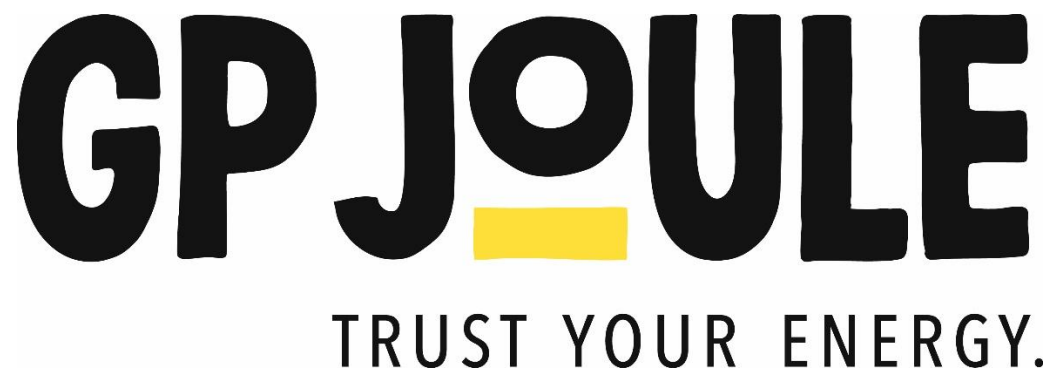




Kommunale Wärmeplanung
Abschlussbericht

Gemeinde Pfaffenhofen



aufgetragen durch

Gemeinde Pfaffenhofen
Rodbachstraße 15
74397 Pfaffenhofen

ausgestellt durch



GP JOULE Consult GmbH & Co. KG
Maierhof 1
86647 Buttenwiesen

Bearbeitung: Lukas Kupfer, Simon Wendl, Jan Johannismeier
Büro GP JOULE Süd
Maierhof 1
86647 Buttenwiesen

Grußwort

Mit der Novellierung des Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetzes (KSG BW) des Landes Baden-Württemberg wurde die Gemeinde Pfaffenhofen im Oberen Zabergäu zur Aufstellung einer „Kommunalen Wärmeplanung“ verpflichtet. Das Wärmeplanungsgesetz verlangt eine flächendeckende Erstellung von kommunalen Wärmeplänen. Ziel ist es, eine strategische Grundlage für Kommunen zur Erreichung der Klimaneutralität in der Wärmeversorgung bis 2040 zu schaffen.

Die Aufstellung der Kommunalen Wärmeplanung stellt dabei einen entscheidenden ersten Schritt auf dem Weg zu einer nachhaltigen und klimafreundlichen Zukunft in Pfaffenhofen dar. Durch die Optimierung unserer Wärmeversorgung werden wir langfristig nicht nur die CO₂-Emissionen deutlich reduzieren, sondern perspektivisch auch die Energiekosten für uns alle senken. Es ist uns wichtig, dass alle Bürgerinnen und Bürger von diesen Maßnahmen profitieren und gemeinsam mit uns an einem klimafreundlicheren Pfaffenhofen arbeiten. Die Information unserer Bürgerinnen und Bürger sowie die Einbindung von Wirtschaft und Gewerbe waren uns daher besonders wichtig. Wir möchten transparente und effektive Lösungen finden, die sowohl die Umwelt schonen als auch die Lebensqualität und Attraktivität in Pfaffenhofen verbessern werden.

Die Gemeinde Pfaffenhofen hat nach einer Ausschreibung im November 2025 die Firma GP JOULE Consult GmbH & Co. KG beauftragt, die Kommunale Wärmeplanung zu erarbeiten. Dieser Prozess wurde innerhalb von ca. 15 Monaten abgeschlossen.

Bedeutung der Kommunalen Wärmeplanung für Pfaffenhofen

Im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung erarbeiteten wir für Pfaffenhofen einen individuellen Pfad hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung, der die spezifischen örtlichen Gegebenheiten bestmöglich berücksichtigt.

Art, Stärke und Lage von Wärmequellen und -senken in der Gemeinde wurden identifiziert, erfasst und bewertet. Zudem wurden sinnvolle Verknüpfungen und sich ergänzende Nutzungen verschiedener Quellen herausgearbeitet. Im Zielszenario wurde die Gemeinde Pfaffenhofen in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete mit entsprechenden Wärmeversorgungsarten eingeteilt. Diese Eignungsgebiete für Wärmenetze richteten sich nach der Bebauungsstruktur, den prognostizierten Wärmebedarfen, vorliegenden Energieträgern sowie vorhandenen Erzeugungs- und Versorgungsstrukturen.

Die Ergebnisse der Kommunalen Wärmeplanung liegen der Gemeinde im Februar 2026 vor und werden anschließend verabschiedet. Der verabschiedete Plan wird auf der Internetseite der Gemeinde Pfaffenhofen veröffentlicht.

Carmen Kieninger, Bürgermeisterin Gemeinde Pfaffenhofen

Rechtlicher Hinweis: Die Ergebnisse der Wärmeplanung dienen der Orientierung und sind rechtlich nicht verbindlich. Ein Anspruch auf eine bestimmte Wärmeversorgung besteht nach dem Wärmeplanungsgesetz nicht.

„Hinweis: Dieses Grußwort bezieht sich auf den Projektstand zum Zeitpunkt der Erstellung des Abschlussberichts (27.02.2026). Entwicklungen und Fortschritte, die nach diesem Zeitpunkt erfolgt sind, werden darin nicht berücksichtigt.“

Zusammenfassung

Die Wärmeplanung der Gemeinde Pfaffenhofen umfasst ausschließlich dezentrale Betrachtungsgebiete, die auf Basis von energetischen Bedürfnissen und Potenzialen für die Nutzung erneuerbarer Energien ausgewählt wurden. Zur Gemeinde Pfaffenhofen gehören die Ortsteile Weiler an der Zaber, der Weiler Rodbachhof sowie der Wohnplatz Bogersmühle und der Hauptort Pfaffenhofen selbst. In den ländlich geprägten Ortsteilen bieten sich dezentrale Lösungen wie Wärmepumpen, Pelletheizungen oder kleinere Inselnetze an.

Der derzeitige Gesamtwärmebedarf der Gemeinde beträgt rund 21,5 GWh pro Jahr, wovon etwa 93,5 % auf private Haushalte entfallen. Gewerbe, Handel und kommunale Liegenschaften machen nur einen geringen Teil des Bedarfs aus. Die Wärmeversorgung ist stark fossil durch Öl- (52%) und Gasheizungen (12%) geprägt, sodass jährlich rund 5.263 Tonnen CO₂ ausgestoßen werden.

Die im Rahmen der Wärmeplanung entwickelten Maßnahmen zielen auf eine dezentrale Wärmeversorgung im Gebäudebestand. In Pfaffenhofen sollen dezentrale Ansätze verfolgt werden, bei denen insbesondere Wärmepumpen, Holzpellets und Solarthermie in Bestandsgebäuden eine Rolle spielen. Einen hohen Stellenwert haben außerdem energetische Sanierungen, vor allem bei Gebäuden, die vor 1980 errichtet wurden. Darüber hinaus ist vorgesehen, lokale Potenziale wie Biomasse, oberflächennahe Geothermie und Umweltwärme stärker in die Wärmeversorgung einzubinden und die Einbindung erneuerbarer Energien (Wind, PV) zur Strom- aber auch zur Wärmeversorgung zu prüfen.

Dabei erfordert die Umsetzung eine enge Zusammenarbeit zahlreicher Akteure. Neben der Gemeinde und den Bürgerinnen und Bürgern sind Energieversorger, Netzbetreiber, landwirtschaftliche Betriebe, lokale Unternehmen und die Wohnungswirtschaft beteiligt. Durch Workshops, Umfragen und Konsultationen wird die Bevölkerung aktiv eingebunden, um Akzeptanz und Beteiligung zu sichern.

Die Realisierung der Wärmeplanung hängt wesentlich von Fördermitteln und personellen Kapazitäten ab. Ziel ist es, die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen konsequent zu reduzieren und eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis spätestens 2040 zu erreichen.

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkungen und Ziele	1
2	Beteiligung	2
2.1	Beteiligungskonzept.....	3
2.2	Kommune.....	3
2.3	Stakeholder.....	3
2.4	Öffentlichkeitsarbeit	4
3	Datengrundlage.....	5
3.1	Datenerhebung	5
3.2	Datenaufbereitung.....	5
3.3	Datenqualität	6
3.4	Datenschutz	6
4	Bestandsanalyse	8
4.1	Gebäude- und Siedlungsstruktur.....	8
4.1.1	Siedlungstypologie	9
4.1.2	Verteilung der Gebäudestruktur in Pfaffenhofen	9
4.1.3	Verteilung der Baualtersklassen in Pfaffenhofen	10
4.1.4	Sanierungspotenziale	11
4.2	Wärmebedarf	12
4.2.1	Wärmebedarf nach Sektoren.....	12
4.2.2	Wärmebedarf nach Energieträgern	13
4.2.3	Wärmebedarfsdichte und Wärmeliniendichte	14
4.2.4	Großverbraucher.....	17
4.3	Wärmeerzeugung	17
4.3.1	Dezentrale Wärmeerzeuger.....	17
4.3.2	Zentrale Wärmeerzeugungsanlagen	19
4.3.3	Treibhausgasemissionen.....	19
4.4	Wärme- und Kälteinfrastruktur	22
4.5	Fazit: Bestandsanalyse.....	22
5	Potenzialanalyse	24
5.1	Energieeinsparpotenziale	24
5.2	Potenziale erneuerbarer Energien und Abwärme	24
5.2.1	Solarstrom auf Freiflächen.....	25
5.2.2	Dachflächenpotenziale für Solare Stromerzeugung und Solarthermie	25

5.2.3	Windenergiepotenziale	26
5.2.4	Biomasse-Potenziale	27
5.2.5	Wasserstoff.....	27
5.2.6	Abwärmepotenziale der Kläranlage	29
5.2.7	Nutzung des Flusses Zaber als Wärmequelle	30
5.2.8	Geothermiefpotenziale	30
5.2.9	Speicherpotenziale	34
5.3	Potenziale Gebäudenetze	35
5.4	Fazit: Potenzialanalyse.....	36
6	Zielszenarien	39
6.1	Methodik und Annahmen	39
6.2	Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete	40
6.3	Zielszenarien für Wärmeversorgung	43
6.3.1	Sanierungsquoten und gesetzliche Regelungen in Deutschland	44
6.3.2	Szenarien zur Wärmebedarfsentwicklung.....	44
6.4	Steckbriefe Fokusgebiete	46
6.4.1	Pfaffenhofen Nord.....	48
6.4.2	Pfaffenhofen Mitte	49
6.5	Zwischenfazit: Zielszenarien	50
7	Strategie- und Maßnahmenkatalog.....	52
7.1	Strategie	52
7.2	Umsetzungshemmnisse	53
7.3	Handlungsfelder für Pfaffenhofen.....	54
7.3.1	Handlungsfeld: Wissenstransfer & Akzeptanz	54
7.3.2	Handlungsfeld: Umsetzung.....	55
7.3.3	Handlungsfeld: Finanzierung.....	56
7.3.4	Handlungsfeld: Effizienzsteigerung	57
7.3.5	Handlungsfeld: Verbrauchsverhalten	58
7.4	Zeitplan	59
7.5	Verstetigungsstrategie	60
7.6	Controllingkonzept.....	60
7.7	Kommunikationsstrategie	60
8	Fazit und Ausblick.....	61
	Literaturverzeichnis	62

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung der Datenbasis einer kommunalen Wärmeplanung (eigene Darstellung).....	8
Abbildung 2: Gebäudestruktur und -verteilung in der Gemeinde Pfaffenhofen (Quelle: Eigene Darstellung)	9
Abbildung 3: Verteilung des Gebäudebestandes in Pfaffenhofen nach Gebäudeart (Quelle: eigene Darstellung).....	10
Abbildung 4: Anzahl der unterschiedlichen Baualtersklassen am Gesamtgebäudebestand in Pfaffenhofen (Quelle: eigene Darstellung).	10
Abbildung 5: Verteilung der Energieeffizienzklassen der Wohngebäude in Pfaffenhofen (Quelle: eigene Darstellung).....	12
Abbildung 6: Wärmebedarfe nach Sektoren (Quelle: Eigene Darstellung)	13
Abbildung 7: Verteilung der Brennstoffarten für die Wärmeerzeugung (Quelle: eigene Darstellung).....	14
Abbildung 8: Wärmebedarfsdichte Pfaffenhofen (Quelle: Eigene Darstellung)	15
Abbildung 9: Wärmeliniendichte Pfaffenhofen (Quelle: Eigene Darstellung)	16
Abbildung 10: Anzahl der Feuerstätten nach Baualtersklassen und der Hauptenergieträger (Quelle: eigene Darstellung gem. gemeldeter Schornsteinfegerdaten).	18
Abbildung 11: Prozentuale Verteilung der Treibhausgasemissionen je Sektor (Quelle: eigene Darstellung).....	19
Abbildung 12: Treibhausgasemissionen je Energieträger (Quelle: eigene Darstellung)...	20
Abbildung 13: Gasnetz der Netze-Gesellschaft Südwest mbH in Pfaffenhofen (Quelle: Netze-Gesellschaft Südwest mbH).....	22
Abbildung 14 Betrachtete Potenziale (Quelle: eigene Darstellung)	25
Abbildung 15: Potenzial Dach-Photovoltaik (Quelle: energieatlas-bw).....	25
Abbildung 16: Aktueller Stand Stromerzeugung und -verbrauch Pfaffenhofen	26
Abbildung 17: Schematische Darstellung der Integration von Biogas in das Energiesystem (Quelle: eigene Darstellung).....	27
Abbildung 18 Gasnetztransformationsplan (GTP) des Gasnetzbetreibers Netze SüdWest (Quelle (Netze SüdWest)	28
Abbildung 19: Planungen der Fernleitungsnetzbetreiber Gas (FNB) für das Wasserstoffkernnetz Deutschlands (Quelle: FNB Gas).....	29
Abbildung 20: Geothermie Sonden – Potenziale, Betrachtung von Erdwärmesonden in 100m Tiefe	31
Abbildung 21: Geothermie Kollektoren – Potenziale, Betrachtung von Erdwärmekollektoren in den oberen 10m des Untergrunds im Oberen Zabergäu	31
Abbildung 22 Wasserschutzgebiete im Oberen Zabergäu	32
Abbildung 23 : Potenzial tiefe Geothermie im Oberen Zabergäu: Untergrundtemperatur 2.500m unter dem Gelände.....	34

Abbildung 24 Schematische Darstellung des Erzeugungsparks eines Gebäudenetzes (Quelle: eigene Darstellung).....	36
Abbildung 25: Gebietsunterscheidung im Zonierungsansatz (Quelle: eigene Darstellung)	40
Abbildung 26: Methodik zur Ausweisung von Wärmeversorgungsgebieten und Arten (Quelle: eigene Darstellung).....	41
Abbildung 27: Zonierung Betrachtungsgebiete in Pfaffenhofen (Quelle: eigene Darstellung).....	42
Abbildung 28: Prozessdarstellung Zielszenarienentwicklung (Quelle: eigene Darstellung)	43
Abbildung 29: Durchschnittliche energetische Sanierungsrate über die Zeit (in %) (Quelle: Kopernikus-Projekt Ariadne 2025 und Bundesverband energieeffiziente Gebäudehülle e.V.)	44
Abbildung 30: Szenarienbasierte Entwicklung des Wärmebedarfs in Pfaffenhofen für die Stützjahre 2025, 2030, 2035 und 2040.....	45
Abbildung 31: Fokusgebiete und Ergebnisse des Zonierungsansatzes (Quelle: eigene Darstellung).....	46
Abbildung 32: Ergebnis Zonierung Betrachtungsgebiete in Pfaffenhofen (Quelle: Eigene Darstellung).....	47
Abbildung 33: Steckbrief Betrachtungsgebiet Pfaffenhofen Nord (Quelle: eigene Darstellung).....	48
Abbildung 34: Steckbrief Betrachtungsgebiet Pfaffenhofen Nord (Quelle: eigene Darstellung).....	49
Abbildung 35: Klimaneutralitätsszenario bei Fokus auf dezentrale Technologien (Quelle: eigene Darstellung).....	50
Abbildung 36: Zeitplan Maßnahmenumsetzung (Quelle: eigene Darstellung)	59

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht Akteursbeteiligung Pfaffenhofen.....	3
Tabelle 2: Für die Bestandsanalyse erhobene Daten und die dazugehörige Datengüte.....	6
Tabelle 3: Energieeffizienzklassen von Wohngebäuden mit Endenergiebedarf (Bundesministerium der Justiz, 2024; Verbraucherzentrale, 2023)	11
Tabelle 4: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmebedarfsdichte nach BMWK 2024	15
Tabelle 5: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmelinienendichte nach BMWK 2024	16
Tabelle 6: Emissionsfaktoren und Entwicklung in den kommenden 16 Jahren (eigene Darstellung nach: Technologiekatalog Wärmeplanung 2024).	21
Tabelle 7: Eignung Oberflächennahe Geothermie.....	32
Tabelle 8: Analyseergebnis Potenzialanalyse	38

1 Vorbemerkungen und Ziele

Klimapolitischer Rahmen als Ausgangspunkt

Am 12. Dezember 2015 wurde auf der Internationalen Klimaschutzkonferenz (COP 21) das „Übereinkommen von Paris“ als rechtsverbindliches und weltweites Klimaschutzabkommen von 196 Ländern beschlossen. Das Ziel des „Paris Agreement“ ist die Begrenzung der globalen Erderwärmung auf deutlich unter 2 °C, idealerweise auf unter 1,5 °C, im Vergleich zum vorindustriellen Temperaturniveau (Paris 2015).

Das europäische Klimaschutzgesetz (2021) institutionalisiert die Ziele des Paris Abkommens in Europa und legt rechtsverbindlich fest, dass die Treibhausgasemissionen bis 2030 um 55 % gegenüber 1990 reduziert werden müssen. Die Strategie „EU Green Deal“, das Maßnahmenpaket „Fit-for-55“ sowie weitere Initiativen werden umgesetzt, um Klimaneutralität in Europa zu erreichen (Tietz 2023).

In Deutschland ist der Klimaschutz rechtsverbindlich durch das Bundes-Klimaschutzgesetz (2021) geregelt. Die Treibhausgasemissionen müssen gegenüber 1990 um -65 % bis 2030 und um -88 % bis 2040 reduziert werden. Im Jahr 2040 muss Treibhausgasneutralität verbindlich erreicht werden. Um diese Ziele zu erreichen, hat die Bundesregierung u.a. das Klimaschutzsofortprogramm veröffentlicht.

Das „Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze“ (BMWK 2022) verpflichtet die Länder sicherzustellen, dass in allen Gemeinden eine kommunale Wärmeplanung durchgeführt wird.

Die dafür erforderlichen gesetzlichen Regelungen in Baden-Württemberg werden im Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (Klimagesetz Baden-Württemberg - KlimaG BW) das erstmals am 07. Februar 2023 in Kraft trat festgelegt.

Kommunale Wärmeplanung für eine erfolgreiche Wärmewende

Die Kommunale Wärmeplanung ist ein strategisches Instrument, das als Leitfaden und Orientierung für die operative Umsetzung der Wärmewende bis zum Jahr 2040 (§10 KlimaG BW) innerhalb der nachhaltigen Gemeindeentwicklung dienen soll. Dabei stehen Energieeinsparungen, die Umstellung der Versorgung mit Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme auf erneuerbare Energien und Abwärme sowie der Ausbau der erneuerbaren Energieerzeugung im Vordergrund. Bei der Ausgestaltung der Kommunalen Wärmeplanung sind verschiedene Zielkategorien zu berücksichtigen (BMWK 2024):

- treibhausgasneutral und nachhaltig
- resilient
- sparsam und kosteneffizient
- bezahlbar

Der Prozess der Kommunalen Wärmeplanung wird typischerweise in die folgenden Hauptphasen unterteilt:

- Beschluss zur Durchführung (Gemeinderat)
- Bestandsanalyse
- Potenzialanalyse
- Zielszenario
- Umsetzungsstrategie mit Maßnahmen
- Dokumentation der Ergebnisse

Dieser Prozess wird durch eine Kommunikations- und Beteiligungsstrategie begleitet, um die Bedürfnisse der jeweiligen Gruppen zu berücksichtigen und eine unterstützungsorientierte Zusammenarbeit zu fördern.

Kommunale Ziele

Die Gemeinde Pfaffenhofen hat sich dem Ziel Klimaneutralität verschrieben. Das Klimaschutzmanagement des Gemeindeverwaltungsverbands Oberes Zabergäu initiiert und koordiniert Projekte, zur Energieverbrauchs- und Emissionsreduzierung, die den lokalen Rahmenbedingungen gerecht werden.

Die Gemeinde Pfaffenhofen ist Mitglied des kommunale Klimaschutzverein Landkreis Heilbronn e.V. und arbeitet eng mit der Klimaschutzagentur „make-it“ zusammen.

Die kommunale Wärmeplanung ist für Pfaffenhofen ein wichtiger Baustein auf dem Weg zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung.

2 Beteiligung

Die Bürgerbeteiligung und Stakeholder-Integration in der Kommunalen Wärmeplanung ist von großer Bedeutung. Sie fördert die Akzeptanz und Unterstützung der Bevölkerung für geplante Maßnahmen. Durch die Einbindung der Bürgerinnen und Bürger können deren Bedürfnisse und Wünsche besser berücksichtigt werden, was die Planung und Umsetzung effizienter und nachhaltiger macht. Stakeholder, wie lokale Unternehmen und Organisationen, bringen wertvolles Wissen und Ressourcen ein, die zur Verbesserung der Planungsprozesse beitragen. Besonders in Bezug auf die Nutzung vorhandener Potenziale und die Verbindung dieser mit bestehenden Bedarfen ist die Einbindung und der Netzwerkaufbau lokaler Stakeholder unabdingbar. Zudem stärkt die Beteiligung das Vertrauen in die kommunale Verwaltung und fördert das Gemeinschaftsgefühl innerhalb der Kommune. Schließlich trägt die Integration verschiedener Interessen dazu bei, Konflikte zu minimieren und Lösungen zu finden, die für alle Beteiligten vorteilhaft sind.

Aus diesem Grund wurde ein Hauptfokus auf die Integration der Bürgerinnen und Bürger, der lokalen Industrie, ansässiger Gewerbe- und Dienstleistungsunternehmen, der Netzbetreiber und Stromversorger, der Hotellerie und Gastwirtschaft, Landeigentümer und Landwirte sowie der kommunalen Gemeindeverwaltung und zugehörigen Abteilungen im Raum Pfaffenhofen gelegt. Durch verschiedene Beteiligungsformate wurden alle Interessensgruppen informiert und in die Konzeptionierung einbezogen. Die einzelnen Formate und der Prozess werden im Folgenden übersichtlich dargestellt.

2.1 Beteiligungskonzept

Das Beteiligungskonzept der Kommunalen Wärmeplanung in Pfaffenhofen sieht eine systematische Einbindung relevanter Akteure vor, um die Qualität und Akzeptanz des Wärmeplans zu erhöhen. Zu Beginn wurden durch eine Akteursanalyse die wichtigsten Beteiligten identifiziert, darunter Netzbetreiber, kommunale Verwaltungen, die lokale Wirtschaft sowie Bürgerinitiativen. In anschließenden Workshops und Konsultationsrunden wurden diese Akteure informiert, ihre Expertise eingebunden und ihre Rückmeldungen in die Planung integriert. Zusätzlich wurden bereits zwei öffentliche Informationsveranstaltungen durchgeführt, um die Bevölkerung frühzeitig und kontinuierlich zu beteiligen und Transparenz im gesamten Planungsprozess zu gewährleisten. Es wird zudem die finale Wärmeplanung und die zugehörigen Ergebnisse nach Veröffentlichung dieses Berichts nochmals öffentlich vorgestellt.

2.2 Kommune

Die Kommune war intensiv in den Prozess eingebunden, indem sie in vier einstündigen Ergebnispräsentationen den Fortschritt der Wärmeplanung begutachten und kommentieren konnte, ergänzt durch weitere bedarfsorientierte Absprachen mit relevanten Akteuren. Darüber hinaus wurde die Entwurfsfassung der Wärmeplanung in einer Gemeinderatssitzung umfassend präsentiert, um sicherzustellen, dass die politischen Entscheidungsträger frühzeitig einbezogen sowie die notwendigen Diskussionen und Entscheidungen auf fundierter Grundlage getroffen werden konnten.

2.3 Stakeholder

Die folgenden Stakeholder, einschließlich der lokalen Energieversorger, Großverbraucher und bestehender Verbände, wurden gezielt durch bilaterale Gespräche und Austauschformate eingebunden, um sicherzustellen, dass ihre Interessen und Expertise in die Entwicklung tragfähiger, ökonomisch sinnvoller Lösungen für die Kommunale Wärmeplanung integriert werden konnten.

Mit allen Stakeholdern wurden bilaterale Gespräche geführt, um die interessierten Stakeholder bestmöglich in den Planungsprozess zu integrieren.

Tabelle 1 fasst alle einbezogenen Stakeholder in Pfaffenhofen und die Phase in der kommunalen Wärmeplanung, in welcher die Einbindung erfolgte, zusammen.

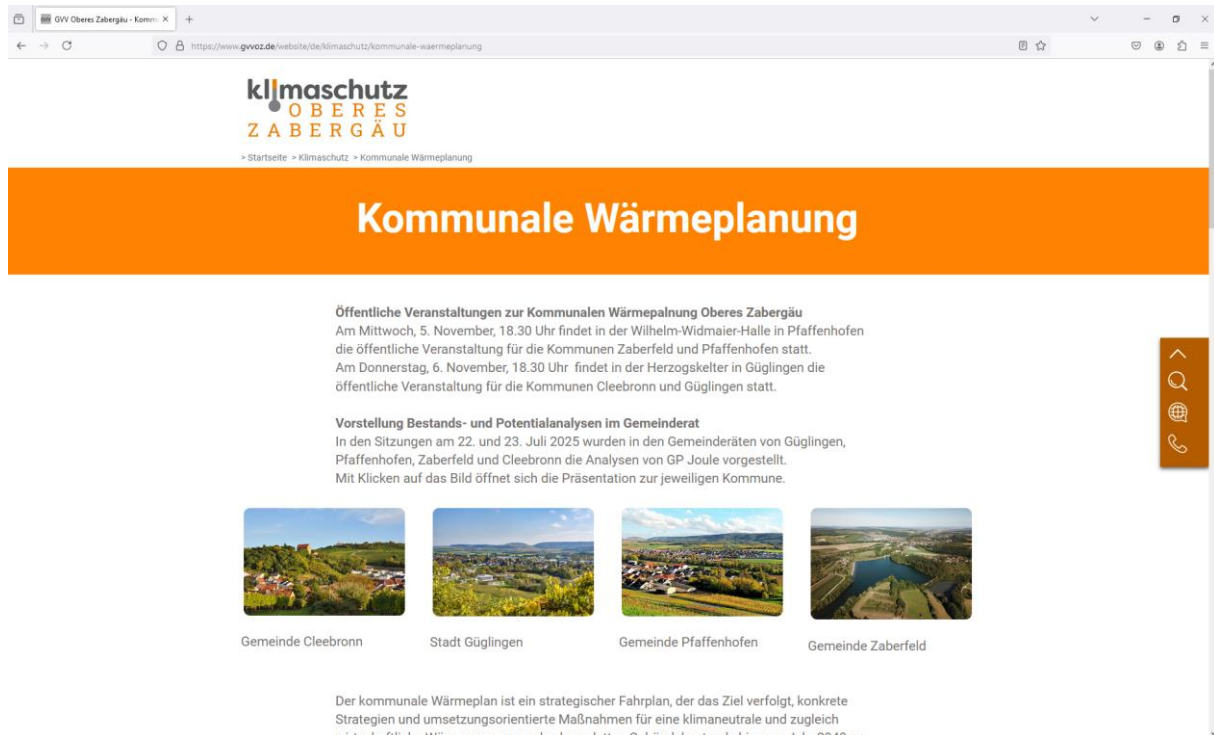
Tabelle 1: Übersicht Akteursbeteiligung Pfaffenhofen

Stakeholder	Beschreibung
Pfaffenhofen Bürgermeisterin	Carmen Kieninger
Gemeinderat Pfaffenhofen	
Klimaschutzmanagerin Oberes Zabergäu	Serina Hirschmann
Energieversorger Strom	Netze BW GmbH
Energieversorger Gas	Netze-Gesellschaft Südwest mbH
Lokale Gewerbebetriebe	

2.4 Öffentlichkeitsarbeit

Internetseite:

Auf der Internetseite des Gemeindeverwaltungsverband Oberes Zabergäu (GVV) wurde ein Bereich für die Kommunale Wärmeplanung eingerichtet, um zentral Informationen bereitzustellen.



Neben den Terminen, Präsentationen, wurden dort auch Hintergründe und rechtlichen Folgen der KWP näher erläutert. Zudem wurden die versandten Pressemitteilungen und hilfreiche weiterführende Links für mögliche Förderungen sowie die Kontaktdaten der Dienstleister dort nahbar zur Verfügung gestellt.

Veranstaltungen

Im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit wurden zwei öffentliche Informationsveranstaltungen durchgeführt.

Die erste öffentlichen Veranstaltung fand im Rahmen einer Öffentlichen Gemeinderatsitzung am Dienstag, 23. Juli 2025 um 19.30 Uhr im Sitzungssaal der Gemeinde Pfaffenhofen (Rodbachstraße 15, 74397 Pfaffenhofen) statt.

Die zweite öffentliche Veranstaltung fand für die Kommunen Pfaffenhofen und Zaberfeld gemeinsam am 05. November 2025 um 18:30 Uhr in der Wilhelm-Widmaier-Halle (Rodbachstr. 13, 74397 Pfaffenhofen) statt.

3 Datengrundlage

Die Datengrundlage ist von zentraler Bedeutung für eine kommunale Wärmeplanung, da sie die Basis für alle weiteren Analysen und Entscheidungen bildet. Im folgenden Kapitel werden die Herkunft und Güte der Daten beleuchtet, die für die Planung und Optimierung der Energieversorgung notwendig sind. Dabei geht es um die Zusammenarbeit mit lokalen Partnern und die Nutzung verschiedener Datenquellen, um ein umfassendes Bild zu gewährleisten und datenschutzkonform zu arbeiten.

3.1 Datenerhebung

Die Datenerhebung erfordert eine enge Zusammenarbeit mit der Kommune. Neben Verbrauchsdaten vom Stromnetzbetreiber Netze BW und Gasnetzbetreiber Netze-Gesellschaft Südwest mbH wurden die Kehrbuchdaten und die Verbrauchsdaten der öffentlichen Liegenschaften zur Wärmeplanung genutzt. Die Einbindung potenzieller Großabnehmer fand in Pfaffenhofen über Datenabfragen und deren Auswertung sowie persönlichen Gesprächen vor. Diese sind in Tabelle 1 dargestellt. Für die kommunale Wärmeplanung in Pfaffenhofen zeigt sich ein nennenswertes Potenzial: Die AKG Achauer Kompostierungs GmbH & Co. KG, ein bedeutender regionaler Hersteller und Lieferant von Biomassebrennstoffen, der zudem in Kooperation mit der KWA Contracting AG die Errichtung einer Biomethanisierungsanlage plant. Weitere Quellen umfassen das Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur sowie die Einbindung der Erhebungsdaten aus dem Zensus 2022.

Bei der Datenaufbereitung wurde sichergestellt, dass durch eine Vorab-Clusterung keine individuellen Rückschlüsse auf Einzelpersonen oder Haushalte möglich sind. Diese Clusterung ist üblicherweise auf Häuser - oder Straßenblöcke mit jeweils mehr als fünf Haushalten ausgelegt. Die Kehrbuchdaten enthalten Informationen zu Heizsystemen, wie Alter und Befeuerungsart und wurden gebäudescharf bereitgestellt. Weitere gebäudescharfe Daten werden teilweise von Stakeholdern erfragt und direkt zugeordnet.

3.2 Datenaufbereitung

Die Methodik zur Erfassung und Betrachtung der genutzten Datensätze ist abhängig von der Datenkategorie und -relevanz. Für relevante und nicht frei verfügbare Daten, wie die der Energieversorgungsunternehmen, Netzversorger und Schornsteinfeger der Region, bildet das WPG gemäß § 11 (WPG, 2023) die Grundlage für die verpflichtende Kooperation und Datenbereitstellung im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung. Dies gewährleistet die Verfügbarkeit und Berücksichtigung realer Verbrauchsdaten in den Betrachtungen. Andere Datenquellen, die nicht der Pflicht zur Datenbereitstellung unterliegen, wie spezifische Wärmeverbräuche von Großabnehmern oder der Kommune, basieren auf der freiwilligen Mitarbeit der entsprechenden Akteure. Frei verfügbare Daten werden über gängige Portale, wie beispielsweise dem Marktstammdatenregister, dem Geoportal BW oder dem Energieatlas BW gesammelt.

Sobald alle Daten vorliegen, werden sie gemeinsam betrachtet und bewertet. Dabei können Datensätze und Werte, die sich überschneiden, nicht ausgeschlossen werden.

Bedarfsdaten sind und bleiben wichtig für ein umfassendes Bild, insbesondere wenn Realdaten unvollständig oder nicht verfügbar sind. Statistische Daten tragen zur Identifikation von Abweichungen und Trends bei, die durch lokale Faktoren wie Gebäudeeffizienz und Sanierungsgrad beeinflusst werden.

3.3 Datenqualität

Aufgrund der Diversität der Daten wird die Qualität der erfassten Daten in einem Bewertungssystem von vier Datengüteklassen nach BSKO (Hertle u. a., o. J.) wie folgt differenziert:

Datengüte A: Regionale Primärdaten

Datengüte B: Hochrechnung regionaler Primärdaten

Datengüte C: Regionale Kennwerte und Statistiken

Datengüte D: Bundesweite Kennzahlen

In Pfaffenhofen basiert die Datenerhebung auf den Qualitätsstufen A bis D (Tabelle 2). Die Umfrageergebnisse zu Energieverbräuchen der Ankerkunden bzw. Großverbraucher, die kommunalen Verbrauchsdaten, die Energiedaten der Netze-Gesellschaft Südwest mbH bzgl. Gasverbrauch und der Stromverbrauch von Netze GmbH zu Heizzwecken wurden zur Verbesserung der Bestandsdatenqualität in den digitalen Zwilling eingeladen. Weitere Datenquellen, die genutzt wurden, sind die Abfrage der Anzahl der Öllagerstätten sowie Verteilung und Alter der Heizsysteme durch die Bezirksschornsteinfeger.

Tabelle 2: Für die Bestandsanalyse erhobene Daten und die dazugehörige Datengüte

Art der Daten	Datenquelle	Datengüte
Kommunale Strom und Wärmeverbräuche	Kommunalvertretung	A
Energie - und Wärmebedarfe Großkunden	Groß - und Ankerkunden	A
Gasverbräuche zu Heizzwecken	Netze-Gesellschaft Südwest mbH	A
Stromverbräuche zu Heizzwecken	Netze BW	A
Flächennutzungsplan	Kommunalvertretung; Regionalverband Heilbronn-Franken	A
Baualter, Kesselalter, Art der Energieträger	Schornsteinfeger	B
Einwohneranzahl	Statistisches Landesamt Baden-Württemberg	C
Demographie	Statistisches Landesamt Baden-Württemberg	C
Energie - und Wärmebedarfe, Baualtersklassen	Zensus 2022	D

3.4 Datenschutz

Die zur Erstellung der kommunalen Wärmeplanung erforderlichen Daten werden auf der Grundlage von § 33 Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz (KlimaG BW) erhoben. Energieunternehmen und Bezirksschornsteinfeger sind demnach dazu verpflichtet, der Kommune zähler- oder gebäudescharfe Daten zu übermitteln. Dazu gehören zum Beispiel Art, Umfang und Standorte des Energie- und Brennstoffverbrauchs an Nahwärme, Wärmestrom und Erdgas sowie Art, Alter, Nutzungsdauer, Lage und Leitungslänge von Nahwärme- und Gasnetzen; Art, Brennstoff, Nennwärmeleistung und Alter von Anlagen zur Wärmeleistung mit nicht leitungsgebundenen Brennstoffen wie Heizöl, Flüssiggas, Holz oder Kohle.

Gewerbe- und Industriebetriebe sowie die öffentliche Hand sind verpflichtet, den Gemeinden Angaben über die Höhe ihres Endenergieverbrauchs, Wärmeenergiebedarfs

oder -verbrauchs sowie die Art der Wärmeenergiebedarfsdeckung zu übermitteln. Dies schließt den Anteil erneuerbarer Energien und von Kraft-Wärme-Kopplung sowie der anfallenden Abwärme mit ein.

Im Zusammenhang mit der Erhebung der erforderlichen Daten sieht § 33 Abs. 6 KlimaG BW folgende Regelungen vor:

„Eine Pflicht zur Information der betroffenen Person gemäß Artikel 13 Absatz 3 der Datenschutz-Grundverordnung durch die zur Datenübermittlung verpflichteten Energieunternehmen und öffentlichen Stellen besteht nicht. Zum Schutz der berechtigten Interessen der betroffenen Personen haben die Gemeinden die Informationen gemäß Artikel 13 Absatz 3 und Artikel 14 Absatz 1 und 2 der Datenschutz-Grundverordnung ortsüblich bekanntzumachen.“ Eine entsprechende Bekanntmachung ist hiermit erfolgt.

Unter Beachtung von Art. 13, Abs. 3 und Art. 14, Abs. 1 und 2 der EU-Verordnung 2016/679 teilt die Gemeinde Pfaffenhofen Folgendes mit:

Gemäß § 33 Abs. 5 KlimaG BW darf die Gemeinde Pfaffenhofen die personenbezogenen Daten nicht für einen anderen Zweck weiterverarbeiten als den, für den die personenbezogenen Daten erhoben wurden (Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung gem. § 27 KlimaG BW). Auch die auf Basis von § 4 LDSG BW erhobenen Daten werden für keinen anderen Zweck als für die Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung verarbeitet.

Die Daten werden nach Verarbeitung bzw. Erstellung der kommunalen Wärmeplanung gelöscht. Es besteht ein Auskunftsrecht gegenüber den verantwortlichen Stellen

4 Bestandsanalyse

In der Bestandsanalyse werden der Energiebedarf, die Energieverbräuche, die Treibhausgasemissionen und die bestehende Infrastruktur betrachtet. Diese Daten dienen als Grundlage für die Visualisierungen und Auswertung auf Basis des digitalen Zwillings. Ein "digitaler Zwilling" modelliert die Wärmeversorgung einer Gemeinde, basierend auf realen Daten zu Gebäuden, Infrastruktur und Energieverbrauch, und erlaubt hierdurch die Betrachtung von unterschiedlichen Entwicklungsszenarien, um energetische, ökonomische und ökologische Potenziale in der Wärmeversorgung zu realisieren.

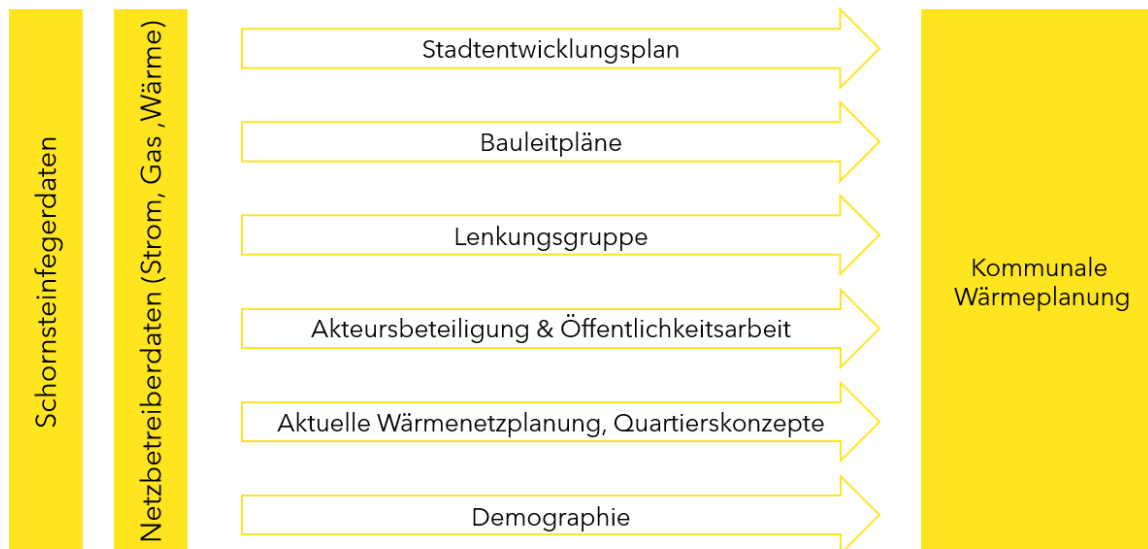


Abbildung 1: Darstellung der Datenbasis einer kommunalen Wärmeplanung (eigene Darstellung)

Die kommunale Wärmeplanung erfordert eine enge Zusammenarbeit verschiedener Akteure und eine solide Datengrundlage. Die Lenkungsgruppe geleitet von Serina Hirschmann (Klimaschutzmanagerin des Gemeindeverwaltungsverband Oberes Zabergäu), überwacht den Fortschritt des Projekts und gibt regelmäßig Rückmeldung zu den Zwischenergebnissen der verschiedenen Arbeitspakete. Bauleitpläne gewährleisten, dass bauliche Maßnahmen mit den Zielen der Wärmeplanung übereinstimmen, während Stadtentwicklungspläne die langfristige Integration der Wärmeplanung berücksichtigen. Akteursbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit fördern die Akzeptanz des Projekts durch Informationsbereitstellung und Einbindung der Bevölkerung. Der digitale Zwilling ermöglicht virtuelle Modellierung und Simulation zur Optimierung von Szenarien. Zudem werden demographische Entwicklungen einbezogen, um in den weiteren Schritten den zukünftigen Wärmebedarf zu planen.

4.1 Gebäude- und Siedlungsstruktur

Die Gemeinde- und Siedlungsstruktur lässt sich anhand der Siedlungstopologie und der Verteilung der Gebäudestruktur und Baualtersklassen beschreiben. Aus diesen Kennwerten kann wiederum ein Sanierungspotenzial abgeleitet werden.

4.1.1 Siedlungstypologie

Die Gemeinde Pfaffenhofen gehört zum Landkreis Heilbronn in Baden-Württemberg und zählt aktuell rund 2.610 Einwohnerinnen und Einwohner (Stand: Dezember 2024). Sie liegt im Zabergäu zwischen Brackenheim und Zaberfeld und ist Teil der Region Heilbronn-Franken sowie des Mittelbereichs Brackenheim. Pfaffenhofen ist von landwirtschaftlich genutzten Flächen, Weinbergen und Mischwäldern umgeben und weist ein überwiegend ländliches Erscheinungsbild auf. Durch das Gemeindegebiet fließt die Zaber, die das Landschaftsbild zusammen mit den sanften Hängen der umliegenden Rebflächen prägt.

Die Gemeinde besteht aus mehreren Ortsteilen und Wohnplätzen, darunter der Ortsteil Weiler und Einzelhöfe. Die Siedlungsstruktur umfasst überwiegend Einfamilienhäuser, ergänzt durch vereinzelte Mehrfamilienhäuser und kleinere Gewerbeflächen an den Ortsrändern. Der Gebäudebestand ist heterogen und durch viele ältere Baujahre gekennzeichnet. Im Ortskern zeigt sich eine höhere Bebauungsdichte, während die Außenbereiche von Streubebauung und landwirtschaftlichen Nutzungen geprägt sind. Das Gemeindegebiet von Pfaffenhofen umfasst eine Fläche von rund 12 km² mit einem Häuserbestand von etwa 836 Gebäuden (Zensus 2022).

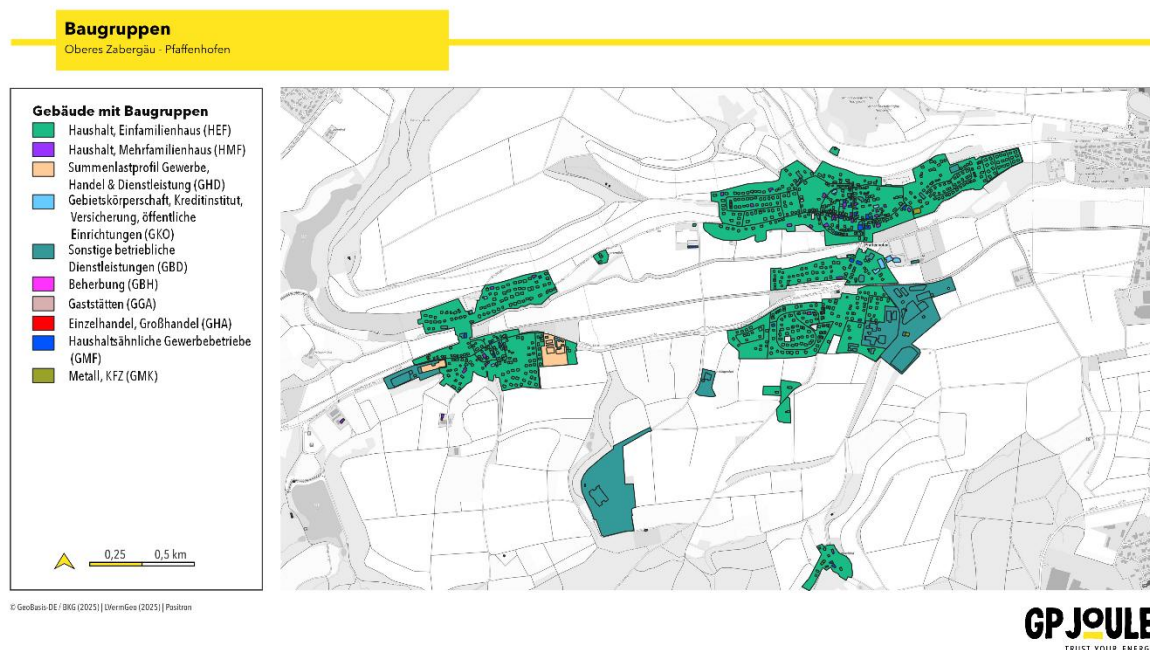


Abbildung 2: Gebäudestruktur und -verteilung in der Gemeinde Pfaffenhofen (Quelle: Eigene Darstellung)

4.1.2 Verteilung der Gebäudestruktur in Pfaffenhofen

Von den 836 Gebäuden in Pfaffenhofen entfallen 93 % auf private Haushalte (Einfamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser) jeweils 3% auf sonstige betriebliche Dienstleistungen und 3% auf haushaltsähnliche Gewerbebetreiber; der Rest von 1% verteilt sich auf sonstige Nutzungen (vgl. Abbildung 3).

Gebäudetypen Pfaffenhofen

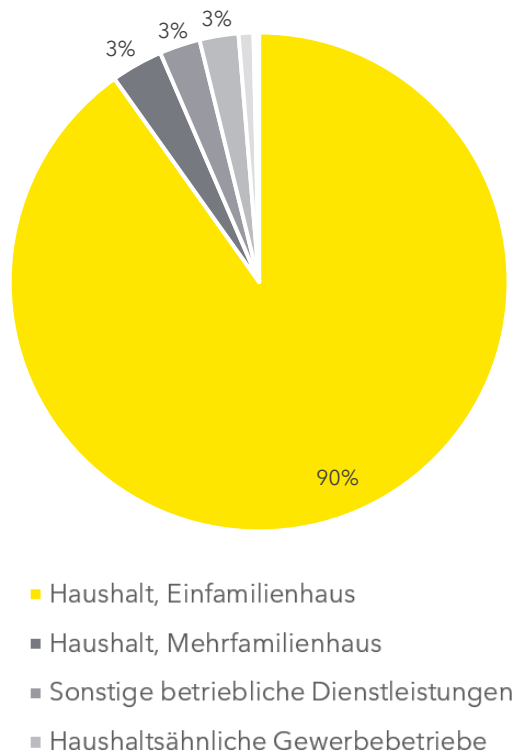


Abbildung 3: Verteilung des Gebäudebestandes in Pfaffenhofen nach Gebäudeart (Quelle: eigene Darstellung).

4.1.3 Verteilung der Baualtersklassen in Pfaffenhofen

Ein signifikanter Teil der Gebäude in Pfaffenhofen stammt aus der Zeit vor 1919. Wie Abbildung 4 zeigt, erreicht die Bauaktivität zwischen 1960 und 1989 ein deutliches Hoch. Ähnlich wie in vergleichbaren ländlich geprägten Gemeinden weist diese Struktur einen hohen Anteil älterer, energetisch weniger effizienter Gebäude auf, selbst nach durchgeführten Sanierungsmaßnahmen.

Gebäudealtersstruktur

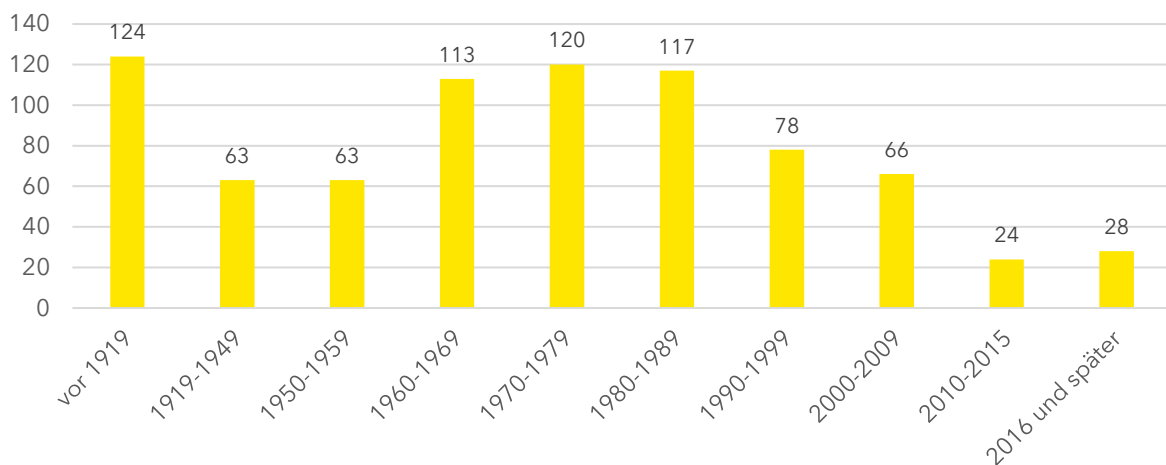


Abbildung 4: Anzahl der unterschiedlichen Baualtersklassen am Gesamtgebäudebestand in Pfaffenhofen (Quelle: eigene Darstellung).

Sanierungspotenziale ergeben sich insbesondere bei Gebäuden, die vor dem Jahr 1980 errichtet wurden. Maßnahmen zur energetischen Sanierung können erheblich zur Reduktion des Wärmebedarfs und der CO₂-Emissionen beitragen (ISTA 2024).

4.1.4 Sanierungspotenziale

Zur vergleichbaren Bewertung der Sanierungsquoten und -potenzialen im Verhältnis zu den bestehenden Gebäudetypen in Pfaffenhofen erfolgt die Einteilung nach den aktuellen Energieeffizienzklassen für Wohngebäude in Deutschland. Diese Einteilung basiert auf den Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) in § 86 und Anlage 10. Die Klassifizierung ermöglicht eine schnelle und vergleichbare Bewertung des energetischen Zustands von Gebäuden. Eine bessere Energieeffizienzklasse (näher an A+) deutet auf eine höhere Energieeffizienz des Gebäudes hin, was zu niedrigeren Heizkosten und geringeren CO₂-Emissionen führt (ISTA, 2024).

Die Energieeffizienzklassen reichen von A+ bis H und basieren auf dem jährlichen Endenergieverbrauch bzw. -bedarf in Kilowattstunden pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche. Die detaillierte Einteilung ist wie folgt:

Tabelle 3: Energieeffizienzklassen von Wohngebäuden mit Endenergiebedarf (Bundesministerium der Justiz, 2024; Verbraucherzentrale, 2023)

Energieeffizienzklasse	Endenergiebedarf	Vergleichswerte Baubestand
A+	≤ 30 kWh/m ² a	Effizienzhaus 40
A	≤ 50 kWh/m ² a	MFH Neubau
B	≤ 75 kWh/m ² a	EFH Neubau
C	≤ 100 kWh/m ² a	EFH energetisch gut modernisiert
D	≤ 130 kWh/m ² a	
E	≤ 160 kWh/m ² a	Durchschnitt Wohngebäudebestand
F	≤ 200 kWh/m ² a	MFH energetisch nicht wesentlich modernisiert
G	≤ 250 kWh/m ² a	EFH energetisch nicht wesentlich modernisiert
H	> 250 kWh/m ²	

Der Großteil der Gebäude in Pfaffenhofen stammt aus der Zeit 1960 bis 1989, was sich in den hohen Anteilen der Effizienzklassen E und F widerspiegelt (vgl. Abbildung 5). Dies weist auf einen erheblichen Modernisierungsbedarf hin, insbesondere bei Gebäuden der Klasse E und schlechter, die durch energetische Sanierungen in bessere Effizienzklassen überführt

werden könnten, um den Gesamtenergieverbrauch zu senken. In der Gemeinde gibt es keine Gebäude der Klassen B und höher. Eine Reduktion der unteren Effizienzklassen zugunsten der mittleren und höheren Klassen würde langfristig zu erheblichen Energieeinsparungen und einer Reduktion der CO₂-Emissionen führen. Um dies zu erreichen, könnten gezielte Förderprogramme und Beratungsangebote für Eigentümer in den unteren Effizienzklassen entwickelt werden, um die Sanierungsrate zu erhöhen und die Gesamtenergieeffizienz zu steigern.

Effizienzklassen Pfaffenhofen

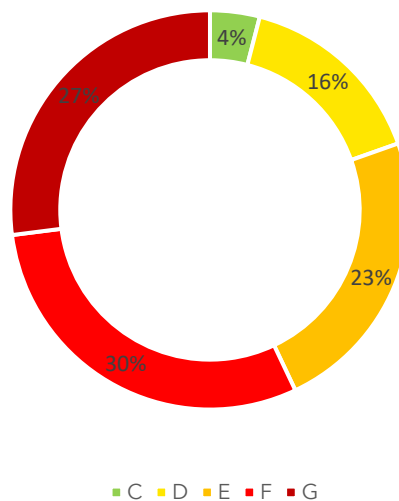


Abbildung 5: Verteilung der Energieeffizienzklassen der Wohngebäude in Pfaffenhofen (Quelle: eigene Darstellung)

4.2 Wärmebedarf

4.2.1 Wärmebedarf nach Sektoren

Der Gesamtwärmebedarf in Pfaffenhofen beträgt rund 21,5 GWh pro Jahr. Dieser verteilt sich hauptsächlich auf den Wohnsektor, der ca. 87 % des Gesamtverbrauchs ausmacht. 11% entfällt auf Gewerbe- und Handelsbetriebe sowie sonstige betriebliche Dienstleistungen und 2% auf Gebietskörperschaft, Kreditinstitut, Versicherung, öffentliche Einrichtungen (GKO). Die höchsten Einsparpotenziale liegen entsprechend im Wohnbereich (vgl. Abbildung 6).

Wärmebedarf nach Sektoren

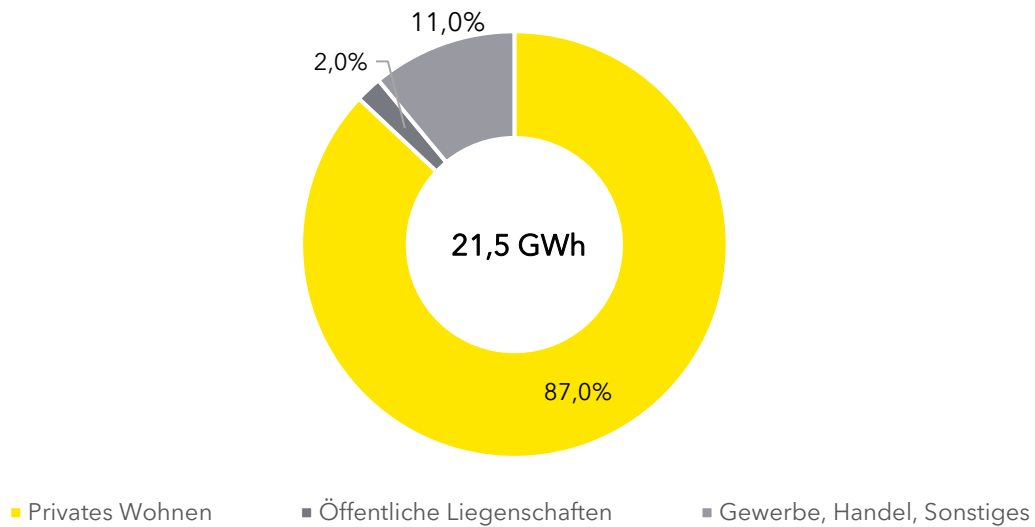


Abbildung 6: Wärmebedarfe nach Sektoren (Quelle: Eigene Darstellung)

Der hohe Anteil an Wohngebäuden in Pfaffenhofen verursacht einen großen Heiz- und Energiebedarf im privaten Sektor. Die Altersstruktur der Gebäude zeigt die Notwendigkeit von Modernisierungen, etwa bei der Isolierung, um den Energieverbrauch zu senken. Sanierungsmaßnahmen der Kommune könnten eine Vorbildfunktion einnehmen, obwohl der Hebel hierbei sehr gering ist. Insgesamt sollten Energieeffizienzmaßnahmen alle Sektoren ansprechen.

4.2.2 Wärmebedarf nach Energieträgern

Die Wärmeversorgung in den beheizten Gebäuden ist überwiegend fossil geprägt. 64 % der beheizten Gebäude in Pfaffenhofen werden mit fossilen Energieträgern versorgt, wobei Heizöl mit 52 % den größten Anteil ausmacht, gefolgt von Gas mit 12 %. Heizstrom macht insgesamt 19% und sonstige Heizarten machen 3% aus (vgl. Abbildung 7). Der Anteil an

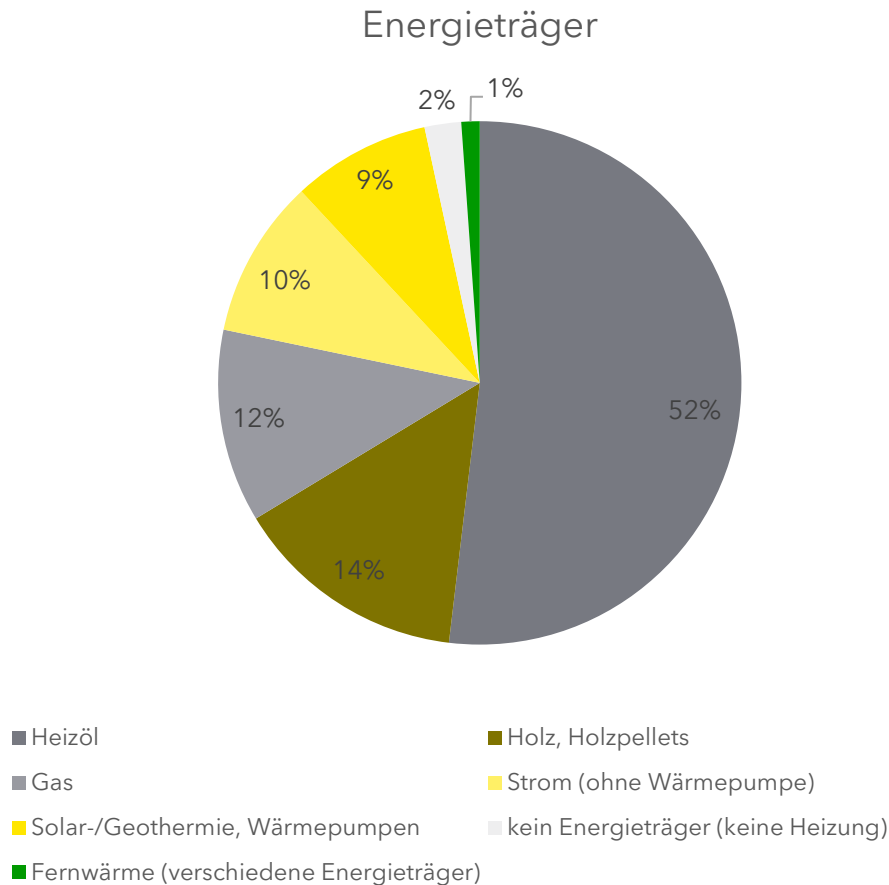


Abbildung 7: Verteilung der Brennstoffarten für die Wärmeerzeugung (Quelle: eigene Darstellung)

Holzheizungen ist, wie für ländliche Regionen üblich, mit 14% etwas über dem Bundesdurchschnitt von ca. 6%.

4.2.3 Wärmebedarfsdichte und Wärmeliniendichte

In der Praxis haben sich die Wärmeverbrauchsichten und die Wärmeliniendichte als hilfreich erwiesen, um frühzeitig eine Einschätzung über die Attraktivität einer zentralen Wärmeversorgung zu ermöglichen. Diese beiden Kennzahlen werden daher im weiteren Verlauf erläutert.

Die Wärmebedarfsdichte gibt an, wie hoch der Bedarf an Wärme bezogen auf eine bestimmte Fläche geschätzt wird, beispielsweise in einem Quartier oder einem Baugebiet. Die Wärmebedarfsdichte hilft den Energiebedarf in Quartieren oder Baugebieten zu schätzen und die Eignung für eine zentrale Wärmeversorgung zu bewerten. Tabelle 4 veranschaulicht die Einschätzung der Eignung von Bestands- und Neubaugebieten für die Errichtung von Wärmenetzen in Abhängigkeit von der jeweiligen Wärmedichte.

Tabelle 4: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmebedarfsdichte nach BMWK 2024

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

Die Wärmebedarfsdichte in Pfaffenhofen ist in Abbildung 8 dargestellt. Es zeigt sich, dass insbesondere der Ortskern von Pfaffenhofen nördlich der Zaber eine erhöhte Wärmedichte aufweist (Pfaffenhofen Nord), während die Randbereiche durch geringere Werte gekennzeichnet sind.



Abbildung 8: Wärmebedarfsdichte Pfaffenhofen (Quelle: Eigene Darstellung)

Die Wärmelinienendichte gibt an, wie viel Wärme bezogen auf eine bestimmte Länge der Wärmetrasse abgegeben werden kann, etwa als gesamte Abnahmemenge von Wärme in einer Straße. Die Wärmelinienendichte misst die Menge an Wärmeenergie, die pro Jahr pro Meter Trassenlänge abgegeben werden kann und ist ein Maß für die Effizienz der Wärmeverteilung in einem Wärmenetz. Tabelle 5 stellt nach dem Leitfaden Wärmeplanung die Einschätzung der Eignung von Bestands- und Neubaugebieten für die Errichtung von Wärmenetzen in Abhängigkeit von der Wärmelinienendichte dar.

Tabelle 5: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmelinienendichte nach BMWK 2024

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

Abbildung 9 zeigt eine schematische Gesamtübersicht der beschriebenen Wärmelinienendichten. Der Bereich nördlich der Zaber (Pfaffenhofen Nord) weist die höchsten Werte auf und somit das beste Wärmenetzpotenzial.

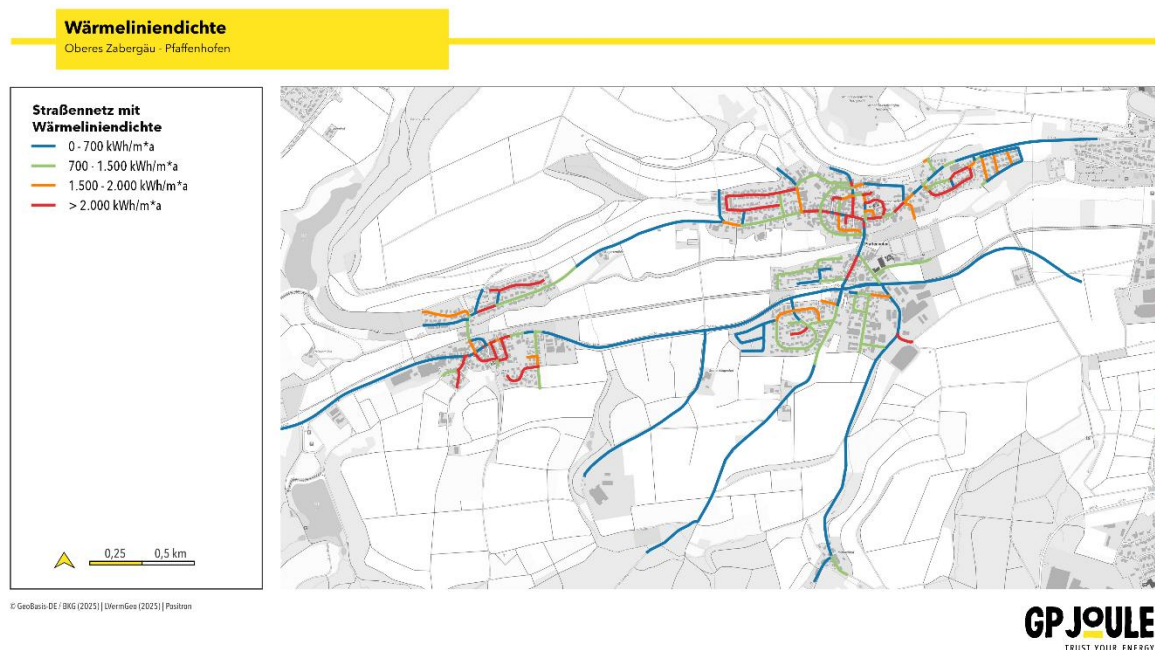


Abbildung 9: Wärmelinienendichte Pfaffenhofen (Quelle: Eigene Darstellung)

Zusammenfassend zeigt die Analyse der Wärmebedarfsdichte und Wärmelinienendichte, dass in den betrachteten Gemeinden keine Bereiche den Richtwert für konventionelle Wärmenetze erreichen. Lediglich einzelne Straßenzüge weisen eine ausreichende Wärmelinienendichte für Wärmenetze im Bestand auf, wobei der Schwerpunkt überwiegend im Ortskern von Pfaffenhofen liegt. Aufgrund der überwiegend ländlichen Struktur ist eine detaillierte Potenzialanalyse erforderlich, um geeignete Energiequellen und sinnvolle Vorranggebiete für zentrale und dezentrale Versorgungslösungen zu identifizieren.

4.2.4 Großverbraucher

Großverbraucher sind in der kommunalen Wärmeplanung entscheidend, da ihre hohe und kontinuierliche Nachfrage die Effizienz und Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen unterstützt (UM-BW, 2021). Häufig dienen Sie als sogenannte Ankerkunden und sichern eine gleichmäßige Auslastung und tragen zur Rentabilität und Kostendeckung bei, wovon auch kleinere Abnehmer profitieren. Zudem fördern sie den Ausbau nachhaltiger Energieprojekte wie Fernwärmenetze und die Nutzung erneuerbarer Energien, was zur Reduktion von Treibhausgasemissionen und zur Erreichung von Klimazielen beiträgt.

Kommunale Liegenschaften können ebenfalls als Ankerkunden dienen. Der Anschluss kommunaler Gebäude trägt nicht nur zu einer gleichmäßigeren Auslastung, Rentabilität und Kostendeckung von Wärmenetzen zugunsten kleinerer Abnehmer bei, sondern hat auch eine symbolische Funktion für die gemeinsame, kommunale Organisation der Energie- und Wärmeversorgung. Zudem kann durch die Beteiligung der Gemeinde als Kunde, das Vertrauen der Endkunden gesteigert werden.

Als Großkunden wurden Abnehmer mit einem Wärmebedarf von mehr als 100.000 kWh/a definiert. In der Gemeinde Pfaffenhofen sind die PreTec GmbH und in Summe das Zentrum um die Schule (Schule, KiTa, Feuerwehr, Wildhelm-Widmaier Halle, Rathaus) mit einem Endenergieverbrauch von größer 100 MWh als Ankerkunden festgehalten.

4.3 Wärmeerzeugung

4.3.1 Dezentrale Wärmeerzeuger

Die Analyse der dezentralen Wärmeerzeugungsanlagen basiert auf den Daten der Schornsteinfeger, die Informationen zu Brennstoffen, Anlagenart und -alter enthalten. Insgesamt wurden 1.309 Heizsysteme für Pfaffenhofen erfasst. Die Anzahl der Heizsysteme übersteigt die Anzahl der Gebäude in Pfaffenhofen (836), da manche Gebäude mehrere Heizsysteme besitzen. Von den 1.309 Heizsystemen wurden 684 als Zentralheizung deklariert, diese sind in der nachfolgenden Abbildung 10 nach Art und Alter gestaffelt angegeben.

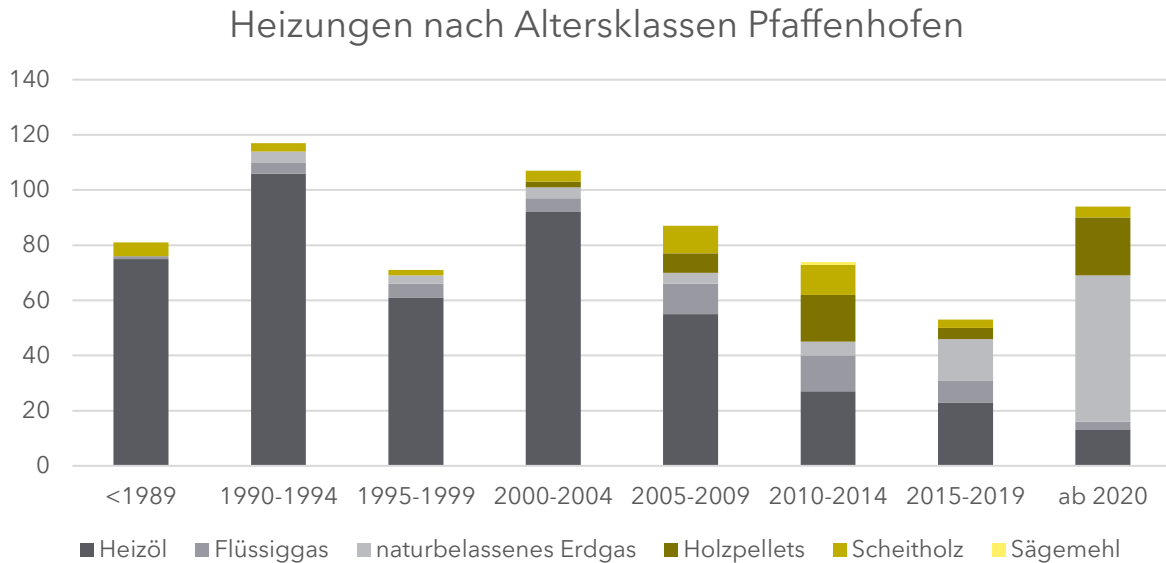


Abbildung 10: Anzahl der Feuerstätten nach Baujahrsklassen und der Hauptenergieträger (Quelle: eigene Darstellung gem. gemeldeter Schornsteinfegerdaten).

In Pfaffenhofen ist zu erkennen das vor dem Jahr 2004 fast ausschließlich Ölheizungen installiert wurden. Nach 2009 gingen die Neuinstallationen von Heizsystemen generell etwas zurück (analog zur Bauaktivität). Zudem wurden in den Folgejahren nach 2009 anteilig mehr Holz- und Strom basierte Heizsysteme installiert. Das mittlere Alter der Heizungen in Pfaffenhofen liegt bei 24 Jahren. Eine Heizung sollte nach ca. 30 Jahren saniert werden. Aktuell sind bereits 35 % der Heizungen in Pfaffenhofen älter als 30 Jahre und haben dadurch ihre rechnerische Lebensdauer bereits erreicht.

In den kommenden Jahren müssen voraussichtlich über 50% der Heizungsanlagen getauscht werden.

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) gemäß § 72 verbietet den Betrieb von Heizkesseln, die vor dem 1. Januar 1991 aufgestellt wurden und flüssige oder gasförmige Brennstoffe verwenden, aufgrund ihrer geringeren Effizienz, höheren Emissionen und möglichen Sicherheitsmängeln. Dadurch wird der Energieverbrauch gesenkt, die Luftverschmutzung reduziert und die Sicherheit erhöht. Ausnahmen bestehen für Ein- und Zweifamilienhäuser, in denen der Eigentümer vor dem 1. Februar 2002 gewohnt hat, sowie für Heizkessel unter 4 kW, über 400 kW und für Niedertemperatur- und Brennwertkessel. Bei Eigentümerwechsel muss der Kessel innerhalb von zwei Jahren ausgetauscht werden. (Bundesministerium der Justiz, 2024).

Die Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger wurde durch Verbrauchsdaten von „Strom zu Heizzwecken“ der Netze BW ergänzt, da für stromgeführte Heizsysteme keine Untersuchung durch den Schornsteinfeger nötig ist.

4.3.2 Zentrale Wärmeerzeugungsanlagen

In Pfaffenhofen gibt es keine zentralen Wärmeerzeugungsanlagen und es ist auch nicht die Planung oder der Bau solcher bekannt.

4.3.3 Treibhausgasemissionen

Die derzeitige Wärmeversorgung in Zaberfeld führt zu Emissionen in Höhe von rund 5.263 t CO₂-Äquivalent. Mit einem Anteil von etwa 88 % werden die Treibhausgasemissionen überwiegend durch den Sektor der privaten Haushalte verursacht. Die Emissionsbeiträge aus Gewerbe, öffentlichen Einrichtungen und sonstige Nutzungen spielen demgegenüber eine untergeordnete Rolle (vgl. Abbildung 11).

Treibhausgasemissionen nach Sektoren

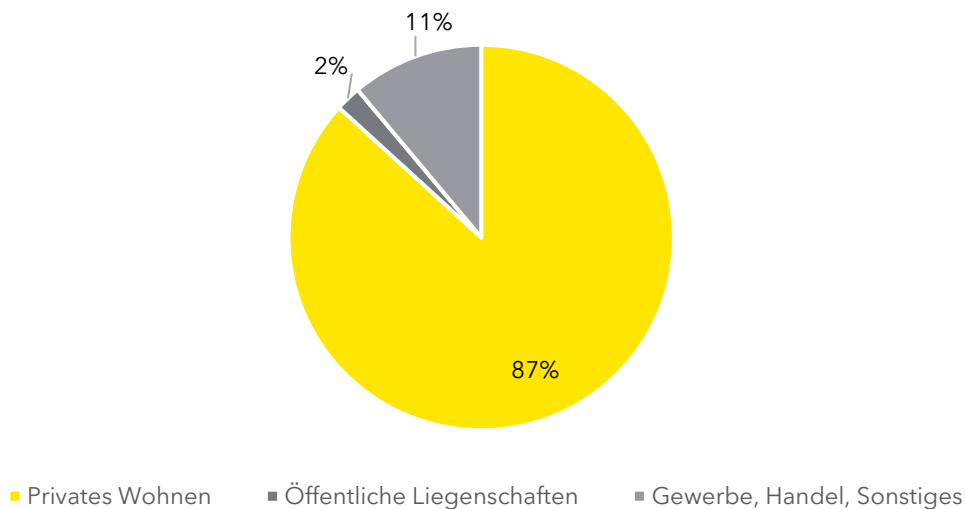


Abbildung 11: Prozentuale Verteilung der Treibhausgasemissionen je Sektor (Quelle: eigene Darstellung).

Rund 85% der Emissionen aus dem Wärmesektor sind in Pfaffenhofen derzeit auf die fossilen Energieträger Öl und Gas zurückzuführen.

Abbildung 12 zeigt die Verteilung der Emissionen je Energieträger auf die Sektoren Privates Wohnen, Öffentliche Liegenschaften und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen mit Sonstigen.

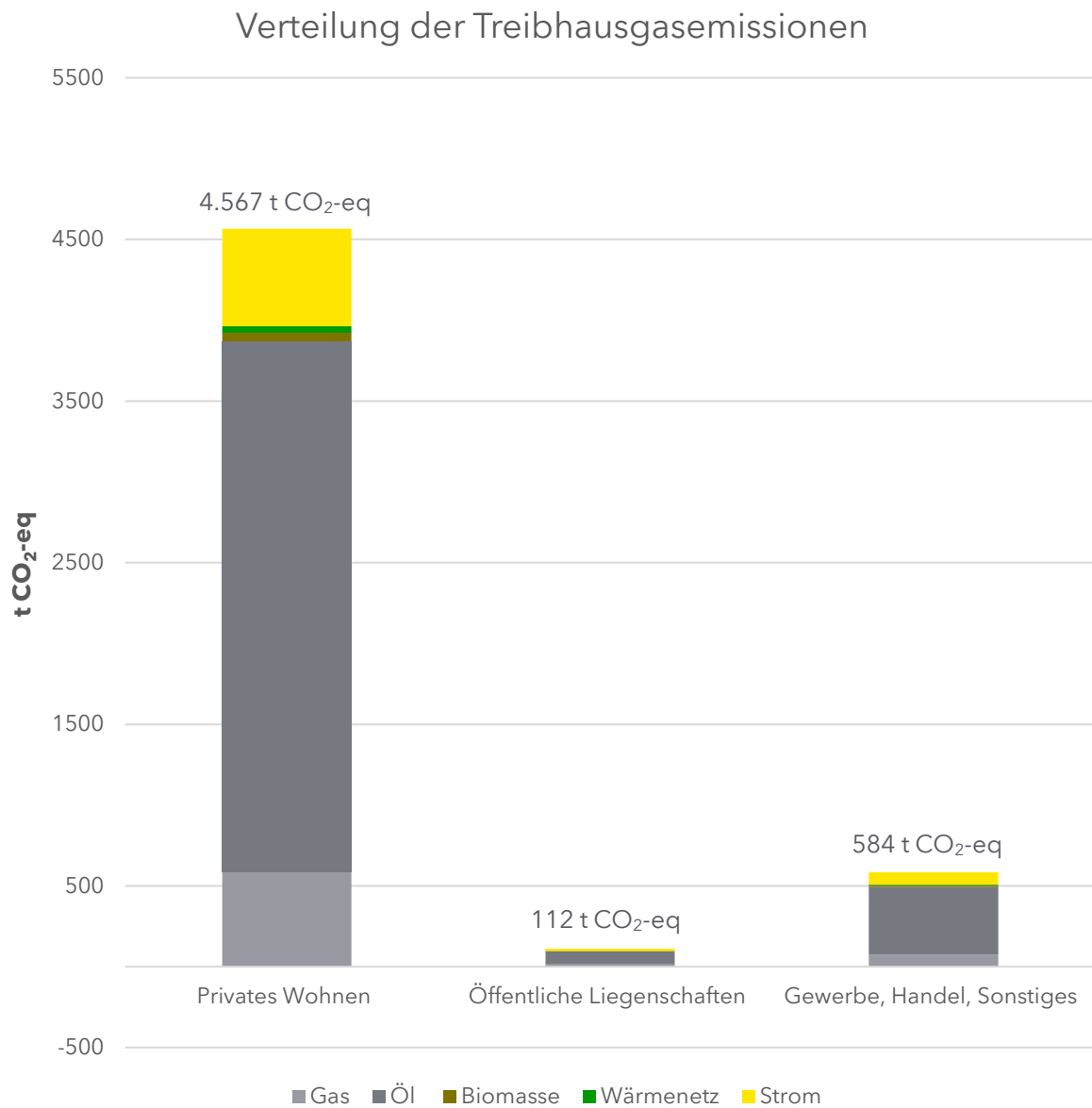


Abbildung 12: Treibhausgasemissionen je Energieträger (Quelle: eigene Darstellung)

Die nachfolgende Tabelle zeigt beispielhaft die Emissionsfaktoren (t CO₂-eq/MWh) je Energieträger aus dem Technikkatalog zur Kommunalen Wärmeplanung.

Tabelle 6: Emissionsfaktoren und Entwicklung in den kommenden 16 Jahren (eigene Darstellung nach: Technologiekatalog Wärmeplanung 2024).

Energieträger (IST)	Emissionsfaktor 2025	Emissionsfaktor 2030	Emissionsfaktor 2035	Emissionsfaktor 2040
Heizöl	310 g/kWh	310 g/kWh	310 g/kWh	310 g/kWh
Strom (ohne Wärmepumpe)	260 g/kWh	110 g/kWh	45 g/kWh	25 g/kWh
Solar-/Geothermie, Wärmepumpen	260 g/kWh	110 g/kWh	45 g/kWh	25 g/kWh
Gas	240 g/kWh	240 g/kWh	240 g/kWh	240 g/kWh
Holz, Holzpellets	20 g/kWh	20 g/kWh	20 g/kWh	20 g/kWh
Fernwärme (verschiedene Energieträger)	198 g/kWh	148 g/kWh	104 g/kWh	70 g/kWh
Biomasse (ohne Holz), Biogas	20 g/kWh	20 g/kWh	20 g/kWh	20 g/kWh
kein Energieträger (keine Heizung)	0 g/kWh	0 g/kWh	0 g/kWh	0 g/kWh
Kohle	400 g/kWh	400 g/kWh	400 g/kWh	400 g/kWh

Tabelle 6 zeigt die Emissionsfaktoren nach Energieträger für die Jahre 2025, 2030 und 2040 in g CO₂ pro kWh (gCO₂/kWh). Auffällig ist der starke Rückgang der Emissionsfaktoren für Strom, der von 260 gCO₂/kWh im Jahr 2025 auf 25 gCO₂/kWh im Jahr 2040. Dies spiegelt den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien im Stromsektor wider. Die Emissionsfaktoren für Heizöl und Erdgas bleiben über die Jahre konstant bei 310 gCO₂/kWh und 240 gCO₂/kWh. Die Emissionsfaktoren für Biomasse (Holz) bleiben stabil bei 20 gCO₂/kWh.

Diese Entwicklung verdeutlicht den Fortschritt in der Dekarbonisierung des Stromsektors, während die Emissionsfaktoren für fossile Brennstoffe weitgehend unverändert bleiben.

4.4 Wärme- und Kälteinfrastruktur

In Pfaffenhofen fungiert die Netze BW GmbH als Netzbetreiber für Strom und die Netze-Gesellschaft Südwest mbH für Gas. Ein in Betrieb befindliches Fernwärmenetz existiert aktuell nicht, ebenso wenig ein kaltes Nahwärmenetz.

Das Gasnetz der Netze-Gesellschaft Südwest mbH ist in Pfaffenhofen in nachfolgender Abbildung 13 abgebildet.

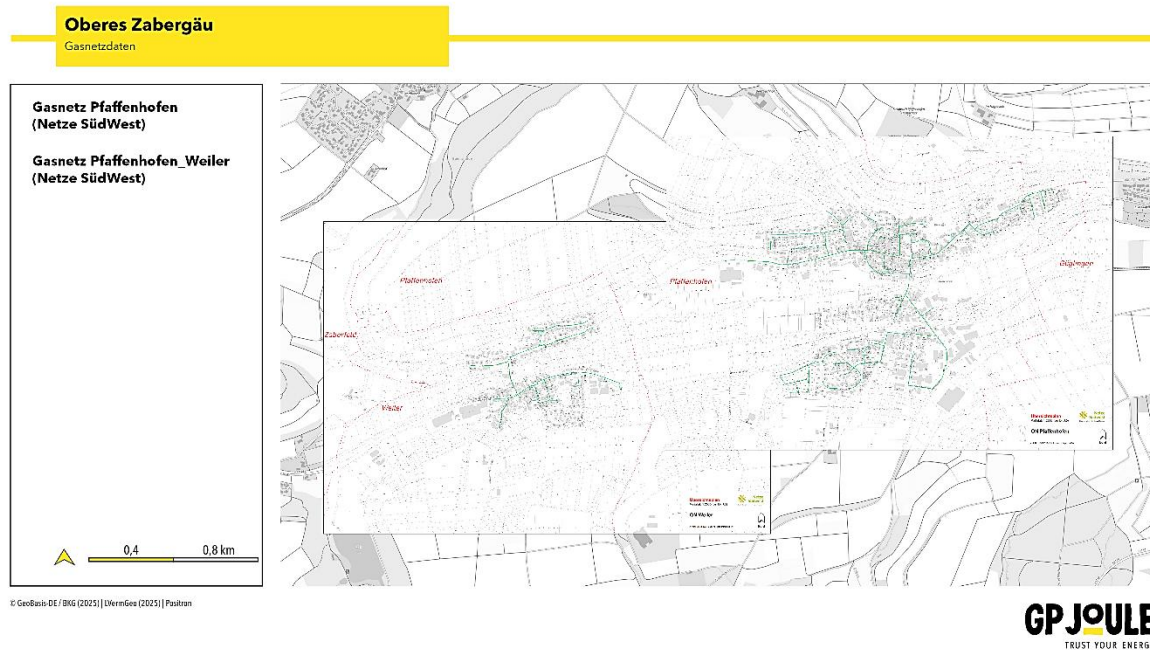


Abbildung 13: Gasnetz der Netze-Gesellschaft Südwest mbH in Pfaffenhofen (Quelle: Netze-Gesellschaft Südwest mbH)

Die Berücksichtigung von Kühlungsaspekten gewinnt aufgrund der Zunahme von Hitzeperioden infolge des Klimawandels überregional an Relevanz. Die bisherige Fokussierung auf die Wärmeversorgung und die Reduzierung von CO₂-Emissionen durch den Einsatz erneuerbarer Energien hat zu einer Vernachlässigung des Kältebedarfs geführt. Der bisher geringe Kühlbedarf in Pfaffenhofen kann sich in Zukunft steigern und wird in den weiteren Betrachtungen, sowie der Fortschreibung des Wärmeplans beobachtet. Beim Ausbau der Kälteerzeugung wird, wie bei der Umstellung der Wärmeversorgung, die emissionsfreie Erzeugung im Fokus stehen.

4.5 Fazit: Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse der kommunalen Wärmeplanung in Pfaffenhofen zeigt den aktuellen Energieverbrauch, die Wärmeversorgung und Potenziale für energetische Sanierungen. Mit 87 % des Wärmebedarfs dominiert der private Wohnsektor den Wärmebedarf, was auf die zentrale Rolle der Haushalte für Energiesparmaßnahmen hinweist. Gefolgt von Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) mit 11 % und den öffentlichen Liegenschaften mit 2 %. Der hohe Energiebedarf im Wohnsektor, vor allem in älteren unsanierten Gebäuden, unterstreicht den Modernisierungsbedarf.

Die Mehrheit der beheizten Gebäude wird mit fossilen Energieträgern versorgt: Heizöl macht 52 % der Wärmeversorgung aus, gefolgt von Gas mit 12 %. Heizstrom und Biomasse

tragen 11 % bzw. 14 % bei. Diese Abhängigkeit von fossilen Energien verdeutlicht den dringenden Bedarf an einer Umstellung auf nachhaltigere Energiequellen und effizientere Heizsysteme.

In Pfaffenhofen existiert aktuell ein relativ neues Gasnetz (überwiegend nach 2000 gebaut) betrieben durch die Netze-Gesellschaft Südwest mbH, das große Teile des Ortes Pfaffenhofen und des Ortsteils Weiler abdeckt. Eine Transformation des Gasnetzes ist für eine erfolgreiche Wärmewende von entscheidender Bedeutung. Die nachhaltige Transformation des Gasnetzes liegt in der Verantwortung des Gasnetzbetreibers.

Die Bestandsanalyse der dezentralen Wärmeerzeugungsanlagen zeigt, dass ein erheblicher Teil der Heizsysteme älter als 20 bzw. 30 Jahre ist. Diese veralteten Systeme sind ineffizient und verursachen hohe Emissionen, was den Handlungsbedarf für Erneuerungen unterstreicht. Gemäß § 72 des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) müssen alte Heizkessel, die vor dem 1. Januar 1991 aufgestellt wurden, außer Betrieb genommen werden, um Energieverbrauch und Emissionen zu senken.

Die Wärmebereitstellung in Pfaffenhofen verursacht jährlich Treibhausgasemissionen von etwa 5.263 Tonnen CO₂e. Äquivalent zu den Wärmebedarfen ist auch bei den Treibhausgasemissionen der private Wohnsektor mit 87 % der Emissionen der Hauptverursacher, gefolgt von Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD mit 11% und den Öffentlichen Liegenschaften von 2%). Diese Verteilung verdeutlicht erneut, dass Maßnahmen zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen besonders im privaten Wohnsektor ansetzen sollten, um eine signifikante Wirkung zu erzielen.

Die Analyse der Wärmedichte hat zwei Gebiete mit erhöhtem Wärmebedarf in Pfaffenhofen identifiziert (Pfaffenhofen Nord und Pfaffenhofen Mitte). Die in den nachfolgenden Schritten weiter evaluiert werden sollten. In den anderen, weniger dicht besiedelten Gebieten von Pfaffenhofen sollten dezentrale Wärmelösungen in Betracht gezogen werden.

Zusammenfassend zeigt die Bestandsanalyse der kommunalen Wärmeplanung in Pfaffenhofen einen erheblichen Bedarf an energetischen Sanierungen, insbesondere im privaten Wohnsektor, der den größten Energieverbrauch und die höchsten Emissionen verursacht. Die Modernisierung und der Austausch veralteter Heizsysteme sind entscheidende Schritte zur Verbesserung der Energieeffizienz und Reduzierung der CO₂-Emissionen. Durch gezielte Maßnahmen und die Nutzung der vorhandenen Potenziale kann Pfaffenhofen seine Wärmeversorgung nachhaltiger gestalten und einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele leisten.

5 Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse dient der systematischen Bewertung lokaler Ressourcen zur nachhaltigen Wärmeversorgung in Pfaffenhofen. Ziel ist es, technisch und wirtschaftlich nutzbare erneuerbare Energiequellen sowie Effizienzmaßnahmen zu identifizieren, um die Grundlage für eine klimaneutrale und versorgungssichere Wärmeinfrastruktur zu schaffen.

5.1 Energieeinsparpotenziale

Basierend auf aktuellen Analysen lassen sich für Pfaffenhofen substantielle Energieeinsparpotenziale ableiten. Wissenschaftliche Untersuchungen belegen, dass durch energetische Sanierungsmaßnahmen, wie die Verbesserung der Wärmedämmung von Gebäudehüllen, die Modernisierung veralteter Heizsysteme sowie die Optimierung der Heizungsanlagen, eine Reduktion des Endenergiebedarfs um 20 bis 30 % möglich ist. (Umweltbundesamt, 2019; Riechel & Walter, 2022). Überträgt man diese Erkenntnisse auf Pfaffenhofen, erscheint eine vergleichbare Einsparung bei dem aktuellen Wärmebedarf von 21,5 GWh/a realistisch. Die systematische Umsetzung solcher Maßnahmen kann somit nicht nur den Energieverbrauch erheblich mindern, sondern auch die Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung verbessern und zur Erreichung der kommunalen Klimaschutzziele beitragen.

Zunächst erfolgt die Bewertung der Erzeugungspotenziale mit Fokus auf die technischen Möglichkeiten zur Erschließung erneuerbarer Wärmequellen im Untersuchungsgebiet. Grundlage der Analyse sind umfassende Datensätze aus öffentlichen Quellen zur räumlichen Visualisierung der identifizierten Potenziale. Neben der Bewertung erneuerbarer Wärmequellen erfolgt die Evaluation des Potenzials für die Erzeugung regenerativen Stroms. Im Folgenden sind die erfassten Energiepotenziale aufgeführt:

- Solarstrom auf Freiflächen: Stromerzeugung durch Sonneneinstrahlung.
- Windenergie: Stromerzeugungspotenzial durch Windkraft.
- Solarthermie: Nutzung der Sonnenwärme zur direkten Wärmeherzeugung.
- Biogas und Biomasse: Energie aus organischen Materialien.
- Oberflächennahe Geothermie: Wärmepotenzial der oberen Erdschichten.
- Flusswärme (z.B. aus der Zaber): Nutzung von Umgebungswärme aus Fließgewässern.
- Luftwärme: Einsatz von Luft-Wärmepumpen für die Gebäudeheizung.
- Abwasserwärme: Rückgewinnung von Restwärme aus Abwasserströmen.
- Abwärme: Nutzung industrieller Abwärmequellen für die lokale Wärmeversorgung.

5.2 Potenziale erneuerbarer Energien und Abwärme

Im Rahmen der kommunalen Energie- und Wärmeplanung wurden verschiedene Potenziale zur nachhaltigen Wärme- und Stromversorgung in Pfaffenhofen analysiert (vgl. Abbildung 14). Dabei stehen insbesondere Freiflächen-PV-Anlagen, Windenergie, Biomasse, Abwärme, Geothermie sowie die Nutzung fließender Gewässer als Wärmequelle im Fokus.



Abbildung 14 Betrachtete Potenziale (Quelle: eigene Darstellung)

5.2.1 Solarstrom auf Freiflächen

Das Freiflächenpotenzial für Photovoltaik in Pfaffenhofen liegt bei ca. 26 Hektar und konzentriert sich auf Konversionsflächen sowie Seitenrandstreifen entlang der Bahntrasse. Bei vollständiger Ausnutzung dieser Flächen könnte rechnerisch etwa das 3,7-fache des lokalen Strombedarfs erzeugt werden. Die Flächen sind geografisch klar umrissen und bieten damit ein hohes Potenzial für eine nachhaltige Energieversorgung.

5.2.2 Dachflächenpotenziale für Solare Stromerzeugung und Solarthermie

Pfaffenhofen weist ein Solares-Dachflächenpotenzial von rund 21 GWh/a Strom auf (DLR, 2025), wovon rund 14,8% (3,1 GWh/a) bereits erschlossen sind. Der auf privaten Dachflächen erzeugte Strom kann bspw. direkt für den Betrieb einer Wärmepumpe genutzt werden. Das Potenzial ist in nachfolgender Abbildung 15 dargestellt.

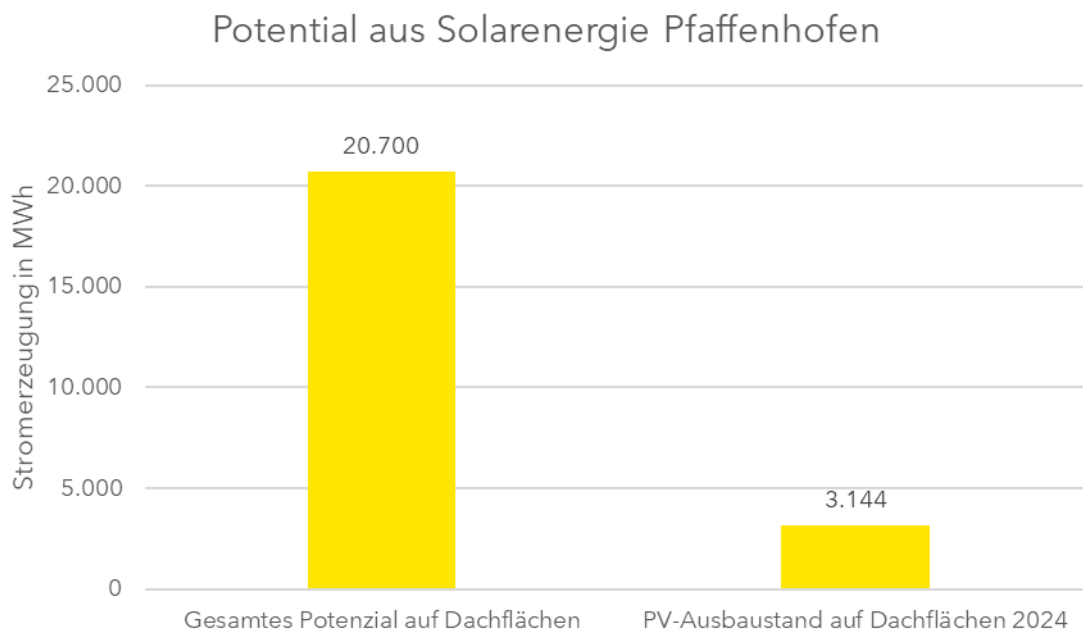


Abbildung 15: Potenzial Dach-Photovoltaik (Quelle: energieatlas-bw)

Mit den aktuell installierten PV-Anlagen auf Dachflächen können bilanziell bereits heute 41% des gesamten Stromverbrauchs von Pfaffenhofen gedeckt werden.

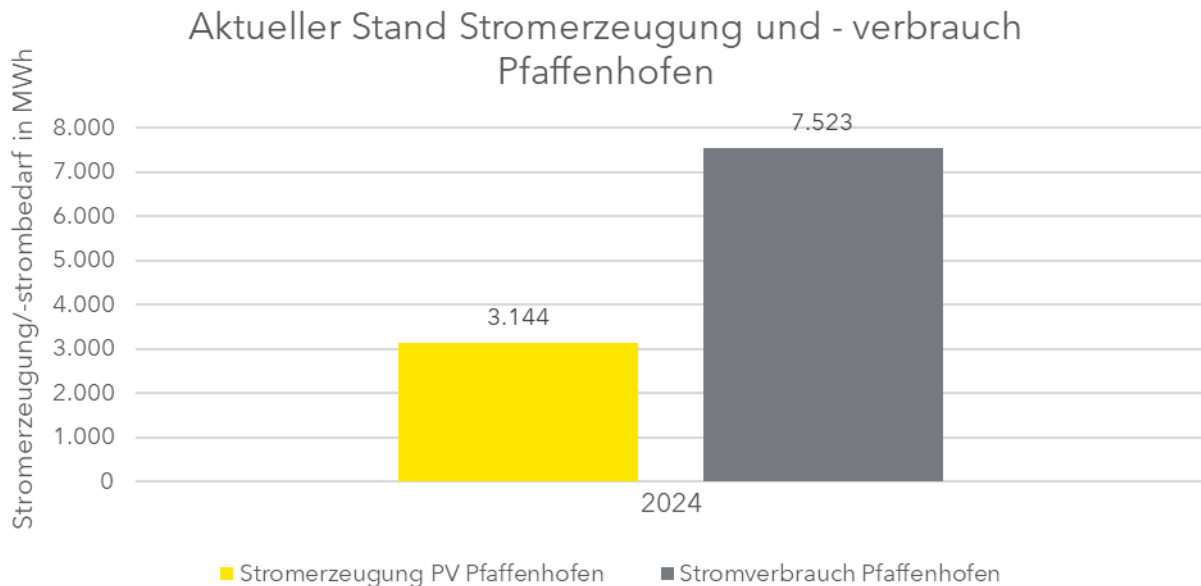


Abbildung 16: Aktueller Stand Stromerzeugung und -verbrauch Pfaffenhofen

5.2.2.1 Solarthermiepotenzial

Die für Solarthermie nutzbaren Flächen stimmen weitgehend mit den Potenzialflächen für Photovoltaik überein. Im Bereich der Wohn- und Gewerbegebäude kann Solarthermie einen signifikanten Beitrag zur Warmwasserbereitung und Raumheizung leisten.

Da Solarthermieanlagen mit einem Wirkungsgrad von rund 50 % Sonnenenergie effizienter nutzen als Photovoltaikanlagen mit etwa 15 %, können sie auf gleicher Dachfläche mehr nutzbare Energie bereitstellen. Das Solarthermische Potenzial kann für Pfaffenhofen somit bis zu 70 GWh/a beziffert werden.

Aufgrund der hohen Investitionskosten, fehlender Vermarktungsmöglichkeiten für Überschusswärme und des Bedarfs eines zusätzlichen Wärmeerzeugers wird das technische Potenzial als begrenzt wirtschaftlich eingestuft.

5.2.3 Windenergiepotenziale

Die Regionalplanung weist in Pfaffenhofen ausgewiesene Vorranggebiete für Windenergie aus, darunter das Projektgebiet „Windpark Pfaffenhofen“ (auch „Windpark Stromberg“) mit zwei geplanten Windenergieanlagen des Typs Enercon E175 EP5 (6 MW, Nabenhöhe 162 m). Dieses Projekt wird von BürgerEnergie Pfaffenhofen GmbH & Co. KG gemeinsam mit der Gemeinde und ZEAG Energie AG vorangetrieben.

Die Windkraftanlagen befinden sich im Vogelschutzgebiet Stromberg. Der geschätzte jährliche Ertrag beträgt je Anlage ca. 12 Mio. kWh, zusammen also rund 24 Mio. kWh, was bilanzielle 320 % des Stromverbrauchs von Pfaffenhofen bzw. etwa 27 % des Stromverbrauchs im gesamten Oberen Zabergäu decken kann.

Die Windpotenzialkarte zeigt zudem weitere potenziell geeignete Flächen mit und ohne Einschränkungen, wobei die tatsächliche Nutzung von Windenergiestandorten noch genauer bewertet und abgestimmt werden muss

5.2.4 Biomasse-Potenziale

5.2.4.1 Potenzial aus Flur-, Siedlungshölzern und Waldderbholz

Pfaffenhofen hat einen Waldanteil von ca. 31%. Daraus ergibt sich ein technisches Potenzial an Holz aus Walderbholz von ca. 2,9 GWh/a und aus Flur- bzw. Siedlungsholz von ca. 2,2 GWh/a. Damit könnte man zusammen etwa 23 % des Wärmebedarfs Pfaffenhofens decken.

Zudem ist mit der AKG Achauer Kompostierungs GmbH & Co. KG ein bedeutender Akteur im Bereich Biomasse in Pfaffenhofen ansässig und könnte künftig u.a. als Lieferant von Hackgut dienen.

5.2.4.2 Potenzial aus Biogas/ Potenzial organischer Abfälle der Haushalte

Aktuell sind keine Biogasanlagen im Gemeindegebiet in Betrieb, das Potenzial aus Energiepflanzen und tierischen Exkrementen ist gering. Ein Aufbau einer Biogas- oder Biomethananlage durch die AKG wäre perspektivisch möglich. Eine schematische Darstellung der Einbindung von Biogas in das Energiesystem kann Abbildung 15 entnommen werden.

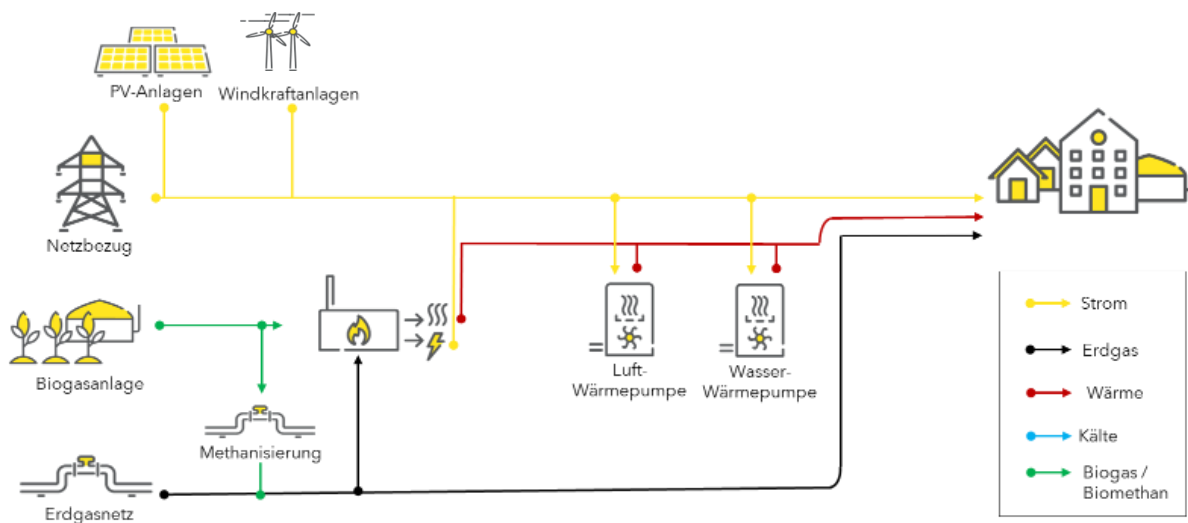


Abbildung 17: Schematische Darstellung der Integration von Biogas in das Energiesystem (Quelle: eigene Darstellung)

5.2.5 Wasserstoff

Die Nutzung von Wasserstoff ist durch Bezug über eine Wasserstoffleitung oder dezentrale, regionale Erzeugung möglich.

Wie Abbildung 18 zeigt, ist nach dem aktuellen Gasnetztransformationsplan (GTP) des Gasverteilnetzbetreibers (VNB) Netze SüdWest geplant das bestehende Gasverteilnetz (VN) in Pfaffenhofen bis 2032 sukzessive auf Wasserstoff umzustellen bzw. das Verteilnetz technisch soweit vorzubereiten (z.B. durch Tauschen von Dichtungen und Umstellung von Verdichterstationen) das es bis zu diesem Zieljahr 2032 „H₂-ready“ ist. Sprich das es ab dort

bereit wäre Wasserstoff aus dem übergeordneten Fernleitungsnetz an die Endkunden weiterzuleiten.

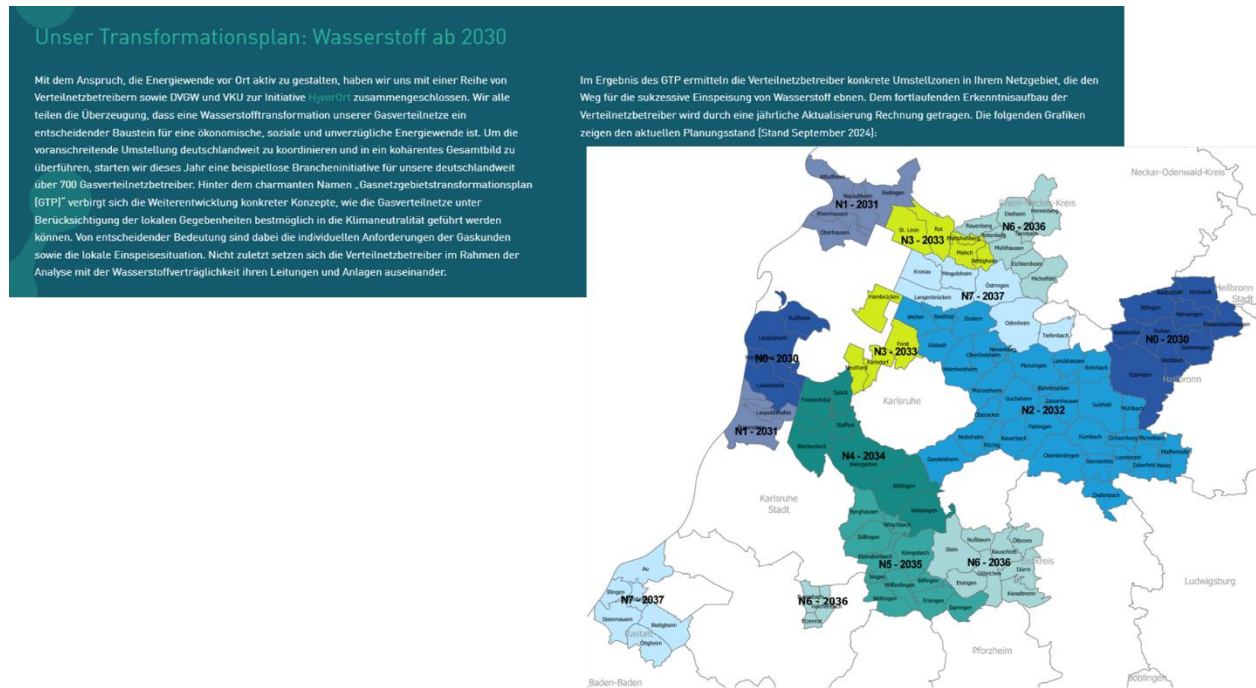


Abbildung 18: Gasnetztransformationsplan (GTP) des Gasnetzbetreibers Netze SüdWest (Quelle (Netze SüdWest))

Das übergeordnete Fernleitungsnetz für Wasserstoff der Fernleitungsnetzbetreiber (FNB) ist in Abbildung 19 dargestellt. Es wird oft auch als Wasserstoff-Kernnetz bezeichnet. Das Wasserstoff-Kernnetz besteht Größtenteils aus bestehenden Leitungen, die auf Wasserstoff umgestellt werden und einigen Neubauleitungen. Das Wasserstoff-Kernnetz kommt nach aktuellen Planungen ab 2030 im Großraum Stuttgart und der Region Rhein Neckar an bzw. soll ab diesem Zeitpunkt in der Lage sein Wasserstoff dorthin zu transportieren.

Wasserstoffkernnetz

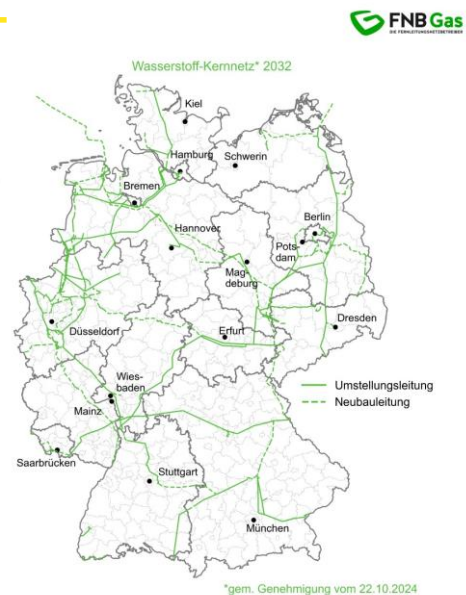
Schrittweise Aufbau der Wasserstoff-Infrastruktur in Baden-Württemberg

- 1 Ab 2029: H₂ im Raum Freiburg i. B.
- 2 Ab 2030: H₂ in der Region Mannheim / Karlsruhe
- 3 Ab 2030: H₂ im Großraum Stuttgart und der Region Rhein-Neckar
- 4 Ab 2030: H₂ am Hochrhein
- 5 Ab 2032: H₂ in der Region Ostalb
- 6 Ab 2032: H₂ bis Bodensee und Oberschwaben

— Wasserstoffkernnetz Umstellungsleitung
 - - - - - Wasserstoffkernnetz Neubauleitung
 Terranets bzw. Wasserstoffkernnetz Umstellungsleitung
 Terranets bzw. Wasserstoffkernnetz Neubauleitung
 Terranets bzw. Gasnetz



- **Anschluss** an das **Wasserstoffkernnetz** **ca. im Jahr 2030**
- **Umstellung** des **Verteilnetzes** in Zaberfeld und Pfaffenhofen **ca. im Jahr 2032**



*gem. Genehmigung vom 22.10.2024

Abbildung 19: Planungen der Fernleitungsnetzbetreiber Gas (FNB) für das Wasserstoffkernnetz Deutschlands (Quelle: FNB Gas)

Die Rolle des Wasserstoffes in der Wärmeversorgung hängt stark von der Verfügbarkeit und den Kosten ab. Da der Großteil des Wasserstoffs in den nächsten Jahrzehnten importiert werden muss, bestehen große Unsicherheiten hinsichtlich seiner Verfügbarkeit und der Preisentwicklung. Es wird davon ausgegangen, dass der Wasserstoffmarkt bis in die 2040er-Jahre wächst, was zu Schwankungen in den Preisen und der Verfügbarkeit führen kann. Besonders führt der Einsatz von Wasserstoff zu sehr hohen Betriebskosten im Gegensatz zu anderen Energieträgern, was oft zum Ausschluss als wirtschaftliche Zukunftstechnologie im Wärmesektor führt. Die Nutzung von Wasserstoff in der Wärmeversorgung im Gebäudesektor wird in der vorliegenden Wärmeplanung für Pfaffenhofen daher aktuell nicht berücksichtigt, da sie aus heutiger Sicht als nicht wirtschaftlich und energetisch ineffizient bewertet wird. Die Umwandlung von Strom in Wasserstoff und dessen anschließende Rückumwandlung in Wärme ist mit erheblichen Energieverlusten verbunden. Zudem fehlt es derzeit an der notwendigen Infrastruktur für eine flächendeckende Wasserstoffversorgung. Dennoch bleibt die Entwicklung im Bereich Wasserstoff ein relevantes Zukunftsthema, das weiterhin beobachtet und bei der zukünftigen Fortschreibung der Wärmeplanung erneut evaluiert werden sollte, falls sich technologische Fortschritte oder wirtschaftliche Rahmenbedingungen signifikant ändern.

5.2.6 Abwärmepotenziale der Kläranlage

Die Verbandskläranlage Oberes Zabergäu in Güglingen-Frauenzimmern bietet ein ganzjährig verfügbares Abwärmepotenzial aus Abwasser mit Temperaturen zwischen 10 °C und 25 °C. Die nächstgelegenen größeren Ortschaften, darunter Pfaffenhofen und Cleeborn, sind über 2 km entfernt, was eine direkte Nutzung erschwert. Abschätzungen ergeben ein technisches Wärmeenergiepotenzial im Bereich von ca. 1 bis 1,5 GWh pro Jahr, basierend auf der geschätzten Tagesflussmenge der Kläranlage. Die wirtschaftliche Erschließung des Potenzials ist durch die große Entfernung zu den nächsten Ortschaften als unwahrscheinlich einzustufen.

5.2.7 Nutzung des Flusses Zaber als Wärmequelle

Die rechtlichen Anforderungen für die Nutzung des Flusses Zaber als Wärmequelle unterliegen strengen wasserwirtschaftlichen Regularien, um ökologische Auswirkungen zu minimieren. Die Entnahme von Wärme aus Flüssen erfordert eine behördliche Genehmigung, die insbesondere Temperaturgrenzwerte und den Schutz der aquatischen Lebensräume sicherstellt und eine Abstimmung mit dem Wasserwirtschaftsamt notwendig macht.

Für die Zaber liegen die mittleren Abflusswerte bei etwa 780 l/s, mit einer mittleren Wassertemperatur von rund 11-13 °C und einem mittleren Wasserstand von etwa 80 cm. Die maximal zulässige Temperaturabsenkung im Fluss beträgt 3 K; bei einer Entnahmemenge von 10 % des mittleren Abflusses kann rechnerisch eine Wärmeerzeugung von ca. 1 MW unter den genannten Bedingungen erzielt werden.

Angesichts hoher wasserrechtlicher Anforderungen und Einschränkungen bei Betriebszeiten (insbesondere im Winter und bei Hochwasser) sowie möglicher ökologischer Auswirkungen ist die Nutzung als zentrale Wärmequelle derzeit wirtschaftlich und technisch begrenzt. Eine Nutzung von Umweltwärme aus der Zaber sollte in der Planung für zukünftige Wärmenetze nur mit entsprechendem Genehmigungsvorbehalt und unter Berücksichtigung der Nebenbedingungen weiterverfolgt werden.

5.2.8 Geothermiepoteziale

Die Erhebung des Geothermie-Potenzials in der kommunalen Wärmeplanung beinhaltet die Analyse der geologischen Gegebenheiten zur Nutzung der Erdwärme als nachhaltige Energiequelle für eine zentrale oder dezentrale Erschließung.

5.2.8.1 Oberflächennahe Geothermie

Die oberflächennahe Geothermie nutzt die im Boden gespeicherte Wärme bis in eine Tiefe von etwa 400 Metern. Sie kann dezentral über Erdwärmepumpen zur Wärmeversorgung einzelner Gebäude oder Quartiere genutzt werden. Eine Nutzung ist nahezu flächendeckend möglich, hängt jedoch von der Bodenbeschaffenheit, der Grundwasserführung und den geologischen Gegebenheiten ab.

Nutzung von geothermischen Sonden

Abbildung 20 zeigt die lokale Verfügbarkeit von Geothermischen Sonden in der Gemeinde Pfaffenhofen bis zu 100m Tiefe. Diese befinden sich hauptsächlich am Rand des Projektgebiets Oberes Zabergäu.

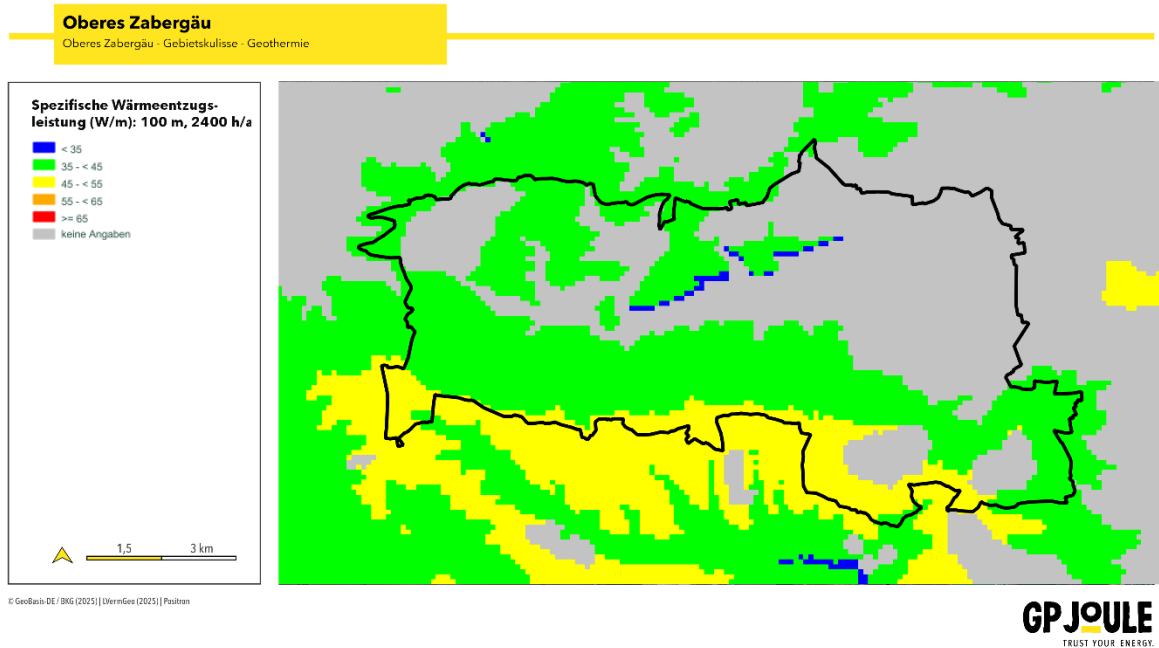


Abbildung 20: Geothermie Sonden – Potenziale, Betrachtung von Erdwärmesonden in 100m Tiefe

Nutzung von oberflächennahen Kollektoren

Oberflächennahe Kollektoren in den oberen 10m des Untergrunds weisen ebenfalls ein technisches Potenzial auf. In Abbildung 21 ist die lokale Verteilung zu sehen, die sich hauptsächlich am Rand des Gebietsumgriffs befinden. Erdwärmekollektoren können ebenfalls für die dezentrale Nutzung von erdgekoppelten Wärmepumpen genutzt werden.

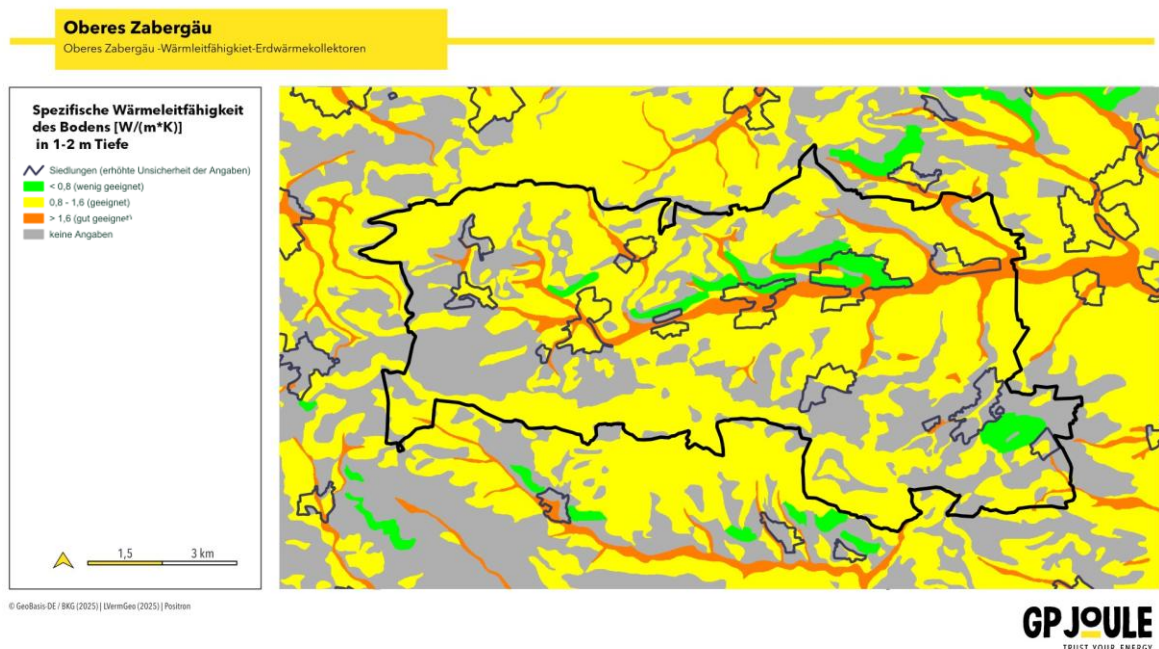


Abbildung 21: Geothermie Kollektoren – Potenziale, Betrachtung von Erdwärmekollektoren in den oberen 10m des Untergrunds im Oberen Zabergäu

Nutzung von Grundwasserwärmepumpen

Für die Nutzung von Grundwasserwärmepumpen gelten vergleichbare, jedoch strengere Vorgaben. Grundsätzlich ist eine Nutzung möglich, wenn kein Wasserschutzgebiet vorliegt. Sie erfordert jedoch eine Einzelfallprüfung durch die zuständige Wasserbehörde, den Nachweis der Ergiebigkeit und Qualität des Grundwassers sowie eine fachgerechte technische Planung durch ein spezialisiertes Unternehmen.

Die Abbildung 22 zeigt die Wasserschutzgebiete und die Überschwemmungsflächen innerhalb der Kommune. In Pfaffenhofen liegen keine Wasserschutzgebiete aber Überschwemmungsflächen (HQ100) entlang der Zaber vor, sodass einer Nutzung von Grundwasserwärmepumpen bis auf diese Gebiete grundsätzlich möglich ist.

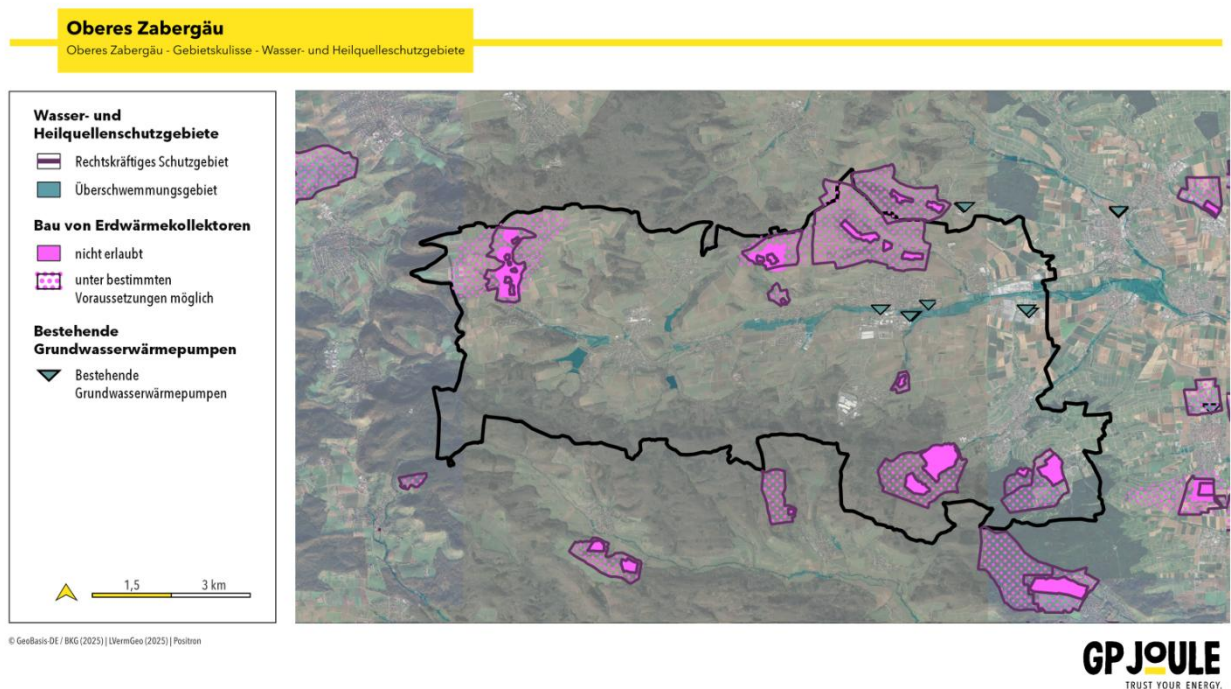


Abbildung 22 Wasserschutzgebiete im Oberen Zabergäu

Insgesamt lässt sich das Potenzial der oberflächennahen Geothermie wie in Tabelle 7 zusammenfassen:

Tabelle 7: Eignung Oberflächennahe Geothermie

	Erdwärme-kollektoren	Grundwasser-wärmepumpe	Erdwärmesonden
Nutzungs-möglichkeit	Meist möglich	Meist möglich (außerhalb von Wasser- und Heilquellen-schutzgebieten)	Oft nicht wirtschaftlich möglich
Flächenbedarf	Hoch	Gering	Mittel

Standort	Meist möglich, wenn erlaubt teilweise gut geeignet (insbesondere in orangenen Gebieten)	Möglich Je nach Grundwassertiefe	Möglich, außerhalb von Wasserschutzgebiet Begrenzung der Bohrtiefe in manchen Bereichen auf 50m Dadurch geringe Entzugsleistung
Entzugsenergie	0,8-1,6 W/m*K	Kein flächendeckendes Potenzial ausgewiesen	35-45 W/m*K
Einschätzung	Umsetzung eher gering eingeschätzt in Zentraler Wärmeversorgung, da hoher Flächenbedarf	Keine Einschätzung Benötigung einer Einzelfallprüfung durch eine Fachbehörde	Umsetzung potenziell möglich, jedoch Hohe Bauliche Kosten (geeignet für z.B. MFH und Quartierslösungen)

5.2.8.2 Tiefe Geothermie

Die tiefe Geothermie erschließt Wärme aus größeren Tiefen (in der Regel > 400 Meter). Sie ermöglicht hohe Temperaturniveaus und eignet sich insbesondere für den Einsatz in Wärmenetzen oder als Grundlastquelle in der kommunalen Wärmeversorgung. Das Vorkommen nutzbarer Reservoirs ist regional sehr unterschiedlich und hängt stark von den geologischen Strukturen ab.

Im Oberen Zabergäu, das am Rande des Oberrheingrabens liegt, liegen die Untergrundtemperaturen in einer Tiefe von etwa 500 bis 2.500 Metern zwischen 105 und 110 °C. Damit besteht grundsätzlich ein theoretisches Potenzial für die tiefe geothermische Wärmegewinnung, da hierfür Temperaturen von mindestens 85 °C erforderlich wären.

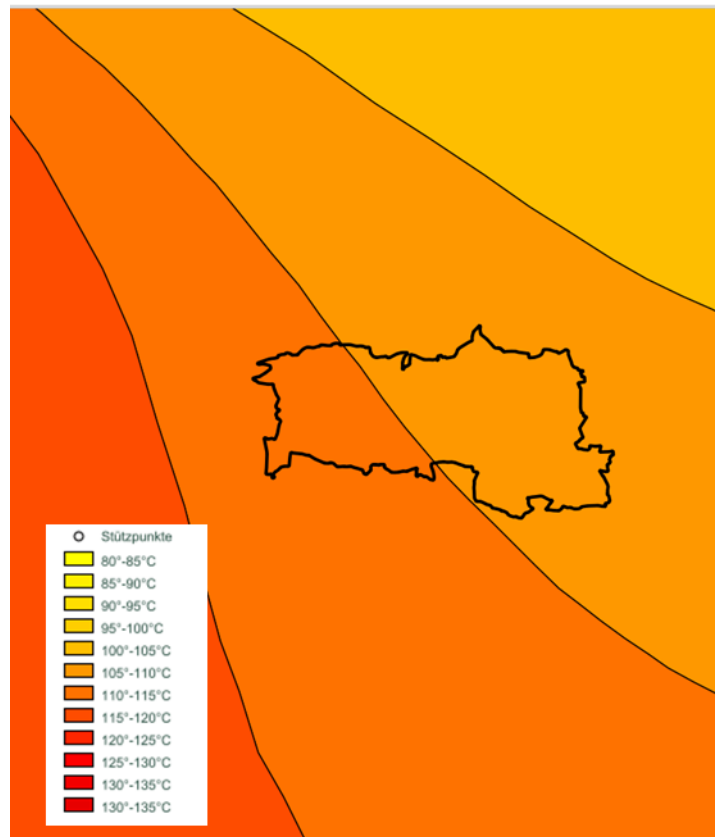


Abbildung 23 : Potenzial tiefe Geothermie im Oberen Zabergäu: Untergrundtemperatur 2.500m unter dem Gelände

Allerdings erfordert die tiefe Geothermie sehr hohe Investitionen und ist daher aufgrund der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen als realisierbare Option auszuschließen. Die erforderlichen Bohrungen und die umfassende technische Infrastruktur machen tiefe Geothermie nur wirtschaftlich attraktiv, wenn ein entsprechender Kapitalausstattung zur Erschließung und auch ein entsprechender kontinuierlicher Wärmebedarf vor Ort möglich ist. Dies ist im Oberen Zabergäu in keinem der Orte der Fall. Daher wird der Fokus in der Wärmeplanung für das Obere Zabergäu auf die nutzbaren Potenziale der oberflächennahen Geothermie gelegt.

5.2.9 Speicherpotenziale

In der zukünftigen, regenerativen Wärmeversorgung spielt die Wärmespeicherung eine zentrale Rolle, um eine effiziente und flexible Wärmeversorgung zu gewährleisten. Ein Großteil der Wärmeerzeugungen in Pfaffenhofen wird durch dezentrale Heizsysteme bereitgestellt und auch in Zukunft wird der Anteil an privaten, dezentralen Wärmeerzeugern groß sein, daher sind dezentrale Wärmespeicher in Form von Warmwasserspeichern in einzelnen Gebäuden besonders sinnvoll. Diese dezentralen Speicher ermöglichen es, überschüssige Wärme aus erneuerbaren Energiequellen wie Solarthermie oder Wärmepumpen zeitversetzt zu nutzen und somit den Eigenverbrauch zu erhöhen und die Netzbelastung zu reduzieren.

In Gebieten mit potenzieller und vorhandener zentraler Wärmeversorgung bietet sich hingegen die Integration von Großwarmwasserspeichern am Standort der jeweiligen Heizzentralen an. Diese großvolumigen Speicher ermöglichen es, Wärme in großem Maßstab zu speichern und bei Bedarf flexibel ins Wärmenetz einzuspeisen. Insbesondere in

Kombination mit zentralen Wärmeerzeugern, wie Biomasseheizwerken oder Großwärmepumpen, können Großwärmespeicher die Effizienz des Gesamtsystems steigern und Versorgungsspitzen abfedern.

Darüber hinaus können diese Speicher die Nutzung von erneuerbaren Energien unterstützen, indem sie Wärme aufnehmen, die zu Zeiten hoher Erzeugung, aber geringer Nachfrage produziert wird. Insgesamt tragen sowohl dezentrale als auch zentrale Speicher zur Versorgungssicherheit bei und ermöglichen eine bessere Auslastung der Wärmeerzeugungsanlagen.

5.3 Potenziale Gebäudenetze

Gebäudenetze, die auch als Inselnetze bezeichnet werden, sind lokal begrenzte, kleine Wärmenetze, die typischerweise zwischen 2 und 16 Gebäude bzw. bis zu 100 Wohneinheiten versorgen. Sie basieren auf einer zentralen, meist regenerativen Wärmequelle wie Biomasse oder Solarthermie und sind unabhängig von einer großräumigen Fernwärmeversorgung. Eine schematische Darstellung des Erzeugungsparks eines Gebäudenetzes kann in Abbildung 19 gesehen werden. Aufgrund ihrer begrenzten Größe und hohen Effizienz fallen sie in den Förderbereich der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) sowie weiterer Programme auf Landes- und Bundesebene, wie dem Klimaschutz-Plus-Programm Baden-Württemberg oder dem kommunalen Wärmefonds. Besonders wirtschaftlich und ökologisch attraktiv sind Gebäudenetze dort, wo lokale erneuerbare Energiequellen verfügbar sind und eine ausreichend hohe Wärmeliniendichte vorliegt.

Die Umsetzung von Gebäudenetzen und Inselnetzen bietet eine kosteneffiziente Lösung durch die gemeinsame Nutzung eines Wärmeerzeugers und Ausgleichseffekte durch zeitlich unterschiedliche Nutzung. Die Eigenbetriebsform ermöglicht eine unabhängige Kontrolle und transparente Kostenstrukturen. Jedoch erfordert sie eine gründliche Informationsbeschaffung sowie ein starkes Engagement seitens der Beteiligten, da rechtliche Rahmenbedingungen und die notwendige Rechtsform komplex und anspruchsvoll sein können. Der erfolgreiche Betrieb setzt zudem einen dauerhaften Zusammenschluss in der Nachbarschaft voraus, was eine gewisse Abhängigkeit von anderen Bewohnern beinhaltet. Zusätzlich ist der Bau der benötigten Infrastruktur oft aufwendig, was weitere Herausforderungen mit sich bringt. Dennoch stellen Inselnetze eine vielversprechende Möglichkeit dar, nachhaltige und effiziente Wärmeversorgung in Wohngebieten zu realisieren.

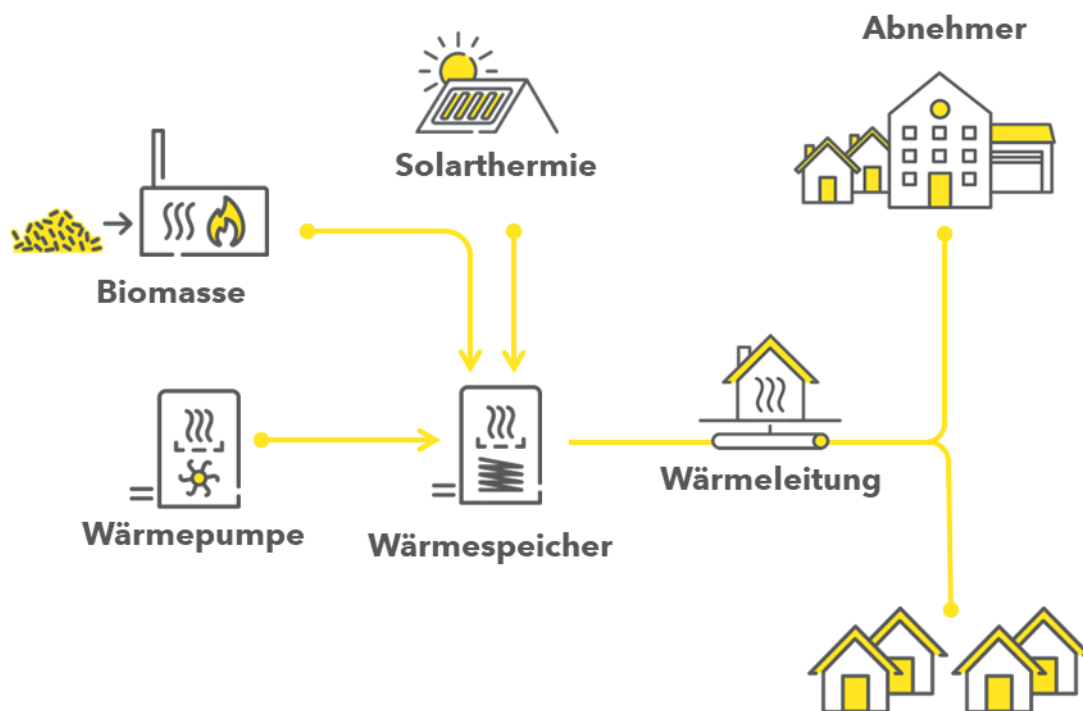


Abbildung 24 Schematische Darstellung des Erzeugungsparks eines Gebäudenetzes (Quelle: eigene Darstellung)

Im Gemeindegebiet Pfaffenhofen wurden im Rahmen der Potenzialanalyse ein Bereich um die Schule (Schule, KiTa, Feuerwehr, Wildhelm-Widmaier Halle, Rathaus) identifiziert, in denen die Voraussetzungen für Gebäudenetze im Sinne der oben genannten Definition vorliegen – insbesondere dort, wo zwischen 2 und 16 Gebäude mit einer Wärmeliniedichte über 1.500 kWh/(m*a) bestehen. Diese Standorte bieten ein vielversprechendes Potenzial für die Umsetzung dezentraler, regenerativer Wärmeversorgungslösungen in Form von Gebäudenetzen.

Allerdings war hier die Rückmeldung der Gemeinde Pfaffenhofen, dass in diesem Bereich sehr viele Liegenschaften eine relativ neue (meist gasbasierte) Heizung haben, die eine Umsetzung eines solchen Gebäudenetzes in dem Gebiet in nächster Zeit sehr unwahrscheinlich machen.

5.4 Fazit: Potenzialanalyse

Untenstehend fasst die Tabelle 8 das technische Potenzial für die Gemeinde Pfaffenhofen zusammen.

Die Potenzialanalyse zeigt, dass wesentliche Beiträge zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung durch die gezielte Nutzung lokal verfügbarer erneuerbarer Energiequellen möglich sind. Besonders realistische Potenziale liegen in der Nutzung von Windenergie, Solarenergie auf Dachflächen sowie von Umweltwärme aus der Luft. Die Nutzung der Zaber als Wärmequelle ist aufgrund wasserrechtlicher Anforderungen und ökologischer Auflagen wirtschaftlich unattraktiv und nur mit erheblichem Genehmigungsaufwand langfristig denkbar. Biomasse bietet ein relevantes Wärmepotenzial von insgesamt rund 5 GWh/a auf dem Gemeindegebiet von Pfaffenhofen.

Oberflächennahe Geothermie eignet sich für dezentrale Wärmepumpensysteme, während tiefe Geothermie aufgrund hoher Kosten wirtschaftlich unattraktiv bleibt. Die Verbundkläranlage in Güglingen-Frauenzimmern bietet aufgrund der Entfernung von über 2 km nur einen eingeschränkten Nutzen.

Insgesamt verfügt Pfaffenhofen über eine tragfähige Kombination dezentraler erneuerbarer Potenziale, wobei Luftwärmepumpen, Dach-PV und Biomasse kurzfristig realisierbare und förderfähige Elemente der lokalen Wärmewende darstellen können.

Tabelle 8: Analyseergebnis Potenzialanalyse

Potenzial	Wärmebedarf Pfaffenhofen: 21 GWh Strombedarf Pfaffenhofen: 7,5 GWh
Wind	Pfaffenhofen: 24 GWh/a
Solar (Dachfläche)	Aktuell: 3,1 GWh/a Potenzial: 21 GWh/a
Solar (Freifläche)	Aktuell: / Potenzial: 26 GWh/a
Umweltwärme Luft	∞ ca. 11,5 GWh pro Luft-Großwärmepumpe
Biomasse (Holz)	5 GWh/a Wärme
Solar (Solarthermie)	ca. 1,8 GWh/ha
Wasserstoff/Grüne Gase	Aktuell: - Potenzial (Industrie): 2,1 GWh/a
Geothermie (Erdwärmekollektoren)	→ ∞ ; aber hoher Platzbedarf und nicht überall möglich
Geothermie (Grundwasserwärmepumpe)	→ nicht überall möglich, Einzelprüfung nötig
Geothermie (Erdwärmsonden)	Geringe Entzugsleistung, nicht überall möglich
Tiefe Geothermie	Theoretisch Hohes Potenzial; aber mit sehr hohen Kosten verbunden Stromerzeugung durch Temperaturen über 100°C theoretisch auch möglich
Umweltwärme (Fluss Zaber)	-

6 Zielszenarien

6.1 Methodik und Annahmen

Die Szenarioanalyse wird gemäß den Vorgaben des Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) und des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) durchgeführt, wobei das **Zieljahr für Klimaneutralität auf 2040** festgelegt ist, mit Zwischenzieljahren für 2030 und 2035. Außerdem werden als Ergebnisse Wärmeversorgungsgebiete und -arten ausgewiesen. Die Zieljahre wurden im Rahmen des Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) definiert und festgelegt.

Die Modellierung der im Wärmeplanungsgesetz geforderten Indikatoren basiert auf den Ergebnissen der Bestands- und Potenzialanalyse, einer Literaturrecherche sowie den durchgeführten Beteiligungsformaten. Hierbei wurden Verbrauchs- (Wärmebedarf nach Sanierung) und Versorgungsszenarien (Verfügbarkeit erneuerbare Energien und Abwärme) zusammengeführt. Außerdem wurde die Entwicklung von grundlegenden Einflussfaktoren berücksichtigt, welche im Folgenden mit den jeweiligen Annahmen und Restriktionen erläutert werden:

Die Methodik zur Erstellung der Zielszenarien in der Wärmeplanung basiert auf einer umfassenden Analyse von Annahmen und Restriktionen, die für die Planung einer klimafreundlichen und zukunftsicheren Wärmeversorgung entscheidend sind. Verschiedene Faktoren spielen hierbei eine zentrale Rolle.

Die Zielszenarien richten sich nach den politischen Vorgaben zur Dekarbonisierung des Stromsektors und den entsprechenden Maßnahmen der Bundesregierung. Dazu gehören beispielsweise die Förderung erneuerbarer Energien, die Reduktion von CO₂-Emissionen und das Ziel der Klimaneutralität bis 2040 nach Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW). Diese Vorgaben sind entscheidend für die Gestaltung der zukünftigen Wärmeversorgungssysteme, insbesondere durch den vermehrten Einsatz von erneuerbarem Strom und unvermeidbarer Abwärme.

Ein weiterer zentraler Punkt ist das Bevölkerungswachstum. So wird die zukünftige Bevölkerungsentwicklung in der jeweiligen Region projiziert. Ein Anstieg der Bevölkerung führt zu einem erhöhten Wärmebedarf, während eine stagnierende oder schrumpfende Bevölkerung den Bedarf reduzieren könnte. Diese Faktoren beeinflussen maßgeblich die Planung und Dimensionierung der Wärmeinfrastruktur.

Ein weiterer Bestandteil der Energiezukunft ist der Einsatz von Wasserstoff. Dessen Rolle in der Wärmeversorgung hängt stark von der Verfügbarkeit und den Kosten ab. Da der Großteil des Wasserstoffs in den nächsten Jahrzehnten importiert werden muss, bestehen große Unsicherheiten hinsichtlich seiner Verfügbarkeit und der Preisentwicklung. Es wird davon ausgegangen, dass der Wasserstoffmarkt bis in die 2040er-Jahre wächst, was zu Schwankungen in den Preisen und der Verfügbarkeit führen kann. Besonders führt der Einsatz von Wasserstoff zu sehr hohen Betriebskosten im Gegensatz zu anderen Energieträgern, was oft zum Ausschluss als wirtschaftliche Zukunftstechnologie im Wärmesektor führt. Die Nutzung von Wasserstoff in der Wärmeversorgung im Gebäudesektor wird in der vorliegenden Wärmeplanung für Pfaffenhofen nicht berücksichtigt, da sie aus heutiger Sicht als nicht wirtschaftlich und energetisch ineffizient

bewertet wird. Die Umwandlung von Strom in Wasserstoff und dessen anschließende Rückumwandlung in Wärme ist mit erheblichen Energieverlusten verbunden. Zudem fehlt es derzeit an der notwendigen Infrastruktur für eine flächendeckende Wasserstoffversorgung. Dennoch bleibt die Entwicklung im Bereich Wasserstoff ein relevantes Zukunftsthema, das weiterhin beobachtet und bei der zukünftigen Fortschreibung der Wärmeplanung erneut evaluiert werden sollte, falls sich technologische Fortschritte oder wirtschaftliche Rahmenbedingungen signifikant ändern.

Die Nutzung von Biomasse ist eine weitere relevante Option, jedoch mit deutlichen Einschränkungen. Die energetische Nutzung von Biomasse soll weitgehend auf Abfall- und Reststoffe beschränkt werden, um ökologische Auswirkungen zu minimieren. Die Verfügbarkeit dieser Ressourcen ist limitiert, sodass die Nutzung von Biomasse in den Szenarien sorgfältig abgewogen wird, um eine nachhaltige Wärmeversorgung zu gewährleisten.

Ein wesentlicher Faktor für die Senkung des Wärmebedarfs sind die Sanierungsraten von Gebäuden. Herausforderungen bestehen in der Realisierung der angestrebten Sanierungsraten aufgrund des Fachkräftemangels.

Zusätzlich werden weitere Restriktionen in die Planung einbezogen, wie etwa die Infrastrukturkosten und die Verfügbarkeit von Technologien. Auch globale Entwicklungen auf den Energiemärkten, wie Schwankungen der Preise für fossile und erneuerbare Energieträger, haben Einfluss auf die Gestaltung der Zielszenarien.

Die Ausarbeitung der Szenarioanalyse wurde durch die Mitwirkung der kommunalen Verwaltung und der Stakeholder unterstützt. Alle beschriebenen Annahmen und Restriktionen dienen als Grundlage für die langfristige Planung der Wärmeversorgung und ermöglichen eine fundierte Entscheidung über die zukünftig zu verfolgenden Maßnahmen.

6.2 Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete

Aus den Vorergebnissen der Bestandsanalyse (Kapitel 4) und Potenzialanalyse (Kapitel 5) konnten Gebiete identifiziert werden, welche sich für eine genauere Betrachtung bezüglich der Umsetzung einer zentralen Wärmeversorgung, im folgenden Betrachtungsgebiete genannt, eignen. Abbildung 25 fasst den Ansatz der Gebietsunterscheidung zusammen.

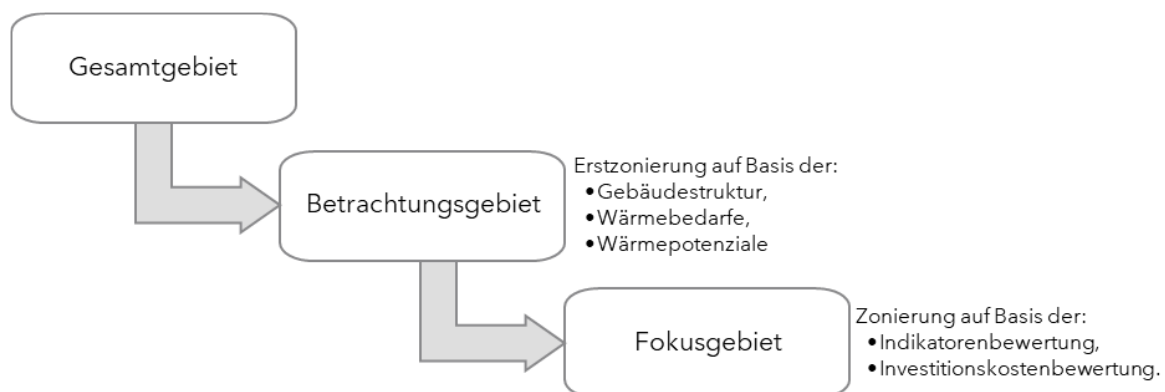


Abbildung 25: Gebietsunterscheidung im Zonierungsansatz (Quelle: eigene Darstellung)

Um alle Gebiete mit einer potenziellen zukünftigen Wärmeversorgung für die Zielszenarien zu zonieren, wurde eine zweistufige Bewertungsmethodik entwickelt. Abbildung 26 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** fasst die angewandte Methodik zusammen. Es werden zum einen Indikatoren bewertet und gewichtet, als auch grobe Investitionskosten Schätzungen auf Basis des Technikcatalogs (BMWK 2024) durchgeführt.

Da die Kostenschätzungen im Technikcatalog mit Unwahrscheinlichkeiten bis zu 70% angegeben werden, dient der CAPEX-Vergleich lediglich der Überprüfung der indikatorbasierten Erstbewertung. Die errechneten Kosten können stark von realen Umsetzungskosten abweichen. Dennoch bietet der Vergleich zwischen CAPEX von dezentral und zentralen Versorgungslösungen eine valide Gegenprüfung der Indikatoren rein aus dem Gesichtspunkt des Wachstums und der Reduktion der Wirtschaftlichkeit im Zeitverlauf.

Die Zonierung dient dazu, verschiedene Gebiete nach ihrer Eignung für zentrale, dezentrale und erweiterbare Wärmenetze zu unterscheiden. Zentrale Wärmeversorgung wird in dicht bebauten Stadtteilen bevorzugt, oder in Gebieten in welchen bestehende Wärmenetze effizient erweitert werden können. Dezentrale Lösungen wie Wärmepumpen oder Biomasseheizungen eignen sich für weniger dicht besiedelte oder ländliche Gebiete. Gebiete mit bestehender Infrastruktur werden auf ihr Potenzial zur Netzerweiterung überprüft, um die Nutzung erneuerbarer Energien und Abwärme zu optimieren und eine flexible Wärmeversorgung sicherzustellen.

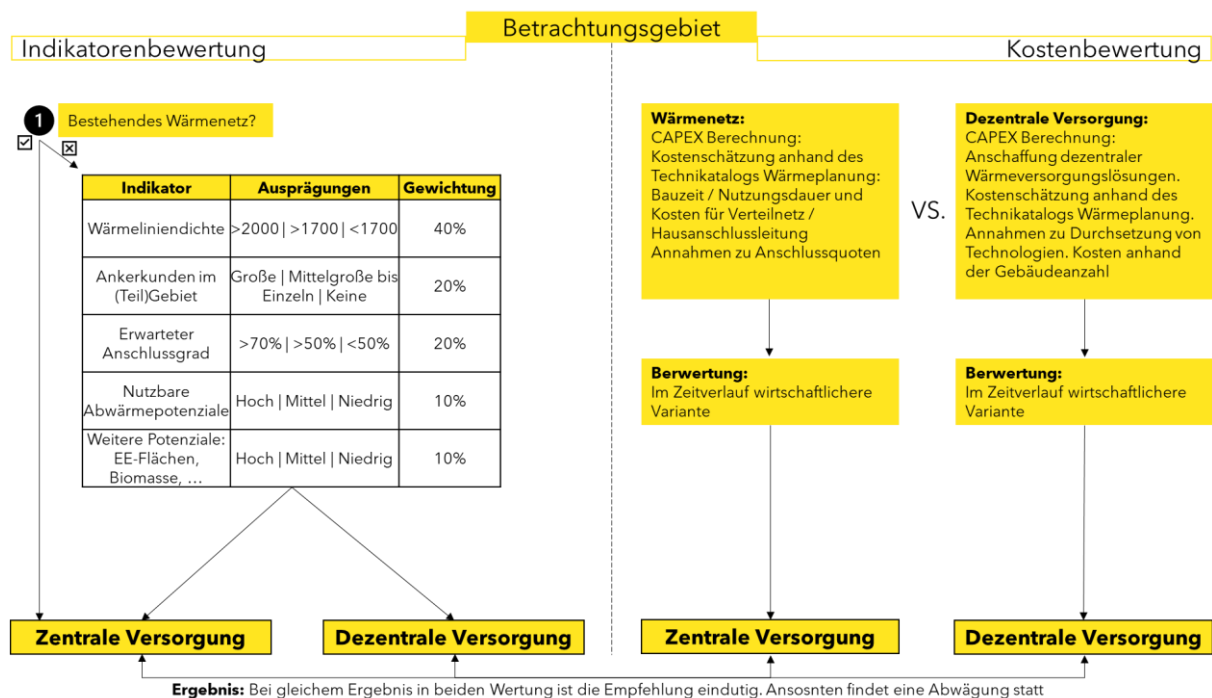


Abbildung 26: Methodik zur Ausweisung von Wärmeversorgungsgebieten und Arten (Quelle: eigene darstellung)

Die Bewertungsmatrix dient als Entscheidungsgrundlage zur Zonierung in zentrale und dezentrale Versorgungsgebiete. Zunächst wird überprüft, ob bereits ein Wärmenetz in dem betrachteten Gebiet existiert. Ist dies der Fall muss eine Erweiterung des bestehenden Netzes durch den Wärmenetzbetreiber geprüft werden.

Besteht kein Wärmenetz im Betrachtungsgebiet werden zunächst verschiedene Indikatoren, wie z. B. die Anschlussgrad, den Energiebedarf und bestehende Ankerkunden verglichen. Anhand der gewichteten Bewertung wird ermittelt, welche Versorgungsvariante – zentral oder dezentral – langfristig vorteilhafter ist. In Gebieten mit hoher Wärmeliniendichte, bestehender Ankerkunden oder einem hohen erwarteten Anschlussgrad wird eine zentrale Versorgung präferiert, während in dünn besiedelten Gebieten mit geringer Wärmeliniendichte und gegeben durch eine hohe Platzverfügbarkeit auch die schnellere Durchsetzung von privaten Wärmepumpen, dezentrale Lösungen favorisiert werden.

In zweiter Instanz wird eine Kostenabschätzung (CAPEX) für den Bau des zentralen Netzes gegenüber einer Durchsetzung von dezentralen Lösungen (Wärmepumpen) im Betrachtungsgebiet durchgeführt. Kommen Indikatorenbewertung und Kostenbewertung zum gleichen Ergebnis ist die Zonierung eindeutig, divergieren die Ergebnisse wird das Gebiet einer erneuten detaillierteren Betrachtung unterzogen und in Abwägung über die Zonierung entschieden.

Im Rahmen der Szenarienentwicklung bildet die räumliche Differenzierung der Wärmeversorgungsmöglichkeiten die Grundlage für die Ableitung spezifischer Versorgungsoptionen. Die hier dargestellte Zonierung dient dazu, geeignete Gebiete für zentrale oder dezentrale Versorgungsstrukturen frühzeitig zu identifizieren und in der weiteren Planung zu berücksichtigen.

Für Pfaffenhofen wurden dabei zwei Betrachtungsgebiete zunächst primär anhand der Wärmedichte ausgewiesen. Das Gebiet Pfaffenhofen Mitte sowie das Gebiet Pfaffenhofen Nord (vgl. Abbildung 27). Diese Gebiete wurden im nachfolgenden Schritt intensiv auf den Aspekt untersucht, ob sie sich für eine zentrale oder dezentrale Wärmeversorgung eignen.

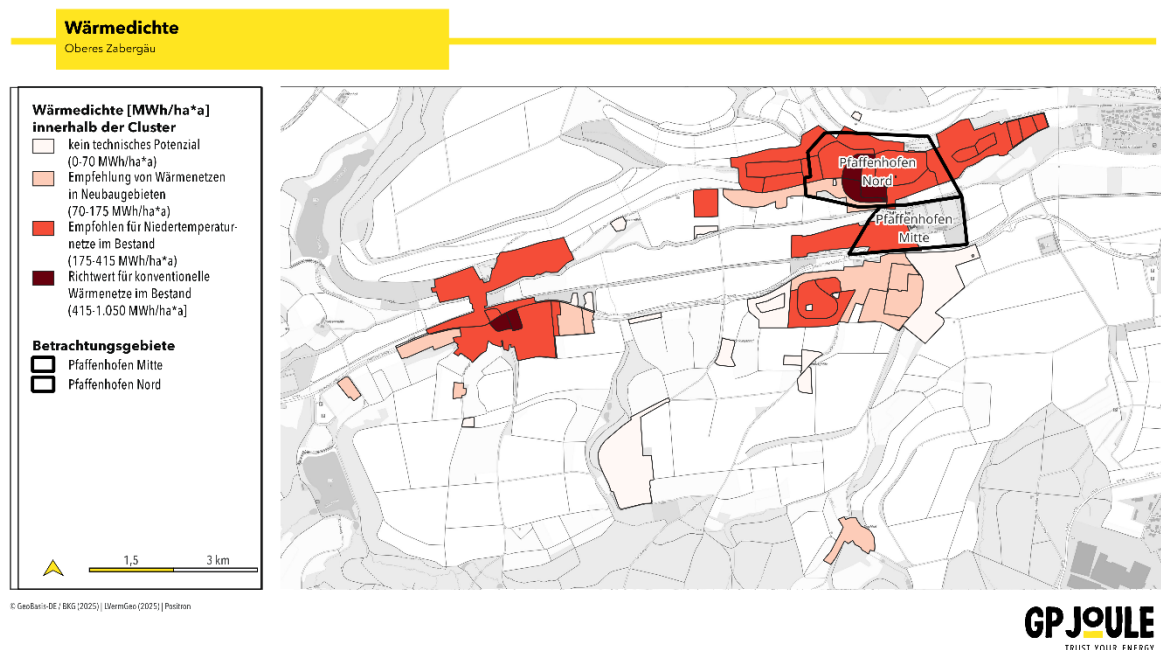


Abbildung 27: Zonierung Betrachtungsgebiete in Pfaffenhofen (Quelle: eigene Darstellung)

Die Zonierung basiert auf einer systematischen Analyse mehrerer Faktoren: Zunächst wurde der aktuelle Wärmebedarf und dessen räumliche Verteilung ausgewertet, um

Schwerpunkte der Wärmenachfrage zu identifizieren. Darüber hinaus wurden lokal verfügbare Potenziale zur Wärmebereitstellung bewertet, um die Integration erneuerbarer Energiequellen gezielt zu ermöglichen. Besondere Berücksichtigung fanden dabei die Standorte kommunaler Liegenschaften sowie weiterer potenzieller Ankerkunden, die als Ausgangspunkt für die Entwicklung von Wärmeversorgungsstrukturen dienen können. Ergänzend wurden geografische Gegebenheiten wie Flüsse, Bahntrassen, Baulücken, Neubaugebiete und verfügbare Freiflächen in die Betrachtung einbezogen, da diese sowohl Chancen als auch Restriktionen für die Realisierung von Wärmenetzen darstellen können.

Die Ausweisung der beiden Eignungsgebiete in Pfaffenhofen erfolgte auf Basis dieser Kriterien und berücksichtigt insbesondere die vorhandene Bebauungsstruktur sowie die lokale Wärmebedarfsdichte. Insgesamt schafft die Zonierung eine fundierte Entscheidungsgrundlage für die strategische Ausrichtung der künftigen Wärmeversorgung in Pfaffenhofen und trägt dazu bei, Investitionen zielgerichtet zu lenken und die Transformation hin zu einer regenerativen Wärmeversorgung effizient zu gestalten.

6.3 Zielszenarien für Wärmeversorgung

Bei der Erstellung von Zielszenarien für die zukünftige Wärmeversorgung werden der zukünftige Wärmebedarf, der energetische Zustand des Gebäudebestands und die vorhandene Wärme- und Gasinfrastruktur berücksichtigt. Zudem fließen die Bewertungen erneuerbarer Potenziale wie Solarenergie, Geothermie, Biomasse und Abwärme ein, um eine nachhaltige Wärmeversorgung zu sichern. Abbildung 28 fasst den Prozess der Zielszenarienentwicklung übersichtlich zusammen, um aufzuzeigen, wie die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse in die Szenarien und die Zonierung einfließen.

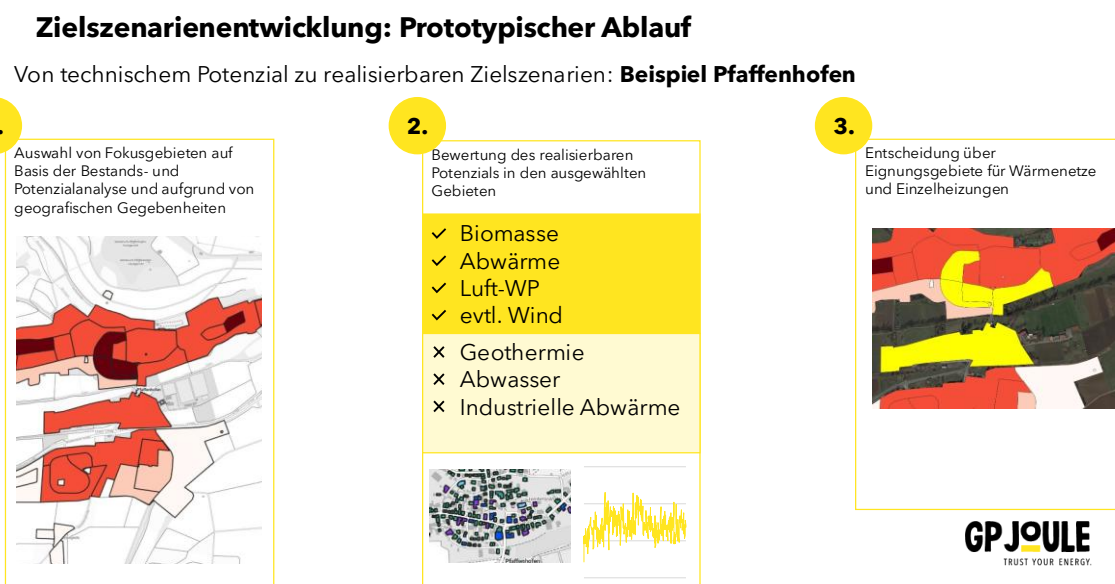


Abbildung 28: Prozessdarstellung Zielszenarienentwicklung (Quelle: eigene Darstellung)

Im Rahmen der Untersuchung zur künftigen Entwicklung des Wärmebedarfs wurden zwei Szenarien erarbeitet, um die möglichen Auswirkungen von baulichen und politischen Veränderungen auf den Wärmeverbrauch in der Region abzuschätzen. Die Szenarien basieren auf verschiedenen Annahmen bezüglich der Sanierungsrate und der

Energieeinsparziele, die auf den geltenden Richtlinien und Prognosen beruhen. Im Folgenden werden die Grundannahmen sowie die beiden Szenarien – ein moderates (1% Sanierungsquote) und ein progressives (2% Sanierungsquote) – detailliert dargestellt.

Annahmen zur Wärmebedarfsentwicklung

Die Annahmen zur künftigen Entwicklung des Wärmebedarfs umfassen mehrere Faktoren:

- **Bevölkerungsentwicklung:** Demografische Entwicklungen deuten darauf hin, dass keine signifikanten Veränderungen in der Zahl der Bewohner in Pfaffenhofen zu erwarten sind.
- **Wärmebedarfsrückgang (Bestand):** Gemäß den Vorgaben des AGFW-Arbeitsblatts FW 704 wird ein allgemeiner Rückgang des Wärmebedarfs erwartet. Der Rückgang wird durch die Sanierungsrate und die Energieeinsparmaßnahmen beeinflusst.

6.3.1 Sanierungsquoten und gesetzliche Regelungen in Deutschland

Die Sanierungsquote beschreibt den Anteil des Gebäudebestands, der innerhalb eines Jahres energetisch saniert wird. Sie wird üblicherweise in Prozent pro Jahr angegeben.

In den letzten Jahren ist die jährliche Sanierungsquote im deutschen Gebäudebestand nach längerer Reduktion wieder deutlich gestiegen. So lag die Quote für energetische Sanierungen im Jahr 2024 bei 0,69 %, während sie 2022 noch bei 0,88 % lag (vgl. Abbildung 29). Diese Werte stehen in starkem Kontrast zu den jährlich benötigten rund 2 % Sanierungsquote, die laut Studien erforderlich wären, um die Klimaziele im Gebäudebestand zu erreichen (BuVEG 2025).

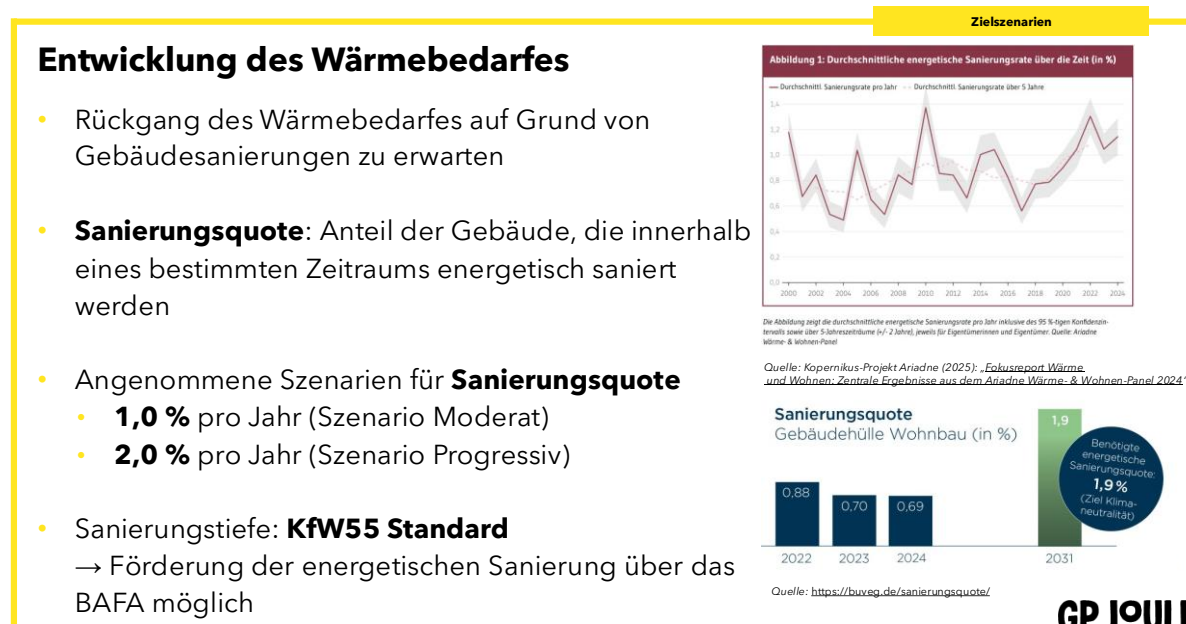


Abbildung 29: Durchschnittliche energetische Sanierungsrate über die Zeit (in %) (Quelle: Kopernikus-Projekt Ariadne 2025 und Bundesverband energieeffiziente Gebäudehülle e.V.)

6.3.2 Szenarien zur Wärmebedarfsentwicklung

Zwei Szenarien wurden auf Basis der in Abbildung 29 dargestellten Annahmen entwickelt, um den Wärmebedarfsrückgang zu prognostizieren und mögliche Entwicklungen im Zuge

der Sanierungstätigkeiten und der Energieeinsparziele zu modellieren. Abbildung 30 fasst die Entwicklung des Wärmebedarfs in Pfaffenhofen anhand der beiden Szenarien zusammen.

1. Moderates Szenario

Im moderaten Szenario wird von einer **jährlichen Sanierungsquote von 1%** im Bestand ausgegangen. Dies entspricht einer Fortführung der aktuellen Sanierungsrate, ohne dass erhebliche Beschleunigungen bei der Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen zu erwarten sind. Der Rückgang basiert auf einer regelmäßigen, jedoch nicht beschleunigten Sanierung der Gebäude und orientiert sich an den üblichen Sanierungszyklen. Dieses Szenario geht davon aus, dass die vorhandenen Strukturen beibehalten werden und sich die Energieeffizienz nur allmählich durch die kontinuierliche, aber moderate Verbesserung der Bausubstanz erhöht.

2. Progressives Szenario

Das progressive Szenario stellt eine ambitioniertere Entwicklung dar und basiert auf den **Energieeinsparzielen der Bundesregierung**. Hierbei wird von einer **jährlichen Sanierungsquote von 2%** im Bestand ausgegangen. Diese Annahme berücksichtigt eine erhöhte Sanierungsrate, die in den kommenden Jahren weiter ansteigen soll. Dieses Szenario entspricht einem gesteigerten Engagement für die Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen und der Förderung effizienterer Sanierungsverfahren. Insbesondere bei diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass durch politische und wirtschaftliche Maßnahmen die Gebäudesanierung wesentlich schneller voranschreitet und somit zu einem deutlicheren Rückgang des Wärmebedarfs führt.

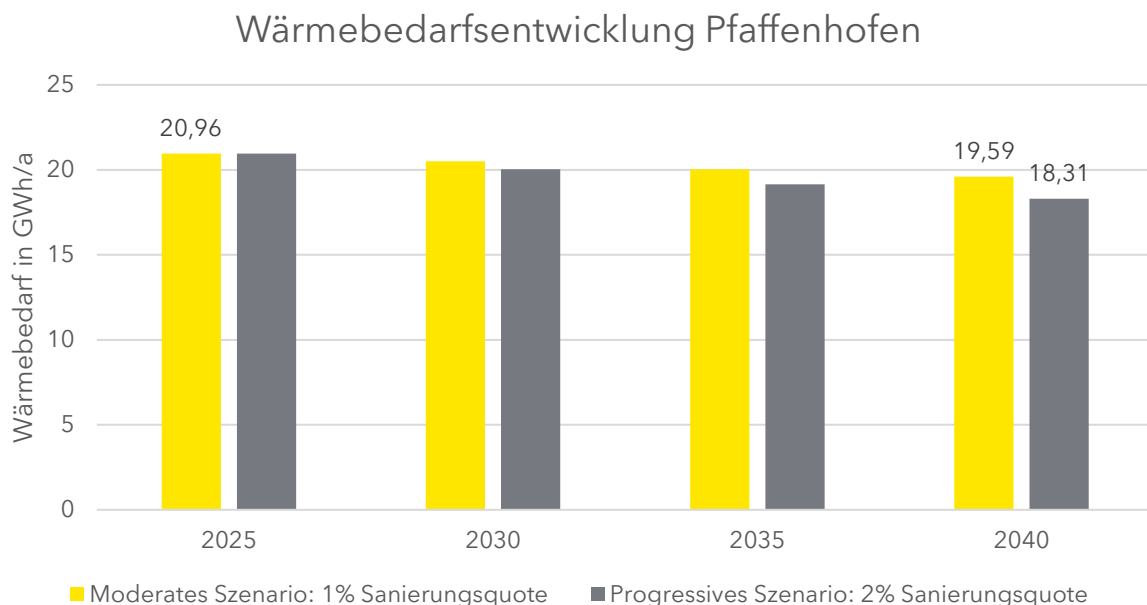


Abbildung 30: Szenarienbasierte Entwicklung des Wärmebedarfs in Pfaffenhofen für die Stützjahre 2025, 2030, 2035 und 2040

Auf Basis der angenommenen Sanierungsrate von 1% pro Jahr sinkt der jährliche Wärmebedarf in Pfaffenhofen moderat von aktuell ca. 21 GWh auf knapp 19,6 GWh bis zum Jahr 2040. Wird eine ambitioniertere Sanierungsrate von 2% jährlich erreicht, kann der Wärmebedarf im Gebäudebestand sogar auf rund 18,3 GWh/a reduziert werden (vgl.

Abbildung 30). Die stetige Steigerung der Sanierungsrate ist daher ein zentraler Hebel zur Erreichung der Klimaziele im Wärmebereich. Die Prognose verdeutlicht, wie Sanierungsmaßnahmen maßgeblich zur Senkung des Energieverbrauchs und zur Entlastung der lokalen Energieinfrastruktur in Pfaffenhofen beitragen können.

6.4 Steckbriefe Fokusgebiete

Aus den Vorergebnissen und als Resultat der Zonierungsmethodik (vgl. Abbildung 26) wurden die Fokusgebiete Pfaffenhofen Nord und Pfaffenhofen Mitte abgeleitet. Abbildung 31 fasst die Ergebnisse der Zonierungsmethodik zusammen.

Betrachtungsgebiet	Indikatorenbewertung				Investitionskostenbewertung
Gebiet	Zentral	Dezentral	Zentral	Dezentral	Gebietsbewertung
Pfaffenhofen Nord		+		+	Dezentrale Wärmeversorgung
Pfaffenhofen Mitte		+		+	Dezentrale Wärmeversorgung

Gebiet	Zonierung		Begründung
Pfaffenhofen Nord		Dezentrale Wärmeversorgung	Eindeutiges Resultat
Pfaffenhofen Mitte		Dezentrale Wärmeversorgung	Eindeutiges Resultat

Abbildung 31: Fokusgebiete und Ergebnisse des Zonierungsansatzes (Quelle: eigene Darstellung)

Die Begründung ‚Eindeutiges Resultat‘ bezieht sich hierbei auf ein gleichbleibendes Ergebnis in der zweistufigen Bewertung aus Indikatoren und Kostenschätzung. Für alle Fokusgebiete werden im Folgenden detaillierte Steckbriefe erstellt.

Der Rest des Gemeinde Gebiets Pfaffenhofen inkl. des Ortsteils Weiler wurden bereits in der Voranalyse auf Basis der Gebäudestruktur und Wärmebedarfsdichte als Eignungsgebiete für eine dezentrale Wärmeversorgung ausgewiesen (vgl. Abbildung 32) und daher nicht nochmal detaillierter in einem Steckbrief analysiert.

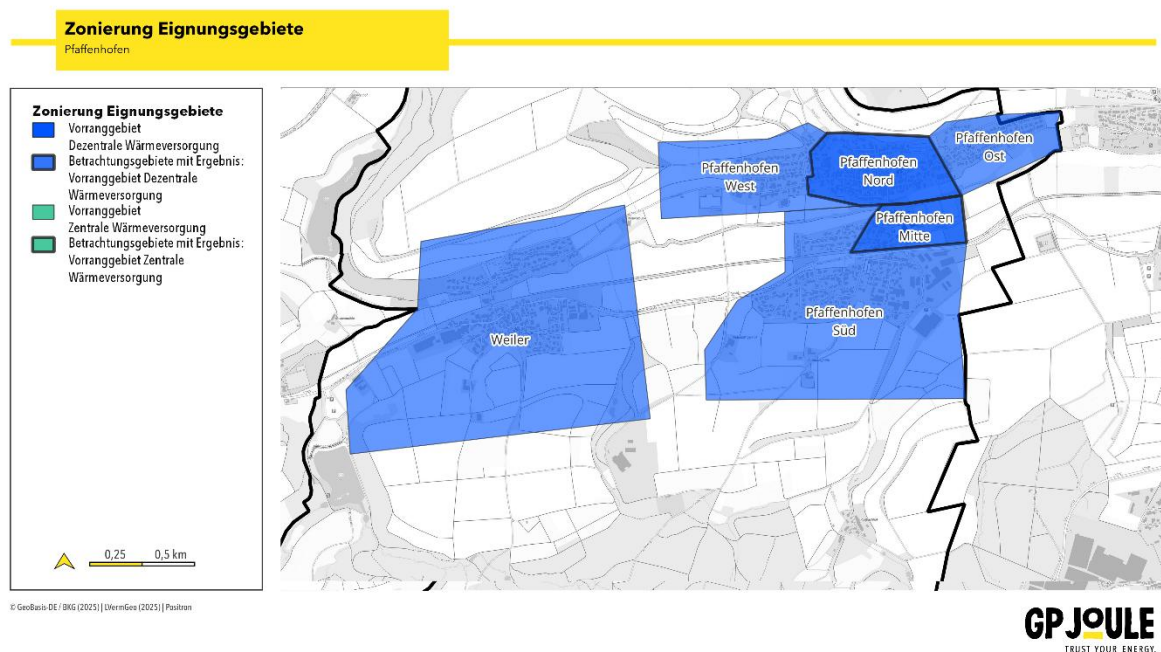


Abbildung 32: Ergebnis Zonierung Betrachtungsgebiete in Pfaffenhofen (Quelle: Eigene Darstellung)

6.4.1 Pfaffenhofen Nord

Das Gebiet Pfaffenhofen Nord erstreckt sich über 206 Gebäude und ein Straßennetz von etwa 3,4 Kilometern. Der aktuelle Wärmebedarf in diesem Bereich beträgt ungefähr 5,22 GWh pro Jahr, was zu einer Wärmeliniendichte von 1.504 kWh/m*a pro Jahr führt. Entsprechend dem Technikkatalog zur Wärmeplanung von 2024 ergibt sich daraus eine Empfehlung für Wärmenetze in dicht besiedelten Gebieten. Allerdings ist der Wert nur knapp über der Schwelle von 1.500 kWh/m pro Jahr, was eine gründlichere Analyse erforderlich macht.

Innerhalb des Gebietes befinden sich keine bedeutenden öffentlichen Einrichtungen, und ein Gasnetz neueren Baujahres sorgt dafür, dass etwa 12% der Gebäude mit Gas beheizt werden, wobei viele Heizungen weniger als 20 Jahre alt sind. Diese Umstände lassen darauf schließen, dass der Anschlussgrad niedrig bleiben könnte. Außerdem wird der Wärmebedarf je nach Szenario in den kommenden Jahren um 6-12% auf etwa 4,9- 4,6 GWh pro Jahr sinken.

Durch die Lage zwischen der Zaber und den Weinbergen in Richtung Steinbruch Pfaffenhofen-Hochgericht stehen kaum geeignete Flächen für eine Heizzentrale zur Verfügung. Diese Faktoren legen nahe, dass eine zentrale Wärmeversorgung für Pfaffenhofen Nord zunehmend unwirtschaftlich erscheinen könnte.

Sowohl diese Indikatorbewertung als auch die Analyse der Investitionskosten führten zur Bewertung "Dezentrale Wärmeversorgung". Eine Kostenabschätzung für den Bau eines zentralen Netzes im Vergleich zu dezentralen Lösungen wie Wärmepumpen bestätigte dieses Ergebnis. Da sowohl die Indikatorbewertung als auch die Kostenbewertung übereinstimmen, wird das Gebiet Pfaffenhofen Nord als Vorranggebiet für dezentrale Wärmeversorgung ausgewiesen.

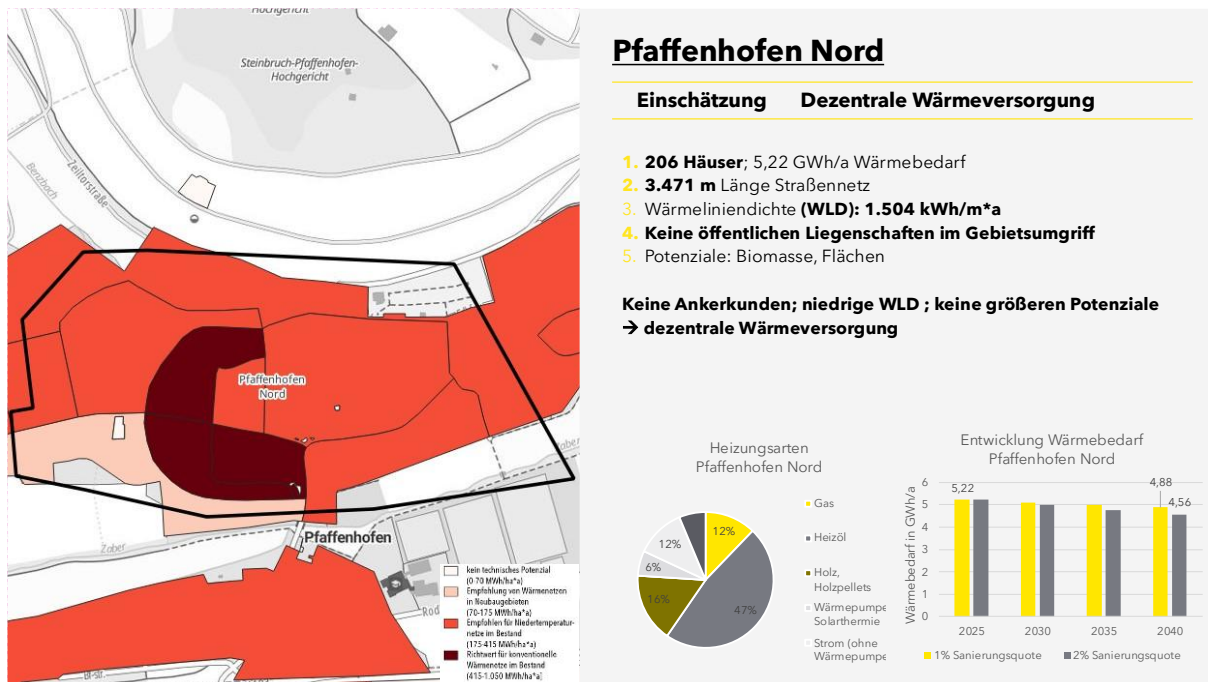


Abbildung 33: Steckbrief Betrachtungsgebiet Pfaffenhofen Nord (Quelle: eigene Darstellung)

6.4.2 Pfaffenhofen Mitte

Das Gebiet Pfaffenhofen Mitte ist deutlich kompakter und umfasst 29 Gebäude sowie ein Straßennetz von etwa 640 Metern. In diesem Bereich befinden sich vor allem kommunale Einrichtungen, darunter die Grundschule, die Wilhelm-Widmaier-Halle, die Feuerwehr, die KiTa und der Sportverein. Der aktuelle Wärmebedarf beläuft sich auf etwa 1,03 GWh pro Jahr, was eine Wärmeliniendichte von 1.609 kWh/m pro Jahr ergibt. Laut Technikcatalog zur Wärmeplanung von 2024 wird für solch dicht besiedelte Gebiete ein Wärmenetz empfohlen. Der Wert liegt jedoch nur knapp über der Schwelle von 1.500 kWh/m pro Jahr, was eine genauere Betrachtung notwendig macht.

Innerhalb des Gebietes sind zahlreiche öffentliche Einrichtungen ans lokale Gasnetz angeschlossen und verfügen über moderne Heizungen mit einem durchschnittlichen Alter von 8 bis 15 Jahren. Diese sollen laut Informationen der Gemeinde Pfaffenhofen nicht kurzfristig ausgetauscht werden. Aufgrund dieser Gegebenheiten wurde das Gebiet Pfaffenhofen Mitte in der Indikatorbewertung als geeignet für dezentrale Wärmeversorgung eingestuft.

Die Analyse der Investitionskosten, die eine Kostenabschätzung für den Bau eines zentralen Netzes im Vergleich zu dezentralen Lösungen wie Wärmepumpen umfasst, führte ebenfalls zur Empfehlung "Dezentrale Wärmeversorgung" und bestätigte damit das Ergebnis. Da sowohl die Indikatorbewertung als auch die Kostenbewertung übereinstimmen, wird das Gebiet Pfaffenhofen Mitte als Vorranggebiet für dezentrale Wärmeversorgung ausgewiesen.

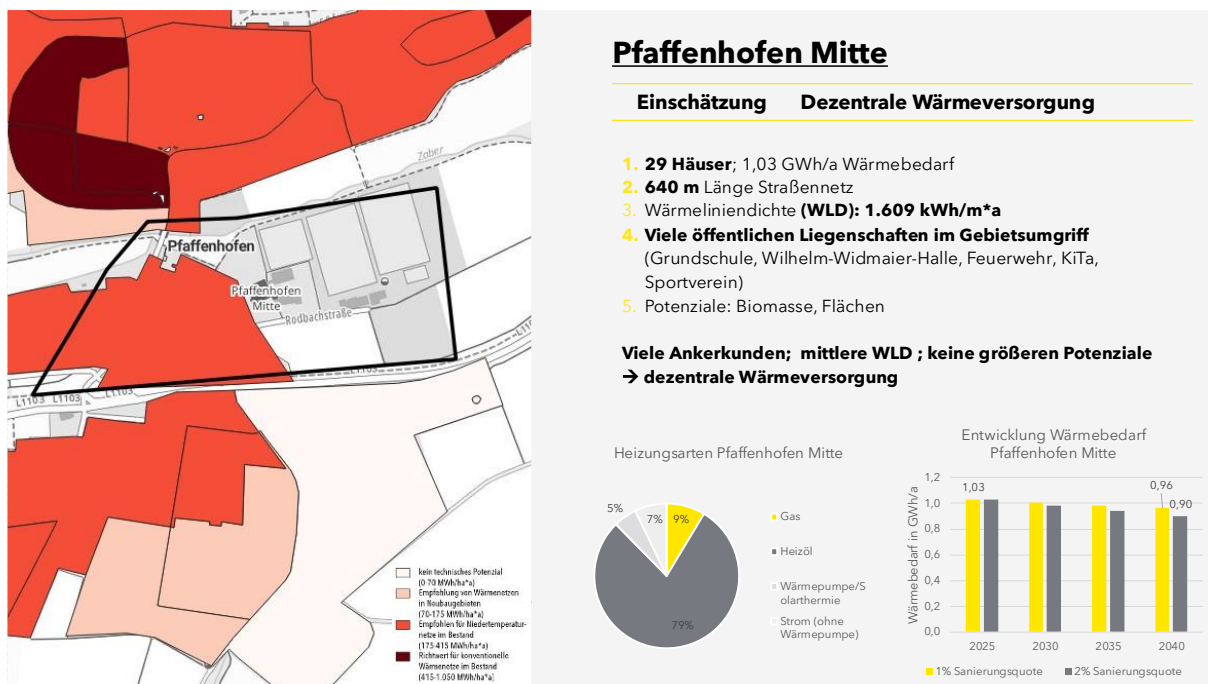


Abbildung 34: Steckbrief Betrachtungsgebiet Pfaffenhofen Nord (Quelle: eigene Darstellung)

6.5 Zwischenfazit: Zielszenarien

Auf Basis der in der Bestandsanalyse in Kapitel 4.1.1 beschriebenen Wärmebedarfe und der projizierten Entwicklung der Wärmebedarfe bis zum Zieljahr 2040, zeigt Abbildung 35, einen Pfad auf dem Weg zur Klimaneutralität, über die Jahre 2030 und 2035.

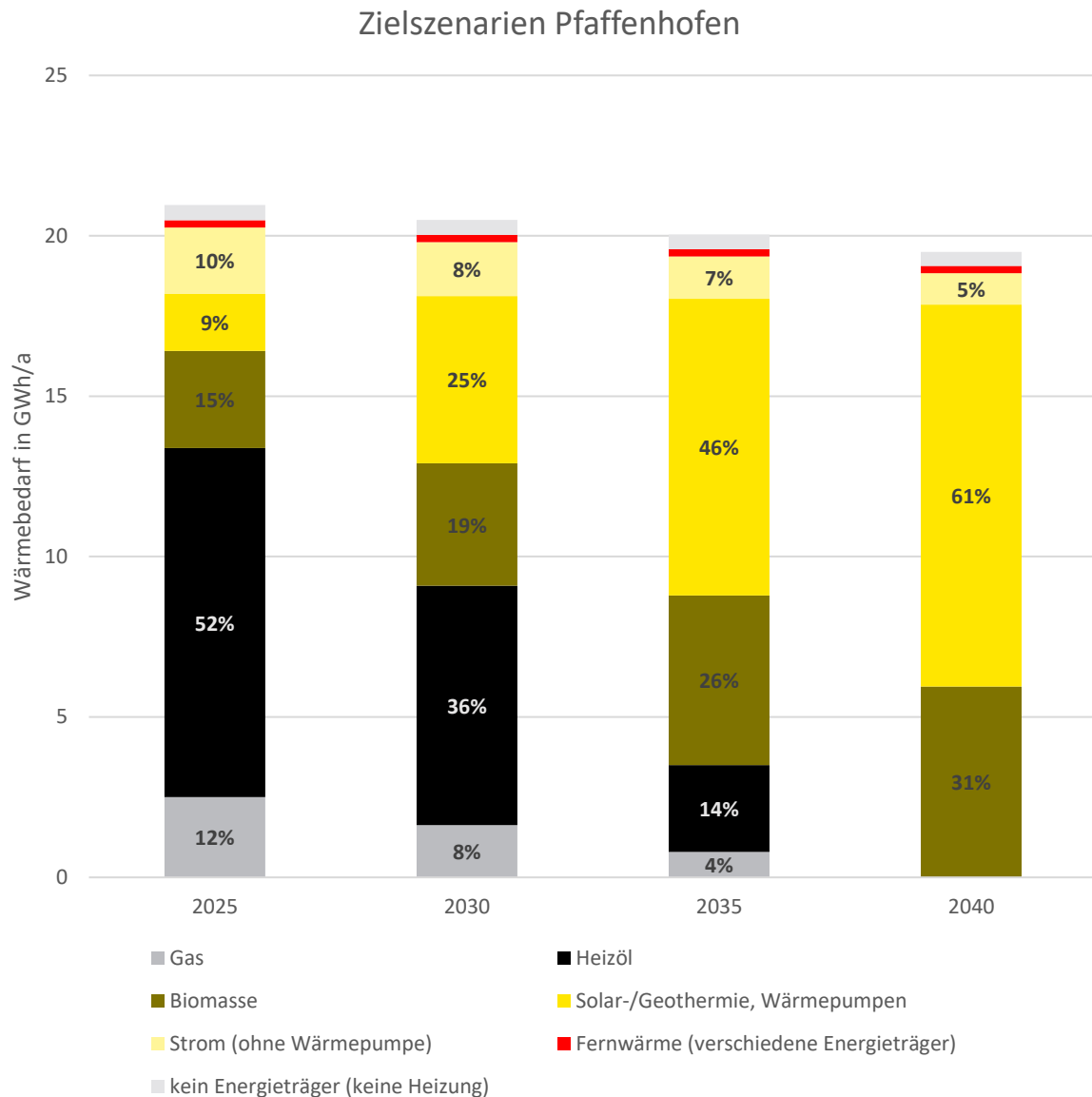


Abbildung 35: Klimaneutralitätsszenario bei Fokus auf dezentrale Technologien (Quelle: eigene Darstellung)

Die Abbildung 35 zeigt vier Säulendiagramme für die Jahre 2025, 2030, 2035 und 2040 und stellt den jährlichen Wärmebedarf in GWh für unterschiedliche Energiequellen in Pfaffenhofen dar. Dabei wird deutlich, wie sich die Zusammensetzung der Wärmeversorgung im Verlauf der betrachteten Jahre verändert.

Die Abbildung verdeutlicht die für das Zielszenario entscheidende Verschiebung der Energieversorgung: Während der Anteil fossiler Energieträger wie Gas (grau) und Heizöl (schwarz) kontinuierlich zurückgeht, steigt die Nutzung von Umweltwärme deutlich an. Diese Entwicklung zeigt sich vor allem durch die zunehmenden gelben Anteile, die Wärmepumpen (sowie als kleinen Anteil Solarthermie) repräsentieren. Der Hochlauf der

Wärmepumpentechnologien erfolgt hierbei schwerpunktmäßig im Zeitraum 2030 bis 2040, wie es auch in der Branchenstudie des Bundesverbands Wärmepumpe prognostiziert wird.

Auch Biomasse spielt weiterhin eine Rolle, bei der Substitution von fossilen Energieträgern.

Am Beispiel des Zielszenarios wird deutlich, dass dezentrale Wärmeerzeuger – insbesondere Wärmepumpen, Solarthermie und Biomassebasierte Anlagen – eine Schlüsselrolle für eine erfolgreiche kommunale Wärmewende einnehmen. Sie ermöglichen eine flexible, lokal verfügbare und zunehmend erneuerbare Wärmeversorgung, reduzieren Abhängigkeiten von fossilen Energieträgern und ergänzen punktuell verfügbare Fernwärmestrukturen. Damit bilden sie das Rückgrat einer resilienten, klimaneutralen Wärmeversorgung in Pfaffenhofen.

7 Strategie- und Maßnahmenkatalog

7.1 Strategie

Um die **Klimaneutralität der Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040** im Rahmen des angestrebten Zielszenarios zu realisieren, sind eine darauf ausgerichtete Strategie sowie entsprechend ambitionierte Maßnahmen unerlässlich. Die folgende **Umsetzungsstrategie** und die daraus **abgeleiteten Maßnahmen**, welche von den Gutachtern vorgeschlagen werden, wurden im Rahmen des Prozesses der Kommunalen Wärmeplanung entwickelt.

Durch die politische Verankerung der Wärmeplanung soll sowohl öffentlichen als auch privaten Stakeholdern Unterstützung geboten werden, um gemeinsam die Ziele der kommunalen Wärmeplanung zu erreichen.

Die Wärmewendestrategie ist ein zentrales Instrument für die nachhaltige und klimafreundliche Transformation der Wärmeversorgung in Pfaffenhofen. Die Wärmewende verfolgt dabei das Ziel, fossile Energieträger schrittweise durch klimaneutrale Alternativen zu ersetzen. Dieser Transformationsprozess erfordert ein umfassendes Maßnahmenpaket, das neben der Modernisierung der Bestandsgebäude und auch eine Steigerung der Energieeffizienz einschließt.

Folgende Handlungsfelder werden zur Umsetzung der Wärmewende in der Gemeinde Pfaffenhofen aufgeführt und in Kapitel 7.3 näher beschrieben:

- Handlungsfeld: Wissenstransfer & Akzeptanz
- Handlungsfeld: Umsetzung
- Handlungsfeld: Finanzierung
- Handlungsfeld: Effizienzsteigerung
- Handlungsfeld: Verbrauchsverhalten

In den jeweiligen Handlungsfeldern werden konkrete Maßnahmen aufgeführt. Die Umsetzung der geplanten Maßnahmen und besonders die Rolle kommunaler Akteure ist stark von der Verfügbarkeit von Fördermitteln und der Unterstützung durch den Bund abhängig. Da personelle Kapazitäten bereits gebunden sind müssen weitere Kapazitäten zur Umsetzungsunterstützung der Maßnahmen zunächst geschaffen werden. Es besteht daher eine starke Abhängigkeit zu den verfügbaren Förderprogrammen und deren möglich Akquise.

7.2 Umsetzungshemmnisse

Die Umsetzung vorgeschlagener Maßnahmen hängt stark vom politischen und gesellschaftlichen Umfeld ab. Verschiedene Einflüsse müssen dabei bewusst beachtet werden.

Finanzielle Herausforderungen

Die Abhängigkeit von Fördermitteln und finanziellen Unterstützungen durch Bund und Länder stellt eine wesentliche Voraussetzung für die Umsetzung vieler Maßnahmen dar. Ohne diese externen Mittel ist es den Kommunen nicht möglich, die erforderlichen Personalkapazitäten zur Wärmewende eigenständig zu finanzieren und umzusetzen.

Hohe Kosten für neue Technologien, wie etwa Tiefengeothermie oder große Wärmepumpen, führen zu zusätzlichen finanziellen Belastungen.

Personelle Herausforderungen

In der kommunalen Verwaltung als auch bei den lokalen Energieversorgern fehlen personelle Kapazitäten. Diese Situation erschwert die effiziente Planung und Durchführung von Projekten und verlangsamt die langfristige Entwicklung der Infrastruktur im Bereich der Energieversorgung.

Technologische Herausforderungen

Die Umstellung auf erneuerbare Energien gestaltet sich als technisch anspruchsvoll und erfordert umfassende Anpassungen der Infrastruktur.

Rechtliche und bürokratische Herausforderungen

Des Weiteren werden die rechtlichen und bürokratischen Herausforderungen insbesondere durch begrenzte Handlungsspielräume geprägt. Kommunen haben keine Möglichkeit, Einfluss auf die energetische Sanierung privater Gebäude oder die Umsetzung weiterer dezentrale Versorgungslösungen wie Inselnetze zu nehmen. Kommunale Akteure können hier, falls personelle Kapazitäten gefördert werden, nur beratend tätig sein.

Der Maßnahmenkatalog umfasst alle strategischen, planerischen und investiven Schritte, die zur Erreichung der Energie- und Klimaziele erforderlich sind. Er benennt technische, organisatorische und kommunikative Maßnahmen.

7.3 Handlungsfelder für Pfaffenhofen

7.3.1 Handlungsfeld: Wissenstransfer & Akzeptanz

Handlungsfeld: Wissenstransfer & Akzeptanz			
Ziel: Das Ziel der Maßnahmen besteht darin, die Bevölkerung, lokale Unternehmen und kommunale Akteure umfassend über die Chancen, Technologien und Umsetzung der nachhaltigen Wärmeversorgung zu informieren und aktiv einzubinden. Durch gezielte Informationsveranstaltungen, Netzwerkformate und praxisnahe Beratungsangebote sollen Verständnis und Vertrauen in neue Wärmeformen wie Wärmepumpen oder solarthermische Anlagen aber auch Sanierungen gestärkt werden. Zugleich soll der Austausch zwischen Fachleuten, Entscheidungsträgern und BürgerInnen gefördert werden, um Hemmnisse abzubauen, Beteiligung zu ermöglichen und so die gemeinsame Umsetzung der Wärmewende in Pfaffenhofen langfristig zu sichern. Schlussendlich gilt es, Vertrauen aufzubauen, Entscheidungshilfen zu bieten und den BürgerInnen die Sicherheit zu geben, dass sie die richtige Wahl für eine klimafreundliche und zukunftssichere Heizungsanlage treffen.			
Inhalt: Um den Wissensaufbau und den allgemeinen Austausch anzuregen können Informationsveranstaltungen für BürgerInnen etabliert werden. Indem KlimaschutzmanagerInnen, Fachleute im Heizungsbau und der Baubranche ihr Fachwissen und ihre Praxiserfahrung bündeln, entsteht ein wertvolles Informationsangebot, das Immobilieneigentümern helfen soll, die beste und wirtschaftlich sinnvollste Option für ihre individuelle Situation zu finden. Die Informationsveranstaltungen können seitens der Kommunen des Gemeindeverwaltungsverbands organisiert und durch Handreichungen wie bspw. einer „Energie-Kolumne“ i. Gemeindeblatt ergänzt werden. Durch gebündelte Beratungen wird der Übergang zu erneuerbaren Energien in Privathaushalten beschleunigt und somit ein wichtiger Beitrag zu den kommunalen Klimazielen geleistet. Als Best-Practice dient hierbei das „Energieforum Oberes Zabergäu“, wo durch lokale Unternehmen und Institutionen die wichtigsten Themen zur Energie- und Wärmewende aufbereitet wurden. Sowohl die Betriebe, deren Produkte und Dienstleistungen als auch ein Fachvortrag haben hier ihren Platz gefunden. Darüber hinaus kann auch eine Energiegenossenschaft die Identifikation und Akzeptanz durch Teilhabe stärken, indem die Wärmewende gemeinschaftlich und aktiv gestaltet wird.			
Mögliche Maßnahmen	Handelnde Akteure	Fristigkeit	Kosten
Etablierung von Informationsveranstaltungen für BürgerInnen (bspw. Energieforum Oberes Zabergäu)	Klimaschutzmanagement Oberes Zabergäu, Fachleute (Heizungsbau, Baubranche, Verbraucherzentrale etc.)	Kurzfristig und wiederkehrend	Gering
Handreichungen / „Energie-Kolumne“ in Gemeindeblatt	Klimaschutzmanagement Oberes Zabergäu	Kurzfristig	Gering
Monitoring			
Erfassung und Dokumentation von initiierten und umgesetzten Informationsveranstaltungen			

7.3.2 Handlungsfeld: Umsetzung

Handlungsfeld: Umsetzung			
Ziel: Die Maßnahmen zur Umsetzung der Wärmewende in Pfaffenhofen verfolgen das Ziel, eine nachhaltige, klimafreundliche und wirtschaftlich tragfähige Wärmeversorgung für die Region aufzubauen. Dabei sollen fossile Energieträger schrittweise durch erneuerbare Quellen wie Umweltwärme, Biomasse und Solarenergie ersetzt werden. Ein zentrales Anliegen ist es, regionale Potenziale effizient zu nutzen, Synergien zwischen Kommunen, Betrieben und privaten Haushalten zu schaffen und damit die lokale Wertschöpfung zu stärken. Durch koordinierte Planung und technische Machbarkeitsstudien wird eine energieeffiziente Infrastruktur aufgebaut, die langfristig Versorgungssicherheit gewährleistet und einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz leistet.			
Inhalt: Eine Versorgung über ein Wärmenetz wurde in den Zielszenarien für Pfaffenhofen ausgeschlossen, daher spielt die Umstellung der dezentralen Heizung eine wichtige Rolle. Das bestehende Gasnetz ist einem guten Zustand und soll langfristig auf grüne Gase umgestellt werden. Im Gemeindegebiet wird durch einen lokalen Kompostierungsbetrieb eine Biogutvergärungsanlage zur Herstellung von Biomethan geplant. Im Dialog mit dem lokalen Gasnetzbetreiber sollte hier die Umsetzung eines Biogasnetzes eruiert werden. Die Gemeinde kann den Dialog unterstützen, während die Umsetzung in der Hand der privaten Unternehmen liegt. Auch die Planung privater Inselnetze/nachbarschaftlicher Wärmeversorgungsverbund (weniger als 16 Gebäude bzw. 100 Wohneinheiten) kann in Pfaffenhofen eine wirtschaftlich tragfähige Option sein. Diese eignen sich besonders gut, wenn vor Ort erneuerbare Energiequellen (bspw. Biomasse aus umliegenden Wäldern oder landwirtschaftlichen Betrieben oder Solarthermie-Anlagen auf größeren Dachflächen) verfügbar sind. Zusätzlich sind Inselnetze unter der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) förderfähig. Die nachhaltige Beheizung von kommunalen Liegenschaften soll eine Vorbildfunktion einnehmen und zeigen, wie der Umstieg auf erneuerbare Energien erfolgreich umgesetzt werden kann.			
Mögliche Maßnahmen	Handelnde Akteure	Fristigkeit	Kosten
Gasnetztransformation zu „grünen Gasen“	AKG Achauer Kompostierungs GmbH & Co. KG, Netze SüdWest, Unterstützung durch Gemeinde Pfaffenhofen	Mittel- & Langfristig	Hoch
Etablierung von Gebäudenetzen / Inselnetzen im privaten Bereich	BürgerInnen, Energieagentur make it, Gemeinde Pfaffenhofen	Mittel- & Langfristig	Mittel
Monitoring			
Erfassung und Dokumentation von umgesetzten Maßnahmen bzw. Fortschritte bei der Umsetzung			

7.3.3 Handlungsfeld: Finanzierung

Handlungsfeld: Finanzierung			
Ziel: Die Maßnahmen zur Finanzierung der Wärmewende zielen darauf ab, tragfähige und gerechte Finanzierungsstrukturen zu schaffen, die den Umstieg auf erneuerbare Wärmelösungen für Kommunen, Unternehmen und private Haushalte ermöglichen und fördern. Dabei sollen bestehende Förderprogramme von Bund und Land effektiv genutzt, neue regionale Finanzierungsmodelle geprüft und gemeinschaftliche Investitionsansätze wie Bürgerenergieprojekte gestärkt werden. Ziel ist es, finanzielle Hürden zu senken, Planungssicherheit zu schaffen und Investitionen in innovative Technologien, Wärmenetze und Speicherlösungen wirtschaftlich attraktiv zu gestalten. So wird die Grundlage für eine sozialverträgliche, langfristig bezahlbare und klimafreundliche Wärmeversorgung in Pfaffenhofen gelegt.			
Inhalt: Im Mittelpunkt der Maßnahmen steht die systematische Prüfung von Fördermöglichkeiten, um den Umstieg auf erneuerbare Wärmelösungen im Konvoigebiet gezielt zu unterstützen. Durch Fördermittelberatungen zu den Programmen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) und der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) sollen Kommunen, Unternehmen und private EigentümerInnen umfassend informiert und individuell informiert werden. Wenn Maßnahmen als förderfähig bewertet werden, soll die Beantragung dieser Mittel konsequent erfolgen, um finanzielle Entlastung zu schaffen und Investitionen in klimafreundliche Technologien zu ermöglichen. Die Kommunen begleiten diesen Prozess aktiv, um sicherzustellen, dass Förderchancen optimal genutzt und so kosteneffizient, zukunftsichere Lösungen für die Wärmewende umgesetzt werden.			
Mögliche Maßnahmen	Handelnde Akteure	Fristigkeit	Kosten
Regelmäßige Prüfung von Fördermöglichkeiten und Fördermittelberatung	Klimaschutzmanagement Oberes Zabergäu, Verbraucherzentrale, Energieagentur make it, Förderdatenbank der KEA-BW, BürgerInnen	Kurzfristig und wiederkehrend	Gering
Monitoring			
Summe eingeworbener Fördermittel			

7.3.4 Handlungsfeld: Effizienzsteigerung

Handlungsfeld: Effizienzsteigerung			
Ziel: Die Maßnahmen zur Effizienzsteigerung der Wärmewende verfolgen das Ziel, den Energieverbrauch in Gebäuden zu reduzieren und damit den Verbrauch sowie die Emissionen insgesamt zu senken. Durch eine bessere Abstimmung von Erzeugung, Verteilung und Verbrauch sollen Verluste minimiert und vorhandene Ressourcen optimal genutzt werden. Dazu zählen die energetische Sanierung von Bestandsgebäuden, die Modernisierung technischer Anlagen sowie der Ausbau digitaler Steuerungs- und Monitoringlösungen. Ebenso wird angestrebt, Synergien zwischen Sektoren zu nutzen, um integrierte und effiziente Energiesysteme zu schaffen. Langfristig dient dies nicht nur dem Klimaschutz, sondern auch der Senkung von Betriebskosten.			
Inhalt: Ein zentrales Ziel der Maßnahmen ist die systematische Planung und Umsetzung von Effizienzsteigerungen im Gebäudebestand durch die Erstellung individueller Sanierungsfahrpläne durch qualifizierte EnergieberaterInnen. Diese Fahrpläne sollen EigentümerInnen (kommunal und privat) konkrete, aufeinander abgestimmte Schritte für eine energetische Sanierung aufzeigen. Besonders die Sanierung kommunaler Gebäude soll dabei als gutes Beispiel und Vorbild dienen, um zu demonstrieren, wie Energieeinsparung und der Einsatz erneuerbarer Wärmequellen erfolgreich umgesetzt werden können.			
Mögliche Maßnahmen	Handelnde Akteure	Fristigkeit	Kosten
Erstellung privater Sanierungsfahrpläne	BürgerInnen, Verbrauchzentrale, Energieagentur make it	Kurzfristig und wiederkehrend	Gering
Aufstellung eines kommunalen Sanierungsfahrplans oder einer Prioritätenliste für Sanierungstätigkeiten der kommunalen Liegenschaften	Gemeinde Pfaffenhofen, Klimaschutzmanagement, Energieagentur make it	Kurzfristig und wiederkehrend	Gering
Monitoring			
Erfassung und Dokumentation im Sanierungsfahrplan			

7.3.5 Handlungsfeld: Verbrauchsverhalten

Handlungsfeld: Verbrauchsverhalten			
Ziel: Die Maßnahmen zum Thema Verbrauchsverhalten zielen darauf ab, das Bewusstsein für einen verantwortungsvollen und effizienten Umgang mit Energie zu stärken. BürgerInnen sowie öffentliche Einrichtungen sollen motiviert werden, ihr Heiz- und Lüftungsverhalten zu optimieren und Energieeinsparpotenziale im Alltag zu nutzen. Dabei steht im Mittelpunkt, den Zusammenhang zwischen individuellem Verhalten, Energieverbrauch und Klimaschutz sichtbar zu machen. Langfristig trägt ein verändertes Verbrauchsverhalten dazu bei, die Wärmewende in Pfaffenhofen zu unterstützen.			
Inhalt: Im Mittelpunkt steht die Einführung eines kommunalen Energiemanagements, das den Energieverbrauch in öffentlichen Gebäuden systematisch erfasst, analysiert und optimiert. Parallel dazu werden BürgerInnen ermutigt, durch den Einsatz smarter Thermostate und Heizungsmonitoring-Systeme ihren eigenen Energieverbrauch zu reduzieren und so ein nachhaltiges, kostenbewusstes Handeln zu fördern. Langfristig trägt das dazu bei, den Gesamtenergiebedarf in Pfaffenhofen zu senken und die Wärmewende wirtschaftlich wie ökologisch erfolgreich umzusetzen.			
Mögliche Maßnahmen	Handelnde Akteure	Fristigkeit	Kosten
Fortschreibung des Kommunalen Energiemanagements zur Verbrauchsdatenerfassung	Gemeinde Pfaffenhofen Klimaschutzmanagement Oberes Zabergäu	Wiederkehrend	Gering
Monitoring			
Erfassung und Dokumentation im kommunalen Energiemanagement			

7.4 Zeitplan

Der Zeitplan zur Maßnahmenumsetzung zeigt die zentralen Maßnahmen des Projektes über drei zeitliche Phasen: kurz-, mittel- und langfristig. Jede Phase definiert Entscheidungspunkte und das Erreichen von Meilensteinen. In der kurzfristigen Phase liegt der Fokus auf der Analyse, Kommunikation sowie der Planung und Ressourcenentwicklung. Die mittelfristige Phase beinhaltet die Implementierung durch Schulungen und Infrastrukturaufbau. Die letzte langfristige Phase konzentriert sich auf die Optimierung und Weiterentwicklung der Energiemanagement- und Sanierungsstrategien (vgl. Abbildung 36).

Handlungsfelder	Kurzfristig (bis 5 Jahre)	Mittelfristig (5 bis 10 Jahre)	Langfristig (10 bis 15 Jahre)
Wissenstransfer und Akzeptanz	• Etablieren von Informationsveranstaltungen (bspw. Energieforum Oberes Zäbergäu) • „Handreichungen / „Energie-Kolumne“ in Gemeindeblatt	Erfassung, Dokumentation und Berichterstattung durchgeführter Informationsveranstaltungen und Fortschritt	
Umsetzung	• Prüfen von Gasnetztransformationsplan für Versorgung mit „Grünen Gasen“ • Prüfen von Etablierung von Inselnetzen/Gebäudenetzen im privaten Bereich	• Nachhaltige Beheizung von kommunalen Liegenschaften	Erfassung und Dokumentation von umgesetzten Maßnahmen bzw. Fortschritte bei der Umsetzung
Finanzierung	Prüfen von Fördermöglichkeiten und Fördermittelberatung (z.B. BEG und BEW)	Einholen und Nutzung von Fördermitteln	
Effizienzsteigerung	• Aufstellung eines Sanierungsfahrplans für kommunale Gebäude • Aufstellen eines individuellen Sanierungsfahrplans durch EnergieberaterIn für Wohngebäude	• Strukturierte Sanierung von privaten und kommunalen Gebäuden	
Verbrauchsverhalten	• Fortschreibung des kommunalen Energiemanagements		
Vorplanung Umsetzung Anpassung / Monitoring			

Abbildung 36: Zeitplan Maßnahmenumsetzung (Quelle: eigene Darstellung)

7.5 Verstetigungsstrategie

Das Verstetigungskonzept der Kommunalen Wärmeplanung im Oberen Zabergäu zielt darauf ab, die Wärmewende als langfristigen, kontinuierlichen Prozess in der kommunalen Verwaltung zu verankern. Dies wird durch eine verbindliche Fortschreibung des Wärmeplans alle fünf Jahre gemäß § 25 des Wärmeplanungsgesetzes sowie durch begleitende Zwischenevaluationen realisiert (Riechel & Walter, 2022). Die systematische Integration der Wärmeplanung in bestehende kommunale Strukturen und Zuständigkeiten gewährleistet eine nachhaltige Umsetzung. Zudem ermöglicht das Konzept eine flexible Anpassung an neue gesetzliche Anforderungen, technologische Entwicklungen und lokale Gegebenheiten. Indikatoren wie der Anteil erneuerbarer Energien und die Anzahl umgesetzter Maßnahmen dienen als Messgrößen zur Bewertung des Fortschritts und zur Steuerung weiterer Schritte (Umweltbundesamt, 2019).

7.6 Controllingkonzept

Das Controllingkonzept umfasst die fortlaufende Überwachung und Bewertung der Umsetzung der festgelegten Maßnahmen sowie des Gesamtplans. Verantwortlich hierfür ist ein klar definierter kommunaler Zuständigkeitsbereich, der regelmäßige Datenerhebungen durchführt und die Fortschritte anhand konkreter Indikatoren misst (Riechel & Walter, 2022). Zu den wesentlichen Indikatoren zählen der Anteil erneuerbarer Energien am Wärmeverbrauch, die Anzahl und Art der umgesetzten Einzelmaßnahmen, die erreichte Energieeinsparung sowie die Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Wärmesektor. Ziel ist es, durch systematisches Monitoring eine objektive Grundlage für die Erfolgskontrolle und Anpassung des Wärmeplans zu schaffen. Dieses Vorgehen ermöglicht es, zeitnah auf Abweichungen oder neue Herausforderungen zu reagieren und die Wärmewende zielgerichtet voranzutreiben (Umweltbundesamt, 2019). Durch die Kombination von rechtlicher Vorgabe und pragmatischem Monitoring wird die Effektivität der Wärmeplanung langfristig gesichert.

7.7 Kommunikationsstrategie

Die weiterführende Kommunikationsstrategie der KWP Oberes Zabergäu baut auf der bisherigen Öffentlichkeitsarbeit und der kontinuierlichen Abstimmung mit der Arbeitsgruppe auf. Sie umfasst die fortlaufende Einbindung aller relevanten Akteursgruppen durch regelmäßige Informationsveranstaltungen, digitale Kommunikationskanäle sowie die transparente Bereitstellung von Ergebnissen und Fortschritten. Die frühzeitige und dauerhafte Beteiligung der Bevölkerung wird durch den systematischen Austausch innerhalb der Arbeitsgruppe sowie durch Veröffentlichungen auf der gemeindeeigenen Plattform gewährleistet. Ziel ist es, den Dialog zu stärken, Akzeptanz zu fördern und mögliche Informationsdefizite zu vermeiden, um die nachhaltige Umsetzung der Wärmeplanung zu sichern (dena, 2024 o. J.; Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen, 2025).

8 Fazit und Ausblick

Die Kommunale Wärmeplanung hat für die Gemeinde Pfaffenhofen eine belastbare Grundlage geschaffen, um den Weg in eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis 2040 strategisch zu gestalten. Die Bestandsanalyse verdeutlicht den hohen Anteil fossiler Energieträger in der Wärmeversorgung und die damit verbundenen CO₂-Emissionen. Gleichzeitig wurde aufgezeigt, dass in der Gemeinde Potenziale für die Nutzung erneuerbarer Energien bestehen. Neben Photovoltaik, Solarthermie und Biomasse kommen insbesondere Wärmepumpen in Frage, die Wärme aus oberflächennaher Geothermie oder der Umgebungsluft nutzen können. Ergänzend dazu bestehen große Einsparmöglichkeiten durch die energetische Sanierung des Gebäudebestandes, insbesondere bei älteren Baujahren vor 1980.

Die Szenarienentwicklung hat verdeutlicht, dass Pfaffenhofen durch dezentrale Lösungen gute Voraussetzungen für eine schrittweise Transformation der Wärmeversorgung besitzt. Dies gilt nach differenzierter Untersuchung auch für die beiden untersuchten Betrachtungsgebiete Pfaffenhofen Nord und Pfaffenhofen Mitte. Dezentrale Heizsysteme wie Wärmepumpen oder Pelletheizungen bieten in ländlich geprägten Orten wie Pfaffenhofen praktikable Alternativen.

Aus dieser Bewertung ergibt sich ein Zielszenario in dem auf dezentrale Systeme gesetzt wird. In dichter bebauten Ortsteilen können auch kleinere Nahwärmelösungen („Inselnetze“) zusätzlich einen wichtigen Beitrag leisten.

Für die Umsetzung der geplanten Maßnahmen ist eine enge Zusammenarbeit zwischen der Gemeinde, den Bürgerinnen und Bürgern sowie weiteren relevanten Akteuren wie Netzbetreibern, Energieversorgern, der Wohnungswirtschaft und landwirtschaftlichen Betrieben erforderlich. Workshops, Umfragen und Konsultationen haben bereits gezeigt, dass die aktive Einbindung der Bevölkerung ein wesentlicher Erfolgsfaktor ist. Darüber hinaus spielen Förderprogramme und personelle Ressourcen eine entscheidende Rolle, um die geplanten Schritte realisieren zu können.

Mit der Kommunalen Wärmeplanung liegt nun ein strategischer Fahrplan vor, der die Ausgangslage, Potenziale, Maßnahmen und Zielszenarien für Pfaffenhofen systematisch aufzeigt. Die kommenden Jahre werden maßgeblich durch die konkrete Umsetzung der identifizierten Maßnahmen geprägt sein. Entscheidend ist, frühzeitig Investitionen in erneuerbare Wärmeversorgung und energetische Sanierung anzustoßen, um die Weichen für eine zukunftsfähige, bezahlbare und klimaneutrale Energieversorgung zu stellen. Damit leistet die Gemeinde Pfaffenhofen nicht nur einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz auf lokaler Ebene, sondern stärkt zugleich die regionale Wertschöpfung und die Lebensqualität ihrer Einwohnerinnen und Einwohner.

Literaturverzeichnis

BMWK, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH, Öko-Institut e.V., u. a. 2024. „Leitfaden Wärmeplanung“.

Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V. 2023. „Branchenstudie 2023: Marktentwicklung – Prognose – Handlungsempfehlungen“.

BuVEG - Bundesverband energieeffiziente Gebäudehülle e.V. 2025. „Sanierungsquote“. <https://buveg.de/sanierungsquote/>.

Deutsche Energie-Agentur (dena). 2024. „Leitfaden Akteursbeteiligung in der Kommunalen Wärmeplanung“. https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2024/Leitfaden_Akteursbeteiligung_in_der_Kommunalen_Waermeplanung.pdf.

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), EO-Solar Karte. „EO-Solar – Karte und Geoservice“. <https://eosolar.dlr.de/#/map>

„Gebäudeenergiegesetz (GEG) gemäß § 72“. o. J. https://www.gesetze-im-internet.de/geg/_72.html.

Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH, BMWK, Öko-Institut e.V., u. a. 2024. „Technikkatalog Wärmeplanung“.

ISTA. 2024. „Energieeffizienzklassen für Gebäude“. <https://www.ista.com/de/kontakt-service/fachwissen/energieeffizienzklassen-fuers-haus/>.

Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen. 2025. „Beteiligung in der Kommunalen Wärmeplanung – Faktenpapier“. https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/downloads/FaktenpapiereLeitfaeden/2025-07-07_Beteiligung_in_der_KWP.pdf.

Nair, Gireesh, Leo Verde, und Thomas Olofsson. o. J. „A Review on Technical Challenges and Possibilities on Energy Efficient Retrofit Measures in Heritage Buildings“. *Energies* 15 (20): 7472.

Olonscheck, M., A. Holsten, und J.P. Kropp. 2011. „Heating and cooling energy demand and related emissions of the German residential building stock under climate change“. *Energy Policy* 39 (9): 4795-806.

Paschotta, Rüdiger. o. J. „Energetische Sanierung von Gebäuden“. https://www.energielexikon.info/energetische_sanierung_von_gebaeuden.html.

Riechel, Rainer, und Alexander Walter. 2022. „Kurzgutachten Kommunale Wärmeplanung“. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_12_-2022_kurzgutachten_kommunale_waermeplanung.pdf.

Statista. 2024. „Verteilung des Wohngebäudebestands in Deutschland nach Baujahr“. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1385022/umfrage/wohngebaeude-in-deutschland-nach-baujahr/>.

Stiftung Energie & Klimaschutz. 2024. „Kommunaler Wärmeplan: Wie man die Kommunikation und die Beteiligung mit allen Akteur:innen gestaltet“. <https://www.energie->

klimaschutz.de/kommunaler-waermeplan-wie-man-die-kommunikation-und-die-beteiligung-mit-allen-akteurinnen-gestaltet/.

Umweltbundesamt. 2019. „Wohnen & Sanieren: Klimafreundlich modernisieren, gesund wohnen, richtig sanieren“.
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-06-03-barrierefrei-broschuere_wohnenundsaniieren.pdf.