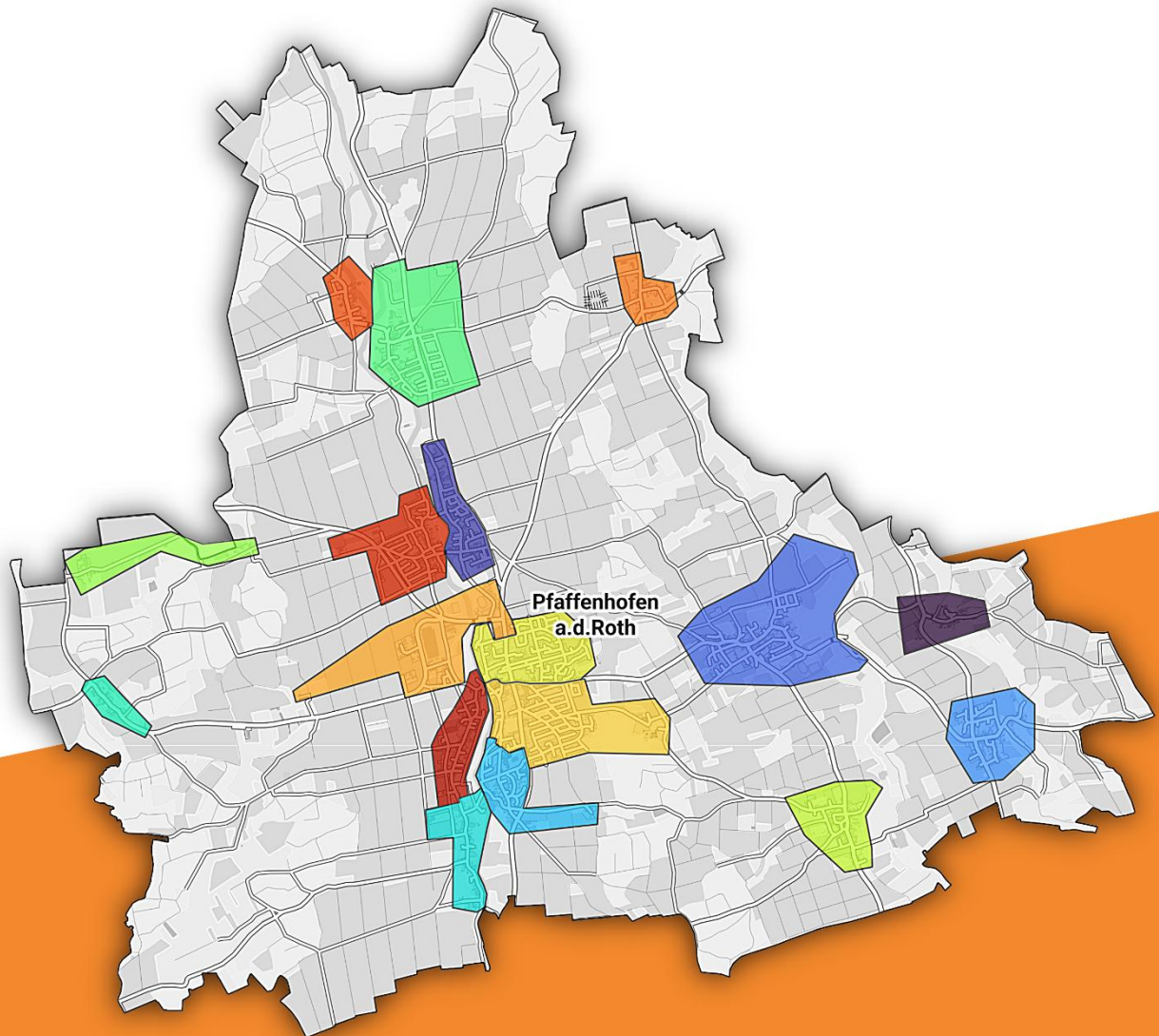


KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG





Kommunale Wärmeplanung der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth

Impressum

Auftraggeber: Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth
Kirchplatz 6
89284 Pfaffenhofen an der Roth



Erstellt durch: e-con AG
Schlachthofstraße 61
87700 Memmingen



Verfassende: B. Eng. Fabian Hieber
B. Eng. Niklas Koch

Haftungsausschluss

Wir haben alle in dem hier vorliegenden Bericht bereitgestellten Informationen nach bestem Wissen und Gewissen erarbeitet und geprüft. Es kann jedoch keine Gewähr für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der bereitgestellten Informationen übernommen werden.



Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	- 7 -
2.	Bestandsanalyse	- 11 -
2.1	Akteursbeteiligung.....	- 12 -
2.2	Struktur der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth	- 12 -
2.2.1	Baualtersklassen	- 14 -
2.2.2	Gebäudetypen.....	- 17 -
2.3	Aktuelle Versorgungsstruktur.....	- 19 -
2.3.1	Versorgungsnetze der Wärmeversorgung	- 19 -
2.3.2	Stromversorgungsnetze	- 21 -
2.3.3	Erzeugungsanlagen.....	- 22 -
2.3.4	Analyse dezentraler Wärmeerzeuger	- 23 -
2.4	Wärmebedarf der Gebäude	- 26 -
2.5	Endenergieverbrauch Wärme	- 26 -
2.5.1	Datenquellen Endenergieverbrauch Wärme	- 27 -
2.5.2	Gesamtendenergieverbrauch Wärme.....	- 27 -
2.5.3	Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften	- 29 -
2.5.4	Räumliche Verteilung des Wärmeverbrauchs	- 30 -
2.5.5	Treibhausgasbilanz der Wärmeversorgung	- 31 -
2.6	Sektorenkopplung und Strombedarfsdeckung	- 32 -
2.7	Erneuerbare Gase.....	- 32 -
3.	Potenzialanalyse.....	- 36 -
3.1	Datengrundlage.....	- 36 -
3.2	Schutzgebiete und Denkmalschutz.....	- 36 -
3.2.1	Schutzgebiete.....	- 36 -
3.2.2	Denkmalschutz	- 38 -
3.3	Energieeinsparpotenzial	- 38 -
3.4	Potenziale erneuerbarer Wärme	- 39 -
3.4.1	Oberflächennahe Geothermie.....	- 39 -
3.4.2	Solarthermie.....	- 42 -
3.4.3	Biomasse	- 43 -
3.4.4	Abwärme	- 44 -
3.4.5	Grundwasser	- 46 -
3.4.6	Tiefengeothermische Potenziale	- 48 -
3.4.7	Umweltwärme	- 49 -
3.5	Potenzial erneuerbarer Strom	- 50 -
3.5.1	Wasserkraft.....	- 50 -
3.5.2	Windkraft.....	- 50 -
3.5.3	Photovoltaik	- 52 -
3.6	Zusammenfassung der Potenziale	- 54 -



4.	Zielszenario	- 56 -
4.1	Methodik	- 56 -
4.1.1	Bewertung der Teilgebiete nach Eignungsstufen	- 56 -
4.2	Zielszenario 2040	- 57 -
4.2.1	Voraussetzungen und Annahmen.....	- 57 -
4.2.2	Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	- 57 -
4.3	Entwicklung des Wärmebedarfs.....	- 59 -
4.4	Entwicklung der Treibhausgasemissionen.....	- 60 -
4.5	Eignungsgebiete für Wärmenetze.....	- 61 -
4.6	Leitungsgebundene Wärmeversorgung	- 61 -
4.7	Wirtschaftlichkeit von Versorgungsvarianten	- 63 -
4.8	Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen	- 64 -
4.9	Wirtschaftlichkeit dezentraler Versorgungsoptionen	- 66 -
4.10	Zielszenario 2030	- 68 -
4.11	Zielszenario 2035	- 69 -
4.12	Zielbild 2040.....	- 70 -
4.13	Wahrscheinlichkeit von Versorgungslösungen	- 71 -
4.14	Bilanzierung der Klimaneutralität	- 71 -
5.	Maßnahmen und Umsetzungsstrategie	- 72 -
5.1	Maßnahme 1 – Energetische Sanierung und Effizienzsteigerung.....	- 73 -
5.2	Maßnahme 2 - Planung und Steuerung	- 74 -
5.3	Maßnahme 3 – Erneuerbare dezentrale Wärmeversorgung	- 75 -
5.4	Maßnahme 4 – Leitungsgebundene Wärmeversorgung	- 76 -
5.5	Umsetzungsstrategie.....	- 77 -
6.	Verstetigungsstrategie	- 78 -
6.1	Organisation und Verantwortlichkeiten	- 78 -
7.	Fortschreibung (mindestens alle 5 Jahre)	- 78 -



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung der CO ₂ -Emissionen in Bayern [Quelle: VBEW, 2023].....	- 7 -
Abbildung 2: Einordnung der KWP in die Planungsprozesse einer Kommune [Quelle: Landesagentur für Energie und Klimaschutz, 2022]	- 8 -
Abbildung 3: Schritte der kommunalen Wärmeplanung bis zum fertigen Wärmeplan [Quelle: EGS plan].....	- 10 -
Abbildung 4: Gemeindegebiet Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth mit Marktgemeindegrenze [Quelle: eigene]	- 13 -
Abbildung 5: Flächennutzungsplan der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth [Quelle: Gemeinde]	- 14 -
Abbildung 6: Anzahl der Wohngebäude nach Baualter in der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth	- 16 -
Abbildung 7: Vorwiegendes Baualter der Gebäude in Baublöcken.....	- 17 -
Abbildung 8: Verteilung der Gebäudeanzahl nach Sektoren	- 18 -
Abbildung 9: Verteilung der Sektoren in der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth auf Baublockebene	- 19 -
Abbildung 10: Leitungsgebundene Versorgung durch ein Gasnetz in der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth	- 20 -
Abbildung 11: Leitungsgebundene Versorgung durch ein Wärmenetz in der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth	- 21 -
Abbildung 12: Stromversorgung im Gemeindegebiet [Quelle: Energie-Atlas-Bayern]	- 22 -
Abbildung 13: Standorte großer Energieerzeugungsanlagen	- 23 -
Abbildung 14: Auswertung Schornsteinfegerdaten / Zensus 2022 Zentralheizungen	- 24 -
Abbildung 15: Einbaujahr der Heizkesselanlagen in der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth nach Energieträger [Quelle: Schornsteinfegerstatistik 2024)	- 25 -
Abbildung 16: Vorwiegende Heizsysteme in Baublockebene	- 26 -
Abbildung 17: Aufteilung des Gesamtendenergiebedarfs nach Energieträgern.....	- 28 -
Abbildung 18: Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträgern	- 29 -
Abbildung 19: Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften nach Objektzuordnung	- 29 -
Abbildung 20: Wärmedichte in der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth in Baublockebene	- 30 -
Abbildung 21: Wärmeliniendichte pro Teilgebiet in der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth.....	- 31 -
Abbildung 22: THG-Bilanz des Wärmeverbrauchs nach Sektor und Energieträger.....	- 32 -
Abbildung 23: Genehmigtes Wasserstoff-Kernnetz [Quelle: BNetzA].....	- 35 -
Abbildung 24: Schutzgebiete im Gemeindegebiet	- 37 -
Abbildung 25: Denkmaldaten im Gemeindegebiet.....	- 38 -
Abbildung 26: Sanierungsquote 1 % und 2 % bezogen auf den Gesamtwärmebedarf bis zum Jahr 2045	- 39 -
Abbildung 27: Techniken der oberflächennahen Geothermie	- 40 -
Abbildung 28: theoretisches Potenzial Erdwärmekollektoren	- 40 -
Abbildung 29: theoretisches Potenzial Erdwärmesonden.....	- 41 -
Abbildung 30: Potenzielle Solarthermief Flächen im Marktgemeindegebiet	- 42 -
Abbildung 31: Biomasse Anlagen im bzw. um das Gemeindegebiet	- 44 -
Abbildung 32: KWK-Anlagen im Gemeindegebiet	- 45 -
Abbildung 33: Standort Kläranlage und Abwasserkanäle ab DN800	- 46 -
Abbildung 34: theoretische Entzugsleistung je Flurstück in kW (Grundwasserwärme)	- 47 -
Abbildung 35: Unterscheidung der tiefeingeothermischen Verfahren.....	- 48 -
Abbildung 36: Übersichtskarte Tiefengeothermie in Deutschland im Malm - direkte und indirekte Nutzung	- 49 -
Abbildung 37: Vorranggebiete Wind im Gemeindegebiet Pfaffenhofen an der Roth [Quelle: Regionalplan Donau-Iller, 2024]	- 51 -
Abbildung 38: Potenzielle PV-Freiflächen im Gemeindegebiet.....	- 52 -
Abbildung 39: Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete zum Zieljahr 2040	- 59 -
Abbildung 40: Entwicklung des Wärmebedarfs und Anteile von Energieträgern bis 2040	- 60 -
Abbildung 41: Prognostizierter Verlauf der THG-Emissionen und Anteile von Energieträgern bis 2040.....	- 61 -
Abbildung 42: Entwicklung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung	- 63 -
Abbildung 43: Zuweisung von Versorgungsoptionen nach technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten im Zielszenario	- 64 -
Abbildung 44: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmedichte [Quelle: KWW Halle, 2025].....	- 65 -
Abbildung 45: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmeliniendichte [Quelle: KWW Halle, 2025]	- 65 -
Abbildung 46: Maßnahmen zur Erreichung des Zielszenarios.....	- 72 -
Abbildung 47: PDCA-Zyklus der Umsetzung, "rollierende Planung"	- 77 -



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH, (2005).....	- 15 -
Tabelle 2: Absolute Werte der dezentralen Heizungen	- 25 -
Tabelle 3: Endenergieverbrauch für Wärme der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth nach Energieträger in Zahlen.....	- 28 -
Tabelle 4: Begriffsabgrenzung erneuerbarer Gase [Quelle: VKU]	- 33 -
Tabelle 5: Unterscheidung der Bezeichnungen für Wasserstoff nach Produktionsverfahren	- 33 -
Tabelle 6: Datengrundlagen der Potenzialanalyse.....	- 36 -
Tabelle 7: Theoretisches Wärmepotential oberflächennahe Geothermie.....	- 41 -
Tabelle 8: Potenziale Energieholz.....	- 44 -
Tabelle 9: Auflistung der kommunalen PV-Dachflächen [Quelle: Gemeinde, Stand:2025]	- 53 -
Tabelle 10: Potenziale und Ausbaustand PV-Dachflächen [Quelle: Energie-Atlas-Bayern, 2023]	- 53 -
Tabelle 11: Übersicht der nutzbaren Erzeugungspotenziale aus erneuerbaren Energien in der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth.....	- 54 -
Tabelle 12: Einordnung der Eignungsgebiete Wärmenetze im Zielszenario	- 61 -
Tabelle 13: Kennzahlen Szenario 2030	- 68 -
Tabelle 14: Kennzahlen Szenario 2035	- 69 -
Tabelle 15: Kennzahlen Zielbild 2040	- 70 -

1. Einleitung

Mit dem Inkrafttreten des Wärmeplanungsgesetzes Anfang 2024 werden in den kommenden Jahren alle Kommunen verpflichtet, eine kommunale Wärmeplanung zu erstellen. Die Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth hat dieses Vorhaben frühzeitig gestartet, um Aussagen über zukünftige Möglichkeiten für die lokale Wärmeversorgung treffen zu können. Ziel ist gem. bayerischem Klimaschutzgesetz eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis 2040. Diese soll so weit wie möglich auf lokalen Potenzialen erneuerbarer Energien sowie auf der Nutzung unvermeidbarer Abwärme beruhen.

In Deutschland beträgt der Wärmemarkt ca. 55% des Endenergieverbrauchs. Dabei werden 75% der Wohnungen mit fossilen Brennstoffen beheizt (BDEW, 01/2022). Die kommunale Wärmeplanung wird ein zentraler Baustein ergänzend zum Gebäudeenergiegesetz (GEG) und gleichzeitig ein Leitfaden für Kommunen, die Klimaneutralität in Deutschland bis zum Zieljahr 2045 zu erreichen. In Bayern soll dieses Ziel bereits im Jahr 2040 erreicht werden. In unten dargestellter **Abbildung 1** ist die Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen in Bayern ersichtlich. Dabei zeigt sich, dass die CO₂-Emissionen in den letzten Jahrzehnten stets gesunken sind, das Tempo jedoch deutlich erhöht werden muss, um die Klimaneutralität 2040 zu erreichen.

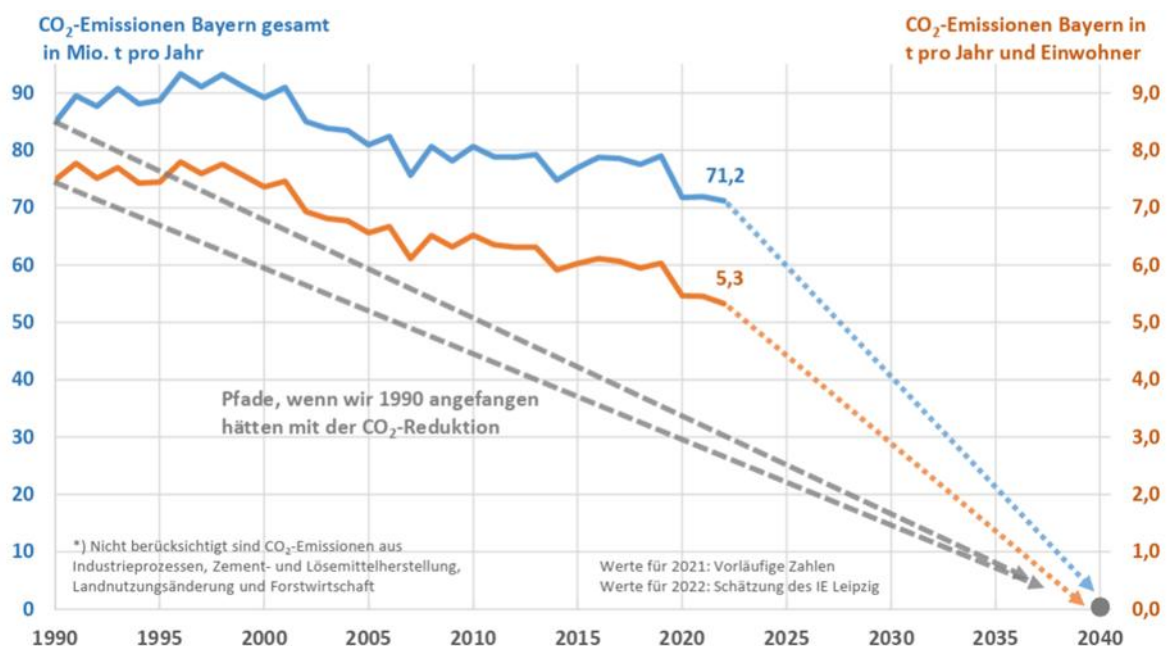


Abbildung 1: Entwicklung der CO₂-Emissionen in Bayern [Quelle: VBEW, 2023]

Die kommunale Wärmeplanung ist dabei das zentrale Planungsinstrument. Entsprechend ist am 01.01.2024 das Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (WPG) auf Bundesebene in Kraft getreten.

Abbildung 2 stellt die Einordnung der kommunalen Wärmeplanung im gesamten Prozess der Bundesregierung Deutschland dar. Dabei ist klar ersichtlich, was für eine wichtige Rolle diese Planung einnimmt. Sie ist Bestandteil der kommunalen Entwicklungsplanung, gleichzeitig aber auch schon genauer bzw. detaillierter in der Ausarbeitung als Energie- und Klimaschutzkonzepte bzw. Stadtentwicklungskonzepte und beinhaltet bereits ausgearbeitete Baumaßnahmen.



Abbildung 2: Einordnung der KWP in die Planungsprozesse einer Kommune [Quelle: Landesagentur für Energie und Klimaschutz, 2022]

Im Folgenden werden die Schritte der kommunalen Wärmeplanung von der Eignungsprüfung bis zur Umsetzungsstrategie mit Maßnahmen kurz erklärt:

A Eignungsprüfung

Zu Beginn der Wärmeplanung werden mit der Eignungsprüfung Teilgebiete identifiziert, die mit einer hohen Wahrscheinlichkeit zukünftig nicht durch ein Wärmenetz oder ein Wasserstoffnetz versorgt werden können. Unter bestimmten Voraussetzungen (siehe Handreichung) kann in diesen Teilgebieten eine verkürzte Wärmeplanung durchgeführt werden. In Teilgebieten, die bereits vollständig mit erneuerbarer Energie oder unvermeidbarer Abwärme versorgt werden, muss keine Wärmeplanung durchgeführt werden.

B Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse umfasst eine systematische und qualifizierte Erhebung des aktuellen Wärmebedarfs und -verbrauchs in den Bereichen Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme, der aktuellen Versorgungsstruktur sowie der daraus resultierenden Treibhausgasemissionen. Darüber hinaus werden Informationen zu den Gebäuden, wie Gebäudetypen und Baualtersklassen, systematisch und qualifiziert erhoben.



C Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse erfasst die Potenziale zur Reduktion des Wärmebedarfs wie auch nutzbare Potenziale für die Versorgung durch erneuerbare Wärme und unvermeidbare Abwärme zur Bedarfsdeckung. Einsparpotenziale beziehen sich sowohl auf Wärmebedarfsreduktionen in Gebäuden durch Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes als auch auf Effizienzsteigerungen im Bereich von industriellen und gewerblichen Prozessen.

D Zielszenario

Das Zielszenario basiert auf den Ergebnissen der Eignungsprüfung sowie der Bestands- und der Potenzialanalyse. Es stellt für das geplante Gebiet als Ganzes eine mögliche Entwicklung zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung dar und beinhaltet die Informationen zur potenziellen Versorgungsstruktur im Zieljahr. Zur Bestimmung des maßgeblichen Zielszenarios werden unterschiedliche, jeweils zielkonforme Szenarien aufgezeigt, die insbesondere die voraussichtliche Entwicklung des Wärmebedarfs sowie die Entwicklung der für die Wärmeversorgung erforderlichen Energieinfrastrukturen berücksichtigen.

Die Einteilung des geplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete ist Teil der Entwicklung des Zielszenarios und erfolgt auf Grundlage der Bestands- und der Potenzialanalyse. Hierzu wird mit dem Ziel einer realisierbaren und möglichst kosteneffizienten Versorgung des jeweiligen Teilgebiets unter anderem auf Basis von Wirtschaftlichkeitsvergleichen dargestellt, welche Wärmeversorgungsart sich für das jeweilige geplante Teilgebiet besonders eignet. Dabei werden Vorschläge zur Versorgung des geplanten Teilgebiets von Betreibern eines bestehenden Wärme- oder Gasnetzes oder von potenziellen Betreibern bei der Einteilung berücksichtigt.

E Umsetzungsstrategie mit Maßnahmen

Auf Grundlage des Zielszenarios wird eine Umsetzungsstrategie entwickelt. Sie enthält einen strategischen Fahrplan, Handlungsstrategien und konkrete Maßnahmen, die die nächsten Schritte hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung aufzeigen.

F Dokumentation der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Kommunalen Wärmeplanung werden in einem Fachgutachten dokumentiert. Darüber hinaus sind die angewendeten Methoden und Vorgehensweisen darin beschrieben. Neben dem Fachgutachten beinhaltet die Ergebnisdokumentation die Übermittlung der GIS-Daten zur Weiternutzung an die Kommune.

G Öffentlichkeitsbeteiligung

Im Zuge der Öffentlichkeitsbeteiligung sind die wesentlichen Akteure der Beteiligung, die Interessengruppen, Vertreterinnen und Vertreter der Wirtschaft sowie die Bürgerschaft bei der Erstellung der Kommunalen Wärmeplanung zu berücksichtigen. Zudem wird eine Kommunikationsstrategie für die konsens- und unterstützungsorientierte Zusammenarbeit mit allen Zielgruppen erarbeitet. Die Beteiligung als zweistufiges Verfahren ist möglichst frühzeitig und fortlaufend zu konzipieren.



Abbildung 3: Schritte der kommunalen Wärmeplanung bis zum fertigen Wärmeplan [Quelle: EGS plan]



2. Bestandsanalyse

In der Bestandsanalyse wird der energetische Ist-Zustand der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth erfasst. Ein wichtiger Baustein der Bestandsanalyse ist die Erstellung einer Energie- und Treibhausgasbilanz. Diese erfasst sämtliche Energieverbräuche auf der Gemarkungsfläche der Marktgemeinde über den Zeitraum eines Jahres und ordnet diese Verbräuche den wichtigsten Sektoren Wohnen, GHD (Gewerbe, Handel und Dienstleistungen), Industrie und Öffentliche Einrichtungen) zu. Die Energie- und Treibhausgasbilanz liefert einen ersten Einblick in den energetischen Ist-Zustand der Marktgemeinde und wird nach einer einheitlichen Methodik erstellt, so dass das Ergebnis auch mit anderen Städten und Marktgemeinden 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.

Durch das novellierte Klimaschutzgesetz des Landes ist die Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth 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 Marktgemeinde aus dem amtlichen Kataster gekoppelt werden. Das Ergebnis ist ein digitaler Zwilling der Energieversorgung der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth, bei dem Energiemengen nicht nur beziffert, sondern auch räumlich verortet 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 sämtliche sensiblen Daten aggregiert dargestellt, 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.

Im folgenden Kapitel werden die wesentlichen Methoden und Ergebnisse der Bestandsanalyse festgehalten. Zunächst werden Strukturmerkmale der Marktgemeinde und der Gebäude ausgewertet und beschrieben. Es folgt eine Übersicht der Energieinfrastruktur der Marktgemeinde sowie die Auswertung des Wärmeverbrauchs und den damit verbundenen Treibhausgasemissionen. Anschließend wird auf die Themen Sektorenkopplung und Stromerzeugung in der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth und die Rollen von erneuerbaren Gasen eingegangen. Abschließend sind die wichtigsten Kennzahlen der Bestandsanalyse tabellarisch festgehalten.

Es wurden 1.610 Objekte in die Untersuchung mit einbezogen und in den folgenden Kapiteln der Bestandsanalyse ausgewertet. Für die fehlenden Objekte liegen keine Daten bzw. Daten



mit nicht ausreichender Qualität vor oder es handelt sich dabei um Scheunen oder Garagen, die keinen Wärmebedarf haben.

2.1 Akteursbeteiligung

Die Durchführung der Wärmeplanung wurde in der Kommune bekannt gemacht. Nachdem in den Gremien der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth beschlossen wurde, die Wärmeplanung durchzuführen, gab es am 23.10.2024 einen Bürgerinformationsabend „Windenergie und Nahwärme Pfaffenhofen“, auf dem die Kommunale Wärmeplanung vorgestellt wurde. Außerdem ist ein Artikel im Mitteilungsblatt der Kommune veröffentlicht worden. Neben der Gemeinde sind auch Gasnetzbetreiber, Stromnetzbetreiber und Wärmenetzbetreiber wichtige Akteure, die in der kommunalen Wärmeplanung mit einbezogen wurden.

Es erfolgte ein Plausibilitätscheck der Basisdaten, eine Erörterung möglicher Potentiale zur Hebung von Quellen zur Erzeugung erneuerbarer Energien sowie eine Zwischenberichterstattung. Die Ergebnisse werden in einer Abschlusspräsentation vorgestellt.

2.2 Struktur der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth

Pfaffenhofen an der Roth liegt in der Region Donau-Iller in Mittelschwaben im Tal der Roth, 16 km südöstlich von Ulm und 45 km nördlich von Memmingen. Die Marktgemeinde liegt im bayrisch-schwäbischen Landkreis Neu-Ulm.

Die Gemarkungsfläche umfasst ca. 4.270 ha (**Abbildung 4**). Davon entfallen 712 ha auf Wald, 2.900 ha auf Landwirtschaftsfläche und 170 ha auf Wohnbaufläche. Die Höhe des Ortes wird mit 489 m ü. NN angegeben. Mit 7.311 Einwohnern (Stand Dezember 2024), fällt Pfaffenhofen an der Roth unter die Grenze von 10.000 Einwohnern und kann die vereinfachte Wärmeplanung anwenden.

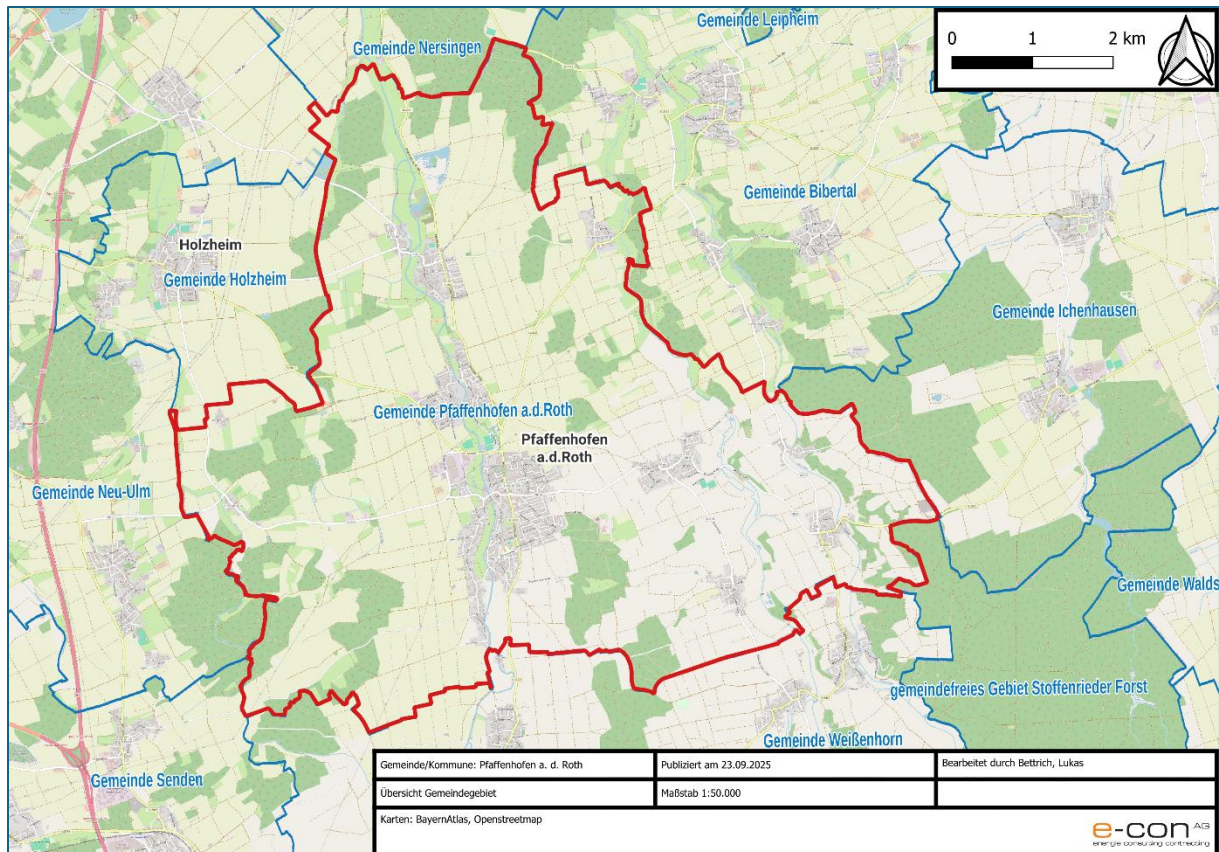


Abbildung 4: Gemeindegebiet Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth mit Marktgemeindegrenze [Quelle: eigene]

Durch die Auswertung der von der Kommune zur Verfügung gestellten ALKIS-Daten wird ein Überblick über die Flächennutzung auf dem Gemeindegebiet geschaffen. **Abbildung 5** zeigt kartografisch die Flächennutzung im Marktgemeindegebiet.

Der Flächennutzungsplan stellt einen hohen Anteil an Flächen für die Landwirtschaft dar, welche die Siedlungsflächen der einzelnen Ortsteile umgeben. An der Roth entlang sind Grünflächen dargestellt. Großflächige Wohnbauflächen konzentrieren sich im Kernort und an den Randbereichen der einzelnen Ortsteile. Erbishofen und Volkertshofen sowie Remmetshofen sind als Dorfgebiete dargestellt. Die dargestellten Waldflächen befinden sich vermehrt an den Randbereichen der Marktgemeinde.

Westlich des Kernortes an der Staatsstraße 2020 sind gewerbliche Bauflächen dargestellt.

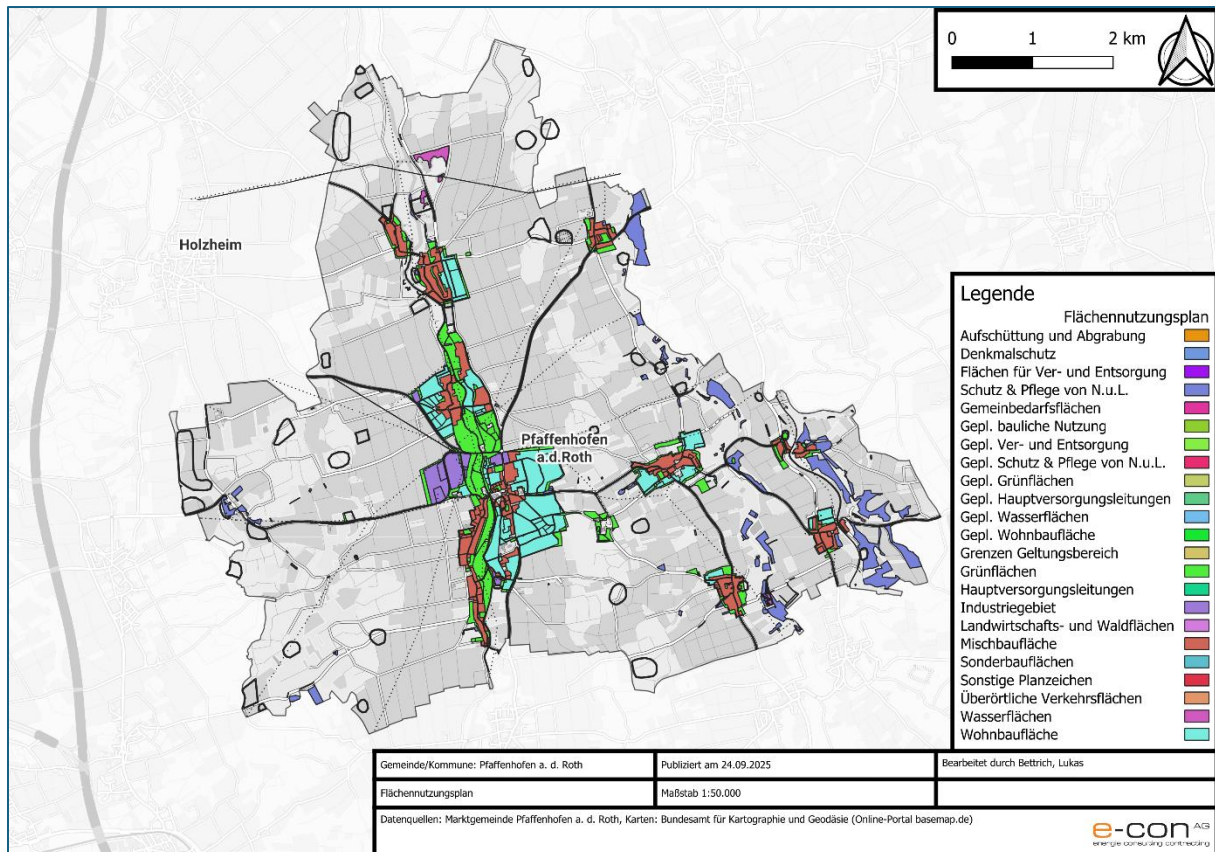


Abbildung 5: Karte Flächennutzung der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth [Quelle: Gemeinde]

Erfassung des Gebäudebestands:

Zur Beschreibung der Gebäudestruktur in der Marktgemeinde wurde die „Deutsche Gebäudetypologie“ des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) verwendet. Die Einordnung der Gebäude in diese Typologie ermöglicht die Analyse der Energieeinsparpotenziale für einen größeren Gebäudebestand. Bei der Typologie wird davon ausgegangen, dass Gebäude aus einer bestimmten Bauzeit in der Regel ähnliche Baustandards und damit ähnliche thermische Eigenschaften ausweisen. Dazu wird der Gebäudebestand nach Baualter sowie nach Gebäudegröße in Klassen eingeteilt. Die Grenzzahlen 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.

2.2.1 Baualtersklassen

Die Einteilung nach Baualter erfolgt in dieser Typologie in 10 Klassen, die jeweils eine ähnliche Bausubstanz aufweisen (vgl. [Tabelle 1](#)).



Tabelle 1: Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH, (2005)

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

In **Abbildung 6** sind die Anzahl der Wohngebäude in der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth nach Baualter dargestellt. Demnach sind 58 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung (WSchV) 1979 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 7: Vorwiegendes Baualter der Gebäude in Baublöcken** zeigt die räumliche Verteilung der Gebäude nach den Baualtersklassen, bezogen auf Baublockebenen.

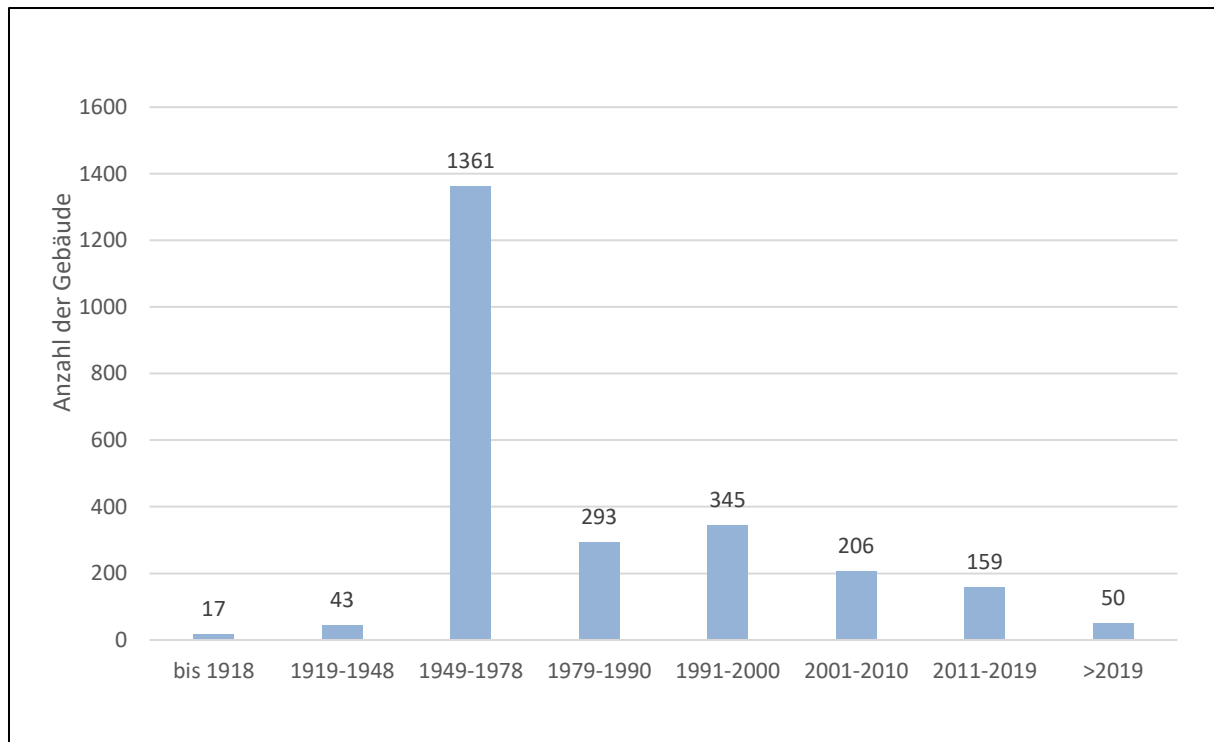


Abbildung 6: Anzahl der Wohngebäude nach Baualter in der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth

Aus der Einordnung der Gebäude in die Gebäudetypologie lassen sich Aussagen über die Siedlungsstruktur in der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth treffen. Hierzu wurden alle Gebäude in Altersklassen und in Baublöcke eingeteilt. Dies erleichtert die schnelle Identifizierung von Gebieten ähnlicher Struktur für mögliche Maßnahmen zur Energieeinsparung. Deutlich wird, dass besonders in den 1960er und 1970er Jahren neue Wohngebiete erschlossen wurden. Immer wieder sind in der Marktgemeinde neue Gebäude hinzugekommen, sowohl in neu ausgewiesenen Wohngebieten als auch als Nachverdichtung, sodass heute eine gemischte Gebäudestruktur aufzufinden ist. Aufgrund der stetig steigenden Bevölkerungszahlen der Marktgemeinde wurden in den letzten beiden Jahrzehnten und werden auch aktuell neue Baugebiete ausgewiesen.

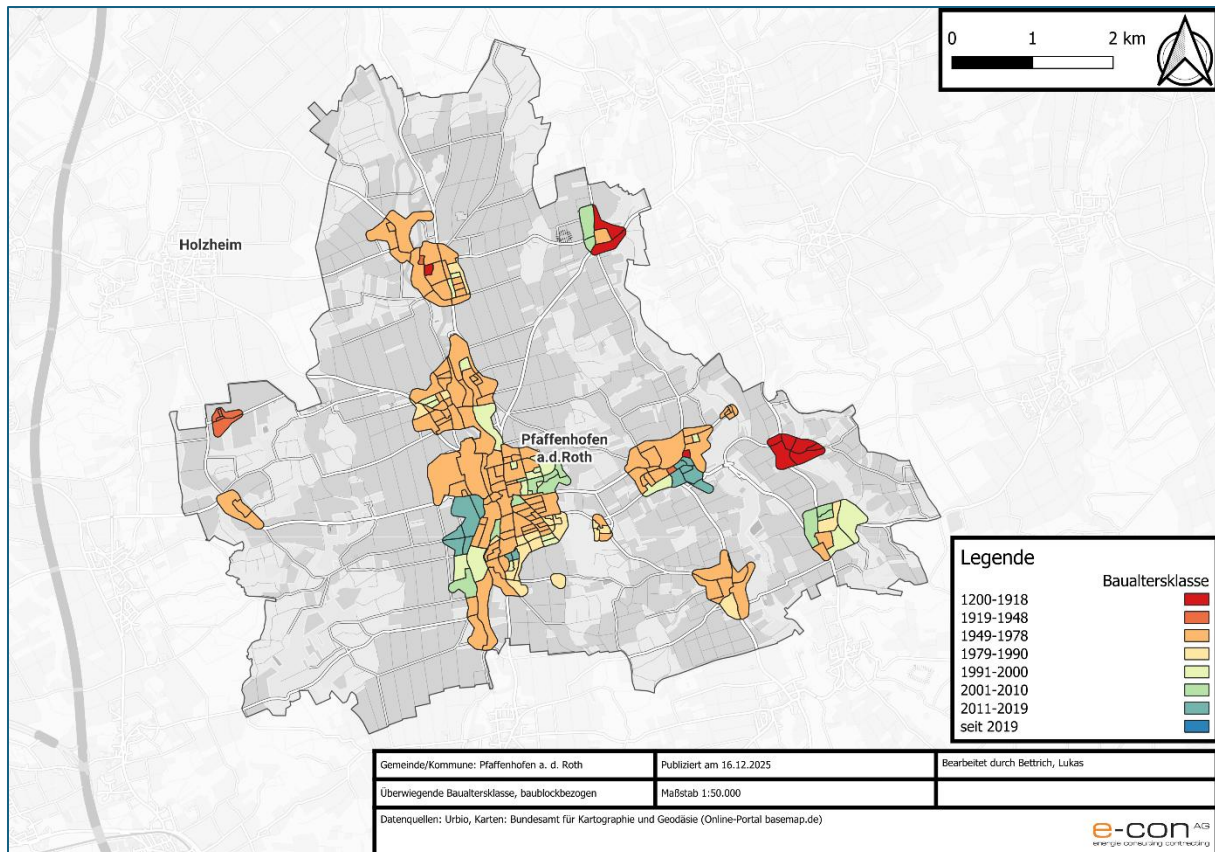


Abbildung 7: Vorwiegendes Baualter der Gebäude in Baublöcken

In **Abbildung 7** zeigt sich gerade der Kernort Pfaffenhofen, in dem sich die älteren Gebäude mit Baualtern von 1949 bis 1978 konzentrieren. Von diesen Zentren ausgehend hat sich in den Folgejahren die heutige Gesamtgemeinde entwickelt.

2.2.2 Gebäudetypen

Durch die Zusammenführung von frei verfügbarem Kartenmaterial sowie dem amtlichen Liegenschaftskataster ergaben sich 2.610 analysierte Gebäude im Projektgebiet. Wie in **Abbildung 8** zu sehen, gehören etwa 93 % des Gebäudebestands dem Sektor Wohnen an. Der deutlich kleinere Anteil der restlichen Gebäude besteht aus dem Wirtschaftssektor, in dem auch landwirtschaftliche Gebäude eingeordnet sind, sowie zu einem sehr geringen Anteil aus öffentlichen Bauten. Hieraus wird ersichtlich, dass sich die Wärmewende zu signifikanten Stücken im Wohnsektor abspielen muss.

Gebäudeanzahl nach Sektor

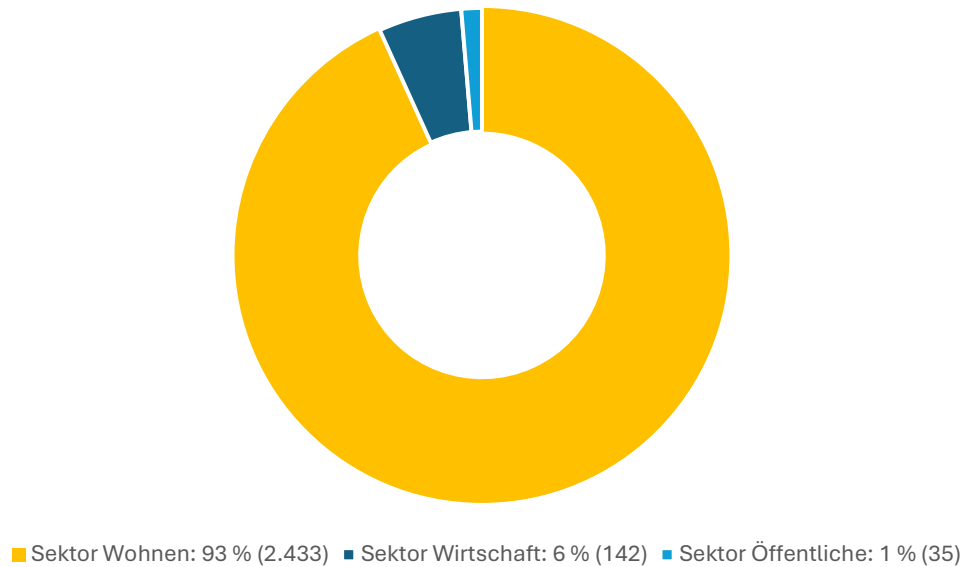


Abbildung 8: Verteilung der Gebäudeanzahl nach Sektoren

Charakteristisch für ländliche Marktgemeinden sind freistehende Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser und Doppelhaushälften, die in der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth 93 % des Wohnbestandes ausmachen. Diese Einfamilienhäuser spielen bei der Erschließung der Einsparpotenziale eine große Rolle. Zum einen verzeichnen sie im Durchschnitt den höchsten Energieverbrauch pro Einwohner, zum anderen werden Einfamilienhäuser meist vom Eigentümer selbst bewohnt. Der Nutzen von Sanierungsmaßnahmen wirkt sich hier direkt aus und erhöht die Bereitschaft des Eigentümers, Investitionen zur Energieeinsparung vorzunehmen. **Abbildung 9** zeigt die räumliche Verteilung der Gebäudetypen der Sektoren Wohnen, GHD, Industrie und Öffentliche auf Baublockebene.

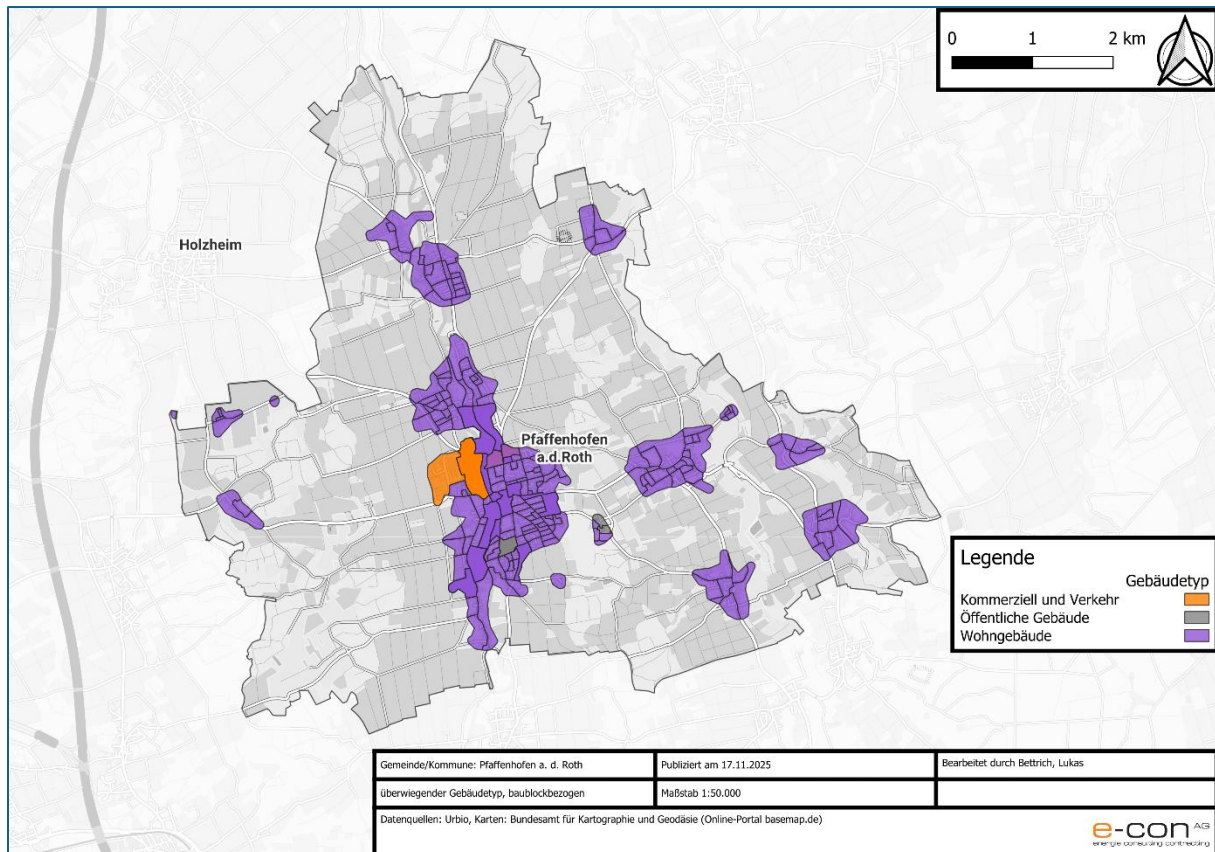


Abbildung 9: Verteilung der Sektoren in der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth auf Baublockebene

2.3 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 Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth beschrieben. Zunächst wird der Ausbaustand der Gasnetz- und Wärmenetzinfrastruktur dargestellt. Anschließend folgt eine Auswertung der Heizanlagenaten.

2.3.1 Versorgungsnetze der Wärmeversorgung

Der Kernort Pfaffenhofen (Pfaffenhofen, Volkertshofen und Diepertshofen) ist durch ein Erdgasnetz erschlossen. Die Kommune weist eine hohe Leitungsdichte aus. Den höchsten Anteil an den Energieträgern zur Wärmeerzeugung in der Marktgemeinde hat Erdgas. Die **Abbildung 10** gibt einen Überblick über die leitungsgebundene Versorgung durch ein Gasnetz (gelb) im Gemeindegebiet. In der Marktgemeinde sind laut Stromnetzbetreiber drei Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen installiert, die mit Erdgas und Biogas betrieben werden.

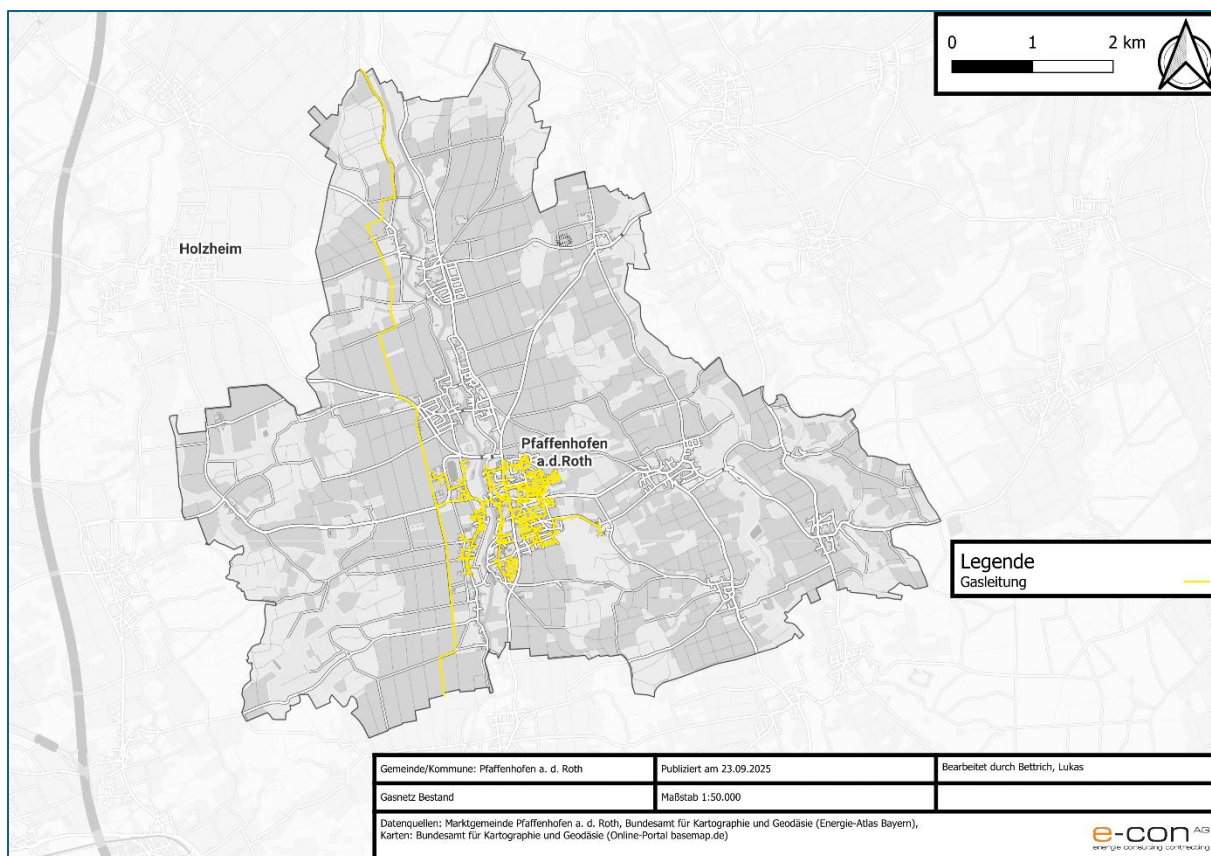


Abbildung 10: Leitungsgebundene Versorgung durch ein Gasnetz in der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth

Außerdem wird in der Marktgemeinde aktuell ein Nahwärmenetz im Gebiet Beuren betrieben (Siehe **Abbildung 11**).

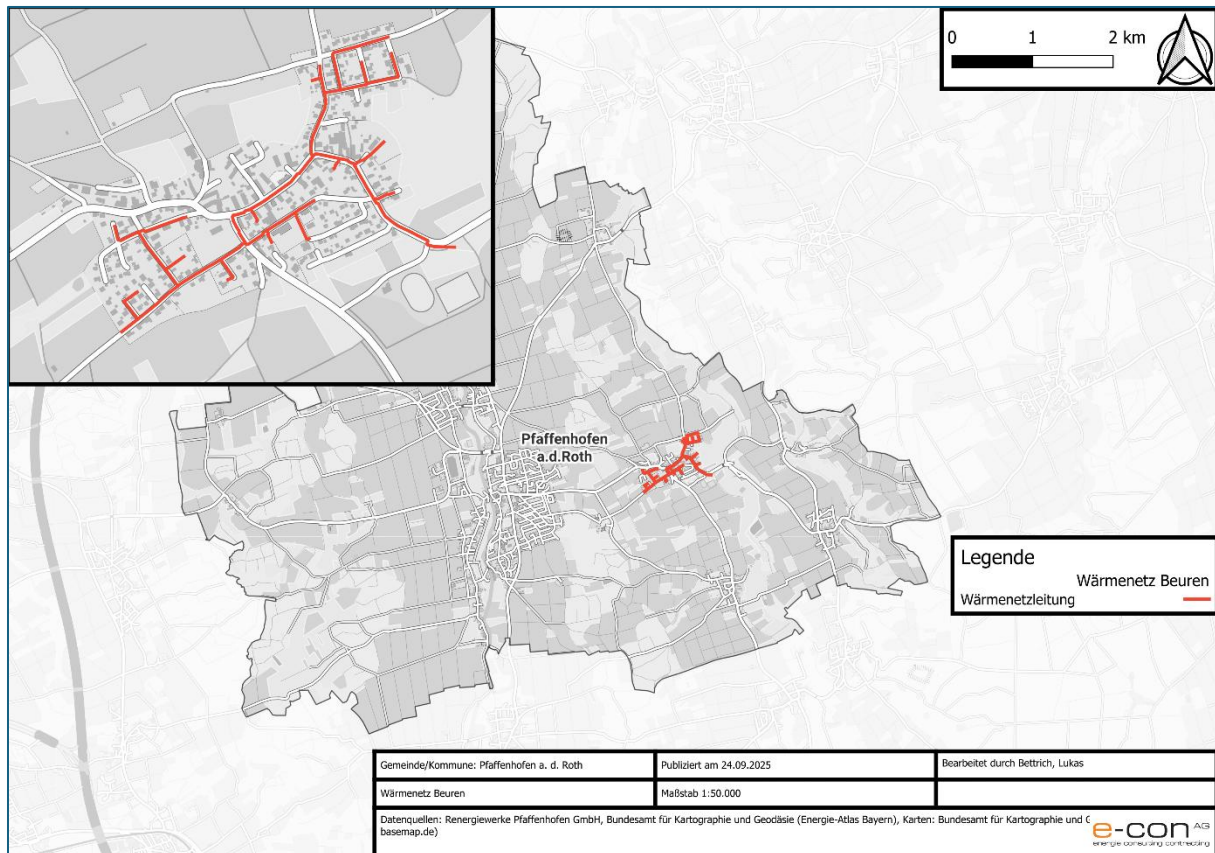


Abbildung 11: Leitungsgebundene Versorgung durch ein Wärmenetz in der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth

Die Gesamtlänge des 2024 in Betrieb genommenen Wärmenetzes inklusive Hausanschlüsse beträgt ca. 3.000 m. Das verwendete Medium Wasser hat eine Vorlauftemperatur von 70-75 °C sowie eine Rücklauftemperatur von ca. 60-65 °C. Zurzeit sind 75 aktive Anschlüsse vorhanden und 52 Vorstreckungen wurden verlegt. Die Anschlussleistung der aktiven Anschlüsse beläuft sich auf 550 kW.

Die aktuelle Gesamtlänge des bestehenden Erdgasnetzes inklusive Hausanschlüsse beträgt ca. 34,8 km. Zurzeit existieren 461 Anschlüsse.

2.3.2 Stromversorgungsnetze

Die Idee der Sektorenkopplung sollte bei jedem Energiekonzept mitbedacht werden. Da voraussichtlich in naher Zukunft die Nutzung von Strom zur Wärmergewinnung stärker in Anspruch genommen wird (primär durch den Einsatz von Wärmepumpen), ist in **Abbildung 12** das Hochspannungs-Stromnetz im Betrachtungsgebiet dargestellt. Da die Stromversorgung zur kritischen Infrastruktur gehört, sind hier lediglich die im Energie-Atlas Bayern aufgezeichneten Stromtrassen dargestellt. Der Kommune liegen die Verläufe der Mittelspannungsleitungen als auch der Standorte der Trafos vor. Im Kernort befindet sich ein Umspannwerk.

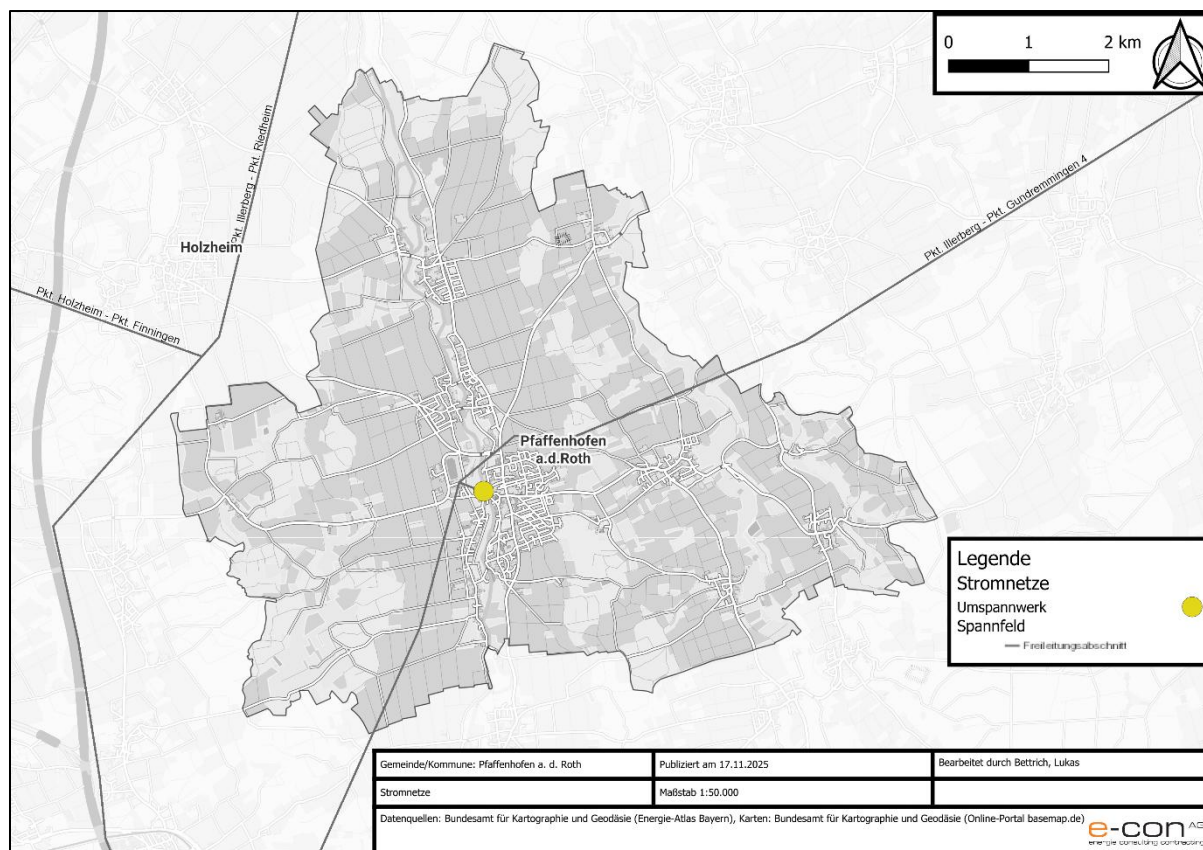


Abbildung 12: Stromversorgung im Gemeindegebiet [Quelle: Energie-Atlas-Bayern]

2.3.3 Erzeugungsanlagen

Die Bestandsanalyse zu Energieerzeugungsanlagen basiert auf den Daten des Marktstammdatenregisters sowie des Energie-Atlas-Bayern. Die größten Energieerzeugungsanlagen mit einer Leistung von größer als 100 kW sind in **Abbildung 13** eingezeichnet.

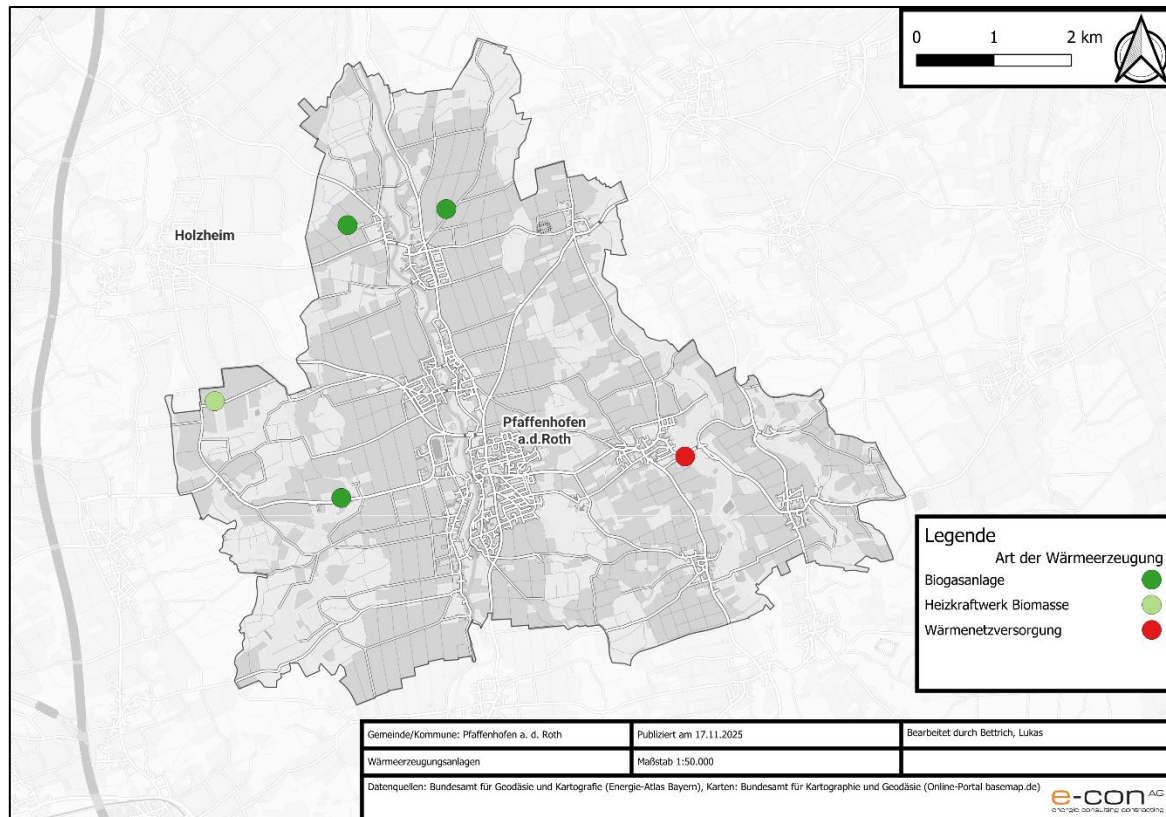


Abbildung 13: Standorte großer Energieerzeugungsanlagen

Im Gemeindegebiet sind ca. 995 PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von 9,7 MWp installiert. Dabei handelt es sich um Aufdachanlagen auf Wohn- und Industriegebäuden oder Balkonsolaranlagen. Im Ortsteil Beuren wurde im Sommer 2025 eine PV-Freiflächenanlage durch den Wärmenetzbetreiber gebaut, aber noch nicht in Betrieb genommen. Diese soll später eine Großwärmepumpe mit regenerativem Strom versorgen.

Bis auf wenige Ausnahmen beträgt die installierte Leistung pro Anlage weniger als 100 kWp. Es existieren drei Biogasanlagen in der Nähe.

Zum Zeitpunkt der ausgewerteten Daten bestand das Heizwerk, welches das Wärmenetz in Beuren speist, aus einem 240 kW Holzhackschnitzel-Kessel und einem 500 kW Spitzenlastkessel, welcher mit Flüssiggas betrieben wird. Es wurden im Jahr 2024 356 MWh Wärme erzeugt. Im Betrachtungszeitraum von der Inbetriebnahme im Juni 2024 wurde zur Wärmeerzeugung im Wärmenetz durchschnittlich 75 % Biomasse und 25 % Flüssiggas verwendet (Stand 2024, Quelle: Renergiwerke Pfaffenhofen a.d. Roth). Zusätzlich ist ein Pufferspeicher mit einem Volumen von 84 m³ vorhanden.

2.3.4 Analyse dezentraler Wärmeerzeuger

Zur Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger werden die Kaminkehrer-Daten, welche durch das Bayerische Landesamt für Statistik bereitgestellt werden, ausgewertet. Es sind alle Heizungen kleiner 100 kW Nennleistung dargestellt, um große industrielle Anlagen zur Prozesswärmebereitstellung auszuklammern. Dennoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass kleinere industrielle Anlagen weiterhin enthalten sind. Daher weichen diese Leistungen von den für die Energiebilanz der Haushalte & Kleingewerbe angenommenen Werte ab. Für eine bessere Vergleichbarkeit in Bezug auf die Fortschreibungen des Wärmeplans sind hier die Rohdaten der Kkehrbuchdaten aufgelistet. Zusätzlich werden die Nahwärmeanschlüsse und

die Anzahl der Wärmepumpen mitbetrachtet. **Abbildung 14** zeigt graphisch die relative Anzahl der dezentralen Zentralheizungen aufgeteilt nach Energieträger inklusive der Übergabestationen des Wärmenetzes in Beuren auf. Die absoluten Werte sind in **Tabelle 2** dargestellt. Circa zwei Drittel der Anlagen sind ölbefeuert. Die Datengrundlage der Kehrbuchdaten lässt lediglich eine Abschätzung des durchschnittlichen Alters über alle dezentralen Wärmeerzeugeranlagen zu. Das durchschnittliche Alter einer dezentralen Wärmeerzeugeranlage in Pfaffenhofen an der Roth beträgt 21,8 Jahre (**Abbildung 15**). Damit sollte ein Großteil der Heizungen in den nächsten 10 – 15 Jahren getauscht werden müssen.

Die Schornsteinfegerdaten stellen eine wichtige Grundlage für die kommunale Wärmeplanung dar, sind jedoch in ihrer Genauigkeit begrenzt. Die Daten werden in der Regel auf Bezirksebene aggregiert und nicht gebäudescharf erfasst. Zudem sind die verwendeten Softwarelösungen und Datenformate uneinheitlich, was die Qualität und Vergleichbarkeit einschränkt. Die Übermittlung erfolgt häufig manuell oder über Verbände, wodurch Verzögerungen und potenzielle Fehler entstehen. Hinzu kommt, dass neuere Heiztechnologien wie Wärmepumpen teilweise noch nicht vollständig erfasst sind.

Insgesamt eignen sich die Schornsteinfegerdaten als Indikator für die Heizungsstruktur, können aber für eine präzise Wärmebedarfsmodellierung nur eingeschränkt genutzt werden. Ergänzende Datenquellen wie Gebäudekataster, Verbrauchsdaten oder Befragungen sind notwendig, um die Unsicherheiten zu reduzieren.

Zusätzlich zu den Kehrbuchdaten werden die Ergebnisse des Zensus 2022 ausgewertet. Ein Vergleich der Zentralheizungen nach Energieträgern ist aufgrund der abweichenden Datengrundlage des Zensus nicht möglich.

Aufteilung der Heizsysteme

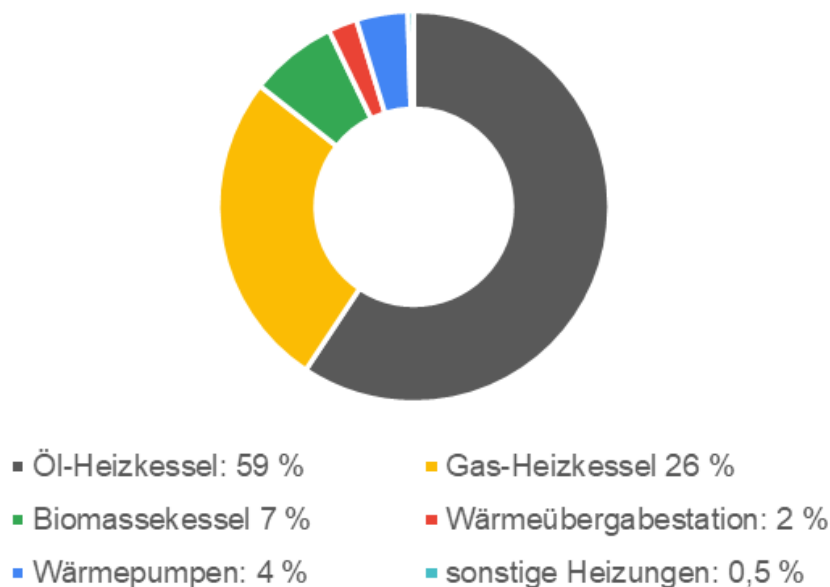


Abbildung 14: Auswertung Schornsteinfegerdaten / Zensus 2022 Zentralheizungen

Tabelle 2: Absolute Werte der dezentralen Heizungen

Energieträger	Anzahl Anlagen
Erdgas	625
Heizöl	1488
Biomasse	247
Nahwärme	75
Wärmepumpen und Stromheizungen	102
Sonstige	20

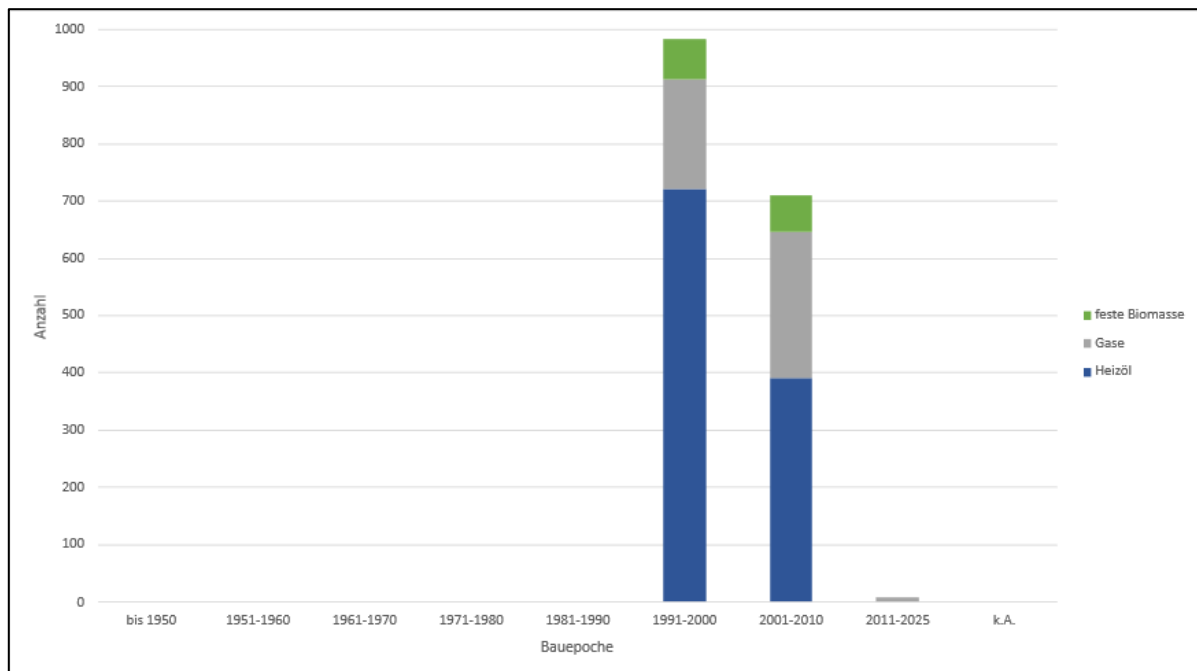


Abbildung 15: Einbaujahr der Heizkesselanlagen in der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth nach Energieträger [Quelle: Schornsteinfegerstatistik 2024]

Abbildung 16 stellt die Heizanlagen in Baublockebene räumlich dar. Dort wurden die Schornsteinfegerdaten mit den Daten des Zensus 2022 im digitalen Zwilling verschritten.

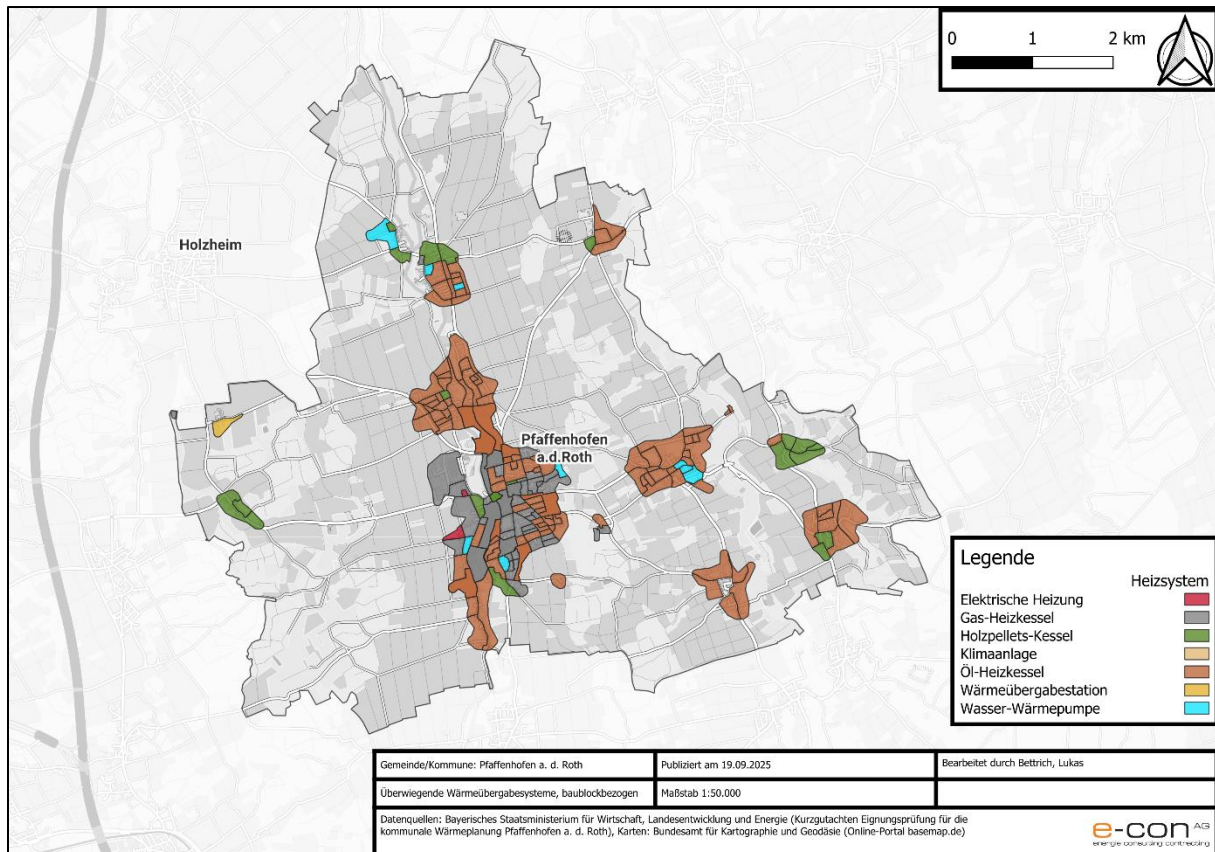


Abbildung 16: Vorwiegende Heizsysteme in Baublockebene

2.4 Wärmebedarf der Gebäude

Die Ermittlung des Wärmebedarfs und die Energieeinsparpotenziale im Gebäudebestand basieren auf den Angaben zum Gebäudetyp und einem durchschnittlichen Sanierungszustand, der aus regionalen Daten für jeden Gebäudetyp ermittelt wurde. Durch die Typologie werden Gebäude mit ähnlichen thermischen Eigenschaften zusammengefasst. Für jeden Gebäudetyp wurden entsprechende Kennwerte des Wärmebedarfs statistisch ermittelt. Somit kann der Wärmebedarf jedes Gebäudes bestimmt werden.

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 Wärmegegewinne (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 im Bereich der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth wird der Endenergieverbrauch im nächsten Abschnitt näher beschreiben.

2.5 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) in der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren, wurde mit einem Simulationstool berechnet.

2.5.1 Datenquellen Endenergieverbrauch Wärme

Folgende Daten wurden für die Berechnung der Energie- und THG-Bilanz der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth zum Energieverbrauch für Wärme erhoben und ausgewertet:

- Der Erdgasnetzbetreiber Schwaben Netz GmbH stellte die aktuellen Gasverbrauchsdaten aggregiert zur Verfügung.
- Der Wärmenetzbetreiber Renergiwerke Pfaffenhofen a.d. Roth stellte die Wärmeerzeugungs- und Verbrauchsmengen der jeweiligen Anlagen und des Wärmenetzes zur Verfügung.
- Für den nicht-netzgebundenen Verbrauch wurden Daten über das Baualter und die Energiebezugsfläche berechnet. Diese wurden ergänzt um Daten der örtlichen Schornsteinfeger, die Angaben zu Leistung und eingesetzten Energieträgern beinhalten.
- Der Bestand an Solarthermie wurde vom Energie-Atlas-Bayern zur Verfügung gestellt.
- Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften wurden von der Marktgemeindeverwaltung zur Verfügung gestellt.

2.5.2 Gesamtendenergieverbrauch Wärme

Nach dem Ergebnis der Energie- und THG-Bilanz betrug der Gesamtendenergieverbrauch für Wärme in der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth 42,2 GWh im Jahr 2024. Nach den Sektoren betrachtet, hatte der Wärmeverbrauch der privaten Haushalte (Sektor Wohnen) den höchsten Anteil am Wärmeverbrauch der Marktgemeinde, gefolgt vom Wirtschaftssektor (GHD). Die kommunalen Liegenschaften (Öffentliche Gebäude) hatten nur einen geringen Anteil am Wärmeverbrauch.

Nach den vorliegenden Informationen wurden zur Deckung des Wärmebedarfs im Jahr 2024 in Pfaffenhofen an der Roth zum größten Teil die fossilen Energieträger Erdgas und Heizöl eingesetzt (siehe **Abbildung 17**). Einen geringeren Anteil hatten die Energieträger Heizungsstrom, und sonstige fossile Energieträger. Weitere 11 % des Wärmeverbrauchs der Marktgemeinde wurden durch Energieholz gedeckt. Die genaue Aufteilung und eingesetzte Energiemengen sind in **Tabelle 3** dargestellt.

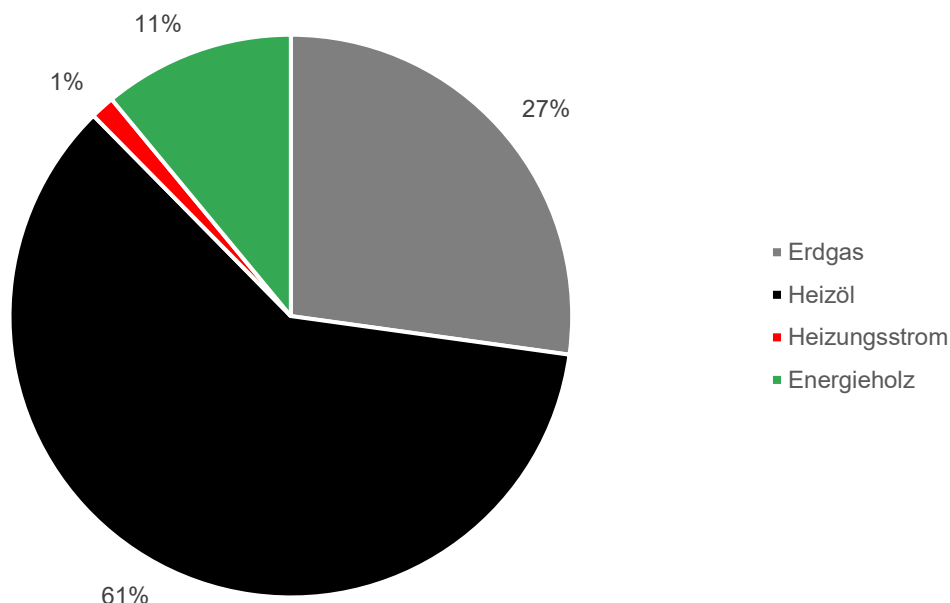


Abbildung 17: Aufteilung des Gesamtendenergiebedarfs nach Energieträgern

Tabelle 3: Endenergieverbrauch für Wärme der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth nach Energieträger in Zahlen

Energieträger	Wärmeverbrauch (in MWh)	Anteil am Gesamt- wärmeverbrauch
Erdgas	11.474	27 %
Heizöl	25.498	61 %
Heizungsstrom	586	2 %
Energieholz (Stückholz, Hackschnitzel, Pellets, etc.)	4.639	11 %
Gesamt	42.197	

Abbildung 18 zeigt nochmals detailliert die Aufteilung der Energieträger auf den Endenergiebedarf der Sektoren Wohnen, GHD, Industrie und Produktion und öffentliche Gebäude. Hierbei ist sichtbar, dass der Sektor Wohnen mit 86 % den höchsten Anteil am Wärmeverbrauch hat und hauptsächlich die fossilen Energieträger Erdgas und Heizöl eingesetzt werden. Der Sektor GHD hat einen Anteil von 10 % am Gesamtwärmeverbrauch der Marktgemeinde. Die übrigen knapp 4 % des Wärmeverbrauchs werden für die öffentlichen Gebäude eingesetzt, wobei der Sektor Industrie und Produktion den geringsten Teil einnimmt.

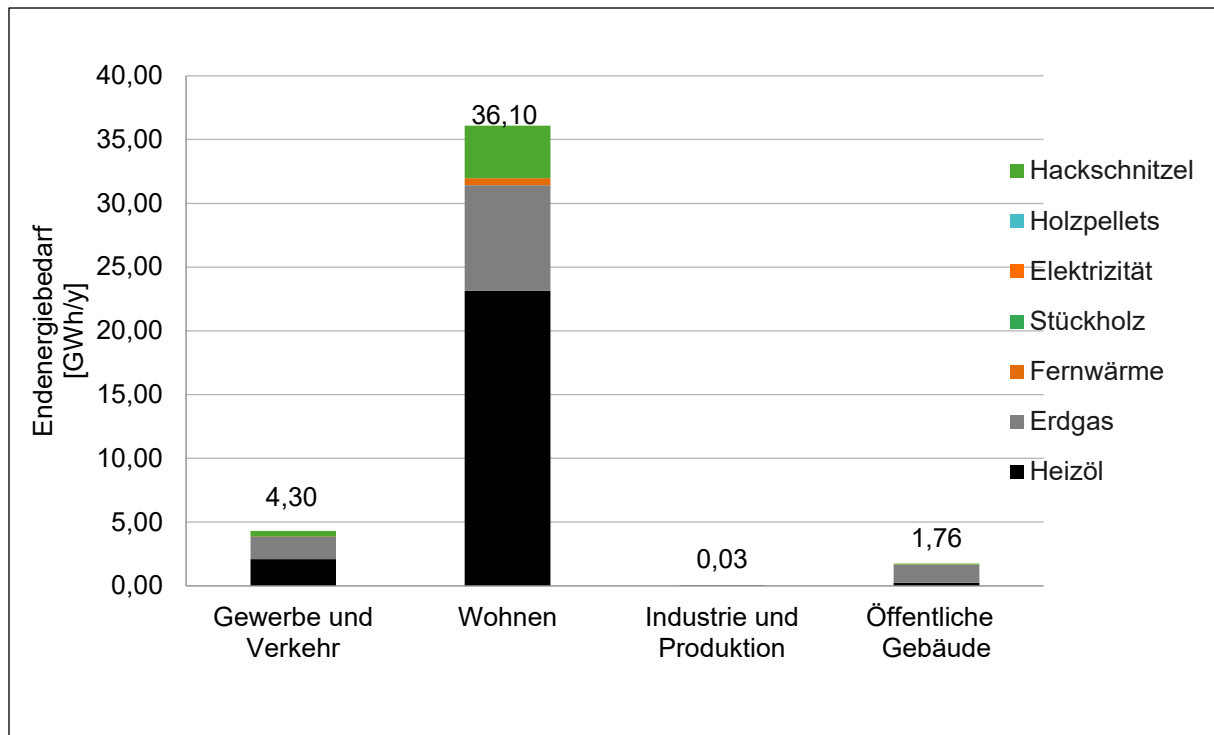


Abbildung 18: Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträgern

2.5.3 Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften

Für die kommunalen Liegenschaften wurden im Jahr 2024 1.510 MWh Energie für die Wärmeversorgung benötigt. 938 MWh davon sind dem Erdgas- oder Flüssiggasverbrauch zuzuordnen, über erneuerbare Wärme werden 77 MWh gedeckt. Heizöl trägt mit 69 MWh bei und mit Fernwärme werden 265 MWh gedeckt. Etwa 18 MWh Wärme werden aus Umweltwärme gewonnen (Annahme von JAZ 3 bei Wärmepumpen), 31 MWh entfallen auf Wärme durch Stromdirektheizungen. Eine Aufteilung der wichtigsten beheizten kommunalen Gebäude ist der **Abbildung 19** zu entnehmen.

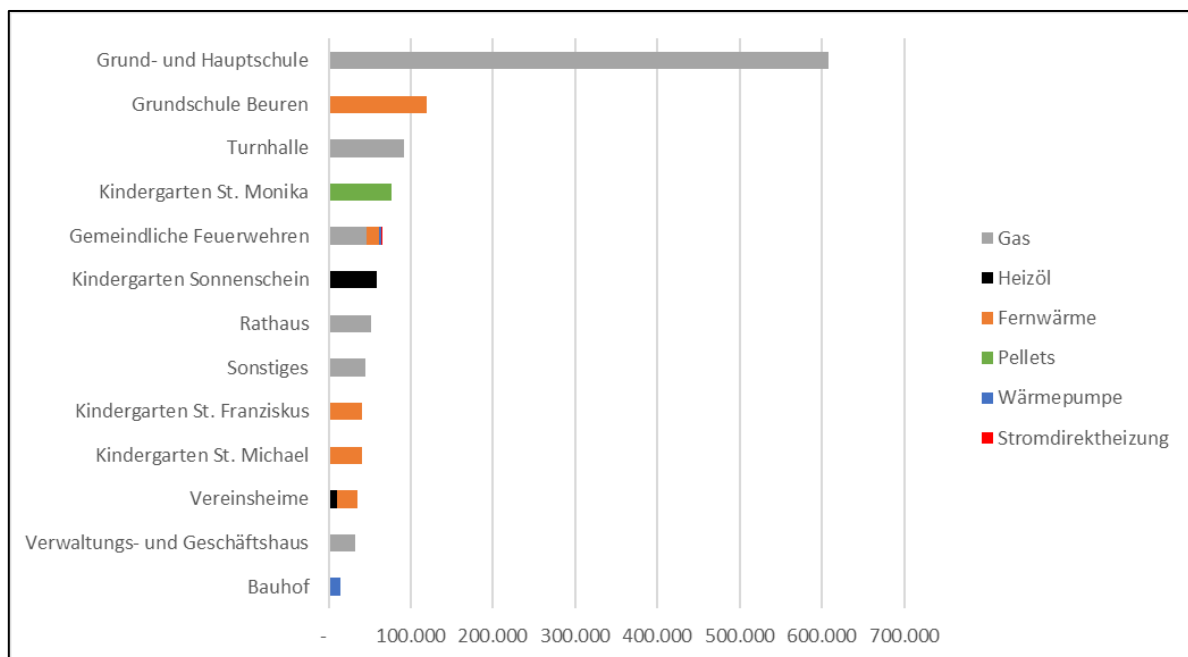


Abbildung 19: Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften nach Objektzuordnung

2.5.4 Räumliche Verteilung des Wärmeverbrauchs

Anhand der Gebäudeeigenschaften, der Heizanlagenstatistik und der Verbrauchsdaten der leitungsgebundenen Energieträger, konnte die räumliche Verteilung des Wärmeverbrauchs ermittelt werden. **Abbildung 20** zeigt den Wärmeverbrauch der Gebäude und Betriebe in der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth aggregiert und bezogen auf die Fläche in Baublockebenen. Dabei ist erkennbar, dass die Wärmedichte sehr heterogen verteilt ist. Die höchsten Wärmelinienindichten pro Teilgebiet sind in Pfaffenhofen an der Hauptstraße verteilt und im Gewerbegebiet (siehe **Abbildung 21**).

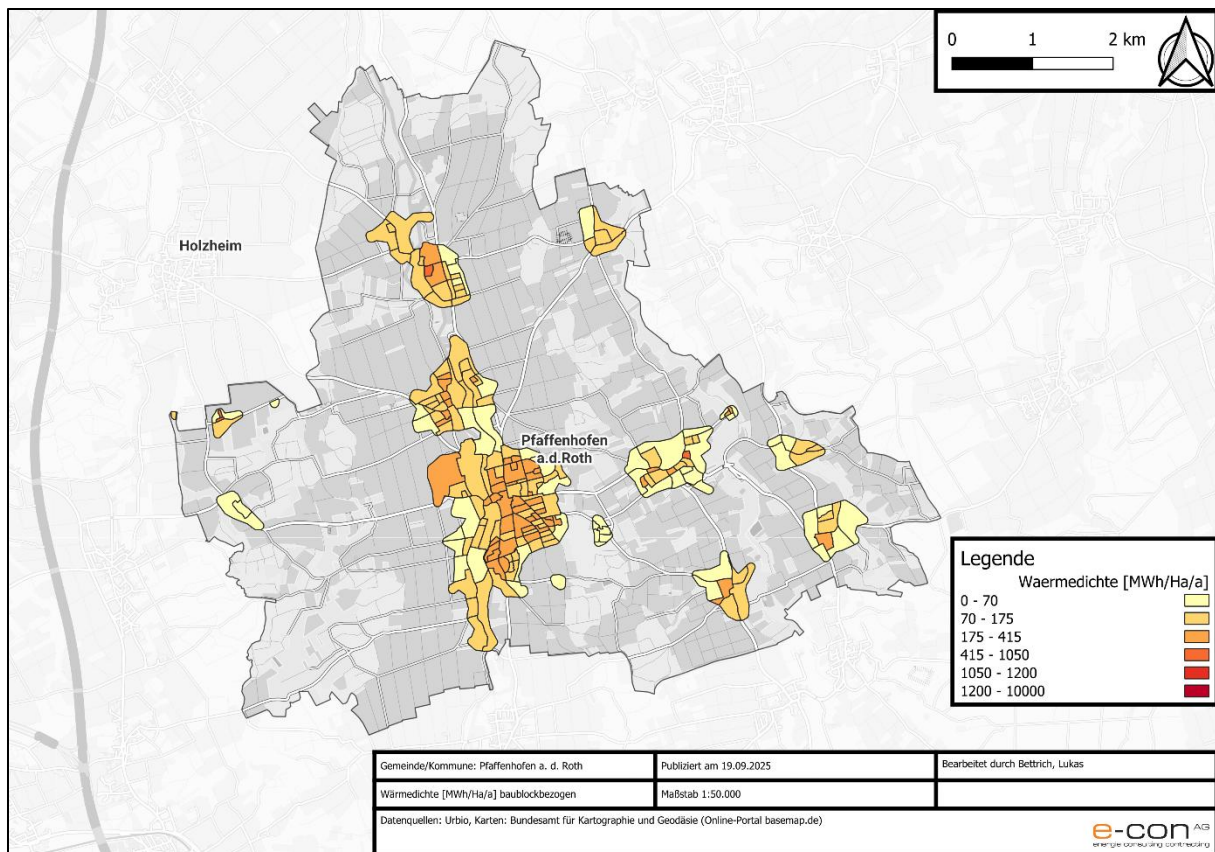


Abbildung 20: Wärmedichte in der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth in Baublockebene

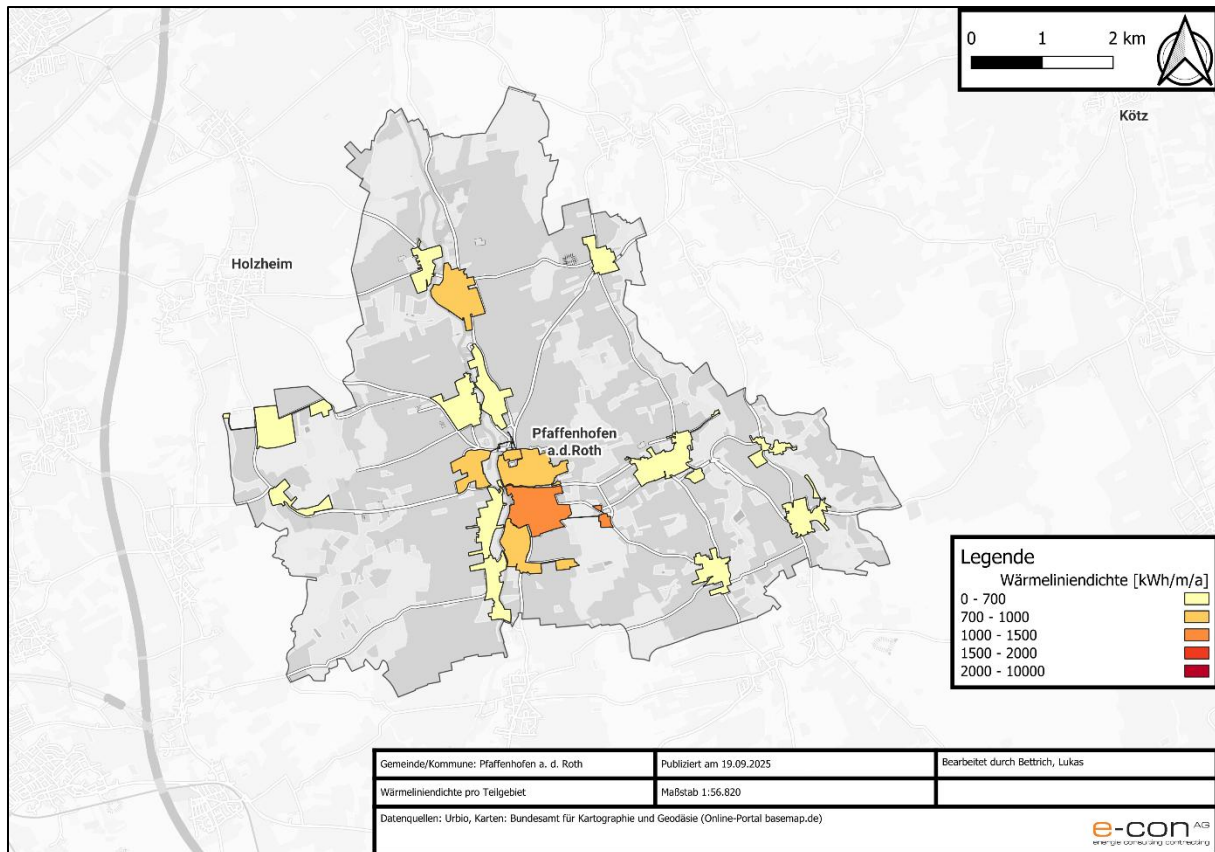


Abbildung 21: Wärmeliniendichte pro Teilgebiet in der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth

2.5.5 Treibhausgasbilanz der Wärmeversorgung

Auf Basis der Verbrauchsmengen der jeweiligen Energieträger, berechnet das Tool des digitalen Zwillings anhand der entsprechenden Emissionsfaktoren die THG-Emissionen des Endenergieverbrauchs. Die Deckung des Endenergieverbrauchs der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth führte demnach zu THG-Emissionen in Höhe von 10.929 t CO₂eq/a. Der überwiegende Anteil ist den fossilen Energieträgern Erdgas (24 %) und Heizöl (72 %) zuzuordnen. **Abbildung 22** zeigt die Aufteilung der wärmebedingten THG-Emissionen nach Sektor und Energieträger. Die kommunalen Liegenschaften waren mit ihrem Wärmeverbrauch für 417 t CO₂eq/a verantwortlich.

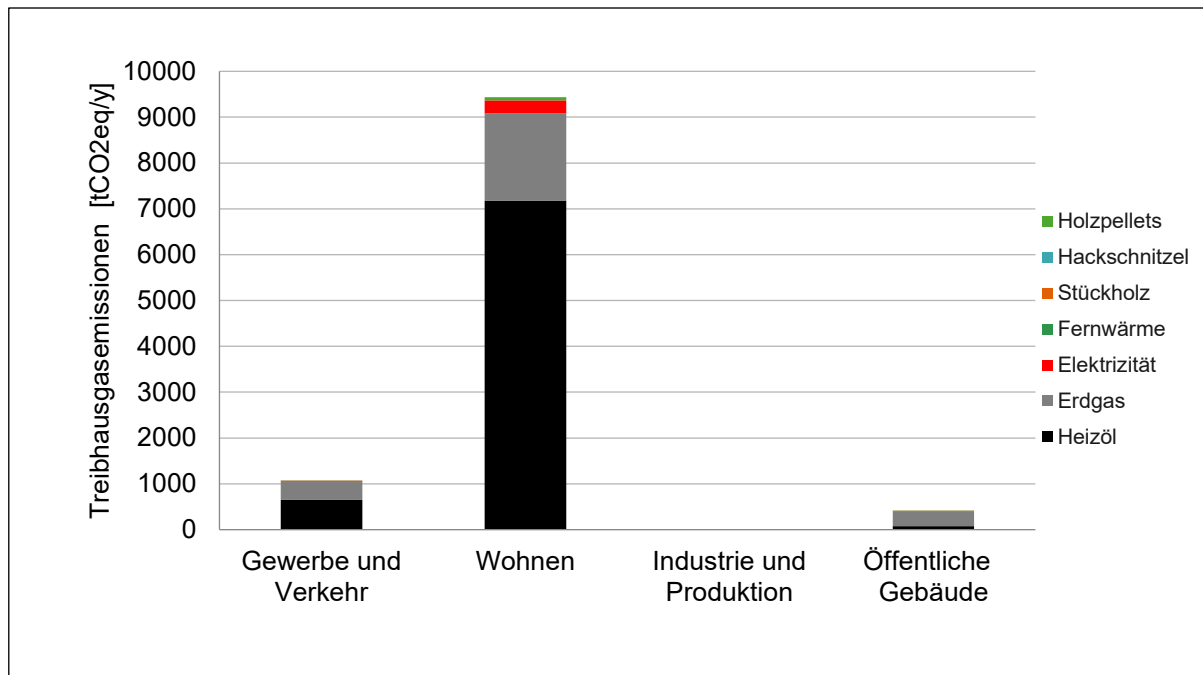


Abbildung 22: THG-Bilanz des Wärmeverbrauchs nach Sektor und Energieträger

2.6 Sektorenkopplung und Strombedarfsdeckung

Bei der kommunalen Wärmeplanung liegt der Fokus auf eine möglichst klimaneutralen Wärmeversorgung. Dabei werden die zwei anderen großen Bereiche der Energiebilanz einer Marktgemeinde, Stromverbrauch und 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.

Aus dem Energie-Atlas-Bayern und dem Marktstammdatenregister konnten folgende Strommengen, die 2023 lokal erzeugt wurden entnommen werden:

- Photovoltaik (PV) -Dachanlagen erzeugten 8.019 MWh Strom
- Biogas/KWK Anlagen erzeugten 7.707 MWh

Insgesamt wurden demnach im Jahr 2023 ca. 15.730 MWh Strom mit gemarkungsinternen Anlagen erzeugt. Diese deckten somit 72 % des gesamten Stromverbrauchs der Marktgemeinde.

2.7 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 Photovoltaikanlagen 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.

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 4** gibt eine Übersicht über die Herstellungsverfahren, Aufbereitungsschritte und Einsatzmöglichkeiten dieser drei Gase.

Insbesondere bei Wasserstoff wird durch eine zusätzliche Bezeichnung die Herkunft bzw. Gewinnungsart gekennzeichnet (**Tabelle 5**).

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.

Tabelle 4: Begriffsabgrenzung erneuerbarer Gase [Quelle: VKU]

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	Kann zu 100 % in das Erdgasnetz eingespeist und wie herkömmliches Erdgas eingesetzt werden		anteilige Einspeisung in Erdgasnetz möglich

Tabelle 5: Unterscheidung der Bezeichnungen für Wasserstoff nach Produktionsverfahren

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)
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 (Abk. 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



Die Bestandsanalyse zeigt, dass erneuerbare Gase in der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth noch keine Rolle spielen. Die Biogasanlagen erzeugen zwar Biogas, dieses wird jedoch direkt verwertet und nicht zu bestandsnetzfähigem Biomethan aufbereitet.

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

Die Planungen für den Aufbau einer nationalen Wasserstoffindustrie sind zum Zeitpunkt der Bearbeitung auf unterschiedlichen Ebenen in Arbeit. Hierbei gibt es unterschiedliche Planungsansätze, im Weiteren wie folgt genannt:

1. **Top-Down:** Hierbei wird im Rahmen der Wärmeplanung untersucht, ob das betrachtete Planungsgebiet in der Nähe aktueller geplanter Gasnetze liegt, die zukünftig für ein Wasserstoff-Kernnetz umgestellt werden sollen. Konkrete Planungen für eine mögliche Umstellung des regionalen Verteilnetzes werden mit dem jeweiligen Gasnetzbetreiber abgestimmt. Sollte es auf dieser Ebene noch keine nutzbaren Planungen geben, wird vereinfachend angenommen, dass im Betrachtungsgebiet bis zum Zieljahr 2040 keine Wasserstoffmengen über das Kernnetz zur Verfügung stehen werden.
2. **Bottom-Up:** Hierbei wird im Rahmen der Wärmeplanung untersucht, ob im zu betrachtenden Planungsgebiet Potenziale für den Aufbau eines Wasserstoffnetzes als Insellösung vorhanden sind. Grundlage hierfür ist i.d.R. ein vorhandenes Gasnetz sowie ausreichende Bedarfe an Prozesswärme von Großverbrauchern. Ist dies nicht der Fall, wird vereinfachend angenommen, dass im Betrachtungsgebiet derzeit kein wirtschaftlicher Einsatz von Wasserstoff möglich ist.

Wichtig: Die Wärmeplanung ist als iterativer Prozess zu verstehen (nach § 25 Abs. 1 WPG ist die Wärmeplanung alle fünf Jahre fortzuschreiben). Daher kann es zukünftig zu abweichenden Ergebnissen kommen, falls weitere/ konkrete Planungen vorliegen.

Nachfolgend wird in **Abbildung 23** der aktuelle Planungsstand zum Wasserstoff-Kernnetz dargestellt.

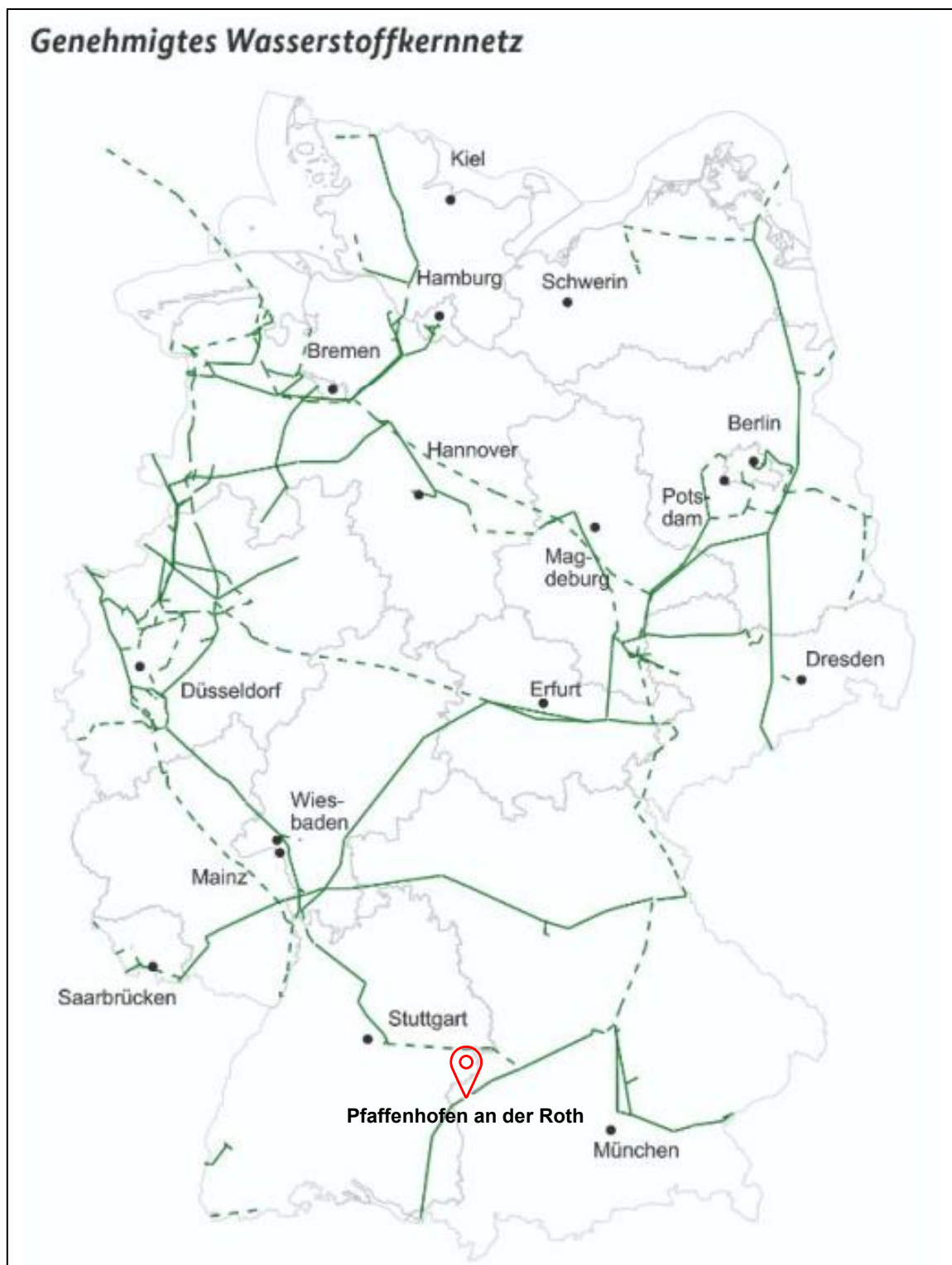


Abbildung 23: Genehmigtes Wasserstoff-Kernnetz [Quelle: BNetzA]

3. Potenzialanalyse

Das Ziel des Freistaates Bayern, ist es bis 2040 klimaneutral zu werden. Dafür müssen fossile Energieträger durch erneuerbare Energien ausgetauscht werden. Um mögliche Erfüllungsoptionen aufzuzeigen, wird in diesem Kapitel eine Potenzialanalyse für erneuerbare Wärme sowie Strom im Gemeindegebiet durchgeführt.

3.1 Datengrundlage

In der **Tabelle 6** sind die Datengrundlagen der einzelnen Abschnitte für die Potenzialanalyse aufgelistet.

Tabelle 6: Datengrundlagen der Potenzialanalyse

Kapitel	Datengrundlage
Schutzgebiete und Denkmalschutz	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bayerisches Landesamt für Umwelt ▪ Wasserwirtschaftsamt ▪ Bayern-Atlas
Energieeinsparpotenziale durch Sanierung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Landesagentur für Energie und Klimaschutz Bayern - LENK
Potenzial erneuerbarer Wärme	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ALKIS ▪ Energie-Atlas-Bayern ▪ Umweltatlas-Bayern
Potenzial erneuerbarer Strom	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Energie-Atlas Bayern
Anschlussinteresse an einem Wärmenetz	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fragebogen Bürgerinnen und Bürger

3.2 Schutzgebiete und Denkmalschutz

Um die energetischen Potenziale im Gemeindegebiet einschätzen zu können, müssen Ausschlussgebiete, wie Schutzgebiete und Bauten unter Denkmalschutz, mitberücksichtigt werden. So können z.B. Standorte für PV-Freiflächen oder die Ausweisung von Sanierungsgebieten von vornherein für bestimmte Areale ausgeschlossen werden. Bei denkmalgeschützten Bauwerken kann es zu Einschränkungen in Bezug auf Sanierungen und Aufbau von Solar- oder Photovoltaikanlagen kommen.

3.2.1 Schutzgebiete

Abbildung 24 zeigt die Schutzgebiete im Gemeindegebiet von Pfaffenhofen an der Roth auf. Die Daten stammen aus dem Geodatendienst des Bayerischen Landesamt für Umwelt. Unterteilt werden die Schutzgebiete in Trinkwasserschutz, Fauna-Flora-Habitat, Naturschutz, Landschaftsschutz, Biotope, Ökoflächenkataster und Biosphärenreservat.

Während in Naturparks, Flora-Fauna-Habitat Gebieten und Naturschutzgebieten der Bau von Windenergieanlagen und PV-Freiflächen „in der Regel unzulässig“ ist, ist dies in Landschaftsschutzgebieten unter Auflagen und Vorgaben möglich. Für Trinkwasser- und Landschaftsschutzgebiete stellt die Genehmigung der Nutzung von Geothermie eine Herausforderung dar. Diese Gegebenheiten fließen in die Betrachtungen der jeweiligen Potenzialabschätzungen mit ein.

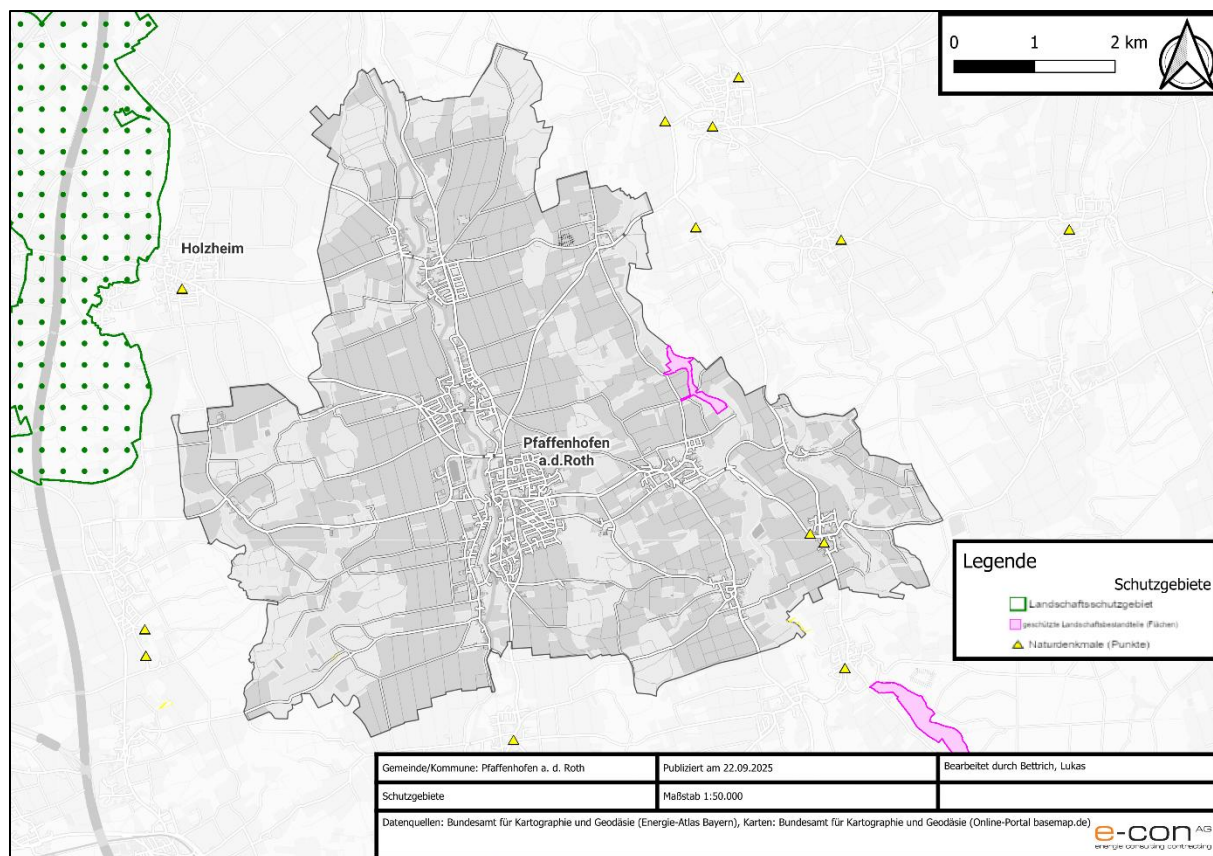


Abbildung 24: Schutzgebiete im Gemeindegebiet

3.2.2 Denkmalschutz

Abbildung 25 zeigt die Denkmäler im Gemeindegebiet auf. Es sind Boden- als auch Baudenkmäler auf dem Marktgemeindegebiet vorhanden.

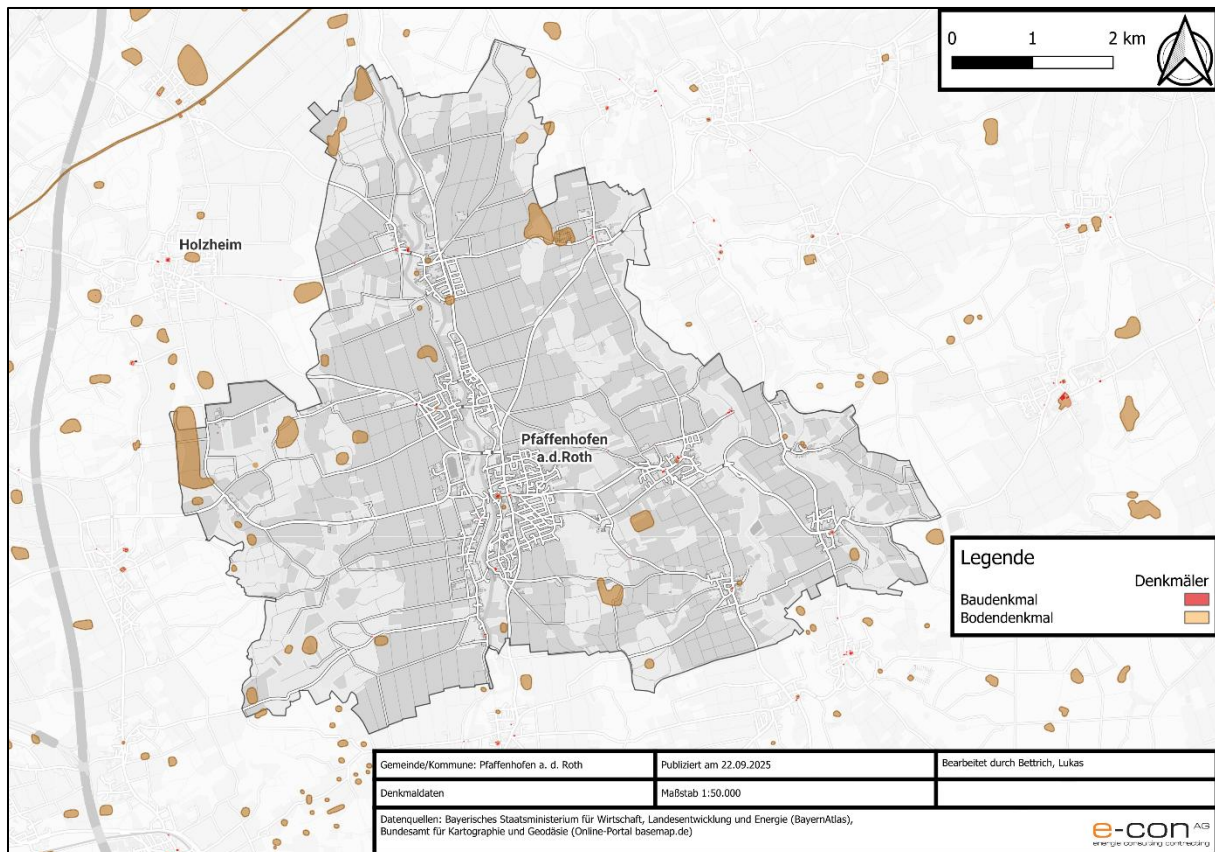


Abbildung 25: Denkmaldaten im Gemeindegebiet

3.3 Energieeinsparpotenzial

Das Ersetzen von fossilen Energieträgern durch erneuerbare Technologien ist ein Baustein zum Gelingen der Energiewende. Ein weiterer wesentlicher Beitrag kann durch die Reduktion des Energiebedarfs geleistet werden. Für den Bereich Wohnen & Kleinverbraucher ist die Sanierung der Gebäude eine effektive Maßnahme, um den Wärmebedarf zu verringern. Die Betrachtung des Energieeinsparpotenzials durch Sanierung gibt einen ersten Hinweis darauf, in welchen Gebieten der Gemeinde Sanierungsmaßnahmen eine beachtliche Auswirkung auf die Wärmewende hätten. Diese Analyse adressiert ausschließlich die Sanierung von Gebäuden zur Reduktion der Heizwärme. Die Prozesswärme wird hierbei nicht betrachtet.

Das Energieeinsparpotenzial kann mittels der Kennwerte Technikatalog von KWW-Halle berechnet werden, indem anhand der Siedlungsentwicklung ein repräsentatives Gebäude-Baujahr für jeden Baublock angenommen wird. Die mögliche Wärmebedarfsreduktion hängt vom Baujahr des Gebäudes ab. Hier wird allerdings nicht davon ausgegangen, dass jedes Haus vollsaniert wird. In Abhängigkeit des Baujahres werden Einsparpotenziale zwischen 0 und 65 % angenommen. Das höchste Potenzial haben Gebäude aus der Nachkriegszeit (1950 – 1975). Neuere Gebäude haben nahezu kein Einsparpotenzial. Dementsprechend fallen die Einsparpotenziale geringer aus.

Es ist zu erkennen, dass bei der Mehrheit der Baublöcke ein hohes Energieeinsparpotenzial von über 50 % vorliegt. Das geringste Potenzial besteht in den Gebieten, die vor 1948 oder

nach 2000 gebaut wurden. Bei Gebäuden, die unter Denkmalschutz stehen, ist eine energetische Sanierung zudem schwierig. Wie viel Energieeinsatz tatsächlich vermieden werden kann, hängt vom Grad der Sanierung sowie der Sanierungsrate ab und kann in dieser Detailebene nur grob abgeschätzt werden.

Abbildung 26 zeigt das Potenzial zur Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion für die Verbrauchergruppen. Es werden zwei Szenarien mit unterschiedlichen Sanierungsquoten, 1 % und 2 %, dargestellt. Insgesamt könnten bis 2045 18 % des jetzigen Bedarfs der Haushalte & Kleingewerbes für Raumwärme und Warmwasser mit einer Sanierungsquote von 1 % eingespart werden. Bei einer Sanierungsquote von 2 % könnten 33 % bis zum Jahr 2045 eingespart werden. Die Einsparziele aller Verbrauchergruppen werden im Kapitel der Zielszenarien behandelt.



Abbildung 26: Sanierungsquote 1 % und 2 % bezogen auf den Gesamtwärmebedarf bis zum Jahr 2045

3.4 Potenziale erneuerbarer Wärme

In diesem Kapitel werden die Potenziale erneuerbarer Wärme in Form von oberflächennaher Geothermie, Solarthermie, Biomasse und Abwärme berechnet. Hierbei handelt es sich um das nach derzeitigem technischem Stand realistisch umsetzbare Potenzial.

3.4.1 Oberflächennahe Geothermie

Zur Abschätzung des Potenzials erneuerbarer Wärme durch oberflächennahe Geothermie für eine leitungsgebundene und dezentrale Wärmeversorgung wird die mögliche Nutzung und der mögliche Ertrag von Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden auf Freiflächen sowie bebautem Grund innerhalb des Gemeindegebietes untersucht. Hierfür werden die Ausschlussgebiete, wie z. B. Schutzgebiete, betrachtet. Eine weitere Anwendungsmöglichkeit sind Grundwasserwärmepumpen. Für diese ist das Potenzial jedoch nicht quantifizierbar, da hierfür an jedem Ort individuell die hydrothermalen Gegebenheiten im Untergrund betrachtet werden müssen. Aus diesem Grund werden diese hier nicht weiter untersucht.

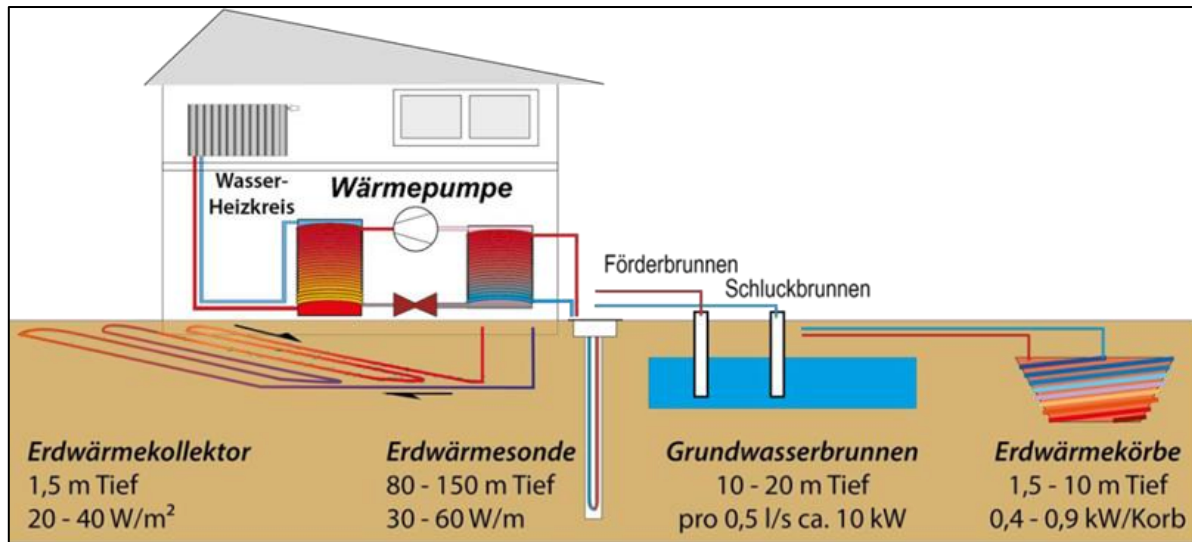


Abbildung 27: Techniken der oberflächennahen Geothermie

Erdwärmekollektoren:

Für die Abschätzung der potenziellen Energiemenge durch Erdwärmekollektoren spielt die Bodenbeschaffenheit eine wichtige Rolle. Diese wird aus dem Umweltatlas-Bayern entnommen. Daraus resultierend kann für die grobe Potenzialabschätzung ein Mittelwert von 69 MWh pro Jahr und Hektar für Erdwärmekollektoren angenommen werden.

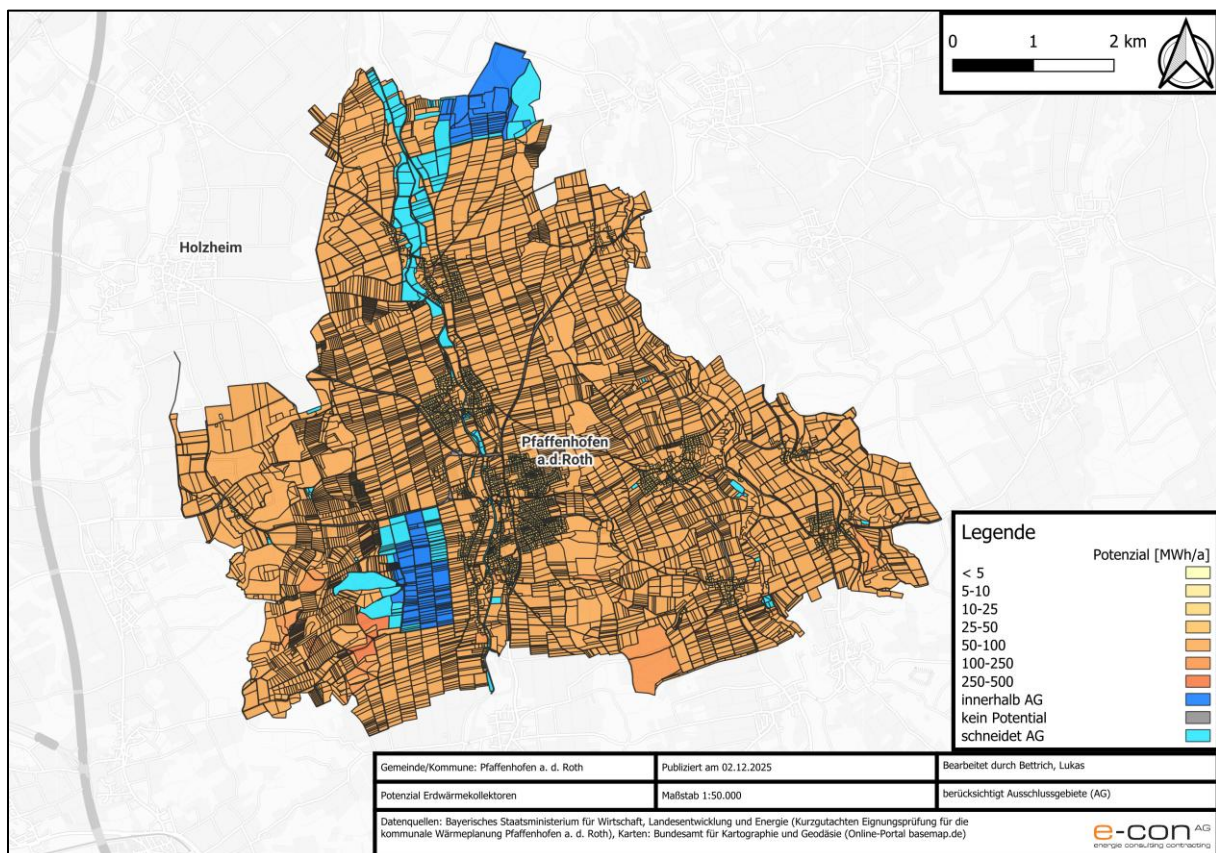


Abbildung 28: theoretisches Potenzial Erdwärmekollektoren

Erdwärmesonden:

Die Karte in **Abbildung 29** stellt die thermische Entzugsleistung in kW für die umsetzbare Anzahl an Erdwärmesonden (max. 20 Stück) je Flurstück dar. Berücksichtigt werden neben der zulässigen Bohrtiefe am Standort die Mindestabstände zu Gebäuden und Flurstücksgrenzen ein Sondenabstand von 6 m, sowie die ausgewiesenen Ausschlussgebiete (AG). Es wurde zur Berechnung der potenziellen Energie mit 1.800 Vollbenutzungsstunden gerechnet. Das Potenzial wird ausschließlich für Gebiete mit bestehendem Wärmebedarf ausgegeben. Lokal ist eine Einzelfallprüfung möglich.

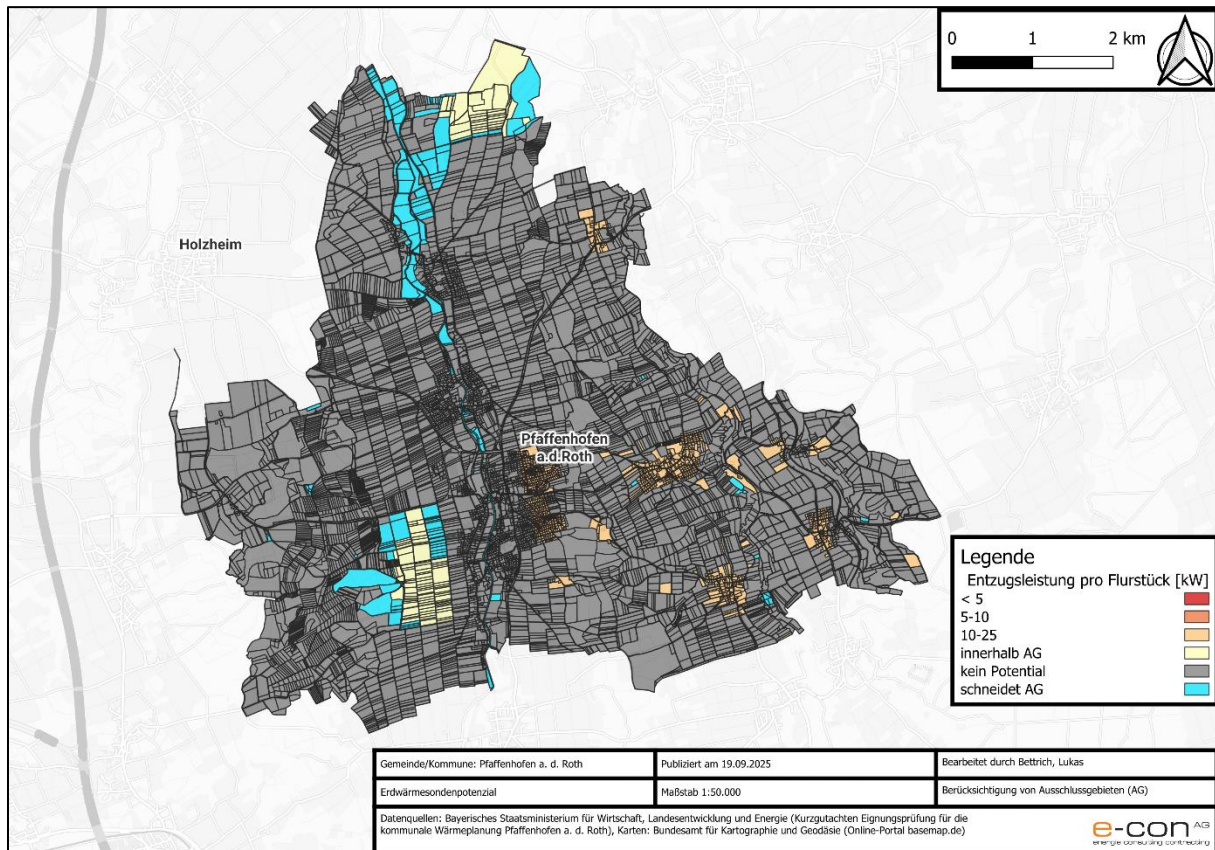


Abbildung 29: theoretisches Potenzial Erdwärmesonden

Tabelle 7 zeigt die Ergebnisse der Potenzialanalyse für Wärme aus oberflächennaher Geothermie tabellarisch auf. Zu erwähnen ist, dass das Potenzial der Kollektoren mit dem Potenzial der Sonden in Konkurrenz steht und somit nicht einfach addiert werden kann.

Tabelle 7: Theoretisches Wärmepotential oberflächennahe Geothermie

System	Potenzielle Fläche [in ha]	Potenzielle Energie [in MWh/a]
Erdwärmekollektoren	3.706	255.000
Erdwärmesonden	138	14.900

3.4.2 Solarthermie

Das theoretische Potenzial von Solarthermie ist sehr hoch. Um eine realistische Einschätzung des Potenzials von Solarthermie zu bekommen, werden folgende Schritte unternommen.

Solarthermie-Freiflächen:

In **Abbildung 30** sind potenzielle Freiflächen für Solarthermie im Marktgemeindegebiet dargestellt. Diese werden anhand der als PV-Freiflächen geeignet eingestuft Flächen aus dem Energie-Atlas-Bayern sowie unter Betrachtung der Ausschlusskriterien ermittelt. Zudem muss sich die Fläche in der Nähe eines potenziellen Wärmenetzgebiets befinden. Zur kompletten Ausnutzung des Potenzials ist in den meisten Fällen ein auf den Bedarf dimensionierter Wärmespeicher notwendig. Die Flächen befinden sich vor allem im Osten und Westen des Kernorts. Die Freiflächen stehen gegebenenfalls in Konkurrenz zu Freiflächen mit Geothermie-Kollektoren und PV-Freiflächen.

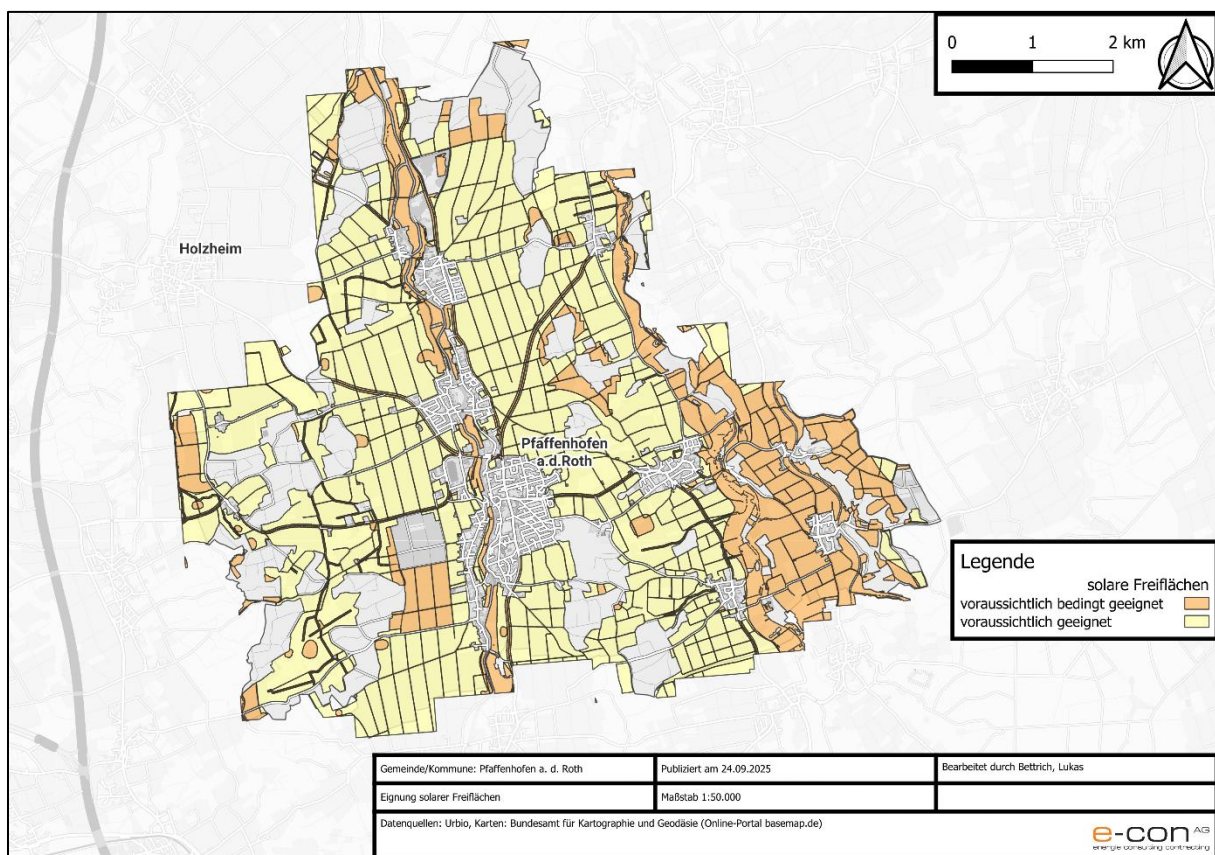


Abbildung 30: Potenzielle Solarthermiefreiflächen im Marktgemeindegebiet

3.4.3 Biomasse

Zur Abschätzung des Potenzials für Wärme aus Biomasse werden die Bereiche Biomasse aus Abfällen, Biomasse aus Landwirtschaft und Biomasse aus Waldbestand betrachtet.

Biogas:

Für die Abschätzung des Potenzials für Biogas, sowohl thermisch als auch elektrisch, werden die Daten des Energie-Atlas Bayern verwendet. Hier wird das technische Biogas-Potenzial anhand von den folgenden vier Unterpunkten errechnet. In den Klammern ist der prozentuale Anteil am Gesamtpotenzial für die Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth angegeben.

- Erntehauptprodukte (66,3 %)
- Erntenebenprodukte (17,2 %)
- Organischer Abfall (2,6 %)
- Gülle und Festmist (13,9 %)

Das technische Biogaspotenzial gesamt elektrisch beträgt laut Energie-Atlas-Bayern im Gemeindegebiet Pfaffenhofen an der Roth rund 16.023 MWh/a. Das Potenzial der Methanproduktion jährlich beträgt laut Energie-Atlas-Bayern 4.097.894 m³ CH₄ was umgerechnet mit der Faustzahl von 9,97 kWh/m³ Energiegehalt (Faustzahlen Biogas des FNR, Faustzahlen Biogas (KTBL, 2013)) ca. 40.856 MWh/a entspricht.

Die größte Biogasanlage westlich von Pfaffenhofen an der Roth hat eine Gaserzeugungskapazität von rund 700 kWh pro Stunde. Im Jahr 2023 wurden damit in BHKWs ca. 2.512 MWh/a Strom und eine ungefähr gleiche Menge an Wärme produziert. Von dieser fanden ein Drittel als Prozessenergie Verwendung und zwei Drittel für die Holz-Trocknung oder wurde an die Umgebungsluft abgegeben. Nach Aussage des Bioenergiebauern handelt es sich bei der Post-EEG Anlage um eine reine NAWARO Anlage.

Ausgehend von den vor Ort erzeugten organischen Reststoffen in den Biogasanlagen SMH-Biogas, Remmeltshofen und Kadeltshofen, ergibt sich ein technisches Potenzial für die Gemeinde Pfaffenhofen an der Roth von ca. 7.707 MWh/Jahr (elektrisch) und einer Leistung mit ca. 948 kW_{el} entsprechen würde.

Energieholz:

In der Gemeinde Pfaffenhofen an der Roth beläuft sich die Waldfläche auf 712 ha, 230 ha davon sind in kommunalem Eigentum

Das energetische Potenzial der Waldfläche wird anhand der Kennzahlen aus dem Energie-Atlas-Bayern abgeschätzt. Die betreffende Waldfläche auf dem Gebiet der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth wird aus den ALKIS-Daten entnommen. Für die Wärmeerzeugung aus Biomasse ist ein regionaler Bezug in nachwachsendem Ausmaß essenziell. Um das Thema der Biomasse aus Waldbestand genauer zu diskutieren, werden übrige Potenzialflächen für Energieholz aus dem Kartenmaterial des Energie-Atlas Bayern betrachtet. **Tabelle 8** listet das gesamte Potenzial der Biomasse im Gemeindegebiet auf. **Abbildung 31** zeigt die Biomasseanlagen in kartografischer Form.

Tabelle 8: Potenzielle Energieholz

Potenzial	Potenzielle Energie [in MWh/a]
Potenzielle Energie aus Wäldern	6.700
Potenzielle Energie aus Flur- und Siedlungsholz	1.300
Potenzielle Energie aus Kurzumtriebspappeln	1.900

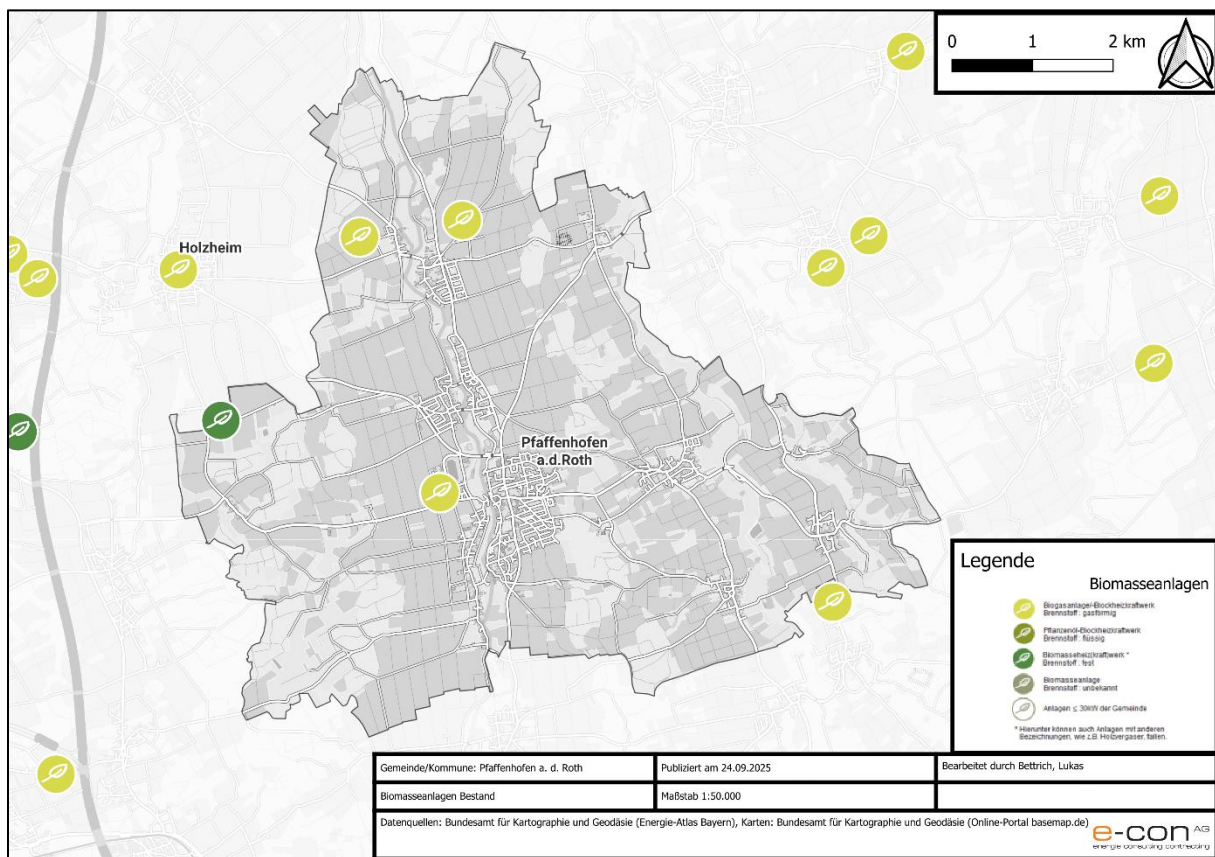


Abbildung 31: Biomasse Anlagen im bzw. um das Gemeindegebiet

3.4.4 Abwärme

Das Potenzial der Abwärme wird separat für die Bereiche Industrie, Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und Abwasser betrachtet. Da nicht für jedes Unternehmen Daten zur Verfügung stehen, sind die folgenden Potenziale nicht vollständig und lediglich die bekannten Energiemengen werden aufgelistet.

Unvermeidbare Abwärme aus Industrie:

In der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth gibt es keine Industriebetriebe, die unvermeidbare Abwärme produzieren. Die nächsten großen Industriebetriebe, die im Energie-Atlas-Bayern als Abwärmequellen gelistet sind, befinden sich im angrenzenden Gemeindegebiet von Weißenhorn.

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK):

Es befinden sich drei Biogasanlagen im Gemeindegebiet (siehe **Abbildung 32**).

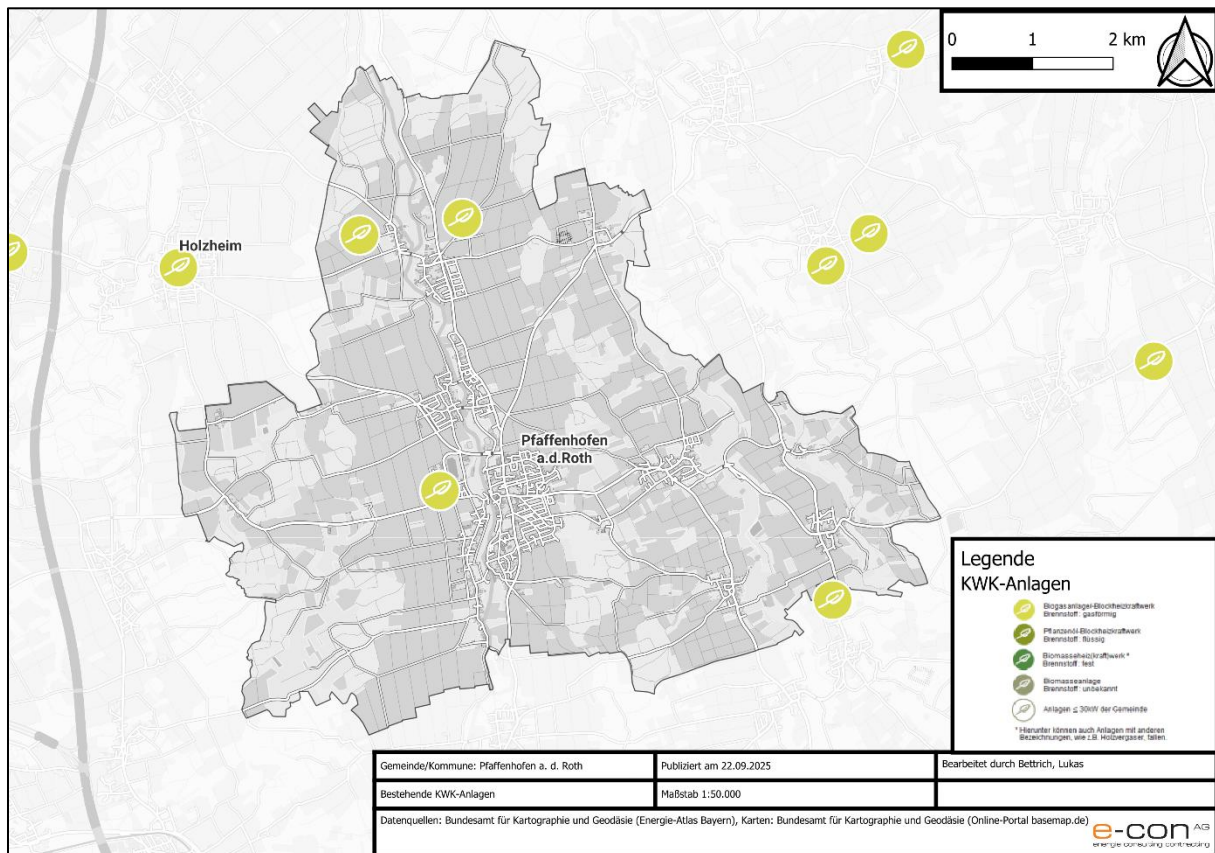


Abbildung 32: KWK-Anlagen im Gemeindegebiet

Diese Anlagen sind im Energie-Atlas-Bayern als KWK-Anlagen aufgelistet. Die Potenziale für die thermische Nutzleistung wurden hierbei aus dem Marktstammdatenregister abgerufen:

- Biogasanlage Gem. Volkertshofen: 891 kW thermische Nutzleistung
- Biogasanlage Gem. Remmeltshofen: 420 kW thermische Nutzleistung
- Biogasanlage Gem. Kadeltshofen: 116 kW thermische Nutzleistung

Abwasser:

Auf dem Gemeindegebiet gibt es eine Kläranlage für kommunales Abwasser, deren Abwärme genutzt werden kann. Es gibt einige Kanäle mit einer Größe von größer gleich DN 800, für welche die Nutzung der Abwärme möglich wäre. Diese sind farblich in blau hervorgehoben (siehe **Abbildung 33**). Vor allem im Winter stellt Abwärme aus Abwasser aufgrund der hohen Temperaturen eine gute Quelle für z.B. eine Großwärmepumpe dar. Mit Hilfe des Mindesttrockenabflusses des bekannten Standorts in der Nähe des Kernortes, einem exemplarischen Abflussverlauf über den Tag und einer potenziellen Abkühlung des Wassers von 4 K kann das Potenzial der Abwärme aus Abwasser berechnet werden.

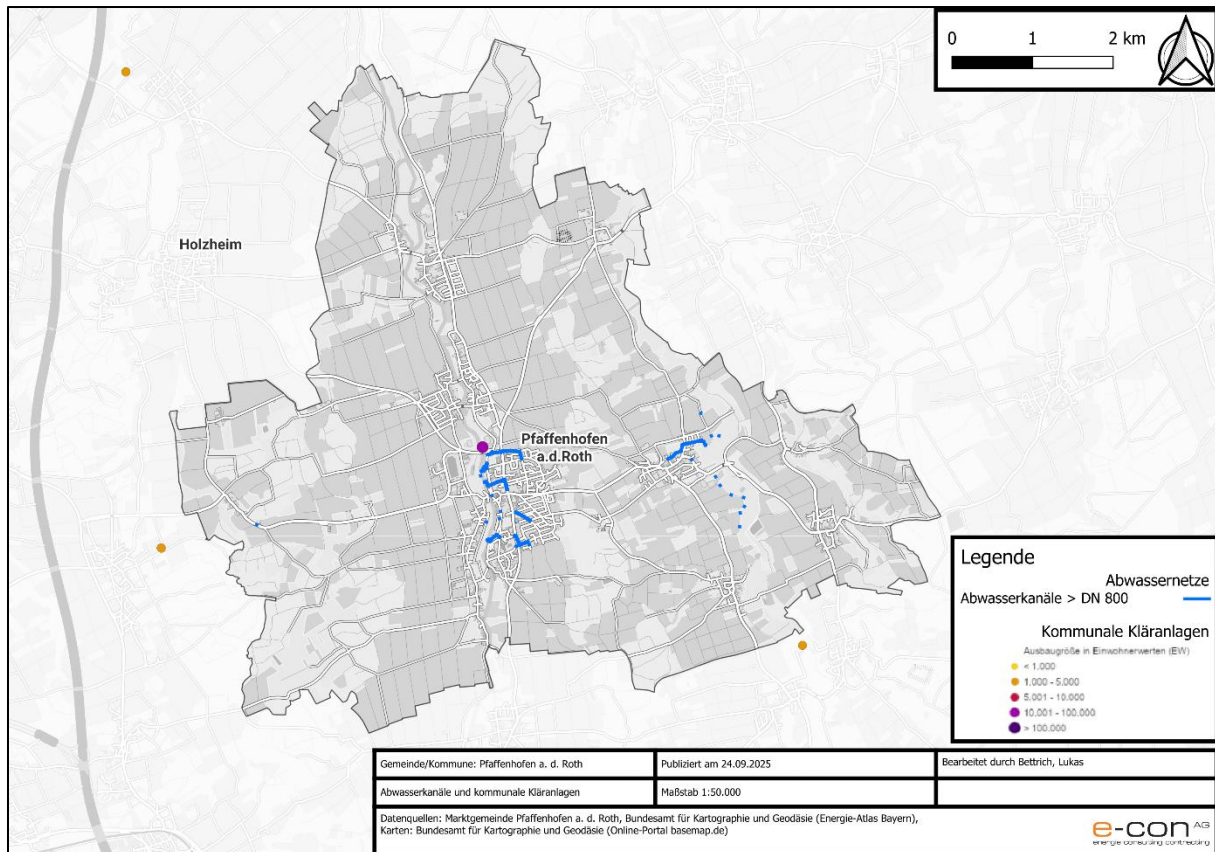


Abbildung 33: Standort Kläranlage und Abwasserkanäle ab DN800

3.4.5 Grundwasser

Ein weiteres Potenzial bietet die Installation von Grundwasserwärmepumpen. Voraussetzung für die Nutzung von Grundwasserwärme ist zunächst, dass das Grundwasser in ausreichenden Mengen förderbar ist. Aus wirtschaftlicher Sicht ergibt die Nutzung der Grundwasserwärme mittels Grundwasserbrunnen und Grundwasser-Wasser-Wärmepumpe vor allem bei größeren Gewerbegebäuden Sinn. Bei niedrigen Heizungsvorlauftemperaturen (Flächenheizungen) kann der Raumwärmebedarf dieser Gebäude in der Regel mit je 1 bis 2 Förder- und Schluckbrunnen gedeckt werden.

Zusätzlich kann Grundwasser als Hauptwärmequelle für Wärmenetze sowohl mit niedriger Vorlauftemperatur (sog. kalte Nahwärme, wie z.B. bei Neubaugebieten) als auch mit hoher Vorlauftemperatur effizient eingesetzt werden. Letzteres bedarf einer Großwärmepumpe, um die nötige Heiztemperatur zu erreichen. Bei konventionellen Fernwärmenetzen mit hohen Vorlauftemperaturen kann Grundwasser einen Teil der Grundlast abdecken. Für Einfamilienhäuser ist es in der Regel nicht wirtschaftlich, Grundwasserwärme zur Wärmebedarfsdeckung zu nutzen. In **Abbildung 34** ist die Entzugsleistung je Flurstück in kW kartografisch dargestellt.

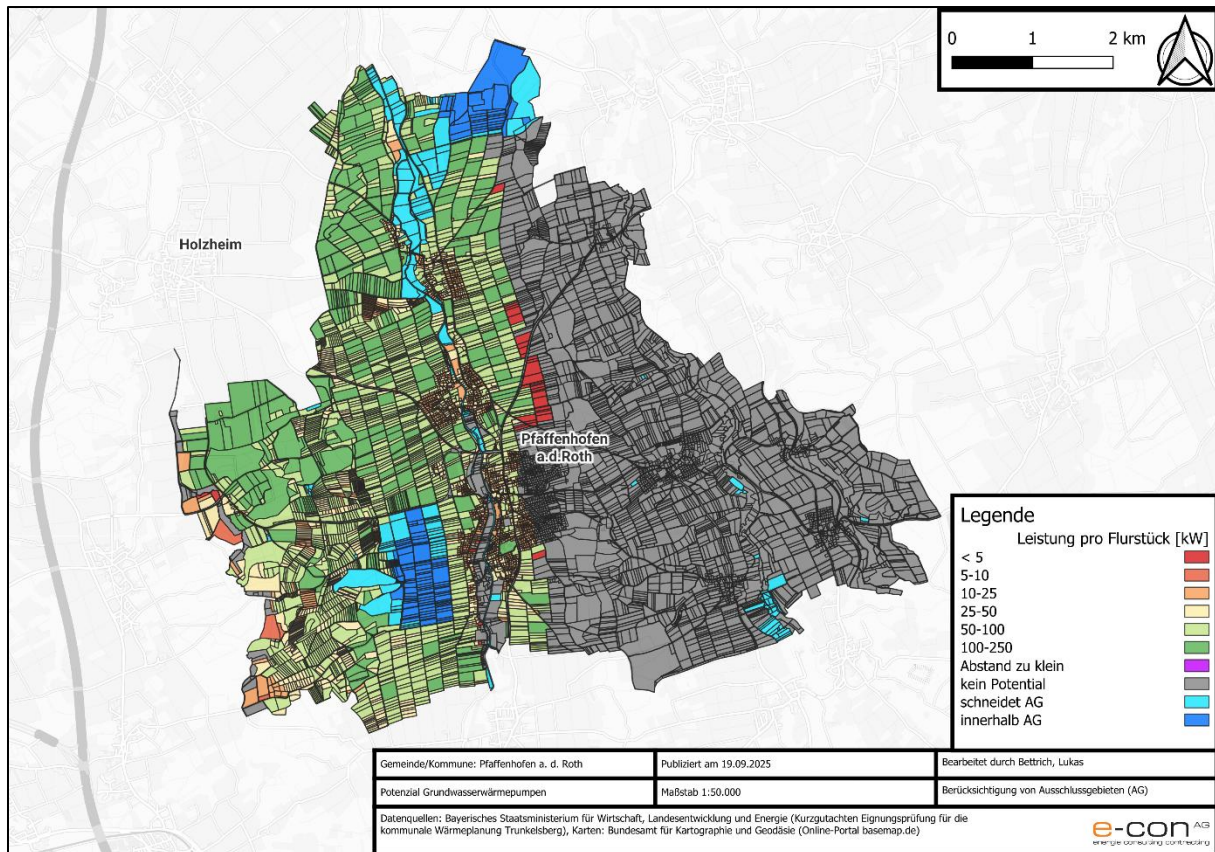


Abbildung 34: theoretische Entzugsleistung je Flurstück in kW (Grundwasserwärme)

Die Karte stellt die theoretische thermische Entzugsleistung einer Grundwasserwärmepumpe für ein Brunnenpaar je Flurstück dar. Die Berechnung erfolgt für den maximal umsetzbaren Abstand zwischen Förder- und Schluckbrunnen (mind. 10 m) unter Berücksichtigung der Mindestabstände zu Gebäuden und Flurstücksgrenzen bei einer Temperaturspreizung von 5 K. Gebiete, für die keine Entzugsleistung angegeben ist, werden laut der TU München in ihrem hydrogeologischen Bericht als ungeeignet eingestuft. Lokal ist eine Einzelfallprüfung durch einen hydrogeologischen Experten notwendig.

Bei der Nutzung des Grundwassers sollten zudem folgende Hinweise berücksichtigt werden:

- Die Gewässerchemie muss vor einer Nutzung des Grundwassers untersucht werden.
- Voruntersuchungen zur Grundwasser-Ergiebigkeit sind nötig.
- Zu beachten sind zudem hydraulische Sicherungen von Grundwasser-Schadensfällen im Nahbereich von Grundwasserbrunnen, welche beim ggf. anstehenden Wasserrechtsverfahren zu berücksichtigen sind.

3.4.6 Tiefengeothermische Potenziale

Die Tiefengeothermie wird unterschieden in eine hydrothermale und in eine petrothermale Tiefengeothermie. Die **Abbildung 35** stellt den Unterschied zwischen den beiden grundlegenden Verfahren dar.

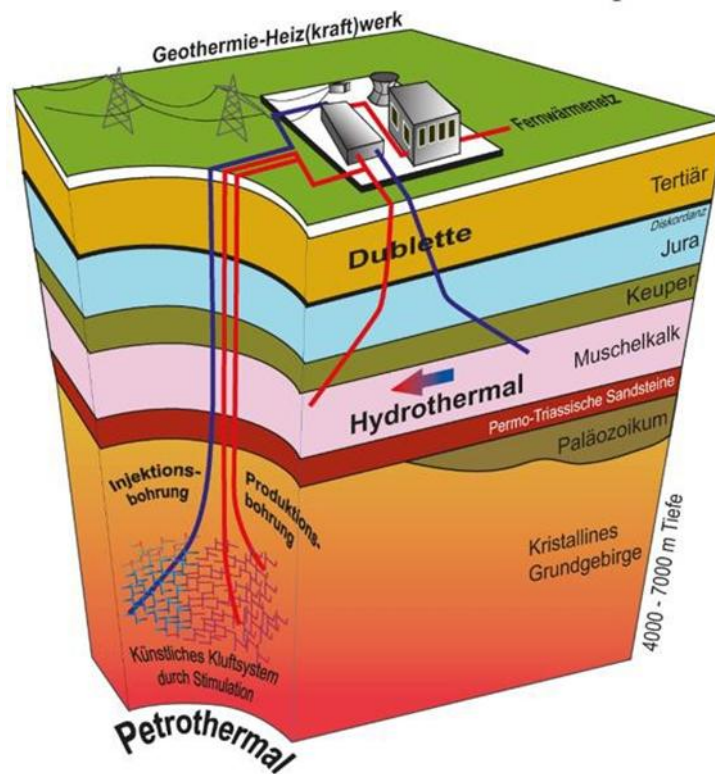


Abbildung 35: Unterscheidung der tiefengeothermischen Verfahren

Bei der hydrothermalen Tiefengeothermie werden thermalwasserführende Gesteinshorizonte angebohrt und zur Wärmeversorgung genutzt. Mit der petrothermalen Geothermie wird ein natürliches Wärmereservoir in großer Tiefe durch hydraulische Stimulierungsverfahren erschlossen.

Die potenziellen Thermalwasserhorizonte liegen in der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth in zu niedriger Tiefe, so dass nur geringe Temperaturniveaus zu erreichen sind.

Petrothermale Geothermie wird im tiefen Untergrund und in Gesteinen durchgeführt, in denen Grundwasser nicht frei zirkuliert. Es müssen Klüfte (Risse) im Gestein erzeugt werden, damit Wasser darin zirkulieren kann. Dies wird mit hydraulischen Stimulationsverfahren erreicht. Dabei wird kaltes Wasser mit hohem Druck in das Zielgebiet im Untergrund gepresst, so dass durch Druck und durch Temperaturabschreckung Klüfte entstehen. Die Stimulation erfolgt modulierend und unter Kontrolle. Es entstehen sogenannte induzierte Mikrobeben, die i.d.R. nicht spürbar sind und die auf die Kluftbildung zurückzuführen sind.

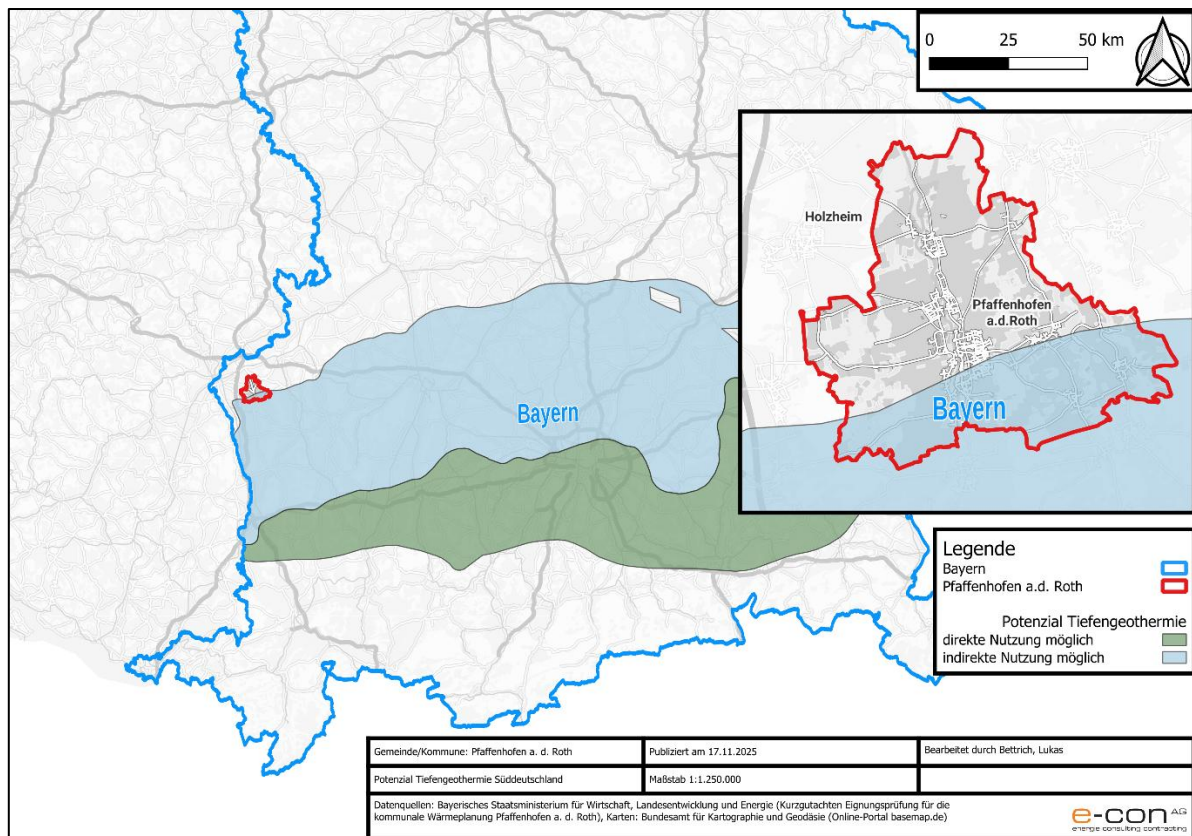


Abbildung 36: Übersichtskarte Tiefengeothermie in Deutschland im Malm - direkte und indirekte Nutzung

3.4.7 Umweltwärme

Neben der Nutzung von Geothermie als Wärmequelle kann auch die enthaltene Wärmeenergie der Umgebungsluft genutzt werden. Sogenannte Luft-Wasser-Wärmepumpen entziehen der Umgebungsluft Wärme und geben sie auf einem höheren Temperaturniveau an das Heizsystem ab. Je niedriger der Temperaturhub zwischen Quelle und Vorlauftemperatur, desto effizienter arbeiten Luft-Wasser-Wärmepumpen. Im Vergleich zu Erdwärmepumpen, die das ganze Jahr über eine gleichbleibende Wärmequelle verfügen, sind Luft-Wasser-Wärmepumpen weniger effizient, aber bei den Anschaffungskosten günstiger. Zudem sind die baulichen Voraussetzungen geringer und dadurch die Installation nahezu in jedem Gebäude möglich. Diese Technologie kann nicht nur in energetisch effizienten Neubauten, sondern auch im Bestand eingesetzt werden. Ein ökologischer und ökonomischer Betrieb wird bei dieser Technologie durch möglichst niedrige Heizsystemtemperaturen bestimmt. Dabei müssen nicht unbedingt Flächenheizsysteme eingesetzt werden, sondern oftmals reichen die vorhandenen, überdimensionierten Heizkörper bereits aus. Eine energetische Sanierung der Gebäudehülle unterstützt den effizienten Einsatz einer Wärmepumpe. Eine weitere Einschränkung bzw. Ausschlusskriterium ist der Lärmschutz. Für benachbarte Grundstücke müssen die Grenzwerte der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm) für die jeweiligen Gebiete eingehalten werden. Bezogen auf die Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth wird die Wärmepumpe, insbesondere der Einsatz von Luft-Wasser-Wärmepumpen, vor allem im privaten Bereich eine entscheidende Rolle bei der Umstellung von fossil betriebenen Heizanlagen auf erneuerbare Energien spielen. Die Eignung der einzelnen Gebäude muss gesondert betrachtet werden.



Eine weitere Möglichkeit der Nutzung von Umweltwärme sind Oberflächengewässer wie Flüsse und Seen. Die das Marktgemeindegebiet durchfließende Roth bietet voraussichtlich kein ausreichendes Potenzial, um einzelne Gebiete über eine Großwärmepumpe mit Wärme zu versorgen.

3.5 Potenzial erneuerbarer Strom

Da Wärmepumpen in der Zukunft eine große Rolle bei der Wärmewende spielen, 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 2.4.4 erläutert. Im folgenden Abschnitt werden die Potenziale zur Stromerzeugung aus Wasserkraft, Windkraft und mit Photovoltaikanlagen auf Dachflächen und Freiflächen dargestellt.

3.5.1 Wasserkraft

Der aktuelle Stand der Stromerzeugung aus Wasserkraft, sowie deren Potenziale, wurden auf Basis von Daten aus dem Energie-Atlas-Bayern entnommen. Diese Informationen wurden ergänzt und durch das Marktstammdatenregister aktualisiert. Demnach sind im Gemeindegebiet der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth 3 Wasserkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 25,5 kW in Betrieb (Stand 2024). Gemeinsam erzeugten diese Anlagen ca. 102 MWh Strom im Jahr 2024.

Die Anlagen selbst werden laut Marktstammdatenregister zum Decken des Eigenstromverbrauchs benutzt und sind als Teileinspeisungsanlagen deklariert.

Neue Anlagen bzw. Ausbaupotenzial besteht nur dort, wo ein bestehendes Wehr vorhanden ist. Nach den verfügbaren Informationen besteht kein wirtschaftliches Ausbaupotenzial für Wasserkraft im Gemeindegebiet der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth.

3.5.2 Windkraft

Bei der Erfassung von Windkraftpotenzialen wurde der Regionalplan Donau-Iller herangezogen, der als erste Planungsgrundlage für die Suche nach wirtschaftlichen Standorten dient.

Im Regionalplan werden Flächen definiert, die aus regionalplanerischer Sicht für die Nutzung der Windenergie geeignet sind. Auf diesen Flächen hat eine Windkraftnutzung gegenüber anderen Nutzungen Vorrang. Von der Regionalplanung werden weder konkrete Standorte noch die Anzahl von Windenergieanlagen festgelegt. Die Festlegung eines Vorranggebietes für Windenergie bedeutet nicht, dass dort auch Windenergieanlagen gebaut werden.

Die im Regionalplan festgelegten Vorranggebiete für Windenergie ersetzen nicht die Genehmigungsverfahren für den Bau von Windenergieanlagen. Weiterhin ist in den Genehmigungsverfahren für den Bau jedes Windrades darzulegen, dass beispielsweise Lärm- und Schattenwurfvorgaben eingehalten werden.

Auf dem Höhenrücken zwischen den Ortschaften Pfaffenhofen, Berg, Beuren und Raunertshofen ist im Regionalplan Donau-Iller seit 2015 ein Vorranggebiet für Windenergie ausgewiesen (siehe **Abbildung 37**). Die Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth hat sich dazu entschlossen, die Umsetzung der Windkraft im Marktgemeindegebiet im Sinne der Bürger aktiv begleiten und mitgestalten zu wollen und hat sich deshalb im Sommer 2022 für das Programm „Aufwind“ der Staatsregierung beworben. Bis Ende Oktober 2025 wurde die

Marktgemeinde in allen Belangen rund um die Windenergie durch einen sog. „Windkümmerer“ beratend unterstützt.

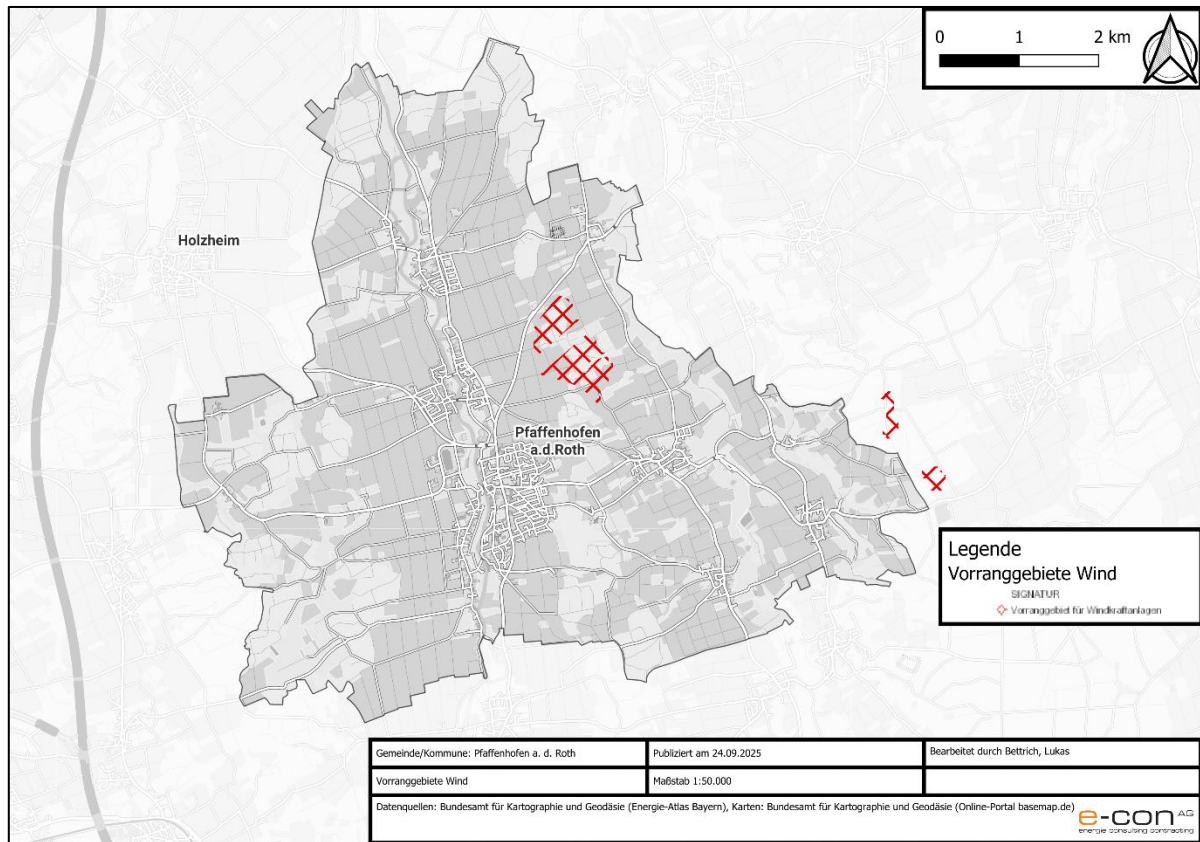


Abbildung 37: Vorranggebiete Wind im Gemeindegebiet Pfaffenhofen an der Roth [Quelle: Regionalplan Donau-Iller, 2024]

Im März 2023 fasste die Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth den öffentlichen Beschluss, die VenSol Neue Energien GmbH aus Babenhausen bei dem Vorhaben zum Bau von Windenergieanlagen im Vorranggebiet in Pfaffenhofen zu unterstützen. Grundlegendes Ziel ist, dass im Falle einer erfolgreichen Umsetzung die Bürgerinnen und Bürger an den Windenergieanlagen möglichst umfassend beteiligt werden. Dies soll etwa durch finanzielle Beteiligungsmöglichkeiten, einen vergünstigten Stromtarif oder nach Möglichkeit durch die Bereitstellung von Heizenergie für ein Fernwärmenetz (Sektorenkopplung) erfolgen. Zudem soll die Bürgerschaft über das Projekt und die Windenergie im Allgemeinen umfassend informiert werden.

Nach Angaben der Firma VenSol sollen am Standort drei Windenergieanlagen mit einer Gesamtleistung von 21 MW installiert werden. Diese sollen rund 10.000 Haushalte mit erneuerbarem Strom versorgen und 30.000 Tonnen CO₂ im Jahr einsparen.

3.5.3 Photovoltaik

Analog zur Potenzialabschätzung der Solarthermie wird auch bei der Photovoltaik zwischen Dach und Freiflächen unterschieden.

Photovoltaik-Freiflächen:

Für die Ermittlung der potenziellen PV-Freiflächen werden die als voraussichtlich bedingt geeignet eingestuften Flächen aus dem Energie-Atlas Bayern herangezogen. Mit einem festgelegten Abstand zu Wohnhäusern und Wald (Schattenwurf) sowie der Aussparung von Bodendenkmälern und der Berücksichtigung von Flurstücksgrenzen und Schutzgebieten werden mögliche Gebiete ermittelt. Um die Wirtschaftlichkeit zu gewährleisten, werden nur Flächen von einer Größe ab ca. 1 ha berücksichtigt. Zudem werden Konversionsflächen vor Ackerland oder Grünland als potenzielle Flächen betrachtet. Damit kann ein Energiepotenzial von 2.619 GWh/Jahr für voraussichtlich geeignete Flächen und 943 GWh/Jahr für bedingt geeignete Flächen laut Freiflächenkulisse abgeschätzt werden. **Abbildung 38** zeigt die im Gemeindegebiet für Freiflächen-PV voraussichtlich geeigneten Flächen basierend auf den oben genannten Kriterien auf.

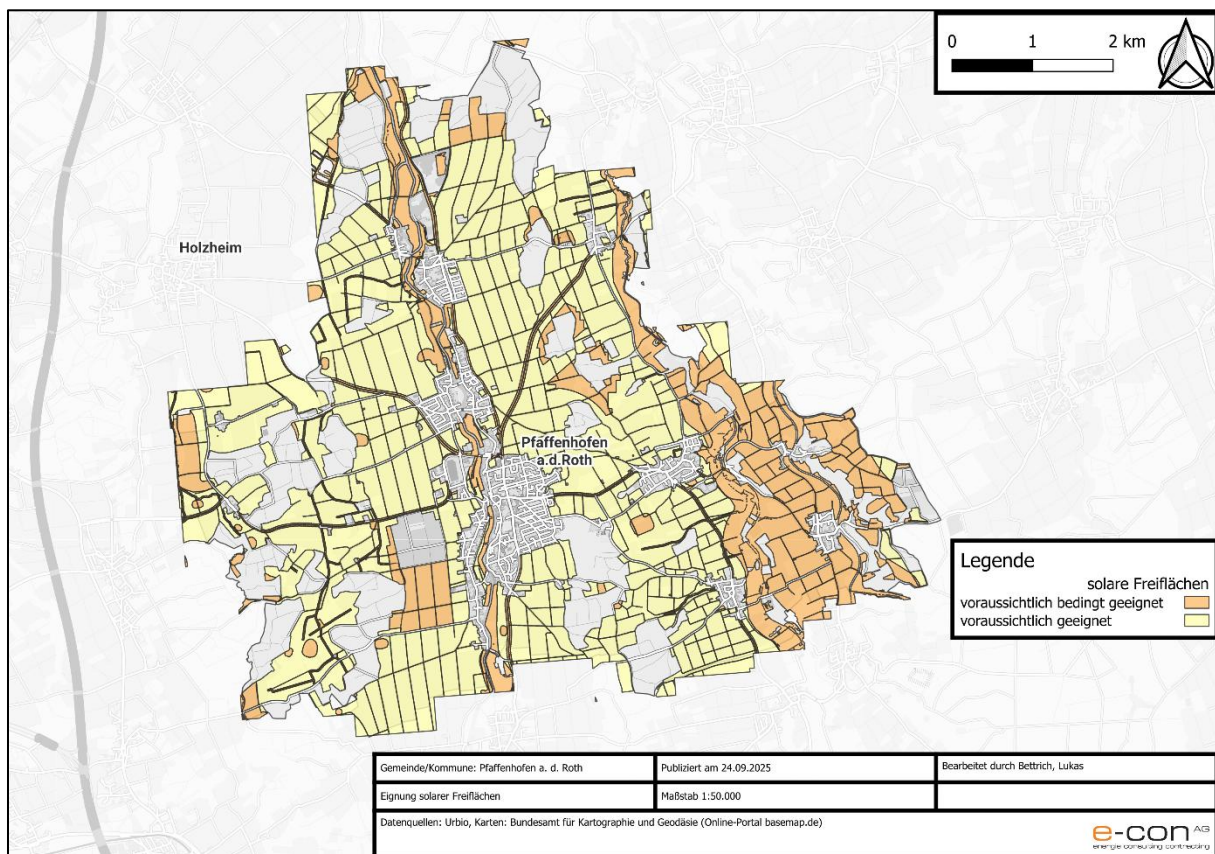


Abbildung 38: Potenzielle PV-Freiflächen im Gemeindegebiet

Die Freiflächen stehen gegebenenfalls in Konkurrenz zu Freiflächen mit Geothermie-Kollektoren und Solarthermie-Freiflächen. Zum derzeitigen Stand wird eine Photovoltaik-Freiflächenanlage auf einer 2,5 ha großen Fläche in Beuren gebaut. Zwischen Niederhausen und Beuren soll eine Agri-Photovoltaikanlage gebaut werden.

Kommunale Photovoltaik-Dachflächen:

Tabelle 9: Auflistung der kommunalen PV-Dachflächen [Quelle: Gemeinde, Stand:2025]

Gebäude	Leistung
Kindergarten Kadeltshofen	16 kWp
Schule Pfaffenhofen	208 kWp
Kindergarten Berg	37,44 kWp
Grundschule Beuren	10,2 kWp
Bauhof Pfaffenhofen (aktuell in Bau)	50 kWp
Gesamte PV-Leistung auf kommunalen Dächern	271,64 kWp

Ebenfalls besitzt der Wasserzweckverband eine PV-Dachanlage mit 52,93 kWp. Der Abwasserzweckverband errichtet derzeit eine PV-Dachanlage mit 132,75 kWp.

Photovoltaik-Dachflächen:

Das Dachflächenpotenzial für Photovoltaik wird aus dem Energie-Atlas Bayern entnommen. Bereits für PV genutzte Dachflächen werden gegengerechnet. Auch hier steht die Nutzung von PV-Anlagen in Konkurrenz zum Potenzial der Solarthermie. **Tabelle 10** listet die Ergebnisse der Potenzialanalyse für Photovoltaik auf den Dächern im Gemeindegebiet Pfaffenhofen an der Roth auf. Angegeben wird hier das genutzte und noch nicht genutzte Potenzial.

Tabelle 10: Potenziale und Ausbaustand PV-Dachflächen [Quelle: Energie-Atlas-Bayern, 2023]

Potenzial	Ergebnis
PV-Potenzial auf Dachflächen	47 MWp
PV-Potenzial auf Dachflächen (Stromproduktion)	50.107 MWh
PV-Ausbaustand auf Dachflächen	8.094 MWh
Verbleibendes PV-Potenzial auf Dachflächen	42.013 MWh
Ausbaugrad PV	16,2 %



3.6 Zusammenfassung der Potenziale

Die Potenzialanalyse zeigt, dass die Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth über Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz, zur Energieeinsparung und zur Erzeugung von Wärme und Strom aus erneuerbaren Energien verfügt. In der folgenden Tabelle sind die Potenziale der Marktgemeinde zur Erzeugung von Wärme und Strom aus erneuerbaren Energien übersichtlich zusammengefasst. Im nächsten Kapitel wird das Zielbild zur klimaneutralen Wärmeversorgung der Marktgemeinde beschrieben. Dabei wird auf den hier beschriebenen Potenzialen aufgebaut und es werden auch Wechselwirkungen und Abhängigkeiten der verschiedenen Potenziale auf einer Zeitschiene bis zum Jahr 2040 betrachtet.

Tabelle 11: Übersicht der nutzbaren Erzeugungspotenziale aus erneuerbaren Energien in der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth

Energiequelle		Anwendungsbereich	Erzeugungspotenzial
Biomasse	Biogas	Stromerzeugung Zentrale/dezentrale Wärmeversorgung	Wärme: 25.179 MWh/a (55% Wirkungsgrad) Strom: 16.023 MWh/a
	Energieholz	Zentrale/dezentrale Wärmeversorgung	Aus Wäldern, Flur- und Siedlungsholz: 8.000 MWh/a
Oberflächennahe Erdwärme	Erdwärmesonden	Dezentrale Wärmeversorgung	14.900 MWh/a
	Grundwasserbrunnen	Zentrale/dezentrale Wärmeversorgung	Zwischen 10-250 kW Entzugsleistung je Brunnen
Tiefengeothermie	Hydrothermale Geothermie	Zentrale Wärmeversorgung	Kein Potenzial vorhanden
	Petrothermale Geothermie	Zentrale Wärmeversorgung bei gleichzeitiger Stromerzeugung	Kein Potenzial vorhanden, Genehmigung nicht möglich
Solarthermie	Solarthermie auf Dachflächen	Zentrale/ dezentrale Wärmeversorgung	7.165 MWh/a (alternativ zu PV-Nutzung)
	Solarthermie auf Freiflächen	Zentrale Wärmeversorgung	In Konkurrenz zur Stromerzeugung



Energiequelle		Anwendungsbereich	Erzeugungspotenzial
Umweltwärme	Luft	Zentrale/ dezentrale Wärmeversorgung	Potenzial kann genutzt werden
Abwärme	Gewerbe	Zentrale Wärmeversorgung	Nicht vorhanden
	Abwasser	Zentrale Wärmeversorgung	Genauere Abstimmungen mit Kläranlage notwendig
Windkraft	Wind	Stromerzeugung	In Planungsphase, 21 MW möglich (Stand 2025)
Wasserkraft	Fließgewässer	Stromerzeugung	Kein zusätzliches Potenzial
Photovoltaik	Dachflächen	Stromerzeugung	2.619 MWh/Jahr (voraussichtlich geeignete Flächen)
	Freiflächen	Stromerzeugung	50.107 MWh/Jahr (inkl. Bestandsanlagen)
	Baggerseen	Stromerzeugung	Kein Potenzial vorhanden



4. Zielszenario

Nach § 18 WPG Abs. 1 ist für alle Gebiete, die nicht der verkürzten Wärmeplanung unterliegen, eine Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete durchzuführen. Hierzu stellt die planungsverantwortliche Stelle mit dem Ziel einer möglichst kosteneffizienten Versorgung des jeweiligen Teilgebiets auf Basis von Wirtschaftlichkeitsvergleichen jeweils differenziert für die Betrachtungszeitpunkte dar, welche Wärmeversorgungsart sich für das jeweilige beplante Teilgebiet besonders eignet. Dies erfolgt mithilfe der nachfolgenden Indikatoren nach dem KWW-Halle Leitfaden:

- Voraussichtliche Wärmegestehungskosten¹
- Realisierungsrisiken
- Maß an Versorgungssicherheit
- Kumulierte Treibhausgasemissionen

Nach § 18 Abs. 2 WPG besteht kein Anspruch Dritter auf Einteilung zu einem bestimmten voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiet. Aus der Einteilung in ein voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet entsteht keine Pflicht, eine bestimmte Wärmeversorgungsart tatsächlich zu nutzen oder bereitzustellen.

Nach § 18 WPG Abs. 3 erfolgt die Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete für die Betrachtungszeitpunkte der Jahre 2030, 2035 und 2040. Gemäß § 1 WPG ist das Zieljahr für eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung bundesweit auf 2045 festgelegt. In Bayern jedoch schreibt das Bayerische Klimaschutzgesetz vor, dass der Freistaat spätestens bis 2040 klimaneutral sein soll. Vor diesem Hintergrund wurde gemeinsam mit der Gemeinde beschlossen, die Wärmeplanung auf das Zieljahr 2040 auszurichten, um der Zielsetzung Bayerns gerecht zu werden.

4.1 Methodik

Um die in Kapitel 3.2 dargestellten Zielszenarien fundiert entwickeln zu können, wurden zunächst mittels Standardlastprofilen die Wärmebedarfe aller Teilgebiete berechnet. Im Rahmen weiterer Betrachtungen wurden unter Berücksichtigung der Bestands- und Potenzialanalyse Wärmeerzeugungsansätze entwickelt. Nachfolgend ist die verwendete Methodik skizziert.

4.1.1 Bewertung der Teilgebiete nach Eignungsstufen

Um eine einheitliche fundierte Bewertung der Teilgebiete zu ermöglichen, wurde der Leitfaden Wärmeplanung des StmWi Bayern zu Grunde gelegt. Im Leitfaden werden einheitliche Kriterien für die Ausweisung von Wärmenetzgebieten, Wasserstoffnetzgebieten und Gebieten zur dezentralen Versorgung ausgewiesen. Bewertet werden alle Teilgebiete die in der Eignungsprüfung als Prüfgebiet definiert wurden, wobei die Möglichkeit einer dezentralen Versorgung immer geprüft wird.

Die Kriterien werden in die drei Kategorien Wärmegestehungskosten, Realisierungsrisiko und kumulierte Treibhausgasemissionen eingeteilt, deren zusammengefasste Eignung übergeordnet zusammengefasst werden.

¹ Qualitative Wirtschaftlichkeitsbewertung auf Basis von Indikatoren (Verteilkosten und Wärmeerzeugungskosten)



Für Wärmenetzgebiete sind die Wärmeliniendichte, potenzielle Ankerkunden, die Erwartung des Anschlussinteresses, der spezifische Investitionsaufwand für den Ausbau oder Bau, Potentiale für zentrale erneuerbare Wärmeerzeugung und Abwärmeeinspeisung und Anschaffungs-/Investitionskosten der Anlagentechnik als wirtschaftliche Kriterien aufgeführt.

Für Wasserstoffnetzgebiete sind der erwartete Anschlussgrad, ein langfristiger Prozesswärmebedarf > 200 °C bzw. ein stofflicher Wasserstoffbedarf, das Vorhandensein eines Gasnetzes, die Preisentwicklung von Wasserstoff sowie Anschaffungs-/Investitionskosten der Anlagentechnik als wirtschaftliche Kriterien aufgeführt.

Als Kriterien für die Bewertung von Risiken werden diese im Hinblick auf Auf-, Aus- und Umbau der Infrastrukturen im Teilgebiet, die Verfügbarkeit erforderlicher vorgelagerter Infrastrukturen, die lokale Verfügbarkeit von Energieträgern oder Erschließung lokaler Wärmequellen sowie sich ändernder Rahmenbedingungen betrachtet.

Die kumulierten Treibhausgasemissionen können für Wärmenetze standardmäßig mit mittel, für Wasserstoffnetze mit hoch und für dezentrale Versorgung mit niedrig bewertet werden. Dabei spielt der Zeitpunkt der Umstellung der Wärmeerzeugung eine Rolle für die kumulierten Treibhausgasemissionen. Je später die Umstellung, desto höher die kumulierten Treibhausgasemissionen. Daher sind die niedrigsten kumulierten Treibhausgasemissionen in der dezentralen Versorgung zu erwarten und die höchsten in der Wasserstoffversorgung, da von einer späten Umstellung auf Wasserstoff ausgegangen wird.

4.2 Zielszenario 2040

Im nachfolgenden Abschnitt wird das Zielszenario im Jahr 2040 inklusive der Zwischenschritte in den Stützjahren dargestellt und näher erläutert.

4.2.1 Voraussetzungen und Annahmen

Die Betrachtungen basieren auf gewissen Annahmen, die bereits in den vorherigen Kapiteln beschrieben wurden. Unter anderem ist aufgrund der Analysen zum aktuellen Zeitpunkt mit keiner Wasserstofflösung im Marktgemeindegebiet zu rechnen. Einige gasnetzversorgte Teilgebiete sind als Prüfgebiet ausgewiesen. Nach heutigem Sachstand wird die Wärmenetzlösung für einige Teilgebiete der Marktgemeinde Pfaffenhofen an der Roth aufgrund diverser Überlegungen priorisiert. Den Wasserstoffpfad zu beschreiten, stellt eine theoretische Alternative dar, wenngleich hierfür noch keine belastbare Perspektive existiert. Insbesondere die Prüfgebiete aber auch die übrigen Quartiere werden in der folgenden Planungsperiode unter Berücksichtigung der Entwicklungen im Wärmenetz- und Wasserstoffnetzbereich erneut evaluiert.

Darüber hinaus wurde die Einteilung in Wärmenetzgebiete auf Basis des gesamten Wärmeverbrauchs der Straßenzüge durchgeführt. Die Umsetzbarkeit wird dementsprechend weiterhin stark von der realen Anschlussquote abhängen.

4.2.2 Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Die nachfolgende Karte stellt das Kernelement und zugleich ein zentrales Ergebnis der kommunalen Wärmeplanung dar. Sie zeigt die räumliche Einteilung des gesamten Marktgemeindegebietes in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete, wie sie sich aus der Zusammenführung aller Analysen, Potenziale und Zielpfade ergeben. Damit visualisieren sie die langfristig angestrebte räumliche Struktur einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis 2040. Grundlage der Abgrenzungen sind die Kriterien und Indikatoren, insbesondere die



Wärmebedarfsdichten, sowie bestehende und geplante Infrastrukturen. Für das Zielszenario werden die folgenden Gebietskategorien verwendet:

- Wärmenetzgebiet (Bestand)
- Wärmenetzausbaugebiet/Nachverdichtung
- Prüfgebiet Wärmenetzneubau
- Dezentrale Versorgung

Die nachfolgenden Betrachtungen wurden zusammen mit der Kommune erarbeitet.

Diese Kategorien bilden die planerische Grundlage für zukünftige Entscheidungen zu Ausbau, Transformation oder Neubau von Wärmeversorgungsstrukturen. Sie dienen der Orientierung und Priorisierung, entfalten jedoch keine Rechtswirkung im Sinne einer förmlichen Gebietsausweisung gemäß Gebäudeenergiegesetz.

Es finden sich in den kartografischen Darstellungen keine für Wasserstoff- oder andere grüne Gase, da auf eine Ausweisung solcher Gebiete bewusst verzichtet wurde. Der Hintergrund und die Argumentation wurden in Abschnitt 4.6 erläutert. Gebiete für Wasserstoff- oder andere grüne Gase sind im Rahmen der Fortschreibung der Wärmeplanung erneut zu prüfen, sobald konkrete Grundlagen zu regionaler H₂-Versorgung, Netzanschlussfähigkeit und Wirtschaftlichkeit vorliegen.

Die dargestellte Einteilung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete stellt eine planerische Momentaufnahme dar, die im Zuge der regelmäßigen Fortschreibung der Wärmeplanung sowie mit zunehmender Datenverfügbarkeit und neuen Erfahrungswerten angepasst werden kann. Für die vorliegende Planung wurde bewusst ein konservativer Ansatz gewählt, um in enger Abstimmung mit den Kommunen einerseits keine überzogenen Erwartungen oder falschen Hoffnungen bei Bürgerinnen und Bürgern zu wecken, andererseits aber auch die kommunalen Handlungsspielräume realistisch zu halten und gezielt Eigeninitiativen zu fördern. Auf Basis der Erfahrungen und Erfolge in den ausgewiesenen zentralisierten Versorgungsgebieten kann die Gebietseinteilung im Rahmen künftiger Fortschreibungen schrittweise erweitert und großzügiger gefasst werden.

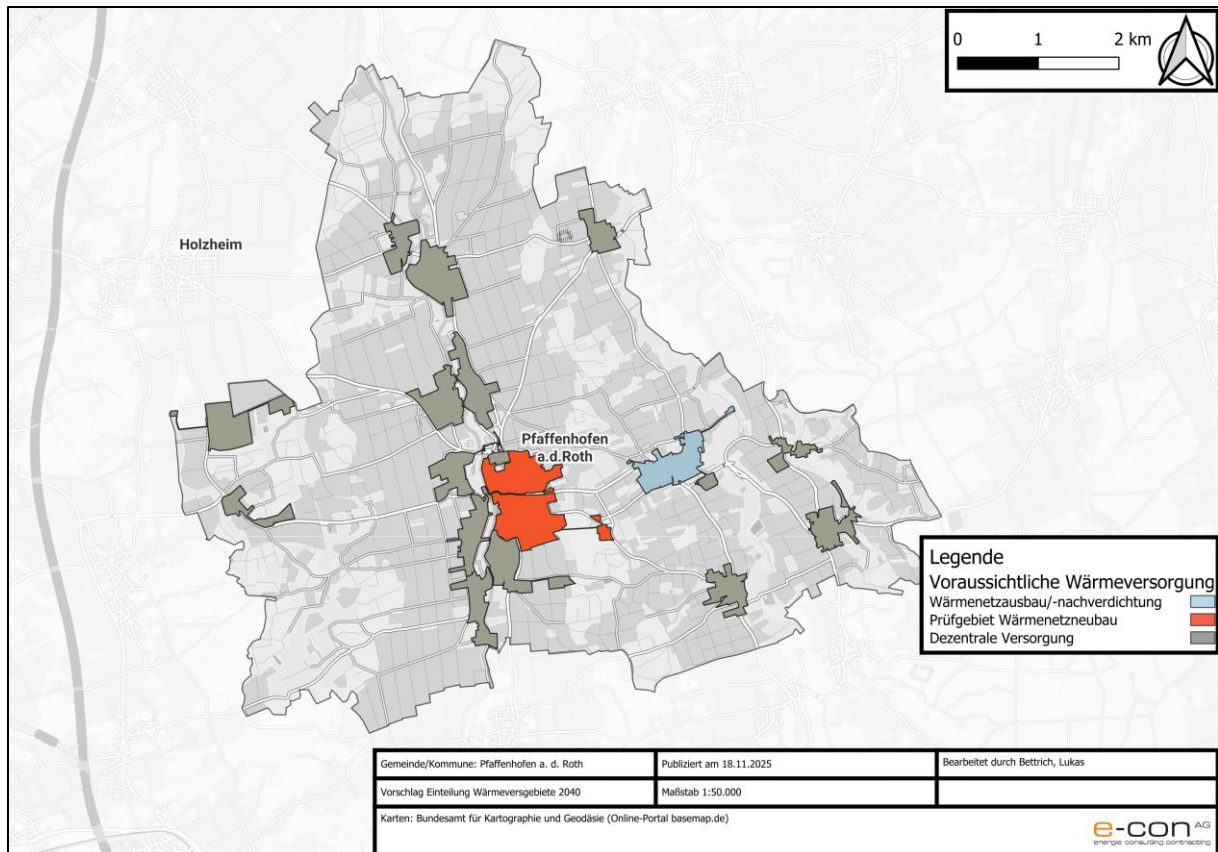


Abbildung 39: Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete zum Zieljahr 2040

4.3 Entwicklung des Wärmebedarfs

Einsparung durch Effizienzsteigerung und Gebäudemodernisierung:

Wie in der Potenzialanalyse dargestellt, wird für die Bildung der Szenarien 2030, 2035 und 2040 von Effizienzsteigerungen insbesondere durch die Modernisierung der Wohn- und Nichtwohngebäude ausgegangen. Effizienzsteigerungen für industrielle oder gewerbliche Anwendungen können nicht ausreichend eingeschätzt werden, da die Bedarfe erheblichen Schwankungen nach Konjunktur und wirtschaftlichen Prioritäten der jeweiligen Branchen und Betrieben vor Ort unterliegen.

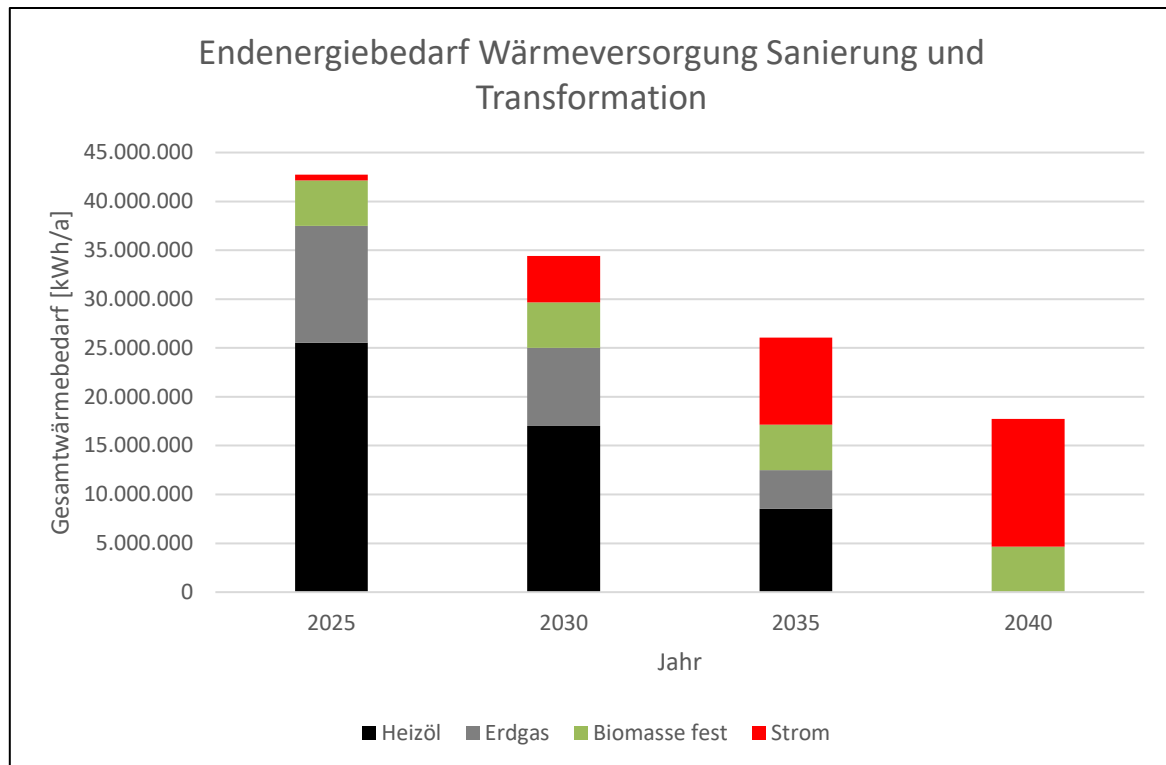


Abbildung 40: Entwicklung des Wärmebedarfs und Anteile von Energieträgern bis 2040

4.4 Entwicklung der Treibhausgasemissionen

Die Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Richtung Klimaneutralität wird durch zwei wesentliche Bausteine erreicht:

1. Einsparung von Energie und effiziente Nutzung für den verbleibenden Bedarf.
2. Umstellung auf 100% erneuerbare Energiequellen. Die wirtschaftliche Ausschöpfung und Verteilung lokaler Potenziale an erneuerbaren Energien erfordert den Aufbau von Wärmenetzen.

Auch nach der Umsetzung der im Kommunalen Wärmeplan beschriebenen Maßnahmen verbleiben THG-Emissionen aus der Wärmeerzeugung. Für den bilanziellen Nachweis der Netto-Null-Klimaneutralität sind zuerst interne Emissionsreduktionen durch Maßnahmen wie den Umstieg auf erneuerbare Energien und Steigerung der Energieeffizienz entscheidend. Kompensationsmaßnahmen werden erst nach einer maximalen Reduktion der Emissionen als nachrangiges Mittel eingesetzt, um die verbleibenden unvermeidbaren Emissionen auszugleichen. Dies geschieht durch die Finanzierung von Klimaschutzprojekten, die CO₂-Zertifikate generieren.

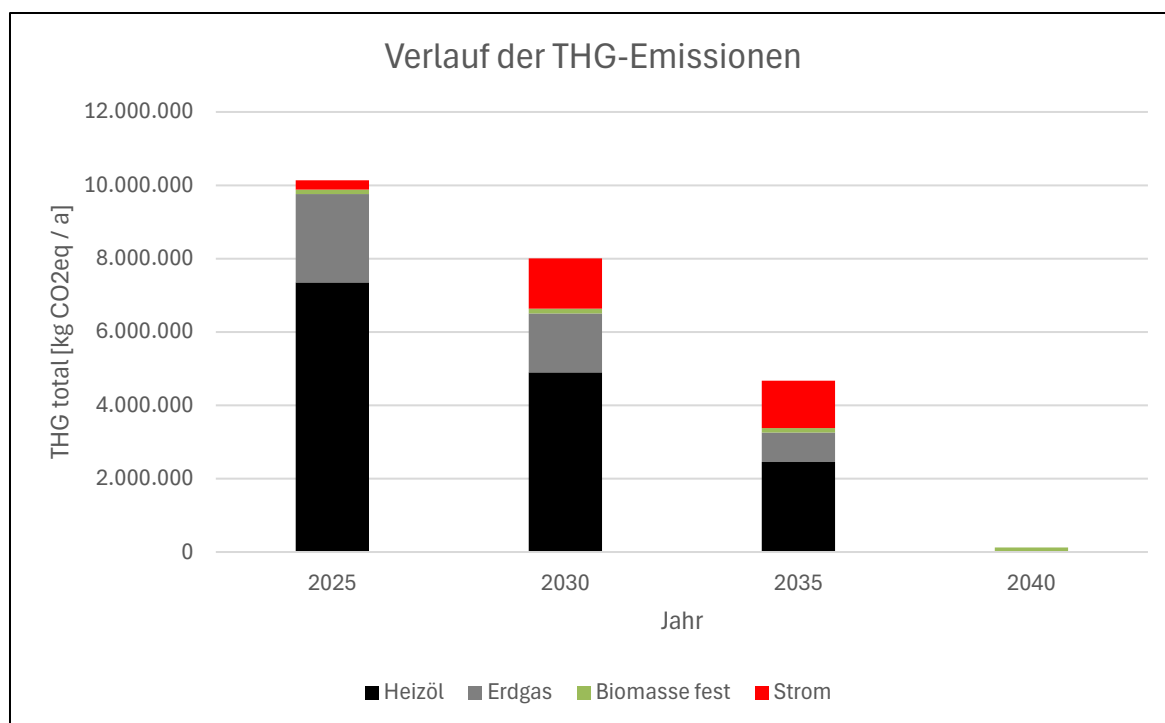


Abbildung 41: Prognostizierter Verlauf der THG-Emissionen und Anteile von Energieträgern bis 2040

4.5 Eignungsgebiete für Wärmenetze

Die mit der Kommune abgestimmten Eignungsgebiete für mögliche Wärmenetze sind in der folgenden Abbildung dargestellt. Für die jeweiligen Eignungsgebiete wurden nach Erhebung relevanter Informationen im Zuge der Bestands- und Potenzialanalyse sowie durch Abstimmung mit beteiligten Akteuren mögliche Zeithorizonte und Perspektiven für die Modellierung des Zielbilds festgelegt.

Die Gebiete wurden mit ihren wesentlichen Kenngrößen in Steckbriefen dokumentiert.

Tabelle 12: Einordnung der Eignungsgebiete Wärmenetze im Zielszenario

Nr.	Name	Eignungsgebiet	Deckungsanteil bis 2040
1	Pfaffenhofen-Nord	Prüfgebiet	-
2	Pfaffenhofen-Süd	Prüfgebiet	-
3	Beuren	Wärmenetausbaubereich	100 %

4.6 Leitungsgebundene Wärmeversorgung

Im Sinne des WPG sind Perspektiven für die leitungsgebundene Wärmeversorgung aus Gas- und Wärmenetzen gesondert zu entwickeln und im Zielszenario darzustellen.

Gasnetze:

Zusammenfassend ist die Ausweisung zukünftiger Wärmeversorgungsgebiete mit grünen Gasen aus heutiger Sicht mit erheblichen Unsicherheiten behaftet. Trotz naturgemäß positiver Haltung des derzeitigen lokalen Gasnetzbetreibers bleiben viele Fragen zu konkreten



Rahmenbedingungen für Endverbraucher offen – etwa zu Kosten, technischer Umrüstung und Fördermöglichkeiten. Ebenso bleibt unklar, welche Abnehmergruppen technisch, regulatorisch und wirtschaftlich tatsächlich als sinnvolle Endverbraucher in Frage kommen bzw. volkswirtschaftlich und politisch in Zukunft bevorzugt werden. Einige ernstzunehmende Fachquellen bezweifeln insbesondere, dass der Einsatz von Wasserstoff zur Gebäudeheizung mittel- oder langfristig eine seriöse wirtschaftliche Planungsoption darstellt. Neben den fachlichen Argumenten fehlt aktuell auch die rechtliche Grundlage: § 71k GEG erlaubt den Einbau von Wasserstoff- oder H₂-ready-Anlagen nur in offiziell ausgewiesenen Wasserstoffnetzausbaubereichen mit genehmigtem Fahrplan. Solange ein solcher Beschluss nicht vorliegt, können Kommunen keine rechtssichere Ausweisung vornehmen. Daher empfiehlt z.B. auch das Rechtsgutachten² der Kanzlei Günther (Juni 2024) im Auftrag des Umweltinstituts München e.V. ausdrücklich zum jetzigen Zeitpunkt keine Gebiete für eine leitungsgebundene Wasserstoffversorgung in die Wärmeplanung aufzunehmen, sofern keine verbindlichen Fahrpläne nach § 71k GEG mit dem Netzbetreiber vereinbart sind. Diese liegen im betreffenden Gebiet aktuell nicht vor. Ohne solche Zusagen sei die Einbeziehung in die Wärmeplanung ein hohes Risiko und könne zu einer Fehlallokation von Zeit und Ressourcen führen. Aufgrund der Unsicherheiten und der damit einhergehenden Empfehlungen werden zum aktuellen Zeitpunkt der kommunalen Wärmeplanung keine voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete ausgewiesen, die zukünftig primär mit grünem Wasserstoff oder anderen grünen Gasen versorgt werden sollen. Dies muss jedoch im Rahmen der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung reevaluiert werden. Sobald sich Pläne oder Rahmenbedingungen konkretisieren, kommen einzelne Gebiete ggf. zur Ausweisung in Frage.

Wärmenetze:

Für bestehende und in den Eignungsgebieten neu zu bauende oder zu erweiternde Wärmenetze wurden anhand lokaler Potenziale und im Kontakt mit den jeweiligen Betreibern Szenarien für die Entwicklung der Wärmeerzeugung und der Verwendung erneuerbarer Energieträger entwickelt.

Insgesamt stellt sich die angenommene Entwicklung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung aus Gas- und Wärmenetzen bis 2045 wie folgt dar:

² „Rechtsgutachten zur Einbeziehung von Wasserstoffnetzgebieten in die Kommunale Wärmeplanung“, erstellt von den Rechtsanwälten Victor Görlich und Dr. Dirk Legler am 07.06.2024, im Auftrag des Umweltinstituts München e.V., Link: https://umweltinstitut.org/wp-content/uploads/2024/06/Rechtsgutachten_Wasserstoffnetzgebiete.pdf

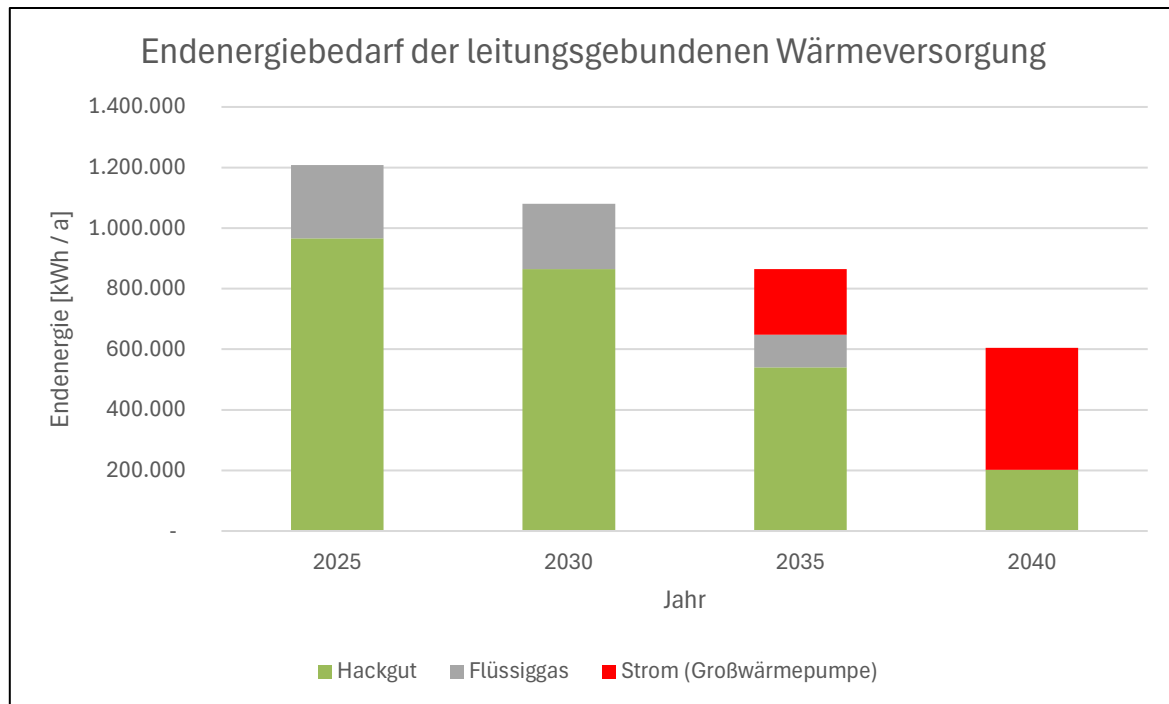


Abbildung 42: Entwicklung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung

Zum gegenwärtigen Stand wird von einem Rückgang der Gasversorgung ausgegangen, da derzeit nicht angenommen werden kann, dass für die reine Wärmeerzeugung in der Breite der bisherigen Erdgasnutzung ausreichende und für die Abnehmer wirtschaftliche Mengen erneuerbarer leitungsgebundener Energien zur Verfügung stehen werden. Gleichzeitig erfolgt ein Ausbau der Wärmenetze in den dafür geeigneten Gebieten mit einem bis 2045 steigenden Anteil an erneuerbaren Energieträgern. Insgesamt wird der Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung durch den Rückgang des Erdgasnetzes in der Fläche jedoch sinken.

4.7 Wirtschaftlichkeit von Versorgungsvarianten

Im WPG wird in unterschiedlicher Ausprägung gefordert, für die Versorgungsoptionen einen Vergleich ihrer Wirtschaftlichkeit anzustellen und in die Bildung des Zielszenarios einfließen zu lassen. Allerdings wird im Leitfaden zur Kommunalen Wärmeplanung von KWW-Halle gleichzeitig darauf verwiesen, dass dafür noch einheitliche Methodiken und Parameter festzulegen sind und derzeit nicht zur Verfügung stehen.

An dieser Stelle muss noch einmal darauf hingewiesen werden, dass im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung keine Einzelfallbeurteilung möglich ist, sondern konzeptionelle Aussagen zu Straßenzügen oder Quartieren erarbeitet werden. Die damit verbundenen zeitlichen Einschätzungen, Priorisierungen und Bewertungen lokaler Potenziale erneuerbarer Energien sowie der jeweiligen Eignung für ein Wärmenetz zeigen den Besitzern der Gebäude und den Betreibern der Infrastruktur zur Energieversorgung langfristige Perspektiven zur angestrebten Klimaneutralität auf.

Im Einzelfall ist weiterhin eine Beratung vor Ort und die Berücksichtigung individueller Rahmenbedingungen eines Gebäudebesitzers notwendig, um über die Wirtschaftlichkeit einzelner Versorgungsvarianten zu entscheiden. Zudem entscheiden auch die zum Zeitpunkt einer Maßnahme vorliegenden allgemeinen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen aus Fördermitteln, Bau- und Planungskosten oder Energiebezugskosten über die Realisierbarkeit einer Versorgungsoption.

Insbesondere für neue Wärmenetze oder die mit erheblichen Investitionen verbundene Transformation bestehender Netze auf erneuerbare Energien sind ohne weitere Planungen keine belastbaren Prognosen für den künftigen Wärmebezugspreis eines Endkunden oder den Wärmegestehungspreis für einen ggf. sogar noch unbekannten Betreiber zu nennen. In vielen Fällen können für Eignungsgebiete keine Konzeptionen für Netz und Zentrale ausgeführt werden, weil die erforderlichen Standorte oder Potenzialflächen noch ermittelt werden müssen. Erst mit diesen Informationen können etwa Zentralen konzeptioniert und Leitungslängen ermittelt werden, mit denen eine erste Kostenprognose durchführbar wäre.

Allgemein kann im Wärmeplan jedoch auf typische Szenarien für den Umstieg auf erneuerbare Wärmequellen und deren üblichen Randbedingungen eingegangen werden, die auch in das Zielszenario eingeflossen sind.

Abbildung 43 stellt die Zuordnung von Versorgungsoptionen schematisch von geringen Bedarfen und dezentrale Versorgungsoptionen zu hohen Bedarfen und zentralen Versorgungslösungen dar.

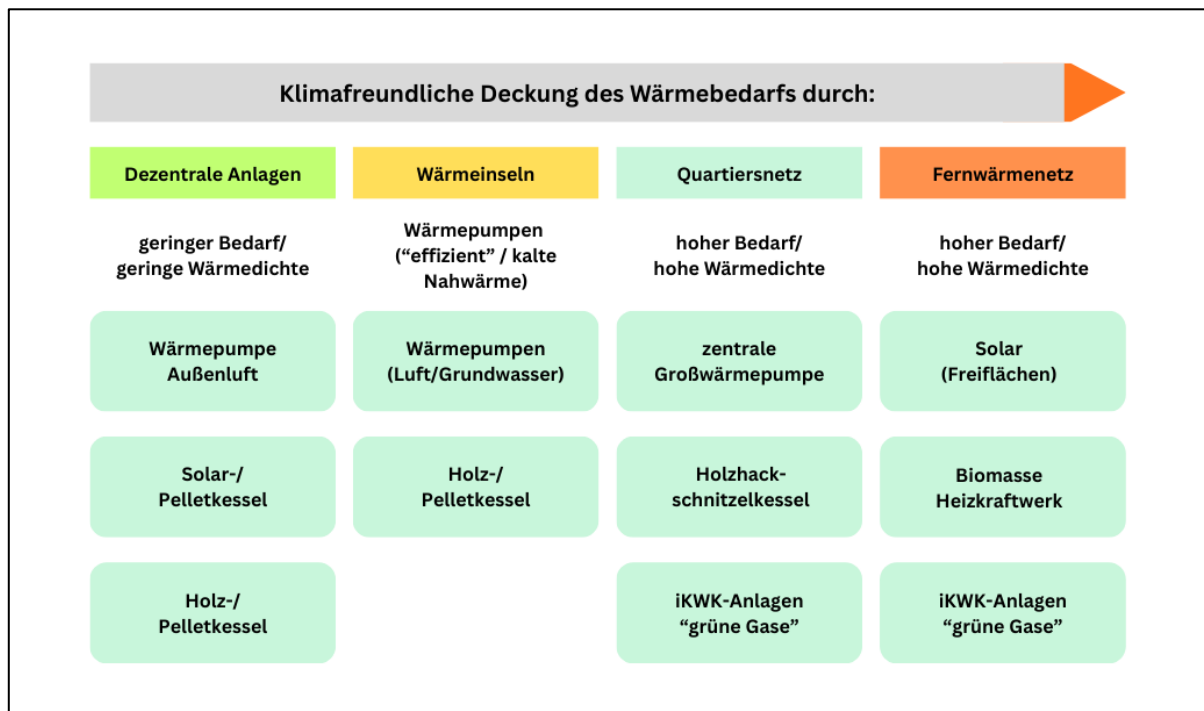


Abbildung 43: Zuweisung von Versorgungsoptionen nach technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten im Zielszenario

4.8 Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen

Für die Festlegung von Wärmenetz-Eignungsgebieten wurde neben Kriterien zu Topografie, Ankerkunden, bestehenden Zentralen, potenziellen Standorten oder aussichtsreich verfügbaren Potenzialflächen v.a. auf die Wärmedichte zurückgegriffen. In der Bewertung eines Quartiers nach Wärmedichte (Bedarf pro Hektar) oder entlang eines Straßenzuges (Liniendichte, Bedarf pro Trassenmeter) und den dafür verwendeten Kennwerten ist eine typischerweise anzunehmende Wirtschaftlichkeit der Umsetzung enthalten. Die konkrete Anwendung des Kennwertes unterliegt dabei einer gewissen Bandbreite, die aus unterschiedlichen Rahmenbedingungen wie den Interessen eines Betreibers, der Realisierung in einem versiegelten Ortskern (hohe Verlegungskosten) oder der Komplexität einer hybriden Zentrale mit mehreren zu integrierenden Energiequellen resultiert.

Wärmedichte [MWh/ha*a]	Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen
0–70	Kein technisches Potenzial
70–175	Empfehlung von Wärmenetzen in Neubaugebieten
175–415	Empfohlen für Niedertemperaturnetze im Bestand
415–1.050	Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand
> 1.050	Sehr hohe Wärmenetzeignung

Abbildung 44: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmedichte [Quelle: KWW Halle, 2025]

Wärmelinien- dichte [MWh/m*a]	Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen
0–0,7	Kein technisches Potenzial
0,7–1,5	Empfehlung für Wärmenetze bei Neuerschließung von Flächen für Wohnen, Gewerbe oder Industrie
1,5–2	Empfehlung für Wärmenetze in bebauten Gebieten
> 2	Wenn Verlegung von Wärmetrassen mit zusätzlichen Hürden versehen ist (z. B. Straßenquerungen, Bahn- oder Gewässerquerungen)

Abbildung 45: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmelinienindichte [Quelle: KWW Halle, 2025]

Die konkrete Wirtschaftlichkeit der Umsetzung eines Wärmenetzprojektes, d.h. insbesondere die Realisierung von attraktiven Preisen für Endabnehmer bei auskömmlichen Wärme-gestehungskosten für den Betreiber hängt von folgenden wesentlichen Randbedingungen ab:

- Kosten für die Leitungsverlegung; Neben der Art der Leitungen sind das v.a. Kosten für Tiefbau und die ggf. notwendige Wiederherstellung versiegelter Oberflächen.
- Kosten für die Errichtung einer Zentrale; Diese hängen v.a. vom zur Verfügung stehenden Mix an regenerativen Energiequellen ab.
- Kosten für den Betrieb des Wärmenetzes (Energiebezugskosten und Wartungskosten); Mit der vorrangigen Nutzung lokaler Energiequellen entsteht die größte Unabhängigkeit von externen Einflüssen auf die Energiepreisentwicklung und damit auch die größere Versorgungssicherheit.



- Zu installierende Leistungen bzw. durch den Betreiber zu garantierende Vorlauftemperaturen im Wärmenetz. Mit sinkenden notwendigen Vorlauftemperaturen auf z.B. 70°C sinken auch Aufwand und Kosten für den Betreiber. Heizungsvorlauftemperaturen von 55 °C lassen sich für Wohngebäude oft bereits mit moderaten Maßnahmen erreichen. Dazu zählen technische Optimierungen an der Wärmeerzeugung oder die gezielte energetische Modernisierung einzelner Bauteile.
- Entwicklung der Anschlussbereitschaft und des Deckungsanteils in Bestandsgebieten; Hier spielen neben individuellen technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der einzelnen Gebäudebesitzer v.a. die förmliche Ausweisung eines Wärmenetzvorranggebietes nach dem GEG oder sogar der Erlass eines Anschluss- und Benutzungszwanges im Versorgungsgebiet eine Rolle.
- Geschäftsinteresse eines Betreibers; eine lokale Bürgerenergiegenossenschaft kann mit positiver Wirkung auf die regionale Wertschöpfung und lokale Wirtschaftskreisläufe kostengünstiger Projekte umsetzen als ein externer Contractor.
- Verfügbare Fördermittel für Planung, Bau und Betrieb von Wärmenetzen, z.B. im Rahmen der „Bundesförderung effiziente Wärmenetze“ (BEW), dem EEG oder dem KWKG zur Vergütung von Stromerträgen

Die für Wärmenetz-Eignungsgebiete festgelegten Abgrenzungen müssen durch weitere Untersuchungen (z.B. BEW-geförderte Machbarkeitsstudie) konkretisiert werden. Dabei sind v.a. gesichert verfügbare Potenzialflächen oder Standorte einer Heizzentrale von Bedeutung. Damit lassen sich konkrete Netz- und Versorgungsszenarien untersuchen, bei denen das Eignungsgebiet ggf. auf Grund eines begrenzten tatsächlich realisierbaren Potenzials verkleinert werden muss.

4.9 Wirtschaftlichkeit dezentraler Versorgungsoptionen

Entsprechend **Abbildung 43** werden dezentrale Versorgungsvarianten v.a. für Quartiere mit geringen Wärmedichten vorgesehen. Im Sinne der angestrebten Klimaneutralität und der dafür erforderlichen vorrangigen Nutzung von lokalen erneuerbaren Quellen werden v.a. Wärmepumpen mit unterschiedlichen Wärmequellen zum Einsatz kommen. Allgemein können Wärmepumpen technisch und wirtschaftlich umso sinnvoller betrieben werden, je geringer die zu erzeugenden Vorlauftemperaturen für die Heizwärme- und ggf. auch Warmwasserbereitung sind bzw. je geringer die Differenz zwischen Quell- und Zieltemperatur ist. Gerade für Luft-Wasser-Wärmepumpen mit Nutzung der Außenluft gilt, dass sie insbesondere in der Heizperiode nur sehr geringe Quelltemperaturen nutzen können. Damit steigt der Stromanteil in der erzeugten Wärme und damit auch der eigene Wärmegestehungspreis für die Nutzer.

Luft-Wasser-Wärmepumpen haben gegenüber anderen Quellen wie z.B. Erdwärme den Vorteil der geringsten Erschließungskosten für die Wärmequelle. Die wirtschaftliche Abwägung zwischen den zur Verfügung stehenden Systemen mit ihren Vor- und Nachteilen aus Sicht eines Gebäudebetreibers ist Gegenstand einer eigenen lokalen Beurteilung.

Folgende Faktoren sind i.d.R. ausschlaggebend für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmepumpensystems:

- Energetische Modernisierung der Hülle zur Senkung von Heizwärmebedarf und Vorlauftemperaturen.
- Mögliche Nutzung der bestehenden Heizflächen zur Wärmeübergabe.
- Potenzial zur eigenen Stromerzeugung (Photovoltaik)



- Dezentrale oder separate Warmwasserbereitung ohne die Wärmepumpe bzw. Absenkung der dafür zu erzeugenden Temperaturen
- Entwicklung der Stromkosten

Das Maß für die technische und wirtschaftliche Effizienz im Betrieb der Wärmepumpe ist das Verhältnis von Stromeinsatz und erzeugter Wärme (Jahresarbeitszahl – JAZ). Je nach verfügbaren lokalen Potenzialen wurde im Zielszenario zwischen Wärmepumpen mit Nutzung der Außenluft und solchen mit anderen Quellen und entsprechend besserer JAZ unterschieden.

Gerade für einzelne Liegenschaften mit solar geeigneten Dachflächen stellen Solarthermie- oder PV-Anlagen zur Wärmeerzeugung insbesondere außerhalb der Heizperiode eine technisch und wirtschaftlich sinnvolle Option dar. Der für die Deckung des Heizwärmebedarfs tatsächlich nutzbare Anteil hängt vom Energiestandard des Gebäudes, der tatsächlichen Nutzung und nicht zuletzt von der technisch und wirtschaftlich optimierten Auslegung der Kollektorflächen und des Wärmespeichers ab.

Holzheizungen als dezentrale Versorgungsoption können v.a. für Gebäude mit geringem Potenzial zur Bedarfssenkung oder auch für Wärmeinseln verwendet werden. Vergleichsweise hohen Investitionskosten und Platzbedarfen stehen relativ geringe Brennstoffkosten gegenüber.



4.10 Zielszenario 2030

Für die Modellierung des Zustands der Wärmenutzung und -erzeugung im Jahr 2030 wurden folgende Randbedingungen aufgestellt:

- Bedarfssenkung entsprechend der angenommenen Effizienzsteigerung im Bestand bis 2030
- Begonnene Umstellung dezentraler Wärmeversorgungsanlagen auf erneuerbare Energien
- Erweiterung Wärmenetz im Gebiet Beuren

Tabelle 13: Kennzahlen Szenario 2030

Kennzahlen	
Bedarf Endenergie [GWh/a]	34,4
THG-Emissionen [Tsd. t/a]	8,01
Endenergie leitungsgebundene Wärmeversorgung [GWh/a]	0,94
Anteil leitungsgebundene Wärmeversorgung an Endenergie [%]	3
Anzahl Gebäude in Wärmenetzen	79
Endenergie Gasnetze [GWh/a]	7,89
Anzahl Gebäude in Gasnetzen	417



4.11 Zielszenario 2035

Für die Modellierung des Zustands der Wärmenutzung und -erzeugung im Jahr 2035 wurden folgende Randbedingungen aufgestellt:

- Bedarfssenkung entsprechend der angenommenen Effizienzsteigerung im Bestand bis 2035
- Laufende Umstellung dezentraler Wärmeversorgungsanlagen auf erneuerbare Energien
- Verdichtung des Wärmenetzes im Gebiet Beuren durch weitere Abnehmer

Tabelle 14: Kennzahlen Szenario 2035

Kennzahlen	
Bedarf Endenergie [GWh/a]	26,07
THG-Emissionen [Tsd. t/a]	4,67
Endenergie leitungsgebundene Wärmeversorgung [GWh/a]	0,79
Anteil leitungsgebundene Wärmeversorgung an Endenergie [%]	3
Anzahl Gebäude in Wärmenetzen	83
Endenergie Gasnetze [GWh/a]	3,99
Anzahl Gebäude in Gasnetzen	209



4.12 Zielbild 2040

Für die Modellierung des Zustands der Wärmenutzung und -erzeugung im Jahr 2040 wurden folgende Randbedingungen aufgestellt:

- Bedarfssenkung entsprechend der angenommenen Effizienzsteigerung im Bestand bis 2040
- Laufende Umstellung dezentraler Wärmeversorgungsanlagen auf erneuerbare Energien
- Verdichtung des Wärmenetzes im Gebiet Beuren durch weitere Abnehmer

Tabelle 15: Kennzahlen Zielbild 2040

Kennzahlen	
Bedarf Endenergie [GWh/a]	17,74
THG-Emissionen [Tsd. t/a]	0,13
Endenergie leitungsgebundene Wärmeversorgung [GWh/a]	0,61
Anteil leitungsgebundene Wärmeversorgung an Endenergie [%]	3
Anzahl Gebäude in Wärmenetzen	87
Endenergie Gasnetze [GWh/a]	0
Anzahl Gebäude in Gasnetzen	0



4.13 Wahrscheinlichkeit von Versorgungslösungen

Gesetzlich gefordert ist die Einschätzung der Wahrscheinlichkeit von Versorgungsoptionen im Zielszenario:

- Gebiete außerhalb der in **Abbildung 39** gezeigten Prüfgebiete und des Wärmenetzausbaugesbietes sind nach derzeitigem Kenntnisstand als „wahrscheinlich“ bis „sehr wahrscheinlich ungeeignet“ für die Realisierung eines Wärmenetzes bis 2040 anzusehen.
- Da für Gasnetze mit grünen Gasen gilt, dass sie mit steigender Wärmedichte und bedeutenden Ankerkunden wirtschaftlicher zu betreiben sind, wurde diese Bewertung nicht mit einbezogen, da in Pfaffenhofen an der Roth kaum Industrie mit hoher Prozesswärme vorhanden ist.
- Innerhalb der Wärmenetz-Eignungsgebiete wurde nach folgenden Kriterien die Wahrscheinlichkeit der Umsetzung im Sinne des WPG bewertet und in den Steckbriefen pro Eignungsgebiet dokumentiert:
 - Vorhandene Wärmenetze/ Zentralen
 - Bereitschaft eines Wärmenetzbetreibers
 - Vorhandene oder aussichtsreich verfügbare Potenzialflächen und Standorte für eine Zentrale Bereits bestehende Konzepte und/ oder Maßnahmen zur Umsetzung
 - Initiativen aus der Bürgerschaft oder wesentlicher Akteure (Ankerkunden)

4.14 Bilanzierung der Klimaneutralität

Gesetzlich gefordert ist die Bilanzierung der Klimaneutralität im Sinne einer „Netto-Null“ für THG-Emissionen aus der Wärmenutzung. Da auch mit erneuerbaren Energieträgern auf Grund der verbleibenden Emissionen aus Herstellung, Transport und Betrieb von Ausgangsstoffen oder den erforderlichen Anlagen keine THG-freie Wärmenutzung möglich ist, wird in einschlägigen Leitfäden und Technikkatalogen zur Kommunalen Wärmeplanung (KWW-Halle) auf Möglichkeiten zur bilanziellen Kompensation hingewiesen.

5. Maßnahmen und Umsetzungsstrategie

Es wurden zusammen mit der planungsverantwortlichen Stelle vier Maßnahmen entwickelt, die insgesamt zur Erreichung des Zielszenarios führen.

Abbildung 46 enthält eine zusammenfassende Übersicht der im Folgenden konkret beschriebenen Maßnahmen:



Abbildung 46: Maßnahmen zur Erreichung des Zielszenarios



5.1 Maßnahme 1 – Energetische Sanierung und Effizienzsteigerung

Maßnahme 1	
Themengebiet	Energetische Sanierung und Effizienzsteigerung
Beschreibung <p>Zur Senkung des Wärmeverbrauchs sind zunächst einfache Effizienzmaßnahmen wie Abdichtung von Fenstern und Türen, Dämmung von Leitungen sowie Keller- und Geschossdecken umzusetzen. Ergänzend sollten Rollladenkästen gedämmt, hydraulische Abgleiche durchgeführt und alte Umwälzpumpen ersetzt werden. Diese Maßnahmen sind kostengünstig und amortisieren sich schnell.</p> <p>Langfristig sind umfassende Sanierungen der Gebäudehülle (Fassade, Dach, Fenster) erforderlich. Für die Planung empfiehlt sich die Erstellung eines individuellen Sanierungsfahrplans (ISFP) durch Energieberater, um Maßnahmen, Kosten und zeitliche Reihenfolge zu strukturieren und mit anstehenden Bauarbeiten zu kombinieren.</p>	
Synergien zu anderen Bereichen <p>Effizienzmaßnahmen mit geringen Investitionskosten können sinnvoll mit ohnehin anstehenden baulichen Arbeiten oder Reparaturen kombiniert werden. Ebenso lassen sich energetische Sanierungsmaßnahmen mit weiteren Bau- und Instandhaltungsmaßnahmen am Gebäudebestand verbinden.</p>	
Verantwortliche Akteure <ul style="list-style-type: none"> Gebäudebesitzer Kommune (Informationskampagnen) 	Betroffene Akteure <ul style="list-style-type: none"> Handwerksbetriebe Energieberater
Wirkung / Ziele <ul style="list-style-type: none"> Reduzierung des Wärmeverbrauchs Erbringung von Endenergieeinsparungen 	Erfolgsindikatoren <ul style="list-style-type: none"> Anzahl erstellter Sanierungsfahrpläne Anzahl Umgesetzter Sanierungsmaßnahmen Reduzierter Wärmeverbrauch
Kosten	Geringe Kosten bis hohe Kosten (je nach Maßnahme)
Maßnahmentyp	Öffentlichkeitsarbeit, Planungsmaßnahme, Baumaßnahme
Turnus	Einmalig, Fortwährend
Ausführungszeitraum	<ul style="list-style-type: none"> Kurzfristig bis 2030 (Effizienzmaßnahmen) Langfristig bis 2040 (Sanierung Gebäudehülle)
Finanzierung und Förderprogramme <ul style="list-style-type: none"> BEG, KfW-Kredite und Zuschüsse 	
Nächste Schritte <ul style="list-style-type: none"> Informationskampagne Seitens der Gemeinde zu Beratungsangeboten und Fördermöglichkeiten Energieberatung beauftragen Sanierungsfahrplan erstellen Fördermittel beantragen Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen 	



5.2 Maßnahme 2 - Planung und Steuerung

Maßnahme 2	
Themengebiet	Planung und Steuerung
Beschreibung <p>Die Maßnahme zielt darauf ab, die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung systematisch in bestehende und zukünftige Planungsinstrumente zu integrieren. Dazu gehört die Berücksichtigung des Wärmeplans in Flächennutzungsplänen (z. B. Vorsehen geeigneter Flächen für Energiezentralen), in Bauleitplänen sowie in Bebauungsplänen. In Bebauungsplänen kann beispielsweise festgelegt werden, welche Art der Wärmeversorgung für ein Gebiet vorgesehen ist (z. B. Anschluss an ein Wärmenetz oder dezentrale Versorgung). Auch Klimaschutzstrategien und die Stadtentwicklung sollen angepasst werden, um eine konsistente und rechtssichere Umsetzung der Wärmewende zu gewährleisten.</p>	
Synergien zu anderen Bereichen <p>Die Integration des Wärmeplans in kommunale Planungen schafft eine enge Verzahnung mit Stadtentwicklung und Klimaschutzstrategien. Dadurch werden Doppelstrukturen vermieden, Investitionen gezielt auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung ausgerichtet und die Umsetzung der Wärmewende beschleunigt.</p>	
Verantwortliche Akteure <ul style="list-style-type: none"> Kommune / Stadtverwaltung Bau- und Planungsämter 	Betroffene Akteure <ul style="list-style-type: none"> Gebäudeeigentümer Projektentwickler Bürgerinnen und Bürger
Wirkung / Ziele <ul style="list-style-type: none"> Sicherstellung einer rechtssicheren Integration der Wärmeplanung in kommunale Planungen Beschleunigung der Wärmewende durch verbindliche Vorgaben in Bauleitplanung Vermeidung von Fehlplanungen und Doppelstrukturen 	Erfolgsindikatoren <ul style="list-style-type: none"> Anzahl angepasster Flächennutzungs- und Bebauungspläne mit energetischen Festsetzungen Integration des Wärmeplans in Klimaschutzstrategien Berücksichtigung der Wärmeversorgung in neuen Baugebieten Ausweisung von Sanierungsgebieten
Kosten	Geringe Kosten bis mittlere Kosten (Planungs- und Abstimmungsaufwand)
Maßnahmentyp	Planungsmaßnahme
Turnus	Einmalig, bei Anpassung bestehender Pläne und Erstellung neuer Pläne
Ausführungszeitraum	<ul style="list-style-type: none"> Kurzfristig bis 2030 (Integration in neuen Baugebieten und laufenden Planungen)
Finanzierung und Förderprogramme <ul style="list-style-type: none"> Kommunale Haushaltsmittel 	
Nächste Schritte <ul style="list-style-type: none"> Abgleich des Wärmeplans mit bestehenden Flächennutzungs- und Bebauungsplänen Definition von Flächen für Energiezentralen in neuen Baugebieten Festlegung der Wärmeversorgungsart in Bebauungsplänen Anpassung der Klimaschutzstrategien und Stadtentwicklungskonzepte 	



5.3 Maßnahme 3 – Erneuerbare dezentrale Wärmeversorgung

Maßnahme 3	
Themengebiet	Erneuerbare dezentrale Wärmeversorgung
Beschreibung <p>Die Maßnahme umfasst die Umrüstung bestehender Heizungsanlagen auf Systeme mit erneuerbaren Energien, den Ausbau von Wärmepumpen sowie die konsequente Nutzung von Dach- und Freiflächenpotenzialen für Photovoltaik. Die Kommune soll als Vorbild agieren, indem sie eigene Gebäude mit PV-Anlagen und Wärmepumpen ausstattet. Ergänzend ist eine frühzeitige Abstimmung mit dem Stromnetzbetreiber erforderlich, um den bedarfsorientierten Netzausbau sicherzustellen und Engpässe bei der Integration von Wärmepumpen und PV-Anlagen zu vermeiden.</p>	
Synergien zu anderen Bereichen <p>Die Maßnahme schafft Synergien mit der Bauleitplanung durch die Anpassung von Flächennutzungsplänen zur Ausweisung von PV-Freiflächen und unterstützt die Klimaschutzstrategie der Kommune. Sie ist eng mit der Stromnetzplanung verzahnt, da ein koordinierter Netzausbau und Lastmanagement erforderlich sind, um die Integration von Wärmepumpen und PV-Anlagen sicherzustellen. Darüber hinaus ergeben sich Schnittstellen zu Quartierskonzepten, indem energetische Sanierungen und dezentrale Wärmeversorgung kombiniert werden können. Die Maßnahme trägt zur Vermeidung von Doppelstrukturen bei und erleichtert die Nutzung von Förderprogrammen durch eine integrierte Planung.</p>	
Verantwortliche Akteure	Betroffene Akteure
<ul style="list-style-type: none"> Kommune / Stadtverwaltung (Impulsgeber, Vorbildfunktion) Bau- und Planungsämter Stromnetzbetreiber (Netzausbau, Lastmanagement) Energieberater Heizungsbauer und PV-Installateure 	<ul style="list-style-type: none"> Gebäudeeigentümer und Mieter Projektentwickler für PV-Anlagen Gewerbe und Industrie
Wirkung / Ziele	Erfolgsindikatoren
<ul style="list-style-type: none"> Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung Reduzierung der CO₂-Emissionen und Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen Sicherstellung der Netzstabilität durch abgestimmten Ausbau. 	<ul style="list-style-type: none"> Anzahl umgerüsteter Heizungsanlagen auf $\geq 65\%$ EE Anteil erneuerbarer Energien am Wärmebedarf (in %) Anzahl installierter PV-Anlagen (kWp) auf kommunalen und privaten Gebäuden Ausgewiesene Flächen für PV-Freiflächenanlagen (in ha) Anzahl abgestimmter Netzausbauprojekte mit Stromnetzbetreiber.
Kosten	<ul style="list-style-type: none"> Geringe Kosten bis hohe Kosten, abhängig von Umfang der Heizungsumrüstung und PV-Installationen. Kommunale Investitionen für eigene Gebäude, private Investitionen für dezentrale Anlagen.
Maßnahmentyp	Planungsmaßnahme, Baumaßnahme
Turnus	Einmalig für Umrüstung, fortwährend für PV-Ausbau und Netzintegration.
Ausführungszeitraum	<ul style="list-style-type: none"> PV-Ausbau: kurzfristig bis 2030. Heizungsumrüstung: langfristig bis 2040.
Finanzierung und Förderprogramme <ul style="list-style-type: none"> BAFA: Förderung für Wärmepumpen und Heizungsumrüstung (bis zu 70 % der Kosten) KfW: Kredite und Zuschüsse für energieeffiziente Gebäude Bundes- und Landesprogramme: PV-Anlagen und Netzinfrastruktur Kommunale Haushaltsmittel für Vorbildprojekte. 	
Nächste Schritte <ul style="list-style-type: none"> Analyse geeigneter Dach- und Freiflächen für PV Abstimmung mit Stromnetzbetreiber über Netzausbau und Lastmanagement Erstellung eines Transformationsfahrplans für dezentrale Wärmeversorgung Umsetzung erster Pilotprojekte (kommunale Gebäude mit PV und Wärmepumpen) Beantragung von Fördermitteln für Heizungsumrüstung und PV-Anlagen Monitoring der Anschlussquote und Netzbelastung. 	



5.4 Maßnahme 4 – Leitungsgebundene Wärmeversorgung

Maßnahme 4	
Themengebiet	Leitungsgebundene Wärmeversorgung
Beschreibung <p>Die Maßnahme umfasst die Prüfung und den Aufbau leitungsgebundener Wärmeversorgungssysteme, insbesondere durch die Erstellung einer BEW-Machbarkeitsstudie für Wärmenetze in geeigneten Gebieten. Ziel ist es, die Wirtschaftlichkeit, technische Machbarkeit und ökologische Vorteile eines Wärmenetzes zu bewerten. Ergänzend wird die Abstimmung mit dem Gasnetzbetreiber erforderlich, da dieser einen Transformationsfahrplan für das Gasnetz erstellen muss. Dieser Fahrplan schafft Planungssicherheit für alle Akteure und vermeidet Fehlinvestitionen.</p>	
Synergien zu anderen Bereichen <p>Die Maßnahme ist eng mit der kommunalen Bauleitplanung und Stadtentwicklung verzahnt, da die Integration von Wärmenetzen und Energiezentralen in Bebauungspläne erforderlich ist. Sie unterstützt die Klimaschutzstrategie und erleichtert die Genehmigung von Infrastrukturprojekten. Durch die Abstimmung mit dem Gasnetzbetreiber wird eine koordinierte Transformation ermöglicht, die Doppelstrukturen vermeidet und Investitionen gezielt auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung ausrichtet. Zudem ergeben sich Synergien mit Quartierskonzepten und Sanierungsstrategien, da Wärmenetze bevorzugt in Gebieten mit hoher Wärmebedarfsdichte und sanierungsbedürftigem Bestand umgesetzt werden.</p>	
Verantwortliche Akteure <ul style="list-style-type: none"> Kommune / Stadtverwaltung (Initiierung und Koordination) Gemeinderat (Beschlussfassung) Wärmenetzbetreiber / Stadtwerke Fachplaner und Ingenieurbüros für Machbarkeitsstudien 	Betroffene Akteure <ul style="list-style-type: none"> Gasnetzbetreiber (Erstellung des Transformationsfahrplans) Gebäudeeigentümer und Mieter Gewerbe und Industrie Bürgerinnen und Bürger (Anschlussquote, Akzeptanz)
Wirkung / Ziele <ul style="list-style-type: none"> Aufbau und Erweiterung effizienter Wärmenetze auf Basis erneuerbarer Energien Sicherstellung einer geordneten Transformation des Gasnetzes Reduzierung von CO₂-Emissionen und Erhöhung der Versorgungssicherheit. 	Erfolgsindikatoren <ul style="list-style-type: none"> Positiver Ausgang der BEW-Machbarkeitsstudie Anzahl beschlossener Wärmenetzprojekte Anschlussquote von mindestens 50–60 % Veröffentlichung des Transformationsfahrplans durch den Gasnetzbetreiber Anzahl Bürgerinformationsveranstaltungen und Beteiligungsformate
Kosten	<ul style="list-style-type: none"> Geringe Kosten bis mittlere Kosten für Machbarkeitsstudien Hohe Investitionskosten für den Aufbau von Wärmenetzen Planungs- und Abstimmungskosten für die Integration in Bauleitplanung.
Maßnahmentyp	Öffentlichkeitsarbeit, Planungsmaßnahme, Baumaßnahme
Turnus	Einmalig für Machbarkeitsstudie und Abstimmung, fortwährend für Netzbetrieb und Ausbau.
Ausführungszeitraum	<ul style="list-style-type: none"> Machbarkeitsstudie und Abstimmung: kurzfristig bis 2030 Netzaufbau: mittelfristig bis 2035, langfristig bis 2040.
Finanzierung und Förderprogramme <ul style="list-style-type: none"> BEW: Förderung von Machbarkeitsstudien (bis zu 50 % der Kosten) Bundes- und Landesprogramme: Förderung für Wärmenetze und Infrastruktur Kommunale Haushaltsmittel für Planung und Bürgerbeteiligung. 	
Nächste Schritte <ul style="list-style-type: none"> Beschluss der Gemeinde zur Erstellung einer Machbarkeitsstudie Beauftragung eines Fachplaners für die BEW-Studie Abstimmung mit Gasnetzbetreiber zur Einbindung seines Transformationsfahrplans Durchführung der Machbarkeitsstudie inkl. Wirtschaftlichkeitsanalyse Veröffentlichung der Ergebnisse und Bürgerinformationsveranstaltungen Entscheidung über den Aufbau des Wärmenetzes und Sicherung geeigneter Flächen Integration in Bauleitplanung und Fördermittelbeantragung. 	

5.5 Umsetzungsstrategie

Die Umsetzung der Kommunalen Wärmeplanung erfordert die Zusammenarbeit verschiedener Ämter und Funktionsträger innerhalb der Kommune, die jeweils unterschiedliche Rollen und Verantwortlichkeiten übernehmen. Die Umsetzung folgt dabei dem Prinzip des PDCA-Zyklus (Plan, Do, Control, Act):

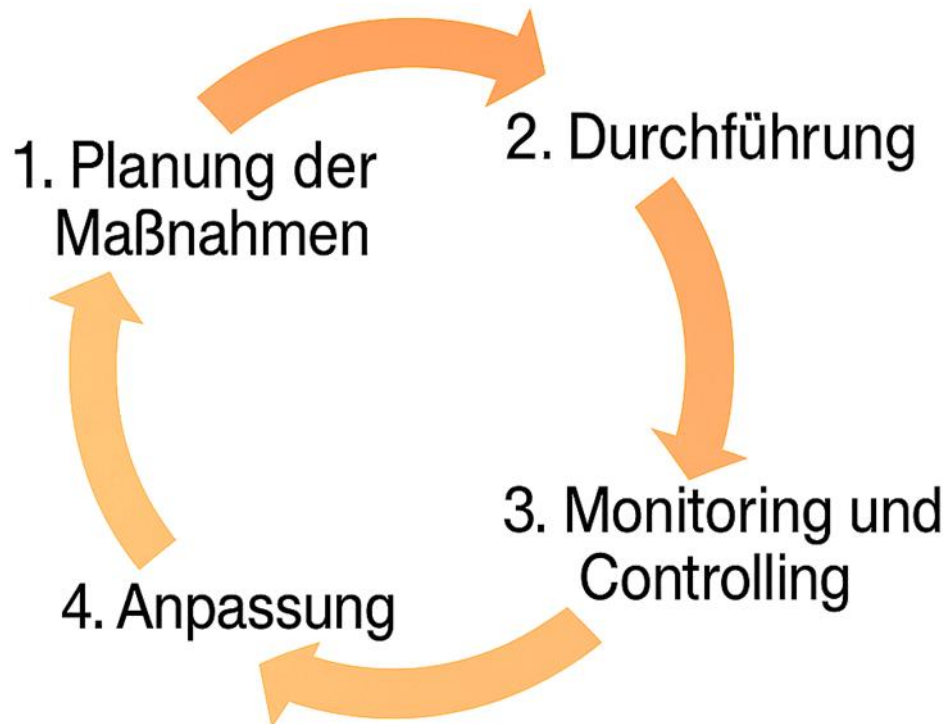


Abbildung 47: PDCA-Zyklus der Umsetzung, "rollierende Planung"

Als planerische Stelle kann die Gemeinde selbst angesehen werden. Weitere Akteure wie z.B. die Betreiber für Erdgas und Stromnetze oder Wärmenetzbetreiber können nach Bedarf hinzugezogen werden. Die beteiligten Ämter und Funktionsträger der Kommune haben in den einzelnen Schritten spezifische Aufgaben, die zusammenwirken müssen, um die Ziele der Kommunalen Wärmeplanung erfolgreich zu erreichen. Die Koordination zwischen diesen Akteuren ist entscheidend, um sicherzustellen, dass der PDCA-Cycle reibungslos und effektiv durchlaufen wird.

Die Umsetzungsstrategie ist in § 20 WPG geregelt. Hiermit sollen erste Maßnahmen im Einklang mit dem Zielszenario identifiziert werden

Dabei stehen nach § 20 Abs. 1 WPG insbesondere von der Gemeinde unmittelbar selbst zu realisierende sowie nach § 20 Abs. 2 WPG alle mit weiteren Akteuren verbundene Maßnahmen:

- § 20 Abs. 1 WPG: Von der Gemeinde unmittelbar selbst zu realisieren (Installation kommunaler Wärmepumpen, Energetische Sanierung kommunaler Gebäude, Informationskampagnen für Bürger, Einrichtung kommunaler Beratungsstelle für Gebäudeeigentümer, Integration der Wärmeplanung in Bauleitplanung (geeignete Flächen sichern))



- Zeitliche Staffelung:
 - Kurzfristig (bis 2030) z. B. Gebäudesanierung
 - Mittelfristig (bis 2035) z. B. Ausbau von Wärmenetzen
 - Langfristig (bis 2045) z. B. vollständige Dekarbonisierung der Versorgung

6. Verstetigungsstrategie

Die Wärmeplanung ist ein fortlaufender Prozess. Ziel ist eine institutionalisierte Umsetzung mit klaren Zuständigkeiten, verlässlichem Monitoring und regelmäßiger Fortschreibung mindestens alle fünf Jahre (WPG-Konformität), gestützt durch einen digitalen Zwilling.

6.1 Organisation und Verantwortlichkeiten

Benennung einer verantwortlichen Person für Umsetzung & Fortschreibung (5-Jahres-Rhythmus).

Beispielvorlage zur Festschreibung (Kurzmuster) – Beschlusspunkte:

1. Benennung der kommunalen Ansprechperson (Rolle/Name) und Stellvertretung.
2. Einführung eines jährlichen Wärmewende-Statusberichts (öffentlich) und eines internen Quartals-Controllings (Gremium).
3. Fortschreibung des Wärmeplans im 5-Jahres-Rhythmus; Beauftragung externer Fachbüros für Detailuntersuchungen/Monitoring bei Bedarf.

7. Fortschreibung (mindestens alle 5 Jahre)

- Rhythmus: Überprüfung/Anpassung des Wärmeplans spätestens fünf Jahre nach Veröffentlichung; frühere Teilfortschreibungen bei wesentlichen Änderungen möglich.
- Ablauf:
 1. Monitoring-Review & Datenabzug aus Digitalem Zwilling,
 2. Aktualisierung der Gebietskulisse und Maßnahmenprioritäten,
 3. Beschlussfassung in allen Gremien.
- Ressourcen: Verwaltung koordiniert; externe Expertise (z. B. für Machbarkeitsstudien, Transformations- oder Ausbaupläne, Monitoring) bei Bedarf beauftragbar.