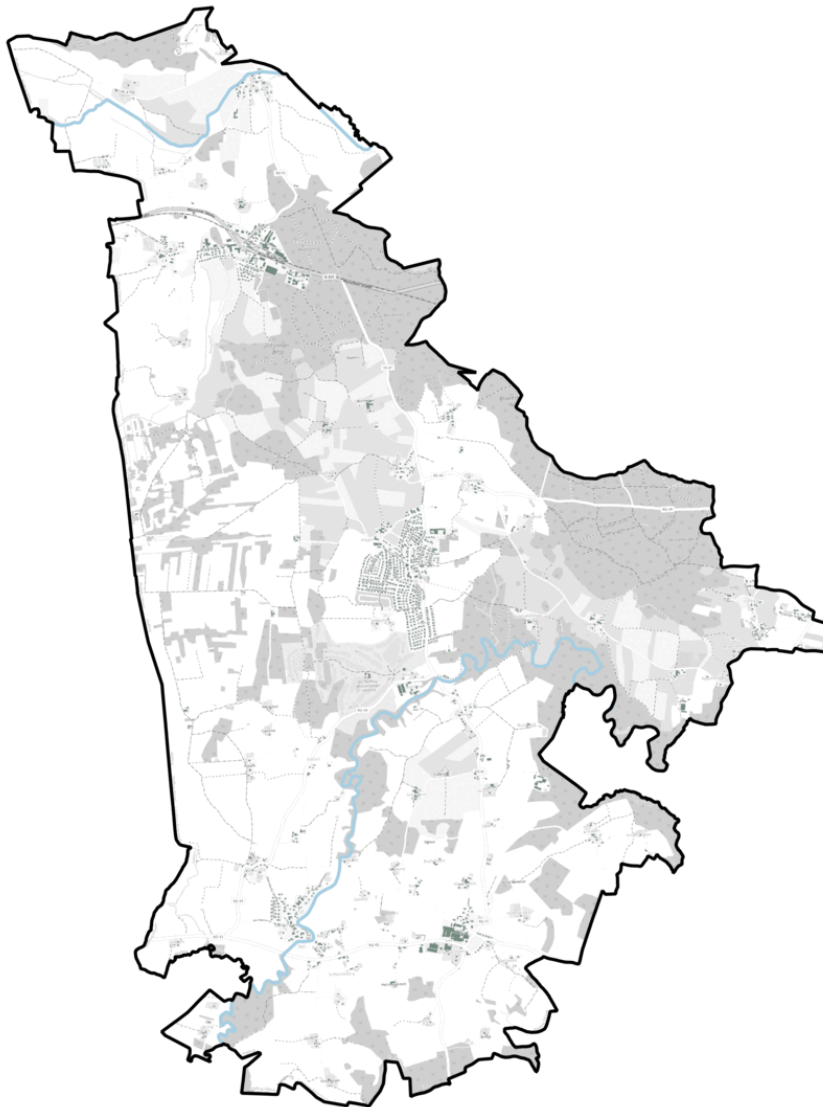


Kommunale Wärmeplanung

Abschlussbericht



Pfaffing



Impressum

Herausgeber: Gemeinde Pfaffing
Schulstraße 3
83539 Pfaffing
Ansprechpartner:
Christian Thomas
christian.thomas@vgem-pfaffing.de



Ersteller: Institut für nachhaltige Energieversorgung GmbH
Anton-Kathrein-Straße 1
83022 Rosenheim
www.inev.de
+49 8031 271 680
info@inev.de



Projektleitung: Adrian Hausner
Stellvertretung: Lea Schmidtke
Projektteam: Nils Schild, Simon Paternoster, Odai Alasmar, Abdullah Rabih, Béla van Rinsum, Annina Oberrenner, Christina Spiegel, Sebastian Stöhr, Antonia Paulus, Patricia Pöllmann, Abhishek Patil, Benedikt Schumann

Version: V1.0
Stand: März 2026

Gefördert nach: Kommunalrichtlinie, Förderkennzeichen 67K29013
Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung für die
Gemeinde Pfaffing
Projektträger Z-U-G gGmbH
Laufzeit: 01.11.2024 - 31.03.2026
www.klimaschutz.de/kommunalrichtlinie

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Nationale Klimaschutzinitiative: Mit der Nationalen Klimaschutzinitiative initiiert und fördert die Bundesregierung seit 2008 zahlreiche Projekte, die einen Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemissionen leisten. Ihre Programme und Projekte decken ein breites Spektrum an Klimaschutzaktivitäten ab: Von der Entwicklung langfristiger Strategien bis hin zu konkreten Hilfestellungen und investiven Fördermaßnahmen. Diese Vielfalt ist Garant für gute Ideen. Die Nationale Klimaschutzinitiative trägt zu einer Verankerung des Klimaschutzes vor Ort bei. Von ihr profitieren Verbraucherinnen und Verbraucher ebenso wie Unternehmen, Kommunen oder Bildungseinrichtungen.

Hinweis zur Sprache:

Zum Zweck der besseren Lesbarkeit wird im Bericht die Sprachform des generischen Maskulinums verwendet. Diese Sprachform ist geschlechtsneutral zu verstehen und schließt alle Geschlechter gleichermaßen ein.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
1 Rechtlicher Rahmen und aktuelle Förderprogramme	2
1.1 Wärmeplanungsgesetz und Kommunalrichtlinie	2
1.2 Dekarbonisierung von Wärmenetzen	3
1.3 Wärmeplanungsgesetz und Gebäudeenergiegesetz	5
1.4 Rechtsfolgen der kommunalen Wärmeplanung	6
1.5 Bundesförderungen für effiziente Gebäude und effiziente Wärmenetze	6
2 Bestandsanalyse	10
2.1 Datenerhebung und Energieinfrastruktur	10
2.2 Eignungsprüfung und bauliche Struktur	16
2.3 Energie- und Treibhausgasbilanz	26
3 Potenzialanalyse	35
3.1 Wärmenetze	37
3.2 Gebäudenetze	47
3.3 Betreibermodelle	47
3.4 Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien	50
3.5 Effizienzpotenziale	75
3.6 Potenziale zur Nutzung von Abwärme	79
3.7 Fazit Potenziale	82
4 Gebietseinteilung und Szenarienentwicklung	84
4.1 Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete in den Stützjahren und im Zieljahr	84
4.2 Zielszenario	91
5 Umsetzungsstrategie	97
5.1 Fokusgebiete	97
5.2 Maßnahmenfahrplan für das gesamte Gebiet	106
5.3 Controlling	107
5.4 Kommunikation	110
5.5 Verstetigung	115
6 Fazit	116
7 Verweise	117
8 Glossar	119

9 Anhang	121
9.1 Maßnahmenkatalog	121

Abbildungsverzeichnis

1.1	Ablauf der kommunalen Wärmeplanung, eigene Darstellung	4
1.2	Aufbau und Förderinhalte der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), eigene Darstellung	7
2.1	Energieversorgung in Pfaffing: Standorte von Biogasanlagen und des Laufwasserkraftwerks, Lage des bestehenden Gebäudenetzes sowie der Verlauf des Stromnetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	12
2.2	Überwiegender Energieträger nach höchster Nennwärmeleistung auf Baublockebene in Pfaffing, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	14
2.3	Standortbezogene Darstellung der identifizierten Großverbraucher in Pfaffing, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	15
2.4	Überwiegender Gebäudetyp auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	18
2.5	Überwiegende Baualtersklassen auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	20
2.6	Wärmebedarf nach Hektarraster in Pfaffing, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	22
2.7	Aggregierter Wärmebedarf auf Baublockebene in Pfaffing, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	22
2.8	Wärmelinienichten in Pfaffing, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	24
2.9	Ergebnisdarstellung der Eignungsprüfung von Pfaffing, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	25
2.10	Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereich, eigene Darstellung	27
2.11	Endenergieverbrauch nach Sektoren, eigene Darstellung	28
2.12	Treibhausgasemissionen nach Anwendungsbereich, eigene Darstellung	29
2.13	Treibhausgasemissionen nach Sektoren, eigene Darstellung	30
2.14	Treibhausgasemissionen nach Energieträgern im Wärmebereich, eigene Darstellung	30
2.15	Wärmeverbrauch nach Energieträgern, eigene Darstellung	31
2.16	Anteil des erneuerbaren Wärmeverbrauchs, eigene Darstellung	32
2.17	Wärmeverbrauch nach Sektoren, eigene Darstellung	33
2.18	Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern, eigene Darstellung	34
3.1	Potenzialpyramide, eigene Darstellung	36
3.2	Wärmenetzuntersuchungsgebiete in Pfaffing, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	38
3.3	Detailbetrachtung Pfaffing und Lehen, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	41

3.4	Detailbetrachtung Forsting, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	44
3.5	Detailbetrachtung Rettenbach, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	46
3.6	Beispielhafte Abbildung für die Funktionsweise einer Wärmepumpe, eigene Darstellung	50
3.7	Gebäudeanteil mit Potenzial zur Abdeckung des Wärmebedarfs durch eine Luft-Wasser-Wärmepumpe, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	53
3.8	Technologien der oberflächennahen Geothermie mit ihren Funktionsweisen, eigene Darstellung	56
3.9	Entzugsenergie je Flurstück bei der Nutzung von Erdwärmekollektoren [2]	56
3.10	Entzugsleistung je Flurstück bei der Nutzung von Grundwasserwärmepumpen [2]	57
3.11	Entzugsenergie je Flurstück bei der Nutzung von Erdwärmesonden [2]	57
3.12	Verortung der Attel und ihre Messstellen, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	60
3.13	Ertragspotenzial für Solarthermieranlagen auf Dachflächen, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	63
3.14	Biomassepotenzial auf Acker- und Grünflächen in Pfaffing, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	66
3.15	Biomassepotenzial auf Waldflächen in Pfaffing, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	66
3.16	Photovoltaikpotenzial auf Freiflächen in Pfaffing, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	70
3.17	Photovoltaikpotenzial auf Dachflächen in Pfaffing, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	72
3.18	Windvorranggebiete in Pfaffing aus Regionalplan-Entwurf vom 01.09.2025, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	74
3.19	Verteilung der Sanierungswahrscheinlichkeit nach Baualtersklasse, eigene Darstellung	76
3.20	Szenario 1: jährlich 5 % energetische Sanierung des Wohngebäudebestandes bis 2045, eigene Darstellung	77
3.21	Szenario 2: jährlich 1,5 % energetische Sanierung des Wohngebäudebestandes bis 2045, eigene Darstellung	77
4.1	Gebietseinteilung in Wärmeversorgungsgebiete in Pfaffing über die Stützjahre, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	86
4.2	Eignung der dezentralen Versorgung in Pfaffing im Zieljahr 2045, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	89
4.3	Eignung der Wärmeversorgung durch ein Wärmenetz in Pfaffing im Zieljahr 2045, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	89
4.4	Eignung der Wärmeversorgung durch Wasserstoff in Pfaffing im Zieljahr 2045, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	90

4.5	Verlauf des Emissionsfaktors des Bundesstrommixes nach KWW-Halle	92
4.6	Entwicklung des Wärmebedarfs nach Sektoren für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung	94
4.7	Entwicklung des Wärmebedarfs nach Energieträgern für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung	94
4.8	Entwicklung der THG-Emissionen aus dem prognostizierten Wärmebedarf für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung	95
4.9	Entwicklung des Wärmebedarfs der leitungsgebundenen Energieträger für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung	96
5.1	Übersicht der Fokusgebiete in Pfaffing, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	98
5.2	Überwiegender Energieträger in den Heizungsanlagen im Fokusgebiet Forsting, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	100
5.3	Durchschnittliches Alter der Heizungsanlagen im Fokusgebiet Forsting, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	101
5.4	Überwiegender Energieträger in den Heizungsanlagen im Fokusgebiet Rettenbach, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	104
5.5	Durchschnittliches Alter der Heizungsanlagen im Fokusgebiet Rettenbach, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	105
5.6	PDCA-Managementprozess, eigene Darstellung	107
5.7	Bürgerinformationsveranstaltung am 18.11.2025 im großen Gemeindesaal in Pfaffing (Foto: Renate Drax)	111
5.8	Mögliche Inhalte der Öffentlichkeitsarbeit, eigene Darstellung	114

Tabellenverzeichnis

1.1	Modulaufbau und Förderinhalte der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), Stand 2026	9
2.1	Kesstypen und Anzahl der dezentralen Wärmeerzeugung in Pfaffing, Erhebung über <i>Landesamt für Statistik</i>	13
2.2	Datengrundlagen und Analysekriterien der Eignungsprüfung, eigene Darstellung	16
2.3	Einschätzung zur Eignung für Wärmenetze nach Wärmedichte, entnommen aus Leitfaden Wärmeplanung des Bundes [3]	21
2.4	Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen, entnommen aus Leitfaden Wärmeplanung des Bundes [3]	23
3.1	Übersicht der Indikatoren zur Bewertung von Wärmenetzgebieten, in Anlehnung an [3]	38
3.2	Untersuchungsergebnisse des Betrachtungsgebiets Pfaffing und Lehen, eigene Darstellung	40
3.3	Untersuchungsergebnisse des Betrachtungsgebiets Forsting - Teil 1, eigene Darstellung	43
3.4	Untersuchungsergebnisse des Betrachtungsgebiets Forsting - Teil 2, eigene Darstellung	43
3.5	Untersuchungsergebnisse des Betrachtungsgebiets Rettenbach, eigene Darstellung	46
3.6	Aspekte verschiedener Betriebsmodelle bei Gebäude- und Wärmenetzen . .	49
3.7	U-Werte der Gebäudehülle des Referenzgebäudes nach GEG 2024, eigene Darstellung	76
3.8	Zusammenfassung und Bewertung der Relevanz der Potenziale	82
4.1	Entwicklung des Wärmebedarfs und erneuerbarer Anteil über die Stützjahre .	94
4.2	Entwicklung der Treibhausgasemissionen über die Stützjahre	95
5.1	Maßnahmenliste inklusive Einteilung in Handlungsfelder und Bereiche, eigene Darstellung	106
5.2	Übersicht Maßnahmenmonitoring und -controlling	109
5.3	Kommunikationskanäle und Darstellungsmöglichkeiten, eigene Darstellung . .	112

Vorwort

Die Wärmeversorgung ist ein zentraler Baustein der Energiewende und zugleich eine der größten Herausforderungen für unsere Städte und Gemeinden. Mit der Kommunalen Wärmeplanung hat die Gemeinde Pfaffing einen wichtigen Schritt unternommen, um die Wärmeversorgung vor Ort langfristig, verlässlich und zukunftsfähig aufzustellen.

In den letzten Monaten wurde die Kommunale Wärmeplanung für Pfaffing durch das *Institut für nachhaltige Energieversorgung* in enger Zusammenarbeit mit der Gemeindeverwaltung erarbeitet. Dabei war es uns von Anfang an wichtig, möglichst viele Akteure einzubinden. Potenzielle Wärmenetzbetreiber, lokale Unternehmen, Bürgerinnen und Bürger sowie der Gemeinderat haben ihr Wissen, ihre Erfahrung und ihre Anmerkungen in diesen Prozess eingebracht.

Der Abschlussbericht zeigt auf, wo Pfaffing heute steht, welche Potenziale vorhanden sind und welche Wege sich für eine klimafreundliche und wirtschaftliche Wärmeversorgung eröffnen. Die Kommunale Wärmeplanung ist dabei kein starres Regelwerk,

sondern eine strategische Orientierung und Entscheidungsgrundlage für Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Bürgerschaft.

Mein Dank gilt allen Beteiligten, die an der Erstellung der Kommunalen Wärmeplanung mitgewirkt haben, insbesondere Projektleiter *Adrian Hausner* und dem *Institut für nachhaltige Energieversorgung* für die fachliche Begleitung sowie allen Akteuren und dem Gemeinderat. Die kommunale Wärmeplanung hat eine fundierte Basis geschaffen, auf der die Gemeinde Pfaffing aufbauen kann.

Ich bin überzeugt, dass dieser Abschlussbericht einen wichtigen Beitrag für die nachhaltige Entwicklung unserer Gemeinde leistet und uns hilft, die kommenden Aufgaben zu meistern.

Pfaffing, den 31.03.2026

Josef Niedermeier

Erster Bürgermeister

Gemeinde Pfaffing

1 Rechtlicher Rahmen und aktuelle Förderprogramme

Das *Wärmeplanungsgesetz* (WPG) ist am 1. Januar 2024 in Kraft getreten und verpflichtet alle Bundesländer zur Durchführung einer Wärmeplanung. Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohnern müssen diese bis zum 30. Juni 2026 abschließen, während für Kommunen mit weniger als 100.000 Einwohnern eine Frist bis zum 30. Juni 2028 gilt. Die Wärmeplanung verfolgt gemäß § 1 WPG das Ziel, die Wärmeversorgung bis spätestens 2045 treibhausgasneutral zu gestalten.

Diese Pflicht wird mittels Landesrechts auf Kommunen übertragen. Die *Verordnung zur Ausführung energiewirtschaftlicher Vorschriften* (AVEn) ist am 2. Januar 2025 in Kraft getreten. Der bayerische Gesetzgeber greift damit im Wesentlichen die Vorgaben des Bundesgesetzes auf und regelt die Handlungsspielräume der Länder parallel dazu. Die Gemeinde Pfaffing hat somit alle gesetzlichen Vorgaben erfüllt.

Im folgenden Kapitel werden Ablauf und Inhalte der kommunalen Wärmeplanung vorgestellt sowie der Zusammenhang mit der *Kommunalrichtlinie* (KRL) und dem *Gebäudeenergiegesetz* (GEG) erläutert. Ergänzend werden aktuelle Informationen zu relevanten Förderprogrammen aufgeführt. Da sich Gesetze und Förderkonditionen ändern können, ist es entscheidend, die jeweils aktuellen Vorgaben und Richtlinien zu prüfen, um die Planung und Umsetzung effektiv und rechtssicher gestalten zu können.

1.1 Wärmeplanungsgesetz und Kommunalrichtlinie

Die Gemeinde Pfaffing hat im Jahr 2024 einen Antrag auf Förderung im Rahmen der Richtlinie zur Bundesförderung kommunaler Klimaschutz (*Kommunalrichtlinie*) gestellt. Mit der *Kommunalrichtlinie*, die seit dem Jahr 2008 besteht, unterstützt das *Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit* Kommunen und kommunale Akteure dabei, ihre Emissionen nachhaltig zu senken. Die Kommunalrichtlinie hat vor Inkrafttreten des WPG auch Wärmepläne bezuschusst. Diese Förderung lief mit dem Inkrafttreten des Wärmeplanungsgesetzes aus.

Die Gemeinde Pfaffing profitiert durch die frühe Antragstellung von einer 90 %-igen Förderquote und konnte mit der kommunalen Wärmeplanung im Sommer 2025 starten.

Die Förderinhalte der *Kommunalrichtlinie* spiegeln im Wesentlichen die Inhalte des *Wärmeplanungsgesetzes* wider. Abbildung 1.1 zeigt den vorgesehenen Ablauf der kommunalen Wärmeplanung. Zunächst beschließt die Kommune als planungsverantwortliche Stelle die Durchführung. Dieser Beschluss wurde am 30.07.2025 vom Gemeinderat einstimmig gefasst. Im Anschluss erfolgt eine Bestandsanalyse mit der Eignungsprüfung, um den aktuellen Zustand zu bewerten. Aufbauend darauf wird eine Potenzialanalyse durchgeführt, um mögliche Chancen und Ressourcen für die zukünftige Wärmeversorgung zu identifizieren.

Auf dieser Grundlage wird ein Zielszenario entwickelt, das die angestrebte Wärmeversorgung beschreibt. Das Gemeindegebiet von Pfaffing wird anschließend in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete unterteilt, und die geplanten Versorgungsarten für das Zieljahr werden festgelegt. Für die Gebietseinteilung stehen folgende Kategorien zur Verfügung:

- Gebiete für dezentrale Wärmeversorgung
- Wärmenetzgebiete:
Wärmenetzverdichtungsgebiet,
Wärmenetzausbaugebiete,
Wärmenetzneubaugebiet
- Wasserstoffnetzgebiete
- Prüfgebiete

Daraufhin wird eine Umsetzungsstrategie entwickelt, die konkrete Maßnahmen enthält, um das Zielszenario zu erreichen. Eine gezielte Akteursbeteiligung dient dazu, über das Projekt zu informieren, Bedenken aufzunehmen, Anregungen in die Planung einzubeziehen und einen möglichst breiten Konsens zu schaffen. Außerdem werden ein Controllingkonzept und eine Verstetigungsstrategie erarbeitet, um die kontinuierliche Umsetzung und Überwachung der Maßnahmen und nötigen Emissionsreduktionen sicherzustellen. Eine Kommunikationsstrategie

soll eine transparente Kommunikation nach außen über bevorstehende Maßnahmen des Wärmeplans sicherstellen.

1.2 Dekarbonisierung von Wärmenetzen

Das *Wärmeplanungsgesetz* regelt zudem die Dekarbonisierung bestehender Wärmenetze. Vorgesehen ist, dass der Anteil erneuerbarer Energien in diesen Netzen stufenweise erhöht wird (Fristverlängerungen sind möglich):

- ab dem 1. Januar 2030 min. 30 %
- ab dem 1. Januar 2040 min. 80 %

Für neue Wärmenetze gilt ab dem 1. März 2025 ein Anteil von mindestens 65 % erneuerbarer Energien in der Nettowärmeerzeugung (§30 WPG). Zusätzlich zur Nutzung erneuerbarer Energien können Wärmenetze auch durch unvermeidbare Abwärme oder eine Kombination dieser Quellen betrieben werden. Bis 2045 müssen alle Wärmenetze vollständig treibhausgasneutral sein (§31 WPG). Zur Erreichung dieser Ziele sind Wärmenetzbetreiber gemäß §32 WPG verpflichtet, Dekarbonisierungs- bzw. Transformationspläne zu erstellen. Die Verpflichtung gilt nicht für Wärmenetze, die eine Länge von einem Kilometer nicht überschreiten.



Abbildung 1.1: Ablauf der kommunalen Wärmeplanung, eigene Darstellung

1.3 Wärmeplanungsgesetz und Gebäudeenergiegesetz

Das *Wärmeplanungsgesetz* (WPG) und das *Gebäudeenergiegesetz* (GEG) sind zentrale Elemente für den Umbau der deutschen Energieversorgung hin zu Nachhaltigkeit und Treibhausgasneutralität. Das *GEG* legt fest, wie die erneuerbaren Energien für die Beheizung zu verwenden sind. Das *WPG* dient dabei als wichtige Orientierung für Kommunen, Bürger sowie Unternehmen, um die lokale Wärmeversorgung strategisch zu planen und nachhaltig zu gestalten. Gemeinsam schaffen diese Gesetze den rechtlichen Rahmen für eine klimafreundliche Wärmeversorgung und fördern den Übergang zu treibhausgasneutralen Energiequellen.

Ab dem 30. Juni 2026/2028 müssen grundsätzlich alle **neu eingebauten Heizungen**, unabhängig davon, ob es sich um Neubauten oder Bestandsgebäude, Wohn- oder Nichtwohngebäude handelt, mindestens 65 % erneuerbare Energien nutzen. Eigentümer haben die Möglichkeit, diesen Anteil auf zwei Arten nachzuweisen: entweder durch eine individuelle Lösung oder durch die Wahl einer der gesetzlich vorgegebenen Optionen. Zu den Erfüllungsoptionen gehören:

- Anschluss an ein Wärmenetz
- elektrische Wärmepumpe
- Stromdirektheizung
- Heizung auf Basis von Solarthermie
- Heizung zur Nutzung von Biomasse oder grünem oder blauem Wasserstoff

- Hybridheizung (Kombination aus erneuerbarer Heizung und Gas- oder Ölkessel)

Unter bestimmten Voraussetzungen kann auch eine sogenannte „H2-Ready“-Gasheizung eingebaut werden, die später auf 100 % Wasserstoff umgerüstet werden kann.

Die kommunale Wärmeplanung (KWP) soll Bürger sowie Unternehmen über die bestehenden und zukünftigen Optionen zur lokalen Wärmeversorgung informieren und das Gemeindegebiet in Versorgungsgebiete einteilen. Zudem soll sie als Orientierungshilfe dienen, um Eigentümer bei der Auswahl einer geeigneten Heizungsanlage zu unterstützen. **Bestehende Heizungen** dürfen weiterhin betrieben werden. Sollte eine Gas- oder Ölheizung ausfallen, darf sie repariert werden. Bei irreparablen Heizungsdefekten (Heizungshavarien) oder bei konstant temperierten Kesseln, die älter als 30 Jahre sind, gelten pragmatische Übergangslösungen und mehrjährige Fristen. Übergangsweise darf bis zum Ablauf der Fristen der kommunalen Wärmeplanung (2026 bzw. 2028) noch eine fossil betriebene Heizung eingebaut werden. Dabei ist zu beachten, dass diese ab 2029 einen steigenden Anteil an erneuerbaren Energien aufweisen muss (§71i GEG):

- ab 2029 mindestens 15 %
- ab 2035 mindestens 30 %
- ab 2040 mindestens 60 %
- ab 2045 100 %

Nach Ablauf der Fristen für die kommunale Wärmeplanung (2026 bzw. 2028) können

weiterhin Gasheizungen eingebaut werden, sofern sie mit mindestens 65 % erneuerbaren Energien, wie Biogas oder Wasserstoff, betrieben werden. Der endgültige Stichtag für die Nutzung fossiler Brennstoffe in Heizungen ist der 31. Dezember 2044. In Härtefällen können Eigentümer von der Pflicht zur Nutzung erneuerbarer Energien befreit werden.

1.4 Rechtsfolgen der kommunalen Wärmeplanung

Obwohl der Wärmeplan selbst keine rechtliche Außenwirkung hat (§23 WPG), kann die Gemeinde auf dessen Basis Gebiete für den Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder Wasserstoffnetzen festlegen. Solche Beschlüsse ziehen rechtliche Konsequenzen nach sich und sind im *Wärmeplanungsgesetz* (WPG) geregelt. Verbindliche Festlegungen entstehen nur durch zusätzliche, optionale Beschlüsse der Gemeinde, wenn Gebiete für den Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder Wasserstoffnetzen ausgewiesen werden (§26 WPG). In diesen Gebieten greifen die entsprechenden Vorschriften des *Gebäudeenergiegesetzes* (GEG) zum Heizungstausch und zu Übergangslösungen (§71 Abs. 8 Satz 3, §71k Abs. 1 Nr. 1 GEG) einen Monat nach dem Beschluss der Ge-

meinde. Diese Festlegung verpflichtet jedoch nicht zur tatsächlichen Nutzung der ausgewiesenen Versorgungsart oder zum Bau entsprechender Wärmeinfrastrukturen.

1.5 Bundesförderungen für effiziente Gebäude und effiziente Wärmenetze

1.5.1 Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Die *Bundesförderung für effiziente Gebäude* (BEG) ist eine staatliche Förderung in Deutschland zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Nutzung erneuerbarer Energien in Gebäuden. Sie bündelt verschiedene Förderprogramme und richtet sich sowohl an private als auch an gewerbliche Immobilienbesitzer sowie an öffentliche Einrichtungen. Neben den baulichen Maßnahmen wird in allen Programmen auch die Energieberatung (Fachplanung und Baubegleitung) mitgefördert. Im Folgenden werden die drei Hauptbereiche der BEG für Sanierung vorgestellt zum Stand Januar 2026. Zudem gibt es Förderprogramme bzw. zinsvergünstigte KfW-Kredite für Neubauten. Abbildung 1.2 zeigt die Struktur der Bundesförderung für effiziente Gebäude und unterteilt diese in Einzelmaßnahmen und systematische Maßnahmen.



Abbildung 1.2: Aufbau und Förderinhalte der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), eigene Darstellung

1.5.2 BEG Einzelmaßnahmen (BEG EM)

Die *BEG Einzelmaßnahmen* (BEG EM) fördern gezielt einzelne Modernisierungen in bestehenden Gebäuden. Dazu zählen unter anderem die Optimierung der Heizung, die Verbesserung der Dämmung sowie die Installation von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien. Die Förderung erfolgt entweder als direkter Zuschuss oder als Kredit mit einem Tilgungszuschuss.

Im Bereich der Heizungstechnik werden der Austausch und die Umrüstung von Wärmezeugungsanlagen gefördert, sofern zukünftig die Wärme aus mindestens 65 % erneuerbare Energien erzeugt wird. Neben dem Austausch von dezentralen Wärmezeugungsanlagen wird auch die Errichtung eines Gebäudenetzes sowie der Anschluss an ein Gebäude- oder Wärmenetz gefördert. Ein Gebäudenetz dient dabei der Wärmeversorgung von bis zu 16 Gebäuden und maximal 100 Wohneinheiten. Förderfähig sind die Errichtung, der Umbau sowie die Erweiterung des Netzes selbst, alle zugehörigen Komponenten sowie notwendige Umfeldmaßnahmen, wobei die Förderquote vom Anteil erneuerbarer Energien im Wärmenetz abhängt. Unter Einhaltung des Anteils von 65 % erneuerbare Energien, werden die genannten Einzelmaßnahmen in der Regel mit einem Grundfördersatz von 30 % gefördert. Durch unterschiedliche Boni kann dieser bis zu einer maximalen Grenze von 70 % gesteigert werden.

Neben dem Austausch von Wärmezeugungsanlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien wird die Optimierung von Anlagen gefördert. Zur Beratung im individuellen Fall und Findung der wirtschaftlichsten Lösung wird eine professionelle Energieberatung

empfohlen. Zusätzlich informiert das *Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle* (BAFA) detailliert über die unterschiedlichen Fördermöglichkeiten.

1.5.3 BEG Wohngebäude (BEG WG)

Die *BEG Wohngebäude* (BEG WG) fördert energetische Sanierungen und Neubauten von Wohngebäuden einschließlich Dämmung, Fensteraustausch, Heizungsaustausch und der Nutzung erneuerbarer Energien. Die Förderungen bestehen aus Zuschüssen oder Krediten und richten sich nach dem Effizienzhaus-Standard (z. B. Effizienzhaus 55, Effizienzhaus 40).

1.5.4 BEG Nichtwohngebäude (BEG NWG)

Die *BEG Nichtwohngebäude* (BEG NWG) unterstützt vergleichbare Maßnahmen in Nichtwohngebäuden wie Gewerbe-, Industrie- und Bürogebäuden, ebenfalls nach Effizienzhaus-Standards und als Zuschüsse oder Kredite.

1.5.5 Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)

Die *Bundesförderung für effiziente Wärmenetze* (BEW) unterstützt den Aufbau und die Modernisierung von Wärmenetzen, die überwiegend erneuerbare Energien oder Abwärme nutzen. Die Förderung erfolgt als Zuschuss oder Kredit mit Tilgungszuschuss und richtet sich an Kommunen, Unternehmen und Energieversorger. Förderfähig sind neben der Errichtung neuer Wärmenetze auch die Erweiterung und Dekarbonisierung bestehender Netze sowie die Integration von Speichertechnologien. Ein zentrales Förderkriterium ist der Anteil erneuerbarer Ener-

gien oder Abwärme an der Wärmeerzeugung im Netz, der mindestens 50 % betragen muss. Das Förderprogramm ist modular

aufgebaut (siehe Tabelle 1.1) und umfasst vier Hauptmodule, um eine ganzheitliche Unterstützung von der Planung bis zur Umsetzung zu gewährleisten.

Tabelle 1.1: *Modulaufbau und Förderinhalte der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), Stand 2026*

	Modul 1 Planung	Modul 2 Systemische Investition	Modul 3 Einzelmaßnahme	Modul 4 Betriebsförderung
Neue Wärmenetze	<p>Machbarkeitsstudie und Planungsleistung (HOAI LP 2–4) Förderquote: 50 %</p>	<p>systemische Investitionsförderung Neubau Wärmenetzsystem Förderquote: 40 %</p>		<p>Betriebskostenförderung von Wärmepumpen & Solarthermie Wärmepumpe: bis zu 9,2 ct/kWh_{th} Solarthermie: 1 ct/kWh_{th}</p>
Bestehende Wärmenetze	<p>Planungsleistung (HOAI LP 2–4) Förderquote: 50 % (Transformationsplan selbst wird nicht mehr gefördert)</p>	<p>systemische Investitionsförderung Wärmenetzsystem Förderquote: 40 %</p>	<p>Förderung einzelner Investitionsmaßnahmen wie EE Wärmeerzeuger, Digitalisierung etc. Förderquote: 40 %</p>	<p>Betriebskostenförderung von Wärmepumpen & Solarthermie Wärmepumpe: bis zu 9,2 ct/kWh_{th} Solarthermie: 1 ct/kWh_{th}</p>

2 Bestandsanalyse

2.1 Datenerhebung und Energieinfrastruktur

Im Rahmen der Bestandsanalyse werden verschiedene Daten erhoben, um ein umfassendes Bild der aktuellen Wärmeversorgung und -nutzung in Pfaffing darzustellen. Dafür werden folgende Geodaten verarbeitet:

- Gebäudemodelle (LoD2-Daten 2025 - Level-of-Detail Stufe 2) [4]
- Tatsächliche Nutzung (ALKIS 2025) [5]
- Baualtersklassen (Zensus 2011) [6]

Die Geodaten werden über das *Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung* [4] bereitgestellt. Alle Abbildungen werden auf Grundlage der Open Street Map erstellt [1]. Weitere Informationen über den aktuellen Energieverbrauch, die Art der Heizsysteme, die Energiequellen sowie Infrastrukturdaten und Versorgungsleitungen werden direkt erhoben. Das *Institut für nachhaltige Energieversorgung GmbH* (INEV) hat auf Basis der Systematik des Klimaschutz-Planers passgenaue Datenerhebungsbögen entwickelt. Durch die Zusammenarbeit mit verschiedenen Akteuren können die erforderlichen Daten erfasst werden. Die Bilanzierung der Treibhausgasemissionen in Pfaffing wurde für das Kalenderjahr 2023 vorgenommen. Der zeitliche Versatz zwischen Bilanzjahr und Erstellungsjahr ist durch die Verfügbarkeit von Daten begründet.

Für die Bilanzerstellung wurden insbesondere folgende Datenquellen angesprochen:

- **Stromnetzbetreiber:**
Bayernwerk Netz GmbH
- **Gasnetzbetreiber:** -
- **Wärmenetzbetreiber:**
Gemeinde Pfaffing
- **Kehrbuchdaten:**
Bayerisches Landesamt für Statistik
- **Daten zu kommunalen Liegenschaften und Abwasser:**
Gemeinde Pfaffing
- **Verbrauchs- und Abwärmedaten von Großverbrauchern und Industrie:**
Eigene Erhebung
- **Eignungsprüfung für die kommunale Wärmeplanung:**
Kurzgutachten des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

In den folgenden Kapiteln werden zentrale Aspekte der infrastrukturellen Gegebenheiten in der Gemeinde Pfaffing behandelt. Zunächst wird der Wärmebedarf, die Energiestruktur analysiert und Großverbraucher räumlich verortet. Die Eignungsprüfung als grobe Einschätzung zu leitungsgebunden versorgten Gebieten ist das erste Ergebnis im Prozess der Wärmeplanung. Anschließend wird der Ist-Zustand mithilfe einer Energie- und Treibhausgasbilanz dargestellt.

Die Energie- und Treibhausgasbilanz ist ein zentraler Schritt in der kommunalen Wärmeplanung, da sie eine detaillierte Bestandsanalyse ermöglicht. Die Ergebnisse der Bestandsanalyse dienen als Grundlage für die Entwicklung effektiver Maßnahmen zur Reduktion von Emissionen.

2.1.1 Leitungsgebundene Energieversorgung

Abbildung 2.1 zeigt eine Karte mit der Energieversorgung in der Gemeinde. Sie beinhaltet die Standorte der erneuerbaren Strom- und Wärmeerzeugung durch Wasserkraft und Biogas sowie potenzielle Quellen zur Nutzung von Abwärme. Darüber hinaus ist der Verlauf der Freileitungen des Mittelspannungsnetzes für den Transport elektrischer Energie ersichtlich. Das Netz verbindet die Gemeinde Pfaffing mit dem übergeordneten Stromnetz und spielt eine wichtige Rolle in der regionalen Energieversorgung. Außerdem ist zu erwähnen, dass innerhalb der Gemeinde Pfaffing kein bestehendes Gasnetz vorhanden ist.

Zudem ist das Erschließungsgebiet des bestehenden Gebäudenetzes an der Grundschule von Pfaffing dargestellt, über das derzeit fünf Gebäude mit Wärme aus Hackschnitzeln versorgt werden. Gebäudenetze grenzen sich durch die Anzahl an ange-

schlossenen Gebäuden von Wärmenetzen ab. Gebäudenetze, welche in Kapitel 3.2 ausführlich beschrieben werden, versorgen maximal 16 Gebäude oder 100 Wohneinheiten. Der Grenzwert ergibt sich aus den Förderrichtlinien der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze und der Bundesförderung für effiziente Gebäude.

Stromnetz

Die Stromversorgung bildet eine wichtige Grundlage für die Energieinfrastruktur und den Ausbau der Erneuerbaren Energien in Pfaffing und spielt eine entscheidende Rolle in der Wärmewende, insbesondere bei der Umstellung auf strombasierte Heiztechnologien wie Wärmepumpen. Die Bestandsanalyse der Strominfrastruktur umfasst eine detaillierte Erhebung der bestehenden Stromnetze in den Ortsteilen. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird besonders auf die Belastbarkeit der Netze geachtet, um potenzielle Engpässe zu identifizieren, die durch einen erhöhten Einsatz von Wärmepumpen oder anderen elektrischen Heizsystemen entstehen könnten. Üblicherweise erfolgt bei zusätzlichem Strombedarf, etwa durch Wärmepumpen, ein Netzausbau zur Erweiterung der Kapazitäten, um Überlastungen zu verhindern. Dieser wird von dem Netzbetreiber durchgeführt.

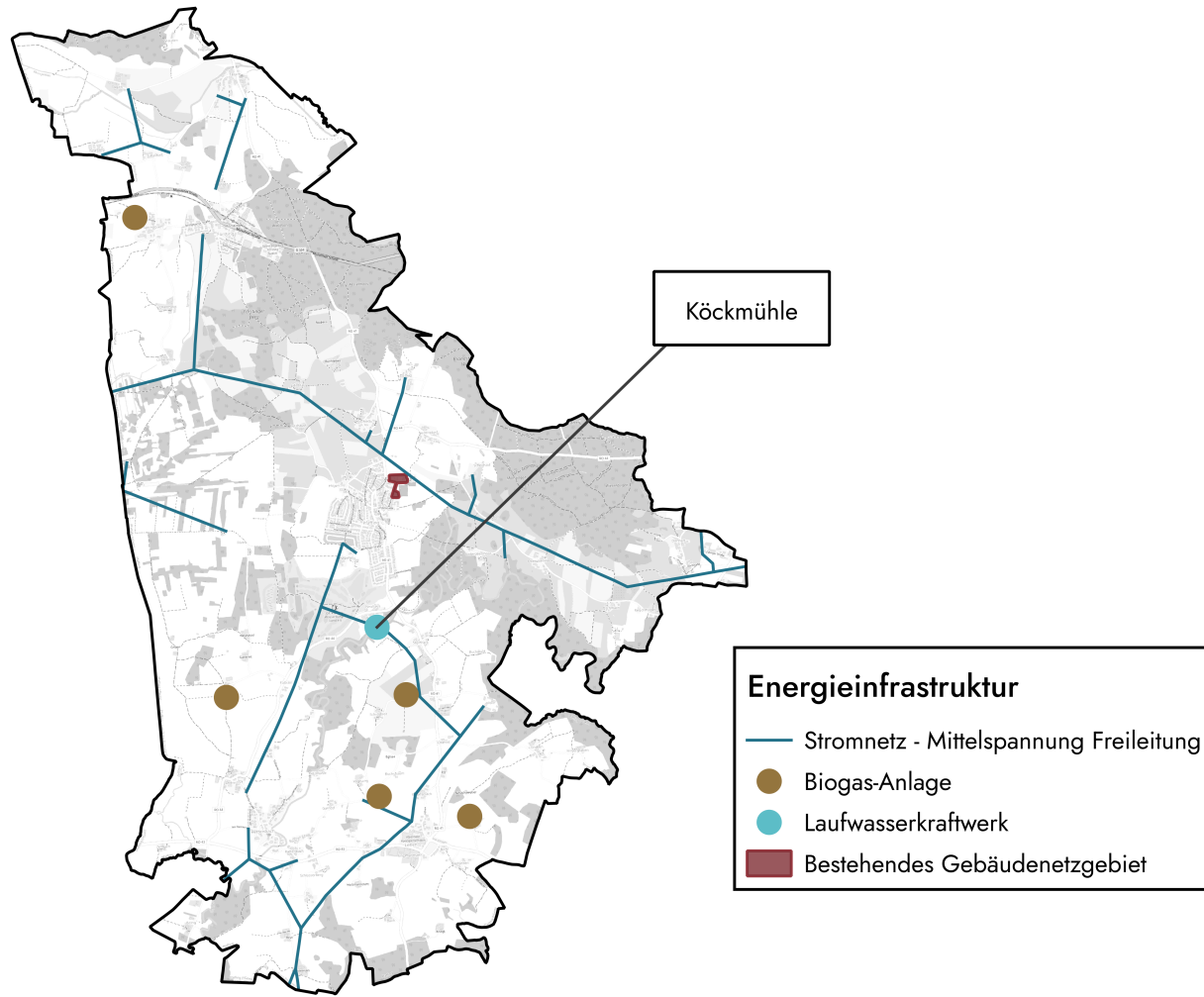


Abbildung 2.1: Energieversorgung in Pfaffing: Standorte von Biogasanlagen und des Laufwasserkraftwerks, Lage des bestehenden Gebäudenetzes sowie der Verlauf des Stromnetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

2.1.2 Dezentrale Wärmeversorgung

Die dezentralen Wärmeerzeuger wurden über das *Bayerische Landesamt für Statistik* erhoben. Tabelle 2.1 gibt einen Überblick über die Anzahl der im Bilanzjahr 2023 betriebenen dezentralen Heizkessel. Mit 656 Stück überwiegen Öl-Kesseln, gefolgt von 158 Pellet- und 95 Scheitholzanlagen. Flüssiggas, sonstige Biomasse und Erdgas spielen eine untergeordnete Rolle als Energieträger für die Wärmeversorgung in Gemeinde Pfaffing. Wärmepumpen können nicht flächendeckend erfasst werden. Für die Energie- und Treibhausgasbilanzierung werden dafür Informationen des Stromnetzbetreibers herangezogen.

Abbildung 2.2 zeigt die räumliche Verteilung des jeweils dominierenden Energieträgers auf Baublockebene, bezogen auf die installierte Leistung. Die Aggregation auf Baublockebene erfolgt nach natürlichen und künstlichen Unterbrechungen wie beispielsweise Infrastruktur (Schiene-, Straßen-, Wasserwege). Aufgrund fehlender räumlicher Daten bleiben Wärmepumpen in dieser Darstellung unberücksichtigt. In den Ortsteilen

Pfaffing und Lehen dominiert Heizöl als primärer Energieträger. Für Rettenbach sowie Forsting und die umliegenden Bereiche lässt sich eine Tendenz hin zu Biomasse erkennen. Dabei ist zu beachten, dass in der kartografischen Auswertung nicht zwischen Einzelraumfeuerungsanlagen (z. B. Kaminöfen) und zentralen Heizungsanlagen differenziert wird. Der vergleichsweise hohe Anteil von Biomasse kann daher teilweise auf eine größere Anzahl von Einzelraumfeuerungen zurückzuführen sein, die in der Regel nicht den Hauptenergieträger zur Deckung des Wärmebedarfs darstellen. Insgesamt zeigt die Analyse jedoch, dass ein erheblicher Anteil des Wärmebedarfs weiterhin durch fossile Energieträger gedeckt wird.

Für schraffiert dargestellte Baublöcke liegen keine auswertbaren Angaben vor. Diese Einschränkung betrifft ausschließlich die kartografische Darstellung auf Baublockebene, da hier aus Gründen des Datenschutzes keine kleinräumige Zuordnung erfolgen kann. Für die Erstellung der Treibhausgasbilanz sowie der Ermittlung des Wärmeverbrauchs in Pfaffing standen hingegen alle möglichen Datensätze vollständig zur Verfügung.

Tabelle 2.1: *Kesseltypen und Anzahl der dezentralen Wärmeerzeugung in Pfaffing, Erhebung über Landesamt für Statistik*

Kesseltyp	Anzahl	Kesseltyp	Anzahl
Öl	656	Sonstige Biomasse	37
Pellets	158	Erdgas	3
Scheitholz	95	Hackschnitzel	0
Flüssiggas	64	Kohle	0

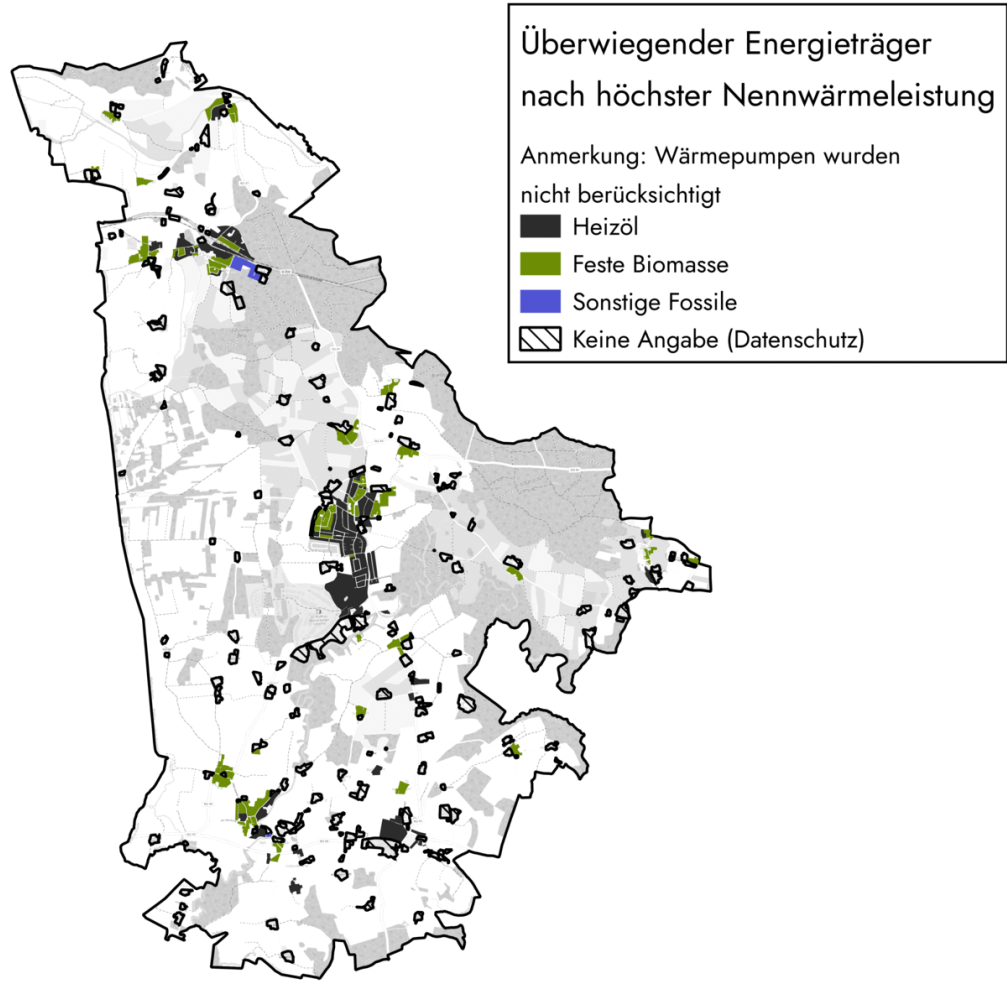


Abbildung 2.2: Überwiegender Energieträger nach höchster Nennwärmeleistung auf Baublockebene in Pfaffing, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

2.1.3 Großverbraucher

Nach der Datenerhebung wurden die Firma *Alpenhain Käsespezialitäten GmbH* sowie die *Privat-Brauerei Gut Forsting e.G.* aufgrund ihres hohen Wärmebedarfs als relevante Großverbraucher identifiziert. Im Zuge

der Bestandsanalyse wurden die Verbräuche der ansässigen Unternehmen angefragt und auf potenzielle Abwärmenutzung analysiert. Abbildung 2.3 zeigt eine standortbezogene Darstellung der Großverbraucher in Pfaffing.

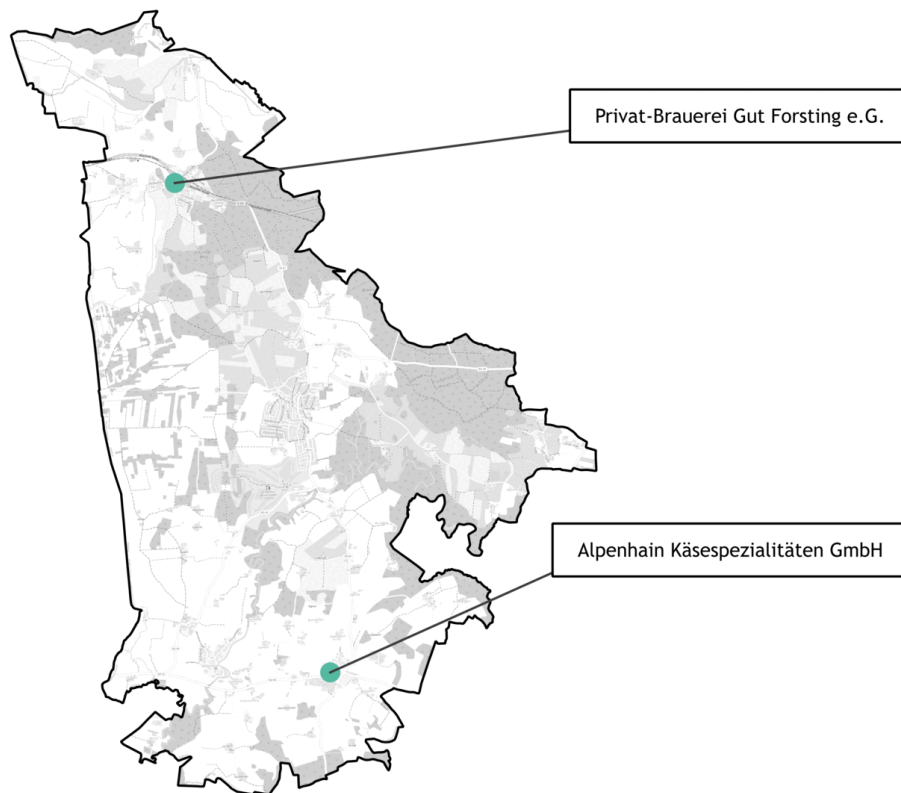


Abbildung 2.3: Standortbezogene Darstellung der identifizierten Großverbraucher in Pfaffing, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

2.2 Eignungsprüfung und bauliche Struktur

Ein erster Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung ist die Eignungsprüfung, die Teilgebiete identifiziert, die sich mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für die Versorgung durch ein Wärmenetz oder ein Wasserstoffnetz eignen (§14 WPG). Kriterien für die Einteilung sind dabei in erster Linie das Vorhandensein eines Wärmenetzes oder Gasnetzes, die lokale Siedlungs- und Abnehmerstruktur sowie die Verfügbarkeit erneuerbarer Energiequellen oder Abwärme. Darüber hinaus ist der Wärmebedarf ein Indikator für die

Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes. Für die Berechnung des Wärmebedarfs werden die Zensus-Daten genutzt. Die Methodik zur Erstellung des Wärmekatasters wird in Kapitel 2.2.2 detailliert erläutert.

Tabelle 2.2 zeigt die wichtigsten Informationsgrundlagen gemäß dem *Leitfaden Wärmeplanung* [3], die in die Eignungsprüfung einfließen. Ziel dieser Prüfung ist es, bereits zu Beginn des Planungsprozesses Gebiete zu identifizieren, die potenziell nicht für die Versorgung durch ein Wärmenetz oder Wasserstoffnetz geeignet sind. In diesen Gebieten liegt der Fokus auf dezentralen Versorgungsstrategien.

Tabelle 2.2: Datengrundlagen und Analyse Kriterien der Eignungsprüfung, eigene Darstellung

Thema	Datengrundlage	Zur Analyse von
Siedlungsstruktur	3D-Gebäudemodelle LoD2	Unterteilung des kommunalen Gebiets in Teilgebiete, Identifikation von Wohn- und Gewerbegebieten
Industriebetriebe und Ankerkunden	OpenStreetMap, Kommune	Prüfung von möglichen größeren gewerblichen Abnehmern oder Abwärmepotenzialen
Bestehende Wärmeversorgungsinfrastruktur	Pläne von Erdgasnetzen, Wärmenetzen, bestehenden Erzeugungsanlagen	Identifikation von Gebieten ohne bestehende Gas- und Wärmeinfrastruktur
Wärmebedarf	Wärmebedarf (aggregiert und im Hektarraster)	Prüfung des Wärmebedarfs zum Ausschluss von Wärmenetzen mit fehlender Wirtschaftlichkeit

2.2.1 Bauliche Struktur in Pfaffing

Zunächst werden die verschiedenen Siedlungsstrukturen und Gebäudetypen analysiert. Nutzungsarten und Gebäudetypen werden auf Basis von Geodaten identifiziert. Für die georeferenzierte Darstellung kommen sowohl die tatsächliche Nutzung als auch Gebäudegeometriemodelle (*LoD2-Daten*) zum Einsatz. Diesen ist eine Gebäudefunktion zugeordnet, sodass zwischen Wohn- und Nichtwohngebäuden unterschieden werden kann. Als weiterer Aspekt wer-

den im Bereich der Wohngebäude die IWU-Gebäudetypen (Klassifikation typischer Wohngebäude in Deutschland, die vom *Institut Wohnen und Umwelt* entwickelt wurde) ermittelt [7]. Dafür wird in folgende Typen unterschieden:

- **Einfamilienhäuser**
Freistehendes Wohngebäude mit 1 bis 2 Wohnungen, meist 2-geschossig

- **Reihenhäuser**
Wohngebäude mit 1 bis 2
Wohnungen als Doppelhaus,
gereihtes Haus, meist 2-geschossig
- **Kleine Mehrfamilienhäuser**
Wohngebäude mit 3 bis 6
Wohnungen
- **Große Mehrfamilienhäuser**
Wohngebäude mit 7 oder mehr
Wohnungen

Abbildung 2.4 zeigt die vorwiegenden Gebäudetypen auf Baublockebene im Gemeindegebiet von Pfaffing.

Nichtwohngebäude sind vor allem in den Gewerbegebieten in Forsting sowie Lehen zu erkennen und machen einen Anteil von ca. 24 % der gesamten Bebauung aus. Diese sind geprägt von kleineren und mittelständischen Unternehmen aus verschiedenen Branchen wie Logistik, Lebensmittelherstellung und Objektbau. Die Siedlungsstruktur von Pfaffing ist zu etwa 40 % durch Einfamilienhäuser geprägt. Die zugehörigen privaten Gärten führen zu einer aufgelockerten Bebauung mit einem vergleichsweise hohen Grünanteil. Kleine Mehrfamilienhäuser und Reihenhäuser sind mit ca. 26 % und ca. 7 % vorliegend. Vereinzelt finden sich auch große Mehrfamilienhäuser (3 %).

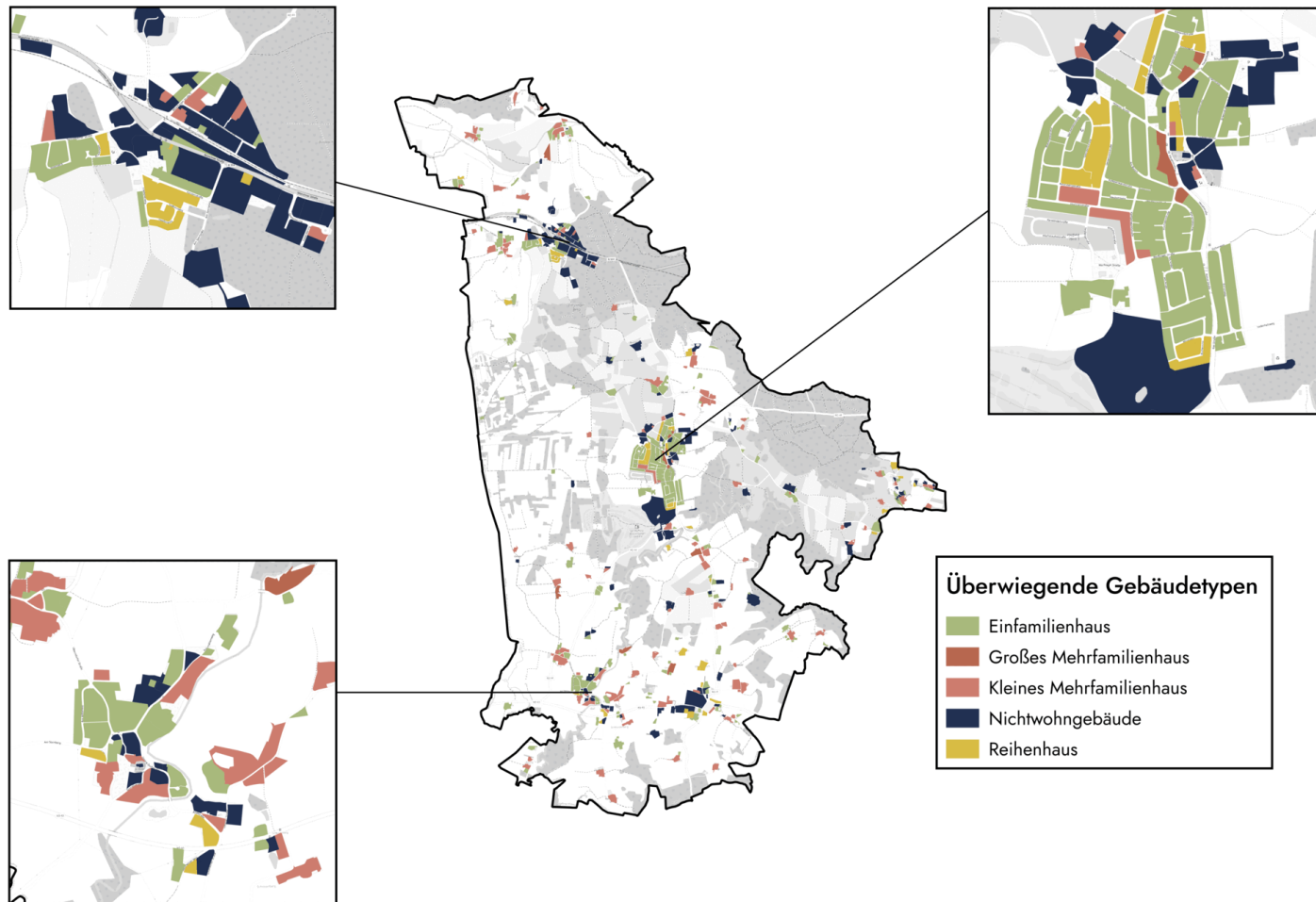


Abbildung 2.4: Überwiegender Gebäudetyp auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

2.2.2 Wärmebedarf

Aus der räumlich aufgelösten Darstellung des Wärmebedarfs sind Gebiete mit erhöhten Wärmedichten ersichtlich, die sich potenziell für eine leitungsgebundene Energieversorgung eignen können. Diese fließen in die Eignungsprüfung ein. Der Wärmebedarf von Gebäuden hängt sowohl von der Kubatur der Gebäude als auch der jeweiligen Baualtersklasse ab. Daher werden zur Bestimmung des Wärmebedarfs die Informationen des Zensus mit den Gebäudemodellen (*LoD2-Daten*) verschnitten. Der Zensus liegt ebenfalls räumlich in einem 100x100 m-Raster aufgelöst deutschlandweit vor. Die Einteilung in Baualtersklassen beruht auf baugeschichtlichen Entwicklungen, wie dem Inkrafttreten von Verordnungen (z.B. Wärmeschutzverordnung und Energieeinsparverordnung).

Aus der hinterlegten Gebäudefunktion der *LoD2-Daten* und den ermittelten Baualtersklassen der Gebäude können den Gebäuden spezifische Energiebedarfskennwerte zugeordnet werden. Über die Flächeninformationen wird so der Energiebedarf ermittelt. Die Kennwerte sind dem *Leitfaden Energieaus-*

weis entnommen und berücksichtigen den typischen Heizwärme- und Warmwasserbedarf von Wohn- und Nichtwohngebäuden in Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr ($\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{a}$) [8].

Neben diesem berechneten Wärmebedarf fließen auch die Ergebnisse der Energie- und Treibhausgasbilanz in das Wärmekataster ein. Dabei wird der im Wärmekataster berechnete Wärmebedarf mithilfe des Verhältnisses zwischen dem tatsächlichen Wärmeverbrauch aus der Energie- und Treibhausgasbilanz und dem berechneten Wärmeverbrauch angepasst.

In Abbildung 2.5 ist die überwiegende Baualtersklasse auf Baublockebene dargestellt. Deutlich erkennbar ist der hohe Anteil älterer Gebäude. 64 % des Gebäudebestands wurden vor 1987 errichtet und entsprechen oft nicht den heutigen energetischen Standards. Die mangelnde Wärmedämmung von Fassaden, Dächern und Fenstern sowie veraltete Heizsysteme führen zu einem erhöhten Energieverbrauch und beeinträchtigen die Energieeffizienz. Vor diesem Hintergrund spielt die energetische Sanierung des Altbestands eine wichtige Rolle in der kommunalen Wärmeplanung der Gemeinde Pfaffing.

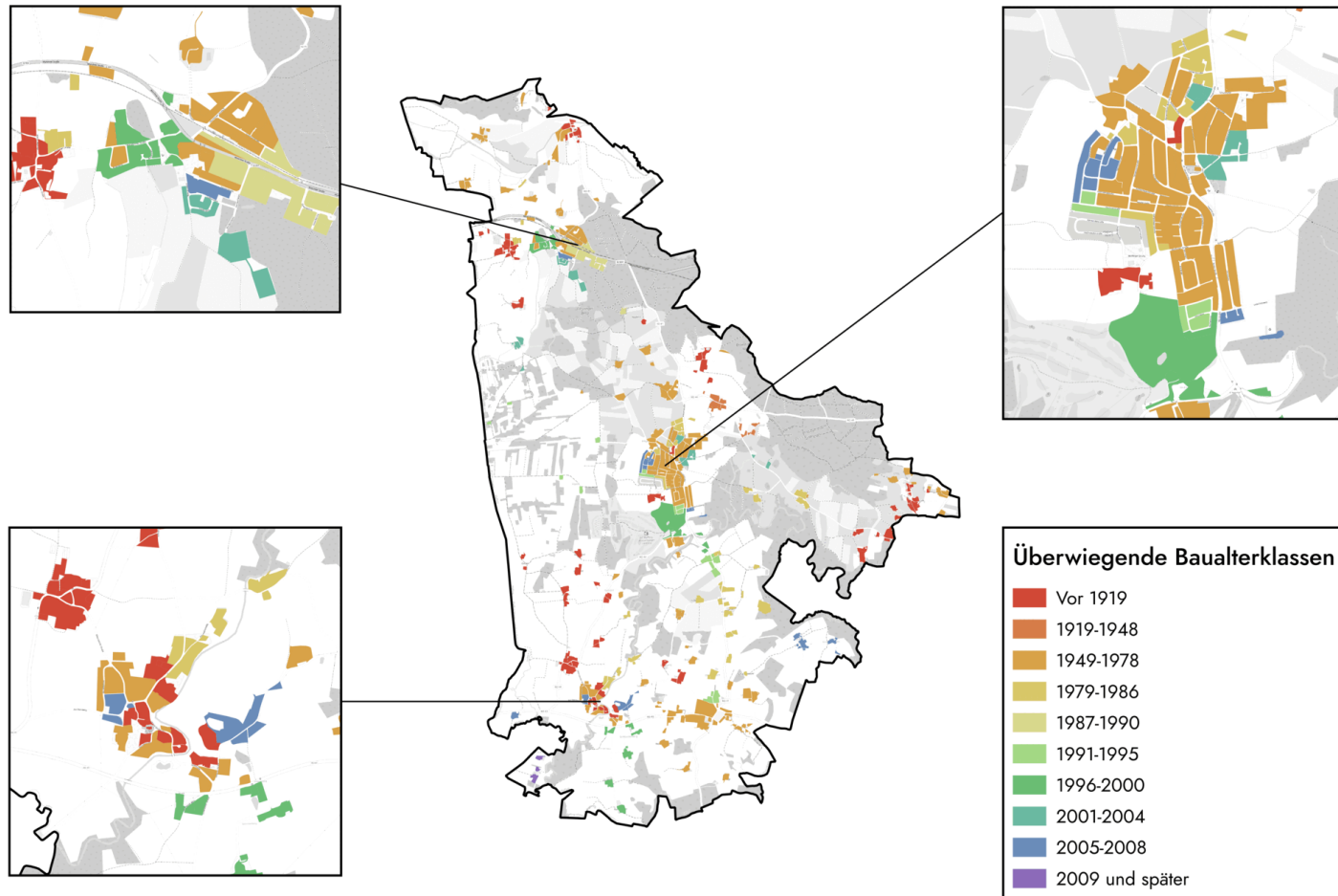


Abbildung 2.5: Überwiegende Baualterklassen auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

Die Abbildungen 2.6 und 2.7 veranschaulichen das zuvor beschriebene Wärmekataster der Gemeinde Pfaffing. Aus Datenschutzgründen erfolgt die Darstellung des Wärmebedarfs im Hektarraster sowie auf Baublockebene.

In Gemeinde Pfaffing zeigen sich Wärmebedarfsschwerpunkte insbesondere in den Ortsteilen Pfaffing, Lehen, Forsting und Rettenbach. Diese konzentrieren sich auf die zusammenhängenden Siedlungsbereiche sowie auf Standorte mit gewerblicher Nutzung. Während der Wärmebedarf im Ort Pfaffing überwiegend durch die homogene Wohnbebauung, insbesondere Einfamilienhäuser, geprägt ist, wird er in Forsting und Lehen zusätzlich maßgeblich durch ansässige Unternehmen beeinflusst. In den weniger dicht

besiedelten Außenbereichen und Weilern ist hingegen eine deutlich geringere Wärmedichte zu beobachten, was auf die aufgelockerte Bebauungsstruktur und größere Abstände zwischen den Gebäuden zurückzuführen ist.

Bei der Einordnung des Wärmebedarfs gibt der *Leitfaden zur Wärmeplanung des Bundes* eine Orientierung [3]. Demnach ist eine Eignung für Wärmenetze ab 70 MWh pro Hektar und Jahr in Neubaugebieten und ab 415 MWh pro Hektar und Jahr für konventionelle Netze gegeben (siehe Tabelle 2.3). Auf dieser Grundlage können Gebiete mit Wärmebedarfsschwerpunkten in die Eignungsprüfung aufgenommen werden und im weiteren Verlauf hinsichtlich einer leitungsgebundenen Versorgung geprüft werden.

Tabelle 2.3: *Einschätzung zur Eignung für Wärmenetze nach Wärmedichte, entnommen aus Leitfaden Wärmeplanung des Bundes [3]*

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	Empfehlung für Niedertemperaturnetze im Bestand
415 – 1.050	Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand
> 1.050	Sehr hohe Wärmenetzeignung

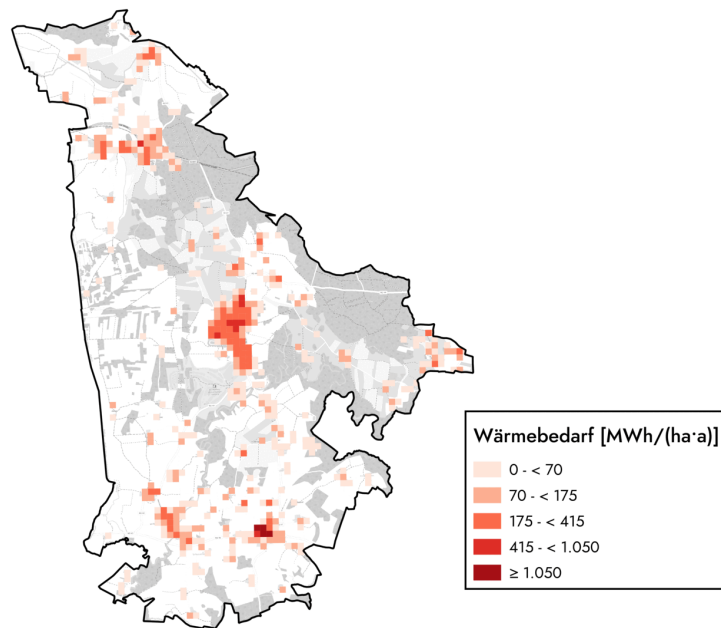


Abbildung 2.6: Wärmebedarf nach Hektarraster in Pfaffing, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

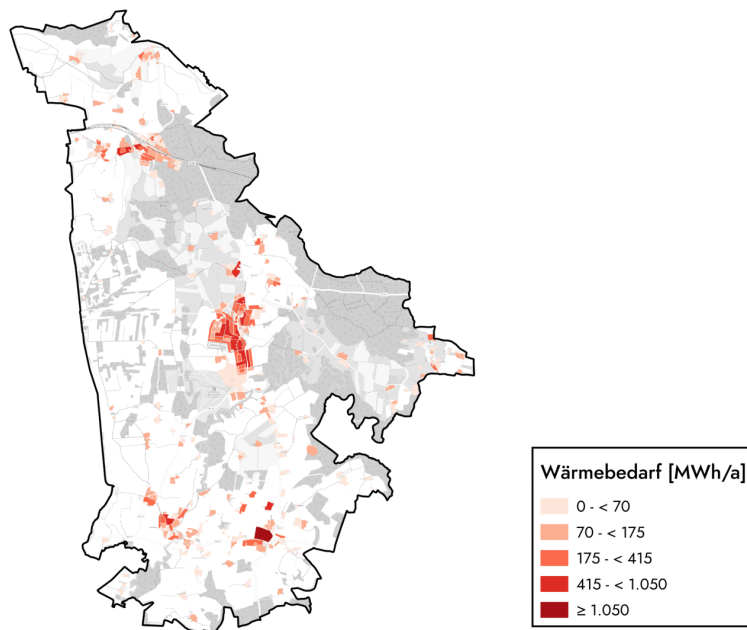


Abbildung 2.7: Aggregierter Wärmebedarf auf Baublockebene in Pfaffing, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

Im nächsten Schritt wird die Wärmelinien-dichte ermittelt. Sie beschreibt die Wärme-bedarfsmenge pro Trassenmeter und Jahr und ist ein Indikator für ein potenzielles Wär-menetz. Der Kennwert veranschaulicht die lineare Bedarfsverteilung entlang des Stra-ßennetzes, indem die Linien die Intensität des Wärmebedarfs in den verschiedenen Bereichen der Gemeinde sichtbar machen und aufzeigen, wo die Nachfrage besonders hoch ist und wo sie geringer ausfällt.

Im Unterschied zur reinen Bedarfsanalyse bietet die Darstellung mit Wärmelinien eine wertvolle räumliche Perspektive, die es er-möglicht, die Wärmeverteilung in Relation zur Infrastruktur und den bestehenden Be-bauungsstrukturen zu setzen. Daraus kann eine erste Indikation einer Wärmelinien-dichte, der Auslastung einer möglichen zentralen Wärmeversorgung sowie der Verhältnismä-ßigkeit der Netzkosten, abgeleitet werden. Die Wärmelinien-dichte wird für die Eintei-

lung von Gebieten in zentrale oder dezentrale Versorgung herangezogen. Bei einer hohen Wärmelinien-dichte kann davon aus-gegangen werden, dass sich die Gebiete eher für eine Versorgung über Wärmenet-ze eignen, da je errichtetem Trassenmeter mehr Wärmeabnahme erfolgt. Eine Wärmelinien-dichte von über 1.500 kWh/m·a gilt in der Regel als guter Hinweis auf die wirt-schaftliche Realisierbarkeit eines neuen Wär-menetzes [3]. Diese Einordnung ist auch in Tabelle 2.4 nachzuvollziehen.

In Abbildung 2.8 sind die Wärmelinien-dichten in unterschiedlichen Farbintensitä-ten dargestellt. Sie visualisieren den Grad der Nachfrage: Von Rot für Gebiete mit höchstem Bedarf über Orange für mittleren Wärmebedarf bis hin zu Grün für niedrigen Bedarf. Die Zonen mit dichter Besiedelung oder höherer gewerblicher Nutzung in Pfaf-fing sind deutlich erkennbar.

Tabelle 2.4: *Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen, entnommen aus Leitfaden Wärmeplanung des Bundes [3]*

Wärmelinien-dichte [MWh/ m·a]	Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen
< 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)

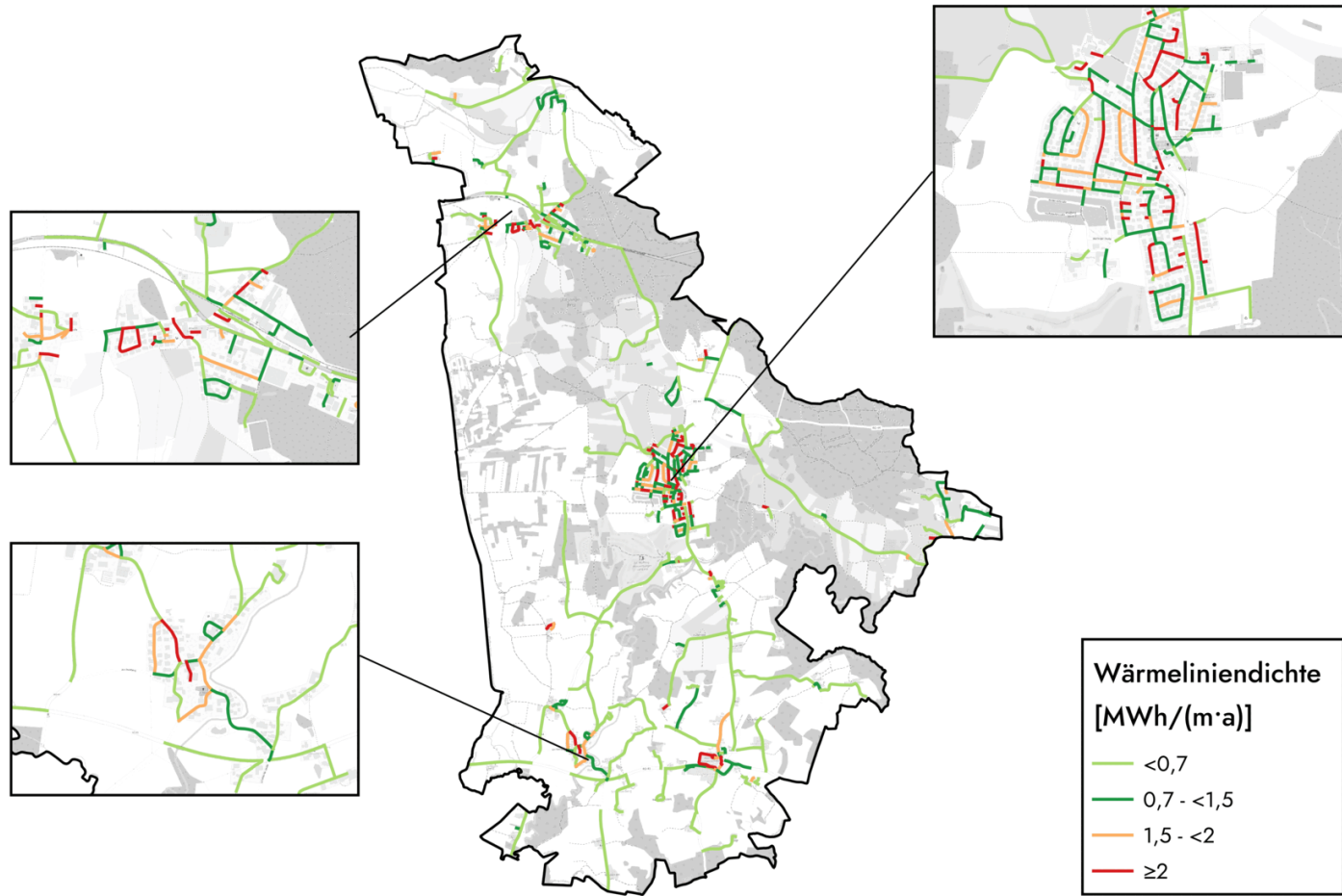


Abbildung 2.8: Wärmeliendichten in Pfaffing, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

2.2.3 Ergebnis der Eignungsprüfung

Mittels der Eignungsprüfung sollen Gebiete identifiziert werden, welche sich auf Grund von ihrer Wärmedichte und Bebauungsstruktur kein Potenzial für eine leitungsgebundene Versorgung haben.

Abbildung 2.9 zeigt die Ergebnisse der Eignungsprüfung. In Grün sind Gebiete markiert, die sich voraussichtlich für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung eignen.

Diese weisen aufgrund der vorliegenden Wärmedichte oder einer potenzielle Nutzung von Abwärme ein Potenzial auf. Diese Gebiete werden im Zuge der Potenzialanalyse näher auf ihre Möglichkeiten zum Aufbau eines Wärmenetzes untersucht. Gebäude mit größerer Entfernung zu diesen Bereichen zeigen kein Potenzial zur Entwicklung einer leitungsgebundenen Versorgung und sind daher vorrangig dezentral zu versorgen. Die Gebiete sind blau markiert.

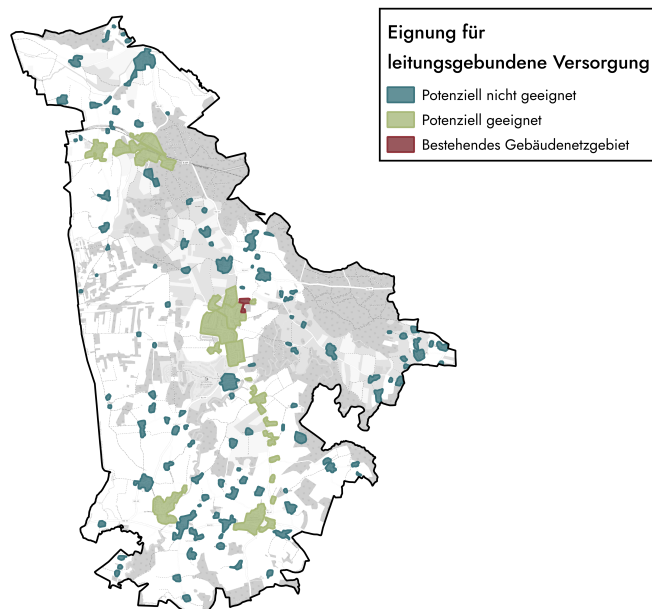


Abbildung 2.9: Ergebnisdarstellung der Eignungsprüfung von Pfaffing, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

2.3 Energie- und Treibhausgasbilanz

Die Energie- und Treibhausgasbilanz zeigt den aktuellen Energie- und Wärmeverbrauch sowie die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen. Mit der Bilanz lassen sich die größten Emissionsquellen identifizieren und Fortschritte durch umgesetzte Maßnahmen zukünftig nachvollziehen. Die Energie- und Treibhausgasbilanz für die Gemeinde Pfaffing wurde für das Jahr 2023 nach der *Bilanzierungs-Systematik Kommunal (BISKO)* erstellt [9]. Die Systematik wurde vom *Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu)* erarbeitet und ist der deutschlandweite Standard zur Erstellung von Energie- und Treibhausgasbilanzen für Kommunen. Der *Klimaschutz-Planer* des Klima-Bündnisses fasst die *BISKO*-Methodik in einer webbasierten Software zusammen. Ziel dieser Methodik ist es, alle Endenergieverbräuche, die auf dem Gemeindegebiet anfallen, nach den folgenden Sektoren zu bilanzieren:

- Kommunale Einrichtungen
- Private Haushalte
- Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
- Industrie
- Verkehr

Nicht energiebedingte Emissionen der Land-, Forst- sowie Abfallwirtschaft werden nach *BISKO* nicht bilanziert. Die sektorenscharfe Aufteilung der Verbrauchsdaten erhöht den Detaillierungsgrad und ermöglicht

die Erstellung der Energie- und Treibhausgasbilanz. Der Sektor „Industrie“ umfasst die in den Ortsteilen Forsting und Lehen ansässigen Großverbraucher. „Gewerbe, Handel und Dienstleistungen“ beinhaltet alle Verbräuche der kleineren Gewerbebetriebe wie Büros oder Einzelhandel.

Die Treibhausgasemissionen (in Tonnen CO₂-Äquivalent – tCO₂eq) werden berechnet, indem die Endenergieverbräuche mit den Emissionsfaktoren der jeweiligen Energieträger multipliziert werden. Dabei werden die Vorketten berücksichtigt. Alle Treibhausgase lassen sich auf eine gemeinsame Vergleichsgröße beziehen und einheitlich darstellen, indem sie in CO₂-Äquivalente umgerechnet werden.

Durch die direkte Erhebung von Verbrauchsdaten kann eine hohe Datengüte gewährleistet werden. Die Daten der kommunalen Liegenschaften wurden von der Gemeindeverwaltung übermittelt. Der Strom- und Erdgasverbrauch der Sektoren konnte über den jeweiligen Netzbetreiber erhoben werden. Da für die Energie- und Treibhausgasbilanz der Gemeinde Pfaffing eine hohe Anzahl an Daten direkt erhoben werden konnten, weist die Bilanz eine hohe Datengüte auf.

Sekundärdaten aus Hochrechnungen oder Modellen wie dem *TREMOD* (Transport Emission Model) zur Bilanzierung des Verkehrs weisen eine geringere Datengüte auf. Das *TREMOD* basiert auf Verkehrszählungen und Angaben zum Schienenverkehr, sodass kommunenspezifische Verbräuche bilanziert werden können [10].

2.3.1 Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereich und Sektoren

Der Endenergieverbrauch der Gemeinde Pfaffing beträgt im Jahr 2023 insgesamt 133.194 MWh/a. Dies umfasst gemäß BISO-Systematik alle Endenergieverbräuche im kommunalen Gebiet, also die Anwendungsbereiche Wärme und Strom sowie Kraftstoffe im Verkehrssektor. Abbildung 2.10 veranschaulicht die Verteilung des Endenergieverbrauchs auf die verschiedenen Anwendungsbereiche, wobei der Wärmeverbrauch

den größten Anteil einnimmt und der Verkehrssektor insbesondere durch die Bundesstraße B304 geprägt ist.

Abbildung 2.11 zeigt die Anteile der betrachteten Sektoren am gesamten Endenergieverbrauch der Gemeinde Pfaffing. Mit 34,8 % fällt der größte Anteil auf Private Haushalte. Es folgen Verkehr mit 31,7 %, Industrie mit 26,1 % und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen mit 7,0 %. Mit einem Anteil von 0,4 % nehmen Kommunale Einrichtungen eine deutlich untergeordnete Rolle ein, was für eine Gemeinde wie Pfaffing typisch ist.

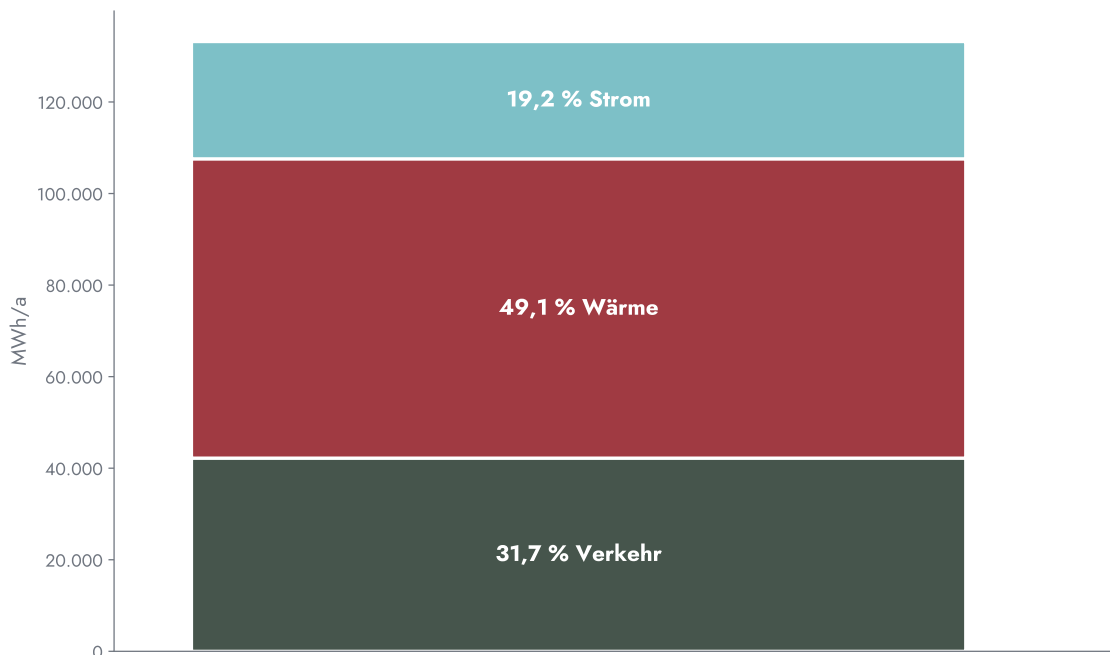


Abbildung 2.10: Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereich, eigene Darstellung

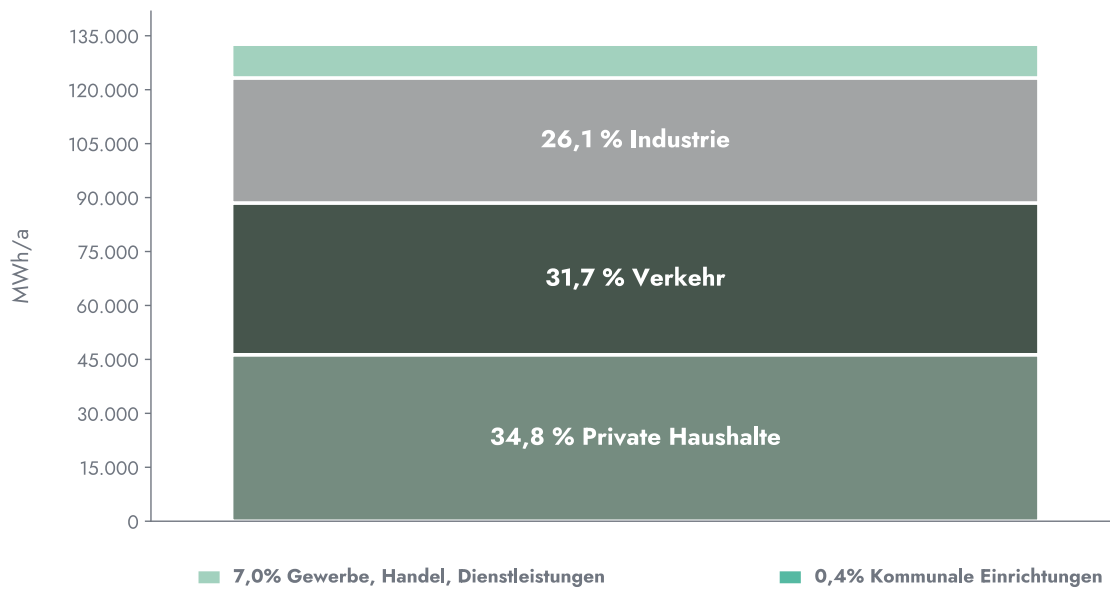


Abbildung 2.11: Endenergieverbrauch nach Sektoren, eigene Darstellung

2.3.2 Treibhausgasemissionen nach Anwendungsbereich, Sektoren und Energieträgern

Die gesamten Treibhausgasemissionen der Gemeinde Pfaffing betragen im Jahr 2023 39.869 tCO₂eq. Abbildung 2.12 zeigt den Anteil der Anwendungsbereiche am gesamten Treibhausgasausstoß. Dabei machen die Bereiche Wärme und Verkehr mit 35,2 % und 35,7 % einen ähnlich hohen Anteil an den gesamten Treibhausgasemissionen aus. Auch Strom erzeugt mit 29,1 % einen großen Anteil an Treibhausgasemissionen im Gemeindegebiet.

In Abbildung 2.13 sind die Treibhausgasemissionen nach Sektoren aufgeschlüsselt dargestellt. Insbesondere im Vergleich zu Abbildung 2.11 wird die Bedeutung der In-

dustrie für die gesamten Treibhausgasemissionen der Gemeinde Pfaffing deutlich.

Wird die Verteilung der Energieträger des Anwendungsbereichs Wärme genauer betrachtet, macht Heizöl den größten Teil mit 85,6 % aus. Der zweitgrößte Teil bildet Flüssiggas mit 9,0 %, gefolgt von Biomasse mit 2,4 % und Umweltwärme mit 2,1 %. Nahwärme und Solarthermie spielen eine untergeordnete Rolle in der Treibhausgasemission durch die Wärme. Die Verteilung der Energieträger ist in Abbildung 2.14 dargestellt.

Der geringe Anteil von Biomasse am Gesamtausstoß ist auf die geringen Treibhausgasemissionen dieses Energieträgers zurückzuführen, obwohl Biomasse in Pfaffing, wie in Abbildung ?? dargestellt, nach Heizöl den zweitgrößten Anteil am Wärmeverbrauch einnimmt.

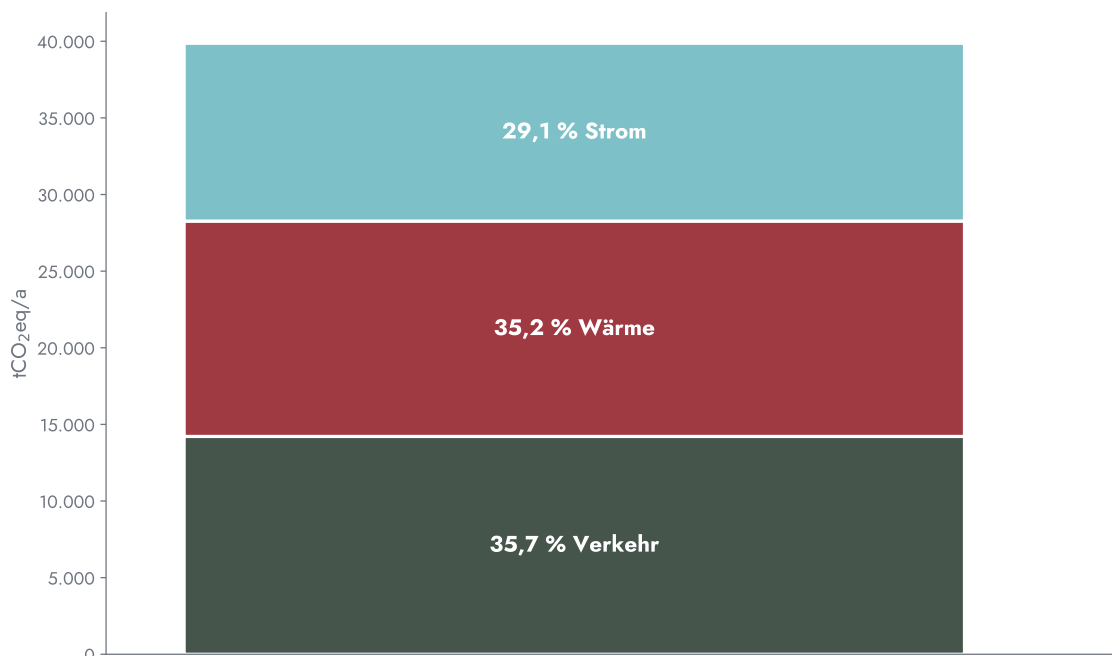


Abbildung 2.12: Treibhausgasemissionen nach Anwendungsbereich, eigene Darstellung

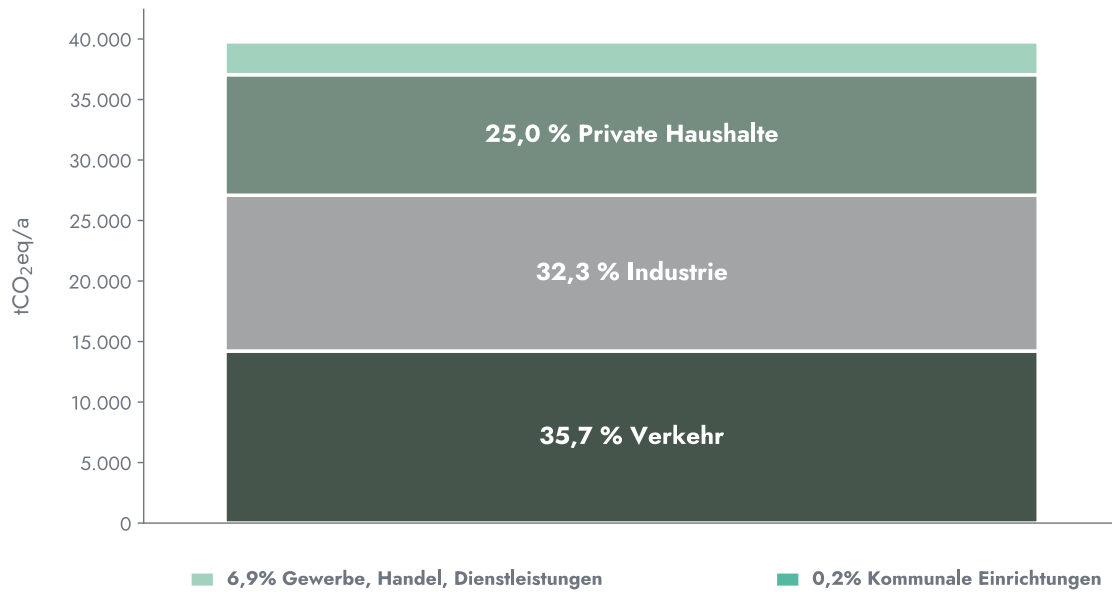


Abbildung 2.13: Treibhausgasemissionen nach Sektoren, eigene Darstellung

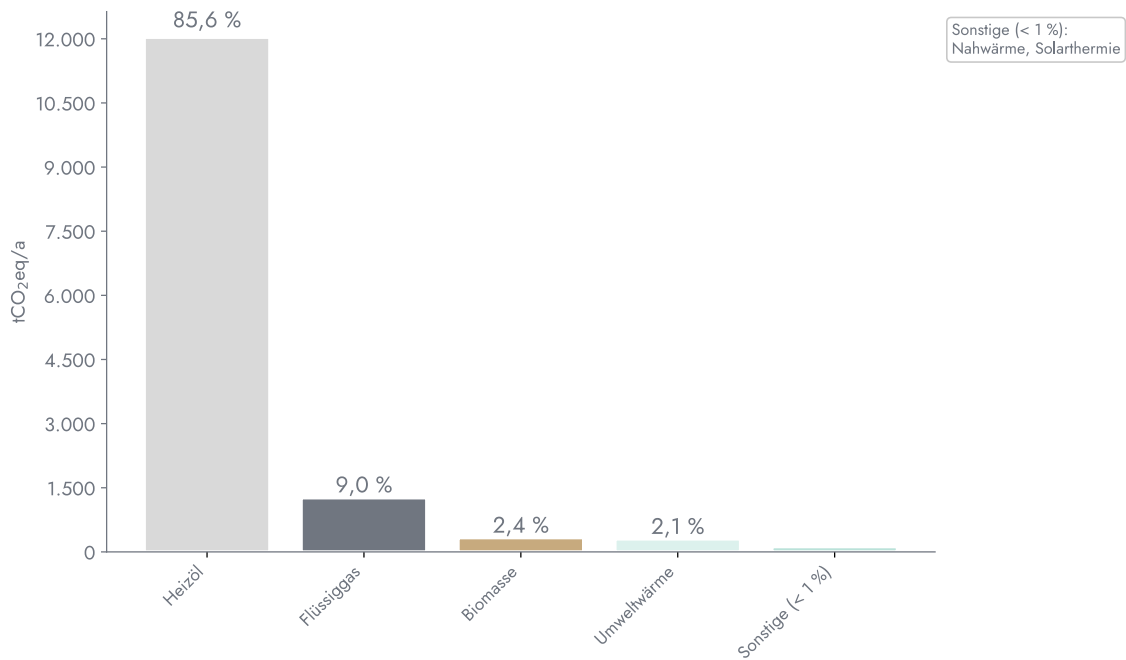


Abbildung 2.14: Treibhausgasemissionen nach Energieträgern im Wärmebereich, eigene Darstellung

2.3.3 Wärmeverbrauch nach Energieträgern

Abbildung 2.15 zeigt die Verteilung der verwendeten Energieträger am gesamten Wärmeverbrauch der Gemeinde Pfaffing. Dieser beläuft sich im 2023 auf 65.376 MWh/a. Der hohe Prozentsatz von Heizöl bezogen auf die Treibhausgasemissionen spiegelt

sich auch im Endenergieverbrauch wider und überwiegt mit einem Anteil von 58,8 %. Im Vergleich zu den Treibhausgasemissionen folgt darauf Biomasse mit 25,3 %. Auch Flüssiggas mit einem Anteil von 7,0 %, Nahwärme mit 3,5 %, Umweltwärme mit 3,3 % und Solarthermie mit 2,1 % tragen einen Beitrag zum Wärmeverbrauch bei.

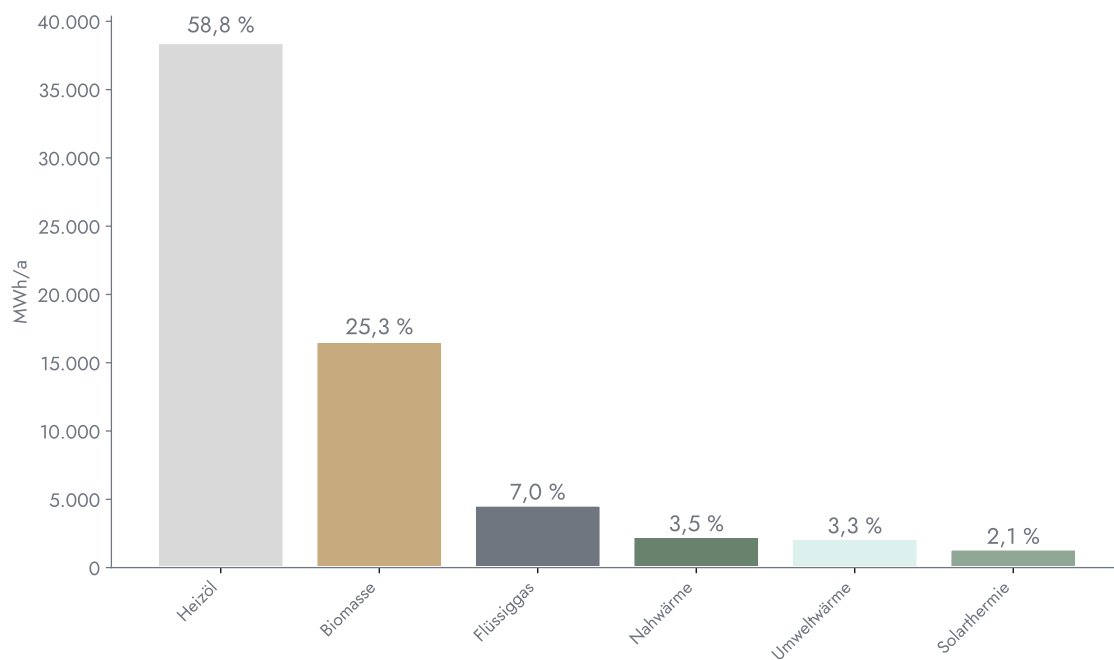


Abbildung 2.15: Wärmeverbrauch nach Energieträgern, eigene Darstellung

2.3.4 Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energieträgern

Aus der Zusammensetzung der Energieträger ergibt sich ein Anteil von erneuerbaren Energieträgern am gesamten Wärmeverbrauch von 34,2 % (Abbildung 2.16). Zu den erneuerbaren Energieträgern zählen Biomasse, Solarthermie und Umweltwärme. Die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung stellt damit ein hohes Treibhausgasreduktionspotenzial dar.

Bundesweit lag der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeerzeugung im Jahr 2023 bei 18,0 %. Auch wenn der erneuerbare Anteil der Energieträger der Gemeinde Pfaffing den Bundesdurchschnitt übertrifft, werden dennoch 65,8 % der Wärmemenge über fossile Energieträger gedeckt. Dies unterstreicht die Notwendigkeit einer konsequenten Dekarbonisierung des Wärmesektors, um eine Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045 zu erreichen.

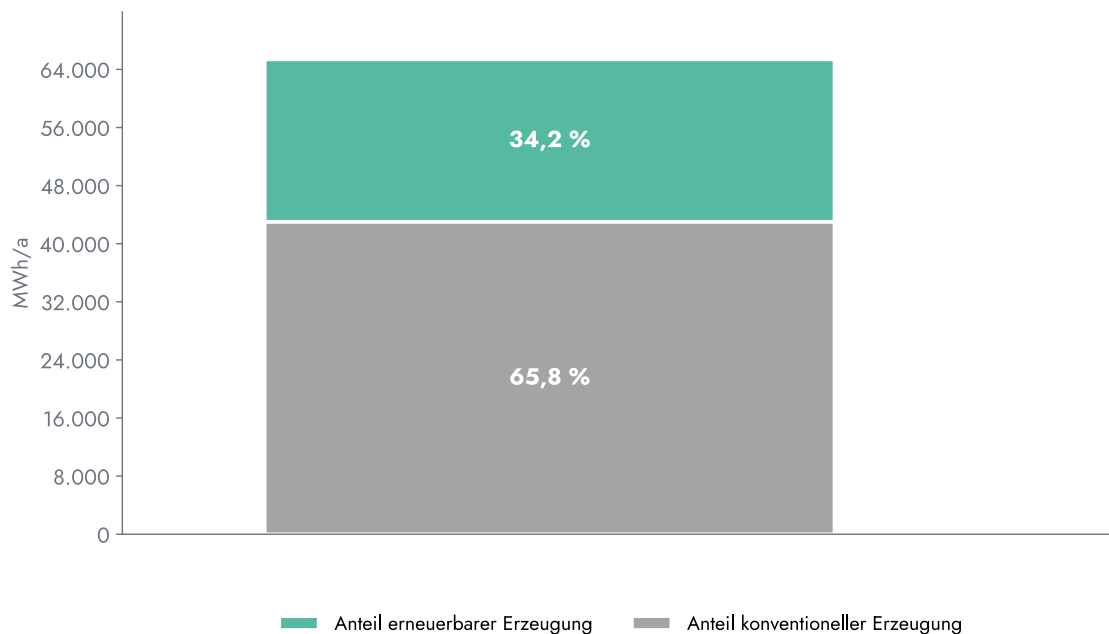


Abbildung 2.16: Anteil des erneuerbaren Wärmeverbrauchs, eigene Darstellung

2.3.5 Wärmeverbrauch nach Sektoren

Abbildung 2.17 zeigt die sektorale Verteilung des Wärmeverbrauchs in der Gemeinde Pfaffing. Der größte Wärmeverbrauch ist dem Sektor Private Haushalte mit einem Anteil von 63,6 % am gesamten Wärmeverbrauch zuzuordnen. Der Sektor Industrie folgt mit einem Anteil von 29,0 % als zweitgrößter Wärmeverbraucher. Die Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und

Kommunale Einrichtungen weisen mit 6,8 % und 0,6 % einen sehr geringen Anteil am gesamten Wärmeverbrauch auf.

Diese Verteilung spiegelt die siedlungsstrukturellen Gegebenheiten der Gemeinde wider, die überwiegend durch Wohnbebauung geprägt ist. Der Anteil der Industrie am Wärmeverbrauch ist auf den hohen Wärmebedarf der vorhandenen Großverbraucher zurückzuführen.

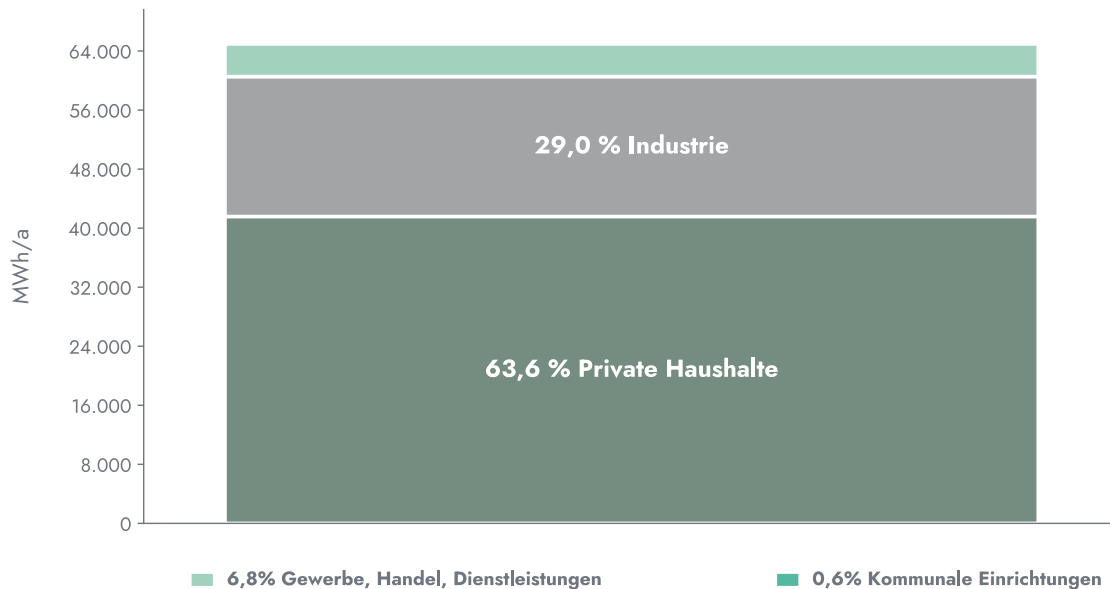


Abbildung 2.17: Wärmeverbrauch nach Sektoren, eigene Darstellung

2.3.6 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Erneuerbare Energien in der Gemeinde Pfaffing erzeugen bilanziell 54,6 % (Stand: 2023) des Gesamtstromverbrauchs. Dieser beläuft sich auf 25.613 MWh/a. Die Bedeutung von Erneuerbaren Energien ist vor allem

auf einen großen Anteil von Biomasse und Photovoltaik zurückzuführen.

Abbildung 2.18 zeigt die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien. Biomasse dominiert mit einem Anteil von 46,0 %. Es folgen Photovoltaik mit 36,9 %, Biogas mit 14,3 % und Wasserkraft mit 2,8 %.

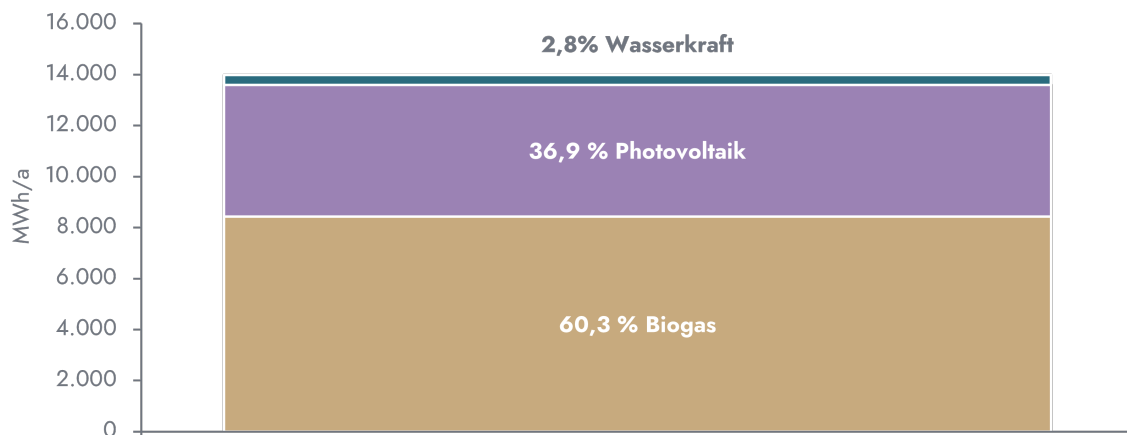


Abbildung 2.18: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern, eigene Darstellung

3 Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse stellt einen zentralen Baustein der kommunalen Wärmeplanung dar und liefert wesentliche Erkenntnisse zur Realisierung einer treibhausgasneutralen und ressourceneffizienten Wärmeversorgung. Zu Beginn der Analyse wird das Potenzial für die Errichtung und den Ausbau von Wärmenetzen bewertet, um deren Rolle in der zukünftigen Wärmeversorgung einzuschätzen. In diesem Kapitel wird zudem untersucht, welche natürlichen und infrastrukturellen Ressourcen in der Gemeinde Pfaffing verfügbar sind und wie sie zur Deckung des zukünftigen Wärmebedarfs genutzt werden können. Im Fokus der Analyse stehen lokale Potenziale für erneuerbare Energien wie Solar- und Geothermie sowie für die Nutzung von Abwärme aus Industrie und Gewerbe. Darüber hinaus werden Optionen zur Reduktion des Wärmebedarfs und zur Effizienzsteigerung in Gebäuden und Anlagen geprüft.

Durch die umfassende Ermittlung und Bewertung dieser Potenziale schafft die Analyse die Grundlage für die Entwicklung eines Zielszenarios, das auf eine nachhaltige und emissionsarme Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 ausgerichtet ist.

Die von INEV durchgeführten Potenzial-

analysen basieren bei gebäudebezogenen Potenzialen (z.B. Photovoltaik, Solarthermie) unter anderem auf 3D-Gebäudemolldaten, den *LoD2*-Daten und bei Flächenpotenzialen (z.B. Biomasse, Photovoltaik-Freiflächenanlagen) vor allem auf Geofachdaten oder Open Source Projekten (z.B. *OpenStreetMap* [1]). Die georeferenzierten Darstellungen wurden von INEV erstellt. Geofachdaten beschreiben georeferenziert fachspezifische Informationen. Ein Beispiel für Geofachdaten sind Landschaftsschutzgebiete, die Informationen zu räumlichen Eigenschaften wie Lage, räumliche Ausdehnung und gegebenenfalls weitere Attribute enthalten und von den Landesämtern für Umwelt zur Verfügung gestellt werden.

Die Potenzialhierarchie dient der systematischen Einordnung von Energiepotenzialen nach ihrer Zugänglichkeit und Umsetzbarkeit und ist in Abbildung 3.1 dargestellt.

Im nachfolgenden werden technische Potenziale ausgewiesen. Das technische Potenzial gibt den Teil des maximal physikalischen (theoretischen) Potenzials an, der durch den Einsatz der aktuell verfügbaren Technik erschlossen werden könnte. Dabei werden Verluste, technische Einschränkungen und infrastrukturelle Gegebenheiten berücksichtigt.

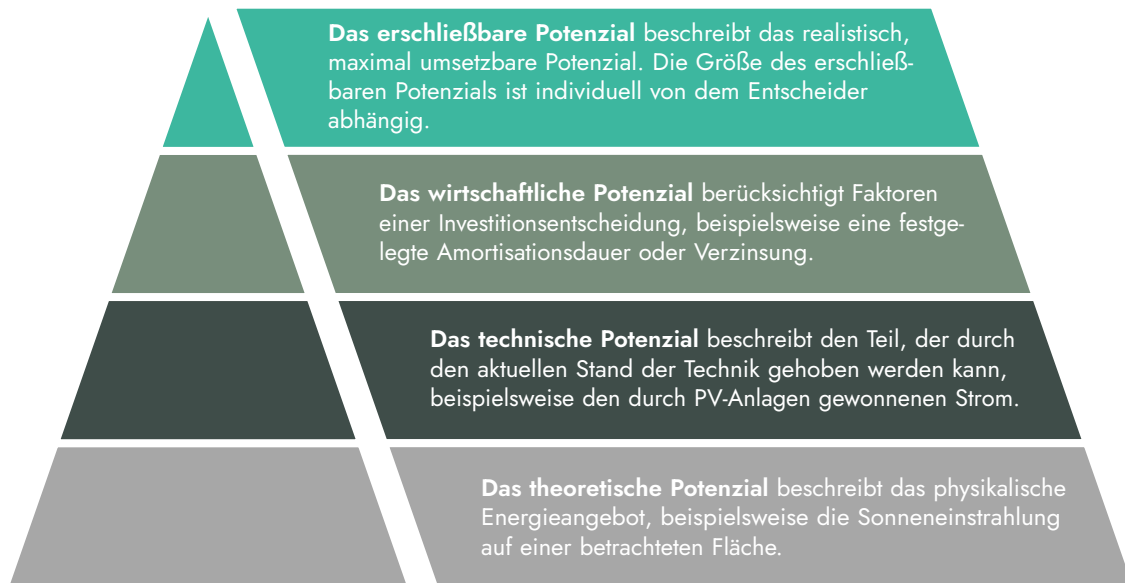


Abbildung 3.1: Potenzialpyramide, eigene Darstellung

3.1 Wärmenetze

Wärmenetze dienen der leitungsgebundenen Versorgung von Gebäuden mit Wärme. In einem Wärmenetz wird die erzeugte Wärme über ein wasserbefülltes Rohrleitungssystem von zentralen Erzeugungsanlagen, wie Blockheizkraftwerken, Geothermieanlagen oder Großwärmepumpen, zu angeschlossenen Gebäuden transportiert. Diese Technologie erlaubt eine effiziente Wärmeerzeugung, da zentrale Anlagen oft höhere Wirkungsgrade erzielen, insbesondere durch den Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung und die Nutzung nachhaltiger Energiequellen wie Geothermie oder Abwärme. Trotz unvermeidbarer Wärmeverluste über die Leitungen an die Umgebung ermöglicht die zentrale Wärmeerzeugung einen effizienten Ressourceneinsatz. Wärmenetze werden bevorzugt in dichtbesiedelten Gebieten mit hohem Wärmebedarf eingesetzt, wo sie wirtschaftlich und technisch besonders vorteilhaft sind. Je mehr Wärme transportiert beziehungsweise abgesetzt werden kann, desto besser ist das Netz ausgelastet und kann wirtschaftlich betrieben werden.

Für die Planungen zur möglichen Einführung von Wärmenetzen in Pfaffing werden derzeit detaillierte Untersuchungen durchgeführt. Im Rahmen der Prüfung der potenziellen Eignung bestimmter Gebiete werden aus der entsprechenden Eignungsprüfung beispielhafte Wärmenetze betrachtet und

anhand einschlägiger Indikatoren bewertet, um deren Eignung als potenzielles Wärmenetzgebiet festzustellen. Für die Modellierung der beispielhaften Wärmenetze wird der Wärmebedarf des Wärmekatasters aus 2.2.2 herangezogen. Zudem wird ein möglicher Trassenverlauf entlang des Straßennetzes im betrachteten Umgriff modelliert. Im ersten Schritt wurde mit einer Anschlussquote von 100 % gerechnet, die im weiteren Verlauf des Prozesses auf eine realistischere Anschlussquote von 60 % angepasst wurde.

Der *Bundesleitfaden* [3] zur Wärmplanung definiert Indikatoren und Ausprägungen, anhand derer die Eignung eines Gebietes für den Ausbau von Wärmenetzen bewertet werden kann. Diese wurden durch praxisrelevante Kriterien ergänzt, beispielsweise das Vorhandensein von Ankerkunden oder potenziellen Abwärmequellen. Die genannten Indikatoren beeinflussen maßgeblich die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen. Ankerkunden tragen durch eine höhere und konstantere Auslastung zur besseren Wirtschaftlichkeit der Infrastruktur bei, während über Abwärmequellen gegebenenfalls kostengünstige Energiepotenziale genutzt werden können. Die nachfolgende Tabelle 3.1 gibt hierzu einen Überblick.

In Abbildung 3.2 sind die Gebiete grün markiert, die näher analysiert wurden, da sie als einzige eine Wärmelinien-dichte von über 1.000 kWh/m·a aufweisen.

Tabelle 3.1: Übersicht der Indikatoren zur Bewertung von Wärmenetzgebieten, in Anlehnung an [3]

Indikator	Eignung bzw. Einfluss auf Eignung
Wärmeliniendichte	
< 0,7 MWh/m·a	Geringe Eignung
1,3 – 1,7 MWh/m·a	Mittlere Eignung
> 1,7 MWh/m·a	Hohe Eignung
Anschlussquote im Zieljahr	
Geringe Anschlussquote (< 40 %)	Geringe Eignung
Mittlere Anschlussquote (40 – 80 %)	Mittlere Eignung
Hohe Anschlussquote (> 80 %)	Hohe Eignung
Vorhandensein einer Fläche für die Heizzentrale	Positiver Einfluss
Vorhandensein von Ankerkunden	Positiver Einfluss
Vorhandensein von Infrastruktur	Positiver Einfluss
Vorhandensein von Abwärmequellen	Positiver Einfluss



Abbildung 3.2: Wärmenetzuntersuchungsgebiete in Pfaffing, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

3.1.1 Detailbetrachtung Pfaffing und Lehen

Das betrachtete Gebiet liegt in den Ortsteilen Pfaffing und Lehen im Zentrum der Gemeinde. Der Gebäudebestand ist überwiegend durch Wohnnutzung geprägt. Gemäß der IWU-Kategorisierung sind rund 50 % der Gebäude Einfamilienhäuser, 21 % Reihenhäuser und 17 % Mehrfamilienhäuser. Etwa 12 % des Bestands entfallen auf Nichtwohngebäude, darunter gewerbliche Nutzungen wie die Firma *Alpenhain Käsespezialitäten GmbH* sowie kommunale Liegenschaften wie das Rathaus oder die Grundschule. Ein großer Teil der Bausubstanz stammt aus der Zeit vor Inkrafttreten der *ersten Wärmeschutzverordnung (WSchV)* im Jahr 1978, dem Vorläufer des heutigen *Gebäudeenergiegesetzes (GEG)*. Insgesamt wurden rund 49 % der Gebäude vor 1978 errichtet. Aufgrund der teilweise älteren Bebauungsstruktur weist das Gebiet einen durchschnittlichen spezifischen Wärmebedarf von $117 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{a}$, bezogen auf die Bruttogeschossfläche, auf.

Die Detailbetrachtung eines möglichen Wärmenetzes in Pfaffing und Lehen ist in Abbildung 3.3 dargestellt. Die Analyse der relevanten Indikatoren sowie der strukturellen Rahmenbedingungen zeigt, dass der Aufbau eines Wärmenetzes im betrachteten Gebiet unter bestimmten Voraussetzungen grundsätzlich wirtschaftlich umsetzbar sein kann.

Bei einer angenommenen Anschlussquote von 60 % ergibt sich für den Ortsteil Pfaffing eine Wärmelinien-dichte von $646 \text{ kWh/m}\cdot\text{a}$. Durch eine potenzielle Erweiterung in Richtung des südlich gelegenen Ortsteils Lehen könnte die Wärmelinien-dichte auf bis zu $1.415 \text{ kWh/m}\cdot\text{a}$ steigen. Dieser deutliche Anstieg ist insbesondere auf den möglichen Anschluss eines Ankerkunden mit hohem

Wärmebedarf zurückzuführen. Dessen tatsächliche Einbindung ist derzeit noch offen, hat jedoch maßgeblichen Einfluss darauf, ob auch der Ortsteil Lehen sowie der Bereich entlang der Kreisstraße RO41 in das Wärmenetz integriert werden können.

Gemäß den in Tabelle 3.1 definierten Schwellenwerten gilt eine Wärmelinien-dichte ab etwa $1.300 \text{ kWh/(m}\cdot\text{a)}$ bei einer Anschlussquote von 100 % als Indikator für eine potenziell wirtschaftliche Umsetzung. Vor dem Hintergrund bereits geführter Gespräche mit einem potenziellen Betreiber, der die Wärme zu vergleichsweise günstigen Konditionen bereitstellen könnte, erscheint jedoch auch eine alleinige Umsetzung eines Wärmenetzes im Ortsteil Pfaffing grundsätzlich wirtschaftlich möglich, trotz der dort vergleichsweise geringen Wärmelinien-dichte. Ein zusätzlicher Anschluss des Ankerkunden im Ortsteil Lehen würde die Wirtschaftlichkeit weiter verbessern und sich voraussichtlich positiv auf die Wärmegestehungskosten für die Endverbraucher auswirken.

Die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes wird neben der Wärmelinien-dichte und dem gewählten Betreibermodell durch weitere Faktoren beeinflusst. Hierzu zählen insbesondere die Verfügbarkeit von Fördermitteln sowie der Einsatz innovativer Technologien. Darüber hinaus können klimapolitische Rahmenbedingungen, insbesondere eine steigende CO_2 -Bepreisung fossiler Energieträger, die langfristige Wirtschaftlichkeit zusätzlich verbessern.

Vor diesem Hintergrund wird der Ortsteil Pfaffing als Wärmenetzgebiet eingestuft. Der Ortsteil Lehen sowie die Bereiche entlang der Kreisstraße RO41 werden hingegen als Prüfgebiet im Sinne des *Wärmepla-*

nungsgesetzes ausgewiesen. Bei der Fortschreibung kann diese Einordnung erneut bewertet werden, insbesondere wenn die Planungen des Ankerkunden weiter konkre-

tisiert worden sind.

Tabelle 3.2 fasst die wesentlichen Kennzahlen für das Betrachtungsgebiet zusammen.

Tabelle 3.2: Untersuchungsergebnisse des Betrachtungsgebiets Pfaffing und Lehen, eigene Darstellung

Indikator	Ausbaustufe I	Ausbaustufe II
Anzahl betrachteter Gebäude	471	561
Netzlänge	13.591 m	20.845 m
Annahme Anschlussquote	60 %	Ankerkunde + 60 %
Wärmebedarf bei angenommener Anschlussquote	8.789 MWh/a	29.508 MWh/a
Wärmeliniendichte bei angenommener Anschlussquote	646 kWh/m-a	1.415 kWh/m-a
Potenzielle Ankerkunden	Kommunale Liegenschaften	Alpenhain
Langfristiger Prozesswärmebedarf > 200 °C	Nein	Nein
Potenzial für Abwärmeeinspeisung	Nein	Ja (vgl. Kapitel 3.6.1)
Vorhandensein von Wärme- oder Gasnetz	Nein	Nein
Einstufung	Wärmenetzgebiet	Prüfgebiet



Abbildung 3.3: Detailbetrachtung Pfaffing und Lehen, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

3.1.2 Detailbetrachtung Forsting

Das betrachtete Gebiet liegt im Ortsteil Forsting im Norden von Pfaffing. Der Gebäudebestand ist durch Wohnbebauung sowie ein Gewerbegebiet geprägt. Gemäß der IWU-Kategorisierung entfallen rund 35 % der Gebäude auf Einfamilienhäuser, 26 % auf Reihenhäuser und 17 % auf Mehrfamilienhäuser. Etwa 22 % des Bestands entfallen auf Nichtwohngebäude, darunter gewerbliche Nutzungen wie die *Privat-Brauerei Gut Forsting eG*. Ein großer Teil der Bausubstanz stammt aus der Zeit vor Inkrafttreten der *ersten Wärmeschutzverordnung (WSchV)* im Jahr 1978, dem Vorläufer des heutigen *Gebäudeenergiegesetzes (GEG)*. Insgesamt wurden rund 58 % der Gebäude vor 1978 errichtet. Trotz der überwiegend älteren Bebauungsstruktur liegt der spezifische Wärmebedarf des Ortsteils, bezogen auf die Bruttogeschossfläche, mit 112 kWh/m² unter dem Niveau des zuvor betrachteten Gebiets. Eine mögliche Ursache hierfür ist der vergleichsweise hohe Anteil landwirtschaftlich oder gewerblich genutzter Gebäude, bei denen größere Flächen nur teilweise oder mit geringeren Temperaturniveaus beheizt werden. Dadurch reduziert sich der auf die Bruttogeschossfläche bezogene spezifische Wärmebedarf.

Die Detailbetrachtung eines möglichen Wärmenetzes in Forsting ist in Abbildung 3.4 dargestellt. Die Analyse der relevanten Indikatoren sowie der strukturellen Rahmenbedingungen zeigt, dass der Aufbau eines Wärmenetzes im betrachteten Gebiet nur unter bestimmten Voraussetzungen wirtschaftlich umsetzbar ist. Bei einer angenommenen Anschlussquote von 60 % ergibt sich für die Ausbaustufe I eine Wärmelinien-dichte von 764 kWh/m·a. Mit zunehmender Netzausdehnung verringert sich diese, sodass für

das Gesamtgebiet eine Wärmelinien-dichte von 616 kWh/m·a erreicht wird. Gemäß den in Tabelle 3.1 definierten Schwellenwerten gilt eine Wärmelinien-dichte ab etwa 1.300 kWh/(m·a) bei einer Anschlussquote von 100 % als Indikator für eine potenziell wirtschaftliche Umsetzung. Vor diesem Hintergrund erscheint eine wirtschaftliche Umsetzung nur dann realistisch, wenn ein günstiges Betreibermodell angestrebt oder eine kostengünstige Wärmequelle erschlossen werden könnte. In diesem Fall könnte die vergleichsweise geringe Wärmelinien-dichte kompensiert werden und tritt gegenüber den genannten Einflussfaktoren in den Hintergrund. Potenzielle Optionen wären die Nutzung von Abwärme aus der Biogasanlage in Springelbach oder aus der *Privat-Brauerei Gut Forsting*, sofern entsprechende Kapazitäten und die Bereitschaft zur Einbindung bestehen. Die konkrete Umsetzbarkeit ist im Rahmen weiterer Abstimmungen zu prüfen.

Die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes könnte neben der Wärmelinien-dichte und der Verfügbarkeit günstiger Wärmequellen auch durch weitere Faktoren beeinflusst werden. Hierzu zählen insbesondere die Verfügbarkeit von Fördermitteln sowie der Einsatz innovativer Technologien. Darüber hinaus können klimapolitische Rahmenbedingungen, insbesondere eine steigende CO₂-Bepreisung fossiler Energieträger, die langfristige Wirtschaftlichkeit zusätzlich verbessern.

Vor diesem Hintergrund wird der Ortsteil Forsting als Prüfgebiet im Sinne des *Wärmeplanungsgesetzes* ausgewiesen.

Tabelle 3.3 und 3.4 fassen die wesentlichen Kennzahlen für das Betrachtungsgebiet zusammen.

Tabelle 3.3: Untersuchungsergebnisse des Betrachtungsgebiets Forsting - Teil 1, eigene Darstellung

Indikator	Ausbaustufe I	Ausbaustufe II
Anzahl betrachteter Gebäude	26	64
Netzlänge	1.038 m	2.239 m
Annahme Anschlussquote	60 %	60 %
Wärmebedarf bei angenommener Anschlussquote	793 MWh/a	1.537 MWh/a
Wärmeliniendichte bei angenommener Anschlussquote	764 kWh/m·a	686 kWh/m·a
Potenzielle Ankerkunden	Nein	Ja
Langfristiger Prozesswärmebedarf > 200 °C	Nein	Nein
Potenzial für Abwärmeeinspeisung	Nein	Möglicherweise
Vorhandensein von Wärme- oder Gasnetz	Nein	Nein
Einstufung	Prüfgebiet	Prüfgebiet

Tabelle 3.4: Untersuchungsergebnisse des Betrachtungsgebiets Forsting - Teil 2, eigene Darstellung

Indikator	Ausbaustufe III	Ausbaustufe IV
Anzahl betrachteter Gebäude	115	147
Netzlänge	4.277 m	5.550 m
Annahme Anschlussquote	60 %	60 %
Wärmebedarf bei angenommener Anschlussquote	2.764 MWh/a	3.422 MWh/a
Wärmeliniendichte bei angenommener Anschlussquote	646 kWh/m·a	616 kWh/m·a
Potenzielle Ankerkunden	Ja	Ja
Langfristiger Prozesswärmebedarf > 200 °C	Nein	Nein
Potenzial für Abwärmeeinspeisung	Möglicherweise	Möglicherweise
Vorhandensein von Wärme- oder Gasnetz	Nein	Nein
Einstufung	Prüfgebiet	Prüfgebiet



Abbildung 3.4: Detailbetrachtung Forsting, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

3.1.3 Detailbetrachtung Rettenbach

Das betrachtete Gebiet liegt im Ortsteil Rettenbach im Südwesten der Gemeinde Pfaffing. Der Gebäudebestand ist durch Wohnbebauung geprägt. Gemäß der IWU-Kategorisierung entfallen rund 47 % der Gebäude auf Einfamilienhäuser, 17 % auf Mehrfamilienhäuser und 14 % auf Reihenhäuser. Etwa 22 % des Bestands entfallen auf Nichtwohngebäude, wobei kein signifikanter Ankerkunde oder größerer Wärmeabnehmer identifiziert werden konnte. Ein großer Teil der Bausubstanz stammt aus der Zeit vor Inkrafttreten der *ersten Wärmeschutzverordnung* (WSchV) im Jahr 1978, dem Vorläufer des heutigen *Gebäudeenergiegesetzes* (GEG). Insgesamt wurden rund 80 % der Gebäude vor 1978 errichtet. Aufgrund dieser Bebauungsstruktur weist das Gebiet einen hohen durchschnittlichen spezifischen Wärmebedarf von 127 kWh/m²·a, bezogen auf die Bruttogeschossfläche, auf.

Die Detailbetrachtung eines möglichen Wärmenetzes in Rettenbach ist in Abbildung 3.5 dargestellt. Die Analyse der relevanten Indikatoren sowie der strukturellen Rahmenbedingungen zeigt, dass der Aufbau eines Wärmenetzes im betrachteten Gebiet nur unter bestimmten Voraussetzungen wirtschaftlich umsetzbar ist. Bei einer angenommenen Anschlussquote von 60 % ergibt sich eine Wärmelinien-dichte von 649 kWh/m·a. Gemäß den in Tabelle 3.1 definierten Schwel-

lenwerten gilt eine Wärmelinien-dichte ab etwa 1.300 kWh/(m·a) bei einer Anschlussquote von 100 % als Indikator für eine potenziell wirtschaftliche Umsetzung. Vor diesem Hintergrund erscheint eine wirtschaftliche Umsetzung nur dann realistisch, wenn entweder ein günstiges Betreibermodell realisiert oder eine kostengünstige Wärmequelle erschlossen wird. In diesem Fall könnte die vergleichsweise geringe Wärmelinien-dichte kompensiert werden und tritt gegenüber den genannten Einflussfaktoren in den Hintergrund. Eine potenzielle Option stellt die Nutzung von Flusswasserwärme aus der *Atel* dar. Die konkrete Umsetzbarkeit ist im Rahmen weiterführender Untersuchungen zu prüfen.

Die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes wird neben der Wärmelinien-dichte und der Verfügbarkeit von Umweltwärme durch weitere Faktoren beeinflusst. Hierzu zählen insbesondere die Verfügbarkeit von Fördermitteln sowie der Einsatz innovativer Technologien. Darüber hinaus können klimapolitische Rahmenbedingungen, insbesondere eine steigende CO₂-Bepreisung fossiler Energieträger, die langfristige Wirtschaftlichkeit zusätzlich verbessern.

Vor diesem Hintergrund wird der Ortsteil Rettenbach als Prüfgebiet im Sinne des *Wärmeplanungsgesetzes* ausgewiesen.

Tabelle 3.5 fasst die wesentlichen Kennzahlen für das Betrachtungsgebiet zusammen.

Tabelle 3.5: Untersuchungsergebnisse des Betrachtungsgebiets Rettenbach, eigene Darstellung

Indikator	Wärmenetz
Anzahl betrachteter Gebäude	88
Netzlänge	2.803 m
Annahme Anschlussquote	60 %
Wärmebedarf bei angenommener Anschlussquote	1.820 MWh/a
Wärmelinienichte bei angenommener Anschlussquote	649 kWh/m·a
Potenzielle Ankerkunden	Nein
Langfristiger Prozesswärmebedarf > 200 °C	Nein
Potenzial für Abwärmeeinspeisung	Nein
Vorhandensein von Wärme- oder Gasnetz	Nein
Einstufung	Prüfgebiet

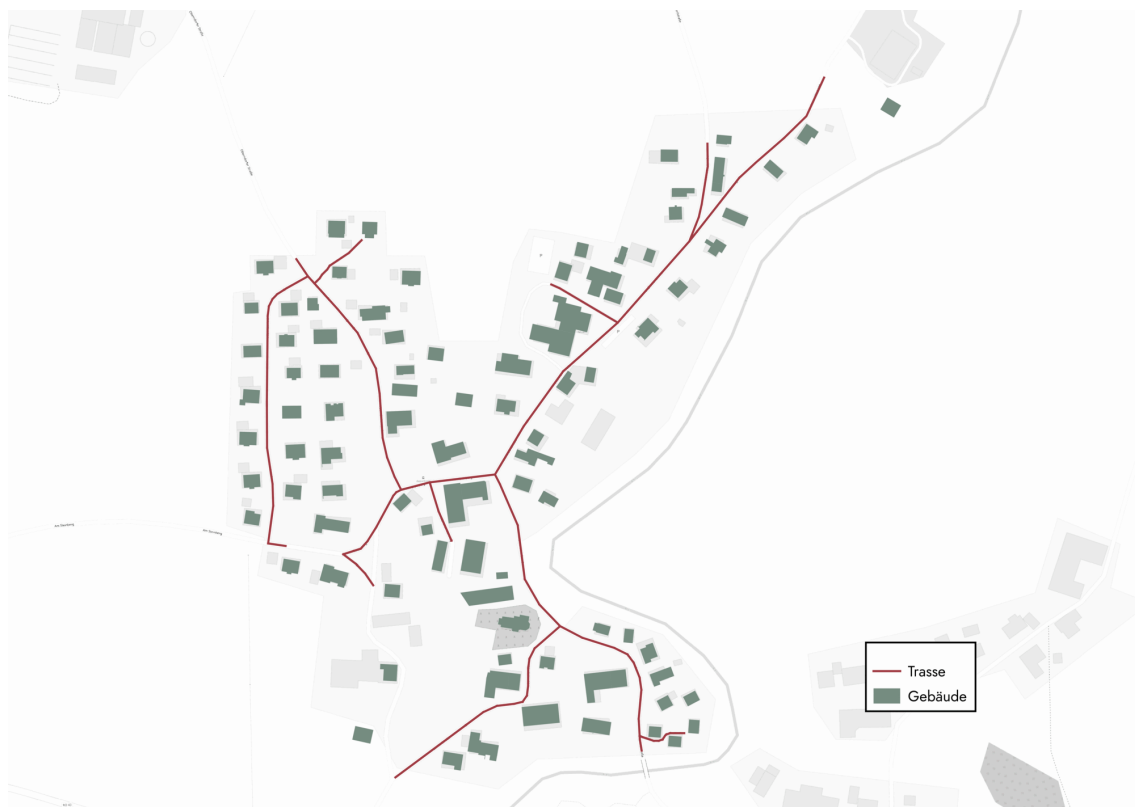


Abbildung 3.5: Detailbetrachtung Rettenbach, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

3.2 Gebäudenetze

Eine mögliche Alternative zu klassischen Wärmenetzen stellen sogenannte Gebäudenetze dar. Sie weisen eine geringere Dimensionierung auf und ermöglichen eine effiziente Wärmeversorgung, bei der mehrere Gebäude – in der Regel zwei bis sechzehn bzw. bis zu etwa 100 Wohneinheiten – über eine zentrale Wärmeerzeugungsanlage versorgt werden. Die genannten Grenzwerte orientieren sich an den Förderrichtlinien der *Bundesförderung für effiziente Wärmenetze* (BEW) und der *Bundesförderung für effiziente Gebäude* (BEG).

Wärmenetze dienen dem Transport der erzeugten Wärme über ein weit verzweigtes Leitungssystem und eignen sich insbesondere für großflächige, dicht besiedelte Gebiete mit hohem Wärmebedarf. Gebäudenetze sind dagegen kompakter aufgebaut und dienen der gemeinsamen Versorgung mehrerer benachbarter Gebäude innerhalb eines begrenzten räumlichen Bereichs, etwa in Quartieren, kleinen Siedlungen oder Gewerbegebieten.

Der wesentliche Unterschied liegt in der räumlichen und organisatorischen Struktur: Während Wärmenetze ganze Stadtteile zentral versorgen, konzentrieren sich Gebäudenetze auf kleinere Einheiten, bei denen ein großflächiges Netz aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen nicht sinnvoll ist.

Gebäudenetze bieten gegenüber der individuellen Wärmeerzeugung zahlreiche Vorteile: Durch die Bündelung des Wärmebedarfs kann eine zentral betriebene Anlage effizient dimensioniert werden, was zu geringeren Investitions- und Wartungskosten pro Anschlussnehmer führt. Auch hinsichtlich der Energiequellen besteht eine hohe

Flexibilität – etwa beim Einsatz von Solarthermie, Biomasse oder Wärmepumpen.

Gebäudenetze bieten eine nachhaltige und zukunftssichere Wärmeversorgung mit hoher Effizienz und Skaleneffekten durch die Kostenvorteile zentraler Wärmeerzeugung. Zudem entsteht durch den Wegfall individueller Heizsysteme mehr Platz in den Gebäuden. Herausforderungen sind hohe Anfangsinvestitionen sowie die Abhängigkeit von einer zentralen Erzeugung.

Gebiete für potenzielle neue Gebäudenetze zu identifizieren und analysieren ist kein Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung und bedarf einer gesonderten, individuellen Planung. Die Möglichkeit zur Errichtung für ein Gebäudenetz soll bei zukünftigen Fortschreibungen betrachtet werden.

3.3 Betreibermodelle

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, ein Gebäude- oder Wärmenetz zu betreiben, die sich in Investitionsaufwand, Verantwortlichkeiten und Flexibilität unterscheiden. Die Wahl des passenden Modells hängt von den individuellen Anforderungen, den finanziellen Möglichkeiten und den technischen Kompetenzen der Nutzer ab. Die nachfolgende Tabelle zeigt die verschiedenen Varianten im Detail. Besonders Genossenschaften als Betreibermodell ermöglichen Bürgerbeteiligung, fördern lokale Lösungen und sorgen für eine transparente Verwaltung. Die Gründung einer Genossenschaft erfolgt in der Regel in fünf Schritten:

1. **Konzeption**
2. **Satzung**
3. **Gründungsversammlung**

4. Gründungsprüfung durchführen

5. Eintragung durch Registergericht

Langfristig bieten Genossenschaften klimafreundliche, bezahlbare Wärmeversorgung,

erfordern aber technisches Know-how und ehrenamtliches Engagement. Sie ermöglichen auch Wärmenetzen, die auf den ersten Blick nicht wirtschaftlich scheinen, eine Lösung über eine zentrale Versorgung.

Tabelle 3.6: Aspekte verschiedener Betriebsmodelle bei Gebäude- und Wärmenetzen

	Eigenbetrieb	Contracting-Modell	Energieversorger	Genossenschaft / WEG
Übersicht	Einzelner Betreiber (z. B. Landwirt oder Kommune) betreut die Anlage	Externes Unternehmen plant, baut und betreibt das Netz	Betrieb durch professionellen Energieversorger	Genossenschaft oder Wohnungseigentümergeinschaft betreibt das Netz
Besonderheit	Übernahme sämtlicher Aufgaben durch Einzelperson	Bindung an vertragliche Rahmenbedingungen des Dienstleisters	Vergleichbar mit Contracting, aber Umsetzung durch größeres EVU	Demokratisch organisiert
Verantwortlicher	Betreiber in Eigenregie	Externer Dienstleister	Energieversorgungsunternehmen	Mitglieder (u. a. Kommune, Gewerbe, Bürger)
Mitspracherecht Preisgestaltung	Mittel bis Hoch	Gering	Gering	Mittel bis Hoch
Laufende Wärmekosten	Gering bis Mittel	Mittel bis Hoch	Mittel bis Hoch	Gering bis Mittel
Investitionskosten für Nutzer	Gering	Gering	Gering	Mittel bis Hoch
Vorteile	Direkter Draht zum Betreiber, schnelle Entscheidungsfindung	Entlastung bei Organisation, Technik und Finanzierung	Professioneller Betrieb, langfristige Preisgestaltung	Bürgernah, geteilte Kosten, wirtschaftlicher Vorteil durch geringe Wärmebezugskosten
Nachteile	Hohe Abhängigkeit von einer Person, begrenzte Professionalität	Geringe Einflussnahme, langfristige Bindung mit möglichen Mehrkosten	Wenig Gestaltungsspielraum, begrenzte Anbietersauswahl, Gewinnmarge für EVU	Erhöhter Abstimmungsaufwand, Engagement erforderlich, Wissensaufbau nötig

3.4 Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien

3.4.1 Wärme

Dieses Kapitel der Potenzialanalyse widmet sich der Identifikation und Bewertung aller relevanten Wärmequellen, die zur treibhausgasneutralen Wärmeversorgung innerhalb der Gemeinde beitragen können. Da der Wärmesektor maßgeblich zur Erreichung der lokalen und nationalen Klimaziele beiträgt, ist die Erschließung nachhaltiger Wärmequellen eine Kernaufgabe der kommunalen Wärmeplanung. Die nachfolgend untersuchten Wärmequellen umfassen eine Bandbreite von erneuerbaren Ressourcen bis hin zu innovativen Technologien, die einen zentralen Beitrag zur Reduktion fossiler Brennstoffe leisten können.

Luft-Wasser-Wärmepumpen

Diese Wärmepumpe ist eine bewährte Technologie, die Wärme aus der Umgebungsluft auf ein höheres Temperaturniveau hebt und so für Heizzwecke nutzbar macht. Die vorhandene Wärmeenergie in der Umgebung wird aufgenommen und im Verdampfer an ein Kältemittel, das bereits bei niedrigen Temperaturen verdampft, übergeben. Das verdampfte Kältemittel wird anschließend in einem Verdichter komprimiert, wodurch der Druck und damit auch die Temperatur des Kältemittels steigen. Zum Komprimieren wird Strom als Hilfsenergie benötigt. Im Kondensator gibt das nun heiße, dampfförmige Kältemittel seine Wärme an das Heizsystem für das Gebäude ab und verflüssigt sich dabei wieder. Über ein Expansionsventil wird es entspannt und der Kreislauf beginnt von vorne. Die beschriebene Funktionsweise wird in Abbildung 3.6 dargestellt.

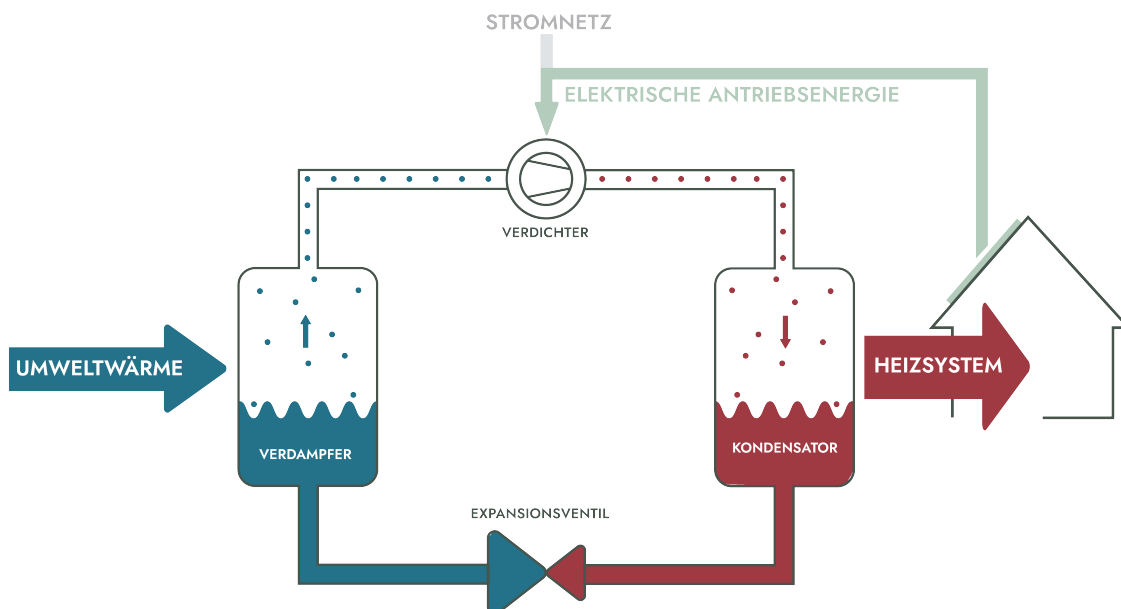


Abbildung 3.6: Beispielhafte Abbildung für die Funktionsweise einer Wärmepumpe, eigene Darstellung

So kombiniert die Luft-Wasser-Wärmepumpe die kostenlose Umweltwärme mit elektrischer Energie und macht sie effizient für Heizung und Warmwasser nutzbar. Ein flächendeckender Einsatz von Wärmepumpen führt zu einer Erhöhung des Strombedarfs und Lastanforderungen an die Verteilnetze. Daher ist zu prüfen, inwieweit ein Ausbau der Netzkapazitäten erforderlich ist.

Die Technologie zeichnet sich durch eine hohe Flexibilität aus, da für die Installation keine tiefen Erdarbeiten notwendig sind. Dies begünstigt den Einsatz in Bestands- und Neubauten. Je nach Ausführung der Anlage ist neben der Heiz- auch eine Kühlfunktion möglich. Aufgrund dieser geringen installationsseitigen Einschränkungen besteht ein erhebliches Potenzial zur Nutzung der Wärme aus der Umgebungsluft.

Um das Potenzial von Luft-Wasser-Wärmepumpen für die Gemeinde zu ermitteln, wurde der Wärmebedarf jedes Gebäudes mit der möglichen Wärmeerzeugung durch eine Luft-Wasser-Wärmepumpe verglichen.

Zur Modellierung der potenziell möglichen Wärmeerzeugung wurde sich an die Vorgehensweise der Wärmepumpen-Ampel der *Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE)* orientiert [11]. Dabei wurden drei wichtige Annahmen getroffen:

- **Wärmebedarf:** Als Grundlage diente der berechnete Wärmebedarf (vgl. Kapitel 2.2.2) der einzelnen Gebäude.
- **Lärmschutz:** Die Wärmeerzeugung wird durch die Schallemission der Geräte und damit durch den Abstand der Wärmepumpen zur

Nachbarbebauung beschränkt. Als Orientierungswert wird der nächtliche Immissionsrichtwert gemäß *TA-Lärm* für reine Wohngebiete herangezogen.

- **Einziges Wärmequelle:** Die Analyse geht von einer Standard-Wärmepumpe aus, die das Gebäude allein heizt und bis zu einer Außentemperatur von -6 °C effizient arbeitet.

Für die Gebäude innerhalb der Gemeinde Pfaffing wurden potenzielle Aufstellungsorte für Luft-Wasser-Wärmepumpen ermittelt und anhand des Abstands zu benachbarten Gebäuden eine maximal mögliche Wärmebereitstellung abgeschätzt. Der Abgleich dieser maximalen Wärmebereitstellung mit dem gebäudespezifischen Wärmebedarf zeigt, in welchem Umfang eine Eigenversorgung durch Luft-Wasser-Wärmepumpen technisch grundsätzlich möglich erscheint.

Die räumliche Verteilung in Abbildung 3.7 weist für die Gemeinde Pfaffing insgesamt ein günstiges Bild auf. Deutlich wird dies vor allem in den weniger dicht bebauten Siedlungsbereichen. In diesen Bereichen treten wiederholt Rasterzellen mit mittleren bis hohen Anteilen potenziell geeigneter Gebäude auf, vielfach sogar im Bereich von 51 bis 75 % beziehungsweise 76 bis 100 %. Insgesamt lassen sich in der Gemeinde 50 % der Gebäude mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe des untersuchten Typs versorgen. Dies deutet auf eine insgesamt dörflich geprägte und in vielen Bereichen ausreichend aufgelockerte Siedlungsstruktur hin, die für den Einsatz von Luft-Wasser-Wärmepumpen günstige Rahmenbedingungen bietet.

Niedrigere Potenziale konzentrieren sich demgegenüber vor allem auf die kompakt bebauten Ortsteile, in denen schalltechnische Restriktionen, geringe Abstände zu Nachbargebäuden oder ein vergleichsweise hoher Wärmebedarf die vollständige Deckung durch das angesetzte Standard-Wärmepumpenmodell erschweren. Insgesamt lässt die Kartendarstellung jedoch erkennen, dass Luft-Wasser-Wärmepumpen in der Gemeinde Pfaffing in weiten Teilen eine tragfähige dezentrale Versorgungsoption darstellen. Die konkrete Eignung bleibt dennoch im Einzelfall zu prüfen, da Grundstückszuschnitt, Gebäudesanierungsstand, Schallschutzanforderungen und die tatsächliche Aufstellfläche einen wesentlichen Einfluss auf die Realisierbarkeit haben.

Das Ergebnis lässt sich folgendermaßen zusammenfassen:

- **Luft-Wasser-Wärmepumpen stellen in vielen Teilen der Gemeinde Pfaffing eine sehr gut geeignete dezentrale Versorgungsoption dar.**
- **In den Ortsteilen Pfaffing, Lehen, Rettenbach und Forsting sowie bei Gebäuden mit hohem Wärmebedarf können sich aufgrund geringer Abstände zu Nachbargebäuden sowie schalltechnischer Anforderungen Einschränkungen bei der Umsetzung der angenommenen Referenzwärmepumpe ergeben**
- **In locker bebauten Wohnlagen und an den Siedlungsrändern bestehen gute Potenziale für den Einsatz von Luft-Wasser-Wärmepumpen, die im Einzelfall durch eine objektbezogene Prüfung konkretisiert werden sollten**

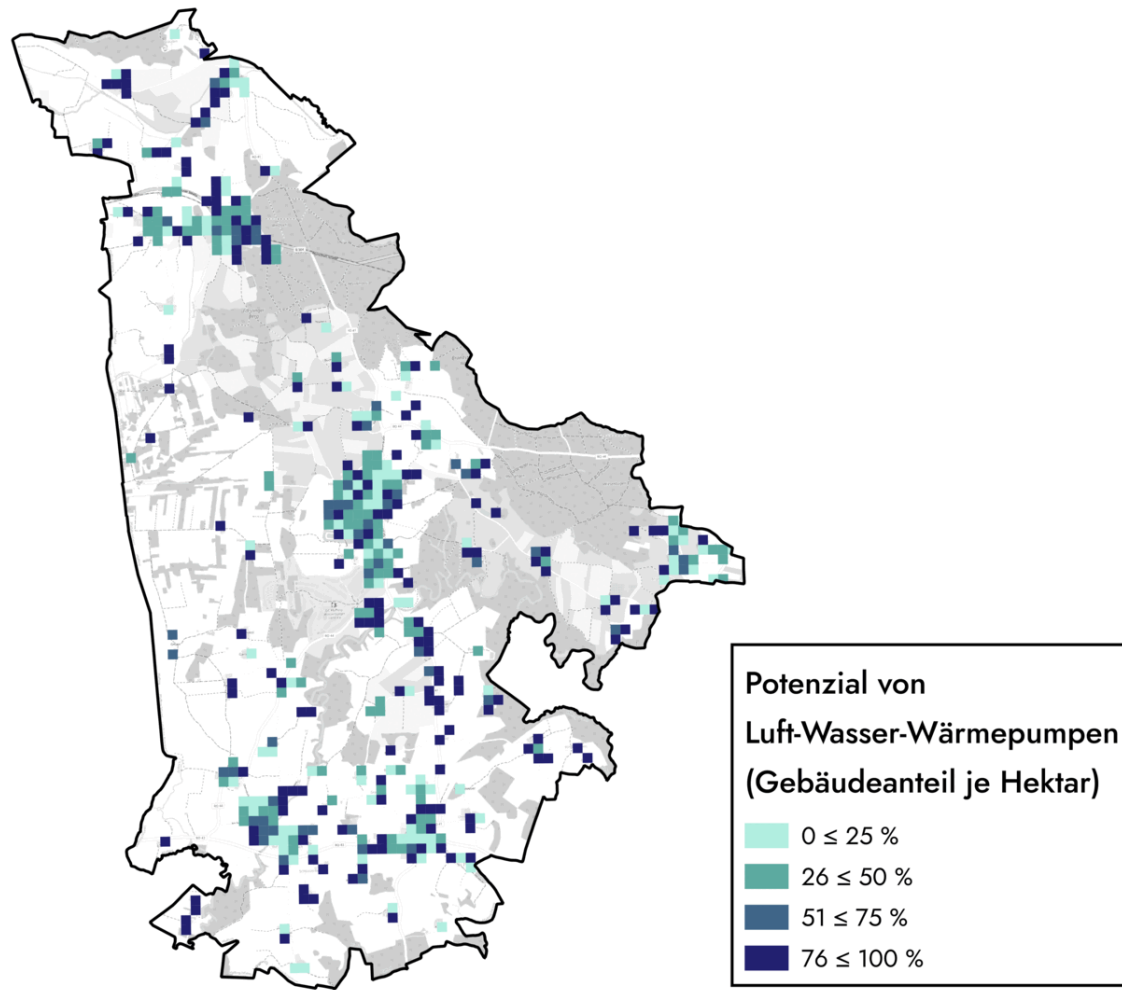


Abbildung 3.7: Gebäudeanteil mit Potenzial zur Abdeckung des Wärmebedarfs durch eine Luft-Wasser-Wärmepumpe, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

Oberflächennahe Geothermie

Oberflächennahe Geothermie nutzt die im Erdreich gespeicherte Wärme zur Beheizung von Gebäuden und zur Warmwasserbereitung. In der dezentralen Anwendung kommen verschiedene Systeme zum Einsatz, die sich hinsichtlich ihrer Funktionsweise und Effizienz unterscheiden und in Abbildung 3.8 dargestellt werden. Ähnlich wie im zuvor beschriebenen Kapitel werden auch bei der oberflächennahen Geothermie Wärmepumpen eingesetzt, die der Umgebung (hier: Erdreich) Wärme entziehen und dies auf das erforderliche Temperaturniveau anheben.

Dabei ist die Wärmeleitfähigkeit des Bodens ein Indikator für die Eignung von Geothermie. Die Wärmeleitfähigkeit gibt an, wie hoch das geothermische Potenzial eines Bodens ist. Sie hängt maßgeblich vom Substrat und den hydrologischen Verhältnissen ab. In den Siedlungsbereichen liegt die mittlere Wärmeleitfähigkeit bis zwei Meter Tiefe bei 1,2 bis 1,8 W/m·K. In 100 Meter Tiefe weist der Boden eine Wärmeleitfähigkeit im Bereich von 1,4 bis zu 2,2 W/m·K auf, was keine optimalen Bedingungen für die Wärmeentnahme schafft [12]. Bei der oberflächennahen Geothermie können nachfolgende Technologien unterschieden werden.

Erdwärmekollektoren und -körbe nutzen die oberflächennahe Erdwärme, indem sie die Wärme des Erdreichs aufnehmen und über ein Wärmeträgermedium, meist eine spezielle Flüssigkeit, zur Wärmepumpe leiten. Während Kollektoren flach und horizontal in wenigen Metern Tiefe verlegt werden, sind Körbe in vertikalen Bohrungen angeordnet. Die Wärmepumpe erhöht die Temperatur der gewonnenen Wärme, um sie für die

Heizung oder Warmwasserbereitung nutzbar zu machen. Bei Erdwärmekollektoren wird für ein typisches Einfamilienhaus etwa das 1,5- bis 2,5-fache der beheizten Wohnfläche als Kollektorfläche im Boden benötigt. Damit eignen sich diese Systeme besonders für Einfamilienhäuser mit ausreichend freier Grundstücksfläche. Erdwärmekörbe sind hingegen platzsparender und können auch bei kleineren Grundstücken eingesetzt werden:

- **Die potenziell nutzbare Entzugsenergie für Erdwärmekollektoren in Siedlungsbereichen liegt je Flurstück im Mittel bei etwa 10 bis 25 MWh/a. Damit bestehen grundsätzlich geeignete Voraussetzungen für den Einsatz von Erdwärmekollektoren, wobei die tatsächliche Umsetzbarkeit maßgeblich von der verfügbaren Grundstücksfläche, dem Versiegelungsgrad sowie objektspezifischen Randbedingungen abhängt.**

Grundwasser-Wärmepumpen nutzen die im Grundwasser gespeicherte Wärme, indem Wasser aus einer Quelle entnommen, durch die Wärmepumpe geleitet und anschließend wieder in den Untergrund zurückgeführt wird. Dieses System kann besonders effizient sein, wenn die Grundwasserquelle über eine konstante Temperatur verfügt. Für die Nutzung sind ein Saug- und ein Schluckbrunnen in einem gewissen Abstand voneinander erforderlich. Die Nutzung ist jedoch mit gewissen Risiken verbunden, da der Grundwasserspiegel beeinflusst werden kann. Zudem ist eine wasserschutzrechtliche

Genehmigung erforderlich, was zu zusätzlichen Kosten im Vergleich zu Luft-Wasser-Wärmepumpen oder Erdkollektoren führt.

- **Ein Potenzial für den Einsatz von Grundwasser-Wärmepumpen besteht lediglich in den Ortsteilen Reith, Ebrach, Forsting, Ried, Nelderndorf und Dirnhart. Dort kann die potenzielle Entzugsleistung je Flurstück bis zu 500 kW betragen. Das übrige Gemeindegebiet liegt hingegen überwiegend in wasserwirtschaftlichen Ausschlussgebieten (AG), sodass der Einsatz von Grundwasser-Wärmepumpen dort in der Regel nicht zulässig bzw. nicht genehmigungsfähig ist.**

Erdwärmesonden erschließen die Erdwärme in größerer Tiefe (bis zu 400 Meter), indem sie vertikale Bohrungen nutzen, durch die ein Wärmeträgermedium zirkuliert. Diese Systeme sind effizienter, da die Temperatur in tieferen Bodenschichten im Jahresverlauf konstant ist, und eignen sich besonders für größere Gebäude oder bei höherem Wärmebedarf. Die Länge der Bohrlöcher ist vor allem vom Wärmebedarf und der Untergrundbeschaffenheit abhängig. Bei Bohrungen mit einer Tiefe von mehr als 100 m sind bergbaurechtliche Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Für ein typisches Einfamilienhaus werden in der Regel ein bis zwei Erdwärmesonden benötigt. Jedoch sind die Bohrungen mit recht hohen Kosten verbunden und es besteht ein gewisses Fündigkeitsrisiko.

- **In weiten Teilen der Siedlungsgebiete bestehen geeignete Voraussetzungen für den Einsatz von Erdwärmesonden. Das Potenzial liegt in einem ähnlichen Bereich wie bei Erdwärmekollektoren. Die potenzielle Entzugsleistung variiert je nach Flurstück zwischen >5 und 25 kW, abhängig von den lokalen geologischen Gegebenheiten.**

Die Ergebnisse zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie in Pfaffing sind in den Abbildungen 3.11, 3.9, 3.10 dargestellt und lassen sich folgendermaßen beschreiben [2]:

- **Für die Nutzung oberflächennaher Geothermie bestehen teilweise räumliche Restriktionen. Das im Westen gelegene Moorgebiet sowie die im Osten und Süden ausgewiesenen Wasserschutzgebiete sind für bestimmte Technologien als Ausschlussgebiete (AG) zu bewerten. Zusätzlich ergeben sich insbesondere für Erdwärmesonden und Grundwasser-Wärmepumpen standortabhängig hydrogeologische, geologische und/oder wasserwirtschaftliche Einschränkungen, wodurch eine Realisierung in Teilen des Gemeindegebiets nicht zulässig ist.**

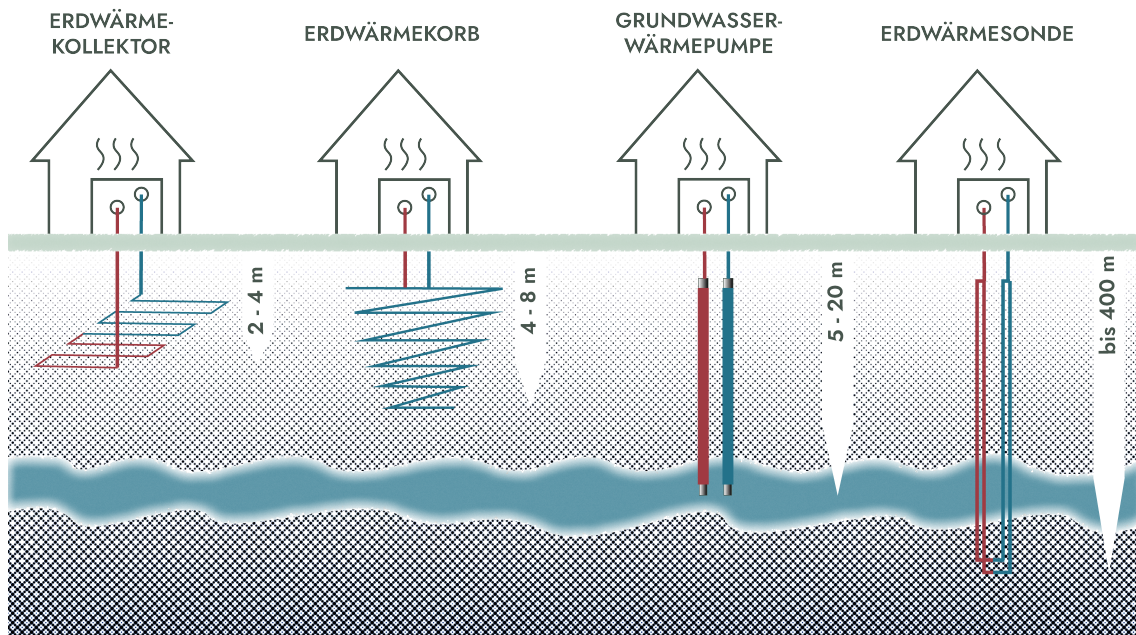


Abbildung 3.8: Technologien der oberflächennahen Geothermie mit ihren Funktionsweisen, eigene Darstellung

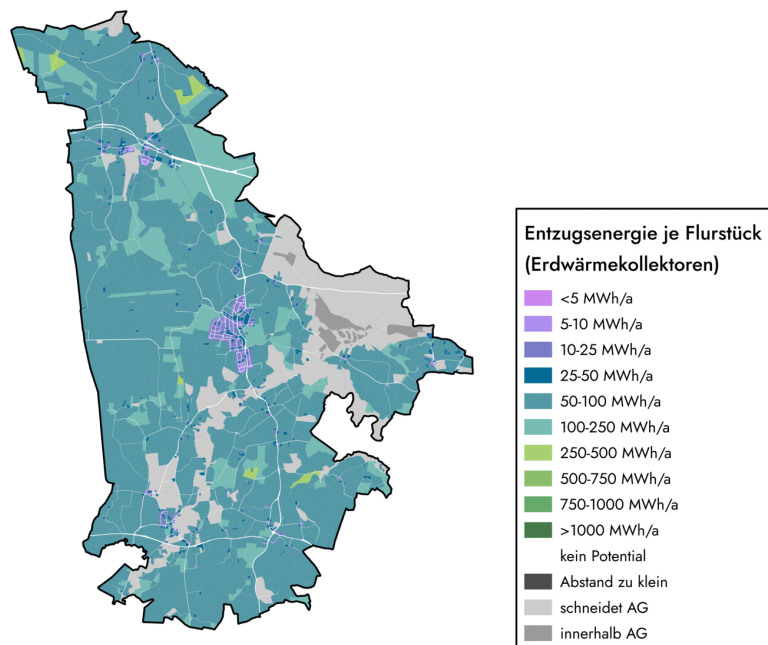


Abbildung 3.9: Entzugsenergie je Flurstück bei der Nutzung von Erdwärmekollektoren [2]

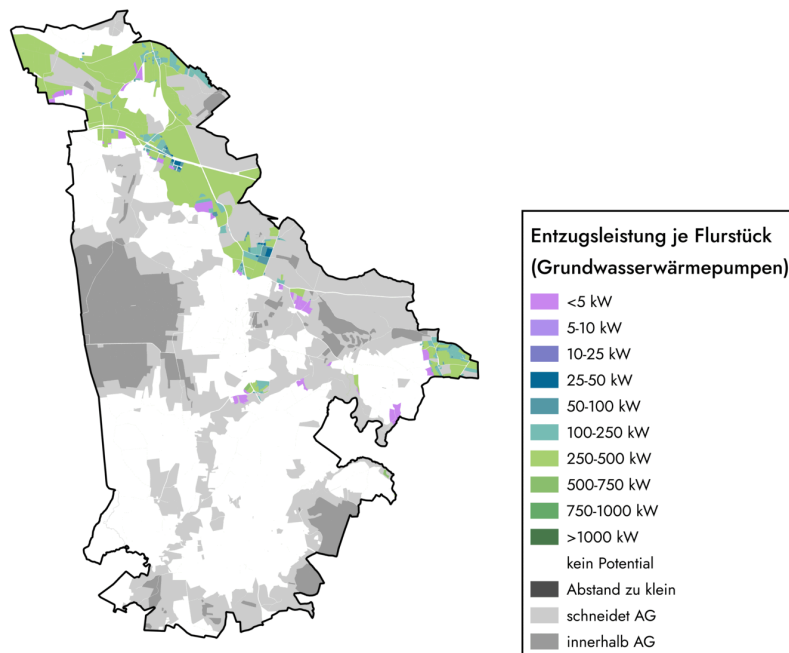


Abbildung 3.10: Entzugsleistung je Flurstück bei der Nutzung von Grundwasserwärmepumpen [2]

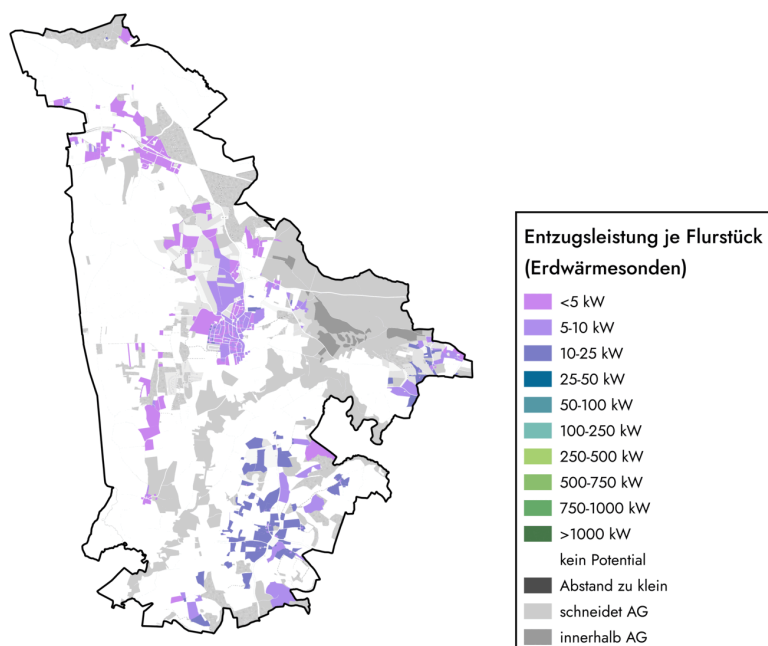


Abbildung 3.11: Entzugsenergie je Flurstück bei der Nutzung von Erdwärmesonden [2]

Tiefe Geothermie

Tiefe Geothermie bezeichnet die Nutzung von Erdwärme aus großen Tiefen von mehr als 400 Metern bis zu mehreren Kilometern unter der Erdoberfläche. In diesen Erdschichten herrschen aufgrund des geothermischen Gradienten – das heißt der natürlichen Temperaturzunahme mit zunehmender Tiefe – erhöhte Temperaturen, die durch Tiefbohrungen erschlossen und für die Wärmeversorgung nutzbar gemacht werden können. Die Nutzung erfolgt in der Regel hydrothermal über tief liegende, wasserführende Gesteinsschichten, aus denen warmes Thermalwasser gefördert, energetisch genutzt und anschließend wieder in den Untergrund reinjiziert wird.

Für die Wirtschaftlichkeit und technische Umsetzbarkeit tiefer Geothermie sind jedoch sehr spezifische geologische Voraussetzungen erforderlich. Besonders günstige Bedingungen bestehen in Bayern vor allem im süddeutschen Molassebecken, das sich als geologische Region zwischen Donau und Alpen erstreckt. Dort bildet insbesondere der Malm mit seinen verkarsteten und wasserführenden Kalksteinen den maßgeblichen Thermalgrundwasserleiter, weshalb in diesem Raum die günstigsten Voraussetzungen

für die hydrothermale Tiefengeothermienutzung vorliegen [13, 14].

Die Gemeinde Pfaffing liegt innerhalb dieses geologischen Schwerpunktgebietes. Für den Untersuchungsraum ergeben sich daher vergleichbar günstige Voraussetzungen hinsichtlich tief liegender, ergiebiger und ausreichend temperierter Thermalwasserreservoirs. Aufgrund der geringen Anzahl potenzieller Abnehmer ist jedoch eine wirtschaftliche Nutzung tiefer Geothermie für die kommunale Wärmeversorgung nicht realistisch. Aus diesem Grund wird die tiefe Geothermie für die Wärmeplanung der Gemeinde Pfaffing nicht als relevantes Potenzial eingeordnet.

- **In der Gemeinde Pfaffing wird keine Anlage zur Nutzung tiefer Geothermie betrieben.**
- **Die Gemeinde Pfaffing liegt in einem Gebiet mit günstigen geologischen Verhältnissen für eine hydrothermale Wärmege-
winnung.**
- **Aufgrund einer zu geringen Abnehmerzahl sowie hohen Kosten ist Tiefengeothermie jedoch nicht zu empfehlen.**

Fließgewässer

Flusswärme beschreibt die Nutzung von Wärmeenergie, die in Fließgewässern gespeichert ist, zur Beheizung von Gebäuden oder zur Einspeisung in ein Wärmenetz. Hierfür wird dem Gewässer über Wärmetauscher Umweltwärme entzogen und mittels einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe auf ein für die Wärmeversorgung nutzbares Temperaturniveau angehoben. Die Technologie ist grundsätzlich praxistauglich, bedarf jedoch einer standortspezifischen Prüfung hinsichtlich Wasserführung, Temperaturverhältnissen, Genehmigungsfähigkeit und räumlicher Nähe geeigneter Wärmeabnehmer.

Im Gebiet der Gemeinde Pfaffing stellt die *Attel* das relevanteste Fließgewässer für eine potenzielle thermische Nutzung dar. Im Vergleich zu kleineren Gewässern im Gemeindegebiet weist die *Attel* die günstigsten Voraussetzungen für eine thermische Nutzung auf. Grundlage der Potenzialabschätzung bilden die Messstellen *Anger / Attel* in der Gemeinde Ramerberg sowie *Aßling / Attel* in der Gemeinde Aßling. Für die Zeiträume 1951–2020 (*Anger*) bzw. 1959–2020 (*Aßling*) sind mittlere Niedrigwasserabflüsse (MNQ) von 1,64 m³/s (entspricht 1.640 l/s) an der Messstelle *Anger* sowie 0,431 m³/s (entspricht 431 l/s) an der Messstelle *Aßling* erfasst worden.

Unter Annahme einer Wasserdichte von 1.000 kg/m³, einer spezifischen Wärmekapazität von 4,18 kJ/(kg·K) sowie einer angesetzten Temperaturdifferenz von 1 K ergibt sich daraus eine theoretische Entzugsleistung von rund 435 kW. Bei einem rechnerischen Ganzjahresbetrieb mit 8.760 Vollbenutzungsstunden und einer maximalen

Temperaturdifferenz am Wärmetauscher von 1 K entspräche dies einer aus dem Gewässer entzogenen Wärmemenge von rund 3.810 MWh/a. Bei Annahme einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe mit einem COP von 3 ergibt sich daraus ein elektrischer Energiebedarf von rund 1.524 MWh/a sowie eine nutzbare Wärmemenge von insgesamt rund 5.333 MWh/a.

Diese Werte stellen das technische Potenzial dar. In der Praxis ist zu berücksichtigen, dass der Abfluss zeitweise auch unter dem mittleren Niedrigwasserabfluss liegen kann und die Mindestwasserführung des Gewässers jederzeit gewährleistet bleiben muss. Darüber hinaus sind wasserrechtliche Anforderungen, ökologische Randbedingungen sowie Restriktionen, beispielsweise hinsichtlich Einleittemperatur, Wärmetauscherkonzept und Betriebsweise, zu beachten.

Dennoch zeigt die überschlägige Berechnung, dass die *Attel* innerhalb der Gemeinde Pfaffing ein relevantes Potenzial für die Nutzung von Flusswärme aufweist. Eine Nutzung erscheint insbesondere für standortnahe Einzelabnehmer, kommunale Liegenschaften oder kleinere bis mittlere Wärmenetze grundsätzlich denkbar.

Somit lassen sich die Ergebnisse folgendermaßen zusammenfassen:

- **Durch die Gemeinde verläuft die *Attel*.**
- **Die *Attel* eignet sich insbesondere für standortnahe Einzelabnehmer, kommunale Liegenschaften oder kleinere bis mittlere Wärmenetze.**

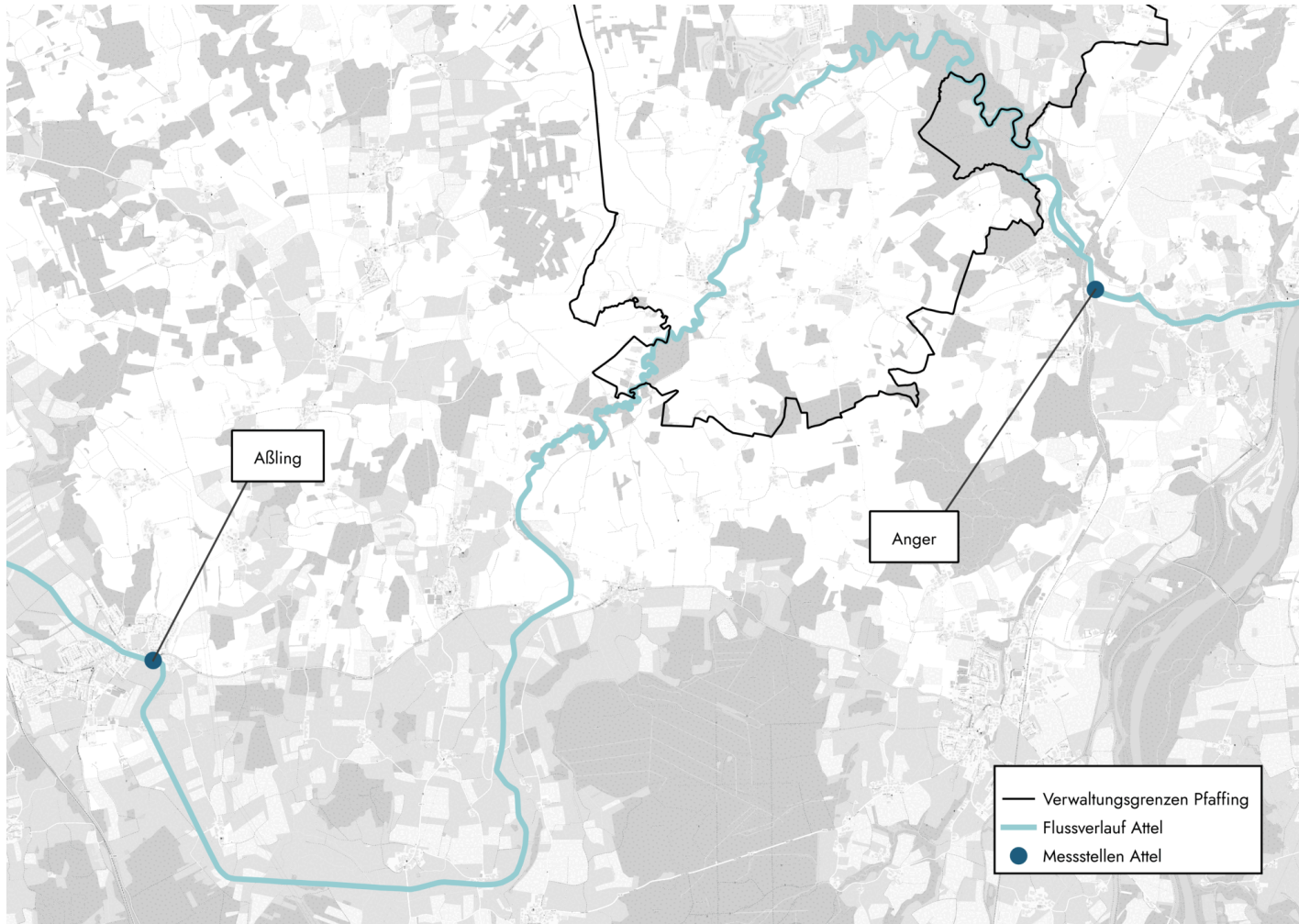


Abbildung 3.12: Verortung der Attel und ihre Messstellen, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

Solarthermie

Solarthermie-Kollektoren wandeln solare Strahlung in nutzbare Wärme um. Die Kollektoren fangen Sonnenlicht ein und erhitzen ein Wärmeträgermedium (meist Glykol). Die thermische Energie kann so zur Gebäudeheizung, Wassererwärmung oder Einspeisung ins Wärmenetz genutzt werden.

Zur kommunalen Wärmeversorgung eignen sich insbesondere Aufdach-Anlagen und Freiflächenanlagen. Beide Optionen haben spezifische Vorteile und Einsatzbedingungen:

- **Freiflächen-Solarthermie:** Diese Anlagen benötigen große, unverschattete Flächen und sind geeignet, wenn sie in Verbindung mit Wärmespeichern und Wärmenetzen betrieben werden. Die Speicherung der erzeugten Wärme ermöglicht eine flexible und bedarfsorientierte Nutzung, auch zu Zeiten geringer Sonneneinstrahlung. Ein solcher Aufbau bietet sich für kommunale oder großflächige Wohnprojekte an, setzt jedoch die Verfügbarkeit eines Wärmenetzes voraus und bedingt einen hohen Flächenverbrauch.
- **Dachflächen-Solarthermie:** Auf Dachflächen kann Solarthermie auf Wohn- und Gewerbegebäuden installiert werden. Dachflächen bieten oft eine hohe Verfügbarkeit für die Installation von Solarkollektoren, konkurrieren jedoch häufig mit Photovoltaikanlagen, die Sonnenenergie in Strom umwandeln. Diese Konkurrenz führt oft zu Abwägungen zwischen Wärme- und Stromnutzung

auf demselben Dach. Meist werden Solarthermieanlagen zur Heizunterstützung und Warmwasserbereitung eingesetzt.

Das Solarthermiepotenzial basiert auf den Untersuchungen der Gebäudegeometriedaten des *Landesamtes für Digitalisierung, Breitband und Vermessung* (LoD2-Daten) [4]. Auf dessen Datengrundlage wird anhand der hinterlegten Dachfläche sowie Ausrichtung und Neigung der Flächen das technische Potenzial in Pfaffing ausgewiesen. In die Betrachtung gehen folgende Annahmen ein:

- Ausschluss von ungeeigneten Dachformen: Kegeldach, Kuppeldach, Turmdach oder Mischformen
- Ausschluss von nördlich ausgerichteten Dächern
- Mindestgröße von geeigneten Dächern: 5 m²
- Anteil verfügbare Dachfläche: 50 % bei Flachdächern, 70 % bei geeigneten Dächern
- Jahresmittelwert Globalstrahlung: 1.192 kWh/m² [15]

Für Pfaffing ergibt sich ein technisches Potenzial in Höhe von 111.694 MWh/a. Daraus ergibt sich bei 5 % Umsetzungsquote ein erwartbarer Jahresertrag von **5.585 MWh**, der durch die Solarthermie auf den Dachflächen erzeugt werden könnte.

Die Abbildung 3.13 zeigt das Ertragspotenzial für alle Dächer in Pfaffing. Dargestellt ist das technische Potenzial. Die größten Potenziale finden sich auf den Dächern der Unternehmen in Lehen und Forsting.

Setzt man den erwartbaren Jahresertrag von 5.585 MWh/a ins Verhältnis zum aktuellen gesamten Wärmebedarf der Gemeinde Pfaffing von **65.375 MWh/a**, so ergibt sich ein bilanzieller Deckungsanteil von rund **9 %**. Dieser Wert stellt eine rein rechnerische Einordnung dar und ist nicht mit einer tatsächlichen ganzjährigen Deckung des Wärmebedarfs gleichzusetzen, da Solarthermie insbesondere saisonalen Schwankungen unterliegt und ihre Erträge vor allem in den sommerlichen Monaten anfallen.

Die Methodik dient der Abschätzung des Solarthermiepotenzials auf den Dachflächen der Gemeinde Pfaffing und schafft damit ei-

ne Grundlage für die Berücksichtigung dieser Technologie im kommunalen Wärmekonzept. Die Ergebnisse zeigen, dass Solarthermie insbesondere als ergänzende erneuerbare Wärmequelle einen relevanten Beitrag zur dezentralen Wärmeversorgung leisten kann. Zusammenfassend ergibt sich:

- **Erwartbarer Jahresertrag:
5.585 MWh**
- **Die Wärmeerzeugung durch
Solarthermie könnte bilanziell
etwa 9 % des Wärmebedarfs
in Pfaffing decken**

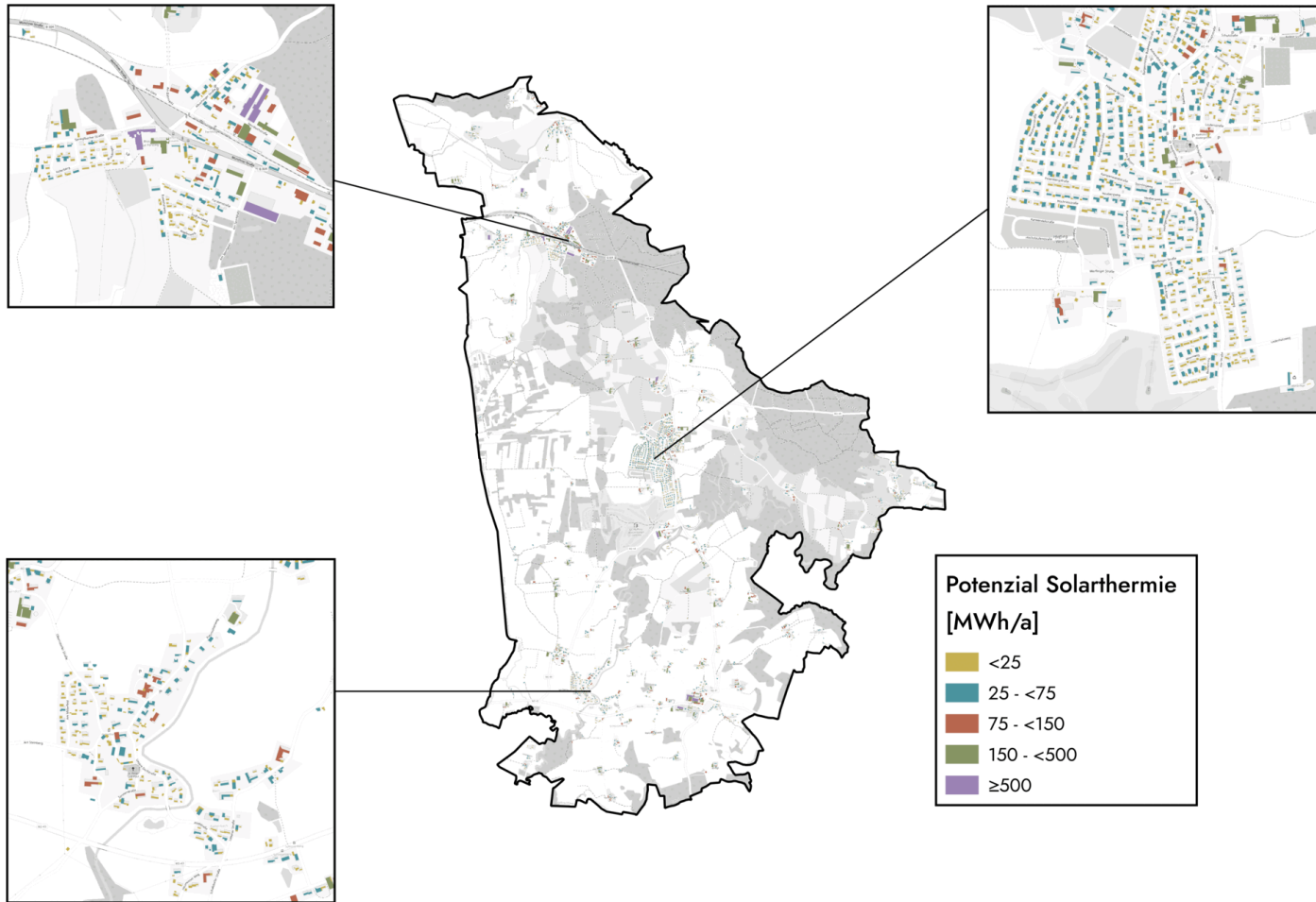


Abbildung 3.13: Ertragspotenzial für Solarthermieanlagen auf Dachflächen, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

Biomasse

Biomasse umfasst eine breite Palette organischer Materialien wie Holz, pflanzliche Abfälle und landwirtschaftliche Produkte und dient als vielseitige Quelle erneuerbarer Energie. Die energetische Nutzung von Biomasse erfolgt durch Verbrennung, Vergasung oder Fermentation, um Wärme und Strom zu erzeugen oder Bioenergieträger wie Biogas oder Biodiesel zu produzieren. Im Rahmen der Potenzialanalyse wurde das Potenzial der Biomassenutzung untersucht. Für die Untersuchung wird zwischen Biogas, Biomasse aus Grünland und Ackerflächen sowie Biomasse aus Holz unterschieden.

Biogasanlagen in Pfaffing Die Pfaffing verfügt über insgesamt fünf Biogasanlagen (Stand 2025) in Springlbach (150 kW), Faßrain (400 kW), Fudersöd (290 kW), Grafa (derzeit nicht in Betrieb) sowie Unterfarrach (361 kW). Neben der Stromerzeugung wird die in den Anlagen anfallende Abwärme teilweise auch zur Wärmeerzeugung genutzt, beispielsweise zur Beheizung von Betriebsgebäuden oder angrenzenden Liegenschaften. Die räumliche Verteilung der Anlagen weist darauf hin, dass die Nutzung von Biomasse und Biogas in der Gemeinde Pfaffing vor allem in engem Zusammenhang mit landwirtschaftlich geprägten Strukturen steht. Für die kommunale Wärmeplanung sind diese Standorte insbesondere deshalb relevant, weil sie bestehende Anknüpfungspunkte für eine standortnahe energetische Nutzung biogener Stoffe darstellen. Grundsätzlich ist dabei vor allem die effiziente Nutzung der anfallenden Wärme im direkten räumlichen Umfeld der Anlagen von Bedeutung, da hierdurch erneuerbare Wärme bereitgestellt werden kann.

Die Möglichkeit, Biogas zu Biomethan aufzubereiten und zu nutzen, wurde im Rahmen der Potenzialanalyse geprüft. Dabei ergab sich das folgende Ergebnis:

- **Eine Aufbereitung des Biogases zu Biomethan mit anschließender Einspeisung in das Erdgasnetz ist aufgrund der fehlenden Infrastruktur im Gemeindegebiet derzeit nicht sinnvoll**
- **Die derzeitige Nutzung der Biogasanlagen im Rahmen der Kraft-Wärme-Kopplung zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung stellt somit gegenwärtig die wirtschaftlich und ökologisch sinnvollste Option dar**
- **Im Rahmen eines vertieften Austauschs mit den Anlagenbetreibern sollte ein mögliches Potenzial zur Einspeisung der Abwärme in ein Wärmenetz geprüft werden**

Die Analyse des **Biomassepotenzials aus Grünland und Ackerfläche** basiert auf den landwirtschaftlichen Flächen im Verwaltungsgebiet, je nach Flächenart (Grünland oder Ackerfläche) kann über Energiekennwerte [16] das energetische Potenzial bewertet werden. Die Flächen werden den Geodaten der Tatsächlichen Nutzung entnommen [5].

Aus der Analyse ergeben sich folgende technische Erträge für Biomasse aus landwirtschaftlichen Flächen:

- **Technisches Biomassepotenzial
Grünland: 13.904 MWh/a**
- **Technisches Biomassepotenzial
Ackerland: 19.048 MWh/a**

Die untersuchten Flächen sind in Abbildung 3.14 dargestellt. Dieses Potenzial steht jedoch in Konkurrenz zur Nutzung landwirtschaftlicher Flächen für die Nahrungs- und Futtermittelproduktion. Aus diesem Grund ist die Nutzung von Rest- und Nebenprodukten gegenüber eigens angebauten Energiepflanzen in der Regel vorrangig zu bewerten. Das theoretische Gesamtpotenzial aus Grünland und Ackerflächen in Höhe von 82.390 MWh/a liegt damit bilanziell über dem heutigen Wärmebedarf der Gemeinde Pfaffing, ist in der praktischen Umsetzung jedoch nur eingeschränkt realisierbar.

Das **Biomassepotenzial aus Holz** hängt stark von den regionalen Gegebenheiten ab. Grundsätzlich muss sichergestellt sein, dass die Holzentnahme die Regenerationsfähigkeit der Wälder nicht übersteigt, um eine nachhaltige Nutzung zu gewährleisten. Zur Bewertung des Potenzials werden die Waldflächen im Verwaltungsgebiet herangezogen. Die entsprechenden Flächenangaben stammen aus den Geodaten zur tatsächlichen Nutzung. Die *Bundeswaldinventur* ermittelt den durchschnittlichen jährlichen

Holzzuwachs je Hektar Wald in Deutschland. Unter Berücksichtigung der Kaskadennutzung des Holzbestands wird angenommen, dass 30 % des Zuwachses für die energetische Nutzung zur Verfügung stehen. Dazu zählen beispielsweise Rest- und Abfallstoffe, die bei der Verarbeitung von Holz zu Bau- oder Werkstoffen anfallen. Das technische Potenzial kann über diese Herangehensweise wie folgt zusammengefasst werden:

- **Biomassepotenzial Wald:
6.550 MWh/a**

Das energetische Potenzial aus Waldholz entspricht bilanziell rund 10 % des heutigen Wärmebedarfs der Gemeinde Pfaffing. Dieser Wert unterstreicht, dass Holzbiomasse einen relevanten Beitrag zur Wärmeversorgung leisten kann, wobei eine energetische Nutzung aus Nachhaltigkeitsgründen vorrangig auf Rest- und Nebenprodukte beschränkt bleiben sollte.

Die Ergebnisse des Biomassepotenzials lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- **Die Potenzialanalyse zeigt aufgrund der Konkurrenz zu anderen Nutzungsarten ein geringes Potenzial im Bereich Grün- und Ackerlandflächen**
- **Sinnvoller ist die Nutzung der bestehenden Waldflächen zur Wärmeversorgung**

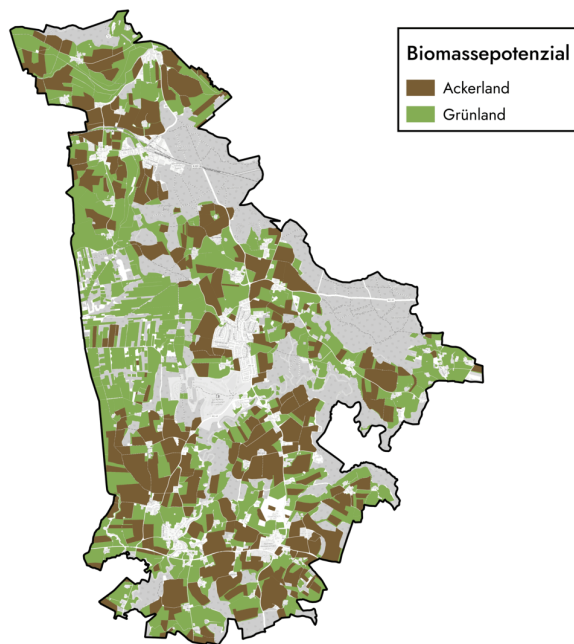


Abbildung 3.14: Biomassepotenzial auf Acker- und Grünflächen in Pfaffing, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

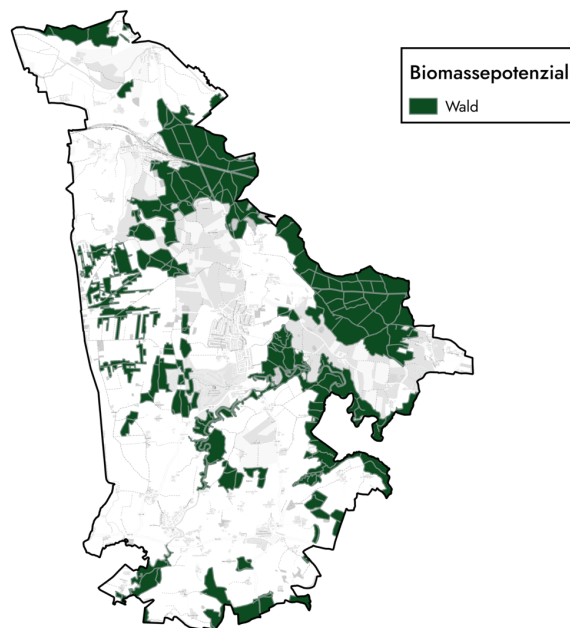


Abbildung 3.15: Biomassepotenzial auf Waldflächen in Pfaffing, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

Wasserstoff

Die Gemeinde Pfaffing liegt zwar in der Nähe (8 km) vom geplanten Wasserstoff-Kernnetz, ein kurzfristiger, wirtschaftlicher Einsatz von Wasserstoff für Raumwärme und Warmwasser ist allerdings nicht absehbar. Die aktuelle Forschungslage stützt diese Einschätzung: *Diefenbach et al.* halten fest, dass Wasserstoff weder in ausreichender Menge noch zu bezahlbaren Kosten kurzfristig für die Wärmeversorgung verfügbar sein wird [17]. Darüber hinaus existiert in der Gemeinde Pfaffing derzeit kein Gasnetz, das für eine mögliche Wasserstoffverteilung genutzt werden könnte.

Für die nationale Einordnung gilt: Die Fortschreibung der *Nationalen Wasserstoffstrategie* setzt den Einsatz von Wasserstoff vorrangig in Bereichen an, die nicht elektrisch durchdrungen werden können, insbesondere in der Industrie (stoffliche Nutzung in Chemie/Stahl) und für Prozesswärme. Diese Priorisierung erklärt, warum der Gebäudewärmemarkt kurzfristig nicht auf H₂ setzen sollte.

Für eine spätere Neubewertung der Wasserstoffoption könnte es sinnvoll sein Verfügbarkeit, Preisentwicklung und infrastrukturelle Voraussetzungen im Rahmen der Fortschreibung des Wärmeplans erneut zu prüfen. Bis dahin stehen alternative erneuerbare Optionen im Fokus der kommunalen Wärmeversorgung.

Das Wasserstoffpotenzial in der Gemeinde Pfaffing lässt sich folgendermaßen zusammenfassen:

- **Für die Gebäudewärme in Pfaffing ist Wasserstoff derzeit aufgrund unsicherer Verfügbarkeit, fehlenden Gasnetzes und hoher Kosten nicht realistisch.**
- **Vorrang erhalten alternative erneuerbare Lösungen, insbesondere Wärmepumpen und erneuerbare Wärmenetze.**

3.4.2 Strom

Die Sektorenkopplung von Strom- und Wärmemarkt ist ein wesentlicher Ansatz zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung. Durch die Elektrifizierung der Wärmeversorgung kann Strom aus erneuerbaren Quellen wie Wind- und Solarenergie für die Erzeugung erneuerbarer Wärme zum Beispiel durch den Betrieb von Wärmepumpen genutzt werden. Langfristig unterstützt eine umfassende Sektorenkopplung nicht nur den Ausbau der erneuerbaren Energien, sondern trägt auch zur Flexibilisierung des Stromnetzes bei. Besonders bei einer hohen Verfügbarkeit von Wind- oder Solarstrom kann überschüssige Energie in Wärme umgewandelt und in Speichern bevorratet werden. Dies entlastet das Stromnetz und fördert die Integration der erneuerbaren Energien in die Energieversorgung. Im Folgenden werden die Potenziale von Photovoltaik und Windkraft näher betrachtet.

Photovoltaik (PV)

Photovoltaik (PV) ist eine Technologie, die Sonnenenergie in elektrischen Strom umwandelt. Diese Elektrizität kann für den Eigenverbrauch in Gebäuden und zur Einspeisung ins Stromnetz genutzt werden.

PV-Freifläche

Die Installation von Photovoltaikanlagen auf Freiflächen innerhalb des Gemeindegebiets bietet eine Möglichkeit zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien. Durch die Installation von PV-Freiflächenanlagen können bislang brachliegende oder anderweitig genutzte Flächen für die Energieerzeugung gewonnen werden. Es bedarf einer sorgfältigen Standortwahl, um Landschafts-

und Umweltbelange zu berücksichtigen, sowie Energieerzeugung mit Umweltschutz in Einklang zu bringen.

Für die Gemeinde Pfaffing liegt bereits ein PV-Freiflächenkonzept vor, in dessen Rahmen eine differenzierte Standortbewertung durchgeführt wurde. Dabei wurden vier Wertungskategorien definiert, aus denen sich die grundsätzliche Eignung von Flächen für Photovoltaik-Freiflächenanlagen ableiten lässt.

Flächen der Kategorie *nicht geeignet* sind aufgrund rechtlicher oder fachlicher Restriktionen grundsätzlich von einer Nutzung durch PV-Freiflächenanlagen ausgeschlossen, da sie mit vorrangigen Nutzungsansprüchen nicht vereinbar sind. Diese Flächen unterliegen sogenannten harten Restriktionen und wurden daher in der Potenzialanalyse nicht berücksichtigt. Zu diesen Flächen zählen insbesondere:

- Landschafts- und Naturschutzgebiete
- Fauna-Flora-Habitat-Gebiete
- Biosphärenreservate
- Siedlungsgebiete
- Freizeiteinrichtungen (Parks)
- Bewaldete Gebiete und Gewässer
- Verkehrs- und Schienenwege

Flächen der Kategorie *bedingt geeignet* unterliegen hingegen keinem grundsätzlichen Nutzungsausschluss, sollten jedoch nicht prioritär behandelt werden. Vielmehr sind sie als potenzielle Ausweichflächen zu betrachten, sofern eine Vereinbarkeit mit den definierten Restriktionskriterien erreicht werden kann. Die entsprechenden Flächen um-

fassen überwiegend landwirtschaftlich genutzte Bereiche mit guten bis sehr guten Ertragsbedingungen sowie landschaftliche Vorbehaltsgebiete. In Einzelfällen kann dennoch eine Nutzung ermöglicht werden, beispielsweise durch angepasste Konzepte wie Agri-PV oder Moor-PV, welche eine Kombination von Energieerzeugung mit landwirtschaftlicher Nutzung bzw. naturschutzfachlichen Zielsetzungen erlauben.

Im Rahmen des Standortkonzepts wurde zudem Flächen identifiziert, die grundsätzlich als *geeignet* für die Nutzung durch PV-Freiflächenanlagen einzustufen sind. Insgesamt wurden rund 380 ha als *geeignet* bewertet. Davon überschneiden sich etwa 120 ha mit der aktuell geltenden Förderkulisse des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) und wurden entsprechend als *gut geeignet* eingestuft. Unter die EEG-Förderkulisse fallen insbesondere Konversionsflächen, Seitenrandstreifen entlang von Autobahnen und Schienenwegen sowie ausgewählte Acker- und Grünlandflächen in benachteiligten Gebieten.

Einzelne Kriterien konnten in der Analyse nicht berücksichtigt werden, da hierfür keine flächendeckenden Datengrundlagen vorlagen oder Einschränkungen hinsichtlich Datenschutz bzw. sicherheitsrelevanter Aspekte bestehen. Dazu zählen unter anderem Belange des Artenschutzes, mögliche Altlasten, geplante Bauvorhaben sowie regionale Planungen. Diese Aspekte sind im Rahmen

konkreter Projektentwicklungen einzelfallbezogen zu prüfen.

Auf Grundlage der identifizierten Flächen wurde das technische Potenzial für die als *gut geeignet* bewerteten Standorte abgeschätzt. Hierfür wurden folgende Annahmen getroffen:

- Ausschluss von Flächen kleiner 1 ha
- Installierbare PV-Freiflächenleistung je Hektar: 1.400 kWp
- Ausrichtung: Südausrichtung mit 25° Aufständigung

Abbildung 3.16 zeigt die räumliche Verteilung der ermittelten PV-Freiflächenpotenziale in Pfaffing. Dabei kennzeichnen grüne Flächen grundsätzlich geeignete Standorte, während grün gepunktete Flächen als *gut geeignet* bewertet wurden. Die identifizierten Potenzialflächen, bestehend aus geeigneten und gut geeigneten Flächen, weisen einen technischen Jahresertrag von 162.699 MWh auf.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- **Fläche der identifizierten Potenzialflächen: 120 ha**
- **Erwartbarer Jahresertrag der identifizierten Potenzialflächen: 162.699 MWh/a**

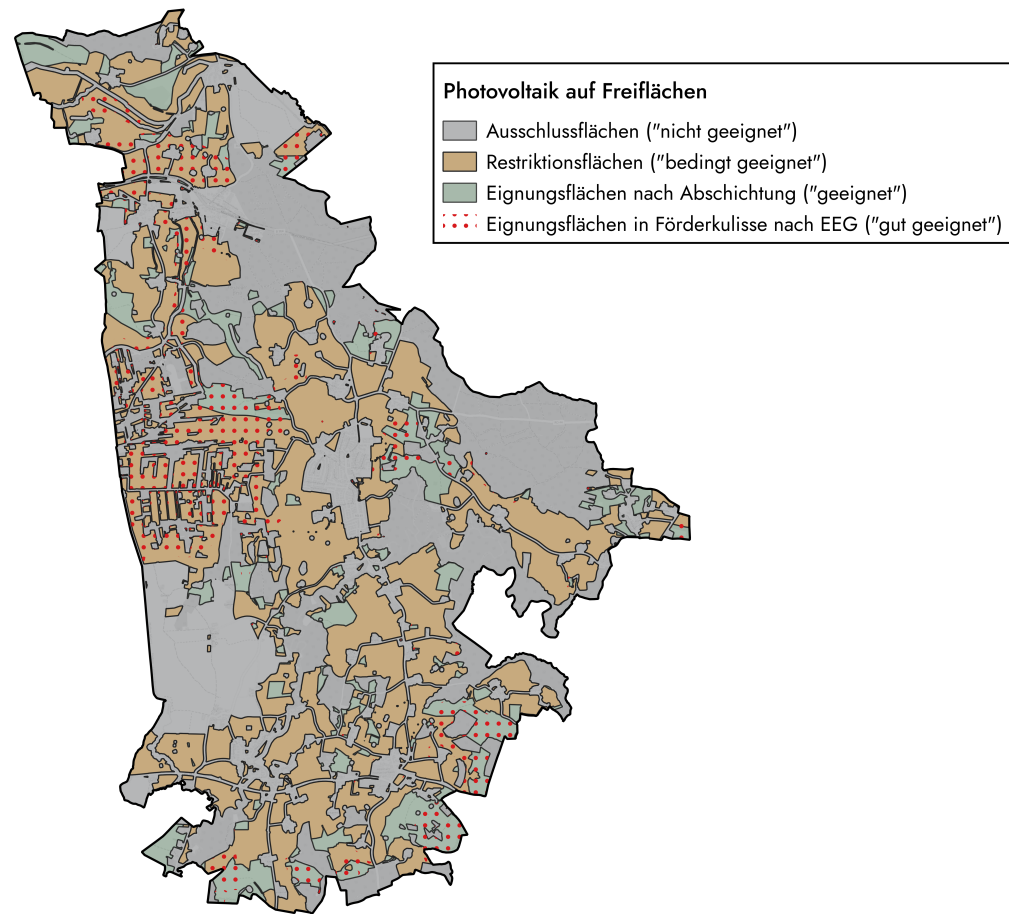


Abbildung 3.16: Photovoltaikpotenzial auf Freiflächen in Pfaffing, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

PV-Dachfläche

Die PV-Potenzialuntersuchung auf Dachflächen basiert genauso wie die Potenzialuntersuchung für Solarthermie auf den Untersuchungen des *Landesamtes für Digitalisierung, Breitband und Vermessung* [4]. Im Rahmen der Bewertung werden auch hier die Ausrichtung und Neigung der Flächen sowie die Größe der Dachflächen berücksichtigt. Auf Grundlage der ermittelten spezifischen installierbaren Leistung kann der erwartbare Jahresertrag unter Berücksichtigung der lokalen jährlichen Strahlungssumme bestimmt werden. Für die Berechnung wurden folgende Annahmen getroffen:

- Ausschluss von ungeeigneten Dachformen: Kegeldach, Kuppeldach, Turmdach oder Mischformen
- Ausschluss von nördlich ausgerichteten Dächern
- Mindestgröße von geeigneten Dächern 5 m²
- Anteil verfügbarer Dachfläche: 50 % auf Flachdächern, 70 % auf geeigneten Dachflächen
- Jahresmittelwert Globalstrahlung: 1.192 kWh/ m² [15]
- Wirkungsgrad: 22 %

Die berechneten Werte ergeben einen Jahresertrag von 47.375 MWh durch die Photovoltaikanlagen auf Dachflächen. Verglichen mit dem Pfaffing Stromverbrauch in Höhe von 25.613 MWh/a im Bilanzjahr 2023 würde dies bilanziell eine signifikante Überdeckung bedeuten.

Bei 40 % Umsetzungsquote ergibt sich ein erwartbarer Jahresertrag von 18.950 MWh, der durch PV auf den Dachflächen erzeugt werden könnte.

Abbildung 3.17 zeigt das Ertragspotenzial für alle Dächer in Pfaffing. Dargestellt ist das technische Potenzial. Die größten Potenziale finden sich auf den Dächern der Unternehmen in Forsting und Lehen.

Diese Methodik liefert eine fundierte Schätzung des PV-Potenzials auf den Dachflächen in Pfaffing. Die Ergebnisse zeigen, dass Photovoltaik auf Dachflächen wesentlich zur lokalen, emissionsfreien Stromversorgung beitragen kann und die Basis für eine stärkere Sektorenkopplung mit dem Wärmemarkt schafft. Die Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Zubau auf geeigneten Dachflächen

- **PV-Leistung: 20,1 MWp**
- **Erwartbarer Jahresertrag: 18.950 MWh/a**

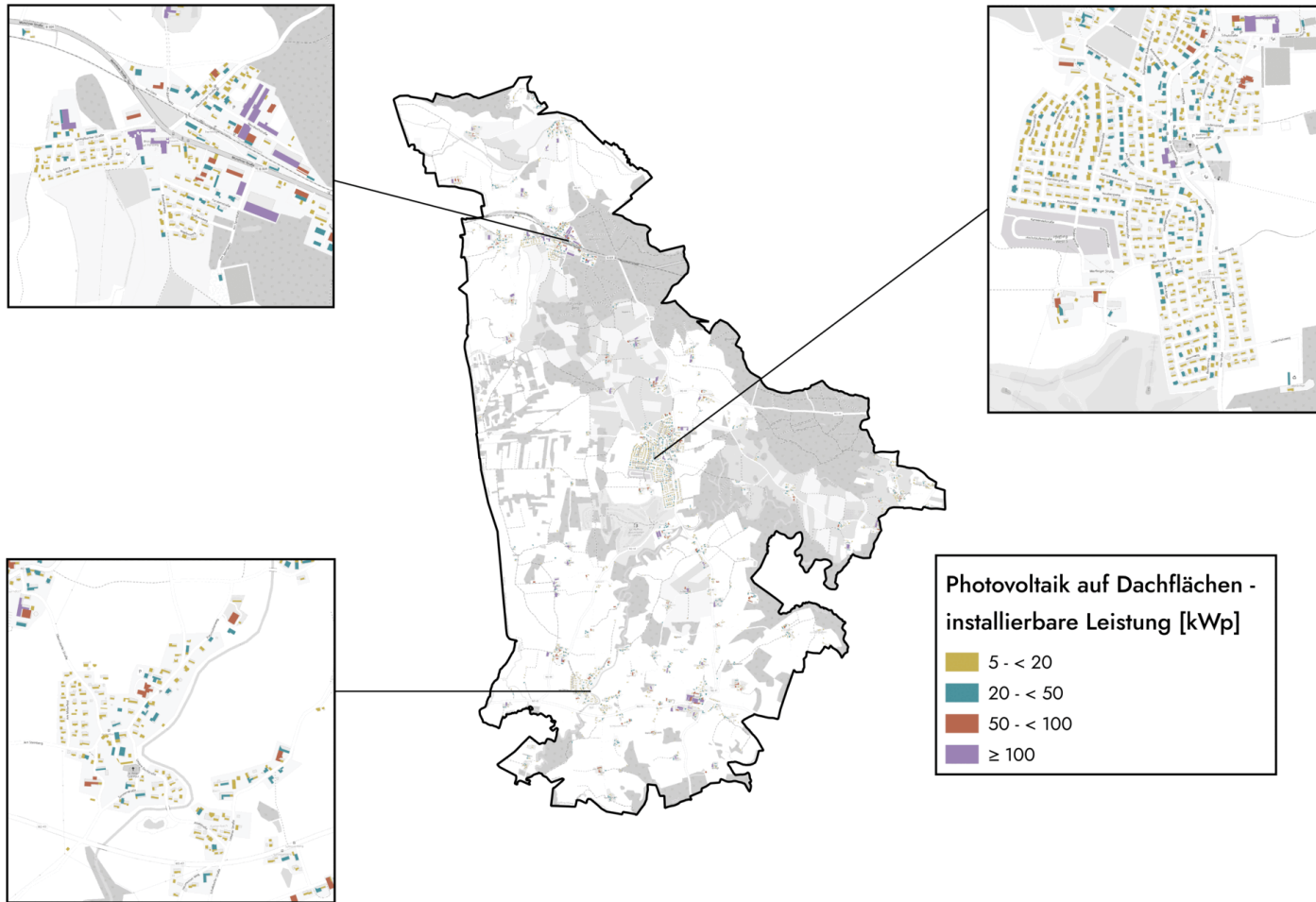


Abbildung 3.17: Photovoltaikpotenzial auf Dachflächen in Pfaffing, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

Wind

Die Windkraft stellt eine der zentralen Säulen der erneuerbaren Energieerzeugung dar und spielt eine bedeutende Rolle in der Energiewende. Windkraftanlagen wandeln die kinetische Energie des Windes in elektrische Energie um, indem sie große Rotorblätter in Bewegung versetzen. Diese Rotoren sind mit einem Generator verbunden, der die mechanische Energie in Strom umwandelt. Die Effizienz und Energieausbeute einer Windkraftanlage hängen von verschiedenen Faktoren ab, darunter die Windgeschwindigkeit, die Höhe der Nabe und die Größe der Anlage. Eine optimale Standortwahl ist entscheidend, um die besten Windverhältnisse zu nutzen und eine hohe Stromausbeute zu gewährleisten.

Der Ausbau von Windkraftanlagen wird im *Wind-an-Land-Gesetz* (WindBG) geregelt. Dieses sieht vor, dass in allen Bundesländern Flächen für die Nutzung von Windenergie ausgewiesen werden. Im Rahmen des Verfahrens legen in der Regel die regionalen

Planungsverbände Vorranggebiete fest, wobei die Kommunen beteiligt werden. Die so ausgewiesenen Vorranggebiete gehen als Flächenpotenziale in das Konzept ein.

Die Gemeinde liegt im Planungsverband Südostoberbayern (RP 18). Laut dem Entwurf vom 1. September 2025 gibt es in der Gemeinde insgesamt vier Windvorranggebiete, die in Abbildung 3.18 dargestellt sind. Gemäß dem *Energieatlas Bayern* kann innerhalb der Flächen mit einem Standortertrag von 9.000 MWh/a je Anlage (Nabenhöhe: 180 m) gerechnet werden [18]. In der Gemeinde Pfaffing wird aktuell keine Windkraftanlage betrieben.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- **Pfaffing verfügt über keine Windkraftanlagen**
- **Erwartbarer Jahresertrag je Anlage (Nabenhöhe: 180 m): 9.000 MWh/a**

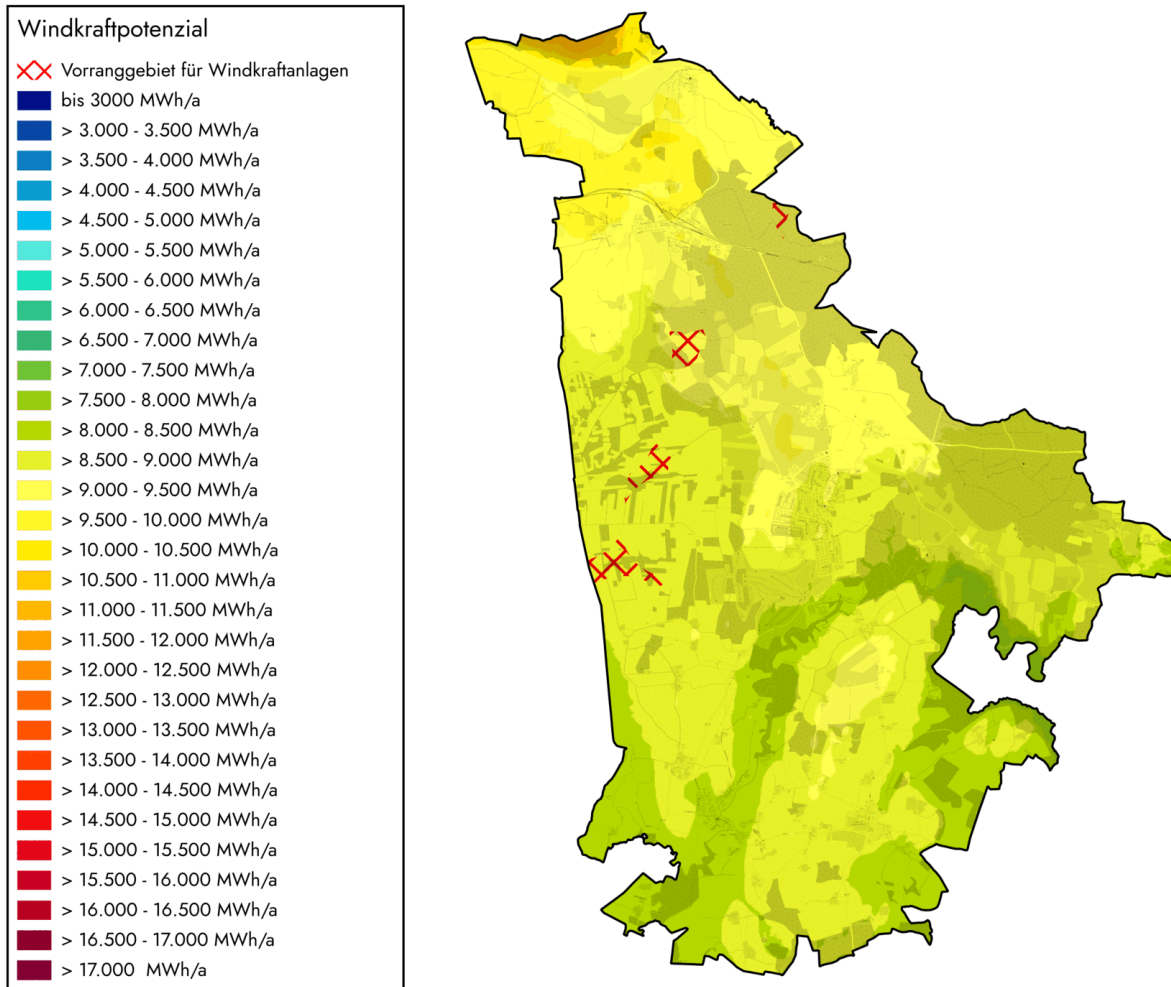


Abbildung 3.18: Windvorranggebiete in Pfaffing aus Regionalplan-Entwurf vom 01.09.2025, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

3.5 Effizienzpotenziale

Im Rahmen der Effizienzpotenziale wird untersucht, wie durch gezielte Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in der Wärmeversorgung signifikante Einsparungen bei Verbrauch und Emissionen erzielt werden können. In den folgenden Unterkapiteln werden zwei zentrale Ansatzpunkte betrachtet: die Sanierung von Gebäuden und der Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK).

3.5.1 Sanierung

Die Sanierung von Wohnimmobilien stellt einen Ansatz dar, um den Heizbedarf zu reduzieren und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu verringern. Durch gezielte Maßnahmen, wie die Verbesserung der Wärmedämmung, kann der Energieverbrauch gesenkt werden.

Das detaillierte Wärmekataster ermöglicht die Bewertung der Energieeffizienz des Gebäudebestands, da auch die Baualtersklasse der Gebäude berücksichtigt wird. Aus den Baualtersklassen kann auf den energetischen Stand der Gebäude geschlossen werden, da beispielsweise vor 1970 Gebäude wenig gedämmt wurden und Fenster nur einfach verglast waren. Im Laufe der Jahre haben Standards (Wärmeschutzverordnung, Energieeinsparverordnung etc.) und die Weiterentwicklung von Baustoffen dazu beigetragen, die Gebäude hinsichtlich Energieeffizienz zu steigern.

Für die Ausweisung des Energieeinsparpotenzials wird davon ausgegangen, dass die

Wohngebäude auf den *Effizienzhausstandard 70 (EH70)* gemäß der Förderrichtlinie *Bundesförderung für effiziente Gebäude* saniert werden.

Dafür werden die Wohngebäude anhand des Wärmekatasters energetisch bewertet und mithilfe einer Szenarioanalyse zwei Szenarien bis zum Zieljahr 2045 betrachtet. Für die energetische Bewertung wird das *Gebäudeenergiegesetz (GEG)* herangezogen.

Im Wärmekataster werden den 3D-Gebäudemodellen Wärmebedarfe zugeordnet. Davon ausgehend wird die Kubatur des Bestandsgebäudes vereinfacht über die Gebäudemodelle dargestellt und den hinterlegten Flächen, wie Wänden, Fenster und Dachflächen Standard U-Werte nach dem GEG zugeordnet. So wird der Wärmebedarf des Referenzgebäudes nach GEG modelliert. Die U-Werte können der Tabelle 3.7 entnommen werden.

Auf das Referenzgebäude wird eine Einsparung von 30 % angewandt, damit verbraucht das sanierte Gebäude nur noch 70 % des Referenzgebäudes und entspricht dem Effizienzhaus 70.

Die Auswahl der zu sanierenden Gebäude erfolgt zufällig anhand einer von der Baualtersklasse abhängigen Exponentialverteilung. Dies bedeutet, dass alte Gebäude mit einem hohen Energiebedarf bevorzugt saniert werden. Dieser Ansatz wird gewählt, um eine realistische Entwicklung darzustellen. Abbildung 3.19 stellt die Wahrscheinlichkeitsverteilung dieser Gebäude innerhalb der Baualtersklassen dar.

Tabelle 3.7: U-Werte der Gebäudehülle des Referenzgebäudes nach GEG 2024, eigene Darstellung

Bauteil	U-Wert des Referenzgebäudes nach GEG
Dach	0,20 W/m ² K
Außenwand	0,28 W/m ² K
Außentüren	1,8 W/m ² K
Fenster	1,3 W/m ² K
Bodenplatte (gegen Erdreich)	0,35 W/m ² K

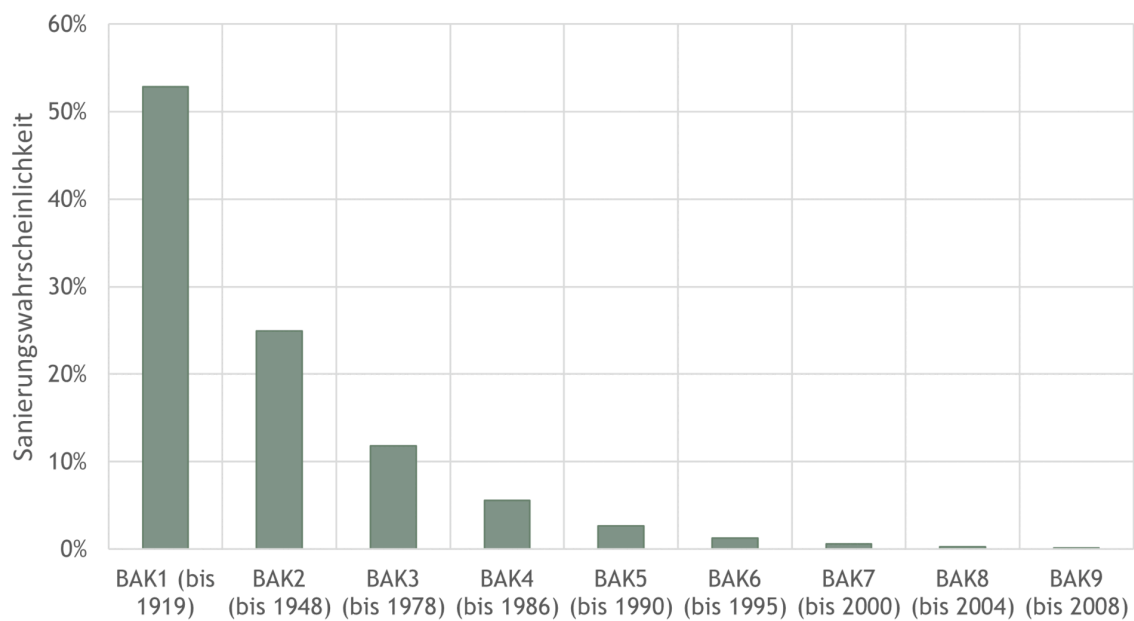


Abbildung 3.19: Verteilung der Sanierungswahrscheinlichkeit nach Baualtersklasse, eigene Darstellung

Der Wärmebedarf der privaten Haushalte beträgt in Pfaffing im Betrachtungsjahr 2023 41.578 MWh/a. Für die Berechnung dieses Potenzials wurden zwei Szenarien entwickelt, die sich in der Sanierungsrate unterscheiden. Die prozentuale jährliche Sanierungsrate gibt an, welcher Anteil der Wohngebäude innerhalb eines Jahres energetisch saniert wird.

Das **Szenario 1**, abgebildet in Abbildung 3.20, verdeutlicht die Entwicklung des Wärmebedarfs der privaten Haushalte bei einer Sanierungsrate von 5 %. Die Abbildung zeigt eine kontinuierliche Verringerung des Wärmebedarfs bis ca. 2042. Bis dahin wurden die energetisch schlechtesten Gebäude saniert, sodass die Einsparungen ab diesem

Jahr vernachlässigbar gering sind. Bei einer Sanierungsrate von 5 % können bis zum Jahr 2045 27.384 MWh/a eingespart werden, sodass im Zieljahr von einem Wärmebedarf von 14.194 MWh ausgegangen wird. Diese hohen Einsparungen sind auf die äußerst ambitioniert einzuschätzende Sanierungsrate zurückzuführen.

Das **Szenario 2** basiert auf einer jährlichen Sanierungsrate von 1,5 % pro Jahr. Diese Sanierungsrate ist zwar auch ambitioniert, aber durchaus realistisch umzusetzen. Dieses Szenario ermöglicht eine Wärmeeinsparung von 28,9 % bis 2045. Bereits im Jahr 2030 können 4.595 MWh im Vergleich zum Betrachtungsjahr eingespart werden (vgl. Abbildung 3.21)

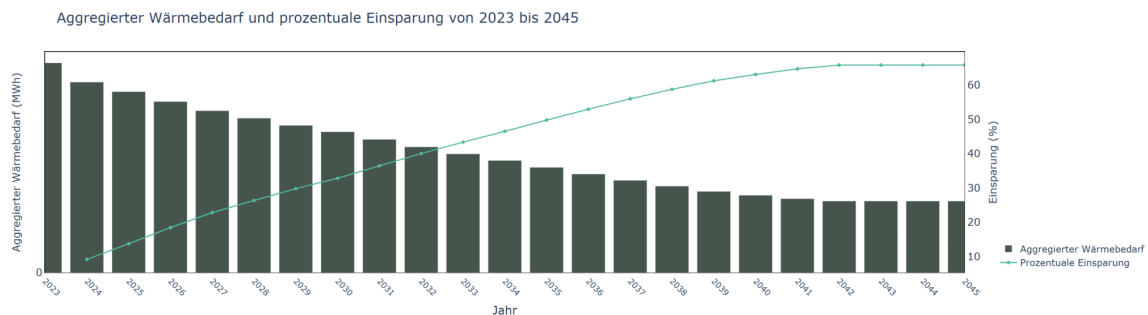


Abbildung 3.20: Szenario 1: jährlich 5 % energetische Sanierung des Wohngebäudebestandes bis 2045, eigene Darstellung

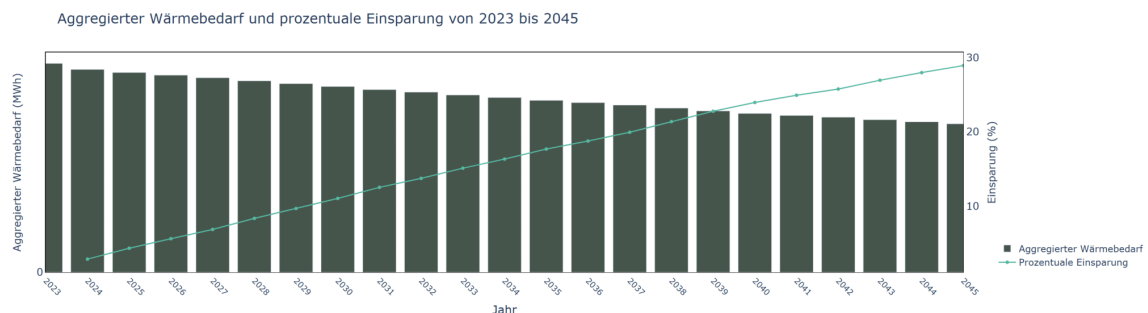


Abbildung 3.21: Szenario 2: jährlich 1,5 % energetische Sanierung des Wohngebäudebestandes bis 2045, eigene Darstellung

3.5.2 KWK

Die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist eine hocheffiziente Technologie zur gleichzeitigen Erzeugung von Strom und Wärme aus einer einzigen Energiequelle. Die Funktionsweise basiert darauf, dass bei der Erzeugung von elektrischem Strom in einem Generator, der durch eine Verbrennungsanlage oder eine andere Energiequelle betrieben wird, auch Wärme entsteht. Diese Wärme, die bei herkömmlichen Kraftwerken oft ungenutzt in die Umwelt abgegeben wird, wird in KWK-Anlagen gezielt zur Beheizung von Gebäuden oder zur Warmwasserbereitung genutzt. Dadurch wird der Gesamtwirkungsgrad erheblich gesteigert.

Ein Ansatz zur weiteren Effizienzsteigerung von KWK-Anlagen ist die Integration von innovativen KWK-Systemen (iKWK). Diese Systeme optimieren den Betrieb der KWK-Anlagen durch den Einsatz moderner Steuerungstechniken und ermöglichen eine bedarfsgerechte Anpassung der Strom- und Wärmeproduktion. Durch die intelligente

Vernetzung von Erzeugung, Speicherung und Verbrauch können iKWK-Systeme die Effizienz der Energieerzeugung weiter erhöhen, indem sie Lastspitzen ausgleichen und die Anlagen flexibel auf wechselnde Energienachfragen reagieren. So kann das Gesamtsystem effizient gestaltet werden.

In der Gemeinde Pfaffing werden drei der vier in Betrieb befindlichen Biogasanlagen als Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen betrieben. Die dabei anfallende Abwärme wird bereits zur Wärmeversorgung kleiner Gebäudenetze sowie für den Eigenbedarf genutzt.

- **Die Biogasanlagen in Faßrain, Fudersöd und Unterfarrach werden bereits als KWK-Anlage geführt**

Dies bedeutet, dass lediglich die Biogasanlage in Springlbach potenziell ein Ausbaubzw. Umrüstungspotenzial für KWK- oder iKWK-Anlagen aufweist.

3.6 Potenziale zur Nutzung von Abwärme

3.6.1 Industrie

Die Nutzung von Abwärme aus industriellen Prozessen stellt eine vielversprechende Möglichkeit dar, zusätzliche Wärmequellen für die kommunale Wärmeversorgung zu erschließen. In vielen Branchen, z. B. chemische Industrie oder Metallverarbeitung, entsteht bei Produktionsprozessen Wärme, die häufig nicht vollständig genutzt wird und somit ungenutzt in die Umwelt abgegeben wird. Durch geeignete Technologien kann diese Abwärme gesammelt und für die Beheizung von Gebäuden oder die Einspeisung in Wärmenetze verwendet werden.

In Pfaffing wurde das Abwärmepotenzial örtlicher Betriebe und Einrichtungen untersucht. Dabei zeigte sich, dass ausschließlich die *Alpenhain Käsespezialitäten GmbH* ein relevantes Potenzial zur Abwärmenutzung aufweist. Insbesondere Abwärme auf hohem Temperaturniveau sowie mit kontinuierlicher Verfügbarkeit stellt hierbei ein gut nutzbares

Potenzial dar. Die technische Einbindung in ein Wärmenetz ist dabei von entscheidender Bedeutung und müsste im Rahmen einer weiterführenden Analyse vertieft betrachtet werden.

- **Es steht ganzjährig und kontinuierlich eine Abwärmemenge von rund 521 MWh/a bei einem Temperaturniveau von 110 °C oder höher zur Verfügung.**
- **Zusätzlich sind weitere 7.645 MWh/a an Abwärme vorhanden, die jedoch entweder nicht kontinuierlich verfügbar sind oder ein deutlich niedrigeres Temperaturniveau aufweisen.**

Vor diesem Hintergrund stellt die Abwärme in Pfaffing ein teilweise nutzbares Potenzial dar, das bei entsprechendem Interesse in einem nächsten Schritt detaillierter analysiert werden müsste.

3.6.2 Abwasser

Abwasser enthält eine beträchtliche Menge an thermischer Energie, die bei der Behandlung und Entsorgung oft ungenutzt bleibt.

Im Rahmen der Wärmeplanung wird die Nutzung von Wärme aus Abwasserkanälen als innovativer Ansatz zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Förderung nachhaltiger Wärmeversorgungssysteme betrachtet. Die grundlegende Technologie basiert auf der Installation von Wärmetauschern in den Abwasserleitungen. Diese Tauscher nehmen die Wärme aus dem Abwasser auf und übertragen sie an ein Heizsystem. Um diese Technik effizient einsetzen zu können, müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein. Die Rohrleitungen, aus denen die Wärme ge-

wonnen werden soll, müssen einen Mindestdurchmesser von 800 mm aufweisen, um ausreichend Volumenstrom und damit eine effektive Wärmeübertragung zu gewährleisten. Zudem sollte der Trockenwetterabfluss in diesen Leitungen größer als 15 l/s sein, damit eine ausreichende Menge an Wärme zur Verfügung steht.

Da im gesamten Gemeindegebiet von Pfaffing kein Kanal einen Nenndurchmesser von mehr als 800 mm aufweist, kann kein relevantes Potenzial identifiziert werden.

- **Die Nutzung der Abwärme aus Abwasser ist in der Gemeinde Pfaffing aufgrund zu geringer Nenndurchmesser der Kanäle nicht möglich.**

3.6.3 Rechenzentren

Rechenzentren sind spezialisierte Einrichtungen, die große Mengen an Daten speichern, verarbeiten und verwalten. Die Überwachung dieser Zentren ist entscheidend, um die Server in einem optimalen Betriebszustand zu halten, da hohe Temperaturen die Leistungsfähigkeit und Lebensdauer der Hardware beeinträchtigen können. Um die entstehende Abwärme effizient zu nutzen, können Rechenzentren in der Nähe von Wärmeverbrauchern integriert werden, sodass

die erzeugte Wärme zur Beheizung von Gebäuden oder zur Einspeisung in Wärmenetze verwendet werden kann. Dabei ist die angewandte Art der Klimatisierung oder Kühlung zu prüfen, um das Potenzial weiter zu bewerten. Beispielsweise kann über wassergekühlte Systeme Abwärme leichter nutzbar gemacht werden als luftgeführte Systeme.

- **In Pfaffing gibt es derzeit keine Rechenzentren, weshalb hier kein Potenzial für die Nutzung von Abwärme aus Rechenzentren besteht.**

3.7 Fazit Potenziale

Tabelle 3.8 fasst die Ergebnisse der Potenzialanalyse zur Nutzung erneuerbarer Energien und zur Effizienzsteigerung zusammen

und bewertet sie hinsichtlich ihrer Relevanz für Pfaffing. Neben dem identifizierten Wärmenetzgebiet im Ortsteil Pfaffing haben Potenziale, die dezentral genutzt werden können, eine besonders hohe Bedeutung.

Tabelle 3.8: Zusammenfassung und Bewertung der Relevanz der Potenziale

Potenzial	Relevanz	Erläuterung
Wärmenetze		
Pfaffing und Lehen	Hoch	moderate Wärmeliniedichte, günstiges Betreibermodell, möglicher Ankerkunde, hohe Anschlussbereitschaft
Forsting	Mittel	moderate Wärmeliniedichte, Biogasanlage mit Abwärme, mögliche Ankerkunden
Rettenbach	Mittel	moderate Wärmeliniedichte, Flusswasser als Wärmequelle, hohe Anschlussbereitschaft
Wärme		
Oberflächennahe Geothermie	Mittel	als dezentrale Lösung zielführend, Erdwärmekollektoren flächendeckend möglich, Erdwärmesonden und Grundwasserwärmepumpen eingeschränkt möglich
Tiefengeothermie	Gering	günstige geologische Verhältnisse für hydrothermale Wärmegewinnung, zu geringe Abnehmerzahl, hohe Kosten
Luft-Wasser-Wärmepumpen	Hoch	Als dezentrale Lösung in vielen Siedlungsbereichen zielführend
Flusswärme	Mittel	vereinzelt für kleine Wärmenetze oder dezentrale Lösungen zielführend
Solarthermie	Hoch	Als dezentrale Lösung insbesondere für Warmwassererzeugung zielführend
Biomasse	Mittel	Anbau von Energiepflanzen steht in Flächenkonkurrenz zu Landwirtschaft oder Freiflächenphotovoltaik, Einspeisung der Wärme sinnvoll, gewisses Potenzial für Wärmegewinnung aus Holz
Wasserstoff	Gering	Kein Gasnetz vorhanden
Strom		
Photovoltaik	Hoch	Als dezentrale Lösung zielführend, teilweise gut geeignete Standorte für PV-Freiflächen

Fortsetzung auf der nächsten Seite.

Fortsetzung von Tabelle 3.8.

Potenzial	Relevanz	Erläuterung
Wind	Mittel	Vorranggebiete mit potenziell ausreichenden Jahresertrag vorhanden
Effizienz		
Sanierung	Hoch	Realistisches Energieeinsparpotenzial bis 2045 von 28,9 %
KWK	Mittel	Ausbau- bzw. Umrüstungspotenzial bei einer Biogasanlage vorhanden
Abwärme		
Rechenzentren	Nicht vorhanden	Keine Rechenzentren vorhanden
Industrie	Gering	Abwärme ganzjährig und kontinuierlich kaum vorhanden
Abwasser	Nicht vorhanden	keine Kanäle mit Nenndurchmesser größer 800 mm

4 Gebietseinteilung und Szenarientwicklung

Im Nachfolgenden wird aufgezeigt, wie sich die Wärmeversorgung anhand der identifizierten Möglichkeiten bis zum Zieljahr 2045 entwickeln kann. Das Zieljahr ergibt sich aus der gesetzlichen Vorgabe einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis 2045 (§ 1 WPG). Die Gemeinde Pfaffing hat über die gesetzlichen Anforderungen hinaus keine eigenen Ziele definiert. Das folgende Kapitel gliedert sich in zwei Teile: Die Einteilung des Gemeindegebiets in Wärmeversorgungsgebiete und die Szenarientwicklung, welche die Ergebnisse der Potenzialanalyse einschließlich der Wärmenetzoptionen aufgreift. So können wesentliche Indikatoren bis 2045 beschrieben werden.

4.1 Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete in den Stützjahren und im Zieljahr

Die Einteilung der Gebiete erfolgt auf Grundlage einer Bewertung verschiedener Kriterien, orientiert am Leitfaden zur Wärmeplanung des Bundes. Ziel ist eine fundierte und nachvollziehbare Kategorisierung hinsichtlich der Eignung unterschiedlicher Wärmeversorgungsoptionen. Für jedes Gebiet wird die Eignung differenziert nach Wärmenetzgebiet, Wasserstoffnetzgebiet und dezentrale Versorgung ausgewiesen. Die Abstufung erfolgt nach der Angabe der Wahrscheinlichkeit nach „sehr wahrscheinlich geeignet“, „wahrscheinlich geeignet“, „wahrscheinlich ungeeignet“ und „sehr wahrscheinlich ungeeignet“. Grundlage der Bewertung bildet eine systematische Analyse folgender Kriterien:

- **Wärmelinienichte:** Gebiete mit einer Wärmelinienichte zwischen 1,3 und 1,7 MWh/m·a, die also eine verdichtete Bebauung aufweisen, werden als besonders geeignet für die Versorgung über Wärmenetze bewertet.
- **Vorhandensein von Ankerkunden:** In die Bewertung fließt ein, ob sich im jeweiligen Gebiet kommunale Liegenschaften oder andere Großverbraucher mit einem hohen Wärmebedarf befinden, da diese als potenzielle Ankerkunden für ein Wärmenetz fungieren können.
- **Anschlussquote an vorhandene Infrastrukturen:** Hier wird die zu erwartende Anschlussquote an Wärme- oder Gasnetze im Zieljahr betrachtet. Eine hohe prognostizierte Anschlussquote spricht für eine hohe Eignung des Gebiets für netzgebundene Wärmeversorgung.
- **Langfristiger Prozesswärme- oder Wasserstoffbedarf:** Bewertet wird, ob in dem Gebiet ein dauerhafter Prozesswärmebedarf mit Temperaturen über 200 °C besteht oder ob Unternehmen bereits konkrete Pläne zur Nutzung von Wasserstoff in Prozesswärmeanwendungen verfolgen bzw. einen signifikanten Wasserstoffbedarf aufweisen.
- **Spezifischer Investitionsaufwand für Netz(um)bau:** Die Netzkosten werden in Abhängigkeit von der

Untergrundbeschaffenheit (z. B. Versiegelungsgrad, Bodenart) analysiert. Je nach geologischen und infrastrukturellen Gegebenheiten variieren die Kosten erheblich, was die wirtschaftliche Eignung des Gebiets beeinflusst.

- **Vorhandensein von Bestandsnetzen:** Es wird untersucht, ob innerhalb des Untersuchungsgebiets oder in unmittelbar angrenzenden Bereichen bereits Wärme- oder Gasnetze existieren, die potenziell erweitert werden können.
- **Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit von Abwärmequellen:** In die Bewertung fließt ein, ob nutzbare industrielle oder gewerbliche Abwärmequellen vorhanden sind und welche Investitions- bzw. Betriebskosten mit deren Nutzung verbunden sind.
- **Entwicklung der Wasserstoffpreise:** Die wirtschaftliche Bewertung von Wasserstoffnetzen berücksichtigt die erwartete Preisentwicklung für Wasserstoff im Vergleich zu anderen Energieträgern.

Darüber hinaus kann ein Gebiet als Prüfgebiet klassifiziert werden, wenn zum aktuellen Zeitpunkt noch keine eindeutige Bewertung möglich ist. In diesen Fällen ist eine weiterführende Analyse sowie eine Validierung der zugrunde liegenden Annahmen erforderlich.

4.1.1 Gebietseinteilung über die Stützjahre

Für das gesamte Gemeindegebiet Pfaffing wurden die zuvor beschriebenen Bewer-

tungskriterien systematisch angewendet und sämtliche Teilgebiete entsprechend analysiert und klassifiziert. Ausgehend vom Stützjahr 2030 wurde die Einordnung mit Blick auf die zukünftige Entwicklung schrittweise bis zum Jahr 2045 weitergeführt.

Wie in Abbildung 4.1 dargestellt, wird ein Großteil des Gemeindegebiets Pfaffing aufgrund seiner strukturellen Merkmale, darunter eine geringe Bebauungs- und Wärmeliniendichte sowie das Fehlen potenzieller Ankerkunden und der großen Anzahl an Einfamilienhaussiedlungen als dezentrales Wärmeversorgungsgebiet eingestuft. Auch für zukünftige Neubaugebiete, die nicht in der Nähe des Wärmenetzgebiets liegen, ist aufgrund des niedrigen Wärmebedarfs von einer hohen Eignung für dezentrale Versorgungslösungen auszugehen.

Der Ortsteil Pfaffing eignet sich für den Aufbau eines Wärmenetzes (vgl. Kapitel 3.1.1). Dieser Netzbereich könnte bereits bis zum Jahr 2030 zu überwiegenden Teilen ausgebaut werden.

Die Ortsteile Rettenbach, Forsting und Lehen sowie einzelne Gebäude entlang der Kreisstraße RO41 werden aufgrund ihrer Eignung für unterschiedliche Wärmeversorgungsoptionen sowie bestehender Unsicherheiten hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung zunächst als Prüfgebiete ausgewiesen (vgl. Kapitel 3.1 und Kapitel 5.1). Eine erneute Bewertung erfolgt im Rahmen der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung, sobald belastbarere Erkenntnisse zu den lokalen Rahmenbedingungen vorliegen.

Die Eignung der Gebiete für die unterschiedlichen Wärmeversorgungsarten für das Jahr 2045 wird im folgenden Kapitel ausführlich dargestellt.

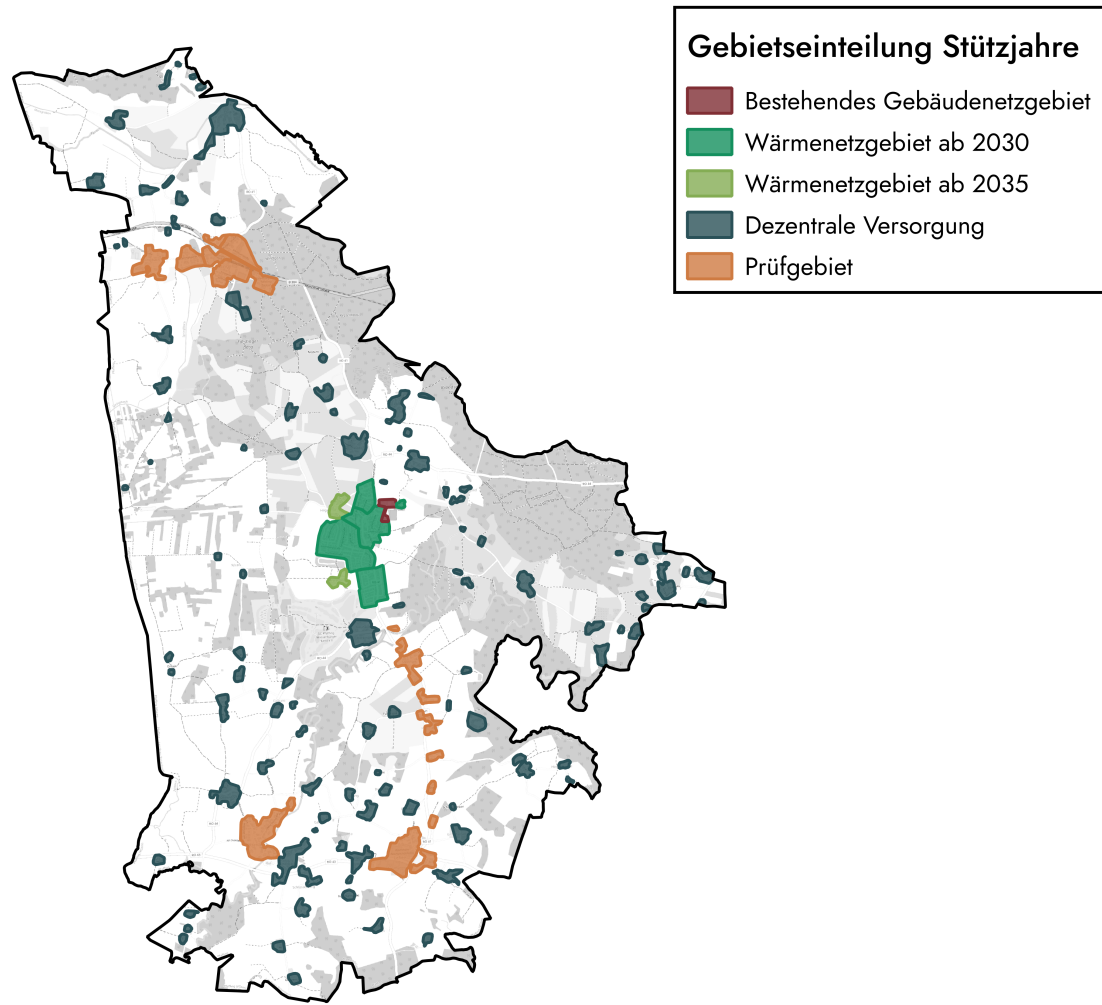


Abbildung 4.1: Gebietseinteilung in Wärmeversorgungsgebiete in Pfaffing über die Stützjahre, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

4.1.2 Gebietseinteilung im Zieljahr

Da die langfristige Perspektive bis 2045 mit größeren Unsicherheiten verbunden ist, werden die Gebiete nicht scharf voneinander abgegrenzt, sondern nach ihrer Eignung in Kategorien eingeteilt. Die Darstellung der Eignungen im Zieljahr soll ein genaueres Verständnis der potenziellen Entwicklungen ermöglichen und die Einordnung der Kategorien weiter unterstützen. Nachfolgend wird die Eignung der einzelnen Untersuchungsgebiete für eine zentrale, dezentrale und wasserstoffbasierte Wärmeversorgung diskutiert und in den folgenden Abbildungen visualisiert. Der Eignungsgrad wird dabei über unterschiedliche Farben dargestellt, von geringer bis hoher Eignung. Zu beachten ist, dass die Bewertung der verschiedenen Wärmeversorgungsgebiete nicht isoliert erfolgt. Die Eignung eines Gebiets für eine bestimmte Versorgungsform beeinflusst in der Regel auch die Einschätzung der anderen Wärmeversorgungsoptionen.

Dezentrale Wärmeversorgung

Auch im Zieljahr 2045 wird erwartet, dass die Eignung für dezentrale Versorgungslösungen in weiten Teilen des Gemeindegebiets hoch bleibt (Abbildung 4.2). Insgesamt nimmt die Attraktivität dezentraler Lösungen im Zeitverlauf bis 2045 weiter zu. Energetische Modernisierungen sowie der verstärkte Einsatz von Wärmepumpen führen zu einem sinkenden Wärmebedarf und reduzieren damit die Anschlussbereitschaft an Wärmenetze, wodurch zentrale Versorgungssysteme wirtschaftlich tendenziell weniger attraktiv werden. Gebiete mit bestehender dezentraler Versorgung und geringer Bebauungsdichte werden daher weiterhin als *sehr wahrscheinlich geeignet* für dezentrale Lösungen eingestuft. Die Prüfgebiete

Rettenbach und Forsting weisen gemäß Analyse eine moderate Wärmeliniendichte auf. Aufgrund derzeit noch bestehender Unsicherheiten hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit eines möglichen Wärmenetzes sowie des künftigen Betreibermodells werden diese Bereiche als *wahrscheinlich geeignet* für dezentrale Versorgungslösungen eingestuft. Auch das Prüfgebiet Lehen sowie die Gebäude entlang der Kreisstraße RO41 werden als *wahrscheinlich geeignet* für dezentrale Versorgungslösungen eingestuft. Hintergrund ist insbesondere die unsichere Entwicklung eines potenziellen Ankerkunden im Hinblick auf dessen zukünftige Wärmeversorgung. Die Anschlussbereitschaft eines Ankerkunden könnte die Eignung für dezentrale Lösungen verringern und gleichzeitig die Perspektive für ein Wärmenetz verbessern. Das potenzielle Wärmenetzgebiet im Ort Pfaffing wird aufgrund des vorteilhaften Betreibermodells sowie bereits eingeleiteter Umsetzungsschritte als *wahrscheinlich ungeeignet* für eine dezentrale Versorgung eingestuft, da die Realisierung eines Wärmenetzes als plausibel bewertet wird. Lediglich Randbereiche des Ortes Pfaffing werden weiterhin als *wahrscheinlich geeignet* für dezentrale Lösungen angesehen, da eine Netzerweiterung in diese Bereiche kurz- bis mittelfristig nachrangig ist. Ein Teilgebiet im Nordosten von Pfaffing, das bereits über ein Bestandsnetz versorgt wird, wird entsprechend als *sehr wahrscheinlich ungeeignet* für eine dezentrale Versorgung eingestuft.

Wärmenetzgebiete

Wärmenetze werden bevorzugt in Gebieten mit hoher Wärmeliniendichte, kurzen Leitungswegen, geeigneten Wärmequellen, potenziellen Ankerkunden oder einem tragfähigen Betreibermodell realisiert. Bis

zum Zieljahr 2045 wird insbesondere der als Wärmenetzgebiet ausgewiesene Ortsteil Pfaffing (vgl. Kapitel 3.1.1) als *sehr wahrscheinlich geeignet* für zentrale Wärmenetzlösungen bewertet. Dies gilt ebenso für das bestehende Netz im Umfeld des Rathauses. Es wird erwartet, dass sich das Wärmenetz im Ortsteil Pfaffing bis dahin in einem fortgeschrittenen Planungsstadium befindet oder bereits realisiert ist. Die Prüfgebiete Rettenbach, Forsting und Lehen werden als *wahrscheinlich geeignet* für ein Wärmenetz eingestuft. Ausschlaggebend hierfür sind unter anderem ein potenziell tragfähiges Betreibermodell, mögliche geeignete Wärmequellen zur Netzeinspeisung oder das Vorhandensein eines potenziellen Ankerkunden, dessen Anschluss die Wirtschaftlichkeit eines Netzes wesentlich verbessern könnte. In diesen Gebieten ist jedoch eine vertiefte technische und wirtschaftliche Prüfung erforderlich. Die an das Wärmenetzgebiet angrenzenden Randbereiche des Ortsteils Pfaffing werden, wie bereits im Abschnitt Dezentrale Wärmeversorgung beschrieben, ebenfalls als *wahrscheinlich geeignet* eingestuft, da eine perspektivische Netzerweiterung grundsätzlich möglich erscheint, derzeit jedoch nicht prioritär ist. Die Gebäude entlang der Kreisstraße RO41 werden hingegen als *wahrscheinlich ungeeignet* für ein Wärmenetz eingestuft, da ein wirtschaftli-

cher Anschluss nur realistisch ist, falls das potenzielle Wärmenetz im Ortsteil Pfaffing in Richtung Lehen erweitert wird und gleichzeitig eine Anschlussbereitschaft des dortigen Ankerkunden besteht. Die übrigen Ortsteile werden aufgrund geringer Wärmeliniendichten, fehlender Ankerkunden sowie begrenzter Anschlussbereitschaft als *sehr wahrscheinlich ungeeignet* für Wärmenetzlösungen eingestuft. In diesen Bereichen ist künftig verstärkt von individuellen Versorgungslösungen und weiteren energetischen Sanierungsmaßnahmen auszugehen, wodurch zentrale Wärmenetzlösungen langfristig an Attraktivität verlieren (vgl. Abbildung 4.3).

Wasserstoffnetzgebiete

Aufgrund der derzeit unsicheren Rahmenbedingungen hinsichtlich der zukünftigen Verfügbarkeit von Wasserstoff sowie des fehlenden Gasnetzes in Pfaffing ist ein kurzfristiger und wirtschaftlicher Einsatz von Wasserstoff zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser aktuell nicht absehbar. Dies gilt trotz der vergleichsweise geringen Entfernung von wenigen Kilometern zum geplanten Wasserstoff-Kernnetz. Eine vertiefende Einordnung hierzu erfolgt in Kapitel 3. Vor diesem Hintergrund wird das Gemeindegebiet vorerst als *sehr wahrscheinlich ungeeignet* für eine zukünftige Wasserstoffversorgung eingestuft.

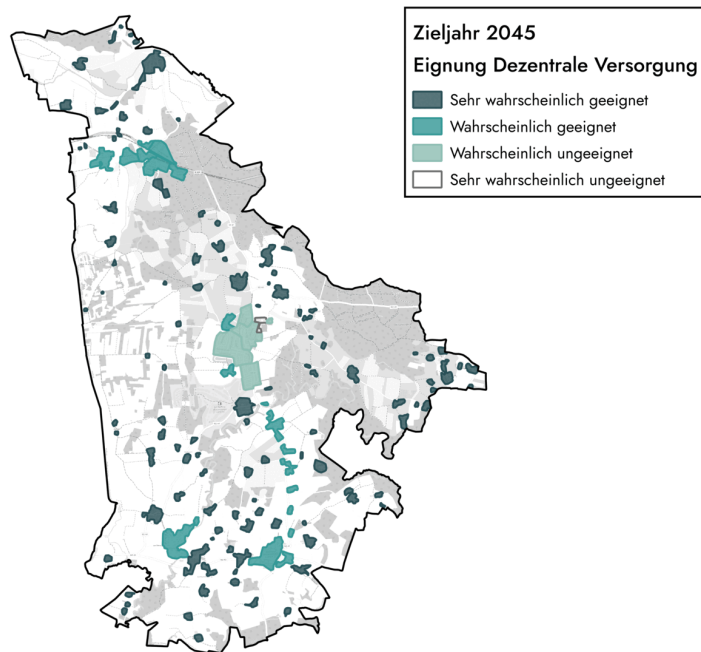


Abbildung 4.2: Eignung der dezentralen Versorgung in Pfaffing im Zieljahr 2045, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

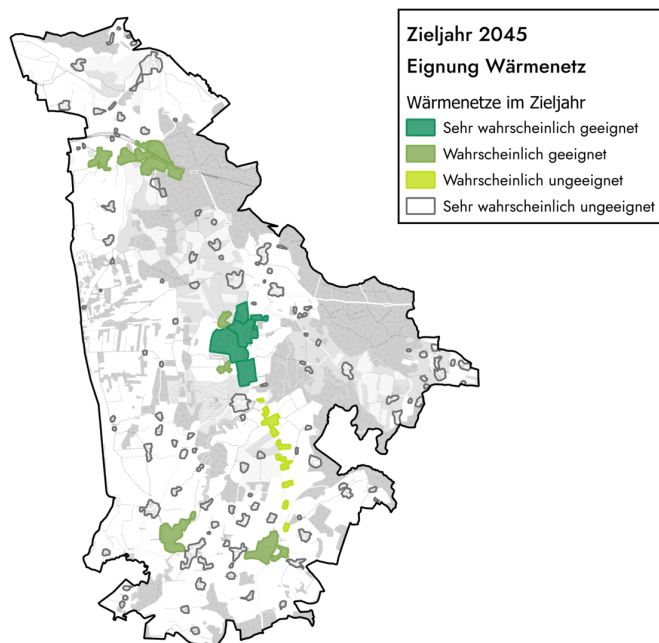


Abbildung 4.3: Eignung der Wärmeversorgung durch ein Wärmenetz in Pfaffing im Zieljahr 2045, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

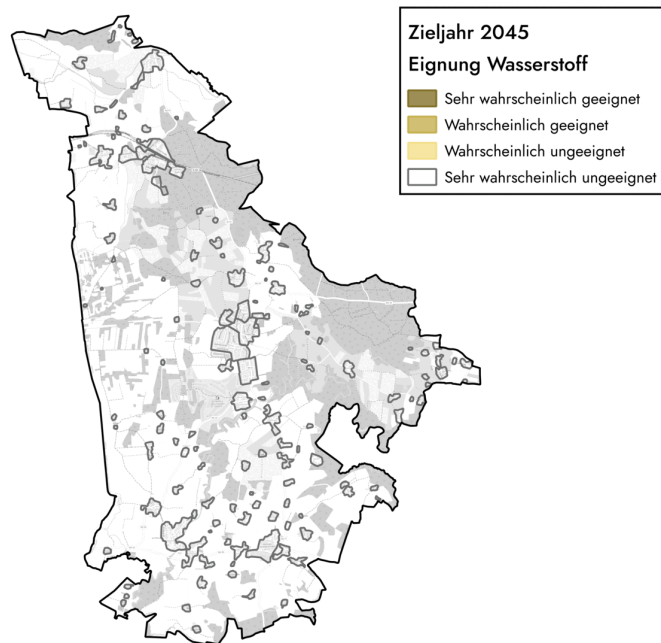


Abbildung 4.4: Eignung der Wärmeversorgung durch Wasserstoff in Pfaffing im Zieljahr 2045, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

4.2 Zielszenario

Grundlage ist das in § 1 des *Wärmeplanungsgesetzes* (WPG) verankerte Ziel, bis 2045 eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung zu erreichen.

Bei der Betrachtung des zukünftigen Wärmebedarfs werden alle gemeinsam mit der Kommune erarbeiteten Maßnahmen berücksichtigt. Weiterhin fließen alle zur Verfügung stehenden Potenziale in der Kommune in die Szenarientwicklung ein. Die Reduzierung der Treibhausgasemissionen erfolgt dabei im Wesentlichen durch zwei grundlegende Mechanismen:

Minderung des Energiebedarfs: Dies bedeutet, dass der bestehende Wärmebedarf insgesamt sinkt, z. B. durch Effizienzsteigerungen oder Verlustreduzierungen. Ein typisches Beispiel hierfür sind energetische Sanierungsmaßnahmen an Gebäuden, die den Energiebedarf dauerhaft senken.

Substitution von Energieträgern: Hierbei wird der bisher eingesetzte Energieträger durch einen erneuerbaren Energieträger ersetzt, z. B. durch Biomasse oder Umweltwärme. Fossile Energieträger wie Heizöl behalten über den gesamten Betrachtungszeitraum hinweg einen konstanten Emissionsfaktor. Dies liegt daran, dass die Treibhausgasemissionen bei einer idealen Verbren-

nung ausschließlich von der chemischen Zusammensetzung des Brennstoffs abhängen – nicht vom Wirkungsgrad der Anlage.

Umweltwärme wird über den Einsatz von Strom, beispielsweise mit Wärmepumpen, bereitgestellt. In der Bilanz erfolgt die Bewertung auf Basis des Bundesstrommixes, dessen Emissionsfaktor gemäß *Technikkatalog KWW-Halle* bis zum Jahr 2045 auf 15 g CO₂eq/kWh sinkt [19]. Da Strom sowohl für Direktheizungen als auch für Wärmepumpen genutzt wird, folgt die CO₂-Entwicklung dieser Technologien der gleichen Reduktionskurve wie der Strommix.

Für Umweltwärme wird eine Jahresarbeitszahl (JAZ) von 3,2 angesetzt. Die JAZ beschreibt das Verhältnis zwischen erzeugter thermischer Energie und eingesetzter elektrischer Energie. Bei einer JAZ von 3,2 werden aus 1 kWh Strom rund 3,2 kWh Wärme erzeugt. Da lediglich der eingesetzte Strom emissionsrelevant ist, entspricht der Emissionsfaktor der Umweltwärme etwa einem Drittel des Emissionsfaktors des Bundesstrommixes.

Mit der fortschreitenden Dekarbonisierung des Stromsektors sinkt somit auch der CO₂-Faktor der Umweltwärme. In Kombination mit einer Reduktion des Wärmebedarfs und der Substitution fossiler Energieträger kann auf diese Weise bis 2045 eine nahezu treibhausgasneutrale Wärmeversorgung erreicht werden.

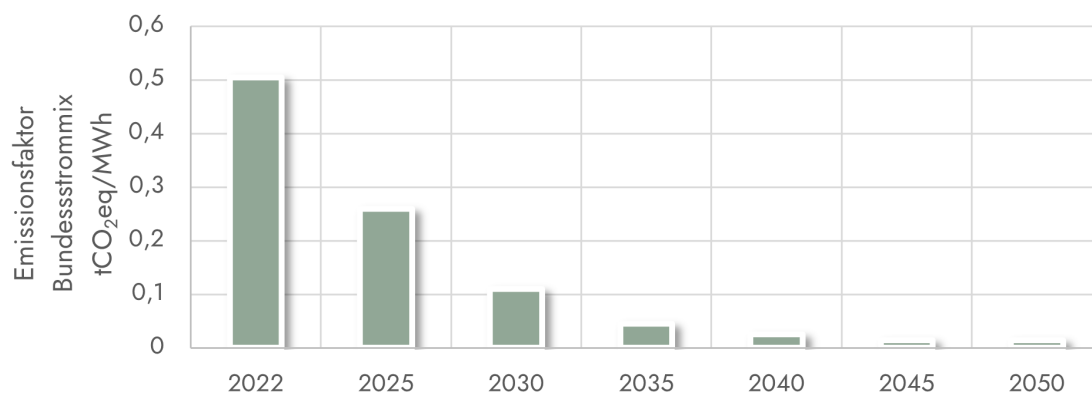


Abbildung 4.5: Verlauf des Emissionsfaktors des Bundesstrommixes nach KWW-Halle

4.2.1 Wärmebedarf

Basierend auf der Energie- und Treibhausgasbilanz wird die zukünftige Wärme- und Stromversorgung modelliert. Dabei werden Effizienzmaßnahmen umgesetzt, fossile durch erneuerbare Energieträger ersetzt und der Ausbau von Wärmepumpen berücksichtigt, was den Strombedarf in Pfaffing erhöht.

Die Analyse zeigt, dass der Wärmebedarf über alle Sektoren von 65.376 MWh/a im Jahr 2023 auf 52.482 MWh/a im Jahr 2045 sinken wird. Diese Prognose berücksichtigt das Sanierungspotenzial gemäß „Szenario 2“ (siehe Kapitel 3.5.1).

Neben der Reduktion des Wärmebedarfs werden fossile Energieträger durch erneuerbare ersetzt. Wichtige Faktoren sind dabei der Ausbau des identifizierten Wärmenetzgebiets im Ortsteil Pfaffing und der Ausbau von Wärmepumpen. Der zusätzliche Strombedarf für Wärmepumpen wird ebenfalls bilanziert. Zusätzlich werden die Maßnahmen gemäß Maßnahmenkatalog des Anhangs berücksichtigt.

Abbildung 4.6 zeigt die Entwicklung des Wärmebedarfs in den Sektoren Private Haushalte (PHH), Gewerbe, Handel und Dienstleistung (GHD), Industrie (IND) sowie kommunale Einrichtungen (KOMM).

Abbildung 4.7 zeigt die Entwicklung des Wärmebedarfs sowie die Zusammensetzung der eingesetzten Energieträger für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045. Dabei ist ein signifikanter Rückgang der fossilen Energieträger Heizöl, Erdgas und Flüssiggas zu erwarten. Gleichzeitig wird der Einsatz erneuerbarer Energieträger wie Umweltwärme, Nahwärme, Solarthermie und Biomasse zunehmen. Die dargestellte Entwicklung basiert dabei auf den angenommenen Ausbauszenarien, insbesondere im Hinblick auf das geplante Wärmenetz in Pfaffing. Bei abweichender Umsetzung können sich entsprechend auch veränderte Anteile der erneuerbaren Energieträger in den betrachteten Stützjahren ergeben.

Tabelle 4.1 zeigt den Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmeezeugung sowie den Gesamtwärmebedarf im jeweiligen Stützjahr.



Abbildung 4.6: Entwicklung des Wärmebedarfs nach Sektoren für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung

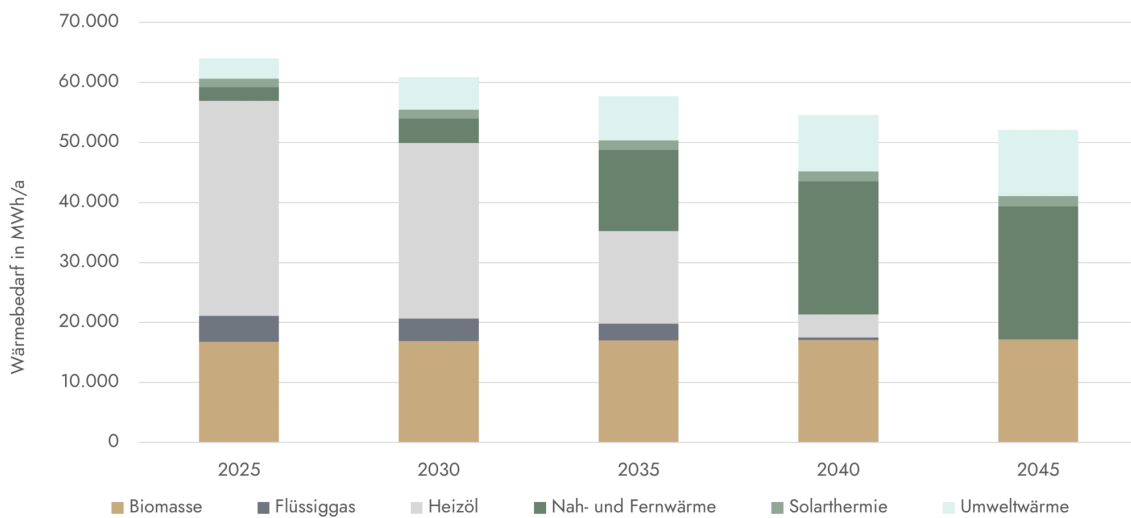


Abbildung 4.7: Entwicklung des Wärmebedarfs nach Energieträgern für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung

Tabelle 4.1: Entwicklung des Wärmebedarfs und erneuerbarer Anteil über die Stützjahre

	2025	2030	2035	2040	2045
Wärmebedarf in MWh/a	64.472	61.317	58.162	55.006	52.482
Anteil erneuerbarer Energien in %	37,0	45,3	71,8	91,6	100

4.2.2 Treibhausgasemissionen

Ausgehend von der Entwicklung des Endenergiebedarfs nach Energieträgern zeigt Abbildung 4.8 die Veränderungen der Treibhausgasemissionen. Die Analyse berücksichtigt die jeweiligen Emissionsfaktoren der Energieträger sowie deren prognostizierte Entwicklung gemäß dem Technikkatalog [19].

Der Fokus liegt auf den Emissionen des Wärmesektors. Emissionen aus anderen Bereichen, wie dem Verkehr und Strom, bleiben in der Darstellung unberücksichtigt.

Insgesamt ist ein deutlicher Rückgang der Treibhausgasemissionen zu erwarten. Im Wärmesektor resultiert die Reduzierung der Emissionen aus der Substitution fossiler Energieträger durch erneuerbare Energien,

wie etwa den verstärkten Einsatz von Wärmepumpen sowie aus der Verringerung des Wärmebedarfs durch energetische Sanierungsmaßnahmen an den Bestandsgebäuden.

Die Substitution fossiler Energieträger durch den Neu- bzw. Ausbau bestehender leitungsgebundener Versorgungssysteme ist darin berücksichtigt.

Die im Zieljahr 2045 verbleibenden Treibhausgasemissionen sind im Wesentlichen auf Vorkettenemissionen (z. B. Herstellung, Transport und Bereitstellung von Energieträgern sowie Anlagen und Komponenten) zurückzuführen.

Tabelle 4.2 zeigt die Treibhausgasemissionen aus dem prognostizierten Wärmebedarf im jeweiligen Stützjahr.

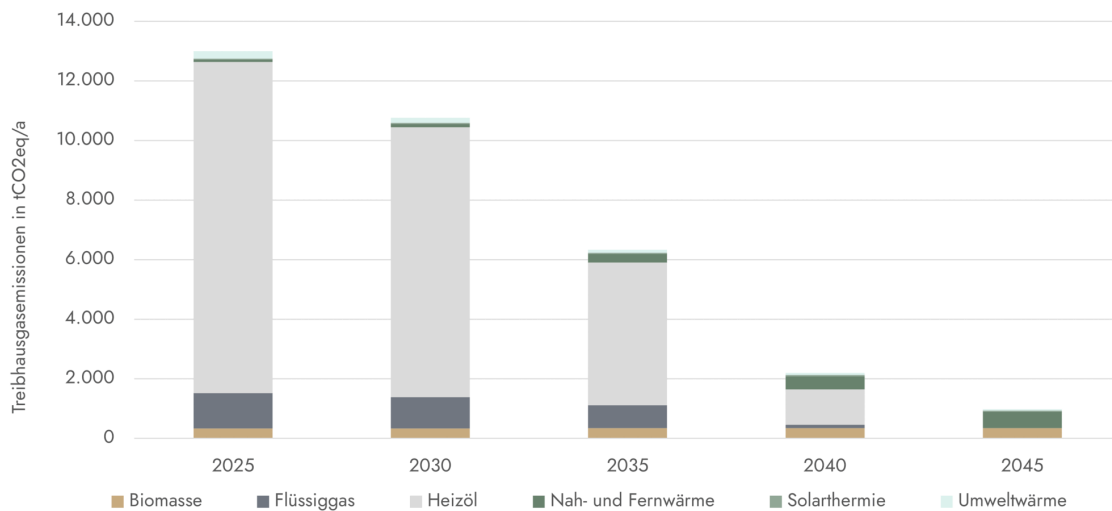


Abbildung 4.8: Entwicklung der THG-Emissionen aus dem prognostizierten Wärmebedarf für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung

Tabelle 4.2: Entwicklung der Treibhausgasemissionen über die Stützjahre

	2025	2030	2035	2040	2045
Treibhausgasemissionen in tCO ₂ eq/a	13.033	10.760	6.327	2.194	981

4.2.3 Leitungsgebundene Versorgung

Wie bereits in 3.1 und 5.1 dargestellt, wird der Aufbau eines Wärmenetzes im Ort Pfaffing als sinnvoll und grundsätzlich umsetzbar bewertet. Auch in den Prüfgebieten Rettenbach, Lehen und Forsting könnte unter geeigneten Rahmenbedingungen das Potenzial für eine wirtschaftliche Realisierung bestehen. Für die Szenarienbetrachtung wird angenommen, dass der Ausbau des Wärmenetzes in Pfaffing ab dem Jahr 2030 beginnt und bis zum Jahr 2035 ein Anschlussgrad von 60 % der Gebäude in den betrachteten Gebieten erreicht wird. Die Prüfgebiete werden ebenfalls in der Modellierung be-

rücksichtigt. Aufgrund der dort bestehenden Unsicherheiten hinsichtlich der tatsächlichen Umsetzung wird jedoch eine deutlich geringere Anschlussquote angesetzt, um das Risiko abzubilden, dass in einzelnen Teilgebieten kein Wärmenetz realisiert wird. Diese Entwicklung ist in Abbildung 4.9 dargestellt. Der hellblaue Anteil veranschaulicht den Bau beziehungsweise die Erweiterung der Wärmenetze.

Im Rahmen zukünftiger Fortschreibungen der kommunalen Wärmeplanung ist diese Annahme regelmäßig zu überprüfen und an veränderte Rahmenbedingungen anzupassen.

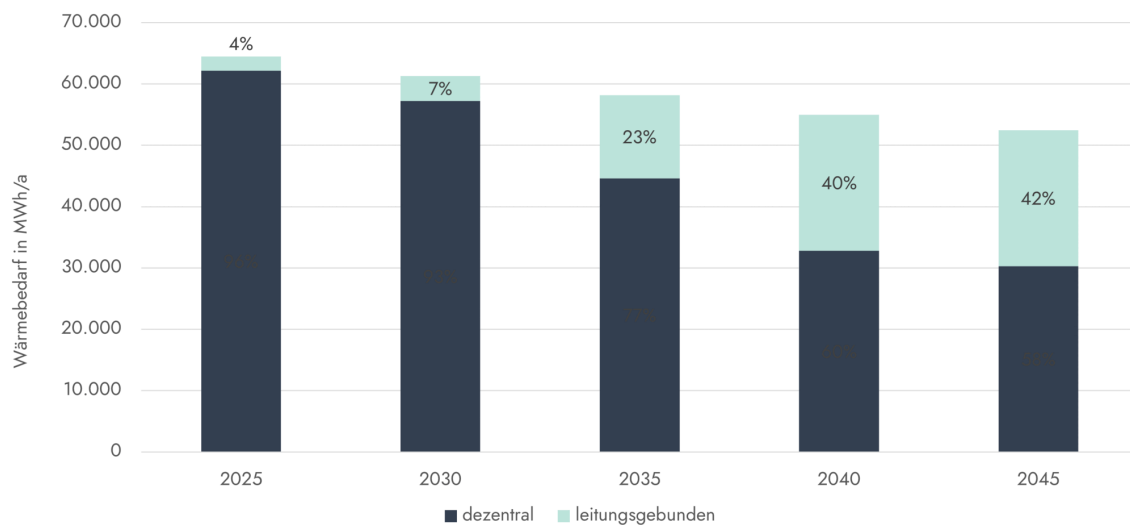


Abbildung 4.9: Entwicklung des Wärmebedarfs der leitungsgebundenen Energieträger für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung

5 Umsetzungsstrategie

Der folgende Abschnitt beschreibt die Strategie zur Umsetzung einer nachhaltigen Wärmeversorgung für Pfaffing. Dabei werden die betrachteten Fokusgebiete und geplanten Maßnahmen detailliert vorgestellt, ergänzt durch eine Erläuterung des notwendigen Controllings, das die Umsetzung begleitet und sicherstellt.

Darüber hinaus wird das Kommunikationskonzept skizziert, das eine breite Akzeptanz und aktive Mitwirkung der relevanten Akteure fördern soll. Abschließend wird das Vorgehen zur langfristigen Verstetigung der Maßnahmen erläutert, um die nachhaltige Wärmeversorgung dauerhaft zu sichern und weiterzuentwickeln.

5.1 Fokusgebiete

Auf Basis der erhobenen Daten, Analysen und der konkreten Abstimmung mit der Gemeinde Pfaffing wurden sogenannte Fokusgebiete identifiziert. Die Kommunalrichtlinie sieht die Entwicklung einer Strategie und eines Maßnahmenkatalogs zur Umsetzung

und zur Erreichung der Energie- und THG-Einsparung inklusive Identifikation von zwei bis drei Fokusgebieten vor, die bezüglich einer klimafreundlichen Wärmeversorgung kurz- und mittelfristig prioritär zu behandeln sind; für diese Fokusgebiete werden zusätzlich konkrete, räumlich verortete Umsetzungspläne dargestellt.

In Abbildung 5.1 sind die Fokusgebiete Rettenbach und Forsting dargestellt. Diese Gebiete wurden unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Bestandsanalyse, wie Baualtersklassen, Wärmebedarf und Energieträger sowie der durch die Potenzialanalyse festgelegten Möglichkeiten ausgewählt. Daneben spielt die hohe Priorität und Aktualität dieser Gebiete in der Gemeindeentwicklung und Wärmewende der Gemeinde Pfaffing eine große Rolle. Im Folgenden werden die Fokusgebiete im Detail beschrieben, um diese Maßnahmen zu konkretisieren und eine Verwertbarkeit der Ergebnisse für die kommunale Wärmeplanung in Pfaffing sicherzustellen.

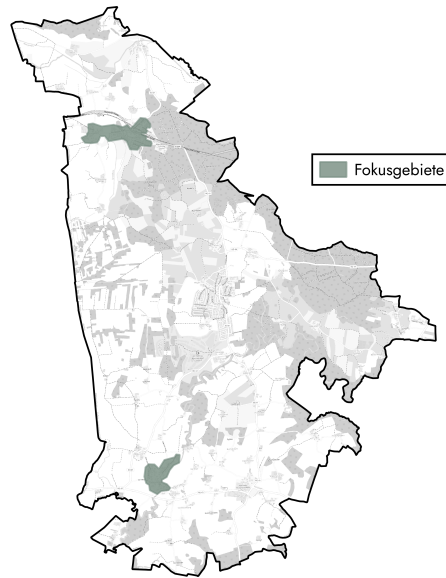


Abbildung 5.1: Übersicht der Fokusgebiete in Pfaffing, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

5.1.1 Fokusgebiet 1: Forsting

Das betrachtete Untersuchungsgebiet liegt im nördlichen Bereich von Pfaffing und ist neben Wohnbebauung auch durch ein Gewerbegebiet sowie mehrere ansässige Unternehmen geprägt. Der Gebäudebestand besteht zu rund 35 % aus Einfamilienhäusern, ergänzt durch etwa 26 % Reihenhäuser und 17 % kleinere Mehrfamilienhäuser. Nichtwohngebäude machen mit rund 22 % einen vergleichsweise hohen Anteil aus. Zu den größeren gewerblichen Nutzungen zählen unter anderem die *Privat-Brauerei Gut Forsting eG*, *Glockner Metall- und Glasbau* sowie die *MBM Münchener Boulevard Möbel GmbH*. Die dominierenden Baualterklassen umfassen Gebäude, die zwischen 1949 und 1978 errichtet wurden. Insgesamt entfallen etwa 46 % des Bestands auf diesen Zeitraum. Räumlich zeigt sich eine Konzentration älterer Gebäude insbesondere im westlichen Teil des Untersuchungsgebiets. Der durchschnittliche Energiebedarfskennwert beträgt 112 kWh/m²·a. Zum Vergleich erreichen heutige Neubauten im Einfamilienhaussegment typischerweise Werte von etwa 50 kWh/m²·a. Der erhöhte Wärmebedarf im Fokusgebiet Forsting ist insbesondere auf den Anteil älterer Bestandsgebäude sowie auf die ansässigen Gewerbebetriebe zurückzuführen. Die Wärmeversorgung erfolgt derzeit überwiegend über ölbefeuerte Heizungsanlagen sowie über Scheitholzfeuerungen. Für Raumwärme und Warmwasser werden jährlich rund 5.703 MWh eingesetzt, was mit entsprechenden CO₂-Emissionen verbunden ist.

Der Anteil fossiler Heizsysteme liegt im Betrachtungsgebiet bei ca. 48 % (siehe Abbildung 5.2). Aufgrund fehlender Angaben bei den Kkehrbuchdaten (Datenschutz) ist keine

genauere Darstellung möglich. Das durchschnittliche Alter der Heizungsanlagen beträgt zwischen 10 und 30 Jahren. Vor diesem Hintergrund ist davon auszugehen, dass in naher bis mittlerer Zukunft in vielen Fällen ein Austausch oder eine grundlegende Erneuerung der Wärmeerzeugungsanlagen erforderlich wird (siehe Abbildung 5.3).

Vor diesem Hintergrund wurden verschiedene Versorgungsoptionen untersucht. Eine mögliche Option stellt der Aufbau eines Wärmenetzes dar (vgl. Kapitel 3.1). Bei einer angenommenen Anschlussquote von 60 % ergibt sich eine Wärmeliniedichte von 616 kWh/m·a, was aus wirtschaftlicher Sicht als eher herausfordernd zu bewerten ist. Eine höhere Anschlussquote könnte die Wirtschaftlichkeit jedoch deutlich verbessern. Zusätzlich wirkt sich die grundsätzlich günstige Ausgangssituation positiv aus, insbesondere durch die in Springlbach vorhandene Biogasanlage und die dort potenziell nutzbare Abwärme. Unter diesen Rahmenbedingungen erscheint eine Umsetzung eines Wärmenetzes grundsätzlich möglich, bedarf jedoch einer vertieften Prüfung.

Ergänzend wurden dezentrale Versorgungsoptionen betrachtet. Der Einsatz oberflächennaher Geothermie ist im Untersuchungsgebiet mit allen gängigen Systemen, Erdwärmekollektoren, Erdwärmesonden und Grundwasserwärmepumpen, überwiegend realisierbar. Die ermittelte Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds von 1,4 bis 1,8 W/m·K stellt hierfür eine grundsätzlich geeignete Ausgangsbasis dar. Unabhängig von der gewählten Versorgungsstrategie besteht ein erhebliches Einsparpotenzial im Gebäudebestand. Es ist davon auszugehen, dass selbst bei moderaten Sanierungsraten der durchschnittliche Wärmebedarf bis zum Jahr

2045 deutlich reduziert werden kann. Insbesondere Maßnahmen an der Gebäudehülle, wie die Dämmung von Außenwänden und Dachflächen sowie der Austausch veralteter Fenster und Türen, leisten hierzu einen wesentlichen Beitrag. Gleichzeitig verbessern Effizienzmaßnahmen die technische Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit erneuerbarer Wärmeerzeuger, insbesondere von Luft-Wasser-Wärmepumpen.

Vor diesem Hintergrund wird empfohlen, das Gebiet vertieft zu analysieren und den Austausch mit dem Betreiber der Biogasanlage zu intensivieren, um das Potenzial zur Nutzung von Abwärme konkret zu bewerten. Bei positiven Rahmenbedingungen sollte im nächsten Schritt eine technische Machbarkeitsstudie in Betracht gezogen werden. Aufgrund bestehender Unsicherheiten wird das Untersuchungsgebiet im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung als Prüfgebiet im Sinne des *Wärmeplanungsgesetzes* eingestuft.

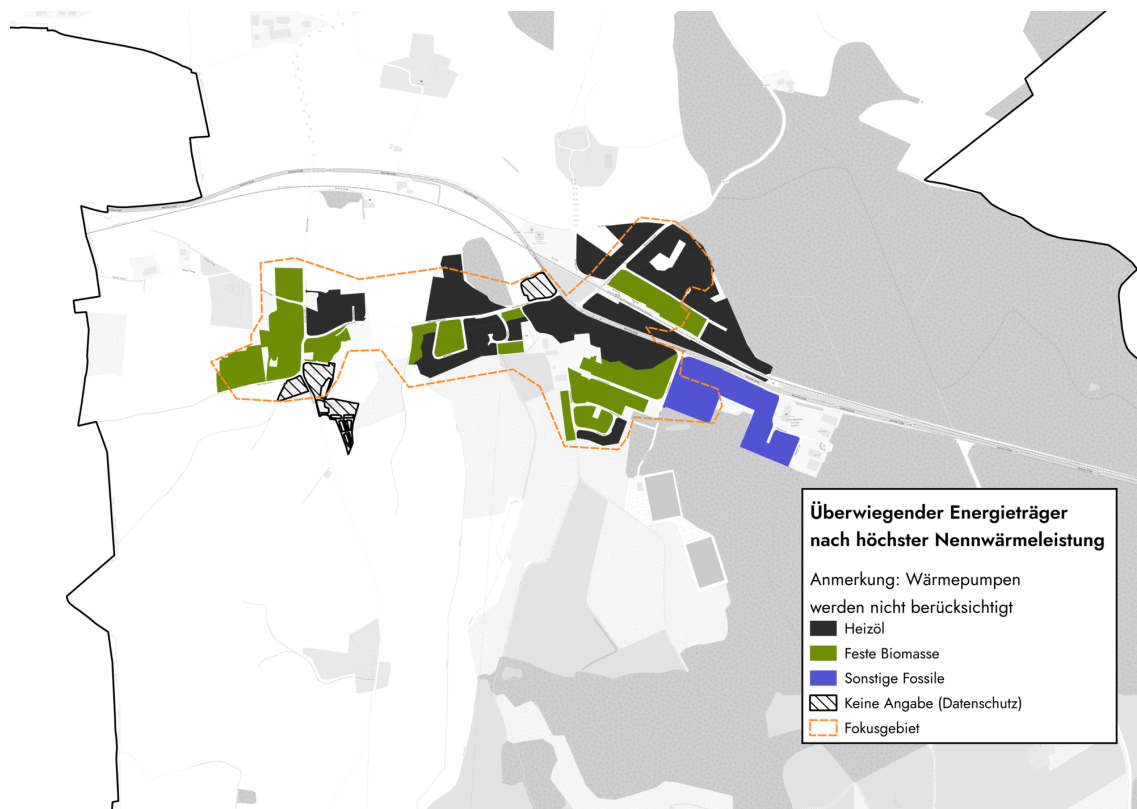


Abbildung 5.2: Überwiegender Energieträger in den Heizungsanlagen im Fokusgebiet Forsting, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

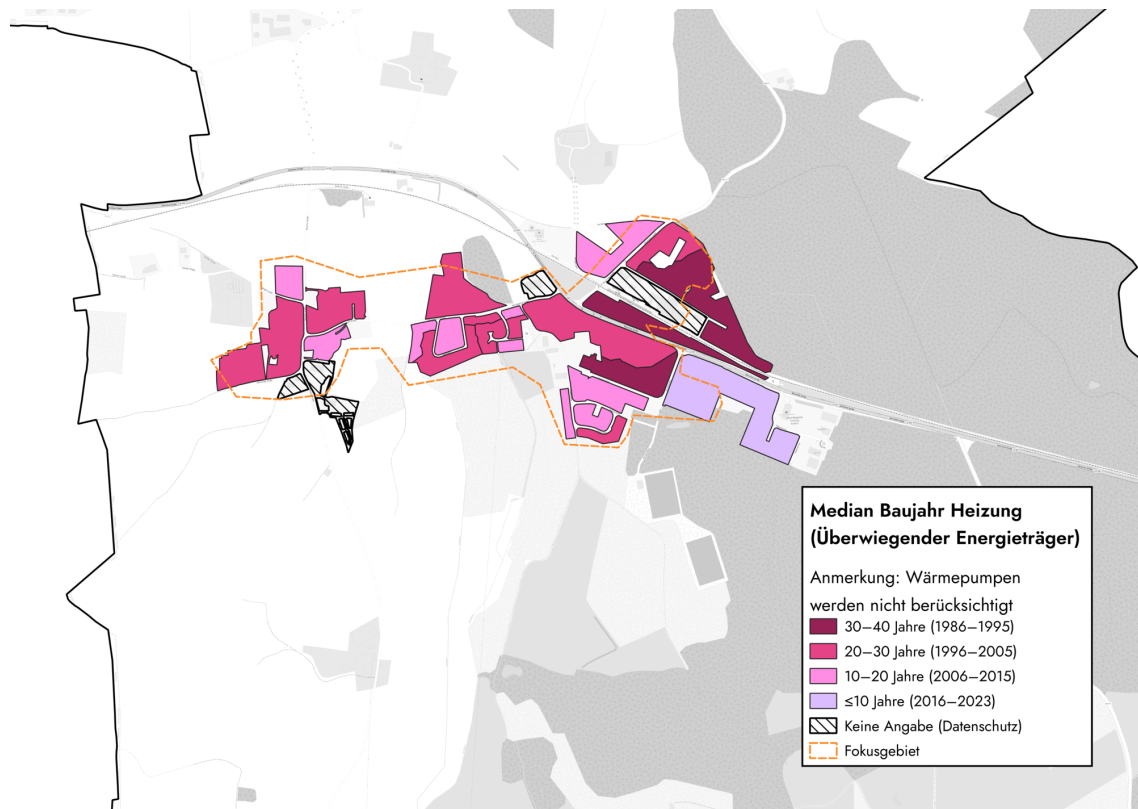


Abbildung 5.3: Durchschnittliches Alter der Heizungsanlagen im Fokusgebiet Forsting, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

5.1.2 Fokusgebiet 2: Rettenbach

Das betrachtete Untersuchungsgebiet liegt im Südwesten von Pfaffing und ist überwiegend durch Wohnbebauung geprägt. Der Gebäudebestand besteht zu rund 47 % aus Einfamilienhäusern, ergänzt durch etwa 17 % kleinere Mehrfamilienhäuser und 14 % Reihenhäuser. Nichtwohngebäude machen rund 22 % des Bestands aus. Nennenswerte Unternehmen aus den Bereichen Gewerbe, Handel oder Dienstleistungen sind in Rettenbach nicht vorhanden. Die dominierenden Baualtersklassen umfassen Gebäude, die zwischen 1949 und 1978 errichtet wurden. Insgesamt entfällt etwa die Hälfte des Bestands auf diesen Zeitraum. Gleichzeitig weist auch der Zeitraum vor 1919 mit rund 31 % einen vergleichsweise hohen Anteil auf. Neubauten sind, wenn überhaupt, nur vereinzelt im westlichen Teil des Untersuchungsgebiets zu finden. Der durchschnittliche Energiebedarfskennwert beträgt 127 kWh/m²·a. Zum Vergleich erreichen heutige Neubauten im Einfamilienhaussegment typischerweise Werte von etwa 50 kWh/m²·a. Der erhöhte Wärmebedarf ist daher insbesondere auf den hohen Anteil älterer Bestandsgebäude zurückzuführen. Die Wärmeversorgung erfolgt derzeit überwiegend über ölbefeuerte Heizungsanlagen sowie Scheitholzfeuerungen. Für Raumwärme und Warmwasser werden jährlich rund 3.033 MWh eingesetzt, was mit entsprechenden CO₂-Emissionen verbunden ist.

Der Anteil fossiler Heizsysteme beträgt etwa 36 % (siehe Abbildung 5.4) und erscheint damit vergleichsweise niedrig. Eine mögliche Erklärung liegt darin, dass in der kartografischen Auswertung nicht zwischen Einzelraumfeuerungsanlagen (z. B. Kaminöfen) und zentralen Heizungsanlagen unterschieden

wird. Der relativ hohe Anteil von Biomasse kann daher teilweise auf eine größere Anzahl von Einzelraumfeuerungen zurückzuführen sein, die üblicherweise nicht den Hauptenergieträger zur Deckung des Wärmebedarfs darstellen. Aufgrund fehlender Detailangaben in den Kkehrbuchdaten (Datenschutz) ist eine genauere Darstellung derzeit nicht möglich. Das durchschnittliche Alter der Heizungsanlagen liegt zwischen 10 und 20 Jahren, sodass in vielen Gebäuden voraussichtlich erst mittel- bis langfristig ein Austausch oder eine grundlegende Modernisierung der Wärmeerzeuger ansteht (siehe Abbildung 5.5).

Zur Identifikation einer geeigneten zukünftigen Wärmeversorgungsstruktur wurden verschiedene Versorgungsoptionen untersucht. Eine mögliche Option stellt der Aufbau eines Wärmenetzes dar (vgl. Kapitel 3.1). Bei einer angenommenen Anschlussquote von 60 % ergibt sich eine Wärmelinienichte von 649 kWh/m·a, was aus wirtschaftlicher Sicht als eher herausfordernd zu bewerten ist. Eine höhere Anschlussquote könnte die Wirtschaftlichkeit jedoch verbessern. Zusätzlich könnte sich eine potenzielle Nutzung der Umweltwärme aus der Attel, die durch Rettenbach verläuft, positiv auf die Ausgangssituation auswirken. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Attel als Fauna-Flora-Habitat-Gebiet unter besonderem naturschutzrechtlichem Schutz steht. Die Nutzung mittels einer Flusswasserwärmepumpe ist grundsätzlich möglich, jedoch mit erhöhten Anforderungen verbunden. Insbesondere sind umfangreiche naturschutzrechtliche Genehmigungsverfahren zu durchlaufen, bei denen potenzielle Auswirkungen auf die Gewässerökologie, insbesondere auf geschützte Arten und Lebensräume, detailliert

zu prüfen sind. Dies stellt sowohl aus rechtlicher als auch aus planerischer Sicht eine Herausforderung dar und kann zu erhöhtem Abstimmungs- und Zeitaufwand führen. Ob diese Wärmequelle technisch und wirtschaftlich erschlossen werden kann, bedarf somit einer vertieften Prüfung.

Ergänzend wurden dezentrale Versorgungsoptionen betrachtet. Der Einsatz oberflächennaher Geothermie ist im Untersuchungsgebiet nur eingeschränkt möglich. Lediglich Erdwärmekollektoren stellen eine realisierbare Technologie dar. Mit einer Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds von 1,2 bis 1,6 W/m·K liegen zudem keine besonders günstigen geologischen Voraussetzungen vor. Unabhängig von der gewählten Versorgungsstrategie besteht ein erhebliches Einsparpotenzial im Gebäudebestand. Es ist davon auszugehen, dass selbst bei moderaten Sanierungsraten der durchschnittli-

che Wärmebedarf bis zum Jahr 2045 deutlich reduziert werden kann. Insbesondere Maßnahmen an der Gebäudehülle, wie die Dämmung von Außenwänden und Dachflächen sowie der Austausch veralteter Fenster und Türen, leisten hierzu einen wesentlichen Beitrag. Gleichzeitig verbessern Effizienzmaßnahmen die technische Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit erneuerbarer Wärmeerzeuger, insbesondere von Luft-Wasser-Wärmepumpen.

Vor diesem Hintergrund wird empfohlen, das Gebiet vertieft zu analysieren, um insbesondere das Potenzial der Attel als Wärmequelle fundiert zu bewerten. In einem nächsten Schritt sollte eine technische Machbarkeitsstudie durchgeführt werden. Aufgrund bestehender Unsicherheiten wird das Untersuchungsgebiet im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung als Prüfgebiet im Sinne des *Wärmeplanungsgesetzes* eingestuft.

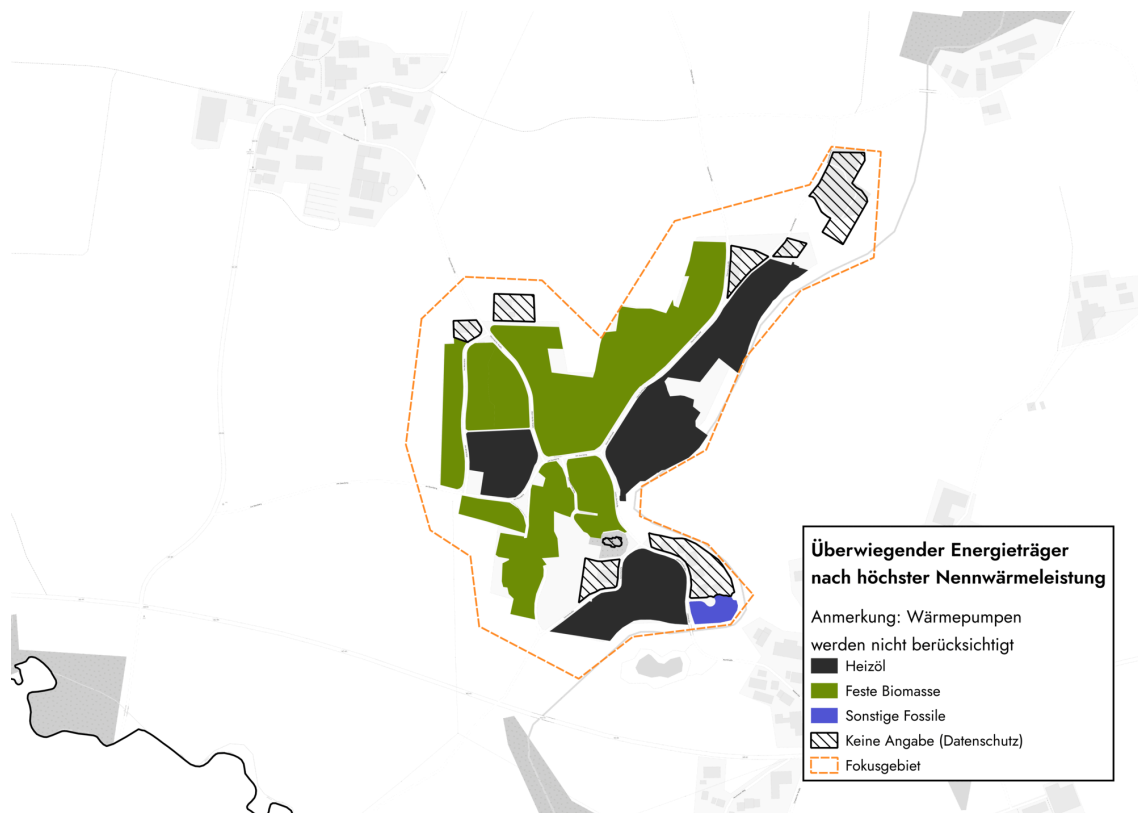


Abbildung 5.4: Überwiegender Energieträger in den Heizungsanlagen im Fokusgebiet Rettenbach, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

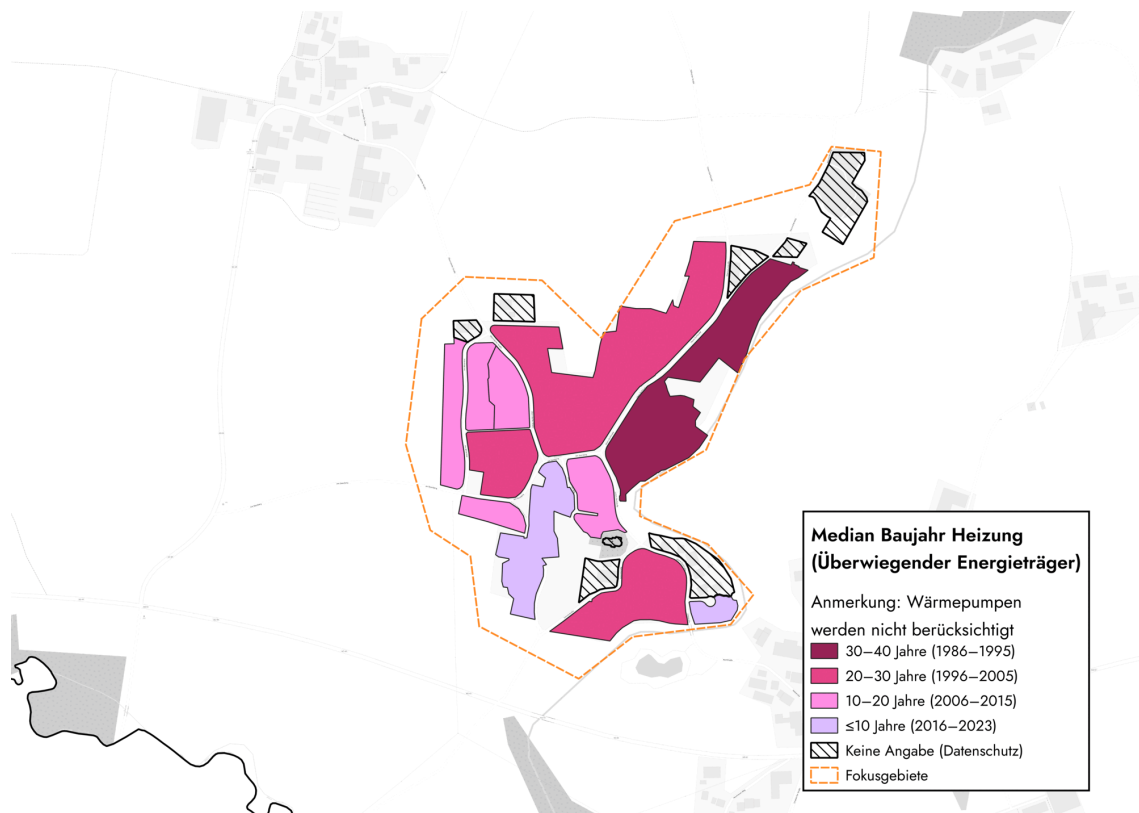


Abbildung 5.5: Durchschnittliches Alter der Heizungsanlagen im Fokusgebiet Rettenbach, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

5.2 Maßnahmenfahrplan für das gesamte Gebiet

Auf Grundlage der analysierten und identifizierten Potenziale sowie der definierten Fokusgebiete wurden gemeinsam mit der Gemeinde konkrete Maßnahmen entwickelt. Diese Maßnahmen sind detailliert in Maßnahmensteckbriefen dokumentiert, die im Anhang einsehbar sind.

Jeder Maßnahmensteckbrief enthält eine umfassende Beschreibung der Maßnahme, einschließlich der notwendigen Handlungs-

schritte, der relevanten Zielgruppen sowie der zentralen Initiatoren und Akteure, die an der Umsetzung beteiligt sind. Darüber hinaus wurden der erforderliche Aufwand und das Einsparpotenzial bewertet, um die Maßnahmen sowohl in ihrer Wirksamkeit als auch in ihrer Umsetzbarkeit zu priorisieren.

Die Entwicklung der Maßnahmen berücksichtigt die spezifischen Anforderungen und Gegebenheiten der Gemeinde Pfaffing. So wurde sichergestellt, dass die Maßnahmen praxisnah, zielgruppengerecht und nachhaltig wirksam gestaltet sind.

Tabelle 5.1: Maßnahmenliste inklusive Einteilung in Handlungsfelder und Bereiche, eigene Darstellung

Handlungsfeld	Bereich	Maßnahme
Verbrauchen & Vorbild	Organisatorisch	Organisation eines jährlichen Treffens zur Überprüfung und Aktualisierung der Wärmeziele inkl. regelmäßigem Fortschrittsbericht
Verbrauchen & Vorbild	Investiv	Heizungserneuerung in kommunalen Liegenschaften in dezentral versorgten Gebieten
Versorgen & Anbieten	Strategisch	Initiieren eines Klimaschutz-Unternehmensnetzwerks
Versorgen & Anbieten	Organisatorisch	Ausweisung eines Wärmenetzgebiets für einen Fremdbetreiber
Anbieten	Organisatorisch, Vernetzend	Realisieren von Gebäudenetzen oder kalter Nahwärme
Motivieren & Beraten	Strategisch, Investiv	Beauftragung einer Machbarkeitsstudie für das Prüfgebiet Forsting
Motivieren & Beraten	Strategisch, Investiv	Beauftragung einer Machbarkeitsstudie für das Prüfgebiet Rettenbach
Motivieren & Beraten	Kommunikativ	Öffentlichkeitsarbeit: Niedrigschwelliges Informationsangebot
Motivieren & Beraten	Organisatorisch	Energieberatergutscheine für individuelle vor-Ort-Beratung bei Privathaushalten

5.3 Controlling

Die kommunale Wärmeplanung ist ein zentraler Baustein in der Umstellung von einer fossilen auf eine vollständig treibhausgasneutrale Wärmeversorgung und bedarf aufgrund ihrer Komplexität und Langfristigkeit einer Strategie zur Einführung und Umsetzung.

Das Controlling fungiert dabei als zentrales Instrument zur Überwachung von Treibhausgasemissionen, Steuerung und fortlaufenden Anpassung von Maßnahmen aus dem Wärmeplan. Es sorgt dafür, dass die gesetzten Ziele termingerecht und ressourcenschonend erreicht werden. Dabei sind nicht nur

die quantitative Überwachung von Indikatoren wie Treibhausgasreduktion, Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung und Energieeinsparungen von Bedeutung, sondern auch die qualitative Bewertung der Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und Effizienz.

Ein bewährter Ansatz für das Controlling der kommunalen Wärmeplanung ist der PDCA-Managementprozess (Plan, Do, Check, Act). Dieser zyklische Prozess stellt eine methodische Vorgehensweise dar, um die einzelnen Schritte der Planung zu steuern, den Fortschritt zu kontrollieren und durch gezielte Anpassungen sicherzustellen, dass die Ziele nachhaltig erreicht werden.

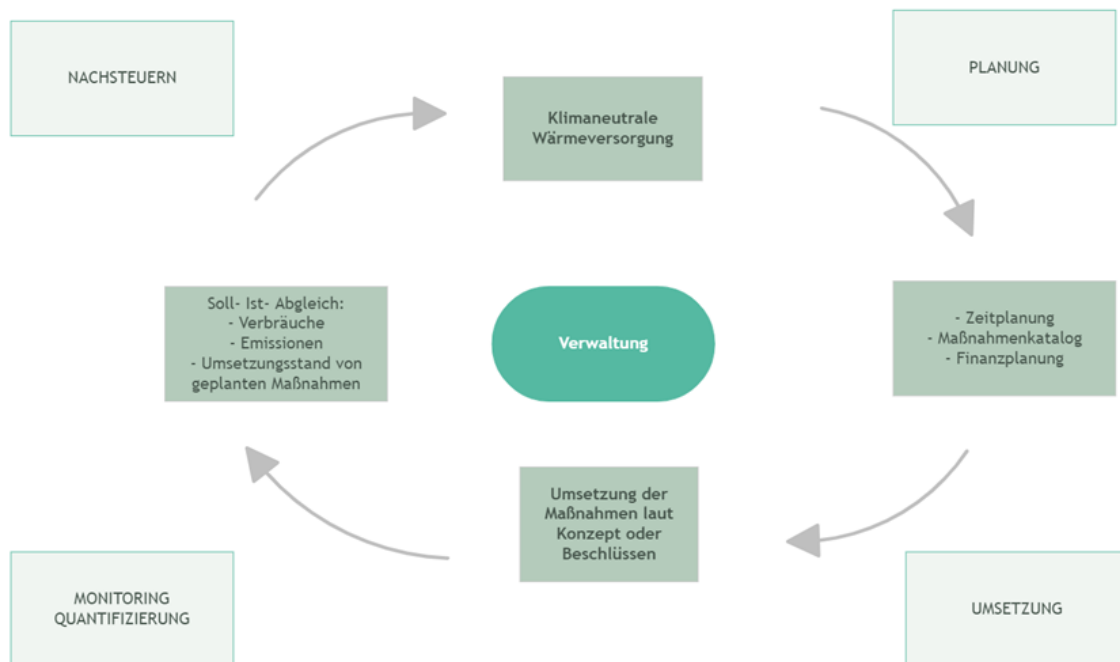


Abbildung 5.6: PDCA-Managementprozess, eigene Darstellung

Es wird empfohlen, den PDCA-Prozess jährlich durchzuführen. Zu den wichtigsten Indikatoren im Monitoring, dem Beobachten und Erfassen von Schlüsseldaten der Wärmeversorgung, gehören die emittierten Treibhausgase, der Energieverbrauch, der Anteil erneuerbarer Energien und die Sanierungsrate. Durch die systematische Erhebung dieser Daten mittels standardisiertem Erhebungsbogen, wird ein Soll-Ist-Vergleich ermöglicht, der ein zentrales Element der Erfolgskontrolle darstellt und in die Nachsteuerung überführt werden kann.

Für das Monitoring können die Indikatoren aus der Energie- und Treibhausgasbilanz herangezogen werden, die für das Bilanzjahr 2023 für die Gemeinde Pfaffing erstellt wurde (siehe Kapitel 2.3). Um die Wirksamkeit von umgesetzten Maßnahmen verfolgen zu können, wird die Fortschreibung der Energie- und Treibhausgasbilanz alle zwei Jahre empfohlen. Neben dieser Fortschreibung ist die kommunale Wärmeplanung alle fünf Jahre zu überprüfen und gegebenenfalls zu aktualisieren.

Sollten Abweichungen von den geplanten Zielen festgestellt werden, können im Rahmen des Controllings Korrekturmaßnahmen frühzeitig eingeleitet werden, um sicherzustellen, dass die Zielvorgaben für CO₂eq-Reduktion und Energieeinsparung eingehalten werden. Bei Abweichungen von Soll und Ist sind auch technologische Entwicklungen und gesetzliche Änderungen zu berücksichtigen. Die geplanten Ziele und spezifischen Maßnahmen für die Gemeinde Pfaffing wurden im Rahmen des Prozesses der kommunalen Wärmeplanung erarbeitet und sind in Kapitel 4.2 und Kapitel 5.2 dokumentiert.

Im Rahmen des Nachsteuerns mit Korrekturmaßnahmen ist die Ursachenanalyse entscheidend, um zu verstehen, warum bestimmte Ziele nicht erreicht wurden. So können gezielte Korrekturmaßnahmen entwickelt werden. Mögliche Ursachen für das Nichterreichen der Ziele können in einer unzureichenden Planung, fehlenden Ressourcen oder einer Überlastung der umsetzenden Stellen begründet sein. Ebenso könnten technische oder rechtliche Hindernisse die Maßnahmen behindern.

Die Berichterstattung dient dazu, die Ergebnisse des kontinuierlichen Monitorings transparent an alle relevanten Akteure zu kommunizieren. Durch regelmäßige Berichte wird sichergestellt, dass die Gemeindeverwaltung sowie die Bürger stets über den aktuellen Stand der Maßnahmen und den Fortschritt der Wärmewende informiert sind. Diese Transparenz schafft Vertrauen in den gesamten Planungsprozess und fördert die Beteiligung der Bevölkerung sowie anderer Interessengruppen.

Die nachfolgende Tabelle 5.2 zeigt eine mögliche Übersicht, wie das Maßnahmenmonitoring und -controlling in der Verwaltung niedrigschwellig umgesetzt werden kann. Dabei wird in den ersten Spalten das Ziel der Maßnahme und der Indikator zur Bewertung festgelegt. Während des Maßnahmenmonitorings wird dann in den weiteren Spalten der Ist-Wert mit dem Soll-Wert verglichen, Ursachen analysiert und Korrekturmaßnahmen sowie nächste Schritte definiert.

Tabelle 5.2: Übersicht Maßnahmenmonitoring und -controlling

Maßnahme	Ziel	Indikator	Soll-Wert	Ist-Wert	Abweichung	Ursache	Korrekturmaßnahme	Nächster Schritt	Überprüfungstermin

5.4 Kommunikation

Eine effektive Kommunikationsstrategie ist für die erfolgreiche Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung und Wärmewende unerlässlich. Sie stellt sicher, dass alle relevanten Akteure oder Zielgruppen, von der Gemeindeverwaltung über Unternehmen bis hin zur Bevölkerung, regelmäßig und auf geeigneten Kanälen über die Ziele, Meilensteine und Fortschritte der Wärmeplanung informiert werden. Transparente und konsistente Kommunikation trägt nicht nur dazu bei, Vertrauen aufzubauen, sondern auch die Akzeptanz der geplanten Maßnahmen zu fördern und mögliche Hemmnisse abzubauen. Eine klare und offene Kommunikation ermutigt die Akteure, sich aktiv an der Wärmewende zu beteiligen.

Für eine gezielte Ansprache der verschiedenen Zielgruppen ist ein differenzierter Ansatz erforderlich. Angesichts der unterschiedlichen Interessen und Bedürfnisse der Akteure ist der Einsatz vielfältiger Kommunikationskanäle sinnvoll. Dabei können Multiplikatoren, wie etwa lokale Vereine, Medienschaffende oder Politiker, eine entscheidende Rolle spielen, indem sie Informationen glaubwürdig und effizient verbreiten.

5.4.1 Beteiligung während der Erstellung der Wärmeplanung

Im Rahmen der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung wurden verschiedene Akteure einbezogen. Neben der Öffentlichkeit fand auch ein Austausch mit Energieversorgern und örtlichen Unternehmen statt.

Den Auftakt bildete der Kick-Off am 21. Juli 2025, bei dem der rechtliche Rahmen, erste Ergebnisse, die Ziele und der Ablauf der kommunalen Wärmeplanung vorgestellt

wurden. Hierbei wurden die grundlegenden Schritte, der zeitliche Rahmen sowie die weiteren Schritte erläutert.

Am 21. Oktober 2025 wurde das Thema kommunale Wärmeplanung im Rahmen eines Vor-Ort-Termins mit einem potenziellen Wärmenetzbetreiber erörtert. Neben ausgewählten Ergebnissen der Bestandsanalyse lag der Schwerpunkt insbesondere auf der Vorstellung der vertieften Betrachtungen zu möglichen Wärmenetzlösungen. Im anschließenden fachlichen Austausch wurden potenzielle Umsetzungsoptionen sowie die Realisierungswahrscheinlichkeit der identifizierten Ansätze diskutiert.

Die öffentliche Beteiligung erfolgte im Rahmen einer Bürgerinformationsveranstaltung am 18. November 2025. Dabei wurden die wesentlichen Inhalte der kommunalen Wärmeplanung umfassend vorgestellt. Hierzu zählten insbesondere der rechtliche Rahmen, die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse sowie die Detailbetrachtung zu möglichen Wärmenetzen. Im Anschluss hatten die Bürgerinnen und Bürger die Gelegenheit, Fragen zu stellen sowie Hinweise und Anregungen einzubringen.

Den Abschluss des Beteiligungsprozesses bildete die Vorstellung des Abschlussberichts im Gemeinderat am 09. April 2026. Dabei wurden die finalen Ergebnisse aller Arbeitsschritte präsentiert, einschließlich der Bestands- und Potenzialanalyse, der Gebiets-einteilung, des Maßnahmenkatalogs sowie der entwickelten Zielszenarien.

Durch die Einbindung der Öffentlichkeit sowie aller relevanten Akteure konnte eine fundierte, transparente und zukunftsorientierte Planung der kommunalen Wärmeversorgung in der Gemeinde Pfaffing sichergestellt werden.



Abbildung 5.7: Bürgerinformationsveranstaltung am 18.11.2025 im großen Gemeindesaal in Pfaffing
(Foto: Renate Drax)

5.4.2 Strategien für eine transparente und bürgernahe Kommunikation

Die Wahl der richtigen Kommunikationskanäle ist von entscheidender Bedeutung. Eine zielgerichtete Kombination aus traditionellen und digitalen Medien sorgt dafür, dass alle relevanten Zielgruppen erreicht werden. Dafür wird empfohlen, neben Printmedien (u. a. lokale Zeitungen und dem Mitteilungsblatt) auch soziale Medien, wie Facebook, LinkedIn oder Instagram zu nutzen. Zusätzlich sollte ein Reiter auf der Gemeinde eigenen Website zur Wärmeplanung ausgebaut und laufend aktualisiert werden. Für die Belange der Wärmeplanung werden die Kontaktdaten von Christian Thomas (christian.tho-

mas@vgem-pfaffing.de) genutzt. Des Weiteren können öffentliche Veranstaltungen wie Informationsabende oder Workshops den direkten Dialog ermöglichen.

Die Öffentlichkeit ist kontinuierlich über den aktuellen Stand und wichtige Meilensteine der Wärmeplanung zu informieren. Regelmäßige Veröffentlichungen und Veranstaltungen, beispielsweise einmal jährlich, im Rahmen einer Bürgerversammlung oder in dem monatlich erscheinenden Mitteilungsblatt, bieten eine verlässliche Informationsquelle.

Je nach Kommunikationskanal empfiehlt es sich Inhalte passend aufzubereiten. Dies ist in Tabelle 5.3 zusammengefasst.

Tabelle 5.3: Kommunikationskanäle und Darstellungsmöglichkeiten, eigene Darstellung

Kanal	Darstellungsmöglichkeit
Zeitungen	Pressemitteilungen mit Inhalten des Reportings
Gemeinde-Infobriefe	Artikel zu aktuellem Sachstand, abgeschlossener Maßnahmen und Neuerungen, Verweis auf Fördermöglichkeiten, Verweis auf bevorstehende Informationsveranstaltungen
Soziale Medien	Werbung für bevorstehende Veranstaltungen, Hinweise auf kurzfristige Änderungen, Kacheln mit einer Informationsübersicht mit Verweis auf die Website zur weiteren Erläuterung, Videos zum Ergebnis realisierter Projekte
Website	Zentraler Ort, der alle Informationen sammelt. Fließtexte, FAQs, Pressemitteilungen, Veröffentlichung von Karten und aktueller Wärmeplan zum Download, Verweis auf Fördermöglichkeiten, Verweis auf bevorstehende Informationsveranstaltungen oder Veröffentlichungen in der Politik
Informationsabende und Workshops	Präsentation des aktuellen Stands und den kommenden Schritten, Vorstellung beschlossener und abgeschlossener Maßnahmen, Feedback zu geplanten und umgesetzten Maßnahmen in Form von Fragebögen

Die Gemeinde eigene Website sollte als zentrale Informationsplattform dienen. Alle relevanten Inhalte, von Plänen über Termine bis hin zu häufig gestellten Fragen, sollten stets aktuell und leicht zugänglich sein. Zudem können hier Online-Umfragen und Konsultationen bereitgestellt werden, um Meinungen von Bürgern für eine fortwährende Beteiligung einzuholen.

Die Mitteilungsblätter können Zwischenschritte und Meilensteine darstellen. Durch den monatlichen Turnus bietet diese Plattform eine gute Option zum regelmäßigen Informieren, die auch die mittel- bis langfristigen Maßnahmen der Wärmeplanung gut abdecken kann. Mit der Platzierung von Artikeln an einheitlichen Stelle mit einheitlichem Design entsteht ein hoher Wiedererkennungswert. Die Möglichkeit zur Ansprache aller Gemeinde einwohner sollte unbedingt genutzt werden.

Soziale Medien spielen indes auch eine zentrale Rolle, da eine flexible und interaktive Ansprache ermöglicht wird. Plattformen wie Facebook, LinkedIn und Instagram bieten die Möglichkeit, Ankündigungen, Kurzvideos zu einzelnen Schritten der Planung oder

Umfragen unkompliziert zu verbreiten und in den Dialog mit der Bevölkerung zu treten.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist das aktive Zuhören. Die Anliegen der Öffentlichkeit sollten ernst genommen werden und die Gemeindeverwaltung sollte Möglichkeiten für Kommentare und einen Dialog schaffen, sei es per E-Mail, über ein Kontaktformular auf der Gemeinde eigenen Website oder durch die Informationsveranstaltungen. Auf diese Weise kann die Gemeindeverwaltung konstruktives Feedback erhalten und darauf eingehen, um den Prozess gemeinsam mit den Bürgern voranzutreiben. Die zielgerichtete und klare Aufbereitung der Inhalte ist von besonderer Bedeutung. Die Informationen müssen gut strukturiert und fachlich präzise sein. Dabei ist jedoch darauf zu achten, eine für die Bürger gut verständliche Sprache zu verwenden. Abbildungen und Beispiele können dabei helfen, komplizierte Sachverhalte zu veranschaulichen und zugänglicher zu machen. Im Folgenden sind mögliche Inhalte für die Öffentlichkeitsarbeit aufgeführt, die über verschiedene Kommunikationskanäle vermittelt werden können. Diese Übersicht dient der Gemeinde als praktische Hilfestellung.



Abbildung 5.8: Mögliche Inhalte der Öffentlichkeitsarbeit, eigene Darstellung

5.5 Verstetigung

Eine Verstetigungsstrategie für die kommunale Wärmeplanung zielt darauf ab, die langfristige Umsetzung und Fortschreibung der Wärmeplanung zu sichern. Dies umfasst auch Aufgaben aus dem Controllingkonzept und der Kommunikationsstrategie. Durch eine nachhaltige Verankerung und den Ausbau von Verwaltungsstrukturen wird gewährleistet, dass die Wärmeplanung dauerhaft zur Wärmewende und damit zur Erreichung der Klimaziele beiträgt.

Ein wesentlicher Schritt für eine erfolgreiche kommunale Wärmeplanung ist die feste Integration dieser Prozesse in die Verwaltungsstruktur. Dazu gehört die Implementierung einer festen Ansprechperson, die die übergeordnete Steuerung und Koordination sowie Kommunikation der Wärmeplanung übernimmt. Diese Person fungiert als zentrale Schnittstelle zwischen verschiedenen Akteuren und sorgt dafür, dass die Planungen kontinuierlich weiterentwickelt und an aktuelle Anforderungen angepasst werden (Maßnahmencontrolling). Zu berücksichtigen ist auch, dass die entsprechende Stelle ebenso die fortlaufende Kommunikation übernehmen sollte. So kann sichergestellt werden, dass alle relevanten Inhalte und somit ein konsistentes Bild nach außen transportiert wird. Alle Inhalte sollten von der jeweils zuständigen Stelle freigegeben werden. Mit Freigabemechanismen sollen mögliche Missverständnisse vermieden werden und eine ganzheitliche Kommunikation von der Gemeinde an die Bürger sichergestellt werden.

Der erste Wärmeplan wurde vom Geschäfts-

leiter Christian Thomas in Zusammenarbeit mit INEV erstellt. Da die Wärmeplanung als strategisches Planungsinstrument ähnlich wie der Flächennutzungs- oder Bebauungsplan fungiert, wird empfohlen, die Fortführung ebenfalls in diesem Fachbereich zu belassen. So können Schnittstellen zu relevanten Aufgabenbereichen wie Gebäudemanagement, Straßenbau, Bauleitplanung, Bauanträgen und Denkmalschutz effizient genutzt werden.

Es wird empfohlen, in den beteiligten Ämtern weitere Ressourcen für die Wärmeplanung einzuplanen. Die zentralen Aufgaben würden umfassen:

- Monitoring und Controlling
- Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation
- Berichterstattung
- Maßnahmenumsetzung

Mittlerweile hat der Freistaat Bayern die Bundesvorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) auf Landesebene umgesetzt. Am 2. Januar 2025 trat die Verordnung zur Ausführung energiewirtschaftlicher Vorschriften“ (AVEn) in Kraft, die die finanzielle Unterstützung der Kommunen regelt, um die Kosten der Wärmeplanung zu decken. Der Freistaat Bayern stellt einen finanziellen Ausgleich in Form sogenannter Konnexitätszahlungen in Aussicht. Diese Ausgleichszahlungen gelten auch rückwirkend für bereits abgeschlossene Wärmeplanungen und sollen die Mehrbelastung der Kommunen vollständig kompensieren.

6 Fazit

Mit der vorliegenden kommunalen Wärmeplanung schafft die Gemeinde Pfaffing eine strategische Planungsgrundlage für die schrittweise Transformation der örtlichen Wärmeversorgung hin zur Treibhausgasneutralität. Auf Basis der durchgeführten Bestandsanalyse, der detaillierten Untersuchung der Energieinfrastruktur sowie der Bewertung der Wärmebedarfe und Emissionen wird deutlich, dass trotz bereits vorhandener Ansätze noch Potenziale für eine nachhaltige Weiterentwicklung der Wärmeversorgung bestehen.

Die Analyse der erneuerbaren Potenziale zeigt, dass insbesondere Umweltwärme, Solarenergie sowie Biomasse einen wesentlichen Beitrag zur zukünftigen Wärmeversorgung leisten können. Gleichzeitig wird ersichtlich, dass der Bau von Wärmenetzen in ausgewählten Teilgebieten sinnvoll und wirtschaftlich darstellbar sein könnte. In weiten Teilen des Gemeindegebiets, insbesondere in ländlich geprägten und weniger dicht bebauten Bereichen, werden jedoch dezentrale Versorgungslösungen, vor allem Wärmepumpensysteme in Kombination mit energetischen Sanierungsmaßnahmen, eine zentrale Rolle einnehmen. Damit verfolgt Pfaffing einen differenzierten, gebietsspezifischen Ansatz, der sowohl technische als auch wirtschaftliche Rahmenbedingungen berücksichtigt.

Darüber hinaus zeigt die kommunale Wärmeplanung, dass die Wärmewende nicht

ausschließlich eine technische Herausforderung darstellt, sondern in hohem Maße organisatorische, kommunikative und strategische Anforderungen mit sich bringt. Der Erfolg der Transformation hängt maßgeblich von der konsequenten Umsetzung der definierten Maßnahmen, einem kontinuierlichen Monitoring sowie der aktiven Einbindung relevanter Akteure ab. Neben der Gemeindeverwaltung spielen insbesondere Gebäudeeigentümer, Unternehmen, Wärmenetzbetreiber sowie Energieversorger eine entscheidende Rolle bei der Umsetzung des entwickelten Zielszenarios.

Die identifizierten Fokusgebiete, Maßnahmen sowie das Zielszenario bilden einen klar strukturierten Handlungsrahmen für die kommenden Jahre. Gleichzeitig ist die kommunale Wärmeplanung als dynamisches Planungsinstrument zu verstehen, das regelmäßig überprüft und an veränderte Rahmenbedingungen, technologische Entwicklungen sowie gesetzliche Vorgaben angepasst werden muss.

Insgesamt stellt die kommunale Wärmeplanung für die Gemeinde Pfaffing einen entscheidenden Schritt dar, um die Wärmeversorgung langfristig klimaneutral, wirtschaftlich tragfähig und resilient auszurichten. Durch eine konsequente Umsetzung und Weiterentwicklung kann die Gemeinde die Wärmewende aktiv gestalten und einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität leisten.

7 Verweise

- [1] OpenStreetMap Foundation, OpenStreetMap contributors. Openstreetmap, 2025. URL <https://www.openstreetmap.org>. Zugriff 2025.
- [2] Landesentwicklung und Energie Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft. *Kurzgutachten - Eignungsprüfung für die kommunale Wärmeplanung*. Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2025.
- [3] S. Ortner, A. Paar, L. Johannsen, P. Wachter, D. Hering, and M. Pehnt. *Leitfaden Wärmeplanung. Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche*. ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH, Öko-Institut e.V., IER Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held PartGmbH, Prognos AG, et al., 2024.
- [4] B. Vermessungsverwaltung. Geodaten bayern 3d-gebäudemodelle, 2025. URL <https://geodaten.bayern.de/opengeodata/OpenDataDetail.html?pn=lod2>. Zugriff 2025.
- [5] B. u. V. B. Landesamt für Digitalisierung. Amtliche liegenschaftskatasterinformationssystem (alkis®), 2025.
- [6] B. L. f. S. u. Datenverarbeitung. Zensus 2011: Gemeindedaten gebäude und wohnungen, 2014.
- [7] I. f. W. u. Umwelt. Basisdaten für hochrechnungen mit der deutschen gebäudetypologie des iwu, 2013.
- [8] *Leitfaden Energieausweis*. Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2015.
- [9] F. Dünnebeil und B. Gugel und N. Roggem und L. Schreiner und P. Wachter und L. Müller. *ISKO Bilanzierungssystematik Kommunal - Methoden und Daten für die kommunale Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland*. Agentur für kommunalen Klimaschutz am Deutschen Institut für Urbanistik gGmbH (Difu), 2024.
- [10] A. S. S. G. Wolfram Knörr. *Entwicklung eines Modells zur Berechnung der Energieeinsätze und Emissionen des zivilen Flugverkehrs - TREMOD AV*. ifeu Institut für Energie und Umweltforschung, 2012.
- [11] Simon Greif. Räumlich hoch aufgelöste analyse des technischen potenzials von wärme-pumpen zur dezentralen wärmeversorgung der wohngebäude in deutschland, 2023. URL <https://mediatum.ub.tum.de/node?id=1702065>. Zugriff 2025.
- [12] U. Bayern. www.umweltatlas.bayern.de, 2025. URL <https://www.umweltatlas.bayern.de/mapapps/resources/apps/umweltatlas/index.html?lang=de>. Zugriff 2025.

- [13] Bayerisches Landesamt für Umwelt. Detailinformationen zu geodatendienst: Geologie – malm – verbreitung, tiefenlage und faziesverteilung, n.d.. URL https://www.lfu.bayern.de/umweltdaten/geodatendienste/index_detail.htm?id=478ee75a-bab5-49d7-9d90-99eec2b65247&profil=WMS.
- [14] Bayerisches Landesamt für Umwelt. Tiefe geothermie, n.d.. URL https://www.lfu.bayern.de/geologie/geothermie/geothermie_tief/index.htm.
- [15] Deutscher Wetterdienst. Rasterdaten der vieljährigen mittleren jahressummen für die globalstrahlung auf die horizontale ebene basierend auf boden- und satellitenmessungen, 2026. URL https://dwd-geoportal.de/products/GRD_DEU_P30Y_RAD-G_P1Y/. Zugriff 2026.
- [16] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR). Faustzahlen, 2025.
- [17] D. N. Diefenbach, M. Großklos, and D. A. Enseling. *Auf dem Weg zur Klimaneutralität: Kosten und CO2-Emissionen bei der Wohngebäude-Wärmeversorgung*. Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt, 2025.
- [18] Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie. *Energie-Atlas Bayern, 2026*. URL <https://www.energieatlas.bayern.de/>.
- [19] N. Langreder, F. Lettow, M. Sahnoun, S. Kreidelmeyer, A. Wünsch, and S. Lengning. *Technikkatalog Wärmeplanung*. ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, Öko-Institut e.V., IER Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held PartGmbH, Prognos AG, 2024.

8 Glossar

Abwärme Wärme, die als Nebenprodukt in Industrie, Gewerbe oder Kraftwerken entsteht. Statt sie ungenutzt entweichen zu lassen, kann sie für Heizung oder Warmwasser genutzt werden.

Amortisationszeit Zeitraum, bis die Investitionskosten einer Maßnahme durch Energieeinsparungen wieder ausgeglichen sind.

CO₂-Äquivalente (CO₂eq) CO₂-Äquivalente geben an, wie viel ein Treibhausgas zur Erderwärmung beiträgt – im Vergleich zur gleichen Menge Kohlenstoffdioxid. Sie sind eine vereinheitlichte Messgröße, mit der alle Treibhausgasemissionen zusammengefasst und verglichen werden können.

Dekarbonisierung Verringerung von CO₂-Emissionen durch Nutzung erneuerbarer Energien statt fossiler Brennstoffe wie Öl oder Gas.

Effizienzhaus Standard Einstufung, wie energiesparend ein Gebäude ist. Je niedriger die Zahl (z. B. Effizienzhaus 40), desto weniger Energie wird benötigt.

Fernwärme Wärme wird zentral (z. B. in einem Heizkraftwerk) erzeugt und über ein Leitungsnetz zu vielen Gebäuden transportiert.

Geothermie Nutzung von Wärme aus dem Erdreich oder Grundwasser. Die Temperaturniveau wird oft über Wärmepumpen angehoben und nutzbar gemacht.

Kommunale Wärmeplanung Gesetzlich geregelter Prozess, bei dem eine Kommune untersucht, wie sie ihre Wärmeversorgung klimafreundlich umbauen kann.

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) Technik, die gleichzeitig Strom und Wärme erzeugt. Dadurch wird Energie besonders effizient genutzt.

Nahwärme Wie Fernwärme, aber für kleinere Gebiete (z. B. ein Dorf oder ein Stadtviertel). Die Abgrenzung zur Fernwärme erfolgt üblicherweise über die räumliche Ausdehnung und die Größe des Versorgungsnetzes.

Treibhausgasemissionen Gase wie CO₂ oder Methan, die zum Klimawandel beitragen.

Treibhausgasneutral Der Ausstoß und der Abbau von Treibhausgasen stehen im Gleichgewicht. Es werden nicht mehr Treibhausgase ausgestoßen, als durch natürliche oder technische Prozesse wieder gebunden oder kompensiert werden können.

Wärmebedarf berechnete Energiemenge, die nötig ist, um ein Gebäude zu heizen und Warmwasser bereitzustellen.

Wärmeliniendichte bezeichnet die spezifische Wärmebedarfsmenge pro Trassenmeter ei-

nes potenziellen Wärmenetzes und dient als Indikator für die Wirtschaftlichkeit einer Netzauslegung.

Wärmeverbrauch tatsächlich gemessene Energiemenge, die ein Gebäude zum Heizen und für die Warmwasserbereitung benötigt.

9 Anhang

9.1 Maßnahmenkatalog

Organisation eines jährlichen Treffens zur Überprüfung und Aktualisierung der Wärmeziele inkl. regelmäßigem Fortschrittsbericht

Verbrauchen & Vorbild

Organisatorisch

Sicherstellung der kontinuierlichen Überwachung, Bewertung und Anpassung der kommunalen Wärmeziele zur Gewährleistung der Zielerreichung und Reaktion auf neue Entwicklungen.

Beschreibung

Ein jährliches Treffen relevanter Akteure wird etabliert, um den Fortschritt bei der Umsetzung der Wärmeplanung zu überprüfen, Herausforderungen zu diskutieren und die Wärmeziele ggf. anzupassen. Ein standardisierter Fortschrittsbericht dokumentiert die Ergebnisse und dient als Grundlage für die weitere Steuerung.

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Festlegung des Teilnehmerkreises
- Terminierung und Organisation des jährlichen Treffens
- Vorbereitung der Datengrundlage des Fortschritts
- Durchführung des Treffens, Diskussion und Beschlussfassung
- Finalisierung und Kommunikation des Fortschrittsberichts
- Ableitung von Handlungsempfehlungen

Zielgruppe

- Verwaltung
- Klimaschutzmanagement

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Klimaschutzmanagement
- Verwaltung

Weitere Akteure

- Energieversorger
- Ggf. externe Beratende

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel über Konnexitätszahlung

Aufwand und Bewertung

Investitionskosten

Ca. 3 Arbeitstage pro Jahr

Zeitlich

Kurzfristig

Priorität

Mittel

Energieeinsparung

Nicht quantifizierbar

THG-Reduktion

Nicht quantifizierbar

Heizungserneuerung in kommunalen Liegenschaften in dezentral versorgten Gebieten

Verbrauchen & Vorbild

Investiv

Mit dieser Maßnahme sollen kommunale Gebäude in dezentral versorgten Gebieten mit veralteter Heiztechnik auf effiziente und möglichst erneuerbare Heizsysteme umgerüstet werden. So kann die Gemeinde Pfaffing ihrer Vorbildfunktion gerecht werden und langfristig Betriebskosten sowie Emissionen senken.

Beschreibung

Ziel ist es, in dezentral gelegenen städtischen Gebäuden mit veralteter Heiztechnik schrittweise effiziente und umweltfreundlichere Heizsysteme zu installieren. Dabei soll – je nach Machbarkeit – auf erneuerbare Energieträger gesetzt oder hocheffiziente fossile Ersatzsysteme verwendet werden. Durch eine schrittweise, vollständige Erneuerung der Heizungen in den kommunalen Liegenschaften ergibt sich eine Reduktion der Treibhausgasemissionen.

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Erhebung der Bestandsdaten der Heizungsanlagen in dezentralen Liegenschaften
- Bewertung der technischen Erneuerbarkeit
- Einbindung von Fachplanern zur Auswahl geeigneter Systeme
- Prüfung und Beantragung von Fördermitteln
- Umsetzung der Maßnahme im Rahmen eines mehrjährigen Modernisierungsprogramms
- Nachfolgendes Monitoring und ggf. Nachjustierung

Zielgruppe

- Liegenschaftsverantwortliche

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Gebäudemanagement

Weitere Akteure

- Planungsbüros
- Externe Fachleute
- Fördermittelgeber
- Energieberatende

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel und Förderung BEG

Aufwand und Bewertung

Aufwand

Ca. 100.000 € ohne Förderung

Zeitlich

Kurzfristig

Priorität

Hoch

Energieeinsparung

Austausch der Heizung verringert nicht den Verbrauch

THG-Reduktion

5 t CO₂eq

Initiieren eines Klimaschutz-Unternehmensnetzwerks

Versorgen & Anbieten
Strategisch

Die ansässigen Unternehmen sind relevante Akteure auf dem Weg zur Klimaneutralität. Für Unternehmen spielt die Versorgungssicherheit und der Kostendruck eine große Rolle, welche durch die örtliche Energieversorgung und deren Optionen bedingt wird. Über die Gründung eines Unternehmensnetzwerks können Effizienzpotenziale gehoben und der Austausch gefördert werden. Damit lassen sich weitere Einsparungen erzielen.

Beschreibung

Die Teilnahme an einem Unternehmensnetzwerk ermöglicht Unternehmen die Beratung durch qualifizierte externe Dienstleistende, den Austausch mit anderen, die gemeinsame Bearbeitung von Herausforderungen und durch die Identifikation von Reduktionsmaßnahmen eine Senkung ihrer THG-Emissionen. Die Gemeinde Pfaffing profitiert zum einen durch die Senkung der THG-Emissionen, bekommt zum anderen aber auch Einblick in die unternehmerischen Herausforderungen. Auf diese Weise können Synergien zwischen der Stadt und den ansässigen Unternehmen identifiziert und gefördert, Handlungsoptionen aufgezeigt und Kräfte gebündelt werden.

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Identifikation und Ansprache potenzieller Unternehmenspartner in der Region
- Gründung eines kommunal begleiteten Unternehmensnetzwerks mit thematischem Fokus auf Klimaschutz und Energieeffizienz
- Beauftragung externer, qualifizierter Beratungsdienstleister zur Unterstützung bei der Identifikation von Effizienz- und Einsparpotenzialen
- Organisation regelmäßiger Netzwerktreffen zum Erfahrungsaustausch und zur gemeinsamen Entwicklung von Lösungsansätzen

Zielgruppe

- Lokale Unternehmen

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Verwaltung

Weitere Akteure

- Externe Fachleute

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel

Aufwand und Bewertung

Aufwand

Ca. 10 Arbeitstage

Zeitlich

Mittelfristig

Priorität

Mittel

Energieeinsparung

1.200 MWh

THG-Reduktion

400 t CO₂-eq

Ausweisung eines Wärmenetzgebiets für einen Fremdbetreiber

Versorgen & Anbieten
Organisatorisch

Ziel der Maßnahme ist die Erschließung eines Gebiets mit einem neuen Wärmenetz durch einen externen Wärmeversorger. Die Gemeinde übernimmt dabei die Gebietsausweisung, Koordination und ggf. Vorbereitung der Ausschreibung.

Beschreibung

Für ein geeignetes Quartier oder Ortsteil wird ein Wärmenetzgebiet festgelegt, das nicht durch ein bestehendes kommunales Netz versorgt wird. Die Gemeinde definiert das Gebiet, klärt rechtliche und technische Rahmenbedingungen und bereitet gegebenenfalls eine Ausschreibung vor. Ziel ist die Kooperation mit einem erfahrenen Drittanbieter, um die Versorgung mit klimaneutraler Wärme sicherzustellen. Die Kommune kann dabei Anforderungen an die Dekarbonisierung, soziale Kriterien oder die Tariffindung stellen.

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Gebietsauswahl anhand Wärmebedarfs- und Potenzialanalysen
- Abstimmung mit Grundstückseigentümer*innen und Bürgerbeteiligung
- Vorbereitung Ausschreibung (rechtlich, technisch, wirtschaftlich)
- Durchführung des Auswahlverfahrens und Vertragsgestaltung

Zielgruppe

- Wärmenetzbetreiber
- Private Haushalte
- Gewerbe

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Gemeindeverwaltung

Weitere Akteure

- Fachplaner
- Juristische Beratung
- Bürger

Aufwand und Bewertung

Aufwand

Ca. 20-30 Arbeitstage

Zeitlich

Mittelfristig

Priorität

Hoch

Energieeinsparung

Substitution der Wärmequelle verringert nicht den Verbrauch

THG-Reduktion

2.800 t CO₂eq

Realisieren von Gebäudenetzen oder kalter Nahwärme

Anbieten

Organisatorisch, vernetzend

Die Realisierung von Gebäudenetzen soll die Energieeffizienz erhöhen, fossile Energieträger reduzieren und die Nutzung erneuerbarer Energien fördern. Dadurch werden sowohl Kosten als auch CO₂-Emissionen gesenkt.

Beschreibung

Gebäudenetze verbinden bis zu 16 Gebäude innerhalb einer Liegenschaft oder in direkter Nachbarschaft und ermöglichen die gemeinsame Nutzung von Wärmequellen wie Geothermie, Abwärme oder anderen erneuerbaren Energien. Dabei werden moderne, effiziente Technologien eingesetzt, um die Wärmeverteilung und -nutzung zu optimieren.

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Analyse: Identifikation geeigneter Standorte und Wärmequellen
- Planung: Entwicklung eines Konzepts und Absprache mit den Gebäudeeigentümer
- Förderung: Beantragung von Fördermitteln zur finanziellen Unterstützung
- Umsetzung: Beauftragung qualifizierter Fachfirmen für Bau und Inbetriebnahme

Zielgruppe

- Bürger
- Verwaltung

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Verwaltung

Weitere Akteure

- Vertreter der Politik
- Bürger
- Gewerbetreibende
- Energieberater
- Fachplaner

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel des Betreibers
- Förderungen

Aufwand und Bewertung

Aufwand

Ca. 1 Arbeitstag pro Jahr

Zeitlich

Mittelfristig

Priorität

Mittel

Energieeinsparung

Substitution der Wärmequelle verringert nicht den Verbrauch

THG-Reduktion

Nicht quantifizierbar

Beauftragung einer Machbarkeitsstudie für das Prüfgebiet Forsting

Motivieren und Beraten
Strategisch, Investiv

Das Ziel dieser Maßnahme ist die Entwicklung neuer Wärmenetze im Gemeindegebiet Forsting zur Nutzung des Wärmepotenzials der bestehenden Biogasanlage auf Grundlage der Ergebnisse des Wärmeplans. Dadurch kann eine effizienten und erneuerbaren Wärmeversorgung gefördert werden.

Beschreibung

Auf Basis des kommunalen Wärmeplans wurde das Gemeindegebiet Forsting zur Erbauung eines eigenständigen Wärmenetzes als geeignet identifiziert. Hier stellt vor allem die Nutzung der Abwärme aus der bestehenden Biogasanlage ein Potenzial zur Wärmeerzeugung dar. Für Forsting wird eine Machbarkeitsstudie beauftragt, um technische Konzepte zu Netzverläufen, erneuerbaren Wärmepotenzialen und -speicher, Wirtschaftlichkeit und Umsetzungsstrategien zu prüfen. Bei positivem Ergebnis erfolgen Ausschreibung und Vergabe für Planung, Bau und Betrieb des Netzes, ggf. unter Einbindung privater Investoren oder Energiegenossenschaften.

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Priorisierung von Eignungsgebieten gemäß Wärmeplan
- Erstellung einer Projektskizze zur Beantragung von Fördermitteln der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)
- Durchführung der Machbarkeitsstudie:
 - Erstellung von Ausschreibungsunterlagen für Netzplanung, -bau und -betrieb
 - Durchführung des Vergabe-/Konzessionsprozesses
 - Zeit- und Ressourcenplanung
 - Umsetzungsbegleitung

Zielgruppe

- Potenzielle Anschlussnehmer
- Potenzielle Netzbetreibende

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Verwaltung

Weitere Akteure

- Planungsbüros
- Energieberater
- Potenzielle Investoren/Betreiber

Finanzierungsansatz

- Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)
- Netzbetreiber/Investoren

Aufwand und Bewertung

Aufwand

Ca. 25.000€

Zeitlich

Mittelfristig

Priorität

Hoch

Energieeinsparung

Substitution der Wärmequelle verringert nicht den Verbrauch

THG-Reduktion

1.100 tCO₂-eq

Beauftragung einer Machbarkeitsstudie für das Prüfgebiet Rettenbach

Motivieren und Beraten
Strategisch, Investiv

Das Ziel dieser Maßnahme ist die Entwicklung neuer Wärmenetze im Gemeindegebiet Rettenbach zur Nutzung des Flussthermiepotenzials der Attel auf Grundlage der Ergebnisse des Wärmeplans. Dadurch kann eine effizienten und erneuerbaren Wärmeversorgung gefördert werden.

Beschreibung

Auf Basis des kommunalen Wärmeplans wurde das Gemeindegebiet Rettenbach zur Erbauung eines eigenständigen Wärmenetzes als potenziell geeignet identifiziert. Hier stellt vor allem die Nutzung der vorhandenen Umweltwärme der Attel ein hohes Potenzial zur Wärmeherzeugung mittels erneuerbare Energiequellen dar. Für Forsting wird eine Machbarkeitsstudie beauftragt, um technische Konzepte zu Netzverläufen, erneuerbaren Wärmepotenzialen und -speicher, Wirtschaftlichkeit und Umsetzungsstrategien zu prüfen. Bei positivem Ergebnis erfolgen Ausschreibung und Vergabe für Planung, Bau und Betrieb des Netzes, ggf. unter Einbindung privater Investoren oder Energiegenossenschaften.

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Priorisierung von Eignungsgebieten gemäß Wärmeplan
- Erstellung einer Projektskizze zur Beantragung von Fördermitteln der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)
- Durchführung der Machbarkeitsstudie:
 - Erstellung von Ausschreibungsunterlagen für Netzplanung, -bau und -betrieb
 - Durchführung des Vergabe-/Konzessionsprozesses
 - Zeit- und Ressourcenplanung
 - Umsetzungsbegleitung

Zielgruppe

- Potenzielle Anschlussnehmer
- Potenzielle Netzbetreibende

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Verwaltung

Weitere Akteure

- Planungsbüros
- Energieberater
- Potenzielle Investoren/Betreiber

Finanzierungsansatz

- Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)
- Netzbetreiber/Investoren

Aufwand und Bewertung

Aufwand

Ca. 25.000€

Zeitlich

Mittelfristig

Priorität

Hoch

Energieeinsparung

Substitution der Wärmequelle verringert nicht den Verbrauch

THG-Reduktion

600 tCO₂-eq

Öffentlichkeitsarbeit: Niedrigschwelliges Informationsangebot

Motivieren & Beraten
kommunikativ

Die Informationen zu den Klimaschutzaktivitäten der Stadt sollen leicht zugänglich sein und alle Bürger erreichen. Dasselbe gilt für Informationen und Hinweise zur Umsetzung eigener Maßnahmen und Förderungsmöglichkeiten. Dafür ist die Nutzung verschiedener Kanäle der Öffentlichkeitsarbeit erforderlich.

Beschreibung

Durch den niedrigschwelligen Zugang zu Informationen und Förderprogrammen wird erwartet, dass sowohl Effizienzpotenziale als auch die Umrüstung von Wärmeerzeugern vermehrt genutzt werden. Es wird davon ausgegangen, dass über 10 Jahre durch Effizienzsteigerungen 1 % des Energieverbrauchs privater Haushalte und GHD eingespart werden kann und 1 % des Wärmebedarfs durch erneuerbare Energien gedeckt wird. Eine Reduktion der Treibhausgasemissionen resultiert aus beidem, eine Energieeinsparung nur aus den Effizienzsteigerungen.

Handlungsschritte zur Umsetzung

Mögliche Kommunikationswege sind die Tageszeitung, Website der Stadt, soziale Medien und Flyer/Plakate. So kann z.B. durch QR-Codes der Zugang zu den Informationen der Stadt-Website erleichtert werden, auf welcher der Umsetzungsstand geplanter Maßnahmen und Hinweise zum klimabewussten Handeln und Förderungsmöglichkeiten geteilt werden. Darüber hinaus sind die Zielgruppen im Rahmen von Kampagnen, Aktionen und Veranstaltungen zu informieren, zu motivieren und zu beteiligen.

Zu teilende Informationen:

- Klimaschutzaktivitäten der Stadt
- Aufklärung zur Umsetzung von Maßnahmen
- Informationsveranstaltungen
- Information an Bürger zu Energie und Klimaschutz
- Tipps zum Energiesparen
- Verlinkung zu Verbraucheraufklärung und Fördermöglichkeiten

- Möglichkeiten für regionales Engagement aufzeigen
- Für den Aufbau und die Pflege zur Nutzung von Social-Media-Kanälen kann eine Werkstudierendenstelle und die Einbindung der Pressestelle hilfreich sein

Zielgruppe

- Einwohner
- GHD

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Verwaltung

Weitere Akteure

- Öffentlichkeitsarbeit
- Marketing und Social Media

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel über Konnexitätszahlung

Aufwand und Bewertung

Aufwand

ca. 5 Arbeitstage pro Jahr

Zeitlich

Kurzfristig

Priorität

Hoch

Energieeinsparung

600 MWh

THG-Reduktion

180 tCO₂eq

Energieberatergutscheine für individuelle vor-Ort-Beratung bei Privathaushalten

Motivieren & Beraten

Organisatorisch

Der Großteil des Wärme-Endenergiebedarfs in der Gemeinde Pfaffing entfällt auf private Haushalte. Diese müssen sich eigenständig um eine zukunftsfähige und klimafreundliche Wärmeversorgung kümmern. Um sie zu unterstützen, bietet die Gemeinde Energieberatungsgutscheine für individuelle Vor-Ort-Beratungen an. Diese Beratungen sollen Hausbesitzende dabei unterstützen, Sanierungspotenziale zu erkennen, geeignete Heizsysteme zu wählen und Möglichkeiten der Energiespeicherung zu nutzen.

Beschreibung

Die Energieberatergutscheine ermöglichen privaten Haushalten eine professionelle und individuelle Vor-Ort-Beratung durch zertifizierte Energieberater. Ziel ist es, Hausbesitzende umfassend über folgende Aspekte zu informieren:

- Sanierungspotenziale: Identifikation von energetischen Schwachstellen am Gebäude (z. B. Fenster, Heizungsanlagen)
- Zukunftsfähige Wärmeerzeugung: Aufzeigen von Möglichkeiten zur Nutzung erneuerbarer Energien (z.B. Wärmepumpen, Solarthermie)
- Energiespeicherlösungen: Vorstellung von Technologien zur Energiespeicherung, wie z. B. Wärmespeicher, dezentrale Batteriespeicher oder Wasserstoff-speicher

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Kooperation mit der regionalen Energieagentur
- Gutscheinvergabe: Ausgabe von Energieberatungsgutscheinen an private Haushalte in der Gemeinde Pfaffing
- Informationsweitergabe: Bereitstellung von schriftlichen Beratungsberichten mit Handlungsempfehlungen und Fördermöglichkeiten
- Nachbereitung: Unterstützung bei der Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen und bei der Beantragung von Fördermitteln

Zielgruppe

- Private Haushalte & Hausbesitzende

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Verwaltung in Kooperation mit der regionalen Energieagentur

Weitere Akteure

- Energieberater
- Fördermittelgebende

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel

Aufwand und Bewertung

Aufwand

Abhängig von der Anzahl der Gutscheine

Zeitlich

Kurzfristig

Priorität

Hoch

Energieeinsparung

200 MWh

THG-Reduktion

60 tCO₂eq