



Abschlussbericht

# Kommunale Wärmeplanung

Stadt Oberkirch

Erstellt durch:  
Stadtwerke Oberkirch GmbH

Oberkirch, 30.11.2023

**Auftraggeber**

Stadt Oberkirch  
Eisenbahnstraße 1  
77704 Oberkirch

**Auftragnehmer**

Stadtwerke Oberkirch GmbH  
Appenweierer Straße 54  
77704 Oberkirch

**Autoren beim Auftragnehmer**

David Matuschek  
Erik Füssgen  
Tobias Vespermann

**In Zusammenarbeit mit**

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

**Kontakt**



Stadtwerke Oberkirch GmbH  
Appenweierer Straße 54  
77704 Oberkirch  
T 07802 9178-0  
[www.stadtwerke-oberkirch.de](http://www.stadtwerke-oberkirch.de)

## Inhalt

Executive Summary .....	1
1. Aufgabenstellung und Methodik.....	3
2. Bestandsanalyse.....	5
2.1 Ausgangslage .....	5
2.2 Analyse des Gebäudebestands .....	6
2.3 Energieträger, Heizungssysteme und Wärmebedarf.....	7
2.4 Analyse netzgebundene Versorgungsinfrastruktur .....	11
2.5 Treibhausgasemissionen .....	12
2.6 Energiebedarfsdichte .....	13
2.7 Bestand erneuerbarer Wärmeerzeugung .....	15
2.8 Netzwerkanalyse und Beteiligung.....	15
2.9 Zusammenfassung Bestandsanalyse .....	17
3. Potenzialanalyse .....	18
3.1 Potenzial zur Senkung des Wärmebedarfs.....	18
Annahmen und Methodik .....	18
Ergebnisse.....	19
3.2 Erneuerbare Wärmequellen (zentrale und dezentrale Nutzung) .....	20
Abwärme aus Abwasser .....	21
Industrielle Abwärme .....	22
Biomasse/Biogas .....	23
Oberflächennahe Geothermie (Erdwärmesonden mit Wärmepumpe) .....	25
Umgebungswärme (Luft, Grundwasser) .....	26
Tiefe Geothermie.....	28
Solarthermie (Freifläche).....	29
Solarthermie (Dachfläche) .....	31
Bewertungsmatrizen .....	32
3.3 Elektrische Potenziale .....	35
Windenergie .....	35
Photovoltaik (Freifläche) .....	36
Photovoltaik (Dachfläche) .....	38
3.4 Zusammenfassung Potenzialanalyse.....	38
4. Szenarien.....	40

---

4.1	Verbrauchsszenario 2040 .....	41
4.2	Versorgungsszenarien 2030 und 2040.....	41
	Versorgungsszenario 1: Zentrale Wärmeversorgung .....	42
	Versorgungsszenario 2: Dezentrale Wärmeversorgung .....	44
4.3	Erneuerbare Gase .....	45
	Potenzial der Erzeugung von EE-Gasen in Oberkirch.....	46
	Bewertung .....	47
4.4	Effekte aus der Sektorkopplung und Auswirkungen auf das Stromnetz.....	49
4.5	Empfohlenes Szenario für 2040 .....	51
5.	Wärmewendestrategie und Maßnahmenplan .....	52
5.1	Größte Stellhebel.....	52
	1 Wärmeverbund im Gewerbegebiet .....	52
	2 Tiefe Geothermie.....	53
	3 Maßnahmen zur Einsparung von Wärmeenergie .....	54
	4 Ausbau der Fernwärme.....	54
	5 Anreize zum schnellen Austausch der bestehenden Öl- und Gasheizungen .....	54
5.2	Maßnahmenkatalog.....	55
	Handlungsfeld ‚Wärmenetze‘ .....	58
	Handlungsfeld ‚Begleitende Maßnahmen‘ .....	71
	Handlungsfeld ‚Erneuerbare Wärmequellen‘ .....	79
5.3	Steckbriefe für die Ortsteile.....	87
6.	Literatur.....	104

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1   Gemarkung Oberkirch.....	5
Abbildung 2   Gebäudebestand nach Gebäudekategorie .....	6
Abbildung 3   Gebäudebestand nach Baualtersklasse.....	6
Abbildung 4   Gebäudebestand nach primärem Heizsystem.....	7
Abbildung 5   Verteilung der Primärheizungen nach Alter des Heizsystems .....	8
Abbildung 6   Installierte Leistung nach Installationsjahr und Brennstoff .....	9
Abbildung 7   Energieträger für Wärme (primäres Heizsystem) .....	10
Abbildung 8   Endenergiebedarf nach Endenergieträger .....	11
Abbildung 9   THG-Emissionen nach Endenergieträger .....	12
Abbildung 10   Endenergiebedarf im 100m x 100m - Raster.....	14
Abbildung 11   Impressionen aus dem Akteursworkshop vom 18.07.2023 .....	16
Abbildung 12   Durchschnittlicher Endenergieverbrauch pro Baualtersklasse .....	19
Abbildung 13   Industriebetriebe mit Abwärme .....	23
Abbildung 14   Nennleistung für Erdwärmesonden.....	26
Abbildung 15   Potenzial für Wärmeerzeugung durch Luftwärmepumpen.....	28
Abbildung 16   Potenziale für Freiflächen-Solarthermie .....	31
Abbildung 17   Prognose des Wärmebedarfs .....	41
Abbildung 18   Eignungsgebiete für Wärmeversorgung .....	43
Abbildung 19   Szenario 1: Zentrale Wärmeversorgung .....	44
Abbildung 20   Szenario 2: Dezentrale Wärmeversorgung .....	45
Abbildung 21   Energieträgermix 2021 .....	49
Abbildung 22   Energieträgermix 2040 .....	50
Abbildung 23   Gewerbegebiet.....	53
Abbildung 24   Quartiere in der Kernstadt.....	87

## Executive Summary

Ein kommunaler Wärmeplan ist ein wichtiges Hilfsmittel, um den Entwicklungspfad zu einer nachhaltigen und treibhausgasneutralen Wärmeversorgung zu erarbeiten. Er ist auf die Situation der jeweiligen Kommune ausgerichtet und liefert maßgeschneiderte Lösungen, die die Lage vor Ort bestmöglich berücksichtigen. Der Wärmeplan soll die Transformation der Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040 begleiten und in diesem Zeitraum regelmäßig überprüft und, sofern erforderlich, aktualisiert werden. Er bietet die strategische Entscheidungsgrundlage, welche die verschiedenen Akteure in Oberkirch benötigen, um die Energieversorgung der Gemeinde zukunftsfähig zu machen.

Der heutige Endenergiebedarf für Wärme liegt bei 595 GWh/a. Davon werden ca. 18% durch Erdgas und 19% durch Öl gedeckt. Die Industrie kommt für 65% des Wärmebedarfs auf und deckt den größten Teil davon mit eigenen KWK-Anlagen. Die Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung betragen 130.127 t/a.

Die Potenzialanalyse hat gezeigt, dass es in Oberkirch ausreichend Potenziale für erneuerbare Wärmequellen gibt. Es ist zu erwarten, dass Abwärme und elektrische Wärmepumpen eine größere Rolle spielen werden als heute. Darüber hinaus kann der Wärmebedarf aus Solarthermie, diversen Formen der Umweltwärme und tiefer Geothermie gedeckt werden. Die erwartete Versorgungslücke im Jahr 2040 liegt bei 189 GWh. Diese muss im industriellen Bereich durch die Nutzung treibhausgasneutraler Gase wie Wasserstoff und synthetischem Methan geschlossen werden, in den übrigen Sektoren (private Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen) durch den weiteren Ausbau der Fernwärme sowie durch neue Wärmepumpen überall dort, wo Fernwärme sich nicht eignet.

Im Rahmen der Wärmeplanung wurden Eignungsgebiete für Wärmenetze identifiziert. Hierfür war entscheidend, ob die Wärmebedarfsdichte einen gewissen Schwellenwert erreicht, um einen wirtschaftlichen Betrieb des Wärmenetzes zu ermöglichen und dadurch bezahlbare Wärmepreise zu gewährleisten. Die Eignungsgebiete sind in Kapitel 4.2 dargestellt. Es wurden mehrere Szenarien betrachtet, um unterschiedliche Entwicklungspfade diverser technologischer Lösungen zu vergleichen. Das empfohlene Szenario bedient sich je nach Quartier und Anwendungsgebiet aus verschiedenen Technologien und zeigt einen möglichen Energieträgermix für Oberkirch im Jahr 2040 auf.

**37%** des Endenergieverbrauchs für Wärme im **Wohnsektor** ist **Öl**.

**63%** der verbauten Heizsysteme sind **älter als 15 Jahre**. Für diese Systeme müssen jetzt und in den nächsten Jahren **Alternativen** gefunden werden.

**2040** soll die Wärmeversorgung in Oberkirch zu **100%** aus **treibhausgasneutralen Quellen** kommen.

Als Abschluss der Wärmeplanung wurde ein umfassender Maßnahmenkatalog bestehend aus 34 kurz-, mittel- und langfristigen Maßnahmen erarbeitet. Dieser entstand in einem mehrstufigen Beteiligungsprozess und hat mehrere Prioritätsstufen.

Alle Maßnahmen wurden einem Handlungsfeld zugeordnet. Folgende Handlungsfelder wurden betrachtet: Wärmenetze, begleitende Maßnahmen, erneuerbare Energien.

Die größten Stellhebel zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2040 sind:

- Wärmeverbund auf gewerblichen Flächen auf der Westseite der Kernstadt
- Tiefe Geothermie
- Maßnahmen zur Einsparung von Wärmeenergie
- Beirat für das Handwerk
- Lenkungsreis für die Überwachung der Wärmewende

Die Maßnahmen mit der höchsten Priorität, welche in den nächsten fünf Jahren zumindest begonnen werden, sind folgende:

- Wärmenetz Stadtgebiet
- Wärmenetz Zusenhofen Süd
- Wärmenetz Oberdorf
- Wärmepumpen-Coach
- Ausbau Abwärme Ruch Novaplast

Die Maßnahmen sind in Kapitel 5 näher beschrieben.

Die Auswahl der Maßnahmen berücksichtigt einen ausgewogenen Einsatz technischer, rechtlicher, wirtschaftlicher, (stadt-)planerischer und kommunikativer Instrumente, die in Summe wirken sollen, ohne den Instrumenteneinsatz fachlich zu einseitig zu gestalten.

Gleichzeitig wurde berücksichtigt, welche Maßnahmen die größten Effekte für die Erreichung der Treibhausgasneutralität haben. Die identifizierten Maßnahmen bieten ausreichend Potenzial, um die Versorgungslücke zu schließen und die Wärmeversorgung in Oberkirch treibhausgasneutral zu gestalten.

## 1. Aufgabenstellung und Methodik

Angesichts der existenziellen Bedrohung, die die Klimakrise darstellt, hat Deutschland Klimaschutzmaßnahmen gesetzlich festgeschrieben. In der nachgeschärften Version des Klimaschutzgesetzes ist die Klimaneutralität bis zum Jahre 2045 verpflichtend zu erreichen. Das Land Baden-Württemberg ist hier bereits einen Schritt weiter gegangen und sieht das Erreichen der Klimaneutralität bereits bis 2040 vor (§ 10 KSG BW). Für das Jahr 2030 ist ein Zwischenziel von einer Reduktion der Emissionen um 65% verglichen mit den Emissionen des Jahres 1990 vorgesehen. Nimmt man eine technische Nutzungsdauer von 20 Jahren für Heizsysteme an, könnten somit nach 2025 eingebaute fossile Kessel nicht mehr für ihre gesamte Nutzungsdauer betrieben werden.

Auf diesem Transformationspfad fällt dem Wärmesektor eine zentrale Rolle zu, da fast die Hälfte aller bundesweiten Emissionen im Bereich der Wärmebereitstellung anfallen (Prozesswärme, Raumwärme und Warmwasser). Im Stromsektor wird bereits über 40% der Energie erneuerbar erzeugt, während es im Wärmesektor bislang nur 16,5% sind [UBA 2023].

Dies liegt unter anderem darin begründet, dass in den vergangenen Jahren Entwicklungen in der Wärmeversorgung primär dem Markt überlassen wurden und die Politik eine Steuerungsfunktion nur vorsichtig wahrnahm. Daher entstanden die bekannten negativen Folgen für die Umwelt, geopolitische Abhängigkeiten sowie finanzielle Risiken. Außerdem ist in den vergangenen 30 Jahren nicht nur in der Stromversorgung, sondern auch bei der Wärmeerzeugung eine Diversifizierung zu beobachten.

Da Wärme sowohl lokal erzeugt als auch verbraucht werden muss, fällt die Mammutaufgabe der Dekarbonisierung des Wärmesektors den Städten und Kommunen zu. Die Kommunale Wärmeplanung soll hierbei die Plangrundlage liefern. Während des Planungsprozesses werden gebäudescharfe Wärmeverbrauchsdaten und Schornsteinfederdaten zu den verbauten Heizsystemen erhoben, deren Bereitstellung durch § 33 des Klimaschutzgesetzes des Landes Baden-Württemberg geregelt ist, um eine möglichst exakte und örtlich aufgelöste Erfassung des Status Quo der Wärmeversorgung zu ermöglichen. Durch eine Zusammenführung des aktuellen und zukünftigen Wärmebedarfs mit den vorhandenen erneuerbaren Potenzialen kann der Weg in die Klimaneutralität aufgezeigt werden. Dafür werden Gebiete identifiziert, in denen die Wärmeversorgung durch Wärmenetze erfolgen soll und Flächen bestimmt, die für die Wärmeerzeugung verwendet werden sollen. Für die übrigen Gebiete wird eine dezentrale Wärmeversorgung vorgesehen.

Im Rahmen dieses Planungsprozesses werden Ideen für konkrete Projekte entwickelt, die als Maßnahmen mit Umsetzungszeitplan und prognostizierter CO<sub>2</sub>-Ersparnis den abschließenden Wärmeplan ergeben. Dabei werden Maßnahmen priorisiert, die bei geringsten Kosten die größtmöglichen Einsparungen an Treibhausgasemissionen ermöglichen. Hierbei ist eine sorgfältige Prüfung der lokalen Gegebenheiten wie auch des Netzwerks relevanter Akteure elementar. Aufgrund des kurzen Planungshorizonts bis 2040 ist es notwendig, einige

Maßnahmen schon in den kommenden Jahren in Gang zu setzen. Die Effekte zeigen nicht unmittelbar Wirkung, sondern häufig erst mit ein paar Jahren Verzögerung. Gerade der Aufbau von neuer Infrastruktur und Erzeugungsanlagen erfordert einige Jahre in der Umsetzung.

Durch die Betrachtung des gesamten Stadtgebietes werden Machbarkeitsstudien, Quartierskonzepte und weitere anvisierte Projekte im Wärmeplan nur als Vorhabensskizzen in den Maßnahmen zu finden sein. Die genaue Ausarbeitung und Umsetzung der Maßnahmen findet nach Beschluss des Wärmeplans statt.

Ein regelmäßiges Monitoring nach Verabschiedung des Wärmeplans soll sicherstellen, dass Änderungen in den politischen Rahmenbedingungen und Förderprogrammen, der aktuelle Stand der Technologie und der Situation vor Ort in den geplanten Maßnahmen entsprechend berücksichtigt werden. Entsprechend gilt, dass die Kommunale Wärmeplanung nicht als einmaliges Projekt zu verstehen ist, sondern als Prozess, welcher verschiedene Akteursgruppen beteiligt und ca. alle sieben Jahre iterativ überprüft und angepasst wird.

Im Ergebnis entsteht ein gebäudescharfes Wärmekataster, welches den erwarteten Wärmebedarf im Jahr 2040 abbildet und Eignungsgebiete für leitungsgebundene Wärmeversorgungs-lösungen wie auch dezentrale Wärmequellen vorschlägt. Ausgehend von dem prognostizierten Wärmeenergiebedarf, der bereits vorhandenen Nutzung erneuerbarer Wärme sowie den bereits angestoßenen Maßnahmen wird eine Versorgungslücke berechnet, welche bis zum Jahr 2040 mit erneuerbarer Wärme aus neuen Maßnahmen geschlossen werden muss.

In diesem Zusammenhang wird auch die Frage nach der Rolle der bestehenden leitungsgebundenen Wärmeinfrastruktur gestellt. Gerade in Bezug auf die Gasnetze wird der Wärmeplan untersucht, inwieweit eine Versorgung mit EE-Gasen erwartbar ist. Für das Erdgasnetz werden Nutzungsperspektiven aufgezeigt.

Für die einzelnen Ortsteile werden Steckbriefe erstellt, die die Möglichkeiten für erneuerbare Wärmeversorgung abbilden. Für jeden Ortsteil werden eigene Wärmekataster erstellt und Maßnahmen vorgeschlagen.

Oberkirchs erste CO<sub>2</sub>-Bilanz hat im Herbst 2022 deutlich gemacht, dass die Ausgangslage vielversprechend ist. Diverse wegweisende Projekte und bestehendes Know-how zu zukünftigen Schlüsseltechnologien wie Abwärmenutzung sind in der Stadt vorhanden und wurden bereits umgesetzt. Gleichzeitig arbeiten viele in Oberkirch präsen-te Akteure selbstständig an der Energiewende. So hat die Firma Ruch Novaplast gemeinsam mit den Stadtwerken die Nutzung industrieller Abwärme erschlossen. Die Koehler Paper SE rüstet bis zum Jahr 2024 ihr firmeneigenes Kohlekraftwerk vollständig auf Biomasse um. Die im Jahr 2021 gegründete Renchtal Bürgerenergie GmbH erschließt und baut erneuerbare-Energie-Anlagen, mittels derer sich Renchtaler Bürger direkt an der Energiewende beteiligen können. Dies schafft vorteilhafte Rahmenbedingungen, innerhalb derer die Stadt als steuernder Akteur die Wärmewende in Oberkirch umsetzen kann.

## 2. Bestandsanalyse

### 2.1 Ausgangslage

Oberkirch befindet sich im Ortenaukreis im Westen Baden-Württembergs. Die große Kreisstadt liegt am Rand der oberrheinischen Tiefebene, am Eingang zum Renchtal. Sie ist charakterisiert durch Wein- und Obstanbau sowie knapp 900 Hausbrennereien.

Oberkirch hat ca. 20.000 Einwohner, welche sich neben der Kernstadt auf die neun Ortsteile Bottenau, Butschbach-Hesselbach, Haslach, Nußbach, Ödsbach, Ringelbach, Stadelhofen, Tiergarten und Zusenhofen verteilen.

Die Region hat einige „hidden champions“ und Weltmarktführer vorzuweisen. Als größte Unternehmen und Arbeitgeber sind die Koehler Paper SE, die Ruch Novaplast GmbH und die Progress-Werk Oberkirch AG zu nennen.



Abbildung 1 | Gemarkung Oberkirch

Daten Oberkirch (Stand: 2019)	
	Einwohner: 20.039 Altersdurchschnitt: 43,8 Jahre
	Fläche: 69,11 km <sup>2</sup> Gebäude: 7.272 Struktur: ländlich
	Bundesland: Baden-Württemberg Kreis: Ortenaukreis
	Klimaneutralität: 2040 Klimaschutzkonzept Ortenaukreis Renchtal Bürgerenergie GmbH

Beim Ausbau Erneuerbarer Energien hat Oberkirch bereits einige Erfolge vorzuweisen. Der Anteil der erneuerbaren Stromerzeugung in Oberkirch liegt im Jahr 2019 bei 7,6% des

lokalen Stromverbrauchs. Gleichzeitig sind mit der PV-Freiflächenanlage in Ödsbach (Inbetriebnahme November 2022), dem geplanten Windpark auf der Hummelsebene sowie dem geplanten Umbau des Koehler-Firmenheizkraftwerks auf ein Biomassekraftwerk alle Weichen auf Klimaschutz gestellt. Die primärenergieschonende Wärmebereitstellung aus Biomasse, KWK, Wärmepumpen-Strom oder anderen erneuerbaren Wärmequellen liegt bei 61% des lokalen Wärmebedarfs.

Aktuell geplante und zum Teil in Aufsiedlung befindliche Baugebietsentwicklungen befinden sich unter anderem in Zusenhofen (Roedermatt III), Nußbach (Erweiterung Brestenberg), Oberkirch (Wohnen am Hesselbach) und Ödsbach (Hengstbachstraße).

## 2.2 Analyse des Gebäudebestands

Abbildung 2 zeigt die Verteilung der 7.272 Gebäude auf die verschiedenen Sektoren. Der Anteil der Wohngebäude beträgt 90%, während dem Sektor Industrie 4% der Gebäude zuzuordnen sind. Ein hoher Anteil Wohngebäude ist typisch für Städte vergleichbarer Größenordnung und zugleich ein Hinweis für den Schwerpunkt der Dekarbonisierung im Wärmesektor.

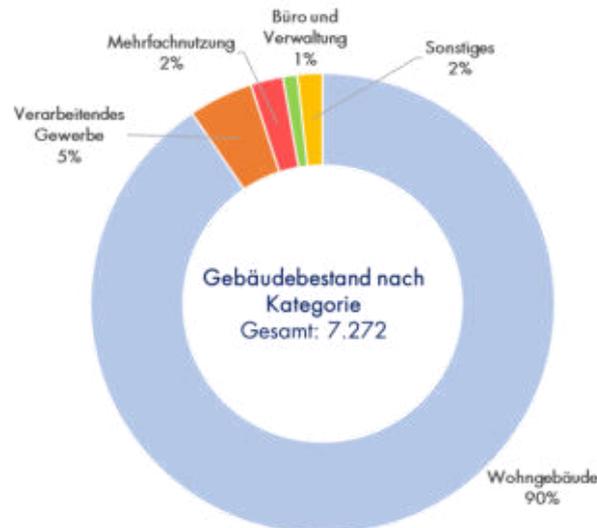


Abbildung 2 | Gebäudebestand nach Gebäudekategorie

Aus der Verteilung dieser Gebäude auf die Baualtersklassen (siehe Abbildung 3) wird deutlich, dass erhebliche Herausforderungen im Bereich der Gebäudesanierung auf die große Kreisstadt zukommen werden, da in etwa zwei Drittel der Gebäude vor 1979 gebaut wurden. Sie wurden somit vor dem Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung gebaut, die ein Mindestmaß an Dämmung vorschrieb. Deutschlandweit weist im Schnitt ein Drittel aller Wohngebäude keinerlei Sanierungsmaßnahmen auf, sodass der Senkung des Wärmebedarfs eine zentrale Rolle zukommen wird.

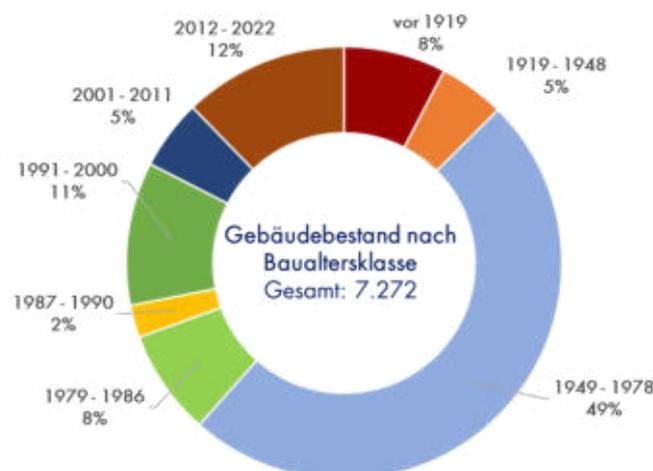


Abbildung 3 | Gebäudebestand nach Baualtersklasse

Der Gebäudebestand auf der gesamten Gemarkung Oberkirchs wurde durch die Zusammenführung von Kartenmaterial, ALKIS-Daten und weiteren Datenquellen analysiert. Das Alter jedes Gebäudes wurde über die jeweilige Baualtersklasse nach dem als Hektaraster verfügbaren Zensus von 2011 bestimmt, sofern kein exaktes Baualter bekannt war. Ebenso wurde die Zugehörigkeit jedes Gebäudes zur jeweiligen „ökonomischen Sektor“-Kategorie bestimmt. Diese Kategorien sind folgende:

- Wohngebäude
- Industrie, Landwirtschaft und Versorgung
- Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Verkehr (GHD)
- Öffentliche Gebäude

### 2.3 Energieträger, Heizungssysteme und Wärmebedarf

Zur Bestimmung des primären Energieträgers jedes Gebäudes wurden die bereitgestellten Kheirbücher der Schornsteinfeger verwendet, in welchen sich für jedes verbaute Heizsystem der verwendete Brennstoff, sowie Art und Alter der Feuerstätte finden lassen. Weitere Quellen waren die erhobenen Verbrauchs- und Netzdaten. Die Analyse der primären Energieträger pro Gebäude zeigt, dass der Großteil der Gebäude (68%) überwiegend fossil mit Öl oder Gas beheizt wird (siehe Abbildung 4). Aktuell sind nur ca. 1% der Gebäude ans Nah- und Fernwärmenetz angeschlossen.

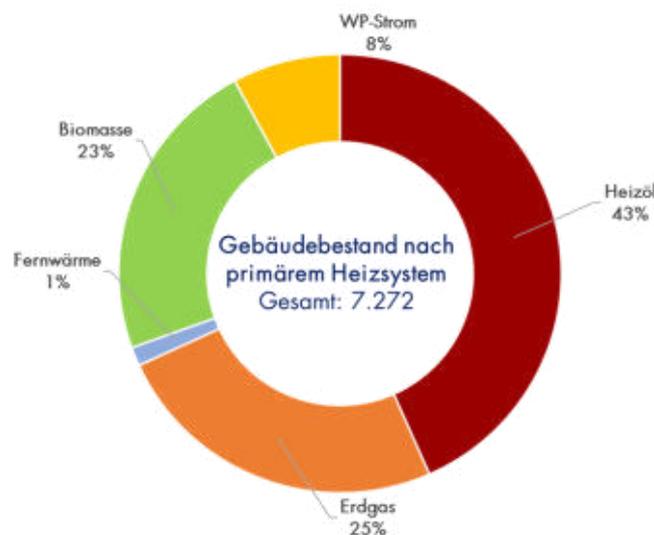


Abbildung 4 | Gebäudebestand nach primärem Heizsystem

Die Analyse der Altersverteilung sämtlicher verbauter Heizsysteme ergibt, dass circa zwei Drittel der Heizsysteme bereits älter als 15 Jahre sind. 19% sind sogar älter als 30 Jahre und müssen daher per Gesetz (§ 72 GEG) ausgetauscht werden. Weitere 46% der Heizsysteme, in der Alterskategorie zwischen 15 und 30 Jahren, werden in absehbarer Zeit ebenfalls für einen Austausch in Frage kommen, da die empfohlene Betriebsdauer von Heizkesseln zwischen 15 und 20 Jahren liegt.

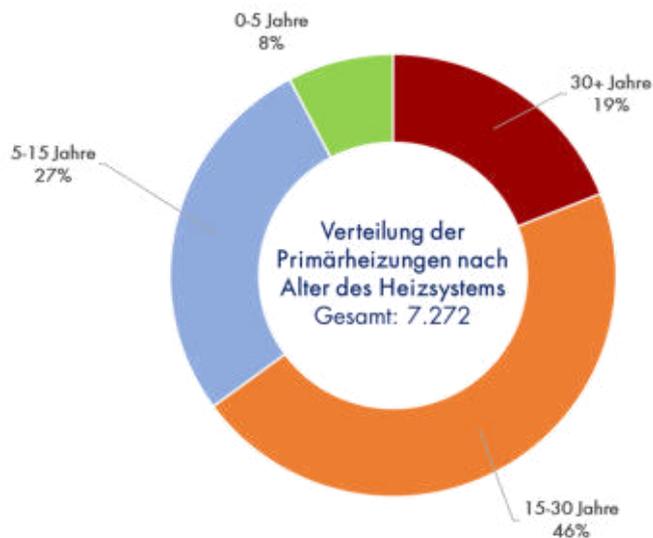
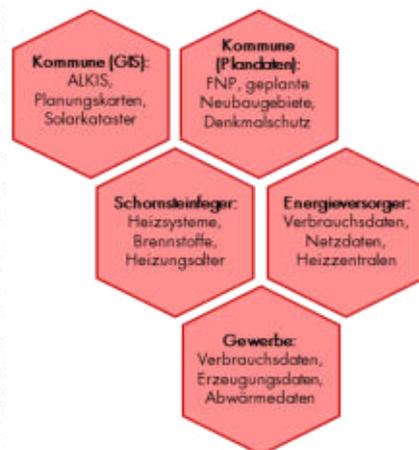


Abbildung 5 | Verteilung der Primärheizungen nach Alter des Heizsystems

### Infobox Datenerhebung

Zu Beginn der Bestandsanalyse stand die Erhebung der **gebäudescharfen Verbrauchsdaten** für Wärme, welche von den Stadtwerken Oberkirch bereitgestellt wurden. Dies waren Gasverbrauchsdaten, Stromverbrauchsdaten für Heizzwecke (Direktstromheizungen und Wärmepumpen) sowie die Abnahmemengen der Wärmenetze. Ebenso wurden Anfragen an die Bezirksschornsteinfeger nach der Bereitstellung der elektronischen Kheirbücher gestellt, welche über die Stadt erfolgten. Die Bereitstellung dieser sensiblen, personenbezogenen Daten wurde durch den Paragraphen 33 des KSG BW ermöglicht, der die Schornsteinfeger und Unternehmen zu der Weitergabe dieser Daten für die Erstellung des Wärmeplans verpflichtet. Weitere ortsspezifische Datenquellen waren Plan- und GIS-Daten des städtischen Bauamts, welche ebenfalls ausschließlich für die Erstellung des Wärmeplans zur Verfügung gestellt wurden. Diese vor Ort erhobenen Daten wurden durch externe Datenquellen und Modelle ergänzt. Durch die unterschiedlichen Datenquellen und -lieferanten war eine manuelle Bereinigung und Harmonisierung diverser Datensätze erforderlich. Außerdem wurden die Daten auf ihre Plausibilität hin überprüft, um anschließend als verlässliche Berechnungsgrundlagen dienen zu können.



Eine Darstellung der Leistung der Feuerstätten nach Installationsjahr und Brennstoff (Abbildung 6) zeigt, dass in den letzten zwei Jahrzehnten der Anteil der verbauten Leistung an Öl zugunsten von Gas zurückging, und zudem immer mehr Holzfeuerungen eingesetzt wurden. Diese werden jedoch nicht immer als primäre, sondern häufig als zusätzliche Heizsysteme genutzt.

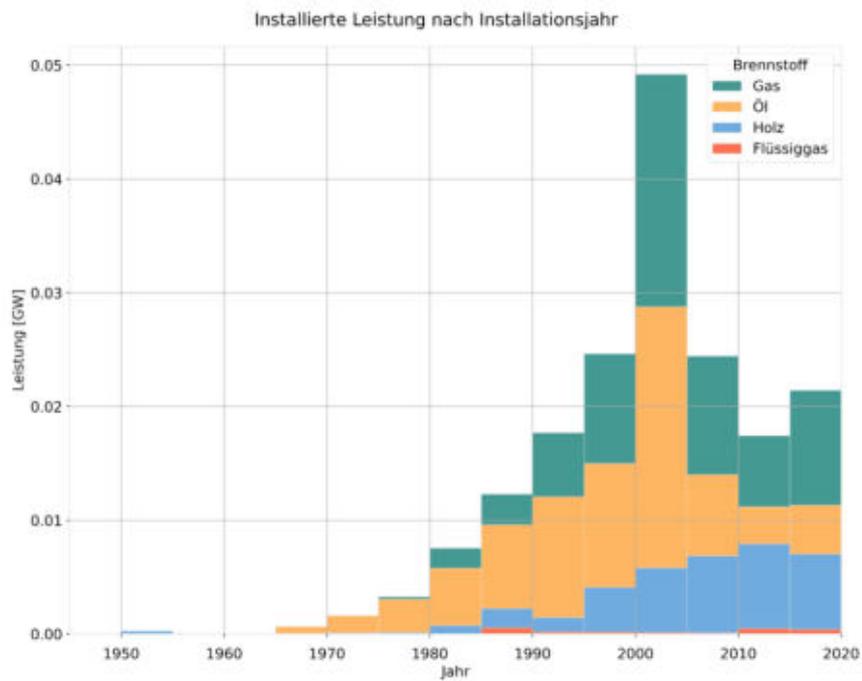


Abbildung 6 | Installierte Leistung nach Installationsjahr und Brennstoff

Der jährliche Wärmebedarf in Oberkirch beträgt 595 GWh. Mit einem Anteil von 65% der Industrie am Wärmebedarf liegt Oberkirch deutlich über dem Bundesdurchschnitt von 37% [BDEW 2023].

Dadurch bewegt sich auch der jährliche Wärmebedarf pro Kopf mit 29,7 MWh über dem deutschlandweiten Mittel.

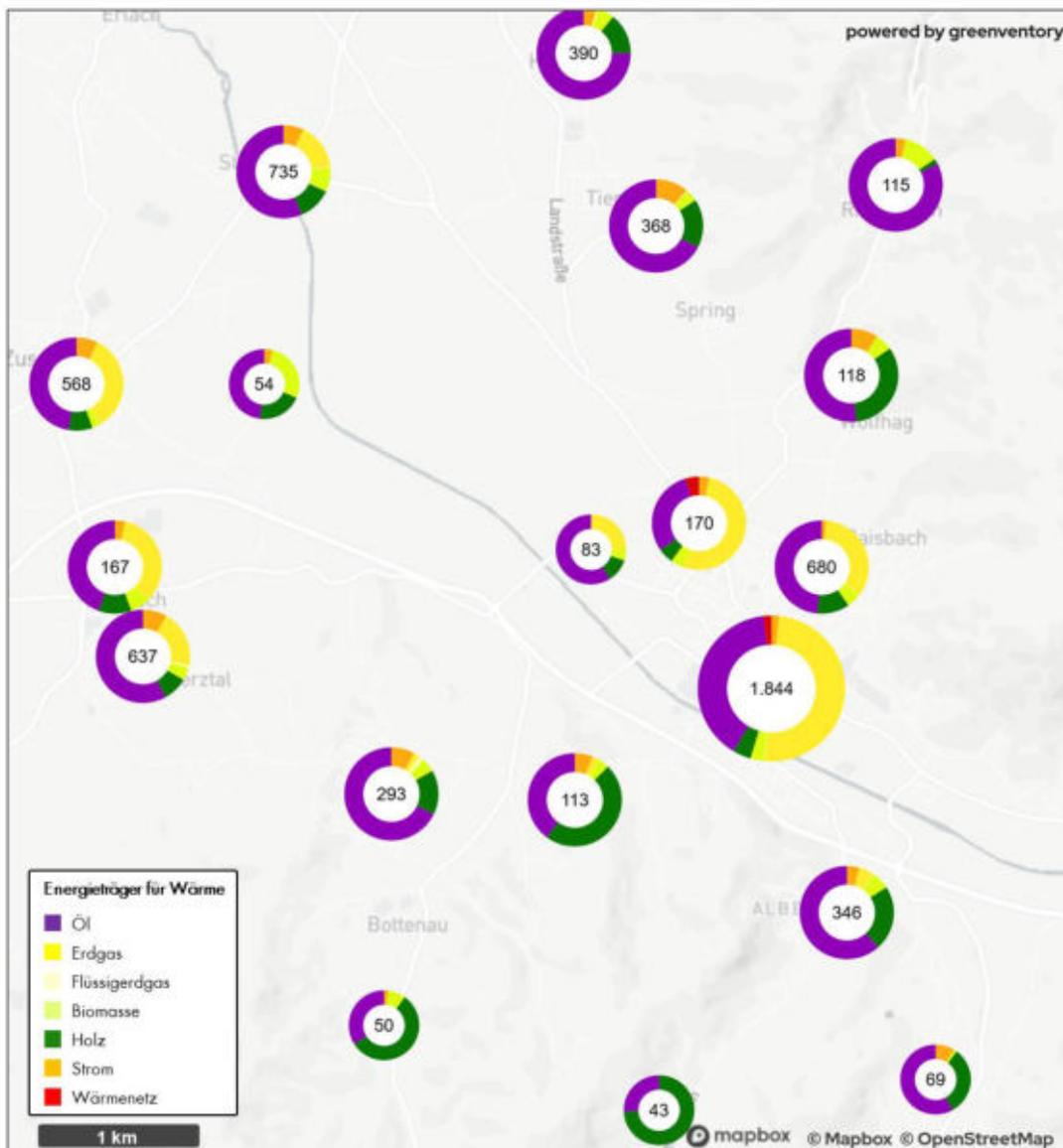


Abbildung 7 | Energieträger für Wärme (primäres Heizsystem)

Die Analyse der Endenergiebedarfs für Wärme aufgeteilt nach Endenergieträgern verdeutlicht die nach wie vor große Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen, da Gas und Öl zusammen auf mindestens 37% kommen. Auffallend ist der mit 43% hohe Anteil an Fernwärme in Oberkirch. Dieser kommt dadurch zustande, dass nahezu alle Industriebetriebe über ein eigenes BHKW zur Strom- und Wärmeerzeugung verfügen und die Verbräuche aus KWK bilanziell der Fernwärme zugeordnet sind. Es muss allerdings betont werden, dass der überwiegende Anteil dieser BHKW erdgasbetrieben ist.

Im Wohnsektor ist Biomasse bereits knapp hinter den Ölheizungen bei der Wärmeerzeugung. Mit 32% Anteil an den verbauten Heizungen ist zu erwarten, dass Holzheizungen kurz- bis mittelfristig die Ölheizungen als vorherrschendes Heizsystem ablösen (37%).

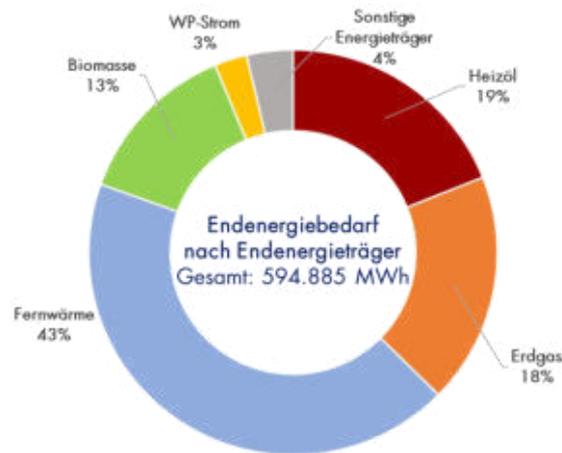


Abbildung 8 | Endenergiebedarf nach Endenergieträger

### Infobox Bilanzgrenzen

Als **Primärenergie** wird jene Energiemenge bezeichnet, die erzeugt werden muss, um unter Einbeziehung von Umwandlungs- und Transportverlusten den letztendlichen Wärmebedarf decken zu können (**Nutzenergie**). **Endenergie** ist die Energiemenge, die dem lokalen Heizsystem zur Verfügung gestellt wird.

Die Bestimmung des Wärmebedarfs erfolgt für die leitungsgebundenen Heizsysteme über die gemessenen Verbrauchsdaten (Endenergieverbräuche), sofern diese verfügbar sind. Mit den Wirkungsgraden der verschiedenen Heiztechnologien kann so der Wärmebedarf, die Nutzenergie, ermittelt werden. Bei nicht leitungsgebundenen Heizsystemen wird der Wärmebedarf auf Basis der Gebäudeparameter berechnet. Auf die Endenergieverbräuche kann unter Verwendung der entsprechenden Wirkungsgrade geschlossen werden.

[https://www.e3d.rwth-aachen.de/global/show\\_picture.asp?fid=aaaaaaaaaaaaayku](https://www.e3d.rwth-aachen.de/global/show_picture.asp?fid=aaaaaaaaaaaaayku)

## 2.4 Analyse netzgebundene Versorgungsinfrastruktur

Weite Teile der Kernstadt sowie die Ortsteile Nußbach, Zusenhofen und Stadelhofen sind an das Gasnetz angeschlossen. Die übrigen Ortsteile, insbesondere im Süden und im Nordosten, werden dezentral versorgt. Die Zukunft der Gasnetzinfrastruktur wird im Rahmen der Wärmeplanung adressiert. Insgesamt werden ca. 1.800 Gebäude bzw. 25% mit Gasheizungen beheizt. Darüber hinaus ist Erdgas in der industriellen Prozesswärme einer der zentralen Energieträger. Die meisten größeren Unternehmen in Oberkirch betreiben eigene Erdgas-BHKW zur Strom- und Wärmeerzeugung.

Während die Gasleitungen einen großen Teil des Gemeindegebiets erreichen, hat Oberkirch 12 Wärmenetze mit unterschiedlichen Größen in Betrieb. Zehn Netze werden von den Stadtwerken Oberkirch betrieben. Bei zwei Netzen wird industrielle Abwärme als Wärmequelle genutzt. Neun Netze verfügen über ein Erdgas-BHKW als Heizzentrale, ein Netz über ein Biomasse-BHKW. Das Wärmenetz mit der höchsten Erzeugung ist das Wärmenetz „Obere

Höhe" mit einer jährlichen Erzeugung von ca. 1,0 GWh. Das Netz „Waldweg“ ist das zweitgrößte Wärmenetz in Oberkirch. Die Wärmebereitstellung erfolgt bislang ausschließlich auf Basis fossiler Energieträger, hauptsächlich Erdgas. Hier werden perspektivisch die Möglichkeiten der Dekarbonisierung geprüft werden. Außerdem sollte nach Ermittlung der Wärmenetzeignungsgebiete sowohl die Ausweitung bestehender Netze als auch die Möglichkeit des Baus von Verbindungsleitungen zwischen Bestandsnetzen geprüft werden.

## 2.5 Treibhausgasemissionen

Die Treibhausgasemissionen des Wärmesektors betragen in Summe 130.127 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente jährlich. Dies entspricht einem Wert von 6,4 t pro Person und Jahr. Berechnet wurden die Emissionen nach der BSKO-Methode des Umweltbundesamtes. Durch den hohen Anteil der Industrie liegen die Pro-Kopf-Emissionen in Oberkirch über dem Bundesdurchschnitt. Betrachtet man allerdings ausschließlich die privaten Haushalte, liegen die Pro-Kopf-Emissionen im deutschlandweiten Mittel. Aufgeteilt nach Sektoren stimmen die Anteile der jeweiligen Sektoren an den Gesamtemissionen mit den Anteilen der Sektoren am Gesamtwärmebedarf überein. Dies bedeutet, dass eine Reduzierung des Wärmebedarfs in jedem Sektor mit Blick auf die Emissionen gleichwertig ist.

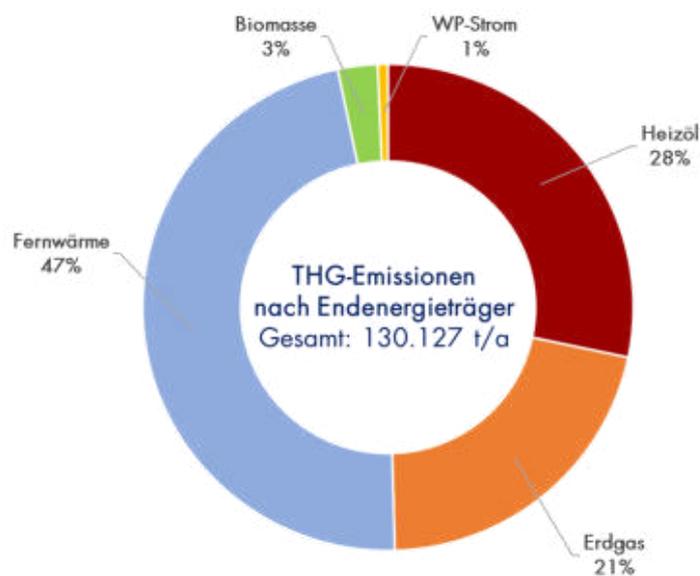


Abbildung 9 | THG-Emissionen nach Endenergieträger

## 2.6 Energiebedarfsdichte

Die Endenergiewerte wurden gebäudescharf ermittelt und in ein 100m x 100m – Raster aggregiert (Abbildung 10). Jedes Rasterfeld zeigt den Wärmebedarf in MWh pro Hektar pro Jahr. Aufgrund der dichteren und höheren Bebauung im Stadtkern erreicht die Wärmebedarfsdichte gebietsweise mehr als 500 MWh/ha im Jahr, während in den Ortsteilen sowie am Stadtrand in der Regel nur vereinzelt Wärmedichten von mehr als 300 MWh/ha im Jahr auftreten. Aufgrund des hohen Wärmebedarfs in der industriellen Fertigung kann es in einzelnen Rastern, in denen sich Industriebetriebe befinden, zu Wärmebedarfen von mehr als 2.000 MWh/ha im Jahr kommen.

Die Wärmebedarfsdichtekarte liefert Aufschluss über Potenzialgebiete für eine neue leitungsgebundene Wärmeversorgung. In der Regel sollten Quartiere eine gewisse Wärmebedarfsdichte vorweisen, damit sie wirtschaftlich mit Fernwärme versorgt werden können. Die wirtschaftliche Eignung hängt dabei von diversen weiteren Faktoren ab, wie beispielsweise der Kosten der Erschließung, der Anschlussbereitschaft von Seiten der Kunden, der Verfügbarkeit von günstigen Wärmequellen bzw. der Höhe der Wärmeerzeugungskosten.

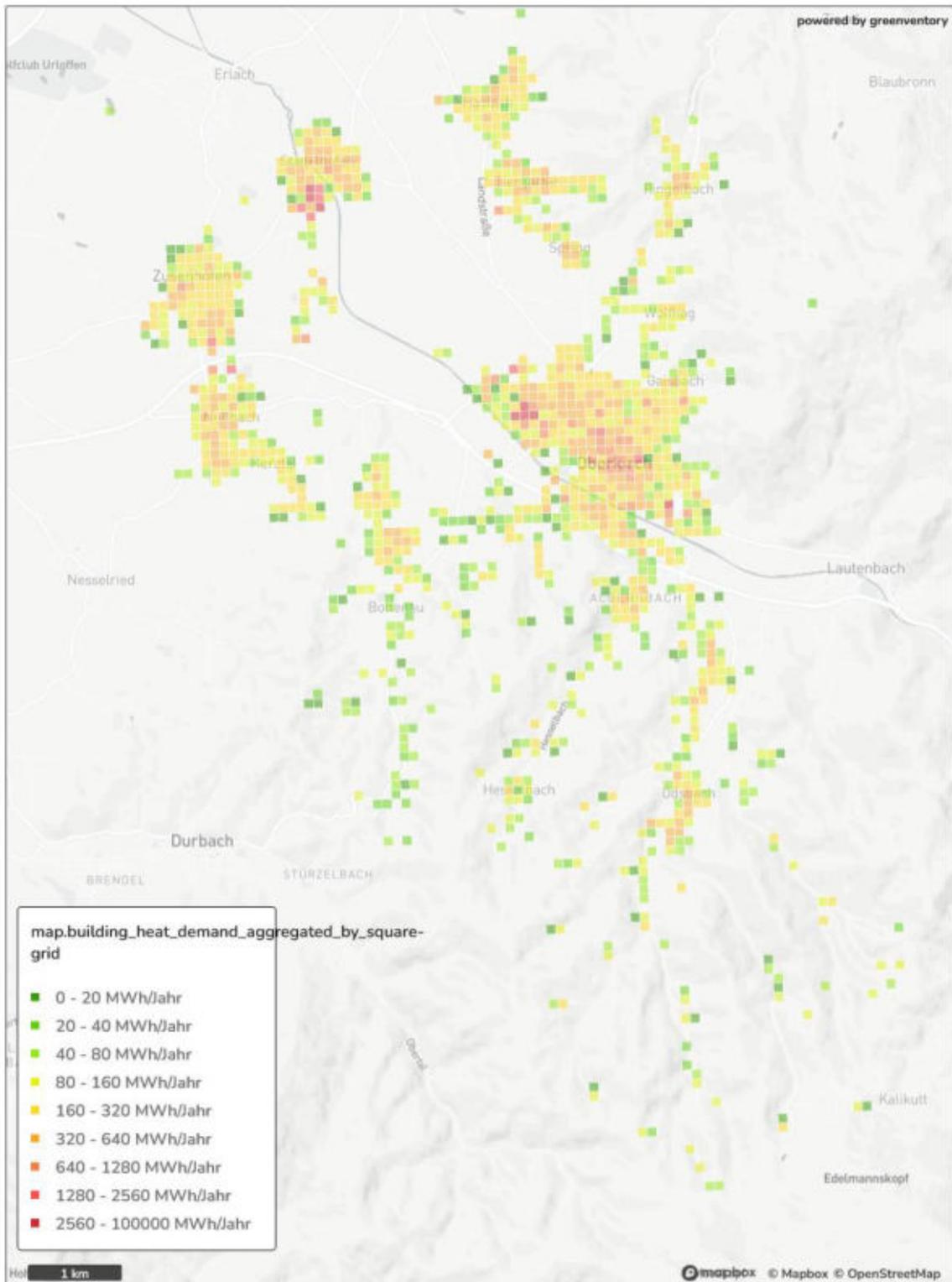


Abbildung 10 | Endenergiebedarf im 100m x 100m - Raster

Die räumliche Auflösung der Wärmebedarfsdichten zeigt deutlich die Industriestandorte der Progresswerke in Stadelhofen, der Ruch Novaplast GmbH sowie der Köhler Papierfabrik.

## 2.7 Bestand erneuerbarer Wärmeerzeugung

In Oberkirch beträgt der Anteil klimafreundlicher Wärmeerzeugung bereits 59%. Dies liegt in erster Linie an dem hohen Anteil der Fernwärme an der Wärmeversorgung. Die größten Industrieunternehmen betreiben eigene KWK-Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung. Im Jahr 2021 sind die meisten KWK-Anlagen noch nicht erneuerbar, sondern werden mit Erdgas betrieben. Im Falle des Koehler-Kraftwerks ist der Primärenergieträger Kohle. Allerdings wird zum Zeitpunkt der Berichterstellung eine Umstellung des Koehler-Kraftwerks auf Biomasse (Fertigstellung bis 2024) vorgenommen.

Eine Umrüstung der gasbetriebenen BHKWs auf erneuerbare Primärenergieträger bis 2040 ist vorgesehen. Dies bedingt sich auch aus dem geplanten Verbot fossiler Energieträger in Wärmenetzen ab 2045, welches in der GEG-Novelle vermerkt ist [GEG 2023].

Zusätzlich zur Fernwärme kommen die Biomasseheizungen und Wärmepumpen, welche in ihrer Durchdringung im deutschen Schnitt liegen.

## 2.8 Netzwerkanalyse und Beteiligung

Für den Erfolg der Wärmewende ist es entscheidend, dass wichtige Akteure rechtzeitig und über den gesamten Prozess hinweg gehört und beteiligt werden. Aus diesem Grund stand zu Beginn der Wärmeplanung eine Netzwerkanalyse. Hierfür wurden alle in Oberkirch vertretenen Akteursgruppen hinsichtlich ihrer Interessenlage und Betroffenheit analysiert.

Als wesentliche unmittelbar betroffene Akteure wurden identifiziert:

- Stadtbauamt
- Energieversorger /Stadtwerk
- Netzbetreiber (Gas, Strom)
- Betreiber von Wärmenetzen
- Städtische Baugesellschaft
- Energieintensive Unternehmen
- Abwasserversorgung

Weitere, mittelbar betroffene Akteure sind:

- Bevölkerung
- Bundesland/Landkreis
- Ortenauer Energieagentur
- BUND (Umweltverband)

Als Resultat der Netzwerkanalyse wurde ein Lenkungskreis gegründet, welchem Vertreter des städtischen Bauamts, der städtischen Baugesellschaft, des lokalen Energieversorgers und des Netzbetreibers angehören. Vertreter der Zivilgesellschaft und der Wirtschaft wurden ebenfalls punktuell informiert. Der Gemeinderat bzw. der zuständige Fachausschuss wurden am 17.04.2023 über die Fortschritte informiert. Noch in derselben Woche wurde die Öffentlichkeit in einer frei zugänglichen Veranstaltung in der Oberkircher Mediathek über den Prozess und die Ziele der Wärmeplanung in Kenntnis gesetzt. Hierzu fand am 20.04.2023 eine öffentliche

Veranstaltung in der Mediathek in Oberkirch statt. Die Stadtwerke Oberkirch stellten den aktuellen Planungsstand vor und erläuterten den Prozess für die Entwicklung der Maßnahmen. In einer Fragerunde konnten sich interessierte Zuhörer äußern und Einfluss auf den Prozess nehmen. Über die Veranstaltung wurde in der öffentlichen Presse berichtet [SWO 2023]. Außerdem werden Gemeinderat und Öffentlichkeit gegen Ende des Prozesses erneut eingebunden, um über die Maßnahmen und ihre Priorisierung zu diskutieren. Hierzu fand am 22.02.2024 eine öffentliche Bürgerbeteiligungsveranstaltung statt [SWO 2024]. Zusätzlich hatten alle Akteure über den gesamten Prozess hinweg die Möglichkeit, Fragen und Ideen direkt an die Stadt oder die Stadtwerke zu richten. Eine der häufigsten Fragen, welche in dieser Form an die Stadt und die Stadtwerke gerichtet wurde, ist die Frage ob an einer bestimmten Adresse ein Wärmenetz geplant ist.

Am 18.07.2023 fand ein fachlicher Workshop statt, an welchem Teilnehmer des Stadtbauamts, der städtischen Baugesellschaft, des Netzbetreibers und der Stadtwerke über Eignungsgebiete für neue Wärmenetze berieten. Als Ergebnis dieses Workshops wurden die in Kapitel 5.2 enthaltenen Steckbriefe generiert.



*Abbildung 11 | Impressionen aus dem Akteursworkshop vom 18.07.2023*

## 2.9 Zusammenfassung Bestandsanalyse

Mit einem Anteil von 90% Wohngebäuden am Gebäudebestand weist Oberkirch die typische Gebäudeverteilung einer deutschen Stadt vergleichbarer Größe auf. Große Herausforderungen der Wärmewende werden die Sanierung des Gebäudebestandes, der zu zwei Dritteln vor 1979 gebaut wurde, und der rasche Austausch alter Heizsysteme, da ein Fünftel bereits älter als 30 Jahre ist. Dies verdeutlicht, wie wichtig ein rasches Handeln in der Wärmeplanung ist, da bei einem erheblichen Teil der Gebäude in den kommenden Jahren ein Heizungsaustausch ansteht.

Der aktuelle Endenergiebedarf für Wärme beläuft sich auf 595 GWh/a, wovon 18% durch Erdgas und 19% durch Öl gedeckt werden. Im reinen Wohnsektor wird überwiegend dezentral geheizt: Mehr als drei Viertel der Wohnungen verfügen über eine Öl- oder Biomasseheizung. Der hohe Gesamtanteil der Fernwärme am Endenergiebedarf geht primär auf die Prozesswärme der großen Industriebetriebe zurück. Mit einem Anteil von 65% der Industrie am gesamten Wärmebedarf liegt Oberkirch über dem Bundesdurchschnitt. Die Gesamtemissionen betragen 130.127 t/a, womit der Pro-Kopf-Ausstoß mit 6,5 t/a eher hoch ist. Aufgrund des hohen Anteils der Industrie am Endenergiebedarf sowie an den Emissionen liegt hohes Potenzial in der Dekarbonisierung der Industrie. Maßnahmen in den übrigen Sektoren sollten ebenfalls angegangen werden, haben allerdings bei der Reduktion der Gesamtemissionen einen geringeren Hebel.

## 3. Potenzialanalyse

Um eine zukünftige erneuerbare Wärmeversorgung zu gewährleisten, gibt es zwei Stellschrauben: den Wärmebedarf zu senken und die Energieversorgung gänzlich umzubauen. Daher wird zuerst das Potenzial zur Senkung des Wärmebedarfs ermittelt, welches durch umfassende Sanierungsmaßnahmen bis zum Zieljahr der Klimaneutralität in 2040 erreicht werden kann und soll. Anschließend werden durch automatisierte Methoden, basierend auf dem neuesten Stand der Forschung, die wichtigsten technischen Wärme- und Strompotenziale auf dem gesamten Untersuchungsgebiet erhoben und visualisiert, die für die Deckung des verbleibenden Wärmebedarfs eingesetzt werden können.

### 3.1 Potenzial zur Senkung des Wärmebedarfs

In den Bestandsgebäuden verbergen sich enorme Einsparpotenziale, die durch umfassende Sanierungsmaßnahmen nutzbar gemacht werden können.

#### Annahmen und Methodik

Bei der Berechnung des zukünftig erreichbaren Wärmebedarfs werden die verschiedenen Sektoren getrennt betrachtet:

- **Wohngebäude:** Die einzelnen Gebäude werden nach Altersklasse unterschieden. Dabei werden eine Vollsanierung der Gebäudehülle und die Modernisierung, bzw. der Austausch der Heizsysteme angenommen. Um die pro Gebäudealtersklasse zu erreichenden Einsparungen prognostizieren zu können, wird die bestehende Teilsanierung der Gebäude pro Altersklasse berücksichtigt und ein flächenbezogener Endenergieverbrauch angenommen. Das Verfahren orientiert sich dabei an durchschnittlichen Werten pro Baualtersklasse, die dem „Leitfaden Kommunale Wärmeplanung BW“ der KEA (Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg) entnommen sind (siehe Abbildung 12). Trotz eines zunehmenden Trends zu Single-Haushalten können somit Effizienzsteigerungen erreicht werden, beispielsweise durch hydraulische Abgleiche. In dieser Studie werden bis 2040 Einsparungen von 10% angenommen [ZSW 2017].
- **Gewerbe und Industrie:** Für den Sektor Gewerbe und Industrie wird eine jährliche Wachstumsrate von 0,8% angenommen [ZSW 2017]. Gleichzeitig kann erwartet werden, dass der Energieverbrauch bis 2040 um ca. 19% sinkt. Grundlage hierfür sind verbesserte Energieeffizienzen bei Querschnittstechniken wie Druckluft und Pumpen sowie Prozesstechniken [ZSW 2017].

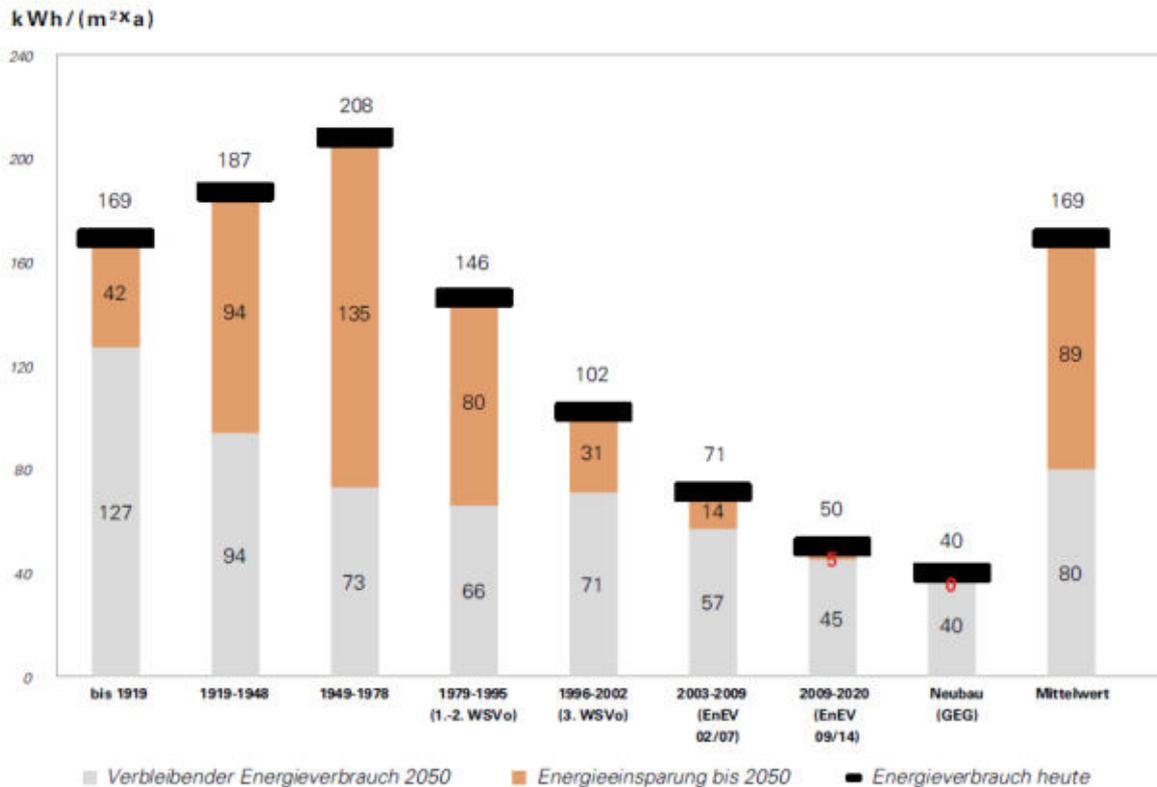


Abbildung 14: Flächenbezogener Endenergieverbrauch nach Altersklassen für den Ist-Zustand (teilsaniert) und nach energetischer (Voll-)Sanierung bis 2050. Für Neubauten nach GEG (2020) wird keine Einsparung bis 2050 erwartet. Quelle: Verändert und erweitert nach BMWi, 2014.

Abbildung 12 | Durchschnittlicher Endenergieverbrauch pro Baualterklasse

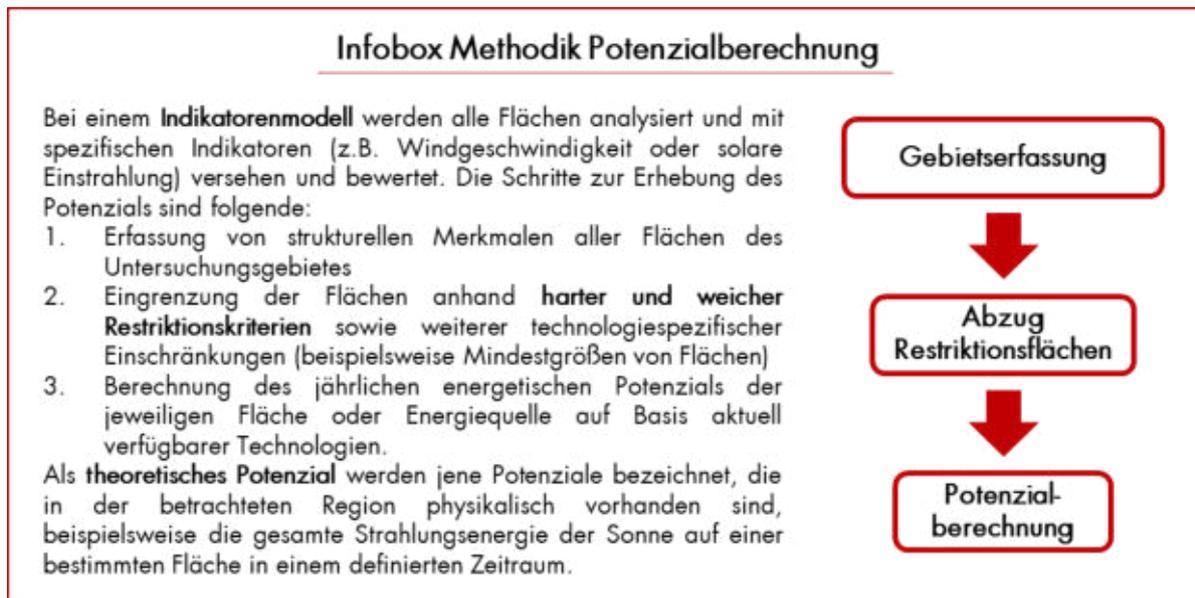
## Ergebnisse

Es wird davon ausgegangen, dass das Endenergie-Einsparpotenzial bis zum Jahr 2040 für die privaten Haushalte ca. 10%, für Gewerbe und Industrie ca. 19% beträgt. Somit liegt der Wärmebedarf aller Gebäude für das Zieljahr 2040 bei voraussichtlich ca. 496 GWh/a, was einer Reduktion von 17% im Vergleich zum Ist-Zustand entspricht. Die Reduktion kann aufgrund mehrerer Faktoren erreicht werden. So wird die schrittweise Sanierung insbesondere der älteren Gebäude zu niedrigeren Wärmebedarfen führen. Der größere Hebel ist allerdings die Sektorenkopplung: Durch den Austausch fossiler Öl- und Gasheizungen durch moderne Wärmepumpen sind Einsparungen von ca. 70% des Endenergiebedarfs möglich [Quaschnig 2016].

Gleichzeitig ist damit zu rechnen, dass der Strombedarf im selben Zeitraum deutlich steigen wird. Die bislang fossilen Primärenergieträger werden zunehmend durch elektrische Anwendungen ersetzt (Wärmepumpe, E-Mobilität). Dies muss bei der Planung der Stromerzeugungskapazitäten wie auch der Netze und deren Lastprofile berücksichtigt werden.

Bei der Auswahl eines geeigneten Heizsystems ist darüber hinaus die örtliche Verfügbarkeit der Wärmequelle zu beachten. Wenn keine Abwärme oder Umweltwärme in unmittelbarer

Umgebung des Wärmeverbrauchers verfügbar sind, schränkt dies den Handlungsspielraum erheblich ein. Dies ist bei der Bewertung der Potenziale immer zu berücksichtigen.



### 3.2 Erneuerbare Wärmequellen (zentrale und dezentrale Nutzung)

Die erhobenen Potenziale der erneuerbaren Wärme- und Stromquellen, sowie der Abwärmquellen, sind als Möglichkeiten zu verstehen, die der Stadt Oberkirch zur Verfügung stehen, um eine zukünftige erneuerbare Wärmeversorgung aufzubauen. Ziel ist es, aus den möglichen Potenzialen diejenigen auswählen zu können, die für zukünftige Versorgungsszenarien unter wirtschaftlichen, technischen und sozialen Gesichtspunkten bestmöglich geeignet sind.

Die Potenziale der folgenden Energieträger wurden erhoben:

- Abwärme aus Abwasser
- Industrielle Abwärme
- Biomasse/Biogas
- Oberflächennahe Geothermie
- Umgebungswärme (Luft, Grundwasser)
- Tiefe Geothermie
- Solarthermie (Freifläche)
- Solarthermie (Dachfläche)

Außerdem wurden Potenziale für erneuerbare Stromerzeugung untersucht, da im Zuge der Sektorkopplung ein erhöhter Strombedarf zur Wärmeerzeugung zu erwarten ist. Näheres hierzu findet sich in Kapitel 4.4.

- Wind
- Photovoltaik (Freifläche)
- Photovoltaik (Dachfläche)

Dabei wurde, sofern sinnvoll, zwischen **gut geeignetem**, **geeignetem** und **bedingt geeignetem Potenzial** unterschieden. Bei den ersten beiden Flächenkategorien werden sowohl harte als auch weiche Restriktionsflächen als Ausschlussflächen verwendet. Das gut geeignete Potenzial hat zusätzliche Bedingungen an Größe und spezifischen Ertrag der jeweiligen Potenzialgebiete. Zur Berechnung des bedingt geeigneten Potenzials wurden nur mit harten Kriterien belegte Flächen ausgeschlossen. Das bedeutet, dass Flächen, die als „bedingt geeignet“ ausgewiesen wurden, einer Prüfung bedürfen, ob dem Klimaschutz (durch die Erschließung regenerativer Energiequellen) Vorrang gegenüber dem Natur- und Artenschutz eingeräumt wird.

Die kommunale Wärmeplanung zeigt Möglichkeiten auf, wie die Zukunft unter Einbindung wichtiger Akteure positiv gestaltet werden kann. Daher wird im „Leitfaden Kommunale Wärmeplanung“ der KEA empfohlen, die Potenzialanalyse auf das technische Potenzial zu fokussieren. Die spezifischen Methoden zur Bestimmung der technischen Potenziale der verschiedenen erneuerbaren Energiequellen werden in diesem Dokument erläutert und die dabei verwendeten spezifischen Kriterien aufgeführt.

Darüber hinaus ist es oft sinnvoll, wo bekannt und nachvollziehbar durchführbar, bestimmte ökonomische Einschränkungen zu berücksichtigen, um darauf aufbauend zielorientiert diskutieren und Maßnahmen erstellen zu können. Wo dies sinnvoll und möglich ist, werden daher gewisse wirtschaftliche Grenzen berücksichtigt und gekennzeichnet.

### Abwärme aus Abwasser



Die mögliche Wärmegewinnung aus dem Abwasser wurde an den Klärwerk-Ausläufen der Anlage in Oberkirch erhoben. Alternativ könnte die Abwärme des Abwassers auch direkt an den Abwassersammlern bestimmt werden. Da jedoch eine Mindesttemperatur des Abwassers zu gewährleisten ist, sind gewisse Erholungsstrecken zwischen den Entnahmestellen erforderlich. Die so gewonnene Wärme kann anschließend für die Einspeisung in Niedertemperatur-Wärmenetze verwendet werden.

### Methodik

Es wurden zwei Methoden analysiert, dem Abwasser Wärme zu entziehen. Bei der ersten Methode wird das Abwasserpotenzial an den Klärwerken erfasst, diese fungieren als Punktquellen. Für das Oberkircher Klärwerk wird von einem Schmutzwasserabfluss von 25 l/s sowie einem Fremdwasserabfluss von 20 l/s ausgegangen. Die ermittelte theoretische Wärmeentzugsleistung aus dem Abwasser beträgt 0,8 MW. Eine Wärmepumpe mit einer Jahresarbeitszahl von 2,8 hätte entsprechend eine Heizleistung von 1,2 MW. Es wird von einer Abkühlung um 4 Kelvin durch die Wärmeentnahme ausgegangen, was die Funktionsweise der Kläranlage nicht beeinträchtigt [IFEU 2018].

Für die zweite Methode werden direkt im Kanalnetz Wärmetauscher installiert. Die Wärmeentnahme ist in der Regel ab einer Kanalstärke von DN800 und einem Schmutzwasserdurchfluss von 10 l/s wirtschaftlich sinnvoll [IFEU 2018]. Außerdem sollte die Heizlast der Wärmeabnehmer mindestens 150 kW betragen. Wie bei den meisten in dieser

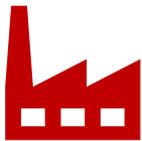
Studie ermittelten Potenziale gilt: Eine geringe räumliche Distanz zwischen Wärmequelle und Wärmeabnehmer wirkt sich begünstigend auf die Wirtschaftlichkeit des Projekts aus.

### Potenzial

Das Abwärmepotenzial der Kläranlage der Stadt Oberkirch wird auf 7,6 GWh/a geschätzt. Die Entfernung zum nächsten bestehenden Wärmenetz beträgt ca. 1,2 km. Die Entfernung zum nächstgelegenen potentiellen Abnehmer im Gewerbegebiet beträgt ca. 700 m.

Das Wärmepotenzial im Abwasserkanalnetz wird auf ca. 9 GWh/a geschätzt. Das IFEU-Institut hat in einer Metastudie diverse Analysen zum Wärmepotenzial aus Abwasser in Deutschland verglichen, welche eine Bandbreite zwischen 2% und 14% des deutschen Wärmeverbrauchs umfassen [IFEU 2018]. Für diese Studie wurde das Potenzial aus dem Abwasserkanalnetz konservativ auf 5% des Wärmebedarfs in den Sektoren private Haushalte und GHD geschätzt.

### Industrielle Abwärme



Industriebetriebe verfügen teilweise über große Abwärmequellen, die, je nach Temperaturniveau der Quelle, für die Einspeisung in warme oder kalte Wärmenetze erschlossen werden können.

### Methodik

Industriebetriebe fungieren als Punktquellen. Zur Erfassung der Potenziale wurden Fragebögen nach den Anforderungen der KEA an die Unternehmen verschickt, bei welchen von einem Aufkommen an Abwärme ausgegangen werden kann. Von diesen wurden dann Informationen zum jeweiligen Abwärmepotenzial sowie dessen Verfügbarkeit und Temperaturniveau angegeben. Teilweise handelt es sich dabei um Erfahrungswerte, teilweise um Schätzungen.

### Potenzial

Von den insgesamt neun angeschriebenen Betrieben haben vier angegeben, Abwärmequellen zu besitzen und zur Abkopplung dieser Wärme bereit zu sein. Drei der Unternehmen konnten die Abwärmemenge quantifizieren bzw. schätzen, die sich auf insgesamt 6.350 MWh/a beläuft. Ein Großverbraucher konnte die Menge bislang allerdings nicht benennen, sodass davon auszugehen ist, dass das theoretische Potenzial noch wesentlich höher ist. Das Temperaturniveau liegt bei allen Unternehmen zwischen 35 °C und 60 °C. Fällt die Wärme in niedrigeren Temperaturbereichen an, ist zur Nutzbarmachung der zusätzliche Einsatz von Wärmepumpen nötig. Der Aufwand zur Auskopplung der Wärme wurde von den Unternehmen selbst von gering bis hoch eingestuft. Der größte Teil der erzeugten Abwärme wird von den Unternehmen selbst verbraucht. Die Lage der Betriebe kann untenstehender Abbildung (Abbildung 13) entnommen werden. Zusätzlich sind in Abbildung 12 die Eignungsgebiete für Fernwärme dargestellt, da die Abwärme zur Nutzung in ein Wärmenetz eingespeist werden sollte.

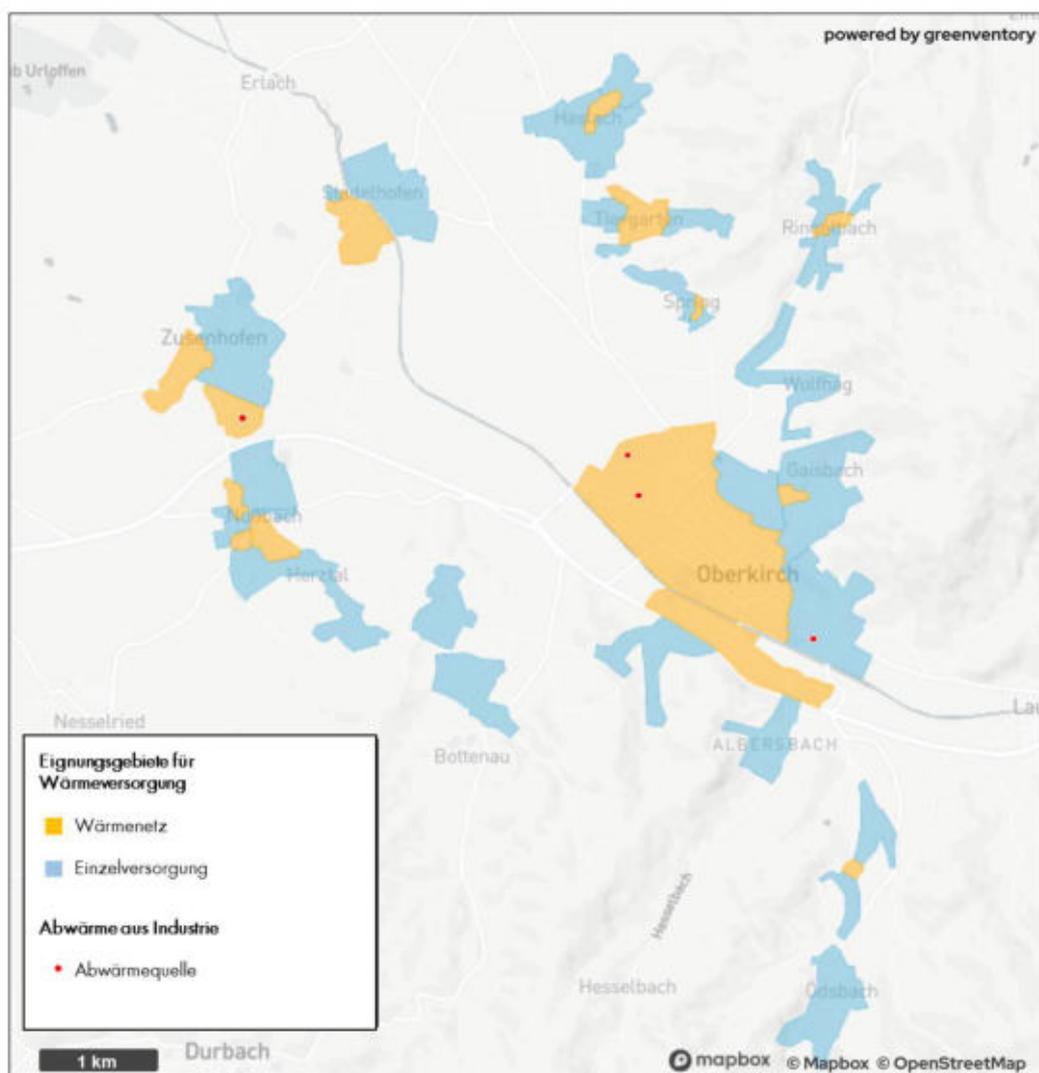


Abbildung 13 | Industriebetriebe mit Abwärme

## Biomasse/Biogas



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

### Methodik

Für die Bestimmung der für Biomassennutzung geeigneten Gebiete werden sämtliche Naturschutzgebiete ausgeschlossen. Anschließend werden folgende Gebiete mit den jeweiligen Substraten als geeignete Gebiete für die anschließende Potenzialberechnung herangezogen:

Gebietstyp	Substrat
Landwirtschaftliche Flächen	Mais, Stroh
Waldflächen	Waldrestholz
Reben	Rebschnitt
Öffentliche Grünfläche, Grünland	Grünschnitt

Wohngebiete	Hausmüll, Biomüll
-------------	-------------------

Für die Zuordnung der Substrate zu den Gebietstypen wird angenommen, dass Mais als Energiepflanze auf Ackerflächen angebaut wird. Zur Berechnung des energetischen Potenzials wird mit einem durchschnittlichen Ertrag pro Fläche gerechnet.

Zur Bestimmung der Biomasse in Siedlungsgebieten wird die Einwohnerzahl als Merkmal herangezogen und mit einer durchschnittlichen Abfallmenge pro Person multipliziert. Die Bestimmung der Personenanzahl pro Gebiet erfolgt durch deren prozentualen Anteil am betrachteten Gesamtgebiet und dessen Einwohnerzahl.

Zur Bestimmung der mit diesen Substratmengen erzielbaren Einspeisekapazitäten werden gängige Parameter verwendet, und anhand der Heizwerte die erzielbaren Biogas- und Biomethanerträge bestimmt.

Um eine realistische Einschätzung der durch diese Vorgehensweise erzielten Werte zu erreichen, werden folgende wirtschaftlichen Einschränkungen verwendet:

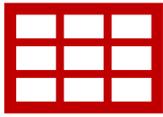
Gebietstyp	Bewertung
Gas	Unrentabel
Stroh	Flächenkonkurrenz Mais
Müll	bereits verwertet
Mais	nur 10% nutzbar (nachhaltige Fruchtfolge)
Waldrestholz	nur 30% nutzbar (Rest bereits genutzt)

## Potenzial

Die bereitgestellte Heizenergiemenge aus Brennholz betrug im Jahr 2021 ca. 79 GWh. Aufgrund der begrenzten lokalen Verfügbarkeit wird davon ausgegangen, dass die absolute Menge an Waldrestholz in den kommenden Jahren konstant bleibt. Umweltorganisationen warnen davor, Holz als nachhaltige Wärmequelle einzustufen, da die Wälder schon heute übernutzt sind. Eine Entwaldung wirkt sich negativ auf die lokale Biodiversität aus. Außerdem wird durch die Verbrennung von Holz kurzfristig CO<sub>2</sub> freigesetzt, welches erst längerfristig durch Aufforstung und Wachstum in vergleichbarer Menge wieder gebunden wird. Der Umbau des Koehler-Kraftwerks zu einem Biomassekraftwerk führt zusätzlich dazu, dass das lokale Angebot gebunden ist und zusätzliches Potenzial nicht zu optimistisch eingeschätzt werden sollte.

Biogas spielt in Oberkirch eine untergeordnete Rolle. Das Gas wird in erster Linie in landwirtschaftlichen Betrieben erzeugt und vor Ort verbraucht. Es wird davon ausgegangen, dass Biogas in der Wärmeversorgung für Oberkirch kaum eine Bedeutung haben wird.

## Oberflächennahe Geothermie (Erdwärmesonden mit Wärmepumpe)



Durch die relativ konstanten Temperaturen in der oberen Erdschicht kann mit Hilfe einer Wärmepumpe ganzjährig Wärme extrahiert werden. Das System der Erdwärmesonden mit Wärmepumpe besteht aus drei Teilen: einem U-förmigen Rohr mit einer Tiefe von bis zu 100 m, einer elektrisch betriebenen Pumpe und einem sich an das Rohr anschließenden Verteilsystem. Die zirkulierende Flüssigkeit im Rohr wird durch die höheren Temperaturen im Erdreich (Wärmequelle) erwärmt und mit Hilfe der Wärmepumpe an die Zielorte transportiert (Wärmesenken), wo die Wärme abgegeben wird.

### Methodik

Zunächst werden sämtliche Wohn- und Gewerbegebiete erfasst, wobei Wege und Straßen mit einer Pufferzone von 3 m berücksichtigt werden und Gewässer und Schutzzonen ausgeschlossen werden. Außerdem wurden ausschließlich gebäudenaher Flächen ausgewertet, welche den erforderlichen Platzbedarf für die Sonden decken können. Aufgrund der größeren Tiefe und der zentralen Bedeutung der Wärmeleitfähigkeit und -kapazität bei der Abschätzung des Potenzials werden ortsspezifische Werte des Geodatenkatalog verwendet und keine pauschalen Schätzungen vorgenommen [Geo 2023].

Ausgehend von 1.800 Vollaststunden kann mittels der GPOT-Methodologie und ortsspezifischer Wetterdaten ein jährliches Potenzial pro Bohrloch bestimmt werden. Für das Gesamtpotenzial werden die einzelnen Potenziale aufsummiert. Die für den Betrieb der Wärmepumpe aufzuwendende elektrische Energie ist dabei nicht berücksichtigt.

### Potenzial

Das so auf die oben beschriebene Art maximal erzielbare Potenzial beträgt 276,3 GWh jährlich. Damit könnte mehr als die Hälfte des zukünftigen Wärmebedarfs allein aus oberflächennaher Geothermie gedeckt werden. Die oberflächennahe Geothermie kann sowohl dezentral genutzt werden (über Erdwärmesonden auf Gebäudeebene) wie auch zentral (kalte Wärmenetze).

Abbildung 13 zeigt die potenzielle Nennleistung für Erdwärmesonden im Stadtgebiet. Eine räumliche Auflösung für die einzelnen Ortsteile ist in Kapitel 5.3 gegeben. Die Aufstellung zeigt, dass Erdwärmesonden vor allem in weniger dicht besiedelten Gebieten ihre Potenziale entfalten.

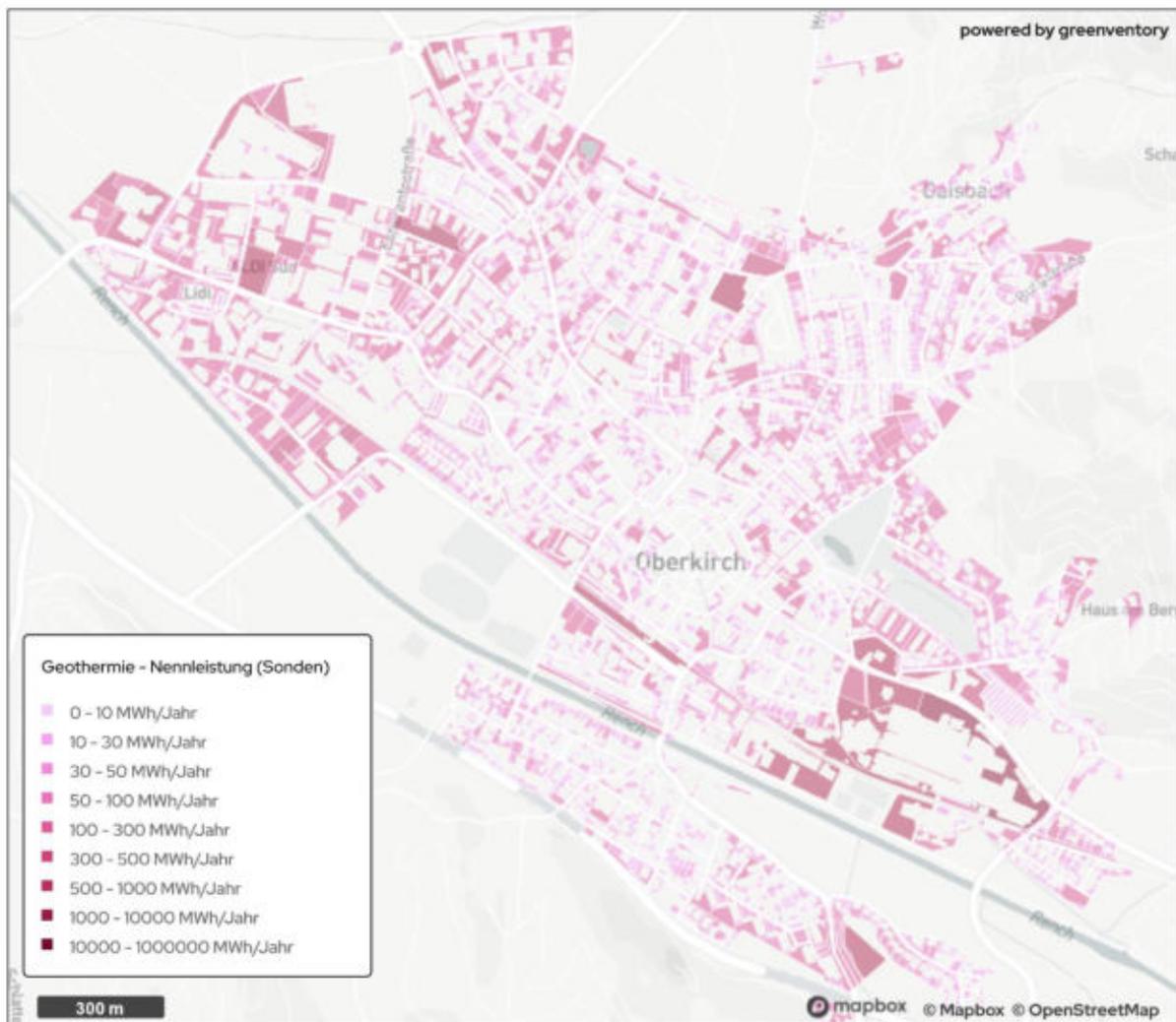


Abbildung 14 | Nennleistung für Erdwärmesonden

## Umgebungswärme (Luft, Grundwasser)



Umgebungswärme kann durch den Einsatz einer Wärmepumpe genutzt werden. Diese entzieht der Umgebungsluft oder einem anderen Medium Wärme, denn trotz kalter Temperaturen im Winter enthalten Luft, Grundwasser und Erdreich noch Wärme, die zur Raumheizung genutzt werden kann. Bei kalten Außentemperaturen sinkt die Effizienz der Luftwärmepumpe, wodurch der Energieverbrauch der Wärmepumpe steigt. Fungiert die Luft als Wärmereservoir und nicht das Erdreich, wie bei vorheriger beschriebener oberflächennaher Geothermie, ist also mit deutlich höherem Einsatz von elektrischem Strom zu rechnen. Sinkt der Wirkungsgrad der Wärmepumpe unter einen gewissen Schwellenwert, beispielsweise bei sehr kalten Außentemperaturen, wird ein zusätzlicher Heizstab eingesetzt. Neben der Luft kann auch dem Grundwasser mittels einer Wasser-Wärmepumpe Wärme entzogen werden. Vorteil hierbei ist, dass das Grundwasser eine konstantere Temperatur hat.

## Methodik

Alle Wohn- und Gewerbegebiete werden zunächst als Potenzialgebiete erfasst. Hierbei gelten die in Deutschland gültigen Immissionsrichtwerte als Einschränkungsfaktoren. In allgemeinen Wohngebieten sind tagsüber 50 dB erlaubt, nachts 35 dB. In Gewerbegebieten liegen die Grenzwerte bei 65 dB tagsüber und 50 dB nachts [TA Lärm 1998]. Da viele handelsübliche Luftwärmepumpen Lautstärken von bis zu 60 dB erreichen können, werden in dieser Studie Abstandsflächen zu benachbarten Gebäuden einkalkuliert. Die so entstehenden Potenzialkarten sind in Kapitel 5.3 aufgeführt.

### **Potenzial**

Grundwasser und Luft sind als Wärmequellen nahezu überall verfügbar. Daher ist eine Quantifizierung des Potenzials nicht belastbar möglich. Beide Wärmequellen können dezentral über Wärmepumpen für den Privatgebrauch erschlossen werden, aber auch über Großwärmepumpen für Wärmenetze nutzbar gemacht werden. Die Wien Energie GmbH betreibt eine Großwärmepumpe mit einer thermischen Leistung von ca. 40 MW, welche 25.000 Haushalte mit Wärme versorgt. Dabei muss berücksichtigt werden, dass Großwärmepumpen aufgrund der Schallemissionen bei der Luftansaugung vorzugsweise außerhalb von Siedlungsgebieten zum Einsatz kommen sollten.

Die Voraussetzungen für eine Nutzung von Grundwasser als Wärmequelle sind in Oberkirch als gut anzusehen. Dennoch ist aufgrund der Ergiebigkeit sowie der weiteren hydrogeologischen Gegebenheiten immer eine Einzelfallbetrachtung erforderlich.

Aufgrund der flächendeckenden Verfügbarkeit ist eine seriöse Quantifizierung des Potenzials nicht möglich.

Abbildung 14 zeigt die räumliche Auflösung der Potenziale durch Luftwärmepumpen. Es wird deutlich, dass gerade in besiedelten Quartieren wie der Stadtmitte ein nur geringes Potenzial für Luftwärmepumpen besteht, während es am Stadtrand wesentlich höher ist. Die räumlich aufgelösten Potenziale für die Ortsteile sind in Kapitel 5.3 dargestellt.

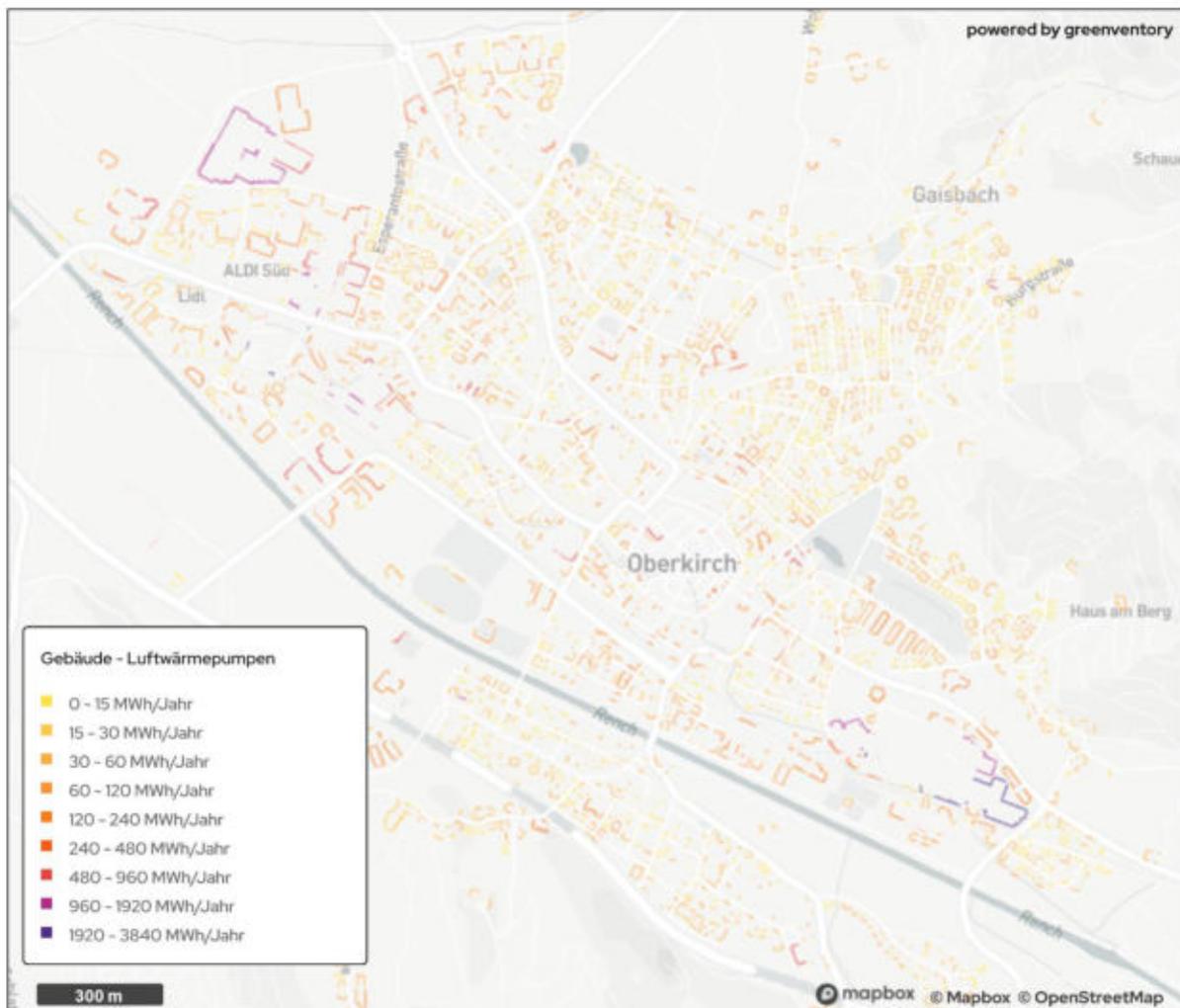


Abbildung 15 | Potenzial für Wärmeerzeugung durch Luftwärmepumpen

## Tiefe Geothermie



Bei der tiefen Geothermie wird heißes Thermalwasser aus tiefen Gesteinsschichten an die Oberfläche gepumpt und abgekühlt wieder zurückgeleitet. Dabei verbleibt das Thermalwasser in einem geschlossenen Kreislauf. Thermische Reservoirs finden sich schon in ca. 400m Tiefe, wobei eine Stromerzeugung erst ab ca. 3.000m Tiefe wirtschaftlich wird. Im

Oberrhingraben herrschen die erforderlichen Temperaturen schon in einer geringeren Tiefe vor als in anderen Regionen. Tiefe Geothermie ist grundlastfähig.

## Methodik

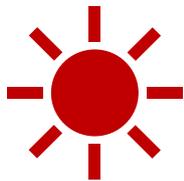
Das Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau im Regierungspräsidium Freiburg hat im Rahmen des Projekts „Interreg IV Oberrhein“ die Geopotenziale im Oberrhein untersucht. Ausgehend von den geologischen Profilen und der erwarteten Temperatur in den erforderlichen Tiefen kann eine erste Schätzung zur Eignung von tiefer Geothermie auf der Gemarkung Oberkirch vorgenommen werden [GEORG 2021].

## Potenzial

Betrachtet man Referenzprojekte, wie das aktuell im Bau befindliche Kraftwerk in Graben-Neudorf oder das geplante Kraftwerk bei Breisach, kann pro Kraftwerk von einer thermischen Leistung von ca. 40-50 MW ausgegangen werden.

Die Gesteinsprofile auf der Gemarkung Oberkirch machen eine tiefengeothermische Nutzung wirtschaftlich unattraktiv, da die Grundgebirgsschichten bereits in ca. 1.500m Tiefe beginnen [GEORG 2021]. Gleichzeitig könnte Oberkirch von einer Projekterschließung gemeinsam mit benachbarten Gemeinden im Westen profitieren. Mit zunehmender Nähe zum Rhein erhöht sich die Tiefe, in welcher durchlässiges Sedimentgestein vorzufinden ist.

## Solarthermie (Freifläche)



Die Solarthermie nutzt die Strahlung der Sonne und wandelt diese mittels Sonnenkollektoren (z.B. Röhrenkollektoren oder Flachbettkollektoren) in Wärme auf einem Temperaturniveau zwischen 80°C und 150°C um. Diese kann durch ein angeschlossenes Verteilsystem an die entsprechenden Nutzungsorte transportiert werden.

## Methodik

Als grundsätzlich geeignet werden Flächen nach EEG-Flächenkulisse ausgewiesen [EEG 2023], erweitert um Flächen in „benachteiligten Gebieten“ [FFÖ-VO 2017]. Dazu zählen unter anderem landwirtschaftliche Flächen und Seitenrandstreifen. Anschließend werden diejenigen Flächen entfernt (bzw. als bedingt geeignet ausgewiesen), die aufgrund von Neigung und Beschaffenheit der Böden den technischen Anforderungen zum Aufstellen von Solarthermieanlagen nicht oder nur bedingt genügen. Darunter fallen unter anderem Gebiete mit starker Hangneigung, Gewässer und Überschwemmungsgebiete.

Ebenso werden jene Gebiete herausgefiltert, die als Naturschutzgebiete gelten oder unter die gesetzlichen Abstandsregeln fallen. Die in diesem Zuge ausgeschlossenen (oder als gesondert zu prüfenden) Gebiete lassen sich unterteilen in Siedlungsflächen, Naturschutzgebieten und Gebieten mit baulicher Infrastruktur (Straßen, Flughäfen, etc.) mit den entsprechenden gesetzlich vorgeschriebenen Abständen [FStrG 2021], [StrG 2021], [LBO 2021].

Von den so bestimmten Potenzialgebieten werden kleinere Flächen entfernt (< 20 x 20 m<sup>2</sup>), deren Erschließung nicht praktikabel wäre. Zusätzlich werden alle weiteren Flächen ausgeschlossen, die nicht mittels eines Suchradius von 25 m zu einem 0,5 ha großen Gebiet verbunden werden können. Es wird ein Mindestabstand von 5 m von den Modulen zum Rand des jeweiligen Gebietes angenommen.

Die Stadt Oberkirch hat in einem Konzept zur Steuerung von Solaranlagen auf Freiflächen die für jede Form der Solaranlagenutzung geeigneten Flächen bewertet. Die Methodik war dabei umfangreicher als an dieser Stelle beschrieben: Die Flächen wurden individuell anhand diverser Faktoren wie ihrer Nutzung, Ausrichtung und erwartbarem energetischen Potenzial bewertet. Es

verbleiben ca. 41 ha für Solaranlagenutzung bzw. 594 ha für Nutzung durch Agri-Photovoltaik.

Zur Potenzialberechnung werden die identifizierten Flächen mit Modulen belegt. Für die Leistungsdichte werden 3.600 kW/ha zugrunde gelegt (basierend auf den Werten bestehender Solarthermie-Großprojekte in Deutschland [SWLB 2023]). Für die Modulplatzierung wird eine Ausrichtung nach Süden mit einem Neigungswinkel von 20° angenommen. Aus Einstrahlungsdaten und der Verschattung werden die jährlichen Volllaststunden berechnet [Solargis 2022]. Unter Berücksichtigung des Reihenabstands der Module kann so ein Jahresenergieertrag pro Gebiet bestimmt werden. Dafür wird der Unterschied zwischen theoretisch errechneter und praktisch erzielter Wärmemenge mit einem Reduktionsfaktor von 0.61 berücksichtigt [SWLB 2023, EEM 2018]. Zur Einschätzung der wirtschaftlichen Nutzbarkeit der Potenziale werden nur die Flächen in der Berechnung berücksichtigt, auf denen mehr als 1125 Volllaststunden pro Jahr erreicht werden und der Neigungswinkel des Geländes maximal 5° beträgt, bzw. zwischen 5° und 30°, solange der Azimutwinkel des Moduls 20° nicht überschreitet.

### **Potenzial**

Das solarthermische Potenzial auf Freiflächen auf der Gemarkung Oberkirch wird auf ca. 148 GWh/a geschätzt (ohne Agri-Photovoltaik). Dabei ist zu betonen, dass die Solarthermie sowohl in der Freifläche als auch auf Dächern unmittelbar mit Photovoltaik um den knappen Platz konkurriert. Da die Wärmeerzeugung aus einer Solarthermieanlage in den Sommermonaten am stärksten ist, befinden sich Produktion und Abnahme von Wärme in einem asynchronen Verhältnis (Bedarf im Winter). Positive Beispiele nutzen Zwischenspeicher wie Eisspeichertechnologie.

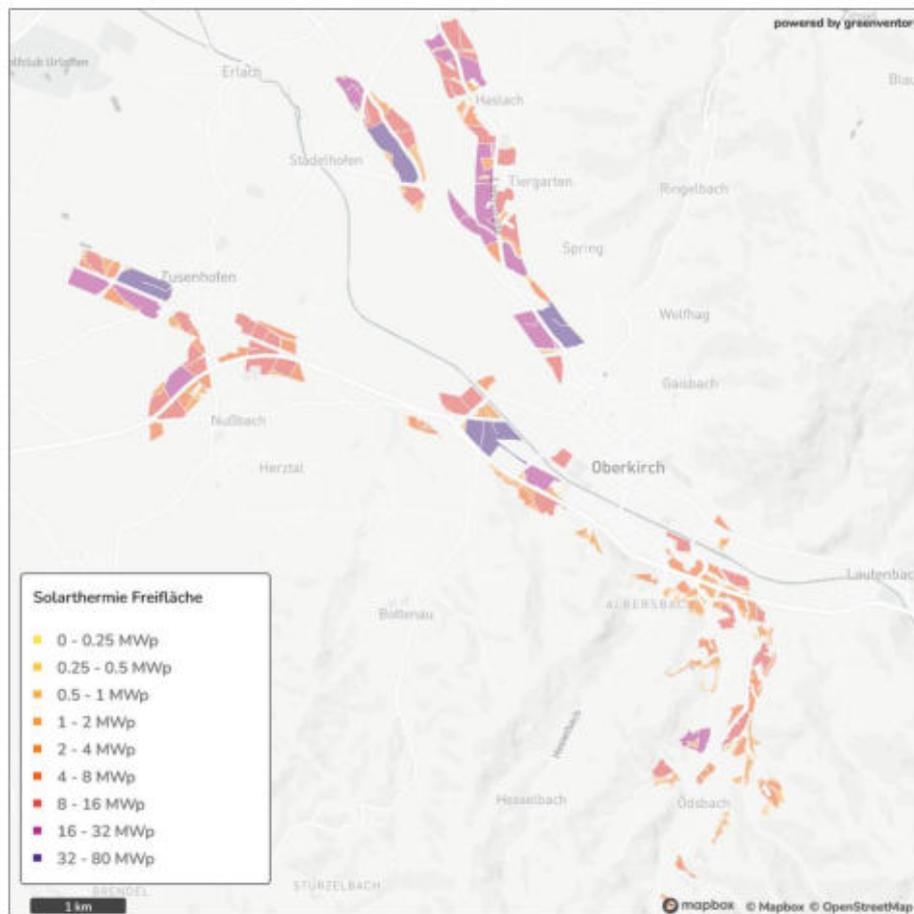
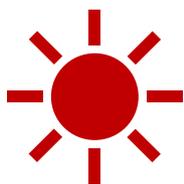


Abbildung 16 | Potenziale für Freiflächen-Solarthermie

### Solarthermie (Dachfläche)



Zusätzlich zum Freiflächen-Potenzial wird das solarthermische Potenzial durch die Installation auf Dächern betrachtet. Als geographische Eingrenzung dienen sämtliche Gebäude auf der Gemarkung Oberkirch.

### Methodik

Zur Potenzialberechnung kommt eine Methode der KEA zum Einsatz, die das Wärmeerzeugungspotenzial direkt über die Grundfläche des Gebäudes approximiert. Dafür wird angenommen, dass 25% der Grundfläche aller Gebäude über 50 m<sup>2</sup> als Dachfläche für Solarthermie genutzt wird. Anschließend wird die jährliche Wärmeerzeugung durch Anwendung von flächenspezifischer Photovoltaik-Leistung und durchschnittlichen Volllaststunden berechnet. Folgende Werte kommen zum Einsatz:

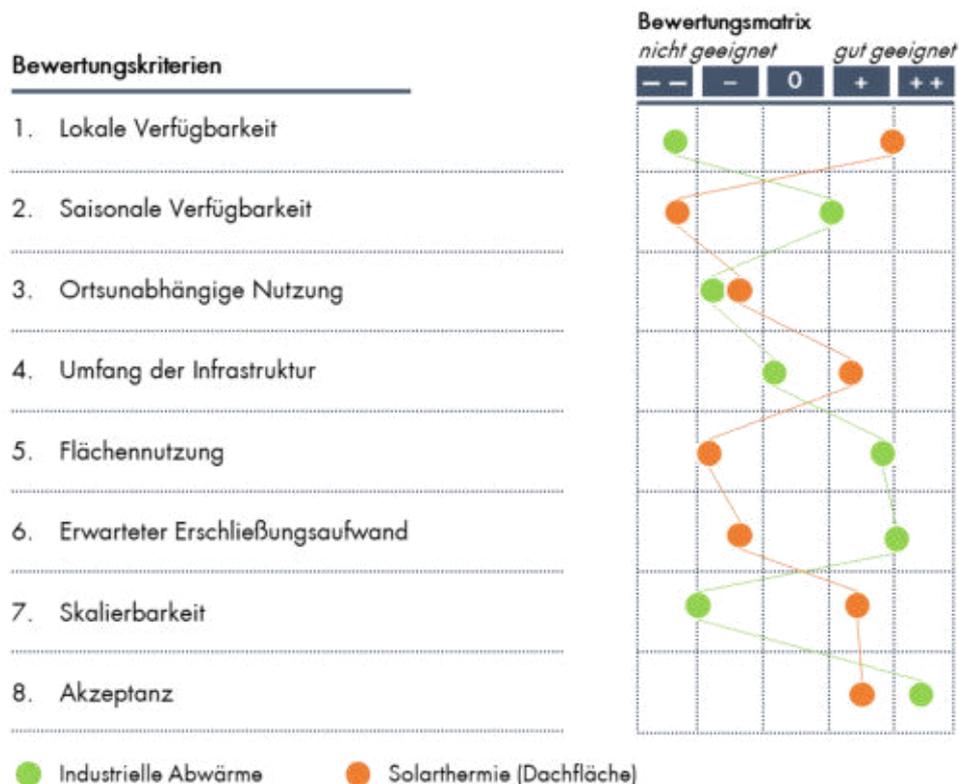
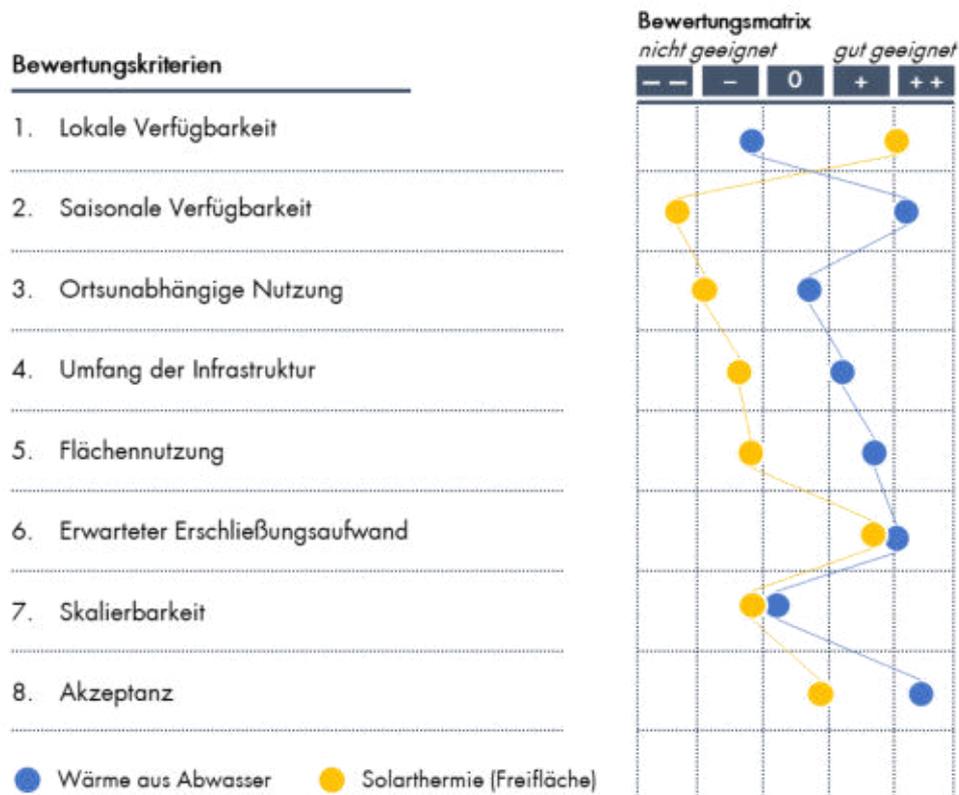
Flächenspezifische jährliche Wärmeerzeugung: **400 kWh/m<sup>2</sup>**

### Potenzial

Das solarthermische Potenzial auf Dachflächen auf der Gemarkung Oberkirch wird auf ca. 154 GWh/a geschätzt.

### Bewertungsmatrizen

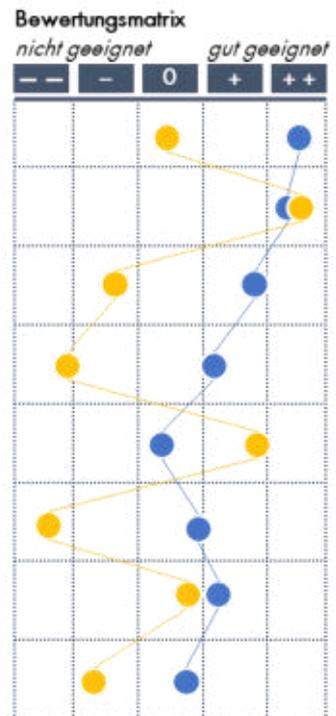
Die Wärmequellen wurden anhand von acht Kriterien bewertet. Diese Bewertung soll die Entscheidung für oder gegen eine bestimmte Wärmeerzeugungsoption vor Ort unterstützen.



**Bewertungskriterien**

1. Lokale Verfügbarkeit
2. Saisonale Verfügbarkeit
3. Ortsunabhängige Nutzung
4. Umfang der Infrastruktur
5. Flächennutzung
6. Erwarteter Erschließungsaufwand
7. Skalierbarkeit
8. Akzeptanz

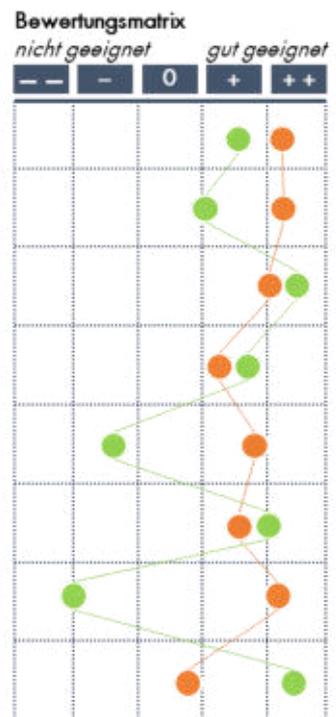
● Oberflächennahe Geothermie      ● Tiefe Geothermie



**Bewertungskriterien**

1. Lokale Verfügbarkeit
2. Saisonale Verfügbarkeit
3. Ortsunabhängige Nutzung
4. Umfang der Infrastruktur
5. Flächennutzung
6. Erwarteter Erschließungsaufwand
7. Skalierbarkeit
8. Akzeptanz

● Biomasse      ● Umgebungswärme



Die Kategorie **Lokale Verfügbarkeit** beschreibt, ob eine Wärmequelle vor Ort in Oberkirch nutzbar gemacht werden kann. Schwächen finden sich bei der industriellen Abwärme sowie bei Wärme aus dem Abwassernetz, welche beide nur begrenzt in Oberkirch verfügbar sind. Dagegen sind potenziell größere Mengen an Solarthermie und oberflächennaher Geothermie erschließbar.

**Saisonale Verfügbarkeit** befasst sich mit der zeitlichen Synchronität zwischen Wärmeerzeugung und Wärmebedarf. Als positiv zu bewerten sind diejenigen Wärmequellen, welche zeitunabhängig Wärme liefern. Hierzu gehören Wärme aus Abwasser und Geothermie. Solarthermie erzeugt in den Sommermonaten die meiste Wärme, im Winter hingegen deutlich weniger und ist daher in der Regel auf saisonale Speichertechnologien angewiesen.

Hinsichtlich der **ortsunabhängigen Nutzung** kann festgestellt werden, dass sich Biomasse leicht transportieren lässt. Auch Umgebungswärme ist nahezu überall vorhanden. Dagegen ist bei der industriellen Abwärme eine gewisse räumliche Nähe zwischen Abnehmer und Wärmequelle erforderlich, um den Wärmepreis wirtschaftlich attraktiv zu halten. Bei der Abwasserwärme ist eine räumliche Nähe zwischen Abwasserkanal und Nutzern ebenfalls vorteilhaft, um die Kosten für die infrastrukturelle Erschließung gering zu halten.

Der **Umfang der Infrastruktur** beschäftigt sich mit der Komplexität der technischen Komponenten, um die Wärme nutzbar zu machen. Hier werden neben den Kosten für gegebenenfalls erforderliche Wärmenetze auch Speicher bewertet. In der Regel zeigen sich ähnliche Muster wie bei der ortsunabhängigen Nutzung. Eine hohe Distanz zwischen Wärmequelle und Abnehmern macht Wärmenetze erforderlich, während bei den ortsunabhängigen Wärmequellen wie der Biomasse verhältnismäßig geringe Investitionen in die Wärmeinfrastruktur notwendig sind.

Mit der Kategorie **Flächennutzung** wird bewertet, inwieweit die Nutzbarmachung der jeweiligen Wärmequelle einen erhöhten Platzbedarf aufweist. Wärmequellen, die mit einem geringen Platzbedarf auskommen, werden positiv bewertet. Umgebungswärme beispielsweise benötigt nur eine Wärmepumpe. Auch die tiefe Geothermie kommt im Verhältnis zur erzeugten Wärmemenge mit vergleichsweise wenig Platz aus. Konflikte mit anderen Nutzungsarten (beispielsweise Photovoltaik und Solarthermie) wurden hierbei entsprechend gewertet. Biomasse wurde negativ bewertet, da für eine erhöhte Nutzung an Wärme aus Biomasse zusätzliche Flächen mit Energiepflanzen bewirtschaftet werden müssten.

Der **erwartete Erschließungsaufwand** nimmt eine grobe Kostenschätzung im Verhältnis zur erzeugten Wärme vor. Entscheidend für Erfolg und Akzeptanz der Wärmewende ist die Wirtschaftlichkeit der klimaneutralen Wärmeversorgungsoption. Aufgrund langer Untersuchungszeiträume und Genehmigungspflichten hat die tiefe Geothermie einen hohen Erschließungsaufwand. Auch die Solarthermie weist Schwächen auf, da für eine Nutzung zur Raumheizung in den Wintermonaten in der Regel thermische Speicher erforderlich sind.

**Skalierbarkeit** beschäftigt sich mit der Fähigkeit, die Wärmequelle in hohem Ausmaß in Oberkirch zu erschließen. Wärmequellen, die das Potenzial haben, in Zukunft einen

signifikanten Anteil an der Wärmebedarfsdeckung auszumachen, werden als gut skalierbar bewertet. Gerade die Biomasse und die industrielle Abwärme können aufgrund der geringen Verfügbarkeit als schwach skalierbar angesehen werden.

Die letzte Kategorie **Akzeptanz** beschreibt die erwartete Duldung vonseiten der verschiedenen Akteure in Oberkirch. Wird ein hoher Widerstand erwartet, wie beispielsweise bei der tiefen Geothermie, sinkt die Akzeptanz. Die Umgebungswärme ist zwiespältig zu bewerten. Einerseits werden Wärmepumpen optisch kaum wahrgenommen, andererseits kann es bei Luft-Wärmepumpen zu störenden Geräuschemissionen kommen.

### 3.3 Elektrische Potenziale

Die erhöhte Nutzung von Wärmepumpen wird den Strombedarf in den kommenden Jahren erheblich erhöhen. Eine Simulation des erwarteten Mehrbedarfs und der Auswirkungen auf das Stromnetz werden in Kapitel 4.4 gegeben. Aus diesem Grund wurden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung auch die Potenziale für die Erzeugung erneuerbaren Stroms auf der Gemarkung Oberkirch untersucht.

#### Windenergie



Windkraftanlagen machen sich die Strömungen des Windes zunutze, welche die Rotorblätter in Bewegung setzen können. Mittels eines Generators erzeugen diese aus der Bewegungsenergie elektrischen Strom, der anschließend ins Netz eingespeist wird. Windkraftanlagen sind heute mit Abstand die wichtigste Form der Energieerzeugung aufgrund des hohen Ertrags. Die mit großem Abstand dominierende Bauform ist der dreiblättrige

Auftriebsläufer mit horizontaler Achse. Für diese Bauart wurden die flächenspezifischen Potenziale ermittelt.

#### Methodik

Zur Bestimmung der Potenzialflächen werden diejenigen Gebiete herausgefiltert bzw. abgestuft ausgewiesen, die aufgrund von Neigung und Beschaffenheit der Böden den technischen Anforderungen zum Aufstellen von Windkraftanlagen nicht genügen oder gesonderter Prüfung bedürfen (bedingte Eignung) [OSM 2023, NASA SRTM 2023]. Darunter fallen unter anderem Gebiete mit starker Hangneigung, Gewässer und Überschwemmungsgebiete. Ebenso werden jene Gebiete herausgefiltert, die als Naturschutzgebiete gelten oder unter die Abstandsempfehlungen der Fachagentur Windenergie an Land fallen [FA Wind 2023].

Die in diesem Zuge ausgeschlossenen (oder als gesondert zu prüfenden) Gebiete lassen sich unterteilen in Siedlungsflächen und den dazugehörigen aktuellen rechtlichen Abständen, Naturschutzgebieten und Gebieten mit baulicher Infrastruktur (Straßen, Flughäfen, etc.) mit den entsprechenden gesetzlich vorgeschriebenen Abständen. Auf Basis von Wetterdaten und der Oberflächenbeschaffenheit der betrachteten Gebiete werden die Windverhältnisse in unterschiedlichen Höhen berechnet.

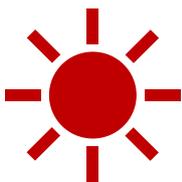
Auf den ermittelten Potenzialgebieten werden unter Berücksichtigung bereits existierender Windkraftanlagen Turbinen platziert und zu Windparks zusammengefasst. Hierbei wird aus einer Vielzahl am Markt erhältlichen Anlagentypen jeweils das für den Standort mit seinen lokalen Windverhältnissen am besten geeignete Modell gewählt (z. B. Stark-/Schwachwindanlage, charakterisiert nach Leistungskurve). Moderne Onshore-Turbinen kommen auf eine Nominalleistung von inzwischen über 7 MW und haben einen Rotordurchmesser von ca. 170 m.

Mit der zeitlich aufgelösten Windgeschwindigkeit und den technischen Parametern der Anlagen wird das zeitliche Profil der Stromerzeugung pro Anlage und ein jährlicher Energieertrag berechnet. Im Anschluss erfolgt eine wirtschaftliche Bewertung der berechneten Potenziale. Hierfür werden zusätzlich zu den Erträgen auch die Kosten möglicher Windparks berechnet. Diese beinhalten Investitionen für die Turbinen, den Netzanschluss, die Wartung und den Betrieb der Anlagen sowie je nach Standort Naturausgleichsmaßnahmen. Diese Kosten werden der voraussichtlichen Stromerzeugung gegenübergestellt, um die Stromgestehungskosten zu ermitteln. Diese können dann für die Maßnahmenempfehlung genutzt werden. Zur besseren Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit werden außerdem alle existierenden und potentiellen Turbinen herausgefiltert, die weniger als 1.900 Volllaststunden pro Jahr erzielen.

### Potenzial

Zum Zeitpunkt der Konzepterstellung sind drei WEA auf der Hummelsebene geplant. Diese sollen im Jahr 2025 ans Netz genommen werden und mit 21 MW Leistung insgesamt ca. 40.000 MWh Strom im Jahr produzieren. Parallel werden weitere Windenergie-Standorte im Renchtal untersucht. Auf der Gemarkung Oberkirch sind drei bis fünf weitere WEA denkbar.

### Photovoltaik (Freifläche)



Photovoltaik ist die direkte Umwandlung von Sonnenenergie in elektrischen Strom mittels in Modulen verbauter Siliziumzellen. Der erzeugte Gleichstrom wird mit einem oder je nach Größe der Anlage mehreren Wechselrichtern in Netzstrom umgewandelt.

### Methodik

Als grundsätzlich geeignet werden Flächen nach EEG-Flächenkulisse ausgewiesen [EEG 2023], erweitert um Flächen in "benachteiligten Gebieten" [FFÖ-VO 2017]. Zur Bestimmung der Flächen für Freiflächen-Solarthermie wurden dieselben Kriterien angewendet, die in dieser Studie auch für Solarthermieanlagen auf Freiflächen herangezogen wurden (siehe vorh. Kapitel). Dazu zählen unter anderem landwirtschaftliche Flächen und Seitenrandstreifen. Anschließend werden diejenigen Flächen entfernt (bzw. als bedingt geeignet ausgewiesen), die aufgrund von Neigung und Beschaffenheit der Böden den technischen Anforderungen zum Aufstellen von Photovoltaikanlagen nicht oder nur bedingt genügen. Darunter fallen unter anderem Gebiete mit starker Hangneigung, Gewässer und Überschwemmungsgebiete.

Ebenso werden jene Gebiete herausgefiltert, die als Naturschutzgebiete gelten oder unter die gesetzlichen Abstandsregeln fallen. Die in diesem Zuge ausgeschlossenen (oder als gesondert zu prüfenden) Gebiete lassen sich unterteilen in Siedlungsflächen, Naturschutzgebieten und Gebieten mit baulicher Infrastruktur (Straßen, Flughäfen, etc.) mit den entsprechenden gesetzlich vorgeschriebenen Abständen [FStrG 2021], [StrG 2021], [LBO 2021].

Von den so bestimmten Potenzialgebieten werden kleinere Flächen entfernt ( $< 500 \text{ m}^2$ ), deren Erschließung nicht praktikabel wäre. Zusätzlich werden alle weiteren Flächen ausgeschlossen, die nicht mittels einem Suchradius von 25 m zu einem mindestens 0,5 ha großen Gebiet aggregiert werden können. Es wird ein Mindestabstand von 5 m von den Modulen zum Rand des jeweiligen Gebietes angenommen.

Wie bei der Solarthermie hat die Stadt Oberkirch auch für die Stromerzeugung aus Photovoltaik das nutzbare Potenzial ermittelt. Aus diesem Grund wird für die vorliegende Studie eine nutzbare maximale Fläche von 41 ha angenommen. Ergänzt man die Flächen für Agri-Photovoltaik, erhöht sich die nutzbare Fläche um ca. 594 ha.

Im nächsten Schritt werden auf diesen Flächen Module platziert. Dabei werden Parameter marktüblicher PV-Module für Größe und Leistung angenommen. Es wird eine Ausrichtung nach Süden mit einem Neigungswinkel von  $20^\circ$  vorgesehen. Die auf die Module treffende Sonneneinstrahlung (Globalstrahlung) setzt sich aus direkter, diffuser und reflektierter Strahlung zusammen.

Mit Modellen, die auf Satelliten- und Atmosphärendaten basieren und mit Messungen kalibriert werden, können Wolken berücksichtigt und die Globalstrahlung pro Ort und Höhe bestimmt werden [Solargis 2022]. Pro Gebiet werden dann die durchschnittliche Höhe und das Gefälle ermittelt [NASA SRTM 2023]. Verschattungen durch das Terrain werden in den Modellen berücksichtigt [Solargis 2022]. Aus den Strahlungsdaten und der Verschattung werden dann die jährlichen Volllaststunden berechnet [Solargis 2022].

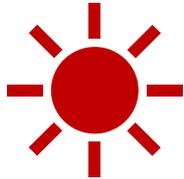
Unter Berücksichtigung des Reihenabstands und der Leistung der Module kann so ein Jahresenergieertrag pro Gebiet errechnet werden. Zur Einschätzung der wirtschaftlichen Nutzbarkeit der Potenziale werden nur die Flächen in der Berechnung berücksichtigt, auf denen mehr als 1125 Volllaststunden pro Jahr erreicht werden und der Neigungswinkel des Geländes maximal  $5^\circ$  beträgt, bzw. zwischen  $5^\circ$  und  $30^\circ$ , solange der Azimutwinkel des Moduls  $20^\circ$  nicht überschreitet.

## **Potenzial**

Das Potenzial zur erneuerbaren Stromerzeugung aus Freiflächen-PV wird auf 70 GWh/a geschätzt. Diese Summe ist eine Hochrechnung basierend auf den Erfahrungen mit der bestehenden Freiflächenanlage in Oberkirch-Ödsbach. Der berechnete Wert betrifft ausschließlich „klassische“ Freiflächen-PV-Anlagen. Berücksichtigt man auch Agri-PV-Anlagen, ist das Potenzial wesentlich höher.

Das Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg legt in § 21 fest, dass 0,2% der Regionsfläche für die Nutzung von Freiflächen-Photovoltaik ausgewiesen werden müssen [KSG BW 2023]. Wird diese Fläche in Oberkirch mit Freiflächen-PV-Anlagen bebaut, könnten jährlich ca. 12 GWh an Strom erzeugt werden.

### Photovoltaik (Dachfläche)



Zusätzlich zum Freiflächen-Potenzial wird auch für die Photovoltaik das Dachflächenpotenzial betrachtet. Als geographische Eingrenzung dienen sämtliche Gebäude auf der Gemarkung Oberkirchs.

### Methodik

Zur Potenzialberechnung kommt eine Methode der KEA zum Einsatz, die das Stromerzeugungspotenzial direkt über die Grundfläche des Gebäudes approximiert. Dafür wird angenommen, dass 50% der Grundfläche aller Gebäude über 50 m<sup>2</sup> als Dachfläche für Photovoltaik genutzt wird. Anschließend wird die jährliche Stromerzeugung durch Anwendung von flächenspezifischer Photovoltaik-Leistung und durchschnittlichen Volllaststunden berechnet. Folgende Werte kommen zum Einsatz:

Flächenspezifische Photovoltaik-Leistung: 160 W/m<sup>2</sup>

Durchschnittliche Volllaststunden: 1.000 h

### Potenzial

Das Potenzial zur erneuerbaren Stromerzeugung aus PV auf Dachflächen wird auf 123 GWh/a geschätzt. Unberücksichtigt ist hierbei die zu prüfende statische Belastbarkeit der Dachflächen.

## 3.4 Zusammenfassung Potenzialanalyse

Tabelle 1 zeigt die ermittelten Potenziale für erneuerbare Wärmequellen im Jahr 2040. Es wird deutlich, dass die Summe der Potenziale wesentlich höher liegt als der erwartete Endenergiebedarf der Wärme im Jahr 2040. Gleichzeitig werden nicht alle Potenziale vollumfänglich ausgeschöpft werden. Beispielsweise ist es unwahrscheinlich, dass alle verfügbaren Dachflächen für Solarthermie bereitgestellt werden und den zukünftigen Ausbau der Stromerzeugung aus Dachflächen-Photovoltaik verdrängt. Einige Potenziale sind nicht quantifizierbar, wie die Umgebungswärme. Zudem sind viele Wärmequellen lokal nur begrenzt verfügbar. Dennoch ist abzusehen, dass das gesamte Potenzial in Bezug auf den prognostizierten Endenergiebedarf grundsätzlich ausreicht, um Oberkirch im Jahr 2040 komplett mit erneuerbarer Wärme zu versorgen. Eine zusätzliche Erschließung neuer Abwärmequellen oder tiefer Geothermie in Zusammenarbeit mit Gemeinden im Westen kann zusätzliche Wärmemengen liefern.

Energieträger	Potenzial vorhanden	erwartete Wärmemenge (MWh/a)	Kommentar
Wärme aus Abwasser	ja	16.600	
Industrielle Abwärme	ja	6.300	
Biomasse/Biogas	ja	79.000	
Oberflächennahe Geothermie	ja	276.000	
Umgebungswärme (Luft, Grundwasser)	ja	> 1.000.000	
Solarthermie (Freifläche)	ja	148.000	
Solarthermie (Dachfläche)	ja	150.000	In Konkurrenz mit Stromerzeugung aus PV-Systemen.
Tiefe Geothermie	eingeschränkt	320.000	geotherm. Kraftwerke zur Wärmeerzeugung in Oberkirch möglich; voraussichtlich weitere Kraftwerke am Oberrheingraben. Potenzialberechnung basiert auf einem Geothermie-Kraftwerk mit einer Nennleistung von 80 MW und 4.000 Volllaststunden
Abfall	nein	-	keine Müllverbrennungsanlage in Oberkirch vorhanden
Flächengewässer	nein	-	
<b>Ergebnis</b>		<b>1.995.900</b>	

Tabelle 1 | Quantifizierung der Potenziale zur Wärmeerzeugung

Trotz des hohen Potenzials wird eine Reduktion des Wärmebedarfs als wesentliche Maßnahme angesehen, um die Wärmewende zum Erfolg zu führen. Gleichzeitig kann davon ausgegangen werden, dass auch überregionale Energieträger zum Einsatz kommen werden. Hierzu gehören beispielsweise feste Biomasse und Biogas sowie grüner Wasserstoff. Eine Einschätzung der Rolle erneuerbarer Gase sowie eine Perspektive für die Zukunft des Oberkircher Gasnetzes wird in Kapitel 4.3 gegeben.

Energieträger	Potenzial vorhanden	erwartete Strommenge (MWh/a)	Kommentar
Windenergie	ja	80.000	An dieser Stelle neben der WEA Hummelsebene noch drei zusätzliche WEA in Oberkirch berücksichtigt; weitere Standorte in Oberkirch und im Renchtal sind vorstellbar
Photovoltaik (Freifläche)	ja	70.000	
Photovoltaik (Dachfläche)	ja	123.000	
<b>Ergebnis</b>		<b>273.000</b>	

Tabelle 2 | Quantifizierung der Potenziale zur Stromerzeugung

## 4. Szenarien

Die politischen Zielsetzungen im Klimaschutz sind in diversen Klimaschutzgesetzen verankert. So haben sich die Regierungen gesetzlich verpflichtet, in Deutschland spätestens 2045, in Baden-Württemberg bereits 2040 Netto-Treibhausgasneutralität zu erreichen. Zu diesem Zweck wurde ein Ausstieg aus der Stromerzeugung mit Kohle bis 2038 beschlossen. Parallel werden treibhausgasneutrale Formen der Energieerzeugung verstärkt ausgebaut.

Mit dem Aufstellen eines Zielszenarios für das Jahr 2040, in welchem die Klimaneutralität erreicht sein soll, werden die erhobenen Potenziale mit dem zukünftigen Wärmebedarf zusammengebracht. Dabei werden sowohl ein Zielszenario für 2040 als auch ein Zwischenziel für 2030 erstellt.

Inhalte eines Szenarios sind die zukünftigen Energieträger, die dafür benötigte Infrastruktur der Energieversorgung, sowie die Entwicklung des Endenergiebedarfs, der für die Deckung des zukünftigen Verbrauchs bereitgestellt werden muss. Der zukünftige Verbrauch wird hier als „Verbrauchsszenario“ und die Art der zukünftigen Verbrauchsdeckung als „Versorgungsszenario“ bezeichnet. Für die Wahl der künftigen Versorgungsstruktur gibt es theoretisch eine Vielzahl an Möglichkeiten. Es muss für jedes Gebäude eine emissionsfreie Heiztechnologie und Energiequelle gefunden werden. Dabei kann grundlegend zwischen zwei Versorgungsstrukturen unterschieden werden: Die zentrale Nutzung von Wärmenetzen auch mit Großwärmepumpen und die dezentrale Nutzung von Wärmepumpen bzw. Biomasse-Heizsystemen.

- Die **zentrale** Versorgung: der Wärmeverbrauch im versorgten Gebiet sollte von ausreichender Höhe sein, um verbunden mit den Wärmedichten und Trassenlängen effizient und ohne hohe Übertragungsverluste versorgen zu können. Vorteil der zentralen Versorgung ist außerdem die Möglichkeit, Abwärmeequellen und weitere zentrale Wärmequellen wie Tiefengeothermie nutzen und einbinden zu können.
- Die **dezentrale** Versorgung: die Gebäude werden z.B. von strombetriebenen Wärmepumpen beheizt, die sich entweder aus Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren oder der Umgebungsluft speisen. Vorteil dieser Wärmebereitstellung ist die Möglichkeit, regenerativen und lokal oder regional erzeugten Strom für den Betrieb und die Zuheizung nutzen zu können. Alternativ können für die dezentrale Versorgung Biomasseheizungen eingesetzt werden. Eine dezentrale Versorgung ist flexibler umsetzbar und kann lückenfüllend zu bestehenden erneuerbaren Heizsystemen geplant werden.

In dieser Studie werden mehrere Szenarien analysiert, um unterschiedliche Entwicklungspfade zur Erreichung der Klimaneutralität aufzuzeigen und ihre Auswirkungen zu untersuchen. Die Gegenüberstellung der Szenarien resultiert im vorgeschlagenen Zielszenario und dem Transformationsplan.

Darüber hinaus werden Eignungsgebiete für zentrale und dezentrale Wärmeversorgungsgebiete vorgeschlagen. Die Gebiete für zentrale Wärmeversorgungsgebieten sollten nach Möglichkeit mit Wärmenetzen versorgt werden, während sich die als ‚Einzelversorgung‘ markierten Gebiete auf dezentrale Lösungen wie Wärmepumpen und Pelletheizungen konzentrieren sollten.

#### 4.1 Verbrauchsszenario 2040

Für das Verbrauchsszenario wird angenommen, dass die Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs, die im Rahmen der Potenzialanalyse erhoben wurden, vollständig erreicht werden können. Zusätzlich werden geplante Neubaugebiete der Stadt in die Berechnung miteinbezogen. Dennoch kann der prognostizierte Gesamtwärmebedarf theoretisch größer sein als der aktuelle, falls entsprechend große Neubaugebiete geplant sind.

Unter Berücksichtigung der geplanten Neubaugebiete, die von der Stadt übermittelt wurden, beträgt der zukünftige Wärmebedarf für das Zieljahr 2040 insgesamt ca. 496 GWh/a und entspricht einer Reduktion um 17% im Vergleich zum IST-Zustand. Dies ist unwesentlich mehr, als der zuvor berechnete zukünftige Wärmebedarf der reinen Bestandsgebäude. Da im Jahr 2021 bereits 351 GWh des Bedarfs mit erneuerbarer Wärme und Fernwärme gedeckt werden bzw. nach Anwendung der Reduktionsfaktoren im Jahr 2040 voraussichtlich 307 GWh, verbleibt eine Versorgungslücke von 189 GWh (Abbildung 17). Die Erläuterungen zu den Reduktionsfaktoren können in Kapitel 3.1 nachgelesen werden.

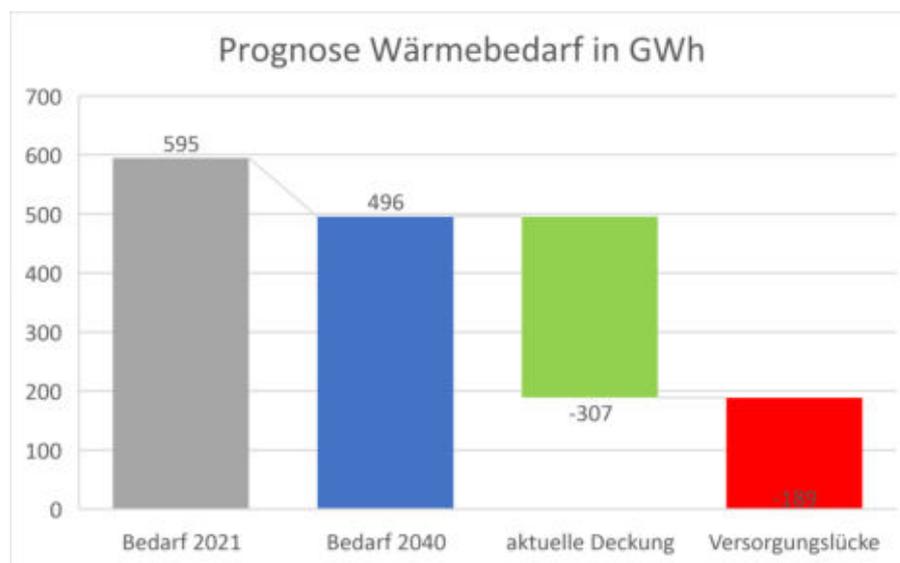


Abbildung 17 | Prognose des Wärmebedarfs

#### 4.2 Versorgungsszenarien 2030 und 2040

Mit Hinblick auf die Entwicklung der Infrastruktur lassen sich schwerpunktmäßig drei Versorgungsszenarien unterscheiden:

- Eine **zentrale Wärmeversorgung**, wo ökologisch und ökonomisch sinnvoll
- Eine **dezentrale Versorgung** der meisten Gebäude, bei der die Wärme durch gebäudeeigene Wärmepumpen bereitgestellt wird („All-Electric“)

- Eine Fortführung des Gasnetzes

## Methodik

Es werden unterschiedliche Szenarien erstellt, um die verbleibende Versorgungslücke zu schließen. Für alle Szenarien werden Annahmen getroffen, die nachfolgend detaillierter beschrieben werden. Dabei hat jedes der drei Szenarien einen Schwerpunkt. Im Versorgungsszenario 1 wird berechnet, wie der Wärmebedarf bei einem starken Ausbau der Fernwärme gedeckt werden kann. Im zweiten Szenario wird davon ausgegangen, dass kaum neue Wärmenetze erschlossen werden. Es soll aufgezeigt werden, wie sich die Versorgungsstruktur verändert, wenn der verbleibende Wärmebedarf hauptsächlich über Wärmepumpen gedeckt wird. Das dritte Szenario schließlich simuliert eine Fortführung des Gasnetzes auf Basis von grünem Erdgas oder klimaneutralem Wasserstoff.

### Versorgungsszenario 1: Zentrale Wärmeversorgung

Wird der Schwerpunkt auf die zentrale Wärmeversorgung gesetzt, werden Wärmenetzeignungsgebiete auf Basis der Wärmedichte ermittelt. Dafür werden folgende Grenzwerte für die Wärmedichte je Hektar, als auch für die Wärmelinien-dichte (Wärmedichte entlang der Straße) verwendet:

- Wärmedichte je Hektar: 41,5 kWh/m<sup>2</sup>a
- Wärmelinien-dichte: 2.500 kWh/m<sup>2</sup>a

Abbildung 18 zeigt die so ermittelten Eignungsgebiete für eine zentrale sowie dezentrale Wärmeversorgung. Die hier angezeigten Gebiete sind nicht als bindend oder ausschließlich zu verstehen. Eine Eignung für zentrale Wärmeversorgung bedeutet nicht zwingend, dass das Gebiet mit Fernwärme versorgt werden muss. Gleichzeitig können unter bestimmten Bedingungen auch in für Einzelversorgung priorisierten Gebieten Wärmenetze sinnvoll sein. Die hier vorgestellte Analyse soll vielmehr die mittel- bis langfristige Prioritätensetzung unterstützen. Die am Entscheidungsprozess beteiligten Akteure können somit die Eignungsgebiete nutzen, um sich strategisch mit der Wärmenetzplanung auseinanderzusetzen.

Eine Erschließung der als ‚Einzelversorgung‘ gekennzeichneten Gebiete mit Wärmenetzen ist unwahrscheinlich. Daher sollten Gebäudeeigentümer in diesen Gebieten vorrangig auf Solarthermieheizungen, Pelletheizungen sowie diverse Arten von Wärmepumpen (z.B. Luftwärmepumpen, Erdsonden) setzen.

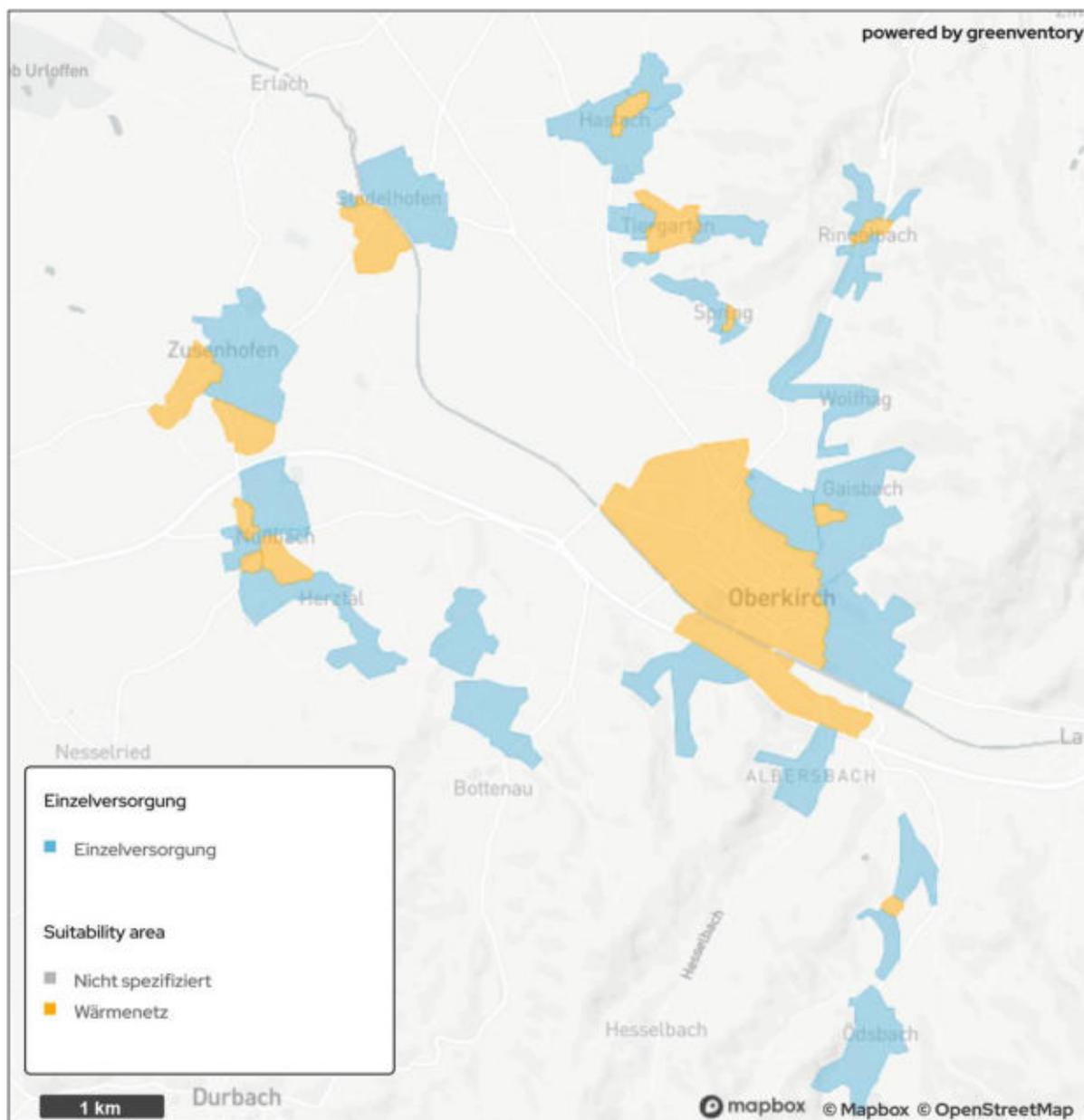


Abbildung 18 | Eignungsgebiete für Wärmeversorgung

In diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass die Nutzung von Erdöl und fossilem Erdgas bis zum Jahr 2040 vollständig aufgegeben wird. Die Nutzung von Biomasse bleibt auf dem heutigen Niveau. Ein signifikanter Zubau an Holzheizungen sollte kritisch gesehen werden, da Umweltorganisationen vor dem Verlust der Biodiversität durch eine Übernutzung der Wälder warnen. Außerdem ist aufgrund des Kraftwerks-Neubaus von Koehler die lokale Verfügbarkeit von Biomasse mittelfristig eingeschränkt. Bei der Fernwärme wird davon ausgegangen, dass der Wert für den Sektor Industrie konstant bleibt, da hier ein Großteil der Wärme bereits per Kraft-Wärme-Kopplung generiert wird. Für die Sektoren private Haushalte und GHD steigt der Anteil der Fernwärme auf 30%. Der verbleibende Wärmebedarf für den Sektor Industrie wird mit Erneuerbaren Gasen gedeckt, für die übrigen Sektoren mittels Wärmepumpen. Die Heizzentralen der Wärmenetze werden bis zum Jahr 2040 dekarbonisiert.

Für das Zwischenszenario 2030 wird angenommen, dass sich die Nutzung von Heizöl und Erdgas jeweils halbiert. Die Differenz wird über eine Mischung aus Fernwärme und Wärmepumpen gedeckt.

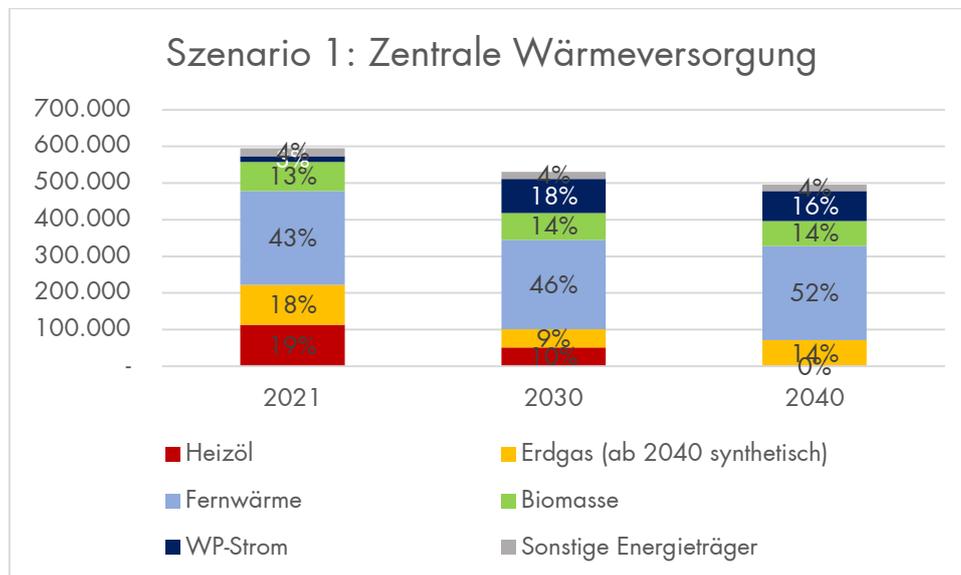


Abbildung 19 | Szenario 1: Zentrale Wärmeversorgung

### Versorgungsszenario 2: Dezentrale Wärmeversorgung

Bestehende Biomasse-Heizungen und Wärmenetze werden weiter betrieben. Der heutige Gasbedarf in der Industrie wird mit grünem Wasserstoff substituiert. Die Heizzentralen der Bestandsnetze werden dekarbonisiert. Der verbleibende Energiebedarf wird über Wärmepumpen gedeckt. Das Erdgasnetz wird in diesem Szenario in der heutigen Ausprägung primär von der Industrie genutzt. Die Versorgungslücke von 189 GWh wird rein elektrisch geschlossen. Legt man eine Arbeitszahl von 3,5 zugrunde, wird hierfür ein zusätzlicher Strombedarf von 54 GWh erforderlich sein. Die Arbeitszahl bezeichnet den Wirkungsgrad der Wärmepumpe, also die Menge der erzeugten Wärmeenergie im Verhältnis zum eingesetzten Strom.

Dieser zusätzliche Strombedarf macht erhebliche Erweiterungen der Stromnetz-Kapazitäten erforderlich. Der heutige Strombedarf beträgt ca. 197 GWh. Allerdings wird ein signifikanter Teil des Strombedarfs durch das Koehler-Firmenkraftwerk gedeckt und auch vom Unternehmen selbst verbraucht. Außerdem müssen zukünftig auftretende Lastspitzen berücksichtigt werden, die insbesondere zu Zeiten auftreten können, in denen viel Wärme benötigt wird. Daher ist ein schrittweiser Ausbau der Stromnetz-Kapazitäten erforderlich.

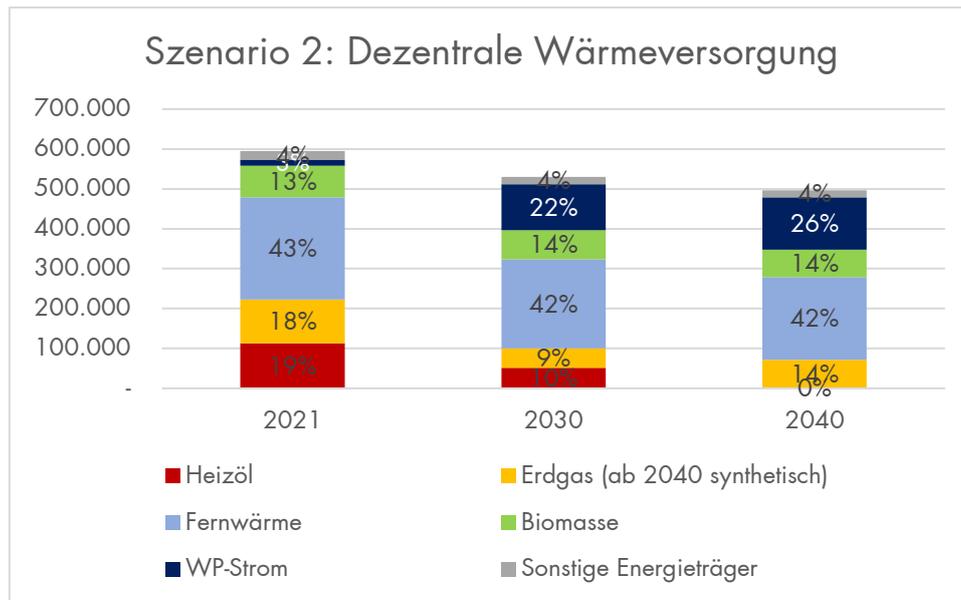


Abbildung 20 | Szenario 2: Dezentrale Wärmeversorgung

### 4.3 Erneuerbare Gase

In der gesellschaftlichen Debatte werden treibhausgasneutraler Wasserstoff und andere erneuerbare Gase als mögliche Energieträger gehandelt, welche eine Rolle in der Wärmeversorgung der Zukunft spielen können. Diese Gase haben ein starkes mediales Echo erhalten und politische Akteure haben Strategien erarbeitet, in welchen ihre Perspektiven diskutiert werden.

Auch die deutsche Bundesregierung hat sich das Ziel gesetzt, in Deutschland eine „Wasserstoff-Wirtschaft“ aufzubauen und dafür ein umfangreiches Maßnahmenpaket ausgearbeitet [BMBF 2023]. In diesem Kapitel soll analysiert werden, welches Potenzial für die Raumheizung erneuerbare Gase in den kommenden Jahren haben werden. Hierfür wurden aktuelle Studien und Untersuchungen gesichtet. Aufgrund der disruptiven Entwicklungen beim Aufbau der Wasserstoffinfrastruktur und der schwer vorhersehbaren Marktentwicklungen kann allerdings nur ein grober Ausblick gewährt werden.

Grundsätzlich werden unter erneuerbaren Gasen die folgenden Energieträger zusammengefasst:

- **Biomethan**  
aus Vergärung organischer Substrate gewonnenes Biogas
- **Wasserstoff**  
wird per Elektrolyse aus überschüssigem EE-Strom erzeugt
- **Synthetisches Methan**  
wird mit CO<sub>2</sub> und weiteren Substanzen aus treibhausgasneutralem Wasserstoff zu Erdgas verarbeitet

Biomethan und synthetisches Methan können wie fossiles Erdgas im bestehenden Gasnetz genutzt werden, während Wasserstoff nur anteilig in das Gasnetz beigemischt werden kann. Das Verfahren zur synthetischen Erzeugung von erneuerbaren Gasen aus regenerativem elektrischem Strom wird als Power to Gas (PtG oder P2G) bezeichnet.

Das Verfahren, aus elektrischem Strom Gase zu erzeugen, geht mit Umwandlungsverlusten einher. Das Fraunhofer Institut nimmt für das Jahr 2040 bei günstiger Entwicklung einen Wirkungsgrad von 60% für Elektrolyse + CO<sub>2</sub>-Luftabscheidung und Methanisierung an [Wachsmuth 2019]. Für die reine Umwandlung von Strom in Wasserstoff sind immerhin noch Wirkungsgrade von 80% erreichbar. Da Brennwertkessel ebenfalls gewisse Wirkungsgradverluste haben, geht von der Umwandlung von Strom in Wasserstoff bis hin zur Verbrennung von synthetischem Gas in einer Raumheizung weitere Energie verloren. Als Ergebnis benötigen wasserstoffbasierte Brennwertheizungen etwa das fünffache an Energie als Wärmepumpen, um denselben Heizeffekt zu erzielen [Rosenow 2022]. Dabei bleibt allerdings unberücksichtigt, dass ggf. Überschussstrom in der Erzeugung mangels Abnahme abgeregelt werden muss.

Eine Metastudie kommt zu dem Schluss, dass wasserstoffbasierte Heizlösungen höhere systemische Kosten für Betreiber von Stromerzeugungsanlagen, Netzbetreiber, Endverbraucher und die Umwelt mit sich bringen als Wärmepumpen [Rosenow 2022]. Aufgrund der geringen Wirkungsgrade werden selbst bei stark fallenden Wasserstoffpreisen die Vollkosten für Raumwärmeerzeugung voraussichtlich nicht vollumfänglich mit Wärmepumpen gleichziehen können.

Auch wenn eine flächendeckende Nutzung von erneuerbaren Gasen zur Raumheizung unwahrscheinlich erscheint, ist vorstellbar, dass Spitzenlastkessel in Wärmenetzen zukünftig mit erneuerbaren Gasen betrieben werden.

Da synthetisches Methan aus Wasserstoff gewonnen wird, werden an dieser Stelle dieselben Schlüsse gezogen hinsichtlich erwarteter Wirtschaftlichkeit und Wahrscheinlichkeit der Nutzung zur Raumheizung.

In Deutschland existieren diverse Industriezweige, welche einen hohen Bedarf an Prozesswärme in Form von Dampf haben. Ein erheblicher Teil dieser Prozesswärme wird heute mit fossilem Erdgas, Kohle und Erdöl in KWK-Anlagen erzeugt, welche nur schwer durch Wärmepumpen ersetzt werden können. Wärmepumpen können die hohen erforderlichen Temperaturen in der Regel nicht aufbringen.

### Potenzial der Erzeugung von EE-Gasen in Oberkirch

Die Bundesregierung geht davon aus, dass nicht der gesamte Bedarf an Wasserstoff mittelfristig in Deutschland erzeugt werden kann. Zu diesem Zweck wurden bereits diverse internationale Kooperationen eingegangen, unter anderem mit Kanada, Australien, Neuseeland und diversen afrikanischen Staaten. Auch in Oberkirch wird voraussichtlich nicht der gesamte Wasserstoffbedarf vor Ort produziert werden können, da die Stadt einen überdurchschnittlich hohen Bedarf an industrieller Prozesswärme hat. Es ist nicht auszuschließen, dass kleinere

Elektroliseure und Methanisierungsanlagen auch in Oberkirch betrieben werden, allerdings werden die Überschüsse aus der regenerativen Stromerzeugung nach aktuellen Prognosen nicht ausreichend sein, um eine Wasserstoffproduktion in der Region auf einen wirtschaftlichen Betrieb zu skalieren.

Aktuell sind die Investitionskosten für PtG-Infrastruktur noch hoch. Ein wirtschaftlicher Betrieb hängt von der Auslastung der Anlagen ab sowie einer hohen Verfügbarkeit günstigen Überschuss-Stroms. Allerdings werden aufgrund der steigenden Anzahl an PtG-Anlagen perspektivisch die Investitions- wie auch die Betriebskosten sinken. Es ist in diesen Zusammenhang vorstellbar, dass Erzeugungsanlagen für erneuerbaren Strom allein zum Zweck der Wasserstoffgewinnung errichtet werden und den produzierten Strom nicht zur Deckung des Strombedarfs bereitstellen.

### Bewertung

Aufgrund der heute noch geringen Effizienzen bei der Herstellung grünen Wasserstoffs ist davon auszugehen, dass auf Wasserstoff oder grünem Erdgas basierende Heizsysteme mittelfristig nicht mit Wärmepumpen konkurrieren können. Eine wirtschaftliche Nutzung ist nach heutigem Kenntnisstand mittelfristig nur schwer möglich. Agora Energiewende hat analysiert, dass synthetisches Erdgas zu Beginn der Transformation ca. 250-350 EUR/MWh kosten wird [Agora EW 2018]. Dieser Preis könnte unter günstigen Rahmenbedingungen in Europa bis 2050 auf ca. 170 EUR/MWh sinken. Im Jahr 2018 lagen die Vollkosten für eine Gasheizung mit fossilem Erdgas bei ca. 100 EUR/MWh. Geringere Strompreise aufgrund einer erfolgreichen Energiewende sowie sinkende Investitionskosten für Wärmepumpen bei höherer Marktdurchdringung werden mittelfristig die Wärmepumpe zu dem wirtschaftlichsten Heizsystem für private Haushalte machen. So auch teilweise im Bereich zentraler Quartiersversorgung mit Großwärmepumpen. Gleichzeitig wird der Bedarf an industrieller Wärme voraussichtlich aus synthetischen Brennstoffen gedeckt werden. Hierfür kann das Bestands-Gasnetz weiterhin genutzt werden (wird Wasserstoff verwendet, kann es dem Methan bislang nur beigemischt werden). In Pilotprojekten ist es gelungen, dem Erdgasnetz bis zu 30% Wasserstoff beizumischen [ENBW 2023]. Eine eigene, neu zu errichtende Wasserstoffnetzinfrastruktur ist ebenfalls denkbar. Für Endnutzer ergeben sich durch die Nutzung von synthetischem Erdgas keine Einschränkungen. Erste Heizsysteme, welche neben Methan auch Wasserstoff verarbeiten können, sind auf dem Markt erhältlich (H2 ready).

Aufgrund der starken Rolle der Industrie in Oberkirch ist abzusehen, dass erneuerbare Gase bei der industriellen Wärme eine wesentlich wichtigere Rolle spielen werden als bei der Raumheizung. Einige Akteure in Oberkirch beschäftigen sich bereits mit Wasserstoffinfrastruktur. So ist Koehler Mitglied der Trinationalen Wasserstoff Initiative 3H2, und die Stadtwerke veranstalten regelmäßige Foren in der Oberkircher Mediathek, in welchen Forscher und weitere Akteure über den aktuellen Stand der Dinge informieren.

Ein Szenario, in dem das Erdgasnetz im Jahr 2040 in ähnlicher Dimension betrieben wird wie heute, benötigt disruptive Entwicklungen in der Wasserstoffproduktion, die heute noch nicht absehbar sind. Falls es gelingt, ausreichende Skaleneffekte bei der Herstellung grünen

Wasserstoffs und grünen Methans zu erreichen (beispielsweise durch den Aufbau von Produktionskapazitäten in Ländern mit besonders günstigen Stromgestehungskosten), könnten klimaneutrale Gase eine größere Rolle bei der Wärmeversorgung spielen als hier dargestellt. Die Nationale Wasserstoffstrategie bleibt in ihrem Maßnahmenkatalog vage, was die private Raumheizung mit Wasserstoff betrifft. Der Fokus wird zumindest mittelfristig auf der Nutzung in der Industrie liegen (industrielle Wärme) sowie beim Schwerlasttransport [BMBF 2023].

In jedem Fall ist davon auszugehen, dass das Gasnetz in absehbarer Zeit nicht zurückgebaut wird und als Redundanz bestehen bleibt.

In der Stromversorgung werden erneuerbare Gase eine stabilisierende Funktion einnehmen. Es kann davon ausgegangen werden, dass Spitzenlasten im Strombedarf durch die Verbrennung erneuerbarer Gase in Gaskraftwerken abgedeckt werden.

Es ist ratsam, dass sich die Betreiber von Gasverteilnetzen frühzeitig mit der Rolle erneuerbarer Gase beschäftigen, da in den kommenden Jahren mit einem moderaten bis deutlichen Rückgang des Gasbedarfs gerechnet werden kann. In Oberkirch wird diese Entwicklung voraussichtlich weniger stark ins Gewicht fallen, da die Industrie einen verhältnismäßig hohen Anteil hat und eine Umstellung auf Wärmepumpen in erster Linie in den privaten Haushalten stattfindet.

#### 4.4 Effekte aus der Sektorkopplung und Auswirkungen auf das Stromnetz

Die zunehmende Elektrifizierung in den Sektoren (Verkehr, Wärme, etc.) führt zu einer wachsenden Kopplung im Energiesystem. Stehen heute in den meisten Anwendungsfeldern noch fossile Primärenergieträger im Vordergrund, werden diese in Zukunft durch mehr und mehr elektrische Applikationen abgelöst werden. Kraftfahrzeuge werden nicht mehr mit Erdöl, sondern elektrisch angetrieben. Die Raumheizung erfolgt zunehmend mit elektrischen Wärmepumpen. Diese Entwicklungen werden das Stromnetz vor neue Belastungen stellen.

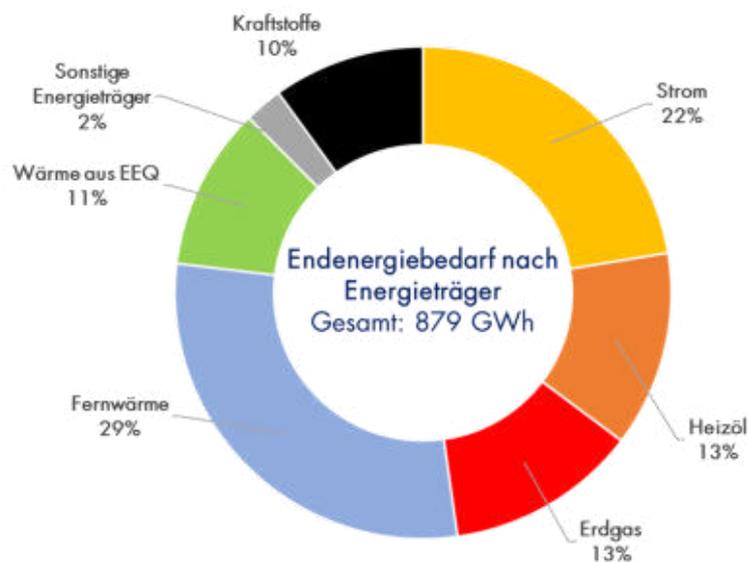


Abbildung 21 | Energieträgermix 2021

Um eine Prognose für den Strombedarf im Jahr 2040 anzustellen, wurde das Versorgungsszenario 1 (zentrale Wärmeversorgung) zugrunde gelegt. Darüber hinaus werden folgende Annahmen getroffen:

- Ersatz der Benzin- und Diesel-PKW durch Elektrofahrzeuge bei gleichbleibender Anzahl der Fahrzeuge und Fahrleistung
- Effizienzgewinne von 40% durch die Elektrifizierung der Flotte
- Ersatz des industriellen Erdgas- und Erdölbedarfs durch erneuerbare Gase

Zusätzlich wird angenommen, dass der heutige Strombedarf sich nicht reduziert, da Einsparmaßnahmen aus effizienteren Geräten und Beleuchtung durch den Rebound-Effekt weitestgehend aufgezehrt werden. Außerdem ist mit einem steigenden Strombedarf durch Kühlung im Sommer zu rechnen.

Unter diesen Voraussetzungen steigt der Strombedarf bis 2040 von ca. 197 GWh auf 360 GWh. Dies entspricht einem Wachstum von 80%. Allein um den zusätzlichen Strombedarf zu decken, wären 12 moderne Windenergieanlagen erforderlich.

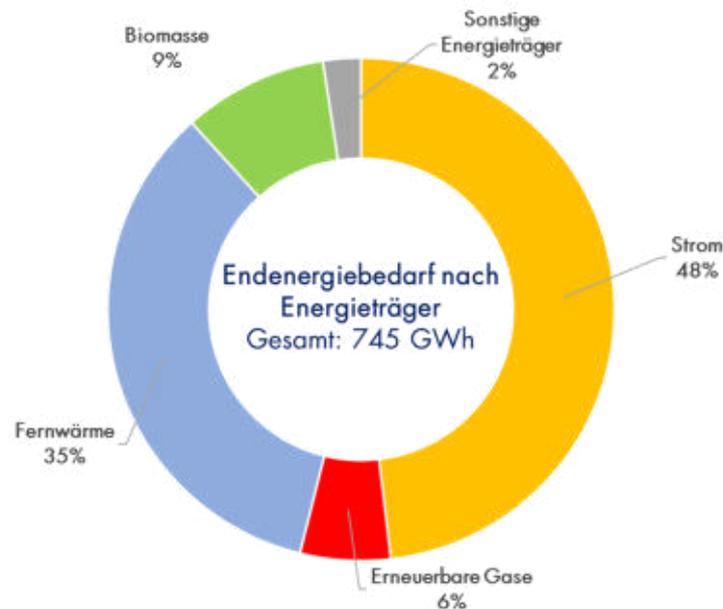


Abbildung 22 | Energieträgermix 2040

Eine weitere Folge der Sektorkopplung ist, dass der zeitliche Bedarf des Stroms sich verschiebt. Elektroautos werden ganzjährig und unabhängig von der Tageszeit geladen, aber Wärmepumpen haben den höchsten Bedarf im Winter. Dies ergibt Risiken hinsichtlich neu auftretender Lastspitzen. Diese sind in Zukunft auch in reinen Wohngebieten verstärkt zu erwarten, wenn an einem kalten Winterabend die Wärmepumpe arbeitet, das Abendessen gekocht wird, die Unterhaltungselektronik läuft und das E-Auto geladen wird. Entsprechend große und effiziente Speichersysteme werden an Bedeutung gewinnen.

Bei der Planung der Stromnetzkapazitäten muss daher ein besonderes Augenmerk auf die Verschiebung der Nutzungsprofile gelegt werden. Durch intelligente Netzsteuerungen können allerdings Lastspitzen vorausschauend abgefedert werden. Für die meisten Endnutzer ist es irrelevant, ob das Elektroauto zwischen 22:00 Uhr und 02:00 Uhr geladen wird oder zwischen 01:00 Uhr und 05:00 Uhr. Intelligente Zähler könnten immer dann die verbrauchenden Geräte anschalten, wenn das Stromangebot besonders groß oder der Strompreis besonders günstig ist. Schon heute sind viele Haushaltsverbraucher wie Waschmaschinen, Wallboxen und Wärmepumpen grundsätzlich smart steuerbar. Auch in Unternehmen sind häufig flexible Nutzungszeiten möglich. So haben Kühlhäuser in der Regel einen flexiblen Temperaturbereich, innerhalb dessen sie betrieben werden können. Ist das Stromangebot günstig, wird das Kühlhaus auf den Maximalwert heruntergekühlt, wird die Energie knapp, schaltet sich die Kühlung für einige Stunden aus. Dieser Effekt kann durch die Nutzung von kurzfristigen Speicherlösungen weiter optimiert werden. Häufig genügt es, Engpässe von wenigen Stunden zu überbrücken. So können tageszeitliche Schwankungen im Stromangebot ausgeglichen werden. Sollten größere saisonale Engpässe auftreten, können diese durch die Rückverstromung von erneuerbaren Gasen wie Wasserstoff und synthetischem Methan abgefangen werden.

## 4.5 Empfohlenes Szenario für 2040

Vor dem Hintergrund der nationalen Fernwärmestrategie, der aktuellen Planungen zum Gebäudeenergiegesetz, absehbaren Marktentwicklungen und der Verfügbarkeit von Technologien, wird ein für Oberkirch besonders geeignetes Szenario vorgeschlagen. Es setzt nicht auf eine Technologie allein, sondern versucht die für jedes Quartier am besten geeignete Lösung so weit wie möglich zu berücksichtigen.

Das empfohlene Szenario orientiert sich am in Kapitel 4.2 beschriebenen Versorgungsszenario 1: Zentrale Wärmeversorgung. Die Kernelemente sind folgende:

- Weiterführung bestehender Biomasse-Heizungen; kein weiterer Zubau abgesehen vom Koehler-Kraftwerk
- Ausbau der Fernwärme in Eignungsgebieten
- Dekarbonisierung der Fernwärme-Heizzentralen
- Nutzung von erneuerbaren Gasen, um Erdgas und Erdöl in der Industrie zu substituieren
- Nutzung von Wärmepumpen in Gebieten, in denen eine Eignung für Fernwärme nicht gegeben ist

Die Versorgungslücke von 189 GWh wird in drei Anwendungsfeldern geschlossen: Erneuerbare Gase für die Industrie (+71 GWh), zusätzliche Wärmepumpen (+69 GWh), Ausbau der Fernwärme (+49 GWh). Die Anzahl der Wärmepumpen wird sich in diesem Szenario verglichen mit der heutigen Situation verfünffachen. Die Kapazität für erneuerbare Gase, also Wasserstoff und synthetischem Methan, entspricht in etwa dem heutigen Bedarf an fossilem Erdgas und Erdöl in der Industrie. Die größten Anstrengungen werden voraussichtlich im Ausbau der Fernwärme liegen: Geht man davon aus, dass neue Wärmenetze in erster Linie im privaten Bereich sowie für den Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen entstehen, erhöht sich die Endenergie aus Fernwärme von heute 7 GWh auf 55 GWh im Jahr 2040. Die im Maßnahmenkatalog hinterlegten potenziellen neuen Wärmenetze weisen ausreichend Reserven auf, um diesen Wert zu erreichen.

Dem gegenüber steht ein theoretisches Potenzial aus erneuerbarer Wärme von ca. 1.900 GWh. In einigen Fällen konkurriert das Wärmepotenzial allerdings mit anderen Nutzungsformen. Beispielsweise müssen die Oberkircher Akteure entscheiden, ob sie die Dachflächen für Photovoltaik oder solarthermische Anlagen verwenden. Umweltwärme, also Luft-Wärmepumpen oder oberflächennahe Geothermie, ist aufgrund des ländlichen Charakters in hohem Maße erschließbar. Der Bau eines tiefengeothermischen Kraftwerks in der Region könnte die Wärmebereitstellung zusätzlich unterstützen und für günstige und konstant verfügbare Wärme sorgen.

## 5. Wärmewendestrategie und Maßnahmenplan

Zentraler Baustein der Wärmeplanung ist ein Maßnahmenkatalog. Insgesamt wurden 34 Maßnahmen ausgearbeitet, welche in den kommenden Jahren umgesetzt werden sollen, um eine emissionsfreie Wärmeversorgung zu erreichen. Hierbei wurden die Maßnahmen unterschiedlich priorisiert. In einem mehrstufigen Beteiligungsverfahren wurden die Maßnahmen mit unterschiedlichen Akteuren entwickelt, konkretisiert und priorisiert. In diesem Prozess wurden 16 Maßnahmen in der höchsten Prioritätsstufe ausgewiesen. Davon sind acht Maßnahmen kurzfristig umsetzbar, sie erzielen einen Teil ihrer Wirkung also schon in den nächsten drei bis fünf Jahren. Diese sollen in den nächsten drei Jahren daher zumindest begonnen werden. Der vorliegende Wärmeplan und der Maßnahmenplan wurden vom Gemeinderat beschlossen und im Nachgang auf der Website der Stadt Oberkirch veröffentlicht.

Es ist nicht auszuschließen, dass einige Maßnahmen, welche eine geringere Priorität aufweisen, in der nächsten Iteration der Wärmeplanung an Relevanz gewinnen. Gleichzeitig können aufgrund des technologischen Fortschritts und weiterer Entwicklungen neue Maßnahmen in die Planung mit aufgenommen werden, welche heute noch keine Rolle spielen.

### 5.1 Größte Stellhebel

Es wurden fünf wesentliche Einflussfaktoren identifiziert, die für eine Dekarbonisierung des Wärmesektors den größten Einfluss haben. Dabei sind die hier genannten Stellhebel nicht als sogenannte „low hanging fruits“ oder einzelne Maßnahmen zu charakterisieren, sondern in der Regel mit höherem Aufwand verbunden. Sie sollen als übergeordnete Stoßrichtungen verstanden werden.

#### 1 Wärmeverbund im Gewerbegebiet

#### 2 Tiefe Geothermie

#### 3 Maßnahmen zur Einsparung von Wärmeenergie

#### 4 Ausbau der Fernwärme

#### 5 Anreize zum schnellen Austausch der bestehenden Öl- und Gasheizungen

Nachfolgend werden die Stellhebel kurz beschrieben.

#### 1 Wärmeverbund auf gewerblichen Flächen auf der Westseite der Kernstadt

Im Gewerbegebiet wurden mehrere Abwärmquellen identifiziert. Neben der Firma Ruch Novaplast, welche bereits Erfahrungen mit der Auskopplung von Abwärme hat, kann sich auch die OGM Obstgroßmarkt Mittelbaden eG vorstellen, Abwärme aus ihren Kühlprozessen abzugeben. Außerdem entsteht Abwärme an der Kläranlage, welche wenige hundert Meter vom Gewerbegebiet entfernt ist. Eine Vernetzung der Unternehmen mittels eines größeren,

gebietsweiten Gewerbenetzes erscheint daher schlüssig. Das in Abbildung 23 skizzierte Gebiet hat einen Wärmebedarf von ca. 110 GWh.



Abbildung 23 | Gewerbegebiet

Das Potenzial, um die Versorgungslücke zu schließen, liegt bei ca. 80 GWh. Einige der ansässigen Unternehmen erzeugen bereits Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung, welche bilanziell als Fernwärme zu betrachten ist. Es ist vorstellbar, dass im Zuge der Dekarbonisierung der Heizzentralen weitere Anschlüsse an das Wärmenetz erfolgen und die einzelnen Unternehmen aktiv einen Teil der erzeugten Wärme einspeisen.

Die Maßnahme ist im Maßnahmenkatalog (WN1) näher beschrieben.

## 2 Tiefe Geothermie

Der Oberrheingraben hat überaus günstige Gegebenheiten für die Nutzung von Wärme aus tieferen Gesteinsschichten. Während in den meisten Regionen in Deutschland die für tiefe Geothermie erforderlichen Thermalwasser-Temperaturen erst in großer Tiefe erreicht werden können, liegen diese Temperaturen im Oberrheingraben bereits in höheren Gesteinsschichten vor. Dies macht nicht nur eine Wärmeerzeugung, sondern auch Stromerzeugung aus tiefer Geothermie attraktiv. Thermische Reservoirs finden sich schon in ca. 400m Tiefe, wobei eine Stromerzeugung erst mit Temperaturen ab ca. 3.000m Tiefe wirtschaftlich wird. Die Gesteinsprofile auf der Gemarkung Oberkirch lassen eine Stromerzeugung voraussichtlich nicht zu, da die Grundgebirgsschichten bereits in ca. 1.500m Tiefe beginnen [GEORG 2021]. Gleichzeitig könnte Oberkirch von einer Projekterschließung gemeinsam mit benachbarten Gemeinden im Westen profitieren. Mit zunehmender Nähe zum Rhein erhöht sich die Tiefe, in welcher durchlässiges Sedimentgestein anzufinden ist. Ein Kraftwerk zur reinen Wärmeerzeugung wäre in Oberkirch denkbar. Tiefe Geothermie ist grundlastfähig.

Die Maßnahme ist im Maßnahmenkatalog (E1) näher beschrieben.

### 3 Maßnahmen zur Einsparung von Wärmeenergie

Die Wärmewende kann nur gelingen, wenn die benötigte Wärmeenergie reduziert wird. Der Verbrauch von Heizenergie lässt sich auch kurzfristig spürbar reduzieren, um Kosten und Treibhausgasemissionen einzusparen. Gerade die Energiekrise hat gezeigt, wie empfindlich unsere energetische Infrastruktur ist und wie wertvoll selbst kleinere Einsparungen in Summe sein können.

Der Endenergiebedarf für Raumwärme, Warmwasserbereitung und Prozesswärme in Deutschland ist seit einigen Jahren bereits rückläufig. Dennoch sind noch lange nicht alle Potenziale für Wärmeenergieeinsparung ausgeschöpft. Hierzu zählen Anstrengungen zur Gebäudesanierung wie auch kleinere Maßnahmen wie hydraulische Abgleiche oder zeitgesteuerte Thermostate. Die Stadt kann schon kurzfristig mit Sensibilisierungsaktionen die Bevölkerung informieren, wie sich Wärmeenergie einsparen lässt. Die Stadtwerke führen regelmäßig mit der Ortenauer Energieagentur kostenfreie Beratungen durch.

### 4 Ausbau der Fernwärme

Bei neuen Baugebieten sollte eine klimaneutrale Wärmeversorgung von Anfang an mitgedacht werden. Dafür bieten sich zentrale Versorgungslösungen mit erneuerbaren Wärmequellen an. Neben kalten Wärmenetzen sind hierbei auch Hochtemperatur-Wärmenetze denkbar, welche sich aus regenerativen Heizzentralen wie Solarthermiefeldern oder Großwärmepumpen speisen. Da der Wärmebedarf in Neubaugebieten aufgrund des in der Regel hohen Standards gering ist, ist eine Einbindung von Anrainern an neu entstehende Wärmenetze in Neubaugebieten sinnvoll.

Außerdem haben die Analysen gezeigt, dass Fernwärme auch in einigen Bestandsquartieren voraussichtlich wirtschaftlich angeboten werden kann. Gerade Viertel, die dicht besiedelt sind und wenig Platz für Erdsonden oder Luftwärmepumpen haben, können von der Fernwärme profitieren. Hierfür sollte eine gemarkungsweite Analyse erstellt werden, die die Netzplanung, Lage und Quelle der Heizzentralen sowie einen voraussichtlichen Wärmepreis ermittelt.

### 5 Anreize zum schnellen Austausch der bestehenden Öl- und Gasheizungen

Die Debatten zum Gebäudeenergiegesetz schafften im Sommer 2023 ein hohes Maß an Verunsicherung in der Bevölkerung. Dies führte zu dem ungewünschten Effekt, dass sich kurz vor dem Neueinbauverbot fossiler Heizungen noch ein regelrechter Run auf Gasheizungen entwickelt. Für das Erreichen der Klimaziele ist es allerdings zwingend erforderlich, dass schon heute so viele Heizungen wie möglich dekarbonisiert werden. Je früher die Transformation eingeleitet wird, desto weniger Treibhausgasemissionen entstehen in der Zwischenzeit.

Außerdem besteht die Möglichkeit, dass sich die Kapazitätsengpässe bei Handwerkern und Material bis 2040 nicht bessern und die Erreichung der Klimaziele dadurch weiter verzögert wird. Aus diesem Grund sollten Heizungstauschmaßnahmen über die kommenden 16 Jahre verteilt werden, statt sie auf die 2030er Jahre zu verschieben. Die Stadt kann an dieser Stelle mit gezielten Informationskampagnen und eigenen Anreizen unterstützen.

## 5.2 Maßnahmenkatalog

Die Maßnahmen werden in thematische Handlungsfelder unterteilt, um eine Zuordnung zu vereinfachen:

- Wärmenetze
- Begleitende Maßnahmen
- Erneuerbare Wärmequellen

Für jede Maßnahme wird ein Steckbrief erstellt, welcher relevante Eckdaten zu Auswirkungen, benötigten Ressourcen und Eignungsgebiet enthält. Außerdem verfügt jede Maßnahme über eine Prioritätsstufe, einen Umsetzungszeitraum und eine Auflistung zentraler Akteure.

Die in dieser Studie aufgeführten Maßnahmen reichen aus, um die in Kapitel 4 beschriebene Versorgungslücke zu schließen und Treibhausgasneutralität in der Wärmeversorgung bis 2040 zu erreichen. Gleichzeitig sollte davon ausgegangen werden, dass auch in Zukunft Importe von Wärmeenergieträgern vorstellbar sind, wenn dies wirtschaftlich sinnvoller ist als eine Erzeugung in Oberkirch. Ähnlich, wie heute Erdgas und Erdöl in die Region importiert werden, könnte im Jahr 2040 beispielsweise eine Einfuhr von klimaneutralem Wasserstoff für die Industriewärme etabliert sein (siehe Kapitel 4.3). Dies sollte bei der Bewertung und Umsetzung der Maßnahmen berücksichtigt werden.

Gemäß Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg sollen fünf Maßnahmen benannt werden, deren Umsetzung in den kommenden fünf Jahren mindestens begonnen wird.

- Wärmenetz Stadtgebiet (WN1)
- Wärmenetz Zusenhofen Süd (WN2)
- Wärmenetz Oberdorf (WN3)
- Sanierungskampagne (B4)
- Ausbau Abwärme Ruch Novaplast (E2)

Dies schließt ausdrücklich nicht aus, dass parallel auch andere Maßnahmen umgesetzt werden. Die Energie- und Wärmewende ist ein dringender Prozess, der nicht aufgeschoben werden sollte.

Wohnungseigentümer, die noch relativ neue Gasheizungen besitzen, deren technische Nutzungsdauer mehr als 15 Jahre beträgt, können ihre THG-Emissionen durch eine Umrüstung auf hybride Heizsysteme senken. So können Solarthermie-Anlagen oder Wärmepumpen ergänzend eingesetzt werden, bis eine vollständige Umstellung wirtschaftlich sinnvoll ist oder der Gasbrenner das Ende seines Nutzungshorizonts erreicht hat.

Für die Umsetzung der Maßnahmen ist ein breites Feld an Akteuren zu beteiligen. Nicht immer hat die Stadt die Möglichkeiten, selbst über die Umsetzung der Maßnahmen zu entscheiden (beispielsweise bei den Unternehmensmaßnahmen). Dennoch kann sie sich bei allen Themen als zentraler Akteur mit einbringen, Dialoge anstoßen und Impulse setzen.

Priorität	Handlungsfeld	Nummer	Umsetzungszeitraum	Titel der Maßnahme
Hoch	Wärmenetze	WN1	Mittelfristig	Wärmenetz Stadtgebiet
Hoch	Wärmenetze	WN2	Kurzfristig	Wärmenetz Zusenhofen Süd
Hoch	Wärmenetze	WN3	Mittelfristig	Wärmenetz Oberdorf
Hoch	Begleitende Maßnahmen	B1	Kurzfristig	Wärmepumpen-Coach
Hoch	Begleitende Maßnahmen	B2	Mittelfristig	Erneuerbare Wärme für kommunale Liegenschaften
Hoch	Begleitende Maßnahmen	B3	Kurzfristig	Platzbedarf für leitungsgebundene Wärme in Planungsverfahren frühzeitig berücksichtigen
Hoch	Erneuerbare Wärmequellen	E1	Mittelfristig	Potenzialuntersuchung tiefe Geothermie
Hoch	Erneuerbare Wärmequellen	E2	Kurzfristig	Ausbau Abwärme Ruch Novaplast
Hoch	Erneuerbare Wärmequellen	E3	Kurzfristig	Erschließung Abwärme OGM
Hoch	Erneuerbare Wärmequellen	E4	Kurzfristig	Erschließung Abwärme Ernst Umformtechnik
Hoch	Erneuerbare Wärmequellen	E5	Kurzfristig	Umbau des Koehler-Kraftwerks auf Biomasse
Mittel	Wärmenetze	WN4	Mittelfristig	Wärmenetz Stadelhofen
Mittel	Wärmenetze	WN5	Mittelfristig	Wärmenetz Zusenhofen West
Mittel	Wärmenetze	WN6	Mittelfristig	Wärmenetz Tiergarten
Mittel	Wärmenetze	WN7	Mittelfristig	Wärmenetz Haslach
Mittel	Wärmenetze	WN8	Mittelfristig	Wärmenetz Gaisbach
Mittel	Wärmenetze	WN9	Mittelfristig	Wärmenetz Ringelbach
Mittel	Wärmenetze	WN10	Mittelfristig	Wärmenetz Nußbach
Mittel	Begleitende Maßnahmen	B4	Kurzfristig	Sanierungskampagne
Mittel	Begleitende Maßnahmen	B5	Mittelfristig	Ausweisung von Sanierungsgebieten nach §136 BauGB
Mittel	Begleitende Maßnahmen	B6	Langfristig	Bewertung der Perspektiven für das Erdgasnetz
Mittel	Begleitende Maßnahmen	B7	Langfristig	Integration erneuerbarer Wärme in Bestandsnetze
Mittel	Erneuerbare Wärmequellen	E6	Mittelfristig	Ausbau Abwärme Kläranlage
Mittel	Erneuerbare Wärmequellen	E7	Mittelfristig	Ausbau Abwärme Koehler
Niedrig	Wärmenetze	WN11	Langfristig	Wärmenetz Ödsbach
Niedrig	Wärmenetze	WN12	Langfristig	Wärmenetz Spring

Niedrig	Begleitende Maßnahmen	B8	Langfristig	Online-Portal Wärmenetz-Anschluss
Niedrig	Erneuerbare Wärmequellen	E8	Langfristig	Erschließung Abwärme aus Abwasserkanalnetz

Tabelle 3 | Übersicht der Maßnahmen

Die Maßnahmen, welche unter dem Handlungsfeld ‚Wärmenetze‘ aufgeführt sind, sind nicht ausschließlich zu betrachten. Sie liefern eine Einordnung der Dimensionen und zeigen erste Schritte auf, die die Verwaltung tun kann, um den Fernwärmeausbau voranzubringen. Langfristig wird empfohlen, in sämtlichen Gebieten Wärmenetze zu bauen, für die die Analyse eine Eignung ermittelt hat (Abb. 15). Einzelne Gebiete werden in dieser Studie als Eignungsgebiete für Wärmenetze ausgewiesen, verfügen allerdings über keine Maßnahme im Maßnahmenkatalog. Dies kann folgende Gründe haben:

- Die Wärmebedarfsdichte ist aufgrund eines einzigen Akteurs (Bsp. Unternehmen) ausreichend hoch, aber es gibt nicht ausreichend weitere Abnehmer
- Das Eignungsgebiet ist zu klein, um einen wettbewerbsfähigen Wärmepreis zu gewährleisten
- Die Heizungen im Gebiet sind bereits größtenteils erneuerbar
- Im Gebiet existiert bereits ein Wärmenetz

Nichtsdestotrotz kann nicht abschließend ausgeschlossen werden, dass auch für diese Gebiete eine Erschließung oder ein Ausbau mit Fernwärme sinnvoll ist. Dies sollte spätestens in der nächsten Iteration des Kommunalen Wärmeplans überprüft werden.

Die verbleibenden Gebiete, welche unter die Kategorie ‚Einzelversorgung‘ fallen, weisen nach aktuellem Kenntnisstand keine ausreichende Wärmebedarfsdichte auf, um einen wettbewerbsfähigen und damit bezahlbaren Wärmepreis zu gewährleisten. Hohe Erschließungskosten und erwartete geringe Abnahmemengen führen dazu, dass für diese Gebiete dezentrale Heizungssysteme empfohlen werden. Hierzu gehören unter anderem Pelletheizungen, Solarthermieheizungen sowie diverse Arten von Wärmepumpen (z.B. Luftwärmepumpen, Erdsonden).

## Handlungsfeld ‚Wärmenetze‘

## Maßnahme WN1: Wärmenetz Stadtgebiet

Luftbild	
Ziel	Eine sichere und nachhaltige Wärmeversorgung, die bezahlbar ist und Emissionen senkt
Situation vor Ort	<p>Im Stadtgebiet Oberkirch (ohne Teilorte) sind bereits acht Wärmenetze in Betrieb. Eines der Wärmenetze wird mit Abwärme der Firma Ruch gespeist, wodurch die Stadtwerke und der Bauhof beheizt werden. Die übrigen Wärmenetze verfügen über Gas-BHKWs. Neben Ruch verfügen auch OGM, Koehler und die Kläranlage über Abwärme. Nahezu das gesamte Gebiet ist an das Gasnetz angeschlossen. Als potentielle Ankernutzer bieten sich die Unternehmen sowie die Liegenschaften der Stadt an. Aufgrund der hohen Anzahl an potenziellen Nutzern erscheint eine schrittweise Erschließung sinnvoll, möglicherweise in Verbindung mit ohnehin geplanten Tiefbaumaßnahmen.</p>
Maßnahmenvorschlag	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ausweitung der Bestands-Wärmenetze und Anschluss weiterer Gebäude</li> <li>▪ Erschließung weiterer Abwärmequellen</li> </ul>
Geschätzter Wärmebedarf 2040	133 GWh/a
Mögliche CO <sub>2</sub> e-Reduktion	49.000 t/a
Priorität	Hoch
Umsetzungszeitraum	Mittelfristig
Anzahl Gebäude	1.455
Geschätzte Netzlänge	21.000m

<b>Potentielle Wärmequelle</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Abwärme Ruch, OGM, Kläranlage Ca. 6 GWh/a</li><li>▪ Solarthermie Kollektorfläche: 4ha für ca. 20% Deckung</li><li>▪ oberflächennahe Geothermie ca. 15.500 Sonden mit 77 MW Heizzentrale für vollständige Deckung des Restbedarfs</li></ul>
<b>Nächste Schritte</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Führen von Gesprächen mit Ankernutzern</li><li>▪ Lastganganalyse für Abwärme</li><li>▪ Machbarkeitsstudie (BAFA-gefördert)</li></ul>

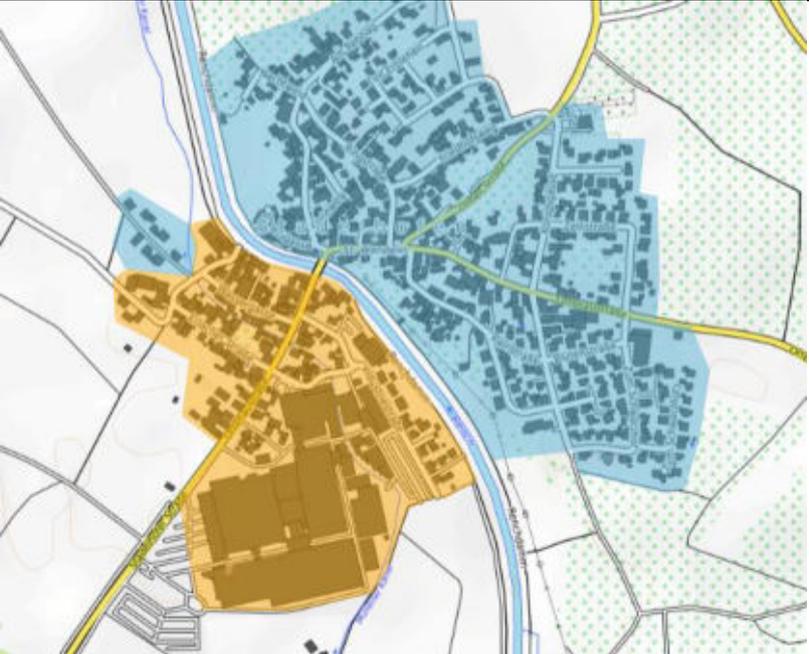
## Maßnahme WN2: Zusenhofen Süd

Luftbild	
Ziel	Eine sichere und nachhaltige Wärmeversorgung, die bezahlbar ist und Emissionen senkt
Situation vor Ort	In Zusenhofen befindet sich die Firma Ernst Umformtechnik, welche über bislang noch ungenutzte Abwärmepotenziale verfügt. Die Wärmebedarfsdichte südlich der Bahngleise ist grundsätzlich ausreichend, um ein Wärmenetz wirtschaftlich betreiben zu können.
Maßnahmenvorschlag	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erschließung Abwärme Ernst Umformtechnik</li> <li>▪ Planung einer Wärmetrasse entlang der Nußbacher Straße</li> </ul>
Geschätzter Wärmebedarf 2040	4.500 MWh/a
Mögliche CO <sub>2</sub> e-Reduktion	1.600 t/a
Priorität	Hoch
Umsetzungszeitraum	Kurzfristig
Anzahl Gebäude	49
Geschätzte Netzlänge	1.200m
Potentielle Wärmequelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abwärme Ernst Umformtechnik</li> <li>▪ Solarthermie Kollektorfläche: ca. 1 ha für vollständige Abdeckung</li> <li>▪ Oberflächennahe Geothermie Ca. 640 Sonden mit 3,2 MW Heizzentrale für vollständige Abdeckung</li> <li>▪ Biomasse</li> </ul>
Nächste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lastganganalyse Abwärme</li> <li>▪ Berücksichtigung der Wärmenetztrasse in den stadtplanerischen Prozessen</li> <li>▪ Untersuchung von Flächen für Solarthermie oder Geothermie-Sondenfelder</li> </ul>

## Maßnahme WN3: Wärmenetz Oberdorf

Luftbild	
Ziel	Eine sichere und nachhaltige Wärmeversorgung, die bezahlbar ist und Emissionen senkt
Situation vor Ort	Südlich der Rench und natürlich abgegrenzt vom Potenzialgebiet im ‚Stadtgebiet‘ (WN1) befindet sich ein weiteres Eignungsgebiet für Fernwärme. In diesem Gebiet betreiben die Stadtwerke bereits ein Wärmenetz, welches erweitert werden könnte. Im Osten entsteht das neue Quartier „Wohnen am Hesselbach“ mit voraussichtlich ca. 60 Wohneinheiten. Im Zuge der Neuerschließung könnte ein neues Wärmenetz entstehen oder das bestehende Netz erweitert werden.
Maßnahmenvorschlag	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Errichtung eines Wärmenetzes für das Quartier</li> </ul>
Geschätzter Wärmebedarf 2040	8.700 MWh/a
Mögliche CO <sub>2</sub> e-Reduktion	2.800 t/a
Priorität	Hoch
Umsetzungszeitraum	Mittelfristig
Anzahl Gebäude	415
Geschätzte Netzlänge	6.300m
Potentielle Wärmequelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Solarthermie Kollektorfläche: ca. 2 ha für vollständige Deckung</li> <li>▪ Oberflächennahe Geothermie Ca. 1.200 Sonden mit 6 MW Heizzentrale für vollständige Deckung</li> </ul>
Nächste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abfrage Anschlussbereitschaft bei Gebäudeeigentümern</li> <li>▪ Beginn der Trassenplanung und Aufnahme in die städtebaulichen Prozesse</li> </ul>

## Maßnahme WN4: Wärmenetz Stadelhofen

Luftbild	
Ziel	Eine sichere und nachhaltige Wärmeversorgung, die bezahlbar ist und Emissionen senkt
Situation vor Ort	Obwohl ein Gasnetz in Stadelhofen vorhanden ist, werden viele Gebäude mit Öl beheizt. Entlang der Ortenaustraße südlich der Rench liegen viele Gebäude mit relativ alten Heizsystemen. Das Firmengelände der PWO liegt am Rand des vorgeschlagenen Quartiers. Sie betreibt eigene BHKW.
Maßnahmenvorschlag	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verbindende Wärmetrasse südlich der Rench</li> <li>▪ Wärmenetz entlang der Ortenaustraße, Erlacher Straße und Wassergasse, zusätzlich Anschluss entlang der Industriestraße</li> </ul>
Geschätzter Wärmebedarf 2040	3.900 MWh/a
Mögliche CO <sub>2</sub> e-Reduktion	1.100 t/a
Priorität	Mittel
Umsetzungszeitraum	Mittelfristig
Anzahl Gebäude	190
Geschätzte Netzlänge	2.300m
Potentielle Wärmequelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Oberflächennahe Geothermie Ca. 560 Sonden mit 2,8 MW Heizzentrale für vollständige Deckung</li> <li>▪ Biomasse</li> </ul>
Nächste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Führen von Gesprächen mit Ankernutzern</li> <li>▪ Berücksichtigung der Wärmenetztrasse in den stadtplanerischen Prozessen</li> </ul>

## Maßnahme WN5: Wärmenetz Zusenhofen West

Luftbild	
Ziel	Eine sichere und nachhaltige Wärmeversorgung, die bezahlbar ist und Emissionen senkt
Situation vor Ort	Die Wärmebedarfsdichte entlang der Lindenstraße ist hoch. Außerdem werden die meisten Gebäude im eingezeichneten Gebiet noch mit Ölheizungen beheizt. Eine Erdgasversorgung ist nur im nördlichen Teil des Gebiets sowie östlich ab der Nußbacher Straße vorhanden. Als Ankernutzer kommen neben der Grundschule und Kindergarten diverse Gaststätten entlang der Lindenstraße infrage.
Maßnahmenvorschlag	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bau eines Wärmenetzes in der Lindenstraße</li> </ul>
Geschätzter Wärmebedarf 2040	3.900 MWh/a
Mögliche CO <sub>2</sub> e-Reduktion	1.100 t/a
Priorität	Mittel
Umsetzungszeitraum	Mittelfristig
Anzahl Gebäude	100
Geschätzte Netzlänge	1.800m
Potentielle Wärmequelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Solarthermie Kollektorfläche: ca. 0,8 ha für vollständige Deckung</li> <li>▪ Oberflächennahe Geothermie Ca. 560 Sonden mit 2,8 MW Heizzentrale für vollständige Deckung</li> <li>▪ Biomasse</li> </ul>
Nächste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abfrage Anschlussbereitschaft bei Gebäudeeigentümern</li> <li>▪ Untersuchung von Potenzialflächen für Solarthermie oder Geothermie-Sonden</li> </ul>

## Maßnahme WN6: Wärmenetz Tiergarten

Luftbild	
Ziel	Eine sichere und nachhaltige Wärmeversorgung, die bezahlbar ist und Emissionen senkt
Situation vor Ort	In Tiergarten herrschen hohe Wärmebedarfsdichten im Bereich Hubeneck sowie in der Ortsmitte. Ein Gasnetz existiert nicht, viele Gebäude werden mit Öl beheizt. Einige kommunale Gebäude wie die Gemeindehalle und Gewerbetreibende kommen als Ankernutzer infrage. Die Ortsverwaltung ist mit einer neuen Biomasseheizung ausgestattet.
Maßnahmenvorschlag	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bau eines Wärmenetzes im Hubeneck sowie in der Ortsmitte</li> </ul>
Geschätzter Wärmebedarf 2040	3.700 MWh/a
Mögliche CO <sub>2</sub> e-Reduktion	1.000 t/a
Priorität	Mittel
Umsetzungszeitraum	Mittelfristig
Anzahl Gebäude	117
Geschätzte Netzlänge	2.000m
Potentielle Wärmequelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Solarthermie Kollektorfläche: ca. 0,8 ha für vollständige Deckung</li> <li>▪ Oberflächennahe Geothermie Ca. 530 Sonden mit 2,6 MW Heizzentrale für vollständige Deckung</li> <li>▪ Biomasse</li> </ul>
Nächste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abfrage Anschlussbereitschaft bei Gebäudeeigentümern</li> <li>▪ Untersuchung von Potenzialflächen für Solarthermie oder Geothermie-Sonden</li> </ul>

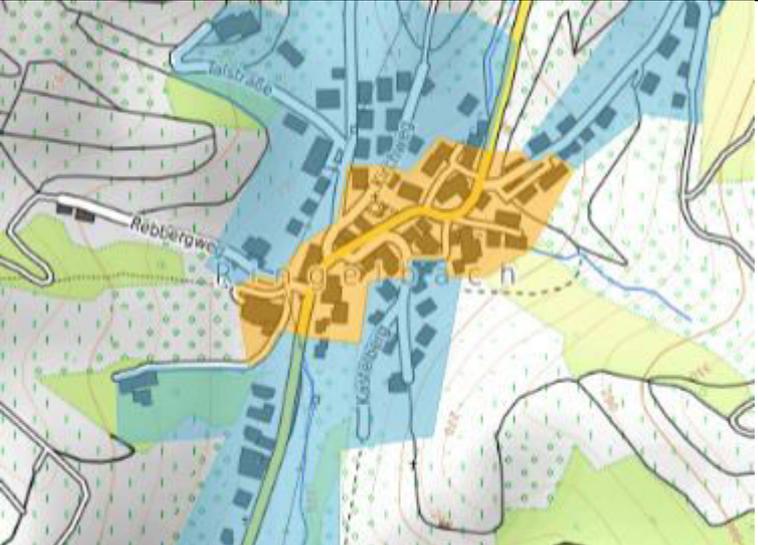
## Maßnahme WN7: Wärmenetz Haslach

Luftbild	
Ziel	Eine sichere und nachhaltige Wärmeversorgung, die bezahlbar ist und Emissionen senkt
Situation vor Ort	Die Wärmebedarfsdichte in der Haslacher Straße ist hoch. Ein Gasnetz existiert nicht, viele Gebäude werden mit Öl beheizt. Einige kommunale Gebäude wie Ortsverwaltung, Grundschule und Kirche könnten als Ankernutzer auftreten. Außerdem kommen diverse Gewerbetreibende als weitere Ankernutzer infrage.
Maßnahmenvorschlag	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bau eines Wärmenetzes in der Ortsmitte sowie entlang der Haslacher Straße</li> </ul>
Geschätzter Wärmebedarf 2040	1.500 MWh/a
Mögliche CO <sub>2</sub> e-Reduktion	470 t/a
Priorität	Mittel
Umsetzungszeitraum	Mittelfristig
Anzahl Gebäude	68
Geschätzte Netzlänge	700m
Potentielle Wärmequelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Solarthermie Kollektorfläche: ca. 0,3 ha für vollständige Deckung</li> <li>▪ Oberflächennahe Geothermie Ca. 210 Sonden mit 1 MW Heizzentrale für vollständige Deckung</li> <li>Biomasse</li> </ul>
Nächste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abfrage Anschlussbereitschaft bei Gebäudeeigentümern</li> <li>▪ Untersuchung von Potenzialflächen für Solarthermie oder Geothermie-Sonden</li> </ul>

## Maßnahme WN8: Wärmenetz Gaisbach

Luftbild	
Ziel	Eine sichere und nachhaltige Wärmeversorgung, die bezahlbar ist und Emissionen senkt
Situation vor Ort	Am Gaisbach liegen viele Gebäude mit alten Ölheizungen. Die Wärmebedarfsdichte ist aufgrund eines geringen Sanierungsstands hoch. Die Gebäudekörper stehen verhältnismäßig dicht, wodurch Luftwärmepumpen aufgrund der Geräuschemissionen nicht ideal sind. Der Gaisbacher Hof könnte als Anker Nutzer infrage kommen. Das Quartier ist an das Gasnetz angeschlossen.
Maßnahmenvorschlag	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Errichtung eines Wärmenetzes</li> </ul>
Geschätzter Wärmebedarf 2040	1.100 MWh/a
Mögliche CO <sub>2</sub> e-Reduktion	400 t/a
Priorität	Mittel
Umsetzungszeitraum	Mittelfristig
Anzahl Gebäude	49
Geschätzte Netzlänge	700m
Potentielle Wärmequelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Oberflächennahe Geothermie Ca. 160 Sonden mit 800 KW Heizzentrale für vollständige Deckung</li> <li>▪ Grundwasser</li> </ul>
Nächste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abfrage Anschlussbereitschaft bei Gebäudeeigentümern</li> <li>▪ Prüfung der Potenziale emissionsfreier Wärmequellen</li> </ul>

## Maßnahme WN9: Wärmenetz Ringelbach

Luftbild	
Ziel	Eine sichere und nachhaltige Wärmeversorgung, die bezahlbar ist und Emissionen senkt
Situation vor Ort	Die Wärmebedarfsdichte entlang der Weinstraße ist hoch. Außerdem werden die meisten Gebäude im eingezeichneten Gebiet noch mit Ölheizungen beheizt. In Ringelbach gibt es kein Erdgasnetz. Als Ankernutzer könnten das Landhotel Salmen, die Kirche und die Brennerei infrage kommen.
Maßnahmenvorschlag	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bau eines Wärmenetzes in der Weinstraße</li> </ul>
Geschätzter Wärmebedarf 2040	1.000 MWh/a
Mögliche CO <sub>2</sub> e-Reduktion	370 t/a
Priorität	Mittel
Umsetzungszeitraum	Mittelfristig
Anzahl Gebäude	34
Geschätzte Netzlänge	500m
Potentielle Wärmequelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Solarthermie Kollektorfläche: Ca. 0,2 ha für vollständige Deckung</li> <li>▪ Oberflächennahe Geothermie Ca. 140 Sonden mit 700 KW Heizzentrale für vollständige Deckung</li> <li>▪ Biomasse</li> </ul>
Nächste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abfrage Anschlussbereitschaft bei Gebäudeeigentümern</li> <li>▪ Untersuchung von Potenzialflächen für Solarthermie oder Geothermie-Sonden</li> </ul>

## Maßnahme WN10: Wärmenetz Nußbach

Luftbild	
Ziel	Eine sichere und nachhaltige Wärmeversorgung, die bezahlbar ist und Emissionen senkt
Situation vor Ort	In Nußbach entsteht das Neubaugebiet Brestenberg (Erweiterung) mit voraussichtlich ca. 60 Wohneinheiten. Westlich des Gebiets betreiben die Stadtwerke ein Wärmenetz, an welches die Kita, die Grundschule und die Kronguthalle angeschlossen sind. Eine Erweiterung dieses Netzes in Richtung Brestenberg wird aufgrund der Geographie nicht empfohlen (Erbbach). Unter den Bestandsgebäuden in unmittelbarer Nähe zum neuen Quartier wird bereits eine hohe Zahl mittels Wärmepumpen oder Holzheizungen beheizt. Dennoch ist ein Anschluss einzelner Anrainer in der Herztalstraße denkbar.
Maßnahmenvorschlag	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bau eines Wärmenetzes im Quartier Brestenberg sowie in der Zusenhofer Straße</li> </ul>
Geschätzter Wärmebedarf 2040	3.500 MWh/a
Mögliche CO <sub>2</sub> e-Reduktion	1.100 t/a
Priorität	Mittel
Umsetzungszeitraum	Mittelfristig
Anzahl Gebäude	181
Geschätzte Netzlänge	1.700m
Potentielle Wärmequelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Solarthermie Kollektorfläche: ca. 0,8 ha für vollständige Deckung</li> <li>▪ Oberflächennahe Geothermie Ca. 500 Sonden mit 2,5 MW Heizzentrale für vollständige Deckung</li> <li>▪ Biomasse</li> </ul>
Nächste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abfrage Anschlussbereitschaft bei Gebäudeeigentümern</li> <li>▪ Untersuchung von Potenzialflächen für Solarthermie oder Geothermie-Sonden</li> </ul>

## Maßnahme WN11: Wärmenetz Ödsbach

Luftbild	
Ziel	Eine sichere und nachhaltige Wärmeversorgung, die bezahlbar ist und Emissionen senkt
Situation vor Ort	Die Wärmebedarfsdichte ist aufgrund des Hotelbetriebs ausreichend hoch, um eine wirtschaftliche Nahwärmeversorgung zu ermöglichen. In Ödsbach gibt es kein Erdgasnetz. Im eingezeichneten Gebiet sind kaum private Haushalte enthalten. Eine Erweiterung des Gebiets in Richtung privater Besiedelung wird aufgrund der abnehmenden Wärmebedarfsdichte nicht empfohlen.
Maßnahmenvorschlag	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bau eines Wärmenetzes für die Gewerbetreibenden in der Alm</li> </ul>
Geschätzter Wärmebedarf 2040	800 MWh/a
Mögliche CO <sub>2</sub> e-Reduktion	150 t/a
Priorität	Niedrig
Umsetzungszeitraum	Langfristig
Anzahl Gebäude	16
Geschätzte Netzlänge	300m
Potentielle Wärmequelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Solarthermie Kollektorfläche: ca. 0,2 ha für vollständige Deckung</li> <li>▪ Oberflächennahe Geothermie Ca. 110 Sonden mit 500 KW Heizzentrale für vollständige Deckung</li> <li>▪ Biomasse</li> </ul>
Nächste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abfrage Anschlussbereitschaft bei Gebäudeeigentümern</li> <li>▪ Untersuchung von Potenzialflächen für Solarthermie oder Geothermie-Sonden</li> </ul>

## Maßnahme WN12: Wärmenetz Spring

Luftbild	
Ziel	Eine sichere und nachhaltige Wärmeversorgung, die bezahlbar ist und Emissionen senkt
Situation vor Ort	Am Tanzberg ist die Wärmebedarfsdichte bei einigen Gebäuden ausreichend hoch, um ein Wärmenetz wirtschaftlich interessant zu machen. Bei einer ausreichenden Anschlussbereitschaft könnte über eine Erweiterung um benachbarte Gebäude in Betracht gezogen werden.
Maßnahmenvorschlag	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bau eines Wärmenetzes am Tanzberg</li> </ul>
Geschätzter Wärmebedarf 2040	500 MWh/a
Mögliche CO <sub>2</sub> e-Reduktion	120 t/a
Priorität	Niedrig
Umsetzungszeitraum	Mittelfristig
Anzahl Gebäude	15
Geschätzte Netzlänge	300m
Potentielle Wärmequelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Solarthermie Kollektorfläche: Ca. 0,1 ha für vollständige Deckung</li> <li>▪ Oberflächennahe Geothermie Ca. 70 Sonden mit 350 KW Heizzentrale für vollständige Deckung</li> <li>▪ Biomasse</li> </ul>
Nächste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abfrage Anschlussbereitschaft bei Gebäudeeigentümern</li> <li>▪ Untersuchung von Potenzialflächen für Solarthermie oder Geothermie-Sonden</li> </ul>

## Handlungsfeld ‚Begleitende Maßnahmen‘

## Maßnahme B1: Wärmepumpen-Coach

<b>Beschreibung</b>	<p>Für viele Menschen ist es schwierig, den aktuellen Markt zu verschiedenen Heizungsoptionen zu verstehen. Die Optionen sind wesentlich vielfältiger als noch vor ein paar Jahren und die Anforderungen des Gesetzgebers komplexer.</p> <p>Lohnt es sich beispielsweise noch, eine Gasheizung einzubauen? Welche Rolle spielen H2-ready-Heizungen? Sind hybride Heizsysteme sinnvoll?</p> <p>Der erste Schritt ist eine Energieberatung bei den Stadtwerken und der Ortenauer Energieagentur. Steht dann die Sanierungsreihenfolge fest, sind die Bürger häufig überfordert mit dem nächsten Schritt. Daher ist eine zusätzliche Anlaufstelle erforderlich, um bei der Suche nach Fördermitteln zu unterstützen, die geeignete Wärmepumpe zu finden und bei der Umsetzung unabhängig zu beraten. Diese Funktion kann ein ‚Wärmepumpen-Coachs‘ einnehmen, welcher in einem Umfang von ca. 2-3 Stunden pro Beratung Oberkircher Bürger beim Heizungstausch unabhängig unterstützt. Diese Beratungen können von der Stadt finanziert, bezuschusst oder lediglich koordiniert werden.</p>
<b>Ziel</b>	Information und Sensibilisierung
<b>Sachstand</b>	-
<b>Zielgruppe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bevölkerung</li> </ul>
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Kurzfristig
<b>Zu beteiligende Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtwerke</li> <li>▪ Ortenauer Energieagentur</li> <li>▪ Energieberater</li> <li>▪ Handwerk</li> </ul>
<b>Nächste Schritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Festlegen der Anforderungen und des Leistungsrahmens eines Wärmepumpen-Coachs</li> <li>▪ Suche nach Personal</li> </ul>
<b>Referenzen</b>	-
<b>Priorität</b>	Hoch

**Maßnahme B2: Erneuerbare Wärme für kommunale Liegenschaften**

<b>Beschreibung</b>	<p>Der Verwaltung kommt bei der Wärmewende auch in Bezug auf ihre eigenen Liegenschaften eine wichtige Rolle zu. Obwohl die Treibhausgasemissionen der kommunalen Gebäude verglichen mit den Gesamtemissionen der Stadt vergleichsweise gering sind, hat die Verwaltung hier die eigenständige Entscheidungsgewalt. Aus diesem Grund sollte ein Fahrplan entwickelt werden, wie die bestehenden fossilen Heizungen der kommunalen Liegenschaften schrittweise erneuert werden können.</p> <p>Kommunale Gebäude nehmen häufig die Rolle von Ankernutzern in neuen Wärmeverbänden ein. Es ist ebenfalls denkbar, eigene Heizzentralen zu installieren und benachbarte Privatgebäude anzuschließen, um so einen eigenen kleinen Wärmeverbund zu schaffen.</p>
<b>Ziel</b>	Treibhausgasneutrale Verwaltung
<b>Sachstand</b>	Die Stadtverwaltung erstellt einen jährlichen Energiebericht für alle Liegenschaften, in dem der Sanierungsstand der Gebäude analysiert wird. Im Bericht finden sich auch Empfehlungen für erforderliche Sanierungsmaßnahmen.
<b>Zielgruppe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtbauamt, Liegenschaftsverwaltung</li> </ul>
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Mittelfristig
<b>Zu beteiligende Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Heizungsbauer</li> </ul>
<b>Nächste Schritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Priorisierung der Liegenschaften anhand des städtischen Energieberichts</li> <li>▪ Fahrplan für die Heizungserneuerung aller Liegenschaften und Kalkulation der Kosten</li> </ul>
<b>Referenzen</b>	-
<b>Priorität</b>	Hoch

### Maßnahme B3: Platzbedarf für leitungsgebundene Wärme in Planungsverfahren frühzeitig berücksichtigen

<b>Beschreibung</b>	Bei städtebaulichen Maßnahmen wie der Erneuerung von Straßen, Kanalarbeiten oder dem Auffüllen von Baulücken fallen häufig Tiefbauarbeiten an. Außerdem kann es vorkommen, dass bei der Planung von Neubaugebieten die Energieversorgung erst spät im Prozess auf die Agenda kommt. Es ist sinnvoll, die Frage nach der Wärmeversorgung schon früh im Prozess aufzuwerfen. So kann der benötigte Platzbedarf für Heizzentralen, geothermische Sondenfelder oder Solarthermie rechtzeitig eingeplant werden. Hierfür ist ein frühzeitiger Austausch zwischen Beteiligten wie Stadtwerken, Architekten und Bauträgern erforderlich. Darüber hinaus sollten die städteplanerischen Prozesse dahingehend angepasst werden, dass an der Wärmeversorgung beteiligte Akteure früh mit eingebunden werden.
<b>Ziel</b>	Ausbau der Fernwärme
<b>Sachstand</b>	-
<b>Zielgruppe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtplanungsamt</li> </ul>
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Kurzfristig
<b>Zu beteiligende Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtwerke</li> <li>▪ Architekten</li> <li>▪ Wohnungsbaugesellschaften</li> </ul>
<b>Nächste Schritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Analyse der städteplanerischen Prozesse</li> <li>▪ Identifizierung des Handlungsbedarfs</li> </ul>
<b>Referenzen</b>	-
<b>Priorität</b>	Hoch

**Maßnahme B4: Sanierungskampagne**

<b>Beschreibung</b>	Für die Erreichung der Ziele der Wärmewende ist es zwingend erforderlich, die Wärmebedarfe im Gebäudebestand zu verringern. Hierzu müssen insbesondere die alten, unsanierten Gebäude auf einen modernen Stand gebracht werden. Die direkten Einflussmöglichkeiten der Stadtverwaltung sind begrenzt, da Sanierungsentscheidungen für Bestandsgebäude von den Eigentümern getroffen werden. Dennoch haben diverse Städte positive Erfahrungen mit Sanierungskampagnen gemacht. Am südlichen Oberrhein ist insbesondere die Energiekarawane ein beliebtes und häufig erprobtes Instrument. Dabei wird das grundsätzliche Prinzip der Energieberatung umgekehrt: Die Stadt kontaktiert Gebäudeeigentümer proaktiv und entsendet Energieberater zu den Interessenten, um neutrale und qualifizierte Sanierungsberatungen durchzuführen.
<b>Ziel</b>	Erhöhung der Sanierungsrate
<b>Sachstand</b>	Einige Gemeinden am Oberrhein haben bereits Energiekarawanen durchgeführt. In näherer Umgebung sind Herbolzheim und Riegel zu nennen.
<b>Zielgruppe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gebäudeeigentümer</li> </ul>
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Kurzfristig; jährliche Wiederholung für unterschiedliche Quartiere
<b>Zu beteiligende Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Energieberater</li> <li>▪ Ortenauer Energieagentur</li> </ul>
<b>Nächste Schritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Eingrenzung eines Ziel-Quartiers</li> <li>▪ Kontaktaufnahme zu Energieberatern</li> <li>▪ Terminsuche und Vorbereitung der Ansprache</li> </ul>
<b>Referenzen</b>	Energiekarawane ( <a href="https://www.fesa.de/projekte/klimaschutzkampagnen/energiekarawane/">https://www.fesa.de/projekte/klimaschutzkampagnen/energiekarawane/</a> )
<b>Priorität</b>	Mittel

**Maßnahme B5: Ausweisung von Sanierungsgebieten nach § 136 BauGB**

<b>Beschreibung</b>	<p>Die Stadtverwaltung kann durch die Ausweisung von Sanierungsgebieten nach § 136 BauGB Missstände in einzelnen Quartieren beseitigen. Dabei sollen insbesondere energetische Schwächen, fehlende Grünflächen und mangelhafte Straßen ausgebessert werden. Eine Ausweisung von Sanierungsgebieten kann unter Umständen die Sanierungsrate im gewählten Gebiet verbessern und den Wärmeenergiebedarf senken.</p> <p>Die Beseitigung der städtebaulichen Missstände setzt die aktive Beteiligung der betroffenen Gebäudeeigentümer und Anwohner voraus.</p> <p>Zum Zeitpunkt der Erstellung des Wärmeplans liegt der Fokus auf der Durchführung öffentlicher Maßnahmen in den beiden Quartieren Südliche Kernstadt und Fernach. Ab 2026 sind neue Sanierungsgebiete vorstellbar.</p>
<b>Ziel</b>	Senkung des Wärmeenergiebedarfs
<b>Sachstand</b>	-
<b>Zielgruppe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gebäude- und Grundstückseigentümer</li> </ul>
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Mittelfristig; ca. 2-jährige Vorbereitungsphase
<b>Zu beteiligende Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtbauamt</li> <li>▪ Wohnungsbaugesellschaften</li> </ul>
<b>Nächste Schritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Analyse infrage kommender Quartiere</li> <li>▪ Prüfung der Förderbarkeit</li> <li>▪ Einleiten des baurechtlichen Verfahrens</li> </ul>
<b>Referenzen</b>	<p>Masterplan Wärme Freiburg  <a href="https://www.freiburg.de/pb/site/Freiburg/get/params_E-721260749/2021233/Masterplan_Waerme_Freiburg%202030_barrierearm.pdf">https://www.freiburg.de/pb/site/Freiburg/get/params_E-721260749/2021233/Masterplan_Waerme_Freiburg%202030_barrierearm.pdf</a></p>
<b>Priorität</b>	Mittel

**Maßnahme B6: Bewertung der Perspektiven für das Erdgasnetz**

<b>Beschreibung</b>	Mit steigenden CO <sub>2</sub> -Abgaben und der schrittweisen Reduktion von Erdgas als Energieträger für private Heizsysteme stellt sich auch die Frage nach der zukünftigen Rolle des Erdgasnetzes. Es ist zu erwarten, dass es 2040 weniger Anschlüsse geben wird als heute. Gerade, falls sich Wasserstoff und klimaneutrales Methan nicht als Energieträger für private Haushalte erweisen sollten, müssen neue Perspektiven für das Erdgasnetz gefunden werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass die industrielle Prozesswärme auch weiterhin mit gasförmigen Energieträgern gedeckt wird, welche nach entsprechender technischer Umrüstung durch das existierende Erdgasnetz geleitet werden können. Die Stadt sollte in engem Austausch mit den Stadtwerken vor dem Hintergrund der aktuell in Arbeit befindlichen nationalen Wasserstoffstrategie die technischen Entwicklungen weiter beobachten und eine Entwicklungsperspektive für das Erdgasnetz erarbeiten.
<b>Ziel</b>	Strategie und Planung der Erdgasinfrastruktur
<b>Sachstand</b>	Oberkirch sowie die Ortsteile [einfügen] verfügen über ein Erdgasnetz. Insbesondere die energieintensiven Industriebetriebe sind auf eine zuverlässige Versorgung mit gasförmigen Energieträgern angewiesen. Die trinationale Wasserstoffinitiative 3H <sub>2</sub> beschäftigt sich mit der Rolle des Wasserstoffs am Oberrhein ( <a href="https://3h2.info/">https://3h2.info/</a> ). Einige Akteure in Oberkirch sind bereits Mitglied dieser Initiative.
<b>Zielgruppe</b>	-
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Langfristig
<b>Zu beteiligende Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtwerke</li> <li>▪ Unternehmen mit hohen Anteilen an industrieller Prozesswärme</li> </ul>
<b>Nächste Schritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fachlicher Austausch mit anderen Gasnetzbetreibern</li> <li>▪ Informationsbeschaffung zu klimaneutralen gasförmigen Energieträgern und deren Wirtschaftlichkeit</li> </ul>
<b>Referenzen</b>	-
<b>Priorität</b>	Mittel

**Maßnahme B7: Integration erneuerbarer Wärme in Bestandsnetze**

<b>Beschreibung</b>	<p>Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) hat festgelegt, dass Wärmenetze bis 2030 zu mindestens 50% aus erneuerbarer Wärme und unvermeidbarer Abwärme versorgt werden. Die vollständige Umstellung auf erneuerbare Wärmequellen muss bis 2045 erfolgen. Wärmenetze, deren Baubeginn ab dem 01.01.2024 liegt, müssen bereits zu mindestens 65% über erneuerbare Wärme verfügen. Für Wärmenetze, deren Baubeginn vor dem 01.01.2024 liegt, muss bis Ende 2026 ein Transformationsplan zur Umstellung auf erneuerbare Wärmequelle vorliegen.</p> <p>Diese Maßnahme beschäftigt sich mit der Erstellung von Transformationsplänen für die Wärmenetze im Bestand. Es sollen erneuerbare Wärmequellen für jedes Netz identifiziert und erschlossen werden.</p>
<b>Ziel</b>	Dekarbonisierung der Fernwärme
<b>Sachstand</b>	Die meisten Wärmenetze in Oberkirch werden mit fossilem Erdgas betrieben. Zwei Wärmenetze werden mit unvermeidbarer Abwärme versorgt, eines mit Biomasse.
<b>Zielgruppe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wärmenetzbetreiber</li> </ul>
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Kurzfristig
<b>Zu beteiligende Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtwerke</li> </ul>
<b>Nächste Schritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bestandsaufnahme Wärmenetze</li> <li>▪ Zeitplan für die Erstellung der Transformationspläne</li> <li>▪ Antragstellung Förderung BAFA</li> </ul>
<b>Referenzen</b>	<p>BAFA: Bundesförderung Effiziente Wärmenetze  <a href="https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html">https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html</a></p>
<b>Priorität</b>	Mittel

**Maßnahme B8: Online-Portal Wärmenetz-Anschluss**

<b>Beschreibung</b>	<p>Stadtverwaltung und Stadtwerke erreichen laufend Anfragen über geplante Wärmenetze. Befeuert durch die Diskussionen um das Gebäudeenergiegesetz (GEG) steigt das Interesse an Fernwärme-Anschlüssen in der Bevölkerung rasant.</p> <p>Mit einem Online-Portal zur Wärmenetzplanung könnte das Informationsangebot verbessert und der Verwaltungsaufwand erheblich reduziert werden. Auf einem solchen Portal können geplante Wärmenetze mit ungefähren Realisierungszeiträumen einsehbar sein. So können sich Gebäudeeigentümer selbstständig darüber informieren, ob sie sich bei einem anstehenden Austausch des Heizsystems für eine dezentrale Lösung entscheiden oder auf den Wärmenetz-Anschluss warten. Außerdem könnten an einem Wärmenetz-Anschluss Interessierte auf dem Portal ihr unverbindliches Interesse anmelden, sodass die Wärmenetz-Planer eine bedarfsgesteuerte Priorisierung der Umsetzungszeiträume vornehmen können.</p>
<b>Ziel</b>	Information der Bevölkerung
<b>Sachstand</b>	-
<b>Zielgruppe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gebäudeeigentümer</li> </ul>
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Kurzfristig
<b>Zu beteiligende Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtwerke</li> </ul>
<b>Nächste Schritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Priorisierung der Wärmenetze</li> <li>▪ Planung eines Layouts für das Portal</li> </ul>
<b>Referenzen</b>	-
<b>Priorität</b>	Niedrig

## Handlungsfeld ‚Erneuerbare Wärmequellen‘

## Maßnahme E1: Potenzialuntersuchung tiefe Geothermie

<b>Beschreibung</b>	Der Oberrheingraben ist eine von drei Regionen in Deutschland, welche besonders attraktive Bedingungen für tiefe Geothermie aufweisen. In einem tiefengeothermischen Kraftwerk kann Wärme aus heißem Thermalwasser gewonnen werden, welches aus tieferen Gesteinsschichten an die Oberfläche gepumpt wird. Geeignete thermische Reservoirs finden sich ab ca. 400m Tiefe. Aus diesem Grund wird empfohlen, Machbarkeitsstudien und Probebohrungen in Oberkirch durchzuführen.
<b>Ziel</b>	Erschließung neuer Wärmequellen
<b>Sachstand</b>	Das Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 – Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau hat die Geopotenziale des tieferen Untergrundes am Oberrheingraben untersucht. Die Daten basieren auf Laserscandaten der Gesteinsschichten. Nähere Untersuchungen sind erforderlich, um die Potenziale genauer zu bewerten.
<b>Zielgruppe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtverwaltung</li> </ul>
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Beginn mittelfristig; Umsetzung voraussichtlich erst in den 2030er Jahren
<b>Zu beteiligende Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtwerke</li> <li>▪ Regierungspräsidium/Landratsamt</li> </ul>
<b>Nächste Schritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Führen von Gesprächen mit Projektierern</li> <li>▪ Einleiten von seismischen Untersuchungen</li> </ul>
<b>Referenzen</b>	Deutsche Erdwärme ( <a href="https://www.deutsche-erdwaerme.de/graben-neudorf/">https://www.deutsche-erdwaerme.de/graben-neudorf/</a> )
<b>Priorität</b>	Hoch

**Maßnahme E2: Ausbau Abwärme Ruch Novaplast**

<b>Beschreibung</b>	Ruch Novaplast versorgt seit einigen Jahren benachbarte Unternehmen mit Abwärme. Dabei ist das volle Potenzial noch nicht ausgeschöpft; es fällt weitere unvermeidbare Abwärme an, mit der zusätzliche Gebäude versorgt werden könnten. Eine Erweiterung der Abwärmenutzung sowie des Wärmenetzes ist daher sinnvoll. Das Unternehmen sowie die Stadtwerke als Betreiber des Wärmenetzes verfügen bereits über Erfahrung mit der Nutzung von Abwärme.
<b>Ziel</b>	Erschließung neuer Wärmequellen
<b>Sachstand</b>	Ruch Novaplast koppelt seit einigen Jahren Abwärme aus ihren industriellen Prozessen aus. Aktuell werden der Bauhof und die Stadtwerke mit der Abwärme versorgt.
<b>Zielgruppe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Unternehmen im Gewerbegebiet</li> </ul>
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Kurzfristig
<b>Zu beteiligende Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtwerke</li> <li>▪ Ruch Novaplast</li> </ul>
<b>Nächste Schritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lastganganalyse</li> <li>▪ Ansprache potentieller Anschlussnehmer</li> <li>▪ Planung Ausbau Wärmenetz</li> </ul>
<b>Referenzen</b>	-
<b>Priorität</b>	Hoch

**Maßnahme E3: Erschließung Abwärme OGM**

<b>Beschreibung</b>	Der Obstgroßmarkt Mittelbaden (OGM) betreibt mehrere Kältehäuser zur Kühlung der Obsterzeugnisse. Diese Kältehäuser erzeugen unvermeidbare Abwärme, welche bislang noch nicht genutzt wird. Die anfallende Abwärmemenge wird auf 600 MWh im Jahr geschätzt. Das Temperaturniveau ist mit 40-60° C relativ hoch. Die Abwärme kann als zusätzliche Wärmequelle entweder in ein neues Wärmenetz im nordwestlichen Bereich des Gewerbegebiets genutzt werden, oder es wird ein größerer Wärmeverbund geschaffen, der sich über weite Teile des Gewerbegebiets erstreckt (Maßnahme WN1).
<b>Ziel</b>	Erschließung neuer Wärmequellen
<b>Sachstand</b>	Der OGM hat bislang noch keine Erfahrungen mit der Auskopplung von Abwärme. Allerdings betreiben die Stadtwerke in unmittelbarer Nähe ein Wärmenetz, welches durch Abwärme der Firma Ruch Novaplast gespeist wird.
<b>Zielgruppe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Unternehmen im Gewerbegebiet</li> </ul>
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Kurzfristig
<b>Zu beteiligende Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtwerke</li> <li>▪ Unternehmen/potentielle Anschlussnehmer</li> </ul>
<b>Nächste Schritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lastganganalyse</li> <li>▪ Prüfung der Wirtschaftlichkeit</li> </ul>
<b>Referenzen</b>	Stadtwerke, Ruch Novaplast GmbH
<b>Priorität</b>	Hoch

**Maßnahme E4: Erschließung Abwärme Ernst Umformtechnik**

<b>Beschreibung</b>	Die Firma Ernst Umformtechnik in Zusenhofen erzeugt in ihren industriellen Prozessen unvermeidbare Abwärme, welche bislang ausschließlich intern genutzt wird. Das Unternehmen ist grundsätzlich bereit, darüber hinaus Abwärme auszukoppeln. Die anfallende Abwärmemenge wird auf 250 MWh im Jahr geschätzt, das Temperaturniveau auf 35° C. Die Abwärme könnte genutzt werden, um ein Wärmenetz in den südlichen Quartieren von Zusenhofen zu versorgen. Aufgrund der tageszeitlichen Schwankungen in der Abwärmeerzeugung wird eine zusätzliche Heizzentrale erforderlich sein, ggf. mit einer Großwärmepumpe als Wärmeerzeuger.
<b>Ziel</b>	Erschließung neuer Wärmequellen
<b>Sachstand</b>	Bislang gibt es in Zusenhofen keine Wärmenetze. Der Ortsteil ist an das Erdgasnetz angeschlossen.
<b>Zielgruppe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gebäude- und Grundstückseigentümer im südlichen Teil von Zusenhofen</li> </ul>
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Kurzfristig
<b>Zu beteiligende Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtwerke</li> <li>▪ Unternehmen/potentielle Anschlussnehmer</li> </ul>
<b>Nächste Schritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lastganganalyse</li> <li>▪ Prüfung der Wirtschaftlichkeit</li> </ul>
<b>Referenzen</b>	Stadtwerke, Ruch Novaplast GmbH
<b>Priorität</b>	Hoch

**Maßnahme E5: Umbau des Koehler-Kraftwerks auf Biomasse**

<b>Beschreibung</b>	Die Firma Koehler Paper SE betreibt ein eigenes Kohle-Kraftwerk, in welchem Strom und Prozesswärme für die internen Prozesse erzeugt werden. Das Unternehmen beabsichtigt, dieses Kraftwerk im Jahr 2024 vollständig auf Biomasse umzurüsten und es somit zu dekarbonisieren. Auch wenn die Stadt hier keine unmittelbaren Einflussmöglichkeiten hat, ist diese Maßnahme mit aufgeführt, da sie einen hohen Einfluss auf die wärmebedingten Treibhausgasemissionen in Oberkirch hat.
<b>Ziel</b>	Dekarbonisierung der (Prozess-)Wärmeversorgung
<b>Sachstand</b>	Die Planungen für den Umbau sind abgeschlossen, die Umsetzung soll im Jahr 2024 erfolgen.
<b>Zielgruppe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Koehler intern</li> </ul>
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Kurzfristig
<b>Zu beteiligende Akteure</b>	-
<b>Nächste Schritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lastganganalyse</li> <li>▪ Prüfung der Wirtschaftlichkeit einer Abwärmenutzung</li> </ul>
<b>Referenzen</b>	-
<b>Priorität</b>	Hoch

**Maßnahme E6: Ausbau Abwärme Kläranlage**

<b>Beschreibung</b>	Das Abwasser der Kläranlage hat eine ausreichende Temperatur, um es thermisch für die Gebäudeheizung nutzbar zu machen. Nach dem Klärvorgang wird dem Abwasser die Wärme mit Wärmepumpen entzogen und in ein Wärmenetz eingespeist. Hierfür reichen bereits Temperaturen von ca. 12 Grad. Die Kläranlage verfügt über ca. 0,8 MW an Wärmeentzugsleistung aus dem Abwasser. Aufgrund der großen Distanz zu potentiellen Wärmeabnehmern muss geprüft werden, ob ein wirtschaftlicher Betrieb eines Wärmenetzes möglich ist.
<b>Ziel</b>	Erschließung neuer Wärmequellen
<b>Sachstand</b>	Die Kläranlage nutzt ihre eigene Abwärme, weitere Gebäude sind nicht angeschlossen. Der Abstand zur nächsten Besiedelung im Gewerbegebiet beträgt ca. 700m.
<b>Zielgruppe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Unternehmen</li> </ul>
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Mittelfristig
<b>Zu beteiligende Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtwerke</li> <li>▪ Unternehmen/potentielle Anschlussnehmer</li> </ul>
<b>Nächste Schritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lastganganalyse</li> <li>▪ Prüfung der Wirtschaftlichkeit</li> </ul>
<b>Referenzen</b>	Stadtwerke Duisburg <a href="https://www.energiezukunft.eu/erneuerbare-energien/waerme/abwaerme-aus-klaeranlage-ins-waermenetz-einspeisen/">https://www.energiezukunft.eu/erneuerbare-energien/waerme/abwaerme-aus-klaeranlage-ins-waermenetz-einspeisen/</a>
<b>Priorität</b>	Mittel

**Maßnahme E7: Ausbau Abwärme Koehler**

<b>Beschreibung</b>	Die Koehler Paper SE betreibt ein eigenes Kohlekraftwerk zur Strom- und Wärmeerzeugung. Das Kraftwerk generiert auch unvermeidbare Abwärme. Aktuell wird mit dieser Abwärme das städtische Freibad beheizt. Ein Ausbau der Abwärmenutzung für weitere Anwohner im Quartier ist vorstellbar. Koehler plant, das Kraftwerk im Jahr 2024 vollständig auf Biomasse als Primärenergieträger umzurüsten, um einen signifikanten Anteil an Emissionen einzusparen. Es wird empfohlen, weitere Planungen zum Ausbau der Abwärme von dem Kraftwerks-Neubau abhängig zu machen.
<b>Ziel</b>	Erschließung neuer Wärmequellen
<b>Sachstand</b>	Koehler versorgt das benachbarte Freibad mit Abwärme aus ihren industriellen Prozessen. Es bestehen daher bereits Erfahrungen mit der Auskopplung von Abwärme.
<b>Zielgruppe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bevölkerung</li> </ul>
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Mittelfristig
<b>Zu beteiligende Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtwerke</li> <li>▪ Koehler</li> <li>▪ Bevölkerung</li> </ul>
<b>Nächste Schritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lastganganalyse</li> <li>▪ Ansprache potentieller Anschlussnehmer</li> <li>▪ Planung Ausbau Wärmenetz</li> </ul>
<b>Referenzen</b>	Stadtwerke, Ruch Novaplast GmbH
<b>Priorität</b>	Mittel

**Maßnahme E8: Erschließung Abwärme aus Abwasserkanalnetz**

<b>Beschreibung</b>	Kommunale Abwässer weisen während der Heizperiode eine Temperatur von ca. 10-15° C auf. Mittels Kanalwärmetauschern kann ab einer Kanalstärke von etwa DN800 und einem Schmutzwasserdurchfluss von 10l/s dem Abwasser Wärme entzogen werden, welches in ein Wärmenetz eingespeist wird.
<b>Ziel</b>	Erschließung neuer Wärmequellen
<b>Sachstand</b>	Bislang wird das Oberkircher Abwasserkanalnetz nicht thermisch genutzt.
<b>Zielgruppe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bevölkerung</li> <li>▪ Gewerbe</li> </ul>
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Langfristig
<b>Zu beteiligende Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtwerke</li> <li>▪ Unternehmen/potentielle Anschlussnehmer</li> </ul>
<b>Nächste Schritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lastganganalyse</li> <li>▪ Prüfung der Wirtschaftlichkeit</li> </ul>
<b>Referenzen</b>	Thames Water (London) <a href="https://www.theguardian.com/business/2021/feb/26/thames-water-hopes-to-harness-human-poo-power-to-heat-homes">https://www.theguardian.com/business/2021/feb/26/thames-water-hopes-to-harness-human-poo-power-to-heat-homes</a>
<b>Priorität</b>	Niedrig

### 5.3 Steckbriefe für die Ortsteile

Für jeden der Oberkircher Ortsteile wurde ein Steckbrief erstellt, in dem die Wärmebedarfsdichte, die Eignung für Fernwärme, das Potenzial für Luft-Wärmepumpen sowie das Potenzial für Erdwärmesonden beleuchtet wird. Außerdem sind für jedes Quartier Maßnahmenempfehlungen aufgeführt, mit denen kurzfristige Verbesserungen erreicht werden können.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde das Stadtgebiet in die folgenden Bereiche aufgeteilt:

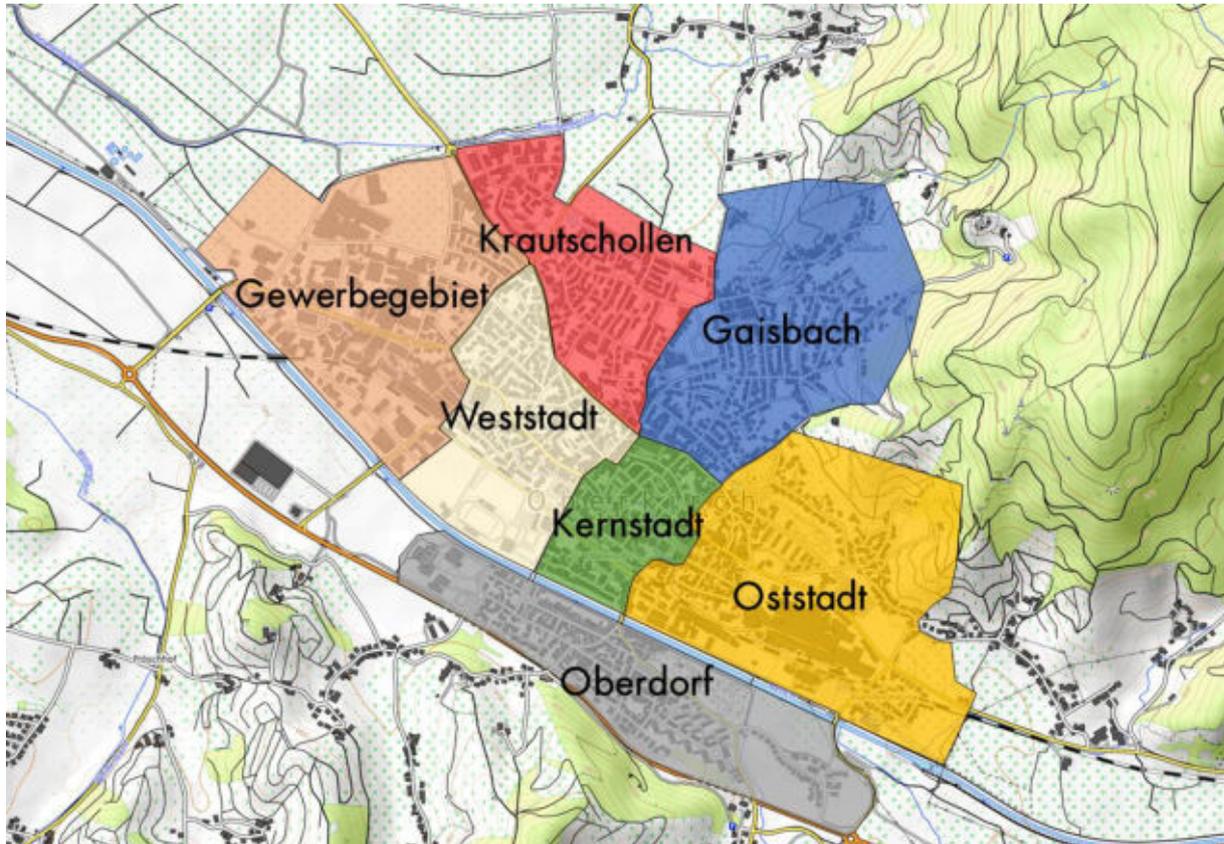
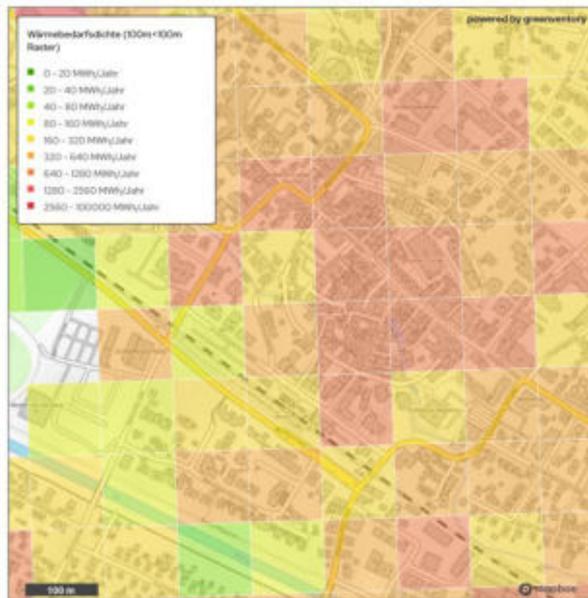


Abbildung 24 | Quartiere in der Kernstadt

Alle Quartierssteckbriefe sind auf den nachfolgenden Seiten aufgeführt.

# Kernstadt

Wärmebedarfsdichte



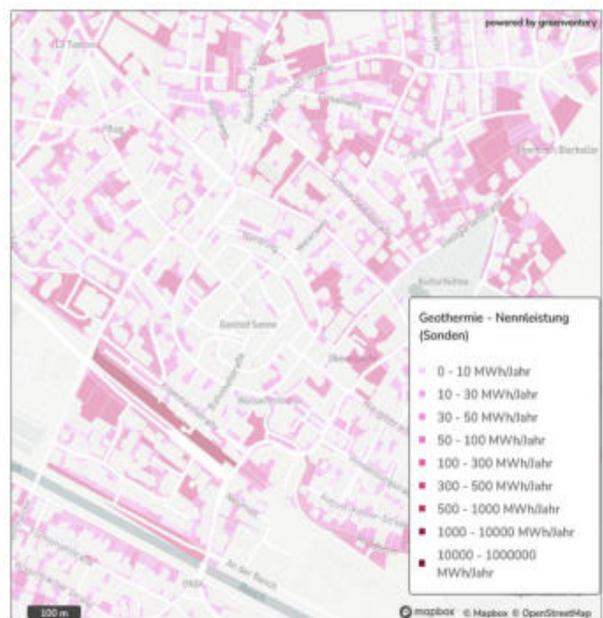
Eignungsgebiete Fernwärme



Potenzial Luft-Wärmepumpen



Potenzial Erdwärmesonden

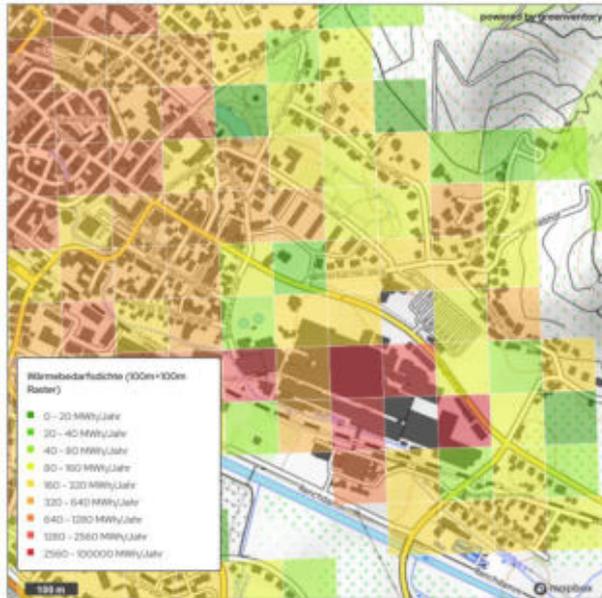


## Empfohlene Maßnahmen

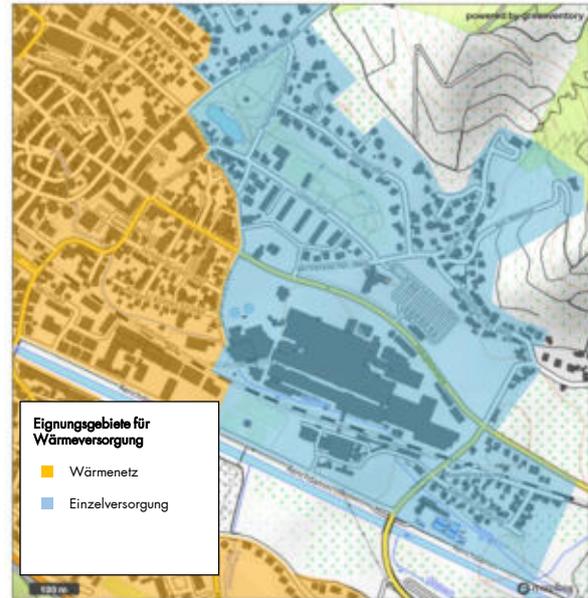
- Wärmenetz Stadtgebiet (WN1)
- Sanierungskampagne (B4)

# Oststadt

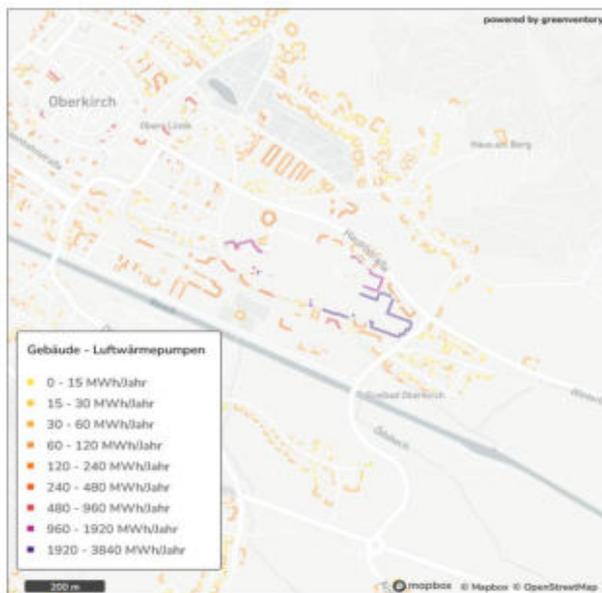
Wärmebedarfsdichte



Eignungsgebiete Fernwärme



Potenzial Luft-Wärmepumpen



Potenzial Erdwärmesonden

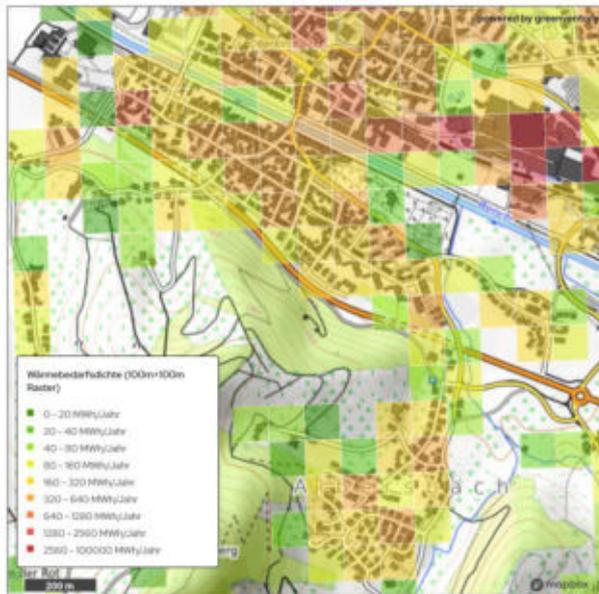


## Empfohlene Maßnahmen

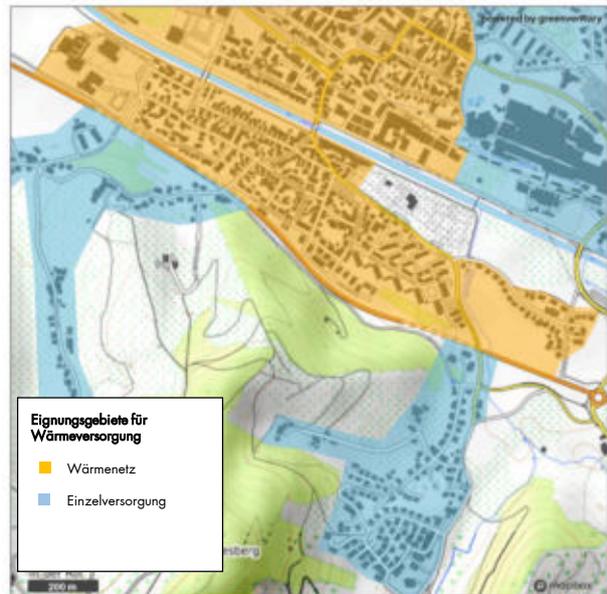
- Wärmenetz Stadtgebiet (WN1)
- Ausbau Abwärme Koehler (E7)
- Sanierungskampagne (B4)

# Oberdorf

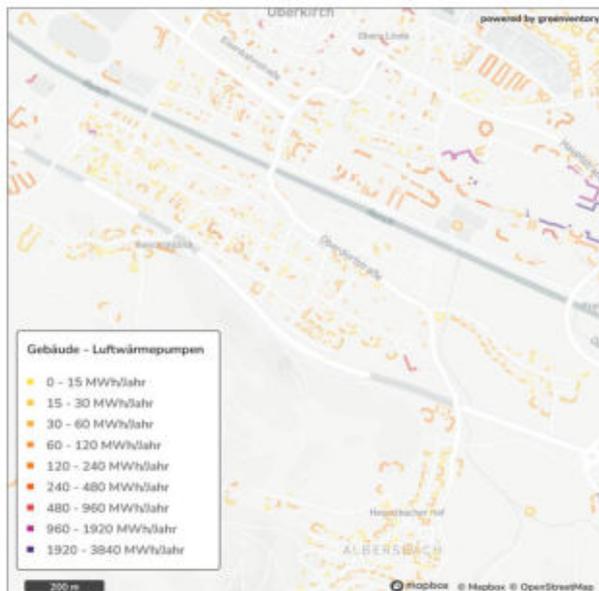
Wärmebedarfsdichte



Eignungsgebiete Fernwärme



Potenzial Luft-Wärmepumpen



Potenzial Erdwärmesonden

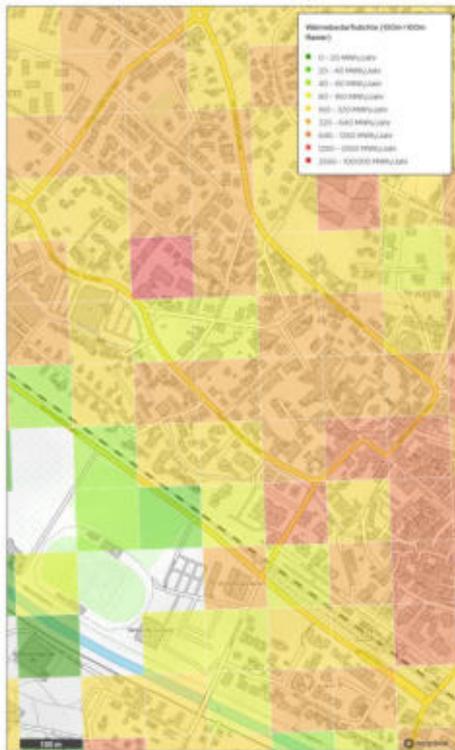


## Empfohlene Maßnahmen

- Wärmenetz Stadtgebiet (WN1)
- Wärmenetz Oberdorf (WN3)
- Sanierungskampagne (B4)

# Weststadt

Wärmebedarfsdichte



Eignungsgebiete Fernwärme



Potenzial Luft-Wärmepumpen



Potenzial Erdwärmesonden



## Empfohlene Maßnahmen

- Wärmenetz Stadtgebiet (WN1)
- Sanierungskampagne (B4)

# Gewerbegebiet

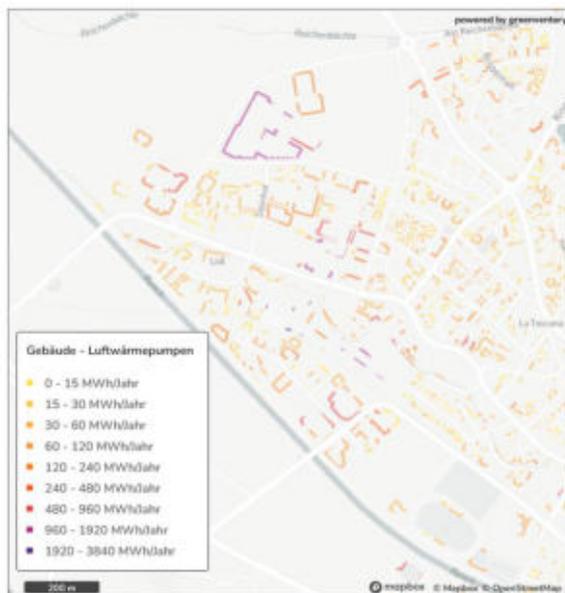
Wärmebedarfsdichte



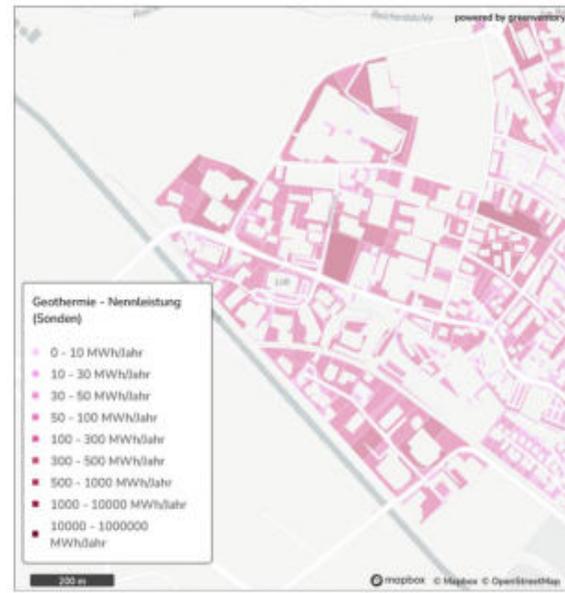
Eignungsgebiete Fernwärme



Potenzial Luft-Wärmepumpen



Potenzial Erdwärmesonden



## Empfohlene Maßnahmen

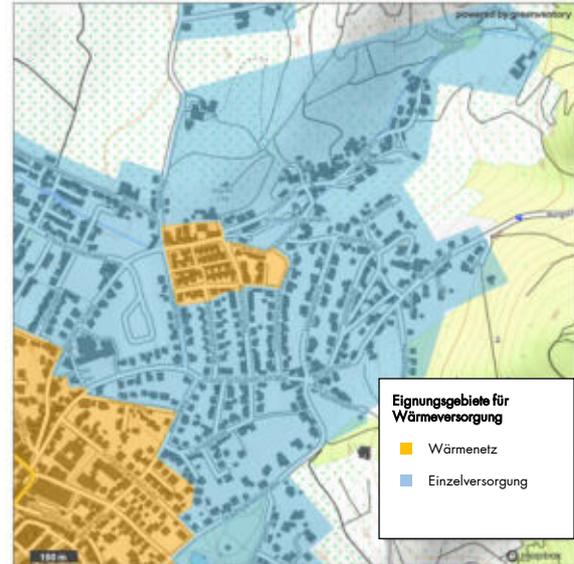
- Wärmenetz Stadtgebiet (WN1)
- Ausbau Abwärme Ruch Novaplast (E2)
- Erschließung Abwärme OGM (E3)
- Ausbau Abwärme Kläranlage (E6)

# Gaisbach

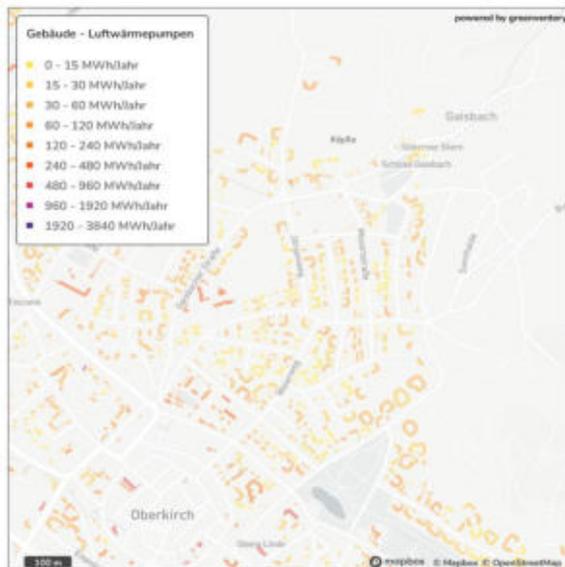
Wärmebedarfsdichte



Eignungsgebiete Fernwärme



Potenzial Luft-Wärmepumpen



Potenzial Erdwärmesonden



## Empfohlene Maßnahmen

- Wärmenetz Gaisbach (WN8)
- Sanierungskampagne (B4)

# Krautschollen

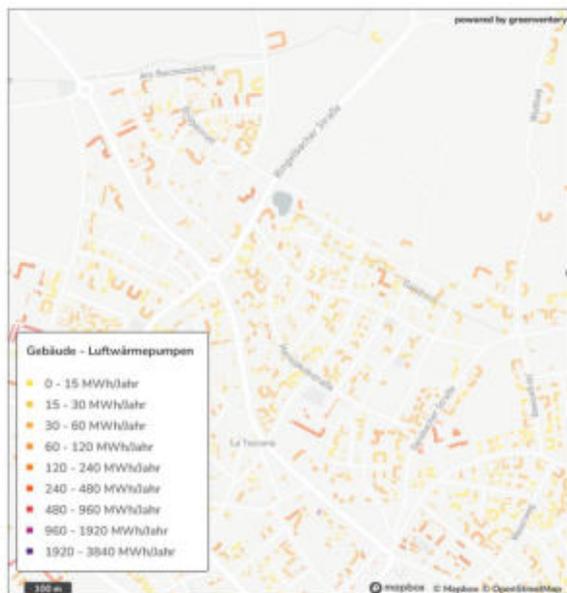
Wärmebedarfsdichte



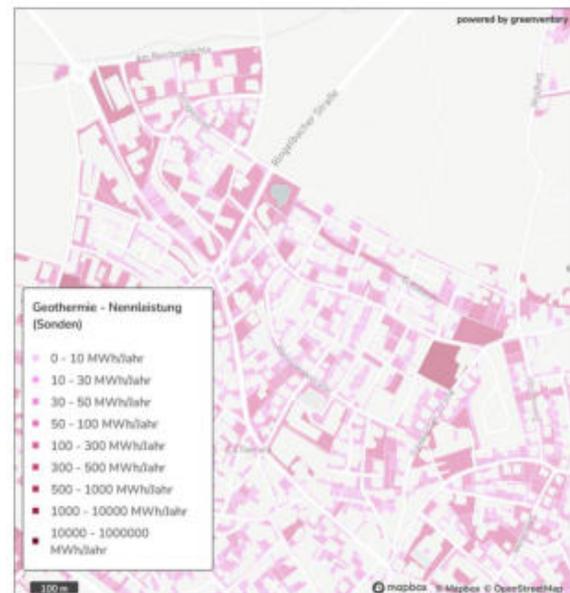
Eignungsgebiete Fernwärme



Potenzial Luft-Wärmepumpen



Potenzial Erdwärmesonden

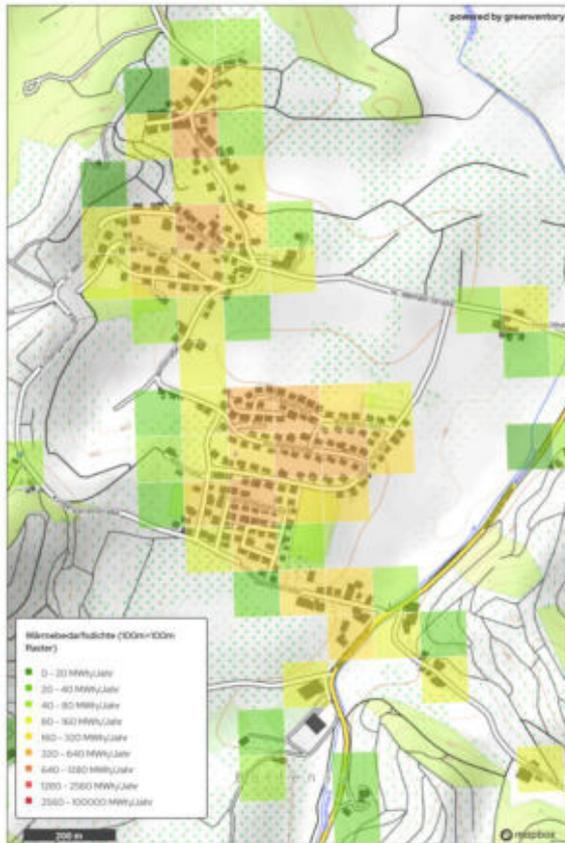


## Empfohlene Maßnahmen

- Wärmenetz Fernacher Höhe (WN4)
- Sanierungskampagne (B6)

# Bottenau

## Wärmebedarfsdichte



## Eignungsgebiete Fernwärme



## Potenzial Luft-Wärmepumpen

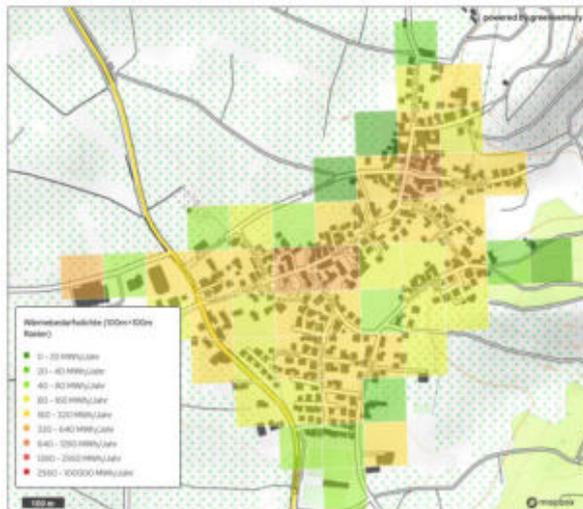


## Potenzial Erdwärmesonden

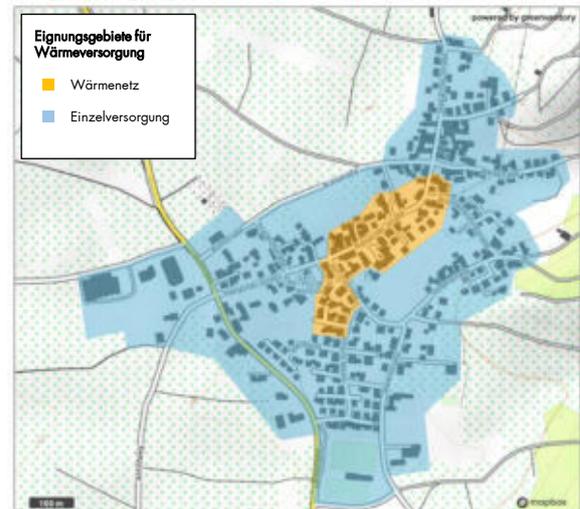


# Haslach

Wärmebedarfsdichte



Eignungsgebiete Fernwärme



Potenzial Luft-Wärmepumpen



Potenzial Erdwärmesonden



## Empfohlene Maßnahmen

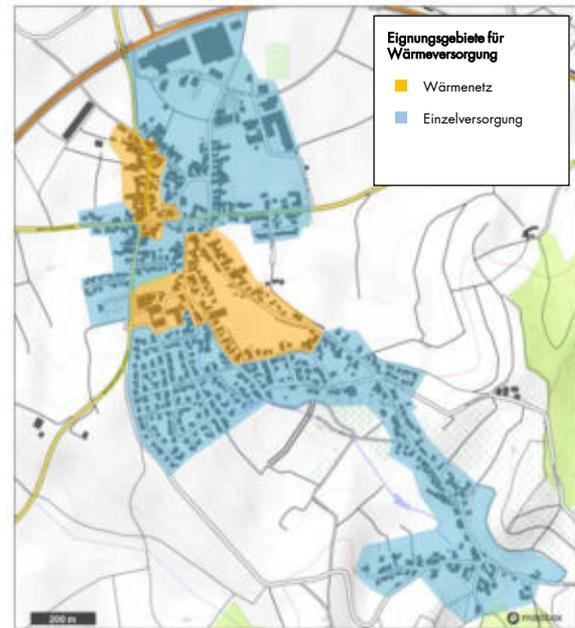
- Wärmenetz Haslach (WN7)
- Sanierungskampagne (B4)

# Nußbach

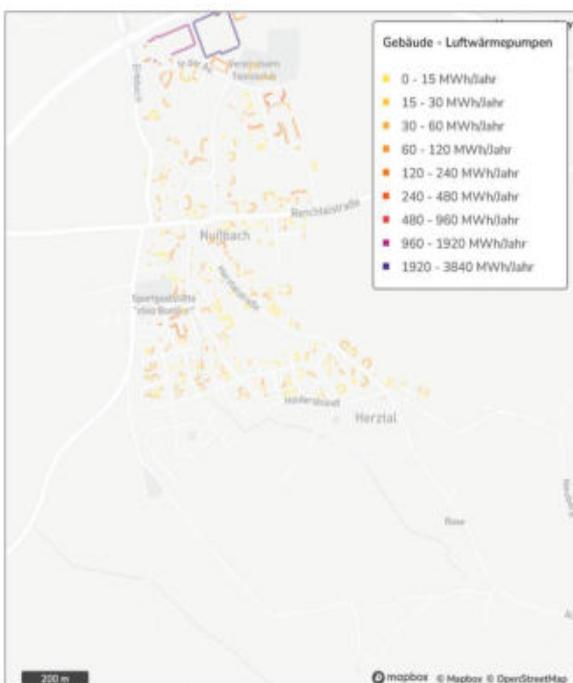
Wärmebedarfsdichte



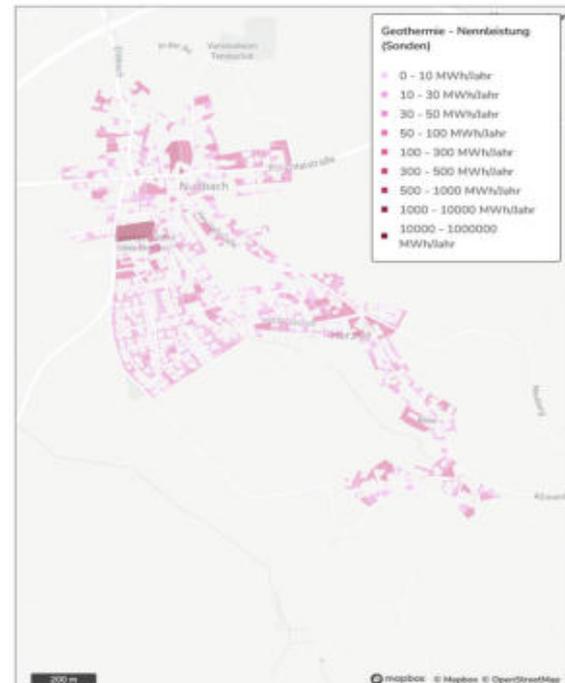
Eignungsgebiete Fernwärme



Potenzial Luft-Wärmepumpen



Potenzial Erdwärmesonden



## Empfohlene Maßnahmen

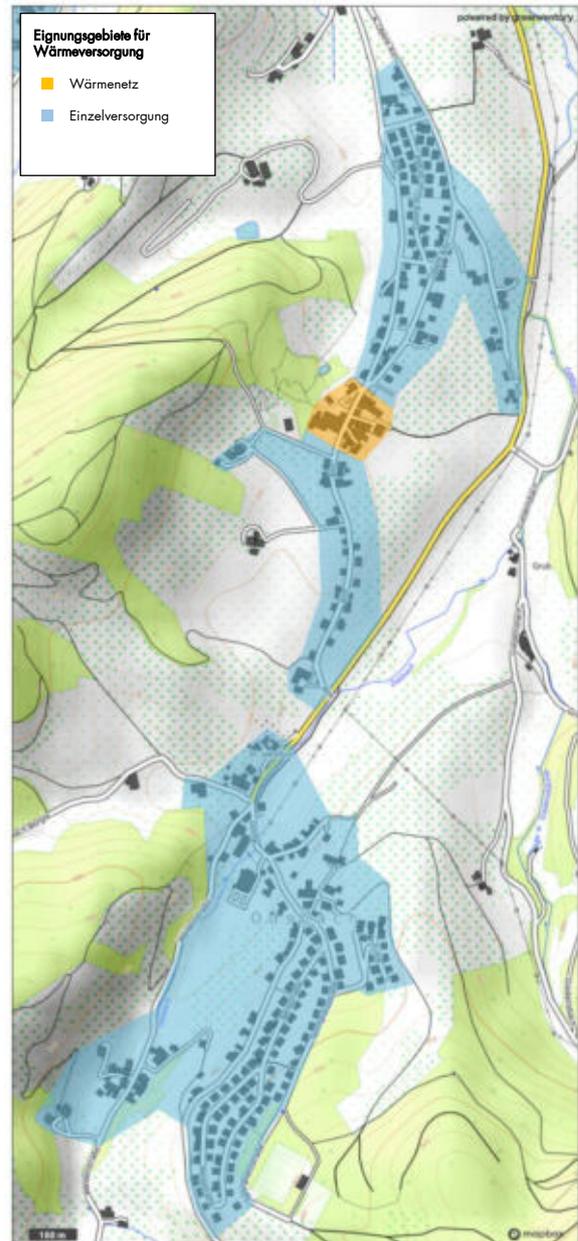
- Wärmenetz Nußbach (WN10)
- Sanierungskampagne (B4)
- Ausweisung von Sanierungsgebieten nach §136 BauGB (B5)

# Ödsbach

Wärmebedarfsdichte



Eignungsgebiete Fernwärme

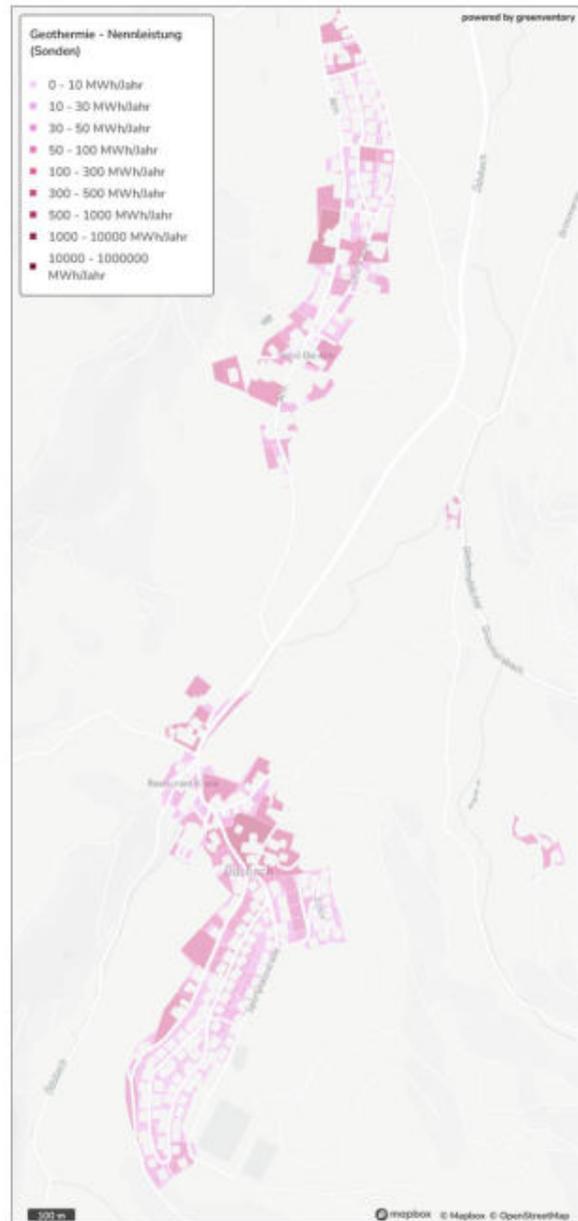


# Ödsbach

## Potenzial Luft-Wärmepumpen



## Potenzial Erdwärmesonden



## Empfohlene Maßnahmen

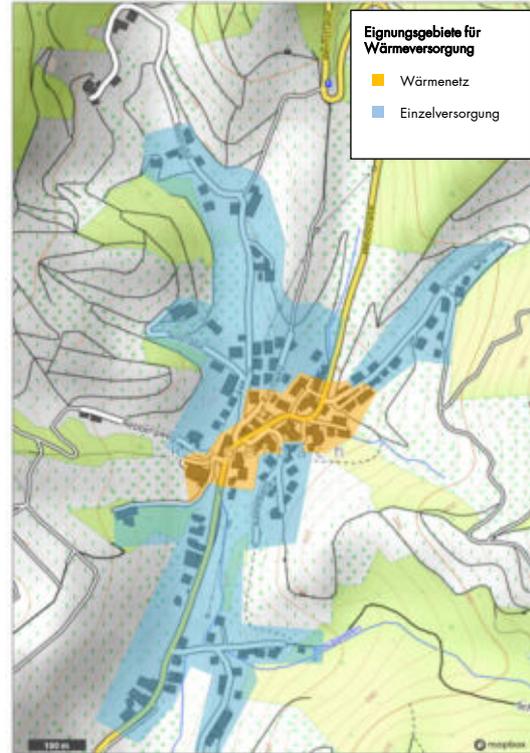
- Wärmenetz Ödsbach (WN11)
- Sanierungskampagne (B4)

# Ringelbach

Wärmebedarfsdichte



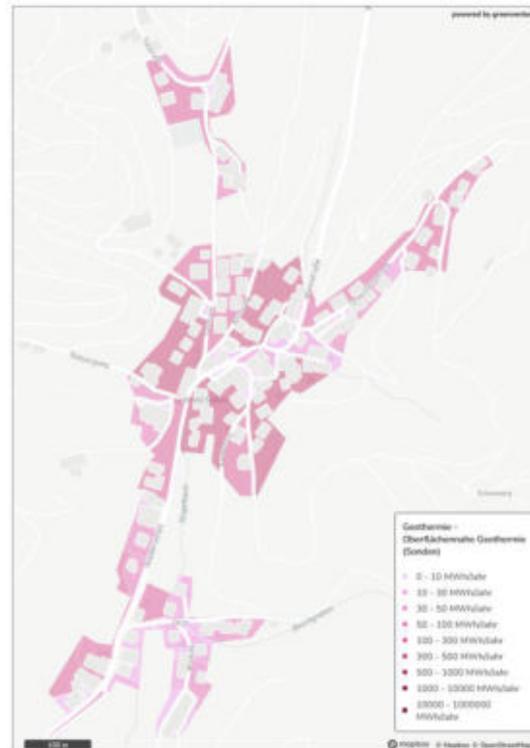
Eignungsgebiete Fernwärme



Potenzial Luft-Wärmepumpen



Potenzial Erdwärmesonden

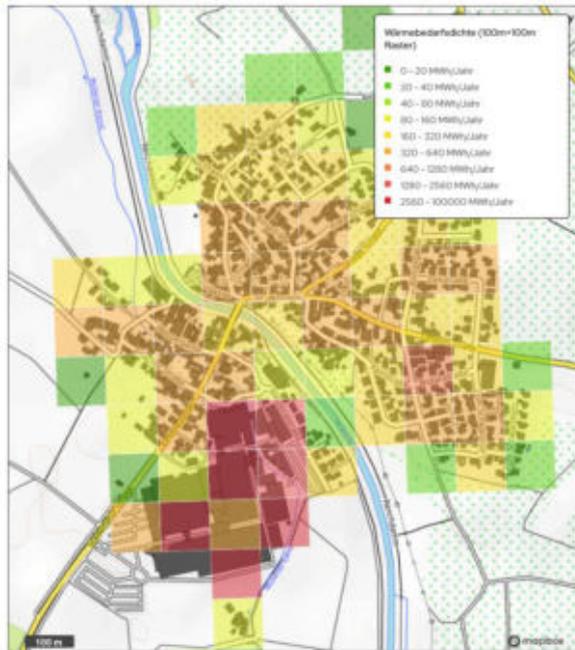


## Empfohlene Maßnahmen

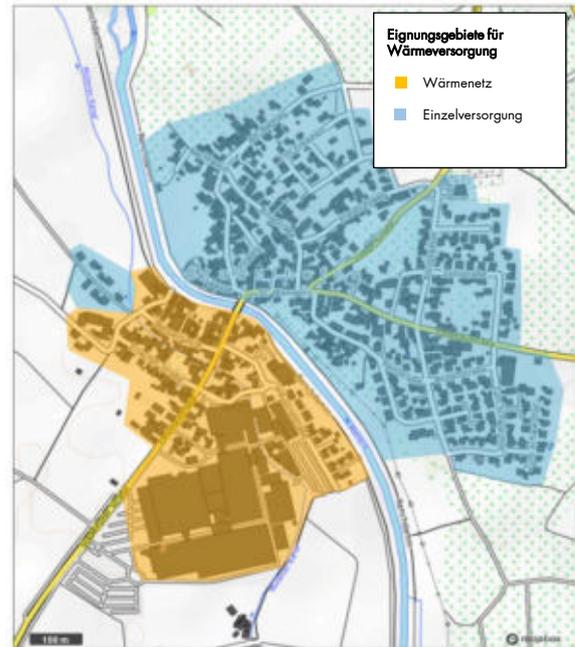
- Wärmenetz Ringelbach (WN9)
- Sanierungskampagne (B4)

# Stadelhofen

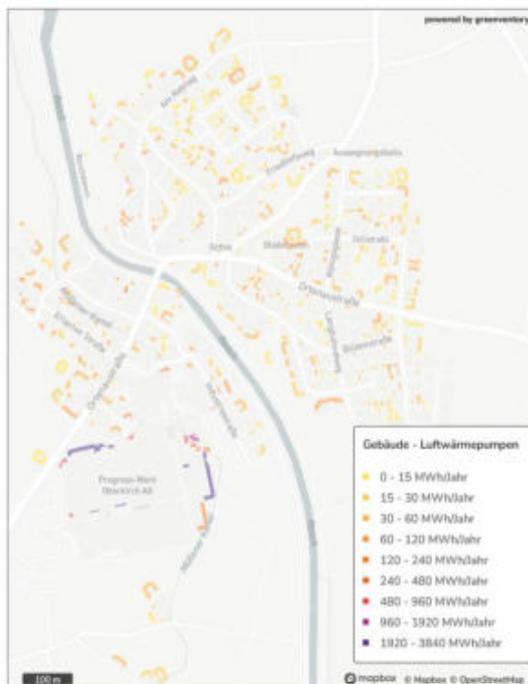
Wärmebedarfsdichte



Eignungsgebiete Fernwärme



Potenzial Luft-Wärmepumpen



Potenzial Erdwärmesonden



## Empfohlene Maßnahmen

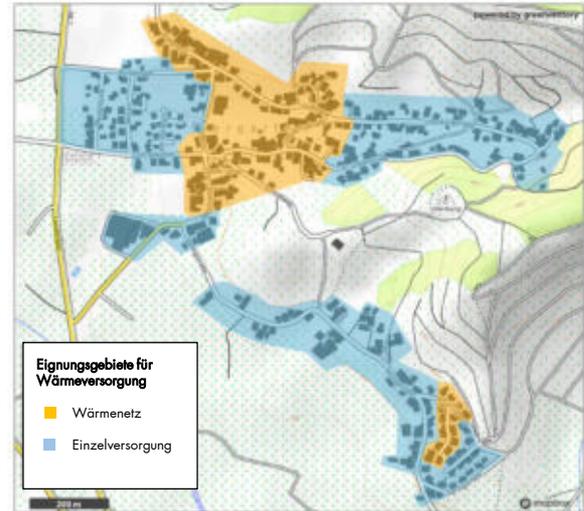
- Wärmenetz Stadelhofen (WN44)
- Sanierungskampagne (B4)

# Tiergarten

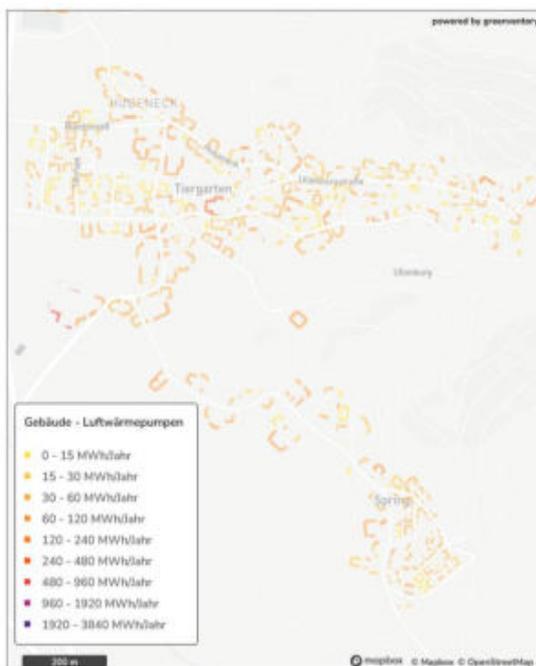
Wärmebedarfsdichte



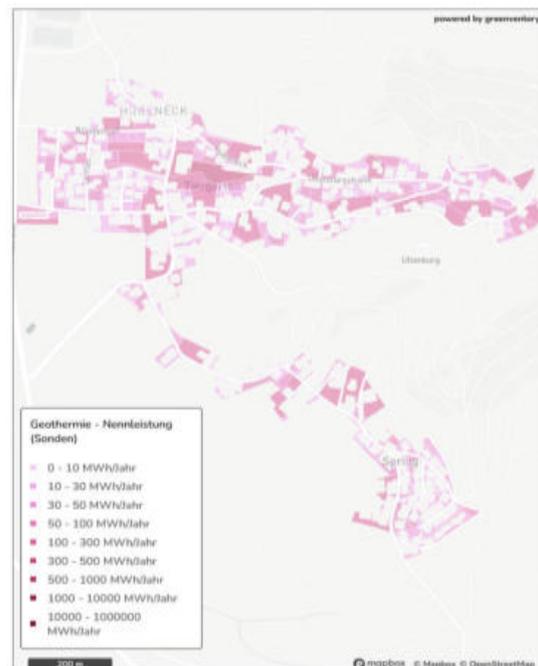
Eignungsgebiete Fernwärme



Potenzial Luft-Wärmepumpen



Potenzial Erdwärmesonden

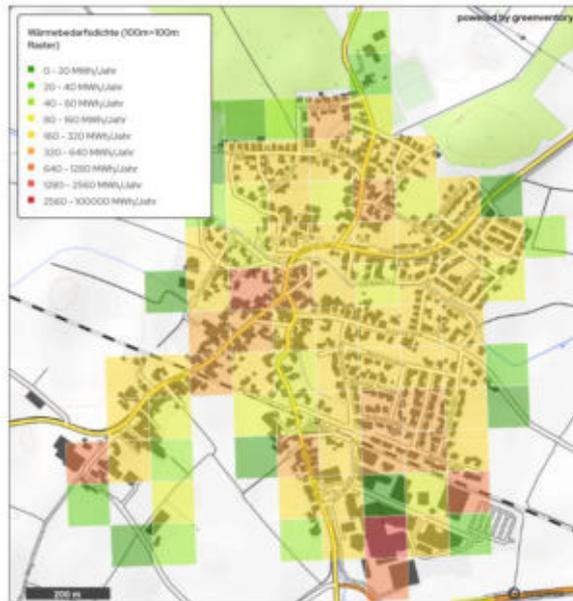


## Empfohlene Maßnahmen

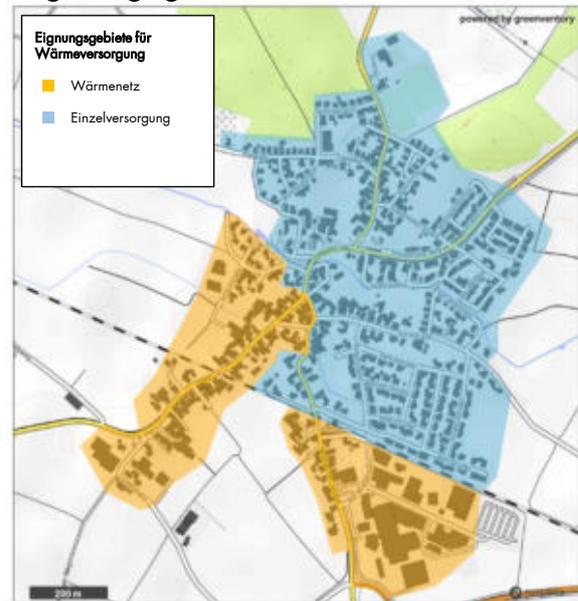
- Wärmenetz Tiergarten (WN6)
- Wärmenetz Spring (WN12)
- Sanierungskampagne (B4)

# Zusenhofen

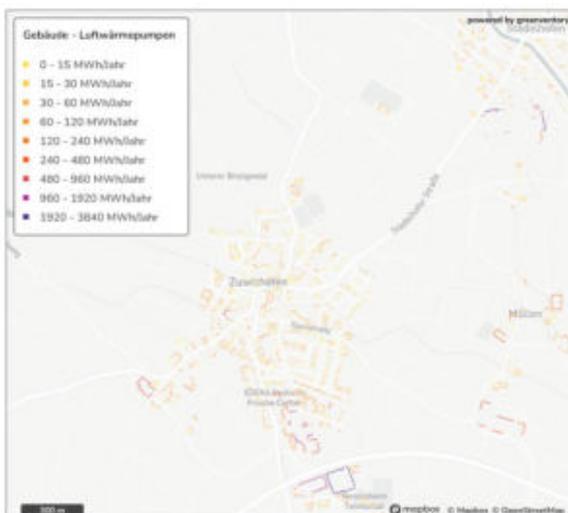
## Wärmebedarfsdichte



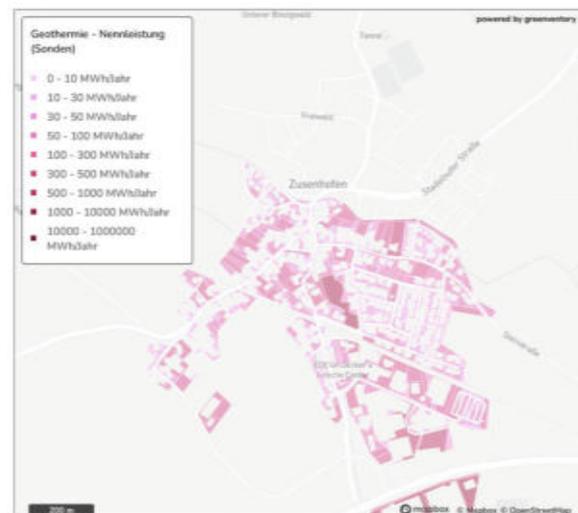
## Eignungsgebiete Fernwärme



## Potenzial Luft-Wärmepumpen



## Potenzial Erdwärmesonden



*Kein Erdwärmepotential im Norden von Zusenhofen, da sich in diesem Bereich ein Wasserschutzgebiet befindet*

## Empfohlene Maßnahmen

- Wärmenetz Zusenhofen Süd (WN2)
- Wärmenetz Zusenhofen West (WN5)
- Erschließung Abwärme Ernst Umformtechnik (E4)

## 6. Literatur

- [Agora EW 2018] Agora Energiewende (2018): Die zukünftigen Kosten strombasierter synthetischer Brennstoffe  
<https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/die-zukuenftigen-kosten-strombasierter-synthetischer-brennstoffe-1/>  
[abgerufen am 31.07.2023]
- [BDEW 2023] Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2023): Statusreport Wärme  
[https://www.bdew.de/media/documents/Pub\\_20230531\\_Statusreport\\_Waerme.pdf](https://www.bdew.de/media/documents/Pub_20230531_Statusreport_Waerme.pdf)  
[abgerufen am 31.07.2023]
- [BMBF 2023] Bundesministerium für Bildung und Forschung (2023): Update der Nationalen Wasserstoffstrategie: Turbo für die H2-Wirtschaft  
[https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/energiewende-und-nachhaltiges-wirtschaften/nationale-wasserstoffstrategie/nationale-wasserstoffstrategie\\_node.html](https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/energiewende-und-nachhaltiges-wirtschaften/nationale-wasserstoffstrategie/nationale-wasserstoffstrategie_node.html)  
[abgerufen am 30.08.2023]
- [EEG 2023] Bundesverwaltungsgericht (2023): Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien, hier §48 Solare Strahlungsenergie
- [EEM 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/>  
[abgerufen am 21.08.2023]
- [ENBW 2023] ENBW (2023): Wasserstoff im Erdgasnetz – geht das?  
<https://www.enbw.com/unternehmen/eco-journal/wasserstoff-im-erdgasnetz.html>  
[abgerufen am 28.08.2023]
- [FA Wind 2023] Fachagentur Windenergie an Land (2023): Abstandsempfehlungen in den Bundesländern  
<https://www.fachagentur-windenergie.de/aktuelles/detail/abstandsempfehlungen-in-den-bundeslaendern/>  
[abgerufen am 21.08.2023]
- [FFÖ-VO 2017] Land Baden-Württemberg (2017): Freiflächenöffnungsverordnung Baden-Württemberg (FFÖ-VO)

- [FStrG 2021] Bundesverwaltungsgericht (2021): Bundesfernstraßengesetz (FStrG)
- [GEG 2023] Bundesverwaltungsgericht (2023): Gebäudeenergiegesetz-Novelle, nichtamtliche Fassung gemäß Entwurf vom 07.03.2023, hier §71 b  
[https://geg-info.de/geg\\_novelle\\_2024/071b\\_%a7\\_anforderungen\\_anschluss\\_waermenetze\\_pflichten\\_waermenetzbetreiber.htm](https://geg-info.de/geg_novelle_2024/071b_%a7_anforderungen_anschluss_waermenetze_pflichten_waermenetzbetreiber.htm)  
[abgerufen am 31.07.2023]
- [Geo 2023] Open Source Geospatial Foundation (2023): Geodatenkatalog  
[www.geodatenkatalog.de](http://www.geodatenkatalog.de)  
[abgerufen am 21.08.2023]
- [GEORG 2021] Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (Hrsg.) (2021): Geopotenziale des tieferen Untergrundes im Oberrheingraben, LGRB-Kartenviewer, <https://maps.lgrb-bw.de/>  
[abgerufen am 31.07.2023]
- [Guardian 2021] The Guardian (2021): Thames Water hopes to harness human 'poo power' to heat homes  
<https://www.theguardian.com/business/2021/feb/26/thames-water-hopes-to-harness-human-poo-power-to-heat-homes>  
[abgerufen am 31.07.2023]
- [IFEU 2018] Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (2018): Kommunale Abwässer als Potenzial für die Wärmewende? Kurzstudie im Auftrag des BMUV  
[https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/ifeu-bmu\\_Abwaermepotenzial\\_Abwasser\\_final\\_update.pdf](https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/ifeu-bmu_Abwaermepotenzial_Abwasser_final_update.pdf)  
[abgerufen am 21.08.2023]
- [KSG BW 2023] Land Baden-Württemberg (2023): Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg  
<https://www.landesrecht-bw.de/jportal/?quelle=jlink&query=KlimaSchG+BW&psml=bsbawueprod.psml&max=true&aiz=true#focuspoint>  
[abgerufen am 21.08.2023]
- [LBO 2021] Land Baden-Württemberg (2021): Landesbauordnung (LBO) Baden-Württemberg
- [NASA SRTM 2023] NASA (2023): Shuttle Radar Topography Mission  
<https://search.earthdata.nasa.gov/search>  
[abgerufen am 21.08.2023]

- [OSM 2023] Open Street Map (2023): Siedlungs- und Gebäudegrenzen und Straßengeometrien  
<https://www.openstreetmap.org>  
[abgerufen am 21.08.2023]
- [Quaschnig 2016] Quaschnig, Volker (2016): Sektorkopplung durch die Energiewende
- [Rosenow 2022] Rosenow, Jan (2022): Is heating homes with hydrogen all but a pipe dream? An evidence review  
[https://www.cell.com/joule/fulltext/S2542-4351\(22\)00416-0](https://www.cell.com/joule/fulltext/S2542-4351(22)00416-0)  
[abgerufen am 30.08.2023]
- [Solargis 2022] Solargis s.r.o. (2022): Global Solar Atlas  
<https://globalsolaratlas.info/map>  
[abgerufen am 21.08.2023]
- [StrG 2021] Land Baden-Württemberg (2021): Straßengesetz (StrG) Baden-Württemberg
- [SWLB 2023] Stadtwerke Ludwigsburg (2023): Solarthermie als Teil eines grünen Netzes  
<https://www.swlb.de/ludwigsburgGips/Gips?Anwendung=CMSProduktEintrag&Methode=ShowHTMLOAusgabe&RessourceID=1664317&SessionMandant=Ludwigsburg&WebPublisher.NavId=1664313>  
[abgerufen am 21.08.2023]
- [SWO 2023] Stadtwerke Oberkirch (2023): Kommunalen Wärmeplan: Oberkirch auf dem Weg zur Klimaneutralität  
[https://www.stadtwerke-oberkirch.de/de/Service/Aktuelles/Aktuelles1/Kommunaler-Waermeplan-Oberkirch-auf-dem-Weg-zur-Klimaneutralitaet\\_90203.html](https://www.stadtwerke-oberkirch.de/de/Service/Aktuelles/Aktuelles1/Kommunaler-Waermeplan-Oberkirch-auf-dem-Weg-zur-Klimaneutralitaet_90203.html)  
[abgerufen am 21.08.2023]
- [SWO 2024] Stadtwerke Oberkirch (2024): Oberkirch auf dem Weg zur Klimaneutralität  
[https://www.stadtwerke-oberkirch.de/de/Service/Aktuelles/Aktuelles1/Oberkirch-auf-dem-Weg-zur-Klimaneutralitaet\\_82500.html](https://www.stadtwerke-oberkirch.de/de/Service/Aktuelles/Aktuelles1/Oberkirch-auf-dem-Weg-zur-Klimaneutralitaet_82500.html)  
[abgerufen am 28.02.2024]
- [TA Lärm 2018] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2018): Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm)  
<https://www.verwaltungsvorschriften-im->

- [internet.de/bsvwbund\\_26081998\\_IG19980826.htm](https://internet.de/bsvwbund_26081998_IG19980826.htm)  
[abgerufen am 21.08.2023]
- [UBA 2023] Umweltbundesamt (2023): Erneuerbare Energien in Zahlen  
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#uberblick>  
[abgerufen am 21.08.2023]
- [Wachsmuth 2019] Wachsmuth et al., Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI im Auftrag des Umweltbundesamts (2019): Roadmap Gas für die Energiewende – Nachhaltiger Klimabeitrag des Gassektors  
[https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/ccx/2019/2019-04-15\\_Roadmap-Gas-f%C3%BCr-die-Energiewende.pdf](https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/ccx/2019/2019-04-15_Roadmap-Gas-f%C3%BCr-die-Energiewende.pdf)  
[abgerufen am 28.08.2023]
- [ZSW 2017] Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) et al. (2017): Energie- und Klimaschutzziele 2030, [https://www.zsw-bw.de/fileadmin/user\\_upload/PDFs/Aktuelles/2017/20170928\\_Endbericht\\_Energie- und Klimaschutzziele 2030.pdf](https://www.zsw-bw.de/fileadmin/user_upload/PDFs/Aktuelles/2017/20170928_Endbericht_Energie-und_Klimaschutzziele_2030.pdf)  
[abgerufen am 31.07.2023]