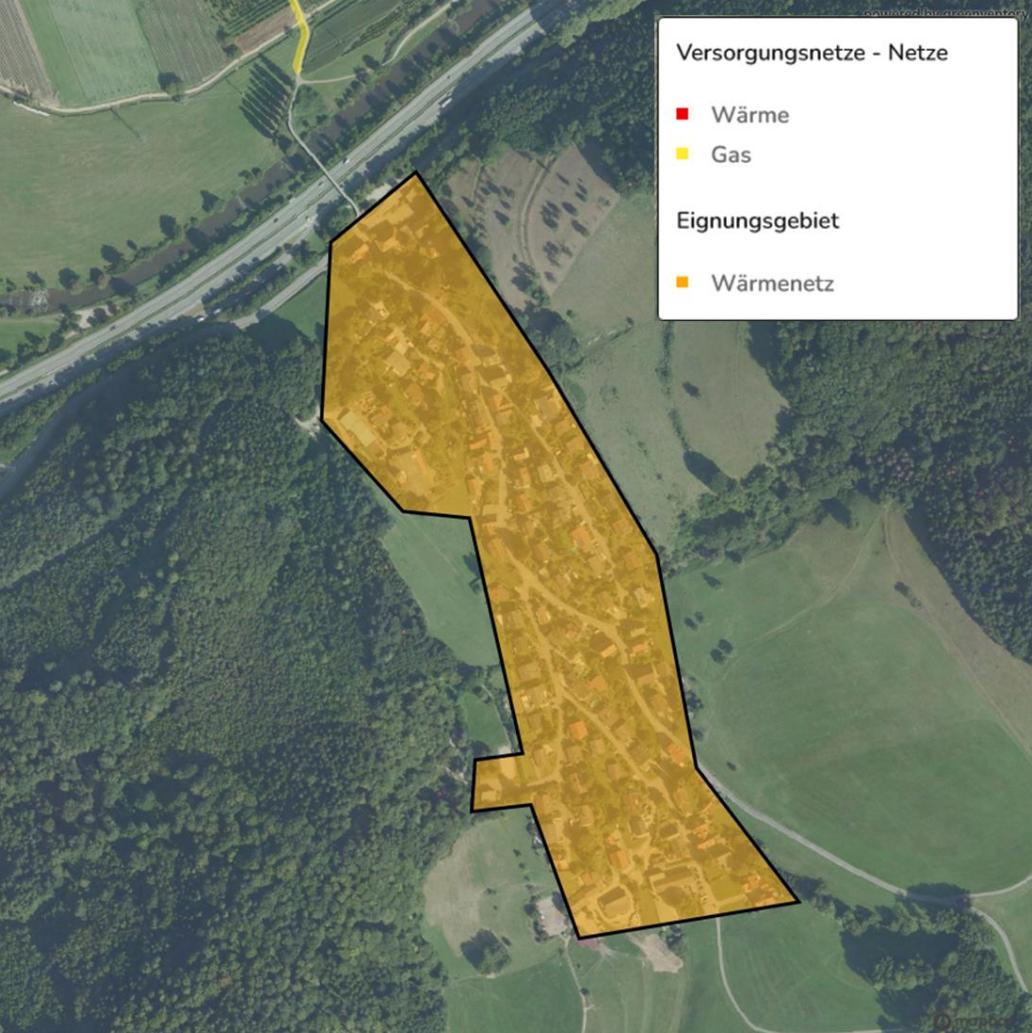
**3. Ankerge-  
bäude**

› Verschiedene Gewerbe- und Industriebetriebe, mehrere Einkaufsmärkte



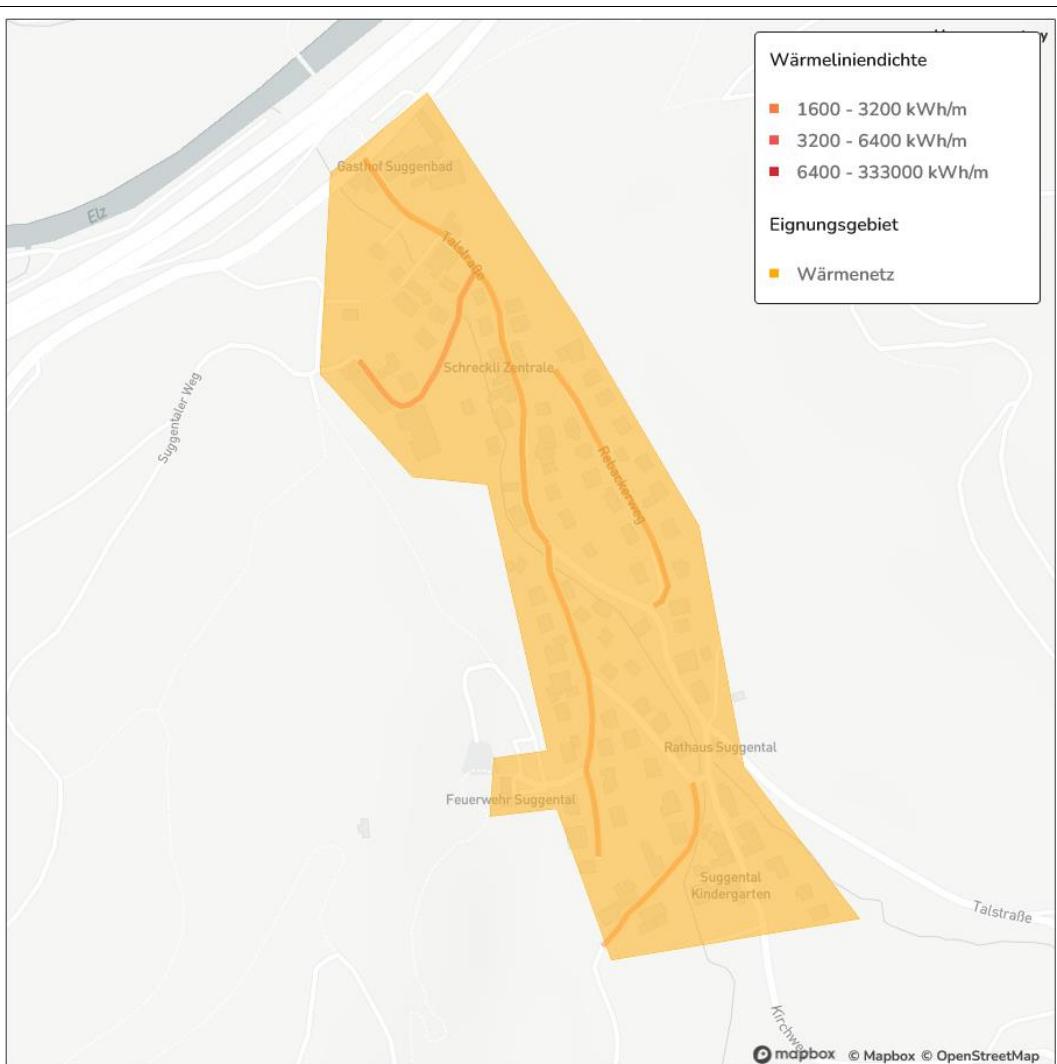
<p><b>4. Potenzial Solarther- mie</b></p>	
<p><b>5. Potenzial Abwärme</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Mehrere Firmen mit Abwärmepotenzial vorhanden</li> <li>› Haupt-Abwasersammler entlang der Elz, Neubau eines Regenüberlauf-Bauwerkes in Planung</li> </ul>
<p><b>6. Potenzial Geothermie</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Erdwärmesonden: Die Bohrung von Erdsonden ist erlaubt.</li> <li>› Erdkollektoren: Die Nutzung von Erdkollektoren ist erlaubt.</li> </ul>
<p><b>7. Hand- lungsemp- fehlung</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Erstellung eines Konzepts zur Abwärmennutzung über ein Fachbüro (Förderprogramm Klimaschutz-Plus 'Erstberatung und Projektanbahnung zur Abwärmennutzung' – Förderquote: 75 %)</li> <li>› Erstellung einer Machbarkeitsstudie nach BEW zur Untersuchung eines Wärmenetzes im Gebiet. Das Abwärmepotenzial soll vorrangig genutzt werden.</li> <li>› Bei der Erstellung des Energiekonzepts ist u. a. die Überdachung der großen Parkplatzflächen mit Photovoltaikanlagen zu berücksichtigen.</li> </ul>



Name Wärmenetz-Eigennungsgebiet	Suggental
<b>1. Lage des Eignungsgebietes und IST-Wärme-Infrastruktur:</b>  Flüssiggasnetz (teilweise; nicht dargestellt.)	 <p><b>Versorgungsnetze - Netze</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Wärme</li><li>■ Gas</li></ul> <p><b>Eignungsgebiet</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Wärmenetz</li></ul>



**2. Wärme-  
liniendichte  
ab 1.800  
kWh/m**



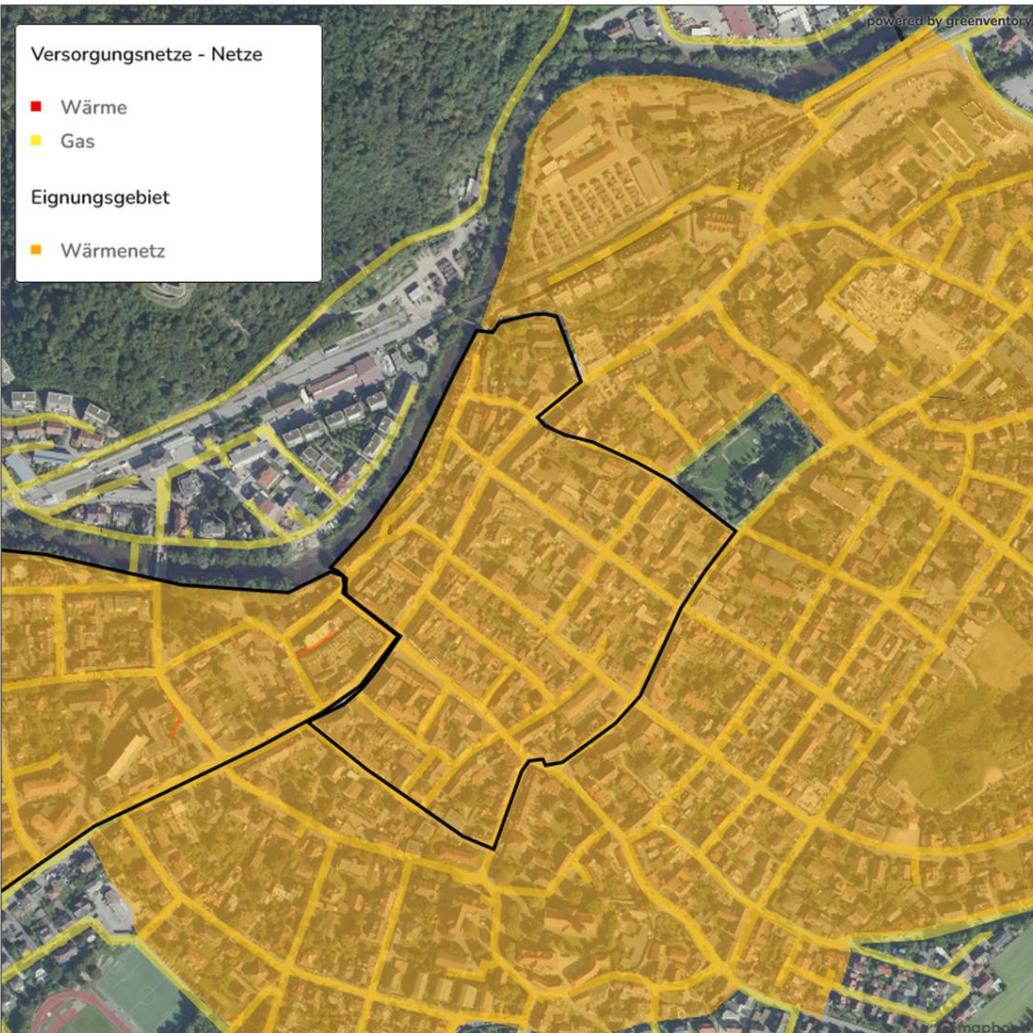
**3. Ankerge-  
bäude**

- › Silberberghaus (Kindergarten und Halle), Rathaus Suggental, Gasthof Suggenbad



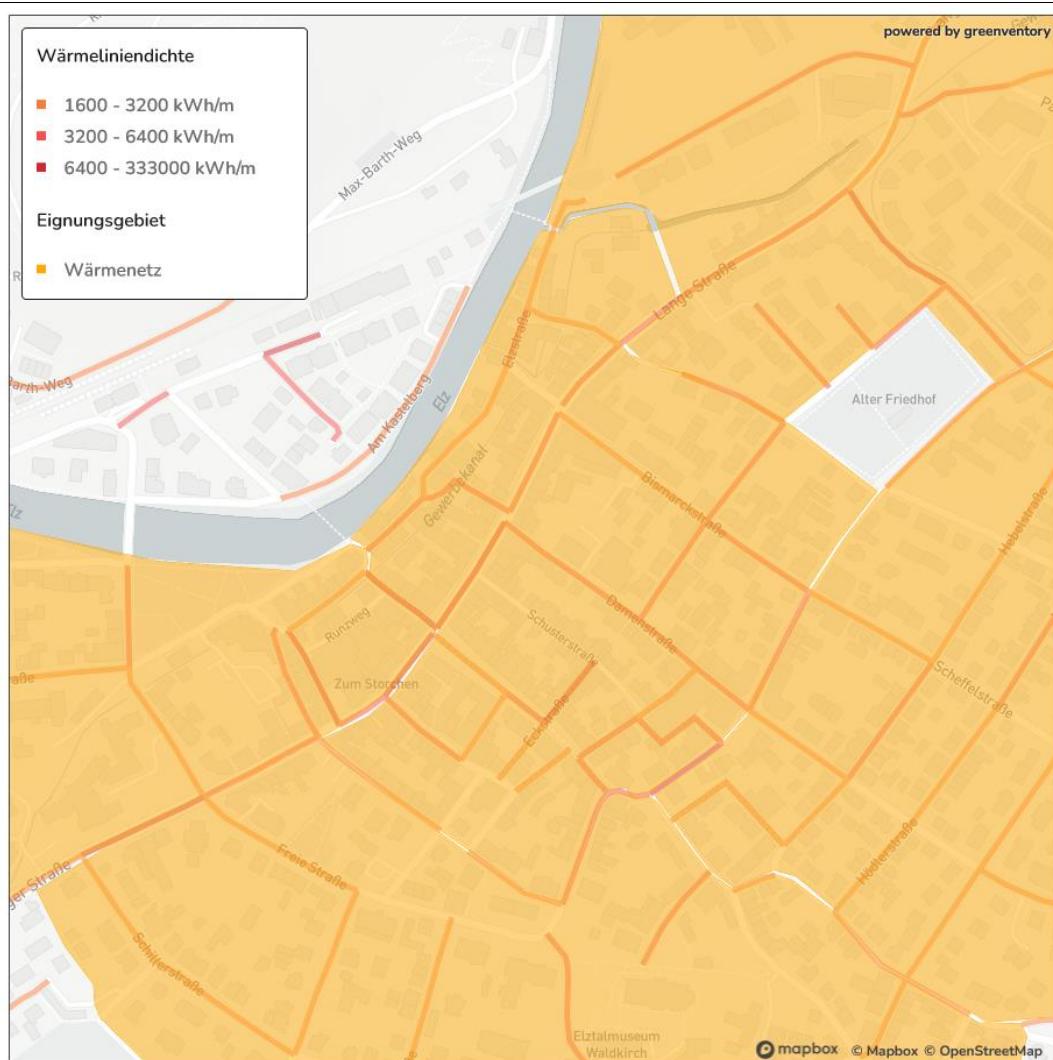
<b>4. Potenzial Solarthermie</b>	<p>Verwaltungsgrenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Gemeinde</li> </ul> <p>Solarthermie - Eignung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Geeignet</li> <li>■ Bedingt geeignet</li> </ul>
<b>5. Potenzial Abwärme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Kein Potenzial für industrielle Abwärme</li> </ul>
<b>6. Potenzial Geothermie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Erdwärmesonden: Die Bohrung von Erdsonden ist erlaubt.</li> <li>› Erdkollektoren: Die Nutzung von Erdkollektoren ist erlaubt.</li> </ul>
<b>7. Handlungsempfehlung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Erstellung eines Quartierskonzepts</li> <li>› Hierbei sind die Ergebnisse der Potenzialanalyse (v.a. Freiflächen-Solarthermie) unbedingt zu berücksichtigen.</li> <li>› Bei der Auswahl des Technikkonzepts muss das Ziel der Klimaneutralität im Vordergrund stehen.</li> </ul>



Name Wärmenetz-Eignungsgebiet	Altstadt
1. Lage des Eignungsgebietes und IST-Wärme-Infrastruktur:	



**2. Wärme-  
linien-  
dichte ab  
1.800  
kWh/m**



**3. Ankerge-  
bäude**

- › Rathaus, Volksbank
- › zahlreiche, teilweise denkmalgeschützte Geschäfts- und Mehrfamilienhäuser



#### 4. Potenzial Solarther- mie



#### 5. Potenzial Abwärme

- › Haupt-Abwassersammler entlang der Elz, Neubau eines Regenüberlauf-Bauwerkes in der Schlettstadtallee in Planung

#### 6. Potenzial Geother- mie

- › Erdwärmesonden: Die Bohrung von Erdsonden ist erlaubt.
- › Erdkollektoren: Die Nutzung von Erdkollektoren ist erlaubt.

#### 7. Hand- lungsemp- fehlung

- › Das Gebiet enthält eine große Anzahl von Gebäuden, die unter Denkmalschutz stehen. Diese Art von Gebäuden hat im Allgemeinen nicht viele Alternativen, um klimaneutral zu werden (Wärmedämmung nur von innen möglich, Hindernisse für die Installation von Solarkollektoren/PV, ...). Ein klimaneutrales Wärmenetz dürfte daher der Schlüssel für die Klimaneutralität dieses Quartiers sein. Der erste Schritt ist die Erstellung eines Quartierskonzepts.
- › Im Rahmen des Quartierkonzepts soll ein technisches Konzept entwickelt werden. Bei der Auswahl des Technikkonzepts muss das Ziel der Klimaneutralität im Vordergrund stehen.

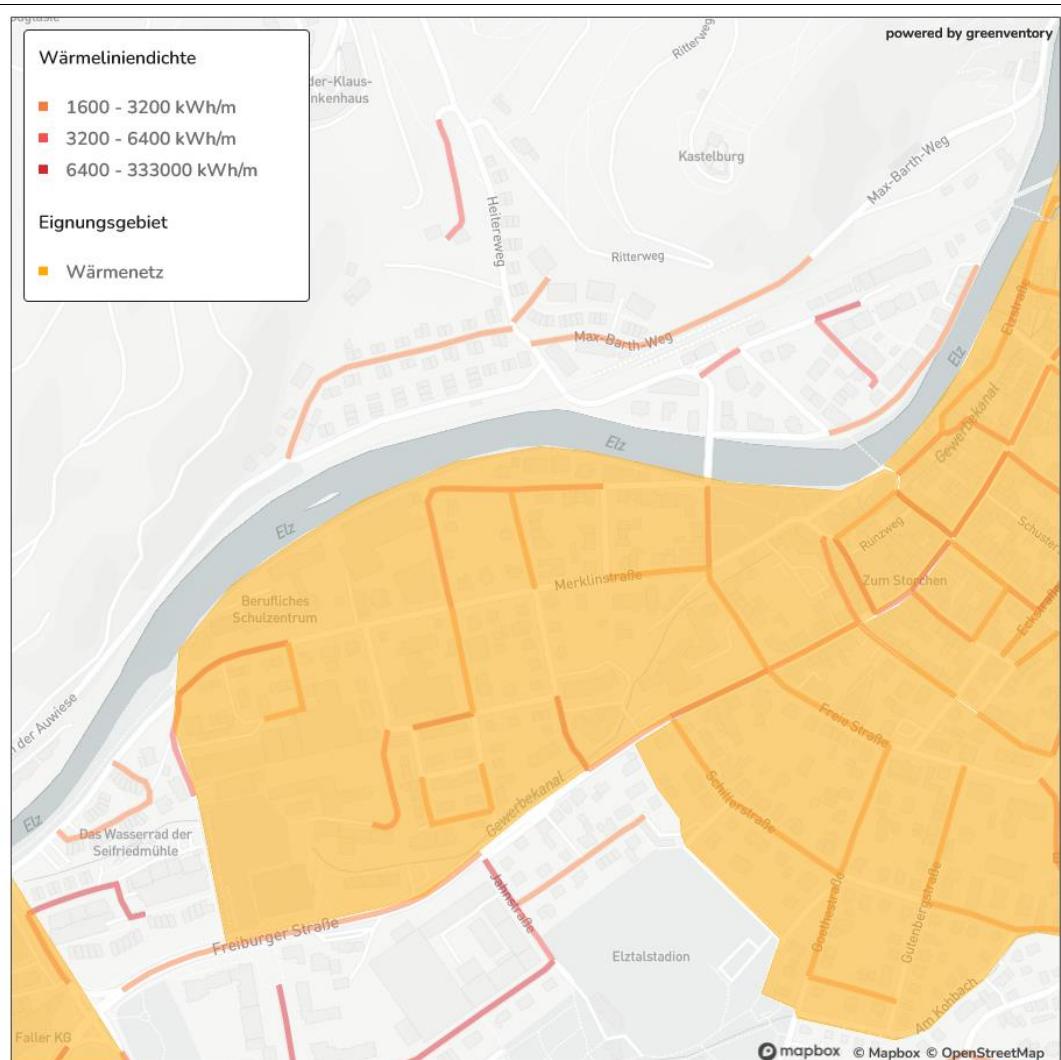


- › Im Rahmen des Quartierskonzepts sollte die Möglichkeit der Wärmeversorgung über eine Erweiterung des Wärmenetzes Gymnasium geprüft werden.
- › Der Aufbau eines Wärmenetzes im Innenstadtbereich ist grundsätzlich eng mit weiteren Tiefbautätigkeiten abzustimmen und zu synchronisieren.

Name Wärmenetz-Eignungsgebiet	Bestandsnetz Gymnasium
1. Lage des Eignungsgebietes und IST-Wärmeinfrastruktur:	<p><b>Bestandsnetz Gymnasium</b></p>



**2. Wärme-  
liniendichte  
ab 1.800  
kWh/m**



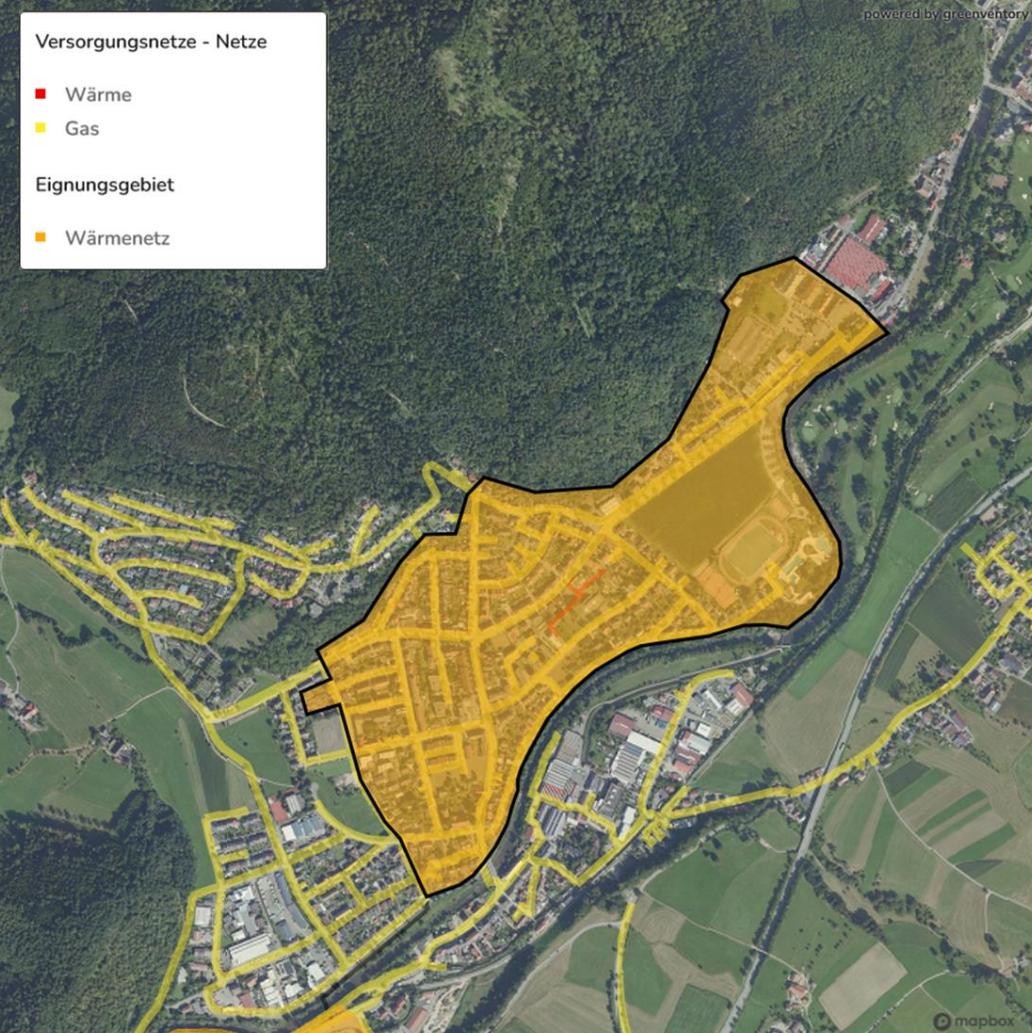
**3. Ankerge-  
bäude**

- › Gymnasium, Berufliches Schulzentrum, Kastelbergareal, Stadthalle, Bürgerhaus, Wohnheim St. Nikolai



<b>4. Potenzial Solarthermie</b>	
<b>5. Potenzial Abwärme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Haupt-Abwassersammler verläuft in der Merklinstraße, Neubau eines Regenüberlauf-Bauwerkes in der Schlettstadtallee in Planung</li> </ul>
<b>6. Potenzial Geothermie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Erdwärmesonden: Die Bohrung von Erdsonden ist erlaubt.</li> <li>› Erdkollektoren: Die Nutzung von Erdkollektoren ist erlaubt.</li> </ul>
<b>7. Handlungsempfehlung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Dekarbonisierung der Wärmenetz-Erzeugung. Dies kann beispielsweise über die Durchführung eines sog. „Transformationsplans“ durch die Wärmenetzbetreiber oder durch ein Fachbüro/Ingenieurbüro initiiert werden (wird über das Förderprogramm BEW mit 50 % bezuschusst).</li> <li>› Durchführung eines Quartierskonzeptes mit anschließendem Sanierungsmanagement, Ziele können u.a. die Nachverdichtung und Erweiterung des Nahwärmenetzes sein.</li> </ul>



Name Wärmenetz-Eigennungsgebiet	Kollnau
1. Lage des Eignungsgebietes und IST-Wärme-Infrastruktur:	



**2. Wärme-  
liniendichte  
ab 1.800  
kWh/m**

**Wärmelinien-dichte**

- 1600 - 3200 kWh/m
- 3200 - 6400 kWh/m
- 6400 - 33300 kWh/m

**Eignungsgebiet**

- Wärmenetz

powered by greenventory

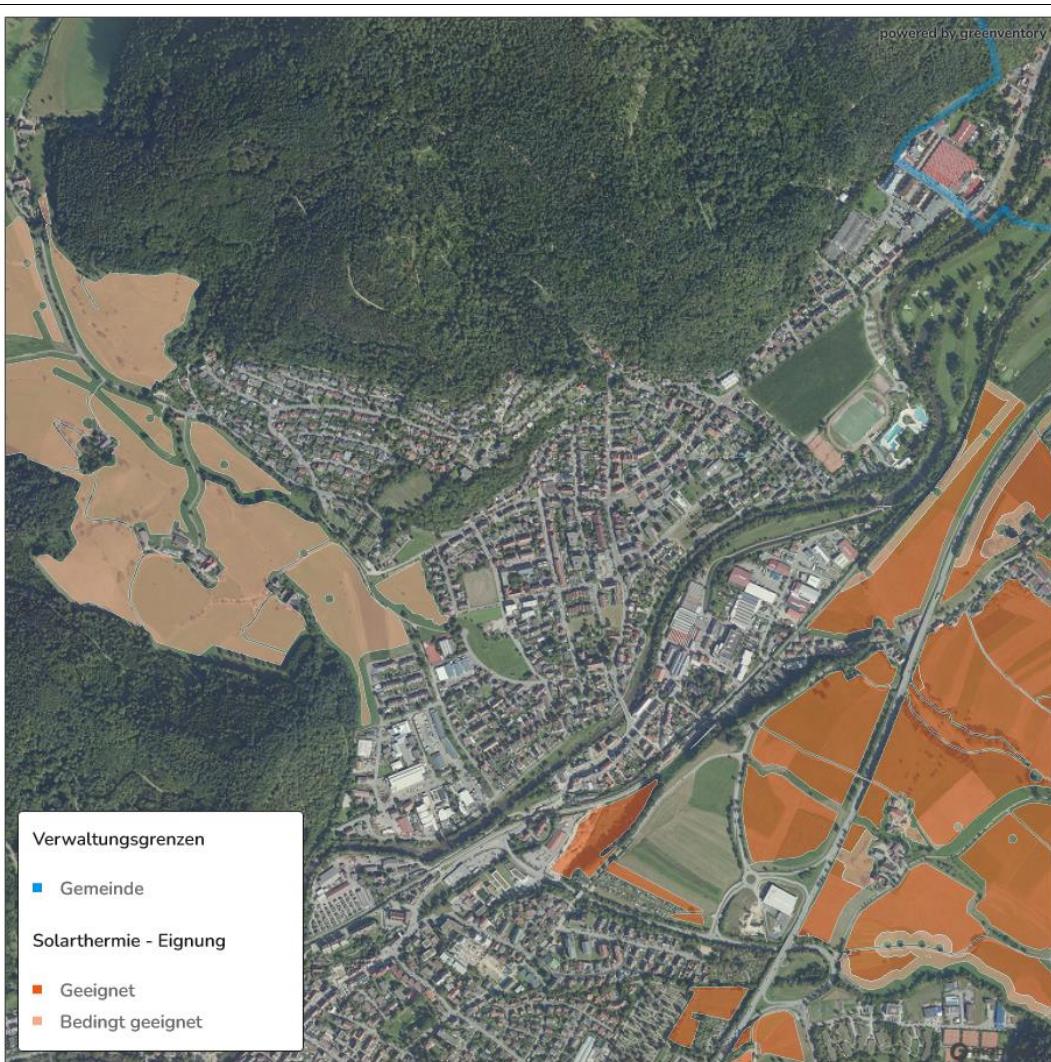
**3. Ankerge-  
bäude**

- Realschule Kollnau, GHS Kollnau, KiGa St. Josef, Schwimmbad, Neubaugebiet Elzschleife, Sporthalle Kollnau, verarbeitendes Gewerbe an der Grenze zu Gutach

mapbox © Mapbox © OpenStreetMap



**4. Potenzial  
Solarther-  
mie**



**5. Potenzial  
Abwärme**

- Verarbeitendes Gewerbe mit Abwärmepotenzial an der Grenze zu Gutach

**6. Potenzial  
Geothermie**

- Erdwärmesonden: Die Bohrung von Erdsonden ist erlaubt.
- Erdkollektoren: Die Nutzung von Erdkollektoren ist erlaubt.

**7. Hand-  
lungsemp-  
fehlung**

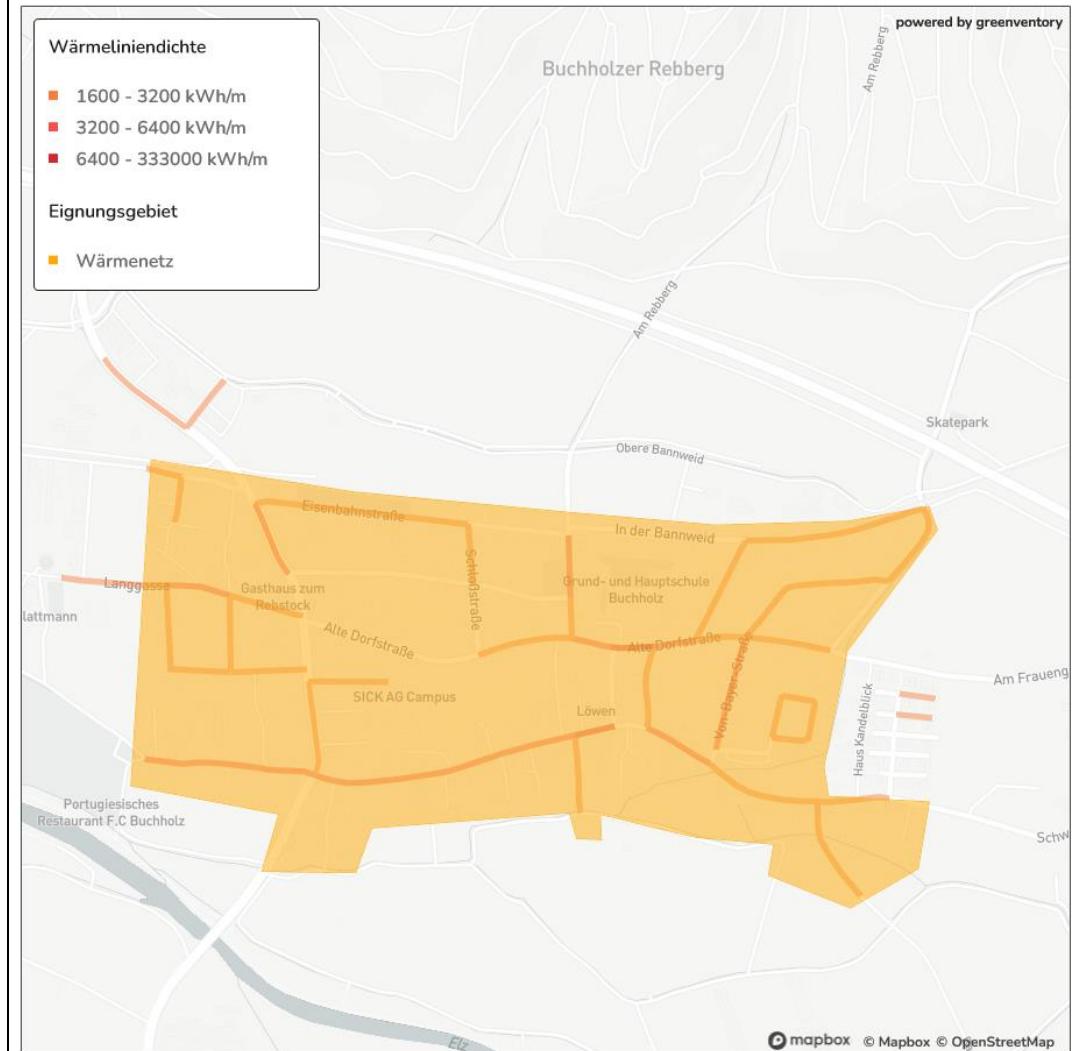
- Erstellung eines Konzepts zur Abwärmennutzung über ein Fachbüro (Förderprogramm Klimaschutz-Plus 'Erstberatung und Projektanbahnung zur Abwärmennutzung' – Förderquote: 75 %)
- Erstellung eines Quartierskonzeptes oder einer Machbarkeitsstudie nach BEW zur Untersuchung eines Wärmenetzes im Gebiet. Das Abwärmepotenzial soll vorrangig genutzt werden.
- Bei der Wahl des Energiekonzepts für das zukünftige Wärmenetz soll eine konsequente Bereitstellung von Wärme durch erneuerbare Energien berücksichtigt werden.



Name Wärmenetz-Eigennungsgebiet	Buchholz
1. Lage des Eignungsgebietes und IST-Wärme-Infrastruktur:	



**2. Wärme-  
liniendichte  
ab 1.800  
kWh/m**

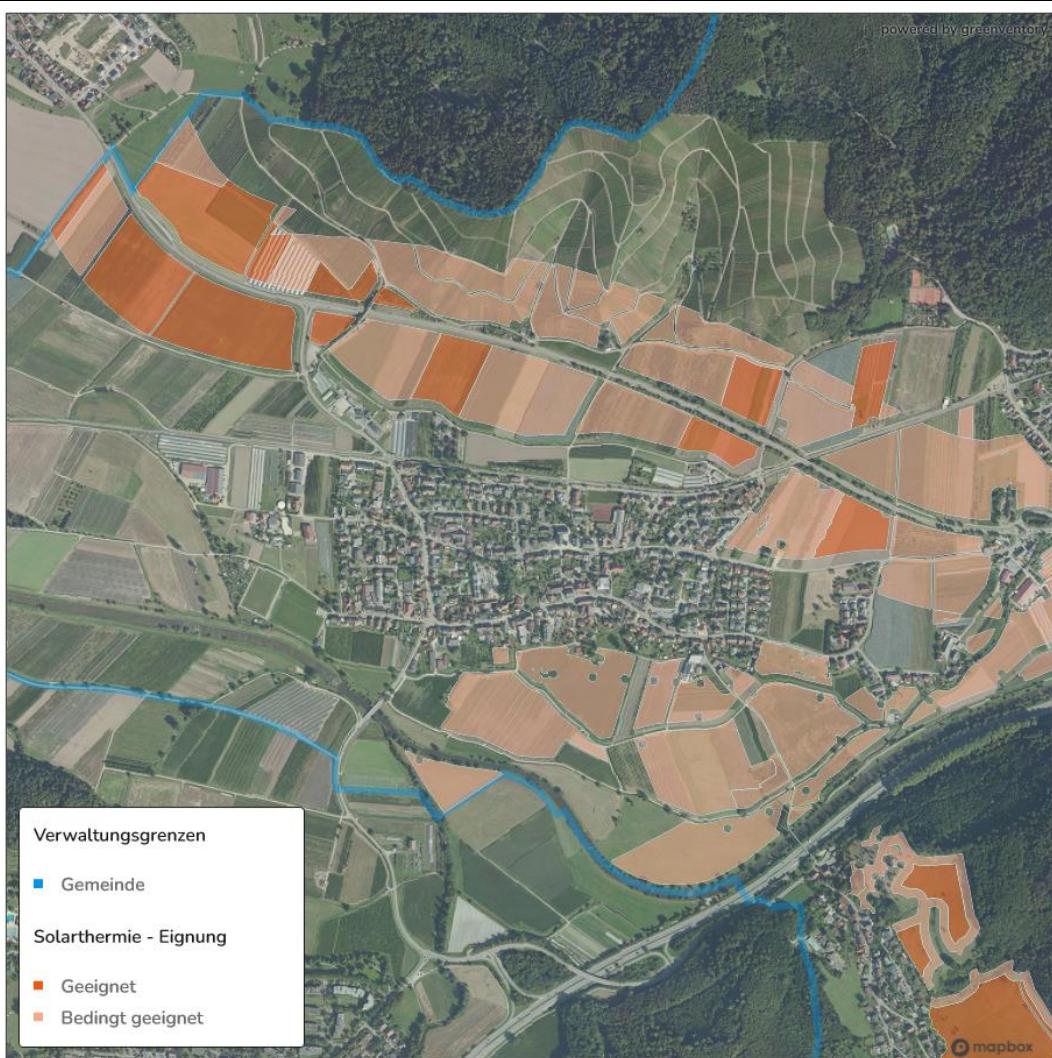


**3. Ankerge-  
bäude**

- Grundschule Buchholz, Sport- und Festhalle, Kindergarten Spatzenest



**4. Potenzial  
Solarther-  
mie**



**5. Potenzial  
Abwärme**

- > Haupt-Abwassersammler verläuft in der Schwarzwald- und Denzlinger Straße

**6. Potenzial  
Geothermie**

- > Erdwärmesonden: Die Bohrung von Erdsonden ist unter bestimmten Voraussetzungen erlaubt. I.d.R. sind diese nur mit Wasser zu betreiben.
- > Erdkollektoren: Die Nutzung von Erdkollektoren ist unter bestimmten Voraussetzungen erlaubt. I.d.R. sind diese nur mit Wasser zu betreiben.

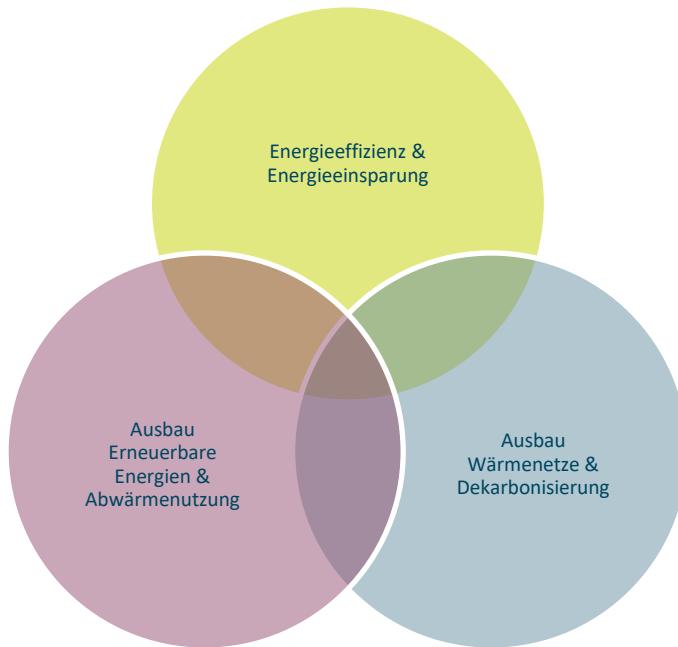
**7. Hand-  
lungsemp-  
fehlung**

- > Die Erstellung eines Quartierskonzepts für dieses Gebiet wird empfohlen.
- > Bei der Erstellung des Quartierskonzepts sind die Ergebnisse der Potenzialanalyse (v. a. Freiflächen-Solarthermie) unbedingt zu berücksichtigen.
- > Bei der Auswahl des Technikkonzepts muss das Ziel der Klimaneutralität im Vordergrund stehen.



## 9 Wärmewendestrategie und Maßnahmen-Priorisierung

Um das Ziel der Klimaneutralität im Jahr 2040 zu erreichen, soll der kommunale Wärmeplan eine sogenannte Wärmewendestrategie beschreiben. Grundlage der Wärmewendestrategie bildet das zuvor beschriebene klimaneutrale Zielszenario für 2040. Die Wärmewendestrategie besteht im Wesentlichen aus den nachfolgend dargestellten Themenfeldern:



Die oben beschriebenen Szenarien und Maßnahmen aus diesen drei Themenfeldern bilden den Transformationspfad der Wärmewendestrategie. Die abgeleiteten Maßnahmen aus diesen Handlungsfeldern sind zusammengefasst:

### Energieeffizienz und energetische Sanierung

Konkrete Umsetzungspläne zur Erreichung der Klimaneutralität der öffentlichen Gebäude erarbeiten  
 Gewerbe- und Industriebetriebe zu Energieeinsparungen bewegen  
 Gebäudesanierungsoffensive, Ausweisung Sanierungsgebiete  
 Sanierungsoffensive Einzelheizungen

### Ausbau erneuerbarer Energien und Abwärmennutzung

Ausbau Erneuerbare Energien: Dachnutzung (Photovoltaik/Solarthermie)  
 Ausbau von PV-Freiflächen  
 Windenergie-Projekte entwickeln  
 Konkretisierung der Abwärmennutzung von Industrie und Abwasser



## Wärmenetze und Infrastruktur

Ausbau Wärmenetze in ausgewiesenen Eignungsgebieten (siehe Steckbriefe Eignungsgebiete)

Bestandswärmenetze dekarbonisieren

Zukunft Erdgasnetze bewerten und Strategie entwickeln

## Wärmeplanung als Prozess

Wärmeplanung in Stadtplanung/-entwicklung verbindlich festschreiben

Arbeitskreis Wärme und Monitoring Wärmeplanung einführen

Die Stadt Waldkirch begreift das Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung als integriertes Ziel auf dem Weg zur klimaneutralen Stadt im Jahr 2040. Die Belange der kommunalen Wärmeplanung sollen als integrativer Teil der zukünftigen Stadtentwicklung Berücksichtigung finden.

## 9.1 Maßnahmen-Priorisierung

Im Rahmen des Workshops vom 28.6.2023 (siehe Kapitel 3 „Akteursanalyse und Akteursbeteiligung“) wurden folgende sechs Maßnahmen aus dem Maßnahmenkatalog priorisiert. Die Nummern der Maßnahmen beziehen sich auf die Nummerierung im vorangegangenen Maßnahmenkatalog. Mit der Umsetzung der priorisierten Maßnahmen soll in den nächsten fünf Jahren begonnen werden. Dies schreibt die Landesgesetzgebung (KlimaG BW) vor.

Tabelle 7: Priorisierung der Maßnahmen

Nummer	Maßnahmentitel
Maßnahme 9	Ausbau Wärmenetze in den ausgewiesenen Eignungsgebieten
Maßnahme 1	Konkrete Umsetzungspläne zur Erreichung der Klimaneutralität der öffentlichen Gebäude erarbeiten
Maßnahme 5	Ausbau Erneuerbare Energien: Dachnutzung (Photovoltaik/Solarthermie)
Maßnahme 6	Ausbau von PV-Freiflächenanlagen
Maßnahme 7	Wind-Projekte entwickeln
Maßnahme 3	Gebäudesanierungsoffensive, Ausweisung von Sanierungsgebieten



## 10 Quellenverzeichnis

- [Ariadne 2021] G. Luderer et al, 2021: Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 – Szenarien und Pfade im Modellvergleich
- [EEG 2021] Erneuerbare-Energien-Gesetz, 2021 (hier §48)
- [FA Wind 2021] Abstandsempfehlungen Fachagentur Windenergie an Land 2021
- [FFÖ-VO 2017] Freiflächenöffnungsverordnung (FFÖ-VO) Baden-Württemberg, 2017
- [FStrG 2021] Bundesfernstraßengesetz (FStrG), 2021
- [Geo 2020] Open Source Geospatial Foundation, 2020: Geodatenkatalog [www.geodatenkatalog.de](http://www.geodatenkatalog.de)
- [Glob Sol 2022] Global Solar Atlas, 2022 <https://globalsolaratlas.info/map>
- [Greenvest 2022] Greenvest Solar GmbH, 2022 <https://www.greenvest-solar.de/referenzen/>
- [Hotmaps 2022] Hotmaps Project, 2022 <https://www.hotmaps-project.eu/>
- [ISONG 2022] Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, 2022: Informationssystem Oberflächennahe Geothermie (ISONG) <https://isong.lgrb-bw.de/>
- [Kriterien Wind] Kriterienkatalog Wind LUBW 2019
- [LBO 2021] Landesbauordnung (LBO) Baden-Württemberg, 2021
- [NASA SRTM] NASA Shuttle Radar Topography Mission
- [OSM] Open Street Maps
- [PEE 2021] Plattform Erneuerbare Energien, 2021: „Baden-Württemberg Klimaneutral 2040: Erforderlicher Ausbau der Erneuerbaren Energien“
- [Prognos 2021] Prognos et al., 2021: Studie im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende: „Klimaneutrales Deutschland 2045“
- [Senftenberg 2018] EEM Energy & Environment Media GmbH, 2018: Senftenberg: Mehr Sonne im Wärmenetz als gedacht <https://www.solarserver.de/2018/04/19/senftenberg-mehr-sonne-im-waermenetz-als-gedacht/>
- [Sonnenpfad 2022] Stadtwerke Ludwigsburg 2022 <https://www.swlb.de/ludwigsburg-Gips/Gips?Anwendung=CMSProduktEintrag&Methode>ShowHTMLAusgabe&RessourceID=1664317&SessionMandant=Ludwigsburg&WebPublisher.NavId=1664313>
- [StrG 2021] Straßengesetz (StrG) Baden-Württemberg, 2021
- [UBA 2021] Umweltbundesamt, 2021: RESCUE-Studie des Umweltbundesamts „Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität“





[UM-BW 2020]

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg,  
2020. Kommunale Wärmeplanung. Handlungsleitfaden

[Wind 2021]

Abstandsempfehlungen Fachagentur Windenergie an Land, 2021



## 11 Anhang

### Zeitungsaufnahmen

# Einstieg in kommunale Wärmeplanung

**Klimaneutrale Versorgung bis 2040 als Ziel / Bericht zur Konzepterstellung / Kanalbauarbeiten in zwei Straßen stehen an**

**Von Nikolaus Bayer**

**WALDKIRCH.** In der Sitzung des Technik- und Umweltausschusses der Stadt Waldkirch war die Kommunale Wärmeplanung ein Thema. Nach dem Ende 2020 novellierten Klimaschutzgesetz des Landes sind alle Städte über 20 000 Einwohner zur Aufstellung eines solchen Konzepts verpflichtet. Es soll konkrete Ziele und Maßnahmen entwickeln, um die gesetzlich verlangte, klimaneutrale Wärmeversorgung bis 2040 auch in Waldkirch zu verwirklichen.

Aktuell, so Maximilian Schmidt vom Freiburger Büro Endura communal, befindet sich Waldkirch noch in der Datenerhebungsphase. In einem Jahr soll der Wärmeplan vorliegen, sodass ab Ende 2022 mit den ersten Vorhaben gestartet werden kann. Schmidt skizzierte dem Ausschuss den Ablauf der Konzepterstellung: Diese beginnt mit einer Bestandsanalyse über aktuellen Wärmebedarf und genutzte Energieträger. Dazu werden private und gewerbliche Verbrauchsdaten oder auch Daten über ungenutzte Abwärme über Stadtwerke oder Energieberater erhoben. Als Zweites werden Umfang und Standorte bereits vorhandener nichtfossiler Wärmeerzeugung analysiert. Dritte Konzeptstufe ist die Erstellung von Zielszenarien bis 2040, wofür der geschätzte Verbrauch, inklusive Stadtentwicklungs- und Infrastrukturvorhaben, und der jeweils teilörtliche Versorgungsstand gegenübergestellt werden.

Als Ergebnis erhalte die Stadt eine „Wärmewendestrategie“ mit Vorschlägen für fünf Maßnahmen. Für Teilgebiete werden die dort vorrangig in Frage kommenden Versorgungsformen wie Photovoltaik, Wärmenetz oder mögliche Effizienzsteigerung ausgewiesen. Die Vorgaben des kommunalen Wärmeplans werden, so will es der Gesetzgeber, fortlaufen in die Stadtentwicklung integriert – alle sieben Jahre besteht deshalb eine Pflicht zur Aktualisierung.

Mit der Wärmeplanung sind laut Schmidt jedoch keine Auflagen für private Projekte verbunden. Soweit es solche Pflichten gibt, wie etwa in der Landesbauordnung oder dem Erneuerbare Wärmegegesetz des Landes, obliegt ihre Aufstellung immer dem Gesetzgeber. Der Wärmeplan ersetzt auch nicht die Detailplanung von Einzelvorhaben, die Berücksichtigung von deren Wirtschaftlichkeit oder eine Anwohnerbeteiligung, wie das besonders im Falle von Quartierskonzepten notwendig sei. Der Ausschuss vergab in der Sitzung auch zwei Aufträge. Im Zu-

FOTO: GABRIELE ZHIN



**Für die Wärmeplanung wird unter anderem erhoben, welche Versorgungsformen es in Waldkirch schon gibt.**

fend in die Stadtentwicklung integriert – alle sieben Jahre besteht deshalb eine Pflicht zur Aktualisierung.

Mit der Wärmeplanung sind laut Schmidt jedoch keine Auflagen für private Projekte verbunden. Soweit es solche Pflichten gibt, wie etwa in der Landesbauordnung oder dem Erneuerbare Wärmegegesetz des Landes, obliegt ihre Aufstellung immer dem Gesetzgeber. Der Wärmeplan ersetzt auch nicht die Detailplanung von Einzelvorhaben, die Berücksichtigung von deren Wirtschaftlichkeit oder eine Anwohnerbeteiligung, wie das besonders im Falle von Quartierskonzepten notwendig sei. Der Ausschuss vergab in der Sitzung auch zwei Aufträge. Im Zu-

ge der Neuorganisation des Kanalnetzes im Bereich der Kollnauer Hauptstraße steht noch die Verlegung eines Regenwasserkanals in der Konradin-Kreutzer-Straße an. Ausführen wird dies die Firma Gerber aus Denzlingen; sie erhielt unter drei Bietern zum Angebotspreis von 137 844 Euro den Zuschlag. Das Vorhaben wird 14 Prozent teurer sein als veranschlagt und soll zwischen kommendem März und Mai durchgeführt werden.

Eine größere Baustelle mit Vollsperrung wird es in der Blumenstraße geben, kündigte Tobias Brenzinger vom Tiefbauamt an. Dort muss der Mischwasserkanal auf ganzer Länge erneuert werden. Dies geht nur in offener Bauweise, die genutzt wird, um gleichzeitig auch die Wasserversorgung zu erneuern. Auf einen Regenwasserkanal wird verzichtet. Denn dafür müsste auch ein kurzes Stück der Länge Straße einbezogen werden. Ein mögliches Verkehrschaos wolle man aber vermeiden, so Brenzinger. Der Auftrag ging für 487 500 Euro an die Firma Pontiggia, der Anteil für den Eigenbetrieb Abwasserbeseitigung beläuft sich auf 397 368 Euro. Bis spätestens Juli 2022 will man mit den Arbeiten zwischen Länge Straße und Gartenstraße fertig sein. Mit diesem Zeitplan, so Oberbürgermeister Roman Götzmann, schließe man auch Komplikationen mit den erst danach beginnenden Abrissarbeiten am Marktplatz aus.

Abbildung 48: Zeitungsaufnahmen der Badischen Zeitung vom 10.12.2021



# Abwasser mit Heizungspotenzial

Der Waldkircher Eigenbetrieb Abwasserbeseitigung plant für 2023/2024 Investitionen von 3,15 Millionen Euro – und Untersuchungen zur Wärmenutzung aus Abwasser.

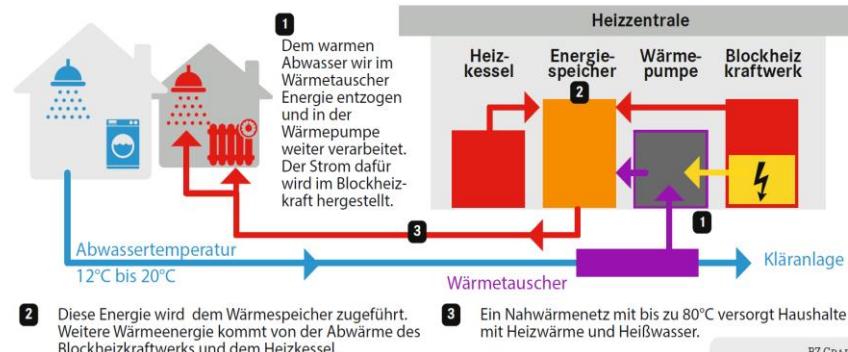
Von Sylvia Sredniawa

**WALDKIRCH** Bei der Haushaltseinbringung für den städtischen Haushalt 2023 und die Eigenbetriebe (BZ berichtete in der Freitagausgabe) wurde ein Thema, das Potenzial für ein größeres Zukunftsprojekt hat, erstmals in öffentlicher Sitzung erwähnt: die Wärmerückgewinnung aus Abwasser. Wie Eigenbetriebsleiter Tobias Brenzinger sagte, werde bei der Erarbeitung des Generalentwässerungsplans für die Stadt Waldkirch auch die Wärmenutzung untersucht – unter anderem, um gegebenenfalls zusammen mit den Stadtwerken ein kommunales Nahwärmenetz zu planen.

Unter anderem habe die bereits abgeschlossene Entwurfsplanung für ein Regenüberlaufbecken (RÜB) in der Adolf-Ruth-Straße gezeigt, dass beim Bau eines Stauraumkanals die Nutzung von Wärme aus Abwasser energetisch sinnvoll ist. Ein entsprechendes Konzept sei in Bearbeitung. Ein weiteres RÜB soll 2023 für den Bereich Schlettstadtallee planerisch bearbeitet werden.

Ein RÜB ist dabei ein Entlastungsbauwerk für die Mischwasserkanalisation, welches Abwasser vorreinigt und vor allem bei Starkregen verhindert, dass verschmutztes Wasser in Gewässer, im Wald-

## ■ Wärmegewinnung aus Abwasser



BZ-GRAFIK/ZEL

QUELLE: UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG

Kircher Fall, in die Elz, gelangt. Das Wasser im RÜB hat dabei eine relativ stabile Temperatur von 10 bis 15 Grad und ist daher laut einer Studie des Bundesumweltministeriums zur Energiegewinnung für Wärmepumpen geeignet. In Baden-Württemberg nutzt unter anderem Waiblingen schon seit 1980 Abwasserwärme zur Versorgung von mehreren kommunalen und privaten Gebäuden; Breiten tut es seit 2009 und deckt damit 43 Prozent des Wärmeenergiebedarfs im dortigen Nahwärmenetz. Ein RÜB ist von daher sinnvoll, weil Aufwand und Ertrag des Wärmetauschens hier in einem besseren Verhältnis stehen als an einer bloßen Abwasserleitung.

Die Waldkircher Untersuchungen dazu sollen 2023 weiter gehen, kündigte Brenzinger an. Aber auch ohne dies ist ein Rekord-Investitionsjahr geplant: In der Buchholzer Straße soll mit dem Bau einer Regenwasserbehandlungsanlage für rund 1,1 Millionen Euro begonnen werden. In der Elzstraße, zwischen Engelstraße und Schliiffigässli, soll die Neuverlegung von Regenwasserkanälen zum Aufbau von Trennsystemen für Schmutz- und Regenwasser genutzt werden. Die Ausschreibung ist für Frühjahr geplant, der Bau für Herbst 2023 bis Sommer 2024 angepeilt (Kosten rund 100.000 Euro).

Vorplanungen laufen auch für Kanalarbeiten in der Freiburger Straße, zur

Herstellung eines Trennsystems, das im Zuge der Realisierung der Radfahrstreifen rechts und links der Fahrbahn realisiert werden soll (Kosten rund 700.000 Euro). Für Gewerbegebiet Inried sind die Erschließungsleitungen zu planen (Bauvolumen von rund 600.000 Euro). Planungsleistungen vorgesehen sind ferner für einen Regenwasserkanal in Kolinau im Verlauf der Hauptstraße und in Waldkirch im Verlauf des Papiergässles. Der Großteil dieser Maßnahmen soll laut Gemeinderatsvorlage 2024 realisiert werden, für die schon im Zuge der jetzigen Haushaltsberatungen Verpflichtungsermächtigungen über 3,15 Millionen Euro beschlossen werden müssten.

Abbildung 49: Zeitungsartikel der Badischen Zeitung vom 17.12.2022



# Geothermie-Großprojekte „quasi tot“

Für die Tallage in Waldkirch fällt die Nutzung dieser regenerativen Energie wegen Bohrtiefenbegrenzungen weitgehend aus / Von Sylvia Sredniawa

**D**ie Nutzung von oberflächen-naher Geothermie zum Heizen und zur Warmwasserbe-reitung ist abhängig von den geologischen Verhältnissen. In der Praxis stößt man immer wieder auf Probleme. Ein Beispiel ist Waldkirch: In der Tallage werden seit 2020 keine Bohrungen mehr erlaubt, die tiefer als 50 Meter sind.

Dies bestätigte das Landratsamt auf BZ-Nachfrage nach Kritik von Bauherren. Für diese bedeutet die geringe Tiefe, dass mehr Erdwärmesonden (EWS) gesetzt werden müssten, um dieselbe Leistung zu erreichen, oder dass mehrere Energie-träger nebeneinander genutzt müssen. Mehr Sonden kosten mehr Geld. Ein Hydroleiter aus der Region rechnet vor: Um eine Heizleistung von 17 Kilowatt – aus-reichend für etwa 450 Quadratmeter Wohnfläche in einem kleinen Mehrfamilienhaus – zu erreichen, würden nach Möglichkeit zwei Erdwärmesonden von 133 Metern Tiefe eingesetzt, was nach Stand Anfang März 2022 mit Verteiler und Leitungen rund 25.000 Euro kostete. Darf man nur 70 Meter tief, brauche man für diese Leistung fünf Sonden. Kosten: rund 35.000 Euro. Bei 50 Metern sind es acht Sonden: rund 40.000 Euro.

Bei Häusern auf kleinen Grundstücken kommt als Problem dazu, dass es diverse Regeln gibt, wo und in welchen Abstan-den zueinander (aus energetischen Grün-den) und zum Grundstücksrand die Löcher für EWS gebohrt werden dürfen. In der Praxis führt das dazu, dass der Einbau von Wärme-pumpen oft als zu aufwändig und teuer verworfen wird.

Zur Zeit gibt es laut Landratsamt im Kreis Emmendingen rund 315 Anlagen mit über 700 Bohrungen, die oberflächennahe Geothermie nutzen (tiefe Geothermie mit mehr als 400 Metern Bohrtiefe gibt es laut Amt nicht). Für die Errichtung und den Betrieb muss eine was-serrechte Erlaubnis beantragt wer-den. Eine erste Orientierung, ob der Standort für Geothermie geeignet ist, gibt das System Isong des Landesamtes für Geologie – aber das ist keine Garantie.

Jeder Antrag werde „einer gründlichen Einzelfallbetrachtung unter Beteiligung

sonderen Grundwassersituation Bohrun-gis bis in größere Tiefen ein erhöhtes Ri-siko bergen“, so das Landratsamt Emmen-dingen. „Das Grundwasser im Kristallin-gestein unter Waldkirch steht dort in größeren Bohrlöfen unter Druck.“

Bei bisherigen Erdwärmesondenbohrun-gen sei ein beträchtlicher Grundwasser-strandangriff in größerer Bohrtiefe zu verzeichnen gewesen. „Die Erfahrungen ha-ben gezeigt, dass auch die Wahrscheinlichkeit, Klüfte anzutreffen mit zuneh-mender Bohrtiefe steigt“, heißt es. Da-durch würden bohr- und ausbau-technische Schwierigkeiten zunehmen. Der Abdichtungsfolg des Bohrlochs sei in Frage gestellt. „Unerwünschte Verbin-dungen zwischen hydraulisch getrennten Grundwasserstockwerken wären die Folge.“ Es besteht die Gefahr von Grund-wasserbeeinträchtigungen, möglicher-weise auch der Beeinträchtigung des Baugrunds und der Bebauung.

Die BZ befragte dazu einen Waldkircher, der als Sachverständiger für Geothermie bundesweit schon Hunderte Erdwärmeprojekte realisiert hat. Christian Frey sagt, dass die Situation von Waldkirch gar nicht so einzigartig sei – aber „nirgendwo sonst“ seien die Vorgaben der Ämter so strikt gegen tiefere Bohrungen. Entscheidend für die erfolgreiche Realisierung von EWS auch in der oben beschriebenen geologischen Situation sei die Fachkenntnis der entsprechenden Planer und Betriebe. Diese Fachkenntnis muss seit 2011 – nach den drastischen Er-fahrungen in Staufen – nachgewiesen werden. Dort kam damals Anhydrit mit

Wasser in Verbindung und quoll massiv aus. Bodenanhebungen und massive Schäden an Gebäuden waren in Staufen die Folge. In Waldkirch bestehe aufgrund anderer Verhältnisse diese Gefahr nicht.

Um die grundwasserführende Schicht beim Bohren durchs Grundgebirge erfolg-reich von tiefer liegenden, unter Druck stehenden Wasserschichten getrennt zu halten, könne mit schwerer Suspension (Verpressmaterial) oder Packern gearbei-tet werden, erläutert Frey. Das sind im Prinzip aufpumpbare Schläuche. Die Son-de sei in Spezialbeton eingebettet, der dicht abschließe. Die Suspension werde auch nicht von zum Beispiel saurem Was-ser ausgespült und sei erdbebenfest.

„Überall darf man bei Gegebenheiten wie in Waldkirch Sonden von über 100 Metern setzen“, sagt Frey. Das kristalline Gestein sei „hervorragend geeignet“ für oberflächennahe Geothermie. Anderswo seien Genehmigungsbehörden koopera-tiv, „in der Schweiz muss man sogar be-gründen, wenn man keine Geothermie nutzen will“. Er selbst habe in Waldkirch 14 Projekte betreut, die überwiegend sehr gut gelauft seien. Bei zweien gab es „bohrtechnische Auffälligkeiten“, von denen aber keine Gefährdung ausgegan-gen sei. Diese Vorfälle hätten das Land-ratsamt seiner Auffassung nach aber of-fenbar überraschend gemacht.

2020 wurde eine Bohrtiefenbegrenzung für Waldkirch festgesetzt. Dies und eine vergleichsweise lange Genehmi-gungsdauer lasse viele Hausbesitzer von der Geothermienutzung abrücken. Mehrere Großprojekte seien „gestorben“.

„Mit Kalt-Wärme-Netzen für komplette Wohngebiete, wie die Elzschleife, braucht man mit 50-Meter-Sonden gar nicht erst anzufangen“, sagt Christian Frey. „Die beste Alternative regenerativer Energiegewinnung ist damit in Waldkirch quasi tot.“

THEMA  
DER WOCHE



IM LANDKREIS EMMENDINGEN

von mehreren Fachbehörden unterzo-gen. Da der Landkreis Emmendingen über eine sehr abwechslungsreiche Geo-logie mit unterschiedlichen Gesteinsar-ten, geologischen Verwerfungszonen und unterschiedlichen Grundwasserverhält-nissen verfügt, kann keine pauschale Tie-fenbegrenzung für den gesamten Land-kreis festgesetzt werden“, heißt es auf BZ-Anfrage aus dem Landratsamt.

Die Gemarkung Waldkirch stelle eine Besonderheit dar, „da hier nachgewiese-neinmaßen aufgrund von schwierigen Untergrundverhältnissen und einer be-

## INFO

### FUNKTIONSWEISE

Die Wärmepumpe enthält ein Arbeits-mittel, das bereits bei sehr niedrigen Temperaturen verdampft. Dieses Gas wird durch einen elektrisch angetrie-benen Kompressor verdichtet, so dass der Druck zunimmt und die Temperatur steigt. Ein Wärmetauscher nimmt die Wärme auf und gibt sie an das Heizsys-tem weiter. Das Gas kühl dabei ab und verflüssigt. Die Effizienz erdgekoppelter

Wärmepumpen ergibt sich aus ihrer Jahresarbeitszahl. Diese gibt die Wär-me menge an, die im Verlauf eines Jahres aus einer Einheit Antriebsenergie, wie Strom, erzeugt wird. Heute werden mit erdgekoppelten Systemen Jahresarbeits-zahlen von bis zu 4 oder 5 erreicht, das heißt mit einer Kilowattstunde Strom können 4 oder 5 Kilowattstunden Wärme bereitgestellt werden.

Quelle: Bundesverband Geothermie

Abbildung 50: Zeitungsartikel der Badischen Zeitung vom 19. März 2022



## Fragebogen zur Energiedatenerfassung

# Energiedatenerfassung zur kommunalen Wärmeplanung

Die Stadtkreise und Großen Kreisstädte sind durch das neue Klimaschutzgesetz des Landes Baden-Württemberg verpflichtet, bis zum 31. Dezember 2023 einen kommunalen Wärmeplan zu erstellen. Für alle anderen Kommunen ist ein solcher Wärmeplan ebenfalls eine wichtige Grundlage für die Transformation der Wärmeversorgung. Ein kommunaler Wärmeplan kann nur auf Basis einer umfassenden Datengrundlage erstellt werden. Im Umgang mit diesen Daten besteht für alle handelnden Akteure eine besondere Sorgfaltspflicht. Die Regelungen im Paragraf 7e des Klimaschutzgesetzes Baden-Württemberg schaffen für alle Kommunen die nach allgemeinem Datenschutzrecht erforderliche Rechtsgrundlage für die Datenübermittlung, legen fest welche Daten zum Zweck der Wärmeplanung übermittelt werden dürfen und wie damit zu verfahren ist. Die gleichen Maßstäbe sind im Umgang mit Geschäftsgeheimnissen anzusetzen. Weitere Informationen zur Kommunalen Wärmeplanung und zum Datenschutz finden Sie im Leitfaden Kommunale Wärmeplanung des Umweltministeriums Baden-Württemberg.

Firmendaten	
Firmenname	
Straße / Hausnummer	
PLZ / Ort	
Ansprechpartner:in	
Telefon	
E-Mail-Adresse	

Basisinformationen			
Für welche Anwendung benötigen Sie Wärme in Ihrem Unternehmen?	<input type="checkbox"/> Heizen	<input type="checkbox"/> Prozesswärme	
	<input type="checkbox"/> Warmwasser	<input type="checkbox"/> Kein Wärmebedarf vorhanden	
Für welche Anwendung benötigen Sie Kälte in Ihrem Unternehmen?	<input type="checkbox"/> Klimatisierung	<input type="checkbox"/> Kein Kältebedarf vorhanden	
	<input type="checkbox"/> Prozesse		
Haben Sie einen nennenswerten Druckluft-Bedarf?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	
Welche Technologien werden zur Wärmeerzeugung in Ihrem Unternehmen eingesetzt?	<input type="checkbox"/> Gasheizung	<input type="checkbox"/> Solarthermie	
	<input type="checkbox"/> Ölheizung	<input type="checkbox"/> Elektrische Wärme	
	<input type="checkbox"/> Wärmepumpe	<input type="checkbox"/> Kältemaschinen	
	<input type="checkbox"/> Fernwärme	<input type="checkbox"/> Kraft-Wärme-Kopplung	
	<input type="checkbox"/> Geothermie	<input type="checkbox"/> Sonstiges	
Hätten Sie prinzipiell Interesse, Wärme von einem Wärmenetz zu beziehen?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	
Haben Sie Abwärmequellen in Ihrem Unternehmen?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Unsicher
Sind zukünftig Sanierungsmaßnahmen im Energiebereich geplant?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	
Haben Sie in den letzten Jahren Sanierungsmaßnahmen im Energiebereich durchgeführt?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	



**Details Abwärme** (Wenn Sie sicher sind, dass Sie keine Abwärmepotential besitzen, können Sie diese Fragen überspringen)

Wären Sie prinzipiell bereit, Abwärme auszukoppeln / abzugeben / zu verkaufen?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Wie schätzen Sie den technischen Aufwand ein, Abwärme in Ihrem Unternehmen verfügbar zu machen?	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> hoch
	<input type="checkbox"/> mittel	<input type="checkbox"/> nicht bekannt
Wie ist die Abwärme zeitlich verfügbar?	<input type="checkbox"/> gleichbleibend	<input type="checkbox"/> tageszeitlich schwankend
	<input type="checkbox"/> unregelmäßig	<input type="checkbox"/> saisonal schwankend
Welchen Medium fällt Abwärme in Ihrem Betrieb an?	<input type="checkbox"/> Abluft	<input type="checkbox"/> Warmes/heißes Wasser
	<input type="checkbox"/> Dampf	<input type="checkbox"/> Sonstiges
In welchem Temperaturbereich fällt die Abwärme an?	<input type="checkbox"/> < 50 °C	<input type="checkbox"/> 50 – 100 °C
	<input type="checkbox"/> > 100 °C	
Anfallende Abwärmemenge in MWh		

**Details Energiebedarf** (Haben Sie die exakten Werte gerade nicht vorliegen? Kein Problem, geben Sie einfach eine grobe Abschätzung an)

Jährlicher Gesamtenergieverbrauch in MWh	
Jährlicher Gesamtenergieverbrauch zur Wärmeerzeugung in MWh	
Jährlicher Gasverbrauch in MWh	
Jährlicher Ölverbrauch in Liter	
Jährliche Stromverbrauch in MWh	
Jährliche Erzeugung mit erneuerbaren Energien in MWh	
Jährlicher Nah-/Fernwärmebezug in MWh	
Jährliche Kältebedarf in MWh	

**Details Sanierungsmaßnahmen & Anmerkungen**

Können Sie uns Details über Ihre geplanten Sanierungsmaßnahmen mitteilen?	
Können Sie uns Details über Ihre getätigten Sanierungsmaßnahmen mitteilen?	
Haben Sie Anmerkungen?	

--	--

Ort, Datum

Unterschrift / Firmenstempel

**Datenschutzhinweis:**

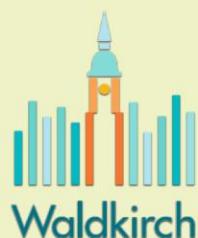
Bei der Darstellung der Wärmedichten müssen die Vorgaben zum Schutz personenbezogener Daten berücksichtigt werden (§7d Absatz 3 und §7e Absatz 5 KSG BW). Aus der veröffentlichten Darstellung dürfen keine Rückschlüsse auf Energieverbrauch und Energieversorgung einzelner Bürgerinnen und Bürger möglich sein. Ähnliches gilt für die Veröffentlichung von Information über Nichtwohngebäude. Es dürfen keine Rückschlüsse auf den Geschäftsbetrieb (Produktionskapazität, Auslastung, Produktionschwankungen und weiteres) möglich sein. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Vorgaben immer dann erfüllt werden, wenn mindestens fünf Gebäude in der Darstellung des Wärmeplans zu einer Einheit zusammengefasst werden. Für diese Gebäudegruppen wird dann ein mittlerer Wärmebedarf dargestellt.





endura kommunal GmbH  
Emmy-Noether-Str. 2  
79110 Freiburg im Breisgau

[info@endura-kommunal.de](mailto:info@endura-kommunal.de)  
[www.endura-kommunal.de](http://www.endura-kommunal.de)



Stadt Waldkirch  
Marktplatz 1 - 5  
79183 Waldkirch

[postkorb@stadt-waldkirch.de](mailto:postkorb@stadt-waldkirch.de)  
[www.stadt-waldkirch.de](http://www.stadt-waldkirch.de)

