

Kommunale Wärmeplanung

Abschlussbericht der EGS-
Plan Ingenieurgesellschaft
für Energie-, Gebäude- und
Solartechnik mbH
im Auftrag der Stadt Hof

Stand: 08.07.2025



Impressum

Herausgeberin

Stadt Hof
Stadtplanung / SG Klima
Karolinenstraße 17
95028 Hof

Bericht

EGS-Plan Ingenieurgesellschaft für
Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10
70563 Stuttgart

Tel. +49 711 99 007 - 5
Fax +49 711 99 007 - 99
www.egs-plan.de
info@egs-plan.de

Projektleitung

Tobias Nusser, M. Sc.

Bearbeitung

Sven Dietterle, B. Eng.

Matthias Zeile-Lott, M.Sc.

Inhalt

1	Zusammenfassung	6
2	Kommunale Wärmeplanung	9
2.1	Das Planungsinstrument der kommunalen Wärmeplanung	9
2.2	Vorgehensweise und Methodik	9
2.3	Organisatorischer Rahmen	11
3	Beteiligungs- und Kommunikationskonzept	13
4	Bestandsanalyse	16
4.1	Ziele und Vorgehensweise	16
4.2	Datengrundlagen	16
4.2.1	Daten der Kommunalverwaltung	17
4.2.2	Daten der Schornsteinfeger	17
4.2.3	Daten der Energieunternehmen	18
4.2.4	Großverbraucher	19
4.3	Ergebnisse der Bestandsanalyse	19
4.3.1	Definition der Teilgebiete	19
4.3.2	Kommunalstruktur	20
4.3.3	Energieinfrastruktur	24
4.3.4	Wärmebedarf	28
4.3.5	Endenergie- und Treibhausgasbilanz	30
4.3.6	Großverbraucheranalyse	33
4.4	Eignungsprüfung	34
4.4.1	Eignungsprüfung zur Versorgung durch ein Wärmenetz	35
4.4.2	Eignungsprüfung zur Versorgung durch ein Wasserstoffnetz	36
4.4.3	Fazit der Eignungsprüfung	37
5	Potenzialanalyse	38
5.1	Ziele und Vorgehensweise	38
5.2	Potenziale zur Reduktion des Wärmebedarfs	38
5.2.1	Potenziale zur Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden	38
5.2.2	Potenziale durch Steigerung von Prozesseffizienzen	39
5.2.3	Gesamtpotenzial zur Reduktion des Wärmebedarfs	39
5.3	Potenziale für klimaneutrale Wärme	42
5.3.1	Unvermeidbare Abwärme - Industrie und Gewerbe	43

5.3.2	Abwasser - Kanal	44
5.3.3	Abwasser - Kläranlage	46
5.3.4	Flusswasser	48
5.3.5	Geothermie - Kollektoren zentral	49
5.3.6	Geothermie - Sonden dezentral	53
5.3.7	Geothermie - Sonden zentral	54
5.3.8	Grundwasser	57
5.3.9	Seewasser	58
5.3.10	Solarthermie - dezentral	59
5.3.11	Solarthermie - zentral	60
5.3.12	Tiefengeothermie	64
5.3.13	Ortsunabhängige Nutzungspotenziale für klimaneutrale Wärme	66
5.3.14	Potenzial für Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung	70
5.4	Übersicht der Potenzialanalyse-Ergebnisse	71
6	Zielszenario	73
6.1	Ziele und Vorgehensweise	73
6.2	Eignungsbewertung für die Versorgung durch Wärmenetze	74
6.3	Eignungsbewertung für die Versorgung durch Wasserstoffnetze	76
6.4	Eignungsbewertung für die dezentrale Wärmeversorgung	78
6.5	Entwicklung und Vergleich der zielkonformen Szenarien	81
6.6	Maßgebliches Zielszenario	82
6.7	Maßgebliches Zielszenario 2040	84
6.8	Zielszenario 2030	87
6.9	Klimapfad bis 2040	88
6.10	Kostenschätzung für maßgebliches Zielszenario 2040	89
7	Wärmewendestrategie & Maßnahmenkatalog	91
7.1	Ziele und Vorgehensweise	91
7.2	Maßnahmen auf Meta-Ebene	91
7.3	Priorisierte kommunale Gebiete für die Wärmetransformation	95
7.3.1	Wärmenetzgebiete und Prüfgebiete	95
7.3.2	Kommunale Fokusgebiete	101
7.3.3	Gebiete mit perspektivischem Gasbedarf	103
7.4	Teilgebiet-Steckbriefe	105
7.5	Priorisierte Maßnahmen des Wärmeplans	107

7.5.1	Gründung eines Umsetzungsteams Wärmeversorgung	109
7.5.2	Ausweitung der Beratung zur Sanierung und Effizienzsteigerung (S&E)	111
7.5.3	BEW- Transformationsstudie Wärmenetz Kernstadt	114
7.5.4	BEW- Transformationsstudie Wärmenetz Hochschule + Pinzig	119
7.5.5	BEW-Machbarkeitsstudie Wärmenetz Bahnhofsviertel	124
7.5.6	Dokumentation erweiterter Maßnahmenvorschläge	129
8	Abbildungsverzeichnis	133
9	Literaturverzeichnis	135
10	Anhang	136
10.1	Detailergebnisse der Eignungsprüfung nach Kapitel 4.4 Eignungsprüfung	136
10.2	Liste der Ausschluss- und Eignungsflächen	139
10.3	Emissionsfaktoren in der kommunalen Wärmeplanung	140
10.4	Detailergebnisse der Zielszenarien nach Kapitel	141

1 Zusammenfassung

Das Wärmeplanungsgesetz (WPG) verpflichtet alle Kommunen zur Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung bis Mitte 2028. Die kommunale Wärmeplanung soll dabei als strategisches Planungsinstrument Erkenntnisse liefern, wie eine klimaneutrale Wärmeversorgung¹ bis zum Zieljahr 2040 erreicht werden kann. Die Stadt Hof hat im Jahr 2024 die Erarbeitung der Wärmeplanung begonnen und analysiert darin die Möglichkeiten einer klimaneutralen Wärmeversorgung für das Zieljahr 2040.

Die kommunale Wärmeplanung weist grundlegend vier zentrale Arbeitsphasen auf: Bestandsanalyse inklusive Eignungsprüfung, Potenzialanalyse, Zielszenario und Maßnahmenkatalog.

Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse hat das Ziel, den aktuellen Wärmebedarf und -verbrauch und die daraus resultierenden Treibhausgas-Emissionen (THG) für die gesamte Kommune zu bestimmen. Durch die Datenerhebungsermächtigung im Wärmeplanungsgesetz liegen hierfür reale Daten zum Energieverbrauch als auch Informationen zu den vorhandenen Gebäudetypen, der Versorgungsstruktur aus Gas- und Wärmenetzen, Heizzentralen sowie der dezentralen Wärmeversorgungsstruktur der Wohn- und Nicht-Wohngebäude vor.

Im Rahmen der Bestandsanalyse ist die Kommune in 113 Teilgebiete eingeteilt worden, um auf dieser Ebene jeweils passende Lösungsansätze zu ermitteln und die Ergebnisse datenschutzkonform weiternutzen zu können. Insgesamt sind im Rahmen der Analyse rund 27.500 Gebäude mit mehr als 9.000.000 m² Brutto-Grundfläche ausgewertet worden. Davon weisen 12.000 Gebäude (7.500.000 m² Brutto-Grundfläche) einen Wärmebedarf auf.

Der Endenergiebedarf für Wärme lag im Jahr 2023 bei ca. 701 GWh. Der größte Anteil des Wärmebedarfs wird heute durch fossile Energieträger Erdgas und Heizöl (rund 76 %) gedeckt, der Anteil der Wärmenetze an der gesamten Wärmebereitstellung beträgt rund 3 %. Rund 53 % des Endenergiebedarfs sind dabei auf die Nutzungskategorie Wohnen zurückzuführen. Der Anteil der dezentralen erneuerbaren Energien liegt bei ca. 20 %.

Insgesamt resultieren im Basisjahr THG-Emissionen in Höhe von 152.289 Tonnen CO₂-Äquivalente. Bezogen auf die Einwohnerzahl ergibt sich ein Emissions-Kennwert von rund 3,3 t pro Einwohner für den Sektor Wärme.

Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse beinhaltet die Ermittlung der Potenziale zur Energieeinsparung durch Gebäudesanierungen und Effizienzmaßnahmen im Bereich der Prozesswärme sowie die

¹ Siehe Erläuterung hierzu in Kapitel 2.2 „Exkurs: Definition klimaneutrale Wärme“

Erhebung der lokal nutzbaren Potenziale klimaneutraler Energiequellen und Abwärme. Das Leitszenario zur Ermittlung der Einsparpotenziale zeigt auf, dass durch die Verbesserung des Wärmeschutzes von Gebäuden ca. 19 % des Gesamtwärmebedarfs eingespart werden kann. Dabei ist eine Sanierungsrate von 2 % pro Jahr angenommen sowie ein Sanierungsniveau, das dem heutigen gesetzlichen Mindeststandard entspricht. Durch Prozesseffizienzmaßnahmen in Industrie und Gewerbe resultiert in dem Szenario eine Wärmebedarfsreduktion um ca. 7 % bis 2040. Gegenüber dem Basisjahr 2023 resultiert für das Zielszenario insgesamt ein um rund 26 % reduzierter Wärmebedarf.

Die Analyse der lokal verfügbaren emissionsfreien Wärmequellen ergibt, dass die größten Potenziale im Bereich der Abwasserwärme, Erdwärme und Solarthermie liegen. Darüber hinaus sind für eine vollständige Bedarfsdeckung die Nutzung von im Wesentlichen räumlich unabhängigen Energieträgern wie Außenluftwärme, Biomasse und „grüne Gase“ erforderlich und einsetzbar.

Zielszenario 2040

Für die kommunale Wärmeplanung gibt das Wärmeplanungsgesetz das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung vor. Gemäß Gesetzesbegründung bedeutet dies, dass durch die Wärmeversorgung im Zieljahr nur noch Wärme auf Basis von erneuerbaren Energien oder Abwärme zum Einsatz kommen darf. Auf Basis der Erkenntnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse wird dieses „Zielszenario“ ausgearbeitet, das aufzeigen soll, mit welchen Energieträgern und Versorgungssystemen eine klimaneutrale Wärmeversorgung erreicht werden kann.

Der Endenergiebedarf für Wärme in Hof beträgt im Zieljahr 2040 rund 518 GWh, dieser Bedarf ist durch emissionsfreie Wärmequellen zu decken. Ausgehend von rund 76 % fossiler Endenergie im Basisjahr zeigt dies die Dimension des fortzuführenden Transformationsprozesses.

Zentrales Element der Wärmeerzeugung sind im Zielszenario die Wärmepumpen in Heizzentralen und Gebäuden. Wärmepumpen stellen hierbei rund die Hälfte der Wärme im Zielszenario. Wesentliche Umweltwärmequellen sind Außenluft, Geothermie und Abwasserwärme. Weiterhin werden auch die bestehenden Wärmenetze in Hof einen wichtigen Beitrag zur Dekarbonisierung im Wärmesektor leisten müssen. Dieses gilt es konsequent zu dekarbonisieren sowie auszubauen und nachzuverdichten.

Im Rahmen des Zielszenario-Prozesses sind auf der Ebene von 113 Teilgebieten räumlich zugeordnete Empfehlungen in den Teilgebiet-Steckbriefen ausgearbeitet, die Aufschluss darüber geben, welche Energieversorgungssysteme (Wärmenetze, dezentrale Heizungsanlagen) und Energieträger für die Erreichung der Klimaneutralitätsziele eine Option darstellen.

Handlungsstrategie/Maßnahmenkatalog

Auf Basis der Ergebnisse des Zielszenarios sind Handlungsstrategien und ein Katalog mit fünf Maßnahmen erarbeitet worden. Darüber hinaus sind grundlegende strukturelle und unterstützende Maßnahmen bei der Kommunalverwaltung für die Umsetzung dieses Transformationsprozesses ausformuliert.

Die fünf Maßnahmen sind in Abstimmung mit der Kommunalverwaltung und den Stadtwerken entwickelt und ausführlich in Steckbriefen in Kapitel 7.5 beschrieben. Hierbei handelt es sich um folgende Maßnahmen.

1. *Ausweitung der Beratung Sanierung & Effizienzsteigerung - Erstellung eines Konzeptes zur Verbesserung der Gebäudehülle und der Prozesseffizienz in Industrie*
2. *Gründung Umsetzungsteam Wärmeversorgung - Begleitung, Organisation und Unterstützung der Umsetzung konkreter Maßnahmen*
3. *BEW-Studie Wärmenetz Bahnhofviertel - Wärmenetzplanung für neue klimaneutrale Bestandsquartiere*
4. *BEW-Transformationsstudie Wärmenetz Kernstadt - Erweiterung und Dekarbonisierung des bestehenden Wärmenetzes*
5. *BEW-Transformationsstudie Wärmenetz Hochschule + Stadtteil Pinzig - Erweiterung und Dekarbonisierung des bestehenden Wärmenetzes*

2 Kommunale Wärmeplanung

2.1 Das Planungsinstrument der kommunalen Wärmeplanung

Die kommunale Wärmeplanung (KWP) ist ein strategisches Planungswerkzeug, um das Handlungsfeld Wärme innerhalb der nachhaltigen Stadtentwicklung gestalten zu können. Die Kommunen entwickeln dabei eine Strategie zum langfristigen Umbau der Wärmeversorgung hin zur Klimaneutralität, die die jeweilige Situation vor Ort bestmöglich berücksichtigt. Sie enthält eine Analyse des Wärmebedarfs vor Ort und Maßnahmen, wie dieser mit erneuerbaren und emissionsfreien Energien perspektivisch gedeckt werden kann².

Durch die Wärmeplanung verfügen Kommunen über einen starken Hebel, um die Wärmewende sowohl schneller als auch effizienter voranzutreiben. Der ganzheitlich und konsequent auf die Klimaneutralität ausgerichtete Ansatz eröffnet der Verwaltung und kommunalen Entscheidungsebene einen strategischen Fahrplan, der ihre Arbeit in den Folgejahren Orientierung geben kann. Ein Wärmeplan ersetzt dabei niemals eine ortsgenaue Planung eines Wärmenetzes oder detailliertere Betrachtungen in einem Quartier.

Die Rahmenbedingungen, der Umfang sowie die Inhalte der Wärmeplanung sind im Wärmeplanungsgesetz des Bundes geregelt. Dieses verpflichtet alle Kommunen in Deutschland schrittweise zur Erstellung eines Wärmeplans, abgestuft nach Gemeindegröße. Großstädte (über 100.000 Einwohner) müssen ihren Wärmeplan bis Mitte 2026 vorlegen, kleinere Gemeinden folgen bis spätestens Mitte 2028. Ziel ist es, eine flächendeckende, vorausschauende und klimaneutrale Wärmeversorgung in Deutschland zu ermöglichen.

2.2 Vorgehensweise und Methodik

Die Kommunale Wärmeplanung besteht im Kern aus vier Arbeitsphasen: Bestandsanalyse inklusive Eignungsprüfung, Potenzialanalyse, Zielszenario und Maßnahmenkatalog.

Bestandsanalyse

Im Rahmen der Bestandsanalyse werden Daten zur Gebäude-, Siedlungs- und Energieinfrastruktur erhoben und analysiert. Das digitale Liegenschaftskataster liefert Informationen zur Nutzungsart und Kubatur der Gebäude, den Flurstücken und Straßen. Im Anschluss wird der aktuelle Wärmebedarf/-verbrauch erhoben und die daraus resultierenden Treibhausgas-Emissionen ermittelt. Zusätzlich werden Informationen zur Energieinfrastruktur, wie z.B. Gas- und Wärmenetze, zur dezentralen Wärmeherzeugung in Gebäuden und zum Gebäudebestand allgemein analysiert.

² Siehe Erläuterung zur klimaneutralen Wärme in Anhang 10.3

Die Grundlagen für die Bestandsanalyse sind unter anderem gebäudescharfe als auch aggregierte Schornsteinfegerdaten, Verbrauchsdaten für leitungsgebundene Energieträger (Gas, Strom, Wärme), das digitale Liegenschaftskataster. Ergänzend fließen lokale Informationen zu Bebauungsplänen, kommunalen Gebäuden und denkmalgeschützten Gebäuden mit ein. (siehe Kapitel 4.2)

Die **Eignungsprüfung** gemäß § 14 des Wärmeplanungsgesetzes bewertet systematisch, welche Teilgebiete einer Kommune sich mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für eine Versorgung über Wärmenetze oder Wasserstoffnetze eignen. Für dies Teilgebiete kann die Kommune eine verkürzte Wärmeplanung vornehmen.

Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse dient der Berechnung der Potenziale zur Energieeinsparung für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme in den Sektoren Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen, Industrie und öffentlichen Liegenschaften sowie der lokal verfügbaren Potenziale erneuerbarer Energien und Abwärme.

Zielszenario

Das Zielszenario steht für die Entwicklung eines Szenarios zur Deckung des zukünftigen Wärmebedarfs mit erneuerbaren Energien zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung. Dazu gehört eine räumlich aufgelöste Beschreibung der dafür benötigten zukünftigen Versorgungsstruktur im Jahr 2040 mit ausgewählten zeitlichen Zwischenschritten. Dies erfolgt durch die Einteilung des beplanten Gebiets in Wärmenetzgebiete, Wasserstoffnetzgebiete und Gebiete für die dezentrale Versorgung.

Handlungsstrategie und Maßnahmenkatalog

Der Prozess der kommunalen Wärmeplanung führt Potenziale und Bedarf systematisch zusammen. Auf diese Weise lassen sich Einsatzmöglichkeiten der Energiequellen in einem klimaneutralen Wärmesystem definieren und lokal umsetzen. Aufbauend auf dem Zielszenario werden sowohl grundlegende als auch konkrete Maßnahmen und Strategien formuliert, die für die erfolgreiche Umsetzung dieses Transformationsprozesses empfohlen werden.

Die Maßnahmen beziehen sich spezifisch auf unterschiedliche Eignungsgebiete und Quartiere sowie auf strukturelle und prozesshafte Aspekte auf Seiten der Kommunalverwaltung. Die Summe der beschriebenen Maßnahmen soll helfen, die erforderlichen Treibhausgasminderungen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen.

Der kommunale Wärmeplan soll in der anschließenden Umsetzungsphase Orientierung geben. Seine Ergebnisse und Handlungsvorschläge dienen der Verwaltung und dem Stadtrat als Grundlage für die weitere Stadt- und Energieplanung. Während des gesamten Prozesses gilt es, die Inhalte anderer Vorhaben der Kommune, etwa die der Bauleit- oder Regionalplanung, zu berücksichtigen.



Abbildung 1: Übersicht der Arbeitsphasen einer KWP

Exkurs: Definition klimaneutraler Wärmeversorgung

Das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung definiert das seit Januar 2024 in Kraft getretene „Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze“ (WPG). Dort ist zur Erfüllung einer klimaneutralen Wärmeversorgung im Zielszenario gemäß § 19 Abs. 1 WPG „... eine Wärmeversorgung ausschließlich auf Grundlage von Wärme aus erneuerbaren Energien oder aus unvermeidbarer Abwärme innerhalb des beplanten Gebiets ...“ auszuarbeiten. Der Gesetzgeber definiert dabei keine Emissionsvorgaben, sondern lediglich für die Erfüllung als geeignet eingestufte Energieträger.

Auf Ebene der Kommune bestehen dabei überörtliche Abhängigkeiten von klimaneutralem Strom und eventuell auch in angemessenem Umfang sonstigen klimaneutralen Energieträgern („grünes Methan oder Wasserstoff“), die nicht unbedingt im Kommunalgebiet hergestellt werden können. Die Orientierung an den Klimaschutzziele und -vorgaben von Bund und Land gewährleistet, dass diese klimaneutralen Versorgungsmöglichkeiten nur in angemessenem Umfang in die örtliche Planung eingestellt werden.

Die in Tabelle 17 aufgeführten Emissionsfaktoren zeigen auf, dass auch im Zieljahr erneuerbare Wärme emissionsbehaftet sein kann. Die aus dem Technikkatalog angelegten Emissionsfaktoren verdeutlichen dabei die in der Gesetzesbegründung erwähnten überörtlichen Abhängigkeiten und den Sachverhalt, dass gemäß diesen Emissionsszenarien auch bei „Wärme aus erneuerbaren Energien“ Treibhausgasemissionen resultieren.

Die Darstellung des Zielszenarios bezieht sich im Fachgutachten aus diesem Grund im Wesentlichen auf die darin eingesetzten Energieträger und Versorgungssysteme.

2.3 Organisatorischer Rahmen

Das Wärmeplanungsgesetz verpflichtet Kommunen in Deutschland bis spätestens Juni 2028 eine kommunale Wärmeplanung zu erstellen und alle fünf Jahre bezüglich künftiger Entwicklungen zu überprüfen. Die kommunale Wärmeplanung ist für Kommunen der zentrale strategische Prozess, um Maßnahmen für das Erreichen der Klimaschutzziele im

Wärmebereich zu identifizieren. Dabei folgt sie dem Leitspruch: Energiewende durch Wärmewende. Für die kommunale Wärmeplanung gibt das Wärmeplanungsgesetz das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 vor.

Die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung werden an zentraler Stelle auf Landesebene geprüft. Spätestens alle fünf Jahre muss die kommunale Wärmeplanung fortgeschrieben werden. Damit wird gewährleistet, dass die Ergebnisse geprüft und die Umsetzung weiter vorangetrieben werden.

Die Stadt Hof zählt rund 47.000 Einwohner und ist damit die drittgrößte Stadt Oberfrankens. Als kreisfreie Stadt liegt Hof im Norden des Freistaates Bayern und nimmt als Oberzentrum eine zentrale Rolle in der Region Hochfranken ein.

Die kommunale Wärmeplanung ist in der Stadtverwaltung dem Fachbereich „Stadtplanung“ zugeordnet. In diesem Bereich werden unter anderem Aufgaben in den Themenfeldern Klimaschutz, Klimaanpassung, Stadtentwicklung, Energieversorgung und Infrastruktur bearbeitet.

3 Beteiligungs- und Kommunikationskonzept

Für den Erfolg und die Akzeptanz einer kommunalen Wärmeplanung bedarf es einer aktiven Beteiligung und Information der lokalen Akteure und der Öffentlichkeit. Der partizipative Beteiligungsprozess hat das Ziel, mit den an der späteren Umsetzung zuständigen Akteuren akzeptierte Ergebnisse und Maßnahmen zu finden. Zu Beginn sind daher im Rahmen einer Akteursanalyse die wesentlichen Akteure identifiziert und deren Erwartungen an die KWP erfasst worden. Darauf aufbauend wurde ein Kommunikationskonzept frühzeitig entwickelt, um eine Mitwirkung und zielgruppenspezifische Einbindung der lokalen Akteure zu erreichen.

Bei der Akteursanalyse sind zunächst alle relevanten Akteure in Gruppen eingeteilt und für diese ein Beteiligungs- und Kommunikationskonzept erstellt worden. Die identifizierten Akteursgruppen sind in Tabelle 1 aufgelistet. In Abhängigkeit von den Gruppen und Kommunikationsformaten sind mit der Kommunalverwaltung entsprechende Beteiligungsformate festgelegt worden.

Tabelle 1: Akteursgruppen

Gruppe	
A1	Stadtrat
A2	Verwaltung
A3	Energieunternehmen
A4	Handwerker, Schornsteinfeger
A5	Großverbraucher
A6	Immobilienbestandshalter
A7	Landwirtschaft
A8	Öffentlichkeit
A9	Verbraucherzentrale Bayern

Information der betroffenen Öffentlichkeit

Gemäß § 13 Absatz 2 ist die betroffene Öffentlichkeit frühzeitig und fortlaufend über die Vorgehensweise und Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung zu informieren.

Die Öffentlichkeit wurde zu Beginn im Rahmen einer öffentlichen Bekanntmachung auf der Webseite der Stadt Hof über den Start und die Inhalte der kommunalen Wärmeplanung informiert. Darüber hinaus sind die Zwischenergebnisse und Meilensteine der kommunalen Wärmeplanung auf der Webseite der Stadt Hof veröffentlicht.

Ergänzend wurde der Zwischenstand der Kommunalen Wärmeplanung vor Festlegung der Maßnahmen am 03.06.2025 im Rahmen einer Informationsveranstaltung der Öffentlichkeit

präsentiert. An Thematischen gab es die Möglichkeiten für Rückmeldungen zur KWP sowie für Diskussionen des anstehenden Transformationsprozesses und Kontaktaufnahme zu lokalen Akteuren (Energieberater, Stadtverwaltung). Auf der Webseite der Kommune wurde im Nachgang zur Informationsveranstaltung der Entwurf des Zielszenarios veröffentlicht und Kontaktdaten für Fragen und Rückmeldungen benannt.

Neben der Information der Öffentlichkeit kommt der Information des Stadtrats und der relevanten kommunalpolitischen Gremien und Ausschüssen eine zentrale Rolle zu. Die erste Information fand am 09.12.2024 im Stadtrat statt. Die Zwischenergebnisse der Bestandsanalyse und der Sanierungspotenziale wurden hier vorgestellt. Am 27.05.2025 wurden die Ergebnisse des Zielszenarios und der Ausblick auf die letzte Projektphase im Umwelt- und Planungsausschuss vorgestellt. Ziel der Vorstellungen war es über die Relevanz der kommunalen Wärmeplanung und den aktuellen Stand zu informieren sowie das weitere Vorgehen zu erläutern. Dadurch konnten regelmäßig Fragen und Anmerkungen aus der Kommunalpolitik abgeholt und in die weitere Bearbeitung integriert werden.

Die finale Präsentation im Umwelt- und Planungsausschuss findet am 17.07.2025 statt, der Beschluss der Maßnahmen und des Wärmeplans ist im Anschluss am 21.07.2025 durch den Stadtrat vorgesehen.

Partizipative Beteiligung der wesentlichen Akteure

Das Wärmeplanungsgesetz fordert im Rahmen von § 7 die Beteiligung der wesentlichen Akteure an der Wärmeplanung, deren Aufgabenbereiche durch die Wärmeplanung berührt werden. Dazu zählen konkret die kommunalpolitischen Vertreter und die Verwaltung sowie die Energieunternehmen und Netzbetreiber.

Das zentrale Format für die Kommunikation waren hierbei regelmäßig stattgefundene Besprechungstermine mit der Stadtverwaltung und den Stadtwerken Hof. Hier wurden je nach Projektphase, in der Regel monatlich, die Zwischenstände vorgestellt und aktuelle Projektthemen diskutiert. Die elementaren Ergebnisse wurden in die weiteren Verwaltungseinheiten kommuniziert.

Zum Kommunikations- und Partizipationskonzept gehörte, je Projektphase die außerhalb der Verwaltung angesiedelten, relevanten Akteure in die regelmäßigen JourFixe-Termine mit einzubeziehen. Unter anderem waren die Vertreter der Stadtwerke in diesen Abstimmungsgesprächen auf Arbeitsebene direkt und fortlaufend mit eingebunden. Die Gespräche wurden genutzt, um sich bilateral über bestehende und geplante Entwicklungen bei den Netzinfrastrukturen (Gas, Wärme, Strom) zu berichten.

Darüber hinaus wurden weitere Akteursgruppen über die Zwischenergebnisse nach der Erstellung der Bestandsanalyse und des Zielszenario-Entwurfs über die Inhalte und das weitere Vorgehen informiert. Die eingeladenen Akteure konnten in diesen Formaten in das

Gespräch mit der Kommune und dem Dienstleister treten und Rückmeldungen zu den anstehenden Arbeiten einfließen lassen.

Die Rückmeldungen zu den jeweiligen Zwischenergebnissen wurden zentral von der Kommunalverwaltung gesammelt, in einer Abwägungstabelle bewertet und für die weitere Berücksichtigung im Wärmeplan aufbereitet.

4 Bestandsanalyse

4.1 Ziele und Vorgehensweise

Die Bestandsanalyse basiert auf der Erhebung von Informationen zu den vorhandenen Gebäudetypologien, der Versorgungsstrukturen von Gas- und Wärmenetzen, Heizzentralen und Speichern sowie der Ermittlung der Wärmeversorgungsstruktur in den Wohn- und Nicht-Wohngebäuden. Darauf aufbauend werden der Wärmebedarf und -verbrauch sowie die daraus resultierenden THG-Emissionen im Bereich Wärme bestimmt.

In den folgenden Abschnitten werden die grundlegend erhobenen Daten und die Datenherkunft näher beschrieben. Exemplarisch wird jeweils aufgezeigt, wie Analysen für die weitere Nutzung der Daten in der KWP eingesetzt werden.

Ein wesentliches Ziel der Bestandsanalyse ist die Ermittlung des Energiebedarfs und der THG-Emissionen, die auf den Wärmesektor zurückzuführen sind. Mit diesen Ergebnissen kann eine erste verursacherorientierte und räumliche Zuordnung der Bedarfe und Umweltwirkungen in der Kommune vorgenommen werden. Für die anschließende Potenzialanalyse stellen diese Ergebnisse die wesentliche Grundlage dar, um Abschätzungen des zukünftigen Wärmebedarfs und der potenziellen Wärmedeckungsanteile ableiten zu können.

Die Aufbereitung und Bearbeitung der Daten erfolgt mit Hilfe des Open-Source-Geographischen-Informationssystems QGIS.

Neben den nachfolgend aufbereiteten Ergebnissen der Bestandsanalyse sind im Anhang 10 weitere Kennzahlen und Abgabebestandteile gemäß der Anlage 2 des Wärmeplanungsgesetzes enthalten.

4.2 Datengrundlagen

Um eine hohe Qualität der kommunalen Wärmeplanung zu gewährleisten, werden mit dem Wärmeplanungsgesetz die Kommunen zur Datenerhebung relevanter Daten ermächtigt. Gemäß § 10 des Wärmeplanungsgesetzes sind die Kommunen als planungsverantwortliche Stelle „[...] befugt, zur Erfüllung der ihr nach den Abschnitten 4 bis 6 obliegenden Aufgaben für die Bestandsanalyse nach § 15 oder für die Potenzialanalyse nach § 16 Daten schriftlich und in elektronischer und maschinenlesbarer Form zu verarbeiten, wenn und soweit dies für die Aufgabenerfüllung erforderlich ist. Dies umfasst insbesondere die Erhebung, Speicherung und Verwendung der Daten. [...]“. Darin inbegriffen sind auch Daten von Gewerbe- und Industriebetrieben, die im Rahmen der KWP erhoben werden. Diese Daten dürfen lediglich zum Zweck der Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung verwendet werden.

Eine weitere Datenquelle sind verwaltungsinterne Informationen, Karten und Fachplanungen, die von den jeweiligen Fachbereichen und Ämtern bereitgestellt werden. Im Folgenden sind die Datengrundlagen bezüglich Herkunft und Inhalt erläutert.

4.2.1 Daten der Kommunalverwaltung

Allgemeine Daten der Kommunalverwaltung werden zu Beginn der Bearbeitung von den jeweiligen Fachbereichen und Ämtern angefordert. Wesentlicher Baustein ist das digitale Liegenschaftskataster als auch weitere Fachplanungen. Das digitale Liegenschaftskataster beinhaltet beispielsweise Gebäudeinformationen wie die Gebäudegrundfläche, die Gebäudfunktion und die Lagebezeichnung mit Adresse sowie weiteren Angaben zu Flurstücken und Flächennutzungen auf dem Kommunalgebiet.

Ergänzend werden bei der Kommunalverwaltung folgende Informationen abgefragt:

- Bebauungspläne
- Energiebericht kommunale Liegenschaften
- Erarbeitete Quartierskonzepte
- Geplante Neubaugebiete
- Kommunale Energie- und Klimaschutzkonzepte
- Liste denkmalgeschützter Gebäude
- Liste kommunaler Liegenschaften

4.2.2 Daten der Schornsteinfeger

Wichtige Daten im Bereich der Heizungsanlagen in Gebäuden werden grundsätzlich schon von den Bezirksschornsteinfegern erfasst, verarbeitet und dokumentiert. Aus diesem Grunde ermächtigt das Wärmeplanungsgesetz Kommunen zur Abfrage der Daten aus den einzelnen Kehrbezirken von den Schornsteinfegern. Die Schornsteinfegerverbände haben frühzeitig zusammen mit Softwareanbietern für den automatisierten Export der benötigten Daten Ausgabefunktion implementiert und unterstützen damit maßgeblich die Erstellung der KWP. Dies ermöglicht den einfachen Datenexport für die Weiternutzung in den Analysetools der Dienstleister.

Folgende Angaben und Daten werden unter anderem für die kommunale Wärmeplanung von den Bezirksschornsteinfegern gebäudescharf bzw. bei Einfamilienhäusern in aggregierter Form bereitgestellt:

- Adresse (Kommune, Straße)
- Feuerstättenart
- Brennstoff
- Nennwärmeleistung
- Baujahr
- Art der Heizung: Zentralheizung/ Einzelraumheizung

4.2.3 Daten der Energieunternehmen

Die Ermittlung des kommunalen Energiebedarfs im Bereich Wärme kann über Bedarfskennzahlen oder über die Erfassung von Verbrauchsdaten geschehen. Verbrauchsdaten haben den Vorteil, dass diese der Realität entsprechen und die konkreten Nutzungsanforderungen dadurch besser wiedergegeben werden als bei pauschalen Bedarfskennzahlen. Den Energieunternehmen liegen für leitungsgebundene Energieträger die gebäudescharfen Verbrauchsdaten im Bereich Strom (Heizstrom, Wärmepumpenstrom), Wärme (Wärmeabsatz über Wärmenetze) und Gas vor, bei Einfamilienhäusern in aggregierter Form. Für eine qualitativ hochwertige und belastbare Bedarfsanalyse ist in Anlage 1 des Wärmeplanungsgesetzes die Kommune zur Erhebung der erforderlichen Daten bei den Energieunternehmen ermächtigt.

Neben den Verbrauchsdaten können Energieunternehmen als Betreiber von Energienetzen und Erzeugungsanlagen weitere relevante Informationen zur vorliegenden Infrastruktur in der Kommune liefern. Speziell für größere Wärmenetze ist die Information über die verbaute Technik in den Heizzentralen von großer Bedeutung, um konkrete Transformationspotenziale bewerten zu können.

Folgende Daten umfassen aktuell die Abfrage und Übermittlung:

- Energieanlagen und -infrastrukturen
 - Energienetze
 - Abwassernetz
 - Gasnetz
 - Wärmenetze
 - Installierte KWK-Leistung
 - Installierte elektrische Speicherkapazität
 - Installierte thermische Speicherkapazität
 - Wärmezentralen inklusive Angaben zu Temperaturniveaus und Art der Wärmeerzeugung, Leistung der Erzeuger und Netzabnahme, Wärmemenge
- Verbrauchsdaten
 - Gasverbrauch
 - Wärmeverbrauch (an Wärmenetzen)
 - Wärmestromverbrauch aufgeschlüsselt in Direktstrom und WP-Strom

4.2.4 Großverbraucher

Im Zuge der ersten Berechnung der Wärmebedarfszahlen können Großverbraucher mit einem hohen Wärme- und Energieverbrauch identifiziert werden. Um Abwärme- und Energieeffizienzpotenziale zu erkennen, besteht für Gewerbe- und Industriebetriebe sowie die öffentliche Hand die Verpflichtung, unter anderem Angaben über Höhe und Art ihres Endenergiebedarfs, Wärmeenergiebedarfs und -verbrauchs zu machen. Hierzu wurden die identifizierten Großverbraucher im Rahmen einer Befragung angeschrieben und bei Bedarf über qualifizierende Interviews detaillierter analysiert.

4.3 Ergebnisse der Bestandsanalyse

Die Ergebnisse der Bestandsanalyse gelten für das gewählte Basisjahr 2023. Im Rahmen der Ergebnisvorstellung wird zunächst auf die Teilgebiet-Bildung eingegangen, da Teilgebiete eine geeignete Aggregationsebene bilden, um datenschutzkonform die Energiebedarfe und THG-Emissionen darstellen zu können. Im Anschluss werden die grundsätzliche Siedlungsstruktur und die aktuellen relevanten Energieinfrastrukturen erläutert. Den Abschluss der Ergebnisdokumentation bildet die Wärme- und THG-Bilanz, die Grundlage für die weitere Bearbeitung im Rahmen der Potenzialanalyse und des Zielszenarioprozesses ist.

4.3.1 Definition der Teilgebiete

Gemäß der in Kapitel 4.2 beschriebenen Datenerhebungsermächtigung werden, falls nicht aggregiert, im Rahmen der KWP auch zum Teil personenbezogene bzw. schützenswerte Daten auf Einzelgebäude-Ebene erhoben und verarbeitet. Für eine datenschutzkonforme Weiternutzung und Veröffentlichung werden diese Einzeldaten in Teilgebieten aggregiert.

Insgesamt wird die Kommune in 113 Teilgebiete eingeteilt. Kriterien für die Abgrenzung der Teilgebiete sind die Siedlungsstruktur, Gebäudenutzungstypen, Baualter sowie Energieträger und -infrastrukturen zur Wärmeversorgung. Ziel ist es neben der Einhaltung des Datenschutzes möglichst sinnvolle homogene Versorgungsbereiche für eine potenzielle zentrale oder dezentrale Wärmeversorgung abzugrenzen. Räumlich trennende bzw. verbindende Elemente, wie Straßen, sind bei der Wahl der Teilgebietsgrenzen ebenfalls mitberücksichtigt. Die finale Auswahl der einzelnen Teilgebiete ist im engen Austausch mit der Kommunalverwaltung geschehen.

Im Rahmen der KWP werden die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse als auch des Zielszenarios auf Ebene der Teilgebiete ausgewiesen und dokumentiert.

4.3.2 Kommunalstruktur

Die Stadt Hof setzt sich aus 27 Stadtteilen zusammen, die hauptsächlich durch Wohnnutzung geprägt sind. Das gesamte Gemarkungsgebiet der Kommune umfasst eine Fläche von 5.802 ha. Darunter befinden sich 739 ha Wald sowie 1.748 ha Ackerland. Damit ist der Großteil der nicht bebauten Flächen der landwirtschaftlichen Nutzung zuzuordnen.

Gebäudeinfrastruktur

Im Zuge der Bestandsanalyse werden in der Kommune insgesamt rund 27.356 Gebäude erfasst und analysiert. Die Kategorisierungen und Verteilungen der Gebäudetypen sind in Tabelle 2 aufgeführt. Den größten Anteil der Gebäude mit einem Anteil von rund 35 % an der Gebäudezahl und rund 36 % an der Fläche nehmen die Wohngebäude ein. Die Kategorie Sonstige umfasst mit 57 % der Gebäudeanzahl alle Gebäude, die nach ihrer Nutzung keinen Wärmebedarf aufweisen (Garagen, Gartenhäuser, Scheunen, etc.).

Bei einer Gesamtwohnfläche³ von 2.800.000 m² in der Kommune resultiert eine einwohnerbezogene Wohnflächeninanspruchnahme von rund 60 m²/EW.

Tabelle 2: Gebäudestatistik

	Gebäudeanzahl	Rel. Anteil in %	Fläche im m ² (BGF)	Rel. Anteil in %
Gesundheit und Bäderbetriebe	17	0,1%	76.732	1%
Gewerbe, Handel, Dienstleistung	1.351	5%	2.004.138	22%
Industrie	54	0,2%	543.564	6%
Mischnutzung	612	2%	657.894	7%
Öffentliche Einrichtung	230	1%	898.432	10%
Sondernutzung	7	0,03%	21.625	0,2%
Wohnnutzung	9.636	35%	3.226.853	36%
Sonstige	15.449	56%	1.605.564	18%
Gesamt	27.355		9.032.802	

³ Berechnet aus der BGF der Wohnnutzung in Gebäuden

In Abbildung 2 ist die Verteilung der Baualtersklassen der Wohngebäude im Bestand in Hof dargestellt. Über 80 % der Wohngebäude weisen ein Baualter von mehr als 25 Jahre auf. Mit einem Anteil von 19 % nimmt die Baualtersklasse 1960-1969 den größten Anteil ein.

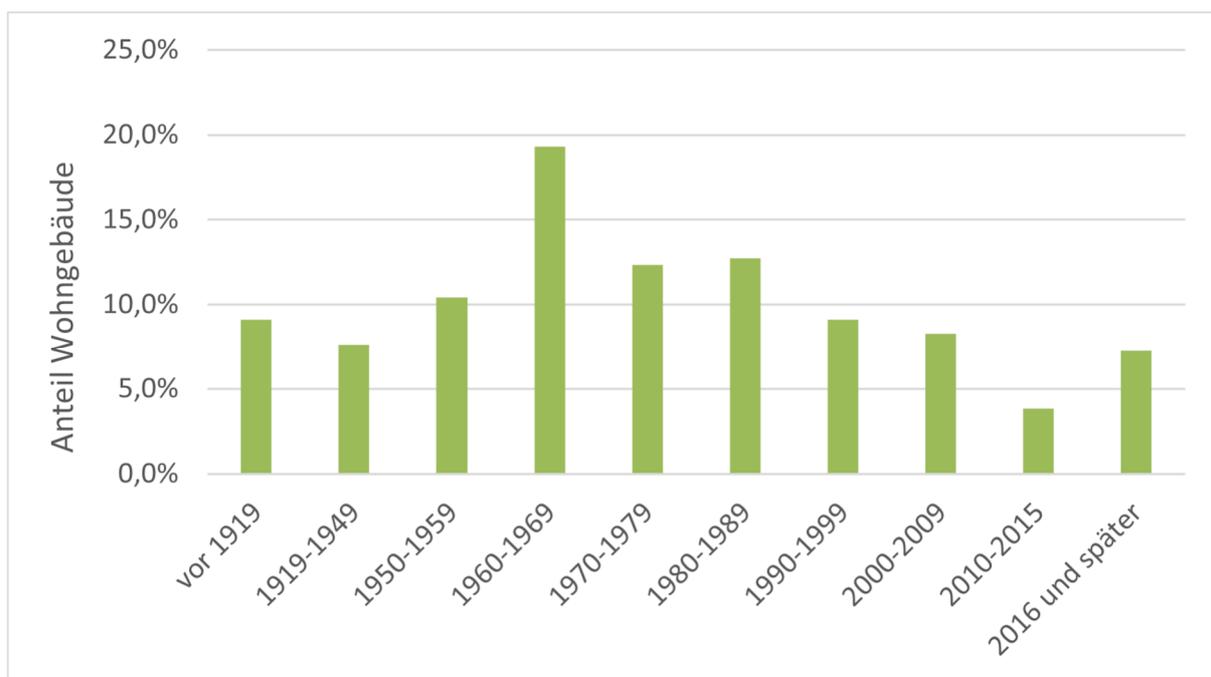


Abbildung 2: Baualtersklassen Wohngebäude im Bestand (prozentuale Verteilung)⁴

Die räumliche Verteilung der dominierenden Baualtersklassen wird auf Basis der Zensus-Daten⁴ in Abbildung 3 dargestellt.

⁴ Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2014: Zensus 2011, Gebäude und Wohnung, Ergebnisse des Zensus am 9. Mai 2011

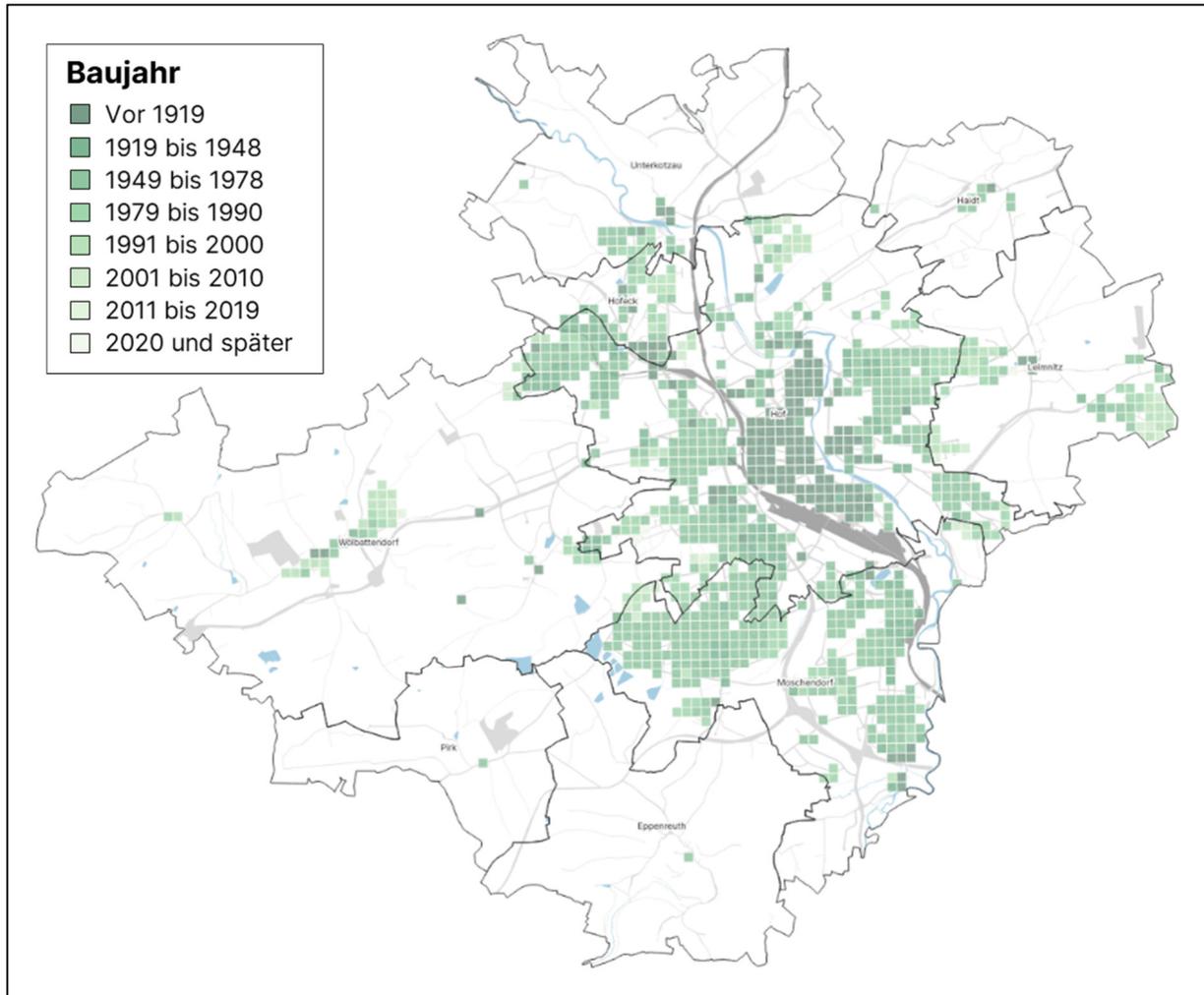


Abbildung 3: Räumliche Darstellung der Baualtersklasse der Gebäude

Teilgebiet-Struktur

In Tabelle 3 und Abbildung 4 sind die Hauptnutzungsarten der Teilgebiete dargestellt. Die Hauptnutzungsarten werden auf Basis der einzelnen Gebäudenutzungen innerhalb der Teilgebiete bestimmt. Sofern eine dominierende Nutzungsart vorliegt, entspricht diese der Hauptnutzungsart des Teilgebietes. Falls keine eindeutige Nutzung für das Teilgebiet identifiziert werden kann, wird dieses als „Mischnutzung“ definiert. Analog zur Gebäudestatistik nehmen die Teilgebiete der Kategorie Wohnnutzung sowohl absolut als auch bezogen auf die Teilgebietsfläche den größten Anteil ein.

Tabelle 3: Teilgebiet-Statistik der Sektoren und Nutzungen

	Teilgebiet-anzahl	Rel. Anteil in %	Teilgebiet-fläche in ha	Rel. Anteil in %
Gesundheit und Bäderbetriebe	0	0%	0,0	0%
Gewerbe, Handel, Dienstleistung	17	15%	422,8	23%
Industrie	4	4%	64,7	4%
Mischnutzung	13	12%	181,7	10%
Mischnutzung GHD & Industrie	3	3%	49,9	3%
Öffentliche Einrichtung	8	7%	124,8	7%
Sondernutzung	0	0%	0	0%
Wohnnutzung	68	60%	966,2	53%
Gesamt	113		1.810,1	

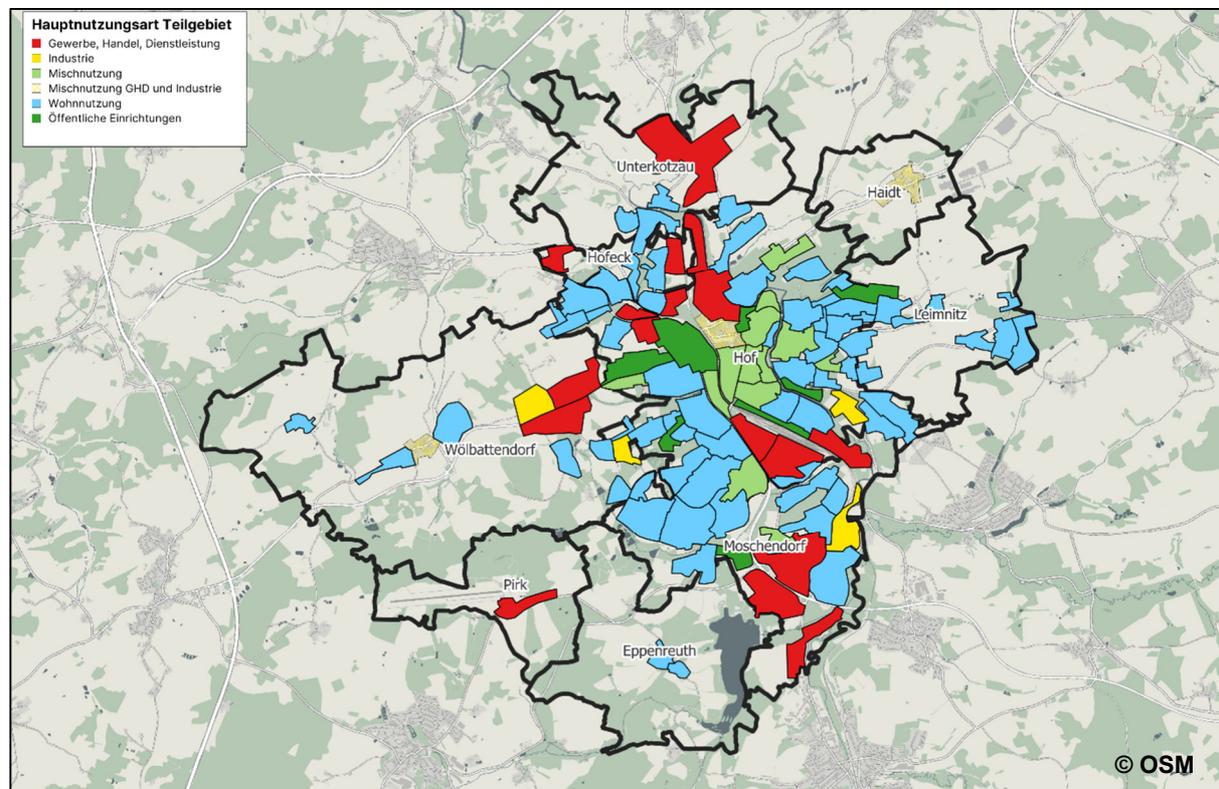


Abbildung 4: Hauptnutzungsarten der Teilgebiete

4.3.3 Energieinfrastruktur

Die Dokumentation der Energieinfrastruktur im Abschlussbericht beschränkt sich neben den im Anhang aufgeführten Kennzahlen auf die Beschreibung der Gas- und Wärmenetze. Diese sind in Abbildung 5 bis Abbildung 8 dargestellt.

Gasnetzinfrastruktur

Die Wärmeversorgung erfolgt zu einem nennenswerten Anteil über das Gasnetz. Dieses liegt nahezu flächendeckend in der Kommune vor. Der Gasnetzbetreiber sind die Stadtwerke Hof. Bei einer gesamten Leitungslänge von über 180 km resultiert aktuell ein Anschlussgrad von rund 49 % (entspricht 5.756 angeschlossenen Gebäuden). Abbildung 6 zeigt die Anschlussgrade und die Anzahl der angeschlossenen Gebäude je Teilgebiet.

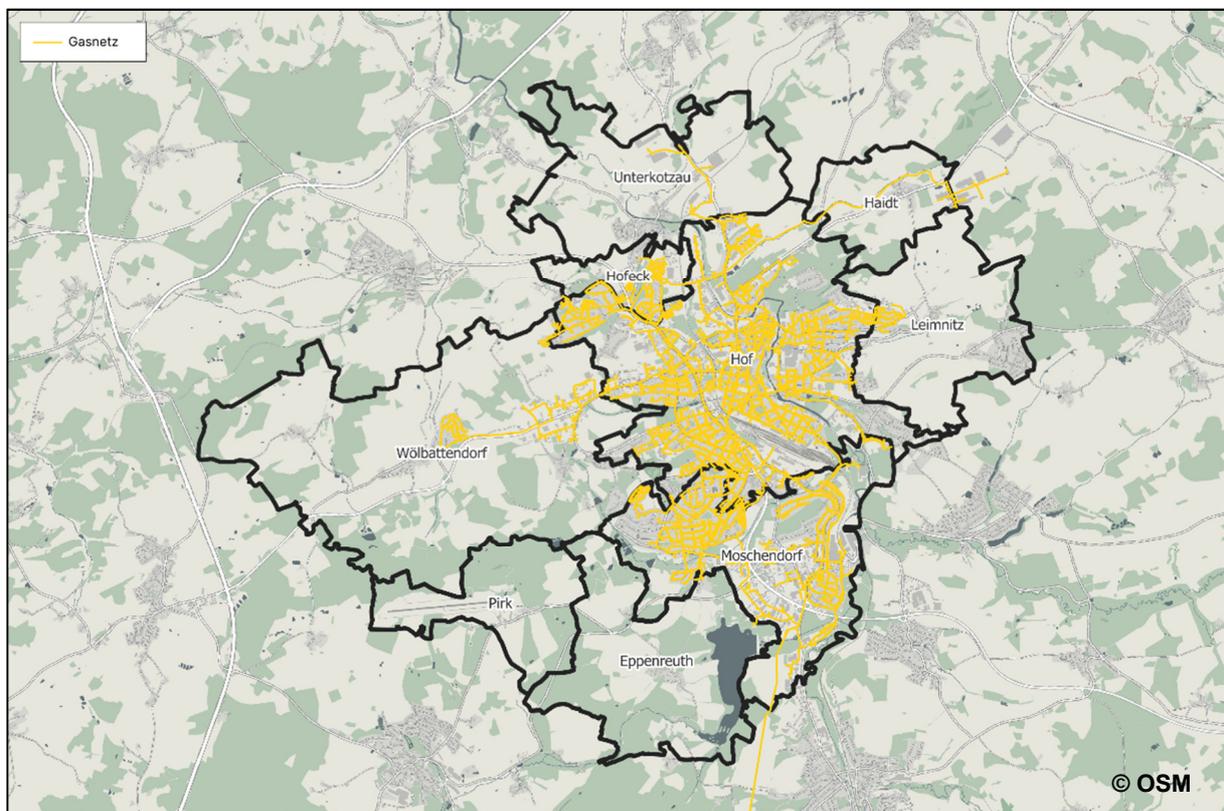


Abbildung 5: Übersichtskarte der Gasnetzinfrastruktur

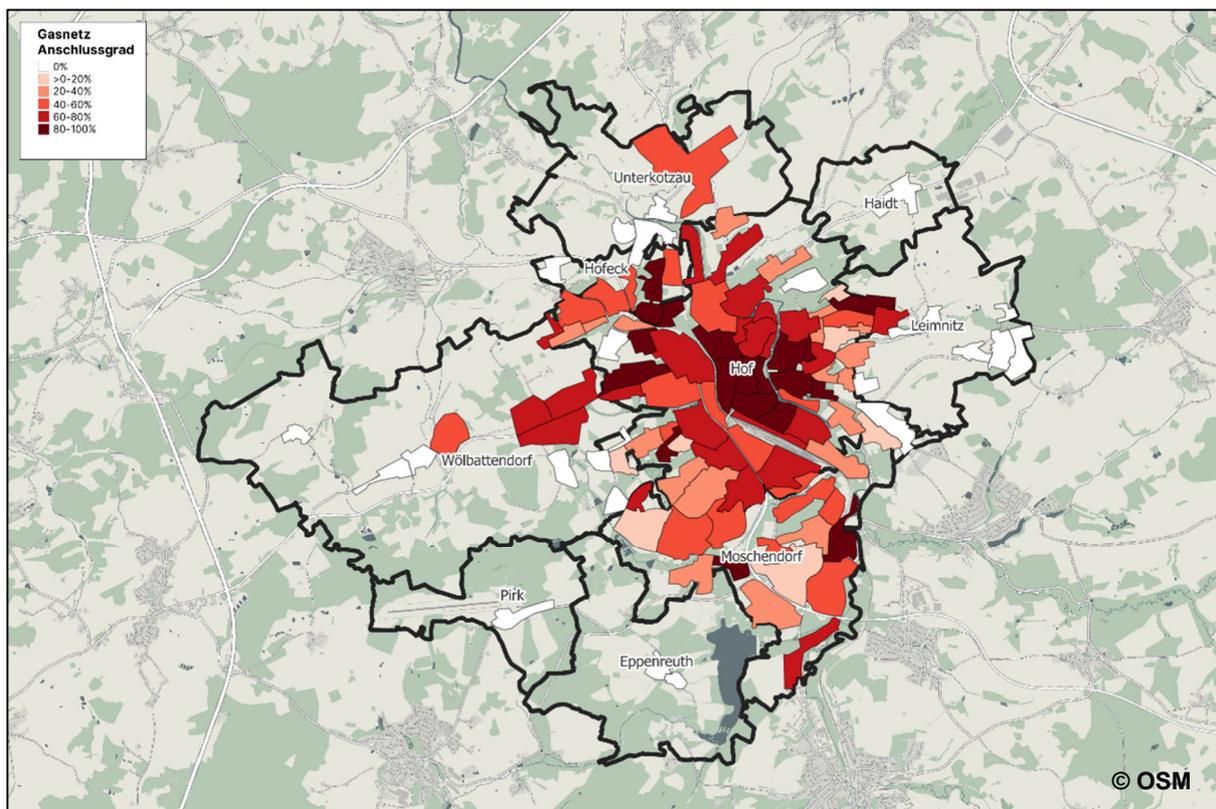


Abbildung 6: Teilgebiete mit Gasnetzinfrastruktur-Daten

Wärmenetzinfrastruktur

Des Weiteren spielt die Wärmeversorgung über Wärmenetze eine Rolle. In Hof betreiben die Stadtwerke Hof acht Wärmenetze mit über 10 Kilometer Wärmeleitungen. Hierzu sind acht Heizzentralen mit 20 Megawatt in Betrieb. Abbildung 8 zeigt die Anschlussgrade und die Anzahl der angeschlossenen Gebäude je Teilgebiet.

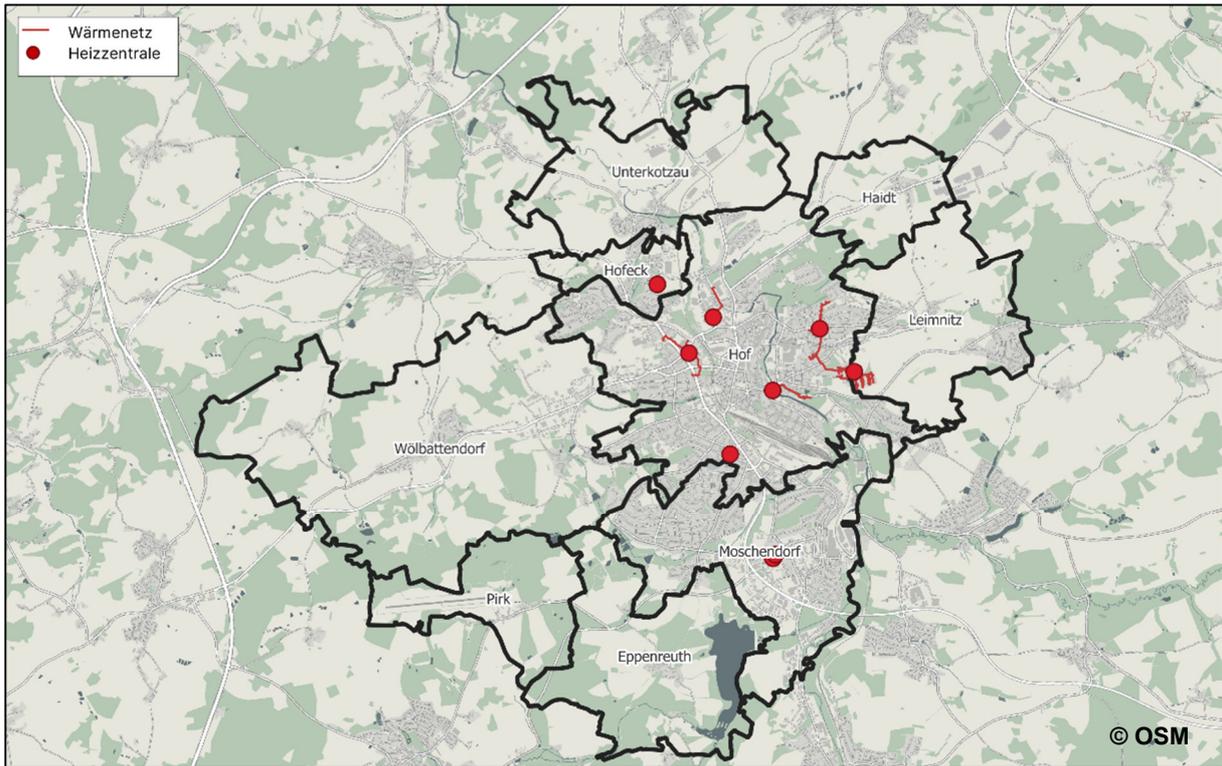


Abbildung 7: Übersichtskarte der Wärmenetzinfrastruktur

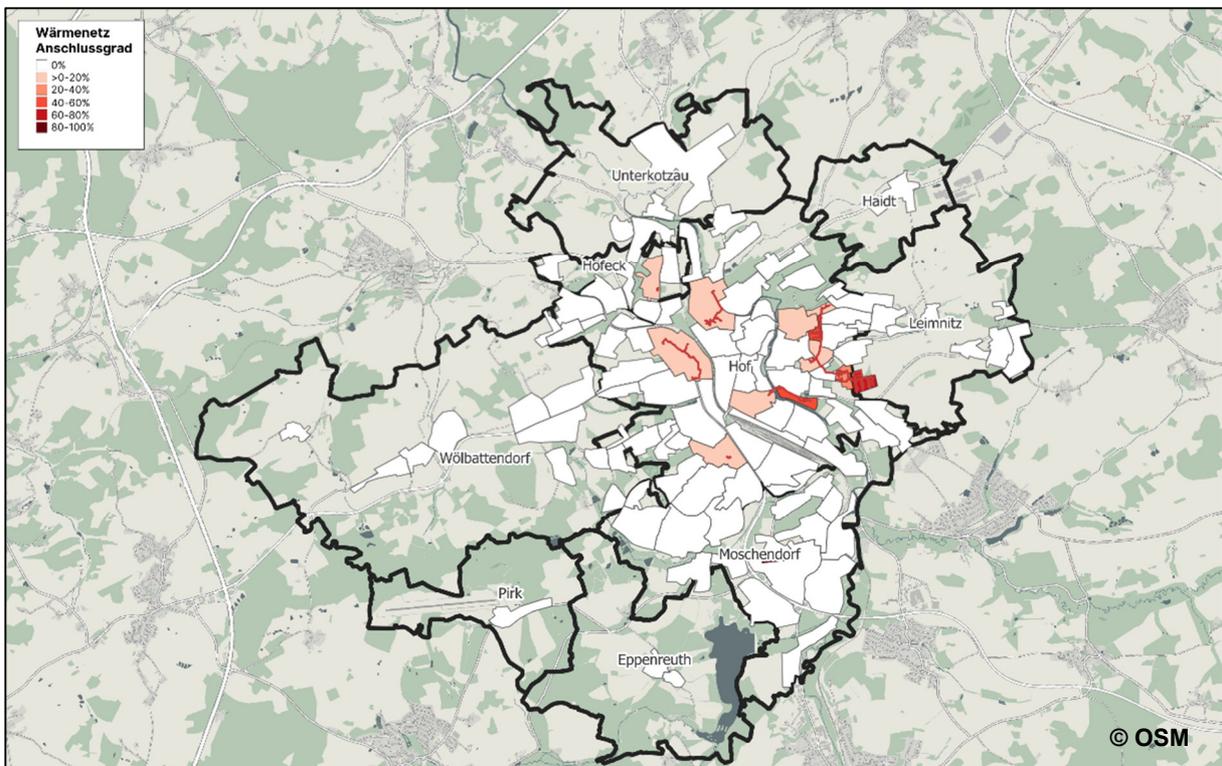


Abbildung 8: Teilgebiete mit Wärmenetzinfrastruktur-Daten

Nachfolgend sind die bekannten Wärmenetze in der Reihenfolge der zu versorgenden Wärmemengen in Kurzform beschrieben.

Wärmenetz Kulmbacher Straße

Eigentümer: Stadtwerke Hof
Angeschlossene Gebäude: ca. 10 Gebäude
Energieträger: ca. 12.750 GWh/a Erdgas
thermische Leistung: 5.655 kW
elektrische Leistung: 1.517 kW
Baujahr der Anlagen: 1992, 2011, 2014, 2021

Wärmenetz Pinzig

Eigentümer: Stadtwerke Hof
Angeschlossene Gebäude: ca. 325 Gebäude
Energieträger: ca. 12.000 GWh/a Erdgas
thermische Leistung: 4.082 kW
elektrische Leistung: 978 kW
Baujahr der Anlagen: 1995, 1997, 2003, 2014, 2022, 2023

Wärmenetz Hallenbad

Eigentümer: Stadtwerke Hof
Angeschlossene Gebäude: ca. 10 Gebäude
Energieträger: ca. 8.500 GWh/a Erdgas
thermische Leistung: 3.394 kW
elektrische Leistung: 990 kW
Baujahr der Anlagen: 1989, 2009, 2019

Wärmenetz Stadtwerke

Eigentümer: Stadtwerke Hof
Angeschlossene Gebäude: ca. 15 Gebäude
Energieträger: ca. 5.500 GWh/a Erdgas
thermische Leistung: 2.808 kW
elektrische Leistung: 1.052 kW
Baujahr der Anlagen: 1991, 1994, 2010

Wärmenetz Luisenburg

Eigentümer: Stadtwerke Hof
Angeschlossene Gebäude: ca. 325 Gebäude
Energieträger: ca. 4.250 GWh/a Erdgas
thermische Leistung: 2.564 kW
elektrische Leistung: 245 kW
Baujahr der Anlagen: 2002, 2011, 2019

4.3.4 Wärmebedarf

Der Wärmebedarf des Basisjahres für das gesamte kommunale Gebiet wird auf Grundlage von Verbrauchsdaten und flächenbezogenen Bedarfskennzahlen hochgerechnet. Die Verbrauchsdaten stammen aus der Datenerhebung der Energieunternehmen. Die zusätzlichen berechneten Bedarfe werden in Abhängigkeit von den Gebäudenutzungen und den ermittelten Gebäudegrundflächen kalkuliert. Dieses Verfahren schafft durch die priorisierte Verwendung der realen Verbrauchsdaten eine hohe Güte der kommunalen Wärmemengen im Basisjahr. Bei der Betrachtung dieser Bewertungsgröße spielt die Art der Energiebereitstellung (Energieträger, Versorgungssystem) keine Rolle, dies wird im Folgekapitel behandelt.

Insgesamt resultiert in Hof ein Wärmebedarf⁵ von 653 MWh/a. In Abbildung 9 und Abbildung 10 sind die räumlichen Verteilungen der Wärmebedarfe auf dem Kommunalgebiet ersichtlich. Neben dem absoluten Bedarf sind dort auch Wärmedichte- und Wärmeliniedichteangaben enthalten, die erste Schlüsse auf potenzielle Wärmenetzeignungsgebiete zulassen. Eine hohe Wärmedichte bzw. Wärmeliniedichte impliziert hierbei eine bessere Eignung.

Der Wärmebedarf pro Einwohner beträgt im Basisjahr rund 14 MWh/(EW·a).

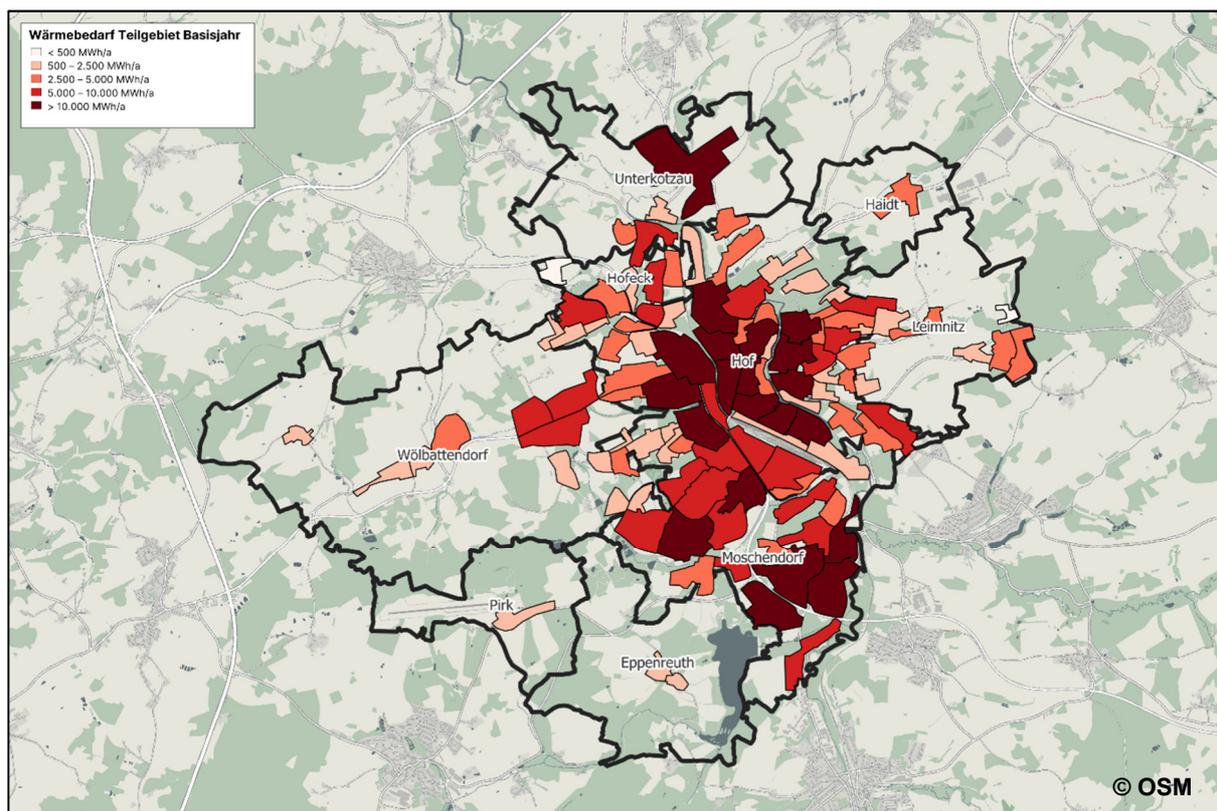


Abbildung 9: Wärmebedarf je Teilgebiet im Basisjahr

⁵ Wärme = Erzeugernutzenergieabgabe

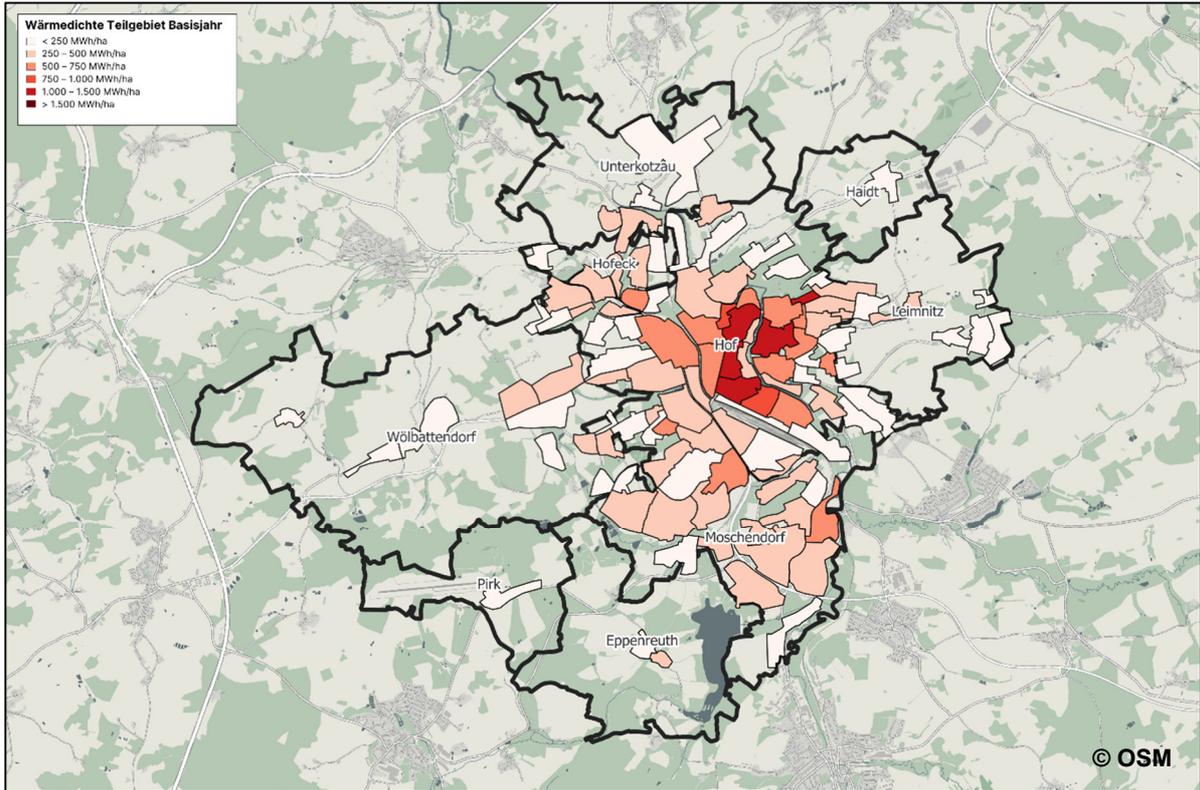


Abbildung 10: Wärmedichte je Teilgebiet im Basisjahr

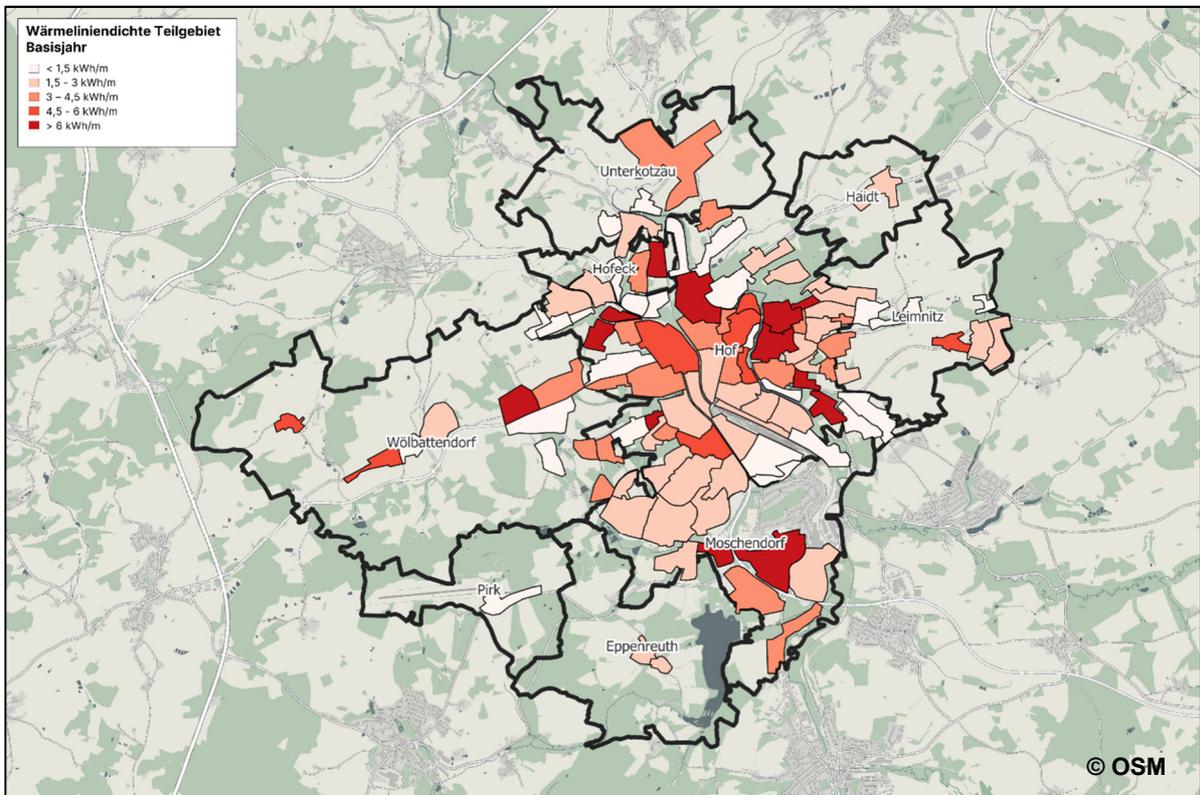


Abbildung 11: Wärmelinendichte je Teilgebiet im Basisjahr

4.3.5 Endenergie- und Treibhausgasbilanz

Für die Bewertung der Ausgangssituation auf dem Weg zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung sind die im Bereich Wärme eingesetzten Endenergieträger entscheidend. Denn das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bedeutet, dass fossile und damit nennenswert emissionsbehaftete Energieträger durch perspektivisch emissionsfreie Energieträger zu ersetzen sind.

Für diese große Transformationsaufgabe ist es wichtig zu verstehen, wie im Basisjahr die Energieträgerzusammenstellung aussieht, sowohl nach Einsatz in den Nutzungssektoren als auch nach Energieträgern.

Endenergiebilanz

In Abbildung 12 sind die Endenergiebedarfe im Bereich Wärme nach Verbrauchssektoren dargestellt. Bei einem Gesamtbedarf von rund 701 GWh/a nimmt die Wohnnutzung den deutlich höchsten Anteil mit knapp über 53 % ein. Die Kategorie Öffentliche Einrichtung ist mit einem Anteil von lediglich rund 6 % als untergeordnet einzustufen, aufgrund der direkten Einflussmöglichkeit der Kommunalverwaltung und der Vorbildfunktion dennoch von besonderer Relevanz. Die detaillierte Auflistung des Energieeinsatzes nach Nutzungssektoren ist in Tabelle 4 enthalten.

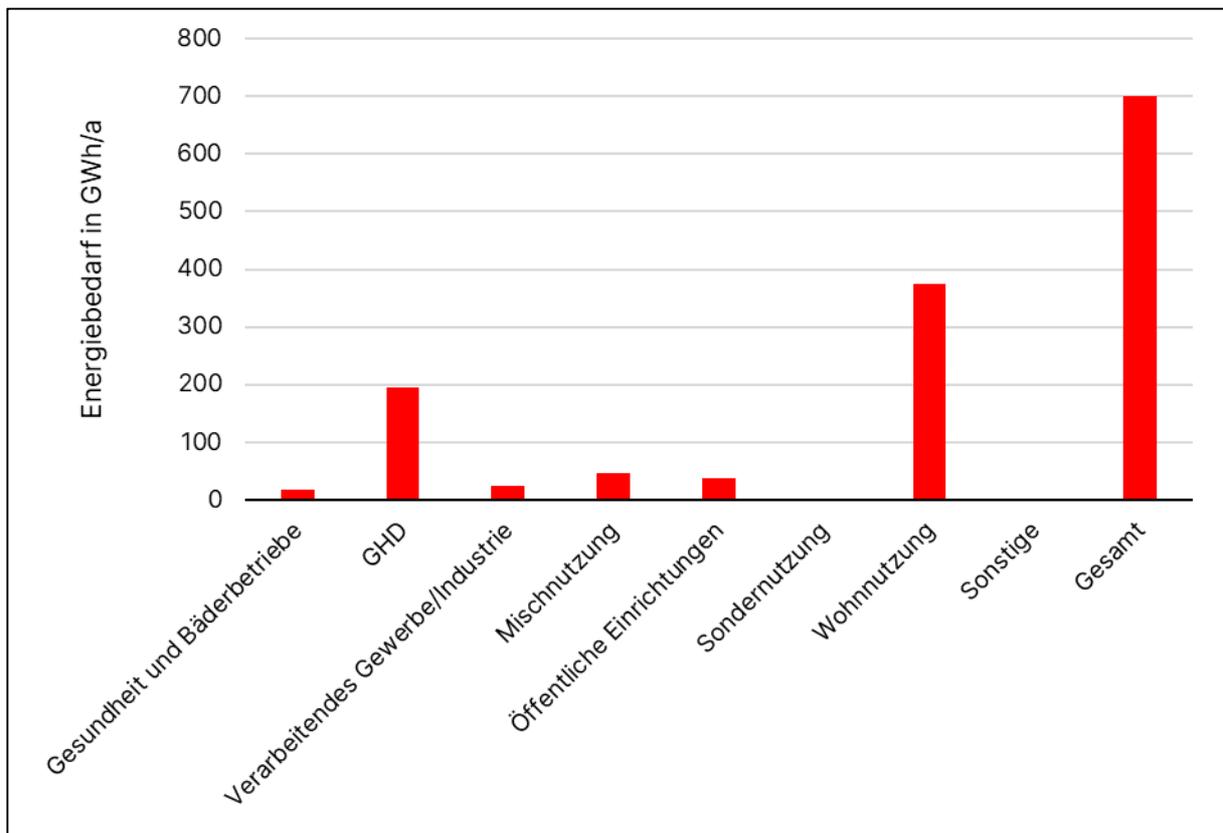


Abbildung 12: Endenergiebedarf Wärme nach Nutzungssektoren

Die Analyse des Endenergieeinsatzes nach Energieträgern verdeutlicht die große Dominanz fossiler Energieträger im Bereich der Wärmeversorgung. Durch einen Anteil von rund 46 % durch Erdgas und 30 % durch Heizöl ist die aktuelle Versorgung durch fossile Strukturen geprägt. In Tabelle 5 sind die jeweiligen Anteile der Energieträger an der Gesamtversorgung im Bereich Wärme detailliert aufgelistet.

Tabelle 4: Endenergie- und THG-Bilanz nach Nutzungssektoren

	Endenergie Wärme in MWh/a	Rel. Anteil in %	THG-Emissionen in t/a	Rel. Anteil in %
Gesundheit und Bäder	17.066	2%	3.841	3%
GHD	194.492	28%	33.398	22%
Industrie	25.339	4%	11.202	7%
Mischnutzung	47.096	7%	10.724	7%
Öffentliche Einrichtung	38.820	6%	10.947	7%
Sondernutzung	3.370	0,5%	780	0,5%
Wohnnutzung	374.888	53%	81.397	53%
Gesamt	701.071		152.289	

Tabelle 5: Endenergie- und THG-Bilanz nach Energieträgern

	Endenergie Wärme in MWh/a	Rel. Anteil in %	THG-Emissionen in t/a	Rel. Anteil in %
Biomasse	128.331	18 %	2.567	2%
Heizöl	212.201	30%	65.782	43%
Erdgas	341.654	46%	162.595	51%
Wärmestrom direkt	7.130	1%	2.990	2%
Strom Wärmepumpe	2.113	0,3%	886	1%
Sonstige Umweltwärme	4.226	1%	0	0%
Sonstige	5.416	1%	1.679	1%
Gesamt	701.071		152.289	

Ergänzend sind in Tabelle 6 die Anteile der Energieträger gegliedert nach leitungsgebundener Wärme und dezentralen Versorgungsformen aufgeführt.

Tabelle 6: Energieträgereinsatz nach Versorgungssystemen

	Leitungsgebundene Wärme		Dezentrale Versorgungen	
	Endenergie Wärme in MWh/a	Rel. Anteil in %	Endenergie Wärme in MWh/a	Rel. Anteil in %
Biomasse	1.084	0,2%	127.247	18%
Heizöl	0	0%	212.201	30%
Erdgas	341.654	49%	0	0%
Wärmestrom direkt	0	0%	7.130	1%
Strom Wärmepumpe	0	0%	2.113	0,3%
Sonstige Umweltwärme	0	0%	4.226	1%
Sonstige	0	0%	5.416	1%
Gesamt	342.738		358.333	

Treibhausgasbilanz

Die Berechnung der Treibhausgasbilanz basiert auf den zuvor ermittelten Endenergiebedarfen. Die Energiebedarfe je Energieträger werden hierzu mit den jeweiligen Emissionsfaktoren multipliziert, um die resultierenden Treibhausgasemissionen bestimmen zu können. Zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit der Bilanzen werden die Emissionsfaktoren angelehnt an den Technikkatalog i.A. des BMWK und BMWSB genutzt, die sowohl CO₂-Äquivalente als auch Vorketten beinhalten. Die konkreten Emissionsfaktoren sind im Anhang 10.3 aufgeführt. Die mit diesem Verfahren ermittelte Menge repräsentiert die Treibhausgasemissionen, die im Basisjahr im Bereich der Wärmeversorgung anfallen.

Das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bedingt, dass diese Emissionen auf ein Niveau nahe Null gesenkt werden.

Insgesamt resultieren im Basisjahr THG-Emissionen in Höhe von 152.289 Tonnen CO₂-Äquivalente. Bezogen auf die Einwohnerzahl ergibt sich ein Emissions-Kennwert von rund 3,3 t pro Einwohner für den Sektor Wärme.

In Abbildung 13 ist eine Heatmap-Darstellung gewählt, um die räumliche Verteilung der Emissionen im Kommunalgebiet zu visualisieren. Die Karte zeigt auf, dass sich speziell im Innenstadtbereich aufgrund der höheren Wärmedichte und der Verortung von größeren Verbrauchern Emissionsschwerpunkte herausbilden.

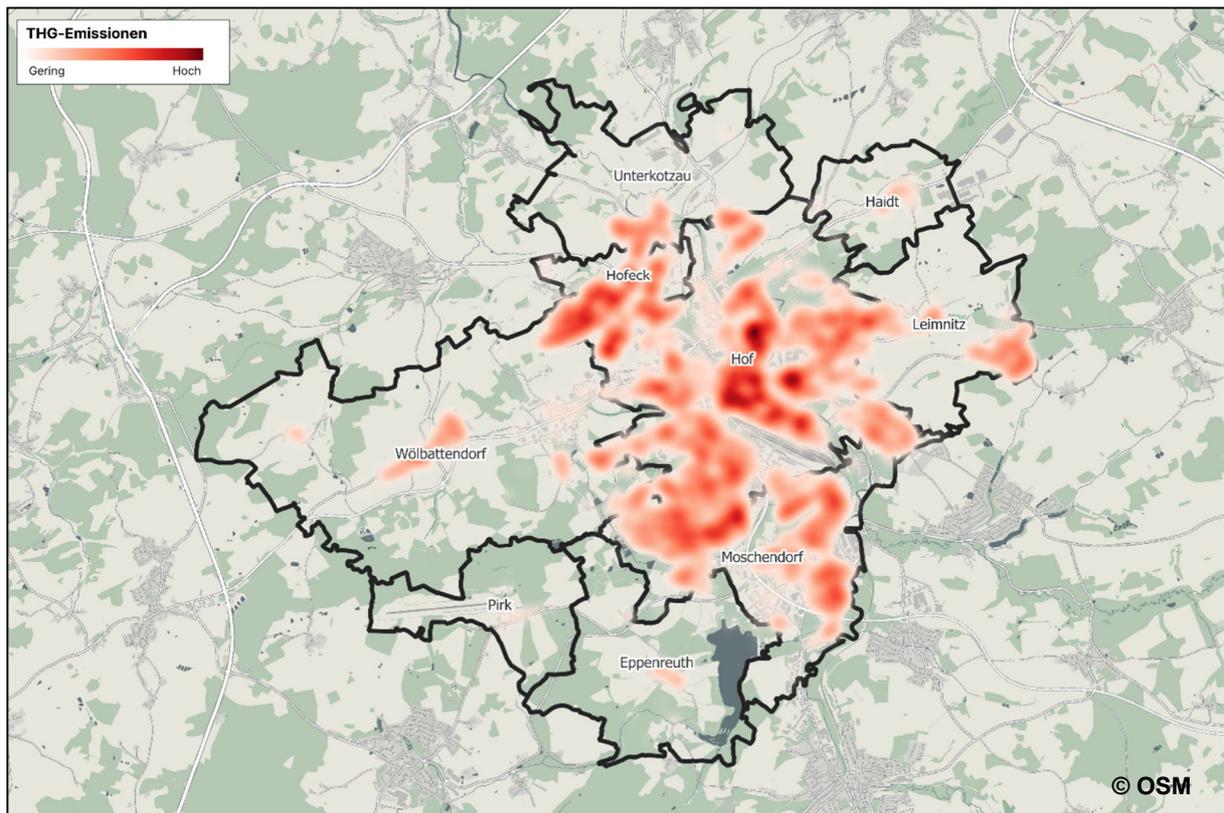


Abbildung 13: Heatmap-Darstellung der THG-Emissionen in der Kommune

4.3.6 Großverbraucheranalyse

Das Ziel der Großverbraucheranalyse ist die Quantifizierung des Potenzials zur Effizienzsteigerung und Abwärmenutzung.

Im Rahmen der Bestandsanalyse sind daher die größten Verbraucher von Wärme und Gas in der Kommune analysiert worden. Mithilfe von Fragebögen konnten die größten Verbraucher kontaktiert werden, um Wissen über die Hintergründe zu den Prozessen zu generieren und Abwärmepotenziale zu ermitteln. Insofern aus den Fragebögen hervorgeht, dass Prozesse vorliegen, die die Nutzung von Abwärme begünstigen, wird im Rahmen von Interviews das Potenzial verifiziert und die Möglichkeiten einer Auskopplung der Abwärme kommuniziert.

Ergebnis der Großverbraucherbefragung

Die Analyse der 30 größten Verbraucher im Bereich Wärme zeigt auf, dass diese für rund 18 % des gesamten kommunalen Wärmebedarfs verantwortlich sind und damit als relevant eingestuft werden. Die Befragung der Großverbraucher hat nur im geringen Maße zur Identifikation relevanter Abwärmemengen beigetragen, die im Zuge der KWP weiter genutzt werden könnten. Die analysierte räumliche Verteilung zeigt auch keinen expliziten Schwerpunktbereich. Die Großverbraucher sind über das gesamte kommunale Gebiet verteilt.

Gemäß Anlage 2 des Wärmeplanungsgesetzes sind die Großverbraucher standortbezogen darzustellen. In Abbildung 14 ist die räumliche Verortung dieser auf dem Kommunalgebiet einsehbar.

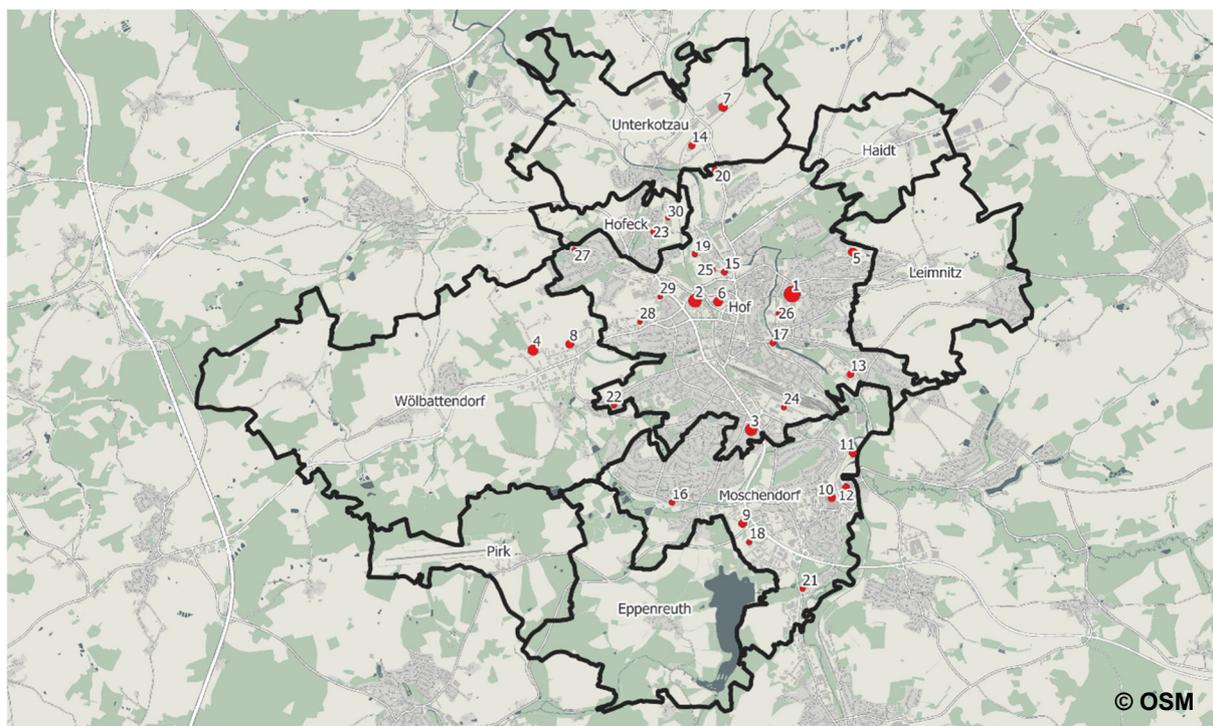


Abbildung 14: Standortbezogene Darstellung der Großverbraucher

4.4 Eignungsprüfung

Die Eignungsprüfung nach §14 WPG wird im Rahmen der Bestandsanalyse vorgenommen. Dabei werden die Teilgebiete auf Grundlage der bekannten Informationen zur Wärmebedarfs- und Verbrauchsstruktur sowie der Wärme- und Gasinfrastruktur vertiefend analysiert und bewertet. Teilgebiete, die sich mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für die Versorgung durch ein Wärmenetz oder ein Wasserstoffnetz eignen, sollen identifiziert werden. Für solche Teilgebiete kann die Kommunalverwaltung entscheiden, eine verkürzte Wärmeplanung durchzuführen.

Die Eignung von Teilgebieten zur Versorgung durch ein Wärmenetz oder ein Wasserstoffnetz wird grundsätzlich in die nachfolgenden vier Stufen kategorisiert.

- sehr wahrscheinlich geeignet
- wahrscheinlich geeignet
- wahrscheinlich ungeeignet
- sehr wahrscheinlich ungeeignet

4.4.1 Eignungsprüfung zur Versorgung durch ein Wärmenetz

Für die Einstufung der Eignung eines Wärmenetzgebietes werden folgende Kriteriengruppen bestehend aus mehreren Unterkriterien herangezogen.

1. Wärmenetz Status Quo → Bewertung existierender Wärmenetze
2. Wärmebedarfsdichte → Wärmebedarf im Teilgebiet
3. Siedlungsstruktur → Bebauungsdichte, Anteil einfamilienhausähnlicher Bebauung
4. Ankerkunden → Öffentliche Liegenschaften, Großverbraucher
5. Erneuerbare Energie / Abwärme → Verfügbarkeit erneuerbarer Wärme
6. Hochtemperaturbedarf

Für jedes Unterkriterium wird nach einem objektiven Verfahren aus Ergebnissen der Bestandsanalyse eine Bewertung hinsichtlich der Wärmenetzeignung vorgenommen. In einem zweistufigen Wichtungsverfahren ergeben sich daraus die Bewertungen nach Kriteriengruppen und schließlich das Gesamtergebnis des Teilgebiets.

Das Ergebnis der Eignungsprüfung ist in Abbildung 15 dargestellt. Deutlich erkennbar ist eine höhere Eignung in Gebieten im Innenbereich und verdichteten Bereichen, sowie Ansiedlungen von Gewerbe und Industrie. Insgesamt werden 39 Teilgebiete als wahrscheinlich bis sehr wahrscheinlich ungeeignet eingestuft. Für 74 Teilgebiete wird eine Eignung ermittelt, davon für 29 Teilgebiete eine Einordnung in „sehr wahrscheinlich geeignet“.

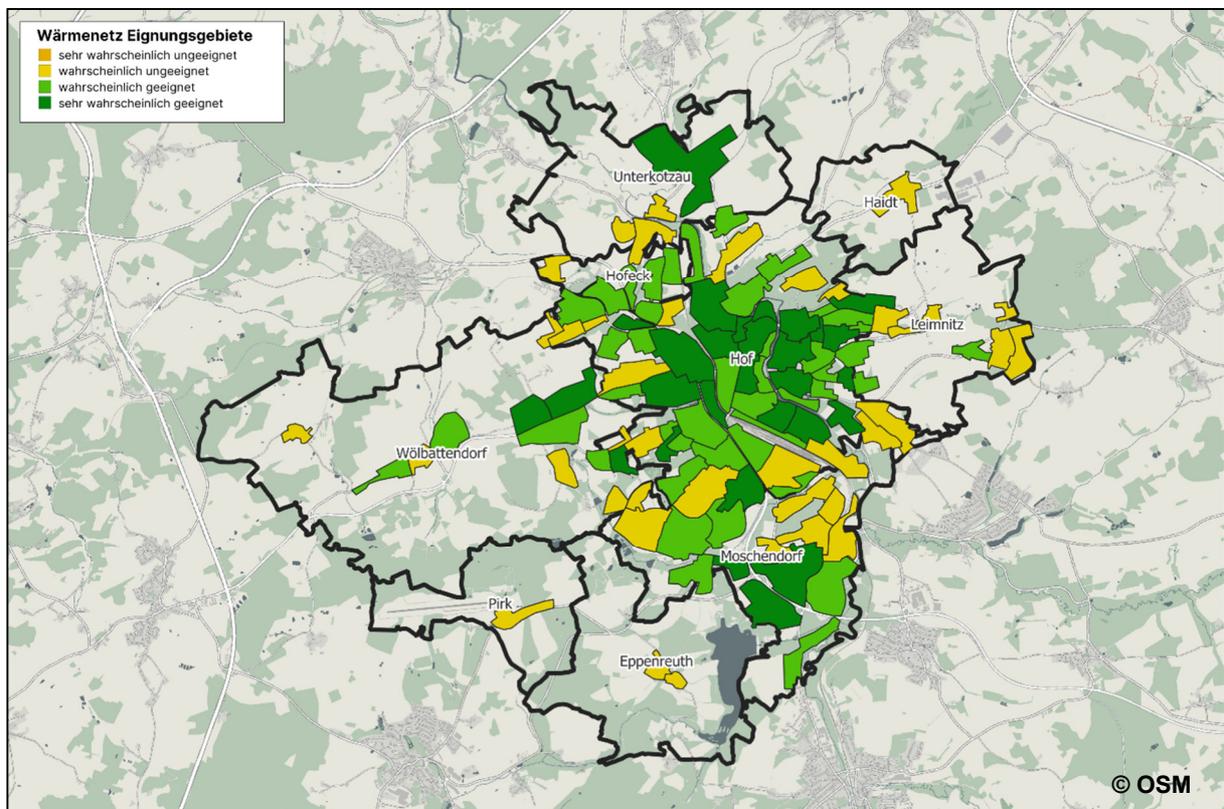


Abbildung 15: Ergebnisse der Eignungsprüfung zur Versorgung durch ein Wärmenetz

4.4.2 Eignungsprüfung zur Versorgung durch ein Wasserstoffnetz

Für die Einstufung der Eignung eines Gebietes zur Versorgung durch ein Wasserstoffnetz werden folgende Kriteriengruppen bestehend aus mehreren Unterkriterien herangezogen.

1. Gasnetz Status Quo → *Bewertung, ob ein Gasnetz vorliegt*
2. Gasbedarf → *Zukünftiger Gasbedarf bei Ankerkunden vorhanden?*
3. Geplantes H₂-Netz → *Entfernung zu bereits geplanten Wasserstoffnetzen*

Für jedes Unterkriterium wird nach einem objektiven Verfahren aus Ergebnissen der Bestandsanalyse eine Bewertung hinsichtlich der Eignung für die Versorgung durch ein Wasserstoffnetz vorgenommen. In einem zweistufigen Wichtungsverfahren ergeben sich daraus die Bewertungen nach Kriteriengruppen und schließlich das Gesamtergebnis des Teilgebiets.

Das Ergebnis der Eignungsprüfung ist in Abbildung 16 dargestellt. Deutlich erkennbar ist eine höhere Eignung entlang der bestehenden Gasnetzinfrastruktur. Insgesamt werden 23 Teilgebiete als wahrscheinlich bis sehr wahrscheinlich ungeeignet eingestuft. Für 90 Teilgebiete wird eine wahrscheinliche Eignung ermittelt.

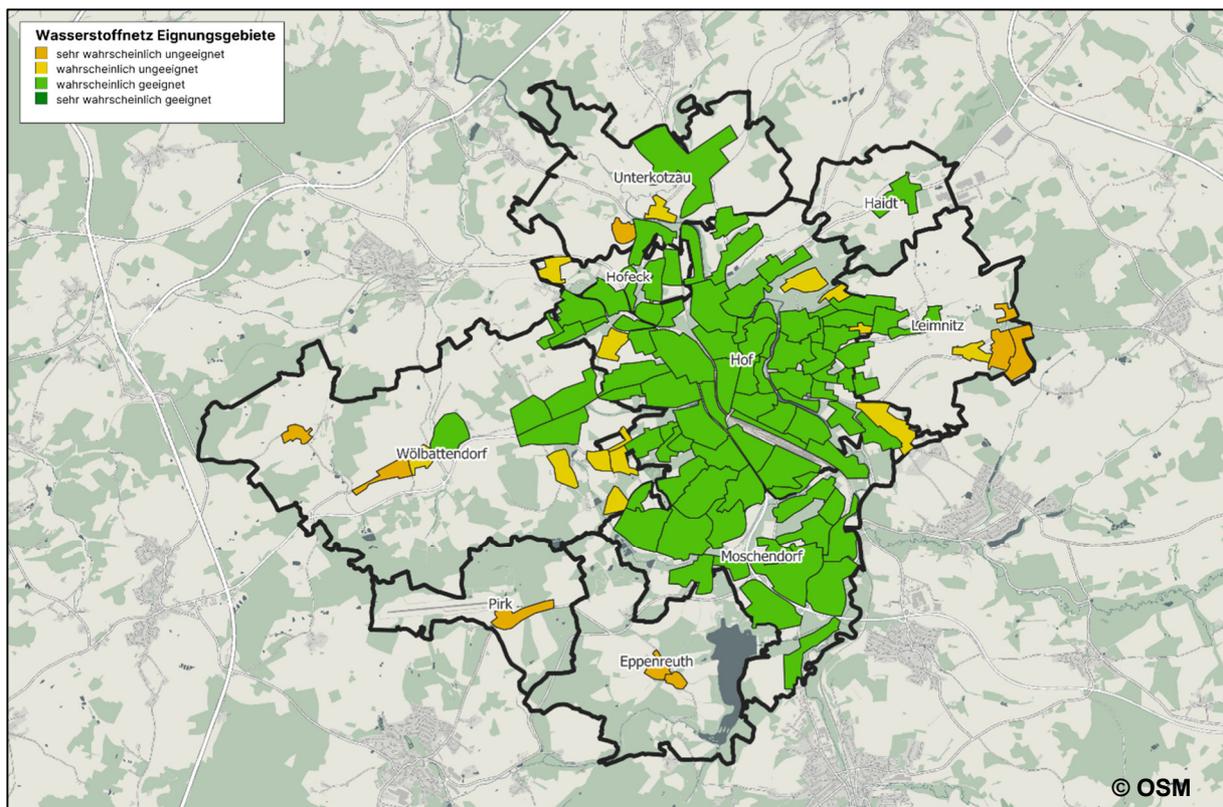


Abbildung 16: Ergebnisse der Eignungsprüfung zur Versorgung durch ein Wasserstoffnetz

4.4.3 Fazit der Eignungsprüfung

Das Ergebnis der Prüfung nach § 14 WPG führte aus Gutachtersicht zu der Empfehlung, keine verkürzte Planung durchzuführen. Das Regelverfahren zur Erstellung der kommunalen Wärmeplanung wird für das gesamte kommunale Gebiet von Hof angewendet. Die differenzierte Anwendung der Ansätze einer verkürzten Wärmeplanung wird als nicht erforderlich erachtet, da dadurch keine nennenswerte Reduzierung des Planungsaufwands erwartet wird.

5 Potenzialanalyse

5.1 Ziele und Vorgehensweise

Im Rahmen der Potenzialanalyse werden die Potenziale zur Energieeinsparung betrachtet sowie die Potenziale zur Bereitstellung emissionsfreier Wärme. Es wird analysiert, wie sich der Wärmebedarf in der Kommune in Zukunft entwickeln kann und mit welchen Wärmequellen sich der zukünftige Wärmebedarf potenziell decken lässt. Die nachfolgenden Kapitel orientieren sich daher an den beschriebenen Inhalten und sind wie folgt geordnet:

- Potenziale zur Reduktion des Wärmebedarfs
- Potenziale für klimaneutrale Wärme

5.2 Potenziale zur Reduktion des Wärmebedarfs

Die Potenziale zur Energieeinsparung resultieren einerseits aufgrund von **Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden** durch energetische Sanierungen und andererseits durch **Steigerung der Energieeffizienz bei industriellen und gewerblichen Prozessen**.

5.2.1 Potenziale zur Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden

Für die Ermittlung des Einsparpotenzials durch Sanierungen an der Gebäudehülle werden nur die Gebäudenutzungen analysiert, bei denen eine Verbesserung der Gebäudehülle, einen wesentlichen Einfluss auf den Wärmebedarf haben. Dazu gehören die Wohnnutzung, Mischnutzung, Öffentliche Einrichtung und Hotelnutzung. Es werden drei unterschiedliche Szenarien betrachtet. Die Randbedingungen der Szenarien sind in Tabelle 7 aufgeführt.

Bei den Sanierungsszenarien wird jeweils von einer idealtypischen Vorgehensweise ausgegangen, bei der zuerst die Gebäude mit dem höchsten flächenspezifischen Wärmebedarf auf das Zielniveau saniert werden. Die Auswirkungen auf den Wärmebedarf aller Gebäude der analysierten Gebäudenutzungen zeigt Abbildung 17. Im Rahmen der weiteren Erstellung der KWP ist das Szenario 1 als Leitszenario für die Berechnungen in der Potenzialanalyse und für die Zielszenario-Erstellung verwendet worden.

Tabelle 7: Sanierungsszenarien im Rahmen der KWP

	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
Sanierungsrate	2%/a	1%/a	2%/a
Reihenfolge	Gebäude mit höchstem spezifischen Wärmebedarf	Gebäude mit höchstem spezifischen Wärmebedarf	Teilgebiete mit höchster spezifischen Wärmedichte
Zielzustand nach	Effizienzhaus 70	Effizienzhaus 70	Effizienzhaus 70

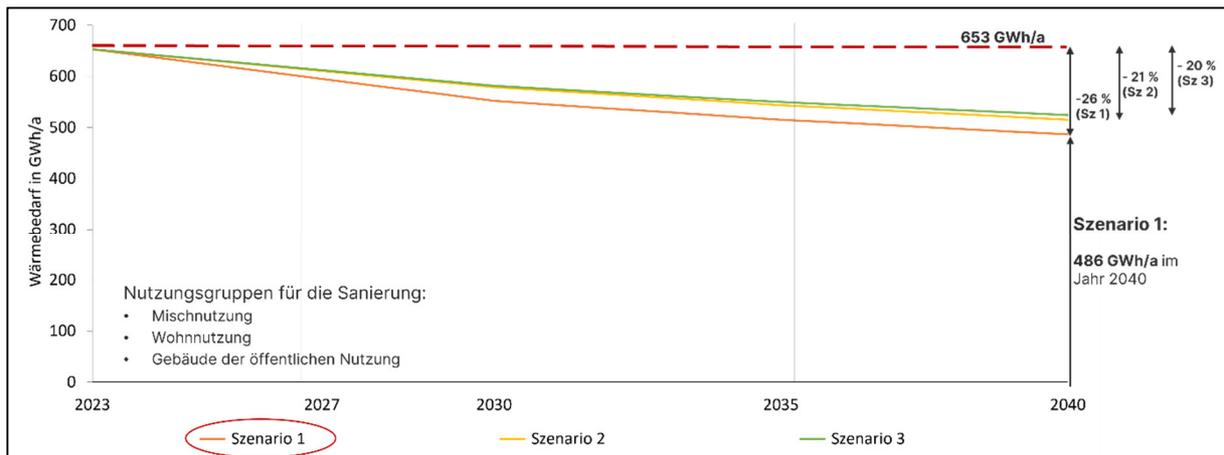


Abbildung 17: Entwicklung des Wärmebedarfs verschiedener Sanierungsszenarien

5.2.2 Potenziale durch Steigerung von Prozesseffizienzen

Bei der Senkung des Energiebedarfs durch Steigerung der Prozesseffizienz wird mit einem Szenario basierend auf dem Leitfaden für die kommunale Wärmeplanung der KEA gerechnet (Peters, Steidle, & Böhnisch, 2020). Hierbei werden für die Industrie- und Gewerbenutzung Reduktionspfade zur Beschreibung der Effizienzpotenziale angenommen. Diese sind in dem nachfolgenden Diagramm abgebildet.

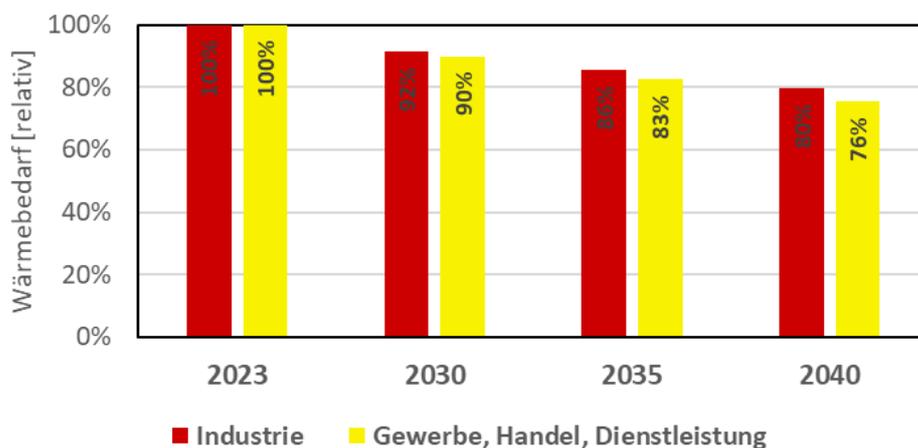


Abbildung 18: Szenario Prozesseffizienz - Entwicklung des Wärmebedarfs GHD und Industrie

5.2.3 Gesamtpotenzial zur Reduktion des Wärmebedarfs

In Summe resultiert für das Zieljahr ein Einsparpotenzial durch Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden und Erhöhung von Prozesseffizienzen in Höhe von 166 GWh/a. Dies entspricht einer relativen Einsparung in Höhe von 26 %. Der Wärmebedarf im Basisjahr sinkt dabei von

653 GWh/a auf ca. 486 GWh/a. Abbildung 19 zeigt für das Leitszenario die zeitliche Entwicklung des Energiebedarfs im Bereich Wärme auf. Ergänzend sind in Tabelle 8 die Ergebnisse für die jeweiligen Zeitschritte nach Nutzungssektoren aufgeschlüsselt.

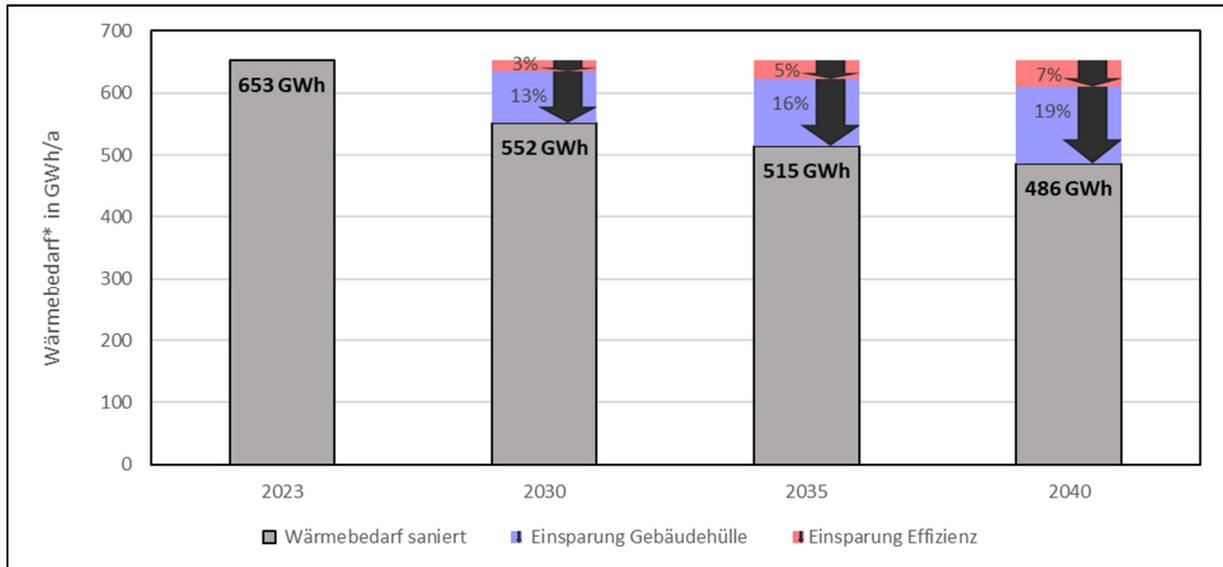


Abbildung 19: Energiebedarfsentwicklung - Szenario 1

Tabelle 8: Energiebedarfsentwicklung nach Sektoren - Szenario 1

Sektor	2023	2030	2035	2040
Gesundheit und Bäder	16.015	16.015	16.015	16.015
GHD	141.766	127.542	117.383	107.223
Industrie	42.466	38.899	36.351	33.803
Mischnutzung	47.191	38.599	38.246	38.220
Öffentliche Einrichtung	51.473	43.104	43.098	43.092
Sondernutzung	3.089	1.562	1.562	1.562
Wohnnutzung	350.885	286.081	262.563	246.365
Gesamt	652.885	551.803	515.217	486.280

Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial

Gemäß § 18 Abs. 5 WPG sind Gebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial aufzuzeigen. Diese können durch Sanierungsmaßnahmen und Prozesseffizienzsteigerung einen relevanten Beitrag zur Erreichung der Wärmewendeziele beitragen. In Abbildung 20 und Abbildung 21 sind die Wärmeeinsparpotenziale im Zieljahr gegenüber dem Basisjahr für die einzelnen Teilgebiete dargestellt. Diese Analyse wird unter anderem zur Identifikation kommunaler Fokusgebiete gemäß Kapitel 7.3.2 weiterverwendet.

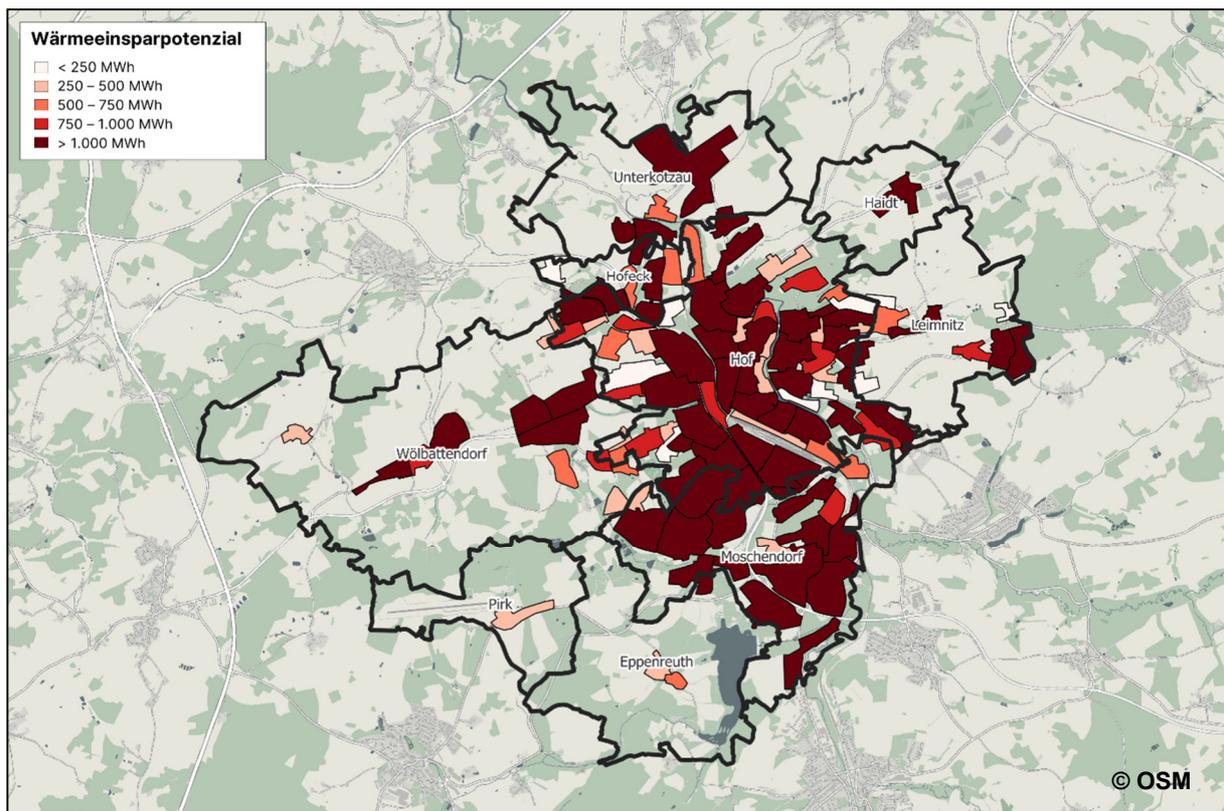


Abbildung 20: Teilgebiete mit erhöhtem Wärmeeinsparpotenzial - absolut

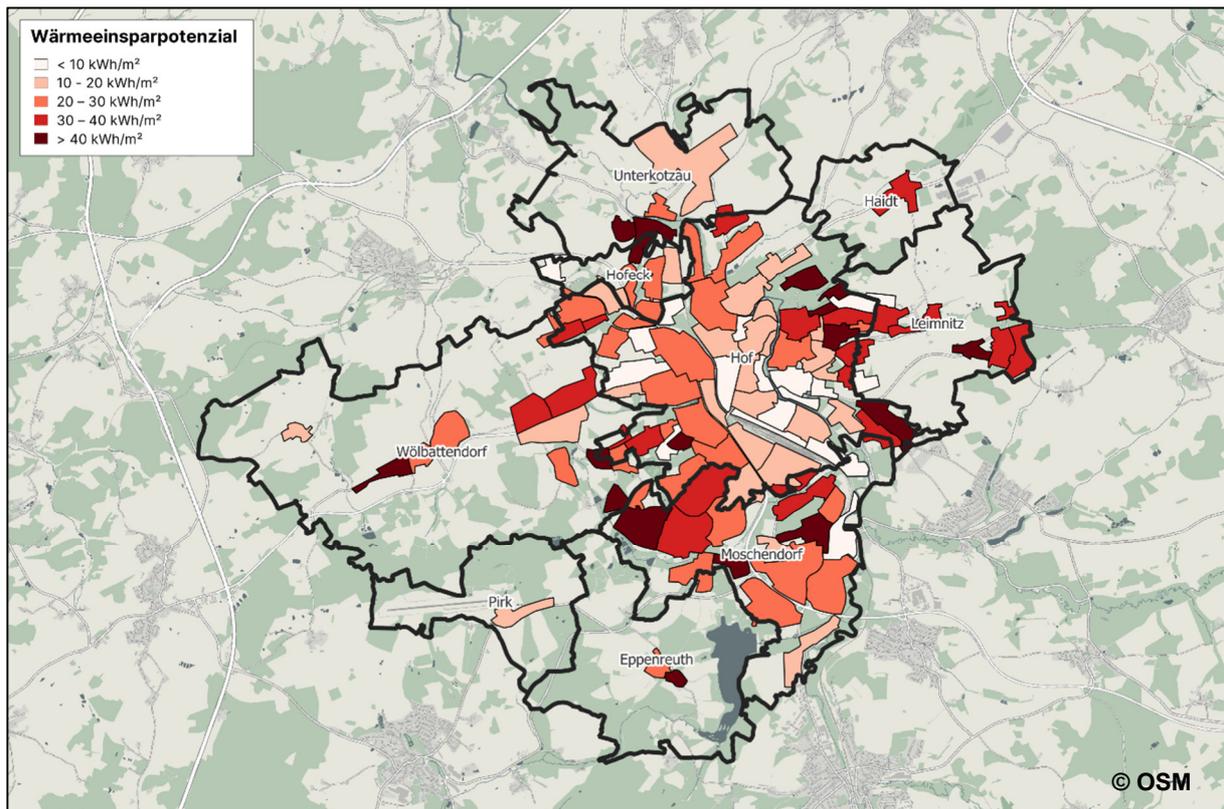


Abbildung 21: Teilgebiete mit erhöhtem Wärmeeinsparpotenzial – flächenspezifisch pro Jahr

5.3 Potenziale für klimaneutrale Wärme

Aufbauend auf den Ergebnissen der Bestandsanalyse wird im Rahmen der Potenzialanalyse aufgezeigt, welche Nutzungspotenziale erneuerbarer Energieträger und klimaneutraler Wärmequellen aus heutiger Sicht bis zum Zieljahr erschlossen werden können.

Bedingt durch die niedrigeren, spezifischen Treibhausgas-Emissionswerte sinken bei der Substitution fossiler Energieträger durch erneuerbare Energien die treibhausrelevanten Emissionen. Regional betrachtet, resultiert eine erhöhte Wertschöpfung in Form von positiven Beschäftigungseffekten durch die Nutzung lokal verfügbarer Ressourcen wie zum Beispiel Sonne, Wasser, Wind, Biomasse und Erdwärme. Zudem reduziert die Nutzung regenerativer Energieträger die Importabhängigkeit und sichert die fossilen Ressourcen für die immer wichtiger werdende stoffliche Verwertung in der Industrie.

In den folgenden Kapiteln werden zunächst die Einzelpotenziale zur Nutzung klimaneutraler Wärme für die Kommune analysiert und im Kontext der kommunalen Wärmeplanung bewertet. Die Karten zeigen jeweils die prozentuale Deckung des Wärmebedarfs im Zieljahr durch das entsprechende Potenzial (Nachfragepotenzial).

Die Ausarbeitung enthält folgende, lokal zuordenbare Potenziale:

- Abwärme - Industrie und Gewerbe
- Abwasser - Kanal
- Abwasser - Kläranlage
- Biomasse
- Flusswasser
- Geothermie - Kollektoren
- Geothermie - Sonden dezentral
- Geothermie - Sonden zentral
- Grundwasser
- Seewasser
- Solarthermie - dezentral
- Solarthermie - zentral
- Tiefengeothermie

Ergänzend werden auch im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung die Nutzungspotenziale von Wärmequellen und Energieträgern betrachtet, die in der Regel ortsunabhängig für eine klimaneutrale Wärmeversorgung Verwendung finden können. Darunter fallen im Wesentlichen die Außenluft, Biomasse sowie „Grüne Gase“. Diese sind in Kapitel 5.3.13 beschrieben.

5.3.1 Unvermeidbare Abwärme - Industrie und Gewerbe

Unvermeidbare Abwärme aus Prozessen von Industrie- und Gewerbebetrieben, die in Herstellungs- und Verarbeitungsprozessen als Nebenprodukt anfällt und aktuell ungenutzt an die Umgebung abgegeben wird, gilt als klimaneutrale Wärmeversorgungsoption. Ziel der Abwärmenutzung ist es, die verfügbare Abwärme sinnvoll für Wärmeversorgungen außerhalb der eigenen Unternehmensgrenzen zu aktivieren.

Abhängig vom Temperaturniveau, der Wärmemenge und dem Wärmeträgermedium wird bei der kommunalen Wärmeplanung analysiert, wie die Abwärme in der Nähe des Unternehmens oder über ein Wärmenetz für externe Nutzungen verwendet werden kann.

In Abgrenzung zur allgemein gültigen Definition der Abwärmenutzung liegt die betriebs- und prozessinterne Abwärmenutzung in der Regel nicht im Bewertungsrahmen der kommunalen Wärmeplanung.

Datengrundlage

Im Rahmen der Bestandsanalyse werden die größten Wärmeverbraucher auf dem Kommunalgebiet näher betrachtet. Im Wärmeplanungsgesetz ist dazu eine rechtliche Grundlage zur Datenerhebung mit aufgenommen. Die Befragung dieser Großverbraucher gemäß Kapitel 4.3.6 liefert unter anderem Informationen zum Abwärmeaufkommen dieser Unternehmen und der Bereitschaft, sich an kommunalen Wärmeversorgungskonzepten zu beteiligen.

Ergebnis

Als Ergebnis der Großverbraucheranalyse liegen Angaben zu Abwärmemengen, Temperaturniveaus und zeitlicher Verfügbarkeit vor. Diese Informationen werden mit den Wärmebedarfsprognosen für das Zieljahr im eigenen Teilgebiet und den umliegenden Teilgebieten abgeglichen. Der Abgleich erfolgt dabei auf monatlicher Basis, um zeitliche Abhängigkeiten bei der Verfügbarkeit der Abwärme und beim Wärmebedarf adäquat berücksichtigen zu können.

Mit der vorliegenden Analyse für „Unvermeidbare Abwärme - Industrie und Gewerbe“ resultiert ein Potenzial von 6.100 MWh/a für die gesamte Kommune.

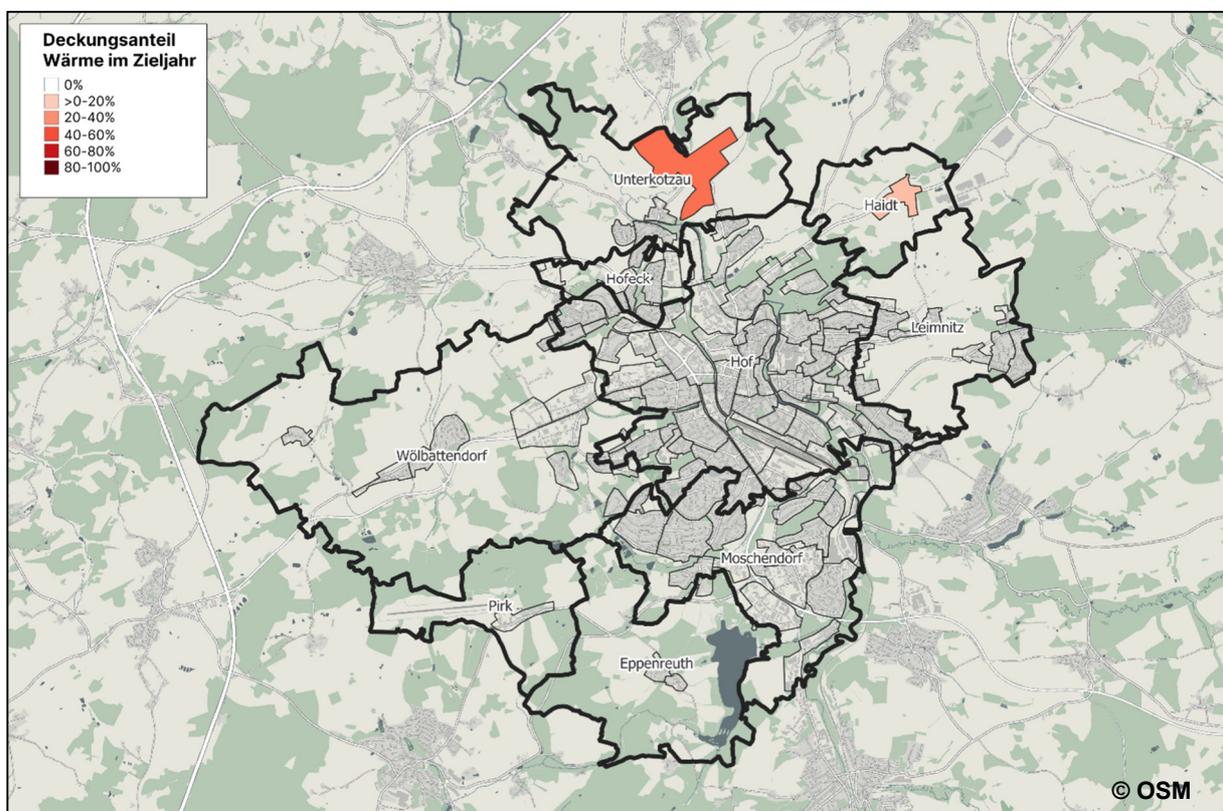


Abbildung 22: Potenzialkarte „Unvermeidbare Abwärme - Industrie und Gewerbe“ je Teilgebiet

5.3.2 Abwasser - Kanal

Die kommunale Wasser- und Abwasserinfrastruktur ist in Siedlungsgebieten flächendeckend vorhanden. In den Abwasserkanälen wird Abwasser und meist auch Regenwasser gesammelt und zu den kommunalen Kläranlagen geleitet. Das Abwasser befindet sich dabei auf einem Temperaturniveau, das für eine energetische Nutzung durch eine Wärmepumpe gut geeignet ist (in der Regel $> 10\text{ °C}$).

Mit Wärmetauschern wird dem Abwasser Wärme entzogen und als Wärmequelle für elektrische Wärmepumpen nutzbar. Für das Entzugssystem können verschiedene Bauformen zum Einsatz kommen:

- Doppelrohr-Wärmetauscher als im Abwasserrohr integrierte Lösungen (Neubau/Ersatz)
- Kanalwärmetauscher für den Einbau in bestehende Kanäle
- Rohrbündelwärmetauscher im Bypass; die sich in einem separaten Bauwerk befinden

Im Kontext der kommunalen Wärmeplanung sind für ausgewählte Kanalabschnitte die Wärmenutzungspotenziale abgeschätzt worden. Unter anderem finden folgende Datengrundlagen in der Ermittlung Verwendung.

Datengrundlage

Informationen zu den Kanaldimensionen und -querschnitten stammen in der Regel vom kommunalen Amt für Entwässerung und auch den Stadtwerken. Die Durchflussmenge und Temperatur des Abwassers hängen davon ab, ob der Kanal als Schmutz-, Misch- oder Regenwassersystem betrieben wird. Für die Abwasserwärmenutzung mit einer Wärmepumpe ist ein kontinuierliches Abwasseraufkommen erforderlich. Belastbare Aussagen zum Abwasseraufkommen liegen zum Teil durch temporäre Messungen im Kanal vor. Anhand des georeferenzierten Kanalnetzes, der anfallenden Abwassermenge an der Kläranlage sowie spezifischen Kennwerten für den Schmutzwasseranfall im Bereich Wohnung, GWD und verarbeitendes Gewerbe wurde an verschiedenen Referenzpunkten im Kanalnetz der Durchfluss berechnet.

Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial zeigt auf, dass im Zieljahr ein Wärmedeckungspotenzial in Höhe von 4 % resultiert. Insgesamt können damit theoretisch aus Abwasserwärme aus den Kanälen rund 20.700 MWh/a für die Wärmebereitstellung in der Kommune angenommen werden. In der nachfolgenden Abbildung 23 ist die räumliche Verteilung der Potenziale dargestellt.

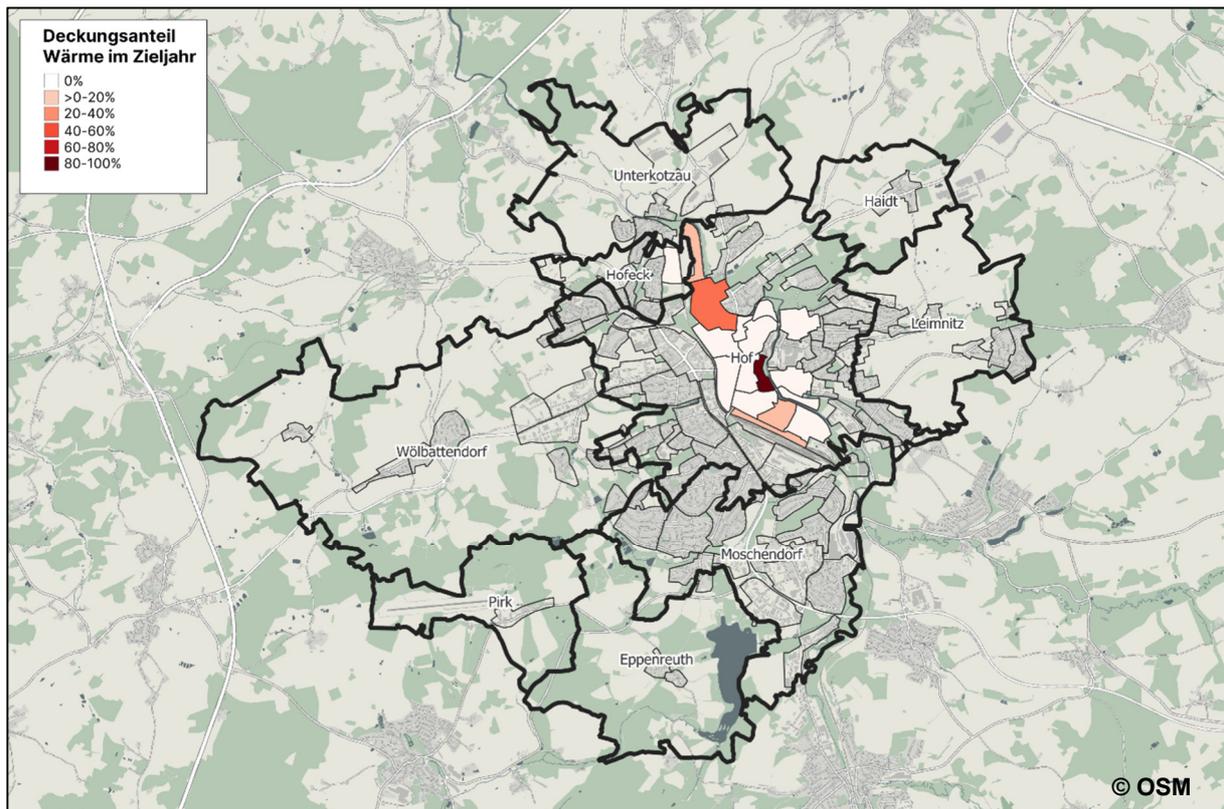


Abbildung 23: Potenzialkarte „Abwasser - Kanal“ auf Teilgebiet-Ebene

5.3.3 Abwasser - Kläranlage

In Abgrenzung zur Abwasserwärmenutzung in den Kanälen steht das Potenzial „Abwasser - Kläranlage“ für ein zentral erschließbares, urbanes Umweltwärmepotenzial. Im Gegensatz zu der Abwasserwärmenutzung im Zulauf der Kläranlagen wird hierbei eine thermische Nutzung des geklärten Abwassers im Auslauf der Kläranlage betrachtet. Der wesentliche Vorteil dieses Konzeptes besteht darin, dass die Abwasserwärmenutzung die biologischen Prozesse in der Kläranlage nicht mehr negativ beeinflussen kann. Vielmehr kann durch das abgekühlte Abwasser ein weiterer positiver Effekt speziell in den Sommermonaten für die Gewässer entstehen, in denen das geklärte Wasser eingeleitet wird.

Dem Abwasser an Kläranlagen wird über Wärmetauscher Wärme entzogen. Diese zentral erschlossene Abwasserwärme kann im Anschluss direkt über Großwärmepumpen oder indirekt über ein kaltes Wärmenetz mit dezentralen Wärmepumpen für externe Wärmeanwendungen nutzbar gemacht werden. Im Vergleich zur Abwasserwärmenutzung in den Kanälen resultieren am Auslauf der Kläranlage höhere Potenziale durch die größeren Durchflussmengen und die höhere mögliche Temperaturspreizung. Dadurch können auch Teilgebiete, die nicht in direkter Nähe sind, für eine Abwasserwärmenutzung in Frage kommen. In der Regel sind Teilgebiete in einer Entfernung von bis zu mehreren hundert Metern hierfür geeignet.

Datengrundlage

Die erforderlichen Daten zu Durchflussmengen und Temperaturen am Auslauf der Kläranlagen stammen von den Anlagenbetreibern (z.B. Abwasserwirtschaftsbetriebe der Kommune) und stellen damit eine hohe Datengüte für die Berechnung des Wärmepotenzials dar.

Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial zeigt auf, dass im Zieljahr ein Wärmedeckungspotenzial in Höhe von 7 % resultiert. Insgesamt können damit theoretisch aus Abwasserwärme aus den Kläranlagen rund 35.700 MWh/a für die Wärmebereitstellung in der Kommune angenommen werden.

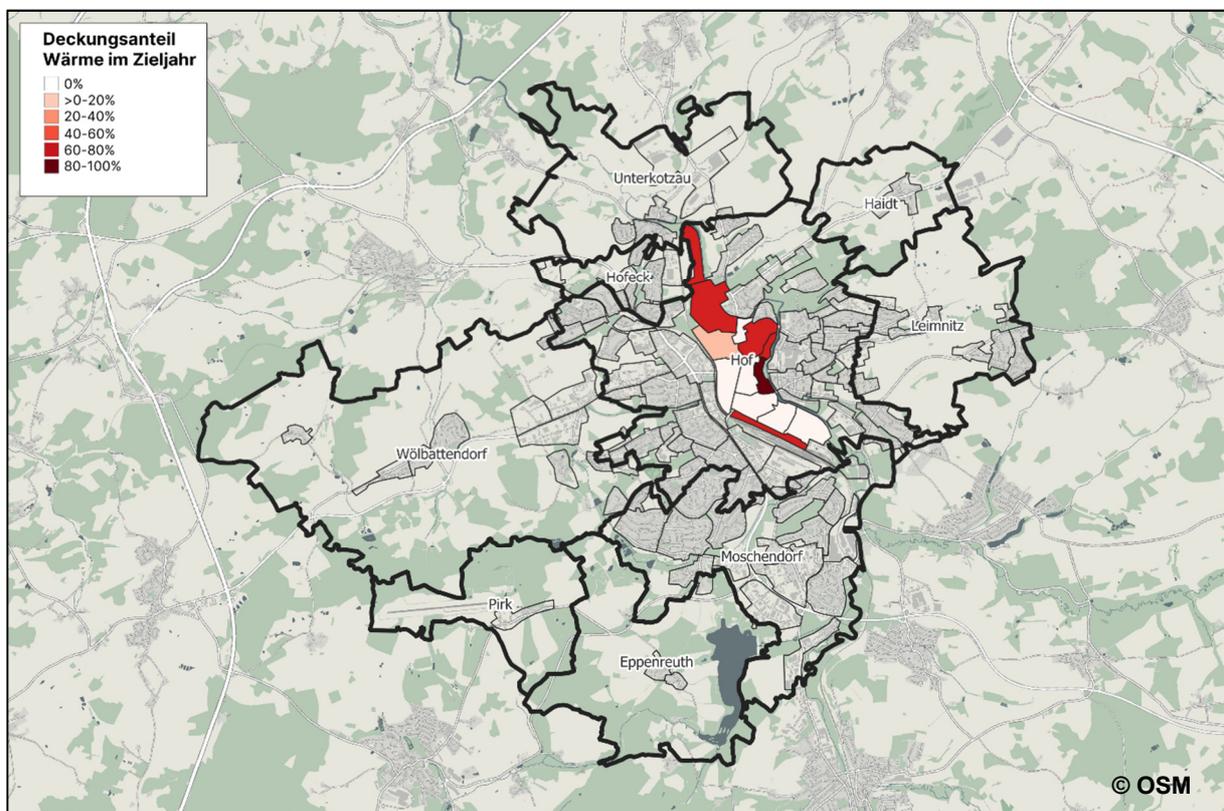


Abbildung 24: Potenzialkarte „Abwasser - Kläranlage“ auf Teilgebiet-Ebene

5.3.4 Flusswasser

Die Potenzialanalyse zur Wärmenutzung aus Flusswasser beinhaltet die Betrachtung fließender Oberflächengewässer. Da im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung die Potenziale mit kommunaler Relevanz im Fokus liegen beschränkt sich die Betrachtung auf größere Fließgewässer wie Flüsse. Kleinere Bäche und Bachläufe sind nicht Teil der Analyse.

Aufbauend auf der Bestandsanalyse (Lage von potenziell zu versorgenden Teilgebieten) und einer manuellen Sichtung und Bewertung von Flurstücken in Gewässernähe werden potenziell geeignete Standorte für eine Flusswasserwärmenutzung identifiziert.

Die Analyse des Flusswasserpotenzials basiert auf der Annahme, dass dem Fließgewässer Wasser entnommen und diesem über einen externen Wärmetauscher Wärme entzogen wird. Für die Wärmeversorgung wird die entzogene Wärme über Großwärmepumpen in Kombination mit Wärmenetzen oder indirekt über ein kaltes Wärmenetz mit dezentralen Wärmepumpen auf das erforderliche Temperaturniveau angehoben. Das abgekühlte Wasser wird im Anschluss dem Fluss wieder zugeführt. Die potenziell nutzbare Wärmemenge aus dem Flusswasser hängt vom Temperatur-Jahresverlauf des Gewässers, der Wassermenge und der möglichen Temperatur-Spreizung ab.

Datengrundlage

Die Datengrundlage für die Berechnung des Flusswasserpotenzials ist die Durchflussmenge sowie die Wassertemperatur im Jahresverlauf. Diese können zum Teil dem Daten- und Kartendienst dem Bayerisches Landesamt für Umwelt (LFU, <https://www.gkd.bayern.de/>) entnommen werden.

Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial zeigt auf, dass im Zieljahr ein Wärmedeckungspotenzial in Höhe von 0,4 % resultiert. Insgesamt können damit theoretisch aus Flusswasserwärme rund 1.900 MWh/a für die Wärmebereitstellung in der Kommune angenommen werden. Die räumliche Verteilung des Potenzials, wie in Abbildung 25 dargestellt, weist keine spezifischen möglichen Versorgungsgebiete auf.

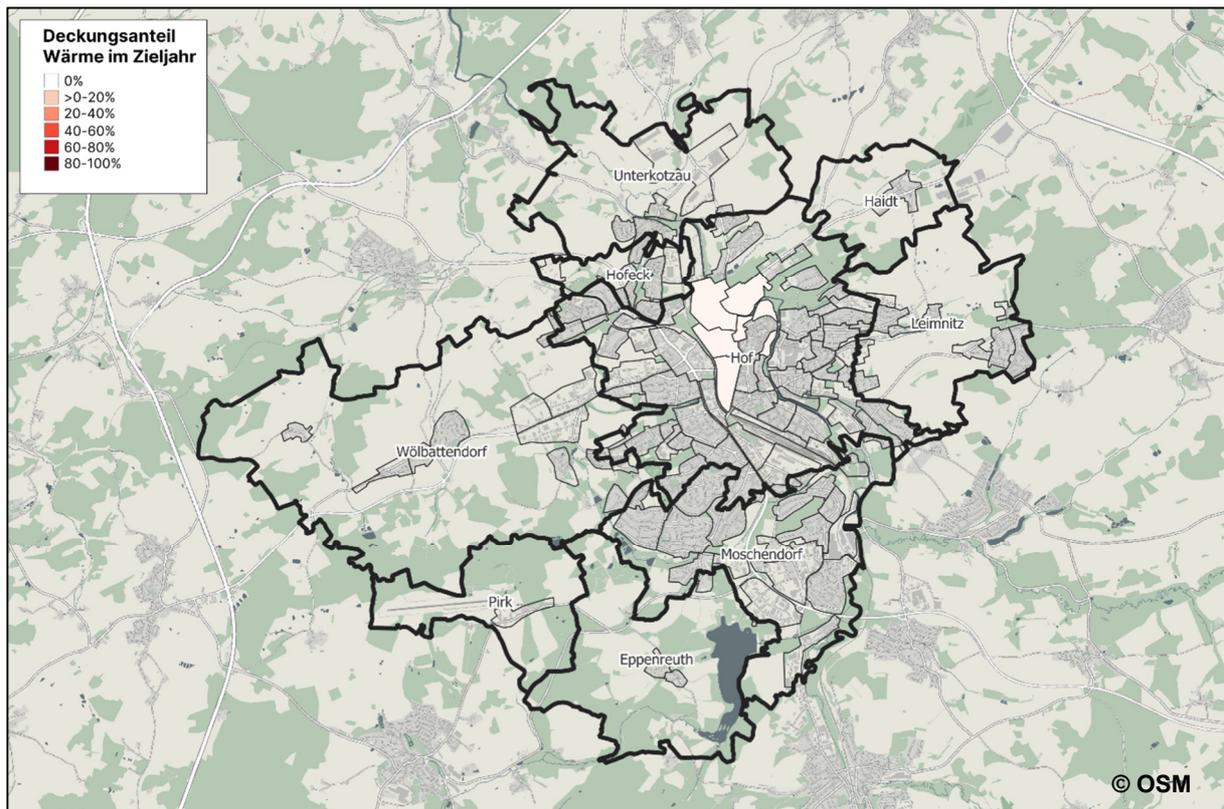


Abbildung 25: Potenzialkarte „Flusswasser“ auf Teilgebiet-Ebene

5.3.5 Geothermie - Kollektoren zentral

Geothermie ist die unterhalb der festen Erdoberfläche gespeicherte Energie in Form von Wärme und kann als klimafreundliche, alternative Energiequelle auf dem Kommunalgebiet genutzt werden. Verschiedene Technologien werden zum Heizen, Kühlen oder zur Stromerzeugung mittels Erdwärme eingesetzt. Oberflächennahe Wärmereservoirs dienen zum Beispiel den Wärmepumpensystemen als Wärmequelle. Tiefengeothermie bietet ein Potenzial zur Nutzung höherer Temperaturniveaus im Erdinneren für die Stromerzeugung.

Im Rahmen der Potenzialanalyse „Geothermie - Kollektoren zentral“ wird die Erdwärme-Erschließung über Flächenkollektoren auf Freiflächen im Außenraum betrachtet. Im Gegensatz zu Erdwärmesonden befinden sich die Flächenkollektoren im Erdreich lediglich in einer Tiefe zwischen 1 bis 3 Metern. Dem Erdreich wird mit den Flächenkollektoren als Wärmetauscher Wärme entzogen und über Wärmepumpen auf das erforderliche Temperaturniveau angehoben.

Datengrundlage

Zu Beginn werden die potenziellen Freiflächen ermittelt, welche grundsätzlich eine Eignung für Erdwärmekollektoren vorweisen. Hierzu wird zunächst eine Positivauswahl aufbauend auf Daten des digitalen Liegenschaftskatasters getroffen. Die Auswahl erfolgt nach hinterlegten

Nutzungen wie Brachland, Grünland, Unland und Ackerland. Ergänzend werden Konversionsflächen und Seitenrandstreifen (hier auch Ackerland unabhängig der Ertragsfähigkeit) aufgenommen. Anschließend werden Ausschlussflächen definiert und von der Positivauswahl abgezogen. Kriterien für die Definition von Ausschlussflächen sind u.a. Naturschutz und Landschaftsschutz, Bodendenkmäler, Streuobstwiesen, Grünzäsuren, Vorranggebiete für Siedlungsbau und Infrastruktur, Biosphärengebiete, Landschaftsschutzgebiete, Natura 2000 Gebiete (FFH-Gebiete) und Wasserschutzgebietszonen. Die Grundlagen hierfür stammen aus den Flächennutzungsplänen, der Regionalplanung und kommunalen Bauleitplanungen. Zusätzlich wird als Bedingung gesetzt, dass sich die Freiflächen in räumlicher Nähe zu Teilgebieten mit Wärmebedarf befinden und eine zusammenhängende Mindestgröße nicht unterschreiten. Die resultierenden Flächen wurden anschließend mit der Standorteignung für oberflächennahe Geothermie (LFU, <https://www.lfu.bayern.de/gdi/wms/geologie/oberflahegeothermie>) verglichen und bei Bedarf entsprechend berücksichtigt.

Bei der anschließenden Priorisierung und Auswahl von Eignungsflächen werden bereits ackerbaulich genutzte Flächen (speziell mit guten Ertragswerten) und solche mit einer Lage innerhalb weicher Restriktionsgebiete (z.B. Naturschutzgebiete, die ggf. eine eingeschränkte Nutzung erlauben) niedriger priorisiert. Die resultierenden Flächen werden manuell geprüft und weitere Nutzungsmerkmale analysiert, die gegen eine Nutzung für das Potenzial „Geothermie - Kollektoren zentral“ sprechen. Zum Beispiel werden bei einer Analyse von Luftfotos Grünlandflächen identifiziert, auf denen sich erhaltenswerte Streuobstwiesen befinden. Diese Information ist in den genannten Planunterlagen nicht enthalten, führt aber aktuell zu einem Ausschlusskriterium bei diesem Anwendungsfall.

Eine detaillierte Auflistung der Flächennutzungskategorien und deren Einordnung als Ausschluss- und Eignungsflächen kann in Anhang 10.2 eingesehen werden.

Die verbliebenen Flächen werden in Abstimmung mit der Kommunalverwaltung als für die Nutzung als Energieinfrastruktur geeignet dokumentiert und priorisiert. In Abbildung 26 sind die als geeignet identifizierten Freiflächen dargestellt.

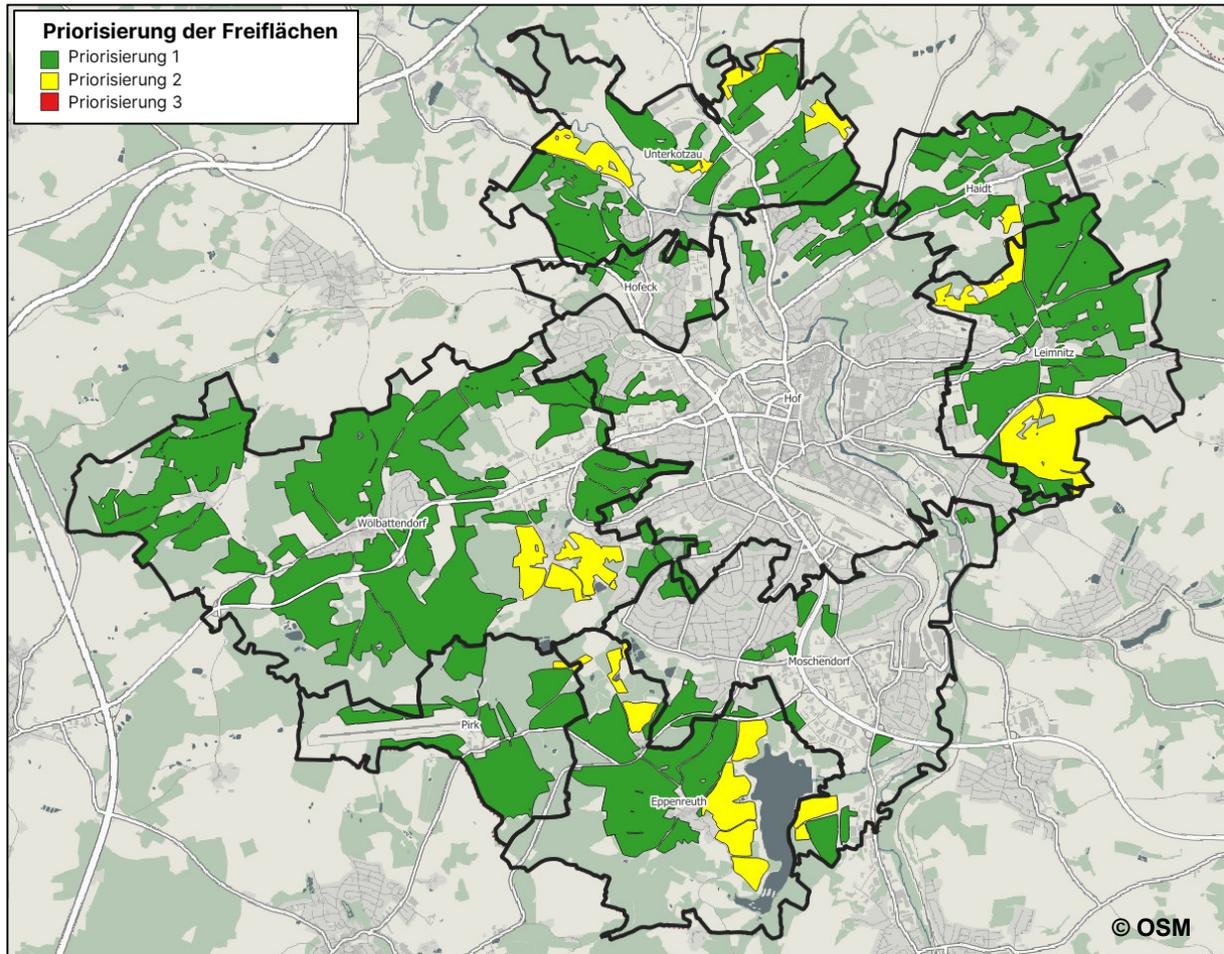


Abbildung 26: Eignungsflächen für das Potenzial „Geothermie - Kollektoren zentral“

Die Ansätze für die Priorisierung der Freiflächen orientieren sich im Wesentlichen an der nachfolgenden Auflistung. Die Flächenangaben zu diesen Potenzialflächen und die Einordnung zur gesamten Kommunalfäche sind in Tabelle 9 enthalten.

1. Geeignet: gute Lage; Industrienähe, Randstreifen, außerhalb von Schutzzonen (keine Einschränkungen zu erwarten), Nutzung mit geringem Aufwand möglich (kaum Bewuchs)
2. Bedingt geeignet: In Schutzzonen (Einschränkungen oder Auflagen zu erwarten), Nutzung mit Aufwand möglich (leichter Bewuchs), Ackernutzung
3. Ungeeignet: Nutzung nicht möglich (starker Bewuchs), aktuelle Flächennutzung bietet kein Potenzial (Neubaugelände, Kleingärten, Streuobstwiesen, ...)

Tabelle 9: Priorisierungsergebnis des Freiflächenpotenzials „**Geothermie - Kollektoren zentral**“

Priorisierung	Fläche	Anteil an Fläche der Kommune
1	1.657 ha	29 %
2	263 ha	5 %
3	0 ha	0 %
Summe	1.920 ha	33 %

Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial zeigt auf, dass im Zieljahr ein Wärmedeckungspotenzial in Höhe von 17 % resultiert. Die Ermittlung des Deckungspotenzials basiert auf einer angenommenen Entzugsarbeit von 25 kWh/(m²·a) für Anlagen außerhalb von Wasserschutzgebieten für die Versorgung der angrenzenden Teilgebiete über Wärmepumpen. Hierbei werden die absolute Höhe und die jahreszeitliche Verteilung des zukünftigen Wärmebedarfs der Teilgebiete mitberücksichtigt. Theoretisch ergeben sich damit aus dem Potenzial „Geothermie - Kollektoren zentral“ insgesamt rund 84.500 MWh/a für die Wärmebereitstellung in der Kommune. Dabei sind die Teilgebiete mit einer Wärmenetz-Eignung gemäß Kapitel 4.4 und mit einer Lage im Siedlungs-Innenraum priorisiert berücksichtigt.

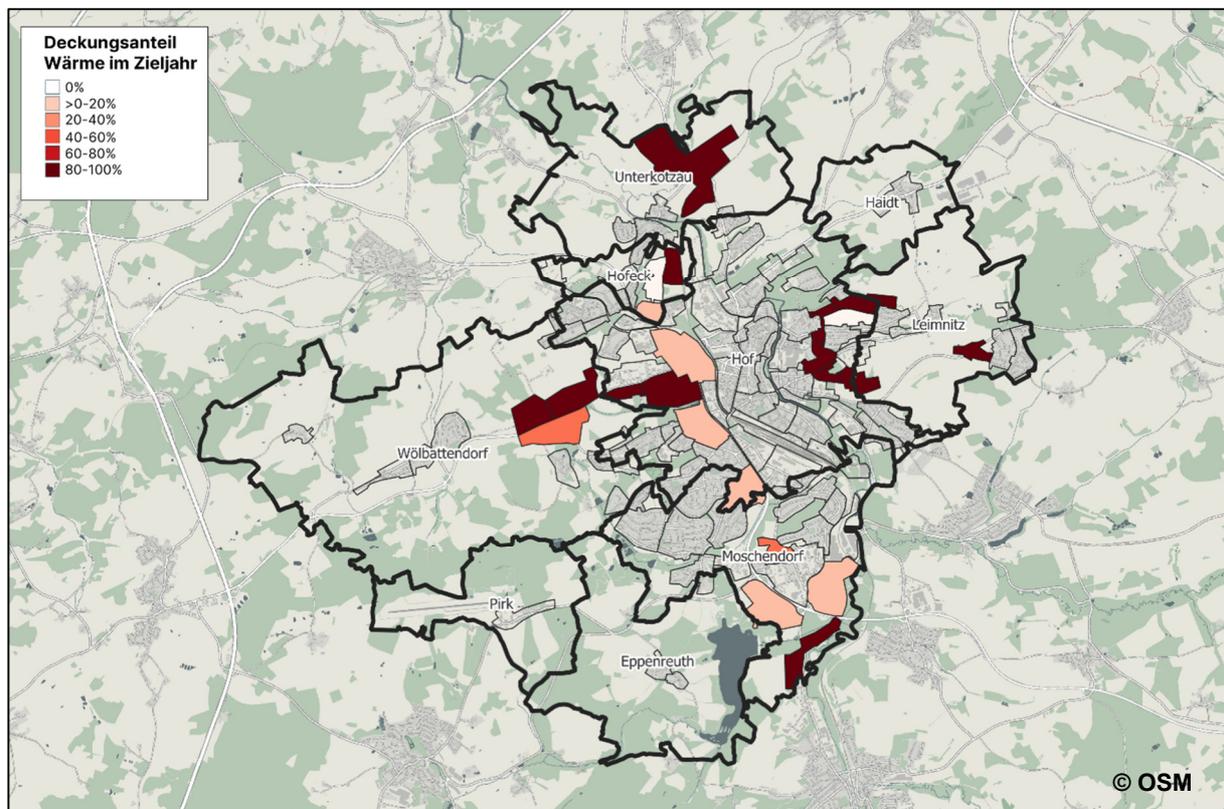


Abbildung 27: Potenzialkarte „Geothermie - Kollektoren zentral“ auf Teilgebiet-Ebene

5.3.6 Geothermie - Sonden dezentral

Die Potenzialkategorie „Geothermie - Sonden dezentral“ betrachtet die Nutzung der oberflächennahen Geothermie über Erdwärmesonden. Der Zusatz „dezentral“ beschränkt die Potenzialanalyse für die Erdwärmeerschließung auf eigene Flurstücke von Gebäuden mit Wärmebedarf. Die Potenzialkategorie „Geothermie - Sonden zentral“ analysiert die Nutzungsmöglichkeiten auf Freiflächen im Außenraum auch für Wärmenetze.

Grundsätzlich gilt auch bei Erdwärmesonden, dass die erschließbare Umweltwärme mittels Wärmepumpen in den Gebäuden nutzbar gemacht wird.

Für die Ermittlung der maximal möglichen Erdwärmesonden auf einem Flurstück werden die Flächen um Gebäude mit Hilfe des Geoinformationssystems räumlich analysiert. Unter Berücksichtigung von Abständen zu Nachbargrundstücken, Gebäuden und Mindestabständen einzelner Sonden untereinander von z.B. 10 m bei 100 m Tiefe wird je Flurstück die maximal verortbare Sondenanzahl ermittelt. Diese bildet die Grundlage für die Berechnung des potenziellen Wärmedeckungsanteils je Gebäude, welcher auf maximal 100 % begrenzt wird. Die flurstücks- bzw. gebäudescharfen Daten sind im weiteren Verfahren auf Teilgebietebene aggregiert und dargestellt.

Datengrundlage

Für die Kommune werden zunächst grundlegende geologische Informationen des Untergrunds gesammelt und ausgewertet. Das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie (StMWi) stellt umfangreiche Daten im Rahmen des „Energie-Atlas Bayern“ zur Verfügung, welche durch das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) bereitgestellt werden. Für die Potenzialabschätzung relevante Parameter sind hieraus unter anderem Wasserschutzgebiete, Heilquellenschutzgebiete, Bohrtiefenbegrenzungen und die geothermische Effizienz des Untergrunds.

Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial „Geothermie - Sonden dezentral“ zeigt auf, dass im Zieljahr ein Wärmedeckungspotenzial in Höhe von 36 % resultiert. Die Bestimmung des Deckungspotenzials erfolgt auf der Grundlage einer angenommenen Entzugsarbeit von 75 kWh/(m·a) für Anlagen, die sich außerhalb von Wasserschutzgebieten befinden, zur energetischen Versorgung der Gebäude mittels Wärmepumpen. Insgesamt können damit theoretisch aus dem Potenzial „Geothermie - Sonden dezentral“ rund 174.600 MWh/a für die Wärmebereitstellung in der Kommune angesetzt werden.

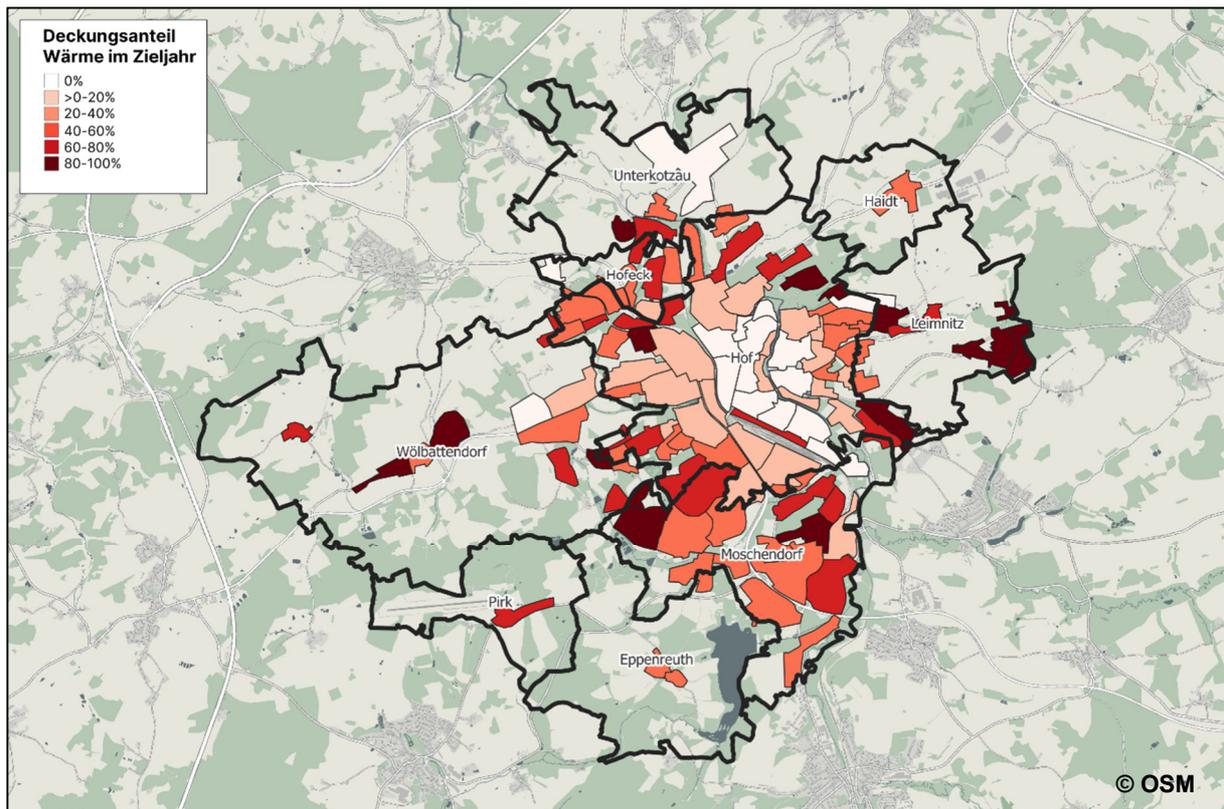


Abbildung 28: Potenzialkarte „Geothermie - Sonden dezentral“ auf Teilgebiet-Ebene

5.3.7 Geothermie - Sonden zentral

Analog zur Erschließung der oberflächennahen Geothermie für Erdwärmekollektoren erfolgt die Potenzialermittlung für die Kategorie „Geothermie - Sonden zentral“. Die Identifikation geeigneter Freiflächen erfolgt auf gleichem Wege.

Technisch unterscheidet sich die Ermittlung des Wärmepotenzials darin, dass für die resultierenden Freiflächen im Folgeschritt die mögliche Anzahl von vertikalen Erdwärmesonden berechnet wird. Die Maximalanzahl ergibt sich aus der Geometrie der Freifläche und den Sondenabständen in Abhängigkeit von der Bohrtiefenbegrenzung. Für die resultierende Sondenanzahl wird dann das mögliche Entzugspotenzial ermittelt und mit dem perspektivischen Wärmebedarf angrenzender Teilgebiete im Zieljahr abgeglichen. Aus dieser Berechnung resultiert der potenzielle Wärmedeckungsanteil auf Teilgebiet-Ebene.

Datengrundlage

Die Datengrundlage und Methodik zur Ermittlung potenzieller Freiflächen entspricht der Beschreibung aus Kapitel „5.3.5 Geothermie - Kollektoren zentral“. Darüber hinaus unterscheidet der Energie-Atlas Bayern noch Gebiete, in welchen aufgrund von hydrogeologischen und geologischen oder auch wasserwirtschaftlichen kritischen Bedingungen keine Erdwärmesonden platziert werden dürfen. Diese Gebiete wurden

zusätzlich zu den in Kapitel „5. 3. 5 Geothermie - Kollektoren zentral“ erwähnten Kriterien beachtet.

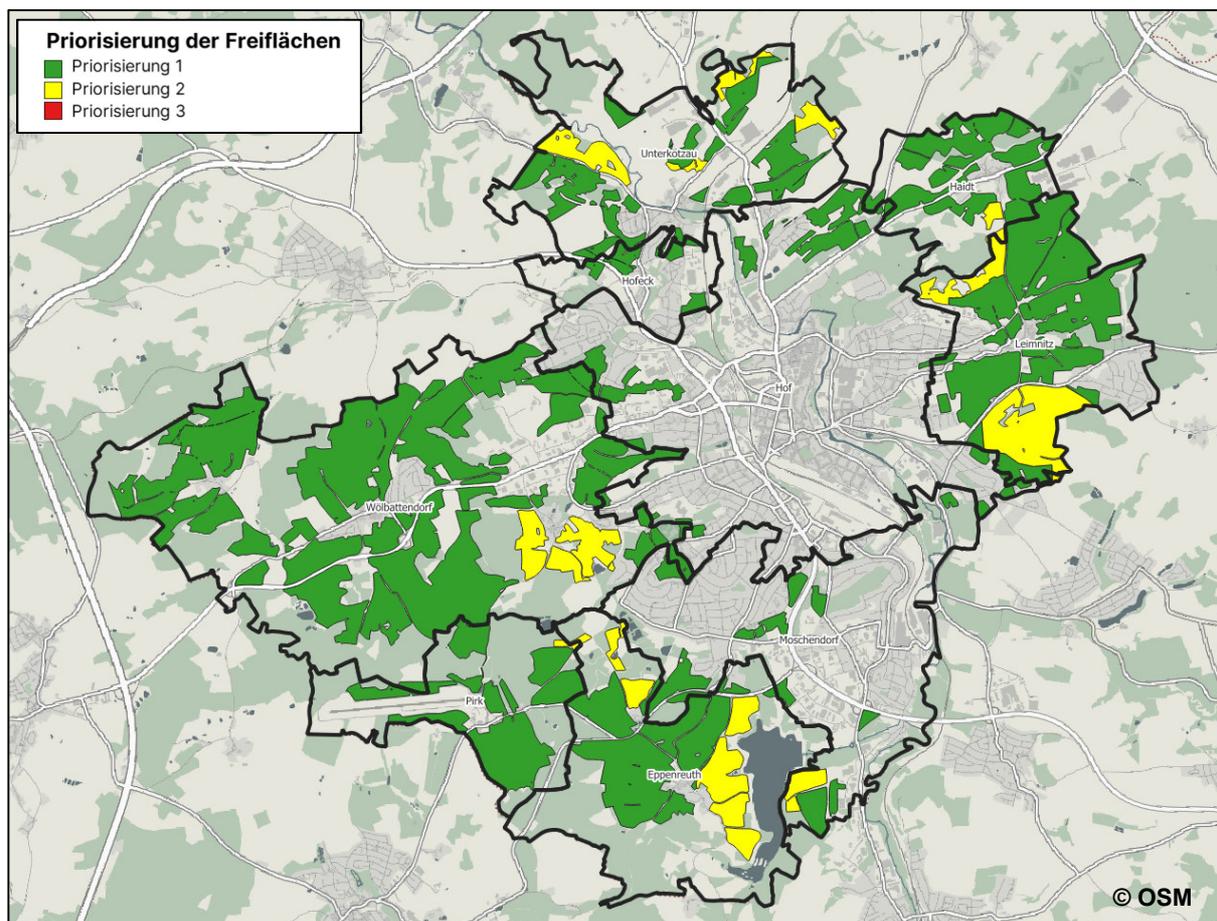


Abbildung 29: Eignungsflächen für das Potenzial „Geothermie - Sonden zentral“

Die Ansätze für die Priorisierung der Freiflächen orientieren sich im Wesentlichen an der nachfolgenden Auflistung. Die Flächenangaben zu diesen Potenzialflächen und die Einordnung zur gesamten Kommunalfäche sind in Tabelle 9 enthalten.

1. Geeignet: gute Lage; Industrienähe, Randstreifen, außerhalb von Schutzzonen (keine Einschränkungen zu erwarten), Nutzung mit geringem Aufwand möglich (kaum Bewuchs)
2. Bedingt geeignet: In Schutzzonen (Einschränkungen oder Auflagen zu erwarten), Nutzung mit Aufwand möglich (leichter Bewuchs), Ackernutzung
3. Ungeeignet: Nutzung nicht möglich (starker Bewuchs), aktuelle Flächennutzung bietet kein Potenzial (Neubaugebiet, Kleingärten, Streuobstwiesen, ...)

Tabelle 10: Priorisierungsergebnis des Freiflächenpotenzials „Geothermie - Sonden zentral“

Priorisierung	Fläche	Anteil an Fläche der Kommune
1	1.556 ha	27 %
2	263 ha	5 %
3	0 ha	0 %
Summe	1.819 ha	31 %

Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial „Geothermie - Sonden zentral“ ergibt für das Zieljahr ein Wärmedeckungsanteil in Höhe von 23 % resultiert. Die Bestimmung des Deckungspotenzials erfolgt auf der Grundlage einer angenommenen Entzugsarbeit von 50 kWh/(m·a) für Anlagen, die sich außerhalb von Wasserschutzgebieten befinden, zur energetischen Versorgung der Gebäude mittels Wärmepumpen. Theoretisch ergeben sich damit aus diesem Potenzial insgesamt rund 113.800 MWh/a für die Wärmebereitstellung in der Kommune. Dabei sind die Teilgebiete mit einer Wärmenetz-Eignung und mit einer Lage im Siedlungs-Innenraum priorisiert berücksichtigt.

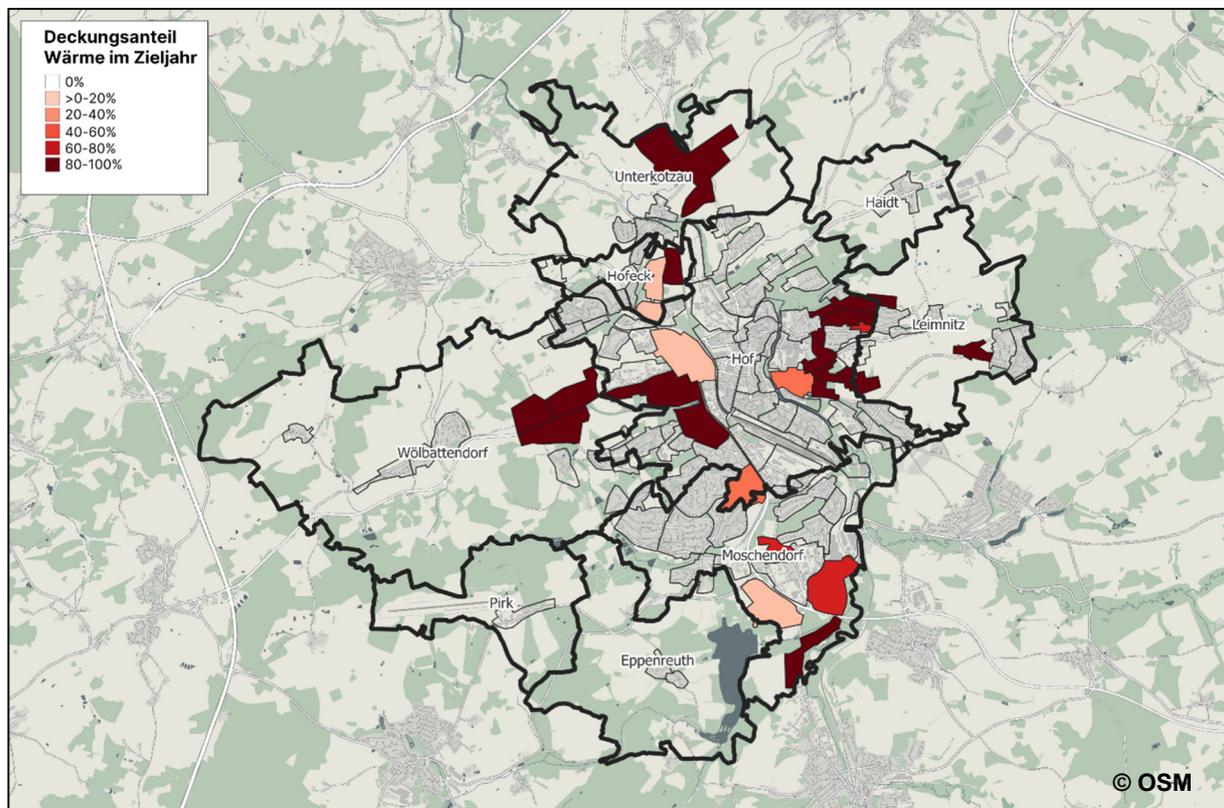


Abbildung 30: Potenzialkarte „Geothermie - Sonden zentral“ auf Teilgebiet-Ebene

5.3.8 Grundwasser

Die Grundwassernutzung in Kombination mit Wärmepumpen stellt bei entsprechender Ergiebigkeit in der Regel eine effiziente und wirtschaftliche Möglichkeit für eine klimaneutrale Wärmeversorgung dar (Peters, Steidle, & Böhnisch, 2020). Grundwasser wird hierbei über Brunnenanlagen gefördert und als Umweltwärmequelle für Wärmepumpen genutzt. Dies kann zentral über Großwärmepumpen in Wärmenetzen oder über dezentrale Wärmepumpen in Gebäuden erfolgen. Das abgekühlte Grundwasser wird im Anschluss über Injektionsbrunnen dem Untergrund wieder zugeführt.

In Abhängigkeit von der Ergiebigkeit, der Tiefe und Temperatur der Grundwasserleiter variieren die Nutzungspotenziale für thermische Anwendungen. Darüber hinaus ist zu beachten, dass sich einzelne Brunnenanlagen nicht gegenseitig negativ beeinflussen dürfen. Zur relativ komplexen Beurteilung dieser Frage sind detaillierte Angaben zu Entnahme- und Injektionsbrunnenstandorten, Grundwasser-Nutzungsmengen und Fließrichtungen im Rahmen von hydrogeologischen Simulationen erforderlich. Diese lassen sich in der Regel gegebenenfalls erst durch entsprechende Erkundungsmaßnahmen mit Pumpversuchen bestimmen. Ergänzend können die unteren Wasserbehörden Erfahrungswerte aus z.B. bestehenden Brunnenanlagen zur Bewertung der Grundwassersituation in der Kommune und einzelnen Stadtteilen bereitstellen.

Aufgrund dieser Komplexität kann im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung die Potenzialerhebung nicht vorgenommen werden. Im Einzelfall sind projektspezifisch die oben genannten Eignungskriterien zu prüfen. Speziell die Fragestellung, ob durch eine geplante Grundwassernutzung bestehende Anlagen beeinträchtigt werden, ist hierbei zu prüfen.

Im Kontext der kommunalen Wärmeplanung werden daher lediglich die Gebiete dargestellt, die grundsätzlich für eine Grundwassernutzung nicht ausgeschlossen sind. Ausgeschlossen werden zum Beispiel sensible Grundwassernutzungen in Wasser- und Heilquellenschutzgebieten.

Datengrundlage

Informationen zur Lage grundwasserführenden Schichten sowie deren Mächtigkeiten, bekannten Altlasten und bestehenden Brunnenanlagen sind für eine projektspezifische Einzelfallbeurteilung erforderlich. Übergeordnet sind Schutzgebietseinordnungen (u.a. Wasserschutz, Heilquellen) hilfreich für die Identifikation von Ausschlussgebieten. Neben dem „Energie-Atlas Bayern“ werden diese Daten über die zuständigen Wasserbehörden der Kommune und des Landkreises zur Verfügung gestellt.

Ergebnis

In der nachfolgenden Karte sind alle grundsätzlich geeigneten Gebiete für eine weitere Grundwassernutzung aufgeführt. Aufgrund der oben beschriebenen Komplexität und fehlenden Projekttiefe der kommunalen Wärmeplanung wird kein Deckungspotenzial

ausgewiesen. Grundsätzlich ist fast im gesamten kommunalen Gebiet eine Nutzung des Grundwassers möglich bis auf Flächen in Krötenbruck. Diese sind auf nachfolgender Karte in orange gekennzeichnet.

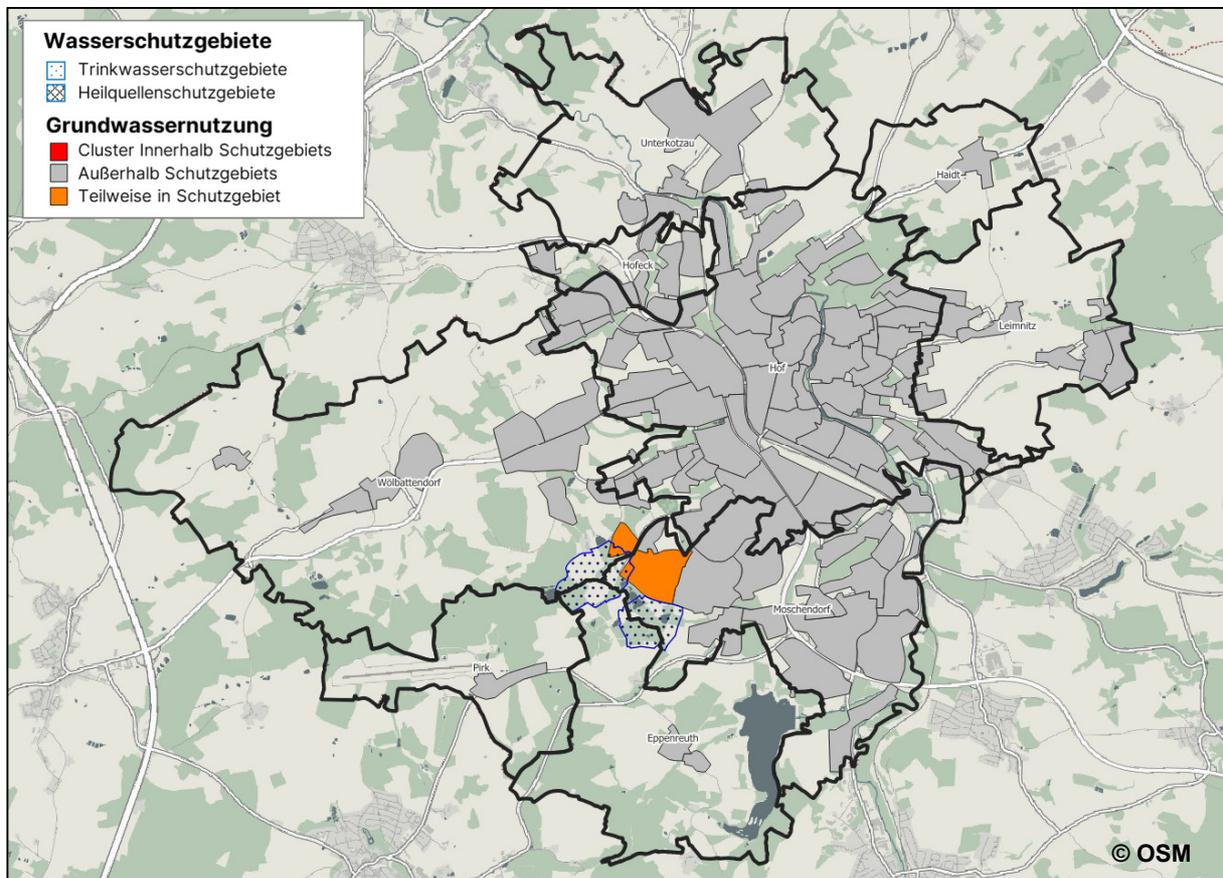


Abbildung 31: Potenzialkarte „Grundwasser“ auf Teilgebiet-Ebene

5.3.9 Seewasser

Das Wärmenutzungspotenzial von Oberflächengewässern wird separat für Fließgewässer und Seen ermittelt. Die Wärmenutzung aus Seewasser kann bei größeren Gewässern einen relevanten Beitrag für eine klimaneutrale Wärmenutzung einzelner Quartiere liefern.

Bei der Wärmenutzung aus Seewasser wird über eine zentrale Vorrichtung im oder am See Wasser entnommen und über Wärmetauscher für die Wärmeversorgung nutzbar gemacht. Das abgekühlte Seewasser wird im Anschluss wieder in das Gewässer eingeleitet. Die erschlossene Seewasserwärme kann mittels Großwärmepumpen für Wärmenetze aufbereitet werden oder für die Regeneration von kalten Wärmenetzen eingesetzt werden. Auf Grund des relativ hohen Erschließungsaufwands und des bei technischer Machbarkeit hohen Potenzials wird die Seewassernutzung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung stets in Kombination mit den aufgeführten zentralen Wärmeinfrastrukturen betrachtet.

Datengrundlage

Für die Bewertung des Seewasserpotenzials sind die Belange des Natur- und Umweltschutzes sowie der weiteren Nutzungen des Gewässers relevant. Die zuständigen Genehmigungsbehörden können erste Einschätzungen zur Seewassernutzung abgeben. Bei positiver Einschätzung werden in der Regel weitere hydrologische Untersuchungen erforderlich, um die technischen und genehmigungsrechtlichen Fragestellungen beantworten zu können. Zum Teil existieren für bestimmte Gewässer frei abrufbare Richtlinien, in denen die Seewassernutzung geregelt ist (z.B. Bodensee-Richtlinie der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB)).

Ergebnis

Auf dem Kommunalgebiet liegt kein Potenzial für die Nutzung von Seewasserwärme vor.

5.3.10 Solarthermie - dezentral

Mittels Solarkollektoren (Solarthermie) wird solare Strahlungsenergie in nutzbare Wärme für die Brauchwassererwärmung, Heizung und Prozesswärme gewandelt. Bei der Konzeptionierung von Gebäuden mit Solarthermieanlagen ist darauf zu achten, dass die Anlagen möglichst nach Süden ausgerichtet sind. Die Neigung der Solarkollektoren liegt je nach Art der Anwendung idealerweise zwischen 30 und 60 Grad. Je steiler der Anstellwinkel, desto höher ist der Ertrag in der Übergangszeit und in den Wintermonaten.

Im Rahmen der Potenzialanalyse „Solarthermie - dezentral“ werden die für die Solarenergie in Frage kommenden Dachflächen untersucht und quantitativ erfasst. Für die quantitative Ermittlung der geeigneten Dachflächen und des Wärmepotenzials wird auf das GIS-Angebot 3D-Gebäudemodelle (LoD2) vom Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (LDBV) zurückgegriffen.

Die Daten enthalten spezifische Angaben zur Ausrichtung, Neigung und Art der Dachflächen für jedes einzelne Gebäude. Basierend darauf erfolgt die Zuordnung der Dachflächen zu den entsprechenden Eignungsklassen (sehr gut, gut und bedingt geeignet). In Abhängigkeit von der Eignungsklasse wird den Dachflächen ein flächenspezifischer Wärmeertrag zwischen 300 und 420 kWh/(m²·a) zugewiesen. Dieser wird mit der verfügbaren potenziell nutzbaren Dachfläche (80% der verfügbaren Dachfläche) aus Befliegungsdaten multipliziert, um das Solarthermiepotenzial zu berechnen.

Die Berechnung des resultierenden Wärmedeckungspotenzials je Gebäude im Zieljahr berücksichtigt die zeitliche Verfügbarkeit des Solarthermiepotenzials und die Verteilung des Wärmebedarfs auf Monatsebene.

Datengrundlage

Das Solarthermiepotezial auf Dachflächen wird auf Basis der Angaben der 3D-Gebäudemodelle (LoD2) vom Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (LDBV) ermittelt. Die 3D-Gebäudemodelle (LoD2) sind im Internet abrufbar unter <https://geodaten.bayern.de/opengeodata/OpenDataDetail.html?pn=lod2>.

Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial „Solarthermie - dezentral“ zeigt auf, dass im Zieljahr ein Wärmedeckungsanteil in Höhe von 18 % resultiert. Insgesamt können damit theoretisch rund 88.200 MWh/a für die Wärmebereitstellung in der Kommune angenommen werden.

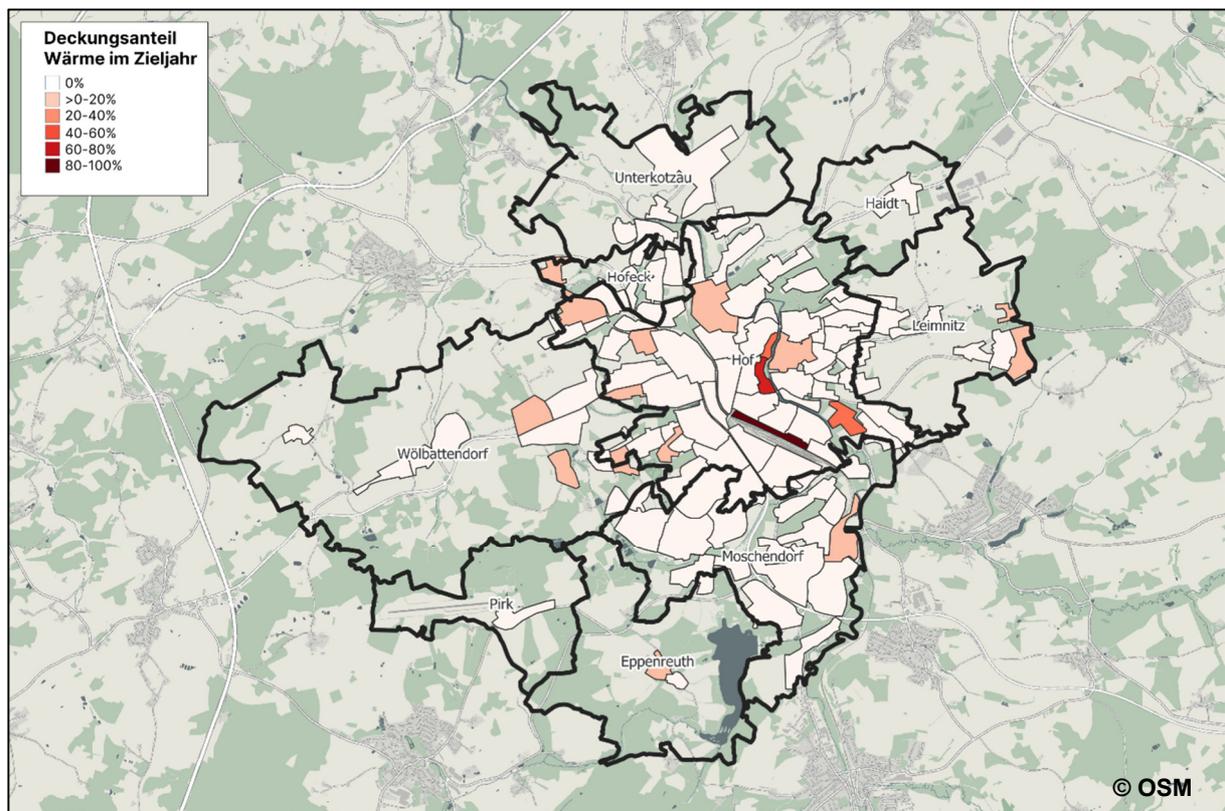


Abbildung 32: Potenzialkarte „Solarthermie - dezentral“ auf Teilgebiet-Ebene

5.3.11 Solarthermie - zentral

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird zusätzlich zur Solarenergie auf Dachflächen das Potenzial von Freiflächenanlagen untersucht. Zentrale Solarthermieranlagen können relevante Wärmemengen für Wärmenetze bereitstellen. Neben der Einspeisung in klassische Wärmenetze können Solarthermieranlagen im Kontext der Regeneration von kalten Wärmenetzen oder zum Beispiel von Erdwärmesonden eine besonders hohe Effizienz vorweisen. Die in den Sommermonaten hauptsächlich anfallenden Wärmeerträge können für erhöhte Wärmedeckungsanteile in Großspeichern bzw. saisonalen Wärmespeichern nutzbar

gemacht werden. Die gespeicherte Wärme kann entweder direkt genutzt oder über Wärmepumpen auf das erforderliche Temperaturniveau des Wärmeverteilnetzes gebracht werden.

Für die Berechnung des Wärmedeckungspotenzials werden die Wärmebedarfe mit dem Bereitstellungspotenzial der Teilgebiete bilanziell abgeglichen, die sich in räumlicher Nähe zu den geeigneten Freiflächen befinden. Auf Basis von Monatsbilanzen kann so der jeweiligen zeitlichen Charakteristika von Erzeugung und Bedarf Rechnung getragen werden.

Datengrundlage

Die Vorgehensweise zur Ermittlung potenziell geeigneter Flächen für die Kategorie „Solarthermie - zentral“ wird nachfolgend beschrieben. Zu Beginn werden die potenziellen Freiflächen ermittelt, welche grundsätzlich eine Eignung für Solarthermieanlagen vorweisen. Hierzu wird zunächst eine Positivauswahl aus dem digitalen Liegenschaftskataster getroffen. Die Auswahl erfolgt nach hinterlegten Nutzungen wie Brachland, Grünland, Unland und Ackerland. Ergänzend werden Konversionsflächen und Seitenrandstreifen (hier auch Ackerland unabhängig der Ertragsfähigkeit) aufgenommen. Anschließend werden Ausschlussflächen definiert und von der Positivauswahl abgezogen. Kriterien für die Definition von Ausschlussflächen sind u.a. Naturschutz und Landschaftsschutz, Bodendenkmäler, Grünzäsuren, Vorranggebiete für Siedlungsbau und Infrastruktur, Biosphärengebiete, Landschaftsschutzgebiete und Natura 2000 Gebiete (FFH-Gebiete). Die Grundlagen hierfür stammen aus den Flächennutzungsplänen, der Regionalplanung und kommunalen Bauleitplanungen. Zusätzlich wird als Bedingung gesetzt, dass sich die Freiflächen in räumlicher Nähe zu Teilgebieten mit Wärmebedarf befinden und eine zusammenhängende Mindestgröße nicht unterschreiten.

In der anschließenden Priorisierung und Auswahl von Eignungsflächen werden bereits ackerbaulich genutzte Flächen oder die Lage innerhalb weicher Restriktionen (Naturschutzgebiete, die ggf. eine eingeschränkte Nutzung erlauben) niedriger priorisiert. Die resultierenden Flächen werden manuell geprüft und weitere Nutzungsmerkmale analysiert, die gegen eine Nutzung für das Potenzial „Solarthermie - zentral“ sprechen. Zum Beispiel werden bei einer Analyse von Luftfotos Grünlandflächen identifiziert, auf denen sich erhaltenswerte Streuobstwiesen befinden. Diese Information ist in den genannten Planunterlagen nicht enthalten, führt aber aktuell zu einem Ausschlusskriterium bei diesem Anwendungsfall.

Eine detaillierte Auflistung der Flächennutzungskategorien und deren Einordnung als Ausschluss- und Eignungsflächen kann in Anhang 10.2 eingesehen werden.

Die verbliebenen Flächen werden in Abstimmung mit der Kommunalverwaltung für die Nutzung als Energieinfrastruktur dokumentiert und priorisiert. In Abbildung 33 sind die als geeignet identifizierten Freiflächen dargestellt.

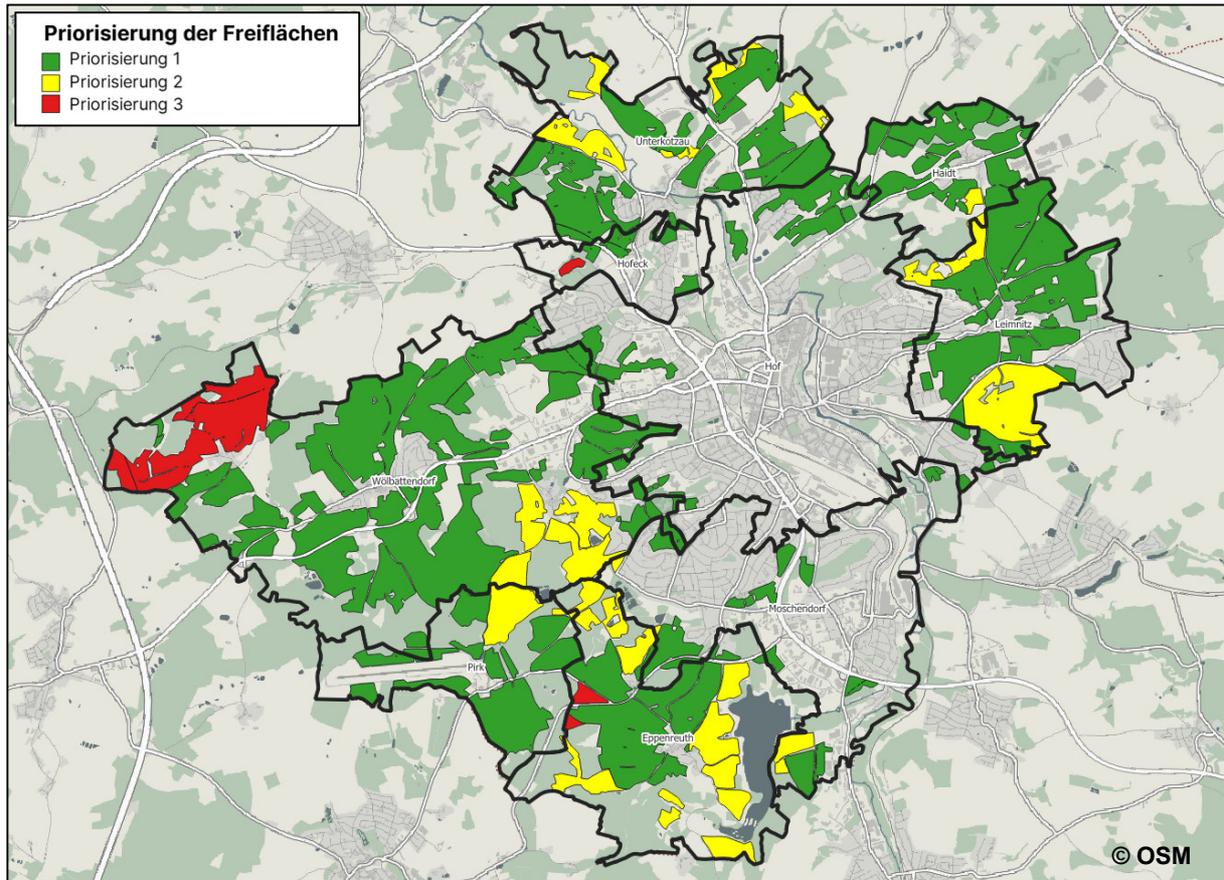


Abbildung 33: Eignungsflächen für das Potenzial „Solarthermie - zentral“

Die Ansätze für die Priorisierung der Freiflächen orientieren sich im Wesentlichen an der nachfolgenden Auflistung. Die Flächenangaben zu diesen Potenzialflächen und die Einordnung zur gesamten Kommunalfäche sind in Tabelle 11 enthalten.

1. Geeignet: gute Lage; Industrienähe, Randstreifen, außerhalb von Schutzzonen (keine Einschränkungen zu erwarten), Nutzung mit geringem Aufwand möglich (kaum Bewuchs)
2. Bedingt geeignet: In Schutzzonen (Einschränkungen oder Auflagen zu erwarten), Nutzung mit Aufwand möglich (leichter Bewuchs), Ackernutzung
3. Ungeeignet: Nutzung nicht möglich (starker Bewuchs), aktuelle Flächennutzung bietet kein Potenzial (Neubaugelbiet, Kleingärten, Streuobstwiesen, ...)

Tabelle 11: Priorisierungsergebnis des Freiflächenpotenzials „Solarthermie - zentral“

Priorisierung	Fläche	Anteil an Fläche der Kommune
1	1.614 ha	28 %
2	382 ha	7 %
3	112 ha	2 %
Summe	2.108 ha	36 %

Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial zeigt auf, dass bei einer Installation auf den geeigneten und bedingt geeigneten Freiflächen mit solarthermischen Modulen ein theoretisches Potenzial von 443 GWh/a resultiert. Unter Berücksichtigung des nutzbaren Solarertrags der Anlagen zur Gebäudebeheizung wurden die Freiflächen auf 211 ha reduziert. Unter Berücksichtigung der saisonalen Abhängigkeit des Wärmeertrags und dem Einsatz eines Langzeitwärmespeichers wurde ein Wärmedeckungspotenzial im Zieljahr von 25 % analysiert. Insgesamt resultieren aus dem Einzelpotenzial „Solarthermie - zentral“ theoretisch rund 120.300 MWh/a für die Wärmebereitstellung in der Kommune. Dabei sind die Teilgebiete mit einer Wärmenetz-Eignung gemäß Kapitel 4.4 und mit Lage im Siedlungs-Innenraum priorisiert berücksichtigt.

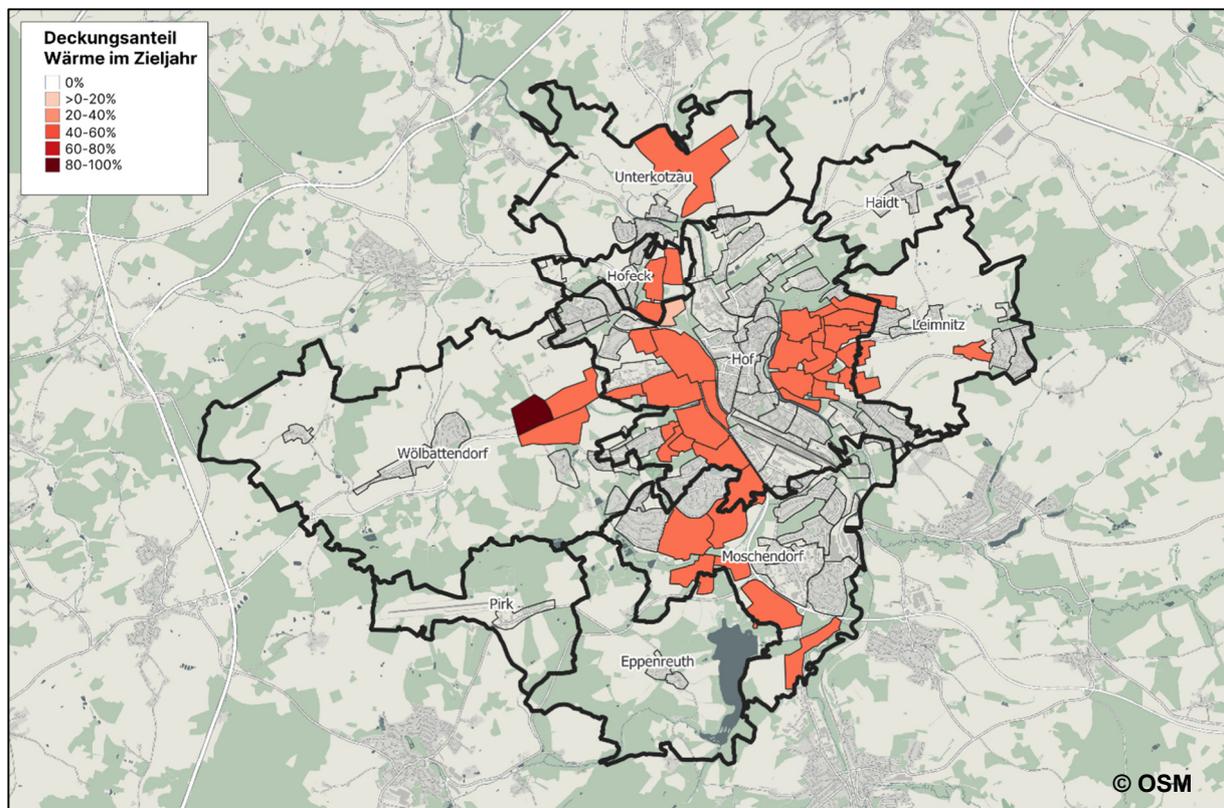


Abbildung 34: Potenzialkarte „Solarthermie - zentral“ auf Teilgebiet-Ebene

5.3.12 Tiefengeothermie

Tiefengeothermie stellt die Nutzung von Erdwärme in Tiefen von mehr als 400 Metern dar. Wärmereservoirs in mehreren tausend Metern Tiefe werden dabei erschlossen. Aufgrund des relativ hohen Temperaturniveaus gegenüber der oberflächennahen Geothermie kann die Wärme sowohl für größere Wärmenetze als auch für die Erzeugung von Strom eingesetzt werden.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung in Bayern kann ein Nutzungspotenzial der Tiefengeothermie ohne detaillierte Informationen zur thermodynamischen Leistungsfähigkeit des Untergrunds nur grob eingeordnet werden.

Grundsätzlich gilt die Einordnung des Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) für Bayern. „Im südbayerischen Raum bietet sich mit dem Thermalwasservorkommen in den Malmkarbonaten die Möglichkeit einer geothermischen Nutzung aus einer heimischen Energiequelle. Dies ist die größte direkt nutzbare hydrothermale Geothermielagerstätte West- und Mitteleuropas, die aufgrund der angetroffenen Thermalwassertemperaturen von 35 bis maximal 165 Grad Celsius bei Ergiebigkeiten von 40 bis maximal 200 Liter pro Sekunde je nach Tiefenlage und Gebiet vor allem für die geothermische Wärmeversorgung, ggf. auch Kälteerzeugung und Wärmespeicherung, genutzt werden kann. Bei Temperaturen von mehr als 115 Grad Celsius wird in Bayern bei entsprechenden Thermalwasserzuflüssen über Organic-Rankine-Cycle-Anlagen (ORC-Anlagen) auch Strom erzeugt. Bisher sind 25 Anlagen in Betrieb, davon sieben für die geothermische Stromerzeugung, weitere sind im Bau.“ (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, 2025)

Datengrundlage

Die Bewertung des Tiefengeothermie-Potenzials beschränkt sich daher im Rahmen der vorliegenden Analyse auf Informationen des Energie-Atlas Bayerns der großflächige Untergrundtemperaturverteilungen in Tiefen von 500 bis 4.500 m beinhaltet (Im Internet unter:

https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?c=540878,5497352&z=8&r=0&l=atkis,c3179e90-3876-44db-8af4-17324888e59d&l_o=1,0.8&t=geothermie).

Liegen im räumlichen Kontext der Kommune Temperaturanomalien im Untergrund vor, so wird ein Potenzial als vorhanden eingestuft und eine weitere qualifizierende Erkundung und Bewertung des Nutzungspotenzials empfohlen.

Ergebnis

Der Energie-Atlas Bayern weist für das Kommunalgebiet keine besonderen Temperaturanomalien im Untergrund aus. Die Abbildung 35 und Abbildung 36 zeigen die konkreten Untergrundtemperaturen im Vergleich zur überregionalen Verteilung.

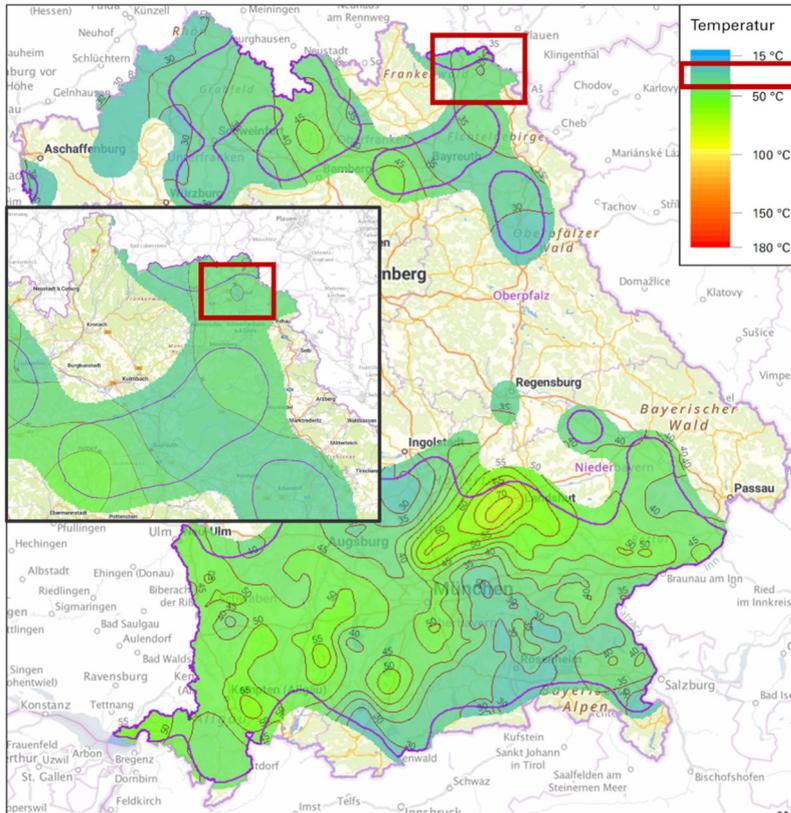


Abbildung 35: Potenzialkarte „Tiefengeothermie“ in 500 m

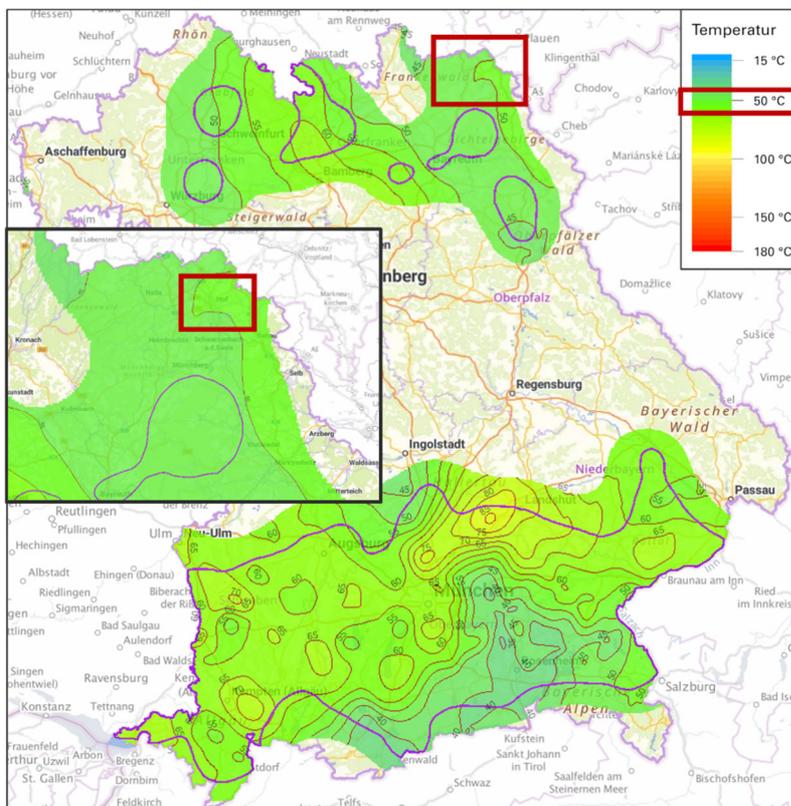


Abbildung 36: Potenzialkarte „Tiefengeothermie“ in 1.000 m

5.3.13 Ortsunabhängige Nutzungspotenziale für klimaneutrale Wärme

Ergänzend werden auch im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung die Nutzungspotenziale von Wärmequellen und Energieträgern betrachtet, die in der Regel ortsunabhängig für eine klimaneutrale Wärmeversorgung Verwendung finden können. Darunter fallen im Wesentlichen die Außenluft, Biomasse sowie „Grüne Gase“. Der Umgang mit diesen Optionen wird in den folgenden Abschnitten näher beschrieben.

5.3.13.1 Außenluft

Wärmepumpen mit der Wärmequelle Außenluft erfordern in der Regel den geringsten technischen Aufwand und sind fast an jedem Standort einsetzbar. Die Außenluft-Wärmepumpen können dabei in Luft/Luft- und Luft/Wasser-Systeme unterteilt werden. Bei diesen Systemen wird der Außenluft Wärme entzogen. In einem thermodynamischen Kreisprozess wird die Wärme von einem niedrigen (Außenluft) auf ein höheres (Heizwärme) Temperaturniveau gehoben. Der Anteil der Luft/Wasser-Wärmepumpen an bestehenden Wärmepumpen liegt in Deutschland nach Auswertungen des Bundesverbands Wärmepumpe bei über 50 Prozent. (Fisch, et al., 2018)

Luft/Wasser-Wärmepumpen können Heizwärme bei Außenlufttemperaturen von bis zu - 20 Grad Celsius bereitstellen. Je niedriger die Wärmequellentemperatur, desto niedriger die Effizienz (d. h., die Arbeitszahl sinkt und der Strombedarf steigt). Speziell bei größeren Wärmebedarfen kommen bivalente Systeme zum Einsatz.

Im Rahmen der Potenzialermittlung und Zielszenarienerstellung der kommunalen Wärmeplanung wird grundsätzlich von einer technischen Machbarkeit zur Nutzung von Außenluft als Wärmequelle ausgegangen. Lediglich Teilgebiete mit einer hohen baulichen Dichte, z.B. in einem hochverdichteten Innenstadtbereich, oder mit hohen Prozesstemperaturanwendungen werden so kategorisiert, dass hier kein Potenzial zur Nutzung von Außenluft-Wärmepumpen berücksichtigt wird.

Der wesentliche Grund hierfür ist, dass für die Aufstellung der Geräte Flächen auf Gebäuden oder im Außenraum erforderlich werden und bei der Anordnung von Ansaug- und Ausblasöffnungen im Umfeld von Gebäuden Geräuschentwicklungen zu berücksichtigen sind.

5.3.13.2 Biomasse

Die Möglichkeiten zur Nutzung von pflanzlicher Biomasse zeigen eine große Bandbreite auf. Biomasse im Sinne des Wärmeplanungsgesetzes kann für das Erreichen einer klimaneutralen Wärmeversorgung als fester, flüssiger oder gasförmiger Energieträger zum Einsatz kommen.

Im Rahmen der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung werden die Biomassepotenziale aus Landwirtschaft, Forstwirtschaft, sowie Abfall- und Reststoffen quantifiziert. Dabei wird jeweils zwischen den beiden Verwertungspfaden Verbrennung und Vergasung unterschieden.

Beim Verwertungspfad der Verbrennung wird der Energiegehalt der Zwischenprodukte in Form von Holzhackschnitzeln, Pellets, etc. angegeben. Bei der Vergasung werden die Ausgangsstoffe in einer Biogasanlage zu Biogas mit unterschiedlichem Methangehalt verwertet. Das Potenzial wird als Energiegehalt bzw. Normvolumen des entstehenden Methans angegeben. Die Vorgehensweisen werden nachfolgend beschrieben.

Biomasse aus der Landwirtschaft

In Abbildung 37 sind die forst- und landwirtschaftlichen Flächen sowie deren räumliche Verteilung aufgezeigt. Auf dem Gemarkungsgebiet der Kommune existieren laut Flurstücks-Definition, 1.748 ha Ackerland und 706 ha Grünland. Diese Flächen entsprechen rund 42 % des gesamten Gemarkungsgebiets. Für die Ermittlung des Energiepotenzials landwirtschaftlicher Biomasse wird davon ausgegangen, dass die angebaute Biomasse in einer Biogasanlage zu Biogas verarbeitet wird. In der Berechnung wird unter Berücksichtigung eines Flächen- und Biogasertrags in Abhängigkeit der Pflanzensorte der potenzielle Energieertrag ermittelt. Dabei wird berücksichtigt, dass nur ein Teil der landwirtschaftlich genutzten Flächen für den Anbau von Energiepflanzen mobilisiert werden kann. Für die analysierten Flächen resultiert dabei ein theoretisches Energieerzeugungspotenzial in Höhe von 19.500 MWh/a.

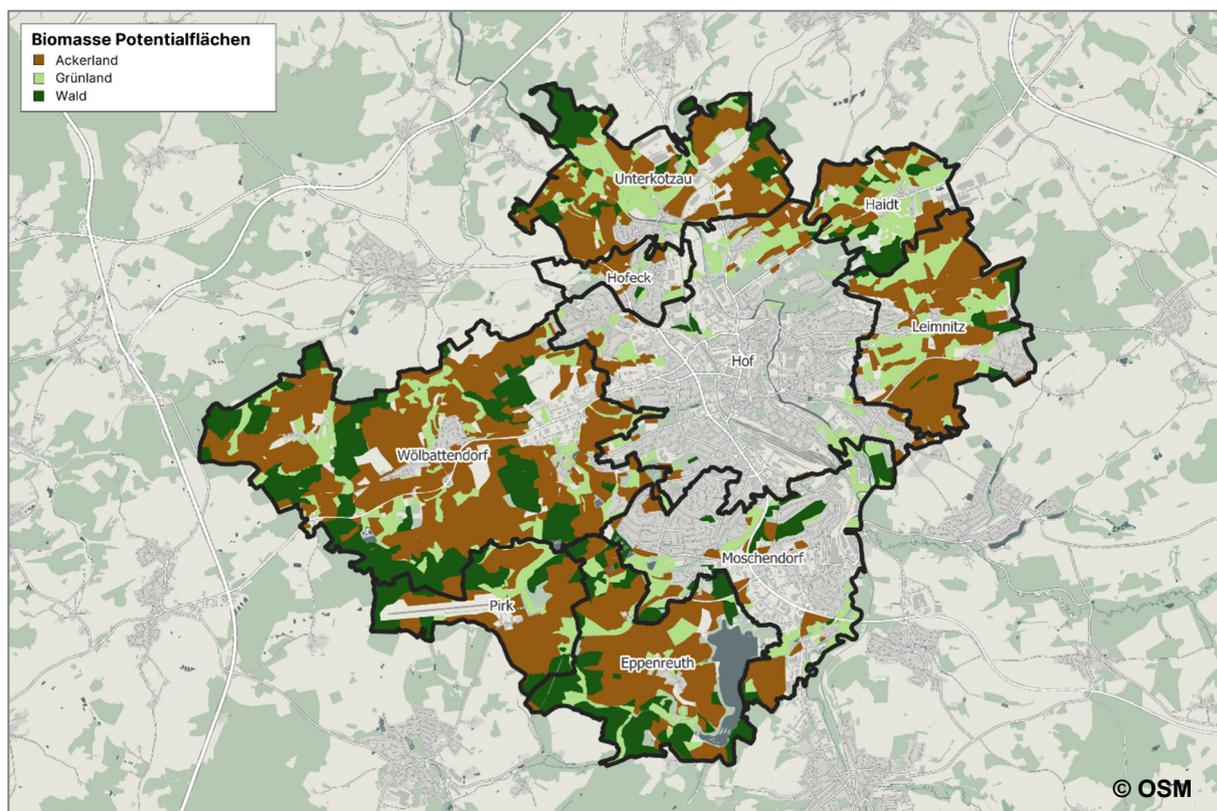


Abbildung 37: Potenzialflächen für Biomasse

Biomasse aus der Forstwirtschaft

Auf dem Kommunalgebiet existieren Waldflächen von rund 736 ha. Im Rahmen der Wärmeplanung wird lediglich Waldrestholz für die Ermittlung des Energiepotenzials berücksichtigt. Unter der Annahme, dass 16 % des geschlagenen Holzes unter diese Kategorie fällt, ergibt sich bei einem Einschlag von 8 FM/ha*a ein Flächenertrag an Waldrestholz von 0,9 t/ha. In Hof wird davon ausgegangen, dass 80 % der Waldflächen forstwirtschaftlich genutzt werden. Daraus resultiert ein Energiepotenzial des Holzes in Höhe von 3.000 MWh/a, was dem Verwertungspfad der Verbrennung zugeordnet wird.

Gesamtergebnis

Das Ergebnis der Potenzialanalyse der Biomassepotenziale wird in Abbildung 38 dargestellt. Das Wärmenutzungspotenzial aus Festbrennstoffen beträgt rund 3.000 MWh/a. Bezogen auf den Biomasseeinsatz im Basisjahr von 128.500 MWh entspricht dies einem Anteil von 2 %. Zusätzlich können 19.500 MWh/a durch eine Biomassevergärung auf dem Gemarkungsgebiet in gasförmiger Form erzeugt werden. Für die Vergasung ist eine Biogasanlage nötig. Das entstehende Biogas kann entweder in einem BHKW zu Strom und Wärme verwertet oder nach einer Gasaufbereitung in das Gasnetz eingespeist und dort als grünes Methan genutzt werden.

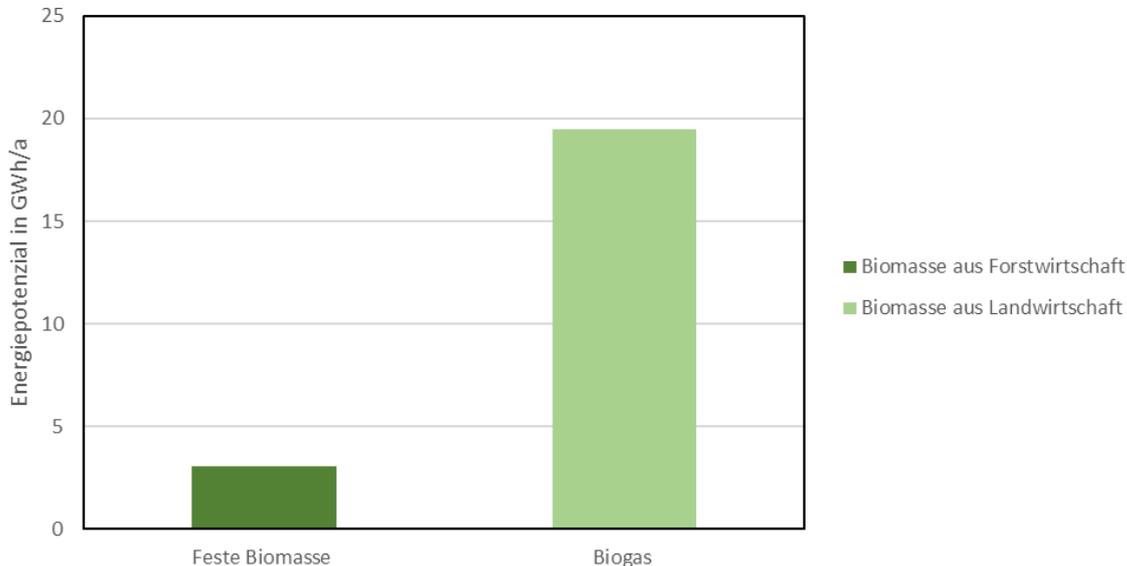


Abbildung 38: Biomassepotenziale für die Verwertungspfade Verbrennung und Vergasung

5.3.13.3 Grüne Gase

Der Energieträger „Grüne Gase“ steht vereinfacht für klimaneutrale, gasförmige Energieträger, die in der Regel in Verbrennungsprozessen in Heizungsanlagen und bei Prozessanlagen zur Wärmebereitstellung zum Einsatz kommen können. Darunter fallen die Kategorien Biogas, gasförmige Biomasse-Brennstoffe, grünes Methan im Sinne von Biomethan, grüner Wasserstoff oder auch generell synthetisch erzeugte Gase, für die auf Grundlage des Herkunftsnachweisregistergesetzes ein Herkunftsnachweis für Wärme aus erneuerbaren Energiequellen ausgestellt wurde.

„Grüne Gase“ können sowohl lokal auf dem Kommunalgebiet erzeugt oder perspektivisch über die vorgelagerte Gasinfrastruktur bezogen werden. Durch die Annahme, dass zukünftig grüne Gase überregional zur Verfügung stehen, kann dieser Energieträger grundsätzlich auch als nicht-lokale Ressource eingestuft werden.

Damit können grüne Gase per Definition ortsunabhängig für eine klimaneutrale Wärmeversorgung Verwendung finden. Für eine positive Berücksichtigung im Rahmen der Potenzialbetrachtung und Nutzungsbewertung für den Zielszenarioprozess gilt lediglich die Einschränkung, dass eine bestehende Gasinfrastruktur im jeweiligen Teilgebiet bereits vorliegen muss.

Gemäß dem technischen Annex der Kommunalrichtlinie⁶ (Nationale Klimaschutzinitiative vom 18. Oktober 2022) sind grüne Gase effizient und ressourcenschonend nur dort in der Wärmeversorgung einzuplanen und einzusetzen, wo vertretbare Alternativen fehlen. Gemäß dieser Logik finden im Zielszenario die grünen Gase unter folgenden Randbedingungen Berücksichtigung:

- Keine Verfügbarkeit ausreichender lokaler Potenziale erneuerbarer Energien und Abwärmepotenziale im Teilgebiet
- Anforderungen von Teilgebieten mit Hochtemperaturwärmeanwendungen oder Gasverbrennungsprozessen in der Industrie
- Spitzenlastbereitstellung bei größeren Verbrauchern und Heizzentralen erforderlich
- Gasnetzinfrastruktur liegt vor

Sind die obig aufgeführten Kriterien erfüllt, wird im weiteren Zielszenarioprozess abgewägt, ob eine Nutzung von grünen Gasen auf Ebene der Teilgebiete als Nutzungsoption in Frage kommt.

⁶Im Internet unter: <https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie> (02.03.2023)

5.3.14 Potenzial für Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung

Der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) kommt bei der Energiewende eine besondere Rolle zu: „[...] Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen sind im Vergleich zu Anlagen der ungekoppelten Erzeugung effizienter, weil sie neben Strom auch Wärme produzieren. Die bei der Herstellung von Strom entstehende Wärme wird als Wärmeenergie für öffentliche und private Verbraucher genutzt. Der eingesetzte Brennstoff wird damit effizienter und sparsamer verwendet. [...]“⁷

Geeignete Einsatzbereiche von kleinen und mittleren KWK-Anlagen liegen besonders bei Anwendungsfällen mit ganzjährig hohem Wärmebedarf und in denen eine hohe Stromeigennutzung möglich ist. Klassischerweise handelt es sich um Verbraucher aus den Bereichen Kliniken, Bäder, Gastronomie und Hotels sowie geeignete Verbraucher aus den Bereichen Gewerbe, Industrie als auch Gebäude- und Wärmenetze.

Die KWK-Technologie befindet sich dabei an der Schnittstelle zwischen Strom- und Wärmemarkt. Beide Sektoren sind im Kontext der Energiewende in den nächsten Jahrzehnten immer stärker zusammen zu denken.

KWK-Anlagen werden in Zukunft vermehrt stromnetzdienlich betrieben. Da der in der Vergangenheit übliche wärmegeführte Betrieb von KWK-Anlagen aufgrund der zunehmenden fluktuierenden Stromerzeugung mit Wind und PV nicht in der Breite sinnvoll ist, werden voraussichtlich die KWK-Anlagen von vornherein flexibel, das heißt ausgerichtet auf den Bedarf und die variablen Strompreise im Stromnetz, betrieben.

Das Potenzial für Kraft-Wärme-Kopplung wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nicht räumlich hochaufgelöst quantifiziert. Die Einsatzmöglichkeiten und Aussagen zur Sinnhaftigkeit variieren im konkreten Projektumfeld stark und können mit der strategischen Wärmeplanung nicht vertieft werden.

Daher kann lediglich ein theoretisches Potenzial für Wärme aus der KWK mit einem vereinfachten Ansatz ermittelt werden. Im Zieljahr beträgt der Wärmebedarf (Erzeugernutzenergieabgabe) für die Sektoren „Gesundheit und Bäderbetriebe, Verarbeitendes Gewerbe/Industrie und GHD“ 157 GWh/a und für die Wohn- und Mischnutzung 285 GWh/a. Unter der Annahme, dass von diesen Objekten rund 50 % ein Potenzial für eine KWK-Nutzung haben resultiert ein Wärmepotenzial aus KWK von bis zu 111 GWh/a zur Bedarfsdeckung im Zieljahr (Pauschale Annahme: 50 % der Verbraucher geeignet; 50 % dieser Wärmemenge in den Versorgungsobjekten durch KWK).

⁷ Im Internet unter: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/moderne-kraftwerkstechnologien.html> (12.06.2024)

5.4 Übersicht der Potenzialanalyse-Ergebnisse

In den vorangegangenen Kapiteln sind die Einzelpotenziale für die Bereitstellung klimaneutraler Wärme erläutert. Für das gesamte Kommunalgebiet liegt damit eine mengenmäßige und räumliche Aussage zu den möglichen Wärmedeckungsbeiträgen der Einzelpotenziale vor.

Hauptergebnisse

Durch Sanierung und Effizienzsteigerung reduziert sich der jährliche Wärmebedarf gemäß dem Leitzszenario gegenüber dem Basisjahr um 26 % auf 486 GWh/a im Zieljahr.

Die Wärmedeckungspotenziale liegen besonders im Bereich der Abwasserwärme, Erdwärme, dezentralen Solarthermie, wobei hier die Flächenkonkurrenz zur Dachflächennutzung für Photovoltaik besteht, und zentralen Solarthermie. Weiteres Potenzial ist im Bereich des Abwassers im Kanalnetz zu erwarten.

Die Übersicht in Abbildung 39 stellt die Potenziale im Bereich Wärme nochmals übersichtlich im Vergleich gegenüber. In Tabelle 12 sind die Ergebnisse ergänzend zusammengefasst.

Tabelle 12: Übersicht Wärmepotenziale im Zieljahr

	Wärmepotenzial* in GWh/a	Potenzieller Deckungsanteil in %
Abwärme - Industrie und Gewerbe	6,1	1 %
Abwasser - Kanal	20,7	4 %
Abwasser - Kläranlage	35,7	7 %
Biomasse	22,5	5 %
Flusswasser	1,9	0,4 %
Geothermie - Kollektoren	84,5	17 %
Geothermie - Sonden dezentral	174,6	36 %
Geothermie - Sonden zentral	113,8	23 %
Grundwasser		Einzelfallprüfung
Seewasser	0	0
Solarthermie - dezentral	88,2	18 %
Solarthermie - zentral	120,3	25 %
Tiefengeothermie		Keine Aussage

* Erzeugernutzenergieabgabe als Nachfragepotenzial zur Bedarfsdeckung

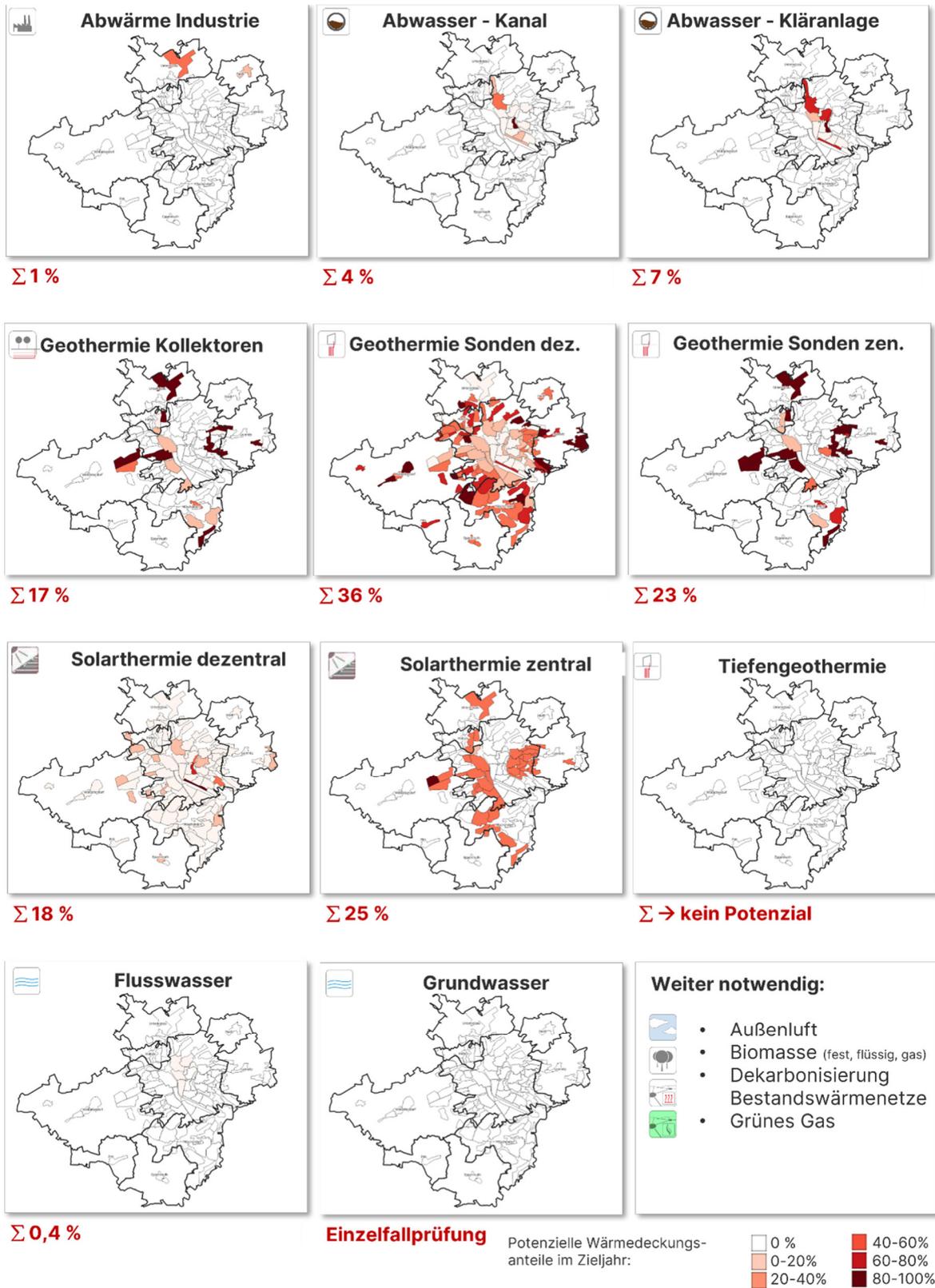


Abbildung 39: Übersicht der Einzelpotenziale zur Bedarfsdeckung im Bereich Wärme

6 Zielszenario

6.1 Ziele und Vorgehensweise

Für die kommunale Wärmeplanung gibt das Wärmeplanungsgesetz das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 vor. Im Schritt der Zielszenario-Erstellung wird auf Basis der Erkenntnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse ausgearbeitet, mit welchen Energieträgern und Versorgungssystemen eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis zum Zieljahr 2040 erreicht werden kann.

Die Kommune Hof strebt eine klimaneutrale Energieversorgung bereits im Jahr 2040 an, weshalb der Zielhorizont der kommunalen Wärmeplanung in der Kommune, abweichend vom Wärmeplanungsgesetz, auf 2040 angepasst wird.

Auf Teilgebietebene wird zunächst separat die Eignung für die Versorgung durch Wärmenetze, die Versorgung durch Wasserstoffnetze oder für die dezentrale Wärmeversorgung bewertet. Eine besondere Eignung liegt laut Wärmeplanungsgesetz vor, bei

- geringen Wärmegestehungskosten,
- geringen Realisierungsrisiken,
- hohem Maß an Versorgungssicherheit und
- geringen kumulierten Treibhausgasemissionen.

Die Einordnung der Eignung erfolgt in die vier Stufen

- sehr wahrscheinlich geeignet,
- wahrscheinlich geeignet,
- wahrscheinlich ungeeignet,
- sehr wahrscheinlich ungeeignet

sowie in Ergänzung durch eine gewichtete Bepunktung von 0 bis 3. Die Methodik und verwendeten Kriterien variieren in Abhängigkeit von den betrachteten Versorgungssystemen und ist in den nachfolgenden Kapiteln detailliert beschrieben. Die Vorgehensweise orientiert sich grundsätzlich an den methodischen Empfehlungen des Leitfadens Wärmeplanung des Bundes aus dem Jahr 2024 (ifeu et al., 2024).

Nach der Durchführung der ersten Eignungsbewertung wird in einem sogenannten „Best-Opt-Verfahren“ ein erstes Zielszenario bestimmt, in dem je Teilgebiet die Wärmeversorgungssysteme mit der höchst bewerteten Eignung aufgeführt sind.

Im Anschluss an dieses erste Zielszenario werden in Abstimmung mit der Kommunalverwaltung und den wesentlichen Akteuren, wie Netzbetreibern, Optimierungsansätze bewertet und weitere Zielszenarien entwickelt. Die detaillierte Beschreibung ist in den Folgekapiteln enthalten.

Als Ergebnis, dieses zum Teil iterativen Optimierungs- und Abwägungsprozesses, resultiert das „maßgebliche Zielszenario“. Dieses bildet das für die Beschlussfassung relevante Zielszenario mit Angaben zu den Stützjahren 2030, 2035 und 2040 gemäß den Vorgaben von § 17 bis 19 des Wärmeplanungsgesetzes.

6.2 Eignungsbewertung für die Versorgung durch Wärmenetze

Mit der Eignungsbewertung nach § 18 Wärmeplanungsgesetz soll eine Entscheidungsgrundlage geschaffen werden, auf deren Basis die Einteilung des kommunalen Gebiets in zielkonforme Wärmeversorgungsgebiete erfolgen kann. Die Erkenntnisse aller vorangegangenen Bearbeitungsphasen werden in diesem Schritt berücksichtigt. Neben den Ergebnissen der Eignungsprüfung nach § 14 Wärmeplanungsgesetz und der Bestandsanalyse fließen wesentliche neue Erkenntnisse aus der Potenzialanalyse und der Akteursbeteiligung in die Entwicklung eines konsistenten Zielbildes mit ein.

Für die Einstufung der Eignung eines Teilgebietes für die Versorgung durch Wärmenetze werden folgende Kriteriengruppen bestehend aus mehreren Unterkriterien herangezogen.

- I. Wärmegestehungskosten
 - a. Wärmenetz Status Quo → *Bewertung existierender Wärmenetze*
 - b. Wärmebedarfsdichte → *Wärmebedarf im Teilgebiet, Wärmelinien-dichte*
 - c. Siedlungsstruktur → *Bebauungsdichte, Anteil einfamilienhausähnlicher Bebauung*
 - d. Ankerkunden → *Öffentliche Liegenschaften, Großverbraucher*
 - e. Hochtemperaturbedarf → *Prozesswärme*
 - f. Voraussichtliche Wärmegestehungskosten → *im Vergleich zu anderen Versorgungssystemen*
- II. Deckungspotenzial erneuerbarer Energie und Abwärme
- III. Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit
- IV. Kumulierte Treibhausgasemissionen

Für jedes Unterkriterium wird nach einem objektiven Verfahren aus Ergebnissen der Bestandsanalyse und der Potenzialanalyse eine Bewertung hinsichtlich der Eignung für die Versorgung durch Wärmenetze vorgenommen. In einem zweistufigen Wichtungsverfahren ergeben sich daraus die Bewertungen nach Kriteriengruppen und schließlich das Gesamtergebnis des Teilgebietes. Abbildung 40 zeigt die verwendeten Gewichtungs-Ansätze und Abbildung 41 die angewendeten Einordnungen für die Eignungsstufen.



Kriteriengruppen	Gewichtung
Wärmenetz Status Quo	20%
Wärmebedarfsdichte	15%
Siedlungsstruktur	0%
Ankerkunden	5%
Hochtemperaturbedarf	5%
voraussichtliche Wärmegestehungskosten	10%
Erneuerbare Energie / Abwärme	30%
Realisierungsrisiko & Versorgungssicherheit	5%
kumulierte Treibhausgasemissionen	10%

Abbildung 40: Gewichtung der Kriterien im Zuge der Eignungsbewertung für Wärmenetze

In Abbildung 41 und Abbildung 42 sind die Ergebnisse tabellarisch und kartografisch dargestellt. Das Ergebnis der Eignungsbewertung für die Versorgung durch Wärmenetze zeigt für rund 41 % der Teilgebiete eine „wahrscheinlich geeignete“ Einstufung auf. 56 % sind auf Basis dieser Bewertung als „wahrscheinlich ungeeignet“ kategorisiert. Durch die Bepunktung in Abbildung 42 kann neben den vier Eignungsstufen auch eine differenzierte Analyse der Eignungen vorgenommen werden. Bei der Betrachtung der Bewertungsergebnisse wird ersichtlich, dass die geeigneteren Teilgebiete vor allem im Innenbereich der Kommune liegen und in Bereichen, in denen bereits im Basisjahr zentrale Wärmenetzversorgungen vorliegen.

Eignungs- bewertung	Gesamt- ergebnis <i>gewichtet</i>	Grafische Bewertung	Anzahl	Prozentuale Verteilung
 sehr wahrscheinlich ungeeignet	0 – 0,75	☆ ☆ ☆	0	0%
 wahrscheinlich ungeeignet	0,75 – 1,5	★ ☆ ☆	63	56%
 wahrscheinlich geeignet	1,5 – 2,25	★ ★ ☆	46	41%
 sehr wahrscheinlich geeignet	2,25 – 3,0	★ ★ ★	4	4%

Abbildung 41: Stufen der Eignungsbewertung für eine Versorgung durch Wärmenetze

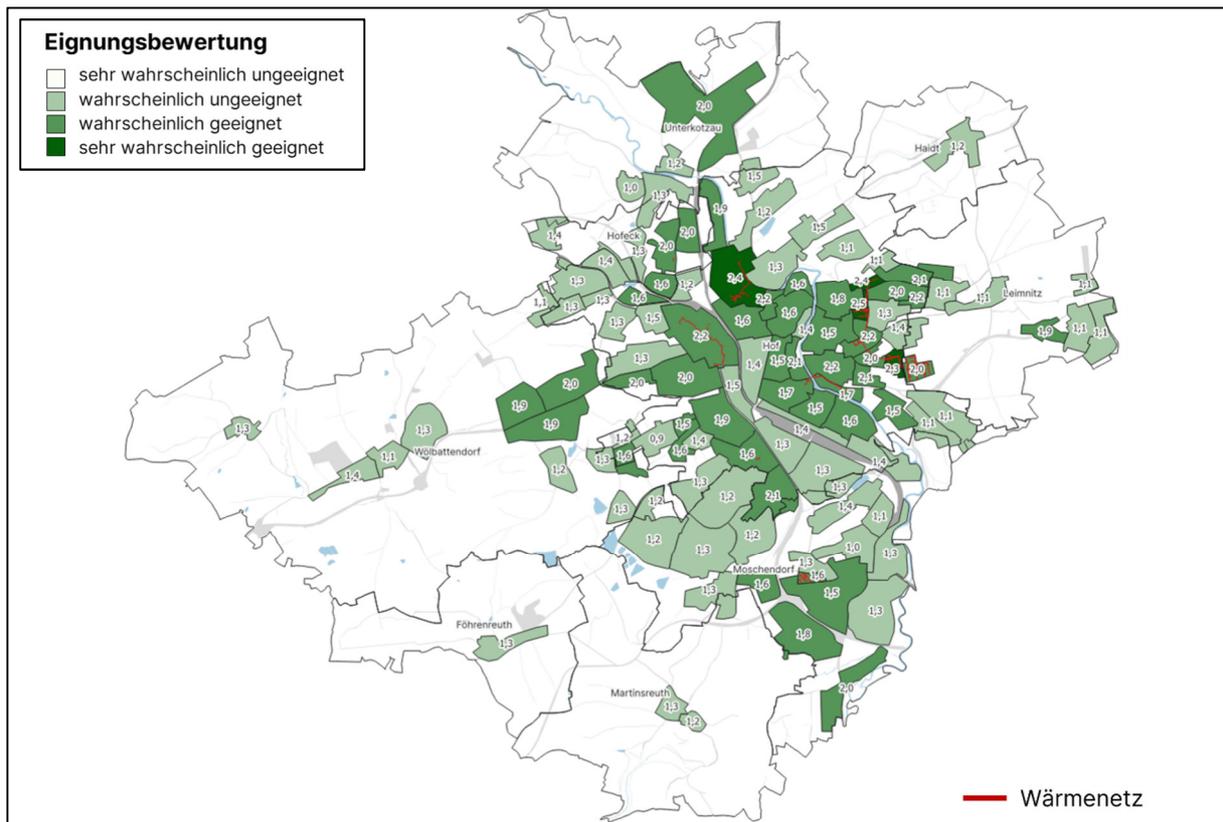


Abbildung 42: Eignungsbewertung der Teilgebiete für eine Versorgung durch Wärmenetze

6.3 Eignungsbewertung für die Versorgung durch Wasserstoffnetze

Mit der Eignungsbewertung nach § 18 Wärmeplanungsgesetz soll eine Entscheidungsgrundlage geschaffen werden, auf deren Basis die Einteilung des kommunalen Gebiets in zielkonforme Wärmeversorgungsgebiete erfolgen kann. Die Erkenntnisse aller vorangegangenen Bearbeitungsphasen werden in diesem Schritt berücksichtigt. Neben den Ergebnissen der Eignungsprüfung nach § 14 Wärmeplanungsgesetz und der Bestandsanalyse fließen wesentliche neue Erkenntnisse aus der Potenzialanalyse und der Akteursbeteiligung in die Entwicklung eines konsistenten Zielbildes mit ein.

Für die Einstufung der Eignung eines Teilgebietes für die Versorgung durch Wasserstoffnetze werden folgende Kriteriengruppen bestehend aus mehreren Unterkriterien herangezogen.

- I. Wärmegestehungskosten
 - a. Gasnetz Status Quo → *Bewertung existierender Gasnetze*
 - b. Gasbedarf → *Gasbedarf im Teilgebiet*
 - c. H₂-Verteilnetz geplant → *Pläne zum Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur*
 - d. Voraussichtliche Wärmegestehungskosten → *im Vergleich zu anderen Versorgungssystemen*
- II. Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit
- III. Kumulierte Treibhausgasemissionen

Für jedes Unterkriterium wird nach einem objektiven Verfahren aus Ergebnissen der Bestandsanalyse und der Potenzialanalyse eine Bewertung hinsichtlich der Eignung für die Versorgung durch Wasserstoffnetze vorgenommen. In einem zweistufigen Wichtungsverfahren ergeben sich daraus die Bewertungen nach Kriteriengruppen und schließlich das Gesamtergebnis des Teilgebiets. Abbildung 43 zeigt die verwendeten Gewichtungs-Ansätze und Abbildung 44 die angewendeten Einordnungen für die Eignungsstufen.



Kriteriengruppen	Gewichtung
Gasnetz Status Quo	15%
Gasbedarf	10%
H ₂ -Verteilnetz geplant	50%
voraussichtliche Wärmegestehungskosten	10%
Realisierungsrisiko & Versorgungssicherheit	5%
kumulierte Treibhausgasemissionen	10%

Abbildung 43: Gewichtung der Kriterien im Zuge der Eignungsbewertung für Wasserstoffnetze

In Abbildung 44 und Abbildung 45 sind die Ergebnisse tabellarisch und kartografisch dargestellt. Das Ergebnis der Eignungsbewertung für die Versorgung durch Wasserstoffnetze zeigt für rund 14 % der Teilgebiete eine „wahrscheinlich geeignete“ Einstufung auf. 84 % sind auf Basis dieser Bewertung als „wahrscheinlich ungeeignet“ kategorisiert. Durch die Bepunktung kann neben den vier Eignungsstufen auch eine differenzierte Analyse der Eignungen vorgenommen werden. Bei der Betrachtung der Bewertungsergebnisse wird ersichtlich, dass die geeigneteren Teilgebiete vor allem in Bereichen liegen in denen Gasnetze bereits existieren, Anwendungen mit Gasverbrennungen erwartet werden (Spitzenlast in Wärmenetzen, Prozesswärme in Gewerbe und Industrie) oder auch dezentrale Wasserstoffinfrastrukturplanungen in der Umgebung vorgesehen sind.

Eignungs- bewertung	Gesamt- ergebnis <i>gewichtet</i>	Grafische Bewertung	Anzahl	Prozentuale Verteilung
sehr wahrscheinlich ungeeignet	0 – 0,75	☆☆☆	2	2%
wahrscheinlich ungeeignet	0,75 – 1,5	★☆☆	95	84%
wahrscheinlich geeignet	1,5 – 2,25	★★☆☆	16	14%
sehr wahrscheinlich geeignet	2,25 – 3,0	★★★☆☆	0	0%

Abbildung 44: Stufen der Eignungsbewertung für eine Versorgung durch Wasserstoffnetze

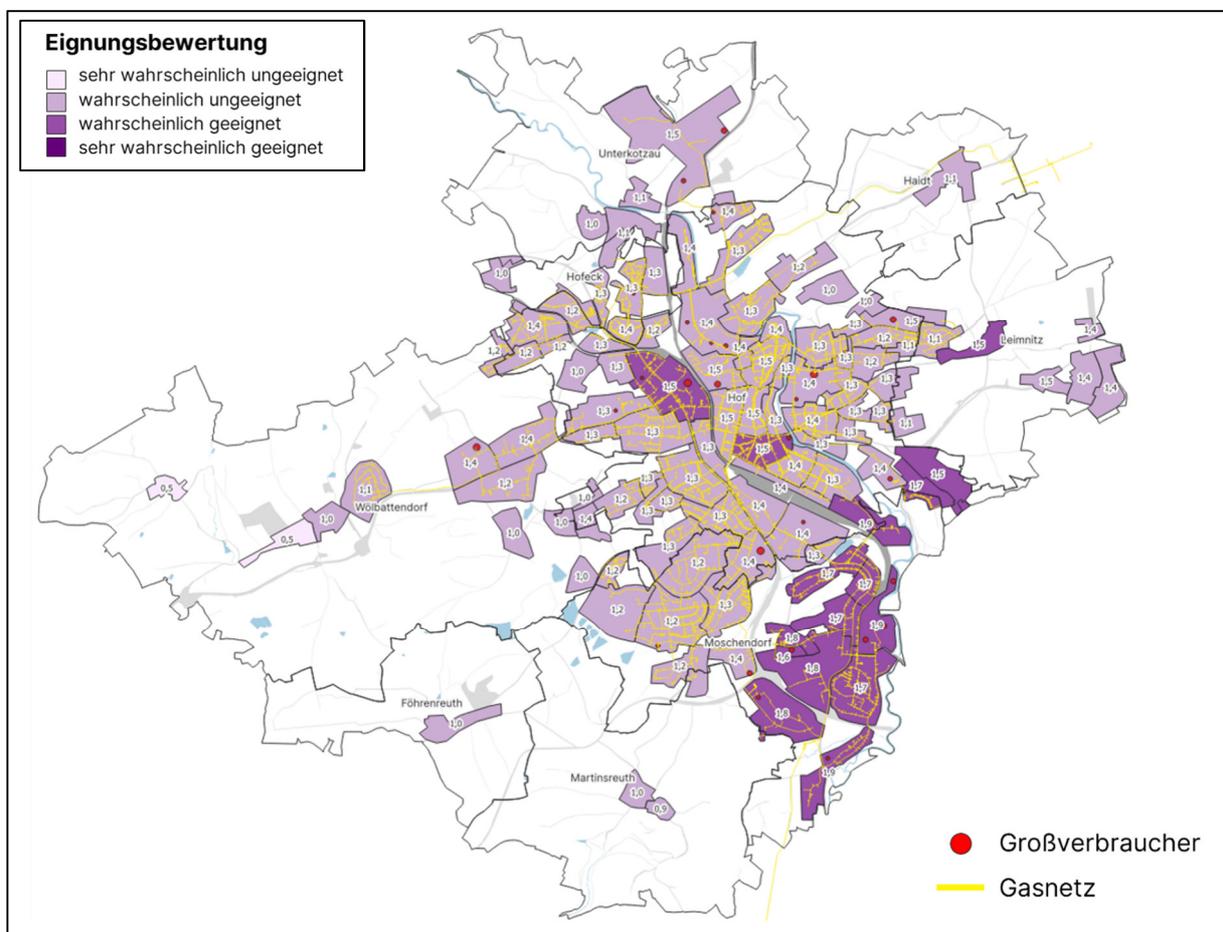


Abbildung 45: Eignungsbewertung der Teilgebiete für eine Versorgung durch Wasserstoffnetze

6.4 Eignungsbewertung für die dezentrale Wärmeversorgung

Mit der Eignungsbewertung nach § 18 Wärmeplanungsgesetz soll eine Entscheidungsgrundlage geschaffen werden, auf deren Basis die Einteilung des kommunalen

Gebiets in zielkonforme Wärmeversorgungsgebiete erfolgen kann. Die Erkenntnisse aller vorangegangenen Bearbeitungsphasen werden in diesem Schritt berücksichtigt. Neben den Ergebnissen der Eignungsprüfung nach § 14 Wärmeplanungsgesetz und der Bestandsanalyse fließen wesentliche neue Erkenntnisse aus der Potenzialanalyse und der Akteursbeteiligung in die Entwicklung eines konsistenten Zielbildes mit ein.

Für die Einstufung der Eignung eines Teilgebietes für die dezentrale Wärmeversorgung werden folgende Kriteriengruppen bestehend aus mehreren Unterkriterien herangezogen.

- I. Voraussichtliche Wärmegestehungskosten → im Vergleich zu anderen Versorgungssystemen
- II. Deckungspotenzial erneuerbarer Energie und Abwärme
- III. Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit
- IV. Kumulierte Treibhausgasemissionen

Für jedes Unterkriterium wird nach einem objektiven Verfahren aus Ergebnissen der Bestandsanalyse und der Potenzialanalyse eine Bewertung hinsichtlich der Eignung für die dezentrale Wärmeversorgung vorgenommen. In einem zweistufigen Wichtungsverfahren ergeben sich daraus die Bewertungen nach Kriteriengruppen und schließlich das Gesamtergebnis des Teilgebietes. Abbildung 46 zeigt die verwendeten Gewichtungs-Ansätze und Abbildung 47 die angewendeten Einordnungen für die Eignungsstufen.

Kriteriengruppen	Gewichtung
voraussichtliche Wärmegestehungskosten	20%
Erneuerbare Energie / Abwärme	65%
Realisierungsrisiko & Versorgungssicherheit	5%
kumulierte Treibhausgasemissionen	10%

Abbildung 46: Gewichtung der Kriterien im Zuge der Eignungsbewertung für dezentrale Wärmeversorgung

In Abbildung 47 und Abbildung 48 sind die Ergebnisse tabellarisch und kartografisch dargestellt. Das Ergebnis der Eignungsbewertung für die dezentrale Wärmeversorgung zeigt für rund 19 % der Teilgebiete eine „sehr wahrscheinliche Eignung“ und für 81 % eine „wahrscheinlich geeignete“ Einstufung. 0 % sind auf Basis dieser Bewertung als „wahrscheinlich ungeeignet“ kategorisiert. Durch die Bepunktung in Abbildung 48 kann neben den vier Eignungsstufen auch eine differenzierte Analyse der Eignungen vorgenommen werden. Bei der Analyse der Bewertungsergebnisse wird deutlich, dass sich die besser

geeigneten Teilgebiete vor allem im Außenbereich der Kommune befinden, insbesondere in Bereichen, in denen größere Grundstücksflächen für die energetische Versorgung zur Verfügung stehen.

Eignungs-Bewertung	Gesamt-ergebnis <i>gewichtet</i>	Grafische Bewertung	Anzahl	Prozentuale Verteilung
sehr wahrscheinlich ungeeignet	0 – 0,75	☆☆☆	0	0%
wahrscheinlich ungeeignet	0,75 – 1,5	★☆☆	0	0%
wahrscheinlich geeignet	1,5 – 2,25	★★☆☆	92	81%
sehr wahrscheinlich geeignet	2,25 – 3,0	★★★☆☆	21	19%

Abbildung 47: Stufen der Eignungsbewertung für eine dezentrale Wärmeversorgung

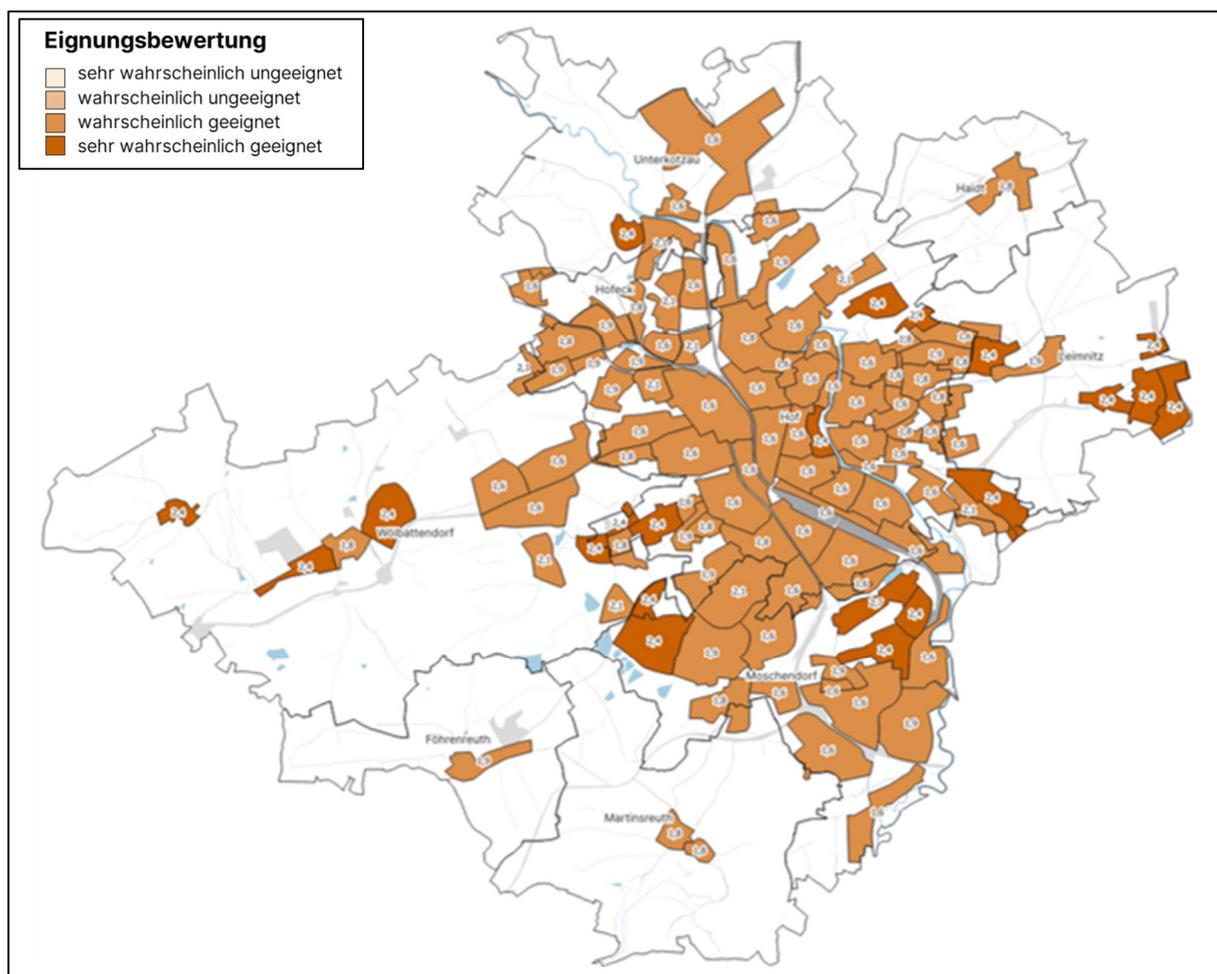


Abbildung 48: Eignungsbewertung der Teilgebiete für die dezentrale Wärmeversorgung

6.5 Entwicklung und Vergleich der zielkonformen Szenarien

Im Rahmen der Wärmeplanung werden verschiedene Zielszenarien entwickelt, die sich hinsichtlich der Versorgungssysteme und Energieträgerzusammensetzung unterscheiden. Im ersten Schritt werden die Ergebnisse der Eignungsbewertung (siehe vorherige Kapitel) im sogenannten „Best-Opt-Verfahren“ dazu genutzt, um ein erstes Zielszenario zu bestimmen. Dieses Zielszenario 1.0 wird gebildet, indem je Teilgebiet die Wärmeversorgungssysteme mit der höchst bepunkteten Eignung ausgewählt werden.

In einem Folgeprozess werden die gewählten Versorgungssysteme und deren Eignungen näher betrachtet. Teilgebiete mit einer eindeutigen Zuordnung werden identifiziert. Diese wird als „eindeutig“ eingestuft, wenn der Abstand zur zweitbesten Bepunktung im Teilgebiet größer 0,5 Punkte beträgt. Ebenso werden die Teilgebiete vertieft, in denen die Eignungsbewertung ähnliche Bepunktungen zum Ergebnis haben. Für die Fälle, in denen die Bewertung zwischen der höchsten und zweithöchsten Bepunktung kleiner 0,3 beträgt, werden die Vorschläge für die Versorgung der Teilgebiete nochmals individuell analysiert und bei Bedarf Anpassungen vorgenommen. Als Ergebnis von diesem Prozessschritt resultiert das Zielszenario 1.1.

Im Anschluss erhalten Akteure der Kommunalverwaltung und weitere Akteure die Möglichkeit zur Rückmeldung zu dem erarbeiteten Zielszenario. Die Rückmeldungen berücksichtigen dabei in der Regel personelle und finanzielle Kapazitäten, laufende städtebauliche und projektbezogene Planungen, Projekte in Vorbereitung oder Umsetzung sowie allgemeine Korrekturhinweise. Diese können sich auf die Zuordnung von Versorgungssystemen als auch auf die Zusammenstellung der Energieträger im Zielszenario auswirken. Jeweils nach der Einarbeitung der Rückmeldungen werden weitere Zielszenarien gebildet und reflektiert.

Innerhalb dieses Optimierungs- und Abwägungsprozesses entwickelt sich das erste Zielszenario unter Berücksichtigung der lokalen Wissensträger und Aspekt zu einer plausibilisierten und akzeptierten Zielszenario-Variante. Diese Variante wird im Anschluss von der Kommunalverwaltung veröffentlicht, so dass den wesentlichen Akteuren und der Öffentlichkeit die Möglichkeit gegeben wird, eine Rückmeldung zu geben.

Als Ergebnis, dieses zum Teil iterativen Optimierungs- und Abwägungsprozesses, resultiert das „maßgebliche Zielszenario“.

Allgemeiner Hinweis: Bei der Definition der Versorgungssysteme ist dabei zu berücksichtigen, dass speziell bei der Empfehlung zu dezentralen Wärmepumpen auch alternative Wärmequellen denkbar und umsetzbar sind. Für die Erreichung der Klimaneutralität sind diese in der Regel als gleichwertig anzusetzen. So sind bei einer Empfehlung für dezentrale Erdwärme-Wärmepumpen auch grundsätzlich Wärmepumpen mit z.B. Umweltwärmequelle Außenluft, Grundwasser oder Eisspeicher-Systemen für die Zielerreichung geeignet. Darüber hinaus sind laut Wärmeplanungsgesetz auch bei dezentralen Versorgungen nachfolgende Erfüllungsoptionen geeignet:

- gasförmige, feste und flüssige Biomasse
- grünes Methan
- Solarthermie

6.6 Maßgebliches Zielszenario

Als Ergebnis des Zielszenarien-Prozesses resultiert eine Gegenüberstellung der wesentlichen Zielszenarien. In Abbildung 49 ist die Energieträgerzusammensetzung für die Wärmeversorgung im Basisjahr mit aufgeführt.

Die Energieträgerzusammenstellung in den Zielszenarien ist geprägt durch die Nutzung von Wärmepumpen mit den Umweltwärmequellen Außenluft, Abwasser und Geothermie. Zusätzlich spielen Biomasse-Anwendungen, vor allem in den bestehenden Heizsystemen, als auch Solarthermie und grüne Gase eine Rolle.

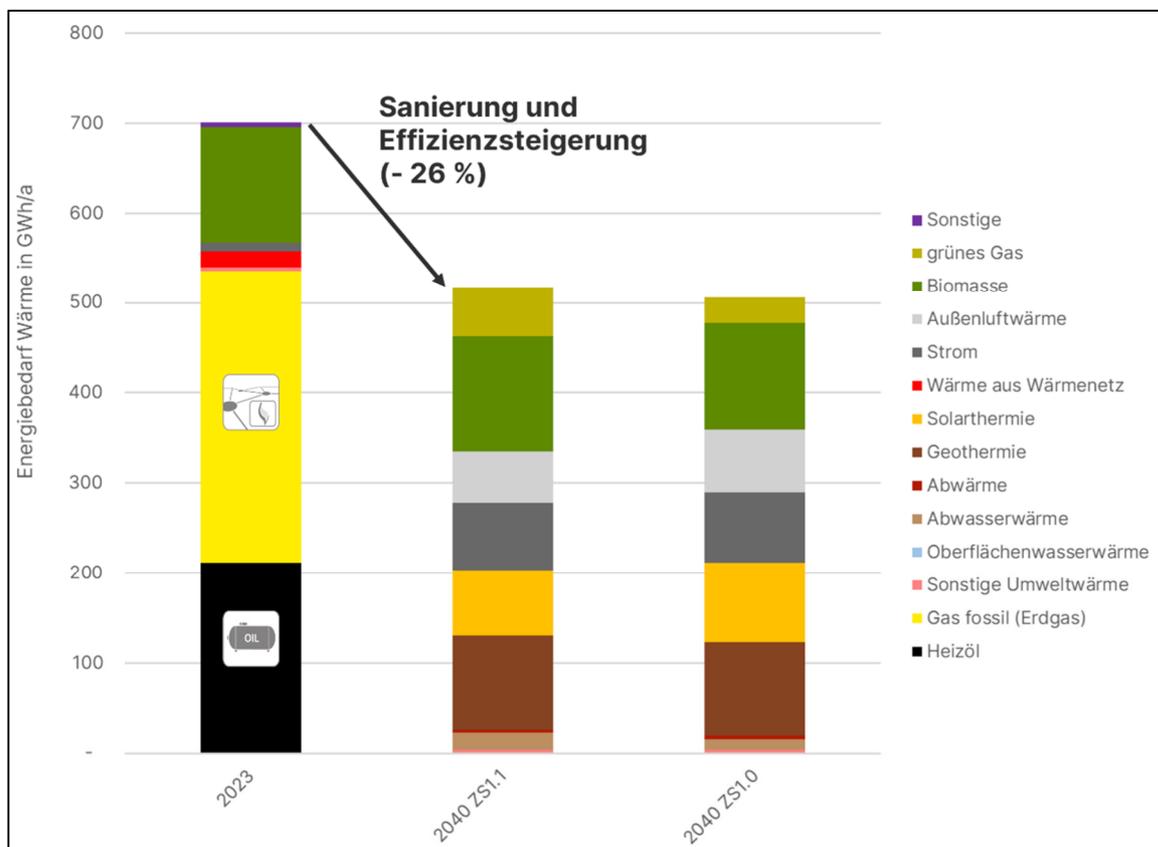


Abbildung 49: Anteile der Endenergieträger an den Zielszenarien

In Abbildung 50 sind die Anteile der Versorgungssysteme in den entwickelten Zielszenarien enthalten. Neben den absoluten Anteilen bezogen auf den gesamten Energiebedarf Wärme ist ergänzend die Anzahl der versorgten Teilgebiete mit aufgeführt.

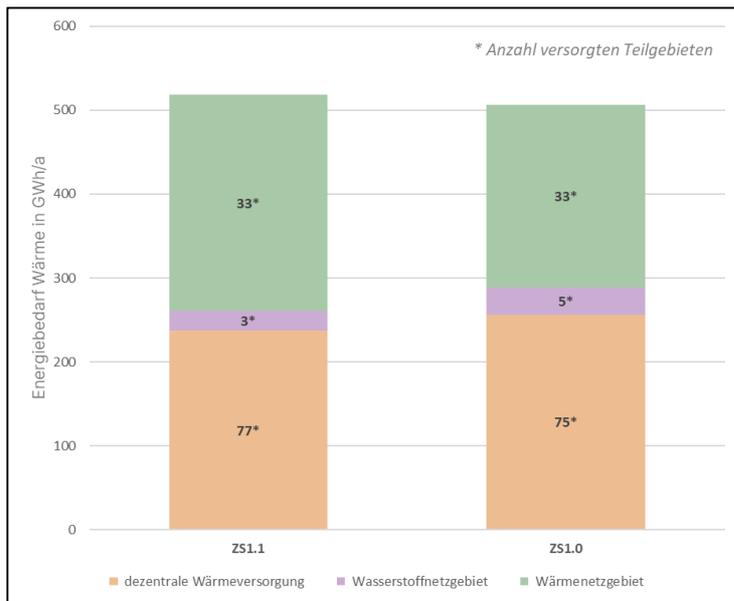


Abbildung 50: Anteile der Versorgungssysteme innerhalb der Zielszenarien

Die wesentlichen Kennzahlen des Status Quo im Basisjahr und der Vergleichsszenarien sind in Tabelle 13 und Tabelle 14: Übersicht der Versorgungsoptionen im Status Quo und in den Zielszenarien gegenübergestellt.

Tabelle 13: Übersicht der Energieträger im Status Quo und in den Zielszenarien

	Status Quo (2023)	ZS1.1 [MWh]	ZS1.0 [MWh]
Gas fossil (Erdgas)	341.654	-	-
Heizöl	212.201	-	-
Sonstige	5.416	-	-
Sonstige Umweltwärme	4.226	3.789	3.789
Abwasser	-	18.753	12.164
Abwärme	-	3.309	3.309
Geothermie	-	104.514	103.470
Außenluft	-	57.152	70.110
Strom	9.243	75.164	77.295
Solarthermie		72.729	89.337
Biomasse	128.331	127.676	118.071
grünes Gas		55.037	28.622

Summe	701.071	518.121	506.165
--------------	----------------	----------------	----------------

Tabelle 14: Übersicht der Versorgungsoptionen im Status Quo und in den Zielszenarien

	Status Quo (2023)	ZS1.1 [MWh]	ZS1.0 [MWh]
Dezentrale Versorgung	99 Teilgebiete (88%) 685,4 GWh (97%)	77 Teilgebiete (68%) 238 GWh (46%)	75 Teilgebiete (66%) 257 GWh (51%)
Wärmenetz	14 Teilgebiete (12%) 18,1 GWh (3%)	33 Teilgebiete (29%) 258 GWh (50%)	33 Teilgebiete (29%) 217 GWh (43%)
Wasserstoffnetz		3 Teilgebiete (3%) 23 GWh (4%)	5 Teilgebiete (4%) 32 GWh (6%)
Gasbedarf 2040	87 Teilgebiete (77%) 326 GWh (47%)	36 Teilgebiete (32%) 55 GWh (11%)	5 Teilgebiete (4%) 29 GWh (6%)
Wärmenetzlänge	19 km	42 km 63,5 Mio. €	43 km 63,9 Mio. €
Treibhausgasemissionen	152,3 T t CO ₂	6,1 T t CO ₂ (-96 %)	5,2 T t CO ₂ (-97 %)

6.7 Maßgebliches Zielszenario 2040

Aus den oben beschriebenen Zielszenarien wird das maßgebliche Zielszenario bestimmt, welches als grundlegendes Szenario im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung weiter genutzt wird. In einem Abwägungsprozess in Zusammenarbeit mit der Kommunalverwaltung und Energieunternehmen werden Rahmenbedingungen, Umsetzungswahrscheinlichkeiten und erforderlicher Kapazitäten in die Entscheidungsfindung mit einbezogen. Unter Beachtung der fachlichen Vorarbeiten aus der kommunalen Wärmeplanung und der Einschätzung der involvierten Projektbeteiligten ist Zielszenario 1.1 als maßgebliches Zielszenario definiert worden.

Das maßgebliche Zielszenario in Abbildung 51 zeigt die Energieträger, die im Zieljahr 2040 eine klimaneutrale Wärmeversorgung ermöglichen. In nachfolgendem Diagramm ist die Entwicklung der Energieträger zur Wärmebedarfsdeckung zu sehen.

Hinweis: Einzelgebäude, die sich außerhalb von Teilgebietsumrissen befinden, haben keinen direkten räumlichen Bezug zu anderen Siedlungselementen und werden aus datenschutzrechtlichen Gründen im Wärmeplan nicht separat dargestellt. Im Kontext des Zielszenarios

der kommunalen Wärmeplanung ist für diese Gebäude eine dezentrale Wärmeversorgung anzunehmen.

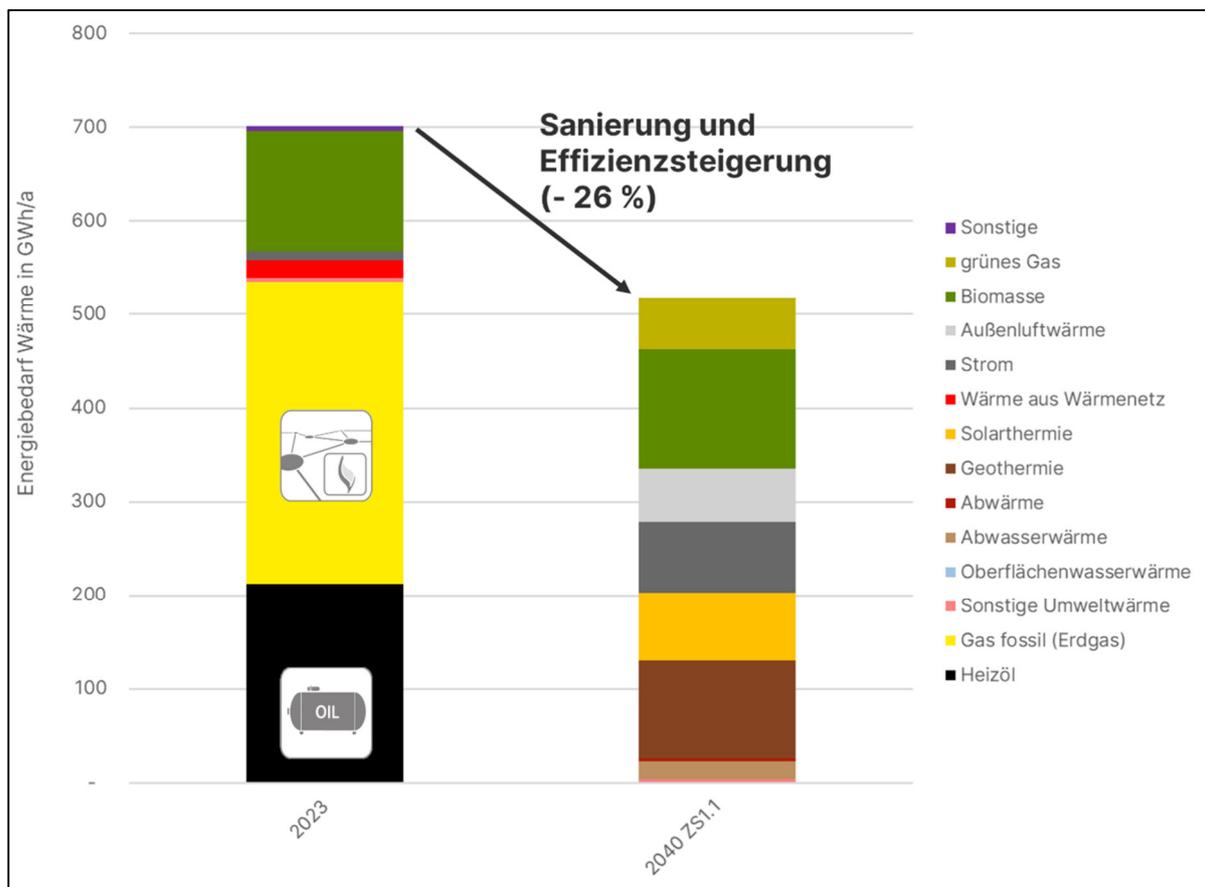


Abbildung 51: Energieträger zur Wärmeversorgung im Basis- und Zieljahr

Abbildung 51 verdeutlicht, dass sich der Wärmebedarf von knapp 701 GWh um ca. 26 % durch Gebäudesanierung und Effizienzsteigerung reduziert. Die resultierenden 518 GWh werden zu 50 % durch Wärmepumpen erzeugt. Dabei ist die wesentliche Umwelt-Wärmequelle die Außenluft. Diese ist grundsätzlich überall möglich und nicht an lokale Rahmenbedingungen gebunden, solange die Schallemissionsgrenzen nicht überschritten werden und Aufstellorte für die Kühler vorhanden sind. Weitere wesentliche Umweltwärmequellen sind Geothermie und Abwasser. Für die Geothermie sind sowohl dezentrale Sonden berücksichtigt als auch zentrale als Wärmequelle für Wärmenetze. Hierfür müssen entsprechend Freiflächen mobilisiert werden. Potenzielle Flächen wurden im Rahmen der Potenzialanalyse ermittelt und abgestimmt.

Biomasse und Grünes Gas bilden knapp 35 % der Versorgung des Zielszenarios ab. Diese bilden die Spitzenlastabdeckung in Wärmenetzen. Der Anteil des grünen Gases könnte grundsätzlich auch anteilig durch Biomasse ersetzt werden.

In Abbildung 52 sind die Teilgebiete dargestellt sowie die zum Einsatz kommenden Energieträger in Form von Kuchendiagrammen überlagert.

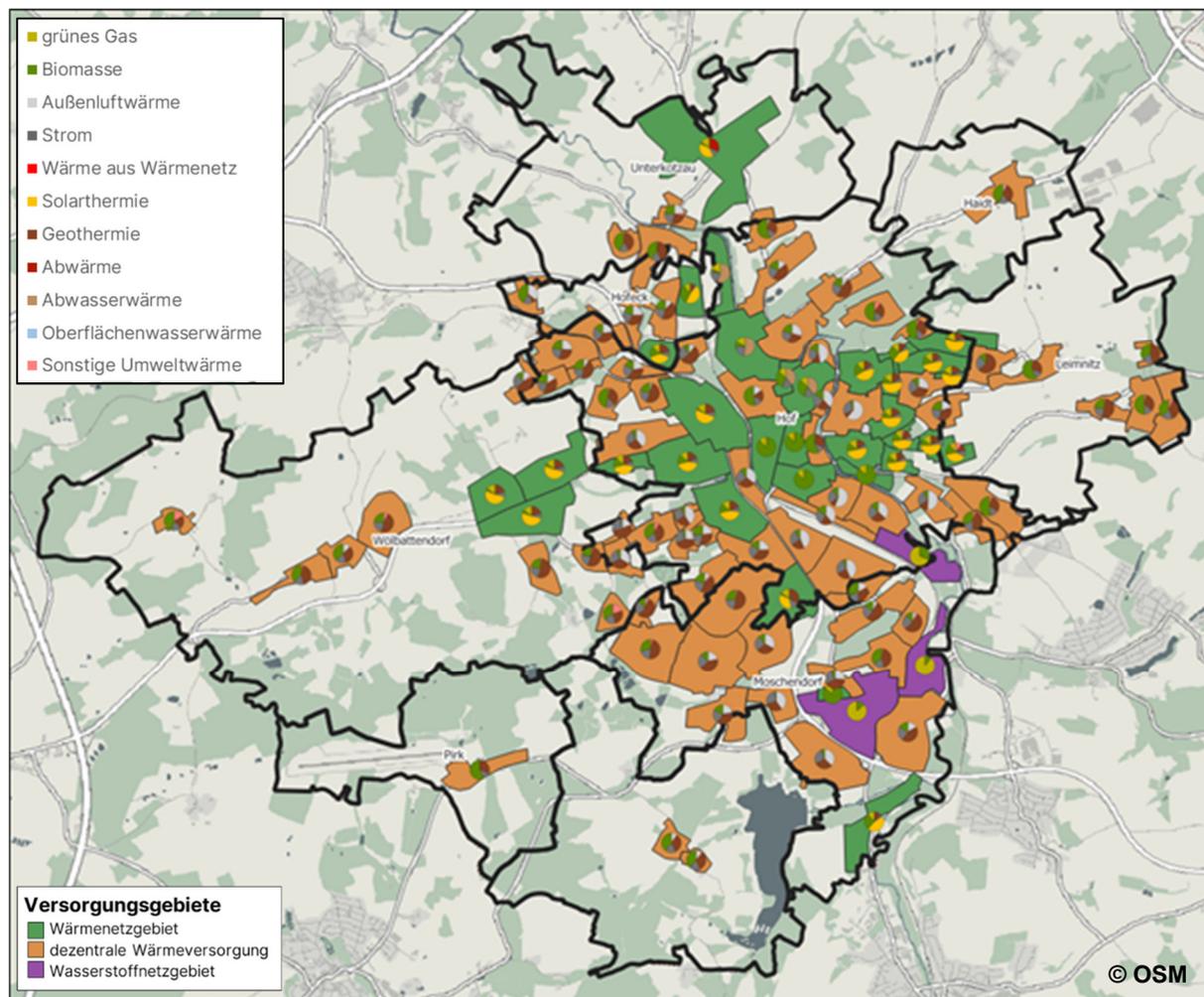


Abbildung 52: Zielszenario 2040 Energieversorgung der Teilgebiete

Entsprechend zu den Energieträgern werden auch die Versorgungssysteme ausgewiesen, die geeignet sind. Diese werden in der Abbildung durch die Farbgebung der Teilgebiete zugeordnet. Dabei wird unterschieden zwischen dezentralen Versorgungssystemen, die die Wärme direkt im/am abnehmenden Gebäude erzeugen und zentralen Versorgungssystemen wie Wärmenetze und Wasserstoffnetzen.

Die grundsätzlichen Teilgebiete mit zentraler Versorgung im Jahr 2040 laut maßgeblichem Zielszenario der kommunalen Wärmeplanung sind mit den Stadtwerken Hof sowie der Stadtverwaltung abgestimmt.

Im maßgeblichen Zielszenario werden 33 Teilgebiete über zentrale Wärmenetze versorgt. 77 Teilgebiete werden dezentral versorgt, die Wärmeerzeugung erfolgt hier in den Gebäuden. Die Wärmemenge, die über Wärmenetze im Jahr 2040 bereitgestellt werden soll, liegt bei ca.

258 GWh. Das entspricht einem signifikanten Ausbau gegenüber dem Status-Quo. Zugrunde liegt hier eine Anschlussquote von nahezu 100 % in den entsprechenden Teilgebieten.

6.8 Zielszenario 2030

Im Zielszenario für das Stützjahr 2030 wird im Vergleich zu 2040 ersichtlich, dass die Sanierung der Gebäude und die Effizienzsteigerung in gewerblichen Prozessen noch nicht so stark fortgeschritten und die Umstellung der Energieträger noch nicht in allen Gebieten erfolgt ist.

Der Fortschritt der Transformation in Richtung Zielszenario wird je nach Versorgungssystem unterschiedlich betrachtet. In dezentral versorgten Teilgebieten wird davon ausgegangen, dass die Umstellung der Energieträger mit der energetischen Sanierung der Gebäude korreliert. Teilgebiete mit einem hohen Anteil bis 2030 sanierter Gebäude werden mit einem entsprechend höheren Anteil bei der Umstellung der Energieträger angesetzt.

In zentral versorgten Teilgebieten werden anhand der priorisierten Maßnahmen aus Kapitel 7.5 Versorgungsumstellungen angesetzt. Hierzu gehört das Wärmenetz Moschendorf und Teile des Wärmenetzes Kernstadt. Alle anderen zukünftig zentral versorgten Teilgebiete werden zunächst für das Zwischenziel 2030 im Endenergiemix als unverändert betrachtet. Die Reduktion des Wärmebedarfs durch energetische Sanierungsmaßnahmen bleibt davon unberührt.

In nachfolgender Abbildung wird die Energieträgerverteilung 2030 dargestellt.

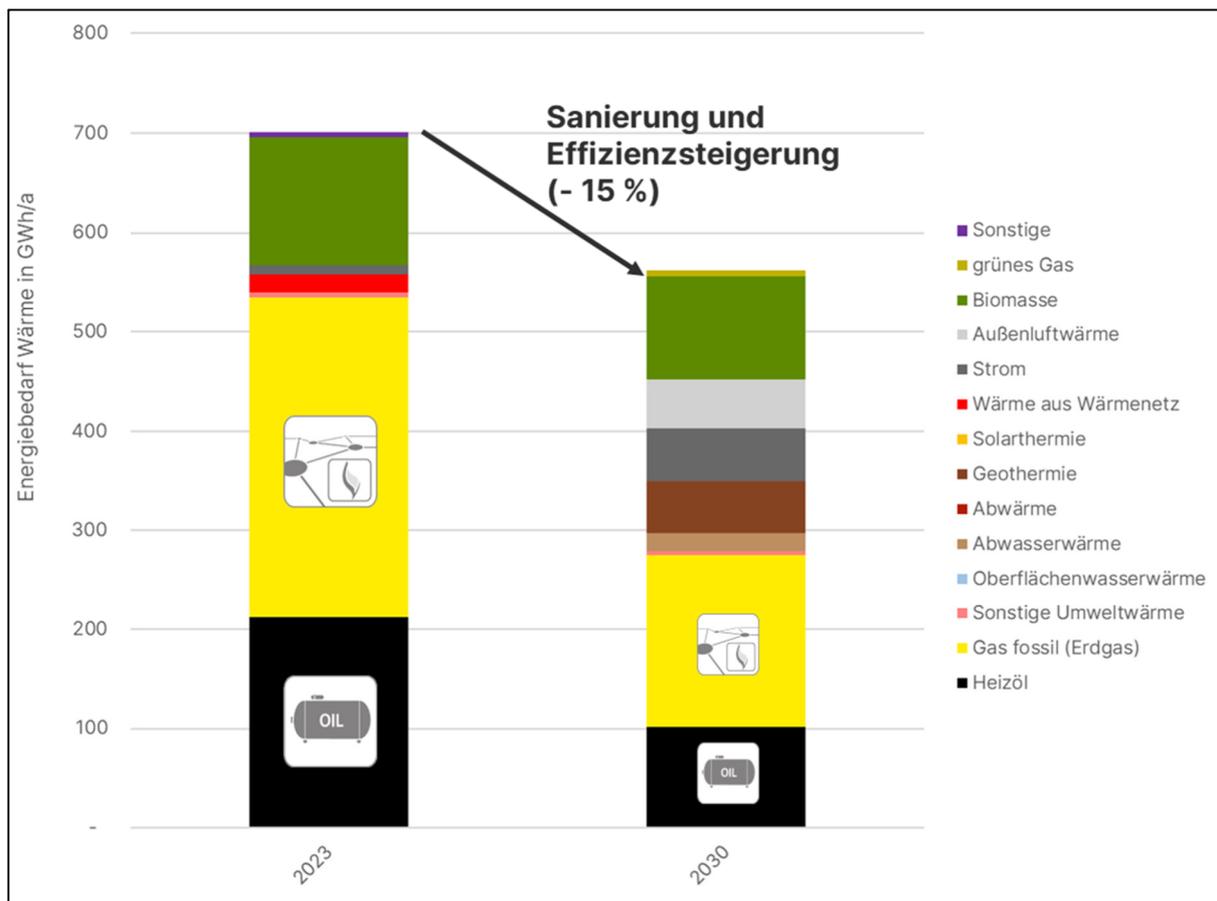


Abbildung 53: Zielszenario 2030

Der Wärmebedarf ist ca. 15 % geringer als im Jahr 2023. Knapp die Hälfte dessen wird bereits über erneuerbare Energien bereitgestellt, wovon der Großteil durch Wärmepumpen gedeckt wird. Im Jahr 2030 wird gemäß dem maßgeblichen Zielszenario in den Teilgebieten 14, 18 und 36 bereits eine zentrale Versorgung angesetzt.

6.9 Klimapfad bis 2040

Ergänzend bis zum Zieljahr 2040 sind in der nachfolgenden Abbildung die relevanten Stützjahre ab 2030 im Vergleich der Szenarien abgebildet. Der Vergleich ermöglicht eine übersichtliche Darstellung der Entwicklung der Energiebedarfe und der Energieträgerzusammenstellung, die im maßgeblichen Zielszenario hinterlegt sind.

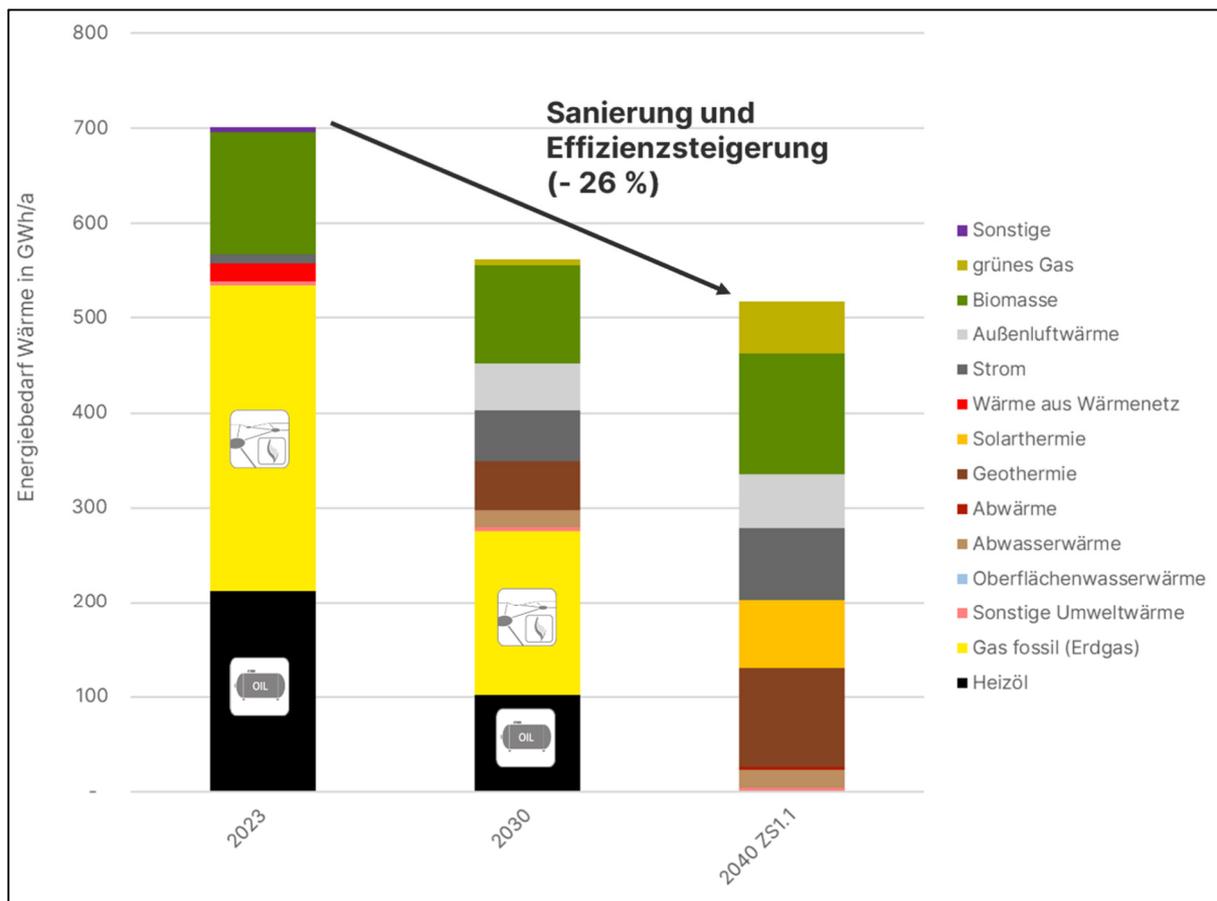


Abbildung 54: Zielszenarienvergleich der Stützjahre

6.10 Kostenschätzung für maßgebliches Zielszenario 2040

Die Kostenschätzung für das maßgebliche Zielszenario im Jahr 2040 beschränkt sich auf die Kosten für die Sanierung von Gebäuden und der damit verbundenen Verbesserung des Wärmeschutzes sowie auf die Kosten für den Ausbau von Wärmenetzen. Kosten für zentrale Wärmeerzeuger von Wärmenetzen sind in der vorliegenden Gesamtkostenschätzung aufgrund des hierfür nur schwer prognostizierbaren Kostenrahmens nicht enthalten.

Zur Erreichung der Reduktionsziele im Wärmebedarf sind gemäß des gewählten Sanierungsszenarios in Hof bis 2040 rund 4.000 Gebäude zu sanieren (2% Sanierungsquote). Diese Gebäude weisen zusammen eine Brutto-Geschossfläche von 1.520.000 m²_{BGF} auf. Unter Annahme eines Kostenansatzes für eine vollumfängliche energetische Sanierung von 360 €/m²_{BGF} (Thorsten, Walberg, Gniechwitz, & Paare, 2022) ergeben sich rund 547 Mio. € Investitionsaufwand für Dämmung und Sanierung in der Gesamtkommune. Mit dem Ansatz einer linearen Kostenaufteilung resultieren bis zum Zieljahr 2040 im Mittel 32 Mio. €/Jahr (abzüglich Fördermittel), die für die Sanierung des Gebäudebestandes durch die jeweiligen Eigentümer aufzubringen sind.

Im Zielszenario 2040 sind 33 Teilgebiete mit Wärmenetzen aufgeführt. Für deren Erschließung wird der Ausbau von rund 42.000 m Wärmenetz angenommen. Abzüglich von ca. 19.000 m Bestandsnetz resultieren bei Kostenansätzen von 1.500 €/m Wärmeleitung (inklusive Tiefbaukosten und Wiederherstellung der Oberfläche) 64 Mio. € Gesamtkosten. Unter Annahme einer linearen Aufteilung bis 2040, resultiert ein mittlerer Netzausbaubedarf von 3,5 km/Jahr, der mit Investitionen in Höhe von 3,7 Mio. €/Jahr verbunden wäre.

7 Wärmewendestrategie & Maßnahmenkatalog

7.1 Ziele und Vorgehensweise

Aufbauend auf dem Entwurf des maßgeblichen Zielszenarios werden eine übergeordnete Handlungsstrategie und konkrete Maßnahmen ausgearbeitet, die für die kommunale Verwaltung als Leitfaden für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung in den nächsten Jahren dienen. Die Entwicklung dieser Maßnahmen beinhaltet von der Kommunalverwaltung selbst umzusetzende Maßnahmen als auch Maßnahmen Dritter. Maßstäbe für die Maßnahmenentwicklung sind das maßgebliche Zielszenario, laufende Planungs- und Umsetzungsprojekte als auch Kapazitäten der Zielgruppen. Die priorisierten Maßnahmen sind in Kapitel 7.5 ausformuliert.

Ergänzend werden in den nachfolgenden Kapiteln noch übergeordnete begleitende Maßnahmen beschrieben, die für einen erfolgreichen Transformationsprozess nach der erstmaligen Erstellung der kommunalen Wärmeplanung strukturell anzugehen sind. Diese sind in der sogenannten „Meta-Ebene“ angeordnet. Darüber hinaus werden im Zuge der kommunalen Wärmeplanung die potenziellen Wärmenetzgebiete, Prüfgebiete als auch kommunale Fokusgebiete definiert, die aufgrund der Bestandssituation priorisiert zu betrachten sind.

Die Ausweitung des Maßnahmenkatalogs auf alle Teilgebiete innerhalb der kommunalen Gemarkung wird als sinnvoll erachtet. Dies ist sinnvoll, um eine vollumfängliche Bewertungsgrundlage für die Fortschreibung der kommunalen Wärmewende-Strategie zu schaffen und Abhängigkeiten und Potenziale über die fünf Maßnahmenggebiete hinaus auch zukünftig dokumentiert und im Blick zu haben. In Kapitel 7.4 sind die Inhalte und Beispiele der Teilgebiet-Steckbriefe beschrieben.

7.2 Maßnahmen auf Meta-Ebene

Um das Thema kommunale Wärmeplanung in der Kommune ausreichend berücksichtigen und etablieren zu können, bedarf es entsprechender Personalressourcen und Haushaltsmittel. Zudem sollten klimaschutzrelevante Themen in der Kommune weiter zur Diskussion gebracht und notwendige Projekte mit externen und internen Partnern angeschoben werden.

Nachfolgend sind die Maßnahmenbereiche aufgeführt, die sich ergänzend zu den priorisierten Maßnahmen bei EGS-plan auf der Meta-Ebene ansiedeln. Darunter verstehen wir im Wesentlichen rahmenbildende, prozessuale Maßnahmen zur Verstetigung des Transformationsprozesses bei der Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung in der Kommunalverwaltung. Diese Prozesse sind auf einen längeren Zeitraum bis zur Vollendung der Wärmewende ausgerichtet. Zum Teil liegt dabei der Erfolg der späteren Umsetzung explizit nicht im direkten Wirk- und Entscheidungsbereich der Kommune.

Diese sind unter anderem folgende Ansätze:

a) Schaffung von verwaltungsinternen Strukturen für die Fortschreibung der KWP

- Ziel: Etablierung der KWP als fortlaufende Aufgabe der Kommunalverwaltung
- Maßnahmen:
 - Schaffung, Qualifizierung und Etablierung von Personalkapazitäten in der Verwaltung (Klärung von Aufgaben, Zuständigkeiten und Befugnissen)
 - Organisation und Koordination der Fortschreibung der KWP
 - Aktualisierung von Daten
 - Berichtswesen - Monitoring und Reporting
 - Evaluation von Maßnahmen und Strategien
 - Einrichtung eines regelmäßigen verwaltungsinternen „Wärmewende-Meetings“ mit den beteiligten Fachabteilungen (Fachabteilungsübergreifende Planungsabstimmungen im Kontext der KWP)
 - Koordination eines jährlichen KWP-Workshops unter Beteiligung von Fachexperten aus dem Bereich Energie und Stadtplanung (u.a. die Bereiche Stadtplanung und -entwicklung, Umwelt- und Klimaschutz, Energie (inkl. Stadtwerke und Eigenbetriebe), Wohnungsbau, Gebäude- und Energiemanagement, Kämmerei sowie weitere Abteilungen und Bereiche der Kommune)

b) Wärmeplanung als Teil der kommunalen Planungsaufgaben der Verwaltung

- Ziel: Einzug der lokalen Wärmewendestrategie in die Fachplanungen der Kommune
- Maßnahmen:
 - Prüfung laufender und neuer städtischer Projekte im Kontext der Energieversorgung auf die Kompatibilität mit den Zielsetzungen der KWP
 - Formulierung von Textbausteinen als Vorlage für Bauleitplanung und Bebauungspläne mit Ausrichtung auf die Rahmensetzung für Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung
 - Ausweisung von Wärmenetz-Vorrang/Ausbau-Gebieten
 - Prüfung von kommunalrechtlichen Ansätzen wie Verbrennungsverbote und Anschluss- und Benutzungspflichten in Wärmenetz-Gebieten
 - „Fernwärmesatzung“, Art. 23 GO Bayern
 - Satzungsrechtliches Verbrennungsverbot geregelt über z.B. B-Plan
 - Aufnahme der Anforderungen der KWP als verbindliche Elemente in städtebaulichen Kaufverträgen und Konzeptvergabeverfahren
 - Prüfung der Konzessionsverträge auf Zielkonflikte der KWP sowie Berücksichtigung von Klimaaspekten und KWP-Ergebnissen im Auswahlverfahren und bei der Neuausschreibung

- Standortplanung: Ansiedlung von Gewerbe mit Abwärme-Potenzialen in Fernwärmegebieten und Verbrauchern mit Gasbedarf in Gasversorgungsgebieten
- Transfer der kommunalen Wärmeplanungsergebnisse in die Regionalplanung (Flächensicherung, Potenzialerschließung und Ausweisung von Vorranggebieten)

c) Kommunikationskonzept zur kommunalen Wärmeplanung

- Ziel: Fortlaufende Information und Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger sowie weiteren kommunalen Stakeholdern zur Akzeptanzsteigerung bei der Umsetzung der KWP
- Maßnahmen:
 - Erarbeitung einer Kommunikationsstrategie für die relevanten Akteursgruppen
 - Durchführung von Infokampagnen und -veranstaltungen zu Ergebnissen sowie anstehenden Prozessen und Maßnahmen
 - Aufbau Wissenspool und Infozentren

d) Beschleunigung der Gebäudesanierung

- Ziel: Schaffung von Anreizen für Gebäudesanierungsmaßnahmen im privaten Bereich
- Maßnahmen:
 - Erarbeitung einer Kommunikationsstrategie im Kontext der Gebäudesanierung bzgl. Förderprogrammen und gesetzlichen Vorgaben
 - Bereitstellung von Informationsmaterial und Organisation von Informationskampagnen in Kooperation mit den Energieagenturen
 - Qualifizierungskonzept für lokales Handwerk und Energieberater
 - Prüfung von kommunalen Förderprogrammen
 - Wahrnehmung der Vorbildfunktion der öffentlichen Hand durch forcierte Sanierung der eigenen Liegenschaften
 - Identifikation von Schwerpunktgebieten, Initiierung kollektiver Sanierungsmaßnahmen bei ähnlichen Gebäudetypologien → Aufgabe für kommunalen Sanierungsmanager
 - Kontrolle der Umsetzung der gesetzlichen Vorgaben nach z.B. GEG, PV-Pflicht für Nichtwohngebäude durch die zuständige Behörde

e) Beschleunigung der Nutzung erneuerbarer Energien

- Ziel: Schaffung von Anreizen für die Nutzung erneuerbarer Energien an Gebäuden und auf Freiflächen
- Maßnahmen:
 - Erarbeitung einer Kommunikationsstrategie im Kontext der Nutzung von erneuerbaren Energien im Bereich Strom und Wärme

- Bereitstellung von Informationsmaterial und Organisation von Informationskampagnen in Kooperation mit den Energieagenturen
- Prüfung von kommunalen Förderprogrammen für den Austausch fossiler Wärmeerzeugungsanlagen durch emissionsfreie Wärmeerzeuger
- Organisation von Marktplätzen für Freiflächen für Energieinfrastrukturen; z.B. Freiflächen-PV, Agri-PV für das Vernetzen von Flächenbesitzern und Flächensuchenden

f) Beschleunigung der Energieeinsparung durch Effizienzmaßnahmen in der Anlagentechnik

- Ziel: Schaffung von Anreizen für Maßnahmen zur Effizienzsteigerung im Nicht-Wohnungsbereich und im Bereich Prozesswärme
- Maßnahmen:
 - Erarbeitung einer Kommunikationsstrategie im Kontext der Hebung von Effizienzpotenzialen
 - Bereitstellung von Informationsmaterial und Organisation von Informationskampagnen in Kooperation mit den Energieagenturen
 - Prüfung von kommunalen Förderprogrammen für Effizienzmaßnahmen in relevanten Industrien in der Kommune mit konkreten fachlichen Schwerpunkten
 - Organisation und Vernetzung von Akteuren innerhalb eines kommunalen Abwärme-Katasters

g) Suffizienzstrategien für die Wärmewende im Wohnbereich

- Ziel: Entwicklung von Strategien zur Suffizienzsteigerung im Bereich Wohnen = Wärmeeinsparung durch z.B. Optimierte Nutzerverhalten oder Erhöhung der Wohnflächendichte pro Kopf
- Maßnahmen:
 - Ausarbeitung von Konzepten für die Umsetzung von mehr Suffizienz im Wohnbestand
 - Organisation, Förderung und Kommunikation von Konzepten mit Nutzerinformationssystemen (Ziel: Sensibilisierung und zeitnahe Information der Bewohner über Wärmeverbrauch)
 - Organisation, Förderung und Kommunikation von Konzepten zur Reduzierung der pro Kopf zur Verfügung stehenden - und damit auch zu beheizenden - Wohnfläche durch Wohnungsbelegungs- und -vermittlungsstrategien oder veränderte Flächennutzungskonzepte

7.3 Priorisierte kommunale Gebiete für die Wärmetransformation

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung werden vielfältige Datengrundlagen und Ergebnisdarstellungen analysiert. Ein für den Transformationsprozess wichtiges Element ist die Ausweisung räumlich abgegrenzter Bereiche, die mittelfristig im Zuge des Transformationsprozesses priorisiert zu berücksichtigen sind. Die Betrachtung dieser Gebiete erfolgt über zwei Wertungsmethoden, die in den folgenden Abschnitten erläutert werden. Mit der Analyse werden diese „Wärmenetzgebiete und Prüfgebiete“ und die kommunalen „Fokusgebiete“ identifiziert und für den weiteren Prozess sichtbar gemacht. Zusätzlich sind in dem vorliegenden Kapitel abschließend die Teilgebiete aufgeführt, die auch perspektivisch mit grünen Gasen über die vorhandene Infrastruktur im Zielszenario versorgt werden.

7.3.1 Wärmenetzgebiete und Prüfgebiete

Zentrale Wärmeversorgungsinfrastrukturen können eine wichtige Rolle in einem klimaneutralen Versorgungssystem einnehmen. Wichtige Systemdienstleistungen können auf der Ebenen von Wärmenetzen und zentralen Wärmeerzeugungen für ein zukunftsfähiges Energiesystem besser zur Verfügung gestellt werden. Unter anderem sind diese laut (Peters, Steidle, & Böhnisch, 2020):

- Flexibilität und Vielfalt bei der Nutzung zentral erschließbarer erneuerbarer Energien
- Bedarfsgerechter, stromnetzgeführter Betrieb von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen und Groß-Wärmepumpen in Heizzentralen
- Erhöhung der Effizienz im Energiesystem durch die Möglichkeit zentrale Abwärmequellen zu nutzen
- Flexibilitätsgewinne durch Einbindung großer thermischer Speicher

Wärmenetze können dabei unterschieden werden in Wärmenetze mit einem Temperaturniveau, die nutzbare Wärme liefern und kalten Wärmenetzen, die als Wärmequelle für dezentrale Wärmepumpen in Gebäuden dienen.

Für die Ausweisung der Wärmenetzgebiete und Prüfgebiete werden unter anderem folgende Aspekte berücksichtigt, die in Kapitel 6.2 detaillierter beschrieben sind:

- Vorhandensein bestehender Wärmenetze
- Wärmedichte bzw. Wärmeliniendichte im Teilgebiet
- Siedlungsstruktur
- Vorhandensein von Ankerkunden

Ergänzend zu dieser Bewertung wird nun in dem vorliegenden Schritt die konkrete Verfügbarkeit von Energieträgern und Umweltwärmequellen für eine zentrale Wärmebereitstellung mitberücksichtigt. Diese Information stammt aus der Phase der Potenzialanalyse, in der die Deckungspotenziale von zentral nutzbaren erneuerbaren und emissionsfreien Energieträgern berechnet wurden.

In Abbildung 55 sind die potenziellen Wärmenetzgebiete und Prüfgebiete dargestellt, die im maßgeblichen Zielszenario enthalten sind.

Auf Basis dieser Ausarbeitung können, wie in Kapitel 7.2 beschrieben,

- Wärmenetzverdichtungsgebiete,
- Wärmenetzausbaubereiche,
- Wärmenetzneubaugebiete oder
- Prüfgebiete

definiert werden.

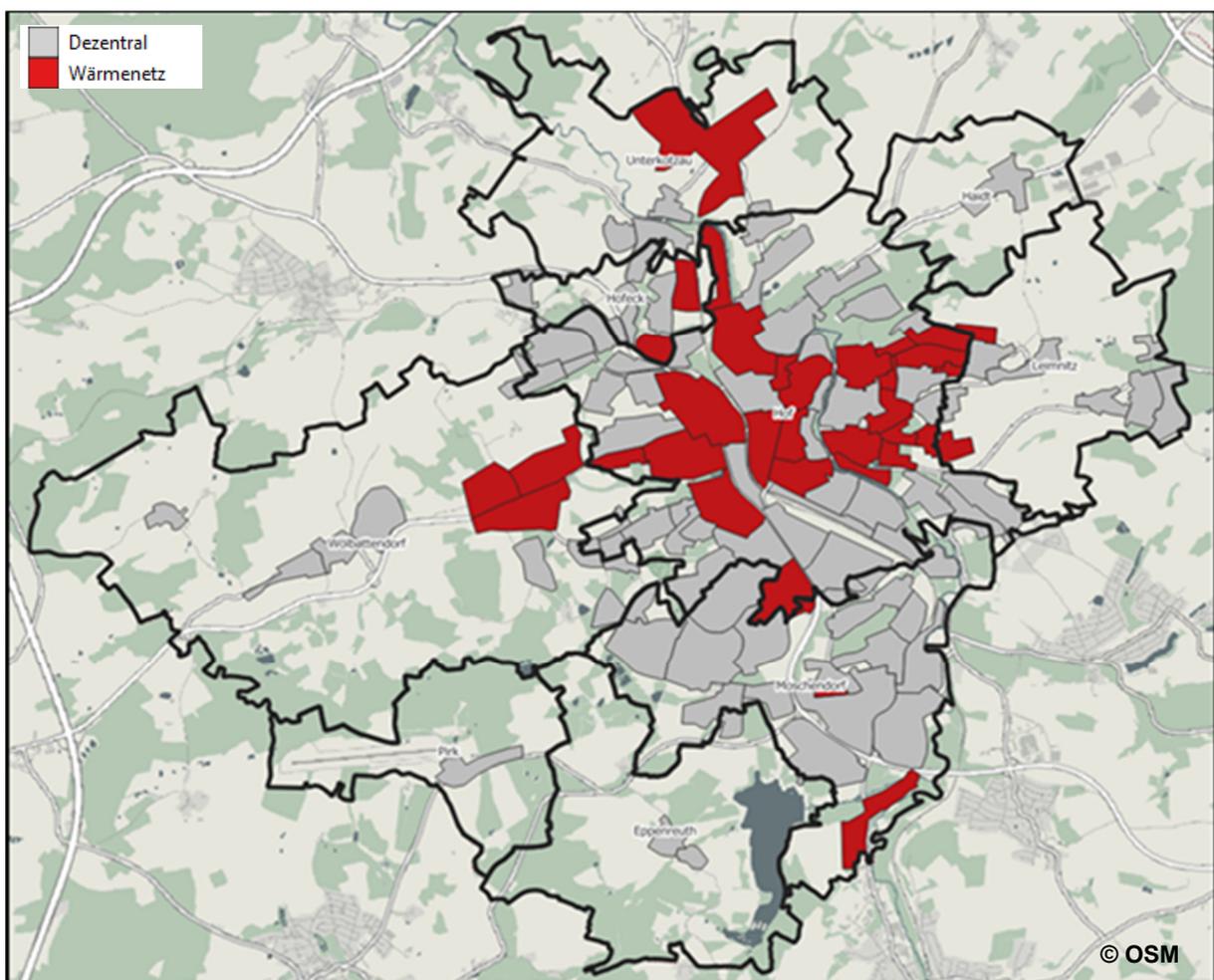


Abbildung 55: Teilgebietekarte mit Wärmenetzgebieten aus dem Zielszenario

7.3.1.1 Relevante Wärmenetzgebiete im Zielszenario

Im maßgeblichen Zielszenario werden drei besonders relevante Wärmenetzgebiete definiert.

Das **Wärmenetzprüfgebiet Kernstadt** definiert die zentrale Versorgungsoption der Kernstadt. Das Prüfgebiet umfasst die Cluster 14, 18, 36 und 37. Der Wärmebedarf dieser Cluster beträgt im Zieljahr rund 38 GWh/a und entspricht rund 8 % des Wärmebedarfs im Zieljahr. Als Wärmequelle wird die Abwärme des Abwassers der Kläranlage (ca. 4.000 kW) zusammen mit einem Grünen Gas-Spitzenlasterzeuger die Wärmeversorgung des Gebiets gewährleisten können. Die nötige Wärmenetzlänge ergibt sich aus der kumulierten Straßenlänge in den Teilgebieten zu 3.500 m.

Wärmenetz Kernstadt

Stadtteil	Hof
Netztypologie	Wärmenetz
Wärmenetzlänge	
Bestand	2.150 m
Zielszenario	3.500 m
Wärmebedarf Zieljahr	38 GWh/a
Energieträger	Grünes Gas (14 %) Biomasse (24 %) Strom WP (18 %) Umweltwärme Bestand (0,1 %) Abwasser Kläranlage (44 %)



Das **Wärmenetzgebiet Bahnhofsviertel** definiert die zentrale Versorgungsoption im Bahnhofsviertel in Hof, die durch eine hohe Bebauungsdichte kaum Alternativen zur dezentralen erneuerbaren Wärmeversorgung aufweist. Das Prüfgebiet umfasst die Teilgebiete 48 und 63. Der Wärmebedarf dieser Teilgebiete beträgt im Zieljahr rund 30 GWh/a und entspricht rund 6 % des Wärmebedarfs im Zieljahr. Da in räumlicher Nähe kein lokales Potenzial für die Wärmeversorgung erörtert werden konnte, muss ein nicht räumlich gebundenes Potenzial als alternative verwendet werden. Darunter fallen z.B. die Energieträger der Biomasse (fest, flüssig und gasförmig), die Außenluft und auch die grünen Gase. Darüber hinaus ist auch die räumliche Nähe des Bahnhofes nicht zu vernachlässigen, bei dem auch ein Transport von z.B. mobilen Wärmespeichern über das Schienennetz denkbar wäre. Mögliche Wärmeproduzenten sind z.B. Biogasanlagen. Die nötige Wärmenetzlänge ergibt sich aus der kumulierten Straßenlänge in den beteiligten Teilgebieten zu 4.500 m.

Wärmenetz Bahnhofsviertel

Stadtteil	Hof
Netztypologie	Wärmenetz
Wärmenetzlänge	
Bestand	300 m
Zielszenario	4.500 m
Wärmebedarf	
Zieljahr	30 GWh/a
Energieträger	Grünes Gas (12 %) Biomasse (87 %) Strom WP (0,1 %) Umweltwärme Bestand (0,2 %)



Das **Wärmenetzgebiet Hochschule + Pinzig** verbindet das Wärmenetz der Hochschule (Teilgebiet 70) mit dem Wärmenetz im Stadtteil Pinzig (Teilgebiete 43, 67, 68, 80, 81 und 82). Darüber hinaus werden auch weitere Teilgebiete welche aktuell nicht über ein Wärmenetz (Teilgebiet 44, 66, 69, 77 und 83) versorgt werden mit einbezogen. Der Wärmebedarf dieser Teilgebiete beträgt im Zieljahr rund 44 MWh/a und entspricht rund 9 % des Wärmebedarfs im Zieljahr. Potenzielle Freiflächen im Osten der Stadt können für die Wärmeversorgung genutzt werden. Hierfür kann zum einen die Geothermie aktiviert werden oder auch die Freiflächen Solarthermie und zusammen mit einem „grünen“ Gas-Spitzenlasterzeuger die Wärmeversorgung des Gebiets sicherstellen. Die nötige Wärmenetzlänge ergibt sich aus der kumulierten Straßenlänge in den beteiligten Clustern zu 20.000 m.

Wärmenetz Hochschule + Pinzig

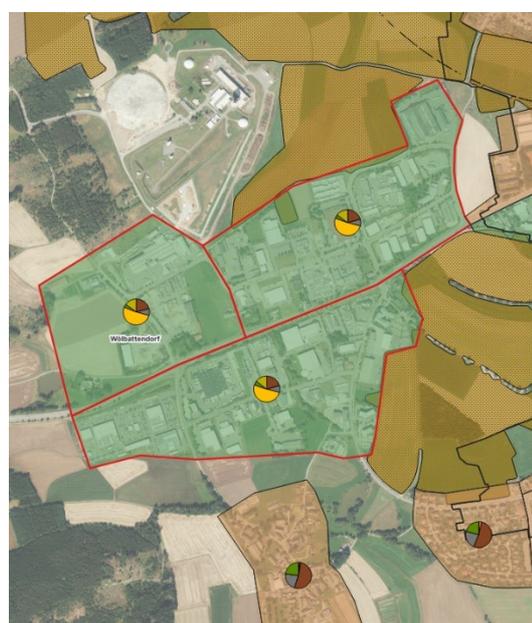
Stadtteil	Hof
Netztypologie	Wärmenetz
Wärmenetzlänge	
Bestand	10.000 m
Zielszenario	20.000 m
Wärmebedarf Zieljahr	44 GWh/a
Energieträger	Grünes Gas (14 %) Biomasse (14 %) Solarthermie zentral (49 %) Geothermie Sonden (16 %) Strom WP (7 %) Umweltwärme Bestand (0,5 %)



Das **Wärmenetzprüfgebiet Hohensaas** umfasst die Cluster 23, 24, 25. Der Wärmebedarf dieser Cluster betragen im Zieljahr rund 18 GWh/a und entspricht rund 4 % des Wärmebedarfs im Zieljahr. Potenzielle Freiflächen im Osten des Gebiets können für die Wärmeversorgung genutzt werden. Hierfür kann zum einen die Geothermie akquiriert werden oder auch die Freiflächen Solarthermie und zusammen mit einem Grünen Gas-Spitzenlasterzeuger die Wärmeversorgung des Gebiets sicherstellen. Die nötige Wärmenetzlänge ergibt sich aus der kumulierten Straßenlänge in den beteiligten Clustern zu 4.500 m.

Wärmenetz Hohensaas

Stadtteil	Hof
Netztypologie	Wärmenetz
Wärmenetzlänge	
Bestand	0 m
Zielszenario	4.500 m
Wärmebedarf	18 GWh/a
Zieljahr	
Energieträger	Grünes Gas (15 %) Biomasse (5 %) Solarthermie zentral (51 %) Geothermie Sonden (21 %) Strom WP (8 %) Umweltwärme Bestand (0,1 %)



Das **Wärmenetzprüfgebiet WESTEND** definiert die zentrale Versorgungsoption im Bereich des Westends in Hof, die durch eine hohe Bebauungsdichte kaum Alternativen zur dezentralen erneuerbaren Wärmeversorgung aufweist. Das Prüfgebiet umfasst ausschließlich das Teilgebiet 49. Der Wärmebedarf dieses Teilgebiets beträgt im Zieljahr rund 13 GWh/a und entspricht rund 3 % des Wärmebedarfs im Zieljahr. Da in räumlicher Nähe kein lokales Potenzial für die Wärmeversorgung erörtert werden konnte, muss ein nicht räumlich gebundenes Potenzial als alternative verwendet werden. Darunter fallen z.B. die Energieträger der Biomasse (fest, flüssig und gasförmig), die Außenluft und auch die grünen Gase. Die nötige Wärmenetzlänge ergibt sich aus der kumulierten Straßenlänge zu 4.000 m.

Wärmenetz WESTEND

Stadtteil	Hof
Netztypologie	Wärmenetz
Wärmenetzlänge	
Bestand	0 m
Zielszenario	4.000 m
Wärmebedarf	
Zieljahr	13 GWh/a
Energieträger	Grünes Gas (12 %) Biomasse (88 %) Strom WP (0,1 %) Umweltwärme Bestand (0,2 %)



7.3.2 Kommunale Fokusgebiete

In Ergänzung zu den Wärmenetzgebieten werden kommunale Fokusgebiete definiert, die aufgrund der aktuellen Situation einem besonderen Handlungsdruck im Zuge des anstehenden Transformationsprozesses im Bereich Wärme unterliegen.

Um diese Fokusgebiete zu identifizieren, werden für den Transformationsprozess relevante Aspekte näher betrachtet. Im Rahmen einer manuellen Analyse werden alle Teilgebiete im Kommunalgebiet hinsichtlich der nachfolgenden Kriterien aufbereitet und bewertet.

- **Alter der Heizungen in den Teilgebieten**
Bei Heizungen steht in der Regel nach 20 Jahren eine Erneuerung an. Bei einem hohen Anteil älterer Heizungsanlagen im Teilgebiet besteht daher ein erhöhter Handlungsdruck bezüglich einer Entscheidung für ein neues Heizungssystem.
- **Anteil Ölheizungen in den Teilgebieten**

Fossile Energieträger sind für eine klimaneutrale Wärmeversorgung nicht geeignet. Speziell Ölheizungen sind daher konsequent und prioritär umzustellen auf klimaneutrale Wärmesysteme. Ein hoher Anteil von Ölheizungen wird daher als Kriterium erachtet, um einen definitiven Bedarf zur Umstellung der Wärmeerzeugungsanlage bestimmen zu können.

- **Absolute und flächenspezifische THG-Einsparpotenziale**

Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung ist die Minimierung von Treibhausgasemissionen. Ausgehend von den Ergebnissen der Bestandsanalyse und des Zielszenarios werden die Teilgebiete mit relativ hohen Emissionen sowie Energieeinsparpotenzialen (siehe auch Kapitel 5.2.3) identifiziert und als priorisierende Teilgebiete für die Transformation der Wärmeversorgung ausgewiesen.

In Abbildung 56 sind die oben aufgeführten Kriterien in räumlicher Darstellung auf die Teilgebiete in der Kommune angewendet. Durch Überlagerung der Informationen aus den einzelnen Karten können die kommunalen Fokusgebiete mit besonderer Relevanz und Handlungsbedarf im Kontext des anstehenden Transformationsprozesses identifiziert werden. Die resultierenden kommunalen Fokusgebiete sind in Abbildung 57 dargestellt.

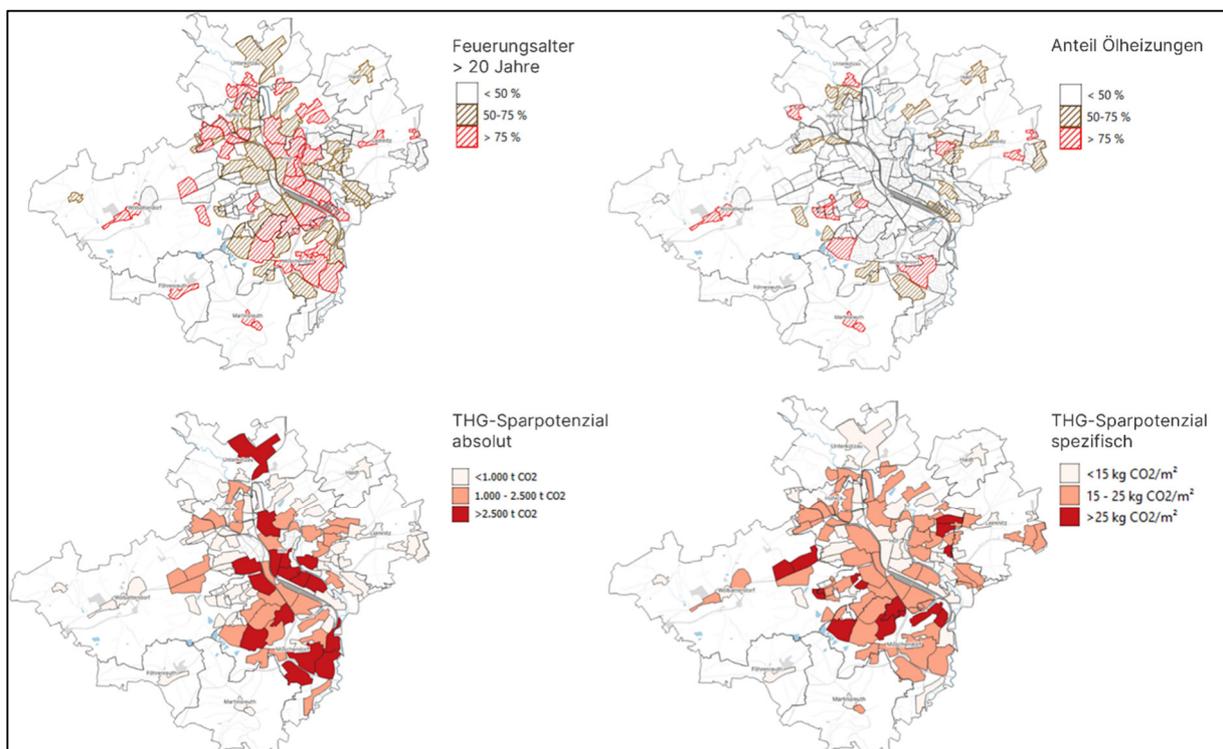


Abbildung 56: Kriterienübersicht für die Identifikation der Fokusgebiete

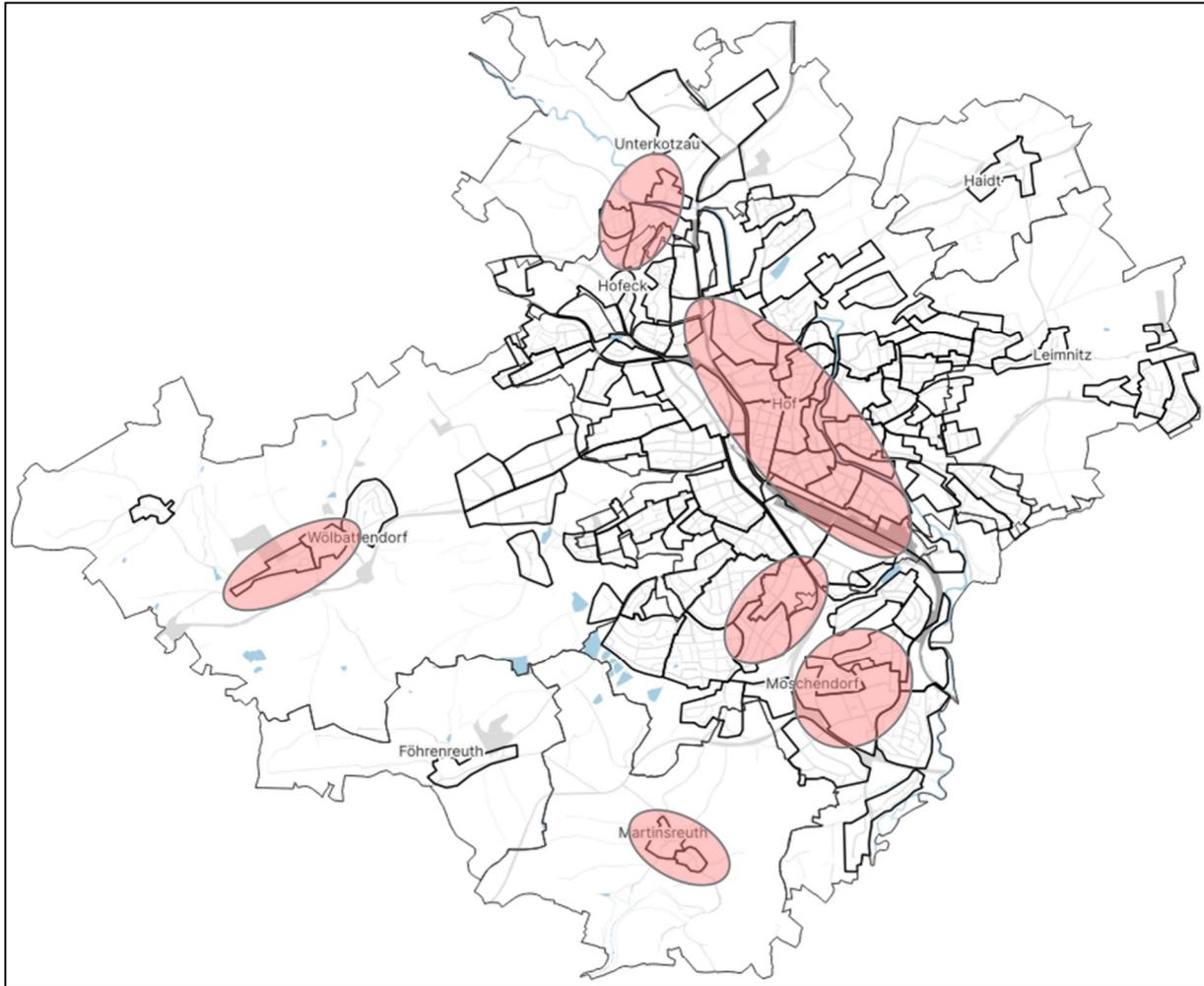


Abbildung 57: Kommunale Fokusgebiete

Für die in Abbildung 57 herausgearbeiteten Fokusgebiete sind geeignete Verfahren und Maßnahmen zu entwickeln, die aufzeigen sollen, wie eine Unterstützung beim anstehenden Transformationsprozess erfolgen kann. Neben der Berücksichtigung der Fokusgebiete bei den priorisierten Maßnahmen in Kapitel 7.5 ergibt sich auch die Möglichkeit, hierfür Folgeprojekte wie Stadtanierungskonzepte (ehemals KfW-Programm 432; u.a. Möglichkeit zur Ausweisung als Sanierungsgebiete im Rahmen einer gesonderten städtebaulichen Entscheidung) oder auch Machbarkeitsstudien im Rahmen der Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) abzuleiten.

7.3.3 Gebiete mit perspektivischem Gasbedarf

Bei der kommunalen Wärmeplanung stellt sich regelmäßig die Frage, in welcher Form die Gasnetzinfrastruktur im Zieljahr genutzt werden soll. Von Aussagen zur Stilllegung oder dem Rückbau von Gasnetzen wird hierbei abgesehen, da die mittelfristige Entwicklung der vorgelagerten Energieinfrastruktur in Deutschland aktuell einer starken, nicht klar

prognostizierbaren Dynamik unterliegt. Diesem Aufgabenbereich widmen sich die Gasnetzbetreiber im Rahmen von Gasnetzgebietstransformationsplänen, wobei sinnvollerweise die Erkenntnisse aus der kommunalen Wärmeplanung mit integriert werden.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung liegt der Schwerpunkt daher auf der Ausweisung der Teilgebiete, die im Zielszenario mit grünen Gasen anteilig die Wärme bereitstellen. Dabei können auch Heizzentralen in Wärmenetzen mit enthalten sein, die an zentraler Stelle Wärme für die Teilgebiet-übergreifende Versorgung bereitstellen. Die Methodik zur Bestimmung dieser Teilgebiete ist in Kapitel 5.3.13.3 beschrieben. Die resultierenden Teilgebiete sind in Abbildung 58 dargestellt.

Bei den Teilgebieten mit Gasbedarf ist zu berücksichtigen, dass hier sowohl Teilgebiete mit dezentralen Heizungsanlagen auf Gebäudeebene als auch Teilgebiete mit Wärmenetzen enthalten sind. Bei den Teilgebieten mit Wärmenetzen findet die Nutzung der grünen Gase nicht im Versorgungsgebiet, sondern am Ort der Wärmebereitstellung an den potenziellen Heizzentralen-Standorten statt.

Insgesamt werden im Zielszenario noch 63.500 MWh/a (Endenergie) für die Wärmeversorgung durch grüne Gase aufgewendet. Dies entspricht einem Anteil am gesamten Endenergiebedarf Wärme von rund 11%. Im Vergleich zum Gasverbrauch im Basisjahr reduziert sich die Menge an Gasen zur Wärmebereitstellung um 260.000 MWh/a, was einem Rückgang um 80% entspricht.

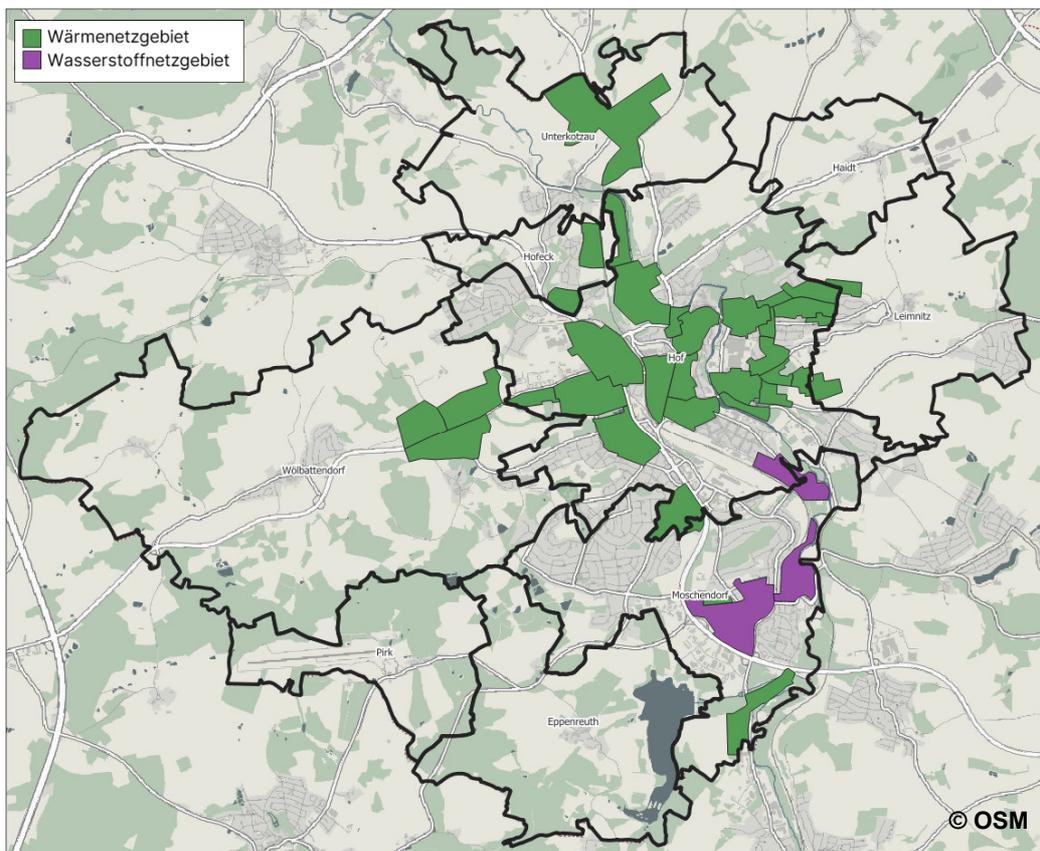


Abbildung 58: Teilgebiete mit relevantem Gasbedarf im Zielszenario

7.4 Teilgebiet-Steckbriefe

Für die abschließende Dokumentation der kommunalen Wärmeplanung wird für jedes Teilgebiet ein Steckbrief erstellt. Die Teilgebiet-Steckbriefe sind in der Anlage zum Abschlussbericht zusammengeführt und beinhalten die grundlegenden Informationen aus der kommunalen Wärmeplanung auf Teilgebiet-Ebene.

Die Struktur und der Inhalt der Teilgebiet-Steckbriefe orientieren sich dabei an den Arbeitsphasen der KWP. Im oberen Teil sind Informationen aus der Eignungsprüfung und Bestandsanalyse aufgelistet, die wesentlichen Kennzahlen, Nutzungsinformationen und einen Kartenausschnitt enthalten. Ergänzt um die Energie- und Treibhausgasbilanz sind alle wesentlichen Daten zur Beschreibung der Ausgangssituation prägnant enthalten.

Der Abschnitt "Potenziale" zeigt die angenommene Entwicklung des Wärmebedarfs im Teilgebiet auf und informiert über die ermittelten Potenziale zur Bedarfsdeckung im Zieljahr, die vor Ort am Teilgebiet vorliegen.

Die abschließende Rubrik „Zielszenario“ bildet die Ergebnisse zum empfohlenen Versorgungssystem und Energieträgereinsatz ab. Für die dargestellte Versorgungsoptionen besteht laut Wärmeplanungsgesetz kein Anspruch Dritter auf Einteilung zu einem bestimmten voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiet. Aus der Einteilung in ein voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet entsteht keine Pflicht, eine bestimmte Wärmeversorgungsart tatsächlich zu nutzen oder bereitzustellen.

Bei der Nennung der Versorgungsoptionen ist dabei zu berücksichtigen, dass für die Erreichung der Klimaneutralität im Bereich Wärme speziell bei der Empfehlung von dezentralen Wärmepumpen auch alternative Wärmequellen als nahezu gleichwertig einzustufen sind. So können bei einer Empfehlung für dezentrale Erdwärme-Wärmepumpen auch grundsätzlich Wärmepumpen mit z.B. Umweltwärmequelle Außenluft, Grundwasser oder Eisspeicher-Systemen zum Einsatz kommen. Darüber hinaus sind laut Wärmeplanungsgesetz auch bei dezentralen Versorgungen nachfolgende Erfüllungsoptionen geeignet:

- gasförmige, feste und flüssige Biomasse
- grünes Methan
- Solarthermie

Die Teilgebiet-Steckbriefe dienen nach der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung als wichtige Dokumentation, um für Anfragen aus Verwaltungsbereichen und der Öffentlichkeit zielgerichtet Informationen bereitstellen zu können. So lassen sich andere kommunale Themen mit den Inhalten und Ergebnissen der kommunalen Wärmeplanung effizient und einfach abgleichen und ggf. kommunale Fragestellungen darauf basierend anpassen.

Auf nachfolgender Abbildung wird exemplarisch ein Teilgebiet-Steckbrief dargestellt.

Teilgebiet-Steckbrief 5 Musterstadt

Bestand

Teilgebiet: 5
 Ortsteil: Musterstadt
 Hauptnutzung Gebäude: Wohnnutzung
 Teilgebietsfläche: 4,4 ha
 Gebäude/Denkmalchutz: 109/2
 überbaute Grundfläche (GF): 13.541 m²
 Bebauungsdichte: 0,3 m²GF/m²Teilgebietsfläche
 Wärmedichte 2023/2045: 457 / 344 MWh/(ha*a)
 Gasnetz vorhanden: ja
 Wärmenetz vorhanden: nein



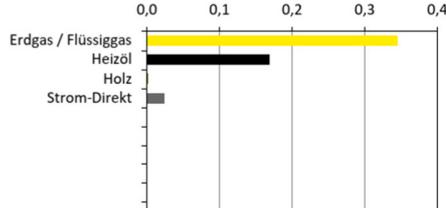
Energie- und THG-Bilanz Referenzjahr

Endenergiebedarf Wärme in MWh



Summe: 2.147 MWh 1,6% von Kommune

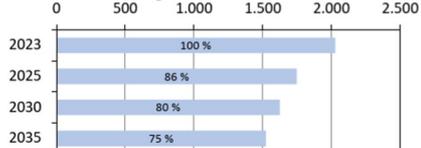
THG-Emissionen in tausend t



Summe: 538 t CO₂Äq. 1,8% von Kommune

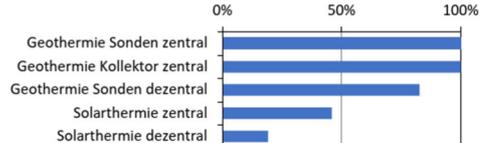
Potenziale (zur Wärmebedarfsdeckung 2045)

Entwicklung Wärmebedarf in MWh



Anteil sanierter Gebäude in 2045: 29%

5 größte Potenziale* in Bezug auf Bedarf 2045



* Biomasse (fest, flüssig, gasförmig), grüne Gase/Methan ebenfalls möglich

Zielszenario 2045

Ausgehend von Ist-Situation und Potenzialanalyse ergibt sich folgende Versorgungsoption im Zielszenario:

	Zielszenario	Eignungsbewertung nach §18 WPG
Versorgungssystem	Dezentral	Wärmenetzeignung
Energiequelle/-träger	Außenluftwärme (58 %), Strom-WP (27 %), Geothermie Sonden dezentral (9 %), Holz (6 %) <small>Anteil Außenluft-WP kann auch höher werden; Weiterer Anteil aus Biomasse und Gas möglich</small>	Bepunktung: 2,0 wahrscheinlich geeignet
		H₂-Netz Eignung
		Bepunktung: 0,7 sehr wahrscheinlich ungeeignet
		Dezentrale Versorgung
THG-Emissionen**	20 t THG-Einsparung: 96%	Bepunktung: 2,4 sehr wahrscheinlich geeignet
Akteure	Gebäudeeigentümer (mit Energieberater/Heizungsbauer)	0-0,75: sehr wahrscheinlich ungeeignet 1,5-2,25: wahrscheinlich geeignet 0,75-1,5: wahrscheinlich ungeeignet 2,25-3: sehr wahrscheinlich geeignet
Investitionskosten	Sanierung Gebäude: 2.300 T€ sanierte BGF: 6.428 m ² Wärmenetzausbau: 0 T€ Trassenlänge (Neubau): 0 m	
Anmerkung	Mit hoher Wahrscheinlichkeit wird hier in Zukunft kein Wärmenetz gebaut! Anforderungen des GEG sind auf Ebene der Gebäude zu lösen: Energieberater / Heizungsbauer für Beratung Mögliche Energieträger: u.a. Wärmepumpe, Biomasse (fest, flüssig, gas), Grünes Gas/Methan, Solarthermie	
Hinweis		

** ggü. Referenzjahr, mit Emissionsfaktoren in 2045

Hinweis: Grundwasser als Wärmequelle möglich

Abkürzungen: GF - bebaute Fläche; BGF - Bruttogeschossfläche; THG - Treibhausgas; WP - Wärmepumpe

Abbildung 59: Beispiel Teilgebiet-Steckbrief

7.5 Priorisierte Maßnahmen des Wärmeplans

Die priorisierten Maßnahmen sind aus der Analyse des Zielszenarios und in Abstimmung mit der Kommunalverwaltung sowie den lokalen Akteuren entwickelt worden.

Es wurden auf Basis des Status Quo sowie des Zielszenarios Vorschläge für Maßnahmen gemacht, die für die Umsetzung einer klimaneutralen Wärmeversorgung relevant und notwendig sind.

Für eine bessere Einordnung und Bewertbarkeit der Maßnahmenvorschläge werden diese zunächst geordnet und in Strategiefeldern eingeteilt.

Strategiefeld inkl. Maßnahme	Verbrauchen	Versorgen	Regulieren	Motivieren
Potenzialerschließung, Flächensicherung und Ausbau erneuerbarer Energien				
3. Flächensicherung für Energieinfrastrukturen			x	
6. Erschließung Potenzial Erdwärmesonden				x
Wärmenetzausbau und -transformation				
2. Roadmap grünes Gas				x
7. BEW Studie Wärmenetz Bahnhofviertel				x
8. BEW Transformationsstudie WN Kernstadt (Kläranlage)		x		
9. BEW Studie Wärmenetz Hohensaas				x
12. BEW Studie Wärmenetz Westend				x
10. BEW Transformationsstudie Wärmenetz Hochschule + Stadtteil Pinzig		x		
11. BEW Transformationsstudie Wärmenetz Moschendorf (Luisenburgerstraße)		x		
Sanierung/Modernisierung und Effizienzsteigerung in Industrie und Gebäuden				
6. Erschließung Potenzial Sanierung und Effizienzsteigerung				x
Heizungsumstellung und Transformation der Wärmeversorgung in Gebäuden und Quartieren:				
5. Förderung Austausch alter Etagenheizung				x
Strom-/Wasserstoffnetzausbau:				
1. Stromnetzcheck				x
Verbraucherverhalten und Suffizienz:				
4. Gründung Umsetzungsteam Wärmeversorgung				x

Abbildung 60: Maßnahmenübersicht nach Strategiefeldern

Diese Maßnahmen wurden dann mithilfe von folgenden Kriterien qualitativ bewertet:

- Kosten für Durchführung
- THG-Einsparung (CO₂-Äq.)
- Synergien mit anderen Planungen der Kommunalverwaltung
- Beitrag für 100% klimaneutrale Versorgung
- Akteursbereitschaft zur Mitwirkung
- Reifegrad bis zur Umsetzung
- Mehrwert über Wärmesektor hinaus
- Projekterfolg steuerbar durch Kommunalverwaltung

Im Anschluss wurden die Maßnahmen mit dem Projektteam, der Stadtverwaltung sowie den Stadtwerken durchgesprochen und gemeinsam die Entscheidung für fünf Maßnahmen getroffen.

In den nachfolgenden Abschnitten sind die priorisierten fünf Maßnahmen in Steckbriefen beschrieben. Die Steckbriefe weisen dabei eine einheitliche Struktur auf und beinhalten folgende Elemente:

- Beschreibung Ist-Situation
- Einordnung in Zielszenario der KWP
- Konkrete Auflistung der Leistungsbausteine
- THG-Einsparpotenzial
- Angaben zu den Akteuren
- Grober Zeitplan
- Kostenübersicht

7.5.1 Gründung eines Umsetzungsteams Wärmeversorgung

Kategorie: Strategische Vertiefungen auf Kommunalebene

Kurzbeschreibung der Ist-Situation

Das Tagesgeschäft der relevanten Akteursgruppen – insbesondere der Stadtverwaltung und den Stadtwerken – führt bereits gegenwärtig zu einer hohen personellen Auslastung. Mit dem Fortschreiten der Energiewende ist zudem mit einem weiteren Anstieg der Anforderungen zu rechnen. Dies steht vor Ort jedoch nur begrenzten personellen Kapazitäten gegenüber, insbesondere für die Koordination der vorgesehenen Maßnahmen und Zielsetzungen.

Für eine erfolgreiche Umsetzung des Wärmeplans und das Erreichen einer klimaneutralen Wärmeversorgung in Hof ist es daher entscheidend, die relevanten Akteure frühzeitig, zielgerichtet und mit dem erforderlichen Maß an Intensität einzubinden. Nur mithilfe einer bedarfsorientierten Koordination sowie eine flexible und effiziente Vernetzung aller Beteiligten kann eine reibungslose und erfolgreiche Umsetzung gewährleistet werden.

Ziel des Umsetzungsteams

Das Team ist verantwortlich für die Umsetzung der Maßnahmen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung. Dazu zählt den Fortschritt im Wärmesektor systematisch zu überwachen und die strategische sowie konzeptionelle Weiterentwicklung der kommunalen Wärmeplanung voranzutreiben.

Inhalte der Maßnahme

1. Begleitung, Organisation und aktive Unterstützung bei der Umsetzung konkreter Maßnahmen
2. Monitoring der Wärmeplanung – Beobachtung und Dokumentation der Umsetzung, Fortschritte und Zielerreichung
3. Sensibilisierung und Aktivierung der Öffentlichkeit – Vermittlung konkreter Handlungsmöglichkeiten für Bürger*innen und Unternehmen im Einklang mit dem Wärmeplan (v.a. für dezentrale Gebiete)
4. Verbreitung von Informations-, Beratungsangeboten – Kommunikation bestehender Beratungsstrukturen und Förderprogramme in der Kommune
5. Unterstützung des Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD) und der Industrie – Entwicklung von Lösungen zur Ausschöpfung von Einsparpotenzialen oder Synergien zusammen mit den Versorgern und anderen Akteuren
6. Netzerkennung lokaler Berater, Planer, Handwerker mit gemeinsamem Standard für Beratung und Sanierung, z. B. bestehend aus:
 - a. Stadterneuerung Hof
 - b. Baugenossenschaft Hof
 - c. Beteiligung des „Runden Tisch Wohnen“

- d. Handwerkskammer Oberfranken
- e. Kreishandwerkerschaft Hochfranken
- f. Verbraucherzentrale Bayern

7. Mögliche Kooperation mit Hochschule anstreben

Geplante THG-Einsparung

Durch die Gründung eines Umsetzungsteams selbst, werden direkt keine THG-Emissionen eingespart.

Akteure

Die zentrale Verantwortung für die Initiierung des Umsetzungsteams liegt bei der Kommunalverwaltung. Ergänzend kann ggf. eine fachliche Unterstützung durch eine Kommunikationsagentur erforderlich sein. Ziel ist es, ein Team zusammenzustellen, das die relevanten lokalen Akteure aktiv einbindet, um die in der Wärmeplanung definierten Maßnahmen, Zielsetzungen und Erkenntnisse gemeinsam weiterzuverfolgen, die nächsten Umsetzungsschritte einzuleiten und den Gesamtprozess kontinuierlich zu begleiten.

Zeitplanung

Die Einrichtung des Umsetzungsteams sollte zeitnah nach Abschluss der Wärmeplanung erfolgen und bis zur nächsten Fortschreibung des Wärmeplans kontinuierlich aktiv bleiben.

Kosten

Im Rahmen der Gründung und regelmäßigen Durchführung des Umsetzungsteams fallen ggf. Honorar- bzw. Personalkosten an, die die geleisteten Arbeitsstunden der beteiligten Akteur:innen berücksichtigen.

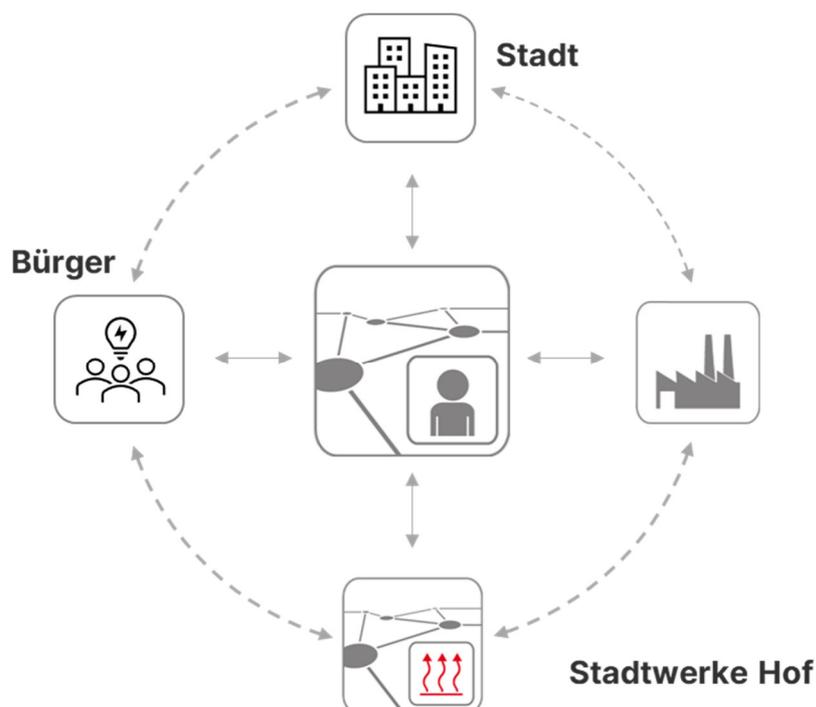


Abbildung 61: Beispielhafte Darstellung der Akteure im Umsetzungsteam Wärmeversorgung

7.5.2 Ausweitung der Beratung zur Sanierung und Effizienzsteigerung (S&E)

Kategorie: Sanierung/Modernisierung und Effizienzsteigerung

Kurzbeschreibung der Ist-Situation

Im Bezugsjahr der Datenerfassung beträgt der Endenergieverbrauch für die Wärmebereitstellung rund 701 GWh. Der Großteil von knapp 53 % entfällt dabei auf die Wohnnutzung. Der restliche Verbrauch verteilt sich nahezu gleichmäßig auf die Sektoren GHD, Mischnutzung, sowie Industrie. Die Liegenschaften in kommunaler Hand verursachen rund 6 % des Endenergieverbrauchs

Zielszenario der kommunalen Wärmeplanung

Das Einsparpotenzial aus Sanierung und Effizienzsteigerung (S&E) ist mit rund 167 GWh quantifiziert. Dies entspricht einer Senkung des jährlichen Wärmebedarfs um etwa 26 %, die bis zum Jahr 2040 erreicht sein soll. Rund 123 GWh werden im Zielszenario durch die Verbesserung der Gebäudehülle erreicht. Dies entspricht einer Sanierungsquote von 2 %/a auf das Niveau eines Effizienzhauses 70. Weitere 43 GWh sind durch die Verbesserung der Prozesseffizienz im Bereich GHD und Industrie angesetzt.

Inhalte

Die Maßnahme beinhaltet dabei zwei konkrete Teilprojekte.

Ausweitung des kommunalen Sanierungsmanagements

Die kommunalen Gebäude verfügen mehrheitlich über eher geringe Energiestandards. Mit Blick auf eine Ausweitung des kommunalen Sanierungsmanagements sollen auch hier individuelle Sanierungsfahrpläne (z.B. konkret für zunächst 10 städtische Gebäude) erstellt werden. Damit können Sanierungsmaßnahmen und deren Einsparpotenzial konkret geplant bzw. identifiziert werden. Durch den Bedarf von Modernisierungskonzepten für den Bereich Hochbau ergeben sich sinnvolle Synergien.

Darüber hinaus sind in der Maßnahme folgende übergeordnete Themen adressiert:

1. **Ausarbeitung eines Gesamtkonzepts S&E** für den Gebäudebestand, z.B. mit:
 - Fragestellungen
 - Wie und wo könnten 26 % Einsparung bis 2040 realisiert werden?
 - Wie können die Gebäudeeigentümer:innen erreicht und überzeugt werden? Welche Kommunikationskanäle sind dafür zielführend?
 - Welche Maßnahmen, Ressourcen und Kooperationen sind nötig?
 - Wie können Dynamiken bei den Akteur:innen entfaltet und sich verstärkende Prozesse ausgelöst werden?
 - Auszuwertende und zu erarbeitende Grundlagen
 - Genauere, räumliche Feststellung der Effizienzpotenziale anhand der präzisen Datengrundlage der KWP (z.B. auf Baublockebene)
 - Ausarbeiten einer Priorisierung von Clustern und Quartieren für die Erschließung der kurz- und mittelfristigen Effizienzpotenziale

- Einschätzung der benötigten Kapazitäten im Handwerk, bei Energieberatung und zur Finanzierung (mit Fördermöglichkeiten)
- Identifikation der Handlungsfelder der verschiedenen Akteur:innen, sowie Darstellung möglicher Synergien durch Koordinations- und Kooperationssysteme zwischen Akteur:innen
- Umsetzung
 - Erarbeitung einer Kommunikationsstrategie im Kontext der Gebäudesanierung bzgl. Förderprogrammen und gesetzlichen Vorgaben
 - Bereitstellung von Informationsmaterial und Organisation von Informationskampagnen in Kooperation mit den Energieagenturen
 - Qualifizierungskonzept für lokales Handwerk und Energieberater
 - Prüfung von kommunalen Förderprogrammen
 - Wahrnehmung der Vorbildfunktion der öffentlichen Hand durch forcierte Sanierung der eigenen Liegenschaften
 - Identifikation von Schwerpunkt-/Fokusgebieten, Initiierung kollektiver Sanierungsmaßnahmen bei ähnlichen Gebäudetypologien → Ableitung von Quartierskonzepten, Aufgabe für kommunalen Sanierungsmanager
 - Kontrolle der Umsetzung der gesetzlichen Vorgaben nach z.B. GEG, Vorgaben zur Solarisierung durch die zuständige Behörde

2. Kommunikation des Gesamtkonzepts S&E und Koordination mit beteiligten Akteur:innen:

- Aktive & passive Informationsangebote für Gebäudeeigentümer:innen (gesamte städtische Reichweite nutzen), insbesondere auch anhand von *Sanierungsanlässen* (z.B. Heizungstausch), entsprechend [IFEU-Studie](#)
- Aufbau neuer Informations- und Beteiligungsangebote (z.B. in Zusammenarbeit mit der lokalen Energieagentur)
- Ausbilden von Multiplikator:innen und Bürgerschaftsgruppen /-experten, die das Thema anders zu den Menschen bringen und diese motivieren
- Digitale Formate aufbauen (u.a.), → Inhalte jederzeit, überall, kostenlos, verfügbar (z.B. Info-Videos, Webinar-Aufzeichnungen, FAQs, u.ä.)
- Diskurs gestalten, z.B. mit Kampagne über Ressourceneffizienz
- Strategischen Austausch mit Handwerk und Energieberatung etablieren z.B. im Rahmen eines Qualitätsnetzwerk Bau:
 - Aus- und Weiterbildung von Fachkräften
 - Sanierungsstandard
 - Energieeffizienz-Anforderungen zur Versorgung mit Erneuerbaren Energien (vom Einzelhaus bis Gesamtsystem)

Geplante THG-Einsparung

Durch die Sanierung der Gebäudehülle und Effizienzsteigerung in Industrie und Gewerbe ist Stand Heute eine Einsparung von ca. 38.000 t möglich. Die Maßnahme selbst ist nicht mit einer THG-Einsparung verbunden, ist aber als Voraussetzung für eine breite Umsetzung von Sanierungs- und Effizienzsteigerungsmaßnahmen zu verstehen.

Akteure

Zentrale Akteur:in für die Entwicklung des Konzepts ist die Kommunalverwaltung. Ggf. ist eine fachliche Zuarbeit durch eine Kommunikationsagentur erforderlich. Ziel ist ein maßgeschneidertes Konzept für die entsprechenden Zielgruppen zu erarbeiten. Wichtige Multiplikatoren für die spätere Umsetzung sind Gebäudeeigentümer:innen (Privatpersonen, WEGs, gewerbliche, kommunal,...) sowie Handwerk & Energieberatung. Diese sind im Rahmen der Entwicklung und Umsetzung mit einzubinden.

Zeitplanung

Die Entwicklung des Kommunikationskonzepts erfordert eine Bearbeitungsdauer von rund 6 Monaten. Die Durchführung der Position 2 sind stetige Aufgaben und dauerhaft zu verfolgen.

Kosten

Für die Entwicklung und Durchführung des Konzepts werden Honorarkosten und/oder Personalkosten innerhalb der Verwaltung in Höhe von rund 50 T€ (netto) geschätzt. Die Kosten sind durch den Auftraggeber oder Finanzierungsmittel Dritter zu erbringen.

7.5.3 BEW- Transformationsstudie Wärmenetz Kernstadt

Kategorie: Wärmenetze und Infrastruktur

Kurzbeschreibung der Ist-Situation

Der Bereich der „Kernstadt“ in Hof (siehe Abbildung 62) hat im Jahr 2023 einen Gesamtwärmebedarf von ca. 46,4 GWh/a. Dies entspricht 7 % des Gesamtwärmebedarfs von Hof. Die Wärmeversorgung der ca. 450 Gebäude im Gebiet basiert heute zu 83 % auf fossilen Energieträgern, wodurch jährlich 9.750 t CO₂ emittiert werden. Bereits heute existiert im Untersuchungsgebiet ein Wärmenetz der Stadtwerke Hof, welches ca. 15 Kunden (darunter auch sich selbst) mit Wärme versorgt. Die jährliche Wärmelieferung des Netzes beläuft sich auf rund 2,5 GWh/a und wird zu 100 % aus Erdgas erzeugt. Darüber hinaus weist das Gebiet eine erhöhte Wärmedichte auf, so dass eine zentrale Versorgung über ein Wärmenetz als wirtschaftlich attraktiv eingeschätzt wird.

Die Klimaschutzziele des Landes Bayern verlangen bis 2040 eine klimaneutrale Wärmeversorgung für das gesamte Kommunalgebiet.

Eine Transformationsstudie, z.B. nach dem Förderprogramm „Bundesförderung effiziente Wärmenetze“ (BEW) soll konkret aufzeigen, wie dieses Ziel für den Bereich „Kernstadt“ erreicht werden kann.

Zielszenario der kommunalen Wärmeplanung

Im Zielszenario für die klimaneutrale Wärmeversorgung im Jahr 2040 ist in der Kernstadt aufgrund des hohen Wärmebedarfs, zum einen wegen der dicht bebauten Mischnutzung (Wohn- und Geschäftsgebäude) und zum anderen aufgrund der industriellen und gewerblichen Nutzungen im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes, ein Wärmenetz abgebildet.

Die Wärmeversorgung kann dabei aus einer Heizzentrale erfolgen, welche bestenfalls in räumlicher Nähe zur Wärmequelle (Kläranlage) stehen könnte. Die Wärmeversorgung kann über Verwendung von Abwärme aus der Kläranlage inkl. grüne Gase für die Spitzenlastabdeckung erfolgen. Um das detaillierte Wärmenetz sowie den genauen Standort einer Energiezentrale zu ermitteln und eine Erschließungsstrategie auszuarbeiten ist eine vertiefende Transformationsstudie notwendig.

Die Transformationsstudie beinhaltet die Analyse des bestehenden Gebiets und soll mit einer Potenzialermittlung der nicht lokalen Potenziale belastbare Aussagen zur Gestaltung eines Wärmenetzes liefern. Hierbei wird auch ein Kostenrahmen erstellt. Des Weiteren gilt es die zentralen Akteure zu beteiligen und einen Umsetzungsplan mit Fokus auf die Treibhausgasneutralität zu entwickeln.

Nach positivem Abschluss der Transformationsstudie sollen die Ergebnisse als Grundlage in den weiteren Prozess zur koordinierten Planung und Erschließung dieses Potenzials sowie den Aufbau einer zentralen, klimaneutralen Wärmeversorgung einfließen. Die Studie wird für spätere Investitions-Förderungen zwingend vorausgesetzt.

Inhalte der Transformationsstudie:

1. Vertiefung der Ist-Analyse und Erstellung der Ausbaustrategie
 - a. Analyse der Bedarfsmengen, Leistungen und Temperaturniveaus
 - b. Ausbaustrategie festlegen (Bereiche, Ankerkunden)
 - i. Synergien mit Tiefbau- und Netzarbeiten (Gas, Wärme)
 - ii. Abstimmung mit Neubauvorhaben im Quartier
2. Konkretisierung Potenzialermittlung klimaneutraler Energien
 - a. Technische und wirtschaftliche Bewertung lokaler Wärmequellen und alternativer Freiflächennutzungen
 - b. Analyse der Nutzungsoptionen für grüne Gase und Biomasse
 - c. Analyse der Einsatzmöglichkeiten von Langzeitwärmespeichern
3. Analyse von potenziellen Standorten für Wärmeerzeugung/-nutzung
 - a. Ermittlung Flächenbedarfe für Heizzentralen und Wärmespeicher
 - b. Flächenbedarfe für die Integration zusätzlicher Wärmequellen
 - c. Multikriterielle Bewertung der Standorte (u.a. Emissionen, Verkehrslast, ...)
4. Variantenentwicklung
 - a. Entwicklung von geeigneten Wärmeversorgungsvarianten am Standort
 - b. Betriebsstrategie
 - c. Sektorenkopplung und Strommarktdienlichkeit
 - d. Kostenaufstellung/ Wirtschaftlichkeitsberechnung
 - e. Prüfung der Genehmigungsfähigkeit
5. Terminplan für die Umsetzung der Zielvarianten
6. Maßnahmen zur Bürgereinbindung und Stärkung der Akzeptanz
7. Dokumentation und Berichterstellung

Geplante THG-Einsparung

Ausgehend von der heutigen Versorgungsstruktur resultiert für das Gebiet der Kernstadt bei einer klimaneutralen Wärmeversorgung über ein Wärmenetz eine THG-Einsparung von 94 % oder 9.000 t/a. Bezogen auf die Gesamtkommune entspricht dies einer THG-Einsparung von ca. 6 % bezogen auf die heutigen Emissionen.

Akteure

Die Erarbeitung der Studie erfolgt in enger Abstimmung mit der Stadt Hof und dem Betreiber des bestehenden Wärmenetzes, den Stadtwerken Hof. Für die Erstellung der Transformationsstudie ist in der Regel ein externer Dienstleister mit entsprechender Expertise im Bereich Wärmenetze notwendig.

Zeitplanung

Die Transformationsstudie und Erkundungsmaßnahmen erfordern eine Bearbeitungsdauer von rund 12 Monaten. Im Vorfeld ist eine Projektskizze zu erarbeiten und ein Förderantrag zu stellen. Im Anschluss kann mit der Bearbeitung der Transformationsstudie begonnen werden. Im Nachgang zur Transformationsstudie sind die weiteren Schritte zur Umsetzung von Maßnahmen vorzubereiten.



Kosten

Für die Durchführung der Transformationsstudie werden Honorarkosten in Höhe von rund 100 T€ (netto) geschätzt. Das Förderprogramm „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“ bezuschusst eine Transformationsstudie mit einer Förderquote in Höhe von bis zu 50 %. Die verbleibenden Kosten sind durch den Auftraggeber oder Finanzierungsmittel Dritter zu erbringen.

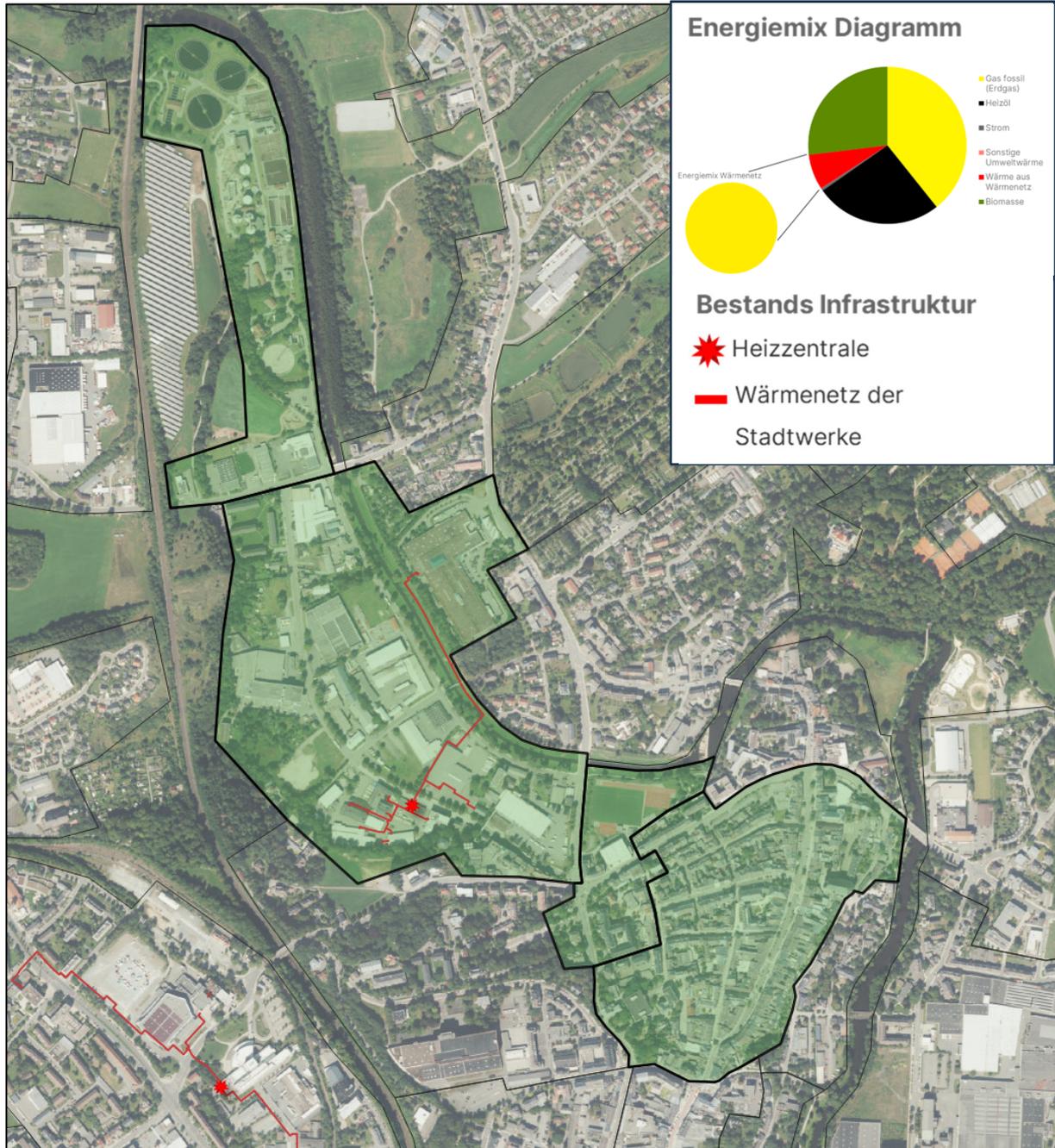


Abbildung 62: Aktuelle Wärmeversorgung in der Kernstadt Hof

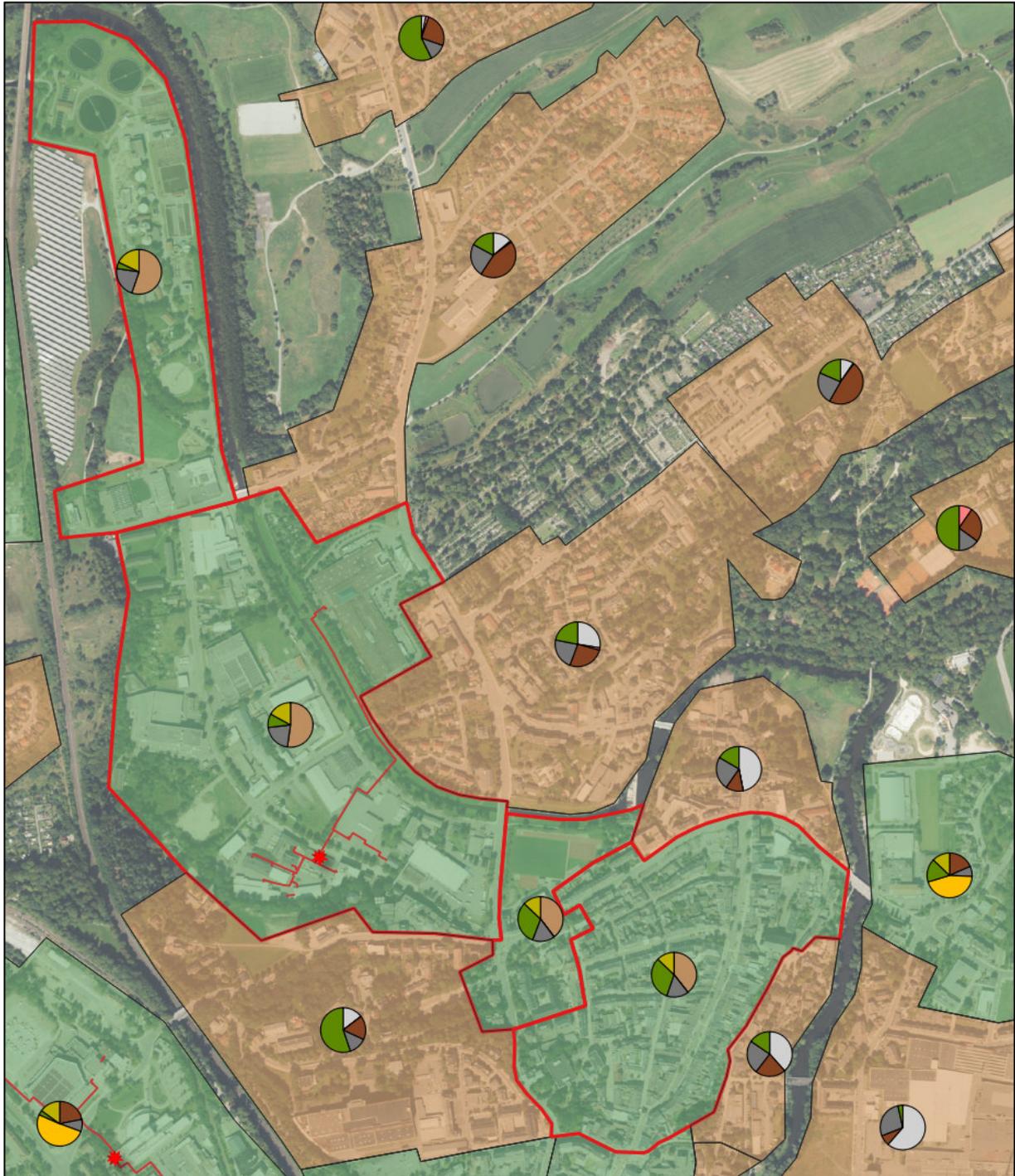


Abbildung 63: Wärmeversorgung in der Kernstadt Hof im Zielszenario

7.5.4 BEW- Transformationsstudie Wärmenetz Hochschule + Pinzig

Kategorie: Wärmenetze und Infrastruktur

Kurzbeschreibung der Ist-Situation

Das Untersuchungsgebiet umfasst den Stadtteil Pinzig so wie auch die Hochschule in Hof (siehe Abbildung 64). Neben der Hochschule, welche sich selbst über ein Wärmenetz versorgt, wird auch der Stadtteil Pinzig teilweise über ein Wärmenetz der Stadtwerke Hof versorgt. An diesem sind ca. 100 Kunden angeschlossen und werden mit Wärme versorgt. Die jährliche Wärmelieferung aus diesen Netzen beläuft sich auf rund 3,5 GWh/a und wird zu 100 % aus Erdgas erzeugt. Das gesamte Untersuchungsgebiet hat im Jahr 2023 einen Wärmebedarf von ca. 55 GWh/a. Dies entspricht 8 % des Gesamtwärmebedarfs von Hof. Die Wärmeversorgung der ca. 1.000 Kunden im Gebiet basiert heute zu 86 % auf fossilen Energieträgern, wodurch jährlich 12.750 t CO₂ emittiert werden. Dieses Gebiet weist eine erhöhte Wärmedichte auf, so dass eine zentrale Versorgung über ein Wärmenetz als wirtschaftlich attraktiv eingeschätzt wird.

Die Klimaschutzziele des Landes Bayern verlangen bis 2040 eine klimaneutrale Wärmeversorgung für das gesamte Kommunalgebiet.

Eine Transformationsstudie, z.B. nach dem Förderprogramm „Bundesförderung effiziente Wärmenetze“ (BEW) soll konkret aufzeigen, wie dieses Ziel für diese Teilgebiete erreicht werden kann.

Zielszenario der kommunalen Wärmeplanung

Im Zielszenario für die klimaneutrale Wärmeversorgung im Jahr 2040 ist im Untersuchungsgebiet aufgrund des hohen Wärmebedarfs, zum einen wegen der dicht bebauten Wohnnutzung und zum anderen aufgrund der Hochschule ein Wärmenetz abgebildet.

Die Wärmeversorgung kann dabei aus einer Heizzentrale erfolgen, welche z.B. an der Hochschule stehen könnte. Die Wärmeversorgung kann über Verwendung von Geothermie und Solarthermie inkl. grüne Gase für die Spitzenlastabdeckung erfolgen. Um das detaillierte Wärmenetz sowie den genauen Standort einer Energiezentrale zu ermitteln und eine Erschließungsstrategie auszuarbeiten ist eine vertiefende Transformationsstudie notwendig.

Die Transformationsstudie beinhaltet die Analyse des bestehenden Gebiets und soll mit einer Potenzialermittlung der nicht lokalen Potenziale belastbare Aussagen zur Gestaltung eines Wärmenetzes liefern. Hierbei wird auch ein Kostenrahmen erstellt. Des Weiteren gilt es die zentralen Akteure zu beteiligen und einen Umsetzungsplan mit Fokus auf die Treibhausgasneutralität zu entwickeln.

Nach positivem Abschluss der Transformationsstudie sollen die Ergebnisse als Grundlage in den weiteren Prozess zur koordinierten Planung und Erschließung dieses Potenzials sowie den Aufbau einer zentralen, klimaneutralen Wärmeversorgung einfließen. Die Studie wird für spätere Investitions-Förderungen zwingend vorausgesetzt.

Inhalte der Transformationsstudie:

1. Vertiefung der Ist-Analyse und Erstellung der Ausbaustrategie
 - a. Analyse der Bedarfsmengen, Leistungen und Temperaturniveaus
 - b. Ausbaustrategie festlegen (Bereiche, Ankerkunden)
 - i. Synergien mit Tiefbau- und Netzarbeiten (Gas, Wärme, Daten)
 - ii. Abstimmung mit Neubauvorhaben im Quartier
2. Konkretisierung Potenzialermittlung klimaneutraler Energien
 - a. Technische und wirtschaftliche Bewertung lokaler Wärmequellen und alternativer Freiflächennutzungen
 - b. Analyse der Einsatzmöglichkeiten von Langzeitwärmespeichern
 - c. Für Vergleichsvarianten in der Ausführung eines warmen Wärmenetzes sind Großwärmepumpen vorzusehen.
3. Analyse von potenziellen Standorten für Wärmeerzeugung/-nutzung
 - a. Ermittlung Flächenbedarfe für Heizzentralen und Wärmespeicher
 - b. Flächenbedarfe für die Integration zusätzlicher Wärmequellen
 - c. Multikriterielle Bewertung der Standorte (u.a. Emissionen, Verkehrslast, ...)
4. Variantenentwicklung
 - a. Entwicklung von geeigneten Wärmeversorgungsvarianten am Standort
 - b. Betriebsstrategie
 - c. Sektorenkopplung und Strommarktdienlichkeit
 - d. Kostenaufstellung/ Wirtschaftlichkeitsberechnung
 - e. Prüfung der Genehmigungsfähigkeit
5. Terminplan für die Umsetzung der Zielvarianten
6. Maßnahmen zur Bürgereinbindung und Stärkung der Akzeptanz
7. Dokumentation und Berichterstellung

Geplante THG-Einsparung

Ausgehend von der heutigen Versorgungsstruktur resultiert für das Gebiet der Hochschule/ Pinzig bei einer klimaneutralen Wärmeversorgung über ein Wärmenetz eine THG-Einsparung von 97 % oder 12.250 t/a. Bezogen auf die Gesamtkommune entspricht dies einer THG-Einsparung von ca. 8 % bezogen auf die heutigen Emissionen.

Akteure

Die Erarbeitung der Studie erfolgt in enger Abstimmung mit der Stadt Hof und den Betreiber des bestehenden Wärmenetzes, den Stadtwerken Hof und der Hochschule Hof. Für die Erstellung der Transformationsstudie ist in der Regel ein externer Dienstleister mit entsprechender Expertise im Bereich Wärmenetze notwendig.

Zeitplanung

Die Transformationsstudie und Erkundungsmaßnahmen erfordern eine Bearbeitungsdauer von rund 12 Monaten. Im Vorfeld ist eine Projektskizze zu erarbeiten und ein Förderantrag zu stellen. Im Anschluss kann mit der Bearbeitung der Transformationsstudie begonnen werden. Im Nachgang zur Transformationsstudie sind die weiteren Schritte zur Umsetzung von Maßnahmen vorzubereiten.



Kosten

Für die Durchführung der Transformationsstudie werden Honorarkosten in Höhe von rund 100 T€ (netto) geschätzt. Das Förderprogramm „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“ bezuschusst eine Transformationsstudie mit einer Förderquote in Höhe von bis zu 50 %. Die verbleibenden Kosten sind durch den Auftraggeber oder Finanzierungsmittel Dritter zu erbringen.

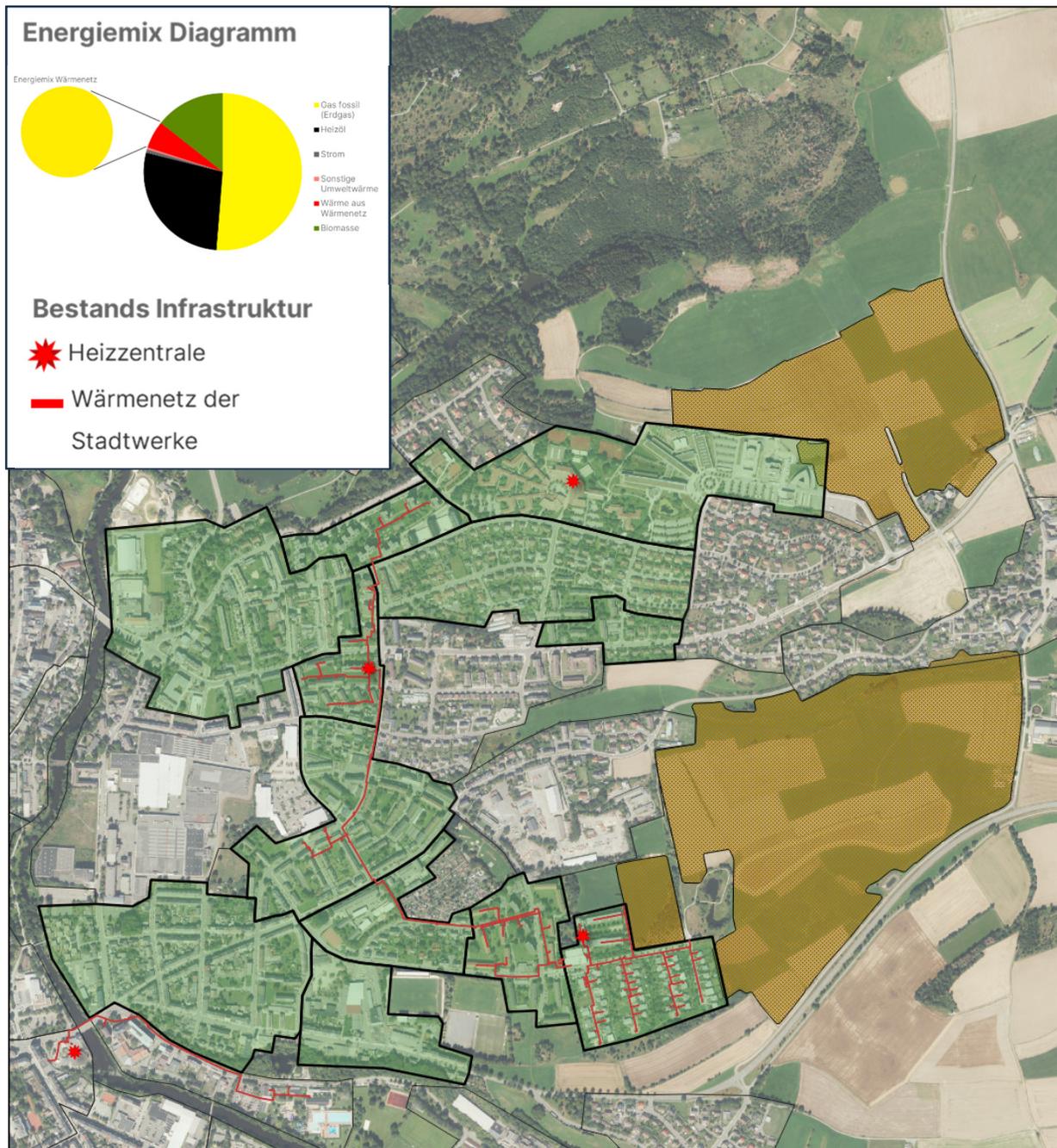
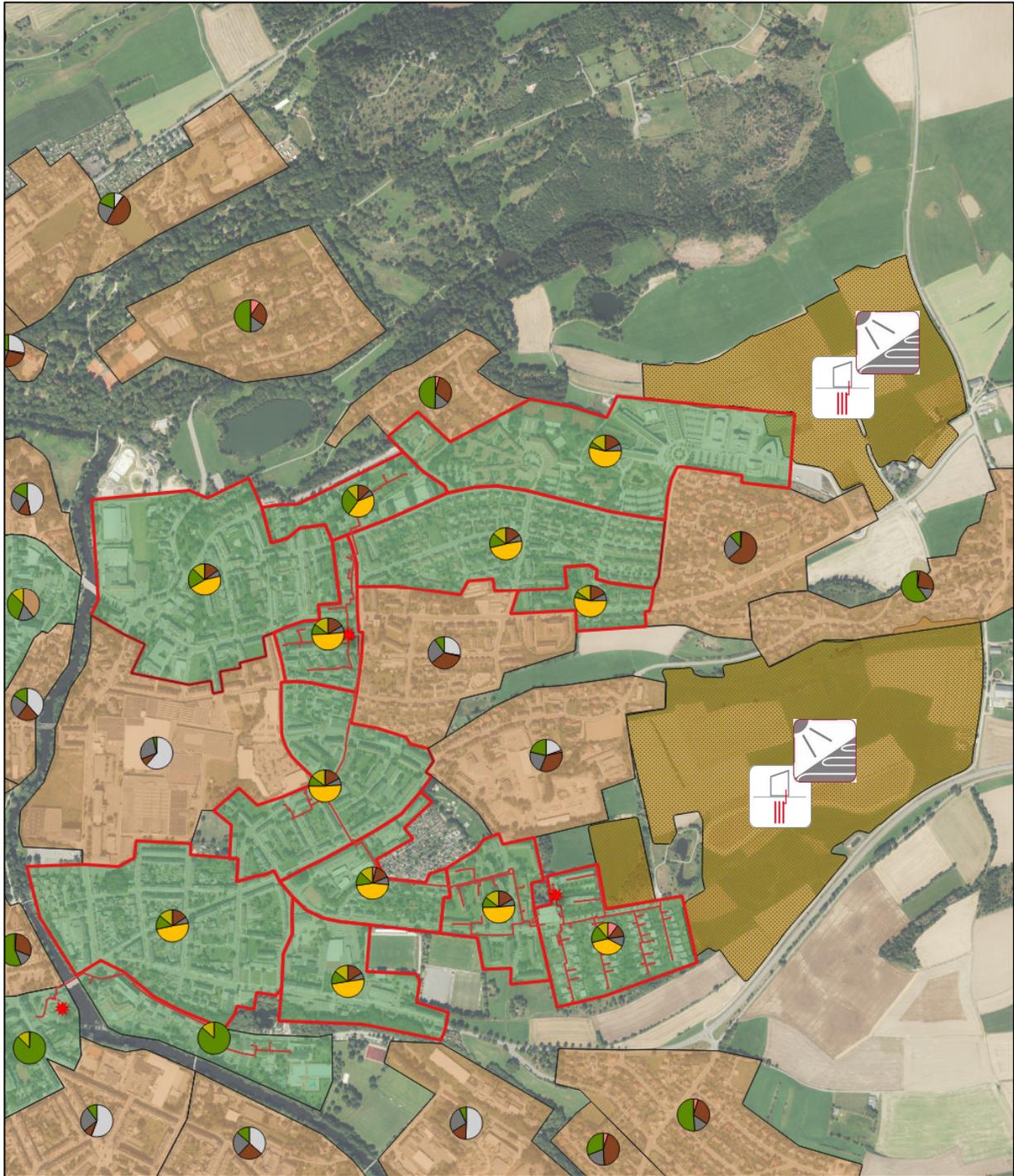


Abbildung 64: Aktuelle Wärmeversorgung in Pinzig und an der Hochschule



Energiemix
(Kuchendiagramm)

- Abwasserwärme
- Abwärme
- Außenluft
- Biomasse
- Geothermie

- Grünes Gas
- Oberflächenwasserwärme
- Solarthermie
- Sonstige Umweltwärme
- Strom

Versorgungsstruktur Cluster

- Wärmenetze
- H2 Netz
- Dezentrale Versorgung

Freifläche für zentrale Versorgung

- Solarthermie und Geothermie

Abbildung 65: Wärmeversorgung in Pinzig und an der Hochschule im Zielszenario

7.5.5 BEW-Machbarkeitsstudie Wärmenetz Bahnhofsviertel

Kategorie: Wärmenetze und Infrastruktur

Kurzbeschreibung der Ist-Situation

Das Gebiet Bahnhofsviertel in Hof (siehe Abbildung 66) hat im Jahr 2023 einen Gesamtwärmebedarf von ca. 36,5 GWh/a. Dies entspricht 6 % des Gesamtwärmebedarfs von Hof. Die Wärmeversorgung der ca. 550 Kunden im Gebiet basiert heute zu 94 % auf fossilen Energieträgern, wodurch jährlich 8.350 t CO₂ emittiert werden. Dieses Gebiet weist eine erhöhte Wärmedichte auf, so dass eine zentrale Versorgung über ein Wärmenetz als wirtschaftlich attraktiv eingeschätzt wird. Darüber hinaus befindet sich mit dem Bahnhofsgebäude der Deutschen Bahn ein attraktiver Ankerkunde vor Ort, der ein wichtiger Indikator für die erfolgreiche Umsetzung eines Wärmenetzes ist.

Die Klimaschutzziele des Landes Bayern verlangen bis 2040 eine klimaneutrale Wärmeversorgung für das gesamte Kommunalgebiet.

Eine Machbarkeitsstudie, z.B. nach dem Förderprogramm „Bundesförderung effiziente Wärmenetze“ (BEW) soll konkret aufzeigen, wie dieses Ziel für den Bereich Bahnhofsviertel erreicht werden kann.

Zielszenario der kommunalen Wärmeplanung

Im Zielszenario für die klimaneutrale Wärmeversorgung im Jahr 2040 ist im Gebiet des Bahnhofsviertels aufgrund des hohen Wärmebedarfs durch die Mischnutzung (Wohn- und Geschäftsgebäude).

Die Wärmeversorgung kann dabei aus einer Heizzentrale erfolgen, welche z.B. auf dem Gelände der Deutschen Bahn stehen könnte. Da in räumlicher Nähe kein lokales Potenzial für die Wärmeversorgung erörtert werden konnte, muss ein nicht räumlich gebundenes Potenzial als alternative verwendet werden. Darunter fallen z.B. die Energieträger der Biomasse (fest, flüssig und gasförmig), die Außenluft und auch die grünen Gase. Darüber hinaus ist auch die räumliche Nähe des Bahnhofes nicht zu vernachlässigen, bei dem auch ein Transport von z.B. mobilen Wärmespeichern über das Schienennetz denkbar wäre. Mögliche Wärmeproduzenten sind z.B. Biogasanlagen. Um das detaillierte Wärmenetz sowie den genauen Standort einer Energiezentrale zu ermitteln und eine Erschließungsstrategie auszuarbeiten ist eine vertiefende Machbarkeitsstudie notwendig.

Die Machbarkeitsstudie beinhaltet die Analyse des bestehenden Gebiets und soll mit einer Potenzialermittlung der nicht lokalen Potenziale belastbare Aussagen zur Gestaltung eines Wärmenetzes liefern. Hierbei wird auch ein Kostenrahmen erstellt. Des Weiteren gilt es die zentralen Akteure zu beteiligen und einen Umsetzungsplan mit Fokus auf die Treibhausgasneutralität zu entwickeln.

Nach positivem Abschluss der Machbarkeitsstudie sollen die Ergebnisse als Grundlage in den weiteren Prozess zur koordinierten Planung und Erschließung dieses Potenzials sowie den Aufbau einer zentralen, klimaneutralen Wärmeversorgung einfließen. Die Studie wird für spätere Investitions-Förderungen zwingend vorausgesetzt.

Inhalte der Machbarkeitsstudie

1. Vertiefung der Ist-Analyse und Erstellung der Ausbaustrategie
 - a. Analyse der Bedarfsmengen, Leistungen und Temperaturniveaus
 - b. Ausbaustrategie festlegen (Bereiche, Ankerkunden)
 - i. Synergien mit Tiefbau- und Netzarbeiten (Gas, Wärme, Daten)
 - ii. Abstimmung mit Neubauvorhaben im Quartier
 - iii. Abstimmung mit möglichen Ankerkunden Bahnhofgebäude (Deutsche Bahn)
2. Konkretisierung Potenzialermittlung klimaneutraler Energien
 - a. Technische und wirtschaftliche Bewertung lokaler Wärmequellen und alternativer Freiflächennutzungen
 - b. Analyse der Einsatzmöglichkeiten von Langzeitwärmespeichern
 - c. Für Vergleichsvarianten in der Ausführung eines warmen Wärmenetzes sind Großwärmepumpen vorzusehen.
3. Analyse von potenziellen Standorten für Wärmeerzeugung/-nutzung
 - a. Ermittlung Flächenbedarfe für Heizzentralen und Wärmespeicher
 - b. Flächenbedarfe für die Integration zusätzlicher Wärmequellen
 - c. Multikriterielle Bewertung der Standorte (u.a. Emissionen, Verkehrslast, ...)
4. Variantenentwicklung
 - a. Entwicklung von geeigneten Wärmeversorgungsvarianten am Standort
 - b. Betriebsstrategie
 - c. Sektorenkopplung und Strommarktdienlichkeit
 - d. Kostenaufstellung/ Wirtschaftlichkeitsberechnung
 - e. Prüfung der Genehmigungsfähigkeit
5. Terminplan für die Umsetzung der Zielvarianten
6. Maßnahmen zur Bürgereinbindung und Stärkung der Akzeptanz
7. Dokumentation und Berichterstellung

Geplante THG-Einsparung

Ausgehend von der heutigen Versorgungsstruktur resultiert für das Gebiet der Bahnhofsviertel bei einer klimaneutralen Wärmeversorgung über ein Wärmenetz eine THG-Einsparung von 90 % oder 7.500 t/a. Bezogen auf die Gesamtkommune entspricht dies einer THG-Einsparung von ca. 5 % bezogen auf die heutigen Emissionen.

Akteure

Die Erarbeitung der Studie erfolgt in enger Abstimmung mit der Stadt Hof und den Stadtwerken Hof. Für die Erstellung der Machbarkeitsstudie ist in der Regel ein externer Dienstleister mit entsprechender Expertise im Bereich Wärmenetze notwendig.

Zeitplanung

Die Machbarkeitsstudie und Erkundungsmaßnahmen erfordern eine Bearbeitungsdauer von rund 12 Monaten. Im Vorfeld ist eine Projektskizze zu erarbeiten und ein Förderantrag zu stellen. Im Anschluss kann mit der Bearbeitung der Machbarkeitsstudie begonnen werden. Im Nachgang zur Machbarkeitsstudie sind die weiteren Schritte zur Umsetzung von Maßnahmen vorzubereiten.



Kosten

Für die Durchführung der Machbarkeitsstudie werden Honorarkosten in Höhe von rund 100 T€ (netto) geschätzt. Das Förderprogramm „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“ bezuschusst eine Machbarkeitsstudie mit einer Förderquote in Höhe von bis zu 50 %. Die verbleibenden Kosten sind durch den Auftraggeber oder Finanzierungsmittel Dritter zu erbringen.

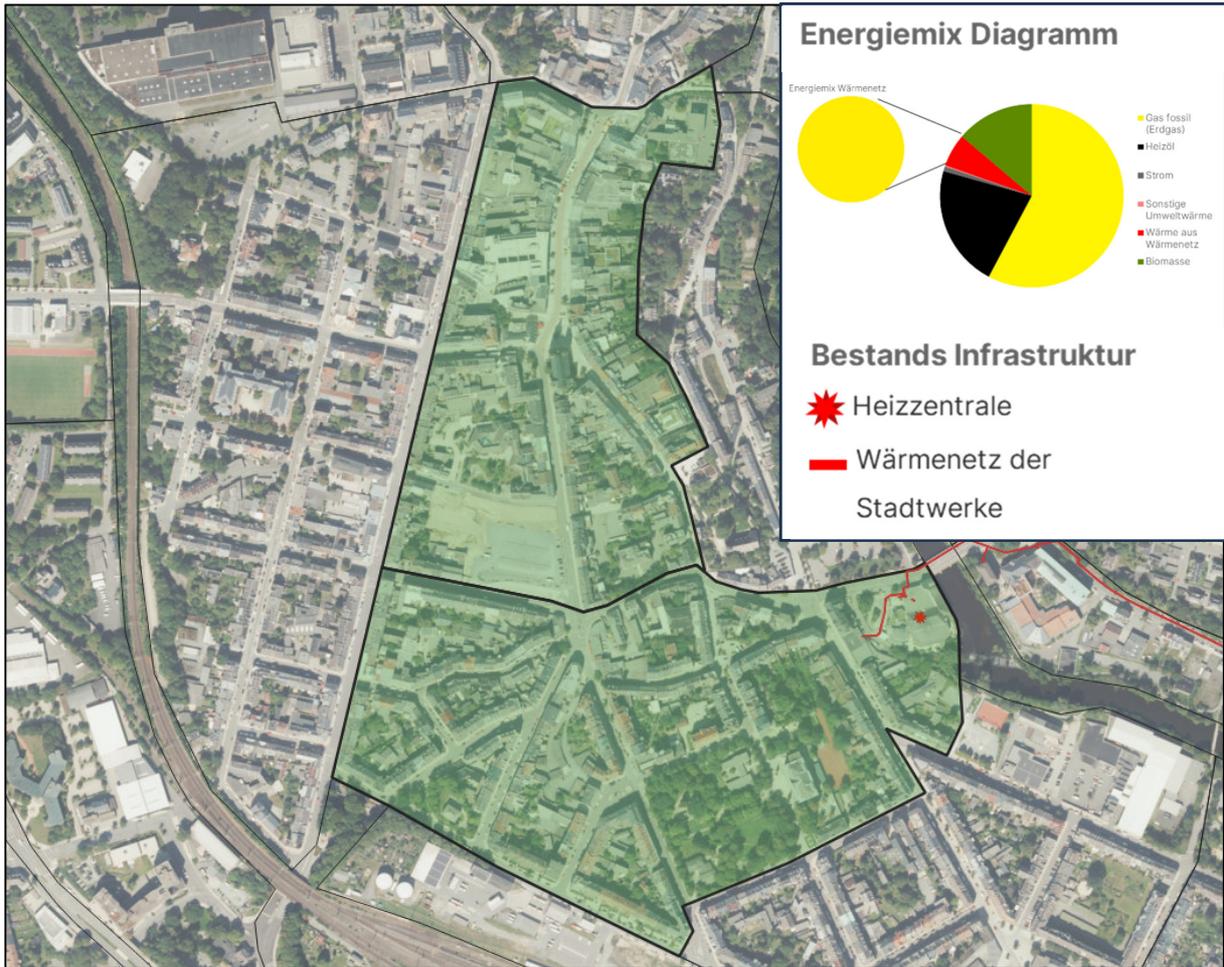
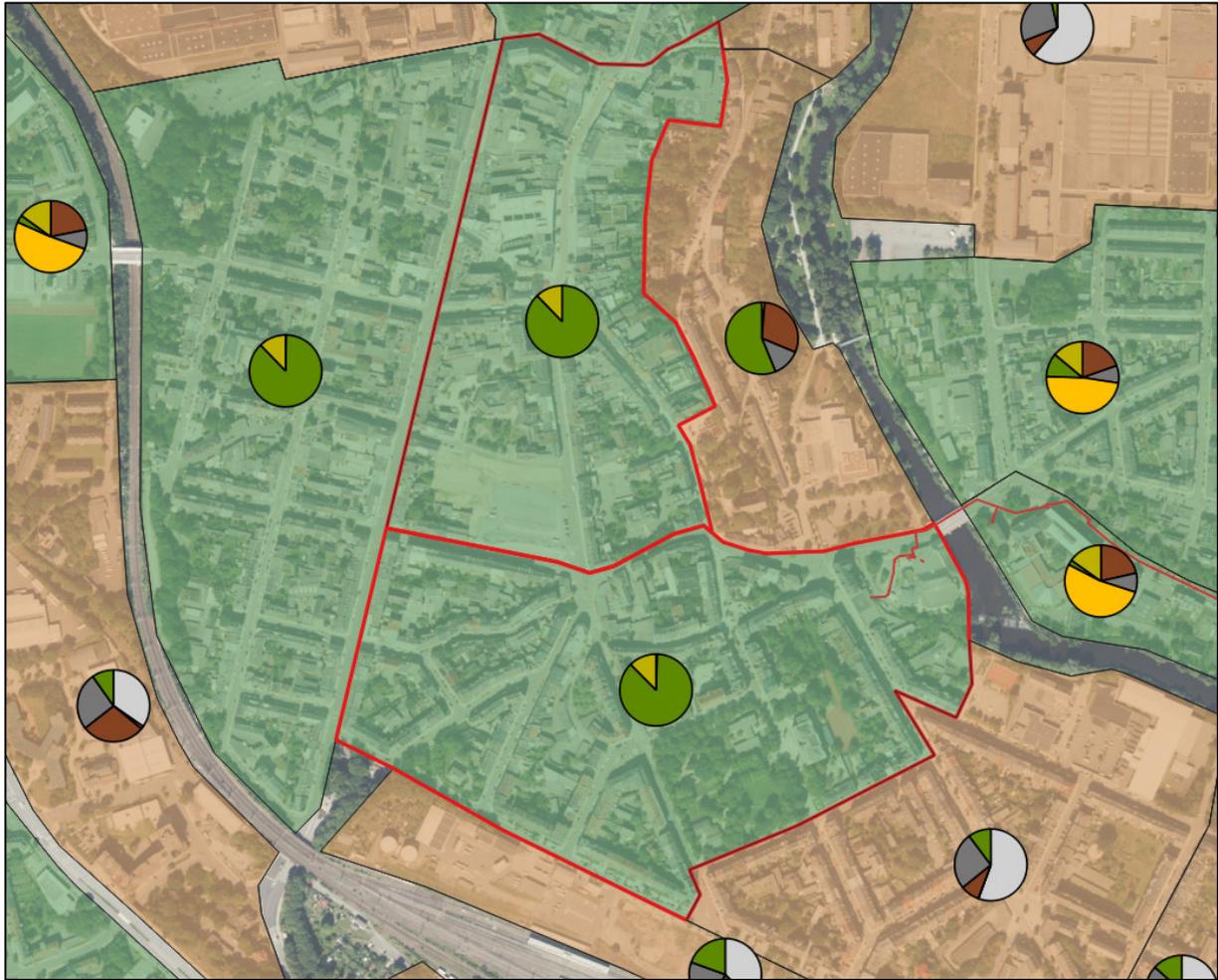


Abbildung 66: Aktuelle Wärmeversorgung im Bahnhofsviertel Hof



Energiemix
(Kuchendiagramm)

- | | |
|---------------|------------------------|
| Abwasserwärme | Grünes Gas |
| Abwärme | Oberflächenwasserwärme |
| Außenluft | Solarthermie |
| Biomasse | Sonstige Umweltwärme |
| Geothermie | Strom |

Versorgungsstruktur Cluster

- | |
|-----------------------|
| Wärmenetze |
| H2 Netz |
| Dezentrale Versorgung |

Abbildung 67: Wärmeversorgung im Bahnhofsviertel Hof im Zielszenario

7.5.6 Dokumentation erweiterter Maßnahmenvorschläge

Gemäß der Vorgehensweise zur Priorisierung der fünf Maßnahmen in Kapitel 7.5 sind neben den final gewählten auch weitere relevante Maßnahmen in der Vorauswahl gesammelt und bewertet worden. Zur Dokumentation und zur Weiterverfolgung dieser Maßnahmen nach der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung werden diese im Folgenden in Kurzform aufgeführt.

Stromnetzcheck

Das Stromnetz ist heute hauptsächlich durch den Strombezug für Produktionsprozesse bei Großverbrauchern und Gewerbe sowie den Nutzerstrom in Haushalten belastet. Zusätzlich speisen dezentrale Stromerzeugungsanlagen wie Photovoltaikanlagen und KWK-Anlagen in das kommunale Netz ein. Heutige Netzkomponenten wie die Stromleitungen, Umspannwerke und Netzkoppelstellen sind für diesen Betriebsfall ausgelegt.

Für das Ziel der Dekarbonisierung aller Verbrauchssektoren wird zukünftig eine signifikante Zunahme des Stroms für Wärmepumpen, Elektromobilität und Power-to-X-Anwendungen (Technologien zur anderweitigen Nutzung und Speicherung von Stromüberschüssen) erwartet. Zusätzlich bedeuten die politischen Klimaziele des Landes ein Ausbau der vorhandenen erneuerbaren Stromerzeugungskapazitäten um den Faktor 5 bis 2040.

Das kommunale Zielszenario prognostiziert einen steigenden Strombedarf allein durch die Versorgung mit Wärmepumpen um ca. 80 GWh.

Der Stromnetzcheck soll die Eignung der einzelnen Netzkomponenten und deren Zusammenwirken für die beschriebenen zukünftigen Betriebszustände bewerten. Neben einer Simulation dieser Betriebszustände beinhaltet der Check auch die konkrete Ableitung von Maßnahmen, welche frühzeitig ergriffen werden müssen, um zukünftig einen sicheren Netzbetrieb gewährleisten zu können.

Roadmap Grünes Gas

Für Hochtemperaturanwendungen in der Industrie und zur Deckung der Spitzenlast in einigen Heizzentralen sind weiterhin Verbrennungsprozesse gasförmiger Stoffe nötig. Im Zielszenario 2040 entfällt ein Anteil von ca. 11 % der Endenergieträger auf grüne Gase.

Im Rahmen der Studie „Roadmap Grünes Gas“ soll eine Strategie entwickelt werden, ob und wie grünes Gas perspektivisch bereitgestellt werden kann, wo eine Instandhaltung des Gasnetzes notwendig ist und in welchen Bereichen ein Rückbau des Gasnetzes eine Option darstellen kann. Aufbauend auf einer vertiefenden Bedarfsanalyse und Marktabfrage werden Betriebe mit zukünftig zwingendem Gasbedarf identifiziert und die erforderlichen Gasbereitstellungsmengen kalkuliert. Die Analyse zielt auf Prozessanwendungen in

Gewerbebetrieben als auch Bedarfe im Bereich der Schwerlast-Mobilität. Im nächsten Schritt werden die Möglichkeiten zur Gasbereitstellung bewertet neben der Bewertung des Bezugs von grünem Gas aus vorgelagerten Übertragungsnetzen werden auch lokale Bereitstellungspotenziale aus Biogas- oder Elektrolyseanlagen betrachtet. Im Kontext der dezentralen, lokalen Gaseherstellung spielt die Abwärmenutzung eine wichtige Rolle. Im Zuge der Studie soll daher auch mit betrachtet werden, wie anfallende Abwärme aus neu zu errichtenden Anlagen für die externe Nutzung in z.B. Wärmenetzen strategisch sinnvoll nutzbar gemacht werden kann. Zusätzlich zur technischen Machbarkeit sollen auch wirtschaftliche und zeitliche Aspekte der Bereitstellung als auch die Akzeptanz bei der Öffentlichkeit analysiert werden.

Maßnahme Erschließung Potenzial dez. Erdwärmesonden

Im Zielszenario für die klimaneutrale Wärmeversorgung im Jahr 2040 wird zu ca. 15 % des Wärmebedarf über dezentrale Erdwärmesonden gedeckt. Um den privaten Immobilieneigentümer die Erschließung des Erdwärme-Potenzials möglichst wirtschaftlich attraktiv und effizient zu gestalten, soll ein anreizstiftender Organisationsrahmen durch die Kommunalverwaltung geschaffen werden. Es sollen Vorabstimmung zu Rahmenverträgen mit den ausführenden Firmen erfolgen. Die Maßnahmen können über eine zentrale Koordination der Erschließung über die Stadtverwaltung gebündelt werden. Wodurch die Hürde der Immobilieneigentümer zur Umstellung auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung mittels dezentralen Erdwärmesonden so gering wie möglich gehalten wird.

Flächensicherung für Energieinfrastruktur

Die Nutzung von Flächen im Außenraum für Energieinfrastrukturen beschränkt sich aktuell im Wesentlichen auf Energieleitungen und Photovoltaik-(PV)-Freiflächenanlagen. Im Zuge der Energiewende nimmt die Flächensicherung für Wind- und PV-Anlagen als auch für Wärmeinfrastrukturen eine zunehmend bedeutende Rolle ein.

Für das Erreichen der Klimaschutzziele und speziell für die Umsetzung des Transformationsprozesses im Bereich Wärme gilt es die Nutzungsmöglichkeiten für Freiflächen unter baurechtlichen und raumplanerischen Aspekten neu zu bewerten. Die Vorbereitung und Umsetzung des Prozesses zur Sicherung der erforderlichen Flächen auf dem Kommunalgebiet ist Gegenstand dieser erweiterten Maßnahme.

BEW Studie Wärmenetz Hohensaas

Das Gewerbe- und Industriegebiet Hohensaas in Hof (Cluster 23, 24, 25) hatte im Jahr 2023 einen Gesamtwärmebedarf von ca. 23,5 GWh/a. Dies entspricht 4 % des Gesamtwärmebedarfs von Hof. Die Wärmeversorgung der ca. 115 Kunden im Gebiet basiert

heute zu 95 % auf fossilen Energieträgern, wodurch jährlich 6.000 t CO₂ emittiert werden. Dieses Gebiet weist eine erhöhte Wärmedichte auf, so dass eine zentrale Versorgung über ein Wärmenetz als wirtschaftlich attraktiv eingeschätzt wird.

Eine Machbarkeitsstudie, z.B. nach dem Förderprogramm „Bundesförderung effiziente Wärmenetze“ (BEW) soll konkret aufzeigen, ob der Neubau eines Wärmenetzes eine konkrete Umsetzungsoption für einen Wärmenetzbetreiber darstellt.

Die Machbarkeitsstudie beinhaltet die Analyse des bestehenden Gebiets und soll mit einer Potenzialermittlung und Ausgestaltung des konkreten Energiekonzeptes belastbare Aussagen zur Umsetzung eines Wärmenetzes liefern. Hierbei wird auch ein Kostenrahmen erstellt. Des Weiteren gilt es, die zentralen Akteure zu beteiligen und einen Umsetzungsplan mit Fokus auf die Treibhausgasneutralität zu entwickeln.

Nach positivem Abschluss der Machbarkeitsstudie sollen die Ergebnisse als Grundlage in den weiteren Prozess zur koordinierten Planung und Erschließung dieses Potenzials sowie den Aufbau einer zentralen, klimaneutralen Wärmeversorgung einfließen.

BEW Studie Wärmenetz Westend

Das Gebiet Westend befindet sich zentral in Hof (Cluster 49) hatte im Jahr 2023 einen Gesamtwärmebedarf von ca. 14,5 GWh/a. Dies entspricht 2 % des Gesamtwärmebedarfs von Hof. Die Wärmeversorgung der ca. 300 Kunden im Gebiet basiert heute zu 90 % auf fossilen Energieträgern, wodurch jährlich 3.500 t CO₂ emittiert werden. Dieses Gebiet weist eine erhöhte Wärmedichte auf, so dass eine zentrale Versorgung über ein Wärmenetz als wirtschaftlich attraktiv eingeschätzt wird.

Eine Machbarkeitsstudie, z.B. nach dem Förderprogramm „Bundesförderung effiziente Wärmenetze“ (BEW) soll konkret aufzeigen, ob der Neubau eines Wärmenetzes eine konkrete Umsetzungsoption für einen Wärmenetzbetreiber darstellt.

Die Machbarkeitsstudie beinhaltet die Analyse des bestehenden Gebiets und soll mit einer Potenzialermittlung und Ausgestaltung des konkreten Energiekonzeptes belastbare Aussagen zur Umsetzung eines Wärmenetzes liefern. Hierbei wird auch ein Kostenrahmen erstellt. Des Weiteren gilt es, die zentralen Akteure zu beteiligen und einen Umsetzungsplan mit Fokus auf die Treibhausgasneutralität zu entwickeln.

Nach positivem Abschluss der Machbarkeitsstudie sollen die Ergebnisse als Grundlage in den weiteren Prozess zur koordinierten Planung und Erschließung dieses Potenzials sowie den Aufbau einer zentralen, klimaneutralen Wärmeversorgung einfließen.

BEW - Transformationsstudie Wärmenetz

Das Wohngebiet in Moschendorf (Cluster 108) hatte im Jahr 2023 einen Gesamtwärmebedarf von ca. 2 GWh/a. Dies entspricht 0,3 % des Gesamtwärmebedarfs von Hof. Die Wärmeversorgung der ca. 30 Kunden im Gebiet basiert heute zu 100 % auf fossilen Energieträgern, wodurch jährlich 100 t CO₂ emittiert werden. In diesem Gebiet befindet sich im Bestand bereits ein Wärmenetz, so dass eine zentrale Versorgung über dieses als attraktiv eingeschätzt wird.

Eine Transformationsstudie, z.B. nach dem Förderprogramm „Bundesförderung effiziente Wärmenetze“ (BEW) soll konkret aufzeigen, wie dieses Ziel für diese Teilgebiete erreicht werden kann.

Die Transformationsstudie beinhaltet die Analyse des bestehenden Gebiets und soll mit einer Potenzialermittlung und Ausgestaltung des konkreten Energiekonzeptes belastbare Aussagen zur Transformation eines Wärmenetzes liefern. Die räumliche Nähe zu den im Zielszenario ausgegebenen Wasserstoffprüfgebieten soll hier mitgedacht werden. Hierbei wird auch ein Kostenrahmen erstellt. Des Weiteren gilt es, die zentralen Akteure zu beteiligen und einen Umsetzungsplan mit Fokus auf die Treibhausgasneutralität zu entwickeln.

Nach positivem Abschluss der Studie sollen die Ergebnisse als Grundlage in den weiteren Prozess zur koordinierten Planung und Erschließung dieses Potenzials sowie den Aufbau einer zentralen, klimaneutralen Wärmeversorgung einfließen.

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht der Arbeitsphasen einer KWP.....	11
Abbildung 2: Baualtersklassen Wohngebäude im Bestand (prozentuale Verteilung)	21
Abbildung 3: Räumliche Darstellung der Baualtersklasse der Gebäude.....	22
Abbildung 4: Hauptnutzungsarten der Teilgebiete.....	23
Abbildung 5: Übersichtskarte der Gasnetzinfrastuktur.....	24
Abbildung 6: Teilgebiete mit Gasnetzinfrastuktur-Daten	25
Abbildung 7: Übersichtskarte der Wärmenetzinfrastuktur	26
Abbildung 8: Teilgebiete mit Wärmenetzinfrastuktur-Daten.....	26
Abbildung 9: Wärmebedarf je Teilgebiet im Basisjahr	28
Abbildung 10: Wärmedichte je Teilgebiet im Basisjahr	29
Abbildung 11: Wärmeliniendichte je Teilgebiet im Basisjahr.....	29
Abbildung 12: Endenergiebedarf Wärme nach Nutzungssektoren.....	30
Abbildung 13: Heatmap-Darstellung der THG-Emissionen in der Kommune	33
Abbildung 14: Standortbezogene Darstellung der Großverbraucher	34
Abbildung 15: Ergebnisse der Eignungsprüfung zur Versorgung durch ein Wärmenetz	35
Abbildung 16: Ergebnisse der Eignungsprüfung zur Versorgung durch ein Wasserstoffnetz	36
Abbildung 17: Entwicklung des Wärmebedarfs verschiedener Sanierungsszenarien.....	39
Abbildung 18: Szenario Prozesseffizienz - Entwicklung des Wärmebedarfs GHD und Industrie	39
Abbildung 19: Energiebedarfsentwicklung - Szenario 1.....	40
Abbildung 20: Teilgebiete mit erhöhtem Wärmeeinsparpotenzial - absolut	41
Abbildung 21: Teilgebiete mit erhöhtem Wärmeeinsparpotenzial - flächenspezifisch pro Jahr	42
Abbildung 22: Potenzialkarte „Unvermeidbare Abwärme - Industrie und Gewerbe“ je Teilgebiet.....	44
Abbildung 23: Potenzialkarte „Abwasser - Kanal“ auf Teilgebiet-Ebene.....	46
Abbildung 24: Potenzialkarte „Abwasser - Kläranlage“ auf Teilgebiet-Ebene.....	47
Abbildung 25: Potenzialkarte „Flusswasser“ auf Teilgebiet-Ebene.....	49
Abbildung 26: Eignungsflächen für das Potenzial „Geothermie - Kollektoren zentral“	51
Abbildung 27: Potenzialkarte „Geothermie - Kollektoren zentral“ auf Teilgebiet-Ebene.....	52
Abbildung 28: Potenzialkarte „Geothermie - Sonden dezentral“ auf Teilgebiet-Ebene	54
Abbildung 29: Eignungsflächen für das Potenzial „Geothermie - Sonden zentral“	55
Abbildung 30: Potenzialkarte „Geothermie - Sonden zentral“ auf Teilgebiet-Ebene	56
Abbildung 31: Potenzialkarte „Grundwasser“ auf Teilgebiet-Ebene	58
Abbildung 32: Potenzialkarte „Solarthermie - dezentral“ auf Teilgebiet-Ebene	60
Abbildung 33: Eignungsflächen für das Potenzial „Solarthermie - zentral“	62
Abbildung 34: Potenzialkarte „Solarthermie - zentral“ auf Teilgebiet-Ebene	63
Abbildung 35: Potenzialkarte „Tiefengeothermie“ in 500 m.....	65

Abbildung 36: Potenzialkarte „Tiefengeothermie“ in 1.000 m	65
Abbildung 37: Potenzialflächen für Biomasse	67
Abbildung 38: Biomassepotenziale für die Verwertungspfade Verbrennung und Vergasung	68
Abbildung 39: Übersicht der Einzelpotenziale zur Bedarfsdeckung im Bereich Wärme.....	72
Abbildung 40: Gewichtung der Kriterien im Zuge der Eignungsbewertung für Wärmenetze..	75
Abbildung 41: Stufen der Eignungsbewertung für eine Versorgung durch Wärmenetze	75
Abbildung 42: Eignungsbewertung der Teilgebiete für eine Versorgung durch Wärmenetze	76
Abbildung 43: Gewichtung der Kriterien im Zuge der Eignungsbewertung für Wasserstoffnetze	77
Abbildung 44: Stufen der Eignungsbewertung für eine Versorgung durch Wasserstoffnetze	78
Abbildung 45: Eignungsbewertung der Teilgebiete für eine Versorgung durch Wasserstoffnetze	78
Abbildung 46: Gewichtung der Kriterien im Zuge der Eignungsbewertung für dezentrale Wärmeversorgung	79
Abbildung 47: Stufen der Eignungsbewertung für eine dezentrale Wärmeversorgung.....	80
Abbildung 48: Eignungsbewertung der Teilgebiete für die dezentrale Wärmeversorgung ...	80
Abbildung 49: Anteile der Endenergieträger an den Zielszenarien.....	82
Abbildung 50: Anteile der Versorgungssysteme innerhalb der Zielszenarien	83
Abbildung 51: Energieträger zur Wärmeversorgung im Basis- und Zieljahr.....	85
Abbildung 52: Zielszenario 2040 Energieversorgung der Teilegebiete.....	86
Abbildung 53: Zielszenario 2030	88
Abbildung 54: Zielszenarienvergleich der Stützjahre	89
Abbildung 55: Teilgebietekarte mit Wärmenetzgebieten aus dem Zielszenario	96
Abbildung 56: Kriterienübersicht für die Identifikation der Fokusgebiete.....	102
Abbildung 57: Kommunale Fokusgebiete	103
Abbildung 58: Teilgebiete mit relevantem Gasbedarf im Zielszenario	104
Abbildung 59: Beispiel Teilgebiet-Steckbrief.....	106
Abbildung 60: Maßnahmenübersicht nach Strategiefeldern	107
Abbildung 61: Beispielhafte Darstellung der Akteure im Umsetzungsteam Wärmeversorgung	110
Abbildung 62: Aktuelle Wärmeversorgung in der Kernstadt Hof.....	117
Abbildung 63: Wärmeversorgung in der Kernstadt Hof im Zielszenario	118
Abbildung 64: Aktuelle Wärmeversorgung in Pinzig und an der Hochschule	122
Abbildung 65: Wärmeversorgung in Pinzig und an der Hochschule im Zielszenario.....	123
Abbildung 66: Aktuelle Wärmeversorgung im Bahnhofsviertel Hof.....	127
Abbildung 67: Wärmeversorgung im Bahnhofsviertel Hof im Zielszenario	128
Abbildung 68: Nummerierung der Teilgebiete	136

9 Literaturverzeichnis

(kein Datum).

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, L. u. (12. Juni 2025). *StMWi.Bayern*. Von StMWi.Bayern: <https://www.stmwi.bayern.de/energie/erneuerbare-energien/tiefengeothermie/> abgerufen

Fisch, N., Mahler, Boris, Nusser, T., Schulze, Ê., Gabriel, J., Fafflok, C., & Hegger, J. (2018). *Effizienzhaus Plus Planungsempfehlungen*. Bonn: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung.

ifeu et al. (2024). *Leitfaden Wärmeplanung*. Von KWW Halle: https://api.kww-halle.de/fileadmin/PDFs/Leitfaden_W%C3%A4rmeplanung_final_17.9.2024_gesch%C3%BCtzt.pdf abgerufen

Landesamt für Geologie, R. u. (13. Februar 2023). *LGRBwissen*. Von LGRBwissen: <https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geothermie/tiefe-geothermie/tiefe-geothermie-baden-wuerttemberg> abgerufen

LfU, B. L. (04. 07 2025). *Gewässerkundlicher Dienst Bayern*. Von <https://www.gkd.bayern.de/de/> abgerufen

LfU, B. L. (04. 07 2025). *UmweltAtlas Bayern*. Von <https://www.lfu.bayern.de/gdi/wms/geologie/oberflahegeothermie> abgerufen

Peters, M., Steidle, T., & Böhnisch, H. (2020). *Leitfaden Kommunale Wärmeplanung*. Stuttgart: KEA Klimaschutz und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH.

Thorsten, S., Walberg, D., Gniechwitz, T., & Paare, K. (2022). *Studie zum 13. Wohnungsbautag 2022 und Ergebnisse aus aktuellen Untersuchungen*. Kiel: Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V.

10 Anhang

10.1 Detailergebnisse der Eignungsprüfung nach Kapitel 4.4 Eignungsprüfung

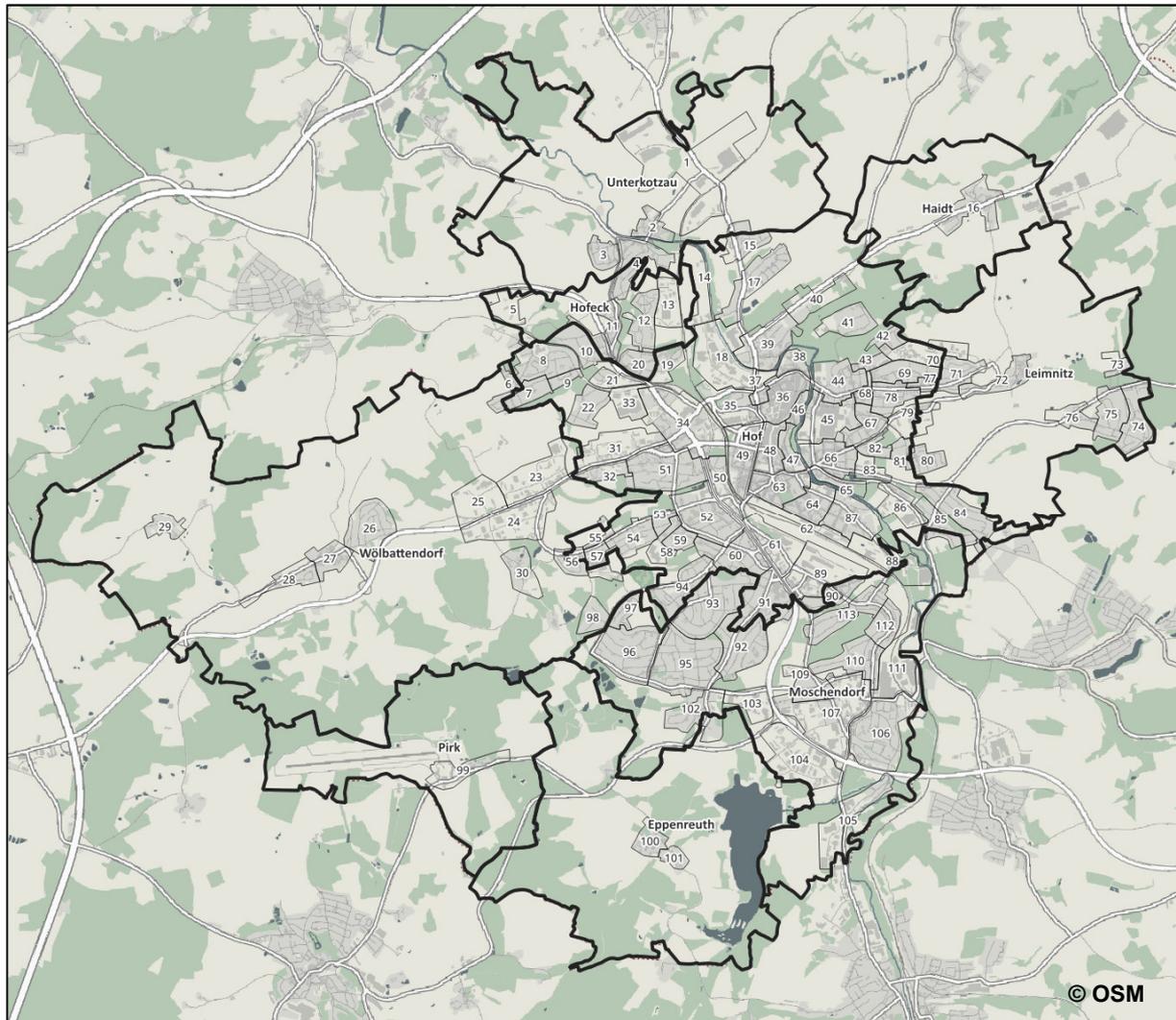


Abbildung 68: Nummerierung der Teilgebiete

Tabelle 15: Eignungsprüfung § 14 WPG zur Versorgung durch Wärmenetze

Teilgebiete ID	WN status Quo Punkte	Bedarfs- dichte Punkte	Siedlungs- struktur Punkte	Anker- kunden Punkte	ErneuerbareEnergie		Gesamtpunkte je Teilgebiet	Gesamtergebnis je Teilgebiet Eignung
					Abwärme status quo Punkte	Hochtemperatur- bedarf Punkte		
1	0,00	2,32	2,20	1,50	3,00	3,00	2,29	sehr wahrscheinlich geeignet
2	0,10	1,00	2,60	0,60	2,50	3,00	1,32	wahrscheinlich ungeeignet
3	0,10	1,34	2,20	0,30	2,40	3,00	1,40	wahrscheinlich ungeeignet
4	0,20	1,34	2,20	0,60	2,50	3,00	1,49	wahrscheinlich ungeeignet
5	0,00	0,00	1,80	0,60	2,50	3,00	0,82	wahrscheinlich ungeeignet
6	0,00	0,34	2,20	0,30	2,90	3,00	0,96	wahrscheinlich ungeeignet
7	0,00	1,34	2,60	0,30	2,90	3,00	1,48	wahrscheinlich ungeeignet
8	0,10	2,00	2,20	0,60	3,00	3,00	1,50	wahrscheinlich geeignet
9	0,10	1,34	2,60	0,30	2,50	3,00	1,41	wahrscheinlich ungeeignet
10	0,20	2,00	2,20	0,30	2,90	3,00	1,81	wahrscheinlich geeignet
11	0,20	1,34	2,20	0,60	2,90	3,00	1,55	wahrscheinlich geeignet
12	1,20	2,66	2,20	0,90	2,50	3,00	2,22	wahrscheinlich geeignet
13	0,20	2,32	2,60	1,50	2,50	3,00	2,20	wahrscheinlich geeignet
14	0,20	1,00	1,80	1,20	2,90	3,00	1,53	wahrscheinlich geeignet
15	0,10	2,32	2,20	0,90	2,90	3,00	1,90	wahrscheinlich geeignet
16	0,00	1,00	2,20	0,90	2,90	3,00	1,36	wahrscheinlich ungeeignet
17	0,20	1,00	2,20	0,60	2,90	3,00	1,38	wahrscheinlich ungeeignet
18	2,10	2,66	2,60	1,20	3,00	3,00	2,27	sehr wahrscheinlich geeignet
19	0,20	1,00	2,20	0,60	2,90	3,00	1,38	wahrscheinlich ungeeignet
20	0,20	1,34	2,60	0,60	2,90	3,00	1,55	wahrscheinlich geeignet
21	0,20	2,66	2,20	1,20	2,90	3,00	2,36	sehr wahrscheinlich geeignet
22	0,10	2,32	2,20	0,30	2,50	3,00	1,50	wahrscheinlich geeignet
23	0,00	2,66	2,20	1,50	2,90	3,00	2,44	sehr wahrscheinlich geeignet
24	0,00	1,00	2,20	1,20	3,00	3,00	1,55	wahrscheinlich geeignet
25	0,00	3,00	1,80	1,80	3,00	3,00	2,70	sehr wahrscheinlich geeignet
26	0,00	1,66	2,20	0,30	2,40	3,00	1,56	wahrscheinlich geeignet
27	0,00	0,34	2,60	0,60	2,30	3,00	0,95	wahrscheinlich ungeeignet
28	0,00	2,32	2,20	0,30	2,30	3,00	1,87	wahrscheinlich geeignet
29	0,00	1,52	2,20	0,30	1,90	3,00	1,31	wahrscheinlich ungeeignet
30	0,00	1,00	2,20	0,60	2,90	3,00	1,38	wahrscheinlich ungeeignet
31	0,20	1,00	2,20	0,90	3,00	3,00	1,48	wahrscheinlich ungeeignet
32	0,10	2,66	2,60	0,90	2,50	3,00	2,22	wahrscheinlich geeignet
33	0,20	2,32	3,00	0,90	3,00	3,00	2,14	wahrscheinlich geeignet
34	1,65	3,00	2,60	1,80	2,90	3,00	2,27	sehr wahrscheinlich geeignet
35	0,20	2,66	2,20	1,50	2,50	3,00	2,37	sehr wahrscheinlich geeignet
36	0,20	3,00	3,00	0,90	2,50	3,00	2,39	sehr wahrscheinlich geeignet
37	0,20	3,00	2,20	1,50	2,50	3,00	2,59	sehr wahrscheinlich geeignet
38	0,20	3,00	3,00	0,90	2,90	3,00	2,46	sehr wahrscheinlich geeignet
39	0,20	1,34	2,20	0,60	3,00	3,00	1,57	wahrscheinlich geeignet
40	0,10	2,32	1,80	0,90	2,90	3,00	2,12	wahrscheinlich geeignet
41	0,20	0,66	2,20	0,30	2,10	3,00	1,01	wahrscheinlich ungeeignet
42	0,20	1,00	2,20	0,30	2,00	3,00	1,16	wahrscheinlich ungeeignet
43	1,65	3,00	2,60	0,90	2,40	3,00	2,08	wahrscheinlich geeignet
44	1,10	2,66	2,60	0,90	2,90	3,00	2,29	sehr wahrscheinlich geeignet
45	0,20	3,00	3,00	1,80	3,00	3,00	2,70	sehr wahrscheinlich geeignet
46	0,20	1,34	2,60	0,60	2,90	3,00	1,55	wahrscheinlich geeignet
47	0,20	2,66	2,60	0,60	2,90	3,00	2,21	wahrscheinlich geeignet
48	0,20	3,00	3,00	0,90	2,90	3,00	2,46	sehr wahrscheinlich geeignet
49	0,20	2,34	3,00	0,90	2,90	3,00	2,13	wahrscheinlich geeignet
50	0,20	2,66	2,20	1,20	2,80	3,00	2,35	sehr wahrscheinlich geeignet
51	0,20	2,66	2,20	0,90	2,90	3,00	2,29	sehr wahrscheinlich geeignet
52	0,20	2,00	2,20	0,90	2,80	3,00	1,94	wahrscheinlich geeignet
53	0,10	2,66	2,20	0,60	2,80	3,00	2,20	wahrscheinlich geeignet
54	0,10	0,34	2,20	0,30	2,00	3,00	0,83	wahrscheinlich ungeeignet
55	0,00	0,68	2,20	0,60	2,90	3,00	1,22	wahrscheinlich ungeeignet
56	0,00	2,66	2,20	0,30	2,90	3,00	2,14	wahrscheinlich geeignet
57	0,00	2,66	2,60	1,50	3,00	3,00	2,46	sehr wahrscheinlich geeignet
58	0,10	2,66	2,60	1,20	2,90	3,00	2,36	sehr wahrscheinlich geeignet
59	0,10	2,66	2,20	0,30	2,90	3,00	2,12	wahrscheinlich geeignet
60	1,20	2,66	2,20	0,60	2,80	3,00	2,20	wahrscheinlich geeignet
61	0,20	2,00	2,20	1,20	2,70	3,00	2,00	wahrscheinlich geeignet
62	0,20	1,34	2,60	1,50	2,80	3,00	1,76	wahrscheinlich geeignet
63	1,65	3,00	3,00	0,90	2,90	3,00	2,14	wahrscheinlich geeignet
64	0,20	3,00	3,00	0,60	2,90	3,00	2,38	sehr wahrscheinlich geeignet
65	2,55	1,34	2,20	1,20	2,90	3,00	2,04	wahrscheinlich geeignet
66	0,20	3,00	2,60	0,60	2,90	3,00	2,39	sehr wahrscheinlich geeignet
67	1,65	2,34	2,20	0,90	2,90	3,00	1,94	wahrscheinlich geeignet
68	3,00	3,00	2,60	0,60	2,90	3,00	2,63	sehr wahrscheinlich geeignet
69	0,30	2,66	2,20	0,60	2,80	3,00	2,20	wahrscheinlich geeignet
70	0,20	2,34	2,20	1,80	2,80	3,00	2,34	sehr wahrscheinlich geeignet
71	0,10	0,34	2,20	0,30	2,70	3,00	0,95	wahrscheinlich ungeeignet
72	0,10	0,34	2,20	0,60	2,00	3,00	0,90	wahrscheinlich ungeeignet
73	0,00	0,00	2,20	0,60	2,50	3,00	0,82	wahrscheinlich ungeeignet
74	0,00	1,00	2,20	0,60	2,60	3,00	1,33	wahrscheinlich ungeeignet
75	0,00	1,00	2,20	0,70	2,50	3,00	1,34	wahrscheinlich ungeeignet
76	0,00	2,32	2,20	0,30	2,90	3,00	1,87	wahrscheinlich geeignet
77	0,20	2,66	2,20	0,00	2,80	3,00	2,05	wahrscheinlich geeignet
78	0,20	3,00	2,60	0,90	2,90	3,00	2,46	sehr wahrscheinlich geeignet
79	0,20	2,32	2,20	0,60	2,80	3,00	2,03	wahrscheinlich geeignet
80	3,00	1,00	2,20	0,30	2,40	3,00	1,94	wahrscheinlich geeignet
81	2,10	3,00	2,20	0,60	2,90	3,00	2,27	sehr wahrscheinlich geeignet
82	0,30	2,32	2,60	0,30	2,90	3,00	1,97	wahrscheinlich geeignet
83	0,20	2,66	2,60	0,60	2,90	3,00	2,21	wahrscheinlich geeignet
84	0,20	0,34	2,20	0,30	2,10	3,00	0,85	wahrscheinlich ungeeignet
85	0,20	1,00	2,20	0,30	2,50	3,00	1,24	wahrscheinlich ungeeignet
86	0,20	2,66	2,60	1,50	3,00	3,00	2,46	sehr wahrscheinlich geeignet
87	0,20	3,00	2,60	0,90	2,90	3,00	2,46	sehr wahrscheinlich geeignet
88	0,20	1,00	2,20	0,90	2,90	3,00	1,41	wahrscheinlich ungeeignet
89	0,20	1,00	2,20	0,90	2,90	3,00	1,46	wahrscheinlich ungeeignet
90	0,10	1,34	2,20	0,90	2,90	3,00	1,63	wahrscheinlich geeignet
91	0,20	3,00	2,20	1,50	2,80	3,00	2,59	sehr wahrscheinlich geeignet
92	0,20	2,00	2,20	0,60	2,80	3,00	1,87	wahrscheinlich geeignet
93	0,20	1,00	2,20	0,30	2,40	3,00	1,23	wahrscheinlich ungeeignet
94	0,20	2,00	2,20	0,60	2,40	3,00	1,80	wahrscheinlich geeignet
95	0,10	2,66	2,20	0,60	2,80	3,00	2,20	wahrscheinlich geeignet
96	0,00	1,34	2,20	0,30	2,40	3,00	1,40	wahrscheinlich ungeeignet
97	0,00	1,34	2,20	0,30	2,90	3,00	1,48	wahrscheinlich ungeeignet
98	0,00	0,66	1,80	0,30	2,10	3,00	1,01	wahrscheinlich ungeeignet
99	0,00	0,00	2,20	0,90	1,90	3,00	0,79	wahrscheinlich ungeeignet
100	0,00	1,00	2,20	0,30	2,30	3,00	1,21	wahrscheinlich ungeeignet
101	0,00	1,00	2,20	0,60	2,30	3,00	1,28	wahrscheinlich ungeeignet
102	0,10	2,32	2,20	0,60	2,80	3,00	2,03	wahrscheinlich geeignet
103	0,20	3,00	2,20	1,80	2,90	3,00	2,69	sehr wahrscheinlich geeignet
104	0,20	2,66	2,60	1,20	2,90	3,00	2,36	sehr wahrscheinlich geeignet
105	0,00	2,32	2,60	1,20	2,40	3,00	2,11	wahrscheinlich geeignet
106	0,20	1,34	2,20	0,60	2,90	3,00	1,55	wahrscheinlich geeignet
107	0,20	2,66	2,60	1,20	3,00	3,00	2,38	sehr wahrscheinlich geeignet
108	2,10	1,02	2,60	1,80	2,90	3,00	1,86	wahrscheinlich geeignet
109	0,20	0,68	2,20	0,90	2,90	3,00	1,30	wahrscheinlich ungeeignet
110	0,20	0,34	2,20	0,30	2,50	3,00	0,91	wahrscheinlich ungeeignet
111	0,10	0,68	3,00	1,50	3,00	3,00	1,47	wahrscheinlich ungeeignet
112	0,10	0,68	2,20	0,60	2,90	3,00	1,22	wahrscheinlich ungeeignet
113	0,20	0,68	2,20	0,60	2,90	3,00	1,22	wahrscheinlich ungeeignet

Tabelle 16: Eignungsprüfung § 14 WPG zur Versorgung durch Wasserstoffnetze

Teilgebiete ID	Gasnetz		H2-Verteilnetz geplant Punkte	Gesamtpunkte je Teilgebiet	Gesamtergebnis je Teilgebiet Eignung
	vorhanden Punkte	Gasbedarf Punkte			
1	2,6	0,6	1	1,82	wahrscheinlich geeignet
2	1,6	0,2	1	1,21	wahrscheinlich ungeeignet
3	0,8	0	1	0,74	sehr wahrscheinlich ungeeignet
4	2,4	0,4	1	1,68	wahrscheinlich geeignet
5	1,6	0	1	1,18	wahrscheinlich ungeeignet
6	2,8	0	1	1,84	wahrscheinlich geeignet
7	2,6	0	1	1,73	wahrscheinlich geeignet
8	2,6	0,4	1	1,79	wahrscheinlich geeignet
9	2,6	0	1	1,73	wahrscheinlich geeignet
10	2,6	0	1	1,73	wahrscheinlich geeignet
11	2,8	0	1	1,84	wahrscheinlich geeignet
12	2,8	1,2	1	2,02	wahrscheinlich geeignet
13	2,6	0,6	1	1,82	wahrscheinlich geeignet
14	2,6	0,6	1	1,82	wahrscheinlich geeignet
15	2,6	0,6	1	1,82	wahrscheinlich geeignet
16	2,4	0,4	1	1,68	wahrscheinlich geeignet
17	3	0,4	1	2,01	wahrscheinlich geeignet
18	2,6	1,2	1	1,91	wahrscheinlich geeignet
19	3	0	1	1,95	wahrscheinlich geeignet
20	3	0,2	1	1,98	wahrscheinlich geeignet
21	2,6	0,4	1	1,79	wahrscheinlich geeignet
22	1,6	0	1	1,18	wahrscheinlich ungeeignet
23	2,6	0,6	1	1,82	wahrscheinlich geeignet
24	2,6	0,4	1	1,79	wahrscheinlich geeignet
25	2,6	0,6	1	1,82	wahrscheinlich geeignet
26	2,6	0	1	1,73	wahrscheinlich geeignet
27	1,6	0,2	1	1,21	wahrscheinlich ungeeignet
28	0,8	0	0	0,44	sehr wahrscheinlich ungeeignet
29	0	0	0	0,00	sehr wahrscheinlich ungeeignet
30	1,6	0	1	1,18	wahrscheinlich ungeeignet
31	2,8	0,6	1	1,93	wahrscheinlich geeignet
32	2,8	0,4	1	1,90	wahrscheinlich geeignet
33	2,4	0,2	1	1,65	wahrscheinlich geeignet
34	2,6	1,2	1	1,91	wahrscheinlich geeignet
35	2,8	0,6	1	1,93	wahrscheinlich geeignet
36	2,8	0,6	1	1,93	wahrscheinlich geeignet
37	2,8	0,6	1	1,93	wahrscheinlich geeignet
38	2,6	0,4	1	1,79	wahrscheinlich geeignet
39	2,8	0,6	1	1,93	wahrscheinlich geeignet
40	2,6	0,2	1	1,76	wahrscheinlich geeignet
41	1,6	0	1	1,18	wahrscheinlich ungeeignet
42	1,6	0	1	1,18	wahrscheinlich ungeeignet
43	2,6	0,2	1	1,76	wahrscheinlich geeignet
44	2,8	0,4	1	1,90	wahrscheinlich geeignet
45	2,8	0,6	1	1,93	wahrscheinlich geeignet
46	2,8	0	1	1,84	wahrscheinlich geeignet
47	3	0,2	1	1,98	wahrscheinlich geeignet
48	2,8	0,6	1	1,93	wahrscheinlich geeignet
49	2,8	0,4	1	1,90	wahrscheinlich geeignet
50	2,8	0,2	1	1,87	wahrscheinlich geeignet
51	2,8	0,2	1	1,87	wahrscheinlich geeignet
52	2,8	0,4	1	1,90	wahrscheinlich geeignet
53	2,6	0	1	1,73	wahrscheinlich geeignet
54	2,6	0	1	1,73	wahrscheinlich geeignet
55	1,6	0	1	1,18	wahrscheinlich ungeeignet
56	1,6	0	1	1,18	wahrscheinlich ungeeignet
57	1,6	0,6	1	1,27	wahrscheinlich ungeeignet
58	2,8	0,4	1	1,90	wahrscheinlich geeignet
59	2,6	0	1	1,73	wahrscheinlich geeignet
60	2,8	0,8	1	1,96	wahrscheinlich geeignet
61	2,6	0,4	1	1,79	wahrscheinlich geeignet
62	2,6	0,4	1	1,79	wahrscheinlich geeignet
63	2,8	1,2	1	2,02	wahrscheinlich geeignet
64	3	0,2	1	1,98	wahrscheinlich geeignet
65	2,6	0,4	1	1,79	wahrscheinlich geeignet
66	2,8	0,4	1	1,90	wahrscheinlich geeignet
67	2,8	0,4	1	1,90	wahrscheinlich geeignet
68	2,6	0,6	1	1,82	wahrscheinlich geeignet
69	2,8	0,2	1	1,87	wahrscheinlich geeignet
70	2,4	0,6	1	1,71	wahrscheinlich geeignet
71	2,8	0	1	1,84	wahrscheinlich geeignet
72	1,6	0,2	2	1,51	wahrscheinlich geeignet
73	0	0	2	0,60	sehr wahrscheinlich ungeeignet
74	0	0	2	0,60	sehr wahrscheinlich ungeeignet
75	0	0	2	0,60	sehr wahrscheinlich ungeeignet
76	0,8	0	2	1,04	wahrscheinlich ungeeignet
77	1,6	0	1	1,18	wahrscheinlich ungeeignet
78	2,6	0,4	1	1,79	wahrscheinlich geeignet
79	2,6	0,2	1	1,76	wahrscheinlich geeignet
80	2,4	0,6	1	1,71	wahrscheinlich geeignet
81	2,6	0,2	1	1,76	wahrscheinlich geeignet
82	2,6	0	1	1,73	wahrscheinlich geeignet
83	2,8	0,2	1	1,87	wahrscheinlich geeignet
84	1,6	0	2	1,48	wahrscheinlich ungeeignet
85	2,6	0	2	2,03	wahrscheinlich geeignet
86	2,6	0,6	1	1,82	wahrscheinlich geeignet
87	2,8	0,2	1	1,87	wahrscheinlich geeignet
88	2,6	0,2	2	2,06	wahrscheinlich geeignet
89	2,6	0,2	1	1,76	wahrscheinlich geeignet
90	2,6	0,4	1	1,79	wahrscheinlich geeignet
91	2,8	0,6	1	1,93	wahrscheinlich geeignet
92	2,6	0,6	1	1,82	wahrscheinlich geeignet
93	2,6	0	1	1,73	wahrscheinlich geeignet
94	2,6	0,4	1	1,79	wahrscheinlich geeignet
95	2,8	0,6	1	1,93	wahrscheinlich geeignet
96	2,4	0,2	1	1,65	wahrscheinlich geeignet
97	3	0	1	1,95	wahrscheinlich geeignet
98	1,6	0	1	1,18	wahrscheinlich ungeeignet
99	0	0,4	1	0,36	sehr wahrscheinlich ungeeignet
100	0,8	0	1	0,74	sehr wahrscheinlich ungeeignet
101	0	0	1	0,30	sehr wahrscheinlich ungeeignet
102	2,6	0,2	1	1,76	wahrscheinlich geeignet
103	2,6	0,6	1	1,82	wahrscheinlich geeignet
104	2,6	0,6	2	2,12	wahrscheinlich geeignet
105	2,8	0,6	2	2,23	wahrscheinlich geeignet
106	2,6	0,2	2	2,06	wahrscheinlich geeignet
107	2,4	0,4	2	1,98	wahrscheinlich geeignet
108	2,4	1,2	2	2,10	wahrscheinlich geeignet
109	2,8	0,4	2	2,20	wahrscheinlich geeignet
110	2,6	0	2	2,03	wahrscheinlich geeignet
111	2,6	0,6	2	2,12	wahrscheinlich geeignet
112	2,6	0	2	2,03	wahrscheinlich geeignet
113	2,6	0,4	2	2,09	wahrscheinlich geeignet

10.2 Liste der Ausschluss- und Eignungsflächen

Kriterium	Datenquelle	Geothermie				Solarthermie/ PV			
		Potenziell geeignete Fläche	Ausschluss (LuBW)	Einschränkung (LuBW)	Einschränkung (EGS)	Ausschluss (LuBW)	Einschränkung (LuBW)	Einschränkung (EGS)	
Ackerland in benachteiligten Gebieten	ALKIS/LfU	X				X			
Seitenrandstreifen an Autobahnen und Bahnstrecken	LfU	X				X			
Konversionsflächen (wie z.B. stillgelegte Abfalldeponien, Tagebau, Grube und Steinbrüche)	LfU	X				X			
Flurstücke nach ALKIS-Nutzung Grünland, Unland, vegetationslose Flächen, Parkplätze, Halden, Brachland	ALKIS	X				X			
Flächen im räumlichen Zusammenhang mit größeren Gewerbegebieten im Außenbereich						X			
Siedlungsflächen	ALKIS		X				X		
Straßen (Autobahnen, Straßen und Wege)	ALKIS		X				X		
Schienenstrecken	ALKIS		X				X		
Flughäfen und Flugplätze	ALKIS		X				X		
Gewässer (Fließgewässer und stehende Gewässer)	AI KIS		X				X		
Wald- und Forstflächen	ALKIS		X				X		
Nationalpark	UIS / LfU		X				X		
Naturschutzgebiet (NSG)	UIS / LfU		X				X		
Waldschutzgebiet (Bann- und Schonwälder)	LfU		X				X		
Biosphärengebiet -Kernzone	UIS / LfU		X				X		
Nationale Naturmonumente			X				X		
Naturdenkmal (END und FND)	LfU		X				X		
Geschützte Landschaftsbestandteil			X				X		
Wasser- und Heilquellenschutzgebiete Zone I (bestehend und im Verfahren)	UIS		X				X		
Wasser- und Heilquellenschutzgebiete Zone II (bestehend und im Verfahren) und Überschwemmungsgebiete	UIS		X				X		
Überschwemmungsgebiete	LfU		X				X		
Gewässerrandstreifen			X				X		
Gewässer-Entwicklungskorridore			X				X		
Böden mit hoher Bedeutung			X				X		
Landwirtschaftliche Böden überdurchschnittlicher Bonität			X				X		
Pflegezonen von Biosphärenreservaten			X				X		
Wasserschutzgebietszonen	LfU		X				X		
Boden- und Geolehrpfade einschließlich deren Stationen sowie Geotope			X				X		
Alpenland Zone C			X				X		
Geschützte Biotope, Biotope Landesweit	LfU		X				X		
Moorböden			X				X		
Biotopverbund Offenland inkl. Generalwild	LfU		X				X		
Biotopverbund Gewässerlandschaften	LfU		X				X		
Biotopverbund Wiedervernetzung	LfU		X				X		
Biotopverbund Offenland (2012)	LfU		X				X		
Standorte oder Lebensräume mit besonderer Bedeutung (Flora Fauna und Vogelschutzgebiete)			X				X		
Vorranggebiete für andere Nutzungen			X				X		
Alpenzone A und B			X				X		
FFH-Mähwiesen	LfU		X				X		
FFH-Gebiet	LfU		X				X		
Bodendenkmäler			X				X		
Landschaftsschutzgebiet (LSG)	LfU		X				X		
Naturpark	LfU		X				X		
Grünzug	Regionalplan		X				X		
Grünzäsur	Regionalplan		X				X		

10.3 Emissionsfaktoren in der kommunalen Wärmeplanung

Tabelle 17: Zeitliche Entwicklung der Emissionsfaktoren nach Energieträgern in kg/kWh⁸

	2020	2030	2035	2040	2045
Abwärme	0,040	0,038	0,037	0,036	0,035
Strom	0,424	0,110	0,045	0,025	0,015
Umweltwärme	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Solarthermie	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Biomasse	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Grünes Gas (grüner H ₂)	0,325	0,043	0,035	0,028	0,020
Wärmenetz-Bestand	0,180	0,153	0,140	0,070	0,035
Heizöl	0,310	0,310	0,310	0,310	0,310
Erdgas	0,240	0,240	0,240	0,240	0,240
Keine Angabe	0,310	0,310	0,310	0,310	0,310

Quelle: Eigene Annahmen von EGS-plan oder Technikkatalog i.A. des BMWK und BMWSB

(Hinweis: Diese entsprechen zum Teil nicht den Angaben aus dem Technikkatalog der KEA, da dieser zum Projektstart noch nicht veröffentlicht war.)

⁸ Angelehnt an die Emissionsfaktoren des dena-Technikkatalogs für die kommunale Wärmeplanung

10.4 Detailergebnisse der Zielszenarien nach Kapitel

Hinweis: Nummerierung der Teilgebiete ist in Abbildung 68 einsehbar

Tabelle 18: Wärmebedarfe der Teilgebiete

Teilgebiete ID	Wärmebedarf	Wärmebedarf
	status Quo MWh/a	Zieljahr MWh/a
0	3.901	2.597
1	11.568	9.063
2	1.438	844
3	2.747	1.398
4	5.485	3.255
5	270	204
6	1.261	899
7	2.133	1.366
8	7.621	5.403
9	1.400	965
10	4.693	3.314
11	2.172	1.452
12	6.480	4.587
13	2.540	1.903
14	2.160	1.589
15	4.725	3.234
16	4.629	2.767
17	4.183	3.167
18	13.504	9.977
19	897	790
20	5.177	3.924
21	2.961	1.841
22	2.821	2.216
23	8.975	6.719
24	5.881	4.390
25	8.789	6.932
26	3.452	2.311
27	2.478	1.511
28	2.373	1.354
29	680	407
30	1.733	988
31	3.596	3.381
32	3.279	2.424
33	1.499	1.137
34	31.230	23.126
35	10.461	8.406
36	26.064	21.867
37	4.679	4.262
38	4.117	3.190
39	7.583	6.063
40	1.518	1.205
41	2.169	1.191
42	1.149	571
43	4.365	2.504
44	10.428	7.228
45	24.592	19.108
46	1.160	901
47	3.107	2.716
48	17.291	13.584
49	14.696	12.703
50	5.073	4.310
51	14.179	9.913
52	14.221	10.939
53	1.751	1.432
54	2.151	1.397
55	825	424
56	2.166	1.238
57	2.516	1.854
58	1.851	1.799
59	3.963	1.579
60	8.632	6.521
61	6.413	4.933
62	2.239	1.888
63	19.264	16.088
64	12.483	11.063
65	1.987	1.676
66	11.068	9.644
67	6.179	5.306
68	2.707	2.366
69	4.838	3.257
70	7.161	6.934
71	2.253	1.512
72	3.259	1.881
73	374	179
74	3.346	2.218
75	3.038	1.946
76	1.912	1.024
77	808	509
78	6.275	3.769
79	2.785	1.543
80	1.373	1.249
81	3.382	2.283
82	1.077	805
83	1.628	1.447
84	5.470	2.937
85	2.986	1.722
86	4.925	3.864
87	11.185	9.138
88	2.185	1.656
89	5.767	4.142
90	3.672	2.573
91	14.931	13.404
92	8.953	8.927
93	8.235	5.312
94	5.986	4.206
95	15.239	10.437
96	8.872	4.551
97	1.742	1.335
98	1.006	628
99	1.666	1.179
100	1.063	597
101	1.341	724
102	4.215	2.951
103	5.422	2.977
104	10.409	7.097
105	5.112	3.906
106	11.812	7.952
107	15.038	10.916
108	1.984	1.654
109	3.188	2.681
110	5.723	3.484
111	11.659	8.950
112	2.868	2.025
113	6.555	4.383

Tabelle 19: Eignungsbewertung Wärmenetze für maßgebliches Zielszenario

Teilgebiete ID	WN status Quo Punkte	Bedarfs- dichte Punkte	Siedlungs- struktur Punkte	Anher- kunden Punkte	Hochtemperatur- bedarf Punkte	voraussichtliche ErneuerbareEnergie		Realisierungsrisiko & Versorgungssicherheit Punkte	kumulierte Treibhausgasemissionen Punkte	Gesamtpunkte je Teilgebiet Punkte	Gesamtergebnis je Teilgebiet Eignung
						Wärmegestehung kosten Punkte	/ Abwärme status quo Punkte				
0	0,80	1,02	3,00	0,30	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,20	wahrscheinlich ungeeignet
1	1,20	2,32	2,20	0,90	2,00	1,50	3,00	1,50	1,50	2,01	wahrscheinlich geeignet
2	0,90	1,00	2,60	0,30	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,22	wahrscheinlich ungeeignet
3	0,10	1,00	2,20	0,00	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,04	wahrscheinlich ungeeignet
4	1,00	1,34	2,20	0,00	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,27	wahrscheinlich ungeeignet
5	1,20	1,98	1,80	0,90	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,45	wahrscheinlich ungeeignet
6	0,80	0,34	2,20	0,00	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,08	wahrscheinlich ungeeignet
7	1,20	1,00	2,60	0,90	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,31	wahrscheinlich ungeeignet
8	0,90	2,00	2,20	0,30	2,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,32	wahrscheinlich ungeeignet
9	0,90	1,34	2,60	0,90	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,30	wahrscheinlich ungeeignet
10	1,00	2,00	2,20	0,00	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,37	wahrscheinlich ungeeignet
11	1,40	0,68	2,20	0,00	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,25	wahrscheinlich ungeeignet
12	1,50	2,66	2,20	0,30	3,00	1,50	1,60	2,22	1,50	1,76	wahrscheinlich geeignet
13	0,60	2,66	2,60	0,90	3,00	1,50	3,00	1,50	1,50	1,99	wahrscheinlich geeignet
14	1,40	1,00	1,80	0,90	3,00	1,50	3,00	1,86	1,50	1,92	wahrscheinlich geeignet
15	0,90	2,66	2,20	0,30	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,46	wahrscheinlich ungeeignet
16	0,80	1,00	2,20	0,30	3,00	1,50	0,90	2,47	1,50	1,17	wahrscheinlich ungeeignet
17	1,00	1,00	2,20	0,00	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,22	wahrscheinlich ungeeignet
18	2,30	2,66	2,60	0,90	3,00	1,50	3,00	1,86	1,50	2,35	sehr wahrscheinlich geeignet
19	1,00	1,00	2,20	0,00	3,00	1,50	0,90	2,51	1,50	1,20	wahrscheinlich ungeeignet
20	1,40	1,68	2,60	0,30	3,00	1,50	1,60	2,33	1,50	1,59	wahrscheinlich geeignet
21	1,40	2,66	2,20	0,60	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,58	wahrscheinlich geeignet
22	0,10	2,66	2,20	0,00	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,29	wahrscheinlich ungeeignet
23	0,80	2,66	2,20	0,90	3,00	1,50	3,00	1,50	1,50	2,03	wahrscheinlich geeignet
24	1,20	1,34	2,20	0,90	3,00	1,50	3,00	1,68	1,50	1,92	wahrscheinlich geeignet
25	0,80	3,00	1,80	0,90	0,00	1,90	3,00	1,50	1,50	1,93	wahrscheinlich geeignet
26	0,80	1,66	2,20	0,00	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,28	wahrscheinlich ungeeignet
27	0,80	0,34	2,60	0,30	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,10	wahrscheinlich ungeeignet
28	0,80	2,32	2,20	0,30	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,39	wahrscheinlich ungeeignet
29	0,90	2,66	2,20	0,90	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,33	wahrscheinlich ungeeignet
30	0,80	1,00	2,20	0,30	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,20	wahrscheinlich ungeeignet
31	1,00	1,00	2,20	1,30	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,29	wahrscheinlich ungeeignet
32	0,90	2,66	2,60	0,60	3,00	1,50	3,00	1,50	1,50	2,03	wahrscheinlich geeignet
33	1,40	2,32	3,00	0,90	3,00	1,50	0,90	2,18	1,50	1,50	wahrscheinlich geeignet
34	1,90	3,00	2,60	1,70	3,00	1,50	2,30	2,22	1,50	2,17	wahrscheinlich geeignet
35	1,00	3,00	2,20	1,30	3,00	1,50	0,90	2,77	1,50	1,57	wahrscheinlich geeignet
36	1,00	3,00	3,00	1,40	3,00	1,50	0,90	2,20	1,50	1,55	wahrscheinlich geeignet
37	1,00	3,00	2,20	1,70	3,00	1,50	3,00	1,86	1,50	2,18	wahrscheinlich geeignet
38	1,40	3,00	3,00	1,00	3,00	1,50	0,90	2,80	1,50	1,64	wahrscheinlich geeignet
39	1,00	1,34	2,20	0,30	3,00	1,50	0,90	2,96	1,50	1,26	wahrscheinlich ungeeignet
40	0,90	2,32	1,80	1,40	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,47	wahrscheinlich ungeeignet
41	0,20	1,00	2,20	0,30	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,06	wahrscheinlich ungeeignet
42	0,20	1,00	2,20	0,00	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,06	wahrscheinlich ungeeignet
43	1,90	3,00	2,60	1,80	3,00	1,50	3,00	1,50	1,50	2,35	sehr wahrscheinlich geeignet
44	1,40	2,66	2,60	0,60	3,00	1,50	1,60	2,18	1,50	1,75	wahrscheinlich geeignet
45	1,00	3,00	3,00	0,90	3,00	1,50	0,90	2,18	1,50	1,52	wahrscheinlich geeignet
46	1,40	1,34	2,60	0,30	3,00	1,50	0,90	2,67	1,50	1,35	wahrscheinlich ungeeignet
47	1,40	2,66	2,60	0,30	3,00	1,50	3,00	1,86	1,50	2,14	wahrscheinlich geeignet
48	1,00	3,00	3,00	0,60	3,00	1,50	0,90	2,69	1,50	1,53	wahrscheinlich geeignet
49	1,00	2,34	3,00	0,60	3,00	1,50	0,90	2,81	1,50	1,44	wahrscheinlich ungeeignet
50	1,00	2,66	2,20	0,90	3,00	1,50	0,90	2,31	1,50	1,48	wahrscheinlich ungeeignet
51	1,00	2,66	2,20	0,30	3,00	1,50	3,00	1,50	1,50	2,04	wahrscheinlich geeignet
52	1,00	2,00	2,60	0,30	3,00	1,50	3,00	1,57	1,50	1,94	wahrscheinlich geeignet
53	1,30	2,66	2,20	0,40	3,00	1,50	0,90	2,18	1,50	1,51	wahrscheinlich geeignet
54	0,10	0,34	2,20	0,00	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	0,94	wahrscheinlich ungeeignet
55	1,20	0,34	2,20	0,30	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,18	wahrscheinlich ungeeignet
56	0,80	1,66	2,20	0,90	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,32	wahrscheinlich ungeeignet
57	1,20	2,66	2,60	0,90	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,55	wahrscheinlich geeignet
58	1,30	2,66	2,60	2,10	3,00	1,50	0,90	2,18	1,50	1,59	wahrscheinlich geeignet
59	0,90	2,00	2,20	1,20	3,00	1,50	0,90	2,18	1,50	1,37	wahrscheinlich ungeeignet
60	1,50	2,66	2,20	0,30	3,00	1,50	0,90	2,51	1,50	1,26	wahrscheinlich ungeeignet
61	1,00	1,34	2,20	0,90	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,32	wahrscheinlich ungeeignet
62	1,40	1,34	2,60	1,80	3,00	1,50	0,90	2,81	1,50	1,43	wahrscheinlich ungeeignet
63	1,90	3,00	3,00	0,60	3,00	1,50	0,90	2,85	1,50	1,72	wahrscheinlich geeignet
64	1,00	3,00	3,00	0,60	3,00	1,50	0,90	2,87	1,50	1,54	wahrscheinlich geeignet
65	2,70	1,34	2,20	2,10	3,00	1,50	0,90	2,18	1,50	1,67	wahrscheinlich geeignet
66	1,40	3,00	2,60	0,30	3,00	1,50	3,00	2,18	1,50	2,20	wahrscheinlich geeignet
67	1,90	2,34	2,60	0,60	3,00	1,50	3,00	1,50	1,50	2,19	wahrscheinlich geeignet
68	2,70	3,00	2,60	0,90	3,00	1,50	3,00	1,50	1,50	2,46	sehr wahrscheinlich geeignet
69	1,50	2,00	2,20	0,00	3,00	1,50	3,00	1,50	1,50	2,03	wahrscheinlich geeignet
70	1,40	2,34	2,20	1,30	3,00	1,50	3,00	1,50	1,50	2,12	wahrscheinlich geeignet
71	0,90	3,04	2,20	0,00	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,26	wahrscheinlich ungeeignet
72	0,90	0,34	2,20	0,30	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,12	wahrscheinlich ungeeignet
73	1,20	0,00	2,20	0,00	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,11	wahrscheinlich ungeeignet
74	0,40	1,00	2,20	0,00	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,10	wahrscheinlich ungeeignet
75	0,40	1,00	2,20	0,00	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,10	wahrscheinlich ungeeignet
76	0,80	2,32	2,20	0,00	3,00	1,50	3,00	1,50	1,50	1,93	wahrscheinlich geeignet
77	1,40	2,66	2,20	1,20	3,00	1,50	3,00	1,92	1,50	2,19	wahrscheinlich geeignet
78	1,00	2,00	2,60	0,30	3,00	1,50	0,90	2,18	1,50	1,34	wahrscheinlich ungeeignet
79	1,00	2,32	2,20	1,10	3,00	1,50	0,90	2,18	1,50	1,43	wahrscheinlich ungeeignet
80	1,90	1,00	2,20	0,00	3,00	1,50	3,00	1,50	1,50	1,96	wahrscheinlich geeignet
81	2,30	2,66	2,20	0,90	3,00	1,50	3,00	1,50	1,50	2,33	sehr wahrscheinlich geeignet
82	1,10	2,32	2,60	0,40	3,00	1,50	3,00	1,50	1,50	2,01	wahrscheinlich geeignet
83	1,40	2,66	2,60	0,60	3,00	1,50	3,00	1,50	1,50	2,13	wahrscheinlich geeignet
84	0,20	1,00	2,20	0,90	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,11	wahrscheinlich ungeeignet
85	0,60	1,00	2,20	0,00	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,14	wahrscheinlich ungeeignet
86	1,40	2,66	2,60	0,90	2,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,54	wahrscheinlich geeignet
87	1,40	3,00	2,60	0,60	3,00	1,50	0,90	2,47	1,50	1,60	wahrscheinlich geeignet
88	1,40	1,00	2,20	0,90	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,35	wahrscheinlich ungeeignet
89	1,00	1,00	2,20	0,90	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,27	wahrscheinlich ungeeignet
90	0,90	1,34	2,20	0,30	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,27	wahrscheinlich ungeeignet
91	1,00	2,34	2,20	0,90	3,00	1,50	3,00	2,28	1,50	2,06	wahrscheinlich geeignet
92	1,00	1,34	2,20	0,00	3,00	1,50	0,90	2,18	1,50	1,23	wahrscheinlich ungeeignet
93	1,00	1,00	2,20	0,00	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,22	wahrscheinlich ungeeignet
94	0,60	2,00	2,20	0,30	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,31	wahrscheinlich ungeeignet
95	0,90	2,00	2,20	0,30	3,00	1,50	0,90	2,18	1,50	1,32	wahrscheinlich ungeeignet
96	0,80	1,00	2,20	0,00	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,18	wahrscheinlich ungeeignet
97	0,80	1,34	2,20	0,00	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,23	wahrscheinlich ungeeignet
98	0,40	2,32	1,80	0,00	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,30	wahrscheinlich ungeeignet
99	1,50	1,00	2,20	0,90	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,37	wahrscheinlich ungeeignet
100	1,20	1,00	2,20	0,60	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,29	wahrscheinlich ungeeignet
101	0,80	1,00	2,20	0,30	3,00	1,50	0,90	3,00	1,50	1,20	wahrscheinlich ungeeignet
102	0,90	1,66	2,20	0,70	3,00	1,50	0,90	2,18	1,50	1,29	wahrscheinlich ungeeignet
103	1,40	2,66	2,60	1,80	3,00	1,50	0,90	2,18	1,50	1,60	wahrscheinlich geeignet
104	1,40	2,66	2,60	0,90	3,00	1,50	1,60	2,21	1,50	1,76	wahrscheinlich geeignet
105	0,80	2,66	2,60	0,60	3,00	1,50	3,00	1,50	1,50	2,01	wahrscheinlich geeignet
106	1,00	1,34	2,20	0,30	3,00	1,50	0,90	2,29	1,50	1,25	wahrscheinlich ungeeignet

Tabelle 20: Eignungsbewertung Wasserstoffnetze für maßgebliches Zielszenario

Teilgebiete ID	Gasnetz	Gasbedarf	H2-Vorteilnetz	voraussichtliche	Realisierungsrisiko &	kumulierte	Gesamtpunkte	Gesamtergebnis je Teilgebiet
	vorhanden	geplant	Wärmegestehungskosten	Versorgungssicherheit	Treibhausgasemissionen	je Teilgebiet		
Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Eignung	
0	0,6	2,1	3	3	0	0	2,10 wahrscheinlich ungeeignet	
1	2,9	2,6	1	3	0	0	1,50 wahrscheinlich ungeeignet	
2	0,6	1,8	1	3	0	0	1,07 wahrscheinlich ungeeignet	
3	0,3	1,5	1	3	0	0	1,00 wahrscheinlich ungeeignet	
4	0,9	1,8	1	3	0	0	1,12 wahrscheinlich ungeeignet	
5	0,6	1,5	1	3	0	0	1,04 wahrscheinlich ungeeignet	
6	1,7	1,5	1	3	0	0	1,21 wahrscheinlich ungeeignet	
7	1,6	1,5	1	3	0	0	1,19 wahrscheinlich ungeeignet	
8	2,2	2,2	1	3	0	0	1,35 wahrscheinlich ungeeignet	
9	1,6	1,5	1	3	0	0	1,19 wahrscheinlich ungeeignet	
10	1,6	1,5	1	3	0	0	1,19 wahrscheinlich ungeeignet	
11	2,3	1,5	1	3	0	0	1,30 wahrscheinlich ungeeignet	
12	1,8	2,4	1	3	0	0	1,31 wahrscheinlich ungeeignet	
13	2,3	1,8	1	3	0	0	1,33 wahrscheinlich ungeeignet	
14	2,4	2,1	1	3	0	0	1,37 wahrscheinlich ungeeignet	
15	2,2	2,4	1	3	0	0	1,37 wahrscheinlich ungeeignet	
16	0,9	1,8	1	3	0	0	1,12 wahrscheinlich ungeeignet	
17	1,9	1,8	1	3	0	0	1,25 wahrscheinlich ungeeignet	
18	2,3	2,8	1	3	0	0	1,43 wahrscheinlich ungeeignet	
19	1,8	1,5	1	3	0	0	1,22 wahrscheinlich ungeeignet	
20	3	1,5	1	3	0	0	1,40 wahrscheinlich ungeeignet	
21	1,8	2,1	1	3	0	0	1,25 wahrscheinlich ungeeignet	
22	0,6	1,5	1	3	0	0	1,04 wahrscheinlich ungeeignet	
23	2,3	2,4	1	3	0	0	1,30 wahrscheinlich ungeeignet	
24	1,7	1,8	1	3	0	0	1,24 wahrscheinlich ungeeignet	
25	2,3	2,7	1	3	0	0	1,42 wahrscheinlich ungeeignet	
26	1	1,5	1	3	0	0	1,10 wahrscheinlich ungeeignet	
27	0,6	1,5	1	3	0	0	1,04 wahrscheinlich ungeeignet	
28	0,3	1,5	0	3	0	0	0,50 sehr wahrscheinlich ungeeignet	
29	0	1,5	0	3	0	0	0,45 sehr wahrscheinlich ungeeignet	
30	0,6	1,5	1	3	0	0	1,04 wahrscheinlich ungeeignet	
31	2,4	1,5	1	3	0	0	1,31 wahrscheinlich ungeeignet	
32	2,3	1,8	1	3	0	0	1,33 wahrscheinlich ungeeignet	
33	1,8	1,8	1	3	0	0	1,25 wahrscheinlich ungeeignet	
34	2,9	2,7	1	3	0	0	1,51 wahrscheinlich geeignet	
35	3	2,4	1	3	0	0	1,49 wahrscheinlich ungeeignet	
36	3	2,1	1	3	0	0	1,45 wahrscheinlich ungeeignet	
37	2,9	2,1	1	3	0	0	1,45 wahrscheinlich ungeeignet	
38	2,9	2,1	1	3	0	0	1,45 wahrscheinlich ungeeignet	
39	2,3	1,8	1	3	0	0	1,33 wahrscheinlich ungeeignet	
40	1,6	1,8	1	3	0	0	1,22 wahrscheinlich ungeeignet	
41	0,6	1,5	1	3	0	0	1,04 wahrscheinlich ungeeignet	
42	0,6	1,5	1	3	0	0	1,04 wahrscheinlich ungeeignet	
43	2,2	1,5	1	3	0	0	1,28 wahrscheinlich ungeeignet	
44	2,3	1,8	1	3	0	0	1,33 wahrscheinlich ungeeignet	
45	2,4	2,6	1	3	0	0	1,42 wahrscheinlich ungeeignet	
46	2,3	1,5	1	3	0	0	1,30 wahrscheinlich ungeeignet	
47	1,8	1,8	1	3	0	0	1,25 wahrscheinlich ungeeignet	
48	3	2,4	1	3	0	0	1,49 wahrscheinlich ungeeignet	
49	3	2,1	1	3	0	0	1,45 wahrscheinlich ungeeignet	
50	2,3	1,8	1	3	0	0	1,33 wahrscheinlich ungeeignet	
51	2,3	1,5	1	3	0	0	1,30 wahrscheinlich ungeeignet	
52	2,4	1,8	1	3	0	0	1,34 wahrscheinlich ungeeignet	
53	2,2	1,5	1	3	0	0	1,28 wahrscheinlich ungeeignet	
54	1,6	1,5	1	3	0	0	1,19 wahrscheinlich ungeeignet	
55	0,6	1,5	1	3	0	0	1,04 wahrscheinlich ungeeignet	
56	0,6	1,5	1	3	0	0	1,04 wahrscheinlich ungeeignet	
57	1,9	2,6	1	3	0	0	1,35 wahrscheinlich ungeeignet	
58	1,8	2,1	1	3	0	0	1,28 wahrscheinlich ungeeignet	
59	2,2	1,5	1	3	0	0	1,28 wahrscheinlich ungeeignet	
60	1,8	1,8	1	3	0	0	1,25 wahrscheinlich ungeeignet	
61	2,3	2,1	1	3	0	0	1,36 wahrscheinlich ungeeignet	
62	2,9	1,8	1	3	0	0	1,42 wahrscheinlich ungeeignet	
63	3	2,7	1	3	0	0	1,52 wahrscheinlich geeignet	
64	3	1,5	1	3	0	0	1,40 wahrscheinlich ungeeignet	
65	2,3	1,8	1	3	0	0	1,33 wahrscheinlich ungeeignet	
66	3	1,8	1	3	0	0	1,43 wahrscheinlich ungeeignet	
67	2,4	1,5	1	3	0	0	1,31 wahrscheinlich ungeeignet	
68	2,2	1,8	1	3	0	0	1,31 wahrscheinlich ungeeignet	
69	1,7	1,5	1	3	0	0	1,21 wahrscheinlich ungeeignet	
70	3	2,4	1	3	0	0	1,49 wahrscheinlich ungeeignet	
71	1,1	1,5	1	3	0	0	1,12 wahrscheinlich ungeeignet	
72	0,6	1,5	2	3	0	0	1,54 wahrscheinlich geeignet	
73	0	1,5	2	3	0	0	1,45 wahrscheinlich ungeeignet	
74	0	1,5	2	3	0	0	1,45 wahrscheinlich ungeeignet	
75	0	1,5	2	3	0	0	1,45 wahrscheinlich ungeeignet	
76	0,3	1,5	2	3	0	0	1,50 wahrscheinlich ungeeignet	
77	1,3	1,5	1	3	0	0	1,15 wahrscheinlich ungeeignet	
78	1,6	1,8	1	3	0	0	1,22 wahrscheinlich ungeeignet	
79	2,2	1,8	1	3	0	0	1,31 wahrscheinlich ungeeignet	
80	0,9	1,8	1	3	0	0	1,12 wahrscheinlich ungeeignet	
81	2,2	1,5	1	3	0	0	1,28 wahrscheinlich ungeeignet	
82	2,2	1,5	1	3	0	0	1,28 wahrscheinlich ungeeignet	
83	2,4	1,8	1	3	0	0	1,34 wahrscheinlich ungeeignet	
84	0,6	1,5	2	3	0	0	1,54 wahrscheinlich geeignet	
85	1,6	1,5	2	3	0	0	1,69 wahrscheinlich geeignet	
86	2,2	2,6	1	3	0	0	1,38 wahrscheinlich ungeeignet	
87	2,4	1,8	1	3	0	0	1,34 wahrscheinlich ungeeignet	
88	2,8	1,8	2	3	0	0	1,90 wahrscheinlich geeignet	
89	2,3	2,4	1	3	0	0	1,39 wahrscheinlich ungeeignet	
90	2,2	1,5	1	3	0	0	1,28 wahrscheinlich ungeeignet	
91	2,3	2,4	1	3	0	0	1,39 wahrscheinlich ungeeignet	
92	2,2	1,8	1	3	0	0	1,31 wahrscheinlich ungeeignet	
93	1,6	1,5	1	3	0	0	1,19 wahrscheinlich ungeeignet	
94	1,6	2,1	1	3	0	0	1,25 wahrscheinlich ungeeignet	
95	1,7	1,8	1	3	0	0	1,24 wahrscheinlich ungeeignet	
96	1,5	1,5	1	3	0	0	1,18 wahrscheinlich ungeeignet	
97	1,8	1,5	1	3	0	0	1,22 wahrscheinlich ungeeignet	
98	0,6	1,5	1	3	0	0	1,04 wahrscheinlich ungeeignet	
99	0	1,8	1	3	0	0	0,98 wahrscheinlich ungeeignet	
100	0,3	1,5	1	3	0	0	1,00 wahrscheinlich ungeeignet	
101	0	1,5	1	3	0	0	0,95 wahrscheinlich ungeeignet	
102	1,6	1,5	1	3	0	0	1,19 wahrscheinlich ungeeignet	
103	2,4	2,1	1	3	0	0	1,62 wahrscheinlich geeignet	
104	2,2	2,1	2	3	0	0	1,84 wahrscheinlich geeignet	
105	2,3	2,1	2	3	0	0	1,85 wahrscheinlich geeignet	
106	1,6	1,5	2	3	0	0	1,69 wahrscheinlich geeignet	
107	2,2	2,1	2	3	0	0	1,84 wahrscheinlich geeignet	
108	0,9	1,8	2	3	0	0	1,62 wahrscheinlich geeignet	
109	1,7	2,1	2	3	0	0	1,77 wahrscheinlich geeignet	
110	1,6	1,5	2	3	0	0	1,69 wahrscheinlich geeignet	
111	2,4	2,5	2	3	0	0	1,91 wahrscheinlich geeignet	
112	1,6	1,5	2	3	0	0	1,69 wahrscheinlich geeignet	
113	1,6	1,8	2	3	0	0	1,72 wahrscheinlich geeignet	

Tabelle 21: Eignungsbewertung für dezentrale Versorgungen für maßgebliches Zielszenario

Teilgebiete ID	Voraussichtliche Wärmegestehungskosten Punkte	ErneuerbareEnergie / Abwärme status quo Punkte	Realisierungsrisiko & Versorgungssicherheit Punkte	kumulierte Treibhausgasemissionen Punkte	Gesamtpunkte je Teilgebiet Punkte	Gesamtergebnis je Teilgebiet Eignung
0	0,0	3,0	2,7	3,0	2,38	sehr wahrscheinlich geeignet
1	0,0	1,8	1,7	3,0	1,56	wahrscheinlich geeignet
2	0,0	1,8	2,1	3,0	1,57	wahrscheinlich geeignet
3	0,0	3,0	2,8	3,0	2,39	sehr wahrscheinlich geeignet
4	0,0	2,6	2,5	3,0	2,11	wahrscheinlich geeignet
5	0,0	1,8	1,7	3,0	1,56	wahrscheinlich geeignet
6	0,0	2,6	2,5	3,0	2,11	wahrscheinlich geeignet
7	0,0	2,2	2,4	3,0	1,85	wahrscheinlich geeignet
8	0,0	2,2	2,1	3,0	1,84	wahrscheinlich geeignet
9	0,0	2,2	2,4	3,0	1,85	wahrscheinlich geeignet
10	0,0	2,2	2,3	3,0	1,85	wahrscheinlich geeignet
11	0,0	2,2	2,2	3,0	1,84	wahrscheinlich geeignet
12	0,0	2,6	2,4	3,0	2,11	wahrscheinlich geeignet
13	0,0	1,8	2,1	3,0	1,56	wahrscheinlich geeignet
14	0,0	1,8	2,1	3,0	1,57	wahrscheinlich geeignet
15	0,0	1,8	2,1	3,0	1,57	wahrscheinlich geeignet
16	0,0	2,2	2,3	3,0	1,84	wahrscheinlich geeignet
17	0,0	2,6	2,5	3,0	2,11	wahrscheinlich geeignet
18	0,0	2,2	2,2	3,0	1,84	wahrscheinlich geeignet
19	0,0	3,0	2,7	3,0	2,38	sehr wahrscheinlich geeignet
20	0,0	1,8	1,9	3,0	1,56	wahrscheinlich geeignet
21	0,0	2,2	2,3	3,0	1,85	wahrscheinlich geeignet
22	0,0	2,2	2,4	3,0	1,85	wahrscheinlich geeignet
23	0,0	1,8	2,0	3,0	1,57	wahrscheinlich geeignet
24	0,0	2,2	2,4	3,0	1,85	wahrscheinlich geeignet
25	0,0	1,8	1,9	3,0	1,57	wahrscheinlich geeignet
26	0,0	3,0	3,0	3,0	2,40	sehr wahrscheinlich geeignet
27	0,0	2,2	2,2	3,0	1,84	wahrscheinlich geeignet
28	0,0	3,0	2,8	3,0	2,39	sehr wahrscheinlich geeignet
29	0,0	3,0	2,6	3,0	2,38	sehr wahrscheinlich geeignet
30	0,0	3,0	2,6	3,0	2,38	sehr wahrscheinlich geeignet
31	0,0	1,8	2,1	3,0	1,57	wahrscheinlich geeignet
32	0,0	2,2	2,1	3,0	1,84	wahrscheinlich geeignet
33	0,0	3,0	2,6	3,0	2,38	sehr wahrscheinlich geeignet
34	0,0	1,8	1,9	3,0	1,56	wahrscheinlich geeignet
35	0,0	1,8	1,8	3,0	1,56	wahrscheinlich geeignet
36	0,0	1,8	1,7	3,0	1,56	wahrscheinlich geeignet
37	0,0	1,8	1,8	3,0	1,56	wahrscheinlich geeignet
38	0,0	1,8	1,8	3,0	1,56	wahrscheinlich geeignet
39	0,0	1,8	2,1	3,0	1,57	wahrscheinlich geeignet
40	0,0	2,6	2,5	3,0	2,12	wahrscheinlich geeignet
41	0,0	3,0	3,0	3,0	2,40	sehr wahrscheinlich geeignet
42	0,0	3,0	2,9	3,0	2,40	sehr wahrscheinlich geeignet
43	0,0	2,2	2,2	3,0	1,84	wahrscheinlich geeignet
44	0,0	1,8	1,9	3,0	1,57	wahrscheinlich geeignet
45	0,0	1,8	1,9	3,0	1,57	wahrscheinlich geeignet
46	0,0	1,8	1,9	3,0	1,57	wahrscheinlich geeignet
47	0,0	3,0	2,6	3,0	2,38	sehr wahrscheinlich geeignet
48	0,0	1,8	1,8	3,0	1,56	wahrscheinlich geeignet
49	0,0	1,8	1,8	3,0	1,56	wahrscheinlich geeignet
50	0,0	1,8	2,1	3,0	1,56	wahrscheinlich geeignet
51	0,0	1,8	2,1	3,0	1,57	wahrscheinlich geeignet
52	0,0	1,8	2,0	3,0	1,57	wahrscheinlich geeignet
53	0,0	1,8	2,0	3,0	1,57	wahrscheinlich geeignet
54	0,0	3,0	2,6	3,0	2,38	sehr wahrscheinlich geeignet
55	0,0	3,0	2,6	3,0	2,38	sehr wahrscheinlich geeignet
56	0,0	3,0	2,8	3,0	2,39	sehr wahrscheinlich geeignet
57	0,0	2,2	2,2	3,0	1,84	wahrscheinlich geeignet
58	0,0	2,2	2,4	3,0	1,85	wahrscheinlich geeignet
59	0,0	2,2	2,2	3,0	1,84	wahrscheinlich geeignet
60	0,0	2,2	2,3	3,0	1,84	wahrscheinlich geeignet
61	0,0	1,8	2,0	3,0	1,57	wahrscheinlich geeignet
62	0,0	1,8	1,9	3,0	1,56	wahrscheinlich geeignet
63	0,0	1,8	1,7	3,0	1,56	wahrscheinlich geeignet
64	0,0	1,8	1,7	3,0	1,56	wahrscheinlich geeignet
65	0,0	1,8	2,0	3,0	1,57	wahrscheinlich geeignet
66	0,0	1,8	1,8	3,0	1,56	wahrscheinlich geeignet
67	0,0	1,8	1,9	3,0	1,57	wahrscheinlich geeignet
68	0,0	1,8	2,1	3,0	1,57	wahrscheinlich geeignet
69	0,0	2,2	2,4	3,0	1,85	wahrscheinlich geeignet
70	0,0	1,8	1,8	3,0	1,56	wahrscheinlich geeignet
71	0,0	3,0	2,9	3,0	2,40	sehr wahrscheinlich geeignet
72	0,0	2,2	2,4	3,0	1,85	wahrscheinlich geeignet
73	0,0	3,0	2,9	3,0	2,39	sehr wahrscheinlich geeignet
74	0,0	3,0	2,9	3,0	2,39	sehr wahrscheinlich geeignet
75	0,0	3,0	2,9	3,0	2,40	sehr wahrscheinlich geeignet
76	0,0	3,0	2,9	3,0	2,39	sehr wahrscheinlich geeignet
77	0,0	2,2	2,3	3,0	1,84	wahrscheinlich geeignet
78	0,0	2,2	2,3	3,0	1,84	wahrscheinlich geeignet
79	0,0	2,2	2,2	3,0	1,84	wahrscheinlich geeignet
80	0,0	2,2	2,2	3,0	1,84	wahrscheinlich geeignet
81	0,0	1,8	1,9	3,0	1,57	wahrscheinlich geeignet
82	0,0	2,2	2,2	3,0	1,84	wahrscheinlich geeignet
83	0,0	1,8	1,9	3,0	1,56	wahrscheinlich geeignet
84	0,0	3,0	2,9	3,0	2,39	sehr wahrscheinlich geeignet
85	0,0	3,0	2,6	3,0	2,38	sehr wahrscheinlich geeignet
86	0,0	1,8	2,0	3,0	1,57	wahrscheinlich geeignet
87	0,0	1,8	2,0	3,0	1,57	wahrscheinlich geeignet
88	0,0	1,8	1,7	3,0	1,56	wahrscheinlich geeignet
89	0,0	1,8	2,0	3,0	1,57	wahrscheinlich geeignet
90	0,0	2,2	2,2	3,0	1,84	wahrscheinlich geeignet
91	0,0	1,8	2,0	3,0	1,57	wahrscheinlich geeignet
92	0,0	1,8	2,2	3,0	1,58	wahrscheinlich geeignet
93	0,0	2,6	2,6	3,0	2,12	wahrscheinlich geeignet
94	0,0	2,6	2,4	3,0	2,11	wahrscheinlich geeignet
95	0,0	2,2	2,4	3,0	1,85	wahrscheinlich geeignet
96	0,0	3,0	2,7	3,0	2,39	sehr wahrscheinlich geeignet
97	0,0	3,0	2,7	3,0	2,39	sehr wahrscheinlich geeignet
98	0,0	2,6	2,5	3,0	2,12	wahrscheinlich geeignet
99	0,0	2,2	2,5	3,0	1,85	wahrscheinlich geeignet
100	0,0	2,2	2,2	3,0	1,84	wahrscheinlich geeignet
101	0,0	2,2	2,2	3,0	1,84	wahrscheinlich geeignet
102	0,0	2,2	2,3	3,0	1,84	wahrscheinlich geeignet
103	0,0	1,8	2,1	3,0	1,56	wahrscheinlich geeignet
104	0,0	1,8	2,2	3,0	1,58	wahrscheinlich geeignet
105	0,0	2,2	2,2	3,0	1,84	wahrscheinlich geeignet
106	0,0	2,2	2,4	3,0	1,85	wahrscheinlich geeignet
107	0,0	1,8	2,2	3,0	1,58	wahrscheinlich geeignet
108	0,0	1,8	1,9	3,0	1,56	wahrscheinlich geeignet
109	0,0	2,2	2,4	3,0	1,85	wahrscheinlich geeignet
110	0,0	3,0	2,7	3,0	2,39	sehr wahrscheinlich geeignet
111	0,0	1,8	1,9	3,0	1,57	wahrscheinlich geeignet
112	0,0	3,0	2,6	3,0	2,38	sehr wahrscheinlich geeignet
113	1,0	3,0	2,6	3,0	2,58	sehr wahrscheinlich geeignet