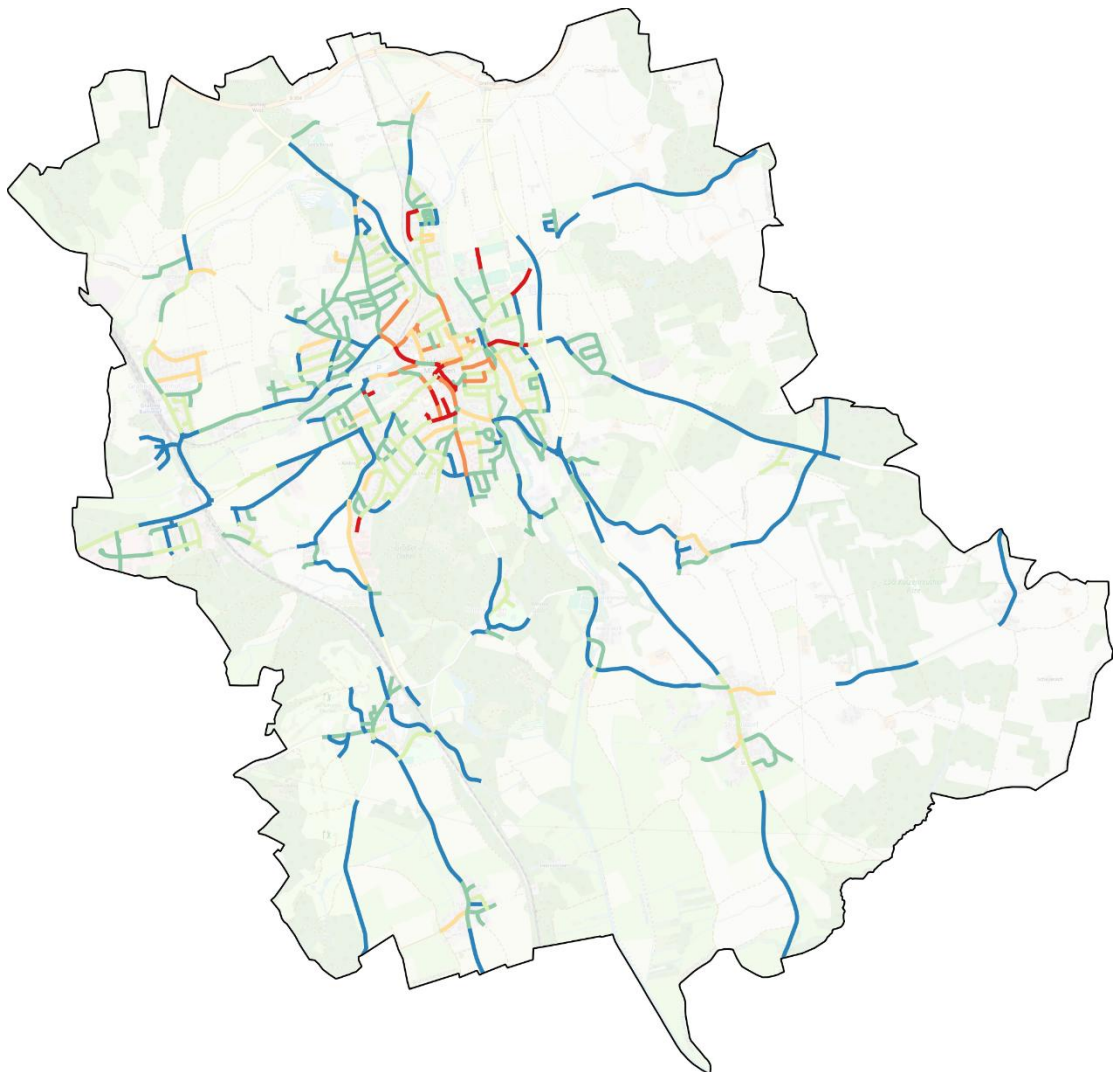


Kommunale Wärmeplanung für die Stadt Grafing bei München

Abschlussbericht



Datum:

17.07.2026

Dieses Projekt wurde von der Stadt Grafing b.München gemeinsam mit der prosio engineering GmbH durchgeführt.

Auftraggeberin: Stadt Grafing b.München
Marktplatz 28
85567 Grafing
Ansprechpartner: Klimaschutz Stadt Grafing



Auftragnehmerin: prosio engineering GmbH
Bergstr. 6
91207 Lauf
Ansprechpartner: Dr.-Ing. Sebastian Kolb



Förderung: Titel des Vorhabens: KSI: Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Grafing
Projektträger: Z-U-G gGmbH
FKZ: 67K28109
Laufzeit: 01.10.2024 bis 31.03.2026
www.klimaschutz.de/kommunalrichtlinie

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Bestandsanalyse.....	7
2.1	Gebäudebestand.....	7
2.2	Wärmebedarf	12
2.3	Aktuelle Versorgungsstruktur	16
2.3.1	Struktur dezentraler Feuerstätten	16
2.3.2	Wärmepumpen	18
2.3.3	Gasinfrastruktur	18
2.3.4	Wärmenetze	19
2.3.5	Eingesetzte Energieträger zur Wärmeversorgung	25
2.3.6	Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung.....	30
2.4	Zwischenfazit Bestandsanalyse	32
3	Potenzialanalyse	34
3.1	Potenzial zur Nutzung erneuerbarer Energien.....	34
3.1.1	Photovoltaik (PV) und Solarthermie	35
3.1.2	Oberflächengeothermisches Potenzial	39
3.1.3	Tiefengeothermisches Potenzial.....	44
3.1.4	Potenzial für oberflächennahe Gewässer	45
3.1.5	Potenzial für Luftwärme	46
3.1.6	Biomassepotenzial.....	46
3.1.7	Potenziale für Strom aus Wind	49
3.1.8	Potenzial für Strom aus Wasserkraft	50
3.2	Potenziale zur Nutzung von Abwärme.....	51
3.2.1	Abwärme aus dem Kanalsystem	51
3.2.2	Abwärme an Kläranlagen	52
3.2.3	industrielle und gewerbliche Abwärme.....	52
3.3	Potenzial für thermische Speicher	53
3.3.1	Kurz- und mittelfristige Speicher.....	53
3.3.2	Saisonale Speicher	53
3.4	Potenzial zur Bedarfsreduktion.....	55
3.5	Zwischenfazit Potenzialanalyse.....	58
4	Zielszenario und voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	60
4.1	Ausweisung von Wärmenetzeignungsgebieten	60

4.1.1	Wärmenetzausbaugebiete	61
4.1.2	Wärmenetzneubaugebiete	61
4.1.3	Wärmenetzverdichtungsgebiete	62
4.1.4	Prüfgebiete	63
4.2	Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr	65
4.3	Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial	69
4.4	Zielszenario bis 2045	71
4.4.1	Entwicklung des Wärmebedarfs	71
4.4.2	Entwicklung der Wärmeerzeugerstruktur	71
4.4.3	Entwicklung der Fernwärmeerzeugung	72
4.4.4	Entwicklung der eingesetzten Energieträger zur Wärmeversorgung	75
4.4.5	Entwicklung der Treibhausgasemissionen	78
4.5	Zwischenfazit Zielszenario	79
5	Umsetzungsstrategie und -Maßnahmen	81
5.1	Übersicht der vorgeschlagenen Umsetzungsmaßnahmen	81
5.2	Umsetzungsmaßnahmen in den Fokusgebieten	85
5.2.1	Fokusgebiet Oskar-Maria-Graf-Straße	86
5.2.2	Fokusgebiet Grafing Bahnhof	94
6	Controllingstrategie und Umsetzungskontrolle	104
7	Kommunikationsstrategie	107
8	Verstetigungsstrategie	110
9	Zusammenfassung und Fazit	112
10	Abbildungsverzeichnis	114
11	Tabellenverzeichnis	117
12	Anhang	118
12.1	Anhang: Quartierssteckbriefe	118
12.2	Anhang: Maßnahmensteckbriefe	176

1 Einleitung

Vor dem Hintergrund des fortschreitenden Klimawandels hat sich Deutschland zum Ziel gesetzt, eine treibhausgasneutrale und zukunftsfähige Energieversorgung zu erreichen. Während der Anteil erneuerbarer Energien auf dem Stromsektor bereits seit Jahren enorm zunimmt und mittlerweile mehr als 50 % des Stroms in Deutschland grün ist, hinkt die Energiewende auf dem Wärmesektor hinterher. Hier wird nach wie vor hauptsächlich auf die fossilen Energieträger Erdgas und Heizöl zurückgegriffen.

Mit der kommunalen Wärmeplanung wurde ein Instrument geschaffen, mit dem eine systematische und zielgerichtete Steuerung der Wärmewende auf kommunaler Ebene angestrebt wird. Hierbei wird bewusst ein lokaler Ansatz gewählt: Jede Kommune hat ihre eigenen Spezifika, ist geprägt durch individuelle Verbrauchsstrukturen, hat andere lokale erneuerbare Potenziale. Jeder Wärmeplan muss deshalb auf die örtlichen Begebenheiten der Kommune maßgeschneidert werden. Nur so können umsetzbare und optimale Ergebnisse erzielt werden.

Aus diesem Grund wird bei einer kommunalen Wärmeplanung im Schritt der Bestandsanalyse zunächst detailliert analysiert, wie sich der aktuelle Stand der Wärmeversorgung vor Ort gestaltet (Abbildung 1). Eine lokale Potenzialanalyse zeigt auf, welche erneuerbaren Quellen zur Verfügung stehen und künftig genutzt werden können. Auf Basis dieser Informationen werden gemeinsam verschiedene Szenarien entwickelt und bewertet, um für jede Kommune die ideale, klimaneutrale Wärmeversorgung zu ermitteln. Konkrete Meilensteine, Umsetzungsmaßnahmen und Verstetigungskonzepte helfen bei der Realisierung der Pläne. Die stetige Einbindung der relevanten Akteure vor Ort stellt sicher, dass der Wärmeplan von allen mitgetragen wird.

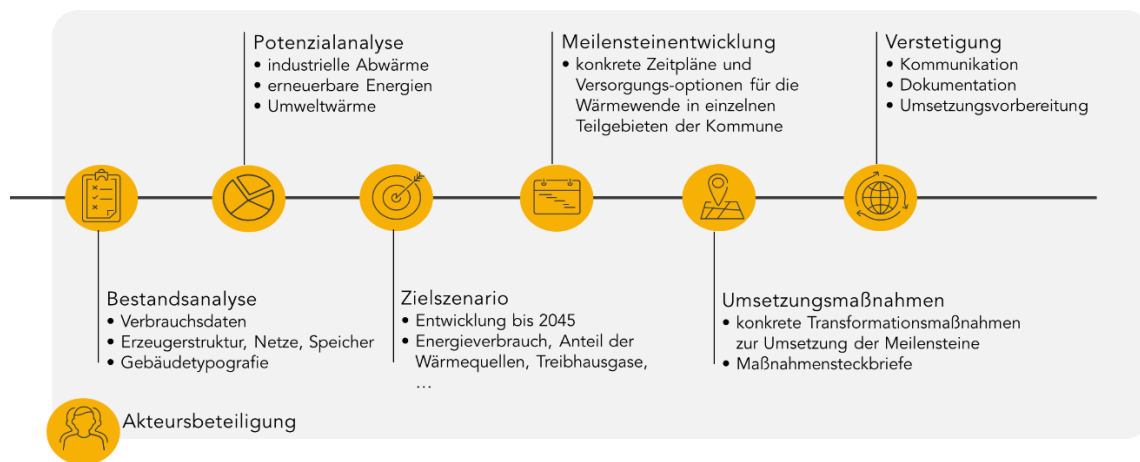


Abbildung 1: Schritte und Ablauf der Kommunalen Wärmeplanung

Diesem Vorgehen folgt auch der vorliegende Abschlussbericht. Die Ergebnisse der Bestandsanalyse werden in Kapitel 2 dargestellt. Hier wird beispielsweise der aktuelle Gebäudebestand vorgestellt, ebenso wie der Wärmeverbrauch, der Einsatz unterschiedlicher Energieträger und der resultierenden Treibhausgasemissionen. Kapitel 3 stellt die Potenziale vor Ort zur Verfügung: Von erneuerbaren Energien wie Solarenergie und Wind, Geothermie, Aquathermie, Wasserkraft oder Biomasse, über Abwärmequellen aus Industrie, Gewerbe oder Kläranlagen, bis hin zu Potenzialen zur Reduzierung des Wärmeverbrauchs. Bedarf und Potenzial werden in Kapitel 4 zusammengeführt. Hier werden unterschiedliche Versorgungsgebiete definiert und ein Szenario hin zur treibhausneutralen

Wärmeversorgung aufgezeigt. Dabei wird beispielsweise aufgezeigt, wo künftig eine Wärmeversorgung mit Wärmenetzen sinnvoll ist und wo dezentrale Lösungen gesucht werden sollten. Dieses Szenario wird in Kapitel 5 durch Umsetzungsstrategien und -Maßnahmen konkretisiert. Kapitel 6, 7 und 8 leiten daraus Controlling-, Kommunikations- und Verstärkungsstrategie ab.

Die kommunale Wärmeplanung in Grafing wird in Kooperation zwischen der Stadt Grafing b.München und der prosio engineering GmbH erstellt.

2 Bestandsanalyse

Ziel der Bestandsanalyse ist es, den aktuellen Stand der Wärmeversorgung detailliert zu erheben und zu erfassen. Dies umfasst einerseits eine Bewertung des Gebäudebestands, insbesondere hinsichtlich Gebäudealter und -nutzung (Kapitel 2.1). Darauf aufbauend wird ermittelt, wo in der Kommune welcher Wärmeverbrauch anfällt und es werden entsprechende Kennzahlen daraus abgeleitet (Kapitel 2.2). Zusätzlich wird erhoben, wie dieser Wärmeverbrauch aktuell gedeckt wird. Dafür werden sowohl leitungsgebundene Wärme aus Wärme-, Strom- oder Erdgasnetzen betrachtet, als auch dezentrale Wärmeerzeugung wie Wärmepumpen, Biomasse- oder Heizölfeuerungen (Kapitel 2.3).

Auf der Grundlage dieser Informationen können später Szenarien zur Transformation der Wärmeversorgung abgeleitet, konkrete Handlungsbedarfe identifiziert und Umsetzungsmaßnahmen formuliert werden.

2.1 Gebäudebestand

Als erster Schritt der Bestandsanalyse wird der aktuelle Gebäudebestand erfasst und analysiert. Hierzu soll insbesondere die Gebäudenutzung (Wohnen, Gewerbe/Handel/Dienstleistung (GHD), Industrie, öffentliche Einrichtungen) sowie das Gebäudealter klassifiziert werden. Beide Informationen sind von zentraler Bedeutung, um Wärmekonzepte zu entwickeln und konkrete Umsetzungsmaßnahmen zu planen.

Als Datenquelle für die Klassifizierung des Gebäudebestands dienen das amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS), das 3D-Gebäudemodell LOD2 („Level of Detail 2“), offenes Kartenmaterial, von der Stadt zur Verfügung gestellte Informationen sowie Bebauungspläne.

Relevant ist zunächst die Aufteilung des Gebäudebestands in die einzelnen Sektoren. Dies umfasst Wohnen, GHD und Industrie, sowie öffentliche Einrichtungen. Der Sektor Wohnen umfasst alle Wohngebäude im Gemarkungsgebiet. GHD und Industrie beinhalten beispielsweise landwirtschaftlich genutzte Gebäude, Restaurants, Bürogebäude, Kinos, produzierendes Gewerbe, Läden, etc. Im Sektor öffentliche Einrichtungen sind beispielsweise Bildungseinrichtungen, Rathaus, Feuerwehr, Stadtwerke, Klärwerke, etc. zusammengefasst.

Abbildung 2 zeigt die Verteilung der Gebäude auf die einzelnen Sektoren. Von den insgesamt 4.523 beheizten Gebäuden entfällt der Großteil auf Wohnnutzung (79 %). Gebäude mit einer gemischten Nutzung sind hier im Sektor Wohnen miteinbegriffen. Weitere 19 % der Gebäude werden für Gewerbezwecke und Industrie verwendet. Lediglich 2 % der Gebäude sind öffentliche Einrichtungen.

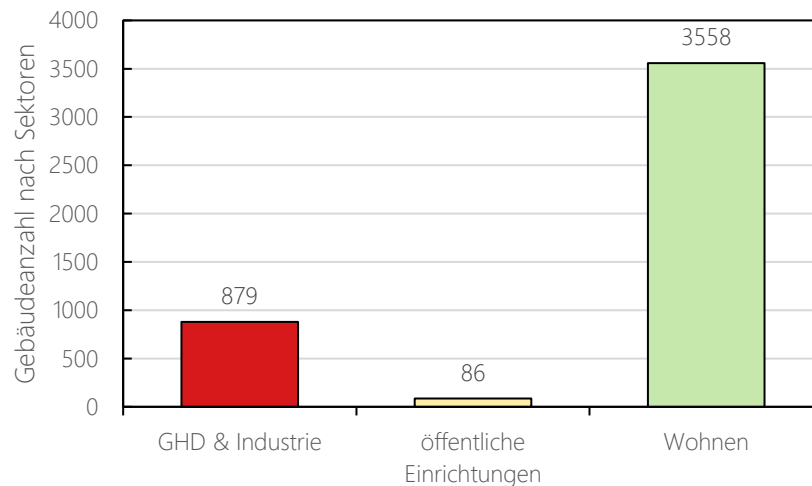


Abbildung 2: Verteilung des Gebäudetyps nach Sektoren

GHD und Industrie konzentriert sich hauptsächlich auf die Gewerbegebiete Schammach und Haidling sowie auf die nördliche Rotter Straße im Osten von Grafing. Entlang der Bahnhofstraße, Glonner Straße und rund um den Marktplatz befinden sich zudem viele GHD-Gebäude oder Gebäude mit gemischter Nutzung. Auch in den umliegenden Ortsteilen gibt es vermehrt hohe Anteile von GHD-Gebäuden, beispielsweise landwirtschaftlich genutzte Betriebe. Abbildung 3 zeigt die Verteilung der vorwiegenden Gebäudetypen nach Sektoren in den einzelnen Quartieren Grafings.

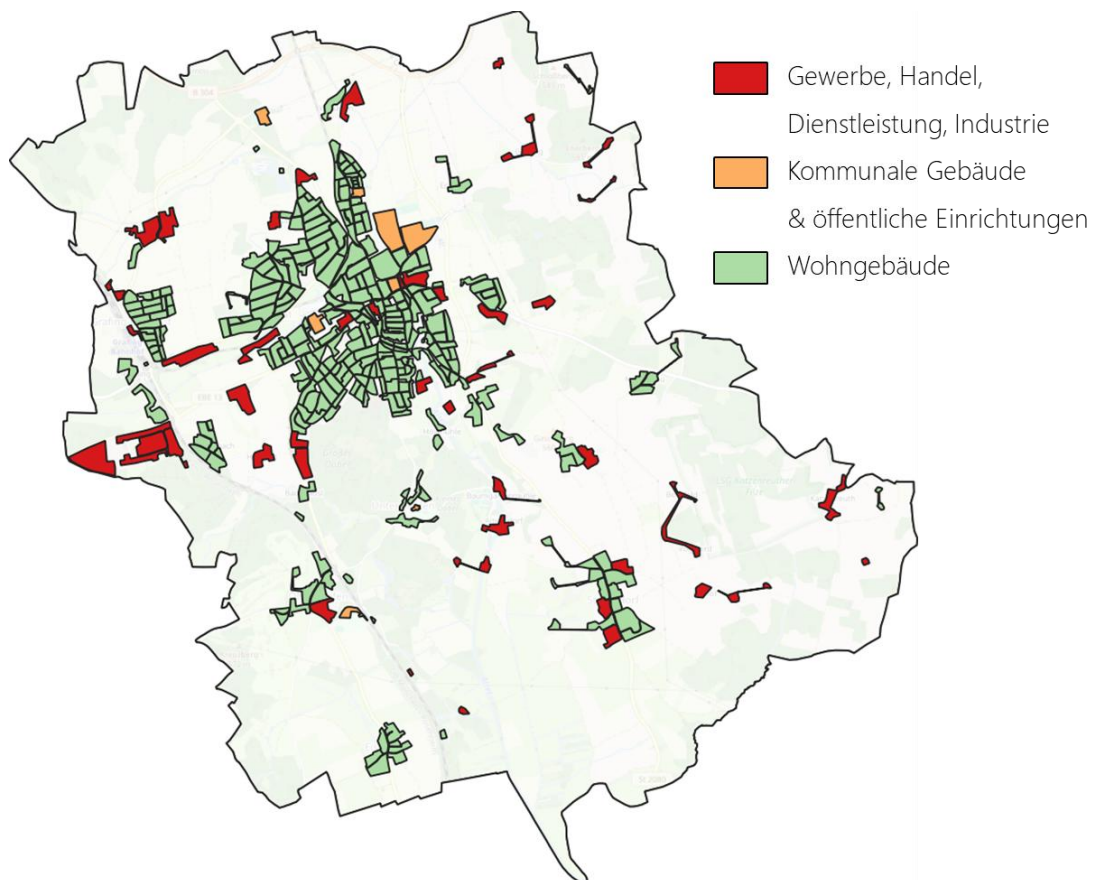


Abbildung 3: Vorwiegender Gebäudetyp nach Sektoren in den Quartieren

Im Ort Grafing selbst ist vorrangig Wohnnutzung zu finden, Ausnahmen bilden die erwähnten Gewerbegebiete. Öffentliche Einrichtungen dominieren hauptsächlich an den beiden Schulzentren um das Gymnasium und die Grundschule und sind sonst eher vereinzelt über das Stadtgebiet verteilt.

Mit 79 % des Gebäudebestands dominiert der Sektor Wohnen in Grafing deutlich. Dabei fällt mit 47 % der Großteil der Wohngebäude in Grafing auf Doppel- und Reihenhäuser. Einfamilienhäuser machen weitere 37 % des Wohngebäudebestands aus, während auf Mehrfamilien- und Mehrparteienhäuser in Grafing 16 % der Wohngebäude entfallen (Abbildung 4).

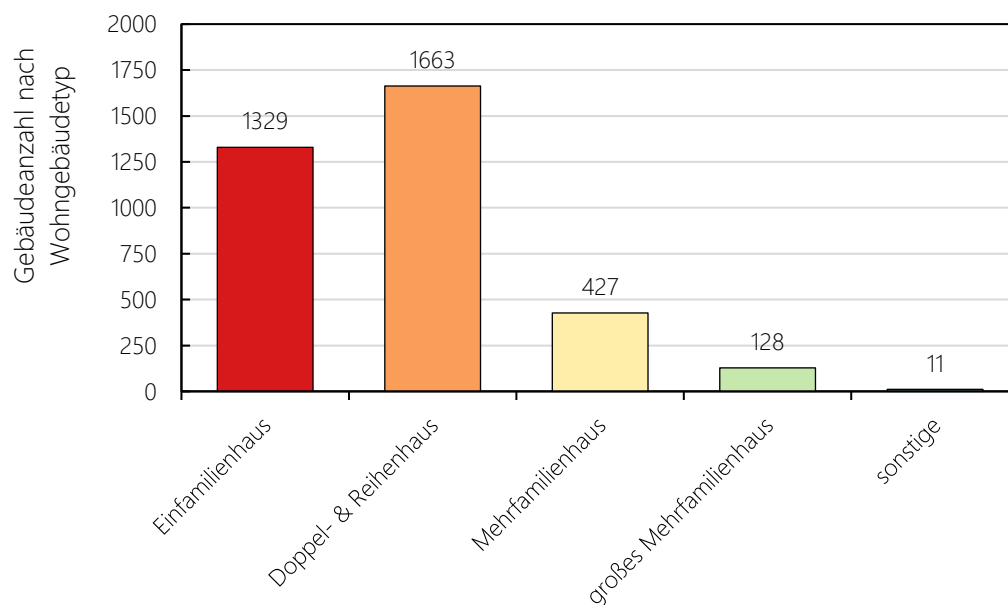


Abbildung 4: Verteilung der Wohngebäudetypen

Die großen Mehrfamilienhäuser befinden sich vorrangig im Grafinger Zentrum in der Nähe des Bahnhofs und um den Marktplatz. Weiterhin dominieren große Wohngebäude hauptsächlich im südlichen Stadtbereich entlang des Klausenwegs und der Schloßstraße sowie im Norden an der Wasserburger Straße. Abbildung 5 stellt hierfür den vorwiegenden Wohngebäudetyp in den einzelnen Baublöcken dar. Neben einzelnen Mehrfamilienhäusern ist das restliche Ortsgebiet von einer Mischung von Einfamilienhäusern und Doppel- und Reihenhäusern geprägt. Ähnlich verhält es sich im Ortsteil Grafing-Bahnhof, in den kleineren Ortsteilen wie Elkofen und Straußdorf stehen größtenteils Einfamilienhäuser.

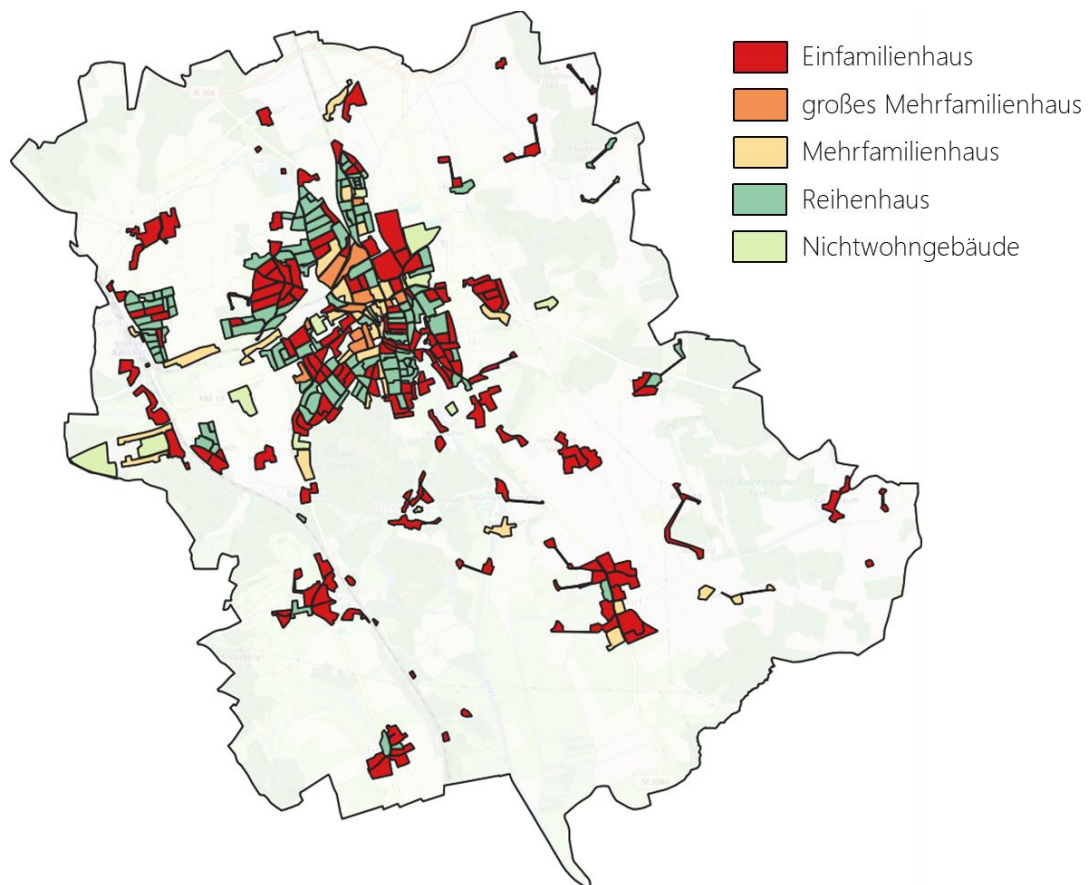


Abbildung 5: Vorwiegender Gebäudetyp der Wohngebäude in den Quartieren

Einen Überblick über die Altersstruktur der Wohngebäude bietet Abbildung 6. Insgesamt konnten 3558 Gebäuden des Wohngebäudebestands in Grafting Altersklassen zugeordnet werden. Etwa 54 % der Gebäude wurden vor 1978 errichtet und damit vor der Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung, die Mindestanforderungen an die Dämmung festlegte. Der größte Anteil dieser Gebäude wurde im Zeitraum von 1949 bis 1978 gebaut. Hier ist das größte Potenzial für Sanierungen zu finden.

Gebäude vor 1948 (426 oder 12 %) haben – insofern sie noch unsaniert sind – den höchsten spezifischen Wärmebedarf, wodurch hier ebenfalls großes Potenzial zur Sanierung liegt. Allerdings müssen ggf. vorliegende Einschränkungen durch Denkmalschutz berücksichtigt werden, wodurch individuell auf das einzelne Gebäude abgestimmte Lösungen gefunden werden müssen.

Zur Verdeutlichung des Sanierungspotenzials wird in Abbildung 7 zusätzlich die geschaffene Wohnfläche je Baualtersklasse und Wohngebäudetyp dargestellt. Die Verteilung der gebauten Gebäudetypen veränderte sich in Grafting b.München im Verlauf der Jahre kaum. Anteilmäßig sind hier deshalb nur geringe Unterschiede zur Verteilung der Gebäudeanzahl zu erkennen. Auch beim geschaffenen Wohnraum dominiert die Baualtersklasse von 1949 bis 1978 klar.

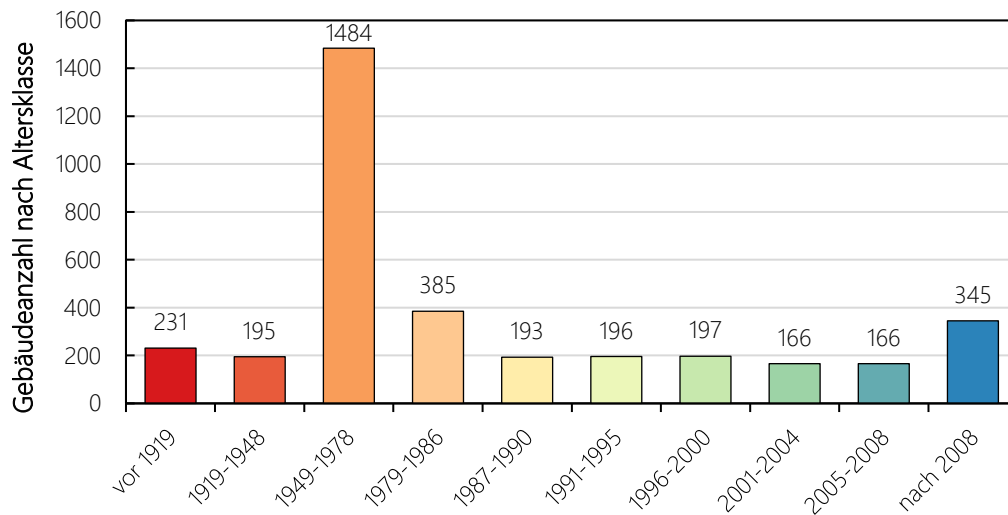


Abbildung 6: Verteilung der Gebäudealtersklassen von Wohngebäuden

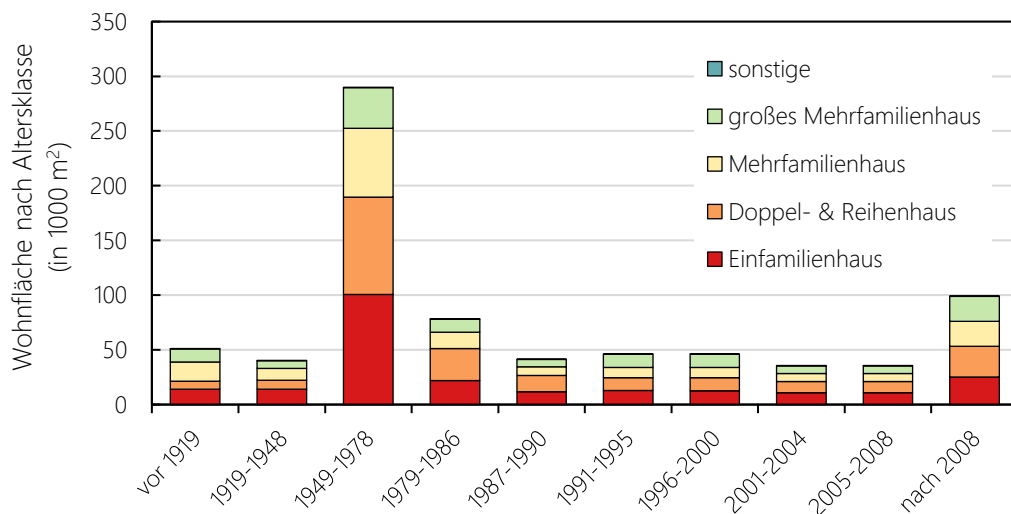


Abbildung 7: Verteilung der Gebäudealtersklassen von Wohngebäuden untergliedert nach dem Wohngebäudetyp

Die kartografische und aggregierte Darstellung der überwiegenden Gebäudealtersklasse in Abbildung 8 verdeutlicht nochmals die Prävalenz der zwischen 1949 und 1978 errichteten Wohngebäude. Tatsächlich ist gerade das Stadtzentrum von Neubauten und besonders alten Gebäuden dominiert, die außenliegenden Stadtteile sind dagegen durch Nachkriegsgebäude geprägt. Hier sind somit vermehrt Gebäude verortet, für welche geeignete Sanierungsstrategien besondere Wärmebedarfspotenziale versprechen. Bei der Mischung aus Neu- und Altbau im Zentrum ergibt sich dagegen aufgrund bereits guter Energiekennwerte und Denkmal- und Ensembleschutz eher ein geringeres Sanierungspotenzial. Es sei noch erwähnt, dass eine Einteilung beispielsweise in die Kategorie „Ab 2009“ bedeutet, dass diese Baualtersklasse im Baublock am häufigsten vertreten ist. Die Mehrheit der Gebäude kann trotzdem aus anderen Baualtersklassen stammen.

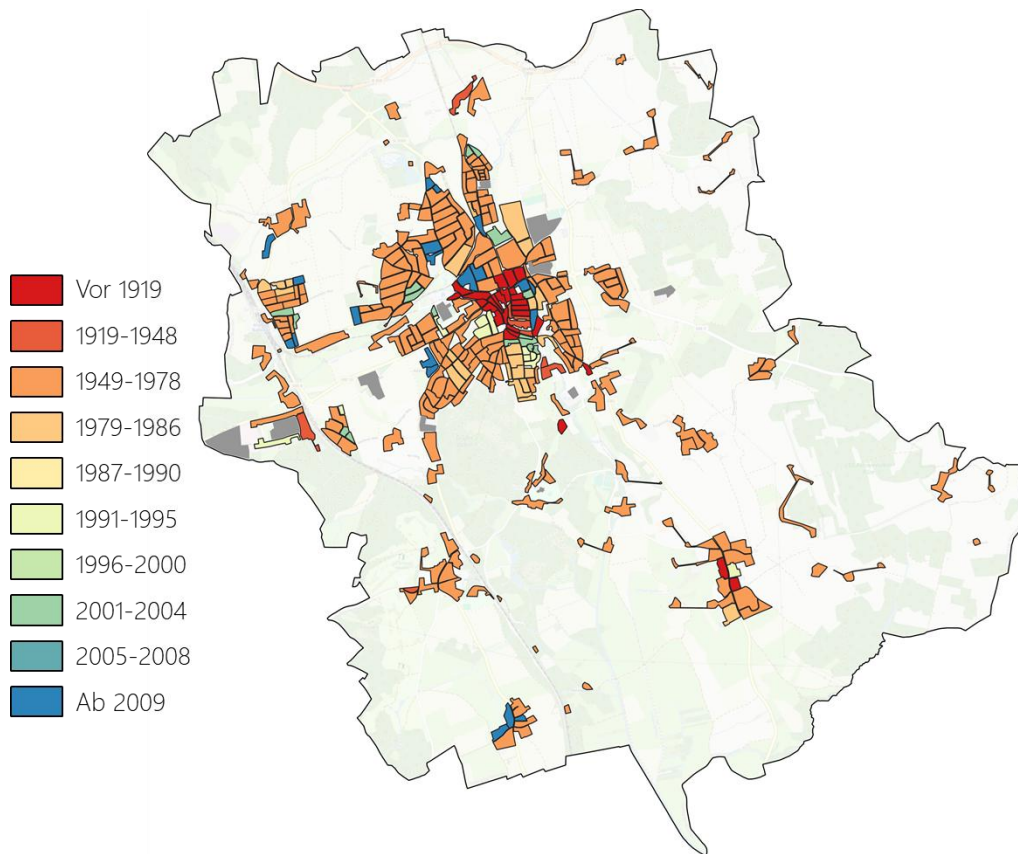


Abbildung 8: Vorwiegende Baualtersklasse der Wohngebäude in den Quartieren

2.2 Wärmebedarf

Aufbauend auf die Analyse des Gebäudebestands wird im Rahmen der Bestandsanalyse der Nutzenergiebedarf für Wärme bestimmt. Dafür wird ein zweistufiges Vorgehen verwendet. Zunächst wird in einem datengetriebenen Ansatz ausgehend von Gebäudegeometrie, Altersklasse, Nutzungsinformationen etc. ein Wärmebedarf für jedes Gebäude simuliert. In Grafing wurde hierzu auf ALKIS- und LOD2-Daten, Zensusdaten sowie offenes Kartenmaterial, sowie die Ergebnisse des Energienutzungsplans Landkreis Ebersberg zurückgegriffen.

In einem zweiten Schritt werden die Wärmebedarfe, wo möglich, durch weitere Datenquellen verfeinert. In Grafing wurden hierzu für die Erfassung des leitungsgebundenen Verbrauchs Fragebögen an Betreibende von Wärmenetzen, dem Gasnetz sowie dem Stromnetz versendet und entsprechende Verbrauchsdaten ausgetauscht.

Aktuell beläuft sich der jährliche Wärmebedarf in Grafing auf etwa 136 GWh (Abbildung 9). Mit 72 % wird der Großteil der Wärme im Wohnsektor benötigt. Die Sektoren Gewerbe-Handel-Dienstleistungen und Industrie tragen mit weiteren 23 % zum Wärmebedarf bei. Etwa 5 % des Wärmebedarfs entfällt auf öffentliche Einrichtungen.

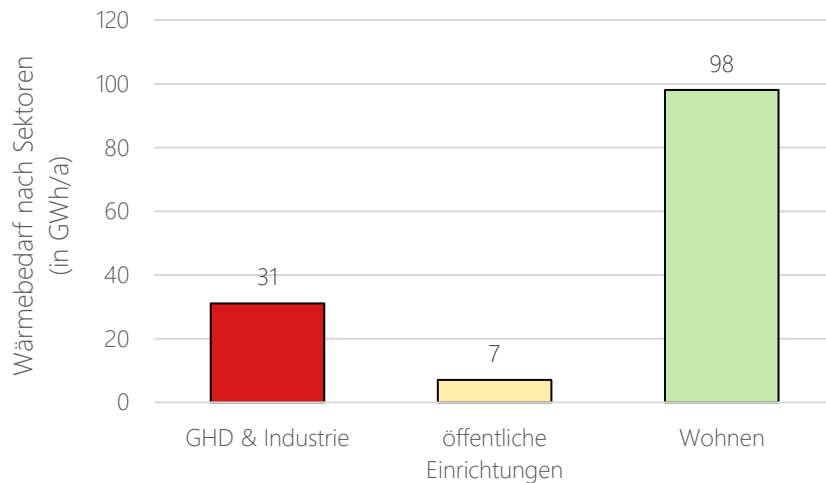


Abbildung 9: jährlicher Wärmebedarf aufgeteilt nach Sektoren

Die räumliche Verteilung des Wärmebedarfs ist in Abbildung 10 dargestellt. Hier werden die jährlichen Bedarfe auf Quartiersebene aufsummiert. Die Darstellung hebt entsprechend Baublöcke hervor, in denen ein hoher absoluter Wärmebedarf vorliegt. Dies kann ein erster Indikator für Wärmekonzepte sowie für die Identifikation von Großkunden bzw. Arealen mit vielversprechenden Wärmeabsätzen sein.

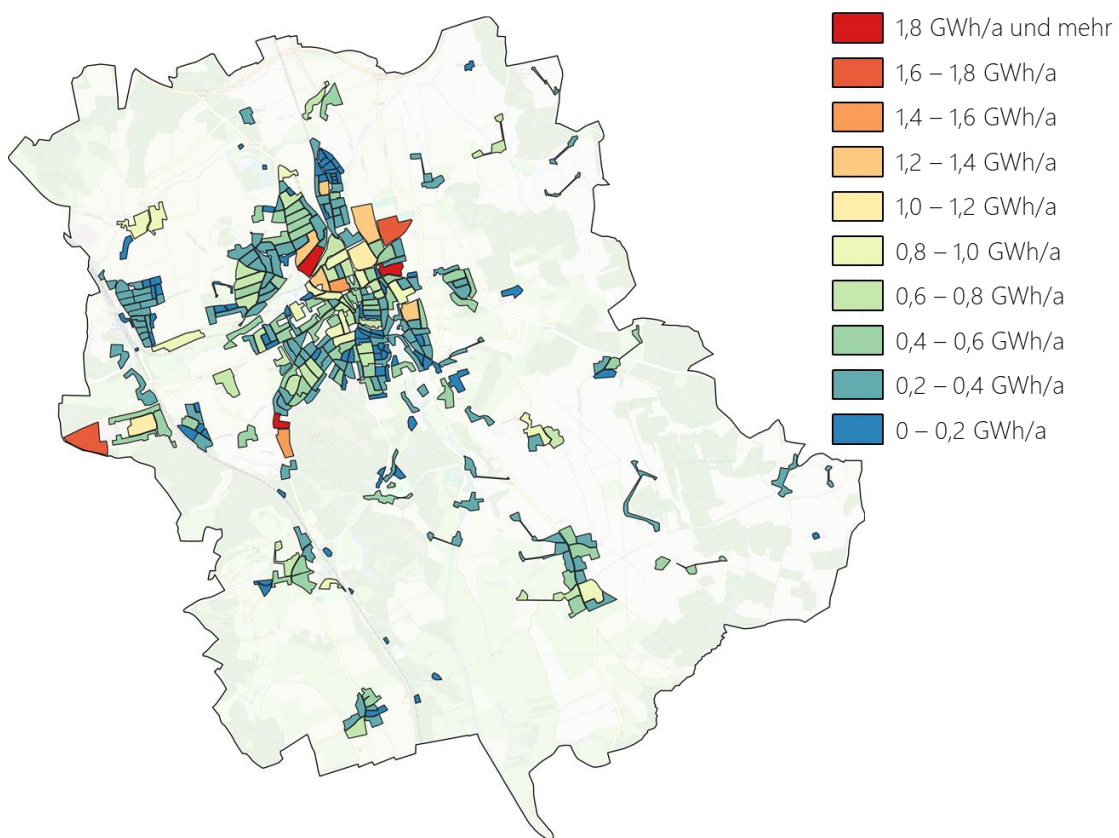


Abbildung 10: absoluter Wärmebedarf in den Quartieren in GWh/a

In Grafing stehen erwartungsgemäß insbesondere die Gewerbegebiete Schammach, Haidling und an der Rotter Straße im Osten hervor. Weiterhin liegen hohe Wärmeverbräuche bei Schulzentrum und

Eisstadion im Nordosten sowie bei den Mehrfamilienhäusern im Stadtkern vor. Die restlichen Quartiere bestehen hauptsächlich aus Wohngebäude in weitläufigerer Bebauung und weisen somit eher geringe Bedarfswerte auf.

Die Darstellungsweise berücksichtigt jedoch nicht die Größe der jeweiligen Baublöcke. Die Baublöcke sind entsprechend dem Verlauf von Straßen und Gebäuden gezogen und variieren somit in ihrer Größe teils deutlich. Größere Baublöcke umfassen tendenziell mehr oder größere Gebäude, was sich ebenfalls auf den absoluten Wärmebedarf auswirkt.

Abbildung 11 bezieht die ermittelten Wärmebedarfe deshalb auf die Gesamtfläche des entsprechenden Quartiers in Hektar. Diese Darstellungsweise ist insbesondere dafür nützlich, Gebiete mit hohem spezifischem Wärmebedarf zu identifizieren, die sich potenziell für die Errichtung eines Wärmenetzes eignen. Hohe Wärmedichten in Grafing sind vorrangig im Gewerbegebiet Haidling, an der Rotter Straße und im Ortskern zu finden.

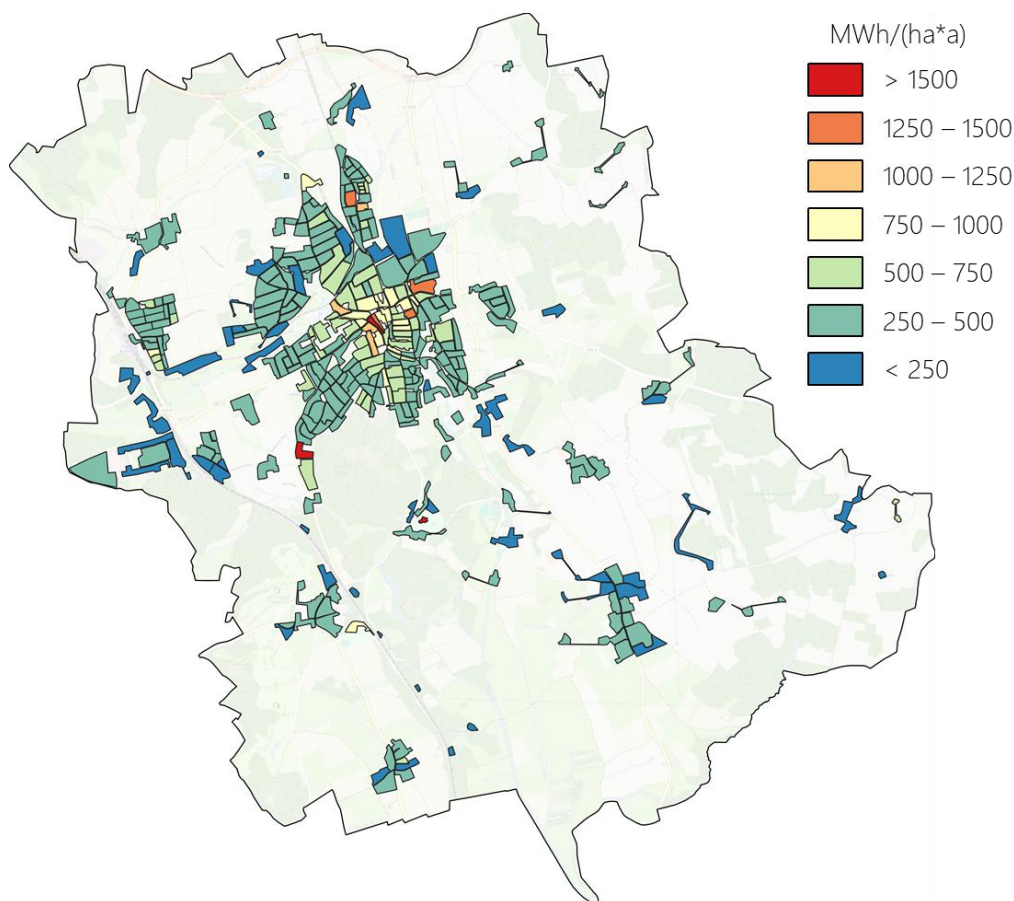


Abbildung 11: spezifische Wärmebedarfsdichte in den Quartieren in MWh/(ha-a)

Die generell moderaten Wärmebedarfsdichten sowie die erhöhten Werte in den Gewerbegebieten und im Grafinger Zentrum werden zusätzlich verdeutlicht, wenn der Wärmebedarf der Gebäude auf Straßenabschnittsbasis dargestellt wird (Abbildung 12). Hierfür wird jedes Gebäude dem nächstgelegenen Straßenabschnitt zugeordnet. Die Summe des Wärmebedarfs eines Abschnitts wird anschließend durch dessen Länge geteilt. Diese Darstellungsweise ist zudem relevant zur Ausweisung von Wärmenetzprüfgebieten. Für Wärmenetze ist ein möglichst hoher Wärmebedarf je Meter Leitungslänge wichtig, um die hohen Kosten der Wärmenetzverlegung refinanzieren zu können.

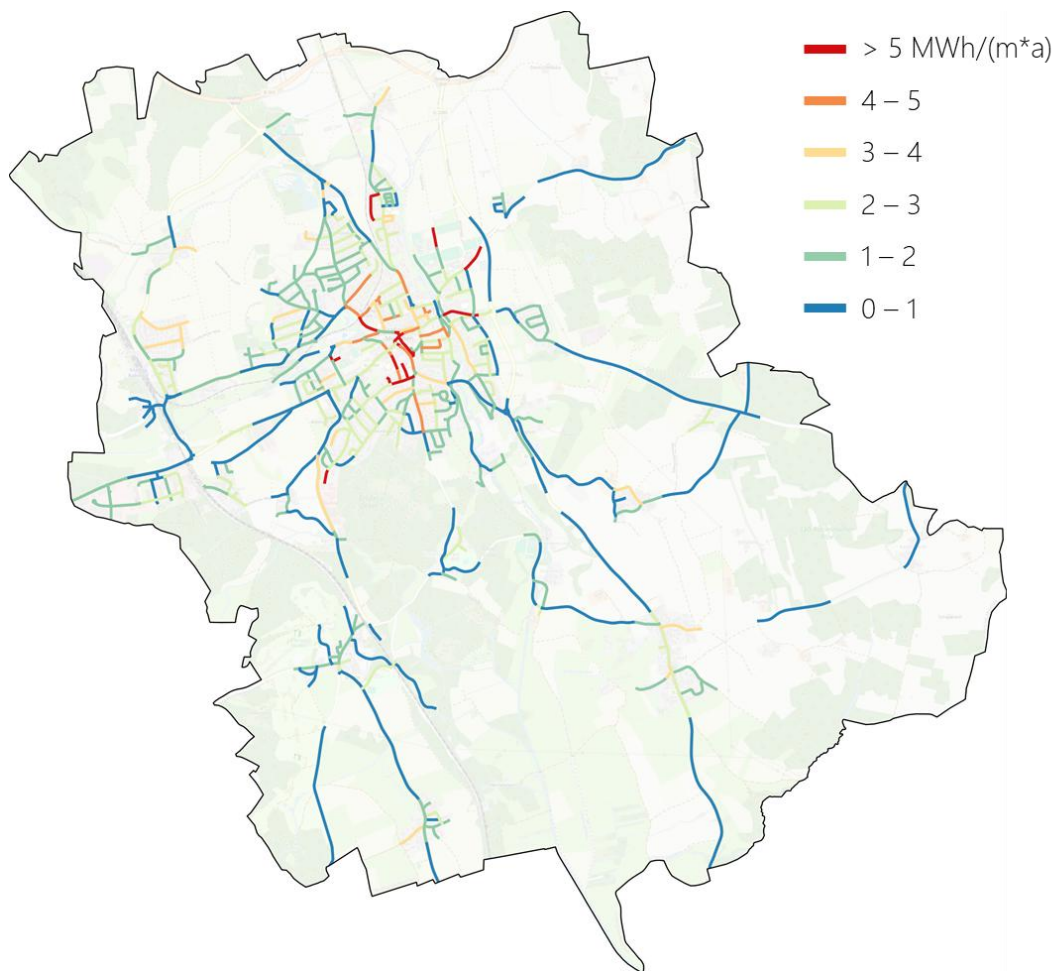


Abbildung 12: Wärmelinienichte der Straßenzüge in MWh/(m·a)

Ein weiteres wichtiges Kriterium für die Entscheidung für zentrale Wärmenetze oder dezentrale Einzellösungen ist das Vorhandensein von Ankerkunden. Diese haben als einzelne Verbraucher einen überdurchschnittlich hohen Wärmebedarf und können somit für die Erschließung neuer Wärmenetze oder -Abschnitte als wichtige Anlaufstellen dienen. Abbildung 12 zeigt die Standorte der größten Verbraucher in Grafing. Abgebildet sind hier Gebäude mit Verbräuchen von mindestens 100 MWh/a, wobei die höchsten Verbräuche bei 1-1,5 GWh/a liegen. Insgesamt fallen in diese Gruppe 134 Gebäude, erwartungsgemäß hauptsächlich im inneren Stadtgebiet und den Gewerbegebieten Schammach und Haidling. Im Stadtgebiet handelt es sich dabei hauptsächlich um große Mehrfamilienhäuser, Schulen und einzelne Gewerbe. Auch in den umliegenden Ortsteilen treten vereinzelt sehr hohe Verbräuche auf, wobei speziell bei ländlichen Gewerbegebäuden meistens reale Verbrauchsdaten fehlen und die Werte entsprechend durch Simulationen gewonnen wurden.

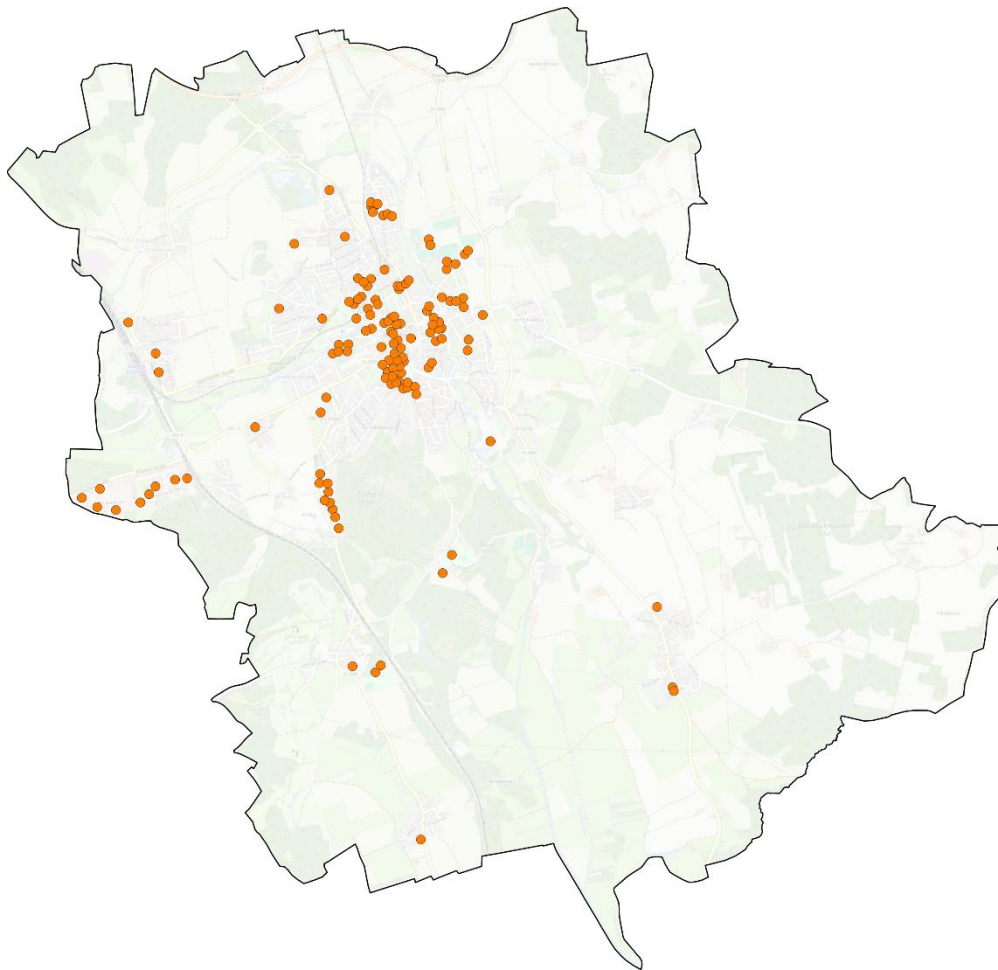


Abbildung 13: Standortbezogene Darstellung der Großverbraucher

2.3 Aktuelle Versorgungsstruktur

Nachdem der Gebäudebestand sowie der Wärmebedarf analysiert worden sind, wird ermittelt, wie der Wärmebedarf aktuell gedeckt wird. Hierzu werden sowohl leitungsgebundene Wärmeversorgungen wie Erdgas oder Fernwärme analysiert, als auch Erzeuger wie Biomassefeuerungen, Wärmepumpen oder Heizölfeuerungen.

2.3.1 Struktur dezentraler Feuerstätten

Zur Analyse der aktuellen Struktur dezentraler Wärmeerzeuger wurden Kehrbücher aus den Kehrbezirken ausgewertet. Die Informationen wurden vom Bayerischen Landesamt für Statistik in

statistisch aufbereiteter Form bereitgestellt. Die Daten beziehen sich auf das Berichtsjahr 2022 und wurden auf Straßenebene aggregiert weitergegeben.

Insgesamt wurden in Grafing 7.044 Feuerstätten ausgewertet. Dabei handelt es sich insbesondere um Heizkessel (31 %), Kaminöfen (27 %), Umlaufwassererhitzer (13 %) und Raumheizer (6 %). Abbildung 14 stellt die Aufteilung der Feuerstätten nach deren Art dar.

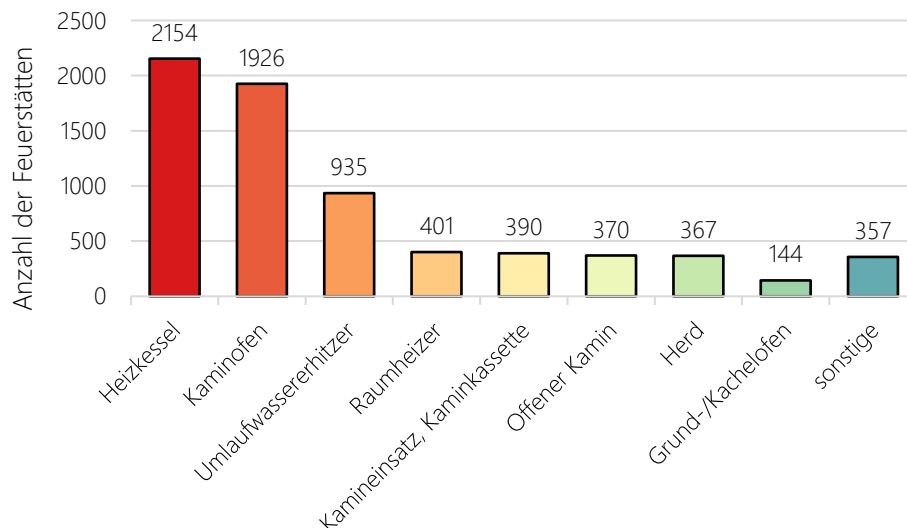


Abbildung 14: Aufteilung der Feuerstätten (Zentral- und Einzelfeuerstätten) nach deren Art

Die dezentrale Wärmebereitstellung in Grafing ist stark von Erdgas und Heizöl geprägt. Von 3.151 Zentralheizungsfeuerstätten werden 1.972 (63 %) mit Erdgas betrieben. Weitere 893 (28 %) nutzen Heizöl, während etwa 8 % der Zentralheizungen Holz als Brennstoff verwenden. Einzelraumfeuerstätten hingegen werden erwartungsgemäß von Holzfeuerungen dominiert, wobei der weitaus größte Teil auf Scheitholzfeuerungen fällt und ein geringer Teil (<1 %) Holzpellets einsetzt.

Dies spiegelt sich auch in Abbildung 15 wider. Hier werden die eingesetzten Brennstoffe in den vier vorwiegenden Feuerstätten dargestellt. Während Zentralheizungsfeuerstätten wie Heizkessel insbesondere mit Heizöl und Erdgas betrieben werden, ist bei Einzelfeuerstätten wie Kaminöfen der Anteil von Holz dominierend.

Eine Analyse der Altersstruktur der dezentralen Feuerstätten zeigt den in den kommenden Jahren notwendigen Modernisierungsbedarf. Während Kombiwasserheizer im Durchschnitt seit 16 Jahren in Betrieb sind, liegt das Durchschnittsalter von Heizkesseln bei 19 Jahren. Heizölkessel, die etwa 41 % der Heizkessel ausmachen, liegen mit durchschnittlich 25 Jahren nochmals über diesem Durchschnitt. Vor dem Hintergrund typischer technischer Nutzungsdauern der Kessel ist mit einem erheblichen Handlungsbedarf in den kommenden Jahren zu rechnen.

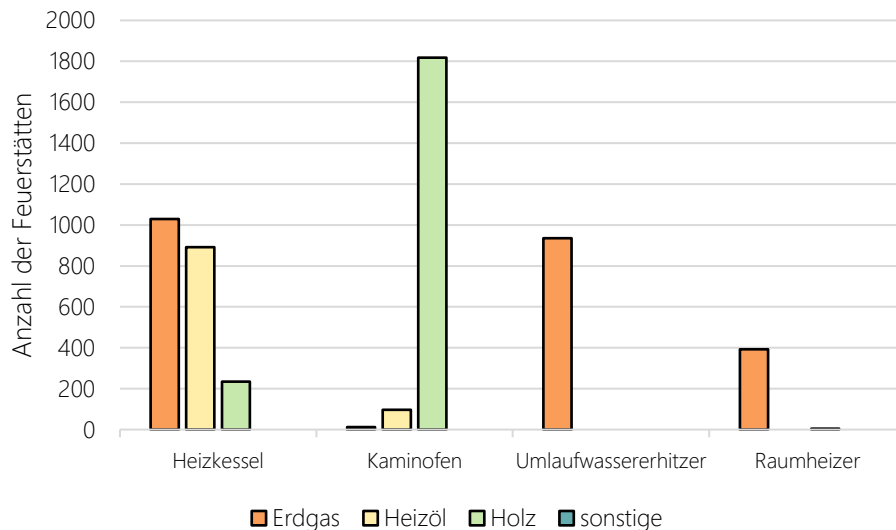


Abbildung 15: Eingesetzte Brennstoffe in den vier vorwiegenden Feuerstätten

2.3.2 Wärmepumpen

In den Daten des Zensus 2022 sind für Grafing 158 Wärmepumpen und 92 Stromdirektheizungen erfasst. Eine genauere Bilanz liefern Netzabsatzdaten der beiden Stromnetzbetreiber in Grafing. Die Bayernwerk AG listet 84 Wärmepumpen und 41 Speicherheizungen mit Absatzmengen von 528 und 360 MWh/a Strom im Jahr 2022 in ihrem Versorgungsgebiet in Grafing. Zusätzlich werden im Netzgebiet der Firma Rothmoser GmbH & Co. KG 129 Gebäude mit Wärmestrom versorgt. Insgesamt beträgt der abgesetzte Strom hier 890 MWh/a.

Eine genauere räumliche Aufteilung der Anlagen auf die einzelnen Gebäude der Stadt ist im Netzgebiet der Bayernwerk AG nicht bekannt. Für die meisten kommunalen Liegenschaften und Gebäude des GHDI-Sektors sowie einen großen Teil der Wohngebäude sind allerdings reale Verbrauchsdaten und Energieträger bekannt. Die Verbräuche für Wärmepumpen und Speicherheizungen werden deshalb anteilig über simulierte Wärmebedarfe auf die Wohngebäude aufgeteilt, bei denen keine Anschlussdaten bekannt sind.

2.3.3 Gasinfrastruktur

Zur Auswertung der Gasinfrastruktur wurden Daten des Gasnetzbetreibers Energienetze Bayern herangezogen. In der Stadt Grafing selbst ist in weiten Teilen eine flächendeckende Gasinfrastruktur vorhanden. Über eine Trassenlänge von 40,6 km werden insgesamt 1.972 Anschlüsse mit Methan versorgt. Abbildung 16 stellt die Quartiere dar, in welchen Gasanschlüsse vorhanden sind. In den umliegenden Ortsteilen sind mit Ausnahme von Grafing-Bahnhof keine Anschlüsse vorhanden.

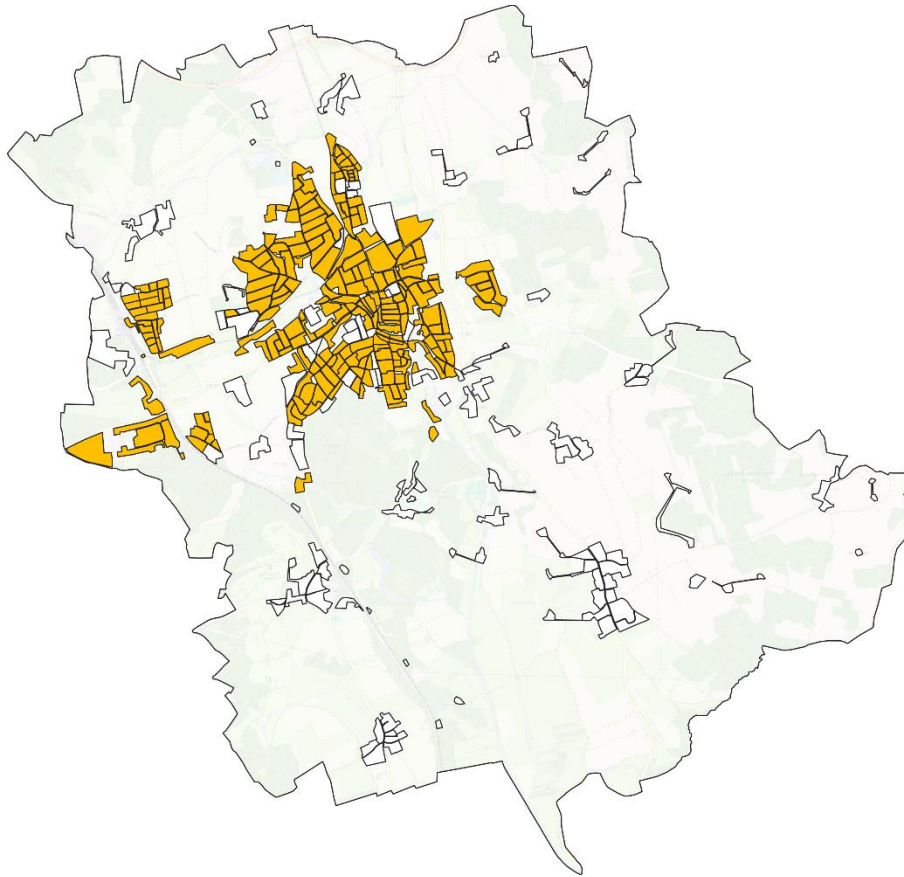


Abbildung 16: Quartiere mit vorhandenen Gasanschlüssen

Die mögliche Umstellung des Gasnetzes auf Wasserstoff wird aktuell geprüft. Inwiefern grüner Wasserstoff künftig zur Verfügung stehen wird, ist ungewiss. Einerseits steht einer großen erwarteten Nachfrage in Industrie und Teilen des Verkehrssektors (z. B. Flugverkehr) ein derzeit noch nicht vorhandenes Angebot an grünem Wasserstoff gegenüber. Zudem lässt die große Nachfrage in der Industrie mittel- und auch langfristig hohe Preise erwarten, was den Einsatz von grünem Wasserstoff im Wärmesektor auf hochpreisige Nischenanwendungen beschränken könnte.

Die Energienetze Bayern planen als zuständiger Netzbetreiber einen schrittweisen Umstieg ihres Erdgasnetzes auf Wasserstoff. Untersuchungen ihrer Netzinfrastruktur, sowie das Pilotprojekt „H2direkt“ zeigen die grundsätzliche technische Möglichkeit der Umstellung. Der zeitliche Horizont wird dabei einerseits von der Entfernung vom Wasserstoffkernnetz und andererseits von verbindlichen Nachfragen von Großverbrauchern aus Industrie und Gewerbe bestimmt. Grafing fällt durch die Lage südlich von München sowie fehlende Großverbraucher von Wasserstoff in die Kategorie der zuletzt umzustellenden Netzabschnitte. Eine Umstellung ist frühestens bis 2045 vorgesehen. Zusätzlich liegt aufgrund der aktuellen Marktsituation kein verbindlicher Transformationsplan vor, der von einer sicheren Verfügbarkeit des Wasserstoffs ausgehen lässt.

2.3.4 Wärmenetze

In Grafing wurden sieben Wärmenetze betrachtet, ein Großteil davon dient der Versorgung weniger benachbarter Gebäude. Zur Analyse der Wärmenetze wurden Fragebögen an die Betreiber ausgegeben.

Abbildung 17 stellt die Lage der Wärmenetze dar. Das Wärmenetz der Firma Rothmoser trägt mit über 90 % der mit Fernwärme versorgten Nutzenergie mit Abstand den größten Teil der Fernwärme bei. Insbesondere in der Innenstadt Grafings wird bereits ein großer Teil der Gebäude von der Rothmoser GmbH & Co. KG versorgt, wobei es auch schon Planungen zur Nachverdichtung und Netzausbau gibt. Weitere kleinere Wärmenetze befinden sich in Elkofen, Nettelkofen und Eisendorf, wobei das Eisendorfer Netz das einzige mit einer größeren Anzahl an Anschlüssen ist. Insgesamt versorgen die Grafinger Wärmenetze 253 Anschlüsse, viele dieser Anschlüsse versorgen allerdings auch benachbarte Gebäude.

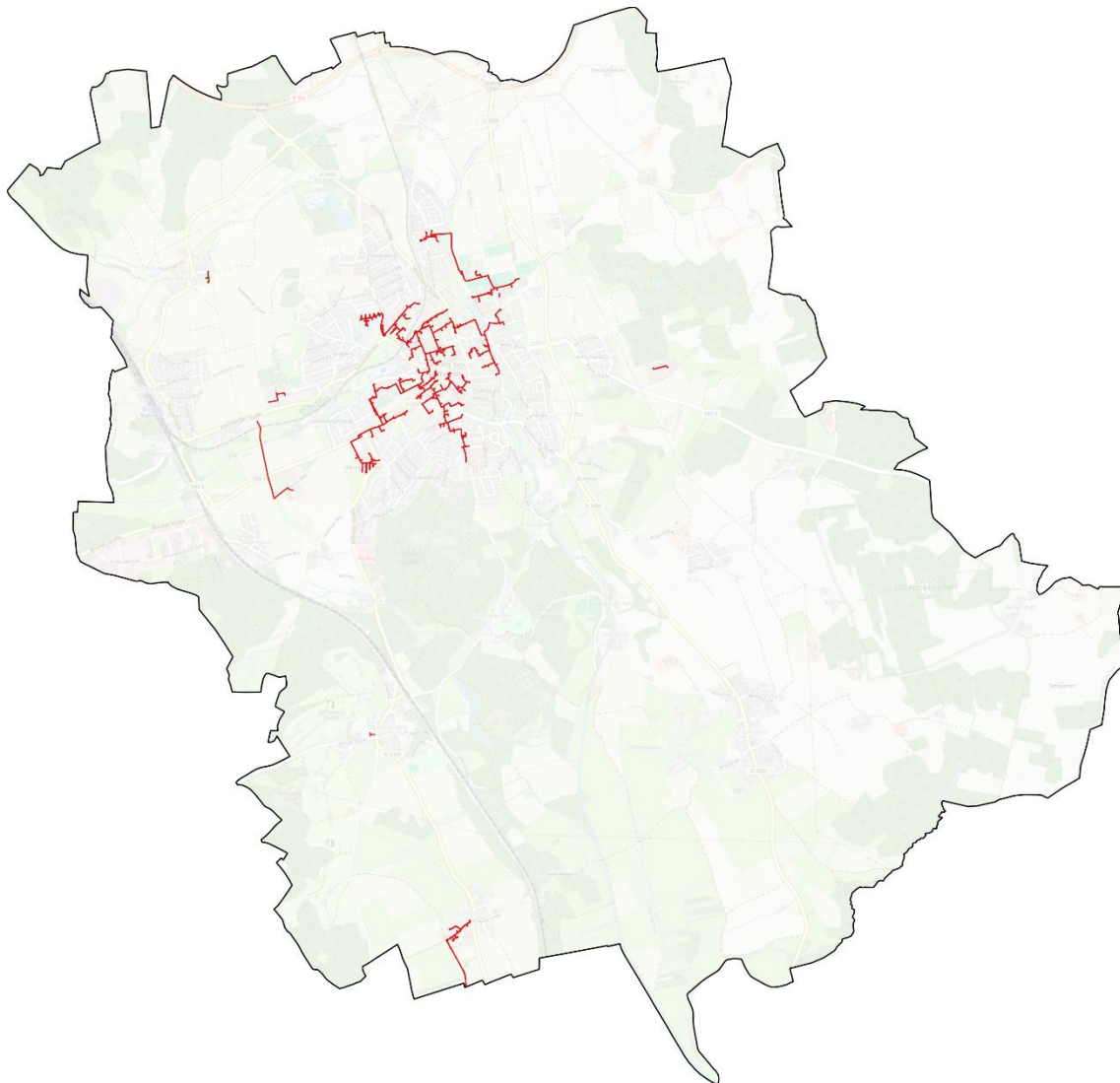


Abbildung 17: Wärmenetze in Grafing

Nähere Daten zu den einzelnen Netzen können aus Tabelle 1 entnommen werden. Dabei wird jeweils – sofern vorhanden und rückgemeldet – die Art des Wärmenetzes (Wasser oder Dampf), das Jahr der Erstinbetriebnahme, das Temperaturniveau sowie die Trassenlänge und die Anzahl der versorgten Anschlüsse dargestellt.

Tabelle 1: Bestehende sowie geplante und genehmigte Wärmenetze

Netz	Lage	Art	Jahr der Inbetriebnahme	Temperatur (RL-VL, in °C)	Trassenlänge (in m)	Anzahl Anschlüsse
Rothmoser GmbH & Co. KG	Graing b.München	Wasser	2009	80-60/ 70-50	12.543	211
Netz Rathaus	Graing b.München	Wasser	n.a.	n.a.	n.a.	2
Netz Nettelkofen	Nettelkofen	Wasser	2021	85-55	520	6
Netz Eisendorf	Eisendorf	Wasser	n.a.	n.a.	866	9
Netz Gindlkofen	Graing b.München	Wasser	n.a.	n.a.	n.a.	2
Netz Pappelweg	Graing b.München	Wasser	n.a.	n.a.	789	17
Netz Elkofen	Elkofen	Wasser	n.a.	n.a.	n.a.	3

In Abbildung 18 sind die Erzeugerstandorte der Netze eingezeichnet. Dazugehörig liefert Tabelle 2 sofern bekannt genauere Daten zu den Anlagen. Während an den Erzeugerstandorten 1-4 (Rothmoser) jeweils mehrere Anlagen zum Einsatz kommen, sind bei den übrigen Netzen nur einzelne Einheiten bekannt. Der Erzeugerstandort für das Netz Eisendorf liegt außerhalb der Stadtgrenze.

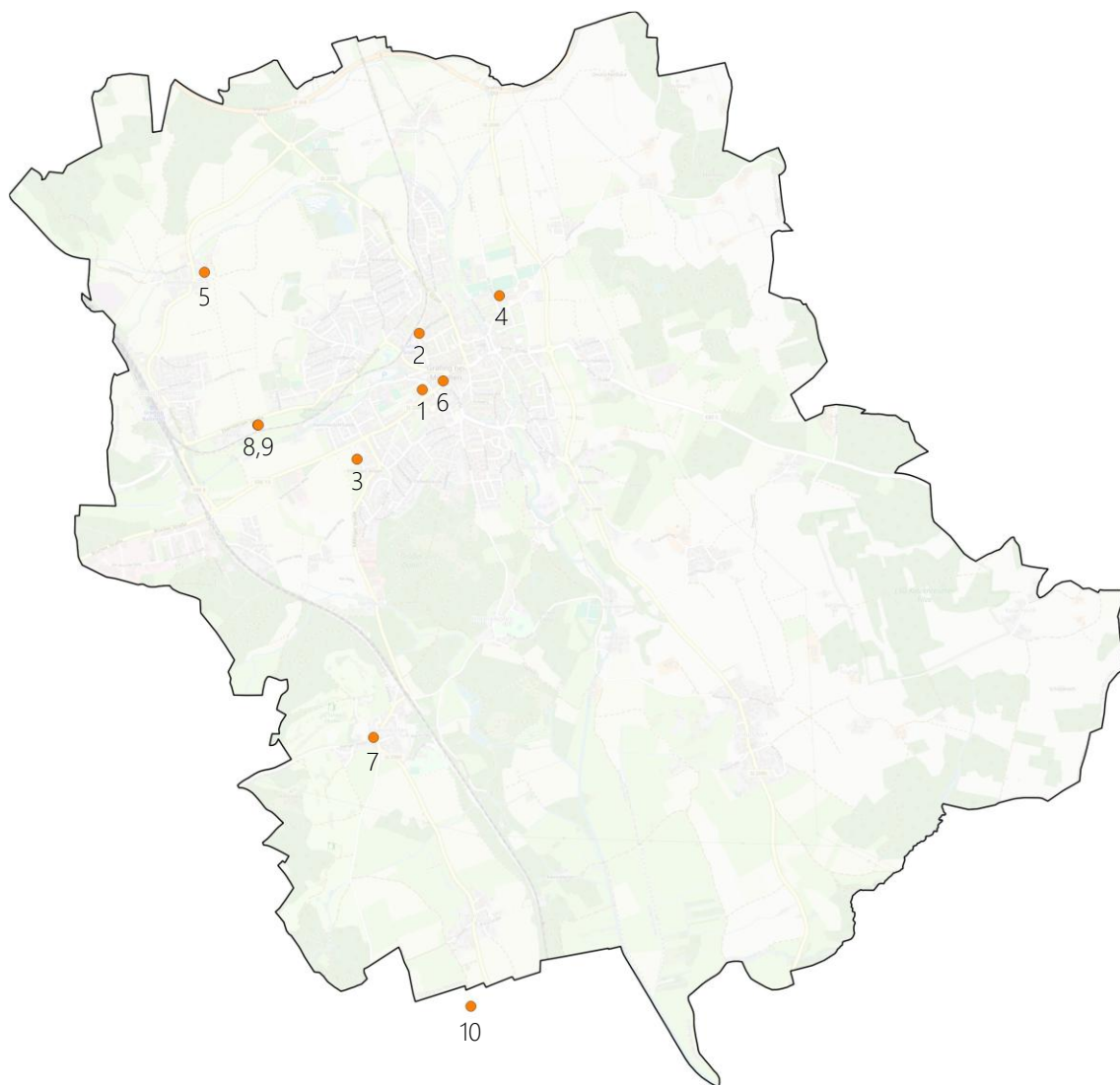


Abbildung 18: Erzeugerstandorte in Grafing

Tabelle 2: Bestehende, geplante oder genehmigte Wärmeerzeugungsanlagen für Wärmenetze

Lfd. Nummer	Netz	Art des Erzeugers	abgabeseitige Nennleistung (in kW)	Jahr der Inbetriebnahme	Energieträger
1	Rothmoser	Kessel	2x 750	n.a.	Erdgas
	Rothmoser	Kessel	750	n.a.	Heizöl
	Rothmoser	BHKW	426	n.a.	Biogas
	Rothmoser	BHKW	529	n.a.	Biogas
	Rothmoser	BHKW	384	n.a.	Erdgas
	Rothmoser	BHKW	275	n.a.	Erdgas
	Rothmoser	BHKW	504	n.a.	Erdgas

2	Rothmoser	BHKW	2x 194	n.a.	Erdgas
	Rothmoser	Kessel	2x 575	n.a.	Erdgas
3	Rothmoser	BHKW	216	n.a.	Erdgas
	Rothmoser	Kessel	440	n.a.	Erdgas
4	Rothmoser	BHKW	180	n.a.	Biogas
	Rothmoser	BHKW	216	n.a.	Erdgas
	Rothmoser	BHKW	2x 575	n.a.	Erdgas
5	Nettelkofen	Kessel	180	n.a.	Hackschnitzel
6	Rathaus	BHKW	n.a.	n.a.	Erdgas
7	Elkofen	n.a.	n.a.	n.a.	Pellets
8	Gindlkofen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	Pappelweg	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	Eisendorf	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

In Abbildung 19 sind zuletzt noch die Standorte bekannter Wärmespeicher abgebildet. Insgesamt konnten Daten zu vier Wärmespeichern ermittelt werden, alle von der Firma Rothmoser. Ein 10 m³ Speicher befindet sich am Standort „Am Stadion“, ein weiterer Speicher mit 25 m³ am Standort „Pfarrer-Aigner-Straße“ und zwei Speicher mit jeweils 60 m³ am Standort „Gartenstraße“.

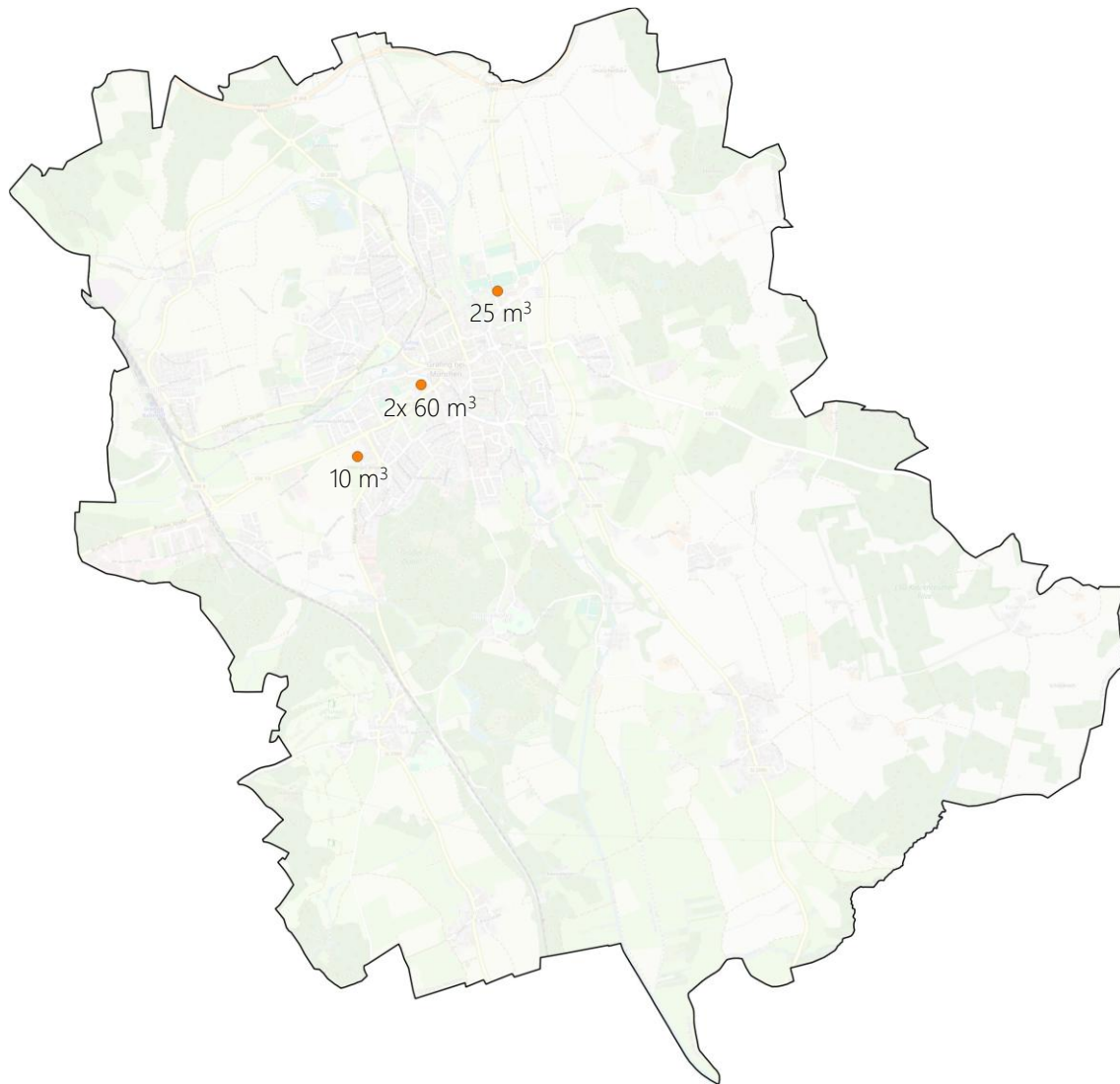


Abbildung 19: Speicherstandorte in Grafing (Es kommen nur Warmwasserspeicher vor)

Da das Netz Rothmoser den Großteil der Fernwärme ausmacht, wird auch maßgeblich der Energiemix durch dieses Netz bestimmt. Der Großteil der Energie stammt hier aus Erdgas und Biogas. Die kleineren Wärmenetze in Grafing werden nahezu ausschließlich mit Holzhackschnitzelfeuerungen betrieben, mit Ausnahme eines Netzes, das Erdgas, Solarthermie und eine Luftwärmepumpe nutzt. Abbildung 20 stellt die Aufteilung der eingesetzten Energieträger dar. Die bereitgestellte Wärme liegt hier insgesamt bei 19,5 GWh/a, davon wird 56 % mit Erdgas, 36 % mit Biogas, 6 % mit Biomasse und ein vernachlässigbarer Anteil mit Heizöl, Solarthermie und einer Luft-Wärmepumpe erzeugt. Das Wärmenetz Rothmoser stellt rund 93 % der Fernwärme zur Verfügung, der Anteil erneuerbarer Energieträger liegt hier bereits bei knapp 39 %, bei den kleineren Netzen über 95 %.

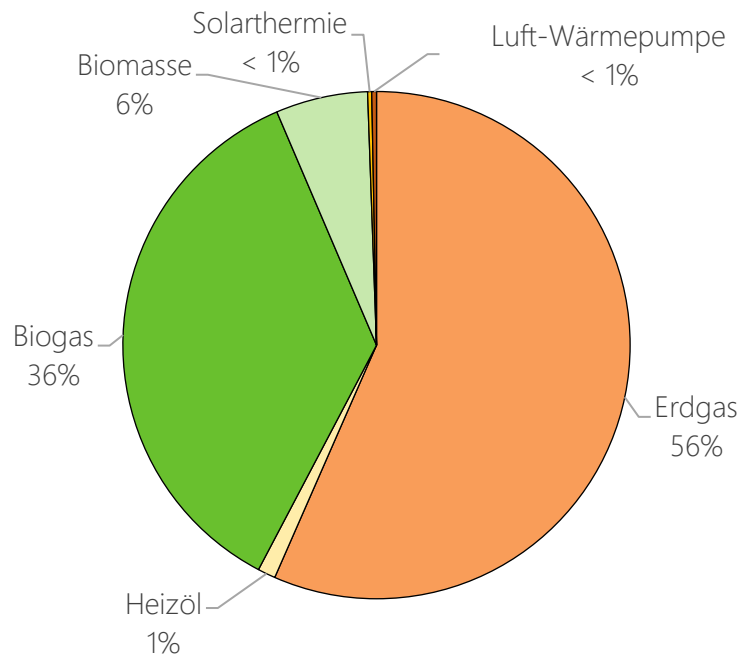


Abbildung 20: Anteil von Energieträgern für die Fernwärmeerzeugung

Parallel zur Durchführung der kommunalen Wärmeplanung wird bei der Firma Rothmoser ein BEW-Transformationsplan erarbeitet. Darin werden Netzerweiterungen untersucht und eine Strategie zur Treibhausgasneutralität der Wärmeerzeugung entwickelt.

2.3.5 Eingesetzte Energieträger zur Wärmeversorgung

Aus den vorangegangenen Informationen zur aktuellen Wärmeinfrastruktur kann der aktuelle Wärmemix bestimmt werden. Dazu wird der in Kapitel 2.2 dargestellte Wärmebedarf mit den Informationen über Gasanschlüsse von den Gasnetzbetreibern, Wärmenetzanschlüsse von Wärmenetzbetreibern, Wärmepumpenzähler von Stromnetzbetreibern, Fragebögen und Begehungen bei Industriebetrieben sowie Kaminkehrerdaten verschnitten.

Abbildung 21 stellt den Wärmebedarf aufgeteilt nach Energieträger dar. Von den benötigten 136 GWh/a wird der Großteil durch Erdgas und Heizöl bereitgestellt: 59 GWh/a (44 %) stammen aus Gasheizungen, 36 GWh/a (26 %) aus Ölfeuerungen. Weitere 2 GWh/a (2 %) werden durch sonstige fossile Energieträger versorgt. Erneuerbare Energien stammen insbesondere aus Biomasse (12 GWh/a oder 9 %) und Solarthermie (2 GWh/a oder 2 %). In Grafing sind über Stromnetzbetreiber zum Stand 2022 insgesamt 254 Gebäude bekannt, die mit Wärmestrom für Wärmepumpen oder Stromdirektheizungen versorgt werden. Diese tragen knapp 5 GWh/a (3 %) zur Wärmeversorgung bei und nutzen dabei einerseits Umweltwärme und andererseits teilweise erneuerbaren Strom. Die übrigen 20 GWh/a (14 %) der benötigten Wärme werden durch Fernwärme abgedeckt. Die Fernwärmenetze werden wie bereits ausgeführt größtenteils mit Erdgas und Biogas betrieben. Der hohe Anteil an Biomasse in den kleineren Netzen hat keinen nennenswerten Einfluss auf die Gesamtbilanz.

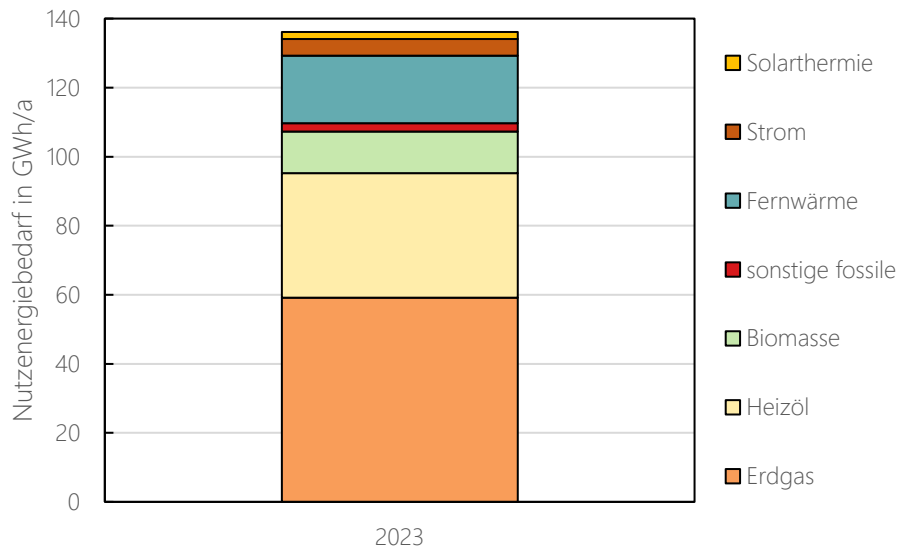


Abbildung 21: Wärmebedarf im Jahr 2023 nach Energieträger

Für die Bereitstellung des Wärmebedarfs von 136 GWh/a in den Gebäuden werden 157 GWh Endenergie pro Jahr benötigt. Der Endenergiebedarf beschreibt, welche Menge an Energieträgern (z. B. Erdgas, Heizöl, Strom oder Biomasse) zur Erzeugung der benötigten Wärme verbraucht wird. Er berücksichtigt damit beispielsweise auch Wirkungsgrade. Die Aufteilung der Energieträger ist in Abbildung 22 dargestellt. Anteilig ist die Änderung im Vergleich zum Wärmebedarf gering, da die meisten Technologien ähnliche Wirkungsgrade aufweisen. Speziell Wärmepumpen haben allerdings aufgrund des hohen Wirkungsgrades (COP) einen deutlich niedrigeren Endenergiebedarf. Für die Wärmeversorgung in Grafing werden 70 GWh/a (44 %) Erdgas exkl. Wärmenetze, 42 GWh/a (27 %) Heizöl und 3 GWh/a (2 %) sonstige fossile Energieträger (z. B. Flüssiggas) eingesetzt. Dazu kommen 15 GWh/a (10 %) Biomasse exkl. Wärmenetze und insgesamt 4 GWh/a (3 %) Strom und Solarthermie. Insgesamt trägt die Fernwärme 23 GWh/a (15 %) zum Endenergieverbrauch bei, hierbei sind zunächst nur die Verteilverluste inbegriffen. In die Fernwärmeerzeugung fließen weitere Wirkungsgrade der Energieträger mit ein. Hierbei werden 13 GWh/a Erdgas und 8 GWh/a Biogas genutzt. Der übrige Anteil wird hauptsächlich über Biomasse gedeckt.

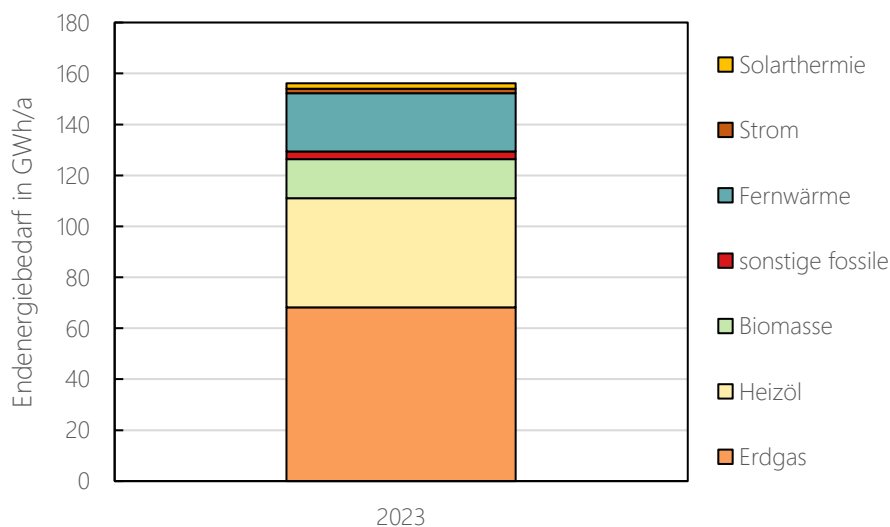


Abbildung 22: Endenergiebedarf nach Energieträger

Unter der Annahme, dass 50 % des eingesetzten Stroms in Wärmepumpen und Speicherheizungen aus erneuerbaren Quellen stammt, beträgt der Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme am Endenergieeinsatz 18 % bzw. 28 GWh/a. Durch einen schrittweisen Ausbau der Nah- und Fernwärmenetze sowie die Integration weiterer erneuerbarer Wärme- und Abwärmequellen kann und soll dieser Anteil in Zukunft deutlich gesteigert werden.

Die Aufteilung der Endenergieträger auf die einzelnen Sektoren ist in Abbildung 23 dargestellt. Der Endenergieverbrauch des Sektors Wohnen beläuft sich auf 111 GWh/a, während öffentliche Einrichtungen 8 GWh/a und Gewerbe-Handel-Dienstleistung und Industrie 37 GWh/a verbrauchen.

Der Energiemix des Sektors Wohnen ähnelt dem des Sektors GHDI. Im Sektor GHDI ist der Anteil konventioneller Energieträger (44 % Erdgas, 36 % Heizöl, 3 % sonstige fossile Energieträger) gegenüber dem Sektor Wohnen (47 % Erdgas, 25 % Heizöl, 2 % sonstige fossile Energieträger) leicht erhöht. Der Anteil der Fernwärme liegt dagegen im Sektor Wohnen deutlich höher (15 % gegenüber 5 %). Zusätzlich gibt es im Sektor Wohnen einen kleinen Anteil an Wärmepumpen und Solarthermie (zusammen ca. 3 %).

Öffentliche Einrichtungen haben mit 58 % den höchsten Anteil an Fernwärme aller Sektoren. 22 % des Endenergieverbrauchs entfallen auf Heizöl, 12 % auf Erdgas. Der Sektor öffentliche Einrichtungen beinhaltet neben kommunalen Gebäuden auch kirchliche, soziale und sonstige öffentliche Einrichtungen.

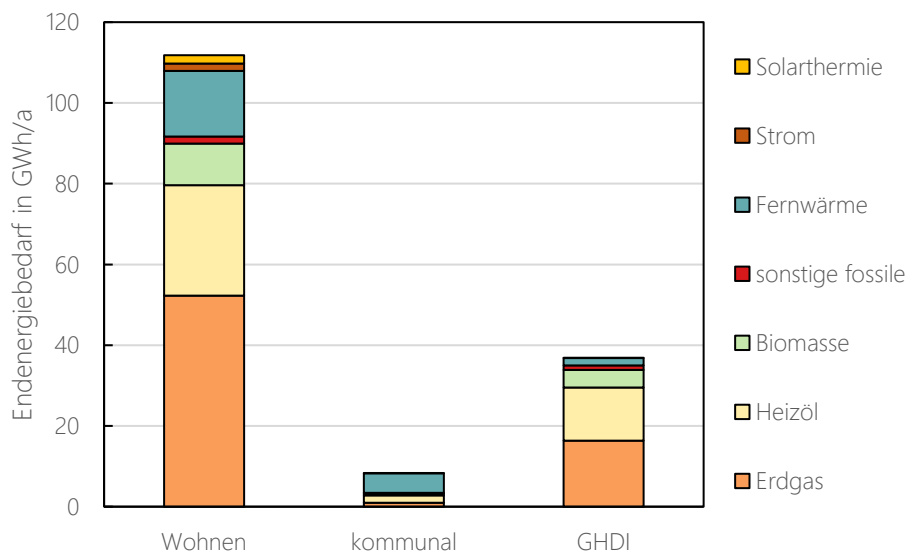


Abbildung 23: Endenergiebedarf nach Energieträger und Verbrauchssektor

Abbildung 24 stellt den vorrangigen Energieträger je Quartier kartographisch dar. In Zentrum und Nordosten Grafings dominiert teilweise bereits Fernwärme, der Großteil der Gebäude wird jedoch nach wie vor mit Erdgas versorgt. Außerhalb der Kernstadt und des Gewerbegebiets Schammach sind viele Gebiete weder mit Erdgas noch mit Fernwärme erschlossen. Hier wird größtenteils noch Heizöl eingesetzt, in manchen besonders ländlichen Bereichen auch überwiegend Biomasse.

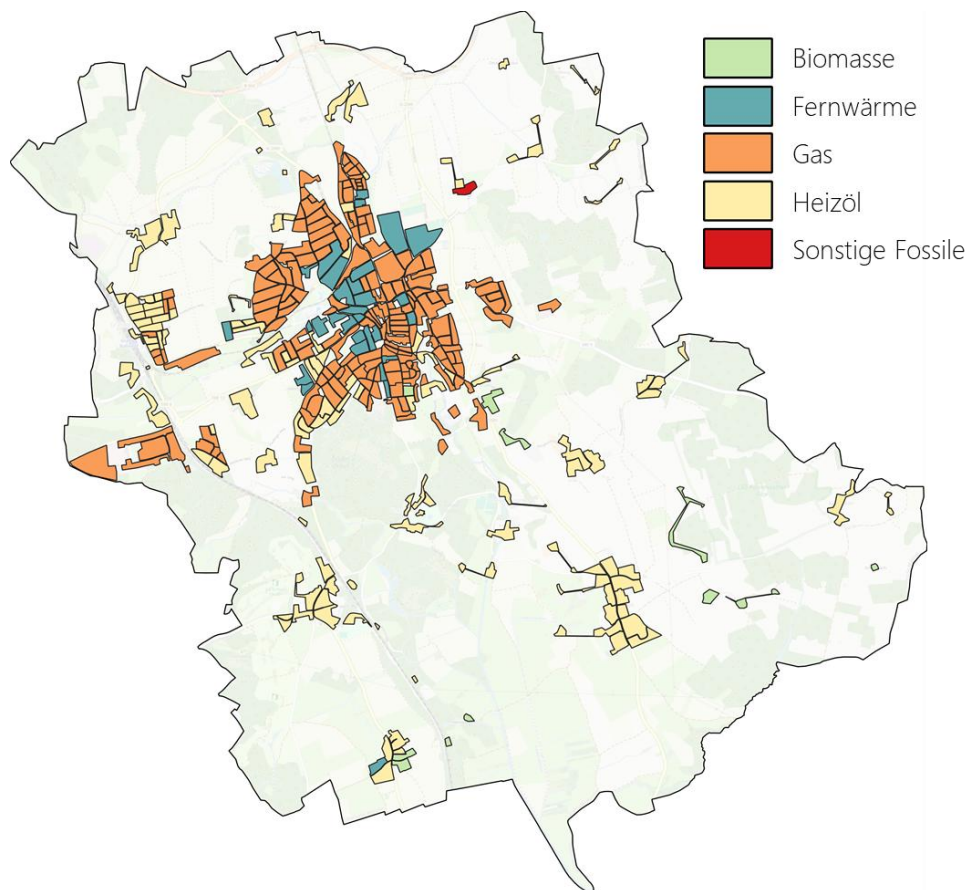


Abbildung 24: dominanter Energieträger zur Wärmeversorgung in den Quartieren

Während Abbildung 24 zeigt, welcher Energieträger in welchem Quartier dominiert, stellt Abbildung 25 die Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger, einschließlich Hausübergabestationen, nach Art der Wärmeerzeuger in einer baublockbezogenen Darstellung dar. Dabei wird beispielsweise verdeutlicht, wo vermehrt Wärmenetzanschlüsse, Zentralheizungen, Einzelraumfeuerungen oder Wärmepumpen verortet sind – unabhängig von der Wärmemenge die die einzelnen Erzeuger liefern.

Wärmepumpen sind beispielsweise gehäuft Am Schönblick, im Bereich Marienstraße/Giselastraße/Herzog-Heinrich-Straße, am Sanftlring oder im Mühlthal angesiedelt. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass nur für einen Teil des Netzgebiets der Standort der Wärmepumpen für die Wärmeplanung bekannt ist. Insbesondere in den umliegenden Ortsteilen liegt keine genaue Verteilung der Wärmepumpen vor.

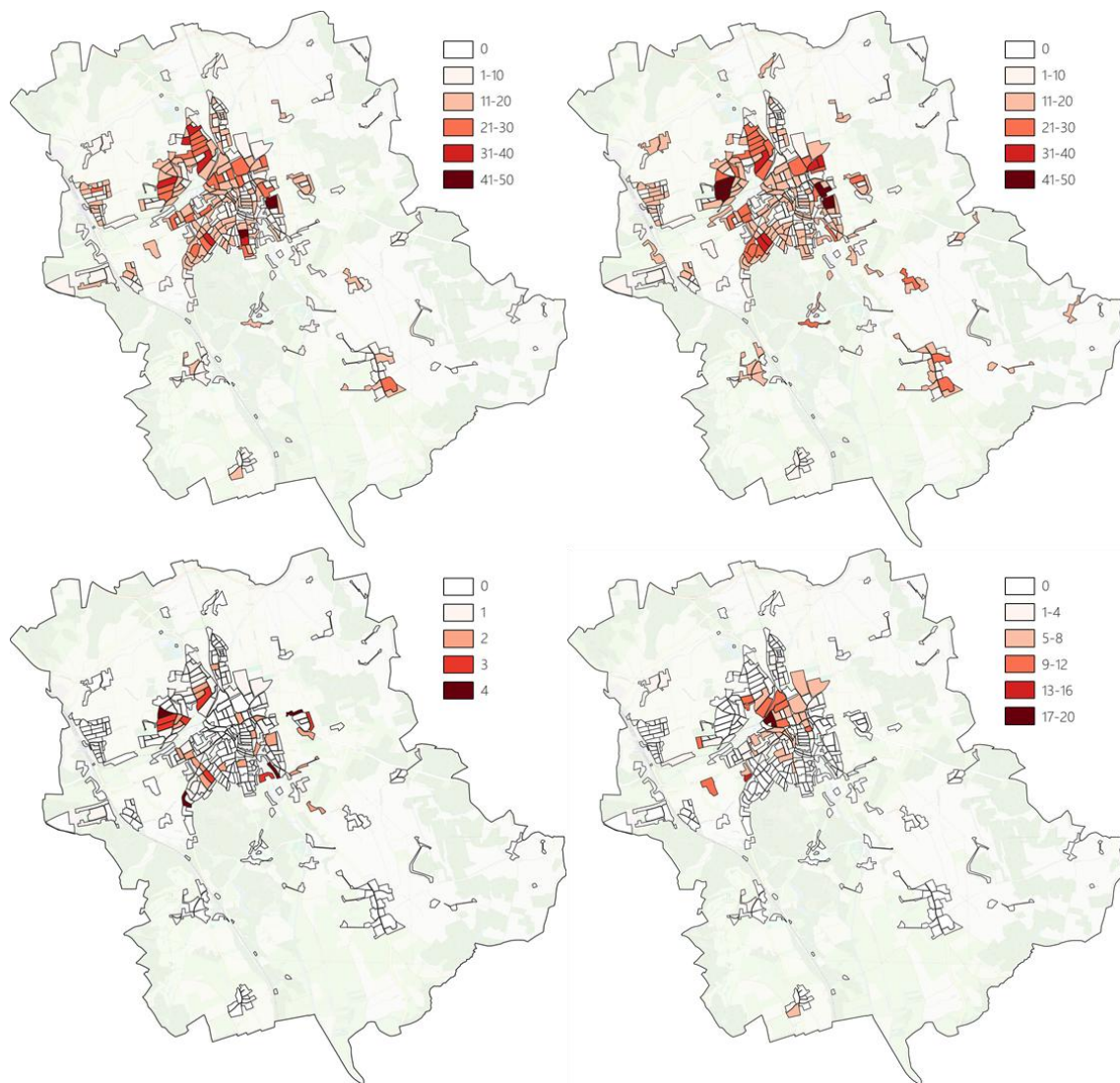


Abbildung 25: Anzahlen verschiedener Heizungstypen (oben links: Zentralheizungen, oben rechts: Einzelraumheizungen, unten links: Wärmepumpen, unten rechts: Fernwärmeanschlüsse)

An dieser Stelle muss erwähnt werden, dass die Daten zu Solarthermieanlagen¹ nur aggregiert für das gesamte Gebiet vorliegen und im digitalen Zwilling daher nicht quartiersscharf verortet werden können.

Die Auswertung der Energieträger verdeutlicht die Größenordnung der Aufgabe der Wärmewende. Die aktuelle Wärmeversorgung ist zu über 80 % von fossilen Energieträgern abhängig. Es gilt, den bislang geringen Anteil erneuerbarer Energien in den Jahren bis 2045 auf 100 % anzuheben. Die bereits beschriebene Altersstruktur der fossilen Wärmeerzeuger erfordert, die dafür notwendigen Schritte zeitnah und strukturiert anzugehen.

¹ <http://www.solaratlas.de/>

2.3.6 Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung

Die starke Abhängigkeit der Wärmeversorgung von fossilen Quellen führt auch zu erheblichen Treibhausgasemissionen bei der Wärmeerzeugung. Insgesamt werden in Grafing aktuell rund 35.800 Tonnen CO₂-eq für Wärmezwecke ausgestoßen. Abbildung 26 verdeutlicht die Verteilung der Emissionen nach den eingesetzten Energieträgern. Hauptverursacher der Emissionen sind Erdgas exkl. Fernwärme (16.200 t/a bzw. 45 %) und Heizöl (13.200 t/a bzw. 37 %). Der größte Teil der restlichen Emissionen stammt mit 4.500 t/a bzw. 13 % aus der Fernwärme, womit gleichzeitig über 14 % des Wärmebedarfs gedeckt werden. Weiterhin sind sonstige fossile Energieträger (insbesondere in der Form von Flüssiggas) für 700 t/a, Strom für 800 t/a und Biomasse für 300 t/a verantwortlich. Der Anteil von Solarthermie ist vernachlässigbar gering.

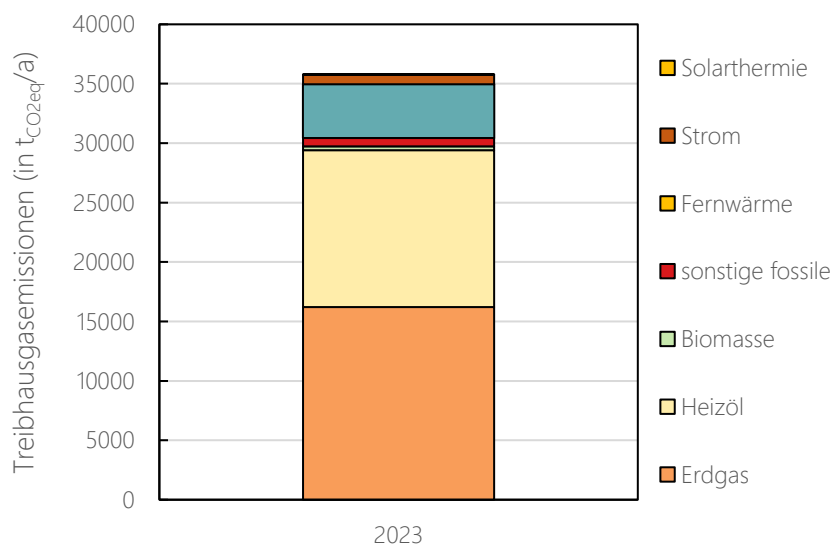


Abbildung 26: Treibhausgasemissionen nach Energieträger

Die Verteilung der Emissionen auf die Energieträger lässt sich zum einen auf die stark unterschiedlichen Verbrauchsmengen zur Wärmeerzeugung zurückführen. Zum anderen unterscheiden sich die Emissionsfaktoren der einzelnen Energieträger deutlich (Tabelle 3). Während fossile Energieträger mit hohen spezifischen Emissionen verbunden sind (dabei ist der Einsatz von Heizöl nochmals schädlicher einzustufen als der von Erdgas), beträgt der CO₂-Ausstoß erneuerbarer Energien nur einen Bruchteil davon. So verursacht der Einsatz von Holz beispielsweise lediglich 7 % der Treibhausgasemissionen von Heizöl. Dennoch wird Holz nicht als vollständig klimaneutral bewertet, da beispielsweise bei Transport oder Verarbeitung CO₂-Emissionen anfallen.

In den Emissionsfaktoren zeigt sich auch der Effekt der Energiewende auf dem Stromsektor: Während Netzstrom heute noch wesentlich durch den Einsatz von Kohle und Erdgas erzeugt wird, wird künftig vorrangig erneuerbarer Strom genutzt. Dies reduziert den Emissionsfaktor von aktuell 0,435 t_{CO2eq}/MWh auf perspektivisch 0,032 t_{CO2eq}/MWh in 2040. Diese Entwicklung spielt eine zentrale Rolle bei der Wärmewende und ermöglicht es Wärmepumpen zukünftig potenziell, auf emissionsarmen Strom zurückzugreifen, auch wenn dieser aus dem öffentlichen Stromnetz stammt.

Die Aufteilung der Treibhausgasemissionen auf die einzelnen Sektoren ist in Abbildung 27 dargestellt. Es wird deutlich, dass der Großteil der Emissionen aus dem Wohnsektor stammt. Die Wärmeerzeugung verursacht hier jährlich etwa 25.300 t_{CO2eq}, was etwa 71 % der Gesamtemissionen ausmacht. Bei einer Einwohnerzahl von 13.942 entspricht das einem Pro-Kopf-Emissionswert von 1,8 t_{CO2eq}/(EW*a), der

gesamtdeutsche Durchschnitt fällt nach Zahlen für 2021 mit 1,75 t_{CO2eq}/(EW*a) etwas geringer aus.¹ Dies verdeutlicht erneut die zentrale Rolle des Wohnsektors bei der Wärmewende. Der Sektor GHD und Industrie verursacht jährlich weitere 8.600 t_{CO2eq} (24 %). Der Beitrag öffentlicher Liegenschaften beläuft sich auf lediglich 1.800 t_{CO2eq}/a oder 5 %. Auch wenn öffentliche Gebäude absolut betrachtet einen geringeren Beitrag zu den Emissionen aufweisen, haben sie dennoch einen großen Hebel (Größe der einzelnen Gebäude und damit hohes Einsparpotenzial bei Einzelmaßnahmen; oftmals direkte Steuer- und Beeinflussbarkeit durch die Kommune; Multiplikatorwirkung).

Tabelle 3: Emissionsfaktoren² der wesentlichen Energieträger in t_{CO2eq}/MWh

Energieträger	2023	2030	2035	2040	2045
Erdgas	0,233	0,233	0,233	0,233	0,233
Heizöl	0,311	0,311	0,311	0,311	0,311
Biomasse	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022
Strom	0,435	0,27	0,151	0,032	0,032
Solarthermie	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
Biomethan	0,090	0,086	0,084	0,081	0,079
Industrielle Abwärme	0,040	0,038	0,037	0,036	0,035
Tiefengeothermie	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036

¹ https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2024/PD24_05_p002.html

² KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, „Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg“, Karlsruhe, 2023.

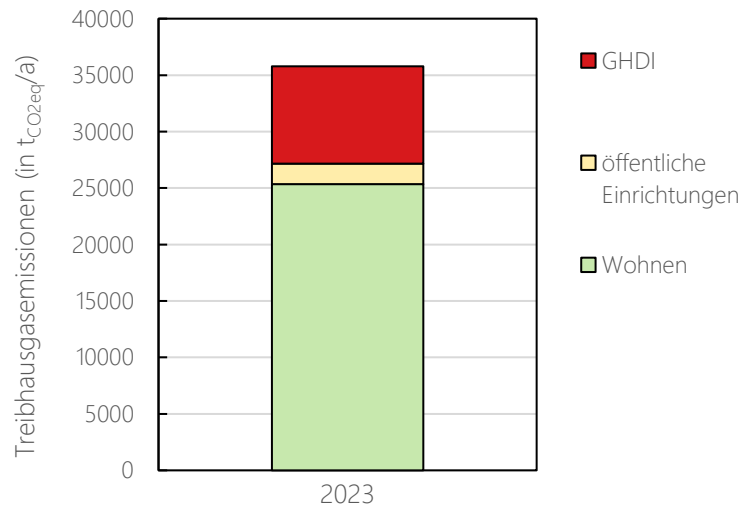


Abbildung 27: Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung nach Sektoren

Wie bereits beim Endenergieverbrauch der Sektoren (Abbildung 23) angemerkt gibt es speziell bei den Sektoren Wohnen und GHDI nur geringe Unterschiede im Energiemix. Die Aufteilung der Treibhausgase entspricht daher weitestgehend der Aufteilung der Endenergien. Erwähnenswert ist im Sektor Wohnen der hohe Anteil durch Strom, da der Netzstrom aktuell noch mit sehr hohen Emissionsfaktoren einhergeht (Abbildung 28).

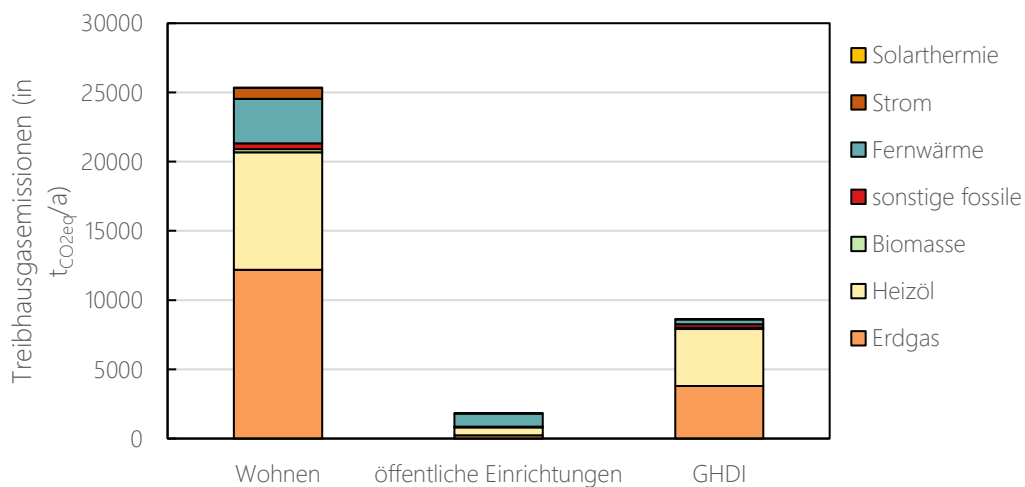


Abbildung 28: Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung nach Sektoren und Energieträger

2.4 Zwischenfazit Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse stellt durch Analyse von Daten der Netzbetreiber, der Schornsteinfeger, Fragebögen, Vor-Ort-Begehungen, Gebäudebasisdaten, statistischer Kennzahlen und weiterer Datenquellen den Status quo der Wärmeversorgung dar. Die Auswertung der Daten zeigt auf, welche Herausforderungen durch die Wärmewende gestellt werden:

- 79 % der Gebäude in Grafing sind Wohngebäude, davon etwa 47 % Doppel- und Reihenhäuser und 37 % Einfamilienhäuser. Etwa 54 % der Wohngebäude wurden vor 1978 errichtet und damit vor der Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung, welche

Mindestanforderungen an die Dämmung festlegte. Dies zeigt sowohl den großen Sanierungsbedarf als auch das Potenzial für Wärmeeinsparungen auf.

- Insgesamt beträgt der Wärmebedarf in Grafing rund 136 GWh/a. Mit 72 % wird der Großteil der Wärme im Wohnsektor benötigt. Die Sektoren Gewerbe-Handel-Dienstleistungen und Industrie tragen mit weiteren 23 % zum Wärmebedarf bei. Etwa 5 % des Wärmebedarfs entfällt auf öffentliche Einrichtungen. Fokussiert tritt der Wärmebedarf insbesondere in der Grafinger Innenstadt und in den Gewerbegebieten Schammach, Haidling und Rotter Straße auf.
- Die dezentrale Wärmebereitstellung in Grafing ist stark von Erdgas und Heizöl geprägt. Von 3.151 Zentralheizungsfeuerstätten werden etwa 63 % mit Erdgas betrieben. Weitere 28 % nutzen Heizöl, während nur etwa 8 % der Zentralheizungen Holz als Brennstoff verwenden. Das Durchschnittsalter der Heizölkessel liegt mit 25 Jahren nahe am technischen Betriebsende. Gerade hier ist in den kommenden Jahren mit einem erheblichen Handlungsbedarf zu rechnen.
- Die zentrale Wärmeversorgung in sieben Wärmenetzen versorgt aktuell insgesamt 253 Anschlüsse. Knapp 43 % der Fernwärme in Grafing stammt aus erneuerbaren Quellen, wobei Biogas, Biomasse, Solarthermie und Umweltwärme zum Einsatz kommen. Etwa 36 % der Wärmeerzeugung wird mit Biogas erbracht, weitere 6 % mit Biomasse, der Anteil von Solarthermie und Luftwärmepumpen liegt unter 1 %. Der fossile Anteil von 57 % stammt hauptsächlich aus Erdgas und zu einem geringen Anteil aus Heizöl.
- Von den benötigten 136 GWh/a Wärmebedarf wird ein großer Teil durch Erdgas (44 %) und Heizöl (26 %) bereitgestellt. Weitere 14 % werden durch Fernwärme, 2 % durch sonstige fossile Energieträger versorgt. Erneuerbare Energien (excl. Fernwärme) stammen insbesondere aus Biomasse (9 %) und Solarthermie (2 %). In Grafing sind dem Stromnetzbetreiber zum Stand 2022 insgesamt 254 Gebäude bekannt, die mit Wärmepumpen und Stromdirektheizungen versorgt werden. Diese tragen rund 3 % zur Wärmeversorgung bei und nutzen dabei einerseits Umweltwärme und andererseits teilweise erneuerbaren Strom.
- Bezogen auf den Endenergieeinsatz beträgt der Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme aktuell rund 18 %.
- Insgesamt werden in Grafing aktuell rund 35.800 Tonnen CO₂-Äquivalente für Wärmee Zwecke ausgestoßen. Hauptverursacher der Emissionen sind Erdgas und Heizöl. 71 % der Emissionen werden vom Wohnsektor ausgestoßen.

Nach dem Wärmeplanungsgesetz muss die Wärmeerzeugung bis zum Jahr 2045 klimaneutral werden. Die Bestandsanalyse zeigt den Ausgangspunkt für die Wärmewende, verdeutlicht die Herausforderung und liefert für alle weitergehenden Schritte die notwendige Datenlage.

3 Potenzialanalyse

Im Rahmen der Potenzialanalyse wird strukturiert ermittelt, welches Potenzial vor Ort zur Verfügung steht, um eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen. Dabei spielen mehrere Säulen eine zentrale Rolle. Einerseits werden erneuerbare Energien als zentrales Potenzial für grüne Wärme betrachtet (Kapitel 3.1). Diese können beispielsweise Solarthermie, Geothermie, Biomasse oder Aquathermie umfassen. Andererseits werden Abwärmequellen innerhalb des Gemarkungsgebiets identifiziert (Kapitel 3.2), etwa aus Abwasser oder aus industriellen oder gewerblichen Unternehmungen. Auch der Ausbau von Wärmespeichern wird als wesentliches Potenzial zum Gelingen der Wärmewende betrachtet (Kapitel 3.3). Zusätzlich wird untersucht, wie Energieeinsparung und Prozesseffizienz den zukünftigen Wärmebedarf beeinflussen und reduzieren können (Kapitel 3.4).

Alle diese Informationen sind zentrale Bestandteile für die Entwicklung der Wärmewendestrategie an späterer Stelle. Sie zeigen den Rahmen auf, innerhalb dessen sich regionale, klimaneutrale Wärmeversorgungskonzepte bewegen können.

Wichtig ist an dieser Stelle der Hinweis, dass die im Folgenden dargestellten Potenziale im Wesentlichen technische Potenziale darstellen. Diese bestimmen je Energiequelle, wie viel Ertrag mit üblichen technischen Anlagen auf den verfügbaren Flächen möglich ist. Dabei werden unter anderem auch rechtliche Rahmenbedingungen berücksichtigt, ebenso wie technologische Grenzwerte. Allerdings werden wirtschaftliche Einflussfaktoren (bspw. Erschließungs- und Investitionskosten und deren Verhältnis zu möglichen Erträgen) nicht explizit einbezogen. Ob ein Potenzial wirtschaftlich gehoben werden kann, muss im Einzelfall beurteilt werden.

3.1 Potenzial zur Nutzung erneuerbarer Energien

Um das Potenzial erneuerbarer Energien zu quantifizieren, wird ein Indikatorenmodell eingesetzt. In diesem werden jeder Fläche in der Gemarkung bestimmte Eigenschaften (Indikatoren) zugewiesen. Damit werden zunächst Positivflächen definiert, auf denen eine Nutzung erneuerbarer Energien grundsätzlich möglich ist. Dies können bei Photovoltaikanlagen beispielsweise Flächen im Umkreis von Autobahnen und Bahnstrecken sein.

Von diesen Positivflächen werden Flächen mit Restriktionskriterien abgezogen. Diese Kriterien schließen eine energetische Nutzung explizit aus. Im Beispiel der Photovoltaikanlagen können dies beispielsweise Gewässer, Waldflächen, Hochwassergefahrenflächen, Flächen mit starker Hangneigung, etc. sein. Die Restriktionskriterien können dabei hart oder weich sein. Harte Kriterien schließen eine energetische Nutzung aus. Weiche Kriterien schließen die Nutzung nicht aus, reduzieren jedoch die Eignung der Fläche.

Um dieser Unterscheidung Rechnung zu tragen, wird im Folgenden zwischen einem bedingt geeigneten und einem geeigneten Potenzial differenziert. Das bedingt geeignete Potenzial berücksichtigt lediglich die harten Restriktionskriterien. Das geeignete Potenzial schließt darüber hinaus Flächen mit weichen Restriktionskriterien aus.

Die verfügbaren Flächen werden abschließend mit technologiespezifischen Faktoren in ein energetisches Potenzial gewandelt.

3.1.1 Photovoltaik (PV) und Solarthermie

Für die Nutzung von solarer Energie stehen sowohl Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) als auch Solarthermieranlagen zur Verfügung. Erstere wandeln die Strahlungsenergie der Sonne in elektrischen Strom um, der später beispielsweise in Wärmepumpen zur Wärmeversorgung genutzt werden kann. Letztere erzeugen direkt Wärme aus der Solarstrahlung auf einem Niveau von etwa 80 bis 150 °C abhängig von der Kollektorart.

Sowohl PV- als auch Solarthermieranlagen können auf Freiflächen und auf Gebäudedächern installiert werden. Das lokal vorhandene Potenzial soll in den folgenden Kapiteln abgeschätzt werden.

3.1.1.1 Freiflächen-Photovoltaik

Zur Quantifizierung des Potenzials von Strom aus Freiflächen-Photovoltaik wird zunächst die geeignete und die bedingt geeignete Fläche für deren Errichtung bestimmt. Als Positivflächen werden dazu zunächst Seitenrandstreifen von Autobahnen und Bahnstrecken herangezogen. In Grafting betrifft das die Bahnstrecken München-Rosenheim sowie Grafting-Wasserburg. Gemäß EEG 2023 sind die 500 m Seitenrandstreifen von Schienenwegen potenzielle Förderflächen für den Ausbau von Freiflächen-Photovoltaikanlagen, diese werden als Positivflächen des bedingt geeigneten Potenzials herangezogen. Das BauGB beschreibt die 200 m Seitenrandstreifen von Schienenwegen als privilegierte Flächen für den Ausbau von Freiflächen-Photovoltaikanlagen, sodass diese die Positivfläche des geeigneten Potenzials bilden.

Von den Positivflächen werden Restriktionsflächen abgezogen, darunter stehende und fließende Gewässer, Waldflächen, Hochwassergefahrenflächen und festgesetzte Überschwemmungsgebiete, PV- und Windbestandsanlagen, Flächen mit extremer Hanglage, Ortslageflächen, Gebäude, Freizeit- und Sportanlagen, Verkehrswege, Strommasten und Umspannwerke, Nationalparks, Naturschutzgebiete, Biosphärenreservate, Trinkwasserschutzgebiete, Feuchtgebiete nach Ramsar, Flora-Fauna-Habitat-Gebiete, Vogelschutzgebiete sowie Landschaftsschutzgebiete. Resultierende Flächen unter 500 m² werden ebenfalls ausgeschlossen, da auf diesen kein wirtschaftlich sinnvoller Betrieb der Anlagen naheliegend scheint.

Insgesamt beläuft sich die geeignete Fläche in Grafting auf 103 ha. Das bedingt geeignete Potenzial ergibt weitere 190 ha. Unter Annahme eines mittleren spezifischen Flächenbedarfs von 14 m²/kWp für Freiflächen-PV und eines jährlichen spezifischen Ertrags in Grafting von 1.185 kWh/kWp¹ ergibt sich somit ein technisches Potenzial von 209 MWp bzw. 249 GWh/a (Tabelle 4).

¹ <https://globalsolaratlas.info/map?c=48.045381,11.966071,11&m=site&s=48.045381,11.966071>

Tabelle 4: Übersicht geeigneter und bedingt geeigneter Flächen für die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen

	Fläche (ha)	Installierbare Leistung (MWp)	Jährlicher Stromertrag (GWh/a)
Geeignetes Potenzial	103	74	88
Bedingt geeignetes Potenzial	190	136	161
Summe	293	209	249

Abbildung 29 stellt die resultierenden verfügbaren Flächen kartografisch dar. Nach den oben beschriebenen Kriterien lassen sich potenzielle Flächen entlang der S-Bahn-Schienen sowie auf Konversionsflächen identifizieren. Dieses Potenzial ist aktuell noch größtenteils ungenutzt. In Nettelfkofen betreibt das Eberwerk derzeit eine PV-Freiflächenanlage mit einer Leistung von 4,2 MWp.

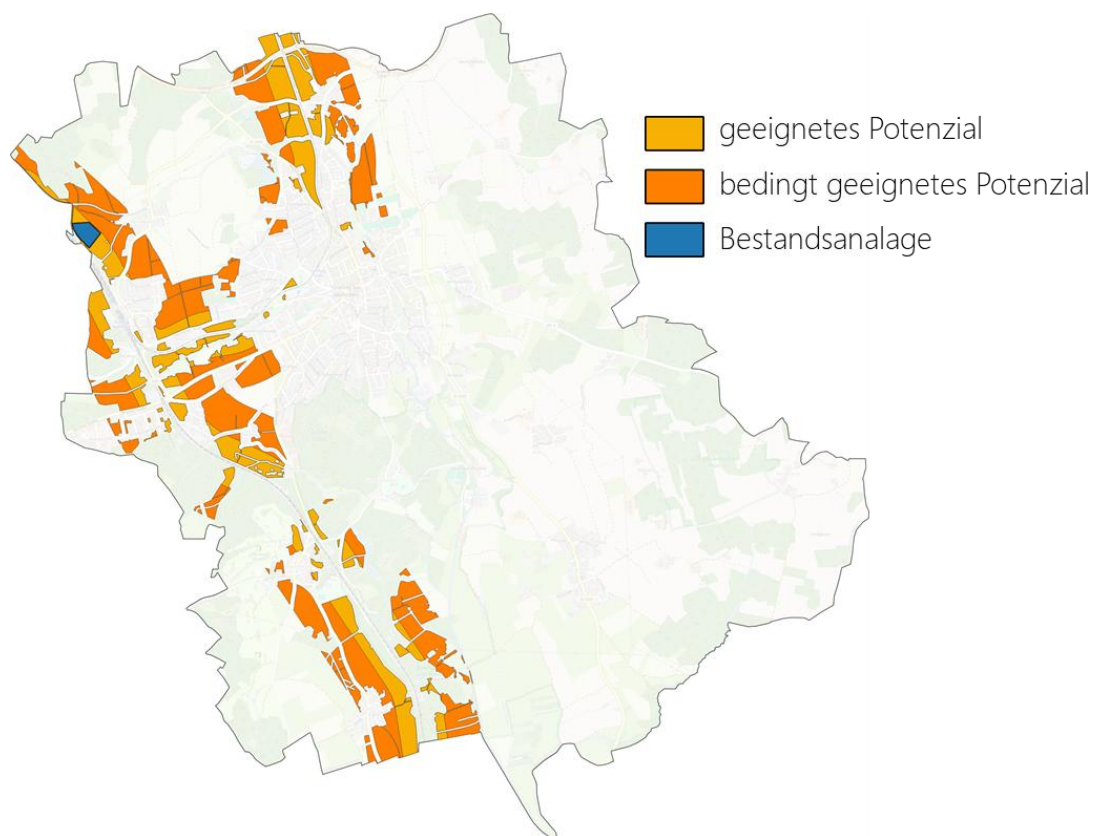


Abbildung 29: Geeignete und bedingt geeignete Potenzialflächen für die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen

3.1.1.2 Freiflächen-Solarthermie

Freiflächen-Solarthermieranlagen bieten insbesondere für Wärmenetze die Möglichkeit, nachhaltige und oft kostengünstige Wärme bereitzustellen und können in vielfältigen Systemkombinationen Einsatz finden. Insbesondere in den Sommer- und Übergangsmonaten kann zentrale Solarthermie Wärme in ein Wärmenetz einspeisen und so den Einsatz anderer Energieträger vermeiden. Wird Solarthermie mit

saisonalen Speichern gekoppelt, kann sie auch ganzjährig signifikant zur Wärmeversorgung in Wärmenetzen beitragen.

Das Vorgehen zur Bestimmung der geeigneten und bedingt geeigneten Flächen erfolgt analog zur Betrachtung der Freiflächen-PV-Anlagen. Als weiteres Restriktionskriterium kommt jedoch noch ein maximaler Abstand zur nächstgelegenen Siedlung von 500 m zum Einsatz. Dies soll verhindern, dass solare Wärme über technisch und wirtschaftlich unvorteilhaft weite Distanzen zum Verbrauch transportiert werden muss. Die resultierenden Flächen werden in Abbildung 30 dargestellt.

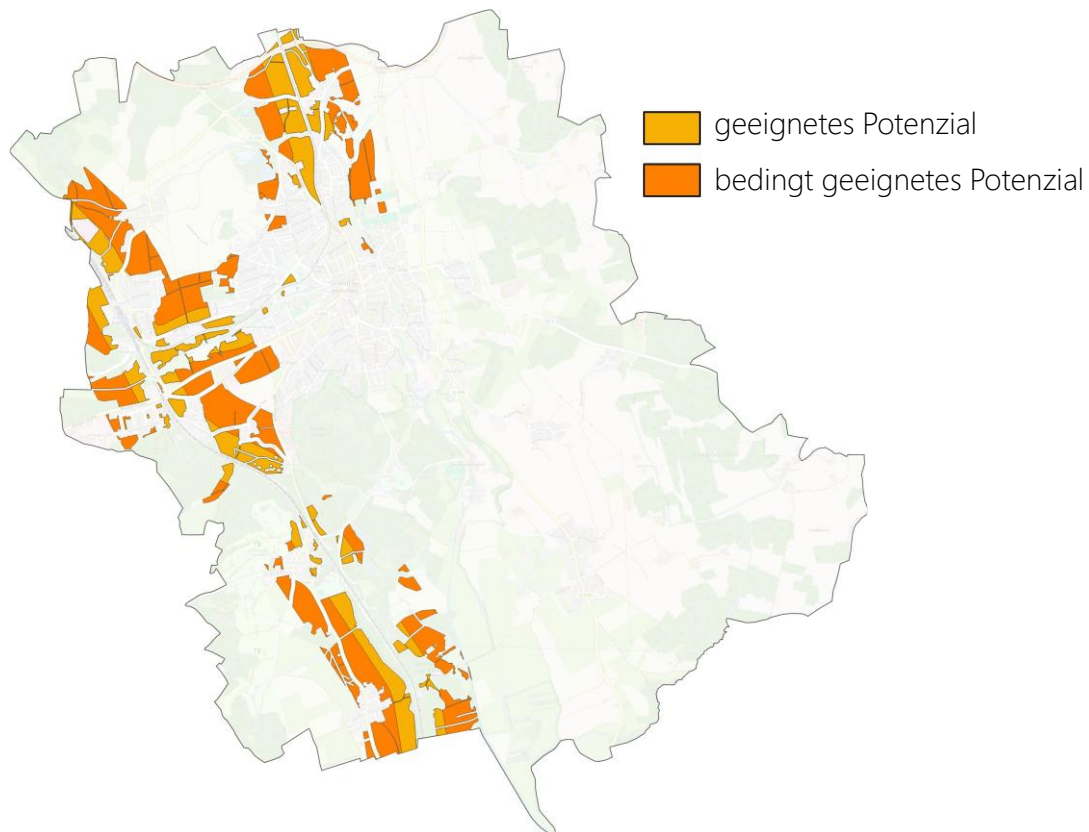


Abbildung 30: Geeignete und bedingt geeignete Potenzialflächen für die Errichtung von Freiflächen-Solarthermieranlagen

Die insgesamt verfügbare geeignete Fläche beläuft sich auf 99 ha. Bedingt geeignete Flächen belaufen sich auf weitere 178 ha. Unter Annahme üblicher Belegungsdichten und Aufständierungen kann auf dieser Fläche eine gesamte Kollektorfläche von 1.105.588 m² installiert werden. Bei einem praxisüblichen Jahresnutzungsgrad von 40 % für Solarthermiegroßprojekte und einer regionalen Globalstrahlung¹ von 1.186 kWh/(m²*a) ist auf diesen Flächen somit ein jährlicher, aktuell noch ungenutzter Gesamtwärmeertrag von 503 GWh möglich (Tabelle 5).

¹ <https://globalsolaratlas.info/map?c=48.045381,11.966071,11&m=site&s=48.045381,11.966071>

Tabelle 5: Übersicht geeigneter und bedingt geeigneter Flächen für die Errichtung von Freiflächen-Solarthermieranlagen

	Fläche (ha)	Installierbare Kollektorfläche (m ²)	Jährlicher Wärmeertrag (GWh/a)
Geeignetes Potenzial	99	395.098	180
Bedingt geeignetes Potenzial	178	710.490	323
Summe	276	1.105.588	503

Auch das Potenzial für Freiflächen-Solarthermieranlagen ist auf dem Gemarkungsgebiet noch ungenutzt.

3.1.1.3 Aufdach-Photovoltaik

Das Potenzial von Aufdach-Photovoltaikanlagen wurde bereits im Rahmen des digitalen Energienutzungsplans 2023¹ für die Stadt Grafting erhoben. Als Datengrundlage dienten 3D-Gebäudemodelle (LoD2-Gebäudedaten), denen die Dachfläche sowie Neigung und Orientierung entnommen werden konnten. Dabei wurden kleine Dachflächen (< 20 m²) und Dächer mit geringer Einstrahlung (Globalstrahlung auf die geneigte Fläche < 850 kWh/m²) in den Betrachtungen vernachlässigt. Der jährliche Stromertrag wurde unter diesen Rahmenbedingungen zu insgesamt 67.934 MWh/a ermittelt.

Auch im Energieatlas Bayern² wurde das Aufdach-PV-Potenzial quantifiziert. Hier wurde ein Gesamtpotenzial von 55.548 MWh/a und ein Stand Dezember 2023 verbleibendes Potenzial von 50.664 MWh/a ermittelt. Dies deckt sich gut mit der Erhebung im Energienutzungsplan.

Derzeit ist in Grafting eine installierte Nettonennleistung von 10.094 kWp Aufdach-PV-Anlagen sowie 102 kWp Balkonkraftwerken vorhanden (Quelle: Marktstammdatenregister, Stand 28.07.2024). Bei Annahme eines Ertrags³ von 1.186 kWh/kWp entspricht dies einer Gesamtenergiemenge von 12.093 MWh/a.

Der Landkreis Ebersberg hat außerdem mit der Energieagentur Ebersberg-München ein Solarpotenzialkataster⁴ erstellt, das als kostenloses Online-Tool für Gebäudebesitzende dient. Hier kann gebäudescharf die für Aufdach-PV und Aufdach-Solarthermie geeignete Dachfläche entnommen werden. Mit dem Solar-Assistent der Firma tetraeder.solar GmbH kann anschließend eine Anlage

¹ <https://www.lra-ebe.de/landkreis/klimaschutz/digitaler-energienutzungsplan/>

² <https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?c=721137,5324429&z=13&r=0&l=atkis.173728cd-1448-49aa-8f5f-af4245e0cb48&t=solar&cnids=12,121&mid=5>

³ <https://globalsolaratlas.info/map?c=48.045381,11.966071,11&m=site&s=48.045381,11.966071>

⁴ <https://www.solare-stadt.de/kreis-ebersberg/spk>

konfiguriert werden. Dabei werden die Größe der Anlage, der erwartbare Stromertrag sowie Investitionskosten und Amortisationszeit werden direkt abgeschätzt.

3.1.1.4 Aufdach-Solarthermie

Auch Solarthermieranlagen können auf Dachflächen installiert werden, wobei sich grundsätzlich die gleichen Dachflächen für Solarthermie und Photovoltaik eignen. Somit stehen die beiden Technologien in Standortkonkurrenz und es muss sich im Einzelfall für eine der beiden Technologien entschieden werden. Die kommunale Wärmeplanung umfasst nicht die detaillierte Ermittlung der Solarthermie-Potenziale auf allen Dachflächen, dennoch können ausgehend vom Aufdach-PV-Potenzial Abschätzungen vorgenommen werden. Werden die für PV geeigneten Dachflächen auch für Solarthermie angesetzt, so ergibt sich mit einem mittleren jährlichen Ertrag von $455 \text{ kWh}_{\text{th}}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ein gesamtes Solarthermie-Potenzial von $156 \text{ GWh}_{\text{th}}/\text{a}$.

Es ist davon auszugehen, dass aufgrund der besseren Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen zukünftig der Großteil der geeigneten Dachflächen für Photovoltaik genutzt wird. Ein mögliches Szenario wäre die Deckung von 50 % des Warmwasserbedarfs privater Haushalte über Aufdach-Solarthermieranlagen. Ausgehend von einer Gesamtwohnfläche in Grafting von 677.478 m^2 (Quelle: PV Äußerer Wirtschaftsraum München, Gemeindedaten 2023) und einem spezifischen Energiebedarf für die Brauchwassererwärmung von $12,5 \text{ kWh}_{\text{th}}/(\text{m}^2_{\text{Wohnfläche}} \cdot \text{a})$ ergibt sich ein jährlicher Gesamtenergiebedarf von $8,5 \text{ GWh}/\text{a}$ für die Brauchwassererwärmung. Werden davon 50 % durch Solarthermie gedeckt, so ist eine Kollektorfläche von 9.306 m^2 notwendig. Dies entspricht ca. 2,7 % der gesamten für solare Nutzung geeigneten Dachfläche in Grafting.

Gemäß Solaratlas¹ werden in Grafting $2,05 \text{ GWh}/\text{a}$ Wärme auf $4.500,39 \text{ m}^2$ Kollektorfläche über Solarthermieranlagen bereitgestellt. Zur Ausschöpfung des oben genannten Potenzials von 9.306 m^2 ist also noch eine Fläche von rund 4.800 m^2 notwendig.

3.1.2 Oberflächengeothermisches Potenzial

Eine weitere mögliche erneuerbare Energiequelle ist die Nutzung von oberflächengeothermischer Wärme. Oberflächennahe Geothermie bezieht sich dabei meist auf den Bereich bis 400 m unterhalb der Erdoberfläche. Die dort vorhandene Wärme kann durch Wärmepumpen auf ein nutzbares Niveau gehoben werden. Die Funktionsweise der Wärmepumpen erlaubt dabei, den Großteil der benötigten Energie aus der Umwelt zu beziehen und nur einen kleinen Teil in Form von Strom aktiv aufzuwenden. Die im Erdreich gespeicherte Wärme kann dabei durch Erdwärmeübertrager entzogen und Wärmepumpen zugeführt werden. Unterschieden wird im Wesentlichen zwischen Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren.

3.1.2.1 Erdwärmesonden

Erdwärmesonden werden vertikal oder schräg in das Erdreich eingebracht. Dadurch erreichen sie tiefere Schichten des Erdreichs, welche höhere und konstantere Temperaturen aufweisen. Dies verspricht

¹ <https://www.solaratlas.de/>

höhere Wirkungsgrade und geringeren Flächenbedarf. Allerdings sind sie in der Errichtung aufgrund der Bohrarbeiten kostenintensiver.

Bei der Betrachtung der grundsätzlichen Eignung von Erdwärmesonden müssen zahlreiche Restriktionskriterien berücksichtigt werden, insbesondere Gewässerschutz und geologische Aspekte. Das Bayerische Landesamt für Umwelt stellt hierfür Potenzialkarten für oberflächennahe Geothermie zur Verfügung. Abbildung 31 stellt grundsätzliche Eignungs- und Ausschlussgebiete für Erdwärmesonden in Grafing dar.

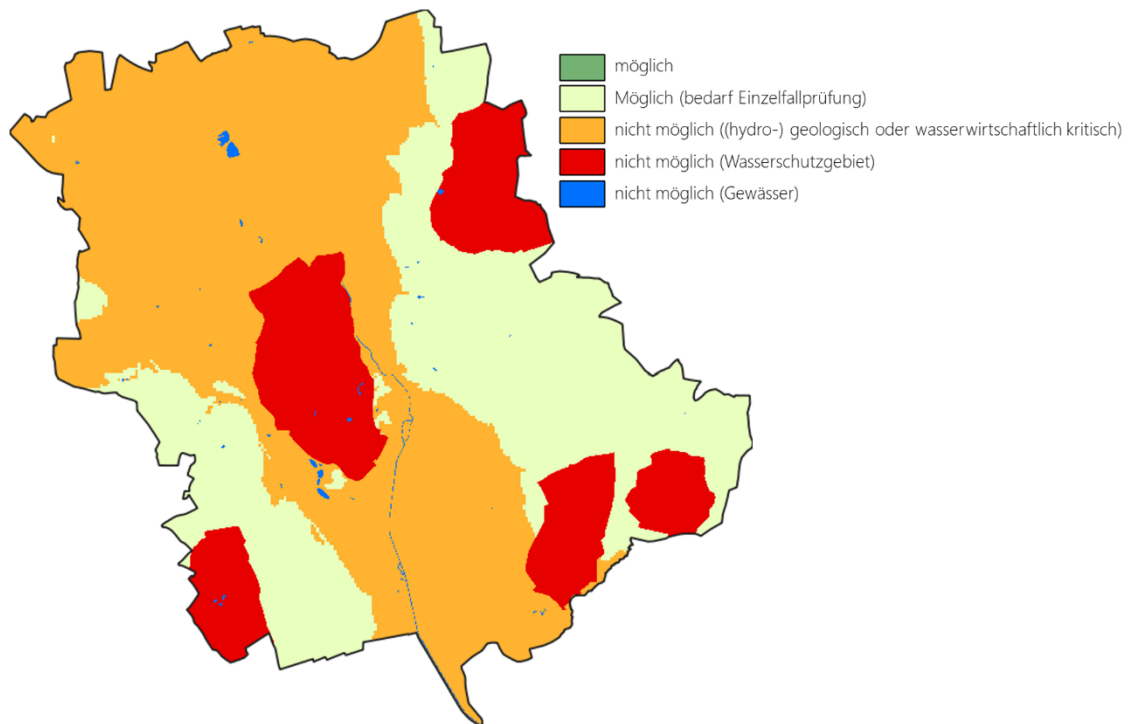


Abbildung 31: grundsätzliche Eignungs- und Ausschlussgebiete für die Nutzung von Erdwärmesonden

Der Einsatz von Erdwärmesonden ist in Grafing insbesondere durch Wasserschutzgebiete eingeschränkt. Nur in wenigen Siedlungsgebiete im Süden der Stadt befinden sich Flächen außerhalb der Wasserschutzgebiete. Hier sind Erdwärmesonden grundsätzlich möglich, bedürfen aber einer Einzelfallprüfung durch die Wasserbehörde.

Aufbauend auf der grundsätzlichen Eignungskarte werden im Indikatormodell Restriktionsflächen ermittelt und von der geeigneten Fläche abgezogen. Dies umfasst beispielsweise Flächen, die nicht in unmittelbarer Nähe zur Bebauung liegen. Oberflächengeothermische Nutzung außerhalb von Siedlungsgebieten ist für Wärmenetzkonzepte zwar eine attraktive Option, wird im Rahmen dieser kommunalen Wärmeplanung jedoch nicht explizit als Potenzial ausgewiesen, sondern muss in den einzelnen Wärmenetzkonzepten explizit untersucht werden. Dazu kann die Karte zu grundsätzlichen Eignungs- und Ausschlussgebieten (Abbildung 31) herangezogen werden. Darüber hinaus werden im vorliegenden Indikatormodell unter anderem Verkehrswege, Gewässer oder Wasserschutzgebiete von der Nutzung ausgeschlossen. Zu kleine Flächen werden aufgrund schlechter Zugänglich- und Erschließbarkeit ebenfalls ausgeschlossen. Abbildung 32 stellt die Potenzialflächen für Erdwärmesonden einschließlich der möglichen Entzugsleistungen kartografisch dar.

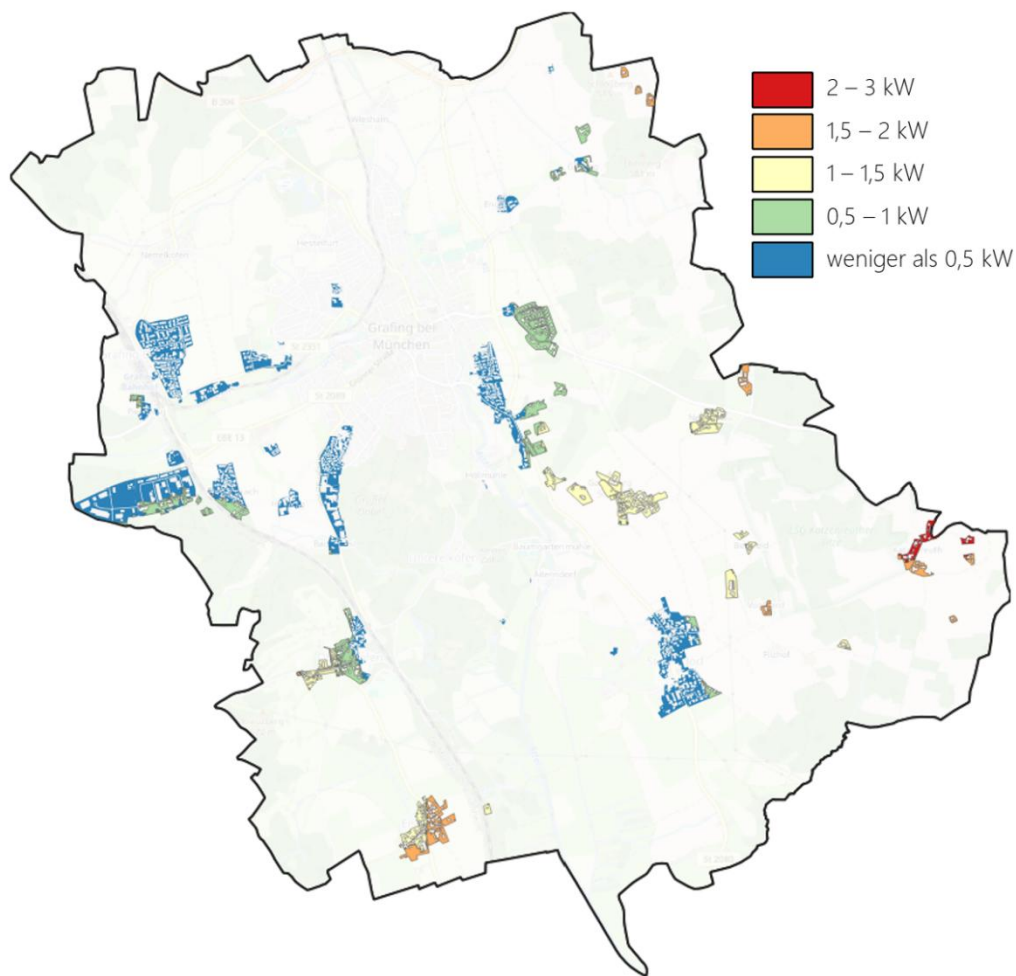


Abbildung 32: Potenzialflächen für die Errichtung von dezentralen oberflächennahen Erdwärmesonden

Das Bayerische Landesamt für Umwelt stellt Informationen über mögliche Entzugsleistungen der Erdwärmesonden bereit. Die Entzugsleistungen werden auf Grundlage standortspezifischer möglicher Bohrtiefen und Wärmeleitfähigkeiten des Bodens ermittelt. Das Potenzial wird nur für Gebiete mit einer minimalen Bohrtiefe von 30 m quantifiziert. Nach Daten des LfU ist die Nutzung von Erdwärmesonden somit nur in Eisendorf und den Süd-Östlichen Ortsteilen Dichau, Neudichau, Katzenreuth und Schauerach naheliegend.

Unter Annahme typischer Abstände zwischen den Sondenbohrungen und 1.800 Jahresvolllaststunden kann das Potenzial quantifiziert werden. Auf der Gesamtpotenzialfläche von 43 ha kann eine Entzugsleistung von 14 MW mit einem potenziellen jährlichen Wärmeentzug aus dem Erdreich von 26 GWh/a erreicht werden. Etwaiger Stromaufwand durch Wärmepumpen wurde dabei noch nicht berücksichtigt.

Die Daten decken sich ebenfalls mit den Ergebnissen des digitalen Energienutzungsplans 2023. Der Karte zur Bohrtiefenbegrenzung¹ kann entnommen werden, dass die Bohrtiefe im gesamten Stadtgebiet und in großen Teilen der Stadt auf weniger als zehn Meter begrenzt ist. Nichtsdestotrotz sind im Stadtgebiet sieben Erdwärmesonden verortet, dargestellt in Abbildung 33.

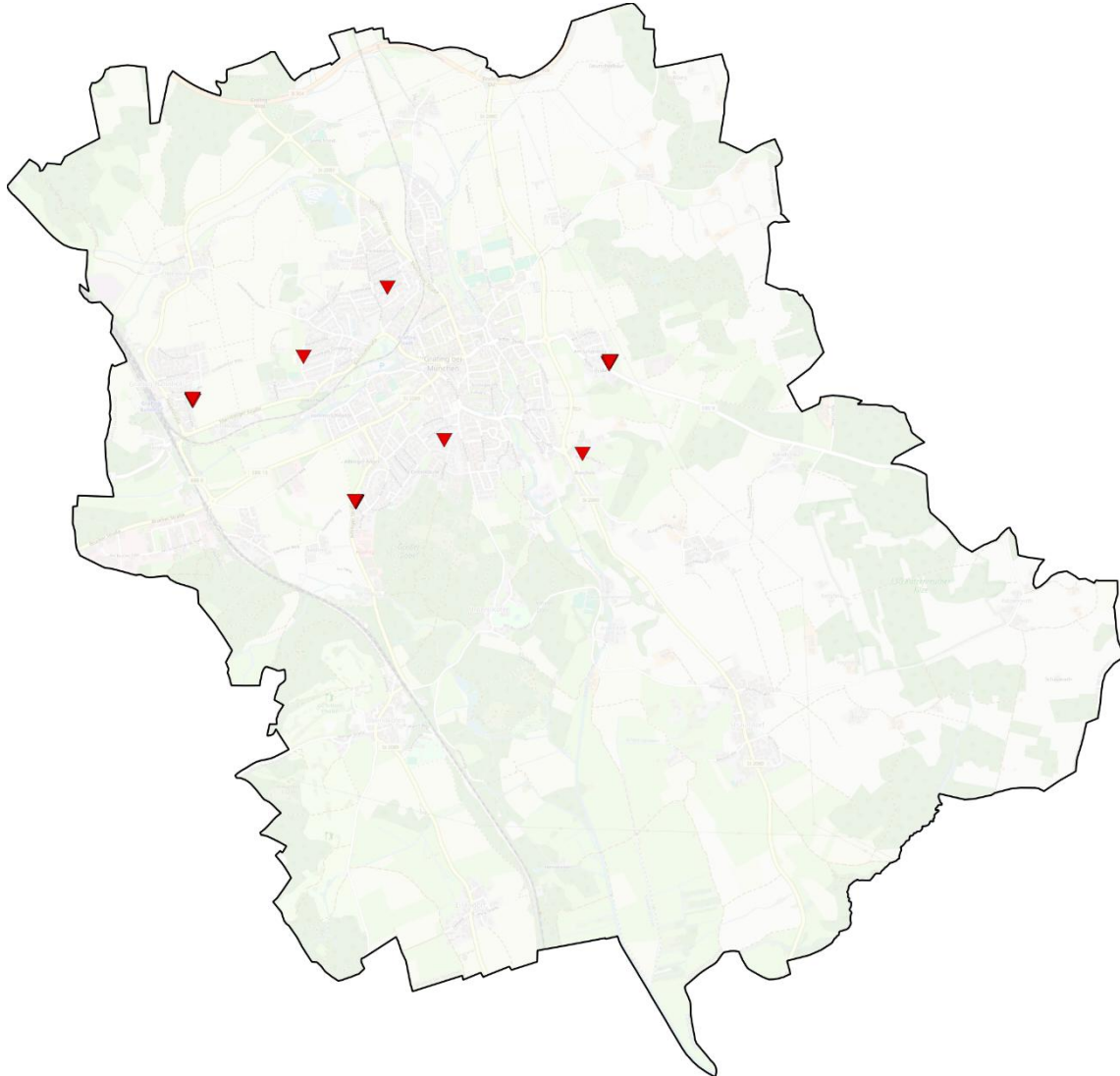


Abbildung 33: Standorte der bisher im Stadtgebiet vorhandenen Erdwärmesonden (Quelle: Umweltatlas Bayern)

3.1.2.2 Erdwärmekollektoren

Im Gegensatz zu Erdwärmesonden werden Erdwärmekollektoren typischerweise in einer Tiefe von 1 bis 3 Metern horizontal verlegt. Dadurch versprechen sie deutlich geringere Installationskosten. Durch die geringere Tiefe ist die Temperatur jedoch deutlich stärker von Jahreszeiten abhängig, was insbesondere in den heizintensiven Wintermonaten zu geringeren Wirkungsgraden führt. Darüber hinaus ist durch die horizontale Verlegung ein deutlich größerer Flächenbedarf zu berücksichtigen. Üblicherweise wird

¹ https://www.lra-ebe.de/media/7277/erdwaermesonden_bohrtiefenbegrenzung_din_a3_grafing-bmuenchen.pdf

davon ausgegangen, dass die benötigte Fläche von Erdwärmekollektoren etwa das 1,5- bis 2-fache der zu beheizenden Fläche betragen muss. Diese Option steht somit vor allem für Gebäude in Ortsrandlage oder mit ausreichend großem Garten zur Verfügung.

Analog zur Betrachtung der Erdwärmesonden wird als Ausgangspunkt die Analyse des Bayerischen Landesamts für Umwelt genutzt (Abbildung 34). Abgesehen von den Wasserschutzgebieten sowie Gewässern ist im gesamten Gebiet die Nutzung von Erdwärmekollektoren grundsätzlich möglich.

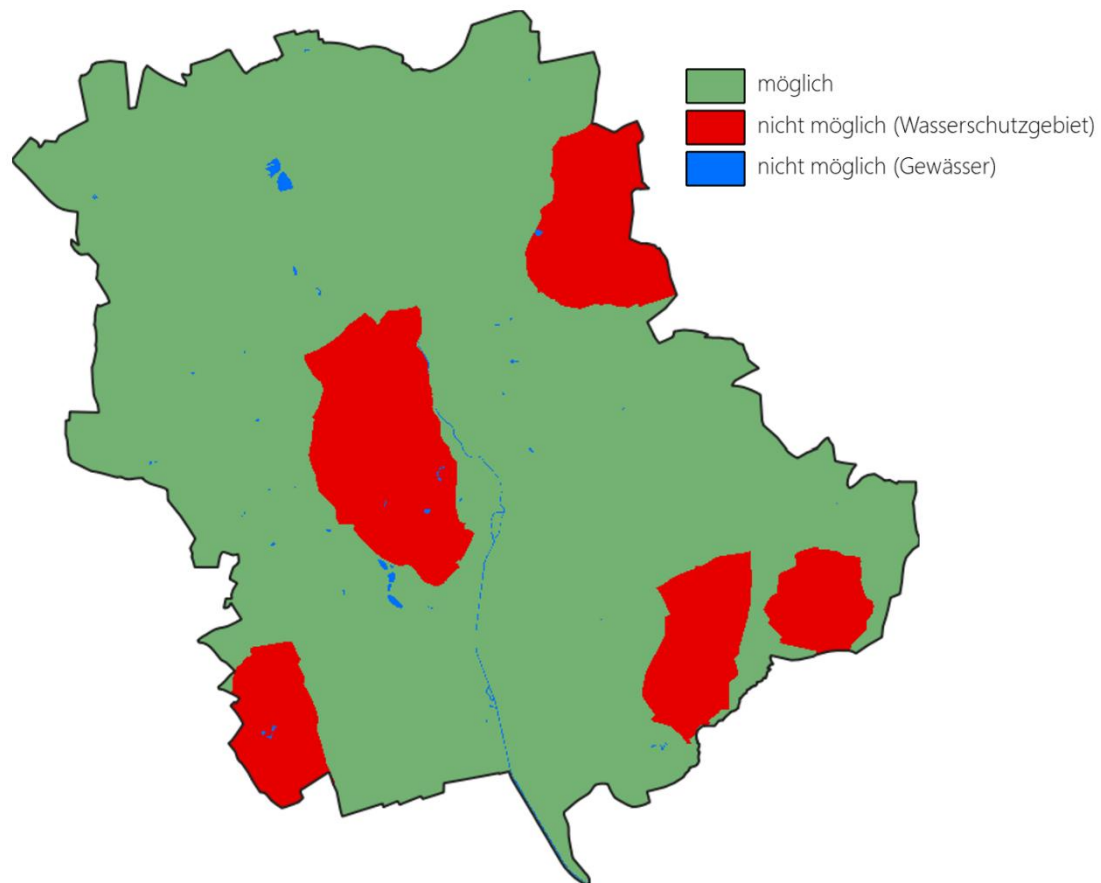


Abbildung 34: grundsätzliche Eignungs- und Ausschlussgebiete für die Nutzung von Erdwärmekollektoren

Die Karte der Eignungs- und Ausschlussgebiete wird erneut mit Restriktionsflächen verschnitten. Hierbei kommen dieselben Kriterien zum Einsatz wie bei der Betrachtung der Erdwärmesonden. Das Ergebnis wird in Abbildung 35 dargestellt. Im Wesentlichen ist der Einsatz von Erdwärmekollektoren aus wasser- und geologischer Sicht in allen Ortsteilen Grafings denkbar, nur die südlichen Bereiche des Stadtgebietes liegen im Wasserschutzgebiet.

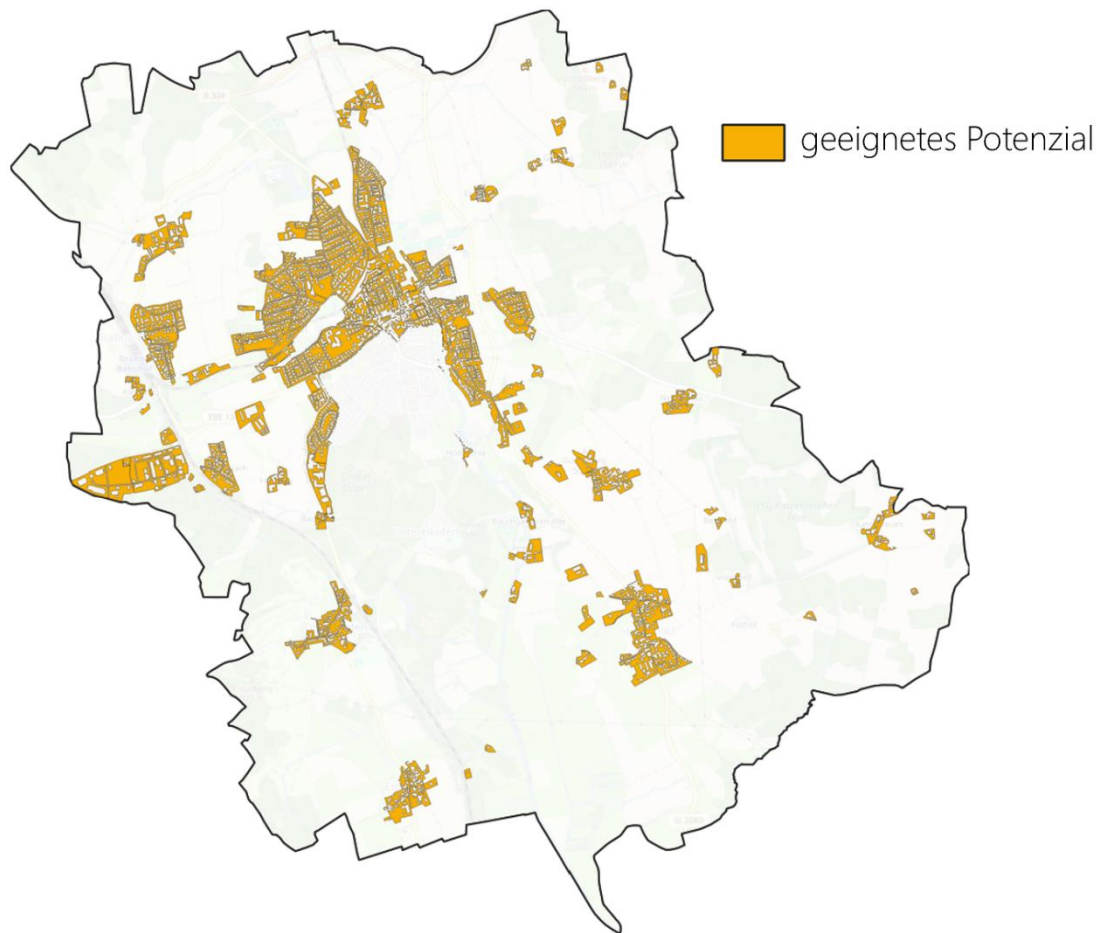


Abbildung 35: Potenzialflächen für die Errichtung von oberflächennahen Erdwärmekollektoren

Das Bayerische Landesamt für Umwelt stellt auch für horizontale Erdwärmekollektoren flächenspezifische Entzugsleistungen und Entzugsenergien bereit. Die Entzugsleistungen ergeben sich je nach Bodenart, wobei in Lehm, Schluff und Sand unterschieden wird. Berücksichtigt wird außerdem die durchschnittliche Umgebungstemperatur und die sich daraus ergebenden Heizgradtage. Zur Berechnung der Entzugsenergien werden die standortspezifischen Volllaststunden berücksichtigt, welche sich aus der Geländehöhe berechnen. In Grafing ist mit etwa 1.800 Volllaststunden zu rechnen.

Auf der grundsätzlich geeigneten Gesamtfläche von 200 ha kann so rechnerisch eine Entzugsleistung von 45 MW mit einem potenziellen jährlichen Wärmeentzug aus dem Erdreich von 81 GWh/a erreicht werden. Etwaiger Stromaufwand durch Wärmepumpen wurde dabei noch nicht berücksichtigt.

Erneut sei betont, dass dies ein technisch erzielbares Potenzial darstellt. Für den Einzelfall ist jeweils eine individuelle Prüfung erforderlich. Dazu gehört unter anderem die Prüfung, ob die vorhandene Freifläche in einem angemessenen Verhältnis zur beheizten Wohnfläche steht, um sicherzustellen, dass ausreichend Kollektorfläche verlegt werden kann.

3.1.3 Tiefengeothermisches Potenzial

In Abgrenzung zur oberflächennahen Geothermie bezieht sich das tiefengeothermische Potenzial auf eine Tiefe ab 400 m unterhalb der Erdoberfläche. Es wird zwischen hydrothermaler und petrothermalen Geothermie unterschieden. Die petrothermale Geothermie nutzt heißes Tiefengestein zur Energiegewinnung, das frei von Thermalwässern ist und bietet somit den Vorteil, nicht auf das Vorkommen von Thermalwasserreservoirs angewiesen zu sein. Im Folgenden liegt der Fokus der

Potenzialanalyse auf der hydrothermalen Geothermie. In geeigneten Gebieten kann Thermalwasser aus hydrothermalen Lagerstätten gefördert werden. Das Thermalwasser wird über Förderbohrungen an die Oberfläche geleitet, energetisch genutzt und über Injektionsbohrungen wieder abgegeben. Je nach Temperaturniveau ist neben der Versorgung von Wärmenetzen auch die Erzeugung von regenerativem Strom möglich.

Vorzugsregionen für die Nutzung tiefengeothermischer Wärme in Deutschland sind insbesondere der Oberrheingraben, das süddeutsche Molassebecken und das norddeutsche Becken. In diesen Regionen liegen hydrothermale Reservoirs in ausreichender Tiefe mit genügend Temperaturniveau für eine wirtschaftliche Nutzung vor. Grafing liegt innerhalb des süddeutschen Molassebeckens und eignet sich somit grundsätzlich als Standort für die tiefe Geothermie. Die für die Wärmeerzeugung geeigneten Gebiete in Bayern sind in Abbildung 36 dargestellt. Das größte Potenzial für eine energetische Nutzung liegt im Malm des süddeutschen Molassebeckens. Als geeignet werden Temperaturen ab 70 °C erachtet. In Grafing sind solche Temperaturen ab Bohrtiefen von ca. 3.000 m zu erwarten (Quelle: Umweltatlas Bayern).

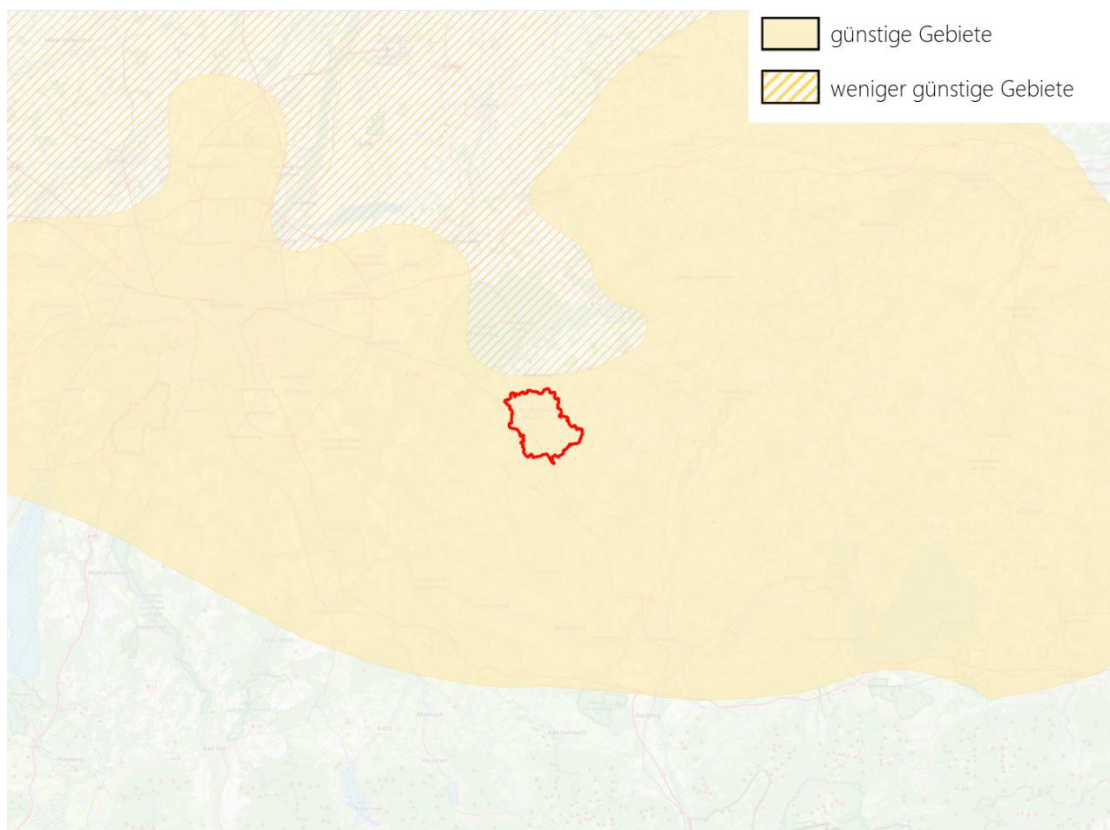


Abbildung 36: Gebiete in Bayern mit günstigen und weniger günstigen (in der Regel zusätzlicher Wärmepumpeneinsatz erforderlich) geologischen Verhältnissen für eine hydrothermale Wärmeerzeugung

3.1.4 Potenzial für oberflächennahe Gewässer

Als weitere Option der erneuerbaren Umweltwärme gelten oberflächennahe Gewässer. Die Temperatur der Gewässer kann mithilfe von Wärmepumpen auf ein nutzbares Niveau gebracht und so für Heizungszwecke eingesetzt werden. Flüsse weisen im Jahresverlauf deutlich konstantere Temperaturen als die Umgebungsluft auf, was insbesondere im Winter vorteilhaft ist. Hier liegen die Temperaturen stets deutlich über 0 °C, wodurch die Wärmepumpe in den heizintensiven Wintermonaten effizienter betrieben werden kann. Die Nutzung von Wasser als Umgebungswärmequelle liefert darüber hinaus

einen guten Wärmeübergang am Wärmetauscher. Wasser-Wasser-Wärmepumpen können auf diese Weise deutliche Effizienzvorteile aufweisen.

Die Attel als Fließgewässer zweiter Ordnung ist eine Option zur Nutzung von Aquathermie, obgleich mit begrenztem Potenzial. Die Messstelle Aßling¹ gibt einen mittleren Abfluss von 0,982 m³/s und einen mittleren Niedrigwasserabfluss von 0,431 m³/s an. Unter der Annahme, dass 25 % des Wasserdurchflusses für Heizzwecke um 1,5 °C abgekühlt werden dürfen, ergibt sich so ein rechnerisches Umweltwärmepotenzial von 13,5 GWh/a. Zusätzlicher Stromaufwand ist hier noch nicht beinhaltet.

Dieses Potenzial ist jedoch als bedingt geeignet einzustufen und im Einzelfall konkret zu überprüfen. Zum einen sind dafür gezielte Wasserdurchflussmessungen am jeweiligen Standort notwendig um sicherzustellen, dass sowohl in den Sommermonaten als auch in den heizintensiven Wintermonaten genügend Durchfluss für eine entsprechende energetische Nutzung des Flusses vorhanden ist. Den Vorteilen hinsichtlich der Effizienz stehen auch Herausforderungen bei genehmigungs- und umweltrechtlichen Aspekten (z. B. Wasserhaushaltsgesetz, Bayerisches Wassergesetz) gegenüber. Beispielsweise muss eine Veränderung der Wasserbeschaffenheit, etwa durch eine mögliche lokale Abkühlung durch den Betrieb der Wärmepumpe, kritisch untersucht und mit vorhandenen Grenzwerten in Einklang gebracht werden. Vor Errichtung und Betrieb muss eine wasserrechtliche Erlaubnis beantragt und in Einzelfallentscheidungen genehmigt werden. Dies umfasst unter anderem, dass eine bestehende Nutzung der Gewässer (beispielsweise durch Schifffahrt oder Fischerei) nicht beeinträchtigt werden darf.

Das Flusswasserpotenzial der Attel wurde ebenfalls in einer Studie der Firma Rothmoser GmbH & Co. KG bestimmt. Bei gleicher Annahme einer Spreizung von 1,5 °C ergibt sich bei minimalem Durchfluss eine Quellenleistung von 1,476 MW, was einem Umweltwärmepotenzial von knapp 13 GWh/a entspricht. Weiterhin wird erwähnt, dass eine Spreizung um 1 °C in jedem Fall als genehmigungsfähig zu betrachten ist, höhere Temperaturdifferenzen müssen allerdings explizit abgestimmt werden.

3.1.5 Potenzial für Luftwärme

Auch Umgebungsluft kann als Potenzial für erneuerbare Wärme dienen. Durch Wärmepumpen kann die Temperatur der Luft auf ein nutzbares Niveau gehoben und zur Wärmeversorgung genutzt werden. Diese Wärmequelle steht im Prinzip unbegrenzt zur Verfügung. Eine Quantifizierung ist somit nicht möglich und nicht zielführend.

Auch wenn Umgebungsluft als Potenzial unbegrenzt zur Verfügung steht, sind bei deren Nutzung einige fallspezifisch zu beurteilende Faktoren zu berücksichtigen. Dies betrifft beispielsweise technische und wirtschaftliche Faktoren bei der Umsetzung, ebenso wie baurechtliche (Abstand zu Grundstücksgrenzen) sowie lärmschutztechnische Aspekte.

3.1.6 Biomassepotenzial

Auch Biomasse steht als Ressource zur Erzeugung erneuerbarer Wärme zur Verfügung. Vorteilhaft ist dabei insbesondere die Transport- und Lagerfähigkeit von Biomasse ebenso wie die Möglichkeit,

¹ https://www.gkd.bayern.de/de/fluesse/abfluss/isar/assling-18343002/messwerte?zr=woche&addhr=hr_hw&beginn=01.07.2023&ende=01.07.2025

Wärme auf hohen Temperaturniveaus zu erzeugen. Allerdings ist Maßgabe der Bundesregierung die effiziente und ressourcenschonende Verwendung von Biomasse. Biomasse soll nur dort zum Einsatz kommen, wo sinnvolle Alternativen fehlen. Dies liegt unter anderem an der starken Nutzungskonkurrenz der Ressource Biomasse, welche sowohl stofflich, als auch energetisch in unterschiedlichen Anwendungsformen genutzt werden kann.

3.1.6.1 Holzartige Biomasse

Eine wesentliche Form der Biomasse für die energetische Nutzung ist holzartige Biomasse. Typisch sind hier verschiedene Holzbrennstoffe wie Scheitholz, Holzhackschnitzel oder Holzpellets. Eine Analyse der vorhandenen Flächen in Grafing zeigt eine gesamt verfügbare Waldfläche im Gemarkungsgebiet von 665 ha (Abbildung 37). Die Stadt Grafing selbst hält ca. 25 ha Wald.

Biomasse ist eine sehr flächenintensive Energie. Unter Annahme nachhaltiger Forstwirtschaft ist von einem Nachwuchs von ca. 7 Fm/(ha*a) zu rechnen. Davon entfallen ca. 4,3 MWh/(ha*a) auf nachhaltiges Waldrestholz. Im Zuge dieser kommunalen Wärmeplanung wird aus Waldnutzung lediglich Waldrestholz als energetisches Potenzial bilanziert, da außerdem Konkurrenz zur stofflichen Nutzung besteht, die der energetischen Verwendung vorzuziehen ist. Damit beträgt das Potenzial an nachhaltigem Waldrestholz in Grafing rund 2.861 MWh/a. Die Stadt Grafing verkauft dabei aus ihren eigenen Wäldern ca. 40 Ster Brennholz und weitere gut 80 Festmeter Stammholz pro Jahr (Bezugsjahr 2025).

Darüber hinaus ist weiteres Potenzial an holzartiger Biomasse im Gemarkungsgebiet verfügbar. Dies betrifft insbesondere Landschaftspflegeholz und Altholz. In Oberbayern fallen gemäß Bayerischer Abfallbilanz 2022 65,1 kg/(EW*a) Landschaftspflegematerial sowie 25,4 kg/(EW*a) Altholz an. Hieraus ergeben sich Potenziale von 2.335 MWh/a und 1.531 MWh/a (Tabelle 6).

Tabelle 6: Übersicht des Potenzials holzartiger Biomasse

	Fläche (ha)	Jährlicher Energieertrag (GWh/a)
Waldrestholz	665	2,86
Landschaftspflegeholz	-	2,34
Altholz	-	1,53
Summe	665	6,73

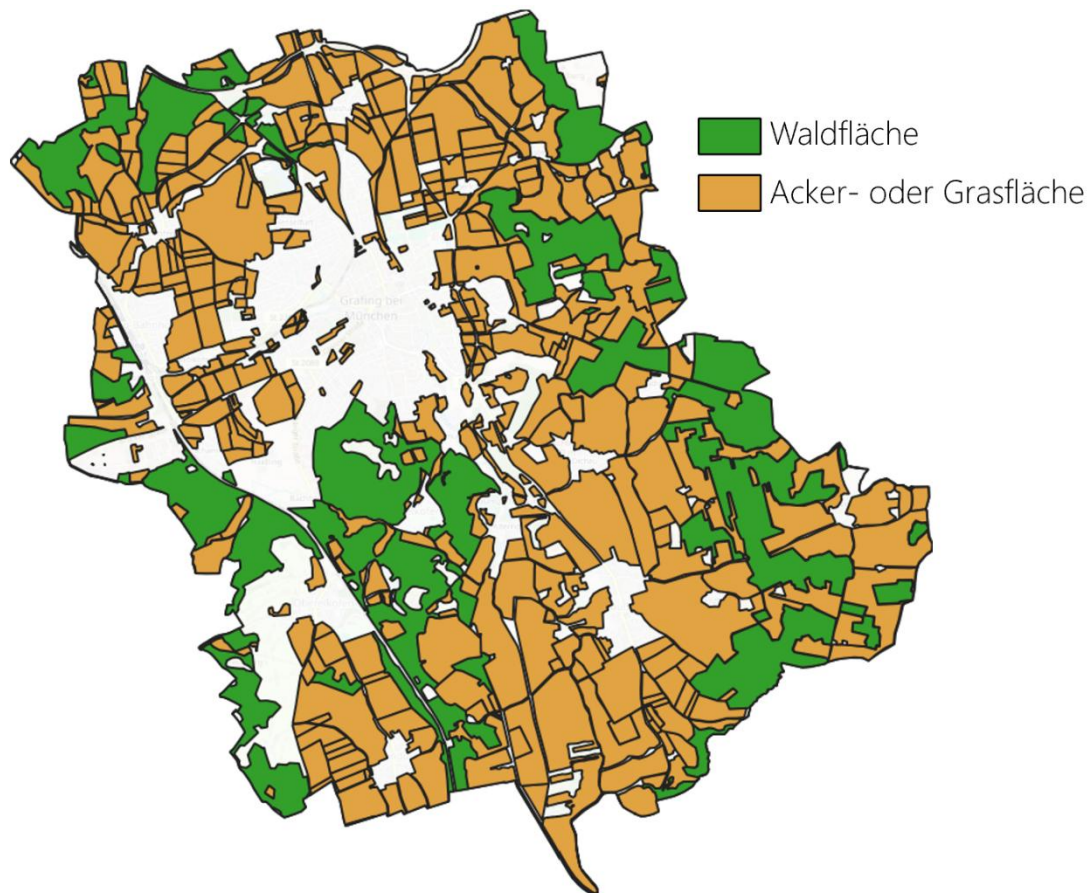


Abbildung 37: kartografische Darstellung der Acker-/Gras- und Waldflächen

3.1.6.2 Feuchte Biomasse auf Gras- und Ackerflächen

Zusätzlich zu holzartiger Biomasse kann auch feuchte Biomasse energetisch genutzt werden. Dazu zählen vor allem Energiepflanzen wie Mais, der in Biogasanlagen vergoren wird. Das entstehende Biogas kann zur Wärme- und Stromerzeugung dienen. In Grafing steht dafür eine Gesamtfläche von 1.503 ha an Acker- und Grasflächen zur Verfügung (Abbildung 37).

Mais ist in Deutschland die am weitesten verbreitete Form der Energiepflanze. Bei Anbau von Mais ist üblicherweise ein Ertrag von 50 MWh/(ha*a) möglich. Dieser Wert bezieht sich auf den Energiegehalt des Mais. Unter der Annahme, dass lediglich 10 % der verfügbaren Fläche für den Anbau von Energiepflanzen zur Verfügung stehen, ergibt sich für Mais ein Potenzial von insgesamt 7,5 GWh/a. Aufgrund der Nutzungskonkurrenz dieser Flächen mit der Nahrungsmittelproduktion wurde das Potenzial als bedingt geeignet eingestuft.

Das Fernwärmenetz der Firma Rothmoser erzeugt bereits einen großen Teil der Wärme mit Biogas. Hierfür werden jährlich ca. 8 GWh Biogas benötigt, das theoretische Potenzial ist somit bereits ausgeschöpft.

3.1.6.3 Abfall

Neben Biomasse aus der Forst- und Landwirtschaft kann auch die Abfallwirtschaft ein erneuerbares energetisches Potenzial aufweisen. Diese Potenziale sind aufgrund der in Deutschland geltenden Entsorgungs- und Verwertungspflicht jedoch weitgehend ausgeschöpft.

Gemäß Bayerischer Abfallbilanz¹ beträgt das spezifische Hausmüllaufkommen im Jahr 2023 in Oberbayern rund 152,9 kg/EW. In Grafing ist entsprechend rechnerisch ein Potenzial von 2.194 t/a oder 6.094 MWh/a (bezogen auf den Energiegehalt des Abfalls) verortet. Zusätzlich fällt gemäß Bayerischer Abfallbilanz ein spezifisches Bioabfallaufkommen von 52,5 kg/ EW an, was in Grafing einem Potenzial von 753 t/a oder 490 MWh/a (bezogen auf den Energiegehalt des Abfalls) entspricht.

3.1.7 Potenziale für Strom aus Wind

Ein weiteres erneuerbares Strompotenzial für eine zukunftsfähige Wärmeversorgung ist die Nutzung von Windenergie. Der produzierte erneuerbare Strom kann beispielsweise in Wärmepumpen eingesetzt werden, um Umweltwärme auf ein nutzbares Niveau zu heben. Die Erzeugungscharakteristik von Windenergie stimmt dabei wesentlich besser mit dem Wärmebedarf überein als die der Photovoltaik (PV). Sowohl Wärmebedarf als auch Windeinspeisung sind im Winter höher als im Sommer. Bislang bestehen auf dem Gemarkungsgebiet der Stadt Grafing keine Windenergieanlagen.

Potenzielle Eignungsgebiete für Windenergieanlagen werden vom Bayerischen Landesamt für Umwelt ausgewiesen. Die veröffentlichte Gebietskulisse berücksichtigt dabei unter anderem Windgeschwindigkeiten, Abstand zu Infrastruktur, Nationalparks, Naturschutzgebiete, wasserwirtschaftliche Restriktionen, geologische Einschränkungen sowie weitere Kriterien.

Abbildung 38 ordnet die Gebietskulisse den Kategorien „voraussichtlich geeignetes“ und „bedingt geeignetes“ Potenzial zu. Im Stadtgebiet Grafing existieren keine Flächen der Kategorie „voraussichtlich geeignet“, die ausgewiesenen Flächen können somit nur als „bedingt geeignet“ eingestuft werden. Das „bedingt geeignete“ Potenzial beinhaltet die Flächen der Kategorie „bedingt geeignete Flächen (besonders zu prüfen)“.

Um von den verfügbaren Flächen auf installierbare Leistungen zu schließen, wird zunächst die Hauptwindrichtung bestimmt. Anschließend werden virtuelle Windenergieanlagen auf diesen Flächen verteilt, wobei jeweils ein Abstand in Höhe des fünffachen Rotordurchmessers in Hauptwindrichtung und des dreifachen Rotordurchmessers in Nebenwindrichtung zu benachbarten Anlagen eingehalten werden muss. Analog zum Energieatlas Bayern wird von einer Windenergieanlage mit 5 MW Leistung, einer Nabenhöhe von 160 m und einem Rotordurchmesser von 148 m ausgegangen.

¹ <https://www.abfallbilanz.bayern.de/doc/2023/Abfallbilanz2023.pdf>

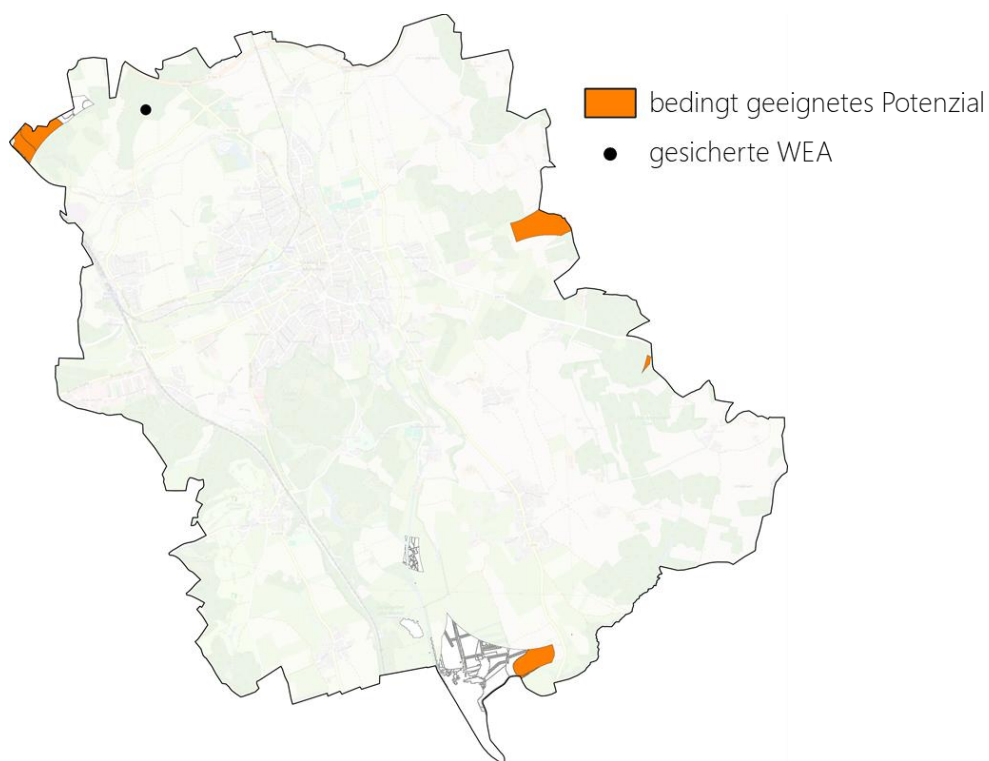


Abbildung 38: Geeignete und bedingt geeignete Potenzialflächen für die Errichtung von Windenergieanlagen sowie Konzentrationszone gemäß Flächennutzungsplan

Zur Bestimmung des jährlichen Energieertrags werden mittlere Standorterträge einer Referenzanlage mit 160 Metern Nabenhöhe aus dem Energieatlas Bayern herangezogen. Die durchschnittlichen Erträge im Stadtgebiet von Grafting belaufen sich damit auf 62 GWh/a. Tabelle 7 stellt die Gesamtergebnisse übersichtlich dar.

Tabelle 7: Übersicht des Potenzials von Windenergieanlagen

	Fläche (ha)	Installierbare Anzahl Windanlagen	Installierbare Leistung (MW)	Jährlicher Stromertrag (GWh/a)
Geeignetes Potenzial	0	0	0	0
Bedingt geeignetes Potenzial	26	7	35	62
Summe	26	7	35	62

Nördlich von Nettelkofen ist der Standort für eine Windkraftanlage gesichert, das Grundstück wurde bereits erworben, die erforderlichen Gutachten stehen jedoch noch aus.

3.1.8 Potenzial für Strom aus Wasserkraft

Aktuell sind in Grafting sechs Wasserkraftanlagen in Betrieb, jeweils drei an der Attel und am Urteilbach. Laut Marktstammdatenregister handelt es sich um kleine Anlagen, in Summe beträgt die Nettonennleistung, also die nutzbare Leistung nach Anlagenverlusten, 40,5 kW. Nach Angaben des

Umweltbundesamt¹ lagen die Volllaststunden für Wasserkraft (ohne Pumpspeichieranlagen) in den letzten Jahren bei ca. 4000 Stunden, zuletzt 2023 bei 4.237. Mit dieser Annahme ergibt sich jährlich ein genutztes Potenzial zur Stromerzeugung von ca. 171,6 MWh/a.

In Bayern ist das Potenzial der Wasserkraft bereits nahezu vollständig ausgeschöpft. Die neueste der sechs Wasserkraftanlagen in Grafing ist im Jahr 2005 in Betrieb gegangen, die anderen alle vor 1993. Der Neubau weiterer Anlagen ist damit nicht zu erwarten.

3.2 Potenziale zur Nutzung von Abwärme

Auch die Nutzung von Abwärme bietet ein erhebliches Potenzial zur Wärmebereitstellung. Fällt Abwärme auf hohem Temperaturniveau an, kann sie unter Umständen direkt zu Heizungszwecken beispielsweise als Einspeisepunkt in ein Wärmenetz verwendet werden. Abwärme auf niedrigerem Temperaturniveau kann durch eine Wärmepumpe auf ein nutzbares Level gehoben werden.

3.2.1 Abwärme aus dem Kanalsystem

Eine mögliche Abwärmequelle ist die Nutzung von Abwasser. Über Wärmepumpen kann die im Abwasser enthaltene Wärme genutzt und auf ein nutzbares Temperaturniveau gehoben werden. Um die Kanalisation als Wärmequelle für Wärmepumpen einsetzen zu können, müssen im Wesentlichen zwei Voraussetzungen erfüllt sein: Zunächst muss die Zugänglichkeit des Kanalisationsabschnitts gewährleistet sein, um einen Wärmeübertrager installieren zu können. Darüber hinaus muss eine ausreichend hohe Trockenwetterabflussmenge vorhanden sein. Um den Betrieb der Abwasserreinigungsanlage am Ende der Kanalisation möglichst nicht zu beeinträchtigen, darf das Abwasser nicht zu stark abgekühlt werden. Sollen trotzdem noch ausreichend hohe Energiemengen aus dem Abwasser gewonnen werden, ist ein ausreichend hoher Durchfluss auch bei Trockenwetter erforderlich. Als Richtwert werden hier klassischerweise Trockenwetterabflussmengen von 15 l/s als Minimum genannt².

Für die Darstellung des Potenzials für Abwärme aus dem Kanalsystem werden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nur diejenigen Abschnitte mit einer Größe von DN 800 und größer betrachtet. Laut Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg ist in einem Einzugsbereich von 100 bis 300 m um einen geeigneten Kanal eine Abwärmenutzung aus der Kanalisation grundsätzlich denkbar. Auch dieser Bereich wird in Abbildung 39 visualisiert.

Eine Quantifizierung und Konkretisierung dieses Potenzials ist an dieser Stelle jedoch aufgrund der Datenlage nicht möglich. Für die einzelnen Kanalabschnitte sind keine Trockenwetterabflussmengen bekannt, wodurch einerseits lediglich die Größe des Kanals, nicht aber dessen Durchflussmenge beurteilt werden kann, und andererseits ist die entnehmbare Wärme nicht sinnvoll quantifizierbar.

¹ https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/56_2025_cc.pdf

² Vgl. z. B. Buri und Kobel „Wärmenutzung aus Abwasser“ oder Bundesverband Wärmepumpe e. V. „Heizen und Kühlen mit Abwasser“

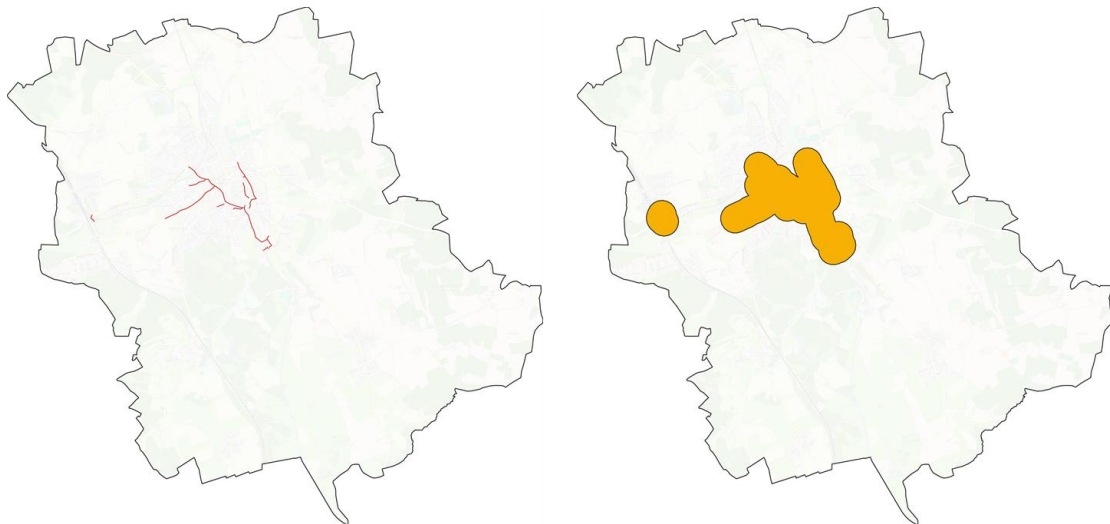


Abbildung 39: Lage von Abwasserkanälen ab DN 800 (links) und potenzielle Betrachtungs- und Einzugsgebiete für die Nutzung von Abwasserwärme (rechts)

3.2.2 Abwärme an Kläranlagen

Die Wärme des Abwassers kann auch am Ablauf der Kläranlage genutzt und dort beispielsweise mit Großwärmepumpen in ein Wärmenetz eingespeist werden. Im Vergleich zur Nutzung vor der Kläranlage hat dies einen entscheidenden Vorteil: Bei Entnahmen vor der Kläranlage muss stets darauf geachtet werden, dass die Mindesttemperatur des Abwassers beim Eintritt in die Kläranlage nicht unterschritten wird. Dadurch stehen die Entnahmestellen aus dem Kanalnetz in Konkurrenz zueinander und müssen insbesondere in den heizintensiven Wintermonaten verhindern, dass das Abwasser zu stark abgekühlt wird. Am Kläranlagenausgang entfällt diese Einschränkung. Dort kann die Wärme mit einer größeren Spreizung entnommen werden, wodurch die nutzbare Energiemenge maximiert wird.

Gemäß den Datenaufzeichnungen der Kläranlage der Stadt Grafing beträgt der durchschnittliche jährliche Abfluss an der Kläranlage in der Mühlenstraße etwa 2,02 Mio. m³. Unter der Annahme, dass die durchschnittliche Temperatur des Abwassers am Kläranlagenausgang 10 °C beträgt und vor Einleitung in den Fluss um 5 °C abgekühlt werden darf, ergibt sich eine jährliche Energiemenge von etwa 11,7 GWh/a (bezogen auf die entnehmbare Wärme aus dem Abwasser). Bei 18 Volllaststunden pro Tag entspricht dies einer Umweltwärmeleistung von 1,79 MW.

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie wurde das Potenzial der Kläranlage ebenfalls untersucht. Dabei wurden statt des mittleren Abflusses der Mindestabfluss und anstelle einer Spreizung von 5 °C Spreizungen von 2 bzw. 3 °C betrachtet. Die Ergebnisse liegen somit erwartungsgemäß niedriger bei 168 bzw. 250 kW.

3.2.3 industrielle und gewerbliche Abwärme

Industrielle Abwärme ist eine weitere Quelle, welche für eine regenerative Wärmeerzeugung genutzt werden kann. Fällt die Abwärme auf einem hohen Temperaturniveau an, kann sie beispielsweise durch Wärmeübertrager in Wärmenetze eingespeist und direkt genutzt werden. Auch Abwärme auf niedrigerem Temperaturniveau kann zum Einsatz kommen und beispielsweise durch Wärmepumpen auf ein nutzbares Niveau gehoben werden.

Um das Potenzial für industrielle und gewerbliche Abwärme zu quantifizieren, wurden gemeinsam mit der Stadt die vorhandenen Gewerbebetriebe analysiert und nach Relevanz und möglichem Potenzial klassifiziert. Dabei konnte kein sinnvoll erschließbares Abwärmepotenzial identifiziert werden. Auch die Plattform für Abwärme¹ des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle listet kein Abwärmepotenzial in Grafing.

3.3 Potenzial für thermische Speicher

Um den zeitlichen Versatz von Wärmeproduktion und Wärmenachfrage zu überbrücken, werden Großwärmespeicher in Wärmenetzen benötigt. Wärmespeicher werden in kurzfristige (Stunden/Tage), mittelfristige (Wochen) und langfristige, saisonale Speicher unterschieden.

3.3.1 Kurz- und mittelfristige Speicher

Für die kurz- und mittelfristige Speicherung thermischer Energie werden vor allem Behälterspeicher eingesetzt und dienen der Flexibilisierung von Wärmenetzen. Zur Vermeidung von Wärmeverlusten sind diese isoliert und haben ein Volumen von bis zu 50.000 m³. Voraussetzung für Behälterspeicher ist ein stabiler Boden. Die Speicher werden vorzugsweise in urbanen Gebieten mit räumlicher Nähe zu Heizzentralen errichtet.

In Grafing sind zentrale Wärmespeicher mit einem Gesamtvolumen von 145 m³ bekannt. Da es bei der Errichtung abgesehen von der räumlichen Nähe zu Heizzentralen kaum Restriktionen gibt wird auf eine Quantifizierung des Potenzials an dieser Stelle verzichtet.

3.3.2 Saisonale Speicher

Saisonale Speicher sind Langzeitwärmespeicher und gleichen saisonale Unterschiede zwischen Wärmeerzeugung und -bedarf aus. Insbesondere die Wärmebereitstellung mit Solarthermie unterliegt einem großen Versatz zwischen Erzeugung im Sommer und Bedarf im Winter. Saisonale Speicher haben im Vergleich zu kurz- und mittelfristigen Speichern ein größeres Speichervolumen und haben aus diesem Grund auch einen höheren Flächenbedarf. Da saisonale Speicher die thermische Energie meist auf einem geringeren Temperaturniveau speichern, ist bei Einspeisung in ein Wärmenetz die Anhebung des Temperaturniveaus mit Großwärmepumpen notwendig.

Saisonale Speicher können als Erdbeckenspeicher ausgeführt werden. Die Erdbeckenspeicher werden 5 bis 15 m tief in die Erde gegraben und mit einem Deckel abgedeckt. Je nach Bauform ist auch der Deckel nutzbar, wenn er mit Erde überdeckt wird. Als Standorte bieten sich aufgrund des hohen Flächenbedarfs urbane Randbezirke oder ländliche Gebiete an. Der Boden sollte gut tragfähig sein und die Grabung 2 m oberhalb des Grundwasserhorizonts enden (Quelle: Solites).

Zur Identifizierung möglicher Standorte werden zunächst die Kriterien des bedingt geeigneten Freiflächen-Solarthermie-Potenzials (s. Kapitel 3.1.1.2) herangezogen. Als Positivflächen werden somit die 500 m breiten Seitenrandstreifen von Autobahn und Schiene berücksichtigt. Die Restriktionsflächen sind Kapitel 3.1.1.1 zu entnehmen. Flächen mit einem Grundwasserflurabstand < 10 m und artesische

¹ https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Effizienzpolitik/Plattform_fuer_Abwaerme/plattform_fuer_abwaerme_node.html

Flächen werden ebenfalls nicht berücksichtigt. In Bayern stellt das LfU eine Hinweiskarte über hohe Grundwasserstände zur Verfügung. Da hier nur Grundwasser bis zu 3 Metern unter Gelände betrachtet wird, werden die Flächen noch etwas erweitert. Die Grabbarkeit ist bei sämtlichen Potenzialflächen gut (Quelle: Umweltatlas Bayern). Diese Restriktionen greifen im Stadtgebiet Grafing folglich nicht.

Erdbeckenspeicher können Volumina von 5.000-500.000 m³ haben. Für eine Speichergröße von 10.000 m³ und Tiefe von 10 m ergibt sich eine Minimalfläche von 1.000 m². Potenzielle Flächen für Erdbeckenspeicher sind in Abbildung 40 dargestellt.

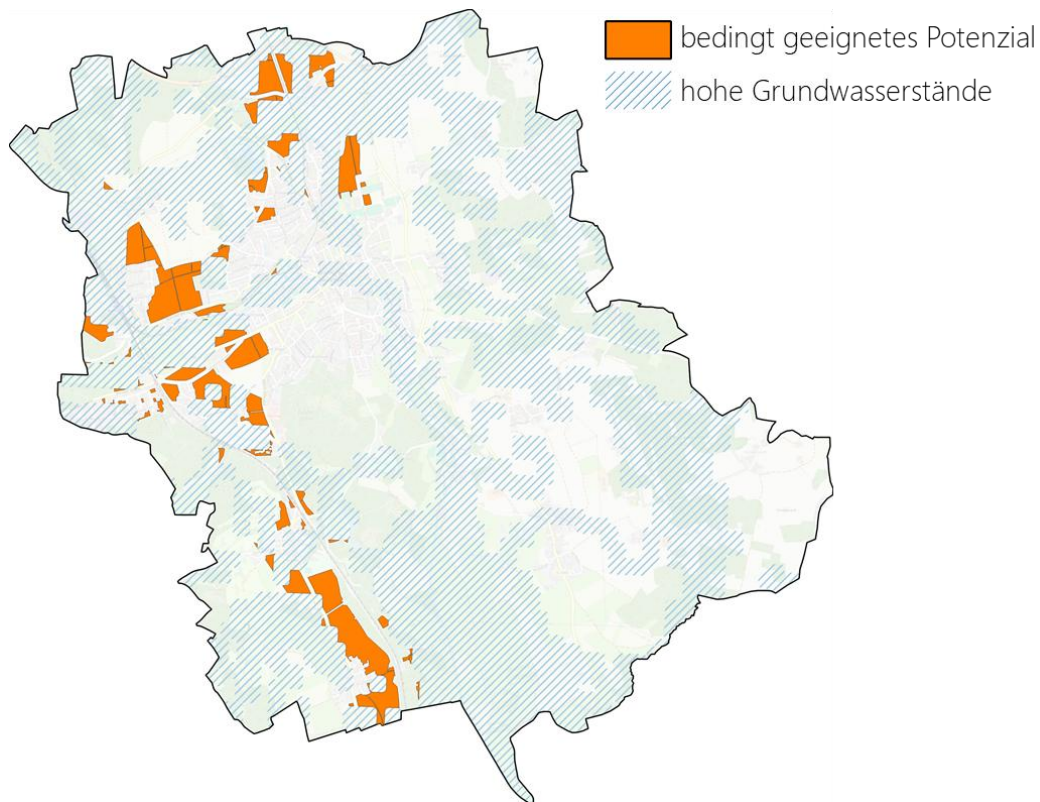


Abbildung 40: Potenzielle Flächen für Erdbeckenspeicher

Die Potenzialquantifizierung für Erdbeckenspeicher gestaltet sich als schwierig, da die möglichen Flächen im Einzelfall geprüft sowie die lokalen Begebenheiten und Anforderungen an die Speichergröße beachtet werden müssen. Wird eine Potenzialquantifizierung anhand der oben genannten Kriterien vorgenommen, kann eine Gesamtpotenzialfläche für Erdbeckenspeicher von 121 ha identifiziert werden. Zusätzlich können grundsätzlich auch weitere Flächen, wie ausgediente Kiesgruben, für eine saisonale Wärmespeicherung in Betracht kommen. Hier ist eine Einzelfallprüfung erforderlich.

Die volumetrische Speicherdichte ist abhängig vom Temperaturniveau, das zwischen 10 und 95 °C variieren kann. Die Speicherdichte wird mit 60 kWh/m³ angenommen (Quelle: BigStoreDH, Bundesamt für Energie Schweiz). In diesem Fall steht in Grafing eine theoretische Speicherkapazität von 724 GWh zur Verfügung.

Weitere Technologien für saisonale Wärmespeicherung sind der Aquifer-Speicher und der Erdsonden-Wärmespeicher. Aquifer-Speicher speichern die thermische Energie in Gesteinsschichten im Untergrund. Möglichkeiten für Aquifer-Speicher können im Zuge der tiefengeothermischen Untersuchungen analysiert werden (s. Kapitel 3.1.3). Damit die Wärme bei ausreichend hohen

Temperaturniveaus gespeichert werden kann, sind Tiefen bis zu 1500 m notwendig. Die Mächtigkeit der Speicherschicht sollte mindestens 20 m betragen. Der Malm im süddeutschen Molassebecken erfüllt diese Voraussetzungen. Das BMWK-Projekt VESTA Malm der Stadtwerke München untersucht die Durchführbarkeit eines Ultra-Hoch-Temperatur-Wärmespeichers im Malm (Quelle: Bundesverband Geothermie). Das Potenzial wird hier nicht weiter quantifiziert.

Erdsonden-Wärmespeicher speichern die thermische Energie auch im Untergrund, allerdings nicht so tief wie Aquifer-Speicher. Die speicherbaren Temperaturen sind demnach geringer und diese Speicherart vor allem für Netze mit geringen Vorlauftemperaturen geeignet. Grundsätzlich werden ähnliche Anforderungen wie bei Erdwärmesonden gestellt, allerdings mit deutlich strengeren Restriktionen in Hinblick auf den Grundwasserstand. Weiterhin werden Erdsonden-Wärmespeicher erst bei größerem Speichervolumen, das heißt bei größeren Erdsondenfeldern wirtschaftlicher, da die Wärmeverluste sinken. Typische minimale Speichervolumen sind 20.000 m³. Geeignet sind also nur etwas größere zusammenhängende Flächen auf denen Erdsondenfelder und nicht nur einzelne Erdsonden errichtet werden können (Quelle: Solites). Aufgrund dieser Faktoren und dem ohnehin schon geringen Potenzial für Erdwärmesonden kann in Grafing keine geeignete Potenzialfläche für Erdsondenspeicher ausgewiesen werden.

3.4 Potenzial zur Bedarfsreduktion

Neben der Nutzung erneuerbarer Energien und Abwärme spielt die Reduktion des Wärmebedarfs eine zentrale Rolle in der Wärmewende. Um die Klimaziele zu erreichen, muss der Wärmeverbrauch im Gebäudebereich erheblich reduziert werden. Dies kann einerseits durch energetische Gebäudesanierung, insbesondere im Bereich der Wohngebäude, realisiert werden. Andererseits spielt eine Steigerung der Energieeffizienz in den Prozessen der Industrie sowie im Bereich GHD eine wesentliche Rolle.

Zu Abschätzung der möglichen Bedarfsreduktion wird für jedes Gebäude in Abhängigkeit des Gebäudetyps, des Baujahrs, des aktuellen Bedarfs sowie der Gebäudenutzung ein Einsparpotenzial abgeschätzt. Für Wohngebäude wird dabei auf den Technikkatalog der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA)¹ zurückgegriffen. Dieser enthält flächenbezogene künftige Wärmebedarfe für unterschiedliche Baualtersklassen und berücksichtigt die unterschiedlichen möglichen Sanierungstiefen unterschiedlicher Gebäude. Die Einsparpotenziale entsprechen den Zielwerten des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz².

Neben der Sanierungstiefe spielt die Sanierungsrate eine zentrale Rolle. Diese beschreibt, welcher Anteil der Gebäude jährlich saniert wird. Die historischen Sanierungsquoten in Deutschland lagen in einer Größenordnung um 1 %. Zur Erreichung der Klimaschutzziele sollte diese Quote erhöht werden. Im Rahmen dieser kommunalen Wärmeplanung wird die Annahme getroffen, dass Gebäude in Gebieten

¹ KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH: „Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg“, Karlsruhe, 2023.

² Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: „Sanierungsbedarf im Gebäudebestand – Ein Beitrag zur Energieeffizienzstrategie Gebäude“, Berlin, 2014.

mit Einzelversorgung Sanierungsquoten von jährlich 2 % erreichen, während Gebäuden in Wärmenetzgebieten eine Quote von 1,5 % unterstellt wird. Dies berücksichtigt, dass der Sanierungswille im Zuge einer Umstellung auf dezentrale Lösungen (in der Zukunft insbesondere Wärmepumpen) erfahrungsgemäß höher ist als beim Anschluss an ein Wärmenetz. Zusätzlich ist der wirtschaftliche Mehrwert von Sanierungen insbesondere in Kombination mit Wärmepumpen signifikant, da dort in der Regel nicht nur die absolut benötigte Wärmemenge reduziert, sondern auch der Wirkungsgrad der Wärmeerzeugung durch Absenkung der benötigten Vorlauftemperatur erheblich verbessert werden kann.

Für Nichtwohngebäude wird davon ausgegangen, dass diese einheitlich durch Steigerung der Prozesseffizienz sowie durch Sanierungsmaßnahmen ihren Wärmebedarf um jährlich etwa 1 % senken können.

Neben Sanierungen wird auch durch den Klimawandel erwartet, dass die benötigte Raumwärme sinkt. Sowohl die Zahl der Heiztage wird zurückgehen, als auch die insgesamt benötigte Heizleistung an den verbleibenden Heiztagen. Aufbauend auf den Testreferenzjahren des Deutschen Wetterdienstes von 2015 und 2045 wird davon ausgegangen, dass der Raumwärmebedarf in Grafing um zusätzlich 0,449 % pro Jahr abnimmt.

Die resultierende Entwicklung des Wärmebedarfs aufgeteilt nach den einzelnen Verbrauchssektoren ist in Abbildung 41 dargestellt. Insgesamt kann sich der Wärmebedarf bis 2045 um etwa 21 % von 136 GWh/a auf 108 GWh/a reduzieren. Unter Annahme der diskutierten Sanierungsrate und -tiefe können Wohngebäude den Wärmebedarf von 98 GWh/a auf 78 GWh/a in 2045 senken. Auch der Sektor GHD und Industrie kann mit einer Bedarfsreduktion von 6 GWh/a bis 2045 nennenswert zur Wärmebedarfseinsparung beitragen.

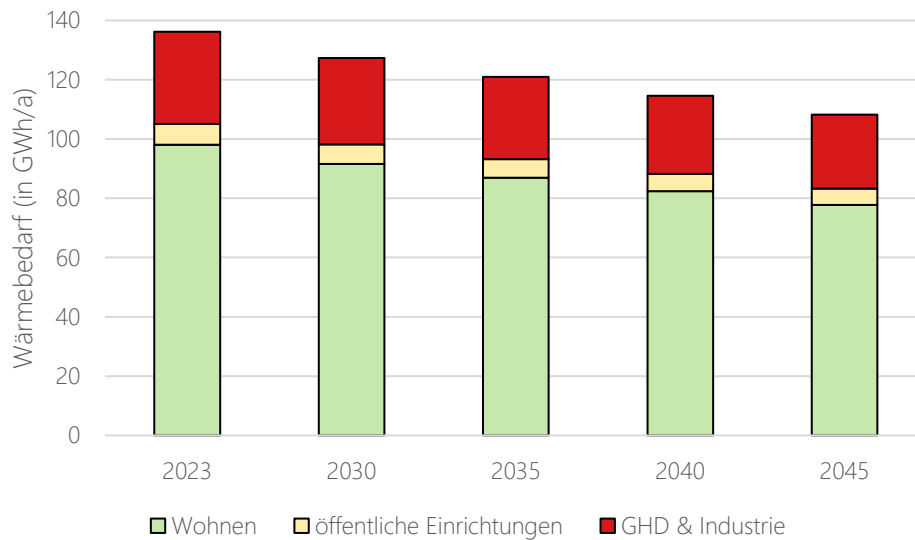


Abbildung 41: Wärmebedarfsszenario unter Berücksichtigung der Sanierungsvorgaben nach KEA¹ und BMWK²

Abbildung 42 zeigt die projizierten Wärmebedarfsdichten durch die angenommene Bedarfsreduktion in den Jahren 2030, 2035, 2040 und 2045. Diese Darstellung ist insbesondere für die Bewertung der künftigen Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen relevant. Reduziert sich die Wärmebedarfsdichte in Gebieten künftig stark, muss dies bei der Festlegung von Fernwärmenetzgebieten berücksichtigt werden.

Die Abbildung zeigt deutlich, wie sich in Zukunft die hohe Wärmebedarfsdichte nur noch auf das Gewerbegebiet konzentriert. Während im Ausgangsjahr noch einige Cluster im Grafinger Zentrum erhöhte Wärmebedarfsdichten aufweisen, reduzieren sich deren Bedarfsdichten bis 2045 erwartungsgemäß deutlich durch Sanierung.

¹ KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH: „Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg“, Karlsruhe, 2023.

² Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: „Sanierungsbedarf im Gebäudebestand – Ein Beitrag zur Energieeffizienzstrategie Gebäude“, Berlin, 2014.

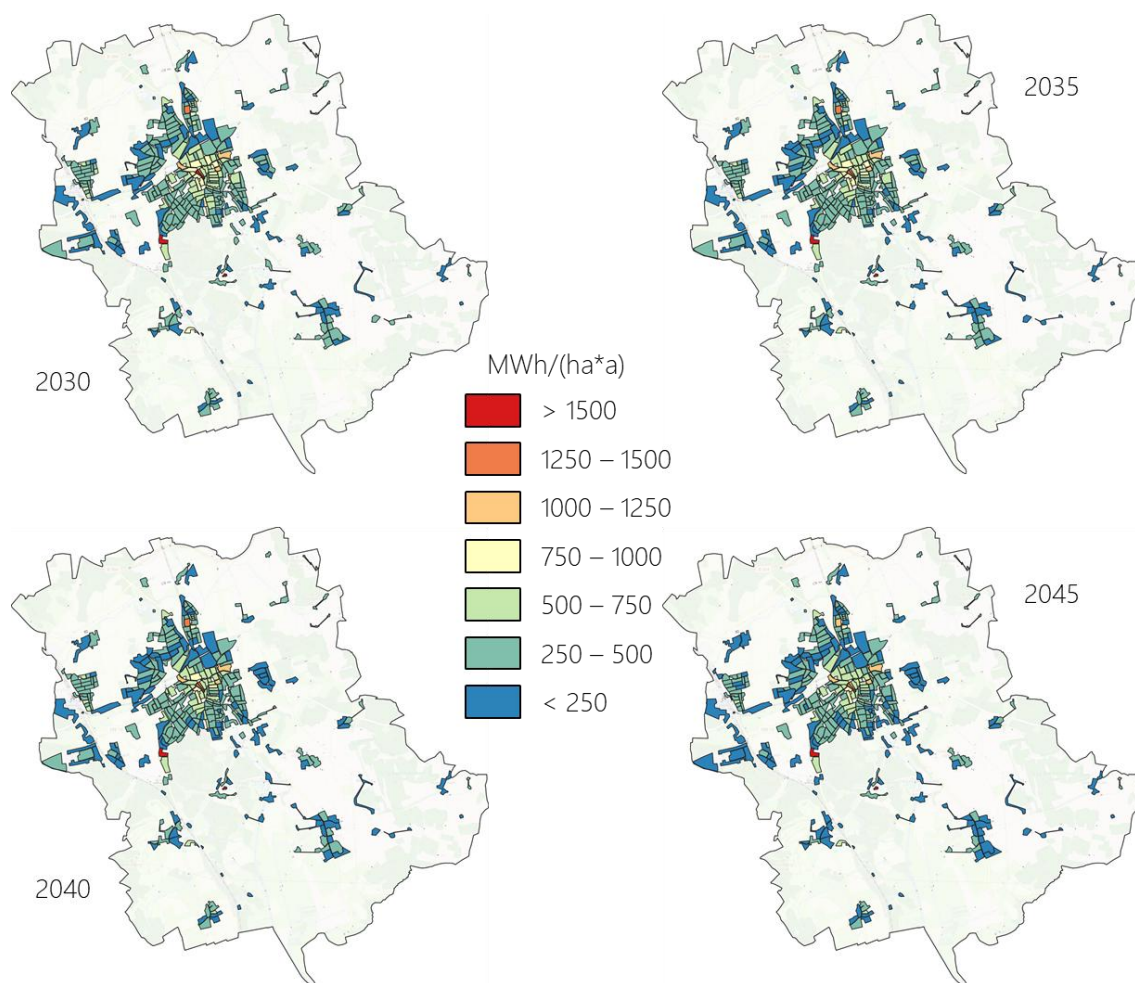


Abbildung 42: Entwicklung der spezifischen Wärmebedarfsdichte in den Quartieren in MWh/(ha*a) in den Jahren 2030 (oben links), 2035 (oben rechts), 2040 (unten links), 2045 (unten rechts)

3.5 Zwischenfazit Potenzialanalyse

Nachfolgend werden die Ergebnisse der vorangegangenen Potenzialbetrachtungen einheitlich zusammengeführt und verglichen. Abbildung 43 stellt den aktuellen und prognostizierten Wärmebedarf dem in Grafing potenziell möglichen erneuerbaren Wärme- und Strompotenzial gegenüber. Wie in den einzelnen Kapiteln bereits diskutiert, stellen die einzelnen Potenziale technische Maximalpotenziale dar, deren Hebung jeweils im Einzelfall zu prüfen ist.

Deutlich wird, dass Grafing das Potenzial hat, seinen Wärmebedarf mit lokalen erneuerbaren Energien zu decken. Das grundsätzlich verfügbare Potenzial übersteigt die aktuelle und künftige Nachfrage. Im Kontext der erneuerbaren Wärmeerzeugung sind insbesondere die großen Potenziale der Solarthermie, aber auch der oberflächennahen Geothermie zu erwähnen. Insbesondere Freiflächen-Solarthermieanlagen haben in Grafing großes Potenzial, auch wenn dieses technisch und wirtschaftlich nur zu Bruchteilen, beispielsweise in Wärmenetzen, zu realisieren sein wird. Gleiches gilt für oberflächennahe Geothermie: Diese hat zwar ein grundsätzlich hohes Potenzial, wird jedoch nur nach Einzelfallprüfung zum Einsatz kommen können. Das tatsächlich nutzbare Potenzial wird hier wesentlich geringer ausfallen als das technisch verfügbare.

Auch die Nutzung von Umgebungsluft kann einen zentralen Beitrag leisten, ist in der Abbildung aufgrund der grundsätzlich unbegrenzten Verfügbarkeit jedoch nicht aufgeführt. Gleiches gilt für die Tiefengeothermie, beide Wärmequellen bieten theoretisch unbegrenzte Verfügbarkeiten.

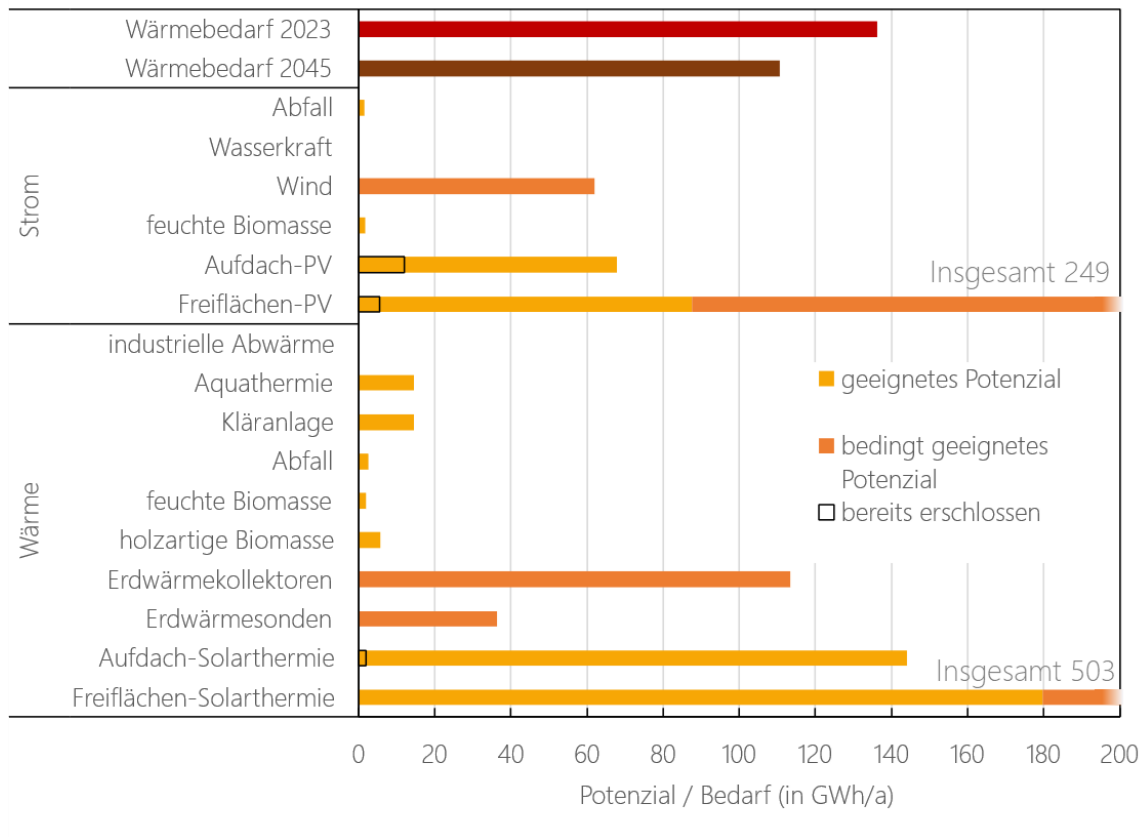


Abbildung 43: Vergleich der einzelnen Potenziale und des Wärmebedarfs

Deutlich geringer fällt das Potenzial von Abfall und Biomasse aus. Insbesondere lokale Biomasse kann nur in gezielten Anwendungen nachhaltig Anwendung finden.

Durch die Elektrifizierung des Wärmebedarfs unter anderem durch Wärmepumpen ist zusätzlich von einem gesteigerten Strombedarf auszugehen. Auch hier herrscht in Grafing ein erhebliches Potenzial. Besonders hervorzuheben ist das sehr große Potenzial für Freiflächen- und Aufdach-PV-Anlagen sowie für Windkraft. Das Potenzial zur erneuerbaren Stromerzeugung aus Abfall oder feuchter Biomasse ist hingegen wesentlich geringer.

4 Zielszenario und voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Aufbauend auf der Bestands- und Potenzialanalyse wird nachfolgend ein Szenario ausgearbeitet, welches den Weg in Richtung einer klimaneutralen Wärmeversorgung skizziert. Zielsetzung ist dabei gemäß Wärmeplanungsgesetz die Klimaneutralität bis 2045.

Zentrale Fragestellung bei der Entwicklung des Zielszenarios ist, wo Wärmenetzeignungsgebiete vorliegen und wo dezentrale Wärmeversorgungen empfohlen werden können. Kapitel 4.1 weist deshalb zunächst Wärmenetzeignungsgebiete aus und kombiniert dabei eine Vielzahl an umsetzungsrelevanten Einflussfaktoren wie Wärmedichten, Gebäudestruktur, Potenzialverfügbarkeiten etc. Kapitel 4.2 baut darauf auf und stellt die Wärmeversorgungsarten in den einzelnen Gebieten der Kommune vor. Hier wird verdeutlicht, wo im beplanten Gebiet welche konkrete Umsetzungsvariante möglich ist.

In Kapitel 4.3 wird daraufhin dargestellt, wo in der Kommune die größten Einsparpotenziale herrschen und Sanierungsstrategien deshalb wesentliche Maßnahmen darstellen können. Kapitel 4.4 fasst schließlich die gewonnenen Erkenntnisse zusammen und zeigt deren Auswirkung auf das Zielszenario. Dies umfasst beispielsweise die Entwicklung der Wärmeerzeugerstruktur, der Fernwärmeerzeugung, der eingesetzten Energieträger, oder auch der Treibhausgasemissionen.

4.1 Ausweisung von Wärmenetzeignungsgebieten

Wärmenetze spielen eine zentrale Rolle in der Wärmewende. Sie zielen auf eine zentrale Erzeugung und Verteilung von Wärme ab, was oftmals effizienter ist als die individuelle Beheizung einzelner Gebäude. Sie erlauben die Nutzung und Bergung großer erneuerbarer Potenziale wie beispielsweise Abwärme aus Industrieprozessen, Kläranlagen, Aquathermie oder Tiefengeothermie und erlauben gleichzeitig die Erschließung größerer Versorgungsgebiete.

Allerdings ist der Aufbau eines Wärmenetzes ein kostenintensives Infrastrukturprojekt. Ob eine zentrale Wärmeversorgung die wirtschaftlichste Alternative ist hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, welche alle im Einzelfall geprüft werden müssen:

- Hohe Wärmebedarfsdichte ($> 415 \text{ MWh}/(\text{ha} \cdot \text{a})$) und/oder Wärmeliniendichte, welche eine wirtschaftliche Erschließung eines Quartiers mit Wärmenetzen wahrscheinlich scheitern lässt
- Bestehende Wärmenetze, bestehende Ausbaupläne, mögliche Erweiterungen dieser Wärmenetze
- Gebäudebestand, -Altersklasse und -Typ in den Quartieren
- Städte- bzw. verwaltungstechnische Gliederung
- Strategische Ausrichtung und bestehende Pläne relevanter Akteure, beispielsweise der Stadtwerke
- Groß- und Ankerverbraucher, welche als Keimzelle für Wärmenetzversorgungen dienen können
- Potenzial und Zugänglichkeit erneuerbarer Energien
- Nutzbarkeit von Abwärme
- Sinnvolle Kombination und Zusammenlegung von benachbarten Quartieren mit hohen Wärmedichten

Eines der zentralen Ziele der kommunalen Wärmeplanung ist die Ausweisung von Gebieten, in denen die Kriterien erfüllt sind, welche die Prüfung von Wärmenetzen nahelegen. Dabei wird zwischen den folgenden Gebieten unterschieden:

- **Wärmenetzgebiet:** In diesen Gebieten besteht ein Wärmenetz oder es ist eines geplant, wodurch ein erheblicher Anteil der Letztverbraucher über das Wärmenetz versorgt werden soll. Es wird unterschieden zwischen *Wärmenetzausbaugebieten* (es besteht noch kein Netz in unmittelbarer Nähe aber ein bestehendes Netz soll dorthin ausgebaut werden, Kapitel 4.1.1), *Wärmenetzneubaugebieten* (es soll ein Anschluss an ein neu zu bauendes Wärmenetz erfolgen, Kapitel 4.1.2), und *Wärmenetzverdichtungsgebieten* (es besteht bereits ein Netz und Verbraucher in unmittelbarer Nähe sollen angeschlossen werden, Kapitel 4.1.3).
- **Wasserstoffnetzgebiet:** In diesem Gebiet liegt ein Wasserstoffnetz bereits vor oder ist konkret geplant. Ein wesentlicher Teil der Letztverbraucher wird hier durch Wasserstoff ihren Wärmebedarf decken. In Grafing existiert derzeit kein rechtlich verbindlicher Transformationsplan des Gasnetzes, weshalb keine Wasserstoffnetzgebiete ausgewiesen werden können (vgl. Kapitel 2.3.3). Davon unbeeinträchtigt ist jedoch der Wille des Gasnetzbetreibers ENB, weiterhin ihre Versorgungspflicht im vollen Umfang zu erfüllen. Das bestehende Erdgasnetz soll weiterhin regelwerkskonform betrieben werden. Stilllegungen und partielle Abtrennungen sind nicht vorgesehen.
- **Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung (Einzelversorgungsgebiet):** In diesem Gebiet soll mehrheitlich keine leitungsgebundene Wärmeversorgung (durch Wärmenetze oder Wasserstoffnetze) erfolgen. Die Wärme wird überwiegend durch individuelle Lösungen (z. B. Wärmepumpen, Biomassefeuerungen) bereitgestellt.

4.1.1 Wärmenetzausbaugebiete

Die Wärmenetzeignungsgebiete wurden in einem gemeinsamen Workshop mit der Stadt Grafing und dem Netzbetreiber Rothmoser erarbeitet und diskutiert. Hohe Wärmedichten ergeben sich in Grafing vorrangig im Stadtzentrum und in den Gewerbegebieten Haidling und Rotter Straße/Bergstraße. Die meisten Gebiete mit hoher Bedarfsdichte im Stadtgebiet sind bereits mit Fernwärme durch das Netz der Firma Rothmoser erschlossen, mit Ausnahme der beiden genannten Gewerbegebiete. In Haidling würde sich dabei eher eine Insellösung anbieten, für die Erschließung der Rotter Straße wäre eine kostspielige und aufwändige Querung des Wieshamer Bachs nötig.

Beim Netzausbau sind die Gebiete Wasserburger Straße, Marktplatz und einige Gebiete süd-westlich des aktuellen Bestandsnetzes seitens der Firma Rothmosers angedacht (Abbildung 44). Darüber hinaus sollen verstreut noch Lücken des Bestandsnetzes ergänzt (z. B. Kapellenstraße) und einzelne Gebäude, die bereits am aktuellen Netzverlauf liegen, angeschlossen werden. Für die meisten außenliegenden Stadtteile Grafings ist dagegen keine zentrale Versorgung naheliegend. Die Wärmenachfrage in den ausgewiesenen Ausbaugebieten liegt bei ca. 8,7 GWh/a.

In einigen Ortsteilen bestehen zwar bereits Wärmenetze, es ist allerdings nicht zu erwarten, dass diese in großem Umfang weiter ausgebaut werden. Es wird lediglich mit einzelnen Anschlüssen von anliegenden Gebäuden gerechnet. Die umliegenden Ortsteile werden daher überwiegend als Einzelversorgungsgebiete ausgewiesen.

4.1.2 Wärmenetzneubaugebiete

In drei weiteren Gebieten wird zusätzlich ein Wärmenetzneubau empfohlen:

- Im Gebiet **Grafring Bahnhof** ist zunächst die Erschließung der südlichen Hälfte des Ortes naheliegend. Zusätzlich kann im Falle einer Realisierung ggf. das westlich des Bahnhofs gelegene geplante Berufsschulzentrum mit Fernwärme versorgt werden. Der nördliche Teil des Ortes weist zwar ebenfalls erhöhte Wärmedichten auf, ist aufgrund der Bebauungsstruktur (vorrangig private Reihenhäuser) und der damit einhergehenden kleinteiligen Eigentumsstruktur aus Projektentwicklungssicht herausfordernd. Dieses Gebiet ist deshalb als Prüfgebiet klassifiziert.
- Im **Gewerbegebiet Schammach** ist aufgrund der hohen Wärmedichten ebenfalls ein Wärmenetz denkbar. Hier ist jedoch im Wesentlichen der ältere östliche Teil im Fokus der Betrachtung. Im westlichen, neuen Teil stehen voraussichtlich vorerst keine Heizungswechsel an.
- In **Untereckhofen** ist ebenfalls ein Wärmenetzneubaugebiet ausgewiesen. Hier ist im Schloss ein Heizungstausch angedacht. Bei ausreichend hoher Anschlussbereitschaft der umliegenden Gebäude ist ebenfalls eine Mitversorgung der Nachbargebäude denkbar.

In den genannten drei Gebieten liegt der Wärmebedarf aktuell bei ca. 6,3 GWh/a.

Zu den weiteren Ortsteilen liegen aktuell keine konkreten Planungen für Wärmenetze vor. Hier sind geringe Wärmedichten und fehlende Ankerkunden das Kernproblem für einen wirtschaftlichen Betrieb eines flächendeckenden Wärmenetzes. Es können hier jedoch natürlich auch individuelle Quartierslösungen wie beispielsweise kalte Nahwärmenetze gefunden werden.

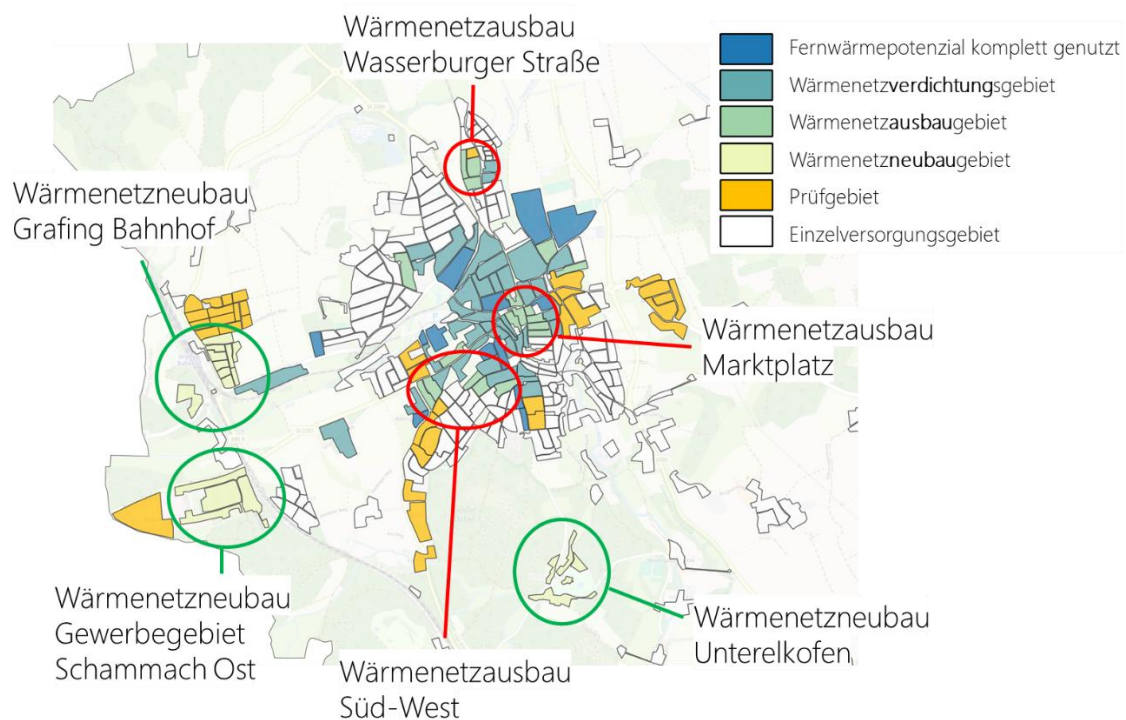


Abbildung 44: Eignungsgebiete für Wärmenetze und Einzelversorgungen

4.1.3 Wärmenetzverdichtungsgebiete

In Grafting selbst ist die Wärmenetzverdichtung besonders relevant, da im Bestandsnetz der Firma Rothmoser nur wenige naheliegende Gebiete noch komplett unerschlossen und entsprechend attraktiv für eine Netzerweiterung sind. Um das Potenzial für Nachverdichtung zu verdeutlichen, zeigt Abbildung

45 den Anteil der Nutzwärme, der durch Fernwärme gedeckt wird. Mit Ausnahme einzelner Gebiete, in denen der Anteil der Fernwärme schon über 90 % liegt, wird in den übrigen Wärmenetzgebieten nur rund 39 % der Wärme durch Fernwärme bereitgestellt. Bei einer theoretischen Anschlussquote von 100 % ergibt sich somit ein Verdichtungspotenzial von über 15,2 GWh/a.

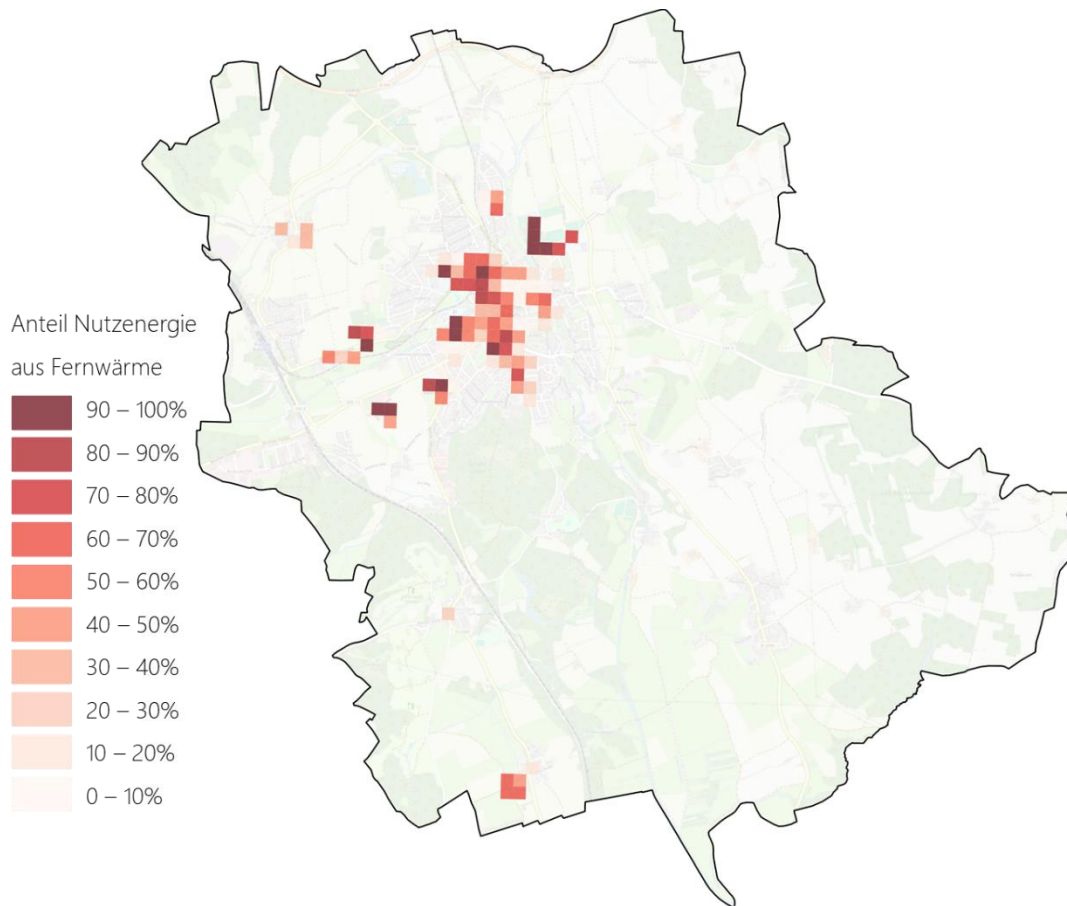


Abbildung 45: Anteil der durch Fernwärme bereitgestellten Nutzwärme

In allen Wärmenetzgebieten wird im Zielszenario grundsätzlich mit einer maximalen Anschlussquote von 80 % im Jahr 2045 gerechnet. Ausnahmen sind dabei Gebiete, bei denen der Anteil an Fernwärme heute bereits 80 % übersteigt und Gebiete, bei denen nur der Anschluss einzelner Gebäude geplant ist.

Verbleibende, nicht an die Fernwärme angeschlossene Anschlüsse, sollen dezentral versorgt werden und greifen dabei auf die in Kapitel 4.2 beschriebenen Wärmeversorgungsarten zurück. Im Zieljahr 2045 beträgt der Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung durch Wärmenetze am Gesamtwärmebedarf somit über 32 %. Bezogen auf den Endenergiebedarf beträgt der Anteil der Wärmenetze 42 %. Eine detaillierte Darstellung der Entwicklung erfolgt in Kapitel 4.4.2.

Die Anzahl der mit Fernwärme beheizten Gebäude erhöht sich im Zielszenario so von 303 im Referenzjahr auf 1.075 im Zieljahr 2045. Damit sind rund 24 % der Gebäude im Stadtgebiet an ein Wärmenetz angeschlossen. Eine detaillierte Darstellung der Entwicklung erfolgt in Kapitel 4.4.3.

4.1.4 Prüfgebiete

Über die Wärmenetzgebiete hinaus wurden im Workshop auch einige Gebiete identifiziert, bei denen die zukünftige Versorgungsart noch unklar ist. In diesen sogenannten Prüfgebieten ist eine zentrale

Wärmeversorgung aus aktueller Sicht nicht empfehlenswert, beim Eintreten bestimmter Umstände kann sich das allerdings ändern. Ein besonders hohes Anschlussinteresse oder das Verhalten einzelner Ankerkunden können beispielsweise eine Erschließung mit Fernwärme attraktiv und das Gebiet zu einem Wärmenetzgebiet machen. Dazu müssen allerdings weitergehende Prüfungen vor Ort stattfinden. Abbildung 46 bietet einen Überblick über die Prüfgebiete in Grafing.

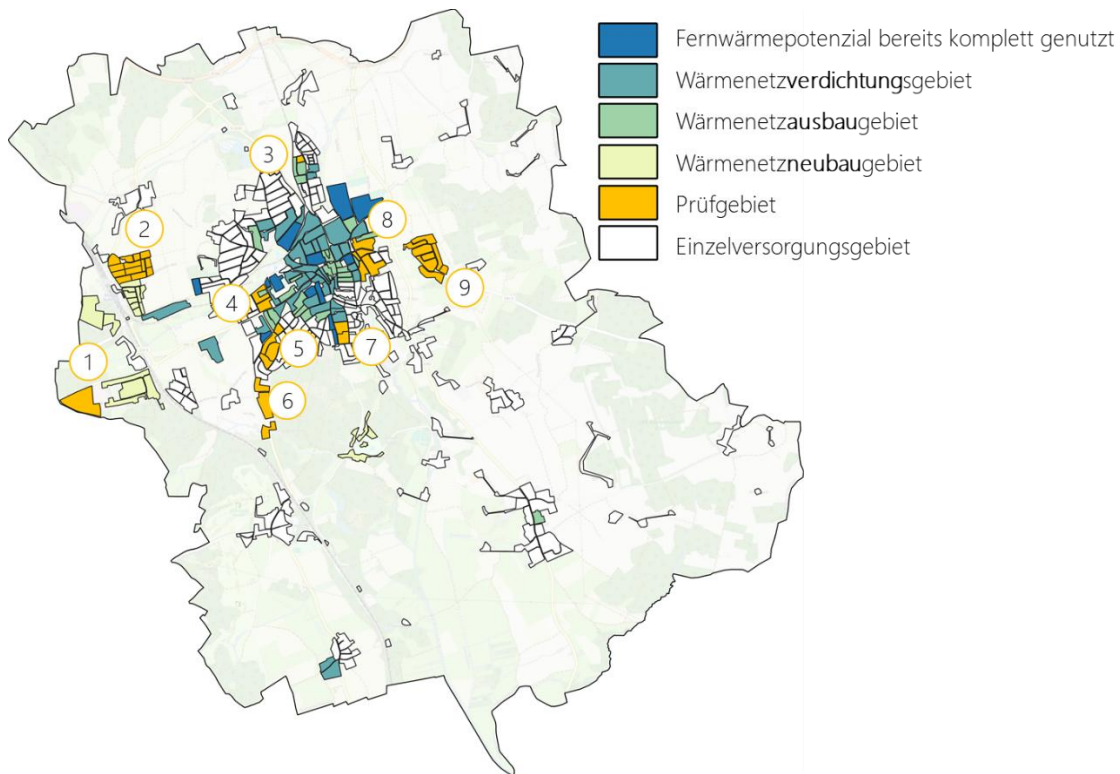


Abbildung 46: Übersicht über Prüfgebiete für Wärmenetze

Im Weiteren werden die einzelnen Prüfgebiete kurz beschrieben und die notwendigen Umstände für eine zentrale Wärmeversorgung erläutert:

- 1) **Gewerbegebiet Schammach West:** Der westliche Teil des Gewerbegebiets beinhaltet mehrere neugebaute Gewerbegebäude. Diese haben zwar grundsätzlich hohe Wärmebedarfe und damit eine Eignung als Wärmenetzgebiet, besitzen allerdings auch neuere und teilweise schon regenerative Heizungssysteme wie Wärmepumpen. Eine Erschließung mit Fernwärme ist hier also erst bei einem deutlich in der Zukunft liegenden Heizungswechsel interessant und hängt vor allem auch davon ab, ob eine Umstellung auf eine zentrale Wärmeversorgung seitens der Gewerbetreibenden überhaupt erwünscht ist.
- 2) **Grafing Bahnhof Nord:** Wie bereits erwähnt weist der nördliche Teil von Grafing Bahnhof ähnliche Wärmedichten wie der südliche Teil auf. Dennoch ist hauptsächlich aufgrund der kleinteiligen Eigentumsstruktur im nördlichen Teil eine zentrale Wärmeversorgung nur in Grafing Bahnhof Süd geplant. Initiativen der Anwohnerinnen und Anwohner sowie ein hohes Anschlussinteresse könnten die Planung hier also beeinflussen.
- 3) **Nördlicher Goethering:** Die Entwicklung des Fernwärmenetzes Rothmoser ist aktuell nicht für die nördlichen Reihenhäuser im Goethering geplant, bei hohem Anschlussinteresse könnte hier allerdings die Leitung erweitert werden.

- 4) **Riemerschmidstraße:** Aktuell kann ein großer Teil der Gebäude direkt vom Bestandsnetz (Oberanger und Glonner Straße) aus erschlossen werden, bei hohem Anschlussinteresse könnte die Leitung auch etwas erweitert werden.
- 5) **Georg-Baumann-Straße:** Eine Erschließung der Georg-Baumann-Straße mit Fernwärme hängt in erster Linie von der städtebaulichen Entwicklung, aber auch dem Anschlussinteresse der Anwohnerinnen und Anwohner ab.
- 6) **Gewerbegebiet Haidling:** Das Gebiet weist potenziell sehr hohe Wärmedichten auf, eine Erschließung des Gebietes hängt allerdings von Ankerkunden und der Bereitschaft möglicher Wärmenetzbetreiber ab. Ein Anschluss an das Bestandsnetz der Firma Rothmoser ist nicht angedacht.
- 7) **Sudetenstraße:** Die Wohnsiedlung an der Sudetenstraße weist erhöhte Bedarfsdichten auf. Weiterhin liegt das Bestandsnetz bereits in der Schlossstraße und damit in unmittelbarer Nähe des Gebiets. Hauptherausforderung ist hier jedoch ähnlich wie bei Grafing Bahnhof Nord die kleinteilige Eigentumsstruktur. Die Firma Rothmoser kann hier über einen zentralen Anschluss Wärme für das Areal zur Verfügung zu stellen. Die Verteilung der Wärme in der Wohnsiedlung müsste dann allerdings von der Eigentümergesellschaft selbst organisiert werden.
- 8) **Rotter Straße/Nördliche Bergstraße:** Das Gebiet befindet sich zwar in unmittelbarer Nähe des Bestandsnetzes, zur Erschließung ist allerdings eine kostspielige Querung des Wieshamer Bachs nötig. Die zentrale Wärmeversorgung hängt hier in erster Linie vom Interesse der Ankerkunden östlich des Bachs ab.
- 9) **Am Schönblick:** Das gesamte Wohngebiet Am Schönblick kommt über eine Inselnetzlösung als zentrales Versorgungsgebiet in Frage, aufgrund der geringeren Wärmedichten allerdings nur bei besonders hohem Anschlussinteresse der Anwohnerinnen und Anwohner.

4.2 Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr

Aufbauend auf der Ausweisung der Wärmenetzgebiete sowie der Gebiete mit vorrangig dezentraler Versorgung werden die geeigneten Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr bestimmt. Dies soll für die einzelnen Grundstücke und Baublöcke aufzeigen, welche Form der Wärmeversorgung naheliegend ist. Für Bürgerinnen und Bürger stellt dies eine Handlungshilfe dar, welche Rahmenbedingungen und Unterstützung bei der individuellen Entscheidung bietet. Hier sollen zentrale Fragen beantwortet werden:

- Wie ist der aktuelle Stand der Wärmeversorgung in meinem Quartier? Gibt es Wärmenetze in meiner Nähe?
- Welche Wärmeversorgung kann in meiner Umgebung künftig welche Rolle spielen?
- Werden Wärmenetze in meinem Quartier geprüft? Muss ich mich auf eine dezentrale Versorgung einstellen?
- Welche Technologien kommen für mich in Frage?
- Welche Maßnahmen und Schritte werden in meinem Quartier empfohlen?

Zu diesem Zweck wird das Stadtgebiet in zusammenhängende Quartiere aufgeteilt (Abbildung 47). Die Quartiere werden auf Basis städtebautechnischer und infrastruktureller Kriterien sowie Art der zukünftigen Versorgung gebildet. So wird beispielsweise die Kernstadt Grafing in 13 Gebiete unterteilt. Die einzelnen Ortsteile werden jeweils als einzelne Quartiere betrachtet bzw. teilweise zusammengefasst (z. B. Katzenreuth, Schauerach, Voglherd und Filzhof).



Abbildung 47: Aufteilung des Stadtgebiets in die einzelnen Quartiere

Für jedes Quartier wird ein Steckbrief erstellt. Abbildung 48 stellt exemplarisch einen Steckbrief für das Quartier Goldberg dar, im Anhang 12.1 sind sämtliche Steckbriefe nochmals in hoher Auflösung zu finden. Die Steckbriefe umfassen jeweils:

- **Beschreibung des Quartiers** und der wesentlichen Begebenheiten, welche Bürgerinnen und Bürgern einen Kurzüberblick über die aus energietechnischer Sicht relevante Struktur ihrer Nachbarschaft gibt:
 - Fläche
 - Vorwiegende Nutzungsart
 - Wärmedichte
 - Aktueller Wärmebedarf
 - Aktuelle Treibhausgasemissionen
 - Vorhandensein von Gas- und Wärmenetzen
- Vergleich des aktuellen **Wärmemixes** und des möglichen Wärmemixes 2045 nach Zielszenario, um Bürgerinnen und Bürgern zu verdeutlichen, welche Wärmeversorgung heute dominiert, wie sie sich individuell darin einordnen können, und welche Wärmeversorgung künftig in ihrer Nachbarschaft als relevant betrachtet wird

- Verfügbarkeit der **lokalen Potenziale**, bewertet nach der Wahrscheinlichkeit der möglichen Nutzung von „sehr wahrscheinlich geeignet“ bis „sehr wahrscheinlich nicht geeignet“, um zu zeigen, mit welchen Technologien und Wärmequellen grundsätzlich in der Nachbarschaft erneuerbar Wärme bereitgestellt werden kann
- **Maßnahmenempfehlungen**, welche weitere Informationen und Hinweise zur konkreten Umsetzung der Wärmewendestrategie liefern:
 - Empfohlenes Versorgungssystem (Wärmenetze, dezentrale Versorgung, Wasserstoffnetzgebiet)
 - Prioritäre Maßnahmen im Gebiet, sodass die konkreten Umsetzungsstrategien einzelnen Gebieten zugeordnet werden können und die Bürgerinnen und Bürger über zentrale übergeordnete Maßnahmen in ihrem Quartier informiert sind
 - Einsparpotenzial bei der Emission von Treibhausgasen
 - Anmerkungen und weitere Empfehlungen, welche weitere wesentliche Anregungen für die Umsetzung geben



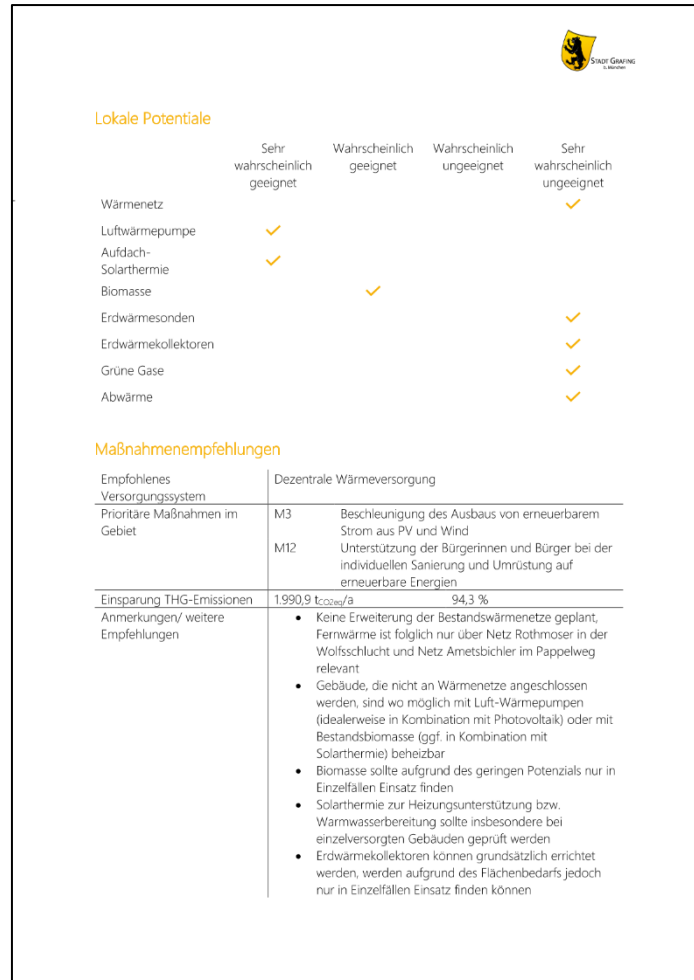


Abbildung 48: exemplarischer Quartierssteckbrief für Goldberg

Ein zentraler Überblick über die einzelnen Quartiere und die empfohlenen Maßnahmen wird in Tabelle 8 gegeben. Dabei wird je Quartier die Wärmedichte als zentrale Kennzahl für die Eignung eines Wärmenetzes angegeben, ebenso wie die empfohlene Wärmeversorgungsart.

Tabelle 8: Übersicht über die Wärmedichte und empfohlene Wärmeversorgung in den einzelnen Quartieren

Nr.	Name	Wärmedichte in MWh/(ha·a)	Empfohlene Wärmeversorgung
1	Goldberg	292,5	Dezentral
2	Bernauer Straße/Hesselfurt	378,9	Dezentral
3	Wasserburger Straße	479,4	Zentral
4	Eisstadion/Schule/ Münchner Straße	306,9	Zentral
5	Innenstadt	691,4	Zentral
6	Rotter Straße/Inntal Straße	601,9	Dezentral
7	Rosenheimer Straße Süd-Ost	333,8	Dezentral

8	Schlossstraße Süd/ Rosenheimer Straße West	428,5	Dezentral
9	Schlossstraße Nord/ Griesstraße/ Klausenweg	591,8	Zentral
10	Glonner Straße/ Hammerschmiede	329,4	Dezentral
11	Jahnstraße/Glonner Straße	382,5	Zentral
12	Aiblinger Straße/Dobel	401,3	Dezentral
13	Grafring Bahnhof	295,3	Südlich zentral/Nördlich dezentral
14	Nettelkofen	283,8	Dezentral
15	Wiesham	283,9	Dezentral
16	Engerloh	356,7	Dezentral
17	Schönblick	237,3	Dezentral
18	Neudichau	296,0	Dezentral
19	Dichau	351,1	Dezentral
20	Katzenreuth/Schauerach/ Voglherd/Filzhof	221,3	Dezentral
21	Straußdorf	279,7	Dezentral
22	Baumgartenmühle/ Aiterndorf	235,9	Dezentral
23	Untereikofen	390,8	Zentral
24	Eisendorf	269,9	Dezentral
25	Elkofen	338,1	Dezentral
26	Schammach	216,7	Dezentral
27	Gewerbegebiet Schammach	286,4	Östlich zentral/ westlich dezentral
28	Haidling	875,5	Dezentral

4.3 Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial

Neben der Definition von Wärmenetz- und Einzelversorgungsgebieten soll bestimmt werden, in welchen Quartieren mit erhöhtem Einsparpotenzial zu rechnen ist. Diese Gebiete können für künftige Sanierungsstrategien in den Fokus genommen werden und versprechen besonders hohe

Energieeinsparungen. Da keine flächenhafte Datengrundlage über den aktuellen Sanierungsstand gegeben ist, spielt hier das Gebäudealter eine zentrale Rolle.

Erhöhtes Sanierungspotenzial weisen insbesondere Gebäude mit Baujahr zwischen 1949 bis 1978 auf. Dies liegt einerseits daran, dass diese vor der Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung errichtet wurden, welche Mindestanforderungen an die Dämmung festlegte. Andererseits sind diese Gebäude zumeist nicht durch Denkmalschutz in Sanierungsschritten eingeschränkt und erlauben gleichzeitig durch ihre Bausubstanz große Sanierungstiefen. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz¹ geht davon aus, dass diese Gebäude ihren Wärmebedarf um bis zu 65 % reduzieren können. Demgegenüber liegt das Sanierungspotenzial für Gebäude zwischen 1919 und 1948 bei rund 50 %, bei noch älteren Gebäuden vor 1919 bei nurmehr etwa 25 %.

Abbildung 49 stellt die Quartiere in Grafing dar, in denen Gebäude aus den Baujahren 1949 bis 1978 dominieren. In diesen ist wie beschrieben das größte Wärmeeinsparpotenzial zu finden. Die Quartiere sind im gesamten Stadtgebiet verteilt.

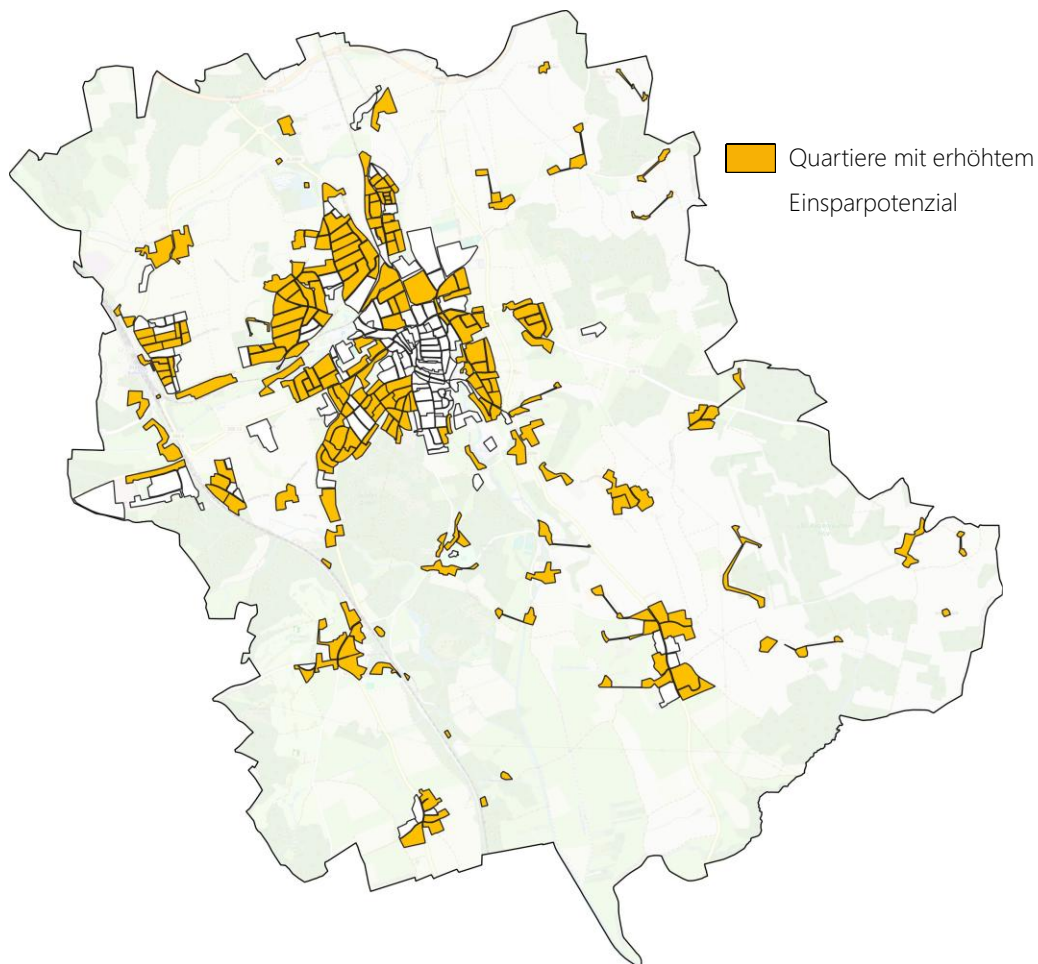


Abbildung 49: Quartiere mit erhöhtem Wärmeeinsparpotenzial

¹ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: „Sanierungsbedarf im Gebäudebestand – Ein Beitrag zur Energieeffizienzstrategie Gebäude“, Berlin, 2014.

4.4 Zielszenario bis 2045

Das Zielszenario bis 2045 kombiniert die bislang diskutierten Ergebnisse und fügt sie in einem konsistenten Szenariorahmen zusammen. Einerseits wird dabei die Entwicklung des Wärmebedarfs der einzelnen Gebäude berücksichtigt (Kapitel 4.4.1). Die in den Gebietssteckbriefen ausgewiesenen Wärmeversorgungsarten je Baublock und Quartier werden damit verschnitten, um die Entwicklung der Wärmeerzeugerstruktur bis 2045 darzustellen (Kapitel 4.4.2). Besonderes Augenmerk soll dabei erneut auf die Entwicklung der zentralen Wärmeversorgung gelegt werden (Kapitel 4.4.3). Anschließend wird ausgewertet, welche Energieträger in welcher Menge zur Wärmeerzeugung zum Einsatz kommen (Kapitel 4.4.3) und welche Treibhausgasemissionen dies als Ergebnis hat (Kapitel 4.4.5).

4.4.1 Entwicklung des Wärmebedarfs

Die Entwicklung des Wärmebedarfs wurde bereits im Zuge der Potenzialanalyse analysiert und in Kapitel 3.4 dargestellt. Insgesamt kann sich der Wärmebedarf signifikant reduzieren, wenn durch geeignete Maßnahmen das Potenzial gehoben wird. Das gewählte Szenario ist jedoch als ambitioniert zu werten und übersteigt die historischen Sanierungsquoten.

Das bereits in der Potenzialanalyse vorgestellte jährliche Wärmebedarfszenario unter Berücksichtigung der Sanierungsvorgaben nach KEA¹ und BMWK² wird nochmals in Tabelle 9 verdeutlicht.

Tabelle 9: angenommene Entwicklung des Wärmebedarfs in GWh/a aufgeteilt nach Endenergiesektoren

	2023	2030	2035	2040	2045
GHD & Industrie	31,07	29,12	27,72	26,33	24,94
öffentliche Einrichtungen	7,05	6,56	6,21	5,85	5,50
Wohnen	98,08	91,63	87,03	82,43	77,83
Summe	136,20	127,31	120,96	114,61	108,26

4.4.2 Entwicklung der Wärmeerzeugerstruktur

Die in den Quartierssteckbriefen diskutierten Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr werden genutzt, um eine mögliche, plausible künftige Wärmeversorgung zu simulieren. Jedem Baublock wird dafür eine entsprechende Verteilung primärer Heizungstechnologien zugewiesen. Abbildung 50 stellt die resultierende Entwicklung der Anzahl der beheizten Gebäude differenziert nach Technologie im Zielszenario dar. Es wird dabei jeweils nur das primäre Heizungssystem angegeben, weshalb bspw.

¹ KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH: „Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg“, Karlsruhe, 2023.

² Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: „Sanierungsbedarf im Gebäudebestand – Ein Beitrag zur Energieeffizienzstrategie Gebäude“, Berlin, 2014.

Solarthermie als Heizungsunterstützung nicht explizit auftaucht, um Mehrfachzählungen von Gebäuden zu vermeiden.

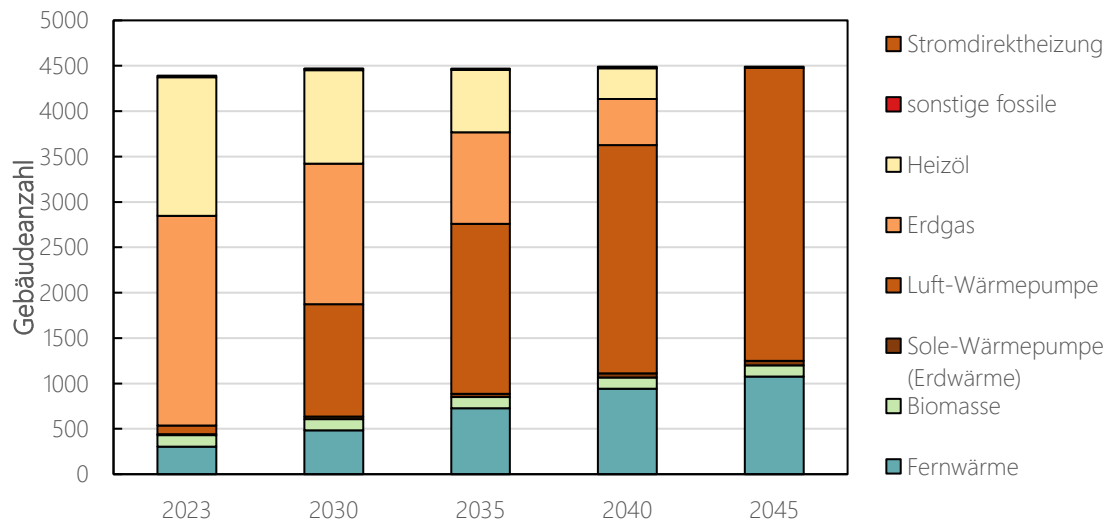


Abbildung 50: Entwicklung der Anzahl der beheizten Gebäude im Zielszenario differenziert nach Energieträgern

Der heute noch hohe Anteil von Erdgas (2.308 Gebäude oder 53 %) und Heizöl (1.528 Gebäude oder 35 %) wird im Zielszenario hauptsächlich durch einen Anstieg von Fernwärme (von 303 auf 1.075 Gebäude / 7 % auf 24 %) und Luftwärmepumpen (von 95 auf 3.224 Gebäude / 2 % auf 72 %) abgedeckt. Der Anteil der Biomasse wird konstant mit 3 % (127 Gebäude) angenommen, weiterhin steigt die Anzahl an Sole-Wärmepumpen bis zum Zielzustand auf 52 Gebäude (1 %). In der Grafik sind bereits 96 Neubaugebäude aus den bestehenden Bebauungsplänen enthalten, von denen 67 als mit Luftwärmepumpen und 29 als mit Fernwärme beheizt angenommen werden.

4.4.3 Entwicklung der Fernwärmeerzeugung

Wie bereits diskutiert, wird Fernwärme in Teilen Grafings eine zentrale Rolle spielen. Tabelle 10 stellt übersichtlich die Entwicklung der Fernwärme am Wärmebedarf im Zielszenario dar. Dabei wird unterschieden zwischen der jährlichen Nutzwärme aus Wärmenetzen (Wie viel der genutzten Wärme stammt aus Fernwärme?), dem jährlichen Endenergiebedarf Fernwärme (Wie viel Endenergie wird zur Bereitstellung der Fernwärme benötigt?) sowie den angeschlossenen Gebäuden an Fernwärme (Wie viele Gebäude sind an ein Wärmenetz angeschlossen?).

Tabelle 10: Entwicklung von Nutzenergie aus Fernwärme, Endenergiebedarf Fernwärme und Anzahl der an Wärmenetze angeschlossene Gebäude im Zielszenario

	2023	2030	2035	2040	2045
Jährlicher Nutzwärmebedarf aus Fernwärme (in GWh)	19,53	24,78	30,15	34,30	35,81
Jährlicher Nutzwärmebedarf aus Fernwärme (in % des Gesamtwärmebedarfs)	14 %	19 %	25 %	29 %	32 %
Jährlicher Endenergiebedarf Fernwärme (in GWh)	22,84	28,98	35,26	40,12	41,88
Jährlicher Endenergiebedarf Fernwärme (in % des Gesamtendenergiebedarfs)	14 %	22 %	31 %	42 %	52 %
Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz	303	483	726	942	1.075
Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz (in % der Gesamtgebäude)	7 %	11 %	16 %	21 %	24 %

Grundsätzlich bestehen unterschiedlichste Möglichkeiten, Wärmenetze mit erneuerbaren Energien zu betreiben. Die lokal vorhandenen Potenziale wurden in der Potenzialanalyse diskutiert und reichen von Biomasse, über Solarthermie und erneuerbare Gase bis hin zu Großwärmepumpen unter Nutzung unterschiedlicher Umweltwärmequellen (Abwasser, Luft, etc.). Für das Netz der Firma Rothmoser wurde bereits in einem geförderten Transformationsplan eine Möglichkeit zur Transformation des Wärmenetzes erarbeitet.

Ein Augenmerk liegt bei der Planung der Firma Rothmoser auf der Nutzung von Großwärmepumpen, beispielsweise zur Hebung des Flusswasserpotenzials. Der restliche Anteil soll überwiegend mit erneuerbaren Gasen und zu geringen Teilen mit Solarthermie und Biomasse gedeckt werden. Bei den kleineren Wärmenetzen ist keine Transformationsstrategie bekannt, weshalb davon ausgegangen wird, dass hier weiterhin Biomasse genutzt wird. Abbildung 51 stellt die Entwicklung des Fernwärmemixes im Zielszenario dar. Während aktuell noch etwa 57 % der Fernwärme aus Erdgas stammt und 42 % durch Biomasse und Biogas bereitgestellt wird, kann 2045 der Großteil (57 %) der Fernwärme aus Großwärmepumpen stammen.

Die kontinuierliche Zunahme des Wärmebedarfs in Abbildung 51 resultiert aus den in Kapitel 4.1 beschriebenen Wärmenetzverdichtungs-, -ausbau- und -neubaugebieten. Dem wirkt der stetige

Fortschritt der Sanierung in Grafing leicht entgegen, weshalb die Fernwärmenachfrage gerade von 2040 auf 2045 trotz eines weiteren Ausbaus nur noch leicht steigt.

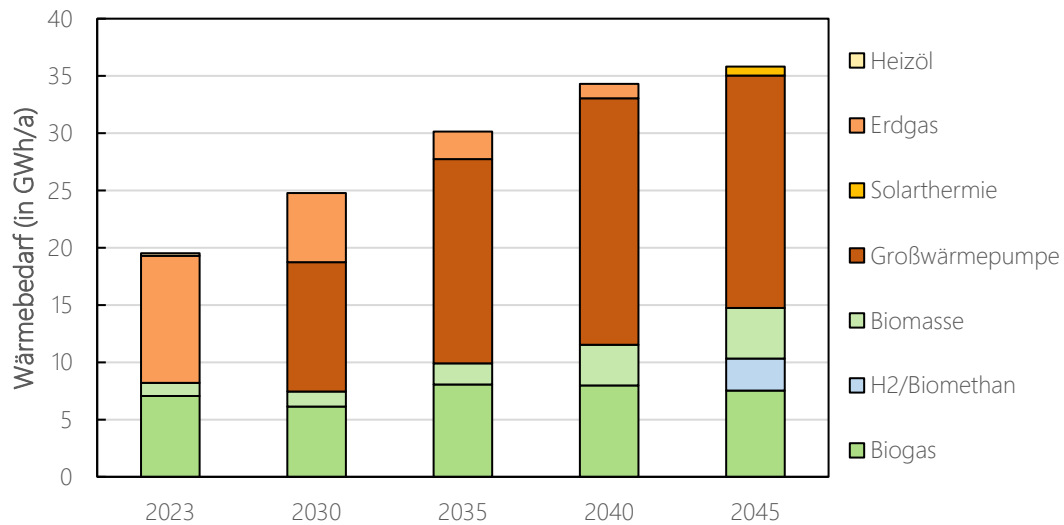


Abbildung 51: Entwicklung der Aufteilung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Zielszenario differenziert nach Energieträgern

Zur Deckung des Wärmebedarfs wird die in Abbildung 52 dargestellte Endenergie benötigt. Die Werte berücksichtigen typische Konversionsverluste der einzelnen Technologien, ebenso wie pauschale Netzverluste bei der Verteilung der Wärme im Wärmenetz von 10 % und zusätzlich 4,5 % bei den Übergabestationen.

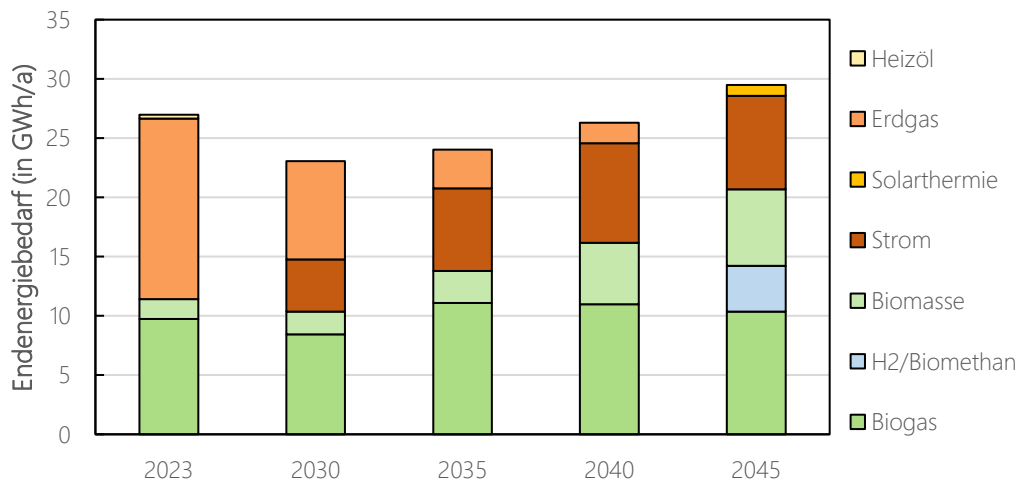


Abbildung 52: Entwicklung des Endenergiebedarfs der leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Zielszenario differenziert nach Energieträgern

Die Zahlenwerte der Entwicklung des Endenergiebedarfs werden in Tabelle 11 zusätzlich nochmals zusammengefasst. Die angenommene Entwicklung führt zu einer schrittweisen Reduktion des Einsatzes von Erdgas bis 2045. Besonders auffällig ist hier der Rückgang des Endenergiebedarfs von 2023 bis 2030, was hauptsächlich auf die hohen Wirkungsgrade von Großwärmepumpen zurückzuführen ist.

Tabelle 11: Entwicklung des jährlichen Endenergieverbrauchs der leitungsgebundenen Wärme nach Energieträgern

	2023	2030	2035	2040	2045
Erdgas (in GWh/a)	11,09	6,02	2,39	1,26	0,00
Erdgas (in %)	57%	24%	8%	4%	0%
Heizöl (in GWh/a)	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00
Heizöl (in %)	1%	0%	0%	0%	0%
Biomasse (in GWh/a)	1,14	1,33	1,85	3,55	4,42
Biomasse (in %)	6%	5%	6%	10%	12%
Großwärmepumpe (in GWh/a)	0,00	11,30	17,84	21,51	20,27
Großwärmepumpe (in %)	0%	46%	59%	63%	57%
Solarthermie (in GWh/a)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79
Solarthermie (in %)	0%	0%	0%	0%	2%
H2/Biomethan (in GWh/a)	0,00	0,00	0,00	0,00	2,80
H2/Biomethan (in %)	0%	0%	0%	0%	8%
Biogas (in GWh/a)	7,07	6,13	8,06	7,98	7,53
Biogas (in %)	36%	25%	27%	23%	21%

4.4.4 Entwicklung der eingesetzten Energieträger zur Wärmeversorgung

Die Kombination der Entwicklung des Wärmebedarfs (Kapitel 4.4.1), der Wärmeerzeugerstruktur (Kapitel 4.4.2) sowie der Entwicklung der Fernwärmeerzeugung (Kapitel 4.4.3) resultiert in der Entwicklung der eingesetzten Energieträger zur Wärmeversorgung. Diese stellt dar, welcher Anteil des Wärmebedarfs durch die unterschiedlichen Energieträger und Heizungsarten gedeckt wird.

Abbildung 53 verdeutlicht die Entwicklung des Wärmemixes im Zielszenario. Dies stellt dar, welcher Anteil der verbrauchten Wärme durch welchen Energieträger gedeckt wird. Während zum aktuellen Stand die fossilen Energieträger noch dominieren, wird im Zieljahr 2045 rund 53 % der Wärme durch Wärmepumpen bereitgestellt. Weitere 32 % der genutzten Wärme stammen aus Fernwärme, 9 % aus Biomasse und 3 % aus Solarthermie. Die restlichen 3 % des Wärmebedarfs werden mit Stromdirektheizungen gedeckt. Hierbei handelt es sich um den Prozesswärmebedarf Grafings.

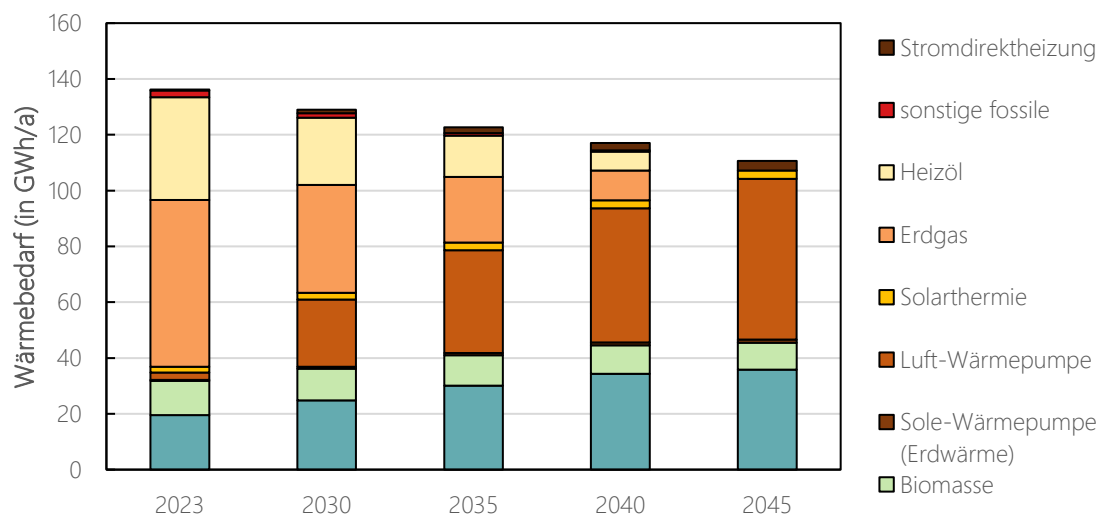


Abbildung 53: Entwicklung der Aufteilung der Wärmeversorgung im Zielszenario differenziert nach Energieträgern

Zur Deckung des Wärmebedarfs wird die in Abbildung 54 dargestellte Endenergie benötigt. Die Werte berücksichtigen typische Konversionsverluste der einzelnen Technologien, ebenso wie pauschale Netzverluste bei der Verteilung der Wärme im Wärmenetz von 10 % sowie 4,5 % Verluste an Übergabestationen. Der Endenergiebedarf sinkt erwartbar deutlich mehr als der Wärmebedarf, was insbesondere auf die hohe Effizienz der Wärmepumpen zurückzuführen ist. Diese können aus der eingesetzten Endenergie (Strom) wesentlich mehr Nutzenergie (Wärme) erzeugen, wodurch sich der Endenergiebedarf deutlich reduziert.

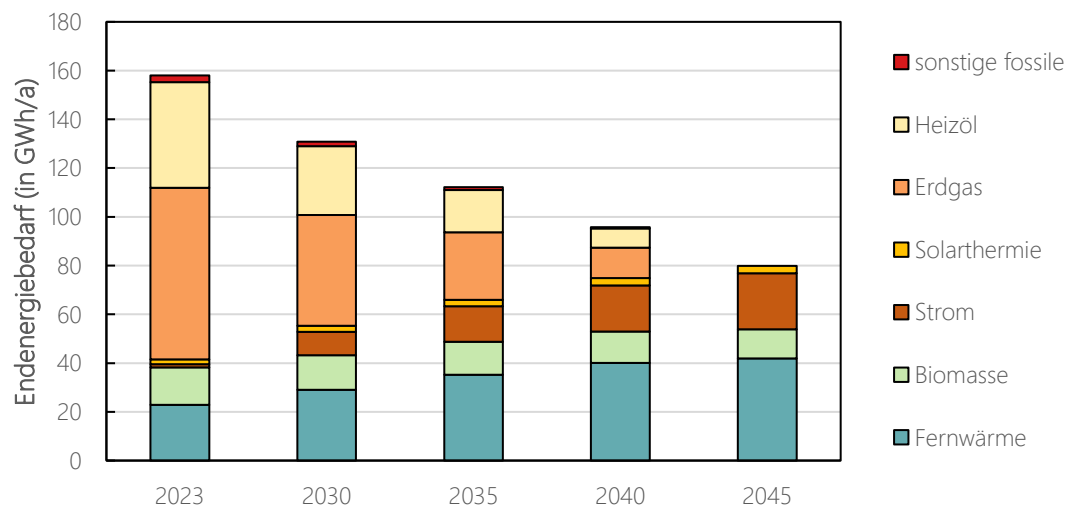


Abbildung 54: Entwicklung des Endenergiebedarfs im Zielszenario differenziert nach Energieträgern

Die Zahlenwerte der Entwicklung des Endenergiebedarfs werden in Tabelle 12 zusätzlich nochmals zusammengefasst.

Tabelle 12: Entwicklung des Endenergiebedarfs in GWh/a im Zielszenario differenziert nach Energieträgern

	2023	2030	2035	2040	2045
Erdgas	70,34	45,49	27,62	12,54	0,00
Heizöl	43,29	28,31	17,41	7,88	0,00
Biomasse	15,35	14,29	13,54	12,78	12,02
sonstige fossile	2,83	1,85	1,13	0,53	0,00
Fernwärme	22,84	28,98	35,26	40,12	41,88
Strom	1,33	9,51	14,51	19,01	22,92
Solarthermie	2,06	2,47	2,71	2,91	3,06
Summe	158,04	130,89	112,17	95,76	79,89

Zusammen mit den Energiebedarfen der Wärmenetze gibt es im Zieljahr 2045 demnach einen Bedarf an fester Biomasse von 18,5 GWh/a, an Biogas von 10,4 GWh/a und an weiteren grünen Gasen (grüner Wasserstoff oder Biomethan) von 3,9 GWh/a. Die ermittelten Potenziale von holzartiger (Kapitel 3.1.6.1) und feuchter (Kapitel 3.1.6.2) Biomasse liegen dagegen bei 6,7 und 7,5 GWh/a. Im Zieljahr wird demnach mehr Biomasse verbraucht, als lokales Potenzial ermittelt wurde.

Dies ist heute jedoch analog: Der Verbrauch an fester Biomasse liegt aktuell bei ca. 17 GWh/a und der an Biogas bei 9,7 GWh/a. Im Zielszenario wird somit nur ein sehr moderater Zuwachs im Biomasseverbrauch antizipiert, welcher komplett auf den Ausbau und Energieträgerwechsel der Wärmenetze zurückzuführen ist. Der Verbrauch an Biomasse in dezentralen Gebäudeheizungen wird hingegen als rückgängig angenommen.

Während der künftige Verbrauch an fester Biomasse das ausgewiesene Potenzial also übersteigt, entspricht die Situation weitestgehend dem Status Quo. Es bestehen bereits etablierte Lieferketten, welche voraussichtlich auch den Bedarf an Biomasse des Zielszenarios abdecken können. Weiterhin ist der angenommene Nettozuwachs von 7 Festmetern pro Hektar und Jahr zwar nicht ungewöhnlich, liegt aber eher an den unteren Grenzen der bekannten Werte. In ertragsreichen Wäldern in Bayern werden teilweise auch Werte von $16 \text{ Fm}/(\text{ha} \cdot \text{a})^1$ erreicht. Das ermittelte Potenzial ist somit als konservativ einzuschätzen und kann in der Praxis deutlich höher ausfallen.

Dadurch, dass der Verbrauch fester Biomasse sich im Zielszenario vom Gebäudesektor hin zum Wärmenetz verschiebt, werden auch weitere Potenzialquellen erschlossen. Während Gebäudesektor zumeist qualitativ hochwertige Biomasse, beispielsweise in Form von Stückholz, eingesetzt wird, können Großfeuerungen ein deutlich breiteres Band an Festbrennstoffen einsetzen. Auf diese Weise werden weitere Potenzialquellen, wie Waldresthölzer, Straßenbegleitgrün, Kurzumtriebsplantagen etc. einsetzbar. Nichtsdestotrotz ist es wahrscheinlich, dass in Grafting auch feste Biomasse von außerhalb

¹ <https://www.aelf-au.bayern.de/forstwirtschaft/holz/index.php?>

des Stadtgebiets zum Einsatz kommen wird. Da auch die umliegenden Kommunen heimische Biomasse einsetzen, ist hier eine Konkurrenzsituation und ggf. Verknappung des Rohstoffs Holz möglich. Vor einer Nutzung von fester Biomasse im Wärmenetz sollten somit entsprechende Gespräche mit potenziellen Lieferanten geführt werden um sicherzustellen, dass die Biomasse regional, nachhaltig und langfristig zur Verfügung steht.

Auch bei Biogas wird nur ein geringer Anstieg des Verbrauchs erwartet, eine Deckung des Bedarfs im Zielszenario erscheint daher durch bestehende oder nur geringfügig anzupassende Erzeugungskapazitäten grundsätzlich möglich. Das ermittelte Potenzial bezieht sich lediglich auf die landwirtschaftlichen Flächen auf dem Gemarkungsgebiet Grafing. Bereits heute kommen in der Biogasanlage Grafing jedoch auch Mais aus Flächen benachbarter Kommunen, wie etwa Ebersberg, zum Einsatz. Hier ist also ohne Änderung der bestehenden Infrastruktur und Lieferketten die Abbildung des Zielszenarios wahrscheinlich.

Für sonstige grüne Gase wie Wasserstoff oder Biomethan bestehen derzeit noch keine konkreten Planungen auf kommunaler Ebene. Allerdings verfolgt die Bundesregierung mit der Nationalen Wasserstoffstrategie sowie dem Aufbau eines Wasserstoff-Kernnetzes das Ziel, künftig ausreichende Mengen erneuerbaren Wasserstoffs insbesondere für schwer elektrifizierbare Anwendungen bereitzustellen. Biomethan und Wasserstoff werden daher perspektivisch als ergänzende Energieträger betrachtet, ihre tatsächliche Verfügbarkeit für die kommunale Wärmeversorgung bleibt jedoch mit Unsicherheiten verbunden.¹ Hier ist ein entsprechendes Verfügbarkeitsrisiko vorhanden, welches beim Ausbau des Wärmenetzes entsprechend berücksichtigt werden muss.

An dieser Stelle sei nochmals erwähnt, dass das Zielszenario einen ausgewählten möglichen Fahrplan der Transformation der Wärmeversorgung darstellt und naturgemäß Unschärfen aufweist. Die tatsächliche Entwicklung, insbesondere hinsichtlich der absoluten Anteile der einzelnen Wärmeversorgungstechnologien, wird nicht zuletzt stark von den politischen Rahmenbedingungen der kommenden Jahre geprägt werden und kann von den hier gesetzten Zielwerten prozentual abweichen.

4.4.5 Entwicklung der Treibhausgasemissionen

Aus der Entwicklung des Endenergiebedarfs kann abschließend die Entwicklung der Treibhausgasemissionen abgeleitet werden. Dafür werden insbesondere die in Kapitel 2.3.6 dargestellten spezifischen CO₂-eq-Emissionsfaktoren verwendet. Abbildung 55 stellt die Entwicklung in den einzelnen Jahren graphisch dar.

Die Treibhausgasemissionen reduzieren sich im Zielszenario von rund 35.800 t_{CO2eq} über die Zwischenschritte 26.600 t_{CO2eq} (2030), 17.400 t_{CO2eq} (2035) und 8.100 t_{CO2eq} (2040) bis auf 2.600 t_{CO2eq} (2045). Insgesamt könnten die Emissionen im Zielszenario so um 93 % reduziert werden. Hauptbeitrag zu den verbleibenden Emissionen im Zieljahr 2045 leistet die Nutzung von Biogas und Wasserstoff für

¹ [https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2026/03/20260325-bundesregierung-beschliesst-gesetzesnovelle-zur-umsetzung-des-eu-gas-und-wasserstoff-binnenmarktpakets.html?](https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2026/03/20260325-bundesregierung-beschliesst-gesetzesnovelle-zur-umsetzung-des-eu-gas-und-wasserstoff-binnenmarktpakets.html?__blob=publicationFile)

die Fernwärmenetze (44 %), der Bezug von Netzstrom für Wärmepumpen (39 %) sowie die Nutzung von Biomasse (16 %).

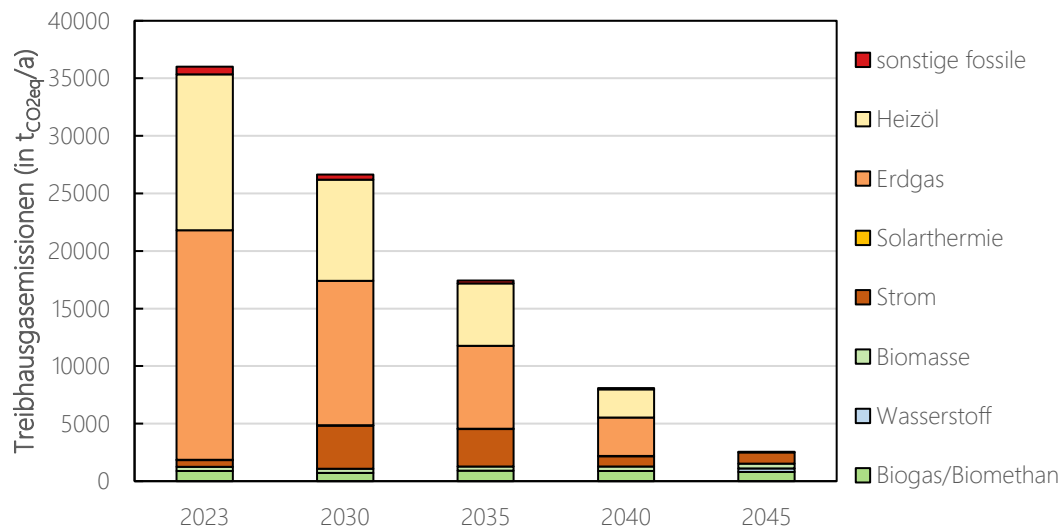


Abbildung 55: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Zielszenario differenziert nach Energieträgern

4.5 Zwischenfazit Zielszenario

Das Zielszenario zeigt durch die Verschneidung der Ergebnisse aus Bestands- und Potenzialanalyse auf, wie ein Übergang von der aktuellen, hauptsächlich fossil dominierten Wärmeversorgung hin zu einer erneuerbaren gelingen kann. Wesentliche Erkenntnisse sind dabei:

- Das Wärmenetz der Firma Rothmoser könnte in manche Bereiche am aktuellen Bestandsnetz erweitert werden. Speziell die außenliegenden Stadtteile werden perspektivisch jedoch nicht zentral versorgt werden. In den umliegenden Ortsteilen gibt es zwar teilweise bereits kleine Wärmenetze, eine flächendeckende Versorgung wird hier jedoch aufgrund geringer Wärmedichten und fehlender Ankerkunden nicht erwartet oder empfohlen. Ausnahmen bilden Untererkofen und Grafing Bahnhof, in denen der Neubau von Wärmenetzen angedacht ist.
- Im Zieljahr 2045 des Zielszenarios sind 24 % der Gebäude mit 32 % des Gesamtwärmebedarfs an Wärmenetze angeschlossen.
- Außerhalb der Wärmenetzeignungsgebiete wird empfohlen, auf dezentrale Lösungen zurückzugreifen. Hier ist ein weiterer Ausbau von Biomasse aufgrund des bereits weitgehend ausgeschöpften Potenzials nur in Einzelfällen naheliegend. Vielmehr haben Wärmepumpen das Potenzial, weite Teile der dezentralen Wärme bereitzustellen. Luft-Wärmepumpen sind dabei stets die naheliegendste Option, nur in den südlichen und südöstlichen Ortsteilen wie Eisendorf und Schauerach besteht auch hohes Potenzial bei der oberflächennahen Geothermie.
- Die Treibhausgasemissionen können sich im Zielszenario von rund 35.800 tCO_{2eq}/a um 93 % auf 2.600 tCO_{2eq}/a reduzieren. Dies wird durch den Umstieg von fossilen auf erneuerbare Energieträger bei gleichzeitiger Reduktion des Bedarfs durch entsprechende Sanierungsmaßnahmen erreicht.

Zur Einhaltung der ambitionierten Ziele sind entsprechende Maßnahmen und konkrete Handlungsschritte erforderlich. Diese werden im folgenden Kapitel erarbeitet und näher beschrieben.

5 Umsetzungsstrategie und -Maßnahmen

Das Zielszenario zeigt auf, welcher Energieträger wo in Zukunft in welcher Menge eine Rolle spielen kann. Gleichzeitig werden ambitionierte Sanierungsannahmen getroffen. Um diese Ziele erreichen zu können, sind gezielte Maßnahmen erforderlich. Kapitel 5.1 stellt hierzu die vorgeschlagenen Umsetzungsmaßnahmen vor. In Kapitel 5.2 werden die Maßnahmen für zwei Fokusgebiete exemplarisch weiter detailliert, um hier eine Umsetzung nach der Kommunalen Wärmeplanung zu erleichtern. Diese stellen räumlich aufgelöste Lösungen für eine konkrete Wärmewende dar.

5.1 Übersicht der vorgeschlagenen Umsetzungsmaßnahmen

Ziel des Maßnahmenkatalogs ist es, konkrete Maßnahmen zur Umsetzung der Wärmewendestrategie bereitzustellen. Diese richten sich vorrangig an zentrale Akteure in der Wärmewirtschaft, wie Kommunen, Energieversorger, Schornsteinfeger, Energieberater etc. Um die Umsetzungsmaßnahmen systematisieren und ordnen zu können, schlagen das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) und das Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) eine einheitliche Klassifizierung vor (Abbildung 56).



Abbildung 56: Empfohlene Klassifizierung der Umsetzungsmaßnahmen nach BMWK und BMWSB¹

Die thematischen Strategiefelder nach BMWK und BMWSB beinhalten konkret:

- Potenzialerschließung, Flächensicherung und Ausbau erneuerbarer Energien
- Wärmenetzausbau und -transformation: Maßnahmen, um neue Wärmenetze zu errichten oder bestehende Wärmenetze zu erweitern oder zu transformieren
- Sanierung/Modernisierung und Effizienzsteigerung in Industrie und Gebäuden: Maßnahmen, die auf eine Reduktion des Wärmebedarfs in Wohn- und Nichtwohngebäuden führen
- Heizungsumstellung und Transformation der Wärmeversorgung in Gebäuden und Quartieren: Maßnahmen, die auf die Heizungsumstellung von einzelnen Gebäuden oder ganzen Quartieren abzielen

¹ Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) und Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB): „Leitfaden Wärmeplanung – Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche“, Heidelberg, Freiburg, Stuttgart, Berlin, 2024.

- Strom-/Wasserstoffnetzausbau: Maßnahmen mit Fokus auf Auf- bzw. Ausbau von Strom- und Wasserstoffnetzen und/oder die Transformation (bzw. ggf. Stilllegung) bestehender Energieinfrastrukturanlagen
- Verbraucherverhalten und Suffizienz: Maßnahmen zur Schaffung von Bewusstsein für die Thematik bei Verbraucherinnen und Verbrauchern

Darüber hinaus werden die Maßnahmen in drei Aktionskategorien gruppiert: Organisation (v. a. relevant für Controlling- und Verstetigungsstrategie), Kommunikation (v. a. relevant für Kommunikationsstrategie), sowie Planung und Umsetzung.

Tabelle 13 gibt eine Übersicht über die primär an die Verwaltung der Stadt Grafing gerichteten, empfohlenen Umsetzungsmaßnahmen und stellt jeweils Kategorie der Maßnahme und Hauptadressaten dar.

Tabelle 13: Übersicht über die empfohlenen Umsetzungsmaßnahmen an die Verwaltung der Stadt Grafing

Nr.	Maßnahme	Kategorie	Adressat
Potenzialerschließung, Flächensicherung und Ausbau erneuerbarer Energien			
1	Integration der Ergebnisse der KWP in die kommunalen Planungsaufgaben der Verwaltung	Organisation	Stadt Grafing b.München
2	Umstellung der kommunalen Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien	Planung und Umsetzung	Stadt Grafing b.München
3	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV	Planung und Umsetzung	Stadt Grafing b.München
Sanierung/Modernisierung und Effizienzsteigerung in Industrie und Gebäuden			
4	Sanierungsstrategie kommunaler Gebäude	Planung und Umsetzung	Stadt Grafing b.München
Verbraucherbewusstsein und Suffizienz			
5	Informationsformate zu den geplanten Maßnahmen	Kommunikation	Stadt Grafing b.München

Weitere Maßnahmen adressieren vorrangig private Akteure, wie Energieversorger, Energieberatungen, etc. Diese werden in Tabelle 14 aufgelistet.

Tabelle 14: Übersicht über die empfohlenen Umsetzungsmaßnahmen für weitere Akteure

Nr.	Maßnahme	Kategorie	Adressat
Wärmenetzausbau und -Transformation			
6	Transformationsplan Wärmenetz Rothmoser	Planung und Umsetzung	Rothmoser GmbH & Co. KG
7	Abfrage Anschlussinteresse und Konzeptionierung internes Nahwärmenetz in der Sudetenstraße	Planung und Umsetzung	Eigentümergeinschaft Sudetenstraße
8	Wärmenetz Untereikofen	Planung und Umsetzung	Graf von Rechberg
9	Wärmenetz Grafing Bahnhof	Planung und Umsetzung	Fa. Rothmoser, Stadt Grafing b.München
10	Wärmenetz Gewerbegebiet Schammach	Planung und Umsetzung	Unternehmen im Gewerbegebiet Schammach
11	Planung von Verdichtung der Wärmenetze in Nettelkofen, Eisendorf und Straußdorf	Planung und Umsetzung	Wärmenetzbetreiber in Nettelkofen, Eisendorf und Straußdorf
Sanierung/Modernisierung und Effizienzsteigerung in Industrie und Gebäuden			
12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien	Kommunikation	Energieagentur Ebersberg, Energieberaterinnen und Energieberater
Heizungsumstellung und Transformation der Wärmeversorgung in Gebäuden und Quartieren			
13	Aufbau neuer Wärmedienstleistungen prüfen	Planung und Umsetzung	Rothmoser GmbH & Co. KG, regionale Energieversorger
Strom-/Wasserstoffnetzausbau			
14	Stromnetzchecks und frühzeitige Einleitung von Anpassungsmaßnahmen	Planung und Umsetzung	Bayernwerk, Rothmoser GmbH & Co. KG

15	Erstellung eines verbindlichen Gasnetztransformationsplans zur etwaigen Umstellung des Gasnetzes auf Wasserstoff	Planung und Umsetzung	Energienetze Bayern
----	--	-----------------------	---------------------

Jede Maßnahme wird in Form eines Maßnahmensteckbriefs konkretisiert und ausgearbeitet. Die Maßnahmensteckbriefe sollen Antwort auf folgende Fragen geben:

- Welche Maßnahmen sind erforderlich?
- Wer ist dafür verantwortlich?
- Welche Handlungsschritte werden benötigt?
- Wann und wie lange ist die Maßnahme erforderlich?
- Welcher Aufwand kommt bei der Maßnahme auf die Stadt zu?
- Welche Kosten fallen für die Maßnahme an?
- Welche Förderungen können zur Finanzierung genutzt werden?

Abbildung 57 zeigt einen exemplarischen Maßnahmensteckbrief. Die gesammelten Maßnahmensteckbriefe sind in Kapitel 12.2 im Anhang zu finden.

Maßnahme 2:

Umstellung der kommunalen Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	Stadt Grafing b.München	
Beschreibung	Der kommunale Wärmebedarf spielt eine nennenswerte Rolle, ebenso die dadurch ausgestoßenen Treibhausgasemissionen. Hier ist einerseits großes Potenzial zur Dekarbonisierung. Andererseits kann die Kommune als zentrale Akteurin durch eine gezielte Planung und Umsetzung den Weg für eine nachhaltige und klimafreundliche Wärmeversorgung ebnen und eine Vorreiterrolle einnehmen. Durch die Umstellung zeigt die Kommune, dass eine zukunftsorientierte Wärmeversorgung möglich und wirtschaftlich tragfähig ist. Dies unterstreicht ihre Verantwortung und ihren Einfluss als Vorbild und Wegbereiterin. Die Kommune kann als Impulsgeberin für Investitionen in erneuerbare Energien agieren, Partnerschaften mit lokalen Unternehmen und Energieversorgern fördern und durch Pilotprojekte Innovationskraft demonstrieren.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Beantragung Förderung	Stadt Grafing b.München
	Planung und Umsetzung der Heizungsumstellung	externe Dienstleister
Laufzeit	abhängig von Heizungsalter; zeitnahe Umsetzung bis 2030	
Kosten	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Kosten fallen insbesondere für Planung und Umsetzung des Heizungstauschs an; die Höhe ist stark fallspezifisch.	
Personalaufwand	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Der personelle Aufwand für die Stadt ist überschaubar, da die Maßnahme hauptsächlich durch externe Dienstleister bearbeitet wird.	
Förderung	diverse, fallspezifische Förderprogramme, allen voran das BEG (Bundesförderung für effiziente Gebäude)	

Abbildung 57: exemplarischer Maßnahmensteckbrief

5.2 Umsetzungsmaßnahmen in den Fokusgebieten

Zu Unterstützung der Umsetzung der Wärmewende werden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung detaillierte Umsetzungsmaßnahmen für Fokusgebiete ausgearbeitet. Diese sollen konkrete, räumlich verortete Hilfestellungen für die künftige Wärmeversorgung liefern. Fokusgebiete stellen dabei Gebiete dar, welche beispielsweise aufgrund ihrer Bedeutung für das Gelingen der lokalen Wärmewende prioritär zu behandeln sind oder aufgrund ihrer Struktur exemplarisch für große Teile des Gemarkungsgebiets stehen und somit einer breiten Öffentlichkeit als Umsetzungsbeispiel dienen können.

In Grafing ist eine zentrale Wärmeversorgung in erster Linie für Gebiete um den Stadtkern geplant, für die äußeren Stadtgebiete mit geringen Wärmedichten gibt es dagegen keine konkreten Planungen. Repräsentativ für die äußeren, künftig vorrangig dezentral versorgten Stadtteile wird das Gebiet um die

Oskar-Maria-Graf-Straße als Fokusgebiet gewählt. Zusätzlich wird als Fernwärmegebiet der südliche Teil von Grafing Bahnhof betrachtet, wo es bereits erste Untersuchungen für ein Fernwärmenetz gibt. Die beiden Gebiete sind in Abbildung 58 dargestellt. Die Betrachtung der Fokusgebiete soll Gebäudeeigentümerinnen und -Eigentümern eine Hilfestellung bei der Bewertung unterschiedlicher Heiztechnologien bieten.



Abbildung 58: Übersicht über die gewählten Fokusgebiete

Eine Betrachtung des Versorgungsgebiets des Fernwärmenetzes der Firma Rothmoser soll und kann an dieser Stelle nicht erfolgen, da dies bereits im Rahmen einer geförderten Transformationsplanung untersucht wurde.

5.2.1 Fokusgebiet Oskar-Maria-Graf-Straße

5.2.1.1 Beschreibung des Fokusgebiets

Das Fokusgebiet Oskar-Maria-Graf-Straße umfasst einen nördlichen Stadtteil Grafings (Abbildung 67). Die Bebauung ist stark von Doppelhäusern geprägt, im Süden und Osten des Gebiets dominieren dagegen Einfamilienhäuser. Es gibt nur wenige Mehrfamilienhäuser, welche insbesondere Mehrgenerationenhäuser darstellen (Abbildung 68). In der Bebauung kann das Gebiet somit auch repräsentativ für weitere Ortsrandlagen Grafings betrachtet werden.



Abbildung 59: Übersicht über das Fokusgebiet Oskar-Maria-Graf Straße

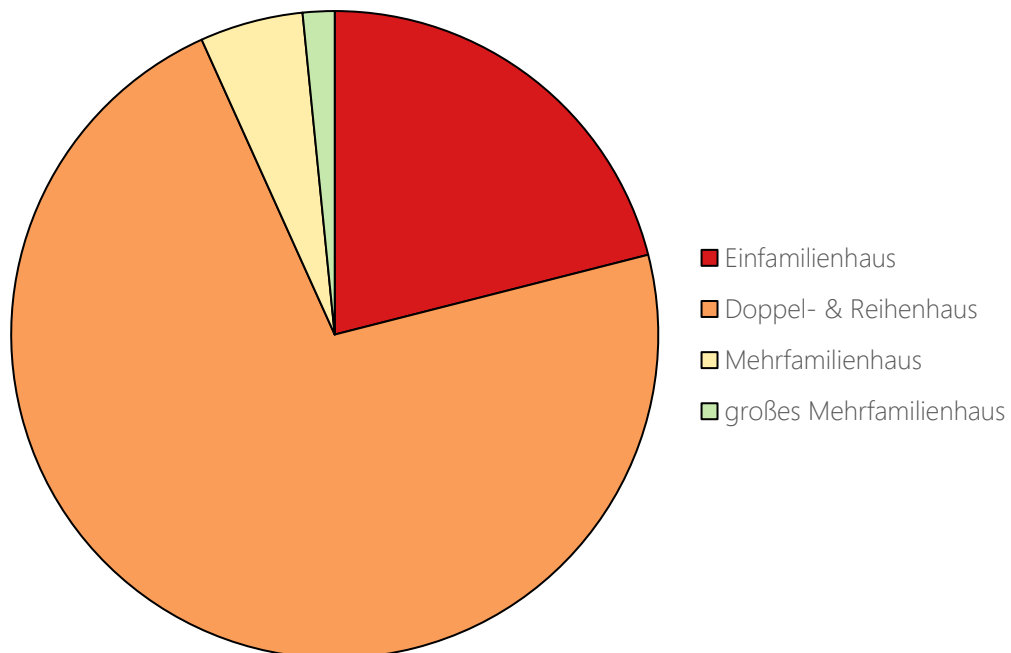


Abbildung 60: Gebäudetypen im Fokusgebiet Oskar-Maria-Graf Straße

Ein großer Teil der Gebäude stammt aus den Jahren von 1949 bis 1978 (Abbildung 61). Diese Gebäude wurden vor Inkrafttreten der 1. Wärmeschutzverordnung gebaut und weisen in der Regel ein hohes

Sanierungspotenzial auf. Ein deutlich geringerer Teil des Gebäudebestands ist Neubau und hat somit ein geringes Potenzial zur Bedarfsreduktion.

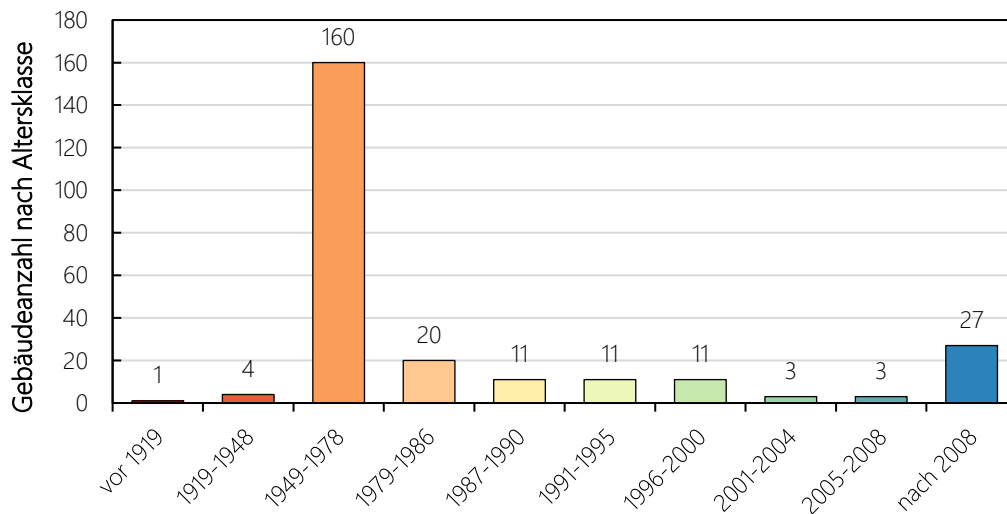


Abbildung 61: Baualtersklassen im Fokusgebiet Oskar-Maria-Graf Straße

5.2.1.2 Angenommene Entwicklung der Wärmeversorgung

Wie bereits bei der Beschreibung des Zielszenarios erwähnt, wird im Fokusgebiet Oskar-Maria-Graf-Straße aufgrund der geringen Wärmedichte keine Wärmenetzeignung festgestellt. Vielmehr wird davon ausgegangen, dass hier dezentrale Lösungen wie Wärmepumpen oder Biomassefeuerungen zum Einsatz kommen werden. Abbildung 62 stellt die angenommene Entwicklung der Wärmeversorgung im Gebiet Oskar-Maria-Graf-Straße im Zielszenario dar. Während aktuell der Großteil der Wärme mit Erdgas und teilweise auch Heizöl bereitgestellt wird, wird davon ausgegangen, dass bis 2045 insbesondere Wärmepumpen eine zentrale Rolle spielen werden.

Hier werden in erster Linie Luft-Wärmepumpen als ein vielversprechender Lösungsansatz gesehen, Erdwärmesonden sind sich aufgrund der Bohrtiefenbegrenzung¹ und Erdwärmekollektoren aufgrund mangelnder Flächen nicht naheliegend. Für Biomassefeuerungen wird angenommen, dass sie ihren aktuellen Anteil an der Wärmeversorgung auch in Zukunft beibehalten, aufgrund des begrenzten lokalen Potenzials jedoch nicht nennenswert zugebaut werden.

¹ https://www.lra-ebe.de/media/7277/erdwaermesonden_bohrtiefenbegrenzung_din_a3_grafing-bmuenchen.pdf

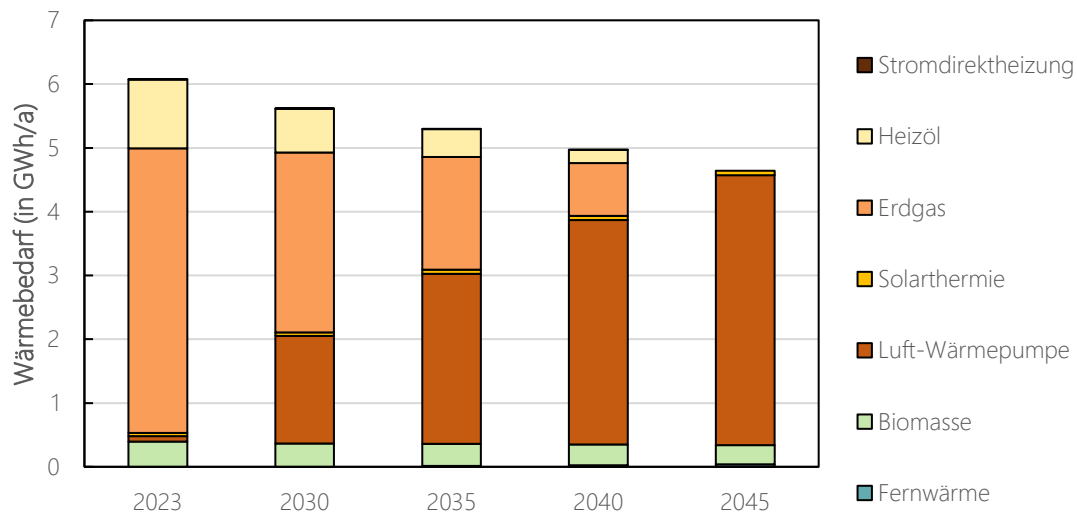


Abbildung 62: angenommene Entwicklung der Wärmebereitstellung im Fokusgebiet Oskar-Maria-Graf-Straße im Zielszenario

Für die dezentrale Heizungsumstellung werden im Gebäudeenergiegesetz unterschiedliche Erfüllungsoptionen angegeben, welche das Ziel von mindestens 65 % erneuerbaren Energien erreichen. Im Folgenden sollen für repräsentative Einfamilien- und Mehrfamilienhäuser sowohl im Alt- als auch im Neubau die Kosten unterschiedlicher erneuerbarer Heizungsoptionen ermittelt werden. Konkret werden untersucht:

- Luft-Wasser-Wärmepumpe
- Luft-Wasser-Wärmepumpe mit zusätzlicher Aufdach-Photovoltaik
- Wasser-Wasser-Wärmepumpe (Grundwasserwärmepumpe)
- Sole-Wasser-Wärmepumpe (oberflächennahe Geothermie)
- Holzpelletkessel
- Holzpelletkessel mit Solarthermie

Die erneuerbaren Heizungsoptionen werden jeweils der Neuerrichtung eines Erdgaskessels gegenübergestellt. Die Kosten sind als Vollkosten zu verstehen, beinhalten also nicht nur die Energiekosten (z. B. Strom, Pellets, Erdgas) sondern auch den Investitionsaufwand sowie Wartung etc.

Die aufgeführten erneuerbaren Heizsysteme sind im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM) förderfähig. Die maximal anerkannten Investitionskosten betragen

- 30.000 € für die erste Wohneinheit bzw. ein Einfamilienhaus,
- 15.000 € für die zweite bis sechste Wohneinheit, und
- 8.000 € je Wohneinheit ab der siebten Wohneinheit.

Für Nichtwohngebäude gelten gesonderte Förderobergrenzen.

Die Grundförderung liegt bei 30 % der förderfähigen Kosten. Zusätzlich kann bis Ende 2028 ein Klimageschwindigkeitsbonus von 20 % beansprucht werden, der bis 2036 schrittweise auf 8 % reduziert wird. Der Klimageschwindigkeitsbonus wird gewährt, wenn in einer selbstgenutzten Wohneinheit eine funktionstüchtige Öl-, Kohle-, Gas-Etagen-, Nachtspeicherheizung oder eine mindestens 20 Jahre alte Gas- oder Biomasseheizung ersetzt wird.

Bei selbstgenutzten Gebäuden und einem Haushaltseinkommen bis 40.000 € jährlich wird ein Einkommensbonus von 30 % gewährt. Für Wärmepumpen mit Erd- oder Wasserquelle kommt zusätzlich ein Effizienzbonus von 5 % hinzu. Die Gesamtförderung ist auf maximal 70 % der förderfähigen Ausgaben begrenzt.

5.2.1.3 Vollkostenvergleich für Einfamilienhäuser

Die Heizsysteme werden anhand ihrer Wärmegestehungskosten verglichen. Diese beinhalten nicht nur *Brennstoffkosten* (z. B. Erdgas, Pellets, Strom), sondern auch Kosten für die Investition in die Anlagentechnik (*Investitionskosten*) sowie *Betriebskosten* wie etwa Wartung. Der Vergleich der Wärmegestehungskosten berücksichtigt damit sowohl Unterschiede in Energieträger und Effizienz, als auch unterschiedliche hohe Kosten für den Austausch und Kauf der Heiztechnologie.

Abbildung 63 vergleicht die Wärmegestehungskosten anhand eines repräsentativen unsanierten Einfamilienhauses, etwa aus der Baualtersklasse von 1949 bis 1978, mit einem jährlichen Wärmebedarf von 26 MWh. Solche Gebäude stehen beispielsweise direkt an der Ludwig-Thoma-Straße. Für die erneuerbaren Heizsysteme wird jeweils eine Förderquote von 50 % bzw. 55 % (Sole-Wasser-Wärmepumpe und Wasser-Wasser-Wärmepumpe) der maximal anrechenbaren Kosten angesetzt. Zusätzlich werden indikativ die Wärmegestehungskosten angedeutet, die ohne Förderung durch die BEG anfallen würden (Punkte im Diagramm).

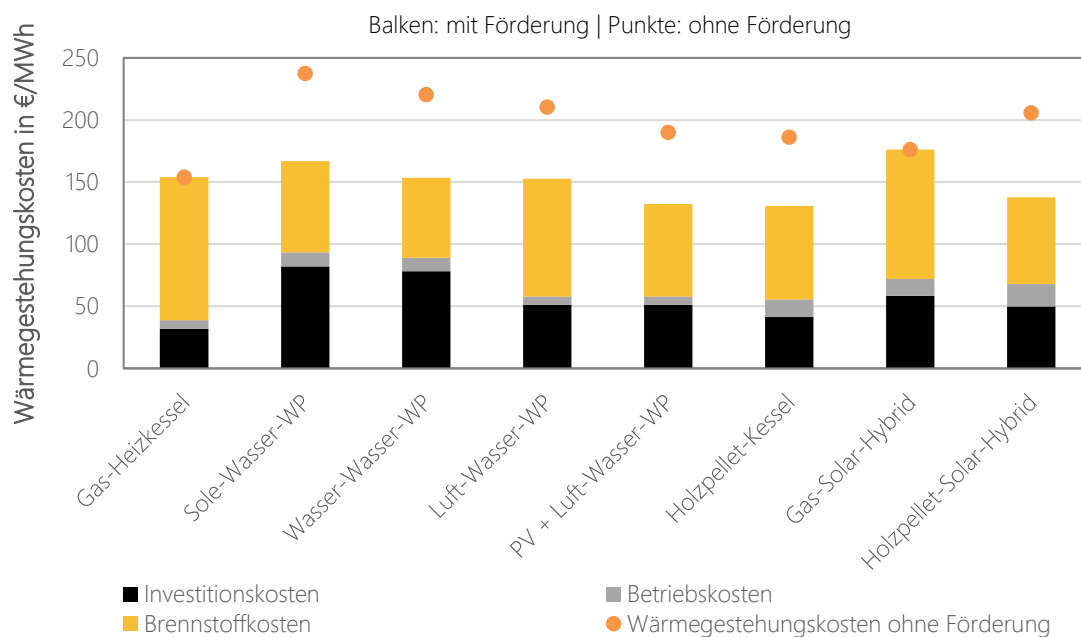


Abbildung 63: exemplarische Wärmegestehungskosten unterschiedlicher Wärmeerzeuger in unsanierten Einfamilienhäusern; Hinweis: um die Werte in ct/kWh zu erhalten können die Balken durch 10 geteilt werden

Der Vergleich zeigt, dass auch in unsanierten Einfamilienhäusern Wärmepumpenlösungen konkurrenzfähig mit Erdgaskesseln sein können. Die Förderung reduziert die Investitionskosten erheblich, wodurch die Wärmegestehungskosten der Wärmepumpen im Bereich des Erdgaskessels liegen. Insbesondere, wenn die Wärmepumpe teilweise mit eigenem Photovoltaikstrom betrieben werden kann, liegen die Wärmegestehungskosten selbst im Altbau deutlich unterhalb der Gasheizung. Dieser Vergleich kann analog mit einer Heizölfeuerung angestellt werden. Die Wärmegestehungskosten von Heizöl- und Erdgasheizung unterscheiden sich in ihrer absoluten Höhe nur geringfügig.

Heizölfeuerungen zeichnen sich jedoch durch höhere Investitionskosten, dafür aber geringere Brennstoffkosten aus.¹

Auch wenn die absoluten Wärmegestehungskosten der unterschiedlichen Wärmepumpentypen nur unwesentlich variieren, ist die Kostenaufteilung deutlich verschieden. Ein Großteil der Wärmegestehungskosten von Sole-Wasser-Wärmepumpen und Wasser-Wasser-Wärmepumpen resultiert aus den Investitionskosten (Bau der Wärmepumpe und insbesondere Erschließung der Wärmequelle mittels Erdwärmesonden bzw. Grundwasserbohrungen). Diese Wärmequellen liefern jedoch über das Jahr hinweg gleichmäßigere Temperaturen und ermöglichen insbesondere in den heizintensiven Wintermonaten einen effizienten Betrieb der Wärmepumpen. Sie weisen deshalb geringere Stromkosten auf und sind somit robuster gegenüber Veränderungen am Strommarkt. Luft-Wasser-Wärmepumpen hingegen sind günstiger in der Anschaffung, haben jedoch höhere Stromkosten durch einen geringeren Wirkungsgrad.

Auch Holzpellets ermöglichen geringere Wärmegestehungskosten als Erdgasfeuerungen, sind jedoch nicht überall einsetzbar. Zunächst muss der entsprechend große Lagerraum für die Bevorratung der Holzpellets vorhanden und die Ableitbedingungen des Abgases gegeben sein. Zusätzlich ist aus Gründen der Ressourcenschonung nur in Gebäuden mit hoher Heizlast zu einer Pelletfeuerung zu raten.

Für ein exemplarisches saniertes oder neugebautes Einfamilienhaus mit einem jährlichen Wärmebedarf von 11 MWh fällt der Vergleich der Heiztechnologien deutlich zu Gunsten der Wärmepumpen aus (Abbildung 64). Dies ist insbesondere darauf zurückzuführen, dass die Sanierung von Gebäuden oftmals zu einer Absenkung der Vorlauftemperatur führt. Wärmepumpen arbeiten umso effizienter, je niedriger die benötigten Vorlauftemperaturen sind. Die höheren Wirkungsgrade reduzieren ihrerseits die Brennstoffkosten und damit die gesamten Wärmegestehungskosten.

Besonders groß ist die potenzielle Senkung der Wärmegestehungskosten dann, wenn die Wärmepumpe mit einer Photovoltaikanlage kombiniert wird. Der selbst produzierte Strom sorgt dafür, dass weniger Strom eingekauft werden muss und senkt somit die Brennstoffkosten. Jedoch zeigt die Analyse, dass auch mit üblichen Stromtarifen das Heizen mit Wärmepumpen im sanierten oder neuen Einfamilienhaus deutlich günstiger ist als mit Erdgas.

Welche Umweltwärmequelle für die Wärmepumpe dabei zum Einsatz kommen kann und soll ist stark von den jeweiligen Gegebenheiten abhängig. Unter den getroffenen Annahmen sind die Wärmegestehungskosten von Luft-, Wasser- und Sole-Wärmepumpen in einer sehr ähnlichen Größenordnung. Erneut zeigt sich jedoch, dass Wasser- und Sole-Wärmepumpen höhere Anschaffungskosten aufweisen, während des Betriebs jedoch effizienter betrieben werden können und somit geringere Stromkosten verursachen. Sie sind entsprechend unabhängiger von der Entwicklung der Strompreise. Luft-Wärmepumpen zeigen die umgekehrte Verteilung mit geringeren Investitionskosten, jedoch höheren Brennstoffkosten.

¹ https://www.bdew.de/media/documents/BDEW-HKV_Altbau.pdf

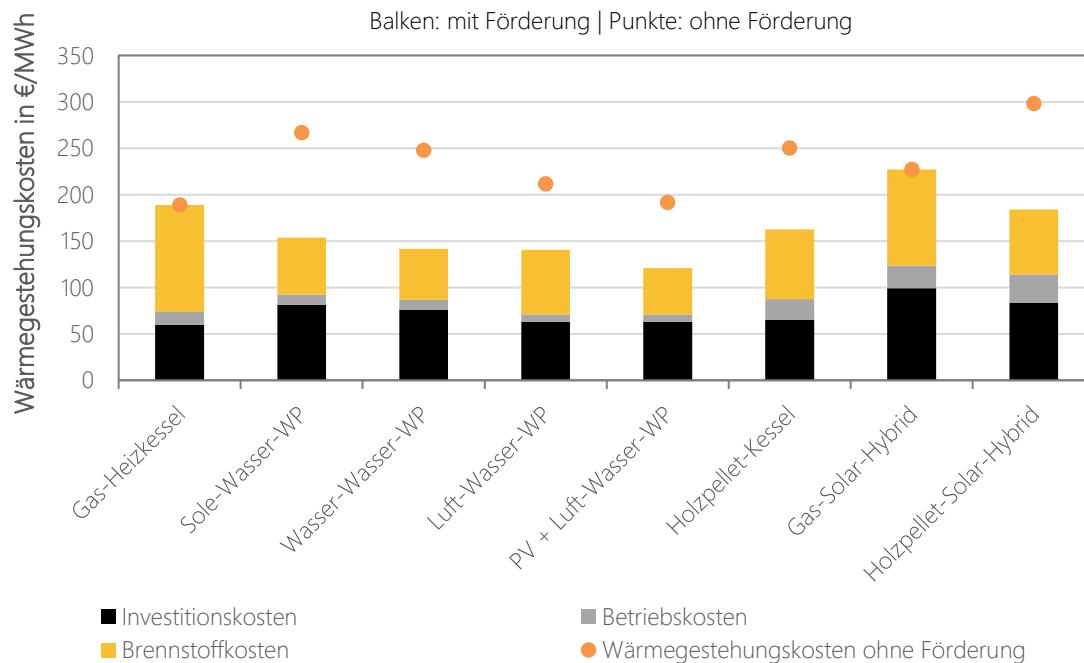


Abbildung 64: exemplarische Wärmegestehungskosten unterschiedlicher Wärmeerzeuger in neuen oder sanierten Einfamilienhäusern; Hinweis: um die Werte in ct/kWh zu erhalten können die Balken durch 10 geteilt werden

Die Entscheidung, welche Umweltwärmequelle zum Einsatz kommen soll, hängt somit zunächst davon ab, ob vor Ort ein Potenzial für Grundwassernutzung oder oberflächennahe Geothermie gegeben ist. Anschließend kann bei der Entscheidung zwischen der Höhe der Anfangsinvestition und den laufenden Kosten während des Betriebs abgewogen werden.

5.2.1.4 Vollkostenvergleich für Mehrfamilienhäuser

Analog zum Vollkostenvergleich der Einfamilienhäuser werden im Folgenden die einzelnen erneuerbaren Heizungstechnologien für Mehrfamilienhäuser untersucht. Hier wird explizit von Mehrfamilienhäusern mit zentraler Wärmeversorgung (also nicht unter Nutzung von beispielsweise Gasetagenheizungen) ausgegangen.

Abbildung 65 stellt die Wärmegestehungskosten für ein unsaniertes Mehrfamilienhaus mit einem jährlichen Wärmebedarf von 175 MWh dar. Dies entspricht beispielsweise einem Gebäude der Altersklasse 1949 bis 1978.

Grundsätzlich gilt: Die Heizungsanlage kann – gemessen am gesamten Wärmeabsatz des Gebäudes – kleiner dimensioniert werden als im Falle von Einfamilienhäusern. Üblicherweise fällt der Wärmebedarf aufgrund der höheren Anzahl von Abnahmestellen bei Mehrfamilienhäusern gleichmäßiger über den Tag verteilt an. Die (Voll-)Benutzungsstunden der Heizung steigen somit an. Die Anlage wird besser ausgenutzt, was dazu führt, dass die Investitionskosten bei den Heizungskosten weniger zu Buche schlagen als bei Einfamilienhäusern.

Von diesem Effekt können Wärmepumpenlösungen besonders profitieren. Beim Vergleich der unsanierten Einfamilienhäuser zeigte sich, dass insbesondere die hohen Investitionskosten die Wärmegestehungskosten in die Höhe treiben. Dieser Effekt fällt bei unsanierten Mehrfamilienhäusern geringer aus. Dies führt dazu, dass insbesondere Sole- und Wasser-Wärmepumpen bei unsanierten

Mehrfamilienhäusern günstiger sind als Erdgasfeuerungen. Auch Luft-Wärmepumpen sind insbesondere in Kombination mit Photovoltaik konkurrenzfähig.

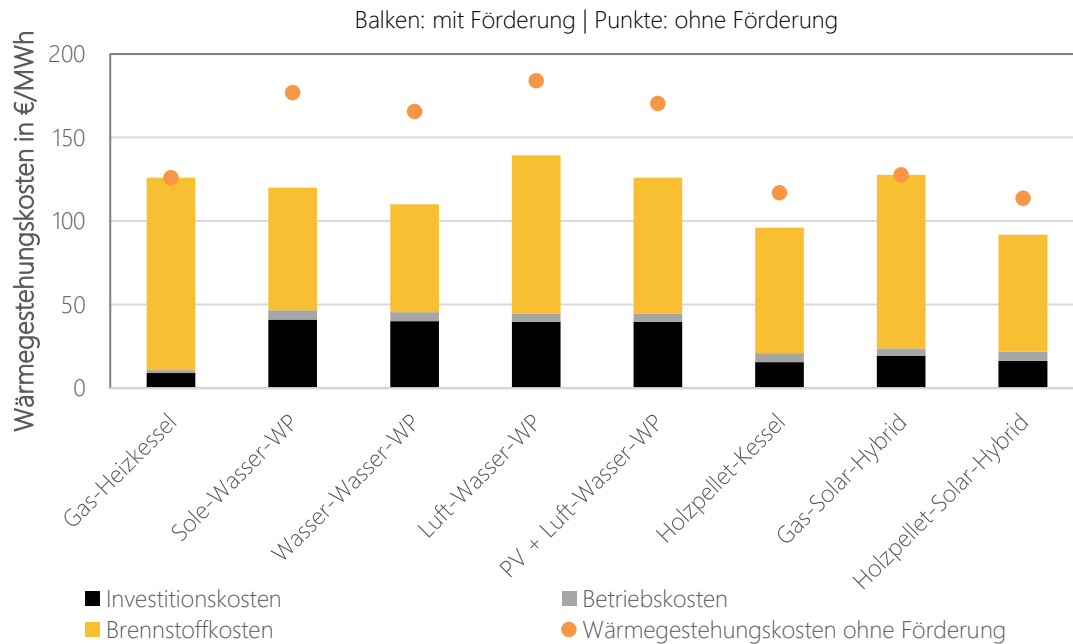


Abbildung 65: exemplarische Wärmegestehungskosten unterschiedlicher Wärmeerzeuger in unsanierten Mehrfamilienhäusern; Hinweis: um die Werte in ct/kWh zu erhalten können die Balken durch 10 geteilt werden

Der wirtschaftliche Vorteil der Wärmepumpenlösungen wird im Vergleich sanierter bzw. neugebauter Mehrfamilienhäuser mit einem jährlichen Wärmebedarf von 85 MWh nochmals größer. Wie Abbildung 66 verdeutlicht, liegen die Wärmegestehungskosten aller Wärmepumpenlösungen unterhalb denen von Erdgasfeuerungen. Wie bereits beim Vergleich der Einfamilienhäuser diskutiert unterscheidet sich dabei im Wesentlichen die Zusammensetzung der Kosten: Sole- und Wasser-Wärmepumpen sind teurer in der Anschaffung, verursachen während des laufenden Betriebs jedoch geringere Kosten. Luft-Wärmepumpen sind preiswerter in der Investition, verbrauchen jedoch im Betrieb mehr Strom. Die Kombination von Wärmepumpen mit Photovoltaik reduziert die Wärmegestehungskosten nochmals.

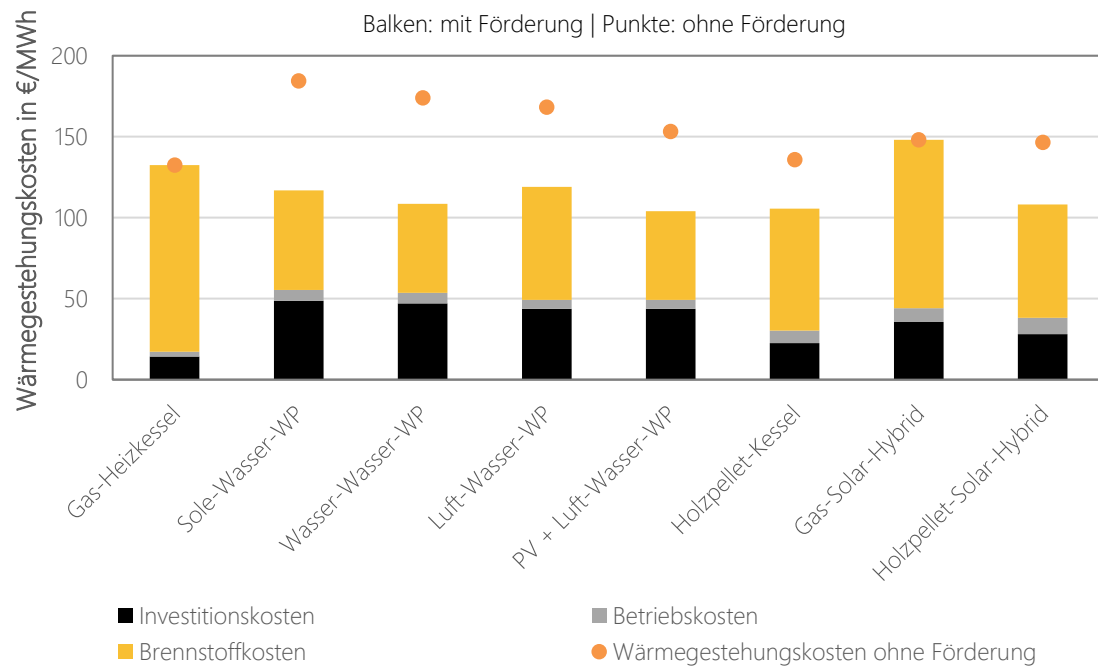


Abbildung 66: exemplarische Wärmegestehungskosten unterschiedlicher Wärmeerzeuger in neuen oder sanierten Mehrfamilienhäusern; Hinweis: um die Werte in ct/kWh zu erhalten können die Balken durch 10 geteilt werden

5.2.2 Fokusgebiet Grafing Bahnhof

5.2.2.1 Beschreibung des Fokusgebiets

Das Fokusgebiet Grafing Bahnhof liegt im Westen Grafings (Abbildung 67). Die Bebauung ist generell von Doppel- und Einfamilienhäusern geprägt, wobei auch einige Mehrfamilienhäuser vorkommen. Dabei ist zu erwähnen, dass sich der Begriff Mehrfamilienhaus auch auf Mehrgenerationenhäuser bezieht (Abbildung 68).



Abbildung 67: Übersicht über das Fokusgebiet Grafting Bahnhof

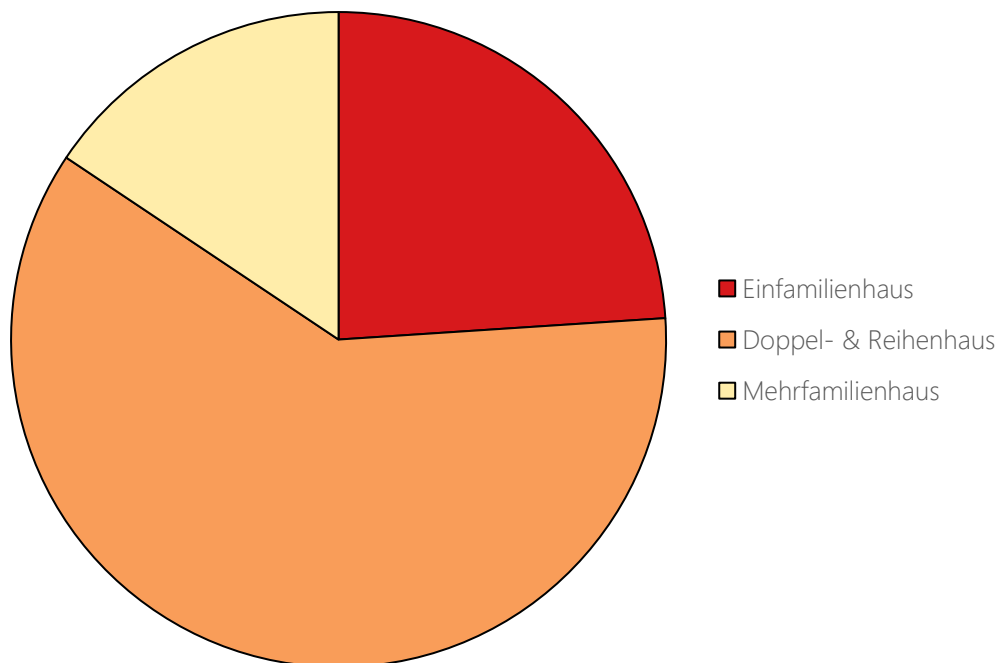


Abbildung 68: Gebäudetypen im Fokusgebiet Grafting Bahnhof

Rund 40 % der Wohngebäude wurden vor 1978 (Abbildung 69), also vor Inkrafttreten der 1. Wärmeschutzverordnung, errichtet und weisen in der Regel ein hohes Sanierungspotenzial auf. Ein ähnlich großer Anteil der Gebäude stammt aus den Jahren nach 2000, wodurch hier besonders geringe

Wärmebedarfe anfallen. Es ist somit ein sehr inhomogenes Gebäudealter in Grafing Bahnhof mit unterschiedlichen Potenzialen und Anforderungen an die künftige Wärmeversorgung vorhanden.

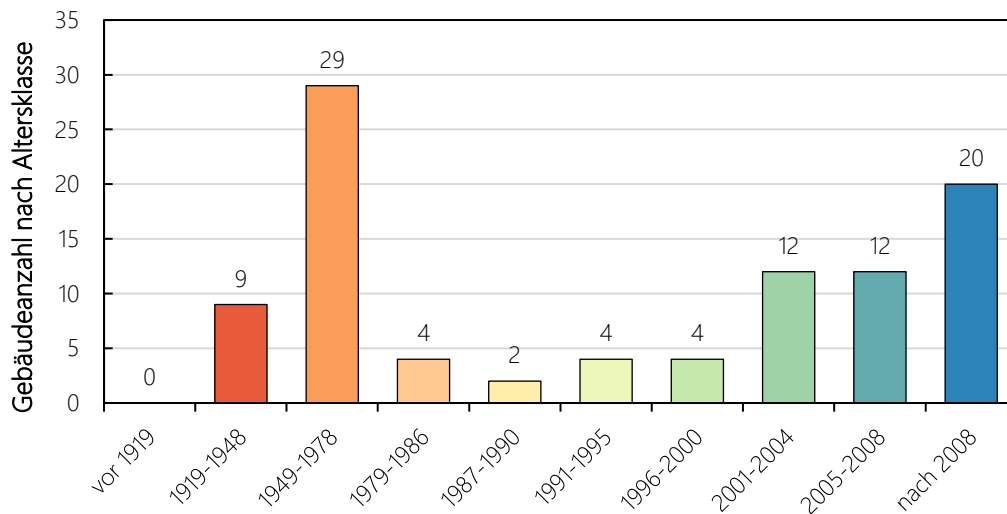


Abbildung 69: Baualtersklassen im Fokusgebiet Grafing Bahnhof

5.2.2.2 Konzeptionierung des Wärmenetzes

Für das mögliche Wärmenetz im Bereich Grafing Bahnhof existieren bereits Voruntersuchungen der Rothmoser GmbH & Co. KG. Die folgenden Ausführungen basieren auf den Voruntersuchungen. Abbildung 70 zeigt einen möglichen Trassenverlauf des Wärmenetzes im Fokusgebiet mit den Haupttrassen sowie Hausanschlüssen.

Das Gebiet umfasst den südlichen Teil von Grafing Bahnhof mit insgesamt 94 Hausanschlüssen und ist in drei Bauabschnitte (BA) unterteilt. Der südliche Teil der Kranzhornstraße bildet den Bauabschnitt 1. Entlang des nördlichen Teils der Kranzhornstraße, einschließlich der Rotwandstraße und der Brünsteinstraße verläuft der Bauabschnitt 2. Bauabschnitt 3 erschließt schließlich den Bahnhofsvorplatz und die Hauptstraße 36.

Über die Gebäudearten und deren Altersklassen können Heizgrenztemperaturen und Warmwasseranteile zugewiesen werden, um schließlich für jedes Gebäude den Jahreslastgang zu ermitteln. Den Lastgang des gesamten Netzes stellen Abbildung 71 in ungeordneter sowie Abbildung 72 in nach Wärmebedarf geordneter Weise dar.

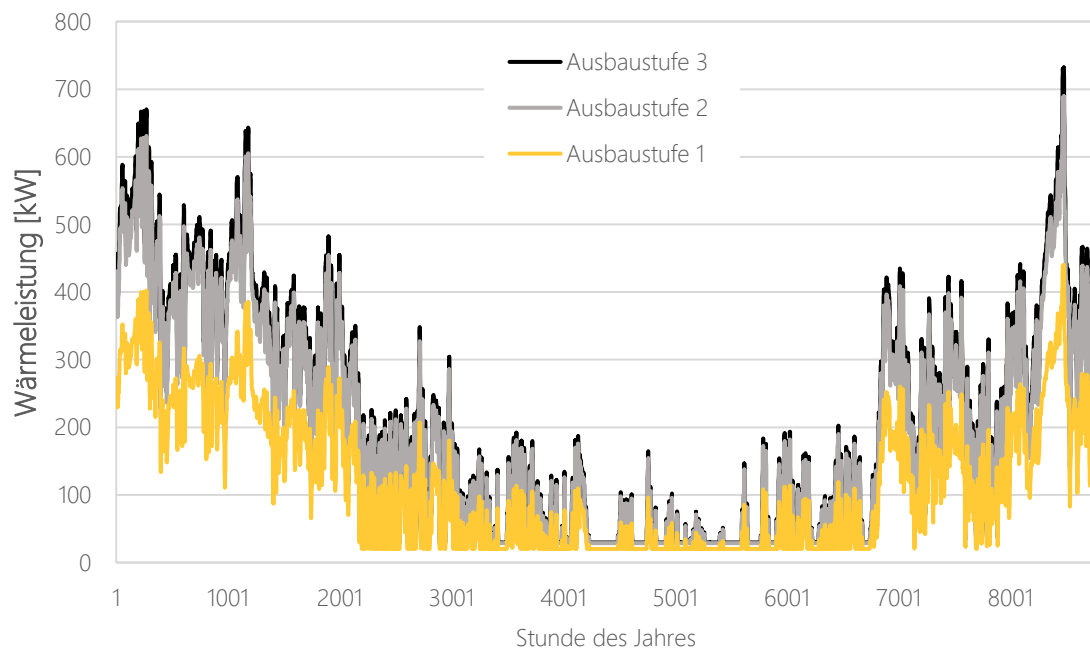


Abbildung 71: Jahresdauerlinien der Ausbaustufen

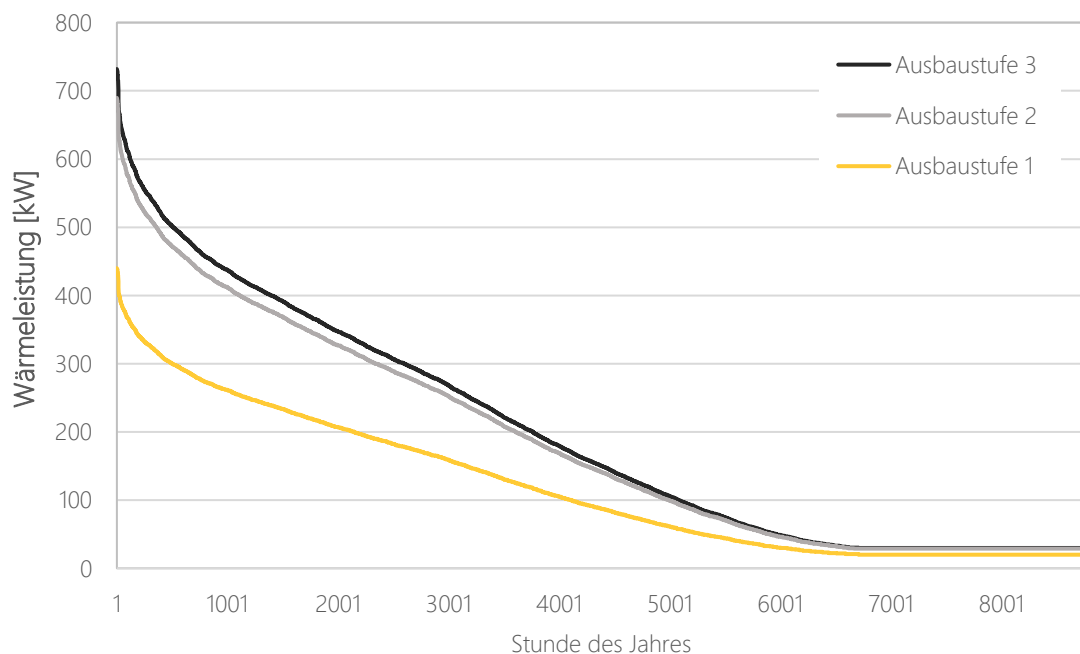


Abbildung 72: Geordnete Jahresdauerlinien der Ausbaustufen

Die nachfolgend dargestellten Planungen zur Wärmeerzeugung und zum Kostenrahmen beziehen sich auf die Ausbaustufe 3, welche das gesamte Fokusgebiet umfasst.

5.2.2.3 Konzeptionierung der Wärmeerzeuger

Aufbauend auf dem Wärmebedarf wird ein Konzept zur Wärmeversorgung erstellt. Für das Fokusgebiet wird von einer Wärmeversorgung aus Hackschnitzeln ausgegangen. Zur Deckung des jährlichen Wärmebedarfs sind drei Hackschnitzelkessel mit einer Leistung von jeweils 330 kW vorgesehen. Ergänzend wird ein Pufferspeicher mit 60 m³ installiert, um Schwankungen im Wärmebedarf auszugleichen. Diese Konfiguration ermöglicht einen flexiblen Betrieb sowie eine zuverlässige Versorgung. Hackschnitzel zeichnen sich durch niedrige Brennstoffkosten, vergleichsweise geringe Investitionskosten und die Nutzung lokal verfügbarer Biomasse aus. Die Lastgangsimulationen zeigen den Einsatz der einzelnen Erzeuger im Jahresverlauf (Abbildung 73).

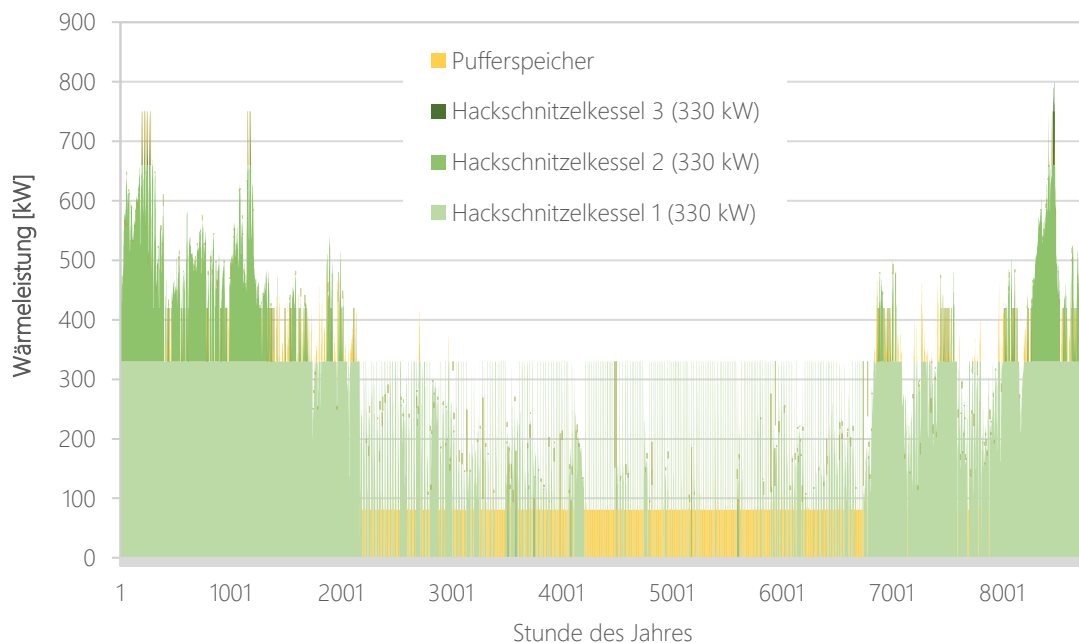


Abbildung 73: Simulation der Wärmeerzeuger der Ausbaustufe 3 im Jahresverlauf

Die Simulationsergebnisse inklusive der Verteilungs- und Pufferspeicherverluste sind in Tabelle 16 dargestellt. Insgesamt müssen 2.206 MWh/a Wärme bereitgestellt werden. Davon werden rund 1.741 MWh/a von den Verbrauchern genutzt. Die Differenz geht als Netz- und Pufferspeicherverluste verloren. Der Großteil der Wärmebereitstellung (84 %) fällt auf den ersten Hackschnitzelkessel. Der zweite Hackschnitzelkessel übernimmt 16 % der Wärmeerzeugung. Die Simulationen zeigen, dass der dritte Hackschnitzelkessel nur wenige Volllaststunden aufweist und nahezu 0 % der Wärme bereitstellt. Der dritte Hackschnitzelkessel dient somit als Back-Up und kann bei Ausfall eines anderen Wärmeerzeugers Versorgungssicherheit garantieren. Abbildung 74 zeigt zusätzlich den Anteil der Wärmeerzeugung der einzelnen Hackschnitzelkessel.

Tabelle 16: Erzeugungsstruktur und Verluste in der Wärmenetz – Ausbaustufe 3

Wärmeerzeuger	Erzeugte Wärme [MWh/a]	Anteil [%]	Volllaststunden [h]
Hackschnitzelkessel 1 (330 kW)	1.843	84%	5.584
Hackschnitzelkessel 2 (330 kW)	359	16%	1.088
Hackschnitzelkessel 3 (330 kW)	5	0%	15
Erzeugte Wärme	2.206		
Pufferspeicher Verluste	-11	0%	
Verteilungsverluste	-454	21%	
Genutzte Wärme	1.741		

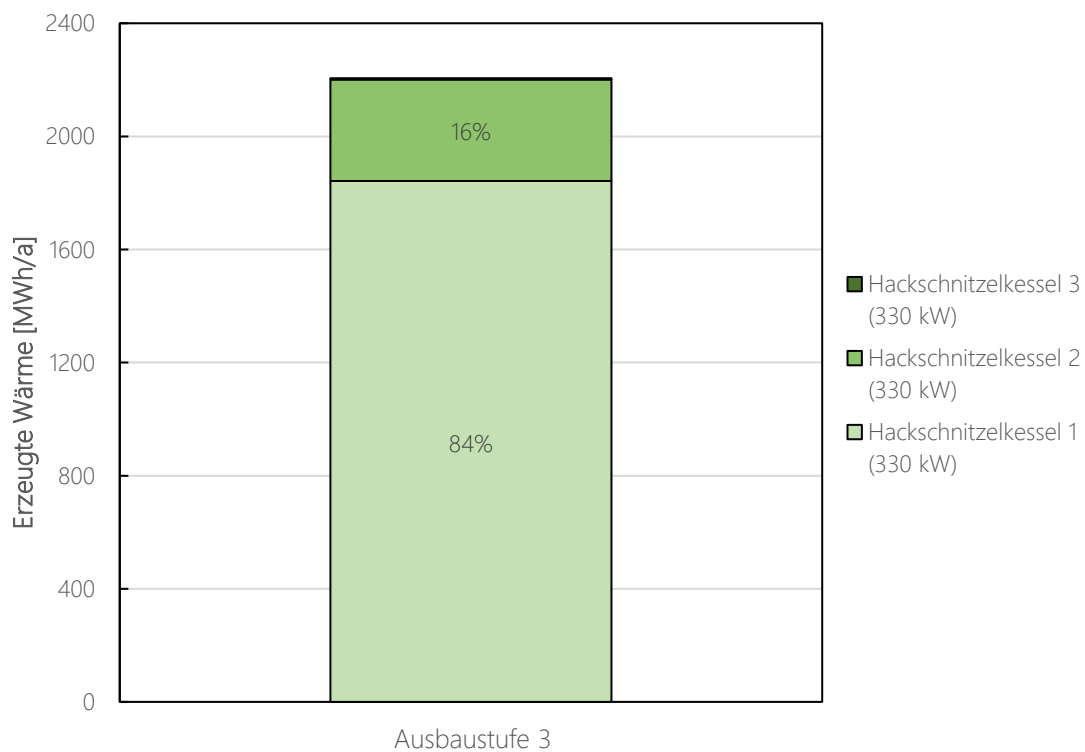


Abbildung 74: Anteile der Wärmeerzeuger von Ausbaustufe 3

5.2.2.4 Ermittlung des Kostenrahmens

Die wirtschaftliche Betrachtung der Konzepte erfolgt in Anlehnung an die VDI 2067 zur Berechnung der Gestehungskosten für (hier) Wärme im Kurzverfahren. Der Betrachtungszeitraum beläuft sich dabei auf 20 Jahre und berücksichtigt beispielsweise antizipierte Änderungen der Brennstoffkosten.

Berechnungsgrundlage ist die Bestimmung von drei Gruppen an Kosten, die typischerweise als spezifische Größen (also hier z. B. als Euro pro Megawattstunde verkaufter Wärme) angegeben werden und damit einfach zu vergleichen sind. Die Kostengruppen bzw. Kostenarten sind kapitalgebundene Kosten, die die Investitionskosten wiedergeben, und verbrauchs- bzw. bedarfsgebundene Kosten (hier vor allem Brennstoffkosten) sowie sonstige Kosten für den kontinuierlichen Betrieb.

Kapitalgebundene und sonstige Kosten fallen unabhängig von der produzierten Wärmemenge an, während die bedarfsgebundenen Kosten direkt mit der erzeugten Wärmemenge korrelieren.

Alle Angaben und Berechnungen im Folgenden sind Netto-Betrachtungen. Abbildung 75 und Tabelle 10 zeigen eine grobe Aufschlüsselung der Nettowärmeerzeugungskosten des Endausbaus in kapitalgebundene, bedarfsgebundene und betriebsgebundene Kosten.

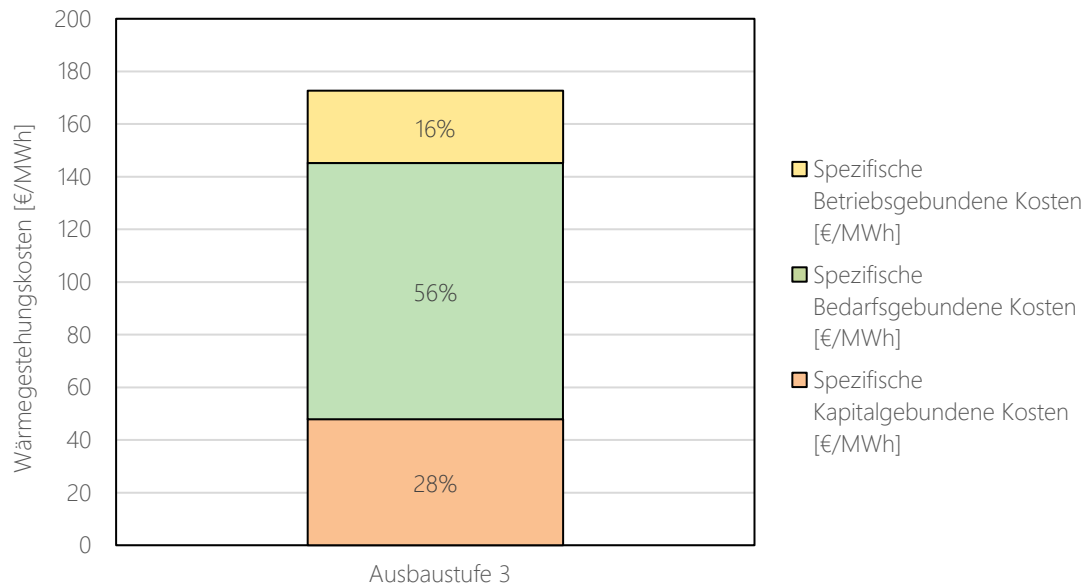


Abbildung 75: Wärmegestehungskosten der Ausbaustufe 3 in €/MWh

Tabelle 17: Übersicht über den Anteil der Wärmegestehungskosten in €/MWh

Spezifische Kapitalgebundene Kosten [€/MWh]	47,9
Spezifische Bedarfsgebundene Kosten [€/MWh]	97,3
Spezifische Betriebsgebundene Kosten [€/MWh]	27,5
Wärmegestehungskosten [€/MWh]	172,7

Die bedarfsgebundenen Kosten machen dabei mehr als die Hälfte der Wärmegestehungskosten aus und liegen bei ca. 97 €/MWh, während die kapitalgebundenen Kosten etwa 27 % betragen. Die betriebsgebundenen Kosten, inklusive sonstiger Kosten, liegen bei rund 15 % der Gesamtkosten. Die Kosten sind im Folgenden detaillierter untersucht, wobei die einzelnen Kostenquellen und Parameter erläutert sind.

Kapitalgebundene Kosten

Die kapitalgebundenen Kosten setzen sich insbesondere aus Folgendem zusammen:

- Kosten für die Feuerungen samt Peripherie (z. B. Kamine, Brennstoffförderung etc.)
- Kosten für das Wärmenetz inkl. Übergabestationen
- Kosten für Warmwasser-Pufferspeicher
- Kosten für das Heizhaus und Heizhaustechnik (z.B. Hydraulik)
- Planungskosten

Tabelle 18 stellt die kapitalgebundenen Kosten für den Endausbau dar. Die jährlichen kapitalgebundenen Kosten können bei bekanntem Jahreszinssatz und Abschreibungsdauern aus den Investitionskosten berechnet werden. Davon können Zuschüsse aus Förderungen (40 % des Finanzierungsbedarfs) abgezogen werden, um spezifische kapitalgebundene Kosten zur berechnen.

Tabelle 18: Übersicht über die kapitalgebundenen Kosten für Ausbaustufe 3

A.	Kapitalgebundene Kosten	Investitionskosten [€]	Nutzungsdauer [a]	Kapitalzins [%]	Jahreskosten [€/a]
A. 1	Hackschnitzelkessel (×3)	180.000	20	2%	11.007
A. 2	Pufferspeicher	30.000	20	2%	1.835
A. 3	Elektrotechnik	50.000	20	2%	3.058
A. 4	Hydraulik	30.000	20	2%	1.835
A. 5	Hackschnitzelsilo	30.000	20	2%	1.835
A. 6	Kamin (×3)	45.000	20	2%	2.752
A. 7	Wärmeleitungen	2.000.000	30	2%	94.876
A. 8	Transport, Installation	10.000	20	2%	612
A. 9	Übergabestationen	544.800	20	2%	33.318
A. 10	Planung	100.000	20	2%	6.116
	Zwischensumme	3.019.800			161.606
	Förderung	1.207.920			
	Gesamtinvestitionen	1.812.000			90.181

Neben den Investitionskosten für die Hackschnitzelkessel und den baulichen Maßnahmen für das Heizhaus sind vor allem die Kosten für das Wärmenetz und die Hausanschlüsse nennenswert.

Die Kosten für das Wärmenetz sowie die Wärmeübergabestationen hängen sehr stark von der Detailplanung und weiteren Faktoren ab. Diese sind stark standortabhängig und können von Projekt zu Projekt massiv variieren. Die Kosten für die Wärmeübergabestationen werden auf ca. 7.250 €/Anschluss und die Kosten für das Wärmenetz auf 1000 €/m geschätzt. Es wird angenommen, dass sich die Hausanschlüsse und Übergabestationen mindestens 10 Jahre nach Inbetriebnahme im Besitz des Netzbetreibers befinden, sodass diese ebenfalls förderfähig sind.

Die größten Kostenfaktoren sind die Errichtung des Heiznetzes mit 2 Mio. € und die Hausübergabestationen mit 0,5 Mio. €. Es ergeben sich spezifische Investitionskosten von 47,9 €/MWh.

Bedarfsgebundene Kosten

Die bedarfsgebundenen Kosten hängen direkt vom notwendigen Brennstoffeinsatz ab, um die notwendigen ca. 2.206 MWh/a Wärme zu erzeugen. Die Beschaffungskosten der Hackschnitzel bestimmen dadurch die verbrauchsgebundenen Kosten. Diese Kostenrechnung geht von einem Hackschnitzelpreis von 58 €/MWh (180 €/t) aus. Für den Eigenstrombedarf (Fernwärmepumpen, Kesselgebläse, etc.) wird ein Erfahrungswert von 300 €/MWh Strom angesetzt. Ein Preisänderungsfaktor für Strom- und Brennstoffpreise von 1,5 %/a wird berücksichtigt. Da die zukünftige Versorgung allein auf Biomasse beruht, fallen keine weiteren Kosten für z. B. Erdgas oder Wärmepumpenstrom an.

Die spezifischen bedarfsgebundenen Kosten ergeben sich zu 97,3 €/MWh, was jährlichen Gesamtkosten von 169.486 €/a entspricht.

Betriebsgebundene und Sonstige Kosten

Betriebsgebundene und sonstige Kosten fallen als Personalkosten für die Betreuung der Anlagen, für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten, für wiederkehrende Prüfungen (Kaminkehrer), Gebäudeversicherungen, Verwaltungskosten für Buchhaltung etc. an. Für die dynamische Kostenberechnung wird ein Preisänderungsfaktor für Lohnkosten von 1 %/a verwendet. Tabelle 19 stellt die sonstigen Kosten für den Endausbau zusammen.

Tabelle 19: Übersicht über die betriebsgebundenen und sonstigen Kosten für Ausbaustufe 3

B.	Betriebsgebundene Kosten	Betriebskosten [€/a]
B. 1	Wartung, Instandhaltung, Betrieb Wärmeerzeuger	9.187
B. 2	Wartung, Instandhaltung Heiztechnik und Gebäude	2.570
B. 3	Wartung, Instandhaltung Wärmenetz	10.938
B. 4	Wartung, Instandhaltung Wärmeübergabestationen	11.918
	Zwischensumme	34.613
	Spezifische Betriebsgebundene Kosten [€/MWh]	19,9 €/MWh
C.	Sonstige Kosten (Versicherung, Verwaltung, Steuern...)	13.212
	Gesamtkosten	47.825
	Spezifische Betriebsgebundene und Sonstige Kosten [€/MWh]	27,5 €/MWh

Die spezifischen betriebsgebundenen und sonstigen Kosten ergeben sich somit zu ca. 28 €/MWh.

6 Controllingstrategie und Umsetzungskontrolle

Die Umsetzung der Wärmeplanung ist ein langfristiger und vielschichtiger Prozess. Um die Wirksamkeit der erarbeiteten und umgesetzten Maßnahmen zu bewerten und kontinuierlich zu prüfen, ist eine Controllingstrategie hilfreich. Dies erlaubt einerseits eine Nachvollziehbarkeit des bisher erreichten Projektfortschritts und vergleicht diese mit zuvor definierten Zielwerten. Andererseits ermöglicht die Controllingstrategie eine kontinuierliche Evaluierung und ggf. Nachjustierung der getroffenen Maßnahmen. Zudem bildet sie die Grundlage, um rechtliche Anforderungen einzuhalten, wie etwa die Fortschreibungspflichten gemäß § 25 des Wärmeplanungsgesetz. Ein gut durchdachtes Controllingkonzept stellt so sicher, dass die kommunale Wärmeplanung langfristig effektiv, effizient und nachhaltig bleibt.

Das Controllingkonzept für die kommunale Wärmeplanung sollte maßgeblich auf der Treibhausgas- und Endenergiebilanz basieren, da diese zentrale Indikatoren für den Erfolg der Maßnahmen darstellen. Die Treibhausgasbilanz gibt Aufschluss über die Fortschritte bei der Reduktion klimaschädlicher Emissionen, während die Endenergiebilanz den Energieverbrauch und die Art der eingesetzten Energieträger analysiert. Das Controlling soll durch die planungsverantwortliche Stelle, also die Kommune, durchgeführt werden.

Um die Wirksamkeit der Maßnahmen bewerten zu können, werden Indikatoren eingeführt. Diese berücksichtigen neben den eigentlichen Treibhausgas- und Energiewerten auch die demographische Entwicklung. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass Ergebnisse nicht durch veränderte Rahmenbedingungen verfälscht werden. Die Indikatoren sollen dabei einerseits möglichst aussagekräftig sein, andererseits mit geringem Aufwand von wenigen Akteuren bezogen werden können. Konkret werden deshalb folgende Indikatoren zur Zielüberwachung festgelegt:

- **Erdgasverbrauch je Einwohner:** Der Erdgasverbrauch pro Einwohner gibt an, wie viel Erdgas im Durchschnitt pro Kopf innerhalb der Kommune verbraucht wird. Er dient der Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden und unterstützt die Identifikation von Sanierungsbedarf. Der Erdgasverbrauch kann vom Gasnetzbetreiber bezogen werden.
- **Erdgasverbrauch je m² Wohnfläche:** Dieser Indikator zeigt den durchschnittlichen Erdgasverbrauch pro Quadratmeter Wohnfläche und ermöglicht eine Einschätzung der Effizienz des Energieeinsatzes. Er dient der Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden und unterstützt die Identifikation von Sanierungsbedarf. Der Erdgasverbrauch kann vom Gasnetzbetreiber bezogen werden, die Wohnfläche durch Angaben aus dem kommunalen Gebäudekataster.
- **Fernwärmeverbrauch je Einwohner:** Der Fernwärmeverbrauch pro Einwohner misst die durchschnittliche Nutzung von Fernwärme pro Kopf in der Kommune. Damit erlaubt dieser Indikator den Vergleich des geplanten Ausbaus der Fernwärme mit dem tatsächlichen. Datenquelle sind dabei Angaben der Wärmenetzbetreiber, ergänzt durch Bevölkerungsdaten der Kommune.
- **Fernwärmeverbrauch je m² Wohnfläche:** Der durchschnittliche Fernwärmeverbrauch pro Quadratmeter Wohnfläche zeigt – ähnlich wie der Erdgasverbrauch je m² – die Effizienz des Energieeinsatzes an.
- **Wärmepumpenstrom je Einwohner:** Dieser Indikator erfasst den durchschnittlichen Stromverbrauch von Wärmepumpen pro Einwohner in der Kommune. Damit ermöglicht er

die Bewertung des Wärmepumpenausbaus und einen Soll-Ist-Vergleich. Die Daten können vom Stromnetzbetreiber bezogen werden.

- **Wärmepumpenstrom je m² Wohnfläche:** Der Wärmepumpenstrom pro Quadratmeter Wohnfläche gibt zusätzlich zur Entwicklung des Wärmepumpenausbaus Aufschluss über die Gebäudeeffizienz.
- **Treibhausgasemissionen je Einwohner:** Dieser Indikator misst die durchschnittlichen Treibhausgasemissionen, die pro Kopf durch den Wärmeverbrauch in der Kommune entstehen. Er dient der Erfolgskontrolle der Maßnahmen zur Emissionsreduktion und der Überprüfung der Zielerreichung im Klimaschutz. Die Berechnung erfolgt auf Basis der Energiebilanzen und Emissionsfaktoren für die genutzten Energieträger, ergänzt durch Bevölkerungsdaten.

Weitere Indikatoren wie der Heizöl- oder Holz- bzw. Pelletverbrauch oder auch Sanierungsaktivitäten würden zwar weitere Erkenntnisse verschaffen, sind aufgrund der fehlenden Zentralität der Versorgungsstruktur jedoch nur mit sehr großem Aufwand erfassbar.

Die Indikatoren sollten jährlich bestimmt werden, die Treibhausgasbilanz zumindest 5-jährlich. Tabelle 20 stellt zum Abgleich der Ziele die Zielsetzungen aus dem Zielszenario der kommunalen Wärmeplanung für die Stützjahre 2030, 2035, 2040 und 2045 dar. Mit diesen sollten die Indikatoren jährlich überprüft werden. Zwischen den Stützjahren ist eine lineare Interpolation zweckmäßig.

Tabelle 20: Zielwerte aus dem Zielszenario für die Stützjahre 2030, 2035, 2040 und 2045

	2023	2030	2035	2040	2045
Allgemeine Daten					
Einwohner	13.936	14.671	15.196	15.721	16.246
Wohnfläche in m ²	671.242	706.644	731.931	757.218	782.506
Erdgasverbrauch					
Erdgasverbrauch gesamt (MWh)	70.337	45.487	27.622	12.541	0
Erdgasverbrauch je Einwohner (kWh)	5.047	3.100	1.818	798	0
Erdgasverbrauch je Wohnfläche (kWh/m ²)	105	64	38	17	0
Fernwärmeverbrauch					
Fernwärmeverbrauch gesamt (MWh)	22.841	28.978	35.258	40.119	41.880
Fernwärmeverbrauch je Einwohner (kWh)	1.639	1.975	2.320	2.552	2.578
Fernwärmeverbrauch je Wohnfläche (kWh/m ²)	34	41	48	53	54

Wärmepumpenstromverbrauch					
Wärmepumpenstromverbrauch (MWh)	963	8.180	12.487	16.286	19.481
Wärmepumpenstromverbrauch je Einwohner (kWh)	69	558	822	1.036	1.199
Wärmepumpenstromverbrauch je Wohnfläche (kWh/m²)	1	12	17	22	25
Treibhausgasemissionen					
Treibhausgasemissionen (tCO ₂ -eq)	35.817	26.635	17.441	8.098	2.561
Treibhausgasemissionen je Einwohner (kgCO ₂ -eq)	2.570	1.815	1.148	515	158

Die umfassende Endenergie- und Treibhausgasbilanz, einschließlich aller relevanten Rahmenbedingungen und Energieträger, sollte regelmäßig aktualisiert werden. Dies kann im Zuge der Fortschreibung des Wärmeplans erfolgen. Gemäß § 25 des Wärmeplanungsgesetzes muss diese Aktualisierung spätestens alle fünf Jahre nach Abschluss des Wärmeplans gewährleistet sein.

7 Kommunikationsstrategie

Um die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung in die Umsetzung zu bringen, spielt eine gezielte Kommunikationsstrategie eine zentrale Rolle. Sie hilft dabei, alle relevanten Akteure einzubinden und eine breite Akzeptanz für geplante Maßnahmen zu erzielen. Eine effektive Kommunikation umfasst sowohl die Information als auch die aktive Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger, Kommunalverwaltungen, Unternehmen, Energieversorger und anderen Interessengruppen. Durch transparente und verständliche Information über die Ziele, den Nutzen und die Umsetzung von Maßnahmen können Missverständnisse und Widerstände reduziert werden. Zudem ist es wichtig, frühzeitig auf die Bedürfnisse und Bedenken der Bevölkerung einzugehen, um eine partizipative Planung zu fördern und das Vertrauen in die Maßnahmen zu stärken.

Bereits während der Laufzeit der kommunalen Wärmeplanung wurden Kommunikationsmaßnahmen umgesetzt. So wurden beispielsweise

- Statusberichte in der Bürgerinfo veröffentlicht,
- FAQs zu Hintergründen und Auswirkungen der kommunalen Wärmeplanung auf der Website der Stadt Grafting b.München veröffentlicht,
- Ergebnisse von Bestands-, Potenzialanalyse sowie Eignungsprüfung zur Stellungnahme online veröffentlicht,
- Zielsetzung, Ergebnisse und Maßnahmen im Stadtrat vorgestellt und diskutiert,
- Zielsetzung, Steckbriefe und finale Ergebnisse auf einer Bürgerversammlung vorgestellt,
- die Ergebnisse in einer Veranstaltung mit zentralen Akteuren (Verwaltung, Heizungsinstallateure, Schornsteinfeger, Wärme-, Strom-, Gasnetzbetreiber, potenzielle Ankerkunden, etc.) vorgestellt, diskutiert und Anregungen aufgenommen,
- Neubaupläne von Wärmenetzen mit potenziellen Betreibern in bilateralen Terminen abgefragt,
- mehrere Abstimmungen auf Arbeitsebene mit der Rothmoser GmbH & Co. KG zur Verarbeitung der Fernwärmeplanungen getroffen, sowie
- wesentliche Industriebetriebe in digitalen Terminen besucht und hinsichtlich der Zielsetzung und potenziellen Rolle in der kommunalen Wärmeplanung aufgeklärt.

Auch nach Beendigung der kommunalen Wärmeplanung ist eine zielgerichtete Kommunikationsstrategie unbedingt erforderlich. Konkret wurden dafür bereits entsprechende Maßnahmen definiert und vorgestellt, welche in Tabelle 21 nochmals übersichtlich dargestellt werden.

Tabelle 21: Übersicht über die empfohlenen Umsetzungsmaßnahmen im Bereich der Kommunikationsstrategie

Nr.	Maßnahme	Adressat
1	Integration der Ergebnisse der KWP in die kommunalen Planungsaufgaben der Verwaltung	Stadt Grafing b.München
5	Informationsveranstaltungen zu den geplanten Maßnahmen	Stadt Grafing b.München
12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien	Energieagentur Ebersberg, Energieberaterinnen und Energieberater

Die Kommunikationsmaßnahmen binden dabei unterschiedliche Akteure und Zielgruppen ein. Die Kommunikationsstrategie hat entsprechende Zielsetzungen, welche den besonderen Rollen der Akteure gerecht werden sollen.

- **Kommunikation innerhalb der Verwaltung:** Der Kommune kommt eine zentrale Rolle im Bereich der Wärmewende zu. Eine effektive Kommunikation innerhalb der Verwaltung ist essenziell, um eine reibungslose Zusammenarbeit und die Umsetzung der getroffenen Maßnahmen sicherzustellen. Ziel ist es, alle beteiligten Abteilungen über den aktuellen Stand der Wärmeplanung zu informieren, ihre Expertise einzubeziehen und mögliche Schnittstellen frühzeitig zu identifizieren. Die Schaffung einer zentralen Koordinationsstelle, regelmäßige Meetings mit den beteiligten Stellen, klar definierte Verantwortlichkeiten und eine offene Feedbackkultur tragen dazu bei, die interne Koordination zu stärken.
- **Kommunikation mit relevanten Interessensgruppen:** Die Einbindung von Interessensgruppen wie Energieversorgern, Unternehmen, NGOs oder Planungsbüros ist entscheidend, um deren Fachwissen und Interessen in die Wärmeplanung zu integrieren sowie deren Einflussmöglichkeiten bei der Umsetzung zu nutzen. Das Ziel ist es, partnerschaftliche Kooperationen aufzubauen, Synergien zu nutzen und die Akzeptanz für geplante Maßnahmen zu erhöhen. Hierbei ist es wichtig, Interessensgruppen frühzeitig einzubinden und ihre Perspektiven in den Prozess einfließen zu lassen. Eine klare und nachvollziehbare Darstellung von Plänen und deren Nutzen sowie die Einrichtung von Austauschformaten, wie Runden Tischen oder Workshops, fördern die Zusammenarbeit.
- **Öffentlichkeitsbeteiligung:** Die Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger ist ein zentraler Baustein, um die Akzeptanz und das Verständnis für die kommunale Wärmeplanung zu erhöhen. Das Ziel ist es, die Bevölkerung über den vor ihnen liegenden Prozess zu informieren, ihre Meinungen und Anregungen einzuholen und sie in Entscheidungen einzubeziehen. Dabei sollten die Kommunikationskanäle und -formate auf die Zielgruppen zugeschnitten sein, z. B. durch öffentliche Veranstaltungen, Online-Plattformen oder Bürgerforen. In der Kommunikationsstrategie sollte darauf geachtet werden, die zentralen Fragestellungen der Bürgerinnen und Bürger zu adressieren (z. B. Welche Heizung darf ich einbauen? Kommt bei mir ein Wärmenetz? Welche Kosten kommen auf mich zu? An wen kann ich mich für Unterstützung wenden?).

- **Berichterstattung:** Die Berichterstattung dient der Dokumentation und Bewertung der Fortschritte in der Umsetzung der Wärmeplanung und richtet sich an unterschiedliche Zielgruppen wie die Politik, Interessensgruppen und die Öffentlichkeit. Ziel ist es, die Ergebnisse nachvollziehbar darzustellen, den Prozess zu reflektieren und über Herausforderungen und Erfolge zu informieren. Wichtig ist eine klare Struktur und eine verständliche Aufbereitung der Berichte, ergänzt durch anschauliche Visualisierungen und Daten.

Die entsprechenden, detailliert ausformulierten Maßnahmenbeschreibungen sind im Anhang zu finden.

8 Verstetigungsstrategie

Die Verstetigungsstrategie soll sicherstellen, dass die kommunale Wärmeplanung als langfristiger Prozess erfolgreich in die Verwaltung, Politik und Gesellschaft integriert wird. Ziel ist es, die erarbeiteten Maßnahmen nachhaltig umzusetzen, regelmäßige Fortschritte zu sichern und die Wärmeplanung als festen Bestandteil kommunaler Entwicklung zu etablieren. Klare Verantwortlichkeiten, feste Ansprechpersonen und die Integration in zentrale Verwaltungsbereiche wie Stadtentwicklung, Umwelt- oder Klimaschutzabteilungen schaffen eine stabile Grundlage. Regelmäßige Fortbildungen für Mitarbeitende und eine Verankerung in der Haushaltsplanung sichern die langfristige Umsetzung. Die Wärmewende ist ein langfristig angelegter Prozess, entsprechend ist auch eine kontinuierliche Reevaluation der Zwischenergebnisse aber auch Zielsetzungen erforderlich.

Eine kontinuierliche Einbindung relevanter Interessensgruppen wie Energieversorger, Unternehmen und zivilgesellschaftlicher Akteure gewährleistet zusätzlich die notwendige Unterstützung und Kapazitäten bei der Umsetzung. Langfristige Kooperationen, zum Beispiel in Form von Beiräten oder Kooperationsverträgen, schaffen eine stabile Grundlage für Zusammenarbeit. Ergänzend dazu sollte die Öffentlichkeit regelmäßig beteiligt werden, um die Akzeptanz und das Mitwirken der Bürgerinnen und Bürger zu sichern. Informations- und Beteiligungsformate, die in verständlicher Sprache den Fortschritt und Nutzen der Maßnahmen darstellen, stärken das Vertrauen in den Prozess.

Ein effektives Monitoring und die Möglichkeit zur Anpassung der Maßnahmen sind weitere zentrale Elemente der Verstetigung. Durch ein systematisches Monitoring werden Fortschritte anhand festgelegter Indikatoren wie Energieeffizienz oder CO₂-Reduktion gemessen. Regelmäßige Evaluierungen und Anpassungen ermöglichen es, flexibel auf neue Rahmenbedingungen (technologischer Fortschritt, politische Vorgaben, wirtschaftliche Entwicklungen etc.) zu reagieren. Dies erfordert zudem eine stabile finanzielle Grundlage, die durch die Nutzung von Förderprogrammen, kommunalen Budgets und Partnerschaften mit privaten Akteuren gesichert werden kann.

Abschließend ist der Wissensaustausch mit anderen Kommunen und Institutionen ein wichtiger Baustein, um von Best Practices und Innovationen zu profitieren. Netzwerke, Fachveranstaltungen und eine Wissensdatenbank fördern den Transfer von Know-how und stärken die Weiterentwicklung der Wärmeplanung. Mit einer konsequent umgesetzten Verstetigungsstrategie wird die kommunale Wärmeplanung zu einem dauerhaften Bestandteil der Klimaschutzpolitik und trägt langfristig zur Erreichung der Klimaziele bei.

Die Umsetzung dieser Maßnahmen erfordert ein Zusammenspiel unterschiedlicher Verwaltungseinheiten und Zuständigkeiten. Nur durch die Bündelung der Kompetenzen und Befugnisse ist eine zielgerichtete Verstetigung der Ergebnisse der Kommunalen Wärmeplanung möglich. Konkret bedeutet dies für die unterschiedlichen Verwaltungseinheiten:

Koordinierungsstelle Wärmeplanung

- Gesamtkoordination der Wärmeplanung und deren Verstetigung
- Schnittstelle zwischen Politik, Verwaltung, Bürgerinnen und Bürgern sowie externen Akteuren
- Fortschreibung des Wärmeplans
- Steuerung von Monitoring- und Evaluationsprozessen
- Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit

Fachbereich Stadtplanung / Bauleitplanung

- Integration der Wärmeplanung in die städtebauliche Planung (Flächennutzungsplan, Bebauungspläne etc.)
- Sicherung von Flächen für Energieinfrastruktur (z. B. Wärmenetze, Solarthermie)
- Prüfung und Umsetzung planungsrechtlicher Steuerungsmöglichkeiten

Fachbereich Liegenschaften / Gebäudemanagement

- Nutzung der kommunalen Liegenschaften zur Umsetzung der Wärmeplanung (z. B. Wärmenetzanschlüsse, Eigenerzeugung)
- Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand
- Datenbereitstellung zu kommunalen Gebäuden

Fachbereich Umwelt / Klimaschutz / Nachhaltigkeit

- Monitoring der Treibhausgasemissionen im Wärmesektor
- Integration in kommunale Klimaschutzkonzepte und -berichte
- Unterstützung bei Fördermittelakquise und Förderberatung

Fachbereich Wirtschaftsförderung

- Einbindung lokaler Unternehmen und Netzwerke in Umsetzungsprojekte
- Unterstützung bei der Entwicklung von Wärmenetzbetreibermodellen (z. B. Genossenschaften, Stadtwerke)
- Förderung klimafreundlicher Gewerbeentwicklung

Kämmerei / Finanzen

- Integration der Wärmeplanung in den kommunalen Haushalt und Investitionsplanung
- Fördermittelmanagement

9 Zusammenfassung und Fazit

Die Stadt Grafting b.München erstellte in enger Zusammenarbeit mit der prosio engineering GmbH die Kommunale Wärmeplanung für das Stadtgebiet. Dies ist ein wichtiger Schritt zur nachhaltigen Energieversorgung der Stadt. Der Wärmeplan unterstützt die Kommune, die Energieversorger sowie die Bürgerschaft bei der langfristigen Planung der Wärmeversorgung.

Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse untersuchte den aktuellen Wärmesektor. Dabei wurde der Gebäudebestand zunächst hinsichtlich Alter, Nutzung und Typ gebäudescharf analysiert. Anschließend wurde durch Kombination unterschiedlicher Datenquellen der Wärmebedarf der einzelnen Gebäude ermittelt. Auswertungen von Daten der Gas-, Strom- und Wärmenetze sowie der Schornsteinfeger erlaubten, die aktuelle Wärmeversorgung der einzelnen Gebäude abzubilden und zu bewerten. Die Ergebnisse wurden kartographisch dargestellt und statistisch ausgewertet.

In Grafting sind rund 79 % der Gebäude Wohngebäude, überwiegend Doppel-, Reihen- und Einfamilienhäuser. Etwa 54 % wurden vor 1978 gebaut und weisen daher ein hohes energetisches Sanierungspotenzial auf. Der jährliche Wärmebedarf beträgt rund 136 GWh, wovon 72 % auf den Wohnsektor entfallen. Die Wärmeversorgung ist stark fossil geprägt: 44 % des Bedarfs werden durch Erdgas und 26 % durch Heizöl gedeckt. Fernwärme trägt 14 % bei, wobei rund 43 % daraus erneuerbar erzeugt werden, vor allem durch Biogas und Biomasse. Der Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme am Endenergieeinsatz liegt bei etwa 18 %. Insgesamt verursacht die Wärmeerzeugung rund 35.800 Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr, wobei Erdgas und Heizöl die Hauptemissionsquellen sind und der Wohnsektor 71 % der Emissionen verursacht.

Potenzialanalyse

In der Potenzialanalyse wurde untersucht, welche erneuerbaren Energien für eine künftige Wärmeversorgung zur Verfügung stehen. Dabei wurde einerseits die Nutzung erneuerbarer Energieträger wie Photovoltaik und Solarthermie, oberflächennahe und tiefe Geothermie, oberflächennahe Gewässer, Biomasse, Wind- und Wasserkraft, Luftwärme oder Wasserstoff bewertet. Andererseits wurde analysiert, welche Abwärmequellen vorhanden sind und wie diese genutzt werden können. Dies umfasste beispielsweise Abwärme aus dem Kanalsystem, der Kläranlage oder auch industrielle und gewerbliche unvermeidbare Abwärme. Zusätzlich wurde aufgezeigt, welches Potenzial Energieeinsparung und Sanierung birgt.

Die Potenzialanalyse zeigt, dass Grafting seinen Wärmebedarf grundsätzlich vollständig mit lokalen erneuerbaren Energien decken kann. Besonders groß sind die Potenziale der Solarthermie – insbesondere in Freiflächenanlagen – sowie der oberflächennahen Geothermie, auch wenn diese technisch und wirtschaftlich nur zu Teilen realisierbar sind. Die Nutzung von Umgebungsluft in Wärmepumpen kann ebenfalls einen erheblichen Beitrag leisten. Deutlich geringer fallen die Potenziale von Abfall und Biomasse aus; lokal nachhaltig verfügbare Biomasse eignet sich nur für gezielte Anwendungen.

Mit der zunehmenden Elektrifizierung des Wärmesektors, insbesondere durch Wärmepumpen, ist ein steigender Strombedarf zu erwarten. Auch hierfür besitzt Grafting erhebliche Potenziale, vor allem für Freiflächen- und Aufdach-PV-Anlagen sowie Windkraft. Das Potenzial zur erneuerbaren Stromerzeugung aus Abfall oder feuchter Biomasse ist dagegen deutlich geringer.

Zielszenario

Die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse wurden kombiniert, um ein Szenario auszuarbeiten, welches den Weg in Richtung einer klimaneutralen Wärmeversorgung skizzieren soll. Zentrale Aufgabe bei der Entwicklung des Zielszenarios ist die Ausweisung von Wärmenetzeignungsgebieten und solchen, wo dezentrale Wärmeversorgungen empfohlen werden können. Für jedes Gebiet wurde deshalb ein Vorschlag ausgearbeitet, wie eine künftige Wärmeversorgung gestaltet werden kann und welche Technologien dabei zum Einsatz kommen können. Zusätzlich wurde dargestellt, wo in der Kommune die größten Einsparpotenziale herrschen und Sanierungsstrategien entsprechend wesentliche Maßnahmen darstellen können.

Das Zielszenario geht von einem moderaten Ausbau des Wärmenetzes der Firma Rothmoser aus. Eine flächendeckende Versorgung von Grafing ist jedoch aufgrund zu geringer Wärmedichten meist nicht sinnvoll. Neue Netze sind in Unterelkofen, dem Gewerbegebiet Schammach und Grafing Bahnhof empfohlen. Bis 2045 können im Zielszenario so 24 % der Gebäude mit 32 % des Wärmebedarfs an Wärmenetze angeschlossen sein. Außerhalb dieser Gebiete werden dezentrale Lösungen empfohlen, vor allem Wärmepumpen; Biomasse spielt aufgrund des beschränkten Potenzials nur eine geringe Rolle, oberflächennahe Geothermie ist regional begrenzt geeignet. Insgesamt können die Treibhausgasemissionen durch erneuerbare Energien und Sanierungen im Zielszenario um 93 % gesenkt werden.

Umsetzungs-, Controlling-, Kommunikations- und Verstetigungsstrategie

Zur Erreichung dieser ambitionierten Ziele sind entsprechende Maßnahmen und konkrete Handlungsschritte erforderlich. Zu diesem Zweck wurden Umsetzungsmaßnahmen erarbeitet, welche von Maßnahmen zur Potenzialerschließung, über Anreize für Wärmenetzausbau und -Transformation, Sanierung und Heizungsumstellung bis hin zu Stromnetzausbau und Verbraucherbewusstsein reichen. Zusätzlich wurden Parameter definiert, anhand derer ein Controlling der Zielerreichung möglich ist. Die erarbeitete Kommunikationsstrategie soll dabei helfen, alle Akteure in den Prozess der Wärmewende einzubeziehen und die Öffentlichkeit über Maßnahmen und Ziele aufzuklären. Die Verstetigungsstrategie dient dazu, die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung fortzuschreiben und in den langfristigen Planungsprozess der Kommune sowie der relevanten Akteure zu integrieren.

Für Grafing wurden dabei 15 Maßnahmen abgeleitet und in Steckbriefen detailliert beschrieben. Neben Maßnahmen wie der Integration der Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung in die kommunalen Planungsaufgaben der Verwaltung ist die Weiterentwicklung und Transformation des Wärmenetzes der Rothmoser GmbH & Co. KG eine Maßnahme mit hoher Priorität. Auch für weitere Gebiete, wie beispielsweise das Gewerbegebiet Schammach, Unterelkofen oder Grafing Bahnhof wurden Maßnahmen zur Prüfung bzw. Umsetzung von Wärmenetzen empfohlen.

Die kommunale Wärmeplanung bildet eine wichtige Grundlage für eine klimafreundliche und zukunftssichere Energieversorgung. Mit den entwickelten Maßnahmen und Strategien steht der Kommune ein klarer Handlungsrahmen zur Verfügung, um die Wärmeversorgung nachhaltiger zu gestalten und gleichzeitig die regionalen Klimaziele zu unterstützen. Die Einbindung von Verwaltung, relevanten Akteuren und der Öffentlichkeit hat gezeigt, wie wichtig Zusammenarbeit für den Erfolg solcher Vorhaben ist. Die erarbeiteten Ergebnisse bieten eine solide Basis für die kommenden Schritte und können flexibel an künftige Entwicklungen angepasst werden. Damit leistet die Wärmeplanung einen entscheidenden Beitrag zur nachhaltigen Weiterentwicklung der Kommune.

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schritte und Ablauf der Kommunalen Wärmeplanung	5
Abbildung 2: Verteilung des Gebäudetyps nach Sektoren.....	8
Abbildung 3: Vorwiegender Gebäudetyp nach Sektoren in den Quartieren.....	8
Abbildung 4: Verteilung der Wohngebäudetypen	9
Abbildung 5: Vorwiegender Gebäudetyp der Wohngebäude in den Quartieren	10
Abbildung 6: Verteilung der Gebäudealtersklassen von Wohngebäuden	11
Abbildung 7: Verteilung der Gebäudealtersklassen von Wohngebäuden untergliedert nach dem Wohngebäudetyp	11
Abbildung 8: Vorwiegende Baualtersklasse der Wohngebäude in den Quartieren	12
Abbildung 9: jährlicher Wärmebedarf aufgeteilt nach Sektoren	13
Abbildung 10: absoluter Wärmebedarf in den Quartieren in GWh/a	13
Abbildung 11: spezifische Wärmebedarfsdichte in den Quartieren in MWh/(ha·a).....	14
Abbildung 12: Wärmelinienindichte der Straßenzüge in MWh/(m·a)	15
Abbildung 13: Standortbezogene Darstellung der Großverbraucher	16
Abbildung 14: Aufteilung der Feuerstätten (Zentral- und Einzelfeuerstätten) nach deren Art.....	17
Abbildung 15: Eingesetzte Brennstoffe in den vier vorwiegenden Feuerstätten.....	18
Abbildung 16: Quartiere mit vorhandenen Gasanschlüssen	19
Abbildung 17: Wärmenetze in Grafing.....	20
Abbildung 18: Erzeugerstandorte in Grafing.....	22
Abbildung 19: Speicherstandorte in Grafing (Es kommen nur Warmwasserspeicher vor).....	24
Abbildung 20: Anteil von Energieträgern für die Fernwärmeerzeugung.....	25
Abbildung 21: Wärmebedarf im Jahr 2023 nach Energieträger	26
Abbildung 22: Endenergiebedarf nach Energieträger	26
Abbildung 23: Endenergiebedarf nach Energieträger und Verbrauchssektor	27
Abbildung 24: dominanter Energieträger zur Wärmeversorgung in den Quartieren	28
Abbildung 25: Anzahlen verschiedener Heizungstypen (oben links: Zentralheizungen, oben rechts: Einzelraumheizungen, unten links: Wärmepumpen, unten rechts: Fernwärmeanschlüsse)	29
Abbildung 26: Treibhausgasemissionen nach Energieträger.....	30
Abbildung 27: Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung nach Sektoren.....	32
Abbildung 28: Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung nach Sektoren und Energieträger	32
Abbildung 29: Geeignete und bedingt geeignete Potenzialflächen für die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen.....	36
Abbildung 30: Geeignete und bedingt geeignete Potenzialflächen für die Errichtung von Freiflächen-Solarthermieranlagen	37
Abbildung 31: grundsätzliche Eignungs- und Ausschlussgebiete für die Nutzung von Erdwärmesonden	40
Abbildung 32: Potenzialflächen für die Errichtung von dezentralen oberflächennahen Erdwärmesonden	41
Abbildung 33: Standorte der bisher im Stadtgebiet vorhandenen Erdwärmesonden (Quelle: Umweltatlas Bayern).....	42
Abbildung 34: grundsätzliche Eignungs- und Ausschlussgebiete für die Nutzung von Erdwärmekollektoren	43
Abbildung 35: Potenzialflächen für die Errichtung von oberflächennahen Erdwärmekollektoren.....	44

Abbildung 36: Gebiete in Bayern mit günstigen und weniger günstigen (in der Regel zusätzlicher Wärmepumpeneinsatz erforderlich) geologischen Verhältnissen für eine hydrothermale Wärmeerzeugung	45
Abbildung 37: kartografische Darstellung der Acker-/Gras- und Waldflächen	48
Abbildung 38: Geeignete und bedingt geeignete Potenzialflächen für die Errichtung von Windenergieanlagen sowie Konzentrationszone gemäß Flächennutzungsplan	50
Abbildung 39: Lage von Abwasserkanälen ab DN 800 (links) und potenzielle Betrachtungs- und Einzugsgebiete für die Nutzung von Abwasserwärme (rechts)	52
Abbildung 40: Potenzielle Flächen für Erdbeckenspeicher	54
Abbildung 41: Wärmebedarfsszenario unter Berücksichtigung der Sanierungsvorgaben nach KEA und BMWK	57
Abbildung 42: Entwicklung der spezifischen Wärmebedarfsdichte in den Quartieren in MWh/(ha·a) in den Jahren 2030 (oben links), 2035 (oben rechts), 2040 (unten links), 2045 (unten rechts)	58
Abbildung 43: Vergleich der einzelnen Potenziale und des Wärmebedarfs	59
Abbildung 44: Eignungsgebiete für Wärmenetze und Einzelversorgungen.....	62
Abbildung 45: Anteil der durch Fernwärme bereitgestellten Nutzwärme	63
Abbildung 46: Übersicht über Prüfgebiete für Wärmenetze	64
Abbildung 47: Aufteilung des Stadtgebiets in die einzelnen Quartiere.....	66
Abbildung 48: exemplarischer Quartierssteckbrief für Goldberg	68
Abbildung 49: Quartiere mit erhöhtem Wärmeeinsparpotenzial.....	70
Abbildung 50: Entwicklung der Anzahl der beheizten Gebäude im Zielszenario differenziert nach Energieträgern	72
Abbildung 51: Entwicklung der Aufteilung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Zielszenario differenziert nach Energieträgern.....	74
Abbildung 52: Entwicklung des Endenergiebedarfs der leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Zielszenario differenziert nach Energieträgern	74
Abbildung 53: Entwicklung der Aufteilung der Wärmeversorgung im Zielszenario differenziert nach Energieträgern	76
Abbildung 54: Entwicklung des Endenergiebedarfs im Zielszenario differenziert nach Energieträgern	76
Abbildung 55: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Zielszenario differenziert nach Energieträgern	79
Abbildung 56: Empfohlene Klassifizierung der Umsetzungsmaßnahmen nach BMWK und BMWStB	81
Abbildung 57: exemplarischer Maßnahmensteckbrief	85
Abbildung 58: Übersicht über die gewählten Fokusgebiete	86
Abbildung 59: Übersicht über das Fokusgebiet Oskar-Maria-Graf Straße	87
Abbildung 60: Gebäudetypen im Fokusgebiet Oskar-Maria-Graf Straße.....	87
Abbildung 61: Baualtersklassen im Fokusgebiet Oskar-Maria-Graf Straße.....	88
Abbildung 62: angenommene Entwicklung der Wärmebereitstellung im Fokusgebiet Oskar-Maria-Graf-Straße im Zielszenario.....	89
Abbildung 63: exemplarische Wärmegestehungskosten unterschiedlicher Wärmeerzeuger in unsanierten Einfamilienhäusern; Hinweis: um die Werte in ct/kWh zu erhalten können die Balken durch 10 geteilt werden	90

Abbildung 64: exemplarische Wärmegestehungskosten unterschiedlicher Wärmeerzeuger in neuen oder sanierten Einfamilienhäusern; Hinweis: um die Werte in ct/kWh zu erhalten können die Balken durch 10 geteilt werden.....	92
Abbildung 65: exemplarische Wärmegestehungskosten unterschiedlicher Wärmeerzeuger in unsanierten Mehrfamilienhäusern; Hinweis: um die Werte in ct/kWh zu erhalten können die Balken durch 10 geteilt werden.....	93
Abbildung 66: exemplarische Wärmegestehungskosten unterschiedlicher Wärmeerzeuger in neuen oder sanierten Mehrfamilienhäusern; Hinweis: um die Werte in ct/kWh zu erhalten können die Balken durch 10 geteilt werden.....	94
Abbildung 67: Übersicht über das Fokusgebiet Grafing Bahnhof.....	95
Abbildung 68: Gebäudetypen im Fokusgebiet Grafing Bahnhof.....	95
Abbildung 69: Baualtersklassen im Fokusgebiet Grafing Bahnhof.....	96
Abbildung 70: Trassenverlauf des Wärmenetzes mit Wärmebedarf und den geplanten Bauabschnitten (BA).	97
Abbildung 71: Jahresdauerlinien der Ausbaustufen.....	98
Abbildung 72: Geordnete Jahresdauerlinien der Ausbaustufen.....	98
Abbildung 73: Simulation der Wärmeerzeuger der Ausbaustufe 3 im Jahresverlauf.....	99
Abbildung 74: Anteile der Wärmeerzeuger von Ausbaustufe 3.....	100
Abbildung 75: Wärmegestehungskosten der Ausbaustufe 3 in €/MWh.....	101

11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bestehende sowie geplante und genehmigte Wärmenetze	21
Tabelle 2: Bestehende, geplante oder genehmigte Wärmeerzeugungsanlagen für Wärmenetze	22
Tabelle 3: Emissionsfaktoren der wesentlichen Energieträger in t_{CO_2eq}/MWh	31
Tabelle 4: Übersicht geeigneter und bedingt geeigneter Flächen für die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen	36
Tabelle 5: Übersicht geeigneter und bedingt geeigneter Flächen für die Errichtung von Freiflächen-Solarthermieranlagen	38
Tabelle 6: Übersicht des Potenzials holzartiger Biomasse	47
Tabelle 7: Übersicht des Potenzials von Windenergieanlagen	50
Tabelle 8: Übersicht über die Wärmedichte und empfohlene Wärmeversorgung in den einzelnen Quartieren	68
Tabelle 9: angenommene Entwicklung des Wärmebedarfs in GWh/a aufgeteilt nach Endenergiesektoren	71
Tabelle 10: Entwicklung von Nutzenergie aus Fernwärme, Endenergiebedarf Fernwärme und Anzahl der an Wärmenetze angeschlossene Gebäude im Zielszenario	73
Tabelle 11: Entwicklung des jährlichen Endenergieverbrauchs der leitungsgebundenen Wärme nach Energieträgern	75
Tabelle 12: Entwicklung des Endenergiebedarfs in GWh/a im Zielszenario differenziert nach Energieträgern	77
Tabelle 13: Übersicht über die empfohlenen Umsetzungsmaßnahmen an die Verwaltung der Stadt Grafting	82
Tabelle 14: Übersicht über die empfohlenen Umsetzungsmaßnahmen für weitere Akteure	83
Tabelle 15: Übersicht über die Zusammensetzung der Wärmebedarfe in den Ausbaustufen	97
Tabelle 16: Erzeugungsstruktur und Verluste in der Wärmenetz – Ausbaustufe 3	100
Tabelle 17: Übersicht über den Anteil der Wärmegestehungskosten in €/MWh	101
Tabelle 18: Übersicht über die kapitalgebundenen Kosten für Ausbaustufe 3	102
Tabelle 19: Übersicht über die betriebsgebundenen und sonstigen Kosten für Ausbaustufe 3	103
Tabelle 20: Zielwerte aus dem Zielszenario für die Stützjahre 2030, 2035, 2040 und 2045	105
Tabelle 21: Übersicht über die empfohlenen Umsetzungsmaßnahmen im Bereich der Kommunikationsstrategie	108

12 Anhang

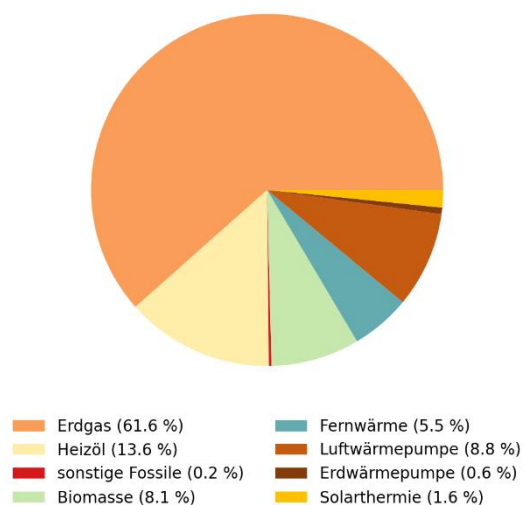
12.1 Anhang: Quartierssteckbriefe

Steckbrief Goldberg

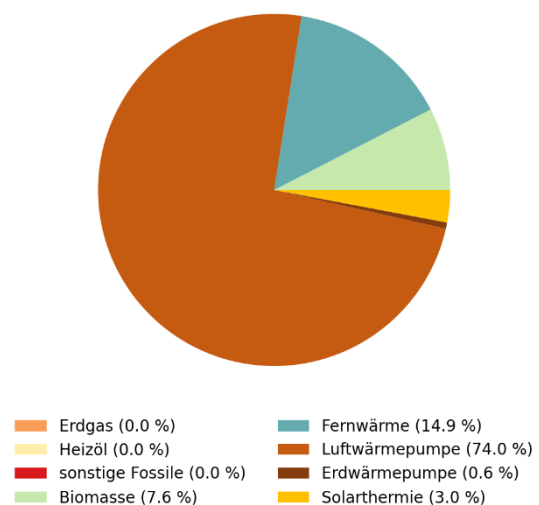


Cluster-Nr.	1
Fläche	29,5 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	292,5 MWh/(ha*a)
Aktueller Wärmebedarf	8.653,1 MWh/a
Aktuelle THG-Emissionen:	2.110,2 tCO ₂ eq/a
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Ja

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				✓
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach- Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden				✓
Erdwärmekollektoren				✓
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

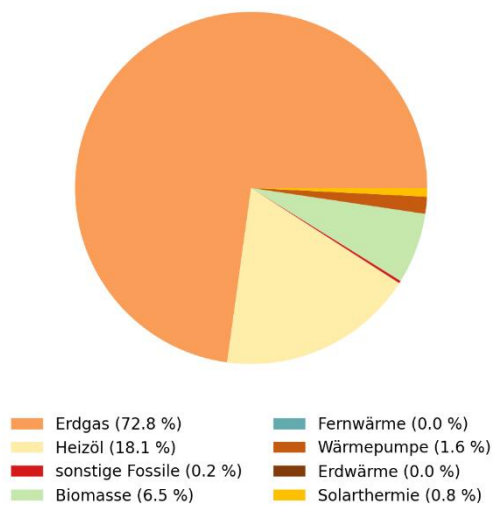
Empfohlenes Versorgungssystem	Dezentrale Wärmeversorgung	
Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV
	M12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	1.990,9 t _{CO2eq} /a	94,3 %
Anmerkungen/ weitere Empfehlungen	- Keine Erweiterung der Bestandswärmenetze geplant, Fernwärme ist folglich nur über Netz Rothmoser in der Wolfsschlucht und Netz Ametsbichler im Pappelweg relevant - Gebäude, die nicht an Wärmenetze angeschlossen werden, sind wo möglich mit Luft-Wärmepumpen (idealerweise in Kombination mit Photovoltaik) oder mit Bestandsbiomasse (ggf. in Kombination mit Solarthermie) beheizbar - Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden - Solarthermie zur Heizungsunterstützung bzw. Warmwasserbereitung sollte insbesondere bei einzelversorgten Gebäuden geprüft werden - Erdwärmekollektoren können grundsätzlich errichtet werden, werden aufgrund des Flächenbedarfs jedoch nur in Einzelfällen Einsatz finden können	

Steckbrief Bernauer Straße/Hesselfurt

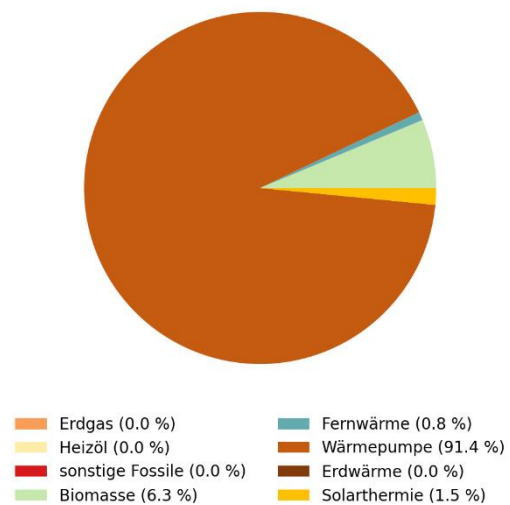


Cluster-Nr.	2
Fläche	16,1 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen / GHD
Wärmedichte	378,9 MWh/(ha*a)
Aktueller Wärmebedarf	6.127,2 MWh/a
Aktuelle THG-Emissionen:	1.660,7 tCO ₂ eq/a
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				✓
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach- Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden				✓
Erdwärmekollektoren				✓
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

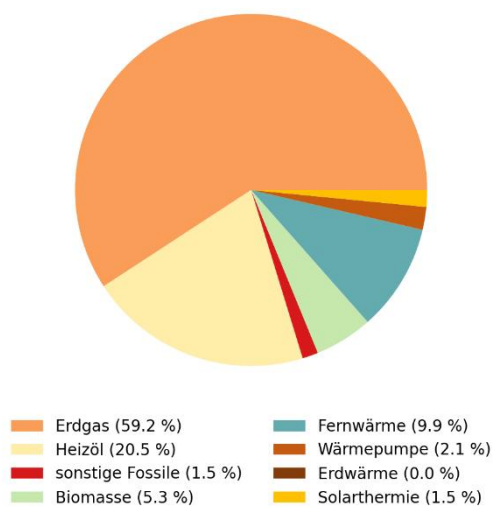
Empfohlenes Versorgungssystem	Dezentrale Wärmeversorgung	
Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV
	M12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	1.602,8 t _{CO2eq} /a	96,5 %
Anmerkungen/ weitere Empfehlungen	• Keine Erschließung mit Fernwärme geplant • Gebäude, die nicht an Wärmenetze angeschlossen werden, sind wo möglich mit Luft-Wärmepumpen (idealerweise in Kombination mit Photovoltaik) oder mit Bestandsbiomasse (ggf. in Kombination mit Solarthermie) beheizbar • Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden • Solarthermie zur Heizungsunterstützung bzw. Warmwasserbereitung sollte insbesondere bei einzelversorgten Gebäuden geprüft werden • Erdwärmekollektoren können grundsätzlich errichtet werden, werden aufgrund des Flächenbedarfs jedoch nur in Einzelfällen Einsatz finden können	

Steckbrief Wasserburger Straße

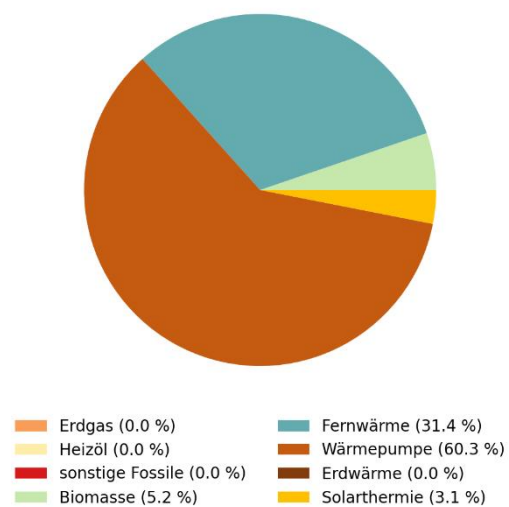


Cluster-Nr.	3
Fläche	13,2 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	479,4 MWh/(ha*a)
Aktueller Wärmebedarf	6.367,9 MWh/a
Aktuelle THG-Emissionen:	1.728,1 t _{CO2eq} /a
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Ja

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz		✓		
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach- Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden				✓
Erdwärmekollektoren				✓
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

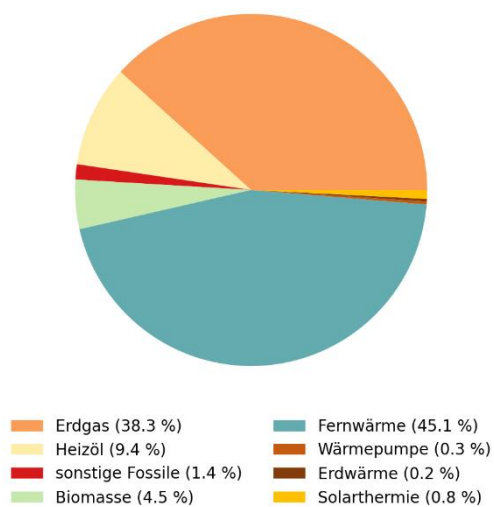
Empfohlenes Versorgungssystem	Zentrale Wärmeversorgung	
Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV
	M6	Transformationsplan Wärmenetz Rothmoser
	M12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	1.618,2 tCO _{2eq} /a	93,6 %
Anmerkungen/ weitere Empfehlungen	• Erschließung Fernwärme momentan hauptsächlich im Goethering geplant, Erweiterung in nördliche und südliche Gebäude nicht erwartet • Gebäude, die nicht an Wärmenetze angeschlossen werden, sind wo möglich mit Luft-Wärmepumpen (idealerweise in Kombination mit Photovoltaik) oder mit Bestandsbiomasse (ggf. in Kombination mit Solarthermie) beheizbar • Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden • Solarthermie zur Heizungsunterstützung bzw. Warmwasserbereitung sollte insbesondere bei einzelversorgten Gebäuden geprüft werden • Erdwärmekollektoren können grundsätzlich errichtet werden, werden aufgrund des Flächenbedarfs jedoch nur in Einzelfällen Einsatz finden können	

Steckbrief Eisstadion/Schule/Münchner Straße

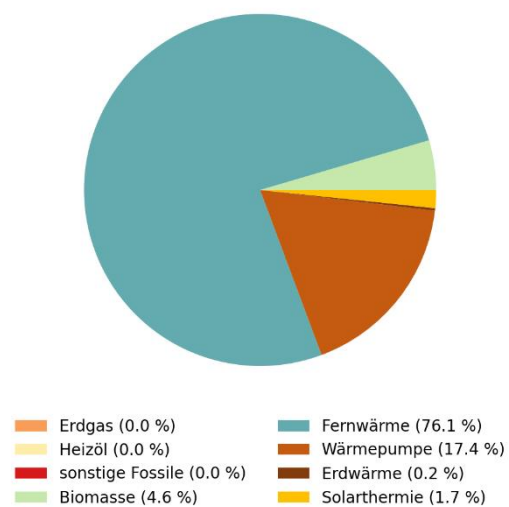


Cluster-Nr.	4
Fläche	19,8 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen / GHD
Wärmedichte	306,9 MWh/(ha*a)
Aktueller Wärmebedarf	6.093,1 MWh/a
Aktuelle THG-Emissionen:	1.564,4 tCO _{2eq} /a
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Ja

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz	✓			
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach- Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden				✓
Erdwärmekollektoren				✓
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

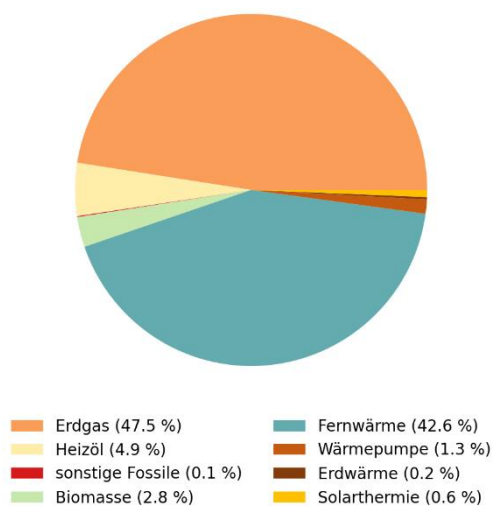
Empfohlenes Versorgungssystem	Zentrale Wärmeversorgung	
Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV
	M4	Sanierungsstrategie kommunaler Gebäude
	M6	Transformationsplan Wärmenetz Rothmoser
	M12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	1.387,3 tCO _{2eq} /a	88,6 %
Anmerkungen/ weitere Empfehlungen	• Erweiterung und Verdichtung des Bestandswärmenetzes wird empfohlen • Gebäude, die nicht an Wärmenetze angeschlossen werden, sind wo möglich mit Luft-Wärmepumpen (idealerweise in Kombination mit Photovoltaik) oder mit Bestandsbiomasse (ggf. in Kombination mit Solarthermie) beheizbar • Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden • Solarthermie zur Heizungsunterstützung bzw. Warmwasserbereitung sollte insbesondere bei einzelversorgten Gebäuden geprüft werden • Erdwärmekollektoren können grundsätzlich errichtet werden, werden aufgrund des Flächenbedarfs jedoch nur in Einzelfällen Einsatz finden können	

Steckbrief Innenstadt

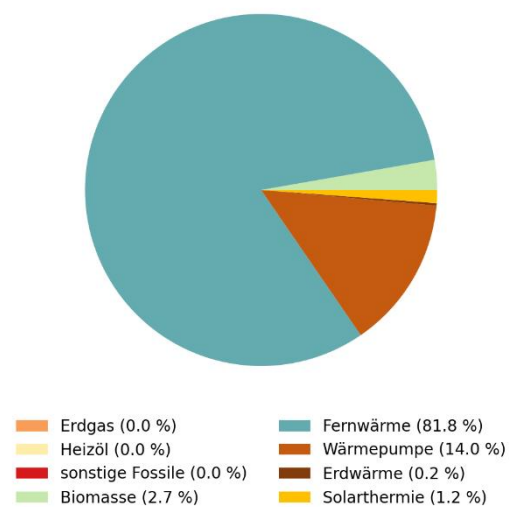


Cluster-Nr.	5
Fläche	27,5 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen / GHD
Wärmedichte	691,4 MWh/(ha*a)
Aktueller Wärmebedarf	19.024,9 MWh/a
Aktuelle THG-Emissionen:	4.879,6 tCO ₂ eq/a
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Ja

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz	✓			
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach- Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden				✓
Erdwärmekollektoren				✓
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

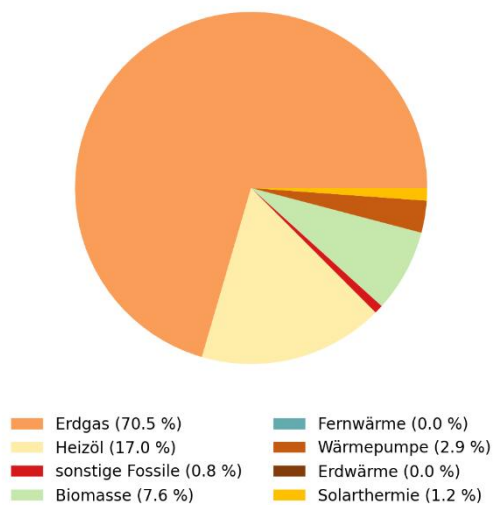
Empfohlenes Versorgungssystem	Zentrale Wärmeversorgung	
Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV
	M4	Sanierungsstrategie kommunaler Gebäude
	M6	Transformationsplan Wärmenetz Rothmoser
	M12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	4.268,9 t _{CO2eq} /a	87,4 %
Anmerkungen/ weitere Empfehlungen	• Erweiterung und Verdichtung des Bestandswärmenetzes wird empfohlen • Gebäude, die nicht an Wärmenetze angeschlossen werden, sind wo möglich mit Luft-Wärmepumpen (idealerweise in Kombination mit Photovoltaik) oder mit Bestandsbiomasse (ggf. in Kombination mit Solarthermie) beheizbar • Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden • Solarthermie zur Heizungsunterstützung bzw. Warmwasserbereitung sollte insbesondere bei einzelversorgten Gebäuden geprüft werden	

Steckbrief Rotter Straße/Inntal Straße

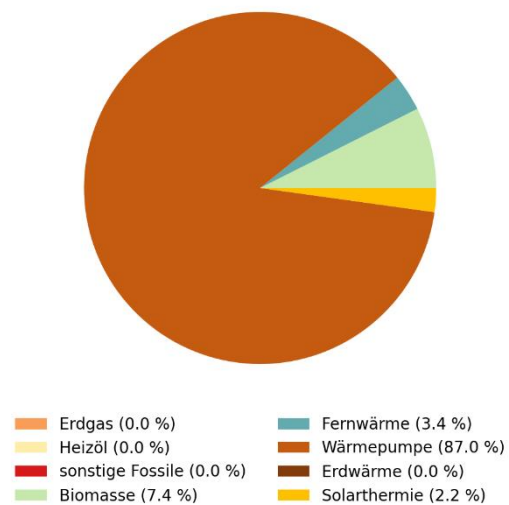


Cluster-Nr.	6
Fläche	13,0 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen / GHD
Wärmedichte	601,9 MWh/(ha*a)
Aktueller Wärmebedarf	7.847,8 MWh/a
Aktuelle THG-Emissionen:	2.077,4 tCO ₂ eq/a
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz			✓	
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach- Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden				✓
Erdwärmekollektoren				✓
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

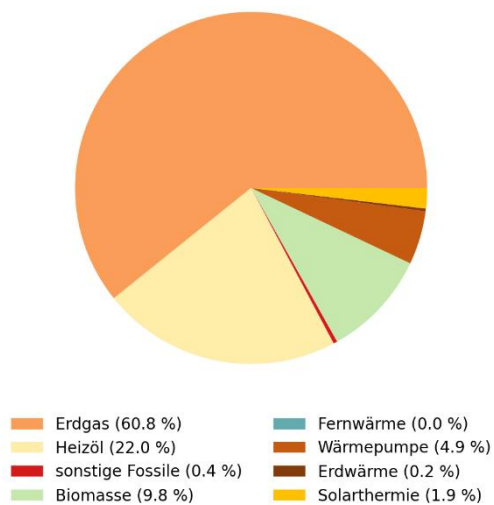
Empfohlenes Versorgungssystem	Dezentrale Wärmeversorgung	
Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV
	M12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	1.993,8 t _{CO2eq} /a	95,9 %
Anmerkungen/ weitere Empfehlungen	• Speziell der nördliche Teil um die Rotter Straße und nördliche Bergstraße ist als Wärmenetzprüfgebiet ausgewiesen, hier hängt der Netzausbau vom Interesse der Großverbraucher ab, um die Wirtschaftlichkeit der Querung des Wieshamer Bachs zu gewährleisten • Gebäude, die nicht an Wärmenetze angeschlossen werden, sind wo möglich mit Luft-Wärmepumpen (idealerweise in Kombination mit Photovoltaik) oder mit Bestandsbiomasse (ggf. in Kombination mit Solarthermie) beheizbar • Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden • Solarthermie zur Heizungsunterstützung bzw. Warmwasserbereitung sollte insbesondere bei einzelversorgten Gebäuden geprüft werden • Erdwärmekollektoren können grundsätzlich errichtet werden, werden aufgrund des Flächenbedarfs jedoch nur in Einzelfällen Einsatz finden können	

Steckbrief Rosenheimer Straße Süd-Ost

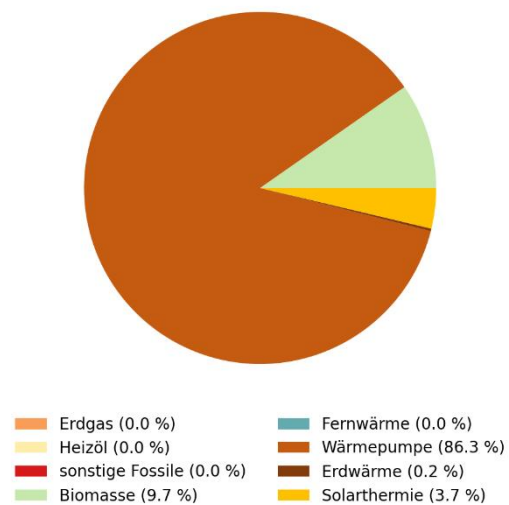


Cluster-Nr.	7
Fläche	8,4 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	333,8 MWh/(ha*a)
Aktueller Wärmebedarf	2.823,4 MWh/a
Aktuelle THG-Emissionen:	731,7 tCO _{2eq} /a
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				✓
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach- Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden				✓
Erdwärmekollektoren				✓
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

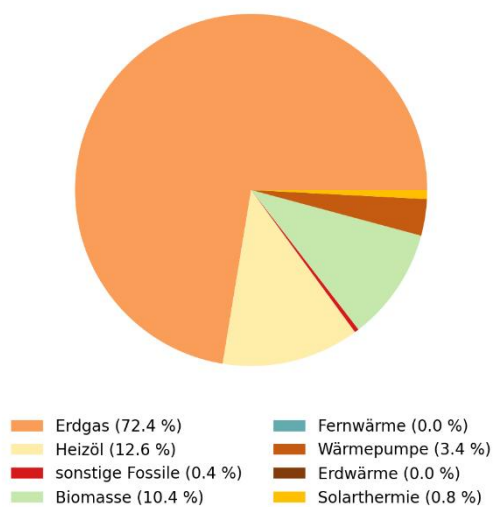
Empfohlenes Versorgungssystem	Dezentrale Wärmeversorgung	
Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV
	M12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	704,3 t _{CO2eq} /a	96,2 %
Anmerkungen/ weitere Empfehlungen	- Keine Erschließung mit Fernwärme geplant - Gebäude, die nicht an Wärmenetze angeschlossen werden, sind wo möglich mit Luft-Wärmepumpen (idealerweise in Kombination mit Photovoltaik) oder mit Bestandsbiomasse (ggf. in Kombination mit Solarthermie) beheizbar - Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden - Solarthermie zur Heizungsunterstützung bzw. Warmwasserbereitung sollte insbesondere bei einzelversorgten Gebäuden geprüft werden - Erdwärmekollektoren können grundsätzlich errichtet werden, werden aufgrund des Flächenbedarfs jedoch nur in Einzelfällen Einsatz finden können	

Steckbrief Schlossstraße Süd/Rosenheimer Straße West

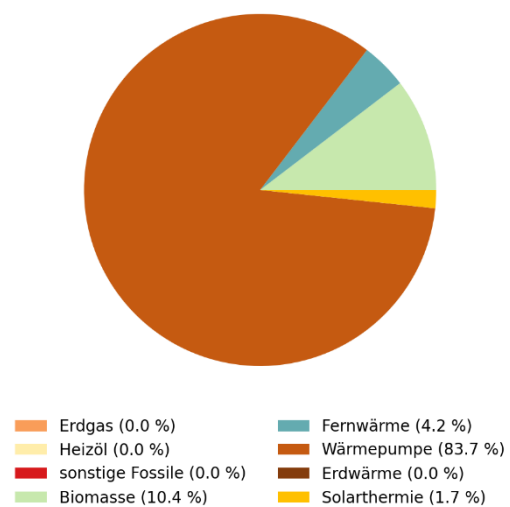


Cluster-Nr.	8
Fläche	15,9 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	428,5 MWh/(ha*a)
Aktueller Wärmebedarf	6.816,6 MWh/a
Aktuelle THG-Emissionen:	1.728,7 tCO ₂ eq/a
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz			✓	
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach- Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden				✓
Erdwärmekollektoren				✓
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

Empfohlenes Versorgungssystem	Dezentrale Wärmeversorgung	
Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV
	M7	Abfrage Anschlussinteresse und Konzeptionierung internes Nahwärmenetz in der Sudetenstraße
	M12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	1.654,3 tCO _{2eq} /a	95,6 %
Anmerkungen/ weitere Empfehlungen	- Zur Versorgung des Fernwärmenetzes Rothmoser ist eine die Nutzung von Flusswasser und Abwärme aus der Kläranlage in der Diskussion; Anlieger*innen auf dem Weg dorthin könnten sich perspektivisch ggf. anschließen lassen - Die Firma Rothmoser kann perspektivisch einen zentralen Anschlusspunkt für die Siedlung Sudetenstraße anbieten, über den ein von Anwohner*innen betriebenes Nahwärmenetz versorgt werden kann - Gebäude, die nicht an Wärmenetze angeschlossen werden, sind wo möglich mit Luft-Wärmepumpen (idealerweise in Kombination mit Photovoltaik) oder mit Bestandsbiomasse (ggf. in Kombination mit Solarthermie) beheizbar	

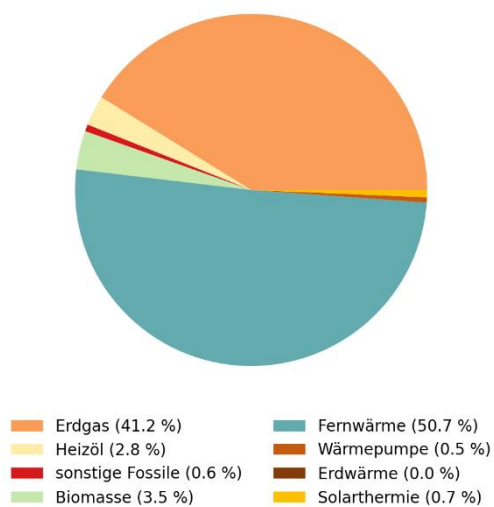
- Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden
- Solarthermie zur Heizungsunterstützung bzw. Warmwasserbereitung sollte insbesondere bei einzelversorgten Gebäuden geprüft werden
- Erdwärmekollektoren können grundsätzlich errichtet werden, werden aufgrund des Flächenbedarfs jedoch nur in Einzelfällen Einsatz finden können

Steckbrief Schlossstraße Nord/Griesstraße/Klausenweg

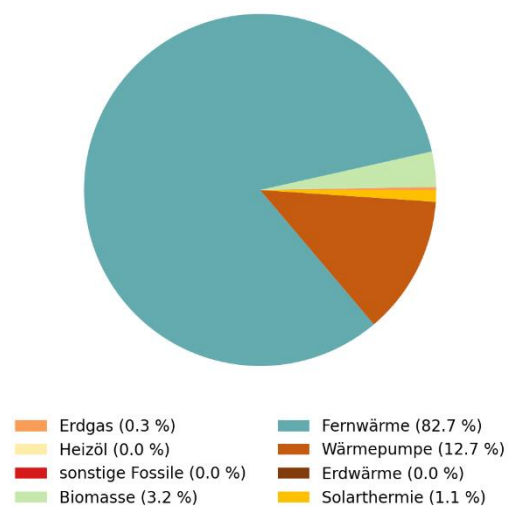


Cluster-Nr.	9
Fläche	13,5 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	591,8 MWh/(ha*a)
Aktueller Wärmebedarf	8.003,6 MWh/a
Aktuelle THG-Emissionen:	2.015,8 tCO ₂ eq/a
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Ja

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz	✓			
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach- Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden				✓
Erdwärmekollektoren				✓
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

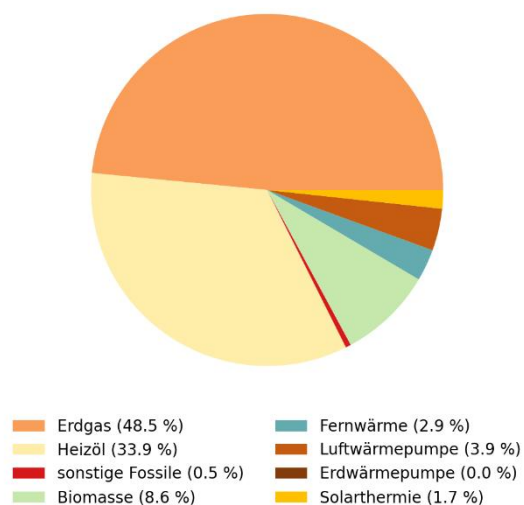
Empfohlenes Versorgungssystem	Zentrale Wärmeversorgung	
Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV
	M6	Transformationsplan Wärmenetz Rothmoser
	M12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	1.729,3 tCO _{2eq} /a	85,7 %
Anmerkungen/ weitere Empfehlungen	• Erweiterung und Verdichtung des Bestandswärmenetzes wird empfohlen • Gebäude, die nicht an Wärmenetze angeschlossen werden, sind wo möglich mit Luft-Wärmepumpen (idealerweise in Kombination mit Photovoltaik) oder mit Bestandsbiomasse (ggf. in Kombination mit Solarthermie) beheizbar • Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden • Solarthermie zur Heizungsunterstützung bzw. Warmwasserbereitung sollte insbesondere bei einzelversorgten Gebäuden geprüft werden • Erdwärmekollektoren können grundsätzlich errichtet werden, werden aufgrund des Flächenbedarfs jedoch nur in Einzelfällen Einsatz finden können	

Steckbrief Glonner Straße/Hammerschmiede

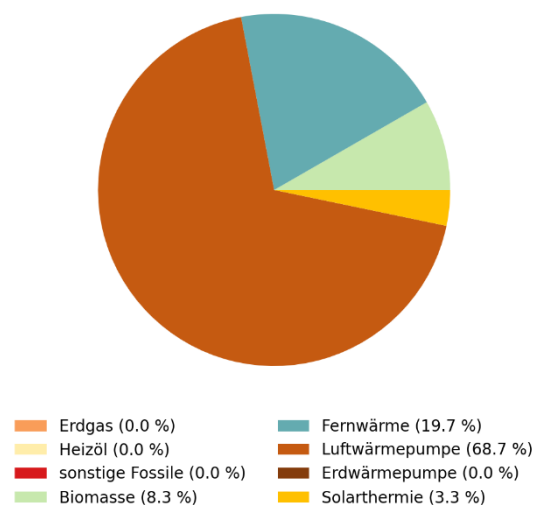


Cluster-Nr.	10
Fläche	11,5 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	329,4 MWh/(ha*a)
Aktueller Wärmebedarf	3.818,7 MWh/a
Aktuelle THG-Emissionen:	1031,2 tCO ₂ eq/a
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz			✓	
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach- Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden				✓
Erdwärmekollektoren				✓
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

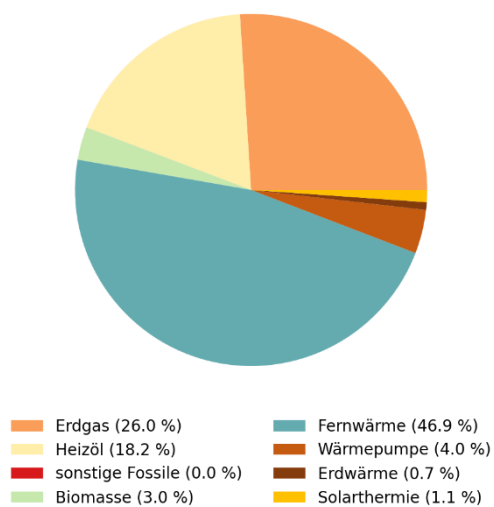
Empfohlenes Versorgungssystem	Dezentrale Wärmeversorgung	
Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV
	M12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	978,2 t _{CO2eq} /a	94,8 %
Anmerkungen/ weitere Empfehlungen	- Keine Erweiterung des Bestandsnetzes Rothmoser geplant, einzelne Gebäude an Oberanger und Glonner Straße können direkt ans Bestandsnetz angeschlossen werden - Gebäude, die nicht an Wärmenetze angeschlossen werden, sind wo möglich mit Luft-Wärmepumpen (idealerweise in Kombination mit Photovoltaik) oder mit Bestandsbiomasse (ggf. in Kombination mit Solarthermie) beheizbar - Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden - Solarthermie zur Heizungsunterstützung bzw. Warmwasserbereitung sollte insbesondere bei einzelversorgten Gebäuden geprüft werden - Erdwärmekollektoren können grundsätzlich errichtet werden, werden aufgrund des Flächenbedarfs jedoch nur in Einzelfällen Einsatz finden können	

Steckbrief Jahnstraße/Glonner Straße

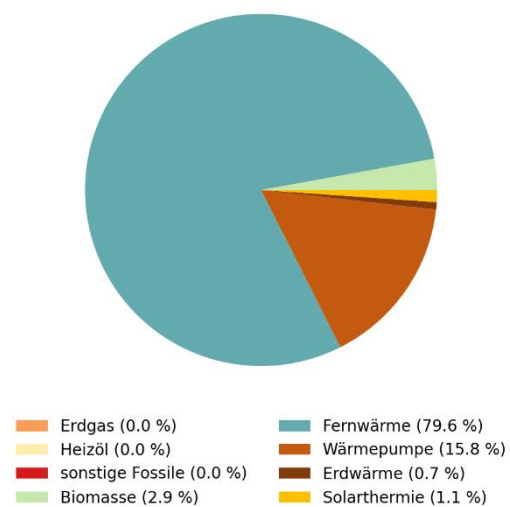


Cluster-Nr.	11
Fläche	14,2 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	382,5 MWh/(ha*a)
Aktueller Wärmebedarf	5.465,8 MWh/a
Aktuelle THG-Emissionen:	1.429,4 tCO ₂ eq/a
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Ja

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz	✓			
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach- Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden				✓
Erdwärmekollektoren				✓
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

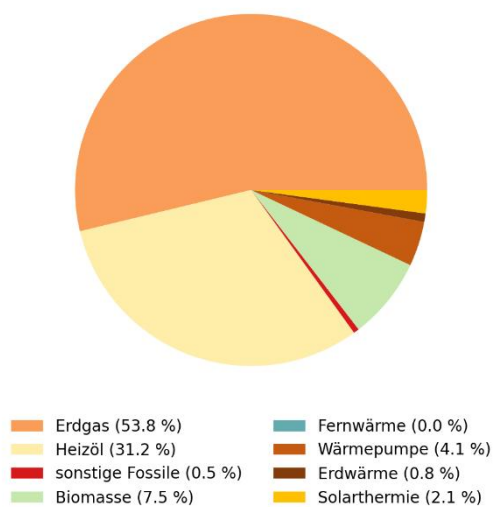
Empfohlenes Versorgungssystem	Zentrale Wärmeversorgung	
Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV
	M4	Sanierungsstrategie kommunaler Gebäude
	M6	Transformationsplan Wärmenetz Rothmoser
	M12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	1.252,6 tCO _{2eq} /a	87,6 %
Anmerkungen/ weitere Empfehlungen	• Erweiterung und Verdichtung des Bestandswärmenetzes wird empfohlen, keine Erweiterung für südwestliche Neubaugebiete geplant • Gebäude, die nicht an Wärmenetze angeschlossen werden, sind wo möglich mit Luft-Wärmepumpen (idealerweise in Kombination mit Photovoltaik) oder mit Bestandsbiomasse (ggf. in Kombination mit Solarthermie) beheizbar • Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden • Solarthermie zur Heizungsunterstützung bzw. Warmwasserbereitung sollte insbesondere bei einzelversorgten Gebäuden geprüft werden • Erdwärmekollektoren können grundsätzlich errichtet werden, werden aufgrund des Flächenbedarfs jedoch nur in Einzelfällen Einsatz finden können	

Steckbrief Aiblinger Straße/Dobel

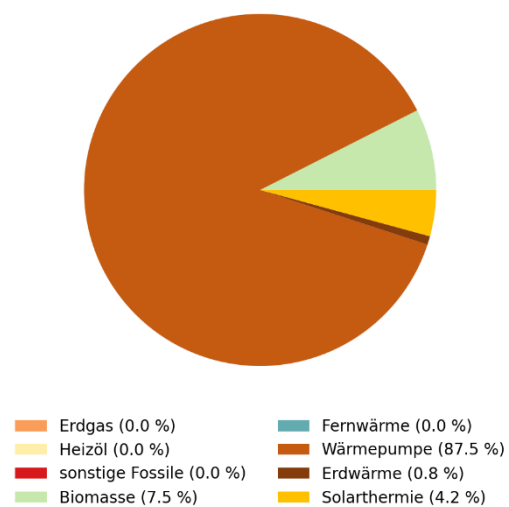


Cluster-Nr.	12
Fläche	20,4 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	401,3 MWh/(ha*a)
Aktueller Wärmebedarf	8.190,3 MWh/a
Aktuelle THG-Emissionen:	2.237,4 tCO ₂ eq/a
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				✓
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach- Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden				✓
Erdwärmekollektoren				✓
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

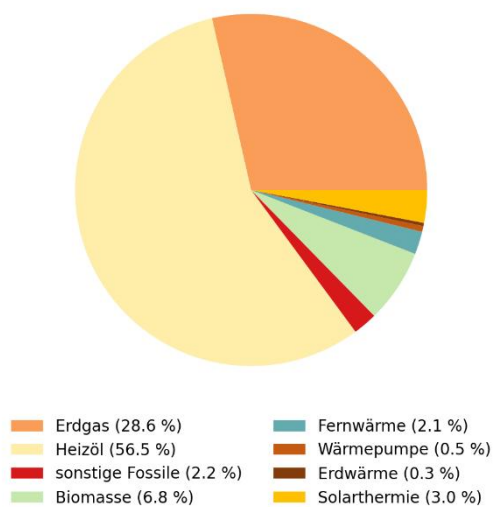
Empfohlenes Versorgungssystem	Dezentrale Wärmeversorgung	
Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV
	M12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	2.162,3 tCO _{2eq} /a	96,6 %
Anmerkungen/ weitere Empfehlungen	- Keine großflächige Erschließung mit Fernwärme geplant - Georg-Baumann-Straße und einige Gebäude an der Verbindungsstrecke zur Aiblinger Straße sind als Prüfgebiet ausgewiesen, der Ausbau hängt hier allerdings vom Bau und Anschluss eines potenziellen Ankercundens ab - Gebäude, die nicht an Wärmenetze angeschlossen werden, sind wo möglich mit Luft-Wärmepumpen (idealerweise in Kombination mit Photovoltaik) oder mit Bestandsbiomasse (ggf. in Kombination mit Solarthermie) beheizbar - Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden - Solarthermie zur Heizungsunterstützung bzw. Warmwasserbereitung sollte insbesondere bei einzelversorgten Gebäuden geprüft werden - Erdwärmekollektoren können grundsätzlich errichtet werden, werden aufgrund des Flächenbedarfs jedoch nur in Einzelfällen Einsatz finden können	

Steckbrief Grafing Bahnhof

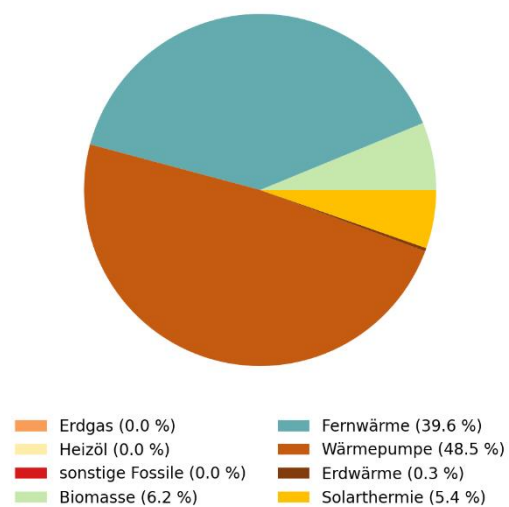


Cluster-Nr.	13
Fläche	23,9 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	295,3 MWh/(ha*a)
Aktueller Wärmebedarf	7.073,8 MWh/a
Aktuelle THG-Emissionen:	2.102,0 tCO ₂ eq/a
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz		✓		
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach- Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden				✓
Erdwärmekollektoren			✓	
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

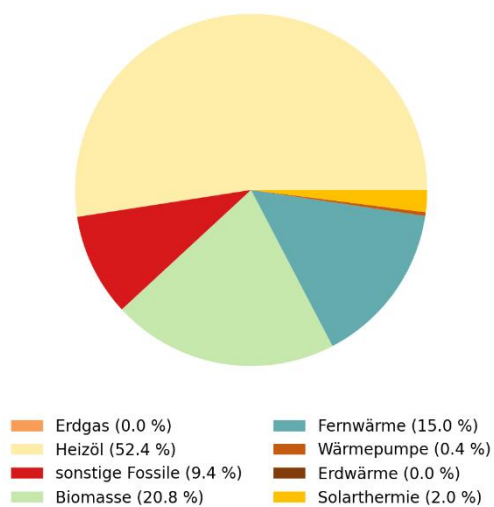
Empfohlenes Versorgungssystem	Südlich zentral/Nördlich dezentral	
Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3 M9 M12	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV Wärmenetz Grafing Bahnhof Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	1.956,4 t _{CO2eq} /a	93,0 %
Anmerkungen/ weitere Empfehlungen	• Erschließung der südlichen Hälfte und des Neubaus Berufsschulzentrum angedacht, der Ausbau in den nördlichen Teil hängt maßgeblich vom Interesse der Anwohner*innen ab und ist aufgrund der Eigentumsstruktur herausfordernd in der Projektentwicklung • Gebäude, die nicht an Wärmenetze angeschlossen werden, sind wo möglich mit Luft-Wärmepumpen (idealerweise in Kombination mit Photovoltaik) oder mit Bestandsbiomasse (ggf. in Kombination mit Solarthermie) beheizbar • Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden • Solarthermie zur Heizungsunterstützung bzw. Warmwasserbereitung sollte insbesondere bei einzelversorgten Gebäuden geprüft werden • Erdwärmekollektoren können grundsätzlich errichtet werden, werden aufgrund des Flächenbedarfs jedoch nur in Einzelfällen Einsatz finden können	

Steckbrief Nettelkofen

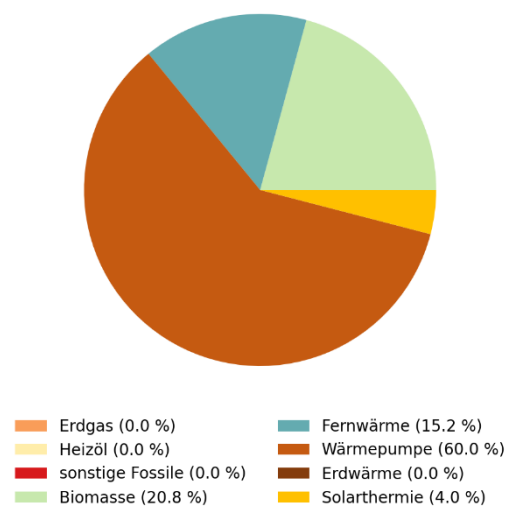


Cluster-Nr.	14
Fläche	6,7 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen / GHD
Wärmedichte	283,8 MWh/(ha*a)
Aktueller Wärmebedarf	1.903,2 MWh/a
Aktuelle THG-Emissionen:	440,9 tCO ₂ eq/a
Gasnetz vorhanden?	Nein
Wärmenetz vorhanden?	Ja

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz			✓	
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach- Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden				✓
Erdwärmekollektoren		✓		
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

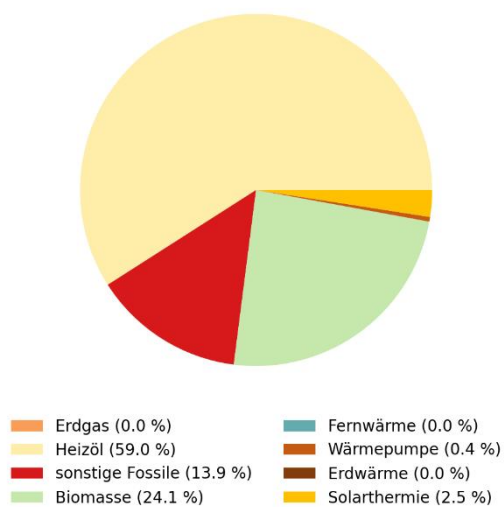
Empfohlenes Versorgungssystem	Dezentrale Wärmeversorgung	
Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV
	M11	Planung von Verdichtung der Wärmenetze in Nettelkofen, Eisendorf und Straußdorf
	M12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	414,9 tCO _{2eq} /a	94,1 %
Anmerkungen/ weitere Empfehlungen	• Erweiterung des Bestandsfernwärmenetzes um einzelne Anschlüsse denkbar • Gebäude, die nicht an Wärmenetze angeschlossen werden, sind wo möglich mit Luft-Wärmepumpen (idealerweise in Kombination mit Photovoltaik) oder mit Bestandsbiomasse (ggf. in Kombination mit Solarthermie) beheizbar • Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden; bei eigenem Waldbesitz ist Biomassefeuerung oftmals naheliegend • Solarthermie zur Heizungsunterstützung bzw. Warmwasserbereitung sollte insbesondere bei einzelversorgten Gebäuden geprüft werden • Erdwärmekollektoren können grundsätzlich errichtet werden, werden aufgrund des Flächenbedarfs jedoch nur in Einzelfällen Einsatz finden können	

Steckbrief Wiesham

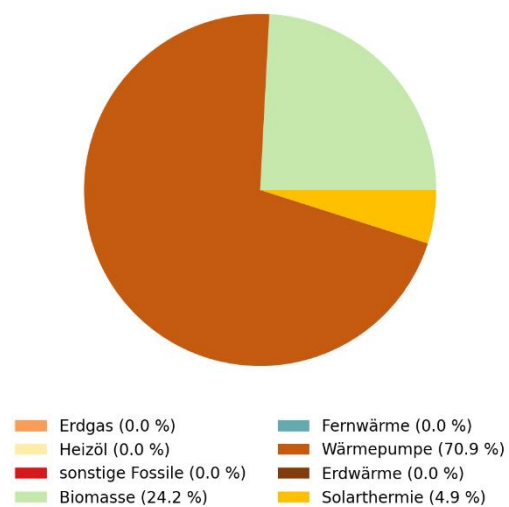


Cluster-Nr.	15
Fläche	5,5 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen / GHD
Wärmedichte	283,9 MWh/(ha*a)
Aktueller Wärmebedarf	1.580,0 MWh/a
Aktuelle THG-Emissionen:	419,4 tCO ₂ eq/a
Gasnetz vorhanden?	Nein
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				✓
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach- Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden				✓
Erdwärmekollektoren		✓		
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

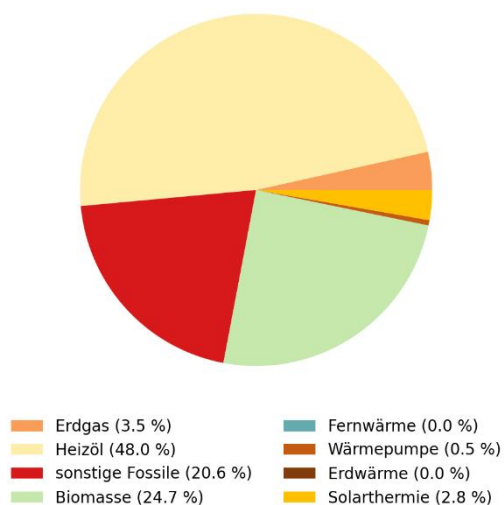
Empfohlenes Versorgungssystem	Dezentrale Wärmeversorgung	
Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV
	M12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	401,0 t _{CO2eq} /a	95,6 %
Anmerkungen/ weitere Empfehlungen	• Gebäude sind wo möglich mit Luft-Wärmepumpen (idealerweise in Kombination mit Photovoltaik) oder mit Bestandsbiomasse (ggf. in Kombination mit Solarthermie) beheizbar • Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden; bei eigenem Waldbesitz ist Biomassefeuerung oftmals naheliegend • Solarthermie zur Heizungsunterstützung bzw. Warmwasserbereitung sollte insbesondere bei einzelversorgten Gebäuden geprüft werden • Erdwärmekollektoren können grundsätzlich errichtet werden, werden aufgrund des Flächenbedarfs jedoch nur in Einzelfällen Einsatz finden können	

Steckbrief Engerloh

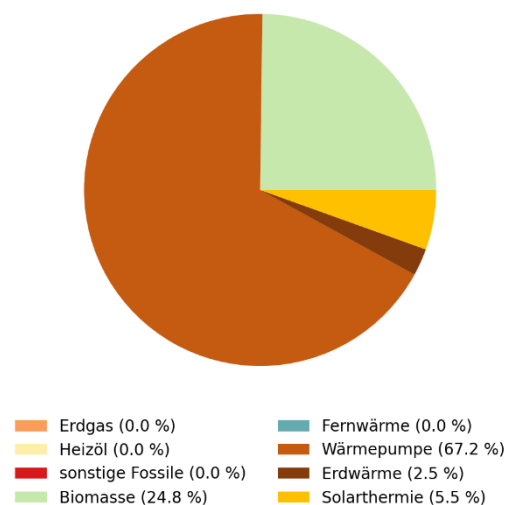


Cluster-Nr.	16
Fläche	6,1 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen / GHD
Wärmedichte	356,7 MWh/(ha*a)
Aktueller Wärmebedarf	2.190,8 MWh/a
Aktuelle THG-Emissionen:	557,0 tCO ₂ eq/a
Gasnetz vorhanden?	Nein
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				✓
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach- Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden				✓
Erdwärmekollektoren		✓		
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

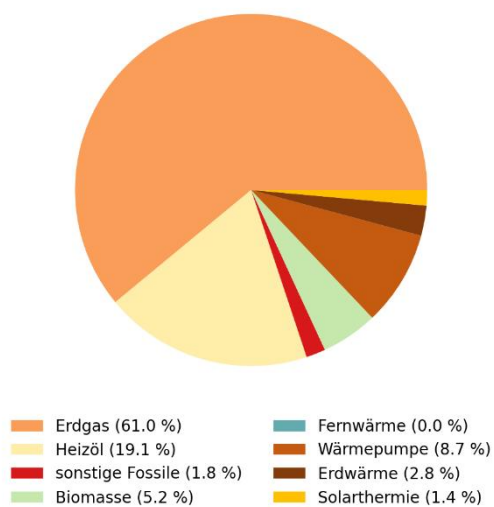
Empfohlenes Versorgungssystem	Dezentrale Wärmeversorgung	
Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV
	M12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	531,8 t _{CO2eq} /a	95,4 %
Anmerkungen/ weitere Empfehlungen	• Gebäude sind wo möglich mit Luft-Wärmepumpen (idealerweise in Kombination mit Photovoltaik) oder mit Bestandsbiomasse (ggf. in Kombination mit Solarthermie) beheizbar • Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden; bei eigenem Waldbesitz ist Biomassefeuerung oftmals naheliegend • Solarthermie zur Heizungsunterstützung bzw. Warmwasserbereitung sollte insbesondere bei einzelversorgten Gebäuden geprüft werden • Erdwärmekollektoren können grundsätzlich errichtet werden, werden aufgrund des Flächenbedarfs jedoch nur in Einzelfällen Einsatz finden können	

Steckbrief Schönblick

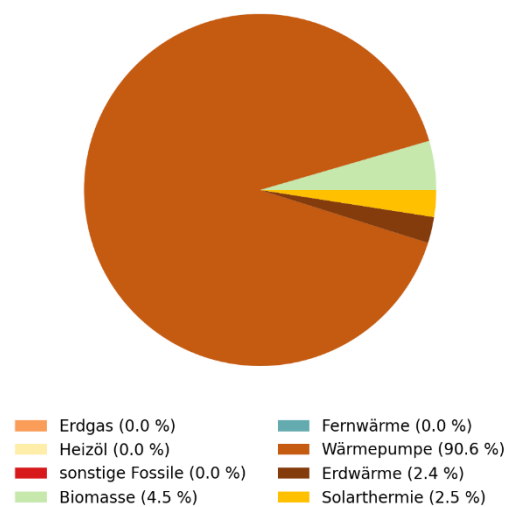


Cluster-Nr.	17
Fläche	9,5 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	237,3 MWh/(ha*a)
Aktueller Wärmebedarf	2.277,7 MWh/a
Aktuelle THG-Emissionen:	592,9 tCO ₂ eq/a
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				✓
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach- Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden				✓
Erdwärmekollektoren		✓		
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

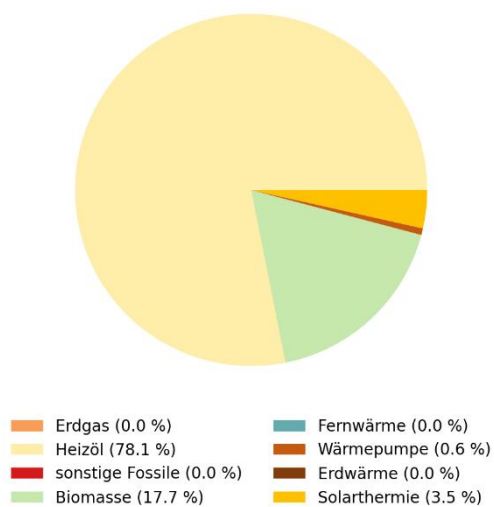
Empfohlenes Versorgungssystem	Dezentrale Wärmeversorgung	
Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV
	M12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	570,2 t _{CO2eq} /a	96,1 %
Anmerkungen/ weitere Empfehlungen	- Gebäude sind wo möglich mit Luft-Wärmepumpen (idealerweise in Kombination mit Photovoltaik) oder mit Bestandsbiomasse (ggf. in Kombination mit Solarthermie) beheizbar - Im Neubaugebiet im nördlichen Teil ist u.U. die Errichtung einer zentralen Wärmeversorgung vorgesehen - Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden - Solarthermie zur Heizungsunterstützung bzw. Warmwasserbereitung sollte insbesondere bei einzelversorgten Gebäuden geprüft werden - Erdwärmekollektoren können grundsätzlich errichtet werden, werden aufgrund des Flächenbedarfs jedoch nur in Einzelfällen Einsatz finden können	

Steckbrief Neudichau

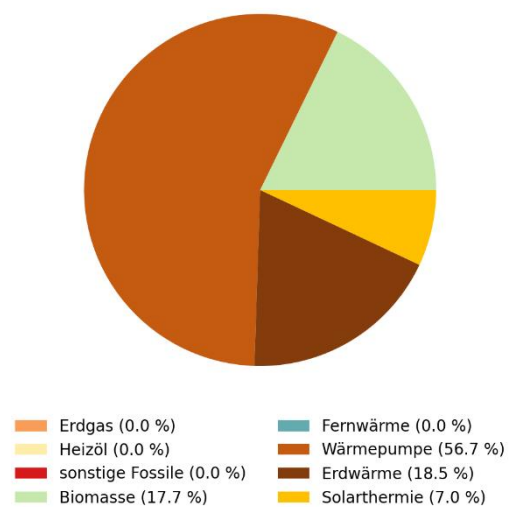


Cluster-Nr.	18
Fläche	3,5 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen / GHD
Wärmedichte	296,0 MWh/(ha*a)
Aktueller Wärmebedarf	1.038,9 MWh/a
Aktuelle THG-Emissionen:	305,3 tCO ₂ eq/a
Gasnetz vorhanden?	Nein
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				✓
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach- Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden		✓		
Erdwärmekollektoren		✓		
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

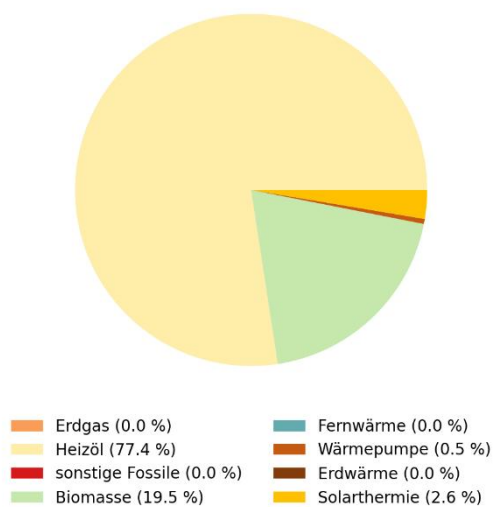
Empfohlenes Versorgungssystem	Dezentrale Wärmeversorgung	
Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV
	M12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	294,7 t _{CO2eq} /a	96,5 %
Anmerkungen/ weitere Empfehlungen	• Gebäude sind wo möglich mit Luft-Wärmepumpen (idealerweise in Kombination mit Photovoltaik) oder mit Bestandsbiomasse (ggf. in Kombination mit Solarthermie) beheizbar • Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden; bei eigenem Waldbesitz ist Biomassefeuerung oftmals naheliegend • Solarthermie zur Heizungsunterstützung bzw. Warmwasserbereitung sollte insbesondere bei einzelversorgten Gebäuden geprüft werden • Erdwärmekollektoren können grundsätzlich errichtet werden, werden aufgrund des Flächenbedarfs jedoch nur in Einzelfällen Einsatz finden können • Die Errichtung von Erdwärmesonden ist grundsätzlich möglich	

Steckbrief Dichau

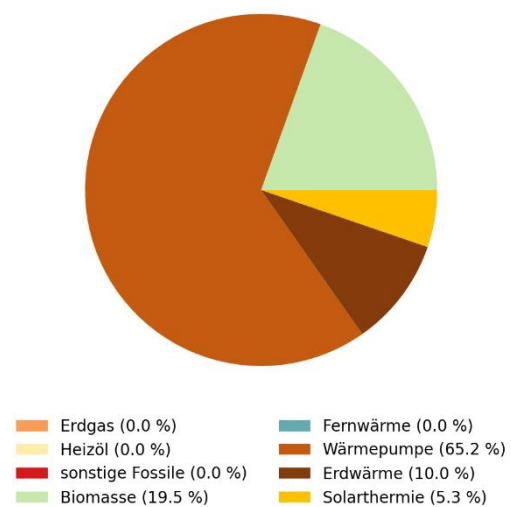


Cluster-Nr.	19
Fläche	5,3 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen / GHD
Wärmedichte	351,1 MWh/(ha*a)
Aktueller Wärmebedarf	1.872,2 MWh/a
Aktuelle THG-Emissionen:	544,8 tCO ₂ eq/a
Gasnetz vorhanden?	Nein
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				✓
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach- Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden			✓	
Erdwärmekollektoren		✓		
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

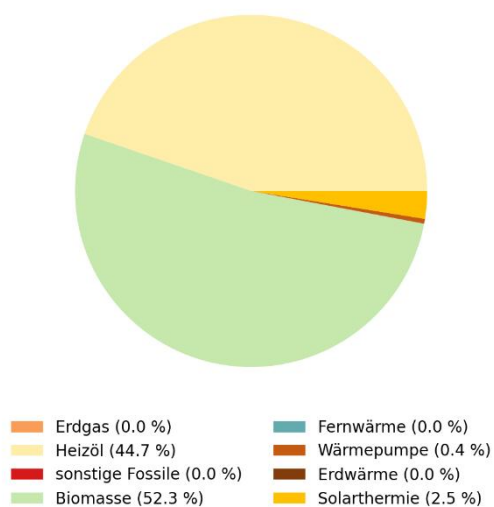
Empfohlenes Versorgungssystem	Dezentrale Wärmeversorgung	
Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV
	M12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	524,6 t _{CO2eq} /a	96,2 %
Anmerkungen/ weitere Empfehlungen	• Gebäude sind wo möglich mit Luft-Wärmepumpen (idealerweise in Kombination mit Photovoltaik) oder mit Bestandsbiomasse (ggf. in Kombination mit Solarthermie) beheizbar • Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden; bei eigenem Waldbesitz ist Biomassefeuerung oftmals naheliegend • Solarthermie zur Heizungsunterstützung bzw. Warmwasserbereitung sollte insbesondere bei einzelversorgten Gebäuden geprüft werden • Erdwärmekollektoren können grundsätzlich errichtet werden, werden aufgrund des Flächenbedarfs jedoch nur in Einzelfällen Einsatz finden können • Die Errichtung von Erdwärmesonden ist grundsätzlich möglich	

Steckbrief Katzenreuth/Schauerach/Voglherd/Filzhof

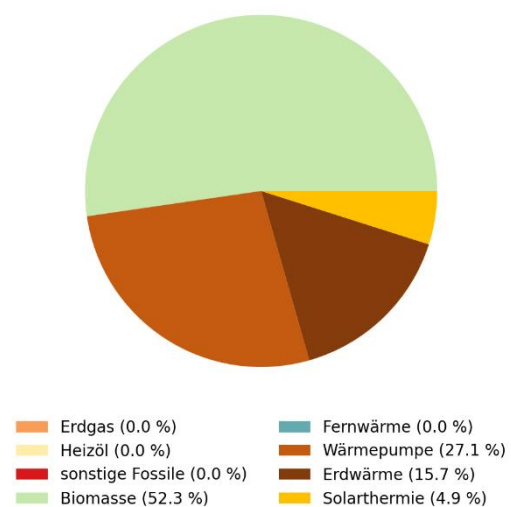


Cluster-Nr.	20
Fläche	7,1 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen / GHD
Wärmedichte	221,3 MWh/(ha*a)
Aktueller Wärmebedarf	1.574,2 MWh/a
Aktuelle THG-Emissionen:	283,9 t _{CO2eq} /a
Gasnetz vorhanden?	Nein
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				✓
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach- Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden	✓			
Erdwärmekollektoren		✓		
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

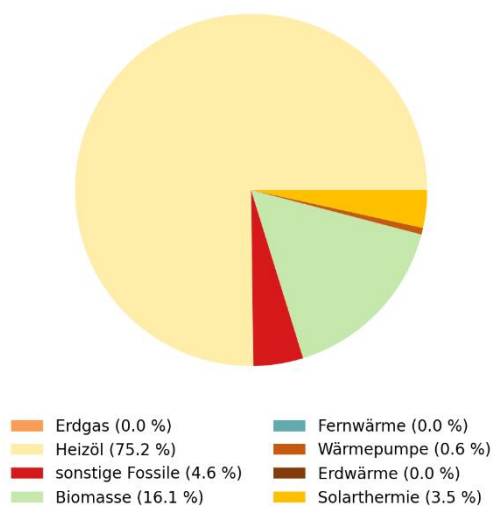
Empfohlenes Versorgungssystem	Dezentrale Wärmeversorgung	
Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV
	M12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	260,6 t _{CO2eq} /a	91,7 %
Anmerkungen/ weitere Empfehlungen	• Gebäude sind wo möglich mit Luft-Wärmepumpen (idealerweise in Kombination mit Photovoltaik) oder mit Bestandsbiomasse (ggf. in Kombination mit Solarthermie) beheizbar • Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden; bei eigenem Waldbesitz ist Biomassefeuerung oftmals naheliegend • Solarthermie zur Heizungsunterstützung bzw. Warmwasserbereitung sollte insbesondere bei einzelversorgten Gebäuden geprüft werden • Erdwärmekollektoren können grundsätzlich errichtet werden, werden aufgrund des Flächenbedarfs jedoch nur in Einzelfällen Einsatz finden können • Die Errichtung von Erdwärmesonden ist empfohlen	

Steckbrief Straußdorf

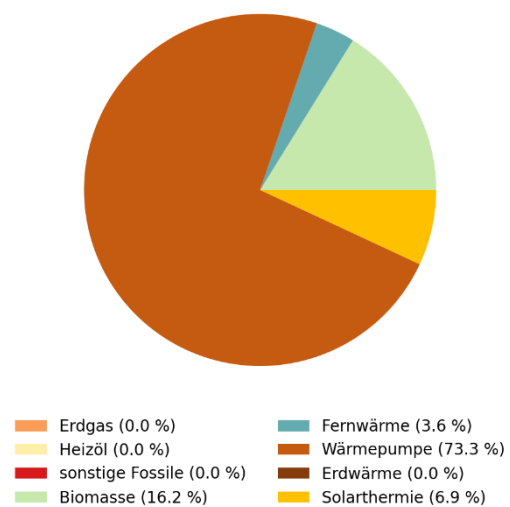


Cluster-Nr.	21
Fläche	20,6 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen / GHD
Wärmedichte	279,7 MWh/(ha*a)
Aktueller Wärmebedarf	5.786,4 MWh/a
Aktuelle THG-Emissionen:	1.712,8 t _{CO2eq} /a
Gasnetz vorhanden?	Nein
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz			✓	
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach- Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden				✓
Erdwärmekollektoren		✓		
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

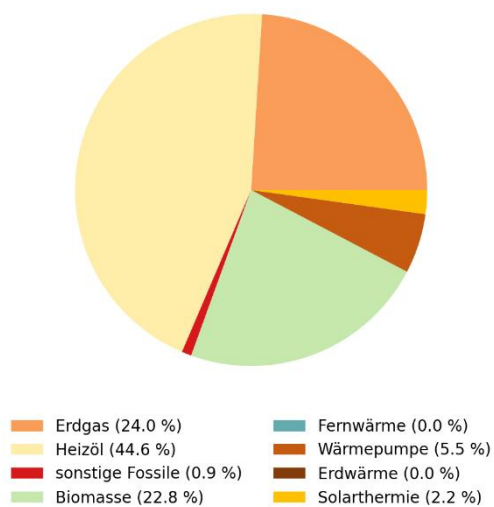
Empfohlenes Versorgungssystem	Dezentrale Wärmeversorgung	
Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV
	M11	Planung von Verdichtung der Wärmenetze in Nettelkofen, Eisendorf und Straußdorf
	M12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	1.647,7 t _{CO2eq} /a	96,1 %
Anmerkungen/ weitere Empfehlungen	• Über ein Nahwärmenetz werden zukünftig Feuerwehr, Kindergarten und ein kommunales Wohngebäude versorgt, hier können sich direkte Anlieger*innen ggf. anschließen • Gebäude, die nicht an Wärmenetze angeschlossen werden, sind wo möglich mit Luft-Wärmepumpen (idealerweise in Kombination mit Photovoltaik) oder mit Bestandsbiomasse (ggf. in Kombination mit Solarthermie) beheizbar • Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden • Solarthermie zur Heizungsunterstützung bzw. Warmwasserbereitung sollte insbesondere bei einzelversorgten Gebäuden geprüft werden • Erdwärmekollektoren können grundsätzlich errichtet werden, werden aufgrund des Flächenbedarfs jedoch nur in Einzelfällen Einsatz finden können	

Steckbrief Baumgartenmühle/Aiterndorf

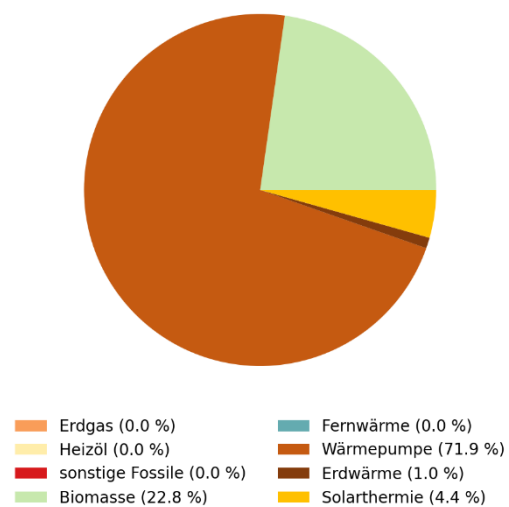


Cluster-Nr.	22
Fläche	10,5 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen / GHD
Wärmedichte	235,9 MWh/(ha*a)
Aktueller Wärmebedarf	2.499,1 MWh/a
Aktuelle THG-Emissionen:	616,5 tCO ₂ eq/a
Gasnetz vorhanden?	Nein
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				✓
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach- Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden				✓
Erdwärmekollektoren		✓		
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

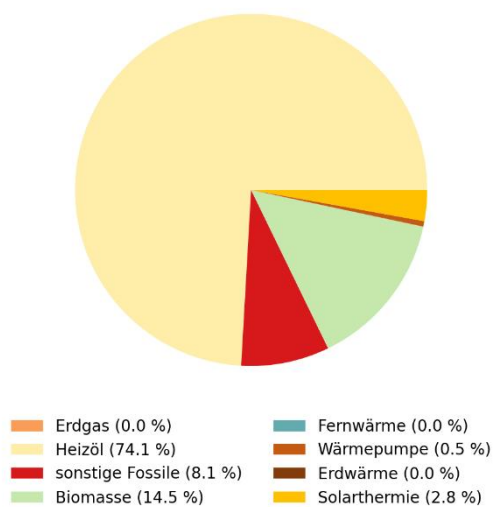
Empfohlenes Versorgungssystem	Dezentrale Wärmeversorgung	
Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV
	M12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	588,0 t _{CO2eq} /a	95,3 %
Anmerkungen/ weitere Empfehlungen	• Gebäude sind wo möglich mit Luft-Wärmepumpen (idealerweise in Kombination mit Photovoltaik) oder mit Bestandsbiomasse (ggf. in Kombination mit Solarthermie) beheizbar • Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden; bei eigenem Waldbesitz ist Biomassefeuerung oftmals naheliegend • Solarthermie zur Heizungsunterstützung bzw. Warmwasserbereitung sollte insbesondere bei einzelversorgten Gebäuden geprüft werden • Erdwärmekollektoren können grundsätzlich errichtet werden, werden aufgrund des Flächenbedarfs jedoch nur in Einzelfällen Einsatz finden können	

Steckbrief Untereilkofen

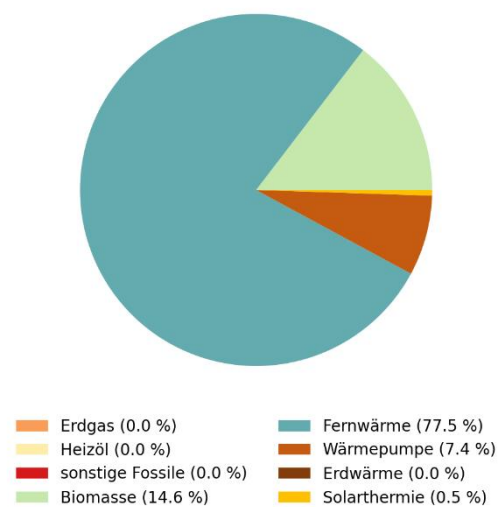


Cluster-Nr.	23
Fläche	3,7 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen / GHD
Wärmedichte	390,8 MWh/(ha*a)
Aktueller Wärmebedarf	1.467,4 MWh/a
Aktuelle THG-Emissionen:	442,0 tCO ₂ eq/a
Gasnetz vorhanden?	Nein
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz	✓			
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach- Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden				✓
Erdwärmekollektoren		✓		
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

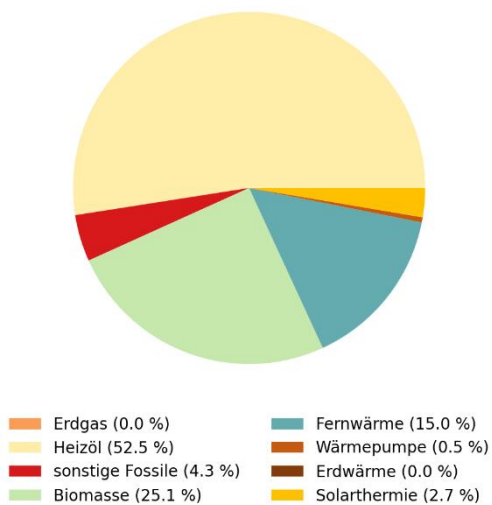
Empfohlenes Versorgungssystem	Zentrale Wärmeversorgung	
Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV
	M8	Wärmenetz Unterelkofen
	M12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	406,7 tCO _{2eq} /a	92,0 %
Anmerkungen/ weitere Empfehlungen	• Bau eines Wärmenetzes wird durch Grafen von Rechberg geprüft; ggf. können sich Anlieger*innen an ein mögliches Wärmenetz anschließen • Gebäude, die nicht an Wärmenetze angeschlossen werden, sind wo möglich mit Luft-Wärmepumpen (idealerweise in Kombination mit Photovoltaik) oder mit Bestandsbiomasse (ggf. in Kombination mit Solarthermie) beheizbar • Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden; bei eigenem Waldbesitz ist Biomassefeuerung oftmals naheliegend • Solarthermie zur Heizungsunterstützung bzw. Warmwasserbereitung sollte insbesondere bei einzelversorgten Gebäuden geprüft werden • Erdwärmekollektoren können grundsätzlich errichtet werden, werden aufgrund des Flächenbedarfs jedoch nur in Einzelfällen Einsatz finden können	

Steckbrief Eisendorf

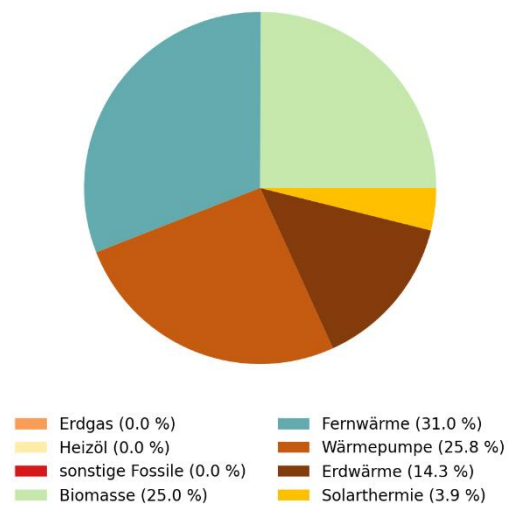


Cluster-Nr.	24
Fläche	8,4 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen / GHD
Wärmedichte	269,9 MWh/(ha*a)
Aktueller Wärmebedarf	2.282,8 MWh/a
Aktuelle THG-Emissionen:	498,9 tCO ₂ eq/a
Gasnetz vorhanden?	Nein
Wärmenetz vorhanden?	Ja

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz			✓	
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach- Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden		✓		
Erdwärmekollektoren		✓		
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

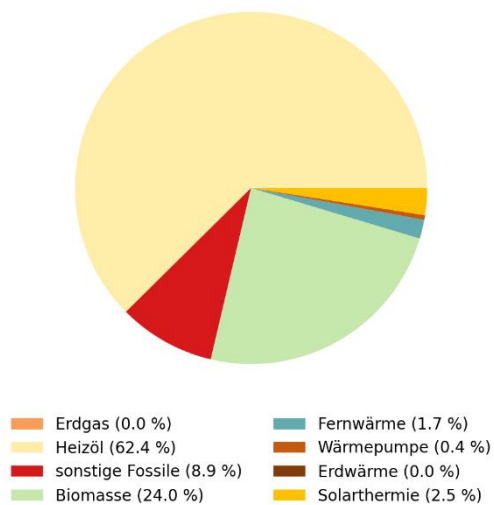
Empfohlenes Versorgungssystem	Dezentrale Wärmeversorgung	
Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV
	M11	Planung von Verdichtung der Wärmenetze in Nettelkofen, Eisendorf und Straußdorf
	M12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	460,9 tCO _{2eq} /a	92,3 %
Anmerkungen/ weitere Empfehlungen	• Erweiterung und Verdichtung des Bestandswärmenetzes wird empfohlen, betrifft hauptsächlich südwestlichen Ortsteil • Gebäude, die nicht an Wärmenetze angeschlossen werden, sind wo möglich mit Luft-Wärmepumpen (idealerweise in Kombination mit Photovoltaik) oder mit Bestandsbiomasse (ggf. in Kombination mit Solarthermie) beheizbar • Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden • Solarthermie zur Heizungsunterstützung bzw. Warmwasserbereitung sollte insbesondere bei einzelversorgten Gebäuden geprüft werden • Erdwärmekollektoren können grundsätzlich errichtet werden, werden aufgrund des Flächenbedarfs jedoch nur in Einzelfällen Einsatz finden können • Die Errichtung von Erdwärmesonden ist grundsätzlich möglich	

Steckbrief Elkofen

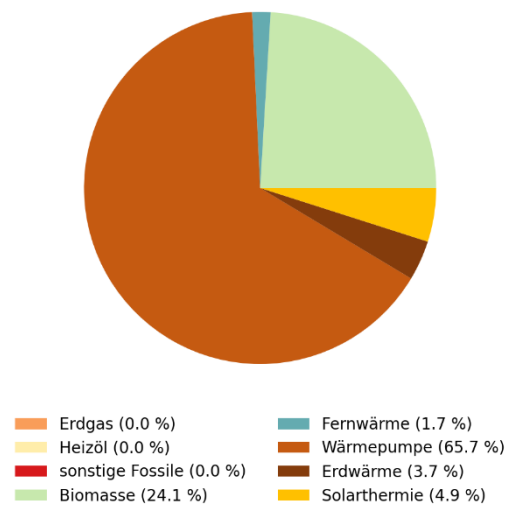


Cluster-Nr.	25
Fläche	11,4 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen / GHD
Wärmedichte	338,1 MWh/(ha*a)
Aktueller Wärmebedarf	3.861,8 MWh/a
Aktuelle THG-Emissionen:	1.018,2 t _{CO2eq} /a
Gasnetz vorhanden?	Nein
Wärmenetz vorhanden?	Ja

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				✓
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach- Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden			✓	
Erdwärmekollektoren		✓		
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

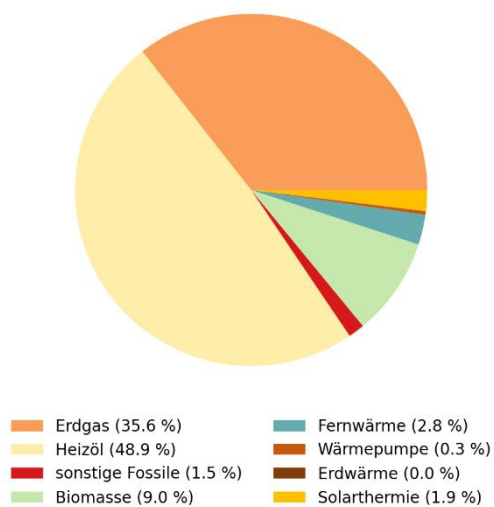
Empfohlenes Versorgungssystem	Dezentrale Wärmeversorgung	
Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV
	M12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	973,0 t _{CO2eq} /a	95,5 %
Anmerkungen/ weitere Empfehlungen	• Erweiterung des Bestandswärmenetzes um einzelne Anschlüsse denkbar • Gebäude, die nicht an Wärmenetze angeschlossen werden, sind wo möglich mit Luft-Wärmepumpen (idealerweise in Kombination mit Photovoltaik) oder mit Bestandsbiomasse (ggf. in Kombination mit Solarthermie) beheizbar • Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden • Solarthermie zur Heizungsunterstützung bzw. Warmwasserbereitung sollte insbesondere bei einzelversorgten Gebäuden geprüft werden • Erdwärmekollektoren können grundsätzlich errichtet werden, werden aufgrund des Flächenbedarfs jedoch nur in Einzelfällen Einsatz finden können • Die Errichtung von Erdwärmesonden ist grundsätzlich möglich	

Steckbrief Schammach

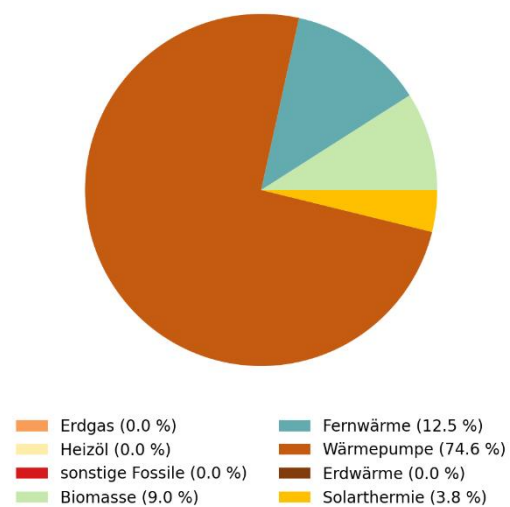


Cluster-Nr.	26
Fläche	10,4 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen / GHD
Wärmedichte	216,7 MWh/(ha*a)
Aktueller Wärmebedarf	2.260,5 MWh/a
Aktuelle THG-Emissionen:	647,9 tCO ₂ eq/a
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				✓
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach- Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden				✓
Erdwärmekollektoren		✓		
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

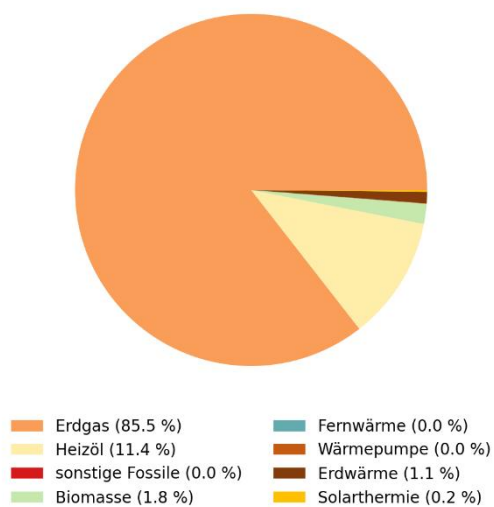
Empfohlenes Versorgungssystem	Dezentrale Wärmeversorgung	
Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV
	M12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	626,0 t _{CO2eq} /a	96,6 %
Anmerkungen/ weitere Empfehlungen	• Erweiterung des Bestandsfernwärmenetzes um einzelne Anschlüsse denkbar • Gebäude, die nicht an Wärmenetze angeschlossen werden, sind wo möglich mit Luft-Wärmepumpen (idealerweise in Kombination mit Photovoltaik) oder mit Bestandsbiomasse (ggf. in Kombination mit Solarthermie) beheizbar • Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden • Solarthermie zur Heizungsunterstützung bzw. Warmwasserbereitung sollte insbesondere bei einzelversorgten Gebäuden geprüft werden • Erdwärmekollektoren können grundsätzlich errichtet werden, werden aufgrund des Flächenbedarfs jedoch nur in Einzelfällen Einsatz finden können	

Steckbrief Gewerbegebiet Schammach

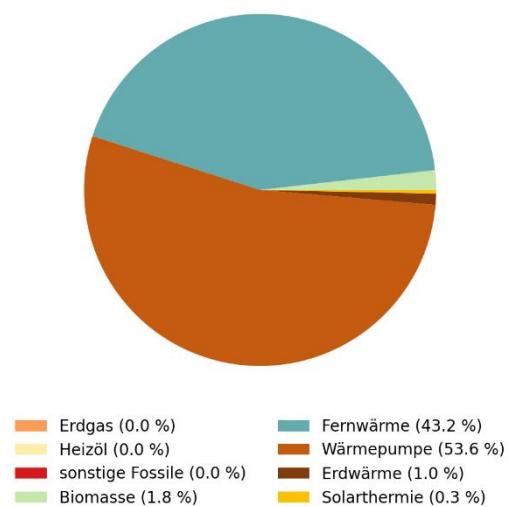


Cluster-Nr.	27
Fläche	14,8 ha
Vorwiegende Nutzungsart	GHD
Wärmedichte	286,4 MWh/(ha*a)
Aktueller Wärmebedarf	4.247,2 MWh/a
Aktuelle THG-Emissionen:	1.180,1 tCO ₂ eq/a
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz		✓		
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach- Solarthermie	✓			
Biomasse			✓	
Erdwärmesonden				✓
Erdwärmekollektoren			✓	
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

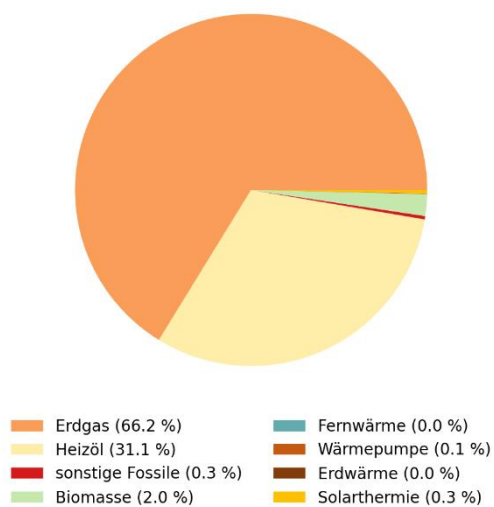
Empfohlenes Versorgungssystem	Zentrale Wärmeversorgung	
Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV
	M10	Wärmenetz Gewerbegebiet Schammach
	M12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	1.094,2 t _{CO2eq} /a	92,7 %
Anmerkungen/ weitere Empfehlungen	- Altes Gewerbegebiet (östlicher Teil) ist als Wärmenetzneubaugebiet ausgewiesen, für neuere Gewerbe im westlichen Teil ist der Heizungstausch aktuell weniger dringend, der westliche Teil wird aber trotzdem als Prüfgebiet mit in die Planung aufgenommen - Gebäude, die nicht an Wärmenetze angeschlossen werden, sind wo möglich mit Luft-Wärmepumpen (idealerweise in Kombination mit Photovoltaik) oder mit Bestandsbiomasse (ggf. in Kombination mit Solarthermie) beheizbar - Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden - Solarthermie zur Heizungsunterstützung bzw. Warmwasserbereitung sollte insbesondere bei einzelversorgten Gebäuden geprüft werden - Erdwärmekollektoren können grundsätzlich errichtet werden, werden aufgrund des Flächenbedarfs jedoch nur in Einzelfällen Einsatz finden können	

Steckbrief Haidling

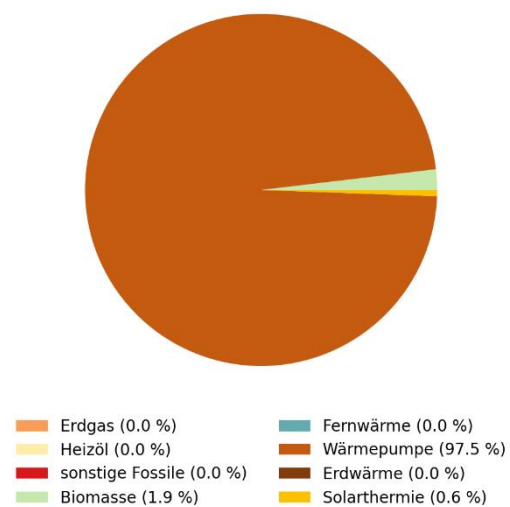


Cluster-Nr.	28
Fläche	4,8 ha
Vorwiegende Nutzungsart	GHD
Wärmedichte	875,5 MWh/(ha*a)
Aktueller Wärmebedarf	4.242,6 MWh/a
Aktuelle THG-Emissionen:	1.260,1 t _{CO2eq} /a
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz			✓	
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach- Solarthermie	✓			
Biomasse			✓	
Erdwärmesonden				✓
Erdwärmekollektoren			✓	
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

Empfohlenes Versorgungssystem	Zentrale Wärmeversorgung	
Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV
	M12	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	1.220,1 t _{CO2eq} /a	96,8 %
Anmerkungen/ weitere Empfehlungen	• Aktuell gibt es keine feste Planung für eine zentrale Wärmeversorgung, der Aufbau eines Inselnetzes um die bestehende Hackschnitzelanlage ist allerdings denkbar, weshalb das Gebiet als Prüfgebiet ausgewiesen ist • Gebäude, die nicht an Wärmenetze angeschlossen werden, sind wo möglich mit Luft-Wärmepumpen (idealerweise in Kombination mit Photovoltaik) oder mit Bestandsbiomasse (ggf. in Kombination mit Solarthermie) beheizbar • Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden • Solarthermie zur Heizungsunterstützung bzw. Warmwasserbereitung sollte insbesondere bei einzelversorgten Gebäuden geprüft werden • Erdwärmekollektoren können grundsätzlich errichtet werden, werden aufgrund des Flächenbedarfs jedoch nur in Einzelfällen Einsatz finden können	

12.2 Anhang: Maßnahmensteckbriefe

Maßnahme 1:

Integration der Ergebnisse der KWP in die kommunalen Planungsaufgaben der Verwaltung

Kategorie	Organisation	
Adressat	Stadt Grafing b.München	
Beschreibung	Das Ziel dieser Maßnahme ist es, die lokale Wärmewendestrategie als verbindlichen Bestandteil in die Fachplanungen der Kommune zu integrieren und in die relevanten kommunalen Planungsprozesse zu streuen. Dazu wird eine umfassende Prüfung laufender und geplanter kommunaler Projekte im Hinblick auf ihre Vereinbarkeit mit den Zielsetzungen der KWP empfohlen. Es werden Textbausteine entwickelt, die als Vorlage für Bauleitplanungen und Bebauungspläne dienen, um die Rahmensetzung für eine klimaneutrale Wärmeversorgung bereits in der frühen Planungsphase zu verankern. Diese Bausteine orientieren sich an den Zielen der KWP und sollen eine gezielte Ausweisung von Wärmenetz-Vorranggebieten und Ausbaugebieten ermöglichen. Darüber kann geprüft werden, inwieweit kommunalrechtliche Instrumente, wie zum Beispiel Verbrennungsverbote in Bebauungsplänen, zur Erreichung der KWP-Ziele beitragen können. Die Anforderungen der KWP sollen als verbindliche Elemente in städtebauliche Kaufverträge und Konzeptvergabeverfahren aufgenommen werden, um von Anfang an die Integration klimafreundlicher Wärmeversorgung sicherzustellen. Auch die Konzessionsverträge werden auf mögliche Zielkonflikte mit der KWP überprüft, und Klimaaspekte werden in das Auswahlverfahren sowie in die Neuausschreibung von Konzessionen integriert. Schließlich wird die kommunale Wärmeplanung in die Regionalplanung übertragen, um die Flächensicherung, Potenzialerschließung und Ausweisung von Vorranggebieten zu gewährleisten. Diese Maßnahmen tragen dazu bei, die lokale Wärmewendestrategie strukturell und rechtlich in alle relevanten Planungsprozesse zu integrieren, sodass eine klimaneutrale und effiziente Wärmeversorgung im gesamten Stadtgebiet nachhaltig umgesetzt werden kann.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Integration der Ergebnisse der KWP in die Verwaltungsprozesse	Stadt Grafing b.München
Laufzeit	im Anschluss an die kommunale Wärmeplanung	

Kosten	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Kosten fallen insbesondere in Form von Personalkosten für Integration der Ergebnisse in die Verwaltungsprozesse an.
Personalaufwand	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Der Personalaufwand zur Integration der Ergebnisse ist nicht unerheblich. Auch zur Steuerung dieses Vorhabens ist die Schaffung und Besetzung einer dezidierten Stelle sinnvoll.
Förderung	n/a

Maßnahme 2:

Umstellung der kommunalen Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	Stadt Grafing b.München	
Beschreibung	Der kommunale Wärmebedarf spielt eine nennenswerte Rolle, ebenso die dadurch ausgestoßenen Treibhausgasemissionen. Hier ist einerseits großes Potenzial zur Dekarbonisierung. Andererseits kann die Kommune als zentrale Akteurin durch eine gezielte Planung und Umsetzung den Weg für eine nachhaltige und klimafreundliche Wärmeversorgung ebnen und eine Vorreiterrolle einnehmen. Durch die Umstellung zeigt die Kommune, dass eine zukunftsorientierte Wärmeversorgung möglich und wirtschaftlich tragfähig ist. Dies unterstreicht ihre Verantwortung und ihren Einfluss als Vorbild und Wegbereiterin. Die Kommune kann als Impulsgeberin für Investitionen in erneuerbare Energien agieren, Partnerschaften mit lokalen Unternehmen und Energieversorgern fördern und durch Pilotprojekte Innovationskraft demonstrieren.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Beantragung Förderung	Stadt Grafing b.München
	Planung und Umsetzung der Heizungsumstellung	externe Dienstleister
Laufzeit	abhängig von Heizungsalter; zeitnahe Umsetzung bis 2030	
Kosten	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch	
	Kosten fallen insbesondere für Planung und Umsetzung des Heizungstauschs an; die Höhe ist stark fallspezifisch.	
Personalaufwand	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
	Der personelle Aufwand für die Stadt ist überschaubar, da die Maßnahme hauptsächlich durch externe Dienstleister bearbeitet wird.	
Förderung	diverse, fallspezifische Förderprogramme, allen voran das BEG (Bundesförderung für effiziente Gebäude)	

Maßnahme 3:

Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	Stadt Grafing b.München	
Beschreibung	Die Kommune kann den Ausbau erneuerbarer Energieerzeuger maßgeblich beschleunigen. Eine wichtige Komponente ist die Sicherung und Bereitstellung von Flächen für die Errichtung von Anlagen zur erneuerbaren Energieerzeugung. Hierzu werden Flächenidentifikation, Verpachtung und langfristige Nutzungsvereinbarungen von Grundstücken durch die Kommune aktiv unterstützt. Zur Mobilisierung von Dach- und Freiflächen für die Nutzung erneuerbarer Energien können verschiedene Anreize entwickelt werden, um private und gewerbliche Flächeneigentümerinnen zu gewinnen. Ein wesentlicher Bestandteil dieser Maßnahme ist die Förderung von Bürgerbeteiligungsmodellen, durch die Anwohner und Anwohnerinnen und lokale Akteure aktiv in Projekte einbezogen werden. Flächenbevorratung und -verpachtung durch die Kommune, in Kombination mit der Organisation von Marktplätzen zur Vernetzung von Flächeneigentümern (einschließlich land- und forstwirtschaftlicher Akteure) und Interessierten, schafft eine Win-Win-Situation für alle Beteiligten. Zusätzlich kann die Wärmeplanung in die Regionalplanung integriert werden, um bei der Fortschreibung und Aktualisierung der Regionalplanung die Potenziale für erneuerbare Energien in Einklang mit den Anforderungen an eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu berücksichtigen. Dies gewährleistet, dass die Flächenverfügbarkeit und die Nutzung von erneuerbaren Energien in der langfristigen regionalen Planung berücksichtigt und weiterentwickelt werden.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Maßnahmen des Raum- und Flächenmanagements für den Ausbau der erneuerbaren Energien treffen (Flächensicherung/-Bereitstellung, etc.)	Stadt Grafing b.München
	Maßnahmen treffen, die die Genehmigung von Anlagen zur erneuerbaren Energieerzeugung unterstützen und beschleunigen	Stadt Grafing b.München
	Entwicklung von Anreizen zur Mobilisierung von Dach- und Freiflächen zum Ausbau der erneuerbaren Energien	Stadt Grafing b.München

	sowie zum Aufbau von Versorgungsstrukturen in Quartieren	Stadt Grafing b.München
	Berücksichtigung der Wärmeplanungsergebnisse bei der Fortschreibung und Aktualisierung der Regionalplanung	
Laufzeit	unmittelbar nach Beendigung der kommunalen Wärmeplanung; fortlaufend	
Kosten	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
	Kosten fallen insbesondere in Form von Personalkosten an.	
Personalaufwand	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch	
	Der Personalaufwand zur Integration der Ergebnisse ist nicht unerheblich. Auch zur Steuerung dieses Vorhabens ist die Schaffung und Besetzung einer dezidierten Stelle sinnvoll.	
Förderung	n/a	

Maßnahme 4:

Sanierungsstrategie kommunaler Gebäude

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	Stadt Grafing b.München	
Beschreibung	Die Entwicklung bzw. Weiterführung einer Sanierungsstrategie für kommunale Gebäude ist eine zentrale Maßnahme zur Erreichung von Energieeffizienz- und Klimazielen. Kommunale Gebäude, wie Schulen, Rathäuser, Sporthallen oder Bibliotheken, bieten großes Potenzial zur Reduzierung von Energieverbrauch und CO₂-Emissionen. Durch die systematische Sanierung und Modernisierung dieser Liegenschaften kann die Kommune nicht nur ihre Betriebskosten senken, sondern auch eine Vorbildfunktion im Bereich des Klimaschutzes einnehmen. Die Sanierungsstrategie umfasst eine umfassende Bestandsaufnahme der kommunalen Gebäude hinsichtlich ihres Energieverbrauchs, ihres baulichen Zustands und ihrer technischen Ausstattung. Darauf aufbauend wird ein Sanierungsplan erstellt, der Maßnahmen wie die Erneuerung von Heizungsanlagen oder die Dämmung von Dächern beinhaltet.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Erstellung Sanierungskonzept	Stadt Grafing b.München, externe Dienstleister
	Beantragung Förderung	Stadt Grafing b.München
	Umsetzung der Sanierungsstrategie	Stadt Grafing b.München, externe Dienstleister
Laufzeit	unmittelbar nach Beendigung der kommunalen Wärmeplanung	
Kosten	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch	
	Kosten fallen insbesondere für Planung und Umsetzung der Sanierung an; die Höhe ist stark fallspezifisch.	
Personalaufwand	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
	Der personelle Aufwand für die Stadt ist überschaubar, da die Maßnahme hauptsächlich durch externe Dienstleister bearbeitet wird.	
Förderung	diverse, fallspezifische Förderprogramme, allen voran das BEG (Bundesförderung für effiziente Gebäude)	

Maßnahme 5:

Informationsformate zu den geplanten Maßnahmen

Kategorie	Kommunikation	
Adressat	Stadt Grafing b.München	
Beschreibung	Um die Ergebnisse und insbesondere die zentralen Maßnahmen der kommunalen Wärmeplanung zu kommunizieren, wird empfohlen, kontinuierlich Informationsveranstaltungen oder -Formate für Bürgerinnen und Bürger und weitere lokale Akteure durchzuführen. Ziel ist es, die geplanten Maßnahmen transparent zu erläutern, deren Nutzen für Klima und Gemeinschaft hervorzuheben und offene Fragen zu klären. Die Formate bieten zudem Raum für Anregungen und Diskussionen, um die Akzeptanz und das Verständnis für die anstehenden Vorhaben zu fördern. Sie stellen eine wichtige Brücke zwischen Planung und Umsetzung dar und unterstützen eine aktive Beteiligung der Öffentlichkeit.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Einrichtung des Kommunikationsformats	Stadt Grafing b.München
	Durchführung des Kommunikationsformats	Stadt Grafing b.München, ggf. externe Dienstleister und Referentinnen/Referenten
Laufzeit	direkt nach Abschluss der Kommunalen Wärmeplanung; regelmäßige Anpassung	
Kosten	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch	
	Kosten fallen hauptsächlich für Organisation und Ausführung der Formate an, ggf. auch für externe Dienstleister und Referenten.	
Personalaufwand	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch	
	Der Aufwand für die Stadt beschränkt sich auf die Organisation und Ausführung.	
Förderung	n/a	

Maßnahme 6:

Transformationsplan Wärmenetz Rothmoser

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	Rothmoser GmbH & Co. KG	
Beschreibung	Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung und in den bereits laufenden Arbeiten der Firma Rothmoser wurden Teile des Kernorts von Grafing als ein Fokusgebiet für eine zentrale Wärmeversorgung identifiziert. Im Rahmen eines bereits laufenden, geförderten Transformationsplans nach Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) wird die Umsetzbarkeit detailliert untersucht werden. Diese untersucht in detaillierten Bestands- und Potenzialanalysen die Rahmenbedingungen für das Wärmenetz, konkretisiert mögliche Erzeugerkonzepte, legt diese technisch aus und bewertet sie wirtschaftlich. Insbesondere wird beleuchtet, wie das bestehende Netz erweitert und auf 100% erneuerbare Energien transformiert werden kann.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Beantragung Förderung	Rothmoser GmbH & Co. KG
	Durchführung der Machbarkeitsstudie	externe Dienstleister
	Beteiligung Öffentlichkeit	Rothmoser GmbH & Co. KG
Laufzeit	1 Jahr; bereits laufend	
Kosten	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
	Für den BEW-Transformationsplan ist mit Kosten i.H.v. etwa 100.000 € für externe Dienstleistungen zu rechnen.	
Personalaufwand	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch	
	Der personelle Aufwand für Rothmoser GmbH & Co. KG ist überschaubar, da die Maßnahme hauptsächlich durch externe Dienstleister bearbeitet wird.	
Förderung	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)	

Maßnahme 7:

Abfrage Anschlussinteresse und Konzeptionierung internes Nahwärmenetz in der Sudetenstraße

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	Eigentümergeinschaft Sudetenstraße	
Beschreibung	Die Sudetenstraße im südlichen Teil des Grafinger Stadtgebiets ist eine von dichter Reihenhausbauung geprägte Siedlung. Die Wärmedichten sind der dichten Bebauung entsprechend in einem Bereich, in dem Wärmenetze bei ausreichend hohen Anschlussquoten eine Option sind. Die "Interessensgemeinschaft Nahwärme Sudetenstraße" erhob bereits das Anschlussinteresse innerhalb der Siedlung: Insgesamt wurden gut 40 % der Fragebögen beantwortet, der absolute Großteil davon mit aktuellem oder perspektivischem Anschlussinteresse. Das Fernwärmenetz der Firma Rothmoser verläuft aktuell bereits direkt an der Sudetenstraße und versorgt beispielsweise einige Anliegen auf der westlichen Straßenseite der Schloßstraße. Eine Versorgung der Siedlung durch das Fernwärmenetz der Firma Rothmoser ist somit eine naheliegende Option. Allerdings ist die Eigentumsstruktur der Sudetenstraße für eine Projektentwicklung von extern stark herausfordernd. Die Aufteilung des Gebiets auf viele Eigentümerinnen und Eigentümer ist in der praktischen Umsetzung für einen externen Akteur herausfordernd zu stemmen, beispielsweise was den Erhalt eines Wege- und Benutzungsrechts anbelangt. Aus diesem Grund wird empfohlen, eine Nahwärmelösung innerhalb der Sudetenstraße durch die Eigentümerinnen und Eigentümer zu prüfen und anzustoßen. Diese verbindet die einzelnen Heizungskeller der Anwesen und wird von zentraler Stelle mit Wärme versorgt. Diese zentrale Stelle kann schließlich durch eine zentrale Übergabestation mit dem Fernwärmenetz der Firma Rothmoser verbunden werden und daraus mit Wärme versorgt werden. So ist keine Errichtung eigener Heizungssystem innerhalb der Sudetenstraße erforderlich.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Abfrage Anschlussinteresse innerhalb der Sudetenstraße	Eigentümergeinschaft Sudetenstraße
	Beantragung Förderung	Eigentümergeinschaft Sudetenstraße
	Durchführung der Machbarkeitsstudie	externe Dienstleister
Laufzeit	Machbarkeitsstudie 0,5 bis 1 Jahr; Umsetzung und Bau 2 Jahre	



Kosten	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch
	Die Errichtung einer Nahwärmelösung in der Sudetenstraße ist mit hohen Investitionskosten verbunden, da in größerem Umfang Tiefbauarbeiten und Heizungsumstellungen erforderlich sind.
Personalaufwand	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch
	Der personelle Aufwand für die Eigentümergemeinschaft ist überschaubar, da die Maßnahme hauptsächlich durch externe Dienstleister bearbeitet wird.
Förderung	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)

Maßnahme 8:

Wärmenetz Unterelkofen

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	Graf von Rechberg	
Beschreibung	Auf Schloss Elkofen sollen zeitnah die dezentralen Heizkessel durch eine zentrale Wärmeversorgung ersetzt werden. Dafür ist die Errichtung von zwei Hackschnitzelfeuerungen geplant, welche mit Holz aus dem eigenen Forst versorgt werden sollen. Die Wärme soll über unterirdische Leitungen in die einzelnen Gebäude verteilt werden. Allerdings gestaltet sich der Genehmigungsprozess aufgrund von Belangen des Denkmalschutzes als langwierig und herausfordernd. Im Zuge der Heizungsumstellung des Schlosses ist denkbar, umliegende interessierte Gebäude mit an das Netz anzuschließen. Kernvoraussetzung ist dabei einerseits die grundsätzliche Genehmigung des Vorhabens, andererseits ein ausreichend hohes Anschlussinteresse in der Nachbarschaft. Interessierte Personen können sich hierzu bei Graf von Rechberg melden.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Meldung von Anschlussinteresse	Bürgerinnen und Bürger aus Unterelkofen
	Planung und Umsetzung der Heizungsumstellung	Graf von Rechberg
	Durchführung der Machbarkeitsstudie zur Errichtung des Wärmenetzes	externe Dienstleister
Laufzeit	Machbarkeitsstudie 0,5 bis 1 Jahr; Umsetzung und Bau 2 Jahre	
Kosten	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch	
	Die Errichtung einer Nahwärmelösung ist mit hohen Investitionskosten verbunden, da in größerem Umfang Tiefbauarbeiten und Heizungsumstellungen erforderlich sind.	
Personalaufwand	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch	
	Der personelle Aufwand für die Bürgerinnen und Bürger ist überschaubar, da die Maßnahme hauptsächlich durch externe Dienstleister bearbeitet wird.	
Förderung	diverse, fallspezifische Förderprogramme, allen voran das BEG (Bundesförderung für effiziente Gebäude)	

Maßnahme 9:

Wärmenetz Grafing Bahnhof

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	Fa. Rothmoser, Stadt Grafing b.München	
Beschreibung	In Grafing Bahnhof denken die Firma Rothmoser und die Stadt Grafing b.München die Prüfung eines Wärmenetzes an. Dieses soll sich zunächst auf den südlichen Teil von Grafing Bahnhof sowie das ggf. neu zu errichtende Berufsschulzentrum konzentrieren. Auf diesen Bereich soll zunächst der Fokus gelegt werden. Im nördlichen Bereich (nördlich Georg-Fuchs-Weg) konnten im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung ebenfalls hohe Wärmedichten ermittelt werden. Diese sind für eine zentrale Wärmeversorgung ebenfalls potenziell attraktiv. Allerdings ist die Bebauungsstruktur dort mit zahlreichen Reihenhäusern und der entsprechend kleinteiligen Eigentumsstruktur für die Projektentwicklung herausfordernd, weswegen das Gebiet als Prüfgebiet deklariert wurde. Um die Umsetzbarkeit eines Wärmenetzes in Grafing Bahnhof zu prüfen wird empfohlen, eine Machbarkeitsstudie im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) zu erstellen. Diese untersucht in detaillierten Bestands- und Potenzialanalysen die Rahmenbedingungen für das Wärmenetz, konkretisiert mögliche Erzeugerkonzepte, legt diese technisch aus und bewertet sie wirtschaftlich. Anschließend kann eine Investitionsentscheidung getroffen und die etwaigen weiteren Planungsphasen gestartet werden.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Beantragung Förderung	Rothmoser GmbH & Co. KG; Stadt Grafing b.München
	Durchführung der Machbarkeitsstudie	externe Dienstleister
	Beteiligung Öffentlichkeit	Rothmoser GmbH & Co. KG; Stadt Grafing b.München
Laufzeit	1 Jahr	
Kosten	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
	Für die BEW-Machbarkeitsstudie ist mit Kosten i.H.v. etwa 100.000 € für externe Dienstleistungen zu rechnen.	



Personalaufwand	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch
	Der personelle Aufwand für Rothmoser GmbH & Co. KG und die Stadt Grafing b.München ist überschaubar, da die Maßnahme hauptsächlich durch externe Dienstleister bearbeitet wird.
Förderung	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)

Maßnahme 10:

Wärmenetz Gewerbegebiet Schammach

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	Unternehmen im Gewerbegebiet Schammach	
Beschreibung	Im Gewerbegebiet Schammach herrschen hohe Wärmedichten, welche die Errichtung einer zentralen Wärmeversorgung nahelegen. Durch die gewerbliche Nutzung liegen die Wärmeverbräuche konzentriert auf wenigen Abnahmestellen, wodurch perspektivisch kurze Leitungslängen bei gleichzeitig hohem Wärmeabsatz möglich sind. Während im östlichen Teil des Gewerbegebiets vornehmlich Bestandsgebäude mit älteren Heizungen existieren, ist die Bebauung im westlichen Teil von neueren Gebäuden geprägt. Um die Umsetzbarkeit eines Wärmenetzes im Gewerbegebiet Schammach zu prüfen wird empfohlen, eine Machbarkeitsstudie im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) zu erstellen. Diese untersucht in detaillierten Bestands- und Potenzialanalysen die Rahmenbedingungen für das Wärmenetz, konkretisiert mögliche Erzeugerkonzepte, legt diese technisch aus und bewertet sie wirtschaftlich. Dabei soll der Fokus auf den östlichen Teil des Gewerbegebiets gelegt, der westliche Teil als Erweiterungsmöglichkeit jedoch mitbetrachtet werden.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Beantragung Förderung	Unternehmen im Gewerbegebiet Schammach
	Durchführung der Machbarkeitsstudie	externe Dienstleister
	Beteiligung Öffentlichkeit	Unternehmen im Gewerbegebiet Schammach
Laufzeit	1 Jahr für die Machbarkeitsstudie	
Kosten	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
	Für die BEW-Machbarkeitsstudie ist mit Kosten i.H.v. etwa 100.000 € für externe Dienstleistungen zu rechnen.	
Personalaufwand	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch	
	Der personelle Aufwand für die Unternehmen im Gewerbegebiet Schammach ist überschaubar, da die Maßnahme hauptsächlich durch externe Dienstleister bearbeitet wird.	
Förderung	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)	

Maßnahme 11:

Planung von Verdichtung der Wärmenetze in Nettelkofen, Eisendorf und Straußdorf

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	Wärmenetzbetreiber in Nettelkofen, Eisendorf und Straußdorf	
Beschreibung	In Nettelkofen, Eisendorf und Straußdorf werden bereits heute kleinere Wärmenetze betrieben. Auch wenn die Wärmedichten in den Ortsteilen nicht hoch genug für eine flächendeckende Versorgung mit Fernwärme sind wird empfohlen, die Netze wo möglich zu verdichten und einzelne weitere Nachbarn anzuschließen. Ziel dieser Maßnahme ist es, zusätzliche Verbraucher an eine nachhaltige und effiziente Wärmeversorgung anzubinden. Neben der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeitsprüfung steht die Analyse des individuellen Anschlussinteresses im Fokus. Dazu können Bedarfsabfragen durchgeführt werden, um die Anschlussbereitschaft von Haushalten und Betrieben zu ermitteln und die Planung darauf auszurichten.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Abfrage Anschlussinteresse bei benachbarten Gebäuden	Wärmenetzbetreiber in Nettelkofen, Eisendorf und Straußdorf
	Beantragung Förderung	Wärmenetzbetreiber in Nettelkofen, Eisendorf und Straußdorf
	Durchführung der Machbarkeitsstudie	externe Dienstleister
Laufzeit	laufend; Maßnahmenbeginn 2025	
Kosten	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
	Für die Planung können jeweils etwa 50.000 € für externe Dienstleistungen veranschlagt werden.	
Personalaufwand	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
	Der personelle Aufwand für die Wärmenetzbetreiber besteht vor allem in der Initiierung der Vorhaben; die eigentliche Planungsleistung kann durch externe Dienstleister bearbeitet werden.	
Förderung	je nach Größe des Wärmenetzes und Art der Maßnahme: Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)	

Maßnahme 12:

Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien

Kategorie	Kommunikation
Adressat	Energieagentur Ebersberg, Energieberaterinnen und Energieberater
Beschreibung	Ziel dieser Maßnahme ist es, private Gebäudeeigentümerinnen und -Eigentümer zu unterstützen, energetische Sanierungsmaßnahmen voranzutreiben und ihre Heizung auf erneuerbare Technologien umzurüsten. Dazu kann beispielsweise eine Kommunikationsstrategie entwickelt werden, die gezielt über Förderprogramme, gesetzliche Vorgaben und die Vorteile von Sanierungsmaßnahmen informiert. Im Rahmen dieser Strategie sollen Informationsmaterialien bereitgestellt und Informationskampagnen organisiert werden, die z. B. in Kooperation mit Energieagenturen durchgeführt werden können. Weiters können – ebenfalls beispielsweise gemeinsam mit Energieagenturen – praxisnahe Sanierungsmustersteckbriefe für ein beispielhaftes Einfamilienhaus und ein Mehrfamilienhaus im Stadtgebiet bereitgestellt werden. Diese Steckbriefe sollen als Orientierungshilfe dienen, um energieeffiziente und wirtschaftlich tragfähige Sanierungsmaßnahmen umzusetzen. Die Steckbriefe können zusätzlich durch exemplarische, bereits umgesetzte Projekte vor Ort konkretisiert werden. Wesentliche Inhalte sollten neben der technischen Umsetzung auch der Kostenrahmen (incl. Vergleich mit dem Bestand), Förderprogramme sowie der Beitrag der Maßnahmen zur Erreichung der Klimaschutzziele sein. Diese Vorgabe von Beispielen kann als Vorbild für weitere Sanierungsmaßnahmen dienen und die möglichen Handlungsschritte und Ergebnisse für den einzelnen konkretisieren. Auch hinsichtlich der individuellen Heizungsumstellung – insbesondere außerhalb der festgelegten Wärmenetzeignungsgebieten – kann eine Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger zum Gelingen der Wärmewende beitragen. Für die Analyse der optimalen erneuerbaren Heizung ist oftmals eine individuelle Beratung unabdingbar. Hierfür können entsprechende Informationsprogramme aufgesetzt werden, welche Bürgerinnen und Bürgern einfachen Zugang zu Energieberatung verschafft.



Handlungsschritte und Verantwortliche	Erarbeitung der Sanierungsstrategie	Energieagentur Ebersberg, Energieberaterinnen und Energieberater
	Erstellung Sanierungssteckbriefe	Energieagentur Ebersberg, Energieberaterinnen und Energieberater
	Durchführung der Energieberatung für Privathaushalte	Energieberaterinnen und Energieberater
Laufzeit	direkt nach Abschluss der Kommunalen Wärmeplanung; fortlaufend	
Kosten	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
	Kosten fallen hauptsächlich für Organisation und Ausführung der Veranstaltung an, ggf. auch für externe Dienstleister und Referenten, ebenso wie für die Bereitstellung der Informationsmaterialien.	
Personalaufwand	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
	Der Aufwand für die inhaltliche Arbeit ist erheblich, jedoch gut skalier- und reproduzierbar.	
Förderung	n/a	

Maßnahme 13:

Aufbau neuer Wärmedienstleistungen prüfen

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	Rothmoser GmbH & Co. KG, regionale Energieversorger	
Beschreibung	Die zentrale Versorgung mittels Wärmenetz wird in Teilen des Stadtgebiets als bevorzugte Option für eine nachhaltige Wärmeversorgung identifiziert. Gleichzeitig wird deutlich, dass in zahlreichen Gebieten dezentrale Lösungen notwendig sein werden. Um die finanzielle Belastung für Gebäudeeigentümerinnen und -Eigentümer zu reduzieren, insbesondere bei Investitionen in Wärmepumpen, sollen passende Contracting-Modelle entwickelt und geprüft werden. Es wird empfohlen, in den kommenden Jahren zu prüfen, in welchem Umfang die Rothmoser GmbH & Co. KG im Bereich des Wärmecontractings aktiv werden kann. Dies kann beispielsweise Installation und Betrieb erneuerbarer Heizungen durch die Rothmoser GmbH & Co. KG bei größeren Verbrauchern umfassen. Zusätzlich wird ein zielgerichtetes Informationsangebot aufgebaut, das betroffene Gebäudeeigentümerinnen und -Eigentümer über die Vorteile und Möglichkeiten von Wärmedienstleistungen aufklärt. Dieses Angebot soll helfen, Transparenz zu schaffen und Hemmnisse bei der Entscheidung für nachhaltige Wärmeversorgungslösungen abzubauen.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Prüfung von Contractingmodellen	Rothmoser GmbH & Co. KG, regionale Energieversorger
	ggf. Kommunikation und Vertrieb der Contractingmodelle	Rothmoser GmbH & Co. KG, regionale Energieversorger
Laufzeit	unmittelbar nach Beendigung der kommunalen Wärmeplanung	
Kosten	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
	Kosten fallen insbesondere für Personal und ggf. externes Consulting an.	
Personalaufwand	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch	
	Der personelle Aufwand für die Rothmoser GmbH & Co. KG ist erheblich, da die Planung einen aufwendigen strategischen Prozess darstellt und entsprechende Ressourcen und Kapazitäten erfordert.	
Förderung	n/a	

Maßnahme 14:

Stromnetzchecks und frühzeitige Einleitung von Anpassungsmaßnahmen

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	Bayernwerk, Rothmoser GmbH & Co. KG	
Beschreibung	Einen zentralen Bestandteil des künftigen Wärmesystems werden Wärmepumpen darstellen. Die dafür erforderliche Leistung muss zu einem großen Teil über das öffentliche Stromnetz zur Verfügung gestellt werden. Ziel dieser Maßnahme ist es, die Anpassungsfähigkeit des Stromnetzes an die zunehmenden Anforderungen durch dezentrale Wärmepumpen und damit steigenden Leistungs- und Strombedarf sicherzustellen. Im Rahmen der Maßnahme werden regelmäßige Stromnetzchecks durchgeführt, um die Kapazitäten und Belastungen des bestehenden Netzes zu überwachen und potenzielle Engpässe frühzeitig zu identifizieren. Diese Überprüfungen ermöglichen eine vorausschauende Planung und rechtzeitige Einleitung notwendiger Anpassungsmaßnahmen, bevor kritische Schwellen überschritten werden. Die Anpassungsmaßnahmen können beispielsweise die Verstärkung von Leitungsnetzen, die Installation von Speichersystemen oder die Integration intelligenter Netztechnik umfassen.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	kontinuierliches Monitoring des Stromnetzes	Bayernwerk, Rothmoser GmbH & Co. KG
	kontinuierlicher Austausch mit dem Netzbetreiber	Stadt Grafing b.München
Laufzeit	läuft bereits; kontinuierlich	
Kosten	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch	
	Die Kosten für kontinuierliches Monitoring, Planung und entsprechenden Ausbau sind für den Netzbetreiber u.U. erheblich.	
Personalaufwand	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch	
	Der personelle Aufwand für die Stadt ist überschaubar, da der Großteil der (sehr umfangreichen) Aufgabe beim Netzbetreiber liegt.	
Förderung	n/a	

Maßnahme 15:

Erstellung eines verbindlichen Gasnetztransformationsplans zur etwaigen Umstellung des Gasnetzes auf Wasserstoff

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	Energienetze Bayern	
Beschreibung	Die Maßnahme umfasst die Erstellung eines verbindlichen Gasnetztransformationsplans zur möglichen Umstellung des bestehenden Erdgasnetzes auf Wasserstoff. In enger Zusammenarbeit zwischen dem örtlichen Gasnetzbetreiber, der Kommune, Energieversorgern sowie relevanten Akteuren aus Industrie, Gewerbe und Wohnungswirtschaft sollen die technischen, regulatorischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen für eine Umstellung ermittelt und in einem klaren Fahrplan festgehalten werden. Hierzu zählen die Analyse des Ist-Zustands des Netzes (Material, Druckstufen, Altersstruktur, H₂-Eignung), die Prognose des zukünftigen Wärme- und Energiebedarfs, die Entwicklung möglicher Umstellungsszenarien (vollständige oder teilweise Wasserstoffversorgung, Mischbetrieb, Rückbau) sowie die zeitliche und räumliche Priorisierung der Umsetzung. Der Plan berücksichtigt zudem notwendige technische Anpassungen wie den Austausch von Leitungen, Armaturen oder Druckregelanlagen, die Integration in überregionale Wasserstoffnetze, die Prüfung von Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten sowie die geltenden rechtlichen Rahmenbedingungen.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Erstellung eines Gasnetztransformationsplans	Energienetze Bayern
	kontinuierlicher Austausch mit dem Netzbetreiber	Stadt Grafing b.München
Laufzeit	läuft bereits	
Kosten	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch	
	Die Kosten für kontinuierliches Monitoring, Planung und ggf. entsprechenden Ausbau/Umbau sind für den Netzbetreiber u.U. erheblich.	
Personalaufwand	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch	
	Der personelle Aufwand für die Stadt ist überschaubar, da der Großteil der (sehr umfangreichen) Aufgabe beim Netzbetreiber liegt.	



Förderung

n/a