

Kommunale Wärmeplanung Marktoberdorf

Planungsgrundlage für die zukunftsichere Wärmeversorgung Marktoberdorfs



Impressum

Projekt

Kommunale Wärmeplanung Marktoberdorf

Stand

November 2025

Herausgeberin

Stadt Marktoberdorf

Richard-Wengenmeier-Platz 1

87616 Marktoberdorf



Vertreten durch: Ersten Bürgermeister Dr. Wolfgang Hell

Auftraggeber

VWEW-energie

Neugablonzer Str. 21

87600 Kaufbeuren



Ansprechpartner: Stefan Fritz, Geschäftsführer

Projektbearbeitung

Trianel GmbH

Krefelder Straße 203

52070 Aachen



Paul Jüngst, M. Sc.

Julia Brinner, M. Sc.

Kommunale Wärmeplanung Marktoberdorf

Planungsgrundlage für die zukunftsichere Wärmeversorgung Marktoberdorfs

Enersis suisse AG

Spitalgasse 35
3011 Bern
Schweiz



Rico Rollepatz, M. Sc.

Philipp Schramm, M. Sc.

Fraunhofer FIT

Schloss Birlinghoven
53757 Sankt Augustin



In Zusammenarbeit mit:

IAEW der RWTH Aachen



Paul Maximilian Röhrig, M. Sc.

Julius Zocher, M. Sc.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
1. Kontext und Rahmenbedingungen	3
1.1. Energiewende und Herausforderungen im Wärmesektor	3
1.2. Einordnung in die klimapolitischen Rahmenbedingungen in Marktoberdorf	8
1.3. Ziele des Wärmeplans und Einordnung in die Gesetzgebung	8
2. Eignungsprüfung	10
3. Bestandsanalyse	11
3.1. Methodisches Vorgehen der Bestandsanalyse	11
3.2. Gemeindestruktur	12
3.3. Gebäudestruktur	13
3.4. Versorgungs- und Netzinfrastruktur	17
3.5. Energiebedarfe	23
3.6. Treibhausgas-Bilanz	27
4. Potenzialanalyse	29
4.1. Methodisches Vorgehen der Potenzialanalyse	29
4.2. Einsparpotenziale	38
4.3. Dezentrale Potenziale	41
4.4. Zentrale Potenziale	46
4.5. Zusammenfassung der Potenzialanalyse	60
5. Zielszenario	61
5.1. Methodisches Vorgehen für das Zielszenario	61
5.2. Rahmenbedingungen der zukünftigen Wärmeversorgung	64
5.3. Zukünftiger Wärmebedarf	68
5.4. Wahrscheinlichkeit von Wärmeversorgungsarten	70
5.5. Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	76
5.6. Energie- und Treibhausgasbilanz	80
5.7. Investitionsrahmen und Wärmegestehungskosten	82
6. Umsetzungsstrategie für die Wärmewende	87
6.1. Handlungsfelder und Maßnahmen der Wärmewendestrategie	87
6.2. Priorisierung der Maßnahmen der Wärmewendestrategie	90
6.3. Finanzierung der Wärmewende	94
6.4. Fördermöglichkeiten für die Wärmewende	95

6.5. Verstetigungsstrategie für die Wärmeplanung	98
Vorstellung des Auftragnehmers und der Unterauftragnehmer	99
Literaturverzeichnis	101
Abkürzungsverzeichnis	107
Abbildungsverzeichnis	108
Tabellenverzeichnis	110
Anhang	111
Anhang 1: Maßnahmensteckbriefe der Umsetzungsstrategie	111
Anhang 2: Ergänzende Darstellungen zum Zielszenario nach Anlage 2 WPG	122
Anhang 3: Gasversorgungsleitungen zur Versorgung der Prüfgebiete	128

Zusammenfassung

In den vergangenen Jahren ist immer deutlicher geworden, dass Deutschland angesichts des fortschreitenden Klimawandels eine treibhausgasneutrale und dabei auch sichere und kostengünstige Energieversorgung benötigt. Die Wärmeversorgung spielt hierbei eine zentrale Rolle. Mit dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) sollen nach gesetzlicher Vorgabe der Bundesregierung die ersten Schritte unternommen werden, einen Weg zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung zu beschreiten. Hierfür hat die Stadt Marktoberdorf für sich nun mit der kommunalen Wärmeplanung ein Konzept erarbeitet.

Der vorliegende Wärmeplan liefert die strategische Grundlage für die Wärmewende in Marktoberdorf. Der Wärmeplan schafft Klarheit über die aktuelle Situation in der Wärmeversorgung und analysiert bestehende Potenziale verschiedener Versorgungsoptionen. Er fungiert als Kompass bzw. Orientierungsrahmen, welcher Wege und deren Leitplanken aufzeigt, um die Region nachhaltig unter den Aspekten der Klimafreundlichkeit, Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit mit Wärme zu versorgen.

„Der Wärmeplan liefert die strategische Grundlage für die Wärmewende in Marktoberdorf.“

Der gegenwärtige Wärmeverbrauch wird zurzeit zu mehr als 99 % aus fossilen Quellen gedeckt. Dies gilt es zu ändern. Die Ergebnisse des Wärmeplans verdeutlichen, dass die Wärmewende in Marktoberdorf gelingen kann. Dafür zeigt der Wärmeplan energetische Potenziale, Strategien und Maßnahmen auf. In den kommenden Jahren müssen diese konkretisiert und umgesetzt werden, um die Wärmewende voranzutreiben. Die zentralen Ergebnisse der Kommunalen Wärmeplanung werden im Folgenden kurz erläutert.

Bestandsanalyse

Für die Bestandsanalyse nach § 15 WPG wurde das Referenzjahr 2022 gewählt. Der Endenergieverbrauch für Wärmeanwendungen in der Stadt Marktoberdorf beträgt 472,3 GWh im Referenzjahr. Dieser teilt sich auf die Sektoren Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD), inkl. Industrie (51,3 %), Wohnen (43,2 %) und öffentliche Bauten (5,5 %) auf. Der Endenergieverbrauch für Wärmeanwendungen wird durch Erdgas (63,0 %), Heizöl (35,2 %), Strom (0,4 %), Wärmenetze (1,2 %) und Holz (0,15 %) bereitgestellt. Der Gesamtanteil erneuerbarer Energien liegt bei unter 1 %. Der jährliche Wärmebedarf (Nutzenergie) liegt bei 427 GWh.

Ist-Zustand im Referenzjahr

427 GWh jährlicher Wärmebedarf

99 % Anteil fossiler Energieträger

129 kt-CO₂eq jährliche Emissionen

In Marktoberdorf entstanden im Referenzjahr 2022 129.000 t CO₂-äquivalente Treibhausgasemissionen aus der Wärmeversorgung. Ursächlich ist primär der Einsatz der fossilen Energieträger Erdgas (57,8 %) und Heizöl (41,0 %) sowie darüber hinaus Wärmenetze (1,1 %), Strom (0,01 %) und Holz (0,01 %). Emittenten sind GHD inkl. Industrie (51,8 %), Wohnen (43,1 %) und öffentliche Bauten (5,1 %).

Potenzialanalyse

Für das Gelingen der Wärmewende sind die Senkung des Wärmebedarfes sowie die Nutzung von erneuerbaren Energien und von Abwärme aus Gewerbe und Industrie zentrale Bausteine. Diese wurden nach den Vorgaben des § 16 WPG analysiert. Für die Wärmewende sind aus technischer Sicht in Marktoberdorf genügend lokale Potenziale vorhanden.

„Für die Wärmewende in Marktoberdorf sind aus technischer Sicht genügend lokale Potenziale vorhanden.“

Durch Effizienzsteigerung sowie energetische Sanierung von Gebäuden bestehen erhebliche Potenziale zur Reduktion des Wärmebedarfs von rund 86 GWh im Vergleich zum Referenzjahr (-20,1 %). Gebäudesanierungen führen hierbei zu den größten relativen Energieeinsparungen (-15,2 %), gefolgt von Einsparungen durch die Klimaerwärmung (-3,8 %) sowie Effizienzgewinnen bei Prozesswärme und Warmwasser (-0,9 %).

Es stehen für eine klimaneutrale Wärmeerzeugung genügend technische Potenziale zur Verfügung. Dabei wird unterschieden zwischen zentralen Potenzialen, die zur Wärmeerzeugung für die Versorgung von Wärmenetzen genutzt werden, und dezentralen Potenzialen, die gebäudebezogen erschlossen werden.

Die wesentlichen technischen Potenziale zur zentralen Wärmeerzeugung bieten sich in der Erschließung von Umweltwärme durch Großwärmepumpen unter Nutzung der oberflächennahen Geothermie mit Erdsonden (bis zu 10.801 GWh pro Jahr), alternativ mit Flächenkollektoren (bis zu 1.873 GWh pro Jahr) oder Grundwasser (bis zu 333 GWh pro Jahr). Ein weiteres Potenzial liegt in der Nutzbarmachung solarer Strahlung durch Solarthermie auf Freiflächen (bis zu 8.848 GWh pro Jahr).

Gebäudebezogene Potenziale bestehen vor allem in der Nutzung dezentraler Wärmepumpen in Verbindung mit Luftwärme (bis zu 284 GWh pro Jahr) oder Geothermie (bis zu 175 GWh pro Jahr) sowie in der Nutzung von Dachflächen-Solarthermie (bis zu 25 GWh).

Technische Potenziale zur Stromerzeugung, die u.a. für den Betrieb von Wärmepumpen genutzt werden können, sind ebenfalls in großem Maßstab vorhanden. Das Potenzial liegt im Einsatz von Photovoltaikanlagen auf Freiflächen (bis zu 3.962 GWh pro Jahr) und auf Dachflächen (bis zu 198 GWh pro Jahr) sowie in der Windkraft (bis zu 431 GWh pro Jahr).

Zielszenario

Das Zielszenario zeigt auf, wie die klimaneutrale Versorgung Marktoberdorfs bis 2045 erreicht werden kann. Dabei liegt der Schlüssel der Wärmewendestrategie für Marktoberdorf gleichermaßen in der Senkung des Energiebedarfes und in der Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien. Für die Auswahl des Zielszenarios wurde basierend auf § 17 WPG mehrere Szenarien beurteilt, die voraussichtliche Entwicklungen der Wärmeversorgung auf Verbraucher- und Erzeugerseite in Marktoberdorf abbilden. Das ausgewählte maßgebliche Zielszenario spiegelt einen ambitioniert Transformationspfad wider, der unter Abwägung von Chancen und Risiken als sinnvollste Alternative eingeschätzt wurde.

Kernergebnis des Zielszenario ist die Einteilung des Stadtgebietes in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete nach § 18 WPG, wie in Abbildung 1 dargestellt.

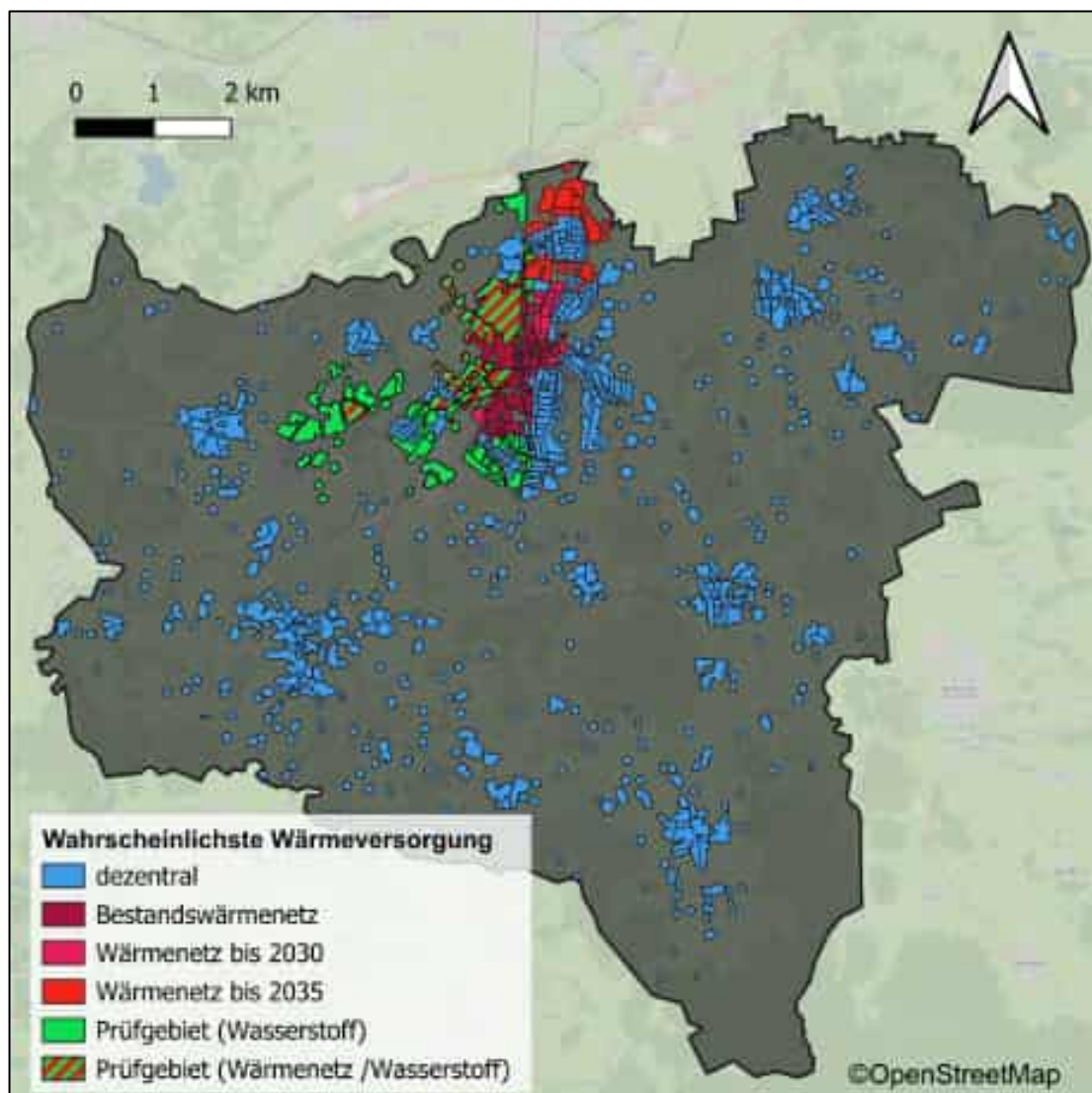


Abbildung 1: Voraussichtliche Wärmeversorgung im Zieljahr 2045 nach §18 WPG

Hinweis: Die ausgewiesenen voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete sind nicht trennscharf und sollen als Orientierung helfen. Nach § 18 Abs. 2 WPG besteht keine Pflicht, eine bestimmte Wärmeversorgungsart tatsächlich zu nutzen oder bereitzustellen.

Voraussichtlicher Zustand im Zielszenario 2045

341 GWh jährlicher Wärmebedarf (-20 %)

0 % Anteil fossiler Energieträger

6 kt-CO₂eq jährliche Emissionen aus der Wärmeversorgung (-95 %)

Insgesamt können voraussichtlich rund 86 GWh (-20,1 %) an jährlichem Wärmebedarf eingespart werden. Der Raumwärmebedarf reduziert sich bis 2045 durch Sanierung und Klimawandel insgesamt um 81 GWh/a, Effizienzgewinne bei Prozesswärme und Warmwasser reduzieren den Gesamtwärmebedarf um ca. 4 GWh/a. Zudem reduziert sich der Endenergiebedarf durch die Umstellung der Heiztechnologien.

Auf der Erzeugerseite ist der Aus- und Neubau von Wärmenetzen eine wichtige Säule. Das liegt unter anderem darin begründet, dass Wärmenetze eine Option zur simultanen Dekarbonisierung mehrerer Gebäude darstellen. Für die weitere Erschließung mit Wärmenetzen wird vor allem der Ortskern von Marktoberdorf als geeignet und realisierbar eingestuft. Etwa 6-7 % der Gebäude in Marktoberdorf können so voraussichtlich über Wärmenetze versorgt werden. Die Wärmenetze werden nach der Zukunftsprojektion durch Großwärmepumpen, die als Wärmequellen oberflächennahe Geothermie oder Luft nutzen, sowie durch Biogas-BHKWs und Freiflächen-Solarthermie gespeist.

„Rund 6-7 % der Gebäude in Marktoberdorf können voraussichtlich über Wärmenetze versorgt werden.“

Der Großteil der Gebäude wird voraussichtlich nicht an ein Wärmenetz angeschlossen werden können. Hier ist die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung durch andere Optionen erreichbar. Bei einem Großteil der Gebäude kann die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung, auch unter langfristig wirtschaftlichen Gesichtspunkten, durch Wärmepumpen realisiert werden. Prinzipiell kann sich jedes Gebäude für den Einbau einer Wärmepumpe eignen. Dezentrale Wärmepumpen können ergänzt werden durch Solarthermie-Anlagen auf den Dachflächen. Biomasse-Heizungen spielen eine ergänzende Rolle.

Die Versorgung über Gasnetze wird stark zurückgehen. Aus heutiger Sicht ist eine flächendeckende Versorgung Marktoberdorfs mit grünen Gasen (insb. Wasserstoff) sehr unwahrscheinlich. Biomethan ist eine teure Übergangslösung für Teile der Bevölkerung, denn auch für unsanierte Gebäude werden Wärmenetze und Wärmepumpen bei Heizungstausch günstiger sein als grüne Gase.

In den Industriegebieten Marktoberdorfs, die vor allem westlich des Stadtzentrums liegen, werden von Industrieunternehmen z.T. hohe Prozesswärmebedarfe benötigt, weshalb die Nutzung von grünem Wasserstoff dort ggf. eine geeignete Lösung sein kann. Gleichzeitig steht derzeit noch nicht verbindlich fest, ob und wann welche Straßenzüge mit Wasserstoffinfrastruktur erschlossen werden, sodass eine Ausweisung der Gebiete zur Nutzung von Wasserstoff Stand heute nicht möglich ist. Aus diesem Grund werden diese Gebiete als Prüfgebiete ausgewiesen. Dort muss zu einem späteren Zeitpunkt festgelegt werden, ob zukünftig eine leitungsgebundene

Versorgung über ein Wärmenetz oder eine dezentrale Versorgung über (Groß-)Wärmepumpen oder Wasserstoff realisiert werden sollte.

Gemäß dem Zielszenario wird der Wärmebedarf der Stadt Marktoberdorf im Jahr 2045 gedeckt durch Wärmepumpen (58,2 %), Biomasse (22,2 %), Fernwärme (10,6 %), Wasserstoff (7,7 %) und Flüssiggas (1,3 %).

Im Endeffekt schlägt sich dies substantiell in der Emissionsreduktion nieder (-95 %), wobei Rest-Emissionen von rund 5.000 t-CO₂ äquivalente Treibhausgasemissionen verbleiben. Auch die jährlichen Energiekosten reduzieren sich voraussichtlich aufgrund der Senkung des Endenergiebedarfes.

„Für die Wärmewende in Marktoberdorf sind massive Investitionen von rund 799 Mio. € bis ins Jahr 2045 notwendig.“

Für die Wärmewende sind in Marktoberdorf ohne Berücksichtigung von Förderungen massive Investitionen von rund 799 Mio. € bis zum Jahr 2045 notwendig. Die größten Posten für Investitionen im Zusammenhang mit der Wärmewende stellen Investitionen in die energetische Sanierung von Gebäuden (391,2 Mio. Euro) und in die Umstellung der Heizungssysteme (309,8 Mio. Euro) dar. Dabei entfallen rund 54 % der Investitionsbedarfe für Sanierungen und Heizungstausch auf Privathaushalte, die übrigen Bedarfe auf Unternehmen und kommunale Gebäude. Darüber hinaus werden Investitionen in Höhe von rund 98 Mio. Euro in Wärmenetze und Fernwärmeerzeugungsanlagen zu stemmen sein.

Die durchschnittlichen Wärmegestehungskosten bei Neueinbau einer Heizung steigen im Zielszenario von 19,7 ct/kWh zunächst auf 21,0 ct/kWh (2035) an, um dann bis zum Jahr 2045 wieder auf ein moderates Preisniveau von 20,1 ct/kWh abzusinken. Eine (Teil-)Sanierung von Gebäuden führt zu einer deutlichen Senkung der Energiebezugskosten, amortisiert sich aber oft erst über Zeiträume, die 40 Jahre übersteigen.

Umsetzungsstrategie für die Wärmewende

In der Umsetzungsstrategie nach §19 WPG sind die wesentlichen Maßnahmen formuliert, mit denen die Wärmewende in Marktoberdorf aus kommunaler Sicht begleitet und verfolgt werden soll. Diese leiten sich aus Bestands- und Potenzialanalyse und dem Zielszenario ab. Die Maßnahmen sind in fünf zentrale Handlungsfelder unterteilt.



1 Effizienz

Realisierung von Energieeinsparungen



2 Dezentrale Versorgung

Umstellung auf erneuerbare Energien



3 Wärmenetze

Ausbau und Verdichtung, sowie Umstellung auf erneuerbare Energien



4 Abstimmungsprozesse

Begleitung der erforderlichen Maßnahmen



5 Organisation

Einführung und Schaffung der richtigen Rahmenbedingungen

Als Schlüsselemente wurden u.a. identifiziert, dass Effizienzmaßnahmen (Prozesseffizienz und Sanierung) in Unternehmen und bei privaten Gebäudeeigentümern angeregt werden müssen. Auch die Umrüstung der Heizungstechnik auf Seiten der dezentralen Wärmeversorgung muss begleitet und unterstützt werden. Um auch die verhältnismäßig dicht bebaute Kernstadt von Marktoberdorf wirkungsvoll auf erneuerbare Heizungen umzustellen, muss das Bestandswärmenetz ausgebaut und verdichtet werden. Kern des Ausbaus ist ein abgestimmter Zeitplan, den Kommune und Betreibergesellschaft gemeinsam umsetzen. Darüber hinaus gilt es aus organisatorischer Sicht die in der Wärmeplanung bereits angestoßenen Prozesse zu verstetigen und die Vorbildfunktion der Stadtverwaltung und der stadtnahen Unternehmen zu verstärken. Ein wichtiges weiteres Element ist die Beschleunigung des Ausbaus erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung, um die sich bietenden Potenziale im Stadtgebiet zu erschließen.

Fazit

Mit der Erstellung des kommunalen Wärmeplans wurde erstmalig vollständige Transparenz im Bereich Wärme geschaffen und eine Strategie für die Wärmewende entwickelt.

Für die Umsetzung liefert der Wärmeplan damit allen beteiligten Akteuren Informationen und einen Orientierungsrahmen, indem sinnvolle Wege aufgezeigt werden, die Region versorgungssicher, wirtschaftlich und klimafreundlich mit Wärme zu versorgen. Zusätzlich sind Schlüsselmaßnahmen identifiziert worden, die auf dem Weg einer zukunftssicheren Wärmeversorgung frühzeitig angegangen werden müssen. Damit kann nun der Weg der praktischen Umsetzung beschritten werden.

„Mit der kommunalen Wärmeplanung ist insgesamt der Grundstein für die Wärmewende in Marktoberdorf gelegt.“

Den Fortschritt der Transformation gilt es im Auge zu behalten. Nach gesetzlicher Grundlage im §25 WPG sind Kommunen verpflichtet, die Wärmepläne in einem Rhythmus von fünf Jahren fortzuschreiben. Die im Projekt zusammengetragen und aufbereitete Datenbasis ist hierbei eine wertvolle Ressource. Diese kann für das Monitoring, die kontinuierliche Überprüfung und die fortwährende Anpassung des Wärmeplans genutzt werden.

Mit der kommunalen Wärmeplanung ist insgesamt der Grundstein für die Wärmewende in Marktoberdorf gelegt.

1. Kontext und Rahmenbedingungen

1.1. Energiewende und Herausforderungen im Wärmesektor

Die Energiewende in Deutschland hat das Ziel die Energieversorgung grundlegend umzubauen – für eine treibhausgasneutrale und wirtschaftlich erfolgreiche Zukunft. Dafür hat die Bundesregierung zentrale Weichen gestellt, um bis zum Jahr 2045 von fossilen Energien unabhängig zu werden. Mit den Folgen des Kriegs gegen die Ukraine zeigt sich die geopolitische Bedeutung dieses Ziels – Deutschland erlangt dadurch auch Energiesicherheit.

Am Bruttoendenergieverbrauch (Abbildung 2) verdeutlicht sich die Aufgabe der Energiewende. Mit der Beschleunigung des Ausbaus Erneuerbarer Energien für die Stromerzeugung kann Deutschland mittlerweile über die Hälfte seines Stromverbrauchs regenerativ decken. In den Bereichen Wärme und Verkehr dagegen sind noch weite Wege zu gehen.

Mit einem Anteil von rund 50% des Endenergieverbrauchs in Deutschland ist der Wärmesektor ein großer Hebel für die Energiewende. Die Gründe für den immer noch geringen Anteil an erneuerbaren Energien (EE) sind vielschichtig: Wärme ist nur stark beschränkt transportfähig und bedingt damit eine lokale Erzeugung. Die Wärmeversorgung ist im Vergleich zur Stromversorgung stark dezentral organisiert und viele Einzelakteure mit unterschiedlichen Ansprüchen und Wissensständen erschweren die Umsetzung. Deswegen ist es umso wichtiger die Wärmewende als Teil der Energiewende kommunal zu denken und zu verstehen. In der Verantwortung für die Wärmewende stehen alle kommunalen Akteure, allen voran Energieversorger, die Betreiber von Wärmenetzen, Gebäudebesitzer, Industrie und Gewerbe, und die kommunale Verwaltung. Die gemeinsame Verantwortung gilt es mit pragmatischen Lösungen in die richtigen Bahnen zu lenken.

Bruttoendenergieverbrauch und Anteil erneuerbarer Energien in Deutschland 2023

in TWh

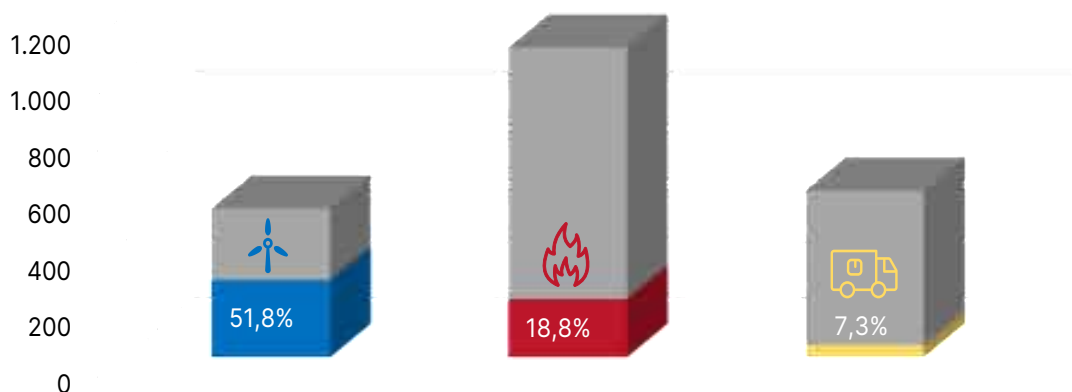


Abbildung 2: Bruttoendenergieverbrauch und Anteil erneuerbarer Energien in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland im Jahr 2023 (Quelle: Umweltbundesamt auf Basis der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energie-Statistik 2024)

1.2. Einordnung in die klimapolitischen Rahmenbedingungen in Marktoberdorf

Die Erreichung der Klimaschutzziele der EU, der Bundesregierung und des Landes Bayern setzen die wesentlichen klimapolitischen Rahmenbedingungen in Marktoberdorf. Bis spätestens 2045 muss entsprechend den Zielen der Bundesregierung ein vollständiger Umstieg auf erneuerbare Energien erfolgen. Das Bayerische Klimaschutzgesetz sieht das Ziel der Klimaneutralität bis zum Jahr 2040 vor, welches jedoch auf einen Beschluss des Bayerischen Landeskabinetts im November 2024 hin mit dem bundesdeutschen Zieljahr 2045 synchronisiert werden soll. Als Zwischenziel sollen nach Bundesgesetzgebung bis 2030 die Treibhausgasemissionen bereits um 65 % gemindert werden.

Die Stadt Marktoberdorf möchte auf kommunaler Ebene ihren Beitrag dazu leisten. Im Jahr 2021 wurde eine Klima- und Artenschutzoffensive der Stadt Marktoberdorf beschlossen, die zahlreiche Maßnahmen aus den Bereichen „Lebensräume und Artenschutz“, „Energieeinsparung“, „Regenerative Energie“, „Mobilität/Verkehr“, „Nachhaltiges Bauen“, „Beschaffungswesen“, „Öffentlichkeitsarbeit und Beratung“ und „Förderung von Maßnahmen“ umfasst. Darüber hinaus ist auch der Landkreis Ostallgäu, dem die Stadt Marktoberdorf als Verwaltungssitz angehört, im Klimaschutz bereits seit vielen Jahren aktiv, u.a. mit einer Servicestelle Klima. Im Jahr 2022 verabschiedete der Landkreis darüber hinaus ein Klimaschutzkonzept, das 32 Einzelmaßnahmen umfasst und sich derzeit in der Umsetzung befindet.

1.3. Ziele des Wärmeplans und Einordnung in die Gesetzgebung

Mit dem am 17. November 2023 vom Bundestag beschlossenen WPG hat Deutschland die rechtliche Grundlage für die verbindliche, systematische und möglichst einheitliche Wärmeplanung in Deutschland geschaffen.

Der Kommunale Wärmeplan ist gesetzliche Pflichtaufgabe und zentrales Werkzeug zugleich, um das Handlungsfeld Wärme innerhalb der nachhaltigen Stadtentwicklung von Marktoberdorf zu gestalten.

Der Ablauf der Wärmeplanung ist in § 13 WPG genauer definiert.

Um die Frage zu beantworten, wieviel Wärme vor Ort gebraucht wird, ist eine Bestandsanalyse nach Vorgabe des § 15 WPG durchzuführen. In dieser wird der derzeitige Wärmeverbrauch einschließlich der hierfür eingesetzten Energieträger, die vorhandenen Wärmeerzeugungsanlagen und die für die Wärmeversorgung relevanten Energieinfrastrukturen ermittelt und in einem digitalen Zwilling der Stadt Marktoberdorf dargestellt (Abbildung 3).

Mit welcher Wärmequelle und Infrastruktur die Wärme in Zukunft bereitgestellt werden kann und wie hoch der zukünftige Wärmebedarf ist, adressiert die Potenzialanalyse nach § 16 WPG. Hierin wird geprüft, welche unterschiedlichen Quellen für Erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme perspektivisch lokal verfügbar sind und welche Energiereduktionspotenziale durch Gebäudesanierung und Energieeffizienz erzielt werden können.

Wo die Wärmeversorgung tendenziell über Wärmenetze oder Wasserstoffnetze erfolgen kann, betrachtet die Eignungsprüfung nach § 14 WPG.

Die im Wärmeplan ausgewiesenen, voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete für Wärmenetze oder Einzelversorgungen sind nach § 18 Abs. 2 WPG als Orientierung zu verstehen und nicht verpflichtend. Vielmehr dienen Sie als Ausgangspunkt für weiterführende Überlegungen in der städtischen und energetischen Planung. Mit dem Wärmeplan kann sichergestellt werden, dass die individuellen Entscheidungen zur Umstellung der Wärmeversorgung von Gebäuden und Wärmenetzinfrastruktur im Einklang mit der städtischen Gesamtplanung stehen.

Die Umsetzung des Wärmeplans liegt auf den Schultern aller Akteure in Marktoberdorf und wird vom Bund durch verschiedene Förderungen unterstützt. Mehr Informationen dazu sind in Kapitel 6.4 zu finden.

2. Eignungsprüfung

Das WPG ermöglicht gemäß §14 die Durchführung einer verkürzten Wärmeplanung für einzelne Teilgebiete einer Stadt oder Stadt. Dies ist jedoch nur dann zulässig, wenn diese Gebiete in einer vorgelagerten Eignungsprüfung als unwahrscheinlich für den Einsatz von Wärmenetzen oder Wasserstoffnetzen bewertet wurden. Die reguläre Wärmeplanung ermöglicht eine vollständige Erhebung und Auswertung aller relevanten Daten im beplanten Gebiet. Dies umfasst sowohl die Bestandsanalyse gemäß § 15 WPG als auch die Potenzialanalyse nach § 16 WPG. Im Gegensatz dazu sieht die verkürzte Wärmeplanung vor, in bestimmten Teilgebieten auf diese detaillierten Analysen zu verzichten.

Im Rahmen der Erstellung des Wärmeplans für die Stadt Marktoberdorf wurde in Abstimmung mit der VWEW und der Verwaltung entschieden, auf die Anwendung der verkürzten Wärmeplanung zu verzichten. Diese Entscheidung gründet sich auf der Zielsetzung, eine fundierte und umfassende Datengrundlage für die Stadt Marktoberdorf zu schaffen, die den gesamten Planungsprozess trägt und die Qualität der Ergebnisse sicherstellt. Zudem wird ein hoher Wert darin gesehen, erstmalig einen detaillierten Überblick über die Wärmeversorgung im gesamten Stadtgebiet zu erhalten, wodurch auch eine spätere, gesetzlich vorgeschriebene Fortschreibung des Wärmeplans begünstigt wird.

Darüber hinaus wird durch die Wahl der regulären Wärmeplanung für alle Teilgebiete sichergestellt, dass alle Teilgebiete des beplanten Gebiets mit einer einheitlichen Detailliertheit und auf derselben methodischen Grundlage untersucht werden. Dies fördert die Vergleichbarkeit der Ergebnisse und schafft eine belastbare Grundlage für die Ableitung des Zielszenarios (§ 17 WPG) sowie für die Entwicklung einer Umsetzungsstrategie (§ 20 WPG).

3. Bestandsanalyse

3.1. Methodisches Vorgehen der Bestandsanalyse

Das Ziel der Bestandsanalyse nach § 15 WPG besteht darin, eine möglichst hohe Transparenz in den aktuellen Zustand der Gebäude- und Energieinfrastrukturen sowie in den Wärmebedarf und die Treibhausgasemissionen zu bringen. Eine umfassende Datengrundlage ermöglicht die Identifikation konkreter Handlungsbedarfe in den weiteren Schritten der Wärmeplanung. Die Bestandsanalyse wurde von der Firma Enersis Suisse durchgeführt.

Ein Digitaler Zwilling der Gebäude- und Energieinfrastrukturen von Marktoberdorf (Abbildung 3) dient in den Analysen als zentrales Arbeitswerkzeug und erleichtert die Durchführung komplexer Planungs- und Entscheidungsprozesse. Für Marktoberdorf wird dafür das digitale Kartentool „GAIA“ der Firma Enersis Suisse verwendet.

Der Digitale Zwilling entsteht aus einer Fülle von Daten, die nach den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes systematisch erhoben, aufbereitet und analysiert wurden (Abbildung 4).

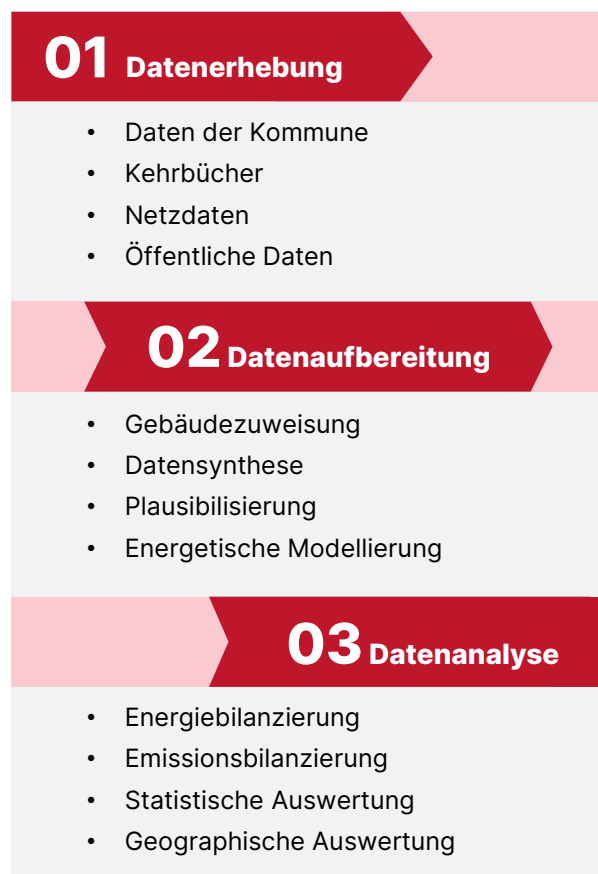


Abbildung 4: Vorgehen bei der Bestandsanalyse

In der Datenerhebung erfolgte die systematische Erfassung von Daten, die für die Wärmeplanung (nach § 10 WPG) maßgeblich sind. Primäre Datenquellen, die für den Digitalen Zwilling herangezogen wurden, orientieren sich an dem Datenkompass zur Kommunalen Wärmeplanung für Bayern des Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende [1] und sind im Folgenden aufgeführt:

- Statistik- und Katasterdaten insbesondere zu Gebäuden des amtlichen Liegenschaftskatasters (ALKIS)
- Ergänzende statistische Daten aus dem Zensus der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder
- Bestehende Strom- und Wärmeerzeugungsanlagen aus dem Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur
- Informationen insbesondere zu Abwärme-Potenzialen aus dem Energieatlas Bayern des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie [2]
- Auszüge aus den Kkehrbuchdaten für dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen mit Verbrennungstechnik, bereitgestellt von dem Landesinnungsverband für das Bayerische Kaminkehrerhandwerk
- Daten zu Gas- und Wärmeverbräuchen, von den örtlichen Netzbetreibern zur Verfügung gestellt
- Verlauf der Strom-, Wärme-, Abwasser- und Gasnetze der örtlichen Netzbetreiber
- Ortsspezifische Daten aus Plan- und Geoinformationssystemen, v.a. Bauleitpläne, der städtischen Ämter

Die Daten aus verschiedenen Quellen, teilweise öffentlich aber auch v.a. vor Ort gesammelt, wurden innerhalb der Datenaufbereitung bzw. der Datensynthese für ein stimmiges Bild harmonisiert. Ergänzend wurde eine gründliche Plausibilisierung der Daten vorgenommen, damit diese als valide Grundlage verwendet werden können. Die Ergebnisse der Datenanalyse sind im Folgenden dargestellt.

3.2. Gemeindestruktur

Die Stadt Marktoberdorf liegt im Süden Deutschlands im bayerischen Allgäu und gehört zum Regierungsbezirk Schwaben. Als staatlich anerkannter Erholungsort und Verwaltungssitz des Landkreises Ostallgäu zählt sie mit rund 18.600 Einwohnerinnen und Einwohnern (Stand: Dezember 2024) zu den Mittelstädten in Bayern. Marktoberdorf ist die höchstgelegene Kreisstadt Deutschlands und liegt im Alpenvorland.

Das heutige Stadtgebiet umfasst eine Fläche von 95,15 km². Neben der Kernstadt besteht Marktoberdorf aus mehreren Ortsteilen, die durch die Gebietsreform in den 1970er Jahren eingegliedert wurden. Dazu zählen Bertoldshofen, Geisenried, Leuterschach, Rieder, Sulzschneid und Thalhofen an der Wertach. Die Stadtstruktur ist geprägt von einem kompakten Stadtkern, Wohngebieten im Norden, Süden und Osten sowie einem ausgeprägten Gewerbegebiet westlich der Bahnlinie.

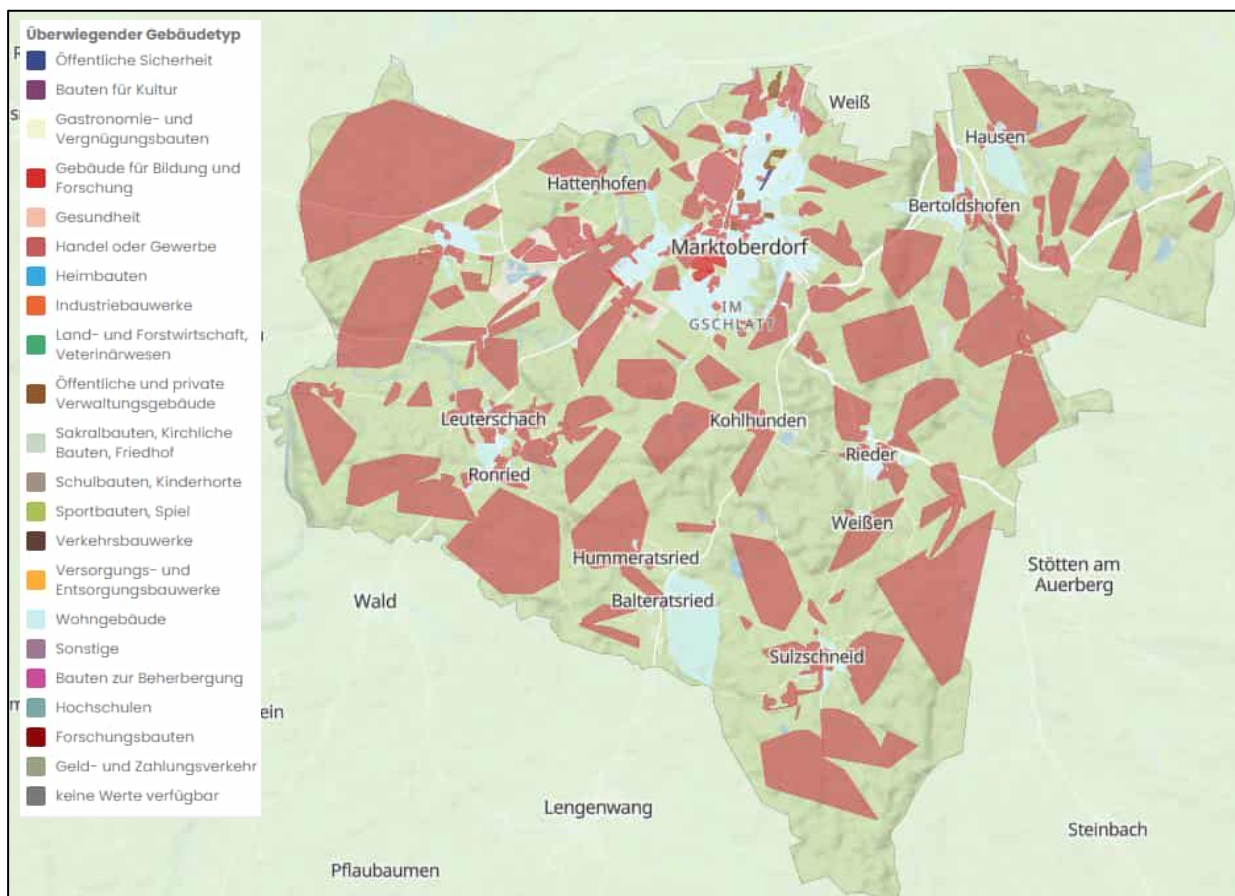


Abbildung 5: Überwiegende Nutzung pro Baublock unterteilt nach Sektoren

Marktoberdorf verfügt über eine gute Verkehrsanbindung. Die Stadt liegt an der Bundesstraße B12, welche eine schnelle Verbindung in Richtung Kempten und München ermöglicht, wie auch an der B16 und B472, über die sich die Autobahnen A7 und A96 erreichen lassen. Über die Bahnstrecke Biessenhofen – Füssen ist Marktoberdorf auch an das regionale Schienennetz angebunden.

Größere zusammenhängende Industrie- bzw. Gewerbegebiete befinden sich in Stadtkern von Marktoberdorf, westlich der Stadt am Siemensring und in Leuterschach. Im Stadtkern befindet sich das Werk eines großen Traktorherstellers, am Siemensring u.a. ein Stahlhändler, ein Wertstoffhof, ein Holzbauunternehmen sowie ein Autohändler. In Leuterschach befindet sich eine Brauerei sowie eine Maschinenfabrik.

3.3. Gebäudestruktur

Insgesamt umfasst der Gebäudebestand in Marktoberdorf 16.529 Gebäude. Der größte Anteil dieser entfällt auf den Sektor GHD, Industrie und sonstige mit einem Anteil von 45,9 % (Abbildung 6). Dieser Sektor wurde zusammengefasst, da aufgrund einer mangelnden Differenzierung in den vorliegenden ALKIS-Daten keine weitere Unterscheidung zwischen den Sektoren GHD und Industrie getroffen werden konnte. In Summe wurden in Marktoberdorf 6.965 Gebäude identifiziert, die Wärmeverbräuche aufweisen. Mit 73,5 % gehört der größte Anteil dieser Gebäude zum Wohnsektor. Ein wesentlicher Fokus der Wärmeplanung liegt daher auf diesem Sektor. Häuser mit einer

Energiebezugsfläche von mehr als 200 m² (Mehrfamilienhäuser) machen in diesem mit 52,6 % wiederum den größten Anteil aus (Abbildung 7).

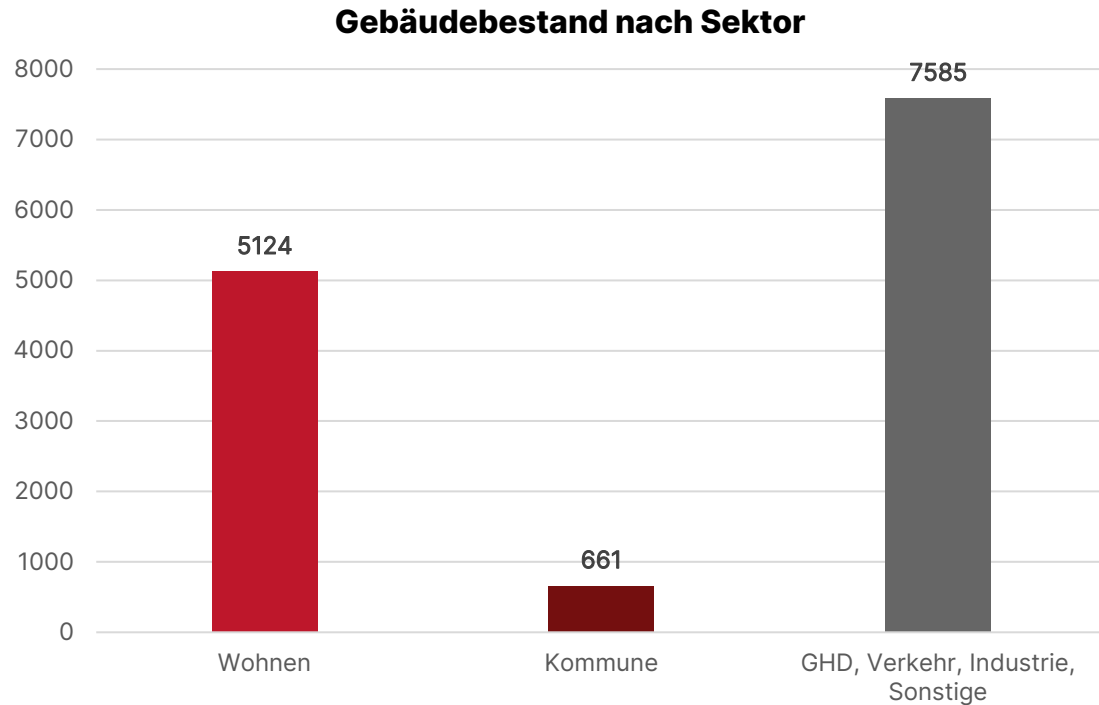


Abbildung 6: Anzahl der Gebäude im Gebäudebestand aufgeteilt nach Sektor

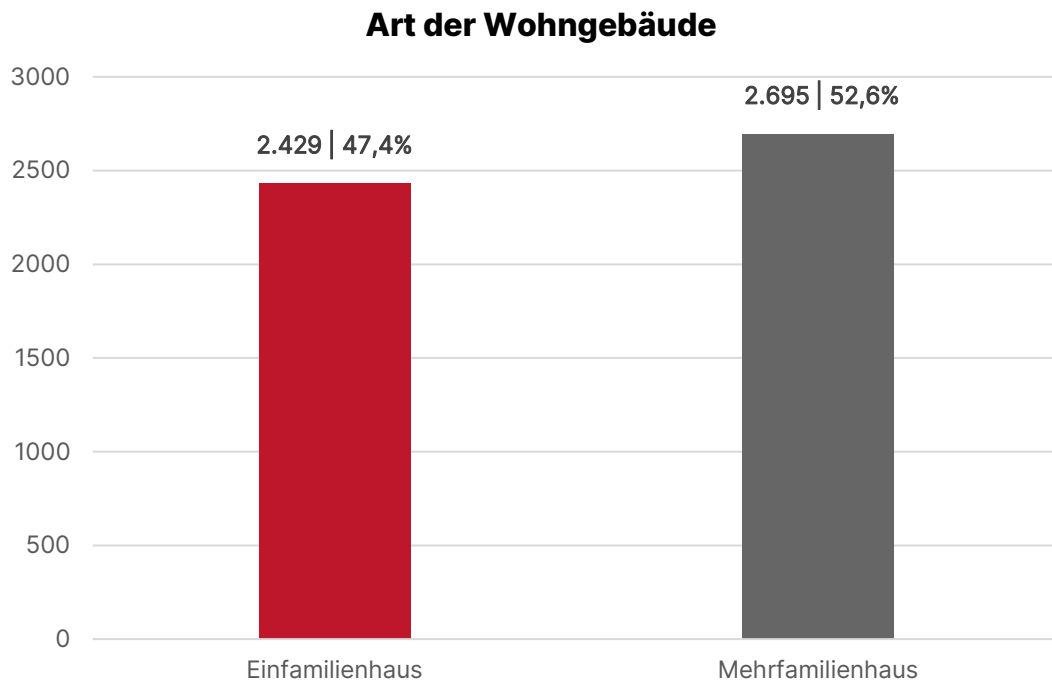


Abbildung 7: Anzahl der Gebäude im Gebäudebestand im Bereich Wohnen mit Aufteilung nach Gebäudetypen

Die Baualtersklassen (Abbildung 8) lassen erkennen, dass knapp 7.897 bzw. 47,8 % aller Gebäude vor 1980, also vor dem Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung in Deutschland, gebaut wurden. Diese schrieb erstmals ein Mindestmaß an Dämmung vor, was die Relevanz von Sanierungsmaßnahmen an Gebäuden in Marktoberdorf verdeutlicht. Gezielte Energieberatungen und Sanierungskonzepte für alle Baualtersklassen sind hier nötig, um pro Gebäude das volle Sanierungspotenzial erschließen zu können. Die Marktoberdorfer Gebäudetypologie bietet dabei eine erste Orientierungshilfe.

Gebäudebestand nach Baualtersklasse

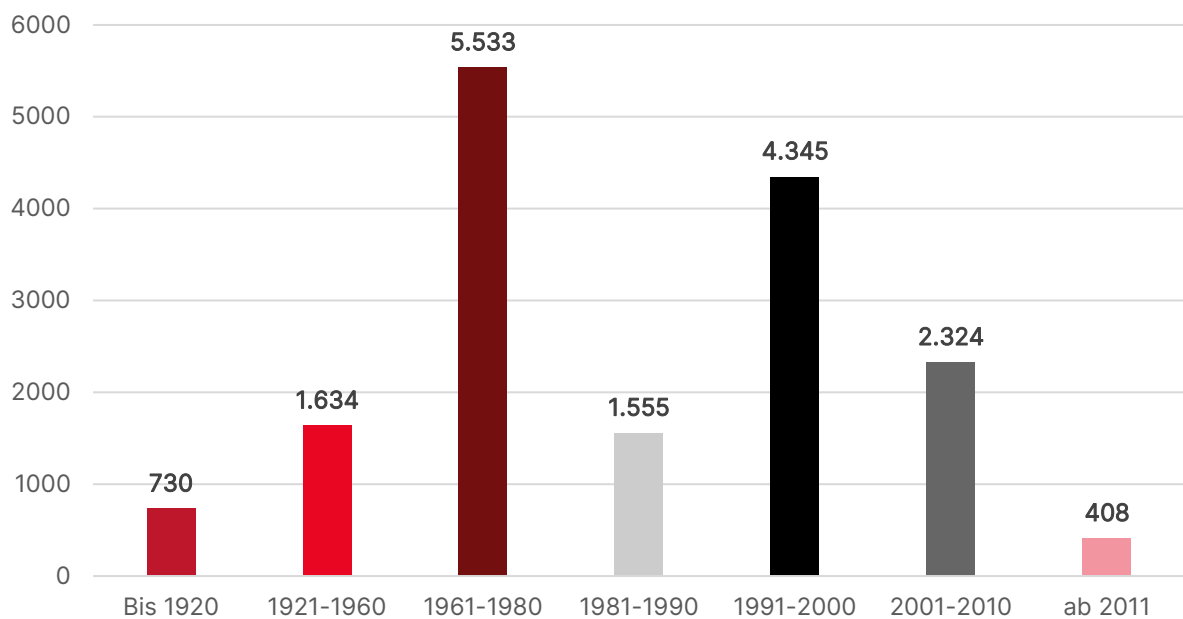


Abbildung 8: Anzahl der Gebäude im Gebäudebestand aufgeteilt nach Baualtersklassen

Ein Großteil der Gebäude, ein Anteil von 33,5 %, wurde im Zeitraum zwischen 1961 und 1980 errichtet. Teile des Stadtkerns sowie einiger Stadtteile sind hingegen geprägt durch die rund 730 historischen Gebäude. Dabei handelt es sich um Gebäude mit Baualtersklassen vor 1920, von denen einige unter Denkmalschutz stehen. Dies stellt für Sanierungsmaßnahmen eine wesentliche Randbedingung dar, die es zu berücksichtigen gilt. Die räumliche Verteilung der überwiegenden Baualtersklassen über das Stadtgebiet ist in Abbildung 9 dargestellt.

Kommunale Wärmeplanung Marktoberdorf

Planungsgrundlage für die zukunftsichere Wärmeversorgung Marktoberdorfs

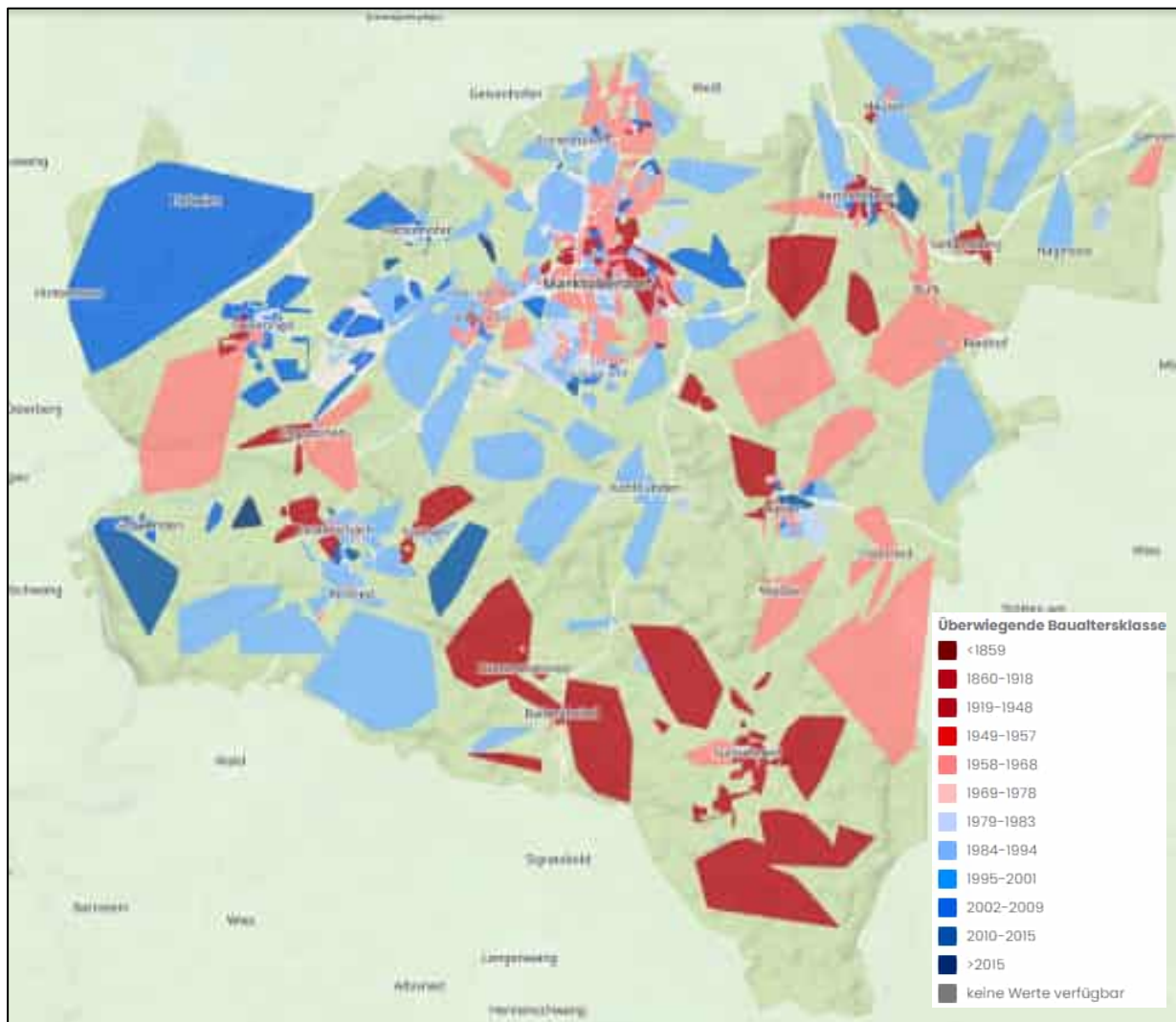


Abbildung 9: Überwiegende Baualtersklassen pro Baublock in Marktoberdorf

Was im Bereich der energetischen Gebäudesanierungen zu tun ist, verdeutlicht der Blick auf die Verteilung der spezifischen Wärmebedarfe der Wohngebäude (Abbildung 10). Nicht beheizte Gebäude sind in der Abbildung nicht dargestellt.

Energieeffizienz der Wohngebäude

in kWh/(m² Jahr)

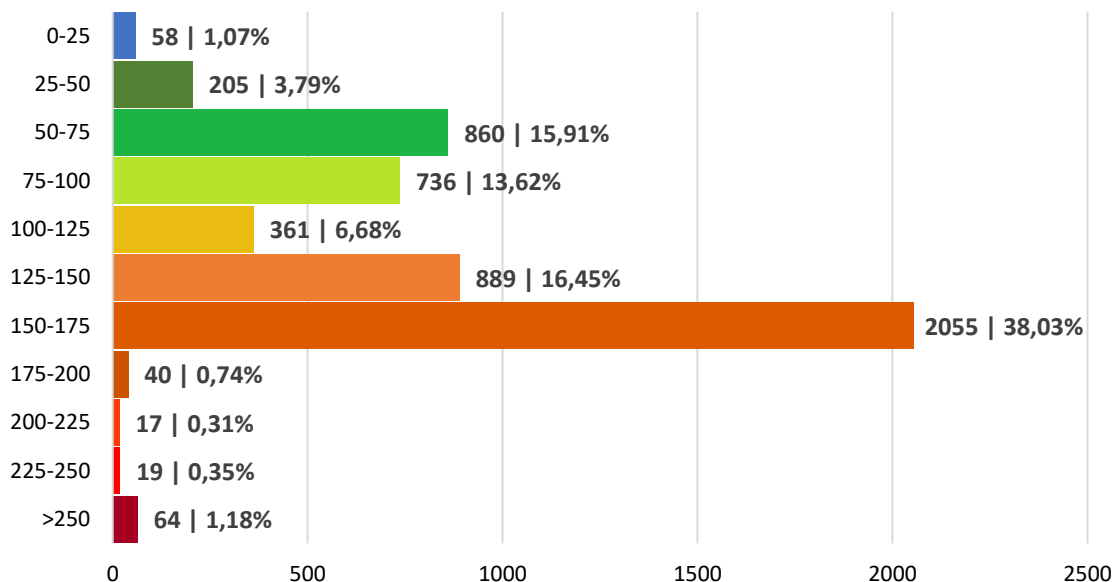


Abbildung 10: Anzahl der Wohngebäude im Gebäudebestand aufgeteilt nach spezifischem Wärmebedarf

Hinweis: Der **spezifische Wärmebedarf** ermittelt sich aus dem absoluten Wärmebedarf eines Gebäudes über ein Jahr bezogen auf dessen Wohn- bzw. Nutzfläche. Er ist ein Indikator für die Energieeffizienz eines Gebäudes, wie er z.B. im Energieausweis aufgeführt und klassifiziert wird. Der Wert ist allerdings nicht vollständig äquivalent, da dort nicht Nutz- sondern Endenergiebedarfe bzw. -verbräuche erfasst werden.

Rund 57,1 % der Gebäude liegen über einem Wert von 125 kWh pro Quadratmeter und Jahr, somit unter dem Niveau eines modernen Gebäudestandards, der um die Jahrtausendwende mit der Energieeffizienzverordnung etabliert und zunehmend verschärft wurde. Daraus ergeben sich erhebliche Potenziale zur Wärmebedarfsreduktion, die in Kapitel 4.2 näher beleuchtet werden.

3.4. Versorgungs- und Netzinfrastruktur

Die Versorgungsstruktur in Marktoberdorf ist aktuell vor allem durch dezentrale Versorgungslösungen von Gebäuden mit Gaskesseln (60,4 % der Primärheizungen) und Ölkesseln (34,8 %) sowie Holzheizungen, welche überwiegend als Sekundärheizung fungieren, gekennzeichnet (Abbildung 11). Aus dem Wärmenetz, welches mit sieben BHKW versorgt wird, werden bisher 113 Gebäude versorgt. Der Anteil fossiler Heizungen ist mit knapp 96 % außerordentlich hoch, da er deutlich über dem Bundesschnitt von 82 % liegt, und zeigt die wesentliche Aufgabe für die Wärmewende in Marktoberdorf klar auf. Es gilt, die 6.672 fossilen Heizungen durch erneuerbare Alternativen zu ersetzen.

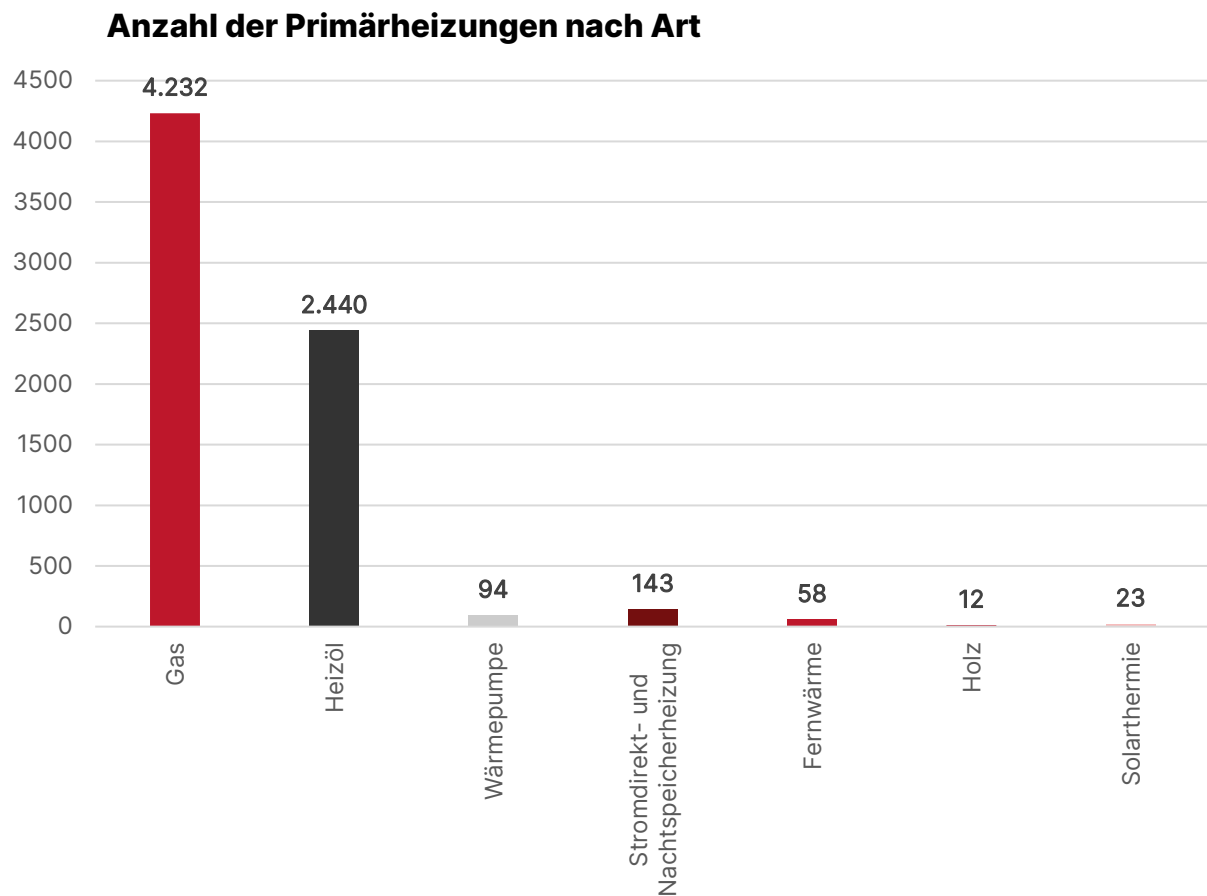


Abbildung 11: Heizungsbestand nach Heizungstypen

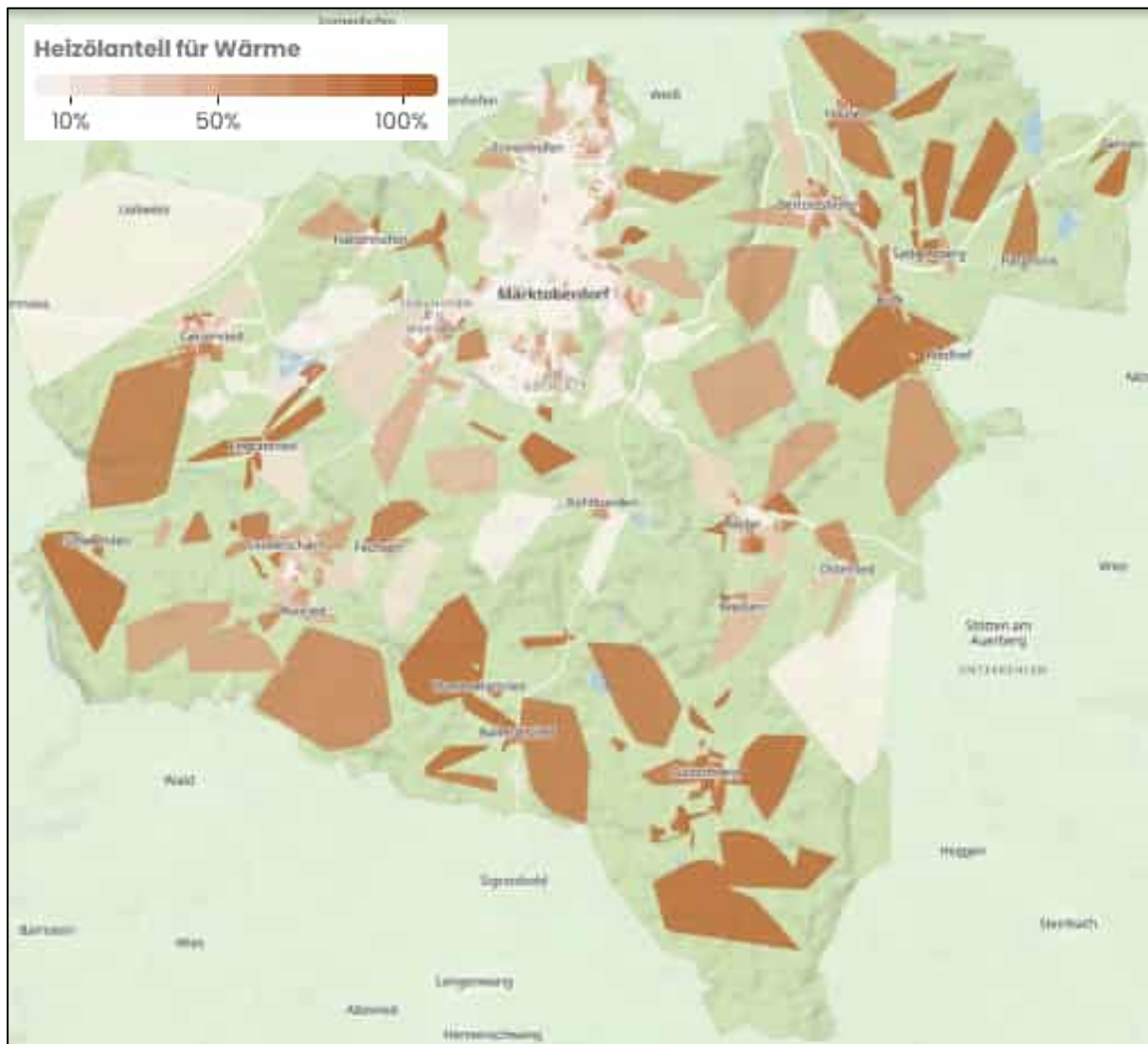
Für eine Priorisierung des Austausches der Heizsysteme kann das Heizungsalter herangezogen werden. Leider ist aufgrund der Qualität der gelieferten Kkehrbuchdaten keine validierte Aussage über die Altersverteilung der Heizungen der verschiedenen Typen möglich. Aus diesem Grund wird an dieser Stelle lediglich das Durchschnittsalter pro Heizungstyp angegeben. Die Darstellung der Durchschnittsalter (Tabelle 1) zeigt, dass gerade die Ölheizungen im Durchschnitt ein sehr hohes Heizungsalter aufweisen und viele der Heizungen ihre durchschnittliche Lebensdauer von ca. 25 Jahren somit bereits überschritten haben.

Akuter Handlungsbedarf besteht nach den Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes 2020 § 72 für alle Heizungsanlagen, den festgesetzten Austauschturnus von 30 Jahren langsam erreichen, bzw. überschritten haben. Ausnahmen gelten für Niedertemperatur-Heizkessel und Brennwertkessel sowie Anlagen mit einer Anlagenleistung von unter 4 Kilowatt oder über 400 Kilowatt. Ausgenommen sind gemäß §73 GEG ebenfalls Hauseigentümer in Ein- oder Zweifamilienhäusern, die ihre Gebäude zum 01.02.2002 bereits selbst bewohnt haben.

Tabelle 1: Durchschnittsalter der Heizungen aus Kkehrbuchdaten

Energieträger	Durchschnittsalter
Heizöl	28,5 Jahre
Gas	17,5 Jahre
Holz	17,4 Jahre

Im Fokus sollte der Austausch von Ölheizungen stehen, die mit 28,5 Jahren durchschnittlich einen besonders hohen Altersschnitt aufweisen (Tabelle 1) und besonders hohe spezifische CO₂-Emissionen emittieren. Aus ökonomischen und ökologischen Gründen wird hier absehbar der größte Austauschdruck entstehen. Der Austausch von Ölheizungen betrifft insbesondere die ländlichen Bereiche des Stadtgebietes von Marktoberdorf (Abbildung 12).



Gleichermaßen müssen auch Gasheizungen aufgrund ihrer hohen Anzahl – 60,4 % der Primärheizungen – und ihres ebenfalls hohen Durchschnittsalters beim Austausch in den Fokus genommen werden. Mit Blick auf die eingesetzten Energieträger in Marktoberdorf dominiert die Gasversorgung im Bereich des Stadtkerns sowie in stadtnah gelegenen Ortsteilen (Abbildung 13). Ursächlich für die räumliche Aufteilung und die hohe Durchdringung ist die fast flächendeckende Abdeckung des Kernstadtgebiets mit dem bestehenden Gasnetz (Abbildung 14). Vereinzelt werden in den Ortsteilen ohne Anschluss an das Gasnetz auch Flüssiggasheizungen genutzt.



Abbildung 13: Anteil Erdgas an jährlichem Endenergieverbrauch für Wärme auf Baublockebene



Neben dem Gasnetz existiert seit 2009 in Marktoberdorf ein Wärmenetz, das von der städtischen Gesellschaft Fernwärme Marktoberdorf betrieben wird (Abbildung 16). Dieses weist eine Netzlänge von derzeit 7,8 km auf. Im Jahr 2024 wurde eine Wärmemenge von 12,53 GWh über das Wärmenetz an die Wärmeabnehmer geliefert. Die Wärmeerzeugung erfolgt über sieben BHKWs und zwei Holzpelletkessel sowie zwei Gaskessel und einen Ökessel zur Spitzenlastabdeckung.

Die Fernwärme Marktoberdorf hat sich zum Ziel gesetzt, ihre Erzeugung bis zum Jahr 2030 auf 90 % erneuerbare Energien umzustellen sowie die Zahl der Anschlussnehmer bis zu diesem Jahr zu verdreifachen [3].

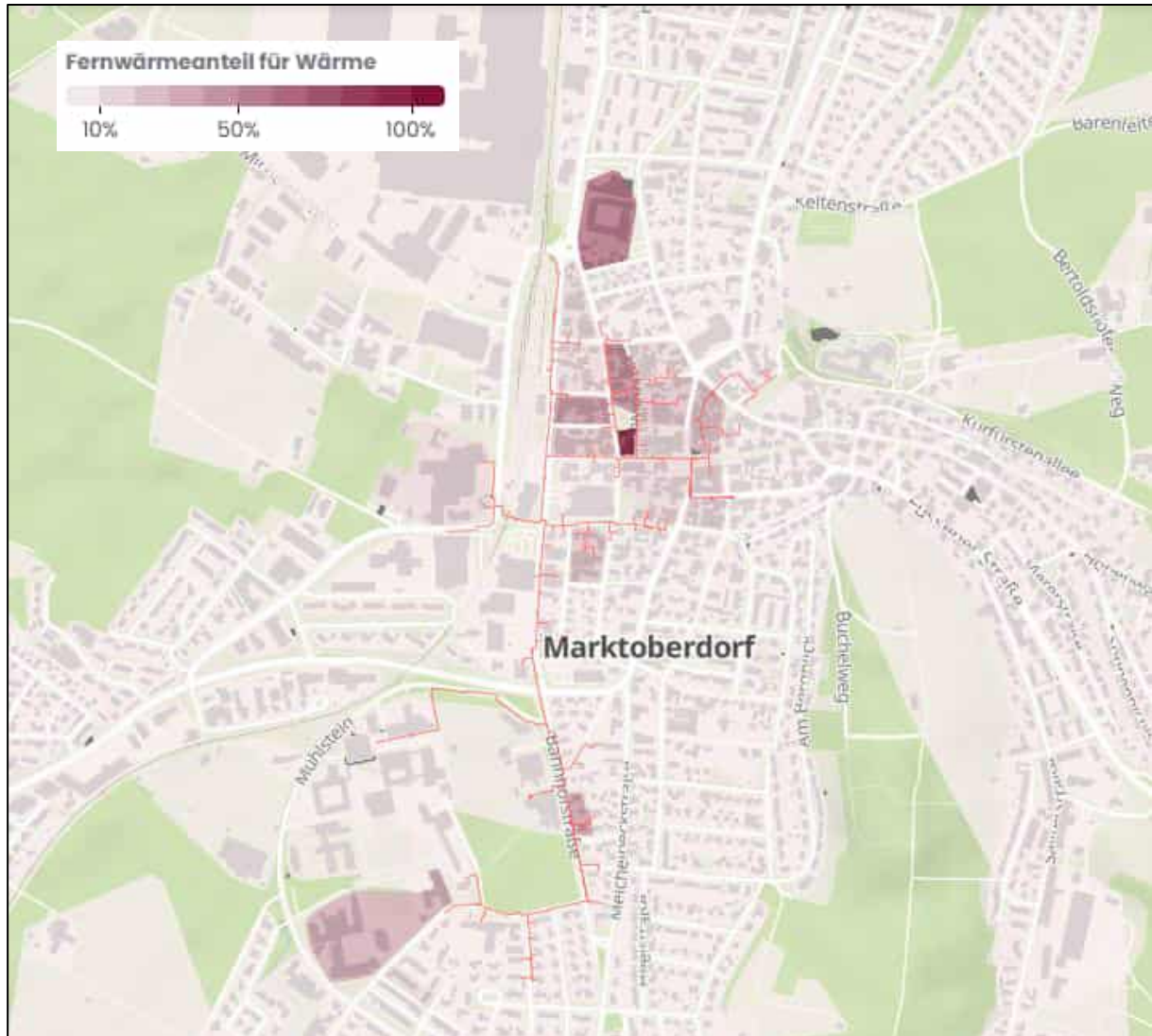


Abbildung 15: Anteil Fernwärme an jährlichem Endenergieverbrauch für Wärme auf Baublockebene



Abbildung 16: Abdeckung des bestehenden Wärmenetzes

3.5. Energiebedarfe

Der aktuelle Nutzenergiebedarf für Wärme in Marktoberdorf, nachfolgend auch als Wärmebedarf bezeichnet, beträgt knapp 427 GWh pro Jahr. Für die Wärmeerzeugung wird insgesamt 472 GWh pro Jahr an Endenergie eingesetzt. Der Endenergiebedarf wird überwiegend durch Erdgas (63,0 %) und Heizöl (35,2 %), zu kleineren Teilen durch Wärmenetze (1,2 %), Strom (0,4 %) und Holz (0,15 %) bereitgestellt, wie in Abbildung 18 dargestellt. Der Gesamtanteil erneuerbarer Energien am Endenergiebedarf liegt dabei unter 1%. Damit werden andersherum noch zu 99 % fossile Energieträger eingesetzt.

Der Wärmebedarf (Nutzenergie) teilt sich auf die Sektoren Wohnen mit 43,2 %-Anteil, GHD (mit Industrie) mit 51,3 %-Anteil und öffentliche Bauten der Kommune mit 5,5 %-Anteil auf (Abbildung 17). Nachgelagert wird 9,6 % des Wärmebedarfs für Warmwasser benötigt. Welcher Anteil auf Raum- und Prozesswärme entfällt, kann im Rahmen dieses Berichts nicht dargestellt werden, da die nötigen Daten nicht flächendeckend bereitgestellt wurden. Die hier dargestellten Werte wurden am 05.05.2025 von der GAIA-Plattform abgerufen und können aufgrund von Aktualisierungen bei späterem Abrufen abweichen.

Endenergiebedarf im Wärmebereich nach Sektoren

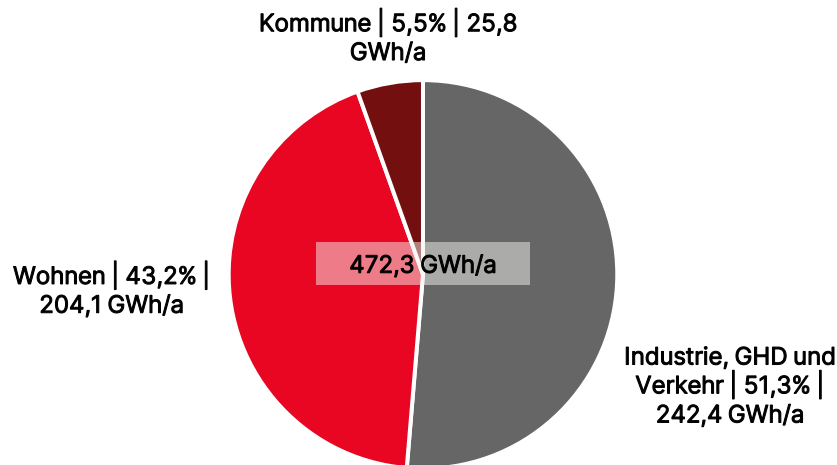


Abbildung 17: Endenergiebedarf im Wärmebereich nach Sektoren

Endenergiebedarf im Wärmebereich nach Energieträgern

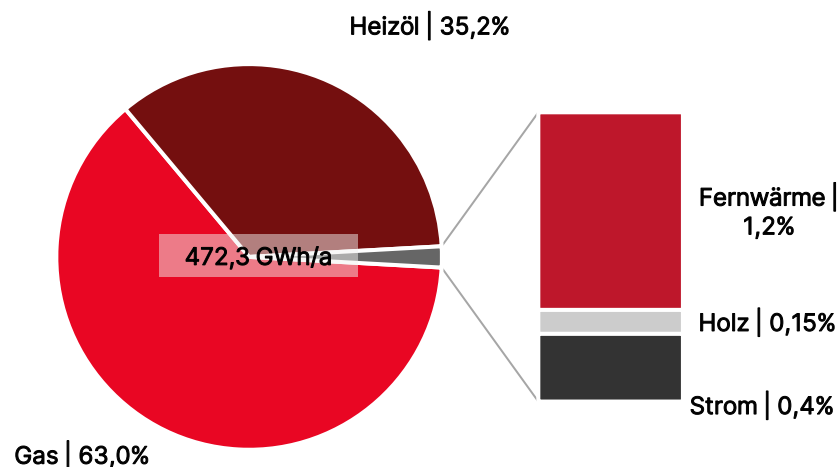


Abbildung 18: Endenergiebedarf im Wärmebereich nach Energieträgern

Hinweis: Bei Energiebedarfen wird begrifflich zwischen Primär-, End- und Nutzenergiebedarfen unterschieden. Diese beschreiben verschiedene Stufen der Energieumwandlung und -nutzung.

Primärenergie beschreibt die Energie in ihrer ursprünglichen Form, wie sie in der Natur vorkommt, z.B. Rohöl, Kohle, Erdgas oder Sonnenstrahlung. Diese Energie muss oft erst umgewandelt werden, bevor sie genutzt werden kann.

Endenergie ist die Energie, die nach der Umwandlung und dem Transport beim Endverbraucher ankommt. Beispiele hierfür sind Strom, Heizöl oder Erdgas, die in Haushalten oder der Industrie verwendet werden.

Nutzenergie ist wiederum die Energie, die tatsächlich für den gewünschten Zweck genutzt wird, z.B. die Wärme, die eine Heizung abgibt, oder das Licht, das eine Glühbirne erzeugt.

Die räumliche Verteilung der Wärmebedarfsdichten (Abbildung 19) zeigt Gebiete auf, die auf der Baublockebene Verbrauchsschwerpunkte in Marktoberdorf sind. Hier sind vor allem der verhältnismäßig dicht besiedelte Stadtkern von Marktoberdorf, das Gewerbegebiet rund um die Traktorenfabrik westlich des Stadtkerns, das Gebiet am Mühlsteig, in dem sich einige Schulen befinden, der Brauereistandort in Leuterschach sowie die Ortskerne der Ortsteile Leuterschach, Geisenried, Bertoldshofen, Sulzschneid zu nennen.

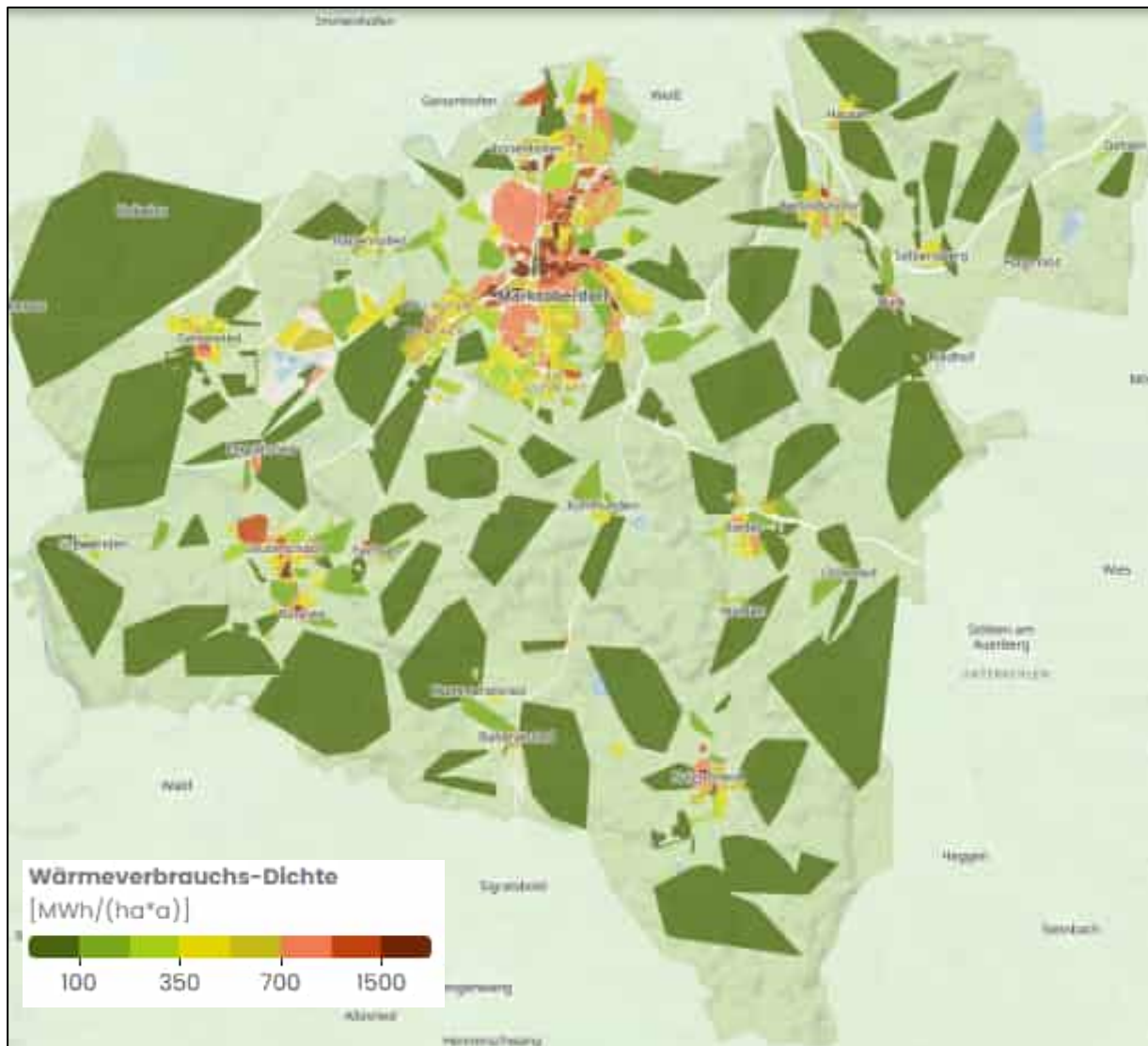


Abbildung 19: Wärmeverbrauchsichten in Megawattstunden pro Hektar und Jahr

Hinweis: Die **Wärmebedarfsdichte** beschreibt den Wärmebedarf pro Flächeneinheit (hier bezogen auf Baublockflächen). Eine hohe Wärmeverbrauchsichte bedeutet, dass auf einer bestimmten Fläche viel Wärme benötigt wird. Sie ist damit ein wichtiger Indikator für die Planung von Wärmenetzen und lässt eine Einschätzung zu deren Effizienz und Wirtschaftlichkeit zu.

Die **Wärmelinien-dichte** hingegen, auch als Wärmebelegungsdichte bekannt, gibt an, wie viel Wärme pro Jahr über die Länge eines Straßenabschnitts transportiert werden kann. Eine hohe Wärmelinien-dichte bedeutet, dass eine große Wärmemenge je Meter transportiert werden kann, was die Effizienz und Wirtschaftlichkeit einer netzgebundenen Wärmeversorgungs-lösung begünstigt. Sie wird deshalb von Planern zusätzlich zur Wärmebedarfsdichte gerne als Orientierungsgröße genutzt, um auf Basis von Erfahrungswerten Abschätzungen zur Gebietseignung für Wärmenetze vorzunehmen.

Äquivalent kann die Wärmelinien-dichte herangezogen werden, um Verbrauchsschwerpunkte entlang von Straßenzügen zu ermitteln (Abbildung 20). Relevante Bereiche sind nahezu deckungsgleich, allerdings ist in dieser Darstellung neben den bereits genannten Gebieten auch das Gewerbegebiet rund um Siemensring und Röntgenring als Verbrauchsschwerpunkt erkennbar.

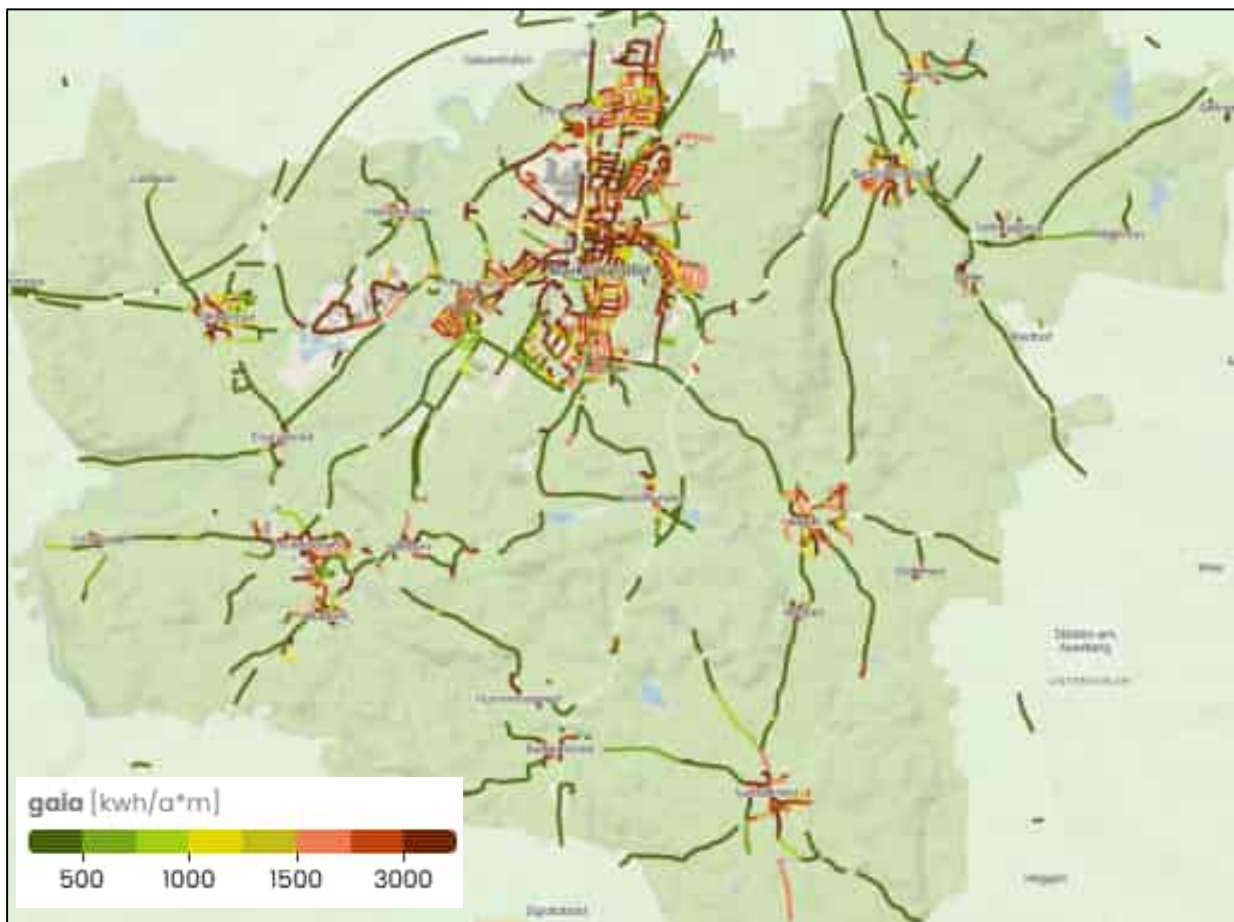


Abbildung 20: Wärmelinien-dichte in Kilowattstunden pro Meter und Jahr

3.6. Treibhausgas-Bilanz

In Marktoberdorf betragen die Treibhausgas-Emissionen im Wärmebereich aktuell 129 Kilotonnen CO₂eq pro Jahr (Abbildung 21). Emittenten sind der Bereich Wohnen mit 43,2 %-Anteil, GHD (inkl. Industrie) mit 52 %-Anteil sowie öffentliche Bauten mit 5,1 %-Anteil. Ursache für die Emissionen ist primär die Verbrennung fossiler Energieträger: Erdgas mit 57,8 %-Anteil, Heizöl mit 41 %-Anteil, Fernwärme mit 1,14 %-Anteil und Strom mit 0,01 %-Anteil.

Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern

in ktCO₂eq/Jahr

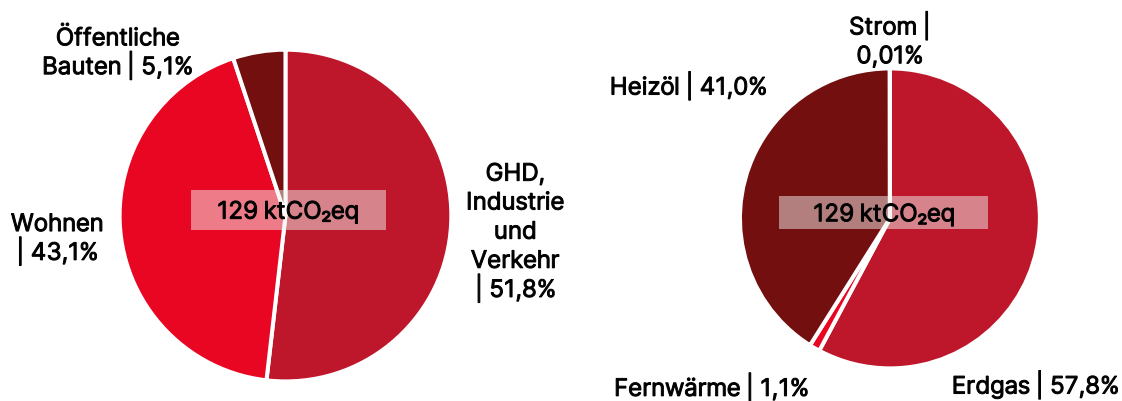


Abbildung 21: Treibhausgasemission nach Sektoren und Energieträgern im Wärmebereich

Für die Berechnung der Treibhausgas-Emissionen nutzt die Firma Enersis Emissionsfaktoren der Agentur für kommunalen Klimaschutz, welche in Tabelle 2 dargestellt sind. In der Spalte "Quelle" sind die Datenquellen aufgeführt, die zur Erhebung der einzelnen Faktoren von der Agentur für kommunalen Klimaschutz genutzt wurden [4].

Tabelle 2: Emissionsfaktoren pro kWh Endenergie

	Emissionsfaktor [kg CO ₂ /kWh]	Quelle
Erdgas	0,247	Gemis 5.0
Heizöl	0,318	Gemis 5.0
Holz	0,022	Umweltbundesamt
Abwärme	0,130	ifeu
Strom	0,429	ifeu
Solarthermie	0,025	Umweltbundesamt
Fernwärme	0,261	ifeu
Flüssiggas	0,276	Gemis 5.0
Elektrospeicherheizung	0,429	ifeu

Hinweis: **Treibhausgase** sind verschiedene Spurengase, die zum Treibhauseffekt beitragen. Darunter fallen unter anderem Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Distickstoffoxid (Lachgas, N₂O). Als Vergleichsgröße dient CO₂. Eine Tonne Methan entspricht z. B. 28 t CO₂-Äquivalenten, was sich in den sogenannten Emissionsfaktoren widerspiegelt.

Emissionsfaktoren geben an, wie viele CO₂-Äquivalente bei der Nutzung eines Energieträgers entstehen. Bei Brennstoffen wie Braunkohle oder Erdgas hängen sie vom Kohlenstoffgehalt und Heizwert ab. Für Biogas werden zusätzlich Prozessaufwände berücksichtigt. Beim Strom ist der Energiemix entscheidend. Mit wachsendem Anteil erneuerbarer Energien sinkt der Emissionsfaktor – ein Vorteil für den Einsatz klimafreundlicher Wärmepumpen.

4. Potenzialanalyse

Im Rahmen der Potenzialanalyse wird eine umfassende Bewertung der zukünftigen Möglichkeiten zur Wärmeengewinnung durch erneuerbare Energien und Energieeinsparung vorgenommen. Kapitel 4.1 erläutert die methodischen Ansätze, die die Grundlage für die in den folgenden Kapiteln dargestellten Ergebnisse bilden, und beschreibt die Herangehensweise zur Identifikation und Bewertung der Potenziale. Die gewonnenen Erkenntnisse aus der Potenzialanalyse dienen als Entscheidungsgrundlage für die weiteren strategischen Planungen für die Transformation der Wärmeversorgung in der Stadt Marktoberdorf. Die Potenzialanalyse wurde vom Forschungsinstitut Fraunhofer FIT durchgeführt.

4.1. Methodisches Vorgehen der Potenzialanalyse

Das Ziel der Potenzialanalyse ist es, die Potenziale zur Wärmeerzeugung durch erneuerbare Energien und Einsparungspotenziale des Wärmeverbrauchs in der Stadt Marktoberdorf quantitativ und räumlich differenziert zu erfassen. Bei den Potenzialen zur Wärmeerzeugung wird in der vorliegenden Wärmeplanung zwischen dezentralen Potenzialen und zentralen Potenzialen unterschieden [5]. Dezentrale Potenziale beschreiben in diesem Kontext Potenziale, die sich jeweils für ein einzelnes Gebäude ergeben, wie bspw. eine Wärmepumpe oder eine Solarthermie-Dachanlage. Auch werden in diesem Zusammenhang die Potenziale zur Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion in den Gebäuden abgeschätzt. Zentrale Potenziale werden vorliegend als Potenziale verstanden, die keinem konkreten Gebäude zuzuordnen sind, sondern i.d.R. im Rahmen der Einspeisung von Wärme in ein Wärmenetz gehoben werden können, wie bspw. tiefe Geothermie oder Solarthermie-Freiflächenanlagen.

Die Ermittlung des Potenzials erneuerbarer Energien basiert auf mehreren Stufen, die von der rein theoretischen Möglichkeit bis hin zur praktisch realisierbaren Nutzung reichen. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird primär das technische Potenzial analysiert (Abbildung 22).

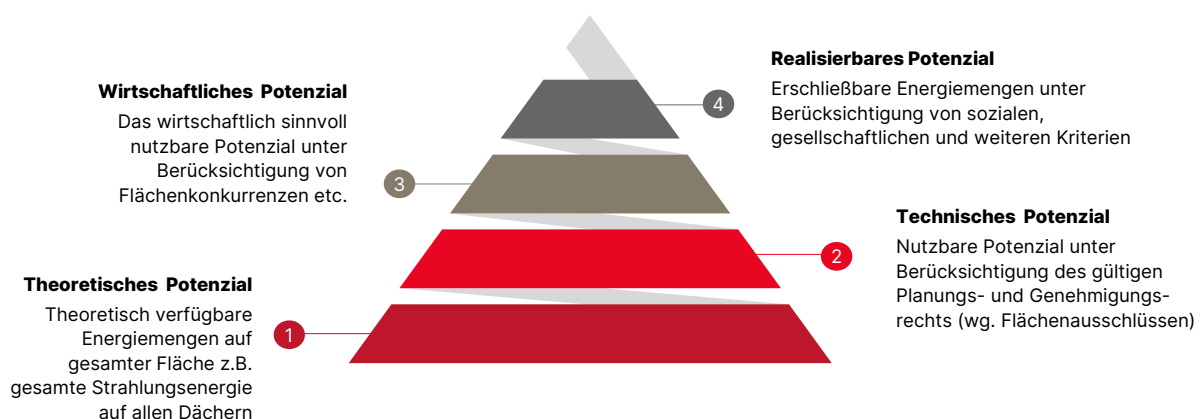


Abbildung 22: Erläuterung der Potenzialbegriffe (Quelle: greenventory GmbH)

1. Theoretisches Potenzial

Das theoretische Potenzial beschreibt die physikalisch vorhandenen Ressourcen in der Region. Dazu zählen beispielsweise die gesamte Strahlungsenergie der Sonne oder die verfügbare Windenergie über einer bestimmten Fläche innerhalb eines festgelegten Zeitraums. Es handelt sich dabei um die maximale Energiemenge, die unter idealen Bedingungen theoretisch genutzt werden könnte.

2. Technisches Potenzial

Das technische Potenzial ist eine Eingrenzung des theoretischen Potenzials durch Berücksichtigung der technologischen Möglichkeiten und rechtlichen Rahmenbedingungen. Es stellt die Obergrenze der tatsächlich nutzbaren Energie dar und wird in zwei Kategorien unterteilt:

- Potenzial: Potenzialflächen, auf denen kein Hindernis durch harte (technisch/rechtlich bindende) oder weiche (politisch oder planerisch beeinflusster) Restriktionen besteht
- Eingeschränktes Potenzial (Vorbehalt): Potenzialflächen, auf denen keine harten aber weiche Restriktionen bestehen (z.B. Landschaftsschutzgebiet)

3. Wirtschaftliches Potenzial

Das wirtschaftliche Potenzial ergibt sich aus einer weiteren Eingrenzung des technischen Potenzials unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit. Hier fließen Faktoren wie Bau-, Erschließungs- und Betriebskosten sowie die erzielbaren Energiepreise ein.

4. Realisierbares Potenzial

Das realisierbare Potenzial, auch „praktisch nutzbares Potenzial“ genannt, berücksichtigt zusätzliche Faktoren, die die tatsächliche Umsetzbarkeit beeinflussen. Dazu gehören gesellschaftliche Akzeptanz, raumplanerische Abwägungen bei Flächenkonkurrenzen und kommunale Prioritäten. Dieses Potenzial stellt die tatsächlich erreichbare Nutzung erneuerbarer Energien dar.

Einsparpotenziale

Im ersten Teil der Potenzialanalyse werden die Einsparpotenziale analysiert. Primäres Ziel ist es, eine realistisch-ambitionierte Prognose des zukünftigen Wärmebedarfs zu erstellen, da diese Werte in das Zielszenario der Wärmeplanung mit einfließen. Die Betrachtung des maximalen Potenzials, wie z.B. eine Vollsanierung jedes Gebäudes kann lediglich als Benchmark dienen.

Zur Ermittlung der Einsparpotenziale des Wärmebedarfs wurde insbesondere auf die TABULA-Datenbank zurückgegriffen [6]. Aus dieser Datenbank wurden Wärmedurchdringungskoeffizienten (U-Werte) entnommen, die dort für verschiedene Sanierungszustände von Typgebäuden, die nach Gebäudetyp und Baualtersklasse gegliedert sind, hinterlegt sind.

Einspareffekte können in den Kategorien „Sanierung“, „Warmwasser“, „Prozesswärme“ und „Klimawandel“ erzielt werden. Die Modellierung dieser Kategorien wird im Folgenden genauer betrachtet. Um die Spannweite der Entwicklung abzubilden, werden verschiedene Szenarien betrachtet, auf die am Ende dieses Kapitels näher eingegangen wird.

Sanierung

Das im Wärmeplanungsgesetz des Bundes verankerte Zieljahr für die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung ist 2045. Auch die Potenziale zur Einsparung sollen entsprechend räumlich analysiert und dargestellt werden. Aus diesem Grund wird in der im Folgenden beschriebenen Modellierung gebäudescharf abgeschätzt, mit welchen Einsparungen durch Sanierung in Marktoberdorf zu rechnen ist. Es ist zu betonen, dass aus der im Modell getroffenen Auswahl von Gebäuden, welche wahrscheinlich saniert werden, weder ein Umsetzungsplan noch eine Pflicht oder ähnliches entsteht. Vielmehr handelt es sich um eine Abschätzung, welche zwar auf Gebäudeebene durchgeführt wird, jedoch aufgrund der hohen Unsicherheit nur auf höheren Aggregationsebenen, wie z.B. Baublöcken, Aufschluss über die unterschiedliche räumliche Entwicklung geben soll.

Zur Bestimmung des Einflusses der Sanierung müssen die angenommene Sanierungsbreite sowie die Sanierungstiefe festgesetzt werden. Die zentrale Kenngröße der Sanierungsbreite ist die Sanierungsrate, welche hier definiert ist als Quotient zwischen der Bauteilfläche, an der Wärmeschutzmaßnahmen durchgeführt werden, und der gesamten thermischen Hüllfläche des Gebäudebestands. In Abhängigkeit des Szenarios wird von einer Erhöhung der aktuellen Sanierungsrate, welche in Deutschland derzeit bei ca. 1 % liegt [7], für den Zeitraum 2025 bis 2045 ausgegangen.

Im Gegensatz dazu beschreibt die Sanierungstiefe, welcher energetischer Standard mit den Sanierungsmaßnahmen für die einzelnen Gebäude erreicht wird. Dieser wird im Folgenden auf den eines KfW-Effizienzhaus 70 festgelegt. Ausgenommen davon sind Baudenkmäler, an welche zur Erhaltung ihrer ursprünglichen Form geringere Sanierungsanforderungen gestellt werden. Da im Rahmen der Wärmeplanung nicht jedes Baudenkmal individuell berücksichtigt werden kann, wird pauschal davon ausgegangen, dass bei diesen die Außenwand und infolgedessen auch die Fenster nur im reduzierten Umfang energetisch saniert werden können. Die Auswahl der zu sanierenden Gebäude wird anhand des Einsparpotenzials von Sanierungsmaßnahmen und der damit verbundenen Kosteneffizienz getroffen.

Wie im Rahmen der Bestandsanalyse beschrieben, wurden jedem Gebäude U-Werte für die vier Komponenten Fassade, Dach, Fenster und Bodenplatte zugeordnet. In Folge kann jedes dieser Bauteile auf den U-Wert eines KfW-Effizienzhaus 70 saniert werden. Dies kann in sämtlichen Kombinationen durchgeführt werden (z.B. nur Dach oder Dach, Fassade und Fenster), sodass sich insgesamt 16 mögliche Sanierungszustände für jedes Gebäude ergeben. Der ausgewählte Sanierungszustand ergibt sich aus einer Betrachtung der Kosteneffizienz der Einspareffekte.

Die Auswahl der zu sanierenden Gebäude sowie die Wahl der zu sanierenden Bauteile erfolgt für jedes Jahr der Modellierung, bis die jeweilige Sanierungsrate erreicht ist. Dabei kann ein Gebäude mehrfach ausgewählt werden, sodass bspw. zunächst nur Dach und Fenster und in darauffolgenden Jahren die weiteren Bauteile saniert werden.

Warmwasser

Es wird von einer pauschalen Reduktion des Warmwasserbedarfs von 10 % bis zum Zieljahr 2045 ausgegangen. Diese Annahme ist zum einen durch zu erwartende Effizienzgewinne bei den installierten Warmwasserspeichern zu begründen und zum anderen durch gesteigerte Suffizienz. In der Modellierung steigen die Effizienzgewinne linear zwischen dem Status-Quo und dem Zieljahr 2045.

Prozesswärme

Es wird von einer pauschalen Reduktion des Prozesswärmebedarfs von 10 % bis zum Zieljahr 2045 ausgegangen. Diese Annahme ist zum einen durch zu erwartende Effizienzgewinne zu begründen und zum anderen durch gesteigerte Suffizienz. Mögliche Maßnahmen sind unter anderem eine konsequente Dämmung von Wärmeleitungen oder auch die gezielte Nutzung von Regeneratoren/Rekuperatoren für die Wärmerückgewinnung von kontinuierlichen und diskontinuierlichen Prozessen [8]. In der Modellierung steigen die Effizienzgewinne linear zwischen dem Status-Quo und dem Zieljahr 2045.

Klimawandel

Im Rahmen der vorliegenden Modellierung wird angenommen, dass es auch aufgrund des fortschreitenden Klimawandels zu einer Reduktion des Raumwärmebedarfs kommen wird. Dabei wird der Einfluss der Klimaerwärmung mit Hilfe der Entwicklung der Gradtagzahlen abgeschätzt. Gradtagzahlen sind ein Maß für den Heizbedarf in Gebäuden. Sie geben an, wie stark und wie lange die Außentemperatur unter einer festgelegten Raumtemperatur liegt. Die Gradtagzahl für einen bestimmten Tag berechnet sich, indem man die Differenz zwischen der Innentemperatur und der durchschnittlichen Außentemperatur des Tages ermittelt, sofern die Außentemperatur unterhalb des Heizgrenzwertes (meist 15°C) liegt. Anschließend werden die Gradtagzahlen für das gesamte Jahr aufsummiert.

In Abbildung 23 ist die Entwicklung der Gradtagzahlen für den Standort Marktoberdorf seit 1990 abgebildet.

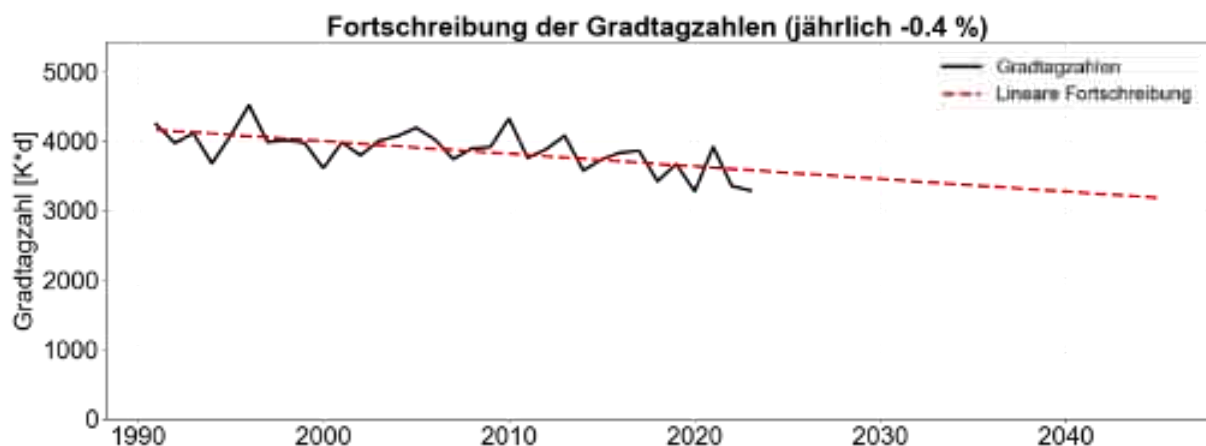


Abbildung 23: Gradtagzahlen in Marktoberdorf seit 1990 und lineare Fortschreibung bis zum Zieljahr

Die Trendlinie der Gradtagzahlen zeigt einen Rückgang um durchschnittlich ca. 0,4 Prozentpunkte je Jahr. Bei linearer Fortschreibung bis zum Zieljahr entspricht dies einer Reduktion des Raumwärmebedarfs um rund 8 %. Der tatsächliche Einfluss des Klimawandels auf den Raumwärmebedarf ist Gegenstand aktueller Forschung und unterliegt Unsicherheiten. Beispielsweise wirkt eine potenzielle Abschwächung des Golfstroms der Klimaerwärmung in Europa entgegen [9], [10], weswegen hier nicht von einer linearen Fortschreibung der Gradtagzahlen ausgegangen wird. Infolge wird von einer Reduktion des Raumwärmebedarfs bis 2045 von insgesamt 5 % ausgegangen.

Zusammenfassung der Szenarien

Es werden die Szenarien „geringe Einsparungen“, „mittlere Einsparungen“ und „hohe Einsparungen“ betrachtet. Das mittlere Szenario soll als Referenz für die Erstellung des Zielbildes dienen und somit das wahrscheinliche Szenario darstellen. Die Szenarien unterscheiden sich lediglich in der angenommenen Sanierungsrate, da diese den größten beeinflussbaren Hebel darstellt. Alle Effekte beziehen sich auf den Zeitraum vom Status-Quo bis zum Jahr 2045. Die Parametrierung kann Tabelle 3 entnommen werden.

Tabelle 3: Szenarienübersicht für das Energieeinsparpotenzial

Einflussfaktor	Szenario „Geringe Einsparungen“	Szenario „Mittlere Einsparungen“	Szenario „Hohe Einsparungen“
Sanierungsquote	1,0 %	1,5 %	2,0 %
Raumwärmebedarf durch Klimawandel	-5 %	-5 %	-5 %
Prozesswärme	-10 %	-10 %	-10 %
Warmwasser	-10 %	-10 %	-10 %

Dezentrale Potenziale

Die Potenzialanalyse für die dezentralen (gebäudebezogenen) Erzeugungspotenzial erneuerbarer Wärme baut auf der Gebäudedatenbank der Bestandsanalyse auf. Zur Ermittlung des Potenzials aus solarer Strahlungsenergie wird die Dachneigung sowie die Dachausrichtung aus dem 3D-Gebäudemodell der LoD2-Daten ermittelt. Zudem wird für jedes Gebäude das zugehörige Flurstück aus den ALKIS zugeordnet, um so den verfügbaren Platz je Gebäude abschätzen zu können. Zuletzt werden für die einzelnen Technologien Geoinformationen verwendet, die bundes- oder landesweit zur Verfügung stehen und Informationen über Ausschluss- bzw. Vorbehaltsflächen oder Ertragspotenziale geben (vgl. Tabelle 4).

Tabelle 4: Datengrundlage dezentrale Potenziale

Daten	Abgeleitete Informationen
Ergebnisse der Bestandsanalyse	Geolokation inkl. Hausumringe und Wärmebedarf
LoD2 [11]	Dachneigung und Dachausrichtung
ALKIS (Amtliches Liegenschaftskataster Informationssystem) [2]	Flurstücke
Wasserschutzgebiete [12]	Ausschluss- bzw. Vorbehaltsgebiete durch Wasserschutzgebiete
Leitfähigkeit Boden 100 m Tiefe [2]	Ertragsfähigkeit Erdwärmesonden
Entzugspotenzial oberflächennahes Erdreich [2]	Ertragsfähigkeit Erdwärmekollektoren

Für die Ermittlung der dezentralen Potenziale wurden zwei wesentliche Methoden angewandt, wobei zwischen Wärmepumpenpotenzialen und Solarpotenzialen unterschieden wird.

Um das Potenzial je Gebäude für eine der betrachteten Wärmepumpen-Technologien zu ermitteln, wird für jedes Gebäude für die Aufstellung der Wärmepumpe der verfügbare Platz (unbebaute Fläche) auf dem betroffenen Flurstück analysiert und die maximal erzeugbare Wärmeleistung je Wärmepumpen-Technologie ermittelt. Sofern die potenziell erzeugbare Wärmeleistung die im Rahmen der Bestandsanalyse ermittelte Heizlast überschreitet, wird für dieses Gebäude ein Potenzial für die jeweilige Technologie ausgesprochen.

Für die Potenzialanalyse von Photovoltaik- und Solarthermie-Dachflächenanlagen wird der flächenspezifische Ertrag in Abhängigkeit der Neigung und Ausrichtung des Daches sowie der standortspezifischen Witterungsverhältnisse bestimmt. Da Objekte wie kleinere Dachgauben oder Schornsteine nicht in der Datenbasis enthalten sind, wird ein pauschaler Reduktionsfaktor von etwa 50 % zur Berücksichtigung des Einflusses auf die verfügbare Dachfläche angewandt.

Zentrale Potenziale

Das allgemeine Vorgehen für die Bestimmung der meisten zentralen Potenziale baut auf einer GIS-Flächenanalyse auf. Dafür werden im Wesentlichen die Informationen zum Flächennutzungstyp aus dem ALKIS sowie Informationen zu Schutzgebieten benötigt. Dazu kommen je nach analysierter Technologie weitere spezifische Informationen (vgl. Tabelle 5).

Tabelle 5: Datengrundlage zentrale Potenziale

Daten	Abgeleitete Informationen
ALKIS (Amtliches Liegenschaftskataster Informationssystem) [13]	Tatsächliche Flächennutzung
Schutzgebiete [12] [14]	Ausschluss- bzw. Vorbehaltsgebiete
Leitfähigkeit Boden 100 m Tiefe [2]	Ertragsfähigkeit Erdwärmesonden
Entzugspotenzial oberflächennahes Erdreich [2]	Ertragsfähigkeit Erdwärmekollektoren
Regionale Stakeholder	Abwärmepotenzial

Das Vorgehen für die Identifikation zentraler Potenziale kann in vielen Fällen auf die drei Schritte Flächenscreening, Flächenfilterung und Potenzialberechnung heruntergebrochen werden. In den ersten beiden Schritten werden mit Hilfe von GIS-Berechnungen Potenzialflächen ermittelt. Abschließend wird das Potenzial auf diesen Flächen abgeleitet.

1. Flächenscreening

Im ersten Schritt werden alle relevanten Flächen im Betrachtungsgebiet ermittelt, auf denen Potenzial für die jeweiligen Technologien bestehen könnte. Dafür werden ALKIS-Daten verwendet, welche flächendeckend für Bayern vorliegen und den Nutzungstyp einer Fläche angeben. Dabei

wird bspw. in Kategorien wie „Landwirtschaft“, „Wohnbaufläche“ oder „stehendes Gewässer“ unterschieden.

2. Flächenfilterung

In diesem Schritt wird die Potenzialfläche mit Hilfe von GIS-Operationen eingeschränkt, indem Flächen, welche durch Ausschluss oder Abstandskriterien ermittelt werden, abgezogen werden. Dabei wird zwischen harten und weichen Ausschlusskriterien unterschieden. Harte Ausschlusskriterien bedingen einen vollständigen Ausschluss aus den Potenzialflächen. Durch weiche Ausschlusskriterien werden die Potenzialflächen mit einem Vorbehalt markiert. Außerdem werden die Potenzialflächen durch Abstandskriterien zu bestimmten Flächentypen gefiltert. Die meisten Ausschluss- oder Abstandskriterien werden durch Schutzgebiete bedingt. Je nach Typ und Technologie können Schutzgebiete harte oder weiche Ausschlusskriterien darstellen.

3. Potenzialberechnung

Im abschließenden Schritt wird das Potenzial der betrachteten Technologie quantifiziert. Dafür wird die Energiemenge i.d.R. über einen flächenspezifischen Ertrag berechnet, der sich aus der jeweiligen Technologie sowie ggf. einem standortspezifischen Einflussfaktor ergibt.

Andere Potenziale, wie z.B. das Potenzial aus industrieller Abwärme, enthalten nur den letzten Schritt der Potenzialberechnung, da ein konkreter Standort technologiebeding bereits vorgegeben ist.

Schutzgebiete

Ein wichtiger Schritt der Potenzialanalyse ist die anfängliche Identifikation von Flächen, welche die Umsetzung bestimmter Technologien einschränken oder ausschließen können. Zu diesen Flächen zählen u.a. Naturschutzgebiete, Wasserschutzgebiete und andere gesetzlich geschützte Bereiche (vgl. Abbildung 24). Diese wurden bei den nachfolgend dargestellten Potenzialerhebungen entsprechend berücksichtigt, sofern dies notwendig war, und werden im Folgenden näher erläutert.

Fauna-Flora-Habitat-Gebiete (FFH-Gebiete) gehören zusammen mit den Vogelschutzgebieten zu den Natura 2000-Gebieten, einem zusammenhängenden Netz von Schutzgebieten innerhalb der Europäischen Union. Sie dienen dem Erhalt gefährdeter Lebensräume sowie wildlebender Tier- und Pflanzenarten von gemeinschaftlichem Interesse. Diese Gebiete sind strengen Schutzbestimmungen unterworfen, die Eingriffe in die Natur stark reglementieren. Sie spielen eine zentrale Rolle im europäischen Naturschutz und sollen langfristig die biologische Vielfalt bewahren [65].

Naturschutzgebiete sind gemäß § 23 Bundesnaturschutzgesetz besonders geschützte Flächen, die der Erhaltung, Entwicklung oder Wiederherstellung von Lebensräumen (Biotopen) und der daran gebundenen Tier- und Pflanzenarten dienen. Solche Gebiete sind häufig Rückzugsorte für bedrohte Arten und tragen zur Sicherung der biologischen Vielfalt bei. In Deutschland sind rund 6,5 % der gesamten Landesfläche als Naturschutzgebiete ausgewiesen. Jegliche Nutzung oder bauliche Veränderungen in diesen Gebieten unterliegen strengen gesetzlichen Vorgaben [66].

Landschaftsschutzgebiete sind rechtsverbindlich festgesetzte Gebiete, die gemäß § 26 Abs. 1 Bundesnaturschutzgesetz einem besonderen Schutz von Natur und Landschaft unterliegen. Sie werden eingerichtet, um die landschaftliche Schönheit, die Erholung der Bevölkerung oder die Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts zu bewahren. Im Vergleich zu Naturschutzgebieten sind die Anforderungen weniger streng, dennoch müssen Eingriffe und Veränderungen genehmigt werden.

Überschwemmungs(schutz)gebiete sind Flächen, die bei extremen Hochwassern überflutet werden können. Sie spielen eine wichtige Rolle im Hochwasserschutz, da sie als natürliche Rückhalteräume dienen und so zur Entlastung von Fließgewässern beitragen. In diesen Gebieten gelten Nutzungsbeschränkungen, um die Hochwassersicherheit zu gewährleisten und Schäden zu minimieren [67].

Vogelschutzgebiete gehören ebenfalls zu den Natura 2000-Gebieten und dienen dem Schutz wildlebender Vogelarten und ihrer Lebensräume. Diese Gebiete sind von besonderer Bedeutung für Zugvögel und gefährdete Arten. Durch gezielte Schutzmaßnahmen wird sichergestellt, dass die Populationen stabil bleiben und sich in ihren natürlichen Lebensräumen entwickeln können [65].

Wasserschutzgebiete dienen dem Schutz von Grund- und Oberflächengewässern vor schädlichen Einflüssen. Sie werden ausgewiesen, um die Qualität von Trinkwasserquellen zu sichern und die Belastung der Gewässer durch Schadstoffe zu minimieren. In diesen Gebieten gelten strenge Regelungen, die den Umgang mit potenziell gefährdenden Stoffen wie Düngemitteln, Chemikalien oder Abwässern einschränken [68].

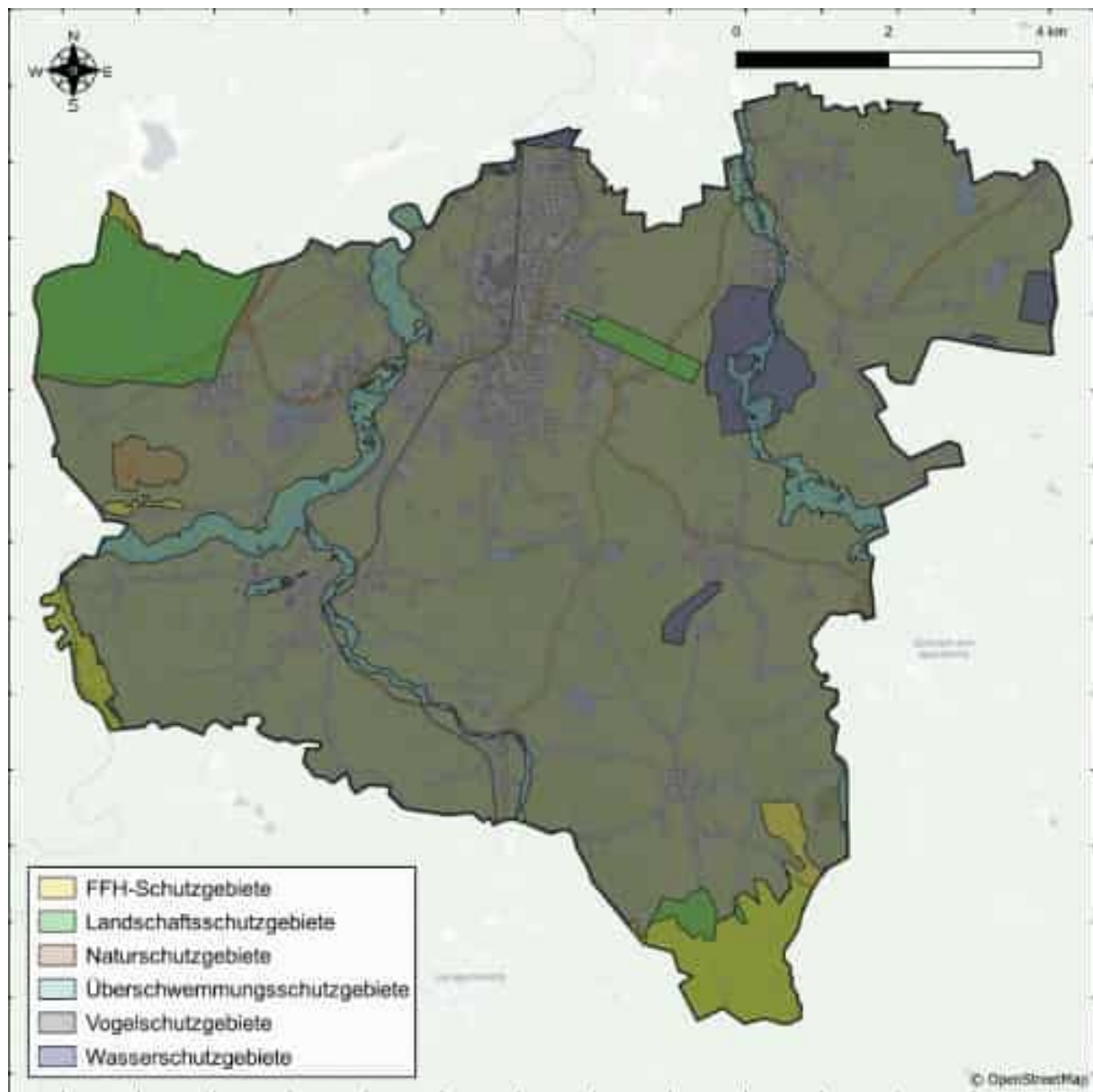


Abbildung 24: Schutzgebiete in Marktoberdorf

4.2. Einsparpotenziale

Wie im Rahmen der Beschreibung der Vorgehensweise beschrieben, wurden drei verschiedene Szenarien für die Entwicklung des zukünftigen Wärmebedarfs in Marktoberdorf betrachtet. Die Folgenden Darstellungen beziehen sich zunächst auf das realistisch-ambitionierte Szenario „mittlere Einsparungen“. Das Kapitel endet mit einem abschließenden Vergleich der drei Szenarien.

Insgesamt wird sich der Wärmebedarf bis zum Zieljahr 2045 von heute 427 GWh/a um rund 20 % auf 341 GWh/a reduzieren (vgl. Abbildung 25). Der weitaus größte Teil der Einsparungen kann durch eine energetische Sanierung der Gebäude erreicht werden. Insgesamt können dadurch 65 GWh/a des Wärmebedarfs eingespart werden. Hierfür ist eine durchschnittliche Sanierungsquote von 1,5 %/a erforderlich, was einem Anstieg heutiger Sanierungsquoten von ca. 50 % entspricht. Dadurch wird ein Fokus auf weiter steigende Handwerkskapazitäten unabdingbar.

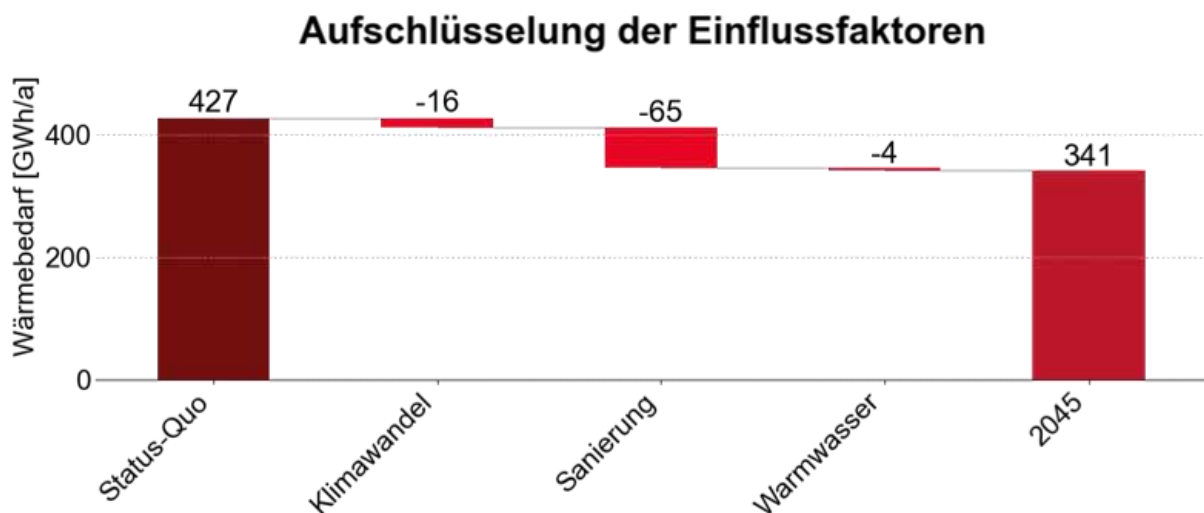


Abbildung 25: Aufschlüsselung der Einflussfaktoren im Szenario "mittlere Einsparungen"

In diesem Szenario kommt es zu Einsparungen beim Wärmebedarf durch den fortschreitenden Klimawandel um 16 GWh/a. Es ist anzumerken, dass dieser Wert einer hohen Unsicherheit unterliegt. Der effizientere und bewusstere Umgang mit Warmwasser wird weitere 4 GWh/a einsparen. Der Abriss und Neubau von Nicht-Wohngebäuden sind bereits in den Sanierungsmaßnahmen impliziert berücksichtigt worden.

Abbildung 26 ist zu entnehmen, dass der Wärmebedarf zunächst schnell, später verlangsamt rückläufig ist. Durchschnittlich sinkt der Wärmebedarf um etwas über 1 % pro Jahr. Dies liegt insbesondere daran, dass in der vorliegenden Modellierung zunächst die Gebäude mit dem höchsten Einsparpotenzial saniert werden.

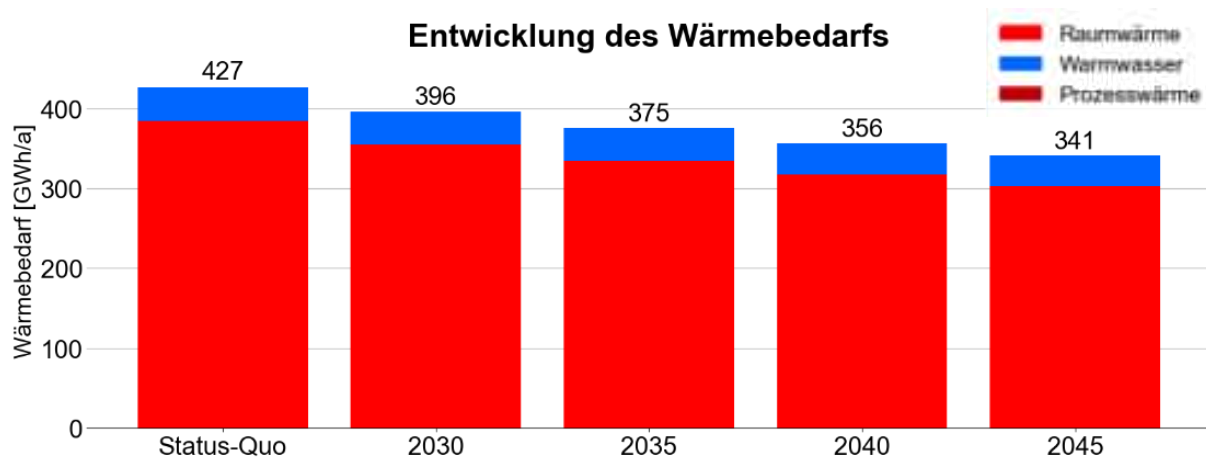


Abbildung 26: Entwicklung des Wärmebedarfs im Szenario "mittlere Einsparungen"

In der räumlich differenzierten Betrachtung des Einsparpotenzials ist entsprechend Abbildung 27 zu erkennen, dass der Wärmebedarf je nach Baublock um bis zu 40 % zurückgehen wird. Die hohe Varianz zwischen den einzelnen Bezirken ist zum einen durch den Anteil von Raumwärmebedarf gegenüber dem Anteil von Prozesswärmebedarf zu begründen, da die Reduktion des Prozesswärmebedarfs in diesem Szenario auf 10 % limitiert ist. Demgegenüber kann eine Sanierung deutlich höhere Einsparungen erzielen.

Auf der anderen Seite ist die Varianz zwischen den einzelnen Bezirken durch den heutigen Sanierungsstand verursacht. Beispielsweise ist gut zu erkennen, dass in den Neubaugebieten kaum mehr Einsparpotenziale vorliegen. In den Industriegebieten kann im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung keine pauschale Aussage über Einsparmöglichkeiten getroffen werden. Diese müssen, insbesondere im Bereich der Prozesswärme, individuell geprüft werden.

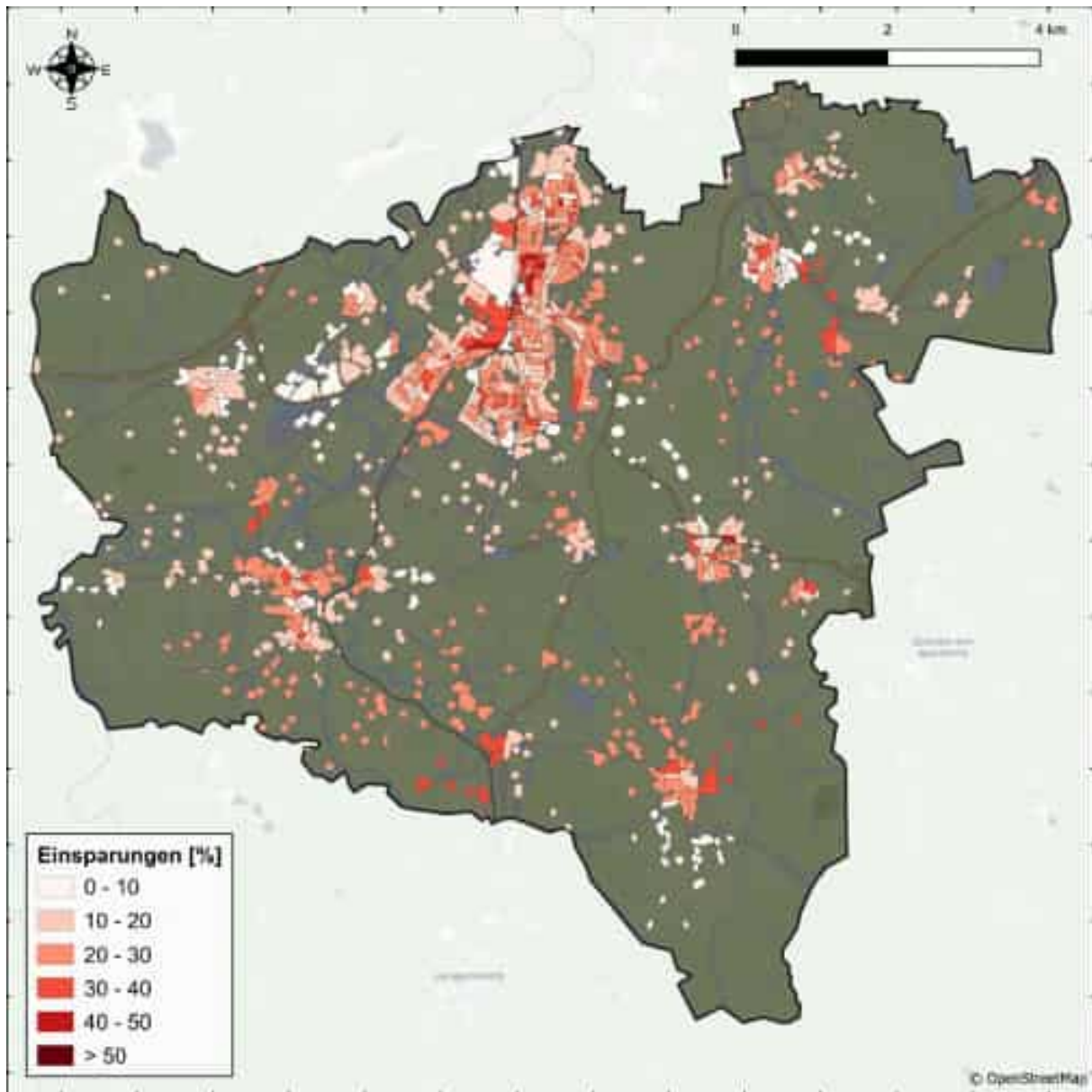


Abbildung 27: Einsparungen beim Wärmebedarf je Baublock bis 2045

Abschließend wird die Wärmebedarfsreduktion in den drei betrachteten Szenarien gegenübergestellt. Der Vergleich ist in Abbildung 28 dargestellt. Demnach wird sich der Wärmebedarf um mindestens 16 % auf 358 GWh/a absenken (Szenario „geringe Einsparungen“). Die höchste, noch als realistisch eingestufte, Reduktion des Wärmebedarfs liegt bei 24 %, auf insgesamt 326 GWh/a (Szenario „hohe Einsparungen“).

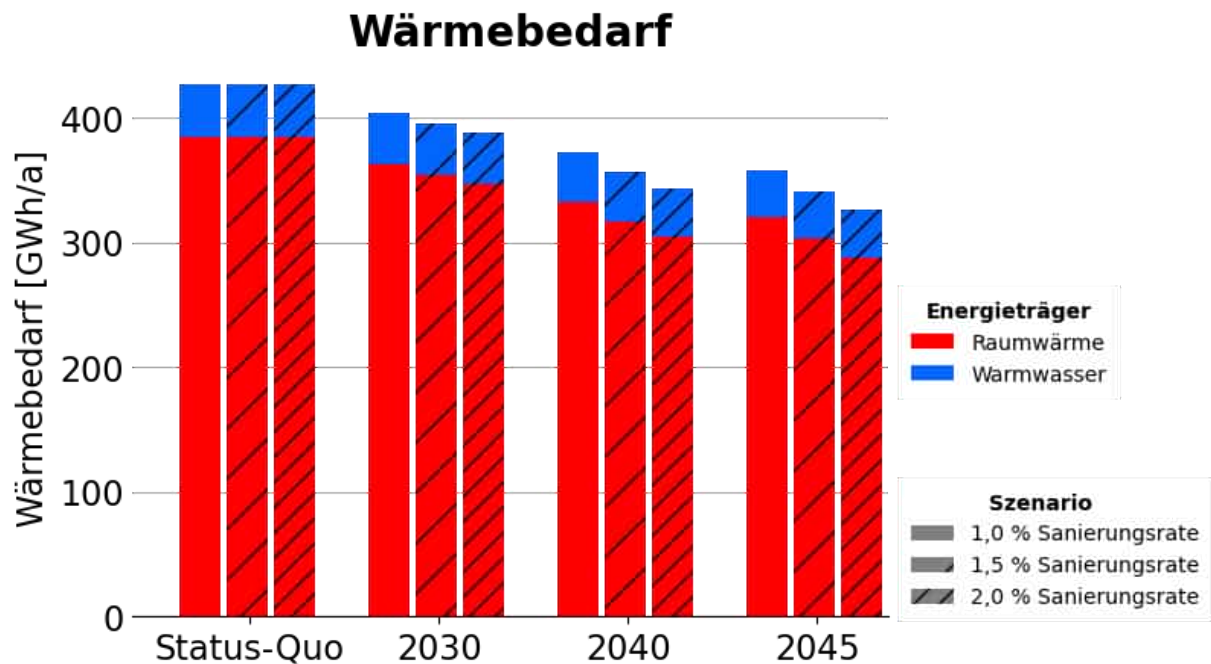


Abbildung 28: Szenarienvergleich der Wärmebedarfsreduktion bis 2045

4.3. Dezentrale Potenziale

Im Folgenden werden die dezentralen Potenziale dargelegt, d.h. alle örtlich nutzbaren Wärmequellen, die ohne zentrale Netzinfrastruktur auskommen und in den einzelnen Gebäuden vor Ort zur klimaneutralen Wärmeversorgung beitragen. Die dargestellten Zahlen stellen die Aggregation aller Einzelgebäude dar, wobei das Potenzial je Gebäude auf den Wärmebedarf des Gebäudes sowie durch den COP (Coefficient of Performance) der jeweiligen Wärmepumpen-Technologie begrenzt ist. Außerdem ist bei Wärmepumpen-Technologien jeweils das Wärmeentzugspotenzial dargestellt. D.h. beispielsweise, dass bei der Luft-Wasser-Wärmepumpe nur das Wärmepotenzial dargestellt ist, das der Luft entzogen werden kann. Der Anteil der Wärme, welcher der Wärmepumpe durch Stromzufuhr bereitgestellt werden muss, ist nicht enthalten.

Luft-Wasser-Wärmepumpen

Eine dezentrale Luft-Wasser-Wärmepumpe ist eine Heizungsanlage, die die Wärme aus der Umgebungsluft direkt vor Ort nutzt, um über einen Wärmetauscher Wasser für Heizung und Warmwasser zu erwärmen. In Bayern ist für die Installation einer Wärmepumpe kein Mindestabstand zur Grundstücksgrenze erforderlich [15]. Dies vereinfacht die Planung und Installation insbesondere in dicht bebauten Gebieten. Dennoch kann es in solchen Fällen notwendig sein, zusätzliche Maßnahmen zum Lärmschutz zu ergreifen, um die Vorgaben der Emissionsschutzrichtlinien einzuhalten. Grenzwerte für akzeptable Lautstärken sind in der technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) definiert und sehen bspw. für reine Wohngebiete eine maximale Lautstärke von 35 Dezibel im Zeitraum von 6 – 22 Uhr vor [16]. In der Ergebnisdarstellung werden Gebäude mit einem bzw. zwei angrenzenden Nachbargebäuden separat dargestellt (vgl. Abbildung 29) Grundsätzlich ist jedes Gebäude für den Einbau einer Wärmepumpe geeignet. Dabei

kann eine (Teil-) Sanierung des Gebäudes, beispielsweise zur Verbesserung der Wärmedämmung, die Wirtschaftlichkeit des Wärmepumpenbetriebs erheblich steigern.

Das Potenzial kann insgesamt auf **284 GWh/a** quantifiziert werden. Davon sind 182 GWh/a ohne jeglichen Vorbehalt, das heißt, dass ausreichend Platz und keine potenzielle Einschränkung durch Nachbarn zu erwarten ist.

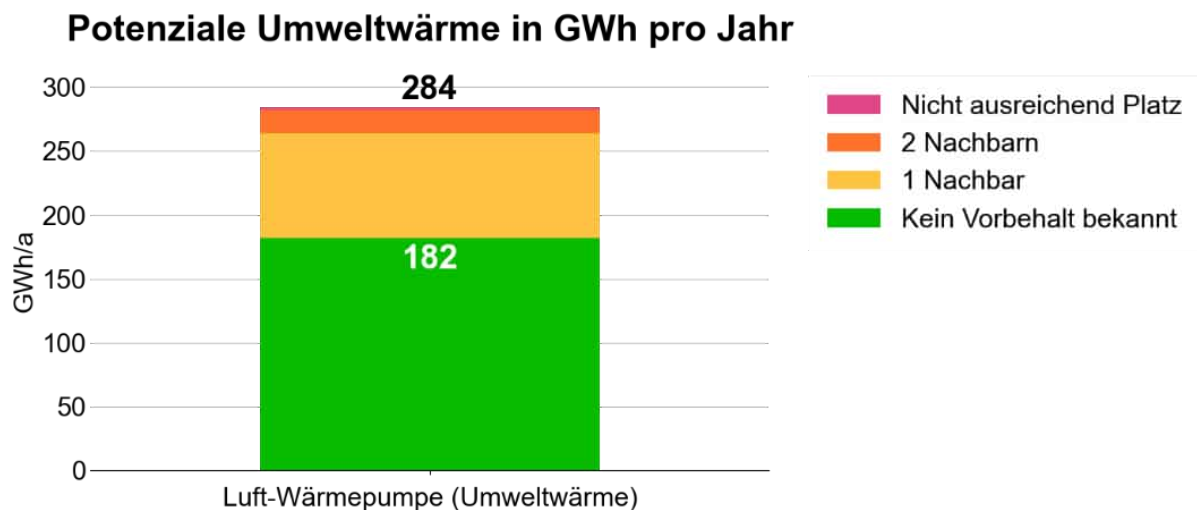


Abbildung 29: Quantifizierung des Potenzials aus Luft-Wasser-Wärmepumpen

In der Kartendarstellung nach Abbildung 30 ist zu erkennen, dass insbesondere in den Wohnsiedlungen mit Einfamilienhäusern i.d.R. uneingeschränktes Potenzial besteht. In dichter besiedelten Gebieten, wie Reihenhaussiedlungen, kann die korrekte Aufstellung einer Luft-Wasser-Wärmepumpe eine Herausforderung darstellen. Es ist aber davon auszugehen, dass dies gerade vor dem Hintergrund der Weiterentwicklung der Technologie und geeigneten Lösungen zukünftig kein mehr Hindernis darstellen wird.

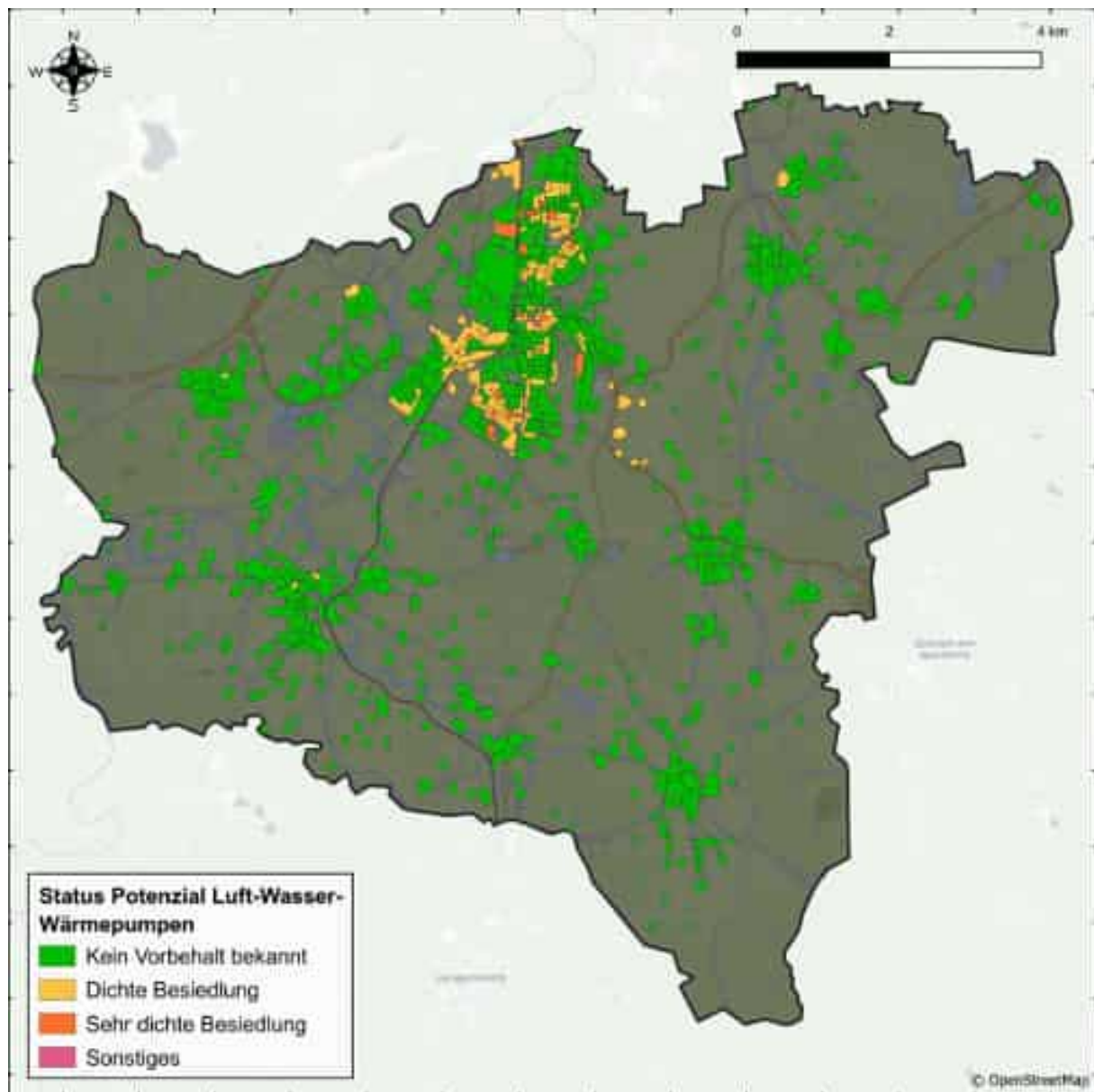


Abbildung 30: Potenzial Luft-Wasser-Wärmepumpen

Oberflächennahe Geothermie

Unter dem Begriff der oberflächennahen Geothermie wird eine Nutzung der Wärme aus dem Untergrund bis in eine Tiefe von 400 Meter zusammengefasst. Sie bietet eine vielseitige und nachhaltige Möglichkeit zur Wärmeengewinnung, da sie die in den oberen Erdschichten gespeicherte Energie nutzt. Sie kann durch verschiedene Technologien erschlossen werden, darunter Erdsondenfelder, Erdwärmekollektoren und Grundwasserbrunnen. Erdsondenfelder bestehen aus vertikal in die Erde eingebrachten Sonden, die Wärme aus größeren Tiefen (ca. 40-200 Meter) entziehen. Erdwärmekollektoren hingegen sind horizontal im Boden verlegte Systeme, die flächennah arbeiten und Wärme auf breiter Basis gewinnen. Grundwasserbrunnen nutzen die konstante Temperatur des Grundwassers zur Energiegewinnung, wobei ein System aus Förder- und Schluckbrunnen erforderlich ist, um das Wasser nachhaltig zu nutzen [21].

Für Erdsonden besteht in Marktoberdorf ein durchschnittliches Wärmeentzugspotenzial von 34 bis 40 W/m (Leistung einer Erdsondenbohrung pro Meter Bohrtiefe) und für Erdkollektoren etwa 25 W/m² (Leistung pro Quadratmeter Kollektorfläche). Diese Werte liegen im durchschnittlichen Bereich für Deutschland und bieten eine solide Grundlage für die Nutzung oberflächennaher Geothermie. Die Abschätzung des Potenzials von Grundwasserbrunnen basiert auf einer angenommenen Förderleistung von 50 l/s und einem Mindestabstand zwischen zwei Brunnensystemen, sodass maximal ein Brunnensystem je Hektar installiert werden kann, um eine nachhaltige Nutzung des Grundwassers zu gewährleisten.

Die Eignung der oberflächennahen Geothermie für ein Gebäude wird auf Basis der maximal entziehbaren Energiemenge bewertet. Dabei spielen der verfügbare Platz und der zu deckende Wärmebedarf des Gebäudes eine entscheidende Rolle.

Es ist zu beachten, dass Erdsondenbohrungen und Grundwasserbrunnen in Wasserschutzgebieten (vgl. Abbildung 32) i.d.R. genehmigungspflichtig sind. Dies erfordert eine sorgfältige Prüfung und Planung, um die behördlichen Vorgaben einzuhalten.

Die Quantifizierung der Potenziale der Technologien Erdsonden (**150 GWh/a**), Erdwärmekollektor (**51 GWh/a**) und Grundwasserbrunnen (**172 GWh/a**) ist in Abbildung 31 dargestellt.

Potenziale oberflächennahe Geothermie in GWh pro Jahr

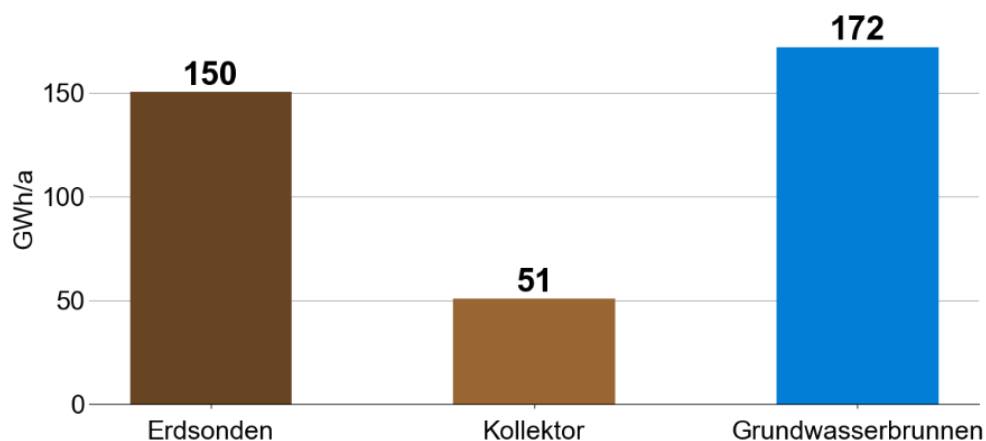


Abbildung 31: Quantifizierung des Potenzials Oberflächennaher Geothermie

In nachfolgender Abbildung 32 ist exemplarisch der Anteil der Gebäude je Baublock dargestellt, der auf Basis des verfügbaren Platzes, der damit verbundenen maximalen Wärmegewinnung und des Wärmebedarfs bzw. der Heizlast für Erdsonden geeignet ist.

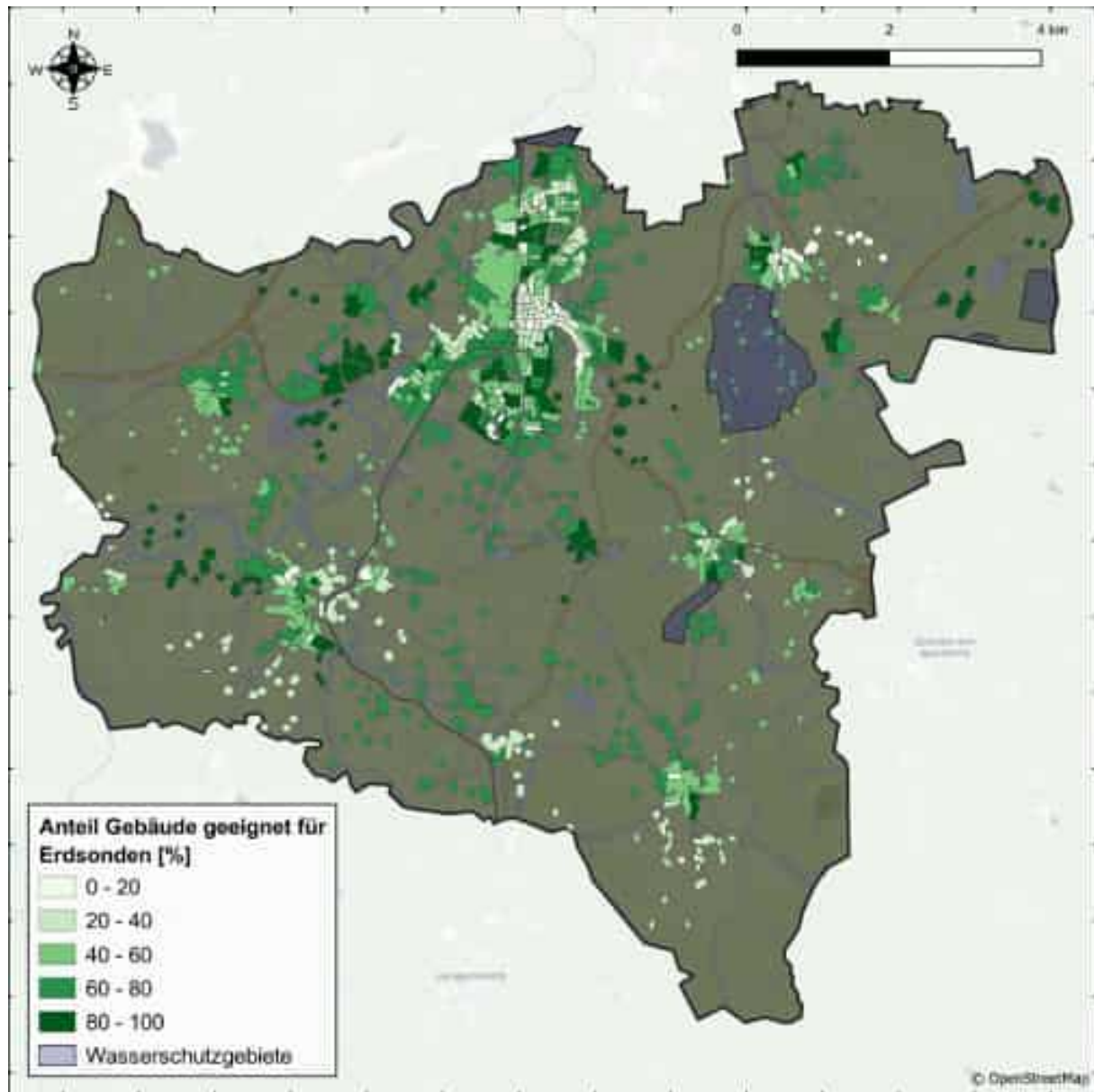


Abbildung 32: Potenzial oberflächennahe Geothermie (Erdsonden-Wärmepumpe)

Dachflächen-Solarenergie

Solarthermieranlagen sind Systeme, die Sonnenenergie mit Kollektoren in Wärme umwandeln, um damit Wasser zu erwärmen oder Heizsysteme zu unterstützen. Sie bieten ein Ertragspotenzial von bis zu etwa 600 kWh je Quadratmeter Aperturfläche in Marktoberdorf. Der tatsächliche Ertrag hängt dabei maßgeblich von der Ausrichtung und der Neigung der Anlage ab. Diese Anlagen besitzen ein hohes Wärmepotenzial, jedoch primär während der Sommermonate und ausschließlich tagsüber, da sie auf direkte Sonneneinstrahlung angewiesen sind.

Die Hauptanwendung von Solarthermieranlagen liegt in der Warmwasseraufbereitung. I.d.R. wird ihre Leistung so ausgelegt, dass sie bis zu 60 % des jährlichen Warmwasserbedarfs eines Gebäudes decken können. Die folgende Potenzialabschätzung bezieht sich je Gebäude auf diese

Bezugsgröße. Vor dem Hintergrund, dass in Marktoberdorf nur 10 % des Wärmebedarfs auf den Warmwasserbedarf zurückzuführen ist, ist abzusehen, dass Dachflächen-Solarthermie nur ein geringes wirtschaftliches Erzeugungspotenzial aufweist.

Ein wichtiger Aspekt bei der Installation von Dachflächen-Solarthermieanlagen ist die Flächenkonkurrenz mit Photovoltaikanlagen. Insbesondere bei Gebäuden, die bereits mit einer Wärmepumpe ausgestattet sind, erweisen sich PV-Anlagen häufig als wirtschaftlichere Alternative, da sie Strom produzieren, der direkt für den Betrieb der Wärmepumpe genutzt werden kann. Neuartige Konzepte wie Hybrid-Kollektoren, die sowohl Wärme als auch Strom generieren können, wurden im Rahmen dieser Potenzialanalyse nicht betrachtet. Dieser Zusammenhang sollte bei der Planung und Bewertung von Solarthermieprojekten in Betracht gezogen werden, um eine sinnvolle und effiziente Nutzung der verfügbaren Dachflächen sicherzustellen.

Besonders hohe Ertragspotenziale weisen nach Süden ausgerichtete Dachflächen mit einer Neigung von 30 bis 40 Grad auf. Diese bieten die besten Voraussetzungen für eine maximale Energieausbeute. Dennoch können auch andere Dachausrichtungen, wie beispielsweise Ost-/West-Dächer, für die Maximierung des Eigenverbrauchs interessant sein. Solche Dächer ermöglichen eine bessere zeitliche Verteilung der Solarstromerzeugung über den Tag hinweg, was insbesondere bei Gebäuden mit hohem Eigenstrombedarf von Vorteil ist.

Dachflächen, die einen solaren Ertrag von mehr als 800 kWh/kWp erreichen, wurden als Potenzialflächen ausgewiesen. Die Simulation hat ergeben, dass eine Dachfläche mit optimaler Ausrichtung (südlich und etwa 35° Neigung) in Marktoberdorf ein spezifisches Erzeugungspotenzial von bis zu 1.140 kWh/kWp haben kann.

Das Potenzial von Solarthermieanlagen kann insgesamt auf **25 GWh/a** quantifiziert werden.

Die Nutzung von Dachflächen für Photovoltaikanlagen kann in Marktoberdorf ein erhebliches Potenzial zur Gewinnung von EE-Strom bieten, das sowohl zur Deckung des Eigenbedarfs als auch zur Einspeisung ins Netz genutzt werden kann.

Das Potenzial für Stromerzeugung durch Dachflächen-Photovoltaik beträgt rund **198 GWh/a**.

4.4. Zentrale Potenziale

Im Folgenden werden die zentralen Potenziale dargelegt, die größtenteils im Rahmen der Einspeisung in ein Wärmenetz gehoben werden können. Bei Potenzialen, die i.d.R. in Verbindung mit Groß-Wärmepumpen gehoben werden (u.a. oberflächennahe Geothermie und Oberflächengewässer), wird jeweils das Wärmeentzugspotenzial dargestellt. D.h. beispielsweise, dass bei Erdwärmesonden nur das Wärmepotenzial dargestellt ist, dass dem Erdreich entzogen werden kann. Der Anteil der Wärme, welcher der Wärmepumpe durch Stromzufuhr bereitgestellt werden muss, ist nicht enthalten.

Biomasse

Biomasseenergie kann in verschiedenen Aggregatzuständen verwendet werden. Im Folgenden wird neben dem Potenzial von Biomasse aus Waldrestholz insbesondere das Potenzial von Biomasse in Form von Biogas analysiert. Biomasse kann als regenerative Energiequelle aus verschiedenen Ressourcen wie Wäldern, landwirtschaftlichen Flächen oder Abfall gewonnen werden. Die Nachhaltigkeit steht dabei im Fokus, insbesondere im Hinblick auf die Vorgaben der Erneuerbare-

Energien-Richtlinie III (RED III) der EU. Diese priorisiert beispielsweise die Verwendung von Holz-Biomasse in der folgenden Reihenfolge: Herstellung von Holzprodukten, Verlängerung der Lebensdauer holzbasierter Produkte, Wiederverwendung, Bioenergie und schließlich die Beseitigung [17].

Für die Biomassegewinnung aus Wäldern wird im Rahmen dieser Potenzialanalyse ausschließlich Waldrestholz berücksichtigt, welches für keine höheren Zwecke als die Bioenergiegewinnung oder Beseitigung in Frage kommt. Dadurch wird keine zusätzlichen Rodungen zur reinen Wärme-gewinnung vorgenommen. Der angenommene Flächenenertrag aus Waldflächen liegt bei 4,3 MWh/ha. Die Potenzialflächen sind in Abbildung 33 dargestellt und ergeben ein Gesamtpotenzial für Waldrestholz von **8,1 GWh/a**.

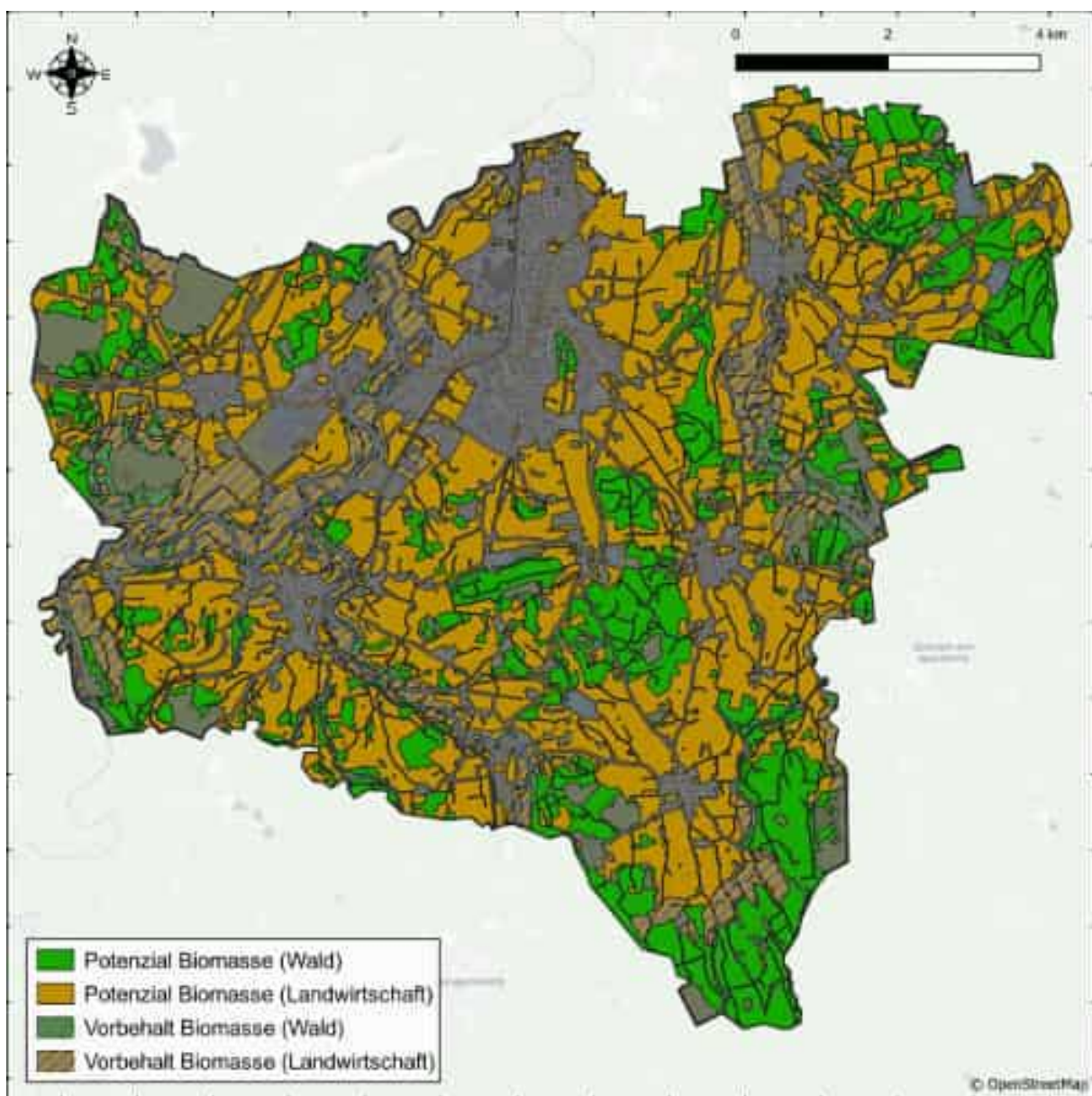


Abbildung 33: Potenzialanalyse Waldrestholz und Landwirtschaft

Die energetische Nutzung von Waldrestholz für die Biomassegewinnung ist jedoch mit Risiken und Nachteilen verbunden. Der Entzug der Biomasse aus dem Wald kann den natürlichen Nährstoffkreislauf stören und zu einer Verarmung der Waldböden führen [18]. Ferner kann die Entnahme von Waldrest- und Totholz Ökosysteme beeinflussen und die Biodiversität gefährden [19]. In Bezug auf Biogas beinhaltet die RED III erhöhte Nachhaltigkeitsanforderungen an Erzeugungsanlagen gasförmiger Biomasse-Brennstoffe. Demnach ist eine Minderung der Treibhausgasemissionen von neuen Anlagen mit einer Erzeugungsleistung von mindestens 2 MW um 80 % vorgegeben. Dies kann nicht über die ausschließliche Verwendung von Mais für die Biogasproduktion erreicht werden, wie dies in der Vergangenheit häufig der Fall war, sondern bspw. über einen Substratmix mit Gülle und anderen Substraten [20].

Die Quantifizierung der Potenziale erfolgt gemäß der Studie „Biogaspotenzial Bayern“ (2024) [21] und ist unterteilt zwischen Potenzial aus der Landwirtschaft und Potenzial aus Abfallprodukten. Das Biogaspotenzial aus der Landwirtschaft setzt sich u.a. aus Grünfutter- und Marktfrucht-Biomasse (z.B. Mais) sowie Wirtschaftsdünger (z.B. Gülle) zusammen, während sich das Potenzial von Abfall u.a. aus Biogut (Biotonne), Hausmüll und gewerblichen Lebensmittelabfällen ergibt.

Das Potenzial für die Biogasproduktion beträgt in Summe **24 GWh/a**.

Aktuell befinden sich bereits neun mit Biogas betriebene Biomasseanlagen in Marktoberdorf, welche rund 23 GWh/a Biogas verbrauchen. Das Potenzial für Biogas ist demnach bereits weitestgehend ausgeschöpft. Das Potenzial für den gesamten Landkreis Ostallgäu (inkl. Kaufbeuren) beträgt 333 GWh/a.

Ein wesentlicher Vorteil der Biomasse im Vergleich zu anderen Wärmepotenzialen besteht in der Möglichkeit, zusätzlich Ressourcen aus umliegenden Gemeinden zu importieren. Dadurch kann die lokale Versorgung ergänzt und die Potenziale besser ausgeschöpft werden. Insgesamt weist die Biomasse in der Stadt Marktoberdorf für die Wärmeerzeugung bei Gegenüberstellung zum Wärmebedarf allerdings nur ein verhältnismäßig geringeres Potenzial auf. Zudem sind die Herausforderungen mit Blick auf die Themen wie begrenzte Verfügbarkeit, geringe Flächeneffizienz, Umweltauswirkungen und Nutzungskonkurrenzen zu berücksichtigen.

Oberflächennahe Geothermie

Wie bereits in Kapitel 4.3 für die dezentrale Nutzung beschrieben, bietet oberflächennahe Geothermie eine ganzjährig attraktive Wärmequelle, die über Erdwärmesonden, Kollektoren oder Grundwasserbrunnen erschlossen werden kann. Die entsprechenden Wärmeentzugspotenziale sind dort ausführlich dargelegt.

Während bei der Abschätzung des Potenzials für eine dezentrale Nutzung in Kapitel 4.3 der verfügbare Platz und der zu deckende Wärmebedarf des jeweiligen Gebäudes eine entscheidende Rolle spielte, wird in diesem Kapitel das Potenzial einer zentralen Nutzung durch Großwärmepumpen zur Versorgung von Wärmenetzen abgeschätzt, wodurch deutlich größere Flächenpotenziale, insbesondere im Außenraum, nutzbar gemacht werden können.

Potenziale oberflächennahe Geothermie in GWh pro Jahr



Abbildung 34: Quantifizierung des Potenzials von oberflächennaher Geothermie

Es werden Potenziale in Höhe von **10.801 GWh/a für Erdsonden**, **1.873 GWh/a** für Erdwärmekollektoren und **333 GWh/a** für Grundwasserbrunnen identifiziert. Die Potenziale sind in Abbildung 34 dargestellt, dabei stellen die schraffierten Bereiche Vorbehaltsflächen dar. Trotz der hohen identifizierten technischen Potenziale ist die wirtschaftliche Nutzbarkeit stark eingeschränkt, was insbesondere durch die Investitionskosten sowie die infrastrukturellen und genehmigungsrechtlichen Anforderungen bedingt ist.

Abbildung 35 zeigt exemplarisch für die oberflächennahe Geothermie die Potenzialflächen für Erdwärmesonden.

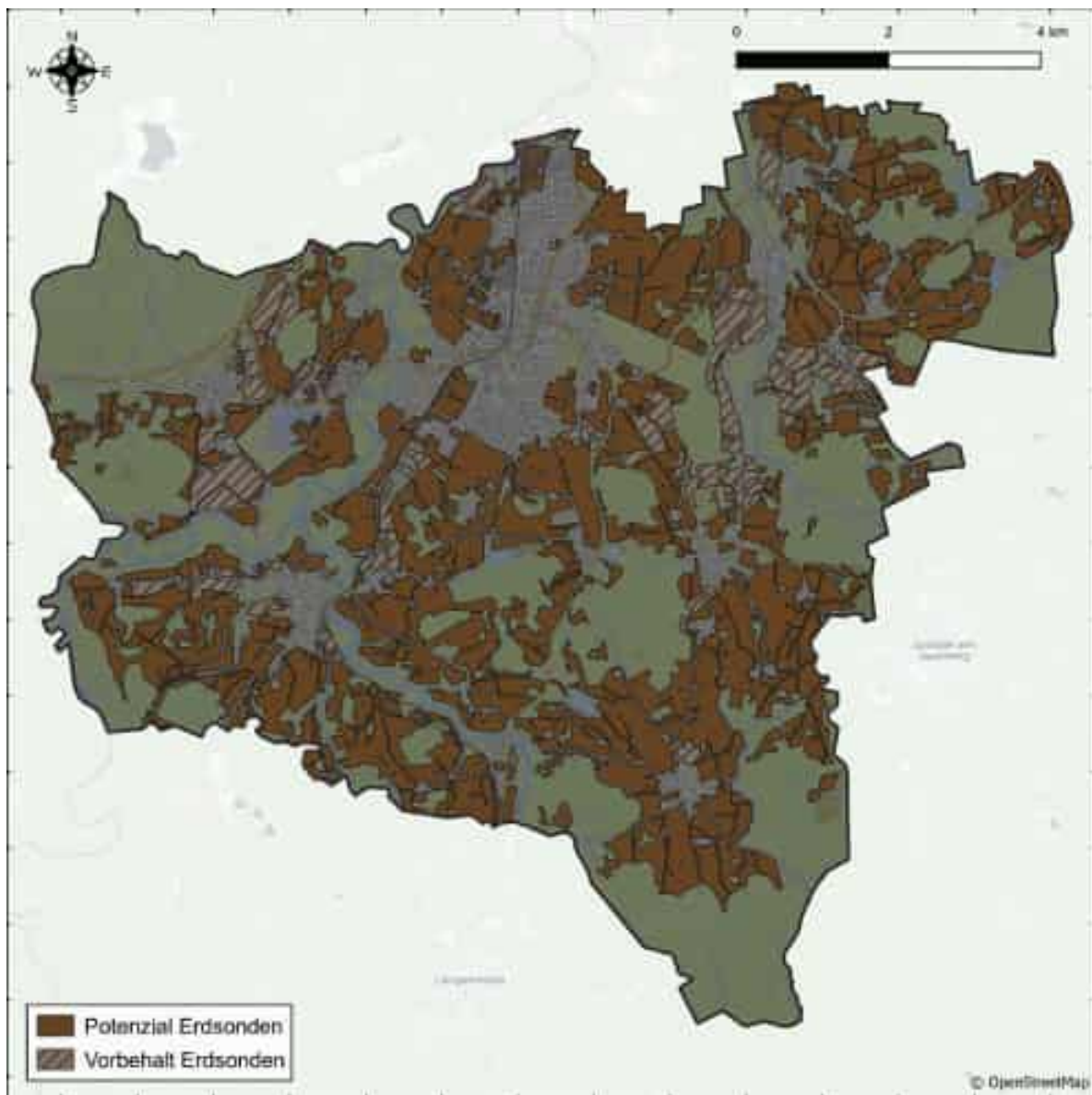


Abbildung 35: Potenzialanalyse Erdwärmesonden

Tiefe Geothermie

Die tiefe Geothermie stellt eine vielversprechende Möglichkeit zur nachhaltigen Energiegewinnung dar, indem sie natürlich vorhandenes Thermalwasser aus tiefen Erdschichten nutzt. Dieses Thermalwasser weist Temperaturen von 40 bis weit über 100 °C auf und kann zur Wärmeversorgung oder sogar zur Stromerzeugung eingesetzt werden. Voraussetzung für die Nutzung tiefer Geothermie ist das Vorhandensein ergiebiger Grundwasserleiter mit guter Wasserdurchlässigkeit, die als geothermische Reservoir dienen können [23].

Entsprechend der vom Institut für Geophysik bereitgestellten Potenzialkarten liegt Marktoberdorf weder im Potenzialgebiet für hydrothermische noch im Potenzialgebiet für petrothermische Tiefengeothermie. Testbohrungen in der ebenfalls im Landkreis Ostallgäu liegenden Gemeinde Mauerstetten in den Jahren 2008-2013 sind in rund 4.000 Metern Tiefe zwar auf Temperaturen von 125 °C gestoßen, jedoch konnten keine ausreichenden Fördermengen erzielt werden. Daher wird kein Potenzial für tiefe Geothermie ausgewiesen.

Oberflächengewässer

Oberflächengewässer wie Flüsse und Seen können auch im Winter eine vergleichsweise hohe und konstante Temperatur aufweisen. Diese Gewässer eignen sich daher potenziell als Wärmequelle für Wärmepumpensysteme, die die Wärme aus dem Wasser entziehen und in das lokale Wärmenetz einspeisen können.

Die Nutzung von Oberflächengewässern zur Wärmebereitstellung ist besonders in Regionen von Interesse, in denen natürliche Wasserressourcen ausreichend vorhanden sind. Die Temperatur des Wassers, der Durchfluss sowie die saisonalen Schwankungen spielen dabei eine entscheidende Rolle bei der Bestimmung des Potenzials. Ein weiteres wichtiges Kriterium ist die ökologische Verträglichkeit der Entnahme von Wärme aus den Gewässern, um negative Auswirkungen auf die Umwelt zu vermeiden. In Marktoberdorf bieten sich Potenziale in der Nutzung der Wertach (vgl. Abbildung 36).

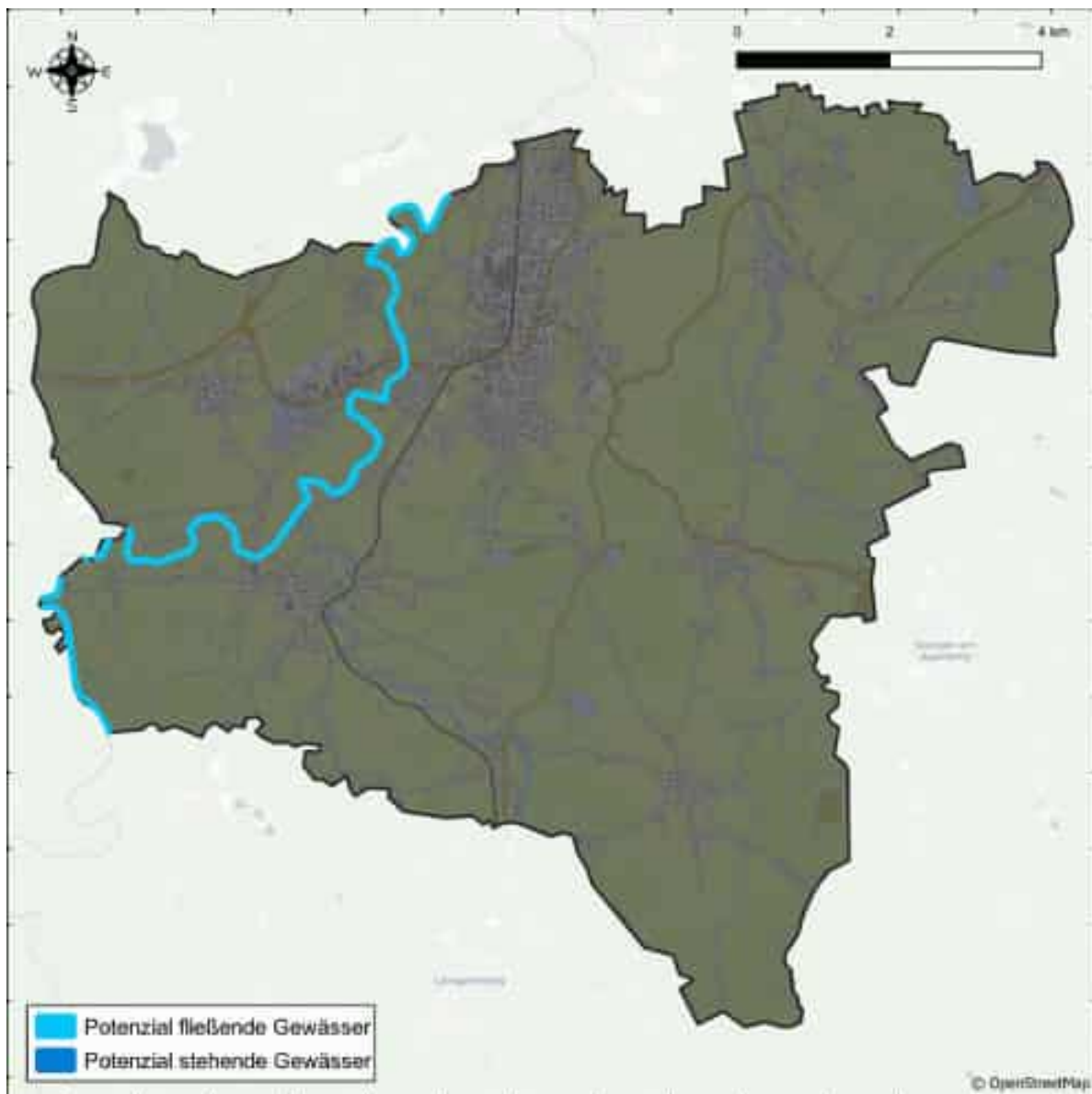


Abbildung 36: Potenzialanalyse Gewässer

Die Wertach weist einen abgeschätzten Niedrigwasserdurchfluss von 2,5 m³/s auf und eignet sich somit potenziell für die Wärmergewinnung in Kombination mit einer Großwärmepumpe. Bei einer angenommenen Temperaturabsenkung von 1 °C und einem verwendeten Volumenanteil von 10 % (konservative Annahmen), entspricht dies einem Wärmepotenzial von **3,1 GWh/a** je Standort.

Industrielle Abwärme

Industrielle Abwärme bezeichnet die überschüssige Wärme, die bei industriellen oder gewerblichen Prozessen entsteht und bislang häufig ungenutzt bleibt.

An den Standorten der Unternehmen AGCO/Fendt und Klinkau besteht ein Abwärmepotenzial von jeweils etwa 1 GWh/a. Dieses Potenzial wurde auf Basis des Wärmebedarfs aus der Bestandsanalyse bestimmt. Hinzu kommt ein Potenzial von 15 – 20 GWh/a aus der benachbarten Gemeinde Ruderatshofen, welches nach eigener Auskunft durch das Pellet-Werk BRENNPUNKT ENERGIE potenziell bereitgestellt werden könnte. Es ist jedoch zu beachten, dass die Nutzung industrieller Abwärme für die Bereitstellung von Wärme außerhalb des jeweiligen Industrie- oder Gewerbebetriebs i.d.R. mit Risiken verbunden ist, da der Weiterbetrieb der Abwärmequelle nicht garantiert werden kann. Das Gesamtpotenzial durch (industrielle) Abwärme wird demnach auf **17 GWh/a** beziffert.

Abwasser

Das Potenzial von Abwasser ist in erster Linie vom Durchfluss beziehungsweise Zufluss des Abwassers und der möglichen Abkühlung der Abwassertemperatur abhängig. Es kann sowohl an der Kläranlage als auch in einzelnen Abwasserkanälen gewonnen werden.

In der Kläranlage von Marktoberdorf wird kein Potenzial für die Wärmergewinnung gesehen. Für den Einbau von Wärmetauschern in Abwasserkanälen ist ein Mindestdurchmesser der Kanäle von ca. DN 800 (80 cm) erforderlich. Eine weitere Bedingung ist ein ausreichend hoher Niedrig-Trockenwetterdurchfluss, damit dem Wasser zu jedem Zeitpunkt ausreichend Wärme entzogen werden kann. Zuletzt ist zu beachten, dass das Wasser bei Erreichen der Kläranlage eine Mindesttemperatur von etwa 8 °C aufweisen sollte. Wäre dies nicht der Fall, müsste die Wassertemperatur für den anschließenden Klärprozess zunächst unter Energieeinsatz erhöht werden, was bilanziell gesehen nicht zielführend ist. Da diese Voraussetzungen in der Kläranlage nicht gegeben sind, wird kein Potenzial ausgewiesen. Aufgrund geringer Abwassertemperaturen im Winter ist der Wärmeentzug aus den Abwasserkanälen der Stadt Marktoberdorf ebenfalls kritisch zu betrachten, weshalb auch hier kein Potenzial durch Abwasserkanäle ausgewiesen wird.

Freiflächen-Solarthermie

Freiflächen-Solarthermie nutzt großflächig installierte Sonnenkollektoren auf unbebauten Flächen, um erneuerbare Wärme zentral zu erzeugen und über Wärmenetze an mehrere Gebäude oder Quartiere zu verteilen. Diese Anlagen bieten ein erhebliches technisches Potenzial mit einem durchschnittlichen Flächenenertrag von rund 600 kWh pro Quadratmeter Aperturfläche. Dieses Potenzial entfaltet sich jedoch überwiegend im Sommer und steht nur tagsüber zur Verfügung. Um die Nutzung flexibler zu gestalten, könnte eine Kombination mit Wärmespeichern umgesetzt werden, die die Wärme über mehrere Tage oder sogar Monate hinweg speichern. Dabei können z.B. Großwärmespeicher in Form von Erdbeckenwärmespeichern oder auch große Wassertanks mit

einem Volumen von mehreren tausend Kubikmetern in Betracht gezogen werden. Die Wirtschaftlichkeit solcher Lösungen muss jedoch im Einzelfall untersucht werden. Die geeignete Flächenkulisse befindet sich im Außenraum von Marktoberdorf (Abbildung 38). Das technische Potenzial kann auf **8.848 GWh/a** quantifiziert werden (Abbildung 37). Schraffierte Flächen stellen hierbei Vorbehaltsflächen dar.

Potenziale freiflächen Solarthermie in GWh pro Jahr

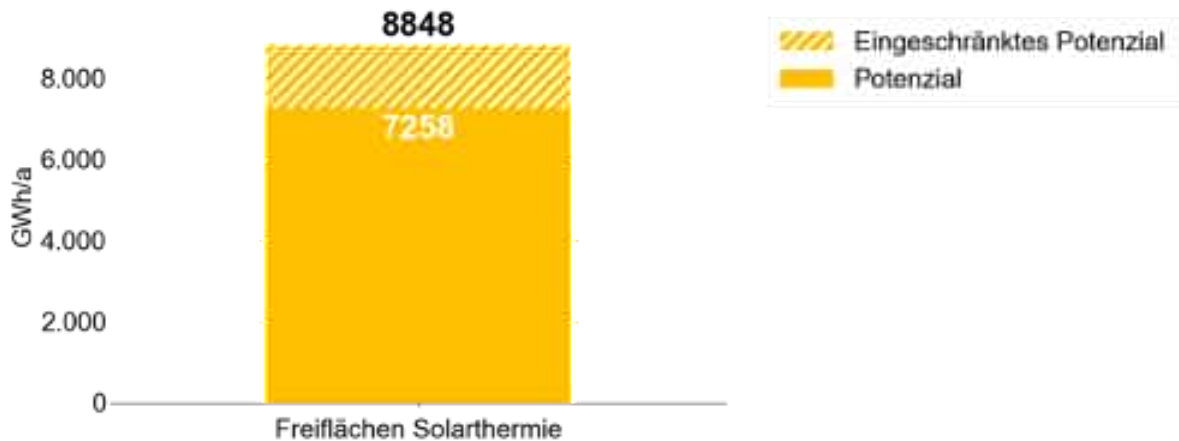


Abbildung 37: Quantifizierung des Potenzials von Freiflächen-Solarthermie (Schraffierter Bereich sind Vorbehaltsflächen)

In Verbindung mit Großwärmespeichern, die eine saisonale Wärmenutzung ermöglichen, ergibt sich ein zusätzlicher Flächenbedarf von etwa 30 %. Gleichzeitig entstehen durch Speicherverluste Einbußen von etwa 20 %, was das nutzbare Wärmepotenzial auf ungefähr die Hälfte des ursprünglichen Flächenenertrags reduzieren würde.

Trotz dieser Einschränkungen stellen Solarthermie-Freiflächenanlagen in Kombination mit Speichertechnologien eine interessante Möglichkeit dar, die (saisonale) Verfügbarkeit von Wärme aus Solarenergie zu erweitern und die Potenziale für eine nachhaltige Wärmeversorgung auszuerschöpfen.

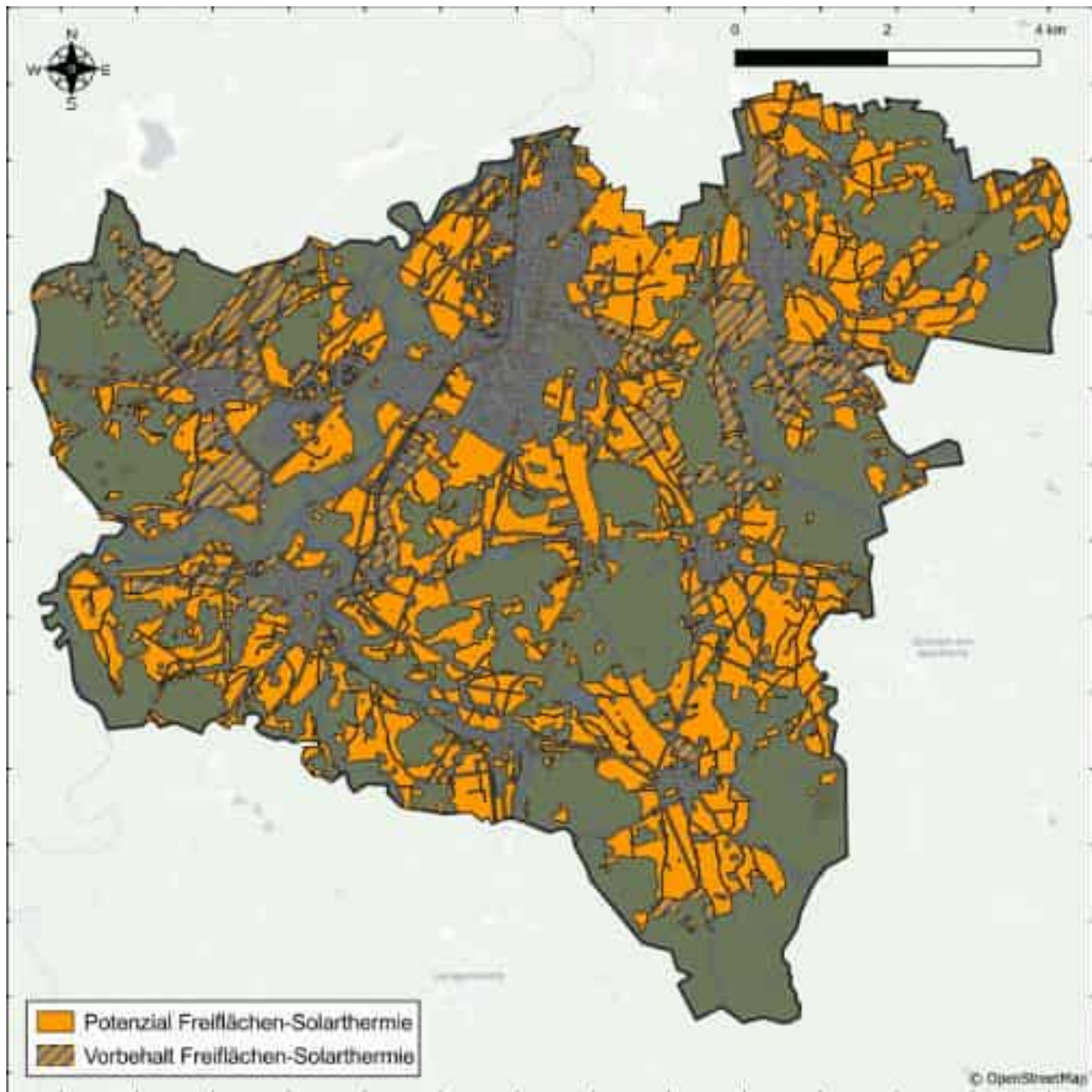


Abbildung 38: Potenzialanalyse Freiflächen-Solarthermie

Freiflächen-Photovoltaik

Photovoltaik-Freiflächenanlagen bieten erhebliches Potenzial zur Steigerung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Marktoberdorf. Durch die EEG-Förderung sind insbesondere Flächen entlang von Schienenwegen und Autobahnen sowie landwirtschaftlich benachteiligte Gebiete für den Ausbau solcher Anlagen interessant. Darüber hinaus können sogenannte „besondere Anlagen“, wie Agri-Photovoltaik-Systeme oder Parkplatzüberdachungen, auf weiteren Potenzialflächen realisiert und gefördert werden. Grundsätzlich kommen also alle hier ausgewiesenen Potenzial- und Vorbehaltsflächen für die Errichtung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen in Frage, jedoch wird der erzeugte Strom nur auf Teilen dieser Flächen durch die EEG-Vergütung gefördert. Eine Differenzierung nach baurechtlich zu priorisierenden Flächen (z.B. 200 m um Autobahnen) wurde nicht vorgenommen.

Im deutschlandweiten Vergleich erreichen PV-Freiflächenanlagen bei optimaler Ausrichtung in Marktoberdorf ein durchschnittliches Erzeugungspotenzial von etwa 1.140 kWh pro installiertem kWp.

Unter den aktuellen Förderbedingungen und unter Berücksichtigung der geeigneten EEG-Flächen wird das uneingeschränkte Potenzial für Marktoberdorf auf eine jährliche Energieerzeugung von etwa **3.197 GWh** geschätzt (Abbildung 39).

Potenziale Freiflächen-PV in GWh Strom pro Jahr

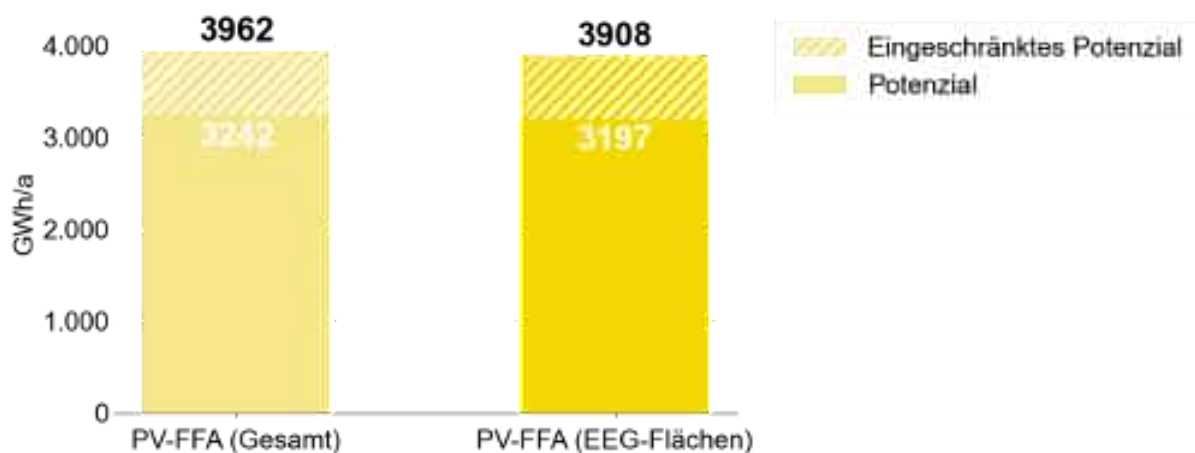


Abbildung 39: Quantifizierung des Potenzials von Freiflächen-Photovoltaik (Schraffierter Bereich sind Vorbehaltsflächen)

Diese Anlagen stellen damit eine wichtige Ergänzung zur dezentralen Energieversorgung dar und tragen zur regionalen Energiewende bei. Die Förderung innovativer Konzepte wie Agri-PV oder die Nutzung bislang ungenutzter Flächen zeigt zudem, dass PV-Freiflächenanlagen nicht nur für die Stromerzeugung, sondern auch für eine nachhaltige Flächennutzung Potenziale bieten.

In Abbildung 40 sind die Potenzialflächen differenziert nach EEG-Flächen und Vorbehaltsflächen dargestellt.

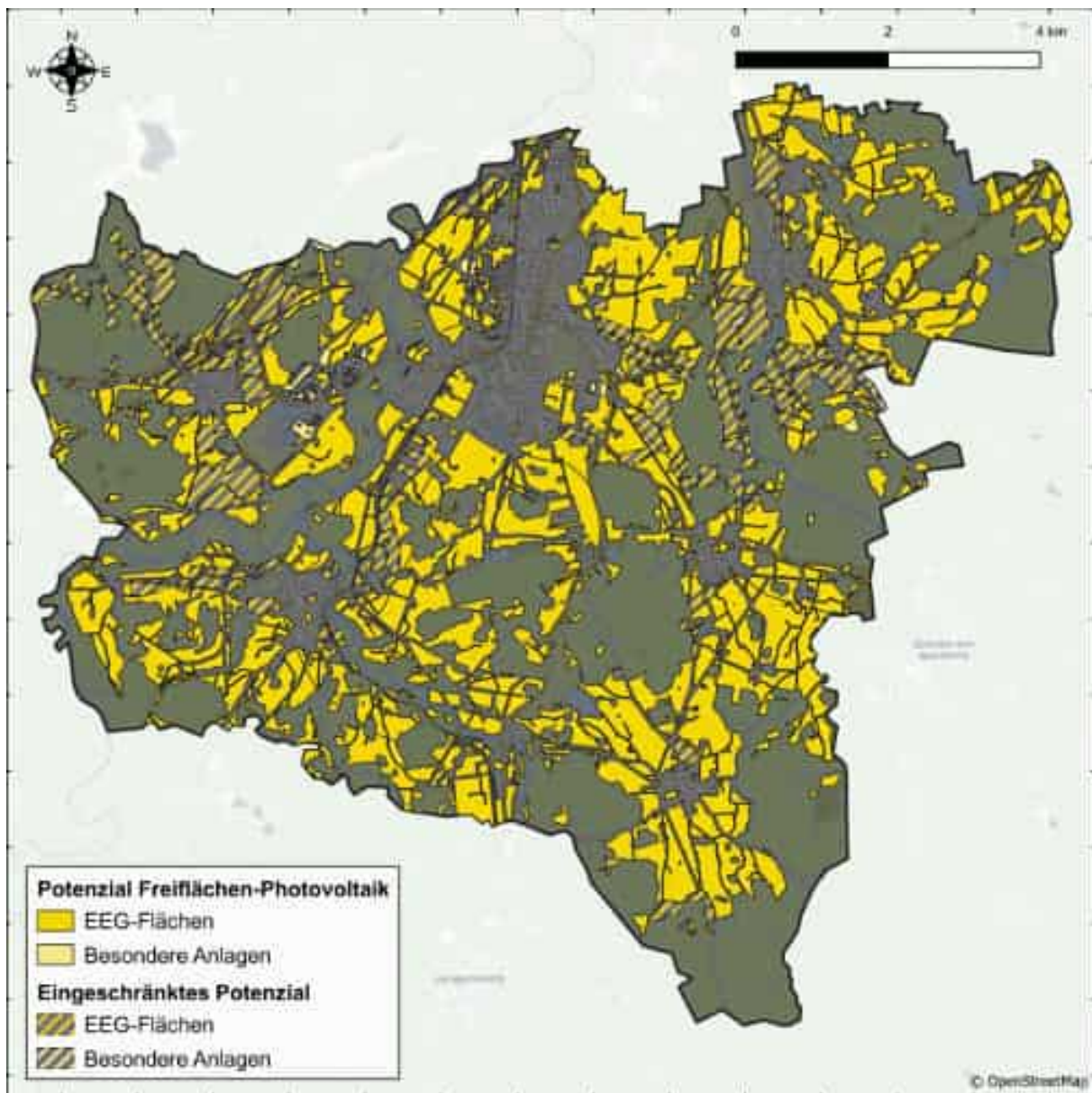


Abbildung 40: Potenzialanalyse Freiflächen-Photovoltaik

Windenergie

In Bayern gelten besondere gesetzliche Regelungen für den Ausbau der Windkraft, insbesondere hinsichtlich der Mindestabstände von Windkraftanlagen zur Wohnbebauung. Die sogenannte 10H-Regelung schreibt vor, dass der Abstand einer Windkraftanlage zur nächsten Wohnbebauung mindestens das Zehnfache ihrer Gesamthöhe betragen muss. Da moderne Windkraftanlagen oft eine Höhe von etwa 200 Metern erreichen, ergibt sich daraus ein Mindestabstand von rund 2.000 Metern. Diese Regelung ist in Art. 82 Abs. 1 der Bayerischen Bauordnung (BayBO) festgelegt und soll insbesondere den Schutz der Anwohnerinnen und Anwohner gewährleisten.

Allerdings gibt es Ausnahmen, die eine Reduzierung der Abstände ermöglichen. In Wäldern, Gewerbegebieten, entlang von Bahntrassen und Autobahnen sowie in festgelegten Wind-Vorranggebieten ist ein Mindestabstand von 1.000 Metern zulässig. In speziell ausgewiesenen Vorranggebieten für Windkraft kann dieser Abstand unter bestimmten Voraussetzungen sogar auf 800

Meter verringert werden. Diese Anpassungen wurden vorgenommen, um den Ausbau der Windenergie trotz der strengen Abstandsregelungen voranzutreiben und den Beitrag Bayerns zur Energiewende zu stärken.

Für die strategische Planung der Windenergienutzung wurden in Bayern zudem Potenzial- und Vorbehaltsflächen identifiziert (Abbildung 41). Diese Flächen sind in der „Gebietskulisse Windkraft“ (2024) des Energieatlas Bayern erfasst und dienen als Orientierung für die zukünftige Windenergieplanung. Dabei werden sowohl wirtschaftliche als auch naturschutzrechtliche Aspekte berücksichtigt, um eine nachhaltige und umweltverträgliche Nutzung der Windkraft sicherzustellen. Bei Hebung des Potenzials könnten jährlich rund **431 GWh** erneuerbarer Strom erzeugt werden.

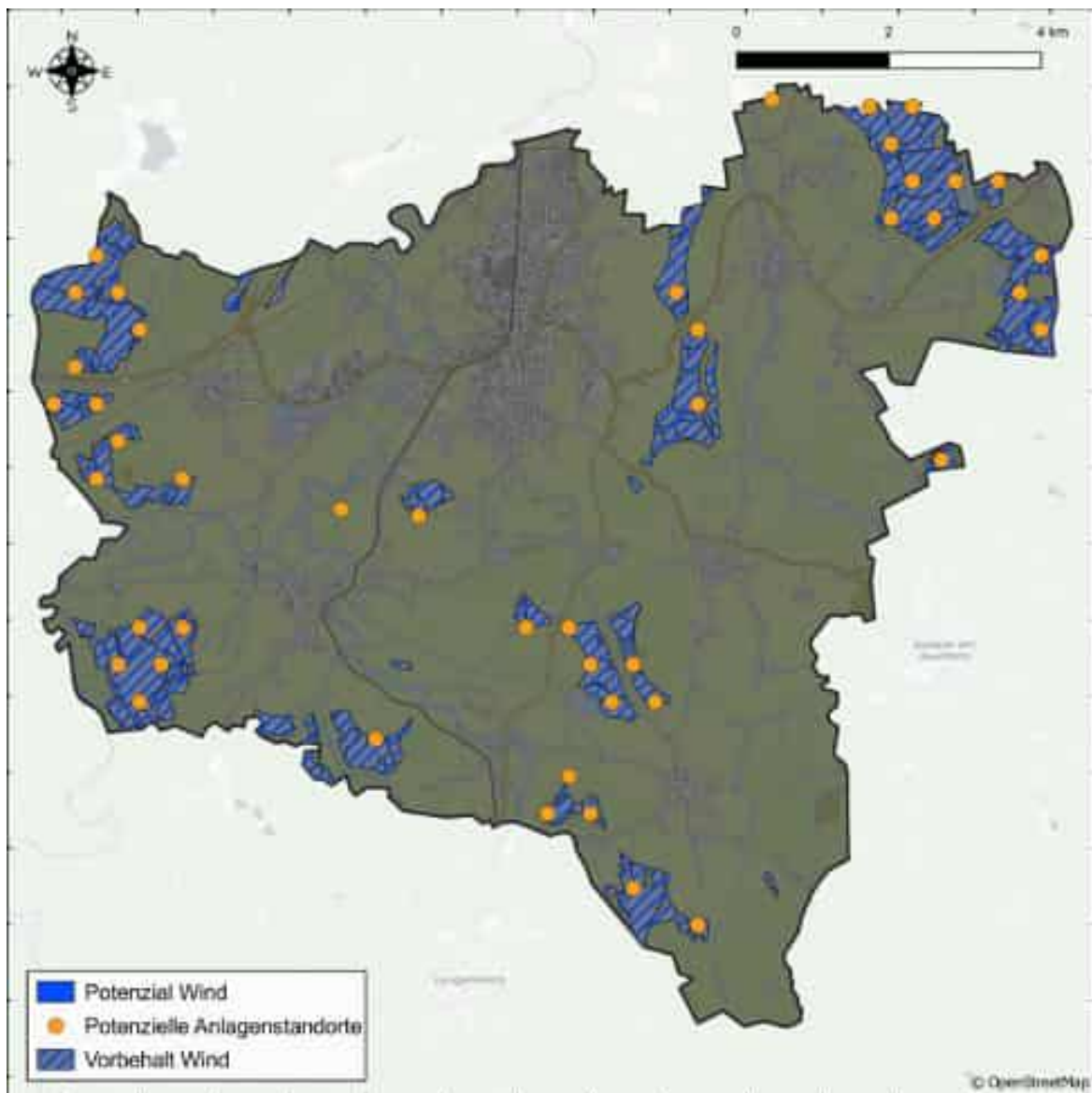


Abbildung 41: Potenzialanalyse Windenergie

Wasserstoff

Die Bundesregierung hat mit der Nationalen Wasserstoffstrategie einen zentralen Rahmen für die Entwicklung einer nachhaltigen Wasserstoffwirtschaft geschaffen [24]. Ziel ist es, Wasserstoff als Schlüsselement der Energiewende zu etablieren und seinen Einsatz insbesondere in der Industrie, im Verkehr und – sofern wirtschaftlich und technisch sinnvoll – in der Wärmeversorgung zu fördern. Mit der Genehmigung des Wasserstoff-Kernnetzes am 22. Oktober 2024, das zwischen 2025 und 2032 schrittweise in Betrieb genommen werden soll, wurde eine wichtige Grundlage für den Transport und die Verteilung von Wasserstoff geschaffen. In der ersten Ausbaustufe ist die Anbindung von Regionen mit hoher industrieller Nachfrage, bedeutender Erzeugungskapazität und strategischer Netzrelevanz vorgesehen (vgl. Abbildung 42).

Wesentliche Hindernisse bleiben jedoch die begrenzte Verfügbarkeit von „grünem Wasserstoff“, der durch Elektrolyse aus erneuerbaren Energien erzeugt wird, sowie ein großes Preisrisiko. Aktuell liegt der prognostizierte Preis für grünen Wasserstoff (ca. 240€/MWh laut dem marktbasierten Wasserstoff-Index Hydrix, April 2025) etwa siebenmal höher als der Erdgaspreis (ca. 35€/MWh, April 2025) [26, 27]. Auch wenn zukünftig von einer Annäherung der Preise auszugehen ist, ist derzeit keine wirtschaftliche Verwendung von grünem Wasserstoff für die dezentrale Gebäudebeheizung absehbar. Der Aufbau einer flächendeckenden Wasserstoffinfrastruktur erfordert darüber hinaus erhebliche Investitionen.

Wasserstoffbasierte Heizsysteme, insbesondere auf Grundlage von Brennstoffzellen oder Verbrennungsgeräten, zeichnen sich außerdem durch einen im Vergleich zu alternativen Heiztechnologien geringen Gesamtwirkungsgrad aus. Die energetische Kette von der Erzeugung erneuerbaren Stroms über die Elektrolyse zur Wasserstoffproduktion bis hin zur Umwandlung in Wärme führt zu kumulierten Umwandlungsverlusten, die regelmäßig über 60 % betragen. Daraus ergibt sich eine ineffiziente Nutzung erneuerbarer Energiequellen im Vergleich zu direkt elektrisch betriebenen Technologien wie Wärmepumpen. Der Einsatz von Wasserstoff im Gebäudesektor sollte daher auf Ausnahmefälle mit fehlenden Substitutionsmöglichkeiten beschränkt bleiben, während primär effizientere Lösungen wie Wärmepumpensysteme oder leitungsgebundene Wärmeversorgung (z. B. Nah- und Fernwärme) zum Einsatz kommen sollten.

Der aktuelle Gasnetztransformationsplan, welcher unter Mitwirken der energie schwaben erstellt wurde, sieht vor, das Gasnetz in Marktoberdorf bis 2040 auf Wasserstoff umzustellen [25]. Da heutige Gasheizungen nicht für den Betrieb mit Wasserstoff ausgelegt sind, würde dies bedeuten, dass sämtliche Gasheizungen in Marktoberdorf bis zu diesem Zeitpunkt ausgetauscht werden müssten.

Hinweis: Der **Gasnetzgebietstransformationsplan (GTP)** ist ein zentrales, freiwilliges Planungsinstrument für die Transformation der Gasverteilnetze zur Klimaneutralität. Er wird seit 2022 von der Initiative H2vorOrt, einem Zusammenschluss von 48 Verteilnetzbetreibern, unter Mitwirkung der Gasverteilnetzbetreiber entwickelt und jährlich herausgebracht. Der Bericht hat keine rechtliche Grundlage, sondern wird freiwillig erstellt. Aus ihm leiten sich keine rechtlichen Verpflichtungen, bspw. bezüglich der zukünftigen Versorgung, für die Gasverteilnetzbetreiber ab.

Zudem besteht für den Verteilnetzbetreiber das Risiko von Entschädigungszahlungen, falls ein geplantes Wasserstoffnetz scheitert. In diesem Fall haftet der Gasverteilnetzbetreiber u.U. nach

den Regelungen des §71k GEG für entstandene Mehrkosten beim Verbraucher, bspw. für getätigte Investition in wasserstofffähige Brennstoffheizungen. Daher wird empfohlen, von einer Ausweisung von Wasserstoffgebieten für Haushalte abzusehen.

Des Weiteren existieren in der Stadt Marktoberdorf keine Industrieunternehmen, die auf eine stoffliche Nutzung von Wasserstoff angewiesen sind. Dennoch kann es in Gewerbe- und Industriegebieten unter Umständen sinnvoll sein, das heutige Gasnetz langfristig für eine Wasserstoffnutzung umzuwidmen. Aufgrund der hohen Vermaschung des Gasverteilnetzes, an das auch die Mehrheit der gewerblichen und industriellen Verbraucher angeschlossen sind, ist dies jedoch im Einzelfall zu bewerten.

Wasserstoffkraftwerke können genutzt werden, um Spitzenlasten in einem Wärmenetz abzudecken. Besonders in einem großflächig ausgebauten Wärmenetz mit hohem Energiebedarf für Spitzenlasten kann dieser Einsatz sinnvoll sein. In Kombination mit der Wasserstoffabnahme durch ein Gewerbe- und Industriegebiet könnte dies dazu beitragen, den wirtschaftlichen Betrieb eines Wasserstoffnetzes zu gewährleisten.



Abbildung 42: Wasserstoffkernnetz 2032

Insgesamt stellt Wasserstoff angesichts der derzeit noch begrenzten Produktionskapazitäten – sowohl regional als auch national und global – sowie der weiterhin hohen Kosten auf absehbare Zeit keine tragfähige Option für die flächendeckende Wärmeversorgung von Haushalten dar. Die Unsicherheit bezüglich der Verfügbarkeit und des Preises von Wasserstoff ist derzeit zu hoch, um diesen als zuverlässige und wirtschaftlich tragfähige Lösung für die Wärmeversorgung einzuplanen. Hierfür wäre eine zuverlässigere Einschätzbarkeit der Marktbedingungen erforderlich, was derzeit nicht gegeben ist. Der direkte Einsatz von grünem Strom, wo möglich, bleibt die effizientere und wirtschaftlichere Alternative, sodass der Einsatz von reinem Wasserstoff für die Wärmeversorgung in der Stadt Marktoberdorf im Bereich der Haushalte derzeit nicht sinnvoll erscheint. Ein Einsatz von Wasserstoff zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung in Industriebetrieben mit hohem Heiz- und Prozesswärmebedarf kann sinnvoll sein und muss tiefergehend geprüft werden.

4.5. Zusammenfassung der Potenzialanalyse

In der Stadt Marktoberdorf bietet sich einerseits die dezentrale Wärmeversorgung durch den Einsatz von Wärmepumpen an. Diese Technologie ermöglicht eine effiziente und flexible Nutzung lokaler Energiequellen (Luft / Geothermie) und kann an die individuellen Anforderungen einzelner Gebäude angepasst werden.

Andererseits werden Potenziale gesehen, die im Rahmen der Wärmebereitstellung durch Wärmenetze gehoben werden können. Besonders vielversprechend erscheinen in diesem Zusammenhang die Technologie der oberflächennahen Geothermie sowie Freiflächen-Solarthermie. Kleinere Potenziale bieten sich aus Oberflächengewässern und Biomasse. Diese Ansätze sollten eingehend geprüft werden, um ihre technische Machbarkeit, wirtschaftliche Attraktivität und ökologische Vorteile für die Stadt Marktoberdorf zu bewerten. Die Ergebnisse könnten wertvolle Impulse für die zukünftige Wärmeversorgung und die Umsetzung der Klimaschutzziele liefern.

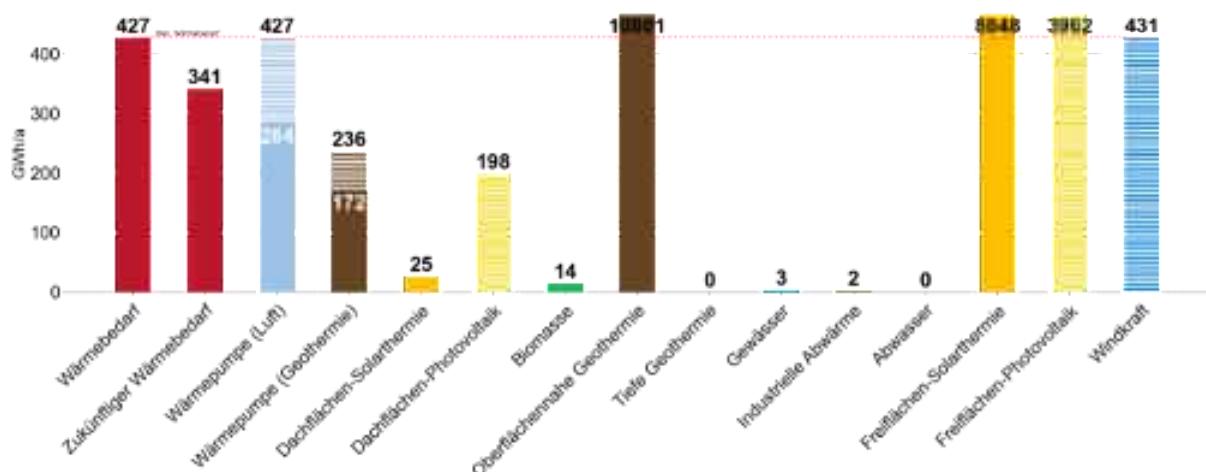


Abbildung 43: Übersicht der Ergebnisse der Potenzialanalyse

In Abbildung 43 wird im Unterschied zu den in Kapitel 4.3 ausgewiesenen Potenzialen für Wärmepumpen nicht nur das der Umwelt entziehbare Wärmepotenzial ausgewiesen, sondern zudem der Anteil, den Wärmepumpen durch Strom einbringen (schraffiert). Dies verdeutlicht, wie hoch das letztendliche Wärmeerzeugungspotenzial von Wärmepumpen ist.

5. Zielszenario

Dieses Kapitel widmet sich der Entwicklung und Darstellung einer langfristigen Vision für die kommunale Wärmeversorgung von Marktoberdorf. Zunächst wird das methodische Vorgehen beschrieben, mit dem das Zielszenario erarbeitet wurde, einschließlich der zugrunde liegenden Annahmen und Datengrundlage (Kapitel 5.1). In den anschließenden Kapiteln werden die zentralen Ergebnisse des Zielszenarios vorgestellt, die eine Grundlage für die strategische Ausrichtung der Wärmeversorgung bilden. Die Ergebnisse liefern dabei wertvolle Erkenntnisse zu zentralen Maßnahmen, technologischen Optionen und potenziellen Einsparpotenzialen, welche anschließend im Rahmen der Umsetzungsstrategie aufgegriffen werden. Das Zielszenario wurde vom Forschungsinstitut Fraunhofer FIT in Abstimmung mit verschiedenen Stakeholdern der Wärmeplanung sowie der Firma Trianel entwickelt und beschrieben.

5.1. Methodisches Vorgehen für das Zielszenario

Das Zielszenario beschreibt die angestrebte Entwicklung der Wärmeversorgung eines beplanten Gebiets unter Berücksichtigung der Ziele des Wärmeplanungsgesetzes. Die Erstellung erfolgt auf Basis der Ergebnisse der Eignungsprüfung, der Bestandsanalyse und der Potenzialanalyse. Dabei werden mögliche Wärmeversorgungsarten für die einzelnen Teilgebiete des beplanten Gebiets für das Zieljahr untersucht, die sich durch wirtschaftliche Effizienz, Versorgungssicherheit und geringe Treibhausgasemissionen auszeichnen.

Im Folgenden werden zunächst die zugrundeliegenden Daten beschrieben und anschließend die Verfahren zum Ableiten der relevanten Informationen aus diesen Daten beschrieben. Die Methodiken wurden vom Fraunhofer FIT in Zusammenarbeit mit dem IAEW der RWTH Aachen entwickelt und bereits für verschiedene andere Gemeinden im Kontext der kommunalen Wärmeplanung angewandt und weiterentwickelt.

Darüber hinaus wurden einige Baublöcke nördlich des Marktoberdorfer Zentrums aufgrund exogener Vorgaben der Fernwärmegesellschaft Marktoberdorf zusätzlich als Wärmenetzgebiete eingeteilt. Die Differenzen zu den Ergebnissen des Modells des Fraunhofer FIT, welche für die Gebiete eine dezentrale Versorgung vorsehen, ergeben sich aus einer unterschiedlichen Herangehensweise bei der Bewertung der geeignetsten Versorgungsoption (volkswirtschaftliche vs. betriebswirtschaftliche Herangehensweise).

Datengrundlage

Die wesentliche Datengrundlage für die Ermittlung des Zielbildes ergibt sich aus der zuvor dargelegten Bestands- und Potenzialanalyse. Darüber hinaus sind vielfältige Annahmen zu (rechtlichen) Rahmenbedingungen und Entwicklungen von Technologieparametern und Energiepreisen zu berücksichtigen.

- Eine zentrale Quelle für die Parameterannahmen stellt der Leitfaden des Kompetenzzentrums Kommunale Wärmewende [28] dar. Dieser Leitfaden bietet eine umfassende Grundlage für die Ableitung von Emissionsfaktoren, Wirkungsgraden sowie Investitions- und Betriebskosten. Diese Parameter sind essenziell, um eine fundierte und einheitliche Basis für die Planung und Bewertung der Szenarien zu gewährleisten.

- Ergänzend wurden Annahmen zu Einschränkungen im Hinblick auf den Einbau und Betrieb von Heizungsanlagen berücksichtigt, welche in §71 des GEG definiert sind [29]. Diese beruhen auf der aktuellen Gesetzgebung und wurden durch szenariospezifische Annahmen ergänzt. Entsprechend wird unter Berücksichtigung des Ziels der Klimaneutralität in Deutschland angenommen, dass im Jahr 2045 keine Versorgung mit fossilem Erdgas über das Gasnetzes in Marktoberdorf erfolgen wird.

Vorgehen zur Ermittlung potenzieller Wärmenetzgebiete

Die Ermittlung der Potenziale für den Neu- und/oder Ausbau von Wärmenetzen ist ein Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung, da sie eine effiziente und nachhaltige Versorgung mit Wärme ermöglichen können, insbesondere in Gebieten mit hoher Wärmedichte. Wärmenetze transportieren Wärme (i.d.R. in Form von warmem Wasser), die zentral erzeugt wird – etwa in Blockheizkraftwerken, Geothermieranlagen oder durch Abwärmenutzung – über ein verzweigtes Leitungsnetz zu den angeschlossenen Gebäuden. Dabei können sowohl Wohngebäude als auch Gewerbebetriebe und öffentliche Einrichtungen eingebunden werden. Die Wirtschaftlichkeit und technische Machbarkeit von Wärmenetzen hängen jedoch maßgeblich von der örtlichen Wärmedichte ab, da die Investitions- und Betriebskosten durch die angeschlossenen Verbraucher refinanziert werden müssen [30].

Hinweis: Die **Wärmelinienindichte** beschreibt den Wärmebedarf, der pro Längeneinheit Straße oder Wärmenetz in den angrenzenden Gebäuden anfällt. Sie ist ein entscheidender Indikator für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzbetriebs. Je höher die Wärmelinienindichte ist, desto wahrscheinlicher ist es, dass der Betrieb des Netzes wirtschaftlich rentabel gestaltet werden kann. Dies liegt daran, dass bei einer hohen Wärmelinienindichte die Kosten für den Netzbau und -betrieb auf mehr Wärmeverbraucher verteilt werden können und die Verluste im Verhältnis zum transportierten Wärmebedarf geringer sind [28].

In der kommunalen Wärmeplanung werden Wärmelinienindichten häufig grafisch dargestellt, wobei Gebiete mit hoher Dichte – und somit hohem Potenzial für ein wirtschaftliches Wärmenetz – dunkelrot markiert sind (vgl. Ergebnisse der Bestandsanalyse). Diese Analysen basieren i.d.R., wie auch hier, auf dem aktuellen Stand des Wärmebedarfs, also dem Status-Quo. Es ist jedoch zu beachten, dass aufgrund von Maßnahmen zur Energieeinsparung, wie beispielsweise energetische Gebäudesanierungen, in Zukunft eine deutliche Abnahme der Wärmelinienindichten zu erwarten ist. Dies hat direkte Auswirkungen auf die langfristige Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes, weshalb eine vorausschauende Planung erforderlich ist.

Um auf Basis der Wärmelinienindichten potenzielle Gebiete für Wärmenetze zu identifizieren, wird ein am Fraunhofer FIT entwickelter Algorithmus angewendet, der zusammenhängende Netzgebiete unter Berücksichtigung von Nebenbedingungen identifiziert. Die Nebenbedingungen stellen sicher, dass die Wärmelinienindichte im resultierenden Netz oberhalb einer vorgegebenen Mindestwärmelinienindichte liegt. Zudem können Vorgaben für die Mindestgröße eines Wärmenetzes in Form des jährlichen Wärmebedarfs und der Netzlänge gemacht werden. So kann die Robustheit der Ergebnisse sichergestellt werden, zumal die detaillierte Planung von einzelnen kleinen Wärmenetzen (auch Nahwärmenetze) nicht im Betrachtungsbereich der kommunalen Wärmeplanung liegt.

Für große Wärmenetze wird in einem nachgelagerten Schritt der Ausbaupfad des Wärmenetzes analysiert, da die Ausbaugeschwindigkeit durch Faktoren wie die Verfügbarkeit von personellen

Ressourcen oder die Zumutbarkeit für die Verkehrsführung beschränkt ist. Auch dafür wird ein Optimierungsverfahren angewendet, welches sicherstellt, dass ausgehend von einer Wärmequelle oder des Bestandnetzes zunächst die Gebiete mit den höchsten Wärmeliniendichten innerhalb des schon identifizierten Netzgebietes erschlossen werden. Das beschriebene Verfahren ist in Abbildung 44 skizziert.

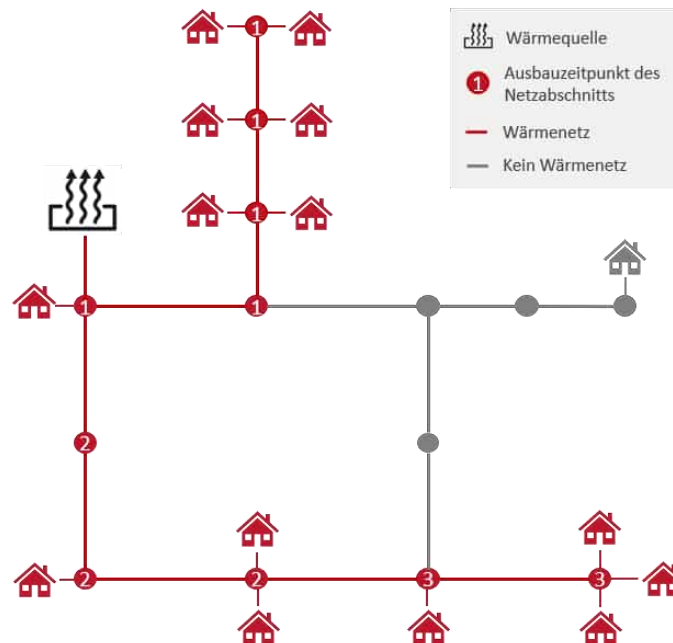


Abbildung 44: Schematische Darstellung des Vorgehens zur Ermittlung von Wärmenetzausbaupfaden

Vorgehen zur Ermittlung zukünftiger Wärmeversorgungsarten

Die zukünftigen Wärmeversorgungsarten werden auf Grundlage einer detaillierten Analyse des individuellen Endkundenverhaltens auf Basis wirtschaftlicher, technischer und regulatorischer Rahmenbedingungen ermittelt. Das Entscheidungsverhalten der Endkunden wird dabei für jedes einzelne Gebäude simuliert, wobei die Wärmegestehungskosten als zentrale Entscheidungsgröße dienen.

Im Rahmen der Simulation zur Auswahl der geeigneten Technologie für die einzelnen Gebäude wird die Minimierung der Investitions- und Betriebskosten angestrebt. Hierbei finden auch staatliche Subventionen wie das Bundesförderprogramm für effiziente Gebäude (BEG) und das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) Berücksichtigung. So wird bspw. die Basisförderung in Höhe von 30 % der förderfähigen Ausgaben für klimafreundliche Heiztechnologien sowie ein ggf. anfallender Geschwindigkeitsbonus in Höhe von bis zu 20 % berücksichtigt. Die Analyse erfolgt für jedes Betrachtungsjahr und berücksichtigt die jeweils geltenden regulatorisch-technischen Rahmenbedingungen. Die finale Auswahl einer Heizungstechnologie basiert auf einer Wahrscheinlichkeitsverteilung, die die Wärmegestehungskosten als wichtigste Einflussgröße heranzieht. Zusätzlich gehen Einflussfaktoren wie die Übergangswahrscheinlichkeit zwischen bestimmten Technologien in den Auswahlprozess ein, um bestehende Rahmenbedingungen einzelner Gebäude, wie z.B. den verfügbaren Platz für einen Pelletlagerplatz am Ort eines alten Öltanks, besser berücksichtigen zu können.

Zudem wurden bei der Bewertung der zukünftigen Wärmeversorgungsarten zusätzliche Restriktionen, wie die Eignung von Wärmepumpen (vgl. Potenzialanalyse), die Verfügbarkeit von Netzanschlüssen (Gas-/Wasserstoffnetz bzw. Wärmenetz) und die maximalen Kapazitäten des Handwerks für den Austausch bzw. Einbau von Heizungen, berücksichtigt.

5.2. Rahmenbedingungen der zukünftigen Wärmeversorgung

Gesetzliche Vorgaben

Entsprechend dem Bundes-Klimaschutzgesetz müssen die Treibhausgasemissionen in Deutschland bis spätestens 2045 auf netto-null reduziert werden. Ab 01.01.2045 dürfen deshalb, wie es das GEG festlegt, keine Treibhausgasemissionen mehr durch die Verbrennung fossiler Energieträger verursacht werden.

- Um dieses Ziel zu erreichen, müssen neu eingebaute Heizungssysteme gemäß GEG in Gemeinden mit weniger als 100.000 Einwohnern ab dem 01.07.2028 im Allgemeinen mindestens 65 % der mit der Anlage bereitgestellten Wärme mit erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme erzeugen. In Städten mit mehr als 100.000 Einwohnern greift diese Vorgabe bereits ab dem 01.01.2026.
- Bestehende Heizsysteme dürfen jedoch weiterhin betrieben und repariert werden. Im Falle eines Heizungsausfalls gilt eine Übergangsfrist von bis zu drei Jahren, in der vorübergehend auch fossile Heizsysteme genutzt oder eingebaut werden dürfen. Zudem sind Eigentümer, die das 80. Lebensjahr vollendet haben und selbst in ihrem Gebäude wohnen, von der Pflicht zum Austausch der Heizung ausgenommen.
- Außerdem müssen Gas- und Ölheizungen, die zwischen dem 1.1.2024 und 30.6.2028 eingebaut werden, ab 2029 stufenweise einen Anteil des Wärmebedarfs durch erneuerbare Energien decken. Dies kann durch die Beimischung z.B. von Biomethan, biogenem Flüssiggas oder synthetischen Brennstoffen auf Basis von Wasserstoff erfolgen. Die Verwendung dieser grünen Brennstoffe ist mit Lieferverträgen des Versorgers nachzuweisen.
- Eine zentrale Rolle in der künftigen Wärmeversorgung spielen Wärmenetzgebiete und Wasserstoffnetzausbaubereiche. Kommunen können bis spätestens 2028 auf Basis einer kommunalen Wärmeplanung zum einen Gebiete ausweisen, in denen der Anschluss an ein Wärmenetz vorgesehen ist. Die Ausweisung eines solchen Gebietes ist nicht zwingend für den Aufbau eines Wärmenetzes, führt jedoch dazu, dass die im GEG festgeschriebenen Fristen zeitlich vorgezogen werden.

Trends und Treiber der Energiepreisentwicklung

Prognosen zu den Endkundenpreisen für Energie wurden als Experteneinschätzungen auf Basis aktueller Marktprognosen abgeleitet und stellen eine zentrale Einflussgröße bei der Identifikation der geeignetsten Wärmeversorgungsarten dar. Die dafür angenommene Entwicklung des Energiesystems stützt sich auf verschiedene Systemstudien sowie aktuelle (regulatorische) Entwicklungen im Kontext der CO₂-Bepreisung und Gasnetzentgelte [31] [32]. Zudem wurde die Prognose der Gasnetzentgelte der schwaben netz GmbH berücksichtigt. Diese differenzierten Annahmen tragen dazu bei, ein realitätsnahes Bild der zukünftigen Wärmeversorgung zu zeichnen und tragfähige Handlungsempfehlungen für die Umsetzung zu entwickeln. Im Folgenden werden zentrale Trends und Treiber der Preisentwicklung der wesentlichen Energieträger dargelegt.

- Für den **Strompreis** wird von einem zunächst weitestgehend stabilen Verlauf des aktuellen Preisniveaus bis 2030 ausgegangen. Anschließend kommt es bis 2045 zu einem Rückgang des Strompreises von etwa 4 ct/kWh. Diese Entwicklung deckt sich u.a. mit den Ergebnissen der Studie „Klimaneutrales Deutschland. Von der Zielsetzung zur Umsetzung.“ [31]. Demnach wird der langfristig sinkende Strompreis durch mehrere Faktoren begünstigt. Ein zentraler Aspekt ist der massive Ausbau erneuerbarer Energien, durch den sich die Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen bis 2045 nahezu verfünffachen soll – von derzeit rund 220 Milliarden auf über 1.000 Milliarden Kilowattstunden. Gleichzeitig wird eine verstärkte Elektrifizierung in den Bereichen Verkehr, Gebäude und Industrie angestrebt, wodurch fossile Energieträger zunehmend durch Grünstrom ersetzt werden. Zudem führt die steigende Stromnachfrage dazu, dass sich die Kosten für das Stromsystem auf eine größere Menge verteilen, was die Kosten pro Kilowattstunde senkt [31].
- Die **Strombezugskosten für Wärmepumpen** sind i.d.R. günstiger als für normalen Haushaltsstrom, da sie unter die Regelungen des § 14a Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) fallen. Dieser Paragraph sieht vor, dass steuerbare Verbrauchseinrichtungen, wie z. B. Wärmepumpen, von reduzierten Netzentgelten profitieren können. Netzbetreiber haben die Möglichkeit, den Betrieb solcher Geräte zeitweise zu steuern, um Lastspitzen im Stromnetz zu vermeiden. Im Gegenzug erhalten Endverbraucher mit steuerbaren Verbrauchseinrichtungen vergünstigte Netzentgelte, was sich direkt in niedrigeren Stromkosten für den Betrieb der Wärmepumpe niederschlägt. Dies trägt dazu bei, die Netzauslastung zu optimieren und fördert gleichzeitig den Einsatz von elektrischen Wärmepumpen als effiziente und umweltfreundliche Heizlösung.
- Für **Erdgas** wird von einem Anstieg des aktuellen Preises von ca. 12 ct/kWh (durchschnittlicher Endkundenpreis inkl. Grundgebühr) auf etwa 15 ct/kWh im Jahr 2035 ausgegangen. Für diese Entwicklung ist u.a. der steigende CO₂-Preis verantwortlich (s. unten). Mit dem zunehmenden Umstieg auf alternative Heiztechnologien müssen die Kosten für den Betrieb des Erdgasnetzes auf eine rückläufige Anzahl an Kunden verteilt werden, was zu steigenden Netzentgelten führen wird. Diese Entwicklung wird verstärkt durch die regulatorische Anpassung von kalkulatorischen Nutzungsdauern und Abschreibungsmodalitäten von Erdgasleitungsinfrastrukturen (KANU 2.0), mit der die Transformation des Gasnetzes im Zuge der Dekarbonisierung des Gassektors flankiert wird. Dementsprechend kommen aktuell mehrere Studien zu der Einschätzung, dass die Netzentgelte bis 2045 deutlich ansteigen werden [33] [34]. In Abhängigkeit u.a. vom Alter des Netzes und den Anpassungen im Ordnungsrahmen werden bis 2045 Anstiege um das 4- bis 16-fache prognostiziert.
- Bezüglich **grüner Brennstoffe** zeigt sich in mehreren Studien in Hinblick auf die zukünftige Preisentwicklung sowie Verfügbarkeit grundsätzlich, dass zum einen der Markt für grüne Brennstoffe im Vergleich zum Markt für fossiles Gas und Heizöl noch deutlich kleiner ausfällt und zum anderen diese nachhaltigen Energieträger vor allem auch zur Dekarbonisierung der Sektoren Industrie und Verkehr benötigt werden [35] [36]. Aufgrund dieses Angebot-Nachfrage-Verhältnisses dürfte demnach auch zukünftig die Preise für grüne Brennstoffe noch oberhalb derer für herkömmliches Erdgas und Heizöl liegen.
- Der **Endkundenpreis für Biomasse** orientiert sich am aktuellen Marktpreis für Holzpellets in Höhe von etwa 8 ct/kWh [37]. Aufgrund einer steigenden Nachfrage wird von einem Anstieg um etwa 5 ct/kWh bis 2045 ausgegangen.

- Auch der **CO₂-Preis** als umweltpolitisches Instrument zur Reduzierung von CO₂-Emissionen dürfte einen zunehmenden Einfluss auf die Kosten der Wärmeversorgung insbesondere mit Erdgas und Erdöl haben. Gemäß Brennstoffemissionshandelsgesetz ist im Zeitraum 2024-2026 ein Anstieg als Festpreis von 45 €/tCO₂ auf 65 €/tCO₂ vorgesehen. Ab 2027 soll im Zuge der Ausweitung des europaweiten Handels mit CO₂-Emissionszertifikaten auf den Gebäude- und Verkehrssektors die freie Preisbildung am Markt erfolgen. Infolgedessen wird im Rahmen dieser Studie von einem schrittweisen Anstieg des CO₂-Preises bis auf 175 €/t im Jahr 2045 ausgegangen. Diese Prognose liegt im Rahmen der Ergebnisse aktueller Studien, unterliegt jedoch hoher Unsicherheit [38]. Mit dem prognostizierten Anstieg des CO₂-Preises werden voraussichtlich auch die Kosten für Erdgas und Heizöl kontinuierlich steigen. Nach Einschätzungen des BMWK verteuert sich der Kubikmeter Gas bei einem CO₂-Preis von 100 €/t CO₂ um 20 Cent (ca. 2 ct/kWh) und ein Liter Heizöl um etwa 32 Cent (ca. 3,2 ct/kWh) [39]. Bei einem CO₂-Preis von 100 €/t CO₂ würden demnach exemplarisch bei einem 3-Personen-Haushalt mit einem Verbrauch von 18.000 kWh Gas Mehrkosten durch den CO₂-Preisanstieg von 360 € pro Jahr anfallen. Bei einem Bedarf von 1.800 Litern Heizöl belaufen sich diese Mehrkosten auf 576 € pro Jahr.
- Die CO₂-Preisentwicklung wird voraussichtlich auch einen Einfluss auf die Strompreisentwicklung und somit dann auch auf die Kosten strombasierter Heizsysteme haben. Allerdings wird der Anteil von Strom aus erneuerbaren Energiequellen von heute bereits rd. 50 % perspektivisch weiter steigen, so dass hier die Bedeutung der CO₂-Bepreisung - im Gegensatz zum Fall fossiler Energieträger wie Erdgas und Erdöl - abnehmen dürfte.

Zukünftige Heizungsoptionen

Gas- und Ölheizungen dominieren derzeit die Wärmeversorgung in weiten Teilen Deutschlands, wie auch in Marktoberdorf. Für beide Energieträger sind langfristig steigende Brennstoffkosten zu erwarten, die durch die Einführung eines CO₂-Preises und den Anstieg der Gasnetzentgelte weiter verstärkt werden. Da durch die Verbrennung dieser fossilen Energieträger erhebliche Treibhausgasemissionen entstehen, ist ihr Betrieb ab 2045 gemäß GEG untersagt. Wie bereits beschrieben, müssen Gas- und Ölheizungen, die zwischen dem 1.1.2024 und 30.6.2028 eingebaut werden, ab 2029 stufenweise einen Anteil des Wärmebedarfs durch erneuerbare Energien, also bspw. durch Beimischung von Biomethan, decken.

Wasserstoff gilt als mögliches Substitut für Erdgas in der Wärmeversorgung. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, nach §71k GEG im kommunalen Wärmeplan Wasserstoffnetzausbaubereiche auszuweisen. In diesen Gebieten ist eine verbindliche Planung für eine zukünftige Wasserstoffversorgung erforderlich. Gebäude, die dort mit neuen Heizungen ausgestattet werden, dürfen zunächst mit Erdgas betrieben werden, sofern die Anlagen zu 100 % auf Wasserstoff umrüstbar sind. Für diesen Schritt ist die Erstellung und Genehmigung eines Fahrplans gemäß der FAUNA-Festlegung der Bundesnetzagentur durch den Gasnetzbetreiber erforderlich, welcher spätestens bis zum 30.06.2028 bei der Bundesnetzagentur eingereicht werden muss. Scheitert das Vorhaben, so haftet der Gasnetzbetreiber u.U. für entstandene Mehrkosten von Verbrauchern. Das Umweltinstitut warnt vor der Ausweisung von Wasserstoffgebieten aufgrund der Unsicherheit und hohen Kosten von Wasserstoff [40].

Hinweis: Die **FAUNA-Festlegung („Fahrpläne für die Umstellung der Netzinfrastruktur auf die vollständige Versorgung der Anschlussnehmer mit Wasserstoff“)** konkretisiert die Anforderungen gemäß § 71k des GEG, der Ausnahmen von der Pflicht vorsieht, neue Heizungen zu mindestens 65 % mit erneuerbaren Energien zu betreiben. Damit ein solcher Fahrplan von der Bundesnetzagentur anerkannt wird, müssen durch den Netzbetreiber folgende Anforderungen erfüllt werden: Eine vollständige Umstellung aller Anschlussnehmer muss bis zum 31.12.2044 gegeben sein. Es sind Nachweise über die Wasserstofftauglichkeit der bestehenden Infrastruktur erforderlich. Es müssen umfassende Businesspläne vorgelegt werden, die Prognosen zur Entwicklung des Wasserstoffnetzes, Angaben zur Versorgungssicherheit und Informationen zu betroffenen Gebäuden enthalten. Außerdem sind Informationen über lokale Wasserstoffproduktion, Speichermöglichkeiten und die Sicherstellung der Versorgung notwendig.

Im Rahmen der Erstellung des in den folgenden Kapiteln dargelegten Zielszenarios wurden verschiedene Szenarien erarbeitet, welche sich insbesondere in der Verfügbarkeit von Wasserstoff (Zeitpunkt, Menge und Preise) unterscheiden. Aufgrund der im Rahmen der Potenzialanalyse dargelegten Faktoren wurde sich dazu entschieden, im finalen Zielszenario Wasserstoff lediglich in Form von Prüfgebieten für Gewerbe- und Industriekunden zu berücksichtigen. Wasserstoff gilt aufgrund der derzeit hohen Unsicherheiten hinsichtlich seiner Verfügbarkeit und Preisentwicklung nicht als verlässliche und wirtschaftlich tragfähige Option für die Wärmeversorgung von Haushalten, kommunalen Liegenschaften und Gewerbebetrieben. Eine belastbare Einschätzung der künftigen Marktbedingungen wäre hierfür erforderlich, ist jedoch aktuell nicht gegeben.

Davon abweichend können einzelne Industriebetriebe auf die Nutzung von Wasserstoff angewiesen sein. In diesem Fall können einzelne Gasnetzabschnitte zur Versorgung dieser Kunden unter Inkaufnahme der dargelegten Unsicherheiten weiterbetrieben und auf eine Durchleitung von Wasserstoff umgerüstet werden. Da im Rahmen dieser Wärmeplanung nicht final bewertet werden kann, welche Industriebetriebe zu welchem Preis einen Wasserstoffbedarf haben werden, werden größere Gewerbe- und Industriegebiete sowie alle Baublöcke entlang der Gasversorgungsleitungen, welche für die Versorgung der Industriegebiete mit Wasserstoff umgerüstet werden müssten, als Prüfgebiete für Wasserstoffnetze ausgewiesen.

Wärmepumpen zeichnen sich durch eine hohe Energieeffizienz aus, insbesondere in Gebäuden mit guter Dämmung und niedrigen Vorlauftemperaturen. Zudem profitieren sie von niedrigeren Strombezugskosten im Vergleich zu Haushaltsstrom, da für sie gemäß § 14a des Energiewirtschaftsgesetzes reduzierten Netzentgelte anfallen. Dieser Paragraph ermöglicht es Netzbetreibern, bei drohender Netzüberlastung die Leistung steuerbarer Verbrauchseinrichtungen wie Wärmepumpen temporär zu reduzieren. Im Gegenzug erhalten Betreiber solcher Geräte eine Reduzierung der Netzentgelte. Je nach Messkonfiguration kann diese Reduzierung pauschal (in Abhängigkeit des Netzbetreibers) vergütet werden oder es kann eine prozentuale Senkung des Netzentgelts um 40 % pro verbrauchter Kilowattstunde vorgenommen werden [41]. Individuelle Lösungen, wie PV-Dachanlagen oder Energiegemeinschaften, können die Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpen weiter verbessern, müssen jedoch im Einzelfall geprüft werden.

Fern- und Nahwärme ist eine netzgebundene Lösung, die insbesondere in Gebieten mit hohen Wärmedichten wirtschaftlich interessant ist. Sie benötigt nur eine Wärmeübergabestation, was den Platzbedarf minimiert und den Wartungsaufwand reduziert. In Ballungsräumen kann Fern-

oder Nahwärme eine kostengünstige und effiziente Alternative darstellen, sofern die entsprechende Infrastruktur verfügbar ist. Sie bietet zwar Vorteile wie eine zentrale und effiziente Wärmeversorgung, bringt jedoch auch Nachteile mit sich. Ein zentraler Kritikpunkt ist die mögliche Monopolstellung der Anbieter. Da Fernwärmenetze hohe Investitionskosten erfordern und i.d.R. nur von einem Anbieter betrieben werden, haben Verbraucher keine Wahlmöglichkeit zu alternativen Anbietern zu wechseln. Dies kann zu höheren Preisen und geringerem Innovationsdruck führen, da Wettbewerb fehlt. Aktuelle regulatorische Entwicklungen in der Europäischen Union und in Deutschland zielen darauf ab, diese Monopolstellung zu begrenzen und den Markt transparenter zu gestalten. So fordert die Monopolkommission in ihrem aktuellen Hauptgutachten eine Preisobergrenze für Fernwärme [42].

Biomasseheizungen bieten den Vorteil eines potenziell regional verfügbaren Brennstoffs, der Unabhängigkeit von Energieimporten gewährleistet. Allerdings bestehen Unsicherheiten bezüglich der langfristigen Verfügbarkeit und Preisentwicklung von Biomassebrennstoffen. Zudem könnten strengere Regulierungen aufgrund der Emissionen von Feinstaub und anderen Partikeln zukünftige Nutzungseinschränkungen mit sich bringen.

5.3. Zukünftiger Wärmebedarf

Entsprechend dem mittleren Szenario aus der Potenzialanalyse wird davon ausgegangen, dass sich der Nutzwärmebedarf von derzeit 427 GWh/a auf 341 GWh/a im Jahr 2045 reduzieren wird. Diese Entwicklung basiert insbesondere auf der Annahme einer realistisch-ambitionierten Sanierungsquote von 1,5 %/a (vgl. Potenzialanalyse).

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial (gemäß § 18 Abs. 5 WPG) identifiziert, die insbesondere im Zentrum von Marktoberdorf zu finden sind (vgl. Abbildung 45). Diese Gebiete bieten aufgrund ihrer spezifischen Gegebenheiten ein hohes Potenzial für Einsparungen. Für eine gezielte Hebung dieses Potenzials wurden entsprechende Maßnahmen in den Katalog der geplanten Umsetzungsmaßnahmen aufgenommen (vgl. Kapitel 6.1 sowie Maßnahmensteckbriefe im Anhang).

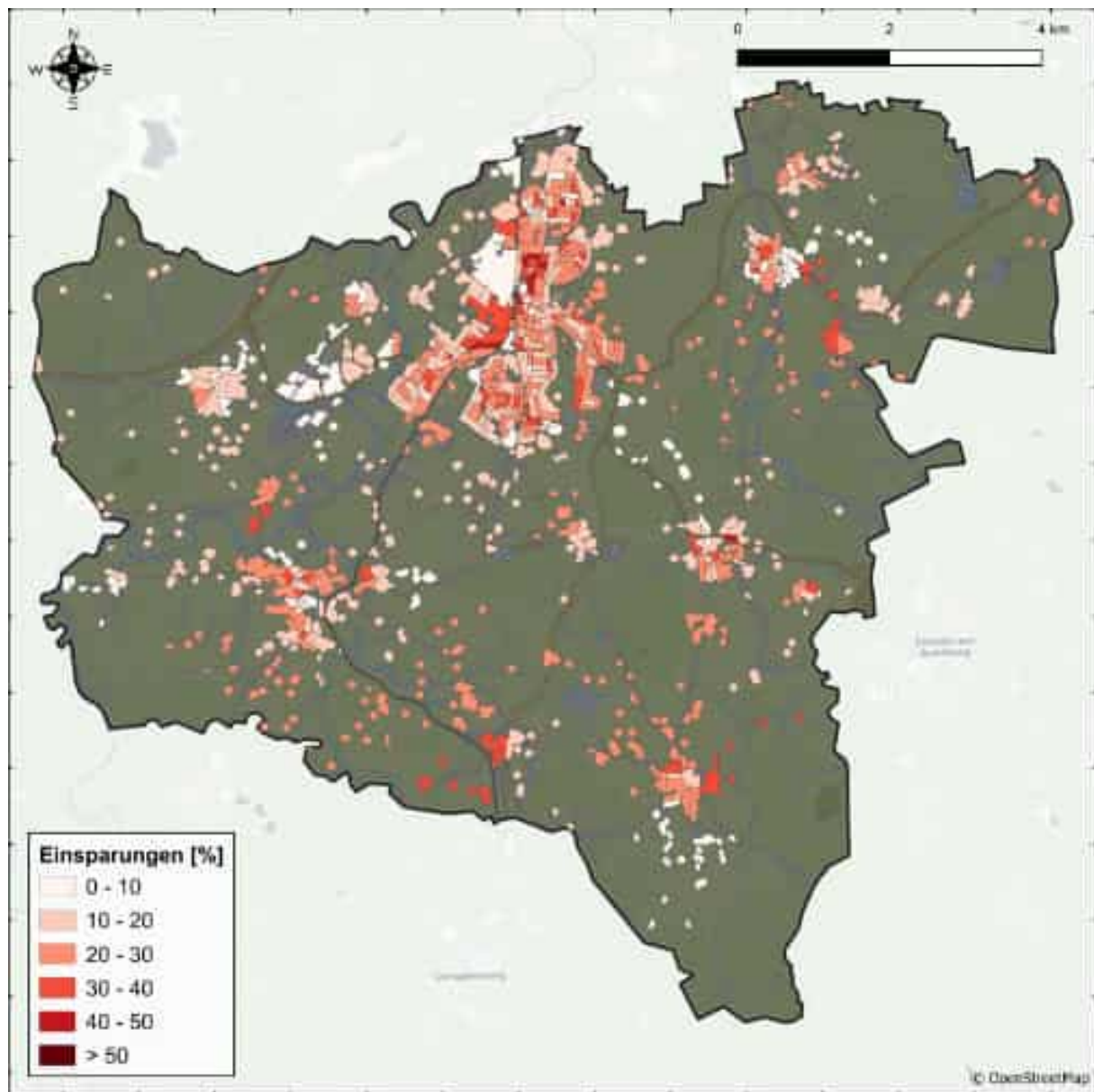


Abbildung 45: Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial bis 2045

In Gebieten, die einen hohen Anteil an Prozesswärme aufweisen, wurde ein geringeres Einsparpotenzial festgestellt, da der Effekt von möglichen Sanierungen hier geringer ausfällt. Ebenso zeigen Neubaugebiete insgesamt nur ein begrenztes Potenzial zur Energieeinsparung.

5.4. Wahrscheinlichkeit von Wärmeversorgungsarten

Im Rahmen der Wahrscheinlichkeitseinstufung von Wärmeversorgungsarten nach § 19 des Wärmeplanungsgesetzes wird für jedes betrachtete Teilgebiet eine Bewertung der möglichen Wärmeversorgungsarten im Zieljahr 2045 vorgenommen. Diese erfolgt auf Basis der wirtschaftlichen und technischen Machbarkeit sowie unter Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten und der langfristigen Klimaziele.

Die im Rahmen dieser Wärmeplanung beplanten einzelnen Teilgebiete entsprechen den Baublöcken. Bei den möglichen Wärmeversorgungsarten wird unterschieden zwischen dezentral, Wärmenetz, Wasserstoff. Die möglichen Wahrscheinlichkeiten sind „sehr wahrscheinlich geeignet“, „wahrscheinlich geeignet“, „wahrscheinlich ungeeignet“ und „sehr wahrscheinlich ungeeignet“. Die Einstufung in eine dieser Kategorien basiert sowohl auf dem Anteil der Einzelgebäude, die für die jeweilige Wärmeversorgungsart geeignet sind, als auch der verfügbaren Netzinfrastruktur.

Dezentrale Wärmeversorgung

Die dezentrale Wärmeversorgung wird in der zukünftigen Wärmeversorgung von Marktoberdorf die entscheidende Rolle einnehmen, wobei insbesondere Wärmepumpen als Schlüsseltechnologie gelten. Luft-Wasser-Wärmepumpen bieten aufgrund ihrer universellen Einsetzbarkeit und Effizienz eine besonders flexible Lösung und können nach derzeitigem Stand in nahezu allen Gebäuden installiert werden. Dabei wurden wesentliche Rahmenbedingungen, wie Lärmschutzmaßnahmen und Einhaltung von Abstandsregelungen, in der Bewertung bereits berücksichtigt, um eine möglichst reibungslose Integration in bestehende und neue Bauvorhaben zu gewährleisten. Für bestimmte Großverbraucher, wie beispielsweise größere Gewerbebetriebe oder Einrichtungen mit hohem Wärmebedarf, stellt die Versorgung mit Biomasse eine vielversprechende Alternative dar. Diese Technologie bietet eine stabile und nachhaltige Wärmequelle, insbesondere in Fällen, in denen der Einsatz von Wärmepumpen nicht optimal ist. Dies kann bspw. der Fall sein, wenn hohe Vorlauftemperaturen benötigt werden, da Wärmepumpen in solchen Fällen mit geringerer Effizienz arbeiten. Zudem ermöglicht eine Biomasseheizung eine größere Unabhängigkeit vom Stromnetz.

Auch im Bereich des Bestandwärmenetzes bietet der Einsatz von Wärmepumpen Potenzial. Obwohl hier die Möglichkeit besteht, an das bestehende Wärmenetz angeschlossen zu werden, wird die dezentrale Versorgung dennoch als „wahrscheinlich geeignet“ eingestuft. Die Bewertung berücksichtigt sowohl die technischen als auch die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, um eine möglichst flexible und effiziente Wärmeversorgung für alle Gebiete sicherzustellen.

Lediglich im Innenstadtbereich von Marktoberdorf ist die Bebauungsdichte so hoch, dass eine dezentrale Wärmeversorgung als „wahrscheinlich ungeeignet“ eingestuft wird. Für viele Gebäude ist der Platz für die Installation einer Luft-Wasser-Wärmepumpe oder eine vergleichbare Lösung dort so begrenzt, dass voraussichtlich entweder eine Luft-Luft-Wärmepumpe, die oft als weniger komfortabel gilt, oder ein Anschluss an ein Wärmenetz als Alternative infrage kommt.

Insgesamt wird die dezentrale Versorgung durch Wärmepumpen und Biomasse als zentraler Bestandteil der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung betrachtet.

Die Bewertung der Eignung erfolgt dabei in folgenden Eignungsstufen:

- „Sehr wahrscheinlich geeignet“: Gebiete, die sich nicht für eine Versorgung durch Wärmenetze oder Wasserstoff eignen
- „Wahrscheinlich geeignet“: Gebiete mit hoher Eignung für Wärmenetze (Wärmelinien-dichte > 5.000 kWh/m)
- „Wahrscheinlich ungeeignet“: Gebiete mit hoher Eignung für Wärmenetze (Wärmelinien-dichte > 5.000 kWh/m) und sehr dichter Bebauung
- „Sehr wahrscheinlich ungeeignet“: Die dezentrale Versorgung, insbesondere durch Wärmepumpen, eignet sich prinzipiell für jedes Gebäude

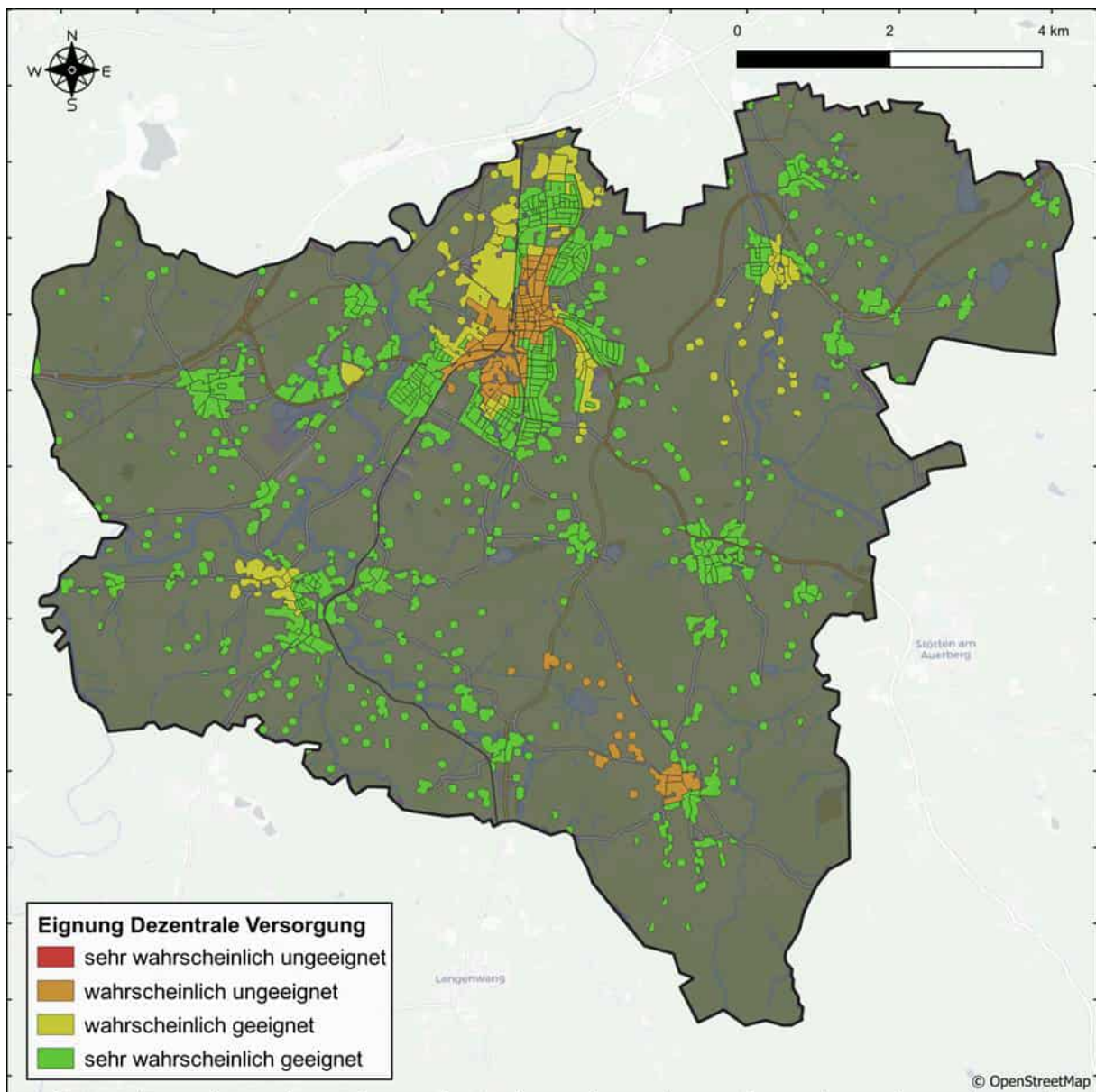


Abbildung 46: Eignungsstufen dezentraler Versorgung im Zieljahr 2045 (§19 WPG)

Wärmenetze

Das Potenzial für den Aufbau von Wärmenetzen wird insgesamt als eher gering bis mittelgroß eingeschätzt. Während Wärmenetze in spezifischen Bereichen eine sinnvolle Option darstellen können, ist ihre Wirtschaftlichkeit stark von der Wärmedichte abhängig. Im Zentrum von Marktoberdorf sowie im Gewerbegebiet westlich der Innenstadt besteht ein größeres Potenzial für den Ausbau und die Verdichtung des bestehenden Wärmenetzes.

Zur Bewertung der Eignung von Wärmenetzen für die einzelnen Teilgebiete wurde das in Kapitel 5.1 beschriebene Verfahren angewandt und unterschiedliche Mindest-Wärmelinienindichten angesetzt. Aufgrund einer gewissen Planungsunschärfe ist es wichtig anzumerken, dass die in Abbildung 47 dargestellte Einteilung lediglich geografische Anhaltspunkte über eine mögliche Wärmenetzverfügbarkeit liefern kann.

Gebiete mit einer Wärmelinienindichte von mindestens 5.000 kWh/m²a (ohne Hausanschlussleitungen) werden als „sehr wahrscheinlich geeignet“ für den Aufbau von Wärmenetzen eingestuft. In solchen Gebieten können die Investitions- und Betriebskosten für das Wärmenetz auf eine hohe Anzahl von Kunden bzw. eine hohe Wärmemenge aufgeteilt werden. Zudem verringern sich Wärmeverluste, da die Leitungen effektiver genutzt werden und der Wärmebedarf über das Jahr hinweg konstanter bleibt. Davon abweichend werden Gewerbe- und Industriegebiete mit einer Wärmelinienindichte oberhalb von 5.000 kWh/m²a nur als „wahrscheinlich geeignet“ bewertet, da diese i.d.R. individuellen Anforderungen bspw. an das Temperaturniveau unterliegen. Hier muss das Wärmenetzpotenzial in einem nachgelagerten Schritt separat bewertet werden (vgl. Umsetzungsmaßnahmen).

Sämtliche Gebiete mit einer Wärmelinienindichte von 4.000 kWh/m²a bis 5.000 kWh/m²a werden als „wahrscheinlich geeignet“ bewertet. Diese befinden sich häufig unmittelbar angrenzend zu den sehr wahrscheinlich geeigneten Gebieten, sodass ein Wärmenetzausbau dort zunächst zwar nicht zu priorisieren ist, jedoch bei einem hohen Anschlussbegehren durch die Gebäudeeigentümer nicht unwahrscheinlich ist.

Gebiete mit einer Wärmelinienindichte von 3.000 kWh/m²a bis 4.000 kWh/m²a werden als „wahrscheinlich ungeeignet“ bewertet. Auch hier gilt, dass der Wärmenetzausbau bei einem hohen Anschlussbegehren durch die Gebäudeeigentümer näher geprüft werden sollte.

Da diese Gebiete jedoch häufig weiter von Gebieten mit hohem Potenzial für Wärmenetze entfernt liegen, ist der Aufbau eines Wärmenetzes eher unwahrscheinlich.

Abschließend werden Gebiete mit einer Wärmelinienindichte unterhalb von 3.000 kWh/m²a als „sehr wahrscheinlich ungeeignet“ bewertet.

Zusammenfassend erfolgt die Bewertung der Eignung in folgenden Eignungsstufen:

- „Sehr wahrscheinlich geeignet“: Gebiete mit bestehendem Wärmenetz oder hoher Eignung für Wärmenetze (Wärmelinienindichte > 5.000 kWh/m²a)
- „Wahrscheinlich geeignet“: Gebiete, die sich potenziell für die Versorgung durch Wärmenetze eignen (Wärmelinienindichte 4.000 – 5.000 kWh/m²a)
- „Wahrscheinlich ungeeignet“: Gebiete mit leicht erhöhter Wärmelinienindichte (Wärmelinienindichte 3.000 – 4.000 kWh/m²a)
- „Sehr wahrscheinlich ungeeignet“: Gebiete mit geringer Wärmelinienindichte (Wärmelinienindichte < 3.000 kWh/m²a)

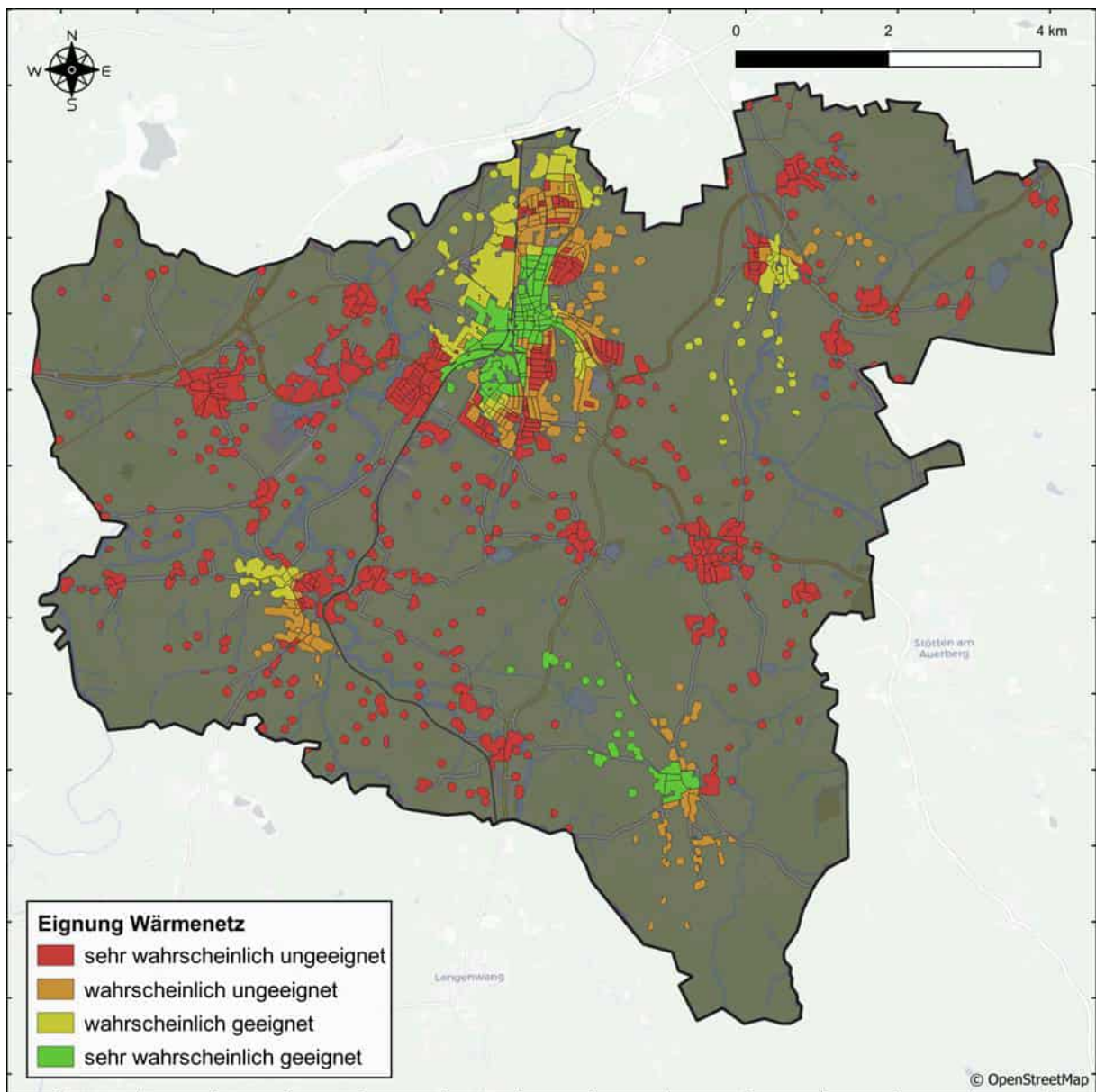


Abbildung 47: Eignungsstufen von Wärmenetzen im Zieljahr 2045 (WPG §19)

Nahwärmelösungen zur Versorgung kleiner Gebäudegruppen von weniger als 16 Gebäuden oder 100 Wohneinheiten wurden in dieser Analyse nicht detailliert betrachtet. Solche Einzellösungen können jedoch insbesondere für spezifische Konstellationen, wie Reihenhäuser oder kleinere Gewerbegebiete, eine attraktive Option darstellen und sollten in weiteren Planungen individuell geprüft werden, beispielsweise im Ortsteil Sulzschneid, der teilweise hohe Wärmeliniendichten aufweist.

Wasserstoff

Wie in der Potenzialanalyse (Kapitel 4.4) sowie im Abschnitt zu den Rahmenbedingungen der zukünftigen Wärmeversorgung (Kapitel 5.2) dargestellt, sollte Wasserstoff derzeit aufgrund der hohen damit verbundenen Unsicherheiten und Risiken nicht als Bestandteil der Raumwärmeversorgung eingeplant werden. Aus diesem Grund gibt es in Marktoberdorf keine Gebiete, die als „sehr wahrscheinlich geeignet“ klassifiziert werden.

Einige Wärmeverbraucher in den Industriegebieten werden als „wahrscheinlich geeignet“ bewertet. Konkrete Informationen über Wasserstoffbedarfe und benötigte Temperaturniveaus vonseiten der Betriebe lagen im Rahmen der Erarbeitung dieser Wärmeplanung jedoch nicht flächendeckend vor. Aufgrund des potenziell hohen Wasserstoffbedarfs könnte die Umwidmung des Gasnetzes in diesen Teilnetzen eine wirtschaftliche Option darstellen. Diese Option – sowie die Option der Errichtung eines Wärmenetzes – sollte zukünftig weitergehend geprüft werden, um entsprechende Investitionsentscheidungen zu treffen und den ansässigen Unternehmen Planungssicherheit zu geben (vgl. Maßnahme W2 im Maßnahmenkatalog).

Sonstige Gebiete mit vorhandenem Gasnetz werden als „wahrscheinlich ungeeignet“ bewertet, da hier eine Umwidmung des Gasnetzes theoretisch möglich wäre, sofern sich die aktuellen Unsicherheiten und Risiken von Wasserstoff in der Wärmeversorgung auflösen sollten. Gebiete, in denen aktuell kein Gasnetz liegt, werden als „sehr wahrscheinlich ungeeignet“ bewertet, da der Ausbau der Gas-/Wasserstoff-Infrastruktur in der Verteilnetzebene zur Wärmeversorgung derzeit keine Option darstellt.

Zusammenfassend erfolgt die Bewertung der Eignung in folgenden Eignungsstufen:

- „Sehr wahrscheinlich geeignet“: Gebiete, in denen die Versorgung mit Wasserstoff für die Mehrheit der Gebäude die wahrscheinlichste Option darstellt
- „Wahrscheinlich geeignet“: Gebiete, in denen Wasserstoff für mindestens ein Gebäude die wahrscheinlichste Option darstellt (Industrie- und Gewerbegebiete)
- „Wahrscheinlich ungeeignet“: Gebiete, in denen ein Gasnetz vorhanden ist, jedoch keine Versorgung mit Wasserstoff geplant ist
- „Sehr wahrscheinlich ungeeignet“: Gebiete ohne Gasnetz

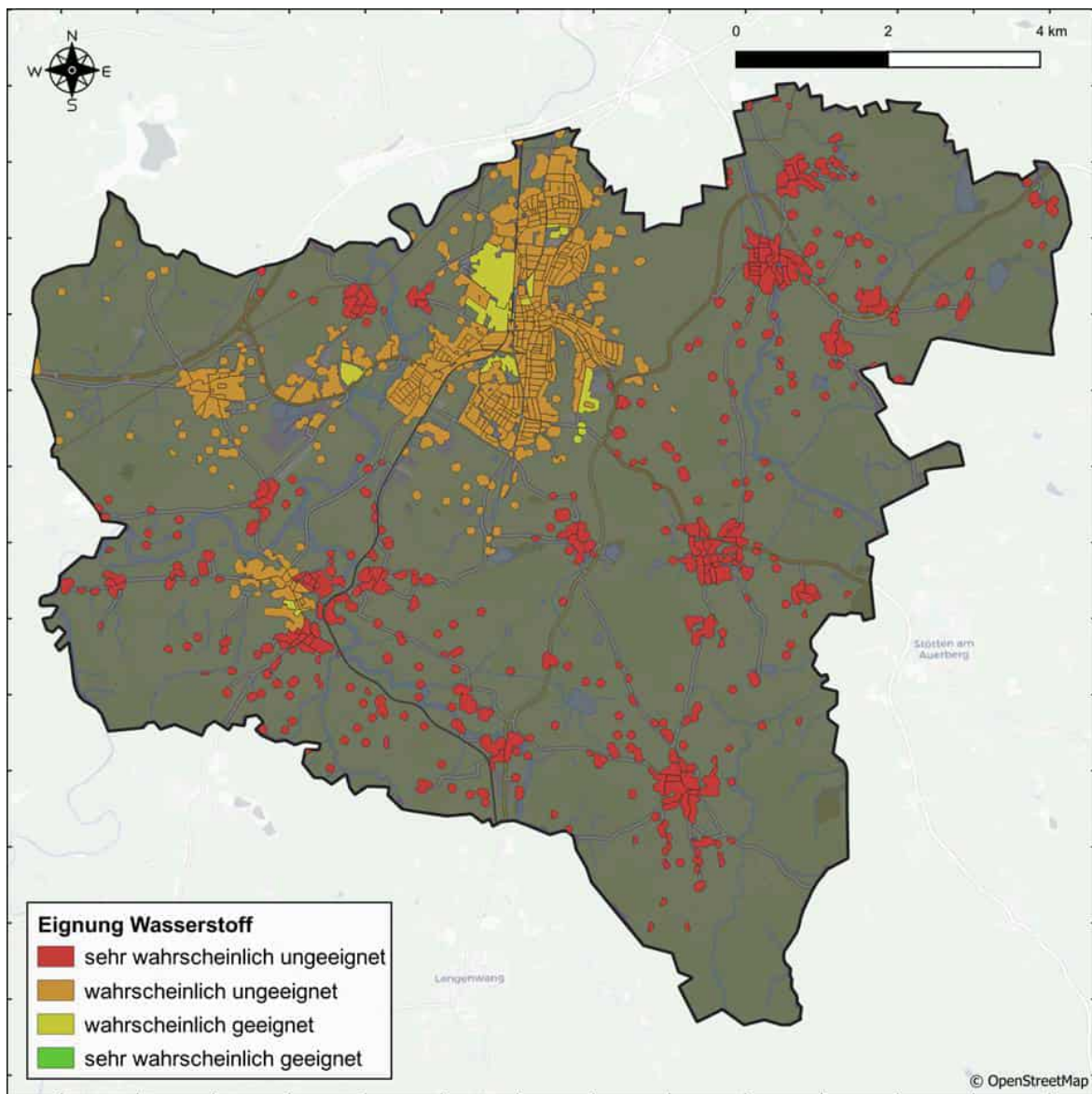


Abbildung 48: Eignungsstufen von Wasserstoff in 2045 (WPG §19)

Einschätzung der schwaben netz GmbH

Der Verteilnetzbetreiber schwaben netz GmbH kommt bezüglich der Eignung der Gebiete für eine Wasserstoffnutzung zu einer anderen Einschätzung. Er plant nach Aussage einer Stellungnahme vom 19.05.2025, das gesamte Gasverteilnetz in Bayerisch-Schwaben durch eine Umstellung auf Biogas oder Wasserstoff auch über 2045 hinaus weiterzubetreiben und allen privaten und geschäftlichen Gas-kunden langfristig eine grüne Gasversorgung anzubieten. Die Zielnetzplanung befindet sich aktuell in der Erarbeitung. Der unverbindliche Gasnetzgebietstransformationsplan (GTP) der schwaben netz GmbH sieht eine Umstellung des Gasnetzes in Marktoberdorf auf 100 % Wasserstoff im Jahr 2040 vor. Da diese Absichtserklärungen bisher keine rechtliche Verbindlichkeit besitzen, können sie nicht vollständig in dieser Wärmeplanung Berücksichtigung finden.

5.5. Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Bei der Ausweisung von voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebieten nach § 18 WPG wird für jedes Teilgebiet die am besten geeignete Wärmeversorgungsart ermittelt. Die Auswahl basiert auf den Kriterien niedrige Wärmegestehungskosten, geringe Realisierungsrisiken, hohe Versorgungssicherheit und minimale Treibhausgasemissionen bis zum Zieljahr. Dabei werden sowohl Investitions- als auch Betriebskosten berücksichtigt.

Die im Rahmen dieser Wärmeplanung beplanten einzelnen Teilgebiete entsprechen den Baublöcken. Bei den möglichen Wärmeversorgungsarten wird unterschieden zwischen dezentral, Wärmenetz und Wasserstoff. Teilgebiete, für welche die für eine Einteilung erforderlichen Umstände noch nicht ausreichend bekannt sind, wurden als Prüfgebiete ausgewiesen. Aus Abbildung 49 ist gemäß §18 WPG neben den wahrscheinlichsten Wärmeversorgungsarten im Zieljahr 2045 auch abzulesen, wie sich die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete durch den Wärmenetzausbau bis zu den Stützjahren 2030 und 2035 entwickeln werden – im Jahr 2035 wird der Wärmenetzausbau planmäßig beendet sein. Im Anschluss wird in Abbildung 50 dieselbe Abbildung für eine bessere Lesbarkeit in vergrößerter Darstellung mit einem Fokus auf die Wärmenetzausbaugebiete und die Prüfgebiete im Ortskern von Marktoberdorf dargestellt. Aufgrund einer gewissen Planungsunschärfe ist es wichtig anzumerken, dass die dargestellte Einteilung lediglich geographische Anhaltspunkte liefern kann.

Dezentrale Versorgungsgebiete

Dezentrale Heizungssysteme, wie Wärmepumpen und Biomasseheizungen, stellen die wahrscheinlichsten Wärmeversorgungstechnologien für den Großteil aller Teilgebiete über den gesamten Planungshorizont bis 2045 dar (Abbildung 49). Dabei handelt es sich um einen großen Teil der Gebiete, in denen die Wärmeliniendichte unterhalb von 5.000 kWh/m*a liegt, also die Gebiete in denen die dezentrale Wärmeversorgung als „sehr wahrscheinlich geeignet“ bewertet wurde.

Wärmenetzgebiete

Gebiete, in denen die Wärmenetzeignung als „sehr wahrscheinlich geeignet“ bewertet wurde (Wärmeliniendichte > 5.000 kWh/m*a), stellen Wärmenetzgebiete dar. Hier stellt die Versorgung über ein Wärmenetz für viele Gebäude die beste Option dar, der Anschluss bleibt dennoch freiwillig.

Insbesondere ist der Anschluss eine attraktive Möglichkeit für alle Gebäude entlang der Trassen des Bestandwärmenetzes, da hier bereits heute die Möglichkeit besteht, sich an das bestehende Wärmenetz anzuschließen. Dieser Bereich wird daher als „Wärmenetzverdichtungsgebiet“ geplant, da hier die Integration in das bereits vorhandene Wärmenetz eine effiziente Versorgung gewährleisten kann. Wichtig ist anzumerken, dass das Wärmenetz nicht nur in den hier rot eingezeichneten Baublöcken besteht und es potenziell im gesamten Bestandsnetzgebiet die Möglichkeit eines Anschlusses an das Wärmenetz gibt. Die hier rot markierten Baublöcke sind lediglich die Baublöcke, in denen das Wärmenetz für die Mehrzahl der Gebäude die beste Option darstellt.

Wasserstoffgebiete

Aus den zuvor dargelegten Gründen der Unsicherheit und Risiken, welche mit der Einplanung von Wasserstoff in die Wärmeversorgung verbunden sind, werden keine Gebiete als Wasserstoffgebiete vorgesehen.

Prüfgebiete

Im Zielszenario sind zwei verschiedene Arten von Prüfgebieten vorhanden:

Zum einen werden Flächen als Prüfgebiete für eine Versorgung mit Wasserstoff eingeteilt. Hierbei handelt es sich vorwiegend um die größeren Gewerbe- und Industriegebiete Marktoberdorfs, in denen Wasserstoff eine wichtige Rolle zur Dekarbonisierung von Raum- und Prozesswärme spielen kann. In dem Fall, dass die Gebiete perspektivisch leitungsgebunden mit Wasserstoff versorgt werden, müssten Teile des bestehenden Gasverteilnetzes auf Wasserstoff umgestellt werden. Diese sind in Anhang 3 dargestellt. Da die Gebäude entlang dieser Versorgungsleitungen bei einer Umstellung der Leitungen auf Wasserstoff nach Aussage der Gasnetzbetreiberin schwaben netz technisch problemlos ebenfalls mit Wasserstoff versorgt werden könnten, werden die Gebäudeblöcke entlang dieser Gasleitungstrassen ebenfalls als Prüfgebiete für eine Versorgung mit Wasserstoff ausgewiesen.

Zum anderen sind im Zielszenario Prüfgebiete für eine Versorgung mit Wasserstoff oder Wärmenetzen vorgesehen. Diese Prüfgebiete wurden dort festgelegt, wo sowohl eine potenzielle Eignung für eine Wasserstoffversorgung (analog zu den Prüfgebieten für eine Versorgung mit Wasserstoff) als auch eine Eignung für den Ausbau von Wärmenetzen (analog zum Abschnitt „Wärmenetzgebiete“) besteht.

In allen Prüfgebieten sollte zeitnah nach Abschluss der Kommunalen Wärmeplanung vertiefend geprüft werden, welche der Versorgungsoptionen die geeignetste darstellt (vgl. Maßnahme W2 in Anhang 1).

Hinweis: **Prüfgebiete** sind Teilgebiete, für welche die für eine Einteilung erforderlichen Umstände noch nicht ausreichend bekannt sind, sodass die Eignung von Wärmenetzen oder einer Wasserstoffversorgung nachgelagert vertiefend analysiert werden muss, bspw. im Rahmen von Machbarkeitsstudien (vgl. Umsetzungsmaßnahmen).

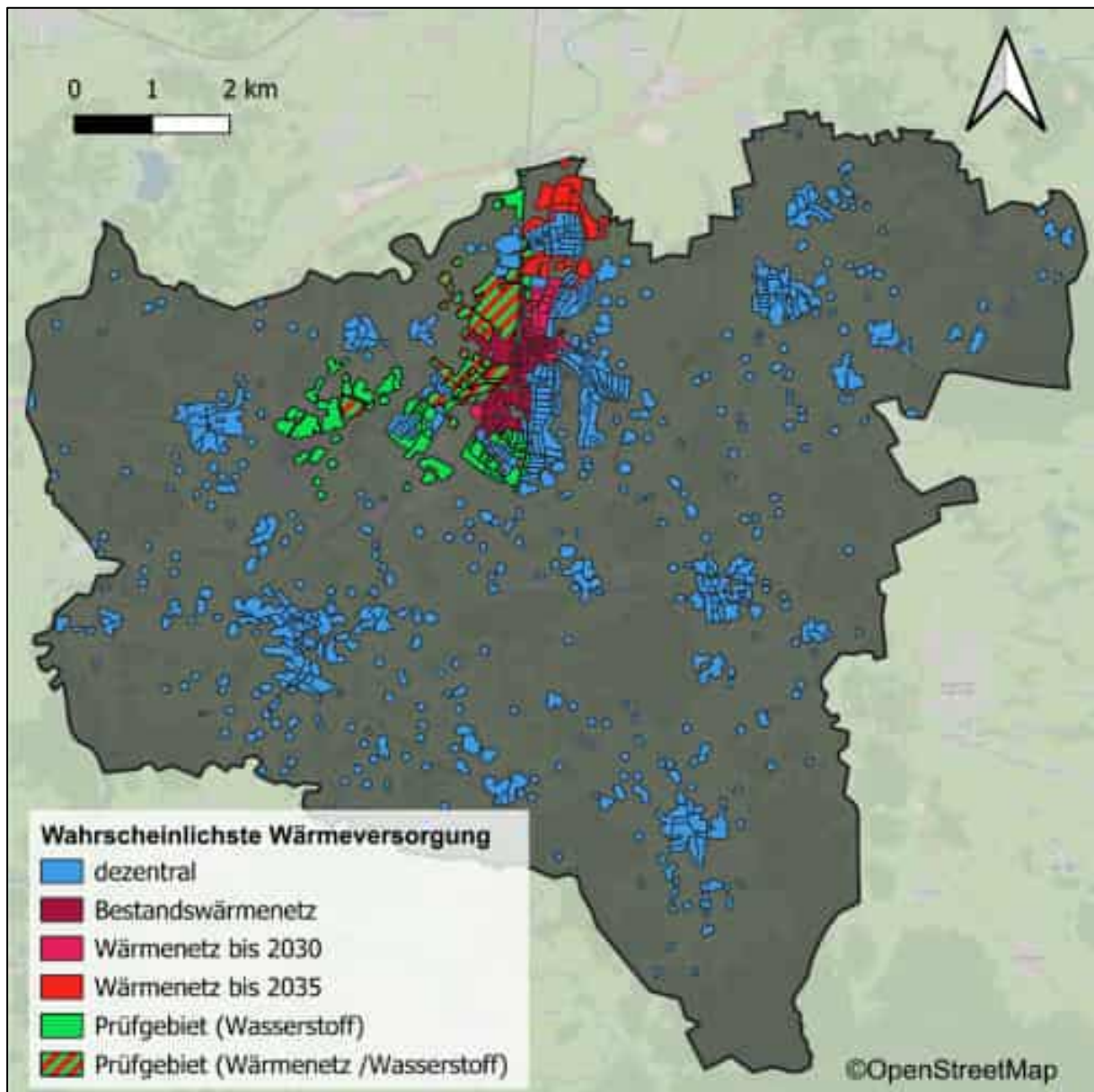


Abbildung 49: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2045 (§18 WPG)

Hinweis: Keine unmittelbaren Folgen der Ausweisung von Wärmenetzgebieten oder Wasserstoffnetzausbaugebieten im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung

In Städten mit weniger als 100.000 Einwohnern muss die Wärmebereitstellung für Bestandsgebäude und Neubauten außerhalb von Neubaugebieten ab dem 30. Juni 2028 zu mindestens 65 % aus erneuerbaren Energien erfolgen (§ 71 EEG). In Gebieten, in denen eine Ausweisung als Wärmenetz- oder Wasserstoffnetzausbaugbiet durch die Planungsverantwortliche Stelle (Stadt oder Gemeinde) auf Basis der kommunalen Wärmeplanung erfolgt, ist diese Anforderung bereits einen Monat nach Bekanntgabe dieser Entscheidung anzuwenden. Die Ausweisung solcher Gebiete muss explizit im Rahmen eines Ratsbeschlusses o.ä. erfolgen. Die alleinige Veröffentlichung des Wärmeplans bedingt kein früheres Inkrafttreten dieser Regelung.

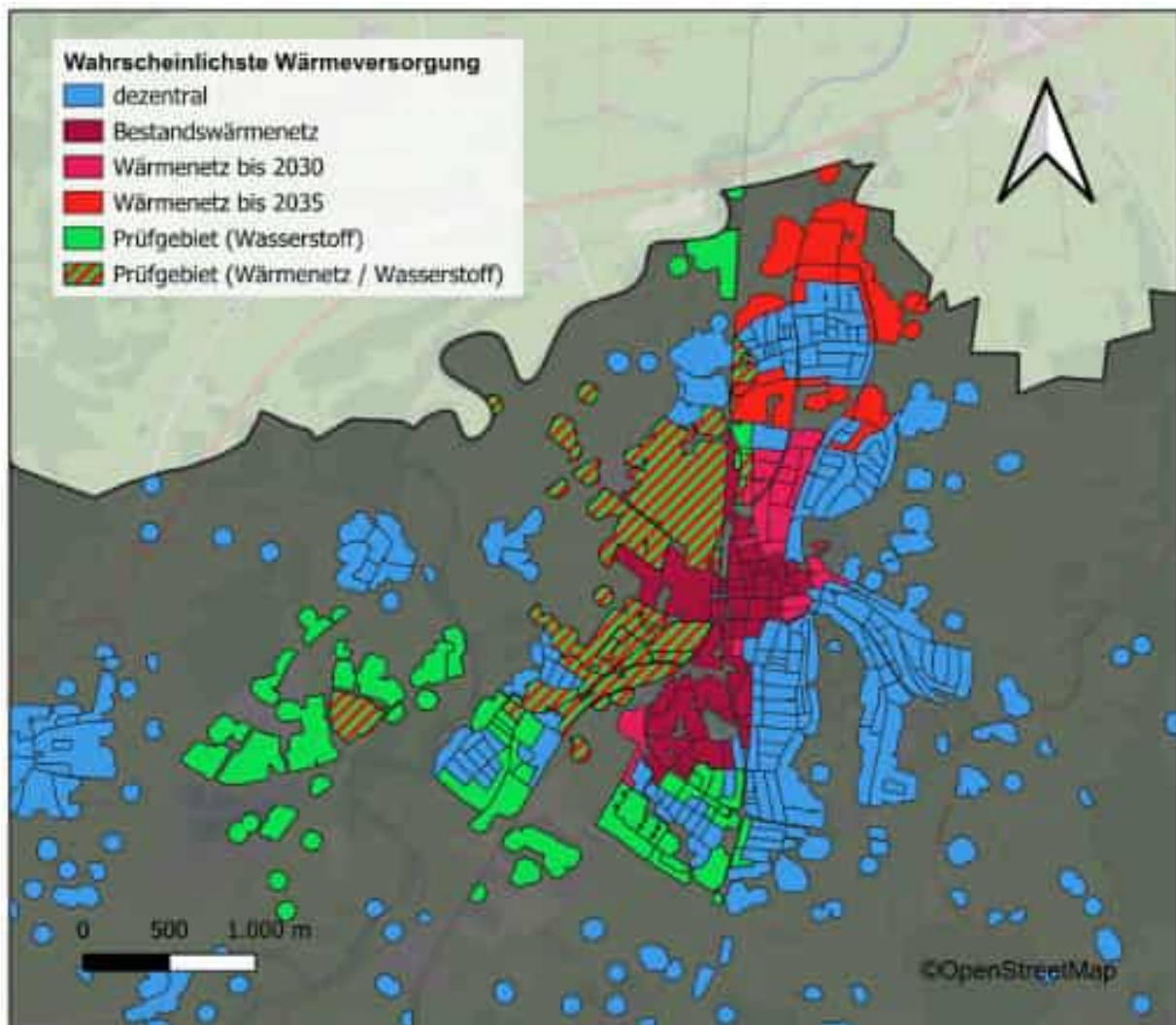


Abbildung 50: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2045, vergrößerte Darstellung mit Fokus auf den Ortskern von Marktoberdorf

Hinweis: **Keine Verbindlichkeit der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete**

Die kommunale Wärmeplanung legt keine verpflichtenden Ausbaupläne für Wärmenetze fest. Die vorgeschlagenen Eignungsgebiete dienen als strategische Orientierung für die zukünftige Infrastrukturentwicklung. In einem nachgelagerten Schritt müssen Projektentwickler und Wärmenetzbetreiber die Umsetzbarkeit anhand erweiterter Kriterien untersuchen (technische Realisierbarkeit, Ressourcenverfügbarkeit, ...). Dies kann dazu führen, dass bestimmte Gebiete nicht oder erst zu einem späteren Zeitpunkt erschlossen werden.

5.6. Energie- und Treibhausgasbilanz

In Abbildung 51 ist die aggregierte Entwicklung der absoluten Anzahl installierter Heizungsanlage in Marktoberdorf dargestellt, welche auf der Simulation der Einzelgebäude beruht. Es ist zu erkennen, dass ein umfangreicher Umstieg der aktuell primär fossilen Heiztechnologien auf insbesondere Wärmepumpen bevorsteht. Im Zieljahr 2045 werden demnach rund 80 % aller Gebäude über Wärmepumpen versorgt sein. Dabei kann es sich um verschiedene Arten von Wärmepumpen-Technologien handeln. Fernwärme ist für etwa 6 % der Gebäude die geeignetste Option.

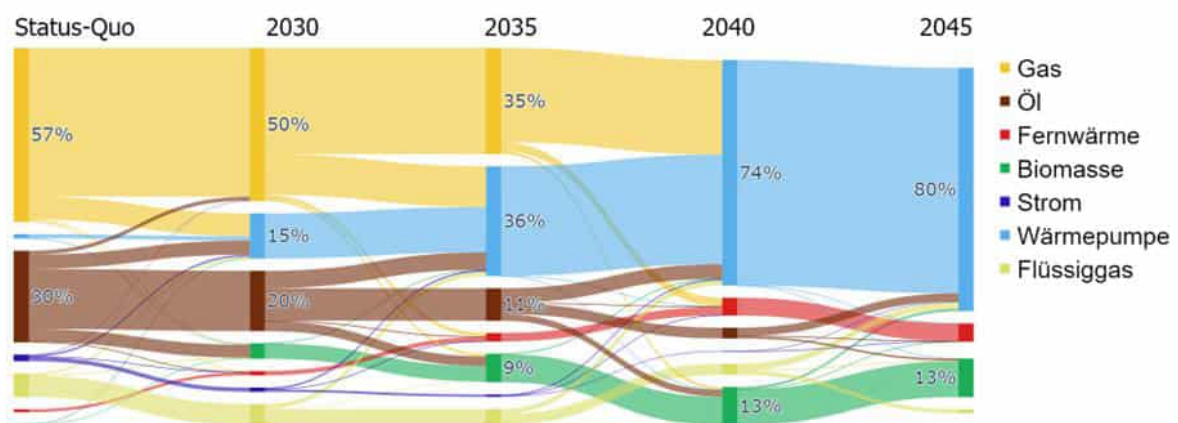


Abbildung 51: Entwicklung der Heiztechnologien

Neben Wärmepumpen und Fernwärme besteht im Zieljahr auch ein Anteil an Gebäuden, die über Biomasseheizungen (13 %) oder sonstige dezentrale Heizungstechnologien (1%) beheizt werden. Biomasseheizungen werden insbesondere in größeren, unsanierten Gebäuden als Brückentechnologie eingesetzt. Insbesondere für ehemalige Öl-Kunden sind Biomasseheizungen eine Option, da der Standort ehemaliger Öltanks als Lagerfläche für Holzpellets dienen kann.

Aus der Entwicklung der Heiztechnologien sowie der Einsparungen im Wärmebedarf ergibt sich der zukünftige Endenergiebedarf. In der in Abbildung 52 gewählten Darstellungsart ist auch der Endenergiebestandteil, der aus Umgebungswärme (Luft und Geothermie) gewonnen wird, berücksichtigt. Da dieser (sofern eine geeignete Wärmepumpe o.ä. installiert wurde) unbegrenzt und kostenlos zur Verfügung steht, wird dieser Bestandteil in vergleichbaren Abbildungen manchmal nicht aufgeführt. Der Endenergiebedarf reduziert sich bis 2045 um 22,1 % beziehungsweise 56,9 % (ohne Berücksichtigung von Umweltwärme). Gleichzeitig steigt die Stromnachfrage aufgrund des vermehrten Einsatzes von Wärmepumpensystemen auf 41 GWh/a. Andere potenzielle Einflussfaktoren auf die Stromnachfrage, wie die zunehmende Verbreitung von Elektroautos, Klimaanlage oder verringerter Bezug von Strom aus dem öffentlichen Stromnetz aufgrund von Verbrauch des Stroms eigener Photovoltaikanlagen, wurden in dieser Betrachtung nicht berücksichtigt. Die Nachfrage nach fossilen Energieträgern wie Öl und Gas geht hingegen bis zum Jahr 2045 vollständig zurück.

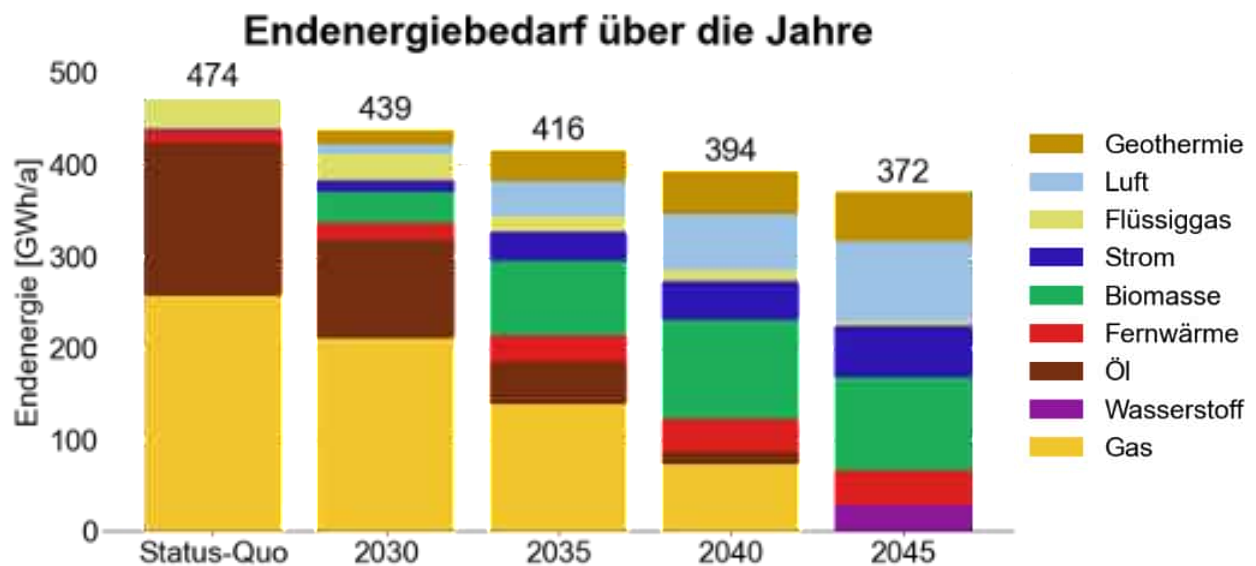


Abbildung 52: Entwicklung der Endenergiebilanz

Der Wärmebedarf, also die bereitgestellte Nutzenergie für Wärmeanwendungen, beträgt im Zieljahr 2045 in Marktoberdorf 341 GWh. Er wird zu 58,2 % (198 GWh/a) durch luft- oder geothermiebetriebene Wärmepumpen, zu 22,2 % (76 GWh/a) aus Biomasse, zu 10,6 % (36 GWh/a) durch Fernwärme, zu 7,7 % (26 GWh/a) durch Wasserstoff und zu 1,3 % (4 GWh/a) durch flüssiges Biogas gedeckt (vgl. Abbildung 53).

Deckung des Wärmebedarfs im Zieljahr 2045

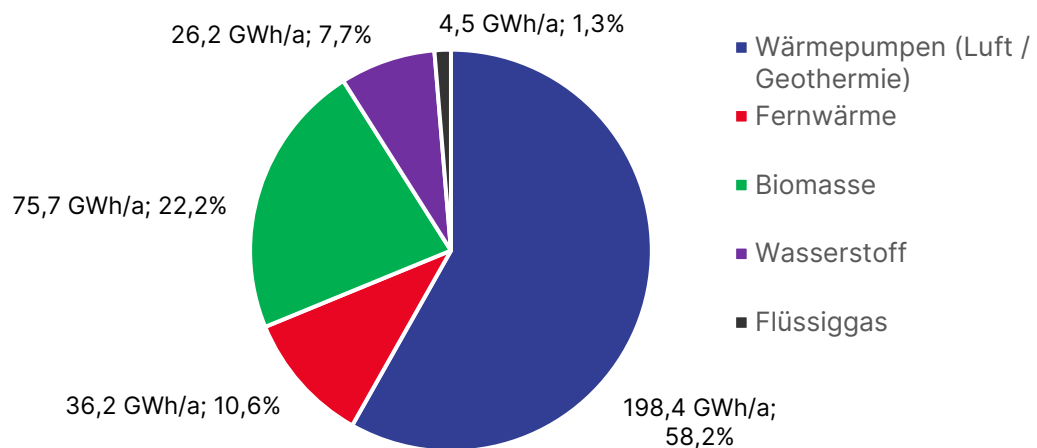


Abbildung 53: Deckung des Wärmebedarfs im Zieljahr 2045

Bis zum Zieljahr 2045 wird eine Reduktion der jährlichen Treibhausgasemissionen um rund 124 ktCO₂-Äquivalente erwartet (-95,4 %, vgl. Abbildung 54). Zum Vergleich: Diese Menge entspricht der CO₂-Bindungskapazität von etwa 8,4 Mio. Bäumen pro Jahr. Eine solche Bindung würde jedoch eine Waldfläche von rund 21.000 Hektar erfordern, was etwa dem 2,2-fachen der Gesamtfläche von Marktoberdorf entspricht [43].

Im aktuellen Zustand stellen gasbasierte Heiztechnologien die größten Verursacher von Emissionen dar. Durch die fortschreitende Dekarbonisierung der Wärmeversorgung werden die Emissionen in den kommenden Jahren jedoch deutlich zurückgehen. Im Zieljahr 2045 wird nur noch ein geringer Anteil der ursprünglichen Emissionen verbleiben. Diese Restemissionen resultieren hauptsächlich aus der Verbrennung von Biomasse und den verbleibenden Emissionen des genutzten Stroms.

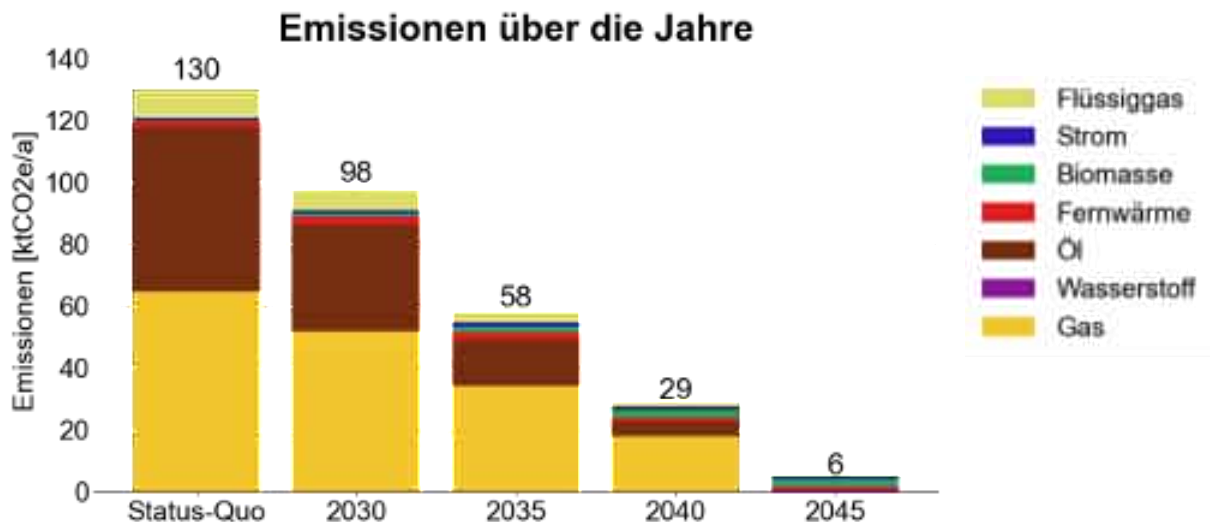


Abbildung 54: Entwicklung der Emissionen

Weitere Darstellungen zum Zielszenario, die nach Anlage 2 des Wärmeplanungsgesetzes gefordert sind, sind in Anhang 2 zu finden.

5.7. Investitionsrahmen und Wärmegestehungskosten

Aggregierte Investitionskosten

Im Rahmen dieser kommunalen Wärmeplanung wurden die aggregierten Investitionskosten für die Wärmewende in Marktoberdorf abgeschätzt. Hierzu zählen Investitionen in energetische Sanierungsmaßnahmen, in die Erneuerung und Modernisierung der Heizungssysteme sowie in Ausbau und Verdichtung des Fernwärmenetzes. Diese werden im Folgenden einzeln dargelegt.

Grundlage für die Abschätzung der Investitionen in die energetische Gebäudesanierung bis zum Jahr 2045 ist das im Rahmen der Potenzialanalyse beschriebene Verfahren, bei dem für jedes Gebäude ein möglicher Sanierungspfad skizziert wurde. Dabei wurde eine durchschnittliche Sanierungsrate von 1,5 % auf Stadtebene eingehalten. Das bedeutet, dass in dieser Berechnung nicht jedes einzelne Gebäude saniert wurde, sondern nur diejenigen, bei denen relevante Energieeinsparungen erzielt werden konnten, bis die angestrebte Sanierungsrate erreicht war. Als Summe der **energetischen Sanierungsmaßnahmen** an den einzelnen Gebäuden ergeben sich Gesamtkosten in Höhe von **391,2 Mio. Euro** (Kostenannahmen: Fenster: 370 €/m², Fassade: 200 €/m², Dach: 200 €/m², Bodenplatte: 100 €/m²). Diese Berechnung berücksichtigt keine möglichen Fördermittel, da diese individuell und von den jeweils aktuellen Rahmenbedingungen abhängig sind. Der aktuelle Förderrahmen sieht eine Förderung von etwa 10-30 % vor (einzelfallabhängig). Umgelegt auf die Bevölkerung von Marktoberdorf entsprechen die 391,2 Mio. Euro etwa 71.000 Euro pro Kopf. Es ist jedoch zu beachten, dass etwa 50,4 % dieser Investitionen nicht auf private

Haushalte, sondern auf andere Gebäudekategorien wie Gewerbe, öffentliche Einrichtungen oder andere nicht-private Nutzungen entfällt.

Der Investitionsbedarf für die **Erneuerung und Modernisierung der Heizungssysteme** im Zielszenario wird bis zum Jahr 2045 auf Basis der Investitionskostenannahmen für einzelne Heizungsanlagen des KWW-Technikkatalogs [28] auf rund **310 Mio. Euro** beziffert (vgl. Abbildung 56). Auch diese Summe berücksichtigt noch keine Fördermittel oder Subventionen. Die Berechnung basiert auf dem in Kapitel 5.5 beschriebenen Verfahren, bei dem für jedes Gebäude in der Stadt Marktoberdorf die wirtschaftlich geeignetste Heizungstechnologie unter Berücksichtigung relevanter Rahmenbedingungen bis zum Zieljahr 2045 ermittelt wurde. Für ein exemplarisches Einfamilienhaus mit einer angenommenen Heizlast von 10 kW betragen die angenommenen Investitionskosten im Jahr 2025 für eine Luft-Wasser-Wärmepumpe bspw. 31.400 €. Dieser Wert setzt sich aus einer leistungsunabhängigen Komponente (fixe Kosten) in Höhe von 6.400 € sowie einer leistungsabhängigen Komponente (variable Kosten) in Höhe von 2.500 € je kW zusammen. Es ist wichtig anzumerken, dass ein wesentlicher Teil dieser Kosten unabhängig von einem Umstieg auf klimafreundlichere Technologien wie Wärmepumpen entstehen würde, da der Austausch von Heizungen aufgrund des Alters der Systeme ohnehin in regelmäßigen Abständen erforderlich ist.

Investitionskosten Heizungen 2045

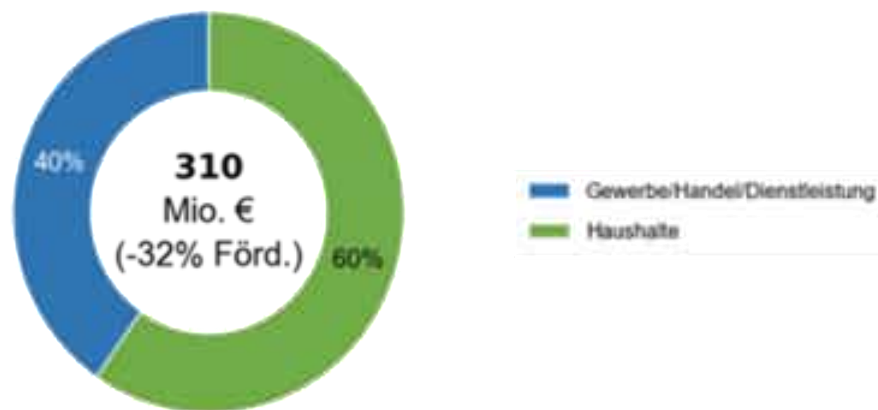


Abbildung 55: Investitionskosten Heizungen bis zum Zieljahr 2045

Für die Heizungen in den Haushalten werden die Investitionskosten auf insgesamt 185 Mio. geschätzt (vgl. Abbildung 56). Ein nicht zu vernachlässigender Anteil von etwa 40,3 % der Investitionskosten entfällt außerdem auf den GHD-Sektor. Dieser Anteil ist geringer als der Anteil des GHD-Sektors am Wärmebedarf, da die Heizsysteme in diesem Bereich im Durchschnitt deutlich größer sind und dadurch Skaleneffekte bei den Investitionskosten entstehen.

Investitionskosten Heizungen (Haushalte) 2045



Abbildung 56: Investitionen in Heizungen in den Haushalten bis zum Zieljahr 2045

Für die Abschätzung der notwendigen Investitionen in den Ausbau und die Verdichtung des Fernwärmenetzes werden Kosten von 3.000€/m angelegt, die den Ausbau der Hausanschlüsse bereits inkludieren. Bei einer veranschlagten Netzausbaulänge von 25 km ergibt sich somit ein Investitionsvolumen von rund 75 Mio. Euro für den Fernwärmenetzausbau. Hinzu kommen Investitionen in Anlagen zur klimaneutralen Wärmeerzeugung in einer Größenordnung von 9 MW, die mit 19 Mio. Euro (Geothermie) und 3 Mio. Euro (Biogas-BHKW) veranschlagt werden. Aus dem Investitionsbedarf von 75 Mio. Euro für den Netzausbau und 23 Mio. Euro für den Ausbau der Wärmeerzeuger ergibt sich somit ein **Finanzbedarf für die Fernwärme von rund 98 Mio. Euro**.

Investitionen in die Wärmewende bis 2045 nach Bereichen

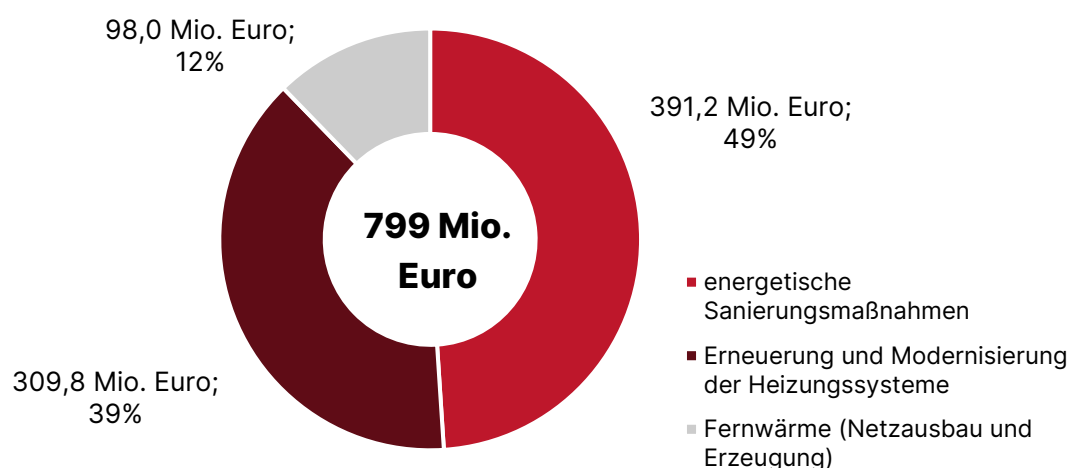


Abbildung 57: Investitionen in die Wärmewende bis 2045 nach Bereichen

Aufaddiert ergibt sich so ein **gesamter Investitionsbedarf für die Wärmewende** in Höhe von **799 Mio. Euro**, der in Abbildung 57 dargestellt wird (ohne die Berücksichtigung von Förderungen). Die Kostenbewertung verdeutlicht die finanziellen Herausforderungen, die mit der Umsetzung des Zielszenarios bis 2045 verbunden sind, und unterstreicht die Notwendigkeit einer gezielten Förderstrategie, um die Last für die betroffenen Akteure zu reduzieren und die Sanierungsmaßnahmen effektiv umzusetzen.

Wärmegestehungskosten für Endkunden

Hinweis: Die **Wärmegestehungskosten** bezeichnen die gesamten Kosten, die mit der Erzeugung von Wärme verbunden sind und werden i.d.R. in Euro oder Cent je produzierter Kilowattstunde Wärme über die Lebensdauer einer Heizung gemessen. Zu den Kosten gehören sowohl die direkten Energiekosten als auch die Investitions- und Betriebskosten (inkl. Förderung) für die erforderliche Technik. Sie umfassen zudem die Belastungen durch Steuern, Umlagen und Abgaben.

Die Kosten der Wärmeerzeugung sind stark von individuellen Faktoren abhängig und können je nach Heizungsoption und Rahmenbedingungen erheblich variieren. Diese Unterschiede ergeben sich u.a. aus der jeweiligen Technologie, dem energetischen Standard des Gebäudes, der regionalen Verfügbarkeit von Energieträgern sowie aus regulatorischen und politischen Vorgaben. Die Wahl der Wärmeerzeugungstechnologie beeinflusst nicht nur die direkten Energiekosten, sondern auch die Investitions- und Betriebskosten sowie die Möglichkeiten zur Nutzung von Fördermitteln.

Die wesentlichen Annahmen für die Entwicklung der Energiepreise für Endkunden wurden in Kapitel 5.1 beschrieben. Da Strom eine zunehmend zentrale Rolle spielt, insbesondere im Kontext von Wärmepumpen, werden absehbare Entwicklungen in diesem Sektor im Folgenden noch einmal differenziert dargelegt. Die Strompreise werden durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst. Dazu gehören die Belastung durch Steuern, Umlagen und Abgaben, aber auch die Netzentgelte. Die Netzentgelte für Strom machen in Deutschland aktuell rund ein Drittel des Strompreises aus und dienen der Deckung der Kosten für Ausbau und Betrieb der Stromnetze. Dieser Ausbau wird maßgeblich durch Faktoren wie den Zubau erneuerbarer Energien und die fortschreitende Elektrifizierung in verschiedenen Sektoren beeinflusst. Studien prognostizieren, dass der Bedarf an Übertragungs- und Verteilnetzausbau weiterhin hoch bleiben wird, um den Anforderungen eines klimaneutralen Energiesystems gerecht zu werden [44]. Auch der erwartete Anstieg des CO₂-Preises kann Einfluss auf den Strompreis haben, selbst wenn Verbraucher einen Ökostromtarif gewählt haben. Das liegt an der Preisbildung am Strommarkt. An der Strombörse bestimmt das teuerste, zur Deckung der Nachfrage benötigte Kraftwerk den Preis – häufig handelt es sich dabei um ein Gas- oder Kohlekraftwerk. Da diese für ihre Emissionen CO₂-Zertifikate erwerben müssen, steigen mit höheren Zertifikatspreisen auch die Strompreise. Energieversorger orientieren sich an diesen Börsenpreisen, unabhängig davon, ob sie selbst fossilen oder erneuerbaren Strom liefern. Nur in Stunden, in denen die gesamte Stromnachfrage durch erneuerbare Energien gedeckt wird, hat der CO₂-Preis keinen Einfluss. Langfristig entfällt dieser Einfluss, wenn fossile Kraftwerke vollständig ersetzt sind. Zudem wirkt sich die zunehmende Nutzung erneuerbarer Energien positiv auf die Strompreise aus, da sie keine Brennstoffkosten verursachen und die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern weiter sinkt.

Die Investitionskosten für den Einbau klimafreundlicher Heizungstechnologien (insbesondere Wärmepumpen) sind i.d.R. höher als bislang vorherrschend eingesetzte Heizungstechnologien

(insbesondere Gasheizungen) [28]. Gleichzeitig bieten staatliche Förderprogramme Anreize für den Einsatz strombasierter Heiztechnologien, wodurch die anfänglichen Investitionen teilweise abgedeckt werden und die durchschnittlichen Wärmegestehungskosten reduziert werden.

Ein weiterer wesentlicher Faktor für die individuellen Wärmegestehungskosten ist der energetische Zustand des Gebäudes. Höhere Effizienzstandards und Sanierungsmaßnahmen können den Wärmebedarf erheblich reduzieren, was sich direkt auf die laufenden Kosten auswirkt. Für viele Haushalte und Unternehmen ist daher eine Kombination aus effizienter Wärmeerzeugungstechnologie und verbesserter Gebäudehülle der effektivste Ansatz, um die Gesamtkosten langfristig zu optimieren.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Kosten für die Wärmeerzeugung von einer Vielzahl an Faktoren beeinflusst werden und individuell stark variieren können. Dennoch ist aufgrund der allgemeinen Markttrends, des politischen Handlungsdrucks zur Reduktion von CO₂-Emissionen und des steigenden Investitionsbedarfs in Infrastrukturen damit zu rechnen, dass die Preise für alle Optionen tendenziell steigen werden. Im Durchschnitt wird für Marktoberdorf zunächst ein Anstieg der Wärmegestehungskosten von neuen Heizungsanlagen erwartet. Nach 2035 kommt es aufgrund der erwarteten sinkenden Stromkosten zu einer rückläufigen Entwicklung, bei der die Wärmegestehungskosten in etwa auf das heutige Niveau sinken (vgl. Abbildung 58).

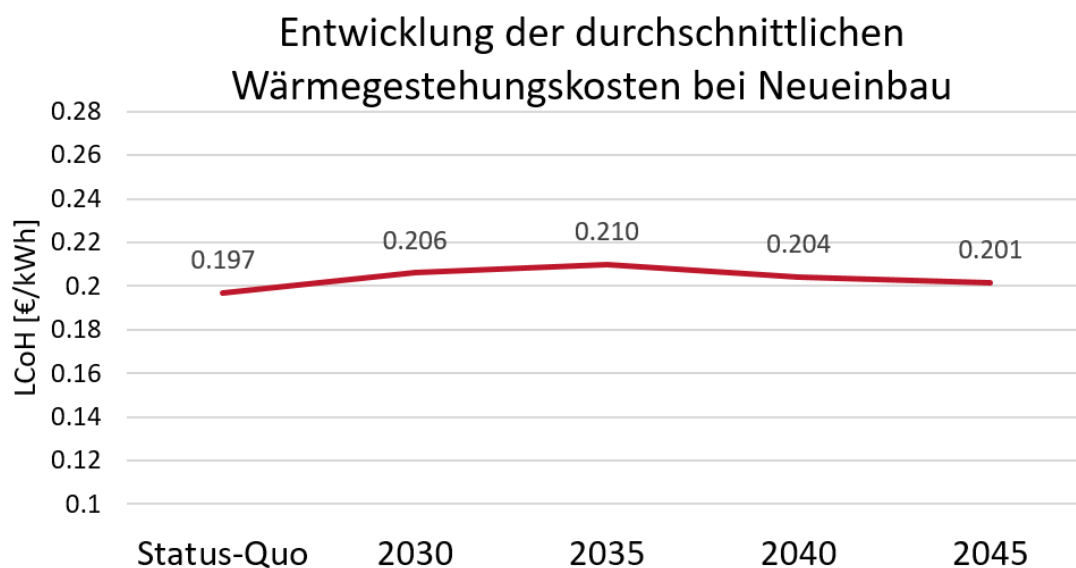


Abbildung 58: Entwicklung der durchschnittlichen Wärmegestehungskosten bei Neueinbau

6. Umsetzungsstrategie für die Wärmewende

6.1. Handlungsfelder und Maßnahmen der Wärmewendestrategie

Das WPG sieht nach § 20 vor, dass aufbauend auf der Bestands- und Potenzialanalyse und dem entwickelten, maßgeblichen Zielszenario Handlungsstrategien und Maßnahmen zur lokalen Umsetzung und Beförderung der Wärmewende aus Sicht der Stadt und stadtnaher Unternehmen entwickelt werden.

Von der Zielvision zu konkreten Maßnahmen gilt es die wichtigsten Elemente auf dem Weg zur Umsetzung zu konkretisieren und zu priorisieren. Das maßgebliche Zielszenario, auf dem dies beruht, wurde in Kapitel 5.5 vorgestellt. Zentrale Elemente für eine zukunftssichere Wärmeversorgung sind dabei die Realisierung von Energieeinsparungen, die Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien sowie Ausbau und Verdichtung des Wärmenetzes. Diese drei Schlüsselemente bestimmen die technisch geprägten Handlungsfelder der kommunalen Wärmewende in der Stadt Marktoberdorf (Abbildung 59).

Die ambitionierte Transformation der Wärmeversorgung erfordert den Einsatz und das Zusammenwirken vieler verschiedener Akteure: u.a. Politik, Energieversorgern, Netzbetreibern, Industrie, Bürgern und Stadtverwaltung. Es gilt dafür die richtigen organisatorischen Rahmenbedingungen für die Wärmewende zu etablieren und Abstimmungsprozesse zu verstetigen. Im Folgenden werden die Handlungsfelder konkretisiert und eine Übersicht über die Maßnahmen und Ihre Prioritäten gegeben. In Kapitel 6.2 wird auf die Maßnahmen vertiefend eingegangen und eine Priorisierung aufgezeigt.

Die Umsetzungsstrategie für die Wärmewende wurde von der Firma Trianel in Abstimmung mit der Stadtverwaltung erarbeitet.



Abbildung 59: Handlungsfelder der kommunalen Wärmewende in der Stadt Marktoberdorf

1. Effizienz: Realisierung von Energieeinsparungen

Die Realisierung von Energieeinsparungen ist für das Gelingen der Wärmewende ein wichtiger Baustein. In diesem Feld sind im maßgeblichen Zielszenario durch Effizienz in der Produktion, insbesondere aber auch durch die energetische Gebäudesanierung wesentliche Einsparungen zu erzielen. Auch technische Einsparmaßnahmen beim Warmwasser (z.B. durch Optimierung von Warmwasser-Zirkulation oder verbesserte Wärmedämmung von nicht gedämmten Leitungen) sind zu berücksichtigen.

Einsparmaßnahmen können insbesondere durch Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer sowie Industrie- und Gewerbebetriebe realisiert werden. Das Handeln dieser Akteure wird heute bereits durch das Ordnungsrecht nach Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes bzw. der Europäischen Gebäuderichtlinie gesteuert. Auch Förderung, vorrangig durch vom Bund bereitgestellte Mittel, ist vorhanden. Landesförderungen ergänzen das Förderangebot (vgl. Kapitel 6.4). Damit die Akteure in eigener Verantwortung wichtige Zukunftsentscheidungen in den vorgegebenen Bahnen der Wärmeplanung treffen und ausführen können, gilt es diese zu sensibilisieren, Beratungsangebote bereitzustellen und ggf. Lücken in der Förderung zielgerichtet zu ergänzen.

Abgeleitete Maßnahmen der Stadtverwaltung

- (E1) Effizienzmaßnahmen in Unternehmen anregen
- (E2) Sanierungsmaßnahmen durch Privatpersonen anregen
- (E3) Effizienz der kommunalen Liegenschaften evaluieren und Sanierungen durchführen
- (E4) Sanierungsgebiete ausweisen

2. Dezentrale Versorgung: Umstellung auf erneuerbare Energien

Die Einzelversorgung betrifft nach dem maßgeblichen Zielszenario rund 94 % aller Gebäude in Marktoberdorf. In den Ergebnissen wurde aufgezeigt, dass die Umstellung auf erneuerbare Energien durch den Austausch von Gas- und Ölkesseln erfolgen muss. Als Alternativen stehen für das Gros der Gebäude v.a. elektrisch betriebene Wärmepumpen, in begrenztem Umfang auch Biomassekessel und direktelektrische Heizungen zur Verfügung.

Wie auch im Handlungsfeld Effizienz ist die Ausführung der Maßnahmen in Hand von Gebäudeeigentümern, Industrie und Gewerbebetrieben. Insbesondere die Rolle der Privatpersonen ist hier herauszustellen. Handlungsspielraum für die Umsetzung besteht aktuell im festgesetzten Rahmen des Gebäudeenergiegesetzes. Die Förderbedingungen für den Heizungstausch sind vornehmlich über den Bund definiert. In dem vorliegenden Handlungsfeld müssen damit äquivalente Ziele verfolgt werden: Den Akteuren muss aufgezeigt werden, welche konkreten Versorgungslösungen vorhanden und sinnvoll einsetzbar sind und welche Schritte notwendig sind, um diese zu nutzen. Dafür ist Unterstützung durch Energieberater und das Handwerk notwendig.

Abgeleitete Maßnahmen der Stadtverwaltung

- (D1) Umrüstung der Heizungstechnik durch Privatpersonen anregen

3. Wärmenetz: Ausbau und Verdichtung sowie Umstellung auf erneuerbare Energien

Das Fernwärmenetz ist ein ebenso wichtiger Baustein wie die dezentrale Versorgung. Nach dem maßgeblichen Zielszenario werden ca. 6-7 % der Gebäude in Marktoberdorf über Wärmenetze versorgt. Dafür muss das bestehende Fernwärmenetz erweitert und nachverdichtet werden. In den Prüfgebieten steht darüber hinaus noch nicht fest, ob sie sich für eine Erschließung mit Wärmenetzen eignen oder ob sie zukünftig mit Wasserstoffinfrastruktur erschlossen werden. Diese Optionen sollten mit einer Machbarkeitsstudie sowohl technisch als auch wirtschaftlich gegenübergestellt werden.

Für alle Wärmenetze gilt, dass sie zur Erreichung der Klimaneutralität auf Basis erneuerbarer Energien oder unvermeidbarer Abwärme betrieben werden müssen. Bis zum Jahr 2030 ist für Bestandswärmenetze gemäß den Regelungen des WPG ein Zwischenziel von 30% zu erreichen, das auch für das Bestandswärmenetz in Marktoberdorf maßgeblich ist. Dafür wurde in dieser Studie aufgezeigt, welche Potenziale aus technischer Sicht vorhanden sind. Das sind v.a. zentrale Wärmepumpen, mit denen Geothermie und Oberflächengewässer als Wärmequellen nutzbar gemacht werden, sowie Freiflächen-Solarthermie. Die Umstellung des Bestandswärmenetzes auf erneuerbare Energien in Marktoberdorf sollte im Rahmen eines Transformationsplans untersucht werden und ist im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) nach Modul 1 förderfähig [45]. Die Förderquote beträgt 50 %.

Innerhalb der Stadtverwaltung sind für den Ausbau und die Verdichtung des Bestandswärmenetzes enge Infrastrukturabstimmungen zwischen den städtischen Fachbereichen und der Betreibergesellschaft durchzuführen, um einen reibungslosen Ausbau zu gewährleisten.

Abgeleitete Maßnahmen der Stadtverwaltung

- (W1) Ausbau und Nachverdichtung des Fernwärmenetzes begleiten
- (W2) Prüfgebiete für Wärmenetze in einer Machbarkeitsstudie analysieren

4. Abstimmungsprozesse: für die Begleitung der erforderlichen Maßnahmen

Ein kontinuierlicher und strukturierter Austausch mit allen relevanten Akteuren ist essenziell, um die Wärmewende erfolgreich zu gestalten. Dazu sollten Austauschformate wie Runde Tische, Workshops und Netzwerktreffen als Teil einer Kommunikationsstrategie, da wo sinnvoll und notwendig, etabliert werden. Diese Formate ermöglichen es, aktuelle Entwicklungen zu diskutieren, Herausforderungen zu identifizieren und gemeinsam Lösungen zu erarbeiten. Wichtige Akteure sind hierbei Vertreter der Stadtverwaltung, Energieversorger, Wohnungsbaugesellschaften, Handwerksbetriebe, (energieintensive) Industrieunternehmen und Bürgerinitiativen. Durch den regelmäßigen Austausch wird sichergestellt, dass alle Beteiligten auf dem neuesten Stand sind und ihre Maßnahmen aufeinander abstimmen können.

Ein effektives Flächenmanagement flankiert die Abstimmung. Diese ist entscheidend, um ausreichend Flächen für die Nutzung erneuerbarer Energien bereitzustellen. Hierzu sollte eine verantwortliche Person in der Stadtverwaltung benannt werden, die für die Identifikation, Bewertung und Bereitstellung geeigneter Flächen verantwortlich ist. Diese Stelle arbeitet eng mit den relevanten Fachabteilungen und externen Partnern zusammen, um sicherzustellen, dass die Flächen optimal genutzt werden. Zu den Aufgaben des Flächenmanagements gehören die Erstellung eines Flächenkatasters, die Prüfung der rechtlichen Rahmenbedingungen und die Entwicklung von

Nutzungskonzepten. Durch ein gezieltes Flächenmanagement können Projekte zur Nutzung erneuerbarer Energien, wie Photovoltaik- und Solarthermieanlagen, genauso wie für Wärmepumpen (auf Basis von z.B. oberflächennaher Geothermie, Abwasser, Luft), effizient geplant und umgesetzt werden. Die Abwägung zwischen EE-Nutzung und Landschaftsschutz muss dabei stets sensibel getroffen werden.

Abgeleitete Maßnahmen der Stadtverwaltung

- (A1) Austauschformate mit relevanten Akteuren der Wärmeplanung etablieren
- (A2) Flächenmanagement für den Ausbau erneuerbarer Energien einrichten

5. Organisation: Einführung und Schaffung der richtigen Rahmenbedingungen

Die richtigen Rahmenbedingungen für die Wärmewende sind essenziell, um die Umsetzung in die richtigen Bahnen zu lenken. Mit der kommunalen Wärmeplanung ist den Kommunen ein zentrales Werkzeug in die Hand gelegt worden, um Transparenz in wärmebedingte Energieverbräuche und Treibhausgasemissionen zu bringen, Potenziale für erneuerbare Energien aufzuzeigen und ein Zielbild für die Zukunft zu entwickeln. Um die Wärmewende erfolgreich umzusetzen, ist es entscheidend, den Prozess der kommunalen Wärmeplanung zu verstetigen. Dies bedeutet, dass die Planung nicht als einmaliges Projekt, sondern als kontinuierlicher Prozess verstanden wird. Regelmäßige Aktualisierungen und Anpassungen der Wärmepläne sind notwendig, um auf neue technologische Entwicklungen, gesetzliche Änderungen und lokale Gegebenheiten reagieren zu können. Nach gesetzlicher Grundlage in §25 WPG ist die Fortschreibung des Wärmeplans mindestens alle fünf Jahre durchzuführen. Zusätzlich sollten feste Strukturen und Verantwortlichkeiten innerhalb der Stadtverwaltung etabliert werden, die eine kontinuierliche Überwachung und Anpassung der Wärmeplanung sicherstellen.

Die Stadtverwaltung und stadtnahen Unternehmen spielen eine zentrale Rolle bei der Umsetzung der Wärmewende und sollten als Vorbilder agieren. Dies kann durch die Umsetzung eigener Projekte zur Steigerung der Energieeffizienz und den Einsatz erneuerbarer Energien geschehen. Durch diese Maßnahmen wird nicht nur die Vorbildfunktion gestärkt, sondern auch das Vertrauen der Bürger in die Wärmewende erhöht.

Abgeleitete Maßnahmen der Stadtverwaltung

- (O1) Prozess der kommunalen Wärmeplanung verstetigen
- (O2) Vorbildwirkung der Stadtverwaltung und stadtnaher Unternehmen ausbauen

6.2. Priorisierung der Maßnahmen der Wärmewendestrategie

Insgesamt wurden in den fünf zuvor beschriebenen Handlungsfeldern elf unterschiedliche Maßnahmen identifiziert. Die Maßnahmen sind anhand von Steckbriefen dargestellt und mit möglichen Initiatoren erörtert worden.

Die Steckbriefe sind in Anhang 1 zu finden. Abbildung 60 zeigt einen exemplarischen Aufbau eines Steckbriefes. Innerhalb des Steckbriefes wird eine Maßnahme ausführlich beschrieben, an-

hand ihrer Kosten bewertet sowie die Priorität der Maßnahme dargestellt, wobei das THG-Einsparpotenzial maßgeblich für die Priorisierung ist. Zusätzlich werden Finanzierungsmöglichkeiten der Maßnahmen benannt.

Die Klassifizierung in den zwei Kategorien „Kosten“ und „Priorisierung“ erfolgt gemäß Tabelle 6. Eine Übersicht über alle Maßnahmen ist in Tabelle 7 dargestellt.

Die fünf Maßnahmen mit der höchsten Priorität sind nach dieser Einschätzung:

- (E1) Effizienzmaßnahmen in Unternehmen anregen
- (E2) Sanierungsmaßnahmen durch Privatpersonen anregen
- (D1) Umrüstung der Heizungstechnik durch Privatpersonen anregen
- (W1) Ausbau und Nachverdichtung des Fernwärmenetzes begleiten
- (O1) Prozess der Kommunalen Wärmeplanung verstetigen

Titel		
Handlungsfeld		
Kosten		Priorität
€€€€€		●●●
Die Skala zeigt, wie hoch die Kosten im Vergleich zu den restlichen Maßnahmen voraussichtlich sein werden		Leitet sich aus den Einsparpotenzialen und der Dauer der Umsetzung ab
Hintergrund		Ausgangslage
Allgemeine Hintergrundinformationen		Spezifische Informationen, die vor dem Hintergrund der Maßnahme von Relevanz sein können
Beschreibung		
Erläuterungen zur Maßnahme		
Initiierung	Mögliche Akteure	Zielgruppe
Hauptverantwortlich für die Maßnahme, initiiert die Umsetzung und aktiviert die weiteren Akteurinnen und Akteure	In unterschiedlichem Maße an der Umsetzung der Maßnahme beteiligt	Profitiert vorrangig von der Umsetzung der Maßnahme
Handlungsschritte und Zeitplan		
Erläutert die Vorgehensweise zur Umsetzung der Maßnahme Schritt für Schritt		
Finanzierung		
Möglichkeiten die Maßnahme zu finanzieren		

Abbildung 60: Aufbau eines Maßnahmensteckbriefs

Tabelle 6: Bewertungskriterien zu den Maßnahmen

Bewertungskriterium	Einheit	Einstufung
Kostenschätzung (für die Initiierung der Maßnahme, keine Folgekostenabschätzung)	€€€€	Bis 50.000 Euro
	€€€€	> 50.000 – 100.000 Euro
	€€€€	> 100.000 – 1 Mio. Euro
	€€€€	> 1 – 5 Mio. Euro
Priorität	● ● ●	Gering
	● ● ●	Mittel
	● ● ●	Hoch

Tabelle 7: Übersicht über die Kostenschätzung und Priorisierung der Maßnahmen

ID	Maßnahme	Kostenschätzung	Priorität
E1	Effizienzmaßnahmen in Unternehmen anregen	€€€€	● ● ●
E2	Sanierungsmaßnahmen durch Privatpersonen anregen	€€€€	● ● ●
E3	Effizienz der kommunalen Liegenschaften evaluieren und Sanierungen durchführen	€€€€	● ● ●
E4	Sanierungsgebiete ausweisen	€€€€	● ● ●
D1	Umrüstung der Heizungstechnik durch Privatpersonen anregen	€€€€	● ● ●
W1	Ausbau von Wärmenetzen (Innenstadtbereich und Neugablonz) mit Wärmenetzen unterstützen und begleiten	€€€€	● ● ●
W2	Prüfgebiete für Wärmenetze in einer Machbarkeitsstudie analysieren	€€€€	● ● ●
A1	Austauschformate mit relevanten Akteuren der Wärmeplanung etablieren	€€€€	● ● ●
A2	Flächenmanagement für den Ausbau erneuerbarer Energien einrichten	€€€€	● ● ●
O1	Prozess der Kommunalen Wärmeplanung verstetigen	€€€€	● ● ●
O2	Vorbildwirkung der Stadtverwaltung und stadtnaher Unternehmen ausbauen	€€€€	● ● ●

6.3. Finanzierung der Wärmewende

Die Finanzierung der Wärmewende stellt eine zentrale Hürde dar, da umfangreiche Investitionen in Infrastruktur, Technologien und Maßnahmen zur Energieeffizienz erforderlich sind. Für Marktoberdorf wurde das erforderliche Investitionsvolumen in die Wärmewende auf rund 799 Mio. Euro geschätzt (vgl. Kapitel 5.7). Um die Wärmewende erfolgreich umzusetzen, müssen mit Blick auf dieses Volumen verschiedene Finanzierungsquellen und -modelle genutzt werden. Im Folgenden werden die wichtigsten Ansätze und Instrumente zur Finanzierung der Wärmewende beschrieben.

Öffentliche Förderprogramme

Eine bedeutende Finanzierungsquelle sind öffentliche Förderprogramme und Zuschüsse, die von Bund, Ländern und Kommunen bereitgestellt werden. Diese Programme zielen darauf ab, Investitionen in erneuerbare Energien, Energieeffizienz und nachhaltige Wärmeversorgung zu unterstützen. Diese Fördermöglichkeiten werden in Kapitel 6.4. genauer beschrieben. Sie bieten zinsgünstige Kredite und Zuschüsse für Projekte zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Nutzung erneuerbarer Energien.

Private Investitionen und Public-Private-Partnerships

Neben öffentlichen Mitteln spielen auch private Investitionen eine wichtige Rolle bei der Finanzierung der Wärmewende. Unternehmen und private Investoren können durch Public-Private-Partnerships in Projekte zur nachhaltigen Wärmeversorgung investieren. Diese Partnerschaften ermöglichen es, die finanziellen Risiken zu teilen und gleichzeitig von den jeweiligen Stärken der öffentlichen und privaten Partner zu profitieren. Ein Beispiel für eine erfolgreiche PPP ist die Finanzierung und der Betrieb von Fernwärmenetzen durch private Energieversorger in Zusammenarbeit mit Kommunen.

Contracting-Modelle

Contracting-Modelle bieten eine weitere Möglichkeit zur Finanzierung von Maßnahmen zur Energieeffizienz und zur Nutzung erneuerbarer Energien. Beim Contracting übernimmt ein Dienstleister die Planung, Finanzierung, Umsetzung und den Betrieb von Energieeffizienzmaßnahmen. Die Kosten werden durch die erzielten Energieeinsparungen gedeckt. Dieses Modell ist besonders attraktiv für Privatpersonen, da es keine hohen Anfangsinvestitionen erfordert und gleichzeitig die Expertise des Dienstleisters genutzt werden kann.

Bürgerbeteiligung und Crowdfunding

Die Einbindung der Bürgerinnen und Bürger in die Finanzierung der Wärmewende kann durch Modelle wie Bürgerbeteiligungen und Crowdfunding erfolgen. Bürger können sich finanziell an Projekten zur nachhaltigen Wärmeversorgung beteiligen und so direkt von den erzielten Einsparungen und Erträgen profitieren. Dies stärkt nicht nur die Akzeptanz und das Engagement der Bevölkerung, sondern ermöglicht auch die Mobilisierung zusätzlicher finanzieller Mittel. Beispiele hierfür sind Bürgerenergiegenossenschaften, die in erneuerbare Energien investieren und die lokale Wärmeversorgung unterstützen.

Innovative Finanzierungsmodelle

Innovative Finanzierungsmodelle, wie das Modell der „grünen Anleihen“ oder spezielle Fonds für nachhaltige Investitionen, gewinnen zunehmend an Bedeutung. Diese Instrumente ermöglichen es, Kapital gezielt für Projekte zur Wärmewende zu mobilisieren und Investoren anzusprechen, die an nachhaltigen und klimafreundlichen Anlagen interessiert sind. Ein Beispiel ist die Ausgabe von kommunalen grünen Anleihen, deren Erlöse in Projekte zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Nutzung erneuerbarer Energien fließen.

6.4. Fördermöglichkeiten für die Wärmewende

Die Wärmewende wird vom Bund mit finanziellen Mitteln unterstützt. Unternehmen genauso wie Bürgerinnen und Bürger können hierauf zugreifen. Das Energie- und Umweltzentrum Allgäu (eza!) bietet den Kommunen und Landkreisen im Allgäu eine Förderberatung an, um für konkrete geplante Projekte das passende Förderangebot für Landkreise, Städte und Gemeinden zu finden. Außerdem unterstützt das eza auch bei der Ausarbeitung des Förderantrags [46].

Im Folgenden sind die wichtigsten Förderinitiativen des Bundes Stand Mai 2025 beschrieben. Die Förderung kann sich durch Änderungen in der Bundesgesetzgebung ändern, daher kann die Aktualität nach Veröffentlichung des Wärmeplans nicht garantiert werden.

Fördermöglichkeiten bestehen im Rahmen der Förderinitiativen:

- Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)
- Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)
- Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft
- Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme

Bundesförderung für effiziente Wärmenetze

Die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze, welche vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) vergeben wird, adressiert den Neubau und auch die Transformation bestehender Wärmenetze [45]. Ziel ist es Wärmenetze zukunftsfähig, mit einem hohen Anteil erneuerbarer Energien und der Einbindung von Abwärme, zu betreiben. Zielgruppen sind Energieversorgungsunternehmen, Kommunen, Stadtwerke sowie Vereine und Genossenschaften. Das Förderprogramm ist in vier Module untergliedert, die zeitlich aufeinander aufbauen. Die Förderung erfolgt in Form von Investitions- oder Betriebskostenzuschüssen.

In Modul 1 wird die Erstellung von Transformationsplänen gefördert, welche den Umbau bestehender Wärmenetze aufzeigen. Bis zu 50 % der Kosten sind förderfähig, wobei die maximale Fördersumme 2 Mio. Euro beträgt.

Modul 2 ermöglicht aufbauend auf Modul 1 Investitionszuschüsse für Erzeugungsanlagen und die Infrastruktur neugebauter Wärmenetze. Bis zu 40 % der Ausgaben werden erstattet. Die maximale Fördersumme pro Antrag beträgt 100 Mio. Euro.

In Modul 3 geht es um die Förderung verschiedener Einzelmaßnahmen bei Bestandswärmenetzen, wie Solarthermieanlagen, Wärmepumpen, Biomassekessel, Wärmespeicher, Rohrleitungen und Wärmeübergabestationen. Der Umfang der Förderung entspricht jener in Modul 2.

Auch Betriebskosten können unter bestimmten Umständen in Modul 4 gefördert werden.

Bundesförderung für effiziente Gebäude

Innerhalb der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) werden Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle [47], die Umstellung der Anlagentechnik und der Wärmeerzeuger sowie die Heizungsoptimierung bei Bestands-Wohn- und Nichtwohngebäuden gefördert. Die Förderung besteht aus drei Teilprogrammen (Wohngebäude, Nichtwohngebäude und Einzelmaßnahmen), wobei die ersten beiden Teilprogramme durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) gefördert werden und primär Privatpersonen sowie Kommunen adressieren. Einzelmaßnahmen, die andere Akteure ausführen, werden darüber hinaus von der BAFA unterstützt.

Mit dem KfW-Programm 261 stellt die Bundesregierung zinsvergünstigte Kredite für energetische Sanierungsmaßnahmen oder zum Kauf effizienter Wohngebäude zur Verfügung. Sowohl bei selbstgenutzten Immobilien als auch bei Immobilien als Kapitalanlage unterstützt die Förderung mit Darlehen in Höhe von bis zu 150.000 Euro (100 % der förderfähigen Kosten) pro Wohneinheit und einem Tilgungszuschuss von bis zu 37.500 Euro. Die KfW vergibt diesen Kredit nicht direkt, sondern über Ihren finanzierenden Darlehensgeber.

Privatpersonen als Eigentümerin oder Eigentümer von bestehenden Einfamilien- oder Mehrfamilienhäusern oder von Eigentumswohnungen in Wohneigentümergeinschaften können im KfW-Programm 458 Ihren Heizungstausch fördern lassen. Für den Kauf und den Einbau einer klimafreundlichen Heizung gibt es eine einheitliche Grundförderung von 30 % Zuschuss. Bis zu 70 % der förderfähigen Kosten und maximal 30.000 € werden von der KfW übernommen. Hinzu kommen eventuell mögliche Boni wie 20 % Klimageschwindigkeitsbonus (ab 1. Januar 2029: 17%) beim Tausch von alten Heizanlagen unter bestimmten Voraussetzungen, oder 30 % Einkommensbonus bei geringem Haushaltseinkommen unter bestimmten Jahresgrenzen.

Für Nichtwohngebäude hingegen kommt das KfW-Programm 263 in Frage. Hier wird neben einer Sanierung der Kauf von frisch sanierten Effizienzgebäuden gefördert. Dabei fördert die KfW alle energetischen Maßnahmen, die zu einer Effizienzgebäude-Stufe 70 oder besser führen. Dazu gehören auch die Kosten der förderfähigen Umfeldmaßnahmen. Man erhält 2.000 Euro pro Quadratmeter Nettogrundfläche und insgesamt maximal 10 Mio. Euro pro Vorhaben, bei dem ein neue Effizienzgebäude-Stufe erreicht wird. Je besser die Effizienzgebäude-Stufe einer Immobilie nach Sanierung, desto höher der Tilgungszuschuss: Während man bei einem Effizienzgebäude 40 20% Tilgungszuschuss erhält, sind es bei einem Effizienzgebäude 70 mit 10 % nur die Hälfte. Zusätzliche Förderungen können hier auch durch eine qualifizierte Baubegleitung oder eine Nachhaltigkeitszertifizierung erreicht werden.

Innerhalb der Förderung von Einzelmaßnahmen der BAFA werden bis zu 50 % der Kosten für Fachplanung und Baubegleitung übernommen. Zusätzlich werden spezifische Einzelmaßnahmen: Gebäudehülle (bis zu 20 % der Kosten) [47], Anlagentechnik (bis zu 20 % der Kosten), Wärmeerzeuger (bis zu 70 %) der Kosten, Heizungsoptimierung (bis zu 50 %) der Kosten gefördert. Das förderfähige Mindestinvestitionsvolumen liegt bei 300 Euro brutto. Der Grundfördersatz beträgt 15 % der förderfähigen Ausgaben. Die Höchstgrenze der förderfähigen Ausgaben für energetische Maßnahmen beträgt insgesamt 30.000 Euro pro Wohneinheit.

Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft

Die Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft richtet sich an Industrie- und Gewerbebetriebe und unterstützt diese mit Zuschüssen sowie vergünstigten Kredi-

ten für die Umsetzung von Effizienzmaßnahmen. Fördermittel in diesem Programm werden ausschließlich von der BAFA vergeben. Insgesamt ist die Förderung in sechs verschiedene Module unterteilt.

Im ersten Modul sind ausschließlich kleine und mittelständische Unternehmen antragsberechtigt. Hier werden vor allem der Erwerb und die Installation von hocheffizienten elektrischen Motoren, Pumpen, Ventilatoren und Drucklufterzeugern sowie weiteren Produkten für Wärmemaßnahmen gefördert. Kleine Unternehmen erhalten eine Förderung in Höhe von 25 % der förderfähigen Investitionskosten, während mittlere Unternehmen 20 % erhalten. Das Investitionsvolumen muss mindestens 2.000 Euro pro Maßnahme betragen. Für Maßnahmen, die technisch, wirtschaftlich und administrativ zusammenhängen, kann über Modul 1 ein maximaler Zuschuss von insgesamt 200.000 Euro beantragt werden.

Das zweite Modul fördert den Erwerb und die Installation von Anlagen zur Erzeugung von Wärme aus erneuerbaren Energien. Dazu gehören Solaranlagen, Wärmepumpen, KWK-Anlagen, Geothermie-Anlagen und Anlagen zur Biomassefeuerung. Kleine Unternehmen erhalten eine Förderung in Höhe von 60 % der förderfähigen Investitionskosten, mittlere Unternehmen 50 % und Unternehmen ohne KMU-Status 40 %. Für Biomassefeuerungsanlagen gelten reduzierte Fördersätze, wobei der maximale Zuschuss 20 Mio. Euro beträgt.

Im dritten Modul geht es um die Förderung von Soft- und Hardware im Zusammenhang mit der Einrichtung oder Anwendung eines Energie- oder Umweltmanagementsystems. Förderfähig sind insbesondere der Erwerb, die Installation und die Inbetriebnahme dieser Systeme. Kleine Unternehmen erhalten eine Förderung in Höhe von 45 % der förderfähigen Investitionskosten, mittlere Unternehmen 35 % und Unternehmen ohne KMU-Status 25 %.

Das vierte Modul bezieht sich auf die energie- und ressourcenbezogene Optimierung von Anlagen und Prozessen. Auch hier werden der Erwerb und die Installation von verschiedenen Anlagentypen zu ähnlichen Konditionen wie in den anderen Modulen gefördert.

Die Module fünf und sechs behandeln die Förderung von Transformationsplänen und die Elektrifizierung kleiner Unternehmen. Im sechsten Modul beträgt der maximale Zuschuss 200.000 Euro.

Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme

Zusätzlich zu den aufgeführten Förderungen betreut die BAFA die Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme. Dieses Programm adressiert v.a. Unternehmen im Bereich Gewerbe und Dienstleistungen, bzw. Ihre Gebäude. Gefördert werden in drei Modulen Energieaudits nach DIN EN 16247, Energieberatungen zur Erstellung von energetischen Neubau- und Sanierungskonzepten nach DIN V 18599 sowie Contracting-Orientierungsberatungen für Nichtwohngebäude.

Hinsichtlich der Energieberatungen (im Bestand sowie im Neubau) ist es das Ziel Effizienzpotenziale zu entdecken, in den Planungsprozess miteinzubeziehen und auszuschöpfen. Eine Neubauberatung für Nichtwohngebäude wird gefördert, wenn sie ein bundesgefördertes Effizienzhaus zum Ziel hat. Die Förderhöhe beträgt 50 % des förderfähigen Beratungshonorars, maximal jedoch 4.000 Euro. Die genaue Höhe hängt von der Nettogrundfläche des betreffenden Gebäudes ab: Ist die Nettogrundfläche zwischen 200 m² und 500 m², beträgt der Zuschuss maximal 2.500 Euro, darunter sind es maximal 850 Euro, darüber maximal 4.000 Euro.

Weitere Informationen zu den oben aufgeführten Förderprogrammen können auf den Seiten des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle [48] und den Seiten der Kreditanstalt für Wiederaufbau [49] nachgelesen werden. Weitere Förderprogramme des Bundes und des Landes Bayern sind in der Förderdatenbank des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie [50] zu finden.

6.5. Verstetigungsstrategie für die Wärmeplanung

Da im Zeitraum der Datenerhebung (April bis August 2024) noch kein Umsetzungsgesetz für die kommunale Wärmeplanung in Bayern verabschiedet war, herrschte teilweise Unsicherheit über Zuständigkeiten, Anforderungen und die rechtlichen Grundlagen für die Datenbereitstellung, was die Auskunftsbereitschaft und die Verfügbarkeit konsistenter Informationen beeinträchtigte. Dies wirkte sich unmittelbar auf die Qualität und Vergleichbarkeit der erhobenen Daten aus. Die rechtliche Grundlage wurde in Bayern inzwischen durch die „Verordnung zur Ausführung energiewirtschaftlicher Vorschriften“ geschaffen, die am 2. Januar 2025 in Kraft trat. Aus diesem Grund wird darauf hingewiesen, dass eine kontinuierliche Fortschreibung der Wärmeplanung die Datenqualität zukünftig verbessern kann.

Insbesondere die erneute Erhebung folgender Daten mit einer verbesserten Datenqualität kann im Rahmen zukünftiger Fortschreibungen die Analyse verbessern:

- Gebäudescharfe Daten zu Anzahl, Brennstoff, Leistung und Alter der Feuerungsanlagen
- Flächendeckende Erhebung der Gasverbräuche und Prozesswärmebedarfe der Industrieunternehmen
- Unterscheidung innerhalb des Sektors „GHD inkl. Industrie“ zwischen GHD und Industrie
- Verbindliche Information über eine (mögliche) Umstellung der Gasverteilnetze von einer Gas- auf eine Wasserstoffversorgung

Vorstellung des Auftragnehmers und der Unterauftragnehmer

Auftragnehmer



Die Stadtwerke Kooperation Trianel, aus Aachen, bietet Stadtwerken, Energieversorgern und Kommunen Produkte und Lösungen für die Dezentralisierung und Dekarbonisierung, den Ausbau der erneuerbaren Energien sowie die digitale Transformation. Damit stärken wir als Kompass und Richtungsgeber unsere Gesellschafter und Kunden in ihrer Wettbewerbsfähigkeit und Eigenständigkeit. Bei allen Aktivitäten zählt das Prinzip der „Partnerschaft auf Augenhöhe“.

Als führender Dienstleister für Erneuerbare Energie, Energiehandel und Anlagenbewirtschaftung mit kommunalem Hintergrund ist die Trianel seit über 25 Jahren tief in der Energiewirtschaft verwurzelt. In der Kommunalen Wärmeplanung bringt die Trianel Kernexpertise in der Energiesystemanalyse- und -Modellierung, der Energiewirtschaftlichen Optimierung, Digitalisierung und der Realisierung von (Groß-)Projekten mit ein. In der Zusammenarbeit profitieren unsere Auftraggeber von tiefem Verständnis der Energiewirtschaft, Knowhow in Bezug auf die Wärmewende, der Praxisnähe und unseren Best-Practice-Ansätzen.

<https://www.trianel.com/>

Unterstützung im Projekt



Die enersis suisse AG mit Sitz in Burgdorf (Schweiz) ist ein Technologieunternehmen, das auf digitale Lösungen für die kommunale Energie- und Klimaplanung spezialisiert ist. Mit der webbasierten GAIA-Plattform stellt enersis ein leistungsfähiges Werkzeug zur Verfügung, das Kommunen, Stadtwerken und Netzbetreibern ermöglicht, Energie- und Emissionsdaten raumbezogen zu analysieren, Szenarien zu modellieren und Maßnahmen strategisch zu planen.

GAIA fungiert als digitaler Zwilling für Städte und Regionen und unterstützt unter anderem bei der kommunalen Wärmeplanung, Potenzialanalysen erneuerbarer Energien, CO₂-Bilanzen und Transformationsstrategien. Die Plattform integriert vielfältige Datenquellen, ermöglicht die Zusammenarbeit verschiedener Akteure und bietet eine transparente, faktenbasierte Entscheidungsgrundlage für die lokale Energiewende.

Die enersis suisse AG ist in Deutschland, der Schweiz und weiteren europäischen Ländern aktiv und wurde 2024 eine Tochtergesellschaft der EnBW.

<https://www.enersis.ch/>



Das Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT mit Hauptsitz in Sankt Augustin ist Teil der Fraunhofer-Gesellschaft, Europas größter Organisation für angewandte Forschung. Das Institut entwickelt praxisorientierte IT-Lösungen für gesellschaftliche und wirtschaftliche Herausforderungen – unter anderem in den Bereichen digitale Verwaltung, Smart Cities, Energie- und Ressourceneffizienz sowie Partizipation und Datenintegration.

Fraunhofer FIT arbeitet eng mit der RWTH Aachen zusammen und profitiert von der interdisziplinären Zusammenarbeit mit der Hochschule, um innovative Technologien und Methoden für die kommunale Wärmeplanung, digitale Bürgerbeteiligung und nachhaltige Energieprojekte zu entwickeln.

Das Institut unterstützt Kommunen und Versorger bei der datenbasierten Planung und Umsetzung von Transformationsprozessen. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf Nutzerzentrierung, Interoperabilität und der Integration in bestehende Verwaltungs- und Infrastruktursysteme.

<https://www.fit.fraunhofer.de/>

Literaturverzeichnis

Hinweis: Für den Inhalt externer Seiten ist die Stadt Marktoberdorf nicht verantwortlich. Ab dem Zeitpunkt der Veröffentlichung wird keine Gewährleistung auf Erreichbarkeit der verwendeten Literatur gegeben.

- [1] K. K. K. Wärmewende, „KWW-Datenkompass zur Kommunalen Wärmeplanung Bayern,“ 09 10 2024. [Online]. Available: https://api.kww-halle.de/fileadmin/PDFs/KWW-Datenkompass_Bayern_09-10-2024.pdf. [Zugriff am 05 03 2025].
- [2] „energieatlas.bayern.de,“ Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 1 1 2025. [Online]. Available: <https://www.energieatlas.bayern.de/>. [Zugriff am 13 2 2025].
- [3] D. Ambrosch, „Allgäuer Zeitung,“ 21 10 2024. [Online]. Available: <https://www.allgaeuerzeitung.de/marktoberdorf/fernwaerme-in-marktoberdorf-unternehmen-plant-massives-wachstum-103587434>. [Zugriff am 25 05 2025].
- [4] Agentur für kommunalen Klimaschutz; difu, „BISKO Bilanzierungs-Systematik Kommunal,“ Berlin, 2024.
- [5] ifeu, Öko-Institut e.V., Universität Stuttgart IER, adelphi consult, Becker Büttner Held und Fraunhofer ISI, „Leitfaden Wärmeplanung,“ Juni 2024.
- [6] „TABULA,“ [Online]. Available: <https://webtool.building-typology.eu/>. [Zugriff am 1 September 2024].
- [7] „Bundesbaublatt,“ [Online]. Available: <https://www.bundesbaublatt.de/news/sanierungsquote-2023-unter-1-tendenz-absteigend-4017943.html>. [Zugriff am 1 September 2024].
- [8] „kww-halle.de,“ August 2024. [Online]. Available: <https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung#c636>. [Zugriff am 1 November 2024].
- [9] G. D. M. D. J. R. T. N. C. & S. R. L. Caesar, „Current Atlantic Meridional Overturning Circulation weakest in last millennium,“ *Nature Geoscience*, pp. 118-120, 25 2 2021.
- [10] „www.mdr.de,“ 13 Februar 2024. [Online]. Available: <https://www.mdr.de/wissen/klima/golfstrom-wie-wahrscheinlich-ist-ein-kollaps-golfstrom-schwaecher-europa-studie-kippunkt-100.html>. [Zugriff am 7 Januar 2025].
- [11] „geodaten.bayern.de,“ Bayerische, 1 1 2025. [Online]. Available: <https://geodaten.bayern.de/opengeodata/OpenDataDetail.html?pn=lod2>. [Zugriff am 13 2 2025].

- [12] „lfu.bayern.de,“ Bayerisches Landesamt für Umwelt, 11. 1. 2025. [Online]. Available: https://www.lfu.bayern.de/umweltdaten/geodatendienste/pretty_downloaddienst.htm?dld=wsg.xml. [Zugriff am 13. 2. 2025].
- [13] „geodaten.bayern.de,“ Bayerische Vermessungsverwaltung, 11. 1. 2025. [Online]. Available: <https://geodaten.bayern.de/opengeodata/OpenDataDetail.html?pn=tatsaechlichenutzung>. [Zugriff am 13. 2. 2025].
- [14] „gdk.gdi-de.org,“ 1. November 2024. [Online]. Available: <https://gdk.gdi-de.org/geonetwork/srv/api/records/bec888f9-ba0c-42dc-846e-177b8265dafa>. [Zugriff am 1. November 2024].
- [15] „stmb.bayern.de,“ Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr, 24. 7. 2023. [Online]. Available: https://www.stmb.bayern.de/assets/stmi/buw/baurechtundtechnik/24_rundschreiben_abstandsflaechen-luftwaermepumpen.pdf. [Zugriff am 13. 2. 2025].
- [16] „www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/,“ Bundesregierung, 31. 1. 2025. [Online]. Available: https://www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwvbund_26081998_IG19980826.htm. [Zugriff am 31. 1. 2025].
- [17] „eur-lex.europa.eu,“ Europäische Union, 18. 10. 2023. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32023L2413&qid=1699364355105>. [Zugriff am 31. 1. 2025].
- [18] Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt, Holznutzung und Nährstoffnachhaltigkeit, Freiburg, 2018.
- [19] BMEL, „Biodiversität im Wald,“ Mai 2024. [Online]. Available: <https://www.waldkulturerbe.de/service/wissenswertes/wissenswertes-detail/biodiversitaet-im-wald>. [Zugriff am 31. 1. 2025].
- [20] „Auswirkungen der RED III auf den Biomethanmarkt - Welche Auswirkungen haben die Nachhaltigkeitsanforderungen aus Artikel 29 der RED III auf den Biomethanmarkt?,“ dena, 2024.
- [21] J. K. M. S. D. M. E. D. T. V. D. F. R. D. M. K. Dr. Bernd Krautkremer, „Biogaspotenzial Bayern,“ Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2024.
- [22] W. F. H. J. T. N. Mathias Bauer, Handbuch Oberflächennahe Geothermie, Berlin: Springer Spektrum, 2018.
- [23] „https://www.geothermie.nrw.de/,“ 1. November 2024. [Online]. Available: <https://www.geothermie.nrw.de/>. [Zugriff am 1. November 2024].
- [24] BMWK, „Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie,“ Berlin, 2023.

- [25] „Der Gasnetzgebietstransformationsplan - Ergebnisbericht 2024,“ DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs e. V., Bonn, 2024.
- [26] e. Group, „EEX Hydrix,“ 2025. [Online]. Available: <https://www.eex-transparency.com/de/wasserstoff/deutschland>. [Zugriff am 05 05 2025].
- [27] Bundesnetzagentur. [Online]. Available: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Gasversorgung/aktuelle_gasversorgung/_svg/Gaspreise/Gaspreise.html. [Zugriff am 05 05 2025].
- [28] ifeu, Öko-Institut e.V., Universität Stuttgart IER, adelphi consult, Becker Büttner Held und Fraunhofer ISI, „Technikkatalog Wärmeplanung,“ August 2024.
- [29] Bundesministerium der Justiz, „Gebäudeenergiegesetz (GEG),“ Oktober 2023.
- [30] P. D. T. Nussbaume, S. Thalmann, A. Jenni und J. Ködel, „Planungshandbuch Fernwärme,“ Bundesamt für Energie (Schweiz), 2021.
- [31] A. T. Tanks, „Klimaneutrales Deutschland. Von der Zielsetzung zur Umsetzung,“ 2024.
- [32] Deutsche Energie-Agentur GmbH, „dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität,“ 2021.
- [33] A. Energiewende, „Ein neuer Ordnungsrahmen für Erdgasverteilnetze,“ 2023.
- [34] E. Kreipl, „www.oeko.de,“ Ökoinstitut, 6 11 2024. [Online]. Available: <https://www.oeko.de/blog/steigende-netzentgelte-fuer-erdgas-wie-kann-ein-planvoller-gasausstieg-gelingen/>. [Zugriff am 11 2 2025].
- [35] M. F. & F. L. Ronny Erler, „Grüne Flüssiggasversorgung: Aktueller Stand und Entwicklungsmöglichkeiten,“ DVGW, Freiberg, 2021.
- [36] F. Economics, „Verfügbarkeit und Kostenvergleich von Wasserstoff,“ 2022.
- [37] „www.carmen-ev.de,“ carmen-ev, 1 2 2025. [Online]. Available: <https://www.carmen-ev.de/service/marktueberblick-erneuerbare-energien/marktpreise-energieholz/marktpreise-pellets/>. [Zugriff am 11 2 2025].
- [38] J. R. F. C. M. Roman Mendelevitch, „Treibhausgas-Projektionen 2024 für Deutschland - Rahmendaten,“ Öko-Institut e.V., Berlin, 2024.
- [39] BMWK, „Informationen vor dem Einbau einer neuen Heizung,“ 2024.
- [40] Umweltinstitut, „umweltinstitut.org,“ 1 Februar 2024. [Online]. Available: 1 Umweltinstitut: https://umweltinstitut.org/wp-content/uploads/2024/02/Infoblatt_Kostenfalle_Wasserstoff.pdf. [Zugriff am 15 Januar 2025].
- [41] „www.bundesnetzagentur.de,“ bundesnetzagentur, 1 1 2024. [Online]. Available: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/1_GZ/BK8-GZ/2022/2022_4-Steller/BK8-22-0010/BK8-22-0010-A_Festlegung_Download.pdf?__blob=publicationFile&v=5. [Zugriff am 3 2 2025].

- [42] Monopolkommission, „Wettbewerb 2024 - XXV. Hauptgutachten,“ 2024.
- [43] T. L. E. R. A. S. D. Y. J. M. GRÜNZWEIG, „Carbon sequestration in arid-land forest,“ *Global Change Biology*, 6 5 2003.
- [44] S. Mischinger, P. Hader, D. T. Mennel, A. R. Müller, H. Seidl und Y. S. d. Santos, „dena-Netzstudie III,“ dena, Berlin, 2022.
- [45] B. f. W. u. Ausfuhrkontrolle, „bafa.de,“ [Online]. Available: https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html. [Zugriff am 25 05 2025].
- [46] „Energie- und Umweltzentrum Allgäu,“ [Online]. Available: <https://www.eza-allgaeu.de/kommunen/foerderberatung/>. [Zugriff am 02 06 2025].
- [47] G. K. e. P. d. D. Energie-Agentur, „Informationen zu Gebäudehülle,“ [Online]. Available: <https://www.gebaeudeforum.de/realisieren/gebaeudehuelle/>. [Zugriff am 13 Februar 2025].
- [48] B. f. W. u. Ausfuhrkontrolle, „Förderprogramme im Überblick,“ [Online]. Available: https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Foerderprogramm_im_Ueberblick/foerderprogramm_im_ueberblick_node.html. [Zugriff am 13 Februar 2025].
- [49] K. f. W. (KfW). [Online]. Available: <https://www.kfw.de/kfw.de.html>. [Zugriff am 13 Februar 2025].
- [50] B. f. W. u. Klimaschutz, „Ihr Weg zum passenden Förderprogramm,“ [Online]. Available: <https://www.foerderdatenbank.de/FDB/DE/Home/home.html>. [Zugriff am 13 Februar 2025].
- [51] L. H. (. Hessen), „Wärmeatlas Hessen,“ 2024. [Online]. Available: https://www.waermeatlas-hessen.de/#z=8.9734&c=9.0825%2C50.6068&r=0&l=top_plus_open%2Cde_grid_2583_2_group.
- [52] C. G. D. M. P. (. Sebastian Blömer, S. O. S. H. D. S. R. (. Dominik Hering, D. G. G. D. C. Z. (. Dr. Peter Thomassen und B. H. (. Dr. Stefan Jäger, „EnEff:Wärme - netzgebundene Nutzung industrieller Abwärme (NENIA),“ https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/Schlussbericht_EnEffW%C3%A4rme-NENIA.pdf, Heidelberg, 2019.
- [53] Leibniz Institut für Angewandte Geophysik (LIAG), „Geothermisches Informationssystem (GeotIS)- Aktuelle Forschungsdaten zu Potenzial und Nutzung geothermischer Energie,“ [Online]. Available: <https://www.geotis.de/homepage/GeotIS-Startpage>. [Zugriff am 13 Februar 2025].
- [54] B. f. W. u. Klimaschutz, „Zwischenbericht der Systementwicklungsstrategie,“ https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/20231122-zwischenbericht-der-systementwicklungsstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=11, Berlin, 2023.

- [55] K. L. u. V. Hessisches Ministerium für Umwelt, „Klimaplan Hessen,“ https://www.klimaplan-hessen.de/files/content/Downloads/der_klimaplan_hessen_barrierefrei.pdf, Wiesbaden, 2023.
- [56] Ö.-l. e. u. W. l. f. K. U. E. g. i. A. v. A. Prognos, „Klimaneutrales Deutschland 2045,“ https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_04_KNDE45/A-EW_231_KNDE2045_Langfassung_DE_WEB.pdf, Berlin, 2021.
- [57] D. E.-A. G. (dena), „Dena-Leitstudie: Aufbruch Klimaneutralität,“ <https://www.dena.de/infocenter/dena-leitstudie-aufbruch-klimaneutralitaet/>, Berlin, 2021.
- [58] B. C. G. (. i. A. d. B. d. D. l. e. (BDI), „Klimapfade 2.0 - Ein Wirtschaftsprogramm für klima und Zukunft,“ <https://bdi.eu/artikel/news/klimapfade-2-0-ein-wirtschaftsprogramm-fuer-klima-und-zukunft>, 2021.
- [59] Kopernikus Ariadne Projekte, „Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045,“ <https://ariadneprojekt.de/publikation/deutschland-auf-dem-weg-zur-klimaneutralitaet-2045-szenarienreport/>, Potsdam, 2021.
- [60] U. Bundesamt, „Rebound-Effekte - Empirische Ergebnisse und Handlungsstrategien,“ https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/rebound-effekte_empirische_ergebnisse_und_handlungsstrategien_hintergrundpapier.pdf, Dessau-Roßlau, 2016.
- [61] N. Langreder, F. Lettow, M. Sahnoun, S. Kreidelmeyer, A. Wünsch und S. e. a. Lengning, „Technikkatalog Wärmeplanung,“ Hg. v. ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, Öko-Institut e.V., IER Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held PartGmbH, Prognos AG, et al., <https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung>, 2024.
- [62] L. H. (LEAH), „Rechnet sich das...? – Wirtschaftlichkeit von Energiespar-Maßnahmen an Wohngebäuden,“ [Online]. Available: https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.fulda.de%2Ffd%2F61_Stadtplanungsamt%2FKlimaschutz_und_Umweltschutz%2FKlimaschutzprojekte%2FRechnet_sich_das..._Hessische_Energiespar-Aktion.xls&wdOrigin=BROWSELINK. [Zugriff am 13 Februar 2025].
- [63] [Online]. Available: <https://www.hywheels.de/>.
- [64] L. A. Hessen, „Online-Fördermittelauskunft,“ [Online]. Available: <https://lea.foerdermittelauskunft.de/>. [Zugriff am 13 Februar 2025].
- [65] S. Ortner, A. Paar, L. Johannsen, P. Wachter, D. Hering und M. e. a. (. Pehnt, „Leitfaden Wärmeplanung - Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche,“ Hg. v. ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung

Heidelberg gGmbH, Öko-Institut e.V., IER Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held PartGmbH, Prognos AG, et al., <https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung>, 2024.

- [66] „Gebäudeforum Klimaneutral,“ [Online]. Available: <https://www.gebaeudeforum.de/>. [Zugriff am 13 Februar 2025].
- [67] Z. A. f. K. P. o. C. C. (IPCC), „AR6 Synthesis Report - Climate Change 2023,“ <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>, 2023.
- [68] D. W. D. (DWD), „Klimadaten Deutschland,“ [Online]. Available: <https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimadatendeutschland/klimadatendeutschland.html>. [Zugriff am 13 Februar 2025].
- [69] Bundesamt für Naturschutz, „Natura 2000-Gebiete,“ Januar 2025. [Online]. Available: <https://www.bfn.de/natura-2000-gebiete-0>. [Zugriff am 31.1.2025].
- [70] Bundesamt für Naturschutz, „Naturschutzgebiete,“ Januar 2025. [Online]. Available: <https://www.bfn.de/naturschutzgebiete>. [Zugriff am 31.1.2025].
- [71] Bundesamt für Naturschutz, „Landschaftsschutzgebiete,“ Januar 2025. [Online]. Available: www.bfn.de/landschaftsschutzgebiete. [Zugriff am 31.1.2025].
- [72] BMUV, „Trinkwasserschutzgebiete,“ Dezember 2012. [Online]. Available: <https://www.bmuv.de/themen/wasser-und-binnengewasser/trinkwasser/trinkwasser-trinkwasserschutzgebiete>.
- [73] P. D. T. Nussbaume, S. Thalmann, A. Jenni und J. Ködel, „Planungshandbuch Fernwärme,“ Bundesamt für Energie (Schweiz), 2021.
- [74] Prognos, Öko-Institut e.V. und Wuppertal-Institut, „Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann,“ 2021.

Abkürzungsverzeichnis

a	Annum / Jahr
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEG	Bundesprogramm für effiziente Gebäude
BEW	Bundesprogramm für effiziente Wärmenetze
BHKW	Blockheizkraftwerk
CO₂eq	CO ₂ -Äquivalente
COP	Coefficient of Performance, Leistungszahl einer Wärmepumpe
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EE	Erneuerbare Energien
EFH	Einfamilienhaus
EnEV	Energieeinsparverordnung
eza	Energie- und Umweltzentrum Allgäu
dena	Deutsche Energie Agentur
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
ggü.	Gegenüber
GWh	Gigawattstunde
GTP	Gasnetzgebietstransformationsplan
ha	Hektar
Kd	Gradtage
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
km	Kilometer
kt	Kilotonnen
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
kWh	Kilowattstunde
KWW	Kompetenzzentrum Wärme Wende
Mio.	Millionen
MWh	Megawattstunde
MWp	Megawattpeak (Spitzenleistung)
NWG	Nichtwohngebäude
PV	Photovoltaik
THG	Treibhausgas
u.a.	unter anderem
Vgl.	vergleiche
WPG	Wärmeplanungsgesetz
z.B.	zum Beispiel

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Voraussichtliche Wärmeversorgung im Zieljahr 2045 nach §18 WPG.....	3
Abbildung 2: Bruttoendenergieverbrauch und Anteil erneuerbarer Energien in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland im Jahr 2023 (Quelle: Umweltbundesamt auf Basis der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energie-Statistik 2024).....	3
Abbildung 3: Digitaler Zwilling der Stadt Marktoberdorf powered by enersis suisse AG	9
Abbildung 4: Vorgehen bei der Bestandsanalyse	11
Abbildung 5: Überwiegende Nutzung pro Baublock unterteilt nach Sektoren.....	13
Abbildung 6: Anzahl der Gebäude im Gebäudebestand aufgeteilt nach Sektor	14
Abbildung 7: Anzahl der Gebäude im Gebäudebestand im Bereich Wohnen mit Aufteilung nach Gebäudetypen	14
Abbildung 8: Anzahl der Gebäude im Gebäudebestand aufgeteilt nach Baualtersklassen	15
Abbildung 9: Überwiegende Baualtersklassen pro Baublock in Marktoberdorf.....	16
Abbildung 10: Anzahl der Wohngebäude im Gebäudebestand aufgeteilt nach spezifischem Wärmebedarf	17
Abbildung 11: Heizungsbestand nach Heizungstypen	18
Abbildung 12: Anteil Heizöl an jährlichem Endenergieverbrauch für Wärme auf Baublockebene	19
Abbildung 13: Anteil Erdgas an jährlichem Endenergieverbrauch für Wärme auf Baublockebene	20
Abbildung 14: Abdeckung der Erdgasnetze auf Baublockebene.....	21
Abbildung 15: Anteil Fernwärme an jährlichem Endenergieverbrauch für Wärme auf Baublockebene	22
Abbildung 16: Abdeckung des bestehenden Wärmenetzes.....	23
Abbildung 17: Endenergiebedarf im Wärmebereich nach Sektoren	24
Abbildung 18: Endenergiebedarf im Wärmebereich nach Energieträgern	24
Abbildung 19: Wärmeverbrauchsichten in Megawattstunden pro Hektar und Jahr	25
Abbildung 20: Wärmelinienichte in Kilowattstunden pro Meter und Jahr.....	26
Abbildung 21: Treibhausgasemission nach Sektoren und Energieträgern im Wärmebereich.....	27
Abbildung 22: Erläuterung der Potenzialbegriffe (Quelle: greenventory GmbH)	29
Abbildung 23: Gradtagzahlen in Marktoberdorf seit 1990 und lineare Fortschreibung bis zum Zieljahr	32
Abbildung 24: Schutzgebiete in Marktoberdorf	37
Abbildung 25: Aufschlüsselung der Einflussfaktoren im Szenario "mittlere Einsparungen"	38
Abbildung 26: Entwicklung des Wärmebedarfs im Szenario "mittlere Einsparungen"	39
Abbildung 27: Einsparungen beim Wärmebedarf je Baublock bis 2045	40
Abbildung 28: Szenarienvergleich der Wärmebedarfsreduktion bis 2045	41
Abbildung 29: Quantifizierung des Potenzials aus Luft-Wasser-Wärmepumpen	42
Abbildung 30: Potenzial Luft-Wasser-Wärmepumpen	43

Abbildung 31: Quantifizierung des Potenzials Oberflächennaher Geothermie.....	44
Abbildung 32: Potenzial oberflächennahe Geothermie (Erdsonden-Wärmepumpe).....	45
Abbildung 33: Potenzialanalyse Waldrestholz und Landwirtschaft	47
Abbildung 34: Quantifizierung des Potenzials von oberflächennaher Geothermie	49
Abbildung 35: Potenzialanalyse Erdwärmesonden	50
Abbildung 36: Potenzialanalyse Gewässer	51
Abbildung 37: Quantifizierung des Potenzials von Freiflächen-Solarthermie (Schraffierter Bereich sind Vorbehaltsflächen)	53
Abbildung 38: Potenzialanalyse Freiflächen-Solarthermie.....	54
Abbildung 39: Quantifizierung des Potenzials von Freiflächen-Photovoltaik (Schraffierter Bereich sind Vorbehaltsflächen)	55
Abbildung 40: Potenzialanalyse Freiflächen-Photovoltaik	56
Abbildung 41: Potenzialanalyse Windenergie	57
Abbildung 42: Wasserstoffkernnetz 2032	59
Abbildung 43: Übersicht der Ergebnisse der Potenzialanalyse	60
Abbildung 44: Schematische Darstellung des Vorgehens zur Ermittlung von Wärmenetzausbaupfaden.....	63
Abbildung 45: Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial bis 2045	69
Abbildung 46: Eignungsstufen dezentraler Versorgung im Zieljahr 2045 (§19 WPG)	71
Abbildung 47: Eignungsstufen von Wärmenetzen im Zieljahr 2045 (WPG §19)	73
Abbildung 48: Eignungsstufen von Wasserstoff in 2045 (WPG §19)	75
Abbildung 49: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2045 (§18 WPG).....	78
Abbildung 50: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2045, vergrößerte Darstellung mit Fokus auf den Ortskern von Marktoberdorf.....	79
Abbildung 51: Entwicklung der Heiztechnologien	80
Abbildung 52: Entwicklung der Endenergiebilanz	81
Abbildung 53: Deckung des Wärmebedarfs im Zieljahr 2045.....	81
Abbildung 54: Entwicklung der Emissionen	82
Abbildung 55: Investitionskosten Heizungen bis zum Zieljahr 2045.....	83
Abbildung 56: Investitionen in Heizungen in den Haushalten bis zum Zieljahr 2045	84
Abbildung 57: Investitionen in die Wärmewende bis 2045 nach Bereichen	84
Abbildung 58: Entwicklung der durchschnittlichen Wärmegestehungskosten bei Neueinbau ...	86
Abbildung 59: Handlungsfelder der kommunalen Wärmewende in der Stadt Marktoberdorf	87
Abbildung 60: Aufbau eines Maßnahmensteckbriefs	92
Abbildung 61: Gasversorgungsleitungen zur Versorgung der Prüfgebiete (Quelle: schwaben netz GmbH).....	128

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Durchschnittsalter der Heizungen aus Kkehrbuchdaten.....	18
Tabelle 2: Emissionsfaktoren pro kWh Endenergie	27
Tabelle 3: Szenarienübersicht für das Energieeinsparpotenzial.....	33
Tabelle 4: Datengrundlage dezentrale Potenziale	33
Tabelle 5: Datengrundlage zentrale Potenziale.....	34
Tabelle 6: Bewertungskriterien zu den Maßnahmen.....	93
Tabelle 7: Übersicht über die Kostenschätzung und Priorisierung der Maßnahmen.....	93
Tabelle 8: jährlicher Endenergieverbrauch der gesamten Wärmeversorgung in Kilowattstunden pro Jahr, differenziert nach Endenergiesektoren.....	122
Tabelle 9: jährlicher Endenergieverbrauch der gesamten Wärmeversorgung in Kilowattstunden pro Jahr, differenziert nach Energieträgern.....	123
Tabelle 10: jährliche Emission von Treibhausgasen im Sinne von § 2 Nummer 1 des Bundes-Klimaschutzgesetzes der gesamten Wärmeversorgung des beplanten Gebiets in Tonnen Kohlendioxid-Äquivalent	124
Tabelle 11: jährlicher Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung nach Energieträgern in Kilowattstunden pro Jahr	125
Tabelle 12: Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung in Prozent	126
Tabelle 13: Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung in Prozent	126
Tabelle 14: Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in Prozent	127
Tabelle 15: jährlicher Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträgern in Kilowattstunden pro Jahr und Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der gasförmigen Energieträger in Prozent.....	127
Tabelle 16: Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in Prozent	127

Anhang

Anhang 1: Maßnahmensteckbriefe der Umsetzungsstrategie

(E1) Effizienzmaßnahmen in Unternehmen anregen			
Effizienz			
Kosten		Priorität	
€€€€		● ● ●	
Hintergrund		Ausgangslage	
<p>Energieeffizienz ist für Unternehmen ein wesentlicher Hebel, um Kosten zu sparen. In vielen Unternehmen fehlt es aber oftmals an den Kapazitäten und/oder der Zeit sich mit dem Thema umfassend zu beschäftigen. Vor allem Industrieunternehmen sind große Verursacher von CO2-Emissionen, da dort häufig Erdgas für Produktionsprozesse genutzt wird. Gleichzeitig entstehen hier auch die größten Kosten.</p> <p>Ein festes Informations- und Beratungsangebot für das Thema Energieeffizienz in Unternehmen senkt die Hürden, um sich über Energieeffizienz zu informieren, ohne dabei große Kapazitäten aus dem eigenen Unternehmen aufbringen zu müssen. So können insbesondere auch kleinere Betriebe angesprochen werden.</p>		<p>In Marktoberdorf gab es vor der Corona-Pandemie eine Zusammenarbeit der Kommune mit dem Energie- und Umweltzentrum Allgäu (eza) und dem Landratsamt für Energieberatungen für interessierte KMU.</p> <p>Alle zwei Jahre finden in Zusammenarbeit mit dem dem eza die „Bau- und Energietage Ostallgäu“ in Marktoberdorf statt, eine Messe für energieeffizientes Bauen und Sanieren und zum Einsatz erneuerbarer Energien, die sich sowohl auch Bürgerinnen und Bürger als auch an lokale Unternehmen richtet.</p>	
Beschreibung			
<p>Ziel der Maßnahme ist es, die Unternehmen in Marktoberdorf durch eine gezielte Beratung, Aktivierung und Vernetzung dazu anzuregen und zu befähigen, in eine verbesserte Energieeffizienz ihrer Gebäude und Prozesse zu investieren. Hierfür soll eine direkte Ansprache der Unternehmen erfolgen, um sie auf die vorhandenen Potenziale aufmerksam zu machen und dazu anzuregen, eine Beratung in Anspruch zu nehmen. Eine Abstimmung mit IHK, Kreishandwerkerschaft und SHK-Innung ist sinnvoll, um die Bedarfe der ansässigen Unternehmen zu identifizieren. Pilotvorhaben aus der Region sollen innerhalb eines regionalen Netzwerkes bekannt gemacht werden. Das kostenlose Erstberatungsangebot für KMU zum Thema Energieeffizienz, inkl. Fördermittelberatung, soll wiedereingeführt werden, bspw. in Kooperation mit dem eza.</p>			
Initiierung		Mögliche Akteure	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none">Stadt MarktoberdorfLandkreis Ostallgäu		<ul style="list-style-type: none">ezaSHK-InnungKreishandwerkerschaftIHK Schwaben	<ul style="list-style-type: none">Unternehmen aus Marktoberdorf, insbesondere KMUs
Handlungsschritte und Zeitplan			
<ol style="list-style-type: none">1. Ansprache der Marktoberdorfer Unternehmen durch die Stadt, um Status Quo und Beratungsbedarfe bzgl. Energieeffizienz abzufragen (bis Ende 2025)2. Initiierung eines Unternehmensnetzwerks (bis Mitte 2026)3. Wiedereinführung des kostenlosen Erstberatungsangebots für KMU (bis Mitte 2026)			
Finanzierung			
Kommunaler Haushalt // Einzelmaßnahmen: Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme & Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz			

(E2) Sanierungsmaßnahmen durch Privatpersonen anregen

Effizienz

Kosten	Priorität
€€€€	● ● ●
Hintergrund	Ausgangslage
Die energetische Sanierung von Gebäuden ist der wesentliche Hebel zur langfristigen Senkung der Energiebedarfe. Insbesondere für ältere Gebäude sollten Überlegungen zur Sanierung angestellt werden. „Betroffene“ Gebäudeeigentümerinnen und Gebäudeeigentümer müssen dafür sensibilisiert werden und es muss ihnen der Nutzen der Maßnahmen aufgezeigt werden.	<p>In Marktoberdorf sind rund 57 % der Gebäude in einem energetisch schlechten Zustand, wie in der Bestandsanalyse aufgezeigt wird. Hier können durch energetische Sanierung sowohl Energie, CO₂ als auch Kosten gespart werden.</p> <p>Die Stadt Marktoberdorf bietet ihren Bürgern einmal monatlich in Zusammenarbeit mit eza und der Verbraucherzentrale eine kostenlose kommunale Energieberatung an. Darüber hinaus dient die „Servicestelle Klima“ im Landratsamt Ostallgäu als Ansprechpartner zu Klimaschutz am Gebäude und organisiert Informations- und Austauschtermine zur energetischen Sanierung.</p>

Beschreibung

Eine energetische Sanierungskampagne hilft, den wichtigen Beitrag der energetischen Sanierung der Gebäude in das Gedächtnis der betroffenen Gebäudeeigentümerinnen und Gebäudeeigentümer zu bringen. Hierfür bedarf es Information, Beratung und Öffentlichkeitsarbeit. In verschiedenen Formaten z.B. in Flyern, Seminaren und Vorträgen, können diese Informationen aufbereitet präsentiert werden. Mitmachaktionen, wie beispielsweise Thermografie-Spaziergänge steigern das Interesse der Anwohnerinnen und Anwohner und fördern den Austausch zwischen der Stadt, dem Handwerk und den Bürgerinnen und Bürgern.

Das bestehende gute Beratungsangebot der eza sollte fortgesetzt werden und kann im Rahmen einer Sanierungskampagne aktiv beworben werden, um es bekannter zu machen. Im Rahmen dieses Beratungsangebotes sollte ein Fokus auf Sanierungsoptionen für Gebäude, die unter Denkmalschutz stehen, gelegt werden. Eine Förderberatung für Eigentümerinnen und Eigentümer ist ebenfalls ein wichtiges Element der Beratung. Falls die Nachfrage das Angebot nach Beratungen übersteigt, ist eine Ausweitung denkbar.

Initiierung	Mögliche Akteure	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none"> Stadt Marktoberdorf Landkreis Ostallgäu 	<ul style="list-style-type: none"> eza Verbraucherzentrale Bayern SHK-Innung Lokale Energieberaterinnen und Energieberater 	<ul style="list-style-type: none"> Gebäudeeigentümerinnen oder Gebäudeeigentümer in Marktoberdorf

Handlungsschritte und Zeitplan

- Durchführung einer Sanierungskampagne (bis Mitte 2026)
- Inhaltliche Erweiterung der Energieberatung des eza um Denkmalschutz und Förderberatung (bis Mitte 2026)
- Ggf. Ausweitung des eza-Beratungsangebots (bei Bedarf)

Finanzierung

Kommunaler Haushalt // Förderung ggf. je nach aktuellen Förderprogrammen über Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie möglich // Sponsoring durch beteiligte Akteure und lokale Unternehmen denkbar // Einzelmaßnahmen: Bundesförderung für effiziente Gebäude

(E3) Effizienz der kommunalen Liegenschaften evaluieren und Sanierungen durchführen

Effizienz
Kosten

€€€€

Priorität

Hintergrund

Die energetische Sanierung kommunaler Gebäude in Marktoberdorf ist ein zentraler Beitrag zur Senkung von Betriebs- und Heizkosten und entlastet dadurch langfristig den städtischen Haushalt. Gleichzeitig wird der CO₂-Ausstoß der öffentlichen Liegenschaften deutlich reduziert, was wesentlich zur Erreichung der lokalen Klimaschutzziele beiträgt. Zudem verbessert sich die Aufenthaltsqualität in Schulen, Kitas, Verwaltungsgebäuden und anderen Einrichtungen, was sowohl dem Wohlbefinden der Nutzerinnen und Nutzer dient als auch ein sichtbares Zeichen für das Engagement der Stadt in Sachen Nachhaltigkeit und Zukunftsfähigkeit setzt.

Ausgangslage

Sämtliche öffentliche Gebäude sind erfasst nach Betriebskosten und Energieverbrauch.

Es wird laufend überprüft, in welchen Gebäuden wirtschaftlich vorteilhafte (energetische) Sanierungen durchgeführt werden können. Diese werden sukzessive umgesetzt, bspw. die energetische Sanierung des Gymnasiums (2011 – 2014) und der Don-Bosco-Schule (2023/24).

Beschreibung

Die bestehende Praxis der Stadt Marktoberdorf, den energetischen Zustand der öffentlichen Gebäude regelmäßig zu analysieren, sollte fortgesetzt werden. Aufgrund absehbar steigender CO₂-Preise, die die Kosten für Erdgas und Heizöl steigern, und möglicherweise perspektivisch sinkender Strompreise ist es möglich, dass energetische Sanierungen und der Ersatz fossiler Heizungen durch Wärmepumpen wirtschaftlich zukünftig an Attraktivität gewinnen. Daher ist es sinnvoll, die Wirtschaftlichkeit energetischer Sanierungsmaßnahmen regelmäßig, bspw. alle fünf Jahre, zu überprüfen.

Die sukzessive Sanierung kommunaler Gebäude sollte ebenfalls fortgesetzt werden. Sinnvoll ist es, hier immer auch einen energetischen Sanierungsschwerpunkt zu setzen. Eine Ausweitung der Sanierungsaktivitäten ist vorbehaltlich ausreichender Finanzierungsmöglichkeiten zu prüfen.

Initiierung

- Stadt Marktoberdorf
- Landkreis Ostallgäu

Mögliche Akteure
Zielgruppe

- Stadt und Landkreis
- Nutzerinnen und Nutzer der kommunalen Gebäude (indirekt)

Handlungsschritte und Zeitplan

1. Aktualisierung der Energieausweise kommunaler Gebäude (laufend)
2. Evaluierung der Wirtschaftlichkeit energetischer Sanierungen der kommunalen Gebäude (alle 5 Jahre)
3. Sukzessive energetische Sanierung kommunaler Gebäude (orientiert an finanziellem Handlungsrahmen der Stadt)

Finanzierung

Kommunaler Haushalt // Sanierungsmaßnahmen und Heizungstausch: Bundesförderung für effiziente Gebäude: „Kommunen-Zuschuss“ (Nr. 464); „Kommunen-Kredit“ (Nr. 264) und „Heizungsförderung für Kommunen“ (Nr. 422) // Energieaudits: Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme, Modul 1

(E4) Sanierungsgebiete ausweisen**Effizienz****Kosten**

€€€€

Priorität**Hintergrund**

Die Ausweisung von Sanierungsgebieten ermöglicht es Kommunen, städtebauliche Missstände gezielt zu beheben und dabei umfassende Fördermittel des Bundes und der Länder in Anspruch zu nehmen. In diesem Rahmen können auch energetische Sanierungen systematisch geplant und umgesetzt werden. Ein besonderer Vorteil der Ausweisung von Sanierungsgebieten liegt darin, dass Kommunen Zugang zu Fördermitteln von Bund und Land erhalten und Eigentümerinnen und Eigentümer von steuerlichen Abschreibungen auf Sanierungskosten profitieren können.

Ausgangslage

In Marktoberdorf wurden in der Vergangenheit bereits Sanierungsgebiete und Integrierte städtebauliche Entwicklungskonzepte (ISEK) festgesetzt. Der Fokus lag dabei auf der Innenstadt und dem Bahnhofsgelände.

Beschreibung

Die Stadt Marktoberdorf hat das Instrument der Festsetzung von Sanierungsgebieten in der Vergangenheit bereits erfolgreich genutzt. An diesen Erfolg kann zukünftig weiter angeknüpft werden, indem über die bestehenden Sanierungsgebiete hinaus auch weitere Ausweisungen angestrebt werden. Die Integration des Sanierungsziels „energetische Sanierung“ in zukünftige Sanierungssatzungen bietet die Chance, Klimaschutz und Stadtentwicklung wirksam zu verbinden. Darüber hinaus sollte geprüft werden, ob die Kommune in diesem Rahmen ein Förderprogramm für die Durchführung energetischer Sanierungsmaßnahmen, z.B. den Austausch von Fenstern sowie die Dämmung von Fassaden und Dächern, auflegen kann. Dabei müssen die finanziellen Spielräume des kommunalen Haushalts berücksichtigt werden.

Initiierung

- Stadt Marktoberdorf

Mögliche Akteure**Zielgruppe**

- Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer

Handlungsschritte und Zeitplan

1. Ausweisung von Sanierungsgebieten mit einem Fokus auf energetische Sanierungen (bis 2030)

Finanzierung

Kommunaler Haushalt // Bund-Länder-Programme der Städtebauförderung, steuerliche Abschreibungen nach §§ 7h, 10f, 11a EStG für Eigentümerinnen und Eigentümer im Sanierungsgebiet

(D1) Umrüstung der Heizungstechnik durch Privatpersonen anregen

Dezentrale Versorgung

Kosten	Priorität
€€€€	● ● ●

Hintergrund	Ausgangslage
<p>Die Umstellung von Öl- und Gasheizungen auf klimafreundliche Heiztechnologien wie Wärmepumpen, Fernwärme und Biomasseheizungen ist ein zentraler Hebel zur Erreichung der kommunalen Klimaziele. Besonders im privaten Gebäudebestand besteht großer Nachholbedarf, da viele Heizungen veraltet und ineffizient sind. Gleichzeitig sind Eigentümer häufig durch unübersichtliche Informationen, eine kontroverse mediale Debatte um das GEG, teils hohe Investitionskosten und komplexe Förderbedingungen verunsichert. In historisch gewachsenen Stadtteilen kommen zudem bauliche Besonderheiten hinzu, die den Umstieg zusätzlich erschweren. Um die Wärmewende voranzubringen, braucht es daher gezielte Unterstützung und Orientierung.</p>	<p>In Marktoberdorf gibt es bereits ein breites Informations- und Beratungsangebot:</p> <p>Bürgerinnen und Bürger können im Rahmen der Energieberatung des eza eine kostenlose Erstberatung zum Heizungswechsel in Anspruch nehmen und dort erfahren, welche Heizungstechnologie sich für ihr Gebäude am besten eignet. Auf den „Bau- und Energietagen“ können sie sich in Vorträgen über verschiedene klimaneutrale Heizungsoptionen informieren. Daneben dient die Servicestelle Klima im Landratsamt Ostallgäu als Ansprechpartner rund um Klimaschutz am Gebäude und organisiert Informations- und Austauschtermine zu verschiedenen Fachthemen.</p> <p>Darüber hinaus bietet das eza den Kommunen im Allgäu an, verschiedenen Kampagnen auf ihrem Stadtgebiet durchzuführen, darunter die Aktionen „Check-Dein-Haus/Check-Deine-Heizung“ und eine Solaroffensive.</p>

Beschreibung

Das bestehende und bereits gut etablierte Beratungsangebot des eza wird fortgeführt und stärker beworben, um mehr Eigentümer zu erreichen. Künftig sollte ein besonderer Schwerpunkt auf der Fördermittelberatung zum Heizungstausch liegen, um bestehende finanzielle Unterstützungsangebote besser nutzbar zu machen. Dabei ist es wichtig, die Vorteile hervorzuheben, die durch den Umstieg auf eine klimaneutrale Heizung erzielt werden können, darunter eine Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen und damit verbundenen zukünftigen Preissteigerungen sowie eine Wertsteigerung der Immobilie.

Das Thema Heizungstausch sollte zusätzlich in die Sanierungskampagne (siehe Maßnahme E2) integriert werden, so dass Eigentümerinnen und Eigentümer umfassend zu ihrem Gebäude beraten und zu Sanierung und Heizungstausch angeregt werden.

Initiierung	Mögliche Akteure	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none"> Stadt Marktoberdorf Landkreis Ostallgäu 	<ul style="list-style-type: none"> Verbraucherzentrale eza 	<ul style="list-style-type: none"> Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer

Handlungsschritte und Zeitplan

- Bestehendes Beratungsangebot des eza fortsetzen und aktiv bewerben (sofort)
- Adressierung des Themas Heizungstausch im Rahmen der Sanierungskampagne (bis Mitte 2026)
- Ggf. Ausweitung des eza-Beratungsangebots (bei Bedarf)

Finanzierung

Kommunaler Haushalt // Förderung ggf. je nach aktuellen Förderprogrammen über Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie möglich // Sponsoring durch beteiligte Akteure und lokale Unternehmen denkbar // Einzelmaßnahmen: Bundesförderung für effiziente Gebäude

(W1) Ausbau und Nachverdichtung des Fernwärmenetzes begleiten**Wärmenetze**

Kosten	Priorität
€€€€	● ● ●

Hintergrund	Ausgangslage
<p>Bis 2045 sollen in Marktoberdorf 6 % der Gebäude über Fernwärme versorgt werden. Vor allem in der Innenstadt sind die nötigen Wärmelinien dicht vorhanden, um den wirtschaftlichen und effizienten Ausbau eines Wärmenetzes zu ermöglichen. In solchen dicht bebauten Quartieren mit hohem Wärmebedarf lassen sich Skaleneffekte erzielen und Abwärmequellen besonders gut nutzen. Zudem können erneuerbare Großanlagen – etwa Geothermie-, Großwärmepumpen- oder Solarthermieranlagen – leichter eingebunden werden, wenn Wärme gebündelt verteilt wird. Neben den technischen Vorteilen stärkt ein kommunales Netzmodell die lokale Wertschöpfung, schafft Planungssicherheit für langfristige Investitionen und leistet einen zentralen Beitrag zur Reduktion der CO₂-Emissionen im Gebäudesektor.</p>	<p>In Marktoberdorf wird bereits seit 2009 ein Wärmenetz von der städtischen Gesellschaft Fernwärme Marktoberdorf GmbH betrieben.</p> <p>Weitere für die Erschließung mit Wärmenetzen geeignete Gebiete werden im Wärmeplan definiert, darunter große Teile der Innenstadt von Marktoberdorf.</p>

Beschreibung

Die Stadt begleitet aktiv den geplanten Ausbau und die Verdichtung des Fernwärmenetzes, um eine koordinierte und effiziente Umsetzung sicherzustellen. Die Stadt unterstützt diesen Prozess durch eine frühzeitige und verbindliche Abstimmung des Ausbau-Zeitplans zwischen den beteiligten städtischen Fachbereichen und der Betreibergesellschaft, insbesondere im Hinblick auf Infrastrukturplanung und Straßenraumkoordination.

Eine verantwortliche Ansprechperson in der Stadtverwaltung übernimmt die fachliche Begleitung des Vorhabens und sorgt nach Fertigstellung der Machbarkeitsstudie (Maßnahme W2) für die Zusammenführung deren Erkenntnisse mit der Kommunalen Wärmeplanung.

Initiierung	Mögliche Akteure	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none">Stadt Marktoberdorf	<ul style="list-style-type: none">Fernwärme Marktoberdorf GmbH	<ul style="list-style-type: none">Bürgerinnen und BürgerGewerbetreibende

Handlungsschritte und Zeitplan

1. Kontinuierliche Koordinierung der Ausbaupläne zwischen Betreibergesellschaft und Stadt (sofort)

Finanzierung

Kommunale Begleitung: Kommunalen Haushalt // Ausbau und Dekarbonisierung des Fernwärmenetzes: Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), Eigenmittel der Betreiber, Teilfinanzierung über Bürgerbeteiligungsprojekte möglich

(W2) Prüfgebiete für Wärmenetze in einer Machbarkeitsstudie analysieren

Wärmenetze

Kosten	Priorität
€€€€	● ● ●

Hintergrund	Ausgangslage
<p>Prüfgebiete sind Teilgebiete, für welche die für eine Einteilung erforderlichen Umstände noch nicht ausreichend bekannt sind, sodass die Eignung einer Versorgung mit Wärmenetzen oder einer Wasserstoffversorgung nachgelagert vertiefend analysiert werden muss. Im Anschluss an die Wärmeplanung sollte hierfür eine vertiefende Machbarkeitsstudie durchgeführt werden, um die technische, wirtschaftliche und ökologische Umsetzbarkeit verschiedener Versorgungsoptionen zu analysieren. Dabei werden unter anderem Infrastrukturpotenziale, Anschlussdichte, geeignete Erzeugungstechnologien, tatsächlicher Wasserstoffbedarf ansässiger Unternehmen und CO₂-Einsparungen bewertet. Die Ergebnisse dienen als Entscheidungsgrundlage für die weitere Entwicklung des Gebiets und können Voraussetzung für eine Förderung, etwa im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), sein.</p>	<p>In der Wärmeplanung werden einige Gebiete, insbesondere die Gewerbegebiete westlich der Innenstadt, als Prüfgebiete eingeteilt (vgl. Abbildung 49 und Abbildung 50). Dabei handelt es sich zum einen um Prüfgebiete für eine Wasserstoffversorgung, zum anderen um Prüfgebiete, die sich aufgrund ihrer hohen Wärmeliniendichten potenziell sowohl für eine Versorgung mit Wasserstoff als auch für eine Erschließung mit Wärmenetzen eignen.</p> <p>Die zukünftige Versorgung dieser Prüfgebiete ist maßgeblich davon abhängig, welche konkreten Bedarfe die Gewerbebetriebe vor Ort haben. Außerdem ist die Frage entscheidend, ob und zu welchem Zeitpunkt sie von der Netzbetreiberin schwaben netz GmbH mit Wasserstoffnetzen erschlossen werden.</p>

Beschreibung

Die Stadt Marktoberdorf, ggf. gemeinsam mit der Fernwärme Marktoberdorf GmbH, beauftragt eine Machbarkeitsstudie, in deren Rahmen für die Prüfgebiete für Wärmenetze/Wasserstoff gegenüberstellend untersucht wird, ob sich die Prüfgebiete aus wirtschaftlichen und technischen Gesichtspunkten besser für eine Versorgung mit Wärmenetzen oder für eine Versorgung mit Wasserstoff eignen. Für die reinen Prüfgebiete für Wasserstoffnetze soll im Rahmen der Studie ebenfalls untersucht werden, ob eine Erschließung der Gebiete mit Wasserstoff technisch machbar und für die zukünftigen Wärmeabnehmer wirtschaftlich vorteilhaft ist.

Darüber hinaus sollen von der Stadt die zukünftigen Entwicklungen beobachtet werden, insbesondere im Hinblick auf die Ausbaupläne für Wasserstoffinfrastruktur der Netzbetreiberin schwaben netz GmbH. Da die Veröffentlichung eines Wasserstoff-Fahrplans für die Umstellung der Gasinfrastruktur auf Wasserstoff bis zum 30.06.2028 verpflichtend stattfinden muss, wird spätestens zu diesem Zeitpunkt Klarheit über die Möglichkeit einer zukünftigen Erschließung herrschen.

Initiierung	Mögliche Akteure	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none"> Stadt Marktoberdorf Fernwärme Marktoberdorf GmbH 		<ul style="list-style-type: none"> Unternehmen sowie Bürgerinnen und Bürger, deren Gebäude sich innerhalb der Prüfgebiete befinden

Handlungsschritte und Zeitplan

1. Beauftragung einer Machbarkeitsstudie für die zukünftige Versorgung der Prüfgebiete durch die Stadt Marktoberdorf, ggf. in Zusammenarbeit mit der Fernwärme Marktoberdorf GmbH (bis Ende 2026)
2. Zusammenführung der Ergebnisse der Machbarkeitsstudie mit dem kommunalen Wärmeplan (nach Abschluss der Machbarkeitsstudie)

Finanzierung

Kommunaler Haushalt // Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), Modul 1 (Förderquote: 50 %)

(A1) Regelmäßige Austauschformate mit relevanten Akteuren der Wärmeplanung etablieren

Abstimmungsprozesse

Kosten	Priorität
€€€€	● ● ●

Hintergrund	Ausgangslage
<p>Die Kommunale Wärmeplanung für die Stadt Marktoberdorf ist abgeschlossen und legt eine klare Strategie für die klimaneutrale Wärmeversorgung bis 2045 vor. Zahlreiche Maßnahmen wurden identifiziert, darunter der Bau neuer Wärmenetze, die Sanierung zahlreicher älterer Gebäude sowie die Umstellung bestehender Heizungssysteme. Damit die ambitionierten Ziele erreicht werden können, ist eine zügige und koordinierte Umsetzung erforderlich. Dies erfordert die enge Einbindung zentraler Akteure und eine kontinuierliche Abstimmung über konkrete Vorhaben und Zeitpläne.</p>	<p>Durch den Prozess der Erstellung der Kommunalen Wärmeplanung wurden bereits erste Abstimmungen zwischen Stadt, Energieversorgern und Netzbetreibern ins Leben gerufen, die eine Basis für weitere Abstimmungsprozesse legen bereiten können. Ein persönlicher Austausch zwischen der Stadt und den ortsansässigen Unternehmen findet bereits regelmäßig statt.</p>

Beschreibung

Zur kontinuierlichen Begleitung der Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung soll ein regelmäßiger Runder Tisch mit relevanten Akteuren wie der Wärmenetzbetreiberin, energieintensiven Unternehmen, Hausverwaltungen, Wohnungsbaugesellschaften und Handwerksbetrieben etabliert werden. Ziel ist es, frühzeitig Informationen bereitzustellen, Maßnahmen abzustimmen und Synergien zu nutzen – beispielsweise bei der Koordination geplanter Sanierungen mit dem Ausbau von Wärmenetzen. Je nach Bedarf können ergänzend thematische Arbeits- oder Informationskreise eingerichtet werden, etwa für bestimmte Fachgebiete oder Ortsteile. So wird eine enge Einbindung der Zielgruppen in den Transformationsprozess ermöglicht.

Initiierung	Mögliche Akteure	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none"> Stadt Marktoberdorf VWEW GmbH 	<ul style="list-style-type: none"> schwaben energie GmbH und schwaben netz GmbH Fernwärme Marktoberdorf GmbH (energieintensive) Unternehmen Hausverwaltungen Wohnungsbaugesellschaften Handwerksbetriebe eza 	Entsprechend den Akteuren

Handlungsschritte und Zeitplan

- Durchführung einer Veranstaltung zur öffentlichen Präsentation der Ergebnisse der Wärmeplanung (zeitnah nach Verabschiedung der Kommunalen Wärmeplanung in den kommunalen Gremien)
- Initiierung eines regelmäßigen, langfristig angelegten Austauschformats zur Umsetzung der Maßnahmen der Wärmeplanung (bis Mitte 2026)

Finanzierung

Kommunalen Haushalt

(A2) Flächenmanagement für den Ausbau erneuerbarer Energien einrichten



Abstimmungsprozesse

Kosten	Priorität
€€€€	● ● ●

Hintergrund	Ausgangslage
<p>Die Kommunale Wärmeplanung für Marktoberdorf hat gezeigt, dass große Potenziale für die Nutzung erneuerbarer Energien bestehen, insbesondere durch Photovoltaik, Solarthermie und Großwärmepumpen. Um diese Potenziale zu heben, ist es notwendig, frühzeitig geeignete Flächen in der eher ländlich geprägten Region zu identifizieren und gezielt zu sichern. Auch in ländlichen Räumen kann es zu Nutzungskonflikten kommen, etwa mit Landwirtschaft, Landschaftsschutz oder Siedlungsentwicklung – umso wichtiger ist eine strategische und vorausschauende Flächenplanung. Ein systematisches Flächenmanagement legt hierfür die Grundlage und ist ein zentraler Baustein für die Umsetzung der Wärmewende vor Ort.</p>	<p>Der Landkreis Ostallgäu hat im Jahr 2022 ein Klimaschutzkonzept mit 32 Maßnahmenvorschlägen verabschiedet, darunter u.a. eine Maßnahme zur Steigerung des Ausbaus der erneuerbaren Energien.</p> <p>Ein kontinuierlicher Ausbau der Photovoltaik erfolgt bereits seit einigen Jahren, die Nutzung von Windkraft wird aufgrund fehlender Windhöfigkeit als nicht wirtschaftlich angesehen.</p>

Beschreibung

Um den Ausbau erneuerbarer Energien gezielt voranzubringen, soll ein Flächenmanagement bei der Stadt eingerichtet werden, das potenzielle Standorte für Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung – wie Photovoltaik, Solarthermie oder Großwärmepumpen – systematisch identifiziert, bewertet und priorisiert. Ziel ist es, auf Basis des kommunalen Energiebedarfs strategisch Vorranggebiete auszuweisen, die über Anpassungen im Flächennutzungsplan und in Bebauungsplänen planungsrechtlich für den Bau von Erneuerbaren Energien-Anlagen erschlossen werden können. Dabei sind sensible Abwägungen vorzunehmen, etwa zwischen Flächenpotenzialen für PV-Anlagen und Belangen des Landschafts- oder Naturschutzes. Das Flächenmanagement bildet damit eine zentrale Grundlage für eine integrierte und nachhaltige Energieflächenplanung.

Initiierung	Mögliche Akteure	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none"> Stadt Marktoberdorf 		<ul style="list-style-type: none"> VVEW GmbH schwaben energie GmbH Energiegenossenschaften EE-Projektierer

Handlungsschritte und Zeitplan

- Durchführung einer systematischen Potenzialanalyse, um geeignete Flächen für Photovoltaik, Solarthermie und Großwärmepumpen zu identifizieren und hinsichtlich ihrer Eignung zu priorisieren (bis Ende 2026)
- Abstimmung zwischen Stadt und Energieversorgern durchführen, um die Flächennutzung strategisch mit den Zielen der Wärmeversorgung und des Klimaschutzkonzepts abzugleichen und die planerische Sicherung vorzubereiten (bis Ende 2026)

Finanzierung

Kommunaler Haushalt // Förderung ggf. je nach aktuellen Förderprogrammen über Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie möglich

(O1) Prozess der Kommunalen Wärmeplanung verstetigen



Organisation

Kosten	Priorität
€€€€	● ● ●

Hintergrund	Ausgangslage
Die Kommunale Wärmeplanung bildet den strategischen Rahmen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis spätestens 2045. Damit die darin enthaltenen Maßnahmen tatsächlich Wirkung entfalten und flexibel auf neue Entwicklungen reagiert werden kann, muss der Plan regelmäßig fortgeschrieben und operativ begleitet werden. Eine kontinuierliche Datenpflege, etwa im digitalen Zwilling, sowie ein abgestimmtes Controlling helfen dabei, Fortschritte sichtbar zu machen und mögliche Abweichungen frühzeitig zu erkennen. Durch die enge Abstimmung mit der VWEW, die politische Rückkopplung und ein gesichertes Budget wird der Wärmeplan vom Konzept zum handlungsleitenden Steuerungsinstrument.	Der erste Wärmeplan für die Stadt Marktoberdorf liegt vor, nun beginnt die Umsetzungsphase des Maßnahmenkatalogs. Das gaia-Tool steht der Kommune als digitaler Zwilling ihres Gebäudebestandes zur Verfügung.

Beschreibung

Um die langfristige Umsetzung der Wärmewende in Marktoberdorf sicherzustellen, soll der Prozess der Kommunalen Wärmeplanung verstetigt werden. Hierzu zählt die gesetzlich vorgesehene Fortschreibung mindestens alle fünf Jahre, idealerweise jedoch eine kontinuierliche Nachführung im digitalen Zwilling. Hier ist eine klare Zuständigkeitsregelung zwischen der Stadt und der VWEW notwendig.

Um die Umsetzung der Kommunalen Wärmeplanung kontinuierlich voranzutreiben und zu begleiten, sollte die Stadt außerdem ein strategisches und ein operatives Controlling einführen: Während das strategische Controlling vor allem die THG-Emissionsreduktion und Zielerreichung überwacht, überprüft das operative Controlling den Umsetzungsstand einzelner Maßnahmen, ihre Wirksamkeit sowie Kosten und Ressourceneinsatz.

Daneben sind auch die politische Verankerung des Prozesses durch regelmäßige Beschlüsse, eine gesicherte Finanzierung relevanter Maßnahmen und die Schaffung von Verbindlichkeit zum Anschluss an das Wasserstoffkernnetz wichtige Elemente einer erfolgreichen Umsetzung.

Initiierung	Mögliche Akteure	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none"> Stadt Marktoberdorf VWEW GmbH 		<ul style="list-style-type: none"> Bürgerinnen und Bürger Gewerbetreibende Industrieunternehmen

Handlungsschritte und Zeitplan

- Entwicklung eines Prozesses zur kontinuierlichen Nachführung der Daten im digitalen Zwilling durch die Stadt und VWEW (zeitnah nach Beschluss des Kommunalen Wärmeplans)
- Einführung eines strategischen und operativen Controllings durch die Stadt Marktoberdorf (bis Frühjahr 2026)

Finanzierung

Kommunaler Haushalt

(O2) Vorbildwirkung der Stadtverwaltung und stadtnaher Unternehmen ausbauen

Organisation

Kosten	Priorität
€€€€€	● ● ●

Hintergrund	Ausgangslage
<p>Die Stadtverwaltung und stadtnahen Unternehmen nehmen als öffentliche Akteure eine besondere Verantwortung für den Klimaschutz wahr. Sie verfügen über zahlreiche kommunale Gebäude und Flächen, die großes Potenzial zur Steigerung der Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien bieten. Bisher sind viele dieser Gebäude noch mit konventionellen Heizsystemen ausgestattet. Eine Vorbildrolle der Stadt und ihrer Unternehmen ist entscheidend, um die Transformation zu einer klimafreundlichen Kommune glaubwürdig voranzutreiben und gesellschaftliche Akzeptanz für nachhaltige Maßnahmen zu fördern.</p>	<p>Die Stadt Marktoberdorf ist sich ihrer Vorbildwirkung bewusst und hat bereits zahlreiche Klimaschutzmaßnahmen durchgeführt:</p> <p>Der Transformationsprozess der Fernwärmeerzeugung wurde bereits begonnen, mit dem Ziel, einen 90%igen EE-Anteil im Jahr 2030 zu erreichen. Große städtische Gebäude werden bereits mit Fernwärme beheizt.</p> <p>Sämtliche geeignete kommunale Gebäude wurden bereits mit PV ausgestattet oder sollen zeitnah mit PV ausgestattet werden. Alle Neubauten städtischer Gebäude sind mit PV ausgestattet und werden erneuerbar beheizt. Außerdem findet eine regelmäßige Sanierung kommunaler Gebäude statt (vgl. Maßnahme E3).</p>

Beschreibung

Die Stadtverwaltung stellt weiterhin sukzessive alle kommunalen Gebäude auf erneuerbare Heizsysteme um oder schließt sie als Ankerkunden ans Fernwärmenetz an, um fossile Energieträger zu ersetzen und Emissionen deutlich zu reduzieren. Auf allen geeigneten kommunalen Dächern werden entsprechend den bestehenden Planungen Photovoltaik-Anlagen installiert, um die Eigenstromerzeugung zu steigern und den Einsatz erneuerbarer Energien weiter zu fördern. Ein regelmäßiger Energiebericht dokumentiert den Fortschritt und die Energieverbräuche aller kommunalen Liegenschaften. Parallel wird ein Energiemanagement etabliert, das systematisch Einsparpotenziale identifiziert und die Effizienz der Maßnahmen sicherstellt. Die kommunalen Klimaschutzaktivitäten werden transparent und nachvollziehbar in der Öffentlichkeitsarbeit dargestellt, um die Vorbildfunktion der Stadtverwaltung zu stärken und Bürgerinnen und Bürger sowie andere Akteure zu motivieren, eigene Maßnahmen zu ergreifen.

Initiierung	Mögliche Akteure	Zielgruppe
<ul style="list-style-type: none"> Stadt Marktoberdorf VWEW GmbH 		<ul style="list-style-type: none"> Bürgerinnen und Bürger Gewerbetreibende

Handlungsschritte und Zeitplan

- Einführung eines kommunalen Energiemanagements mit jährlichem Energiebericht (bis Mitte 2026)
- Erstellung eines langfristigen Fahrplans für die Umstellung der Wärmeversorgung kommunaler Gebäude auf erneuerbare Energien (bis Ende 2026)
- Installation von Photovoltaik-Modulen auf allen geeigneten kommunalen Gebäuden (bis Ende 2026)

Finanzierung

Kommunaler Haushalt // Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) // Bundesförderung für effiziente Gebäude: „Kommunen-Zuschuss“ (Nr. 464); „Kommunen-Kredit“ (Nr. 264) und „Heizungsförderung für Kommunen“ (Nr. 422) // Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE)

Anhang 2: Ergänzende Darstellungen zum Zielszenario nach Anlage 2 WPG

An der dieser Stelle sind ergänzende, nach Anlage 2 WPG geforderte, Darstellungen zum Zielszenario aufgeführt.

Der jährliche Endenergieverbrauch der gesamten Wärmeversorgung in Kilowattstunden pro Jahr, differenziert nach Endenergiesektoren und Energieträgern:

Tabelle 8: jährlicher Endenergieverbrauch der gesamten Wärmeversorgung in Kilowattstunden pro Jahr, differenziert nach Endenergiesektoren

[GWh/a]	Status- Quo	2030	2035	2040	2045
Haushalte	189,8	163,1	132,0	102,7	75,9
Gewerbe/Handel/Dienstleistung/Industrie	284,2	248,9	213,2	182,6	153,2
Summe	474,0	412,0	345,2	285,3	229,1

Tabelle 9: jährlicher Endenergieverbrauch der gesamten Wärmeversorgung in Kilowattstunden pro Jahr, differenziert nach Energieträgern

[GWh/a]	Status-Quo	2030	2035	2040	2045
Gas	256,8	210,3	138,6	73,5	0,0
Wasserstoff	0,0	0,0	0,0	0,0	29,2
Öl	167,8	108,6	46,6	13,9	0,0
Fernwärme	11,8	17,2	28,3	35,6	38,1
Biomasse	0,9	34,7	81,8	108,1	100,9
Strom	1,9	12,4	31,4	42,3	55,9
Flüssiggas	33,6	28,1	17,6	10,9	5,0
Kohle	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Luft	1,1	10,8	37,6	61,5	87,7
Geothermie	0,0	17,1	34,4	48,1	54,8
Summe	472,9	439,8	417,3	394,9	371,6
Summe (ohne Luft/Geothermie)	474,0	411,9	345,3	285,3	229,1

Die jährliche Emission von Treibhausgasen im Sinne von § 2 Nummer 1 des Bundes-Klimaschutzgesetzes der gesamten Wärmeversorgung des beplanten Gebiets in Tonnen Kohlendioxid-Äquivalent:

Tabelle 10: jährliche Emission von Treibhausgasen im Sinne von § 2 Nummer 1 des Bundes-Klimaschutzgesetzes der gesamten Wärmeversorgung des beplanten Gebiets in Tonnen Kohlendioxid-Äquivalent

[CO₂e t/a]	Status-Quo	2030	2035	2040	2045
Gas	64.665,5	51.932,5	34.243,8	18.165,2	-
Wasserstoff	-	-	-	-	583,7
Öl	53.360,2	34.528,3	14.817,7	4.423,0	-
Fernwärme	1.782,9	2.491,0	2.464,4	1.425,1	1.333,8
Biomasse	18,7	762,9	1.798,8	2.378,6	2.219,1
Strom	914,4	1.368,1	1.414,9	1.057,6	837,9
Flüssiggas	9.285,2	6.466,1	3.528,7	1.746,7	610,8
Kohle	-	-	-	-	-
Summe	130.027,0	96.080,3	56.160,2	25.843,3	5.576,0

Der jährliche Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung nach Energieträgern in Kilowattstunden pro Jahr und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung in Prozent:

Tabelle 11: jährlicher Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung nach Energieträgern in Kilowattstunden pro Jahr

[MWh/a]	Status-Quo	2030	2035	2040	2045
Gas	7.098,5	10.307,8	14.162,9	17.813,7	-
Biogas	3.549,3	5.153,9	8.497,8	10.688,2	11.432,2
Öl	118,3	-	-	-	-
Wasserstoff	-	-	-	-	19.053,7
Biomasse	1.064,8	1.718,0	2.832,6	3.562,7	3.810,7
Solarthermie	-	-	2.832,6	3.562,7	3.810,7
Summe	11.830,9	17.179,6	28.325,9	35.627,5	38.107,3

Tabelle 12: Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung in Prozent

[%]	Status-Quo	2030	2035	2040	2045
Gas	60	60	50	50	0
Biogas	30	30	30	30	30
Öl	1	0	0	0	0
Wasserstoff	0	0	0	0	50
Biomasse	9	10	10	10	10
Solarthermie	0	0	10	10	10

Der Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung in Prozent:

Tabelle 13: Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung in Prozent

[%]	Status-Quo	2030	2035	2040	2045
Anteil Wärmenetze an Endenergie	2,5	4,2	8,2	12,5	16,6
Anteil Wärmenetze an Endenergie (mit Luft/Geothermie)	2,5	3,9	6,8	9,0	10,3

Die Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in Prozent:

Tabelle 14: Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in Prozent

 [#; %]	Status-Quo	2030	2035	2040	2045
Anzahl Gebäude mit Fernwärme	54	96	183	282	360
Anteil Gebäude mit Fernwärme	1,0	1,8	3,3	5,1	6,6

Der jährliche Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträgern in Kilowattstunden pro Jahr und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der gasförmigen Energieträger in Prozent:

Tabelle 15: jährlicher Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträgern in Kilowattstunden pro Jahr und Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der gasförmigen Energieträger in Prozent

	Status-Quo	2030	2035	2040	2045
Endenergie Gas [MWh/a]	256.804	210.253	138.639	73.543	0
Endenergie Wasserstoff [MWh/a]	0	0	0	0	29.184
Anteil Gas [%]	100	100	100	100	0
Anteil Wasserstoff [%]	0	0	0	0	100

Die Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in Prozent:

Tabelle 16: Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in Prozent

 [#; %]	Status-Quo	2030	2035	2040	2045
Anzahl Gebäude mit Gasen	3.135	2.842	2.002	1061	4
Anteil Gebäude mit Gasen	57,2	51,9	36,5	19,4	0,07

Anhang 3: Gasversorgungsleitungen zur Versorgung der Prüfgebiete

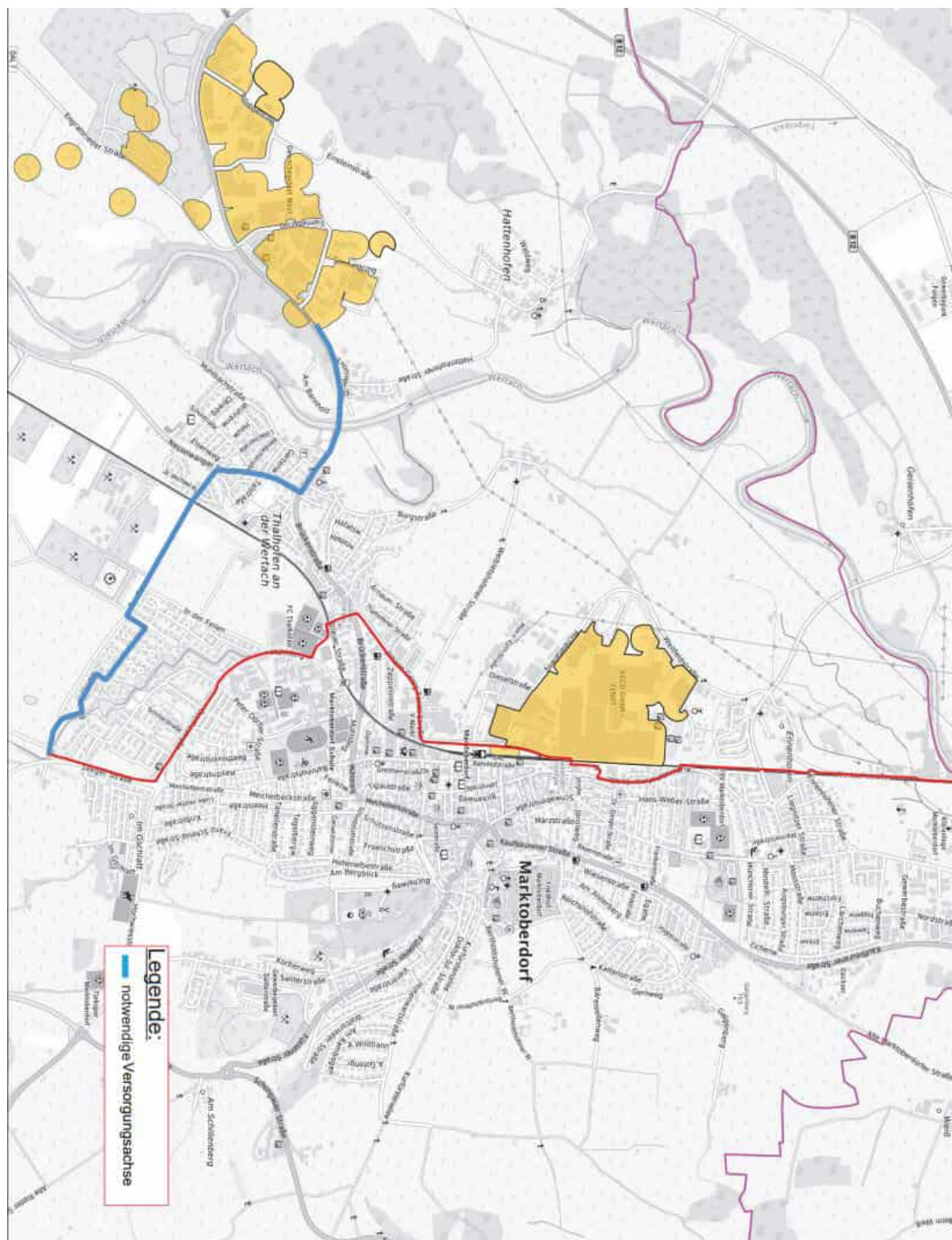


Abbildung 61: Gasversorgungsleitungen zur Versorgung der Prüfgebiete (Quelle: schwaben netz GmbH)

Kommunale Wärmeplanung Marktoberdorf

Planungsgrundlage für die zukunftsichere Wärmeversorgung Marktoberdorfs

