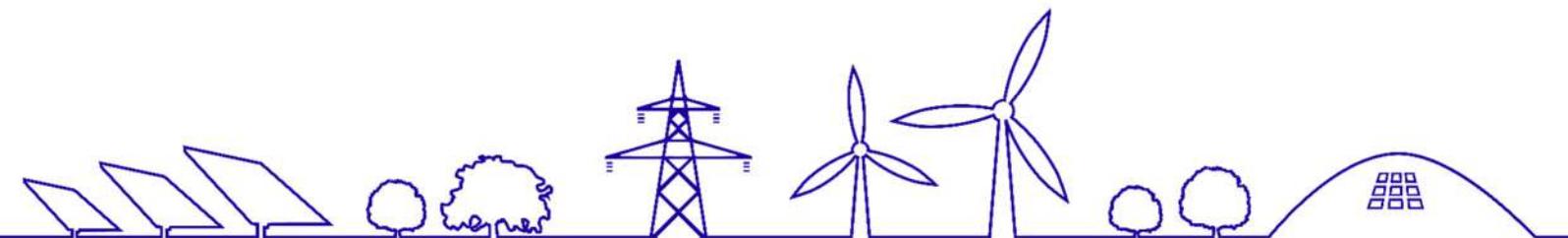


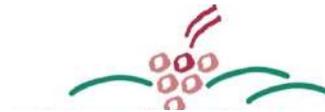


Kommunale Wärmeplanung der Gemeinde Ehrenkirchen

Fachgutachten, Dezember 2024



Auftraggeberin: Gemeinde Ehrenkirchen
Jengerstr. 6
79238 Ehrenkirchen



Erstellt durch: badenovaNETZE GmbH
Tullastraße 61
79108 Freiburg



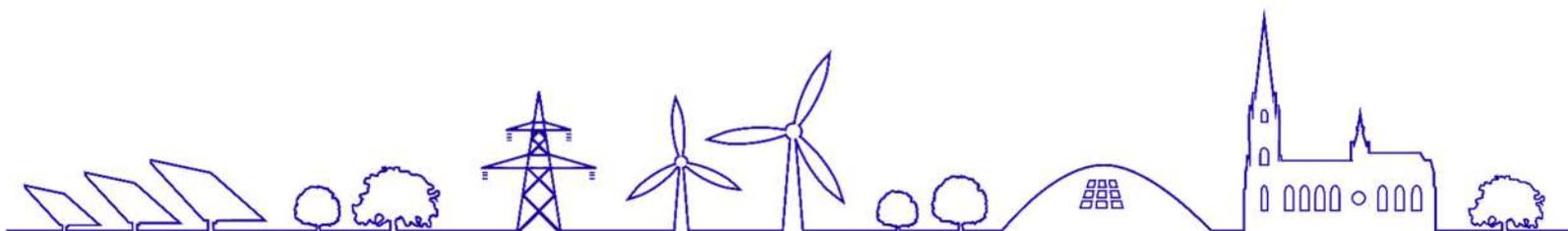
Projektteam: Nina Weiß (Projektleiterin)
Philip Lotte

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



Förderkennzeichen: BWKWP 23130
Gefördert durch das Ministerium für Umwelt, Klima und
Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Freiburg, Dezember 2024



Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	I
KARTENVERZEICHNIS	III
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	III
TABELLENVERZEICHNIS	IV
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	V
ZIELSETZUNG UND VORGEHEN DER KOMMUNALEN WÄRMEPLANUNG	1
1. BESTANDSANALYSE	3
1.1 STRUKTUR DER GEMEINDE EHRENKIRCHEN	3
1.2 ERFASSUNG DES GEBÄUDEBESTANDS	4
1.3 AKTUELLE VERSORGUNGSSTRUKTUR	8
1.4 ENDENERGIEVERBRAUCH WÄRME	12
1.5 SEKTORENKOPPLUNG UND STROMBEDARFSDECKUNG.....	19
1.6 ERNEUERBARE GASE.....	20
1.7 KENNZAHLEN DER BESTANDSANALYSE	22
2. POTENZIALANALYSE	23
2.1 ENERGIEEINSPARUNG	23
2.2 STEIGERUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ	24
2.3 ERNEUERBARE ENERGIEN FÜR DIE WÄRMEVERSORGUNG.....	28
2.4 ERNEUERBARE ENERGIEN FÜR DIE STROMERZEUGUNG	35
2.5 ERNEUERBARE GASE.....	39
2.6 ZUSAMMENFASSUNG DER POTENZIALE.....	42
3. ZIELSZENARIO KLIMANEUTRALER GEBÄUDEBESTAND 2040	45
3.1 ZUKÜNFTIGER WÄRMEBEDARF 2030 UND 2040.....	45
3.2 DECKUNG DES ZUKÜNFTIGEN WÄRMEBEDARFS NACH ENERGIETRÄGERN	46
3.3 ENTWICKLUNG DER WÄRMEBEDINGTEN THG-EMISSIONEN IM ZIELSZENARIO	47
3.4 STROMBEDARFSDECKUNG IM ZIELSZENARIO	48
3.5 ZUKÜNFTIGE VERSORGUNGSSTRUKTUR 2030 UND 2040	49
3.6 TRANSFORMATION DES ERDGASNETZES.....	52
3.7 SENKEN FÜR RESTEMISSIONEN.....	54
3.8 KENNWERTE DES ZIELBILDS	55
4. KOMMUNALE WÄRMEWENDESTRATEGIE	58
4.1 KOMMUNALE HANDLUNGSFELDER FÜR DIE WÄRMEWENDE	59
4.2 MAßNAHMEN DES KOMMUNALEN WÄRMEPLANS 2024	60
4.3 FORTSCHREIBUNG DES KOMMUNALEN WÄRMEPLANS	67
5. AUSBLICK	68
6. AKTEURSBETEILIGUNG	69

7. METHODIK	70
7.1 DIGITALER ZWILLING	70
7.2 GEBÄUDETYPLOGIE	70
7.3 ENERGIE- UND THG-BILANZ	71
7.4 POTENZIALBERECHNUNGEN	75
7.5 ZIELSZENARIO.....	79
8. GLOSSAR	85
9. LITERATURVERZEICHNIS	89
10. ANHANG	92
10.1 STECKBRIEF EHRENSTETTEN.....	93
10.2 STECKBRIEF KIRCHHOFEN.....	95
10.3 STECKBRIEF OFFNADINGEN	97
10.4 STECKBRIEF NORSINGEN.....	99
10.5 STECKBRIEF SCHERZINGEN	101
10.6 GEBÄUDESTECKBRIEFE FÜR MUSTERSANIERUNGEN	103

Kartenverzeichnis

Karte 1 – Gliederung der Gemeinde Ehrenkirchen mit Ihren Ortsteilen	4
Karte 2 – Vorwiegendes Baualter der Gebäude auf Baublockebene	5
Karte 3 – Wohngebäudetypen in Ehrenkirchen	7
Karte 4 – Gasnetzinfrastuktur der Gemeinde Ehrenkirchen.....	8
Karte 5 – Bestehendes Wärmenetz in Ehrenkirchen	9
Karte 6 – Vorwiegender Energieträger der Heizanlagen auf Baublockebene.....	10
Karte 7 – Vorwiegendes Heizungsalter auf Baublockebene	11
Karte 8 – Wärmedichte auf Straßenzugsebene in Ehrenkirchen	17
Karte 9 – Einsparpotenziale durch energetische Sanierung der Wohngebäude.....	25
Karte 10 – Erdwärmepotenzialkarte für das Szenario-Jahr 2040.....	31
Karte 11 – Karte der Durchlässigkeitsverteilung des oberen Grundwasserleiters (Neuenburg-Formation) bei Ehrenkirchen.....	32
Karte 12 – Lage der Windkraft-Potenzialflächen und deren maximalen Anlagenpotenzial	37
Karte 13 – Potenzialflächen für Freiflächen PV-Anlagen (Datenquellen: LUBW, Regionalverband Südlicher Oberrhein)	38
Karte 14 – Zentrale und dezentrale Eignungsgebiete der Gemeinde Ehrenkirchen.....	50

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Übersicht des Projektablaufs und der Akteursbeteiligung des kommunalen Wärmeplans der Gemeinde Ehrenkirchen.....	2
Abbildung 2 – Anteil der Wohngebäude nach Baualterklasse in Ehrenkirchen	6
Abbildung 3 – Verteilung der Gebäudearten in Ehrenkirchen.....	6
Abbildung 4 – Energieträgerverteilung der Heizanlagen in Ehrenkirchen	10
Abbildung 5 – Einbaujahr der Heizanlagen in Ehrenkirchen	12
Abbildung 6 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs nach Sektoren (2021)	13
Abbildung 7 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs nach Energieträgern (2021).....	13
Abbildung 8 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträgern (2021).....	14
Abbildung 9 – Energieträgermix zur Wärmenetzversorgung (2021)	15
Abbildung 10 – Wärmeenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften der Gemeinde Ehrenkirchen	16
Abbildung 11 – THG-Bilanz des Wärmeverbrauchs nach Sektor und Energieträger	18
Abbildung 12 – Wärmebedingte THG-Emissionen der kommunalen Liegenschaften	19
Abbildung 13 – Anteil der lokalen Stromerzeugung im Vergleich zum Stromverbrauch im Jahr 2021	20
Abbildung 14 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial.....	26
Abbildung 15 – Techniken der Oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit	30
Abbildung 16 – Beispielhafte geologische Profilabfolge nach LGRB.....	30
Abbildung 17 – Stromerzeugungspotenziale mit PV in Ehrenkirchen.....	39
Abbildung 18 – Versorgungssicherheit durch Schließung der Winterlücke (Powerloop, 2020)	40
Abbildung 19 – Industrieller Wärmebedarf nach Wirtschaftszweigen (Agentur für erneuerbare Energien, 2017).....	41
Abbildung 20 – Erneuerbare Wärmepotenziale in Ehrenkirchen	42
Abbildung 21 – Erneuerbare Strompotenziale in Ehrenkirchen	43
Abbildung 22 – Entwicklung des Energieverbrauchs für die Wärme nach Sektoren im Zielszenario	45
Abbildung 23 – Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme nach Erzeugungsart im Zielszenario	46
Abbildung 24 – Entwicklung des Energieträgermixes zur Wärmenetzversorgung im Zielszenario	47
Abbildung 25 – Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen im Zielszenario bis zum Jahr 2040	48
Abbildung 26 – Stromverbrauch im Zielszenario im Vergleich zum lokalen Stromerzeugungspotenzial	49
Abbildung 27– Übersicht der Speicherkapazität und Ausspeicherdauer verschiedener Speichertechnologien (Sterner & Stadler, 2014).....	51
Abbildung 28 – RHYn Interco Netzkarte (Quelle: badenovaNETZE GmbH 2023)	54

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Endenergieverbrauch für Wärme der Gemeinde Ehrenkirchen nach Energieträger (2021)	14
Tabelle 2 – Begriffsabgrenzung erneuerbarer Gase (Angelehnt an VKU, (2017)).....	20
Tabelle 3 – Unterscheidung der Bezeichnungen für Wasserstoff nach Produktionsverfahren	21
Tabelle 4 – Wesentliche Kennzahlen der Bestandsanalyse	22
Tabelle 5 – Energetisches Potenzial einiger landwirtschaftlichen Reststoffe in Ehrenkirchen	28
Tabelle 6 – Übersicht der nutzbaren Erzeugungspotenziale aus erneuerbaren Energien	44
Tabelle 7 – Jahresendenergiebedarf (MWh) für die Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2021	55
Tabelle 8 – Jahresendenergiebedarf (MWh) für die Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2030	56
Tabelle 9 – Jahresendenergiebedarf (MWh) für die Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2040	56
Tabelle 10 – Energieeinsatz (MWh) nach Energieträger für die zentrale Wärmeversorgung über Wärmenetze für die Jahre 2021, 2030 und 2040	57
Tabelle 11 – Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH (2005)	71
Tabelle 12 – Emissionsfaktoren für die Wärmeerzeugung 2021 (Quelle: IFEU, (2024))	74
Tabelle 13 – Bewertung der Datengüte der Energie- und THG-Bilanz nach Sektoren	75
Tabelle 14 – Vorgegebene Untergrundparameter	77
Tabelle 15 – Vorgegebene Sondenparameter	77
Tabelle 16 – Berechnete spezifische Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte	77
Tabelle 17 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung	78
Tabelle 18 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsichte	78
Tabelle 19 – Abschätzung des Wärmeerzeugungspotenzial aus Grundwasser	79
Tabelle 20 – Angenommene THG-Emissionsfaktoren für Strom nach Erzeugungsart für die Jahre 2030 und 2040 (Peters, et al., 2023)	82
Tabelle 21 – Angenommene THG-Emissionsfaktoren für Wärme nach Energieträger für die Jahre 2030 und 2040 (Peters, et al., 2023)	82

Abkürzungsverzeichnis

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

Zielsetzung und Vorgehen der kommunalen Wärmeplanung

Die Abmilderung des Klimawandels ist in Deutschland und in Baden-Württemberg seit 2011 zu einem prioritären Ziel ausgerufen worden. Für die als „Große Transformation“ bezeichnete nationale Politik ist vor allem die Dekarbonisierung der Energieversorgung von zentraler Bedeutung (WBGU, 2011). Während im Stromsektor durch den Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung, wie z.B. Windenergie und Photovoltaik (PV) bereits wesentliche Fortschritte gemacht wurden, wird sich nun auf die ebenso notwendige Wärmewende fokussiert. Im Jahr 2021 wurden rund 85 % der Wärme in Baden-Württemberg mit fossilen Wärmequellen, wie z.B. Heizöl und Erdgas erzeugt (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2022). Gleichzeitig sinkt der Wärmebedarf der Bestandsgebäude nur langsam, da energetische Sanierungen hohe Investitionskosten verursachen können.

Das Land Baden-Württemberg hat im Jahr 2023 den notwendigen Maßnahmen im Wärmesektor mit einer Novellierung des Landes-Klimaschutzgesetzes Rechnung getragen und für alle großen Kreisstädte im Land eine verpflichtende kommunale Wärmeplanung (KWP) festgesetzt. Kreisstädte sind seit der Verabschiedung des neuen Gesetzes verpflichtet, einen kommunalen Wärmeplan bis zum 31.12.2023 vorzulegen. Städte und Gemeinden, die keine Kreisstädte sind, müssen diesen, nach dem aktuellen Bundesgesetz, bis zum 30.06.2028 erstellen. Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist, dass die Kommunen eine Strategie für die Wärmeversorgung entwickeln, um einen klimaneutralen Gebäudebestand bis zum Jahr 2040 zu erreichen. Der kommunale Wärmeplan besteht aus den folgenden vier Arbeitspaketen, nach denen sich auch dieses Fachgutachten gliedert:

1. Bestandsanalyse

Die Energie- und Gebäudeinfrastruktur sowie der Energieverbrauch und die damit entstehenden Treibhausgasemissionen (THG) werden für das Gemeindegebiet möglichst gebäudescharf erfasst und ein sogenannter digitaler Zwilling der Kommune wird erstellt.

2. Potenzialanalyse

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

3. Zielszenario

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

4. Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog

Mit der Wärmewendestrategie soll das erstellte Zielszenario erreicht werden. Ein Maßnahmenkatalog führt auf, wie die Kommune mit verschiedenen Maßnahmen in ihrer Gesamtheit die klimaneutrale Wärmeversorgung erreichen kann. Von diesen Maßnahmen müssen fünf Maßnahmen bereits in den ersten fünf Jahren nach Erstellung in die Umsetzung kommen. Der kommunale Wärmeplan soll alle sieben Jahre fortgeschrieben werden.

Der kommunale Wärmeplan der Gemeinde Ehrenkirchen wurde in enger Abstimmung mit der kommunalen Verwaltung seit Januar 2024 erstellt und wurde unter Beteiligung der relevanten Akteure vor Ort erarbeitet. Dazu gehören neben der Verwaltung besonders die politischen Gremien, die Bürgerinnen und Bürger sowie örtliche Betriebe. Im Rahmen des Beteiligungsprozesses wurden unterschiedliche Informations- und Workshopveranstaltungen durchgeführt. Abbildung 1 gibt einen Überblick über den Ablauf des kommunalen Wärmeplans und die Akteursbeteiligung, die in der Gemeinde Ehrenkirchen durchgeführt wurde.

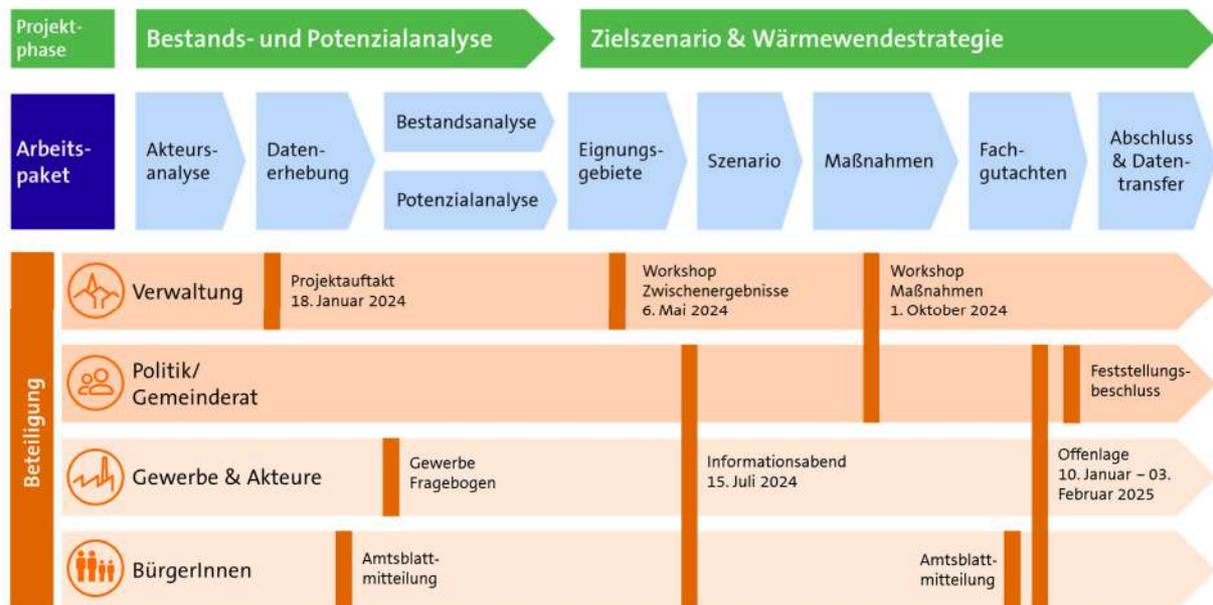


Abbildung 1 – Übersicht des Projektablaufs und der Akteursbeteiligung des kommunalen Wärmeplans der Gemeinde Ehrenkirchen

Im Auftrag der Gemeinde Ehrenkirchen stellt das folgende Gutachten die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung mit dem Stand Januar 2025 dar.

Beim Wärmeplan sind die geografisch zugeordneten Daten des Wärmeverbrauchs (der sogenannte digitale Zwilling), der Potenziale und der perspektivischen Infrastruktur wichtige Ergebnisse. Diese werden der Gemeinde zur weiteren Bearbeitung übergeben, damit diese fortlaufend angepasst und bearbeitet werden können. Spätestens in sieben Jahren, bei der Fortschreibung des Wärmeplans der Gemeinde Ehrenkirchen, werden diese Daten eine wichtige Grundlage für die Beurteilung des bisherigen Fortschritts sein und sie werden Grundlage für die Ausarbeitung neuer Maßnahmen zur Erreichung des Ziels eines klimaneutralen Gebäudebestands sein.

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

1. Bestandsanalyse

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

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

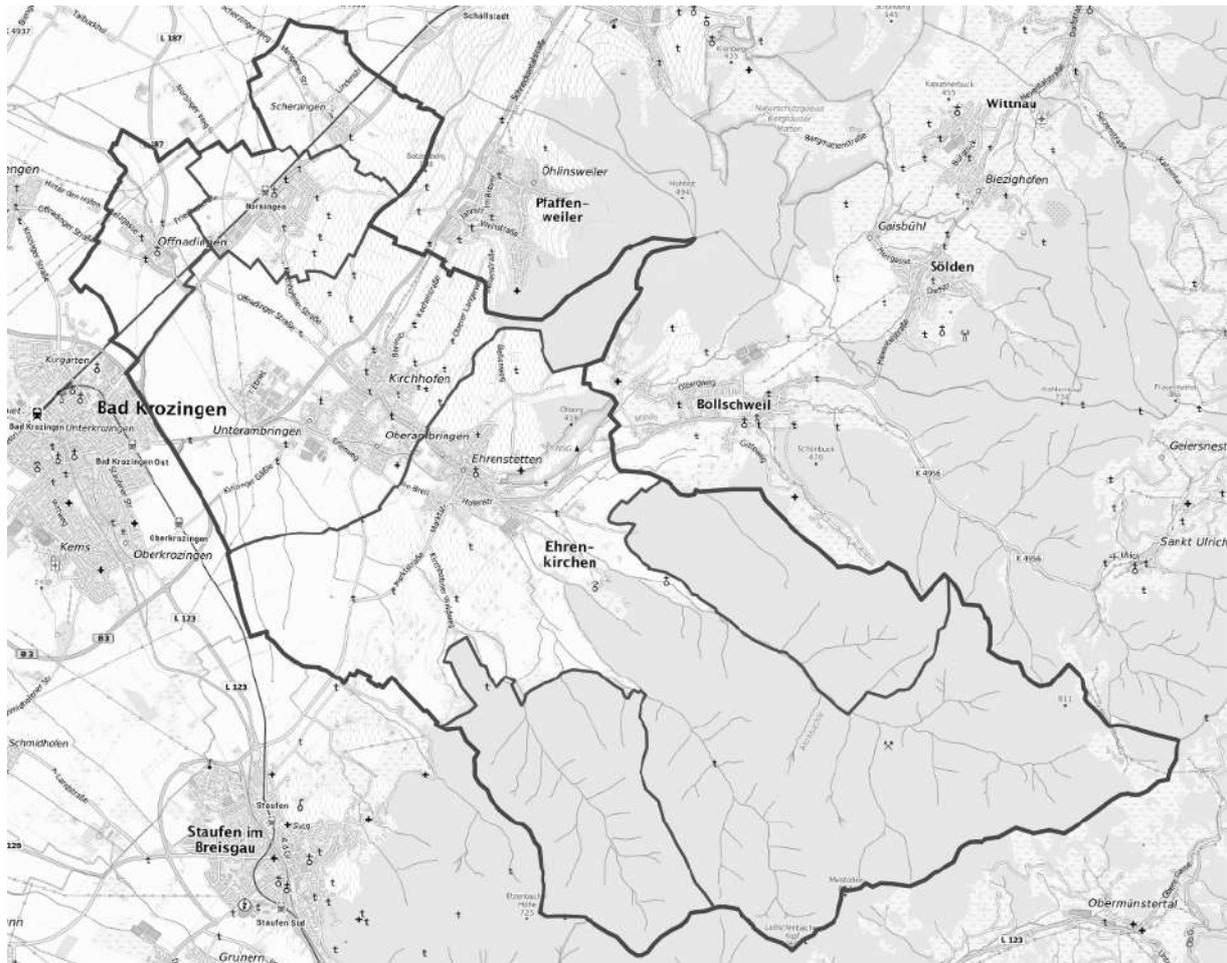
In den folgenden Abschnitten werden die wesentlichen Ergebnisse der Bestandsanalyse festgehalten. Zunächst werden Strukturmerkmale der Gemeinde und der Gebäude ausgewertet und beschrieben. Es folgt eine Übersicht der Energieinfrastruktur der Gemeinde sowie die Auswertung des Wärmeverbrauchs und den damit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

1.1 Struktur der Gemeinde Ehrenkirchen

Ehrenkirchen ist eine Gemeinde im Südwesten Baden-Württembergs im Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald, etwa 13 km Luftlinie südlich von der Stadt Freiburg. Die Gemarkungsfläche erstreckt sich von der Rheinebene bis auf die Höhen des Schauinslands im Schwarzwald. Westlich liegt die Stadt Bad Krozingen und im Süden die Stadt Staufen. Die Gemarkungsfläche umfasst ca. 3.779 ha. Davon entfallen Stand 2021 1.567 ha auf Landwirtschaftsfläche, die in der Ebene liegen und ca. 1.793 ha auf Wald, der überwiegend auf den Berghängen im Südwesten der Gemeinde.

Die Gemeinde Ehrenkirchen entstand in den Jahren 1973 und 1974, als sich die fünf ehemals selbstständigen Gemeinden und heutigen Ortsteile Ehrenstetten, Kirchhofen, Norsingen, Offnadingen und Scherzingen zusammenschlossen (vgl. Karte 1). In Ehrenkirchen leben 7.758 Menschen (Stand 2022), wobei die Bevölkerungsentwicklung einen kontinuierlichen Zuwachs aufzeigt.

Die Gemeinde verfügt über ein sehr gutes Angebot an Nahversorgung und Dienstleistungen, die sich auf die Ortsteile verteilen. Zudem befindet sich auf Kirchhofener Gemarkung, westlich der Wohngebiete das Gewerbegebiet Niedermatten. Die Landwirtschaft spielt ebenfalls eine wichtige Rolle in Ehrenkirchen. Gemessen an der Fläche machen dabei der Ackeranbau und der Rebbau den größten Anteil der landwirtschaftlichen Nutzung aus.



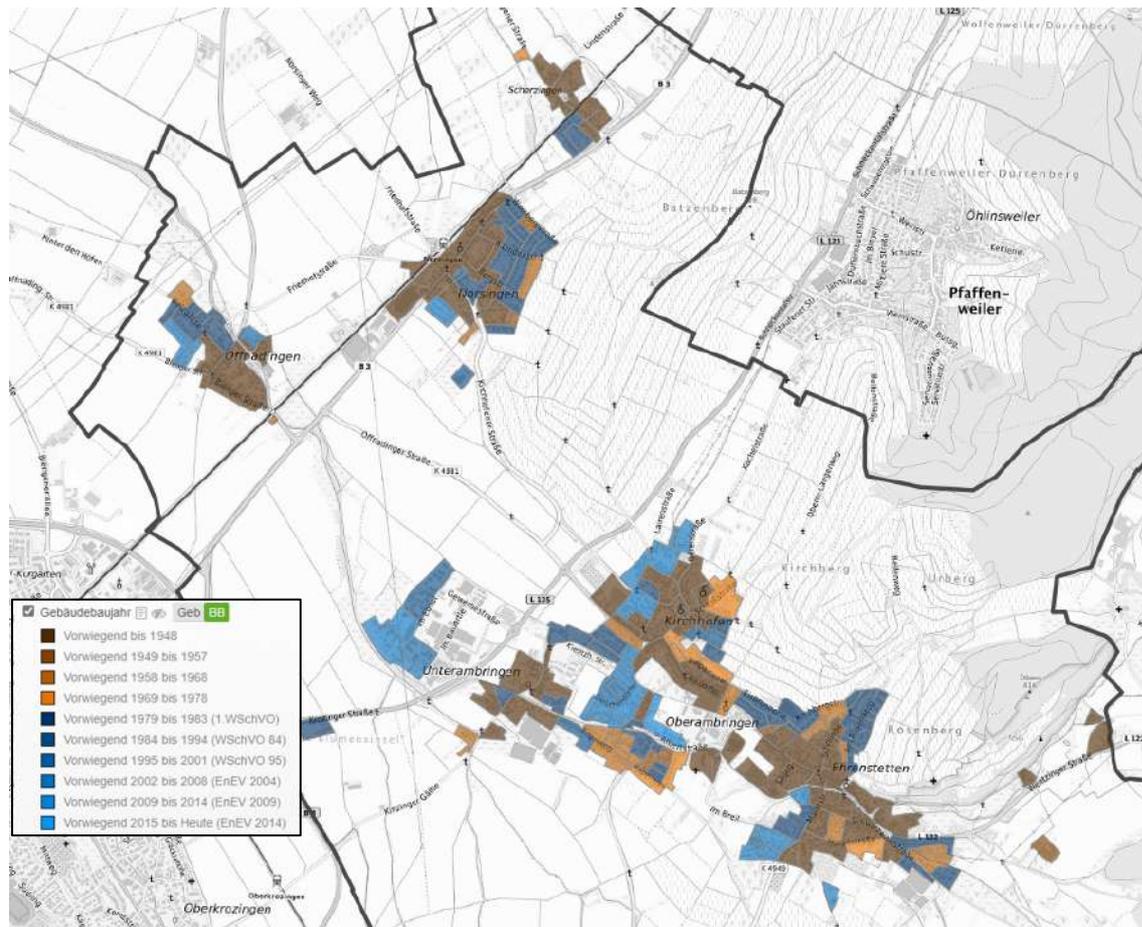
Karte 1 – Gliederung der Gemeinde Ehrenkirchen mit Ihren Ortsteilen

1.2 Erfassung des Gebäudebestands

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

1.2.1 Baualtersklassen

Aus der Einordnung der Gebäude in die Gebäudetypologie lassen sich Aussagen über die Siedlungsstruktur von Ehrenkirchen treffen. Hierzu wurden die vorwiegenden Altersklassen der Gebäude auf Baublockebene ausgewertet (vgl. Karte 2). Dies erleichtert die schnelle Identifizierung von Gebieten ähnlicher Struktur für mögliche Maßnahmen zur Energieeinsparung. In Ehrenkirchen befinden sich zahlreiche Gebäude, die noch vor oder zwischen den beiden Weltkriegen erbaut wurden. Diese stehen mehrheitlich entlang der ehemaligen Hauptstraßen bzw. in den jeweiligen alten Ortskernen der Ortsteile. Deutlich wird außerdem, dass über die letzten Jahrzehnte immer wieder neue Wohngebiete erschlossen wurden. Immer wieder sind in neue Gebäude hinzugekommen, sowohl in neu ausgewiesenen Wohngebieten als auch als Nachverdichtung, sodass heute in einigen Bereichen eine gemischte Gebäudestruktur aufzufinden ist.



Karte 2 – Vorwiegendes Baualter der Gebäude auf Baublockebene

In Abbildung 2 sind die Anzahl der Wohngebäude in der Gemeinde Ehrenkirchen nach Baualter dargestellt. Demnach sind 71 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) vor Inkrafttreten der zweiten Wärmeschutzverordnung (WSchV) 1984 erbaut worden. Dies ist von besonderem Interesse, da Wärmedämmung damals eine untergeordnete Rolle spielte und das Einsparpotenzial durch Sanierungsmaßnahmen bei diesen Gebäuden besonders hoch ist.

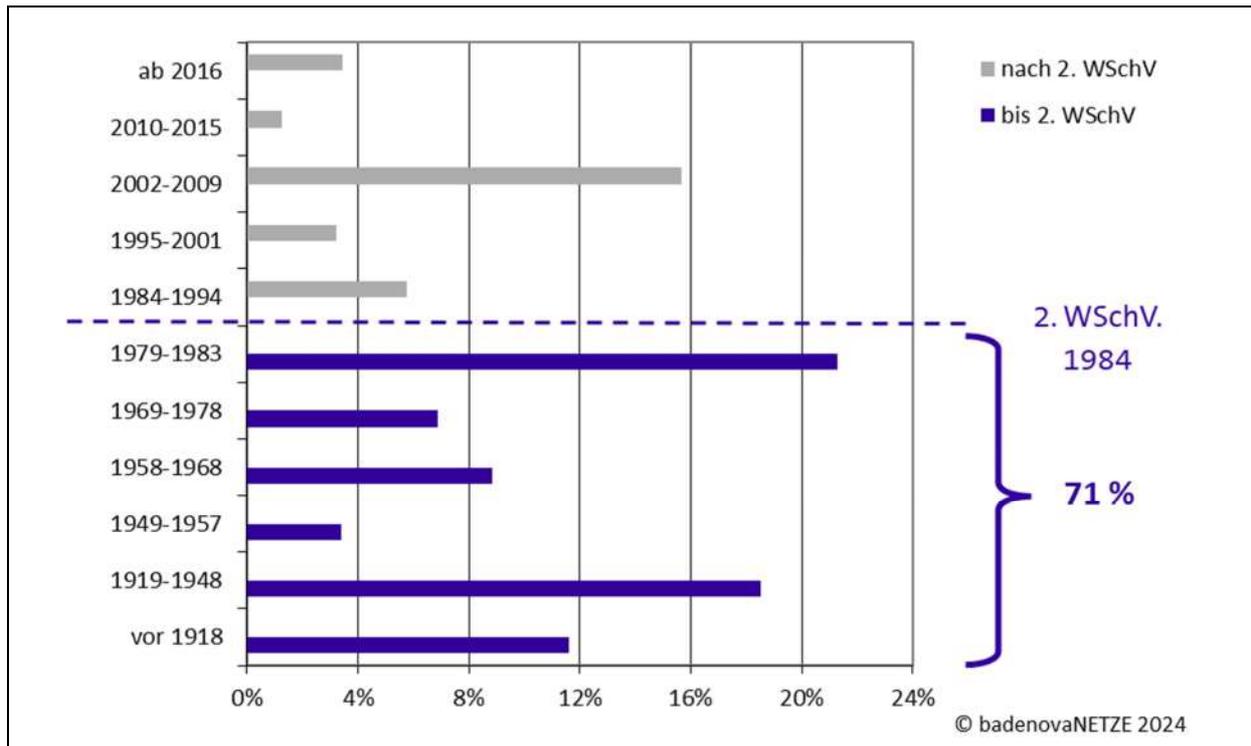


Abbildung 2 – Anteil der Wohngebäude nach Baualtersklasse in Ehrenkirchen

1.2.2 Gebäudetypen

Neben dem Gebäudealter, ist auch der Gebäudetyp für die Ermittlung der Energiebedarfswerte und der Energieeinsparpotenziale relevant. Charakteristisch für ländliche Gemeinden ist, dass freistehende Einfamilienhäuser und Doppel- oder Reihenhäuser den größten Teil des Wohnbestandes ausmachen (vgl. Abbildung 3). Die Einfamilienhäuser spielen bei der Erschließung der Einsparpotenziale eine wichtige Rolle. Zum einen verzeichnen sie im Durchschnitt den höchsten Energieverbrauch pro Einwohner, zum anderen werden Einfamilienhäuser meist vom Eigentümer oder Eigentümerin selbst bewohnt. Der Nutzen von Sanierungsmaßnahmen wirkt sich hier direkt aus und erhöht die Bereitschaft, Investitionen zur Energieeinsparung vorzunehmen. Karte 3 zeigt die räumliche Verteilung der Gebäudetypen.

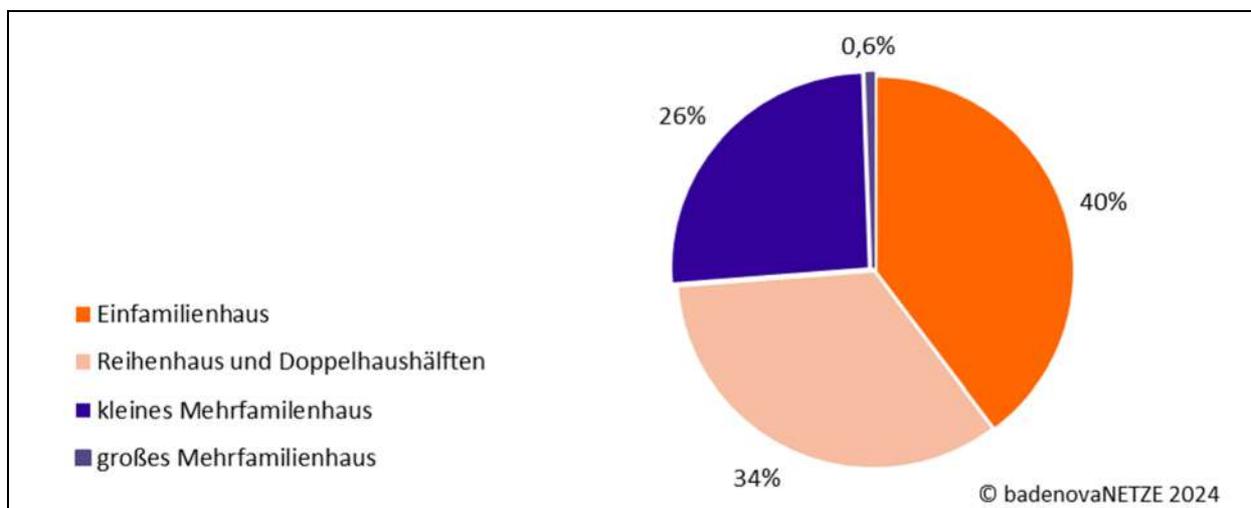
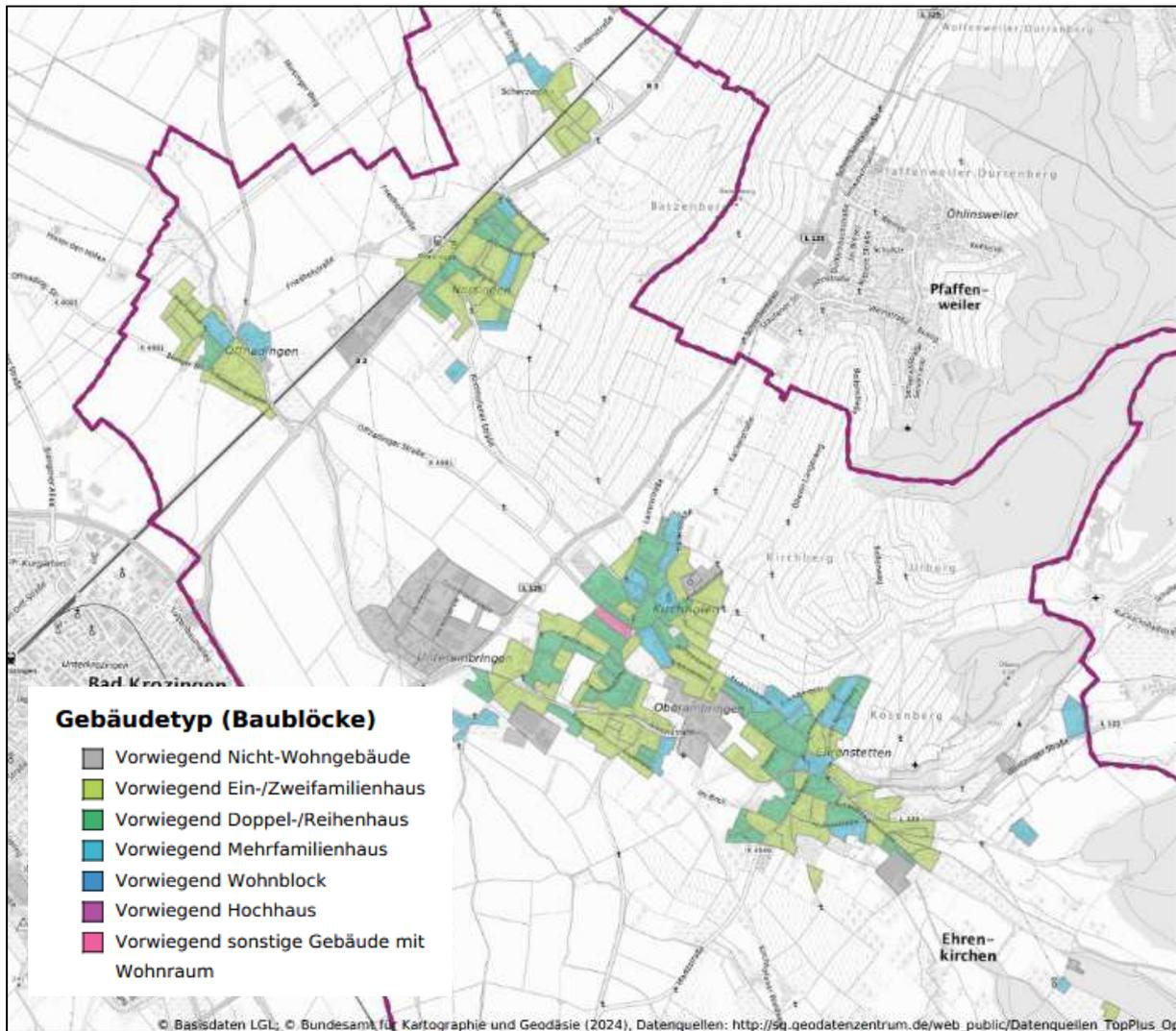


Abbildung 3 – Verteilung der Gebäudearten in Ehrenkirchen



Karte 3 – Wohngebäudetypen in Ehrenkirchen

1.2.3 Wärmebedarf der Gebäude

Ausgehend von der Einordnung des Gebäudebestands nach Gebäudetyp und -alter und Daten zur Gebäudekubatur wurde für jedes Wohngebäude der Wärmebedarf und das Energieeinsparpotenzial durch Sanierungsmaßnahmen rechnerisch ermittelt. Durch die Typologie werden Gebäude mit ähnlichen thermischen Eigenschaften zusammengefasst. Für jeden Gebäudetyp wurden vom IWU entsprechende Kennwerte des Wärmebedarfs statistisch ermittelt. Zudem liegen Kennwerte für die durchschnittliche Energieeinsparung durch energetische Sanierungsmaßnahmen (Wärmeschutzfenster, Außenwanddämmung, Dachdämmung, Kellerdeckendämmung) vor (Hamacher & Hausladen, 2011). Somit können sowohl der Wärmebedarf jedes Gebäudes als auch die möglichen Einsparpotenziale durch Sanierungsmaßnahmen bestimmt werden (siehe Abschnitt 2.2.3). Die Vorgehensweise orientiert sich am Leitfaden Energienutzungsplan (Hamacher & Hausladen, 2011).

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

Zielbilds. Zur weiteren Beschreibung des Ist-Zustands der Gemeinde Ehrenkirchen wird der Endenergieverbrauch im Abschnitt 1.4 näher beschreiben.

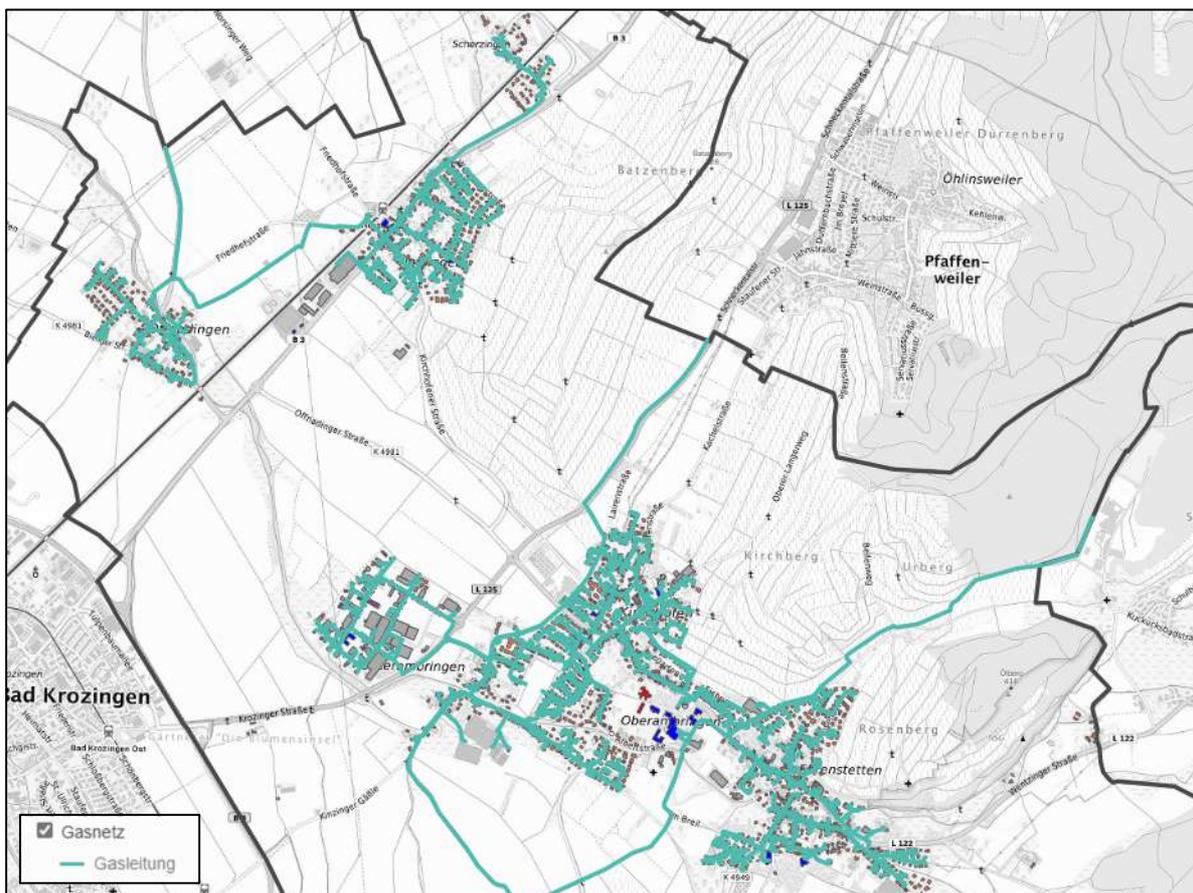
1.3 Aktuelle Versorgungsstruktur

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

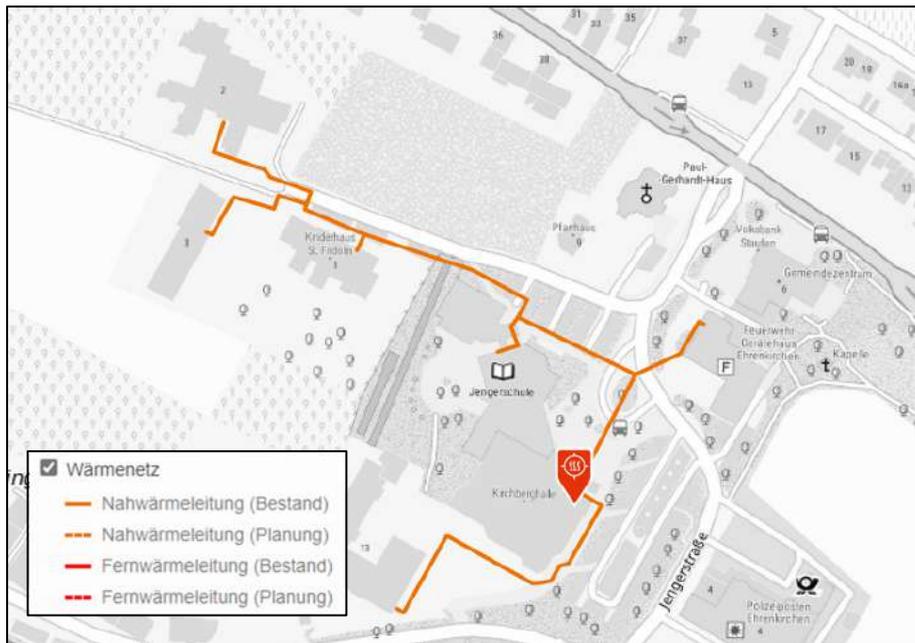
1.3.1 Gasinfrastruktur, Wärmenetze und Sektorkopplung

Das Gasnetz ist ein zentraler Bestandteil der lokalen Wärmeversorgungsinfrastruktur der Gemeinde Ehrenkirchen. Erdgas hat den höchsten Anteil aller Energieträger, die zur Wärmeerzeugung in der Gemeinde dienen. Alle Ortsteile der Gemeinde, sowie die Gewerbe und Wohngebiete sind zu großen Teilen mit dem Erdgasnetz erschlossen. Karte 4 gibt einen Überblick über den aktuellen Ausbauzustand der Gasnetzinfrastruktur.

In der Ortsmitte werden einige kommunalen Liegenschaften und ein Pflegeheim über ein Wärmenetz mit Wärme versorgt. Die Wärmeerzeugung erfolgt in einer Heizzentrale an der Kirchberghalle, die größtenteils mit Holzhackschnitzel betrieben wird. Karte 5 zeigt den aktuellen Leitungsverlauf des bestehenden Wärmenetzes der Gemeinde Ehrenkirchen.



Karte 4 – Gasnetzinfrastruktur der Gemeinde Ehrenkirchen



Karte 5 – Bestehendes Wärmenetz in Ehrenkirchen

1.3.2 Breitbandinfrastruktur

Der Ausbau der Breitbandinfrastruktur bietet in der Regel wenig Synergieeffekte mit einem potenziellen Ausbau der Wärmenetzinfrastruktur, da in der Regel Wärmeleitungen unter den Straßen verlegt werden, während Breitband eher unter dem Gehweg verlegt wird. Zudem ist der Breitbandausbau in Ehrenkirchen bereits weit fortgeschritten, so dass mögliche Synergieeffekte bei einem perspektivischen Wärmenetzausbau nicht zu erwarten sind.

1.3.3 Erzeugungsanlagen

Wesentlicher Bestandteil der lokalen Wärmeinfrastruktur sind die vor Ort installierten Heizanlagen. Hierzu wurden Daten durch eine Abfrage bei den örtlichen Schornsteinfegern ermittelt und ausgewertet. Diese enthalten Angaben zur installierten Leistung, zu Energieträgern und Einbaujahr der Anlagen. Die Daten wurden ergänzt durch Angaben des Stromverteilnetzbetreibers zu Nachtspeicherheizanlagen und Wärmepumpen. Angaben zu Erdwärmesonden wurden über die Bohrdatenbank des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau in Freiburg i. Br. (2021) ermittelt.

Eine Auswertung der Heizanlagenstatistik zeigt, dass ein Großteil der Heizanlagen in Ehrenkirchen mit den fossilen Energieträgern Erdgas (57 %) und Heizöl (23 %) betrieben werden. Rund 10% der Gebäude heizen mit einer Holzzentralheizung. Zusätzlich hierzu haben viele Gebäude eine Zusatzheizung wie Kaminöfen, Kachelöfen und Schwedenöfen. Weitere 9 % der Heizanlagen sind Nachtspeicherheizungen (vgl. Abbildung 4).

Nach der Bohrdatenbank des LGRBs sind für die Gemeinde Ehrenkirchen mindestens 11 Erdwärmesondenanlagen mit insgesamt 24 Sonden registriert (2021), mit einer jeweiligen Tiefe zwischen 45 und 150 m. Darüber hinaus ist ein Grundwasserbrunnen zum Betrieb einer Wasser/Wasser-Wärmepumpe in der Bohrdatenbank aufgeführt.

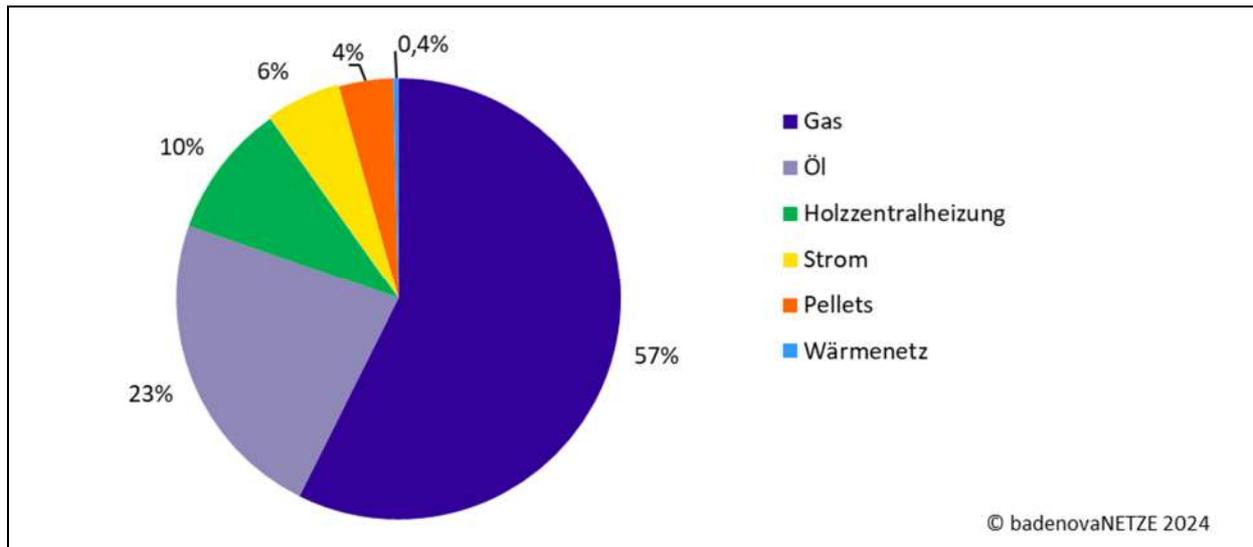
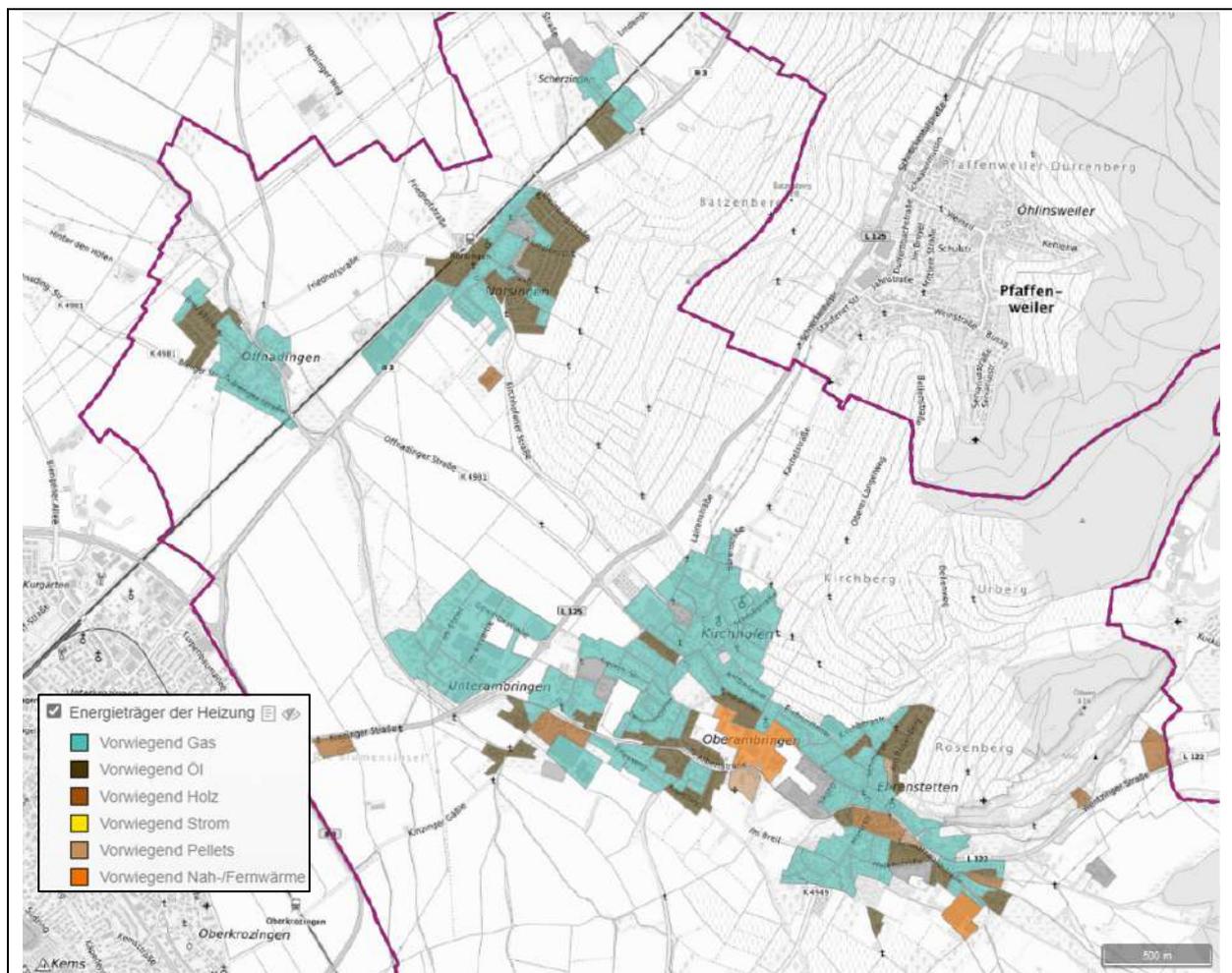


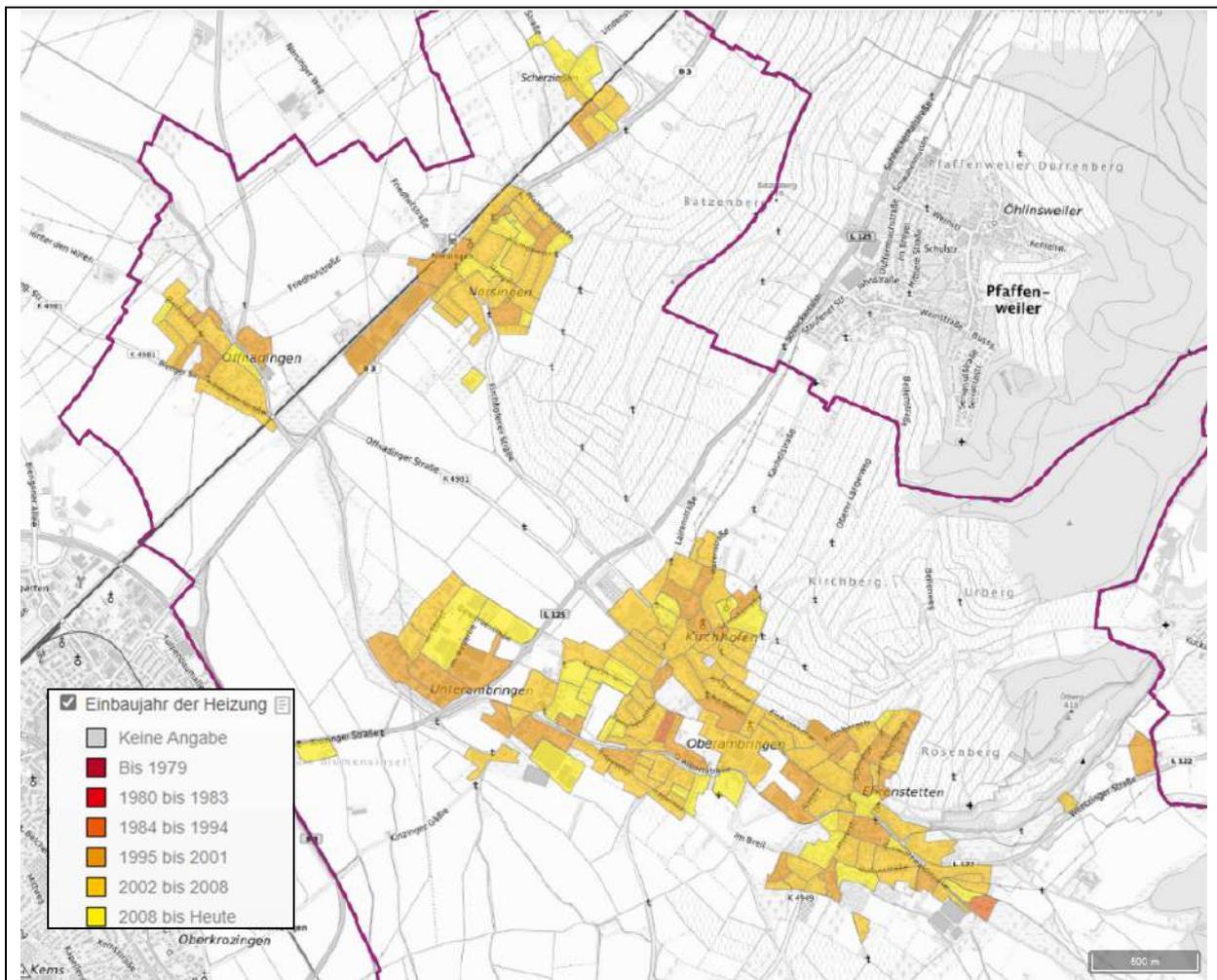
Abbildung 4 – Energieträgerverteilung der Heizanlagen in Ehrenkirchen

Karte 6 veranschaulicht die vorwiegenden Energieträger der Zentralheizanlagen auf Baublockebene. Es wird sichtbar, dass überwiegend Erdgas als Energieträger in allen Ortsteilen eingesetzt wird. Nur in wenigen Baublöcken sind Heizöl oder Holzheizungen der vorwiegende Energieträger.



Karte 6 – Vorwiegender Energieträger der Heizanlagen auf Baublockebene

Das Alter der Heizungen ist im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ebenfalls wichtig, denn es liefert einen Hinweis, in welchen Gebieten der Gemeinden in den kommenden Jahren vermehrt Heizungswechsel anstehen werden. Diese Information kann sowohl für gezielte Energieberatungsangeboten oder bei dem Aufbau eines Wärmenetzes Hinweise auf einen potenziellen Anschlusszeitraum geben. Die Auswertung des Einbaujahrs der Heizanlagen (nur bei Feuerungsanlagen vorhanden) zeigt, dass etwa 58 % der Heizanlagen bereits älter als 20 Jahre sind und somit ein Heizungswechsel in den kommenden Jahren wahrscheinlich ist (vgl. Abbildung 5). Karte 7 stellt zudem das vorwiegende Alter der installierten Heizanlagen auf Baublockebene räumlich dar.



Karte 7 – Vorwiegendes Heizungsalter auf Baublockebene

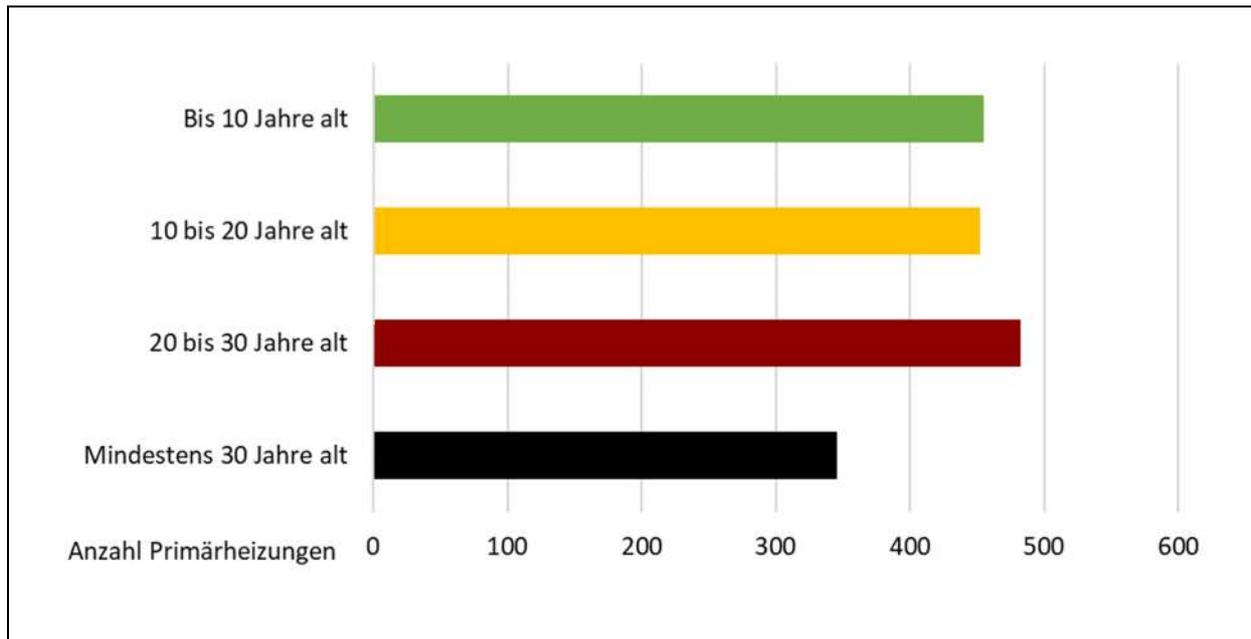


Abbildung 5 – Einbaujahr der Heizanlagen in Ehrenkirchen

1.4 Endenergieverbrauch Wärme

Während der Wärmebedarf aufzeigt, wie viel Energie die Gebäude für Raumwärme und Warmwasser benötigen, um ein konstantes Temperaturniveau zu erreichen, erfasst der Endenergieverbrauch die tatsächlich vor Ort eingesetzte Energiemenge. Damit können Faktoren wie die Wirkungsgrade der Heizanlagen, das Nutzerverhalten und der Energieverbrauch für die Prozesswärme im Gewerbe betrachtet werden. Der Endenergieverbrauch für Wärme (Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme) der Gemeinde Ehrenkirchen, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren, wurde mit einer Energie- und THG-Bilanz für das Jahr 2021 mit dem für das Land Baden-Württemberg konzipierten Tool BICO2 BW (Version 3.1) ermittelt (IFEU (2024)).

1.4.1 Gesamtendenergieverbrauch Wärme

Nach dem Ergebnis der Energie- und THG-Bilanz betrug der Gesamtendenergieverbrauch für Wärme in Ehrenkirchen 58.752 MWh im Jahr 2021. Nach den Sektoren betrachtet, hatte der Wärmeverbrauch der privaten Haushalte den mit Abstand höchsten Anteil am Wärmeverbrauch der Gemeinde mit einem Anteil von etwa 70 %. An zweiter Stelle hatte der Sektor Gewerbe und Sonstiges einen Anteil von 19 % des Gesamtwärmeverbrauchs. Der Wärmeverbrauch des verarbeitenden Gewerbes teilt sich auf in Raumwärme mit einem Anteil von 3 % und Prozesswärme mit einem Anteil von 5 % des Gesamtwärmeverbrauchs der Gemeinde. Die kommunalen Liegenschaften in Ehrenkirchen haben nur einen geringen Anteil am Gesamtwärmeverbrauch von rund 3 % (vgl. Abbildung 6).

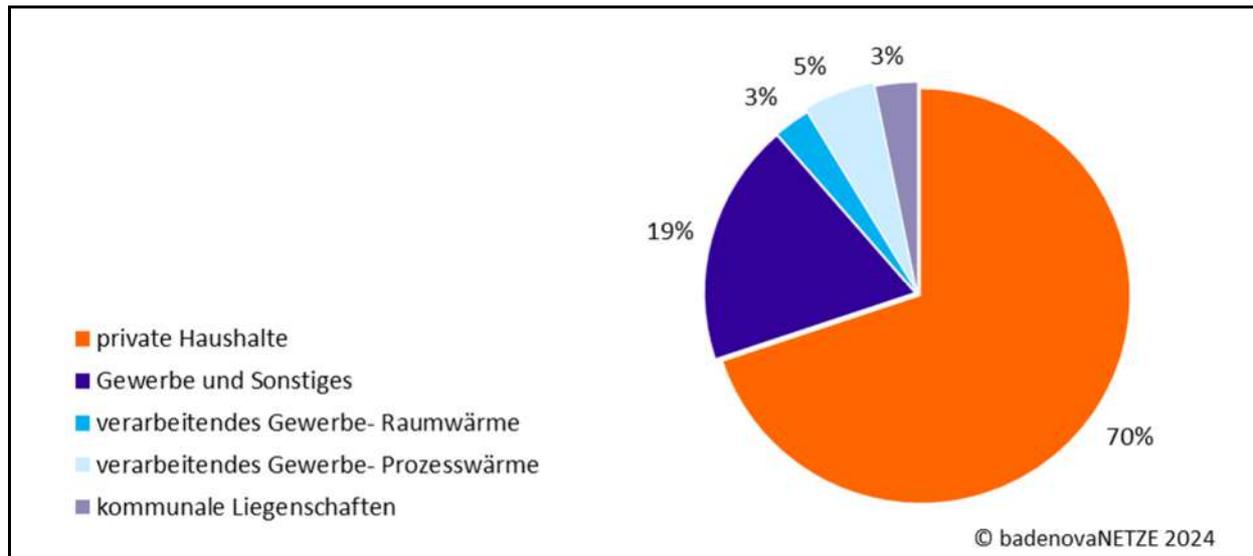


Abbildung 6 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs nach Sektoren (2021)

Nach den vorliegenden Informationen wurden zur Deckung des Wärmebedarfs im Jahr 2021 in Ehrenkirchen etwa 77 % fossile Energieträger eingesetzt, darunter vorrangig Erdgas und Heizöl. Erneuerbare Energieträger deckten insgesamt 18 % des Wärmeverbrauchs der Gemeinde. Diese beinhalten die erneuerbaren Energien Energieholz, Solarthermie und Umweltwärme sowie erneuerbare Energien beim verarbeitenden Gewerbe. Die Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs auf die Energieträger ist in Abbildung 7 dargestellt und die eingesetzten Mengen sind in Tabelle 1 festgehalten.

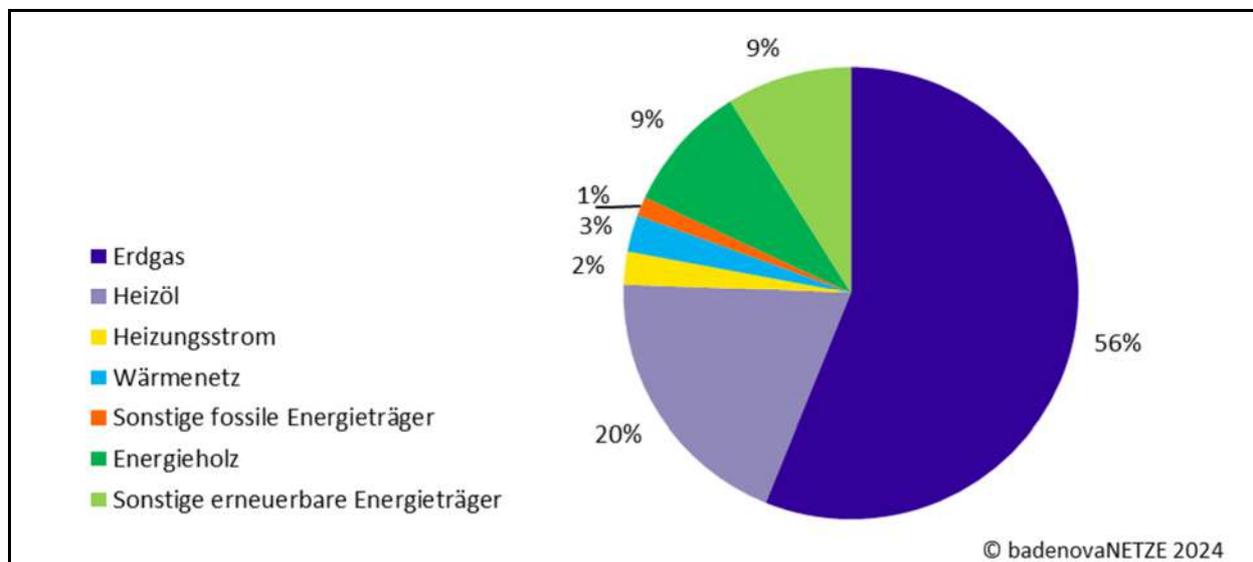


Abbildung 7 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs nach Energieträgern (2021)

Energieträger	Wärmeverbrauch (MWh im Jahr 2021)	Anteil am Gesamtwärmeverbrauch
Erdgas	32.971	56 %
Heizöl	11.439	19 %
Heizungsstrom	1.386	2 %
Kohle	56	0,1 %
Wärmenetze	1.555	3 %
Flüssiggas	749	1 %
Energieholz	5.368	9 %
Solarthermie	1.506	3 %
Umweltwärme	2.913	5 %
Erneuerbare Energien im verarbeitenden Gewerbe	810	1 %
Gesamt	58.752	

Tabelle 1 – Endenergieverbrauch für Wärme der Gemeinde Ehrenkirchen nach Energieträger (2021)

Abbildung 8 zeigt nochmals detailliert die Aufteilung des Wärmeenergieverbrauchs nach Energieträger und Sektoren. Hierbei wurde der Wirtschaftssektor zum einen nach Gewerbe, Handel und Dienstleistung („Gewerbe und Sonstiges“) sowie zum anderen nach dem verarbeitenden Gewerbe aufgeteilt. Der Sektor verarbeitendes Gewerbe wurde zudem in Raum- und Prozesswärme unterteilt. Die Darstellung verdeutlicht den hohen Anteil der privaten Haushalte am Gesamtenergieverbrauch sowie den hohen Anteil der fossilen Energieträger zur Wärmebereitstellung.

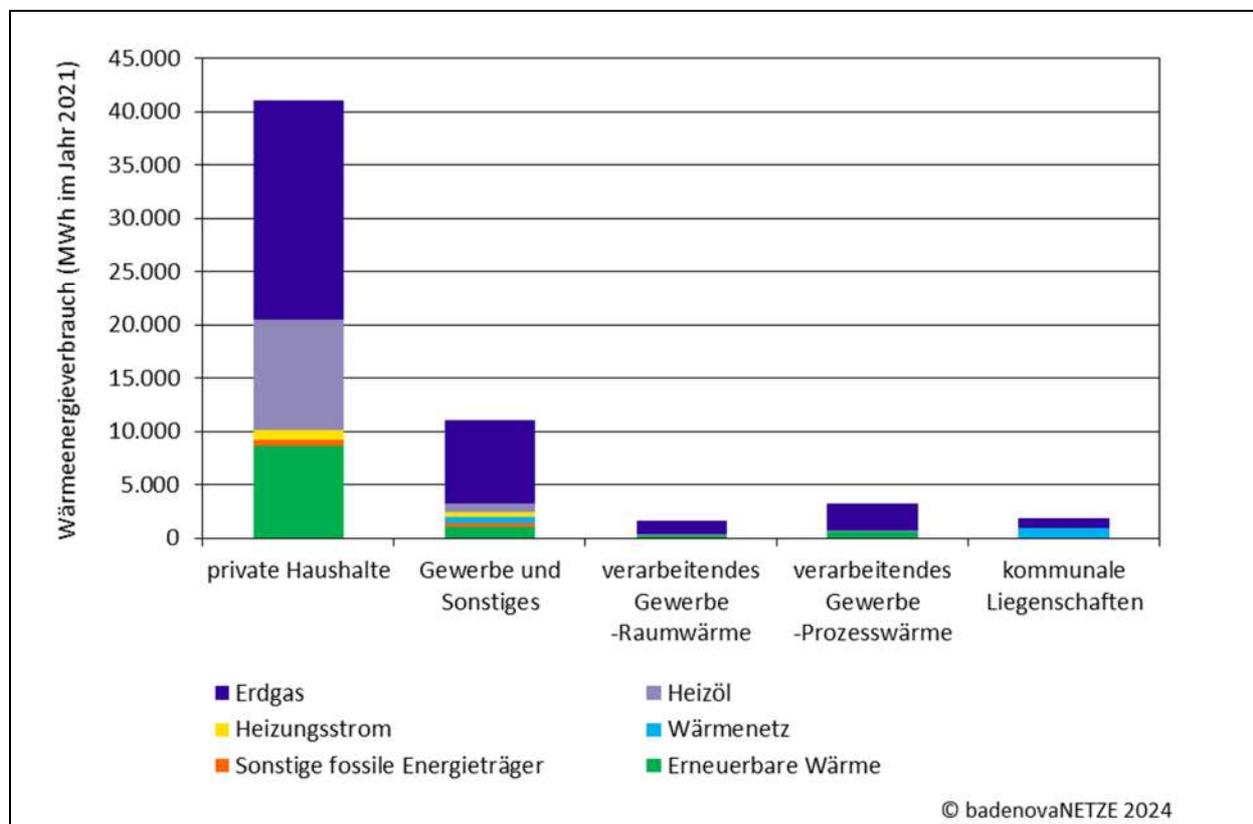


Abbildung 8 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträgern (2021)

1.4.2 Energieträgermix zur Wärmenetzversorgung

Das Wärmenetz wird vorrangig über eine Holz-Hackschnitzelanlage beheizt. Im Jahr 2021 wurde diese Heizanlage ertüchtigt und der Spitzenlastkessel wurde von Heizöl auf Erdgas umgestellt. Abbildung 9 zeigt die Anteile der Energieträger an die Wärmeerzeugung für das Wärmenetz im Jahr 2021, wo sowohl Heizöl (vor der Umstellung) als auch Erdgas (nach der Umstellung) eingesetzt wurden.

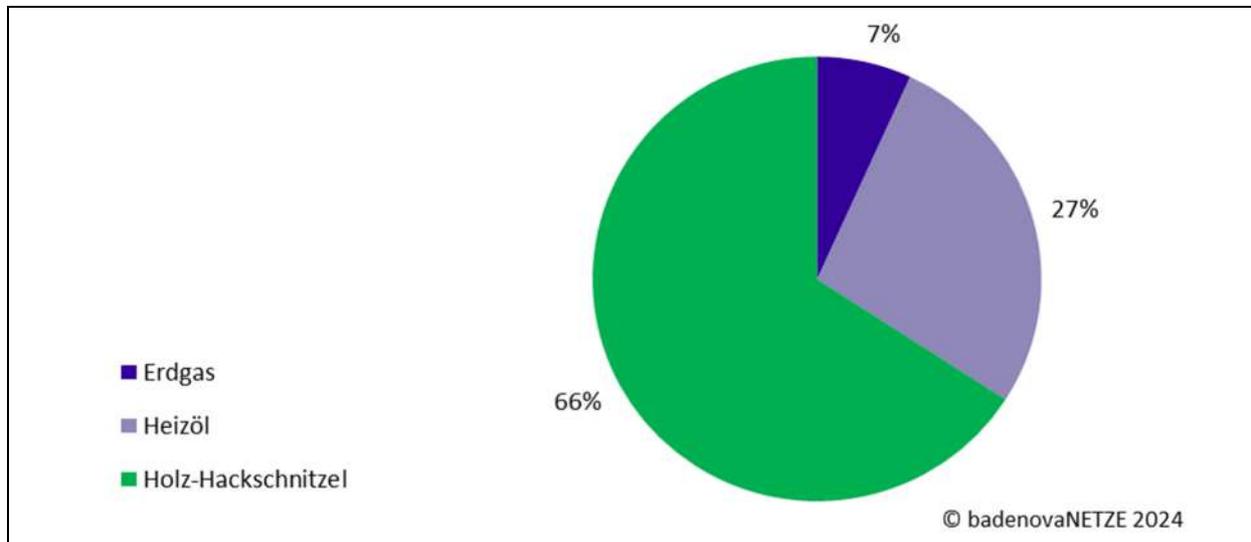


Abbildung 9 – Energieträgermix zur Wärmenetzversorgung (2021)

1.4.3 Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften

Für die kommunalen Liegenschaften wurden im Jahr 2021 1.876 MWh Energie für die Wärmeversorgung eingesetzt. Davon sind rund jeweils die Hälfte den Energieträgern Wärmenetz (914 MWh) und Erdgas (904 MWh) zuzuordnen. Die übrigen 58 MWh wurden mit Holzpellets erzeugt. Diese werden im Ortsteil Norsingen zur Versorgung der St. Gallushalle, des alten Schulgebäudes und des alten Rathauses eingesetzt.

Die eingesetzten Energiemengen zur Wärmeversorgung der einzelnen Liegenschaften der Gemeinde ist in Abbildung 10 nach Energieträgern dargestellt. Das Gebäudekomplex Jengerschule und Kirchberghalle hatten demnach mit Abstand den höchsten Energieverbrauch der kommunalen Liegenschaften im Jahr 2021 mit rund 520 MWh Wärme aus dem Wärmenetz. Dies liegt zum einen an der insgesamt großen beheizten Fläche bzw. Volumen und hohe Nutzungszeiten dieser Gebäude, aber auch an dem energetischen Zustand der Gebäude, die im Jahr 1979 gebaut worden sind. Eine umfassende energetische Sanierung dieser Gebäude wird bereits geplant.

An zweiter Stelle verbrauchten der Kindergarten Lazarus- von-Schwendi und das Schloss Kirchhofen, die gemeinsam mit einem Erdgasbrennwertkessel beheizt werden, rund 230 MWh im Jahr 2021. Während der Kindergarten im Jahr 2020 umfangreich energetisch saniert wurde, ist das Schloss Kirchhofen ein historisches Bauwerk, das zu Beginn des 16. Jahrhunderts gebaut wurde.

Den dritthöchsten Verbrauch hatte das Rathaus mit rund 176 MWh Wärme aus dem Wärmenetz. Die energetische Sanierung des Rathauses steht für das Jahr 2025 an.

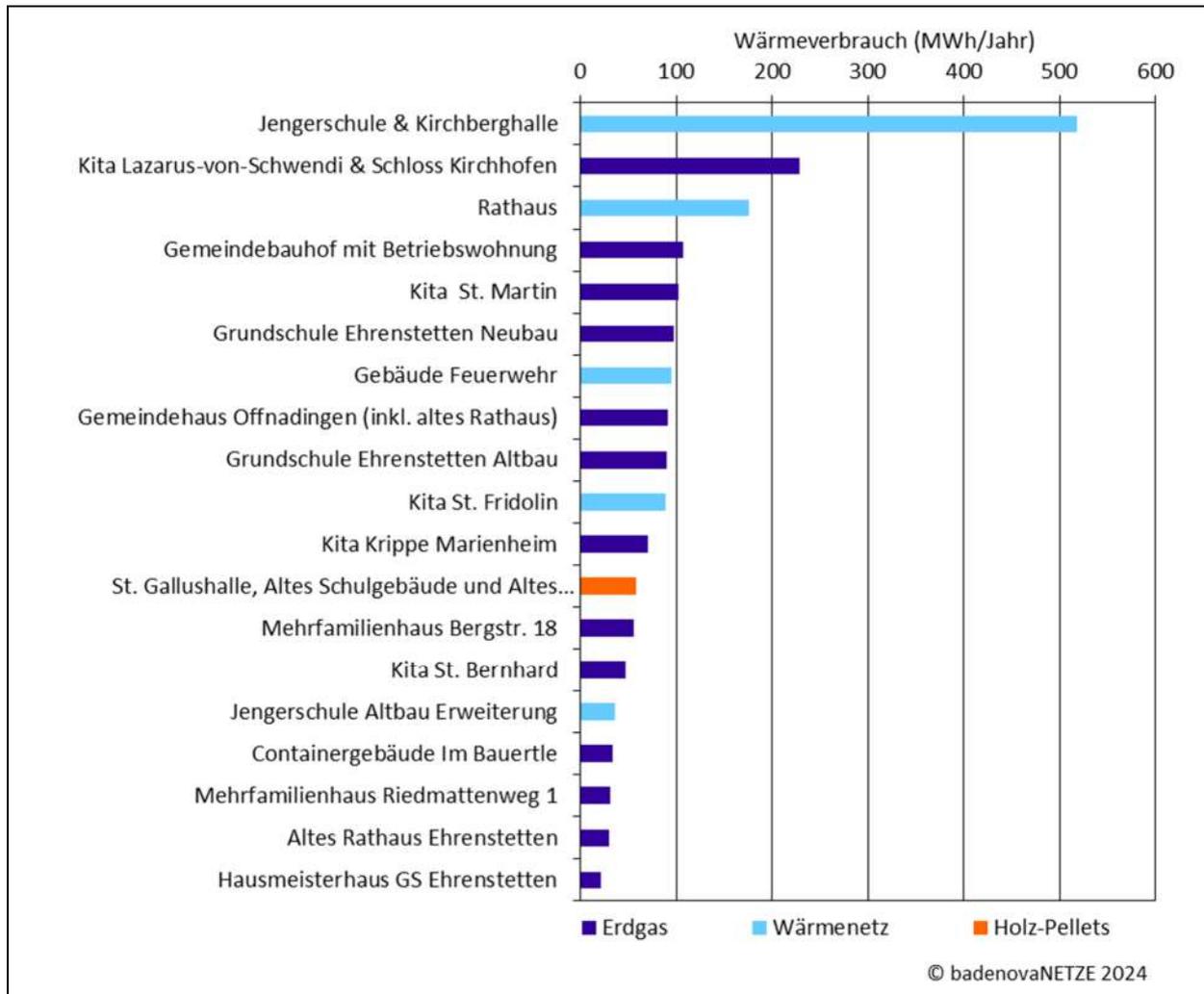
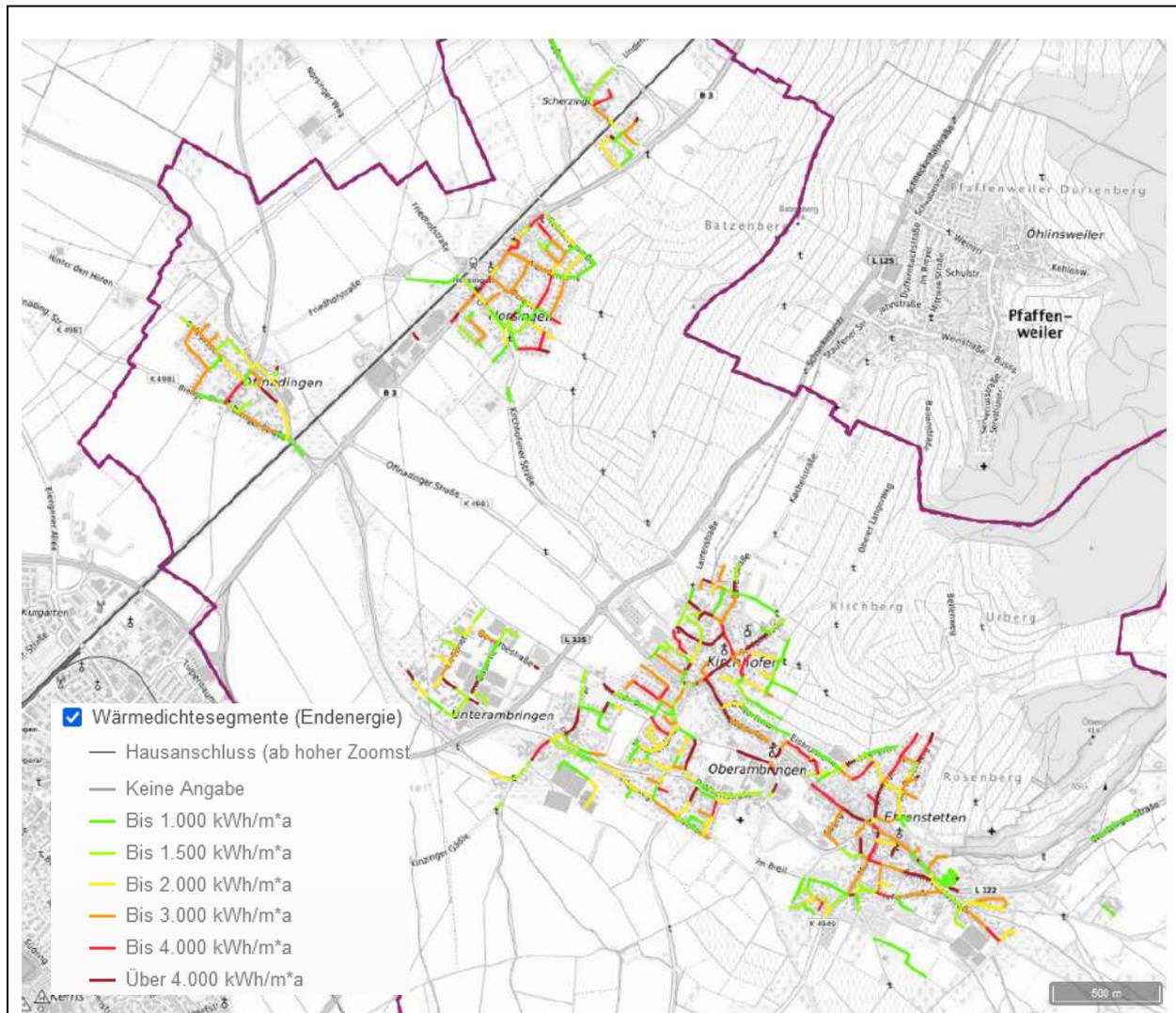


Abbildung 10 – Wärmeenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften der Gemeinde Ehrenkirchen

1.4.4 Räumliche Verteilung des Wärmeverbrauchs

Anhand der Gebäudeeigenschaften, der Heizanlagenstatistik und der Verbrauchsdaten der leitungsgebundenen Energieträger, konnte die räumliche Verteilung des Wärmeverbrauchs ermittelt werden. Karte 8 zeigt den Wärmeverbrauch der Gebäude, aggregiert auf Straßenzugsebene. Während in jedem Ortsteil zumindest kleine Straßenabschnitte eine hohe Wärmedichte von über 4.000 kWh/m verzeichnen sind lediglich in den Ortsteilen Kirchhofen und Ehrenstetten größere zusammenhängende Bereiche mit hohem Wärmeverbrauch zu finden. Diese konzentrieren sich jeweils um die alten Ortskerne der Ortsteile, wo die Gebäude tendenziell dicht bebaut sind und einen hohen spezifischen Wärmeverbrauch aufweisen.

Zu beachten ist, dass die Wärmelinienindichte auch von der Straßenzuglänge und den möglicherweise nur punktuell darin befindlichen Großverbrauchern abhängig sein kann. Zudem werden die Verbräuche in einem automatisierten Verfahren den Straßenzügen zugeordnet, diese Zuordnung wird jedoch von einem Verlauf eines perspektivischen Wärmenetzes abweichen, da bei der Trassenplanung eines Wärmenetzes eine Vielzahl an weiteren Faktoren berücksichtigt werden muss. Für die operative Vorgehensweise bei der Wärmeplanung ist die Wärmedichte auf Straßenzugsebene trotzdem von größerer Relevanz, da die Wärmeabnahme pro Trassenmeter für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes entscheidend ist.



Karte 8 – Wärmedichte auf Straßenzugesebene in Ehrenkirchen

1.4.5 Treibhausgasbilanz der Wärmeversorgung

Auf Basis der Verbrauchsmengen der jeweiligen Energieträger, berechnet das Bilanzierungstool BICO2 BW anhand der entsprechenden Emissionsfaktoren die THG-Emissionen des Wärmeverbrauchs. Die Deckung des Wärmeverbrauchs der Gemeinde Ehrenkirchen führte demnach im Jahr 2021 zu THG-Emissionen in Höhe von 13.492 t CO_{2e}. Der überwiegende Anteil ist den fossilen Energieträgern Erdgas (60 %) und weiteren fossilen Energieträgern wie Kohle, Flüssiggas und Heizöl (in Summe 29 %) zuzuordnen. Die kommunalen Liegenschaften waren mit ihrem Wärmeverbrauch für 354 t CO_{2e} im Jahr 2021, und somit 3 % der wärmebedingten Emissionen verantwortlich. Abbildung 11 zeigt die Aufteilung der wärmebedingten THG-Emissionen nach Sektor und Energieträger.

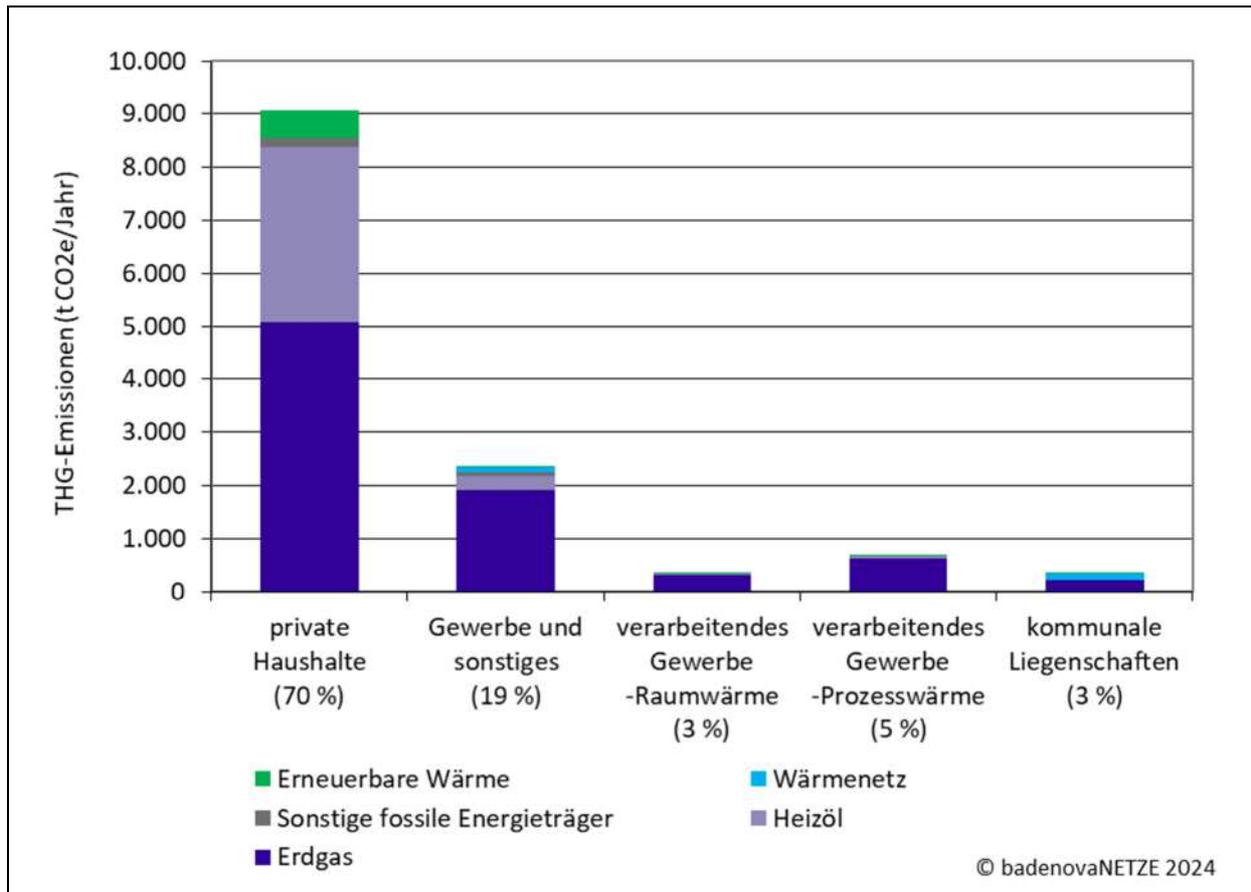


Abbildung 11 – THG-Bilanz des Wärmeverbrauchs nach Sektor und Energieträger

Abbildung 12 zeigt die wärmebedingten THG-Emissionen der einzelnen kommunalen Liegenschaften. Im Vergleich zu den Verbrauchswerten der Liegenschaften wird hier sichtbar, dass der Emissionsfaktor des Wärmenetzes aufgrund des hohen Holzanteils deutlich geringer ist als der Emissionsfaktor von Erdgas. Die mit Holz-Pellets erzeugte Wärme in den Liegenschaften in Norsingen verursachte im Jahr 2021 nur 1,3 t CO_{2e}.

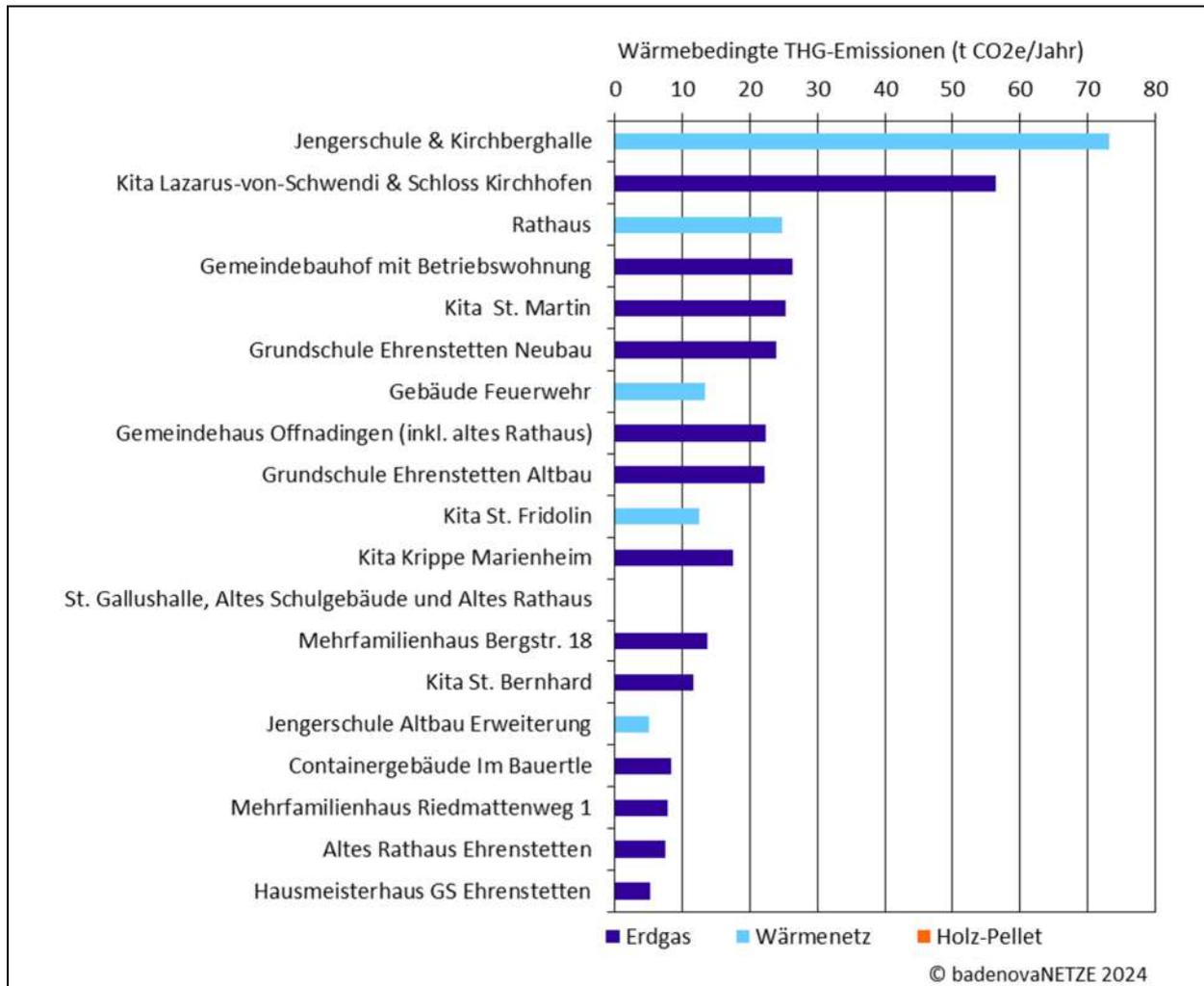


Abbildung 12 – Wärmebedingte THG-Emissionen der kommunalen Liegenschaften

1.5 Sektorenkopplung und Strombedarfsdeckung

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

In Ehrenkirchen erzeugten PV-Anlagen im Jahr 2021 3.469 MWh Strom und deckten damit 16 % des Gesamtstromverbrauchs der Gemeinde. Zum Vergleich: Im Jahr 2021 wurden in Baden-Württemberg 30 % des Stromverbrauchs durch erneuerbare Energien erzeugt. Damit liegt Ehrenkirchen unter dem Durchschnitt.

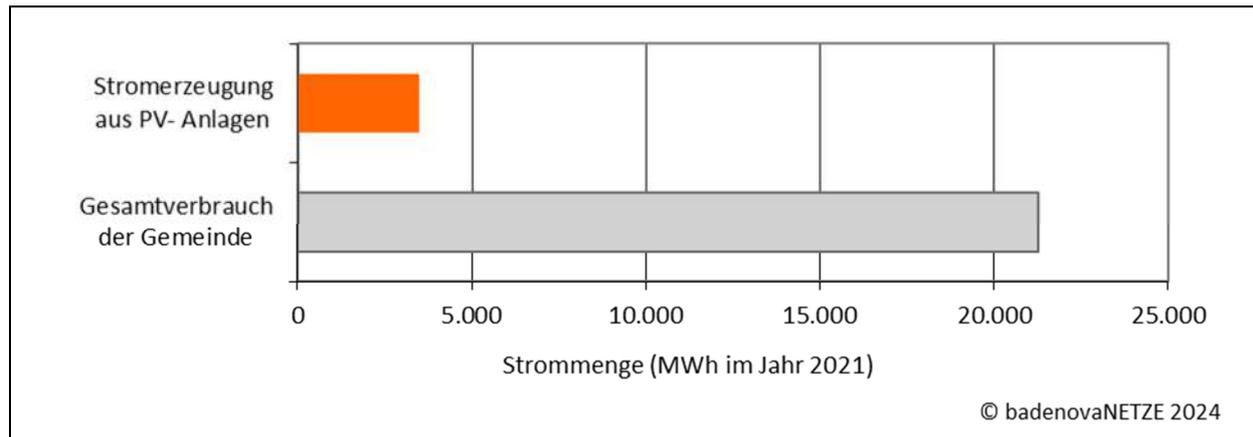


Abbildung 13 – Anteil der lokalen Stromerzeugung im Vergleich zum Stromverbrauch im Jahr 2021

1.6 Erneuerbare Gase

Im Zuge der Energiewende und dem damit verbundenen Zuwachs einer fluktuierenden Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien bedarf es neuer Möglichkeiten, diese Energie zu speichern. Zusätzlich wird durch den verstärkten Einsatz von Wärmepumpen der Stromverbrauch im Winter deutlich steigen, während davon auszugehen ist, dass in den Sommermonaten Überschüsse an Strom aus PV-Anlagen erzeugt werden. Um das Energieangebot mit der Nachfrage zu decken und dadurch Versorgungssicherheit zu gewährleisten, werden in Zukunft sowohl die kurzfristige als auch die saisonale Speicherung von Überkapazitäten notwendig sein (siehe auch Abschnitt 3.5.1).

Während Batteriespeicher kurzfristige Überkapazitäten decken können und in der Elektromobilität eingesetzt werden, können auch saisonale Speicher für die Wärmewende entscheidend sein. In diesem Zusammenhang sollen in Zukunft erneuerbare Gase eine zentrale Rolle spielen. Bei der Energie- bzw. Wärmewende werden vor allem drei erneuerbare Gase betrachtet: Wasserstoff, synthetisches Methan und Biomethan (Synonym Bioerdgas). Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die Herstellungsverfahren, Aufbereitungsschritte und Einsatzmöglichkeiten dieser drei Gase.

In Ehrenkirchen spielen erneuerbare Gase im Sinne der Tabelle 2 noch keine Rolle.

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

Tabelle 2 – Begriffsabgrenzung erneuerbarer Gase (Angelehnt an VKU, (2017))

Insbesondere bei Wasserstoff wird durch eine zusätzliche Bezeichnung die Herkunft bzw. Gewinnungsart gekennzeichnet (vgl. Tabelle 3). Momentan gilt Wasserstoff als einer der zentralen Hoffnungsträger

der deutschen und europäischen Energiewende. Wasserstoff kann im Gegensatz zu Strom und Wärme sehr gut über einen langen Zeitraum gespeichert werden und weist eine relativ hohe Energiedichte auf. Wird Wasserstoff aus erneuerbarem Strom erzeugt, ist er zudem nahezu klimaneutral.

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

Tabelle 3 – Unterscheidung der Bezeichnungen für Wasserstoff nach Produktionsverfahren

Derzeit sind Energieüberschüsse aus den erneuerbaren Gasen nicht in dem Maße vorhanden, um eine Nutzung der Power-to-Gas-Technologie (PtG, vgl. Abschnitt 2.5) in großem Stil wirtschaftlich und energetisch sinnvoll zu gestalten.

Zum heutigen Zeitpunkt gibt es deutschlandweit etwa 24 regenerative PtG-Anlagen, weitere 23 Anlagen sind bereits in Planung. Die meisten dieser Anlagen sind Pilotanlagen und dienen zu Demonstrations- und Forschungszwecken in kleinem Maßstab.

1.7 Kennzahlen der Bestandsanalyse

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

Beschreibung Kennwert	Wert	Einheit
Endenergieverbrauch für Wärme der Haushalte	6,57	MWh/gem. Person
THG-Emissionen für Wärmeverbrauch der Haushalte	1,81	t CO _{2e} /gem. Person
Wärmeenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften	0,33	MWh/gem. Person
THG-Emissionen für Wärme der kommunalen Liegenschaften	0,09	t CO _{2e} /gem. Person
Endenergiebedarf Wärme für Wohngebäude	0,12	MWh/m ² Wohnfläche
Stromverbrauch zur Wärmeversorgung der Haushalte	0,22	MWh/gem. Person
Endenergieverbrauch in GHD und Industrie	3,40	MWh/gem. Person
THG-Emissionen in GHD und Industrie	1,10	t CO _{2e} /gem. Person
Einsatz erneuerbarer Energien nach Energieträgern		
• Energieholz	0,70	MWh/gem. Person
• Solarthermie	0,20	MWh/gem. Person
• Umweltwärme	0,38	MWh/gem. Person
• Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0,11	MWh/gem. Person
Anteil erneuerbarer Energien an lokaler Stromerzeugung	100	%
Anteil erneuerbarer Energien an lokaler Wärmeerzeugung	18	%
Anteil erneuerbarer Energien Strombedarf	16	%
Anteil erneuerbarer Energien am Wärmebedarf	18	%
Nutzung synthetischer Brennstoffe (PtX)	-	MWh/gem. Person
Stromverbrauch für die Wärmebereitstellung	2.173	MWh
Fläche solarthermischer Anlagen	0,25	m ² /gem. Person
Fläche PV-Anlagen	3,07	m ² /gem. Person
Stromerzeugung KWK pro Kopf	0	MWh/gem. Person
Wärmeerzeugung KWK pro Kopf	0	MWh/gem. Person
Installierte Speicherkapazität Strom	1006	kW
Installierte Speicherkapazität Wärme	k.A.	
Hausanschlüsse in Gasnetzen	1.031	Anzahl
Länge der Transport- und Verteilleitungen in Gasnetzen	56.889	m
Hausanschlüsse in Wärmenetzen	7	Anzahl
Länge der Transport- und Verteilleitungen in Wärmenetzen	583	m

Tabelle 4 – Wesentliche Kennzahlen der Bestandsanalyse

2. Potenzialanalyse

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

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

2.1 Energieeinsparung

Bei der Energieeinsparung geht es darum, durch einen bewussten Umgang mit Energie weniger zu verbrauchen. Obwohl die Potenziale bereits bekannt sind, ist die Umsetzung solcher Maßnahmen teils schwer zu beeinflussen, da sie nicht durch erprobte technische Maßnahmen schnell umzusetzen sind, sondern vom täglichen Verhalten aller Nutzerinnen und Nutzer abhängen. Das Verhalten wird wiederum stark von Gewohnheiten sowie sozialen und psychologischen Faktoren beeinflusst, was eine Verhaltensänderung erschwert. Trotzdem wird die Energieeinsparung ein wichtiger Baustein der Wärmewende sein. Im folgenden Abschnitt werden einige Möglichkeiten beschrieben, durch die der Wärmebedarf gesenkt werden kann.

2.1.1 Senkung des Wärmebedarfs durch Nutzerverhalten

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

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

2.2 Steigerung der Energieeffizienz

2.2.1 Effizienz der Heizungssysteme

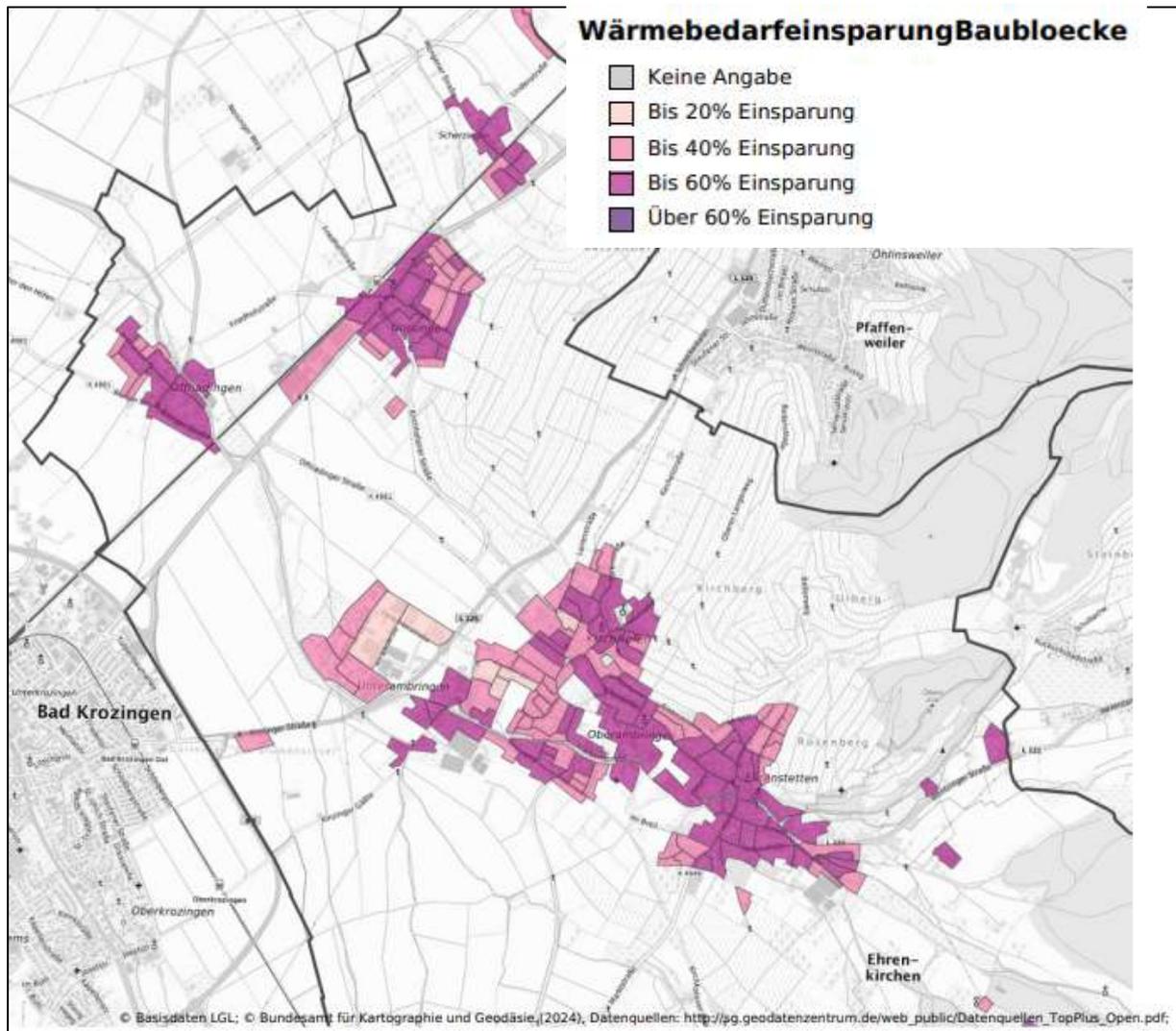
Eine Studie des Instituts für technische Gebäudeausrüstung (ITG) Dresden hat verschiedene Optionen zur Steigerung der Effizienz von Heizsysteme kombiniert und kommt insgesamt auf ein Einsparpotenzial von durchschnittlich 8-15 % (Rehmann, et al., 2022). Durch die Absenkung der Vorlauftemperatur mittels Einstellung von Anlagenparametern zur Steigerung der Effizienz durch Reduktion von Wärmeverlusten kann eine Energieeinsparung von bis zu 5 % erzielt werden. Auch mit Hilfe einer Nachtabsenkung können die Temperaturen im Gebäude gesenkt und somit eine Energieeinsparung zwischen 4- 10 % erreicht werden. Infolge einer Überprüfung und Berücksichtigung der Anwesenheitszeiten und der anschließenden Anpassung von Zeitplänen, lassen sich bis zu 10 % der Endenergie einsparen. Der hydraulische Abgleich ist erforderlich, damit durch alle Heizkörper die notwendige Wassermenge fließen kann. Ist der hydraulische Abgleich durchgeführt worden, lassen sich bis zu 3 % Energie einsparen. Alle diese Maßnahmen sind vor allem für einen effizienten Betrieb von Wärmepumpen in Bestandsgebäuden unverzichtbar. Die Vergrößerung von Heizflächen durch neue und größenangepasste Heizkörper kann in manchen Fällen ausreichen, um auch ältere Gebäude für einen Betrieb von Wärmepumpen zu ertüchtigen. Teilweise wird diese Maßnahme gar nicht nötig sein, da gerade in alten Gebäuden die Heizkörper bereits überdimensioniert sind, so dass sie jetzt schon für den Wärmepumpenbetrieb geeignet sind.

2.2.2 Monitoring und Optimierung der technischen Anlagen

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

2.2.3 Energetische Sanierung der Wohngebäude und Nichtwohngebäude

Die energetische Sanierung von Gebäuden bietet einen großen Hebel, um den Raumwärmebedarf der Gebäude zu senken. In Ehrenkirchen wurden 70 % des Wohngebäudebestands vor der zweiten Wärmeschutzverordnung 1984 erbaut, d.h. zu einer Zeit, als Energieeffizienz noch keine wesentliche Rolle spielte. Anhand der Klassifizierung der Gebäude in Gebäudetypen (Gebäudealtersklasse und Gebäudart) wurde das Potenzial durch die energetische Sanierung berechnet. Konkret heißt das, dass im digitalen Zwilling für jedes Gebäude das Einsparpotenzial berechnet wurde. Dabei wurden den einzelnen Bauteilen (Dach, Fenster, Außenwand und Keller) gängige Dämmmaßnahmen der jeweiligen Gebäudetypen hinterlegt und der Wärmebedarf nach einer Sanierung anhand üblicher Bauteilflächen des Gebäudetyps ermittelt. Karte 9 zeigt ausgehend vom Gebäudewärmebedarf die Einsparpotenziale durch energetische Sanierung in Ehrenkirchen.



Karte 9 – Einsparpotenziale durch energetische Sanierung der Wohngebäude

In Summe könnten 58 % des aktuellen Wärmebedarfs der Wohngebäude eingespart werden, wenn alle Wohngebäude auf den aktuellen Stand des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) modernisiert werden. In der folgenden Abbildung 14 sind sowohl der momentane Wärmeverbrauch der Wohngebäude (links) sowie das mögliche Einsparpotenzial (rechts) nochmals für die gesamte Gemeinde Ehrenkirchen grafisch zusammengefasst. Durch die weitere Sanierung der Wohngebäude und der damit einhergehenden Energieeinsparung, könnte die THG-Emissionen um 3.763 t CO_{2e} jährlich senken (11 % der wärmebedingten THG-Emissionen der Gemeinde im Jahr 2021).

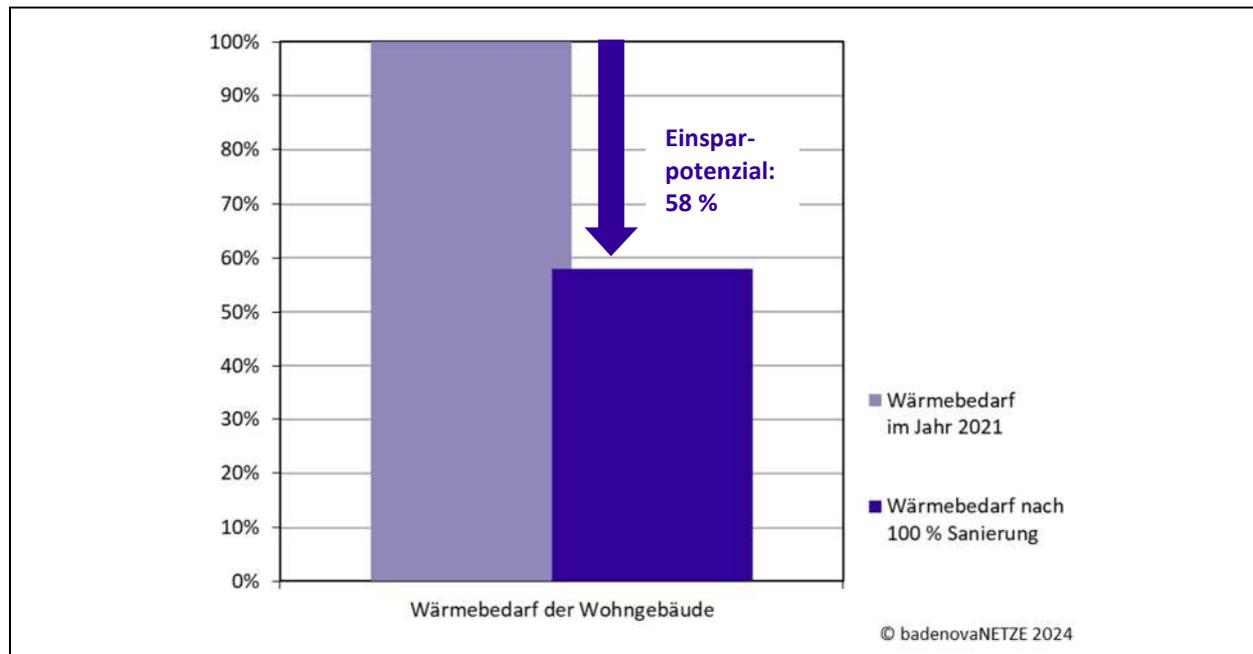


Abbildung 14 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial

2.2.4 Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen

Um die Sanierungspotenziale für Gebäudeeigentümer greifbar und nutzbar zu machen, wurden für die 17 häufigsten Gebäudetypen der Gemeinde¹ sogenannte Gebäudesteckbriefe erstellt (vgl. Abschnitte 7.4.1 und 10.6). Die jeweils vierseitigen Gebäudesteckbriefe stellen die wichtigsten Daten der einzelnen Beispielgebäude zusammen und bieten eine übersichtliche Darstellung des Ist-Zustands und der durch energetische Modernisierung erzielbaren Energieeinsparungen. Darüber hinaus werden beispielhafte technische Anlagenlösungen und die damit einhergehenden Investitionskosten dargestellt. Auf der letzten Seite sind abschließend entsprechende Hinweise zu Förderprogrammen und gesetzlichen Rahmenbedingungen zu finden.

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

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

¹ Gebäude, die im Jahr 2002 oder später gebaut wurden (IWU Baualterklassen J, K und L) werden aufgrund des ausbleibenden Sanierungsbedarf hier ausgespart

Im Anhang 10.6 ist beispielhaft der Gebäudesteckbrief für ein Einfamilienhaus mit einem Baualter zwischen 1958 und 1968 (Baualterklasse E) abgebildet. Alle 17 im Rahmen des kommunalen Wärmeplans erarbeiteten Gebäudesteckbriefe werden der Gemeinde digital zur Verfügung gestellt. So können diese auf der Homepage der Gemeinde veröffentlicht oder im Rahmen von Veranstaltungen und Sanierungskampagnen verwendet werden.

2.2.5 Raumwärme der kommunalen Liegenschaften

Die Energie- und THG-Bilanz der Gemeinde Ehrenkirchen weist einen Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften von ca. 1.876 MWh im Jahr 2021 aus. Unter Anwendung der Studie des Instituts für technische Gebäudeausrüstung Dresden zur Steigerung der Effizienz von Heizsystemen kann ein Einsparpotenzial von durchschnittlich 8-15 % (Rehmann, et al., 2022) angesetzt werden, so dass ohne Gebäudesanierungen der Verbrauch um 151 bis 281 MWh/Jahr gesenkt werden kann.

Zusätzlich kann der Energieverbrauch der kommunalen Liegenschaften durch Sanierung bzw. Dämmung der Gebäudehülle sowie durch die Umstellung auf effiziente Heizsysteme deutlich reduziert werden. Momentan laufen bereits Planungen für die Sanierung des Rathauses inkl. der Ausarbeitung und Bewertung eines Energiekonzepts. Nach der Sanierung soll das Gebäude den KfW Standard 40 EE erreichen. Der Heizwärmebedarf soll dann nur noch 65,3 MWh/ Jahr betragen. Durch die Wärmeversorgung mittels Luft-Wärmepumpen wird der Energieverbrauch für Wärme von 176 MWh Nahwärme im Jahr 2021 auf voraussichtlich 19,2 MWh/Jahr Strom reduziert. In den kommenden Jahren soll zudem die Kirchberghalle energetisch saniert werden.

2.2.6 Prozesswärme

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

Weitere Potenziale bietet die Wärmerückgewinnung. Bei der industriellen Wärmeerzeugung werden durchschnittlich 40 % der Abwärme an die Umgebung abgegeben. Die bisher ungenutzte Abwärme kann für das Heizen von Gebäuden, das Aufbereiten von Warmwasser oder zur Vorwärmung von Verbrennungs- und Trocknungsluft verwendet werden. Kann die Wärme nicht im Betrieb genutzt werden, kann sie zudem ausgekoppelt und über ein Wärmenetz weitere Gebäude beheizen (siehe auch Abschnitt 2.3.6).

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

Die Potenziale zur Senkung des Prozesswärmebedarfs lassen sich nur durch eine Untersuchung der bestehenden Anlagen und Prozesse der jeweiligen Betriebe genau beziffern. Eine solche Erhebung übersteigt den Rahmen des kommunalen Wärmeplans.

2.3 Erneuerbare Energien für die Wärmeversorgung

Zur Erreichung eines klimaneutralen Gebäudebestands muss der nach Einspar- und Effizienzmaßnahmen verbleibende Wärmebedarf möglichst treibhausgasarm über erneuerbaren Energieträger gedeckt werden. Im folgenden Abschnitt werden die in der Gemeinde Ehrenkirchen verfügbaren Potenziale zur Wärmeerzeugung aus den folgenden erneuerbaren Quellen beschrieben: Biomasse, oberflächennahe und Tiefengeothermie, Umweltwärme, Solarthermie und Abwärme aus Gewerbe und Abwasser.

2.3.1 Biomasse

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

Im Rahmen dieser Studie wurde das Potenzial an Biomasse (Biogas und Energieholz) für die energetische Nutzung innerhalb des Gemarkungsgebiets durch eine empirische Erhebung ermittelt. Es wird das technische Potenzial zur Energieerzeugung anhand des Massenaufkommens der ermittelten Reststoffe quantifiziert.

In den folgenden Abschnitten werden die lokal verfügbaren Potenziale zur Erzeugung von Biogas und zur energetischen Verwertung fester Biomasse (Energieholz) quantifiziert.

2.3.1.1 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus der Landwirtschaft

Die Ermittlung der Biogaspotenziale erfolgte mithilfe statistischer Kennzahlen sowie einer Befragung bei einigen Betrieben. Laut dem Statistischen Landesamt wurde im Jahr 2021 in der Gemeinde Ehrenkirchen eine Fläche von 1.412 ha landwirtschaftlich genutzt (STALA (2024)). Bei der Bewirtschaftung dieser Flächen entstehen unterschiedliche Reststoffe, die sich für den Betrieb einer Biogasanlage eignen. Tabelle 5 gibt eine Übersicht dieser Reststoffe und deren energetischen Potenziale in der Gemeinde.

Reststoffquelle	Anbaufläche (ha) Quelle: STALA 2021	Energetisches Potenzial (MWh/Jahr)
Ackerpflanzen	884	4.825
Dauergrünlandflächen	185	857
Obstanbau	61	632

Tabelle 5 – Energetisches Potenzial einiger landwirtschaftlichen Reststoffe in Ehrenkirchen

Die Nutzung von tierischen Exkrementen als Biogassubstrat ist ökologisch sinnvoll, denn die vergorene Gülle bzw. der ausgefaulte Festmist kann nach der Nutzung in einer Biogasanlage in Form von Biogasgülle als hochwertiger organischer Dünger auf das Feld ausgebracht werden. Die von dem statistischen Landesamt angegebenen Tierbestände für die Gemeinde ergeben ein energetisches Potenzial der tierischen Exkremente von ca. 120 MWh/Jahr.

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

notwendig, ob die als Tierfutter genutzte Biomasse kostengünstig und unter ökologischen Gesichtspunkten äquivalent substituiert werden kann.

2.3.1.2 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus organischen Abfällen

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

Die Nutzung der organischen Abfälle der Haushalte der Gemeinde Ehrenkirchen birgt zwar ein energetisches Potenzial von ca. 728 MWh/Jahr, die Verwertung in einer Biogasanlage in Ehrenkirchen wird jedoch in dieser Studie ausgeschlossen, da die Entsorgung dieser Abfälle in der Verantwortung des Landkreises Breisgau-Hochschwarzwald liegt.

Betriebe mit organischen Reststoffen haben der Erfahrung nach bereits bestehende Verwertungspfade, oder die Abfälle werden außerhalb der Gemeindet weiterverarbeitet.

2.3.1.3 Gesamterzeugungspotenzial Biogas

Insgesamt ergibt sich ein technisches Biogaspotenzial für Ehrenkirchen von 6.436 MWh/Jahr, was im Rahmen einer Stromerzeugung einem elektrischen Erzeugungspotenzial von ca. 2.446 MWh/Jahr und einer Leistung mit ca. 360 kW_{el} sowie einem Nettowärmepotenzial von ca. 2.096 MWh/Jahr bzw. 308 kW_{th} entsprechen würde.

2.3.1.4 Energieholz

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

In Ehrenkirchen beläuft sich die Gemeindewaldfläche auf 1.664 ha. Das eingeschlagene Holz wird teilweise energetisch genutzt und als Hackschnitzel (1.500 fm/Jahr) und Brennholz (2.000 fm/Jahr) verwendet. Zusätzlich werden 10.000 fm/Jahr stofflich genutzt. Auf Grundlage der Informationen des zuständigen Forstamtes kann festgestellt werden, dass die Waldfläche in Ehrenkirchen bereits nachhaltig bewirtschaftet wird und der ungenutzte Zuwachs dem Wiederaufforstungsprogramm unterliegt. Zusätzliche energetische Potenziale sind daher nicht vorhanden.

2.3.2 Oberflächennahe Geothermie

Bei der oberflächennahen Geothermie werden nur Erdwärmepotenziale betrachtet, die in bis zu 400 m Tiefe erschließbar sind. Diese sind ausschließlich zur Wärmeversorgung und nicht zur Stromerzeugung vorgesehen. Dabei wird die in oberflächennahen Erdschichten vorhandene niedrigtemperierte Wärme mit einer Sole aufgenommen und in einem Kühlmittelkreislauf mittels einer Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau gehoben, dieses ermöglicht das Heizen eines Gebäudes. In Abbildung 15 sind die verschiedenen Techniken zur Beheizung oder Kühlung von Gebäuden mit Erdwärme dargestellt. Welches System seine Anwendung findet, hängt wesentlich vom Bedarf, von den Untergrundverhältnissen und von der zur Verfügung stehenden Fläche ab. Für gewerbliche Zwecke, größere Gebäude und Gebäudegruppen bieten sich Erdwärmesonden und Grundwasserbrunnen an. Bei Einfamilienhäusern sind vor allem Erdwärmesonde oder auch Kollektorsysteme sinnvoll. Letzteres allerdings nur in sehr begrenztem Maße.

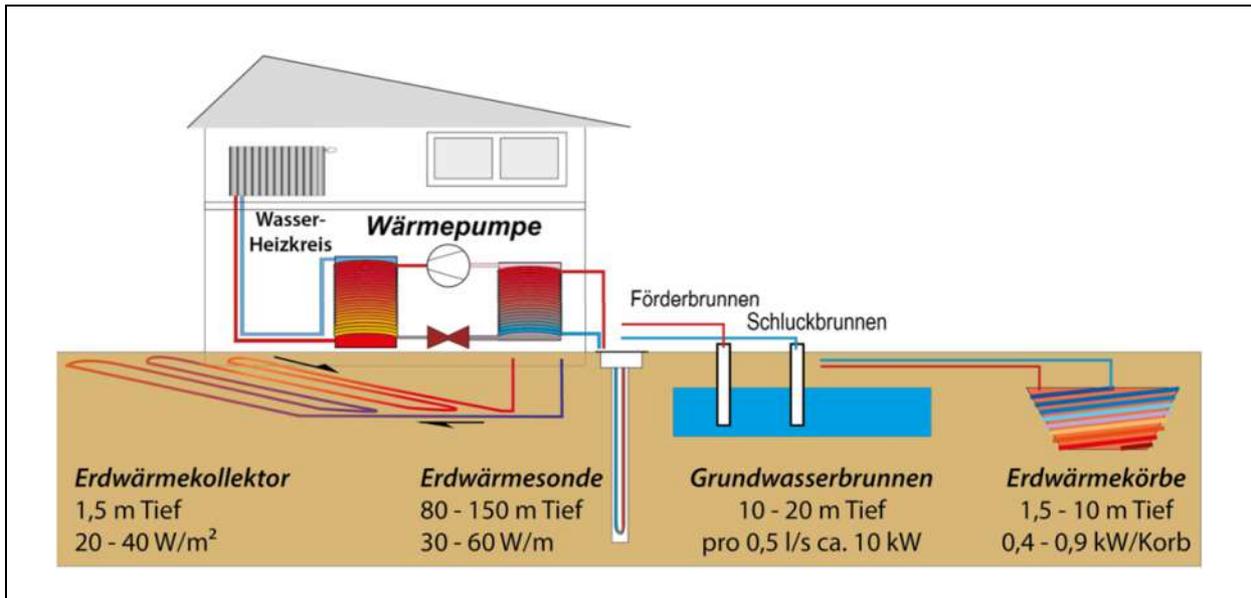


Abbildung 15 – Techniken der Oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit

In Ehrenkirchen ist über die gesamte Gemarkung hinweg die Wasserschutzzone III ausgewiesen, der tiefere Untergrund besteht hier primär aus Tertiärgesteinen. Nur bei Offnadingen ist mit relevanten Grundwasserpotenzialen zu rechnen, da überwiegend quartäre Kiese der Neuenburg-Formation im Profil auftreten. Insgesamt bestehen gute Bedingungen zum Abteufen von Erdwärmesondenbohrungen (Abbildung 16), allerdings wird das Abteufen in die Tertiärgesteine des Oberrheingraben behördlich restriktiv gehandhabt, da lokal Anhydrit auftreten könnte. Erdwärme kann auf der gesamten Gemarkung mit Erdwärmesonden oder mit Kollektoren gehoben werden. Allerdings kommt es zu Effizienzeinbußen von bis zu 25 %, da auf der Gemarkung nur Wasser als Sole verwendet werden darf.

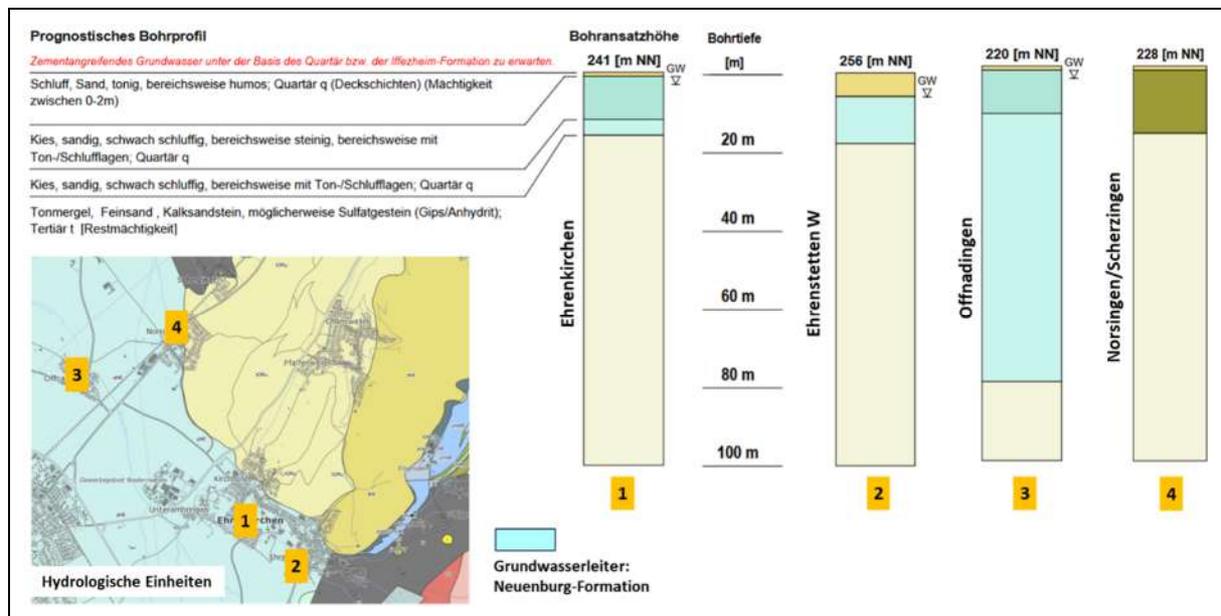


Abbildung 16 – Beispielhafte geologische Profilabfolge nach LGRB

2.3.2.1 Erdwärmesonden

Geologisch betrachtet bietet der Untergrund von Ehrenkirchen ein mäßiges Potenzial für die Anwendung von Erdwärmesonden. Die Wärmeleitfähigkeiten des oberflächennahen Untergrundes und die geologisch bedingten thermischen Entzugsleistungen von Sonden liegen aufgrund der lithologischen Gegebenheiten im gut geeigneten Bereich.² Im Allgemeinen ist der Untergrund in Ehrenkirchen für die Abteufung von Erdwärmesonden mit geringem bohrtechnischem Risiko behaftet. Das Antreffen von Anhydrit oder von Hohlräumen bedingt jedoch das Umsetzen oder den Abbruch der Bohrung, wodurch ein wirtschaftliches Risiko gegeben ist.

Das technische Potenzial zur Deckung des Wärmeverbrauchs der Wohngebäude über Erdwärmesonden liegt in Ehrenkirchen aktuell bei ca. 16.700 MWh/Jahr, was ca. 41 % des Wärmebedarfs der Wohngebäude entspricht. Bis zum Jahr 2040 erhöht sich dieser Anteil aufgrund der Gebäudesanierung auf ca. 47 % des dann erwarteten Wärmebedarfs. In Karte 10 wird das Potenzial je Wohngebäude angegeben.

Eine geothermische Bedarfsdeckung konzentriert sich vor allem auf die Wohngebiete mit überwiegend Einfamilienbehausung. Karte 10 verzeichnet die Anzahl der Erdwärmesonden, die je Gebäude zur Deckung des technischen Wärmebedarfs benötigt werden. Dabei wird neben dem Gebäudewärmebedarf auch die zur Verfügung stehende Rest-Grundstücksfläche, der thermodynamisch notwendige Sondenabstand und die durchschnittliche Umgebungstemperatur im Schwarzwald berücksichtigt. Gebäude, die mehr als vier Erdwärmesonden benötigen, müssen mit anderen Energieträgern versorgt werden, da die Wirtschaftlichkeit einer Erdwärmeheizung voraussichtlich nicht gegeben ist.

- Karte wird in der Endfassung nachgereicht -

Karte 10 – Erdwärmepotenzialkarte für das Szenario-Jahr 2040

2.3.2.2 Grundwasser

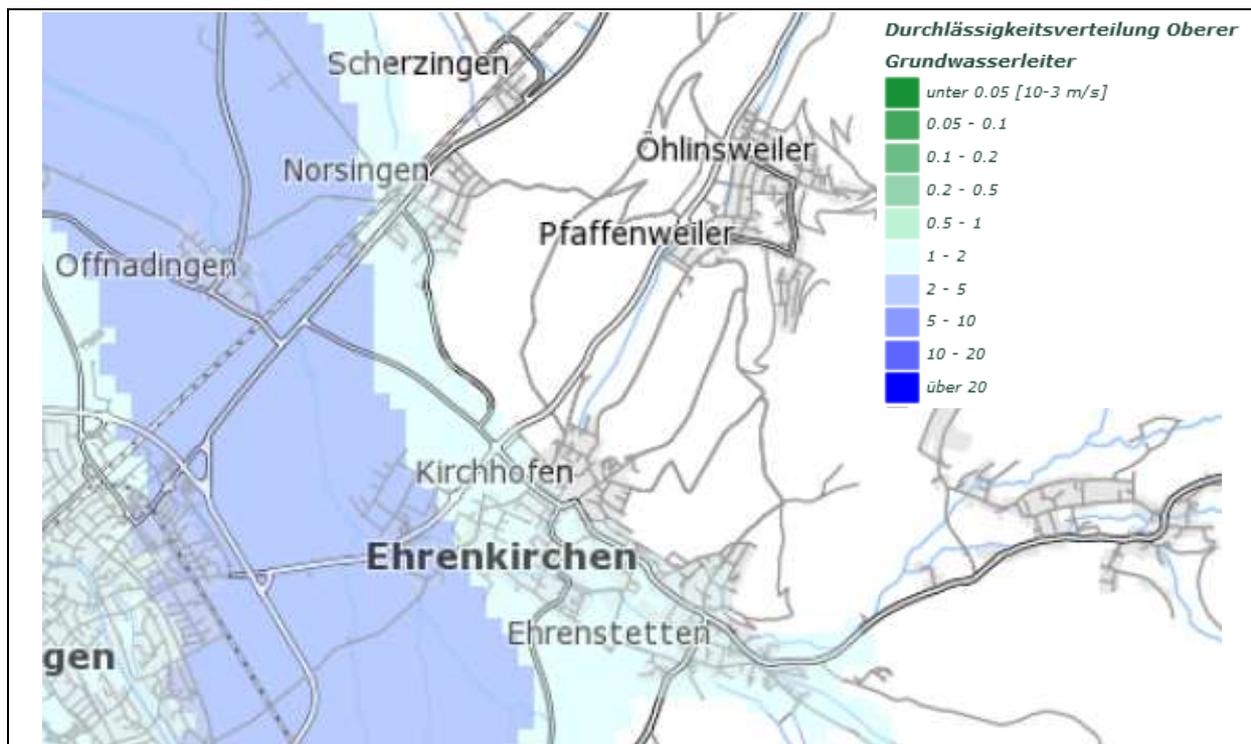
Die oberflächennahe Geologie ist auf der Gemarkung Ehrenkirchen nur im Bereich von Offnadingen von mächtigen jungquartären Flusskiesen bis in über 20 m Tiefe u. GOK geprägt. Für eine zentrale Wärmeversorgung könnte hier auf Grundwasser als Energieträger zurückgegriffen werden, sofern eine Erlaubnis dazu in der Wasserschutzzone III von der Unteren Wasserbehörde erteilt wird. Die Durchlässigkeitsbeiwerte werden vom LGRB mit $K = 0,002-0,005$ m/s bei hoher Ergiebigkeit angegeben. In den anderen Gebieten der Gemarkung sind die Grundwasserleiter geringmächtig und oft nicht ausreichend ergiebig, um diese für die Wärmeversorgung zu nutzen. Insgesamt liegt daher für die großflächige Nutzung des Grundwassers mittels Brunnenanlagen in Ehrenkirchen kein ausreichend nutzbares Potenzial vor, zumal auch in Offnadingen überwiegend Einfamilienhäuser stehen, für die eine Grundwassernutzung zur Wärmeversorgung nur selten wirtschaftlich ist.

Die Brunnenförderleistung kann angenähert über die Dupuit-Thiem-Formel für die Grundwasserabsenkung und mit Hilfe der Sichard-Formel für die Trichterweite berechnet werden. Die K-Werte sind in Karte 11 angegeben und liegen im Bereich hoher bis mäßiger Ergiebigkeit (nach LGRB). Es wird mit Durchlässigkeitsbeiwerten $k_F = 0,002$ und $0,005$ m/s gerechnet. Die erschlossene Mächtigkeit h_M des Grund-

² ISONG-BW macht hier keine Angaben. Geologisch bedingte thermische Entzugsleistungen liegen aber voraussichtlich im Bereich von 45 bis mindestens 55 W/m Sondenlänge bei 100 m Gesamtlänge. Für Potenzialberechnungen von Einzelsonden werden Werte bis maximal 50 W/m benötigt, für die von Erdwärmesondenfeldern maximal 30 W/m.

wasserführenden Lockergesteins soll 12 m betragen (3 m Auflager bei 15 m Brunnentiefe). Die Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf des Brunnenwassers soll im Fall W10/W35 maximal 4 K betragen und die maximale Grundwasserabsenkung wird bei 0,25 m festgelegt.

Für die Förderleistungen der Brunnen bei Offnadingen können unter diesen Bedingungen und bei ausreichender Ergiebigkeit zwischen > 8 und 19 l/s angesetzt werden. Bei einem Brunnensystem lassen sich damit thermische Leistungen von mindestens 180 kW und bis maximal 487 kW erzeugen, je nach zu erreichendem Leistungskoeffizienten der Wasser-Wasser-Wärmepumpe und je nach Brunnenergiebigkeit. Je mehr Grundwasserbrunnen zur Wärmeversorgung gegründet werden, desto mehr kommt es zu erheblichen Beeinflussungen für benachbarte Brunnen durch die Wiedereinleitung des abgekühlten Wassers in den Aquifer. Diese Einflüsse sowie die Grundwasserqualitäten selbst sind von Fachleuten und Brunnenbauern bei Bedarf zu begutachten.



Karte 11 – Karte der Durchlässigkeitsverteilung des oberen Grundwasserleiters (Neuenburg-Formation) bei Ehrenkirchen.

2.3.2.3 Risiken der Oberflächennahen Geothermie

Es werden folgende Bohrrisiken innerhalb der Gemarkung Ehrenkirchen angegeben:

- > Bohr- und Ausbautechnische Schwierigkeiten wegen möglicher Karsthohlräume und Spalten
- > Auftreten von Anhydrit
- > Zementangreifendes Grundwasser
- > Gasaustritt

Insgesamt sind keine Bohrrisiken zu erwarten, die nicht technisch handhabbar wären. Allerdings können diese wirtschaftliche Risiken nach sich ziehen.

2.3.3 Tiefengeothermische Potenziale

Die potenziellen Thermalwasserhorizonte sind bei Ehrenkirchen nicht in ausreichender Tiefe vorhanden, so dass die Anwendung der hydrothermalen Geothermie dort nicht in Frage kommt.

Insgesamt ist auch eine petrothermale Exploration für Ehrenkirchen vor dem Hintergrund der Kosten, des Gesamtaufwandes und des relativ geringen Wärmeabsatzes als unwirtschaftlich anzusehen. Mikroben könnten in Folge der hydraulischen Stimulierung, die bei petrothermalen Explorationen vorgesehen sind, zu Gebäudeschäden führen.

Obwohl kein lokales Potenzial zur Gewinnung von Wärme aus der Tiefengeothermie besteht, wird momentan eine tiefengeothermische Anlage in der Nähe von Ehrenkirchen von der badenovaWÄRME-PLUS GmbH & Co. KG geplant. Der genaue Standort der Anlage ist noch nicht bekannt, das Zielgebiet für die Förderung wurde jedoch auf die Gemeinde Hartheim und gegebenenfalls angrenzenden Gebieten von Bad Krozingen konkretisiert. Die gewonnene Wärme soll perspektivisch über Transportleitungen bis nach Freiburg gebracht werden. Da sich Ehrenkirchen potenziell entlang dieser Transporttrasse liegt, wäre eine Anbindung eines Wärmenetzes in der Gemeinde Ehrenkirchen an die Tiefengeothermie evtl. möglich (badenova AG & Co. KG, 2024).

2.3.4 Umweltwärme

Das auf Basis eines Wärmepumpenkatasters der badenovaNETZE GmbH berechnete Gesamtpotenzial für Luft/Wasser-Wärmepumpen im Sektor Haushalte beträgt ca. 14.275 MWh/Jahr bezogen auf den heutigen Gebäudewärmebedarf und auf den heutigen Sanierungsstand der Wohngebäude. Das entspricht einer potenziellen Abdeckung des Wohngebäude-Wärmeverbrauchs von ca. 35 %. Bis ins Jahr 2040 kann dieser Anteil aber durch die Gebäudesanierung auf ca. 24.144 MWh/Jahr gesteigert werden, was dann einen Deckungsanteil von bis zu 59 % bei den Privathaushalten bedeuten könnte. Dabei werden nur Wärmepumpen berücksichtigt, die bei der Wärmeversorgung der bis zum Jahr 2040 teil-sanierten Gebäude eine Jahresarbeitszahl von dann mindestens 2,8 erreichen, wodurch dann mindestens ein Drittel des Primärenergiebedarfs für die Wärmebereitstellung eingespart werden kann. Die Zahlen heben nochmals die Bedeutung der Gebäudesanierung hervor. Aktuell werden in Ehrenkirchen ca. 5 % des Wärmeverbrauchs mit Wärmepumpen auf Basis von Umwelt- und Erdwärme gedeckt.

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

2.3.5 Solarthermie

Die Gemeinde Ehrenkirchen hat aufgrund ihrer Lage in Süddeutschland eine günstige Solareinstrahlung, welche für die Strom- und Wärmeerzeugung genutzt werden kann. Laut Globalstrahlungsatlas der LUBW liegt hier der jährliche Energieertrag, bezogen auf eine horizontale Fläche, bei 1.111 kWh/m² und damit über dem bundesdeutschen Durchschnitt (LUBW, (2023)). Im Jahr 2021 wurden in Ehrenkirchen ca. 3 % des Wärmeverbrauchs durch Solarthermieanlagen gedeckt.

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

2.3.5.1 Wärmeerzeugungspotenziale auf bestehende Dachflächen

Die Solarstrahlung auf Dachflächen kann sowohl zur Erzeugung von Wärme (Solarthermie) als auch von Strom (PV) genutzt werden. Bei der Berechnung des solarenergetischen Potenzials der LUBW wird davon ausgegangen, dass das zur Verfügung stehende Dachflächenpotenzial vollständig zur Erzeugung von Strom durch PV-Module genutzt wird. Um die Potenziale zur Erzeugung von Wärme zu berücksichtigen, wurde in dieser Studie davon ausgegangen, dass das Dachflächenpotenzial nicht vollständig mit

PV-Modulen belegt wird, sondern zusätzlich Wärme durch Solarthermie erzeugt wird. Etwa 60 % des Warmwasserbedarfs eines Wohngebäudes kann in der Regel durch Solarthermieanlagen erzeugt werden. Zur Berechnung des wirtschaftlichen Potenzials zur Wärmeerzeugung mit Solarthermie auf Dachflächen, wurde anhand dieser Kennzahl berechnet. Für die Berechnung der Potenziale zur Stromerzeugung auf Dachflächen (siehe Abschnitt 2.4.3) wurden dementsprechend die Potenzialflächen für die Wärmeerzeugung vom Gesamtpotenzial abgezogen.

Die Potenziale zur anteiligen Deckung des Energiebedarfs zur Warmwasserbereitstellung durch Solarthermie belaufen sich zusätzlich zu den Bestandsanlagen (1.506 MWh) auf 3.373 MWh und damit auf insgesamt rund 5,7 % des Wärmeverbrauchs der Gemeinde. Durch die Ausschöpfung des Potenzials und der erhöhten Erzeugung von Solarwärme könnten, im Vergleich zum mittleren Emissionsfaktor des Wärmeverbrauchs, insgesamt 804 t CO_{2e} /Jahr vermieden werden.

2.3.5.2 Wärmeerzeugungspotenziale auf Freiflächen

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

Es wurde kein Potenzial für eine Freiflächen-Solarthermieanlage auf der Gemarkung Ehrenkirchens identifiziert.

2.3.6 Abwärmepotenziale

2.3.6.1 Abwärmepotenziale im Gewerbe

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden die größten und energieintensivsten Betriebe in von der Gemeinde angeschrieben und befragt. Die Bäckerei Kaiser im Gewerbegebiet Niedermatten war der einzige Betrieb, der im Rahmen der Abfrage angab, Abwärme zu erzeugen. Allerdings ist nicht bekannt, wie viel Wärme genau zur Verfügung stehen würde und inwiefern die Wärme in ein Wärmenetz ausgekoppelt werden könnte. Um diesbezüglich sichere Aussagen machen zu können, wäre eine weitergehende Analyse zur Bemessung der innerbetrieblichen Optimierungspotenziale und der exakten Abwärmemenge notwendig.

2.3.6.2 Abwärmepotenziale aus dem Abwasser

Das Abwasser aus dem Kanalnetz oder im Auslauf einer Kläranlage ist eine weitere potenzielle erneuerbare Wärmequelle. Im Winter liegt die Temperatur in konventionellen Abwasserkanälen mit 10 bis 12 °C deutlich höher als bei anderen Wärmequellen. Im Sommer liegt die Temperatur in den Kanälen bei ca. 15 bis 20 °C und ist damit meist kühler als die Außenluft. Somit bietet sich die Abwasserwärmenutzung nicht nur zum Heizen im Winter, sondern auch zum Kühlen im Sommer an. Die Verfügbarkeit von Abwasser als Wärmequelle bzw. -senke liegt sowohl zeitlich als auch räumlich günstig. Denn größere Mengen an Abwasser fallen in Ballungsräumen und Industriebetrieben an, wo man gleichzeitig einen hohen Energiebedarf hat. Das Angebot (Abwasserwärme) deckt sich dort zeitlich mit dem Bedarf (Wärmeenergiebedarf).

Um Wärme oder Kälte aus dem Abwasserkanal gewinnen zu können gibt es verschiedene Systeme. Die gängigsten sind Kanalwärmetauscher, die direkt im Kanal installiert werden und Bypasswärmetauscher.

Ein Kanalwärmetauscher kann nachträglich in Kanälen ab einer Nennweite von DN 400 installiert werden. Bei Neubau eines Abwasserkanals können Kanalelemente mit einem integrierten Wärmetauscher eingesetzt werden. Die Wärmetauscher Flächen bestehen aus einem Material mit hoher Wärmeleitfähigkeit und sind meist doppellagig, um das Durchströmen eines Zwischenmediums zu ermöglichen. Bei diesem Prozess kann eine Leistung zwischen 2 und 4 kW pro m² dem Abwasser entnommen werden (DBU (2005)). Die Länge eines Kanalwärmetauschers kann ohne weiteres 200-300 m betragen (DWA (2005)). Ein Bypasswärmetauscher entnimmt nur einen Teil des Abwasserstroms. Die Wärme wird hierbei über Doppelrohr- oder Plattenwärmetauscher übertragen.

Der Vorteil gegenüber einem Kanalwärmetauscher ist der nicht notwendige Eingriff in die bestehende Kanalleitung und die Unabhängigkeit von Kanalgröße und Geometrie. Jedoch sind Bypasswärmetauscher aufgrund der hohen Anfangsinvestitionen nur für größere Systeme geeignet (Christ & Mitsdoerffer, 2008).

Nutzbar wird die Wärme mittels einer Wärmepumpe, die die Abwasserwärme auf ein höheres Temperaturniveau bringt. Die Abwasserwärme kann aber mittlerweile auch für die Einspeisung in kommunale Wärmenetze genutzt werden. Wichtige Faktoren bei der Abwasserwärmenutzung sind nach Einschätzungen der Studie des Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (IFEU) die Größe des Abwasserkanals, die Durchflussrate des Abwassers im Kanal (mindestens 15 l/s), die Temperatur, die Mindestabnahme, die Verfügbarkeit des Abwassers (Jahreszeitliche Schwankungen oder konstante Verfügbarkeit) und die Distanz zwischen Abwasserwärmequelle und Verbraucher (Dr. Sara Fritz, 2018).

Für die Sammlung und Reinigung des Abwassers in der Gemeinde Ehrenkirchen ist der Abwasserzweckverband AZV Staufener Bucht zuständig. Die Kläranlage liegt nicht auf Ehrenkirchener Gemarkung. Die in Ehrenkirchen anfallenden Abwassermengen reichen nach Einschätzung des Zweckverbandes nicht aus, um dieses zur Wärmeversorgung in wirtschaftlicher und bezahlbarer Art und Weise zu nutzen.

2.4 Erneuerbare Energien für die Stromerzeugung

Da Wärmepumpen in der Zukunft eine große Rolle bei der Wärmewende spielen sollen, wurden für den kommunalen Wärmeplan auch erneuerbare Potenziale für die Stromerzeugung betrachtet, die den zusätzlichen Stromverbrauch lokal decken könnten. Die Potenziale zur Stromerzeugung aus Biogas wurden bereits im Abschnitt 2.3.1 erläutert. Im folgenden Abschnitt werden die Potenziale zur Stromerzeugung aus Wasserkraft, Windkraft und mit PV-Anlagen auf Dachflächen, Freiflächen und Baggerseen dargestellt.

2.4.1 Wasserkraft

Der aktuelle Stand der Stromerzeugung aus Wasserkraft, sowie deren Potenziale, wurden auf Basis von Daten aus dem Energieatlas BW (LUBW (2020)), die aus einer Erhebung im Jahr 2016 stammen, entnommen, sowie aus den Angaben des Verteilnetzbetreibers entnommen.

Bisher ist vom Stromnetzbetreiber Naturenergie netze GmbH für das Jahr 2021 keine aktive Wasserkraftanlage verzeichnet. Laut Energieatlas der LUBW ist innerhalb der Gemarkung von Ehrenkirchen kein weiteres Wasserkraftpotenzial vorhanden, auch wenn es dort ein altes Mühlenbauwerk gibt.

2.4.2 Windkraft

Bei der Erfassung von Windkraftpotenzialen wurde die Offenlage der Teilfortschreibung „Windenergie“ des Regionalverbands Südlicher Oberrhein (RVSO) herangezogen, der als erste Planungsgrundlage für die Suche nach wirtschaftlichen Standorten dient. Das 2022 neu eingeführte und am 01.02.2023 in Kraft getretene Windenergieflächenbedarfsgesetz des Bundes sieht künftig im Bereich der Windenergie verbindliche Flächenziele (Flächenbeitragswerte) für die jeweiligen Bundesländer vor. Demnach sind in Baden-Württemberg bis zum 31.12.2027 mindestens 1,1 % und bis zum 31.12.2032 mindestens 1,8 % der Landesfläche für Windkraftanlagen auszuweisen.

Dies bedeutet, dass jeder Regionalverband in Baden-Württemberg mindestens 1,8 % der Regionsfläche planerisch für die Windenergienutzung zu sichern hat. Für die Region Südlicher Oberrhein sind demnach Vorranggebiete für Standorte regionalbedeutsamer Windkraftanlagen mit einer Gesamtgröße von mindestens rund 7.300 ha festzulegen.

Windvorranggebiete nach Regionalverbänden sind potenzielle Suchräume für Windkraftanlagen, die vom Regionalverband südlicher Oberrhein ausgewiesen wurden und sich derzeit in der Offenlage befinden. Für konkrete Standorte muss in jedem Fall eine genaue Einzelfallbegutachtung stattfinden.

Bei der Auswertung potenzieller Standorte werden neben der Windgeschwindigkeit, auch immissionschutzrechtliche Themen wie Schall und Schattenwurf, Naturschutz- und Raumordnungsbelange berücksichtigt. Aus diesem Grund wurden folgende Flächen der Gemeinde als Potenzialgebiet ausgeschlossen:

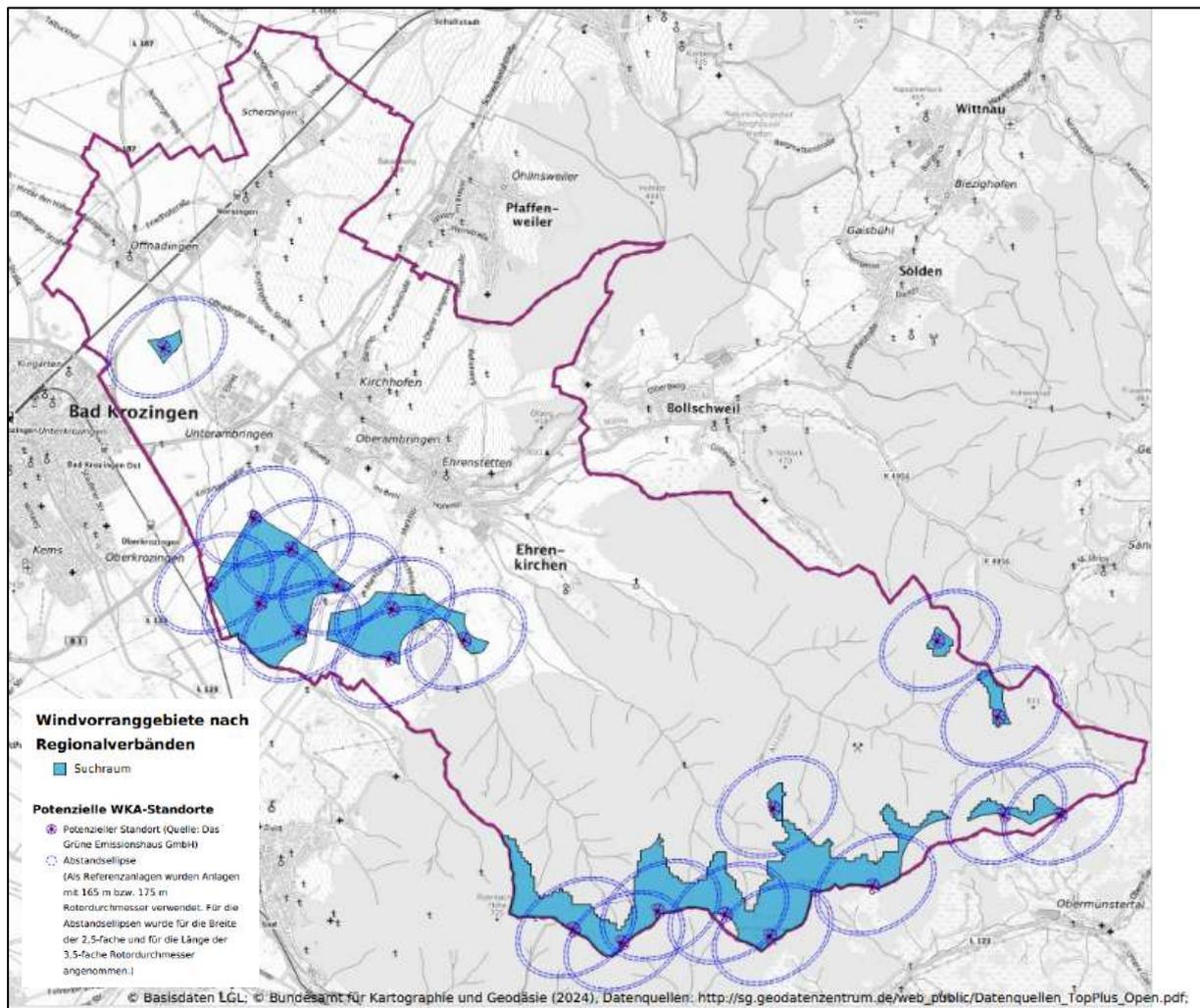
- Flächen, die < 1000 m von reinen Wohngebieten entfernt sind
- Flächen, die < 500 m von Einzelgebäuden entfernt sind
- Wasserschutzgebiete der Zonen I & II
- Auenflächen der Kategorie 1

Als wirtschaftlich interessant für die Entwicklung von Windkraftanlagen gelten in der Regel Standorte mit hohen mittleren Windleistungsdichten. Für die Bewertung der technisch-wirtschaftlichen Potenzialgebiete wurde der Windatlas Baden-Württemberg (LUBW (2020)) herangezogen und bei der Windhöffigkeit ein Grenzwert von mindestens 215 W/m² in 160 m Höhe vorausgesetzt.

Aufgrund dieser Annahmen bietet die Gemeinde Ehrenkirchen theoretisch Platz für bis zu 21 Windenergieanlagen, die ein Nettostromerzeugungspotenzial ca. 210.000 MWh Strom pro Jahr aufweisen.

Die in Karte 12 aufgeführten potenziellen Standorte für Windkraftanlagen stellen die maximale Ausnutzung der vom RSVO definierten Potenzialflächen dar und sind unter der Annahme einer südwestlichen Hauptwindrichtung (240°) gesetzt. Als Referenzanlagen wurden Anlagen mit 175 m Rotordurchmesser verwendet. Für die Abstandsellipsen wurde für die Breite der 2,5-fache und für die Länge der 3,5-fache Rotordurchmesser angenommen.

Der Bau von Windkraftanlagen in Ehrenkirchen ist bereits in Planung. Der Projektentwickler iTerra energy GmbH plant im Projekt „Windpark Breisgau“ den Bau von voraussichtlich 4 Windkraftanlagen in der Ebene zwischen Ehrenkirchen, Bad Krozingen und Staufen (nach heutigem Kenntnisstand werden 3 dieser Anlagen auf Ehrenkirchener Gemarkung stehen). Nach derzeitigen Planungen sollen die Anlagen im Jahr 2029 in Betrieb genommen werden. Der Gesamtstromertrag der 4 Anlagen wird mit 50.000 MWh/Jahr vorhergesagt (iTerra energy GmbH, 2024). Zudem entwickelt die iTerra energy GmbH die Standorte an der Grenze Ehrenkirchen-Münstertal. Hier sollen perspektivisch 7 Windkraftanlagen entstehen, wobei die genauen Standorte der Anlagen noch nicht bekannt sind. Die Inbetriebnahme dieser Anlagen wird auf das Jahr 2030 geschätzt. Die 7 Anlagen könnten jährlich insgesamt 100.000 MWh Strom erzeugen (iTerra energy GmbH, 2024).



Karte 12 – Lage der Windkraft-Potenzialflächen und deren maximalen Anlagenpotenzial

2.4.3 Solarenergie (PV)

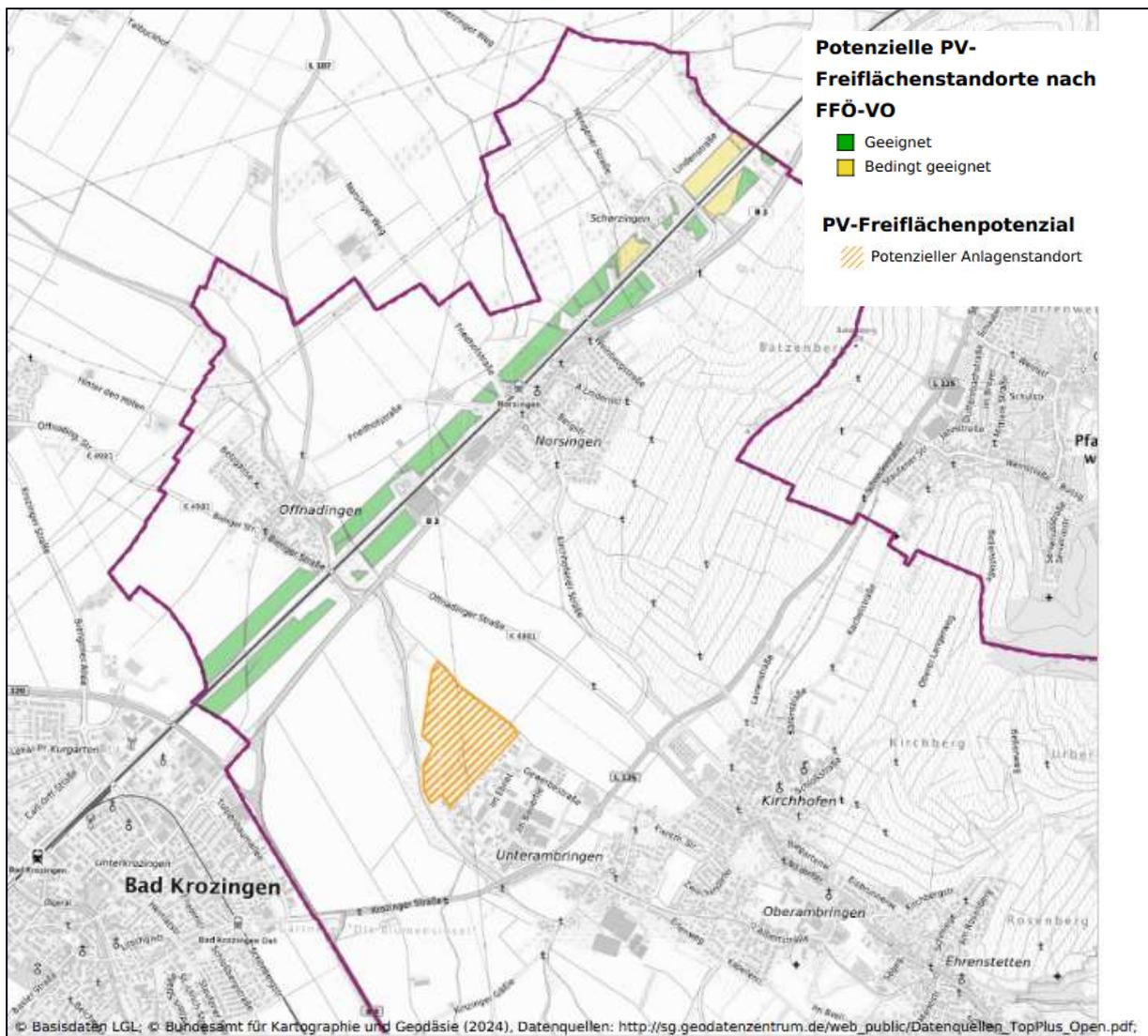
Für die Ermittlung der Potenziale zur Stromerzeugung wurde auf den Energieatlas Baden-Württemberg der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg sowie die Offenlage des Regionalverbandes Südlicher Oberrhein (RSVO) zurückgegriffen (LUBW (2023)); (vgl. Abschnitt 7.4). Es wird zwischen folgenden drei Potenzialflächen unterschieden:

- > **Stromerzeugungspotenzial auf bestehenden Dachflächen:** Das Dachflächenpotenzial für die Stromerzeugung mit PV wurde, wie auch das Solarthermiefpotenzial, anhand des Dachflächenkatasters der LUBW ermittelt. Durch die Ausschöpfung des Dachflächenpotenzials in Ehrenkirchen können nach diesen Berechnungen jährlich insgesamt 36.978 MWh Strom mit PV-Anlagen erzeugt werden. Dies entspricht 174 % des Stromverbrauchs im Jahr 2021.
- > **Stromerzeugungspotenziale auf Freiflächen:** Für die Ermittlung der Potenziale zur Stromerzeugung wurde auf die Offenlage des Regionalverbandes Südlicher Oberrhein (RSVO) zurückgegriffen (vgl. Karte 13). Das darin ausgewiesene Flächenpotenzial beträgt ca. 15,5 ha. Auf dieser Fläche lassen sich ca. 15.000 MWh Strom produzieren, sofern sich diese nach der Offenlage bestätigen lassen und Teilflächen nicht auch für die Solarthermie genutzt werden. Der Energieatlas Baden-Württemberg listet zusätzlich Angaben zum Potenzial für PV-Anlagen auf Freiflächen auf (LUBW (2020)), die für PV-Nutzung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und der Freiflächenöffnungsverordnung (FFÖ-VO) förderberechtigt im Sinne der Einspeisevergütung sind. Daraus ergeben sich für Ehrenkirchen mehrere Flächenabschnitte entlang der

Bahnlinie für die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen mit einer Fläche von insgesamt 39,4 ha (vgl. Karte 13). Würden 60 % der geeigneten Freiflächen für PV-Anlagen genutzt werden, könnten damit 151 % des Gesamtstromverbrauchs im Jahr 2021, also ca. 32.000 MWh/Jahr Strom erzeugt werden.

- > **Stromerzeugungspotenziale auf Seen:** Der Energieatlas Baden-Württemberg enthält außerdem Angaben zum Potenzial für PV-Anlagen auf Seen (LUBW (2020)), die für PV-Nutzung nach dem EEG geeignet sind. Auf der Gemarkungsfläche Ehrenkirchens ist dieses Potenzial allerdings nicht vorhanden.

Weitere Potenziale für die Nutzung von Solarenergie bieten Anlagen über Parkplätzen (beim Neubau eines Parkplatzes ab 35 Stellplätzen oder bei der Erweiterung eines bestehenden Parkplatzes auf 35 oder mehr Stellplätzen ist dies in Baden-Württemberg Pflicht), Balkonanlagen und Anlagen über Agrarflächen. Diese Potenziale wurden im Rahmen der Studie nicht beziffert.



Karte 13 – Potenzialflächen für Freiflächen PV-Anlagen (Datenquellen: LUBW, Regionalverband Südlicher Oberrhein)

Bei Ausschöpfung des Dachpotenzials und einer Freiflächen-Belegung von 60 % ergibt sich bis 2040 ein Stromerzeugungspotenzial von insgesamt ca. 69.000 MWh/Jahr. Abbildung 17 zeigt das Stromerzeugungspotenzial mit PV im Verhältnis zum Gesamtstromverbrauch der Gemeinde im Jahr 2021.

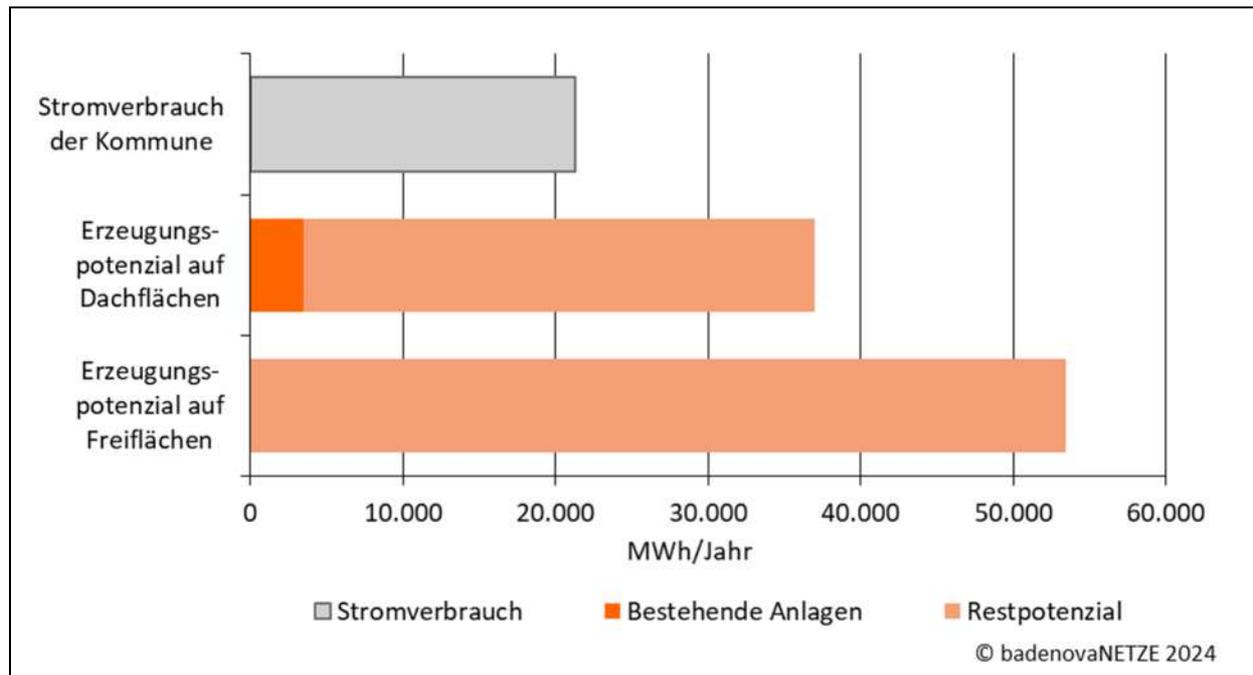


Abbildung 17 – Stromerzeugungspotenziale mit PV in Ehrenkirchen

2.5 Erneuerbare Gase

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

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

Außerdem ist die Speicherfähigkeit von Wasserstoff von zentraler Bedeutung für den Ausgleich der Stromnetzlast. An sonnigen und windigen Tagen kann Überschussstrom per Elektrolyse in Wasserstoff umgewandelt und gespeichert werden. Dieser Wasserstoff kann dann wiederum an Tagen, in denen Strommangel herrscht, wieder in Strom umgewandelt und in das Stromnetz eingespeist werden (Abbildung 18). Zudem lässt sich Wasserstoff auch in das bestehende Gasnetz integrieren.

Ob die Verfügbarkeit von erneuerbaren Gasen für die Betriebe in Ehrenkirchen notwendig sein wird, ist unbekannt. Dies könnte der Fall sein, wenn einzelne Prozessschritte Wärme auf hohen Temperaturniveaus benötigen.

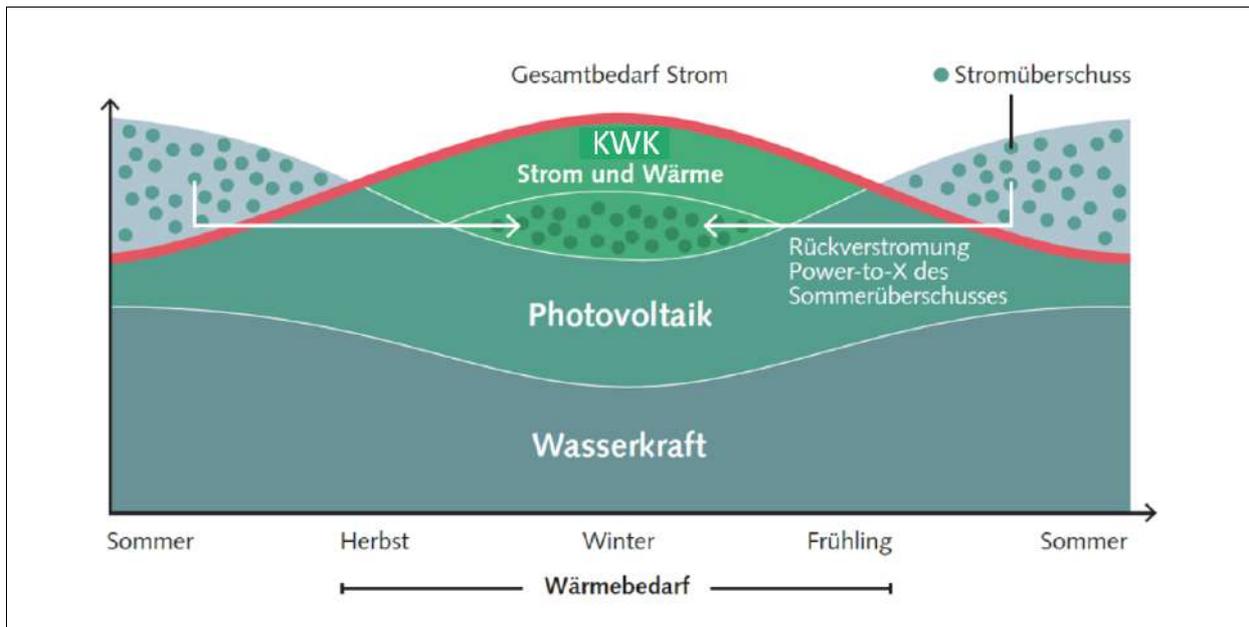


Abbildung 18 – Versorgungssicherheit durch Schließung der Winterlücke (Powerloop, 2020)

2.5.1 Zukünftige Verfügbarkeit von synthetischen Gasen

Wasserstoff und synthetisches Methan sind ebenso vielseitig einsetzbar wie Erdgas. Auch andere Vorteile wie die Speicherung und die vorhandene Erdgasverteilinfrastruktur können durch den Einsatz dieser Gase genutzt werden. Synthetische Gase werden voraussichtlich auch langfristig bis 2050 ein knappes Gut bleiben, da erneuerbarer Strom nur in begrenzten Mengen zur PtG-Erzeugung zur Verfügung steht bzw. stehen wird.

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

Ehrenkirchen liegt in der Nähe eines Wasserstoff-Projektgebietes: der RHYN Interco. Im Rahmen des europäischen Kooperationsprojekts mit terranets bw (Gastransportnetzbetreiber für Baden-Württemberg) und GRTgaz (französischer Gastransportnetzbetreiber) wird badenovaNETZE die Gasinfrastruktur zunächst bei Fessenheim über den Rhein bis nach Freiburg für den Transport von Wasserstoff umstellen und, wo nötig, neue Infrastruktur ergänzen. Ziel ist es, potenziellen Großabnehmern in der Region Freiburg die Möglichkeit einer leitungsgebundenen Wasserstoffversorgung zu bieten. Durch eine Marktkonsultation im Herbst 2023 wurde ein signifikantes Abnahmeinteresse für H₂ von potenziellen Großabnehmern aus den Regionen gemeldet.

Die grenzüberschreitende Verbindung über den Rhein gibt dem Projekt seinen Namen: „RHYN“ ist die Abkürzung für Rhine Hydrogen Network und „Interco“ steht für Interconnection. Für die Anbindung an die französische Region Grand Est und an den European Hydrogen Backbone plant terranets bw eine rund 15 Kilometer lange Wasserstoffleitung, die den Rhein zwischen Fessenheim auf französischer Seite und Hartheim auf deutscher Seite unterqueren wird. GRTgaz stellt die Anbindung an französische Erzeugungsprojekte sowie an den europäischen H₂-Backbone sicher. Die neue Leitung soll an eine bestehende terranets bw Gasleitung, die für den Transport von Wasserstoff umgestellt werden soll, angeschlossen werden. An der Übernahmestation in March-Buchheim beginnt der Verantwortungsbereich der badenovaNETZE. Von dort ausgehend stellt der Gasnetzbetreiber eine bestehende 10 km

lange Erdgasleitung, welche die Stationen mit den Industriegebieten Freiburg-Nord und Freiburg-Hochdorf verbindet, auf Wasserstoff um. Die Machbarkeitsanalyse zur Umstellung dieser 10 km Leitung fiel positiv aus. Die Inbetriebnahme soll Ende 2029 erfolgen. Vor dem Hintergrund dieser Planungen besteht die Möglichkeit, auch Ehrenkirchen frühestens ab 2035 mit Wasserstoff zu beliefern.

2.5.2 Zukünftige Rolle von erneuerbaren Gasen

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

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

Die jeweiligen Prozesse und die damit verbundenen Temperaturanforderungen unterscheiden sich stark von Branche zu Branche. Abbildung 19 zeigt typische Temperaturanforderungen verschiedener Wirtschaftszweige.

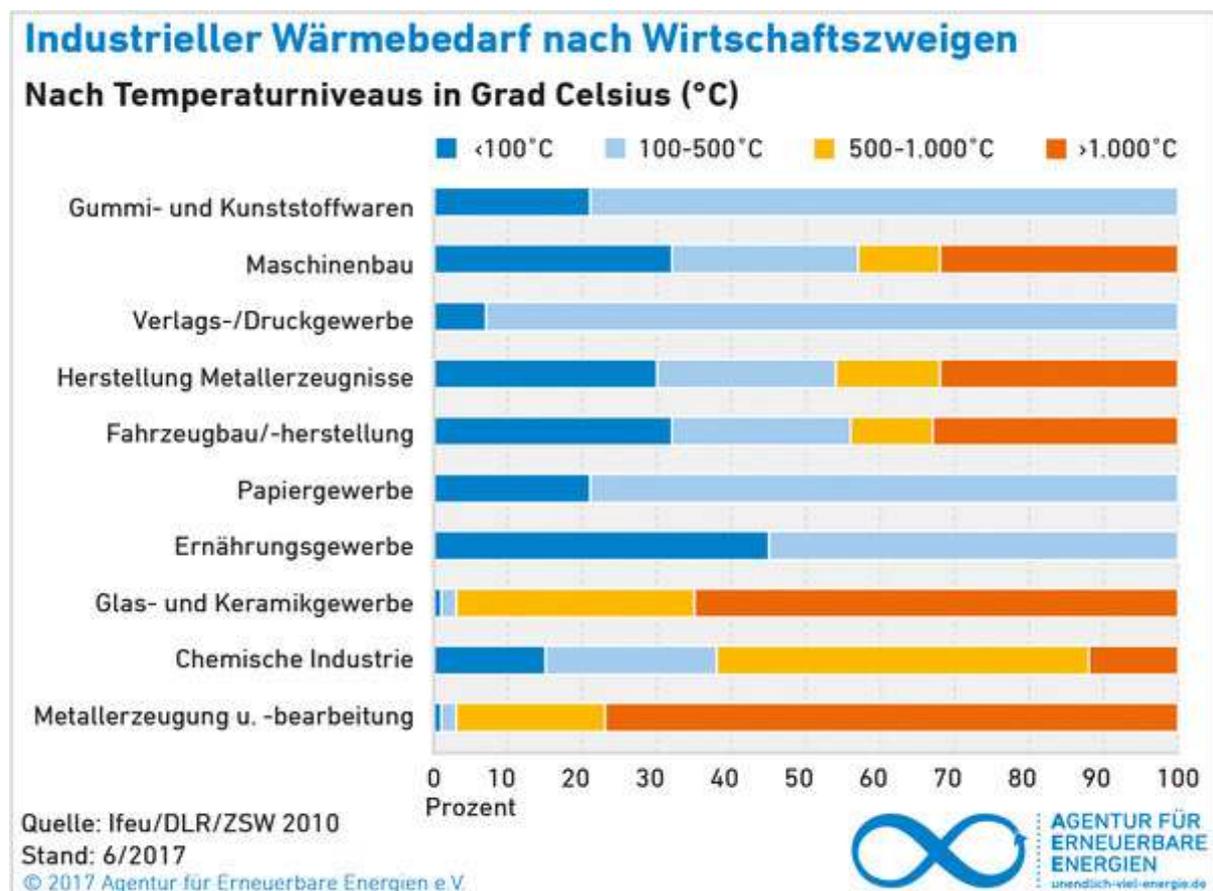


Abbildung 19 – Industrieller Wärmebedarf nach Wirtschaftszweigen (Agentur für erneuerbare Energien, 2017)

2.6 Zusammenfassung der Potenziale

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

Die Potenziale für die Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen sowie die Potenziale für erneuerbare Wärme sind in Abbildung 20 und Abbildung 21 dargestellt. Daraus lässt sich ableiten, dass die Potenziale im Strombereich theoretisch mehr als ausreichend sind, um den heutigen Strombedarf erneuerbar zu decken.

Auf der anderen Seite sind die in der Grafik zur Wärmeerzeugung dargestellten Potenziale mit 58 % nicht ausreichend, um die aktuell benötigte Wärmemenge bereitzustellen. Das bedeutet, dass der Wärmebedarf der Gemeinde deutlich gesenkt werden muss, um das Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung zu gewährleisten. Zum anderen müssen weitere Potenziale herangezogen werden, die in dieser Grafik bisher nicht auftauchen. Für energieintensive Unternehmen könnten grüne Gase und Wasserstoff zukünftig eine Alternative zu fossilen Energieträgern darstellen.

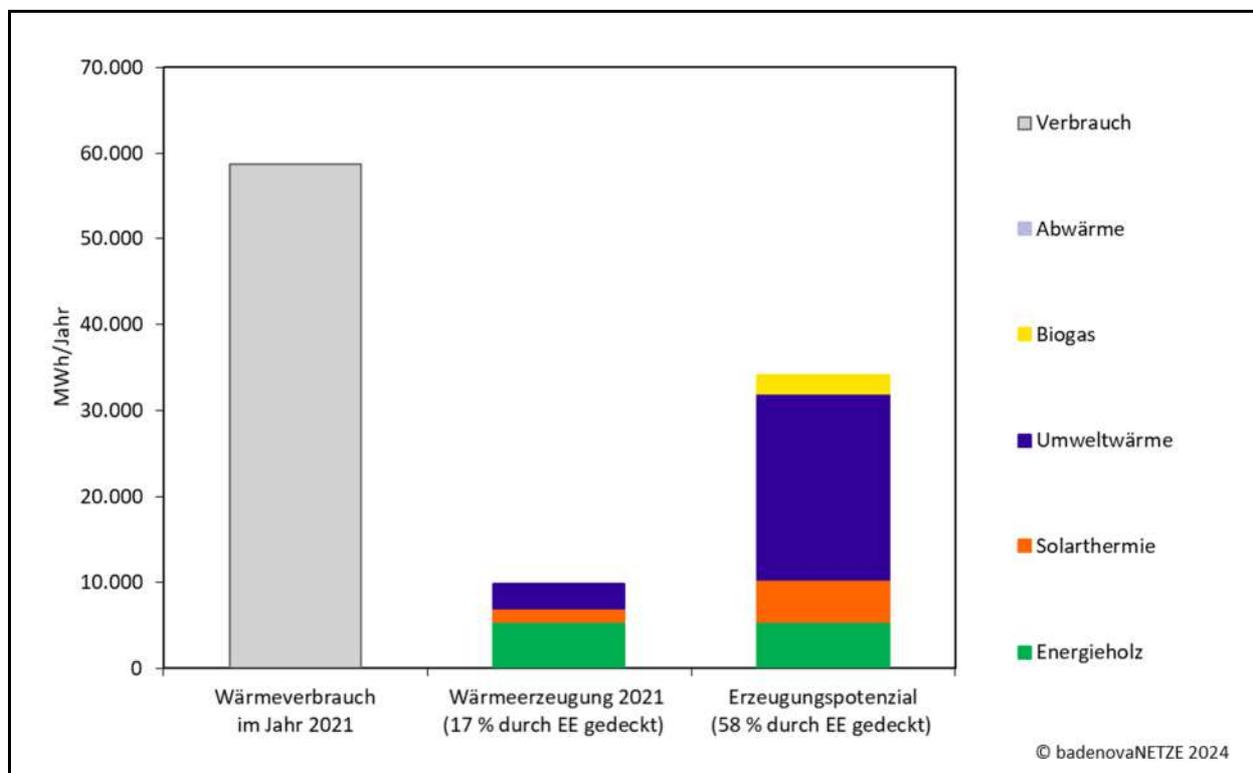


Abbildung 20 – Erneuerbare Wärmepotenziale in Ehrenkirchen

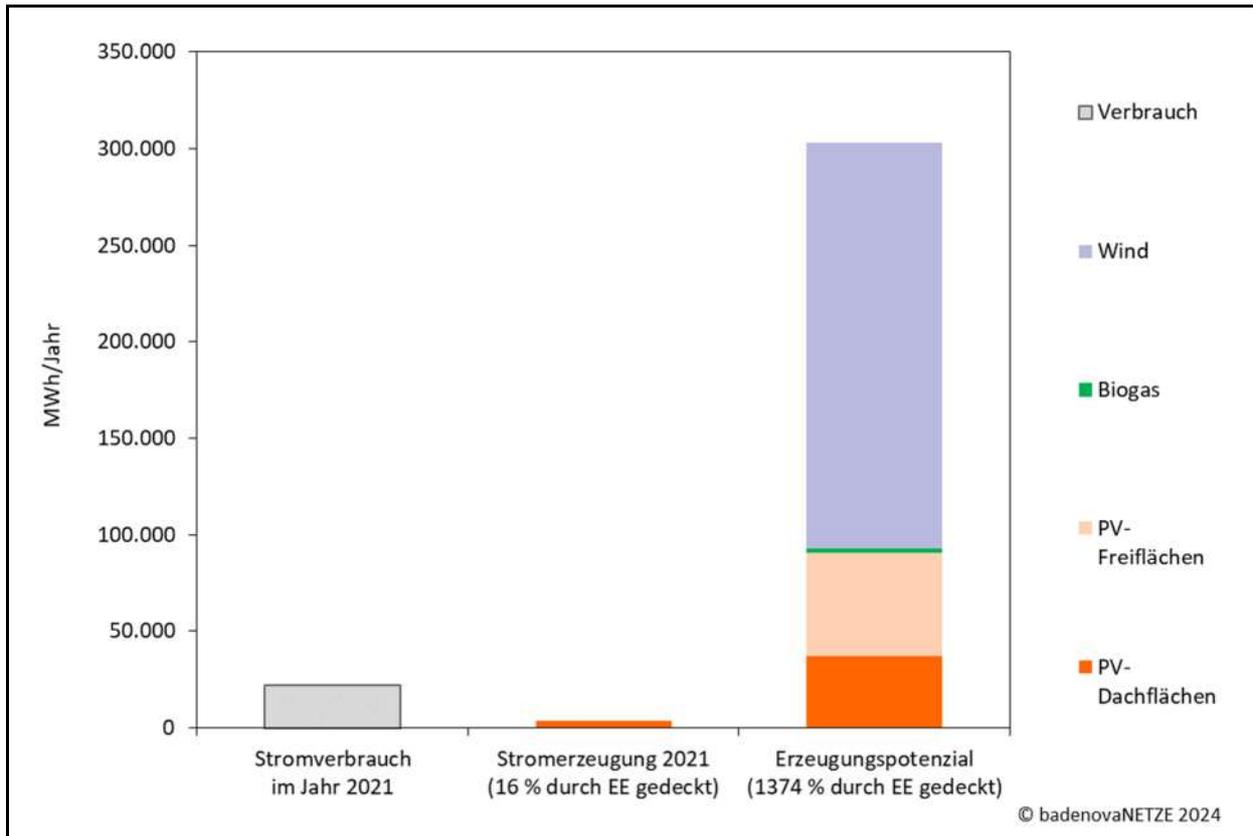


Abbildung 21 – Erneuerbare Strompotenziale in Ehrenkirchen

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

Energiequelle	Dezentrale Wärmeversorgung	Zentrale Wärmeversorgung	Stromerzeugung	Lokales Erzeugungspotenzial (pro Jahr)
Biomasse				
Biogas	X	X	X	6.436 MWh
Energieholz	X	X		Lokale Potenziale werden bereits ausgeschöpft. Kein zusätzliches lokales Potenzial.
Oberflächennahe Erdwärme				
Erdwärmesonden	X			16.700 MWh
Grundwasserbrunnen	X	X		ca. 540 MWh bis 1.461 MWh je Brunnen bei Fördermengen zwischen 8 und 12 l/s.
Tiefengeothermie				
Hydrothermale Geothermie		X		Kein lokales Erzeugungspotenzial. Evtl. Anbindung an das Projekt Erwärme Breisgau möglich.
Solarthermie				
Dachflächen	X	X		3.373 MWh
Freiflächen		X		Erst bei der Planung eines Wärmenetzes bezifferbar.
Umweltwärme				
Luft	X	X		14.275 MWh
Abwärme				
Gewerbe		X		Erst nach genauerer Untersuchung quantifizierbar.
Abwasser		X		Kein Potenzial vorhanden.
Windkraft				
			X	210.000 MWh
Wasserkraft				
			X	Kein Potenzial vorhanden.
Photovoltaik				
Dachflächen			X	36.978 MWh
Freiflächen			X	53.390 MWh
Parkplatzflächen			X	Keine Daten.
Baggerseen			X	Kein Potenzial vorhanden.

Tabelle 6 – Übersicht der nutzbaren Erzeugungspotenziale aus erneuerbaren Energien

3. Zielszenario Klimaneutraler Gebäudebestand 2040

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

Das Zielszenario ist hier nicht als Prognose, sondern als ein möglicher Entwicklungspfad zu verstehen, um bis zum Jahr 2040 weitgehende THG-Neutralität im Gebäudebestand zu erreichen. Es wird angenommen, dass die lokalen Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz, zur Energieeinsparung und zum Einsatz von erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2040 kontinuierlich weiter ausgeschöpft werden.

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

3.1 Zukünftiger Wärmebedarf 2030 und 2040

Durch umfangreiche Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand und durch Effizienz- und Einsparmaßnahmen im Wirtschaftssektor sinkt der Gesamtwärmebedarf im Zielszenario bis zum Jahr 2040 um insgesamt 19 % gegenüber dem Jahr 2021. Der Wärmebedarf der Wohngebäude sinkt durch die energetische Gebäudesanierung, erhöht sich aber durch den Zubau neuer Gebäude, so dass bis 2040 eine Einsparung von ca. 15 % erwartet wird. Im Sektor verarbeitendes Gewerbe sinkt der Wärmeverbrauch bis zum Jahr 2040 um 7 %. Bei den kommunalen Liegenschaften liegt die Einsparung bei 27 % bis im Jahr 2040. Abbildung 22 zeigt die Entwicklung des Wärmeverbrauchs aufgeteilt nach Sektoren für die Jahre 2021, 2030 und 2040.

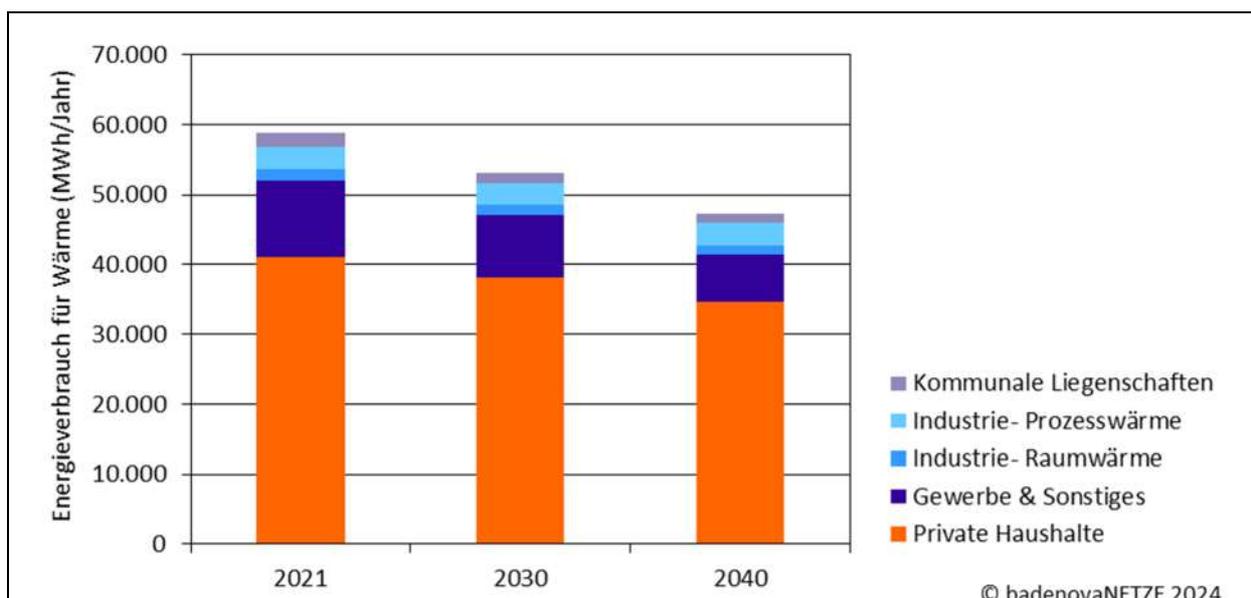


Abbildung 22 – Entwicklung des Energieverbrauchs für die Wärme nach Sektoren im Zielszenario

3.2 Deckung des zukünftigen Wärmebedarfs nach Energieträgern

Nach der Darstellung des zukünftigen Wärmeverbrauchs aller Sektoren wurden die zur Deckung benötigten Energiemengen nach Energieträgern ermittelt. Wesentliche Grundlage waren hierbei die lokalen Potenziale zur erneuerbaren Wärmeerzeugung. Um auch die räumliche Verteilung dieser Potenziale zu berücksichtigen, wurden die Eignungsgebiete für zentrale und dezentrale Wärmeversorgung für die Aufteilung der Wärmemengen auf die Energieträger herangezogen (siehe Abschnitt 3.5).

Abbildung 23 zeigt, um den klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen, werden im Zielszenario ab dem Jahr 2040 keine fossilen Energieträger mehr zum Einsatz kommen und vollständig durch erneuerbare Energieträger ersetzt. In den Gebieten für dezentrale Wärmeversorgung werden primär Wärmepumpen genutzt. Der Anteil der Wärme, der mittels einer zentralen Wärmeversorgung bereitgestellt wird, steigt von 3 % im Jahr 2021 auf 24 % im Jahr 2040. Die zentrale Wärmeversorgung wird im Jahr 2040 durch einen Energiemix aus verschiedenen Energieträgern (Abwärme, Umweltwärme und Energieholz) sichergestellt (vgl. Abbildung 24).

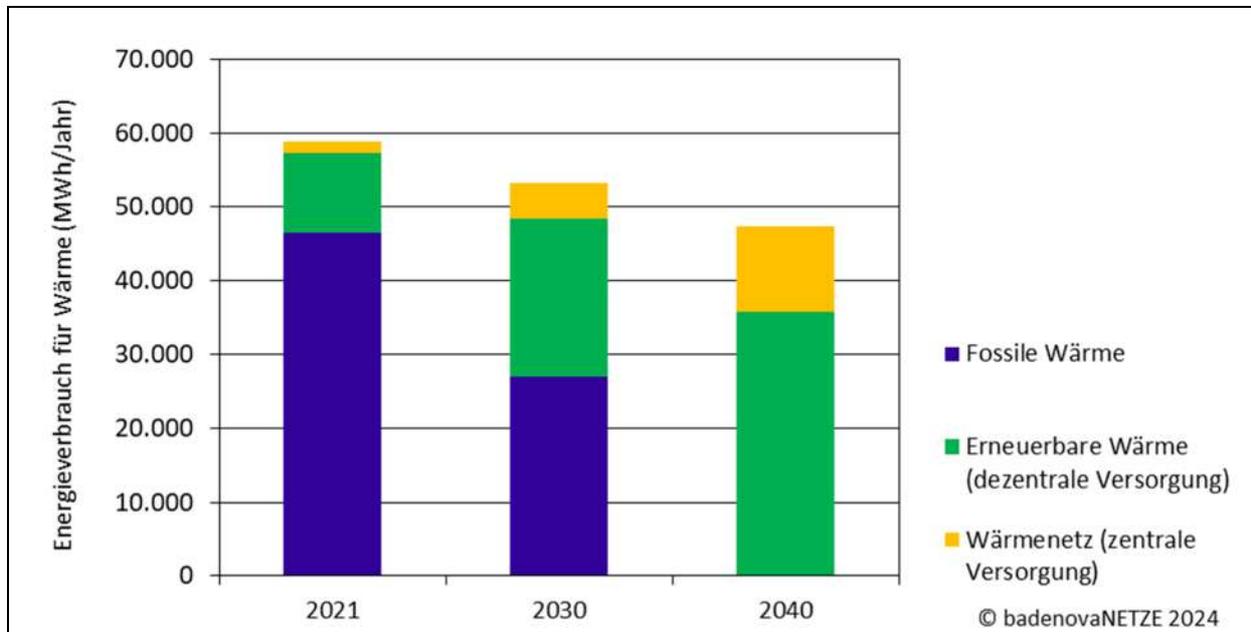


Abbildung 23 – Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme nach Erzeugungsart im Zielszenario

Es wird in Zukunft ein vielfältiger Mix an Wärmeerzeugern mit unterschiedlichen Energieträgern notwendig sein, um Klimaneutralität bis im Jahr 2040 zu erreichen. Bei dem hier dargestellten Zielszenario handelt es sich um einen möglichen Pfad dieses Ziel zu erreichen. Sollte dieses Szenario nicht umsetzbar sein, können einzelne Energieträger durch andere erneuerbare Energieträger ersetzt werden oder in veränderten Anteilen genutzt werden. So könnte zum Beispiel durch eine Anbindung an das Projekt Erdwärme Breisgau die hydrothermale Tiefengeothermie ebenfalls gewisse Anteile der zentralen Wärmeversorgung in Ehrenkirchen decken. Dies bleibt jedoch in dem Szenario zunächst unberücksichtigt, da noch nicht abgesehen werden kann, ob eine Anbindung eines Wärmenetzes in Ehrenkirchen möglich sein wird bzw. auch wirtschaftlich umzusetzen wäre.

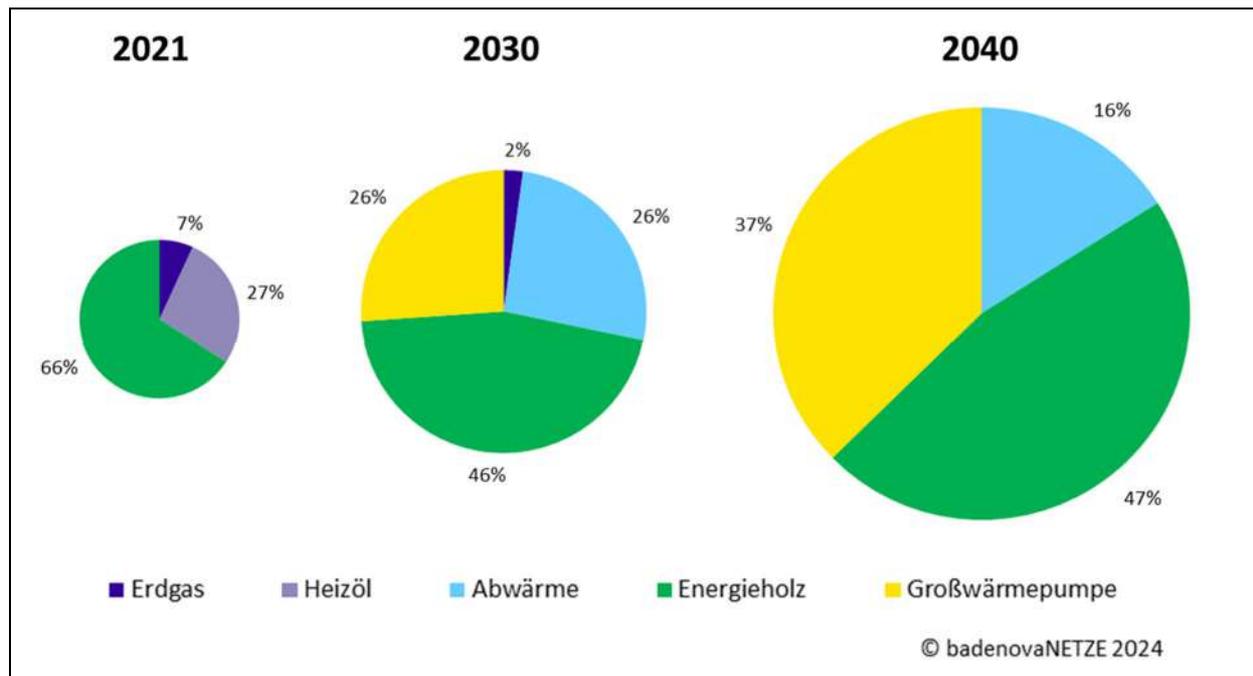


Abbildung 24 – Entwicklung des Energieträgermixes zur Wärmenetzversorgung im Zielszenario

Eine genaue Aufteilung der Wärmeerzeugung nach Energieträger und Sektor für die Jahre 2021, 2030 und 2040 ist im Abschnitt 3.8 in Tabelle 7, Tabelle 8 und Tabelle 9 in Zahlen festgehalten. Zudem ist in Tabelle 10 der Energieeinsatz zur zentralen Wärmeversorgung über Wärmenetze für die Jahre 2021, 2030 und 2040 in Zahlen festgehalten.

3.3 Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen im Zielszenario

Anhand der Emissionsfaktoren der eingesetzten Energieträger wurden die THG-Emissionen für die Wärmeerzeugung im Zielbild ermittelt. Demnach verursacht die Wärmeversorgung in Ehrenkirchen im Jahr 2040 THG-Emissionen von insgesamt 1.852 t CO_{2e} (wärmebedingte THG-Emissionen im Jahr 2021: 13.492 t CO_{2e}). Das bedeutet, dass im Vergleich zum Jahr 2021 die Emissionen um insgesamt 86 % sinken bzw. um jährlich 613 t CO_{2e}, um das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040 zu erreichen.

Die Abbildung 25 stellt, analog zur Entwicklung des Energieeinsatzes zur Wärmeversorgung (vgl. Abbildung 23), die Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen bis 2040 dar. Es wird deutlich, dass die Reduktion und der Ersatz fossiler Energieträger durch lokale erneuerbare Energien zu einer Dekarbonisierung der Wärmeversorgung führen können.

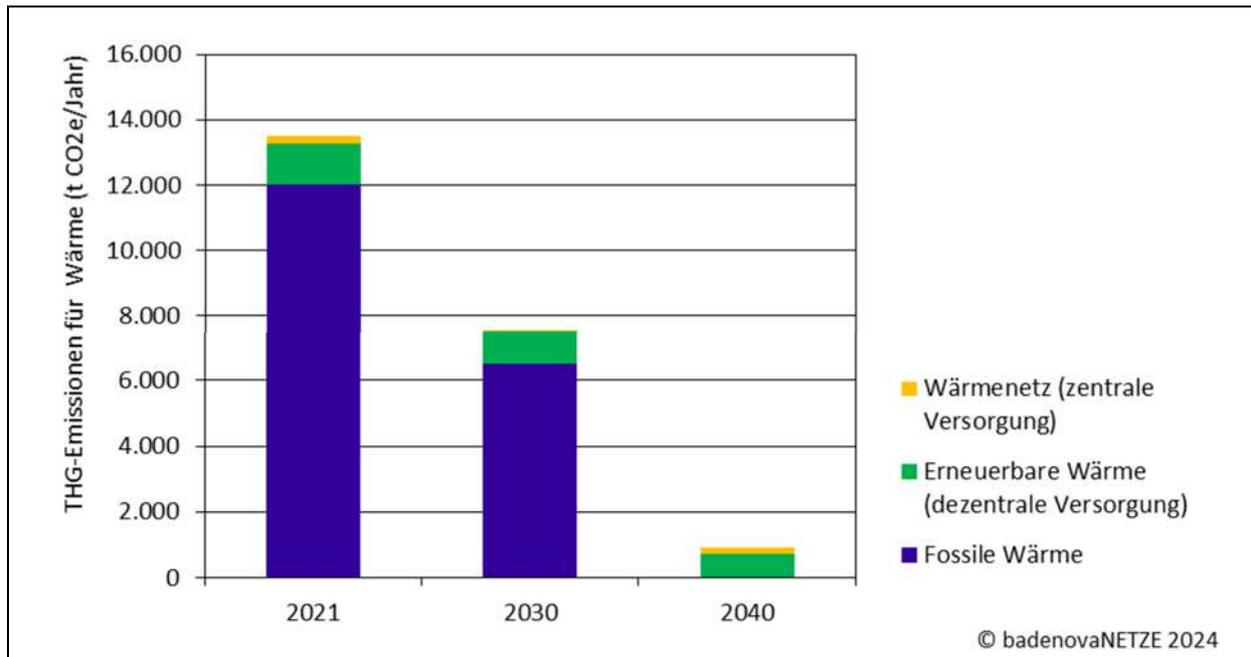


Abbildung 25 – Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen im Zielszenario bis zum Jahr 2040

3.4 Strombedarfsdeckung im Zielszenario

Das Zielszenario zeigt, dass der Strombedarf für die Wärmeerzeugung durch den zukünftigen Einsatz von Wärmepumpen von 2.173 MWh im Jahr 2021 (Stromheizungen und Wärmepumpen) auf rund 8.244 MWh im Jahr 2040 steigen wird. Da Nachtspeicherheizungen im Jahr 2040 keine entscheidende Rolle bei der Wärmeversorgung spielen werden, ist dieser Stromverbrauch größtenteils den Wärmepumpen zuzuordnen.

Wird zusätzlich die Elektrifizierung des Verkehrs betrachtet, wird im Szenario der Strombedarf von 22.047 MWh im Jahr 2021 auf rund 35.000 MWh im Jahr 2040 ansteigen. Der Stromverbrauch im Gewerbe kann durch Effizienzsteigerungen sinken, gleichzeitig aber durch Wirtschaftswachstum ansteigen.

Die Gemeinde Ehrenkirchen könnte diesen zukünftigen Stromverbrauch mit den lokal verfügbaren erneuerbaren Quellen decken. Im Zielszenario wurden gemäß den aktuellen Planungen, 3 Windkraftanlagen im „Windpark Breisgau“ ab dem Jahr 2029 mit einer jährlichen Stromerzeugung von jeweils 12.500 MWh sowie 3 Windkraftanlagen im „Windpark Ehrenkirchen-Münstertal“ mit einer jeweiligen jährlichen Stromerzeugung von 14.000 MWh ab dem Jahr 2030³ angenommen. Zudem wurde eine Verdreifachung der Stromerzeugung mit PV-Anlagen (auf rund 10.000 MWh/Jahr) angenommen. Insgesamt würden demnach im Jahr 2040 rund 82.000 MWh Strom lokal in der Gemeinde aus erneuerbaren Energien erzeugt. Damit übersteigt die lokale Stromerzeugung im Zielszenario deutlich den Verbrauch.

³Da die Windkraftanlagen im „Windpark Ehrenkirchen-Münstertal“ voraussichtlich im Jahr 2030 in Betrieb genommen werden, wurde im Szenario eine Stromerzeugung von 7.000 MWh je Anlage für das Jahr 2030 angenommen.

Abbildung 26 fasst dies zusammen und stellt den gesamten Stromverbrauch im Zielszenario der potenziellen lokalen Stromerzeugung gegenüber.

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

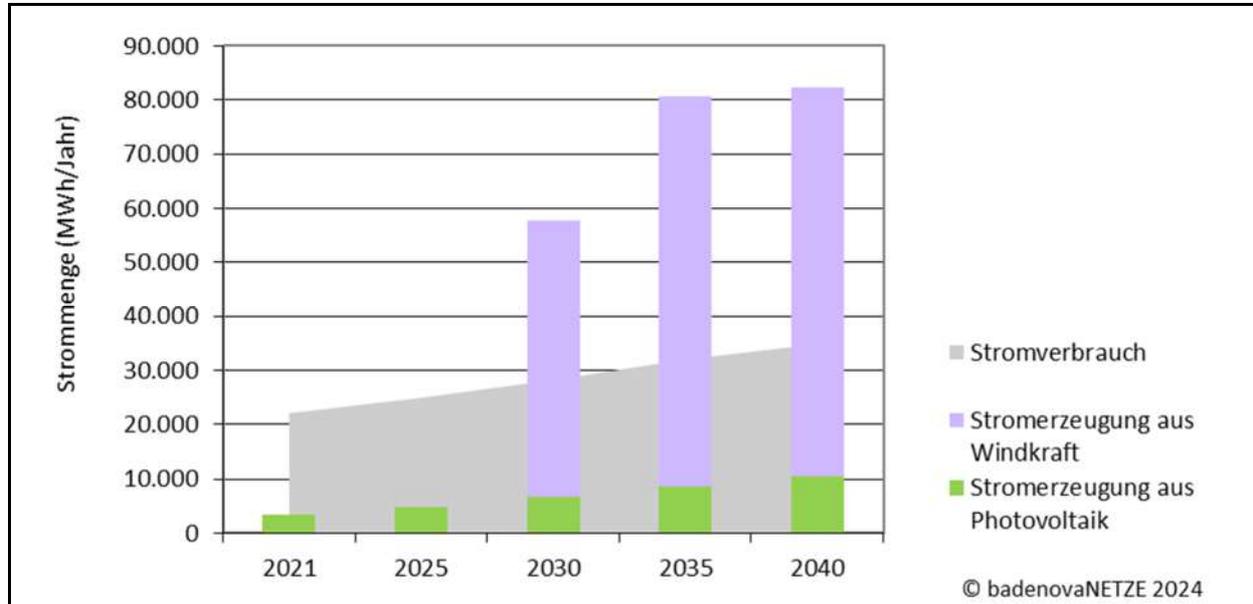


Abbildung 26 – Stromverbrauch im Zielszenario im Vergleich zum lokalen Stromerzeugungspotenzial

3.5 Zukünftige Versorgungsstruktur 2030 und 2040

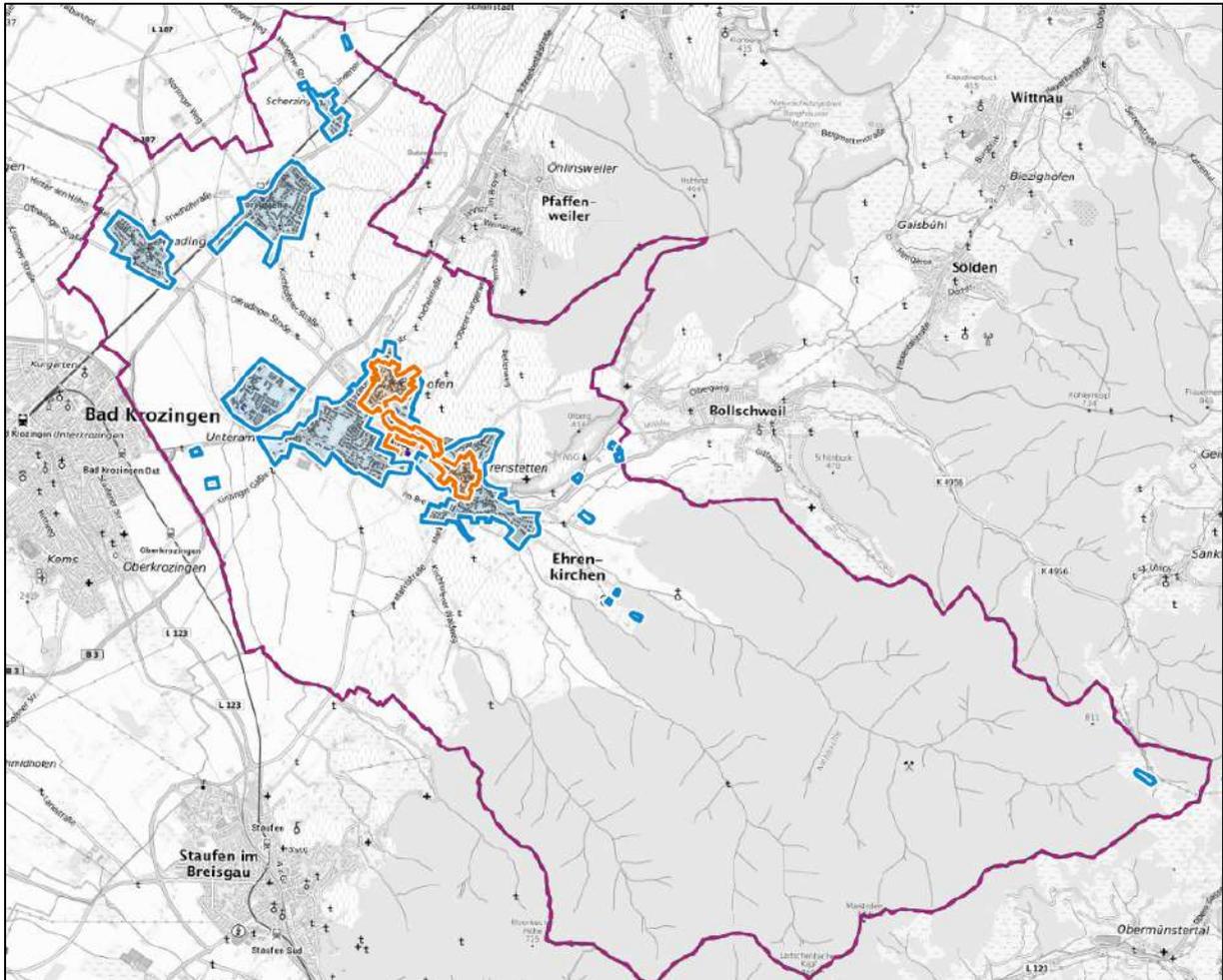
Für eine zielgerichtete Beschreibung der zukünftigen Versorgungsstruktur für die Jahre 2030 und 2040 wurde die gesamte Gemeinde in Eignungsgebiete zur zentralen bzw. dezentralen Versorgung aufgeteilt. Bei der Einteilung der Eignungsgebiete geht es um eine erste grobe Abschätzung, wie in einem jeweiligen Gebiet die Gebäude ihren Wärmebedarf in Zukunft möglichst wirtschaftlich, ökologisch und effizient decken werden können. Bei der zentralen Wärmeversorgung wird dies mit dem Aufbau und Betrieb von Wärmenetzen erzielt, während bei der dezentralen Wärmeversorgung jedes Gebäude eine eigene Heizanlage betreibt. Für die Einteilung der zentralen Eignungsgebiete wurden verschiedene Kriterien herangezogen (siehe auch Abschnitt 7.5.6 für eine detaillierte Beschreibung der Kriterien):

- Hohe Wärmedichte auf Straßenzugsebene
- Passender Sanierungszyklus der Heizanlagen
- Passende Energieträgerverteilung (z.B. wenige Wärmepumpen)
- Lokale Abwärmepotenziale
- Lokale Potenziale erneuerbarer Energien
- Großverbraucher als Ankerkunden
- Siedlungs- und Besitzstrukturen (z.B. viele öffentliche Gebäude)
- Siedlungsentwicklungen
- Potenzielle Wärmeinfrastrukturstandorte

Die Eignungsgebiete für eine zentrale und dezentrale Wärmeversorgung sind in Karte 14 dargestellt. In den Ortsteilen Kirchhofen und Ehrenstetten wurde jeweils im alten Ortskern ein Eignungsgebiet für zentrale Wärmeversorgung identifiziert. Die Ausweisung dieser Gebiete wird begründet mit einer dichten Bebauung, dem Alter der Gebäude, die Art und das Alter der bestehenden Heizanlagen und der

hohen Wärmedichte auf Straßenzugsebene. In den Peripherien sind vermehrt kleinere und neuere Gebäude vorzufinden. Durch die lockere Bebauung ist die Wärmedichte hier niedriger und die Gebiete für die dezentrale Wärmeversorgung geeignet.

Im Anhang sind zudem Steckbriefe der Ortsteile zu finden, in denen der energetische Ist-Zustand beschrieben wird und die Umsetzungspotenziale in den dezentralen und zentralen Eignungsgebieten erläutert werden.



Karte 14 – Zentrale und dezentrale Eignungsgebiete der Gemeinde Ehrenkirchen

3.5.1 Energiespeicher

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

In den folgenden Abschnitten werden deshalb solche Speicher, die in Ehrenkirchen zur Umsetzung der Wärmewende und zum Erreichen des Zielbilds eingesetzt werden könnten, erläutert und deren Ein-

satzbereiche geschildert. Welche Technologie bei einer Maßnahme eingesetzt wird, muss anhand wirtschaftlicher und technischer Kriterien im Einzelfall bewertet werden. In der Abbildung 27 werden verschiedene Speichertechnologien nach ihrer Speicherkapazität und der Dauer der Speicherung dargestellt. Zusätzlich sind oben Beispiele für die entsprechenden Kapazitäten genannt. Bei hohen Kapazitäten (großen Energiemengen), wie sie zum Beispiel eine Großstadt benötigt, müssten erneuerbare Gase (rot: Power-to-Gas) zum Einsatz kommen. Die zukünftige Rolle dieser Gase wird in Abschnitt 3.6 erläutert. Für die Wärmewende in Ehrenkirchen werden vor allem kleine bis große Wärmespeicher (orange), sowie auf Grund der Sektorenkopplung, Stromspeicher entscheidend sein.

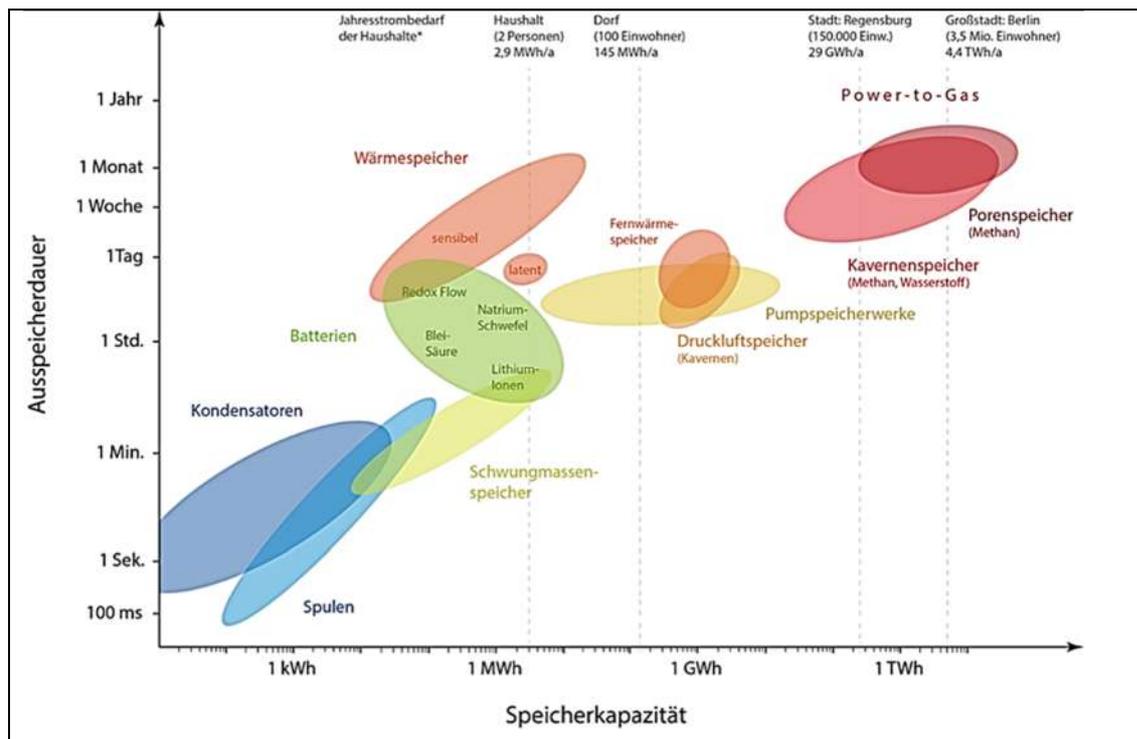


Abbildung 27– Übersicht der Speicherkapazität und Ausspeicherdauer verschiedener Speichertechnologien (Sternier & Stadler, 2014)

3.5.1.1 Wärmespeicher

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

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

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

- **Eisspeicher (latenter Wärmespeicher)**

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

- **Sorptionsspeicher (thermochemischer Wärmespeicher)**

Die Wärmespeicherung erfolgt durch chemisch reversible Reaktionen oder den Sorptionsprozess (Ab- und Adsorptionsprozess) und zeichnet sich besonders durch eine hohe Energiedichte aus.

Der Aufbau von Wärmenetzen in Ehrenkirchen wird auch einen Ausbau der Wärmespeicherkapazitäten bedingen, für die geeignete Fläche identifiziert werden müssten.

3.5.1.2 Stromspeicher

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

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

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

3.6 Transformation des Erdgasnetzes

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

Der nationale Gesetzgeber hat die Erdgaskonzessionäre hierbei als entscheidende Akteure beim Hochlauf der Wasserstoffinfrastruktur erkannt und den Geltungsbereich der wegrechtlichen Gestattungsverträge nach § 46 EnWG in § 113a EnWG auf Wasserstoff „erweitert“. Somit können vorbereitende

Maßnahmen zum Wasserstofftransport ergriffen und die Zielnetzplanung an diese angepasst werden. Ein Gaskonzessionsvertrag ist somit zugleich ein Wasserstoffgestattungsvertrag.

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

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

Bei den Szenarien 1 und 2 gibt es wiederum zwei mögliche Varianten. Den Wasserstoff pur in das Erdgasnetz einzuspeisen, erfordert nach aktuellem Kenntnisstand das Umrüsten der bestehenden Heizkessel der Endverbraucher. Die andere Variante ist die Beimischung von Wasserstoff zu einem anderen Medium, z.B. Biogas. Bei der zweiten Variante kommen die sogenannten Hybridheizungen zum Einsatz.

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

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

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

Die Rahmenbedingungen, die die Transformation des Erdgasnetzes formen werden, liegen zum größten Teil weder in der Hand der Gemeinde noch in der Hand der Erdgasnetzbetreiber. Um geeignete Maßnahmen mit Blick auf die Transformation des Erdgasnetzes zu erarbeiten und an die sich noch in Entwicklung befindenden und sich wandelnden Rahmenbedingungen zu adaptieren, wird in den kommenden Jahren ein regelmäßiger Austausch zwischen der Gemeinde Ehrenkirchen und dem Netzbetreiber notwendig sein. Zusätzlich müssen die Entwicklungen im Erdgasnetz frühzeitig mit den Bürgerinnen und Bürgern und den Betrieben der Gemeinde abgestimmt und kommuniziert werden, damit

diese die Perspektiven zur Energieversorgung über das Erdgasnetz bei Investitionsentscheidungen berücksichtigen können bzw. unter Umständen auch rechtzeitig mit Alternativen planen können.

3.6.1 Wasserstoffanbindung für Ehrenkirchen

Im Rahmen des Projekts RHYn Interco wird eine Verbindung zum European Hydrogen Backbone über eine Rheinquerung bei Fessenheim (Frankreich) im Jahr 2028 hergestellt (vgl. Abbildung 28). Über diese Anbindung an den Backbone bekommt der südliche Oberrhein Zugang zu unterschiedlichen Erzeugungsschwerpunkten von grünem Wasserstoff im europäischen Ausland. Im Anschluss an die Rheinquerung werden über umgestellte Erdgasleitungen sowie neu zu errichtende Wasserstoffleitungen zunächst Großabnehmer in Freiburg angeschlossen. Da Ehrenkirchen sich entlang dieser Trasse befindet, wird im Szenario davon ausgegangen, dass einzelne Betriebe der Gemeinde perspektivisch Wasserstoff einsetzen können.

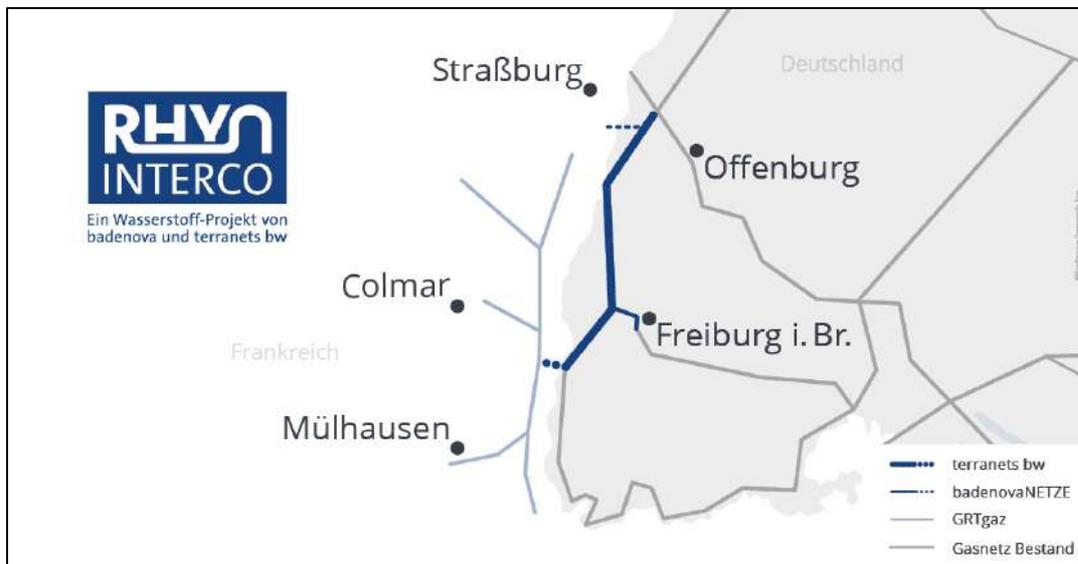


Abbildung 28 – RHYn Interco Netzkarte (Quelle: badenovaNETZE GmbH 2023)

3.7 Senken für Restemissionen

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

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

THG-Kompensation kann sowohl durch lokale Maßnahmen als auch durch technische Verfahren erfolgen. Momentan ist noch unklar, ob oder wie verbleibende THG-Emissionen in Zukunft kompensiert

werden müssen. Eine Studie zu Entwicklungsszenarien der CO₂-Preise, erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, geht von einer starken Steigerung des CO₂-Preises bis 2040 aus (von 30 €/t im Jahr 2022 auf mind. 250€/t im Jahr 2040). Vor diesem Hintergrund würde die Umsetzung von lokalen Kompensationsmaßnahmen die lokale Wertschöpfung unterstützen. Zudem haben solche Maßnahmen auch weitere Vorteile, in dem z.B. Flächen ökologisch aufgewertet werden und die lokale Biodiversität steigern.

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

3.8 Kennwerte des Zielbilds

In den folgenden Tabellen sind die wesentlichen Kennwerte des Zielbilds festgehalten.

2021					
Energieträger	private Haushalte	Gewerbe & Sonstiges	Industrie - Raumwärme	Industrie - Prozesswärme	kommunale Liegenschaften
Erdgas	20.540	7.747	1.251	2.529	904
Heizöl	10.405	837	65	132	0
Heizungsstrom	924	462	0	0	0
Wärmenetz	0	641	0	0	914
Kohle	39	17	0	0	0
Flüssiggas	494	225	10	20	0
Energieholz	4.523	787	0	0	58
Solarthermie	1.355	151	0	0	0
Umweltwärme	2.767	146	0	0	0
Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0	0	268	542	0
Wasserstoff	0	0	0	0	0
Summe	41.047	11.013	1.584	3.222	1.876

Tabelle 7 – Jahresendenergiebedarf (MWh) für die Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2021

2030					
Energieträger	private Haushalte	Gewerbe & Sonstiges	Industrie - Raumwärme	Industrie - Prozesswärme	kommunale Liegenschaften
Erdgas	12.124	4.077	658	2.000	480
Heizöl	5.476	441	34	80	0
Heizungsstrom	486	243	0	305	0
Wärmenetz	2.845	1.194	0	0	757
Kohle	20	9	0	0	0
Flüssiggas	260	118	5	11	0
Energieholz	4.523	787	0	0	134
Solarthermie	1.355	151	0	0	0
Umweltwärme	10.975	1.955	477	285	192
Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0	0	268	542	0
Wasserstoff	0	0	0	0	0
Summe	38.064	8.976	1.443	3.222	1.563

Tabelle 8 – Jahresendenergiebedarf (MWh) für die Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2030

2040					
Energieträger	private Haushalte	Gewerbe & Sonstiges	Industrie - Raumwärme	Industrie - Prozesswärme	kommunale Liegenschaften
Erdgas	0	0	0	0	0
Heizöl	0	0	0	0	0
Heizungsstrom	0	0	0	644	0
Wärmenetz	8.778	1.809	0	0	757
Kohle	0	0	0	0	0
Flüssiggas	0	0	0	0	0
Energieholz	4.523	787	0	0	227
Solarthermie	1.355	151	0	0	0
Umweltwärme	20.095	9.965	1.007	425	383
Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0	0	268	542	0
Wasserstoff	0	0	0	1.611	0
Summe	34.750	6.713	1.275	3.222	1.367

Tabelle 9 – Jahresendenergiebedarf (MWh) für die Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2040

Energieträger	2021	2030	2040
Erdgas	113	118	0
Heizöl	452	0	0
Energieholz	1.091	2.4252	5.808
Abwärme	0	1.389	1.984
Wärmepumpen	0	1.389	4.626
Summe	1.656	5.320	12.390

Tabelle 10 – Energieeinsatz (MWh) nach Energieträger für die zentrale Wärmeversorgung über Wärmenetze für die Jahre 2021, 2030 und 2040

4. Kommunale Wärmewendestrategie

Nachdem das Zielszenario den Pfad aufzeigt, wie Ehrenkirchen bis zum Jahr 2040 einen klimaneutralen Gebäudebestand erreichen kann, wird mit der kommunalen Wärmewendestrategie dieser Pfad mit konkreten Maßnahmen hinterlegt. Die Maßnahmen richten sich nach dem Handlungsraum, den Rollen und dem Wirkungsfeld der Gemeinde. Dabei wird es zunächst wichtig sein, die Organisation der Umsetzung des Wärmeplans sicherzustellen und den Wärmeplan in bestehende Strukturen und den Planungsalldag der Verwaltung zu integrieren.

Die wichtigsten Ziele der Wärmewendestrategie sind:

- **Energieverbrauch senken**

Um den Energieverbrauch entscheidend zu senken, müssen die Gebäude energetisch saniert werden. Darüber hinaus sollten Einsparpotenziale durch Effizienzsteigerungen der Heizungsanlagen und durch korrektes Nutzerverhalten genutzt werden. Um diese Potenziale der Wohngebäude nochmals differenzierter darzustellen, wurden für die siebzehn häufigsten Gebäudetypen in Ehrenkirchen Gebäude Steckbriefe erstellt (siehe Anhang 10.6). Die Steckbriefe zeigen nochmals detailliert, welche Maßnahmen an Gebäudehülle und -technik für ein typisches Gebäude des jeweiligen Gebäudetyps technisch und wirtschaftlich sinnvoll sind. Bei der Prozesswärme kann der Energieverbrauch durch Modernisierungs- und Optimierungsmaßnahmen im Schnitt um bis zu 15 % gesenkt werden.

- **Dekarbonisierung der Wärmeversorgung**

Um die Wärmeversorgung zu dekarbonisieren, müssen fossile Versorgungsstrukturen durch verschiedene erneuerbare Energiequellen ersetzt werden. Hier müssen je nach Gegebenheit vorhandene erneuerbare Potenziale sinnvoll genutzt werden. Eine zentrale Rolle wird hierbei die Nutzung der Umweltwärme für Heizzwecke über Wärmepumpen sowohl in zentralen als auch dezentralen Versorgungsgebieten einnehmen. Neben der Wärmequelle Luft, die überall zur Verfügung steht, können geothermische Potenziale aus Erdwärme und Grundwasserwärme in den jeweiligen Einzelfällen geprüft und erschlossen werden. Neben der Umweltwärme wird es zudem die Einbindung anderer erneuerbaren Wärmequellen brauchen, damit die Transformation gelingen kann. In zentralen Versorgungsgebieten betrifft dies vor allem die Nutzung von Abwärme aus dem Gewerbe bzw. aus dem Abwasser, in dezentralen Gebieten die Einbindung von Solarthermie und Energieholz. Erneuerbare Gase wie Biomethan bzw. Wasserstoff werden voraussichtlich zunächst nur dort eingesetzt, wo das Temperaturniveau nicht abgesenkt werden kann. Dies betrifft vor allem Prozesse, die auf hohe Temperaturen angewiesen sind.

- **Dekarbonisierung der Stromversorgung**

Das Gelingen der Wärmewende, mit Blick auf die Wichtigkeit der strombetriebenen Wärmepumpe, ist dadurch direkt an die Dekarbonisierung der Stromversorgung gekoppelt. In Ehrenkirchen muss die lokale Stromerzeugung mit Windkraft und PV-Anlagen ausgebaut werden. Die identifizierten Potenziale reichen für eine klimaneutrale Stromversorgung der Gemeinde aus. Um die Fluktuation der erneuerbaren Energiequellen und die Winterlücke auszugleichen, werden Energiespeicher in Form von Stromspeichern und in Zukunft PtG-Anlagen benötigt. In Abstimmung mit dem Stromnetzbetreiber kann die Gemeinde dafür sorgen, dass die lokale Infrastruktur den zukünftigen Herausforderungen entsprechend ausgebaut und ertüchtigt wird.

4.1 Kommunale Handlungsfelder für die Wärmewende

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

4.1.1 Strategie, Organisation und Verankerung in der Verwaltung

Der kommunale Wärmeplan wurde in Abstimmung mit der Gemeinde erstellt, so dass das Thema und die Inhalte bereits in den bestehenden Strukturen integriert und die Zuständigkeiten innerhalb der Verwaltung geordnet sind. Durch regelmäßiges Monitoring soll in Zukunft über den Fortschritt und evtl. auftretende Hemmnisse beraten werden. Zudem können neue Maßnahmen aufgenommen werden. Nach und nach soll der Wärmeplan als wichtiges Tool in den Planungsalltag der Gemeinde, z.B. bei der Entwicklung von Neubaugebieten und bei der Verwaltung der kommunalen Liegenschaften, integriert werden.

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

4.1.2 Klimaneutrale Wärmeversorgung der Liegenschaften

Für eine klimaneutrale Wärmeversorgung der Liegenschaften ist es erforderlich, die bestehenden Gebäude zu sanieren bzw. zu modernisieren. Hier ist die Gemeinde bereits aktiv in der Umsetzung (Sanierung des Rathauses) und in der Planung weiterer Maßnahmen (Sanierung Kirchberghalle). Zusätzlich zu diesen Maßnahmen sollte die Kommune einen Plan entwickeln, um weitere geeignete Maßnahmen abzuleiten und die dafür notwendigen Finanzmittel für die zukünftigen Investitionsmaßnahmen in Ihrem Haushalt berücksichtigen zu können. Einen solchen Plan lässt sich unter anderem auch durch die Zusammenarbeit mit Energieberatern konkretisieren, z.B. können Einsparpotenziale und konkrete Sanierungsmaßnahmen für einzelne Liegenschaften mit einem Sanierungskonzept für Nichtwohngebäude ausgearbeitet werden. Eventuell mögliche Förderprogramme können seitens des Energieberaters im Zuge der Beratung dargestellt und vor der Realisierung der Maßnahme beantragt werden. Darüber hinaus sind auch Einspar- und Effizienzmaßnahmen ein zusätzlicher Schritt, um den Energieverbrauch der Liegenschaften zu senken. Entsprechende Maßnahmen sind in Abschnitt 2.1 und 2.2 beschrieben. Die Reduktion der Energieverbräuche durch Effizienzsteigerung und Modernisierung der Gebäude ist der Grundstein für eine erfolgreiche Umstellung zur effizienten Nutzung erneuerbarer Energien. Zudem kann die Gemeinde durch die Umsetzung solcher Maßnahmen ein Vorbild für die Bürgerinnen und Bürger der Gemeinde sein.

4.1.3 Ausbau der zentralen Wärmeversorgung

Der Ausbau der zentralen Wärmeversorgung ist ein essenzieller Bestandteil der Wärmewendestrategie. Mithilfe von geförderten Machbarkeitsstudien oder Quartierskonzepten werden Wärmeabsatzprognosen, Trassenverläufe und Erzeugerstrukturen mit Hinsicht auf der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit untersucht und gegenübergestellt. Auf dieser Basis können Wärmenetze entwickelt werden und in die Umsetzung kommen. Für die zentrale Eignungsgebiete in Kirchhofen und Ehrenkirchen empfiehlt es sich die Machbarkeit und Umsetzbarkeit der zentrale Wärmeversorgung genauer zu prüfen, um die Projekte zügig in die Umsetzung zu bringen.

4.1.4 Ausbau erneuerbarer Energien

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

Dazu müssen zunächst die wärmeseitig vorhandenen Potenziale erschlossen werden. Über Wärmepumpen kann Umweltwärme aus Luft, Grundwasser und Erdreich zur dezentralen Gebäudebeheizung nutzbar gemacht werden.

Zur Deckung des zusätzlichen Stromverbrauchs durch Wärmepumpen müssen auch stromseitig vorhandene Potenziale im Rahmen einer klimaneutralen Wärmeversorgung erschlossen werden. Vor allem die Windkraft bietet große Potenziale zur lokalen Stromerzeugung. Hier kann die Gemeinde die bereits begonnenen Abstimmungen mit Investoren und den Nachbargemeinden fortsetzen. Zudem können die Gemeindeeigenen Liegenschaften und Flächen (z.B. Parkflächen) auf Potenziale für PV-Anlagen geprüft werden.

4.1.5 Kommunikation und Information

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

Im ersten Schritt bedeutet dies, die Ergebnisse des kommunalen Wärmeplans öffentlich zu kommunizieren und über die Gemeindeeigenen Medien den Bürgerinnen und Bürgern, Gebäudebesitzer und -besitzerinnen, Interessensgruppen und dem Gewerbe zur Verfügung zu stellen.

Für Gebäudeeigentümer und -eigentümerinnen sind alle Informationen, rund um die energetische Gebäudesanierung relevant. Hier sollten Beispiele für umgesetzte Maßnahmen zur Verfügung gestellt werden. Gleichzeitig sollten Informationen zu den aktuellen Fördermöglichkeiten auf der Internetseite oder über eine gezielte Beratung bereitgestellt werden.

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

Als konkrete Maßnahme kann in einem dezentral versorgten Eignungsgebiet eine Wärmepumpeninitiative durchgeführt werden. Hierfür sollte die Gemeinde eine Informationsveranstaltung für alle Gebäudeeigentümer initiieren.

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

Nur wenn alle Zielgruppen über die Ergebnisse des kommunalen Wärmeplans informiert sind und alle Zielgruppen Kenntnis darüber haben, welche Maßnahmen möglich sind, kann eine erfolgreiche Umsetzung des Wärmeplans gelingen.

4.2 Maßnahmen des kommunalen Wärmeplans 2024

Gemeinsam mit der Gemeindeverwaltung und des Gemeinderats wurden folgende Maßnahmen als prioritär bewertet. Laut Gesetz sollen diese Maßnahmen spätestens innerhalb von fünf Jahren begonnen werden.

1. Informationsveranstaltungen und -formate zum Thema Heizungstausch anbieten
2. Beratungsangebote zum Thema energetische Gebäudesanierung schaffen

3. Prüfung der Machbarkeit eines Wärmenetzes im Ortsteil Kirchhofen inkl. einer genaueren Bewertung der Abwärmepotenziale
4. Teil-Erneuerung der Heizung in der Wentzinger Schule
5. Umbau und energetische Sanierung des Rathauses
6. Umbau und energetische Sanierung der Kirchberghalle

Zudem hat die Gemeinde folgende zwei Maßnahmen definiert, die nicht prioritär umzusetzen sind, jedoch abhängig von der Umsetzung der sechs priorisierten Maßnahmen, der verfügbaren finanziellen Mitteln der Gemeinde und der Kapazitäten der Gemeindeverwaltung, nachgezogen werden können:

- Lüftung des Gemeindehaus Offnadingen
- Erneuerung der Lüftungsanlage der St. Gallus Halle Norsingen
- Energetische Sanierung des Kinder- und Familienzentrums St. Martin (Ehrenstetten)

In den folgenden Abschnitten werden die sechs priorisierten Maßnahmen einzeln erläutert. Neben einer kurzen Beschreibung der Maßnahme werden folgende Eckpunkte übersichtlich dargestellt:

- Verantwortliche Akteure: Wer ist zuständig für die Umsetzung der Maßnahme?
- Zeithorizont: Wann soll begonnen werden? Wie lange läuft die Maßnahme? Bis wann sollte die Maßnahme abgeschlossen sein?
- Kosten: Welchen finanziellen Aufwand wird die Maßnahme verursachen?
- THG-Einsparung: Abschätzung, wie viel THG durch die Maßnahmen jährlich eingespart wird.
- Energieeinsparung: Abschätzung, wie viel Energie durch die Maßnahmen jährlich eingespart wird
- Zielwert: Welcher Mehrwert soll mit der Maßnahme konkret erreicht werden?

4.2.1 Top-Maßnahme: Informationsveranstaltungen und -formate zum Thema Heizungstausch anbieten

Zur Erreichung der Ziele des kommunalen Wärmeplans ist es von besonderer Bedeutung, die fossilen Heizungsanlagen durch neue und moderne Anlagen zu ersetzen. Durch die Novellierung des Gebäudeenergiegesetzes wird innerhalb der nächsten Dekade verlangt, dass dezentrale Heizungsanlagen zu mindestens 65 % mit erneuerbaren Energien betrieben werden. Dies bedeutet, dass die meisten Anlagen, welche nicht in zentralen Eignungsgebieten liegen (vgl. Abschnitt 3.5), durch Wärmepumpen zu ersetzen sind, entweder als monovalente oder als hybride Anlagenkomponente. Der effiziente und sparsame Betrieb einer Wärmepumpe setzt unter Umständen Maßnahmen an der Gebäudehülle, Sanierungen im Gebäudeinneren oder aber eine Optimierung der Wärmeverteilung voraus. Hierüber müssen Fachleute informieren. Die Kommune sollte diesen Fachleuten eine „Bühne“ dafür bieten.

Verantwortliche Akteure	Gemeindeverwaltung gemeinsam mit der Energieagentur und Gebäudeenergieberater:innen
Zeithorizont	Ab sofort, kontinuierlich
CO₂-Einsparung	k.A., indirekte Einsparungen durch Folgemaßnahmen
Kosten	k.A.
Energieeinsparung	k.A.
Zielwert	Eine Veranstaltung pro Jahr

4.2.2 Top-Maßnahme: Beratungsangebote zum Thema energetische Gebäudesanierung schaffen

Die Erreichung der Klimaneutralität erfordert neben der Umstellung fossil betriebener Heizungssysteme auch die Einsparung von Wärmeenergie durch die Gebäudesanierung. Die Kommune kann mit der Bereitstellung von Vortragsräumlichkeiten für Referenten aus der Energiebranche, bei der Veröffentlichung von nützlichen Adressen und bei der Bereitstellung von Informationsmaterialien zu den Themen Gebäudesanierung und Fördermittelbeschaffung dazu beitragen.

Außerdem sollten gezielt externe Partner für verschiedene Fragestellungen eingebunden werden, die dann für das Projekt als technische oder gemeindeplanerische Berater flexibel bereitstehen und so die Kommune in ihrer Aufgabenvielfalt entlasten.

Der kommunale Wärmeplan der badenovaNETZE GmbH beinhaltet eine Anzahl an sorgfältig ausgearbeiteten Gebäudesteckbriefen, über welche die Bürger eine erste wichtige Orientierung zu den technischen Möglichkeiten, den Einsparpotenzialen und zu den Kosten der Maßnahmen erhalten. Diese Steckbriefe können in Informationsveranstaltungen an die interessierten Bürger verteilt oder aber als Download von der Gemeindehomepage zur Verfügung gestellt werden. Dazu wurden Gebäudesteckbriefe für die häufigsten Gebäudetypen und Altersklassen ausgewählt. Wichtig ist die Präsenz der Steckbriefe in der Wahrnehmung der Bürger, um einen möglichst niederschweligen Zugang zu Beratung und Information zu ermöglichen. Um weitere Bevölkerungsgruppen passgenau anzusprechen, empfiehlt es sich auch hier ein Online-Angebot aufzubauen (vgl. Abschnitt 2.2.4 und 10.1).

Verantwortliche Akteure	Gemeindeverwaltung, Energieberater, Handwerk
Zeithorizont	2024-2040
CO₂-Einsparung	k.A., indirekte Einsparungen durch Folgemaßnahmen
Kosten	k.A.
Energieeinsparung	k.A.
Zielwert	Eine Veranstaltung pro Jahr

4.2.3 Top-Maßnahme: Prüfung der Machbarkeit eines Wärmenetzes im Ortsteil Kirchhofen inkl. einer genaueren Bewertung der Abwärmepotenziale

Der Ortsteil Kirchhofen ist im Dorfkern dicht bebaut und weist eine hohe Wärmedichte auf und ist daher als Eignungsgebiet für die zentrale Wärmeversorgung ausgewiesen. Der Ausbau der zentralen Wärmeversorgung in Kirchhofen sollte wie folgt angegangen werden:

- 1) Zusammenstellen einer verwaltungsinternen Projektgruppe zur Koordination und Kommunikation des Wärmenetzprojekts
- 2) Erstellen einer Machbarkeitsstudie für ein Wärmenetz 4.0 (zusammen mit einem potenziellen Wärmenetzbetreiber). Die wesentlichen Bausteine der Studie sind:
 - a) Wirtschaftlichkeitsberechnung bei verschiedenen Auslegungsoptionen
 - b) Prüfung zur Anbindung der kommunalen Liegenschaften
 - c) Betrachtung der Wärmegestehungskosten
 - d) Befragung der Eigentümer und Eigentümerinnen
 - e) Informationsveranstaltungen für interessierte Bürger und Bürgerinnen
 - f) Prüfung zur Einbindung der lokalen erneuerbare Energien (Abwärme aus dem Gewerbe (direkte Ansprache der nahegelegenen Firmen), Grundwasser und Luftwärmepumpen)

Verantwortliche Akteure	Gemeindeverwaltung, Wärmenetzbetreiber
Zeithorizont	2025-2027
CO₂-Einsparung	Indirekte Einsparungen bei Umsetzung eines Wärmenetzes gemäß Zielszenario: rund 1.100 t CO _{2e} /Jahr
Kosten	60.000 € bis 80.000 € (50 % Förderquote)
Energieeinsparung	k.A.
Zielwert	Auftragsvergabe für eine nach BEW geförderte Machbarkeitsstudie zum Bau eines Wärmenetzes

4.2.4 Top-Maßnahme: Teil-Erneuerung der Heizung in der Wentzingerschule

Die Wentzingerschule in Ehrenstetten verfügt derzeit über zwei dezentrale Heizungsanlagen, die jeweils mit Erdgas betrieben werden. Während der Neubau mit einem Kessel aus dem Jahr 2009 versorgt wird, ist die Anlage im Altbau aus dem Jahr 1988 und dementsprechend dringend erneuerungsbedürftig. Ein Austausch der Anlage wird deshalb für den Sommer 2025 geplant. Die Verwaltung hat zur Untersuchung der technischen Lösungsmöglichkeiten bereits die Firma BioTec Riesterer, Horben, beauftragt. In der Gemeinderatssitzung am 03.12.2024 wurde der Gemeinderat über die Möglichkeit zum Einbau einer Holzpellet-Anlage informiert. Demnach könnte die Anlage so ausgelegt werden, dass damit auch der Neubau der Schule später mitversorgt werden könnte. Hierzu müssten beide Gebäude mit einer Wärmeleitung verbunden werden. Der Gemeinderat hat die Beantragung von Fördermitteln und die Bereitstellung der Haushaltsmittel zur Umsetzung der Anlagenerneuerung beschlossen.

Da die Maßnahme bis zum Herbst 2025 umgesetzt werden muss, sollten die Planungen bestenfalls im Laufe des Frühjahrs 2025 weitestgehend abgeschlossen werden. Wichtig ist hierbei zu prüfen, ob gleichzeitig Effizienzmaßnahmen umgesetzt werden können, um den Wärmebedarf des Gebäudes zu senken. In diesem Zusammenhang kann die Erstellung eines Energiekonzepts oder Sanierungsfahrplan für die Liegenschaft sinnvoll sein. Hierbei werden verschiedene Varianten der Wärmeversorgung bzw. der Einsatz erneuerbare Energien auf ihre technische Machbarkeit, der möglichen Energieeffizienz, der Kosten (Investitionskosten und laufende Kosten) sowie die möglichen Treibhausgaseinsparungen ausgewertet. Anhand einer solchen detaillierten Variantenvergleichs kann die Gemeinde die bestmögliche Heizungsvariante auswählen und umsetzen.

Verantwortliche Akteure	Gemeindeverwaltung
Zeithorizont	Heizungstausch bis Herbst 2025
CO₂-Einsparung	rund 20 t CO _{2e} /Jahr bei Umstellung auf Pellets im Altbau weitere 22 t CO _{2e} /Jahr bei Umstellung auf Pellets im Neubau
Kosten	150.000 € sind im Investitionsplan der Gemeinde eingeplant
Endenergieeinsparung	k.A.
Zielwert	Die Heizung der Wentzingerschule wird erneuert und dabei auf erneuerbare Energien umgestellt.

4.2.5 Top-Maßnahme: Umbau und energetische Sanierung des Rathauses

Der Umbau und die energetische Sanierung des Rathauses in Ehrenkirchen (Baujahr 1980) ist bereits im Jahr 2024 begonnen und soll im Sommer 2026 abgeschlossen werden. Nach der Sanierung soll das Gebäude den Effizienzstandard KfW 40EE erreichen. Dazu bekommt das Gebäude eine umfassende Fassaden- und Dachdämmung und die Fenster werden erneuert, um den Wärmebedarf maßgeblich zu senken. Zur Wärmeversorgung werden 3 Luft-Wärmepumpen installiert. Somit kann der Wärmebedarf des Gebäudes zukünftig mit rund 19 MWh Strom/Jahr gedeckt werden. In einem Systemvergleich, bei dem auch der Erhalt des Wärmenetzanschlusses geprüft wurde, war dies die kostengünstigste Versorgungsvariante.

Verantwortliche Akteure	Gemeindeverwaltung
Zeithorizont	Baumaßnahmen bereits begonnen. Fertigstellung voraussichtlich im Sommer 2026.
CO₂-Einsparung	Rund 15 t CO _{2e} /Jahr
Kosten	Gesamtkosten der Sanierung: rund 8,3 Mio. €
Endenergieeinsparung	Rund 80 %
Zielwert	Nach dem Umbau erreicht das Rathaus den Effizienzstandard KfW 40EE

4.2.6 Top-Maßnahme: Umbau und energetische Sanierung der Kirchberghalle und der Jengerschule (Altbau)

Die Kirchberghalle und der Altbau der Jengerschule wurden im Jahr 1979 erbaut und haben einen hohen Anteil am Wärmeenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften. Momentan werden die Gebäude über das mit Holz-Hackschnitzel und Erdgas betriebene Wärmenetz versorgt. Der Wärmeverbrauch lag im Jahr 2021 bei rund 520 MWh (gemeinsam mit der Altbau-Erweiterung und mit dem Neubau der Grund- und Gemeinschaftsschule). Die Gebäude sollen umfassend saniert und dabei auch energetisch ertüchtigt werden. Die Gemeinde strebt an mit den Sanierungsmaßnahmen den Effizienzstandard KfW 55 zu erreichen. Im Rahmen der Planungen sollte anhand eines Variantenvergleichs, auch die zukünftige Wärmeversorgung dieser Gebäude betrachtet werden.

Verantwortliche Akteure	Gemeindeverwaltung
Zeithorizont	Planung der Maßnahme hat bereits begonnen. Baubeginn soll im Jahr 2026 erfolgen.
CO₂-Einsparung	Abhängig von der gewählten Wärmeversorgung
Kosten	k.A.
Endenergieeinsparung	Rund 75 %
Zielwert	Nach dem Umbau erreichen die Kirchberghalle und die Jengerschule (Altbau) den Effizienzstandard KfW 55

4.3 Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans

Das Wärmeplanungsgesetz gibt vor, dass der kommunale Wärmeplan spätestens nach fünf Jahren fortgeschrieben werden muss. Es spricht allerdings einiges dafür, die Fortschreibung nicht erst nach fünf Jahren anzugehen. Mit einer kontinuierlichen Fortschreibung können laufende Entwicklungen in der Gemeinde und aus der Umsetzung regelmäßig in den digitalen Zwilling und in den Maßnahmenkatalog eingepflegt werden. Beispielsweise könnten sich durch nähere Untersuchungen die Grenzen der Eignungsgebiete verschieben, es ergeben sich neue Potenziale aus Abwärme oder andere Potenziale sind nach näherer Betrachtung nicht wirtschaftlich nutzbar. Zudem ist in der aktuellen Klimaschutzpolitik momentan viel in Bewegung. Politische, rechtliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen ändern sich, wodurch sich die Handlungsmöglichkeiten der Akteure ebenfalls ändern können. Ist der kommunale Wärmeplan stets gepflegt und öffentlich zugänglich, kann er sich zu einem wichtigen Tool für die Gemeindeverwaltung, der Akteure und der Bürgerinnen und Bürger entwickeln.

Folgende Bausteine könnten bei der Fortschreibung umgesetzt werden:

- Aktualisierung der Energie- und THG-Bilanz, z.B. alle drei bis fünf Jahre
- Umsetzung der Maßnahmen
 - Etablierung eines Controllingkonzepts zur Überprüfung des Maßnahmenfortschritts und zur Identifizierung von Umsetzungshemmnissen
 - Aufnahme neuer Maßnahmen
- Eignungsgebiete nach Bedarf und aktuellen Gegebenheiten anpassen
- Digitaler Zwilling
 - Daten pflegen und aktualisieren
 - Neue Gebäude aufnehmen
 - Aktualisierung der Heizanlagenstatistik sowie Erdgas- und Stromverbrauchsdaten alle fünf bis sieben Jahre
- Veröffentlichung der aktualisierten Fassung des kommunalen Wärmeplans
- Berücksichtigung von Anpassungen gesetzlicher Vorgaben für kommunale Wärmepläne

5. Ausblick

Der Wärmeverbrauch der Gebäude macht in Deutschland einen großen Anteil der energiebedingten Treibhausgasemissionen aus. Deshalb ist die Wärmewende eine wichtige Säule beim Klimaschutz. Mit dem hier vorliegenden kommunalen Wärmeplan wird die Gemeinde Ehrenkirchen ihrer Verpflichtung gerecht auch diese Herausforderung in den kommenden Jahren gezielt und aktiv anzugehen. Mit dem kommunalen Wärmeplan wird der Weg der Gemeinde bis hin zu einem klimaneutralen Gebäudebestand bis zum Jahr 2040 aufgezeigt:

- Durch Einspar- und Effizienzmaßnahmen, z.B. der energetischen Gebäudesanierung, wird der Wärmebedarf stetig gesenkt.
- Der verbleibende Wärmebedarf wird mit möglichst lokalen erneuerbaren Energien gedeckt. In diesem Zusammenhang wurden Eignungsgebiete für die zentrale und dezentrale Wärmeversorgung beschrieben, die eine möglichst effiziente und wirtschaftliche Nutzung der lokalen Potenziale zum Ziel haben.

Mit den definierten und priorisierten Maßnahmen kann die Gemeinde im Rahmen ihrer Handlungsmöglichkeiten nun die Wärmewende vor Ort konkret umsetzen. Zudem sorgt sie mit ihrem Handeln dafür, dass die Akteure und Bürgerinnen und Bürger der Gemeinde ebenfalls die Wärmewende voranbringen können.

6. Akteursbeteiligung

Der Erarbeitung des kommunalen Wärmeplans der Gemeinde Ehrenkirchen hat unter Beteiligung lokaler Akteure und Stakeholder stattgefunden. Hierzu haben verschiedene Informationsformate, Workshops und Veranstaltungen stattgefunden, die im Folgenden beschrieben werden.

- > **Projektmanagement:** Abstimmungstermine zwischen dem Projektteam der badenovaNETZE und der Gemeindeverwaltung.
- > **Informationsveranstaltung:** Am 15. Juli 2024 konnten sich alle interessierten Akteure und Bürgerinnen und Bürger der Gemeinde über den aktuellen Stand der kommunalen Wärmeplanung in einer online Informationsveranstaltung informieren.
- > **Maßnahmenworkshop:** Im Rahmen eines Akteursworkshops am 01. Oktober 2022 wurden Vertreter und Vertreterinnen des Gemeinderats, der Ortschaftsräte und der Gemeindeverwaltung zunächst über den Sachstand der kommunalen Wärmeplanung informiert um anschließend konkreter Maßnahmen zur Umsetzung der Wärmewende in Ehrenkirchen gemeinsam auszuarbeiten. Als wesentliches Ergebnis des Workshops wurden für die Gemeinde Ehrenkirchen vier Maßnahmen inhaltlich ausgearbeitet. Diese waren:
 1. Informationsveranstaltungen und -formate zum Thema Heizungstausch
 2. Sanierungsplan für die kommunalen Liegenschaften
 3. Beratungsangebot zum Thema energetische Gebäudesanierung
 4. Prüfung der Machbarkeit eines Wärmenetzes im Ortsteil Kirchhofen inkl. einer genaueren Bewertung der Abwärmepotenziale

Diese Maßnahmen wurden im Nachgang in Zusammenarbeit mit der Gemeindeverwaltung priorisiert und detailliert ausgearbeitet.

- > **Offenlage:** Das Fachgutachten zur kommunalen Wärmeplanung wird vom 10. Januar bis zum 03. Februar 2025 offengelegt.

7. Methodik

7.1 Digitaler Zwilling

Durch das novellierte Klimaschutzgesetz des Landes ist die Gemeinde Ehrenkirchen im Rahmen der Erstellung des kommunalen Wärmeplans berechtigt, Daten des Energieverbrauchs und der Energieinfrastruktur der lokalen Netzbetreiber und Schornsteinfeger zu bearbeiten. Diese Daten wurden um Informationen zum Gebäudebestand und statistischen Daten der Sanierungszustände und Wärmebedarfe ergänzt. In einem Geographischen Informationssystem (GIS) konnten diese Gebäude- und Energiedaten mit Lageinformationen der Gebäude der Gemeinde aus dem amtlichen Kataster gekoppelt werden. Für diesen Arbeitsschritt wurde mit dem Dienstleister Smart Geomatics Informationssysteme GmbH aus Karlsruhe zusammengearbeitet. Das Ergebnis ist ein digitaler Zwilling der Energieversorgung der Gemeinde Ehrenkirchen, bei dem Energiemengen nicht nur beziffert, sondern auch räumlich verortet und online dargestellt werden können. Dieser digitale Zwilling dient als Grundlage für die anschließende Auswertung der energetischen Potenziale und für die Beschreibung des Ziel-Zustands eines klimaneutralen Gebäudebestands. Zudem kann er als planerische Grundlage für die Umsetzung der Maßnahmen des kommunalen Wärmeplans dienen.

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

7.2 Gebäudetypologie

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

Die Einteilung nach Baualter erfolgt in dieser Typologie in elf Klassen, die jeweils eine ähnliche Bausubstanz aufweisen (vgl. Tabelle 11).

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

Tabelle 11 – Chronologie der Baualterklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH (2005)

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

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

7.3 Energie- und THG-Bilanz

Die THG-Bilanz beinhaltet alle klimawirksamen Emissionen der in der Gemeinde eingesetzten Energien. Emissionen anderer Treibhausgase wurden gemäß Ihrer Wirksamkeit „Global Warming Potential“ (GWP) in sogenannte CO₂-Äquivalente (CO_{2e}) umgerechnet. Im Text stehen die CO_{2e}-Werte synonym für die gesamten THG-Emissionen.

Anmerkungen zur angewandten Methodik:

- Die Energie- und THG-Bilanz wurde mit dem Tool BICO₂ BW erstellt (Version 2.10.1). Dieses Tool wurde vom IFEU im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft als Standardverfahren für Baden-Württemberg erstellt. Somit kann die Bilanz regelmäßig fortgeschrieben werden, um die Wirksamkeit der Klimaschutzmaßnahmen in den kommenden Jahren zu überprüfen.

- In der THG-Bilanz wurden sowohl die direkten als auch die indirekten Emissionen berücksichtigt. Direkte Emissionen entstehen vor Ort bei der Nutzung der Energie (z.B. beim Verbrennen von Öl in der Heizung), während die indirekten Emissionen bereits vor der Nutzung entstehen (z.B. durch Abbau und Transport von Ressourcen oder den Bau und die Wartung von Anlagen).
- Für den Stromverbrauch basieren alle Aussagen auf der Endenergie, also der Energie, die vor Ort im Wohnhaus eingesetzt wird bzw. über den Hausanschluss geliefert wird.
- Für den Wärmeverbrauch werden Endenergie und Nutzenergie unterschieden. Endenergie ist die Menge Öl, Gas, Holz etc., mit der die Heizung „betankt“ wird. Nutzenergie stellt dagegen die Energie dar, die unabhängig vom Energieträger vom Wärmeverbraucher genutzt werden kann. Die Nutzenergie ist also gleich der Endenergie abzüglich der Übertragungs- und Umwandlungsverluste. Hierbei spielt beispielsweise der Wirkungsgrad der Heizanlage eine entscheidende Rolle. Die Berechnungen zum Wärmebedarf und zum Sanierungspotenzial basieren auf der Nutzenergie. Berechnungen zum Wärmeverbrauch stellen den Endenergieverbrauch dar.
- Bei der Energiebilanz für die Bereiche Strom, Wärme und Verkehr wurde das Territorialprinzip angewendet. Es werden also nur die Energiepotenziale auf kommunalem Gebiet und die Energieverbräuche und THG-Emissionen berücksichtigt, die durch den Verbrauch innerhalb der Gemarkungsgrenzen ihre Ursache haben. Verursachen z.B. die Bürgerinnen und Bürger der Gemeinde durch Fahrten über die Gemeindegrenzen hinaus Emissionen, sind diese in der Bilanz nicht enthalten.

7.3.1 Datenquellen Endenergieverbrauch Wärme

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

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

7.3.2 Endenergieverbrauch für Prozesswärme/-kälte

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

Abwärmerelevante Produktionsunternehmen der Gemeinde Ehrenkirchen wurden im Rahmen der Erstellung des kommunalen Wärmeplans von der Gemeindeverwaltung angeschrieben und um die Mitteilung der wichtigsten Daten zum Energieverbrauch und möglichen Abwärmepotenzialen befragt (vgl. 2.3.6.1). Da nicht alle Betriebe Daten lieferten und eine Zuordnung des Wärmebedarfs auf die Prozesswärme bzw. -kälte mit den vorhandenen Daten nicht immer möglich war, wurde der Prozesswärmeverbrauch mithilfe einer statistischen Auswertung der Ergebnisse der Energiebilanz berechnet. Der Anteil der Prozesswärme und -kälte am Endenergieverbrauch der Industrie betrug in Deutschland im Jahr 2018 66,8 % (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2019).

7.3.3 THG-Bilanzierung des Stromverbrauchs

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

Die von den Netzbetreibern zur Verfügung gestellten Stromdaten geben keinen Hinweis auf die Zusammensetzung des Stroms, also der Energiequellen, aus denen der Strom erzeugt wird. Bei der Bilanzierung wurde deshalb der Emissionsfaktor des deutschen Strommix verwendet, der im Jahr 2021 0,472 t CO_{2e}/MWh beträgt (IFEU, (2024)).

7.3.4 Lokale Stromerzeugung

Da die Nutzung erneuerbarer Energien bei der Stromerzeugung gegenüber der Erzeugung aus fossilen Brennstoffen erhebliche THG-Einsparungen mit sich bringt, wurde für die THG-Bilanz ein kommunaler Strommix berechnet, bei dem der eingespeiste Strom berücksichtigt wurde. So wird der Beitrag dieser Anlagen zum Klimaschutz in der THG-Bilanz berücksichtigt. Für die Berechnung wurde für Strom aus PV-Anlagen ein THG-Emissionsfaktor von 0,056 t CO_{2e}/MWh (IFEU, (2024)) angenommen.

7.3.5 Energie und THG-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs

Zur Berechnung der THG-Bilanz des Wärmeverbrauchs wurden Daten des Erdgasnetzbetreibers badenovaNETZE GmbH für Erdgas verwendet. Zusätzlich wurden Daten des LUBWs zum Energieverbrauch kleiner und mittlerer Heizanlagen im Jahr 2021 sowie zu Anlagen nach der 11. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) für die Auswertung des Wärmeverbrauchs herangezogen.

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

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

Die für die Berechnung der THG-Bilanz angewendeten Emissionsfaktoren der unterschiedlichen Wärmeenergieträger können der Tabelle 12 entnommen werden. Die Faktoren stellt das Bilanzierungstool BICO2 BW (IFEU (2024)).

Energieträger	THG-Emissionen (t CO _{2e} /MWh)
Erdgas	0,247
Heizöl	0,318
Braunkohle	0,445
Fernwärme	0,141 (lokaler Faktor: berechnet anhand der lokalen Erzeugungsanlagen)
Flüssiggas	0,267
Energieholz	0,022
Solarthermie	0,023
Umweltwärme	0,148

Tabelle 12 – Emissionsfaktoren für die Wärmeerzeugung 2021 (Quelle: IFEU, (2024))

7.3.6 Datengüte der Energie- und THG-Bilanz

Eine THG-Bilanz kann nach unterschiedlichen Methoden und mit unterschiedlicher Datentiefe erstellt werden, abhängig vom Zweck der Bilanzierung und der Datenverfügbarkeit. Um die Aussagekraft einer Energie- und THG-Bilanz zu bewerten, wird deshalb im Bilanzierungstool BICO2 BW eine Datengüte ermittelt (IFEU, (2024)).

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

Die beste zu erreichende Datengüte beträgt 100 % und liegt dann vor, wenn alle angegebenen Daten „aus erster Hand“ sind, also lokale Primärdaten darstellen, z.B. Energieversorgungsdaten für leitungsgebundene Energieträger. Die Datengüte verringert sich, wenn gewisse Werte auf Basis von Hochrechnungen ermittelt werden oder rein statistische Angaben verwendet werden. Je mehr regionale (statt lokale) Kennwerte verwendet werden, desto niedriger ist die Datengüte (IFEU (2012)).

Die Datengüte der erstellten Energie- und THG-Bilanz für das Jahr 2021, liegt bei 72 %, womit die Ergebnisse als belastbar einzustufen sind. Tabelle 13 zeigt den jeweiligen Anteil und die Datengüte der Sektoren.

Sektor	Anteil	Datengüte	Belastbarkeit
Private Haushalte	43 %	77 %	Belastbar
Gewerbe, Handel und Dienstleistungen	16 %	38 %	Bedingt belastbar
Verarbeitendes Gewerbe	6 %	73 %	Belastbar
Kommunale Liegenschaften	2 %	100 %	Gut belastbar
Verkehr	33 %	51 %	Relativ belastbar
Gesamt		72 %	Belastbar

Tabelle 13 – Bewertung der Datengüte der Energie- und THG-Bilanz nach Sektoren

7.4 Potenzialberechnungen

7.4.1 Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen

Zur Ermittlung von Einsparpotenzialen im Wohngebäudebereich bei energetischen Sanierungsmaßnahmen wurde eine Gebäudetypisierung der Wohngebäude durchgeführt. Diese Gebäudetypisierung ermöglicht eine vereinfachte Abbildung des Wohngebäudebestands der Gemeinde und dient als Grundlage zur Berechnung der Einsparpotenziale. Konkret wurden dafür alle Wohngebäude nach den Kategorien Gebäudetyp und Gebäudealter eingeteilt nach der Methodik des IWU (IWU, 2005).

Die häufigsten Gebäudetypen der Wohngebäude in Ehrenkirchen sind demnach:

- 1) Einfamilienhaus Baualtersklasse C (Baujahr zw. 1919 – 1948)
- 2) Mehrfamilienhaus Baualtersklasse G (Baujahr zw. 1979 – 1983)
- 3) Reihenhaushaus Baualtersklasse J (Baujahr zw. 2002 – 2009)
- 4) Einfamilienhaus Baualtersklasse G (Baujahr zw. 1979 – 1983)
- 5) Reihenhaushaus Baualtersklasse G (Baujahr zw. 1979 – 1983)
- 6) Reihenhaushaus Baualtersklasse C (Baujahr zw. 1919 – 1948)
- 7) Einfamilienhaus Baualtersklasse J (Baujahr zw. 2002 – 2009)
- 8) Einfamilienhaus Baualtersklasse E (Baujahr zw. 1958 – 1968)
- 9) Reihenhaushaus Baualtersklasse B (Baujahr zw. 1860 – 1918)
- 10) Mehrfamilienhaus Baualtersklasse B (Baujahr zw. 1860 – 1918)
- 11) Einfamilienhaus Baualtersklasse B (Baujahr zw. 1860 – 1918)
- 12) Einfamilienhaus Baualtersklasse F (Baujahr zw. 1969 – 1978)
- 13) Mehrfamilienhaus Baualtersklasse C (Baujahr zw. 1919 – 1948)
- 14) Mehrfamilienhaus Baualtersklasse E (Baujahr zw. 1958 – 1968)
- 15) Mehrfamilienhaus Baualtersklasse J (Baujahr zw. 2002 – 2009)
- 16) Mehrfamilienhaus Baualtersklasse H (Baujahr zw. 1984 – 1994)
- 17) Einfamilienhaus Baualtersklasse H (Baujahr zw. 1984 – 1994)
- 18) Mehrfamilienhaus Baualtersklasse F (Baujahr zw. 1969 – 1978)
- 19) Reihenhaushaus Baualtersklasse F (Baujahr zw. 1969 – 1978)
- 20) Reihenhaushaus Baualtersklasse L (Baujahr ab 2016)
- 21) Reihenhaushaus Baualtersklasse H (Baujahr zw. 1984 – 1994)

Die oben genannten Wohngebäudetypen decken insgesamt ca. 1770 der 2200 Wohngebäude in der Gemeinde und damit ca. 80 % des Wohngebäudebestands ab.

7.4.2 Biomasse

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

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

7.4.3 Solarpotenzial

Das Solarpotenzial für Dachflächen wurde durch das LUBW im Energieatlas Baden-Württemberg ermittelt, welcher öffentlich im Internet zur Verfügung steht (LUBW (2023)).

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

Für die Abschätzung des Strom- und Wärmeerzeugungspotenzials aus Solarenergie wurde angenommen, dass alle diese unbebauten und im Solaratlas als mindestens bedingt geeignet eingestuften Dachflächen mit PV- oder Solarthermieanlagen belegt werden. Dieser theoretische Wert wird sich in der Praxis sicher nicht vollständig umsetzen lassen, er gibt jedoch einen guten Hinweis auf die Größenordnung des Solarenergieausbaupotenzials.

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

7.4.4 Erdwärmesondenpotenziale

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

Wärmeparameter	Vorgegebener Wert
Ø Oberflächentemperatur	10,2 °C (Klimazone 12 nach DIN 4710)
Wärmeleitfähigkeit λ	2,25 W/mK
Volumenbezogene Wärmekapazität $c_{p(V)}$	2,18 MJ/m ³ K

Tabelle 14 – Vorgegebene Untergrundparameter

Die Wärmeleitfähigkeiten des Untergrundes liegen im Bereich von 0,8 bis > 1,6 W/mK. Geologisch bedingte thermische Entzugsleistungen liegen im Bereich von 45 bis > 65 W/m Sondenlänge bei 100 m Gesamtlänge. Für Potenzialberechnungen von Einzelsonden werden Werte bis maximal 50 W/m benötigt, für die von Erdwärmesondenfeldern maximal 30 W/m.

Das Geothermiepotenzial wurde mit standardmäßigen Erdwärmesonden bei einem gängigen Bohrlochwiderstand R_b berechnet. Zur Potenzialberechnung wird eine Sondenlänge von 120 m zu Grunde gelegt. Alle Sondenabstände sind so gewählt, dass eine behördliche Genehmigung nach Bergrecht möglichst vermieden wird, wenn der Abstand zur Grundstücksgrenze jeweils die Hälfte dieser Werte beträgt. In der GIS-Anwendung wird dieser Abstand berücksichtigt. Alle vorgegebenen Sondenparameter sind in folgender Tabelle 15 gelistet.

Sondenparameter	Vorgegebener Wert
Bohrlochradius r_b	0,0675 m
Sondenlänge H	120 m
Sondentyp	DN 40, Doppel-U
Bohrlochwiderstand R_b	0,1 mK/W
Sondenabstand bei 2 Sonden / 3 – 4 Sonden	6 m / 7,5 m
Korrigierte g-Werte für r_b/H bei 1 Sonde / 2 Sonden / 4 Sonden	6,38 / 8,48 / 11,78
Temperaturspannung der Sole in den Sonden	3 K

Tabelle 15 – Vorgegebene Sondenparameter

Tabelle 16 gibt die Ergebnisse der Kalkulation wieder. Technisch nach VDI 4640 und behördlich nach den Leitlinien Qualitätssicherung für Erdwärmesonden (LQS EWS) (Ministerium für Umwelt, 2018) geforderte Temperaturwerte wurden eingehalten. Dabei liegt den Werten der eingeschwungene Zustand zwischen Sondenaktivität und Untergrundreaktion zugrunde, was zu einer konservativen Betrachtung führt.

Berechneter Untergrundparameter	Wert
Wärmeentzugsleistung in W/m bei 1 Sonde / 2 Sonden / 4 Sonden à 150 m	42,0 / 38,5 / 33,7
Wassereintrittstemperatur in die Sonde	≥ -3,0 °C im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz bei Spitzenlast	≤ 15,0 K im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz im Monatsmittel	≤ 10,3 K im eingeschwungenen Zustand

Tabelle 16 – Berechnete spezifische Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte

Zur Berechnung der potenziellen Wärmebedarfsabdeckung wurden die in Tabelle 17 genannten Werte genutzt. Der Jahreszeitabhängige Leistungskoeffizient der Wärmepumpe muss mindestens einen Wert von 3,375 aufweisen, um eine Förderberechtigung nach BAFA zu erhalten.

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

Tabelle 17 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung

Um die Flächenverfügbarkeit zum Einrichten der Erdwärmesonde(n) zu berechnen, müssen pauschale Seitenverhältnisse der Flurfläche und der Gebäudegrundfläche angenommen werden. Dadurch können sowohl eine nicht nutzbare Gebäudeperipherie (Garage, Garageneinfahrt, Leitungen, Schuppen, Bäume etc.) als auch der nötige Abstand zwischen Sonden und Flurgrenze berücksichtigt werden (vgl. Tabelle 18).

Parameter für Sondenbelegungsichte	Vorgegebener Wert
Seitenverhältnis der Flurfläche / Gebäudegrundfläche	1 : 2,5 / 1 : 1,5
Berechnung der nicht nutzbaren Fläche bei 3 m Abstand zum Gebäude	$A_{\text{Gebäude}} + 12,3 \cdot VA_{\text{Gebäude}} + 36$
Belegungsfläche für 1 Sonde / 2 Sonden / 3 – 4 Sonden	18 m ² / 36 m ² / 169 m ²

Tabelle 18 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsichte

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

7.4.5 Luft/Wasser-Wärmepumpenpotenziale

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

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

WP-Leistung von maximal 12,5 kW benötigen, soll die Eignung bereits bei JAZ 2,8 erreicht werden, was einem derzeitigen fossilen Primärenergiebedarf von 64 % der erzeugten kWh Wärme entspricht.

7.4.6 Grundwasserpotenziale

Folgende Annahmen wurden für die Berechnung des Grundwasserpotenzials angesetzt:

- Die Schüttungsmenge liegt bei ca. 8 bis 25 l/s.
- Die jahreszeitlich differenzierte Leistungszahl der Wärmepumpe wird für die Wärmeversorgung von Bestandsgebäuden mit mindestens 3,75 angesetzt.
- die Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf des Brunnenwassers soll im Fall W10/W35 maximal 4 K betragen.

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

- Es wird mit Durchlässigkeitsbeiwerten von $k_f = 0,001$ und $0,01$ m/s gerechnet.
- Die Grundwasserabsenkung bei Entnahme variiert zwischen $s = 0,15$ und $0,5$ m je nach Schüttungsmenge.
- Die erschlossene Mächtigkeit (hM) des Grundwasserführenden Lockergesteins soll 12 m betragen, die Trichterweiten variieren zwischen 45 bis 47 m.
- Die Berechnungen der Brunnenleistung erfolgen nach Sichard (Trichterweite) und Dupuit-Thiem (Grundwasserabsenkung), wobei ersterer aus dem k_f -Wert und der fixierten Grundwasserabsenkung errechnet wird, um dann die Förderleistung des Brunnens zu ermitteln.

Die nachfolgende Tabelle 19 fasst das daraus ermittelte Potenzial für je einen einzelnen Brunnen übersichtlich zusammen.

Grundwasser Potenziale	Wert	Einheit
Einzelner Brunnen		
Tiefe (m)	12	m
Fördermenge maximal	0,025	m^3/s
Temperatur	10	°C
Delta	4	K
Potenzial je Brunnen	419	kW
1 Brunnen		
Gesamtwärmeleistung bei COP 3,75	0,571	MW
Gesamtwärme bei 3.500 h/Jahr	1.997	MWh/Jahr

Tabelle 19 – Abschätzung des Wärmeerzeugungspotenzial aus Grundwasser

7.5 Zielszenario

Das Zielszenario baut auf die Energie- und THG-Bilanz aus der Bestandsanalyse auf. Deshalb liegt auch hier der Fokus auf den energiebedingten THG-Emissionen. Die Ergebnisse des Zielbilds sind ebenfalls in die Sektoren private Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistung, verarbeitendes Gewerbe und

kommunale Liegenschaften aufgeteilt. Außerdem werden der Energieverbrauch und die THG-Emissionen nach den eingesetzten Energieträgern ausgewiesen. Das Basisjahr ist das Jahr 2021. Das Zieljahr ist analog zum Ziel der Klimaneutralität in Baden-Württemberg das Jahr 2040 mit dem Zwischenziel 2030.

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

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

7.5.1 Definition der Klimaneutralität

Das Europäische Parlament gibt folgende Definition der Klimaneutralität:

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

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

7.5.2 Berechnungsgrundlagen zur Entwicklung des Wärmebedarfs

Folgende Annahmen wurden bei der Szenarientwicklung getroffen:

- Der Wärmebedarf der Bestandsgebäude sinkt durch die energetische Sanierung der Gebäudehüllen. Der zukünftige Wärmebedarf der Wohngebäude im Bestand wurde anhand der in der Potenzialanalyse ermittelten Sanierungspotenziale für Wohngebäude berechnet. Dabei wurde eine jährliche Sanierungsrate von 2 % angesetzt. Konkret heißt das, dass jährlich 2 % der möglichen Einsparungen durch Sanierungsmaßnahmen erreicht werden.
- Die Bevölkerungsentwicklung wurde anhand Prognosen des statistischen Landesamts ermittelt. Demnach wächst die Bevölkerung im Landkreis bis zum Jahr 2040 um knapp 2 %. Damit werden in Zukunft die beheizten Gebäudeflächen in der Gemeinde ebenfalls wachsen. Da die energetischen Anforderungen für Neubauten bereits recht hoch sind, machen diese Neubauten, im Vergleich zum Bestand, einen geringen Anteil des zukünftigen Wärmebedarfs aus.
- Der Wärmebedarf für die Sektoren Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie Industrie sinkt bis zum Jahr 2040 aufgrund energetischer Sanierung der Gebäude und durch Effizienzmaßnahmen, die zu einer Reduktion des Energieeinsatzes für Prozesswärme führen (Nitsch & Magosch, 2021).
- Im Sinne einer Vorbildfunktion wurde für die kommunalen Liegenschaften ein Zielwert von 25 % Senkung des aktuellen Wärmebedarfs bis 2040 angesetzt.

7.5.3 Berechnungsgrundlagen zur Deckung des Wärmebedarfs

- Im Zielszenario werden im Jahr 2040 keine fossilen Brennstoffe mehr verwendet. Dies entspricht einem möglichst klimaneutralen Zustand und ist auch eine der Grundannahmen in der Studie *Baden-Württemberg Klimaneutral 2040* (Nitsch & Magosch, 2021).
- Da es keine zusätzlichen Potenziale von Energieholz in der Gemeinde gibt, bleibt der Einsatz von Energieholz in den meisten Sektoren gleich. Es wird angenommen, dass Mengen, die durch bspw. Sanierungsmaßnahmen eingespart werden, durch neue Heizanlagen ausgeglichen werden. Bei der Wärmenetzversorgung steigt der Energieholzeinsatz, obwohl es kein zusätzliches lokales Potenzial gibt, weil weitere erneuerbare Energiequellen, die eine Versorgung über Wärmepumpen und Abwärme ergänzen würden, in Ehrenkirchen fehlen.
- Der Einsatz von Solarthermie im Jahr 2040 bleibt gleich. Es wird angenommen, dass bestehende Anlagen weiterhin in Betrieb bleiben. In der dezentralen Wärmeversorgung werden perspektivisch eher PV-Anlagen in Kombination mit Wärmepumpen bevorzugt. Für die zentrale Wärmeversorgung spielen im Zielszenario Freiflächen Solarthermieanlagen keine Rolle, da die Flächenkonkurrenz mit Hinsicht auf Landwirtschaft in Ehrenkirchen sehr groß ist und der Ausbau von Freiflächenanlagen deshalb auch politisch nicht unterstützt wird.
- Entsprechend aktuellen Planungen zum Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur zwischen Frankreich und Freiburg wird angenommen, dass Wasserstoff bis zum Jahr 2040 vor Ort verfügbar sein wird. Im Szenario wird Wasserstoff ausschließlich im Sektor verarbeitendes Gewerbe zur Deckung des Prozesswärmebedarfs eingesetzt. Wasserstoff ersetzt hierbei Heizöl und Erdgas.
- In den Eignungsgebieten für dezentrale Wärmeversorgung werden Wärmepumpen (Luft-Luft und Luft-Wasser) in Zukunft einen Großteil des Wärmebedarfs decken.
- Gebiete mit Eignung für zentrale Wärmeversorgung werden zukünftig größtenteils über Wärmenetze (Fernwärme) versorgt. Für jedes Eignungsgebiet wurde ein zukünftiger Anschlussgrad von 70 % des Gesamtwärmebedarfs der Gebäude bzw. der Betriebe über ein Wärmenetz gedeckt wird.
- Zur Abbildung der zukünftigen Wärmeversorgung der kommunalen Liegenschaften wurden zunächst konkrete Projekte, die bereits absehbar sind, berücksichtigt. Die weiteren Liegenschaften wurden gemäß der Eignungsgebieten entweder der zentralen oder der dezentralen (Wärmepumpe) Versorgung zugeordnet.

7.5.4 Berechnung der Treibhausgasemissionen

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

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

Tabelle 20 – Angenommene THG-Emissionsfaktoren für Strom nach Erzeugungsart für die Jahre 2030 und 2040 (Peters, et al., 2023)

Energieträger	THG-Emissionen (t CO _{2e} /MWh) im Jahr	
	2030	2040
Erdgas	0,233	0,233
Heizöl	0,311	0,311
Fernwärme ⁴	0,043	0,029
Energieholz	0,022	0,022
Solarthermie	0,025	0,025
Abwärme	0,038	0,036
Geothermie	0,078	0,071
Wasserstoff	0,044	0,040
Umweltwärme ⁵	0,066	0,010

Tabelle 21 – Angenommene THG-Emissionsfaktoren für Wärme nach Energieträger für die Jahre 2030 und 2040 (Peters, et al., 2023)

7.5.5 Strombedarfsdeckung im Zielszenario

Zur Berechnung des zukünftigen Stromverbrauchs wurden folgende Annahmen getroffen:

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

⁴ Eigene Berechnung anhand des Energieträgermixes für die zentrale Wärmeversorgung in Ehrenkirchen

⁵ Eigene Berechnung anhand der Entwicklung des Emissionsfaktors für den deutschen Strommix

7.5.6 Zukünftige Versorgungsstruktur

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

- **Hohe Wärmedichte auf Straßenzugsebene:** Der Wärmeverbrauch auf Straßenzugsdichte ist ein maßgeblicher Indikator für die Wirtschaftlichkeit eines potenziellen Wärmenetzes. Im Rahmen der Ausweisung der Eignungsgebiete für die zentrale Wärmeversorgung wurde der Mindestwert von 2,0 MWh/m/Jahr angesetzt.
- **Passender Sanierungszyklus der Heizanlagen:** Oftmals werden Heizanlagen 20 bis 30 Jahre lang betrieben. Sind die Heizanlagen in einem Gebiet überwiegend weniger als 10 Jahre alt, ist die Wahrscheinlichkeit gering, dass die Gebäude in den kommenden 5 bis 10 Jahren an ein Wärmenetz angeschlossen werden. Sind die Heizungen bereits älter als 15 Jahre, wird ein Anschluss ans Wärmenetz wahrscheinlicher und begünstigt damit eine potenziell hohe Anschlussdichte. Diese ist ebenfalls ausschlaggebend für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes.
- **Passende Energieträgerverteilung** (z.B. wenige Wärmepumpen): Für ein Gebäude, das bereits mit erneuerbarer Wärme beheizt wird, bietet ein Wärmenetzanschluss wenige Vorteile, da die gesetzlichen Vorgaben bereits erfüllt werden. Zudem bietet der Ausbau von Wärmenetzen in Gebieten, in denen noch viele fossile Energieträger eingesetzt werden, ein größeres Potenzial zur Reduktion der THG-Emissionen.
- **Lokale Abwärmepotenziale:** Wird überschüssige Wärme lokal erzeugt, kann diese ausgekoppelt und über ein Wärmenetz für die Beheizung weiterer Gebäude genutzt werden.
- **Lokale Potenziale erneuerbarer Energien:** Die Potenzialanalyse zeigt auf, dass viele Gebäude ihren Wärmebedarf perspektivisch mit einer Wärmepumpe (Luft, Grundwasser oder Erdwärme) decken können. Diese Gebäude können demnach dezentral versorgt werden. Auch bei der Ausweisung der Wärmenetzgebiete ist ein entscheidender Faktor, wie viel erneuerbare Energien für ein potenzielles Wärmenetz lokal zur Verfügung steht.
- **Großverbraucher als Ankerkunden:** Großverbraucher nehmen in der Regel eine große Menge Wärmeenergie ab und sorgen damit für eine höhere Wärmeabnahme pro Trassenmeter. Zudem sind sie sichere und meist ganzjährige Abnehmer der Wärme, wodurch sich das Risiko für den Wärmenetzbetreiber reduziert, und die Wirtschaftlichkeit erhöht wird. In manchen Fällen können Großverbraucher auch Produzenten von Abwärme sein, die wiederum in das Wärmenetz eingespeist werden kann.
- **Siedlungs- und Besitzstrukturen:** Siedlungsstrukturen sind stark mit der Wärmedichte verbunden, denn dichtbesiedelte Räume weisen in der Regel höhere Wärmedichten auf. Zur Bestimmung des Wärmepumpenpotenzials eines Gebäudes sind der Gebäudetyp und das Gebäudealter wichtige Faktoren. Die Siedlungsdichte gibt Hinweise auf mögliche Restriktionen durch Schallemissionen, die dem Einsatz von Wärmepumpen entgegenstehen können. Besitzstrukturen sind beim Ausbau von Wärmenetzen relevant, weil sie ein Indikator für die Anschlussrate sein können. Ob eine kommunale Liegenschaft an ein Wärmenetz angeschlossen wird, kann die Kommune selbst entscheiden. Baugenossenschaften und andere institutionelle bzw. gewerbliche Gebäudeeigentümer bieten Potenziale zum Anschluss mehrerer, in der Regel großer Gebäude oder Gebäudekomplexe, und können somit einen Wärmenetzausbau begünstigen.
- **Siedlungsentwicklungen:** Bei der Einteilung der Eignungsgebiete werden bestehende Planungen für Baugebiete sofern möglich, berücksichtigt. Neubauten sind aufgrund der hohen gesetzlichen Anforderungen zur Wärmedämmung in der Regel nicht für den Anschluss an ein konventionelles Wärmenetz geeignet, da diese Gebäude eine geringere Vorlauftemperatur benötigen. Dennoch können Neubaugebiete zentral versorgt werden. So können sie beispiels-

weise mit Kaskaden (Nutzung des Wärmerücklaufs) an ein konventionelles Wärmenetz angeschlossen werden oder durch den Aufbau von Niedertemperaturnetzen. Diese Möglichkeiten sollten in Zukunft bei der Planung neuer Baugebiete untersucht werden.

- **Potenzielle Wärmeinfrastrukturstandorte (z.B. öffentliche Gebäude):** Kommunale Liegenschaften bieten in vielen Fällen günstige Bedingungen als Ausgangspunkte für den Aufbau eines Wärmenetzes. Auf den Grundstücken oder in den Gebäuden kann zumindest ein Teil der Technik für ein Wärmenetz untergebracht werden (z.B. Erzeugungsanlagen und Wärmespeicher).

8. Glossar

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

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

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

weit überwiegend fossil befeuerte Kraftwerke (Steinkohle, Braunkohle, Erdgas, Erdöl) sowie Kernkraftwerke, Wasserkraftwerke, Windkraft-, Biogas- und PV-Anlagen zur Stromerzeugung eingesetzt.

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

9. Literaturverzeichnis

Agentur für erneuerbare Energien, 2017. *INDUSTRIELLER WÄRMEBEDARF NACH WIRTSCHAFTSZWEIGEN*. [Online].

badenova AG & Co. KG, 2024. *Projekt Erdwärme Breisgau*. [Online] Available at: www.erdwaerme-breisgau.de [Zugriff am 18.12.2024].

Busch, M., Botzenhart, F., Hamacher, T. & Zölitz, R., 2010. GIS-gestützte Abbildung der Wärmenachfrage auf kommunaler Ebene am Beispiel der Gemeinde Greifswald mit besonderem Blick auf die Fernwärme. In *gis.SCIENCE*, 3/2010 S. 117-125.

Christ, O. & Mitsdoerffer, R., 2008. *Regenerative Energie nutzen - Wärmequelle Abwasser. WWT - Wasserwirtschaft Wassertechnik (05/2008): M6 - M12*. [Online].

Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), 2005. *Energie aus Abwasser - Leitfaden für Ingenieure und Planer*, Bern/Osnabrück.: s.n.

Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (dena), 2023. *Thermische Energiespeicher für Quartiere - Aktualisierung, Überblick zu Rahmenbedingungen*. [Online] Available at: [https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2023/Thermische Energiespeicher fuer Quartiere - Aktualisierung.pdf](https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2023/Thermische_Energiespeicher_fuer_Quartiere_-_Aktualisierung.pdf) [Zugriff am März 2023].

Deutsche Energie-Agentur GmbH, 2022. *Erneuerbare Energien integrieren – Versorgungssicherheit gewährleisten*. [Online] Available at: <https://www.dena.de/themen-projekte/energiesysteme/flexibilitaet-und-speicher/> [Zugriff am 28. Februar 2023].

Dr. Sara Fritz, D. M. P. i., 2018. *Kommunale Abwässer als Potenzial für die Wärmewende*, Heidelberg: ifeu.

Europäisches Parlament, 2022. *Was versteht man unter Klimaneutralität und wie kann diese bis 2050 erreicht werden?*. [Online] Available at: <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20190926STO62270/was-versteht-man-unter-klimaneutralitaet> [Zugriff am 27.01.2023].

Fraunhofer ISI, Consentec GmbH, ifeu, 2017. *Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland. Module 0-3*, Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.

Günther, D. et al., 2020. *Wärmepumpen in Bestandsgebäuden, Version 2.1*, Freiburg: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE.

INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU), 2012. *Pilotphase zum kommunalen Energie- und CO₂-Bilanzierungstool BiCO₂ BW: Endbericht. Heidelberg..* [Online].

Institut für Energie- und Umweltforschung gGmbH (IFEU), 2024. *BiCO₂ BW: Version 3.1*. Heidelberg: s.n.

INSTITUT WOHNEN UND UMWELT (IWU), 2005. *Deutsche Gebäudetypologie - Systematik und Datensätze, Darmstadt*, Darmstadt: s.n.

iTerra energy GmbH, 2024. *Windpark Breisgau*. [Online] Available at: <https://windpark-breisgau.de/> [Zugriff am 22.11.2024].

iTerra energy GmbH, 2024. *Windpark Ehrenkirchen-Müstertal*. [Online]
Available at: <https://windpark-ehrenkirchen-muenstertal.de/>
[Zugriff am 22 11 2024].

Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), 2020. *Energieatlas - Ermitteltes Wasserkraftpotenzial*. [Online]
Available at: <https://www.energieatlas-bw.de/wasser/ermitteltes-wasserkraftpotenzial>

Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), 2020. *Windenergie in Baden-Württemberg*. [Online]
Available at: <https://www.energieatlas-bw.de/wind/anlagen-und-potenziale>

Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), 2023. *Solarenergie in Baden-Württemberg*. [Online]
Available at: <https://www.energieatlas-bw.de/sonne>

Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), 2020. *Freiflächen*. [Online]
Available at: <https://www.energieatlas-bw.de/sonne/freiflaechen>

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2022. *Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2021*. Stuttgart.. [Online]
Available at: https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Energie/Erneuerbare-Energien-2021-barrierefrei.pdf

Ministerium für Umwelt, K. u. E. B.-W., 2018. *Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden (LQS EWS)*. [Online]
Available at: <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/energie/erneuerbare-energien/geothermie/lqs-ews>

Nitsch , J. & Magosch, M., 2021. *Plattform Erneuerbare Energien - BADEN-WÜRTTEMBERG KLIMANEUTRAL 2040*. [Online]
Available at: https://erneuerbare-bw.de/fileadmin/user_upload/pee/Startseite/Magazin/Projekt/PDF/20211027_Studie_EE-Ausbau_fuer_klimaneutrales_BW.pdf
[Zugriff am 28 Februar 2023].

Peters, D. M. et al., 2023. *Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg (Version 1.1)*. Stuttgart: Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH.

Powerloop, K. L. -, 2020. *Wärme-Kraft-Kopplung - Der Schlüssel für eine sichere , saubere und bezahlbare Energiezukunft*. [Online]
Available at: <https://powerloop.ch/wp-content/uploads/2020/07/POWERLOOP-Standardpr%C3%A4sentation-v20200703c-1.pdf>
[Zugriff am 27 Februar 2023].

Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut, 2021. *Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann*, Berlin: Studie im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende.

REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG, LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (LGRB), 2021. *LGRB-Kartenviewer - Layer: Aufschlussdatenbank/Bohrdatenbank (ADB)*. [Online]
Available at: <https://maps.lgrb-bw.de/>
[Zugriff am 20 12 2024].

Rehmann, F., Streblow, R. & Müller, D., 2022. *KURZFRISTIG UMZUSETZENDE MAßNAHMEN ZUR STEIGERUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ VON GEBÄUDEN UND QUARTIEREN*, *Whitepaper*, Berlin: s.n.

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (STALA BW), 2024. *Struktur- und Regionaldatenbank*. [Online]
Available at: <https://www.statistik-bw.de/SRDB/?E=GS>
[Zugriff am 22.02.2024].

Sterner, M. & Stadler, I., 2014. *Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration*. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg.

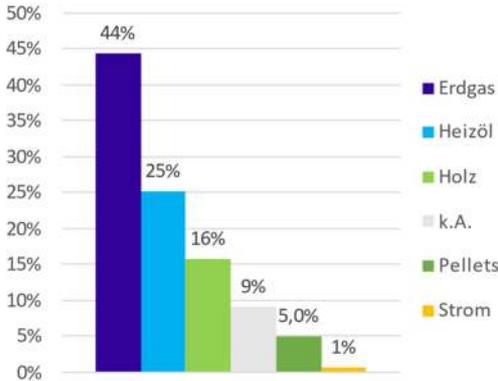
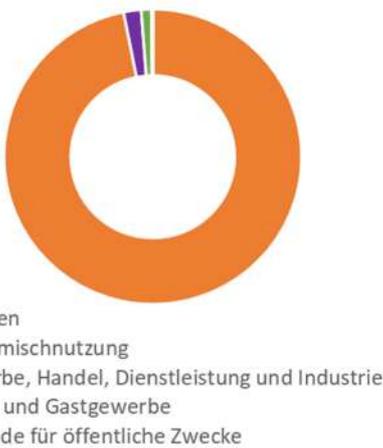
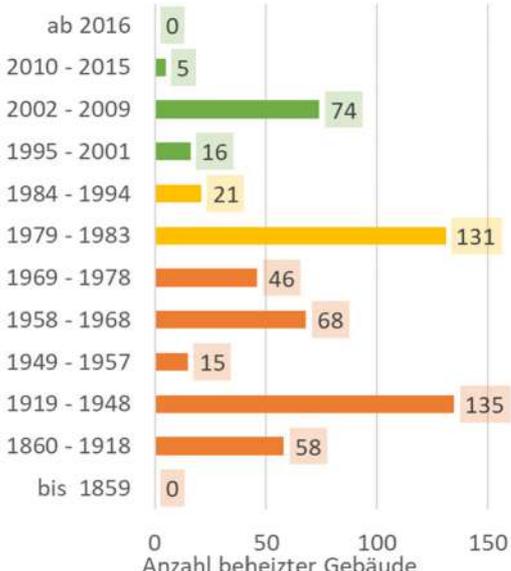
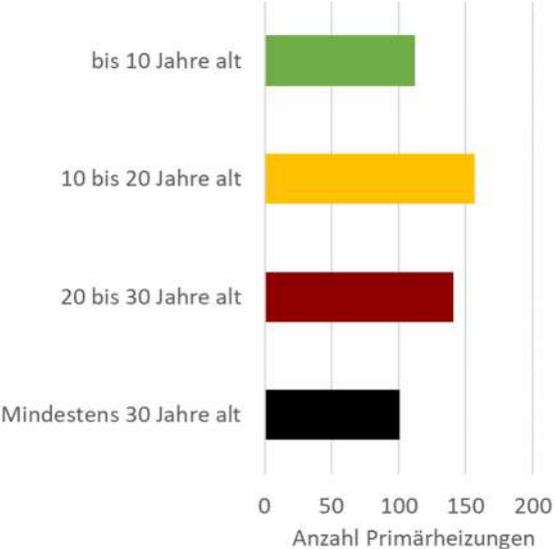
Verband kommunaler Unternehmen e.V. (VKU), 2017. *Erdgasinfrastruktur in der Zukunft: Darauf können wir aufbauen*, Berlin: VKU Verlag GmbH.

WBGU, 2011. *Welt im Wandel - Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation*, Berlin: WBGU.

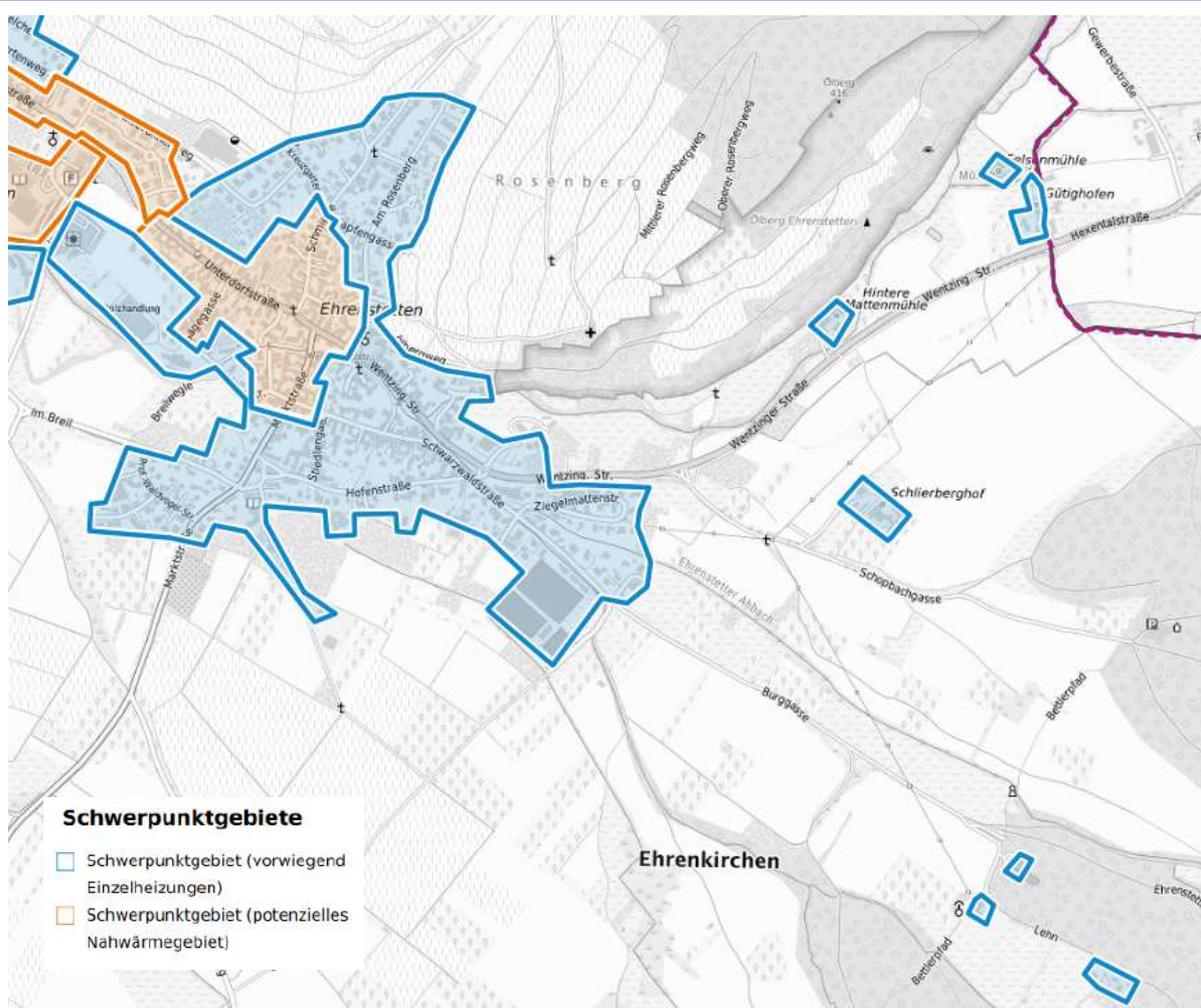
10. Anhang

- Ortsteil-Steckbriefe der jeweiligen Gemarkungen mit folgenden Inhalten:
 - Beschreibung des energetischen Ist-Zustands der Gebäude und der Heizanlagen.
 - Darstellung und Beschreibung der zentralen und dezentralen Wärmeversorgungsgebiete.
 - Lokal verfügbare Wärme und Stromerzeugungspotenziale, Einsparpotenziale durch Gebäudeeffizienzmaßnahmen.
- Gebäudesteckbriefe
 - Beschreibung der Inhalte
 - 1 Beispielhaften Steckbrief
 - Steckbriefe der häufigsten Gebäudetypen (Separat als Pdf)
- Detaillierte Karten (Separat als Pdf)
 - Dachflächenpotenziale für Solarthermie- und PV-Anlagen
 - Erdwärmepotenziale
 - Wärmepumpenpotenzial (Luft-Wasser-Wärmepumpe)

10.1 Steckbrief Ehrenstetten

Beschreibung des Ortsteils		Lage:
Anzahl beheizter Gebäude	577	
Wärmeverbrauch 2021	19.700 MWh	
Einsparpotenzial Sanierung	43 %	
Energieverbrauch nach Energieträgern		Gebäudenutzung
<p>Der Ortsteil ist durch ein Gasnetz erschlossen. Der Großteil des aktuellen Energieverbrauchs wird mit Erdgas- und Ölheizungen gedeckt. Auch Holz spielt eine wichtige Rolle.</p>		<p>Der überwiegende Teil der Gebäude in Ehrenstetten sind Wohngebäude.</p>
		
Gebäudealter		Heizungsalter
<p>Ein Drittel der beheizten Gebäude in Ehrenstetten wurde vor 1948 erbaut und rund die Hälfte wurde vor der ersten Wärmeschutzverordnung errichtet.</p>		<p>Etwa die Hälfte aller Heizungsanlagen in Ehrenstetten ist mindestens 20 Jahre alt.</p>
		

Eignungsgebiete in Ehrenstetten



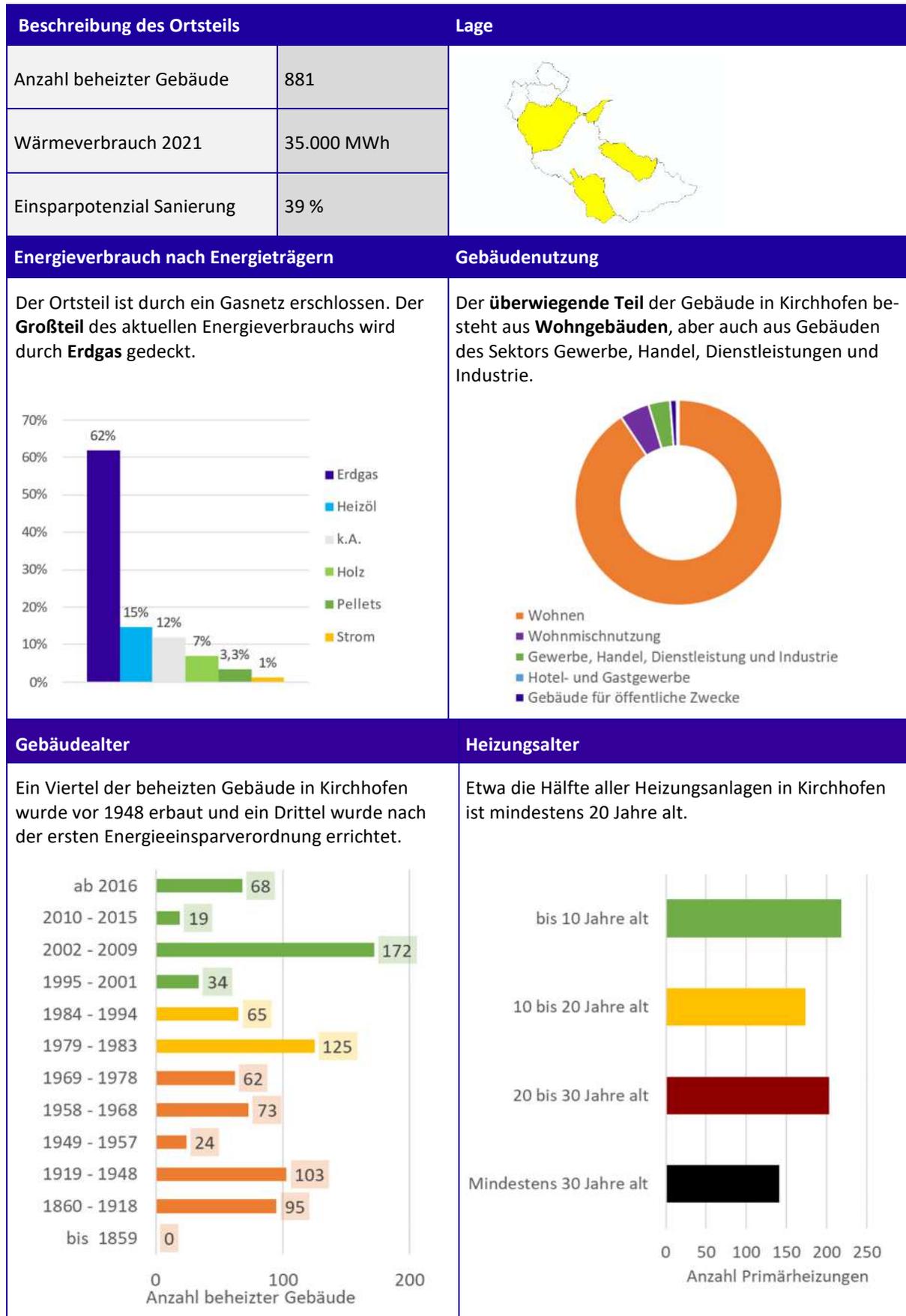
Zentrale Wärmeversorgung:

Ein zentrales Eignungsgebiet befindet sich auf der Gemarkung Ehrenstetten im alten Ortskern. Aufgrund der hohen Wärmedichten und dem eher älteren Gebäudebestand könnte hier ein Wärmenetz wirtschaftlich sinnvoll sein. Zudem könnte über der Unterdorfstraße bzw. dem Federweg eine Verbindung zu einem Wärmenetz in Kirchhofen geschaffen werden.

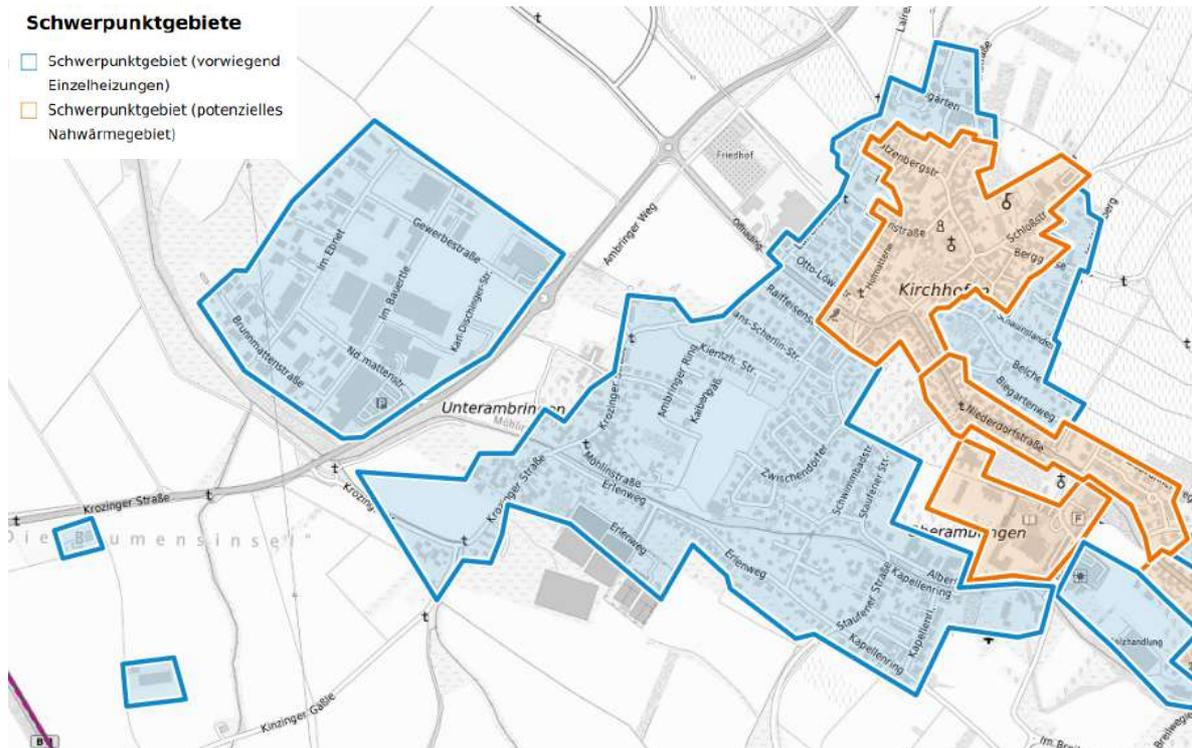
Dezentrale Wärmeversorgung:

Die peripheren Gebiete von Ehrenstetten weisen eine niedrigere Wärmedichte auf und der Gebäudebestand ist jünger. Die Gebäude können mehrheitlich mit Wärmepumpen und energetische Sanierungsmaßnahmen ihre Wärmebedarf wirtschaftlich decken. Dies ist insbesondere in Kombination mit PV-Anlagen und Gebäudesanierung sinnvoll. Das Sanierungspotenzial der Gebäude beläuft sich auf ca. 11.600 MWh/Jahr (Endenergieeinsparung von 39 %). Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Erdwärmesonden, Solarthermie und Luft-Wasser Wärmepumpen. Insgesamt beläuft sich das PV-Potenzial für die Dachflächen auf ca. 8.000 MWh/Jahr.

10.2 Steckbrief Kirchhofen



Eignungsgebiete in Kirchhofen



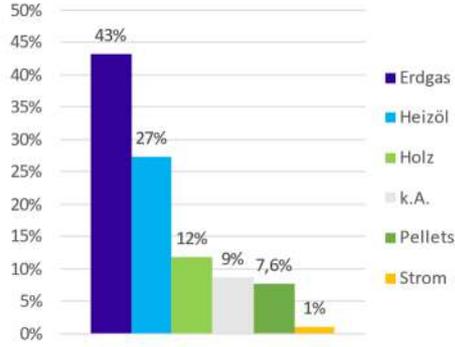
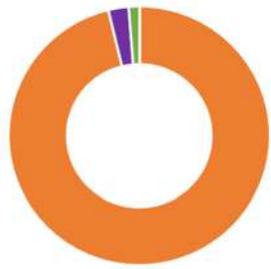
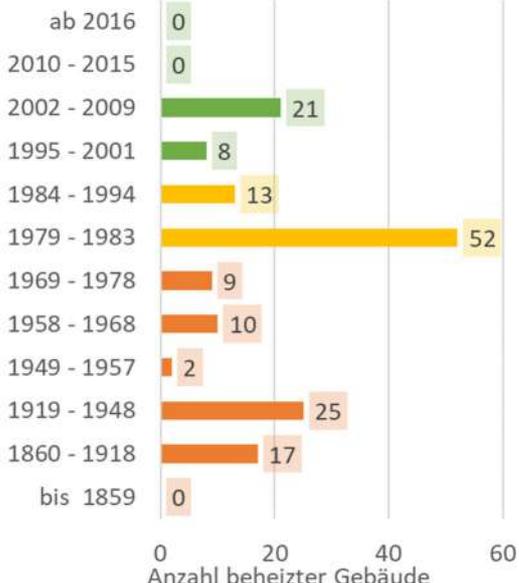
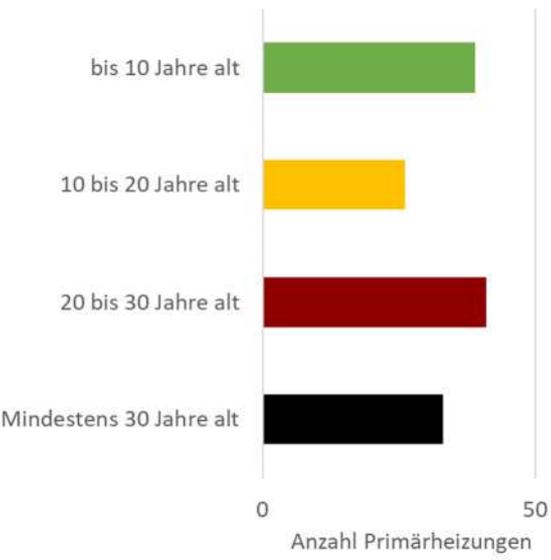
Zentrale Wärmeversorgung:

Auf der Gemarkung Kirchhofen wurden insgesamt drei Gebiete für die zentrale Wärmeversorgung ausgewiesen. Erstens wurde das Bestandswärmenetz aufgrund der bereits vorhandenen Versorgungsstruktur als zentrales Eignungsgebiet ausgewiesen. Zweitens wurde der alte Ortskern von Kirchhofen (Lazarus-Schwendi-Straße, Schloßstraße, Batzenbergstraße, Hofmattenweg) als zentrales Eignungsgebiet ausgewiesen. Hier spricht eine hohe Wärmedichte und der ältere Gebäudebestand für ein Wärmenetz. Zudem befinden sich in diesem Gebiet die kommunalen Liegenschaften Schloss und Kindergarten Lazarus-von-Schwendi, die als Ankerkunden oder auch als Standort für eine Heizzentrale in Frage kommen. Zudem besteht aus dem Gewerbegebiet Niedermatten evtl. ein Abwärmepotenzial, dass in ein Wärmenetz eingespeist werden könnte. Drittens wurde die Niederdorfstraße als potenzielles zentrales Wärmeversorgungsgebiet ausgewiesen. Hier ist zwar keine durchgehende hohe Wärmedichte vorzufinden, jedoch könnte ein Wärmenetz in Kirchhofen mit dem Bestandswärmenetz oder mit einem Wärmenetz in Ehrenstetten verbunden werden, um einen größeren Wärmeverbund zu schaffen.

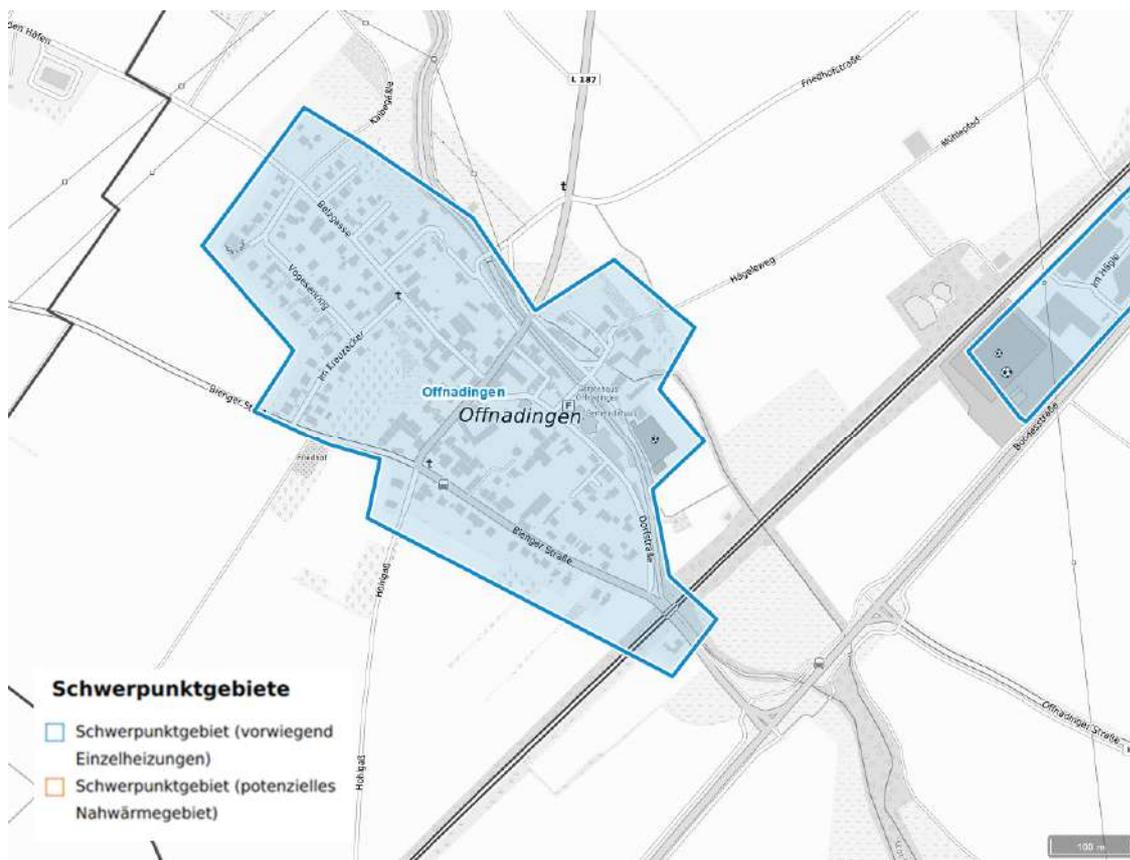
Dezentrale Wärmeversorgung:

Die restlichen Gebiete in Kirchhofen sind als Eignungsgebiete für die dezentrale Wärmeversorgung ausgewiesen, da sie eine geringe Wärmedichte, oder nur in einzelne Straßenabschnitten eine höhere Wärmedichte aufweisen. Hier kann eine Kombination mit PV-Anlagen und Wärmepumpen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung sorgen. Dies kann v.a. mit Hilfe von Gebäudesanierung erzielt werden. Das Sanierungspotenzial der Gebäude beläuft sich auf ca. 11.600 MWh/Jahr (Endenergieeinsparung von 39 %). Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Erdwärmesonden, Solarthermie und Luft-Wasser Wärmepumpen. Insgesamt beläuft sich das PV-Potenzial für die Dachflächen auf ca. 14.700 MWh/Jahr und für die Freiflächen auf 15.000 MWh/Jahr.

10.3 Steckbrief Offnadingen

Beschreibung des Ortsteils		Lage
Anzahl beheizter Gebäude	160	
Wärmeverbrauch 2021	5.300 MWh	
Einsparpotenzial Sanierung	41 %	
Energieverbrauch nach Energieträgern		Gebäudenutzung
<p>Der Ortsteil ist durch ein Gasnetz erschlossen. Der Großteil des aktuellen Energieverbrauchs wird mit Hilfe von Erdgas- und Ölheizungen gedeckt.</p>		<p>Der überwiegende Teil der Gebäude in Offnadingen sind Wohngebäude.</p>
		
Gebäudealter		Heizungsbaujahr
<p>Ein Drittel der beheizten Gebäude in Offnadingen wurde zwischen 1979 und 1983 erbaut und über drei Viertel wurde vor der zweiten Wärmeschutzverordnung errichtet.</p>		<p>Etwa die Hälfte aller Heizungsanlagen in Offnadingen ist mindestens 20 Jahre alt und über 70 % sind mindestens 10 Jahre alt.</p>
		

Eignungsgebiete in Offnadingen



Zentrale Wärmeversorgung:

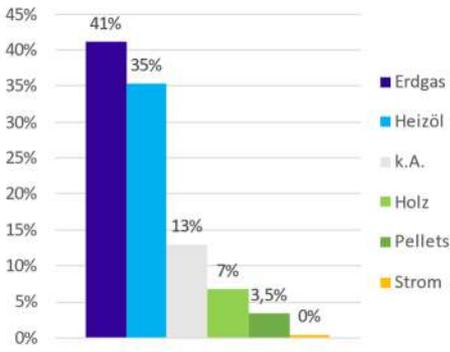
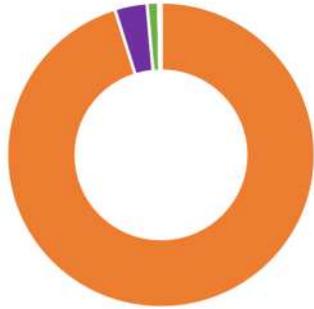
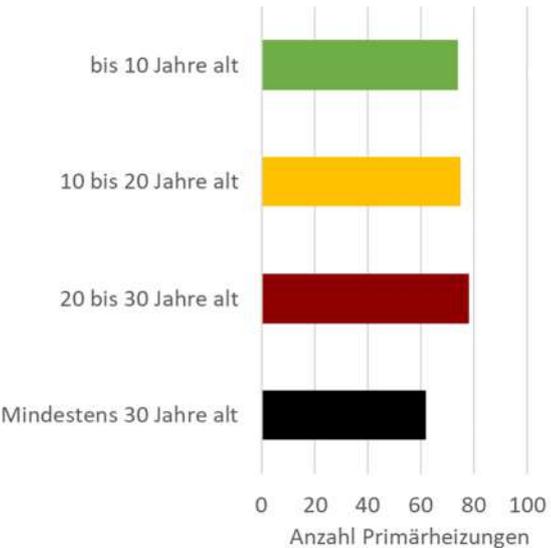
Auf der Gemarkung von Offnadingen befindet sich kein zentrales Eignungsgebiet.

Dezentrale Wärmeversorgung:

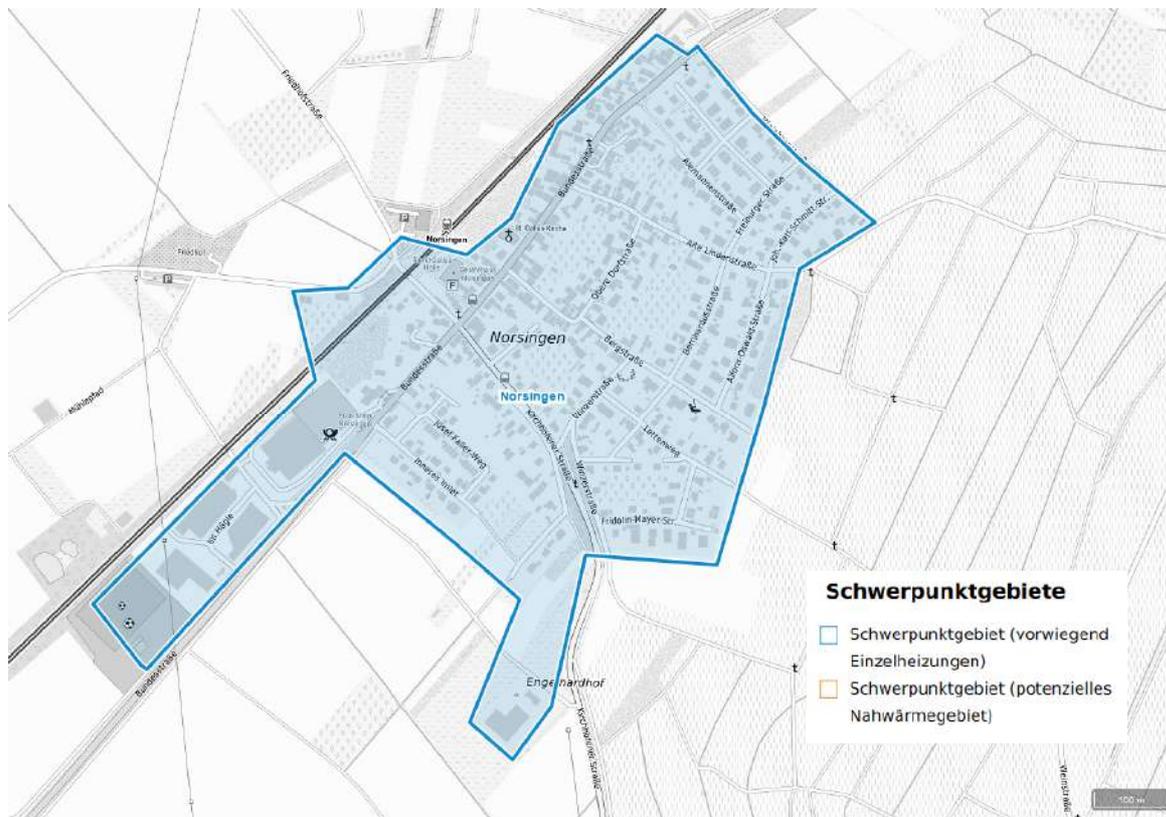
Auf Grund der geringen Wärmedichte wird in Offnadingen eine dezentrale Wärmeversorgung in Kombination mit PV-Anlagen und Wärmepumpen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung als sinnvoll erachtet. Dies kann v.a. mit Hilfe von Gebäudesanierung erzielt werden. Das Sanierungspotenzial der Gebäude beläuft sich auf ca. 2.350 MWh/Jahr (Endenergieeinsparung von 41 %). Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Erdwärmesonden, Solarthermie und Luft-Wasser Wärmepumpen.

Insgesamt beläuft sich das PV-Potenzial für die Dachflächen auf ca. 2.100 MWh/Jahr und für die Freiflächen auf 9.000 MWh/Jahr.

10.4 Steckbrief Norsingen

Beschreibung des Ortsteils		Lage																																				
Anzahl beheizter Gebäude	353																																					
Wärmeverbrauch 2021	10.900 MWh																																					
Einsparpotenzial Sanierung	43 %																																					
Energieverbrauch nach Energieträgern		Gebäudenutzung																																				
<p>Der Ortsteil ist durch ein Gasnetz erschlossen. Der Großteil des aktuellen Energieverbrauchs wird mit Hilfe von Erdgas- und Ölheizungen gedeckt.</p>  <table border="1"> <caption>Energieverbrauch nach Energieträgern</caption> <thead> <tr> <th>Energieträger</th> <th>Anteil (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Erdgas</td> <td>41%</td> </tr> <tr> <td>Heizöl</td> <td>35%</td> </tr> <tr> <td>k.A.</td> <td>13%</td> </tr> <tr> <td>Holz</td> <td>7%</td> </tr> <tr> <td>Pellets</td> <td>3,5%</td> </tr> <tr> <td>Strom</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>		Energieträger	Anteil (%)	Erdgas	41%	Heizöl	35%	k.A.	13%	Holz	7%	Pellets	3,5%	Strom	0%	<p>Der überwiegende Teil der Gebäude in Norsingen besteht aus Wohngebäuden.</p>  <ul style="list-style-type: none"> Wohnen Wohnmischnutzung Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie Hotel- und Gastgewerbe Gebäude für öffentliche Zwecke 																						
Energieträger	Anteil (%)																																					
Erdgas	41%																																					
Heizöl	35%																																					
k.A.	13%																																					
Holz	7%																																					
Pellets	3,5%																																					
Strom	0%																																					
Gebäudealter		Heizungsalter																																				
<p>Ein sehr großer Teil der beheizten Gebäude in Norsingen wurde vor 1948 erbaut und über die Hälfte wurde vor der ersten Wärmeschutzverordnung errichtet.</p>  <table border="1"> <caption>Gebäudealter</caption> <thead> <tr> <th>Erbaudatum</th> <th>Anzahl beheizter Gebäude</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ab 2016</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2010 - 2015</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>2002 - 2009</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>1995 - 2001</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>1984 - 1994</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>1979 - 1983</td> <td>99</td> </tr> <tr> <td>1969 - 1978</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>1958 - 1968</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>1949 - 1957</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>1919 - 1948</td> <td>83</td> </tr> <tr> <td>1860 - 1918</td> <td>39</td> </tr> <tr> <td>bis 1859</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>		Erbaudatum	Anzahl beheizter Gebäude	ab 2016	1	2010 - 2015	8	2002 - 2009	42	1995 - 2001	3	1984 - 1994	14	1979 - 1983	99	1969 - 1978	15	1958 - 1968	21	1949 - 1957	23	1919 - 1948	83	1860 - 1918	39	bis 1859	0	<p>Etwa die Hälfte aller Heizungsanlagen in Norsingen ist mindestens 20 Jahre alt und über 70 % sind mindestens 10 Jahre alt.</p>  <table border="1"> <caption>Heizungsalter</caption> <thead> <tr> <th>Alter</th> <th>Anzahl Primärheizungen</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>bis 10 Jahre alt</td> <td>~75</td> </tr> <tr> <td>10 bis 20 Jahre alt</td> <td>~75</td> </tr> <tr> <td>20 bis 30 Jahre alt</td> <td>~80</td> </tr> <tr> <td>Mindestens 30 Jahre alt</td> <td>~60</td> </tr> </tbody> </table>	Alter	Anzahl Primärheizungen	bis 10 Jahre alt	~75	10 bis 20 Jahre alt	~75	20 bis 30 Jahre alt	~80	Mindestens 30 Jahre alt	~60
Erbaudatum	Anzahl beheizter Gebäude																																					
ab 2016	1																																					
2010 - 2015	8																																					
2002 - 2009	42																																					
1995 - 2001	3																																					
1984 - 1994	14																																					
1979 - 1983	99																																					
1969 - 1978	15																																					
1958 - 1968	21																																					
1949 - 1957	23																																					
1919 - 1948	83																																					
1860 - 1918	39																																					
bis 1859	0																																					
Alter	Anzahl Primärheizungen																																					
bis 10 Jahre alt	~75																																					
10 bis 20 Jahre alt	~75																																					
20 bis 30 Jahre alt	~80																																					
Mindestens 30 Jahre alt	~60																																					

Eignungsgebiete in Norsingen



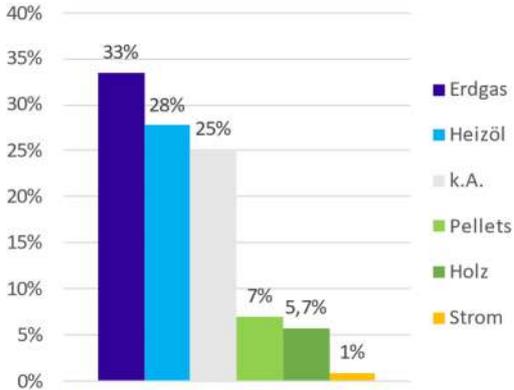
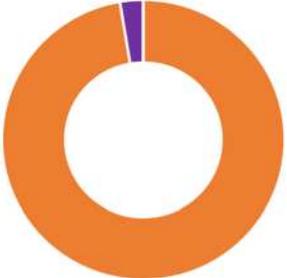
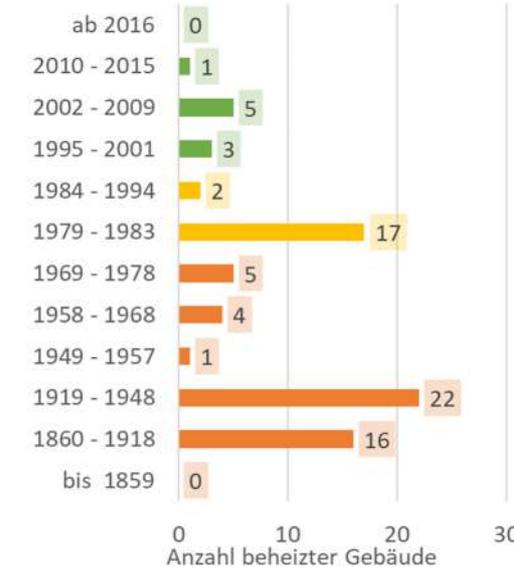
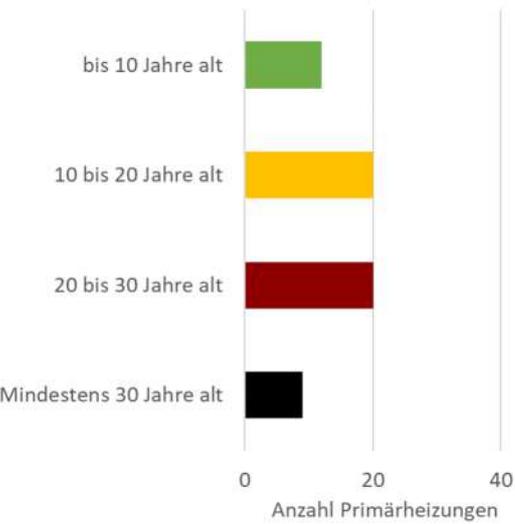
Zentrale Wärmeversorgung:

Auf der Gemarkung von Norsingen befindet sich kein zentrales Eignungsgebiet.

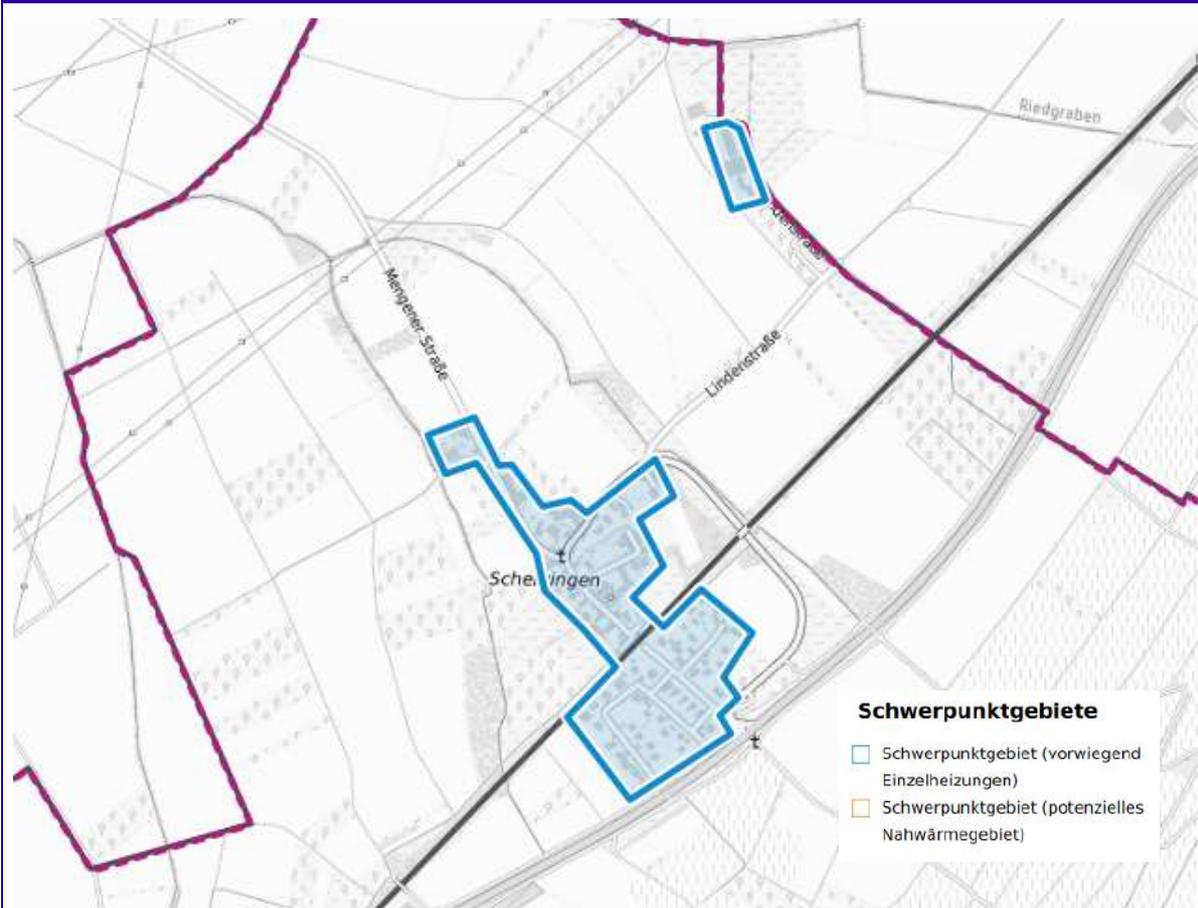
Dezentrale Wärmeversorgung:

Auf Grund der geringen Wärmedichte wird in Norsingen eine dezentrale Wärmeversorgung in Kombination mit PV-Anlagen und Wärmepumpen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung als sinnvoll erachtet. Dies kann v.a. mit Hilfe von Gebäudesanierung erzielt werden. Das Sanierungspotenzial der Gebäude beläuft sich auf ca. 2.350 MWh/Jahr (Endenergieeinsparung von 41 %). Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Erdwärmesonden, Solarthermie und Luft-Wasser Wärmepumpen. Insgesamt beläuft sich das PV-Potenzial für die Dachflächen auf ca. 5.800 MWh/Jahr und für die Freiflächen auf 7.000 MWh/Jahr.

10.5 Steckbrief Scherzingen

Beschreibung des Ortsteils		Lage
Anzahl beheizter Gebäude	76	
Wärmeverbrauch 2021	2.500 MWh	
Einsparpotenzial Sanierung	45 %	
Energieverbrauch nach Energieträgern		Gebäudenutzung
<p>Der Ortsteil ist durch ein Gasnetz erschlossen. Der Großteil des aktuellen Energieverbrauchs wird mit Hilfe von Erdgas- und Ölheizungen gedeckt.</p> 		<p>Der überwiegende Teil der Gebäude in Scherzingen besteht aus Wohngebäuden.</p> 
Gebäudealter		
<p>Mehr als die Hälfte der beheizten Gebäude in Scherzingen wurden vor der ersten Wärmeschutzverordnung errichtet.</p> 		<p>Etwa die Hälfte aller Heizungsanlagen in Scherzingen ist mindestens 20 Jahre alt und über 80 % sind mindestens 10 Jahre alt.</p> 

Eignungsgebiete in Scherzingen



Zentrale Wärmeversorgung:

In Scherzingen befindet sich kein zentrales Eignungsgebiet.

Dezentrale Wärmeversorgung:

Auf Grund der geringen Wärmedichte wird in Scherzingen eine dezentrale Wärmeversorgung in Kombination mit PV-Anlagen und Wärmepumpen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung als sinnvoll erachtet. Dies kann v.a. mit Hilfe von Gebäudesanierung erzielt werden. Das Sanierungspotenzial der Gebäude beläuft sich auf ca. 1.200 MWh/Jahr (Endenergieeinsparung von 45 %). Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Erdwärmesonden, Solarthermie und Luft-Wasser Wärmepumpen. Insgesamt beläuft sich das PV-Potenzial für die Dachflächen auf ca. 1.100 MWh/Jahr und für die Freiflächen auf 5.500 MWh/Jahr.

10.6 Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen

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

Seite 1/4

Stand: Juli 2023

Gebäudesteckbrief für die Einstiegsberatung

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

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

Ist-Zustand



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



Quelle: Deutsche Gebäudetypologie - Institut Wohnen und Umwelt GmbH

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

Heizungs- und Anlagentechnik	
Heizungsart	Gas-Zentralheizung
Warmwasserbereitung	über Zentralheizung
Lüftung	Fensterlüftung

Endenergiebedarf und Energiekosten		
Energieart	Endenergiebedarf	Energiekosten ¹⁾
Erdgas	24.000 kWh/a	3.360 €/a
Strom	3.000 kWh/a	1.200 €/a

* Institut Wohnen und Umwelt (IWU)

¹⁾ Annahmen für die jährlichen Energiekosten (ohne Wartungskosten); Erdgas: 14 Ct/kWh, Strom Haushaltstarif: 40 Ct/kWh, ohne zukünftige Energiepreissteigerung und nicht vergleichbar mit Wärmegestehungskosten.

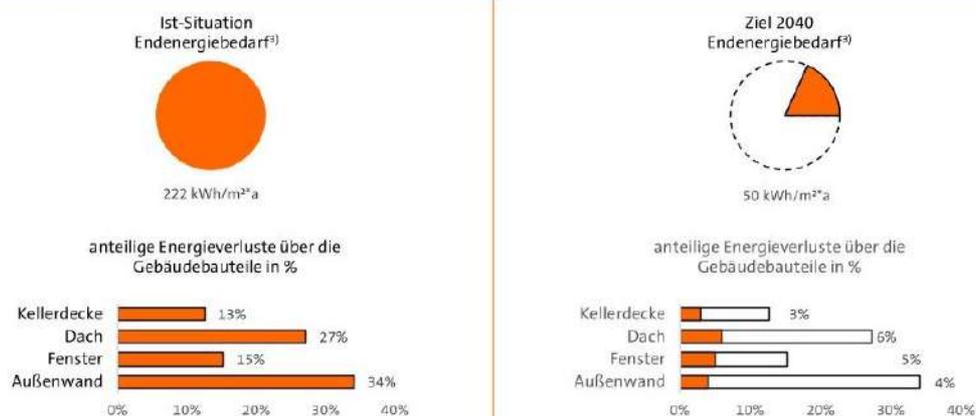
Stand: Juli 2023

Sanierung der Gebäudehülle

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

Sanierung			
Bauteil	Beschreibung	Kosten in € ²⁾ (Brutto)	Energie- einsparung ²⁾
Außenwand	Dämmung 24 cm (WLS 035) + Verputz (Wärmedämmverbundsystem)	64.000 €	30%
Außenwand gg. Erdreich	keine Maßnahme		
Fenster	3-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung und gedämmtem Rahmen	31.000 €	10%
Dach	18 cm Zwischensparrendämmung und 12 cm Aufsparrendämmung (WLS 035)	68.000 €	22%
oberste Geschossdecke	keine Maßnahme		
Kellerdecke	Dämmung 12 cm (WLS 035) unter der Decke	14.000 €	9%
Fußboden gegen Erdreich	keine Maßnahme		
Umsetzung aller Maßnahmen	Gesamtkosten und Gesamteinsparung	177.000 €	72%
davon "energiebedingte Mehrkosten"	Anteil der Gesamtkosten, die durch die Dämmung bzw. energetische Maßnahmen verursacht werden (im Gegensatz zur Instandhaltung)	127.000 €	
Nebenkosten	Kosten für Planung und Baubegleitung	30.000 €	
Gesamtinvestition	Maßnahmen und Nebenkosten	207.000 €	

Sanierungsvarianten



Je nach Art und Umfang der Sanierungsvarianten lassen sich bis zu 2.700 € der jährlichen Energiekosten einsparen.

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

³⁾ Der Endenergiebedarf eines Gebäudes liefert einen Richtwert über den notwendigen Brennstoffeinsatz in Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr (abgekürzt: kWh/m²a).

Stand: Juli 2023

Sanierung der Heizung

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

System	Beschreibung / Hinweise	Investitionskosten in € (Brutto) ⁴⁾
Luft-Wasser-Wärmepumpe	Der Einsatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe zur Nutzung von Umweltwärme über die Umgebungsluft kann in gut gedämmten Gebäuden zum Einsatz kommen. Systembedingt können Wärmepumpen sinnvoll in Kombination mit Niedertemperaturheizungen (z.B. Fußbodenheizungen) und einer Frischwasserstation eingesetzt werden.	
	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 23 - 28 ct/kWh	30.000 € - 45.000 €
Luft-Wasser-Wärmepumpe + Gas-Spitzenlastkessel	Die Luft-Wasser-Wärmepumpe in Verbindung mit einem Gas-Spitzenlastkessel wird bevorzugt in Altbauten mit hohen Vorlauftemperaturen im Heizungssystem und in größeren Gebäuden bivalent eingesetzt.	
	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 28 - 34 ct/kWh	42.000 € - 57.000 €
Sole-Wasser-Wärmepumpe	Die Sole/Wasser-Wärmepumpe nutzt die Umweltwärme mit Hilfe von Erdwärmesonden oder Erdkollektoren. Systembedingt können Wärmepumpen sinnvoll in Kombination mit Niedertemperaturheizungen (z.B. Fußbodenheizungen) und einer Frischwasserstation eingesetzt werden. Die Effizienz kann höher sein als die einer vergleichbaren Luft-Wasser-Wärmepumpe.	
	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 22 - 29 ct/kWh	35.000 € - 55.000 €
Holzpelletkessel + ggf. Solarthermie-Anlage	Eine Pelletheizung verbrennt nachwachsende Rohstoffe. Sind Solaranlage, Pelletkessel und Pufferspeicher aufeinander abgestimmt, erhält der Hausbesitzer eine hervorragende Energieeffizienz und den höchstmöglichen Wärmeertrag – und das sehr umweltschonend. Es besteht ein erhöhter Platzbedarf durch Pelletlager und -austragung.	
ohne Solarthermieanlage	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 24 - 30 ct/kWh	30.000 € - 45.000 €
inkl. Solarthermieanlage	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 28 - 37 ct/kWh	42.000 € - 63.000 €
Fernwärme	Bei einem Anschluss an ein bestehendes Fernwärmenetz, ist die Verfügbarkeit und die Kostenkalkulation abhängig von den lokalen Angeboten der Fernwärmeanbieter.	
Zusatzsysteme	(Systeme, die nur einen Teil der Wärmebereitstellung übernehmen können)	
Solarthermieanlage	Thermische Solaranlage zur Warmwasserbereitung und zur Heizungsunterstützung (ca. 10 m ² Kollektorfläche) zur Erfüllung des EWärmeG – 15 % Erneuerbare.	12.000 € - 18.000 €
Photovoltaikanlage + ggf. Stromspeicher	Die Photovoltaikanlage (ca. 10 kWp) wandelt die Sonnenenergie in elektrische Energie um und dient der Eigenstromnutzung. Sinnvoll auch in Kombination mit einer Wärmepumpe.	15.000 € - 35.000 €
Lüftung mit Wärmerückgewinnung	Mechanisches Lüftungssystem (Be- und Entlüftung) mit Wärmerückgewinnung.	10.000 € - 18.000 €

⁴⁾ Investitionskosten inklusive Nebenkosten (Planungskosten), ohne Förderung

⁵⁾ bei unsanierter Gebäudehülle. Die Wärmegestehungskosten sind das Verhältnis der Vollkosten der Wärmeversorgung (Kapital-, Verbrauchs- und Betriebskosten) zur gelieferten Wärme. (Betrachtungszeitraum 20 Jahre, 4% Kapitalzins, ohne Energiepreissteigerung und ohne Förderung).

Stand: Juli 2023

Was Sie noch wissen sollten!

Gesetzliche Rahmenbedingungen

Gebäudeenergiegesetz (GEG):

Ab 01.01.2024 soll die 65 %-EE-Wärmepflicht beim Heizungstausch gelten, sofern eine Wärmeplanung vorliegt. Die Umsetzung der zukünftigen Anforderungen wird im neuen GEG 2024 erfolgen.

Geplante EU-Gebäuderichtlinie

Wohngebäude sollen dem Vorschlag der Europäischen Kommission zufolge spätestens nach Januar 2030 die Klasse F erreichen. Bis zum Jahr 2033 soll dann der Energiestandard D bei allen Gebäuden Standard sein. Die Energieeffizienzklasse D sagt aus, dass ein Wohngebäude eine Endenergie von 100 bis 130 Kilowattstunden pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche im Jahr aufweist. Wenn der Plan zur Realität werden sollte, müssten alle Wohngebäude in Deutschland bis zum Jahr 2033 in ihrer Energieeffizienz in diesem Bereich liegen.

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

Ausblick

Steigerung Komfort / Marktwert

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

Professionelle Planung und Baubegleitung

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



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

Förderprogramme

Einzelmaßnahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG EM)



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

Bundesförderung für effiziente Gebäude – Wohngebäude (BEG WG)



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

