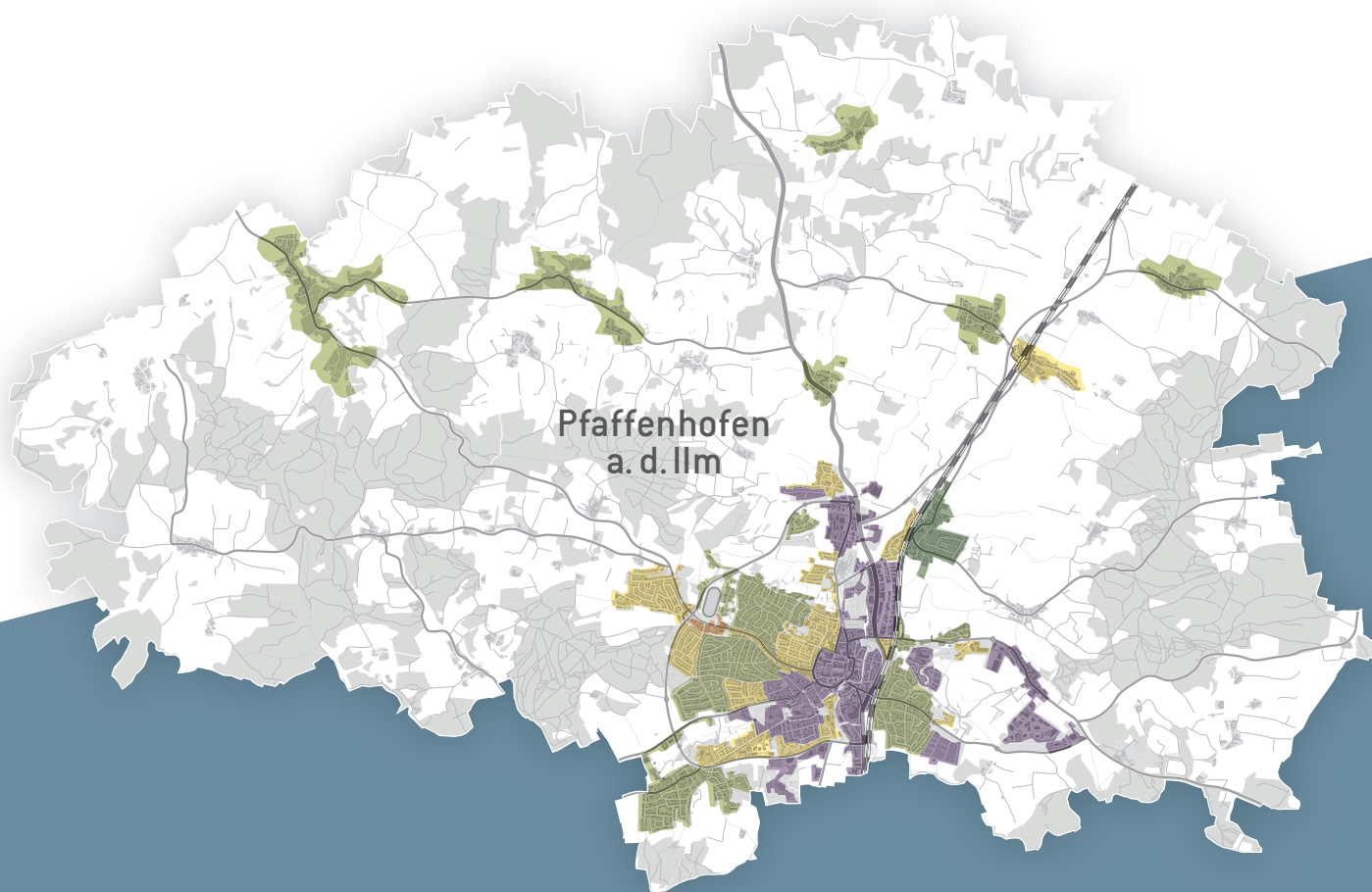


KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG



IMPRESSUM

Auftraggeber

Stadtverwaltung Pfaffenhofen a. d. Ilm
Sachgebiet Klimaschutz | Nachhaltigkeit
Hauptplatz 18 • 85276 Pfaffenhofen a. d. Ilm
Ansprechpartner: Thomas Hirschberger
Telefon: 08441 78-23 34
E-Mail: nachhaltigkeit@stadt-pfaffenhofen.de
www.pfaffenhofen.de/klimaschutz

Stadtverwaltung Pfaffenhofen a. d. Ilm
Hauptplatz 1 und 18 • 85276 Pfaffenhofen a. d. Ilm
Telefon: 08441 78-0
E-Mail: rathaus@stadt-pfaffenhofen.de
www.pfaffenhofen.de
www.facebook.com/pfaffenhofen.an.der.ilm

Auftragnehmer

energielenker projects GmbH
Richard-Strauss-Str. 71
81679 München
Telefon: 089 24268 911
E-Mail: muenchen@energielenker.de
www.energielenker.de
Projektleitung: Evamaria Zauner

Förderung

Die Erstellung der Kommunalen Wärmeplanung ist im Rahmen der Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), vertreten durch den Projektträger ZUG, gefördert worden.
Förderkennzeichen: 67K24421
Laufzeit: 01.06.2023–31.12.2024

Nationale Klimaschutzinitiative

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

Lesehinweis

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde im vorliegenden Bericht bei Personenbezeichnungen in der Regel die maskuline Form verwendet. Diese schließt jedoch gleichermaßen die feminine Form mit ein. Die Leserinnen und Leser werden dafür um Verständnis gebeten.



PPFAFFENHOFEN A. D. ILM
Guter Boden für große Vorhaben



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

INHALTSVERZEICHNIS

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	6
TABELLENVERZEICHNIS	8
1 EINLEITUNG	10
1.1 KLIMAPOLITISCHER RAHMEN	10
1.2 AUSGANGSLAGE IN PFAFFENHOFEN	10
1.3 WÄRMEPLANUNGSGESETZ	11
1.4 GEBÄUDEENERGIEGESETZ	12
1.5 VORGEHENSWEISE	12
1.5.1 Projektstruktur.....	12
1.5.2 Akteursbeteiligung.....	14
1.6 BASISDATEN	15
1.6.1 Demographische Entwicklung.....	15
1.6.2 Wirtschaft.....	15
1.6.3 Gebäudebestand	15
1.6.4 THG-Emissionsfaktoren.....	17
1.6.5 Kosten	18
2 BESTANDSANALYSE.....	19
2.1 DATENGRUNDLAGE UND -AUSWERTUNG	19
2.1.1 Bilanz	19
2.1.2 Gebäudescharfer Wärmeverbrauch	20
2.1.3 Vergleich Bilanz und gebäudescharfer Wärmeverbrauch	21
2.2 ENDENERGIEEINSATZ UND TREIBHAUSGASEMISSIONEN	22
2.2.1 Grundlagen der Bilanzierung	22
2.2.2 Endenergieeinsatz Stadt Pfaffenhofen an der Ilm.....	23
2.2.3 Wärmeverbrauch Stadt Pfaffenhofen an der Ilm	25
2.2.4 THG-Emissionen in der Stadt Pfaffenhofen an der Ilm.....	28
2.2.5 Regenerative Energien	31
2.2.6 Anrechnung des lokal erzeugten Stromes.....	33
2.3 WÄRMEVERSORGUNG AUF BAUBLOCKEBENE.....	35
2.3.1 Wärmeverbrauch /-bedarf	35
2.3.2 Energieträger.....	37
2.4 WÄRMEINFRASTRUKTUR	38
2.4.1 Gasnetz.....	38
2.4.2 Wärmenetze.....	39

2.4.3	KWK-Anlagen und weitere Wärmeerzeuger	42
3	POTENZIALANALYSE	43
3.1	ENERGIEEINSPARUNGEN	44
3.2	BIOMASSE & BIOGAS	46
3.3	ABWÄRMEPOTENZIALE AUS INDUSTRIE, GEWERBE UND ABWASSER	48
3.4	UMWELTWÄRME	50
3.4.1	Abwasserwärme	51
3.4.2	Oberflächengewässer	51
3.4.3	Umgebungsluft	52
3.5	GEOTHERMIE	53
3.5.1	Tiefengeothermie	53
3.5.2	Oberflächennahe Geothermie	54
3.6	SOLARTHERMIE	59
3.6.1	Solarthermie Freiflächen /Agri-Solarthermie	60
3.6.2	Solarthermie Dachflächen	61
3.7	PHOTOVOLTAIK	63
3.7.1	Photovoltaik Freiflächen /Agri-PV	63
3.7.2	Photovoltaik: Dachfläche	65
3.8	WASSERKRAFT	66
3.9	WINDENERGIE	67
3.10	WASSERSTOFF	68
3.11	ZUSAMMENFASSUNG DER POTENZIALE	71
4	EIGNUNGSGEBIETE	72
4.1	VORGEHEN UND KRITERIEN ZUR AUSWEISUNG DER GEBIETE	72
4.1.1	Bestand, Energie- und THG-Bilanz & Beschreibung	76
4.1.2	Wärmewendestrategie, Rahmenbedingungen für die Transformation & Potenziale zur Wärmeversorgung	77
4.1.3	Zielbild 2035, Maßnahmen & Akteure	79
4.2	EIGNUNGSGEBIETE	80
4.2.1	Wärmenetzgebiete	80
4.2.2	Wasserstoffnetzgebiete	81
4.2.3	Gebiete mit dezentraler Versorgung	82
4.2.4	Prüfgebiete	83
4.2.5	Gebiete mit Sanierungspotenzial	83
5	ZIELSZENARIO UND WÄRMEWENDESTRATEGIE	85
5.1	EINTEILUNG DER TEILGEBIETE	85

5.2	ZIELSZENARIO	86
5.3	ENTWICKLUNG DER GASVERSORGUNG	92
5.4	FOKUSGEBIETE	93
5.4.1	„Pfaffenhofen West“ (Teilgebiete 41, 42 und 43)	94
5.4.2	„Alt-Heißmannig“ (Teilgebiete 2 und 3).....	95
5.4.3	„Förnbach West“ (Teilgebiet 6)	97
5.5	MAßNAHMEN	99
5.6	UMSETZUNGSPLAN.....	135
6	CONTROLLINGKONZEPT.....	137
6.1	VERPFLICHTUNG NACH WÄRMEPLANUNGSGESETZ	137
6.2	MONITORING VON HAUPTINDIKATOREN	138
6.3	INDIKATOREN FÜR DIE MAßNAHMEN	140
6.4	INDIKATOREN FÜR DEN PROZESS	141
7	VERSTETIGUNGSSTRATEGIE	142
7.1	ROLLIERENDE PLANUNG.....	142
7.2	KOMMUNALE VERWALTUNGSSTRUKTUREN	142
7.3	POLITISCHE ABSICHERUNG	143
7.4	KOMMUNIKATION	143
7.5	WEITERE REGELUNGEN.....	143
8	KOMMUNIKATION	145
8.1	ZIELSETZUNG	145
8.2	ZIELGRUPPEN	145
8.3	KANÄLE UND FORMATE.....	146
8.4	INHALTE	147
9	ZUSAMMENFASSUNG	149
	Literaturverzeichnis.....	152
	ANHANG 1 - Indikatoren.....	154
	ANHANG 2 - Abbildungen gesamtes Gebiet.....	155

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1-1: THG-Emissionen und Ziele der Klimaneutralität der Stadt Pfaffenhofen a.d. Ilm, des Freistaats Bayern, der Bundesrepublik Deutschland und der Europäischen Union	11
Abbildung 1-2: Übersicht über den Ablauf der Erstellung eines kommunalen Wärmeplans (KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, 2020).....	13
Abbildung 1-3: Baualtersklassen auf Baublockebene in der Kernstadt Pfaffenhofen a.d. Ilm	16
Abbildung 1-4: Anteil Wohngebäude auf Baublockebene in der Kernstadt Pfaffenhofen a.d. Ilm (gesamtes Kommunalgebiet im Anhang).....	17
Abbildung 2-1: Prozentualer Anteil Endenergieverbrauch nach Verwendung	23
Abbildung 2-2: Endenergieverbrauch nach Sektoren	23
Abbildung 2-3: Endenergieverbrauch nach Energieträgern.....	24
Abbildung 2-4: Endenergieverbrauch der kommunalen Einrichtungen und Flotte.....	25
Abbildung 2-5: Wärmeverbrauch der Stadt Pfaffenhofen a.d. Ilm nach Sektoren	26
Abbildung 2-6: Wärmeverbrauch der Stadt Pfaffenhofen a.d. Ilm nach Energieträger	27
Abbildung 2-7: Endenergie in Wärmenetzen nach Energieträgern - Stadt Pfaffenhofen a.d. Ilm	28
Abbildung 2-8: Prozentualer Anteil THG-Emissionen nach Verwendung.....	28
Abbildung 2-9: THG-Emissionen nach Sektoren.....	29
Abbildung 2-10: THG-Emissionen nach Energieträgern	29
Abbildung 2-11: THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen nach Energieträgern.....	31
Abbildung 2-12: Erneuerbare Energien zur Stromproduktion im Stadtgebiet	31
Abbildung 2-13: Einspeisemengen Strom aus erneuerbaren Energien.....	32
Abbildung 2-14: Erneuerbare Wärmebereitstellung	32
Abbildung 2-15: Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern	33
Abbildung 2-16: Vergleich der THG-Emissionen des Energieträgers Strom nach lokalem Mix der Stadt Pfaffenhofen a. d. Ilm und bundesweitem Strommix	34
Abbildung 2-17: Wärmeverbrauch 2022 nach Gebäudetyp	35
Abbildung 2-18: Absoluter Wärmebedarf 2022 auf Baublockebene in der Kernstadt Pfaffenhofen a.d. Ilm (gesamtes Kommunalgebiet im Anhang).....	35
Abbildung 2-19: Spezifischer Wärmebedarf 2022 gemittelt auf Baublockebene in der Kernstadt Pfaffenhofen a.d. Ilm (gesamtes Kommunalgebiet im Anhang)	36
Abbildung 2-20: Wärmelinienindichte 2022 in der Kernstadt Pfaffenhofen a.d. Ilm (gesamtes Kommunalgebiet im Anhang).....	37
Abbildung 2-21: Verteilung der Versorgung nach Energieträger auf Baublockebene in der Kernstadt Pfaffenhofen a.d. Ilm.....	38
Abbildung 2-22: Karte des Gasnetzes in Pfaffenhofen a.d. Ilm	39
Abbildung 2-23: Karte der Wärmenetze und Standorte der zugehörigen Erzeugungsanlagen in Pfaffenhofen a.d. Ilm	40
Abbildung 3-1: Schematische Darstellung zur Abgrenzung der Potenzialbegriffe.....	43
Abbildung 3-2: Projektion des zukünftigen Wärmeverbrauchs nach Sektoren für Pfaffenhofen a.d. Ilm	45
Abbildung 3-3: Wärmebedarf auf Baublockebene im Zieljahr 2035 in Pfaffenhofen a.d. Ilm	46
Abbildung 3-4: Nutzung von industrieller und gewerblicher Abwärme in Abhängigkeit des Temperaturniveaus	49
Abbildung 3-5: Wärmeerzeugung durch die Nutzung von Geothermie (in Anlehnung an (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2024).....	53

Abbildung 3-6: Ausschnitt aus dem Energie-Atlas Bayern in den Bereichen Tiefengeothermie und Nutzungsgebiete für hydrothermale Wärmege Gewinnung (EnergieAtlasGT, 2024).....	54
Abbildung 3-7: Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmesonden für das Kommunalgebiet von Pfaffenhofen an der Ilm.....	56
Abbildung 3-8: Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmekollektoren für das Kommunalgebiet von Pfaffenhofen an der Ilm.....	57
Abbildung 3-9: Ausschnitt der Potenzialflächen für Erdwärmesonden am Beispiel Sulzbach.....	58
Abbildung 3-10: Ausschnitt der Potenzialflächen für Erdwärmekollektoren am Beispiel Sulzbach	59
Abbildung 3-11: Agri-Solarthermie Freiflächen	61
Abbildung 3-12: Solarthermiepotenzial Solarkataster - Landkreis Pfaffenhofen an der Ilm	62
Abbildung 3-13: Photovoltaik Potenzial Freifläche EEG-Förderkulisse	64
Abbildung 3-14: Photovoltaik Potenzial auf landwirtschaftlichen Freiflächen	65
Abbildung 3-15: Wasserkraftanlagen und -potenzial für Pfaffenhofen an der Ilm (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2024)	67
Abbildung 3-16: Potenzialflächen Windenergie und Windkraftanlagen im Bau und Betrieb.....	68
Abbildung 3-17: Strombedarf von verschiedenen Technologien zur Bereitstellung von 1 kWh Raumwärme und Trinkwarmwasser im Jahresdurchschnitt (HyPipe, 2024).....	69
Abbildung 3-18: Verlauf des geplanten Wasserstofftransportnetzes in Südbayern (in Anlehnung an (HyPipe, 2024))	70
Abbildung 4-1: Beispiel der ersten Seite eines Teilgebietssteckbriefs.....	73
Abbildung 4-2: Beispiel der zweiten Seite eines Teilgebietssteckbriefs.....	74
Abbildung 4-3: Beispiel der dritten Seite eines Teilgebietssteckbriefs.....	75
Abbildung 4-4: Eignung der Teilgebiete in Pfaffenhofen a.d. Ilm für eine Wärmenetzversorgung	81
Abbildung 4-5: Eignung der Teilgebiete in Pfaffenhofen a.d. Ilm für eine Versorgung mit Wasserstoff.....	82
Abbildung 4-6: Eignung der Teilgebiete in Pfaffenhofen a.d. Ilm für eine dezentrale Versorgung	83
Abbildung 4-7: Teilgebiete in Pfaffenhofen a.d. Ilm mit hohem Sanierungspotenzial.....	84
Abbildung 5-1: Einordnung der Teilgebiete in Pfaffenhofen a.d. Ilm	85
Abbildung 5-2: Entscheidungsbaum für die Szenarienmodellierung.....	86
Abbildung 5-3: Prognose des Wärmeverbrauchs nach Energieträger in Pfaffenhofen a.d. Ilm im Szenario Wärmenetzverdichtung und dezentrale Versorgung.....	87
Abbildung 5-4: Projektion der Wärmeerzeugung in Wärmenetzen im Szenario Wärmenetzverdichtung und dezentrale Versorgung.....	87
Abbildung 5-5: Prognose der THG-Emissionen aus Wärme nach Energieträger in Pfaffenhofen a.d. Ilm im Szenario Wärmenetzverdichtung und dezentrale Versorgung	88
Abbildung 5-6: Prognose des Wärmeverbrauchs nach Energieträger in Pfaffenhofen a.d. Ilm im Szenario Maximaler Wärmenetzausbau.....	89
Abbildung 5-7: Prognose der THG-Emissionen aus Wärme nach Energieträger in Pfaffenhofen a.d. Ilm im Szenario Maximaler Wärmenetzausbau	90
Abbildung 5-8: Vergleich der Investitionskosten für den Heizungstausch in den modellierten Szenarien	91
Abbildung 5-9: Mögliches Wärmenetz Pfaffenhofen West	94
Abbildung 5-10: Mögliche Wärmenetzerweiterung Alt-Heißmanning	96
Abbildung 5-11: Mögliches Wärmenetz Fö rnbach West	97
Abbildung 5-12: Wärmeerzeugung über den Jahresverlauf in einem möglichen Wärmenetz Fö rnbach West	98

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1-1: Emissionsfaktoren der Energieträger für das Jahr 2021	17
Tabelle 1-2: Emissionsfaktoren der Energieträger für die Jahre 2025, 2030 und 2035 aus dem Technikkatalog (Tab 1).....	18
Tabelle 2-1: Datengüte der Bilanz	20
Tabelle 2-2: Datengüte des gebäudescharfen Wärmeverbrauchs	21
Tabelle 2-3: Vergleich Bilanzierung nach BSKO und gebäudescharfer Wärmeverbrauch	21
Tabelle 2-4: Endenergieverbrauch pro Einwohner	24
Tabelle 2-5: THG-Emissionen pro Einwohner.....	30
Tabelle 2-6: Vergleich der THG-Emissionen mit Bundesstrommix und Territorialstrommix.....	34
Tabelle 2-7: Wärmeversorgung Gebäude nach Energieträger in Pfaffenhofen a.d. Ilm.....	37
Tabelle 2-8: Übersicht Wärmenetze im Kommunalgebiet Pfaffenhofen	39
Tabelle 2-9: Übersicht Wärmeerzeuger in Wärmenetzen in Pfaffenhofen a.d. Ilm	41
Tabelle 2-10: Überblick Wärmeerzeugungsanlagen außerhalb von Wärmenetzen in Pfaffenhofen a.d. Ilm ...	42
Tabelle 3-1: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualterklasse, in Anlehnung an (KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, 2024).....	44
Tabelle 3-2: Biomassepotenziale für Pfaffenhofen an der Ilm	48
Tabelle 3-3: Übersicht der Flächenpotenziale für Erdwärmesonden für Pfaffenhofen an der Ilm.....	56
Tabelle 3-4: Übersicht der Flächenpotenziale für Erdwärmesonden für Pfaffenhofen an der Ilm.....	58
Tabelle 3-5: Übersicht des geothermischen Potenzials für Pfaffenhofen an der Ilm	59
Tabelle 3-6: Übersicht der Flächenpotenziale für Solarthermie auf Freiflächen für Pfaffenhofen an der Ilm ..	61
Tabelle 3-7: Übersicht der Flächenpotenziale für Solarthermie auf Dachflächen für Pfaffenhofen an der Ilm	62
Tabelle 3-8: Übersicht der Flächenpotenziale für Solarthermie auf Dachflächen für Pfaffenhofen an der Ilm	65
Tabelle 3-9: Übersicht der Flächenpotenziale für Solarthermie auf Dachflächen für Pfaffenhofen an der Ilm	66
Tabelle 3-10: Übersicht der Flächenpotenziale für Windenergie für Pfaffenhofen an der Ilm.....	68
Tabelle 3-11: Überblick Potenziale zur Strom- und Wärmeerzeugung in Pfaffenhofen a.d. Ilm.....	71
Tabelle 4-1: Bestandsdaten Teilgebiete	76
Tabelle 4-2: Kriterien und Indikatoren zur Bewertung der Eignung der Teilgebiete nach Leitfaden KWP (ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI, 2024)	77
Tabelle 4-3: Übersicht der in den Investitionskosten berücksichtigten Bestandteile	79
Tabelle 5-1: Überblick der verbleibenden Gasheizungen und Gasmengen im Zielszenario 2035 in Pfaffenhofen a.d. Ilm.....	93
Tabelle 5-2: Optimierte Anlagen zur Wärmeerzeugung und -speicherung im Wärmenetz Alt-Heißmannig .	96
Tabelle 5-3: Optimierte Anlagen zur Wärmeerzeugung und -speicherung im Wärmenetz Förnach West.....	97
Tabelle 5-4: Investitionskosten und Wirtschaftlichkeitsrechnung Wärmenetz Förnach West.....	98
Tabelle 5-5: Maßnahmenüberblick.....	100
Tabelle 5-6: Überblick Wärmenetzverdichtungsgebiete mit Anschlussquoten, Wärmemengen und Kostenschätzung	101
Tabelle 5-7: Wärmenetzprüfgebiete mit Zielquoten, Wärmemengen und Kostenschätzung	108
Tabelle 5-8: Wärmenetze mit teilweise fossiler Erzeugung und Notwendigkeit eines Dekarbonisierungsfahrplans.....	111
Tabelle 5-9: Förderquoten der Bundesförderung für effiziente Gebäude für Einzelmaßnahmen im Bereich Heizungstausch.....	114

Tabelle 5-10: Priorisierung der dezentralen Teilgebiete für eine Wärmepumpenkampagne.....	117
Tabelle 5-11: Überblick prognostizierte Anschlussleistungen von Wärmepumpen im Zielszenario 2035 in den Teilgebieten	118
Tabelle 5-12: Förderquoten der Bundesförderung für effiziente Gebäude für Einzelmaßnahmen im Bereich Energieeffizienz	120
Tabelle 5-13: Überblick Sanierungsgebiete mit Priorisierung nach Wärmeversorgung und Sanierungspotenzial	123
Tabelle 6-1: Hauptindikatoren	139
Tabelle 6-2: Maßnahmen und ihr Überprüfungszyklus	140
Tabelle 8-1: Überblick Zielgruppen zur Kommunikation der Wärmeplanung.....	146

1 EINLEITUNG

1.1 KLIMAPOLITISCHER RAHMEN

Im Kontext der Verpflichtungen des Kyoto-Protokolls und des Ziels der Staatengemeinschaft, die globale Erwärmung auf maximal 2 °C, wenn möglich auf 1,5 °C, gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen, hat Deutschland sich zu einem aktiven Klimaschutz verpflichtet. Nicht zuletzt durch die UN-Klimakonferenz in Paris im Winter 2015, in deren Rahmen ein Folgeabkommen zum Kyoto-Protokoll (Festlegung von weltweit verbindlichen Klimazielen) verabschiedet wurde, ist die weltweite Verpflichtung zu mehr Klimaschutz auf nationaler Ebene bestätigt worden. Um die Klimaschutzziele zu erreichen, müssen vor Ort konkrete Klimaschutzinitiativen und -projekte gestartet und umgesetzt werden.

Weltweit können Temperaturanstiege, schmelzende Gletscher, ein ansteigender Meeresspiegel, Wüstenbildung, eine Häufung von örtlichen Extremwetterphänomenen und Bevölkerungswanderungen als Auswirkungen des Klimawandels beobachtet werden. Obwohl das Ausmaß der von der Erwärmung abhängigen Szenarien zum jetzigen Zeitpunkt kaum vorhersagbar ist, sind auch in Deutschland die Folgen des Klimawandels deutlich spürbar, wie die steigende Anzahl extremer Wetterereignisse, Ausbreitung von wärmeliebenden Tierarten oder die stetig steigende jährliche Durchschnittstemperatur verdeutlichen.

Vor diesem Hintergrund hat die Bundesregierung gesetzlich verankert, den bundesweiten Ausstoß von Kohlenstoffdioxid und anderen Treibhausgasen bis 2030 um 65 Prozent und bis 2040 88 Prozent gegenüber dem Jahr 1990 zu senken. Bis zum Jahr 2045 soll Deutschland die Treibhausgasneutralität erreichen (KSG, 2024). Das soll vor allem durch den Ausbau erneuerbarer Energien und eine Steigerung der Energieeffizienz erreicht werden.

Der Freistaat Bayern geht beim Klimaschutz voran und setzt durch ambitionierte Ziele neue Maßstäbe. Bereits bis 2040, also fünf Jahre früher als der Bund, will der Freistaat die Klimaneutralität (entsprechend einer Netto-THG-Neutralität) erreichen. Die Staatsverwaltung hat sich darüber hinaus verpflichtet, sich bereits bis zum Jahr 2023 netto-THG-neutral zu organisieren und damit seiner Vorbildfunktion gerecht zu werden.

1.2 AUSGANGSLAGE IN PFAFFENHOFEN

Mit dem Ziel, die vom Freistaat Bayern beschlossene Klimaneutralität 2040 zu erreichen, hat sich die Stadt Pfaffenhofen an der Ilm dazu entschlossen, dem Klimaschutz gegenüber den nationalen und europäischen Anforderungen, eine höhere Priorität zu geben und die Bemühungen zu verstärken. Im Rahmen ihres Klimaschutzkonzeptes verfolgt die Stadt ambitioniertere Ziele und strebt danach, bereits bis zum Jahr 2035 sowohl im eigenen Handlungsbereich klimaneutral zu agieren als auch als Gesamtgemeinde. Dafür hat die Stadt bereits eine gute Ausgangslage bei den aktuellen THG-Emissionen geschaffen, wie in Abbildung 1-1 im Vergleich zum bayrischen Durchschnitt zu sehen ist.

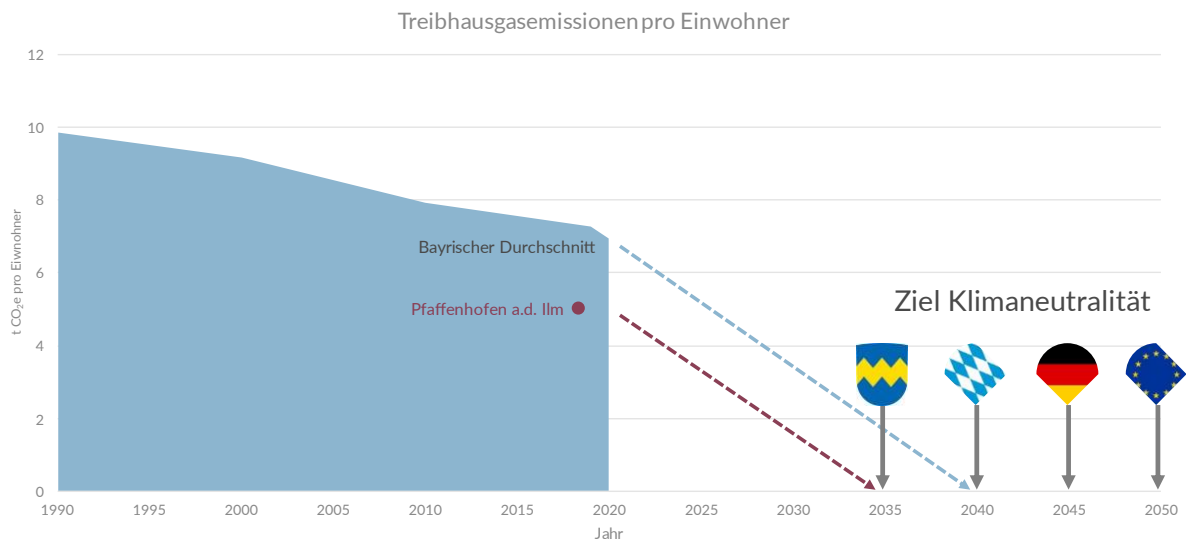


Abbildung 1-1: THG-Emissionen und Ziele der Klimaneutralität der Stadt Pfaffenhofen a.d. Ilm, des Freistaats Bayern, der Bundesrepublik Deutschland und der Europäischen Union

Im Jahr 2012 wurde unter breiter Bürgerbeteiligung ein Klimaschutzkonzept erstellt, welches 2020 mit dem Klimaschutzkonzept 2.0 aktualisiert und im Stadtrat einstimmig beschlossen wurde. Hierin ist ein Katalog von 39 umfassenden Maßnahmen verzeichnet.

Insbesondere im Bereich der erneuerbaren Energien ist die Stadt Pfaffenhofen ein Vorreiter in Bayern. In Neubaugebieten besteht eine Photovoltaikpflicht und im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes wird angestrebt, dass Neubau-Projekte keine zusätzlichen THG-Emissionen erzeugen. Auch alle städtischen Gebäude sollen mit Photovoltaik ausgestattet werden oder sind es bereits. Im Jahr 2024 wurden drei Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 12,6 MW im Bürgerwindpark Pfaffenhofen errichtet. Der CO₂-Ausstoß kann durch diese Maßnahmen insbesondere im Bereich der Stromerzeugung bereits signifikant gesenkt werden. Die Stadt betreibt ein aktives kommunales Klimamanagement und hat im Jahr 2022 bereits 69 % des Stromverbrauchs durch saubere Energie gedeckt.

Seit der Gründung im Jahr 2013 sind die Stadtwerke Pfaffenhofen zu 100% im Eigentum der Stadt und haben in der Mehrheit die Konzessionen für die Strom- und Gasinfrastruktur im Stadtgebiet übernommen (51% der Anteile). Damit liegt bereits ein wichtiges Steuerungsinstrument der Wärmewende in kommunaler Hand. Die Stadt verfügt zudem über ein Fernwärmenetz, welches hauptsächlich durch erneuerbare Energien (Biomasse) versorgt wird. Zudem gibt es mehrere, kleinere Nahwärmenetze mit nachhaltiger Wärmeherzeugung. Es wird bereits 23% der Endenergie für die Wärmeversorgung über Wärmenetze geliefert und größtenteils regenerativ erzeugt, insgesamt beträgt der Anteil erneuerbarer Energien im Bereich Wärme ca. 32%.

1.3 WÄRMEPLANUNGSGESETZ

Das Wärmeplanungsgesetz der Bundesrepublik Deutschland zielt darauf ab, die kommunale Wärmeversorgung nachhaltiger und klimafreundlicher zu gestalten. Es verpflichtet die Länder zur Wärmeplanung, wobei diese die Aufgabe an die Kommunen delegieren können. Damit müssen Städte und Gemeinden detaillierte Wärmepläne erstellen, die den aktuellen und zukünftigen Wärmebedarf erfassen und Lösungen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung entwickeln.

Die Umsetzungsfristen sind abhängig von der Größe der Kommune: Gemeinden mit mehr als 100.000 Einwohnern müssen die Wärmeplanung bis 30.06.2026 abschließen, während Gemeinden mit mehr als 10.000 Einwohnern dies bis 30.06.2028 tun müssen. Das Gesetz legt zudem eine Auskunftspflicht für bestimmte Datenlieferanten fest und stellt inhaltliche Anforderungen an die Wärmeplanung. Weiterhin

gibt es Vorgaben für die Ziele zur Versorgung bestehender und neuer Wärmenetze mit erneuerbaren Energien.

Als Konsequenz des Gesetzes kann eine Kommune auf Basis eines kommunalen Wärmeplans Eignungsgebiete für Wärme- und Wasserstoffnetze ausweisen. Die Ausweisung solcher Gebiete beeinflusst die Fristen für einen Heizungsaustausch nach dem Gebäudeenergiegesetz in diesen Gebieten.

Das bundesweite Wärmeplanungsgesetz verpflichtet zunächst die Bundesländer zur Erstellung der Wärmeplanung, eine Weiterverpflichtung an die Kommunen und weitere Detaillierung muss in einem Landesgesetz erfolgen. Dies ist bisher in Bayern noch nicht umgesetzt.

Die Stadt Pfaffenhofen a.d. Ilm möchte dieses Thema frühzeitig angehen und hat deshalb bereits jetzt einen kommunalen Wärmeplan erstellt.

1.4 GEBÄUDEENERGIEGESETZ

Mit der zweiten Novelle des Gebäudeenergiegesetzes (GEG 2024) sind zum 01.01.2024 zahlreiche neue Regelungen in Kraft getreten. Eine der tiefgreifendsten Änderungen betrifft die Wärmeerzeugung in Gebäuden: Ab 2024 soll jede neu eingebaute Heizung zu 65 Prozent mit erneuerbaren Energien betrieben werden (die sogenannte 65%-EE-Regel). Damit wird der Umstieg auf erneuerbare Energien für Heizung und Warmwasserbereitung gesetzlich vorgeschrieben, was die schrittweise Dekarbonisierung des Wärmebereichs einleitet.

- ▶ Die 65%-EE-Regel gilt ab dem 01.01.2024 zunächst nur für Neubauten in Neubaugebieten. Als Neubauten gelten Gebäude, für die ab dem 01.01.2024 ein Bauantrag gestellt wird.
- ▶ Für Heizungen in Neubauten außerhalb von Neubaugebieten und in allen Bestandsgebäuden sind die Fristen der 65%-EE-Regel an die kommunale Wärmeplanung geknüpft: Wenn die kommunale Wärmeplanung vor Ablauf der im Wärmeplanungsgesetz genannten Fristen (2026 bzw. 2028) abgeschlossen wird **und** die Kommune eine Entscheidung über die "Ausweisung als Gebiet zum Neu- oder Ausbau eines Wärmenetzes oder als Wasserstoffnetzausbauggebiet" trifft, gilt die 65%-EE-Regel einen Monat nach der Bekanntgabe **für dieses Gebiet**. Diese Ausweisung erfolgt also nicht automatisch mit Veröffentlichung dieses Wärmeplans.
- ▶ Wird zwischen dem 01.01.2024 und dem Inkrafttreten der 65%-EE-Regel in einem Gebiet eine Heizung ausgetauscht, können weiterhin Gas- und Ölheizungen eingebaut werden. In diesen Fällen muss der Betreiber sicherstellen, dass ab dem 01.01.2029 mindestens 15 Prozent, ab 2035 mindestens 30 Prozent und ab 2040 mindestens 60 Prozent der Wärme aus Biomasse oder grünem oder blauem Wasserstoff stammt.
- ▶ Bestehende Heizungen sind nicht betroffen und können weiter genutzt werden, ebenso sind Reparaturen weiterhin möglich. Das generelle Enddatum für die Nutzung fossiler Brennstoffe in Heizungen ist der 31.12.2044.

1.5 VORGEHENSWEISE

1.5.1 Projektstruktur

Zur erfolgreichen Erstellung der kommunalen Wärmeplanung bedarf es einer ausführlichen Vorarbeit und einer systematischen Projektbearbeitung. Hierzu sind unterschiedliche Arbeitsschritte notwendig, die aufeinander aufbauen und die relevanten Einzelheiten sowie projektspezifischen Merkmale einbeziehen. Die Konzepterstellung lässt sich grob in die nachfolgenden Bausteine gliedern:

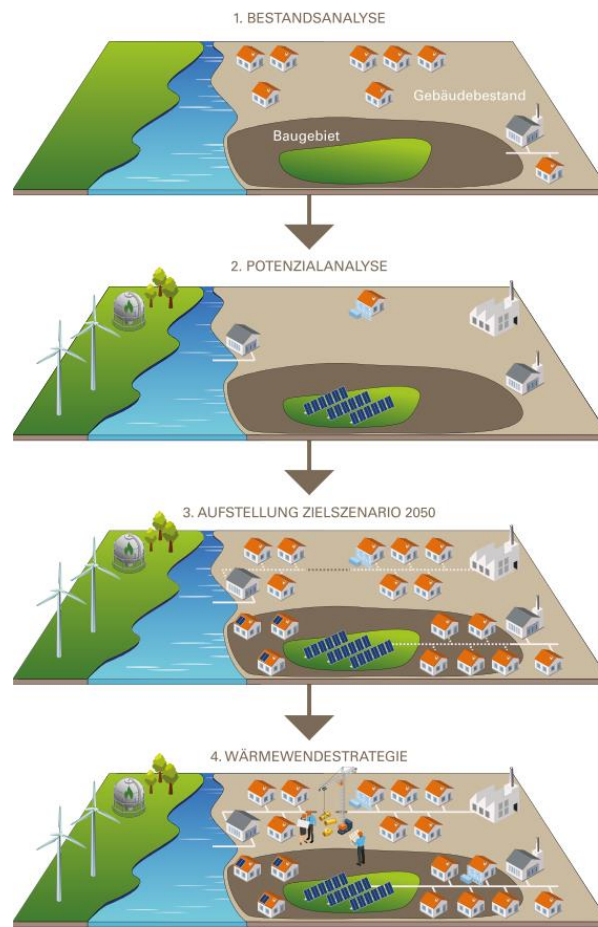


Abbildung 1-2: Übersicht über den Ablauf der Erstellung eines kommunalen Wärmeplans (KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, 2020)

1.5.2 Akteursbeteiligung

Die Erarbeitung des Konzepts erfolgt mit der Teilnahme und Unterstützung zahlreicher Akteure. Neben Mitarbeitenden der Stadtverwaltung und der Politik sind hier vor allem die Stadtwerke Pfaffenhofen, die Danpower und kleinere Wärmenetzbetreiber zu nennen. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden die folgenden Akteure beteiligt:

	Projektteam	Lenkungs-kreis	Daten-bereit-stellung	Akteurs-gespräche	Stellung-nahmen Teilgebiete
Stadtverwaltung					
Klimaschutz/ Nachhaltigkeit	X	X	X		X
Stadtbauamt, Stadtentwicklung		X	X	X	X
Wirtschafts- und Service-gesellschaft mbH Pfaffenhofen		X			
Politik					
Referent Klimaschutz/ Nachhaltigkeit	X	X			
Stadtrat		ein Vertreter jeder Fraktion			
Energieversorger					
Stromnetzbetreiber: Stadtwerke Pfaffenhofen	X	X	X	X	X
Gasnetzbetreiber: Stadtwerke Pfaffenhofen, Energienetze Bayern	X (Stadtwerke)	X (Stadtwerke)	X	X	
Wärmenetzbetreiber					
Danpower		X	X	X	X
Max Knorr GmbH, Eberstetten			X	X	X
Stadtwerke Pfaffenhofen: Heißmanning, Pfaffelleiten			X	X	X
Probsthof, Fönbach			X	X	X
Kufer, Sulzbach			X	X	
Ecoquartier			X		
Großverbraucher					
HiPP GmbH & Co. Vertrieb KG			X	X	
Kläranlage Pfaffenhofen			X	X	
MAWA GmbH				im Rahmen eines Fokusgebiets	

1.6 BASISDATEN

1.6.1 Demographische Entwicklung

Im Jahr 2022 wohnten 26.943 Menschen in der Stadt Pfaffenhofen an der Ilm (Bayrisches Landesamt für Statistik, 2024). Bis 2040 soll die Bevölkerungszahl der Stadt auf 28.600 steigen. Im Vergleich zum Bilanzjahr wäre das ein Bevölkerungsanstieg von etwa 6 Prozent, bzw. 1.657 Personen.

1.6.2 Wirtschaft

Die Wirtschaft in Pfaffenhofen besteht im Jahr 2024 aus einer Mischung aus Großunternehmen, klein- und mittelständischen Unternehmen sowie Start-Ups und Handwerksbetrieben. Laut der Stadt Pfaffenhofen trägt „[d]ieser breite Mix aus Unternehmen unterschiedlicher Größe und Branchenzugehörigkeit [...] wesentlich dazu bei, dass Pfaffenhofen ein wirtschaftlich stabiler Standort ist“.

1.6.3 Gebäudebestand

Insgesamt gibt es auf dem Stadtgebiet von Pfaffenhofen an der Ilm knapp 9.300 beheizte Gebäude. Knapp 70 Prozent hiervon sind Wohngebäude, während die restlichen 30 Prozent Nicht-Wohngebäude des Wirtschaftssektors ausmachen. Bei den Nicht-Wohngebäuden machen die Gebäude für den Sektor GHD mit 98 Prozent der Großteil aus. Mehrfamilienhäuser machen ein Drittel der Wohngebäude auf dem Stadtgebiet aus.

Abbildung 1-3 bildet die Baualtersklasse der einzelnen Baublocks für das gesamte Stadtgebiet ab. Hierzu wurde die Baualtersklasse eines Gebiets von der Kommune bereitgestellt und allen Gebäuden und Baublöcken in diesem Gebiet zugeordnet. Dies bildet also nur einen Durchschnittswert ab, der bspw. Nachverdichtungen nicht berücksichtigt. In Pfaffenhofen an der Ilm wurde der Großteil der Gebäude zwischen 1949 und 1957 erbaut. Den kleinsten Anteil machen die Gebäude der Baualtersklasse von 1919 bis 1948 aus.

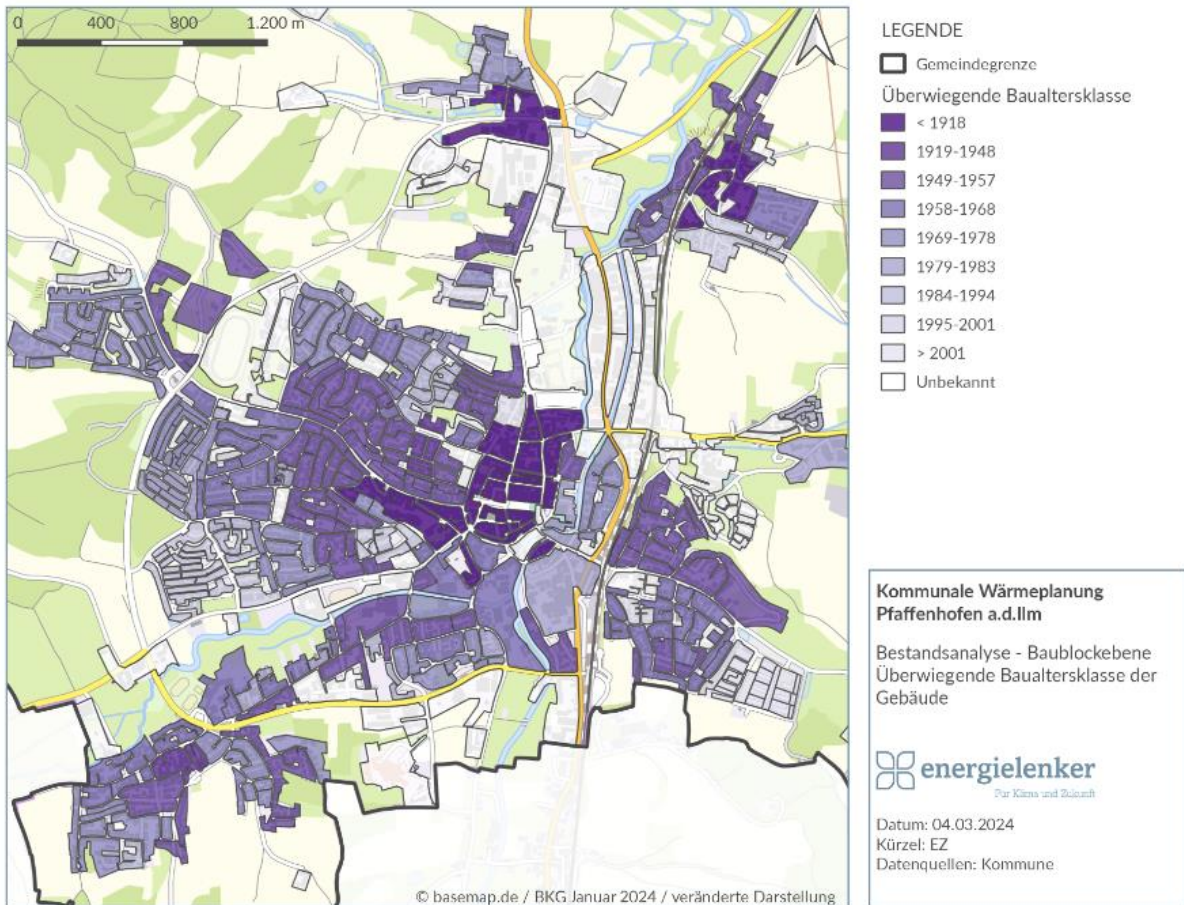


Abbildung 1-3: Baualtersklassen auf Baublockebene in der Kernstadt Pfaffenhofen a.d. Ilm

Von den insgesamt knapp 11.400 Wohnungen in Gebäuden mit Wohnraum in der Stadt Pfaffenhofen an der Ilm haben die meisten eine Wohnung im Gebäude. Darauf folgen Gebäude mit 2 Wohnungen und Gebäude mit 3 bis 6 Wohnungen. Den kleinsten Anteil machen Gebäude mit mehr als 13 Wohnungen aus. Die meisten Wohnungen im Stadtgebiet haben eine Wohnfläche von 120 bis 129 m², dicht gefolgt von 100 bis 109 m². Danach folgen Wohnungen mit 180 m² und mehr Wohnfläche. Zum Stichtag 09.05.2011 hatten 13,6 Prozent der Bevölkerung Pfaffenhofens 180 m² und mehr Wohnfläche zur Verfügung. Darauf folgen mit 12,5 Prozent der Bevölkerung mit 120-129 m² Wohnfläche.

Abbildung 1-4 stellt den Anteil an Wohnfläche in den einzelnen Bereichen der Stadt dar. Hieraus lässt sich ableiten, dass die meiste Wohnfläche außerhalb des Stadtkerns liegt. Die Industrie- und Gewerbegebiete verzeichnen eine Wohnfläche von maximal bis zu 40 Prozent, während in den umliegenden Bereichen bis zu über 80 Prozent Wohnfläche erreicht werden.

Zur Übersichtlichkeit wird auf den im Text eingebundenen Karten nur die Kernstadt Pfaffenhofen an der Ilm dargestellt. Die Analysen wurden jedoch für das gesamte, kommunale Gebiet durchgeführt. Die Karten mit den umliegenden Orten befinden sich im Anhang.

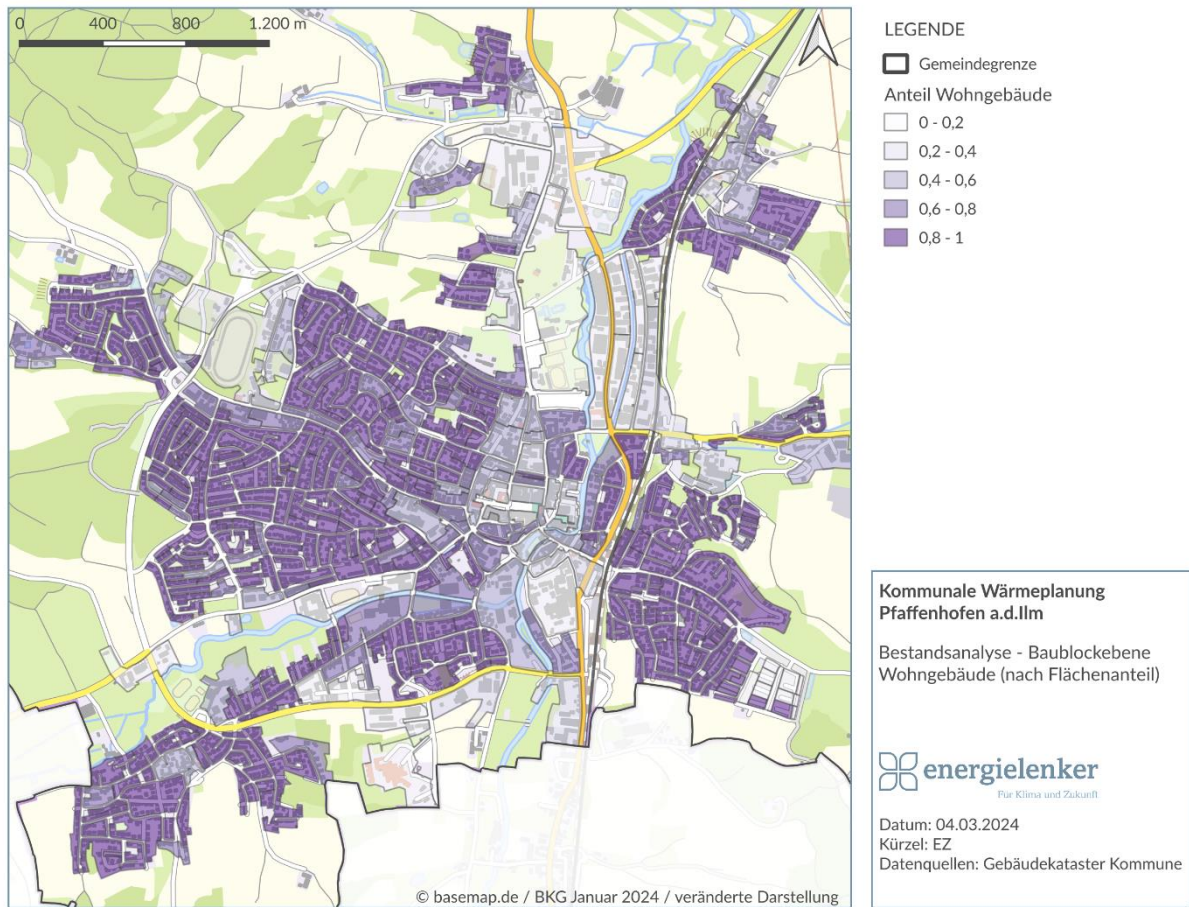


Abbildung 1-4: Anteil Wohngebäude auf Baublockebene in der Kernstadt Pfaffenhofen a.d. Ilm (gesamtes Kommunalgebiet im Anhang)

1.6.4 THG-Emissionsfaktoren

Anhand der ermittelten Verbräuche und energieträgerspezifischer Emissionsfaktoren werden die THG-Emissionen berechnet. Dazu sind THG-Emissionsfaktoren notwendig.

Die empfohlenen Emissionsfaktoren beruhen auf Annahmen und Berechnungen des ifeu, des GEMIS (Globales Emissions-Modell integrierter Systeme) sowie auf Richtwerten des Umweltbundesamtes (UBA). Die THG-Emissionsfaktoren beziehen neben den reinen CO₂-Emissionen weitere Treibhausgase (bspw. N₂O und CH₄) in Form von CO₂-Äquivalenten (CO₂e) inklusive energiebezogener Vorketten mit ein. Hinsichtlich des Emissionsfaktors für Strom gilt, dass gemäß BSKO der Bundesstrommix herangezogen wird. In Tabelle 1-1 werden die Emissionsfaktoren der jeweiligen Energieträger dargestellt:

Tabelle 1-1: Emissionsfaktoren der Energieträger für das Jahr 2021

Emissionsfaktoren der Energieträger [gCO ₂ e/kWh]			
Strom	472	Flüssiggas	276
Heizöl	318	Braunkohle	445
Erdgas	247	Steinkohle	433
Holz	22	Heizstrom	472

Umweltwärme	148	Sonstige Erneuerbare	25
Sonnenkollektoren	23	Sonstige Konventionelle	330
Biogase	121	Benzin	322
Abfall	27	Diesel	327
Kerosin	322	Biodiesel	111

Für die Szenarienerstellung werden die Emissionsfaktoren aus dem Technikkatalog des Leitfadens Wärmeplanung (Prognos AG; ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH; Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER); Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, 2024) genutzt. Diese sind für die betrachteten Jahre in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 1-2: Emissionsfaktoren der Energieträger für die Jahre 2025, 2030 und 2035 aus dem Technikkatalog (Tab 1)

Emissionsfaktoren der Energieträger [gCO ₂ e/kWh]	2025	2030	2035
Heizöl	310	310	310
Erdgas	240	240	240
Braunkohle	430	430	430
Steinkohle	400	400	400
Holz	20	20	20
Biogas	137	133	130
Solarthermie	0	0	0
Umweltwärme*	81	34	14
Wärme aus Verbrennung von Siedlungsabfällen	20	20	20
Abwärme aus Prozessen	39	38	37
Strom	260	110	45

* Für Wärmepumpen wird auf Basis einer Jahresarbeitszahl von 3,2 der Emissionsfaktor für Strom eingesetzt. Daraus ergeben sich die hier berechneten Werte.

1.6.5 Kosten

Als Grundlage für alle Kostenberechnungen wurde der Technikkatalog des Leitfadens Wärmeplanung (Prognos AG; ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH; Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER); Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, 2024) genutzt. Es wurden jeweils Kosten für das Jahr 2023 genutzt, da die tatsächliche Umstellung von Heizungen unbekannt ist.

2 BESTANDSANALYSE

2.1 DATENGRUNDLAGE UND -AUSWERTUNG

2.1.1 Bilanz

Um eine nachhaltige Wärmestrategie zu entwickeln, ist es zunächst notwendig die aktuelle Situation zu analysieren und darzustellen. Hierfür werden die aggregierten Energieversorgungsdaten der Energieversorger als Basis für die Ermittlung des Endenergieverbrauchs der leitungsgebundenen Energieträger ausgewertet. In Pfaffenhofen umfasst dies den Verbrauch von Strom, Gas und Wärme.

Neben dem genannten Datensatz werden die Daten der Bezirksschornsteinfeger im Stadtgebiet Pfaffenhofens sowie die Endenergieverbräuche der kommunalen Gebäude berücksichtigt. Durch die ergänzenden Daten können auch die nicht-leitungsgebundenen Energieträger ermittelt werden.

Aus den Daten der Bezirksschornsteinfeger kann sowohl die Anzahl der jeweiligen Anlagenarten (nach Energieträgern) als auch eine Einteilung in Leistungs-/ sowie Altersklassen erfolgen. Um von der Anlagenleistung der Öl- und Biomasseheizungen auf die eingesetzte Endenergiemenge schließen zu können, werden nutzungs-artspezifische Volllaststunden angenommen. Für die Bilanz der Jahre 2020 und 2021 wurde auf Grund nicht vorliegender Daten für diese beiden Jahre auf die Werte der Bilanz des Klimaschutzkonzeptes von 2018 zurückgegriffen.

Die verbrauchte Menge an Umweltwärme kann nur über den abgerechneten Wärmepumpenstrom abgeschätzt werden. Hierzu wird eine durchschnittlicher Jahresarbeitszahl (JAZ) der Wärmepumpe angenommen und daraus die Wärmeerzeugung berechnet. Zur Verfügung stehen somit nur die über einen separaten Zähler bzw. Tarif abgerechneten oder bezogenen Mengen an Strom.

Aufbauend auf der Energiebilanz wird eine Treibhausgasbilanz erstellt. Hierfür wird das CO₂-Bilanzierungstool Klimaschutzplaner eingesetzt. Das Tool basiert auf der standardisierten Bilanzierungs-Systematik Kommunal (BISKO), die als Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland erarbeitet wurde. Die verankerten CO₂-Faktoren beruhen größtenteils auf der Datenbank des Globalen Emissions-Modells integrierter Systeme (GEMIS-Datenbank) und Studien des Umweltbundesamtes.

Für die Erstellung von Reduktionsszenarien ist die Definition einer Ausgangsbilanz erforderlich. Aufgrund der Daten aus verschiedenen Quellen und Jahren (2020-2022) sowie notwendigen Hochrechnungen, ist sie als Annäherung an den tatsächlichen Endenergieeinsatz zu verstehen.

Die Ausgangsbilanz dient als Grundlage, um nach der Bewertung verschiedener Einsparpotenziale in den Sektoren „Private Haushalte“, „Wirtschaft“, „Verkehr“ und „Kommunale Liegenschaften“ den Endenergiebedarf für das Jahr 2035 zu prognostizieren.

Ein interkommunaler Vergleich dieser Bilanz ist häufig nicht zielführend, da regionale und strukturelle Unterschiede sehr hohen Einfluss auf die Energieverbräuche und Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) von Kommunen haben können.

Der Endenergieverbrauch der Stadt Pfaffenhofen an der Ilm wurde differenziert nach Energieträgern berechnet. Die Verbrauchsdaten leitungsgebundener Energieträger (z. B. Strom und Erdgas) wurden vom Netzbetreiber Bayernwerk, den Stadtwerken Pfaffenhofen sowie den Wärmenetzbetreibern bereitgestellt. Die Angaben zum Ausbau erneuerbarer Energien stützen sich auf die EEG-Einspeisedaten und wurden ebenfalls vom genannten Netzbetreiber bereitgestellt. Der Sektor kommunale Einrichtungen erfasst die gemeindeeigenen Liegenschaften und Zuständigkeiten. Die Verbrauchsdaten wurden in den einzelnen Fachabteilungen der Verwaltung erhoben und übermittelt.

Nicht-leitungsgebundene Energieträger werden in der Regel zur Wärmeerzeugung genutzt. Hierzu zählen etwa Heizöl, Biomasse, Flüssiggas, Steinkohle, Umweltwärme und Solarthermie. Die Erfassung der Verbrauchsmengen dieser Energieträger und aller nicht durch die Netzbetreiber bereitgestellten Daten erfolgte durch Hochrechnungen von Bundesdurchschnitts-, Landes- und Regional-Daten im

Klimaschutz-Planer. Dies geschieht auf Basis lokalspezifischer Daten der Schornsteinfegerinnung sowie Bafa-Förderdaten. Aufgrund dazu fehlender Daten im Klimaschutz-Planer konnte die Bilanz für das Jahr 2022 nicht erstellt werden. Die Input-Werte sind jedoch im Klimaschutz-Planer hinterlegt.

Für die vorliegende Bilanz der Stadt Pfaffenhofen an der Ilm konnte mittels der erfassten Daten eine Gesamtdatengüte von 0,79 für das Jahr 2021 erreicht werden. Dabei setzt sich diese wie folgt zusammen:

Exkurs Datengüte

Die Bewertung der Datengüte findet in Abhängigkeit der jeweiligen Datenquelle statt. So wird zwischen Datengüte A/1,0 (Regionale Primärdaten), B/0,5 (Hochrechnung regionaler Primärdaten), C/0,25 (Regionale Kennwerte und Statistiken) und D/0,0 (Bundesweite Kennzahlen) unterschieden (ifeu, 2016:3).

Eine Gesamtdatengüte von 1,00 ist im Klimaschutz-Planer schon wegen des Sektors Verkehr nicht zu erreichen. Nach Aussagen der Verantwortlichen des Klimaschutz-Planers handelt es sich im Bereich von 0,70 bis 0,85 um eine „sehr gute“ Datengüte. Eine Datengüte oberhalb von 0,50 wird als mindestens erstrebenswert angesehen.

Tabelle 2-1: Datengüte der Bilanz

Sektor	2018	2020	2021
Private Haushalte	0,8	0,82	0,82
Industrie	1	1	1
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)	0,89	0,8	0,79
Verkehr	0,53	0,54	0,54
Kommunale Einrichtungen	1	1	1
Summe	0,78	0,79	0,79

2.1.2 Gebäudescharfer Wärmeverbrauch

Für die Darstellung des Wärmebedarfs auf Gebäudeebene wurden unterschiedliche Quellen kombiniert. Von den Energieversorgern wurden teilweise gebäudescharfe, teilweise gemittelte Verbräuche zur Verfügung gestellt. Kehr Buchdaten und somit Informationen zu einem Großteil der nichtleitungsgebundenen Versorgung waren trotz intensiver Bemühungen weder von den Schornsteinfegern noch von der Schornsteinfegerinnung noch über das Landesamt für Statistik zu bekommen. Daher wurden alle Gebäude, für die keine leitungsgebundene Versorgung ausgewiesen wurde, als nichtleitungsgebunden gekennzeichnet. Die Versorgung mit Heizöl, Biomasse, Wärmepumpe oder sonstigen nichtleitungsgebundenen Energieträgern kann daher nicht weiter unterschieden werden. Für diese Gebäude wurden Wärmeverbrauchswerte über die Nutzfläche und, soweit vorhanden, einen mittleren spezifischen Wärmeverbrauch der leitungsgebundenen Versorgung des Baublocks berechnet oder die im Wärmekataster des Energienutzungsplans des Landkreis Pfaffenhofen berechneten Wärmebedarfswerte auf Basis der Gebäudedaten herangezogen (Landkreis Pfaffenhofen a. d. Ilm, Institut für Energietechnik IfE GmbH, 2024). In Tabelle 2-2 sind die jeweils genutzten Werte nach Energieträger aufgeführt.

Tabelle 2-2: Datengüte des gebäudescharfen Wärmeverbrauchs

Energieträger	Zuordnung Energieträger	Wärmeverbrauch/-bedarf
Wärmenetz	Adressscharf (Netzbetreiber)	Adressscharf
Erdgas	Adressscharf (Netzbetreiber)	Im Baublock gemittelt über Nutzfläche des Gebäudes
Umweltwärme / Wärmepumpe	Teilweise adressscharf (Netzbetreiber, bei speziellem Wärmepumpentarif)	Teilweise adressscharf (Wärmeverbrauch über Stromverbrauch mit JAZ)
	Rest unbekannt, Kennzeichnung als nichtleitungsgebundene Versorgung	Berechnung bei Baublöcken mit leitungsgebundener Versorgung, alternativ Gebäudekataster (ENP LK Pfaffenhofen)
Heizöl	Ausschlussprinzip, Kennzeichnung als nichtleitungsgebundene Versorgung	
Biomasse		
Weitere (z.B. Solarthermie)	Keine Berücksichtigung	Keine Berücksichtigung

Die gebäudescharfen Verbräuche wurden mit dem Basisjahr 2022 erfasst. Eine Ausnahme bilden die Gasverbräuche, die vom Netzbetreiber nach dem Abrechnungszeitraum geliefert wurden. Um dies auszugleichen und um eine wetterunabhängige Ausgangsbasis für die Wärmeplanung bereitzustellen, wurden die gebäudescharfen Verbrauchswerte mit den Klimafaktoren des Deutschen Wetterdienstes witterungsbereinigt (Deutscher Wetterdienst, 2023).

2.1.3 Vergleich Bilanz und gebäudescharfer Wärmeverbrauch

Aufgrund der unterschiedlichen Herangehensweise ergeben sich teilweise unterschiedliche Zahlen in der Bilanzierung der Gesamtkommune nach BSKO und der gebäude-/baublockscharfen Modellierung des Wärmebedarfs für die Wärmeplanung nach Teilgebieten. Die Unterschiede sind in folgender Tabelle näher erläutert.

Tabelle 2-3: Vergleich Bilanzierung nach BSKO und gebäudescharfer Wärmeverbrauch

Energieträger	Bilanz nach BSKO	Input für gebäudescharfe Wärmeplanung
Alle Gebäude	Nicht witterungsbereinigt	Witterungsbereinigt
Erdgas & Fernwärme	Kalenderjahre (2020, 2021)	Teilweise Abrechnungsjahre (größtenteils 2022)
Biomasse & Heizöl	Anzahl Heizungen nach Leistungsklassen (Kehrbuchdaten, Datenstand 2018), kombiniert mit Vollbenutzungsstunden	Berechnung des Wärmebedarfs auf Basis von Gebäudedaten (Nutzfläche, Baualtersklasse, unabhängig vom Kalenderjahr)
Umweltwärme / Wärmepumpe	Hochrechnung aus deutschlandweiten Statistikdaten (2020, 2021)	Wärmeverbrauch nach Strombedarf (wenn bekannt, 2022), alternativ auf Basis von Gebäudedaten (unabhängig vom Kalenderjahr)
Solarthermie	Kollektorfläche nach BAFA-Daten (2020, 2021)	Keine Berücksichtigung

2.2 ENENERGIEEINSATZ UND TREIBHAUSGASEMISSIONEN

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Energie- und Treibhausgasbilanz der Stadt Pfaffenhofen an der Ilm dargestellt. Der tatsächliche Energieverbrauch ist dabei für die Bilanzjahre 2020 bis 2021 erfasst und bilanziert worden. Das Jahr 2018 ist als Vergleich zur vorherigen Bilanz der Stadt Pfaffenhofen mit aufgenommen worden. Das Jahr 2022 wurde erfasst, konnte aber aufgrund fehlender bundesweiter Daten im Klimaschutz-Planer nicht bilanziert werden. Die Energieverbräuche werden auf Basis der Endenergie und die THG-Emissionen auf Basis der Primärenergie anhand von Life Cycle Analysis (LCA)-Parametern beschrieben. Die Bilanz ist vor allem als Mittel der Selbstkontrolle zu sehen. Die Entwicklung auf dem eigenen Stadtgebiet lässt sich damit gut nachzeichnen.

2.2.1 Grundlagen der Bilanzierung

Zur Bilanzierung wurde die speziell zur Anwendung in Kommunen entwickelte Plattform „Klimaschutz-Planer“ (online abrufbar unter <https://www.klimaschutz-planer.de>) verwendet. Bei dieser Plattform handelt es sich um ein Instrument zur Bilanzierung des Energieverbrauchs und der THG-Emissionen. Dabei wird die vom Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu) entwickelte „Bilanzierungs-Systematik Kommunal“ (BISKO) angewandt.

Leitgedanke des vom BMU geförderten Vorhabens war die Entwicklung einer standardisierten Methodik, welche die einheitliche Berechnung kommunaler THG-Emissionen ermöglicht und somit eine Vergleichbarkeit der Bilanzergebnisse zwischen den Kommunen erlaubt. Bei der Bilanzierung nach BISKO wird das sogenannte Territorialprinzip verfolgt. Diese auch als „endenergiebasierte Territorialbilanz“ bezeichnete Vorgehensweise betrachtet alle im Untersuchungsgebiet anfallenden Endenergieverbräuche und ordnet diese den Sektoren Private Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (GHD), Industrie/Verarbeitendes Gewerbe, Kommunale Einrichtungen und Verkehr zu (Hertle, Dünnebeil, Gugel, Rechsteiner, & Reinhard, 2019).

Auch zur Bilanzierung des Sektors Verkehr findet somit das Prinzip der endenergiebasierten Territorialbilanz Anwendung. Diese umfasst sämtliche motorisierten Verkehrsmittel im Personen- und Güterverkehr. Harmonisierte und aktualisierte Emissionsfaktoren für den Verkehrsbereich stehen in Deutschland durch das TREMOD¹ zur Verfügung. Diese werden in Form von nationalen Kennwerten differenziert nach Verkehrsmittel, Energieträger und Straßenkategorie bereitgestellt (Hertle, Dünnebeil, Gugel, Rechsteiner, & Reinhard, 2019).

Sogenannte graue Energie (bspw. Energieaufwand von konsumierten Produkten sowie Energie, die von der Bevölkerung außerhalb der Gemeindegrenzen verbraucht wird) findet im Rahmen der Bilanzierung keine Berücksichtigung (Hertle, Dünnebeil, Gugel, Rechsteiner, & Reinhard, 2019).

Grenzen der „Bilanzierungs-Systematik Kommunal“ (BISKO)

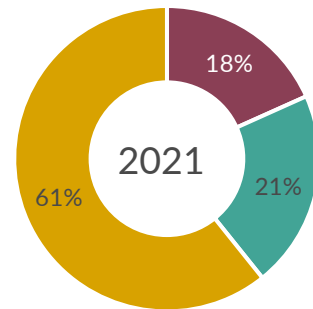
Da nach dem endenergiebasierten Territorialprinzip bilanziert wird, entfällt eine Betrachtung weiterer Emissionen aus anderen nicht-energetischen Teilbereichen wie etwa Emissionen aus Industrieprozessen, Landwirtschaft, LULUCF, Abfallwirtschaft etc.

¹ Das Transport Emission Model (TREMOM) bildet den motorisierten Verkehr hinsichtlich seiner Verkehrs- und Fahrleistungen, Energieverbräuche sowie Klimagas- und Luftschadstoffemissionen ab. Es ist eine ungültige Quelle angegeben..

2.2.2 Endenergieeinsatz Stadt Pfaffenhofen an der Ilm

Im Bilanzjahr 2021 weist das Stadtgebiet Pfaffenhofens sektorenübergreifend einen Endenergiebedarf von 595 GWh auf, wovon 358 GWh auf die Wärmebereitstellung fallen.

Abbildung 2-1 stellt die prozentuale Verteilung der Endenergieverbräuche nach Verwendung dar, während Abbildung 2-2 den Verbrauch nach Sektoren darstellt. Demnach lässt sich anhand der nachfolgenden Verteilung feststellen, dass die privaten Haushalte im Bilanzjahr 2021 mit 43 Prozent den größten Anteil am Gesamtenergieverbrauch ausmachen. Der Sektor Verkehr macht einen Anteil von 21 Prozent aus, während die Industrie und die GHD jeweils einen Anteil von 17 bzw. 18 Prozent ausmachen. Auf die kommunalen Einrichtungen entfällt lediglich ein Anteil von 2 Prozent.



■ Strom ■ Mobilität ■ Wärme
Abbildung 2-1: Prozentualer Anteil Endenergieverbrauch nach Verwendung

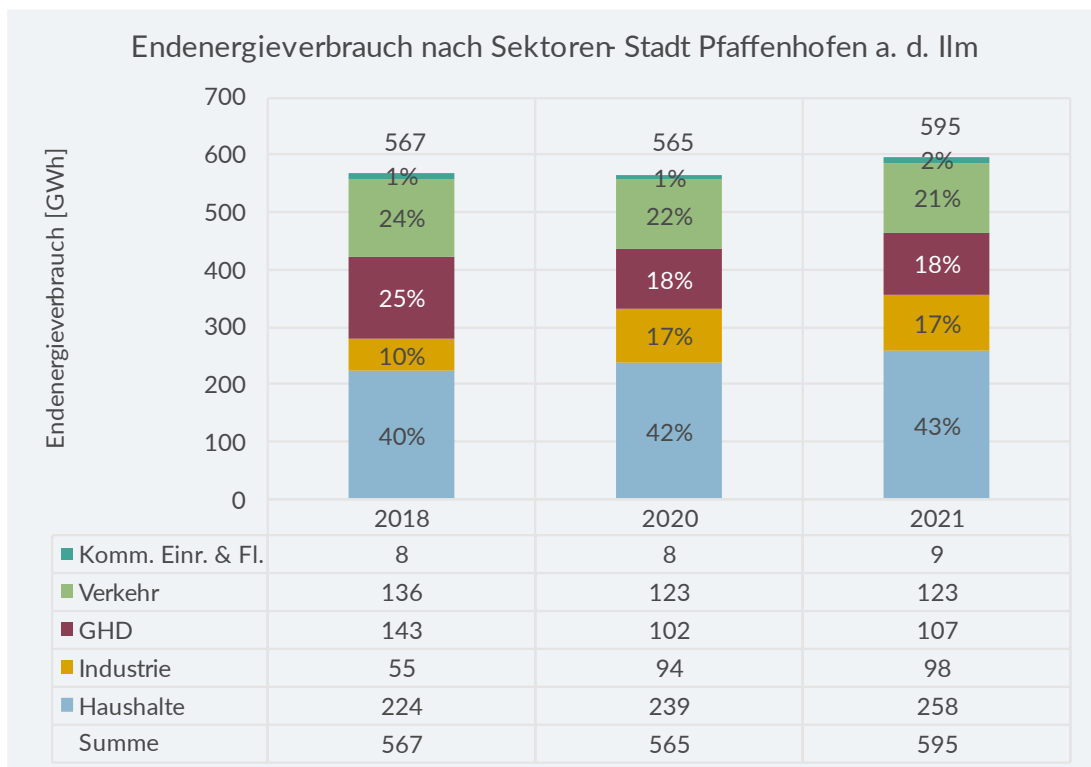


Abbildung 2-2: Endenergieverbrauch nach Sektoren

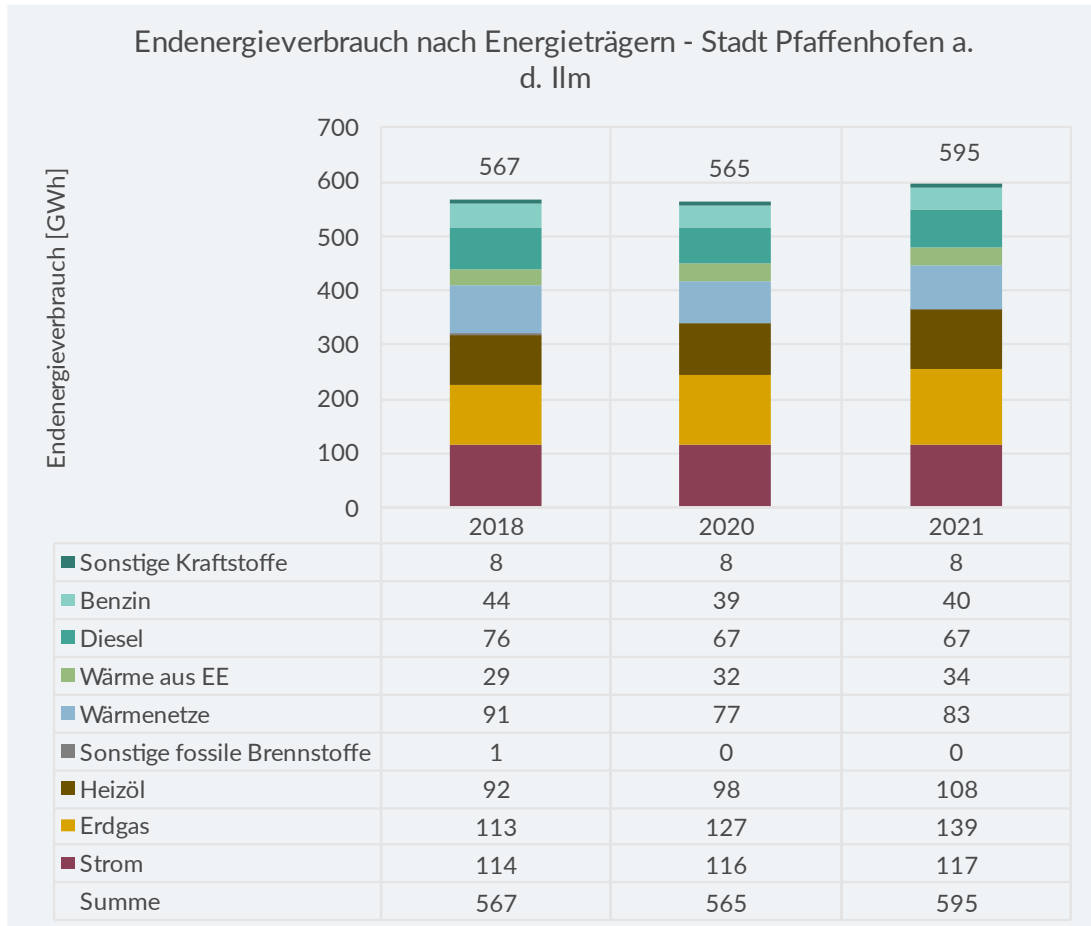


Abbildung 2-3: Endenergieverbrauch nach Energieträgern

Endenergieverbrauch pro Einwohner

Die absoluten Werte für die sektorspezifischen Endenergieverbräuche (Abbildung 2-2/Abbildung 2-9) werden in der Tabelle 2-4 auf die Einwohner der Stadt Pfaffenhofen an der Ilm bezogen.

Tabelle 2-4: Endenergieverbrauch pro Einwohner

EEV / EW	2018	2020	2021
Haushalte	8,66	8,96	9,60
Industrie	2,13	3,53	3,67
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)	5,51	3,81	3,98
Verkehr	5,27	4,61	4,60
Kommunale Einrichtungen	0,32	0,29	0,33
Summe	21,87	21,20	22,19

Der Bevölkerungsstand stieg im zeitlichen Verlauf von 2018 bis 2021 insgesamt leicht. Im Jahr 2018 betrug dieser 25.917 Personen, sodass sich der Endenergieverbrauch pro Person auf 21,87 MWh beliefen. Die Endenergieverbräuche pro Einwohner sanken im Bilanzjahr gegenüber 2018 um rund 3 %.

Endenergieverbrauch der kommunalen Einrichtungen und der kommunalen Flotte

Die kommunalen Einrichtungen machen zwar lediglich rund 2 % des gesamten Endenergieverbrauchs aus, liegen jedoch im direkten Einflussbereich der Kommune und haben eine Vorbildfunktion. Daher werden in der folgenden Abbildung 2-4, analog zum bisherigen Vorgehen, die Endenergieverbräuche der kommunalen Einrichtungen sowie der kommunalen Flotte aufgeschlüsselt nach Energieträgern dargestellt.

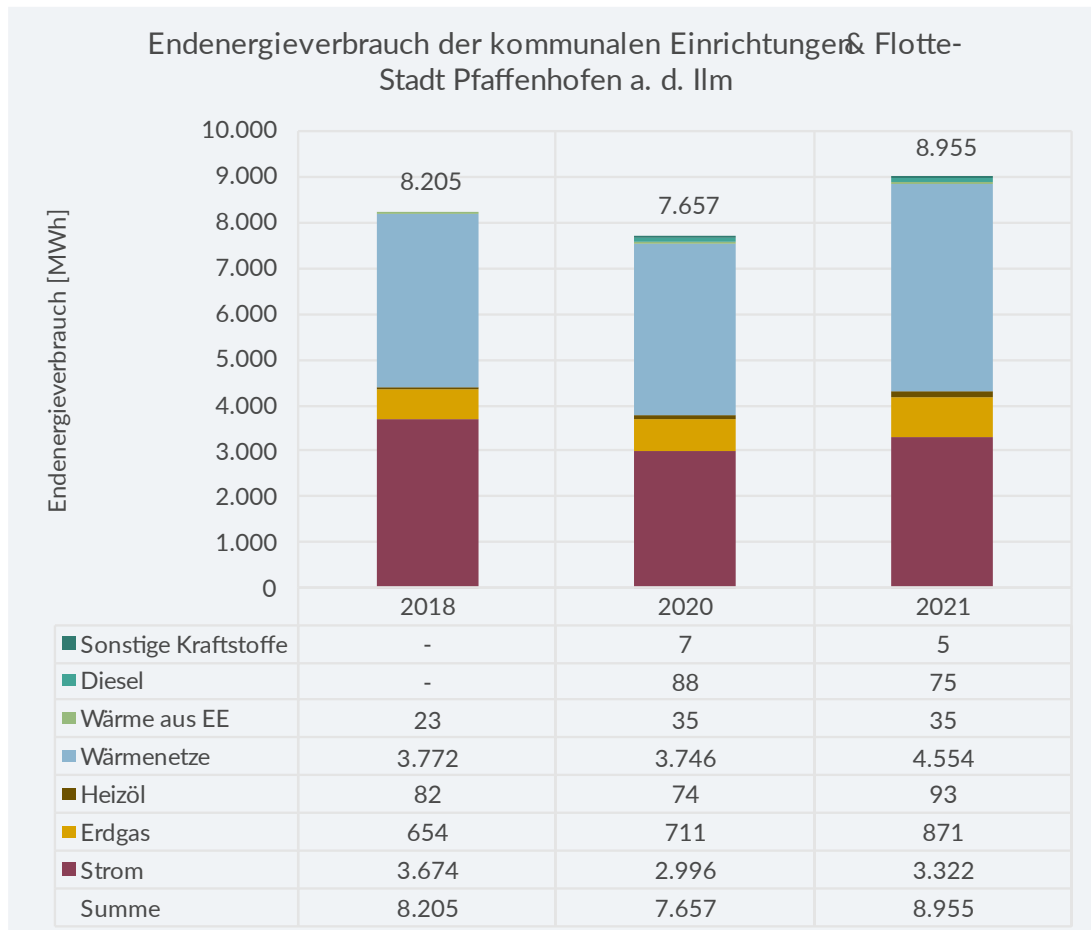


Abbildung 2-4: Endenergieverbrauch der kommunalen Einrichtungen und Flotte

Es wird ersichtlich, dass die kommunalen Einrichtungen der Stadt Pfaffenhofen an der Ilm bereits einen Großteil ihres Wärmebedarfs über die Anbindung an ein Wärmenetz abdecken.

2.2.3 Wärmeverbrauch Stadt Pfaffenhofen an der Ilm

Im Bilanzjahr 2021 lag der Anteil des Wärmeverbrauchs am Endenergieverbrauch bundesweit bei 58,8 Prozent. In Pfaffenhofen lag dieser, wie in Abbildung 2-1 dargestellt, mit 61 Prozent sogar noch etwas über dem Bundesdurchschnitt. Abbildung 2-5 stellt den Wärmeverbrauch nach Sektoren dar. Anhand der nachfolgenden Verteilung ist festzustellen, dass die privaten Haushalte im Bilanzjahr 2021 mit 217.259 MWh bzw. 60 Prozent den größten Anteil am Gesamtwärmeverbrauch ausmachen. Der Sektor GHD macht mit 95.732 MWh einen Anteil von 26 Prozent aus, während die Industrie mit 45.353 MWh einen Anteil von 12 Prozent ausmachen. Auf die kommunalen Einrichtungen entfällt mit 5.553 MWh lediglich ein Anteil von 2 Prozent.

In Abbildung 2-6 wird der Wärmeverbrauch aufgeteilt nach Energieträgern dargestellt. Hier entfällt der größte Anteil mit 38 Prozent auf Erdgas, gefolgt von Heizöl mit 30 Prozent. Fernwärme macht mit 21

Prozent den drittgrößten Anteil aus. Fernwärme und Nahwärmenetze machen in Pfaffenhofen a.d. Ilm bereits einen hohen Anteil der erneuerbaren Energien aus (siehe auch Kapitel 2.2.5).

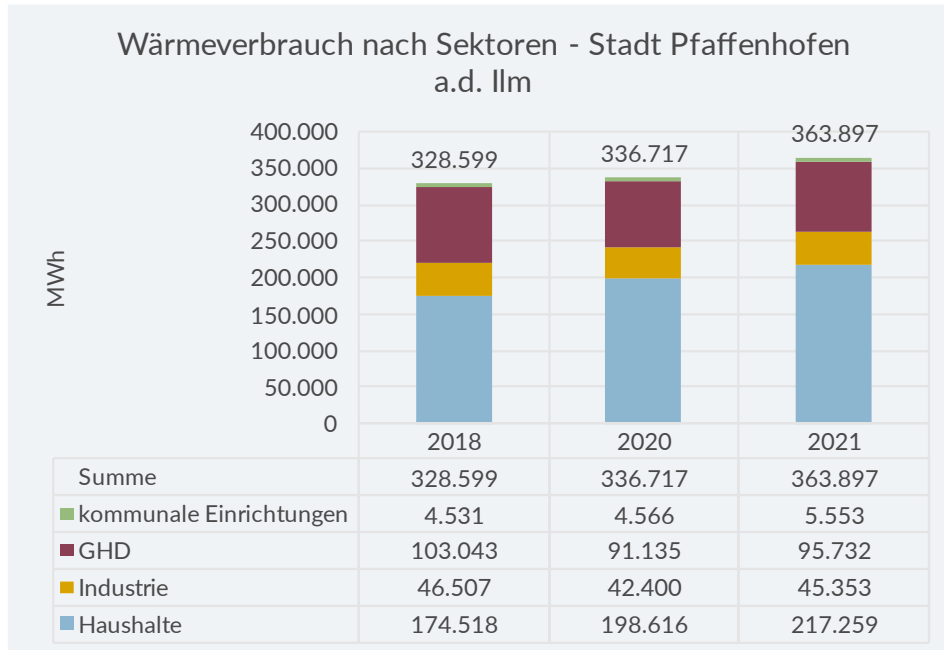


Abbildung 2-5: Wärmeverbrauch der Stadt Pfaffenhofen a.d. Ilm nach Sektoren

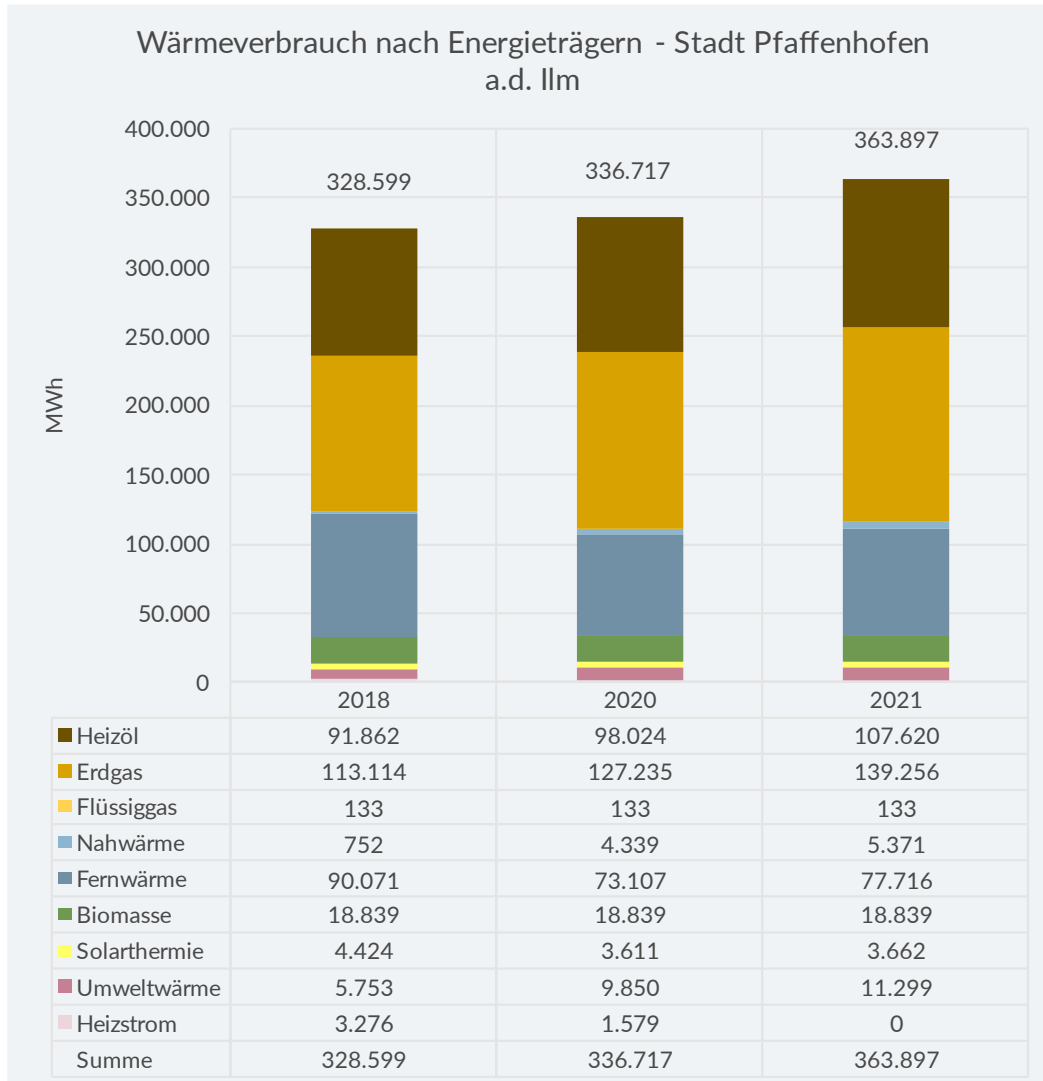


Abbildung 2-6: Wärmeverbrauch der Stadt Pfaffenhofen a.d. Ilm nach Energieträger

Die Wärme in den Fern- und Nahwärmenetzen wird in Pfaffenhofen zu 90 Prozent mit erneuerbaren Energien erzeugt. Hierbei kommt insbesondere Biomasse in Form von Hackschnitzeln sowie zu einem geringen Teil Biogas und Wärmepumpen zum Einsatz. Die Bilanzierung erfolgt nicht witterungsbereinigt auf Basis von Kalenderjahren.

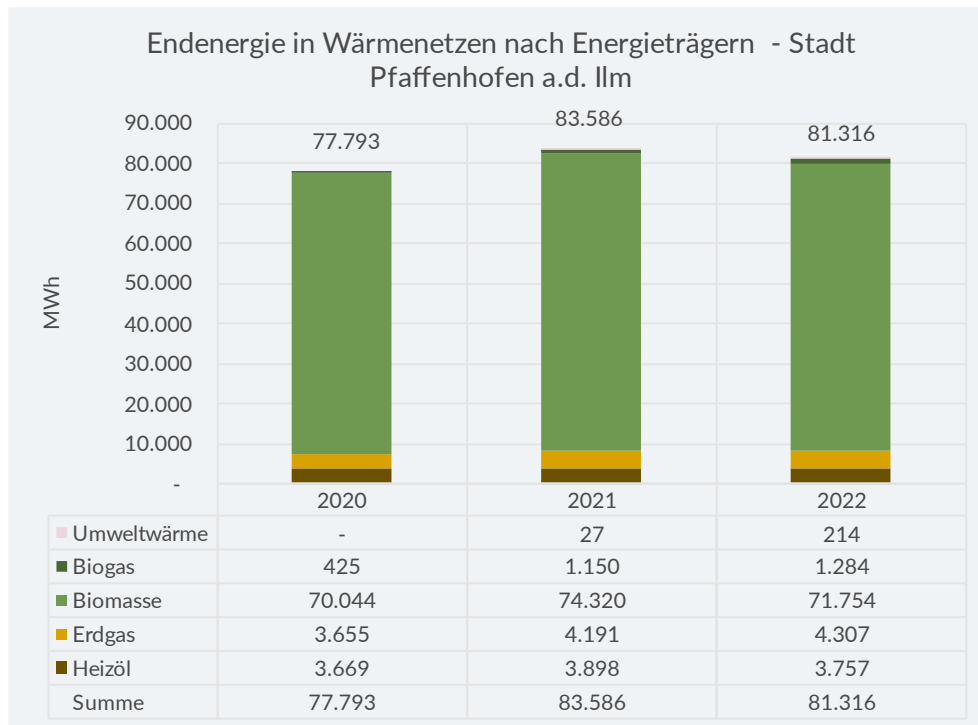


Abbildung 2-7: Endenergie in Wärmenetzen nach Energieträgern - Stadt Pfaffenhofen a.d. Ilm

2.2.4 THG-Emissionen in der Stadt Pfaffenhofen an der Ilm

Nachfolgend werden die Ergebnisse der THG-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern, pro Einwohner sowie gesondert für die kommunalen Einrichtungen erläutert.

Im Bilanzjahr 2021 weist das Stadtgebiet Pfaffenhofens sektorenübergreifend einen Treibhausgasemission von 170.225 tCO₂e auf, wovon 79.209 tCO₂e auf die Wärmebereitstellung fallen.

Abbildung 2-8 stellt die prozentuale Verteilung der THG-Emissionen nach Verwendung dar, während Abbildung 2-9 die Emissionen nach Sektoren darstellt. Die meisten Treibhausgasemissionen verursacht im Bilanzjahr 2021 der Haushaltssektor mit rund 69.362 tCO₂e (41 %). Der Verkehr ist im Vergleich dazu für rund 40.053 tCO₂e (24 %) verantwortlich. Die restlichen 35 Prozent verteilen sich auf die Industrie (19 %), GHD (15 %) und die kommunalen Einrichtungen (1 %).

Werden die THG-Emissionen nach Energieträgern dargestellt (Abbildung 2-10), zeigen sich erneut die fossilen Brenn- und Kraftstoffe als besonders relevant. Während etwa die erneuerbare Wärme nur einen geringen Anteil ausmacht, stammt ein Großteil der THG-Emissionen aus dem Einsatz von Heizöl, Diesel und Benzin.

Besonders groß ist jedoch auch der Anteil des Energieträgers Strom. Dieser stellt aufgrund des noch immer hohen THG-Emissionsfaktors des deutschen Strommixes den zweitgrößten Emittenten dar.

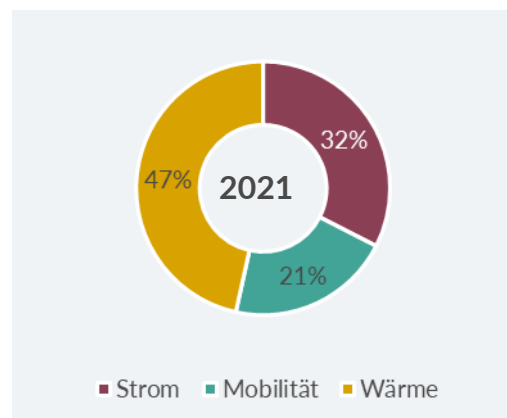


Abbildung 2-8: Prozentualer Anteil THG-Emissionen nach Verwendung

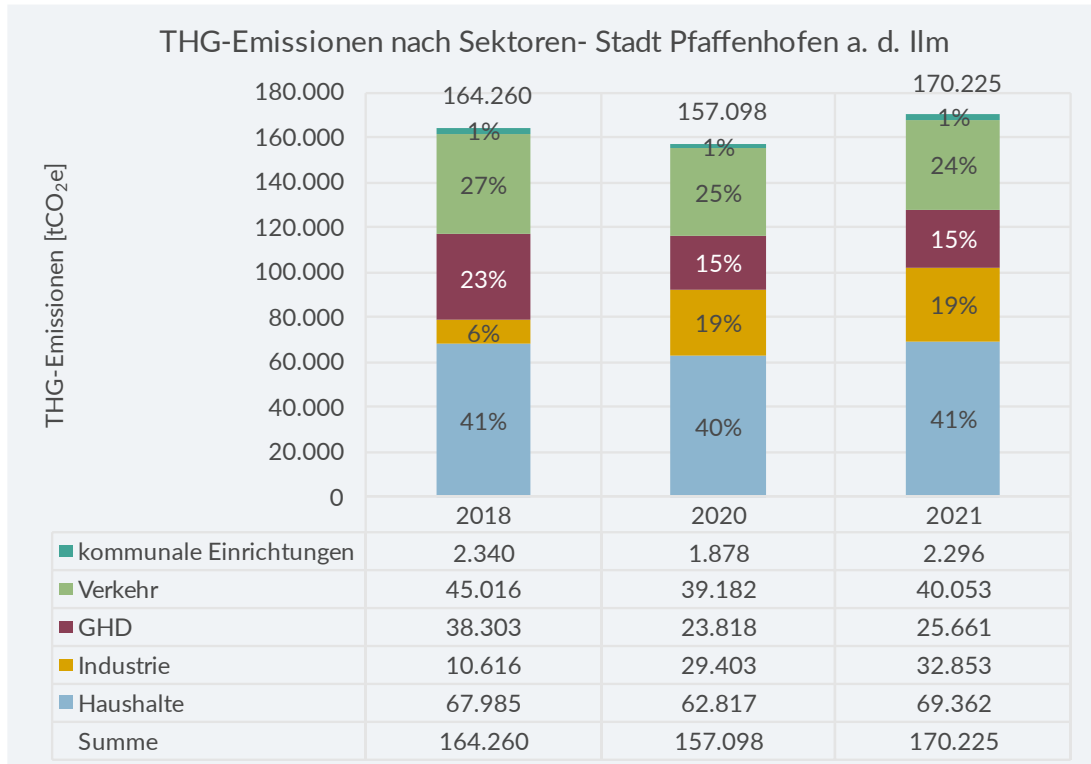


Abbildung 2-9: THG-Emissionen nach Sektoren

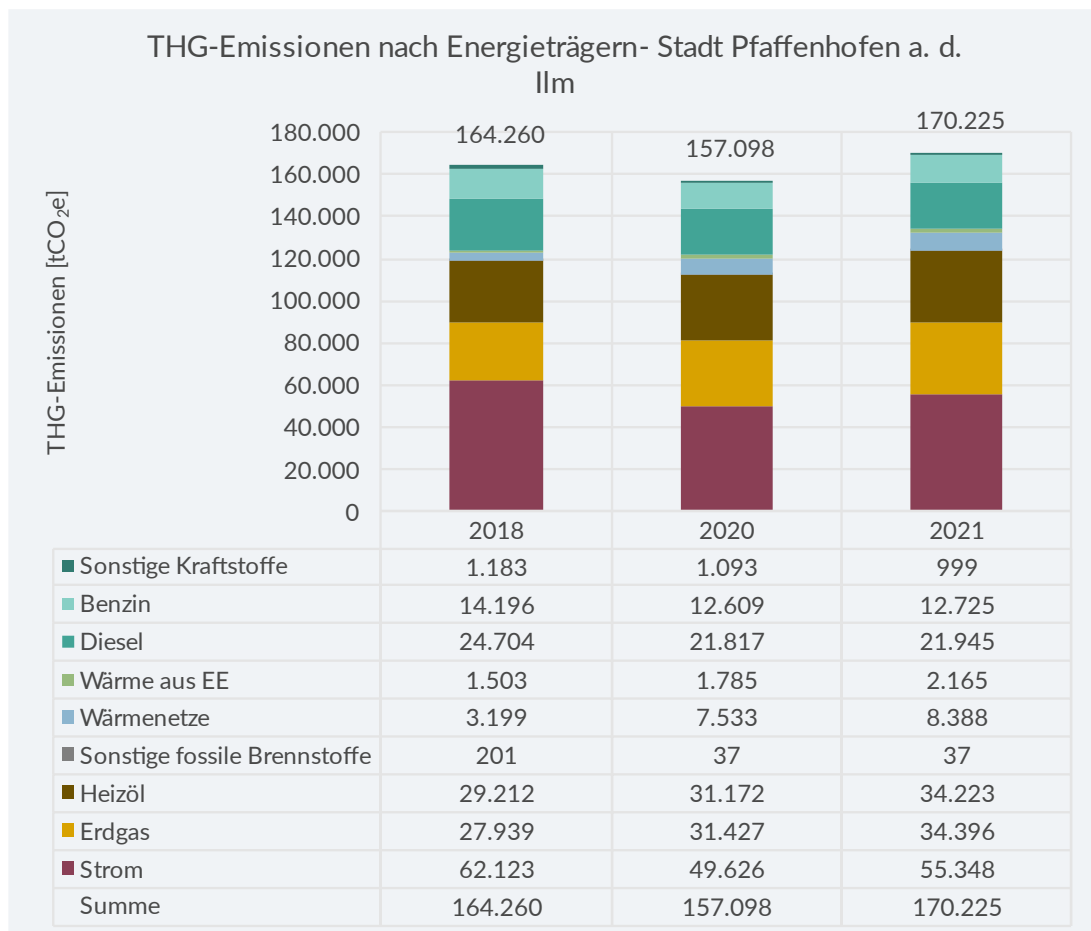


Abbildung 2-10: THG-Emissionen nach Energieträgern

THG-Emissionen pro Einwohner

Die absoluten Werte für die sektorspezifischen THG-Emissionen (Abbildung 2-9) werden in der Tabelle 2-5 auf die Einwohner der Stadt Pfaffenhofen an der Ilm bezogen.

Tabelle 2-5: THG-Emissionen pro Einwohner

THG / EW	2018	2020	2021
Haushalte	2,62	2,36	2,58
Industrie	0,41	1,10	1,22
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)	1,48	0,89	0,96
Verkehr	1,74	1,47	1,49
Kommunale Einrichtungen	0,09	0,07	0,08
Summe	6,34	5,89	6,34

Der Bevölkerungsstand stieg im zeitlichen Verlauf von 2018 bis 2021 insgesamt leicht. Im Jahr 2018 betrug dieser 25.917 Personen, sodass sich die THG-Emissionen pro Person auf 6,34 tCO_{2e} beliefen. Die THG-Emissionen pro Einwohner sanken 2020 gegenüber 2018. Als hauptsächliche Treiber dieser Entwicklung sind der steigende Anteil erneuerbarer Energien am Bundesstrommix sowie für das Jahr 2020 die Einschränkungen der Pandemie zu nennen. Mit 6,34 tCO_{2e} lag die Stadt Pfaffenhofen an der Ilm deutlich unter dem angenommenen bundesweiten Durchschnittswert für die Bilanzierung nach BSKO, der sich für 2021 auf ca. 7,7 tCO_{2e}/Einwohner beläuft (Klima-Bündnis e.V., 2022). Zu berücksichtigen ist hierbei, dass die BSKO-Methodik keine graue Energie und sonstige Energieverbräuche (z. B. aus Konsum) berücksichtigt, sondern vor allem auf territorialen und leitungsgebundenen Energieverbräuchen basiert. Die mit BSKO ermittelten Pro-Kopf-Emissionen sind dadurch tendenziell geringer als nach anderen Methoden ermittelte, geläufige Werte für die Pro-Kopf-Emissionen.

THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen

Auch bei der Betrachtung der Emissionen durch die kommunalen Einrichtungen der Stadt Pfaffenhofen an der Ilm in Abbildung 2-11 wird die Relevanz des Energieträgers Strom besonders deutlich: Während Strom im Jahr 2021 lediglich 37 % des Gesamtenergieverbrauchs der kommunalen Einrichtungen ausmachte, betrug der Anteil an den THG-Emissionen 73 %.

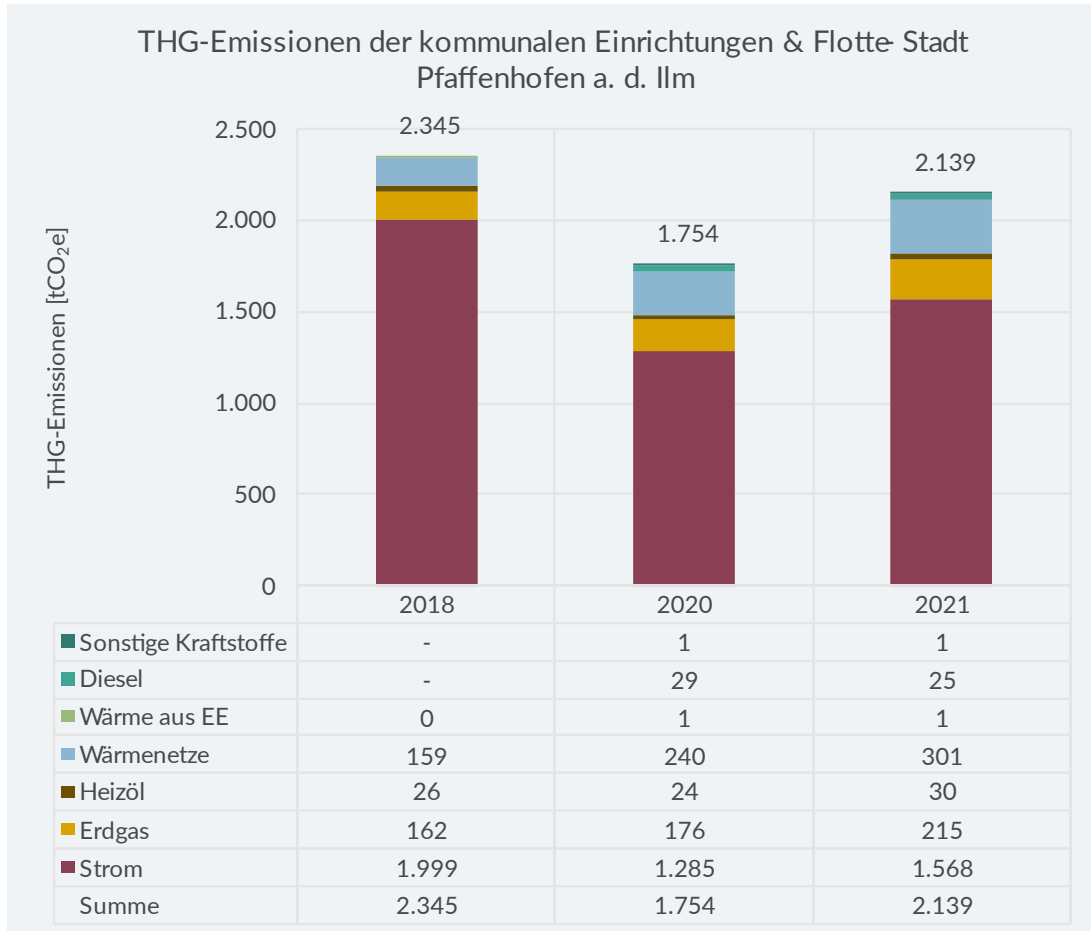


Abbildung 2-11: THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen nach Energieträgern

2.2.5 Regenerative Energien

Neben den Energieverbräuchen und den THG-Emissionen sind auch die erneuerbaren Energien und deren Erzeugung im Stadtgebiet von hoher Bedeutung. Nachfolgend wird auf den regenerativ erzeugten Strom und die regenerativ erzeugte Wärme eingegangen.

Strom

Zur Ermittlung der Strommenge, die aus erneuerbaren Energien hervorgeht, wurden die Einspeisedaten nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) genutzt. Das nebenstehende Kreisdiagramm zeigt, dass ein Großteil des regenerativ erzeugten Stroms über KWK-Anlagen, die mit Biomasse betrieben werden, bereitgestellt wird (44 %). Weitere Anteile entfallen auf Photovoltaikanlagen (26 %) und Biomasse (12 %). Auf Windenergieanlagen entfallen 17% des regenerativ erzeugten Stroms und auf Wasserkraft die restlichen 1 %.

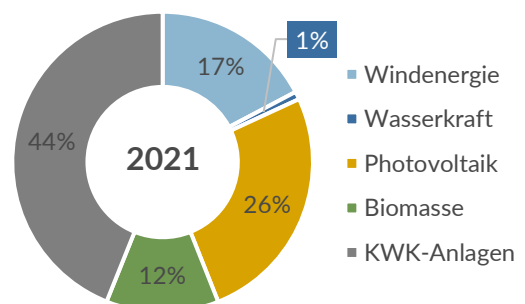


Abbildung 2-12: Erneuerbare Energien zur Stromproduktion im Stadtgebiet

Die nachfolgende Abbildung 2-13 zeigt die absoluten EEG-Einspeisemengen nach Energieträgern für die Jahre 2018 sowie 2020 bis 2022 von Anlagen im Stadtgebiet.

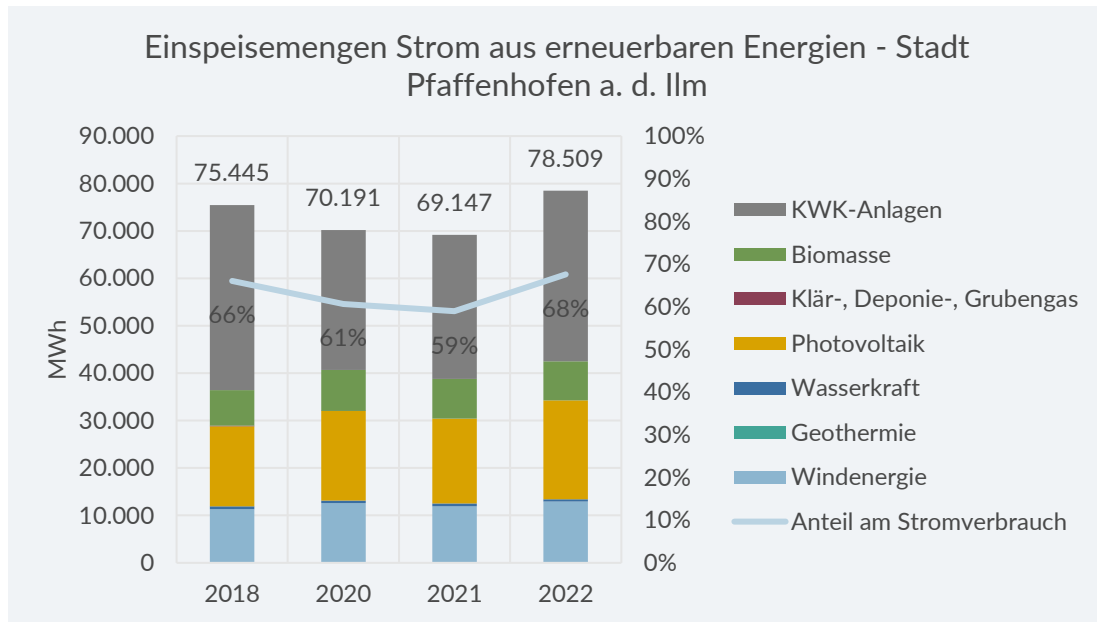


Abbildung 2-13: Einspeisemengen Strom aus erneuerbaren Energien²

Die Einspeisemenge deckte im Jahr 2021 und 2022 bilanziell betrachtet rund 59 % bzw. 68 % des Stromverbrauchs. Damit liegt die Stadt Pfaffenhofen deutlich über dem bundesweiten Durchschnitt von rund 42 % im Jahr 2021 bzw. 46 % im Jahr 2022.

Laut dem Energieatlas Bayern (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2024) sind in Pfaffenhofen aktuell 1.406 PV-Anlagen mit einer Peakleistung von 28 MW_p installiert. Dies entspricht in etwa 1,0 kW_p installierter Leistung und einer Kollektorfläche von 8,5 m² pro Einwohner. Im Marktstammdatenregister (Bundesnetzagentur, 2023) sind im Gebiet Pfaffenhofen 506 Batteriespeicher mit einer Kapazität 4,7 MWh registriert.

Wärme

Für den Wärmebereich werden Wärmemengen aus Biomasse, Umweltwärme (i. d. R. Nutzung von Wärmepumpen) und Wärmenetzen ausgewiesen. Im Referenzjahr 2021 entfielen die größten Anteile an der erneuerbaren Wärmebereitstellung auf Wärmenetze (71 %) und Biomasse³ (16 %) Umweltwärme (10 %) und Solarthermie (3 %) machte lediglich einen geringen Anteil aus.

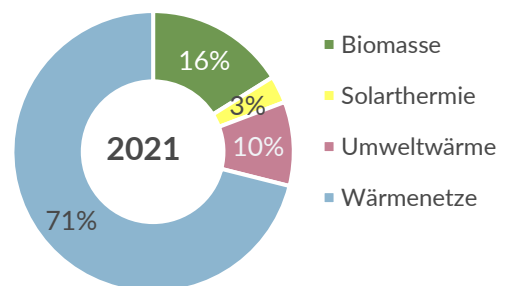


Abbildung 2-14: Erneuerbare Wärmebereitstellung

Die nachfolgende Abbildung 2-15 zeigt die Entwicklung der erneuerbaren Wärmebereitstellung nach Energieträgern für die Jahre 2018 sowie 2020 bis 2021. Diese betragen in Summe 119.839 MWh im Jahr 2018. Im Jahr 2021 ist der Wert auf 116.887 MWh leicht gesunken. Die Wärmebereitstellung aus Umweltwärme stieg im Betrachtungszeitraum von 2018 bis 2021 leicht an, während die Wärmemenge aus Wärmenetzen absank.

² Die Winderzeugung 2021 ist aufgrund fehlender Daten des Netzbetreibers für eine WKA der gemittelte Wert aus 2020 und 2022.

³ Bedingt durch die Bilanzierungsmethodik handelt es sich bei der Biomasse im Bereich der Wärmebereitstellung ausschließlich um Holzfeuerungsanlagen.

Für den Betrieb der Wärmepumpen im Sektor Haushalte wurde im Jahr 2021 in etwa 2,8 MWh Strom benötigt. Dies entspricht 105 kWh pro Einwohner.

Insgesamt sind in Pfaffenhofen auf 0,6 ha Fläche Solarthermie-Anlagen installiert (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2024), dies entspricht einer Fläche von 0,2 m² pro Einwohner.

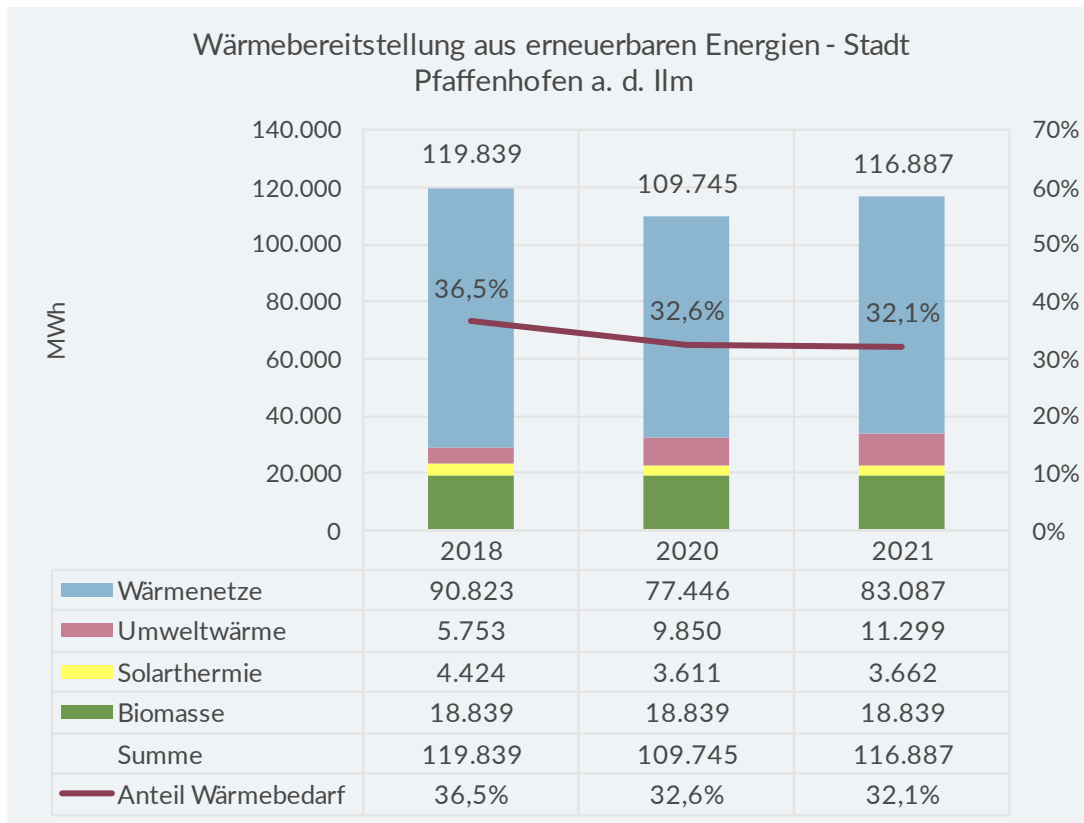


Abbildung 2-15: Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern

2.2.6 Anrechnung des lokal erzeugten Stromes

Innerhalb der BSKO-Systematik ist eine Anrechnung des lokal erzeugten Stromes nicht möglich. Allerdings besteht die Möglichkeit diesen vor Ort erzeugten Strom mithilfe vorgegebener Emissionsfaktoren gegenzurechnen und in einer sogenannten „nachrichtlichen Darstellung“ mit anzugeben.

In der nachfolgenden Abbildung 2-16 werden die gesamten THG-Emissionen im Jahr 2022 in der Stadt Pfaffenhofen an der Ilm für zwei unterschiedliche Anrechnungsmethoden gegenübergestellt. Wird der Bundesstrommix für den Emissionsfaktor des Energieträgers Strom herangezogen, liegen die THG-Emissionen bei 58.661 tCO₂e. Wird hingegen der lokale Strommix angewendet, liegen die THG-Emissionen bei 33.646 tCO₂e. Dies entspricht einer Reduzierung der THG-Emissionen, bei Betrachtung des lokalen Strommixes, von 43 %. Aus Abbildung 2-16 wird ersichtlich, dass der Rückgang in allen Sektoren außer dem Verkehrssektor bedeutend ist und im Industriesektor besonders stark ausfällt.

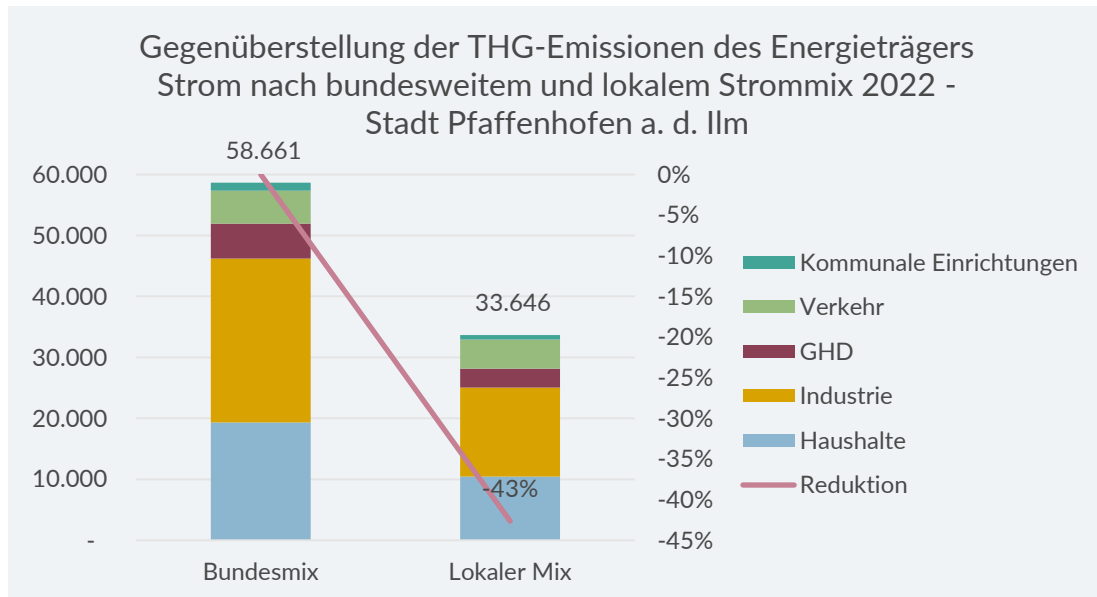


Abbildung 2-16: Vergleich der THG-Emissionen des Energieträgers Strom nach lokalem Mix der Stadt Pfaffenhofen a. d. Ilm und bundesweitem Strommix

In der BISCO-Methodik werden die THG-Emissionen im Bereich Strom auf Basis des Bundesstrommixes berechnet. Da in Pfaffenhofen a.d. Ilm ein höherer Stromanteil durch erneuerbare Energien erzeugt wird, verringern sich die gesamten Pro-Kopf-Emissionen, wenn der lokale Strommix nach dem Territorialprinzip (d.h. der im Gebiet der Stadt Pfaffenhofen erzeugte erneuerbare Strom) berücksichtigt wird (siehe Tabelle 2-6).

Tabelle 2-6: Vergleich der THG-Emissionen mit Bundesstrommix und Territorialstrommix in Pfaffenhofen a.d. Ilm

Treibhausgasemissionen (Bund - Territorial)	2018	2020	2021	2022
Emissionsfaktor Bundesstrommix [g/kWh]	472	369	410	434
Emissionsfaktor Territorialstrommix [g/kWh]	204	269	295	274
THG Emissionen Gesamt / Kopf mit Bundesstrommix [t]	6,3	5,9	6,3	6,0
THG Emissionen Gesamt / Kopf mit Territorialstrommix [t]	5,0	5,3	5,6	5,1

2.3 WÄRMEVERSORGUNG AUF BAUBLOCKEBENE

2.3.1 Wärmeverbrauch /-bedarf

Auf Basis der Modellierung des gebäudescharfen Wärmeverbrauchs, wie in Kapitel 2.1.2 beschrieben, ergibt sich für das Bilanzjahr 2022 ein Wärmeverbrauch von 310 GWh im Gebiet Pfaffenhofen a.d. Ilm. Dieser teilt sich, wie in Abbildung 2-17 dargestellt, auf die einzelnen Gebäudetypen auf.

In Abbildung 2-18 ist die Verteilung des Wärmebedarfs auf Baublockebene für die Gesamtstadt dargestellt. Auch wenn Nichtwohngebäude nur 40% des Wärmeverbrauchs ausmachen, ist hier zu sehen, dass insbesondere in den Gewerbe-/Industriegebieten der Wärmebedarf sehr hoch ist. Dies ist für eine zukünftige Wärmeversorgung zu berücksichtigen, da für Prozesswärme oftmals hohe Temperaturniveaus notwendig sind.

Wärmeverbrauch nach Gebäudetypen

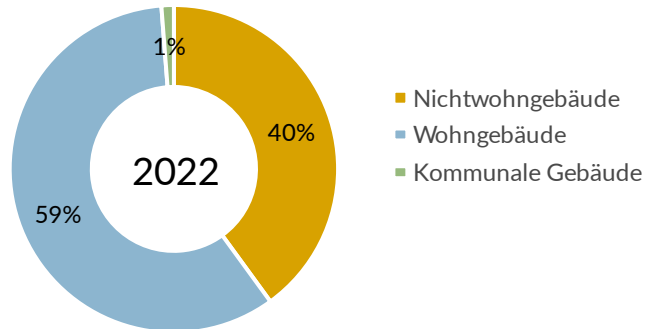


Abbildung 2-17: Wärmeverbrauch 2022 nach Gebäudetyp

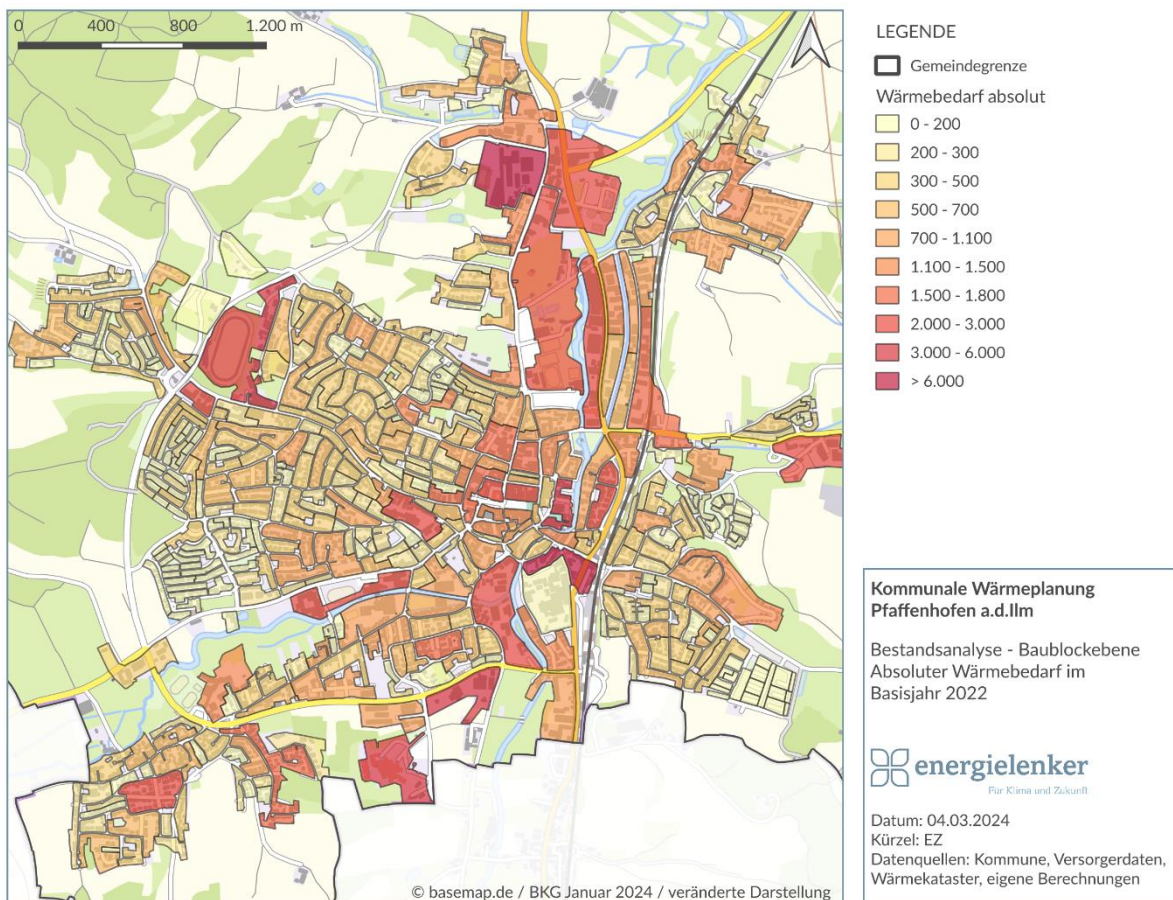


Abbildung 2-18: Absoluter Wärmebedarf 2022 auf Baublockebene in der Kernstadt Pfaffenhofen a.d. Ilm (gesamtes Kommunalgebiet im Anhang)

Der spezifische Wärmebedarf stellt die Wärmemenge pro Quadratmeter Nutzfläche dar. Dies macht die Energieeffizienz verschiedener Gebäude vergleichbar. In Pfaffenhofen an der Ilm beträgt der spezifische

Wärmebedarf der Wohngebäude durchschnittlich 142 kWh/m². In Pfaffenhofen findet sich ein hoher spezifischer Energiebedarf sowohl in Industrie-/Gewerbegebieten als auch in einigen Wohngebieten (vgl. Abbildung 2-19).

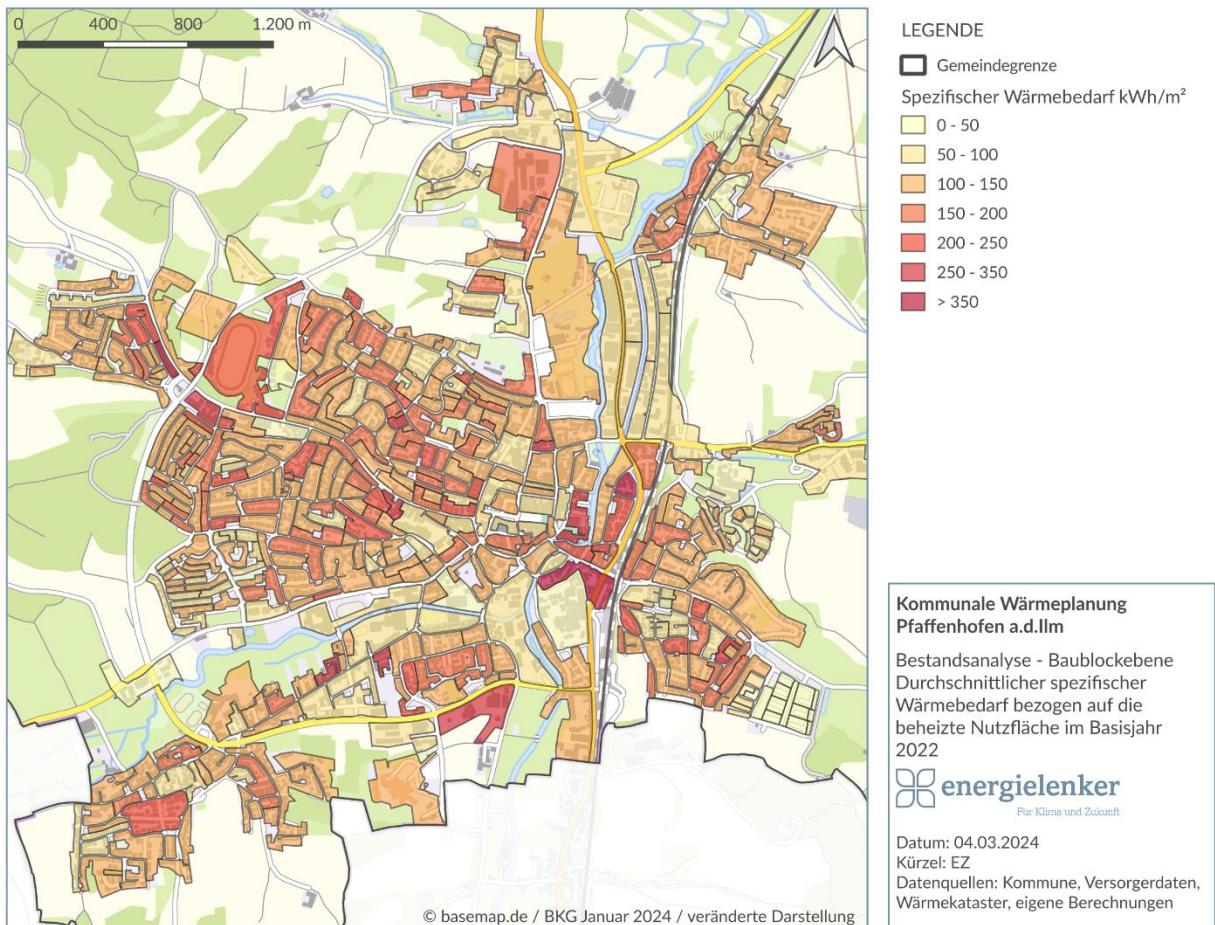


Abbildung 2-19: Spezifischer Wärmebedarf 2022 gemittelt auf Baublockebene in der Kernstadt Pfaffenhofen a.d. Ilm (gesamtes Kommunalgebiet im Anhang)

Ein weiterer, wichtiger Indikator, insbesondere für die Bewertung einer zentralen Wärmeversorgung, ist die sogenannte Wärmelinieendichte. Sie beschreibt die Wärmemenge, die pro Meter und Jahr entlang einer Straße transportiert werden muss, um alle Gebäude entlang dieser Straße mit Wärme zu versorgen. Eine hohe Wärmelinieendichte deutet darauf hin, dass ein mögliches Wärmenetz eine hohe Wärmeleistung über eine relativ kurze Strecke transportiert, was auf eine effiziente Nutzung der Leitungen hinweist, und ein Kriterium für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes im Vergleich zu einer dezentralen Versorgung ist. Hierzu werden die Gebäude anhand ihrer Adresse dem jeweiligen Straßenzug zugeordnet. Hierbei ist zu beachten, dass jede Wärmelinie für sich steht, d.h. es wird nicht berücksichtigt, dass im Falle eines Wärmenetzbaus über die Haupttrasse auch die Wärmemenge von angeschlossenen Straßenzügen transportiert werden muss.

Wie in Abbildung 2-20 dargestellt, sind in Pfaffenhofen hohe Wärmelinieendichten insbesondere im Bereich des Altstadtkerns mit dichter Bebauung, sowie in Industrie- und Gewerbegebieten mit hohen absoluten Wärmeverbrauch zu finden.

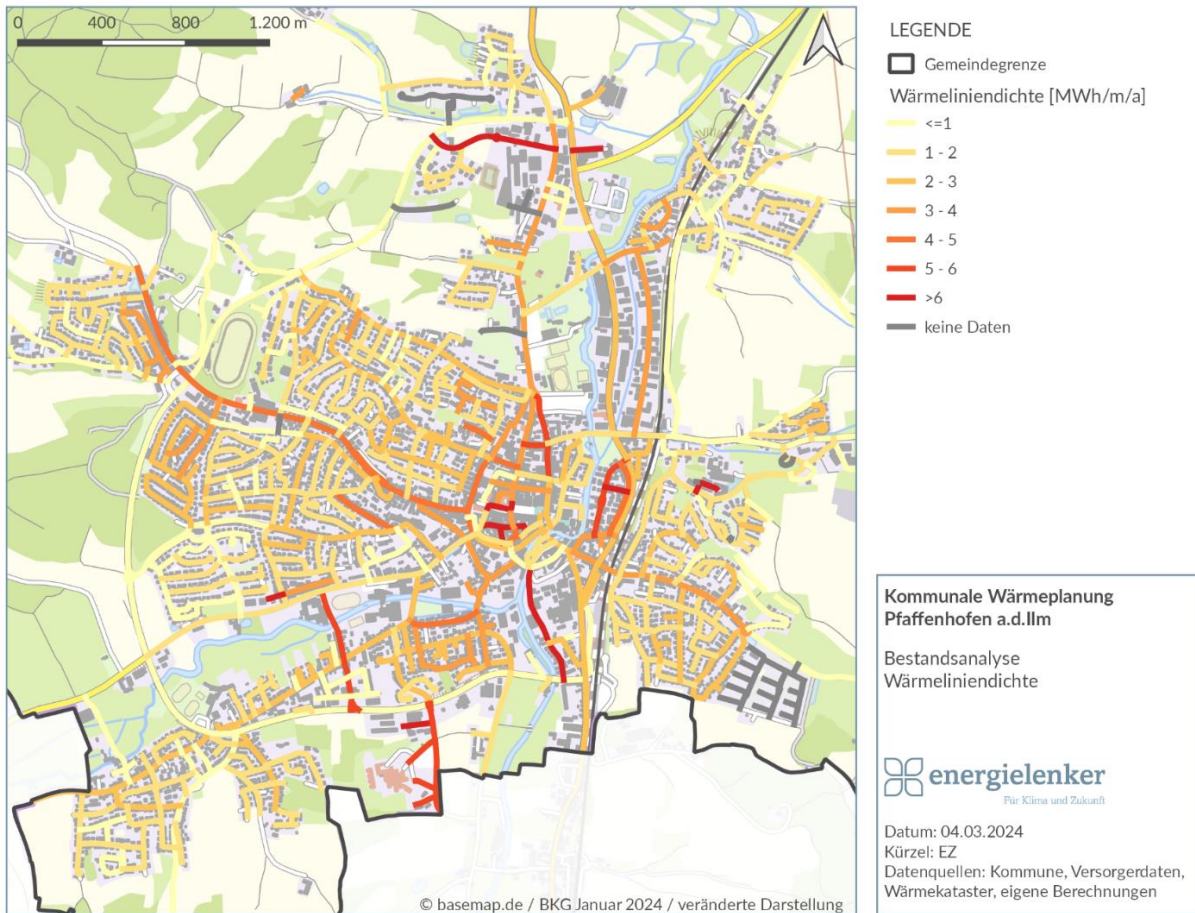


Abbildung 2-20: Wärmelinien-dichte 2022 in der Kernstadt Pfaffenhofen a.d. Ilm (gesamtes Kommunalgebiet im Anhang)

2.3.2 Energieträger

In Pfaffenhofen werden aktuell 571 Gebäude über nachhaltige Energieträger (Wärmenetz, Wärmepumpe) versorgt. 2.515 Gebäude nutzen das Gasnetz zur Wärmeversorgung, siehe auch Tabelle 2-7. Der Großteil der Gebäude (6.146) wird nicht leitungsgebunden versorgt. Wie in Kapitel 2.1.2 beschrieben, kann dies sowohl eine Ölheizung als auch eine Biomasse-Heizung oder Wärmepumpe sein.

Tabelle 2-7: Wärmeversorgung Gebäude nach Energieträger in Pfaffenhofen a.d. Ilm

	Alle Gebäude			Nur Wohngebäude		
	Anzahl Gebäude*	Anteil Gebäude	Anteil Wärmemenge	Anzahl Gebäude*	Anteil Gebäude	Anteil Wärmemenge
Gas	2.515	27%	30%	2.274	36%	35%
Wärmenetz	473	5%	23%	289	5%	7%
Wärmestrom (nur bei separatem Wärmestromtarif)	98	1%	1%	72	1%	1%
nicht leitungsgebunden	6.146	67%	47%	3.713	58%	57%

*Hier ist die Anzahl der Gebäude nach dem Gebäudekataster aufgeführt, teilweise sind dort größere Gebäudekomplexe mit mehreren Gebäudeteilen als einzelne Gebäude enthalten. Daher kann die Anzahl der Gebäude in geringem Maße von der Anzahl der Anschlüsse abweichen, da ggf. über einen Anschluss mehrere Gebäude bzw. Gebäudeteile versorgt werden.

Während der Anteil der gasversorgten Gebäude ungefähr dem Anteil der durch Gas erzeugten Wärmemenge entspricht, gehen die Anschlussquoten im Vergleich zur Wärmemenge im Bereich nichtleitungsgebundene Versorgung und Anschluss an Wärmenetze auseinander. Daraus ist zu schließen, dass insbesondere Gebäude mit hohem Wärmebedarf bisher an die bestehenden Wärmenetze angebunden wurden. Gebäude mit niedrigem Wärmebedarf nutzen eher dezentrale, d.h. nicht leitungsgebundene, Lösungen.

In Abbildung 2-21 ist die Verteilung nach Energieträger bezogen auf die Wärmemenge je Baublock dargestellt. Insbesondere im Innenstadtbereich gibt es einige Baublöcke mit einer überwiegenden Wärmenetzversorgung, dies ist insbesondere auf einige Großverbraucher in den jeweiligen Baublöcken zurückzuführen. In den Randbereichen überwiegen Gas und nichtleitungsgebundene Versorgung.

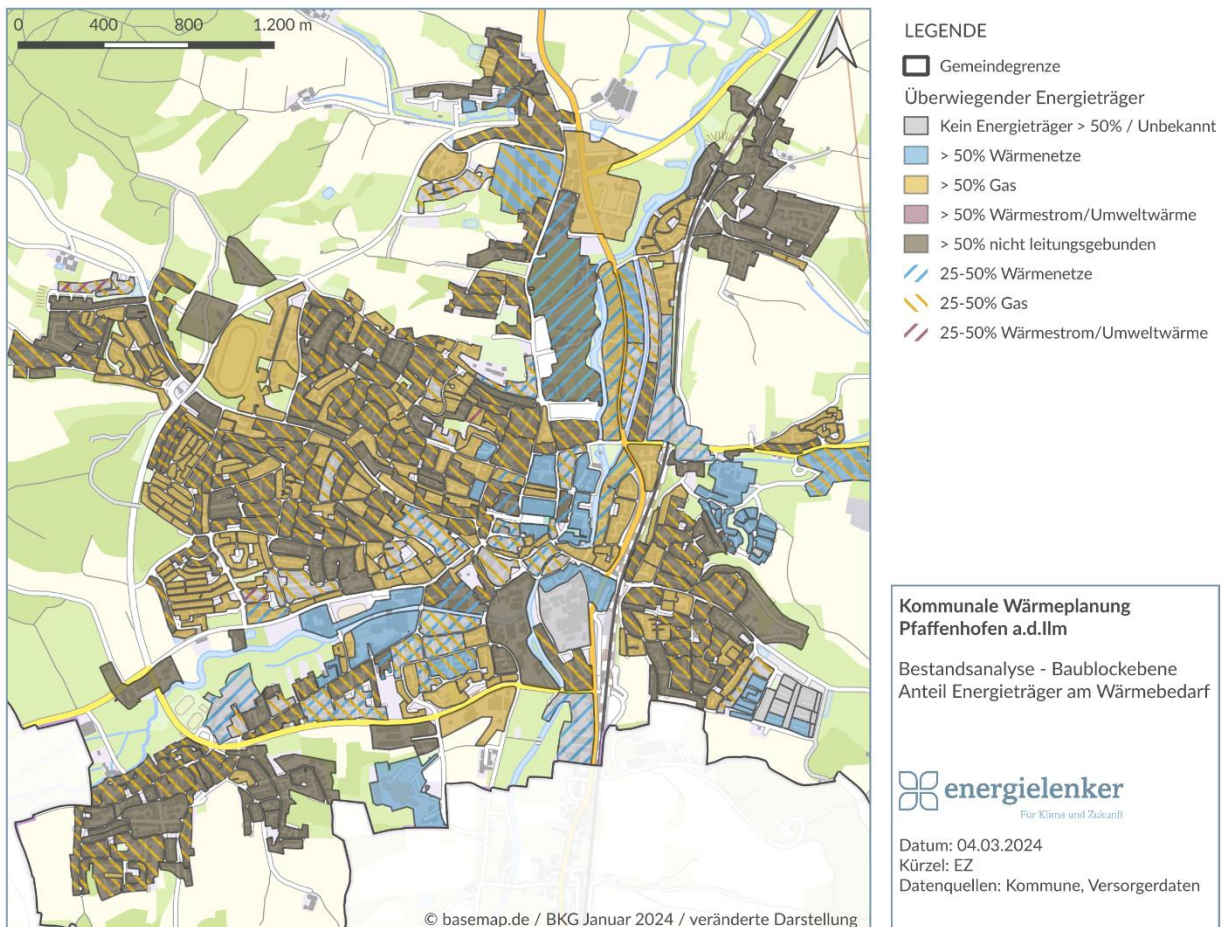


Abbildung 2-21: Verteilung der Versorgung nach Energieträger auf Baublockebene in der Kernstadt Pfaffenhofen a.d. Ilm

2.4 WÄRMEINFRASTRUKTUR

Durch die Nutzung bestehender Infrastruktur können Investitionskosten und Ressourcen eingespart werden. Gleichzeitig können technische Risiken minimiert werden. Bei der kommunalen Wärmeplanung soll deshalb auch die bestehende Infrastruktur in die Strategie einbezogen werden. In Pfaffenhofen sind neben dem Gasnetz auch bereits einige Anlagen und Leitungen von Wärmenetzen vorhanden.

2.4.1 Gasnetz

In der Kernstadt Pfaffenhofen sind fast alle Ortsteile mit einem Gasnetz versorgt. Eine Ausnahme bilden Teile von Föribach (West) sowie einzelne Straßen in Niederscheyern, sowie die beiden Neubaugebiete Pfaffelleiten und Heißmanning, wobei hier ein Wärmenetz mit Anschlusszwang verlegt ist. In Abbildung

2-22 ist die Lage des Gasnetzes dargestellt. Von den umliegenden Ortschaften des Kommunalgebiets sind außerdem Tegernbach und Teile von Uttenhofen und Affalterbach an das Gasnetz angeschlossen.

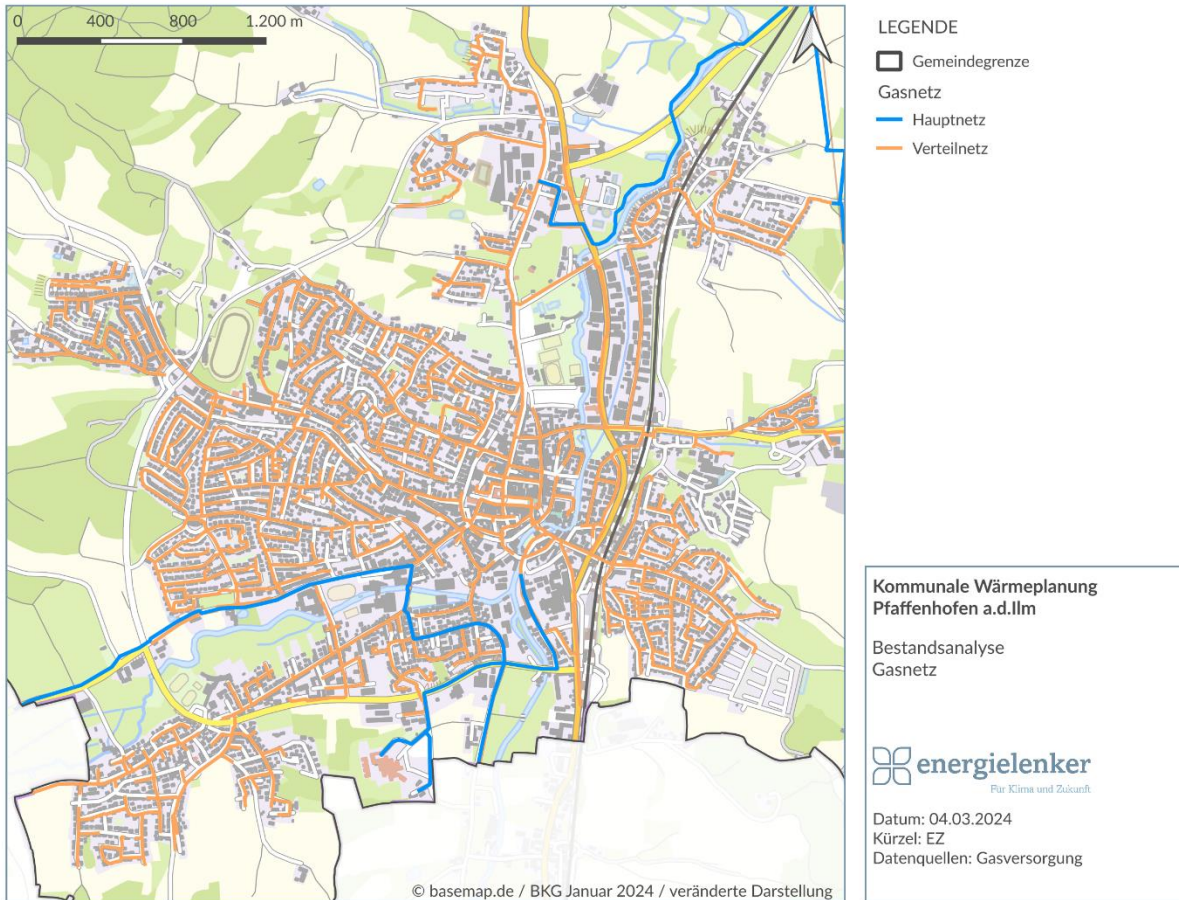


Abbildung 2-22: Karte des Gasnetzes in Pfaffenhofen a.d. Ilm

2.4.2 Wärmenetze

Nach dem Wärmeplanungsgesetz wird ein Wärmenetz als „Einrichtung zur leitungsgebundenen Versorgung mit Wärme, die kein Gebäudenetz im Sinne des § 3 Absatz 1 Nummer 9a des Gebäudeenergiegesetzes in der am 1. Januar 2024 geltenden Fassung ist,“ definiert (WPG, 2024). D.h. es müssen mehr als 16 Gebäude oder Wohneinheiten angeschlossen werden, ansonsten handelt es sich um ein sogenanntes Gebäudenetz.

In Pfaffenhofen existiert nach dieser Definition ein größeres Fernwärmenetz und vier Nahwärmenetze. Ein weiteres Nahwärmenetz befindet sich im Bau. Zusätzlich sind drei Gebäudenetze bekannt. Diese werden hier aufgrund des möglichen Erweiterungspotenzials mit aufgeführt, siehe Tabelle 2-8. Insgesamt sind in Pfaffenhofen über 30 km Wärmenetzleitungen verlegt.

Tabelle 2-8: Übersicht Wärmenetze im Kommunalgebiet Pfaffenhofen

Name	Status	Länge [km]	Anschlussnehmer	Anschlussleistung [kW]	Vorlauftemperatur [°C]
Fernwärme Danpower	In Betrieb	22	203	32.000	85-125
Wärmenetz Eberstetten	In Betrieb	3	39	3.317	70-85

Wärmenetz ecoQuartier Weihern	In Betrieb	2,8	113	1.748	80-60
Wärmenetz Heißmanning	In Betrieb	< 1	22 / 33*	240	60-70
Wärmenetz Pfaffelleiten	In Betrieb	2	26 / 87*	290	60-70
Gebäudenetz Sulzbach 1 (Kufer)	In Betrieb	< 1	8	120	58
Gebäudenetz Sulzbach 2	Im Bau	< 1	7	unbekannt	unbekannt
Wärmenetz Förbach	Im Bau	3,5	53	700	unbekannt

* Werte aus dem Jahr 2024

In Abbildung 2-23 sind die Leitungsverläufe der Wärmenetze dargestellt. Das Fernwärmenetz deckt den Innenstadtbereich sowie einzelne Großverbraucher an den Rändern der Kernstadt ab. Die beiden Nahwärmenetze der Stadtwerke Pfaffenhofen befinden sich in den Neubaugebieten Pfaffelleiten und Heißmanning, dort ist ein Anschlusszwang gegeben. Im Ortsteil Weihern wird das Wohngebiet ecoQuartier durch ein Nahwärmenetz versorgt. Das Wärmenetz der Firma Knorr versorgt den Ortsteil Eberstetten insbesondere das sich dort befindende Gewerbegebiet. Die beiden Gebäudenetze befinden sich im Ortsteil Sulzbach.

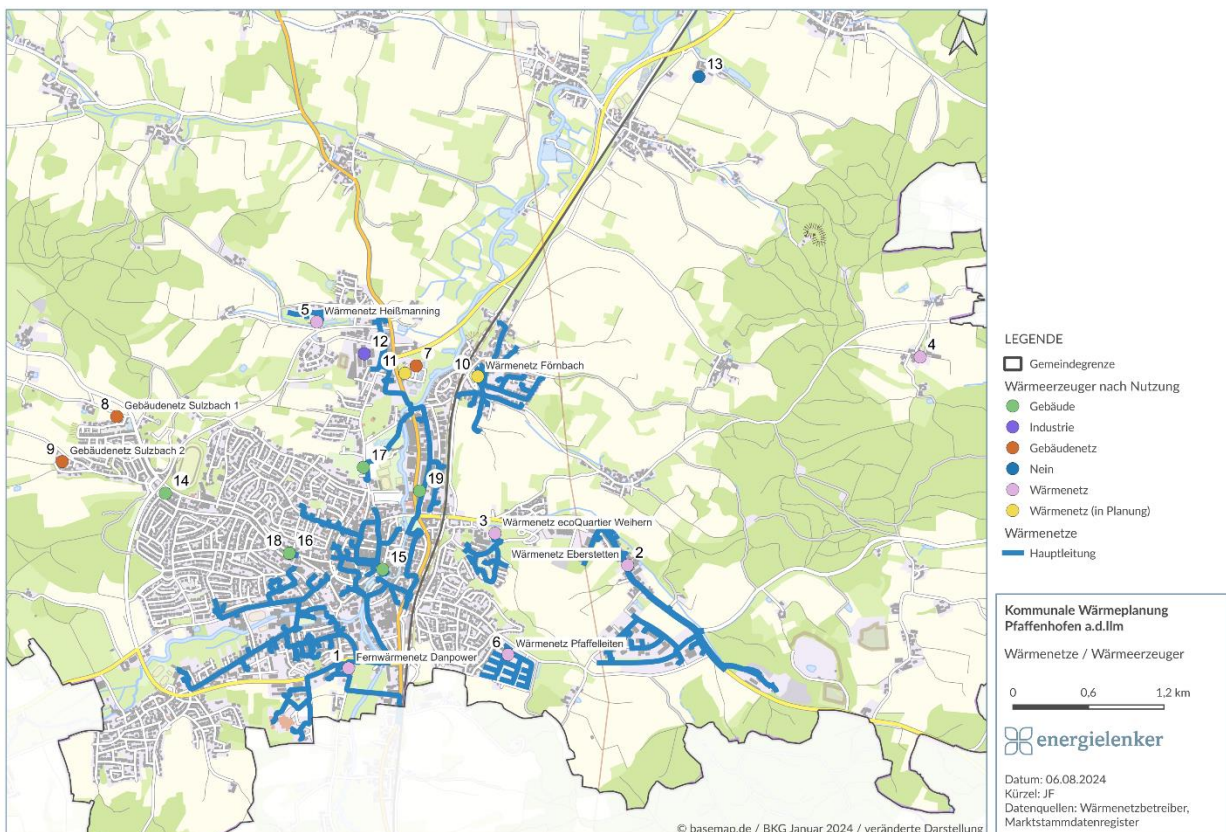


Abbildung 2-23: Karte der Wärmenetze und Standorte der zugehörigen Erzeugungsanlagen in Pfaffenhofen a.d. Ilm

Die Wärmenetze werden teilweise bereits mit nachhaltigen Energieträgern betrieben. Insbesondere im Bereich der Reservekessel werden aber auch Erdgas und Heizöl eingesetzt. In der folgenden Tabelle sind die jeweiligen Wärmeversorger der Netze mit ihren Leistungen dargestellt. Die Grundlage hierfür bildet das Marktstammdatenregister (Bundesnetzagentur, 2023), sowie der Energieatlas Bayern (Bayerisches

Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2024), bei direkter Rückmeldung durch die Betreiber wurden die Daten ergänzt bzw. angepasst.

Tabelle 2-9: Übersicht Wärmeerzeuger in Wärmenetzen in Pfaffenhofen a.d. Ilm

Nummer	Name	Thermische Elektrische		Wärmenutzung	Energieträger
		Nutzleistung [kW]	Leistung [kW]		
1	FW Danpower Süd 1	16.500	6.100	Wärmenetz	Holz
	FW Danpower Süd Reserve 1	21.000	0	Wärmenetz	Erdgas
	FW Danpower Süd Reserve 2	9.900	0	Wärmenetz	Heizöl
2	Wärmenetz Eberstetten 1	1.810	150	Wärmenetz	Holz
3	Wärmenetz ecoQuartier Weihern 1	1.700	0	Wärmenetz	Holz
4	Thalhof 1	727	600	Wärmenetz	Biogas
	Thalhof 2	277	229	Wärmenetz	Biogas
	Thalhof 3	206	170	Wärmenetz	Biogas
5	Wärmenetz Heißmanning 1	80	48	Wärmenetz	Bio-/Erdgas
	Wärmenetz Heißmanning 2	80	48	Wärmenetz	Bio-/Erdgas
	Wärmenetz Heißmanning Reserve	350	0	Wärmenetz	Erdgas
	Wärmenetz Heißmanning Wärmepumpe	23	-	Wärmenetz	Umgebungsluft
6	Wärmenetz Pfaffelleiten 1	345	260	Wärmenetz	Bio-/Erdgas
	Wärmenetz Pfaffelleiten 2	63	44	Wärmenetz	Bio-/Erdgas
	Wärmenetz Pfaffelleiten 3	63	44	Wärmenetz	Bio-/Erdgas
	Wärmenetz Pfaffelleiten Reserve	0	0	Wärmenetz	Erdgas
	Wärmenetz Pfaffelleiten Wärmepumpe	45	-	Wärmenetz	Umgebungsluft
7	Kläranlage 1	115	80	Gebäude/Prozess	Klärgas
	Kläranlage 2	115	80	Gebäude/Prozess	Klärgas
	Kläranlage 3	115	80	Gebäude/Prozess	Klärgas
8	Gebäudenetz Sulzbach 1 (Kufer)	200	0	Gebäudenetz	Holz
Im Bau					
9	Gebäudenetz Sulzbach 2	130	0	Gebäudenetz	Holz
10	Wärmenetz Förnbach	950	0	Wärmenetz	Holz
Geplant					
11	FW Danpower Nord 1	4.800	4.500	Wärmenetz	Bio-/Erdgas
	FW Danpower Nord Wärmepumpe	4.100	0	Wärmenetz	Abwärme Kläranlage
	FW Danpower Nord Power-to-Heat-Kessel	1.440	0	Wärmenetz	Strom
	FW Danpower Nord Reserve	6.000	0	Wärmenetz	Erdgas

Die Anlagen „Thalhof“ speisen in ein Wärmenetz ein, das in der Nachbargemeinde liegt. Da kein Ausbaupotenzial in näherer Umgebung auf dem Gemeindegebiet Pfaffenhofen vorhanden ist, werden sie daher in der weiteren Wärmeplanung nicht berücksichtigt.

2.4.3 KWK-Anlagen und weitere Wärmeerzeuger

Laut Marktstammdatenregister (Bundesnetzagentur, 2023) sind im Kommunalgebiet Pfaffenhofen die folgenden Verbrennungsanlagen registriert. Diese sind möglicherweise als Abwärmelieferanten interessant. Auch hier wurden bei direkter Rückmeldung durch die Betreiber die jeweiligen Daten angepasst. KWK-Anlagen, die in ein Wärmenetz einspeisen sind, siehe vorheriges Kapitel. Insgesamt sind in Pfaffenhofen KWK-Anlagen mit einer thermischen Leistung von 32 MW und einer elektrischen Leistung von 9 MW installiert. Dies entspricht einer Leistung von 1,2 kW thermisch und 0,3 kW elektrisch pro Einwohner.

Tabelle 2-10: Überblick Wärmeerzeugungsanlagen außerhalb von Wärmenetzen in Pfaffenhofen a.d. Ilm

Nummer	Name	Thermische Nutzleistung [kW]	Elektrische Leistung [kW]	Wärmenutzung	Energieträger
12	Daiichi Sankyo Europe GmbH	3.420	0	Industrie	Erdgas
	Daiichi Sankyo Europe GmbH	3.420	0	Industrie	Erdgas
13	Biogasanlage Griesbach	387	360	Gebäude	Biogas
14	Auto Weber	140	100	Gebäude	Erdgas
15	Sparkasse Pfaffenhofen	81	50	Gebäude	Erdgas
16	Natürliche Person	49	22	Gebäude	Erdgas
17	IGP Immobilien GmbH	42	20	Gebäude	Erdgas
18	Natürliche Person	40	20	Gebäude	Erdgas
19	Autohaus Heinzlmair	6	6	Gebäude	Erdgas
	Kleine KWK ohne Standortzuordnung (aggregiert)	207	88	Gebäude	Erdgas

In den Wärmenetzen wurden insgesamt drei Pufferspeicher mit einer Gesamtkapazität von 59 m³ erfasst. Es ist zu vermuten, dass weitere Pufferspeicher sowohl in den Wärmenetzen als auch in privaten Wohngebäuden vorhanden sind.

3 POTENZIALANALYSE

Zur Erreichung der Klimaschutzziele müssen, neben der Dekarbonisierung des Stromsektors und der Ausnutzung erneuerbarer Stromquellen, auch die Potenziale lokaler Wärmequellen ausgeschöpft werden. Lokale Wärmequellen können u. a. Solarenergie, Geothermie, Grundwasser, Oberflächengewässer, Umgebungsluft, Abwasser, Abwärme (z. B. aus dem Gewerbe) oder Biomasse sein. Erneuerbare Wärmequellen können sowohl auf Grundstücksebene als auch auf Quartiersebene über Quartiersansätze und Wärmenetze genutzt werden. Neben der Erzeugung und Verteilung der Wärme wird auch die Speicherung thermischer Energie eine wesentliche Rolle spielen.

Im Rahmen der Potenzialanalyse werden Potenziale zur Nutzung von erneuerbaren Energien im Bereich der Wärmeversorgung sowie verschiedene Möglichkeiten zur Endenergieeinsparung aufgezeigt und bewertet. Die daraus resultierenden Potenziale sind die Grundlage für das in Kapitel 5.2 aufgestellte Szenario zur zukünftigen Wärmeversorgung in Pfaffenhofen an der Ilm und stellen das technisch mögliche Potenzial (siehe auch Abbildung 3-1) dar, dessen Umsetzbarkeit im Einzelfall zu prüfen und weiter zu konkretisieren ist. Die ermittelten Potenziale werden in den nachfolgenden Unterabschnitten näher erläutert. Bei der Betrachtung von Flächenpotenzialen wurden Siedlungs- und landwirtschaftliche Flächen als Grundlage genommen und die folgenden Flächen bei allen Berechnungen bereits abgezogen:

- ▶ Wasserschutzgebiete
- ▶ Überschwemmungsgebiete / Hochwassergefahrenflächen
- ▶ Vogelschutz / Flora Fauna Habitate / Biosphärenreservate / Biotope

Eine belastbare Angabe zum tatsächlich umsetzbaren Potenzial kann nicht gemacht werden, jedoch wird davon ausgegangen, dass die Quote vom umsetzbaren zum technischen Potenzial (siehe Abbildung 3-1) bei etwa 10% liegt.

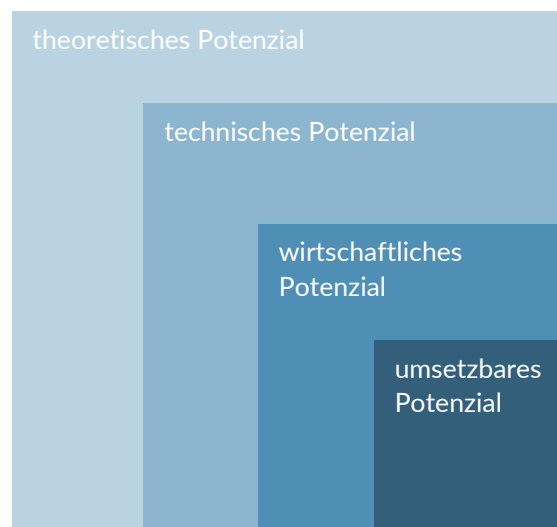


Abbildung 3-1: Schematische Darstellung zur Abgrenzung der Potenzialbegriffe

Bei den weiteren Planungen sind die folgenden Punkte/Restriktionen zu berücksichtigen:

- ▶ Umweltbelange: Naturschutz, Umweltschutz
- ▶ Wirtschaftlichkeit
- ▶ Flächenverfügbarkeit/Konkurrenznutzung
- ▶ die räumliche Verortung der Potenziale

3.1 ENERGIEEINSPARUNGEN

Basierend auf dem aktuellen Wärmebedarf wird ein Szenario zur Entwicklung des Wärmebedarfs im Gebäudebestand erstellt. Dazu wird für jedes Gebäude in Pfaffenhofen das Sanierungspotenzial ermittelt.

Da das Gebäudekataster nur nach Wohn- (WG) und Nichtwohngebäuden (NWG) unterscheidet, werden die Wohngebäude auf Basis der Nutzfläche in Einfamilienhäuser (EFH) und Mehrfamilienhäuser (MFH) in Anlehnung an die Gesamtbilanz für die Stadt Pfaffenhofen aus Zensusdaten aufgeteilt. Der Grenzwert zur Einteilung liegt hierbei bei 145 m². Die Nichtwohngebäude werden anhand des spezifischen Energieverbrauchs in Gewerbe-Handel-Dienstleistung (GHD) Nutzung und Industrie aufgeteilt. Der Grenzwert beträgt hierbei 450 kWh/m².

Je nach Gebäudetyp wird der aktuelle Wärmebedarf dann in Raumwärme, Wärme zur Trinkwasserbereitung und Prozesswärme aufgegliedert. Dabei haben Wohngebäude nur Raum- und Warmwasserbedarf, Industriegebäude weisen einen hohen Anteil an Prozesswärme auf (AG Energiebilanzen e.V., 2024).

Auf Basis der Baualtersklasse wird nun der spezifische Energieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser geprüft. Liegt dieser maximal 10% über dem Wert eines sanierten Gebäudes dieses Baualters (nach Tabelle 3-1) wird das Gebäude als bereits saniert eingestuft. Alle anderen Gebäude werden als Gebäude mit Sanierungspotenzial eingestuft. Ihnen wird der jeweiligen spezifische Energieverbrauch nach Sanierung zugewiesen und mit der Nutzfläche ein absoluter Wärmeverbrauch im sanierten Zustand berechnet.

Tabelle 3-1: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualtersklasse, in Anlehnung an (KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, 2024)

Baualtersklasse	Spezifischer Energieverbrauch heute [kWh / m ²]	Schwelle für Sanierungsbedarf [kWh / m ²]	Spezifischer Energieverbrauch nach Sanierung [kWh / m ²]	Einsparung
< 1918	169	140	127	25 %
1919-1948	187	103	94	50 %
1949-1957	208	80	73	65 %
1958-1968	208	80	73	65 %
1969-1978	208	80	73	65 %
1979-1983	146	73	66	55 %
1984-1994	146	73	66	55 %
1995-2001	102	78	71	30 %
> 2001	71	63	57	20 %
Unbekannt (Mittelwert)	169	88	80	53 %

Für Prozesswärme wird angenommen, dass ca. 5% bis zum Zieljahr 2035 eingespart werden können. Dies entspricht den Einschätzungen aus den Akteursgesprächen.

Zur aktuellen Sanierungsquote gibt es keine belastbaren Zahlen für Pfaffenhofen, deswegen wird aktuell von dem bundesdeutschen Durchschnittswert von 1% ausgegangen. Damit werden im Zeitraum 2025 bis 2035 etwa 10% der bestehenden Gebäude saniert werden. Die Auswahl der zu sanierenden Gebäude erfolgt nach dem größten Einsparpotenzial, da dort der höchste wirtschaftliche Anreiz für eine Gebäudesanierung liegt. Für diese Gebäude wird ein neuer Wärmebedarf nach Sanierung ab dem jeweiligen Jahr in die Gesamtbilanz übernommen.

Insgesamt wurde für 6.025 Gebäude ein Sanierungspotenzial berechnet. Dies entspricht 65% des Gebäudebestands in Pfaffenhofen. Bei vollständiger Sanierung und Einsparungen bei der Prozesswärme könnten 34% des gesamten Wärmebedarfs eingespart werden.

Mit einer Sanierungsquote von 1% pro Jahr werden bis zum Zieljahr 2035 ca. 670 Gebäude in Pfaffenhofen saniert und eine Einsparung von 16% des aktuellen Wärmebedarfs erreicht (siehe Abbildung 3-2). Das Hauptpotenzial liegt hierbei in der Sanierung von Mehrfamilienhäusern.

Projektion des Wärmeverbrauchs nach Sektoren -
Stadt Pfaffenhofen a.d. Ilm

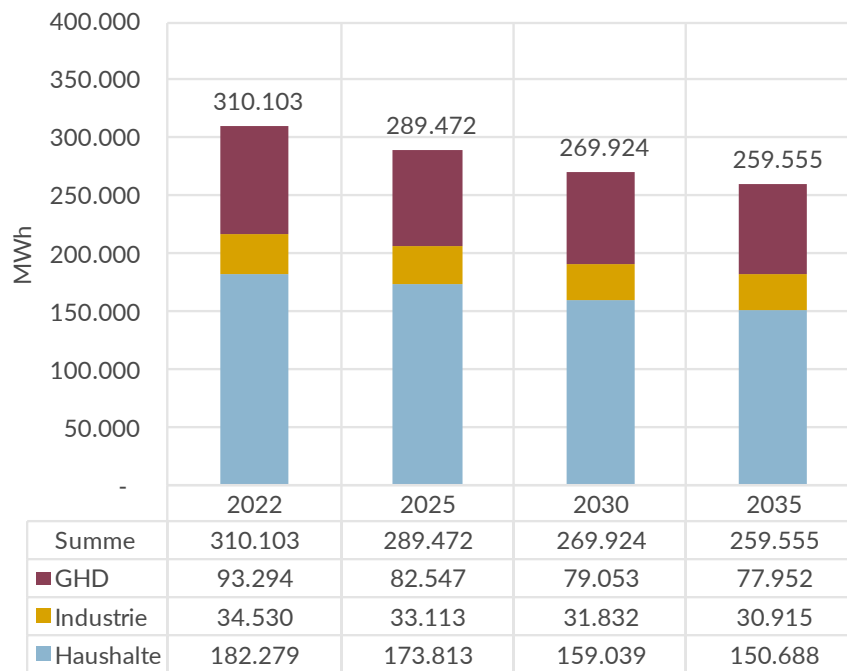
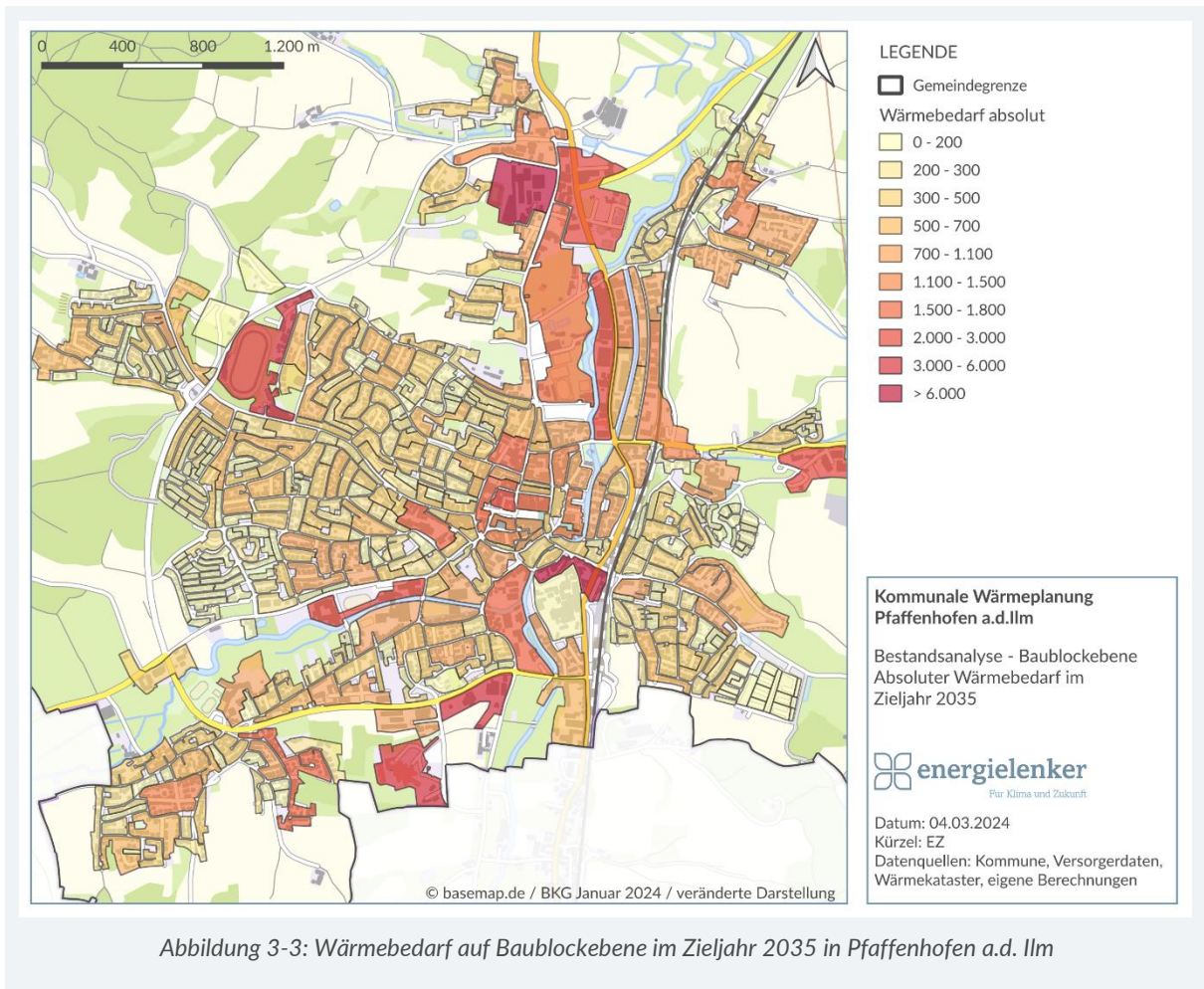


Abbildung 3-2: Projektion des zukünftigen Wärmeverbrauchs nach Sektoren für Pfaffenhofen a.d. Ilm

In der folgenden Abbildung ist der Wärmebedarf nach Baublöcken für die Kernstadt Pfaffenhofen a.d. Ilm dargestellt. Die Verteilung ist ähnlich, wie im Basisjahr, insbesondere in den Industriegebieten ist ein hoher Wärmebedarf vorhanden. In den Wohngebieten nimmt der Wärmebedarf in Gebieten mit hohem Sanierungsanteil ab.



3.2 BIOMASSE & BIOGAS

Feste Biomasse

Bei der Verwendung von Biomasse als Energieträger wird generell zwischen der primären und der sekundären Biomasse unterschieden. Die primäre Biomasse bezeichnet dabei die direkt für die energetische Nutzung kultivierte Biomasse wie z. B. Raps oder Getreide. Die sekundäre Biomasse, auch Abfall-Biomasse genannt, wird aus organischen Reststoffen wie beispielsweise Altpapier oder Sägereststoffen sowie Lebensmittelabfällen gebildet. Je nach Aufbereitungsweg zu festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffen ergeben sich Möglichkeiten zur Erzeugung von Strom, Treibstoffen und Wärme. In jüngster Zeit gewinnt vor allem die Aufbereitung von Biogas auf Erdgasqualität und die anschließende Einspeisung in das Erdgasnetz zunehmend an Bedeutung. Das zu Biomethan aufbereitete Biogas erweist sich als eine klimafreundliche Alternative zu Erdgas.

Ein wesentlicher Umweltvorteil der Biomasse liegt in der Verminderung treibhauswirksamer Emissionen, zumal nur so viel CO₂ freigesetzt werden kann, wie zuvor durch die Biomasse gebunden wurde. Biomasse ist sowohl grundlastfähig als auch flexibel einsetzbar. Ein wesentlicher Vorteil liegt darin, dass Biomasse zur Erzeugung hoher Temperaturen im industriellen Bereich genutzt werden kann.

Unter ethischen Gesichtspunkten ist die Problematik der Flächenkonkurrenz von konventionell angebauten Energiepflanzen zur Lebensmittelproduktion nicht außer Acht zu lassen. Im Sinne der Nachhaltigkeit ist es demnach sinnvoll, auch die biogenen Reststoffe und Abfälle zu berücksichtigen und den Substratmix entsprechend zu gestalten. Der Einsatz von Bioenergie spielt im Rahmen der Energiewende eine wichtige Rolle, da Bioenergie polyvalent in den Bereichen Wärme, Strom und Verkehr nutzbar ist. Darüber hinaus ist Bioenergie transportierbar, lagerfähig und teilweise vor Ort einsetzbar.

Biomasse für die Energieerzeugung fällt entweder aus Rest- und Abfallholz an (Waldderbholz, Flur- / Siedlungsholz) oder kann speziell zu diesem Zweck angebaut werden. Als Energieholz werden bspw. Pappeln auf sogenannten Kurzumtriebsplantagen angebaut. Berechnungen des LWF haben ergeben, dass ein bestellter Hektar Landwirtschaftsfläche in Bayern mit guten Bodenbedingungen Erträge von ca. 30 t Holz (Frischmasse) produzieren kann. Dies geschieht sehr energieeffizient und oft mit positiven ökologischen Effekten, da der Anbau extensiv erfolgt. Nichtsdestotrotz steht auch dies in Konkurrenz mit anderweitiger Nutzung der Landwirtschaftsflächen.

Biogas

Auch Biogas kann eine Rolle in der Energieversorgung spielen. Dabei wird zwischen den zwei Hauptkategorien Biogas aus der Landwirtschaft und Biogas aus der Abfallwirtschaft unterschieden. Die Biogaspotenziale aus der Landwirtschaft resultieren aus Biomasse, die sowohl aus der landwirtschaftlichen Primärproduktion als auch aus Nebenprodukten gewonnen wird. Dazu zählen unter anderem Grünfütter und Marktfrüchte sowie Ernteabfälle. Zusätzlich spielt die Biomasse aus der Tierhaltung eine wichtige Rolle, insbesondere Wirtschaftsdünger wie Gülle und Festmist. Die Biogaspotenziale aus der Abfallwirtschaft setzen sich aus verschiedenen organischen Abfallströmen zusammen, darunter Bioabfall, organische Anteile im Hausmüll, krautiges Grüngut, gewerbliche Lebensmittelabfälle sowie vergärbare Material aus der Landschafts- und Straßenpflege.

Biogas kann in Blockheizkraftwerken (BHKW) zur Stromerzeugung genutzt werden. In diesen Anlagen wird Biogas verbrannt, um einen Generator anzutreiben, der elektrische Energie produziert. Die bei der Stromerzeugung entstehende Abwärme kann für Heizungszwecke verwendet werden. Strom aus Biogasanlagen wurde bisher über das EEG gefördert, eine Anschlussförderung ist aktuell nicht garantiert, daher gibt es in Zukunft ggf. zusätzliches Potenzial zur Verwendung des Biogases.

Eine Möglichkeit ist dabei die Einspeisung in das Erdgasnetz. Hierzu muss das Biogas zu Biomethan aufbereitet werden. Dabei werden die nicht brennbaren Bestandteile des Biogases, insbesondere Kohlendioxid (CO₂) und andere Verunreinigungen, entfernt, um den Methangehalt zu erhöhen. Damit ist das Biomethan gleichwertig zu Erdgas und kann ins Erdgasnetz eingespeist und wie Erdgas genutzt werden, ohne dass Anpassungen im Netz oder bei der Gasverbrennung vorgenommen werden müssen.

In Pfaffenhofen an der Ilm existiert Biomassepotenzial in Form von Waldderbholz und Flur- / Siedlungsholz. Die Energiepotenziale können über den Energieatlas Bayern (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2024) abgerufen werden. Das dort ausgegebene Energiepotenzial wurde mit einem Wirkungsgrad von 77% in einen jährlichen Wärmeertrag umgerechnet, dies entspricht der Nutzung in einem größeren BHKW (Prognos AG; ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH; Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER); Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, 2024). Die Flächen sind nach Nutzungsart aus ALKIS entnommen (Bayerisches Landesamt für Statistik, 2024).

Tabelle 3-2: Biomassepotenziale für Pfaffenhofen an der Ilm

Art der Biomasse	Fläche	Jährliches Energiepotenzial	Ø jährlicher Wärmeertrag
Waldderbholz	2.689 ha Waldfläche	121.600 GJ / 33.780 MWh	26 GWh / a
Flur- / Siedlungsholz	101 ha Gehölz, Grünanlagen, Gartenland, Obstplantagen	18.900 GJ / 5.250 MWh	15 GWh / a
Kurzumtriebsplantagen (Pappeln)	Zu bepflanzende Ackerfläche: 390,7 ha (10% des aktuellen Ackerlands)	97.570 GJ / 27.105 MWh	21 GWh / a
Summe			62 GWh / a

Dabei ist anzumerken, dass im Jahr 2021 bereits ca. 90 GWh Wärme in Kleinfeueranlagen und in Wärmenetzen in Pfaffenhofen über Biomasse erzeugt wurden. Das lokale Potenzial ist nach diesen Zahlen bereits ausgeschöpft. Mehrere Akteure teilen allerdings die Einschätzung, dass die tatsächlich vorhandene Biomassemenge, auch aufgrund von Waldschäden durch Klimawandelfolgen, größer ist, zudem gibt es weitere Quellen in der Region. Trotzdem sollte berücksichtigt werden, dass mit der Ausweisung des Potenzials die zukünftig anfallende Menge an Biomasse nicht gewährleistet ist, und eine Nutzung von nicht lokal produzierter Biomasse der Nachhaltigkeit widerspricht.

Laut dem Endbericht des Bayerischen Landesamtes für Umwelt zum Biogaspotenzial in Bayern beläuft sich das gesamte technische Biomethanpotenzial im Landkreis Pfaffenhofen auf 33,7 Mio. m³ pro Jahr aus der Landwirtschaft und 1,88 Mio. m³ pro Jahr aus der Abfallwirtschaft. Aktuell werden davon im Landkreis Pfaffenhofen 20,59 Mio. m³ genutzt, es besteht also noch ungenutztes Potenzial auf Landkreisebene (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2024). Aktuell sind mehrere Einspeisebegehren für Biomethan im Netzgebiet offen. Damit könnte zukünftig regional zusätzliches Biomethan zur Verfügung stehen, welches in bestehenden Erdgasheizungen eingesetzt werden kann.

3.3 ABWÄRMEPOTENZIALE AUS INDUSTRIE, GEWERBE UND ABWASSER

Abwärme ist vorhandene Wärme, die als Nebenprodukt vorliegt – meist aus industriellen oder gewerblichen Prozessen – und für andere Prozesse, zur Beheizung oder zur Deckung des Trinkwasserwärmebedarfs genutzt werden kann. Die Integration eines Wärmespeichers kann einen Ausgleich zwischen der zeitversetzten Wärmebereitstellung und dem Wärmebedarf schaffen. Je nach Rahmenbedingungen kann die Abwärme durch unterschiedliche Technologien genutzt werden. Dabei ist das Temperaturniveau der vorhandenen Abwärmequelle einer der wichtigsten Faktoren bei der Auswahl der entsprechenden Technik zur industriellen Abwärmennutzung. Darüber hinaus bestimmen die Abwärmemenge, die chemische Zusammensetzung des Abwärmestroms, die Bündelung der

Abwärmeströme am Standort und die räumliche Nähe von Wärmequellen- und Wärmesenken die Nutzungsmöglichkeiten der Abwärme.

Zudem lässt sich mit Abwärme auch die Kühlung oder Klimatisierung von Gebäuden oder Prozessschritten realisieren. Dazu wird die Wärme in einer Sorptionskälteanlage (Absorption oder Adsorption) zur Erzeugung von Kaltwasser genutzt. Somit lässt sich Kälte aus herkömmlichen Kompressionskälteanlagen und deren Strombedarf substituieren.

In Abbildung 3-4 ist die Nutzung von industrieller und gewerblicher Abwärme in Abhängigkeit des Temperaturniveaus dargestellt. Abwärme kann beispielsweise zum Zweck der Wärmerückgewinnung innerhalb der Industrie direkt genutzt werden. Hierbei handelt es sich um den effizientesten und zugleich einfachsten technologischen Ansatz zur Abwärmenutzung. Die Abwärme wird über einen Wärmeübertrager beispielsweise aus einem Abgasstrom ausgekoppelt und an ein anderes Medium übertragen.



Abbildung 3-4: Nutzung von industrieller und gewerblicher Abwärme in Abhängigkeit des Temperaturniveaus

In manchen Fällen muss das Temperaturniveau der Abwärme über Wärmepumpen angehoben werden, um sie nutzbar zu machen. Die Wärmepumpen können entweder mit elektrischem Strom (Kompressionswärmepumpen) oder Wärme auf einem hohen Temperaturniveau (Absorptionswärmepumpen) betrieben werden.

Neben der thermischen Nutzung der Abwärme kommt auch eine Verstromung der Abwärme in Frage. Für eine Verstromung sind in der Regel höhere Abwärmemetemperaturen nötig als für die thermische Nutzung. Eine Verstromung kommt insbesondere dann in Frage, wenn lokal keine Wärmesenken oder Wärmenetze vorhanden sind.

Das Wärmeträgermedium kann beispielsweise Heißwasser, Thermoöl, Dampf oder ein gasförmiges Fluid sein. Die übertragene Wärme wird über das Wärmeträgermedium zu vorhandenen Wärmesenken (z. B. Raumwärme- bzw. Trinkwasserwärmebedarfe) transportiert und dort weiter genutzt. Neben der direkten Nutzung der Abwärme vor Ort, kann sie auch über Wärmenetze zu den Verbrauchern transportiert werden.

Im Zuge der kommunalen Wärmeplanung wurden Akteure mit möglichen Abwärmepotenzialen in Pfaffenhofen abgefragt. Hierzu wurde die Liste der bekannten Wärmeerzeugungsanlagen aus dem Marktstammdatenregister (siehe 2.4) auf die größten Anlagen reduziert und, gemeinsam mit Stadt und Stadtwerken, um größere Energieverbraucher und weitere Unternehmen mit möglichem, vermuteten Potenzial erweitert. Im Projektverlauf konnten mehrere Abwärmequellen identifiziert werden. Hierbei handelt es sich um die Nutzung der Abwärme aus der Biogasanlage Griesbach bei Uttenhofen, aus der Kläranlage sowie aus Gewerbebetrieben.

Biogasanlage Griesbach bei Uttenhofen

In der Biogasanlage werden biologische Abfallprodukte in Biogas umgewandelt, die in einem BHKW verstromt werden. Dabei fielen im Jahr 2022 ca. 3.000 MWh an Abwärme auf einem Temperaturniveau von 85 °C an. Die Wärme wird in einem 5.000 l fassenden Pufferspeicher zwischengespeichert. Vom Betreiber der Biogasanlage ist es nicht vorgesehen, ein Wärmenetz selbst zu planen und zu betreiben. Vorstellbar ist jedoch der Verkauf der Abwärme beispielsweise an einen externen Wärmenetzbetreiber und die Einspeisung in ein ggf zu errichtendes Wärmenetz. Mögliche Gebiete zur Abnahme der Wärme sind Uttenhofen und Walkersbach.

Kläranlage

Die Untersuchung der Kläranlage ergab ein jährliches Abwärmepotenzial von über 600 MWh (2022 636 MWh, 2023 615 MWh), das jedoch ausschließlich in den Sommermonaten bei Notkühlungsprozessen anfällt. Das Temperaturniveau liegt bei etwa 90 °C, sodass die Wärme ohne eine Temperaturerhöhung in das bestehende Wärmenetz der Firma Danpower eingespeist werden kann. Hierzu gibt es bereits Planungen der beiden Akteure. Nach dem vorgesehenen Umbau der Anlage wird voraussichtlich mehr Wärmeenergie aus diesem Prozess zur Verfügung stehen.

Die Daten zu weiteren Abwärmequellen in Gewerbebetrieben liegen der Stadt Pfaffenhofen vor, werden hier jedoch zur Wahrung von Geschäftsgeheimnissen der Unternehmen nicht veröffentlicht.

3.4 UMWELTWÄRME

Die Nutzung des Umweltwärmepotenzials wird i. d. R. über den Einsatz von elektrisch angetriebenen Wärmepumpen (Kompressionswärmepumpen) ermöglicht, die das Temperaturniveau der Wärmequelle auf ein nutzbares Temperaturniveau anheben. Wärmepumpen bieten flexible Einsatzmöglichkeiten sowohl bezüglich der Art der Wärmequelle als auch bezüglich des Temperaturniveaus auf der Senkenseite und gelten im zunehmend elektrifizierten Gebäudesektor als Schlüsseltechnologie (Weck-Ponten, 2023). Wärmepumpen sind nicht auf die Verfügbarkeit von Brennstoffen angewiesen und emittieren somit lokal keine Treibhausgase (THG). Sie kommen vor allem im Einzelgebäudebereich zum Einsatz. Darüber hinaus können Großwärmepumpen im Quartiersbereich und Wärmenetzen eingesetzt werden. Inzwischen werden auch Wärmepumpen mit klimaneutralem Kältemittel (z. B. Propan oder CO₂) angeboten. Im Zusammenhang mit dem Einsatz von erneuerbarem Strom können Wärmepumpen, einen großen Beitrag zur Dekarbonisierung leisten.

Die Effizienz von Wärmepumpen hängt maßgeblich vom Temperaturhub ab, also der Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Wärmesenke. Wärmepumpenhersteller geben die Effizienz bei bestimmten Betriebspunkten in Form des COP (Coefficient of Performance) an. Die Jahresarbeitszahl (JAZ) stellt das Verhältnis der Nutzwärmemenge bezogen auf die eingesetzte elektrische Arbeit über eine Jahresbilanz dar und gilt als die zentrale Kennzahl für Wärmepumpen.

Wichtige Unterscheidungsmerkmale von Wärmepumpen sind das Wärmequellen- und Wärmesenkenmedium. In Deutschland kommen insbesondere Sole-Wasser-, Luft-Wasser- und Wasser-Wasser-Wärmepumpen zum Einsatz. Sole-Wasser-Wärmepumpen nutzen Sole (ein frostsicheres Wärmeträgerfluid) als Wärmequelle und Wasser als Wärmesenkenmedium. Luft-Wasser-Wärmepumpen nutzen entsprechend Luft als Wärmequelle und Wasser als Wärmesenke. Wasser-

Wasser-Wärmepumpen werden sowohl für die Temperaturerhöhung von Wärme aus Oberflächengewässern und Abwasser als auch in der oberflächennahen Geothermie, insbesondere für Grundwasserbrunnensysteme, eingesetzt.

3.4.1 Abwasserwärme

Abwärme bezeichnet die Wärmeenergie, die als Nebenprodukt bei Prozessen anfällt und in der Regel ungenutzt an die Umwelt abgegeben wird. Im Haushalt und in der Industrie wird warmes Wasser nach dem Gebrauch ohne eine weitere energetische Nutzung in die Abwasserkanäle geleitet. Diese Wärme kann durch moderne Wärmepumpentechnologie zum Heizen oder Kühlen größerer Gebäude und Quartiere genutzt werden. Das Potenzial ist beträchtlich. Eine Studie von enervis energy advisors GmbH (2017) kam zu dem Ergebnis, dass zwischen 5-14 Prozent aller deutschen Gebäude mit Wärme aus Abwasser versorgt werden könnten.

Die Energiemenge, die sich in Form von Abwärme aus dem Abwasser gewinnen lässt, ist riesig. Dies zeigt folgender Vergleich: Wenn Abwasser beim Wärmeentzug um lediglich ein Kelvin abgekühlt wird, um den Betrieb der Abwasserreinigungsanlage möglichst nicht zu beeinträchtigen, kann aus einem m³ Abwasser rund 1,5 kWh Wärme gewonnen werden. Aus der gleichen Menge Abwasser kann in einer Abwasserreinigungsanlage (ARA) etwa 0,05 m³ Klärgas erzeugt werden. Das entspricht einem Energieinhalt von rund 0,3 kWh. Mit anderen Worten: Das Potenzial an Abwärme im Abwasser ist um ein Vielfaches größer als das Potenzial an Klärgas aus den ARA.

Unter Berücksichtigung der zwei grundlegenden Bedingungen, dass in einem Kanalisationsabschnitt ein genügendes Wärmeangebot für den Einsatz einer Wärmepumpe vorhanden und der Einbau von Wärmeübertragern möglich ist, kommt die Nutzung von Abwasserwärme in der Regel für mittlere Trockenwetterabflussmengen ab 15 l/s, d. h. für Gemeinden ab 3.000 - 5.000 Einwohnern und idealerweise in Kanälen mit einem Innendurchmesser von mindestens 800 mm in Frage.

Die Abwasserwärmenutzung ist eine langfristig sichere und erneuerbare Energiequelle und leistet damit einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. Die in Deutschland betriebenen Abwasserwärmenutzungsanlagen sind zumeist kleinere Anlagen mit Heizleistungen im Kilowattbereich. In Skandinavien und der Schweiz ist diese Technik jedoch bereits deutlich weiterverbreitet und es werden dort auch größere Aggregate im Megawatt-Bereich eingesetzt. Eine der größten Anlagen in Deutschland befindet sich im Quartier Neckarpark in Stuttgart und versorgt einen Gewerbepark, ein Sportbad und rund 850 Wohnungen mit Wärme.

Eine untersuchte Möglichkeit der Wärmegewinnung liegt in der thermischen Nutzung des Kläranlagenablaufs. Der Jahresmittelwert der Kläranlagenablaufstemperatur beträgt ca. 16 °C. Die mittlere Strömungsgeschwindigkeit des Abflaufs liegt bei etwa 160 l/s. Bezüglich der Ausnutzung des Abwärmepotenzials ist der Kläranlagenbetreiber bereits in Kontakt mit der Firma Danpower. Siehe auch Kapitel 3.3.

In Rücksprache mit dem Kläranlagenbetreiber wird die direkte Wärmeentnahme aus dem Abwasser im Kanalnetz aufgrund des geringen Volumenstroms und des geringen Durchmessers der Abwasserrohre in Pfaffenhofen nicht empfohlen. Zudem wird die Wärme später für biologische Prozesse in der Kläranlage benötigt und sollte daher nicht vorab entzogen werden.

3.4.2 Oberflächengewässer

In Oberflächengewässern, also Fließgewässer und Seen, sind enorme Menge an Wärmeenergie gespeichert. Um dieses Potenzial zu nutzen, sind Wärmeübertrager im Gewässer notwendig, die über Rohrleitungen mit einer Wärmepumpe verbunden sind.

Die Wärmemenge, die sich einem Gewässer entnehmen lässt, ist wesentlich von der Temperatur und der Fließgeschwindigkeit des Gewässers abhängig. Die Temperatur von Oberflächenwasser hängt erheblich

stärker von der Außentemperatur ab als die des Grundwassers, weshalb im Winter bei hohem Wärmebedarf durch Vereisung unter Umständen keine Wärmeentnahme möglich ist. Ein Beispiel für die thermische Nutzung von Oberflächenwasser im größeren Maßstab ist die Anlage Värtan Ropsten mit einer Leistung von 180 MW, welche Ostseewasser als Wärmequelle nutzt.

Für den Einsatz einer Flusswasserwärmepumpe bedarf es einer wasserrechtlichen Erlaubnis gemäß § 8 Wasserhaushaltsgesetz (WHG). Grundlegend darf der Einsatz einer Flusswasserwärmepumpe, wie auch bei der Nutzung der oberflächennahen Geothermie, die Gewässereigenschaften nicht nachteilig verändern. Nach einer ersten Einordnung der verantwortlichen Verwaltungsabteilung ist eine nachteilige Veränderung des Wassers in den Kanälen von Pfaffenhofen an der Ilm nicht zu erwarten, eine genaue Prüfung steht jedoch noch aus.

Ähnlich wie für den Einsatz von Abwasserwärmepumpen, besteht auch für die Nutzung von Oberflächengewässern eine Diskrepanz zwischen der zeitlichen Verfügbarkeit des Wärmeangebots und der Wärmenachfrage. Geringe Wassertemperaturen im Winter und die Gefahr möglicher Vereisungsprozesse können bei der Nutzung von Oberflächengewässern Betriebseinschränkungen der Wärmepumpe zur Folge haben.

In Pfaffenhofen an der Ilm sind keine größeren Seen vorhanden. Aufgrund der geringen Fließigenschaften der Ilm und kleinere Wasserläufen ist das Potenzial der Nutzung von Fließgewässern in Pfaffenhofen gering. Deshalb wurde dies hier nicht weiter beziffert. In den Teilgebietssteckbriefen ist vermerkt, wo ggf. eine Nutzung in Frage kommt.

3.4.3 Umgebungsluft

Die Außenluft als Wärmequelle kann mit Luft-Wasser-Wärmepumpen nutzbar gemacht werden.

Die Investitionskosten von Luft-Wasser-Wärmepumpen sind geringer als bei Sole- oder Wasser-Wasser-Wärmepumpen, da die Kosten für die Quellenerschließung nicht anfallen. Wegen der geringeren Investitionskosten und weniger Planungsaufwand ist die Luft-Wasser-Wärmepumpe die Wärmepumpenart, die derzeit am häufigsten installiert wird. Insbesondere in voraussichtlich dezentral versorgten Gebieten, in denen das geothermische Potenzial oder die Flächenverfügbarkeit gering ist, wird die Luft-Wasser-Wärmepumpe der präferierte Wärmeerzeuger sein. Darüber hinaus können mit Außenluft betriebene Großwärmepumpen für die Wärmebereitstellung von Wärmenetzen eingesetzt werden.

Aufgrund der schwankenden Außenlufttemperatur ist auch die Effizienz der Wärmepumpe Schwankungen unterliegt. Zusätzlich sind die Außenlufttemperaturen in der Heizsaison, in der der Großteil des Wärmebedarfs anfällt, am geringsten, sodass die JAZ von Luft-Wasser-Wärmepumpen im Vergleich zu geothermisch betriebenen Wärmepumpen mit relativ konstanten Quellentemperaturen i.d.R. geringer ausfällt.

Für den Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe muss das Gebäude und das Grundstück bestimmte Voraussetzungen erfüllen. Eine gute Wärmedämmung ist essenziell, um Wärmeverluste zu minimieren und die Effizienz der Wärmepumpe zu maximieren. Idealerweise sollte das Gebäude über ein Niedrigtemperaturheizungssystem wie eine Fußbodenheizung oder Niedertemperaturheizkörper verfügen, da diese besser mit den niedrigeren Vorlauftemperaturen der Wärmepumpe harmonieren. Im Außenbereich muss ausreichend Platz für die Installation der Außeneinheit vorhanden sein, wobei eine gute Belüftung sichergestellt werden sollte. Zudem muss der Abstand zu Nachbargebäuden ausreichend groß sein, um Lärmbelästigungen zu vermeiden, was besonders in dicht besiedelten Wohngebieten wichtig ist.

Da die technologischen Notwendigkeiten für den Betrieb einer Luft-Wasser-Wärmepumpen mit der Nutzung von Durchzugventilatoren (Fans) einhergehen, ist teilweise der abgestrahlte Objektschall die Limitierung des anzusetzenden Potenzials. Durch teilweise dichte Bebauung und abstrahlender Flächen von Hilfsbauten wie Garagen sind die Luft-Wasser-Wärmepumpen in einer Detailauslegung auf

Grundstücksebene zu prüfen. Hierfür ist der Bautyp der Luft-Wasser-Wärmepumpe notwendig, um die realen Schallemissionen heranziehen zu können.

Aufgrund der Tatsache, dass die Wärme aus der Außenluft unbegrenzt zur Verfügung steht, wird das Potenzial für Luft-Wasser-Wärmepumpen als unendlich angesehen. Es ist dabei zu beachten, dass trotzdem im Einzelfall geprüft werden muss, ob sich Gebäude und Grundstück für die Nutzung einer Luft-Wasser-Wärmepumpe eignen.

3.5 GEOTHERMIE

Als Geothermie wird sowohl die in der Erde gespeicherte Wärmeenergie als auch deren ingenieurtechnische Nutzbarmachung bezeichnet. Bei der Energiegewinnung aus Geothermie wird zwischen der Tiefengeothermie und der oberflächennahen Geothermie differenziert. In Abbildung 3-5 sind unterschiedliche Systeme zur Nutzung von Geothermie dargestellt.

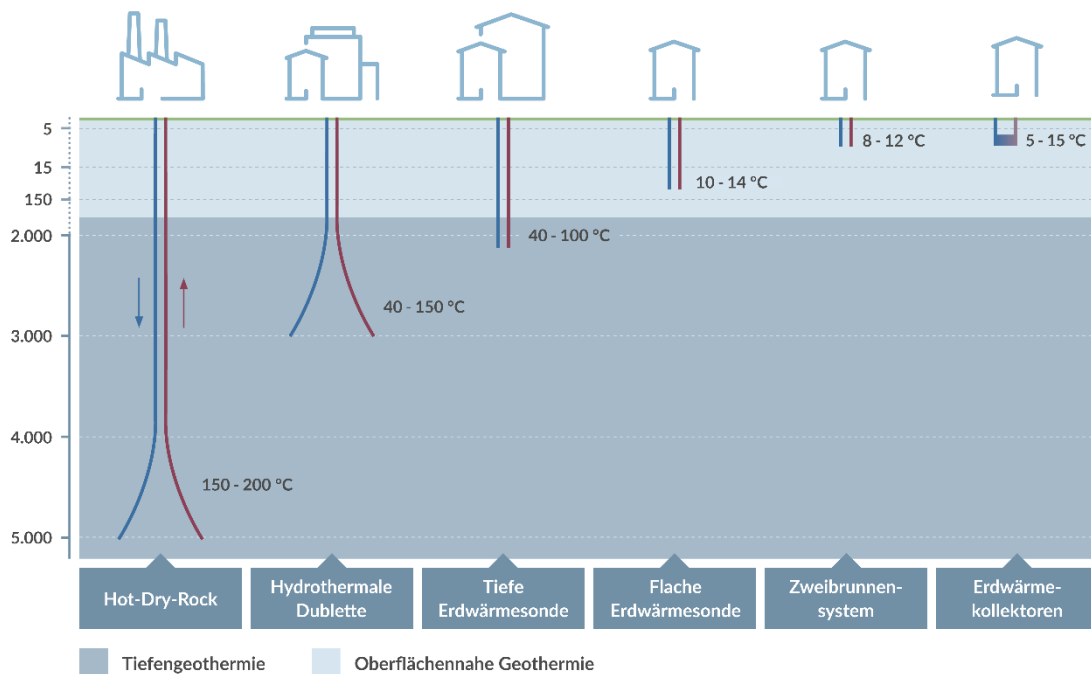


Abbildung 3-5: Wärmeerzeugung durch die Nutzung von Geothermie (in Anlehnung an (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2024))

Der große Vorteil von Geothermie gegenüber volatilen erneuerbaren Energiequellen, wie z. B. Wind- und Sonnenenergie, ist die Grundlastfähigkeit und meteorologische Unabhängigkeit.

3.5.1 Tiefengeothermie

Tiefengeothermie bezeichnet die Nutzung geothermischer Lagerstätten ab 400 m Tiefe zur Stromproduktion und/oder Wärmebereitstellung und bietet die Möglichkeit, größere Energieversorgungsprojekte umzusetzen. Bei guten geologischen Voraussetzungen kann die tiefe Geothermie für eine künftig klimaneutrale Wärmeversorgung in den Städten eine herausragende Rolle spielen. Die tiefe Geothermie bietet aufgrund des hohen Temperaturniveaus die Chance bestehende Wärmenetze zu dekarbonisieren. Innerhalb der Tiefengeothermie wird zwischen petrothermalen und hydrothermalen Systemen unterschieden.

Als hydrothermale Lagerstätten werden offene Systeme bezeichnet, bei denen die Wärme einem natürlichen Thermalwasserreservoir entnommen wird. Für die Nutzung der hydrothermalen Geothermie ist eine ergiebige, wasserführende Gesteinsschicht (Nutzhorizont) notwendig. Diese Schicht sollte vertikal und lateral möglichst weit ausgebreitet sein, um eine langfristige Nutzung zu gewährleisten. Das vorhandene Thermalwasser kann (abhängig von der Förderrate und Temperatur) sowohl für die Erzeugung von Strom und Wärme als auch für die Erzeugung von Wärme allein genutzt werden. Für die Nutzbarmachung des Thermalwassers bedarf es in der Regel zwei oder mehr Bohrungen. Dabei handelt es sich mindestens um eine Förder- und eine Injektionsbohrung (Dublette).

Bei petrothermalen Systemen erfolgt die Wärmeentnahme aus dem tiefen Untergrund unabhängig von wasserführenden Horizonten. Durch das Einpressen von Wasser in eine Injektionsbohrung wird das vorhandene Kluftsystem in den Bodenschichten geweitet (Stimulation) oder neue Klüfte durch das Aufbrechen von Gestein (Fracking) geschaffen. Mit einer zweiten Bohrung, die den stimulierten Bereich durchteuft, wird ein unterirdischer Wärmeübertrager erzeugt, durch den im Betrieb Wasser zirkuliert.

In Abbildung 3-6 ist ein Ausschnitt aus dem Energie-Atlas Bayern für Nutzungsgebiete hydrothermaler Systeme dargestellt. Auf dem Kommunalgebiet von Pfaffenhofen an der Ilm sind keine Gebiete für Tiefe Geothermie ausgewiesen. Im Kommunalgebiet von Schweitenkirchen liegt ein Gebiet mit weniger günstigen geologischen Verhältnissen für eine hydrothermale Wärmegegewinnung.

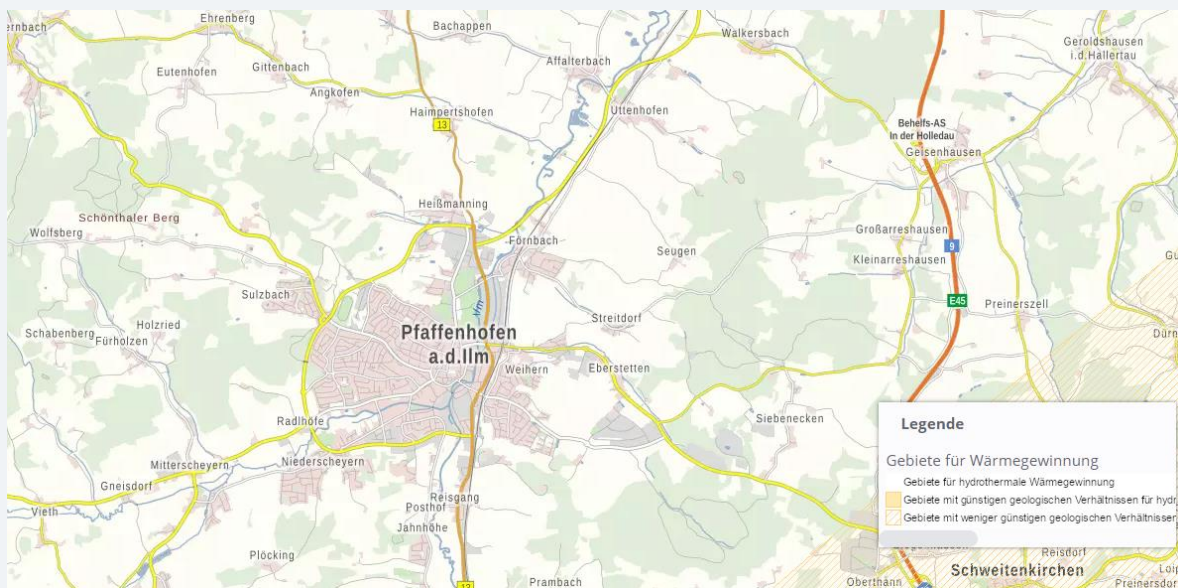


Abbildung 3-6: Ausschnitt aus dem Energie-Atlas Bayern in den Bereichen Tiefengeothermie und Nutzungsgebiete für hydrothermale Wärmegegewinnung (EnergieAtlasGT, 2024)

Nach Informationen vom Wasserwirtschaftsamt in Ingolstadt sind im Gebiet in und um Pfaffenhofen keine ausreichenden Potenziale und Temperaturen für die Nutzung der Tiefengeothermie vorhanden.

3.5.2 Oberflächennahe Geothermie

Systeme zur Nutzung oberflächennaher Geothermie verwenden die thermische Energie des Untergrunds bis in eine Tiefe von 400 m. Die Nutzung oberflächennaher Geothermie ist besonders für die gebäudebezogene Wärmeversorgung (Heizen und/oder Kühlen, vor allem Niedertemperaturheizsysteme) geeignet, aber auch für Quartierskonzepte in Form von z. B. kalten Nahwärmenetzen. Aufgrund der niedrigen Temperaturen im oberflächennahen Untergrund wird i. d. R. eine Wärmepumpe eingesetzt, um das Temperaturniveau der Quelle auf ein nutzbares Temperaturniveau anzuheben.

Die grundsätzliche geothermische Eignung eines Gebiets hängt von der Beschaffenheit des Bodens und der Temperaturen im Untergrund ab. Die Wärme in der Erde ist ganzjährig verfügbar. Ab ca. 15 m bis 20 m Tiefe können witterungsbedingten Temperaturveränderungen vernachlässigt werden (Weck-Ponten, 2023). Ab dieser Tiefe überwiegt der geothermische Wärmegradient, sodass die Temperatur um ca. drei Kelvin pro 100 m zunimmt (Weck-Ponten, 2023).

Als geothermische Wärmequellsysteme werden hauptsächlich Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren und Grundwasserbrunnen eingesetzt. Darüber hinaus gibt es noch weitere Quellsysteme wie z. B. Erdwärmekörbe, Grabenkollektoren, Energie-Spundwände oder Energiepfähle. Die nachfolgenden Analysen konzentrieren sich auf Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden. Diese beiden Wärmequellenvarianten sind geschlossene Systeme, in denen ein Wärmeträgerfluid zirkuliert.

Information

Die nachfolgende quantitative Potenzialermittlung im Zuge der kommunalen Wärmeplanung stellt keine grundstücksbezogene Fachplanung dar, sondern ist eine grobe Abschätzung von Potenzialflächen und daraus berechneten Energiemengen, die aus dem Untergrund bezogen und über Wärmepumpen nutzbar gemacht werden können. Sie ersetzen keine spezifische Standortbeurteilung, die im Falle konkreter Umsetzungsplanungen auf jeden Fall zusätzlich erfolgen muss. Wird eine geothermische Nutzung des oberflächennahen Untergrunds angestrebt, sollten zwingend ein geologischer Fachplaner und Bohrunternehmen kontaktiert werden.

Auf Grundlage von Karten und Informationen des Energie-Atlas Bayern und UmweltAtlas Bayern sowie GIS-basierten Analysen samt bayernspezifischen Randbedingungen bezüglich der Abstandsempfehlungen zur Grundstücksgrenze und zu Gebäuden konnten Potenzialflächen für Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren ermittelt werden, die eine grundsätzliche Eignung der Gebiete für die jeweilige Wärmequellenart ausweisen. Aus den Potenzialflächen können u. a. mithilfe der gemittelten Wärmeleitfähigkeiten in unterschiedlichen Tiefen im Untergrund quantitative Potenziale in Form von Energiemengen berechnet werden. Die berechneten Energiemengen sind nicht grundsätzlich addierbar. Die angegebenen Potenzialflächen von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren konkurrieren in der Regel.

Erdwärmesonden

Erdwärmesonden sind meist Polyethylenrohre (i. d. R. Doppel-U-Rohre), die in vertikale bzw. schräg verlaufende Bohrlöcher mit Abstandshaltern eingebracht werden. Zur Abdichtung und Verbesserung der Wärmeübertragungseigenschaften der Erdwärmesonde wird das Bohrloch anschließend mit einem Verfüllmaterial verfüllt. Erdwärmesondenbohrungen sind bei der zuständigen Behörde anzuzeigen. Grundlegend gilt für Erdwärmesonden das Grundwasserrecht. Die Nutzung oberflächennaher Erdwärmesonden ist daher von der geographischen Lage von u. a. Wasser- und Heilquellenschutzgebieten sowie der Hydrogeologie abhängig. Neben dem Grundwasserschutz kann auch das Bergrecht tangiert werden. Deswegen werden oberflächennahe Erdwärmesonden häufig nur bis zu einer Tiefe von 100 m ausgeführt bzw. die geothermisch gewonnene Energie auf nur einem Grundstück genutzt. Erdwärmesonden sind das am weitest verbreitete geothermische Wärmequellsystem in Deutschland. Erdwärmesonden weisen ein Wärmequellentemperaturniveau auf, das nahezu unabhängig von Wetterrandbedingungen ist. Darüber hinaus sind Erdwärmesonden geeignet ein Gebäude zusätzlich zur Wärmeversorgung auch zu kühlen.

In Abbildung 3-7 ist die Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmesonden für das Kommunalgebiet von Pfaffenhofen an der Ilm dargestellt. Die Potenzialflächen wurden sowohl für bebauten Gebiete als auch für landwirtschaftlich genutzte Flächen im Umkreis von bebauten Gebieten ermittelt. Letztere sind insbesondere für zentrale Versorgungsoptionen über beispielsweise kalte Nahwärmenetze relevant. Neben klassischen Ausschlussgebieten wie z. B. Wasserschutzgebiete

werden zusätzlich auch die Bereiche mit Bohrrisiken ausgewiesen. Die Flächen der Bohrrisiken werden im Sinne einer konservativen Abschätzung für die Potenzialermittlung ebenfalls nicht berücksichtigt.

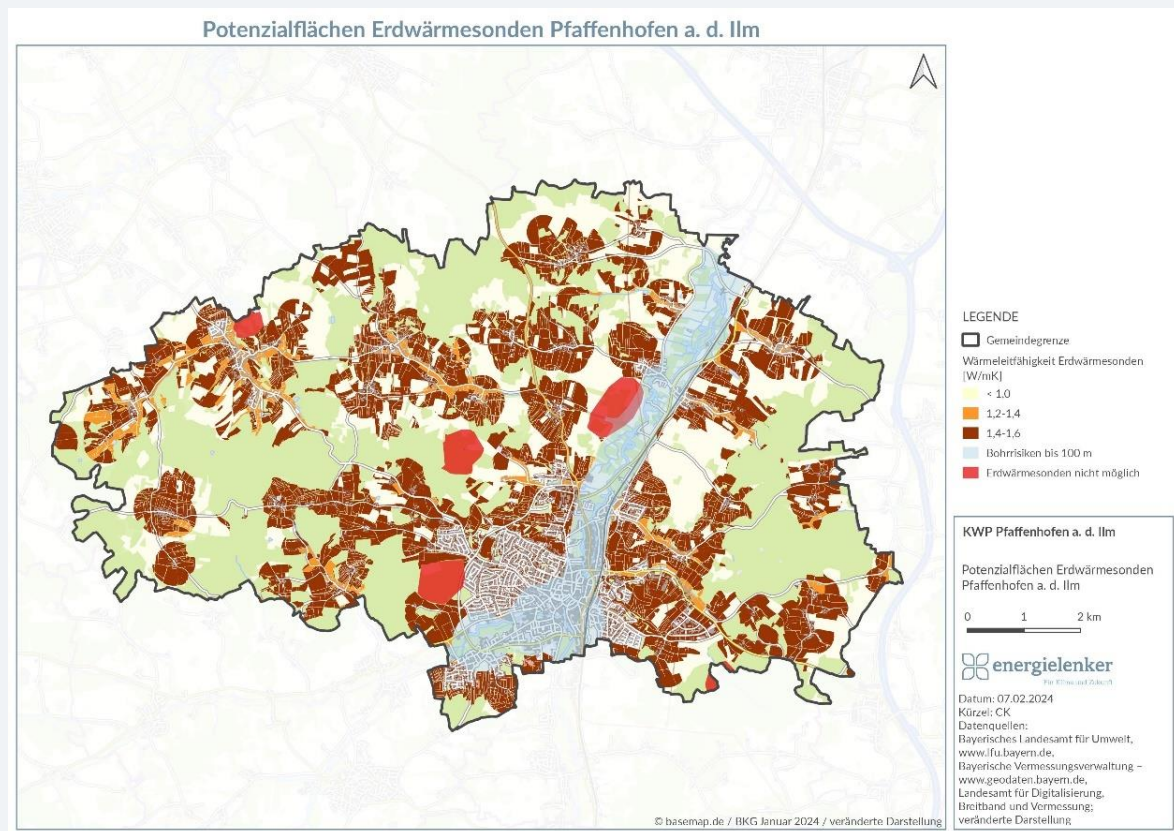


Abbildung 3-7: Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmesonden für das Kommunalgebiet von Pfaffenhofen an der Ilm

Anhand der angesetzten Randbedingungen ergeben sich Potenzialflächen von 2.711 ha und ein technisch nutzbares Wärmebereitstellungspotenzial aus dem Erdboden von rund 2.061 MWh/a für Erdwärmesonden. Mit einer angesetzten JAZ von 4,1 (Günther, et al., 2020) und Jahresvolllaststunden von 1800 h/a ergibt sich ein durch Wärmepumpen bereitgestelltes, nutzbares Wärmepotenzial von 2.726 GWh/a. Die Nutzung dieser Flächen konkurriert sowohl mit anderen Technologien zur Energieerzeugung (z.B. Erdwärmekollektoren, Windkraftanlagen) etc. als auch mit der Nutzung für landwirtschaftliche Zwecke oder als Erholungsflächen (z.B. Gartenteiche). Andere Technologien, z.B. Freiflächen PV oder bestimmte Arten des landwirtschaftlichen Anbaus können aber auch mit der Erdwärmennutzung kombiniert werden. Zur Abbildung einer realistischen Ausnutzung dieser Potenziale wird ein Potenzialfaktor von zehn Prozent angesetzt. Die mit dem Potenzialfaktor verrechneten Ergebnisse unterteilen sich wie folgt anhand der Flächenarten:

Tabelle 3-3: Übersicht der Flächenpotenziale für Erdwärmesonden für Pfaffenhofen an der Ilm

Flächenart	Technische Potenzialfläche	Potenzialfläche mit Nutzungsfaktor	Maximales Ausbaupotenzial	Ø jährlicher Wärmeertrag
Siedlungsfläche	280 ha	28 ha	15 MW	28 GWh/a
Landwirtschaftliche Flächen im Umkreis der Siedlungsgebiete	2.431 ha	243 ha	136 MW	245 GWh/a

Erdwärmekollektoren

Erdwärmekollektoren sind ein geothermisches Wärmequellsystem, bei dem horizontale Rohrleitungen unterhalb der Frostgrenze in einer Einbautiefe von ca. 1,5 m in den Boden eingebracht werden. Erdwärmekollektoren zeichnen sich durch einen höheren Flächenbedarf als Erdwärmesonden aus, da sie flächig im Boden verlegt werden. Die geothermisch genutzte Fläche sollte für diese Systeme ca. das 1,5- bis 2-fache der zu beheizenden Fläche betragen. Allerdings kann die notwendige Fläche u. a. durch mehrstöckige Kollektorsysteme (Sandwichsysteme), durch den Einsatz von vertikal eingebrachten Kollektorsystemen sowie durch die Kombination mit solarthermischen Anlagen zur Regeneration des Untergrundes verringert werden. Die Wärme beziehen die Kollektoren hauptsächlich aus der eingestrahnten Sonnenwärme und über versickerndes Niederschlagswasser. Für Erdwärmekollektoren ist i. d. R. kein wasserrechtliches Erlaubnisverfahren notwendig. Dadurch können Erdwärmekollektoren eine Alternative zu beispielsweise Erdwärmesonden in Gebieten darstellen, die für diese Systeme genehmigungsrechtlich nicht zulässig sind.

In Abbildung 3-8 ist die Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmekollektoren für das Kommunalgebiet von Pfaffenhofen an der Ilm dargestellt. Die Potenzialflächen wurden sowohl für bebauten Gebiete als auch für landwirtschaftlich genutzte Flächen im Umkreis von bebauten Gebieten ermittelt. Letztere sind insbesondere für zentrale Versorgungsoptionen über beispielsweise kalte Nahwärmenetze relevant. Neben klassischen Ausschlussgebieten wie z. B. Wasserschutzgebiete wird zusätzlich auch die Grabbarkeit berücksichtigt. Im gesamten Kommunalgebiet gibt es keine Ausschlussgebiete bezüglich der Grabbarkeit.

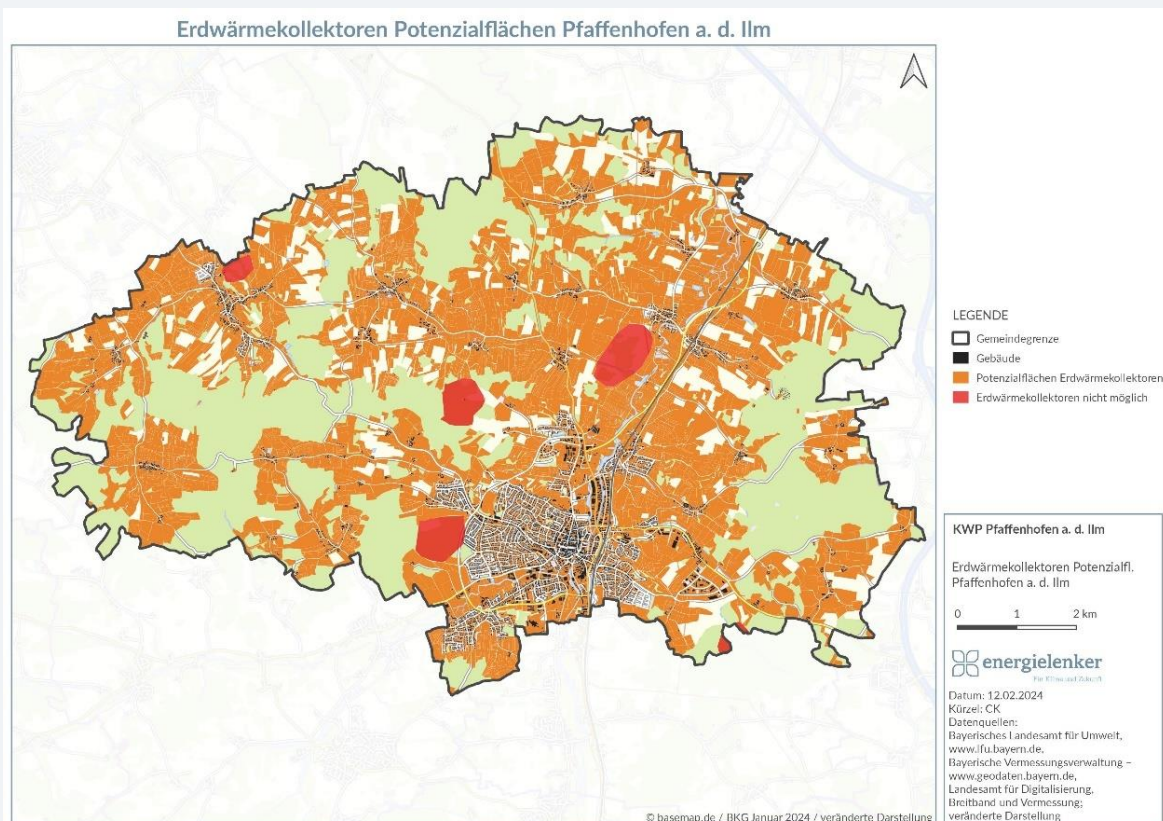


Abbildung 3-8: Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmekollektoren für das Kommunalgebiet von Pfaffenhofen an der Ilm

Anhand der angesetzten Randbedingungen ergeben sich Potenzialflächen von 4.391 ha und ein technisch nutzbares Wärmebereitstellungspotenzial aus dem Erdboden von rund 1.976 MWh/a für Erdwärmekollektoren. Mit einer angesetzten JAZ von 4,0 ergibt sich ein durch Wärmepumpen bereitgestelltes, nutzbares Wärmepotenzial von 2.634 GWh/a. Zur Abbildung einer realistischen

Ausnutzung dieser Potenziale wird ein Potenzialfaktor von zehn Prozent angesetzt. Die mit dem Potenzialfaktor verrechneten Ergebnisse unterteilen sich wie folgt anhand der Flächenarten:

Tabelle 3-4: Übersicht der Flächenpotenziale für Erdwärmesonden für Pfaffenhofen an der Ilm

Flächenart	Technische Potenzialfläche	Potenzialfläche mit Nutzungsfaktor	Maximales Ausbaupotenzial	Ø jährlicher Wärmeertrag
Siedlungsfläche	493 ha	49 ha	17 MW	30 GWh/a
Landwirtschaftliche Flächen im Umkreis der Siedlungsgebiete	3.897 ha	388 ha	129 MW	234 GWh/a

Vergleich der Flächenermittlung zwischen Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren

Bei der Erstellung der Potenzialflächen wurden für jede Technologie Abstände zu Grundstücksgrenzen und Gebäuden in Anlehnung an die geothermischen Leitfäden in Bayern und der VDI 4640 sowie Mindestflächen für eine energetische Nutzung berücksichtigt. Die resultierenden Potenzialflächen für ein Beispielgebiet sind in Abbildung 3-9 und Abbildung 3-10 gegenübergestellt. Im Zentrum des Auswahlgebiets sind beispielsweise Potenzialflächen für Erdwärmesonden vorhanden, wohingegen diese Flächen für die Nutzung von Erdwärmekollektoren nicht ausreichen. Zudem werden die unterschiedlichen Abstände der beiden geothermischen Wärmequellenarten zur Grundstücksgrenze ersichtlich.



Abbildung 3-9: Ausschnitt der Potenzialflächen für Erdwärmesonden am Beispiel Sulzbach



Abbildung 3-10: Ausschnitt der Potenzialflächen für Erdwärmekollektoren am Beispiel Sulzbach

Übersicht des geothermischen Potenzials für Pfaffenhofen an der Ilm

Nachfolgend sind die Potenzialflächen und berechneten Energiemengen für Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren auf dem gesamten Kommunalgebiet aufgelistet.

Tabelle 3-5: Übersicht des geothermischen Potenzials für Pfaffenhofen an der Ilm

Technologie	Potenzialflächen	Möglicher Wärmeertrag über Wärmepumpen mit Potenzialfaktor
Erdwärmesonden	2.711 ha	273 GWh/a
Erdwärmekollektoren	4.391 ha	264 GWh/a

Grundwasserbrunnen

Grundwasserbrunnen sind offene Systeme und bestehen aus mindestens einem Förder- und Schluckbrunnen. Im Förderbrunnen wird das Grundwasser über eine Pumpe angesaugt und nach der Wärmeübertragung in einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe im Schluckbrunnen wieder in den Grundwasserleiter eingespeist. Das Potenzial von Grundwasserbrunnensystemen ist aufgrund einem detaillierten Informationsbedarf über die Hydrologie des Untergrunds und thermischen Wechselwirkungen von mehreren Systemen innerhalb des gleichen Grundwasserleiters nicht über eine flächige Berechnung wie bei Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren zu ermitteln.

3.6 SOLARTHERMIE

Mittels Solarthermie lässt sich die Energie von Sonnenstrahlen direkt in nutzbare Wärme umwandeln. Die Funktionsweise basiert auf Solarthermie-Kollektoren, die auf Dächern oder freien Flächen installiert werden. Diese Kollektoren bestehen aus Absorberplatten, die mit speziellen, wärmeabsorbierenden Materialien beschichtet sind. Durch diese Beschichtung wird die Sonnenenergie effektiv aufgenommen

und in Wärme umgewandelt. Innerhalb der Absorberplatten befinden sich Rohrleitungen, durch die ein Wärmeträgermedium fließt. Dieses Medium, typischerweise eine Mischung aus Wasser und Frostschutzmittel, zirkuliert durch die Kollektoren und nimmt die Wärme auf, welche anschließend weiter transportiert wird.

Solarthermie findet sowohl bei kleineren Dachanlagen im privaten Gebrauch Anwendung, in denen die aufgenommene Wärmeenergie in einem Wasserspeicher zwischen gespeichert wird, als auch in größeren Zusammenschlüssen sogenannter solarer Wärmenetze. Solarthermieanlagen können auch mit anderen Heizsystemen, wie Wärmepumpen, in einem hybriden Heizsystem kombiniert werden. Dadurch wird eine zuverlässige Wärmeversorgung sichergestellt, wenn die Sonneneinstrahlung nicht ausreicht.

Solare Wärmenetze sind großflächige Solarthermieanlagen, deren Wärme durch ein Wärmenetz verteilt wird. Die Installation der Kollektorfelder kann auf geeigneten Freiflächen oder integriert in Gebäudedachflächen stattfinden. Große Solarthermieanlagen haben relevante Auswirkungen auf die Raumnutzung und stellen demzufolge raumbedeutsame Vorhaben dar. Noch stärker als Windkraft- oder Photovoltaik-Anlagen sind große Solarwärme-Anlagen an bestimmte Standortbedingungen geknüpft. Während Strom ohne erhebliche Verluste über große Entfernungen vom Erzeugungsort zum Verbraucher transportiert werden kann, ist die Transportfähigkeit von Wärmeenergie begrenzt. Die hohen Kosten für den Bau und Betrieb der Wärmeleitung und höhere Energieverluste sprechen dafür, dass eine solarthermische Wärmeversorgung immer in der Nähe zu den Wärmeverbrauchern erfolgen muss. Also innerhalb weniger 1 km zu Wärmeverteilnetzen und den Verbrauchern.

Lokale Wärmenetze sind eine sinnvolle Option für die Wärmeversorgung von Stadtgebieten, sowohl bei Neubau- als auch bei Sanierungsgebieten. Wird Solarthermie in solche Netze eingebunden, kann der solare Anteil bis zu 20 % der gesamten Wärmeversorgung betragen. Durch die Einbindung von saisonalen Wärmespeichern kann er bis auf 50 % erhöht werden.

Die für die Wärmeplanung ausschlaggebenden Potenziale zur Wärmeerzeugung mittels Solarthermie werden durch die Ermittlung potenzieller Freiflächen zum Aufbau von Solarthermischen Anlagen ermittelt. Zu Beginn ist zu beschreiben, dass die ermittelten Flächen im Geoinformationssystem unter folgenden Annahmen abgeleitet worden sind. Grundlegend sind landwirtschaftliche Nutzflächen, die sich nahe am Siedlungsgebiet befinden und zur Wärmeversorgung genutzt werden können als potenzielle Flächen herangezogen worden.

3.6.1 Solarthermie Freiflächen /Agri-Solarthermie

Für die Analyse des Agri-Solarthermiepotenzial wurden die gesamten Agrarflächen im Kommunalgebiet von Pfaffenhofen an der Ilm mit den Standardausschlussflächen verschnitten. Aufgrund der energetisch sinnvollen Betrachtung für die Agri-Solarthermie sind nur Flächen einbezogen, die innerhalb einer Pufferzone um die Siedlungsgrenze (hierzu zählen auch Weiler und Einzelgehöfte) liegen. Hierbei wurde unterstellt, dass die Wärmeverluste auf dem Transportweg von der solarthermischen Anlage zum Verbraucher bei großen Abständen zu hoch sind, um das Potenzial wirtschaftlich zu nutzen.

Bei den Anlagen kann zwischen Freiflächen- und Agri-Solarthermie unterschieden werden. Der Unterschied liegt dabei in der Höhe der Aufständigung, die eine landwirtschaftliche Nutzung der Fläche noch zulässt (z.B. als Weidefläche). In der Wirkungsweise und im Ertrag bestehen keine Unterschiede.

Zusätzlich zu den aufgezeigten Parametern wurden im Gebiet der Stadt Pfaffenhofen landwirtschaftliche Flächen für den Hopfenanbau abgezogen, da sich diese aufgrund der Höhe des Bewuchses nicht für Agri-Solarthermie eignen. Die ausgewiesenen Potenzialflächen für die Agri-Solarthermie sind in Abbildung 3-11 dargestellt.

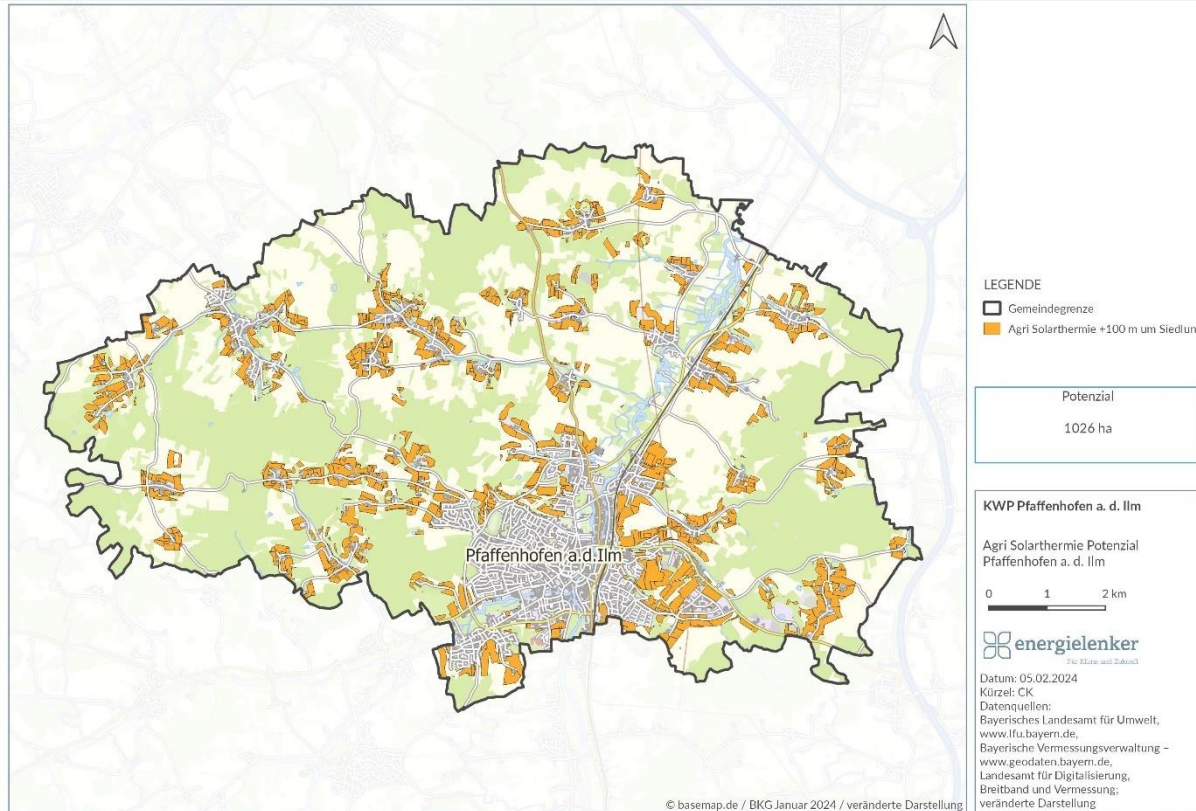


Abbildung 3-11: Agri-Solarthermie Freiflächen

Neben der Flächenkonkurrenz spielt bei der Solarthermie auch die Nähe von Erzeugung und Verbrauch eine große Rolle, da der Transport verlustreich ist. Auch wenn Potenzialflächen um eine kleinere Siedlung einen höheren Ertrag erbringen könnten, als in der Siedlung genutzt wird, kann dieser Überschuss nicht in anderen Teilen genutzt werden. Daher wird für den möglichen Wärmeertrag ein Nutzungsfaktor von 10% angesetzt.

Tabelle 3-6: Übersicht der Flächenpotenziale für Solarthermie auf Freiflächen für Pfaffenhofen an der Ilm

Flächenart	Technische Potenzialfläche	Potenzialfläche mit Nutzungsfaktor	Ø jährlicher Wärmeertrag
Landwirtschaftliche Flächen im Umkreis der Siedlungsgebiete	1.026 ha	103 ha	154 GWh/a

3.6.2 Solarthermie Dachflächen

Die Nutzung von Solarthermie auf Dachflächen erfolgt meist als Hybridsystem in Kombination mit einer weiteren Heizungsart, diese kann sowohl zentral als auch dezentral sein. Solarthermie auf dem Dach ist sehr effizient, da die Technologie weitestgehend ausgereift und die Transportwege kurz sind. Durch die Nutzung der Sonnenenergie können Haushalte und Gebäude weniger abhängig von externen Energieversorgern und den Schwankungen der Energiepreise werden. Solarthermie ist insbesondere in

Kombination mit anderen Heizungstechnologien zur Trinkwassererwärmung nutzbar, da Warmwasser über das gesamte Jahr hinweg, also auch in Monaten mit hoher Sonneneinstrahlung benötigt wird, während sich Heizperiode und hoher Sonnenertrag meist nur in den Übergangsmonaten überschneiden.

Der überwiegende Teil der Dachflächen in Pfaffenhofen an der Ilm ist für die Installation von Solarthermie Kollektoren geeignet. Laut dem Energieatlas Atlas Bayern sind dabei 8 ha Dachflächen als maximales Potenzial ausgewiesen, womit bei vollständigem Ausbau bis zu 26 GWh Wärme pro Jahr produziert werden können (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2024). Dabei wird von einem Ertrag von 321 kWh/m² Kollektorfläche ausgegangen.

Tabelle 3-7: Übersicht der Flächenpotenziale für Solarthermie auf Dachflächen für Pfaffenhofen an der Ilm

Flächenart	Potenzialfläche laut Energieatlas Bayern	Ø jährlicher Wärmeertrag
Dachflächen	8 ha	26 GWh/a

Exkurs Solarpotenzialkataster Dachflächen

Das Solarthermiepotenzial auf einzelnen Dachflächen kann über das regionale Solarkataster (<https://www.solare-stadt.de>, 2024) des Landkreis Pfaffenhofen an der Ilm betrachtet werden. Im Solarkataster sind die Gebäude auf Basis folgender Randbedingungen eingestuft dargestellt:

- ▶ 85 % der in der Stadt erzielbaren maximalen Einstrahlung und mindestens 5 m² Dachfläche „gut geeignet“. Einfärbung „grün“.
- ▶ zwischen 70 % - 85 % der in der Stadt erzielbaren maximalen Einstrahlung und mindestens 5 m² Dachfläche „geeignet“. Einfärbung „gelb“.
- ▶ < 70 % der in der Stadt erzielbaren maximalen Einstrahlung oder < 5 m² Dachfläche „nicht geeignet“. Einfärbung „rot“.

Bei Flachdächern wird von einer Aufständering der Kollektoren ausgegangen, wenn diese eine Mindestfläche von 10 m² aufweisen.



Abbildung 3-12: Solarthermiepotenzial Solarkataster - Landkreis Pfaffenhofen an der Ilm

3.7 PHOTOVOLTAIK

Photovoltaik (PV)-Anlagen nutzen die Sonnenenergie zur direkten Umwandlung in elektrische Energie. Diese Anlagen bestehen aus Photovoltaikmodulen, die Solarzellen enthalten, welche das Sonnenlicht mittels des photovoltaischen Effekts in Strom umwandeln. Die Solarzellen, meist aus Silizium, erzeugen bei Sonneneinstrahlung eine elektrische Spannung und somit einen Stromfluss.

Grundsätzlich werden PV-Anlagen in zwei Aufstellungsbereiche untergliedert: Freiflächenanlagen und Gebäudeanlagen. Freiflächenanlagen, oft auf ungenutzten Flächen wie Feldern oder Industriebrachen errichtet, ermöglichen eine großflächige Stromerzeugung und sind in der Regel auf maximale Sonneneinstrahlung ausgerichtet. Gebäudeanlagen hingegen werden auf den Dächern oder an Fassaden von Wohn- oder Geschäftsgebäuden installiert und bieten den Vorteil direkt zur Stromversorgung des Gebäudes beizutragen. Die technische Effizienz von PV-Anlagen hängt von verschiedenen Faktoren ab, darunter die Ausrichtung der Module zur Sonne und die Intensität der Sonneneinstrahlung. Moderne PV-Anlagen sind zunehmend effizienter und langlebiger, was sie zu einer immer attraktiveren Option für die umweltfreundliche Stromerzeugung macht.

Die Integration von Batteriespeichersystemen in dieses System, kann dessen Effizienz erheblich steigern. Insbesondere im Bereich der Dachflächenanlagen gewinnen dezentrale Speichersysteme zunehmend an Bedeutung. Die Speicher sind in der Lage, den während sonnenreichen Stunden erzeugten Strom zu konservieren, der anschließend zu Zeiten geringerer Sonneneinstrahlung oder in der Nacht genutzt werden kann. Dies führt zu einer deutlichen Erhöhung der Selbstversorgungsquote.

3.7.1 Photovoltaik Freiflächen /Agri-PV

Freiflächen Photovoltaik (PV) ist für die Wärmeplanung indirekt eine wichtige Versorgungslösung für die Zukunft. Erstens ist eine Stromproduktion lokal mittels erneuerbarer Energien möglich, sowie eine Wärmeproduktion mit Nutzung des klimaneutral produzierten Stroms für Wärmepumpen.

Für PV-Freiflächenanlagen wurden alle landwirtschaftlichen Flächen berücksichtigt. Ähnlich wie bei der Solarthermie können PV-Freiflächenanlagen auch als Agri-PV gebaut werden, um eine landwirtschaftliche Nutzung weiterhin zu ermöglichen. Aufgrund der hohen Konkurrenz mit landwirtschaftlicher Nutzung wurden diese Flächen als Agri-PV Flächen modelliert, d.h. die aufstellbare Leistung pro Fläche ist etwas kleiner, da größere Abstände notwendig sind, um die landwirtschaftliche Bewirtschaftung mit Traktoren zu ermöglichen.

Zusätzlich wurden für das Gebiet die nach der EEG-Förderkulisse bevorzugten Flächen ermittelt. Hierzu gehören Konversionsflächen (z.B. ehemalige Industrie-, Gewerbe-, Militär- oder Bergbauflächen, die nicht mehr genutzt werden und für die Installation von PV-Anlagen umgewidmet werden können) sowie Seitenrandstreifen entlang von Autobahnen und Schienenwegen: Diese Streifen entlang von Verkehrswegen sind ebenfalls als PV-Vorzugsflächen definiert, da sie häufig ungenutzt sind und gut für die Installation von PV-Anlagen geeignet sind. Diese Flächen haben zudem den Vorteil, dass sie keine landwirtschaftlichen oder naturschutzrechtlichen Flächen beeinträchtigen.

Im Gebiet Pfaffenhofen an der Ilm sind gesamt 146 ha Potenzialfläche für Photovoltaik unter Berücksichtigung der EEG-Förderkulisse ausweisbar. Diese lassen sich in 129 ha Agrarflächen neben der Bahnstrecke und 17 ha vorbelastete Altlasten-Flächen unterteilen. Für diese Flächen wurde kein Nutzungsfaktor angesetzt.

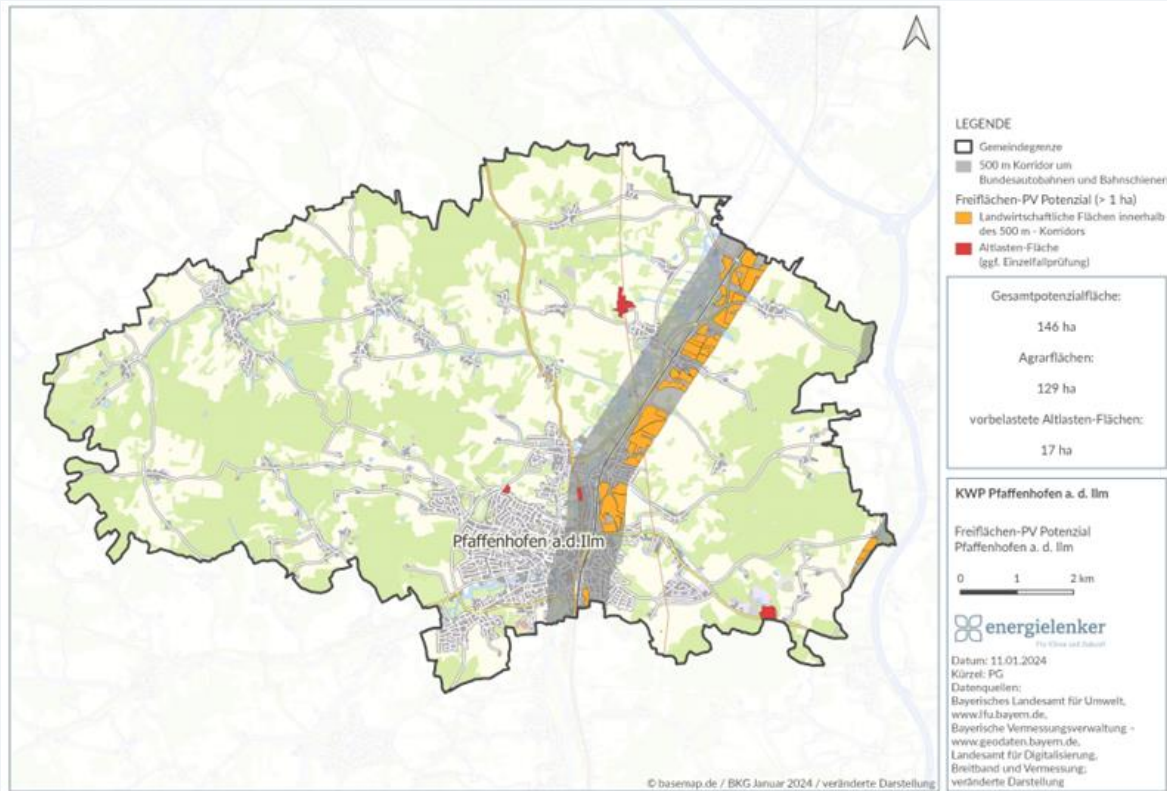


Abbildung 3-13: Photovoltaik Potenzial Freifläche EEG-Förderkulisse

Zusätzlich sind 2661 ha landwirtschaftliche Flächen theoretisch für PV-Freiflächen nutzbar.

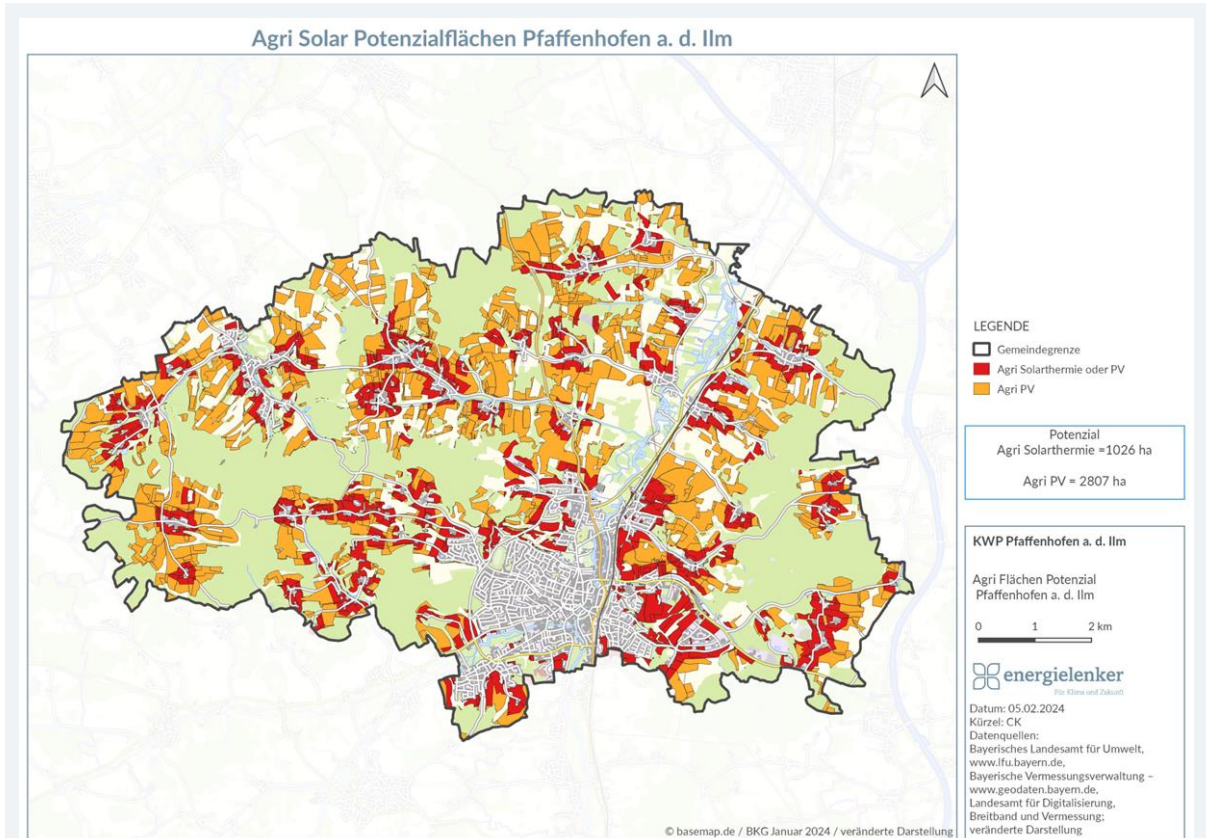


Abbildung 3-14: Photovoltaik Potenzial auf landwirtschaftlichen Freiflächen

Auf Basis der gezeigten Flächen ergeben sich die folgenden Maximalpotenziale für Freiflächen-PV in Pfaffenhofen. Der Nutzungsfaktor von 10% wurde bei den EEG-Vorzugsflächen nicht angewendet.

Tabelle 3-8: Übersicht der Flächenpotenziale für Solarthermie auf Dachflächen für Pfaffenhofen an der Ilm

Flächenart	Technische Potenzialfläche	Potenzialfläche mit Nutzungsfaktor	Maximales Ausbaupotenzial	Ø jährlicher Stromertrag
EEG-Vorzugsflächen	146 ha	146 ha	143 MW _p	136 GWh/a
Agri-PV Flächen	2661 ha	266 ha	142 MW _p	135 GWh/a

3.7.2 Photovoltaik: Dachfläche

Wie PV-Freiflächen-Anlagen ist Photovoltaik auf Dachflächen für die Wärmeversorgung indirekt sehr relevant, da dadurch der Strombedarf für Wärmepumpen und auch Solarthermie-Anlagen lokal erzeugt werden kann.

In Pfaffenhofen an der Ilm sind bereits über 1.900 PV-Anlagen < 30kW mit einer Gesamtleistung von 18 MWp installiert (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2024). Der überwiegende Teil der Dachflächen in Pfaffenhofen an der Ilm ist für die Installation von Photovoltaik-Anlagen geeignet. Laut dem Energieatlas Atlas Bayern sind dabei 76 ha Dachflächen als maximales Potenzial ausgewiesen, womit maximal 139 GWh Strom pro Jahr produziert werden können (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2024).

Das Photovoltaikpotenzial für die Dachflächen ist ebenfalls über das regionale Solarkataster (<https://www.solare-stadt.de>, 2024) des Landkreis Pfaffenhofen an der Ilm für jedes Gebäude einsehbar.

Tabelle 3-9: Übersicht der Flächenpotenziale für Solarthermie auf Dachflächen für Pfaffenhofen an der Ilm

Flächenart	Potenzialfläche laut Energieatlas Bayern	Ø jährlicher Stromertrag
Dachflächen	76 ha	140 GWh/a

3.8 WASSERKRAFT

Wasserkraft wird zur Stromerzeugung genutzt, indem die kinetische Energie von fließendem oder fallendem Wasser in mechanische Energie und anschließend in elektrische Energie umgewandelt wird. Dies geschieht in Wasserkraftwerken, wo Wasser entweder aus einem Fluss (Laufwasserkraftwerk) oder aus einem Stausee (Speicherkraftwerk) durch Rohrleitungen oder Kanäle auf Turbinen geleitet wird. Die Bewegung des Wassers treibt die Turbinen an, die mit Generatoren verbunden sind. Diese Generatoren wandeln die mechanische Energie der Turbinen in elektrische Energie um, die dann ins Stromnetz eingespeist wird. Wasserkraft bietet eine zuverlässige, emissionsfreie und erneuerbare Energiequelle.

Um Wasserkraft in einem Fluss zur Stromerzeugung zu nutzen, müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein. Der Fluss muss eine ausreichende und konstante Wassermenge führen sowie ein signifikantes Gefälle aufweisen, um die Turbinen effektiv anzutreiben. Eine ausreichende Fließgeschwindigkeit ist ebenfalls erforderlich. Umweltverträglichkeit spielt eine wichtige Rolle, daher sind Umweltverträglichkeitsprüfungen notwendig, um negative Auswirkungen zu minimieren. Der Standort muss für den Bau und Betrieb des Kraftwerks zugänglich sein, und entsprechende Infrastrukturen müssen vorhanden sein. Zudem sind behördliche Genehmigungen und die Einhaltung rechtlicher Vorschriften erforderlich. Schließlich muss die Wirtschaftlichkeit des Standorts gegeben sein, damit die Investitions- und Betriebskosten durch die erzeugte Energie gedeckt werden können.

Laut dem Energieatlas Bayern (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2024) sind auf dem Gebiet der Stadt Pfaffenhofen sechs Laufwasserkraftwerke mit einer Gesamtleistung von 130 kW installiert. Ein Modernisierungs- oder Ausbaupotenzial wird nicht ausgewiesen. Daher wird ein Ausbau der Wasserkraft nicht weiter berücksichtigt.

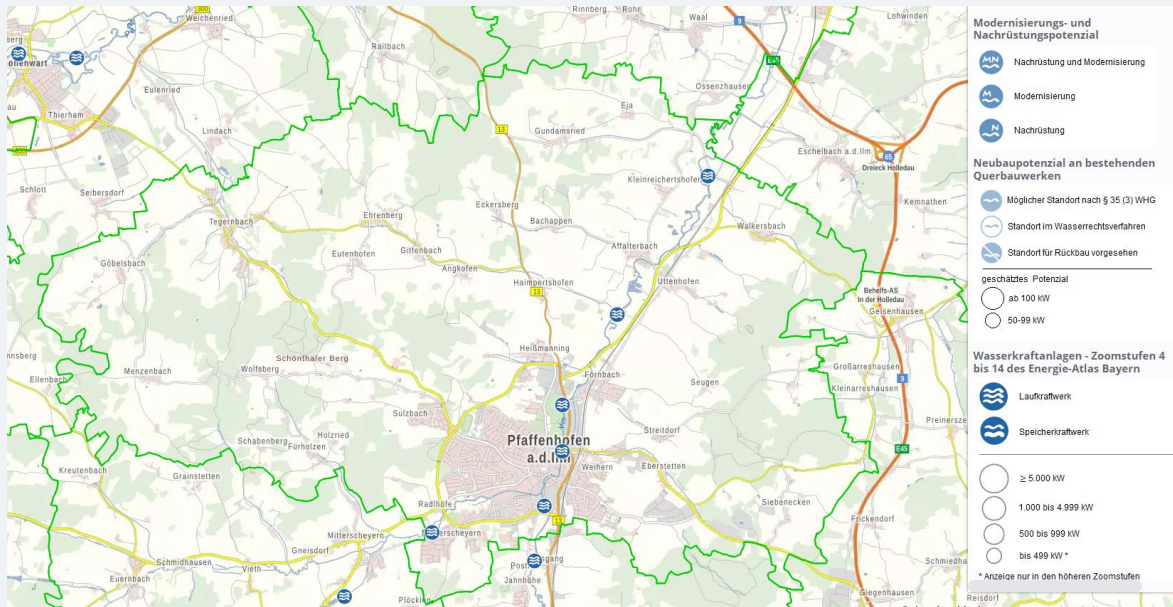


Abbildung 3-15: Wasserkraftanlagen und -potenzial für Pfaffenhofen an der Ilm (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2024)

3.9 WINDENERGIE

Windkraftanlagen (WKA) sind eine Schlüsselkomponente in der Palette der erneuerbaren Energietechnologien und nutzen die kinetische Energie des Windes zur Stromerzeugung. WKA nutzen Rotorblätter, deren aerodynamische Form für die effektive Umsetzung der Windenergie in mechanische Rotationsenergie entscheidend ist. An die Rotorblätter ist die Nabe angebracht, welche die Drehbewegung an das Getriebe weiterleitet. Dieses erhöht die Drehzahl und überträgt die Energie an den Generator, das Herzstück der Anlage, das die mechanische Energie in elektrischen Strom umwandelt. Der erzeugte Strom wird anschließend in das öffentliche Stromnetz eingespeist.

Es wird zwischen Offshore-Windkraftanlagen auf See und Onshore-Anlagen an Land unterschieden. Onshore-Windkraftanlagen sind weit verbreitet und tragen wesentlich zur Stromerzeugung bei. Sie können in ländlichen oder abgelegenen Gebieten installiert werden, wo sie oft in Form von Windparks gruppiert sind. Darüber hinaus gibt es noch Sonderformen von Windkraftanlagen wie z. B. vertikale Anlagen (Darrius-Rotoren) oder Kleinwindkraftanlagen, welche auf Gebäudedächern platziert werden können.

Die Effizienz einer WKA hängt stark von der Windgeschwindigkeit ab, wobei moderne Anlagen bereits bei geringen Windgeschwindigkeiten Strom erzeugen können. Um maximale Energie zu erzielen, sind die meisten Anlagen mit einem Windrichtungsnachführungssystem ausgestattet, das sicherstellt, dass die Rotorblätter stets optimal zum Wind ausgerichtet sind. Einige Anlagen verfügen auch über eine Blattwinkelverstellung, um die Effizienz bei unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten zu maximieren.

Im Kommunalgebiet Pfaffenhofen an der Ilm sind zwei bestehende Windkraftanlagen (WKA) mit einer Leistung >3 MW in Betrieb installiert, drei weitere Anlagen befinden sich aktuell im Bau. Da von der Kommune bereits Flächen für Windenergie im Flächennutzungsplan ausgewiesen wurden, wurde keine zusätzliche Potenzialflächen-Analyse durchgeführt. Die Summe der ausgewiesenen Flächen im Gebiet beträgt 560 ha, wie in Abbildung 3-16 zu sehen ist.

Auf Basis dieser Flächenangabe wurde das möglich Ausbaupotenzial anhand der notwendigen Abstände zwischen den einzelnen Anlagen berechnet.

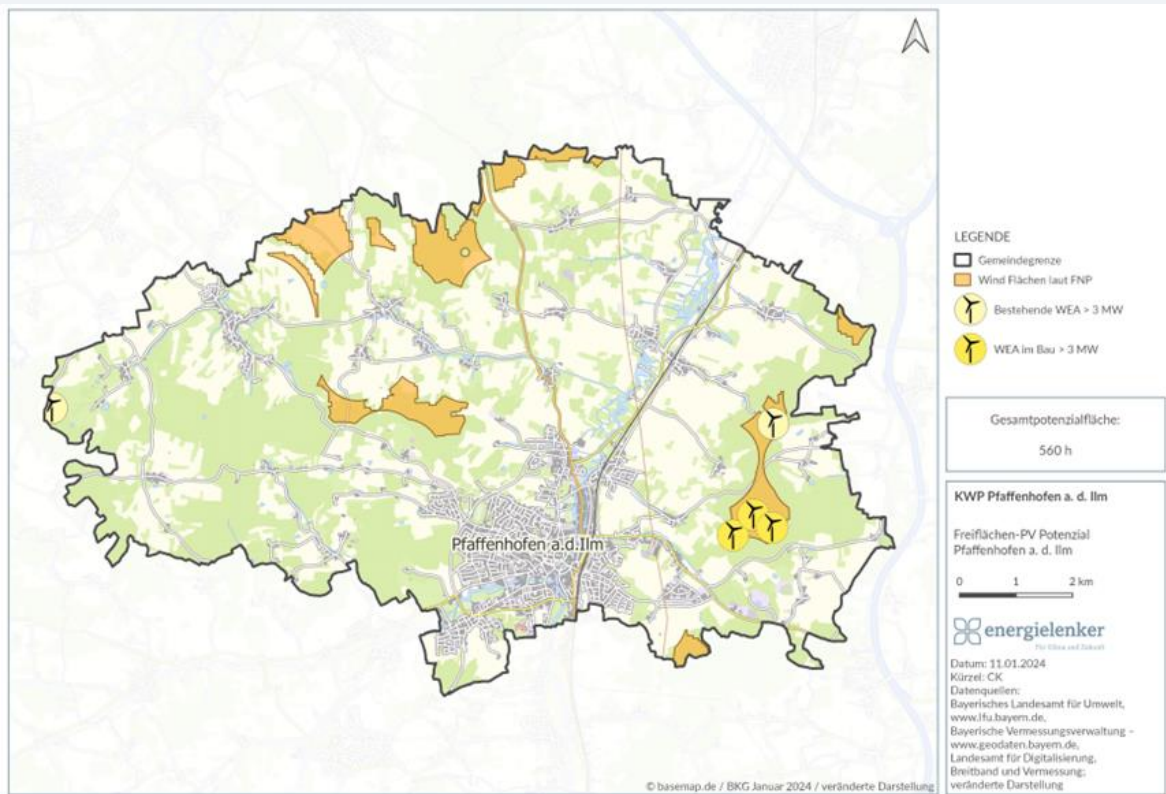


Abbildung 3-16: Potenzialflächen Windenergie und Windkraftanlagen im Bau und Betrieb

Auf Basis der angegebenen Fläche ergibt sich das folgende Windenergie-Potenzial.

Tabelle 3-10: Übersicht der Flächenpotenziale für Windenergie für Pfaffenhofen an der Ilm

Flächenart	Technische Potenzialfläche	Maximales Ausbaupotenzial	Ø jährlicher Stromertrag
Ausgewiesene Flächen laut FNP	560 ha	40-80 MW	97 GWh/a

3.10 WASSERSTOFF

Die Erzeugung von Wasserstoff kann durch verschiedene Verfahren erfolgen, wobei die Elektrolyse von Wasser unter Einsatz von erneuerbaren Energien eine der umweltfreundlichsten Methoden darstellt. Bei diesem Prozess wird Wasser (H₂O) mithilfe von elektrischem Strom in Wasserstoff (H₂) und Sauerstoff (O₂) aufgespalten. Dies ermöglicht die Produktion von sogenanntem "grünem Wasserstoff", der keine Treibhausgasemissionen verursacht. Es gibt jedoch auch andere Methoden, wie z. B. die Dampfreformierung von Erdgas, die zwar kostengünstiger, aber weniger umweltfreundlich ist, da hierbei CO₂ freigesetzt wird.

Eine wichtige Funktion von Wasserstoff ist seine Eignung als Speichermedium, um überschüssige Energie aus erneuerbaren Quellen wie Wind- und Solarenergie zu speichern. Diese gespeicherte Energie kann bei Bedarf wieder in Wärme umgewandelt werden. Die hohe Energiedichte von Wasserstoff macht diesen besonders attraktiv für industrielle Anwendungen. Insbesondere in der Schwerindustrie, wie der Stahl- und Chemieindustrie, wird Prozesswärme auf einem hohen Temperaturniveau benötigt, das effektiv durch Wasserstoff bereitgestellt werden kann. Ebenso sind einige industrielle Prozesse schwer zu elektrifizieren oder mit direkten elektrischen Heizmethoden zu betreiben.

Neben dem industriellen Einsatz kann Wasserstoff auch zur dezentralen Gebäudebeheizung über Brennstoffzellengeräten oder Gasbrennwertkesseln (H₂-Ready) verwendet werden. Jedoch ist der Einsatz von Wasserstoff im dezentralen Gebäudebereich ist aktuell technisch und wirtschaftlich unattraktiv. In privaten Haushalten sind die Energieeffizienz und die Kosten entscheidende Faktoren. Die Umwandlung von Elektrizität in Wasserstoff und anschließend in Wärme ist mit Energieverlusten verbunden. Direktelektrische Lösungen, wie z. B. Wärmepumpen, sind oft die effizientere und kostengünstigere Lösung für die Raumheizung und Warmwasserbereitung im Wohngebäudebereich. In Abbildung 3-17 ist der Strombedarf von verschiedenen Technologien zur Bereitstellung von einer Kilowattstunde Raumwärme und Trinkwarmwasser über den Jahresdurchschnitt dargestellt. Um eine Kilowattstunde thermische Energie für Raumwärme und Trinkwarmwasser bereitzustellen, wird für einen mit Wasserstoff betriebenen Gasbrennwertkessel die 1,6-fache Menge an elektrischer Energie benötigt. Im Vergleich zu Wärmepumpen ergibt sich somit ein um das Fünffache bzw. Achtfache höherer Stromeinsatz (in Abhängigkeit der JAZ).

Aufgrund der zusätzlich benötigten Strommenge zur Wasserstofferzeugung und der derzeit zu langsamen Ausbaugeschwindigkeit von erneuerbaren Stromerzeugern ist auch eine zukünftig komplett regenerative bzw. kostengünstige Bereitstellung von Wasserstoff im Gebäudebereich fraglich.

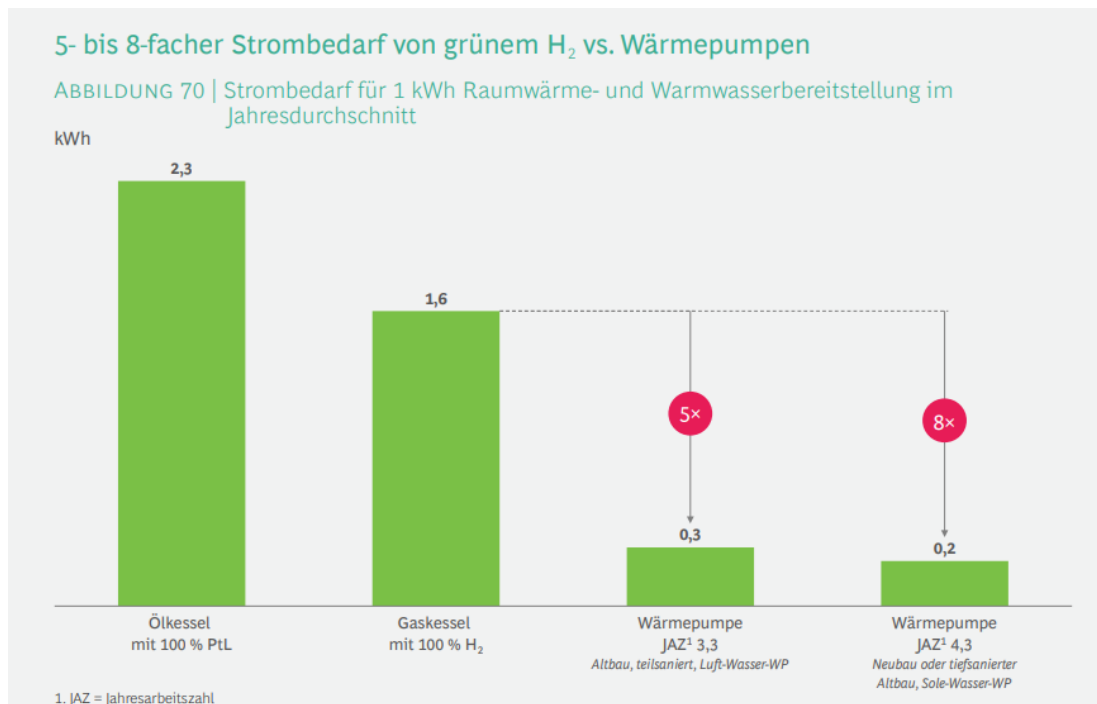


Abbildung 3-17: Strombedarf von verschiedenen Technologien zur Bereitstellung von 1 kWh Raumwärme und Trinkwarmwasser im Jahresdurchschnitt (HyPipe, 2024)

Wasserstoff kann auch für die Synthetisierung von CO₂ zu Methan und Wasser genutzt und mit der vorhandenen Gasinfrastruktur transportiert und teilweise gespeichert werden. Der Energiegehalt von synthetischem Methan über den Zwischenprozess der Elektrolyse beträgt jedoch nur ca. 55 Prozent der ursprünglich aufgewendeten elektrischen Energie. Je nach Einsatzsektor und Transportweg folgen weitere Verluste. Um die im Methan gebundene Energie dann wieder in Strom oder Wärme umzuwandeln, sind zusätzliche Umwandlungsverluste zu berücksichtigen.

Die Verteilung von Wasserstoff kann entweder durch Beimischung in bestehende Gasnetze oder durch deren vollständige Umstellung auf Wasserstoff erfolgen. Die Umstellung erfordert allerdings erhebliche Anpassungen an der Infrastruktur, einschließlich der Umrüstung von Gasnetzen, Speichern und Endgeräten. Vor diesem Hintergrund stellt sich insbesondere für Betreiber und Eigentümer von Gasverteilnetzen die Frage, welche Funktion die Netze auf lange Sicht einnehmen werden und welche wirtschaftlichen Effekte damit verbunden sind. Die Umstellung von bestehenden Gasnetzen bzw. ein Ausbau müssen insbesondere in Einklang mit der Wärmenetzstrategie und in Betrachtung des gesamten Energiesystems erfolgen.

Zudem wird die Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff in Deutschland zukünftig regional unterschiedlich sein (vermehrt in Norddeutschland aufgrund von Überschussstrom aus Off-Shore-Windkraftanlagen bzw. in der Nähe von Wasserstofftransportleitungen).

Zusammenfassend ist eine zukünftige Wärmeversorgung des Gebäudebereichs über Wasserstoff nicht realistisch. Allerdings kann Wasserstoff für bestimmte Industriezweige mit hohen Temperaturanforderungen sinnvoll sein. Für einen wirtschaftlichen Einsatz von regenerativ erzeugtem Wasserstoff ist die Kombination von bestimmten Randbedingungen erforderlich. Randbedingungen sind u. a. ein hoher Energiebedarf, hohe Prozesstemperaturen sowie eine Wasserstoffverteilung bzw. ein Elektrolyseur in der Nähe.

Pfaffenhofen an der Ilm ist mehr als 40 km von dem zukünftig geplanten Wasserstofftransportnetz entfernt (siehe Abbildung 3-18). Pläne von Gasnetzbetreibern zur Umstellung der bestehenden Gasnetze auf zukünftigen Wasserstoffbetrieb liegen aktuell (noch) nicht vor. Zusätzlich ist weder eine Elektrolyseuranlage in Planung noch energieintensive Industriezweige mit hohen Temperaturanforderungen vorhanden, sodass in Pfaffenhofen an der Ilm der zukünftige Einsatz von Wasserstoff voraussichtlich keine Rolle spielen wird.



Abbildung 3-18: Verlauf des geplanten Wasserstofftransportnetzes in Südbayern (in Anlehnung an (HyPipe, 2024))

3.11 ZUSAMMENFASSUNG DER POTENZIALE

Die folgende Tabelle führt die im Zuge der Analyse ermittelten Potenziale für den Ausbau von erneuerbaren Stromquellen sowie die Potenziale lokaler Wärmequellen auf. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass es durch mögliche Überschneidungen der Potenzialflächen zur Konkurrenz zwischen den einzelnen Energieträger als auch mit anderen Nutzungen der Fläche kommen kann. Dies wurde mit dem Nutzungsfaktor von 10% für alle Flächen berücksichtigt, trotzdem ist im Einzelfall zu bewerten, welche Fläche für welche Technologie sinnvollerweise genutzt und ggf. kombiniert werden kann.

Tabelle 3-11: Überblick Potenziale zur Strom- und Wärmeerzeugung in Pfaffenhofen a.d. Ilm

Technologie	Ø jährlicher Stromertrag	Ø jährlicher Wärmeertrag
Biomasse		62 GWh / a
Unvermeidbare Abwärme		13,3 GWh / a
Umweltwärme		
Abwasser		Kein Potenzial
Oberflächennahe Gewässer		Kein Potenzial
Umgebungsluft		Unbegrenzt
Erdwärmekollektoren		264 GWh / a
Erdwärmesonden		273 GWh / a
Tiefe Geothermie		Kein Potenzial
Solarthermie		180 GWh / a
Photovoltaik	411 GWh / a	
Windenergie	97 GWh / a	
Wasserkraft	Kein Ausbaupotenzial	
Wasserstoff		Aktuell kein Potenzial

Die Ergebnisse der durchgeführten Analysen zeigen auf, dass besonders im Bereich der Solarthermie, Photovoltaik und der Nutzung von Umweltwärme Potenziale zur Erreichung der Klimaschutzziele im Wärmebereich liegen.

4 EIGNUNGSGEBIETE

Das Zielszenario soll aufzeigen, wie die von der Stadt Pfaffenhofen angestrebte Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2035 ermöglicht werden kann. Das Szenario wird auf Basis der Erkenntnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse ausgearbeitet und bezieht dabei die berechneten Endenergieeinsparpotenziale durch energetische Sanierung sowie die Potenziale zur Nutzung Erneuerbarer Energien mit ein.

Für die Wärmeplanung wird das Zielszenario Bottom-Up aufgebaut, d.h. zuerst wird die Stadt Pfaffenhofen in Teilgebiete unterteilt, welche bzgl. ihrer Eignung für eine dezentrale Wärmeversorgung, für den Aufbau/Anschluss an ein Wärmenetz und für den Anschluss an ein Wasserstoffnetz analysiert werden.

Aus dieser Analyse wird für jedes Teilgebiet ein Wärmeversorgungsszenario für das Zieljahr entwickelt. Die Ergebnisse der Teilgebiete werden dann aggregiert, um das Gesamtszenario für die Stadt Pfaffenhofen darzustellen und den Abgleich mit den verfügbaren Potenzialen zu machen.

4.1 VORGEHEN UND KRITERIEN ZUR AUSWEISUNG DER GEBIETE

Im ersten Schritt wurde das Kommunalgebiet in Teilgebiete aufgeteilt. Ziel der Wärmewendestrategie ist es für jedes Teilgebiet die zukünftig möglichen Wärmeversorgungsarten darzustellen. Deshalb sollten die Teilgebiete möglichst homogen im Sinne der Wärmeplanung sein, bzw. mögliche Synergien zusammenfassen. Für die Aufteilung wurden die folgenden Kriterien herangezogen:


- ▶ Ortsteile/Stadtviertel bzw. allgemein gebräuchliche Ortsabgrenzungen
- ▶ Natürliche oder bauliche Hindernisse: Trennung durch große Straßen, Bahngleise, Flüsse
- ▶ Bestehende Wärmeversorgungsart: Leitungsgebundene Wärmeversorgung oder dezentrale Wärmeversorgung
- ▶ Siedlungstypen: Freistehende Einzelgebäude, Dorfkern oder Blockbebauung mit hoher Wohnungsdichte
- ▶ Abnehmerstruktur: Wohn-, gewerbliche oder industrielle Nutzung
- ▶ Baualter: Grobe Abschätzung in Klassen wie Neubaugebiet und historischer Stadtkern

Alle Gebäude, die aufgrund ihrer Alleinlage keinem Teilgebiet zugeordnet wurden, werden als virtuelles Gebiet aggregiert. Einige Teilgebiete wurden nach dem Feedback der Akteure neu zugeschnitten, wenn sie sich in der Eignung für eine Wärmeversorgungsart unterschieden.

Für jedes Teilgebiet wurde ein Steckbrief erstellt, der die wichtigsten Daten zu diesem Gebiet zusammenfasst, das Gebiet beschreibt, die Potenziale in diesem Gebiet ausweist und das Zielszenario definiert. In Abbildung 4-1 bis Abbildung 4-3 ist ein beispielhafter Steckbrief dargestellt. Die Inhalte werden in den folgenden Kapiteln beschrieben, die Steckbriefe aller Teilgebiete finden sich im Anhang.

Energieplan-Gebiet 34 - Niederscheyern Pfaffenhofen a.d. Ilm

Bestand	
Teilgebiet	34
Fläche	12 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohnen
Anzahl Gebäude	304 (137 beheizt)
Vorwiegende Baualtersklassen	1949-1957, 1958-1968, 1979-1983
Wärmeverbrauch	4.148 MWh/a
Wärmedichte	346 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	8 %
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	640 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	42 %
Umzurüstende Gebäude	122
Gebäude mit Sanierungspotenzial	128



Energie- und THG-Bilanz



Beschreibung

Das Gebiet besteht aus Wohnbebauung mit Ein, Zweifamilien- und Reihenhäusern, sowie dem kommunalen Gebäudekomplex mit Grundschule, Mehrzweckhalle und Kindergarten. Im Gebiet liegt eine mittlere Wärmedichte vor. Das Fernwärmenetz der Firma Danpower führt über die Niederscheyerer Straße bis zum Schul- und Sportgelände. Die öffentlichen sowie einige private Gebäude sind bereits an das Fernwärmenetz angeschlossen. Die restlichen privaten Gebäude werden hauptsächlich über Gas sowie dezentral über Öl bzw. Wärmepumpen versorgt.

Entlang der Niederscheyerer Straße besteht die Möglichkeit weitere Gebäude an das Fernwärmenetz anzuschließen. Eine Erweiterung des Netzes auf die Nebenstraßen ist zu prüfen. Das Gebiet ist allerdings aufgrund der Wärmedichte

Abbildung 4-1: Beispiel der ersten Seite eines Teilgebietssteckbriefs

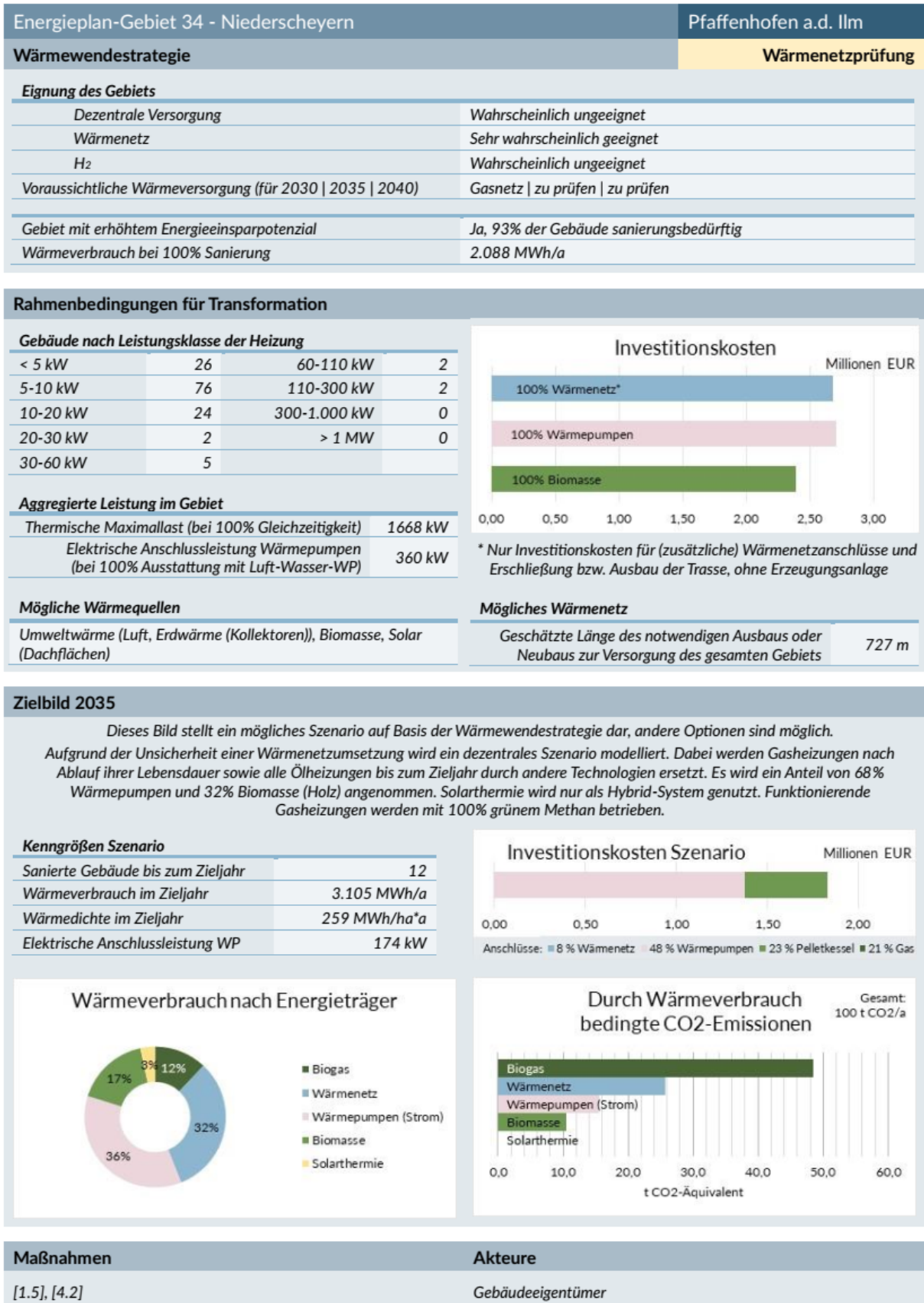


Abbildung 4-2: Beispiel der zweiten Seite eines Teilgebietssteckbriefs

Energieplan-Gebiet 34 - Niederscheyern

Pfaffenhofen a.d. Ilm

Potenziale zur Wärmeversorgung



Abbildung 4-3: Beispiel der dritten Seite eines Teilgebietssteckbriefs

4.1.1 Bestand, Energie- und THG-Bilanz & Beschreibung

Bestand

Zunächst werden für jedes Teilgebiet in einer Tabelle die wichtigsten Bestandsdaten dargestellt. Dazu werden die Gebäudedaten aller in diesem Gebiet befindlichen Gebäude aggregiert. In Tabelle 4-1 sind die dargestellten Werte genauer erläutert

Tabelle 4-1: Bestandsdaten Teilgebiete

Teilgebiet	Zufällige Nummerierung zur Identifikation des Teilgebiets
Fläche	Grundfläche des Gebiets in ha, Grundlage für die Berechnung der Wärmedichte
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Hauptsächliche Nutzung der Gebäude, es wird unterschieden zwischen Wohnen, Industrie/Gewerbe und Mischgebiet
Anzahl Gebäude	Anzahl der Gebäude im Gebiet auf Basis des Gebäudekatasters, sowie die Anzahl der beheizten Gebäude. Teilweise sind hier auch Gebäudeteile in größeren Gebäudekomplexen als Gebäude gezählt.
Vorwiegende Baualterklassen	Die vorwiegende Baualterklasse der Gebäude in diesem Gebiet, siehe auch Kapitel 1.6.3
Wärmeverbrauch	Der aggregierte Wärmeverbrauch aller Gebäude im Gebiet im Basisjahr 2022
Wärmedichte	Der Wärmeverbrauch pro Fläche aller Gebäude im Gebiet
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	Anteil der Gebäude im Gebiet, die 2022 über ein Wärmenetz versorgt wurden. Zu unterscheiden vom Anteil der Wärmemenge, die durch das Wärmenetz bereitgestellt wird, siehe auch Energiebilanz. Ist bspw. nur ein Gebäude mit einem überdurchschnittlichen Wärmebedarf an das Wärmenetz angeschlossen, ist der Anteil Wärmenetz in der Energiebilanz deutlich höher als der Anteil der Gebäude mit Wärmenetzanschluss.
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	Länge der Wärmenetzleitungen im Gebiet, falls dort bereits ein Wärmenetz existiert. Auch Leitungen, die durch das Gebiet führen, ohne Anschlüssen werden gezählt.
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	Anteil der Gebäude im Gebiet, die 2022 mit Erdgas versorgt wurden. Inaktive Gasanschlüsse wurden nicht mitgezählt. Auch hier kann der Anteil der angeschlossenen Gebäude vom Anteil des Wärmeverbrauchs nach Energieträger abweichen, s.o. Wärmenetz.
Umrüstende Gebäude	Anzahl der Gebäude, die aktuell eine Erdgas- oder Ölheizung nutzen und für eine klimaneutrale Versorgung umgerüstet werden müssen. Es wird davon ausgegangen, dass 12% nicht leitungsgebunden versorgte Gebäude bereits eine Biomasseheizung nutzen (analog zum Gesamtanteil Biomasseheizungen in Pfaffenhofen) und deshalb nicht umgerüstet werden müssen. Nicht berücksichtigt ist eine eventuelle, bilanzielle Substitution von Erdgas durch Biogas, welche keine Umrüstung benötigt. Es ist hierbei davon auszugehen, dass diese Heizungen ggf. in Zukunft auf Wasserstoff-Verbrennung umzurüsten sind.
Gebäude mit Sanierungspotenzial	Anzahl der Gebäude, die nach der in Kapitel 3.1 beschriebenen Methodik ein Sanierungspotenzial aufweisen.

Energie- und THG-Bilanz

Die Darstellung des Wärmeverbrauchs nach Energieträger sowie der dadurch bedingten Emissionen basiert auf dem in Kapitel 2.1.2 beschriebenen gebäudescharfen Wärmeverbrauch sowie den in Kapitel 1.6.4 aufgeführten Emissionsfaktoren. Für die nicht leitungsgebundene Versorgung wurde dabei ein gemischter Emissionsfaktor für Heizöl und Biomasse nach dem Gesamtverhältnis der erzeugten Wärmemengen im Gesamtgebiet angesetzt (274 gCO₂e/kWh aus 85% Heizöl, 15% Biomasse).

Beschreibung

Im ersten Teil der Beschreibung wird die Bestandsanalyse qualitativ wiedergegeben, danach folgt eine textliche Einschätzung der Potenziale und der möglichen zukünftigen Wärmeversorgung (siehe folgendes Kapitel). Dabei wurden neben Daten aus der Bestands- und Potenzialanalyse zusätzliche Daten aus den Akteursgesprächen verarbeitet, insbesondere wo nur qualitative Aussagen ohne Quantifizierung getroffen wurden.

4.1.2 Wärmewendestrategie, Rahmenbedingungen für die Transformation & Potenziale zur Wärmeversorgung

Auf der zweiten Seite der Steckbriefe wird die Eignung des Gebiets ausgewiesen, sowie die Rahmenbedingungen und ein Pfad für die Transformation aufgezeigt. Dies basiert neben den Bestandsdaten auf den vorhandenen Potenzialen, die im Detail auf der dritten Seite des Steckbriefs dargestellt werden.

Wärmewendestrategie

Dabei wird die Eignung des Gebiets nach dem Wärmeplanungsgesetz für die drei Versorgungsarten dezentral, Wärmenetz und Wasserstoffnetz jeweils nach sehr wahrscheinlich geeignet, wahrscheinlich geeignet, wahrscheinlich ungeeignet und sehr wahrscheinlich ungeeignet bewertet. Die Einschätzung der Gebiete erfolgt dabei analog zu den im Leitfaden Wärmeplanung aufgeführten Kriterien und Indikatoren, siehe Tabelle 4-2.

Tabelle 4-2: Kriterien und Indikatoren zur Bewertung der Eignung der Teilgebiete nach Leitfaden KWP (ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI, 2024)

Bewertungs- kriterien	Indikatoren	Wärmenetz- gebiet	Wasserstoff- netzgebiet	Gebiet mit dezentraler Versorgung
Voraussichtliche Wärmegestehungskosten	Wärme(linien)dichte	x	o	o
	Potenzielle Ankerkunden Wärmenetz	x	o	o
	Erwarteter Anschlussgrad an Wärme-/Gasnetz	x	x	o
	Langfristiger Prozesswärmebedarf (>200°C und/oder stofflicher H ₂ -Bedarf)	o	x	o
	Vorhandensein von Wärme- oder Gasnetz im Teilgebiet selbst oder angrenzenden Teilgebieten	x	x	o
	Spezifischer Investitionsaufwand für Ausbau/Bau Wärmenetz	x	o	o
	Preisentwicklung Wasserstoff	o	x	o

	Potenziale für erneuerbare Wärmezeugung und Abwärmeeinspeisung	x	o	x
	Anschaffungs-/ Investitionskosten Anlagentechnik	x	x	x
Realisierungsrisiken und Versorgungssicherheit	Risiken hinsichtlich Auf-, Aus-, und Umbau der Infrastruktur im Teilgebiet	x	x	x
	Risiken hinsichtlich rechtzeitiger Verfügbarkeit erforderlicher vorgelagerter Infrastrukturen	o	x	o
	Risiken hinsichtlich rechtzeitiger lokaler Verfügbarkeit von Energieträgern oder Erschließung lokaler Wärmequellen	x	x	o
	Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen	x	x	x
	Kumulierte THG-Emissionen	x	x	x

Erläuterung:

x = Indikator wurde zur Bewertung in der jeweiligen Kategorie genutzt

o = Indikator ist für die Bewertung der Kategorie nicht relevant

Auf Basis der Ausgangssituation und der Eignung wurde als Transformationspfad eine voraussichtliche Wärmeversorgung für das Ziel- und die Stützjahre festgelegt. Zusätzlich wurde jedes Gebiet als Gebiet zur dezentralen Versorgung, als **Wärmenetzverdichtungsgebiet**, **Wärmenetzausbaugebiet**, **Wärmenetzprüfgebiet**, **Wasserstoffnetzgebiet** oder **Prüfgebiet** eingeteilt. Diese Kriterien sind als Leitlinien für eine erste Einordnung zu sehen, die Gebietsausweisung wurde mit den (perspektivischen) Netzbetreibern gespiegelt und ggf. angepasst. Hierbei ist zu beachten, dass dies nur die hauptsächlich geplante Versorgungsart darstellt. Es entsteht dadurch keine Pflicht zur Nutzung dieser Versorgungsart oder zum Ausbau der Infrastruktur.

Ab einer Quote von 75% zu sanierenden Gebäuden wurde das Teilgebiet als Gebiet mit erhöhtem Einsparpotenzial festgelegt. Zusätzlich wird der theoretische Wärmebedarf ausgewiesen, wenn alle Gebäude auf einen Effizienzstandard, wie in Kapitel 3.1 beschrieben, saniert werden sollten.

Rahmenbedingungen für die Transformation

Auf Basis des Energiebedarfs je Gebäude wird die Höchstlast des Gebäudes nach (StMUG, StMWIVT, OBB, 2024) berechnet und eine entsprechende Leistungsklasse der Heizung/des Wärmeanschlusses festgelegt. Dies dient als Indikator für die Größe der umzurüstenden Anlagen.

Zusätzlich wird die thermische Maximallast des Gebiets (Summe aller Gebäudehöchstlasten) bei 100% Gleichzeitigkeit berechnet. Dies ist ein theoretischer Wert, da nur mit sehr niedriger Wahrscheinlichkeit alle Gebäude gleichzeitig ihre Höchstlast beanspruchen. Gleiches gilt für die Berechnung der elektrischen Anschlussleistung. Hierbei wurde eine 100% Ausstattung aller umzurüstenden Gebäude mit Luft-Wasser-Wärmepumpen zugrunde gelegt. Anhand dieser beiden Werte kann die Dimension eines möglichen Infrastrukturausbaus abgeschätzt werden.

Ein wichtiges Kriterium für den Heizungswechsel sind die Kosten der Wärmeversorgung. Insbesondere die Investitionskosten für die Umrüstung sind relevant. In einer Simulation werden für alle umzurüstenden Gebäude drei Varianten berechnet: der Anschluss an ein Wärmenetz, der Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe und die Nutzung einer Pelletheizung. Hierzu werden auf Basis der zugeordneten Leistungsklasse und den spezifischen Investitionskosten aus dem Technikkatalog (Prognos AG; ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH; Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER); Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, 2024) für jedes Gebäude die Kosten einer entsprechenden Anlage nach der folgenden Tabelle berechnet.

Tabelle 4-3: Übersicht der in den Investitionskosten berücksichtigten Bestandteile

	Luft-Wasser-Wärmepumpe	Pelletkessel	Wärmenetz
Für jedes umzurüstende Gebäude	<i>Wärmepumpe</i>	<i>Brennwertkessel</i>	<i>Indirekte Hausübergabestation</i>
	<i>Installation</i>	<i>Installation</i>	<i>Installation</i>
	<i>Geringinvestive Maßnahmen und Heizungsflächentausch</i>	<i>Geringinvestive Maßnahmen</i>	<i>Geringinvestive Maßnahmen</i>
		<i>Schornsteinertüchtigung</i>	<i>Hausanschlussleitung (15m) teilbefestigtes Terrain</i>
		<i>Pelletlagerkosten</i>	
	<i>Pufferspeicher</i>	<i>Pufferspeicher</i>	
<i>Im Gebiet</i>			<i>Verteilnetz nach Länge der Wärmelinien abzüglich vorhandene Netzlänge</i>

Zusätzlich werden im Falle des Wärmenetzes die Kosten für die Wärmenetztrassen anhand der Länge der Wärmelinien und der Länge des ggf. bestehenden Wärmenetzes abgeschätzt. Dies ist ein grober Richtwert auf Basis der im Gebiet verlaufenden Straßen und kann sich bei der Detailplanung eines Wärmenetzes ändern. Die Kosten einer Erzeugungsanlage im Wärmenetz sind nicht enthalten (ggf. besteht diese auch bereits bei Anschluss an ein bestehendes Wärmenetz).

In der Grafik werden die Investitionskosten der verschiedenen Technologien für dieses Gebiet gezeigt. Dabei wird angenommen, dass alle umzurüstenden Gebäude auf die jeweilige Technologie wechseln. Gebäude, die bereits klimaneutral durch ein Wärmenetz, eine Biomasseheizung oder Wärmepumpe versorgt werden, sind in der Kalkulation nicht enthalten. Die Kosten sind als Indikation und zum Vergleich der Wärmeversorgungsoptionen aus volkswirtschaftlicher Sicht für das gesamte Teilgebiet zu sehen. Da die optimale Heizungstechnologie für jedes Gebäude ggf. unterschiedlich ist und die Entscheidung bei den einzelnen Gebäudeeigentümern liegt, wird sich voraussichtlich eine Mischung der verschiedenen Technologien einstellen. Dies ist in den folgenden Darstellungen zum Zielbild berücksichtigt.

Potenziale zur Wärmeversorgung

Es werden außerdem die möglichen Quellen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung sowohl für dezentrale Anlagen als auch Freiflächenpotenziale für größere Anlagen zur Einbindung in ein Wärmenetz beschrieben. Diese sind auf der dritten Seite des Teilgebietssteckbrief auch kartografisch für jedes Teilgebiet im Detail dargestellt.

4.1.3 Zielbild 2035, Maßnahmen & Akteure

Für jedes Gebiet wird ein Szenario für das Zieljahr 2035 modelliert.

Für die Berechnung des Wärmebedarfs wird das in Kapitel 3.1 beschriebene Sanierungsszenario zugrunde gelegt. Da die Sanierungsquote über das gesamte Stadtgebiet angenommen wird, wird je nach Einsparpotenzial eine unterschiedliche Anzahl von Gebäuden in jedem Gebiet saniert. In Gebieten mit konkret geplanten und bekannten Neubauvorhaben wird der Wärmebedarf dieser Neubauten ergänzt. Dies ist in der Beschreibung des jeweiligen Gebiets vermerkt. Für Einfamilienhäuser wird dabei eine

Nutzfläche von 150 m², für Mehrfamilienhäuser eine Nutzfläche von 100 m² pro Wohneinheit, und ein spezifischer Energiebedarf von 45 kWh/m² angenommen.

Je nach Kategorie des Eignungsgebiets werden folgende Szenario-Parameter angenommen:

- ▶ **Wärmenetzverdichtungsgebiete:** Es wird angenommen, dass sich die Anschlussquote in Wärmenetzverdichtungsgebieten nach der folgenden Regel erhöht:
 - ▶ 60% oder
 - ▶ eine Steigerung der aktuellen Anschlussquote von +50% oder
 - ▶ die benötigte Anschlussquote für einen wirtschaftlichen Ausbau oder
 - ▶ 100% bei Gebieten mit Anschlusszwang,
 je nachdem, welcher Wert der höchste ist. Sind dezentrale Lösungen aufgrund von dichter Bebauung oder Prozesswärmebedarf nur beschränkt umsetzbar, wird eine höhere Anschlussquote von 80% angenommen (Altstadtkern). Die restlichen Gebäude werden mit dezentraler Versorgung modelliert (siehe „Dezentrale Gebiete“).
- ▶ **Wärmenetzprüfgebiete:** Aufgrund der Unsicherheit wird ein Szenario analog zu dezentralen Gebieten modelliert (s.u.), dabei werden bestehende Wärmenetzanschlüsse und deren Verbräuche berücksichtigt.
- ▶ **Dezentrale Gebiete:** Es wird davon ausgegangen, dass alle Ölheizungen bis zum Zieljahr ausgetauscht werden. Für Gasheizungen wird angenommen, dass diese in etwa 20 Jahre betrieben werden. Kaputte Heizungen werden durch andere Technologien ersetzt (ca. 5% pro Jahr), damit bleibt im Jahr 2035 ein Bestand von 1235 Gasheizungen (50% des heutigen Bestands). Die auszutauschenden Heizungen werden mit 68% Wärmepumpen und 32% Biomasse-Heizungen ersetzt. Solarthermie wird für 6% der Wärmeerzeugung von dezentral versorgten Gebäuden eingesetzt, allerdings immer als Hybrid-System mit Wärmepumpe oder Biomasse-Heizung.
- ▶ **Prüfgebiete:** Aufgrund der Unsicherheit wird kein Szenario modelliert.

Die Investitionskosten werden auf Basis der Anzahl der auszutauschenden Heizungen berechnet. Für die CO₂-Emissionen sind Emissionsfaktoren für das Zieljahr hinterlegt. Für die elektrische Anschlussleistung der Wärmepumpen im Szenario wurde kein Gleichzeitigkeitsfaktor berücksichtigt.

Am Ende der Steckbriefseite wird auf die Akteure im jeweiligen Gebiet sowie auf die zugeordneten Maßnahmen (siehe Kapitel 5.5) verwiesen.

4.2 EIGNUNGSGEBIETE

Im Folgenden wird die Einordnung der Teilgebiete nach Wärmeplanungsgesetz dargestellt.

4.2.1 Wärmenetzgebiete

Wärmenetze bieten einen strategischen Vorteil zum Erreichen der Klimaschutzziele. Bei der Modernisierung zentraler Wärmeerzeugungsanlagen oder der Umstellung des Wärmenetzes auf erneuerbare Energien werden auf einem Schlag alle angeschlossenen Verbraucher erreicht. Maßnahmen in diesem Bereich haben also einen großen Hebel im Vergleich zu objektbezogenen Maßnahmen. Es kann davon ausgegangen werden, dass in Zukunft die Wärmeversorgung diverser wird und es stärker darauf ankommt, alle Akteure und Systembestandteile multivalent in das Versorgungssystem einzubeziehen. Das bedeutet, dass einzelne, in das Wärmenetz eingebundene Akteure zu unterschiedlichen Zeiten Wärmeabnehmer und Wärmelieferant sein können. Potenziale für neue Wärmenetze oder die Erweiterung von bestehenden Wärmenetzen finden sich in städtebaulichen Strukturen mit entsprechend hoher Wärmedichte. Die Wärmedichte bzw. Wärmelinien-dichte sind Indikatoren für den wirtschaftlichen Betrieb von Wärmenetzen – je höher die Wärmelinien-dichte, desto geringer fällt der Anteil der Leitungsverluste aus.

Die Eignung für eine Wärmenetzversorgung wurde nach dem Leitfaden Wärmeplanung bewertet (siehe Kapitel 4.1.1) und stellt sich wie in Abbildung 4-4 gezeigt dar.

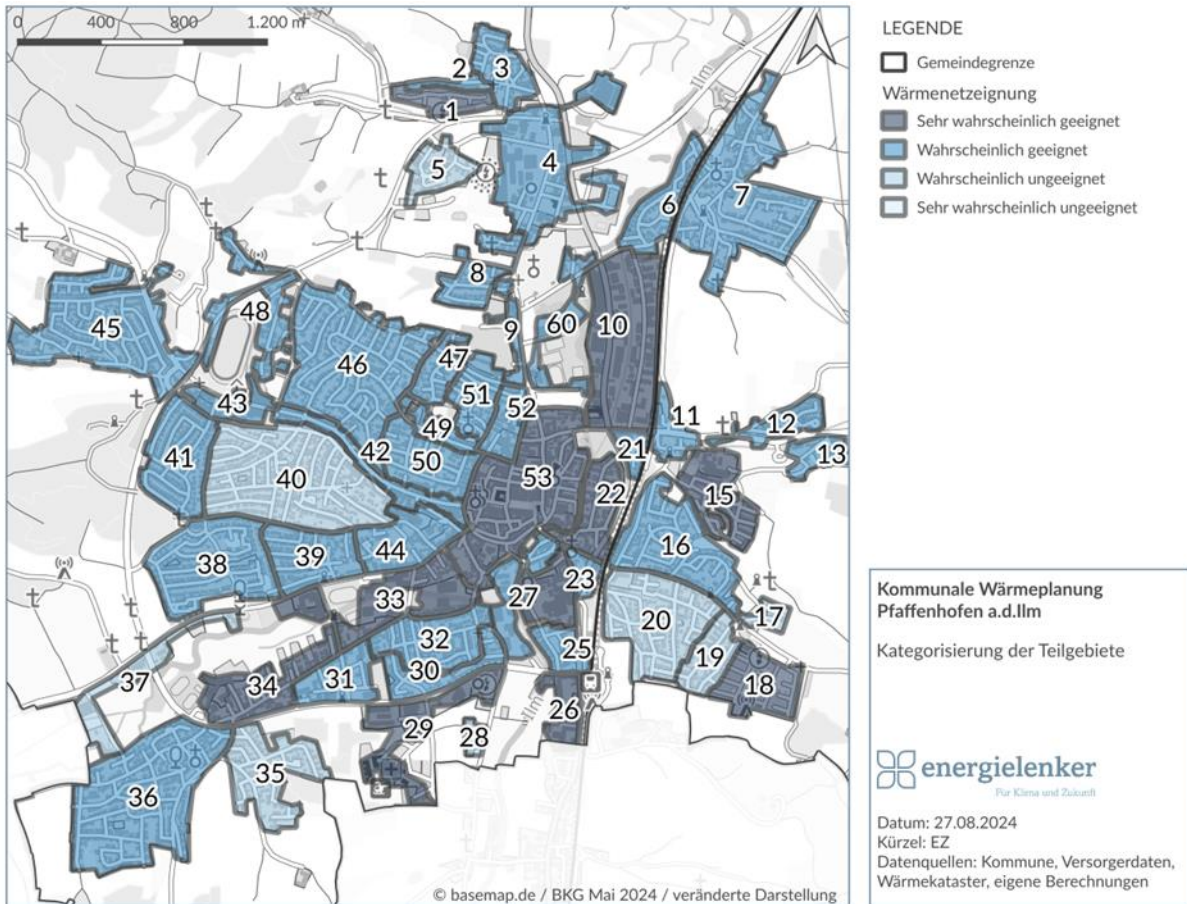


Abbildung 4-4: Eignung der Teilgebiete in Pfaffenhofen a.d. Ilm für eine Wärmenetzversorgung

Im Gebiet der Stadt Pfaffenhofen a.d. Ilm wurden zwölf Gebiete als sehr wahrscheinlich und 35 Gebiete als wahrscheinlich für ein Wärmenetz geeignet eingestuft. 15 Gebiete sind für eine Wärmenetzversorgung wahrscheinlich ungeeignet. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass die Wärme(linien)dichte in der Bewertung nach Wärmeplanungsgesetz nur einen Faktor darstellt, für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes aber oft ausschlaggebend ist. Eine weitere Detaillierung der Teilgebiete wurde daher im Rahmen der Wärmewendestrategie (Kapitel 5.1) vorgenommen.

4.2.2 Wasserstoffnetzgebiete

Da bis zum Abschluss der Wärmeplanung vom Gasverteilnetzbetreiber kein verbindlicher Fahrplan für die Transformation des Gasverteilnetzes nach § 71k GEG vorgelegt wurde und die zukünftigen Wasserstoffversorgung insbesondere hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit für private Haushalte sehr unsicher ist, werden keine Gebiete als Wasserstoffnetzgebiete ausgewiesen. Die Eignung für eine Wasserstoffversorgung wurde nach dem Leitfaden Wärmeplanung bewertet und stellt sich wie in Abbildung 4-5 gezeigt dar.

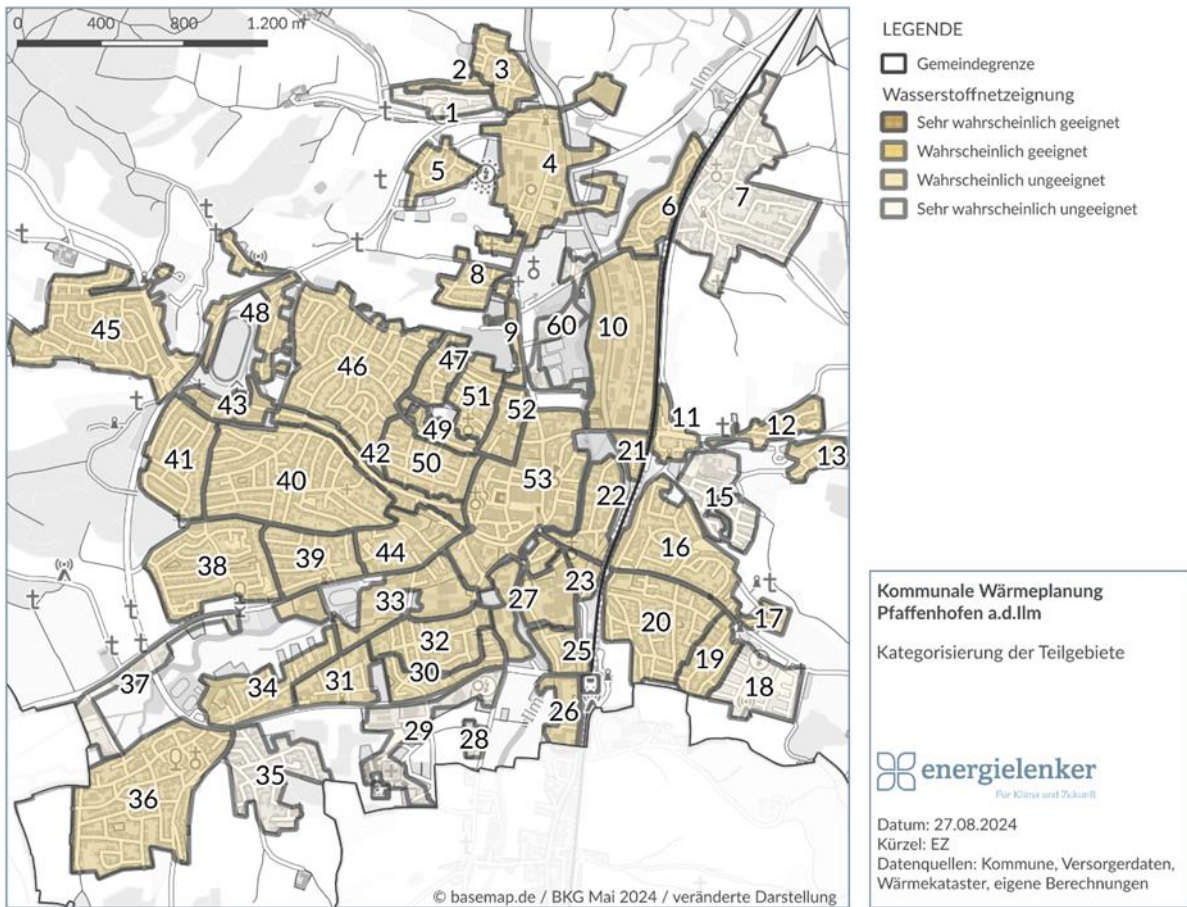


Abbildung 4-5: Eignung der Teilgebiete in Pfaffenhofen a.d. Ilm für eine Versorgung mit Wasserstoff

Demnach sind nach aktuellem Stand keine Gebiete in Pfaffenhofen für die Versorgung mit Wasserstoff geeignet. 16 Gebiete wurden als sehr wahrscheinlich ungeeignet und 46 Gebiete als wahrscheinlich ungeeignet eingestuft.

4.2.3 Gebiete mit dezentraler Versorgung

Viele Gebiete eignen sich grundsätzlich für dezentrale Versorgung, da die Wärmedichte kein ausschlaggebender Faktor ist. Auch in Gebieten mit zentraler Eignung werden zumindest anteilig dezentrale Technologien genutzt. Eine Voraussetzung für dezentrale Wärmeerzeugung ist je nach Technologie eine entsprechende Verfügbarkeit von Platz auf dem Grundstück und im Gebäude. Ist dies nicht gegeben, wird die Auswahl der einsetzbaren Technologien eingeschränkt oder der Anschluss an ein zentrales System muss in Betracht gezogen werden. In Gebieten, wo Platz- und Ressourcennutzung effizient gestaltet werden können, bietet die dezentrale Versorgung jedoch erhebliche Vorteile, wie Unabhängigkeit von großen Versorgungsnetzen und die Möglichkeit, individuelle, umweltfreundliche Energiekonzepte umzusetzen.

Die Eignung für eine dezentrale Versorgung wurde nach dem Leitfaden Wärmeplanung bewertet (siehe Kapitel 4.1.1) und stellt sich wie in Abbildung 4-6 gezeigt dar.

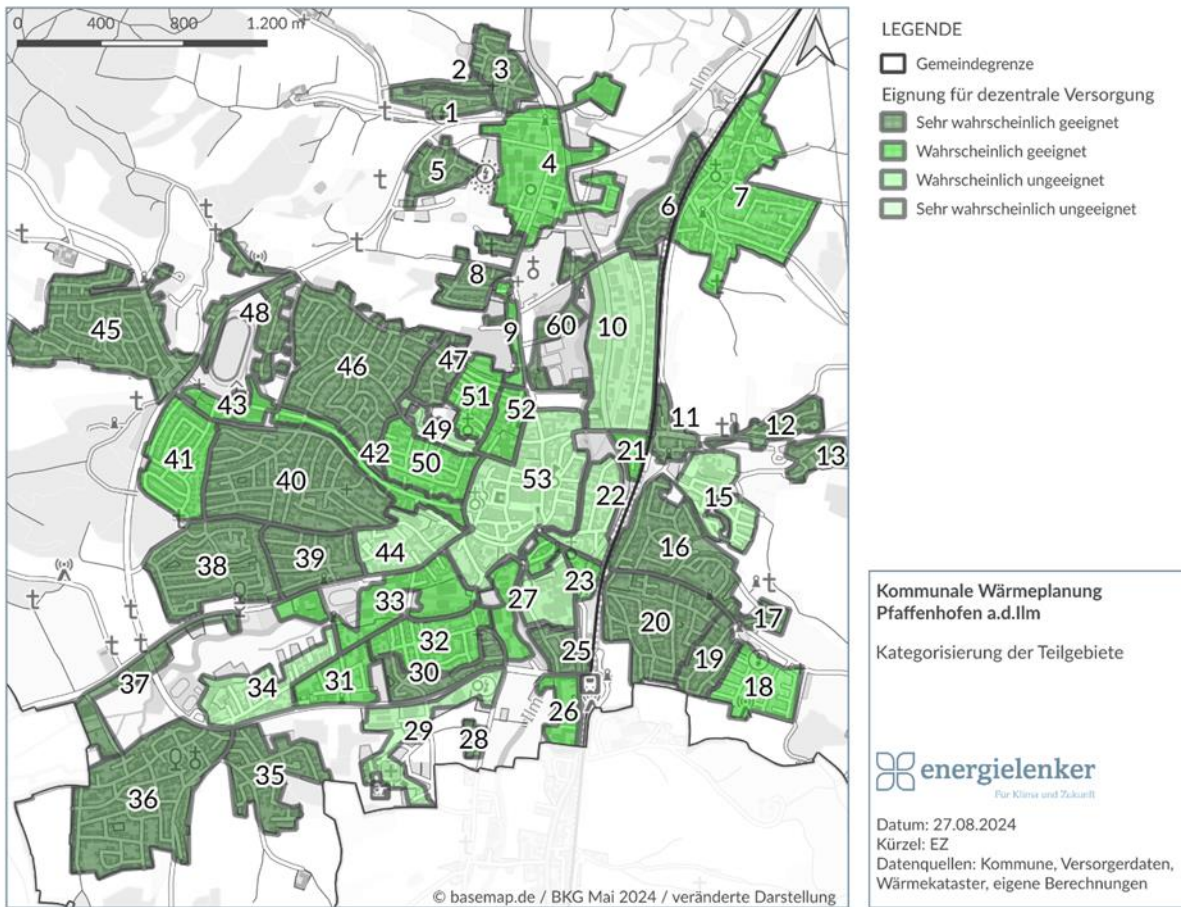


Abbildung 4-6: Eignung der Teilgebiete in Pfaffenhofen a.d. Ilm für eine dezentrale Versorgung

Im Gebiet der Stadt Pfaffenhofen a.d. Ilm sind 35 Teilgebiete sehr wahrscheinlich und 17 Teilgebiete wahrscheinlich zur dezentralen Versorgung geeignet. 10 Teilgebiete sind wahrscheinlich für eine dezentrale Versorgung ungeeignet, diese befinden sich größtenteils in der Kernstadt und sind bereits an ein Wärmenetz angebunden.

4.2.4 Prüfgebiete

Als Prüfgebiet wurde nur Teilgebiet 43 kategorisiert, da dort ein hoher Prozesswärmebedarf notwendig ist, der aktuell über Erdgas erbracht wird und nicht über ein Wärmenetz abgedeckt werden kann. Dort ist eine Versorgung mit Biomethan oder langfristig Wasserstoff zu prüfen.

4.2.5 Gebiete mit Sanierungspotenzial

Sanierungen spielen eine zentrale Rolle für die Wärmewende, da sie die Energieeffizienz von Gebäuden deutlich verbessern und damit den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen erheblich senken. Viele Bestandsgebäude, besonders ältere, sind schlecht gedämmt und verbrauchen dadurch unnötig viel Energie für Heizung und Warmwasser. Durch Maßnahmen wie die Dämmung von Außenwänden, Dächern oder Fenstern sowie den Austausch veralteter Heizsysteme können große Energieeinsparpotenziale erschlossen werden. Das reduziert nicht nur die Kosten für die Bewohner, sondern trägt auch erheblich zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes bei, was für das Erreichen der Klimaziele entscheidend ist.

Eine gute Gebäudesanierung schafft außerdem die Grundlage für den Einsatz moderner, umweltfreundlicher Heiztechnologien wie Wärmepumpen oder Solarthermie. Diese Technologien arbeiten am effizientesten in gut isolierten Gebäuden, da sie mit niedrigeren Vorlauftemperaturen

betrieben werden können. Ohne entsprechende Sanierungen könnte der Einsatz solcher Systeme weniger effizient oder sogar unwirtschaftlich sein.

Alle Gebäude, die einen Wärmebedarf von mehr als 110% im Vergleich zu einem sanierten Gebäude ihrer Altersklasse aufweisen, wurden als Gebäude mit Sanierungspotenzial eingestuft (siehe auch Kapitel 3.1). Die Einordnung als Sanierungsgebiet erfolgt ab einem Anteil von 75% an Gebäuden mit Sanierungspotenzial und stellt sich wie in Abbildung 4-7 gezeigt dar.

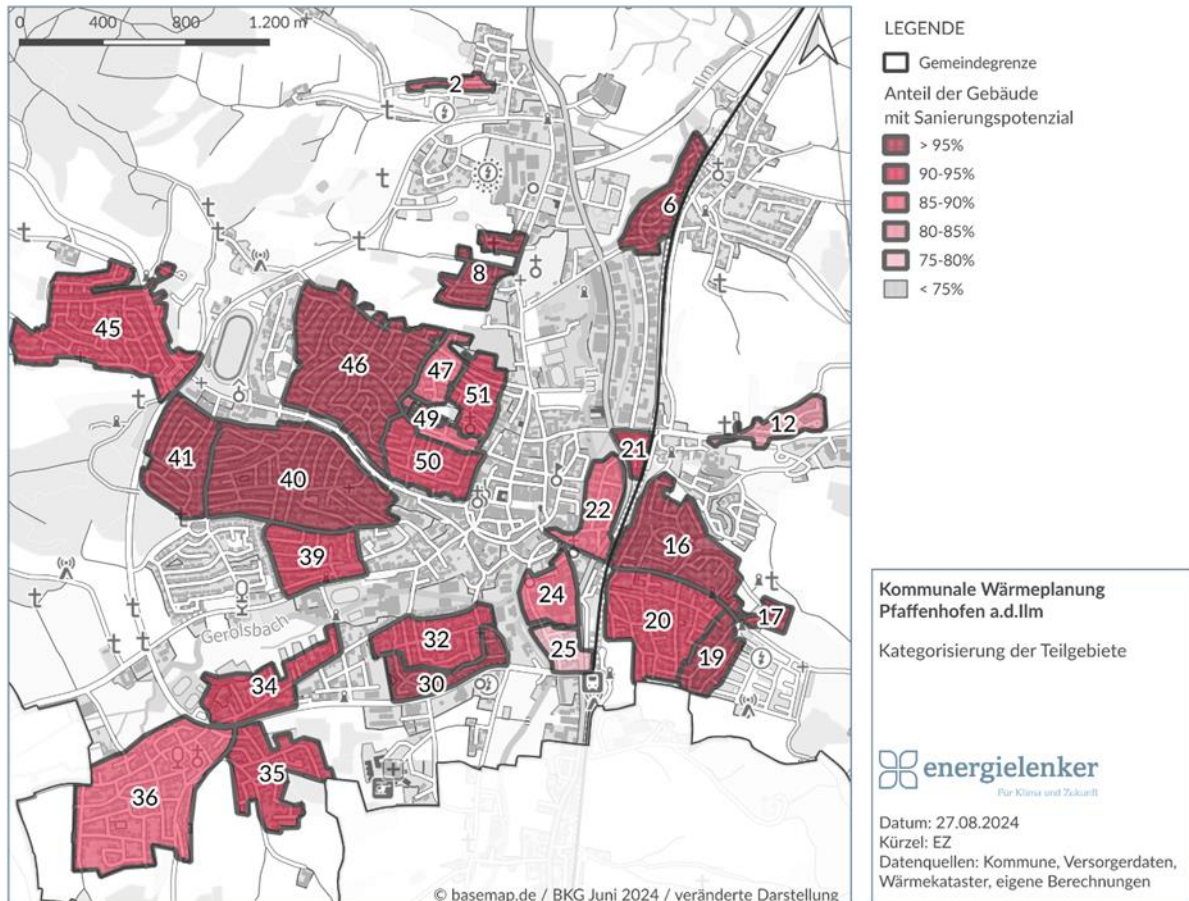


Abbildung 4-7: Teilgebiete in Pfaffenhofen a.d. Ilm mit hohem Sanierungspotenzial

Insgesamt weisen 26 Teilgebiete erhöhtes Sanierungspotenzial auf. Dabei sind in neun Teilgebieten mehr als 95% der Gebäude sanierungsbedürftig. Insgesamt kann in diesen Gebieten bei Sanierung aller Gebäude 60 GWh Wärme eingespart werden, dies entspricht 59% aller möglichen Einsparungen im gesamten Stadtgebiet.

5 ZIELSZENARIO UND WÄRMEWENDESTRATEGIE

5.1 EINTEILUNG DER TEILGEBIETE

Für eine konkrete Umsetzungsplanung ist die Einordnung der Teilgebieteseignung nach dem Wärmeplanungsgesetz nicht ausreichend. Daher wurde eine zusätzliche Kategorisierung vorgenommen und insbesondere interessante Teilgebiete für die Wärmenetzversorgung mit den Akteuren diskutiert und für eine detailliertere Maßnahmenplanung als Wärmenetzverdichtungsgebiete, Wärmenetzausbauggebiete und Wärmenetzprüfgebiete eingeordnet. Dies ist in Abbildung 5-1 dargestellt.

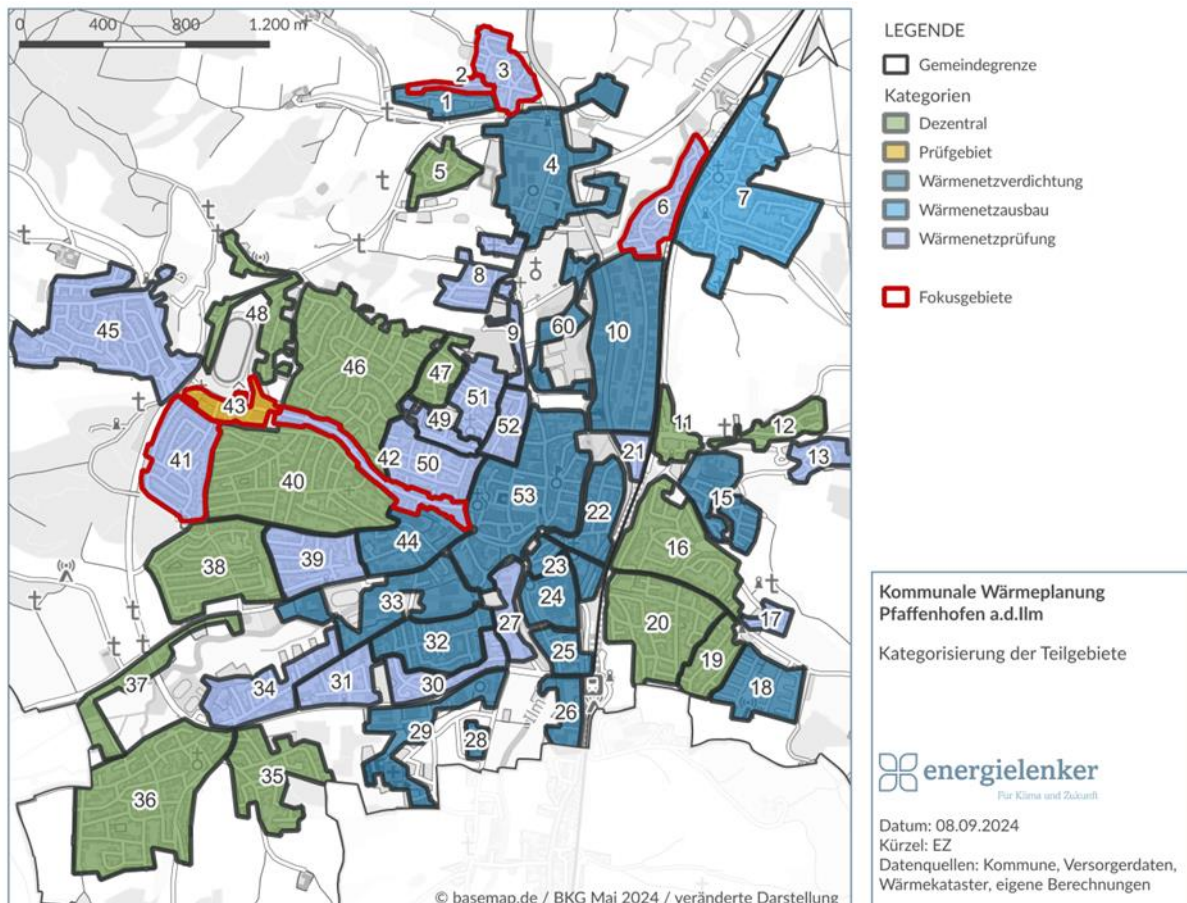


Abbildung 5-1: Einordnung der Teilgebiete in Pfaffenhofen a.d. Ilm

Gebiete zur Wärmenetzverdichtung

Nach einer ersten Einschätzung seitens der Wärmenetzbetreiber ist in Wärmenetzverdichtungsgebieten der Anschluss der Mehrheit der Gebäude an eine bestehende Wärmeleitung aufgrund des Trassenverlaufs, der Erzeugungskapazitäten und der technischen Bedingungen im Wärmenetz möglich. Im Einzelfall muss dies weiterhin geprüft werden. Möglicherweise sind kleinere Ergänzungen der Wärmetrassen über Hausanschlüsse hinaus notwendig. Diesen Gebieten ist die Maßnahme 1.1 zugeordnet, um die Verdichtung der Wärmenetze voranzutreiben.

Gebiete zum Wärmenetzausbau

In Wärmenetzausbaugebieten befindet sich aktuell ein Wärmenetz im Bau oder es bestehen konkrete Ausbauplanungen. Zusätzliche Anschlüsse sind teilweise möglich und müssen im Einzelfall mit dem Betreiber geprüft werden. Diesem Gebiet ist ebenfalls die Maßnahme 1.1 zugeordnet, um die Anschlussquote an das Netz zu erhöhen.

Gebiete zur Wärmenetzprüfung

Gebiete zur Wärmenetzprüfung eignen sich grundsätzlich auf Basis der Eignungsprüfung für den Aufbau eines Wärmenetzes. Zusätzlich gibt es entweder bereits ein Wärmenetz oder eine mögliche erneuerbare Wärmequelle in unmittelbarer Nähe und das Gebiet wurde vom jeweiligen Akteur als interessantes Ausbaugbiet eingeschätzt. Aus diesen Gebieten wurden drei Fokusgebiete ausgewählt, die genauer betrachtet wurden und mit individuellen Maßnahmen versehen. Allen anderen Wärmenetzprüfgebieten wurde die Maßnahme 1.5 zugeordnet, um sicherzustellen, dass dort mittelfristig eine Entscheidung für oder gegen einen Wärmenetzausbau getroffen wird.

5.2 ZIELSZENARIO

Auf Basis der Teilgebietsszenarien wurden für das gesamte Stadtgebiet Pfaffenhofen a.d. Ilm zwei mögliche Szenarien entwickelt. Gleichbleibende Annahmen sind dabei das Zieljahr der Klimaneutralität 2035 sowie der zukünftige Wärmebedarf. Während die Reduzierung des Wärmebedarfs durch Energieeinsparmaßnahmen wichtig ist, bleibt die Wahl der Wärmeerzeugungstechnologie, insbesondere die Entscheidung zwischen zentraler und dezentraler Versorgung, unabhängig davon eine zentrale Frage.

In beiden Szenarien wird davon ausgegangen, dass alle Ölheizungen bis zum Zieljahr ausgetauscht werden. Für Gasheizungen wird angenommen, dass diese in etwa 20 Jahre betrieben werden. Kaputte Heizungen werden durch andere Technologien ersetzt (ca. 5% pro Jahr), damit bleibt im Jahr 2035 ein Bestand von 1235 Gasheizungen (50% des heutigen Bestands). Diese werden mit Biomethan betrieben. Biomasse-Heizungen bleiben bestehen. Für auszutauschende Heizungen wird je nach Szenario entschieden, ob diese durch eine zentrale (Wärmenetzanschluss) oder dezentrale Heizungstechnologie ersetzt werden. Die auszutauschenden Heizungen werden mit 68% Wärmepumpen und 32% Biomasse-Heizungen ersetzt. In Abbildung 5-2 ist die Szenarienmodellierung als Entscheidungsbaum dargestellt. Der Unterschied zwischen den folgenden Szenarien ergibt sich durch die unterschiedliche Modellierung in den Wärmenetzprüfgebieten.

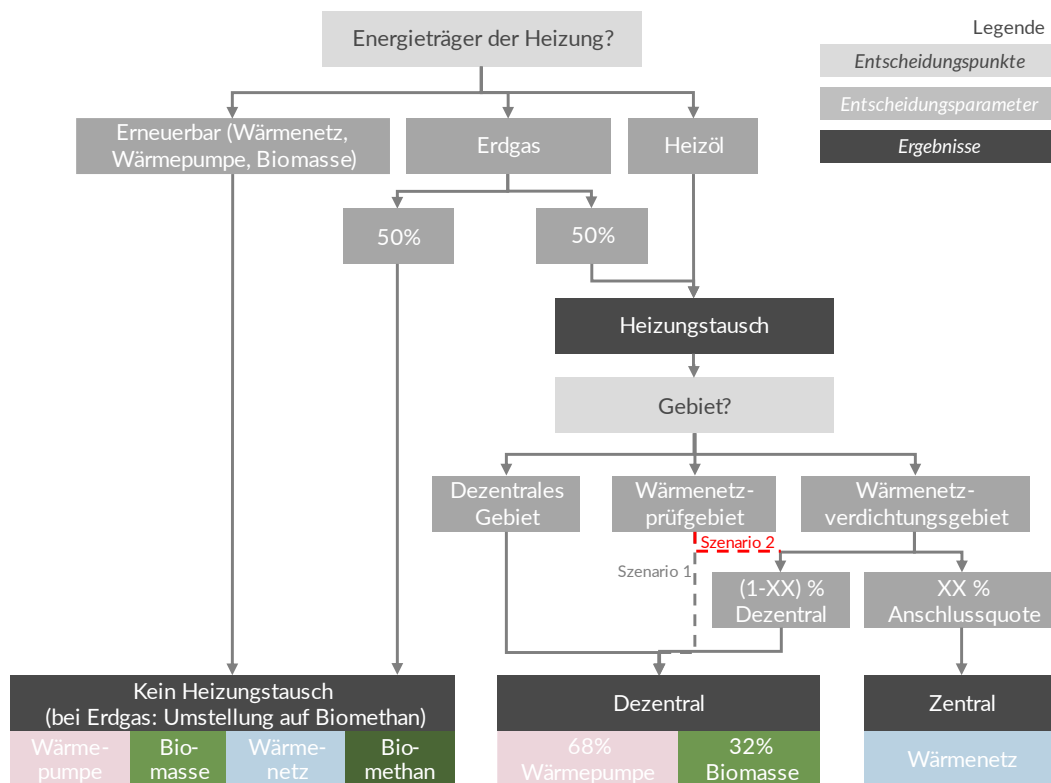


Abbildung 5-2: Entscheidungsbaum für die Szenarienmodellierung

Szenario 1: Wärmenetzverdichtung und dezentrale Versorgung

Für das Szenario „Wärmenetzverdichtung und dezentrale Versorgung“ wird angenommen, dass die Teilgebiete zur Wärmenetzverdichtung auf die in den Steckbriefen angegebenen Anschlussquoten verdichtet werden. Wärmenetzprüfgebiete werden nicht ausgebaut, sondern über dezentrale Technologien mit Wärme versorgt. Dieses Szenario ist auch in den Teilgebietssteckbriefen abgebildet.

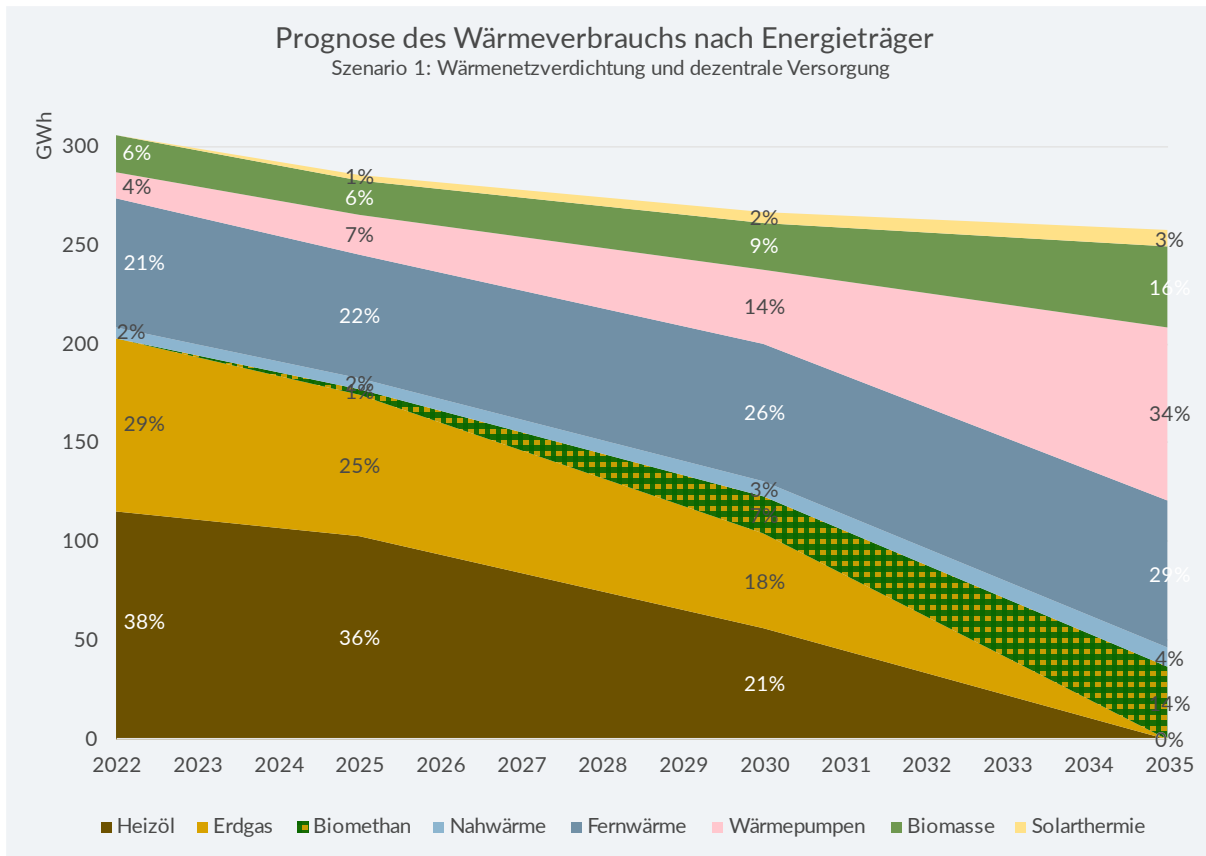


Abbildung 5-3: Prognose des Wärmeverbrauchs nach Energieträger in Pfaffenhofen a.d. Ilm im Szenario Wärmenetzverdichtung und dezentrale Versorgung

Ein erheblicher Anteil des Wärmebedarfs wird in diesem Szenario von Wärmepumpen erzeugt. Insgesamt bedeutet dies eine elektrische Anschlussleistung von 13 MW im gesamten Gebiet Pfaffenhofen a.d. Ilm und ein Investitionsvolumen von 95 Mio. Euro für Wärmepumpen.

Außerdem ergibt sich eine moderate Steigerung der Versorgung durch Wärmenetze. Der Wärmebedarf aus dem Fernwärmenetz steigt durch die Wärmenetzverdichtung von 65 GWh in 2022 auf 75 GWh im Zieljahr 2035. Über Nahwärmenetze werden im Jahr 2035 9,5 GWh Wärme an Verbraucher geliefert. Dazu müssen in etwa 21 Mio. Euro in Netzerweiterungen und Wärmenetzanschlüsse investiert werden.

In Abbildung 5-4 ist eine mögliche Verteilung der Wärmeerzeugung in den Wärmenetzen dargestellt.

Die Werte für 2035 beruhen auf den Angaben der Wärmenetzbetreiber für die Transformation der bestehenden und in Planung befindlichen

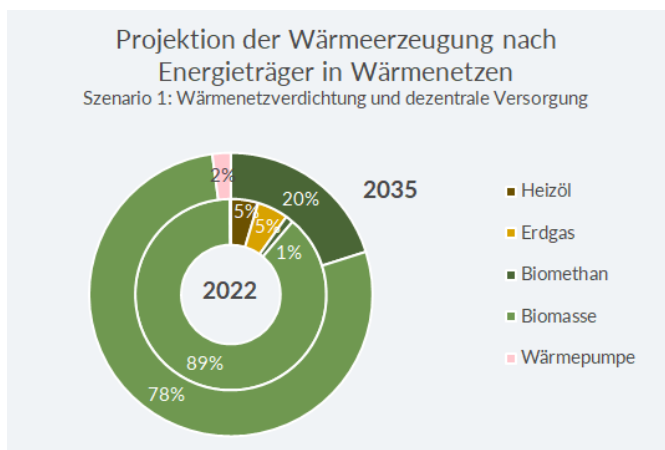


Abbildung 5-4: Projektion der Wärmeerzeugung in Wärmenetzen im Szenario Wärmenetzverdichtung und dezentrale Versorgung

Erzeugungsanlagen und dienen als Grundlage für die Berechnung der zukünftigen Emissionen aus den Wärmenetzen.

Mit dem Heizungstausch können die THG-Emissionen bis zum Jahr 2035 um 86% im Vergleich zum Basisjahr 2022 gesenkt werden (siehe Abbildung 5-5). Dies bedeutet, dass im Jahr 2035 etwa 8.968 t CO₂-Äquivalente aus der Wärmeerzeugung in Pfaffenhofen a.d. Ilm emittiert werden. Die Emissionen sind insbesondere auf die Nutzung von Biomethan sowie Strom für den Wärmepumpenbetrieb zurückzuführen. Die Emissionsfaktoren für Strom basieren hierbei auf der Prognose des deutschen Strommixes in den jeweiligen Jahren. Die Emissionen können weiter gesenkt werden, wenn lokale Stromerzeugungskapazitäten ausgebaut werden und eine lokale Sektorenkopplung erfolgt.

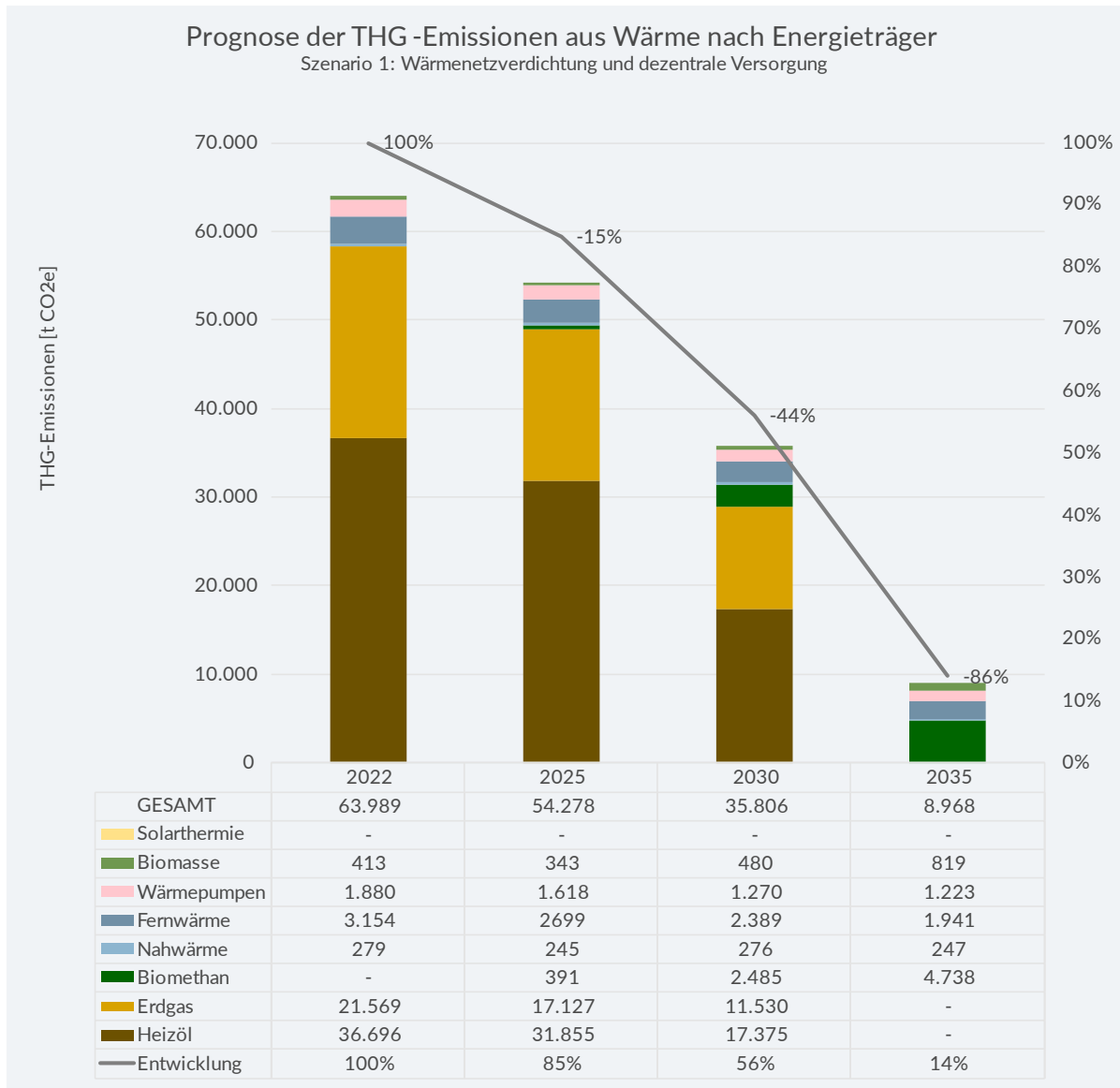


Abbildung 5-5: Prognose der THG-Emissionen aus Wärme nach Energieträger in Pfaffenhofen a.d. Ilm im Szenario Wärmenetzverdichtung und dezentrale Versorgung

Szenario 2: Maximaler Wärmenetzausbau

Für das Szenario „Maximaler Wärmenetzausbau“ wird angenommen, dass wie im ersten Szenario alle Wärmenetzverdichtungsgebiete verdichtet werden. Zusätzlich wird in allen Wärmenetzprüfgebieten ein Wärmenetz aus- bzw. aufgebaut. Dabei wird eine Anschlussquote von mindestens 60% oder, falls auf Basis der Investitionskostenschätzung zum wirtschaftlichen Ausbau eine höhere Quote notwendig ist, die höhere Quote angenommen.

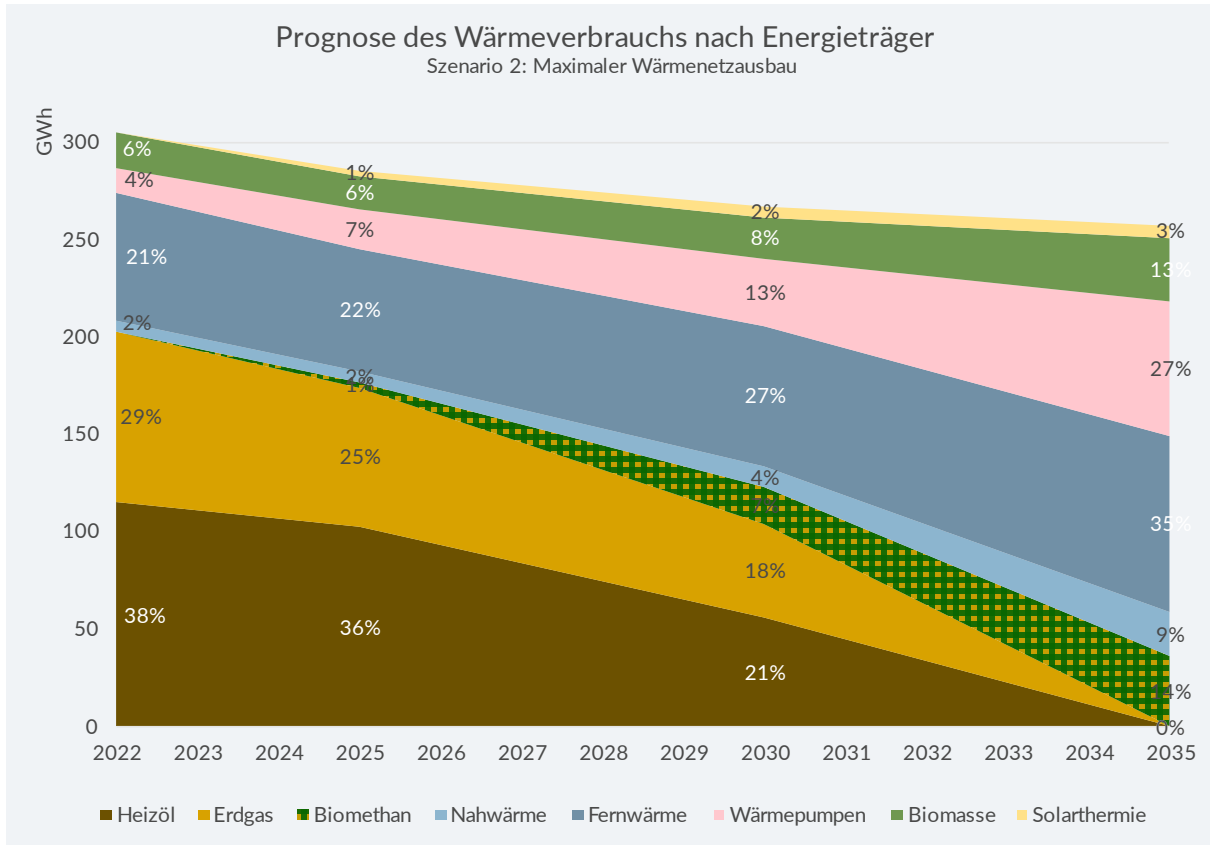


Abbildung 5-6: Prognose des Wärmeverbrauchs nach Energieträger in Pfaffenhofen a.d. Ilm im Szenario Maximaler Wärmenetzausbau

Durch den Ausbau der Wärmenetze steigt der Anteil der zentralen Versorgung von 23% auf 44%. Dies bedeutet, dass im Jahr 2035 über das Fernwärmenetz etwa 90 GWh Wärme (Endenergie) verteilt werden. In den Nahwärmenetzen wächst der Wärmeverbrauch auf 23 GWh an. Dafür wären Investitionen von knapp 66 Mio. Euro in Wärmenetze und Hausanschlüsse notwendig. Zusätzlich müssten sowohl im Fernwärmenetz als auch in den Nahwärmenetzen weitere Erzeugungsanlagen aufgebaut werden. Konkrete Planungen hierzu existieren bisher nicht, daher wird die Erzeugung in den Wärmenetzen nicht separat ausgewiesen.

In Abbildung 5-7 sind die prognostizierten THG-Emissionen für das Szenario Maximaler Wärmenetzausbau dargestellt. Im Vergleich zu Szenario 1 ergibt sich nur ein geringfügiger Unterschied bei der Reduktion der THG-Emissionen, da auch in den Wärmenetzen eine Kombination von Wärmeerzeugung aus Wärmepumpen und Biomasse eingesetzt wird.

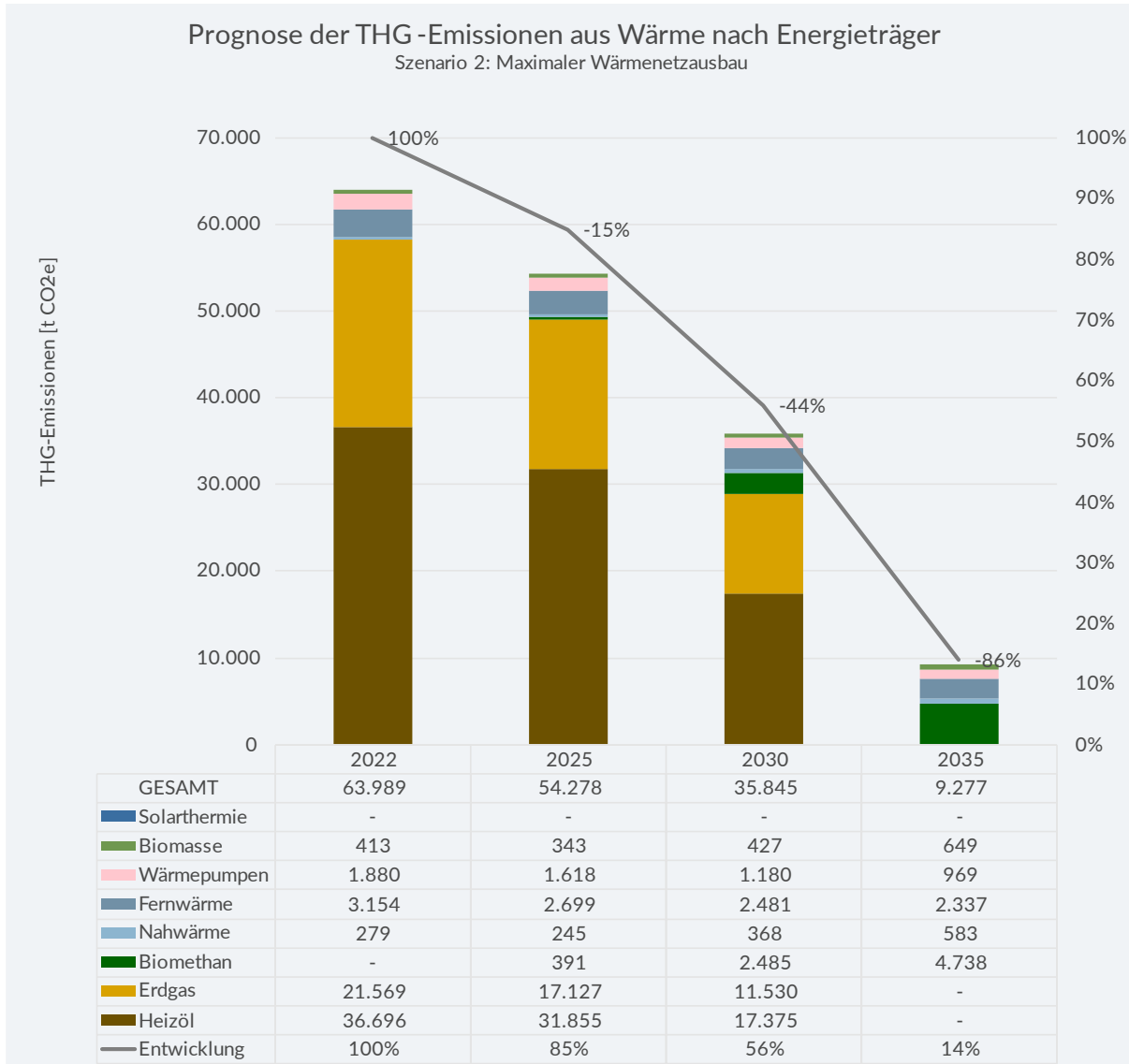


Abbildung 5-7: Prognose der THG-Emissionen aus Wärme nach Energieträger in Pfaffenhofen a.d. Ilm im Szenario Maximaler Wärmenetzausbau

Szenarienvergleich

Obwohl sich der Wärmemix in den beiden Szenarien unterscheidet, werden im Szenario Maximaler Wärmenetzausbau nur geringfügig weniger THG-Emissionen erzeugt. Ein Unterschied zeigt sich in den Investitionskosten: In Abbildung 5-8 werden die Investitionskosten für den Heizungstausch in beiden Szenarien dargestellt. In der Gesamtbetrachtung sind im Szenario Maximaler Wärmenetzausbau etwa 14 Mio. Euro höhere Investitionskosten zu erwarten.

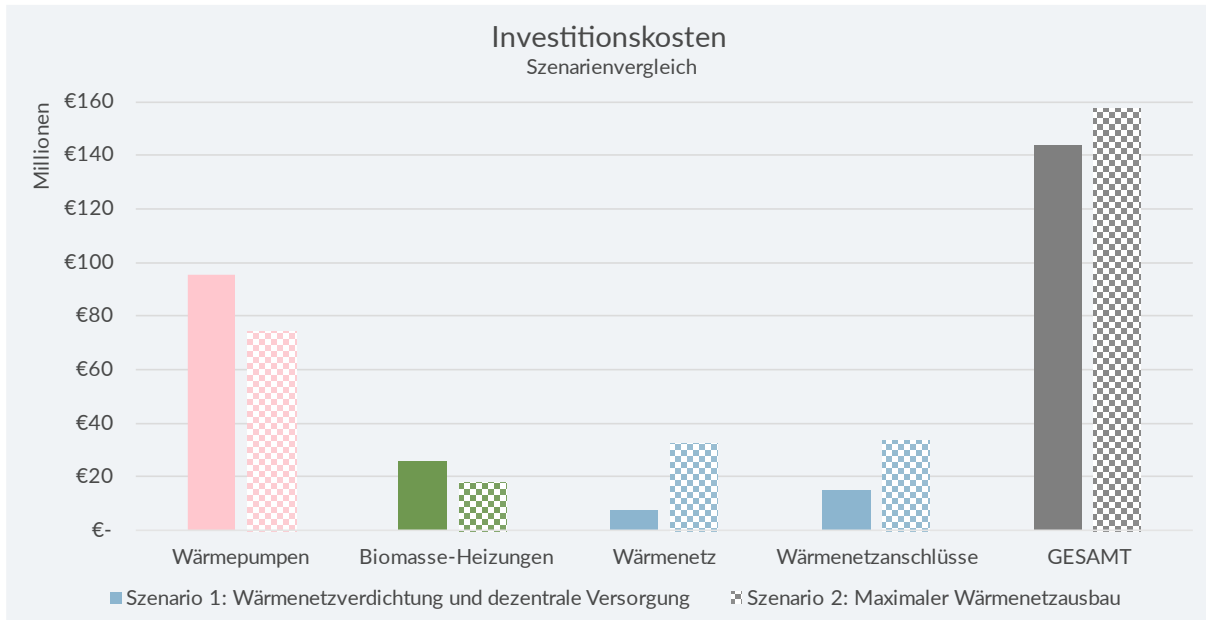


Abbildung 5-8: Vergleich der Investitionskosten für den Heizungstausch in den modellierten Szenarien

In Bezug auf zukünftige Handlungsoptionen sollte das Szenario Wärmenetzverdichtung und dezentrale Versorgung als Minimalszenario für den Wärmenetzausbau angesehen werden. Wärmenetze bieten die Chance, sehr viele Gebäude auf einmal mit klimaneutraler Wärme zu versorgen. Werden höhere Anschlussquoten als in den Szenarien angenommen, erreicht, können ggf. Gasheizungen substituiert werden. Auch besteht die Möglichkeit die Emissionen bei der Wärmeerzeugung in Wärmenetzen zu reduzieren, wenn vermehrt Wärmepumpen eingesetzt und mit lokal erzeugtem, erneuerbarem Strom betrieben werden.

Es wird angenommen, dass in einigen, aber voraussichtlich nicht allen, Wärmenetzprüfgebieten eine zentrale Versorgung aufgebaut wird. Dies sollte im Einzelfall jedes Gebiets geprüft und entschieden werden. Dabei kann auf den erhobenen Daten aufgebaut werden.

5.3 ENTWICKLUNG DER GASVERSORGUNG

Die Gasversorgung wird sich in den kommenden Jahrzehnten deutlich verändern. Fossiles Erdgas wird schrittweise durch klimafreundlichere Alternativen wie grünes Methan und Wasserstoff ersetzt. Gleichzeitig wird der Ausbau erneuerbarer Energien vorangetrieben, wodurch die Nachfrage nach Erdgas sinken wird. Die zukünftige Entwicklung der Gasversorgung wird von mehreren Faktoren beeinflusst, nicht nur den lokalen Zielen zur Wärmewende, sondern auch von individuellen Entscheidungen von Gebäude- und Unternehmenseigentümern sowie geopolitischen Entwicklungen. Daher ist eine konkrete Vorhersage schwierig und es sollte eine Strategie entwickelt werden, wie mit den Veränderungen umzugehen ist (siehe auch Maßnahme 5.1).

Folgende Faktoren sind dabei zu berücksichtigen:

- ▶ **Rückgang der fossilen Gasnutzung:** Angesichts der globalen Klimaziele und der Bestrebungen zur Reduzierung von CO₂-Emissionen wird die Nutzung von fossilem Erdgas langfristig zurückgehen. Erdgas wird als Brückentechnologie noch eine Zeit lang eine Rolle spielen, aber langfristig durch erneuerbare Energien ersetzt werden. Auf nationaler und internationaler Ebene werden Anreize geschaffen, um den Umstieg auf erneuerbare Energien und energieeffiziente Technologien zu fördern. Dies betrifft insbesondere den Heizungssektor, wo der Ausbau von Wärmepumpen, Solarthermie und Fernwärme intensiv vorangetrieben wird. Dies wird die Nachfrage nach Erdgas zur Wärmeerzeugung schrittweise senken.
- ▶ **Anstieg von grünem Gas und Wasserstoff:** Grünes Gas, wie Biogas oder synthetisches Methan, sowie Wasserstoff (insbesondere grüner Wasserstoff, der aus erneuerbaren Quellen produziert wird), werden zunehmend an Bedeutung gewinnen. Diese Alternativen können Erdgas teilweise ersetzen, um die bestehende Gasinfrastruktur weiter zu nutzen und den Übergang zu klimafreundlicheren Lösungen zu unterstützen. Wasserstoff wird allerdings insbesondere in der Industrie und im Schwerlastverkehr als Schlüsseltechnologie betrachtet und spielt bei der Wärmeversorgung von privaten Haushalten und Gewerbe voraussichtlich keine große Rolle.
- ▶ **Volatilität der Gaspreise:** Die Gaspreise könnten in den kommenden Jahren volatil bleiben, beeinflusst durch geopolitische Krisen, Nachfrageschwankungen und den Übergang zu alternativen Energien. Während der Rückgang der Erdgasnachfrage auf lange Sicht zu einer Stabilisierung führen könnte, wird es kurzfristig zu Preisschwankungen kommen, die durch unsichere Lieferketten und steigende CO₂-Bepreisung bedingt sind.

Konkret im Gebiet der Stadt Pfaffenhofen ist daher zu prüfen, welche Teile der Gasinfrastruktur weiterhin wirtschaftlich für Gasnetzbetreiber und Anschlussnehmer genutzt werden können.

Bis zum 30.06.2028 neu verbaute Gasheizungen müssen nach dem Gebäudeenergiegesetz einen steigenden Anteil erneuerbarer Energien aufweisen (von 15% in 2029 bis 60% ab 2040). Ab dem 01.07.2028 dürfen nur noch Heizungen mit einem Anteil von mindestens 65% erneuerbarer Energien verbaut werden. Dies kann durch die Kombination einer Gasheizung als Hybridsystem oder durch die Nutzung von Biomethan oder Wasserstoff erfolgen. Ab dem 01.01.2045 muss die Wärmeerzeugung komplett klimaneutral sein.

Nach dem Zielszenario wird in Pfaffenhofen im Jahr 2035 weiterhin 35 GWh Wärme über Gas in dezentralen Gasheizungen erzeugt. In Tabelle 5-1 ist der durch Gas erzeugte Wärmebedarf in den einzelnen Gebieten nach dem Zielszenario aufgelistet. Es wird dabei angenommen, dass dies aufgrund der angestrebten Klimaneutralität zu 100% durch Biomethan erbracht wird. Im Rahmen der Aktualisierung der Wärmeplanung sollte identifiziert werden, ob dies nur als Übergangslösung zu betrachten ist, oder einzelne Teilgebiete in Zukunft vorwiegend mit Biomethan versorgt werden. Mit den aktuell angestrebten Einspeisebegehren für Biomethan-Anlagen im Netzgebiet könnte dieser Bedarf durch regionales Biomethan gedeckt werden.

Tabelle 5-1: Überblick der verbleibenden Gasheizungen und Gasmengen im Zielszenario 2035 in Pfaffenhofen a.d. Ilm

Dezentrale Teilgebiete			Wärmenetzprüfgebiete			Wärmenetzverdichtungsgebiete		
Gebiet	Anschlüsse	Wärmemenge Gas [MWh]	Gebiet	Anschlüsse	Wärmemenge Gas [MWh]	Gebiet	Anschlüsse	Wärmemenge Gas [MWh]
40	105	2.428	45	88	1.803	53	79	2.935
46	102	2.319	41	89	1.659	4	11	1.621
43	11	1.617	50	40	1.029	10	17	1.560
38	91	1.277	42	19	749	22	16	995
36	49	1.124	39	22	621	44	29	893
20	53	1.113	6	27	621	32	23	742
16	36	904	51	22	514	33	14	470
12	31	631	52	7	509	24	1	369
19	24	560	30	22	430	7	17	319
54	26	501	13	2	418	25	4	140
47	25	436	34	28	373	23	7	85
48	8	408	8	14	346	14		85
35	9	239	49	10	307	60	1	83
5	7	229	31	7	236	26	2	72
59	3	52	9	2	197			
61	2	30	21	3	194			
11	1	7	3	8	165	43	23	4.334
			58	5	105			
			17	2	37			
			2	3	30			
			27	1	21			
Summe	583	13.875	Summe	421	10.364	Summe	231	10.369
	Summe aller Gebiete:		Anzahl Anschlüsse		1.235	Wärmemenge aus Gas		36.956 MWh

Zusätzlich wird aktuell 5,5 GWh Wärme in Gas-BHKWs/-kesseln zur Einspeisung in Wärmenetze erzeugt. Die Nahwärmenetze in Teilgebiet 1 und 18 sowie teilweise das Fernwärmenetz (Teilgebiet 29 und 4) sollen auch langfristig über Biomethan versorgt werden. Zusätzliche Bedarfe können durch die Wärmenetzverdichtung und den Wärmenetzausbau entstehen. Im Teilgebiet 43 wurde ein Prozesswärmebedarf identifiziert, der nicht über eine Wärmenetzversorgung abzudecken ist.

Auf Basis der aktuellen Datenlage ist es wahrscheinlich, dass das Gasnetz in einigen Gebieten Pfaffenhofens zurückgebaut bzw. nicht mehr länger genutzt wird, da die Versorgung einzelner Privatabnehmer für den Netzbetreiber unwirtschaftlich wird. Insbesondere in Gebieten mit größeren Abnehmern (z.B. Wärmenetze) ist weiterhin eine Versorgung über das Gasnetz wahrscheinlich, allerdings ist hierzu der Übergang zu klimaneutralen Gasen wie Biomethan und ggf. Wasserstoff notwendig. Eine detailliertere Analyse und Strategie insbesondere auch hinsichtlich der Verfügbarkeit von grünem Gas sollte entwickelt werden.

5.4 FOKUSGEBIETE

Insgesamt wurden drei Fokusgebiete in der Stadt Pfaffenhofen an der Ilm identifiziert. Für diese Bereiche wurde ein möglicher Wärmenetzausbau simuliert und spezifische Handlungsschwerpunkte und Handlungsschritte festgelegt.

5.4.1 „Pfaffenhofen West“ (Teilgebiete 41, 42 und 43)

Im Industriegebiet Hohenwarter Straße (Teilgebiet 43) wurde ein hoher Wärmebedarf verortet. Nach Rücksprache mit den ansässigen Industrieunternehmen teilt sich dieser einerseits in Prozesswärmebedarf mit sehr hohen Temperaturen, für die eine Wärmenetzversorgung nicht geeignet ist. Möglicherweise könnte aber die dadurch entstehende Abwärme weitergenutzt werden. Andererseits besteht ein Prozesswärmebedarf mit einem mittleren Temperaturniveau, der über ein Wärmenetz abgedeckt werden könnte, und es wird Wärme zur Raumbeheizung und Warmwasserbereitstellung benötigt.

Gleichzeitig eignet sich das Wohngebiet 41 wahrscheinlich für ein Wärmenetz und es besteht eine Option der Anbindung an das Fernwärmenetz über die Hohenwarter Straße (Teilgebiet 42). Daher wurden diese Gebiete als Fokusgebiet zusammengefasst und folgenden Wärmenetzvarianten simuliert:

► **Variante 1 – Alleinstehendes Wärmenetz in den Gebieten 41 und 43**

Die Trassenlänge eines möglichen Wärmenetzes wie in Abbildung 5-9 beträgt 2800 m, bei einer Anschlussquote von 60% würden 207 Gebäude angeschlossen werden. Der jährliche Wärmebedarf dieser Gebäude liegt bei 6.876 MWh. In der Simulation konnte ein Biomethan-BHKW, ein Biomethan-Kessel, ein Biomasse-BHKW, ein Biomasse-Kessel, eine Luft-Wasser-Wärmepumpe, eine Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdsonden, Freiflächen-Solarthermie und ein Pufferspeicher eingesetzt und optimiert werden.

► **Variante 2 – Anschluss des Wärmenetzes in den Gebiete 41 und 43 an das Fernwärmenetz über Gebiet 42**

Die Trassenlänge eines möglichen Wärmenetzes wie in Abbildung 5-9 beträgt 3.040 m, inkl. der Anschlussleitung in der Hohenwarter Straße, deren Anwohner auch an das Netz angeschlossen werden. Bei einer Anschlussquote von 60% würden 258 Gebäude über das Wärmenetz versorgt. Der jährliche Wärmebedarf dieser Gebäude liegt bei 9.319 MWh. Die Wärmeversorgung findet komplett über das Fernwärmenetz statt, dafür wurde ein Übergabepreis des Fernwärmenetzes an das neue Netz angenommen.



Abbildung 5-9: Mögliches Wärmenetz Pfaffenhofen West

Für die Optimierung wurden die Technologiekosten des Technikcatalogs des Leitfadens Wärmeplanung der KWW genutzt. Für die Energiepreise wurde der Technikcatalog der KEA BW genutzt. Es wurde

angenommen, dass auf Biomasse und Biomethan kein CO₂-Preis erhoben wird. Die Preise bleiben über die Betrachtungsdauer von 20 Jahren konstant. Fördermittel wurden in der Simulation vorerst nicht berücksichtigt. In einer zweiten Simulation wurden aktuelle Fördermittel (BEW-Förderung: 40% der Investitionskosten für Wärmenetz und Energiezentrale, BEG-Förderung: 30% der Investitionskosten für Gebäudeenergiesysteme) berücksichtigt.

Nach den ersten Berechnungen können beide Varianten unter den passenden Rahmenbedingungen wirtschaftlich umgesetzt werden. In Variante 1 wird zur Versorgung ein Biomasse-BHKW mit 460 kW_{el} und ein Biomethan-Kessel mit 1600 kW zur Spitzenlastversorgung aufgebaut. In Variante 2 wurden keine zusätzlichen Erzeugungsleistungen ausgebaut, sondern angenommen, dass die gesamte Wärmeleistung aus dem Fernwärmenetz der Firma Danpower entnommen werden kann. In beiden Varianten muss zur Erfüllung des Prozesswärmebedarfs im Industriegebiet eine Boosterwärmepumpe installiert werden, um das geforderte Temperaturniveau zu erreichen, alternativ könnte dies über die bestehende Gasversorgung abgedeckt werden. Eine mögliche Option zur Bereitstellung von Prozesswärme mit mittlerem Niveau und Nutzung des Abwärmepotenzials durch eine Heizzentrale in direkter Nähe des Industriegebiets in Variante 1 sollte bei einer detaillierteren Prüfung berücksichtigt werden und könnte die Wirtschaftlichkeit positiv beeinflussen. Aufgrund der beschränkten Verfügbarkeit von Biomasse, sollte insbesondere die Machbarkeit der Nutzung von Wärmepumpen begutachtet werden. Neben dem Einsatz einer Luftwärmepumpe wäre eine genauere Betrachtung des Geothermiespotenzials auf dem Gelände der Trabrennbahn in Kombination mit einer Erdwärmepumpe eine weitere Variante.

Der Aufbau eines Wärmenetzes mit den beschriebenen Optionen soll im Rahmen der Maßnahmen 1.2 von den lokalen Akteuren weiter geprüft werden.

5.4.2 „Alt-Heißmanning“ (Teilgebiete 2 und 3)

Das Neubaugebiet Heißmanning wurde mit einem Wärmenetz erschlossen. Es wird mit einer Wärmepumpe sowie zwei Biomethan/Erdgas-BHKW und einem Spitzenlastkessel auf Gasbasis betrieben. Da sich die angrenzenden Bestandsgebiete (Teilgebiete 2 und 3) grundsätzlich für ein Wärmenetz eignet, sollte eine Erweiterung des Netzes überprüft werden. Eine erste Simulation ergibt folgenden Vorschlag.

► Ausbaustufe 1:

In einer ersten Stufe werden auf Basis der bestehenden Erzeugungsanlage die Gebäude im Teilgebiet 2 angeschlossen, dies betrifft die Weinstraße entlang des Neubaugebiets (Ausbau Wärmenetz 435m). Es wird angenommen, dass dort 100% der Gebäude angeschlossen werden. Dies sind 16 Gebäude mit einem Wärmebedarf von knapp 500 MWh pro Jahr. Bei einer Maximalleistung von 224 kW_{th} kann dies über die bestehenden Erzeugungskapazitäten des Bestandsnetzes abgedeckt werden.

► Ausbaustufe 2:

Die Trassenlänge eines möglichen Wärmenetzes, um das gesamte Gebiet Alt-Heißmanning (Teilgebiete 2 und 3) an das Wärmenetz im Neubaugebiet anzuschließen, beträgt 1465 m. Es wird davon ausgegangen, dass sich ca. 60% der Gebäude an das Wärmenetz anschließen (49 Gebäude) und die Heizzentrale kleinere Überkapazitäten hat, die mitgenutzt werden können, bzw. dass bei einer größeren Anzahl an Anschlussnehmern der Gleichzeitigkeitsfaktor sinkt. Für die 49 Gebäude wurde eine Gesamtanschlussleistung von 536 kW_{th}, eine Spitzenlast von 552 kW_{th} und ein Wärmebedarf von 1.118 MWh jährlich berechnet.

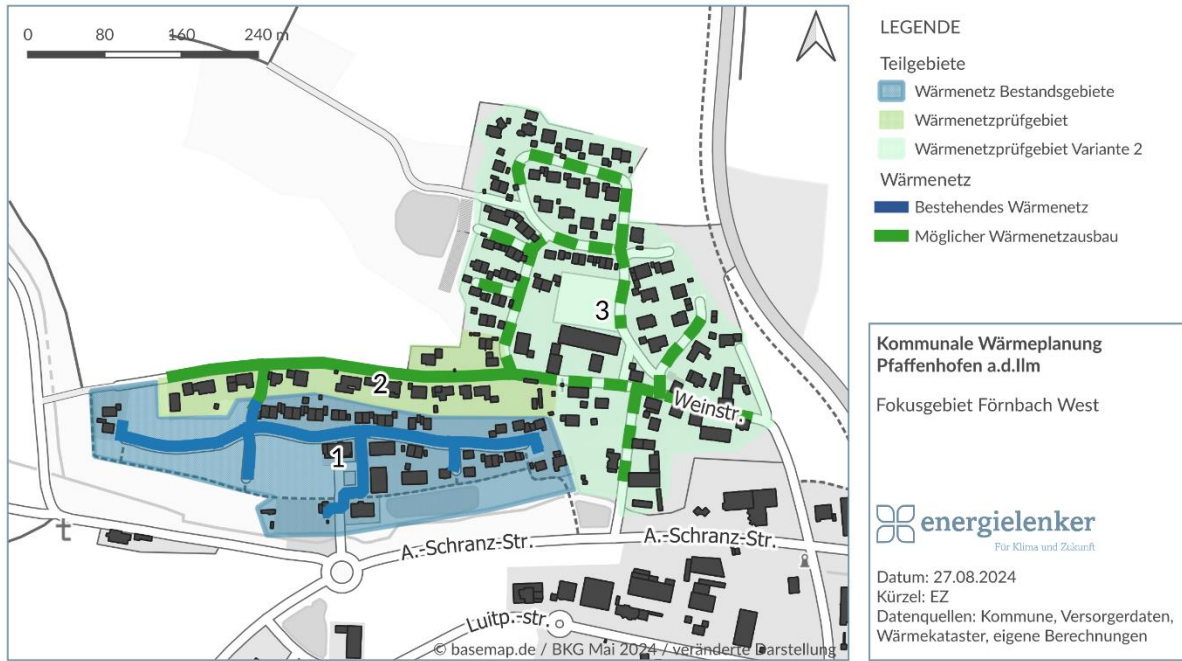


Abbildung 5-10: Mögliche Wärmenetzerweiterung Alt-Heißmanning

Für die Optimierung wurden die Technologiekosten des Technikkatalogs des Leitfadens Wärmeplanung der KWW genutzt. Für die Energiepreise wurde der Technikkatalog der KEA BW genutzt. Die Preise bleiben über die Betrachtungsdauer von 20 Jahren konstant. Es wird davon ausgegangen, dass die bestehende Heizzentrale erweitert werden kann. Kosten für ein neues Gebäude sind nicht berücksichtigt.

► **Ergebnisse der Simulation für Ausbaustufe 1:**

Für eine Versorgung der Weinstraße müssten ca. 600.000 Euro für den Ausbau des Wärmenetzes und ca. 200.000 Euro für den Gebäudeanschluss investiert werden. Die Wirtschaftlichkeit der Investition und damit der mögliche Wärmepreis ist abhängig vom Übergabe-/Erzeugungspreis des bestehenden Wärmenetzes.

► **Ergebnisse der Simulation für Ausbaustufe 2:**

In der Simulation des Gesamtausbaus konnte ein Biomethan-BHKW, ein Biomethan-Kessel, eine Luft-Wasser-Wärmepumpe, eine Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdsonden, Freiflächen-Solarthermie und ein Pufferspeicher eingesetzt und optimiert werden, um die bestehende Anlage zu ergänzen. Die günstigste Kombination zur Abdeckung des Wärmebedarfs im simulierten Wärmenetz ergibt sich aus den in dargestellten Anlagen.

Tabelle 5-2: Optimierte Anlagen zur Wärmeerzeugung und -speicherung im Wärmenetz Alt-Heißmanning

Anlage	Leistung	Erzeugte Wärme	Investition	Wartungskosten
Biomethan-Kessel	300 kW _{th}	97 MWh/a	39.300 €	707 €/a
Solarthermie	90 m ²	36 MWh/a	30.690 €	460 €/a
Aus bestehendem Wärmenetz	max. 240 kW	1.122 MWh/a	-	-
Wärmespeicher		Kapazität: 15 kWh	5.462 €	71 €/a
Summe			75.416 €	1.238 €/a

Eine Wärmenetzversorgung kann im Detail geprüft werden, insbesondere bei einem weiteren Ausbau / Verdichtung von Gebäuden nördlich der Weinstraße. Die Weiterverfolgung der Prüfung wird in Maßnahme 1.3 beschrieben.

5.4.3 „Förnbach West“ (Teilgebiet 6)

In Förnbach Ost (Teilgebiet 7) befindet sich aktuell ein Wärmenetz im Bau. Da sich das angrenzende Gebiet Förnbach West (Teilgebiet 6) grundsätzlich für ein Wärmenetz eignet, sollte eine Erweiterung des Netzes überprüft werden. Eine erste Simulation ergibt folgenden Vorschlag.

Die Trassenlänge eines möglichen Wärmenetzes in Förnbach West mit Anschluss an das Wärmenetz in Förnbach Ost beträgt 1295 m, wie in der folgenden Abbildung dargestellt. Es wird davon ausgegangen, dass sich ca. 60% der Gebäude an das Wärmenetz anschließen (58 Gebäude) und die im Bau befindliche Heizzentrale in Förnbach Ost kleinere Überkapazitäten hat, die mitgenutzt werden können. Für die 58 Gebäude wurde eine Gesamtanschlussleistung von 809 kW_{th} und ein Wärmebedarf von 1.714 MWh jährlich berechnet.

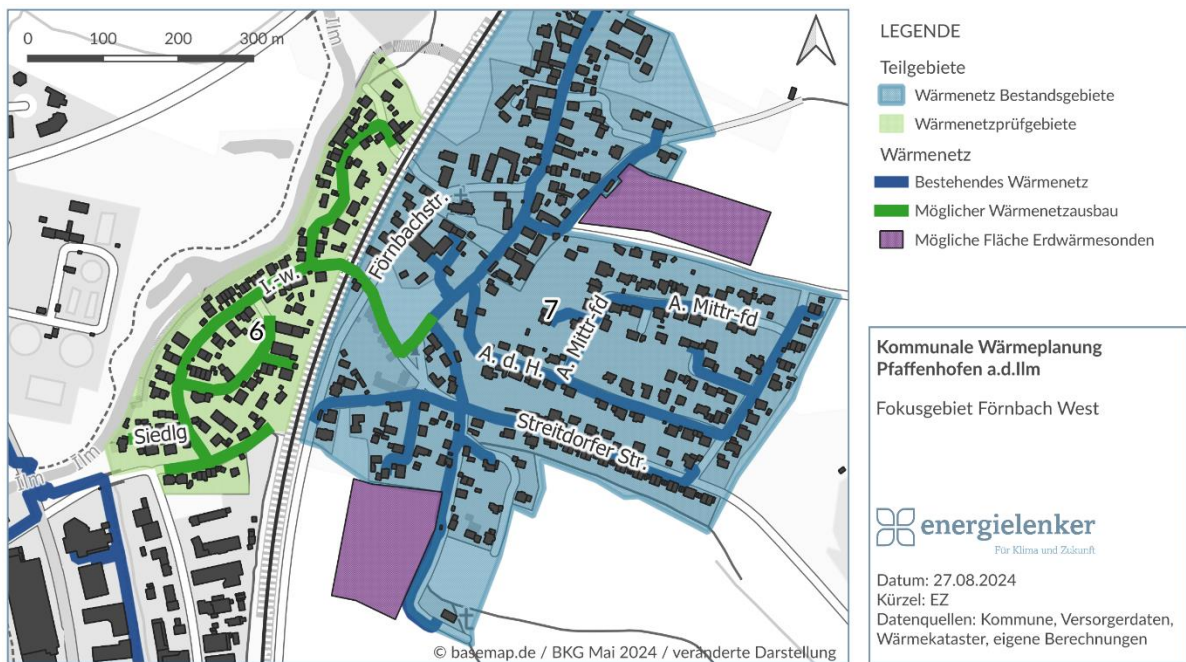


Abbildung 5-11: Mögliches Wärmenetz Förnbach West

Für die Optimierung wurden die Technologiekosten des Technikkatalogs des Leitfadens Wärmeplanung der KWW genutzt. Eine Ausnahme bilden die Kosten für die Verlegung des Wärmenetzes, diese wurden lokalspezifisch mit 600 €/m angenommen. Die Preise bleiben über die Betrachtungsdauer konstant, Fördermittel wurden nicht berücksichtigt. Es wird davon ausgegangen, dass die bestehende Heizzentrale erweitert werden kann. Kosten für ein neues Gebäude sind nicht berücksichtigt. In der Simulation konnte ein Hackschnitzel-BHKW, ein Hackschnitzel-Kessel, eine Luft-Wasser-Wärmepumpe, eine Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdsonden, Freiflächen-Solarthermie und ein Pufferspeicher eingesetzt und optimiert werden. Die günstigste Kombination zur Abdeckung des Wärmebedarfs im simulierten Wärmenetz Förnbach West ergibt sich aus den in Tabelle 5-3 dargestellten Anlagen.

Tabelle 5-3: Optimierte Anlagen zur Wärmeerzeugung und -speicherung im Wärmenetz Förnach West

Anlage	Leistung	Erzeugte Wärme	Investition	Wartungskosten
Biomasse-BHKW	65 kW _{el}	527 MWh/a	71.630 €	5.730 €/a
Biomasse-Kessel	500 kW _{th}	387 MWh/a	346.000 €	6.228 €/a
Luftwärmepumpe	260 kW	1.010 MWh/a	169.260 €	4.232 €/a
Aus bestehendem Wärmenetz Förnbach Ost	max. 76 kW	0,5 MWh/a	-	-
Wärmespeicher		Kapazität:15 kWh	7.299 €	95 €/a
Summe			594.189 €	16.285 €/a

Je nach übrigen Erzeugungskapazitäten im Bestandsnetz können die Anlagen ggf. auch kleiner dimensioniert werden. Eine Alternative zur Nutzung einer Luft-Wasser-Wärmepumpe ist eine Erd-Wasser-Wärmepumpe mit Erdwärmesonden. Bei einem Abstand von 10m und einer Bohrtiefe von 100m sind ca. 165 Erdwärmesonden auf einer Fläche von 16.500 m² notwendig. In Abbildung 5-11 sind zwei Optionen für Flächen in dieser Größenordnung eingezeichnet. Dies ist allerdings weniger wirtschaftlich. In Abbildung 5-12 ist die Wärmeerzeugung über den Jahresverlauf mit der dargestellten Anlagenkombination simuliert.

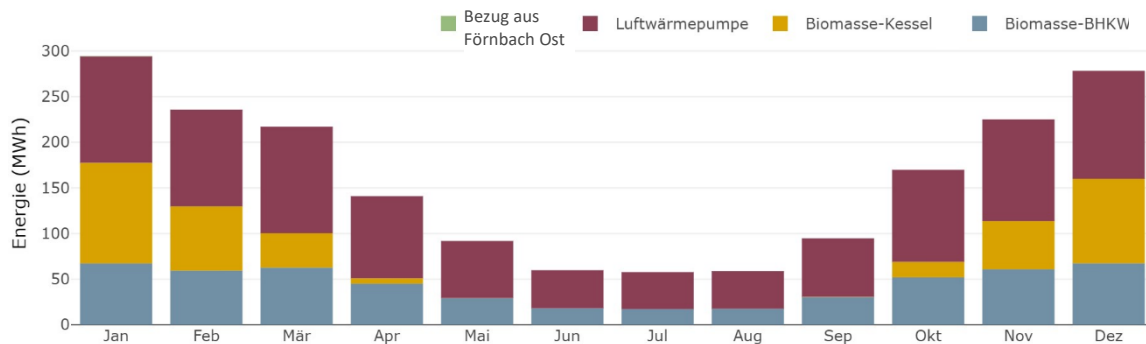


Abbildung 5-12: Wärmeerzeugung über den Jahresverlauf in einem möglichen Wärmenetz Förbach West

Auf Basis der angenommenen Kosten ist eine Investition von 2,1 Mio. Euro für den Aufbau des Wärmenetzes notwendig. Neben den Investitionen fallen einmalige Planungskosten, sowie jährliche Wartungs-, Verbrauchs- und CO₂-Kosten an. Auf Basis eines Wärmepreises von 15 ct/kWh (kein Grund- oder Leistungspreis) amortisiert sich die Investition nach 20 Jahren.

Tabelle 5-4: Investitionskosten und Wirtschaftlichkeitsrechnung Wärmenetz Förbach West

Investitionen		€	Wirtschaftlichkeit		€/a
Gebäudeenergiesysteme	751.542		Investition (Annuität)	-142.588	
Wärmenetz	777.000		Energiekosten	-57.926	
Energiezentrale	594.189		Wartungskosten	-29.692	
Summe	2.122.731		Planungskosten (Annuität)	-17.033	
Summe (Annuität)	142.588 €/a		Erlöse	257.052	
			Jahresüberschuss	9.813	

Die weitere Prüfung des Fokusgebiets ist in Maßnahme 1.4 beschrieben.

5.5 MAßNAHMEN

Die folgenden Maßnahmen bilden die Grundlage für die erfolgreiche Umsetzung der Wärmeplanung in Pfaffenhofen a.d. Ilm. Sie zielen darauf ab, den Wärmebedarf langfristig zu senken, die Energieeffizienz zu steigern und den Anteil erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung zu erhöhen. Dabei werden sowohl technische Lösungen als auch organisatorische und finanzielle Instrumente berücksichtigt, um eine nachhaltige, zukunftssichere und sozial verträgliche Wärmeversorgung sicherzustellen. Unterschieden wird dabei in die Handlungsfelder **Wärmenetze, Einzellösungen, Energieeinsparungen** und **übergreifende Themen**. Im Folgenden sind die erarbeiteten Maßnahmen dargelegt. Die Detaillierung der einzelnen Maßnahmen befindet sich im Anhang.

Tabelle 5-5: Maßnahmenüberblick

Handlungsfelder	Nr.	Maßnahme	Priorität
Wärmenetze	1.1	Wärmenetzverdichtung <ul style="list-style-type: none"> - Fernwärmenetzgebiete (Danpower) - Wärmenetz Eberstetten - Wärmenetz Förbach - Wärmenetz Ecoquartier 	★★★
	1.2	Wärmenetzprüfung Fokusgebiet „Pfaffenhofen West“	★★★
	1.3	Wärmenetzprüfung Fokusgebiet „Alt-Heißmanning“	★★☆
	1.4	Wärmenetzprüfung Fokusgebiet „Förbach West“	★★☆
	1.5	Wärmenetzprüfung weiterer Gebiete <ul style="list-style-type: none"> - Ausbau Fernwärmenetz - Hipp-Siedlung - Industriegebiet Weihern - Uttenhofen - Sulzbach 	★★☆
	1.6	Dekarbonisierung der Erzeugung in den Wärmenetzen <ul style="list-style-type: none"> - Fernwärme Danpower - Wärmenetz Heißmanning & Pfaffelleiten - Wärmenetz Eberstetten 	★★☆
	1.7	Prüfung von Abwärmepotenzialen	★★☆
		Bestehende Maßnahme: Ausbau Erzeugungskapazitäten im Fernwärmenetz (Fernwärmenetzbetreiber) Bestehende Maßnahme: Etablierung eines runden Tisches zur Abstimmung der Wärmenetzverdichtung, -erweiterung und -neubau (Klimaschutzkonzept 2.0)	
Einzel-lösungen	2.1	Informationsarbeit & Beratung zum Heizungstausch	★★★
	2.2	Wärmepumpenkampagne	★★★
	2.3	Prüfung und Ausbau des Stromnetzes für Wärmepumpennutzung	★★☆
Energie-einsparung	3.1	Informationsarbeit & Beratung zu Sanierungsmaßnahmen	★★★
	3.2	Etablierung und Verstetigung von Sanierungsmaßnahmen auf Quartiersebene	★★☆
	3.3	Aufbau einer städtische Förderkulisse für Sanierungsmaßnahmen	★★☆
Übergreifend	4.1	Transformationsplan Gasnetz 2035 – Biogas-/Biomethanstrategie	★★★
	4.2	Gewinnung und Kooperation mit Handwerker:innen / Fachkräften	★★☆
	4.3	Aufbau einer städtische Förderkulisse zum Heizungstausch	★★☆
	4.4	One-Stop-Shop „Wärmewende“	★★★
	4.5	Aufbau einer kontinuierlichen Datenerfassung zur Wärmewende	★★☆
	Bestehende Maßnahme: Aufbau eines Kompetenzzentrums Energie (Klimaschutzkonzept 2.0)		

Wärmenetzverdichtung

1.1

HANDLUNGSFELD	Wärmenetze
ZIELGRUPPE	Gewerbe- und Privatkunden entlang der bestehenden Wärmetrassen
ZIELSETZUNG	Abgleich der lokalen Potenziale und des Wärmebedarfes für die Verdichtung des vorhandenen Wärmenetzes im Gebiet unter den Aspekten technische Umsetzbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Effizienz
ZIELGEBIETE	4, 7, 10, 14, 15, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 32, 33, 44, 53, 60

Beschreibung der Maßnahme

In Försbach, Eberstetten und im Ecoquartier befinden sich Nahwärmenetze (in Betrieb oder im Bau), welche einen Teil der anliegenden Gebäude versorgen. Es besteht kein Anschlusszwang. Diese Nahwärmenetze werden bereits größtenteils über erneuerbare Energien versorgt.

Das Wärmenetz der Firma Danpower befindet sich im Innenstadtdistrikt der Stadt Pfaffenhofen ad. I. Die aktuelle Wärmeerzeugung wird mit Biomasse in Form von Hackschnitzel in einem BHKW erzeugt. Zur Spitzenlastabdeckung wird ein Gas- und ein Öl-Kessel genutzt. Versorgt werden vorwiegend Großabnehmer im gewerblichen Bereich. Zudem sind einige, private Haushalte an den bestehenden Trassen angeschlossen. Das BHKW hat Reserven in der Wärmeerzeugung, zudem befindet sich der Bau weiterer Wärmeerzeuger in Planung.

Die Netze bieten die Möglichkeit der Nachverdichtung. Entlang der bestehenden Trassen ist der Anschluss von weiteren Wärmeabnehmern zu prüfen und das Interesse zum Anschluss an das Wärmenetz abzufragen. Die Wärmeverdichtungsgebiete bieten die folgenden Potenziale:

Tabelle 5-6: Überblick Wärmenetzverdichtungsgebiete mit Anschlussquoten, Wärmemengen und Kostenschätzung

Gebiet	Anschlussquote		Wärmemenge über Wärmenetz [MWh]		Kostenschätzung [€]		Akteur
	2022	Ziel	2022	2035	Netz	HA	
7	0%	60%	0	3.187	2,1 Mio	550 T	Ebner
14	23%	60%	2.836	3.145		470 T	Knorr
15	84%	100%	2.255	2.293		200 T	Ecoquartier
4	8%	80%	7.997	9.955	1,7 Mio	1,6 Mio	Danpower
10	8%	60%	2.742	5.026		910 T	
22	15%	60%	842	1.579	450 T	810 T	
23	17%	60%	1.122	932	270 T	290 T	
24	88%	100%	25.140	23.945		90 T	
25	9%	85%	138	707	370 T	420 T	
26	21%	60%	362	752		120 T	
28	0%	67%	0	165	70 T	60 T	
29	38%	60%	5.431	3.847		220 T	
32	23%	60%	2.116	2.362	110 T	890 T	
33	24%	60%	3.593	4.121		510 T	
44	12%	60%	1.311	2.273	360 T	860 T	
53	18%	80%	10.824	16.802	3,4 Mio	5,1 Mio	
60	3%	60%	142	565	310 T	310 T	
Alle Verdichtungsgebiete Fernwärme			61.760	73.031	7 Mio	12 Mio	
Fernwärme Gesamt mit Wärmenetzverdichtung			65.480	76.062			

Zur Abstimmung zwischen Wärmenetzbetreibern und Stadt und zur Steuerung der Maßnahme soll der Runde Tisch Wärme genutzt werden.		
Handlungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analyse der Potenziale für zusätzliche Anschlüsse und deren wirtschaftliche und technische Machbarkeit (Netzbetreiber) 2. Priorisierung der Verdichtungsgebiete nach technischen Kriterien und Anschlussinteresse (Netzbetreiber & Stadt) 3. Ermittlung des Anschlussinteresses der möglichen Wärmeabnehmer / Informationskampagne (Netzbetreiber & Stadt) 4. Planung der erforderlichen technischen Maßnahmen, wie Rohrleitungsbau, Anschlussstationen und möglicherweise notwendige Erweiterungen der Erzeugungskapazitäten (Netzbetreiber) 5. ggf. Ausweisung von Wärmenetzgebieten (Stadt) 	
Verantwortung / Akteur: innen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Fernwärmenetzbetreiber (Danpower) ▶ Wärmenetzbetreiber Eberstetten (Knorr) ▶ Wärmenetzbetreiber Fönbach (Ebner) ▶ Wärmenetzbetreiber Ecoquartier 	Einfluss/Rolle der Kommune <ul style="list-style-type: none"> ▶ Motivieren
Umsetzungskosten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Netz: 9,1 Mio € 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Hausanschlüsse: 13,2 Mio. € (Anlage inkl. Anschlussleitung)
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM) <ul style="list-style-type: none"> ▶ Anschluss an ein Gebäudenetz (bis zu 50%) 	
Herausforderungen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Anschlussbereitschaft ▶ Finanzierung der Investitionskosten 	
Erfolgsindikator	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Anschlussquote 	
Flankierende Aktivitäten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Wärmenetzprüfung, Dekarbonisierung der Wärmenetze 	
Zeitplanung		
Umsetzungsbeginn	1. Quartal 2025	<input checked="" type="checkbox"/> Dauerhaft <input type="checkbox"/> Wiederholend
Zeitliche Einordnung	langfristig	
Laufzeit	Bis zum Zieljahr 2035	

Wärmenetzprüfung Fokusgebiet „Pfaffenhofen West“		1.2
HANDLUNGSFELD	Wärmenetze	
ZIELGRUPPE	Stadtwerke Pfaffenhofen, Anwohner Pfaffenhofen West, Industriebetriebe	
ZIELSETZUNG	Prüfung eines möglichen Wärmenetzes im Westen der Kernstadt Pfaffenhofen mit eigenständiger Versorgung und Abwärmennutzung oder mit Anschluss an das Fernwärmenetz	
ZIELGEBIETE	41, 42, 43	
Beschreibung der Maßnahme		
<p>Im Rahmen der Analyse des Fokusgebiets (s. Kapitel 5.4.1) wurden zwei Varianten für ein mögliches Wärmenetz in Pfaffenhofen West aufgezeigt. In den nächsten fünf Jahren ist ein Ausbau des Fernwärmenetzes seitens des Betreibers nicht geplant. Die Lösung könnte dennoch weiterverfolgt werden, indem ggf. übergangsweise eine mobile Erzeugungszentrale eingesetzt wird, wenn die Lösung des Fernwärmeanschlusses favorisiert und der Ausbau eines Netzes kurzfristig umgesetzt werden soll. Alternativ kann die Variante des eigenständigen Netzes weiterverfolgt werden. Als mögliche Ankerkunden könnten die Betriebe im Gewerbegebiet dienen. Diese sollten in eine Planung miteinbezogen werden. Der Einsatz von Fördermitteln sollte berücksichtigt werden, um die Wärmegestehungskosten zu senken und einen wettbewerbsfähig Wärmepreis anbieten zu können.</p>		
Handlungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zusammenbringen der Akteure und Spezifizierung des Wärmebedarfs und -potenziale im Industriegebiet, Prüfung des Abwärmepotenzials zur Nutzung im Wärmenetz (Stadt) 2. Machbarkeitsstudie Wärmenetz (Wärmenetzbetreiber) 3. Ermittlung des Anschlussinteresses der möglichen Wärmeabnehmer (Wärmenetzbetreiber + Stadt) 4. Auslegung des Systems (Wärmenetzbetreiber) 5. ggf. Sicherung notwendiger Flächen (Wärmenetzbetreiber) 6. Planung der erforderlichen technischen Maßnahmen, wie Rohrleitungsbau, Anschlussstationen und möglicherweise notwendige Erweiterungen/Bau der Erzeugungskapazitäten (Wärmenetzbetreiber) 	
Verantwortung / Akteur: innen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Stadtwerke Pfaffenhofen ▶ Industriebetriebe 	Einfluss/Rolle der Kommune <ul style="list-style-type: none"> ▶ Motivieren
Umsetzungskosten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 20.000 € Machbarkeitsstudie ▶ 120.000-200.000 Planungsleistungen ▶ Umsetzung siehe Modellierung Fokusgebiet 	
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) <ul style="list-style-type: none"> ▶ Modul I - Transformationsplan: bis zu 50 % der förderfähigen Kosten ▶ Modul II - Realisierung: bis zu 40 % der förderfähigen Kosten ▶ Modul IV - Betriebskostenförderung: für Wärmepumpen abhängig von Wirtschaftlichkeitslücke ▶ BioWärme Bayern (bei Nutzung eines Biomasseheizwerk) 	
Herausforderungen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Finanzierung, hohe Kosten Netzausbau ▶ Integration Anforderungen Prozesswärme ▶ Anschlussbereitschaft 	
Erfolgsindikator	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Fundierte Aussage zur Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzausbau ▶ Anschlussquote 	

Flankierende Aktivitäten	▶ Wärmenetzverdichtung Fernwärmenetz, Transformation Industriebetriebe	
Zeitplanung		
Umsetzungsbeginn	1. Quartal 2025	<input type="checkbox"/> Dauerhaft <input type="checkbox"/> Wiederholend
Zeitliche Einordnung	mittelfristig	
Laufzeit	Min. ein Jahr für Machbarkeitsstudie und Planung	

Wärmenetzprüfung Fokusgebiet „Alt-Heißmanning“		1.3
HANDLUNGSFELD	Wärmenetze	
ZIELGRUPPE	Stadtwerke Pfaffenhofen, Anwohner Heißmanning	
ZIELSETZUNG	Prüfung einer möglichen Wärmenetzerweiterung des Wärmenetzes im Neubaugebiet Heißmanning zur Erschließung des gesamten Ortsteils Heißmanning mit einem Nahwärmenetz	
ZIELGEBIETE	2, 3	
Beschreibung der Maßnahme		
<p>Eine Wärmenetzversorgung kann im Detail geprüft werden, und ist insbesondere bei Überkapazitäten im bestehenden Netz, die eine günstige Wärmeerzeugung ermöglichen, zu empfehlen. Aufgrund der Baustruktur ist die Wärmebedarfsdichte im untersuchten Gebiet sehr niedrig, d.h. eine möglichst hohe Anschlussquote ist anzustreben, um die Wirtschaftlichkeit eines Netzausbaus zu gewährleisten. Bei einem möglichen Neubau von Gebäuden nördlich der Weinstraße könnte dies mit neuen Rahmenbedingungen erneut geprüft werden.</p>		
Handlungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Machbarkeitsstudie Wärmenetzerweiterung (Wärmenetzbetreiber) 2. Ermittlung des Anschlussinteresses der möglichen Wärmeabnehmer (Wärmenetzbetreiber + Stadt) 3. Auslegung des Systems (Wärmenetzbetreiber) 4. ggf. Sicherung notwendiger Flächen (Wärmenetzbetreiber) 5. Planung der erforderlichen technischen Maßnahmen, wie Rohrleitungsbau, Anschlussstationen und möglicherweise notwendige Erweiterungen/Bau der Erzeugungskapazitäten (Wärmenetzbetreiber) 6. ggf. Ausweisung Wärmenetzgebiet (Stadt) 	
Verantwortung / Akteur: innen	▶ Stadtwerke Pfaffenhofen	Einfluss/Rolle der Kommune ▶ Motivieren
Umsetzungskosten	▶ 20.000 € Machbarkeitsstudie	
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	▶ Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) <ul style="list-style-type: none"> ▶ Modul I - Transformationsplan: bis zu 50 % der förderfähigen Kosten ▶ Modul II - Realisierung: bis zu 40 % der förderfähigen Kosten ▶ Modul IV - Betriebskostenförderung: für Wärmepumpen abhängig von Wirtschaftlichkeitslücke 	
Herausforderungen	▶ Wirtschaftlichkeit, hohe Kosten Netzausbau ▶ Anschlussbereitschaft	
Erfolgsindikator	▶ Fundierte Aussage zur Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Wärmenetzerweiterung ▶ Anschlussquote	
Flankierende Aktivitäten	▶ keine	
Zeitplanung		
Umsetzungsbeginn	1. Quartal 2025	<input type="checkbox"/> Dauerhaft <input type="checkbox"/> Wiederholend
Zeitliche Einordnung	mittelfristig	
Laufzeit	Min. ein Jahr für Machbarkeitsstudie und Planung	

Wärmenetzprüfung Fokusgebiet „Förnbach West“		1.4
HANDLUNGSFELD	Wärmenetze	
ZIELGRUPPE	Wärmenetzbetreiber Förnbach Ost, Anwohner Förnbach West	
ZIELSETZUNG	Prüfung einer möglichen Wärmenetzerweiterung des Wärmenetzes Förnbach zur Erschließung des Gebiets Förnbach West	
ZIELGEBIETE	6	
Beschreibung der Maßnahme		
<p>Auf Basis der Fokusgebietsanalyse (siehe Kapitel 5.4.3) ist eine ausführliche Prüfung der Wärmenetzerweiterung, inkl. der Betrachtung von verschiedenen Varianten, sinnvoll. Da sich das Wärmenetz Förnbach Ost gerade im Aufbau befindet, könnte dort ggf. eine Erweiterung mit angedacht und beim Bau berücksichtigt werden, ohne dass zunächst zusätzliche Investitionen getätigt werden. Aufgrund der beschränkten Verfügbarkeit von Biomasse, sollte insbesondere die Machbarkeit der Nutzung von Wärmepumpen ggf. mit oberflächennaher Geothermie im Detail begutachtet werden. Zusätzlich sollte der Einsatz von Fördermitteln berücksichtigt werden, um den Wärmegegestehungspreis zu senken, mögliche Fördermittelquellen sind unten aufgelistet.</p>		
Handlungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Machbarkeitsstudie Wärmenetzerweiterung (Wärmenetzbetreiber) 2. Ermittlung des Anschlussinteresses der möglichen Wärmeabnehmer (Wärmenetzbetreiber + Stadt) 3. Auslegung des Systems (Wärmenetzbetreiber) 4. ggf. Sicherung notwendiger Flächen (Wärmenetzbetreiber) 5. Planung der erforderlichen technischen Maßnahmen, wie Rohrleitungsbau, Anschlussstationen und möglicherweise notwendige Erweiterungen/Bau der Erzeugungskapazitäten (Wärmenetzbetreiber) 6. ggf. Ausweisung Wärmenetzgebiet (Stadt) 	
Verantwortung / Akteur: innen	▶ Wärmenetzbetreiber Förnbach Ost	Einfluss/Rolle der Kommune ▶ Versorgen, Motivieren
Umsetzungskosten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 20.000 € Machbarkeitsstudie ▶ 120.000-200.000 Planungsleistungen ▶ Umsetzung siehe Modellierung Fokusgebiet 	
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) <ul style="list-style-type: none"> ▶ Modul I - Transformationsplan: bis zu 50 % der förderfähigen Kosten ▶ Modul II - Realisierung: bis zu 40 % der förderfähigen Kosten ▶ Modul IV - Betriebskostenförderung: für Wärmepumpen abhängig von Wirtschaftlichkeitslücke ▶ BioWärme Bayern (bei Nutzung eines Biomasseheizwerk) ▶ Bürgerenergiegenossenschaft 	
Herausforderungen	▶ Finanzierung	▶ Anschlussbereitschaft
Erfolgsindikator	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Fundierte Aussage zur Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit ▶ Anschlussquote 	
Flankierende Aktivitäten	▶ Wärmenetzverdichtung Förnbach Ost	
Zeitplanung		
Umsetzungsbeginn	3. Quartal 2025	<input type="checkbox"/> Dauerhaft <input type="checkbox"/> Wiederholend
Zeitliche Einordnung	mittelfristig	
Laufzeit	Min. ein Jahr für Machbarkeitsstudie und Planung	

Wärmenetzprüfung weiterer Gebiete		1.5
HANDLUNGSFELD	Wärmenetze	
ZIELGRUPPE	Wärmenetzbetreiber, Immobilieneigentümer in Wärmenetzprüfgebieten	
ZIELSETZUNG	Abgleich der lokalen Potenziale und des Wärmebedarfes für den Ausbau des vorhandenen Wärmenetzes im Gebiet unter den Aspekten technische Umsetzbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Effizienz	
ZIELGEBIETE	8, 9, 13, 17, 21, 27, 30, 31, 34, 39, 45, 49, 50, 51, 52, 58	
Beschreibung der Maßnahme		
<p>Da Wärmenetze die Chance bieten, sehr viele Gebäude auf einmal mit klimaneutraler Wärme zu versorgen und weitere Gebiete wahrscheinlich für eine Wärmenetz geeignet sind, sollten neben den beschriebenen Fokusgebiete weitere Gebiete bzgl. eines Wärmenetzausbaus geprüft werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Das Industriegebiet Weihern (13) liegt in unmittelbarer Nähe des Wärmenetzes Eberstetten. ▶ Im Falle einer weiteren Erschließung der Hipp-Siedlung (17) bietet sich aufgrund der Nähe zum Wärmenetz Pfaffelleiten die Prüfung einer Erweiterung an. ▶ In Sulzbach (45) werden bereits zwei Gebäudenetze von ansässigen Landwirten betrieben, welche als Startpunkte für ein größeres Wärmenetz dienen könnten. Einbindung von lokalen Akteuren und Potenzialen zu prüfen, ggf. Kombination mit Fokusgebiet Pfaffenhofen West. ▶ Bei einer Biogasanlage in Griesbach wurde ein Abwärmepotenzial identifiziert. Dies könnte in ein mögliches Wärmenetz im Ort Uttenhofen (58) eingebunden werden. ▶ Mehrere Gebiete im Innenstadtbereich bieten sich als Ausbauggebiet für das bestehende Fernwärmenetz an, da dies dort bereits anliegt. <p>In der folgenden Tabelle werden die wichtigsten Parameter für die Wärmenetzprüfung gelistet.</p>		

Tabelle 5-7: Wärmenetzprüfgebiete mit Zielquoten, Wärmemengen und Kostenschätzung

Gebiet	Potenzial	Anschlussquote		Wärmemenge über Wärmenetz [MWh]		Kostenschätzung [€]		Akteur
		2022	Ziel	2022	2035	Netz	HA	
13	Anschluss Wärmenetz Eberstetten	0%	60%	0	540	570 T	110 T	Knorr
17	Anschluss Wärmenetz Pfaffelleiten	0%	100%	0	195	240 T	170 T	SW PAF
45*	Prüfung Neubau Wärmenetz*	0%	60%	0	4.789	4,3 Mio	1,1 Mio	SW PAF
58	Nutzung Abwärmepotenzial Biogasanlage Griesbach	0%	60%	0	1.799	2,4 Mio	1,3 Mio	tbd
8	Anschluss Fernwärmenetz Danpower	0%	60%	0	1.092	900 T	740 T	Danpower
9		8%		373	601	30 T	200 T	
21		0%			425	250 T	210 T	
27		0%		0	820	100 T	240 T	
30		0%		0	782	840 T	600 T	
31		8%		374	871	310 T	340 T	
34		8%		1.311	2.091	930 T	1 Mio	
39		2%		194	2.064	1,4 Mio	1,2 Mio	
49		29%		620	820	180 T	260 T	
50		2%		741	3.290	1,6 Mio	1,6 Mio	
51		0%		0	1.989	1,1 Mio	1,1 Mio	
52		0%		0	1.607	710 T	590 T	
Alle Wärmenetzprüfgebiete Fernwärme				3.613	89.483	8 Mio	8 Mio	
Fernwärme Gesamt mit Wärmenetzverdichtung und Wärmenetzausbau				65.480	92.514			

* Zahlen für das Gebiet Sulzbach wurden im Rahmen einer detaillierten Quartiersbetrachtung berechnet

Sowohl bei der Verdichtung als auch beim Aus- und Neubau von Wärmenetzen ist zu beachten, dass langfristig nachhaltige Wärmenetze ein niedrigeres Temperaturniveau aufweisen und lokale, erneuerbare Wärme und Abwärme integrieren sollten. Um niedrig temperierte Wärme, zum Beispiel aus erneuerbaren Wärmequellen und Abwärme, aufnehmen zu können und bei der Verteilung möglichst wenig Wärme an die Umwelt zu verlieren, werden Wärmenetze sukzessive umgebaut und in moderne Wärmenetze mit geringeren Temperaturniveaus transformiert. Diese Transformation ist hochkomplex und kombiniert Maßnahmen sowohl am Wärmenetz als auch bei den Wärmeabnehmern (bauliche und energetische Voraussetzungen der Gebäude). Voraussetzung dafür ist, dass dies technisch möglich und für die Betreiber der Wärmenetze wirtschaftlich zumutbar ist.

Handlungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identifikation eines möglichen Wärmenetzbetreibers, soweit noch nicht erfolgt (Stadt) 2. Abgleich der potenziellen Wärmemengen im Gebiet mit den Erzeugungskapazitäten und Anschlussmöglichkeiten an bestehende Netze (Wärmenetzbetreiber) 3. Priorisierung der Ausbaugebiete nach technischen Kriterien und Anschlussinteresse (Wärmenetzbetreiber + Stadt), Identifikation von möglichen Ankerkunden (Wärmenetzbetreiber + Stadt) 4. Ermittlung des Anschlussinteresses der möglichen Wärmeabnehmer (Wärmenetzbetreiber) 5. Planung der erforderlichen technischen Maßnahmen, wie Rohrleitungsbau, Anschlussstationen und möglicherweise notwendige Erweiterungen/Bau der Erzeugungskapazitäten (Wärmenetzbetreiber) 6. ggf. Ausweisung von Wärmenetzgebieten (Stadt) 		
Verantwortung / Akteur: innen	▶ Wärme-netzbetreiber	Einfluss/Rolle der Kommune	▶ Motivieren
Umsetzungskosten	▶ Machbarkeitsstudien ca. 20.000 € ▶ Umsetzung siehe Tabelle		
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	▶ Bundesförderung für effiziente Wärmenetze ▶ Modul I - Machbarkeitsstudie: bis zu 50 % der förderfähigen Kosten ▶ Modul II - Realisierung: bis zu 40 % der förderfähigen Kosten		
Herausforderungen	▶ Anschlussbereitschaft ▶ Finanzierung der Investitionskosten		
Erfolgsindikator	▶ Anzahl der Gebiete mit fundierter Aussage zur Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Wärmenetzerweiterung ▶ Ausweisung als Wärmenetz- oder dezentrale Gebiete		
Flankierende Aktivitäten	▶ Wärmenetzverdichtung Fernwärmenetz, Dekarbonisierung der Fernwärme		
Zeitplanung			
Umsetzungsbeginn	3. Quartal 2025	<input checked="" type="checkbox"/> Dauerhaft <input type="checkbox"/> Wiederholend	
Zeitliche Einordnung	mittelfristig		
Laufzeit	Zwei Jahre		

Dekarbonisierung der Erzeugung in den Wärmenetzen

1.6

HANDLUNGSFELD Wärmenetze

ZIELGRUPPE Wärmenetzbetreiber

ZIELSETZUNG Umstellung der Wärmeerzeugung in den bestehenden Wärmenetzen auf 100% erneuerbare Energien nach dem Wärmeplanungsgesetz

ZIELGEBIETE 1, 14, 18, 29

Beschreibung der Maßnahme

Die Wärmeerzeugung für Wärmenetze erfolgt in Pfaffenhofen bereits mit einem hohen Anteil erneuerbarer Energieträger, größtenteils durch Biomasse. Insbesondere in der Spitzenlast- und Reserveabdeckung kommen allerdings weiterhin die fossilen Energieträger Heizöl und Erdgas zum Einsatz. Für eine klimaneutrale Wärmeversorgung muss die Wärmeerzeugung in diesen Netzen auf 100% erneuerbare Energien umgestellt werden. Zudem gelten nach dem Wärmeplanungsgesetz (Teil 3) die folgenden Anforderungen an Wärmenetze:

- ▶ Ab dem 1.1.2030 muss die Nettowärmeerzeugung zu einem Anteil von mindestens 30% aus erneuerbaren Energien, unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination hieraus gespeist werden.
- ▶ Ab dem 1.1.2040 erhöht sich dieser Anteil auf mindestens 80%.
- ▶ Ab dem 1.1.2045 muss jedes Wärmenetz vollständig mit Wärme aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme gespeist werden. Zusätzlich wird bei Wärmenetzen mit einer Länge von über 50 km, der Anteil Biomasse an der jährlich erzeugten Wärmemenge ab dem 1.1.2045 auf 15% beschränkt.
- ▶ Ausnahmen bestehen für unbillige Härten und bei der Umsetzung von komplexen Maßnahmen (Fristverlängerungen), sowie bei der Versorgung von ausschließlich gewerblichen oder industriellen Verbrauchern mit Prozesswärme und bei der Nutzung von Wärme aus geförderten KWK-Anlagen.

Nach dem WPG muss jeder Betreiber eines Wärmenetzes, das noch nicht vollständig aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme gespeist wird, bis zum 31.12.2026 einen Wärmenetzausbau- und -dekarbonisierungsfahrplan nach WPG Anhang 3 erstellen, der nach Landesrecht zuständigen Behörde vorlegen und diesen auf seiner Webseite veröffentlichen. Davon ausgenommen sind Wärmenetze mit einer Länge von weniger als einem Kilometer. Betreiber von Wärmenetze mit einer Länge unter zehn Kilometer und einem Anteil von mindestens 65% an erneuerbaren Energien müssen einen Plan erstellen, können dabei jedoch auf die Darstellungen nach WPG Anhang 3 Abschnitt II bis IV verzichten.

Für eine 100% erneuerbare Energieversorgung sollte für die folgenden Wärmenetze ein Fahrplan zur Dekarbonisierung erstellt und umgesetzt werden. Die weiteren Wärmenetze (Ecoquartier, Fönbach) werden bereits zu 100% durch erneuerbare Energien (Biomasse, Biogas/-methan) versorgt.

Tabelle 5-8: Wärmenetze mit teilweise fossiler Erzeugung und Notwendigkeit eines Dekarbonisierungsfahrplans

Wärmenetz	Länge des Netzes	Erzeugung 2022						Fahrplan nach WPG notwendig?	Akteur
		Erdgas	Heizöl	Biomasse	Biomethan	Umweltwärme	Anteil EE		
Heißmannig	<1 km	90%				10%	10%	Zu prüfen*	SW PAF
Eberstetten	3 km		1%	99%			99%	Ja, verkürzt	Knorr
Pfaffelleiten	2 km	23%			50%	27%	77%	Ja, verkürzt	SW PAF
Fernwärme	22 km	10%		90%			90%	Ja	Danpower
* abhängig von der Netzlänge, ggf. in Kombination mit Ausbaufahrplan									
Im Bereich des Fernwärmenetzes sind bereits erste Aktivitäten angestoßen, dort soll eine weitere Heizzentrale mit Nutzung der Abwärme aus der Kläranlage gebaut werden.									
Handlungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prüfung der Anforderungen nach dem WPG 2. Erstellung des Fahrplans 3. ggf. Beantragung von Fördermitteln zur Umsetzung der Maßnahmen 4. Umsetzung der Maßnahmen für eine 100% EE-Versorgung 								
Verantwortung / Akteur: innen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Fernwärmenetzbetreiber (Danpower) ▶ Wärmenetzbetreiber Eberstetten (Knorr) ▶ Wärmenetzbetreiber Pfaffelleiten & Heißmannig (SW PAF) 				Einfluss/Rolle der Kommune		<ul style="list-style-type: none"> ▶ Motivieren 		
Umsetzungskosten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Ersatz der eingesetzten Energieträger (Erdgas und Biomethan zumindest bilanziell) ▶ Ersatz der Erzeugungsanlagen 								
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Bundesförderung für effiziente Wärmenetze <ul style="list-style-type: none"> ▶ Modul I - Transformationsplan: bis zu 50 % der förderfähigen Kosten ▶ Modul III - Einzelmaßnahmen: bis zu 40 % der förderfähigen Kosten 								
Herausforderungen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Wirtschaftlichkeit ▶ Passende Technologien für Spitzenlast und Reserve 								
Erfolgsindikator	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Anteil der erneuerbaren Wärmeerzeugung 								
Flankierende Aktivitäten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Wärmenetzverdichtung, Wärmenetzprüfung ▶ Fernwärmeausbaustrategie (Klimaschutzkonzept) 								
Zeitplanung									
Umsetzungsbeginn	1. Quartal 2025				<input type="checkbox"/> Dauerhaft <input type="checkbox"/> Wiederholend				
Zeitliche Einordnung	mittelfristig								
Laufzeit	Erstellung der Fahrpläne bis 2026, Umsetzung bis zum Zieljahr								

Prüfung von Abwärmepotenzialen		1.7
HANDLUNGSFELD	Wärmenetze	
ZIELGRUPPE	Wärmenetzbetreiber, Industrieunternehmen	
ZIELSETZUNG	Identifikation und Bewertung von Nutzungsmöglichkeiten für Abwärmepotenziale	
ZIELGEBIETE	24, 29, 43, 58	
Beschreibung der Maßnahme		
<p>Im Rahmen der Wärmeplanung wurden mehrere Abwärmepotenziale bei Gewerbebetrieben sowie bei einer Biogasanalyse identifiziert. Um Abwärmequellen nutzbar zu machen, sind mehrere Möglichkeiten vorstellbar. Zwei naheliegende Optionen sind einerseits die Nutzung zur Gebäudeheizung vor Ort bzw. die Einspeisung in ein Gebäudenetz und andererseits die Einspeisung in ein größeres Wärmenetz. Ausschlaggebend für eine wirtschaftliche Nutzung ist dabei die Menge der Abwärme, die Verfügbarkeit über Tages- und Jahresverlauf, sowie das Temperaturniveau. Bei konventionellen Wärmenetzen mit hohen Vorlauftemperaturen (80 °C bis 120 °C) ist oft die Herausforderung, dass die Temperatur der Abwärme ggf. mithilfe einer Wärmepumpe angehoben werden muss, was nicht immer wirtschaftlich ist. Beim Neubau von Wärmenetzen kann ggf. ein geringeres Temperaturniveau vorgesehen werden, wenn dies von Abnehmerseite möglich ist.</p> <p>In den folgenden Teilgebieten wurden Abwärmepotenziale identifiziert:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teilgebiet 24 - Teilgebiet 29 - Teilgebiet 43 - Teilgebiet 58 <p>Die Abwärmepotenziale in den Teilgebieten 43 und 58 sollen im Rahmen einer Wärmenetzprüfung berücksichtigt werden. Die Abwärmepotenziale in den Gebieten 24 und 29 liegen im Bereich des Fernwärmenetzes. Aufgrund der Temperaturniveaus und Mengen ist eine Nutzung im Fernwärmenetz unwahrscheinlich, genauso wie der Aufbau eines passenden, separaten Wärmenetzes in der Nähe (aufgrund des bereits vorhandenen Fernwärmenetzes). Es sollte jedoch geprüft werden, ob die Nutzung im Rahmen eines Gebäudenetzes möglich und wirtschaftlich umsetzbar ist.</p> <p>Weitere Abwärmepotenziale könnten existieren oder in Zukunft entstehen. Durch das Energieeffizienzgesetz (EnEFG) werden Unternehmen mit einem Gesamtenergieverbrauch von mehr als 2,5 GWh verpflichtet, ab dem 1.1.2025 Abwärmepotenziale über eine Online-Plattform zu melden (Stand 9.8.2024). Unternehmen ohne Meldepflicht können sich bei Interesse direkt an das Klimaschutzmanagement der Stadt Pfaffenhofen a.d. Ilm wenden.</p>		
Handlungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Regelmäßige Überprüfung der Abwärmeplattform (Stadt) 2. Identifikation von möglichen Abnehmern, Zusammenbringen der Akteure (Stadt) 3. Prüfung der Machbarkeit (Gewerbebetriebe, Abnehmer, möglicher Betreiber) 	
Verantwortung / Akteur: innen	▶ Gewerbebetrieb	Einfluss/Rolle der Kommune ▶ Motivieren
Umsetzungskosten	▶ Kosten im Rahmen einer Machbarkeitsstudie zu ermitteln	
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	▶ Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM) ▶ Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes ▶ Anschluss an ein Gebäudenetz	
Herausforderungen	▶ Geeignete Abnehmer finden	
Erfolgsindikator	▶ Anzahl der identifizierten Abwärmepotenziale	

	▶ Nutzung der Abwärme	
Flankierende Aktivitäten	▶ Dekarbonisierung Wärmenetze	
Zeitplanung		
Umsetzungsbeginn	1. Quartal 2024	<input type="checkbox"/> Dauerhaft <input checked="" type="checkbox"/> Wiederholend
Zeitliche Einordnung	mittelfristig	
Laufzeit	Bis zur Aktualisierung der Wärmeplanung (2029)	

Informationsarbeit und Beratung zum Heizungstausch

2.1

HANDLUNGSFELD	Einzellösungen
ZIELGRUPPE	Immobilieigentümer
ZIELSETZUNG	Hilfestellung für Immobilienbesitzer in dezentralen Gebieten zu Möglichkeiten beim Heizungstausch
ZIELGEBIETE	5, 11, 12, 16, 19, 20, 35, 36, 37, 38, 40, 46, 48, 54, 55, 56, 57, 59, 61

Beschreibung der Maßnahme

Der Gebäudebestand ist wesentlich durch gas- und ölbefeuerte Verbrennungssysteme gekennzeichnet, die einen hohen Primärenergiebedarf aufweisen. Dabei kann der Bestand der gas- und vor allem der ölbetriebenen Wärmeerzeuger als stark veraltet eingestuft werden. Das Durchschnittsalter der Heizungstechnik in Mehrfamilienhäusern beträgt etwa 20 Jahre. In Ein- und Zweifamilienhäusern sind die Wärmeerzeuger im Schnitt 16 Jahre alt (Quelle: BMWi).

Um Gebäudebesitzer zum Tausch ihrer Heizung und zum Wechsel auf erneuerbare Energien beim Heizungsersatz zu motivieren, sollten verschiedene Informations- und Beratungsmaßnahmen umgesetzt werden. Mögliche Formate sind dabei:

- ▶ **Flyer und Broschüren:** Kurze, prägnante Informationen über die Vorteile eines Heizungstauschs, mögliche Förderungen und Ansprechpartner.
- ▶ **Aushänge in öffentlichen Gebäuden:** Plakate und Informationsmaterialien in Rathäusern, Bürgerbüros, Bibliotheken und anderen kommunalen Einrichtungen.
- ▶ **Kommunale Website:** Eine Unterseite auf der Webseite der Stadt Pfaffenhofen, die umfassende Informationen, Beispiele und Links zu Fördermöglichkeiten bietet.
- ▶ **Informationsabende:** Lokale Veranstaltungen mit Expertenvorträgen, um direkt mit der Zielgruppe in Kontakt zu treten.
- ▶ **Fallstudien und Erfolgsgeschichten:** Erfahrungsberichte von Hausbesitzern, die bereits einen Heizungstausch durchgeführt haben.
- ▶ **Individuelles Beratungsangebot:** Energiesprechstunde als Online- oder telefonische Beratung in Zusammenarbeit mit Energieberatern
- ▶ **Kommunale Förderprogramme:** Spezielle Fördermittel oder Zuschüsse für Bürger, die ihre Heizungen austauschen.

Dabei kann eine Kooperation mit ortsansässigen Installateuren, Heizungsfirmen und den Stadtwerken Pfaffenhofen, die direkt in die Kampagne eingebunden werden und als Ansprechpartner dienen, sinnvoll sein.

Folgende Förderung zum Heizungstausch ist aktuell über die Bundesförderung für effiziente Gebäude möglich und kann in eine Informationskampagne eingebunden werden:

Tabelle 5-9: Förderquoten der Bundesförderung für effiziente Gebäude für Einzelmaßnahmen im Bereich Heizungstausch

Einzelmaßnahmen (Heizungstausch)	Zuschuss	Effizienz-Bonus	Klimageschwindigkeits-Bonus ²	Einkommens-Bonus ³
solarthermische Anlagen	30 %		max. 20 %	30 %
Biomasseheizungen ¹	30 %		max. 20 %	30 %
Wärmepumpen	30 %	5 %	max. 20 %	30 %
Brennstoffzellenheizung	30 %		max. 20 %	30 %

Wasserstofffähige Heizung (Investitionsmehrausgaben)	30 %		max. 20 %	30 %
Innovative Heizungstechnik	30 %		max. 20 %	30 %
Errichtung, Umbau, Erweiterung Gebäudenetz	30 %		max. 20 %	30 %
Gebäudenetzanschluss	30 %		max. 20 %	30 %
Wärmenetzanschluss	30 %		max. 20 %	30 %

¹ Bei Biomasseheizungen wird bei Einhaltung eines Emissionsgrenzwert für Staub von 2,5 mg/m³ ein zusätzlicher pauschaler Zuschlag i.H.v 2.500 Euro gemäß BEG EM Nummer 8.4.7 gewährt.

² Der Klimageschwindigkeits-Bonus ist nur für selbstnutzende Eigentümerinnen und Eigentümer beim Austausch besonders alter, ineffizienter fossiler Heizungen und Biomasseheizungen erhältlich. Er reduziert sich gestaffelt gemäß BEG EM Nummer 8.4.4.

³ Der Einkommensbonus wird nur bei einem Haushaltseinkommen unter 40.000 € gewährt.

Die Höchstgrenze der förderfähigen Ausgaben für den Heizungstausch beträgt 30.000 Euro für die erste Wohneinheit, jeweils 15.000 Euro für die zweite bis sechste Wohneinheit, jeweils 8.000 Euro ab der siebten Wohneinheit.

Handlungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bedarfsanalyse: Erhebung des Informations- und Beratungsbedarf in den Zielgruppen 2. Strategieentwicklung: Erstellung eines Plans für die Informationsarbeit 3. Ressourcenplanung: Festlegung der notwendigen personellen und finanziellen Maßnahmen 4. Umsetzung der Kommunikationsmaßnahmen
--------------------------	---

Verantwortung / Akteur: innen	▶ Stadt Pfaffenhofen	Einfluss/Rolle der Kommune	▶ Motivieren
--------------------------------------	----------------------	-----------------------------------	--------------

Umsetzungskosten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Personal- und Sachkosten für Organisation und ggf. Infomaterial; Kampagne ab 10.000 € ▶ Planung der Öffentlichkeitsarbeit und wiederholende Angebote: 0,3 VZK
-------------------------	--

Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Kampagne: Haushaltsmittel der Kommune ▶ Heizungstausch: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM) ▶ Steuerliche Förderung energetischer Gebäudesanierung (Energetische Sanierungsmaßnahmen-Verordnung (EnSanMV))
---	---

Herausforderungen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Erreichbarkeit der Zielgruppen ▶ Passgenaue Ansprache (im Moment des Heizungstausches)
--------------------------	---

Erfolgsindikator	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Zugriff auf Informationsmaterial ▶ Anzahl Umrüstung von Einzel-Heizungen
-------------------------	---

Flankierende Aktivitäten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Informationsarbeit & Beratung zu Sanierungsmaßnahmen ▶ Wärmepumpenkampagne ▶ Wärmenetzverdichtung (Kommunikation) ▶ Gewinnung und Kooperation mit Handwerk und Energie-Fachkräften ▶ Öffentlichkeitsarbeit für den Klimaschutz (Klimaschutzkonzept)
---------------------------------	---

Zeitplanung

Umsetzungsbeginn	1. Quartal 2025	<input type="checkbox"/> Dauerhaft <input checked="" type="checkbox"/> Wiederholend
Zeitliche Einordnung	mittelfristig	
Laufzeit	Konzeption und Durchführung einer Kampagne ca. 6 Monate	

Wärmepumpenkampagne

2.2

HANDLUNGSFELD	Einzellösungen
ZIELGRUPPE	Immobilieeigentümer
ZIELSETZUNG	Hilfestellung für Immobilienbesitzer in dezentralen Gebieten zum Wechsel auf eine Wärmepumpe
ZIELGEBIETE	12, 16, 19, 20, 35, 36, 38, 40, 46, 54, 55, 59, 61

Beschreibung der Maßnahme

Wärmepumpen sind äußerst effizient und können den Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser signifikant senken. Sie bilden einen wesentlichen Baustein für eine klimaneutrale Wärmeversorgung in dezentralen Eignungsgebieten. Trotzdem werden aktuell noch nicht ausreichend Wärmepumpen installiert, um das Ziel der Klimaneutralität 2035 zu erreichen.

Mit einer Kampagne soll über die Einsatzmöglichkeiten und Vorteile von Wärmepumpen aufgeklärt werden. Dabei sollte auf die folgenden Herausforderungen eingegangen werden:

- ▶ **Hohe Anschaffungskosten:** Wärmepumpen haben höhere Anfangsinvestitionen als traditionelle Heizsysteme. Viele Hausbesitzer schrecken vor diesen Kosten zurück, auch wenn die Betriebskosten langfristig niedriger sind. Eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung über die gesamte Lebensdauer ist daher notwendig.
- ▶ **Mangelnde Information:** Viele Hausbesitzer kennen die Vorteile von Wärmepumpen nicht gut genug. Unklarheiten über Effizienz, Förderungen und Installation führen oft dazu, dass konventionelle Heizsysteme bevorzugt werden. Dem kann durch Praxisbeispiele entgegen gewirkt werden. Insbesondere „Nachbarschaft“-Weiterempfehlungen sind hierbei sehr wirksam.
- ▶ **Ungeeignete Gebäudesubstanz:** Wärmepumpen funktionieren am besten in gut gedämmten Gebäuden. Eine Gebäudesanierung in Kombination mit einem Heizungsaustausch hin zu großflächigen Heizkörpern, die mit einer niedrigeren Vorlauftemperatur arbeiten, erlaubt den effizienteren Einsatz von Wärmepumpen auch in älteren Bestandsgebäuden.
- ▶ **Fehlende Fachkräfte:** Es gibt einen Mangel an qualifizierten Installateuren für Wärmepumpen, was zu längeren Wartezeiten und höheren Kosten führt. Das kann Unsicherheit bei den Hausbesitzern erzeugen. Die Kooperation mit Handwerkern ist daher essenziell.
- ▶ **Unsicherheit über zukünftige Energiepreise:** Die Unsicherheit über die Entwicklung der Strompreise macht potenzielle Käufer zögerlich, da steigende Stromkosten die Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpen beeinträchtigen könnten. Mögliche Lösungen sind die Kombination mit PV-Anlagen, insbesondere bei Einfamilienhäusern.

Dabei können ähnliche Formate wie in Maßnahme 3.1 eingesetzt werden. Eine weitere Möglichkeit ist die Unterstützung bei der Bildung von „Einkaufsgemeinschaften“. Damit könnten Gruppen von Hauseigentümern in einem Gebiet unterstützt werden, die sich zusammen organisieren, um ihre Häuser auf Wärmepumpen umzurüsten. Neben dem Austausch und der gegenseitigen Motivation könnten diese auch gemeinsam Angebote von Dienstleistern anfordern, um Effizienzen bei der Umsetzung zu schaffen und damit günstigere Preise zu realisieren. Die meisten Synergien ergeben sich bei einem Zusammenschluss von Personen mit ähnlichen Gebäuden (z.B. Reihenhaussiedlung).

Für eine passgenaue Ansprache wurden die folgende Priorisierungsliste der dezentralen Teilgebiete auf Basis der Anzahl der auf Wärmepumpen umzurüstenden Gebäude, des Baualters der Gebäude und des Anteils der nichtleitungsgebundenen Versorgung erstellt. Teilgebiete mit weniger als 50 auf Wärmepumpen umzurüstenden Gebäude sind nicht aufgeführt.

Tabelle 5-10: Priorisierung der dezentralen Teilgebiete für eine Wärmepumpenkampagne

Teilgebiet	Anteil nichtleitungs- gebundene Versorgung	Vorwiegende Baualtersklassen	Anzahl auf Wärmepumpe umzurüstende Gebäude
36	70%	1969-1978, 1984-1994	209
54	87%	Unbekannt	271
46	57%	1949-1957, 1958-1968	296
55	99%	Unbekannt	113
20	62%	1958-1968, 1969-1978	148
38	32%	1984-1994, 1995-2001	170
40	55%	1949-1957, 1958-1968	276
61	92%	Unbekannt	82
35	86%	1949-1957, 1969-1978	78
59	94%	Unbekannt	67
16	64%	1949-1957	121
19	51%	1958-1968	55
12	31%	1949-1957	65

- Handlungsschritte**
1. Bedarfsanalyse: Erhebung des Informations- und Beratungsbedarf in den Zielgruppen
 2. Strategieentwicklung: Erstellung eines Plans für die Informationsarbeit
 3. Ressourcenplanung: Festlegung der notwendigen personellen und finanziellen Maßnahmen
 4. Umsetzung der Kommunikationsmaßnahmen

Verantwortung / Akteur: innen	▶ Stadt Pfaffenhofen	Einfluss/Rolle der Kommune	▶ Motivieren
Umsetzungskosten	▶ Personal- und Sachkosten für Organisation und ggf. Infomaterial; Kampagne ab 10.000 € ▶ Planung der Öffentlichkeitsarbeit und wiederholende Angebote: 0,2 VZK		
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	▶ Kampagne: Haushaltsmittel der Kommune ▶ Heizungstausch: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM) ▶ Steuerliche Förderung energetischer Gebäudesanierung (Energetische Sanierungsmaßnahmen-Verordnung (EnSanMV)) 		
Herausforderungen	▶ Eignung des Gebäudebestands zur Umrüstung (Sanierung notwendig) ▶ Installationskapazitäten		
Erfolgsindikator	▶ Zugriff auf Informationsmaterial ▶ Anzahl der verbauten Wärmepumpen (z.B. über Anzahl Förderanträge)		
Flankierende Aktivitäten	▶ Informationsarbeit & Beratung zu Sanierungsmaßnahmen ▶ Gewinnung und Kooperation mit Handwerk und Energie-Fachkräften ▶ <i>Öffentlichkeitsarbeit für den Klimaschutz (Klimaschutzkonzept)</i>		

Zeitplanung

Umsetzungsbeginn	1. Quartal 2025	<input type="checkbox"/> Dauerhaft <input checked="" type="checkbox"/> Wiederholend
Zeitliche Einordnung	mittelfristig	
Laufzeit	Bis zum Zieljahr	

Prüfung und Ausbau des Stromnetzes für Wärmepumpennutzung

2.3

HANDLUNGSFELD	Einzellösungen
ZIELGRUPPE	Stromnetzbetreiber
ZIELSETZUNG	Gewährleistung der Versorgungssicherheit und Netzstabilität angesichts des steigenden Strombedarfs durch Wärmepumpen
ZIELGEBIETE	Alle, insbesondere dezentrale Gebiete

Beschreibung der Maßnahme

Die zunehmende Verbreitung von Wärmepumpen führt zu einem deutlich höheren Strombedarf und insbesondere auch zu Leistungsspitzen. Ohne eine entsprechende Anpassung und Verstärkung des Stromnetzes könnten Überlastungen auftreten, die die Stabilität und Zuverlässigkeit der Energieversorgung gefährden. Daher ist ein gezielter Netzausbau notwendig, um sicherzustellen, dass der wachsende Bedarf gedeckt werden kann, ohne das Risiko von Versorgungsengpässen einzugehen.

Zunächst sollte eine umfassende Bestandsaufnahme des aktuellen Stromnetzes erfolgen, um dessen Belastbarkeit und Kapazitätsreserven zu ermitteln. Im Rahmen dieser Analyse sollten Daten zur Netzstabilität, zur vorhandenen Netzlast sowie zu zukünftigen Strombedarfsszenarien, insbesondere unter Berücksichtigung der steigenden Nachfrage durch die Nutzung von Wärmepumpen, erhoben werden. Dabei kann das im Rahmen der Wärmeplanung entwickelte Szenario als erste Prognose für den Wärmepumpenausbau genutzt werden. Gemäß VDE-ARN 4100 und §19 NAV existiert seit 1.1.2024 eine Meldepflicht von Wärmepumpen beim Netzbetreiber, dies kann als zusätzliche Indikation herangezogen werden. Gleichzeitig sollte auch eine zunehmende Anzahl an Anlagen zur Eigenstromproduktion sowie die Zunahme von E-Fahrzeugen und entsprechenden Ladestationen berücksichtigt werden.

In der folgenden Tabelle werden die Teilgebiete mit der höchsten Wärmepumpenanschlussleistung nach dem Zielszenario im Jahr 2035 dargestellt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass für Wärmenetzprüfgebiete ein dezentrales Szenario modelliert wurde, d.h. beim tatsächlichen Ausbau eines Wärmenetzes in diesem Gebiet wird die Anschlussleistung voraussichtlich wesentlich geringer ausfallen. Zusätzlich ist die maximale Anschlussleistung, wenn alle Gebäude auf Wärmepumpen umsteigen, angegeben. Es sind keine Gleichzeitigkeiten berücksichtigt.

Tabelle 5-11: Überblick prognostizierte Anschlussleistungen von Wärmepumpen im Zielszenario 2035 in den Teilgebieten

Dezentrale Teilgebiete			Wärmenetzprüfgebiete			Wärmenetzverdichtungsgebiete		
Gebiet	Leistung [kW]	Max. Leistung [kW]	Gebiet	Leistung [kW]	Max. Leistung [kW]	Gebiet	Leistung [kW]	Max. Leistung [kW]
46	796	1461	45	615	1139	29	223	819
40	787	1491	50	354	701	7	143	638
36	621	1055	41	338	725	10	133	736
54	616	958	42	333	600	22	107	850
20	432	804	39	241	442	4	103	1259
16	377	671	58	231	354	32	78	507
55	372	547	51	228	421	14	69	257
35	268	424	52	217	378	33	49	304
61	263	392	34	174	360	53	48	2027
38	240	523	6	170	346	60	46	187
19	181	362	27	164	249	44	38	358
57	146	215	8	140	247	23	18	96
59	146	221	3	126	205	26	16	73

56	138	203	30	90	200	28	8	37
48	136	227	9	80	145	25	2	147
12	107	221	31	73	138	15		38
47	81	181	13	72	121	18		6
5	57	103	21	63	120	24		107
37	54	79	49	50	146			
11	26	41	2	30	55			
			17	25	41			
Summe	5.844	10.179	Summe	3.814	7.133	Summe	1.081	8.446
Summe aller Gebiete:		Leistung nach Zielszenario		10.739 kW		Maximale Leistung		25.758 kW

Insgesamt werden voraussichtlich Wärmepumpen mit einer Anschlussleistung zwischen 7 bis 11 MW in Pfaffenhofen installiert, abhängig vom Ausbau der Wärmenetze und Nutzung von anderen dezentralen Technologien.

Zusätzlich sollte ein regelmäßiges Monitoring der Netzauslastung und der Auswirkungen der Wärmepumpennutzung erfolgen, um rechtzeitig auf mögliche Engpässe reagieren zu können. Ein dynamisches und anpassungsfähiges Vorgehen bei der Netzplanung und -erweiterung ist entscheidend, um die zuverlässige und effiziente Nutzung von Wärmepumpen flächendeckend sicherzustellen.

Handlungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> Bestandsaufnahme des aktuellen Stromnetzes und Analyse der Netzkapazitäten (Netzbetreiber) Datenanalyse zur zukünftigen Stromnachfrage, insbesondere durch Wärmepumpen, Abgleich mit Wärmeplanung und ggf. Kampagnen (Netzbetreiber, Stadt) Im akuten Fall Integration intelligenter Netztechnologien zur Erhöhung der Effizienz und Flexibilität des Netzes nach §14a EnWG (Netzbetreiber) Planung gezielter Ausbaumaßnahmen, einschließlich der Verstärkung von Leitungen und Transformatorenstationen (Netzbetreiber) 		
Verantwortung / Akteur: innen	▶ Stromnetzbetreiber	Einfluss/Rolle der Kommune	▶ Motivieren, Regulieren
Umsetzungskosten	▶ Personalkapazitäten Netzplanung beim Stromnetzbetreiber		
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	▶ Mittel des Stromnetzbetreibers		
Herausforderungen	▶ Prognoseunsicherheit des Strom- und Leistungsbedarfs		
Erfolgsindikator	▶ Vorliegen Ausbaustrategie ▶ Anschluss aller Wärmepumpen möglich		
Flankierende Aktivitäten	▶ Wärmepumpenkampagne		
Zeitplanung			
Umsetzungsbeginn	1. Quartal 2026	<input checked="" type="checkbox"/> Dauerhaft <input type="checkbox"/> Wiederholend	
Zeitliche Einordnung	mittelfristig		
Laufzeit	Spätestens bis 2028 (Inkrafttreten GEG-Fristen in dezentralen Gebieten)		

Informationsarbeit und Beratung zu Sanierungsmaßnahmen

3.1

HANDLUNGSFELD	Energieeinsparungen
ZIELGRUPPE	Immobilieeigentümer
ZIELSETZUNG	Motivation von Immobilienbesitzern zur Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen, um Energie einzusparen
ZIELGEBIETE	Alle

Beschreibung der Maßnahme

Für das Ziel der Klimaneutralität ist es ein relevanter Baustein, die Sanierungsquote deutlich zu steigern. Vor allem ältere Gebäude haben oft eine schlechte Energieeffizienz. Über die Außenhülle geben Gebäude während ihrer Nutzung kontinuierlich Wärme an die Umgebung ab. Für Fenster und Außentüren liegt der Energieverlust bei ca. 20-25 %. Die Modernisierung von Fenstern und Türen kann hierbei einen entscheidenden Beitrag leisten. So sollen auch Haushalte und ggf. Unternehmen, die ihr Gebäude zunächst nicht vollständig sanieren können, Anreize bekommen, dennoch tätig zu werden und damit zu einer effizienteren Wärmenutzung beizutragen. Diese Maßnahme kann als Überbrückung bzw. Übergang verstanden werden, um Teillösungen, die im weiteren zeitlichen Verlauf ergänzt/vervollständigt werden können, zu ermöglichen. Vor allem einkommensschwächere Haushalte haben so die Möglichkeit, nach und nach ihren Beitrag zu leisten.

Eine Gebäudesanierung in Kombination mit einem Heizungsaustausch hin zu großflächigen Heizkörpern, die mit einer niedrigeren Vorlauftemperatur arbeiten, erlaubt auch den effizienteren Einsatz von Wärmepumpen. Deshalb ist insbesondere in dezentralen Eignungsgebieten eine Sanierung vor einem Heizungswechsel sinnvoll.

Um Hemmnisse und Informationsdefizite bei privaten Gebäudeeigentümern im Bereich der energetischen Sanierung abzubauen, sollten ansprechende Informationen zum Themenfeld energetische Gebäudesanierung entwickelt und veröffentlicht werden. Hierbei soll es insbesondere um die Verbreitung von geringinvestiven Sanierungsmaßnahmen gehen, die jeder selbst umsetzen kann. Dabei können ähnliche Formate wie bei der Informationsarbeit zum Heizungstausch eingesetzt werden oder diese ggf. auch kombiniert werden.

Folgende Förderung für Sanierungsmaßnahmen ist aktuell über die Bundesförderung für effiziente Gebäude möglich und können in die Informationskampagne aufgenommen werden:

Tabelle 5-12: Förderquoten der Bundesförderung für effiziente Gebäude für Einzelmaßnahmen im Bereich Energieeffizienz

Einzelmaßnahmen (Energieeffizienz)	Zuschuss	iSFP-Bonus¹
Gebäudehülle	15 %	5 %
Anlagentechnik	15 %	5 %
Heizungsoptimierung zur Effizienzverbesserung	15 %	5 %
Heizungsoptimierung zur Emissionsminderung	50 %	

¹ iSFP-Bonus bei Vorliegen eines im Rahmen einer geförderten Energieberatung erstellten individuellen Sanierungsfahrplans

Die Höchstgrenze der förderfähigen Ausgaben für den Heizungstausch beträgt 30.000 Euro je Fördereinheit und erhöht sich auf 60.000 Euro je Wohneinheit bei Gewährung des iSFP-Bonus.

Handlungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bedarfsanalyse: Erhebung des Informations- und Beratungsbedarf in den Zielgruppen 2. Strategieentwicklung: Erstellung eines Plans für die Informationsarbeit 3. Ressourcenplanung: Festlegung der notwendigen personellen und finanziellen Maßnahmen
--------------------------	---

	<ul style="list-style-type: none"> 4. Informationsbereitstellung: Online-Informationsmöglichkeit, Printmedien 5. Beratungsangebot: Veranstaltung, Online-Beratung 	
Verantwortung / Akteur: innen	▶ Stadt Pfaffenhofen	Einfluss/Rolle der Kommune ▶ Motivieren
Umsetzungskosten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Personal- und Sachkosten für Organisation und ggf. Infomaterial; Kampagne ab 10.000 € ▶ Planung der Öffentlichkeitsarbeit und wiederholende Angebote: 0,3 VZK 	
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Kampagne: Haushaltsmittel der Kommune ▶ Sanierungsmaßnahmen: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM) ▶ Ergänzender KfW Kredit. 261 ▶ Bayrisches Modernisierungsprogramm (für Mietwohnungen) ▶ Bayrisches Energiekreditprogramm (für Unternehmen) 	
Herausforderungen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Erreichbarkeit der Zielgruppen ▶ Darstellung des Mehrwerts ▶ Finanzierung 	
Erfolgsindikator	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Anzahl der durchgeführten Sanierungsmaßnahmen ▶ Spezifischer Energieverbrauch in Wohngebäuden (kWh/m²) 	
Flankierende Aktivitäten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Informationsarbeit & Beratung zu Heizungstausch ▶ Etablierung und Verstetigung von Sanierungsmaßnahmen auf Quartiersebene ▶ <i>Öffentlichkeitsarbeit für den Klimaschutz (Klimaschutzkonzept)</i> 	
Zeitplanung		
Umsetzungsbeginn	1. Quartal 2025	<input type="checkbox"/> Dauerhaft <input checked="" type="checkbox"/> Wiederholend
Zeitliche Einordnung	mittelfristig	
Laufzeit	Konzeption und Durchführung einer Kampagne ca. 6 Monate	

Etablierung und Verstetigung von Sanierungsmaßnahmen auf Quartiersebene

3.2

HANDLUNGSFELD	Energieeinsparungen
ZIELGRUPPE	Immobilieeigentümer
ZIELSETZUNG	Motivation von Immobilienbesitzern in Sanierungsgebieten zur Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen, um Energie einzusparen und einen effizienten Heizungsbetrieb zu ermöglichen
ZIELGEBIETE	2, 6, 8, 12, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 30, 32, 34, 35, 36, 39, 40, 41, 45, 46, 47, 49, 50, 51

Beschreibung der Maßnahme

Bei der überwiegenden Anzahl der Gebäude in diesen Teilgebieten ist ein hoher Sanierungsbedarf erkennbar. In der Potentialanalyse wurden umfassende Einsparpotentiale in der energetischen Gebäudesanierung aufgezeigt. Um diese Potentiale zu heben, wird vorgeschlagen, die Gebäudeeigentümer durch Kampagnen zur energetischen Gebäudesanierung gezielt auf Einsparmöglichkeiten aufmerksam zu machen.

Durch die Konzentration auf ein Teilgebiet zur Sanierung, kann dies flächendeckend für weiterführende Maßnahmen bei der Umstellung auf Heizungssystem mit erneuerbaren Energien, vorbereitet werden. Sind zudem mehrere Gebäude mit ähnlicher Bauweise und ggf. einem Eigentümer vorhanden, können Methoden des seriellen Sanierens eingesetzt werden. Serielles Sanieren bezeichnet einen innovativen Ansatz zur energetischen Modernisierung von Gebäuden, insbesondere von Mehrfamilienhäusern, bei dem vorgefertigte Bauelemente (z.B. Fassaden- und Dachelemente) eingesetzt werden.

Mögliche Formate zur Unterstützung von Sanierungsmaßnahmen im Quartier könnten dabei die folgenden sein:

- ▶ **„Tag des offenen Hauses“:** Bereits umgesetzte Maßnahmen können an einem Tag des offenen Hauses von Eigentümern gezeigt werden, um Nachbarn praxisnah mögliche Sanierungsmaßnahmen zu demonstrieren.
- ▶ **„Energiekarawane“:** Eine Art Haus-zu-Haus-Beratung, die durch Energieberater im Quartier durchgeführt wird.
- ▶ **Wettbewerbe:** Die Bürger könnten z.B. durch einen Wettbewerb zur Energieeinsparung im Vergleich der Sanierungsgebiete motiviert werden, Sanierungsmaßnahmen mit möglichst hohen CO₂-Einsparungen umzusetzen.
- ▶ **Sanierungspools:** Gebäudeeigentümer könnten sich zusammenschließen und gemeinsam Sanierungsmaßnahmen beauftragen, um von Mengenrabatten bei Bauunternehmen und Handwerkern zu profitieren. Die Kommune könnte die Bildung solcher Pools unterstützen. Um möglichst hohe Synergien zu erreichen, sollten die Gebäude eine möglichst gleiche Baustruktur aufweisen (z.B. Reihenhaussiedlung). Zusätzlich könnten diese Gemeinschaften genutzt werden, um Wissen auszutauschen und ggf. kleinere Sanierungsmaßnahmen gemeinsam selbst umzusetzen.

Die nachstehende Tabelle zeigt die Teilgebiete nach Sanierungspotenzial, die Priorisierung erfolgt dabei nach Kategorie des Eignungsgebiets und Anteil der möglichen Einsparungen am gesamte Einsparpotenzial im Kommunalgebiet Pfaffenhofen.

Tabelle 5-13: Überblick Sanierungsgebiete mit Priorisierung nach Wärmeversorgung und Sanierungspotenzial

Gebiet	Anteil Gebäude mit Sanierungspotenzial	Zielszenario bis 2035		Sanierung aller Gebäude mit Sanierungspotenzial		
		Anzahl sanierter Gebäude	Anteil sanierter Gebäude	Einsparung im Teilgebiet [%]	Anteil an den möglichen Einsparungen im gesamten Kommunalgebiet [%]	
Dezentrale Gebiete	40	95%	42	9%	49%	6%
	46	95%	34	7%	49%	6%
	36	86%	29	8%	47%	4%
	16	98%	22	10%	48%	3%
	20	93%	19	7%	40%	3%
	35	94%	5	4%	49%	2%
	19	98%	20	21%	56%	2%
	12	83%			45%	1%
	47	87%			39%	1%
Wärmenetzprüfgebiete	45	92%	22	5%	50%	5%
	50	92%	29	17%	51%	3%
	41	95%	10	4%	51%	3%
	34	93%	12	9%	50%	2%
	51	90%	14	13%	54%	2%
	39	95%	13	10%	47%	2%
	6	97%	17	18%	58%	2%
	8	95%	7	8%	51%	1%
	30	98%	5	8%	59%	1%
	49	88%	7	14%	41%	1%
	21	90%	9	45%	50%	1%
	2	88%	4	25%	57%	0%
	17	100%			42%	0%
Wärmenetzverdichtungsgebiete	22	88%	49	65%	65%	6%
	32	92%	46	34%	55%	4%
	24	88%	14	42%	6%	1%
	25	79%	13	39%	46%	1%
Sanierungsgebiete	Ø 91%	442	Ø 16%	Ø 48%	59%	
Einsparungen Energiemenge		22 GWh		60 GWh		
Restliche Gebiete	Ø 44%	229	Ø 7%	Ø 26%	41%	
Einsparungen Energiemenge		28 GWh		38 GWh		
Gesamtes Kommunalgebiet	65%	671	10%	34%		
Einsparungen Energiemenge		16%: 50 GWh		98 GWh		

Handlungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bedarfsanalyse: Erhebung des Informations- und Beratungsbedarf in den Zielgruppen, Identifikation von Eigentümern mehrerer Gebäude 2. Strategieentwicklung: Erstellung eines Plans für die Informationsarbeit 3. Ressourcenplanung: Festlegung der notwendigen personellen und finanziellen Maßnahmen 4. Informationsbereitstellung: Online-Informationsmöglichkeit, Printmedien 5. Beratungsangebot: Veranstaltung, Online-Beratung 		
Verantwortung / Akteur: innen	▶ Stadt Pfaffenhofen	Einfluss/Rolle der Kommune	▶ Motivieren
Umsetzungskosten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Personal- und Sachkosten für Organisation und ggf. Infomaterial; Kampagne ab 10.000 €; Stetige Begleitung der Quartiersarbeit: 0,5 VZK ▶ Detaillierte Quartierskonzepte (ehemals KfW-Förderprogramm): ca. 50.000-70.000 € pro Quartier + ggf. dezidierte Quartiersmanager:innen 		
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ siehe auch Maßnahme „Informationsarbeit und Beratung zu Sanierungsmaßnahmen ▶ Bundesförderung Serielles Sanieren ▶ Städtebauförderung Bayern- Förderschwerpunkt: Klimaschutz, Klimaanpassung, Umweltschutz, Energie 		
Herausforderungen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Erreichbarkeit der Zielgruppen ▶ Finanzierung 		
Erfolgsindikator	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Anzahl der durchgeführten Sanierungsmaßnahmen ▶ Energieverbrauch im Quartier 		
Flankierende Aktivitäten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Informationsarbeit & Beratung zu Heizungstausch ▶ Informationsarbeit und Beratung zu Sanierungsmaßnahmen ▶ Wärmepumpenkampagne ▶ <i>Sanierungsfahrplan Stadt (Klimaschutzkonzept)</i> 		
Zeitplanung			
Umsetzungsbeginn	1. Quartal 2025	<input type="checkbox"/> Dauerhaft	<input checked="" type="checkbox"/> Wiederholend
Zeitliche Einordnung	mittelfristig		
Laufzeit	Konzeption und Durchführung einer Kampagne ca. 6 Monate		

Aufbau einer städtische Förderkulisse für Sanierungsmaßnahmen		3.3
HANDLUNGSFELD	Übergreifend	
ZIELGRUPPE	Immobilieeigentümer	
ZIELSETZUNG	Angebot eines zusätzlichen, finanziellen Anreizes zum Heizungstausch, um Klimaneutralität bis 2035 zu erreichen	
ZIELGEBIETE	Alle, ggf. abzuwägen	
Beschreibung der Maßnahme		
<p>Eine Kommune kann eigene Fördermittel für Energieeffizienzmaßnahmen bereitstellen. Beispiele aus der Bundesrepublik zeigen eine hohe Akzeptanz und Beschleunigung der Umsetzung von Maßnahmen, auch eine Förderung im unteren dreistelligen Bereich zeigt deutliche Wirkung. Eine bürokratiearme Ausgabe der Mittel erhöht dabei die Bereitschaft zur Nutzung. Gleichzeitig kann dieses Instrument zum Monitoring von Sanierungsmaßnahmen genutzt werden.</p> <p>Folgenden Punkte sollten dabei geprüft und berücksichtigt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Vereinbarkeit mit der Bayerischen Landeshaushaltsordnung und Gesetzgebung bzgl. Förderungen (EU-, Bundes- und Landesebene) ▶ Kombination mit bestehenden Fördermitteln: Es sollte darauf geachtet werden, dass das Förderprogramm mit der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) und ggf. zukünftigen Förderungen auf Bundes- oder Landesebene kombinierbar ist oder diese sinnvoll ergänzt. Über die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) werden Sanierungsmaßnahmen aktuell mit einem Zuschuss von bis zu 15% bzw. 20% bei Vorliegen eines individuellen Sanierungsfahrplans gefördert. Im Vergleich zum Heizungstausch ist in diesem Bereich ein höheres Förderpotenzial durch die Kommune vorhanden, da die Förderung mit anderen Programmen auf bis zu 60% Förderquote kombiniert werden kann. ▶ Förderung für dezentrale Eignungsgebiete: Eine Förderung für dezentrale Eignungsgebiete könnte geprüft werden. Insbesondere beim Einsatz von Wärmepumpen ist es sinnvoll, durch Sanierungsmaßnahmen (z.B. größere Heizflächen) die benötigte Vorlauftemperatur zu minimieren, um einen effizienten Betrieb der Wärmepumpe zu gewährleisten. In rechtlicher Hinsicht ist dabei das allgemeine Willkürverbot zu beachten, d.h. die Gestaltung des Förderprogramms für bestimmte Quartiere und/oder Gebäudeeigentümer muss auf sachlichen Kriterien beruhen (siehe auch (AVR Rechtsanwälte im Auftrag der Landeshauptstadt München, 2024)). 		
Handlungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erarbeitung eines Förderprogramms und Prüfung der rechtlichen Umsetzbarkeit 2. Planung und Bereitstellung der notwendigen Mittel und Personalressourcen 3. Entwicklung und Umsetzung eines effizienten Antrags- und Prüfverfahrens <ol style="list-style-type: none"> 1. Erstellung einer Kommunikationsstrategie für die Zielgruppe und Auslobung der Fördermittel 	
Verantwortung / Akteur: innen	▶ Stadt Pfaffenhofen	Einfluss/Rolle der Kommune ▶ Motivieren
Umsetzungskosten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Personalressourcen zur Planung und Umsetzung des Programms: 0,2 VZK ▶ Budget je nach Höhe und Anzahl der Förderungen 	
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	▶ Haushaltsmittel	

Herausforderungen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Haushaltsrechtliche Vorgaben und gesetzliche Bestimmungen für Förderprogramme ▶ Bereitstellung der notwendigen Haushaltsmittel
Erfolgsindikator	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Anzahl der geförderten Sanierungsmaßnahmen ▶ Spezifischer Energieverbrauch in Wohngebäuden (kWh/m²)
Flankierende Aktivitäten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Information und Beratung zu Sanierungsmaßnahmen ▶ Etablierung und Verstetigung von Sanierungsmaßnahmen auf Quartiersebene ▶ Aufbau einer städtische Förderkulisse zum Heizungstausch
Zeitplanung	
Umsetzungsbeginn	2. Quartal 2025 <input type="checkbox"/>Dauerhaft <input type="checkbox"/>Wiederholend
Zeitliche Einordnung	mittelfristig
Laufzeit	Bis 2035, regelmäßige Anpassung und Überprüfung sinnvoll

Transformationsplan Gasnetz 2035 – Biogas-/Biomethanstrategie		4.1
HANDLUNGSFELD	Übergreifend	
ZIELGRUPPE	Gasnetzbetreiber	
ZIELSETZUNG	Definition von Zielen und Maßnahmen zur Integration von grünem Methan und zum Rückbau der Gasinfrastruktur im Einklang mit der Wärmeplanung	
ZIELGEBIETE	Gebiete mit bestehender Gasversorgung	
Beschreibung der Maßnahme		
<p>Durch die Umstellung von Heizungen auf erneuerbare Energien wird der Absatz im Gasnetz zurückgehen. In einigen Gebieten kann dies zum Rückbau des Gasnetzes führen, in anderen Gebieten ist das Gasnetz ggf. weiterhin zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit (z. B. Spitzenlastdeckung) sowie als Brückentechnologie notwendig.</p> <p>Parallel dazu soll eine regionale Biogasstrategie entwickelt werden, die sowohl die Nutzung vorhandener Biogasanlagen als auch den Ausbau neuer Kapazitäten fördert, da Biomethan auch in der zentralen Wärmeerzeugung in den Wärmenetzen genutzt wird. Diese Strategie sollte Anreize für die effiziente Einspeisung von Biomethan in das bestehende Netz sowie die Entwicklung von Speichermöglichkeiten zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit umfassen. Insbesondere Biogas-Anlagenbetreiber, die keine weitere EE-Förderung beziehen, könnten angesprochen werden, ob eine Aufbereitung zu Biomethan und Einspeisung in das Erdgasnetz möglich ist. Während der Wärmeplanung wurden vier Einspeisebegehren von Biogasanlagen im Netzgebiet gestellt. Dies sollte weiterverfolgt und die Betreiber in die Strategieentwicklung mit eingebunden werden.</p> <p>Zusätzlich sollten Betreiber noch vorhandener Gasheizungen motiviert werden, Lieferverträge für Biomethan abzuschließen, um das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen. Dies ist für die territoriale Bilanzierung nach BSKO nicht relevant, jedoch für einen Abgleich der deutschlandweit verfügbaren Biomethan-Menge und eine entsprechende Darstellung der Nachfrage. Je nach Einbaudatum der Heizung ist nach dem Gebäudeenergiegesetz durch den Gebäudeeigentümer auch ein steigender Anteil an erneuerbaren Energien nachzuweisen, welcher über Biomethan erbracht werden kann.</p>		
Handlungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bestandsaufnahme des aktuellen Gasnetzes und Identifizierung der Nutzungsschwerpunkte, Analyse zur zukünftigen Gasnachfrage, Abgleich mit Wärmeplanung und Wärmenetzverdichtungs- und Wärmenetzprüfgebiete (Netzbetreiber, Stadt) 2. Analyse der Versorgungssicherheit und der Auswirkungen auf betroffene Haushalte und Industrien (Netzbetreiber) 3. Förderung und Integration von Biomethan in das bestehende Netz als Übergangslösung (Netzbetreiber, Stadt) 4. Erstellung eines schrittweisen Rückbauplans mit Priorisierung bestimmter Regionen oder Netzabschnitte (Netzbetreiber) 5. Informations- und Aufklärungskampagnen für die betroffene Bevölkerung und Unternehmen (Netzbetreiber, Stadt) 6. Regelmäßiges Monitoring und Anpassung der Strategie basierend auf Wärmeplanung und politischen Rahmenbedingungen (Netzbetreiber) 	
Verantwortung / Akteur: innen	▶ Gasnetzbetreiber	Einfluss/Rolle der Kommune ▶ Regulieren, Motivieren
Umsetzungskosten	▶ Personalkapazitäten Netzplanung beim Gasnetzbetreiber	
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	▶ Mittel des Gasnetzbetreibers	
Herausforderungen	▶ Prognoseunsicherheit des Bedarfs und der Umstellungsgeschwindigkeit ▶ Verlust von getätigten Investitionen	

	▶	Wirtschaftlichkeit der Versorgung einzelner Anschlussnehmer
Erfolgsindikator	▶	Vorliegen der Strategie
Flankierende Aktivitäten	▶	Informationsarbeit und Beratung zum Heizungstausch ▶ <i>Potenzialstudie Erdgasnetze (Klimaschutzkonzept)</i>
Zeitplanung		
Umsetzungsbeginn	1. Quartal 2026	<input type="checkbox"/> Dauerhaft <input checked="" type="checkbox"/> Wiederholend
Zeitliche Einordnung	mittelfristig	
Laufzeit	Spätestens bis 2027 (Ausweisung von Gebieten spätestens 2028)	

Gewinnung und Kooperation mit Handwerk und Energie-Fachkräften		4.2
HANDLUNGSFELD	Übergreifend	
ZIELGRUPPE	Handwerksbetriebe, Energieberatungen	
ZIELSETZUNG	Sicherstellung der Verfügbarkeit von notwendigen Ressourcen zur Umsetzung des Wärmeplans und Erreichen der Klimaneutralität	
ZIELGEBIETE	Alle	
Beschreibung der Maßnahme		
<p>Dem Handwerk kommt in der Wärmewende eine besondere Bedeutung zu. Ob es um die Sanierung der Gebäude geht, die Umstellung des Heizungssystems oder die Errichtung von erneuerbaren Energie-Anlagen, in allen Fällen ist das Handwerk direkt involviert. Mittlerweile bestehen für das Handwerk umfangreiche Beratungspflichten. Diesen kann durch das Handwerk nur nachgekommen werden, wenn die Wärmeplanung und die konkrete Umsetzung bekannt ist. Ein Ziel dieser Maßnahme ist somit die Information von umsetzenden Betrieben und Fachkräften über die Wärmeplanung und die Ausweisung der Gebiete, damit dies in die Beratungen der Endnutzer einfließen kann.</p> <p>Darüber hinaus kann die Kommune bei den notwendigen Weiterbildungsbedarfen und der Fachkräftesicherung unterstützen.</p> <p>Für die Umrüstung von Heizungen als auch für Sanierungen sind Fachkräfte notwendig. Auch der Neubau von Wärmenetzen erfordert das Vorhandensein entsprechend geschulten Personals, welches die Installation und nachfolgend auch die Wartung der Anlagen übernehmen kann. Eine Erhöhung der Sanierungsmaßnahmen sowie eine Beschleunigung des Heizungstausches wird zu einem erheblichen Mehrbedarf an Fachkräften führen. Gleichzeitig werden aufgrund des demografischen Wandels in den nächsten Jahren viele Handwerker in Rente gehen. Fehlbedarfe sollten rechtzeitig erkannt und gemeinsam mit den Innungen nach Lösungen gesucht werden. Die Kommune kann bei eigenen Veranstaltungen die Handwerksinnungen einbeziehen und dabei die Fachkräfteakquise unterstützen.</p>		
Handlungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kooperation mit Handwerksinnungen und Betrieben vor Ort 2. Aufklärung über die Wärmeplanung, der gesetzten Ziele und des notwendigen Umsetzungsbedarfs 3. Erkennung von Fehlbedarfen an Handwerksdienstleistungen 4. Unterstützung bei Anwerbung neuer Mitarbeitenden 	
Verantwortung / Akteur: innen	▶ Stadt Pfaffenhofen	Einfluss/Rolle der Kommune ▶ Motivieren
Umsetzungskosten	▶ Personalkosten zum Aufbau und Begleitung der Kooperation: 0,2 VZK	
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	▶ Haushaltsmittel ▶ Für Handwerksbetriebe: Bundesförderung - Aufbauprogramm Wärmepumpe (Schulungen)	
Herausforderungen	▶ Konkurrenz durch industrielle Arbeitgeber	
Erfolgsindikator	▶ Anzahl verfügbarer Fachkräfte ▶ Dauer für Auftragsausführungen	
Flankierende Aktivitäten	▶ Informationsarbeit und Beratung zum Heizungstausch und zu Sanierungsmaßnahmen	
Zeitplanung		
Umsetzungsbeginn	1. Quartal 2025	<input checked="" type="checkbox"/> Dauerhaft <input type="checkbox"/> Wiederholend
Zeitliche Einordnung	▶ Information zur Wärmeplanung: kurzfristig ▶ Fachkräftesicherung: mittel- bis langfristig	
Laufzeit	Dauerhaft, mit Informationskampagnen abstimmen	

Aufbau einer städtische Förderkulisse zum Heizungstausch		4.3
HANDLUNGSFELD	Übergreifend	
ZIELGRUPPE	Immobilieeigentümer	
ZIELSETZUNG	Angebot eines zusätzlichen, finanziellen Anreizes zum Heizungstausch, um Klimaneutralität bis 2035 zu erreichen	
ZIELGEBIETE	Alle, ggf. abzuwägen	
Beschreibung der Maßnahme		
<p>Die Regelungen des Gebäudeenergiegesetz sehen vor, dass bis zum Jahr 2045 alle Heizsystem auf erneuerbaren Energien basieren. Da die Stadt Pfaffenhofen schon im Jahr 2035 Klimaneutralität erreichen möchte, ist es sinnvoll die Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes mit zusätzlichen Anreizen zu ergänzen, um eine schnellere Umstellung zu erreichen.</p> <p>Heizungsmodernisierungen sind oft mit hohen Kosten verbunden. Eine kommunale Förderung kann die finanzielle Belastung der Haushalte verringern, besonders für einkommensschwächere Haushalte, und so eine breitere Akzeptanz und Umsetzung ermöglichen. Eine bürokratiearme Ausgabe der Mittel erhöht dabei die Bereitschaft zur Nutzung. Gleichzeitig kann dieses Instrument zur Ermittlung der Zielerreichung bei der Heizungsumstellung genutzt werden.</p> <p>Folgenden Punkte sollten dabei geprüft und berücksichtigt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Vereinbarkeit mit der Bayerischen Landeshaushaltsordnung und Gesetzgebung bzgl. Förderungen (EU-, Bundes- und Landesebene) ▶ Kombination mit bestehenden Fördermitteln: Es sollte darauf geachtet werden, dass das Förderprogramm mit der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) und ggf. zukünftigen Förderungen auf Bundes- oder Landesebene kombinierbar ist oder diese sinnvoll ergänzt. Aktuell können Mittel aus dem BEG mit anderen Förderprogrammen auf eine maximale Förderquote von 60% kumuliert werden. Je nach Ausgangslage ist durch das BEG der Heizungstausch mit bis zu 70% förderfähig. Das Potenzial einer kommunalen Förderung ist daher aktuell beschränkt, bzw. nur für bestimmte Konstellationen relevant. ▶ Förderung nach ausgewiesenen Eignungsgebieten: Um eine möglichst ressourceneffiziente Wärmewende zu fördern, könnte eine Förderung nach ausgewiesenen Eignungsgebieten geprüft werden. Dies bedeutet beispielsweise, dass Gebäudeeigentümer in Wärmenetzgebieten nur eine Förderung für Wärmenetzanschlüsse erhalten können, nicht für dezentrale Technologien. Durch diesen zusätzlichen Anreiz könnte der Anschluss an ein Wärmenetz attraktiver und das Wärmenetz insgesamt somit wirtschaftlicher und ggf. für alle Anschlussnehmer günstiger werden. In rechtlicher Hinsicht ist dabei das allgemeine Willkürverbot zu beachten, d.h. die Gestaltung des Förderprogramms für bestimmte Quartiere und/oder Gebäudeeigentümer muss auf sachlichen Kriterien beruhen (siehe auch (AVR Rechtsanwälte im Auftrag der Landeshauptstadt München, 2024)). ▶ Weitere Mechanismen zur Minimierung von Investitionsbedarf: Contracting-Lösungen können eine weitere Möglichkeit sein, um hohe Anfangsinvestitionen zu vermeiden. Bei der Umsetzung eines Förderprogramms sollte dieses mit dem Angebot lokaler Lösungen in diesem Bereich abgestimmt werden. 		
Handlungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erarbeitung eines Förderprogramms und Prüfung der rechtlichen Umsetzbarkeit 2. Planung und Bereitstellung der notwendigen Mittel und Personalressourcen 	

	<ul style="list-style-type: none"> 3. Entwicklung und Umsetzung eines effizienten Antrags- und Prüfverfahrens 4. Erstellung einer Kommunikationsstrategie für die Zielgruppe und Auslobung der Fördermittel 	
Verantwortung / Akteur: innen	▶ Stadt Pfaffenhofen	Einfluss/Rolle der Kommune ▶ Motivieren
Umsetzungskosten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Personalressourcen zur Planung und Umsetzung des Programms: 0,2 VZK ▶ Budget je nach Höhe und Anzahl der Förderungen 	
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	▶ Haushaltsmittel	
Herausforderungen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Haushaltsrechtliche Vorgaben und gesetzliche Bestimmungen für Förderprogramme ▶ Bereitstellung der notwendigen Haushaltsmittel 	
Erfolgsindikator	▶ Anzahl der geförderten Heizungen	
Flankierende Aktivitäten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Information und Beratung zum Heizungstausch ▶ Förderung klimafreundlicher Wärme (Klimaschutzkonzept) 	
Zeitplanung		
Umsetzungsbeginn	1. Quartal 2025	<input type="checkbox"/> Dauerhaft <input checked="" type="checkbox"/> Wiederholend
Zeitliche Einordnung	mittelfristig	
Laufzeit	Bis 2035, regelmäßige Anpassung und Überprüfung sinnvoll	

One-Stop-Shop „Wärmewende“		4.4
HANDLUNGSFELD	Übergreifend	
ZIELGRUPPE	Immobilienbesitzer	
ZIELSETZUNG	Orientierung und Begleitung für Immobilienbesitzer bei der Wärmewende durch einen zentralen, neutralen Ansprechpartner	
ZIELGEBIETE	Alle	
Beschreibung der Maßnahme		
<p>Der One-Stop-Shop dient dazu, Immobilienbesitzer bei energetischen Sanierungen und beim Heizungstausch während des gesamten Prozesses zu begleiten. D.h. bei Sanierungsvorhaben können sich Hausbesitzerinnen an den One-Stop-Shop wenden und sich zu allen Fragen und organisatorischen Problemen beraten lassen. Der One-Stop-Shop fungiert dabei als Hauptansprechpartner für Hausbesitzerinnen und koordiniert den gesamten Sanierungsprozess (von der Initialberatung über die Planung, bis hin zum Vertragsabschluss, der Implementierung und der finalen Abnahme). Durch den One-Stop-Shop können alle Aufgaben, die im Rahmen einer energetischen Sanierung und eines Heizungstauschs anfallen, organisiert und koordiniert werden. Wie viel der One-Stop-Shop den Hausbesitzern abnehmen soll, hängt dabei von den jeweiligen Wünschen ab. Es können z.B. auch einzelne Aufgaben wie die Organisation einer Initialberatung oder die Vermittlung eines entsprechenden Handwerkers in Anspruch genommen werden.</p>		
Handlungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Entwicklung und Konzeption des Beratungsprogramms 2. Aufbau von Personalkapazitäten für die Beratung (bei Stadt oder in einem noch zu gründendem Kompetenzzentrum Energie (siehe Klimaschutzkonzept)) 3. Kommunikation und Bewerbung des Programms 	
Verantwortung / Akteur: innen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Kompetenzzentrum Energie ▶ Stadt Pfaffenhofen 	Einfluss/Rolle der Kommune <ul style="list-style-type: none"> ▶ Motivieren
Umsetzungskosten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Zusätzliche Personalkapazitäten im Kompetenzzentrum Energie: 1-2 VZK 	
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Haushaltsmittel ▶ Dienstleistungsentgelte 	
Herausforderungen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Finanzierung der Personalkosten 	
Erfolgsindikator	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Anzahl Beratungen ▶ Anzahl Umrüstung von Heizungen ▶ Anzahl durchgeführte Sanierungsmaßnahmen 	
Flankierende Aktivitäten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Informationsarbeit Sanierungsmaßnahmen und Heizungstausch ▶ <i>Kompetenzzentrum Energie und One-Stop-Shop (Klimaschutzkonzept)</i> 	
Zeitplanung		
Umsetzungsbeginn	1. Quartal 2025	<input checked="" type="checkbox"/> Dauerhaft <input type="checkbox"/> Wiederholend
Zeitliche Einordnung	mittelfristig	
Laufzeit	Ab Initiierung dauerhaft	

Aufbau einer kontinuierlichen Datenerfassung zur Wärmewende		4.5
HANDLUNGSFELD	Übergreifend	
ZIELGRUPPE	Stadtverwaltung, Politik, Öffentlichkeit	
ZIELSETZUNG	Verfolgung des Umsetzungsfortschritts und -erfolg, Messung der Zielerreichung und Grundlage für Anpassungen des Wärmeplans	
ZIELGEBIETE	Alle	
Beschreibung der Maßnahme		
<p>Ein Monitoring im Rahmen des Wärmeplans ist sinnvoll, um den Fortschritt der Maßnahmen zur Senkung von CO₂-Emissionen und zur Steigerung der Energieeffizienz kontinuierlich zu überwachen. Es ermöglicht die Identifikation von Schwachstellen, Optimierungspotenzialen und Erfolgen in der Maßnahmenumsetzung. Zudem stellt es sicher, dass politische und regulatorische Ziele erreicht werden. Im Rahmen des Controlling- und Verstätigungskonzepts soll daher ein Monitoring für Indikatoren zum Status der Wärmewende sowie zum Stand der Maßnahmenumsetzung aufgebaut werden. Die Indikatoren hierzu werden im Bericht vorgeschlagen (siehe Kapitel 6 im Wärmeplan).</p> <p>Aktuell werden diese Indikatoren teilweise über die Energie- und THG-Bilanz der Stadt Pfaffenhofen a.d. Ilm erfasst. Diese sollte auf eine jährliche Aktualisierung umgestellt werden, zudem müssen für den Bereich Wärme weitere Indikatoren erfasst werden.</p> <p>Im ersten Schritt sollte hierzu ein Zeitplan und die Methodik der Datensammlung festgelegt werden. Die Datenlieferanten sind hierzu zu informieren und entsprechend anzufragen. Die Daten für die Berechnung der Indikatoren sind teilweise bereits in der Stadtverwaltung vorhanden und müssen gesammelt und aggregiert werden (z.B. Wohnflächen und Energieversorgung in Neubauprojekten, Bevölkerungswachstum), teilweise müssen diese von externen Akteuren angefordert werden (z.B. Anzahl Wärmenetzanschlüsse, Gasanschlüsse). Für manche Indikatoren erfolgt aktuell noch keine zentrale Erfassung (z.B. Sanierungsquote). Hierfür sollte ein entsprechendes Meldesystem aufgebaut werden, z.B. über eine Förderung und dementsprechenden Monitoring des Förderabrufs.</p> <p>Im zweiten Schritt ist die Erfassung der Indikatoren durchzuführen. Auf Basis der Fortschreibung kann der Erfolg der Umsetzung bestimmt und ggf. Maßnahmen angepasst oder neue Maßnahmen umgesetzt werden. Es wird empfohlen, dies jährlich zu kontrollieren. Eine Veröffentlichung der Indikatoren dient der Transparenz und kann in die Öffentlichkeitsarbeit eingebunden werden.</p> <p>Bei Bedarf kann die Datenerfassung ausgeweitet werden und bspw. mit zielgruppenspezifischen Fragebögen zusätzliche Details von Akteuren abgefragt werden (z.B. Abwärmepotenziale).</p>		
Handlungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Etablierung des Monitorings in der Verwaltung: Zeitplan und Methodik (Stadt) 2. Erschließung von fehlenden Datenquellen (Stadt) 3. Jährliche Erhebung der Daten und Berechnung der Indikatoren (Stadt) 4. ggf. Veröffentlichung des Updates (Stadt) 5. ggf. Anpassung von Maßnahmen (Stadt) 	
Verantwortung / Akteur: innen	▶ Stadt Pfaffenhofen	Einfluss/Rolle der Kommune ▶ Motivieren
Umsetzungskosten	▶ Personalressourcen zur Umsetzung des Monitorings: 0,1 VZK pro Jahr	
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	▶ Haushaltsmittel	
Herausforderungen	▶ Teilweise aktuell keine zentrale Datenerfassung (z.B. Wärmepumpen)	
Erfolgsindikator	▶ Vorliegen eines Systems/Struktur zur Datenerfassung	
Flankierende Aktivitäten	▶ <i>Klimaschutz-Monitoring (Klimaschutzkonzept)</i> ▶ Aktualisierung der Wärmeplanung	

Zeitplanung

Umsetzungsbeginn	1. Quartal 2025	<input type="checkbox"/> Dauerhaft <input checked="" type="checkbox"/> Wiederholend
Zeitliche Einordnung	no regret	
Laufzeit	Jährliche Erhebung	

5.6 UMSETZUNGSPLAN

Im Folgenden wird der Umsetzungsfahrplan für die Maßnahmen zur Wärmewende der Stadt Pfaffenhofen a.d. Ilm dargestellt, der eine mögliche Reihenfolge für die Umsetzung der erarbeiteten Maßnahmen vorschlägt. Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass dieser Fahrplan je nach den vorherrschenden Rahmenbedingungen angepasst werden kann. Die dunkelblau hinterlegten Zeilenabschnitte markieren die Vorbereitung und Planung, in denen die jeweilige Konzepterstellung erfolgen soll und die hellblau hinterlegten Abschnitte definieren die Durchführungs- bzw. Umsetzungsphase. Der Zeithorizont der Maßnahmen beläuft sich auf fünf Jahre bis 2029. Spätestens zu diesem Zeitpunkt muss die Wärmeplanung aktualisiert werden.

Berücksichtigt werden sollte auch die Frist zur Erstellung einer Wärmeplanung laut Wärmeplanungsgesetz, weil mit diesem Termin andere Regelungen aus dem Gebäudeenergiegesetz für Gebäudeeigentümer in Kraft treten. Es wird empfohlen in diesem Rahmen Wärme- und ggf. Wasserstoffnetzgebiete auszuweisen, um Gebäudeeigentümern und Netzbetreibern mehr Flexibilität bei der Umsetzung zu ermöglichen.

Maßnahme	2025				2026				2027		2028		2029
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	H1	H2	H1	H2	
Gesetzliche Pflichten	Unternehmen: Meldepflicht Abwärme EnEFG							Fahrpläne Wärmenetze WPG				Inkrafttreten Fristen GEG	Aktualisierung Wärmeplanung WPG
Runder Tisch Wärme													Einbindung Akteure
1.1 Wärmenetzverdichtung	Potenzialanalyse & Priorisierung, allgemeine Kampagne Wärmenetze		Gebiete Prio 1	Gebiete Prio 2	nach Bedarf				
1.2 Pfaffenhofen West	Vorprüfung & Antrag BEW	BEW Modul 1, Vorplanung - Genehmigungsplanung			BEW Modul 2, Vergabe - Umsetzung, ggf. Ausweisung Gebiet								
1.3 Alt-Heißmanning	Prüfung Anschlussinteresse												
1.4 Förbach West	Ausbau Förbach Ost		Vorprüfung & Antrag BEW	BEW Modul 1, Vorplanung - Genehmigungsplanung			BEW Modul 2, Vergabe - Umsetzung, ggf. Ausweisung Gebiet						
1.5 Wärmenetzprüfung	Prüfung von 16 Teilgebieten, ca. zwei Teilgebiete pro Quartal												
1.6 Dekarbonisierung der Wärmenetze	Erarbeitung Fahrpläne zur Dekarbonisierung							Vorlage Fahrpläne	Umsetzung				Überprüfung Umsetzungsgrad
1.7 Abwärmepotenziale	Prüfung identifizierte Potenziale				Prüfung Plattform				Prüfung Plattform		Prüfung Plattform		
2.1 Informationsarbeit Heizungstausch	Bedarfsanalyse & Strategieentwicklung			Fokus Heizperiode				Fokus Heizperiode		Fokus Heizperiode	Infos GEG	Fokus Heizperiode	
2.2 Wärmepumpenkampagne			Fokus Umsetzung			Fokus Umsetzung		Fokus Umsetzung		Fokus Umsetzung		Fokus Umsetzung	
2.3 Prüfung Stromnetz					Erarbeitung Maßnahmen in Abstimmung mit Gebietsausweisung und Wärmepumpenausbau								
3.1 Informationsarbeit Sanierung	Bedarfsanalyse & Strategieentwicklung	Fokus Einsparung			Fokus Einsparung				Fokus Einsparung		Fokus Einsparung		
3.2 Sanierungsmaßnahmen auf Quartiersebene	Priorisierung der Gebiete & Entwicklung Formate		Fokussierung ca. zwei Teilgebiete pro Quartal, ggf. in Verbindung mit übergreifenden Quartierskonzepten										
3.3 Förderkulisse Sanierung		Aufbau Programm	Planung Mittel	Bereitstel- lung Mittel	Ausgabe Fördermittel								
4.1 Transformationsplan Gasnetz					Erarbeitung Transformationsplan in Abstimmung mit Wärmenetzverdichtung und Wärmenetzprüfgebieten				Vorlage Plan	ggf. Ausweisung H ₂ -Gebiete			
4.2 Kooperation mit Handwerk	Information Wärmeplanung	Strategie- planung											
4.3 Förderkulisse Heizungstausch		Aufbau Programm	Planung Mittel	Bereitstel- lung Mittel	Ausgabe Fördermittel								
4.4 One-Stop-Shop	Entwicklung Beratungsprogramm		Durchführung Beratung und Projektbegleitung										
4.5 Datenerfassung	Aufbau Struktur	Indikatoren 2024				Indikatoren 2025			Indikatoren 2026		Indikatoren 2027		Erweiterte Datenerfassung

6 CONTROLLINGKONZEPT

In diesem Kapitel werden verschiedene Controlling-Ansätze, die für die kommunale Wärmeplanung wichtig sind, aufgezeigt. Zunächst wird die Controlling-Verpflichtung aus dem Wärmeplanungsgesetz dargestellt, anschließend wichtige ergänzende messbare Indikatoren, danach die Überwachung der Maßnahmen (verpflichtend nach §25 Wärmeplanungsgesetz) und zum Schluss das Prozesscontrolling.

6.1 VERPFLICHTUNG NACH WÄRMEPLANUNGSGESETZ

Das Wärmeplanungsgesetz schreibt die Überprüfung des Wärmeplans alle fünf Jahre (§25) mit der Überwachung der Fortschritte bei der Umsetzung der ermittelten Strategien und Maßnahmen sowie die Festlegung von Indikatoren zum Zielszenario nach §17 (Anlage 2, Pk. III) vor.

Die Indikatoren sollen beschreiben, wie das Ziel einer auf erneuerbaren Energien oder der Nutzung von unvermeidbarer Abwärme basierenden Wärmeversorgung erreicht werden soll. Die Indikatoren sind, soweit nicht im Folgenden etwas anderes bestimmt wird, für das geplante Gebiet als Ganzes und jeweils für die Jahre 2030, 2035, 2040 und 2045 anzugeben. Die Indikatoren sind:

1. der jährliche Endenergieverbrauch der gesamten Wärmeversorgung in Kilowattstunden pro Jahr, differenziert nach Endenergiesektoren und Energieträgern,
2. die jährliche Emission von Treibhausgasen im Sinne von § 2 Nummer 1 des Bundes-Klimaschutzgesetzes der gesamten Wärmeversorgung des geplanten Gebiets in Tonnen Kohlendioxid-Äquivalent,
3. der jährliche Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung nach Energieträgern in Kilowattstunden pro Jahr und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung in Prozent,
4. der Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung in Prozent,
5. die Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im geplanten Gebiet in Prozent,
6. der jährliche Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträgern in Kilowattstunden pro Jahr und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der gasförmigen Energieträger in Prozent,
7. die Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im geplanten Gebiet in Prozent.

Die Punkte 1 bis 4 und 6 werden durch die kommunale Energie- und THG-Bilanzierung der Stadt Pfaffenhofen a.d. Ilm erfasst bzw. können durch die Daten berechnet werden. Diese wird in der Regel bisher nicht jährlich fortgeschrieben. An dieser Stelle ist es wahrscheinlich, sinnvoll den Rhythmus auf jährlich umzustellen, um die erforderlichen Daten nach WPG zu bekommen. Die Punkte 5 und 7 müssen durch den Netzbetreiber bereitgestellt werden und könnten im Rahmen der Energie- und THG-Bilanzierung mit abgefragt werden.

Der Zielpfad für die Jahre 2025, 2030, und 2035 ist in Kapitel 5.2 beschrieben.

6.2 MONITORING VON HAUPTINDIKATOREN

Für die erfolgreiche Umsetzung der Wärmeplanung sind insbesondere die folgenden Faktoren verantwortlich:

Entwicklung des Wärmebedarfes

Für den aktuellen Wärmebedarf und dessen Entwicklung sind einige Annahmen getroffen worden. Hier gilt es den Datensatz kontinuierlich zu verbessern und z. B. mit echten Verbrauchsdaten zu aktualisieren bzw. zu plausibilisieren. Die getroffenen Annahmen für die Wärmebedarfsentwicklung (siehe Kapitel 3.1 und 5.2) sind möglichst jährlich zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen.

Besonders sensitiv sind die Annahmen zur Sanierungsrate und Sanierungstiefe. Im Rahmen der Erstellung des Wärmeplans wurde festgestellt, dass es keine validen Daten dazu gibt. Hier wird empfohlen die Baugenehmigungen entsprechend auszuwerten bzw. ein System aufzubauen, um diese auswerten zu können. Ergänzend dazu könnte auch ein „Meldesystem“ eingerichtet werden, dass die Bauherren verpflichtet oder Anreize setzt (siehe auch Maßnahme 4.3), Sanierungen anzuzeigen.

Bei der Bafa können Informationen über geförderte Effizienzmaßnahmen und Heizungsaustausche, nach Postleitzahlen sortiert, abgerufen werden.

Ausbau Fernwärme

Zur klimaneutralen Wärmeversorgung in Pfaffenhofen a.d. Ilm gehört eine Erhöhung des Wärmenetzanteils an der Wärmeversorgung. Dies soll insbesondere über eine Verdichtung der bestehenden Wärmenetze geschehen. Es ist sinnvoll hier entsprechende Erfolgsfaktoren (Anzahl der neuen Anschlussnehmer) regelmäßig bei den Betreibern abzufragen, um den Fortschritt zu messen und bei Bedarf die Aktivitäten in Maßnahme 1.1 zu verstärken.

Dekarbonisierung der Wärmenetze

Für einige Wärmenetze in Pfaffenhofen muss ein Transformationsplan zur Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung erarbeitet werden. Hier ist jährlich zu überprüfen, ob die Erstellung des Plans erfolgt ist, und nachfolgend, ob die Umstellung im Zeitplan ist und falls nicht, entsprechende Maßnahmen zu ergreifen.

Einsatz erneuerbarer Energien in den Gebieten mit Einzelversorgungslösungen

Die bevorzugte Wärmeversorgung in den Gebieten mit Einzelversorgungslösung wird eine Luft- oder Erdwärmepumpe sein. Entsprechend sollte die Anzahl der installierten Wärmepumpen und deren Leistung blockscharf erhoben werden. Dies ist auch für die Stromnetzplanung sinnvoll.

In den Gebieten, in denen eine Fernwärmeversorgung vorgesehen ist, sollten möglichst wenige dezentrale Heizungen zum Einsatz kommen. Ziel ist dabei ein möglichst hoher Anschlussgrad an das Wärmenetz, der sich wirtschaftlich positiv auf den Betrieb des Wärmenetzes und damit die daran angeschlossenen Abnehmer auszahlt.

Transformation fossiler Infrastruktur

Generell sollte die Anzahl der Gas-Hausanschlüsse bis zum Jahr 2045 nahezu auf null sinken. Ausnahmen bilden Blöcke, die möglicherweise zukünftig mit Wasserstoff oder treibhausgasneutral bereitgestellten Methan versorgt werden, und in denen die Gasinfrastruktur weiter genutzt werden kann. Dies gehört zu den verpflichtenden Indikatoren nach Wärmplanungsgesetz Anlage 2 Pkt. III.

Das gleiche gilt für nicht leitungsgebundene Heizanlagen (Heizöl, Braunkohle, Steinkohle, Flüssiggas). Diese Daten sind von den Schornsteinfegern zu erhalten.

Aus diesen Beschreibungen leiten sich die folgenden Indikatoren ab:

Tabelle 6-1: Hauptindikatoren

Handlungsfeld	Indikator	Ist-Stand 2022	Ziel 2035	Erhebungstiefe	Überprüfung
Rahmenbedingungen	▶ Bevölkerungswachstum	▶ 26.943	▶ ca. 28.600 (2040)	▶ teilgebiets-scharf ▶ gesamtstädtisch	Jährlich
	▶ m ² Wohnfläche pro EW	▶ 51	▶ -		
Entwicklung des Wärmebedarfes	▶ Spez. Wärmeverbrauch Neubau EFH (kWh/m ²)	▶ unbekannt	▶ Vorgaben GEG	▶ teilgebiets-scharf ▶ Auswertung der Baugenehmigungen	Jährlich
	▶ Wohnfläche Neubau EFH (m ²)	▶ Basisjahr			
	▶ Spez. Wärmeverbrauch Neubau MFH (kWh/m ²)	▶ unbekannt			
	▶ Wohnfläche Neubau MFH (m ²)	▶ Basisjahr			
	▶ Sanierungsquote (%)	▶ Annahme 1,0%	▶ 1,0%	▶ gebäudescharf ▶ Aufbau eines Meldesystems ▶ Auswertung der Baugenehmigungen ▶ Auswertung von Bafa-Daten	Jährlich
	▶ Sanierungsziel Wohngebäude (kWh/m ²)	▶ gebäudescharf unbekannt	▶ Vorgaben GEG		
	▶ Sanierungsziel Nichtwohngebäude (kWh/m ²)	▶ gebäudescharf unbekannt	▶ Vorgaben GEG		
	▶ Sanierungsziel denkmalgeschützte Gebäude (kWh/m ²)	▶ gebäudescharf unbekannt	▶ Vorgaben GEG		
Verdichtung Wärmenetze	▶ Anschlüsse Endkunden	▶ 500	▶ > 1.500	▶ netzbezogen	Jährlich
	▶ Absatz in MWh/a	▶ 71 MWh	▶ > 85 MWh		
Dekarbonisierung Wärmenetze	▶ Heizöl (Anteil %)	▶ 5 %	▶ 0%	▶ netzbezogen	Jährlich
	▶ Gas (Anteil %)	▶ 5 %	▶ 0%		
	▶ Wärme aus erneuerbaren Energien (Anteil %)	▶ 90 %	▶ 100%		
	▶ THG-Emissionen	▶ 3.400 t CO _{2e}	▶ Vorgaben WPG		
Einsatz erneuerbarer Energien in den Gebieten mit Einzelversorgungs-lösungen	▶ Anzahl & installierte Leistung Wärmepumpen in Gebieten mit Einzellösungen (kW)	▶ unbekannt	▶ Wert steigt	▶ teilgebiets-scharf	jährlich
	▶ Anzahl & installierte Leistung Wärmepumpen in Wärmenetzgebieten (kW)	▶ unbekannt	▶ Wert sollte klein bleiben		
Transformation fossiler Infrastruktur	▶ Erdgas-Hausanschlüsse (Anzahl)	▶ ca. 2.500	▶ 0 bzw. < 1.200 (mit Biomethan)	▶ gesamtstädtisch	jährlich
	▶ Heizöl	▶ ca. 2.100 (2018)			

6.3 INDIKATOREN FÜR DIE MAßNAHMEN

Die Umsetzung der Maßnahmen sollte anhand der Abarbeitung der Handlungsschritte verfolgt werden. Dabei sollte überprüft werden, sich diese im Rahmen der zeitlichen Planung befinden, ob es einen zeitlichen Verzug, Umsetzungshemmnisse oder ähnliches gibt. Dieses sollte jährlich qualitativ beschrieben und erläutert werden.

In den Maßnahmensteckbriefen wurden auch Erfolgsindikatoren definiert, welche auch die Möglichkeit bieten, die Umsetzung der Maßnahmen zu überwachen.

Tabelle 6-2: Maßnahmen und ihr Überprüfungszyklus

Maßnahme	Indikator	Überprüfung
1.1 Wärmenetzverdichtung	▶ Anschlussquote Wärmenetze (Berechnung aus Anschlussnehmer, s.o.)	31.12.2024
1.2-1.4 Wärmenetzprüfung	▶ Fundierte Aussage zur Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzausbaus	31.12.2025
1.5 Wärmenetzprüfung	▶ Anzahl der Gebiete mit fundierter Aussage zur Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzausbaus	31.12.2027
1.6 Dekarbonisierung der Wärmenetze	▶ Anteil der erneuerbaren Wärmeerzeugung, siehe oben	jährlich
1.7 Abwärmenutzung	▶ Anzahl der identifizierten Abwärmepotenziale ▶ Nutzung der Abwärme	jährlich
2.1 Informationsarbeit Heizungstausch	▶ Zugriff auf Informationsmaterial ▶ Anzahl Umrüstung von Einzel-Heizungen (s.o.)	jährlich
2.2 Wärmepumpenkampagne	▶ Zugriff auf Informationsmaterial ▶ Anzahl der verbauten Wärmepumpen (z.B. über Anzahl Förderanträge)	Nach Abschluss einer Kampagne, jährlich
2.3 Prüfung Stromnetz	▶ Vorliegen Ausbaustrategie ▶ Anschluss aller Wärmepumpen möglich	31.12.2027 jährlich
3.1 Informationsarbeit Sanierung	▶ Anzahl der durchgeführten Sanierungsmaßnahmen ▶ Spezifischer Energieverbrauch in Wohngebäuden (kWh/m ²)	Jährlich Update WP
3.2 Sanierungsmaßnahmen auf Quartiersebene	▶ Anzahl der durchgeführten Sanierungsmaßnahmen ▶ Energieverbrauch im Quartier	Nach Abschluss je Quartier
3.3 Förderkulisse Sanierung	▶ Anzahl der geförderten Sanierungsmaßnahmen	jährlich
4.1 Transformationsplan Gasnetz	▶ Vorliegen der Strategie	31.12.2027
4.2 Kooperation mit Handwerk	▶ Anzahl verfügbarer Fachkräfte ▶ Dauer für Auftragsausführungen	jährlich
4.3 Förderkulisse Heizungstausch	▶ Anzahl der geförderten Heizungen	jährlich
4.4 One-Stop-Shop	▶ Anzahl Beratungen ▶ Anzahl Umrüstung von Heizungen ▶ Anzahl durchgeführte Sanierungsmaßnahmen	jährlich
4.5 Datenerfassung	▶ Vorliegen eines Systems/Struktur zur Datenerfassung	30.06.2025

6.4 INDIKATOREN FÜR DEN PROZESS

Um den Gesamtfortschritt beurteilen zu können ist in regelmäßigen Abständen eine Prozessevaluierung durchzuführen. Dabei sollten nachstehende Fragen gestellt werden, die den Prozessfortschritt qualitativ bewerten:

Zielerreichung: Wie sind die Fortschritte bei der Erreichung der klimaneutralen Wärmeversorgung? Befinden sich Projekte aus verschiedenen Handlungsfeldern bzw. Zielbereichen in der Umsetzung? Wo besteht Nachholbedarf?

Konzept-Anpassung: Gibt es Trends, die eine Veränderung der Wärmewendestrategie erfordern? Haben sich Rahmenbedingungen geändert, sodass Anpassungen vorgenommen werden müssen?

Umsetzung und Entscheidungsprozesse: Ist der Umsetzungsprozess effizient und transparent? Können die Arbeitsstrukturen verbessert werden? Wo besteht ein höherer Beratungsbedarf?

Beteiligung und Einbindung regionaler Akteure: Sind alle relevanten Akteure in ausreichendem Maße eingebunden? Besteht eine breite Beteiligung der Bevölkerung? Erfolgte eine ausreichende Aktivierung und Motivierung der Bevölkerung? Konnten weitere (ehrenamtliche) Akteure hinzugewonnen werden?

Netzwerke: Sind neue Partnerschaften zwischen Akteuren entstanden? Welche Intensität und Qualität haben diese? Wie kann die Zusammenarbeit weiter verbessert werden?

Unter Verstetigung der Wärmeplanung in Kommunen ist die Weiterführung von Aktivitäten über den Förderzeitraum hinaus zu verstehen. Das heißt, die Grundsätze, Ziele und bestehenden Aktivitäten werden weitergeführt, um langfristig die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung zu erreichen. Konkret wäre das zum Beispiel die Umsetzung der Maßnahmen sowie die Fortschreibung der Wärmeplanung.

Die Kommunale Wärmeplanung ist seit dem 01.01.2024 eine per Bundesgesetz geregelte Aufgabe. Der Bund hat die Aufgabe an die Länder übertragen und diese wiederum übertragen diese an die Kommunen. Damit wird die kommunale Wärmeplanung zur kommunalen Pflichtaufgabe und ist personell zu unterstützen. Je nach Ausgestaltung der Landesgesetzgebungen stehen dafür Konnexitätsmittel zur Verfügung.

Zur Verstetigung der Wärmeplanung sind verschiedene Aspekte zu berücksichtigen, die in den folgenden Kapiteln genauer erläutert werden.

7 VERSTETIGUNGSSTRATEGIE

7.1 ROLLIERENDE PLANUNG

Die Wärmeplanung soll als rollierende Planung in der Kommunalverwaltung implementiert werden. Dies bedeutet eine periodenorientierte Planung, bei der nach bestimmten Zeitintervallen die bereits erfolgte Wärmeplanung aktualisiert, konkretisiert und überarbeitet wird. Dabei werden die in der Zwischenzeit gewonnenen neuen Daten berücksichtigt. Die Wärmeplanung ist auf das Zieljahr der Klimaneutralität in der Stadt Pfaffenhofen a.d. Ilm 2035 ausgerichtet, dies bedeutet, mit Stand 2024 ein Planungshorizont von 11 Jahren. Der Detaillierungsgrad des Zeitraums 2024 – 2030 ist entsprechend erheblich genauer als die Planungsintensität der Folgeperioden. Mit fortschreitender Zeit rolliert auch der Zeitraum mit höherer Planungsintensität weiter.

7.2 KOMMUNALE VERWALTUNGSSTRUKTUREN

Zur Bewältigung der Aufgaben im Bereich der kommunalen Wärmeplanung ist ausreichend Personal in der Verwaltung vorzusehen. Es ist davon auszugehen, dass für die kommunale Wärmeplanung über die nächsten Jahre mindestens eine Personalstelle in der Verwaltung erforderlich sein wird, um den Prozess zu begleiten. Sollen die Maßnahmen, wie geplant, umgesetzt werden, ist von zwei bis drei Personalstellen auszugehen. Die Aufgaben sind im Folgenden aufgeführt:

- ▶ den Umsetzungsprozess kommunikativ zu begleiten (siehe Kapitel 8)
- ▶ die Umsetzung der Maßnahmen der Stadt voranzutreiben sowie bei den Akteuren anzustoßen und zu begleiten
- ▶ die Fortschreibung des Wärmeplans (Verpflichtung nach §25 Wärmeplanungsgesetz)
- ▶ die Fortschreibung von Indikatoren, Berichterstellung, Monitoring
Beispiel: jährlicher Bericht zu den Indikatoren des Wärmeplans
- ▶ die Verankerung mit weiteren kommunalen Planungen, z. B. INSEK zu gewährleisten
- ▶ Akteure und Akteurinnen der Umsetzung zu vernetzen und zu koordinieren
- ▶ Neubaugebiete/B-Pläne mit der Wärmeplanung zu verzahnen
- ▶ Straßenbaumaßnahmen mit dem Wärmenetzausbau zeitlich zu koordinieren
- ▶ Genehmigungsprozesse zu begleiten
- ▶ Fördermitteln zur Finanzierung von Projekten einzuwerben
- ▶

Darüber hinaus müssen Strukturen geschaffen werden, die den Informationsfluss innerhalb und außerhalb der Verwaltung gewährleisten:

- ▶ Permanente Lenkungsgruppe in der Verwaltung
Beispiel: Amtsleiter A,B,C treffen sich vierteljährlich.
- ▶ Zusammenarbeit mit Stadtplanung, Tiefbau, Umweltamt, Statistik, ...
Direkte Zusammenarbeit auf Sacharbeiterebene ermöglichen.
Beispiel: Aufstellung einer amtsübergreifenden Arbeitsgruppe Wärmewende.
- ▶

7.3 POLITISCHE ABSICHERUNG

Zur Verstetigung gehört, das Verwaltungshandeln durch politische Beschlüsse und politisches Handeln abzusichern:

- ▶ Beschluss zum Wärmeplan (verpflichtend nach § 21(3) Wärmeplanungsgesetz, aktuell noch keine gültige Landesgesetzgebung in Bayern)
- ▶ Prüfung der Auswirkungen von Beschlüssen auf die Wärmeplanung
Beispiel: kein Gasanschluss in Neubaugebieten
- ▶ Schaffung geeigneter Gremien bzw. Definition der Zuständigkeit
Beispiel: zuständige Ausschüsse tagen 1x jährlich gemeinsam zum Thema Umsetzung Wärmeplanung
- ▶ Bereitstellung kommunaler Eigenmittel in der Haushaltsplanung (siehe auch Maßnahmen)
Beispiel: Jedes Jahr werden XX € für notwendige Infrastrukturmaßnahmen, unterstützende Förderung für die Bürgerinnen und Bürger sowie Öffentlichkeitsarbeit zur Verfügung gestellt.

7.4 KOMMUNIKATION

Bereits für die Erstellung der kommunalen Wärmeplanung ist ein intensiver Abstimmungsprozess zwischen der Stadt und dem Dienstleister implementiert worden. Hierfür braucht es eine Koordinierungsstelle, der auch die Umsetzung der Wärmeplanung dauerhaft begleitet. Hier gilt es

- ▶ Fragen aus der Bevölkerung fachlich gut zu beantworten (auch nicht digital)
Beispiel: Veröffentlichung des aktuellen Standes zur Wärmenetzentwicklung 2x im Jahr im Amtsblatt
- ▶ einen kontinuierlichen Abstimmungsprozess mit den Stadtwerken und Wärmenetzbetreibern durchzuführen
Beispiel: Runder Tisch Wärmenetze zweimal im Jahr
- ▶ Kontakt zu u. a. den Großverbrauchern und Wohnungsgesellschaften zu halten
Beispiel: Austausch einmal im Halbjahr
- ▶ schaffen von Transparenz bzgl. Ausbau Wärmenetz für alle notwendigen Akteure
Beispiel: Stadt und Wärmenetzbetreiber verlinken ihre Webangebote zu dem Thema untereinander und legen Verantwortung für Informationsinhalte fest
- ▶ Wärmenetzbetreiber zu akquirieren
Beispiel: Unterstützung von bestehenden Aktivitäten in der Kommune bzw. Prüfung von Angeboten verschiedenen Anbieter und Kontaktaufnahme
- ▶ gleichen Wissenstand für alle Akteure zu gewährleisten
Beispiel: Kommune, Handwerkskammer und Schornsteinfegerinnung und Stadtwerke treffen sich zweimal jährlich zu einem gemeinsamen Informationsaustausch.

7.5 WEITERE REGELUNGEN

Ergänzend zu den vorgenannten Punkten sind die folgenden Aspekte ebenfalls zu berücksichtigen:

- ▶ Beschluss zu kommunalen Satzungen
Beispiel: Erstellung einer Fernwärmesatzung, Anschlusszwang in Neubaugebieten
- ▶ städtebauliche Verträge
Beispiel: Abstimmung städtebaulicher Verträge mit der Wärmeplanung

- ▶ Flächensicherung für Erzeugungs- und Speicheranlagen durch die Aufnahme in FNP und/oder B-Plan
- ▶ Kommunale Unternehmen
Beispiel: Ziele der Wärmewende in Zielvereinbarungen mit den kommunalen Unternehmen aufnehmen.

8 KOMMUNIKATION

Ein Großteil der Energie- und CO₂-Einsparpotenziale liegt außerhalb des direkten Einflussbereichs der öffentlichen Hand. Private Haushalte, Unternehmen und andere lokale Akteure spielen eine zentrale Rolle bei der Umsetzung von Maßnahmen zur Energieeinsparung und CO₂-Reduktion. Die öffentlichen Stellen können Rahmenbedingungen schaffen und Anreize bieten, aber die tatsächliche Umsetzung hängt stark von der Bereitschaft und dem Engagement der Akteure ab. Auch die breite Öffentlichkeit muss in die Wärmewende einbezogen werden. Eine transparente und offene Kommunikation fördert das Verständnis und die Akzeptanz der geplanten Maßnahmen. Im Folgenden werden die wichtigsten Eckpfeiler der Kommunikation vorgestellt.

8.1 ZIELSETZUNG

Die Kommunikation verfolgt einerseits das Ziel, Bürger, Unternehmen und Energieversorger in die Lage zu versetzen, eigene Maßnahmen umzusetzen und dazu zu motivieren, andererseits muss auf Sensibilisierung und Akzeptanzsteigerung gegenüber den Maßnahmen im Kommunalgebiet, wie beispielsweise dem Bau von Heizzentralen oder Straßenbaumaßnahmen zur Verlegung von Wärmenetzen, hingearbeitet werden. Folgende Ziele sollten daher in der Kommunikation beachtet werden:

- ▶ **Aufklärung:** Verständnis für die Notwendigkeit der Wärmewende schaffen (Klimaschutz, Energiesicherheit, Nachhaltigkeit).
- ▶ **Transparenz:** Offenlegung der Planungsprozesse und der politischen Entscheidungen.
- ▶ **Akzeptanz schaffen:** Unterstützung in der Bevölkerung, bei Unternehmen und anderen Akteuren fördern.
- ▶ **Partizipation fördern:** Den Akteuren vor Ort müssen konkrete Handlungsmöglichkeiten aufgezeigt werden, wie sie selbst ihre Wärmeerzeugung klimaneutral umsetzen können.
- ▶ **Verhalten ändern:** Bürger und Unternehmen zu klimafreundlichem Handeln motivieren (z. B. Gebäudesanierung).
- ▶ **Veröffentlichung der Controlling-Ergebnisse:** Die Stadtgesellschaft soll über die Ergebnisse der Wärmeplanung sowie der Maßnahmenumsetzung informiert, sowie daran beteiligt werden.

8.2 ZIELGRUPPEN

Die Kommunikation der kommunalen Wärmeplanung muss gezielt die verschiedenen Zielgruppen informieren, aufklären und aktiv in den Prozess einbinden. Folgende Zielgruppen sind im Rahmen der Wärmeplanung besonders relevant und ggf. entsprechend ihrer unterschiedlichen Motivationen auch separat anzusprechen:

Tabelle 8-1: Überblick Zielgruppen zur Kommunikation der Wärmeplanung

Zielgruppe	Mögliche Themen & Herausforderungen	
Energieversorgung	Stromnetzbetreiber	Sektorenkopplung, zusätzliche Netzkapazitäten für Wärmepumpen
	Lieferanten von Biomasse, Biogas	Absatzmöglichkeiten
	Wärmenetzbetreiber	Anschluss von neuen Abnehmern, Ausbau der Wärmenetze, Dekarbonisierung der Erzeugung, Planungssicherheit
	Gasnetzbetreiber	Rückbau von Gasinfrastruktur, Umstellung auf Wasserstoff
Wohnungswirtschaft	Wohnungsbaugesellschaften, Immobilienentwickler, Planer	Verpflichtungen nach GEG, zukunftssichere Versorgungsmöglichkeiten im Neubau, energieeffizientes Bauen
	Institutionelle Eigentümer	Verpflichtungen nach GEG, Möglichkeiten zur klimaneutralen Wärmeversorgung, Sanierungsbedarf, -optionen, Finanzierung
	Wohnungseigentümergeinschaften	Verpflichtungen nach GEG, Möglichkeiten zur klimaneutralen Wärmeversorgung, Sanierungsbedarf, -optionen, Finanzierung, gemeinschaftliche Lösungen
	Eigenheimbesitzer	Verpflichtungen nach GEG, Möglichkeiten zur klimaneutralen Wärmeversorgung, Sanierungsbedarf, -optionen, Finanzierung
	Mieter	Handlungsmöglichkeiten, steigende Energiepreise / Miete
	Handwerker & Installateure	Kundenberatung, effiziente Auftragsabwicklung, Fachpersonal
	Unternehmen	Verpflichtungen nach GEG und EnEg, besondere Energiebedarfe z.B. Temperaturniveau

8.3 KANÄLE UND FORMATE

Die Umsetzung einer umfassenden Kommunikationsstrategie erfordert finanzielle und personelle Ressourcen, die oft begrenzt sind. Um diese Herausforderung zu meistern, sollte die Stadt bestehende Netzwerke und Ressourcen effizient nutzen. Kooperationen mit lokalen Medien, Unternehmen und Organisationen können dabei helfen, die Kommunikationsreichweite zu erhöhen. Zudem könnten externe Förderprogramme genutzt werden, um zusätzliche Mittel für die Kommunikationsarbeit zu sichern. Es besteht außerdem bereits eine Vielzahl an Kanälen und Formaten der Stadt Pfaffenhofen a.d. Ilm, welche für die Kommunikation der kommunalen Wärmeplanung genutzt werden können:

- ▶ Eine wichtige Informationsquelle ist die [offizielle Homepage der Stadt Pfaffenhofen a.d. Ilm](#), auf der bereits mehrere Unterseiten zu finden sind, welche Informationen zum Klimaschutz und zur Wärmeplanung enthalten. Dies kann weiter ausgebaut werden.
- ▶ Das Bürgermagazin PAFundDU wird monatlich mit einer Auflage von 14.000 Exemplaren an alle Haushalte in Pfaffenhofen verteilt. Zusätzlich ist es als [Online-Magazin](#) abrufbar.
- ▶ Über das dazugehörige Bürgerportal [PAFundDU.de](#) können auch Akteure wie bspw. die Stadtwerke Pfaffenhofen Informationen zu Maßnahmen der Wärmewende veröffentlichen.
- ▶ Der [Bürgermelder](#) von PAFundDU beinhaltet eine Online-Kartenfunktion, welche genutzt werden könnte, um Informationen zu den Teilgebieten (siehe Teilgebietssteckbriefe) zu hinterlegen und Interessen für Wärmenetzanschlüsse zu sammeln.
- ▶ Zusätzlich finden verschiedene Veranstaltungen in Pfaffenhofen a.d. Ilm statt, welche über das Bürgerportal vermarktet werden. Die Kommunikation zur kommunalen Wärmeplanung kann

entweder in bestehende Veranstaltungsformate integriert werden oder mit separaten Workshops, Fachforen oder anderen Terminen bespielt werden (siehe auch Maßnahmen 3.1 und 4.1).

- ▶ Für die Stadtverwaltung ist das persönliche Beratungsgespräch einer der wichtigsten Kommunikationskanäle. Das Klimaschutzmanagement der Stadt erhält eine hohe Anzahl von Anfragen per Telefon, Mail oder durch den persönlichen Austausch.
- ▶ Im Rahmen der Klimaschutzmaßnahmen soll ein Kompetenzzentrum Energie etabliert werden (siehe auch [Klimaschutzkonzept 2.0](#)). Damit soll ein zentraler Akteur außerhalb der Stadtverwaltung geschaffen werden, der als Anlaufstelle für alle Energie-Themen dient. Dies kann auch für die Kommunikation im Bereich Wärme genutzt werden.

Es wird empfohlen einen Multi-Kanal-Ansatz zu wählen, da es vielfältige Zielgruppen für die Kommunikation der Wärmeplanung in der Stadt Pfaffenhofen a.d. Ilm gibt, darunter Bürger, Unternehmen und Organisationen, die alle unterschiedliche Interessen und Wissensstände haben. Während jüngere Menschen vielleicht über soziale Medien erreicht werden, bevorzugen ältere Zielgruppen möglicherweise gedruckte Broschüren oder lokale Veranstaltungen.

Wichtig ist hierbei die Zusammenarbeit der verschiedenen Kanäle und eine konsistente Vermittlung von Botschaften, um Verwirrung und Inkonsistenzen zu vermeiden. Die regelmäßige Überwachung der Kanäle ist zwingend erforderlich, um zu verstehen, welche Kanäle am meisten genutzt werden (und somit am effektivsten zur Kommunikation genutzt werden können).

8.4 INHALTE

Die Kommunikation sollte sich auf die Aktivierung, Beteiligung und Information der Bevölkerung sowie der Wirtschaft fokussieren. Eine Empfehlung ist dabei die Vermittlung einer positiven und motivierenden Perspektive. Statt Ängste oder Zwänge hervorzurufen, sollten die Vorteile der langfristigen Planung und die Chancen für eine nachhaltige Zukunft betont werden. Die Kommunikation muss auf die Bedürfnisse, Interessen und Kenntnisse der verschiedenen Zielgruppen abgestimmt sein, um niemanden auszuschließen. Folgende Punkte können hierbei als Grundlage für die Entwicklung von Inhalten dienen:

- ▶ **Klimaschutz und Energiewende:** Wärmeplanung als wesentlicher Bestandteil zur Reduktion von CO₂-Emissionen.
- ▶ **Lokale Vorteile:** Senkung der Energiekosten, Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen, Steigerung der Lebensqualität.
- ▶ **Partizipation:** Jeder kann und soll aktiv mitgestalten – sowohl Bürger als auch Unternehmen.
- ▶ **Langfristige Perspektive:** Planung als Investition in eine nachhaltige und sichere Energiezukunft.

Bei der Ausarbeitung sollten außerdem die folgenden Herausforderungen berücksichtigt werden:

- ▶ **Komplexität des Themas:** Die Wärmeplanung ist technisch anspruchsvoll und für Laien schwer verständlich. Um diese Herausforderung zu bewältigen, sollten die Informationen so aufbereitet werden, dass sie für alle Zielgruppen zugänglich sind. Erklärvideos, Infografiken und leicht verständliche Broschüren können helfen, komplexe Themen einfach zu erklären. Außerdem könnten Sprechstunden oder persönliche Beratungen angeboten werden, um offene Fragen zu klären.
- ▶ **Widerstand und Skepsis:** Wie beim Klimaschutz allgemein gibt es auch bei der Wärmewende Menschen, die skeptisch gegenüber Veränderungen sind oder den Sinn der Maßnahmen infrage stellen. Hier sollte die Kommunikation darauf abzielen, Vertrauen zu schaffen und wissenschaftliche Fakten zu vermitteln. Der persönliche Nutzen für die Bürger, wie Einsparungen bei Heizkosten oder eine verbesserte Energieeffizienz, sollte klar hervorgehoben werden.
- ▶ **Veränderung von Verhaltensweisen:** Die Umsetzung der Maßnahmen aus der Wärmeplanung erfordert oft, dass Bürger ihr Verhalten ändern, beispielsweise durch die Nutzung neuer Heizsysteme oder Gebäudesanierungen. Die Kommunikationsstrategie sollte Anreize und konkrete Vorteile, wie finanzielle Ersparnisse oder staatliche Förderungen, aufzeigen. Erfolgsbeispiele aus der Stadt oder

von Vorreitern der Umstellung können helfen, das Vertrauen in die Maßnahmen zu stärken und den Wandel zu fördern.

- ▶ **Langfristige Unterstützung:** Da die Wärmewende ein langfristiger Prozess ist, muss die Kommunikation über Jahre hinweg aufrechterhalten werden. Um das Engagement der Bürger langfristig zu sichern, sollte die Stadt regelmäßige Updates und Erfolgsgeschichten kommunizieren. Jährliche Veranstaltungen, Informationskampagnen, z.B. über den Stand der Indikatoren, und Dialogformate können das Bewusstsein für die Wärmeplanung wachhalten und zur kontinuierlichen Beteiligung motivieren.

Die Kommunikation sollte flexibel und anpassungsfähig sein, um auf Veränderungen im Planungsprozess oder in der öffentlichen Meinung reagieren zu können. Daher sollte im Rahmen der Verstetigung der kommunalen Wärmeplanung auch die Kommunikationsmaßnahmen regelmäßig evaluiert und bei Bedarf angepasst werden. Hierzu zählt die Auswertung der Resonanz auf Veranstaltungen, der Reichweite der Online-Angebote und der Medienresonanz. Feedback aus der Bevölkerung und den verschiedenen Akteuren kann genutzt werden, um das Konzept laufend zu verbessern.

9 ZUSAMMENFASSUNG

Die Stadt Pfaffenhofen hat sich ambitionierte Klimaziele gesetzt und strebt an, bis 2035 klimaneutral zu agieren. Dies betrifft den Verkehr, die Strom- und Wärmeversorgung in allen Sektoren private Haushalte, Gewerbe und Industrie genauso wie die Kommunalverwaltung. Die Wärmeversorgung macht einen Anteil von 61% am Endenergieverbrauch der Stadt Pfaffenhofen a.d. Ilm aus und ist somit ein wichtiger Bereich auf dem Weg zur Klimaneutralität. Der kommunale Wärmeplan zeigt als strategisches Instrument die notwendigen Schritte und Handlungsmöglichkeiten auf, um bis zum Zieljahr 2035 eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen.

In Pfaffenhofen a.d. Ilm gibt es knapp 9.300 beheizte Gebäude, davon sind 70% Wohngebäude. Die demographische Entwicklung zeigt, dass die Bevölkerung in Pfaffenhofen bis 2040 von derzeit knapp 27.000 auf 28.600 Einwohner ansteigen wird. Daher ist mit einem leichten Wachstum der Wohnfläche und des damit verbundenen Wärmebedarfs zu rechnen. Der Wärmeverbrauch schwankt in den Jahren 2018 bis 2022 zwischen 305 und 363 GWh. Der größte Anteil entfällt mit 60 % auf die privaten Haushalte. Der Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen ist für 26% und der Sektor Industrie für 12% des gesamten Wärmeverbrauchs verantwortlich. Die THG-Emissionen der Stadt Pfaffenhofen schwanken in den Jahren 2018 bis 2021 zwischen 164.000 und 170.000 tCO₂-Äquivalenten, was 5,89 bis 6,34 tCO₂-Äquivalenten pro Einwohner entspricht. Der Wärmebereich ist dabei für knapp 50% der Emissionen verantwortlich.

Für die Wärmeplanung wurde das Basisjahr 2022 gewählt, in dem der witterungsbereinigte Wärmeverbrauch 310 GWh beträgt. Zu diesem Zeitpunkt werden bereits 32% der Wärmeversorgung durch erneuerbare Energien bereitgestellt, wobei insbesondere das Fernwärmenetz mit einem Anteil von 21% eine wichtige Rolle spielt. Hinzu kommen vier Nahwärmenetze mit einem Anteil von 2% an der gesamten Wärmeversorgung. Trotz des hohen Anteils an der Wärmemenge sind nur 5% aller Gebäude an ein Wärmenetz angeschlossen. Dezentrale erneuerbare Energien (Solarthermie, Wärmepumpen und Biomasseheizungen) spielen mit einem Anteil von 10% derzeit noch eine untergeordnete Rolle. Der überwiegende Anteil des Wärmeverbrauchs wird durch die fossilen Energieträger Erdgas (29%) und Erdöl (38%) bereitgestellt. Ein Großteil der Kernstadt Pfaffenhofen sowie einige Außenbezirke sind an das Gasnetz angeschlossen. Der durchschnittliche spezifische Wärmebedarf der Wohngebäude in Pfaffenhofen liegt bei 142 kWh/m²a. Im Bereich der Industrie liegen die spezifischen Wärmebedarfe aufgrund des Prozesswärmebedarfs bei über 350 kWh/m²a.

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden die Einsparpotenziale für Raumwärme auf Basis des Gebäudebestandes untersucht. Demnach kann bei 65% der Gebäude in Pfaffenhofen durch Sanierungsmaßnahmen Wärmeenergie eingespart werden. Eine vollständige Sanierung dieser Gebäude würde den Wärmebedarf um 34 % reduzieren. Für das Zielszenario wird jedoch davon ausgegangen, dass bei einer Sanierungsrate von 1% pro Jahr bis 2035 ca. 670 Gebäude saniert werden. Zusammen mit einem geringen Anteil energieeffizienter Neubauten und einer Einsparung von 5% im Bereich der Prozesswärme kann der Energiebedarf so auf 260 GWh im Jahr 2035 reduziert werden.

Für eine klimaneutrale Wärmeerzeugung wurden an mehreren Standorten Potenziale im Bereich der Abwärme identifiziert. Teilweise bestehen bereits Planungen zur Einspeisung in ein Wärmenetz (Kläranlage), teilweise müssen diese noch genauer untersucht werden, um eine mögliche Nutzung zu bewerten. Im Bereich der Umweltwärme gibt es keine Potenziale aus Abwasser oder Oberflächengewässern, jedoch Potenziale zur Nutzung der Umgebungsluft und ein großes Potenzial von über 250 GWh/a im Bereich der oberflächennahen Geothermie, das über Erdwärmekollektoren, Erdwärmesonden oder Grundwasserbrunnen erschlossen werden kann. Ausschlussflächen aufgrund von Bodenbeschaffenheit oder Schutzgebieten sind in Karten dargestellt. Tiefengeothermie ist in Pfaffenhofen zur Wärmeerzeugung nicht nutzbar. Durch Solarthermie auf Dach- und Freiflächen könnten theoretisch 180 GWh Wärme pro Jahr bereitgestellt werden. Aufgrund der jahreszeitlich schwankenden Erzeugung ist diese Technologie jedoch nur als Hybridsystem sinnvoll einsetzbar. Das bilanzielle Biomassepotenzial von 62 GWh/a wird in Pfaffenhofen bereits weitgehend ausgeschöpft. Die tatsächlich verfügbare Biomassemenge wird jedoch von mehreren Akteuren u.a. aufgrund von Waldschäden als Folge des Klimawandels höher eingeschätzt, zudem gibt es weitere Quellen in der

Region. Das Biogaspotenzial wurde auf Landkreisebene abgeschätzt, hier sind sowohl technische Potenziale vorhanden als auch mehrere konkrete Einspeiseanfragen im Netzgebiet in Prüfung.

Beim Einsatz von Wärmepumpen oder Stromdirektheizungen ist zudem das Potenzial zur regenerativen Stromerzeugung für den Wärmebereich relevant. Hier sind sowohl Potenziale für Photovoltaik als auch für Windkraft vorhanden, welche bereits genutzt, aber auch noch weiter ausgebaut werden können.

Auf Basis der Bestands- und Potenzialanalyse wurde das Kommunalgebiet in 62 Teilgebiete unterteilt, welche auf ihre Eignung zur Versorgung mit einem Wärmenetz, einem Wasserstoffnetz und mit dezentralen Technologien untersucht wurden. Für jedes Teilgebiet wurde ein Steckbrief erstellt, welcher die aktuelle Situation, die Bewertung der Versorgungsvarianten und ein Szenario für die zukünftige Versorgung des Gebiets darstellt. Im Gebiet der Stadt Pfaffenhofen a.d. Ilm wurden zwölf Gebiete als sehr wahrscheinlich und 35 Gebiete als wahrscheinlich für ein Wärmenetz geeignet eingestuft. 15 Gebiete sind für eine Wärmenetzversorgung wahrscheinlich ungeeignet. Für die Versorgung mit Wasserstoff wurden 16 Gebiete als sehr wahrscheinlich ungeeignet und 46 Gebiete als wahrscheinlich ungeeignet eingestuft. 35 Teilgebiete sind sehr wahrscheinlich und 17 Teilgebiete wahrscheinlich zur dezentralen Versorgung geeignet. 10 Teilgebiete sind wahrscheinlich für eine dezentrale Versorgung ungeeignet, diese befinden sich größtenteils in der Kernstadt und sind bereits an ein Wärmenetz angebunden. Zusätzlich wurde ein Prüfgebiet festgelegt, bei welchem eine zukünftige Versorgung noch unklar ist.

Insgesamt weisen 26 Teilgebiete erhöhtes Sanierungspotenzial auf. Dabei sind in neun Teilgebieten mehr als 95% der Gebäude sanierungsbedürftig. Insgesamt kann in diesen Gebieten bei Sanierung aller Gebäude 60 GWh Wärme eingespart werden, dies entspricht 59% aller möglichen Einsparungen im gesamten Stadtgebiet.

Im nächsten Schritt wurden die Teilgebiete mit Wärmenetz-Eignung mit den Akteuren diskutiert und für eine konkrete Maßnahmenplanung als Wärmenetzverdichtungsgebiete, Wärmenetzausbauggebiete und Wärmenetzprüfgebiete eingeordnet. In Pfaffenhofen sind 18 Teilgebiete zur Wärmenetzverdichtung, ein Teilgebiet zum Wärmenetzausbau und 21 Teilgebiete zur Wärmenetzprüfung vorgesehen.

Das Ziel der Klimaneutralität bis 2035 erfordert eine ambitionierte Umsetzungsstrategie im Wärmesektor. Dazu müssen in den nächsten zehn Jahren alle bestehenden Ölheizungen ersetzt werden. Zusätzlich wird im Zielszenario angenommen, dass Gasheizungen am Ende ihrer Lebensdauer durch andere Technologien ersetzt werden. Es verbleiben ca. 50 % des heutigen Bestandes an Gasheizungen (ca. 1.200), die klimaneutral mit Biomethan betrieben werden. Es wird davon ausgegangen, dass in Teilgebieten mit bestehendem Wärmenetz mindestens 60% der Gebäude an das Wärmenetz angeschlossen werden. Für die dezentrale Versorgung werden überwiegend Wärmepumpen und zu einem geringeren Anteil Biomasseheizungen eingesetzt. Die THG-Emissionen aus der Wärmeerzeugung können von 64.000 tCO₂e im Jahr 2022 um 86% auf ca. 9.000 tCO₂e im Jahr 2035 reduziert werden. Die verbleibenden Emissionen resultieren aus dem Einsatz von Biomethan und Biomasse und sind somit als klimaneutral zu bewerten.

In Bezug auf Wärmenetzprüfgebiete wurden zwei Szenarien erstellt. In Szenario 1 wird kein Wärmenetz ausgebaut, im Szenario 2 wird ein Ausbau von allen Wärmenetzprüfgebieten modelliert. Die Szenarien unterscheiden sich somit in ihrem Anteil der Wärmenetzversorgung. In Szenario 1 werden durch die Wärmenetzverdichtung 33% der Wärme über Wärmenetze erbracht, in Szenario 2 beläuft sich der Anteil der Wärmenetzversorgung durch die Verdichtung und durch den Neubau von Wärmenetzen auf 44%. Dementsprechend liegt der Anteil der dezentralen Versorgung durch Wärmepumpen bei 34% bzw. 27% und für Biomasse-Heizungen bei 16% bzw. 13%. Der Unterschied bei den THG-Emissionen der beiden Szenarien ist gering, das Szenario des maximalen Wärmenetzausbaus ist im Vergleich teurer. Es sollte daher für jedes Wärmenetzprüfgebiet eine detaillierte Bewertung stattfinden, ob ein Wärmenetz die wirtschaftlichste Option ist.

Für drei Fokusgebiete wurde eine detailliertere Wärmenetzmodellierung vorgenommen und verschiedene Umsetzungsvarianten aufgezeigt. Zu jedem Fokusgebiet wurde ein Maßnahmensteckbrief erstellt. Zusätzlich wurden vier weitere Maßnahmen im Handlungsfeld Wärmenetze, drei Maßnahmen

im Handlungsfeld Einzellösungen, drei Maßnahmen im Handlungsfeld Energieeinsparungen und fünf übergreifende Maßnahmen entwickelt.

Wärmenetze bieten die Chance, sehr viele Gebäude auf einmal mit klimaneutraler Wärme zu versorgen. In Pfaffenhofen besteht ein großes Potenzial, weitere Gebäude an die bestehenden Leitungen anzuschließen. Insbesondere im Fernwärmenetz, das in der Kernstadt durch den Anschluss großer Ankerkunden weit verzweigt ist, sollte dies auch für Gebäude mit geringerem Wärmebedarf vorrangig angegangen werden. Zusätzlich sollten die Erweiterungsmöglichkeiten in den Wärmenetzprüfgebieten begutachtet und ggf. umgesetzt werden. Die bestehenden Wärmenetze werden größtenteils bereits mit erneuerbaren Energien versorgt. Für die in einigen Netzen zur Spitzenlastabdeckung eingesetzten fossilen Energieträger müssen im Rahmen der Dekarbonisierungsfahrpläne Alternativen gefunden werden. Für den strategischen Ausbau der Wärmenetze sollte eine enge Abstimmung zwischen den Akteuren und der Stadtverwaltung erfolgen.

Im Bereich der Einzelheizungen ist es Aufgabe der Kommune insbesondere private Akteure zum Heizungstausch und zu Energieeinsparungen zu motivieren. Dazu sind verschiedene Kommunikations- und Beratungsmaßnahmen zum Heizungstausch, zur Umstellung auf Wärmepumpen und zu Sanierungsmaßnahmen vorgesehen. Darüber hinaus soll der Aufbau eines kommunalen Förderprogramms für den Heizungstausch und für Sanierungsmaßnahmen geprüft werden. Zur Umsetzung der Wärmewende müssen ausreichend Fachkräfte und insbesondere Kapazitäten im Handwerk zur Verfügung stehen. Durch den Aufbau von Kooperationen und Einbindung der entsprechenden Betriebe kann die Stadt dies unterstützen. Über einen One-Stop-Shop „Wärmewende“ sollen Interessenten beraten und bei Bedarf vermittelt und bei der Wärmewende begleitet werden.

Im Rahmen der anstehenden Veränderungen kommt es durch die Sektorenkopplung zu einer veränderten Nutzung der Gas- und Stromnetze. Für beide Netze müssen von den Netzbetreibern auf Basis der Wärmeplanung entsprechende Strategien erarbeitet werden, wie ein langfristiger Betrieb bzw. Rückbau der Netze mit der entsprechenden Versorgungssicherheit gewährleistet werden kann.

Mit dem kommunalen Wärmeplan wurden die strategischen Grundlagen für die Wärmewende in Pfaffenhofen a.d. Ilm gelegt. Nun geht es um die Umsetzung und Verstetigung der Maßnahmen. Hierfür werden Kapazitäten in der Stadtverwaltung benötigt, die diesen Prozess begleiten. Um den Fortschritt zu messen und sich ändernde Handlungsbedarfe zu identifizieren, muss ein Monitoring aufgebaut werden. Die Wärmeplanung muss mindestens alle fünf Jahre fortgeschrieben werden. Bei Bedarf kann die Möglichkeit der Ausweisung von Versorgungsgebieten durch den Stadtrat genutzt werden.

Der vorliegende kommunale Wärmeplan stellt für die Stadt Pfaffenhofen a.d. Ilm einen wichtigen Meilenstein auf dem Weg zu einer nachhaltigen und klimafreundlichen Energieversorgung dar. Mit den geplanten Maßnahmen setzt die Kommune auf den Ausbau erneuerbarer Energien, die Optimierung bestehender Infrastrukturen und die enge Zusammenarbeit mit allen relevanten Akteuren. Mit der Umsetzung dieses kommunalen Wärmeplans schafft die Stadt Pfaffenhofen die Grundlage für eine zukunftsfähige und klimafreundliche Wärmeversorgung, die nicht nur die Klimaziele unterstützt, sondern auch die Lebensqualität in der Kommune nachhaltig stärkt.

LITERATURVERZEICHNIS

- AG Energiebilanzen e.V. (13. März 2024). *Anwendungsbilanzen zur Energiebilanz Deutschland*. Von Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Anwendungszwecken: https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2023/01/AGEB_22p2_rev-1.pdf abgerufen
- AVR Rechtsanwälte im Auftrag der Landeshauptstadt München. (Januar 2024). *muenchen.de - Das offizielle Stadtportal*. Von <https://risi.muenchen.de/risi/dokument/v/8336570> abgerufen
- Bayerisches Landesamt für Statistik. (02. 08 2024). *Genesis Online*. Von Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung - Pfaffenhofen a.d. Ilm: <https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online?operation=previous&levelindex=2&step=2&titel=Ergebnis&levelid=1722601210527&acceptscookies=false#abreadcrumb> abgerufen
- Bayerisches Landesamt für Umwelt. (09. 07 2024). *Bayerisches Landesamt für Umwelt*. Von Geothermie in Bayern: <https://www.lfu.bayern.de/geologie/geothermie/index.htm> abgerufen
- Bayerisches Landesamt für Umwelt. (2024). *Endbericht Biogaspotenzial Bayern*. Von https://www.energieatlas.bayern.de/sites/default/files/2024_05_21_Biogaspotenzial_Bayern_Endbericht.pdf abgerufen
- Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie. (25. 06 2024). *Energieatlas Bayern*. Von <https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?c=677751,5422939&z=7&l=atkis&t=energie> abgerufen
- Bayrisches Landesamt für Statistik. (März 2024). *Statistik kommunal 2023 - Stadt Pfaffenhofen a.d. Ilm*. Von [www.statistik.bayern.de: https://www.statistik.bayern.de/mam/produkte/statistik_kommunal/2023/09186143.pdf](https://www.statistik.bayern.de/mam/produkte/statistik_kommunal/2023/09186143.pdf) abgerufen
- Bundesnetzagentur. (21. November 2023). *Marktstammdatenregister*. Von Aktuelle Einheitenübersicht - Stromerzeugungseinheiten, Stromverbrauchseinheiten, Gaserzeugungseinheiten, Gasverbrauchseinheiten: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Einheit/Einheiten/OeffentlicheEinheitenuebersicht> abgerufen
- Deutscher Wetterdienst. (12 2023). *Klimafaktoren (KF) für Energieverbrauchsausweise*. Von <https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html#:~:text=Witterungsbeeinigung%20mit%20Klimafaktoren,je%20gr%C3%B6%C3%9Fer%20der%20Klimafaktor%20ist> abgerufen
- EnergieAtlasGT. (2024). *Energie-Atlas Bayern in den Bereichen Tiefengeothermie und Nutzungsgebiete für hydrothermale Wärmegewinnung*. Abgerufen am 29. 05 2024 von <https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?c=689733,5380494&z=12&l=atkis,9c392fae-9a1e-412e-9d1c>
- enervis energy advisors GmbH. (2017). *Energie aus Abwasser: Das bislang unentdeckte Potential für die Wärmewende*. Von https://enervis.de/wp-content/uploads/2018/05/enervis-Studie_Energie-aus-Abwasser_Dez-2017.pdf abgerufen
- Günther, D., Wapler, J., Langner, R., Helmling, S., Miara, M., Fischer, D., . . . Wille-Hausmann, B. (2020). *Wärmepumpen in Bestandsgebäuden: Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt WPsmart im Bestand*. Fraunhofer ISE. Freiburg: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE. Von file:///C:/Users/s.weckponton/Downloads/BMWi-03ET1272A-WPsmart_im_Bestand-Schlussbericht.pdf abgerufen
- Hertle, H., Dünnebeil, F., Gugel, B., Rechsteiner, E., & Reinhard, C. (2019). *BISKO - Bilanzierungs-Systematik Kommunal - Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland*. Heidelberg: Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu).

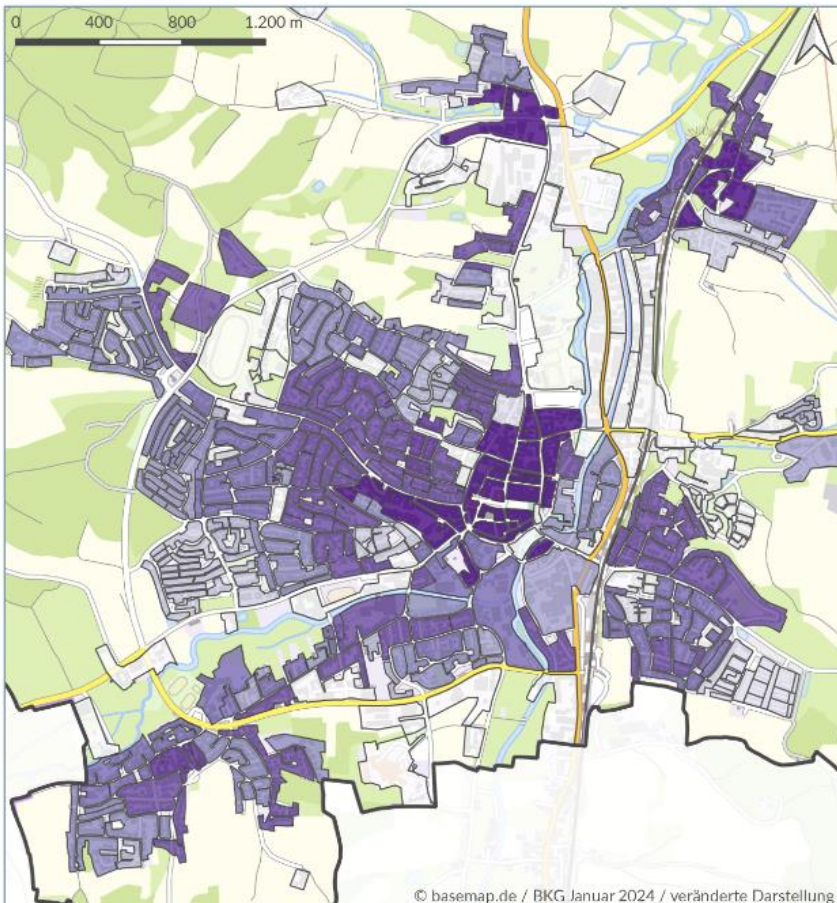
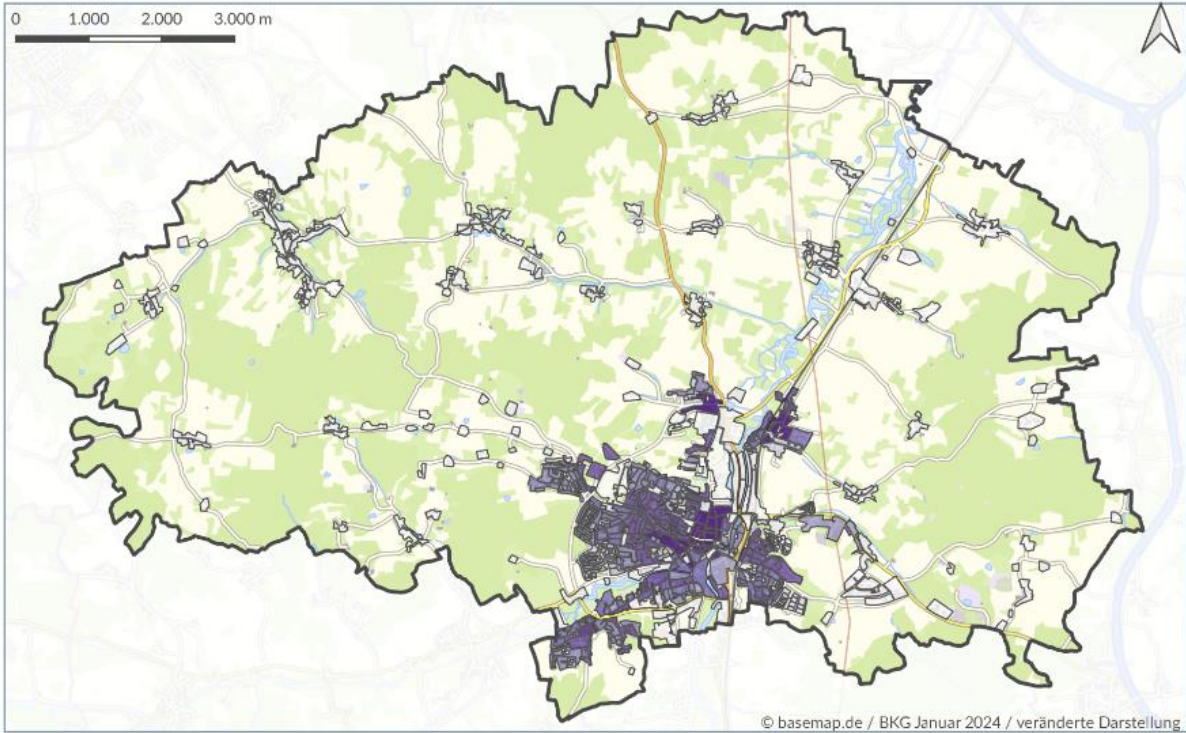
- <https://www.solare-stadt.de>. (März 2024). Von Solare Stadt: <https://www.solare-stadt.de/landkreis-pfaffenhofen/Solarpotenzialkataster?s=111> abgerufen
- HyPipe. (2024). *HyPipe Bavaria – The Hydrogen Hub*. Abgerufen am 06. 06 2024 von <https://www.hypipe-bavaria.com>
- ifeu. (2016:3). *Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland*. Heidelberg: ifeu.
- ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI. (Juni 2024). *Leitfaden Wärmeplanung. Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche*. (B. BMWK, Hrsg.) Abgerufen am Juni 2024 von https://api.kww-halle.de/fileadmin/user_upload/Leitfaden_Waermeplanung_final_web.pdf
- KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH. (2020). *Kommunale Wärmeplanung - Handlungsleitfaden*.
- KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH. (8. März 2024). *Technikkatalog zur Kommunalen Wärmeplanung*. Von <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/kommunale-waermeplanung/einfuehrung-in-den-technikkatalog#c7393-content-4> abgerufen
- Klima-Bündnis e.V. (2022). *Klimaschutz-Planer*. Von <https://www.klimaschutz-planer.de/index.php> abgerufen
- KSG. (2024). Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG). *Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513)*. Abgerufen am 05. 07 2024 von <https://www.gesetze-im-internet.de/ksg/BJNR251310019.html>
- Landkreis Pfaffenhofen a. d. Ilm, Institut für Energietechnik IfE GmbH. (März 2024). *Wärmekataster. Digitaler Energienutzungsplan für den Landkreis Pfaffenhofen*. Abgerufen am 10 2023 von https://www.landkreis-pfaffenhofen.de/media/17083/abschlussbericht_digitaler_energienutzungsplan_landkreis_pfaffenhofen.pdf
- Prognos AG; ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH; Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER); Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI. (Juni 2024). *Technikkatalog Wärmeplanung*. (B. f. (BMWK), & B. f. (BMWSB), Hrsg.) Abgerufen am 10. 07 2024 von https://api.kww-halle.de/fileadmin/user_upload/Technikkatalog_W%C3%A4rmeplanung_Juni2024.xlsx
- StMUG, StMWIVT, OBB. (Januar 2024). *Leitfaden Energienutzungsplan*. Von <https://www.coaching-kommunaler-klimaschutz.net/fileadmin/inhalte/Dokumente/StarterSet/LeitfadenEnergienutzungsplan-Teil1.pdf> abgerufen
- Weck-Ponten, S. (2023). *Simulationsbasiertes Mehrebenen-Planungswerkzeug für geothermische Wärmepumpensysteme. Dissertation*. RWTH.
- WPG. (01. Januar 2024). *Wärmeplanungsgesetz vom 20. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 394)*. Von <https://www.gesetze-im-internet.de/wpg/BJNR18A0B0023.html> abgerufen

ANHANG 1 - INDIKATOREN

Berechnung der nachstehend aufgelisteten Kennzahlen:		Jahr	
i.	Endenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen der Haushalte und kommunalen Liegenschaften pro Kopf	2021	Siehe Kapitel Bilanz
ii.	Endenergiebedarf Wärme Wohngebäude pro Quadratmeter Wohnfläche	2022	142 kWh/m ²
iii.	Stromverbrauch zur Wärmeversorgung der Haushalte pro Kopf	2021	105 kWh
iv.	Endenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen in GHD und Industrie pro Kopf		Siehe Kapitel Bilanz
			MWh/Einwohner
			Biobenzin 0,07
			Biomasse 0,70
			Diesel biogen 0,17
			Fernwärme 2,90
			Nahwärme 0,20
			Solarthermie 0,14
			Umweltwärme 0,4
v.	Einsatz erneuerbarer Energien nach Energieträgern pro Kopf	2021	
			Strom:
			Windenergie 0,23
			Wasserkraft 0,02
			Photovoltaik 0,67
			Biomasse 0,31
			KWK-Anlagen 1,13
vi.	Anteil erneuerbarer Energien an lokaler Strom- und Wärmeerzeugung und am Strom- und Wärmebedarf	2022 2021	Strom: 69% Wärme: 32%
vii.	Nutzung synthetischer Brennstoffe (PtX) pro Kopf	2021	0
viii.	Stromverbrauch für die Wärmebereitstellung (Wärmepumpen, Direktstrom)		Siehe Kapitel Bilanz
ix.	Fläche solarthermischer und PV-Anlagen pro Kopf	2021	PV: 8,5 m ² Solarthermie: 0,2 m ²
x.	Installierte KWK-Leistung pro Kopf (elektrisch und thermisch)	2022	Thermisch: 1,2 kW Elektrisch: 0,3 kW
xi.	Installierte Speicherkapazität Strom und Wärme	2022	59 m ³ thermisch, 4,7 MWh elektrisch
xii.	Anzahl der Hausanschlüsse in Gas- und Wärmenetzen	2022	Gas: 2515 Gebäude, Wärmenetz: 473 Gebäude
xiii.	Länge der Transport- und Verteilleitungen in Gas- und Wärmenetzen	2022	Kapitel Bestandsanalyse

ANHANG 2 - ABBILDUNGEN GESAMTES GEBIET

Überwiegende Baualtersklasse



LEGENDE

- Gemeindegrenze
- Überwiegende Baualtersklasse
 - < 1918
 - 1919-1948
 - 1949-1957
 - 1958-1968
 - 1969-1978
 - 1979-1983
 - 1984-1994
 - 1995-2001
 - > 2001
 - Unbekannt

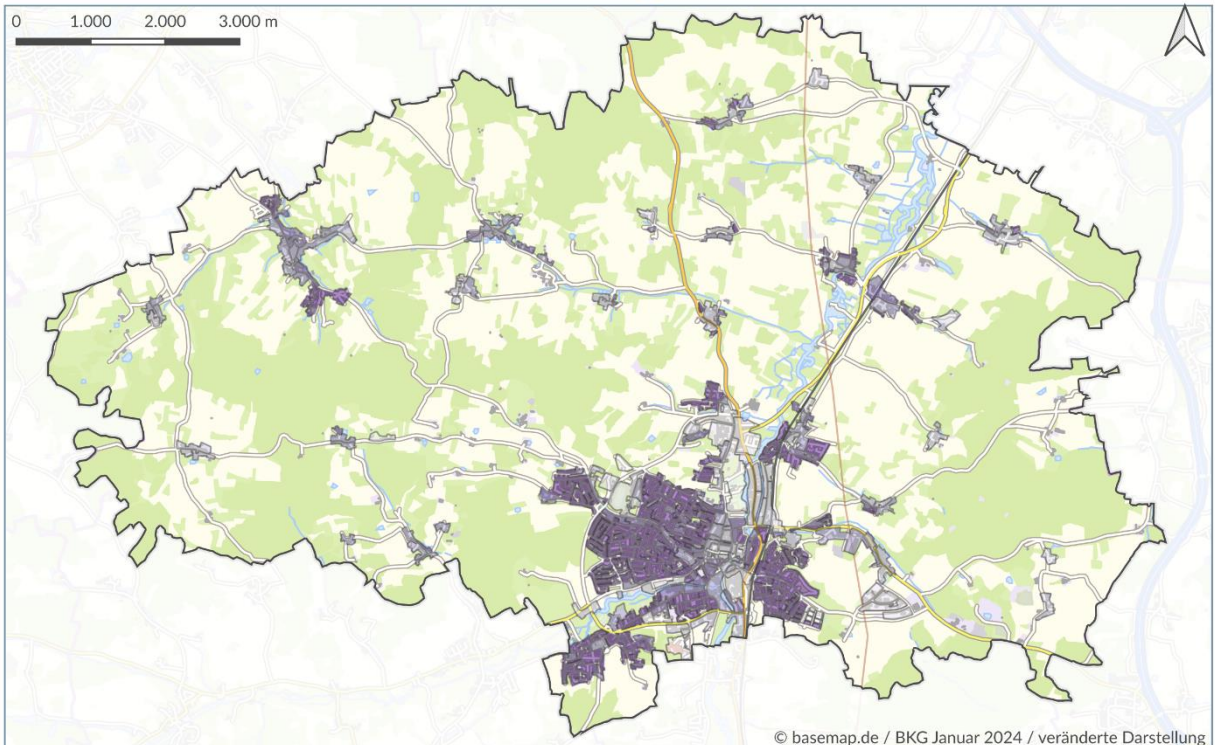
Kommunale Wärmeplanung Pfaffenhofen a.d. Ilm

Bestandsanalyse - Baublockebene
Überwiegende Baualtersklasse der Gebäude

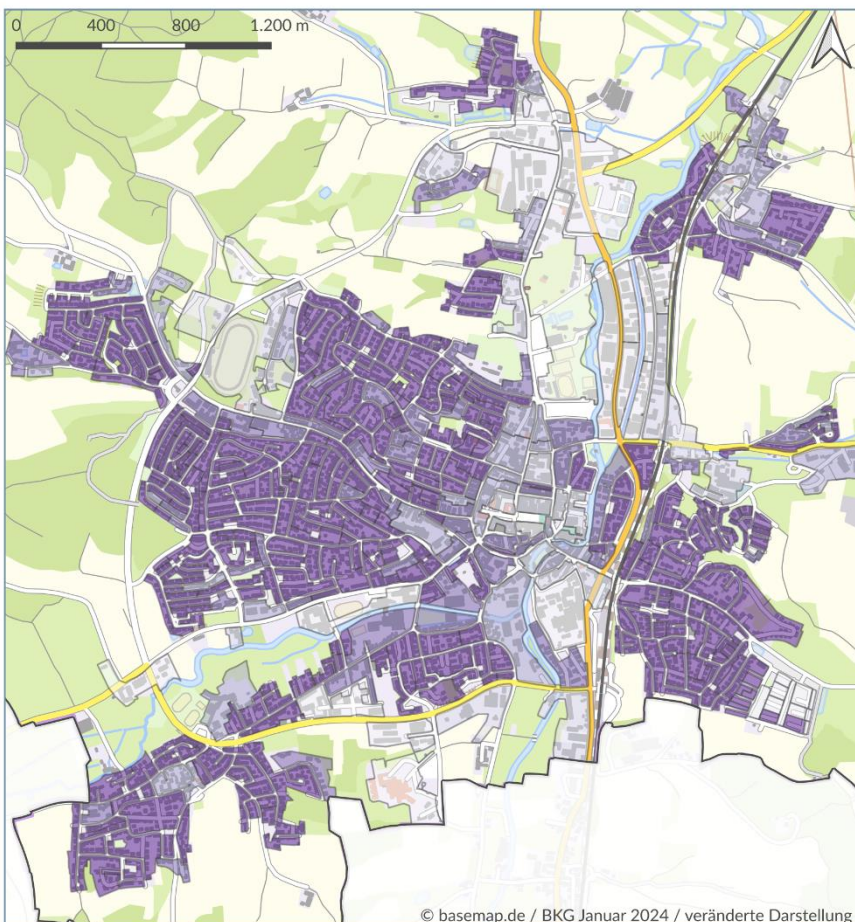


Datum: 04.03.2024
Kürzel: EZ
Datenquellen: Kommune

Anteil Wohngebäude



© basemap.de / BKG Januar 2024 / veränderte Darstellung



LEGENDE

-  Gemeindegrenze
- Anteil Wohngebäude
-  0 - 0,2
-  0,2 - 0,4
-  0,4 - 0,6
-  0,6 - 0,8
-  0,8 - 1

Kommunale Wärmeplanung Pfaffenhofen a.d. Ilm

Bestandsanalyse - Baublockebene
Wohngebäude (nach Flächenanteil)



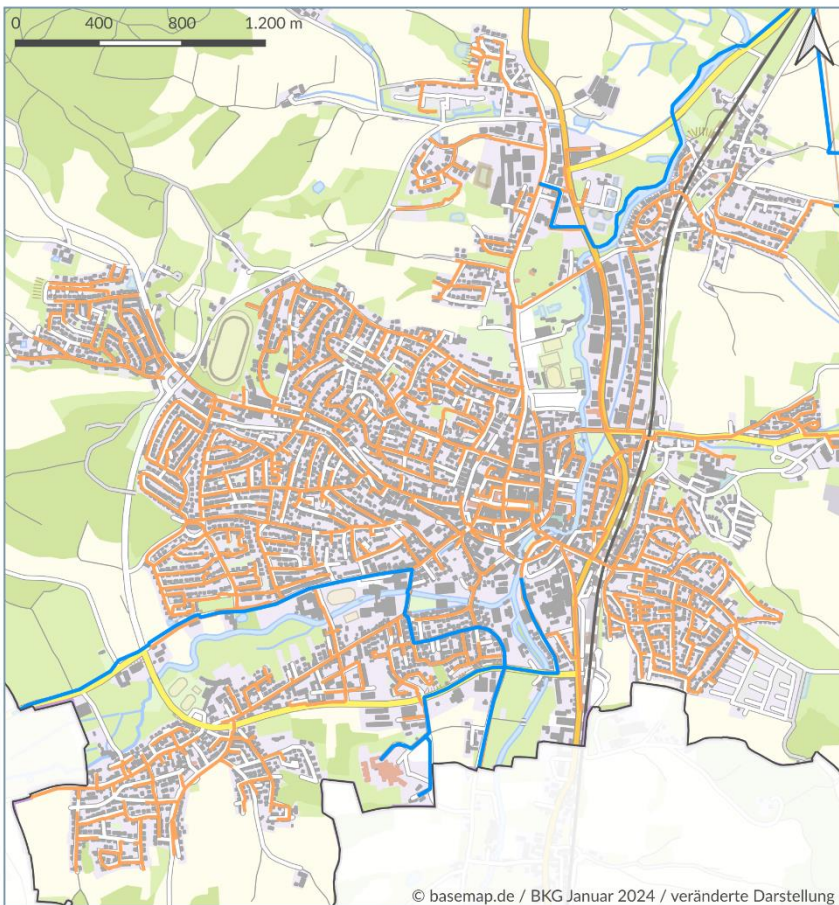
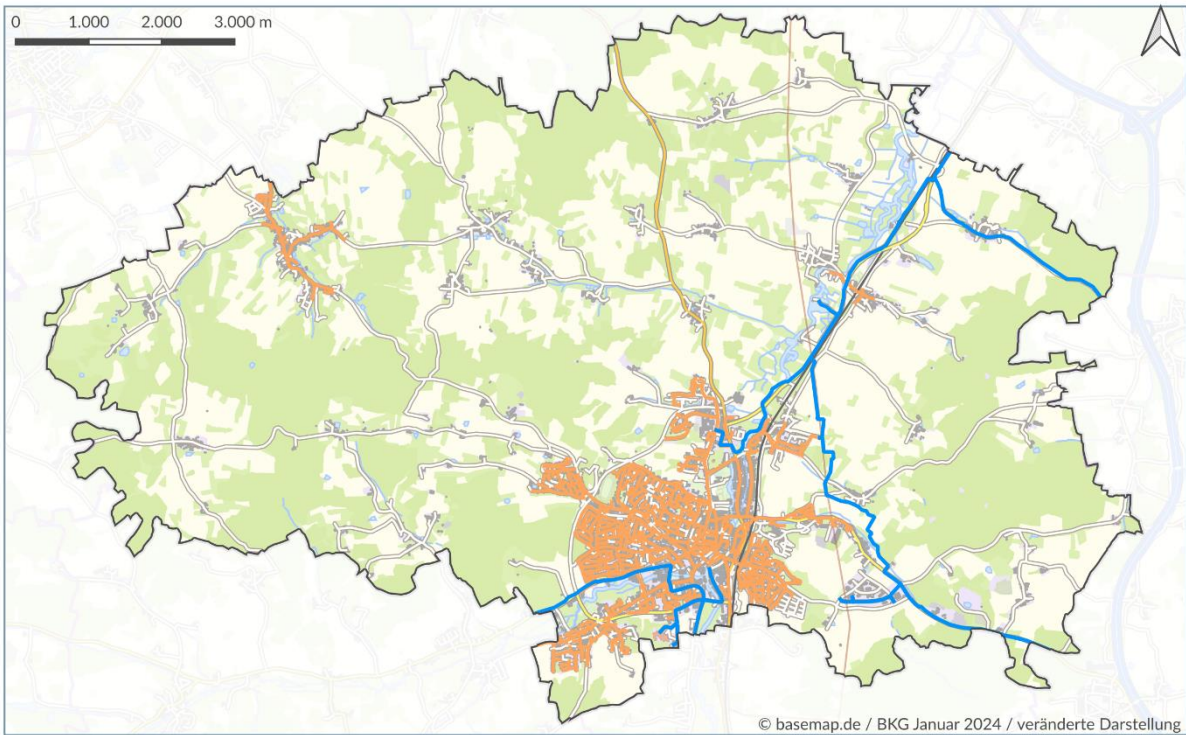
Datum: 04.03.2024

Kürzel: EZ

Datenquellen: Gebäudekataster Kommune

© basemap.de / BKG Januar 2024 / veränderte Darstellung

Gasnetz Pfaffenhofen a.d. Ilm



LEGENDE

- ▭ Gemeindegrenze
- Gasnetz
- Hauptnetz
- Verteilnetz

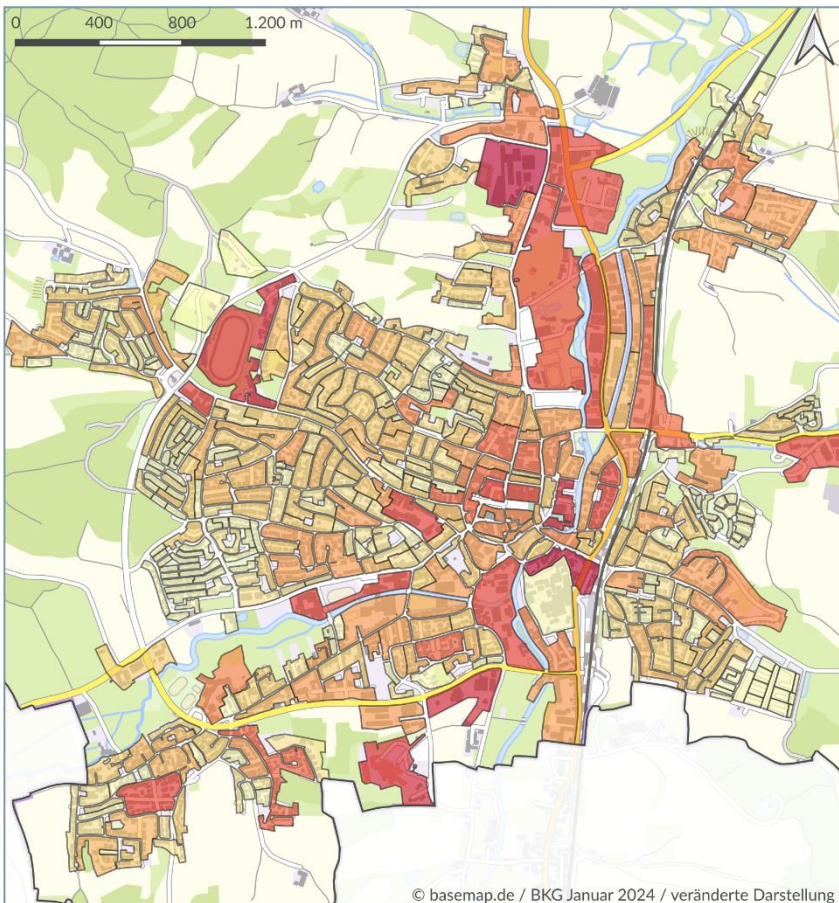
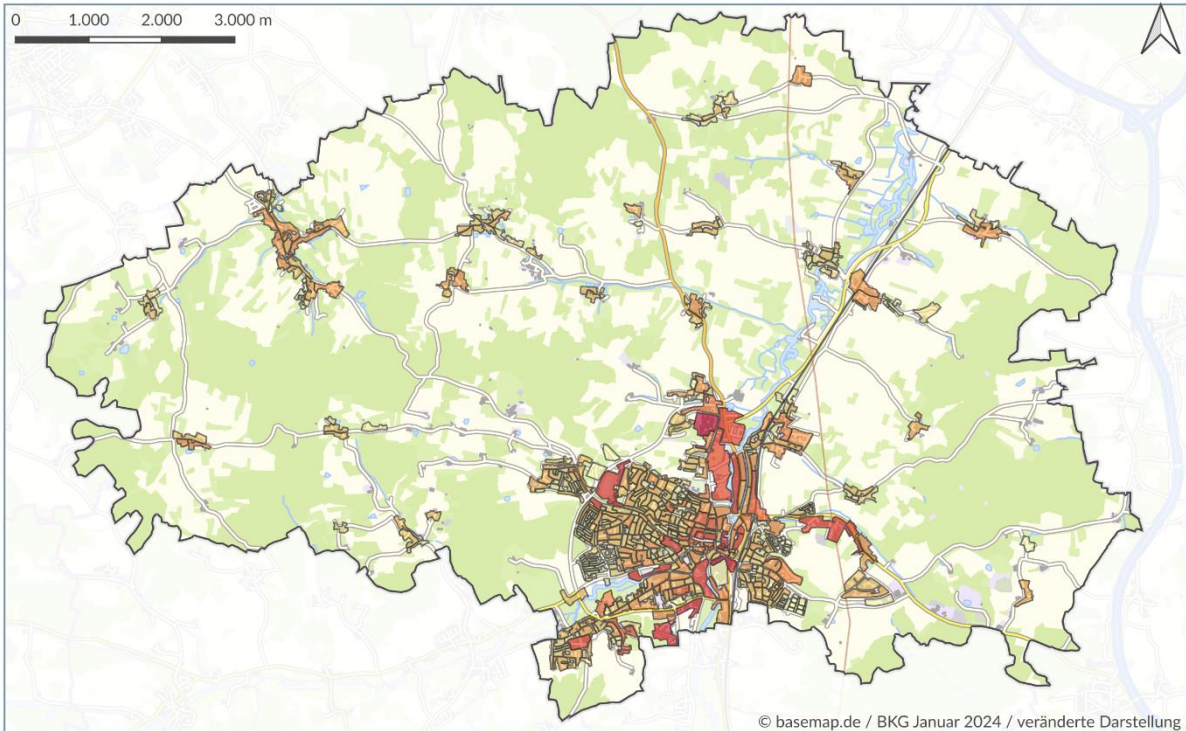
Kommunale Wärmeplanung Pfaffenhofen a.d. Ilm

Bestandsanalyse
Gasnetz



Datum: 04.03.2024
Kürzel: EZ
Datenquellen: Gasversorgung

Absoluter Wärmebedarf Basisjahr



LEGENDE

- Gemeindegrenze
- Wärmebedarf absolut
 - 0 - 200
 - 200 - 300
 - 300 - 500
 - 500 - 700
 - 700 - 1.100
 - 1.100 - 1.500
 - 1.500 - 1.800
 - 2.000 - 3.000
 - 3.000 - 6.000
 - > 6.000

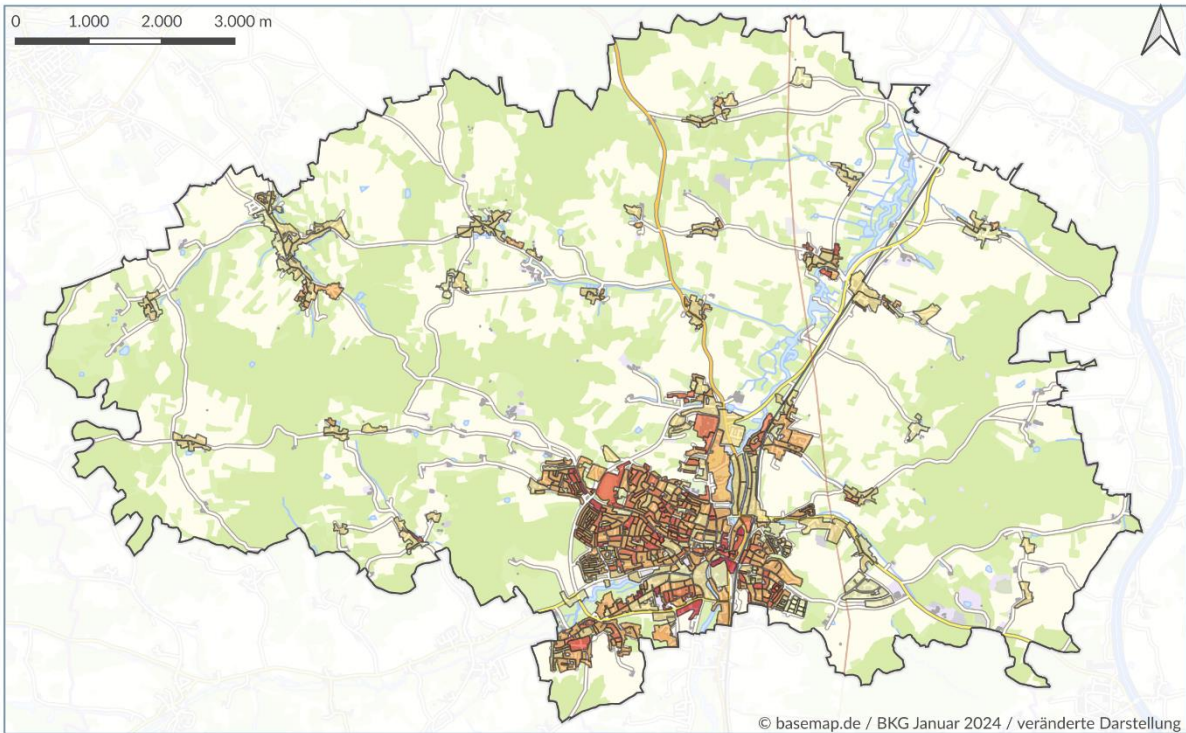
Kommunale Wärmeplanung Pfaffenhofen a.d.Ilm

Bestandsanalyse - Baublockebene
Absoluter Wärmebedarf im
Basisjahr 2022

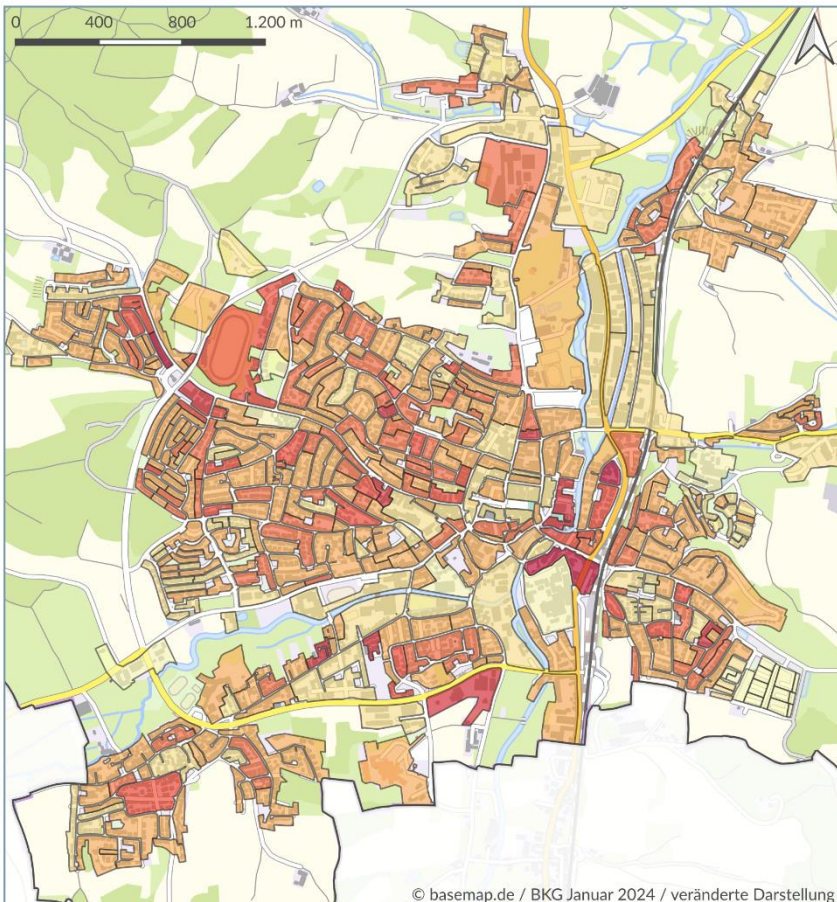


Datum: 04.03.2024
Kürzel: EZ
Datenquellen: Kommune, Versorgerdaten,
Wärmekataster, eigene Berechnungen

Spezifischer Wärmebedarf Basisjahr











© basemap.de / BKG Januar 2024 / veränderte Darstellung



© basemap.de / BKG Januar 2024 / veränderte Darstellung

LEGENDE

-  Gemeindegrenze
- Spezifischer Wärmebedarf kWh/m²
-  0 - 50
-  50 - 100
-  100 - 150
-  150 - 200
-  200 - 250
-  250 - 350
-  > 350

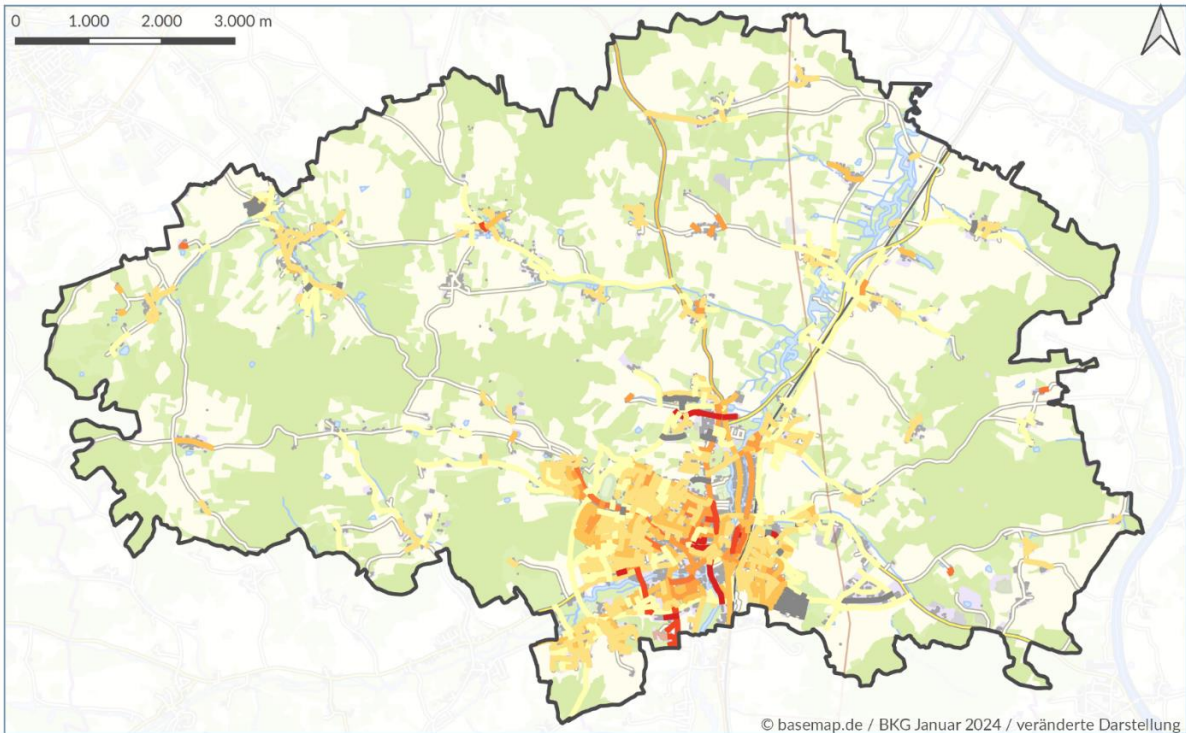
Kommunale Wärmeplanung Pfaffenhofen a.d.Ilm

Bestandsanalyse - Baublockebene
Durchschnittlicher spezifischer
Wärmebedarf bezogen auf die
beheizte Nutzfläche im Basisjahr
2022

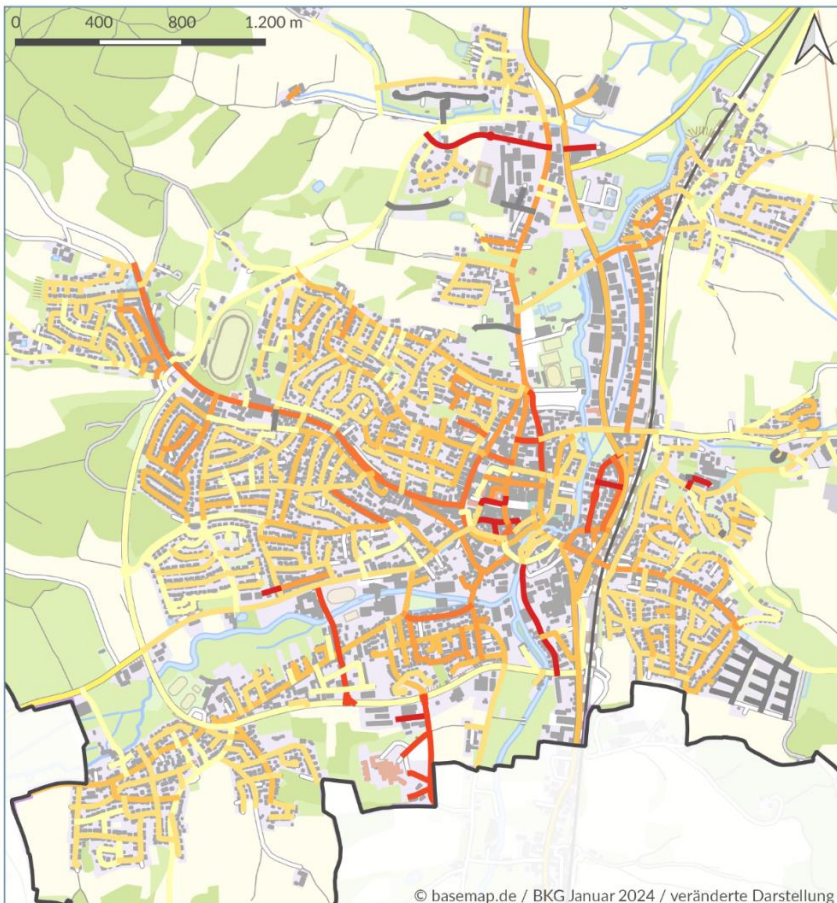


Datum: 04.03.2024
Kürzel: EZ
Datenquellen: Kommune, Versorgerdaten,
Wärmekataster, eigene Berechnungen

Wärmelinienichte



© basemap.de / BKG Januar 2024 / veränderte Darstellung



LEGENDE

-  Gemeindegrenze
- Wärmelinienichte [MWh/m/a]
-  <=1
-  1 - 2
-  2 - 3
-  3 - 4
-  4 - 5
-  5 - 6
-  >6
-  keine Daten

Kommunale Wärmeplanung
Pfaffenhofen a.d. Ilm

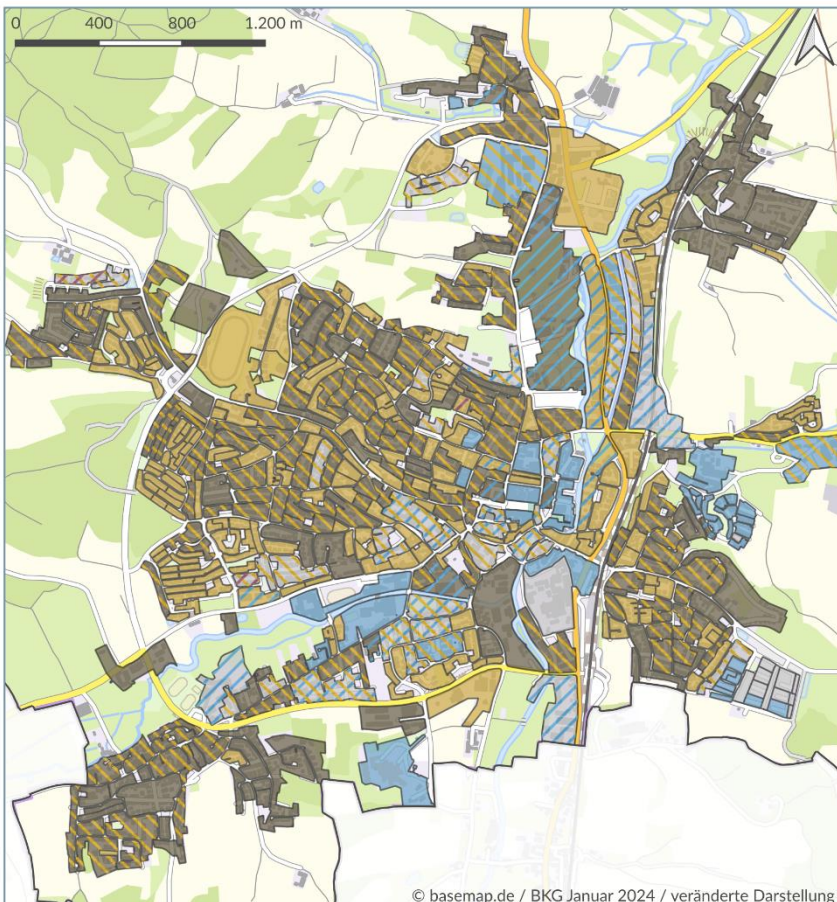
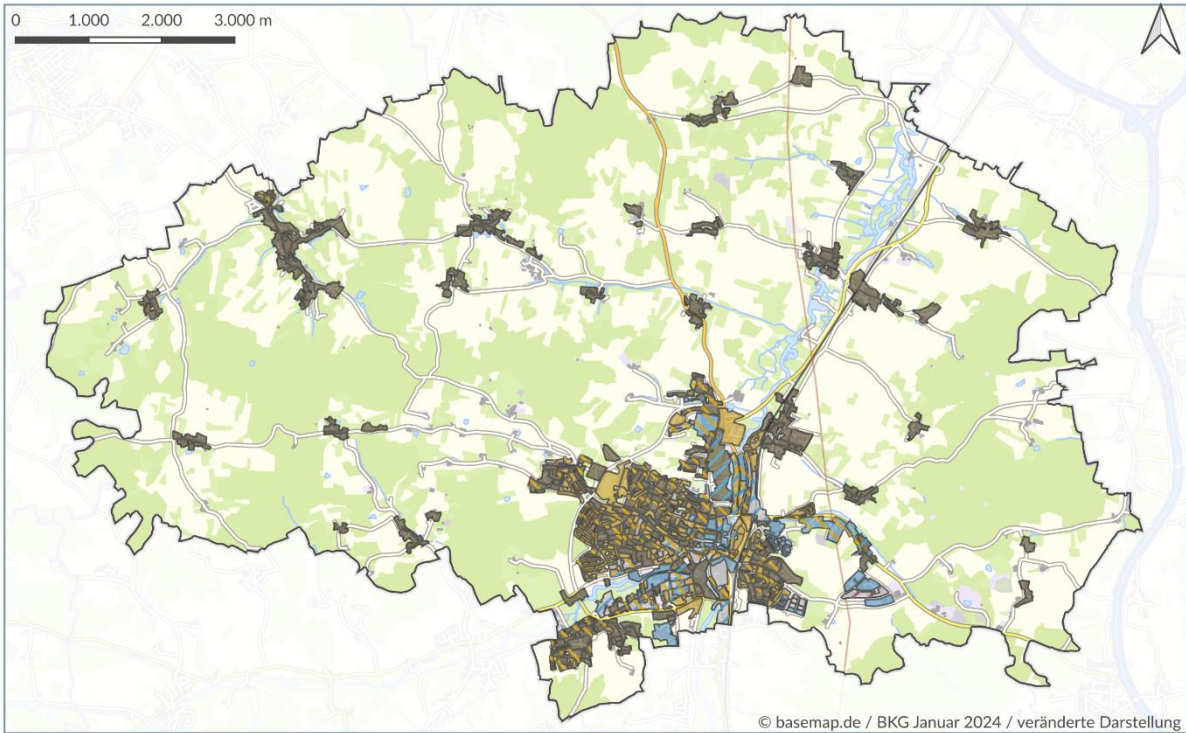
Bestandsanalyse
Wärmelinienichte












Datum: 04.03.2024
Kürzel: EZ
Datenquellen: Kommune, Versorgerdaten,
Wärmekataster, eigene Berechnungen

© basemap.de / BKG Januar 2024 / veränderte Darstellung

Überwiegende Energieträger



LEGENDE

-  Gemeindegrenze
- Überwiegender Energieträger
-  Kein Energieträger > 50% / Unbekannt
-  > 50% Wärmenetze
-  > 50% Gas
-  > 50% Wärmestrom/Umweltwärme
-  > 50% nicht leitungsgebunden
-  25-50% Wärmenetze
-  25-50% Gas
-  25-50% Wärmestrom/Umweltwärme

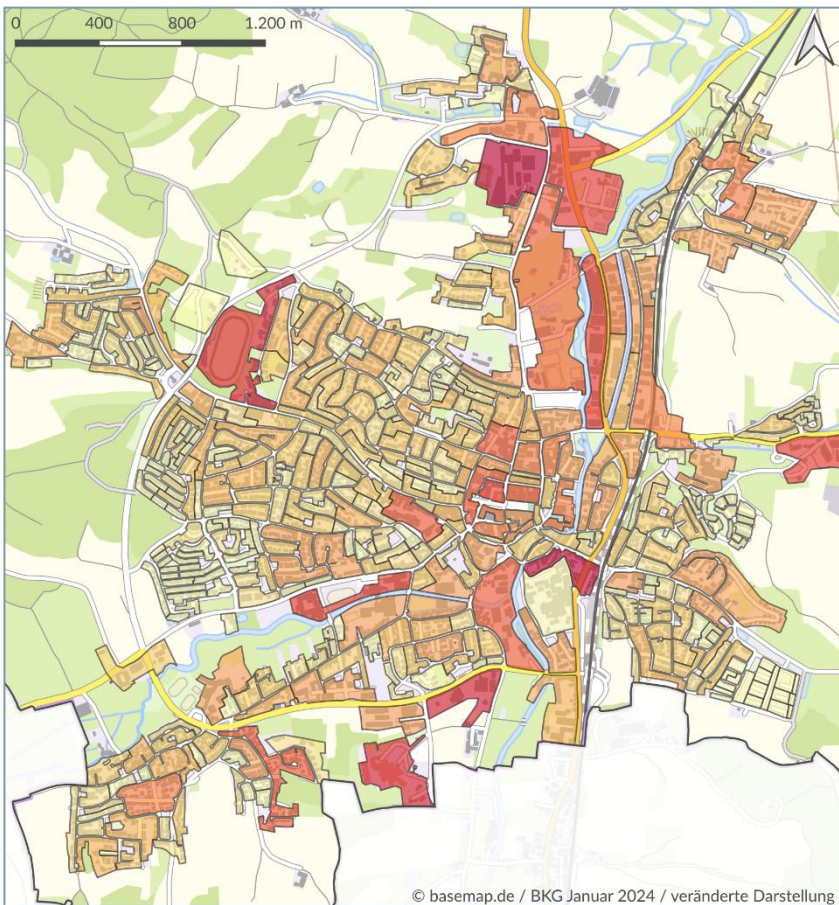
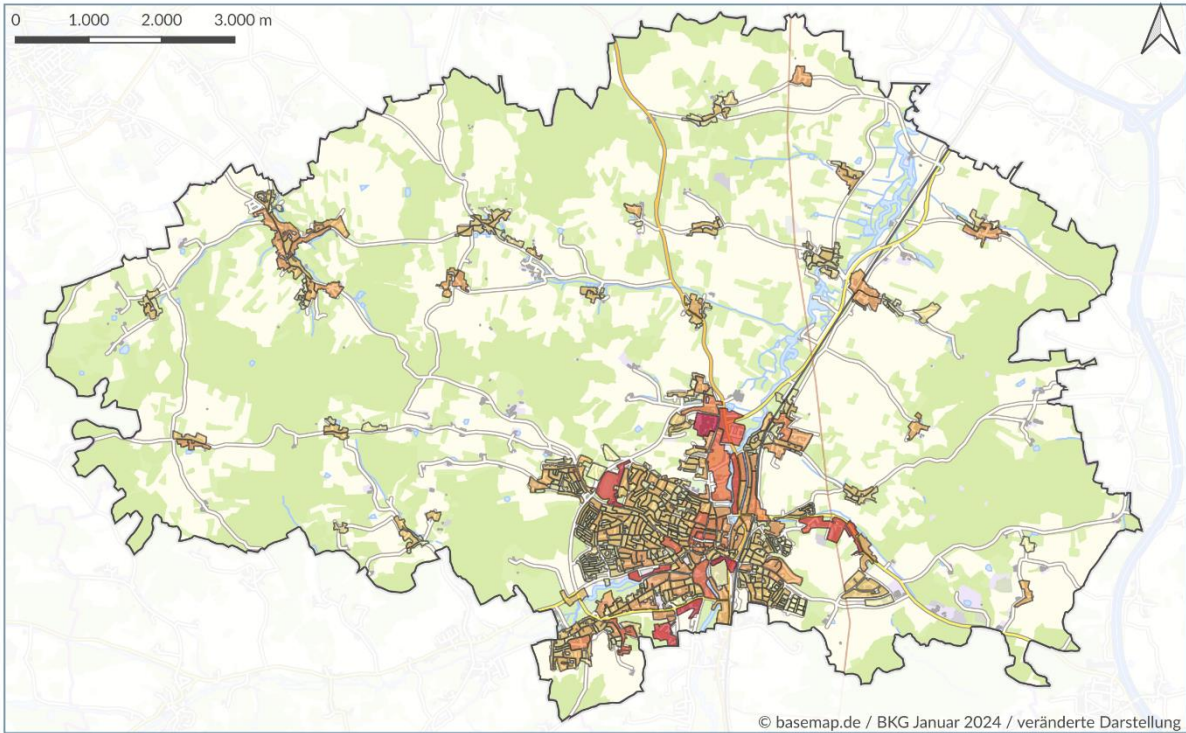
Kommunale Wärmeplanung Pfaffenhofen a.d.Ilm

Bestandsanalyse - Baublockebene
Anteil Energieträger am Wärmebedarf



Datum: 04.03.2024
Kürzel: EZ
Datenquellen: Kommune, Versorgerdaten

Absoluter Wärmebedarf Zieljahr



LEGENDE

- Gemeindegrenze
- Wärmebedarf absolut
 - 0 - 200
 - 200 - 300
 - 300 - 500
 - 500 - 700
 - 700 - 1.100
 - 1.100 - 1.500
 - 1.500 - 1.800
 - 2.000 - 3.000
 - 3.000 - 6.000
 - > 6.000

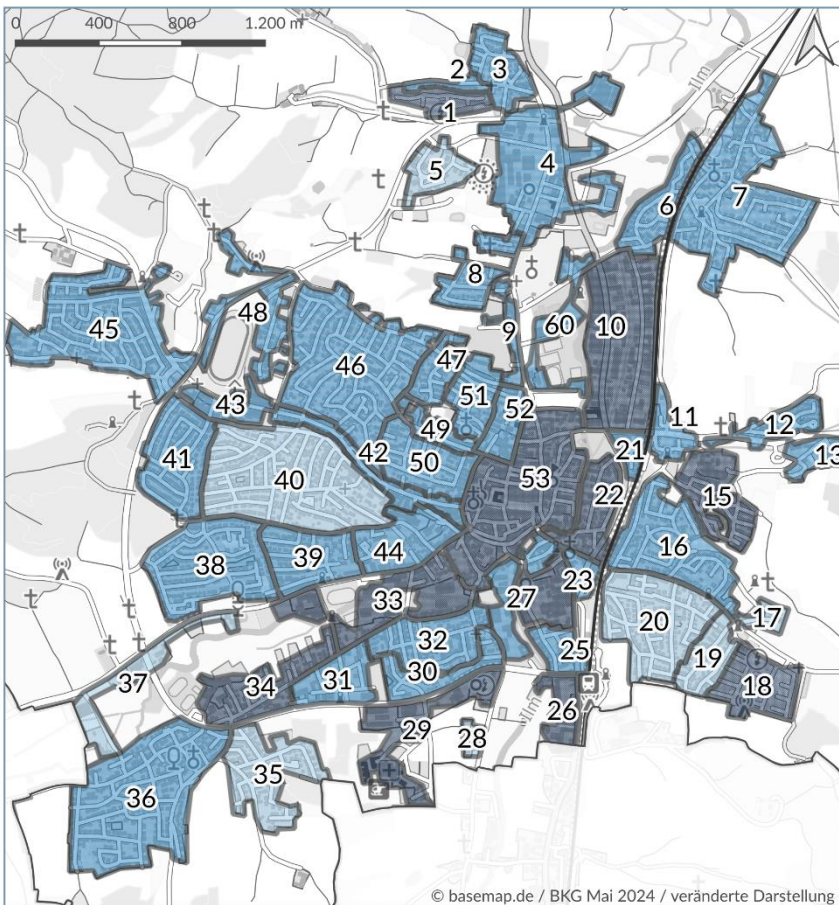
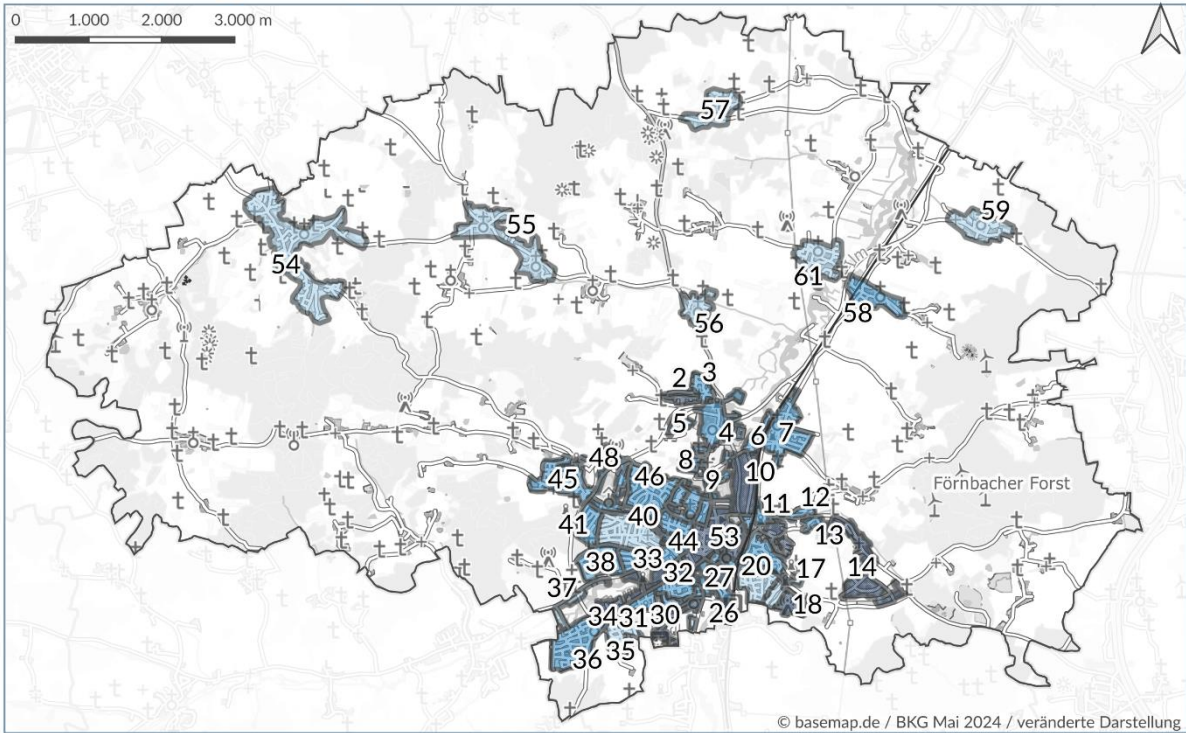
Kommunale Wärmeplanung Pfaffenhofen a.d.Ilm

Bestandsanalyse - Baublockebene
Absoluter Wärmebedarf im
Zieljahr 2035



Datum: 04.03.2024
Kürzel: EZ
Datenquellen: Kommune, Versorgerdaten,
Wärmekataster, eigene Berechnungen

Eignung der Teilgebiete für ein Wärmenetz - Pfaffenhofen a.d. Ilm



LEGENDE

- Gemeindegrenze
- Wärmenetzeignung**
- Sehr wahrscheinlich geeignet
- Wahrscheinlich geeignet
- Wahrscheinlich ungeeignet
- Sehr wahrscheinlich ungeeignet

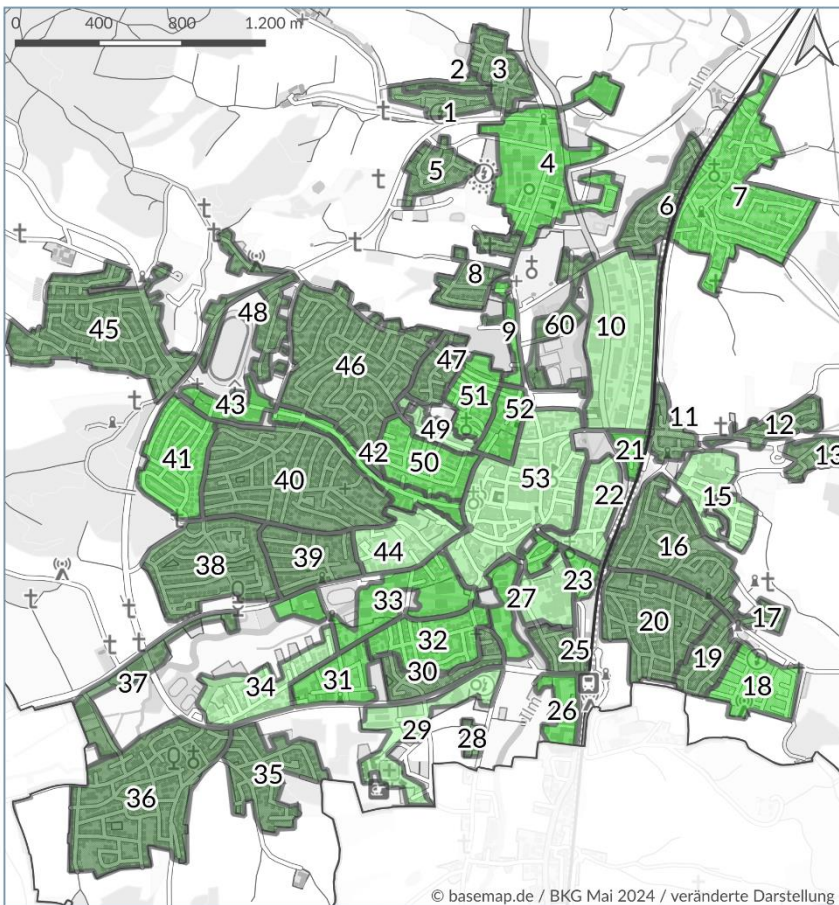
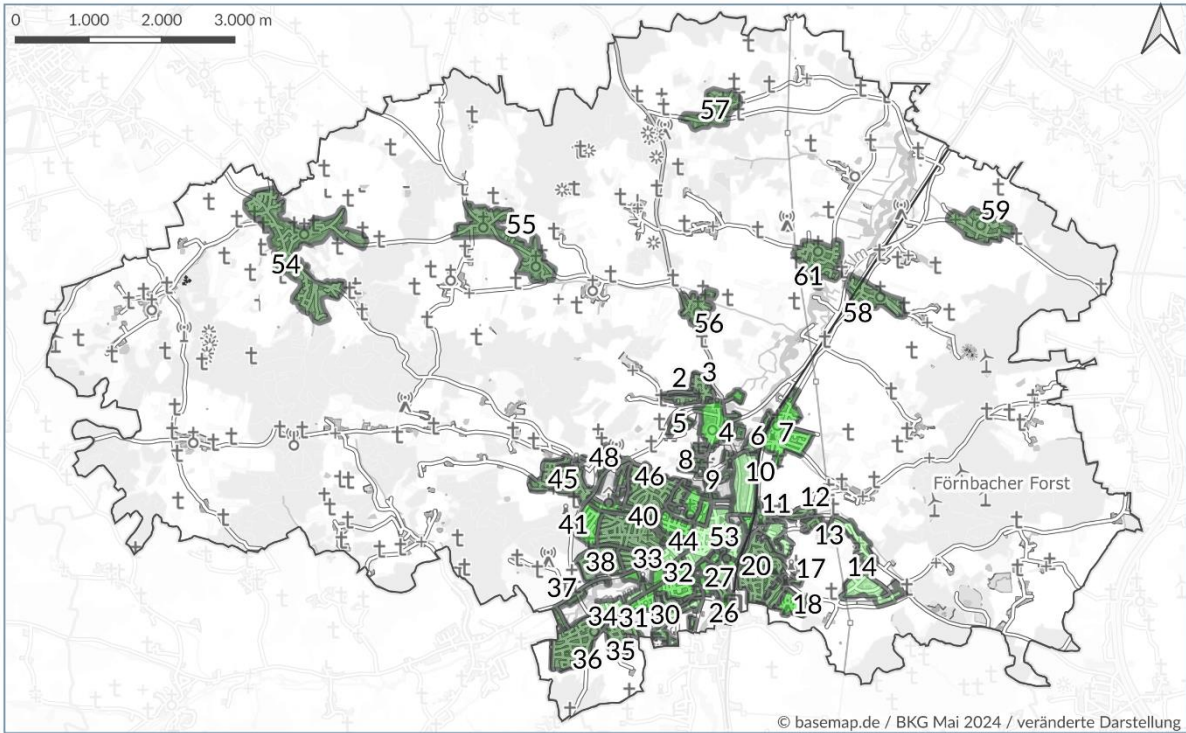
**Kommunale Wärmeplanung
Pfaffenhofen a.d. Ilm**

Kategorisierung der Teilgebiete



Datum: 27.08.2024
 Kürzel: EZ
 Datenquellen: Kommune, Versorgerdaten,
 Wärmekataster, eigene Berechnungen

Eignung der Teilgebiete für dezentrale Versorgung - Pfaffenhofen a.d. Ilm



LEGENDE

- Gemeindegrenze
- Eignung für dezentrale Versorgung
 - Sehr wahrscheinlich geeignet
 - Wahrscheinlich geeignet
 - Wahrscheinlich ungeeignet
 - Sehr wahrscheinlich ungeeignet

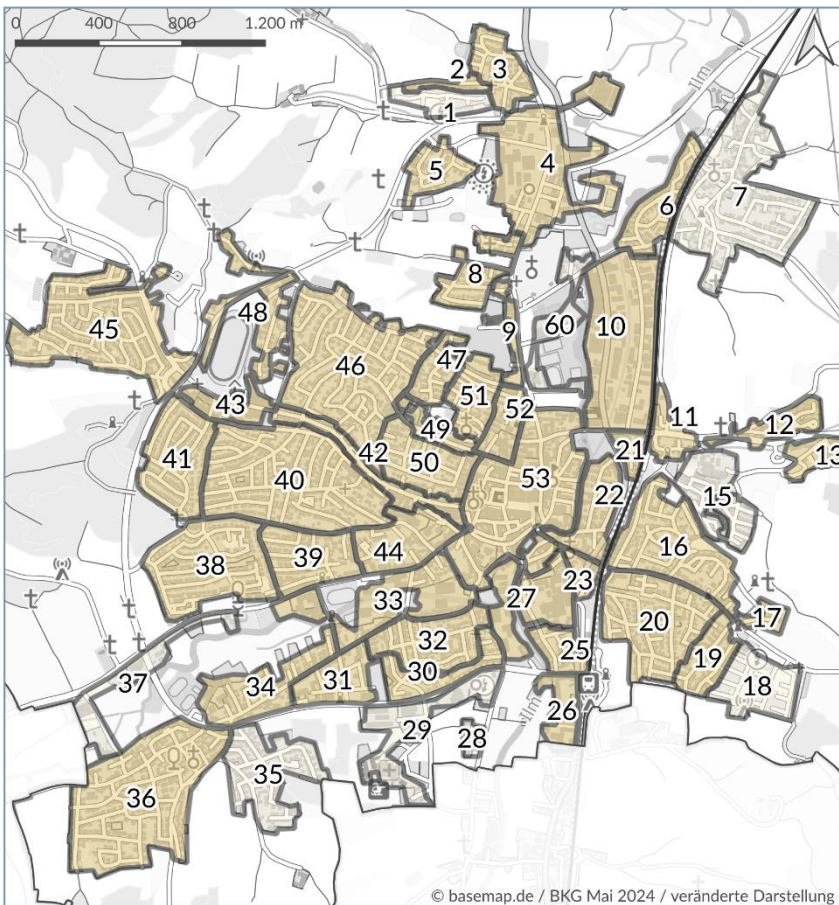
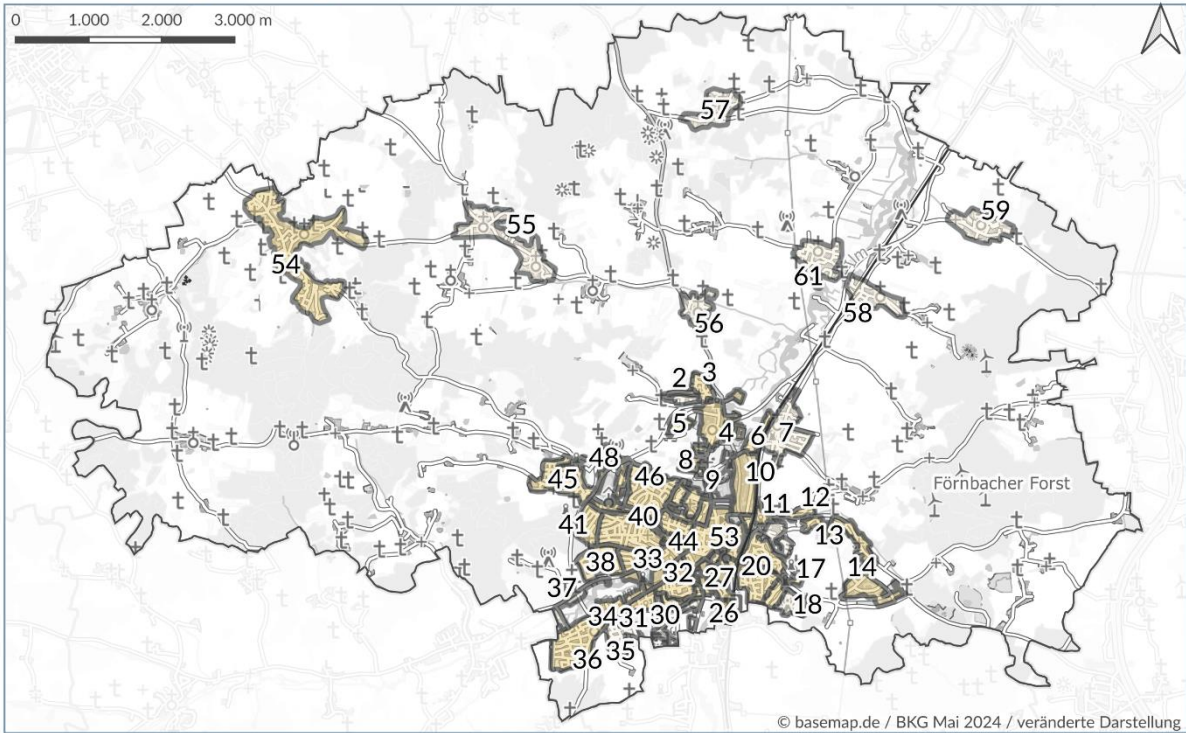
**Kommunale Wärmeplanung
Pfaffenhofen a.d. Ilm**

Kategorisierung der Teilgebiete



Datum: 27.08.2024
 Kürzel: EZ
 Datenquellen: Kommune, Versorgerdaten,
 Wärmekataster, eigene Berechnungen

Eignung der Teilgebiete für ein Wasserstoffnetz - Pfaffenhofen a.d. Ilm



LEGENDE

- Gemeindegrenze
- Wasserstoffnetzeignung
 - Sehr wahrscheinlich geeignet
 - Wahrscheinlich geeignet
 - Wahrscheinlich ungeeignet
 - Sehr wahrscheinlich ungeeignet

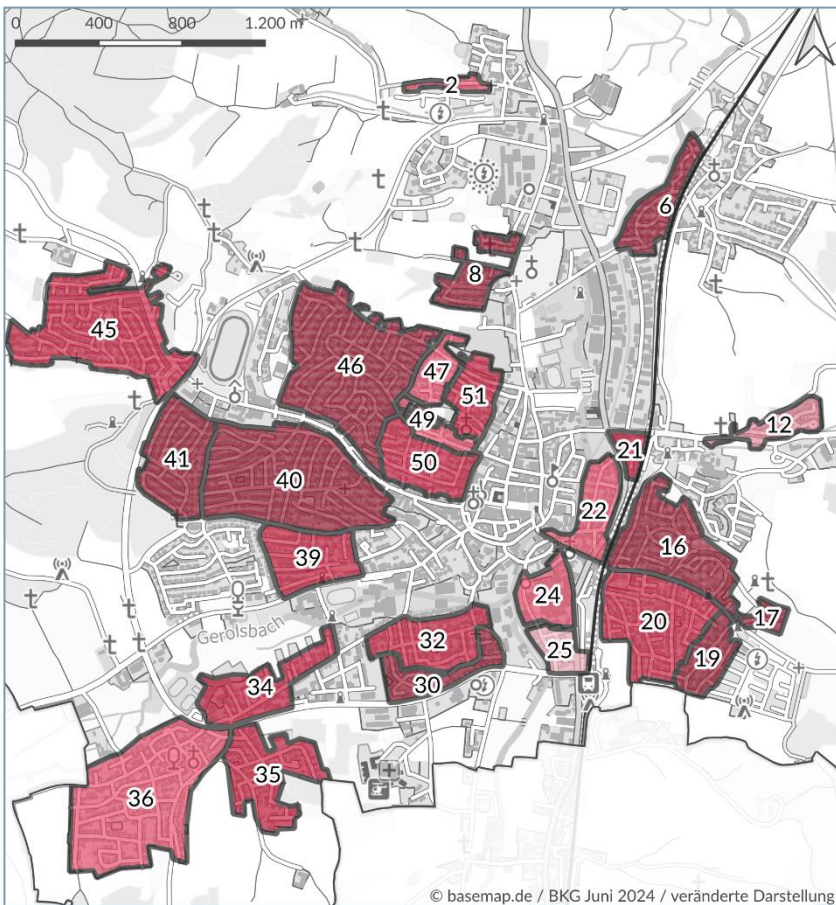
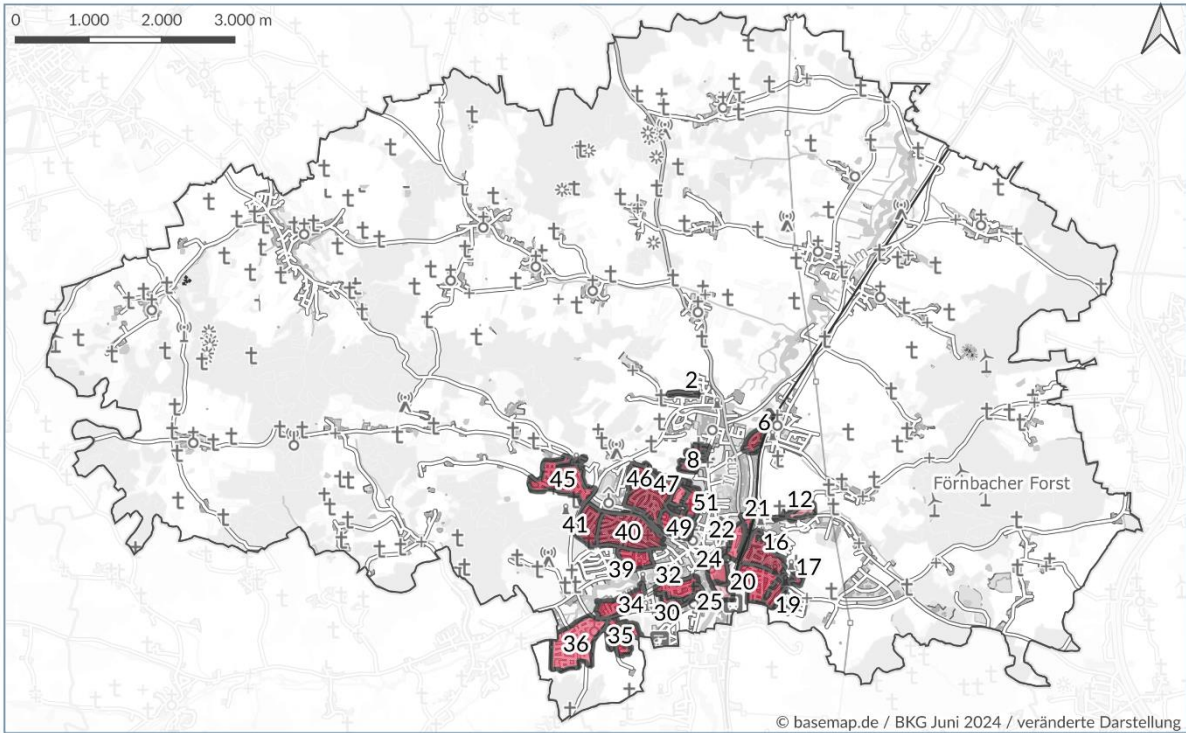
**Kommunale Wärmeplanung
Pfaffenhofen a.d. Ilm**

Kategorisierung der Teilgebiete



Datum: 27.08.2024
 Kürzel: EZ
 Datenquellen: Kommune, Versorgerdaten,
 Wärmekataster, eigene Berechnungen

Teilgebiete mit hohem Sanierungspotenzial - Pfaffenhofen a.d. Ilm



LEGENDE

- Gemeindegrenze
- Anteil der Gebäude mit Sanierungspotenzial
- > 95%
- 90-95%
- 85-90%
- 80-85%
- 75-80%
- < 75%

**Kommunale Wärmeplanung
Pfaffenhofen a.d. Ilm**

Kategorisierung der Teilgebiete



Datum: 27.08.2024
 Kürzel: EZ
 Datenquellen: Kommune, Versorgerdaten, Wärmekataster, eigene Berechnungen

Eignungsgebiete - Pfaffenhofen a.d. Ilm

